h171

石川県衛生公害研究所年報

第 29 号

(平成3年度)



1992

石川県保健環境センター

石川県衛生公害研究所年報

第 29 号

(平成 3 年度)

1992

石川県保健環境センター

はしがき

私たちの周りから多くの感染症が姿を消し、半世紀前までの伝染病の恐怖を忘れていた時代に、「天災は忘れた頃にやってくる」の諺通りと言うか、それを思い起こさせるように、この年は後天性免疫不全症候群（AIDS）が大きな社会的な話題となりました。エイズが公衆衛生の世界に登場したのはもう少し以前の話でありますが、日本における患者がうなぎ昇りに増加し始める兆候が見え、いささか慌てるようになったのでしょう。「世界エイズデー」なるものも設定されたこともあり、関心が高まったことも事実です。翻って、私たちの県内でも平成3年度の終わりにエイズによる死亡例が報告され、またその報告の手続きのそごによって確認されたのが平成4年度になるといった事件もありました。私たちの歴史は、周りの多くの生物との共存あるいは壮絶な闘いの歴史でもあります。多くの細菌やウイルスとの闘いに勝ったと思い上がっていると、今日のようなエイズに象徴されるような竹篦返しを食うことになりましょう。

平成4年度は私たちにとっては大きな記念すべき年でした。約2年に及ぶ建築工事を終え、新装なった庁舎へ移転した訳です。施設面積は旧庁舎の約2倍になった訳ですが、それと合わせていくつかの機器類も整備されました。また、4月には組織の編成替えが行われ、当所も「保健環境センター」と名称を変更し、装いを新たに致しました。研究体制が着々と整備される中で、私たちはさらに研究の成果をあげるべく努力し、県民の健康を守り、環境を豊かにすべきことを改めて痛感しているところです。

また、地方衛生研究所が参加している全国衛生化学技術協議会の第29回年会が当地で開かれ、私たちがそのお世話をさせて頂きましたが、その機会にも多くのことを学ぶことができました。その成果を研究の中に取り込んでいきたいものです。

年報の刊行が昨年度より若干早くなったとは申せ、なお不十分でしょう。当所にとってビッグイベントがあったという事情があったとしても、やはり申し訳ないことです。今後さらに努力を致したいと存じますので、何分ともよろしくご指導を頂けますようお願いします。

平成 4 年 12 月

石川県保健環境センター所長　西　正美

歴代所長

国重　正敬（昭和24. 1. 1～26. 9.24）
（衛生部長兼務）
杉野　為治（昭和26. 9.25～27. 2. 8）
（衛生部長兼務）
伊藤　利一（昭和27. 2. 9～29. 4.30）

河原　勲（昭和29. 5. 1～30. 1.25）

杉野　為治（昭和30. 1.26～30. 3.11）
（衛生部長兼務）
森上　勤造（昭和30. 3.12～30. 8.31）
（衛生部長兼務）
野口　俊介（昭和30. 9. 1～30.12.31）

森上　勤造（昭和31. 1. 1～31. 1.31）
（衛生部長兼務）
村本　潔（昭和31. 2. 1～35. 3.31）

森上　勤造（昭和35. 4. 1～36. 6.19）
（厚生部長兼務）
大島　喜久男（昭和36. 6.20～37. 3.31）

三根　晴雄（昭和37. 4. 1～52.12.15）

酒井　義昭（昭和52.12.16～53. 3.31）
（厚生部長兼務）
河野　俊一（昭和53. 4. 1～54. 3.31）

酒井　義昭（昭和54. 4. 1～54.11. 9）
（厚生部長兼務）
石田　宗治（昭和54.11.10～56. 3.31）
（厚生部長兼務）
石田　宗治（昭和56. 4. 1～62. 3.31）
（県参事兼務）
石田　宗治（昭和62. 4. 2～平成2.11.30）
（県参事兼務）
西　正美（平成 2.12. 1～　　）
（県参事兼務）

沿　　革

1　もと石川県衛生試験所と称し県庁構内にあり、県警察部ついで内政部に属し、薬品試験、細菌検査の業務を行う。

2　昭和23年１月、県衛生部設置に伴う機構改革により、衛生試験所は薬務課、細菌検査所は予防課所管となる。

3　昭和24年１月、衛生試験所を衛生研究所と改称し、医務課の所管、細菌検査所は公衆保健課の所管となる。

4　昭和27年４月、細菌検査所を衛生研究所に統合、衛生課の所管となり、衛生技術に関する細菌学的、化学的調査研究、試験検査、指導訓練を総合的に行うこととなる。

5　昭和32年２月、県厚生部設置に伴う機構改革により厚生部衛生課の所管となる。

6　昭和38年６月、機構改革により医務薬務課の所管となり、同時に内部組織として、庶務課、微生物課、理化学課の３課をおく。

7　昭和38年７月、金沢市芳斉２丁目に新庁舎落成、移転する。

8　昭和41年４月、環境衛生、公害など生活環境面における業務範囲の拡大と業務量の増加のため内部組織を改組、生活環境課を新設、庶務、微生物、化学、生活環境課の４課制となる。

9　昭和45年８月、公害、食品関係等業務増大に対する執行体制強化のため内部組織を改組、総務課、公害部、微生物部、食品薬品部の１課３部制となる。

10　昭和45年12月、増大した公害、食品関係業務の処理と設備近代化のため、金沢市三馬２丁目に新庁舎を建築、移転開所する。

11　昭和46年10月、公害関係業務の増大により名称を衛生公害研究所と改称する。

12　昭和48年３月、日本育英会貸与金の返還を免除される職をおく研究所としての指定を受ける。

13　昭和48年12月、大気監視センター設置に伴い、大気汚染、騒音、振動及び悪臭に関する業務を同センターに移管する。

14　昭和49年４月、内部組織の公害部を環境部と改称する。

15　昭和51年４月、大気監視センターを合併し、内部組織を管理部（庶務課）、環境部（企画調査科、大気科、水質科、生活環境科）、微生物部（細菌科、臨床病理科）、食品薬品部（食品科、薬品科）の４部１課８科制となる。

16　昭和53年４月、内部組織の微生物部の臨床病理科をウイルス科と改称し、食品薬品部の食品科、薬品科の２科を食品第一科、食品第二科及び薬品科の３科制として、４部１課９科制となる。

17　昭和57年４月、内部組織の一部を改組、環境部の企画調査科を部外に情報室とし、大気科を大気科と監視科として、４部１課１室９科制となる。

18　昭和58年４月、内部組織の一部を改組、科を担当と改称し、４部１課１室制となる。

19　昭和62年４月、環境部に環境放射能担当を新設する。

20　平成２年４月、化学調査室を新設、また志賀町監視センターを設ける。

21　平成３年４月、内部組織の一部を改組、環境部の環境放射能担当を部外に環境放射線部を新設し、生態担当と物性担当の２担当制とし、情報室を情報管理担当と情報処理担当の２担当制とし、食品薬品部の食品第一担当、食品第二担当を整理し食品担当として２担当制とし、化学調査室へ食品第二担当の業務の一部を組入れ生物影響担当と環境物質担当の２担当制となる。（５部１課２室１センター制となる。）

目　　次

（概　　要）

関係法規 …… (1)
組織 …… (2)
施設 …… (6)
行事記録 …… (8)
予算・決算 …… (12)
試験検査件数 …… (18)
情報室事業概況 …… (20)
環境部事業概況 …… (24)
微生物部事業概況 …… (33)
食品薬品部事業概況 …… (46)
環境放射線部事業概況 …… (49)
化学調査室事業概況 …… (56)

（報　　文）

スモン等に関する保健婦の意識について …… 田嶋　隆俊ほか … (60)

衛星画像を利用した植生判読手法の高度化に関する研究（第3報）
—目視判読による植生図の作成— …… 竹野　裕治ほか … (84)

石川県における酸性雨調査（第6報）
—硫黄安定同位体比からみた降水中硫酸イオンの起源の推定— …… 北村　守次 …… (97)

交差点におけるNOx高濃度現象の解析（第2報）
—拡散シミュレーションと風洞実験の適用— …… 山原　敏 ……(107)

石川県内の温泉の地域的特徴と泉質の相互関連性について …… 柿本　均ほか …(129)

小児上気道疾患からのウイルス分離（1991年）…… 木村　晋亮ほか …(150)

石川県におけるエコーウイルス30型による無菌性髄膜炎の流行 …… 木村　晋亮ほか …(158)

畜水産食品中の有害残留物質スクリーニング検査法について（第2報）
—13種の残留合成抗菌剤の一斉分析について— …… 越野　裕ほか …(164)

陶磁器製及びガラス製食器からの有害金属の溶出について …… 玉井　徹ほか …(170)

石川県における空間線量調査結果（その3）
—可搬型Ge半導体検出器を用いた空間線量調査— …… 中谷　光ほか …(176)

石川県における環境放射線監視テレメータシステム …… 酒井　道則ほか …(183)

大気浮遊じん中短寿命放射性核種
（ラドン娘核種の測定）…… 翫　幹夫ほか …(205)

空中散布された農薬の水田環境での推移（第６報）
—平成３年度空中散布に伴う環境影響調査結果— …… 塚林　裕ほか …(209)
ゴルフ場農薬の流出シミュレーションに関する研究 …… 堀　秀朗 ……(223)

（資　料）

石川県における降水成分調査結果（1991年度）…… 柿澤　隆一ほか …(230)
都市における大気中窒素酸化物の挙動 …… 山岸　善久ほか …(246)
環境大気中のアスベスト調査結果（平成３年度）…… 山岸　善久ほか …(256)
石川県における大気中浮遊粒子状物質の季節変動 …… 若林　数夫ほか …(260)
ドラフトチューブ付気液接触装置を用いた効率的排水処理に関する研究
—有機物・窒素・リンの同時除去について— …… 小西　秀則 ……(270)
石川県における酸性雨土壌モニタリング調査結果（平成２，３年度）…… 藤沢　明子ほか …(274)
八田川（金沢市八田町地内）の水質今昔 …… 西川　孝蔵 ……(283)
石川県におけるインフルエンザの流行と流行予測成績（平成３年度）…… 木村　晋亮ほか …(288)
石川県における日本脳炎流行予測調査成績（平成３年）
—石川県産豚の血中日本脳炎HI抗体保有状況— …… 小坂　悳ほか …(297)
石川県における感染症サーベイランス成績（平成３年度）…… 芹川　俊彦ほか …(301)
石川県におけるフォールアウト調査結果（平成３年度）…… 内田　賢吾ほか …(309)
ゴルフ場排水に含まれる農薬の検査方法（第２報）
—固相抽出/HPLC法によるカルバリル，オキシン銅，
チウラム，ベノミル及びアシュラムの同時分析— …… 加藤　充哉ほか …(317)
難分解性化学物質の摂取量調査（第１報）
—日常食による有機塩素系農薬等の摂取量— …… 波木利志栄ほか …(324)

（短　報）

河川水中の糞便性大腸菌群に関する研究（第１報）
—河川水の汚染指標としての大腸菌群，糞便性大腸菌群の評価について— … 芹川　俊彦ほか …(331)
血清学的にみたインフルエンザの流行状況 …… 尾西　一ほか …(334)
MMR ワクチン接種後に発生した無菌性髄膜炎からのウイルス分離 …… 木村　晋亮ほか …(337)
医療用漢方エキス製剤の品質について
—過去５年間の行政試験結果から— …… 小川　清ほか …(341)
空中散布農薬の大気中濃度の測定方法について …… 塚林　裕ほか …(345)

（抄　録）

わが国の酸性雨のpHとその頻度分布パターン …… 北村　守次ほか …(351)
芝地散布農薬の降雨時流出について …… 堀　秀朗ほか …(353)
簡易型ライシメーターを用いたゴルフ場農薬の降雨時流出挙動の検討 …… 堀　秀朗ほか …(354)

関　係　法　規

地方衛生研究所設置要綱（厚生省発衛第173号 昭和51年9月10日）

1　設置の目的

地方衛生研究所は、公衆衛生の向上を図るため、都道府県又は指定都市における衛生行政の科学、技術的中核として、関係行政部局と緊密な連携のもとに、調査研究、試験検査、研修指導及び公衆衛生情報の解析、提供を行うことを目的とする。

2　業　務

地方衛生研究所は、次の業務を行うものとする。

1　調査研究

(1)　疾病予防に関する調査研究
(2)　環境保健に関する調査研究
(3)　生活環境施設に関する調査研究
(4)　食品・医薬品等・家庭用品及び栄養に関する調査研究
(5)　健康事象に関する疫学的調査研究
(6)　試験検査方法に関する研究
(7)　その他必要な調査研究

なお、これらの業務のうちで、広域的に調査研究を行う必要のあるものについては、地方衛生研究所相互間及び関連する試験研究機関との協力を強化し積極的に推進するものとする。

2　試験検査

(1)　衛生微生物に関する試験検査
(2)　衛生動物に関する試験検査
(3)　水・空気等に関する試験検査
(4)　廃棄物に関する試験検査
(5)　食品・食品添加物等に関する試験検査
(6)　毒物・劇物及び医薬品等に関する試験検査
(7)　家庭用品に関する試験検査
(8)　温泉に関する試験検査
(9)　放射能に関する試験検査
(10)　病理学的検査
(11)　生理学的検査
(12)　生化学的検査
(13)　毒性学的検査
(14)　その他必要な試験検査

3　研修指導

(1)　保健所の職員、市町村の衛生関係職員等の技術面における研修指導
(2)　衛生に関する試験検査機関等に対する技術的指導

4　公衆衛生情報の解析提供

(1)　試験検査に関する情報の収集、解析
(2)　公衆衛生に関する文献、資料の収集、解析
(3)　衛生関係部局等への公衆衛生情報の提供

3　行政各部局との関係

1　地方衛生研究所の運営にあたっては、必要に応じ、関係各部局と協議し、相互に密接な連携を保つものとする。

2　地方衛生研究所は、かい（廨）とし、その人事、予算等に関する総括的事項についての連絡調整は衛生主管部局において行うものとする。

4　業務推進の方策

1　地方衛生研究所には、2に掲げる業務の実施に必要な人員及び施設、設備を備えるものとする。

2　地方衛生研究所は、その目的にかんがみ、国内留学、海外留学に配慮するなど、職員の知識技能向上を図るとともに科学技術の進歩に即応した施設・設備を備えるものとする。

石川県組織規則（抜粋）（昭和39年4月1日規則第23号公布 昭和58年4月1日規則第23号改正 平成3年4月1日規則第26号改正）

機関の名称	位置	内部組織	分掌事務
石川県衛生公害研究所	金沢市三馬2丁目251番地	管理部　庶務課	所内の事務の連絡調整に関すること。
		情報室	保健環境情報の調査、検討及び収集整備に関すること。
		環境部	1　環境汚染の防止に関する監視、調査、研究、試験及び指導に関すること。 2　生活環境に関する衛生上の調査、研究、試験及び指導に関すること。
		微生物部	1　病原微生物に関する衛生上の研究、検査及び指導に関すること。 2　臨床生化学及び医動物に関する衛生上の研究、検査及び指導に関すること。
		食品薬品部	1　食品類に関する衛生上の研究、試験及び指導に関すること。 2　医薬品類に関する衛生上の研究、試験及び指導に関すること。
		環境放射線部	1　環境放射線に関する監視及び調査研究に関すること。 2　放射性同位元素使用施設の利用による調査研究及び試験に関すること。
		化学調査室（21条1項）	化学物質汚染の動態に関する調査及び研究並びに試験及び検査に関すること。

備考　羽咋郡志賀町に志賀町監視センターを置く。

機　構・組　織


所長
次長
管理部
庶務課
所内の連絡調整に関すること。
人事、公印、予算の編成及び執行並びに決算に関すること。
財産の管理に関すること。
他に属しないこと。
情報室
情報管理担当
保健環境に関する情報源情報及びデーターベースの整備に関すること。
保健環境に関する資料、文献情報の検索及び提供に関すること。
保健所等に対する情報技術の研修指導に関すること。
情報処理担当
疫学的情報の加工・解析に関すること。
保健・環境情報の利用技術の開発に関すること。
ハイテクネット石川等外部機関との情報ネットワークの利用に関すること。
環境部
大気担当
大気汚染測定網の計画に関すること。
大気中の有害物質測定調査に関すること。
大気環境調査、発生源調査に関すること。
監視担当
大気汚染監視制御システム及び測定局並びに測定機器の整備・管理に関すること。
大気汚染常時監視及び措置に関すること。
水質担当
水質汚濁・土壌汚染及び悪臭に係る調査研究、試験検査、指導に関すること。
環境、排出源の常時監視に関すること。
環境保全対策に係る調査研究に関すること。
排水処理法等公害防止技術に係る調査研究に関すること。
生活環境担当
生活用水に係る調査研究、試験検査、指導に関すること。
家庭用品に係る調査研究、試験検査に関すること。
一般廃棄物に係る調査研究、試験検査、指導及び産業廃棄物に係る試験検査に関すること。
環境の生体影響に係る調査研究、試験検査に関すること。
微生物部
細菌担当
伝染病、食中毒等の病原細菌に関する調査研究、検査及び指導、並びに食品、医薬品等に係る細菌検査に関すること。
水、空気等に係る細菌検査に関すること。
臨床生化学検査に関すること。
ウイルス担当
ウイルス・リケッチアに係る調査、研究、検査、指導に関すること。
血清検査に関すること。
食品薬品部
食品担当
食品衛生に係る試験、研究、指導に関すること。
食品中の自然毒及び食品の器具、容器、包装並びにおもちゃ類に係る試験、研究、指導に関すること。
栄養分析に関すること。
薬品担当
医薬品、医薬部外品、化粧品、衛生材料及び医療用具に係る試験、研究、指導に関すること。
毒物、劇物、特定化学物質及びその他の薬物並びに洗浄剤類に係る試験、研究、指導に関すること。
飼料添加物等に係る試験、研究、指導に関すること。
環境放射線部
生態担当
環境放射線モニタリングに係る環境試料調査に関すること。
環境放射能に係る試験検査に関すること。
放射生態学に係る調査研究に関すること。
放射性同位元素等使用許可施設の放射線安全管理に関すること。
核実験等放射能水準の調査に関すること。
物性担当
環境放射線モニタリングに係る環境放射線常時監視システムの管理に関すること。
測定局及び測定機器の整備及び保管に関すること。
環境放射線常時監視システムデータの管理及び報告に関すること。
緊急時における措置に関すること。
空間放射線測定に関する調査研究に関すること。
志賀町監視センター
志賀原発に係る環境放射線常時監視に関すること。
放射線監視制御システム及び自動測定局並びに測定機器の整備・管理に関すること。
化学調査室
生物影響担当
化学物質の生物影響に係る調査研究に関すること。
生物中の環境汚染物質に係る調査研究、試験検査に関すること。
有害化学物質の摂取量に関する調査研究、試験検査に関すること。
環境物質担当
特定化学物質、指定化学物質に係る調査研究、試験検査に関すること。
未規制有害物質に係る調査研究、試験検査に関すること。
化学物質（農薬等）の散布による環境中の動態調査に関すること。

職　員　の　配　置

（平成3. 4. 1）

職名	現員	管理職	管理部	情報室			環境部					微生物部		
			庶務課	情報管理担当	情報処理担当	計	大気担当	監視担当	水質担当	生活環境担当	計	細菌担当	ウイルス担当	計
所長	1	1												
次長	2	2												
部長	3(2)	2(2)												
室長	2	2												
主任研究員	3			1		1		1			1			
課長	1		1											
専門研究員(主幹)	2													
専門研究員	16				1	1	2	1	3	2	8	1	1	2
研究員	5			1		1		1	1		2			
主任	2		2											
主事	1		1											
技師	15				1	1	2		2	1	5	1	1	2
〃（運）	4		4											
〃（技）	4			1		1		1	1		2	1		1
小計	61(2)	8(2)	8	3	2	5	4	4	7	3	18	3	2	5
志賀町監視センター	(2)②													
嘱託	2		2											
臨時	2		2											
合計	65 (4)(2)	8(2)	12	3	2	5	4	4	7	3	18	3	2	5

職名	食品薬品部			環境放射線部				化学調査室			2.4.1	比較
	食品担当	薬品担当	計	生態担当	物性担当	志賀町監視センター	計	生物影響担当	環境物質担当	計		
所長											1	—
次長											2	—
部長											2(2)	1
室長											1(1)	1(△1)
主任研究員		1	1								4	△1
課長											1	—
専門研究員(主幹)				1			1	1		1	3(1)	△1(△1)
専門研究員	2	1	3		1		1		1	1	17	△1
研究員					1		1	1		1	3	2
主任											2	—
主事											1	—
技師	1	1	2	2	1		3	1	1	2	15	—
〃（運）											4	—
〃（技）											4	—
小計	3	3	6	3	3		6	3	2	5	60(4)	1(△2)
志賀町監視センター						(2)②	(2)②				—(1)②	(1)
嘱託											2	—
臨時											2	—
合計	3	3	6	3	3	(2)②	6 (4)(2)	3	2	5	64(5)②	1(△1)

（注）（）内は所内、○内は所外の兼務職員数で外書である。

事　務　分　掌

（平成3．4．1）

職名		氏名	担当事務
所長（県参事兼務）		西　正美	所統括
次長（事務）		庭田　進	所長補佐
次長（技術）		木村晋亮	所長補佐
管理部	部長	（兼）庭田　進	部の総括
庶務課	課長	矢木知則	課の総括
	主任	本多美代子	会計事務、諸給与
	〃	吉村朝子	予算経理、収入事務
	主事	久保光夫	旅費、財産管理
	技師	松岡洋	公用車の運転
	〃	橋本政春	〃
	〃	清水豊登	〃
	〃	浅田哲好	〃
	嘱託	千場善治郎	庁務
	〃	吉村恭子	〃
情報室	室長	田嶋隆俊	室の総括
情報管理担当	主任研究員	泉　善博	情報管理担当の総括
	研究員	水上依乃	保健環境に関する情報の検
	技師（技能員）	西　登志美	索及び提供
情報処理担当	専門研究員	竹野裕治	情報処理担当の総括
	技師	山田　肇	疫学的情報の加工・解析
環境部	部長	清水靖男	部の総括
大気担当	専門研究員	北村守次	大気担当の総括
	〃	山岸善久	大気汚染の測定と監視
	技師	密田淳夫	〃
	〃	柿沢隆一	〃
監視担当	主任研究員	桐元俊武	監視担当の総括
	専門研究員	若林数夫	大気汚染監視制御システム
	研究員	山原　敏	及び測定局並びに測定機器
	技師（技能員）	湯浅道世	の整備管理
水質担当	専門研究員	北野肇一	水質担当の総括
	〃	澤田道和	水質、土壌、悪臭試験
	〃	藤沢明子	〃
	研究員	小西秀則	〃
	技師	森島敏明	〃
	〃	山上信明	〃
	技師（技能員）	本田和子	〃
生活環境担当	専門研究員	西川孝蔵	生活環境担当の総括
	〃	大西道代	生活環境に係る調査研究及
	技師	柿本　均	び環境試験
微生物部	部長	（兼）木村晋亮	部の総括
細菌担当	専門研究員	芹川俊彦	細菌担当の総括
	技師	亀井としみ	臨床検査
	技師（技能員）	志茂たみ	検査準備
ウイルス担当	専門研究員	尾西　一	ウイルス担当の総括
	技師	小坂　恵	血清検査

職名		氏名	担当事務
食品薬品部	部長	細坪久人	部の総括
食品担当	専門研究員	坂本藤夫	食品担当の総括
	〃	泉広栄	食品、栄養分析及び食品用
	技師	玉井徹	容器等の試験
薬品担当	主任研究員	小川清	薬品担当の総括
	専門研究員	越野裕	飼料添加物等試験及び毒、
	技師	瀬戸映子	劇物、医薬品等試験
環境放射線	部長	矢鋪満雄	部の総括
生態担当	専門研究員	牛島茂	生態担当の総括
	技師	翫幹夫	環境放射線モニタリングに
	〃	内田賢吾	係る環境試料調査
物性担当	専門研究員	酒井道則	物性担当の総括
	研究員	四月朔日富司子	環境放射線モニタリングに
	技師	中谷光	係る環境放射線常時監視シ
			ステムの管理及び機器整備
化学調査室	室長	加藤充哉	室の総括
生物影響担当	専門研究員	塚林裕	生物影響担当の総括
	研究員	橋田哲郎	化学物質の生物影響調査、
	技師	波木利志栄	環境汚染物質の調査、検査
環境物質担当	専門研究員	堀秀朗	環境物質担当の総括
	技師	橋場久雄	特定化学物質、指定化学物
			質の調査、検査並びに残留
			農薬に係る試験、検査
志賀町監視	所長	（兼）矢鋪満雄	センター業務の総括
センター	所員	（兼）小森正樹	志賀原発に係る環境放射線
	〃	（兼）砺波信一	常時監視及び放射線監視制
		（兼）中谷光	御システム並びに測定機器
			の整備・管理

職員の異動

（平成3. 4. 1～平成4. 3.31）

年月日	氏名	新	旧	備考
3. 4. 1	梶哲夫	七尾保健所検査課長	衛生公害研究所専門研究員	転出
〃	大西孝司	小松保健所検査課長	〃　〃	〃
〃	矢田峯子	環境管理課環境管理専門員	〃　〃	〃
〃	小森正樹	〃　主幹	〃　〃	〃
〃	相川恵子	〃　技師	〃　技師	〃
〃	鈴木裕	総合看護専門学校技師	〃　〃	〃
〃	古保美智子	松任高校事務主査	〃　主任	〃
〃	矢鋪満雄	衛生公害研究所環境放射線部長	環境部環境管理課参事	転入
〃	牛島茂	〃　専門研究員	輪島保健所主幹	〃
〃	坂本藤夫	〃　〃	環境衛生課水道係長	〃
〃	大西道代	〃　〃	環境管理課大気係主査	〃
〃	柿沢隆一	〃　技師	環境管理課技師	〃
〃	吉村朝子	〃　主任	金沢女子高校事務主査	〃
〃	山田肇	〃　技師		新任
〃	内田賢吾	〃　〃		〃
〃	山上信明	〃　〃		〃
〃	波木利志栄	〃　〃		〃
4. 3.31	西登志美	〃　〃		退職

施　　設

庁　舎　概　要

竣　　工　　昭和45年11月30日

所 在 地　　金沢市三馬２丁目251番地

敷地面積　　7,695.19 m²

建物概要　　本　館
別　館　　鉄筋コンクリート造陸屋根３階建（塔屋付）　　延3,400.27 m²

内　訳

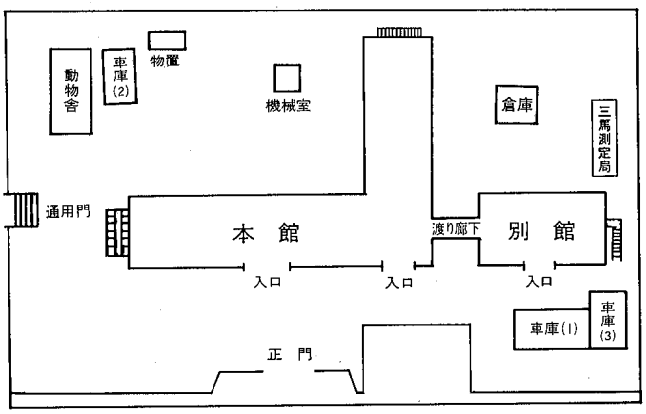
	１階	1,406.76 m²
	２階	1,405.06 m²
	３階	555.10 m²
	塔屋	33.35 m²

附属建物　　延　308.74 m²

動物舎（コンクリートブロック造陸屋根平屋建）	59.11 m²
物　置（コンクリートブロック造スレート葺平屋建）	4.86 m²
機械室（コンクリートブロック造陸屋根平屋建）	8.73 m²
倉　庫（軽量鉄骨プレハブ造鉄板葺平屋建）	79.38 m²
車　庫(1)（鉄骨造スレート葺平屋建）	61.56 m²
車　庫(2)（鉄骨造鉄板葺平屋建）	32.40 m²
車　庫(3)（鉄骨造鉄板葺平屋建）	62.70 m²

合　　計　　延3,709.01 m²

構　内　配　置　図



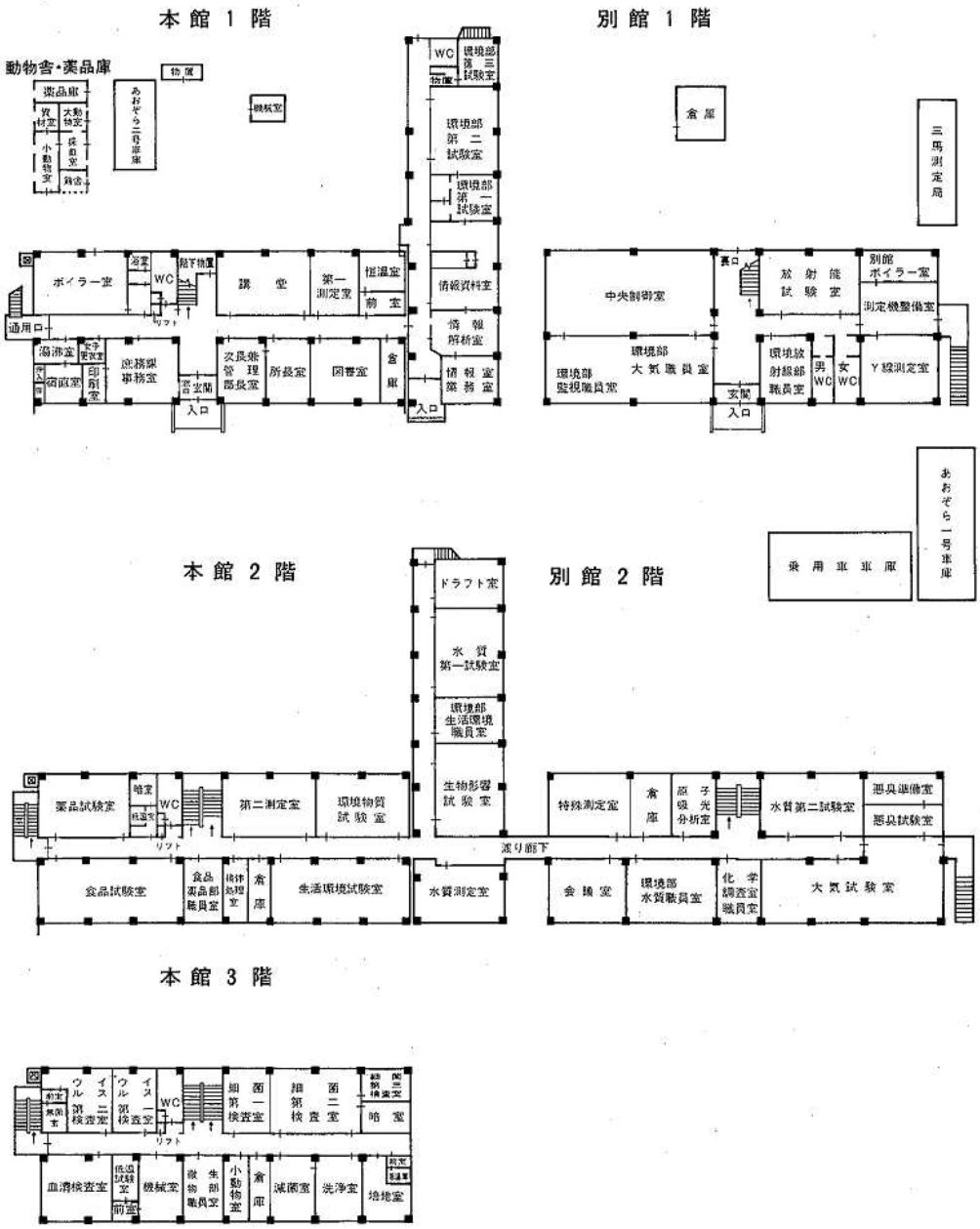
庁舎外土地建物

敷地面積　　七尾測定局　　35.00 m²

建物概要　　測定局（大聖寺測定局ほか14局、宝達中継局ほか１局）延 315.95 m²

環境放射能測定局（辰口測定局ほか１局）延　30.00 m²

庁　舎　平　面　図


本館1階
別館1階
動物舎・薬品庫
薬品庫
飼料室
大動物室
小動物室
採血室
解剖室
物置
あおぞら二号車庫
機械室
WC
環境部第三試験室
物置
環境部第二試験室
環境部第一試験室
倉庫
三馬測定局
ボイラー室
浴室
WC
階下物置
講堂
第一測定室
恒温室
前室
情報資料室
情報解析室
情報室
業務室
通用口
湯沸室
女子更衣室
印刷室
庶務課事務室
次長兼管理部長室
所長室
図書室
倉庫
入口
入口
中央制御室
真口
放射能試験室
別館ボイラー室
測定機整備室
環境部監視職員室
環境部大気職員室
環境放射線部職員室
男WC
女WC
Y線測定室
玄関
入口
あおぞら一号車庫
乗用車車庫
本館2階
別館2階
ドラフト室
水質第一試験室
環境部生活環境職員室
生物影響試験室
薬品試験室
暗室
WC
第二測定室
環境物質試験室
特殊測定室
倉庫
原子吸光分析室
水質第二試験室
悪臭準備室
悪臭試験室
リフト
渡り廊下
食品試験室
食品衛生部職員室
排汁処理室
倉庫
生活環境試験室
水質測定室
会議室
環境部水質職員室
化学調査室職員室
大気試験室
本館3階
前室
無菌室
ウイルス第二検査室
ウイルス第一検査室
WC
細菌第一検査室
細菌第二検査室
暗室
リフト
血清検査室
感染試験室
前室
機械室
微生物部職員室
小動物室
倉庫
減菌室
洗浄室
培地室

行　事　記　録

〔誌上発表〕

Eiji Hirai, Motoichi Miyazaki, Tetsuji Chohji, Moritsugu Kitamura, Noboru Okubo, Chie Nakagawa, and Franz-Josef Ecker : Acidity in Winter Time Deposition on the Japan Sea Side of Japan. Environmental Technology, 12, 231—239 (1991)

Eiji Hirai, Motoichi Miyazaki, Tetsuji Chohji, Min-Hee Lee, Moritsugu Kitamura, and Kosuke Yamagichi : Effect of Kosa Aerosol on Inorganic Ion Components in the Rainwater Collected in Circum-pan-Japan-Sea Area. Proceedings of 2nd International Union of Air Pollution Prevention Association Conference, 2, 27—34 (1991)

北村守次，加藤拓紀，関口恭一，田口圭介，玉置元則，大原真由美，森　淳子，村野健太郎，若松伸司，山中芳夫，大喜多敏一，原　宏：わが国の酸性雨のpHとその頻度分析パターン。日化誌，1991，(6)，913—919 (1991)

平井英二，宮崎元一，丁子哲治，李敏熙，北村守次，中川千枝：酸性雨・雪に関する研究（第2報）黄砂を含む降水中の無機化学成分。衛生化学，37，347—354 (1991)

干場　勉，朝本明宏，矢吹朗彦，尾西　一，木村晋亮：風疹再感染により風疹IgM抗体が出現した妊婦の2例。臨床とウイルス，19 (2)，131—134 (1991)

木村晋亮，尾西　一：石川県におけるエコーウイルス30型による無菌性髄膜炎の流行。病原微生物検出情報月報，12 (10)，209—210 (1991)

堀　秀朗，加藤充哉，塚林　裕，橋場久雄：芝地散布農薬の降雨時流出について。環境化学，2 (1)，65—70 (1992)

堀　秀朗，加藤充哉，塚林　裕，矢田峯子，橋場久雄：簡易型ライシメーターを用いたゴルフ場農薬の降雨時流出挙動の検討。全国公害研会誌，17 (1)，23—28 (1992)

〔学会発表〕

高速液体クロマトグラフィーによるフグ中のテトロドトキシン（TTX）の定量：四日朔日富士子，泉　広栄，大西孝司（日本薬学会衛生化学調査委員会北陸部会第6回学術講演会，平成3年9月14日，金沢市）

健康意識と保健医療行動との関連性について：西　登志美，田嶋隆俊，西　正美（第50回日本公衆衛生学会総会，平成3年10月18日，盛岡市）

健康観類型からみた食生活行動の違いについて：田嶋隆俊，西　登志美，西　正美（第50回日本公衆衛生学会総会，平成3年10月18日，盛岡市）

交差点におけるNOx高濃度汚染現象の解析（Ⅲ）：森口祐一，上原　清，山原　敏，泉　善博（第32回大気汚染学会，平成3年10月31日，北九州市）

保健行動分析のための健康観の類型化の試み：田嶋隆俊，西　登志美（第19回北陸公衆衛生学会，平成3年11月7日，金沢市）

県民の健康意識と医療行動について：西　登志美，田嶋隆俊，西　正美（第19回北陸公衆衛生学会，平成3年11月7日，金沢市）

性行為感染症患者からの淋菌及びクラミジア・トラコマチスの検出状況 — 過去5年間の感染症サーベイランスから：芹川俊彦，木村晋亮，西　正美，相川恵子（第19回北陸公衆衛生学会，平成3年11月7日，金沢市）

衛生画像の目視判読による植性分類手法の検討：竹野裕治，田嶋隆俊（第18回環境保全・公害防止研究発表会，平成3年12月12日，東京都）

河川生態系評価のための大型底生動物調査方法 — Dフレームネットを用いた採取方法の検討（その2）：藤沢明子，北野肇一，小坂　恵（第18回環境保全・公害防止研究発表会，平成3年12月12日，東京都）

保健婦のスモン等に関する意識について：田嶋隆俊，西　正美（平成3年度厚生省特定疾患スモン調査研究班研究報告会，平成4年2月21日，東京都）

アセトニトリル・アクリロニトリルの分析法：堀　秀朗（第9回環境科学セミナー分析法分科会，平成4

年2月26日，所沢市）

芝地散布農薬の流出シミュレーション：堀　秀朗，加藤充哉，塚林　裕，橋場久雄（第26回日本水環境学会，平成4年3月19日，東京都）

〔報告書〕

石川県衛生公害研究所：衛星画像を利用した植生判読手法の高度化に関する研究（その2）成果報告書，35ページ，平成3年4月（情報室）

科学技術庁：平成元年度環境放射能水準調査報告書，69ページ，平成3年6月（環境放射線部）

環境庁環境保健部保健調査室：平成2年度化学物質分析法開発調査報告書，259ページ，平成3年6月，（化学調査室）

石川県：平成2年度公共用水域及び地下水の水質結果報告書，99ページ，平成3年8月（環境部水質・生活環境担当）

石川県：同上報告書（資料編），199ページ，平成3年8月（環境部水質・生活環境担当）

石川県：平成2年度環境大気調査報告書，275ページ，平成3年9月（環境部監視・大気担当）

石川県：農薬の空中散布に伴う飛散状況調査（散布農薬の大気中濃度調査及び消長調査），34ページ，平成3年11月（化学調査室生物影響担当）

石川県地下水保全対策協議会・石川県・金沢市・七尾市：平成2年度石川県地下水保全対策調査報告書，57ページ，平成4年1月（環境部生活環境担当）

石川県：志賀原子力発電所周辺環境放射線監視結果報告書，99ページ，平成4年1月（環境放射線部）

石川県：平成3年度環境庁公害防止等調査研究委託費による報告書 — 平成3年度化学物質環境調査結果報告書（大気），50ページ，平成4年3月（環境部大気担当）

石川県：平成3年度環境庁委託業務 — 未規制大気汚染物質（水銀）モニタリング調査報告書，35ページ，平成4年3月（環境部大気担当）

石川県：平成2年度人造湖環境保全調査報告書，64ページ，平成4年3月（環境部水質担当）

石川県：平成3年度環境庁委託業務結果報告書 — 大型底生動物による河川生態系評価手法調査，74ページ，平成4年3月（環境部水質担当）

石川県：平成3年度化学物質環境調査結果報告書（水系），17ページ，平成4年3月（化学調査室）

石川県：平成3年度指定化学物質等検討調査（環境残留性調査）結果報告書，22ページ，平成4年3月（化学調査室環境物質担当，環境部大気担当）

石川県：平成3年度環境庁委託業務結果報告書 — 平成3年度生物モニタリング結果報告書，49ページ，平成4年3月（化学調査室生物影響担当，食品薬品部薬品担当）

石川県：同上報告書 — 平成3年度指定化学物質等検討調査（暴露量調査）結果報告書，41ページ，平成4年3月（化学調査室生物影響担当，環境部大気担当）

石川県：化学物質による環境汚染調査（環境中の残留化学物質に関する研究）結果報告書，9ページ，平成4年3月（化学調査室生物影響担当）

石川県：化学物質による環境汚染調査（環境中の有機塩素系溶剤に関する調査）結果報告書，7ページ，平成4年3月（化学調査室生物影響担当）

技術職員研修

〔所内技術研修会〕

5/18（第1回）

地研レベルでの疫学的調査研究と取組み上の課題に関する私見と，本県における先見的例示的な取組みとしての「農薬空中散布に伴う健康状況調査」とその結果について　　田嶋 情報室長

淋病様疾患及び陰部クラミジア感染症患者からの病原菌検出状況　　芹川専門研究員

武蔵交差点上における NOx 高濃度現象の解析結果について　　山原研究員

水質試料中のアセトニトリル・アクリロニトリルのガスストッピング分析の検討　　堀　研究員

環境放射線監視テレメータシステムによる放射線監視結果等について　　中谷技師

漢方エキス製剤（エキス製剤）の品質評価　　小川主任研究員

7/20（第2回）

石川県における収去食品中の合成保存料使用実態に

ついて（10年間の試験結果のとりまとめ）
泉　専門研究員
手取川河口左岸地域の地下水水質調査について
柿本技師
水田農薬空中散布調査について　塚林専門研究員
人工衛星データを用いた土地利用の混在性と集中性の評価について　竹野専門研究員

9/21（第3回）
日本の原子力発電所について　翫　技師
ゴルフ場農薬問題について　橋場技師
ドラフトチューブ付気液接触装置特性とその活性汚泥回分処理について　小西研究員
新しい肝炎ウイルス（C型肝炎ウイルスを中心に）
尾西専門研究員

11/16（第4回）
酸性雨の現状と今後の課題　北村専門研究員
食肉中に残留する合成抗菌剤の一斉分析法について
越野専門研究員
地域がん情報管理事業について　山田技師

1/17（第5回）
河川の汚染指標としての大腸菌群数測定の問題点
亀井技師
石川県における大気環境問題の沿革（環境保全対策と問題発生の経緯）　桐元主任研究員
大気中の放射性核種（火山活動による影響について）
内田技師
平成3年度における依頼試験「井戸水の農薬汚染」と「農薬危害防止に関する実証調査」の紹介
波木技師

〔講演会〕
7/4
「大気汚染物質と人間生活 — 特に硫黄と炭素について」
名古屋大学理学部教授
年代測定資料研究センター長　中井　信之

2/7
「降雨水質と河川の降雨時流出水質」
国立環境研究所
水土壌圏環境部　海老瀬潜一
「白山・手取川流域における酸性化」
金沢大学
環境保全センター助手　丁字　哲治

講師派遣

3/ 4～4/ 3	金沢大学医学部（公衆衛生学・医事法制）　西所長
3/ 4～4/ 3	金沢大学医療技術短期大学部（公衆衛生学・母子保健学概論）　西所長
3/ 4～4/ 3	金沢医科大学（公衆衛生学）　西所長
3/ 4～3/ 6	石川県立総合看護専門学校（保健福祉行政論）　西所長
3/ 4～3/ 7	石川県立総合看護専門学校（統計学）　竹野専門研究員
3/ 4～3/ 9	石川県立総合看護専門学校（微生物学）　木村次長
3/ 4～3/ 9	石川県立総合看護専門学校（微生物学）　尾西専門研究員
3/ 5～3/12	石川県立総合看護専門学校（微生物学）　芹川専門研究員
3/10～4/ 3	北陸学院短期大学（公衆栄養学）　西所長

研修受入

3/5.21～5.23	羽咋保健所・珠洲保健所（飲料水試験の技術の習得）　技師各1名
3/6.24～6.28	㈱スギヨ（細菌検査法の習得）　社員　1名
3/8.19～8.23	石川県山代保健所（細菌検査技術の習得）　技師　1名
3/7.29～8. 5	鶴来町立北辰中学校（情報処理の体験学習）　生徒　6名
4/2.24～4.29	七尾市民生部環境交通課（大気汚染監視システムの運用等）　技師　1名

見学

3/ 5.20	金沢扇が丘婦人部（婦人県政バス）35名
6.26	加賀橋立校下婦人会（婦人県政バス）40名
7. 8	金沢旭町婦人部（婦人県政バス）　35名
7.17	柳田村小間生婦人部（婦人県政バス）40名
8.20	奈良県衛生研究所　3名

8.29	三重県環境科学センター	3名
9.10	石川県立総合看護専門学校	38名
9.17	金沢扇台小学校育友会（婦人県政バス）	40名
12.11	西海漁業協同組合	14名
4/ 3.12	名古屋市衛生研究所	2名
3.26	兵庫県公害研究所	2名

所長外部講演等

3/ 4. 8　熊本県行政医師研修会
…保健所のマネージメント…
阿蘇カルデラ内

6. 2　放射線技師会研修会
…医療人間学…
県立中央病院健康教育館

6. 4　東海北陸老人医療事務担当者研修会
…これからの老人保健…
ホテル六華苑

6. 9　金沢市傷痍軍人会
…高齢者の健康管理…　社会福祉会館

6.16　金沢市三和小学校育友会
…学校と家庭の健康…　三和小学校

7.30　石川県職員健康管理担当者会議
…中高年の健康管理…　ほくりく荘

9.14　作業療法士会研修会
…地域保健における作業療法…
「老人ケア」—医療行政—
金沢大医療短大

9.27　ビル管理講習会
…環境要因と健康…
金沢勤労者プラザ

9.30　第7回疲労研究会
シンポジウム「北陸三県の健康動態の変遷（疲労問題を含めて）」
座長　松井　秀治
山田　裕一（金沢医大）
竹内　駿男（福井武生保健）
西　正美（石川県）
鏡森　定信（富山医薬大）
…石川県における青年期の体格の変遷…

10.27　石川県栄養士会　生涯教育（基礎コース）
…調査の集計と分析について…
金沢市市民ホール

11. 6　石川県健康運動実践指導者講習会
…健康管理概論…
北陸体力科学研究所（小松）

11.13　石川県農業協同組合中央会
…健康管理について…　ホテル六華苑

12.19　石川県検査担当者研修会
…検査を巡る二・三の話題…
衛生公害研究所

4/ 1.20　石川県建設技術協会講演会
…健康・ストレス管理…
石川県教育会館

2. 5　介護福祉士研修講座

2.17　…医学一般…　石川県福祉会館

3.17　金沢小児臨床懇話会
…石川県における医療行政の動向…
千鳥寿司

3.18　富山県保健所医師研修会
（富山県保健所長会）
…保健所うらおもて…　富山県民会館

予　算・決　算

平成３年度予算概要

経費区分	事業名	予算額	財源内訳					事業内容
			国庫支出金		特定財源		一般財源	
			補助率	金額	負担率	金額		
		千円		千円		千円	千円	
	（衛生公害研究所）							
	衛生公害研究所費	542,820		20,011		12,035	510,774	
						(手数料)		
職員	1 衛生公害研究所職員費	442,171	10/10	15,858		2,275	424,038	防疫職員　3人 衛生公害研究所職員　60人
						(手数料)		
職員一般	2 運営費	66,560				78	66,342	非常勤職員　3,673千円 管理運営費　41,501千円
						(雑入)		
						140		
一般	3 調査研究費	5,478					5,478	環境放射性物質の挙動に関する調査研究費　343千円 食品の赤かび毒に関する調査費　286千円 ボツリヌス菌に関する研究費　176千円 地下水汚染機構解明調査費　273千円 食品中の天然有害物質に関する調査研究費　153千円 排水処理システムの効率化に関する研究費　253千円 水質総合評価指標に関する研究費　128千円 漢方エキス製剤の品質確保に関する研究費　147千円 環境作用評価基準に関するデーターベース構築手法開発調査費　342千円 A型肝炎血清疫学調査費　375千円 化学物質の媒体間の移行に関する研究費　620千円 集団検診施策の効果の評価手法開発費　879千円 酸性雨発生機構解明及び影響に関する調査研究費　503千円 保健衛生データーベース化事業費　500千円 有害化学物質の摂取量に関する研究費　500千円
						(手数料)		
〃	4 試験検査費	9,042				9,042		臨床病理学的検査　7,676件 食品、医薬品試験　122件 環境試験　1,110件
国補	5 放射能調査費	3,312	10/10	3,312				科学技術庁受託調査
〃	6 水生態環境把握手法調査費	841	10/10	841				環境庁受託調査
						(受託事業収入)		
一般	7 人工衛星データの利用手法等調査費	1,000				500	500	植生判読手法等調査
〃	8 技術職員研修指導対策費	2,411					2,411	技術職員研修、技術情報の整備
単独一般	9 設備整備費	12,005					12,005	高速液体クロマトグラフ分析装置等　7点

平成3年度歳入

款	項	目	節	予算額	収入額	予算対比増減
				円	円	円
使用料及び手数料				78,000	167,600	89,600
	手数料			78,000	167,600	89,600
		衛生手数料		78,000	167,600	89,600
			公衆衛生手数料	78,000	167,600	89,600
国庫支出金				4,153,000	4,153,000	0
	国庫委託金			4,153,000	4,153,000	0
		衛生費国庫委託金		4,153,000	4,153,000	0
			公衆衛生費国庫委託金	4,153,000	4,153,000	0
財産収入				0	13,634	13,634
	財産売払収入			0	13,634	13,634
		物品売払収入		0	13,634	13,634
			不用品	0	13,634	13,634
諸収入				640,000	671,086	31,086
	受託事業収入			500,000	500,000	0
		環境調査受託事業収入		500,000	500,000	0
			環境調査受託事業	500,000	500,000	0
	雑入			140,000	171,086	31,086
		雑入		140,000	171,086	31,086
			保険料被保険者負担金	0	30,688	30,688
			雑入	140,000	140,398	398
計				4,871,000	5,005,320	134,320
使用料及び手数料				11,317,000	11,783,380	466,380
	手数料			11,317,000	11,783,380	466,380
		衛生手数料		11,317,000	11,783,380	466,380
			公衆衛生手数料	11,317,000	11,783,380	466,380
計				11,317,000	11,783,380	466,380
合計				16,188,000	16,788,700	600,700

平成3年度歳出

款	項	目	節	予算額	執行額	残額
衛生費				542,820,000円	542,200,743円	619,257円
	公衆衛生費			542,820,000	542,200,743	619,257
		衛生公害研究所費		542,820,000	542,200,743	619,257
			報酬	3,570,000	3,570,000	0
			給料	226,937,000	226,934,839	2,161
			職員手当等	148,489,000	148,291,173	197,827
			共済費	67,125,000	67,114,689	10,311
			賃金	2,448,000	2,295,350	152,650
			報償費	257,000	125,810	131,190
			旅費	7,382,000	7,312,519	69,481
			需用費	48,337,000	48,313,456	23,544
			役務費	8,748,000	8,744,747	3,253
			委託料	14,391,000	14,389,677	1,323
			使用料及び賃借料	978,000	975,113	2,887
			備品購入費	13,452,000	13,452,000	0
			負担金補助及び交付金	660,000	636,070	23,930
			公課費	46,000	45,300	700
計				542,820,000	542,200,743	619,257

款	項	目	節	転配当額	執行額	残額
総務費				3,868,126円	3,868,126円	0円
	総務管理費			3,206,407	3,206,407	0
		一般管理費		2,294,447	2,294,447	0
			賃金	2,294,447	2,294,447	0
		人事管理費		92,220	92,220	0
			旅費	92,220	92,220	0
		諸費		819,740	819,740	0
			報償費	360,000	360,000	0
			旅費	219,740	219,740	0
			交際費	240,000	240,000	0
	開発費			53,400	53,400	0
		開発促進費		53,400	53,400	0
			旅費	53,400	53,400	0
	防災費			608,319	608,319	0
		防災総務費		608,319	608,319	0
			旅費	608,319	608,319	0
				490,149,566	490,149,566	0
衛生費	公衆衛生費			4,099,483	4,099,483	0
		公衆衛生総務費		1,404,398	1,404,398	0
			需用費	142,000	142,000	0
			委託料	83,563	83,563	0
			使用料及び賃借料	1,178,835	1,178,835	0
		結核難病対策費		2,150,785	2,150,785	0
			賃金	200,000	200,000	0

款	項	目	節	転配当額	執行額	残額
				円	円	円
			報償費	64,600	64,600	0
			旅費	250,000	250,000	0
			需用費	971,000	971,000	0
			役務費	58,000	58,000	0
			使用料及び賃借料	607,185	607,185	0
		老人保健費		470,000	470,000	0
			普通旅費	320,000	320,000	0
			需用費	150,000	150,000	0
		健康づくり推進費		74,300	74,300	0
			普通旅費	60,300	60,300	0
			需用費	14,000	14,000	0
	環境衛生費			9,147,030	9,147,030	0
		食品衛生指導費		6,252,790	6,252,790	0
			賃金	118,750	118,750	0
			旅費	177,040	177,040	0
			需用費	5,957,000	5,957,000	0
		環境衛生指導費		2,894,240	2,894,240	0
			旅費	66,640	66,640	0
			需用費	2,827,600	2,827,600	0
	保健所費			378,800	378,800	0
		保健所費		378,800	378,800	0
			需用費	378,800	378,800	0
	医業費			34,620,741	34,620,741	0
		医薬総務費		33,946,821	33,946,821	0
			旅費	200,000	200,000	0
			需用費	250,000	250,000	0
			使用料及び賃借料	55,383	55,383	0
			備品購入費	33,441,438	33,441,438	0
		医務費		200,000	200,000	0
			需用費	200,000	200,000	0
		薬務費		473,920	473,920	0
			旅費	73,920	73,920	0
			需用費	400,000	400,000	0
	公害環境費			441,903,512	441,903,512	0
		環境管理企画費		214,115,192	214,115,192	0
			賃金	1,011,500	1,011,500	0
			報償費	130,000	130,000	0
			旅費	2,308,423	2,308,423	0
			需用費	19,898,117	19,898,117	0
			役務費	3,009,000	3,009,000	0
			委託料	23,774,460	23,774,460	0
			使用料及び賃借料	3,056,759	3,056,759	0
			備品購入費	160,843,706	160,843,706	0
			負担金補助及び交付金	23,427	23,427	0
			公課費	59,800	59,800	0
		公害防止指導費		227,494,570	227,494,570	0
			賃金	2,118,000	2,118,000	0
			報償費	13,800	13,800	0
			旅費	3,957,676	3,957,676	0
			需用費	54,173,192	54,173,192	0

款	項	目	節	転配当額	執行額	残額
				円	円	円
			役務費	1,945,000	1,945,000	0
			委託料	39,329,314	39,329,314	0
			使用料及び賃借料	57,738,500	57,738,500	0
			工事請負費	209,090	209,090	0
			備品購入費	67,848,790	67,848,790	0
			負担金補助及び交付金	110,808	110,808	0
			公課費	50,400	50,400	0
		自然環境保全費		293,750	293,750	0
			賃金	95,000	95,000	0
			旅費	18,750	18,750	0
			需用費	180,000	180,000	0
農林水産業費				2,592,319	2,592,319	0
	畜産業費			291,000	291,000	0
		畜産振興費		200,000	200,000	0
			旅費	43,000	43,000	0
			需用費	157,000	157,000	0
		畜産施設費		91,000	91,000	0
			賃金	66,000	66,000	0
			旅費	25,000	25,000	0
	農地費			1,916,919	1,916,919	0
		土地改良費		1,851,119	1,851,119	0
			賃金	330,000	330,000	0
			旅費	221,320	221,320	0
			需用費	1,299,799	1,299,799	0
		農地防災事業費		65,800	65,800	0
			旅費	19,800	19,800	0
			需用費	46,000	46,000	0
	林業費			282,000	282,000	0
		森林病害虫防除費		282,000	282,000	0
			賃金	55,000	55,000	0
			旅費	28,000	28,000	0
			需用費	199,000	199,000	0
	水産業費			102,400	102,400	0
		漁港建設費		102,400	102,400	0
			需用費	102,400	102,400	0
土木費				658,000	658,000	0
	河川海岸費			240,000	240,000	0
		河川整備費		240,000	240,000	0
			需用費	240,000	240,000	0
	港湾費			418,000	418,000	0
		港湾管理費		213,200	213,200	0
			旅費	57,000	57,000	0
			需用費	156,200	156,200	0
		港湾改良費		204,800	204,800	0
			需用費	204,800	204,800	0
計				497,268,011	497,268,011	0
合計				1,040,088,011	1,039,468,754	619,257

平成3年度主要購入備品（500,000円以上）

物品名	規格	数量	取得価格	備考
高速液体クロマトグラフ	島津製作所 LC-10A	1式	2,729,500	
ガスクロマトグラフ	〃 GC-14APE	1式	2,554,400	
超高温電気炉	アドバンテック東洋 KS-03	1式	1,545,000	
ビーズウオッシャー	バイオテック BW-20	1式	578,860	
超純水製造装置	バーンステッド EPURE-4	1式	799,280	
ラボラトリーウオッシャー	ヤマト科学 AW-82	1式	1,730,400	
パーソナルコンピュータ	アップルマッキントッシュⅡsi	1式	851,000	
遠心分離機	クボタ Mode 18100	1式	699,370	
放射線表面汚染管理監視装置	アロカ	1式	2,023,950	
オートウェルガンマ線廃液測定装置	〃 ARC-2000	1式	7,189,400	
スミヤ式表面汚染検査装置	〃	1式	2,894,300	
トリチウム廃液測定装置	〃 LSC-3500	1式	5,788,600	
遮蔽冷蔵庫	千代田保安用品 TH-J1103	1式	3,193,000	
RI貯蔵庫	〃 J-1301	1台	576,800	
気象観測装置	小笠原計器製作所	1式	4,686,500	
TLD標準照射施設	千代田保安用品 TH-I1500	1式	22,145,000	
モニタリングカー	アロカ	1式	39,140,000	
ダストヨウ素サンプラー	〃 DSM-R11-563	2台	9,785,000	
低バックグラウンド放射能自動測定装置	〃 LBC-472Q	1式	7,416,000	
液体シンチレーション計測装置	〃 LSC-LB3	1式	14,729,000	
荷電粒子測定装置	セイコーEG&G	1式	8,755,000	
高周波プラズマ発光分析装置	横河電機 RMS-2000	1式	39,449,000	
電解濃縮装置	丸文通商	1式	2,193,900	
炭化灰化炉	アドバンテック東洋 BAF-S	1式	6,386,000	
V型混合機	三善製作所 VMS-10	1台	751,900	
遠心分離機	久保田商事8010	1台	618,000	
純水製造装置	ヤマト科学 WL-21P、WG-25	1式	840,480	
試料乾燥器	〃 DN-93	1台	799,280	
パーソナルコンピュータ	NEC PC-9801NS/T	1式	570,723	
放射化学分析装置	ヤマト科学パーソナルH-10他	1式	974,998	
二酸化硫黄自動測定機	電気化学計器 GRH-76M	6台	17,304,000	
浮遊粒子状物質自動測定機	〃 DUB-32	2台	4,181,800	
窒素酸化物自動測定機	〃 GPH-74H	5台	10,815,000	
オキシダント自動測定機	〃 GXH-73H	1台	1,957,000	
非メタン炭化水素自動測定機	柳本製作所 AG-203	1台	4,099,400	
一酸化炭素自動測定機	堀場製作所 APMA-3500	3台	12,051,000	
微風向風速計	光進電気工業 MV-110P	4台	4,326,000	
放射収支計	小笠原計器製作所 P-CN-11	1台	1,493,500	
合計			248,622,341	

試験検査件数

1　平成3年中 種類別依頼者別検体件数　（厚生省報告例第13）

区分 / 種別	依頼によるもの					自ら行うもの
	保健所（検査課）	保健所以外の行政機関	医療施設	学校及び事業所	その他	
細菌検査 (1)	85	—	—	16	—	600
ウイルス・リケッチア等検査 (2)	634	—	9,748	—	—	3,735
病原微生物の動物試験 (3)	—	—	—	—	—	—
原虫・寄生虫等 (4)	—	—	—	—	—	—
結核 (5)	—	—	—	—	—	—
性病 (6)	36	—	—	—	—	27
食中毒 (7)	13	—	—	—	—	—
臨床検査 (8)	—	—	—	—	—	43
食品検査 (9)	35	9	—	27	103	1,074
水質検査 (10)	20	56	—	87	6	159
廃棄物関係検査 (11)	29	2	—	98	—	12
公害関係検査 (12)	—	381	—	—	11	42,979
一般環境 (13)	—	—	—	20	—	—
放射能 (14)	—	—	—	—	—	30,375
温泉（鉱泉）泉質検査 (15)	—	2	—	24	—	1
家庭用品検査 (16)	34	—	—	4	—	19
薬品 (17)	—	—	3	7	—	65
栄養 (18)	—	—	—	—	—	—
その他 (19)	—	—	—	—	18	—
計	886	450	9,751	283	138	79,089

2　平成3年中試験検査項目別件数

（厚生省報告例第14）

項目		件数
細菌検査	分離同定 腸管系病原菌 (1)	150
	分離同定 その他の細菌 (2)	499
	血清検査 (3)	—
	化学療法剤に対する耐性検査 (4)	—
リケッチア等ウイルス検査	分離同定 インフルエンザ (5)	833
	分離同定 その他のウイルス (6)	2,191
	分離同定 リケッチアその他 (7)	79
	血清検査 インフルエンザ (8)	991
	血清検査 その他のウイルス (9)	9,994
	血清検査 リケッチアその他 (10)	28
病原微生物の動物試験 (11)		—
寄生虫等原虫	原虫 (12)	—
寄生虫等寄生虫	寄生虫 (13)	—
寄生虫等そ族・節足動物	そ族・節足動物 (14)	—
寄生虫等真菌・その他	真菌・その他 (15)	—
結核	培養 (16)	—
結核	化学療法剤に対する耐性検査 (17)	—
性病	梅毒 (18)	60
性病	りん病 (19)	—
性病	その他 (20)	—
食中毒	病原微生物検査 (21)	13
食中毒	理化学的検査 (22)	—
臨床検査 血液	血液型 (23)	—
臨床検査 血液	血液一般検査 (24)	—
臨床検査 血液	生化学検査 (25)	43
臨床検査 血液	先天性代謝異常検査 (26)	—
臨床検査 血液	その他 (27)	—
臨床検査	尿 (28)	—
臨床検査	便 (29)	—
臨床検査	病理組織学的検査 (30)	—
臨床検査	その他 (31)	—
食品検査	病原微生物検査 (32)	296
食品検査	理化学的検査 (33)	768
食品検査	その他 (34)	63
水質検査 水道原水	細菌学的検査 (35)	16
水質検査 水道原水	理化学的検査 (36)	40
水質検査 水道原水	生物学的検査 (37)	9

項目		件数
水質検査 飲用水 水道水	細菌学的検査 (38)	26
水質検査 飲用水 水道水	理化学的検査 (39)	40
水質検査 飲用水 井戸水	細菌学的検査 (40)	12
水質検査 飲用水 井戸水	理化学的検査 (41)	112
水質検査 飲用水 その他	細菌学的検査 (42)	14
水質検査 飲用水 その他	理化学的検査 (43)	6
水質検査 利用水	細菌学的検査 (44)	23
水質検査 利用水	理化学的検査 (45)	1
水質検査 利用水	生物学的検査 (46)	—
水質検査 下水	細菌学的検査 (47)	15
水質検査 下水	理化学的検査 (48)	71
水質検査 下水	生物学的検査 (49)	—
廃棄物関係検査 し尿	細菌学的検査 (50)	72
廃棄物関係検査 し尿	理化学的検査 (51)	100
廃棄物関係検査 し尿	生物学的検査 (52)	—
廃棄物関係検査	そ の 他 (53)	46
公害関係検査 大気	SO_2・NO・NO_2・Ox・CO (54)	26,690
公害関係検査 大気	浮遊粒子状物質（紛じんを含む。） (55)	7,890
公害関係検査 大気	降下ばいじん (56)	3,733
公害関係検査 大気	その他 (57)	1,997
公害関係検査 河川	理化学的検査 (58)	783
公害関係検査 河川	その他 (59)	322
公害関係検査	騒音・振動 (60)	—
公害関係検査	その他 (61)	1,984
一般環境	一般室内環境 (62)	—
一般環境	浴場水・プール水 (63)	20
一般環境	その他 (64)	—
放射能	雨水・陸水 (65)	89
放射能	空気中 (66)	45,357
放射能	食品 (67)	121
放射能	その他 (68)	32
温泉（鉱泉）泉質検査 (69)		27
家庭用品検査 (70)		57
薬品	医薬品 (71)	74
薬品	その他 (72)	1
栄養 (73)		—
その他 (74)		18

情報室事業概況

国の厚生行政総合情報システム（地域保健医療計画支援システム，結核・感染症サーベイランスシステム等）の整備状況や県内市町村の総合データバンク事業の推進状況からみて，保健衛生に係る行政効率の向上等を図るため，県レベルでの保健衛生データのデータベース化と関係機関のネットワーク化が重要課題である。この認識を関係機関が共通してもつこと，及びその具体化を推進すること等の必要性に関し，保健所等行政機関との共通認識の形成に努力してきた。本年８月，県厚生部で「保健衛生データベース化事業推進会議開催要領」及び「同実務者会議開催要領」を定め（両会議の運営，資料作成等の事務局は当室が担当），本格的な検討に入ることになったことは特筆すべきことと言えよう。

上記の開催要領に基づき，10月には第１回の推進会議（座長：厚生部技術次長）が開催され，①関係機関の業務内容を調査し，データベース化の対象とするデータについて検討する，③データベース化に当たって検討すべき具体的な内容については，実務者会議の作業に委ねることを決めた。その後準備作業等を経て，２月には第１回実務者会議（座長：当所情報室長）が開催され，関係各機関の現状について話し合われるとともに，今後の作業内容について検討された。３月の第２回同会議では，データベース化の考え方や具体的な対象データについて論議された。

データベース化の推進とネットワークの構築に関しては，その基本的枠組みをはじめ，関係機関の役割分担（特に保健所と当所の連携）など，今後，関係機関相互において十分な論議と同時に，具体化に向けた作業を積極的に進める必要がある。なお，上記の動きは昭和51年改正の「地方衛生研究所設置要綱」で新たに定められた「公衆衛生情報の解析・提供」業務の具体化，また，当所の整備計画の一環としてまとめられた「衛生公害研究所の業務のあり方」（昭和62年）の具現化に直接的に繋がるものであり，当室としても，今後の検討結果や作業の進展に期待するところが大きく，最善の努力を傾けていきたい。

当室は，保健衛生情報の整備に係る国，県及び市町村の動向に十分配慮し，本年度も昨年度に引き続き必要な調査研究，研修指導等を推進してきた。調査研究では，環境行政，衛生行政に必要な情報の収集・管理，解析等に関する技術の開発とその体系化をねらいとして，「環境作用評価基準に関わるデータベース構築手法開発調査」（継続），「集団検診施策の評価手法開発調査」（新規），「保健衛生データベース開発調査」（新規）を実施した。その成果の一部については，第50回日本公衆衛生学会総会（盛岡市，10月），第19回北陸公衆衛生学会（金沢市，11月）で発表するとともに，平成３年度全国地研協議会東海・北陸支部環境保健部会（名古屋市，11月）で報告した。

また，研修指導事業では，調査設計，情報処理，結果の評価等の技術指導について保健所等から強く要請があったことから，従来の個別的，随時的な対応のほかに，本年度から，当室の企画・運営により，保健所等職員を対象にした実務者技術研修を行った。また，当所職員を対象とする技術研修会を定期的に開催し，その企画・運営の役割を当室が担った。

行政依頼事業については，調査設計，データ処理，システム開発等に関する実作業を伴う依頼が昨年度と同様に多数あり，当該機関に対して依頼内容に応じた技術支援を個別的に随時実施した。本年度特筆すべきこととしては，県（がん対策室，保健所，当所）と県医師会との連携の下に本格実施された「地域ガン情報管理事業」に関して，当所が情報の集計・解析業務等を受け持ったことである。

外部機関との共同研究としては，㈱リモート・センシング技術センターと「人工衛星データの利用手法等調査」を昨年度に引き続いて実施し，そこでの技術及び得られた結果を環境配慮指針策定等に役立てた。

また，当所が収集している学術雑誌，図書等の管理のほか，新たに，学術雑誌の目次サービスを関係機関に対して定期的に実施した。

これらのほか，「ハイテクネット石川」の運用に加入機関として協力し，所内職員の利用の便を図った。また，「老人保健調査事業検討会」（長寿社会課主催），「地域がん情報連絡協議会」（がん対策室主催），「総合データバンクシステム検討会」（厚生援護課主催）等にも参画・協力した。　　（室長：田嶋）

１　調　査　研　究

１・１　「環境作用評価基準に関わるデータベース構築手法開発調査」（継続）

適正な環境利用を図る指針としての環境利用ガイドの策定等に必要な環境情報のデータベース化技術や，環境資源地図の作成等環境情報のより多面的な利用を可能にする利用技術の具体化に向けて，本年度は主として，土壌，地質，植生などの自然条件や人口密度，土地利用などの社会経済的条件に関する情報の収集・整理を行うとともに，これらの情報を環境行政により有効に利用できるように，人間—環境系の中での諸作用を指標として情報の標準化，尺度化を行った。

(1) 対象地域
　県下全域
(2) 調査内容
ア　評価基準の体系化とデータベース化
　(ア) 評価指標及び基準の体系化
　(イ) 評価基準のデータベース化
イ　環境利用ガイド地図の試作
　(ア) パソコンによる地図化システムの作成
　(イ) 環境資源地図の試作

（担当：竹野）

1・2 「集団検診施策の効果の評価手法開発調査」（新規）

個人の健康状況の確認，成人病等の予防や早期発見のため，また，地域全体の健康レベルの向上のためにも集団検診は極めて重要な施策であるが，検診の種類によっては依然として低受診率のものもあることや行政効率向上に向けた総合的な評価がなされていないことなど課題も多い。そこで，受診率を左右する背景要因を探るとともに，検診事業の最適化手法や行政上の効果を評価する手法を開発し，保健所や市町村の健康教育計画，各種保健施策に実利用可能な評価モデルとして標準化することを目的として，本年度は主として，従来の県民健康意識・行動調査結果の中から検診行動に着目した情報整理を行うとともに，保健所とも連携し，集団検診に係る問題点，課題，評価指標等の検討を行った。

(1) 県民の検診受診行動等に係るデータの整理
　調査内容：検診受診の有無，受診・非受診理由，健康意識等
　対　　象：20歳以上の県民，700人
(2) 評価指標の検討
　保健所との検討会の開催（1回）
(3) 文献調査

（担当：西）

1・3 「保健衛生データベース開発調査」（新規）

保健衛生行政に携わる関係各機関が必要な情報を共有し，かつ，その利用の高度化を図ることによって行政効率を向上させることを目的として，行政上の優先度が高く，利用頻度も高い基本的情報についてデータベース化を推進する方策等を検討した。本年度に実施した主な内容は以下のとおりである。

(1) 人口動態，県民栄養調査データ，成年健康調査データ等のデータベース化
(2) 保健衛生データベース化推進会議等の開催
　推進会議（1回）
　実務者会議（2回）

（担当：泉）

2 研修指導

本年度の研修指導状況は以下のとおりである。

(1) 保健衛生データ利用実務者研修

表 1　　保健衛生データ利用実務研修日程表

	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00
5/27（月）	開講式	コンピュータ概論 泉主任研究員	統計学概論 泉主任研究員			統計解析方法概論 竹野専門研究員		標本調査設計概論・演習 田嶋情報室長	
5/28（火）	標本調査設計演習 田嶋情報室長		データ入力実習 （情報室職員）			データ入力実習 （情報室職員）		データ解析実習 （情報室職員）	
5/29（水）	保健情報活用の方向について 西　所長	公衆衛生診断と情報活用について 厚生部 上谷次長	データ解析実習 （情報室職員）			データ解析実習 （情報室職員）		意見交換	閉講式

表 2　　情報処理等に係る行政依頼内容

	平成3年度依頼内容	依頼部署，担当	調査設計	処理，解析	その他
1	人口動態統計	衛生総務課　衛生統計係		○	
2	看護婦等業務従事者の就業調査	衛生総務課　看護係		○	
3	医療施設調査	衛生総務課　医事係		○	
4	患者等調査	衛生総務課　〃		○	
5	小児慢性特定疾患業務システムのバージョンアップ	健康推進課　母子係			システム開発
6	農薬の空中散布に伴う健康状況調査	健康推進課　難病係，松任保健所	○	○	
7	成年健康調査	健康推進課　難病係		○	
8	花粉症関係疾患実数調査	健康推進課　〃		○	
9	住民の栄養摂取状況調査	健康推進課　栄養保健係		○	
10	ガンにかかるアンケート調査	健康推進課　がん対策室		○	
11	循環器管理健診調査結果解析	長寿社会課　保健係		○	
12	在宅ねたきり者訪問指導事業実態調査	長寿社会課　〃	○	○	
13	死因別・年次別・市町村別死亡統計	小松保健所　保健普及課		○	
14	死因別・年次別・市町村別死亡統計	輪島保健所　〃		○	
15	死因別・年次別・市町村別死亡統計	珠洲保健所　〃		○	
16	死因別・年次別・市町村別死亡統計	津幡保健所　〃		○	
17	市町村内地区別死亡統計	輪島保健所　〃		○	
18	市町村内地区別死亡統計	山代保健所　〃		○	
19	年次別・市町村別母子保健統計	羽咋保健所　〃		○	
20	年次別・市町村別母子保健統計	小松保健所　〃		○	
21	国民栄養調査	輪島保健所　〃		○	
22	国民栄養調査	小松保健所　〃		○	
23	子供の健康づくりアンケート	輪島保健所　〃	○	○	
24	30歳口腔衛生と健康調査	羽咋保健所　〃		○	
25	青年期の口腔衛生実態調査（健康づくり推進事業）	津幡保健所　〃		○	
26	思春期精神保健実態調査	津幡保健所　〃	○	○	
27	青年の歯科保健対策事業における歯科検診	小松保健所　〃		○	
28	成年食生活調査	小松保健所　〃		○	
29	業態者のアルコール等に関する生活・健康意識調査	山代保健所　〃	○	○	
30	学校保健における喫煙実態調査	山代保健所　〃	○	○	
31	市町村総合データバンク事業	厚生援護課　国保医療係			技術指導
32	糖尿病に関する調査	中央病院，栄養給食部		○	
33	准看護学校入試成績	総合看護専門学校		○	
34	アンケートの集計・解析	成人病予防センター			技術指導
35	がん死亡（大腸関係）実数調査	成人病予防センター		○	
36	スモン等に係る保健婦意識調査	スモン研究班	○	○	

期　間：5月27日～29日
場　所：当所
日　程：表1のとおり
受講者：保健所保健婦等　10名

(2) 所内職員技術研修会
5回/年（5月，7月，9月，11月，1月）

(3) 鶴来町立北辰中学校職場体験学習（受け入れ）
7月～8月（6日間），9人

3　行政依頼事業

本年度の行政依頼事業の実施状況は以下のとおりである。

(1) 保健衛生に関する調査等の設計，データの集計・解析，評価等の技術支援
表2に掲げたとおり。

(2) 地域がん情報管理事業に係る集計・解析業務

(3) 市町村の総合データバンク事業推進に対する技術指導

4　共同研究事業

4・1「人工衛星データの利用手法等調査」（継続，㈶リモート・センシング技術センター）

人工衛星データを判読して，植生に着目した環境の現況及びその変化状況を把握するとともに，衛星データからの植生判読手法の高度化，標準化を検討した。

本年度実施した主な内容は次のとおりである（別項記載）。

(1) 衛星画像の作成
2シーン（1987年5月19日，6月4日）

(2) 航空写真の収集
白黒空中写真　8千分の1，35枚

(3) 植生判読と植生分布図の試作
植生分布図（12分類），5万分の1，6枚

(4) 植生判読結果の精度点検

（担当：竹野）

5　その他の事業

5・1　学術雑誌の目次のサービス等

(1) 学術雑誌・図書等の管理（平成4年3月末現在）
学術雑誌数：洋雑誌　13種類
和雑誌　78種類
図　書　数：3,780冊

(2)「学術雑誌・専門誌目次情報」の発刊
刊行回数　12回/年（月刊）
提供先　保健所等関係機関

5・2　厚生省特定疾患スモン調査研究班・プロジェクト研究の実施

平成3年度厚生省特定疾患スモン調査研究班，医療システム分科会のプロジェクト研究の1つ（班員：県参事　西　正美）として以下の調査を実施した（別項掲載）。

(1) 調査題目
「保健婦のスモン等に関する意識について」

(2) 対象者
県保健所，政令市保健所及び市町村に勤務する保健婦　220人

(3) 調査内容
スモン患者への訪問指導の可能性等44項目

環境部事業概況

経済の発展は人の生活に物質的な豊さを提供する一方で，環境を阻害する面をも持っている。総合的に快適な生活環境を創造し，それらを持続的に発展させていくには，自然環境をはじめとし，社会・文化等多くの環境と地域の経済との間で整合性のある関係を維持していく必要がある。その視点としては，環境の持つ多様な機能を十分認識しつつ，人間と環境とのかかわりを多面的にとらえ，県民の生活の質の向上を図れるような高次の環境保全を考えていかなければならない。

このような目的での調査研究は，人間と環境の両面に接近するものとなり，かつ，人間もまた環境の構成員であることを理解できるものでなければならない。それは環境問題を解決するための科学的な基礎を提供するものであり，その対象とする分野はより広くまたより学際的となってくる。更に，高度技術社会の到来や自然保護の重要性が認識される時代に対応していくため，新たな環境問題の予測・予防等の調査研究も常に心がけていかねばならない。

また，フロン等によるオゾン層の破壊，二酸化炭素等の濃度上昇による地球温暖化，酸性雨等の地球的規模の環境問題が，世界的に注目され，国際機関や各国で協議され，また一部でその対策が実施されている。県レベルのローカルな範囲で，どのような効果的な対応ができるかは，まだ明確ではない。しかし，種々の環境負荷の大きい主要先進国である我が国の責務や，人類の生存に係わる極めて重大な問題であることを認識すべき時期にきている。したがって，国の各施策に応分の協力をするとともに，本県の位置づけと役割を十分討議しながら，今できることから実施していくことが大切である。

環境部の平成3年度における事業概要は以下に担当別に記しているが，地球規模の環境問題としての酸性雨調査については，本県の地理的条件の重要性から，調査段階から研究段階の入口へと差し掛かってきている。

また，地域汚染としては，地域住民の生活に係る負荷の大きい公共水域の水質汚濁，零細な地場産業による大気汚染，有機塩素系化合物による地下水汚染等，解決には時間のかかる問題に取り組んでいる。

これらは，先に述べたように，人々の生活と環境の相互作用としての現象であり，地域環境を総合的にとらえるような調査及び研究を進めることとしている。

（部長：清水）

1　大　気　担　当

大気担当の業務は，環境大気，発生源排出ガス等大気汚染に係る各種分析，測定，調査であり，調査対象及びその分析方法から業務を大別すると，大気中におけるガス状物質，粒子状物質及び酸性雨に関する各調査研究並びに大気汚染物質の発生源調査の4つに分けられる。

酸性雨問題は，地球環境問題への関心の高まりとともに近年とみに関心を集めている。これまでの調査結果から，東アジア全体の広域的な問題として捉らえる必要性が指摘されており，また，本県はこれらの大陸諸国との位置関係からみて，モニタリングポイントとして重要な位置にあると考えられる。このため，これまでの降水成分調査に加えて，これらのデータを利用して「酸性雨発生機構解明及び影響に関する調査研究」を開始した。

このほか，地域汚染調査として，農薬の空中散布（化学調査室と共同），自動車交通に伴う窒素酸化物，道路粉じん，そしてアスベスト粉じんの調査を実施した。

（担当：北村）

1・1　調査研究

全国公害研協議会東海・近畿・北陸支部共同調査研究会（酸性雨）を実施主体として，平成元年度から酸性雨共同調査が実施されている。本年度は梅雨期（6～7月），秋期（10月），冬期（1月）の各4週間を調査期間として，調査と解析を行ったが，本県でも引き続きこれに参加し，金沢（三馬），吉野谷，七尾，輪島と三方岩の5地点で調査を実施した。

また，本年度から開始した「酸性雨発生機構解明及び影響に関する調査研究」の初年度のテーマとしては，「バックグラウンド地域における降水成分調査」と，酸性雨原因物質の発生源の推定に資するための「降水中硫酸イオンに含まれる硫黄安定同位体比の測定」の2つに取り組んだ。

更に，酸性雨とそれによる森林被害との因果関係の解明には生態影響調査が必要であり，水質担当（土壌影響調査を担当）と共同で調査研究を進めている。

その他，環境測定データの信頼性確保のため，環境

庁の「環境測定分析統一精度管理調査」に参加し，模擬酸性雨のpH，電気伝導率と主成分8項目（硫酸，硝酸，塩化物，アンモニウム，カルシウム，マグネシウム，カリウム，ナトリウムの各イオン）について精度管理調査を行った。

1・2　行政試験

平成3年度に実施した行政試験の内容を表1に示した。

大気汚染防止環境調査のうち二酸化鉛法による硫黄酸化物調査は，昨年度に引き続き，発生源が集中している特定の地域における12地点で実施した。浮遊粉じん調査は，ハイボリウム・エア・サンプラーでの成分調査とアンダーセン・ハイボリウム・エア・サンプラーでの粒径組成調査を実施した。また，アスベスト調査を16地点で実施した。

また，本年度から新たに交通公害対策調査として，デポジット・ゲージによる降下ばいじん調査とPTIO法による窒素酸化物調査を実施し，後者については，長期暴露（1か月）調査に加えて，金沢市の1交差点を対象として44地点で短期暴露（1日）調査を実施した。

1・3　委託調査

前年度に引き続き，環境庁委託業務「化学物質環境汚染実態調査」の中の化学物質環境調査（大気）と，「指定化学物質等検討調査」の中の環境残留性調査（大気）及び暴露量調査（室内空気）について，いずれも金沢市内の住居地域（米泉）で実施した。

前者はクロメトキシニル等16物質を対象とし，試料捕集と前処理を当所が，分析を（財）日本環境衛生センターが担当した。後者はトリクロロエチレン等4物質の試料捕集と分析を実施した。

また，環境庁委託業務「未規制大気汚染物質モニタリング調査」として，金沢市（中小都市地域），小松市（同），根上町（工場地域），吉野谷村（バックグラウンド地域）の4地域8地点で秋期と冬期に大気中水銀の調査を実施した。

表1　行政試験の内訳

事業名		対象	検体数等	調査件数	試験内容
大気汚染防止環境調査	硫黄酸化物（二酸化鉛法）	七尾市	12地点	144	環境大気中の硫黄酸化物
	浮遊粉じん（HV）	金沢市	2地点	24	環境大気中の重金属等
	〃（粒径組成）		1地点	12	環境大気粉じんの粒径組成
	アスベスト粉じん	金沢市等	16地点	48	環境大気中のアスベスト粉じん
交通公害対策調査	降下ばいじん	県下全域	6地点	24	スパイクタイヤによる降下ばいじん
	〃	金沢市	2地点	24	降下ばいじんの月別変化
	窒素酸化物（PTIO法）	金沢市	8地点	88	環境大気中の窒素酸化物（長期暴露）
	〃	金沢市	44地点	220	〃（短期暴露）
大気特定施設監視調査	ばい煙検査（公定法）	県下全域	14施設	42	固定発生源の排ガス中の硫黄酸化物，窒素酸化物，ばいじん等
	燃料油硫黄分試験		3検体	3	燃料油中の硫黄分含有率
酸性雨調査	1週間降水	金沢市 吉野谷村 七尾市 輪島市	200検体	2,000	酸性物質の濃度，降下量調査
	1降雨	金沢市	55検体	550	降雨中の酸性物質濃度の調査解析
	融雪水影響調査	吉野谷村	16検体	160	融雪水による土壌への負荷調査

2 監視担当

監視担当では，本県の一般環境大気及び自動車排出ガスに関し，大気汚染防止法の規定に基づき，知事の事務とされる常時監視（法第22条），緊急時の措置等（法第23条）のための監視及び測定結果の公表（法第24条）にかかる一連の業務を，行政部局と連携して実施している。

平成３年度においては，金沢市（11局）及び七尾市（１局）並びに「あおぞら号」による移動測定局（１局）を含め，34測定局で，一般環境大気及び自動車排出ガスを対象に測定と監視を実施し，またそのデータの整理，保存，解析を行った。

このほか，平成６年12月から運転開始が予定されている七尾大田火力発電所からの大気汚染を監視するため，平成３年度に，石川県設置局７局（新設局：４局，既設局：３局），七尾市設置局３局（新設局：２局，既設局：１局）及びデータ収集機器からなる「七尾大気監視システム」が整備され，平成４年６月から，システムの運用を開始することとしている。

（担当：桐元）

2・1 環境大気の状況

本県の環境大気の状況は，総じて良好な状態を維持し，全国的にみても中位から低位の濃度レベルとなっている。また，経年的には，ここ数年大きな変化はなく，ほぼ横ばいの状態である（表２）。

平成３年度の本県における一般環境大気の状況は，光化学オキシダントを除き，すべての項目で環境基準（長期的評価）に適合している。光化学オキシダントについては，ここ数年同様な傾向で，全測定局で環境基準に不適合となったが，緊急時の措置を発令する事態には至らなかった。

また，自動車排出ガスについては，金沢市の主要幹線道路において，二酸化窒素濃度が，環境基準の上限に近いレベル（ゾーン内）にあり，今後の動向に留意する必要がある。

なお，測定結果の詳細は，別に「環境大気調査報告書」として報告することとなっている。

2・2 大気汚染常時監視網の整備

平成３年度の測定局の整備については，「七尾大気監視システム」に関し，県及び七尾市で６局を新規に整備した。また，金沢市では，国道８号線沿線の大気汚染を監視するため，１局（藤江）を整備した。平成３年３月末現在の本県における測定局数は，移動測定局を含め，41測定局であり，そのうち，37測定局をテレメータ化している（表３）。

2・3 大気移動測定車による環境調査

平成３年度における大気移動測定車（あおぞら号）による環境調査については，一般環境大気を対象に能美郡川北町及び鳳至郡能都町，自動車排出ガスを対象に鹿島郡中島町地内の能登有料道路沿道の計３カ所で調査を行った。

2・4 調査研究

金沢市の主要幹線道路沿道における二酸化窒素の高濃度対策の資料とするため，平成元年度から武蔵交差点において，高濃度発生要因の解明，対策手法の検討のための調査を実施しており，本年度は，国立環境研究所との共同調査として，発生源（自動車）の交通量規制対策の方途や沿道建築物の将来計画について，大気汚染防止の観点から検討した（別項掲載）。

3 水質担当

県内における公共用水域の水質調査は行政試験として，延べ146地点で実施しているが，湖沼や海域で環境基準の未達成が目立っている。これらの主要原因は生活排水と考えられる。

その対策のための基礎資料を得ることを目的として，小規模生活排水処理システムの高度化に係る研究や，湖沼の水質汚濁の実態とそのメカニズムについて調査研究を実施してきている。更に水質浄化のためには一般県民の理解と協力も不可欠であることから，水生生物を指標とする水質の評価について調査研究を進めている。

土壌については，酸性雨の生態系への影響を評価する上で土壌の特性調査が重要な項目となってきている。このため大気担当と協力し，県内の土壌の特性について調査を行っている。

悪臭については，本県は畜産事業場に係る悪臭苦情が多く，その悪臭の主要原因は脂肪酸であることから，畜産事業場について実態調査を行った。更に環境庁から委託を受け未規制の焦げ臭５物質について実態調査を実施した。（担当：北野）

3・1 調査研究

平成２年度に引き続き実施している「水質の総合評価指標に関する研究」は，後述の委託調査「大型底生動物による河川生態系評価手法調査」とともに河川の水生生物を分類することにより生物相を用いて水質評価をするものである。県内の主要河川において化学分析と水生生物による水質測定を同時に実施した。「排水処理システムの効率化に関する研究」では，ベンチ

表 2　　環境基準適合状況（長期的評価による）

測定局種別	市町村名	測定局＼項目＼年度	二酸化硫黄			二酸化窒素			一酸化炭素			光化学オキシダント			浮遊粒子状物質		
			元	2	3	元	2	3	元	2	3	元	2	3	元	2	3
環境大気測定局	金沢市	三馬	○	○	○	○	○	○	○	○	○	●	●	●	○	○	○
		金沢港	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)	(○)				(●)	(●)	(●)	(○)	(●)	(○)
		広坂	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
		米泉	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
		大気総合	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
		瓢箪	○	○	○	○	○	○				●	●	●			○
		大浦	○														
		畝田	○	○	○	○	○	○				●	●	●			□
		西南部	○	○	○	○	○	○				●	●	●			
		額	○	○	○		□	○					●	●			
		小立野	○	○	○	○	○	○				●	●	●			
		千坂		○	○		○	○					●	●		●	○
	七尾市	七尾	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
		石崎	○	○	○	○	○	○							○	○	○
	小松市	小松	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
	加賀市	大聖寺	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
		山代	○	○	○	○	○	○							○	○	○
	羽咋市	羽咋	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
	松任市	松任	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
	根上町	根上	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
	美川町	美川	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
	津幡町	津幡	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
	内灘町	内灘	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
	鳥屋町	鳥屋	○	○	○	○	○	○				●	●	●	○	○	○
自動車排出ガス測定局	金沢市	香林坊				○	◎	◎	○	○	○				○	○	○
		六枚				◎	◎	◎	○	○	○				○	○	○
		橋場				○	○	○	○	○	○						
		武蔵				◎	◎	◎	○	○	○						
		鳴和				○	○	○	○	○							
		片町				◎	◎	◎	○	○	○						
		野町				◎	◎	◎	○	○	○						
		藤江						△			□						
	小松市	小松							○	○	○						
	野々市町	野々市							○	○	○						

（注）　1　記号は下記のとおりである。（ただし，光化学オキシダントは測定時間による区別はしない。）

○：環境基準適合（測定時間 6,000時間以上）　□：環境基準適合（測定時間 6,000時間未満）

●：〃 不適合（　　〃　　）　■：〃 不適合（　　〃　　）

◎：二酸化窒素の環境基準0.04ppm～0.06ppmのゾーン内にあるもの（測定時間6,000時間以上）

△：　　〃　　〃　　〃　　（測定時間6,000時間未満）

2　金沢港測定局は，環境基準の適用されない工業専用地域に所在するので（　）で示した。

表 3　県内における測定局及び機器設置状況　（平成4年3月31日現在）

種別	設置主体	測定局名	二酸化硫黄	浮遊粉じん	浮遊粒子状物質	窒素酸化物	オキシダント	一酸化炭素	炭化水素	風向・風速	気温・湿度	日射量	降水量	放射収支量	テレメータ化局
環境大気測定局	大気汚染監視制御システム	石川県	水幡瀬馬泉坂港任川上松寺代 穴津内三米広金松美根小大山 沢　聖		◎ ○ ○ ○ ◎ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ◎ ○	○ ○ ◎ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○	○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○	○ ○	○ ○		○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
		県計	13		12	12	12	1	2	13	2	2	2	—	12
		金沢市	総合筆田部野坂 気　南額立 大瓢畝西小千	○ ○ ○ ○	○ ○ ●	○ ○ ○ ○ ○ ○	○ ○ ○ ○ ○ ○			○ ○ ○ ○ ○ ○	○	○	○		◎ ○ ○ ○ ◎ ○
		市計	7	5	4	7	7	—	—	7	1	1	1	—	7
	七尾大気監視システム	石川県	島浜尾田屋島咋 能田七大鳥鹿羽 登　鶴		● ● ○ ● ○ ●	● ● ○ ● ○ ●	● ● ○ ● ○ ●		●	● ● ○ ● ○ ●	○	○	○	●	● ● ◎ ● ◎ ●
		県計	7	—	7	7	7	—	1	7	1	1	1	1	7
		七尾市	崎山田 石崎徳		◎ ●	◎ ●				◎ ●					● ●
		市計	3	—	3	3	—	—	—	3	—	—	—	—	3
	計		30	5	26	29	26	1	3	30	4	4	4	1	29
自動車排出ガス測定局	大気汚染監視制御システム	石川県	林　坊枚場市松 香六橋野小 々		○ ◎	○ ○ ○		○ ◎ ◎ ○ ○	○		○				○ ○ ○
		県計	5	—	2	3	—	5	1	—	1	—	—	—	3
		金沢市	蔵和町町江 武鳴片野藤			◎ ○ ○ ○ ●		○ ○ ○ ●	○						○ ○ ○ ◎ ●
		市計	5	—	—	5	—	4	1	—	—	—	—	—	5
	計		10	—	2	7	—	9	2	—	1	—	—	—	8
移動局	県	大気測定車	○		◎	○	○	◎	○	○					
総計			41	30	5	29	37	27	10	6	31	5	4	4	1	37

（注）　●印は平成3年度に新規整備したもの
　　◎印は平成3年度に更新整備したもの

表 4　　試 験 検 査 件 数（水質担当）

種別	行政試験		委託試験		一般依頼試験		計	
	検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数	検体数	項目数
水質汚濁	2,168	19,289	51	141	9	61	2,228	19,491
土壌汚染	153	1,104	0	0	6	75	159	1,179
悪臭	47	423	0	0	3	36	50	459
計	2,368	20,816	51	141	18	172	2,437	21,129

表 5　　行 政 試 験 の 内 訳（水質担当）

事業名			対象	検体数	項目数	試験内容	依頼者
水質調査	水質常時監視調査	環境調査	県下11水域	829	4,201	一般項目，健康項目，特殊項目	環境管理課
		排水調査	特定事業場	279	1,317	一般項目，健康項目，特殊項目	環境管理課
		苦情調査	県下全域	47	383	一般項目，健康項目，特殊項目	環境管理課
		カドミウム排出源調査	梯川，手取川流域	55	330	一般項目，健康項目，特殊項目	環境管理課
	湖沼等環境保全調査		手取川水系	352	8,495	一般項目，特殊項目	環境管理課
	志賀原電環境保全対策調査		志賀町	85	638	一般項目，特殊項目	環境管理課
	志賀原電温排水影響調査		志賀町	90	920	一般項目，特殊項目	環境管理課
	ゴルフ場農薬等調査		県下全域	56	336	一般項目，特殊項目	環境管理課
	七尾大田火電環境保全対策調査		七尾南湾	75	753	一般項目，特殊項目	環境管理課
	手取川水系水質調査		手取川水系	48	144	一般項目，特殊項目	河川課
	自然環境保全基礎調査・湖沼調査		河北潟，邑知潟，赤浦潟，木場潟，柴山潟	63	709	一般項目，特殊項目	自然保護課
	広域農業開発基本調査		加賀平野地域	78	572	一般項目，特殊項目	耕地建設課
	水質保全対策調査		農業用水	94	406	一般項目，特殊項目	耕地建設課
	木場潟土地改良事業障害対策調査		加賀三湖導水路	7	56	一般項目，特殊項目	耕地整備課
	海洋汚染防止に係る浚渫水質調査		七尾湾	4	8	一般項目	港湾課
	水質測定分析に係る精度管理		保健所検査課，分析機関	6	21	一般項目	環境管理課
	小計			2,168	19,289		
土壌調査	カドミウム排出源調査		梯川流域	6	42	一般項目，健康項目，特殊項目	環境管理課
	湖沼等環境保全調査		手取川ダム	6	54	一般項目，特殊項目	環境管理課
	志賀原電温排水影響調査		志賀町	16	192	一般項目，特殊項目	環境管理課
	酸性雨調査		鹿島町，輪島市	20	320	一般項目，健康項目，特殊項目	環境管理課
	広域農業開発基本調査		加賀平野地域	100	426	健康項目，特殊項目	耕地建設課
	海洋汚染防止に係る浚渫土壌調査		七尾湾，鹿磯漁港	5	70	健康項目，特殊項目	港湾課，漁港課
	小計			153	1,104		
悪臭	悪臭補完調査		6市，14町	31	231	悪臭防止法規制対象7物質	環境管理課
	悪臭規制基準強化対策調査			16	192	こげ臭，溶剤臭関係物質	環境管理課
	小計			47	423		
計				2,368	20,816		

表 6　委託調査の内訳（水質担当）

事業名		検体数	項目数	試験内容	委託者
大型底生動物による河川生態系評価手法調査	環境水	9	99	一般項目，特殊項目	環境庁
	生物	42	42	底生動物	
計		51	141		

表7　一般依頼試験（水質担当）

試験の種類	検体数	項目数	試験内容
水質試験	9	61	一般項目，健康項目，特殊項目
土壌試験	6	75	一般項目，健康項目，特殊項目
悪臭	3	36	悪息防止法規制対象10物質
計	18	172	

スケールの装置を用い，生活排水を対象として窒素，リンの除去効率の検討を行ったところ，間欠曝気法では窒素，リンを90%程度同時除去できることが判明した。

酸性雨に係る土壌調査については北欧や北米の樹木や湖沼への影響と我が国での影響の違いに着目して調査している。

3・2　試験検査

平成3年度に実施した試験検査は表4に示すように総数は2,437検体，21,129項目であり，前年度に比べて検体数で6.1%，項目数で15.0%増加した。試験区分別では，行政試験2,368検体（97.2%），委託試験51検体（2.1%），一般依頼試験18検体（0.7%）であり，前年度に比べいずれも増加したが，行政試験の占める比率は依然として高い状況であった。

3・2・1　行政試験

行政試験の内訳を表5に示した。このうち，水質測定計画に基づく県内11水域の常時監視調査に伴う試験は水質試験の検体数で約50%，項目数で約30%を占めた。本県の重要な水資源である手取ダム調査を行っている潮沼等環境保全調査では水質試験の全項目数の約41%を占めている。土壌試験では，志賀原子力発電所温排水調査と広域農業開発基本調査に関する調査が大部分であった。

3・2・2　委託調査

委託調査の内訳は表6に示したとおりである。環境庁委託事業の「大型底生動物による河川生態系評価手法調査」は，平成元年度から受託しており，今年度は浅野川，子浦川，伏見川でキック・スィープ法によるサンプリング，犀川，大聖寺川ではサーバーサンプラーによるサンプリングも行い，大型底生動物の分類同定と水質も併せて調査した。

3・2・3　一般依頼試験

一般依頼試験については表7に示すとおりであり，前年度に比べて若干増加した。ほとんど土壌試験の増加によるものである。

4　生活環境担当

生活環境担当の業務は，飲料水・プール水，温泉・地下水，廃棄物，家庭用品に係る調査研究，試験検査である。

地下水中の有機塩素化合物の汚染は汚染源の特定が難しく，かつ，汚染も局地的であるため，汚染の実態を把握するにとどまり，解決の方法はなかなか難しいのが現状である。しかし，水質汚濁防止法により地下水水質の常時監視が義務づけられており，有機塩素化

表8　試験検査件数（生活環境担当）

種別	行政試験		依頼試験		計	
飲料水	52件	809項目	48件	857項目	100件	1,666項目
一般廃棄物	41	165	88	354	129	519
産業廃棄物	94	721	13	66	107	787
温泉・地下水	102	722	24	1,132	126	1,854
プール水	—	—	22	88	22	88
家庭用品	77	98	39	39	85	94
計	366	2,515	234	2,536	600	5,051

表 9　　行 政 試 験 の 内 訳（生活環境担当）

事業名	対象	検体数		試験内容	依頼先
飲料水水質分析の精度管理	飲料水	9件	15項目	NO_3-N+NO_2-N，色度，濁度等	環境衛生課
ゴルフ場周辺水道水源の水質調査	〃	6	30	pH値，色度，濁度，有機物等	〃
国民体育大会関連施設水質試験	〃	22	350	全項目試験，一部項目試験	〃
地下水概況調査	地下水	27	138	pH，Cd，Pb，CN，Cr^{6+}等	環境管理課
地下水汚染井戸周辺地区調査	〃	5	30	pH，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン等	〃
地下水定期モニタリング調査	〃	56	336	pH，トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン等	〃
地下水観測井調査	付着物，地下水	13	167	pH，Na，K，Ca，Mg，Cl等	〃
水道水源水質調査	地下水（飲料水）	12	396	全項目試験，トリクロロエチレン等	環境衛生課
有機塩素系化合物飲料水汚染影響調査	〃	3	18	トリクロロエチレン，テトラクロロエチレン等	〃
産業廃棄物処理業者実態調査	排水，焼却灰	28	329	pH，BOD，SS，Cd，Pb，CN等	環境管理課
一般廃棄物処理施設排水等調査	〃	41	165	pH，BOD，P，N，トリクロロエチレン等	〃
公共下水道終末処理場の維持管理状況調査	放流水，汚泥	26	200	pH，BOD，P，N，トリクロロエチレン等	〃
有害産業廃棄物に係る排出事業所実態調査	汚泥	30	135	Cd，Pb，CN，トリクロロエチレン等	〃
感染性廃棄物試験	焼却灰	6	12	含水率，熱灼減量	〃
富来町不燃物処分場放流水調査	放流水	1	26	pH，BOD，COD，SS，フェノール，Cu等	〃
苦情に係る汚泥及び排出水調査	汚泥，放流水	3	19	pH，BOC，SS，Cd，Pb等	〃
温泉試験	温泉	1	51	pH，EC，Na，K，Ca，Mg，Cl等	珠洲土木事務所
家庭用品収去試験	衣類，洗浄剤等	77	98	ホルムアルデヒド等	環境管理課
計		366	2,515		

合物，重金属汚染について監視調査を継続した。

廃棄物については，処分場周辺の環境汚染を引き起こさないよう適切な管理・指導・監視をしていく必要があり，一般及び産業廃棄物処理場排水等の検査を実施している。更には「廃棄物の処理及び清掃に関する法律」の一部改正により新たに位置づけられた特別管理産業廃棄物の適正処理のための検査体制を整備した。

飲料水試験検査機関の分析精度については，精度管理により，着実に向上し，満足できる技術水準に達してきており，平成3年度は分析項目をしぼって精度管理を実施した。　　（担当：西川）

4・1　調査研究

前年度に引き続き，「地下水汚染機構解明調査」を継続調査した。

4・2　試験検査

平成3年度に実施した試験検査の内容は表8に示すとおりである。行政試験は366件（61%），一般依頼試験は234件（39%）で総計600件であった。前年度に比べて件数では約6%減少したが，項目数で約18%増加した。

4・2・1　行政試験

行政試験の内訳は表9に示すとおりである。前年度に比べて件数はほとんど変化はないが，項目数が増加した。これは，国民体育大会関連の飲料水の試験や，産業廃棄物関連の事業増加によるものである。地下水水質測定計画に基づく，有機塩素化合物，重金属汚染調査は年次計画で行っている。

平成３年度の家庭用品収去試験では規制基準を超えて検出したものはなかった。

4・2・2　一般依頼試験

一般依頼試験の内訳は表10に示すとおりである。前年度に比べて件数は減少したが，項目数ではほとんど変化はなかった。飲料水や生活排水の水質試験件数は減少したが，温泉試験は前年度と比べ増加した。

表10　一般依頼試験の内訳（生活環境担当）

試験種目	試験内容		検体数	
水質試験	飲料水	全項目試験	14件	406項目
		低沸点有機塩素化合物	4	28
		その他	30	423
	生活排水		88	354
	温泉	小分析	1	9
		中分析	22	1,122
		その他	1	1
環境試験	プール水試験		22	88
産業廃棄物	汚泥中PCB試験等		13	66
家庭用品	衣料品中ホルムアルデヒド，ディルドリン等		39	39
計			234	2,536

微生物部事業概況

いわゆる伝染病の発生が少ない中で，本年度感染症に関連する当所の業務で印象に残ったことと言えば，平成3年12月1日の国際エイズデイの新聞キャンペーンを契機に，保健所の相談窓口を介してのエイズ抗体検査が2年度の10倍以上に増えたこととエコーウイルス30型による無菌性髄膜炎の流行である。前者は国内での感染例で増加しているとの報道が拍車をかけたのかも知れない。また後者については，エコー30型が1978年に初めて日本で分離された際，我々がエコー30型として国立予防衛生研究所に初めて報告し，予研でも同定され，急拠全国の衛生研究所で未同定のウイルス株を同定した結果，当所の2株を含めて11株がエコー30型であったいきさつがある。しかしこのウイルスは1983年に全国的な流行があったにもかかわらず石川県では分離されず，1989～1991年の流行で，1990年に分離され出し，1991年にはこれまでにない規模での流行となり多数分離された。そしてこの無菌性髄膜炎は元来小児の病気と考えられ勝ちだが，本県の場合成人例からもかなり分離されたことが目新らしいことであった。

本年度当部が行った調査研究は，細菌担当では，ゴルフ場の事前環境調査の結果から，ヒトの屎尿汚染がないと思われる個所で検出される河川水の大腸菌群の意味を探る目的で「河川水中の糞便性大腸菌群に関する研究」を新規に，またウイルス担当でも，能登中部で発生のみられるA型肝炎の発生にメスを入れるため「A型肝炎血清疫学調査」を発足させた。また過去19年間連続して行ってきた「かぜ患児」を対象としての「小児上気道疾患からのウイルス分離」もインフルエンザ流行予測事業に付随させる形で継続した。

行政検査としては，公衆衛生関連では，例年どおり厚生省委託の日本脳炎及びインフルエンザの流行予測調査（感染源調査），感染症サーベイランス病原体検査，MMRワクチン接種後無菌性髄膜炎からのムンプスウイルス分離検査及び妊婦を対象としたB型肝炎母子感染防止対策調査を継続して行った。そのほか学校関係施設等における集団発生に際しての病原体の分離や血清学的検索も実施した。環境衛生関連では，例年実施する食品の一斉取締り，輸入食品の安全確保対策，県産かきの衛生確保対策，身障者スポーツ大会等に係る検査，畜水産食品中の残留抗生物質検査，飲料水の細菌検査，食中毒に係る起因菌の検索や精査を実施した。また環境管理関連では，例年実施する河川水，海水，排水，ダム湖水，放流水の細菌検査のほか，本年度より新規に感染性廃棄物の滅菌処理残渣の細菌検査を実施した。

依頼検査では，血清検体についてのHI及びCF抗体価の測定（ウイルス等血清反応）のほか，エイズ抗体検査，病原細菌や病因ウイルスの分離や検出，水や食品・薬品の細菌検査を行った。

また，微生物学的検査及び血清学的検査を行う衛生検査所という立場から，日本医師会並びに石川県医師会が行う外部精度管理調査に参加した。

本年度，微生物部が取り扱った試験検査件数を表1に示した。総数は14,196件で，これは昨年度に比し309件，2％の減である。これは主としてウイルス行

表1　微生物部試験検査件数（平成3年度）

担当	検査	行政検査	依頼検査	計
細菌	細菌検査	1,247（－ 10%）	211（－ 7%）	1,458（－ 9%）
	臨床検査	43（+100%）	0	43（+100%）
	小計	1,290（－ 7%）	211（－ 7%）	1,501（－ 7%）
ウイルス	ウイルス検査	1,593（－ 24%）	9,282（+ 15%）	10,875（+ 7%）
	血清検査	1,160（－ 47%）	660（+ 26%）	1,820（－ 33%）
	小計	2,753（－ 36%）	9,282（+ 16%）	12,695（－ 1%）
微生物部	計	4,043（－ 29%）	10,153（+ 15%）	14,196（－ 2%）

（　）内は昨年度に比較しての増減を示す

政検査の減によっている。検査別では，行政検査が4,043件で29%減，依頼検査は10,153件で15%増，担当別では，細菌・臨床検査が1,501件で７%減，ウイルス・血清検査は12,695件で１%減であった。

以下，担当ごとに，本年度の事業実施状況について述べる。　　（部長：木村）

１　細　菌　担　当

細菌担当では，伝染病や食中毒の病原細菌に関する調査・研究・検査のほか，食品，医薬品，水，空気等の細菌検査を実施している。

本年度実施した行政・依頼検査件数は表１に示したとおりで，そのうち細菌検査は前年度比９%減の1,458件，昨年度なかった臨床検査は43件であった。

後述する当担当の調査研究や試験検査のほか，ウイルス依頼検査にかかる血清の前処理などについて，ウイルス担当に協力を行った。また，昭和57年度から県内の医療施設の協力を得て病原細菌の情報を収集している。本年度も県内７病院，４検査センターで検出された情報を収集し，病原微生物検出情報として国立予防衛生研究所へ提出するとともに，医療施設へも配布した。月別の検出状況を表２に示した。

（担当：芹川）

表２　　医療機関での病原菌検出状況

1)　分離材料：糞便

病原細菌	平成３年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平成４年 1月	2月	3月	計	備考（地研・保健所累計）
Salmonella typhi										1			1	2
〃　*O4*	2	2	5(1)	6	3	4	3		5		1		31(1)	2
〃　*O7*		1	2	7	3	9	9	8	1	1	1		42	24
〃　*O8*		1	4	3	3	2	6	1		1			21	2
〃　*O9*							1	1	1				3	
〃　*O3, 10*		1	1(1)		2				1				5(1)	
〃　*O13*								1					1	
〃　*O18*						1					1		2	1
〃　*others*							2		2				4	
〃　*group unknown*						1						1	2	
Yersinia enterocolitica	1		4	1		2	4	1	3				16	
Vibrio parahaemolyticus			1	2	21	81	55	8			1	1	170	75
Vibrio fluvialis					1	1	1						3	
Vibrio cholerae non-O1														1
Aeromonas hydrophila			1		2		1			1			5	
Aeromonas sobria			1										1	
Aeromonas hydrophila/sobria			1	2		2	3	1					9	
Plesiomonas shigelloides							4	1					5	
Campylobacter jejuni	12	4	16	3	10	4	6	7	5	3	3	6	79	
Campylobacter coli	1												1	
Campylobacter jejuni/coli	4		5	3	3	3	5(1)	6	3	2			34(1)	
Staphylococcus aureus	2		1			5	2	9	5	3	2	6	35	47
Bacillus cereus		2		1	3			1			2	1	10	
E. I. Escherichia coli		1	1	2		1	2		1				8	
E. T. Escherichia coli						14	1	1	1				17	
E. P. Escherichia coli	11	16	33	14	19	21	14	12	20	16	20	19	215	10(3)
Pathogenic E. coli, others	11	8	10	11	10	11	3	7	3	9	4	4	91	
Shigella dysenteriae 2							1(1)						1(1)	
計	44	36	86(2)	55	80	162	123(2)	65	51	37	35	38	812(4)	164(3)

（　）海外旅行者分再掲

2） 分離材料：穿刺液（胸水，腹水，関節液など）

病原細菌	平成3年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平成4年 1月	2月	3月	計
Escherichia coli	2	6	3	6	4	3	1	5	2	3	4	2	41
Klebsiella pneumoniae	2		1	3	2		1	2	2	1			14
Haemophilus influenzae		3	1					1		4	3	2	14
Pseudomonas aeruginosa		9	5	6	6	8	9	13	3	8	5	3	75
Staphylococcus aureus	3	14	9	19	18	25	18	23	3	16	13	18	179
Staphylococcus, coagulase(−)	4	11	7	7	10	12	6	25	2	7	7	11	109
Streptococcus pneumoniae			1								1	1	3
Anaerobes	1		2	1		1			1	2		2	10
計	12	43	29	42	40	49	35	69	13	41	33	39	445

3） 分離材料：髄液

病原細菌	平成3年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平成4年 1月	2月	3月	計
Staphylococcus aureus									1		1		2
Streptococcus, B						1		1					2
Streptococcus pneumoniae			1						1				2
計			1			1		1	2		1		6

4） 分離材料：咽頭および鼻咽喉からの材料

病原細菌	平成3年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平成4年 1月	2月	3月	計	備考（地研・保健所集計）
Haemophilus influenzae	41	50	38	34	30	23	22	32	27	35	37	36	405	
Streptococcus, A	89	70	65	44	40	29	41	94	75	122	88	89	846	1
Streptococcus pneumoniae	50	68	93	26	103	48	73	97	80	121	95	58	912	
計	180	188	196	104	173	100	136	223	182	278	220	183	2,163	1

5） 分離材料：尿

病原細菌	平成3年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平成4年 1月	2月	3月	計
Esherichia coli	292	314	399	374	393	343	327	304	228	308	324	328	3,935
Enterobacter spp.	29	35	42	39	42	28	52	40	28	27	32	39	433
Klebsiella pneumoniae	54	82	91	99	86	98	128	111	68	68	65	77	1,027
Acinetobacter spp.	7	16	9	11	15	11	12	13	11	11	5	6	127
Pseudomonas aeruginosa	170	170	324	200	226	221	249	268	224	255	256	210	2,773
Staphylococcus aureus	30	74	83	48	59	47	58	64	60	60	53	71	707
Staphylococcus, coagulase(−)	99	118	136	145	172	122	132	128	115	122	103	114	1,506
Enterococcus spp.	271	330	398	316	290	288	317	369	315	340	332	240	3,806
Candida albicans	98	278	279	237	298	213	226	135	213	191	263	258	2,689
計	1,050	1,417	1,761	1,469	1,581	1,371	1,501	1,432	1,262	1,382	1,434	1,343	17,003

6) 分離材料：血液

病原細菌	平成3年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平成4年 1月	2月	3月	計
Escherichia coli	2	3	5	6	5	3	4	10	2	4	1	5	50
Salmonella typhi				1									1
Salmonella spp.						2	2						4
Pseudomonas aeruginosa		2		1	2	1	2	2	3	2	3	1	19
Staphylococcus aureus	4	6	9	2	4	4	8	5	7	3	4	5	61
Staphylococcus, coagulase(−)	6	5	6	8	15	13	13	10	8	6	5	5	100
Streptococcus, B			1					1	2				4
Streptococcus pneumoniae	1		1					1	2				5
Anaerobes		1		1	1					2	1		6
計	13	17	22	19	27	23	29	29	24	17	14	16	250

7) 分離材料：喀痰，気管吸引液および下気道からの材料

病原細菌	平成3年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平成4年 1月	2月	3月	計
Mycobacrium tuberculosis	12	2	13	19	11	10	5	6	6	3	2	5	94
Klebsiella pneumoniae	68	90	113	128	129	109	99	110	96	71	77	66	1,156
Haemophilus influenzae	28	43	41	24	36	29	36	33	28	38	36	59	431
Legionella pneumophila	1												1
Pseudomonas aeruginosa	100	262	227	263	239	196	190	250	207	248	212	228	2,622
Staphylococcus aureus	135	247	264	242	179	189	182	263	263	277	296	255	2,792
Streptococcus, A	4	3	8	8	4	2	6	7	4	8	5	5	65
Streptococcus, B	27	50	51	46	53	52	60	83	82	96	65	92	757
Streptococcus pneumoniae	31	78	102	104	85	65	100	113	110	122	117	65	1,092
計	406	775	819	834	736	652	678	865	796	863	810	776	9,010

8) 分離材料：陰部尿道頸管擦過（分泌）物

病原細菌	平成3年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平成4年 1月	2月	3月	計	備考（地研・保健所集計）
Neisseria gonorrhoeae	3	2	8	9	15	11	7	7	8	6	4	4	84	6
Streptcoccus, B	63	68	81	85	93	68	94	100	70	82	69	69	942	
Chlamydia trachomatis	8	13	15	9	7	1	35	5	6	12	18	15	144	19
Ureaplasma	3		2	2	2	3	6	2		2	1		23	
Candida albicans	116	122	173	149	196	149	154	169	134	96	124	132	1,714	
Trichomonas vaginalis		7		1	8	7	5	7	2	6	4		47	
計	193	212	279	255	321	239	301	290	220	204	220	220	2,954	25

医療機関：病院7カ所，検査センター4カ所

1・1 調査研究

「河川水中の糞便性大腸菌群に関する研究」（新規）

県内のゴルフ場建設予定地について環境調査を実施した際，ヒトの屎尿汚染を受けていないと思われる山間部の谷水から多数（10^3/100ml 以上）の大腸菌群が検出された。そこで，この原因を究明するため糞便性大腸菌群についても検討した結果，検出された大腸菌群のほとんどは自然界由来のもので，人畜の屎尿由来である糞便性大腸菌群はその約1％前後に過ぎないことが分かった。

表3　細菌行政検査の内訳

事業名	検査内容	件数	依頼先
伝染病発生時検査	伝染病病原菌分離・同定	75	健康推進課，保健所
食中毒発生時検査	食中毒起因菌分離・同定	190	環境衛生課，保健所
食品一斉取締り	規格試験（細菌検査）	128	〃　，　〃
輸入食品一斉取締り	コレラ菌・食中毒起因菌分離	30	環境衛生課
食肉等の残留抗生物質検査	生物学的検定	225	〃
かき貝の衛生確保	貝の細菌数，大腸菌数	15	〃
身障者スポーツ大会に係る検査	試作弁当の細菌検査	23	〃
感染症サーベイランス	感染症の病原体の分離・同定	93	健康推進課
医薬品一斉取締り	無菌試験	6	衛生総務課
河川水，排水等検査	大腸菌群数	114	環境管理課，保健所
ダム湖水検査	〃	280	〃　，　〃
放流水検査	〃	22	環境管理課
飲料水検査	一般細菌数，大腸菌群	40	環境衛生課
感染性廃棄物の滅菌処理残渣調査	医療廃棄物の焼却灰の細菌検査	6	環境管理課
計		1,247	

また，金沢市内の犀川及び浅野川の上流～下流の河川水について検討した結果，大腸菌群数に比べ，糞便性大腸菌群数は人家の密集程度とよく相関していることから，屎尿汚染の指標としては糞便性大腸菌群数がより適当であると思われた。詳細は別項に掲載した。

（担当：芹川）

1・2　細菌検査

1・2・1　行政検査

行政検査1,247件の内訳を表3に示した。まとめると，病原細菌358件（29%），食品の細菌検査196件（16%），食肉，鶏卵等の残留抗生物質検査225件（18%），医薬品の試験6件（0.5%），水の細菌検査456件（37%），医療廃棄物の焼却灰の細菌検査6件（0.5%）であった。

〔伝染病〕

腸チフス・パラチフス：本年度石川県で発生した腸チフス患者は2人であった。保健所から送付された患者からの分離菌株について性状などを精査した後，国立予防衛生研究所へ菌株を送付した。ファージ型別の結果，2株ともE1であった。

赤痢：本年度石川県で発生した赤痢患者は3人であり，当所には保健所から患者分離菌株1株の送付があった。精査した結果，非定型的菌株であったので，国立予防衛生研究所に同定依頼したところ *Shigella boydii* 1と同定された。

コレラ：東南アジアからの帰国者で検疫所から健康監視の通報があった3事例5人について，コレラ菌等病原菌の検索を行った結果，1事例の3人中2人から病原大腸菌2株（O111及びO166）を，また別の事例1人からも病原大腸菌（O148）を分離した。

〔食中毒〕

本年度石川県で発生し届け出された食中毒は11件（患者数573人，死者なし）で，そのうち9件は細菌性食中毒であった。保健所で行われた起因菌の検索では腸炎ビブリオによるもの6件，サルモネラによるもの1件，黄色ブドウ球菌によるもの1件，病原大腸菌によるもの1件であった。また，その他2件は1月に発生した事例で，いずれも生かきを喫食して発生したもので，起因菌は分離されずウイルスが原因と考えられた。当所には食中毒及びその疑いのある事例の糞便，飲料水，食品等や保健所で分離された菌株など190検体が送付された。これらについて分離・同定並びに血清型別などの精査を実施した。

平成3年7月，金沢市内の総菜店で製造したうなぎの蒲焼きを原因食品とした食中毒（患者数57人）が発生し，保健所から送付された蒲焼き，たれ，患者の便などから分離されたブドウ球菌13株について精査を行った。その結果，すべての株が黄色ブドウ球菌で，コアグラーゼ型はⅣ型，エンテロトキシン型はA型であった。

また，9月に金沢市内の寿し屋を原因施設とした食中毒（患者数77人）が発生し，保健所から送付された

表4　食中毒及び下痢症の検体から分離された腸炎ビブリオの型別成績

事例	菌株数	血清型	株数(由来)	神奈川現象
1	10	O 1 : K56	6 (便)	+
		O 4 : K12	1 (便)	+
		O 4 : K63	1 (便)	+
		O 2 : K型別不能	1 (便)	−
		O10 : K型別不能	1 (食品)	−
2	4	O 4 : K63	4 (便)	+
3	5	O 4 : K 8	5 (便)	+
4	2	O 3 : K54	2 (便)	+
5	3	O 3 : K型別不能	2 (食品)	−
		O 4 : K 8	1 (食品)	−
6	4	O 1 : K56	2 (便)	+
		O 3 : K54	1 (便)	+
		O 4 : K型別不能	1 (便)	−
7	6	O 4 : K 8	4 (便)	+
		O 4 : K 4	1 (便)	+
		O 4 : K11	1 (便)	+
8	4	O 1 : K60	1 (便)	+
		O 3 : K54	1 (便)	+
		O 3 : K57	1 (便)	+
		O 4 : K 8	1 (便)	+
9	17	O 1 : K56	1 (便)	+
		O 3 : K54	2 (便)	+
		O 4 : K 8	1 (便)	+
		O 4 : K11	7 (便)	+
		O 4 : K型別不能	1 (便)	−
		O 1 : K型別不能	1 (食品)	−
		O 3 : K型別不能	1 (食品)	−
		O 4 : K29	1 (食品)	−
		O 4 : K型別不能	1 (食品)	−
		O11 : K型別不能	1 (食品)	−

患者の便由来株1株について精査したところ，*Salmonella braenderup* と同定された。

食中毒6事例及び下痢症の3事例から分離された腸炎ビブリオ55株についての由来，血清型及び神奈川現象の成績を表4に示した。

〔食品一斉取締り〕

環境衛生課所管の食品一斉取締りのうち，当担当で実施した細菌検査の内訳は表5に示したとおりである。これら128検体のうち，食肉製品1検体と魚肉ねり製品1検体が大腸菌群で規格に不適であった。

〔輸入食品一斉取締り〕

主として東南アジア産のえび11件，魚類9件，貝類5件，いか4件，かに1件の計30件について，細菌数，大腸菌群数，コレラ菌，NAG ビブリオ，腸炎ビブリオ，サルモネラ，病原大腸菌，黄色ブドウ球菌の検索を実施した。その結果，貝類3件が細菌数10^6/g 以上であったほか，えび1件から黄色ブドウ球菌が検出された。

〔食肉等の残留抗生物質検査〕

食肉38件（牛肉13，豚肉15，鶏肉10），腎臓27件（牛10，豚12，鶏5），鶏卵10件の計75件について，残留抗生物質のバイオアッセイによる簡易検査を実施したが，いずれの検体からも検出されなかった。検査方法は厚生省生活衛生局乳肉衛生課長通知「畜水産食品中の残留抗菌性物質簡易検査法」によった。

〔身障者スポーツ大会に係る検査〕

平成3年10月石川県で開催された第27回全国身体障害者スポーツ大会に供用される弁当等の試作品23検体について，細菌数，大腸菌群，大腸菌，食中毒起因菌の検索を行った。その結果，すべて細菌数は10^5/g 以下であったが，8検体が大腸菌群陽性，2検体が大腸菌陽性であった。なお，食中毒起因菌はすべて陰性であった。

〔感染症サーベイランス〕

昭和56年から実施しており，本年度は当担当に送付のあった検体93検体（咽頭ぬぐい液1，髄液1，尿道分泌物91）について検査を行った。対象疾患，検査成

表5　食品一斉取締り（細菌検査）の内訳

事業名	内容食品	件数(不適件数)	不適項目
夏期食品一斉取締り	魚肉ねり製品	18	—
	食肉製品	17	—
	清涼飲料水	8	—
	レトルト食品	8	—
	冷凍食品	5	—
	粉末清涼飲料水	2	—
	その他	4	—
年末食品一斉取締り	食肉製品	19(1)	大腸菌群
	魚肉ねり製品	17(1)	〃
	清涼飲料水	15	—
	冷凍食品	4	—
	レトルト食品	2	—
	乳飲料	2	—
	プロセスチーズ	2	—
	その他	5	—
計		128(2)	

表 6　感染症サーベイランス検査成績（細菌，クラミジア）

疾病番号	対象疾病	検査件数	病原体分離(検出)件数	菌種
(7)	溶連菌感染症	1	1	A群溶連菌(T1型)
(20)	感染性髄膜炎(細菌性)	1	0	
(23)	淋病様疾患(淋菌感染症)	18	6	淋菌
(24)	陰部クラミジア感染症	73	19	クラミジア・トラコマチス
計		93	26	

表 7　細菌依頼検査の内訳

検査内容	件数	備考
食品・薬品の細菌検査	89	総菜48，魚肉ねり製品10，魚介類8，和菓子7，保存血液6，小麦粉4，浴用剤2，その他4
水の細菌検査	122	放流水70，飲料水28，プール水22，排水2
計	211	

績等は表6に示したとおりで，溶連菌感染症から溶血レンサ球菌1株（A群），淋病様疾患から淋菌6株を分離し，陰部クラミジア感染症19検体からクラミジア・トラコマチスを検出した。詳細は別項に掲載した。

〔感染症廃棄物の滅菌処理残渣に係る実態調査〕

本年度から環境管理課の事業として，感染性廃棄物の滅菌処理残渣についての実態調査を実施することになり，当担当には病院3カ所及び廃棄物処理業者3カ所から，医療廃棄物の焼却灰計6件の送付があった。これらについて，大腸菌群数，一般細菌数，芽胞数の測定を行った結果，1病院の焼却炉から採取された検体から一般細菌数，芽胞数共に10^2/g検出され，また1処理業者からの検体から一般細菌数が10^3/g検出された。なお，大腸菌群はいずれの検体からも検出されなかった。

1・2・2　依頼検査

依頼検査211件の内訳を表7に示した。依頼検査の58%にあたる122件は市町村や企業などからの水の細菌検査依頼で，これらにつき一般細菌数，大腸菌群の測定を行った。また，企業等からの依頼により食品や医薬品の細菌検査も行った。

1・3　臨床検査

昭和62年度から衛生総務課の事業として，保健所等の職員を対象に，B型肝炎ウイルスの感染を未然に防ぐため，希望者にB型肝炎ワクチンの接種を行っているが，当担当では，事前検査としての肝機能検査を担当した。本年度は保健所から送付された血清43件について，GOTとGPTの測定を行った。

2　ウイルス担当

ウイルス担当では，病原微生物のうち，ウイルス，クラミジア，リケッチア，マイコプラズマに関する調査，研究，検査のほか，病原微生物に関連する血清反応検査を実施している。

ウイルス担当が本年度実施した試験検査件数は12,695件で，昨年度に比し1%の減であった。

平成3年1月から12月にかけて，微生物部で，人由来材料から分離・検出したウイルス及びウイルス抗原並びにクラミジア抗原の月別及び年齢階層別の状況を表8に示した。これら検出病原体については，すべて病原微生物検出報告書個票に必要な事項を記入しかつマークし，国立予防衛生研究所ウイルス中央検査部血清情報管理室あて送付した。平成3年の件数は263件で，昨年より19件，7%の減であった。

2・1　調査研究

(1)「A型肝炎血清疫学調査」（新規）

A型肝炎（HA）ウイルスは，食品や井戸水を介して流行することが知られており，石川県でも口能登で流行が認められている。しかしその疫学的背景は全く不明で，今後の予防対策を講ずる上でもぜひその実態を解明する必要がある。そこで本年度から3年間にわたって調査を進める予定であるが，初年度はとりあえず，県下住民329人を対象としてHAウイルスに対する抗体保有状況を調査した。検査はEIA法によって

第 8　人由来材料からの月別・年齢層別ウイルス分離・検出状況（1991）

ウイルス	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	0—4歳	5—9歳	10—14歳	15—19歳	20—29歳	30—39歳	40—49歳	50—59歳	60—歳	計
CB— 1					5	6							6	4	1							11
3	3	1					1			3	1	1	6	3	1							10
E — 6						1	1		1				2	1								2
11							1						1									1
30			1	2	4	26	52	6	3				35	36	9	1	6	5		1	1	94
P — 1			3	1	1								3	2								5
I —A 3	6	14	4										2	8	10	1					3	24
PI — 3					1						2	1	4									4
Mumps			1		1	1				3		1	7									7
Ad — 2				1	2		1	1	1		1	3	8	2								10
3		1			1		2			1			2		1			1			1	5
4	7	2	3	1	3	3				1	1	1	4	4			3	9	1	1		22
5					2	2					1		2	2	1							5
6									1	1	1	2	2	3								5
HS— 1				2			1	1					1	1				1			1	4
2	1		3	1			2	1		1	1	2					1	3	4	3	1	12
Rota		1											1									1
HB	1	2	4			1	1		3	2	3	3					16	4				20
Ch.tr.	1		2	1			1		3	5	3	4					10	3	7			20
計	19	21	21	9	20	40	63	9	12	17	14	18	86	66	23	2	36	26	12	5	7	263

行った。結果は表9に示したように，40歳台以上では半数以上が抗体を有していて，しかも加齢とともに陽性率が上昇する傾向を示した一方，10歳台，20歳台では抗体陽性者は皆無であった。　（担当：尾西）

(2)「日本脳炎流行予測調査」（厚生省委託）（継続）

平成3年7月中旬から9月下旬にかけての8旬にわたり，加賀地区160頭，能登地区96頭のと畜場豚を対象に，血中日本脳炎HI抗体価の測定と抗体価1：40以上の豚血清についての2ME感受性抗体の測定を行った。HI抗体保有豚は，加賀地区で11頭，能登地区で29頭みられ，初出現は，加賀地区が8月上旬，能登地区は8月中旬であった。調査期間中にHI抗体保有率が50%を超えて日本脳炎汚染推定地区となったのは，9月中旬と下旬の能登地区のみで，加賀地区では最高でも9月上旬の25%であった。また新鮮感染を示す2ME感受性抗体の出現は，加賀地区では9月上旬から下旬にかけて3頭，能登地区では8月中旬から9月上旬にかけて5頭みられたにとどまり，昨年の25頭に比しはるかに少なかった。詳細は別項に掲載した。

（担当：小坂）

表9　年齢層別にみた住民のA型肝炎ウイルスに対する抗体保有状況（EIA法による）

年齢層	調査対象者	抗体陽性者	陽性率(%)
0～9歳	24	1	4.2
10～19歳	46	0	0
20～29歳	37	0	0
30～39歳	40	3	7.5
40～49歳	33	19	58
50～59歳	26	20	77
60～69歳	29	25	86
70～79歳	17	15	88
計	252	83	32.9%

(3)「インフルエンザ流行予測・定点観測調査」（厚生省委託・健康推進課）（継続）

平成3年4月から平成4年3月にかけて，感染源調査としてのインフルエンザ様患者からのウイルス分離とワクチン株を抗原としてのHI抗体価測定を行った。患者の咽頭スワブ272検体からの10日卵とMDCK細胞を用いたインフルエンザウイルス分離では，平成4年1月から2月にかけてA(H1)型（Aソ連型）ウイルスを，また2月から3月にかけてはA(H3)型（A香港型）ウイルスを分離した。またHI抗体価の測定でも，1月から2月にかけて8人がA(H1)型ウイルスに，2月に1人がA(H3)型ウイルスに罹患したことが確認されており，この1991/92シーズンは，石川県では前半にいわゆるAソ連型が，後半にA香港型が流行したことが明らかとなった。分離ウイルスの抗原性状は，A(H1)型はワクチン株のA/山形/32/89株とは2～3管低い価を，A(H3)型もワクチン株のA/北京/352/89株とは2～3管低い価を示した。詳細は別項に掲載した。　（担当：木村，尾西，小坂）

(4)「小児上気道疾患からのウイルス分離」（継続）

平成3年1月から12月にかけて，金沢赤十字病院小児科外来に受診した「かぜ」患児の咽頭スワブを材料に，HEp-2細胞及び2種のRD-18S細胞を用いてウイルス分離を行った。その結果，251検体から102株のウイルスを分離した。分離率は40.6%で，昨年の62.6%に比較すると低かった。分離ウイルスの内訳は，エンテロウイルスは6型（CB-1，3，E-6，11，30，P-1）67株，パラミクソウイルスは1型（PI-3）4株，アデノウイルスは5型（Ad-2，3，4，5，6）29株，ヘルペスウイルスは1型（HS-1）2株で，昨年に比しアデノウイルスの分離株数の減が目立った。1カ月に5株以上分離されたウイルスと月は，CB-1（7～8月），E-30（6～8月）で，特にE-30は7月に25検体中17検体から分離され大きな流行があったと推定される。詳細は別項に掲載した。

（担当：木村，尾西）

2・2　ウイルス検査

2・2・1　行政検査

ウイルス行政検査は本年度1,593件で，昨年度に比し501件，24%の減となった。内訳を表10に示した。

〔感染症サーベイランス〕

本年度は78人79検体を対象にウイルス検査を行い，

表10　ウイルス行政検査の内訳

事業名	検査内容	件数	依頼先
感染症情報対策(サーベイランス)調査	ウイルス分離同定	200	厚生省・健康推進課
〃	ウイルス抗原検出	16	〃
日本脳炎流行予測(感染源)調査	豚血中日本脳炎HI抗体価測定	304	〃
インフルエンザ流行予測(感染源)調査	インフルエンザウイルス分離同定	576	〃
〃	インフルエンザHI抗体価測定	105	〃
集団かぜ発生時検査	インフルエンザウイルス分離同定	96	保健所・健康推進課
〃	インフルエンザHI抗体価測定	234	〃
MMR関連無菌性髄膜炎に伴う検査	ムンプス等ウイルス分離同定	62	厚生省・健康推進課
計		1,593	

表11　感染症サーベイランスのウイルス検査成績

疾病番号	対象疾病	人数	検体数	検出陽性数	検出ウイルス
(10)	乳児嘔吐下痢症	1	1	1	ロタ(A群)
(17)	咽頭結膜熱	1	1	1	アデノ4型
(18)	流行性角結膜炎	13	13	9	アデノ3型(2)，アデノ4型(6)
(20)	感染性髄膜炎（無菌性）	45	46	27	エコー30型(25)，ムンプス(2)
(21)	脳・脊髄炎	1	1	0	
(25)	陰部ヘルペス	15	15	10	単純ヘルペス1型(4)，2型(6)
	その他	2	2	0	
	計	78	79	48	

48検体からウイルスを分離検出した。対象疾病と検出ウイルスは表11に示したとおりである。

ウイルス分離は，５疾病と対象外疾病につき，62人63検体を対象に実施し，37検体からウイルスを分離した。分離率は59%であった。分離ウイルスの内訳は，エコーウイルス30型25株，ムンプスウイルス２株（以上無菌性髄膜炎患者髄液から），アデノウイルス３型３株，４型７株（以上眼スワブから）である。

ウイルス抗原検出は２疾病16人16検体について実施し，11検体が陽性であった。検出率は69%である。内訳はロタウイルス１件（EIA法による），単純ヘルペスウイルス１型４件，２型６件（直接蛍光抗体法による）である。

詳細は別項に掲載した。

〔集団かぜ〕

本年度におけるインフルエンザ様集団かぜの初発は平成３年11月15日，松任保健所管内の１保育所から報告があり調査を行ったが，腹部症状のみしかみられなかったこと等からインフルエンザウイルスによる可能性は低かった。このシーズンの本格的な流行は１月に入ってからで，確認できた初発は１月14日に発生した金沢市泉野保健所管内の１小学校での集団かぜである。石川県での集団かぜの発生はその後金沢市を中心とした８市14町１村で流行をみせ，終発の輪島保健所管内の１中学校の発生があった３月９日まで，95施設において，在籍41,142人中12,702人が罹患し，2,756人が欠席した。この規模は昨シーズンを若干下回るもののほぼ同規模であった。このシーズン中，１月に県下の保健所から管内初発施設を中心に９校43人の検体が送付され，咽頭スワブからのウイルス分離と対血清のHI抗体価測定を行った結果，インフルエンザウイルスは分離できなかったものの，血清学的に９施設24人がA(H１)型ウイルスに罹患したことが確認された。詳細は別項に掲載した。

〔MMRワクチン接種後無菌性髄膜炎〕

本年度にMMRワクチンもしくはおたふくかぜ単味ワクチンを接種後髄膜炎症状を示し，保健所を経由して当所にムンプウイルス分離の依頼があった検体数は，前者関連14件（すべて１～２歳），後者関連２件（１歳と14歳）で，検体はすべて髄液であった。Vero細胞を用いてウイルス分離を行った結果，前者関連の検体から，５月と６月に各１株，10月に３株，12月に１株の計６株のムンプウイルスを分離した。これらウイルス株はワクチン株であるかどうかの鑑別を行うため，国立予防衛生研究所へ送付した。PCR法による遺伝子増幅後の制限酵素による切断パターンから，６株すべてがMMRワクチンに用いられている占部株に由来する可能性が高いとの成績が得られた。

その後，厚生省予防接種研究班からの要請で，MMR関連無菌性髄膜炎患者とエコーウイルス30型との関連の有無について，Vero細胞以外の分離系を用いてウイルス分離を行った。その結果，RD-18S細胞では３株のムンプスウイルス（すべてVero細胞で分離済み）のほか，４月の１検体からエコーウイルス30型を分離した。同様にHEp-２細胞でも３株のムンプスウイルスと１株のエコーウイルス30型を分離した。RD-18S細胞とHEp-２細胞で共に分離されたのはムンプス２株とエコー30型１株である。詳細は別項に掲載した。

２・２・２　依頼検査

ウイルス依頼検査は，本年度は9,282件で，昨年度より1,212件多く，15%の増であった。

〔ウイルス分離〕

検体の内訳と検査成績を表12に示した。ウイルス分離の依頼は23人28検体で，うち５人５検体からウイルスを分離した。内訳は髄液５検体と糞便１検体からのエコーウイルス30型，髄液１検体からのアデノウイルス５型である。

〔ウイルス等血清反応〕

ウイルス等血液反応は，常時実施しているHI試験10項目及びCF試験20項目のほか，ツツガムシ病リケッチアに対するCF抗体価の測定を行った。項目別の月別受付状況は表13に示したとおりで，HI試験は3,121件で昨年度に比し358件の増，CF試験は6,133件で，

表12　ウイルス分離依頼検査成績

検体名	検体数	分離陽性数	分離ウイルス
髄液	16	4	エコー30型(3)，アデノ５型(1)
血清	12	0	
糞便	3	1	エコー30型
気管洗浄液	2	0	
咽頭スワブ	2	0	
喀痰	1	0	
腹水	1	0	
尿	1	0	
計	28	5	

表 13　　ウイルス等血清反応の月別・項目別依頼件数

検査項目（試験法）	平成3年 4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平成4年 1月	2月	3月	計
インフルエンザA(HI)	15	9	9	33	17	9	13	9	17	8	32	15	186
〃 B(〃)	15	9	9	32	17	9	13	9	17	8	32	15	185
パラインフルエンザ1(HI)	15	7	9	29	18	7	9	5	18	8	22	14	161
〃 2(〃)	15	7	9	29	18	7	9	5	18	8	23	14	162
〃 3(〃)	15	7	9	29	20	7	10	5	18	8	23	14	165
〃 4(〃)	13	7	9	29	20	7	9	5	18	8	22	14	161
ムンプス(HI)	14	16	28	32	19	15	10	7	12	10	23	11	197
麻疹(HI)	14	25	31	39	21	19	19	5	16	6	28	11	234
〃 (CF)	9	18	28	36	19	15	13	5	16	6	28	7	200
風疹(HI)	133	149	187	163	158	127	131	102	90	133	108	126	1,607
〃 (CF)	13	18	29	33	23	13	13	4	15	6	29	12	208
日本脳炎(HI)	2	2	1	16	12	5	2	1	9	4	13	0	67
アデノ3(CF)	11	8	13	18	8	7	6	5	10	7	28	10	131
単純ヘルペス1(CF)	118	130	147	164	136	123	129	108	100	131	112	122	1,520
水痘・帯状疱疹ヘルペス(〃)	12	28	22	51	34	17	15	8	18	25	34	12	276
サイトメガロ(〃)	119	126	151	146	142	120	152	107	100	133	112	122	1,530
RS (CF)	3	2	1	3	3	3	4	5	8	5	10	7	54
ポリオ1(CF)	5	1	0	3	2	1	3	0	1	2	1	0	19
〃 2(〃)	5	1	0	3	2	1	3	0	1	2	1	0	19
〃 3(〃)	5	1	0	3	2	1	3	0	1	2	1	0	19
コクサッキーA 4(CF)	13	17	24	55	29	15	15	11	23	12	34	13	261
〃 9(〃)	13	17	24	55	29	15	14	11	23	12	34	13	260
コクサッキーB 2(CF)	13	17	24	55	29	15	15	11	23	12	34	13	261
〃 3(〃)	13	17	23	55	29	15	14	11	23	12	34	13	261
〃 4(〃)	13	17	23	55	29	15	14	11	23	12	36	13	263
〃 5(〃)	13	17	23	55	29	15	14	11	23	12	34	13	261
エコー 3(CF)	13	5	10	23	12	9	15	9	18	8	32	12	166
〃 6(〃)	13	5	8	23	12	9	15	9	18	8	32	12	164
〃 9(〃)	13	5	8	23	12	9	15	9	19	9	32	13	167
マイコプラズマ(CF)	9	7	7	10	6	6	7	2	9	4	20	7	94
ツツガムシ病(CF)	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
HI試験	251	238	301	431	320	212	225	153	233	201	326	230	3,121
CF試験	429	457	565	869	587	409	479	337	472	420	678	431	6,133
計	680	695	866	1,300	907	621	704	490	705	621	1,004	661	9,254
（有料件数の再掲）	(501)	(552)	(676)	(869)	(702)	(462)	(540)	(403)	(458)	(487)	(551)	(513)	(6,714)

852件の増であった。依頼件数が多かった検査項目は，例年と同じく風疹（HI），単純ヘルペス（CF），サイトメガロ（CF）の3項目で，全体の50％を占めている。月別では7月（1,300件）と2月（1,004件）が1千台で，5百未満と少なかったのは11月（490件）で，月平均は771件であった。

2・3　血清検査

2・3・1　行政検査

本年度の血清行政検査は1,160件で，昨年度より1,047件も少なく，47％の減であった。これは成年健

表14　血清行政検査の内訳

事業名	検査内容	件数	依頼先
B型肝炎母子感染防止対策調査	HBs抗原検査（RPHA法）	380	健康推進課・保健所
〃	HBs抗体検査（PHA法）	327	〃
〃	HBe抗原・抗体検査（EIA法）	106	〃
B型肝炎ワクチン接種に伴う検査	HBs抗原検査（RPHA法）	43	衛生総務課・保健所
〃	HBs抗体検査（PHA法）	105	〃
〃	HBc抗体検査（EIA法）	62	〃
性病健康診断	TP抗体検査（FTA-ABS法）	35	健康推進課・保健所
エイズ抗体検査	HIV抗体検査（PA法）	102	衛生総務課・保健所
計		1,160	

康調査に際して，B型肝炎予防対策としてHBs抗原抗体検査を実施していたものが，本年度以降中止になったことによるものである。本年度の内訳は表14に示した。

〔B型肝炎母子感染防止対策〕

B型肝炎ウイルスの母子間垂直感染によるキャリア化を防止する目的で，昭和61年度から国が主体となって実施している事業で，妊婦を対象にHBs抗原のチェックとHBs抗原陽性検体についてのHBe抗原抗体の検出を行うもので，津幡保健所管内については当所でスクリーニングを行った。本年度HBs抗原抗体検査を行ったのは327人で，うち2人（0.6%）がHBs抗原陽性，27人（8.3%）がHBs抗体陽性であった（表15）。またHBs抗原陽性検体については，県下3検査課保健所分も合わせて，HBe抗原抗体検査を実施した。その結果53人中17人（32%）がHBe抗原陽性，36人（68%）がHBe抗体陽性であった（表16）。

表15　妊婦のHBs抗原抗体検査成績（津幡保健所管内分）

項目	検体数	陽性者(陽性率)
HBs抗原検査	327	2（0.6%）
HBs抗体検査	327	27（8.3%）

表16　妊婦（HBs抗原陽性）のHBe抗原抗体検査成績

保健所	検体数	HBe抗原陽性者(陽性率)	HBe抗体陽性者(陽性率)
小松	36	12（33%）	24（67%）
七尾	12	12（17%）	10（83%）
輪島	3	2（67%）	1（33%）
津幡	2	1（50%）	1（50%）
計	53	17（32%）	36（68%）

〔B型肝炎ワクチン接種に伴う検査〕

県が保健所等で血液を取り扱う業務に従事する職員のうち，B型肝炎ワクチン接種を希望する者に対し，事前にHBs抗原抗体検査及びHBc抗体検査を実施し，HBs抗原抗体共に陰性の対象者にのみワクチン投与するものである。本年度は43人の希望者があり，事前検査の結果，HBs抗体陽性7人，HBc抗体陽性3人（すべてHBs抗体陽性）で，ワクチン接種対象者は36人となった。ワクチン接種1回後と2回後にはHBs抗体検査を，3回接種後にはHBs抗体及びHBc抗体検査を実施した。3回すべて接種を行ったのは19人，うち13人がHBs抗体を獲得していた。陽転率は68%，平均抗体価（PHA法による）は$2^{5.8}$であった。内訳を2の指数で示すと，2（1人），3（2人），6（2人），7（2人），8（2人），9（2人），10（2人）である。

〔エイズ抗体検査〕

金沢市を除く県下8保健所のエイズ相談窓口を経由して当所へ行政検査依頼された検体は102件あり，昨年度が23件であったのに比し4.4倍の増であった。月別の受付状況を表17に示したが，平成3年12月1日の国際エイズデイの新聞報道を境として急増した感があり，4月～11月の平均が1.9件と昨年度と同じであったのに対し12月以降は21.8件と10倍以上になっている。

〔梅毒血清反応検査〕

成年健康調査並びに妊婦等の性病健康診断で，更にFTA-ABS法による梅毒トレポネーマ抗体の検出を希望する血清検体が，

表17　月別エイズ抗体検査検体受付状況

年　月	行政検査	依頼検査		計
	県保健所	市保健所	その他	
平成3年4月	4	7	26	37
5月	1	4	35	40
6月	0	5	30	35
7月	5	3	39	47
8月	1	3	30	34
9月	2	2	23	27
10月	0	1	36	37
11月	2	0	28	30
12月	13	33	64	110
平成4年1月	15	39	73	127
2月	27	40	32	99
3月	32	60	47	139
計	102	197	463	762

県内2検査課保健所から35検体寄せられ検査を実施したところ，1検体のみTP抗体陽性であった。

2・3・2　依頼検査

すべてエイズ抗体検査で，本年度は昨年度より135件多い660件の依頼があり，26%の増であった。このうち金沢市の2保健所のエイズ相談窓口を経由した依頼が197件あり，金沢市を除く県下8保健所からの依頼と同様，平成3年12月以降は急増している。ちなみに4月～11月の平均が3.1件と昨年度並であったのに対し，12月以降は月平均43件と14倍になっている。一方，衛生検査所等からの依頼は依頼件数の減もあって減少した（表17）。

食品薬品部事業概況

今年度，食品薬品部は食品第1担当，第2担当を整理して，食品担当と従来からの薬品担当と合わせて2担当制となった。これに伴い食品第2担当業務の一部を化学調査室へ移管した。

業務的にみると，調査研究についてはそれぞれの担当で後述することになるが，前年度からの「食品中の有害物質に関する調査研究」，「食品の赤カビ毒に関する調査研究」，「漢方エキス製剤の品質確保に関する研究」の3課題を継続して実施している。一方，行政試験としては，四季における観光行楽地の食品中の添加物残存量のチェックや，食器具や容器包装からの有害溶出物試験，更には輸入食肉中の残留抗菌性物質，残留農薬試験などがあった。また新らしいところでは，住民の栄養摂取状況調査に係る分析とし，日常食のタンパク質含量の調査を実施した。

今年度から2担当制になったことに伴い，薬品担当の行政成績は，従来から継続の市販医薬品の品質試験，食品中の水銀，PCB汚染調査，畜産食品中の残留抗菌剤検査などに加えて，食品第2担当で行っていた果物，野菜等の農薬残留調査，玄米中のカドミウム濃度調査，更に，化学物質汚染実態調査（生物モニタリング調査）として，本県産ムラサキガイのPCBやフタール酸エステル類などの試験が加わった。

当部で実施している各種事業の概要は以上のとおりであるが，こうした事業の目標はいうまでもなく食品に含まれる化学的汚染物質並びに添加物に関連した危険から人の健康を守ることであり，就中，微量の有害化学物質による食品の汚染は慢性疾患の原因となる可能性もあり，今日の食品の安全性を考える上で重要な関心事となっている。従って，食品の汚染実態調査（監視）は欠くことのできない継続事業であるが，これからはより能動的な視点に立って，食品の汚染の防止又は減少のための施策を立案・計画し，これを積極的に推進していくことが更に重要な課題と考えられる。

（担当：細坪）

1　食品担当

本担当では，食品，食品添加物，食品の器具及び容器包装に関する調査研究，試験検査を実施している。

調査研究では，「食品中の有害物質に関する調査研究」を実施した。

試験検査では大部分が行政試験であり，各種食品及び製造業の一斉取締り等に伴う収去試験が主体であった。また，昨年度に引き続き，食肉中の残留物質検査として抗菌性物質及び残留農薬の実態調査を，更に本県の特産品である九谷焼食器，山中塗食器，輪島塗箸についての規格試験も実施した。

（担当：坂本）

1・1　調査研究

「食品中の有害物質に関する調査研究」（継続）

今年度は，「陶磁器製及びガラス製食器からの有害金属の溶出について」として，陶磁器製食器等から溶出する有害金属について調査研究した。（別記掲載）

（担当：玉井，泉，坂本）

1・2　試験検査

1・2・1　行政試験

行政試験608件（1,581項目）の内訳は表1のとおりである。

〔食品衛生一斉取締りに伴う試験〕

全国一斉食品衛生取締りによる食品の試験は，夏期（7～8月）及び年末（12月）の2回実施した。試験した件数273件で違反例はなかった。

また，春秋2回の観光行楽地の土産食品の試験や各種食品製造業の一斉取締り試験，合成樹脂製食品用器具類の規格試験，チーズ，清涼飲料水，菓子，柑橘類，バナナなどの輸入食品の食品添加物試験等を実施し，春の観光行楽地の土産食品の試験において合成保存料の使用基準違反が1件（つくだ煮）あった。

なお，例年実施していた魚肉ねり及び食肉製品製造業並びに清涼飲料水製造業の一斉取締りに伴う収去試験は国体開催のため，夏期食品一斉取締りに含めて実施した。

また，輸入食肉中に残留する抗菌性物質（スルファジミジン）及び農薬（総DDT，総BHC，ディルドリン，ヘプタクロル）の試験を行ったが，いずれも検出されなかった。その他，本県の特産品である九谷焼食器，山中塗食器，輪島塗箸についての規格試験も実施し，九谷焼食器について規格基準違反が2件あった。

〔その他の行政試験〕

住民の栄養摂取状況調査に関して，辰口町，志賀町の2町各20名の日常食について一日摂取タンパク質量を測定した（最高4.6%，最低2.1%，平均3.2%）。

表 1　　食品担当行政試験の内容及び不適件数

事業名	対象	試験内容	検体数（項目数）	不適件数及び内容
夏期食品一斉取締り	魚介乾製品，めん，漬物等	保，着，漂，品，酸，甘，発	130（335）	
年末食品一斉取締り	菓子，魚肉ねり製品，食肉製品等	保，着，漂，品，酸，甘，発	143（358）	
春・秋の観光行楽地の食品衛生一斉取締り	漬物，魚介加工品，菓子等	保，着，漂，品，酸	110（307）	1つくだに（保）基準違反
輸入食品収去試験	キャンデー，チーズ，バナナ，レモン等	保，着，漂，酸，甘，発，防	34（84）	
輸入食品中残留物質の収去試験	豚肉，牛肉	スルファジミジン，総DDT，総BHC，ディルドリン，ヘプタクロル	16（60）	
陶磁器等の収去試験	九谷焼食器	規格試験	34（68）	2 Cd 基準違反
山中塗食器及び輪島塗箸の収去試験	どんぶり，箸等	規格試験	40（94）	
合成樹脂製食品用器具・容器包装並びにおもちゃの収去試験	汁椀，折り紙，風船等	規格試験	61（247）	
その他の行政試験	日常食	タンパク質含量	40（40）	
計			608（1,593）	

保：保存料，着：着色料，漂：漂白剤，品：品質保持剤，酸：酸化防止剤，甘：甘味料，発：発色剤，防：防ばい剤

1・2・2依頼試験

カマボコ，チーズ中の合成保存料の含有量を測定した。

2 薬品担当

本担当では主として，医薬品・医薬部外品等の医薬品関係，毒劇物・特定化学物質等の化学物質関係及び食品中の有害物質関係についての試験，研究を実施している。

以下に本年度実施した試験，研究等の概要を述べる。

2・1　調査研究

「食品の赤かび毒に関する調査研究」（継続）

本研究は昨年度まで食品第2担当で実施したものである。検体は県内産大麦（3地区，6農家）で，本年度は従来測定してきたデオシニバレノール，ニバレノール，フザレノン-Xに加えゼアラレノンについても汚染状況を調査した。なお，同時に菌学的試験（国立衛生試験所へ依頼）も実施した。

（担当：瀬戸，小川，越野）

「漢方エキス製剤の品質確保に関する研究」（継続）

医療用漢方エキス製剤（エキス製剤）の品質の基本とされている標準湯剤の品質を明らかとしなければエキス製剤の品質を正しく評価することはできない。そこで，標準湯剤の品質を把握するため，昭和63年度から繁用生薬5種について，順次，単味での湯剤中への成分溶出挙動及び挙動に影響を及ぼす諸因子の理化学的解明調査を実施してきた。本年度からはここで得られた結果を踏まえ，複合系の実処方での挙動調査を開始することとし，まず対象処方としてエキス製剤で最も多用されている小柴胡湯とその類似処方の柴胡桂枝湯の2処方について調査した。また，これらのエキス製剤のメーカー間，ロット間の品質の差異についても調査した。

（担当：瀬戸，小川，越野）

2・2　試験検査

2・2・1　行政試験

本年度実施した行政試験の内訳は表2に示したとお

表 2　　薬品担当行政試験の内訳

事業名	対象	試験内容	検体数	項目数	依頼先
市販医薬品等一斉取締り	医薬品等	定量試験，崩壊試験等	59	209	衛生総務課
魚介類中水銀，PCB汚染調査	魚介類	総水銀，PCB	11	22	環境管理課
化学物質環境汚染実態調査	ムラサキイガイ	PCB，有機錫化合物等	6	72	〃
果実・野菜中の残留農薬調査	果実・野菜	BHC類，DDT類等	17	183	〃
玄米中のカドミウム濃度調査	玄米	カドミウム	6	6	環境衛生課
麻ひ性及び下痢性貝毒調査	かき等	麻ひ性貝毒，下痢性貝毒	24	38	〃
畜産食品中残留抗菌性物質調査	牛肉，鶏卵等	サルファ剤等	44	369	
計			167	899	

りである。

〔市販医薬品等一斉取締り〕

県内製造品21検体（浴用剤，点眼剤，生薬製剤等）及び県外製造品38検体（解熱鎮痛剤，ビタミン剤，漢方エキス製剤等）の計59検体，209項目について試験を行った結果，不良医薬品3検体が発見された。不良医薬品の内訳はエキス含量不適2検体，重量偏差試験不適1検体で，いずれも生薬製剤であった。

〔魚介類中水銀，PCB汚染調査〕

県内で漁獲された魚介類11検体について総水銀及びPCBを試験した。その結果，いずれの検体においても両成分とも暫定的規制値を下回っていた。

〔化学物質環境汚染実態調査（生物モニタリング調査）〕

昭和57年度からの環境庁委託事業で，化学調査室生物影響担当と分担して実施した。検体は本県産のムラサキガイで，本担当ではPCB，PCN，フタル酸エステル類，有機錫化合物，水分，脂肪分について試験を行った。また，生物モニタリング参加自治体間の精度管理事業にも参加し，有機錫化合物（6種）について試験を実施した。

〔麻ひ性及び下痢性貝毒調査〕

主として七尾西湾産のかきについて6～11月に4回，24検体（麻ひ性貝毒24件，下痢性貝毒14件）を調査した。その結果，すべて不検出であった。

〔畜産食品中の残留抗菌性物質調査〕

本年度は平成3年10月，厚生省通知「畜水産食品の残留有害物質モニタリング検査実施要領」に基づき県内産の牛（7項目），豚（11項目），鶏（10項目）の筋肉と腎臓37検体及び鶏卵（5項目）7検体について試験を実施した。分析法は前年度検討した一斉分析法をベースとし，前年度の約10倍の369項目を試験したが，いずれの検体からも検出されなかった。

なお，今年度は一昨年の厚生省通知に新たに5物質が測定対象項目として追加されたため，前年度検討した一斉分析法にこれらを組み込む可能性についても若干の検討を行った。（別項掲載）

（担当：越野，小川，瀬戸）

〔果実・野菜中の残留農薬調査〕

前年度同様，県内で生産された17品目について食品衛生法に基づき183件の試験を行った。その結果，2品目から3農薬が検出されたものの，いずれも基準値を大幅に下回っていた。

〔玄米中のカドミウム濃度調査〕

小松市梯川流域において土地改良事業が完了した水田からの産米中のカドミウム汚染状況について調査した。本年度は動向調査地域6地区，6件について試験したが，いずれの検体も基準値を大幅に下回った。

2・2・2　依頼試験

農薬関係12件，化学物質関係6件，医薬品3件の計21件について実施した。

環境放射線部事業概況

当部の分掌業務は，①環境放射線に関する監視及び調査研究に関すること，②放射性同位元素使用施設の利用による調査研究及び試験に関することである。

平成2年7月から開始している志賀原子力発電所周辺の環境放射線監視（事前調査）業務など，環境放射線（能）に係る業務の整備・拡大に伴い，今年度から当所の環境部環境放射能担当を改組し，生態担当，物性担当の2担当からなる環境放射線部を新設してスタッフも6名（兼務3名）から部長以下7名（兼務1名）とするなど，組織の強化を図った。

各担当の業務は，生態担当では環境放射線（能）を生態学的側面から，また，物性担当では物性学的側面からそれぞれ調査・研究することである。

また，2年度に発足した志賀町監視センターについては，従来どおり志賀原子力発電所に係る環境放射線常時監視等の業務を分担している。

今年度の事業のうち特記すべきものとしては，新庁舎への移転と機器整備及び緊急時環境モニタリング体制の整備が挙げられる。

まず，新庁舎への移転については，金沢市太陽が丘で平成2年度から建設が進められていた衛生公害研究所の環境放射線研究棟が平成3年9月に完成した。それに伴い，9月から10月にかけてGe半導体検出器付核種分析装置をはじめとする分析・測定機器などを三馬庁舎から移転し，11月1日から新庁舎での業務を開始した。

次に，機器整備については，新庁舎完成時に環境放射線監視テレメータシステムの整備・拡充を図ったほか，新たにモニタリングカーをはじめとし，TLD標準照射施設，高周波プラズマ発光分析測定装置（ICP-MS），液体シンチレーションカウンター，荷電粒子測定装置及び電解濃縮装置など，多数の分析・測定機器を整備した。機器整備に当たっては，平成3年5月から10月までの約6カ月間にわたって，具体的な装置構成・設計など機器仕様内容の検討，発注業者との打合せ，完成検査及び検収などの作業を行った。

また，緊急時環境モニタリング体制については，平成4年1月に緊急時迅速放射能影響予測システム（SPEEDI：System for Prediction of Environmental Emergency Dose Information）を整備したほか，「緊急時環境モニタリングの手引き」と「緊急時環境モニタリング測定機器使用マニュアル」を作成した。

なお，庁舎移転と機器整備に関連した事項として，環境試料中のストロンチウム，トリチウムの分析・測定については，志賀原子力発電所に係るモニタリング開始時の平成2年7月からサンプリングはしていたものの，分析・測定機器が未整備であったことや，特にGe半導体検出器付核種分析装置が移転のため約1カ月間使用不能となったことにより，これらの分析・測定業務が年度後半にずれ込んだが，業務遂行に遅滞が生じないよう努めた。

その他，原子力施設等放射能調査機関連絡協議会（福島県で開催）と今年度から本県も参加することとなった放射能分析確認調査技術検討会（東京都で開催）に出席して，それぞれ「石川県における環境放射線（能）監視について」説明したほか，「衛生公害研究所環境放射線部の新庁舎での業務開始について」（11月12日〔火〕）と「環境放射線測定車（モニタリングカー）及び緊急時迅速放射能影響予測システムの設置について」（3月27日〔金〕）それぞれ報道関係に報知（発表）した。

このように組織や施設・設備の拡充・強化によって，環境放射線に係る分析・測定，調査・研究が総合的に実施できるような体制になったが，今後更に，各担当の特性を伸ばしつつ全体として統一のとれた業務を推進するとともに，本県の原子力安全対策を支える研究部門として行政ニーズ等に応えていかねばならない。

しかし，環境放射線に係る試験・研究業務については，原子力施設の立地先行自治体における試験研究機関の技術力との間にかなりの差があることを肝に銘じて，本県の環境放射線測定に関する技術力の錬磨に努めなければならない。このような観点から，分析・測定技術の向上を図るため，翫技師が「トリチウム分析法」（9月1日～9月7日），内田技師が「ストロンチウム分析法」（6月24日～7月12日）と，共に（財）日本分析センター主催の研修を受講した。

いずれにしても当部の役割は，その業務を通じて，県の原子力安全対策に資することであり，原子力安全対策に係る研究課題への取り組みとともに，問題解決のための技術支援を的確に行っていく必要がある。また，関係自治体の試験機関のネットワークの一員とし

ての役割を分担すること，国及び各地方自治体の機関との連携・協力を円滑に行うことが肝要である。

環境放射線モニタリング業務は，基本計画や年度計画により分析・測定するに止まるものから，そのシステムの設置・運用の全体に渡るものまで様々であり，いずれも技術性の高い業務であって，積極的に取り組む必要があると考えている。　　（部長：矢鋪）

1 生 態 担 当

生態担当の主な業務は，①原子力発電所周辺の環境放射線モニタリングに係る環境試料調査に関すること，②科学技術庁委託「環境放射能水準調査」に関すること，③環境放射能に係る調査・研究，試験・検査に関すること，④放射性同位元素等使用施設の放射線安全管理に関すること，などである。

これらの業務のうち，最重点課題は本県初の原子力発電所である志賀原子力発電所が平成4年度に試運転開始の予定であることから，周辺住民の健康と安全を守り，生活環境の保全を図るため，環境モニタリングという社会的要請に的確に対応していくことである。

しかし，環境モニタリングについては，施設整備，機器整備等が年度途中でようやく完了したこと，操作経験の熟度が低い分野もあることから，サンプリング，前処理等を含めた測定技術の向上が緊要な課題となっている。

また，新たに「放射性同位元素等使用許可施設」としてRI実験棟を設置し，TLDの標準照射やRI溶液からの標準線源の作成が可能となった。なお，当該施設は関係法令でその管理・運用が厳しく規定されており，今後は法に従って適正に使用していくこととしている。

個別事業の実施状況は以下のとおりである。

（担当：牛島）

1・1 調査研究

「環境放射性物質の挙動に関する研究」（継続）

本研究は，環境放射性物質の測定や環境放射線モニタリングに必要なノウハウ，情報等の取得・蓄積を目的として実施している。

本年度は大気浮遊じん中の短寿命放射性核種，特にU系列核種の一員であるBi-214，Pb-214に着目して半減期測定を試みるとともに，アンダーセンハイボリウムエアサンプラーを用いて大気中放射性核種の粒径による分別とその濃度分布を明らかにした（別項掲載）。

（担当：甕）

1・2 志賀原子力発電所周辺の環境放射線・環境放射能監視事業

県，志賀町及び事業者は，環境放射線及び環境試料中のバックグラウンドレベルとその変動特性を把握し，発電所操業後の環境放射線監視に資するため，「石川県原子力環境安全管理協議会」の議を経て定められた計画に基づき，試運転開始の2年前にあたる平成2年7月より発電所周辺の環境放射線（能）の事前調査を行っている。

この調査のうち，本担当は，各種環境試料中の放射能測定を担当し，発電所からの距離，気象要素，人口分布，土地利用状況及び季節変動等を考慮して試料採取を行った。

具体的には，陸上試料として降下物（雨水ちり），大気浮遊じん，陸水，指標植物（松葉），土壌，農畜産物（牛乳，穀類，野菜），また，海洋試料として海水，海底土，指標海産物（ホンダワラ），海産物（魚介藻類）を対象として調査を行った。

調査対象核種は，人工放射性核種を中心に，γ線放出核種としての，Cs-137，Co-60，I-131等，またβ線放出核種としてのSr-90，H-3である。

なお，測定は，γ線スペクトル分析又は放射化学分析による放射性核種分析法及び全β放射能測定法とし，科学技術庁編「放射能測定法シリーズ」に準じて行った（表1参照）。

1・3 環境放射能（線）測定機器の整備

本年度は測定機器整備の最終整備の最終年度でもあり，太陽が丘庁舎の完成を待って多数の機器類を整備した。

そして，必要に応じての移動測定や，測定機器未整備のため徒来測定できなかったSr-90，H-3の測定が可能となり，環境放射能（線）測定体制の整備は完了した。以下は主要機器の概要である。

(1) モニタリングカー

空間線量率（低線量率，高線量率）の連続測定器やダストサンプラー，ヨウ素モニター，NaIシンチレーション測定器，Ge半導体検出器付核種分析装置，気象観測装置（風向，風速）を備え，データ処理機能（ラップトップパソコン）を搭載して，いわば動く観測局といえる機能を持たせた。

(2) TLD標準照射施設

放射能量が既知の標準となるγ線源（Cs-137，Ra-226，Co-60）を用いて一定量のγ線量を照射する装置であり，本装置の設置により空間の積算線量測定に使用するTLD（熱ルミネッサンス積量計）素子や計

表 1　志賀原子力発電気周辺環境放射線監視年度計画
（環境試料の採取地点及び頻度）

測定試料			採取地点	採取頻度	測定項目		
					機器分析	放射化学分析	
						^{90}Sr	^{3}H
陸上試料	降下物（雨水ちり）		志賀町安部屋（志賀観測局） 富来町福浦港（福浦観測局） 金沢市（衛生公害研究所）	毎月	○		
	大気中放射性物質（大気浮遊じん）		志賀町安部屋（志賀観測局）	連続	○		
			富来町福浦港（福浦観測局） 金沢市（衛生公害研究所）	毎月	○		
	陸水（水道水）		志賀町高浜 富来町地頭	年4回	○		○
	土壌（2層）		志賀町若葉台 志賀町直海	年1回	○		
	指標植物（松葉）		志賀町若葉台 富来町三明	年4回	○		
	農畜産物	牛乳	志賀町安部屋	年4回	○	○	
		精米	志賀町直海 富来町貝田	年1回（収穫期）	○	○	
		白菜 大根	志賀町赤住 志賀町直海 富来町福浦港	年1回（収穫期）	○	○	
		地域特産物 スイカ	志賀町倉垣	年1回（収穫期）	○		
		地域特産物 柿	志賀町矢田	年1回（収穫期）	○		
		地域特産物 アスパラガス	富来町貝田	年1回（収穫期）	○		
海洋試料	海水		志賀町赤住（辰田）地先 志賀町赤住（宮の先）地先 富来町福浦港（吉良）地先	年1回	○		○
	海底土		志賀町赤住（辰田）地先 志賀町赤住（宮の先）地先 富来町福浦港（吉良）地先	年1回	○		
	指標海産物（ホンダワラ）		志賀町赤住（松戸）地先 志賀町百浦地先 富来町福浦港（水之間）地先 富来町福浦港（丹和）地先	年3回	○		
	海産物	イワノリ	前面海域（2か所）	年1回（漁期）	○		
		ワカメ		年1回（漁期）	○	○	
		サザエ		年2回（漁期）	○	○	
		チダイ		年1回（漁期）	○	○	
		メバル		年1回（漁期）	○	○	
		ヒラメ		年1回（漁期）	○		
		キス		年1回（漁期）	○		

測装置の校正を行ったり，電離箱やNalサーベイメーターの精度確認等の「空間線量測定における自己精度管理」が可能となった。

(3) 高周波プラズマ発光分析測定装置（ICP-MS）

元素をプラズマにてイオン化し質量分析器により多元素同時分析が可能な装置で，その分析感度はpptオーダーであるので超微量分析が可能となった。

これにより，Sr分析における回収率測定以外に長半減期核種や超ウラン元素の測定，同位体比測定等が可能となった。なお，本装置は地方自治体では初の導入であり，今後その性能をフルに活用し調査・研究に役立てたい。

(4) 液体シンチレーション測定装置

軟β放出核種（H-3，C-14）は，その放出エネルギーが低いため通常の測定器では測定できないが，本器では試料をシンチレーターに混合し測定を可能とした装置である。

これにより，従来測定が出来なかったH-3の測定が可能となった。

(5) 低バックグラウンド放射能自動測定装置

従来の測定機器ではバックグラウンドが高すぎたため測定不能であったSr-90，Co-60等の測定が，極めてバックグラウンドを低くした本装置の導入により可能となった。

(6) 荷電粒子測定装置

シリコン検出器を用いてα線放出核種及びβ線放出核種から放出される荷電粒子のエネルギーを弁別し，そのスペクトル分析を行う装置で，主としてSr-89の定量に用いるほか，調査・研究に役立てることとしている。

(7) 電解濃縮装置

環境試料中のH-3は極めて低濃度であるため，試料によっては濃縮を行う必要がある。本装置は，電気分解によって試料中のトリチウムを測定可能なレベルまで濃縮する装置である。

1・4 環境放射能水準調査（科学技術庁委託）

科学技術庁は放射能監視ネットワークを構築しており，全都道府県に本調査（7都府県については，「放射能測定調査」）を委託し，本県もその一員として昭和34年よりこの調査に参加している。

本調査ではフォールアウト等による環境放射能の水準を把握するため，Nal（TI）検出器による空間線量連続測定（物性担当）及びGe半導体検出器やGM計数器を用いての降下物（日毎降雨，月間雨水ちり），上水，土壌，農畜産物，海産物，日常食といった試料中の放射能測定を実施している。

平成3年度における測定結果は，平年並みの水準であり，Cs-137以外の人工放射性核種は検出されなかった（別項掲載）。　　（担当：内田）

1・5 放射能分析確認調査

原子力発電所立地県の環境放射線（能）監視における精度管理を目的に，科学技術庁の委託で放射能分析の専門機関である（財）日本分析センターと相互に同一試料（一部前処理含む）や標準試料等の測定を行うことにより，放射能分析結果の信頼性を確認するとともに，環境試料の採取，前処理，測定法等一連の環境放射能分析技術の向上を目的とした事業である。

本県でも，本年度よりこの事業に参加し，放射能測定分野では，試料分割法，標準試料法でγ線核種分析法によって46試料，H-3分析について4試料，Sr分析について5試料を，また放射線測定分野（物性担当）では試料分割法，標準照射法で55試料についてクロスチェック分析・測定を行った。

1・6 原子力広報安全対策事業

〔環境放射線測定教室〕

原子力や環境放射線に対する正しい知識の普及・啓蒙を目的として，平成2年度より高等学校の教師及び生徒を対象に身近な試料を使用した放射能測定実習を行っている。

本年度は，家庭用電気掃除機を用いて集塵し，塵中の放射能をGM計数装置やGe半導体検出器を用いて測定し，半減期や核種の推定等を実習するとともに，太陽が丘庁舎（中央監視局）見学会を実施し，環境放射線テレメーターシステムをはじめ各種の測定機器について説明，紹介した。

・開催場所　金沢市，志賀町，富来町
・対　　象　高等学校の教師及び理科クラブ等の生徒　延べ60人

2 物 性 担 当

物性担当の主な業務は，①原子力発電所周辺の環境放射線モニタリングに係る環境放射線常時監視システムの管理に関すること，②測定局及び測定機器の整備及び保管に関すること，③環境放射線常時監視システムデータの管理及び報告に関すること，④緊急時における措置に関すること，⑤空間放射線測定に係る調査研究及び試験検査に関すること，などである。

環境放射線は測定条件や環境条件の変化に追随して変動することが知られており，また，原子力発電所周辺の環境放射線監視においては，発電所の運転開始前

における環境放射線のバックグラウンドレベルとその変動特性を把握しておくことが，運転開始後の変動要因を解明する上で重要であるとされている。

石川県ではこのような点に着目して，平成4年度に試運転開始が予定されている志賀原子力発電所について，試運転開始2年前の2年度から2年間にわたる事前調査を実施している。

事前調査については，環境放射線の変動状況及び変動要因の解析・評価が緊要な課題であり，この課題に対する積極的な取り組みが当担当にとって当面の任務である。（担当：酒井）

2・1　調査研究

「石川県における空間線量調査」

空間放射線のレベル，分布等の概況を把握するため，昭和53年度より環境放射能調査を開始し，その一環として可搬型 Ge 半導体検出器を用い，大地寄与分を対象に土壌中に含まれる放射性核種から放出されるγ線のエネルギースペクトルを測定し，U系列核種，Th系列核種，K-40の成分別線量率を評価し，表層地質と線量率との関係について検討した（別項記載）。

（担当：中谷）

2・2　志賀原子力発電所周辺の環境放射線監視事業

環境放射線モニタリングは，空間線量率，積算線量及び環境試料中の放射能の測定からなるが，当担当ではこれらのうちテレメータシステムによる空間線量率，大気浮遊じん中の全α・全β放射能及び大気中放射性ヨウ素を連続測定するとともに TLD による3カ月間の積算線量測定を実施している。

大気中放射性ヨウ素は，緊急時における測定項目となっているので，いつでも稼働できるよう毎月数時間のならし運転測定を実施している（表2，3）。

表2　環境放射線監視テレメータシステム（自動観測）による測定

区分			単位	志賀町			富来町		辰口町
				志賀局	赤住局	直海局	福浦局	熊野局	辰口局
空間放射線	低線量率	全線量率	nGy/h	○	○	○	○	○	○
		全計数率	cps	○	○	○	○	○	○
		SCA(1)	nGy/h及びcps*	○	○	○	○	○	○
		SCA(2)		○	○	○	○	○	○
		SCA(3)		○	○	○	○	○	○
	高線量率		nGy/h	○	○	○	○	○	
大気中放射性物質	大気浮遊じん	全α線	mBq/m³	○					
		全β線	mBq/m³	○					
	ヨウ素		mBq/m³	○					
気象要素	風向		16方位	○	○	○	○	○	○
	風速		m/s	○	○	○	○	○	○
	日射量		kW/m²	○			○		
	放射収支量		kW/m²	○			○		
	気温		°C	○			○		
	湿度		%	○			○		
	降水量		mm/h	○			○		○
	積雪深		cm	○			○		
	感雨雪		有・無	○			○		
	感雷		mV	○					
局舎，測定器，テレメータの診断情報				○	○	○	○	○	○

＊SCA(1)～(3)：エネルギー領域を3分割し，個々の線量率及び計数率を測定

表3　TLDによる積算線量の測定

TLD設置数　（　）内は自動観測局併設分			
志賀町	12（3）	鳥屋町	2（0）
富来町	8（2）	鹿西町	2（0）
中島町	2（0）	羽咋市	2（0）
田鶴浜町	2（0）	辰口町	1（1）
計	31（6）		

これらの測定結果のうち，特に空間線量率については，変動特性について，降水量，感雨雪及び積雪深との関係から解析を進めている。

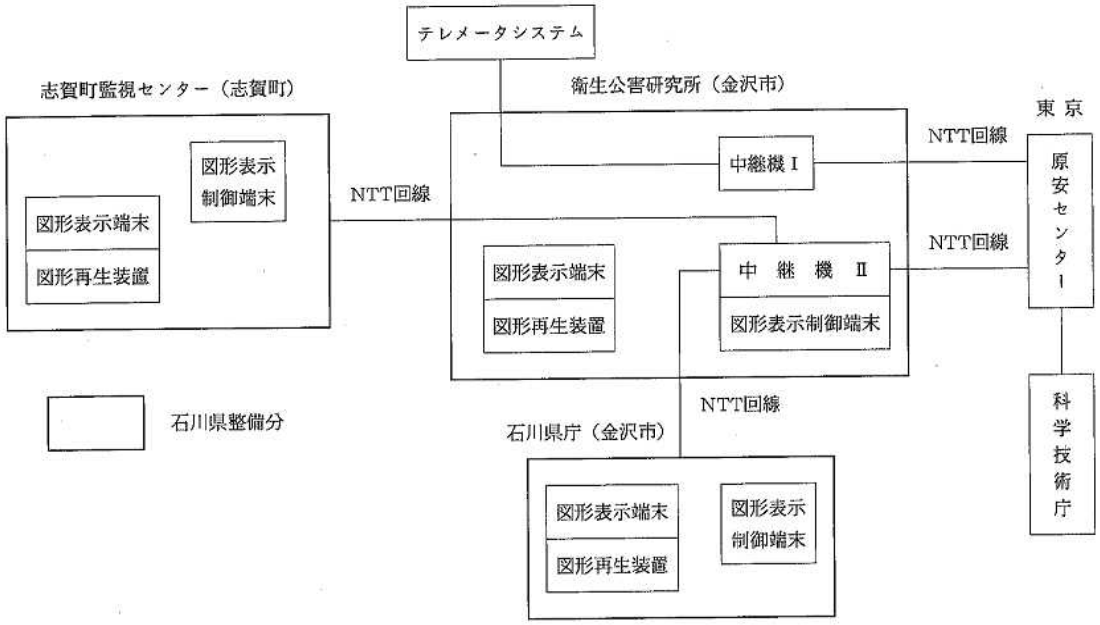


図 1　　緊急時迅速放射能影響予測システム概念図

2・3　テレメータシステムの整備

太陽が丘庁舎の新築移転に並行して，衛生公害研究所・中央監視局のオンラインシステムを完成させ，11月から運用を開始した。これに伴い，オンラインシステムによる常時監視は，中央監視局と志賀町監視センター（2年度から運用）との2カ所で行えることとなり，どちらかが万一の障害により機能を停止することがあっても監視業務を実施できる体制を整えた。

また，中央監視局のシステムについては引き続いて，オフライン機能の整備を行い，月報・年報等の報告書作成，時系列変化・風配図等のグラフ出力及びTLD・モニタリングカー測定結果等の集計・解析・評価の機能等を整備した（別項掲載）。

さらに，平成元年度に整備したシステムについて，ディスク管理，磁気テープの入出力等，幾つかの点について改善し，年度内にテレメータシステム全体の整備を完了した。

2・4　環境放射線監視施設・設備の保守点検

環境放射線監視施設・設備の保守点検は以下のものについて民間委託により実施している。

- 環境放射線観測局保守点検委託業務
- 環境放射線監視テレメータシステム保守点検委託業務
- 環境放射線監視テレメータシステム環境放射線測定装置保守点検委託業務
- 環境放射線監視テレメータシステム気象観測装置保守点検委託業務
- Ge半導体検出器付核種分析装置保守点検委託業務

これらの保守点検委託業務内容は，環境放射線観測局業務については主に観測局の清掃，放射線測定器及び気象観測装置の簡易な点検等である。テレメータシステムについては，志賀町監視センターのハードウェア及びソフトウェアの保守点検，また，環境放射線測定装置，気象観測装置及びGe半導体検出器付核種分析装置については検出器の感度校正等である。

2・5　緊急時環境モニタリング体制の整備

志賀原子力発電所の原子力防災計画に係る緊急時環境モニタリング体制整備の一貫として，モニタリング要員の研修用テキストを作成した。一つは，緊急時環境モニタリングの内容や測定機器について解説した「緊急時環境モニタリングの手引」，もう一つは，測定機器の使用法をフローチャート等で示した「緊急時環境モニタリング測定機器使用マニュアル」である。

2・6　緊急時迅速放射能影響予測システムの整備

緊急時迅速放射能影響予測システム（SPEEDI）は，原子力発電所から大量の放射性物質が放出されるような万一の事態（緊急時）に，（財）原子力安全技

術センター（以下「原安センター」という。）の中央処理計算機を用いて放出源情報（希ガス及びヨウ素放出量等）と気象観測値に基づき，空間放射線量や線量当量等を予測し，これらの予測情報を科学技術庁並びに関係自治体に提供するシステムである。

本年度整備したシステムは，中継機Ⅰ（県のテレメータシステムからの測定データを原安センターへ中継する機能），中継機Ⅱ（予測情報の受信機能，図形表示端末の制御機能），図形表示制御端末（図形表示端末の制御機能）図形表示端末（予測情報表示機能）及び図形再生装置（予測情報収録・再生機能）から構成されている。

中央監視局については，キーステーションと位置付けてシステムをフル装備とし，また，志賀町監視センターと県庁については，中継機Ⅰ・Ⅱを除いて装備し，予測情報の受信・表示・再生を可能とした（図1）。

平常時は，テレメータシステムからのデータを原安センターへ提供するとともに，緊急時に備え，様々なケーススタディについて，SPEEDIを利用した予測情報の収録・整理・検討を行っていくこととしている。

2・7　放射能分析確認調査

環境放射線監視における環境放射能分析・測定結果の信頼性の確認と測定技術の向上を目的として当所と分析専門機関（(財）日本分析センター）の測定結果とのクロスチェックを実施した。このうち当担当は積算線量測定について参加した。具体的には，①分割法（双方のTLDを同時に設置したものを対象）25件，②分析専門機関標準照射法（分析専門機関が標準照射したものを対象）15件，③分析機関標準照射法（当所で照射したものを対象）15件の3方法について実施し，ほぼ納得のゆく結果が得られた。

化学調査室事業概況

有機合成化学の進歩発達は誠に目覚ましく，これまで工業的に合成された化学物質は医薬品や農薬，繊維製品，合成樹脂，染料，香料等衣食住の様々な用途に直接又は間接的に使われ，これら諸製品の原料あるいは最終製品としての化学物質の種類と量は莫大な数に上っている。しかし，我々の生活を豊かで便利なものにしている化学物質は，その取り扱いを間違えれば時には人間への大きな危害の原因となることも，過去のカネミ油症事件やセベソでの事故で経験している。

化学物質の中でも，第2次大戦後の食糧増産と農業労働の軽減を目的に，急速に使用量が増大しつつあった農薬の環境と人への影響に，世間の目を最初に向けさせたのはレイチェル・カーソンである。今から丁度30年前の1962年に，DDT等の有機塩素系殺虫剤の野生生物に及ぼす影響を警告する「サイレント・スプリング」が出版され，現在に至るまでその警告の当否を巡って多くの議論が交わされ，それに応える努力もなされてきた。

我が国では，農薬を始めとする化学物質の製造と使用は，化学物質審査規制法の制定（昭和48年）や農薬取締法の改正によって規制され，化学物質による環境汚染の防止が図られるようになり，現在では使用が禁止もしくは厳しく制限されているものも数多い。

一方，この30年間の分析技術の開発・改良は日進月歩で，効果的な前処理方法と選択性の優れた高感度分析装置が，化学物質の環境残留性や人と動植物への有害性を評価する研究分野に積極的に導入されてきた。

振り返って，当所での化学物質の分析調査は，カネミ油症事件の発生した昭和43年に，県内での食用油のPCB汚染実態を調査したのが始まりで，以来，野菜，果実，牛乳等の残留農薬調査や魚類のPCB，有機水銀汚染調査，近年では有機塩素化合物による地下水汚染調査や第2次化学物質環境安全性点検調査，水田農薬空中散布環境調査，ゴルフ場散布農薬調査等その時々の化学物質に係る問題を解析するための科学的根拠としてのデータの蓄積と評価に努力が払われてきた。

この間，分析の対象となる化学物質と媒体の種類，検体数は増加の一途をたどってきたが，調査業務の増大に対応して，各種のガスクロマトグラフ分析装置や高速液体クロマトグラフ分析装置を整備し，昭和54年にはガスクロマトグラフ質量分析装置を導入する等調査体制の充実を図ってきた。

化学調査室は新設されて未だ2年ではあるが，この組織は突然誕生したのではなく，このような四半世紀にも及ぶ歴史を背景とするものである。平成3年4月に，化学調査室の業務の高度化・効率化を更に進めるため，「生物影響担当」と「環境物質担当」の2担当制となった。

生物影響担当では，従来食品薬品部の食品第2担当で分担していた業務を中心に，生物汚染モニタリング調査や有害化学物質の暴露量調査等，化学物質による生物影響に係る調査研究・試験検査を担当し，環境物質担当では，化学物質による環境（大気，水質，底質，土壌）汚染に関する調査や化学物質の環境中での動態調査等を分担することとなった。生物影響担当は3名，環境物質担当は2名と，両担当共人員的にいささか不足であるが，互いに協力し合って業務を遂行した。

有害な化学物質から人の健康と環境の保護を図るために，食品や食品添加物については食品衛生法，飲料水については水道法によって規制され，工場等からの排ガスや排水に関しては大気汚染防止法や水質汚濁防止法で排出基準が定められている。しかし，これらの法律で規制基準の設定されている化学物質の種類は限られており，未規制化学物質で，環境や生物試料から検出されるものも多い。

化学調査室では，分析方法や評価基準の決められていない化学物質を主な対象として，各種の媒体での統一的な分析方法により，人と環境への影響について整合性のある評価が出来ることを目標に業務を行っているが，環境庁が平成3年度から検討している「農薬環境動態影響調査（大気）」に，これまで実施してきた水田農薬空中散布環境調査の結果が資料として取り上げられ，目安値設定のバックデータとして役立ったことは，成果の一つとして評価できよう。

なお，環境物質担当の堀専門研究員は国立環境研究所から客員研究員の委嘱を受け，「芝地からの農薬の流出過程」の課題で，水土壌圏環境部水環境工学研究室の研究業務に参画した。　　（室長：加藤）

1　生物影響担当

今年度から化学調査室は2担当制となり，本担当では環境汚染化学物質の生態影響や生物中の環境汚染物

表1　行政試験の内訳

事業名	対象	検体数	項目数	依頼先
水田農薬空中散布環境調査				環境管理課
飛散調査	気中濃度，降下量	161件	1,038項目	
消長調査	河川水等	39	273	
指標生物残留性調査	魚類，河川水，底質	51	189	〃
化学物質環境汚染調査				〃
指定化学物質等検討調査（暴露量調査）	飲料水，食事	26	143	
生物モニタリング調査	ムラサキイガイ	5	95	
ゴルフ場周辺水道水源水質調査	地下水	6	126	環境衛生課
松くい虫散布農薬飛散状況調査	河川水	20	20	造林課
白蟻防除剤地下水汚染調査	地下水	14	14	環境衛生課
計		322	1,898	

質の調査研究，有害化学物質の摂取量に係る調査研究，試験検査等を行う。この中には昨年度まで食品薬品部食品第2担当で行っていた指標生物残留性調査や生物モニタリング調査等の業務も受け継いでいる。環境汚染問題が起きるとその生物影響について常に関心の集まるところではあるが，調査や評価の手法はいまだに未解明な部分が多く，我々も個々の事例ごとに情報の収集，調査の可否を検討しながら対応している状態である。担当員は3名である。　（担当：塚林）

1・1　調査研究

新たに開始した「化学物質の媒体間移行調査」では食品，環境を通じて人体が化学物質に暴露される経路と量を調べ，得られた結果の評価方法を検討することとし，今年度は，陰膳方式による県下の9世帯，延べ21件の食餌試料中の有機塩素系化学物質量を調べた。環境残留性と生物濃縮性が指摘されているDDTやHCH，クロルデン等20物質についての調査結果は資料として別途掲載した。　（担当：橋田，波木）

1・2　行政依頼

夏期に実施される水田農薬の空中散布については毎年散布農薬の居住区域への環境影響について監視調査を行っている。今年度は天候不順のため散布日が大幅に遅れる事態となり，調査体制の即応に苦慮した。調査結果については報文として別途掲載した。

指標生物残留性調査では河北潟に流入する除草剤について，梯川・犀川における低沸点有機塩素化合物について，それぞれ環境濃度と魚体中濃度を測定し，環境残留の実態把握と生物影響状況を調査した。

ゴルフ場周辺水道水源水質調査ではゴルフ場に近接する水道水源のゴルフ場使用農薬による汚染の有無を調査した。5カ所の水道水源について「石川県ゴルフ場農薬等安全使用指導要綱」に示された27農薬のうち使用実績のある25種類の農薬について調査したが，農薬はいずれも検出されなかった。なお要綱は平成4年4月1日より改正され，新たに7農薬が加わり，34種類の農薬に指針値が設定されることとなっている。

表2　一般依頼試験の内訳

種別	検体数	項目数	試験内容
河川水	5件	6項目	農薬分析
飲料水	1	1	〃
海水	6	6	〃
付着量調査	18	18	〃
蓮根残留農薬	6	6	〃
計	37	37	

松くい虫散布農薬飛散状況調査では防除のために空中散布されたスミチオンとNACの河川水での濃度変動を調べた。そのほか，白蟻防除剤クロルピリフォスの散布により近接する井戸水が汚染されるという事件が発生し，その濃度の推移について井戸水を経時的に分析した。

化学物質環境汚染調査では指定化学物質検討調査のうち暴露量調査を行った。室内空気は環境部大気担当が，飲料水と食餌試料については当担当がクロロホルムなど6物質の分析を行い暴露量の試算を行った。また生物モニタリング調査も食品薬品部薬品担当と共同で行い，ムラサキイガイについて当担当では環境残留性，生物濃縮性の高い19種類の化学物質の含有量を測定した。

1・3　一般依頼

河川水，海水，ろ紙付着量等37検体37項目の依頼を受けたが，いずれも農薬に関するものであった。

2　環境物質担当

環境物質担当の業務は，主として環境（大気・水質・底質・水生生物）中の化学物質の存在量の実態調査，モニタリング調査及び動態調査に関する調査研究，試験検査である。

近年，注目されている環境汚染化学物質として農薬があり，特にゴルフ場農薬による水系汚染への関心が高まっている。そのため，本担当においてもゴルフ場農薬に関する業務が大きな比重を占めている。ゴルフ場農薬に関する基礎的研究として，今年度から「化学物質の媒体間移行に関する研究」を新規に実施することとし，ゴルフ場農薬の芝地からの水系流出を定量的に把握することを狙ったのも，その表れである。また，平成3年3月に「石川県ゴルフ場農薬使用基準」で27農薬が指定され，県内18ゴルフ場に対し，「石川県ゴルフ場農薬等安全使用指導要綱」に基づき，ゴルフ場排水を監視する調査として，これらの農薬についてゴルフ場農薬等実態調査を実施した。

現在，我が国で流通している化学物質は10万種類以上あると言われており，農薬は化学物質のほんの一部に過ぎない。農薬以外にも残留性や微量でも高い毒性を示す化学物質があり，これらの化学物質の点検も必要である。これに関して，環境庁委託事業「化学物質環境汚染実態調査」の中で，水系では犀川河口を調査地点として，「化学物質環境調査」，「水質・底質モニタリング調査」，「指定化学物質等検討調査（残留性調査）」，及び「分析法開発調査」を，大気関係では金沢市内で「指定化学物質等検討調査」を実施した。

化学物質に関する情報は多岐にわたる上，非常に膨大な量であるため，研究者間での情報の交換，共同作業による整備が必須である。そのため，パソコン通信の利用による情報交換を「パソコンネットワーク」で実施した。　（担当：堀）

2・1　調査研究

「化学物質の媒体間移行に関する研究」（新規）

簡易型ライシメーターを用いて，ゴルフ場農薬20種類について，人工降雨による流出実験を行い，農薬の最大流出濃度，最大濃度出現時間及び流出負荷量等の流出特性値と各農薬の物性値，土壌に対する特性値の間の関係を検討した。この研究は国立環境研究所との共同研究であり，水環境工学研究室長海老瀬潜一氏の指導を受けた。　（担当：橋場，堀）

2・2　行政試験

本年度実施した行政依頼試験の内訳は表3のとおりで，いずれも環境管理課からの依頼である。「ゴルフ場農薬等実態調査」の分析は生物影響担当との共同で実施したものである。

〔ゴルフ場農薬等実態調査〕

県内18カ所のゴルフ場排水を年3回（5，8，10月）採取し，延べ770項目について分析を実施した。このうち0.001mg/l以上の濃度で検出されたものが43件あった。検出頻度の高いものはシマジン（47%），フルトラニル（27%），イソプロチオラン（18%）で，最大濃度を示したものはベンスリドの0.037mg/lであったが，排水の指導指針値を超えたものはなかった。

〔化学物質環境汚染実態調査〕

環境調査はアクリルアミド等の含窒素炭化水素化合物24物質について，犀川河口の水質，底質及び生物

表3　行政試験の内訳（環境物質担当）

事業名	試験種類	件数	項目数
ゴルフ場散布農薬実態調査	水質	54	770
化学物質環境汚染実態調査			
分析法開発調査	水質	18	36
	底質	10	20
	生物	9	9
化学物質環境調査	水質	3	72
	底質	3	72
	生物	3	48
水質・底質モニタリング調査	水質	2	40
	底質	2	40
	その他	2	40
指定化学物質等検討調査（環境残留性調査）	水質	3	12
	底質	3	12
	大気	3	6
計		115	1,177

（ウグイ・ボラ）試料を分析した。その結果底質からは5物質（アクリルアミド，N，N-ジメチルホルムアミド，ピリジン，キノリン，トリエチルアミン）を検出した。水質からはアクリルアミド，トリエチルアミンの2物質，生物からはピリジンを検出した。

指定化学物質等検討調査（残留性調査）では，昨年度に引き続き水質からはp-ジオキサンが数μg/lレベルで検出され，底質からはp-ジオキサン（数μg/kg），トリブチルスズ化合物（TBT，数10μg/kg）が検出された。p-ジオキサンは各種工業用溶剤として用いられており，水質及び底質から高い頻度，濃度で検出されているので，引き続き監視していく必要がある。

分析法開発調査は，昨年度に引き続きアセトニトリル，アクリロニトリルの分析法を水蒸気蒸留—溶媒抽出—GC/MS測定というフローで検討し，水質で10^{-1}μg/lオーダーで，底質，生物でμg/kgオーダーでの分析を可能とした。

〔報　文〕

スモン等に関する保健婦の意識について

石川県衛生公害研究所情報室　田嶋 隆俊・西　登志美
泉　善博・西　正美

1 はじめに

スモンは脊髄や視神経，末梢神経に変化が起こり，初め両下肢のしびれなどの知覚障害をきたし，これが次第に上行し，下腹部へと広がり，さらに歩行障害や視力障害などをもたらす治療の困難な疾病である。スモン（SMON）という語はsubacute myelo-optico-neuropathy の頭文字をとったものである。

スモンが学会に初めて発表されたのは昭和33年であり，39年の第61回日本内科学会シンポジウム“非特異性脳脊髄炎症”で医学界での関心も高まってきたが，39年の埼玉県戸田町（現戸田市）での集団発生，その後の岡山をはじめ全国各地での多数の患者発生によって社会的注目を集めるに到った。

当時はその原因が不明で，経過は遷延経過をたどり，失明や歩行障害などの後遺症を残すことが多く，その後の研究の進展途上で病因としてキノホルム説のほかウイルス説が発表されたりして，患者の社会的疎外など，大きな社会問題となった。

この原因不明疾患の研究体制としては，39年度から厚生科学研究費などが活用されたが，44年度にはスモン調査研究協議会が組織され，厚生省の特別研究費と科学技術庁の特別研究促進調整費が投入され，以後厚生省の大型研究班による調査研究が強力に進められている。

昭和47年3月にはスモン調査研究協議会の総括的見解として，「疫学的事実ならびに実験的根拠から，スモンと診断された患者の大多数は，キノホルム剤の服用によって神経障害を起こしたものと判断される。」と発表された。現在，スモンは国の「難病対策要綱」に基づき，特定疾患調査研究対象疾患，特定疾患治療研究対象疾患となっている。

このように，スモンは薬害によるいわゆる難病であり，これまでにも地域保健の中でのスモン患者・家族へのサポートの仕方についても研究されてきた[1-3]が，今なお多様化する価値体系の中でのアプローチについて課題は多い。

スモン患者・家族へのサポートは保健婦の意識水準による影響を大きく受けることから，今回，地域保健の種々の変動に応じて変化する保健婦の意識を探り，今後の地域保健における保健活動について検討した。

なお，本調査は，平成3年度厚生省特定疾患スモン調査研究班，医療システム分科会のプロジェクト研究の1つ（班員：石川県参事　西　正美）として実施したものである。

2 調査方法

2・1 調査対象

調査の対象者は県保健所，政令市保健所及び市町村の保健婦（各々66人，41人，113人）の全員220人とした（表1）。

2・2 調査項目

調査内容は表2の「保健婦のスモン等に関する意識調査票」に示したとおり，行政対策としてのスモン対策等の受けとめ方，スモン対策と他の難病対策との次元認識，保健婦の関与の必要性，保健所が取り組むことの妥当性，訪問指導の必要性，保健婦の訪問指導の可能性，地域ケア体制の必要性，地域ケア体制の適切な調整者など，全体で44項目である。

2・3 調査方法

調査は自記式質問紙法で行い，調査票の配布・回収は県保健所管内ごとに保健所保健婦長に一括して依頼

On Community Work of Public Health Nurses Concerning Care for SMON Patients. *by Takatoshi TAJIMA, Toshimi NISHI, Yoshihiro IZUMI, and Masami NISHI* (*Department of Information, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment*)

した。

2・4　調査時期

平成3年10月

3　回答者数及び回答者の属性

回答者数は211人（回収率95.9%）であった（表1）。回収状況，回答者の属性を所属機関別（県保健所，政令市保健所，市町村）にまとめると，表1に示したとおり，年齢は30歳代が最も多く，保健婦経験年数は平均10年，難病業務担当経験者率は11%，難病対策に関する研修受講者率は28%，難病患者への訪問指導経験者率は68%，そのうちスモン患者訪問指導経験者率は24%などであった。

表 1　　調査対象者数，回答者数，属性項目等からみた機関別特性

		全体	県保健所	政令市保健所	市町村
対象者（人）		220	66	41	113
回答者数（人） （回答率 %）		211 (95.9)	63 (95.5)	39 (95.1)	109 (96.5)
属性項目等	(1) 最も多かった年齢層(歳代) （その割合，%）	30 (44.5)	20 (42.9)	30 (43.6)	30 (51.4)
	(2) 保健婦平均経験年数（年）	10.2	11.5	9.6	9.6
	(3) 病院・診療所勤務経験者率（%）	28.0	34.9	15.4	28.4
	(3)—1 勤務経験者の平均勤務年数（年）	2.4	1.5	2.1	3.0
	(4) 難病業務担当経験者率（%）	11.4	34.9	0.0	1.8
	(4)—1 担当経験者の平均担当年数（年）	2.1	1.9	—	4.0
	(5) 難病相談・訪問事業等参加者率（%）	42.2	98.4	30.8	13.8
	(5)—1 事業等参加者の平均参加年数（年）	3.3	4.1	1.5	1.6
	(6) 難病対策に関する研修受講者率（%）	28.4	47.6	48.7	10.1
	(7) 難病患者への訪問指導経験者率（%）	68.2	98.4	87.2	44.0
	(7)—1 難病患者訪問指導経験者の訪問最頻回数（回） （最頻回数での経験者の割合，%）	5未満 (33.3)	20以上 (46.8)	5未満 (47.1)	5未満 (58.3)
	(7)—2 スモン患者訪問指導経験者率（%）	23.6	27.4	38.2	8.3
	(7)—3 スモン患者訪問指導経験者の訪問最頻回数（回） （最頻回数での経験者の割合，%）	1～5 (70.6)	1～5 (82.4)	5以上 (53.8)	1～5 (100.0)
	(8) 所轄管内でのスモン患者有りとする者の率（%）	41.2	63.5	84.6	12.8
	(9) 受け持ち家庭にスモン患者有りとする者の率（%）	8.5	9.5	25.6	1.8
	(9)—1 患者有りとした者の内の患者状況把握者率（%）	61.1	100.0	40.0	50.0
	(9)—2 患者有りとした者の内の患者訪問指導者率（%）	50.0	83.3	30.0	50.0
実際にスモン患者がいる機関数（保健所又は市町村の数）		12	5	2	5

表 2　　保健婦のスモン等に関する意識調査票

所属機関名：＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿＿

※　以下の設問について，該当する項目の番号に○をつけてください。

【問1】　あなたの年齢は。

1　20歳代　　2　30歳代　　3　40歳代　　4　50歳代以上

【問2】　あなたの現在の業務上の地位は。

1　役付き　　2　役付き以外

【問3】　あなたは，保健婦になって何年たちますか（但し，直接，保健婦業務をしなかった分を除く）。

（＿＿年）

【問4】　あなたは，病院または診療所に勤務したことがありますか。

1　あ　る　　2　な　い

→【問4-S】　その期間はどのくらいですか。→（＿＿年）

【問5】　あなたは，これまでに業務担当として難病（特定疾患）担当になったことがありますか。

1　あ　る　　2　な　い

→【問5-S】　その期間は通算してどのくらいですか。→（＿＿年）

【問6】　あなたは，これまでに難病対策としての相談事業や訪問指導事業等に参加（従事）したことがありますか。

1　あ　る　　2　な　い

→【問6-S】　その期間は通算してどのくらいですか。→（＿＿年）

【問7】　あなたは，これまでに難病対策に関して，研修を受けたことがありますか。

1　あ　る　　2　な　い

→【問7-S】　それはどこで受けましたか（受けたところ全てを選択）。

1　東京　　2　東京以外の県外　　3　県内　　4　その他（　　）

表2のつづき

【問8】　あなたは，これまでに難病患者やその家族に対して訪問指導をした経験がありますか。

1　あ　る　　2　な　い

→【問8-S-1】　その回数はおよそどのくらいですか。

1　5回未満
2　5回以上10回未満
3　10回以上20回未満
4　20回以上
5　おぼえていない

→【問8-S-2】　そのうち，スモン患者については何回ぐらいですか。

1　1回もない
2　1回以上5回未満
3　5回以上10回未満
4　10回以上20回未満
5　20回以上
6　おぼえていない

【問9】　あなたが所属する機関の所轄区域（管内）に，現在，スモン患者がいますか。

1　い　る　　2　いない　　3　わからない

【問10】　では，あなたの現在の受け持ちの対象家庭の中にスモン患者がいますか。

1　い　る　　2　いない　　3　わからない

→【問10-S】　あなたは，その患者や家庭の状況を把握していますか。

1　は　い　　2　いいえ

→【問10-S-1】　あなた自身，そのスモン患者や家族に対して訪問・相談指導をしたことがありますか。

1　あ　る　　2　な　い

→【問10-S-1-S】　それは主にどのような理由からですか（3つ以内で選択）。

1　自分の業務分担になっていないから
2　忙しくて手がまわらないから
3　スモンの専門知識がやや不足していると思うから
4　訪問や相談指導の必要性がないから
5　地域保健の優先度からみて必ずしも重要でないから
6　上司の方針として重要視していないから
7　組織として訪問指導体制が整っていないから
8　その他（　　）

→【問10-S-2】　把握されていないのは主にどのような理由からですか（3つ以内で選択）。

1　自分の業務分担になっていないから
2　忙しくて手がまわらないから
3　組織として難病対策の取り組みが不十分だから
4　難病患者把握の事業を行っていないから
5　他の機関が行っていて，必要がないから
6　地域保健の優先度からみて必ずしも重要でないから
7　上司の方針として重要視していないから
8　その他（　　）

表2のつづき

【問11】　あなたは，行政対策としての難病対策をどのように受けとめますか（3つ以内で選択）。

1　地域保健全体の向上のために必要な対策だと思う
2　生活面も含めた包括的な取り組みが必要だと思う
3　保健，医療，福祉が連携した対策が必要だと思う
4　地域ケア体制の整備が必要だと思う
5　専門医療施設の整備が必要だと思う
6　患者が社会参加できる場を提供できる対策が必要だと思う
7　難病対策を推進する体制が不十分だと思う
8　通常の医療対策で十分間に合い，特に難病対策として取り上げる必要がないと思う
9　その他（　　）
10　考えたことがない（または，わからない）

【問12】　それでは，スモン対策を他の難病対策と同じ次元でとらえることができると思いますか。

1　同じだと思う　→【問12-S-1】　それは主にどのような理由からですか（2つ以内で選択）。
1　治療だけでなく，生活上の問題を含んでいるから
2　治療研究が主な対策であると思うから
3　有効な治療方針が確立されていないという意味で
4　患者や家族のニーズが他の難病患者と同様だから
5　その他（　　）

2　違うと思う　→【問12-S-2】　それは主にどのような理由からですか（2つ以内で選択）。
1　生活上の問題が主で，治療上の問題は余り大きくないから
2　症状が違い，対応の仕方も違うと思うから
3　発生要因が他の難病と違うと思うから
4　患者や家族のニーズが他の難病患者と違うから
5　その他（　　）

3　わからない

【問13】　保健婦が難病対策に関与する必要があると思いますか。

1　思う　→【問13-S-1】　それは主にどのような理由からですか（しいて1つ選択）。
1　保健指導が主な対応であると思うから
2　地域との接触の場となると思うから
3　自分の勉強になると思うから
4　その他（　　）

2　思わない　→【問13-S-2】　それは主にどのような理由からですか（しいて1つ選択）。
1　保健指導としてすべきことが余りないと思うから
2　学問的に難しい仕事だと思うから
3　余裕がないので実際には取り組めないと思うから
4　専門医や開業医がやれば十分だと思うから
5　福祉の仕事だと思うから
6　その他（　　）

3　わからない

表2のつづき

【問14】 保健婦がスモンなどの難病対策を実際にやろうとした場合に，何か障害になるものがあると思いますか。

1 思 う　　2 思わない　　3 わからない

→【問14-S】 それはどのような障害だと思いますか（5つ以内で選択）。

1 専門的知識を修得する時間がない
2 人的資源が不足している
3 上司が理解を示してくれない
4 研修制度が整っていない
5 専門病院での実施研修ができるようになっていない
6 専門医との連携が不十分である
7 開業医との連携が不十分である
8 福祉サイドとの連携が不十分である
9 予算措置が不十分である
10 その他（　　）

【問15】 スモンなどの難病対策に関して，どのような研修を受けてみたいと思いますか（3つ以内で選択）。

1 専門医師が参加する難病相談実習
2 看護技術に関する病院実習
3 訪問指導実習・訪問看護実習
4 医療に関する見学や実習
5 事例検討会
6 難病セミナー
7 疫学調査実習
8 難病対策に関する討論会
9 その他（　　）
10 わからない
11 受けたくない

【問16】 あなたは，保健所がスモンなどの難病対策に取り組むことが適当だと思いますか。

1 はい　　2 いいえ　　3 わからない

【問17】 あなたは，保健所が難病対策に取り組むとした場合のメリットは何だと思いますか（5つ以内で選択）。

1 福祉との連携が取りやすい
2 医療関係団体と共同で対策をとりやすい
3 地域保健全体の中での対応が可能となる
4 公費負担申請に合わせて，難病対策の窓口が一本化できる
5 多種の専門職がおり，多方面にわたる支援ができる
6 医療施設との連携が取りやすい
7 予算を取りやすい
8 治療研究に役立つ
9 その他（　　）
10 特にメリットはないと思う
11 わからない

表２のつづき

【問18】　それでは，保健所以外の機関で難病対策に取り組むことができると思いますか。

1　できると思う　2　保健所が関与しないと難しいと思う　3　わからない

→【問18-S】　それは，主にどのような機関で可能だと思いますか。

1　市町村　2　医療機関　3　その他（　　）

【問19】　保健所がスモンなどの難病対策を推進する場合に，あなたは，どのようなことが重要課題だと思いますか（５つ以内で選択）。

1　専門医師が参加した相談の実施
2　患者・家族の交流会の開催
3　訪問指導の実施
4　訪問看護の実施
5　疫学的な調査の実施
6　登録システムの整備
7　関係者会議（市町村を含む）の開催
8　事例検討会の開催
9　個別相談の実施
10　管内の患者把握
11　患者の社会参加の場の提供
12　その他（　　）
13　わからない

【問20】　石川県が難病について相談・訪問指導事業等を実施していることを知っていますか。

1　知っている　2　知らない

→【問20-S】　それは，どのような内容ですか（知っているもの全てを選択）。

1　相談指導
2　訪問指導
3　事例検討会
4　関係機関連絡会議
5　疫学的な調査
6　患者・家族の交流会の開催
7　患者把握事業
8　スモン情報管理事業
9　医療費の公費負担
10　その他（　　）

【問21】　あなたは，一般的に，スモン患者やその家族に対して訪問指導が必要だと思いますか。

1　必要だと思う　2　必要でないと思う　3　わからない

【問22】　スモン患者の訪問指導が必要である場合に，あなたはできますか。

1　できると思う　2　できないと思う　3　わからない

→【問22—S】　それは主にどのような理由からですか（３つ以内で選択）。

1　スモンに関する専門知識がやや不足しているから
2　難病相談の経験がないから
3　難病に関する研修を受けていないから
4　保健婦の仕事ではないと思うから
5　組織として難病対策に取り組んでいないから
6　訪問指導体制が不十分だから
7　その他（　　）

表2のつづき

【問23】　スモンに関して，地域ケア体制の整備が必要だと思いますか。

1　はい　　2　いいえ　　3　わかならない

【問23-S-1】　地域ケアに関連する機関・施設としてどんなものがあげられますか(いくつでも選択)。

1　保健所
2　市町村
3　医療施設
4　福祉事務所
5　大　学
6　衛生公害研究所
7　精神保健センター
8　特別養護老人ホーム
9　老人保健施設
10　白山自然保護センター
11　その他（　　）

【問23-S-2】　では，地域ケア体制の調整者は誰が最も適切だと思いますか（1つだけ選択)。

1　保健所保健婦
2　市町村保健婦
3　保健所医師
4　主治医（専門医師）
5　主治医（一般医師）
6　ケースワーカ・ソーシャルワーカ
7　作業療法士
8　その他（　　）
9　わからない

【問23-S-3】　それは主にどのような理由からですか（2つ以内で選択)。

1　訪問指導だけで十分だと思うから
2　治療体制だけで十分だと思うから
3　生活上の問題を含んでいないと思うから
4　患者数が少ないから
5　患者や家族のニーズとなっていないから
6　その他（　　）

【問24】　おわりに，スモン対策全般について，日頃感じていることなどを自由にお聞かせください。

☆　ありがとうございました　☆

4 調 査 結 果

4・1 スモン対策について

(1) 行政対策としてのスモン等難病対策は，保健・医療・福祉の連携（51%），生活面も含めた包括的な取り組み（50%），地域ケア体制の整備（39%），専門医療施設の整備（37%）が必要であるとの認識が高かった（図1）。

(2) スモン対策の他の難病対策とは，生活上の問題も含むとして「同じ次元」との認識が34%（政令市保健婦で最も多く，46%），発生要因が違うとして「異なる次元」との認識が28%であった（県保健所保健婦で最も多く，38%，図2）。

4・2 スモン対策への保健婦の関与について

(1) 保健婦がスモン対策等に関与する「必要がある」との積極的認識は高かった（県保健所保健婦で92%，政令市保健所保健婦で80%，市町村保健婦で69%，図3）。

(2) 関与の必要があるとする理由の主なものは，「地域との接触の場となる」(48%)，「保健指導が主な対応である」(31%）であった（図4）。

(3) 保健婦がスモン対策等に取り組む上で障害が「ある」との認識が高かった（県保健所保健婦で86%，政令市保健所保健婦で87%，市町村保健婦で70%，図5）。

(4) その障害の主なものは，人的資源不足（76%），学習時間不足（51%），専門医との連携不足（40%），研修制度の未整備（34%）などであった（図6）。

4・3 スモン対策への保健所の関与について

(1) 保健所がスモン対策等に取り組むことは「適切である」との認識は市町村保健婦で79%，県保健所保健婦で70%と高かったのに対して，政令市保健所保健婦では49%にとどまっていた（図7）。

(2) またその場合の保健所のメリットとして挙げられた主なものは，スモン対策等の窓口一本化（75%）のほか，地域保健全体の中での対応の可能性（58%），多面的な支援（44%）などであった（図8）。

(3) 更に保健所のスモン対策等の推進上の主な重要課題は，患者・家族交流会の開催（67%），専門医が参加した相談の実施（59%），訪問指導の実施（43%）などであったが，全体としては，多様な課題があるとの認識が示された（図9）。

(4) 保健所以外の機関がスモン対策等に取り組む可能性については，「保健所が関与しないと難しい」との認識が最も多かった（39%，図10）。

4・4 スモン患者への訪問指導について

(1) スモン患者への訪問指導は「必要だ」との認識は高かった（県保健所保健婦で65%，政令市保健所保健婦で69%，市町村保健婦で64%，図11）。

(2) しかし，訪問指導の可能性の自己評価では，積極的に「できる」とした者は県保健所保健婦で43%であったのに対して，政令市保健所保健婦では28%，市町村保健婦では6%と低かった（図12）。

(3) 訪問指導が自分では「できない」，「できるかどうかわからない」とする理由の主なものは，スモンに関する専門知識の不足が圧倒的に多く（78%），このほか難病相談の未経験（31%），訪問指導体制の未整備（28%）などであった（図13）。

4・5 地域ケア体制について

(1) 地域ケア体制の整備は「必要だ」との認識は高かった（県保健所保健婦で60%，政令市保健所保健婦で77%，市町村保健婦で52%，図14）。

(2) 地域ケアに関連する主な機関・施設としては，医療施設（94%），保健所（94%），市町村（89%），福祉事務所（82%）などが挙げられた（図15）。

(3) また，地域ケア体制での適切な調整者は保健所保健婦との認識が最も多かった（42%）が，その認識は県保健所保健婦や市町村保健婦に高かった（各々58%，51%）のに対して，政令市保健所保健婦ではその43%が「わからない」としていた（図16）。

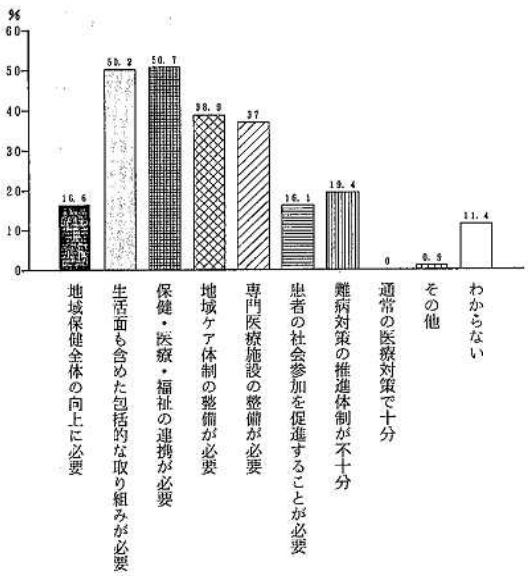


図1　行政対策としてのスモン対策等の受け止め方

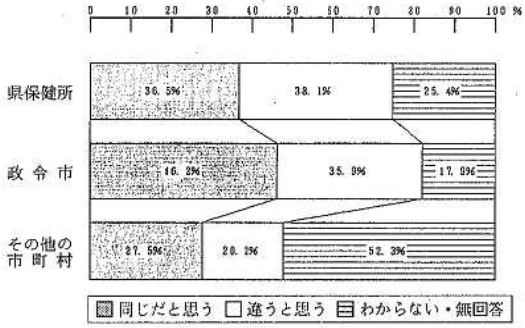


図2　スモン対策とその他の難病対策との次元認識

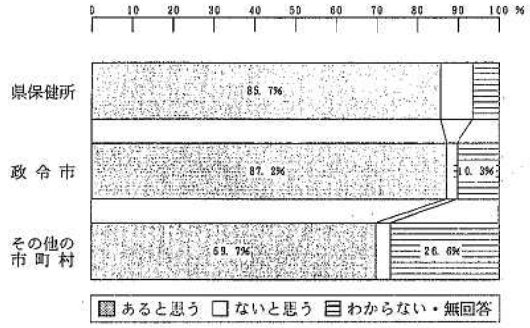


図5　保健婦がスモン対策等に取り組む上での障害の有無

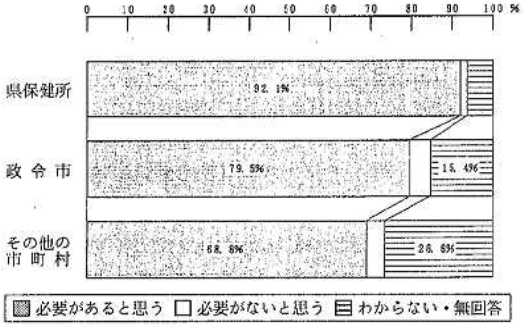


図3　保健婦がスモン対策等に関与する必要性の有無

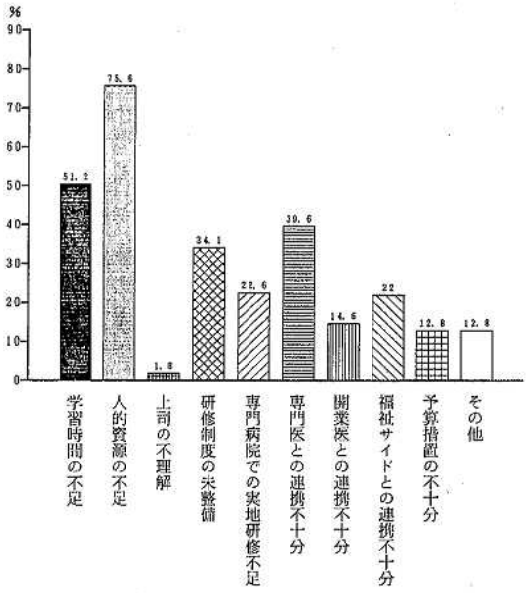


図6　保健婦がスモン対策等に取り組む上での障害

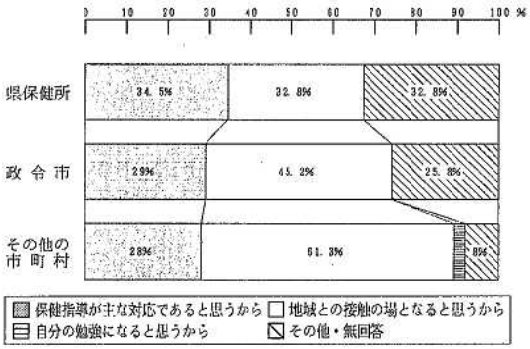


図4　保健婦がスモン対策等に関与する必要性の理由

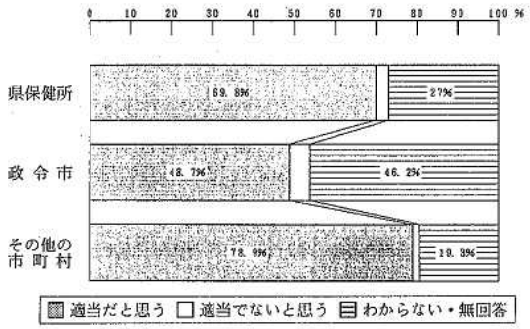


図7　保健所がスモン対策等に取り組む妥当性

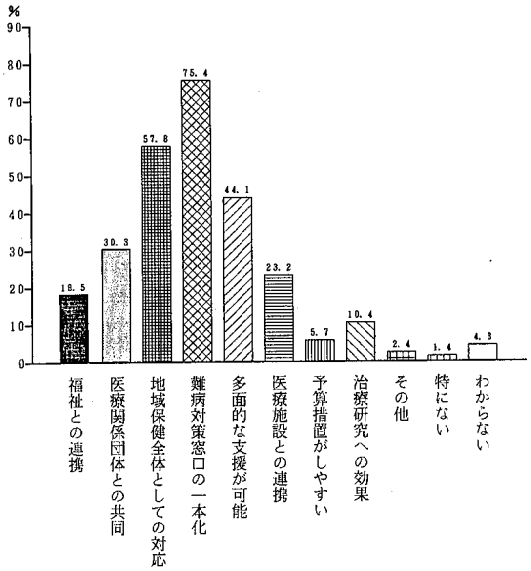


図8　保健所が難病対策に取り組む上でのメリット

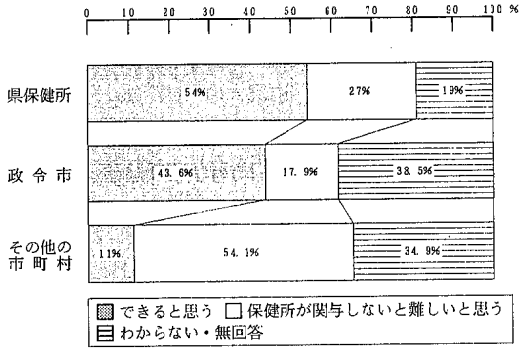


図10　保健所以外の機関がスモン対策等に取り組める可能性

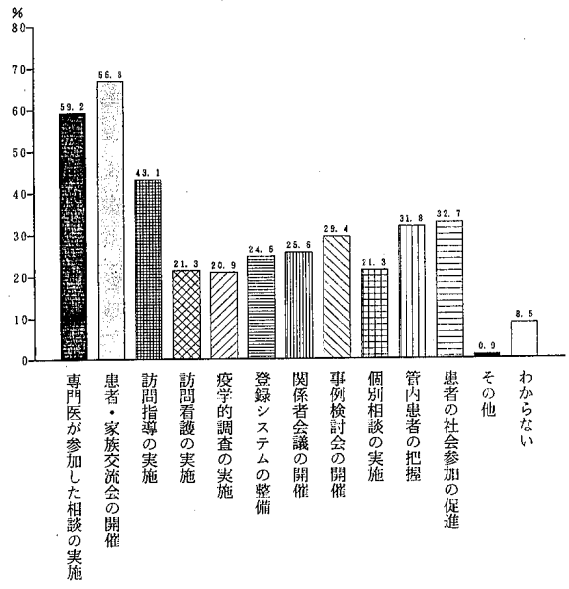


図9　保健所がスモン対策等を推進する上での重要課題

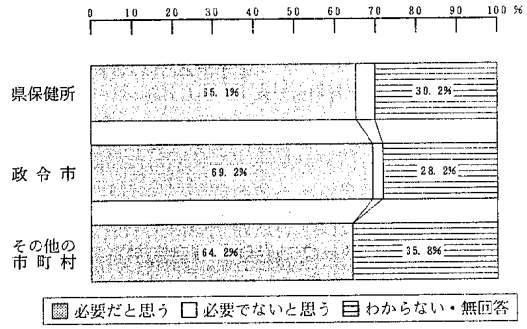


図11　スモン患者・家族に対する訪問指導の必要性

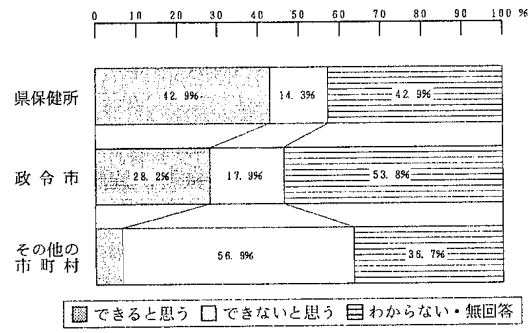


図12　スモン患者・家族に対する訪問指導の可能性の自己評価

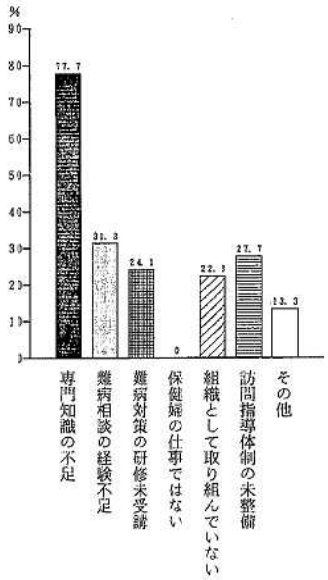


図13　スモン患者の訪問指導が「自分はできないと思う」理由

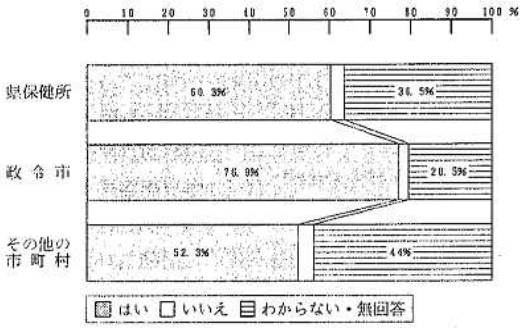


図14　スモン地域ケア体制の必要性

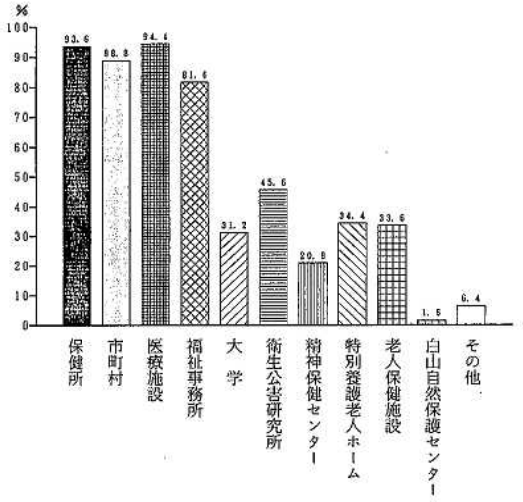


図15　地域ケアに関連する機関・施設

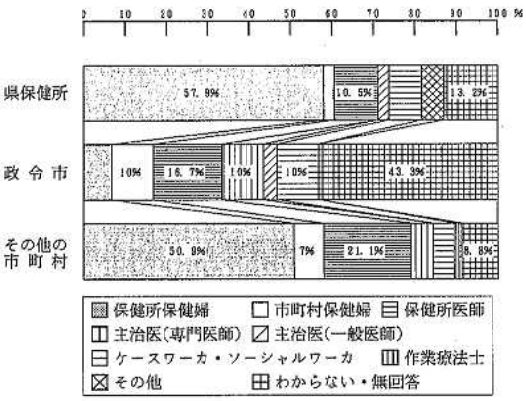


図16　スモンの地域ケア体制の調整者

5　考　　察

(1)　スモン等に関する保健婦の様々な認識は，総括すると，上で述べたように，所属機関別で差がみられたものが多かったほか，難病患者・家族に対する訪問指導経験別，所轄管内でのスモン患者の有無別などによっても多くの認識に差がみられた（表3，図17～図26）。

(2)　10年前の調査結果[1]と比較してみると，訪問指導の割合や訪問指導の可能性は高くなっているが，訪問指導の必要性の認識については低くなっていた。

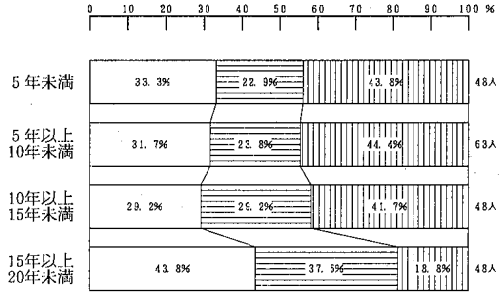
(3)　スモン等に関する保健婦の認識は，所属機関管内での患者の有無や所属機関のスモン等難病対策取り組み状況によって異なるものと思われるが，全体としては，県保健所保健婦の認識は政令市保健婦，市町村保健婦に比べて高いといえる。

(4)　保健婦のスモン等に関する認識は，難病相談，訪問指導の経験の有無などによって差がみられるものが多いこと，スモン対策に保健婦が関与する必要性を認め，地域ケア体制の調整者として自らも期待していることなどから，保健婦のスモン等に関する経験と知識の一層の積み重ねを図っていく必要があると考えられる。

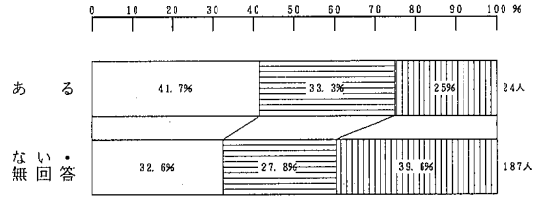
表 3　　スモン対策等に関する機関別，保健婦の年齢別，経験別等による認識の違い

	機関別（県—政令市—市町村）	患者がいる機関・いない機関別	保健婦の年齢別	保健婦経験年数別	病院・診療所勤務経験の有無別	難病相談・訪問事業参加の有無別	難病対策の研修受講の有無別	難病患者・家族に対する訪問指導経験の有無別	スモン患者・家族に対する訪問指導回数別	所轄管内でのスモン患者の有無の認識別
(1) スモン対策等の受けとめ方	※							※※※		※
(2) スモン対策とその他の難病対策との次元認識	※※※	※※※	※			※※※	※※※	※※※		※※※
(3) 保健婦が関与する必要性の認識	※					※　※		※※※		※　※
(4) 保健婦の取り組み上での障害の有無の認識	※　※	※　※	※　※			※※※	※　※	※※※		※　※
(5) スモン対策等に関して受講したい研修		※						※		
(6) 保健所が取り組むことの妥当性の認識	※									
(7) 保健所が取り組むメリットの認識	※※※									
(8) 保健所以外の機関の取り組み可能性の認識	※※※					※※※	※　※	※※※		※※※
(9) 保健所でのスモン対策等の重要課題の認識	※							※　※		
(10) スモン患者への訪問指導の必要性の認識									※　※	
(11) スモン患者への訪問指導の可能性の自己評価	※※※	※※※	※※※	※　※		※※※	※※※	※※※	※	※※※
(12) 地域ケア体制整備の必要性の認識		※						※　※		※

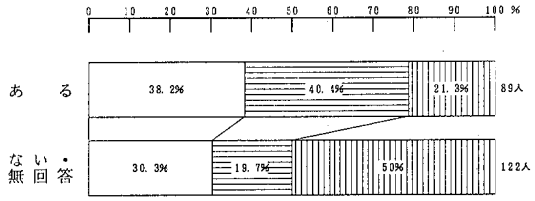
注）※※※：P＜0.001で有意な差がみられた。
※　※：0.001≦P＜0.01で有意な差がみられた。
※　：0.01≦P＜0.05で有意な差がみられた。



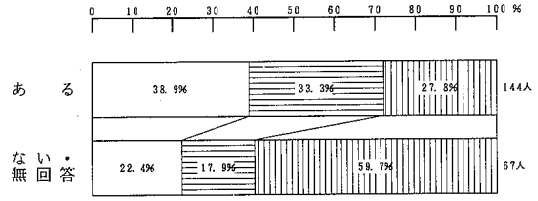
(1)　属性：保健婦経験年数



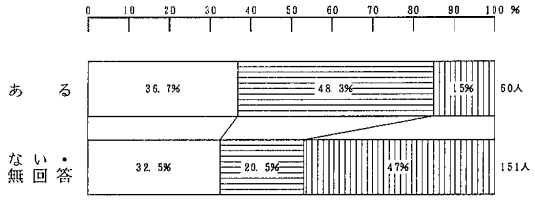
(2)　属性：難病業務担当経験の有無



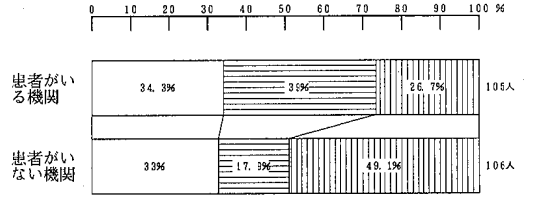
(3)　属性：難病対策の相談事業等従事の有無



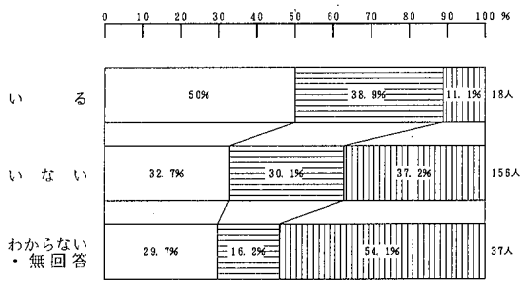
(4)　属性：難病患者への訪問指導経験の有無



(5)　属性：難病対策に係る研修受講の有無



(6)　属性：機関管内のスモン患者の有無



(7)　属性：受け持ち対象家庭内でのスモン患者の有無

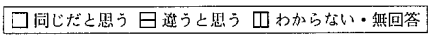
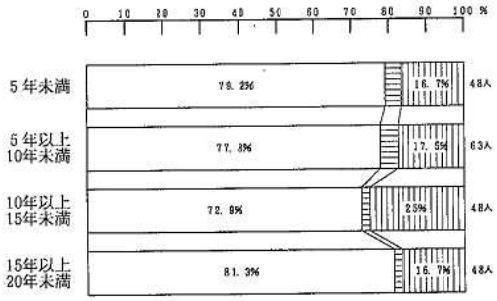
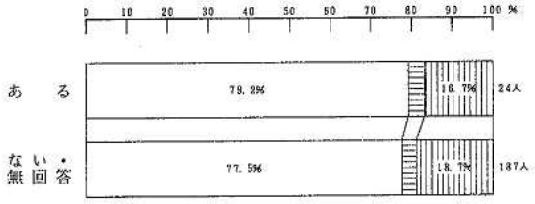


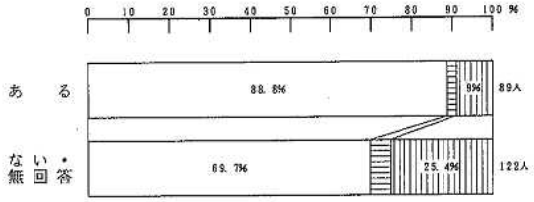
図 17　　「スモン対策とその他の難病対策との次元認識」の属性による違い



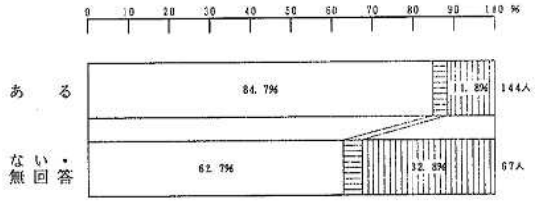
(1)　属性：保健婦経験年数



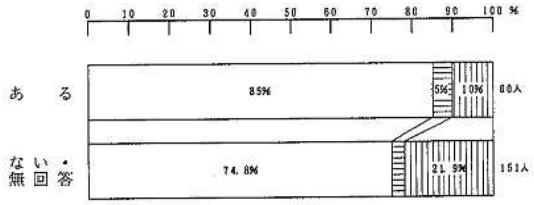
(2)　属性：難病業務担当経験の有無



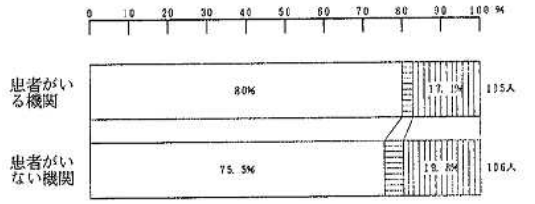
(3)　属性：難病対策の相談事業等従事の有無



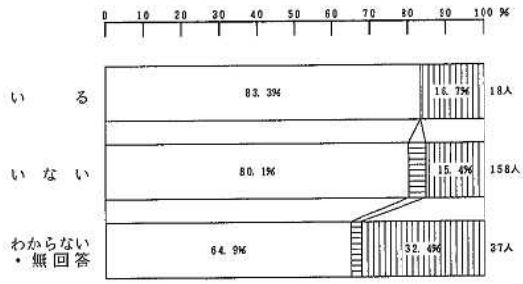
(4)　属性：難病患者への訪問指導経験の有無



(5)　属性：難病対策に係る研修受講の有無



(6)　属性：機関管内のスモン患者の有無



(7)　属性：受け持ち対象家庭内でのスモン患者の有無

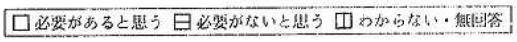
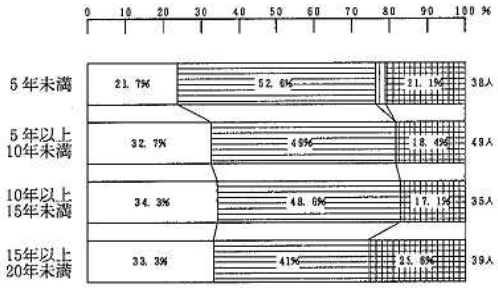
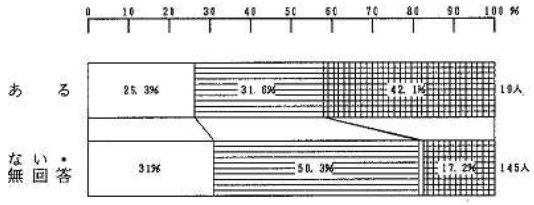


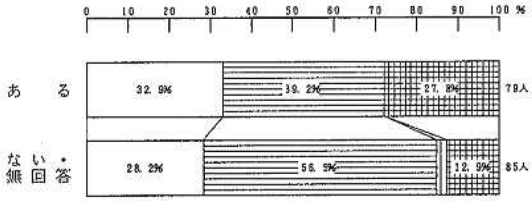
図 18　　「保健婦が関与する必要性の認識」の属性による違い



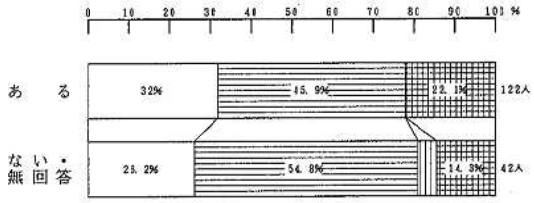
(1)　属性：保健婦経験年数



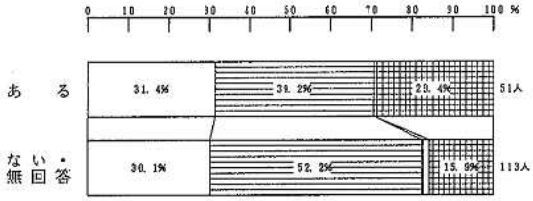
(2)　属性：難病業務担当経験の有無



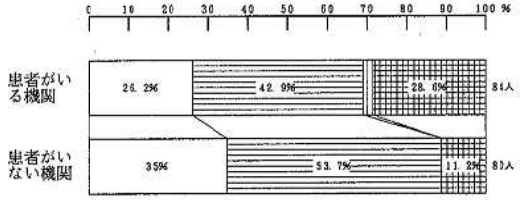
(3)　属性：難病対策の相談事業等従事の有無



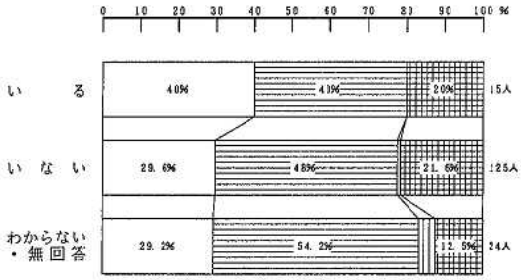
(4)　属性：難病患者への訪問指導経験の有無



(5)　属性：難病対策に係る研修受講の有無



(6)　属性：機関管内のスモン患者の有無



(7)　属性：受け持ち対象家庭内でのスモン患者の有無

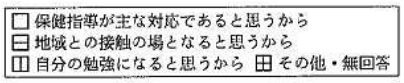
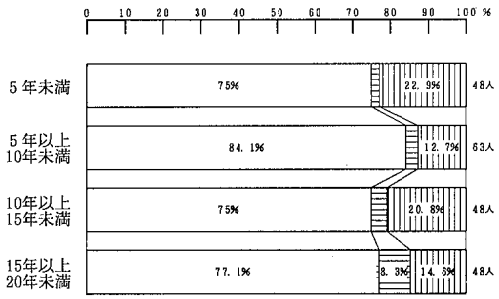
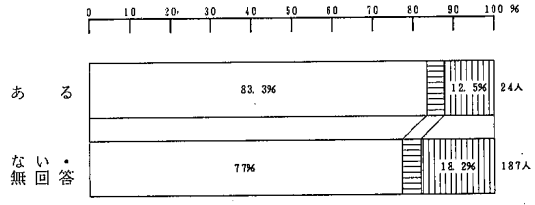


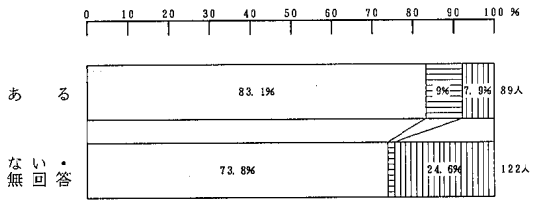
図 19　　「保健婦が関与する必要があると思う理由」の属性による違い



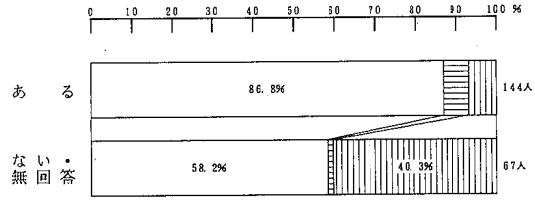
(1)　属性：保健婦経験年数



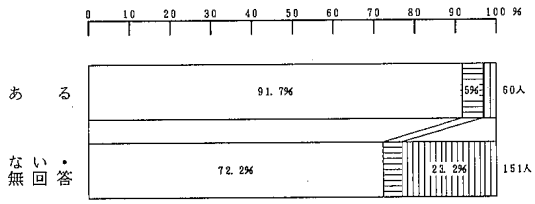
(2)　属性：難病業務担当経験の有無



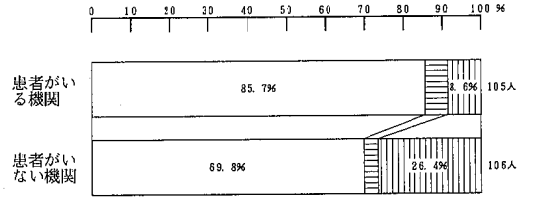
(3)　属性：難病対策の相談事業等従事の有無



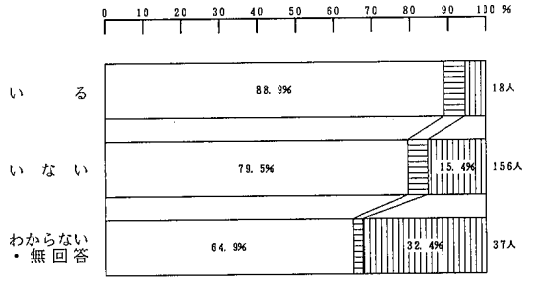
(4)　属性：難病患者への訪問指導経験の有無



(5)　属性：難病対策に係る研修受講の有無



(6)　属性：機関管内のスモン患者の有無



(7)　属性：受け持ち対象家庭内でのスモン患者の有無

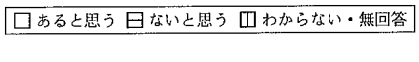
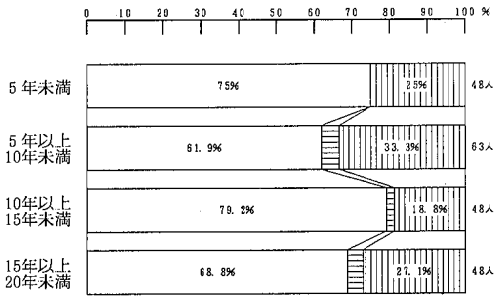
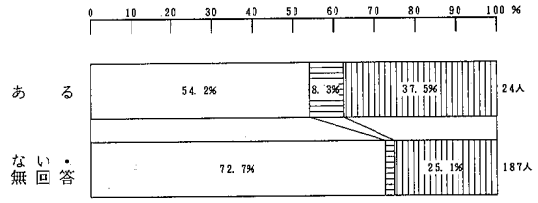


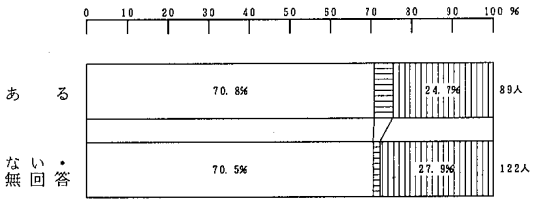
図 20　　「保健婦が取り組む上での障害の有無の認識」の属性による違い



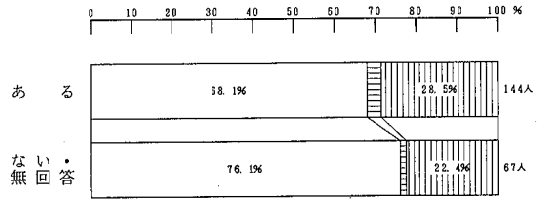
(1)　属性：保健婦経験年数



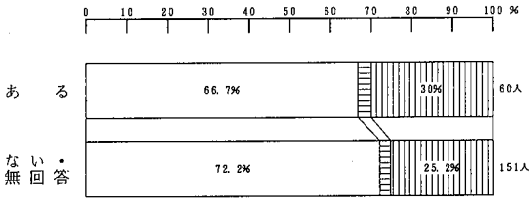
(2)　属性：難病業務担当経験の有無



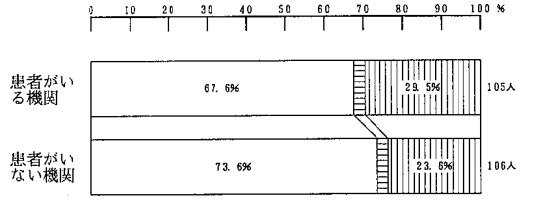
(3)　属性：難病対策の相談事業等従事の有無



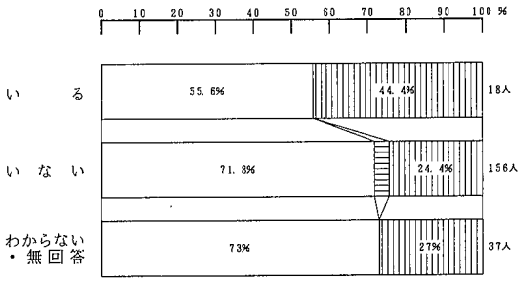
(4)　属性：難病患者への訪問指導経験の有無



(5)　属性：難病対策に係る研修受講の有無



(6)　属性：機関管内のスモン患者の有無



(7)　属性：受け持ち対象家庭内でのスモン患者の有無

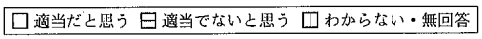
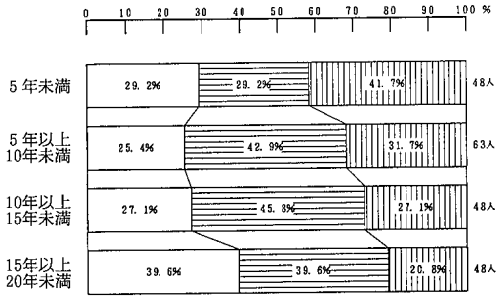
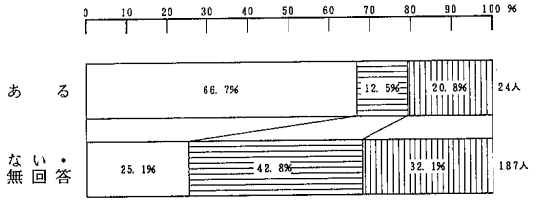


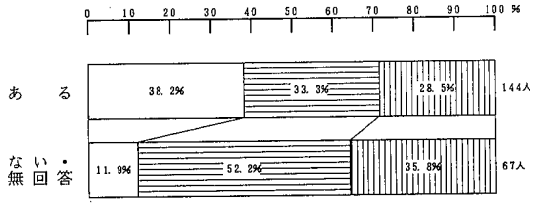
図 21　　「保健所が取り組むことの妥当性の認識」の属性による違い



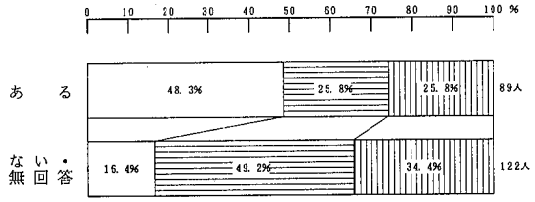
(1)　属性：保健婦経験年数



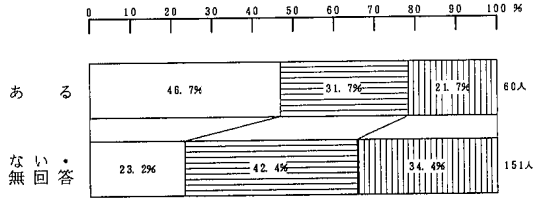
(2)　属性：難病業務担当経験の有無



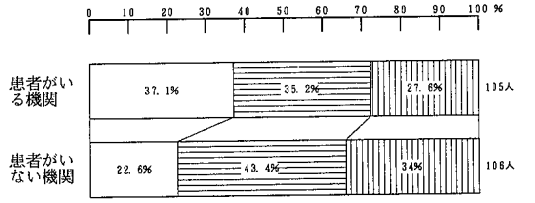
(3)　属性：難病対策の相談事業等従事の有無



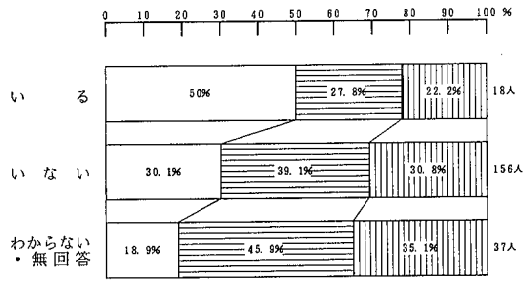
(4)　属性：難病患者への訪問指導経験の有無



(5)　属性：難病対策に係る研修受講の有無



(6)　属性：機関管内のスモン患者の有無



(7)　属性：受け持ち対象家庭内でのスモン患者の有無

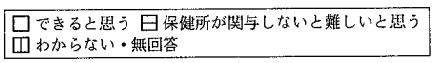
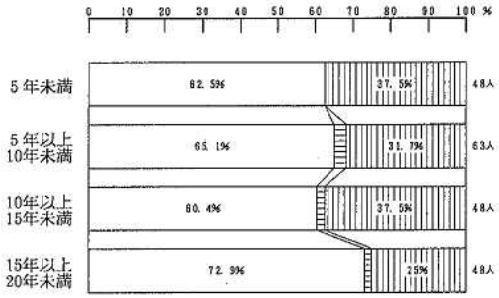
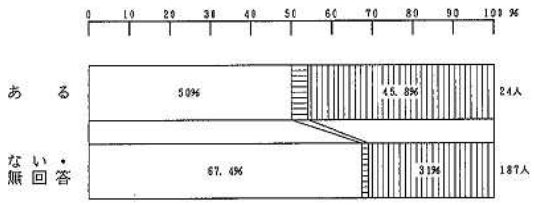


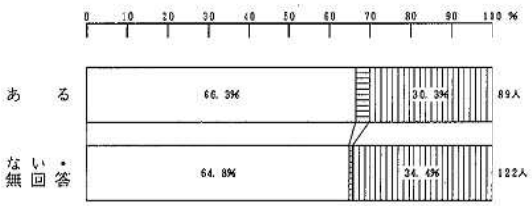
図 22　　「保健所以外の機関の取り組み可能性の認識」の属性による違い



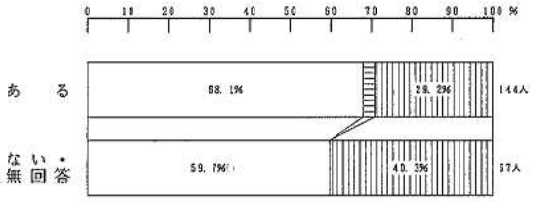
(1)　属性：保健婦経験年数



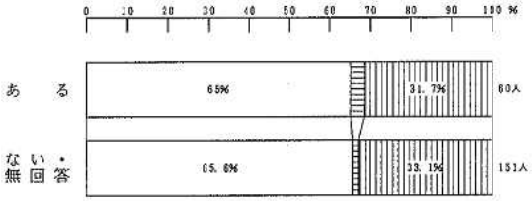
(2)　属性：難病業務担当経験の有無



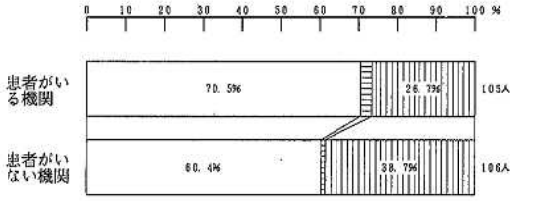
(3)　属性：難病対策の相談事業等従事の有無



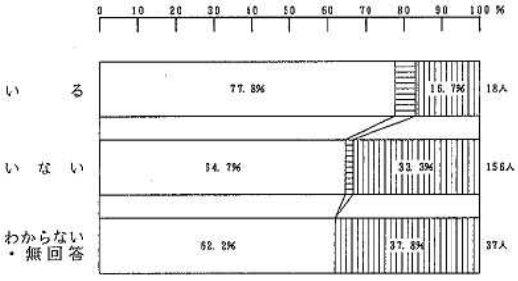
(4)　属性：難病患者への訪問指導経験の有無



(5)　属性：難病対策に係る研修受講の有無



(6)　属性：機関管内のスモン患者の有無



(7)　属性：受け持ち対象家庭内でのスモン患者の有無

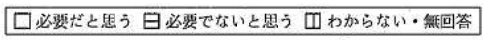
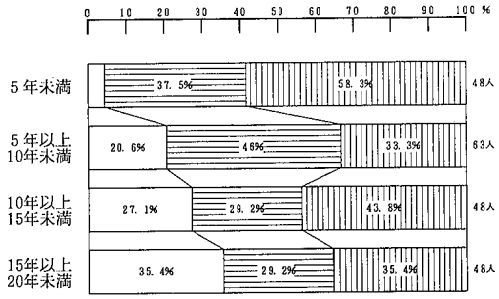
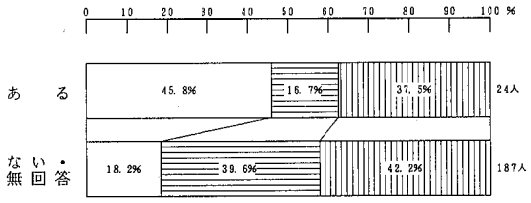


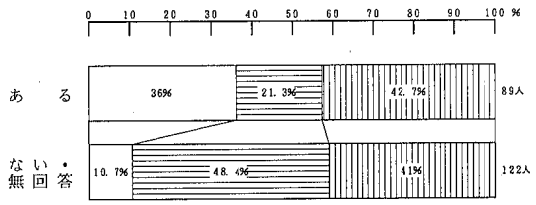
図 23　　「スモン患者への訪問指導の必要性の認識」の属性による違い



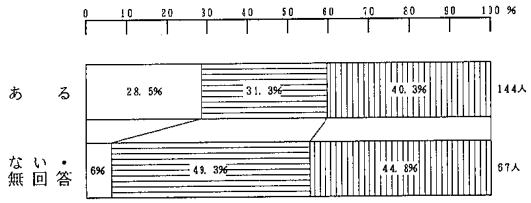
(1)　属性：保健婦経験年数



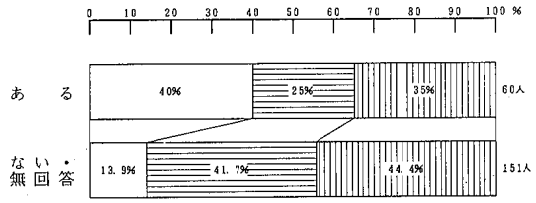
(2)　属性：難病業務担当経験の有無



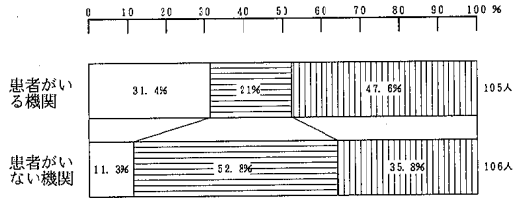
(3)　属性：難病対策の相談事業等従事の有無



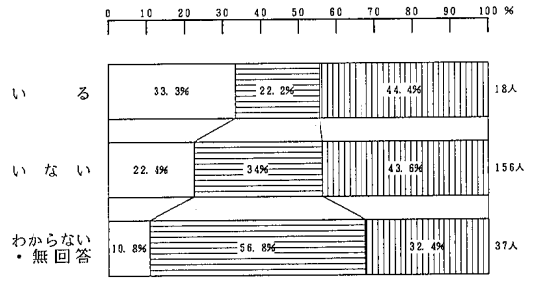
(4)　属性：難病患者への訪問指導経験の有無



(5)　属性：難病対策に係る研修受講の有無



(6)　属性：機関管内のスモン患者の有無



(7)　属性：受け持ち対象家庭内でのスモン患者の有無

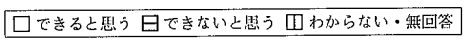
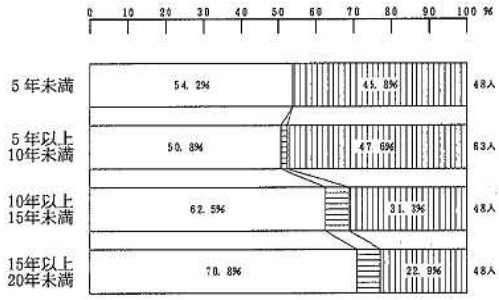
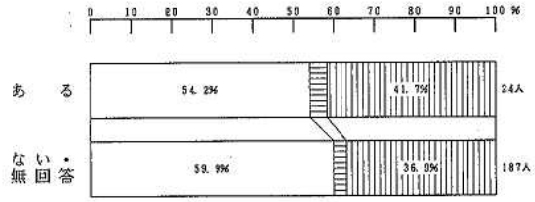


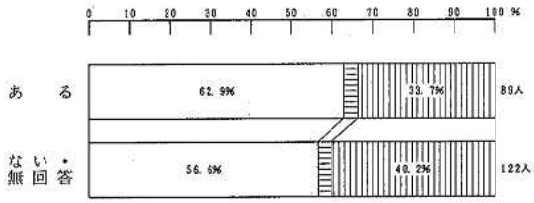
図 24　　「スモン患者への訪問指導の可能性の自己評価」の属性による違い



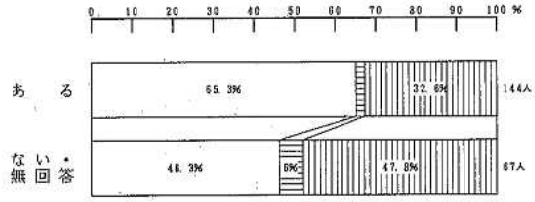
(1)　属性：保健婦経験年数



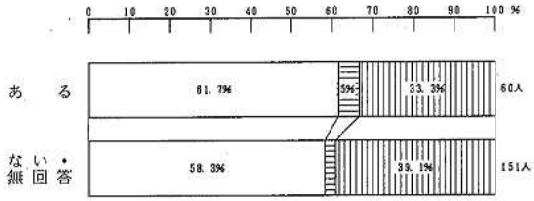
(2)　属性：難病業務担当経験の有無



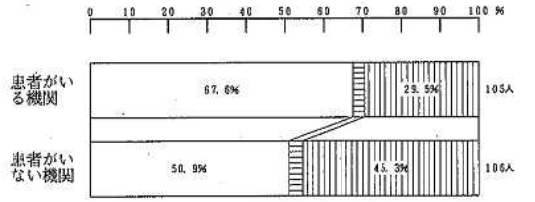
(3)　属性：難病対策の相談事業等従事の有無



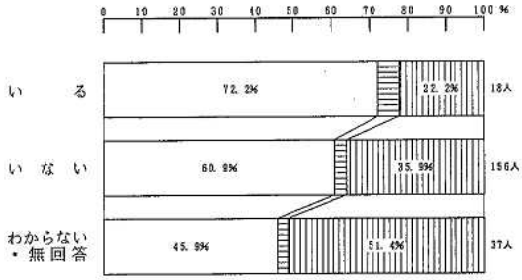
(4)　属性：難病患者への訪問指導経験の有無



(5)　属性：難病対策に係る研修受講の有無



(6)　属性：機関管内のスモン患者の有無



(7)　属性：受け持ち対象家庭内でのスモン患者の有無

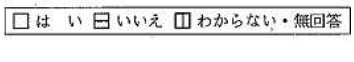
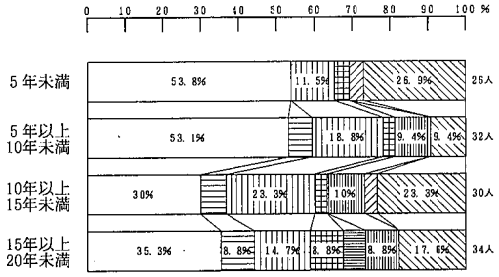
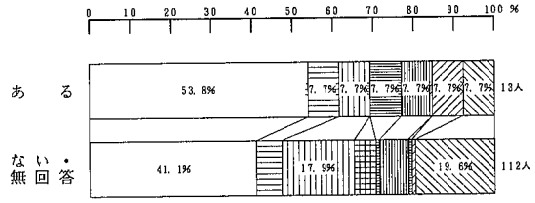


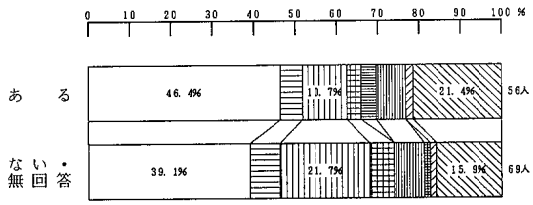
図 25　　「地域ケア体制整備の必要性の認識」の属性による違い



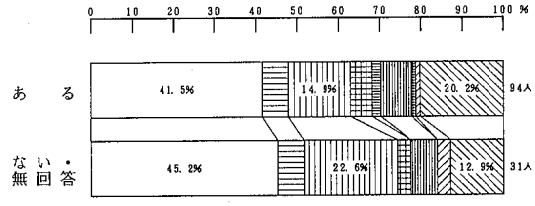
(1)　属性：保健婦経験年数



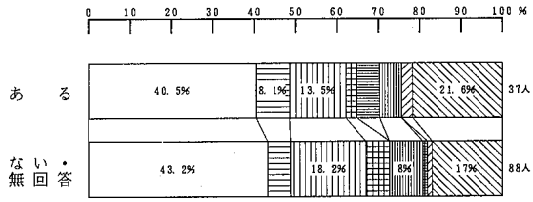
(2)　属性：難病業務担当経験の有無



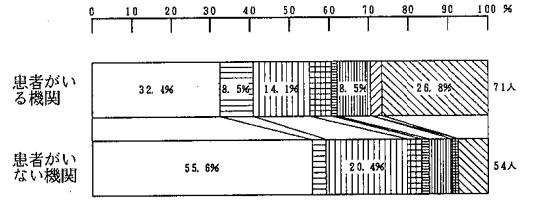
(3)　属性：難病対策の相談事業等従事の有無



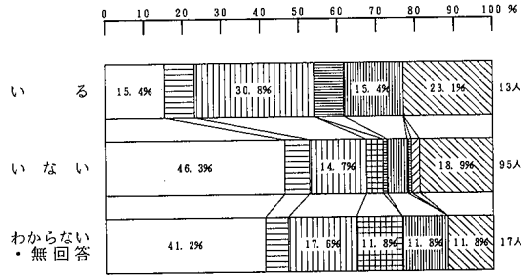
(4)　属性：難病患者への訪問指導経験の有無



(5)　属性：難病対策に係る研修受講の有無



(6)　属性：機関管内のスモン患者の有無



(7)　属性：受け持ち対象家庭内でのスモン患者の有無

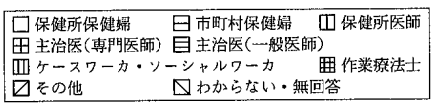


図 26　　「地域ケア体制の中での調整者の認識」の属性による違い

6 ま と め

県保健所，政令市保健所及び市町村に勤務する保健婦全員を対象とした，スモン等に関する意識調査により，次の結果が得られた。

(1) 保健婦の多くは，①保健・医療・福祉の連携，②生活面も含めた包括的な取り組み，③地域ケア体制の整備等の対策が必要とし，また対策への保健所や保健婦の積極的関与，訪問指導の必要性を訴えている。

(2) 保健婦の28%はスモンと他の難病とでは異次元の対策が必要と認識しているほか，全体としては知識や経験の不足のために訪問指導の実績が上がっていない。

(3) 地域ケア体制の調整者として保健所保健婦自らも期待している。

(4) スモン対策等に関する認識は訪問指導経験等の有無などによって差がみられる。

(5) 10年間に，訪問指導は増加傾向にあるが，その必要性の認識は漸減傾向にあった。

(6) 以上のことから，今後，地域ケア体制の整備と保健所や保健婦の役割の明確化，保健婦の学習と経験の積み重ねが重要である。

文 献

1) 西　正美ほか：厚生省特定疾患スモン調査研究班・昭和57年度研究業績，286--291（1983）
2) 西谷　裕ほか：厚生省特定疾患スモン調査研究班・昭和61年度研究報告書，516—522（1987）
3) 西　正美ほか：厚生省特定疾患スモン調査研究班・昭和62年度研究報告書，567—570（1988）

〔報　文〕

衛星画像を利用した植生判読手法の高度化に関する研究（第3報）

—— 目視判読による植生図の作成 ——

石川県衛生公害研究所情報室　竹野 裕治・田嶋 隆俊

1 はじめに

調査対象地域である県南地域は，県勢の新たな振興を図る指針として昭和63年に策定された石川県長期構想「21世紀へのビジョン」の中で，リゾート開発，先端企業・研究所の立地，林道網の整備，アクセス道路の整備等々の開発事業が計画されている。同地域の大部分は環境に対する配慮が必要である山岳・森林地域に当たり，かつ，国立公園に含まれているため，今後具体的な開発に先立って，周辺環境への配慮指針等を作成する必要があり，そのためには，その判断の基礎となる環境資源の現況に関して，植生図を始めとして種々の環境情報を整備することが第一要件である。

植生環境に関しては，現在までに環境庁（「自然環境保全基礎調査」）や県の環境部の調査によって「植生図」等としてまとめられており，県土の利用と自然環境保全の施策策定のための基礎資料として活用されてきた。しかしながら，これらの植生図は各植物群落の地理的分布を示す点からみてその精度は高くなく，大縮尺スケールでの現況の把握には必ずしも十分でないほか，断面調査であることから植生分布の変化を把握するための適切な情報となっていないといった問題がある。

人工衛星データは，地表面の状況を広域的，同時的，時系列的に把握できる特性を有し，更にディジタル情報であるため，コンピュータによる解析が容易である利点から，植生状況の現況やその変化の把握に利用が試みられてきた。しかしながら，植生の分類や判読精度の面で十分な成果が得られていない状況にある。

そこで，人工衛星データから精度の高い植生情報を得るために，平成元年度から3カ年の計画で，㈱リモート・センシング技術センターと石川県衛生公害研究所とが共同して，判読に適した衛星画像の作成と，この画像を利用した目視判読による植生分類を検討してきた。

平成元年度は，主に目視判読手法の枠組や手順，判読上の問題点について検討を行い[1]，平成2年度は，調査対象地域内にテストサイトを設け，その地域についてより詳細な目視判読を試み，判読の可能性と限界等を検討した[2]。また，補足的にディジタル解析による植生分類も試みた。平成3年度は，テストサイトで検討した目視判読手法を対象地域全域に適用するとともに，標高データを用いるなどして，判読手法の見直しを行い，最終的な植生分布図（以下，本研究で作成した植生判読結果を植生分布図という）を試作した。

2 研究の全体概要

本研究の全体概要は図1に示したとおりで，㈱リモート・センシング技術センターは衛星データに幾何補正等の処理を行い，衛星画像写真として石川県に提供する。本県はそれを用いて，現地調査によるグランドトルースデータや既存の植生データを参考にして目視判読を行い，植生分布図を試作する。

Studies on Advancing in Classification Method of Vegetation from Image Photo of Earth Resources Satelite Data. 3. Drawing up of Vegetation Map by Means of Reading with the Sense of Sight. *by Yuhji TAKENO and Takatoshi TAJIMA*（*Department of Information, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment*）

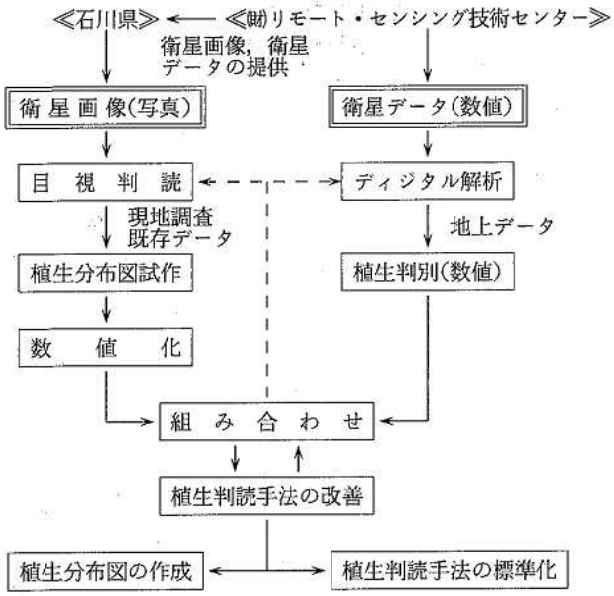


図1　研究の全体概要

3　研究の内容と方法

3・1　対象地域

(1)　対象地域

対象地域は，図2に示したように，石川県の南東部に当たる白山麓地域である（東経136°30'～136°52'30"で東西：35km，北緯36°0'～36°30'で南北：50km，面積：約1,750km²で，小松市，鶴来町，河内村，鳥越村，吉野谷村，尾口村及び白峰村の1市1町5村の範囲であるが，富山県，岐阜県，福井県の一部も含む)。この地域は標高2,702mの白山を中心とする山系の大部分を含み，急峻な地形が多く，標高500mを越える山間部がほとんどを占めている。白山は2,000mを超す高山としては本州最西端に位置しているため，この地域には我が国の高山植物の多くのものの，西限又は南限がみられる。また，この地域は石川・福井・岐阜・富山の4県にまたがる白山国立公園にも指定され，豊かな自然に恵まれている。また，対象地域を集水域とした1級河川である手取川が中央部を北へ流下し，山間部から平野部へ出ると流れを西へ変え，典型的な扇状地を形成し，日本海へ注いでいる。

なお，平成2年度に検討を行ったテストサイトの範囲を，図2に併せて示した。

(2)　植生の概要

対象地域の植生をその垂直分布に従って要約すると，平地，下部夏緑樹林帯（標高約300m以下），ブナ帯（約300m～1,500m），ダケカンバ帯（約1,500m～2,300m，亜高山帯）及び高山帯（約2,300m以上）の五帯に分類される[3]。

3・2　植生判読のための衛星画像作成

(1)　使用データ

平成元年度から3年度にかけて，植生判読に用いた衛星画像をLandsat TMデータから作成した。元年度は，秋から初冬にかけての2時期のデータ（10月10日及び11月11日）を使用したが，山の陰が誤判読を招くことが確認されたため，2年度以降は初夏のデータ（5月19日及び6月4日）を用いた。

Landsat-5 TM　パス-ロウ：109-35-A（サブシーン）
観測日：1987年5月19日

Landsat-5 TM　パス-ロウ：109-35-A（サブシーン）
観測日：1987年6月4日

Landsat-5 TM　パス-ロウ：109-35-A(サブシーン)
観測日：1987年10月10日

Landsat-5 TM　パス-ロウ：109-35
観測日：1987年11月11日

(2)　幾何補正

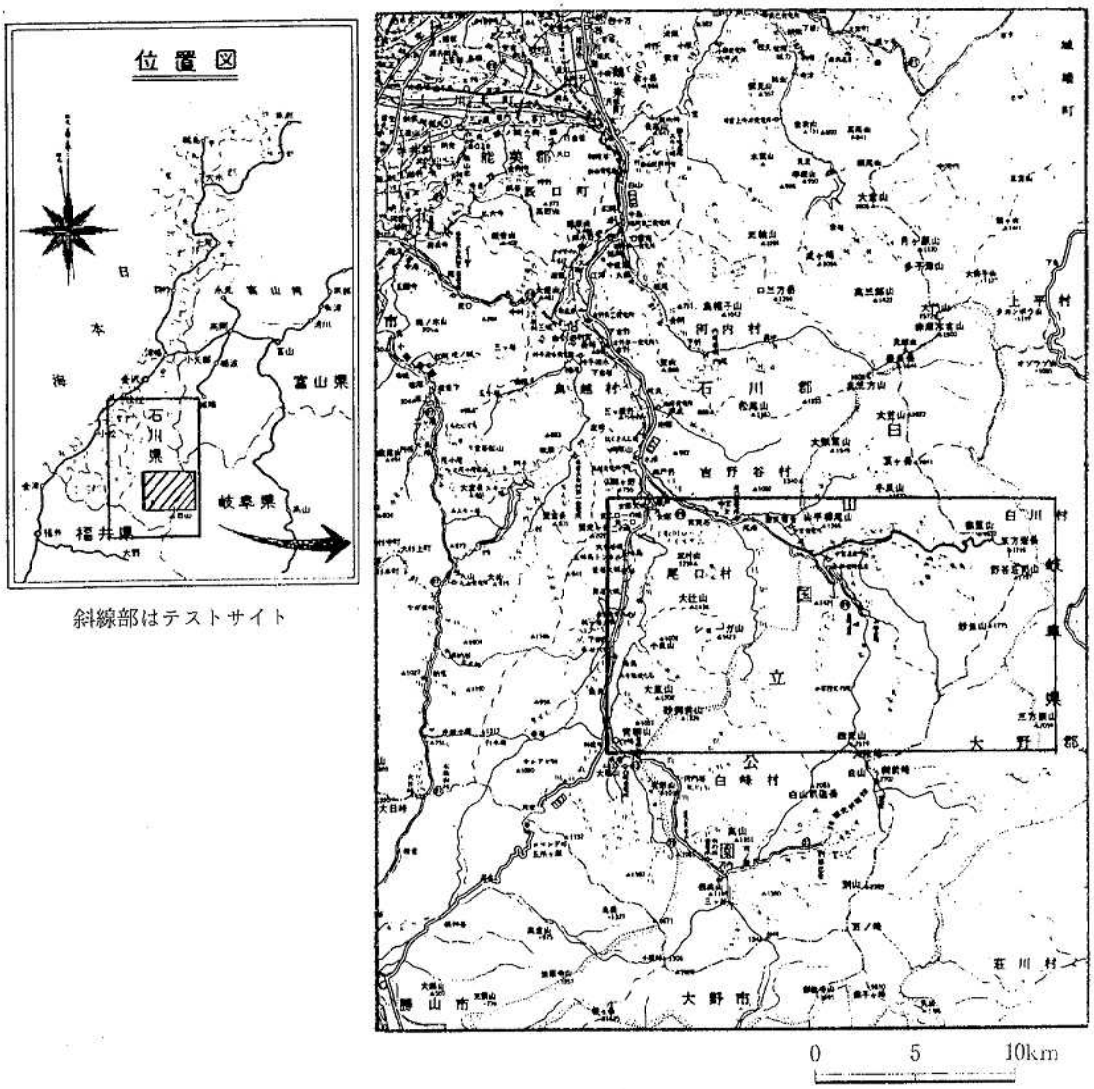
判読のための画像作成及びディジタル解析のための前処理として幾何補正を行った。幾何補正は，画像上と地形図上で明瞭に識別できる地上基準点（GCP：Ground Controle Point）を選定し，その画像及び経緯度座標の計測結果からの両者の間の関係式を導き出すことによって行った。この関係を利用し，画像を地形図座標に重ね合わせた。

計測された画像座標値と計算によって求められた画像座標値との残差は，4時期のピクセル（東西）・ライン（南北）両方向において，8点あるいは9点すべてでほぼ1画素以内であった。

得られた変換式を用いて図3に示した5万分の1地形図の範囲を1画素約25m×25mのサイズでサンプリングを行った。対象範囲の大きさは両画像共に1796ピクセル×2214ラインであった。

(3)　画像強調

3・2の(2)で幾何補正したデータのバンド2，3，4を用い，それぞれをB（青），G（緑），R（赤）に割り当ててフォールスカラー画像を合成し，植生判読に適するように画像強調を行った。



斜線部はテストサイト

図 2　　対象地域及びテストサイト

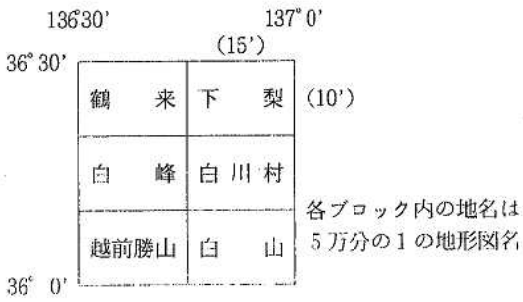


図3　　幾何補正対象範囲

3・3　ディジタル解析の手順

統計的分類手法による植生分類の限界を認識するためにディジタル解析を行い，画像判読から得られる結果との比較を行った。

この部分の検討は，現在，㈱リモート・センシング技術センターで行っており，別の機会に報告する。

3・4　目視判読による植生分類

(1)　使用した衛星画像

用いた衛星画像写真は，表1に示したように，平成元年度から3年度にかけて作成した4種類のカラー画像写真である。それを基に，5万分の1の縮尺でフリ

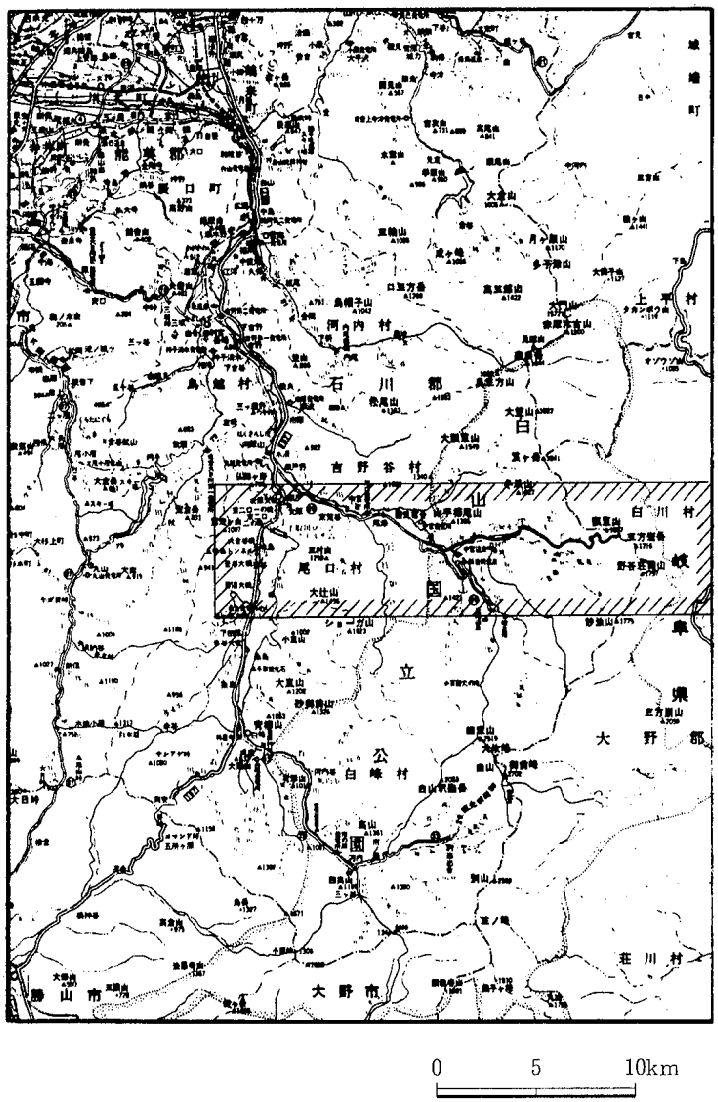


図4　　空中写真の収集範囲（斜線で囲まれた地域）

ントを行って目視判読に使用した。

(2)　グランドトルースデータの収集

平成元年度から3年度にかけて現地調査を行い，収集したグランドトルースデータを5万分の1の地形図上にプロットした。

(3)　空中写真の収集

目視判読結果の精度点検を行うため，空中写真を収集した。平成2年度は，石川県自然保護センター所有のカラー空中写真（建設省国土地理院，昭和52年10月撮影，1万分又は1万5千分の1）を用いて，また，平成3年度は図4に示した面積約160km²に相当する範囲の計35枚の白黒空中写真（㈱日本林業協会，平成2年6月18日・10月21日撮影，8千分の1）を購入して，精度点検に用いた。

(4)　判読項目別植生分布図のオーバレイの手法[2]

元年度に目視判読によって分類項目別に作成した6種の植生分布図を，グランドトルースデータとの照合による判読精度の高い順に，①住宅地，②裸地，③草地，④低木草地，⑤落葉樹林，⑥常緑樹林の順でオーバレイを行って1葉にまとめた。その際に，判読植生域が重なるエリアについては，再判読を行い，新

表　1　　使用した衛星（Landsat-5 TM）画像写真の概要

観測日	1987年5月19日	1987年6月4日	1987年10月10日	1987年11月11日
提供年度	平成2・3年度	平成2・3年度	平成元年度	平成元年度
ネガの種類	ネガ・ポジ	ネガ・ポジ	ポジ	ポジ
縮尺	約10万分の1	約10万分の1	約10万分の1	約10万分の1
雲量	0％	約2％	0％	0％
積雪エリア	約15％	約5％	0％	約4％

たな項目を設けるなどして目視判読を行った。

(5)　目視判読の方法

目視判読のしやすさ，衛星画像データの精度及び既存の植生図の縮尺等を考慮して，5万分の1の縮尺のカラー画像写真を用いた。

基本的には，画像写真で同一色調と思われるエリアの境界線を写真上に重ねた透明フィルムに写し取り，着色を行い，そのエリアを現地調査によって得られた植生を参考にして植生分類項目の割り当てを行った。

まず，前述の3・4の(4)で1葉にまとめた植生分布

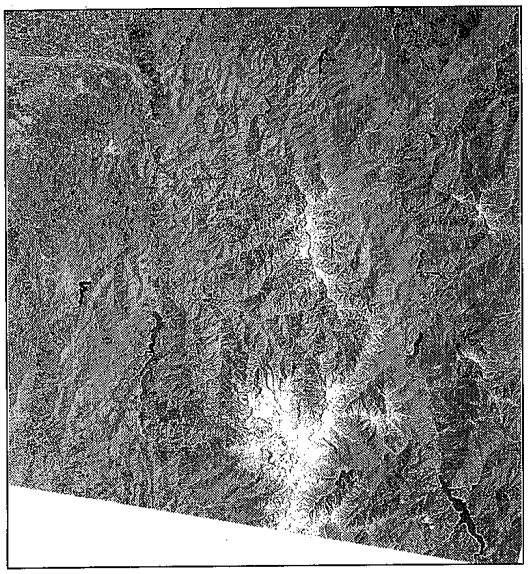


写真1—1　カラー画像写真
1987年5月19日観測

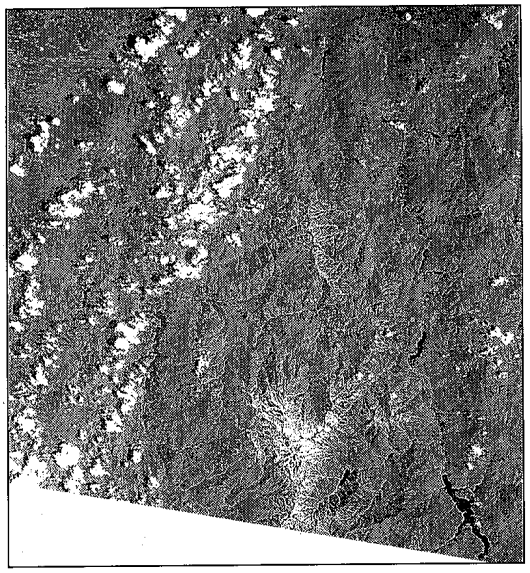


写真1—2　カラー画像写真
1987年6月4日観測

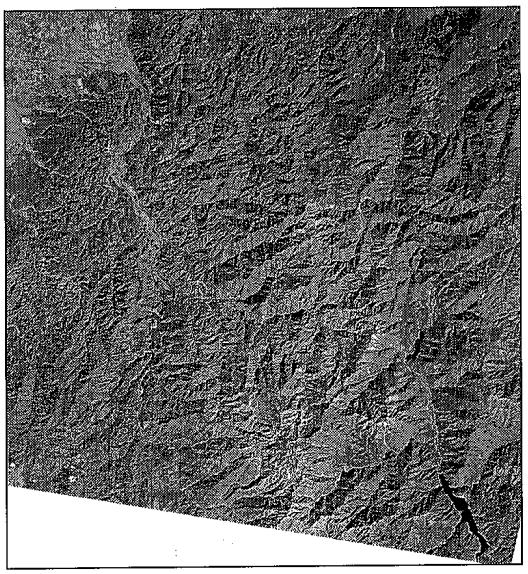


写真1—3　カラー画像写真
1987年10月10日観測

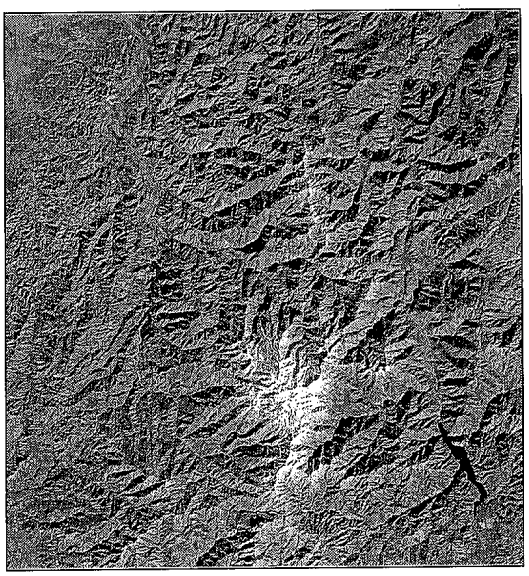


写真1—4　カラー画像写真
1987年11月11日観測

図の未判読のエリアについて，10月10日及び11月11日観測の画像写真（写真1－3，1－4）を基に目視判読（山陰や雪のエリアは除く）を行った。次に，5月19日及び6月4日観測の画像写真（写真1－1，1－2）を用いて，集約した方がよい項目（裸地・砂れき地，高山常緑樹林・笹）や，新たに目視判読可能な項目（竹林）や，再判読を行った方が精度が向上すると思われる項目（常緑樹林，草地）について判読を行った。

また，標高の違いによる一般的な植生分布からみて，標高データを参考にした方が好ましいと思われる2つの植生項目，「高山常緑樹林・笹」及び「落葉樹林3」については，共に標高1,500m以上の山域にのみ判読されるように標高データによる補完判読を行って，植生分布図を作成した。

(6)　植生判読結果の精度点検方法

ア　グランドトルースデータとの照合

グランドトルースデータをプロットした地形図を基に作成した透明フィルムを植生分布図と重ね合わせることによって，精度点検を行った。

イ　既存植生図との照合

既存の植生図（5万分の1，〔白峰〕）[4]から，その植生項目を目視判読項目と対応づけて目視判読項目と同様な植生図を作り，それを基に作成した透明フィルムを植生分布図と重ね合わせることにより，照合を行った。

ウ　空中写真との照合

平成2年度は，図2に示したテストサイト内の北西部のエリアで，3年度は，図4に示したエリアで主な植生分類項目を立体視鏡等で透明フィルムに読み取り[5]，植生分布図と重ね合わせることによって対比照合を行った。

(7)　植生分布図のディジタル化

平成2年度は，金沢工業大学情報処理学科，川田剛教授の協力を得て，同大学所管のイメージスキャナー及び同科で開発したアプリケーションソフトを使用して，12項目からなるテストサイトの目視判読による植生分布図のディジタル化を行って磁気テープに収録した。具体的にはテストサイトの南北12.9kmを1,024ピクセル，東西22.4kmを1,536ピクセルで読み取りを行った（1ピクセルは南北12.6m，東西14.6mの矩形に相当する）。

4　目視判読による植生分類結果

4・1　グランドトルースデータの結果

平成元年度から3年度にかけて現地調査を行い，119

表2　　収集したグランドトルースデータの箇所数

グランドトルースデータ	箇所数計	地形図（5万分の1）の名称				
		鶴来	白峰	白川村	越前勝山	白山
1 水域	2		2			
2 雪田	2			1		1
3 市街地	2	1	1			
4 緑の多い市街地	7	5	2			
5 水田	14	13	1			
6 砂れき地	4	3	1			
7 造成地	1	1				
8 自然裸地	5			2	1	2
9 伐採跡地	1				1	
10 草地-裸地（スキー場）	3		3			
11 草地	2	1			1	
12 スキ-草地	1				1	
13 竹林	2	2				
14 赤松林	5	5				
15 杉林	15	9	5		1	
16 山地高茎草原	3		1	2		
17 チシマザサ-低木	3			1		2
18 ササ	1			1		
19 コナラ林	3	3				
20 ブナ林	11		2	5	4	
21 ブナ-ミズナラ林	3	1	2			
22 ダケカンバ林	3			1	1	1
23 オオシラビソ-ダケカンバ林	3			2		1
24 クロベ-ヒメコマツ林	2			2		
25 高山高茎草原	6					6
26 高山ハイデ	1					1
27 高山低木	1					1
28 ハイマツ林	4					4
29 オオシラビソ林	2					2
30 ハイマツ-落葉低木	1					1
31 低木草地	4		4			
32 落葉樹林	2		2			

箇所のグランドトルースデータを収集し，地形図上にプロットした。そのデータの箇所数を表2に示した。

4・2　植生分類項目

3カ年の研究において検討した植生分類項目名の変遷を表3に示した。

植生分類項目としては，元年度調査では「常緑樹林」，「落葉樹林」，「低木草地」，「裸地」，「住宅地」そして「草地」の6項目を，2年度調査では，元年度の6項目に新たに「高山常緑樹林」，「落葉樹林2」，「畑地」，「水田」，「砂れき地」及び「水域」を加えて，計12項目に分類した。

3年度は，土地利用面からみて似ている項目は集約し（「水田」と「畑」は「水田・畑」に，「裸地」と「砂れき地」は「裸地・砂れき地」），また，高山部の「常緑樹林」，「落葉樹林」に対しては標高による分類を取り入れて，標高1,500m以上のそれぞれのエリアを「高山常緑樹林・笹」，「落葉樹林3」として，その他に新たに「竹林」の判読を行って，最終的に12項目を設定した。その細目を表4に示した。

4・3　4時期の画像写真の比較

4時期の画像写真を用いて植生分布図を試作したが，目視判読に当たってはそれぞれの画像写真の時期の違いによる特徴を比較した。

(1)　1987年5月19日の画像写真

山陰の部分はほとんど見られず，色調の違いが良く見分けられるが，一方で標高差による影響が極端に現れているため，小地域内での判読に適しているものの，広域での判読には不適と思われる。4時期のうちで積雪のエリアが最も大きい。

表3　　共同研究による植生分類項目名の変遷

平成元年度	平成2年度	平成3年度
常緑樹林	常緑樹林	常緑樹林
	高山常緑樹林	高山常緑樹林・笹
落葉樹林	落葉樹林1	落葉樹林1
	落葉樹林2	落葉樹林2
		落葉樹林3
—	—	竹　林
草　地	草　地	草　地
低木草地	低木草地	低木草地
裸地・水田	水　田	水田・畑地
	畑　地	
	裸　地	裸地・砂れき地
	砂れき地	
住宅地	住宅地	住宅地
—	水　域	水　域

(2)　1987年6月4日の画像写真

山陰の部分はほとんど見られず，標高差による影響も少ないが，色調の違いが見分けにくいため，広域での判読にしか適用できないと思われる。積雪エリアは5月に次いで大きく，雲が西域にみられる。

(3)　1987年10月10日の画像写真

山陰の部分の判読は難しく，対象地域全体の色調は暗い。積雪のエリアはほとんどなく，4時期のうちで最も少ない。

(4)　1987年11月11日の画像写真

太陽高度が低い影響が最も強く現れており，山陰の部分が多く，その部分の判読はほとんど不可能であった。また，標高差による影響と思われる色調の違い（植物活性度の違い）が現れているように思われる。

そこで，目視判読による植生分類の難

表4　　植生分類項目

No.	植生分類項目	(色)	植生の細目
1	常緑樹林	(緑)	杉林，檜林，松林，クロベ林，ヒメコマツ林等
2	高山常緑樹林・笹	(赤)	オオシラビソ林，コメツガ林，ハイマツ林，笹等
3	落葉樹林1	(紫)	コナラ林，ミズナラ林等
4	落葉樹林2	(黄)	ブナ林等
5	落葉樹林3	(茶)	ダケカンバ林等
6	竹林	(うす茶)	竹林
7	草地	(桃)	山地の草地
8	低木草地	(銀)	低木草地
9	水田・畑地	(水)	水田，畑，平野部の裸地等
10	裸地・砂れき地	(金)	山地の裸地，砂れき地等
11	住宅地	(青)	市街地，住宅地
12	水域	(黒)	水域

表 5　　画像写真と判読植生項目の対応

植生分類項目	目視判読の難易度	観測日 1987年5月19日	1987年6月4日	1987年11月11日
1 常緑樹林	低	○		○
2 高山常緑樹林・笹	高	○		○
3 落葉樹林1	高		○	○
4 落葉樹林2	高		○	○
5 落葉樹林3	高		○	○
6 竹林	低	○		
7 草地	中	○		○
8 低木草地	高		○	
9 水田・畑地	中	○		○
10 裸地・砂れき地	低	○	○	○
11 住宅地	中			○
12 水域	低	○		
山陰の部分 色調の違いによる判読		判読可能 判読種類数：多	判読可能 判読種類数：少	判読困難 判読種類数：多

易度，及び主にいつの観測時期の画像写真を用いたかを植生分類項目と対応させて表5に示した。

4・4　植生判読結果

カラー画像写真を使用して，グランドトルースデータ等を参考にし，色調の違いによって判読を行った。その際に，目安とした判読基準[6]及び主に用いた画像写真の観測時期を表6に示した。

目視判読結果を5万分の1地形図単位で，写真2に示した。植生分類項目のなかで，「常緑樹林」，「高山常緑樹林・笹」，「落葉樹林1」，「落葉樹林2」，「落葉樹林3」，「竹林」，「水田・畑地」，「裸地・砂れき地」，「住宅地」及び「水域」が精度よく分類できたと思われる。

元年度に作成した画像写真は時期的に秋（10月，11月）であったため，杉，松等の常緑樹や笹などは，落葉樹等との色調の違いによって比較的精度よく識別できた反面，常緑樹相互の分類や，落葉樹の中でのコナラ，ブナ等の識別が困難であった。また，対象地域の大部分が標高500～2,500mの急峻な地形で，かつ，画像データの観測時期の太陽高度が低いため，陰の部分が多く

表6　　目視判読を行う場合の判断基準と用いた画像の時期

植生項目	画像写真の色調 JIS 記号 色相	明度/彩度	色調	出現場所	用いた画像の観測時期	備考
常緑樹林	2.5YR	2/2	極暗赤褐色	平野部沿いの山地又は林道沿い	5月	再判読
高山常緑樹林・笹	7.5R	3/6	暗赤色(滑らかな感触)	高山地の斜面部	11月	標高1,500m以上
落葉樹林1	10R	4/8	赤茶色	低い山地が主	6月	
落葉樹林2	10R	5/10	落葉樹林1より明るい赤茶色	大部分の山地	6月	
落葉樹林3	10R	5/4	赤褐色	高山地	6月	標高1,500m以上
竹林	2.5YR	5/2	灰赤色	平野部沿いの低い山地	5月	新たに判読
草地	2.5YR	8/2	淡赤灰色		5月	再判読
低木草地	5BG	7/1	青灰色	山地の改変地跡	6月	
水田	5BG	4/4	暗青灰色(水田)		5月	
畑地	2.5YR	6/4	竹林より明るい灰橙色(畑)		5月	
裸地・砂れき地	5BG	8/2	青灰色	河川敷や山地の改変地	5月	
住宅地	2.5B	4/4	暗青灰色		11月	
水域	2.5B	4/8	濃青色		5月	

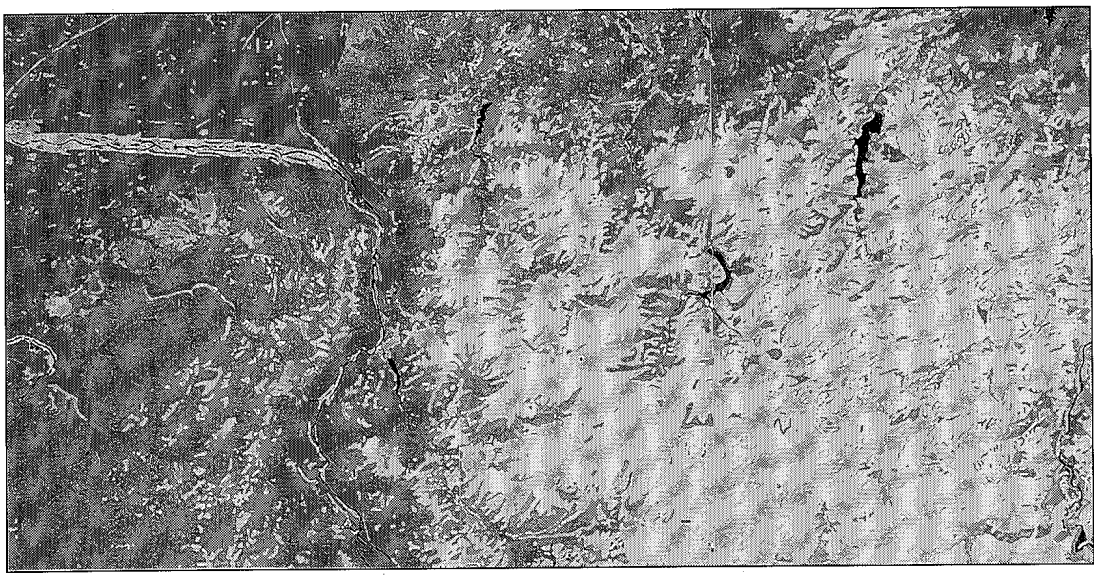


写真２－１　　目視判読による植生分布図（鶴来，下梨）

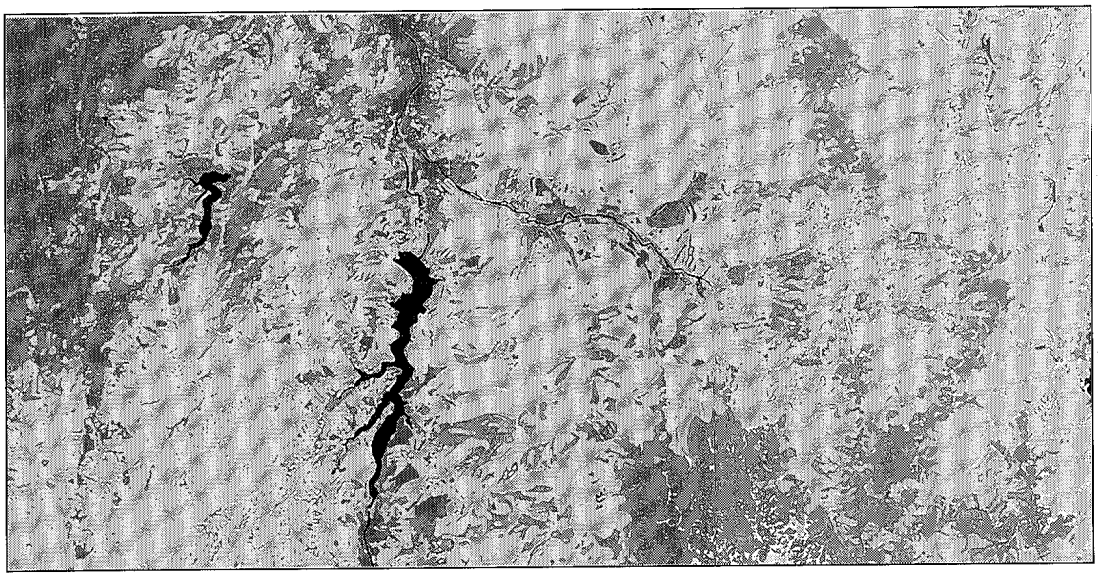


写真２－２　　目視判読による植生分布図（白峰，白川村）

なり，目視判読が困難な部分が多出した。これに対して，２年度に作成した画像写真は時期が５月及び６月で太陽高度が高いため，山陰の影響はほとんどみられず，「竹林」，「低木草地」，「裸地・砂れき地」，「水域」といった項目が判読しやすいのが特徴的であった。

４・５　判読結果の精度点検

(1)　グランドトルースデータとの照合

３・４の(2)で収集したグランドトルースデータのエリアが，判読を行った12分類項目のそれとどの程度合致しているかをみるために，グランドトルースデータを目視判読項目と同じ項目に集約して透明フィルムに書き取り，植生分布図と重ね合わせて照合を行った。その結果を表７に実面積と割合で示した。

グランドトルースデータと植生分類項目との合致率

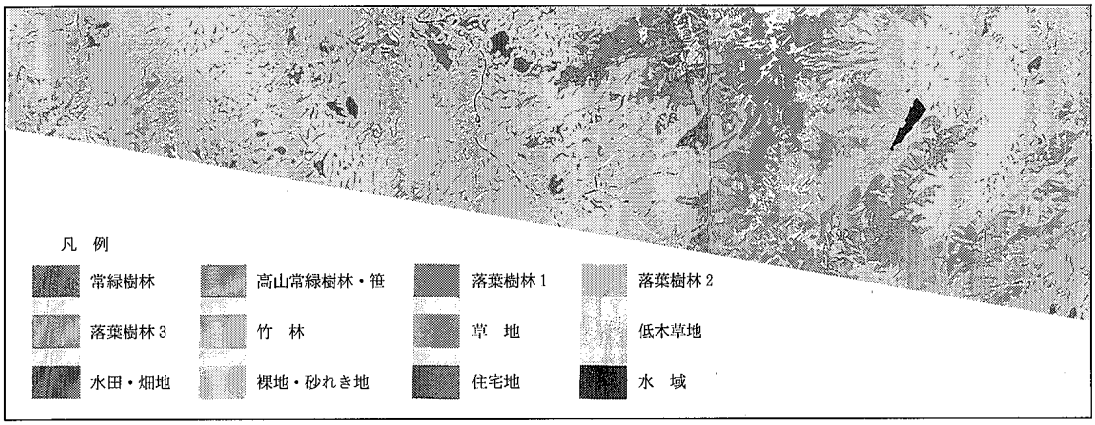


写真2－3　　目視判読による植生分布図（越前勝山，白山）

表7　　グランドトルースデータによる植生分布図との照合

（単位：10,000m²）

植生分類項目	グランドトルースデータと植生分布図のエリアが合致した面積	グランドトルースデータの総面積	合致した面積の割合（%）
1 常緑樹林	73	142	51
2 高山常緑樹林・笹	18	36	50
3 落葉樹林1	31	42	73
4 落葉樹林2	155	184	84
5 落葉樹林3	21	40	52
6 竹林	6	8	80
7 草地	11	37	30
8 低木草地	3	42	8
9 水田・畑地	53	63	85
10 裸地・砂れき地	29	53	55
11 住宅地	32	52	63
12 水域	47	49	97
計	480	749	64

をみると，「水域」の97%は別として，「落葉樹林2」，「竹林」，「水田・畑」が80%以上で，「常緑樹林」，「高山常緑樹林・笹」，「落葉樹林1」，「落葉樹林3」，「裸地・砂れき地」，「住宅地」が50%以上であった。また，植生分類項目の総和では64%であった。

(2)　既存の植生図との照合

既存の植生図（5万分の1，〔白峰〕）[1]と照合するために，目視判読項目と既存植生図の項目を表8に示したように対応づけて，目視判読項目と同じ項目に集約したうえで透明フィルムに書き取り，植生分布図と重ね合わせて照合を行った。その結果を表9に実面積と割合で示した。

既存植生図で「常緑樹林」とした面積の19%が，「高山常緑樹林・笹」の52%が，「落葉樹林1」の44%が，「落葉樹林2」の75%が，「落葉樹林3」の36%が，それぞれ植生分布図での対応項目に合致した。合計では53.6%の合致率であった。

(3)　空中写真との照合

3・4の(3)で収集した白黒空中写真を用いて，当該域の植生分布図を対比照合した。入手した空中写真の撮影時期は，当該域の西域は10月21日，東域は6月18日であった。そのためか，西域では山陰のエリアが出現してそのエリアの判読が困難であり，東域については山陰のエリアはほとんどみられないが，山頂部において一部積雪のエリアが出現した。また，空中写真と植生分布図の縮尺が異なる上に当該域が山岳部のため，判読エリアの同定が難しいなど，空中写真の判読技術の未熟さも加わり，全体的に判読は難しかった。

空中写真からは，「常緑樹林」，「草地」，「水田」，「裸地・砂れき地」，「住宅地」，「水域」を読み取ることができた。そこで，判読を行った7項目について照合を行った結果，「常緑樹林」は6割程度の合致率で目視判読によるものの方の面積が小さかった。この結果は，むしろ目視判読の方が正しいように思われれる。

表 8　　目視判読項目と既存の植生図項目の対応表

目視判読項目[1]	既存の植生図の項目[2]
1 常緑樹林	(16)クロベ - ヒメコマツ群落, (43)アカマツ群落, (51)アカマツ植林, (53)スギ・ヒノキ・サワラ植林
2 高山常緑樹林・笹	(9)オオシラビソ群落, (14)ササ自然草地
3 落葉樹林 1	(25)クリ - ミズナラ群落, (31)ケヤキ群落, (38)コナラ群落
4 落葉樹林 2	(15)チシマザサ - ブナ群落, (24)ブナ - ミズナラ群落,
5 落葉樹林 3	(8)オオシラビソ - ダケカンバ林, (11)ササ - ダケカンバ群落
6 竹林	(57)モウソウチク林[2]
7 草地	(22)山地帯高茎草原, (26)ササ草原, (64)牧草地
8 低木草地	(19)ヤナギ低木群落, (28)伐跡群落, (39)伐跡群落
9 水田・畑地	(62)畑地雑草群落, (66)水田雑草群落
10 裸地・砂れき地	(27)ススキ群落, (71)造成地, (75)自然裸地
11 住宅地	(68)市街地, (69)緑の多い住宅地
12 水域	(74)開放水域

注 1) ( ) の番号は植生図凡例中の植生番号である。
2) (57) モウソウチク林は〔白峰〕の地域に存在しない。

表9　　既存の植生図による植生分布図との照合

(単位：10,000m²)

植生分類項目	既存植生図と植生分布図のエリアが合致した面積	既存植生図の総面積	合致した面積の割合 (%)
1 常緑樹林	1,218	6,497	18.7
2 高山常緑樹林・笹	180	344[1] (23)	52.1
3 落葉樹林 1	4,232	9,633	43.9
4 落葉樹林 2	13,394	17,831	75.1
5 落葉樹林 3	273	750[1] (44)	36.4
6 竹林	0	0[2]	—
7 草地	31	616	5.0
8 低木草地	0	100	0.0
9 水田・畑地	165	440	37.5
10 裸地・砂れき地	131	540	24.3
11 住宅地	113	311	36.5
12 水域	511	692	73.8
計	20,246	37,754	53.6

注 1) 植生分布図における ( ) 内の「積雪」の面積を含む。
2) (57)モウソウチク林は〔白峰〕の地域に存在しない。

また，「落葉樹林」は約9割の合致率であった。その他の項目では，「水田」，「裸地・砂れき地」，「住宅地」，「水域」がよく合致していたが，「草地」が悪かった。

4・6 目視判読による植生分布図作成手法のモデル

3カ年の研究において，検討を行った結果を踏まえて目視判読による植生分布図作成手法のモデルを図5に示した。

5 ま と め

5・1 研究のまとめ

共同研究として，㈱リモート・センシング技術センターは，平成元年度から2年度にかけて，観測期日が1987年5月19日，6月4日，10月10日及び11月11日のランドサット衛星TMデータに対し，幾何補正及び画像強調を行って，対象地域である石川県の南東部の白山麓地域の判読用衛星画像を作成した。平成2，3年度は，衛星データを用いたディジタル解析による植生分類を行った。

石川県はリモート・センシング技術センターから提供された4時期の衛星画像写真を用いて，現地調査等を行い，目視判読による植生分類を行って，植生分布図を作成した。

(1) 現地調査を行い，119箇所のグランドトルースデータを収集し，地形図上にプロットした。

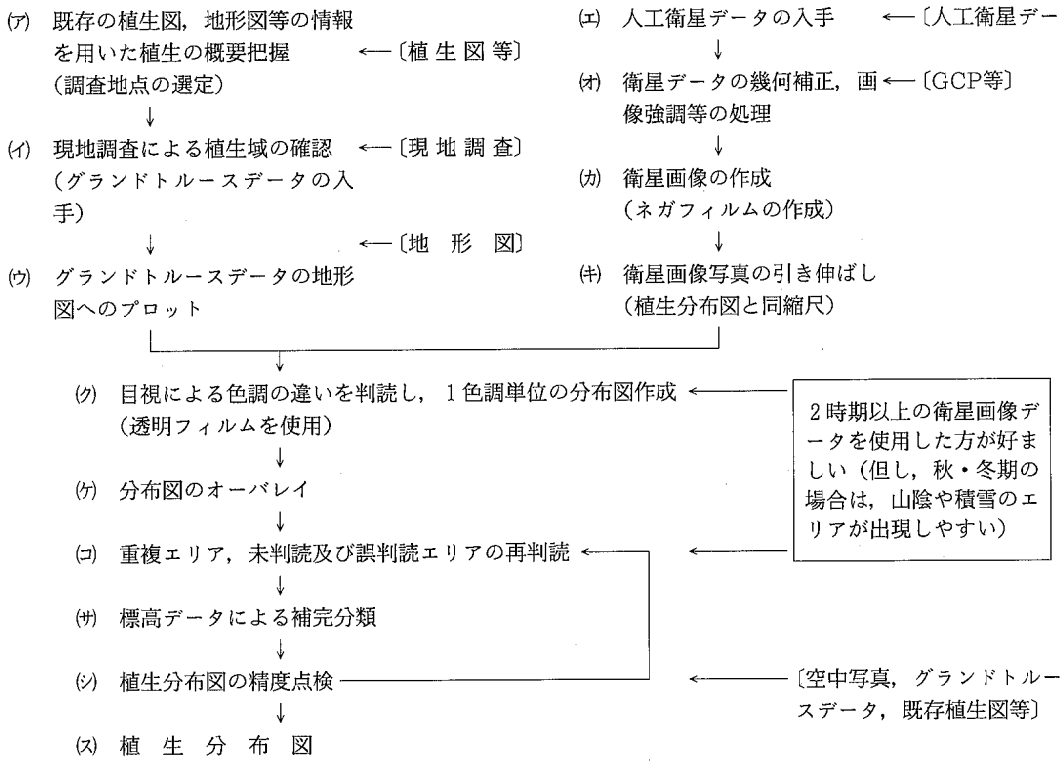


図 5　　目視判読による植生分布図作成のモデル

(2) 平成2年度は，対象地域内にテストサイトを設定し，植生判読手法の詳細な検討を行った。具体的には，元年度に作成した6種類の項目別植生分布図をオーバレイして，1葉の植生分布図にまとめた。

(3) その際に，複数の分類項目に重複して判読されたエリア，未判読のエリア及び新たに目視判読可能な項目について再判読を行い，現地調査の結果を参考にして植生判読を行い，平成元年度の成果として得られた6項目の分類項目に，新たな項目を加えて12分類項目の植生分布図を試作した。

(4) 平成3年度は，2年度の手法を対象地域全体に適用し，(3)で分類を行った12項目について，土地利用面からみて似ている項目の集約化，新たな項目の判読，標高データによる分類等を取り入れて，最終的に「常緑樹林」，「高山常緑樹林・笹」，「落葉樹林1」，「落葉樹林2」，「落葉樹林3」，「竹林」，「草地」，「低木草地」，「水田・畑地」，「裸地・砂れき地」，「住宅地」そして「水域」の12分類項目からなる植生分布図を作成した。

(5) 目視判読によって作成した植生分布図を3カ年の間に収集したグランドトルースデータでもって検証した結果，「落葉樹林2」，「竹林」，「水田・畑地」，「水域」が80%以上，「常緑樹林」，「高山常緑樹林・笹」，「落葉樹林3」，「裸地・砂れき地」，「住宅地」が50%以上の合致率であった。

(6) 植生分布図を既存の植生図（昭和59年，〔白峰〕）でもって照合した結果，既存植生図で「常緑樹林」とした面積の19%が，「高山常緑樹林・笹」の52%が，「落葉樹林1」の44%が，「落葉樹林2」の75%が，「落葉樹林3」の36%が，それぞれ植生分布図での対応項目に合致した。

(7) 対象地域内の一部のエリアについて，植生分布図を白黒空中写真（平成2年6月10月撮影，㈱日本林業協会）より判読したもので照合した結果，「常緑樹林」で6割，「落葉樹林」で9割程度の合致率であった。

(8) 平成2年度にイメージスキャナーを使用して，植生分布図のディジタル化を行い，磁気テープに収録した。

(9) 3カ年の研究結果を基に，衛星画像の目視判読による植生分布図作成に対する一つの手法を提示した。

5・2　今後の課題

(1)　本研究で使用した衛星画像データは，5月，6月，10月，11月のもので，10月を除く3時期とも対象地域の一部に積雪域がみられ，その領域では判読が不可能であった。白山頂上（標高：2,702m）付近の積雪のない衛星画像を得られる機会は少ないので，この部分のデータをどのように補完し，処理するかを検討する必要がある。

(2)　また，秋期，冬期の衛星画像は，太陽高度が低いため山陰のエリアが出現しやすく，その時期での良好な衛星画像を得られるようにする必要がある。

(3)　目視判読による植生分類作業を効率よく行うために，ディジタル解析との組み合せについて検討を行う必要がある。

(4)　本研究で作成した植生分布図の評価を行うに当たって，グランドトルースデータ，空中写真，既存植生図を使用したが，いずれも絶対的なものとはなりえず，評価方法について検討の必要がある。

文　　献

1)　竹野裕治，田嶋隆俊：石川衛公害研年報，27，75—85（1990）
2)　竹野裕治，田嶋隆俊：同上誌，28，54—66（1991）
3)　里見信生，松尾秀邦，矢島孝昭：北陸の自然誌　山編，38—39，巧玄出版，富山（1979）
4)　環境庁：石川県現存植生図（鶴来，白峰，越前勝山，下梨，白川村，白山），昇寿チャート，東京（1984）
5)　㈳日本写真測量学会：空中写真の判読と利用　空からの調査，202—214，鹿島出版会，東京（1981）
6)　JIS色票委員会：JIS　Z　8721　標準色票，㈶日本規格協会，東京（1974）

〔報　文〕

石川県における酸性雨調査（第6報）

——硫黄安定同位体比からみた降水中硫酸イオンの起源の推定——

石川県衛生公害研究所環境部　北村守次

（本報告の一部は，1989年度日本地球化学会年会及び第30回大気汚染学会において発表した。平成元年10月4日，東京都及び平成元年11月9日，川崎市）

1　はじめに

酸性雨問題は，原因となる汚染物質が国境を越えて千kmオーダーで輸送されて来る広域的な事象[1]と，比較的近隣の汚染源による地域的な事象[2]とが複雑に絡みあっており，酸性雨を防止するためには，そのメカニズムとそれぞれの寄与をできるだけ定量的に把握して対応していくことが必要である。

これまでの調査では，本県における降水のpHが全国各地の年平均値のなかではやや低い方に属し[3]，特に冬季の季節風の影響が強い時期にpHが低くなり，その原因として硫酸イオンが強く係わっていることが明らかになっている。また，この硫酸イオンの起源として，東アジア諸国からの長距離輸送が懸念されている[4]。

しかるに，中井らによれば，硫黄化合物に含まれる硫黄元素はそれぞれの供給源により特有の硫黄安定同位体比（$^{34}S/^{32}S$）を持っており，石炭に含まれる硫黄，石油に含まれる硫黄，海水中の硫酸イオンとしての硫黄の安定同位体比には，明かな差がみられる[5)-8)]。このことから，降水中の硫酸イオンの硫黄安定同位体比を調べることは，その起源を知る手掛かりになると考えられる。

以上のような考えの下に，著者らは本県において1986年12月から1991年11月までの約5年間にわたって，降水中の硫酸イオンの硫黄安定同位体比を測定し，降水成分濃度との関係を考察してきた。以下に，それらの測定結果と，得られた知見を報告する。

なお，調査は主として金沢市三馬測定点において実施したが，県内での地域的な差異をみるため，輪島と鳥越の両測定点でも短期間の測定を実施した。

2　調査方法及び測定原理

2・1　調査地点

三馬測定点（金沢市三馬2丁目，石川県衛生公害研究所3階屋上）

輪島測定点（輪島市鳳至町畠田，輪島保健所2階屋上）

鳥越測定点（石川郡吉野谷村吉野，松任石川広域事務組合消防署白山分署敷地内，金沢地方気象台鳥越地域気象観測所露場横）

2・2　降水採取方法

降雪期（12月中旬～3月上旬）：環境庁指定形式の雪採取器（口径40cmφ）[9]により1週間ごとの降水（降雪を含む）を採取した。

その他の時期（3月中旬～12月上旬）：市販のデポジット・ゲージ（口径30cmφ）により1か月ごとの降水を採取した。

2・3　調査期間

三馬測定点：1986年12月から1991年11月まで。

輪島測定点：1991年1月と2月。

鳥越測定点：1991年5月から11月まで。

Survey of Acid Precipitation in Ishikawa Prefecture. 6. An Estimation of the Origin of Sulfate Ion in Rain Water in View of Sulfur Isotopic Variations. *by Moritsugu KITAMURA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

2・4　調査方法

(1)　降水中硫酸イオンの硫黄安定同位体比

1週間又は1か月間ごとに採取した降水試料を，それぞれニュークリポア・メンブランフィルター又はNo.5C沪紙を用いて沪過して不溶性成分を除去し，降水成分の化学分析に供した残りの全量を濃縮乾固した。この後，JIS K-0101工業用水試験法の硫酸イオン分析法[10]に準じて，図1のフローチャートに示す方法で前処理し，同じく図1に示す方法で硫黄安定同位体比を測定した。同位体比の測定は，乾式還元法[11]を簡略化した方法で硫酸バリウムを硫化バリウムに還元し，亜酸化銅法で二酸化硫黄を生成させて，Varian MAT CH-7型同位体比質量分析装置を用いる方法である[12]。

なお，試料採取から前処理までは当研究所が，安定同位体比測定は名古屋大学理学部地球科学教室がそれぞれ実施した。

(2)　降水の化学成分分析

降水の化学成分分析は，環境庁酸性雨等調査マニュアル（改訂版）[9]に準じて，1987～1991年度に本県で実施された降水成分調査[13-17]と同じ測定項目及び測定方法で実施した。

〔前　処　理〕

① 雨水採取
↓
② 沪　　過
↓ ＋HCl
③ 濃縮(ウオーターバス)
↓
④ 蒸発乾固
↓
⑤ 溶解沪過(SiO_2除去)
↓ ＋$BaCl_2$ 10%soln.
⑥ 沈殿($BaSO_4$)
↓
⑦ 沪　　過
↓
⑧ 灼熱(磁製るつぼ)
↓
⑨ 重量測定
↓
⑩ 試料保存・搬送($BaSO_4$)
(ガラス製試料びん)

〔同位体比測定〕

＋グラファイト
↓ N_2気流中・1000°C
⑪ 還元(Ba_2S)(簡略化乾式還元法)
↓ ＋水
⑫ リーチング
↓ ＋$AgNO_3$
⑬ 沈殿(Ag_4S)
↓
⑭ 洗浄(デカンテーション)
↓
⑮ 乾燥(100°C)
↓ ＋Cu_2O
真空中・800°C
⑯ 酸化(SO_2ガス)(亜酸化銅法)
↓
⑰ 水分除去
↓
⑱ 同位体分析
(Varian MAT CH—7
同位体比質量分析装置)

図1　　降水中の硫黄安定同位体比分析フローチャート

2・5　安定同位体比の表示法

硫黄の安定同位体比は，世界共通の標準物質である鉄隕石に含まれるFeS（troilite）の同位体比からの千分偏差で表現される。すなわち，下式で表され，

$$\delta^{34}S\ (‰) = \left[\frac{(^{34}S/^{32}S)\ 試料}{(^{34}S/^{32}S)\ 標準} - 1\right] \times 1000$$

$(^{34}S/^{32}S)$ 標準＝0.0450045

$\delta^{34}S$値が大きいほど相対的に重い硫黄（^{34}S）が，小さいほど軽い硫黄（^{32}S）が多いことを示す[5]。

3　結果と考察

3・1　降水中硫酸イオンの硫黄安定同位体比測定結果とその分布

硫黄安定同位体比と降水成分分析結果を表1に示す。金沢（三馬測定点）における降水中硫酸イオンの硫黄安定同位体比（$\delta^{34}S$）の平均値（降水量重み付き）は＋6.3‰であった。

次に，金沢における調査期間中の1か月ごとの$\delta^{34}S$値のヒストグラムを図2に示す。図3には，比較対照として，調査期間は一部異なるが，名古屋と四日市におけるヒストグラム[11]を示す。

中井によると，供給源別の硫黄安定同位体比は次のようになる[5]。

① 海塩の硫酸塩＝＋20.3‰
② 海岸，陸上からのH_2S
＝＋3.4‰
③ 人為汚染のSO_2＝－4.0‰
④ 火山ガスの硫黄化合物
＝＋2.5‰

これらすべての化合物は大気中で酸化され，硫酸又は硫酸塩となる。そして，中井らの調査した降水の硫酸イオンの$\delta^{34}S$値はすべて海塩の硫酸塩と人為汚染のSO_2の値の中間値を示している[5]。この中では，1960年の地方都市，田園地域で＋12～＋16‰と高く，1970年代の大都市で－1～＋5‰と低くなっている[5]。

しかるに，図3に示した名古屋と四日市における$\delta^{34}S$値の分布は，1970年代の大都市と同じレベルで1～2‰をピークとして－2～＋6‰の比較的狭い範囲にあるのに対して，図2に示した金沢における$\delta^{34}S$値の分布は，ピークが明確でなく，1

表1－1　降水の化学成分及び降水中硫酸イオンの硫黄安定同位体比測定結果（三馬）

No.	降水採取期間	降水採取器	降水量 (mm)	貯水量 (l)	pH	EC (μS/cm)	SO_4^{2-} (μg/ml)	nss-SO_4^{2-} (μg/ml) (%)	NO_3^- (μg/ml)	Cl^- (μg/ml)	NH_4^+ (μg/ml)	Ca^{2+} (μg/ml)	Mg^{2+} (μg/ml)	K^+ (μg/ml)	Na^+ (μg/ml)	$\delta^{34}S$ (‰)	nss-SO_4^{2-} の $\delta^{34}S$ (‰)	備　考
86C - 39S	1986.12.22～1987. 1. 5	雪　採　取　器	93.5	22.5	4.4	70.2	5.32	3.83(72)	1.31	10.4	0.92	0.51	0.67	0.35	5.90	+ 8.3	+3.7	2週間の降雨雪
40S	1987. 1. 5～ 1.12	〃	62.0	16.9	4.4	73.2	5.30	3.63(69)	1.30	11.1	0.53	0.55	0.85	0.39	6.65	+ 8.4	+2.9	
41S	1.12～ 1.19	〃	66.5	14.3	4.5	93.3	5.79	3.22(56)	1.11	17.6	0.42	0.66	1.22	0.54	10.2	+10.8	+3.3	
42S	1.19～ 1.26	〃	94.5	18.1	4.8	27.1	2.02	1.41(70)	0.39	4.09	0.17	0.32	0.28	0.16	2.41	+ 7.7	+2.3	
43S	1.26～ 2. 2	〃	43.5	8.96	4.4	69.8	5.83	4.53(78)	2.19	8.59	0.95	0.55	0.68	0.44	5.14	+ 7.4	+3.7	
44S	2. 2～ 2. 9	〃	39.5	5.69	4.4	86.4	5.15	3.01(58)	1.20	14.8	0.40	0.46	1.04	0.40	8.52	+10.6	+3.7	
45S	2. 9～ 2.16	〃	27.5	7.88	4.3	69.2	7.33	6.31(86)	2.30	7.06	0.90	0.83	0.60	0.33	4.06	+ 6.7	+4.5	
46S	2.16～ 2.23	〃	11.5	4.12	4.9	38.3	3.74	2.94(79)	1.50	5.05	0.50	0.78	0.40	0.24	3.16	+ 5.4	+1.4	
47S	2.23～ 3. 2	〃	77.0	15.8	4.5	80.3	5.65	3.72(66)	2.14	13.5	0.83	0.81	1.07	0.43	7.65	+ 8.9	+3.0	
48S	3. 2～ 3. 9	〃	19.0	3.05	5.6	83.6	8.80	6.80(77)	3.49	13.2	1.29	1.71	1.17	0.54	7.94	+ 7.3	+3.5	
86C-MAR	3. 9～ 3.30	デポジット・ゲージ	150.5	10.5	4.6	42.9	3.28	2.40(73)	1.08	5.96	0.41	0.51	0.45	0.21	3.48	+ 5.5	+0.1	3週間の降雨
87C-APR	3.30～ 4.27	〃	48.5	1.48	4.4	100	12.2	10.5 (86)	5.79	12.2	1.39	2.00	1.14	0.47	6.80	+ 4.8	+2.3	
MAY	4.27～ 6. 1	〃	204.0	13.8	4.7	18.3	1.87	1.67(90)	1.09	1.28	0.23	0.25	0.096	0.08	0.77	+ 3.3	+1.3	
JUN	6. 1～ 6.29	〃	139.5	7.77	4.7	18.9	1.75	1.57(90)	1.58	1.08	0.18	0.31	0.084	0.09	0.71	+ 1.3	−0.9	
JUL	6.29～ 8. 3	〃	168.5	10.8	4.3	32.0	2.89	2.73(95)	1.87	1.05	0.23	0.41	0.082	0.08	0.63	+ 2.3	+1.3	
AUG	8. 3～ 8.31	〃	181.0	11.9	4.6	20.1	1.91	1.76(93)	1.20	0.80	0.20	0.27	0.066	0.07	0.57	+ 2.8	+1.4	
SEP	8.31～ 9.28	〃	93.5	6.03	4.5	60.0	3.90	2.52(65)	2.28	9.73	0.21	0.78	0.72	0.24	5.47	+ 7.5	+0.5	
OCT	9.28～ 11. 2	〃	147.0	9.87	4.8	54.8	3.76	2.30(61)	1.54	10.1	0.28	0.55	0.76	0.29	5.78	+ 8.9	+1.7	
NOV	11. 2～ 11.30	〃	179.0	10.1	4.6	72.5	4.82	2.96(61)	1.94	12.6	0.58	0.53	0.99	0.36	7.40	+ 8.9	+1.8	
DEC	11.30～1988. 1. 4	〃	211.0	13.4	4.6	92.4	6.11	3.70(61)	2.04	17.1	0.66	0.68	1.18	0.48	9.57	+ 9.3	+2.2	
87C - 38S	1987.12.14～1987.12.21	雪　採　取　器	52.5	15.2	4.4	104	6.24	3.80(61)	2.57	17.0	1.30	0.54	1.15	0.58	9.71	+ 9.7	+2.9	上記と期間重複
39S	1988.12.21～1988. 1. 4	〃	36.0	3.88	4.3	103	8.69	6.66(77)	3.76	13.7	1.47	0.97	1.08	0.58	8.07	+ 6.8	+2.7	〃
40S	1. 4～ 1.11	〃	107.0	13.7	4.6	62.7	3.86	2.24(58)	0.69	11.4	0.32	0.42	0.81	0.32	6.45	+10.2	+2.9	
41S	1.11～ 1.18	〃	35.0	4.38	4.8	42.2	3.42	2.46(72)	1.08	6.67	0.40	0.58	0.48	0.20	3.80	+ 7.1	+2.0	
42S	1.18～ 1.25	〃	65.0	7.17	5.7	105	6.40	3.28(51)	1.20	23.7	0.49	1.15	1.55	0.52	12.4	+11.0	+2.2	
43S	1.25～ 2. 1	〃	71.0	8.43	4.5	99.6	6.42	3.91(61)	1.72	18.7	0.53	0.85	1.23	0.48	9.99	+10.5	+4.2	
44S	2. 1～ 2. 8	〃	46.5	4.67	5.1	142	9.81	5.79(59)	2.14	30.2	0.99	1.63	2.11	0.72	16.0	+10.4	+3.5	
45S	2. 8～ 2.15	〃	59.5	7.60	4.4	65.1	4.33	2.97(69)	0.78	9.87	0.38	0.32	0.68	0.26	5.41	+ 9.0	+3.8	
47S	2.15～ 2.29	〃	47.0	5.85	4.5	38.7	3.63	2.97(82)	1.22	4.10	0.45	0.60	0.34	0.16	2.59	+ 5.4	+2.1	2週間の降雪
48S	2.29～ 3. 7	〃	41.5	4.98	4.9	53.3	5.71	4.67(82)	2.48	7.35	0.85	1.25	0.57	0.28	4.12	+ 5.8	+2.6	
49S	3. 7～ 3.14	〃	40.5	4.37	4.6	75.2	5.87	4.08(70)	1.24	12.7	0.63	0.88	0.89	0.39	7.10	+ 8.3	+3.1	
87C-MAR	3.14～ 3.28	デポジット・ゲージ	99.0	7.09	4.7	26.7	2.69	2.30(86)	1.13	2.50	0.33	0.43	0.18	0.09	1.55	+ 3.2	+0.3	2週間の降水
88C-APR	3.28～ 5. 2	〃	157.5	9.60	6.2	28.8	3.74	3.31(89)	2.34	2.80	0.30	1.36	0.32	0.15	1.71	+ 4.1	+2.0	
MAY	5. 2～ 5.30	〃	185.0	12.5	4.9	17.7	1.79	1.55(87)	1.28	1.33	0.19	0.34	0.13	0.08	0.93	+ 3.7	+1.2	
JUN	5.30～ 6.27	〃	206.0	13.4	5.0	13.3	1.49	1.38(93)	1.24	0.61	0.35	0.24	0.052	0.05	0.41	+ 1.2	−0.2	
JUL	6.27～ 8. 1	〃	230.5	15.4	4.5	24.1	2.33	2.20(95)	1.48	0.98	0.50	0.14	0.058	0.05	0.49	+ 2.0	+1.0	
AUG	8. 1～ 8.29	〃	147.0	8.63	4.5	26.9	2.07	1.91(93)	1.77	1.80	0.35	0.22	0.072	0.08	0.60	+ 1.2	−0.3	
SEP	8.29～ 10. 3	〃	307.0	20.6	4.8	12.4	1.07	0.96(91)	0.71	0.60	0.14	0.11	0.049	0.03	0.40	+ 2.6	+0.8	
OCT	10. 3～ 10.31	〃	214.5	14.9	4.9	56.3	3.62	2.19(61)	1.21	10.6	0.36	0.49	0.74	0.25	5.69	+ 9.9	+3.1	
NOV	10.31～ 11.28	〃	450.0	19.6	4.8	69.7	4.05	2.11(52)	0.79	14.2	0.27	0.46	1.08	0.34	7.70	+11.7	+3.8	
DEC	11.28～ 12.26	〃	240.5	17.6	4.6	76.1	5.10	3.16(62)	1.12	13.8	0.41	0.48	1.05	0.34	7.72	+ 9.2	+2.4	
88C - 39S	12.19～ 12.26	雪　採　取　器	58.5	8.33	4.3	57.5	4.67	3.77(81)	1.47	6.20	0.52	0.36	0.43	0.23	3.58	+ 6.3	+3.0	上記と期間重複
40S	12.26～1989. 1. 9	〃	85.0	10.8	4.5	57.9	4.30	3.04(71)	1.19	8.85	0.43	0.38	0.62	0.23	5.01	+ 8.7	+3.9	2週間の降雨雪
41S	1989. 1. 9～ 1.17	〃	23.0	3.31	4.7	33.0	2.98	2.56(86)	1.90	3.32	0.51	0.61	0.22	0.10	1.67	+ 3.8	+1.1	
42S	1.17～ 1.23	〃	84.0	10.6	4.7	19.4	1.77	1.59(90)	0.95	1.19	0.21	0.23	0.084	0.04	0.69	+ 3.3	+1.5	
43S	1.23～ 1.30	〃	39.0	5.74	4.5	75.9	4.65	2.75(59)	1.13	14.0	0.36	0.46	0.98	0.31	7.54	+10.0	+2.9	
44S	1.30～ 2. 6	〃	32.0	4.24	5.8	83.7	8.28	6.20(75)	2.89	14.2	0.76	1.82	1.19	0.39	8.27	+ 7.4	+3.1	
45S	2. 6～ 2.13	〃	48.0	6.79	4.8	23.8	2.43	2.10(87)	0.84	2.38	0.28	0.42	0.18	0.07	1.30	+ 4.5	+2.0	

表1－1のつづき

No.	降水採取期間	降水採取器	降水量 (mm)	貯水量 (l)	pH	EC (μS/cm)	SO_4^{2-} (μg/ml)	nss-SO_4^{2-} (μg/ml) (%)	NO_3^- (μg/ml)	Cl^- (μg/ml)	NH_4^+ (μg/ml)	Ca^{2+} (μg/ml)	Mg^{2+} (μg/ml)	K^+ (μg/ml)	Na^+ (μg/ml)	$\delta^{34}S$ (‰)	nss-SO_4^{2-} の $\delta^{34}S$ (‰)	備考
88C - 46S	1989. 2.13～ 2.20	雪採取器	83.0	11.0	4.9	14.6	1.49	1.36(92)	0.86	0.87	0.15	0.33	0.065	0.04	0.50	+ 2.3	+0.6	
47S	2.20～ 2.27	〃	88.0	12.1	4.5	31.5	2.35	1.93(82)	1.24	2.96	0.21	0.26	0.20	0.11	1.67	+ 5.3	+2.0	
88C-MAR	2.27～ 4. 3	デポジット・ゲージ	141.5	9.63	4.9	38.9	4.16	3.38(81)	1.55	5.11	0.43	0.64	0.40	0.15	3.07	+ 3.5	−0.3	
89C-APR	4. 3～ 5. 1	〃	114.0	6.64	4.6	60.8	5.74	4.72(82)	3.27	8.20	0.80	1.03	0.56	0.21	4.06	+ 5.9	+2.8	
MAY	5. 1～ 5.29	〃	117.5	8.09	4.5	38.5	3.53	3.06(87)	2.72	3.18	0.60	0.61	0.29	0.19	1.85	+ 3.9	+1.4	
JUN	5.29～ 7. 3	〃	148.5	10.8	4.6	23.0	2.62	2.47(95)	1.70	0.79	0.51	0.34	0.086	0.09	0.56	+ 2.5	+1.5	
JUL	7. 3～ 7.31	〃	186.5	13.9	4.7	15.8	1.67	1.59(96)	1.18	0.32	0.35	0.18	0.026	0.04	0.28	+ 1.7	+0.9	
AUG	7.31～ 9. 4	〃	305.5	19.7	5.0	13.3	1.06	0.88(83)	0.72	1.15	0.08	0.16	0.081	0.05	0.71	+ 3.6	+0.2	
SEP	9. 4～ 10. 2	〃	470.5	30.9	4.8	13.0	1.11	1.00(91)	0.66	0.70	0.12	0.12	0.051	0.03	0.41	+ 3.6	+1.9	
OCT	10. 2～ 10.30	〃	183.0	12.7	4.5	46.4	3.43	2.51(73)	1.70	6.54	0.43	0.29	0.46	0.17	3.63	+ 7.3	+2.6	
NOV	10.30～ 11.27	〃	203.0	14.3	4.5	69.2	4.26	2.54(60)	1.13	12.3	0.37	0.30	0.93	0.29	6.84	+10.4	+3.7	
DEC	11.27～ 12.25	〃	278.0	18.4	4.5	79.0	4.97	2.88(58)	1.24	14.6	0.49	0.36	1.15	0.37	8.29	+10.1	+2.8	
89C - 39S	12.25～1990. 1. 8	雪採取器	171.0	21.2	4.5	46.4	3.05	2.09(69)	0.68	6.85	0.28	0.16	0.46	0.17	3.81	+ 8.6	+3.3	2週間の降水
40S	1990. 1. 8～ 1.16	〃	56.5	7.03	4.7	42.8	2.76	1.78(65)	0.72	7.04	0.22	0.27	0.50	0.17	3.87	+ 9.5	+3.6	
41S	1.16～ 1.22	〃	35.0	4.52	4.7	28.7	2.30	1.84(80)	0.91	3.32	0.23	0.30	0.23	0.10	1.81	+ 9.9	+7.3	
42S	1.22～ 1.29	〃	85.0	9.97	4.9	38.0	2.01	1.00(50)	0.34	7.43	0.09	0.18	0.50	0.18	4.01	+12.2	+4.1	
43S	1.29～ 2. 5	〃	26.0	3.41	4.6	49.9	3.64	2.66(73)	0.87	6.94	0.20	0.38	0.50	0.20	3.87	+ 6.5	+1.5	
45S	2. 5～ 2.19	〃	64.5	7.37	4.8	27.6	2.78	2.34(84)	0.96	2.63	0.35	0.40	0.23	0.13	1.73	+ 4.1	+1.1	
46S	2.19～ 2.26	〃	84.0	10.9	5.0	9.3	0.88	0.79(91)	0.59	0.43	0.07	0.09	0.038	0.03	0.33	+ 0.9	−1.1	
89C-MAR	2.26～ 4. 2	デポジット・ゲージ	154.0	9.96	4.6	66.1	5.42	3.89(72)	1.95	10.8	0.62	0.59	0.81	0.30	6.09	+ 6.6	+1.2	
90C-APR	4. 2～ 5. 1	〃	157.5	10.4	4.9	39.0	4.00	3.21(80)	1.59	5.50	0.25	1.30	0.49	0.18	3.12	+ 4.9	+1.2	
MAY	5. 1～ 6. 4	〃	170.5	11.9	4.5	25.0	2.39	2.24(94)	1.23	1.25	0.29	0.41	0.10	0.09	0.57	+ 3.0	+1.9	
JUN	6. 4～ 7. 2	〃	194.0	13.1	4.4	28.0	2.37	2.23(94)	1.35	0.89	0.19	0.27	0.088	0.07	0.54	+ 1.8	+0.7	
JUL	7. 2～ 7.30	〃	77.0	4.37	4.5	33.0	3.14	2.89(92)	2.25	1.46	0.63	0.52	0.16	0.13	0.97	+ 3.1	+1.7	
AUG	7.30～ 9. 3	〃	102.5	4.52	4.8	23.0	2.17	1.91(88)	1.63	1.47	0.19	0.93	0.17	0.15	1.03	+ 2.4	−0.0	
SEP	9. 3～ 10. 1	〃	244.0	18.5	4.8	26.0	1.87	1.35(72)	1.01	3.65	0.27	0.27	0.23	0.10	2.06	+ 4.5	−1.5	
OCT	10. 1～ 10.29	〃	258.5	18.2	4.7	25.0	1.61	1.15(72)	0.82	3.28	0.18	0.18	0.20	0.08	1.81	+ 6.0	+0.4	
NOV	10.29～ 12. 3	〃	309.5	20.5	4.6	72.0	4.02	2.11(53)	1.27	15.1	0.43	0.52	0.93	0.31	7.60	+10.5	+1.7	
DEC	12. 3～1991. 1. 7	〃	268.0	20.0	4.6	120	6.12	2.50(41)	1.00	25.8	0.45	0.84	2.00	0.59	14.4	+12.7	+1.7	
90C - 39S	1990.12.24～1991. 1. 7	雪採取器	113.0	18.3	4.6	135	5.98	1.81(30)	0.63	29.5	0.44	1.03	2.27	0.68	16.6	+14.7	+1.8	上記と期間重複
40S	1991. 1. 7～ 1.14	〃	113.5	17.6	4.5	58.0	3.21	1.77(55)	0.67	9.89	0.27	0.36	0.74	0.25	5.71	+10.9	+3.3	
41S	1.14～ 1.21	〃	53.5	8.30	4.4	75.0	4.76	2.98(63)	1.09	13.3	0.53	0.59	0.95	0.35	7.08	+ 9.7	+3.4	
42S	1.21～ 1.28	〃	52.5	6.71	4.4	88.0	6.32	4.28(68)	1.62	15.1	0.66	1.18	1.17	0.42	8.09	+ 8.9	+3.5	
43S	1.28～ 2. 4	〃	30.0	5.90	4.2	66.0	4.54	3.48(77)	1.16	7.64	0.50	0.43	0.54	0.21	4.19	+ 7.2	+3.3	
44S	2. 4～ 2.12	〃	75.5	13.8	4.4	56.0	4.26	3.29(77)	1.35	6.88	0.62	0.66	0.52	0.22	3.84	+ 7.7	+4.0	
45S	2.12～ 2.18	〃	51.0	10.2	5.1	107	4.76	1.34(28)	0.62	24.7	0.27	0.87	1.87	0.53	13.6	+14.2	−1.3	
46S	2.18～ 2.25	〃	63.5	7.66	4.6	123	6.39	2.80(44)	1.02	24.0	0.50	1.02	2.00	0.64	14.3	+13.1	+3.9	
47S	2.25～ 3. 4	〃	42.0	7.72	4.5	56.0	4.61	3.64(79)	1.08	7.18	0.57	1.09	0.55	0.21	3.83	+ 7.3	+3.9	
90C-MAR	3. 4～ 4. 1	デポジット・ゲージ	194.5	13.9	4.6	29.0	3.01	2.67(89)	1.48	2.09	0.46	0.51	0.18	0.11	1.32	+ 4.1	+2.1	
91C-APR	4. 1～ 4.30	〃	117.0	7.67	4.7	23.0	2.11	1.87(89)	1.35	1.55	0.24	0.64	0.13	0.09	0.94	+ 2.3	+0.0	
MAY	4.30～ 6. 3	〃	101.0	6.04	4.8	44.0	4.20	3.41(81)	3.46	4.72	0.64	1.56	0.50	0.29	3.11	+ 4.9	+1.4	
JUN	6. 3～ 7. 1	〃	339.0	22.4	4.6	17.0	1.66	1.60(97)	1.04	0.39	0.30	0.20	0.027	0.04	0.21	+ 1.5	+0.9	
JUL	7. 1～ 7.29	〃	315.0	19.5	4.6	21.0	1.96	1.79(92)	1.00	1.06	0.28	0.35	0.077	0.05	0.66	+ 3.3	+1.7	
AUG	7.29～ 9. 2	〃	163.5	10.5	4.5	25.0	2.05	1.85(90)	1.41	1.46	0.20	0.33	0.10	0.05	0.79	+ 3.0	+1.1	
SEP	9. 2～ 9.30	〃	98.5	5.16	4.2	64.0	4.13	3.06(74)	2.10	8.07	0.04	0.71	0.60	0.15	4.25	+ 7.5	+3.0	
OCT	9.30～ 10.28	〃	224.5	15.5	4.3	40.0	2.90	2.45(85)	1.24	3.42	0.24	0.29	0.24	0.07	1.76	+ 5.8	+3.2	
NOV	10.28～ 11.25	〃	194.5	13.4	4.5	65.0	5.08	3.84(76)	2.13	9.76	0.63	0.94	0.78	0.25	4.91	+ 7.8	+3.8	

（注） 降水採取器の項で，雪採取器は環境庁指定形式の口径40cmφのもの，デポジット・ゲージは市販の口径30cmφのものである。

表１－２　降水の化学成分及び降水中硫酸イオンの硫黄安定同位体比測定結果（輪島）

No.	降水採取期間	降水採取器	降水量 (mm)	貯水量 (l)	pH	EC (μS/cm)	SO_4^{2-} (μg/ml)	nss-SO_4^{2-} (μg/ml) (%)	NO_3^- (μg/ml)	Cl^- (μg/ml)	NH_4^+ (μg/ml)	Ca^{2+} (μg/ml)	Mg^{2+} (μg/ml)	K^+ (μg/ml)	Na^+ (μg/ml)	$\delta^{34}S$ (‰)	nss-SO_4^{2-} の $\delta^{34}S$ (‰)	備考
90G－40S	1991. 1. 7～ 1.14	雪採取器	65.5	8.38	4.7	75.0	4.28	2.21(52)	0.92	14.4	0.34	0.61	1.11	0.83	8.22	+12.5	+5.2	
41S	1.14～ 1.21	〃	48.0	6.85	4.4	114	6.43	3.39(53)	2.17	22.7	0.58	1.09	1.65	1.43	12.1	+12.0	+4.6	
42S	1.21～ 1.28	〃	27.5	3.43	4.6	121	8.10	4.88(60)	2.83	23.1	0.73	1.85	1.82	0.97	12.8	+10.1	+3.4	
43S	1.28～ 2. 4	〃	34.5	4.42	4.5	89.0	5.64	3.36(60)	1.00	15.6	0.50	0.82	1.30	0.40	9.06	+10.3	+3.5	
44S	2. 4～ 2.12	〃	75.5	10.0	4.8	54.0	3.72	2.34(63)	0.81	9.02	0.41	0.53	0.66	0.62	5.47	+ 8.9	+2.2	
45S	2.12～ 2.18	〃	45.0	6.70	6.0	212	8.23	1.05(13)	0.72	53.1	0.21	2.04	3.78	3.19	28.6	+16.6	−8.7	
46S	2.18～ 2.25	〃	89.0	11.1	4.8	108	5.26	1.94(37)	0.63	21.3	0.39	0.87	1.80	0.76	13.2	+13.5	+1.9	
47S	2.25～ 3. 4	〃	30.0	3.83	4.5	76.0	5.62	3.83(68)	1.12	12.1	0.60	0.88	0.98	0.72	7.12	+ 9.2	+4.0	

表１－３　降水の化学成分及び降水中硫酸イオンの硫黄安定同位体比測定結果（鳥越）

No.	降水採取期間	降水採取器	降水量 (mm)	貯水量 (l)	pH	EC (μS/cm)	SO_4^{2-} (μg/ml)	nss-SO_4^{2-} (μg/ml) (%)	NO_3^- (μg/ml)	Cl^- (μg/ml)	NH_4^+ (μg/ml)	Ca^{2+} (μg/ml)	Mg^{2+} (μg/ml)	K^+ (μg/ml)	Na^+ (μg/ml)	$\delta^{34}S$ (‰)	nss-SO_4^{2-} の $\delta^{34}S$ (‰)	備考
91A-MAY	1991. 4.30～ 6. 3	デポジット・ゲージ	103.0	7.24	4.8	24.0	2.26	1.83(81)	0.98	2.50	0.08	0.66	0.24	0.27	1.70	+4.9	+1.3	
JUN	6. 3～ 7. 1	〃	315.0	23.1	4.8	12.0	1.10	1.05(96)	0.68	0.22	0.18	0.15	0.019	0.05	0.16	+3.4	+2.8	
JUL	7. 1～ 7.29	〃	313.0	24.6	4.8	14.0	1.43	1.37(96)	0.67	0.37	0.29	0.13	0.021	0.04	0.22	+4.0	+3.3	
AUG	7.29～ 9. 2	〃	247.0	17.7	4.7	14.0	1.21	1.12(93)	0.78	0.46	0.08	0.21	0.029	0.04	0.32	+2.7	+1.4	
SEP	9. 2～ 9.30	〃	139.0	8.32	4.3	35.0	2.56	2.17(85)	0.97	2.71	0.07	0.27	0.18	0.10	1.55	+5.4	+2.7	
OCT	9.30～ 10.28	〃	268.0	19.1	4.7	21.0	1.66	1.44(87)	0.66	1.65	0.07	0.33	0.13	0.18	0.85	+5.8	+3.7	
NOV	10.28～ 11.25	〃	204.0	14.5	4.8	41.0	3.52	2.74(78)	1.38	5.94	0.35	0.96	0.53	0.44	3.07	+7.1	+3.4	

表２　石川県における降水中硫酸イオンの $\delta^{34}S$ 値（‰）

地点	期間	n	範囲	平均値	標準偏差
三馬	春季（3～5月）	18	+2.3～+ 8.3	+ 4.3	±1.28
	夏季（6～8月）	15	+1.2～+ 3.6	+ 2.3	±0.81
	秋季（9～11月）	15	+2.6～+11.7	+ 7.2	±2.92
	冬季（12～2月）	47	+0.9～+14.7	+ 8.9	±2.85
	全期間	95	+0.9～+14.7	+ 6.3	±3.51
鳥越	春季（3～5月）	1	—	+ 4.9	—
	夏季（6～8月）	3	+2.7～+ 4.0	+ 3.4	±0.52
	秋季（9～11月）	3	+5.4～+ 7.1	+ 6.2	±0.69
	全期間	7	+2.7～+ 7.1	+ 4.5	±1.42
輪島	冬季（12～2月）	8	+8.9～+16.6	+11.9	±2.42

表３　石川県における降水中 nss-硫酸イオンの $\delta^{34}S$ 値（‰）

地点	期間	n	範囲	平均値	標準偏差
三馬	春季（3～5月）	18	−0.3～+3.5	+1.3	±0.88
	夏季（6～8月）	15	−0.9～+1.7	+0.8	±0.69
	秋季（9～11月）	15	−1.5～+3.9	+2.0	±1.52
	冬季（12～2月）	47	−1.3～+7.3	+2.7	±1.22
	全期間	95	−1.5～+7.3	+1.8	±1.38
鳥越	春季（3～5月）	1	—	+1.3	—
	夏季（6～8月）	3	+1.4～+3.3	+2.6	±0.76
	秋季（9～11月）	3	+2.7～+3.7	+3.4	±0.35
	全期間	7	+1.3～+3.7	+2.8	±0.81
輪島	冬季（12～2月）	8	−8.7～+5.2	+1.9	±4.12

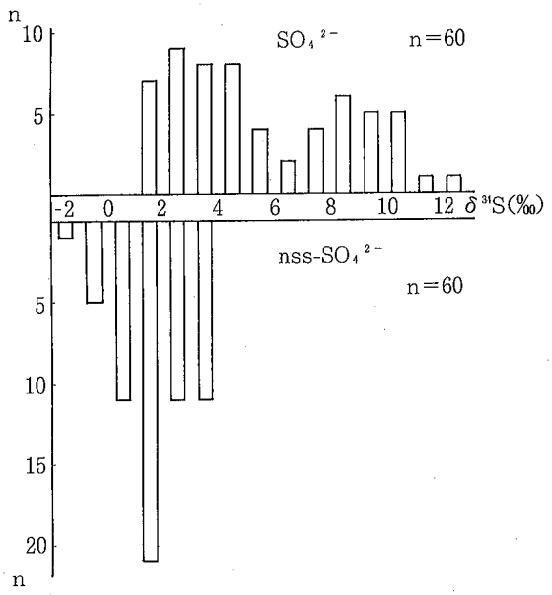


図2　降水中 SO_4^{2-} と nss-SO_4^{2-} の硫黄同位体比ヒストグラム（三馬）

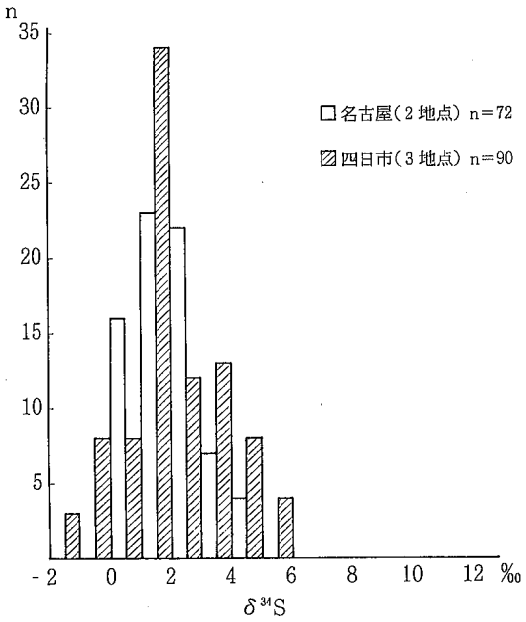


図3　降水中 SO_4^{2-} の硫黄同位体比ヒストグラム（名古屋，四日市）[11]　（中井，大橋による）

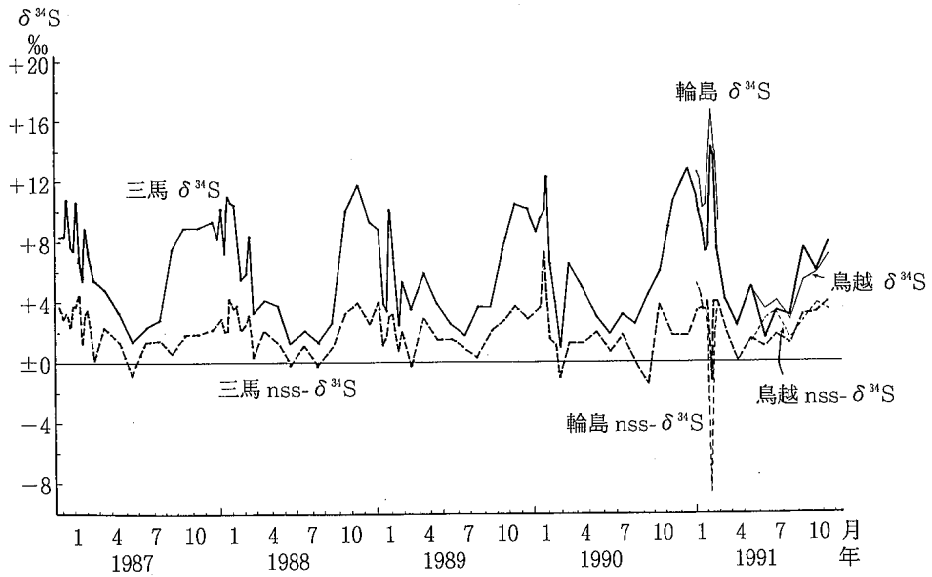


図 4　$\delta^{34}S$ 及び nss-$\delta^{34}S$ の季節変化

～13‰の広い範囲に広がっている。

また，本県における $\delta^{34}S$ 値の季節変化は，図4に示すように明らかに冬季に高く夏季に低い傾向を示している。各季節ごとの $\delta^{34}S$ の平均値は表2のとおりである。

したがって，金沢における $\delta^{34}S$ 値の分布が高い側へ広がっているのは，主として冬季の北西季節風によって運ばれて来る海塩の影響によるものであると考えら

れる。

なお，鳥越における春～秋季の$\delta^{34}S$値は金沢と差がなく，また，輪島における冬季の値は海塩の影響をより強く受け，金沢より更に高い値を示している。

3・2　非海塩由来硫酸イオンの硫黄安定同位体比とその分布

上記のように本県における降水は海塩の影響を強く受けているため，人為汚染による影響を考えるためには海塩の影響を除いて評価する必要がある。そこで，ナトリウムイオンを基準として算出した非海塩由来硫酸イオン[15]（以下，「nss-硫酸イオン」または「nss-SO_4^{2-}」と表記する）濃度と非海塩由来硫酸イオンの$\delta^{34}S$（以下，nss-$\delta^{34}S$と表記する）値を表1及び図2，4に併記し，季節ごとのnss-$\delta^{34}S$の平均値を表3に示した。

なお，nss-$\delta^{34}S$値は以下のようにして算出した。

$\delta^{34}S$(試料)＝a・$\delta^{34}S$(海塩)＋e・nss-$\delta^{34}S$ ……①

a＋e＝1 ……②

ただし，a：海塩の寄与率，e:nssの寄与率

$\delta^{34}S$（海塩）＝20.3‰[5]

①②式より，

$$\text{nss-}\delta^{34}S(‰) = \frac{\delta^{34}S(\text{試料}) - (1-e)\times 20.3}{e}$$

nss-$\delta^{34}S$値のヒストグラムは，名古屋，四日市の$\delta^{34}S$値のパターンに近づくが，これらよりは重いものがやや多い傾向を示す。また，季節変化は，$\delta^{34}S$値と同様に冬季に高く夏季に低い傾向を示す。

著者らは先に，金沢では冬季に降水量と硫酸イオン，nss-硫酸イオンの降下量が共に多くなることを示した[4]が，上記のことから，冬季のnss-硫酸イオン降下量の増加は石油燃焼によるものではなく，また，金沢の近隣では目立った石炭の使用もないことから，近隣の大気汚染によるものではないということができる。

大橋は，名古屋，四日市においてもnss-$\delta^{34}S$値の季節変化がみられ，冬季に高く夏季に低い傾向があり，この原因としてSO_2の酸化速度の温度による変化を示唆している。このことについては，名古屋，四日市においては冬季に降水量が少なく，また，酸化速度が低下することにより人為汚染の寄与が小さくなり，生物起源硫黄が相対的に多くの割合を占める可能性を否定できない。しかし，金沢では前述のように冬季にはnss-硫酸イオンの降下量が多くなり，名古屋，四日市の20倍にも達しており，季節変動の原因を生物起源の硫黄の寄与によると考えることは，気温の低い冬季にはるかに多くの生物活動があるということになり，現実的ではない。このことから，冬季の金沢における降水中のnss-硫酸イオンは，別の重い硫黄を含む発生源の影響を受けているということが示唆される。これについては，3・4節で更に考察を進める。

3・3　生物起源の硫黄を考慮した評価

非海塩由来の硫酸イオンは，このすべてが人為汚染によるものではなく，生物起源によるものも含まれている。中井らにより，降水中硫酸イオンの供給源寄与率推算にA法，B法の2つが提示されているが，生物起源に関しては詳しいことは明らかではなく，大きな仮定が入って来る。

A法は下式により$\delta^{34}S$値から推算する方法で，1960年の地方都市の大気には，人為汚染源の硫黄の寄与はなかったと仮定するもので，A法ではこの仮定の不確実性から，海塩寄与率（a）を過大に見積もっている可能性がある[7]。

$\delta^{34}S$＝a・$\delta^{34}S$（海塩）＋b・$\delta^{34}S$（生物）＋c・$\delta^{34}S$（人為）……③

a＋b＋c＝1 ……④

a：海塩SO_4^{2-}の寄与率　$\delta^{34}S$（海塩）＝＋20.3‰

b：生物SO_4^{2-}の寄与率　$\delta^{34}S$（生物）＝＋3.4‰

c：人為SO_4^{2-}の寄与率　$\delta^{34}S$（人為）＝－4.0‰

ここで，仮定より，

$\delta^{34}S_0$＝a・$\delta^{34}S$（海塩）＋b・$\delta^{34}S$（生物）……⑤

a＋b＝1 ……⑥

$\delta^{34}S_0$：1960年の地方都市の降水中硫酸イオンの同位体比（実測平均値：＋14.0‰）

⑤⑥式より，b/a＝0.58 ……⑦

B法は下式により降水成分のナトリウムイオンと硫酸イオンの比から推算する方法で，ここでは第2次世界大戦終結直後の1946～1947年における名古屋の降水には，人為汚染の寄与はなかった，すなわち，海塩由来分を差し引いたnss-硫酸イオンはすべて生物源により供給されたと仮定している。この方法では，A法とは逆にaを過少に見積もっている可能性がある[7]。

海水のSO_4^{2-}/Na^+＝0.25

SO_4^{2-}（海塩）＝Na^+×0.25 ……⑧

SO_4^{2-}（生物）＝SO_4^{2-}（全量）－SO_4^{2-}（海塩）…⑨

⑥⑧⑨式により，b/a＝2.22 ……⑩

この2つの方法で得られたaとbの値を用いて，名古屋など太平洋側や内陸部における測定結果について人為汚染の寄与率を計算したところ，その差は約10%であったと報告されており[7]，真の値はこの間の値をとると考えられている。

上記のA法とB法により，金沢の降水の人為汚染起

源の割合を算出すると，B法では冬季に人為汚染起源の割合が負の値をとることが多く，A法でもこの割合が負になることがあり，非現実的な結果となる。このことは，幾つかの仮定に無理があると考えられ，冬季の金沢のように海塩寄与が大きい場合の人為起源硫酸イオンの割合の算出には，これらのA，B法を適用することはできないと考えられる。

生物起源の硫黄に関しては，大橋[11]により詳しく検討されているが未だ不明の点も多く，細かい数字はあまり意味を持たない[11]のが現状であり，今後の研究に待つところが大きい。

3・4　重い硫黄を含む硫酸イオンの起源の推定

3・2節と3・3節において，金沢の降水が冬季に重い硫黄同位体比を持つ発生源の影響を受けている可能性を示唆した。これを更に別の角度から検討するため，図5に金沢における降水中硫酸イオンの非海塩寄与割合と$\delta^{34}S$値の関係を示す。この両者の関係は良い直線関係を示し，非海塩寄与割合が100%のときの$\delta^{34}S$値，即ち海塩の影響を全く受けないと仮定したときの値は+1.3‰で，大橋[11]によって示された名古屋，四日市におけるnss-硫酸イオンの$\delta^{34}S$値（−0.6〜+2.0‰）と良く一致している。

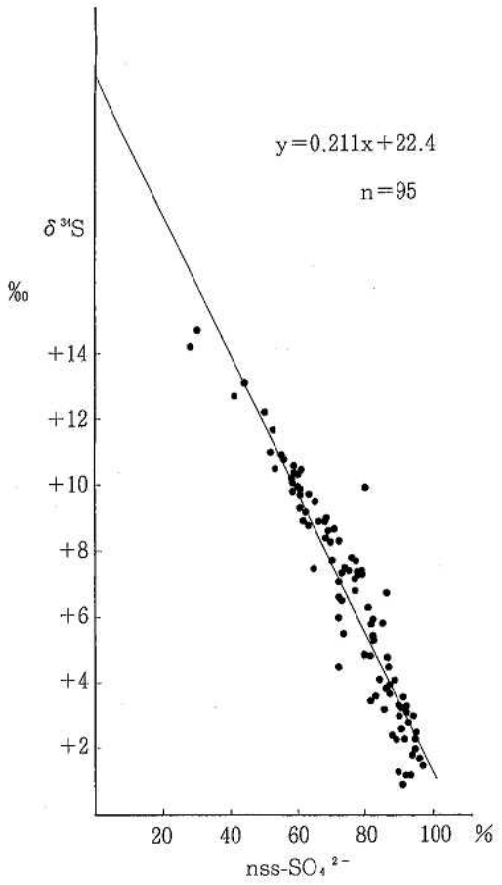


図5　SO_4^{2-}の非海塩寄与割合と$\delta^{34}S$の関係（三馬）

一方，この図で非海塩寄与割合が0，即ち100%海塩由来の値を外挿すると，海塩の$\delta^{34}S$値+20.3‰より大きい+22.4‰となる。これは，外挿による誤差である可能性も否定できないが，海塩より更に重い同位体比を持つものの存在を仮定することもできる。

ここで，石炭の燃焼に伴って発生する二酸化硫黄について考察する。石炭は石油と違って，産地によって$\delta^{34}S$値が大きな幅を持っている。表4に中井ら[8]による1967年の国内炭の測定結果を，表5に大泉ら[18]による中国炭と豪州炭の1990年の測定結果を，図6にHongら[19]による中国各地の石炭の1991年の測定結果をそれぞれ示す。これらによると，産地により変動は大きいが，概して$\delta^{34}S$値は大きく，中には+20‰を超える値もみられる。このことから，金沢において北西季節風の多い冬季に大きい$\delta^{34}S$値を持つ硫酸イオン降下量が増大するという事実は，東アジア諸国の石炭燃焼によってもたらされるとすれば合理的な説明ができる。特に，中国においては図6のように揚子江以北では石炭中の$\delta^{34}S$値が高く，以南では低いことから，金沢では中国北部からの影響を受けている可能性が強いと考えられる。

3・5　今後の課題

本県における酸性雨について，降水成分調査と降水中硫酸イオンの硫黄安定同位体比測定を行い，種々の考察を行ってきたが，重要な項目である硫黄安定同位体比を含め，まだ問題点も多い。以下に今後の検討課題をまとめる。

①降水中硫酸イオンは，多くの場合，発生源が多岐にわたっているため，それらの同位体比の範囲が重なっていることが多く，定量的な議論を困難にしている[11,20]。このため，化学組成，その他との多面的な議論が必要である。

②人為汚染起源の硫酸イオン算出に必要な生物起源の硫黄に関しては未だ不明の点が多く，細かい数字はあまり意味を持たないのが現状であり，実測値の積み重ねと定量的な検討が必要である。

③石炭燃焼と海塩由来硫酸イオンによる$\delta^{34}S$値は重複する部分が多く，それらの区別を困難にしている。このため，別の指標を含めて検討する必要がある。

表 4　石炭燃焼試験による $\delta^{34}S$ 測定結果[9]

（中井らによる）

Sample No. of coal		Kyushu No.1	Kyushu No.2	Kyushu No.3
Sulfur in coal used				
Total S				
Content	(%)	1.54	3.05	1.49
$\delta^{34}S$	(‰)	+23.5	+11.9	+22.1
Soluble SO_4^{2-}				
Content	(%)	0.001	0.031	0.001
$\delta^{34}S$	(‰)	—	—	—
Sulfur resulted by burning experiment				
Ash	(%)	16.7	18.1	6.7
Evolved SO_2				
% of S to original coal		0.57	1.87	0.90
$\delta^{34}S$	(‰)	+16.9	+ 6.6	+18.2
soluble SO_4^{2-} in ash				
% of S to original coal		0.38	0.48	0.39
$\delta^{34}S$	(‰)	+24.8	+12.8	+25.1
Sulfur uncollected*				
% of S to original coal		0.59	0.70	0.20
$\delta^{34}S$	(‰)	+29.0	+25.3	+34.4

* Calculated values.

Results of burning experiments of coal in the laboratory

表 5　石炭燃焼試験による $\delta^{34}S$ 測定結果[18]

（大泉らによる）

Sample	$\delta^{34}S$ value (‰)	
	Evolved SO_2	Soluble sulfates in ash
Coal No. 7	+ 3.0	—
Coal No.13	+ 0.2	+ 2.4
Chinese coal No. 1	+ 6.4	+12.7
Chinese coal No. 2	+22.8	+25.2

④石炭の $\delta^{34}S$ 値は，その産地によるばらつきが大きいため，諸外国の石炭燃焼による $\delta^{34}S$ 値の情報収集が必要である。

⑤中国北部の発生源と本県における酸性雨との関係については，降水成分からの追跡とともに，高層風の流跡線解析など気象要素との関係を定量的に検討する必要がある。

4 ま と め

本県における酸性雨の起源を調査する目的で，1986年12月から1991年11月までの5年間にわたって降水中の硫酸イオンの硫黄安定同位体比を測定した結果，以下のことが明らかになった。

(1) 金沢（三馬測定点）における降水中硫酸イオンの硫黄安定同位体比（$\delta^{34}S$）は，平均+6.3‰（降水量重み付き），範囲は+0.9～+14.7‰であり，鳥越では春～秋季にほぼ金沢と同レベルで，輪島では冬季に金沢より高い値が得られた。

(2) 金沢における1か月ごとの $\delta^{34}S$ 値の分布は，ピークが明確ではなく，+1～+13‰の範囲に広がっている。このうち高い側への広がりは主として冬季の季節風によって運ばれて来る海塩の影響によるものと考えられる。

(3) 金沢における降水中硫酸イオンの $\delta^{34}S$ 値の季節変化は，冬季に高く夏季に低い傾向を示し，非海塩由来硫酸イオンの $\delta^{34}S$ 値も同じ傾向を示した。このことは冬季の金沢における降水は，海塩や近隣の大気汚染物質以外の重い同位体比を持つ硫黄を含む発生源

の影響を受けていることを示唆している。

(4) 降水中硫酸イオンの非海塩寄与割合と $\delta^{34}S$ 値との関係は，海塩より更に重い同位体比を持つものの存在を仮定すると合理的に説明され，中国における石炭の $\delta^{34}S$ の測定結果を考慮すると，金沢では揚子江以北の中国北部の石炭燃焼による影響を受けている可能性が強いと考えられる。

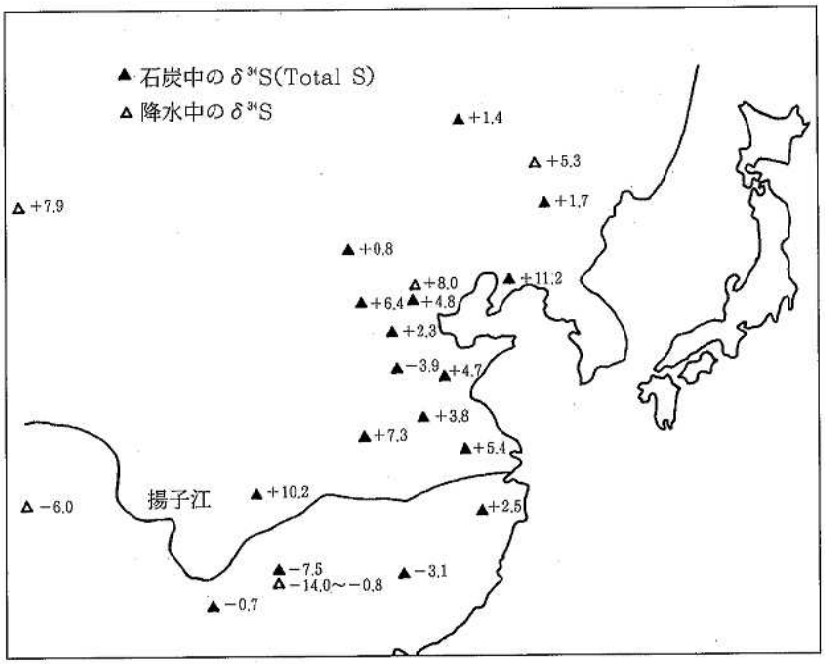


図 6　　中国における石炭及び降水中硫黄の安定同位体比 (‰)[19]
(Hong らによる)

おわりに，本調査の実施に当たって，硫黄安定同位体比の分析を受け持っていただいた名古屋大学大学院理学研究科地球科学専攻（当時）の大橋哲二氏，同大学理学部地球科学科学生の杉山実氏並びに地球化学教室の諸氏，及び本研究全般にわたってのご便宜，ご指導を賜った同大学理学部地球科学科の中井信之教授に記して深謝の意を表する。

文　献

1) 北村守次，織田敏郎，桐元俊武：石川衛公害研年報，**23**，207—222 (1986)
2) 北村守次，山岸善久，桐元俊武：同上誌，**25**，193—212 (1988)
3) 北村守次，加藤拓紀，関口恭一，田口圭介，玉置元則，大原真由美，森淳子，村野健太郎，若松伸司，山中芳夫，大喜多敏一，原宏：日化誌，1991，6，913—919 (1991)
4) 北村守次：石川衛公害研年報，**26**，89—108 (1989)
5) 中井信之：現代化学，1984，12，39—44 (1984)
6) 中井信之，辻康：「環境科学」研究報告集B—220—S808，13—36 (1984)
7) 中井信之，大橋哲二：同上誌B—325—R16—1，12—27 (1987)
8) Nakai, N. and Jensen, M.L.: Geochemical Journal, 1, 199—210 (1967)
9) 環境庁大気保全局：酸性雨等調査マニュアル〔改訂版〕(1987)
10) 日本規格協会：JIS-K0101 (1966)
11) 酒井均，松葉谷治：新実験化学講座，10，宇宙地球化学，501—508 (1976)
12) 大橋哲二：名古屋大学大学院修士論文 (1988)
13) 北村守次，山岸善久，桐元俊武：石川衛公害研年報，**25**，328—338 (1988)
14) 北村守次，山岸善久，桐元俊武：同上誌，**26**，408—418 (1989)
15) 北村守次，山岸善久，桐元俊武，同上誌，**27**，309—318 (1990)
16) 北村守次，山岸善久，桐元俊武，牛島茂，角田豊麿，久堂寛久：同上誌，**28**，275—290 (1991)
17) 柿沢隆一，北村守次，山岸善久，角田豊麿，久堂寛久：同上誌，**29**，230—245 (1992)
18) 大泉毅，福崎紀夫，森山登，漆山佳雄，日下部実：日化誌，1991，5，675—681 (1991)
19) Hong, Y., Zhu, Y., Zhang, H., Piao, H., Jiang., H., Zeng, Y., and Liu, G.：中国科学雑誌（印刷中）
20) Nielsen, H.: Tellus, **26**, 213—221 (1973)

〔報　文〕

交差点におけるNOx高濃度現象の解析（第2報）

—— 拡散シミュレーションと風洞実験の適用 ——

石川県衛生公害研究所環境部　山原　敏

1 はじめに

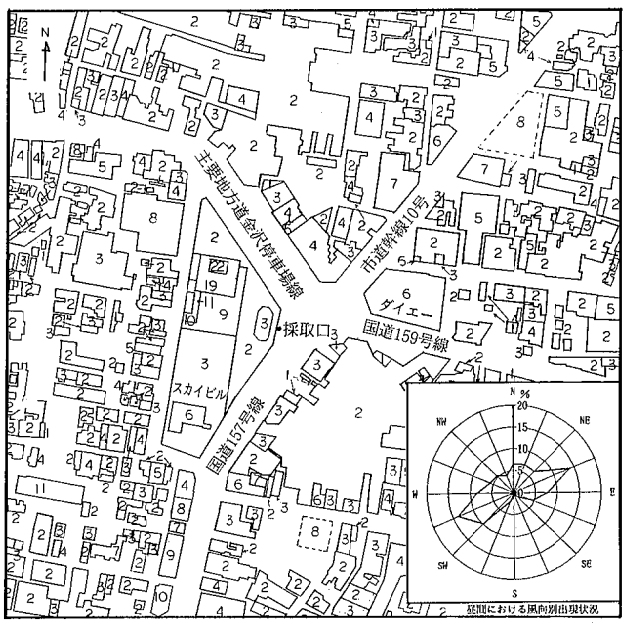
全国の大気汚染常時監視測定局の二酸化窒素濃度は，大都市地域や地方都市の幹線道路沿道を中心に，その約3割が環境基準の上限値を超えており，経年的な動向をみても改善傾向が見られない。本県においても金沢市内の幹線道路沿道の測定局で環境基準を達成できなかった年もでるなど，環境基準の上限値に近い濃度レベルで推移し，気象条件等によっては，今後も環境基準を超える恐れが十分にあると考えられる。

本県では，昭和62年に武蔵測定局で環境基準を達成できなかったことを契機に，今後の対応策を検討するための基礎資料を得ることを目的に，平成元年から3か年で調査を行ってきた。その実態調査結果については，すでに報告[1]しており，本報告では，その後に実施した数値シミュレーション，風洞実験及び簡易測定器による濃度分布調査について，若干の考察を行ったので報告する。なお，この調査は国立環境研究所との共同研究として進めてきたもので，数値シミュレーション及び風洞実験については国立環境研究所が担当した。

2 調査方法

2・1 対象地域の概要

対象地域は金沢市内中心部の商業地区に位置する武蔵交差点で，それぞれ片側2～3車線の道路が交わっている。自動車交通量の状況は，12時間交通量で国道157号線及び主要地方道金沢停車場線が共に約30,000台，国道159号線及び市道幹線10号が共に約10,000台であった。走行車種の構成については，大型車の通行制限があるため路線バスは多いが，それ以外の大型車の混入率は少なく，普通小型自動車



図中の数値は建物の階高を示す。

図1　武蔵交差点周辺での建物等の状況

Analysis of High-Level NOx Pollution at the Intersection. 2. Application of Numerical Diffusion Simlation and Wind tunnel Experiment. *by Satoshi YAMAHARA* (*Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment*)

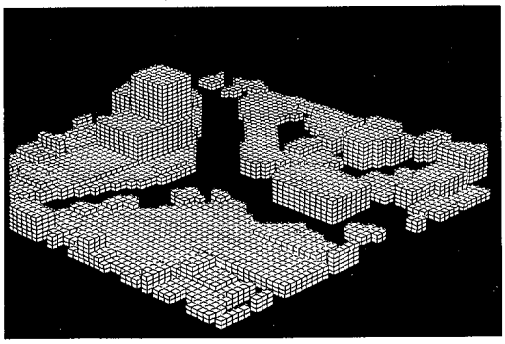


図2　数値シミュレーションでの境界条件設定状況

の割合が多い。沿道建築物の状況については，交差点の西側一帯に大型の商業ビル（スカイビル）が立地し，交差点内の風の流れに影響を及ぼしている。この商業ビルは19～22階建ての高層部，9～11階建ての中層部及び2～5階建ての部分からなっており，南北約200mにわたっている。これと向い合う交差点の東側に6階建ての商業ビル（ダイエー）があるが，これら以外は主として2～4階建ての建物となっている（図1）。

2・2　数値シミュレーション

国立環境研究所で開発された3次元細密拡散モデル[2-4]により計算を行った。これは，風の流れと汚染物質の拡散についての微分方程式を差分化し，ビルなどの存在を境界条件として繰り返し数値計算によって収束解を求めるものである。

(1)　境界条件の設定

境界条件設定のためのメッシュの大きさは，5m×5m×3.5mの固定メッシュとした。ただし，西風及び南西風時における現況予測においては，固定メッシュでは高濃度出現位置が実測結果とは多少ずれるので，下層を細かく，上層を荒くした変メッシュとしても計算を行った。両者の結果を比較すると，細部で若干の違いがあるものの全体的な傾向はほぼ一致していたことから，これ以外のケースでは固定メッシュとして計算を行った。固定メッシュでの境界条件設定状況は図2のとおりである。

なお，将来予測においては，都市計画で現時点までに計画のある2つの再開発ビル及び金沢駅への直線道路を境界条件に取り入れた（図3）。

(2)　計算対象区域

計算対象区域は使用した計算機の容量の関係から交差点を中心とした400m×400m×高さ140mの範囲とした。

(3)　排出強度

排出係数は兵庫県が算出した排出係数を使用した（表1）。この値は東京都，横浜市のものと比較すると若干低めの値である。排出強度の算出においては，平均走行速度を30km/hとし，現況交通量は，7時～18時の実測交通量を基にした。したがって，予測値は昼間の平均値に相当する。将来交通量は石川県（都市計画課）の報告書[5]から，平成10年の予測結果を採用し，それぞれの算出結果を表2に示した。

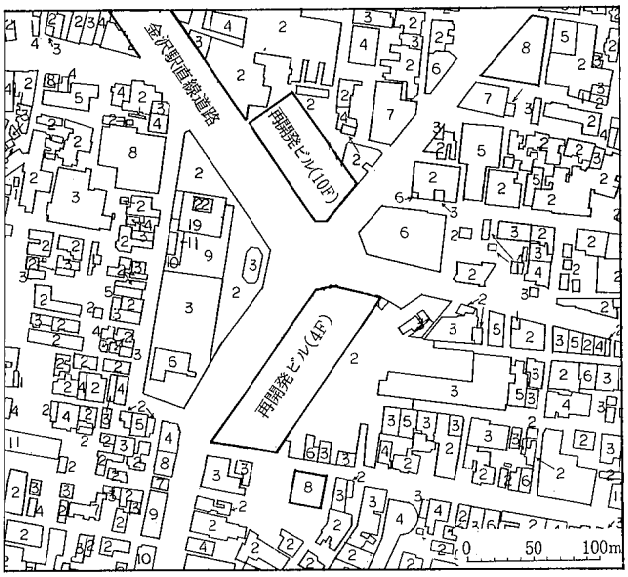
(4)　気象条件

対象地域の風向は西寄りの風と東寄りの風が卓越していることを勘案し，実態調査で高濃度が観測された西風及び南西風，更に，低濃度が観測された東風の風向について計算を行った。ただし，将来予測では東風を除いている。

なお，大気安定度は中立の条件で行っている。

2・3　予測値からの二酸化窒素への変換

予測式に二酸化窒素の反応項を取り入れることは，現状では精度的に難しいことから，二酸化窒素への変換は統計モデルによることとした。なお，統計モデルは前報[1]に載せたものを使用した（図4）。



図中の数値は建物の階高を示す。

図3　将来における再開発計画（平成10年を想定）

表 1　　NOx 排出係数（昭和60年度）

（g/km．台）

車種＼平均速度(km/h)		20未満	22.5	30	40	50	60	70	75以上	参考値(30km/h) 東京都	参考値(30km/h) 横浜市
軽自動車		0.31	0.28	0.24	0.22	0.23	0.24	0.25	0.27	0.67	0.319
乗用車		0.41	0.58	0.67	0.73	0.91	1.12	1.38	1.65	0.72	0.517
バス		6.50	4.81	4.70	3.97	4.19	4.44	4.29	4.11	8.01	6.071
軽貨物車		0.71	0.63	0.54	0.49	0.53	0.55	0.58	0.61	1.10	0.939
小型貨物車		1.81	1.63	1.63	1.36	1.71	2.05	2.02	1.98	2.46	1.397
貨客車		0.98	0.93	1.00	0.83	1.00	1.17	1.24	1.30	1.30	1.056
普通貨物車	主要幹線	7.78	5.46	5.37	4.55	4.44	4.40	4.29	4.17	4.48	4.683
	その他	5.39	3.87	3.80	3.21	3.25	3.32	3.22	3.11		
特殊車		6.48	4.89	4.82	4.06	4.36	4.69	4.56	4.42	4.12	3.890

出典：兵庫県環境局大気課
ただし，乗用車については規制の上限値0.48g/km．台におきかえた。

表2　排出強度の算定結果

道路	交通量(台/24h) 現況	交通量(台/24h) 将来	排出強度(昼間ml/m/s) 現況	排出強度(昼間ml/m/s) 将来	排出強度(昼間ml/m/s) 規制見込
国道157号線	44,541	47,700	0.138	0.148	0.118
市道幹線10号	26,622	23,500	0.075	0.066	0.053
国道159号線	23,058	20,200	0.075	0.066	0.053
主要地方道金沢停車場線	48,468	51,200	0.162	0.171	0.137
駅直行道路		26,400		0.088	0.071
白銀旧道		24,800		0.083	0.066

注）将来排出強度は現況の値に将来交通量の伸び率をかけて求めている。
また，規制効果が将来排出強度の2割程度（経験的な値）とみて規制見込の値を求めている。
なお，排出強度は流入側，流出側のそれぞれの値として用いている。

2・4　風洞実験

風洞実験は国立環境研究所の大型大気拡散風洞を使用して行った。測定部の大きさは幅3m，長さ24m，高さ2mで，垂直密閉回流式のものである。

(1)　風洞模型の概要

風洞測定部の長さを考慮して，模型部は直径2mとし，縮尺は1/250としている。したがって，実験対象範囲は直径500mとなり，その模型を図5に示す。

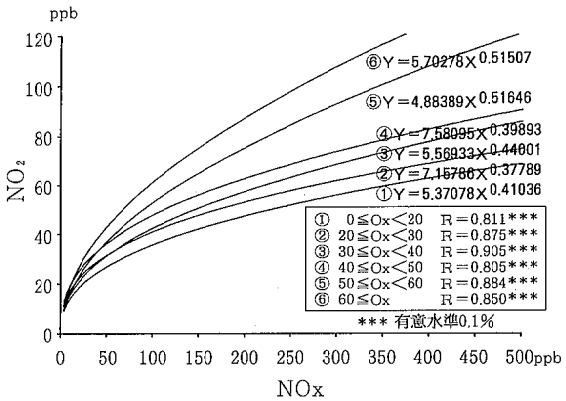


図4　NOx と NO_2 濃度の回帰分析結果（昼間）

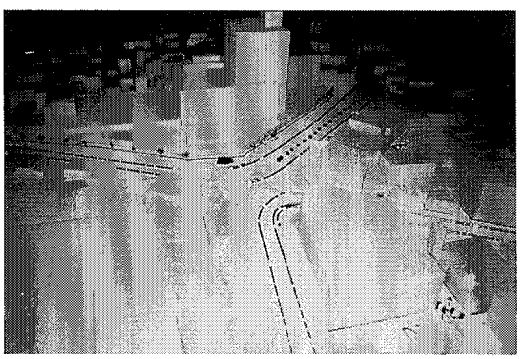


図5　風洞模型

(2) 気象条件

対象風向は西及び南西風とし，大気安定度は中立の条件とした。

(3) 発生源の条件

発生源は片側を閉じた径5mmのパイプに直径0.5mmの穴を10mm間隔に開けたものとし，線源として一様になることを確認の上で使用した。発生源のパイプは道路の上り，下り車線各1本とし，数値計算で使用した排出強度に応じてトレーサーガスの流量を調整した。ただし，将来予測においても現況で使用した排出強度をそのまま用いた。

(4) その他の条件

対象ケースは現況及び将来とした。また，測定位置は，地上高さ2.5m，6.0m及び9.0mとし，交差点周辺の道路沿道の308地点で2秒間隔で60回測定を行い平均値を求めた。

3 結果と考察

3・1 数値シミュレーション結果

(1) 現況再現

ア 西風時

濃度分布を図6に，風の流れの分布を図7に示す。地表（地上1.75m）濃度については，白銀方向（主要地方道金沢停車場線）及び片町方向（国道157号線）のスカイビル側が全般的に高くなっている。特に，白銀方向のスカイビル側では，交差点付近からスカイビル西端近くまで高濃度域が広がっている。これは，スカイビル背後への風の巻き込みにより周辺の汚染物質をこの位置に運び込むためとみられる。

一方，上層（3階）濃度については，地表濃度と比較し大幅な低下がみられるが，地表濃度で高濃度のみられた部分の上層に若干高い所がみられる。これは，スカイビル高層部の風の流れへの影響がまだ残るため，高層部裏側への風の巻き込みにより周辺の汚染物質をこの位置に運び込むためとみられる。

イ 南西風時

濃度分布を図8に，風の流れの分布を図9に示す。

地表濃度については，ほぼ西風時と同様な傾向となっている。南西風時の場合は，片町方向及び彦三方向（市道幹線10号）の道路と風向がほぼ平行になることから，この両道路上の濃度が高くなっており，交差点付近の汚染物質は風の流れからみて主に白銀方向に運ばれているので，白銀方向の道路のスカイビル側も濃度が高くなっている。高濃度域は白銀方向の道路のスカイビルに沿って広がっており，このケースでもスカイビル背後への風の巻き込みにより周辺の汚染物質をこの位置に運び込むため高濃度域ができると考えられる。

一方，上層の濃度は急激に低下し，濃度の高い部分はみられない。

ウ 東風時

濃度分布を図10に，風の流れの分布を図11に示す。地表濃度については，片町方向の道路から彦三方向の交差点寄り及び白銀方向の道路のスカイビル西端以西で高いのに対し，スカイビル側の交差点近傍においては低濃度となっている。東風時では風がスカイビルに遮られ，交差点近傍においては風下側の汚染物質を風上側に運び込み，交差点中心からダイエー側に高濃度域が，また，交差点周辺の汚染物質は主に片町方向へ運ばれるため，この道路上で高濃度となると考えられる。一方，白銀方向の道路は風向とほぼ平行で，しかも，両側のビルは比較的高層のため上層への風の逃げ道がなく，比較的強い風がスカイビル近くでは吹いている。このため，この付近の汚染物質をより後方へ運び去ることになりスカイビル付近では低濃度となるが，スカイビルより西方で高濃度となると考えられる。

(2) 将来予測

ア 西風時

濃度分布を図12に，風の流れの分布を図13に示す。

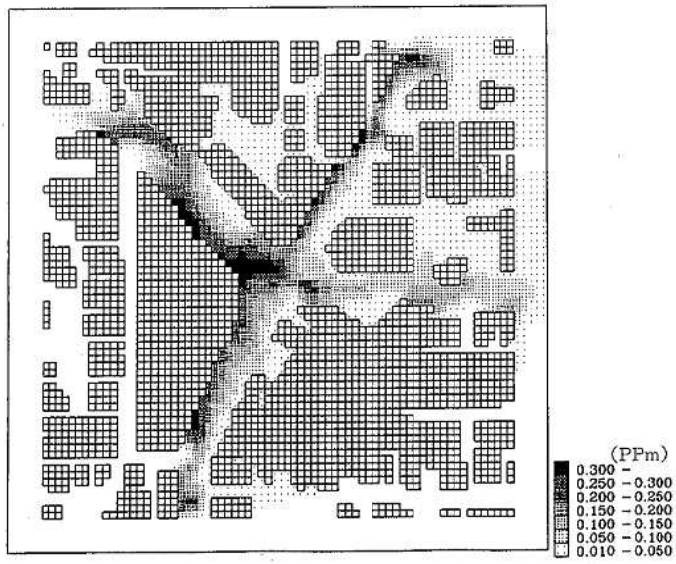
地表濃度については，現況再現においてみられた白銀方向のスカイビル側の高濃度域はほぼなくなっている（これは，スカイビルの北側に道路を狭んで再開発ビルができるため，スカイビルの北端より白銀方向の道路に回り込んだ風が両側のビルのため逃げ道がなく，現況の場合より交差点に向かって吹く風が強まることに原因していると考えられる）が，片町方向の道路のスカイビル側の濃度にはさほど大きな変化はみられない。しかし，高層化される武蔵ガ辻ビルの風下背後にあたる彦三方向の西側沿道に新たな高濃度域が発生する。また，橋場方向の道路の濃度も上昇する。これは2つの再開発ビルと既に存在するダイエーのビルが交差点風下方向を遮る形となり，交差点付近の汚染物質が上方へ拡散しにくいまま，橋場，彦三方向へ運ばれるためと考えられる。

一方，上層濃度については，地表で高濃度域がみられた彦三方向の道路の西側沿道に若干高い所が残っているものの，地表濃度より大幅に低下している。

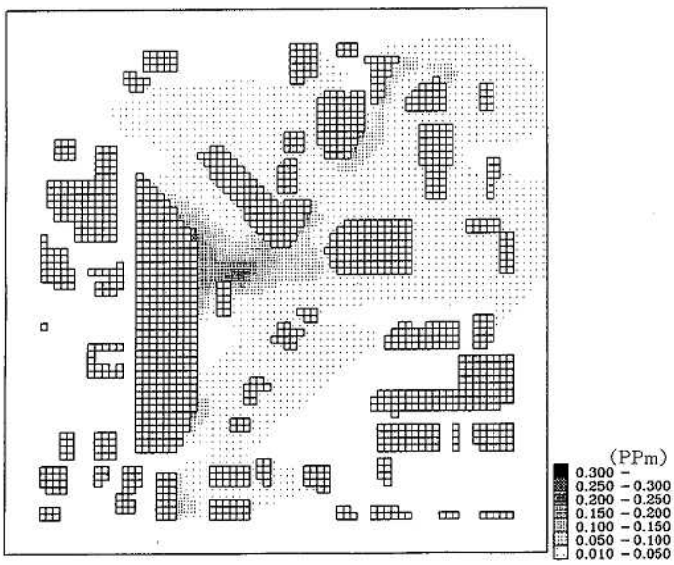
イ 南西風時

濃度分布を図14に，風の流れの分布を図15に示す。

地表濃度は，白銀方向の道路のスカイビル側の高濃

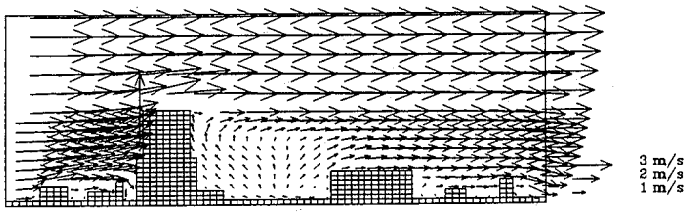


(a) 地　表

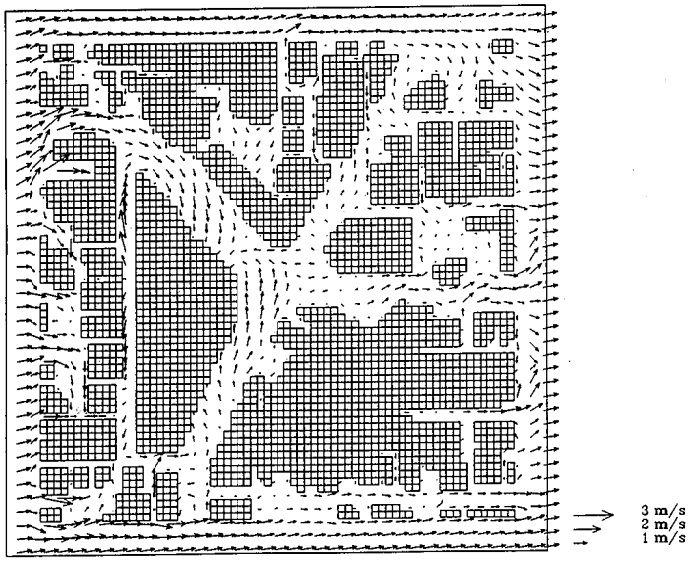


(b) 上　層

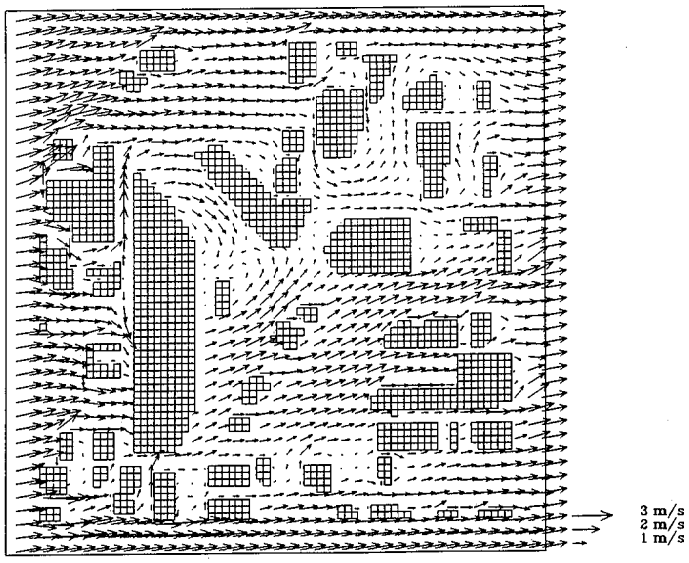
図 6　　数値計算による現況の NOx 濃度分布（西風時）



(a)　武蔵測定局採取口位置での東西方向切断断面

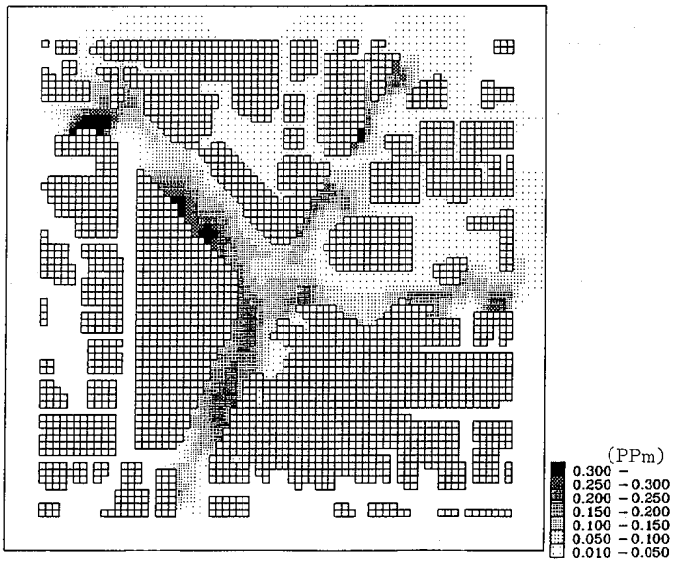


(b)　地　　表

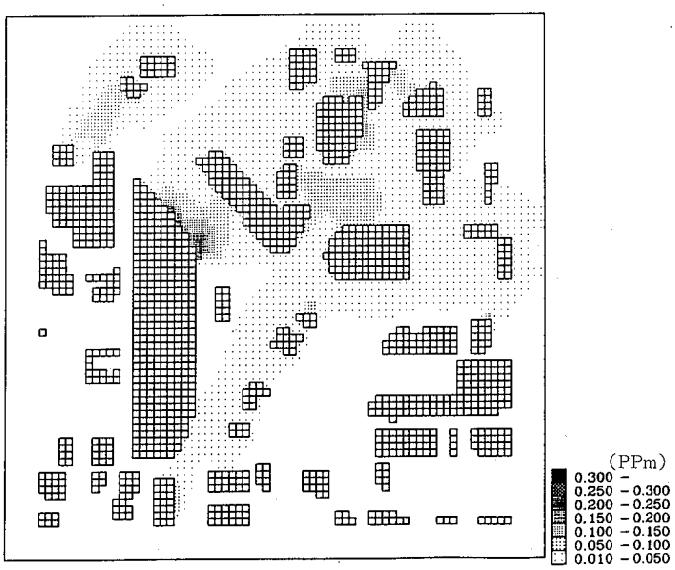


(c)　上　　層

図 7　　数値計算による現況の風の流れの予測結果（西風時）

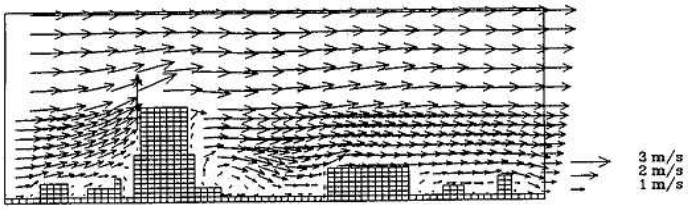


(a) 地　　表

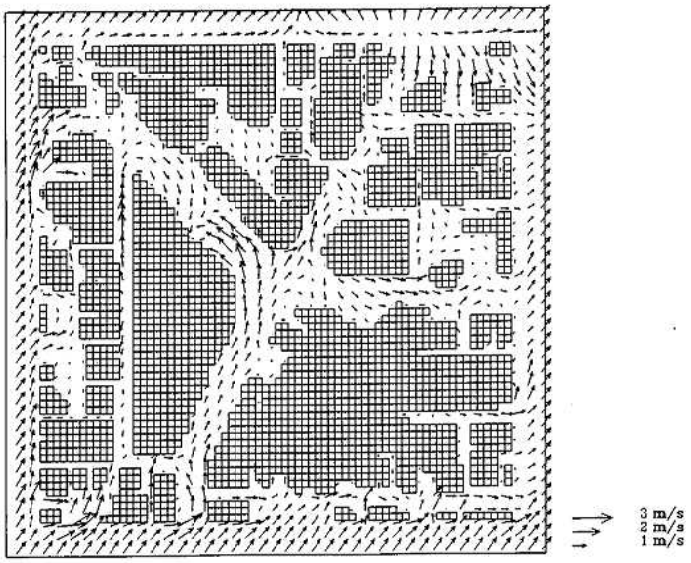


(b) 上　　層

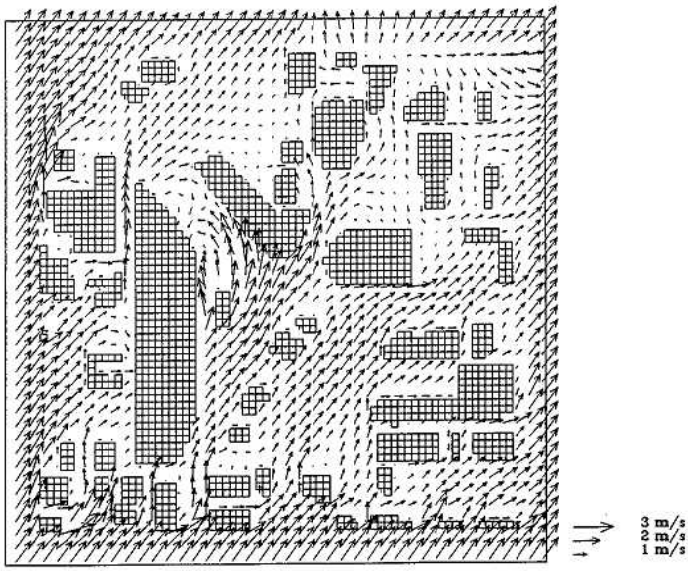
図 8　　数値計算による現況の NOx 濃度分布（南西風時）



(a)　武蔵測定局採取口位置での東西方向切断断面



(b)　地　　表



(c)　上　　層

図 9　　数値計算による現況の風の流れの予測結果（南西風時）

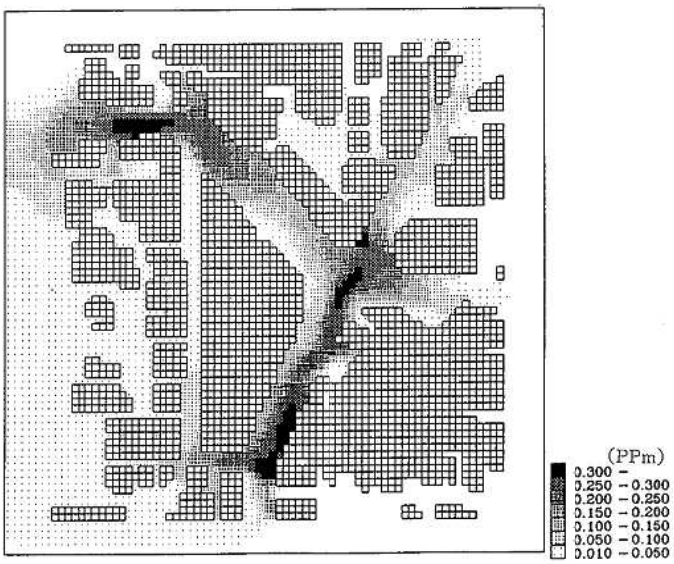
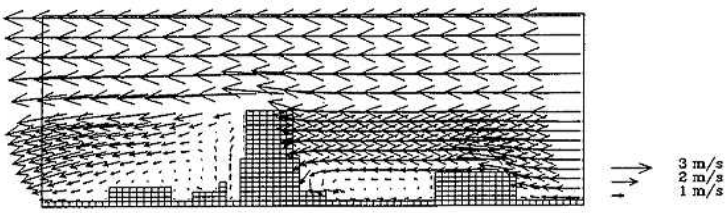
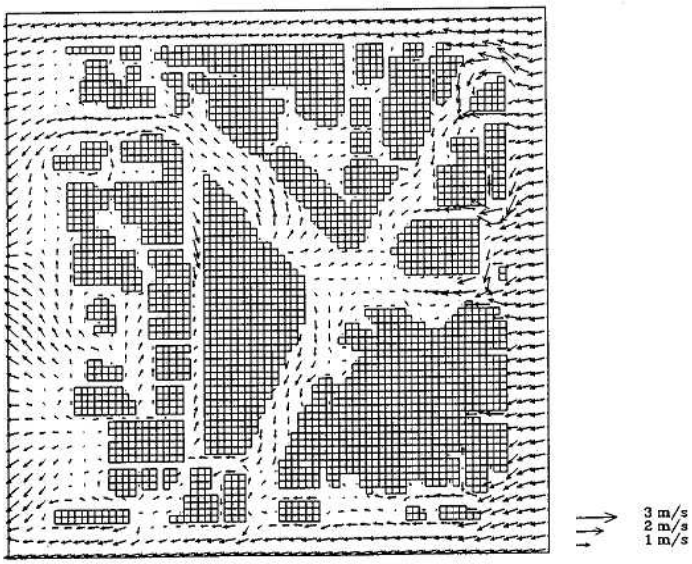


図 10　　数値計算による現況の NOx 濃度分布（地表・東風時）

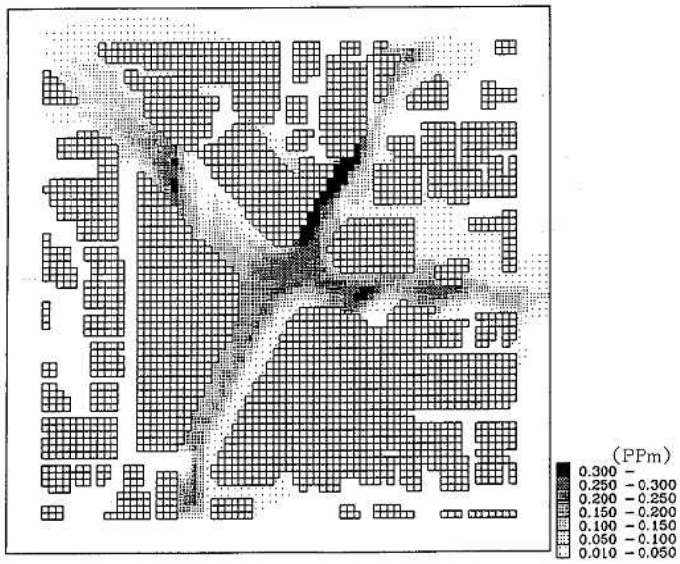


(a)　武蔵測定局採取口位置での東西方向切断断面



(b)　地　　表

図 11　　数値計算による現況の風の流れの予測結果（東風時）

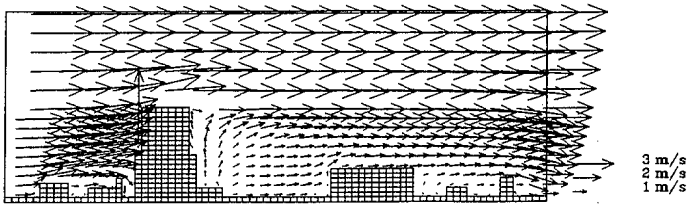


(a) 地　表

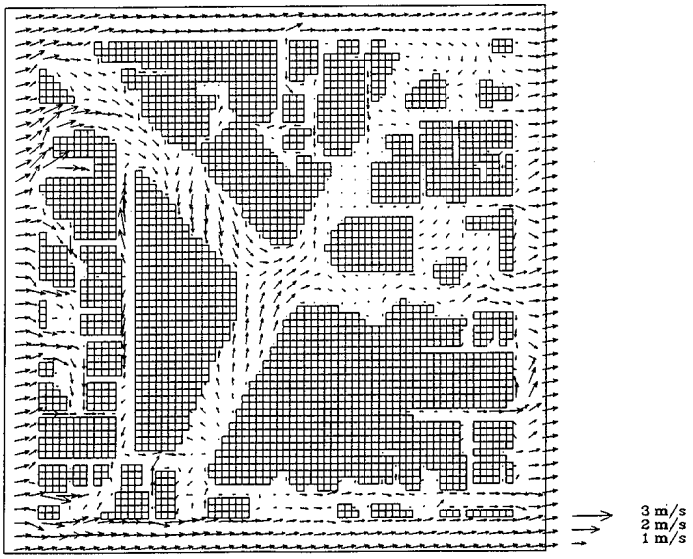


(b) 上　層

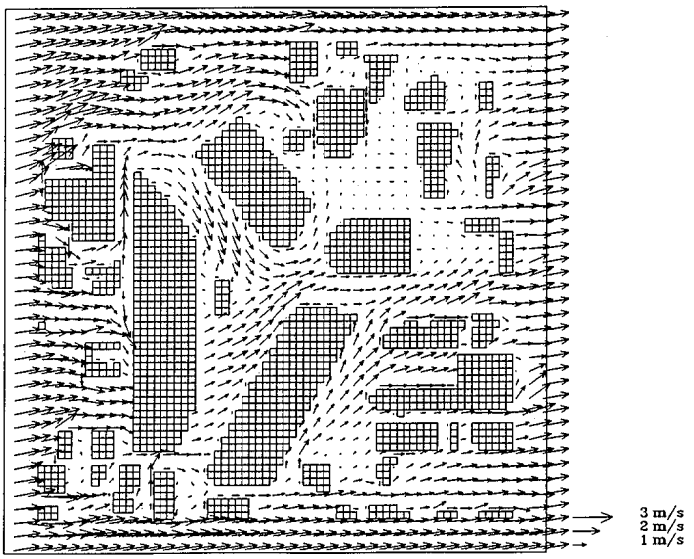
図 12　　数値計算による将来の NOx 濃度分布（西風時）



(a)　武蔵測定局採取口位置での東西方向切断断面

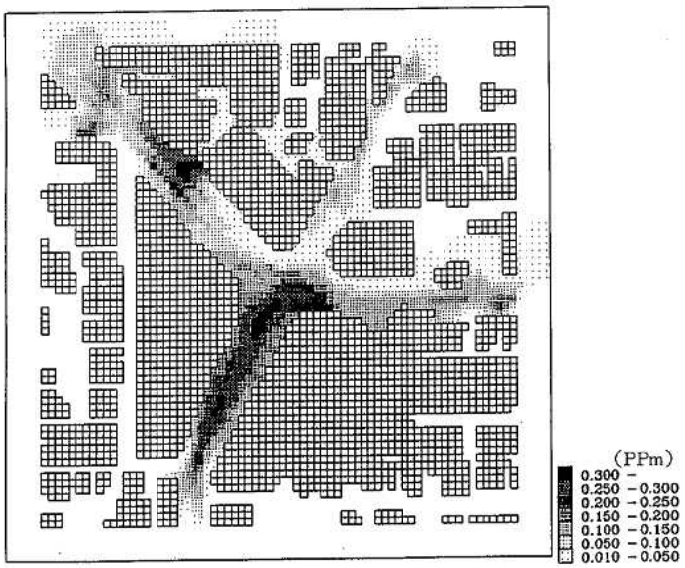


(b)　地　　表

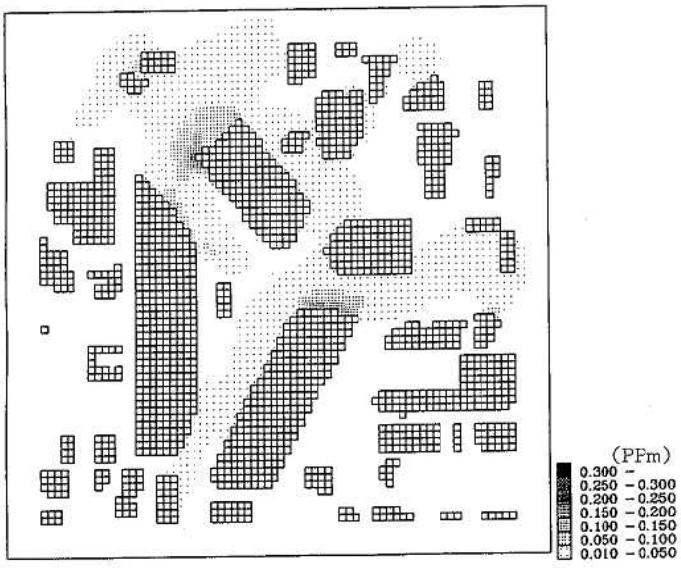


(c)　上　　層

図 13　　数値計算による将来の風の流れの予測結果（西風時）

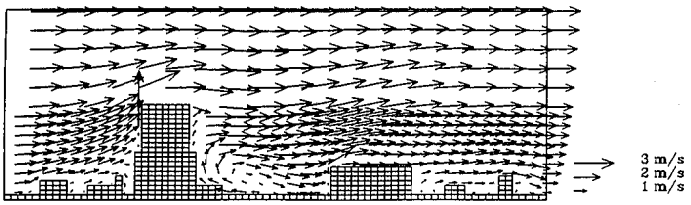


(a) 地　　表

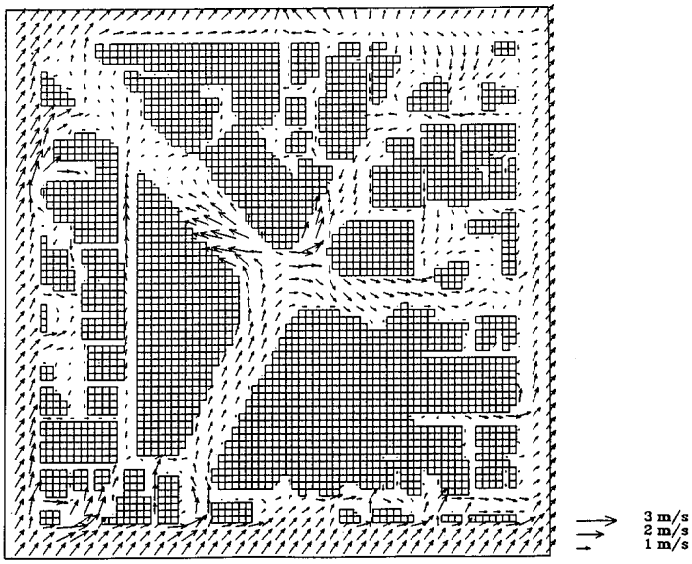


(b) 上　　層

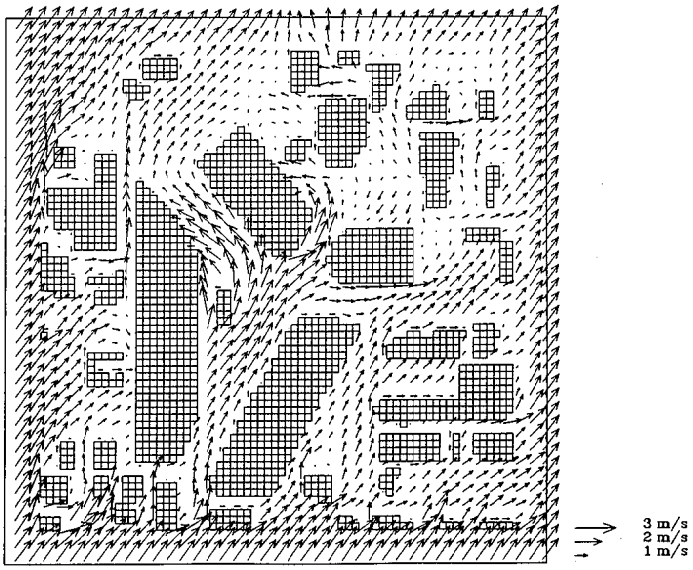
図 14　　数値計算による将来の NOx 濃度分布（南西風時）



(a)　武蔵測定局採取口位置での東西方向切断断面



(b)　地　　表



(c)　上　　層

図 15　　数値計算による将来の風の流れの予測結果（南西風時）

度域は狭まるが，片町方向の道路では全般的に濃度が高くなっている。一方，上層濃度は地表濃度に比べて大幅に低下している。

3・2　予測結果と実測結果の比較

現況再現数値計算結果について，実態調査結果[1]及びその後に実施した交差点周辺の簡易測定器（PTIO法）による濃度分布調査結果（調査方法等の詳細は本号に資料として別途記載されている[6]）との比較を行った。

実態調査結果から大気安定度（気温減率より求めたもの）が中立のものを選び出し，濃度と風速の関係をプロットしたものに予測結果を入れると図16のようになる。数値計算値では濃度が風速に大きく依存しているのに対して，西風時における実測結果は風速への依存性が余り明確でなく，また，風速が小さい時にはデータのバラツキが大きくなっている。この原因として，①弱風時には風向の変動が大きいため，建物背後への風の廻り込みが安定して現れにくいこと（実測結果での風向は正時前の10分間の平均値であり，必ずしも1時間内の風向を代表しない。また，交差点内という特殊な場所では微妙な風向変動によって風の流れが大きく違ってくる），②強風時の実測結果には，数値計算で考慮していない風上遠方からの濃度寄与があること，などの原因が考えられる。しかし，現状では風向変動に関するパラメータが十分整備されていないこと，電子計算機の処理能力から計算対象領域を広くとれないこともあり，今後より詳細な検討が必要と考えられる。一方，東風時では数値計算値がバックグラウンド濃度を考慮していないため全体的に低めに出ているが，両者の濃度分布特性はよい一致を示した。

次に，簡易測定器（PTIO法）による調査結果と数値計算結果の比較について，昼間にほぼ西寄りの風が吹いたケースと東寄りの風が吹いたケースの2例を示した（図17）。

調査結果の数値は日平均値であり，数値計算の数値は昼間平均値であるため数値そのものを直接比較することはできないが，両者の濃度分布はほぼ同様の傾向にある。しかし，最高濃度の出現地点の比較においては，数値計算の西風時及び南西風時の場合には，白銀方向の道路のスカイビル側にみられるのに対し，簡易測定器（PTIO法）による調査結果の西寄りの風の場合には，片町方向のスカイビル側にみられる。

3・3　風洞実験結果

風洞実験結果を現況について図18に，将来について図19に示す。これは，交差点周辺の地上2.5m及び地

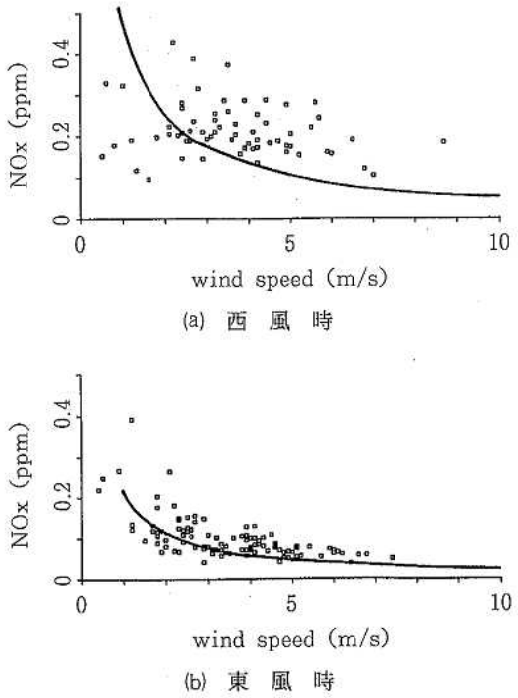


図16　風速との関係でみた実測結果と数値計算結果の比較

上9mの濃度分布を無次元化濃度で示したものである。ここでの無次元化濃度とは，地上風速をUとし，排出強度Qを，交差点に交わる交通量の大小2種類の道路からの強度の和（Q=0.45ml/sec）とし，代表長さLを広い方の道路の幅（30m）とした時の基準濃度$C_0=Q/UL$を定義し，実濃度Cをこの値で割った値$C_n=CUL/Q$で示している。したがって，実濃度は$C=C_n\cdot 0.45/U\cdot 30$である。

(1)　現況・西風

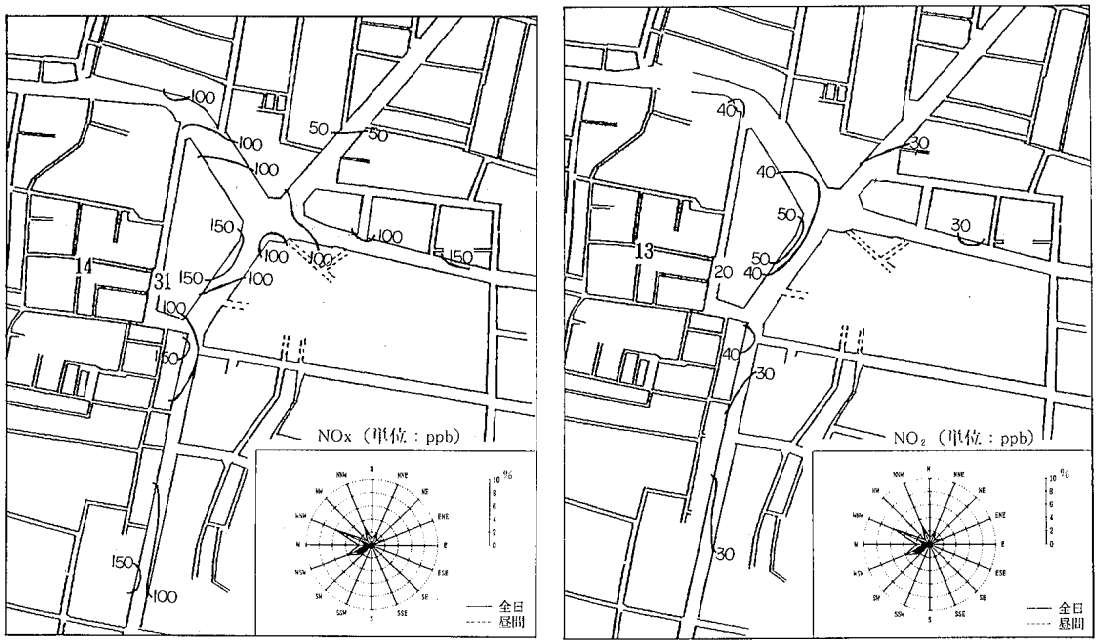
地表濃度については，白銀方向及び片町方向のスカイビル側に高濃地域が現れている。また，地上9mでの濃度分布については，白銀方向でスカイビルの高層部背後に濃度の高い所が残っている。

(2)　現況・南西風

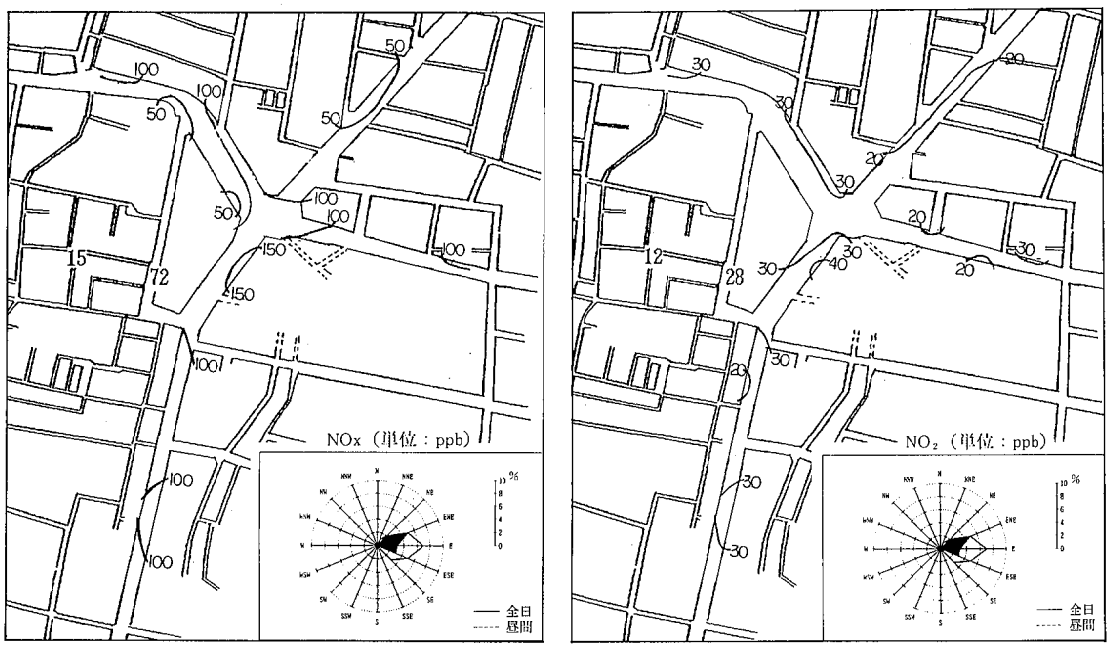
地表濃度については，現況・西風のケースと同様，交差点西側のスカイビル側に高濃度が現れている。また，本ケースでは彦三方向の道路上にも高濃度域が現れている。一方，地上9mでの濃度は，地表濃度に比べ大幅に低下している。

(3)　将来・西風

交差点北東側の再開発ビル風下背後の彦三方向の道

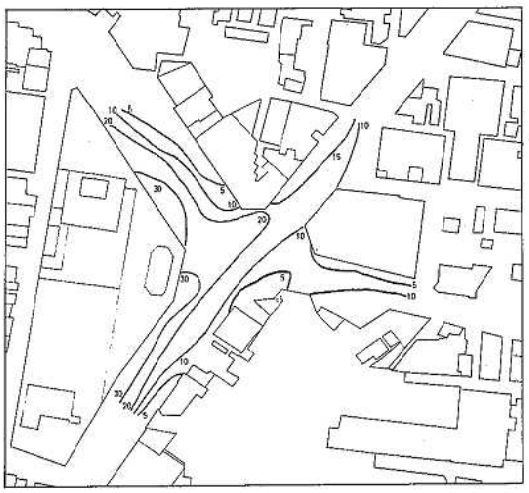


(a)　西寄りの風が吹いたケース（平均風速2.1m/s，Ox 平均濃度39ppb）

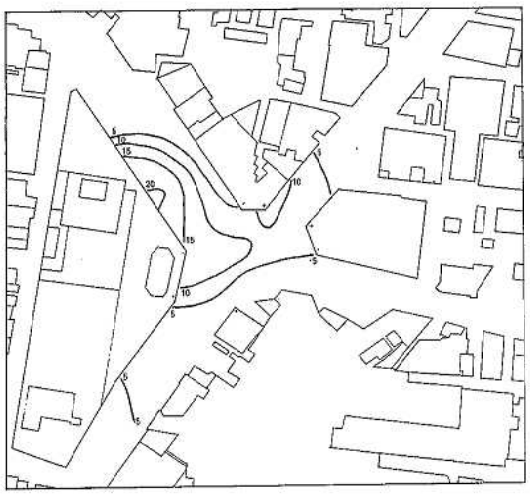


(b)　東寄りの風が吹いたケース（平均風速2.5m/s，Ox 平均濃度31ppb）

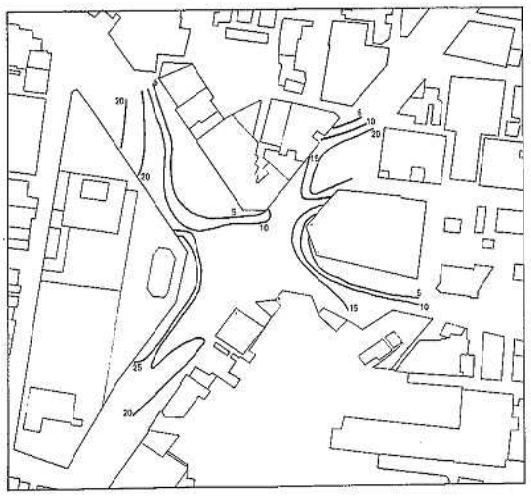
図 17　　簡易測定器（PTIO 法）による NOx 及び NO_2 濃度分布



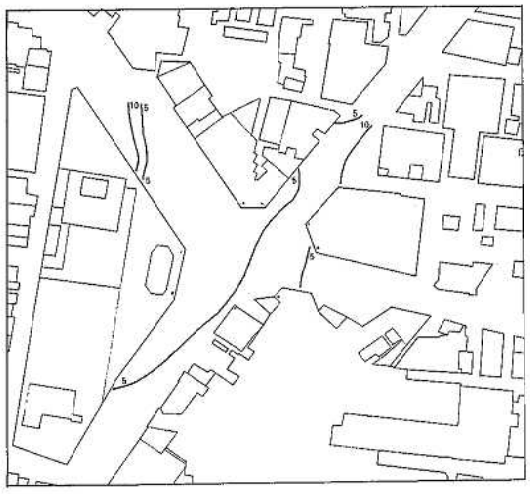
(a)　西風・地上2.5m



(b)　西風・地上9.0m



(c)　南西風・地上2.5m



(d)　南西風・地上9.0m

図 18　　風洞実験による現況の NOx 濃度分布（無次元化濃度）

路で新たな高濃度域が発生しているが，それ以外では現況の濃度分布とさほど変化はみられない。また，地上９ｍでの濃度は地表濃度や現況・地上９ｍと比べ大幅に低下している。

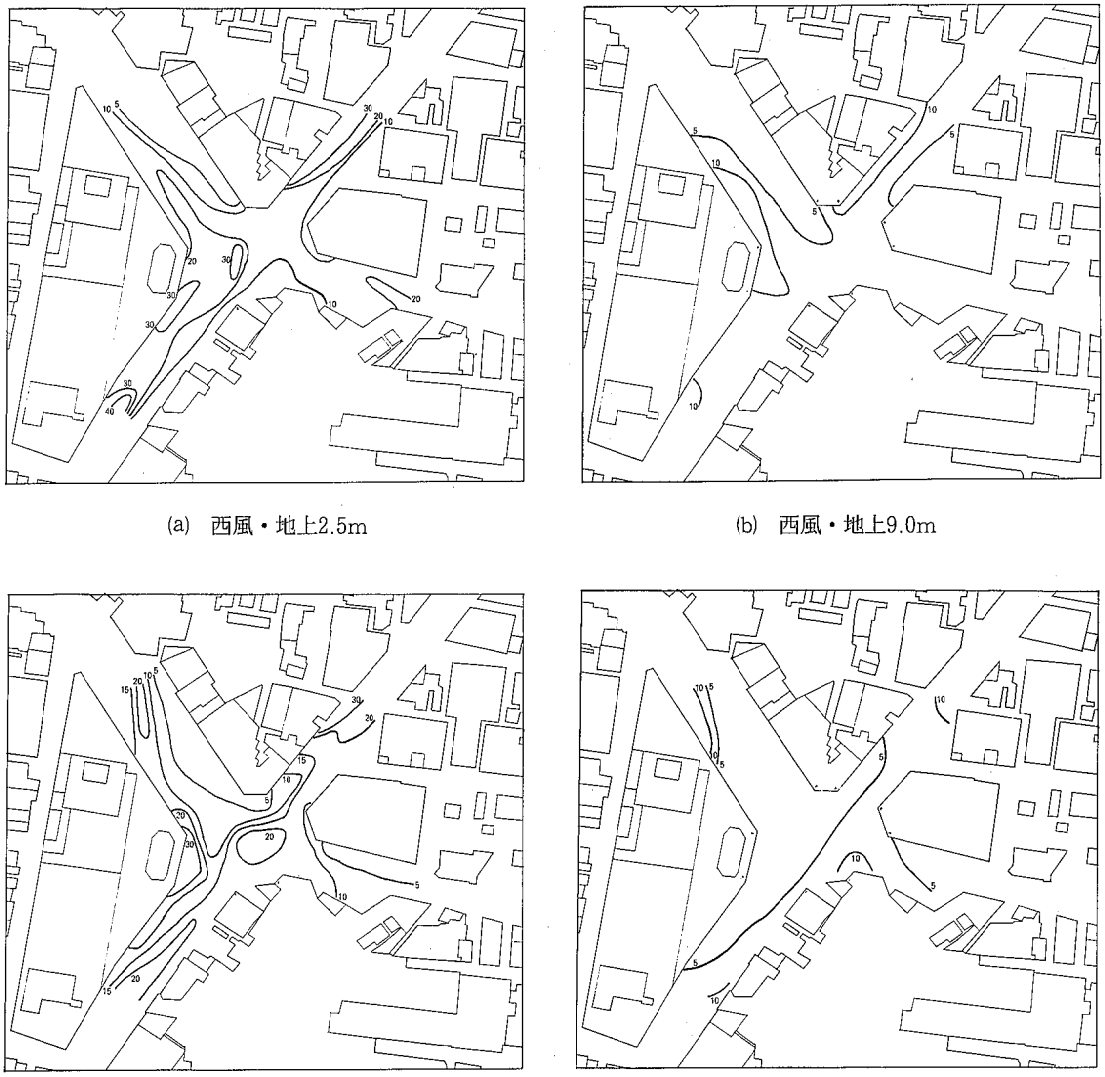
(4)　将来・南西風

地表濃度については，ほぼ現況と同様になっている。また，地上９ｍの濃度は地表濃度に比べ大幅に低下している。

風洞実験結果の概要は以上のとおりであるが，風洞実験結果と数値計算結果の濃度は，最高濃度の出現地点が違うなど，細部での濃度分布に多少違いがみられるものの，全体の濃度分布としては同じ傾向にある。一方，風洞実験結果と簡易測定器による調査結果の比較においては，両者の濃度分布は，最高濃度の出現地点がほぼ一致するなど，よい一致を示している。

3・4　予測値からの二酸化窒素への変換結果

道路沿道の二酸化窒素の大部分は，自動車排出ガスからの一酸化窒素がオキシダントにより酸化されて生



(a)　西風・地上2.5m　　(b)　西風・地上9.0m

(c)　南西風・地上2.5m　　(d)　南西風・地上9.0m

図 19　　風洞実験による将来の NOx 濃度分布（無次元化濃度）

成されるといわれており，このことは，本県の春期におけるオキシダント濃度と二酸化窒素濃度との相関関係によっても認められている[1]。このため，交通対策や周辺対策を検討す場合，二酸化窒素の反応，生成機構を定量的にとらえておく必要がある。

道路沿道での反応生成二酸化窒素濃度の推定は，次の推定式によって簡単に試算した[6]。

$[NO_2]_C = [NO_2]_A - [NO_2]_S - [NO_2]_B$

$[NO_2]_C$：酸化生成 NO_2

$[NO_2]_A$：道路端での測定値

$[NO_2]_S$：自動車から排出される NO_2

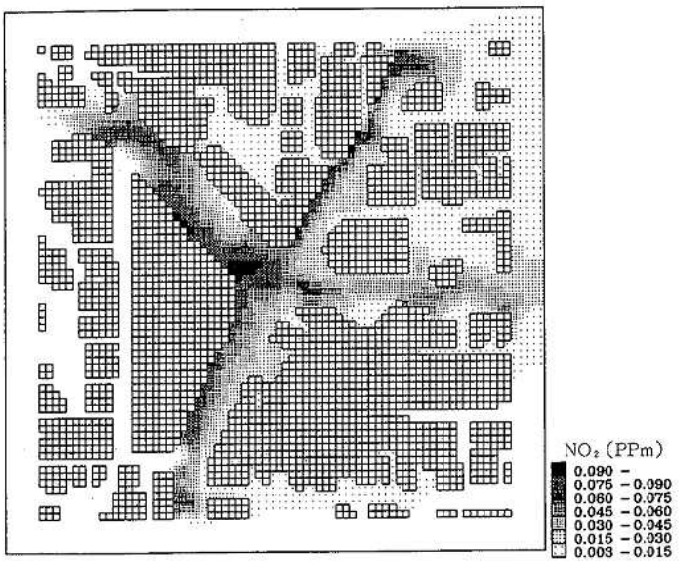
$[NO_2]_S = 0.083\,[NOx]_A$

$[NOx]_A$：道路端での測定値

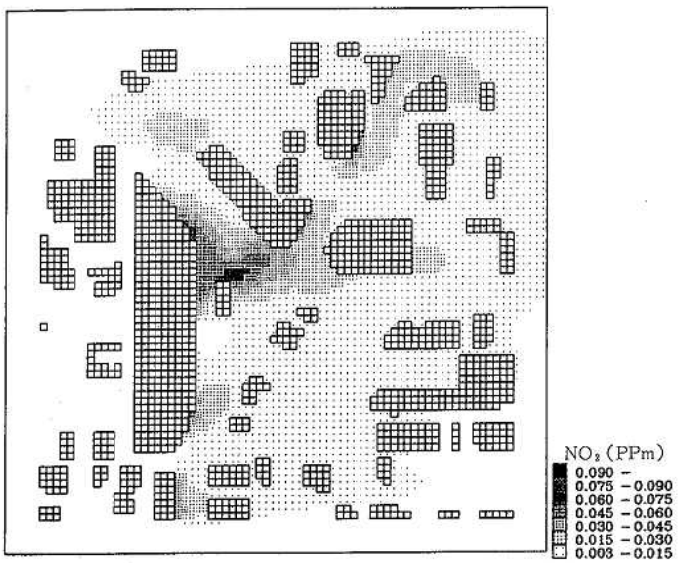
$[NO_2]_B$：バックグラウンド値

また，この推定値を検証するため NO_2 生成に消費されたオキシダント量を次の推定式によって求め，両者の相関をみた。

$[Ox]_R = [Ox]_B - [Ox]_A$

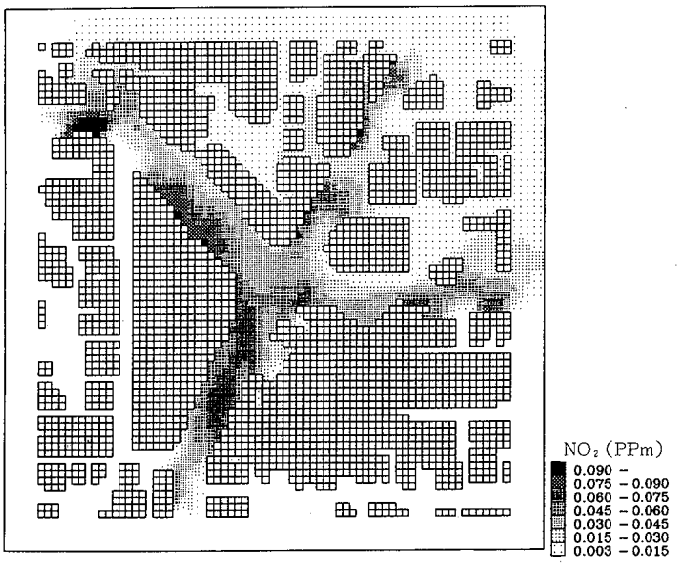


(a) 地　表

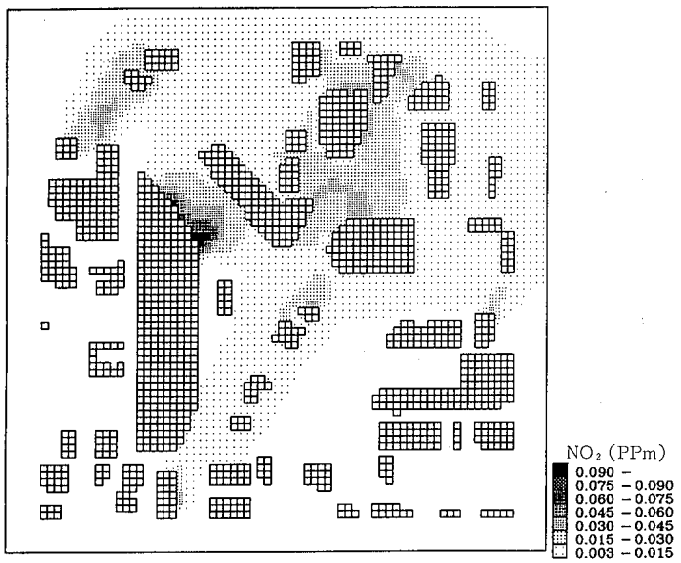


(b) 上　層

図 20　　数値計算結果をもとに求めた現況の NO_2 濃度分布（西風時）

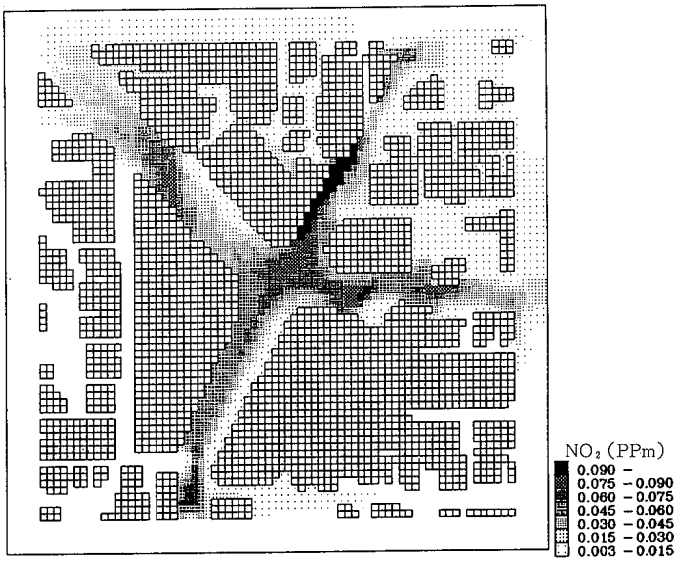


(a) 地　表

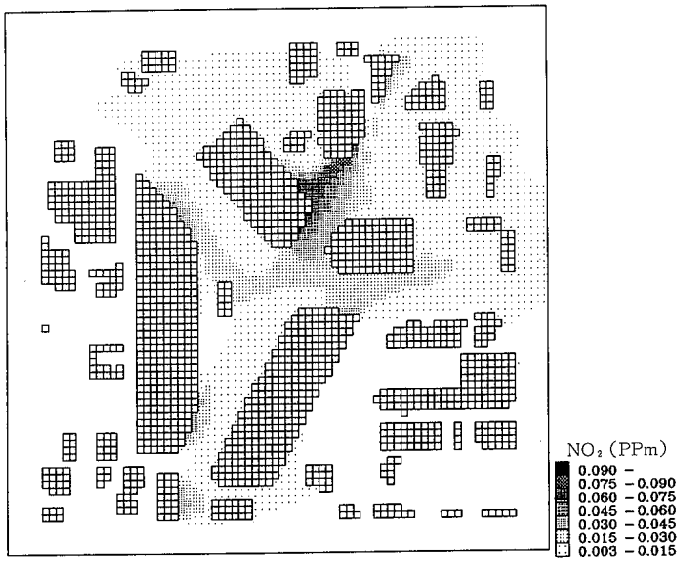


(b) 上　層

図 21　　数値計算結果をもとに求めた現況の NO_2 濃度分布（南西風時）

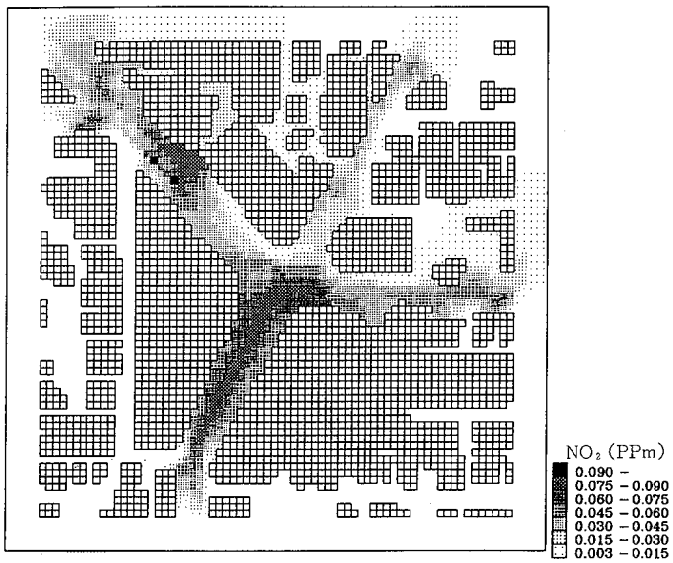


(a) 地　　表

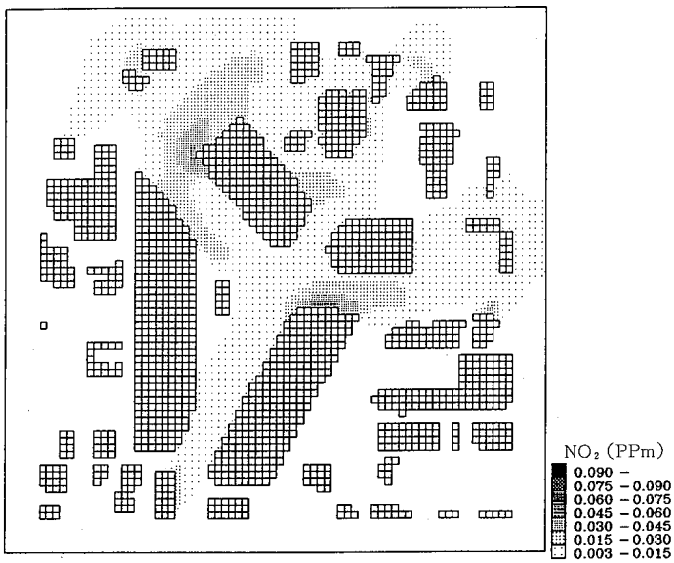


(b) 上　　層

図 22　　数値計算結果をもとに求めた将来の NO_2 濃度分布（西風時）



(a) 地　　表



(b) 上　　層

図 23　　数値計算結果をもとに求めた将来の NO_2 濃度分布（南西風時）

〔Ox〕R：NO_2生成に消費されたOx量
〔Ox〕B：バックグラウンド値
〔Ox〕B＝〔Ox〕OBS＋〔NO_2〕OBS
〔Ox〕OBS　：一般環境でのOx
〔NO_2〕OBS：一般環境でのNO_2
〔Ox〕A：道路端での測定値

以上により算出した，〔NO_2〕Cと〔Ox〕Rは高い相関関係（r＝0.76***）が認められ，寄与率も春季の調査期間中の平均で52%（標準偏差17.6）であった。また，寄与率はオキシダント濃度が高いほど大きくなる傾向がみられた。

次に，NOx予測値からのNO_2への変換には，NOxとNO_2の実測値に対するオキシダント濃度区分別回帰分析の結果を用いることとし，ここでは，オキシダント濃度60ppb以上の場合の統計モデルにより算出した。これは，NO_2濃度が高濃度となりやすい条件を想定したためである。

変換したNO_2について，現況予測結果を図20，図21に，将来予測結果を図22，図23に示す。NO_2濃度が環境基準の上限値を超えると予想される地点が出現していることが注目されるが，現況予測においてはごく狭い範囲に限られる。しかし，将来予測の西風時において，新たに高濃度域が出現した交差点北東側の再開発ビル風下背後の彦三方向の道路では，比較的広範囲に環境基準の上限値を超えると推定された。

4　ま　と　め

数値シミュレーション及び風洞実験の予測結果から，交差点周辺の建物により，交差点内の風の流れが大きく影響されることが明らかにされた。今回，対象とした武蔵交差点では，その一角を占めるスカイビルの影響が非常に大きく，西風及び南西風の場合，このビルの背後への風の廻り込みが，この周辺の窒素酸化物濃度分布に大きな影響を与え，武蔵測定局での高濃度出現要因となっていることが明らかにされた。また，武蔵測定局では，低濃度となっている東風の場合，他の地点で高濃度域が出現していることが分かった。しかし，金沢地方では，東風の場合にオキシダント濃度が上昇しにくい気象条件となる場合が多く，一酸化窒素から二酸化窒素への変換が比較的少なく，二酸化窒素濃度としてはそれほど高くならないと考えられる。

都市再開発計画を盛り込んだ将来予測においては，現況で高濃度となった地点の濃度には大きな変化がみられないが，新たな高濃度域ができることも推定された。

大気中の二酸化窒素濃度については，オキシダントにより一酸化窒素が酸化され生成される二酸化窒素の寄与率が大きいと考えられたので，春期に多いオキシダントの高濃度レベルでの二酸化窒素濃度分布を求めた。その結果，環境基準を超える濃度レベルの出現が十分予想される状態であった。

数値シミュレーション結果については，風洞実験及び簡易測定器による調査結果と比べ，細部での濃度分布に多少相違がみられるものの，定量的にほぼ一致していると考えられた。なお，数値シミュレーションを複雑な交差点周辺に適用するに際し，理想的には十分に広い範囲を対象区域とし，かつ，境界条件設定の差分メッシュの大きさを更に小さくして，風の流れの予測精度を向上させる必要があると思われる。しかし，今回の計算においては，計算機の容量の問題から制限されていることも，細部での濃度分布の相違に影響していると考えられる。

本稿をまとめるにあたって，数値シミュレーションの実施を担当いただき，その結果の評価にあたっても有益の御助言をいただいた，国立環境研究所の森口祐一先生，並びに関係各位に感謝いたします。

文　　献

1) 山原　敏，泉　善博，若林数夫，湯浅道世：石川衛公害研年報，27，178—202（1990）
2) 森口祐一，内藤正明：第29回大気汚染学会講演要旨集，520（1988）
3) 森口祐一，上原　清，植田洋匡，内藤正明：第29回大気汚染学会講演要旨集，521（1988）
4) 森口祐一，上原　清，内藤正明：第30回大気汚染学会講演要旨集，274（1989）
5) 金沢都市圏総合交通計画調査会：第2回金沢都市圏パーソントリップ調査報告書（3将来推定編付録）（1986）
6) 山岸善久，密田淳夫，柿沢隆一，北村守次，山原敏，若林数夫，桐元俊武：石川衛公研年報，29，246—255（1992）
7) 鵜野伊津志，植田洋匡，若松信司：大気汚染学会誌，24（2），130—143（1989）

〔報　文〕

石川県内の温泉の地域的特徴と泉質の相互関連性について

石川県衛生公害研究所環境部　柿本　均・西川孝蔵・大西道代

1 はじめに

既報において著者らは，昭和55年度から平成2年度までに当所が実施した温泉中分析のデータをとりまとめ，石川県内において最近掘削・開発された温泉の泉質を定性的に概括した[1]。それによれば，この10年余りのうちに開発された温泉は，①概して大深度の掘削によって得られたものが多く，②そのため従来目立った源泉のなかった金沢市内や手取川扇状地域などの平野部でも多数開発され，③泉質としては単純温泉や特殊成分による温泉は極めて少なく，地域ごとに特徴的な成分を含んだ塩類泉が主体となっていること，などが明らかとなった。

平成3年度は旧来の源泉の見直し（再分析）が相当数あり，23件の温泉中分析を行った。これは当所が中分析の全工程を担当するようになった昭和55年以降最多の実施件数である。本報告では，平成3年度までに登録された県内の温泉の泉質について統計的解析を行うとともに，温泉に関するデータベース構築の可能性を模索した。なお解析の対象とした，昭和55年以降に登録された全源泉の総数は138本である。

2 温泉のデータ処理方法について

各源泉の分析結果をそれぞれ1件（1レコード）のデータとして，汎用計算機（FACOM M-730）上の順編成ファイルに入力した。このファイルは，種々の統計解析や図化処理の際に共通して使用できるものである。入力された生の分析データから，プログラム内でmval値の比率等を計算して泉質の分類が行えるように設計した。また将来のことも考慮し，データは順次追加してゆけるようにした。

通常の集計・統計処理は，汎用計算機組み込みの統計解析ソフト『ANALYST』でプログラミングを行ったが，地下水としての温泉の地球化学的な解析（トリリニアダイヤグラム，ヘキサダイヤグラム等）とその図化処理はFORTRAN言語で行った。汎用計算機による処理の実行はバッチジョブの扱いとした。パソコンベースの既存のアプリケーションソフトを用いた対話処理にしなかったのは，上記のような特殊な図化処理の機能がパソコンベースでは不十分であることと，作表や作画の結果など最終的に必要なものが定型化されておらず，プログラミングの段階での修正が今後においても可能でなければならないことによる。図1に分析から電算機処理までの流れを概念的に示す。

3 県内の温泉の地域特性

ここでは便宜上石川県を，①南加賀地域（加賀市，山中町，小松市），②白山麓地域（白峰村，尾口村，吉野谷村，鳥越村，河内村），③手取川扇状地域（辰口町，寺井町，川北町，松任市，鶴来町），④金沢市及び周辺地域（金沢市，内灘町，津幡町），⑤口能登地域（七塚町，志雄町，七尾市，能登島町，志賀町），⑥奥能登地域（穴水町，輪島市，能都町，柳田村，珠洲市）の6地域に分割した（解析の対象となる源泉の存在しない市町村は除いた）。この地域区分は図2に示すとおりである。

3・1 泉温と湧出量の地域別の特徴

上記の地域ごとに泉温と湧出量について，それぞれ

Regional Characteristics and Mutual Relation of the Qualities of Newly Developed Mineral springs in Ishikawa Prefecture *by Hitoshi KAKIMOTO, Kouzou NISHIKAWA, and Michiyo OHNISHI* (*Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment*)

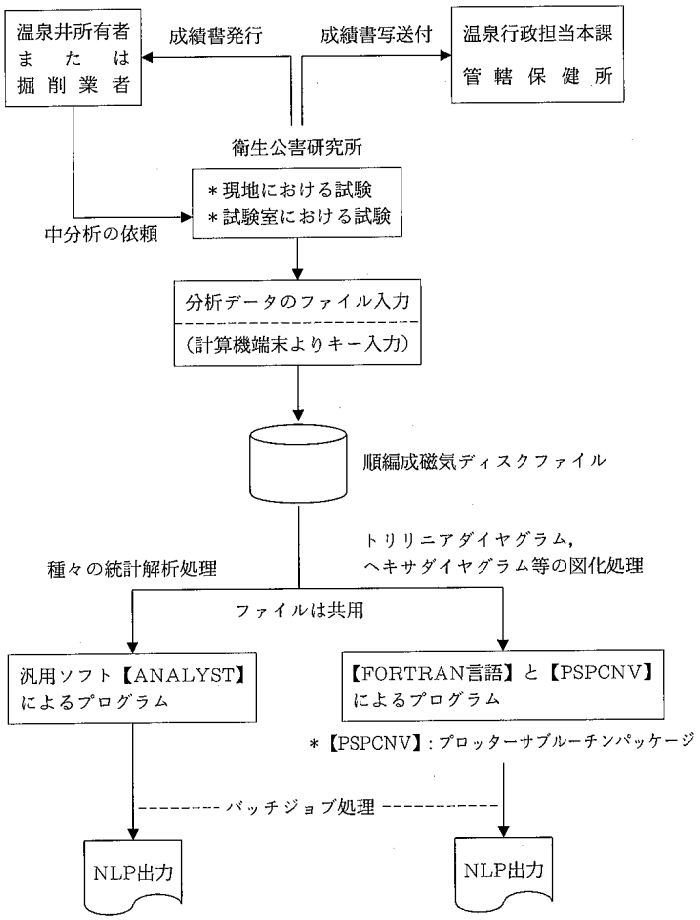


図1　温泉の分析からデータの電算機処理までの流れ

降順にならべて表示したのが図3及び図4である。また図5及び図6は，地域ごとに泉温と湧出量を階級に区分し，それぞれに何本の源泉が登録されているかを図化したものである。

和倉温泉（8号及び10号源泉）の泉温は，昭和40年代後半の掘削より20年ほど経過しているが，現在でも90°C前後となっており，源泉の衰えは認められない。片山津温泉（2号源泉），山代温泉（1号源泉）についても同様なことがいえる。

古くから知られたこれらの源泉と比べると，大深度掘削の新しい『地温上昇型』の温泉は概して泉温が余り高くない。純粋な『火山型』や『地盤の割れ目型』の温泉は，地下水を直接暖める熱源が比較的浅いところにあるのに対し，『地温上昇型』のものは，一般に深さ方向に対して一定の上昇率で地温が上昇することから，平野部の大深度（通常1,000m程度）で長い時間のうちに熟成され，暖められた地下水を汲み上げて温泉として利用するものである[2)]。金沢市内や手取川扇状地域などの平野部に多数開発された新しい源泉はすべてこのタイプであり，泉温は大部分のものが35°Cから40°C程度である。それでも中には寺井温泉や金沢市の愛美住温泉のように泉温が50°Cを越える優れた源泉もある。

湧出量については，大規模な源泉のほとんどが加賀地方に偏って存在しているが，これは何らかの熱源によって暖められる地下水の絶対量が，峻厳な山地と広大な平野によってはぐくまれる加賀地方で，山地にも平野にも乏しい能登地方より圧倒的に多いことと関係があると思われる。

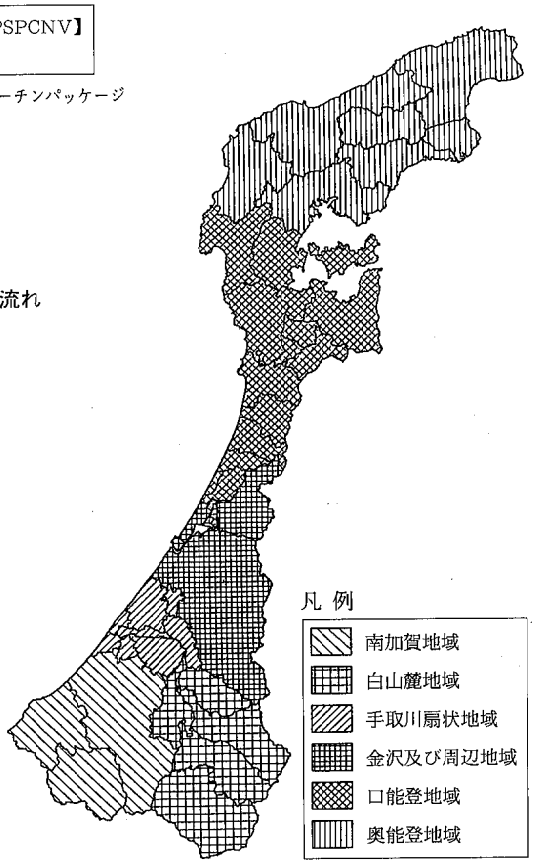


図2　本調査での石川県の地域区分

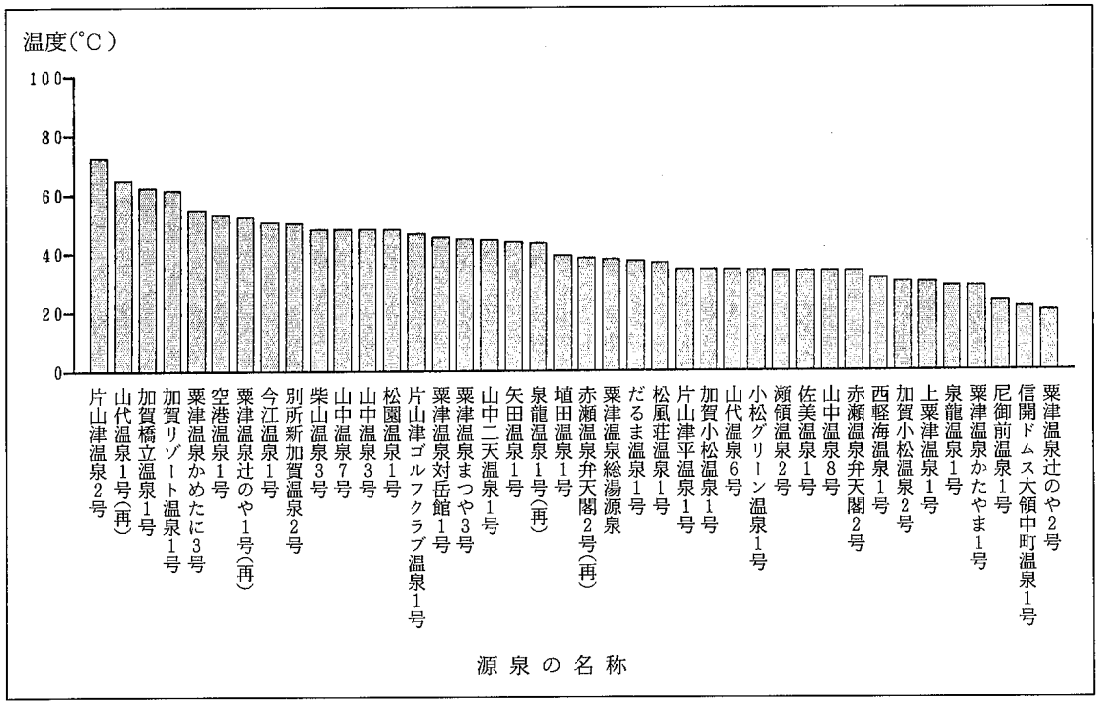


図3（a）　泉温順に並べた各地域の全源泉（南加賀地域）

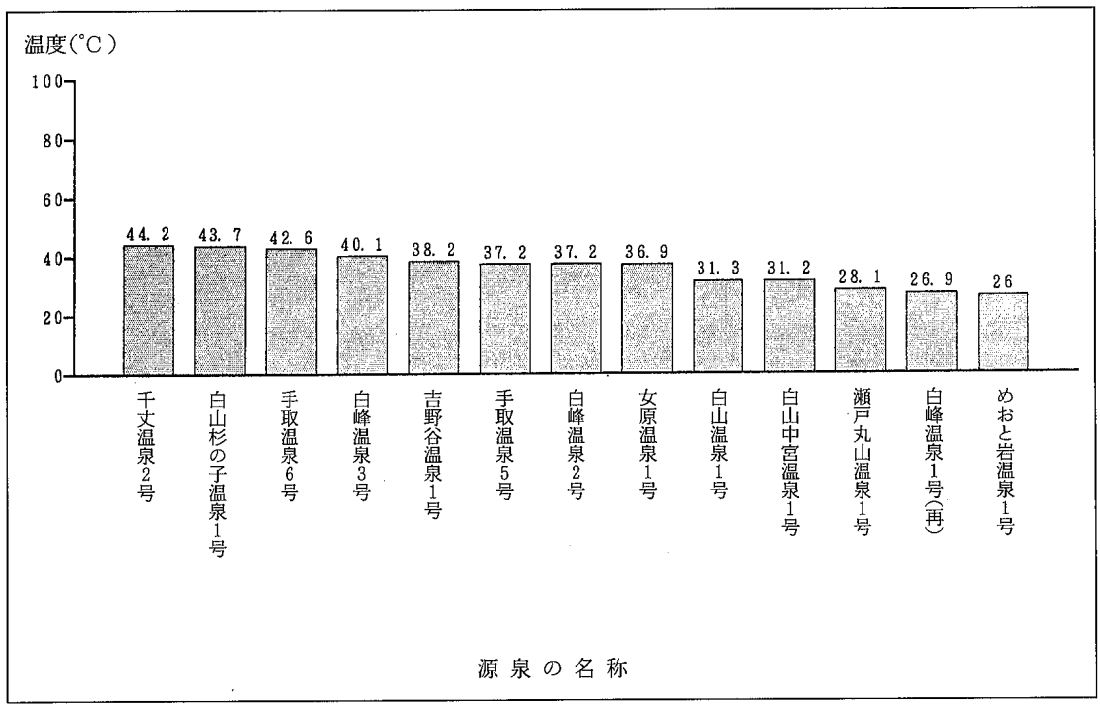


図3（b）　泉温順に並べた各地域の全源泉（白山麓地域）

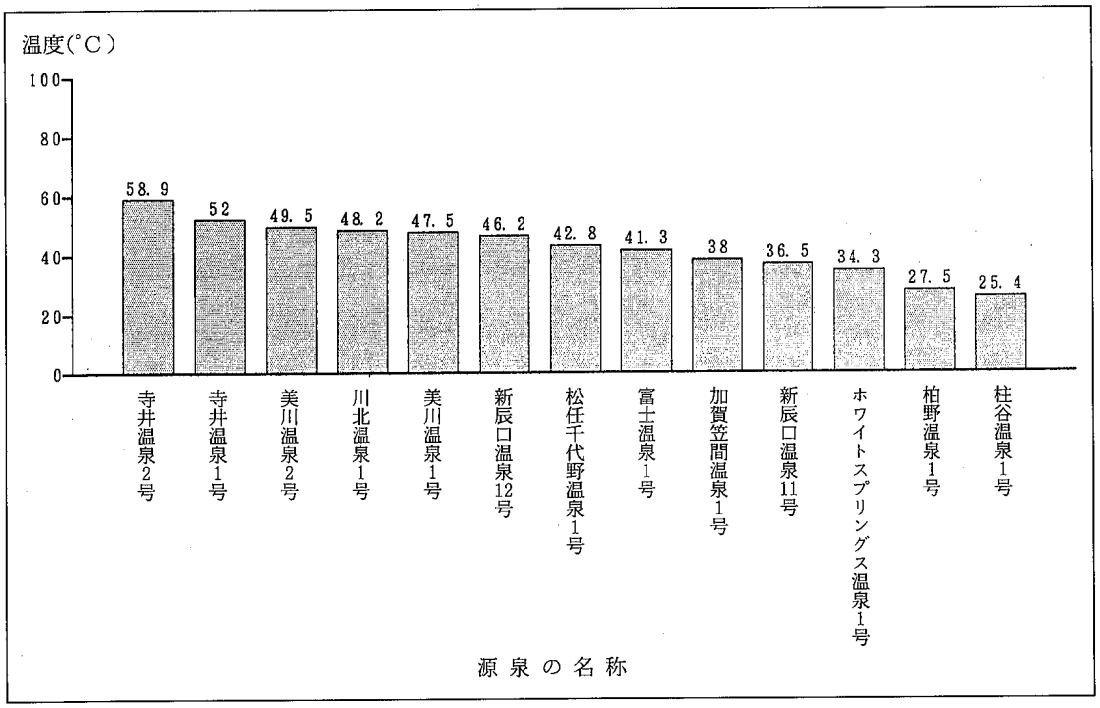


図3（c）　泉温順に並べた各地域の全源泉（手取川扇状地域）

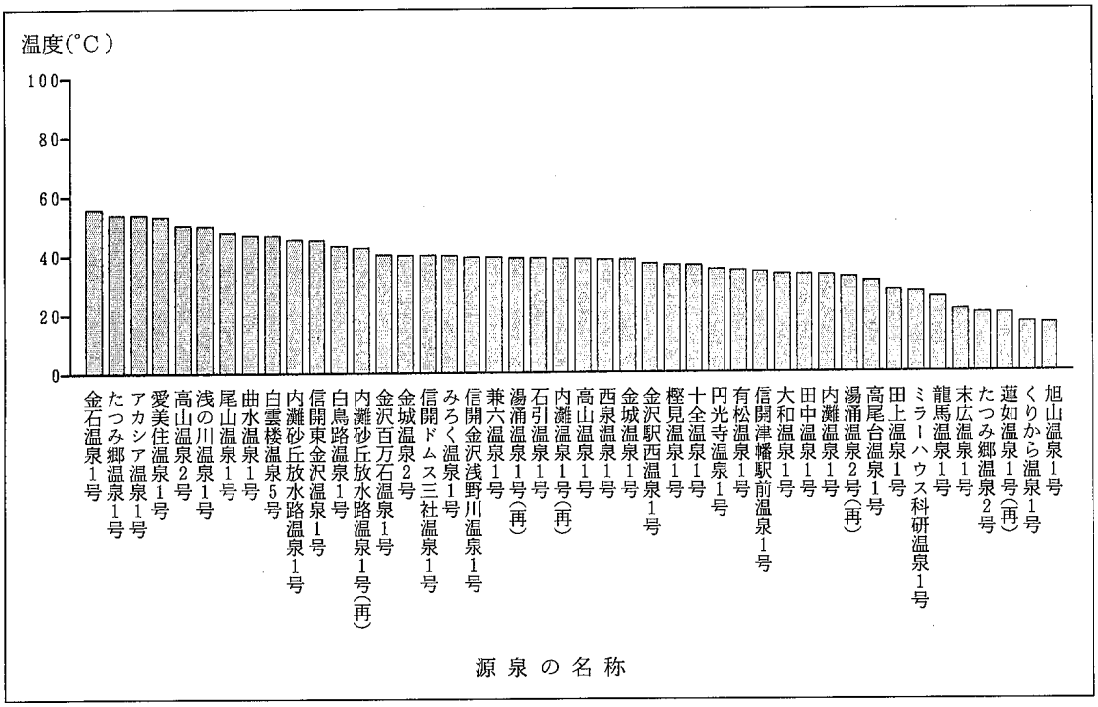


図3（d）　泉温順に並べた各地域の全源泉（金沢市及び周辺地域）

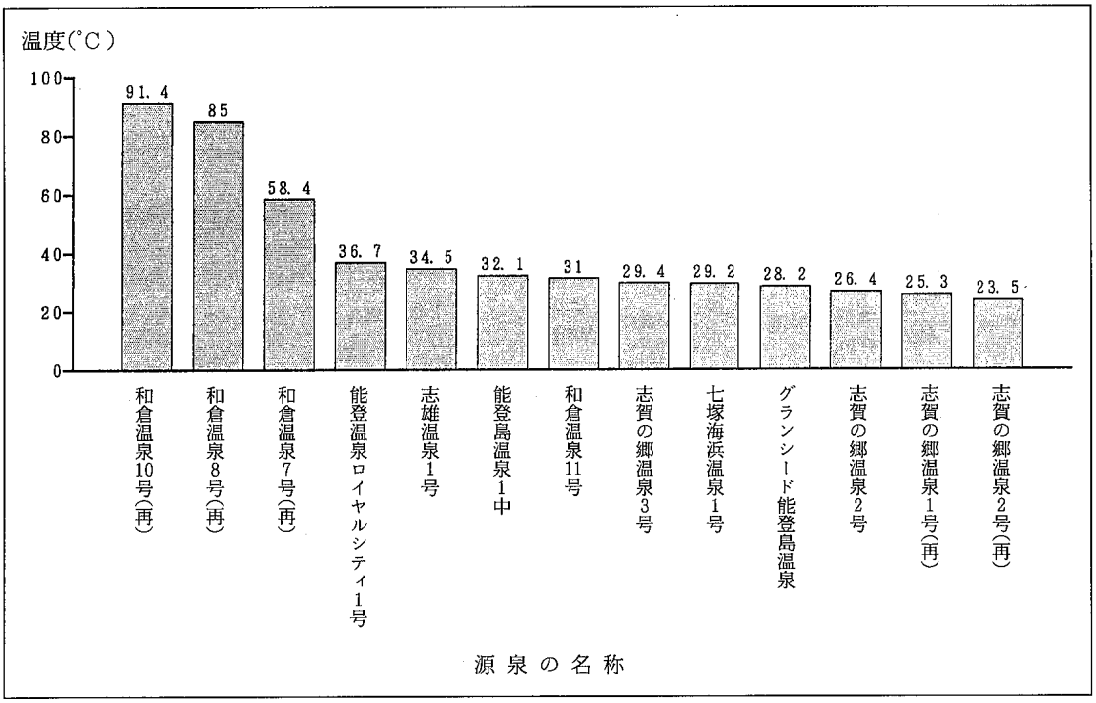


図3（e）　泉温順に並べた各地域の全源泉（口能登地域）

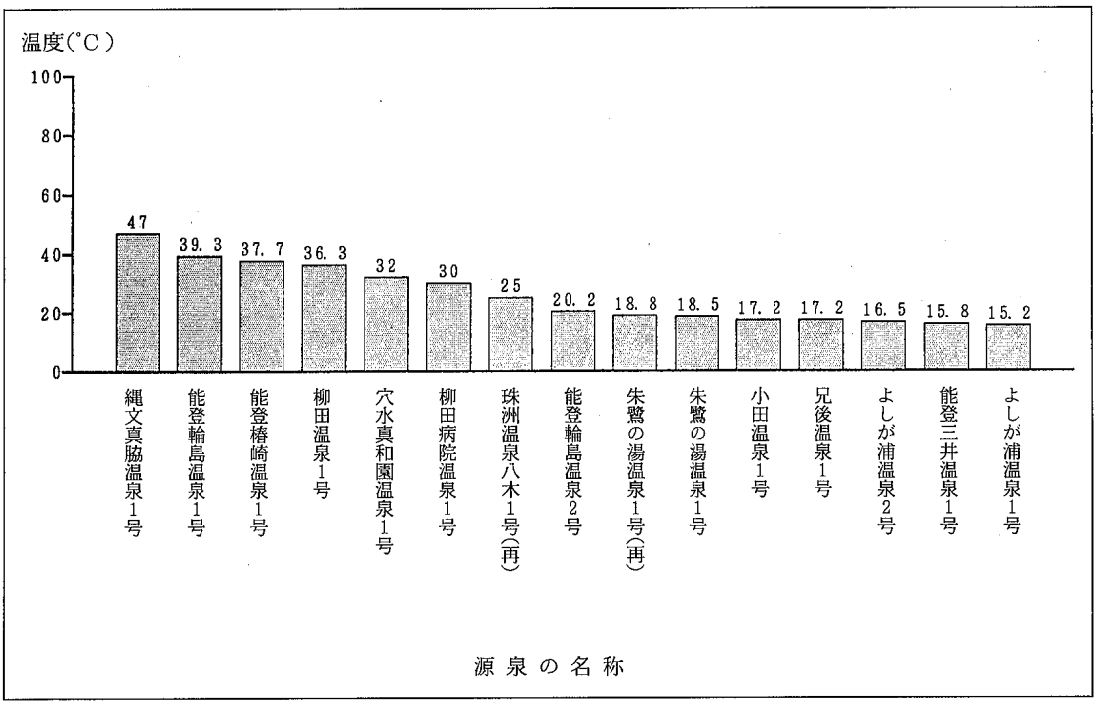


図3（f）　泉温順に並べた各地域の全源泉（奥能登地域）

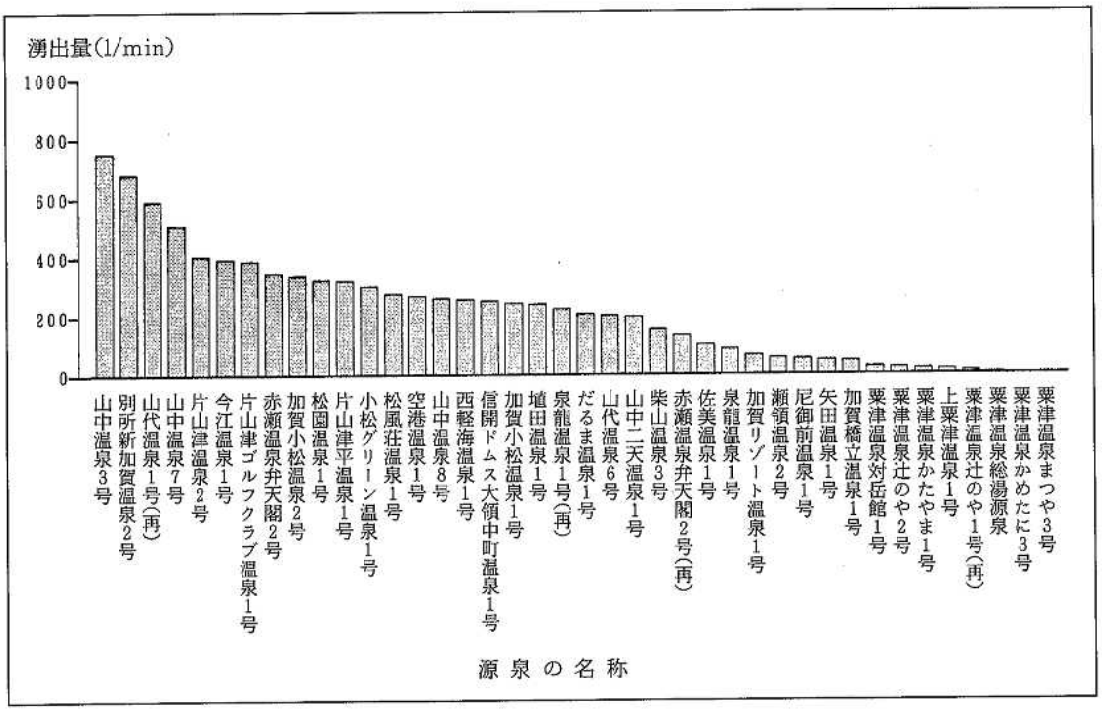


図4（a）　湧出量順に並べた各地域の全源泉（南加賀地域）

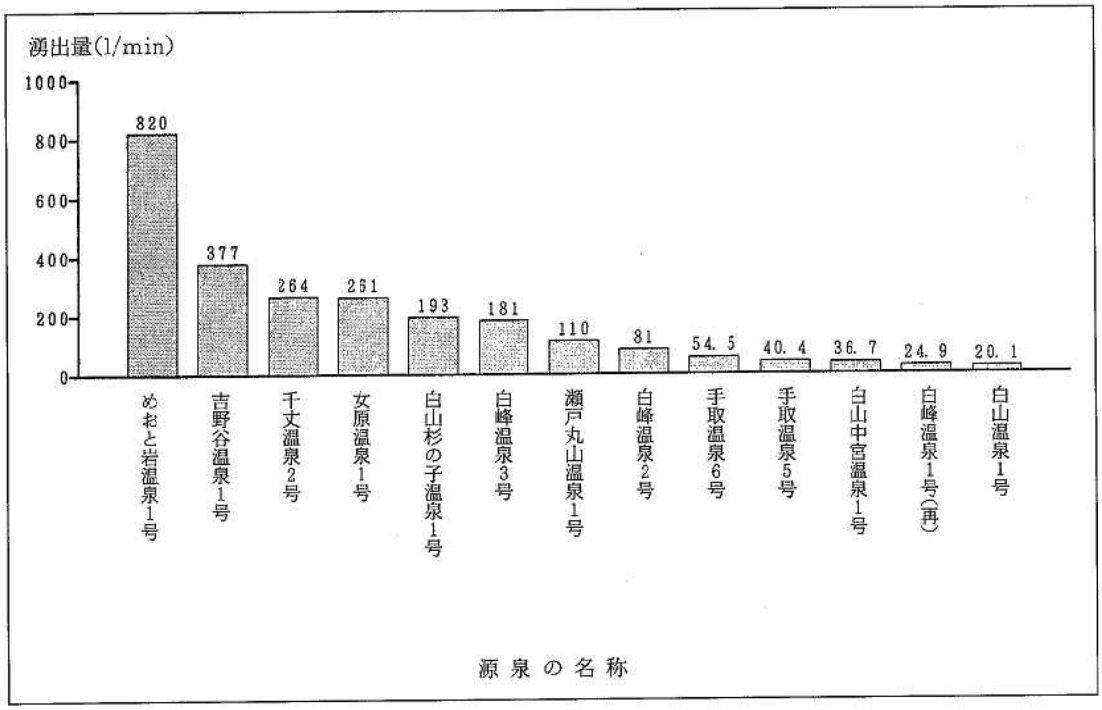


図4（b）　湧出量順に並べた各地域の全源泉（白山麓地域）

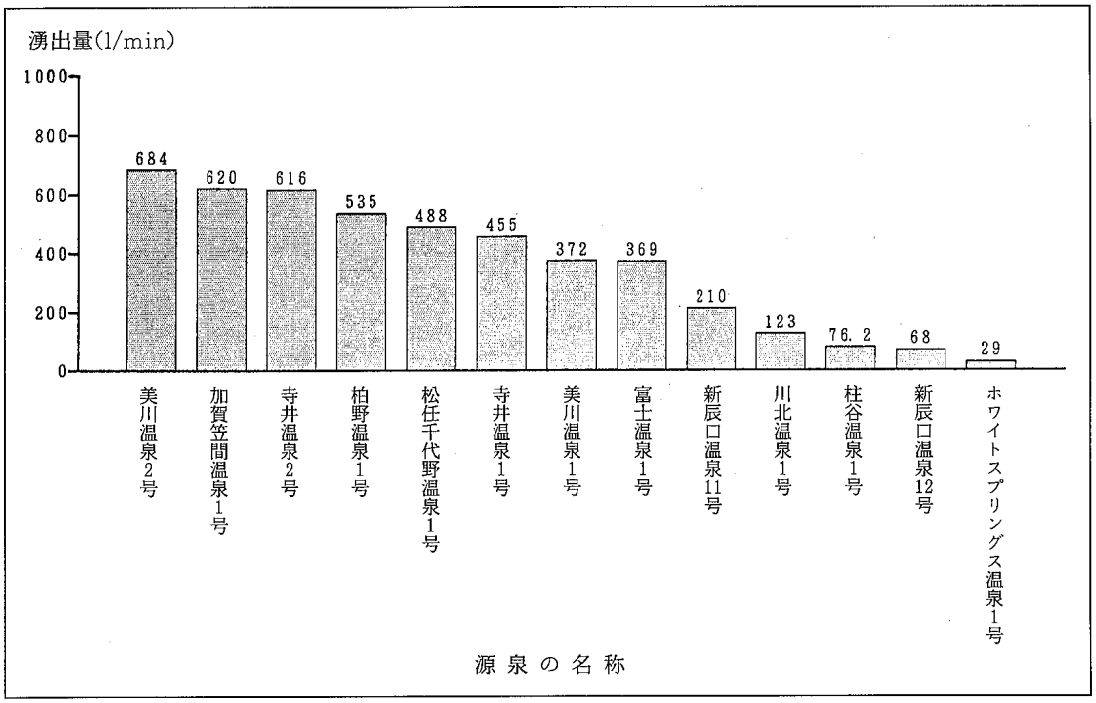


図4（c）　湧出量順に並べた各地域の全源泉（手取川扇状地域）

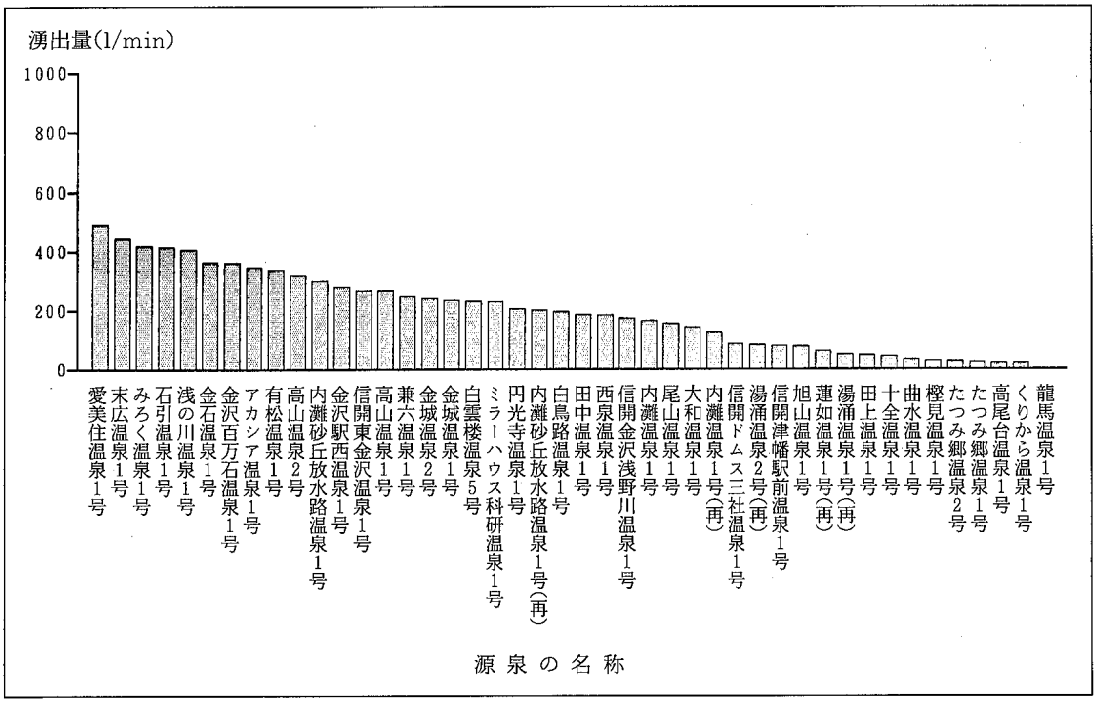


図4（d）　湧出量順に並べた各地域の全源泉（金沢市及び周辺地域）

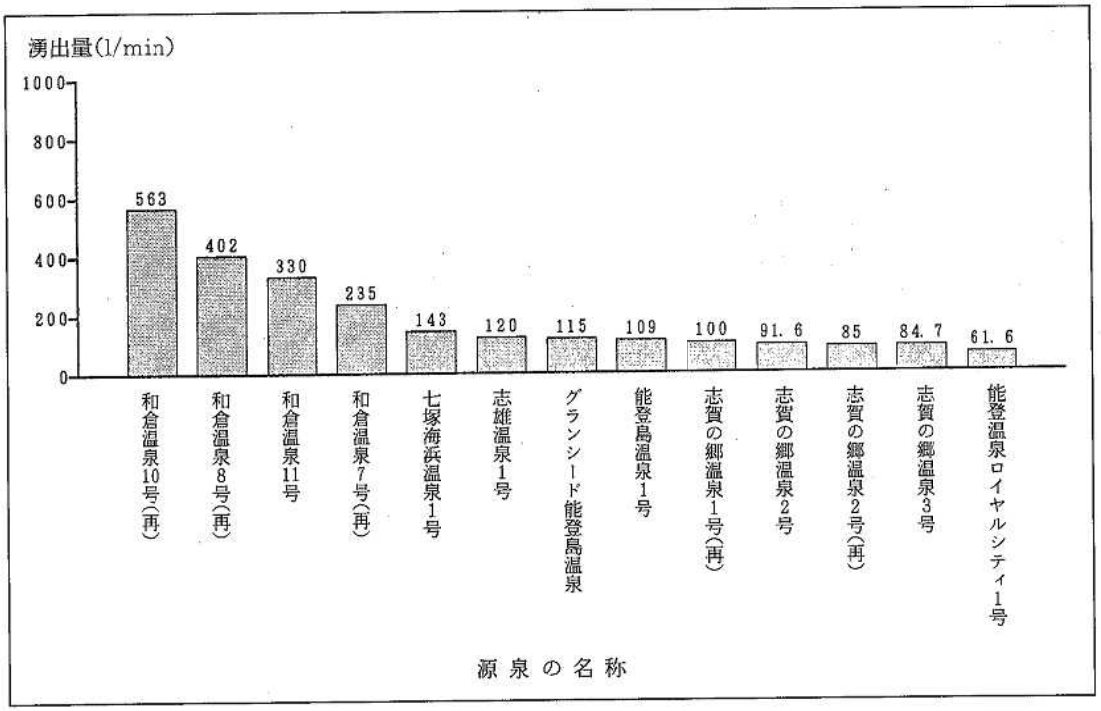


図4（e）　湧出量順に並べた各地域の全源泉（口能登地域）

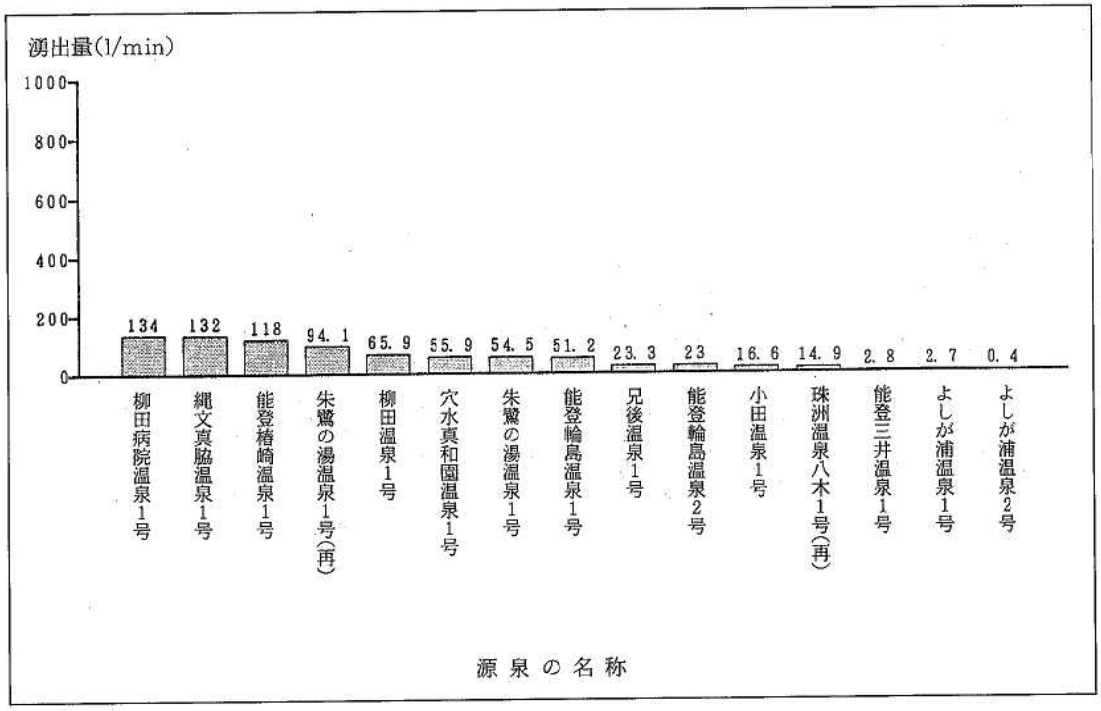


図4（f）　湧出量順に並べた各地域の全源泉（奥能登地域）

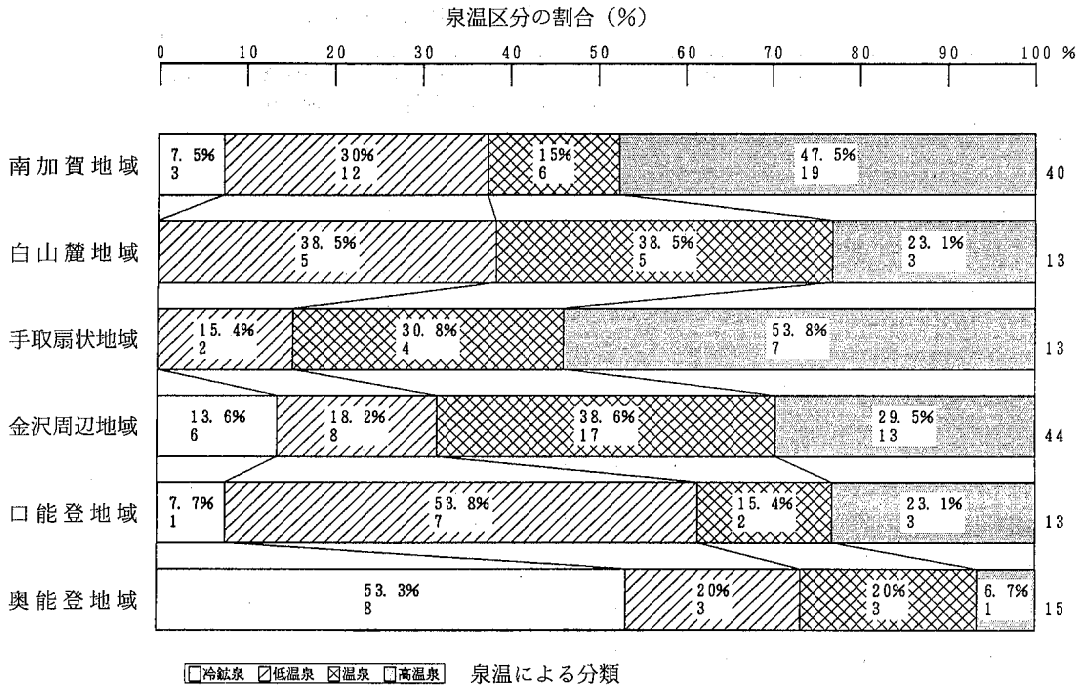


図 5　　地域別の泉温区分の比率（単位：本）

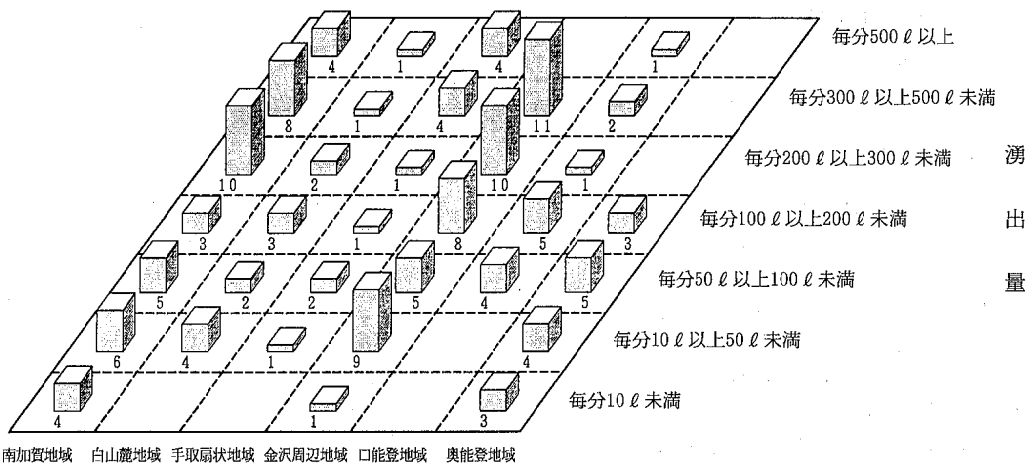


図 6　　地域別・湧出量区分別の源泉数（図中の単位：本）

3・2　地域別にみた泉質の特徴

解析の対象とした源泉138本は，18種類の泉質に分類される。表1はその泉質別・地域別の分布状況を示したものである。また図7には，地域別の全源泉のデータから描いたトリリニアダイヤグラムを示した。

全県的にみると，最も多いのは48本のナトリウム—塩化物泉（旧称純食塩泉）であり，全体の34.8%を占めている。この泉質のものは，加賀市，小松市の海岸

表 1　　泉質（詳細分類）の地域別分布状況

単位：本（%）

泉質の詳細分類＼地域名	南加賀地域	白山麓地域	手取川扇状地域	金沢市及び周辺地域	口能登地域	奥能登地域	泉質別合計
1 Na −Cl	14 (35.0)		5 (38.5)	15 (34.1)	6 (46.2)	8 (53.3)	48 (34.8)
2 Na −Cl・HCO_3			1 (7.7)	14 (31.8)			15 (10.9)
3 Na −Cl・SO_4	3 (7.5)		1 (7.7)	1 (2.3)	1 (7.7)	2 (13.3)	8 (5.8)
4 Na −HCO_3		3 (23.1)		1 (2.3)			4 (2.9)
5 Na −HCO_3・Cl		1 (7.7)		1 (2.3)		1 (6.7)	3 (2.2)
6 Na −HCO_3・SO_4		1 (7.7)					1 (0.7)
7 Na −SO_4	1 (2.5)	1 (7.7)					2 (1.4)
8 Na −SO_4・Cl	7 (17.5)		2 (15.4)	1 (2.3)			10 (7.2)
9 Na −SO_4・Cl・HCO_3						1 (6.7)	1 (0.7)
10 Na・Ca−Cl	3 (7.5)		2 (15.4)	3 (6.8)	3 (23.1)	1 (6.7)	12 (8.7)
11 Na・Ca−Cl・SO_4				3 (6.8)			3 (2.2)
12 Na・Ca−SO_4	2 (5.0)	2 (15.4)					4 (2.9)
13 Na・Ca−SO_4・Cl	2 (5.0)	2 (15.4)	1 (7.7)	2 (4.5)			7 (5.1)
14 Na・Mg−Cl					1 (7.7)		1 (0.7)
15 Ca・Na−SO_4	4 (10.0)	1 (7.7)					5 (3.6)
16 単純温泉			1 (7.7)	2 (4.5)		1 (6.7)	4 (2.9)
17 アルカリ性単純温泉	4 (10.0)	2 (15.4)			1 (7.7)		7 (5.1)
18 メタケイ酸				1 (2.3)	1 (7.7)	1 (6.7)	3 (2.2)
地域別合計	40(100.0)	13(100.0)	13(100.0)	44(100.0)	13(100.0)	15(100.0)	138(100.0)

部から手取川扇状地河口部を経て金沢市海岸部に集中して分布する。代表的な源泉として，小松市の今江温泉（高温泉），美川町の美川温泉2号泉（高温泉），松任市の松任千代野温泉（高温泉），金沢市の金石温泉（高温泉），愛美住温泉（高温泉），及び内灘町の内灘砂丘放水路温泉（高温泉）などがあり，これらのヘキサダイヤグラムを図8-(a)に示す。図7では，菱形の右端頂点に近い領域に多数分布する塩化物泉の＋印がこの泉質を表す。

次いで多いのは15本のナトリウム — 塩化物・炭酸水素塩泉（旧称含重曹食塩泉）であるが，そのうち12本までが金沢市内平野部の大深度掘削によって得られた源泉である。既報でもふれたように，これらの温泉水は共通して有機物のために茶褐色〜暗黄褐色に着色している。代表的な源泉として，いずれも金沢市の白鳥路温泉（高温泉），みろく温泉（温泉），兼六温泉（温泉），石引温泉（温泉）などがあり，これらのヘキサダイヤグラムを図8-(b)に示す。図7では，右下側の縁辺部にほぼ一列に並ぶ塩化物泉の＋印がこの泉質に相当する。

3番目に多いのはナトリウム・カルシウム — 塩化物泉（旧称含塩化土類食塩泉）で，この泉質のものは12本登録されている。南加賀地域では加賀市の片山津温泉2号泉（高温泉），加賀橋立温泉（高温泉）等があり，手取川扇状地域では川北温泉（高温泉），金沢市周辺地域では曲水温泉（高温泉），更に口能登地域では和倉温泉の各源泉（高温泉）が代表的なものである。これらのヘキサダイヤグラムを図8-(c)に示したが，共通していることは図形の面積が大きいこと，すなわち他の泉質のものと比較して溶存成分が多いことである。図7のトリリニアダイヤグラム中では，菱型の右上縁辺部のほぼ中央に位置する塩化物泉の＋印が

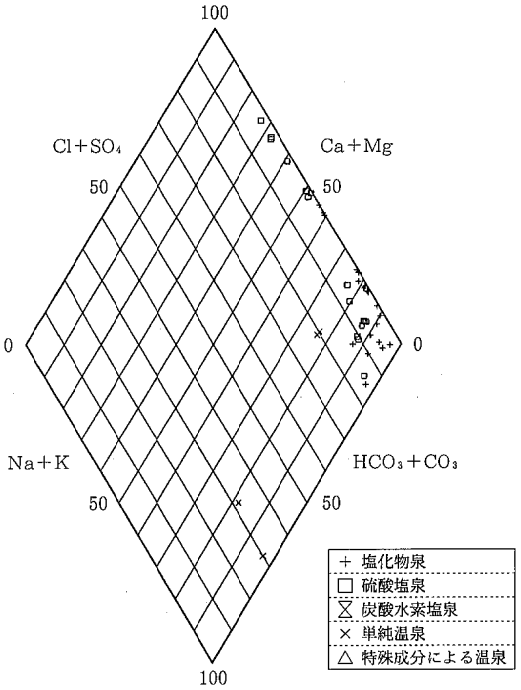


図7（a）　泉質のトリリニアダイヤグラムによる表示（南加賀地域）

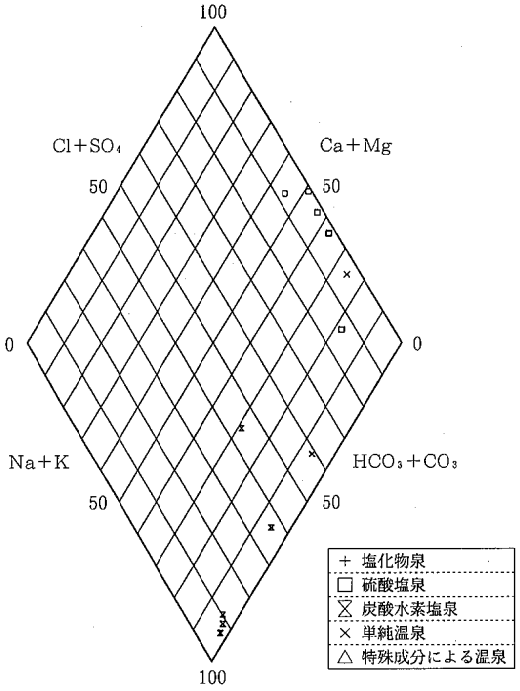


図7（b）　泉質のトリリニアダイヤグラムによる表示（白山麓地域）

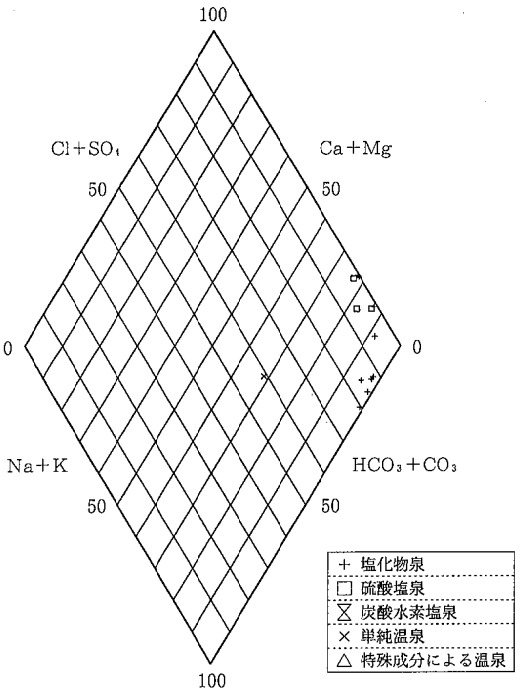


図7（c）　泉質のトリリニアダイヤグラムによる表示（手取川扇状地域）

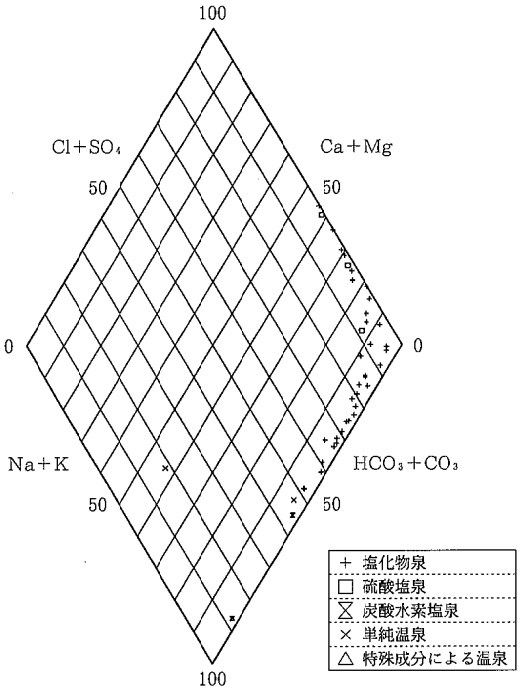


図7（d）　泉質のトリリニアダイヤグラムによる表示（金沢市及び周辺地域）

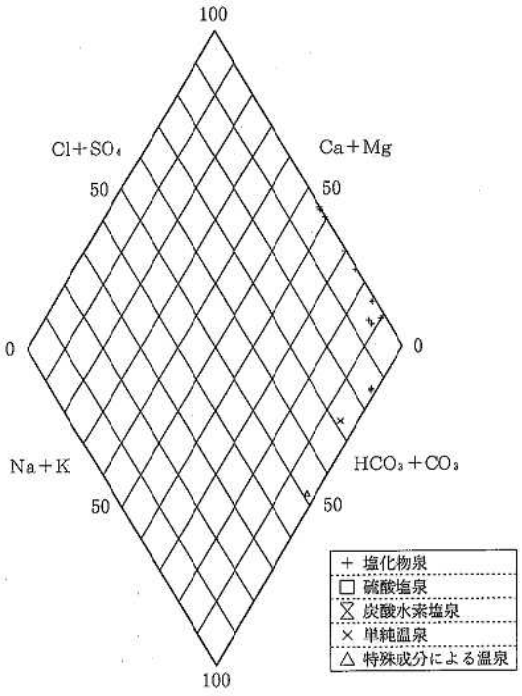


図7（e）　泉質のトリリニアダイヤグラムによる表示（口能登地域）

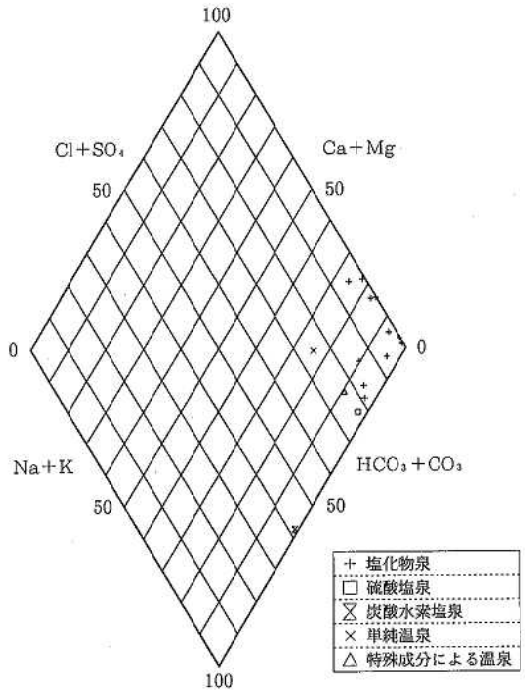


図7（f）　泉質のトリリニアダイヤグラムによる表示（奥能登地域）

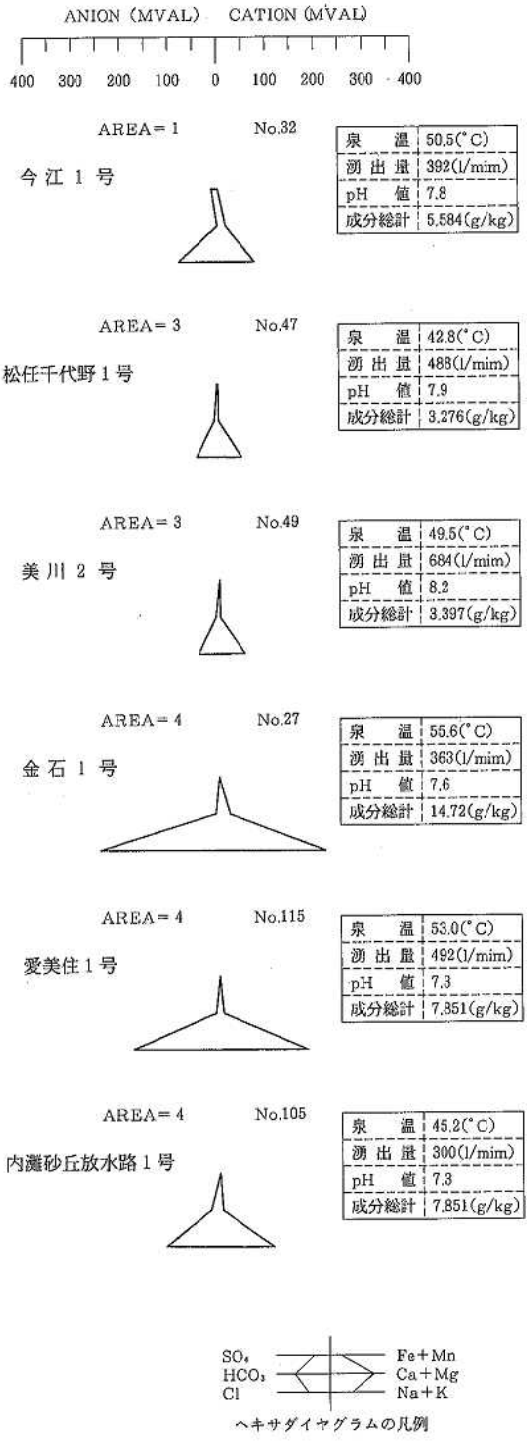


図8（a）　主なナトリウム－塩化物泉のヘキサダイヤグラム

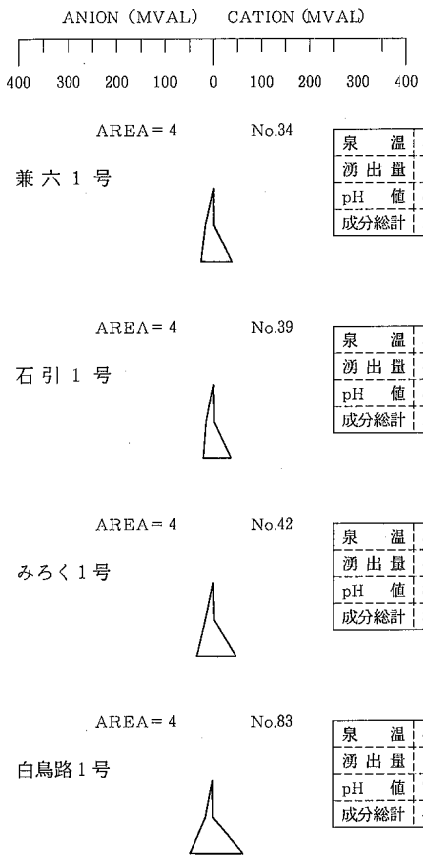


図8（b）　主なナトリウム－塩化物・炭酸水素塩泉のヘキサダイヤグラム

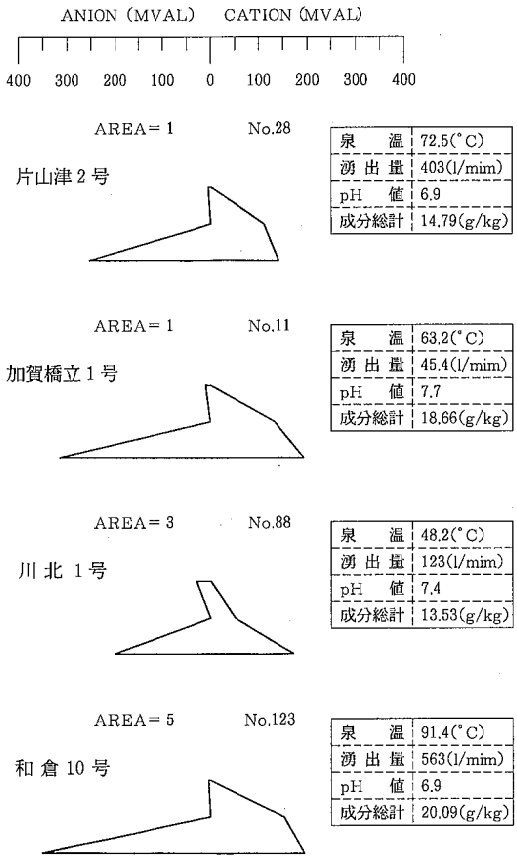


図8（c）　主なナトリウム・カルシウム－塩化物泉のヘキサダイヤグラム

この泉質を表す。

以上3種類の泉質はすべて塩化物泉に属し，その他の塩化物泉も含めると全塩化物泉は87本となり，全体の63.0%に達する。その他の塩化物泉としては硫酸イオンを比較的多く含むタイプの源泉が目立つ。代表的なものとしては，ナトリウム — 塩化物・硫酸塩泉（旧称含芒硝食塩泉）では新辰口温泉12号泉（高温泉）が，ナトリウム・カルシウム — 塩化物・硫酸塩泉（旧称含石膏食塩泉）では金沢市の湯涌温泉1号泉（温泉），同2号泉（低温泉），浅の川温泉（高温泉）などがあげられる。これらのヘキサダイヤグラムを図8-(d)に示す。金沢市内の源泉は，前述のように平野部の塩化ナトリウムと炭酸水素ナトリウムに富んだ地温上昇型のものが圧倒的に多いが，市の南東部の浅野川上流域には硫酸イオンの多い泉質の源泉が分布しており，地下深部の地質構造の違いを反映しているように思われる。このことについては後で詳述する。

石川県内の温泉の泉質上の特徴は既述のように，塩化物泉についで硫酸塩泉が多く，この泉質のものは解析の対象とした全源泉中29本であり，全体の21.0%に相当する。その中のナトリウム — 硫酸塩・塩化物泉（旧称含食塩芒硝泉）は10本あり，小松市の粟津温泉の小源泉群（高温泉～冷鉱泉）が代表的なものである。これらは図7のトリリニアダイヤグラム中で，菱型の右端頂点近傍に硫酸塩泉として□印でプロットされている。

次にナトリウム・カルシウム — 硫酸塩・塩化物泉（旧称含塩化土類芒硝泉）は7本あり，南加賀地域では山代温泉1号泉（高温泉）が，白山麓地域では吉野谷温泉（温泉）と尾口村の女原温泉（温泉）が，手取扇状地域では寺井温泉2号泉（高温泉）がそれぞれ代表的なものである。更に硫酸カルシウムを多く含み，

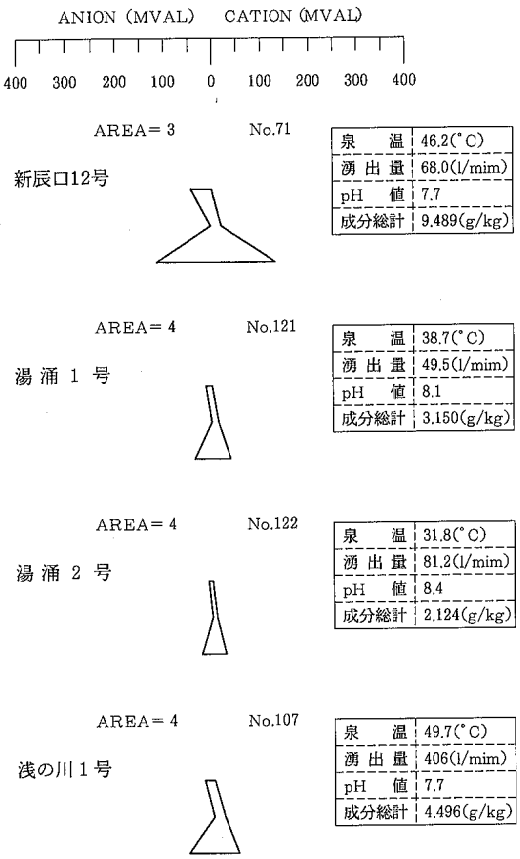


図8（d）　その他の塩化物泉（硫酸イオンを比較的多く含むもの）のヘキサダイヤグラム

塩素イオンの含有量が少ないものとしては，山中温泉のいくつかの源泉（高温泉～低温泉）に代表されるカルシウム・ナトリウム — 硫酸塩泉（旧称含芒硝石膏泉）が5本，鳥越村の手取温泉6号泉及び加賀市の別所新加賀温泉2号泉等に代表されるナトリウム・カルシウム — 硫酸塩泉（旧称含石膏芒硝泉）が4本登録されている。これら3種類の泉質のものは，図7の右上縁辺部に位置する硫酸塩泉の□印として示され，前項のカルシウム分に乏しい泉質のものと区別される。

以上のように硫酸塩が成分の主体となる源泉は，29本中23本までが南加賀地域，白山麓地域及び手取川扇状地の3地域に集中しており，その比率は79.3%に達する。以上挙げた代表的な硫酸塩泉についてヘキサダイヤグラムを図9に示す。一般に，塩化物泉のヘキサダイヤグラムの図形と比べるとその面積が小さく，これは溶存成分の総量が少ないことを表す。

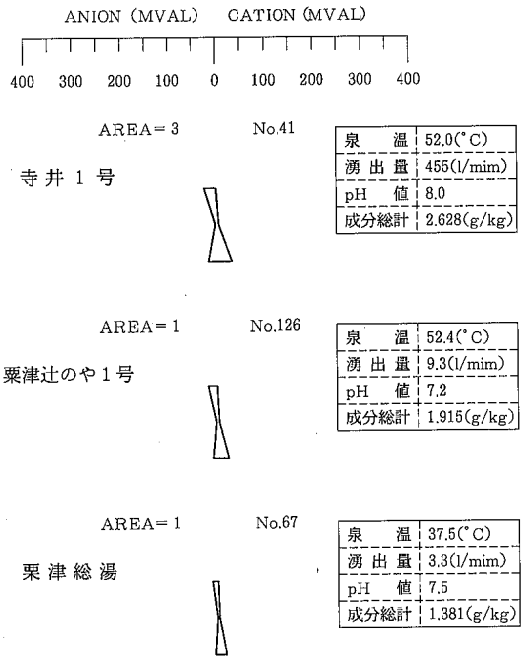


図9（a）　主な硫酸塩泉（カルシウムイオンの比率の低いもの）のヘキサダイヤグラム

炭酸水素塩泉としては，ナトリウム — 炭酸水素塩泉（旧称純重曹泉），ナトリウム — 炭酸水素塩・塩化物泉（旧称含食塩重曹泉）等計7本が登録されている。地域的にみると，このうち6本までが白山麓地域と金沢市及び周辺地域に集中している。特に白峰温泉（1号～3号泉）は，塩素イオン等他の陰イオンをほとんど含まず，炭酸水素ナトリウム水溶液に近い泉質であり，県内の源泉中でも特徴的な存在である。図7のトリリニアダイヤグラム中では菱型の最下端近くに位置する。代表的な源泉として，上記の白峰温泉2号泉（温泉），同3号泉（温泉）及び金沢市の金城温泉1号泉（温泉）のヘキサダイヤグラムを図10に示した。

成分の合計が1,000mg/kg未満で，温度の条件のみで温泉と認定される，単純温泉及びアルカリ性単純温泉は計11本登録されている。イオンの組成でみると，能登地域のものは NaCl 型，金沢市及び周辺地域のものは $Na\text{-}HCO_3$ 型または $Na\text{-}HCO_3$・Cl 型，また白山麓地域のものは $Na\text{-}SO_4$ 型となっており，掘削深度が大きいことからも周囲の塩類泉の源泉との類似性を見い出すことができる。一方南加賀地域のものは，この地域の塩類泉ではみられなかった $Na\text{-}HCO_3$ 型

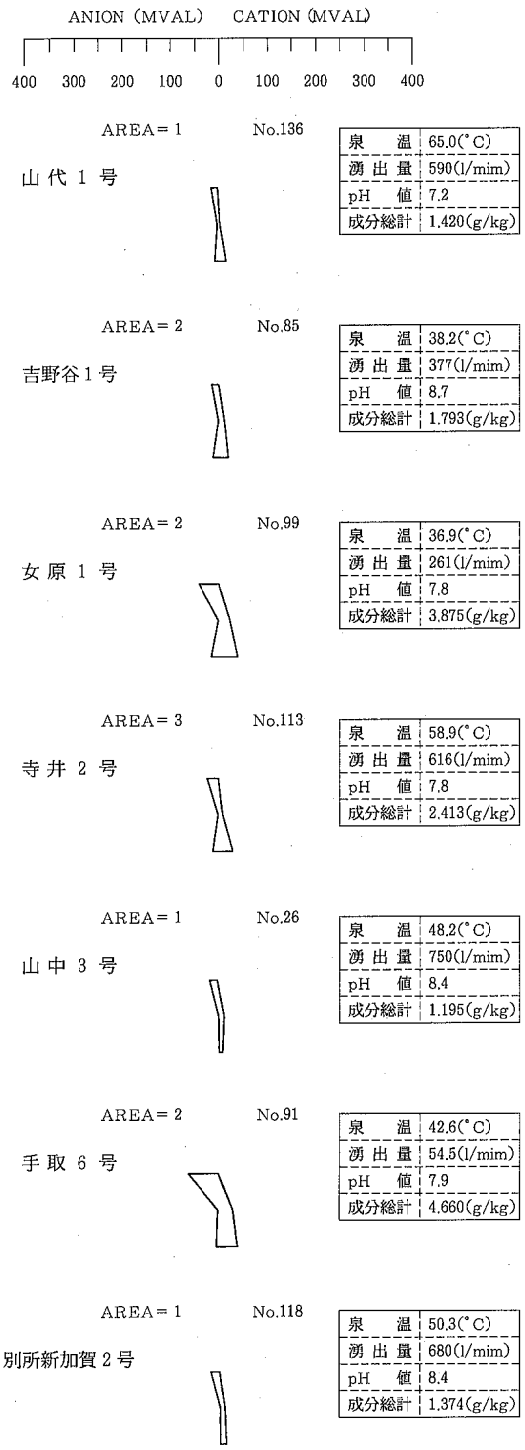


図9（b）　主な硫酸塩泉（カルシウムイオンの比率の高いもの）のヘキサダイヤグラム

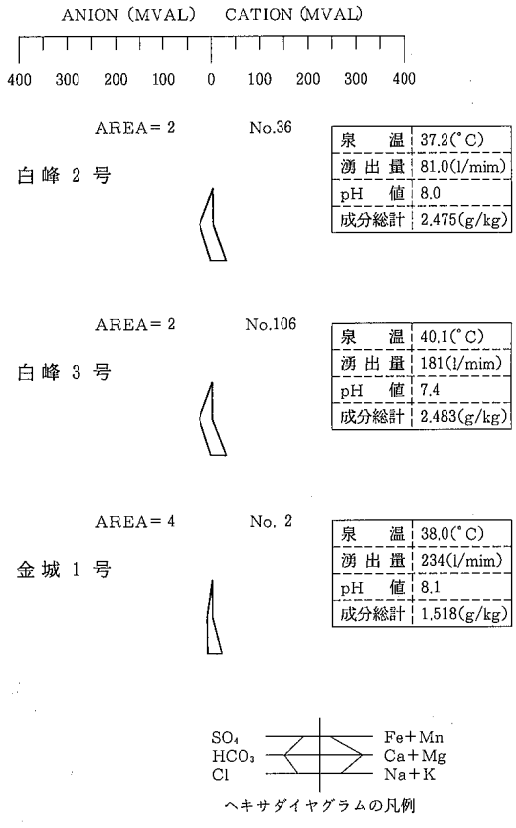


図10　主な炭酸水素塩泉のヘキサダイヤグラム

となっており，周囲の源泉とは全く泉脈の異なる地下水源に基づくものと思われる。

特殊成分のみによって温泉と認定されるものは，わずかに3本のみであった。これらはいずれも温泉法のメタケイ酸（H_2SiO_3で50mg/kg以上）の項によるものであるが，うち1本は炭酸水素ナトリウム（$NaHCO_3$で340mg/kg以上）の項にも合致していた。

4　温泉データに関する種々の解析

4・1　電気伝導度（EC）と各種溶存イオンの関係

表2は全源泉138本のデータを用いて算出した各項目間の相関係数である。EC（mS/cm）は成分総計や陰・陽イオンの合計（mval値）との間に0.995以上という極めて高い相関がある。これからECは溶存イオンの総量を端的に表す指標であるといえる。このため，通常当所では温泉の泉質分析にあたり，他のすべての項目に先だってECを測定し，主要イオンの溶

表 2　　全源泉（138本）での項目間の相関係数

	項目	温度	湧出量	pH値	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Fe（Ⅱ＋Ⅲ）	F^-	Cl^-	HCO_3^-	SO_4^{2-}	As	EC	総陽イオン	総陰イオン	成分総計
1	温度	1.000																
2	湧出量	0.438	1.000															
3	pH値	−0.314	−0.097	1.000														
4	Na^+	0.261	−0.111	−0.415	1.000													
5	K^+	0.292	0.106	−0.436	0.710	1.000												
6	Ca^{2+}	0.572	0.018	−0.212	0.612	0.339	1.000											
7	Mg^{2+}	−0.061	−0.110	−0.161	0.501	0.480	0.159	1.000										
8	Fe(Ⅱ＋Ⅲ)	−0.097	−0.204	−0.208	0.210	0.138	0.016	0.111	1.000									
9	F^-	0.248	0.005	0.060	−0.175	−0.226	0.099	−0.126	−0.181	1.000								
10	Cl^-	0.343	−0.067	−0.384	0.969	0.696	0.757	0.493	0.139	−0.133	1.000							
11	HCO_3^-	−0.092	−0.044	−0.278	−0.081	0.177	−0.270	−0.081	0.090	−0.106	−0.165	1.000						
12	SO_4^{2-}	0.140	−0.125	0.057	0.140	−0.135	0.166	0.284	0.257	0.172	0.081	−0.351	1.000					
13	As	0.366	−0.023	−0.138	−0.032	−0.169	0.171	−0.067	0.043	0.367	−0.010	−0.246	0.350	1.000				
14	EC	0.381	−0.075	−0.393	0.966	0.728	0.766	0.506	0.183	−0.120	0.989	−0.137	0.173	0.010	1.000			
15	総陽イオン	0.354	−0.086	−0.391	0.975	0.686	0.758	0.521	0.174	−0.118	0.993	−0.142	0.176	0.016	0.995	1.000		
16	総陰イオン	0.351	−0.086	−0.391	0.975	0.687	0.755	0.519	0.174	−0.117	0.993	−0.142	0.176	0.015	0.995	0.999	1.000	
17	成分総量	0.356	−0.088	−0.406	0.978	0.696	0.749	0.514	0.188	−0.120	0.990	−0.111	0.183	0.014	0.995	0.999	0.999	1.000

注）　：有意水準＝1　％
　　　：有意水準＝0.1％

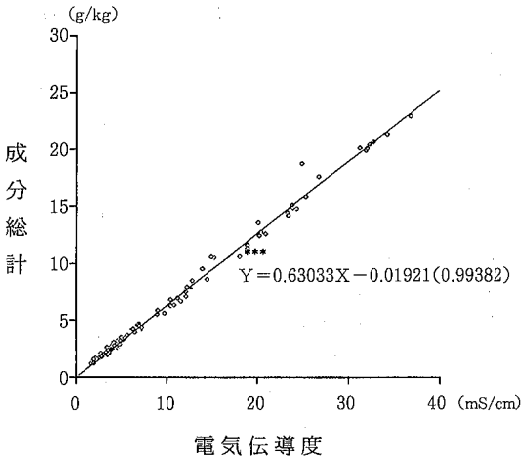


図11　全塩化物泉に関する電気伝導度と成分総計の関係

存量を推定し，分析に供する際の希釈倍率を決定している。

またECは，ナトリウムイオン及び塩素イオンとの間に0.95以上の相関があり，次いでカルシウム，カリウム，マグネシウム等のイオンと比較的高い相関を有している。しかし主成分であっても，硫酸イオンや炭酸水素イオンとは，全体としては有意な相関がみられない。

新潟県内の58源泉のデータについて同様な解析を行った中山らの結果[3]と比較すると，ECと高い相関を持った項目及びその相関性については，全体としてよく一致しているが，フッ素イオンについては傾向が異なっている。このことに関する考察は後述するが，新潟県の場合は本県と異なり，ECとの相関係数が0.41で有意水準1％で有意な関連性が得られていた。

ECと各項目とのあいだの関係をもう少し詳しく解析するために，泉質別にいくつかの項目と電気伝導度とをプロットし，そこから得られる回帰直線；

〔項目(単位)〕＝a×〔EC(mS/cm)〕＋b

の傾き（a）及び相関係数（r）の比較を試みた。なおここで言う泉質区分は，前述の18通りの詳細区分ではなく，ひとつのカテゴリーに統計的にある程度意味のある件数がまとまるように，陰イオンによる大分類[4]とした。その結果をまとめたものを表3に，実際にプロットした出力結果の例として，全塩化物泉のECと成分総計との関係を図11に示す。

表3からは次のようなことが分かる。①成分総計はいずれの泉質でもECとの相関は総じて高いが，泉質により傾き，すなわちECへの寄与率がかなり異なっている。具体的には炭酸水素塩泉は成分総計のECへの寄与が最も小さく，硫酸塩泉ではその約1.5倍，塩化物泉では約1.8倍となっている。②陰イオンでは，

表3　泉質別にみたEC－項目間の回帰式の傾き『a』と相関計数『r』

項目	泉質の大分類	傾き:a	相関係数:r
成分総計 (g/kg)	塩化物泉	0.63	0.994
	炭酸水素塩泉	1.15	0.950
	硫酸塩泉	0.76	0.984
	単純温泉	0.66	0.961
総陰イオン (mval)	塩化物泉	10.99	0.993
	炭酸水素塩泉	12.53	0.987
	硫酸塩泉	11.44	0.986
	単純温泉	9.58	0.996
塩素イオン (mg/kg)	塩化物泉	381.87	0.991
	炭酸水素塩泉	82.04	0.029
	硫酸塩泉	160.76	0.853
	単純温泉	186.38	0.839
炭酸水素イオン (mg/kg)	塩化物泉	−10.69	0.099
	炭酸水素塩泉	709.84	0.682
	硫酸塩泉	47.39	0.513
	単純温泉	80.03	0.035
硫酸イオン (mg/kg)	塩化物泉	19.05	0.191
	炭酸水素塩泉	−31.17	0.049
	硫酸塩泉	295.24	0.773
	単純温泉	138.84	0.258
ナトリウムイオン (mg/kg)	塩化物泉	174.02	0.950
	炭酸水素塩泉	223.85	0.758
	硫酸塩泉	220.75	0.953
	単純温泉	169.09	0.958
カリウムイオン (mg/kg)	塩化物泉	4.46	0.392
	炭酸水素塩泉	7.44	0.316
	硫酸塩泉	2.17	0.423
	単純温泉	4.59	0.189
カルシウムイオン (mg/kg)	塩化物泉	52.33	0.566
	炭酸水素塩泉	26.24	0.147
	硫酸塩泉	20.17	0.060
	単純温泉	31.30	0.471
マグネシウムイオン (mg/kg)	塩化物泉	7.18	0.229
	炭酸水素塩泉	8.43	0.273
	硫酸塩泉	6.56	0.584
	単純温泉	1.88	0.020

塩素イオンは本数の少ない炭酸水素塩泉を除く他の泉質でECとの相関が高く，そのために全源泉でみても明瞭な相関がみられる。硫酸イオンと炭酸水素イオンについては，それ自体が第1成分である泉質のものだけがECとの相関が高くなっているが，そのような泉質の本数が相対的に少ないため，全体としてはECとの相関が現れなかったものと考えられる。特に炭酸水素イオンは塩化物泉の場合，ECの増大に伴い減少しており，濃厚な塩化物泉ほど塩素イオン以外の陰イオンの絶対量が少なくなるという傾向にある。③陽イオンでは，まずナトリウムイオンは，どの泉質のものもECとの相関が高く明瞭な直線関係が得られたが，カルシウムイオンでは泉質ごとに相関係数の大きさが大きく異なり，中でも硫酸塩泉では，ECの大きさとは全く無関係であるようにみえる。全体としては，本数の比較的多いナトリウム — 塩化物・炭酸水素塩泉で，アルカリ土類元素の含有量がごく微量であるという傾向が，ECとカルシウムイオンの直線的な相関関係をくずす原因の1つとなっている。

4・2　微量成分に関する考察

総鉄，フッ素イオン，総ヒ素などのいわゆる少量・微量成分については，成分総量の多寡や泉質，及び検体の外観によらず，個々の検体ごとに含有量がまちまちで，多数の検体の分析を通じても必ずしも明瞭な傾向がみられなかった。したがって，分析の際の検水量や検量線の範囲などにあらかじめ予想が立てにくく，分析の工程の軽減を妨げていた。実際に表2を見ても，これら3成分はいずれもECや成分総量とは明確な相関性はみられない。

しかし表2によれば，総鉄は主成分の硫酸イオンと有意水準1％で正の相関がみられ，またフッ素イオンは温度及び総ヒ素と正の相関が，さらに総ヒ素についても温度，硫酸イオン及びフッ素イオンとそれぞれ正の相関がみられる。したがってフッ素イオンと総ヒ素については，今後高温の硫酸塩泉の湯合に比較的高濃度で検出されるものと予測して，分析の際の検水量を加減する必要がある。またフッ素イオンは塩素イオンと同族のハロゲンイオンであるが，塩素イオンとは全く相関がなく，ナトリウムイオンとカリウムイオンとの間にみられるような関係とは異なることが明らかとなった。総鉄については，上記の硫酸イオンとの相関に加えて，検体に現れる赤褐色の混濁・沈澱によって高濃度のものは容易に判断できる場合があるが，金沢市の平野部の源泉から採水されるような有機質によって着色した検体では，鉄がこの有機物中に取り込まれて存在している場合もあり，外観からの判定は困難である。

図12(a)，(b)は総ヒ素とフッ素イオンが，どの地域のどの泉質のものから検出されやすいかを表した図である。図中の数字は各地域ごとに当該泉質の全源泉で総ヒ素及びフッ素イオンの分析値を算術平均したものである。これによれば，総ヒ素については各地域の硫酸塩泉で，フッ素イオンについては加賀地方（手取川扇状地域及びそれ以南）の硫酸塩泉と炭酸水素塩泉でよく検出される傾向される傾向にある。

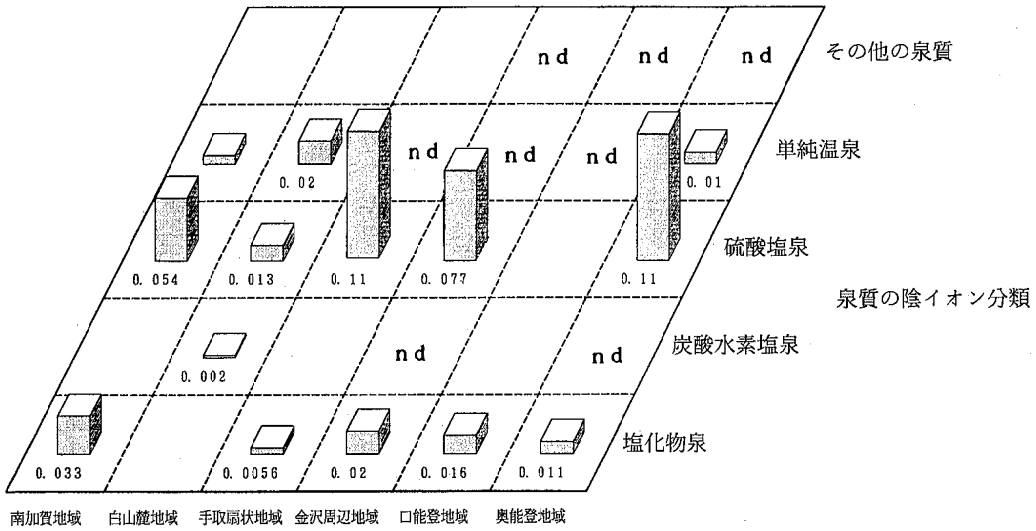
4・3　泉質の類似性に関する解析

温泉や地下水の水質の地球化学的類似性を客観的に判定する手法として，濃度相関マトリックス法がいくつかの報告で用いられているが[5)-7)]，ここでは石川県内の温泉の泉質データに適用を試みた。全県のデータは余りに広範囲に及び，地球化学的な関連性も希薄なので，異なる泉質のものが隣接して存在し，興味のある分布状況を呈している小領域に適用した。

既に述べたように金沢市内の源泉には，平野部のナトリウム — 塩化物・炭酸水素塩泉，その周辺部のナトリウム — 塩化物泉のほか，南東部の山間には硫酸イオンやカルシウムイオンに富んだ泉質のものが分布している。このためこれら金沢市内の37源泉について，濃度相関マトリックス法による解析を行い，その結果を表4に示した。各源泉間の相関数が高い方から上位10％以内に入るものを◎印で，同じく20％以内に入るものを○印で示した。なお源泉名は泉質別に並べ変えてあるので，同じ泉質として登録されているものの中でも，特にどの源泉間の類似性が高いのかを読み取ることができる。

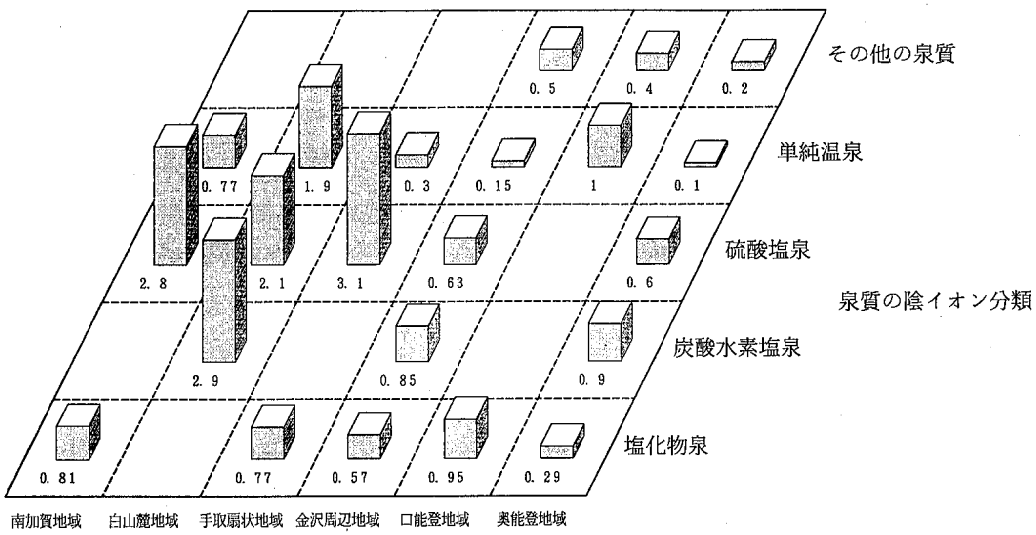
表中No.6～No.17が市内中央部のナトリウム — 塩化物・炭酸水素塩泉であり，No.18～No.27がその周辺に位置するナトリウム — 塩化物泉である。これらはそれぞれのグループ内で相関性が高く，特に前者のグループでは，計算される66個の相関数のうち41個までが，上位10％以内に入る値となっている。このことは，これらの源泉群がほぼ同一の帯水層，同一の水源から採水していることをうかがわせている。なおナトリウム — 塩化物泉については，炭酸水素イオンを比較的多く含むものから順番に記入したので，このグループでも上の方に記載されたものは前記のナトリウム — 塩化物・炭酸水素塩泉のグループと類似性を有している。

No.28～No.30はカルシウムイオンの比率が高い源泉であり，No.31～No.37は浅野川上流域に位置する



図中の数字は各地域のそれぞれの泉質のグループごとの検出量（mg/kg）の平均値を，また空欄は該当する泉質の源泉がないことを示す。

図12(a)　総ヒ素の検出傾向



図中の数字は各地域のそれぞれの泉質のグループごとの検出量（mg/kg）の平均値を，また空欄は該当する泉質の源泉がないことを示す。

図12(b)　フッ素イオンの検出傾向

表 4　　金沢市内の37源泉の濃度相関マトリックス計算結果

No.	源泉名	泉質分類	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
1	ミラーハウス科研	単純温泉	—																																				
2	末広1号	メタケイ酸		—																																			
3	金沢駅西1号	単純温泉			—																																		
4	蓮如1号	$Na-HCO_3$		◎		—																																	
5	金城1号	$Na-HCO_3 \cdot Cl$			○		—																																
6	田中1号	$Na-Cl \cdot HCO_3$			◎		◎	—																															
7	大和1号	$Na-Cl \cdot HCO_3$							—																														
8	石引1号	$Na-Cl \cdot HCO_3$					◎	○	○	—																													
9	西泉1号	$Na-Cl \cdot HCO_3$					○	○	◎	◎	—																													
10	有松1号	$Na-Cl \cdot HCO_3$			○			◎	◎	◎	◎	—																											
11	金沢百万石	$Na-Cl \cdot HCO_3$					○	◎	◎	◎	◎	◎	—																										
12	兼六1号	$Na-Cl \cdot HCO_3$			○		○	◎	◎	○	○	◎	◎	—																									
13	みろく1号	$Na-Cl \cdot HCO_3$			○			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	—																									
14	金城2号	$Na-Cl \cdot HCO_3$						◎	○		○	◎	○			—																							
15	尾山1号	$Na-Cl \cdot HCO_3$					○		◎	◎	◎	◎	◎	○	◎	○	—																							
16	白鳥路1号	$Na-Cl \cdot HCO_3$							◎	○	◎	◎	◎	○	◎	○	◎	—																						
17	信開ドムス三社	$Na-Cl \cdot HCO_3$					○		◎		◎	○	○	○	○	◎	◎	◎	—																					
18	円光寺1号	$Na-Cl$				○		○				◎		○	○	○		○	○	—																			
19	信開東金沢	$Na-Cl$					○		○		○	○	○				◎	○	◎		—																		
20	高山1号	$Na-Cl$														○		○	○		○	—																
21	高山2号	$Na-Cl$															○		○		◎	◎	—															
22	愛美住1号	$Na-Cl$							○							○		◎	◎		○	◎	◎	—														
23	信開浅野川	$Na-Cl$																	○		○	○		◎	—													
24	金石1号	$Na-Cl$																				○		○	○	—												
25	田上1号	$Na-Cl$																									—											
26	十全1号	$Na-Cl$																									◎	—										
27	高尾台1号	$Na-Cl$																											—									
28	アカシア1号	$Na \cdot Ca-Cl$																								○				—								
29	曲水1号	$Na \cdot Ca-Cl$																											○		—							
30	樫見1号	$Na \cdot Ca-Cl$																														—						
31	浅の川1号	$Na \cdot Ca-Cl \cdot SO_4$																												○			—					
32	湯涌1号	$Na \cdot Ca-Cl \cdot SO_4$																															○	—				
33	湯涌2号	$Na \cdot Ca-Cl \cdot SO_4$																															○	◎	—			
34	たつみ郷2号	$Na \cdot Ca-SO_4$																									○									—		
35	白雲楼5号	$Na \cdot Ca-SO_4 \cdot Cl$																																			—	
36	龍馬1号	$Na \cdot Ca-SO_4 \cdot Cl$																																				—
37	たつみ郷1号	$Na-SO_4 \cdot Cl$																																		◎			—

◎印は相関数が上位10%以内（≧0.476）であることを示す
○印は相関数が上位20%以内（≧0.333）であることを示す

硫酸イオンを豊富に含む源泉であるが，これらは前述の2群との関連性を全く持たないグループとなっている。硫酸イオンを多く含むグループでは，湯涌温泉の1号泉並びに2号泉がいずれも掘削深度数10mと浅く，これら2本の間の相関数も高くなっており，ほぼ同一の地下水源と考えられる。一方，その周囲のいくつかの源泉（浅の川，白雲楼，たつみ郷1号等）は，1,000m程度の大深度掘削の結果最近開発されたものであり，湯涌温泉とは比較的よく似た泉質に分類されるものの，相関数で表される客観的類似度は，平野部のナトリウム—塩化物・炭酸水素塩泉の源泉群ほど高くない。

5　ま　と　め

当所で分析を実施し，成績書を発行した138本の源泉の泉質データについて，データベース構築への第1段階として，いくつかの統計的手法による解析を試みた。その結果，県内に広く分布する温泉の地域ごとの特性や，成分間及び源泉間の地球化学的関連性について，次のような知見を得ることができた。

(1)　泉温については旧来の温泉地（和倉，片山津，山代等）の大源泉に高いものが多く，最近大深度掘削によって得られた平野部の地温上昇型の温泉は，それほど高くないものが多い。

(2)　湧出量の多い源泉は地下水量の多い加賀地域に多く，能登地域では和倉温泉を除けば，ほとんどが比較的小規模な源泉となっている。

(3)　泉質の面では，ナトリウム—塩化物泉（旧称純食塩泉）が最も多く，加賀地域の海岸寄りに多く分布する。同じ塩化物泉でも炭酸水素イオンを比較的多く含むナトリウム—塩化物・炭酸水素塩泉（旧称含重曹食塩泉）は，金沢市内の平野部に多数存在している。更に成分の総計が高く，濃厚な苦塩味で特徴づけられるナトリウム・カルシウム—塩化物泉は，南加賀地域の海岸沿いに存在する源泉と口能登の和倉温泉に代表される。

(4)　硫酸塩泉が比較的多いことは石川県内の温泉の特徴であるが，これらを大別すると，カルシウムイオンを比較的豊富に含むナトリウム・カルシウム—硫酸塩泉，カルシウム・ナトリウム—硫酸塩泉及びナトリウム・カルシウム—硫酸塩・塩化物泉と，カルシウムイオンをほとんど含まないナトリウム—硫酸塩・塩化物泉の2タイプに大別される。前者は山中温泉や山代温泉1号泉，更に白山麓地域のいくつかの源泉に代表され，後者は粟津温泉等に代表される。

(5)　源泉の全データから各項目間の相関係数を算出したところ，ECは成分総計やナトリウムイオン，塩素イオンとは全泉質にわたって極めて高い相関を有していたが，同じ主成分イオンでもカルシウム，マグネシウム及びカリウムなどの各イオンは，それほど相関性が明瞭でなく，炭酸水素イオンや硫酸イオンでは，それ自身が第1主成分であるような泉質のものだけにECとの相関がみられるにすぎない。

(6)　微量成分のうちフッ素イオンと総ヒ素は，高温で硫酸イオンに富む源泉から比較的高濃度で検出される傾向がある。

(7)　金沢市内の源泉について濃度相関マトリックス法による解析を試みたところ，海岸部と平野部の塩化物泉のグループと，市南東部の山間に位置する硫酸イオンに富む源泉のグループとに分けられることが明らかとなった。しかし後者のグループ内の類似性は，前者のグループ内のものに比較すると低いものが多く，そのグループの温泉の成因が必ずしも同じではない可能性を示唆している。

文　　献

1)　柿本　均，西川孝蔵，亀井とし：石川衛公害研年報，**28**，312—316（1991）
2)　藤　則雄：温泉の開発と利用，**28**，1—3（1986）
3)　中山三喜栄，旗本尚樹，阿部智夫，白井文雄：新潟衛公害研年報，**4**，89—94（1988）
4)　環境庁自然保護局：鉱泉分析指針（改訂），p1—6，温泉工学会，東京（1978）
5)　川本　博，阿部修治，松沢克典，下澤秀夫，飯島南海夫：温泉科学，**33**，1—8（1982）
6)　川本　博，阿部修治，松沢克典，下澤秀夫，飯島南海夫：同上誌，**34**，1—12（1984）
7)　柿本　均，西川孝蔵：石川衛公害研年報，**28**，185—199（1991）

〔報　文〕

小児上気道疾患からのウイルス分離

（1991年）

石川県衛生公害研究所微生物部　木村晋亮・尾西　一
金沢赤十字病院小児科　入道秀樹

1 はじめに

小児の上気道疾患，いわゆる「かぜ」の病因，とりわけ病原となっているウイルスの実態を知る目的で，1972年から20年間にわたって，主としてエンテロ，アデノ，ミクソ，パラミクソの各ウイルスグループの動向を調査してきた。その結果，アデノウイルスのlow numberやパラミクソウイルスは常在型で季節変動はあるものの毎年流行していること，エンテロウイルスのコクサッキーB群やミクソウイルスなどは短い周期で流行を繰返すこと，また，エンテロウイルスの中でもエコーウイルスは比較的長い周期で流行することなどを把握した[1)2)]。一方でそれまで日本で分離された報告がなかったのに，一旦分離されるや，以後度々大きな流行が報告されるものもある。エコーウイルス18型，30型，エンテロウイルス71型，アデノウイルス4型，11型などがその例である[1)]。

このうち，エコーウイルス30型は1978年に日本で初めて分離され，この年石川県でもかぜ患児の咽頭スワブから2株分離された。このウイルスはその後国内では，1983年と1989年に全国規模で大きな流行を起こし，各地で無菌性髄膜炎患者から多数のエコーウイルス30型が分離されたにもかかわらず，我々の調査ではこの流行期に1株も分離されていない。ところが，1990年から1991年にかけては，多数の株が分離され，とりわけ1991年には石川県で発生した無菌性髄膜炎の9割以上がエコーウイルス30型によるものであった[3)4)]。

以下に本年行ったかぜ患児から採取した咽頭スワブからのウイルス分離成績について述べる。

2 材料と方法

ウイルス分離に供した咽頭スワブは，平成3年1月から12月にかけて，金沢赤十字病院小児科外来に受診した主としてかぜ症状を呈する患児から採取したもので，週あたり5人を目安に週の初めに採取した。採取した検体は既述の方法で処理し分離に供した[1)3)]。

ウイルス分離には，ヒト由来継代細胞のHEp-2細胞と2種のRD-18S細胞，ふ化鶏卵及びイヌ由来継代細胞のMDCK細胞を用いた。分離及び同定の方法は既述の方法に因った[1)5)6)]。

3 成績と考察

ウイルス分離に用いたかぜ患児の咽頭スワブは，平成3年1月第2週から，同年12月第4週までの延べ50週にわたって採取した。対象患児は延べ251人，週あたり平均5.0人であった。

3・1 かぜ患児の臨床症状

調査対象となったかぜ患児の臨床症状を表1に示した。251人のうち，発熱が最も多く238人（94.8%），次いで上気道炎223人（88.8%），せき127人（50.6%）で，この傾向は毎年同じである。発熱者の平均最高体温は38.5°Cで，これも昨年と同じであった。その他では，嘔吐と頭痛がそれぞれ39人（15.5%），腹痛が31人（12.4%），下痢が21人（8.4%），発疹が14人

Virus Isolation from Throat Swabs of Children Suffering from Respiratory Diseases in Kanazawa City and the Suburbs in 1991. *by Nobuaki KIMURA, Hajime ONISHI, and Hideki IRIMICHI* (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment ; and Department of Pediatrics, Kanazawa Red Cross Hospital*)*

表 1　調査対象となったかぜ患児の臨床症状（1991）

年齢（歳）	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	計(%)
患者数（人）	23	33	26	35	31	26	14	12	17	8	6	6	3	7	4	251(100)
（症状）																
せき	5	12	17	24	13	20	5	6	7	4	3	3	2	4	2	127(50.6)
上気道炎	20	31	25	33	27	20	13	10	16	7	4	4	3	6	4	223(88.8)
下気道炎		1	1	1		1			1					1		6 (2.4)
結膜炎			1	1	1						1					4 (1.6)
発疹	3	1	1	3	1	2	1				1			1		14 (5.6)
筋肉痛・関節痛											1				1	2 (0.8)
発熱	22	33	23	32	29	26	14	11	15	8	6	5	3	7	4	238(94.8)
（平均最高体温）	(38.7)	(38.5)	(38.4)	(38.7)	(38.7)	(38.5)	(38.4)	(38.7)	(38.8)	(38.2)	(38.6)	(38.1)	(38.0)	(38.3)	(39.2)	(38.5)
嘔吐	3	1	2	4	6	2	5	4	3	3	3	2			1	39(15.5)
下痢	6	3	1	1	3	1	2	1		1	2					21 (8.4)
頭痛			1	3	4	2	4	3	9	5	1	2		4	1	39(15.5)
腹痛	1	2	3	3	4	5	3	3	2	1				3	1	31(12.4)
リンパ節腫張			1						1							2 (0.8)
けいれん					1											1 (0.4)
角膜炎									1							1 (0.4)

（5.6%）にみられたほか，下気道炎（6人），結膜炎（4人），筋肉痛・関節痛（2人），リンパ節腫張（2人），角膜炎（1人），けいれん（1人）等の症状もみられた。

年齢別では，3けた台の人数でみられた発熱，上気道炎，せき，2けた台の人数の嘔吐，頭痛，下痢，発疹等の症状はほぼ全年齢にみられている。平均最高体温は38.0～39.2°Cに分布していた。

3・2　調査対象かぜ患児の居住地

調査対象となったかぜ患児の居住市町村は3市3町2村で，金沢市が最も多く161人と64%を占め，次いで隣接する野々市町が62人，25%で，この両市町で9割近くを占めている。これは金沢赤十字病院への受療圏がその所在地と関連して金沢市の南部地区及び野々市町であることによると思われる。その他では，鶴来町15人，松任市9人，加賀市，高松町，河内村，尾口村が各1人であった（表2）。

表2　調査対象となったかぜ患児の住居地（1991）

年齢	金沢市	野々市町	鶴来町	松任市	加賀市	高松町	河内村	尾口村
0	12	4	3	2	1		1	
1	22	5	3	3				
2	16	8	1	1				
3	21	9	3	1		1		
4	21	9		1				
5	17	8	1					
6	10	4						
7	9	2						1
8	12	3	2					
9	4	4						
10	4	2						
11	5		1					
12	1	2						
13	4	2	1					
14	3							
計	161	62	15	9	1	1	1	1

3・3　かぜ患児からの年齢別ウイルス分離状況

ウイルス分離を行ったかぜ患児の年齢別，性別内訳とその成績を表3に示した。年齢別で最も多かったのは3歳児の35人（14%），次いで1歳児の33人（13%），4歳児31人（12%），2歳児と，5歳児の26人（10%），0歳児23人（9%），以下加齢とともに減少し，6～

表 3　かぜ患児からの年齢別・性別ウイルス分離状況（1991）

年　齢	患者数(男・女)	分離陽性者数(男・女)	陽性率(男・女)	分離株数(男・女)	分離率(男・女)
0	23 (14・9)	5 (4・1)	22% (29・11)	5 (4・1)	22% (29・11)
1	33 (17・16)	19(11・8)	58% (65・50)	20(11・9)	61% (25・56)
2	26 (12・14)	11 (4・7)	42% (33・50)	12 (5・7)	46% (42・50)
3	35 (18・17)	14 (8・7)	40% (44・35)	15 (9・6)	43% (50・35)
4	31 (18・13)	13 (7・6)	42% (39・46)	15 (7・8)	48% (39・62)
5	26 (14・12)	10 (5・5)	38% (36・42)	11 (6・5)	42% (43・42)
6	14 (7・7)	3 (2・1)	21% (29・14)	3 (2・1)	21% (29・14)
7	12 (7・5)	7 (4・3)	58% (57・60)	7 (4・3)	58% (57・60)
8	17 (10・7)	8 (5・3)	47% (50・43)	8 (5・3)	47% (50・43)
9	8 (4・4)	7 (4・3)	88% (100・75)	7 (4・3)	88% (100・75)
10	6 (2・4)	3 (1・2)	50% (50・50)	4 (2・2)	67% (100・50)
11	6 (4・2)	2 (1・1)	33% (25・50)	2 (1・1)	33% (25・50)
12	3 (2・1)	0	0%	0	0%
13	7 (3・4)	3 (2・1)	43% (67・25)	4 (2・2)	57% (67・50)
14	4 (2・2)	1 (0・1)	25% (0・50)	1 (0・1)	25% (0・50)
0～4	148 (79・69)	62(34・28)	41.9%(43.0・40.6)	67(36・31)	45.2% (45.6・44.9)
5～9	77 (42・35)	35(20・15)	45.5%(47.6・42.9)	36(21・15)	46.8% (50.0・42.9)
10～14	26 (13・13)	9 (4・5)	34.6%(30.8・38.5)	11 (5・6)	42.3% (38.5・46.2)
計	251(134・117)	106(58・48)	42.2%(43.3・41.0)	114(62・52)	45.4% (46.3・44.4)

8歳は12～17人，9～14歳は3～8人であった。

年齢階層別では，0～4歳が148人で59%，5～10歳が77人で31%，11～14歳は26人で10%である。性別では，男134人，53%，女117人，47%であった。

ウイルス分離の結果，かぜ患児106人の咽頭スワブから114株のウイルスが分離された。陽性率は42.2%分離率は45.4%である。分離陽性者数，分離株数は年齢階層別では検体数の多かった0～4歳で最も多く62人，67株，次いで5～10歳の35人，36株，11～14歳の9人，11株，年齢別では，1歳の19人，20株が最も多く，次いで，3歳14人15株，4歳13人15株，2歳11人12株，5歳10人11株の順である。陽性率と分離率は，年齢階層別では5～10歳が最も高く45.5%と46.8%，11～14歳が最も低くて34.6%と42.3%，0～4歳はその中間で41.9%と45.2%であった。一方年齢別では，陽性率，分離率とも0～88%に分布してして，分離できなかった年齢層は12歳，逆に最も高かったのは9歳で，分離陽性者が多かった1～5歳では，陽性率は38～58%，分離率では42～61%を示した。また性別では，男134人中58人（43.3%）から62株（46.3%），女117人中48人（41.0%）から52株（44.4%）分離された。

年齢別，年齢階層別のウイルス分離状況を表4に示した。分離されたウイルスは，エンテロウイルス6型67株，ミクソウイルス1型12株，パラミクソウイルス1型4株，アデノウイルス5型29株，ヘルペスウイルス1型2株で，昨年と比較すると，分離型数は5型減，株数で45株減，ウイルスグループではエンテロウイルスの10株増とアデノウイルスの27株減が目立つ。

分離株の内訳は，コクサッキーB群1型（CB-1）11株，同3型（CB-3）10株，エコーウイルス6型（E-6）3株，同11型（E-11）1株，同30型（E-30）37株，ポリオウイルス1型（P-1）5株，インフルエンザウイルスA（H3）型（I-A3）12株，パラインフルエンザウイルス3型（PI-3）4株，アデノウイルス2型（Ad-2）10株，同3型（Ad-3）2株，同4型（Ad-4）7株，同5型（Ad-5）5株，同6型（Ad-6）5株，単純ヘルペスウイルス1型（HS-1）2株で，昨年と比較して，E-30の25株増とAd-2の42株減が目立っている。

年齢階層別にみると，0～4歳では分離された14型すべてが分離されたのに対し，5～9歳では11型，10～14歳では6型のみであった。一方ウイルスで全年齢階層で分離されたのは，CB-1，3，E-30，I-A3，Ad-5の5型で，中でもE-30は37株と最も多く分離されており，大きな流行があったことが示唆された。

表 4　分離ウイルスとかぜ患児の年齢（1991）

ウイルス	年齢 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	0-4	5-9	10-14	計（男・女）
CB－1		2	1	2	1	1			1	2		1				6	4	1	11（5・6）
3	1		2		3			1	1	1	1					6	3	1	10（8・2）
E －6			1	1				1								2	1		3（0・3）
11			1													1			1（1・0）
30	2	9	4	8	2	4		2	3		2			1		25	9	3	37(19・18)
P －1		3				1				1						3	2		5（3・2）
I －A3				1	1	2	2		1	1	1			2	1	2	6	4	12（7・5）
PI －3	2		1	1												4			4（2・2）
Ad－2		4	1	1	2		1			1						8	2		10（4・6）
3		1												1		1		1	2（1・1）
4					4	2		1								4	3		7（5・2）
5			1	1		1				1		1				2	2	1	5（3・2）
6		1			1			2	1							2	3		5（3・2）
HS－1					1				1							1	1		2（1・1）
計	5	20	12	15	15	11	3	7	8	7	4	2	0	4	1	67	36	11	114(62・52)

表 5　かぜ患児からの月別ウイルス分離状況（1991）

月	患者数(男・女)	分離陽性者数(男・女)	陽性率(男・女)	分離株数(男・女)	分離率(男・女)
1月	20（10・10）	6（5・1）	30%（50・10）	7（5・2）	35%（50・20）
2月	20（10・10）	9（4・5）	45%（40・50）	10（5・5）	50%（50・50）
3月	20（11・9）	6（5・1）	30%（45・11）	6（5・1）	30%（45・11）
4月	25（14・11）	3（1・2）	12%（7・18）	3（1・2）	12%（7・18）
5月	19（11・8）	11（7・4）	58%（64・50）	12（8・4）	63%（73・50）
6月	18（11・7）	10（6・4）	56%（55・57）	12（8・4）	67%（73・57）
7月	25（11・14）	25（11・14）	100%（100・100）	28（11・17）	112%（100・122）
8月	17（8・9）	13（6・7）	76%（75・78）	13（6・7）	76%（75・78）
9月	27（13・14）	5（3・2）	19%（23・14）	5（3・2）	19%（23・14）
10月	20（11・9）	4（3・1）	20%（27・11）	4（3・1）	20%（27・11）
11月	21（12・9）	6（3・3）	29%（25・33）	6（3・3）	29%（25・33）
12月	19（12・7）	8（4・4）	42%（33・57）	8（4・4）	42%（33・57）
月平均	20.9(11.2・9.8)	8.8(4.8・4.0)	42.2%(43.3・41.0)	9.5(5.2・4.3)	45.4%(46.3・44.4)

3・4　月別ウイルス分離状況

かぜ患児からの月別ウイルス分離状況を表5に示した。1カ月あたりの患児数は17～27人で，月平均20.9人であった。うち分離陽性者は月あたり3～25人で平均すると8.8人，陽性率は12～100%，平均して42.2%となった。また分離株数は月あたり3～28株で，平均して9.5株，分離率は12～112%，平均して45.4%であった。

月あたりのウイルス分離陽性者数と分離株数が多かった月は，多い順に7月（25人，28株），8月（13人，13株），5月（11人，12株），6月（10人，12株），逆に少なかったのは，4月（3人，3株），10月（4人，4株），9月（5人，5株）である。月あたり陽性率も陽性者の最も多かった7月で100%，8月，5月，6月でそれぞれ76%，58%，56%と高く，分離率も112%，76%，63%，67%と高かった。逆にウイルス分離陽性者数と分離株数が少なかった月では，陽性率

表 6　　かぜ患児から分離されたウイルスの月別分布（1991）

ウイルス	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
CB — 1							5*	6*					11
3	3	1					1			3	1	1	10
E — 6						1	1		1				3
11							1						1
30					4	8*	17**	6*	2				37
P — 1			3	1	1								5
I —A3	2	9*	1										12
PI — 3					1						2	1	4
Ad — 2				1	2		1	1	1		1	3	10
3					1		1						2
4	2		2		1	1						1	7
5					2	2					1		5
6									1	1	1	2	5
HS — 1				1			1						2
計	7	10	6	3	12	12	28	13	5	4	6	7	114

＊　1カ月に5株以上分離された例　　＊＊　1カ月に10株以上分離された例

と分離率は4月が共に12%，9月が共に19%，10月が共に20%と低かった。

これらかぜ患児から分離されたウイルスの月別分布を示したのが表6である。

エンテロウイルスでは，CB-1が7～8月，E-6が6～9月，E-11が7月，E-30が5～9月と夏期を中心に分離されたのに対し，CB-3は，1～2月，7月，10～12月と冬期を中心に分離された。またP-1はワクチン接種に合わせて3～5月に分離されている。インフルエンザウイルス（I-A3）は1～3月に，パラインフルエンザウイルス（PI-3）は5月と11月～12月に分離された。アデノウイルスと単純ヘルペスウイルスはほぼ年間を通じて分離されている。

これら分離株のうち，ほぼ1カ月の供試数20検体の4分の1の5株以上分離され，流行があったことが示唆されたウイルスと分離月を上げると，CB-1（7～8月），E-30（6～8月），I-A3（2月）で，中でもE-30は7月に17株も分離されており，大きな流行があったことが示唆される。

表 7　　HEp-2細胞とRD-18S細胞で分離されたウイルス（1991）

ウイルス	HEp-2 細胞	RD-18S 細胞(1)	RD-18S 細胞(2)	計
CB — 1	10　91%	11 (1) 100%	0	11 (1)
3	7 (3)　70%	7 (3)　70%	0	10 (6)
E — 6	2　67%	3 (1) 100%	2　67%	3 (1)
11	1　100%	1　100%	0	1
30	25(10)　68%	25(11)　68%	10(1)　27%	37(22)
P — 1	4 (1)　80%	4 (1)　80%	3　60%	5 (2)
PI — 3	0	4 (4) 100%	0	4 (4)
Ad — 2	8 (3)　80%	7 (2)　70%	0	10 (5)
3	2 (1) 100%	1　50%	0	2 (1)
4	7 (1) 100%	6　86%	0	7 (1)
5	4 (3)　80%	2 (1)　40%	0	5 (4)
6	5 (2) 100%	3　60%	0	5 (2)
HS — 1	2　100%	2　100%	1　50%	2
計	77(24)75.5%	76(24)74.5%	16(1)15.7%	102(49)

（ ）内数字はその細胞系のみで分離された株数の再掲，%は分離株数に占める割合

3・5　分離系別のウイルス感受性

分離に供したHEp 2細胞と2種のRD-18S細胞と

表 8　重感染例と臨床症状（1991）

月	性	年齢	分離ウイルス（分離系）**		臨床症状			
1月	女	4	CB-3（H）	Ad-4（H）	発熱（40.2）	上気道炎	せき	結膜炎
2月	男	10	CB-3（R1）	I-A3（E）	〃（37.8）	—	〃	
5月	〃	2	E-30*(H)	Ad-5（H）	〃（37.0）	上気道炎	嘔吐	腹痛
6月	〃	5	E-30*(H)	Ad-5（H）	〃（38.4）	〃	せき	
〃	〃	3	E-30*(R1・R2)	Ad-5（H）	〃（39.2）	〃	嘔吐	頭痛
7月	女	1	CB-1*(R1)	Ad-2（H）	〃（38.2）	〃	下痢	腹痛
〃	〃	4	E-30*(R2)	HS-1（H・R1）	〃（39.0）	〃		
〃	〃	13	E-30*(R1)	Ad-3（H）	〃（38.0）	下気道炎	せき	

＊　前後1カ月の間に5株以上分離され，当時流行があったことが示唆される。
＊＊　H：HEp-2．R1：RD-18S(1)．R2：RD-18S(2)．E：10日卵。

表 9　かぜ患児から分離されたウイルスと患児の臨床症状（1991）

ウイルス	分離株数	発熱	平均最高体温	上気道炎	せき	頭痛	嘔吐	腹痛	下痢	結膜炎	発疹	下気道炎	筋肉関節痛	リンパ節腫張	けいれん
CB-1	11 (1)	9 (1)	(38.4)	11 (1)	3	2		1(1)	1(1)						
3	10 (2)	10 (2)	(38.7)	9 (1)	7(2)				1	1(1)		1			
E-6	3	3	(38.9)	2	1		1		1						
11	1	1	(38.5)	1	1	1			1		1				
30	37 (5)	37 (5)	(38.5)	35 (5)	11(1)	6(2)	7(2)	4(1)	3		2				
P-1	5	5	(38.4)	5	3										
I-A3	12 (1)	11 (1)	(38.9)	11	6(1)	3	3	3							
PI-3	4	4	(38.7)	4	2					1			1		
Ad-2	10 (1)	10 (1)	(38.5)	9 (1)	2	1	2	3	2(1)					1	1
3	2 (1)	2 (1)	(38.8)	2 (1)	1	1						1			
4	7 (1)	7 (1)	(39.3)	7 (1)	6(1)	1	1	2		1(1)					
5	5 (3)	5 (3)	(38.3)	4 (3)	2(1)	3	3	1							
6	5	5	(38.7)	5	2		1								
HS-1	2 (1)	2 (1)	(39.2)	2 (1)		1									
計(平均)	114(16)	111(16)	(38.6)	107(14)	47(6)	19(2)	18(2)	14(2)	9(2)	3(2)	3	2	1	1	1

（ ）内数字は重感染例の再掲である。

で分離できなかったI-A3を除く13型のウイルスの各細胞別の分離株数と分離率を表7に示した。I-A3を除く分離株数102株のうち，HEp 2細胞では77株，RD-18S細胞(1)[3]では76株，RD-18S細胞(2)[3]では16株が分離された。このうち1細胞系でのみ分離された株が102株中49株と約半数近くを占めており，細胞別ではHEp 2細胞23株，RD-18S細胞(1)25株，RD-18S細胞(2)1株である。

分離系別に分離率が75%以上と高かったのは，HEp 2細胞では，CB-1，E-11，P-1，Ad-2～6，HS-1の9型，RD-18S細胞(1)では，CB-1，E-6，11，P-1，PI-3，Ad-4，HS-1の7型，RD-18S細胞(2)ではなかった。

またインフルエンザウイルス（I-A3）は10日卵で9株，MDCK細胞で5株分離された。このうち1分離系のみで分離された株が前者で7株，後者で3株の10株あり，分離株12株の83%を占めた。分離率は前者で64%，後者で36%であった。

3・6　同一検体から2株のウイルスが分離された例

同一検体から2株のウイルスが分離された重感染例が8例あり，それを表8に示した。このうち2株が異なる分離系で分離されたのが5例，同一分離系による

ものが3例あり，同一分離系によるものは，力価測定での限界希釈時に別のCPEを呈したことによるもの1例，中和試験による同定時に中和後現われた別のCPEによるもの2例である。

ウイルスの組み合わせは，エンテロとアデノが6例，エンテロとインフルエンザが1例，エンテロとヘルペスが1例である。エンテロウイルスの内訳はE-30が5株，CB-3が2株，CB-1が1株，アデノウイルスはAd-5が3株，Ad-2，3，4が各1株，インフルエンザウイルスはI-A3，ヘルペスウイルスはHS-1である。このうちE-30とCB-1は前後1カ月間に5株以上分離されており，当時流行があったことが示唆されている。

3・7　ウイルスが分離された患児の臨床症状

ウイルスが分離された106人の臨床症状を分離ウイルス114株に対応させて示したのが**表9**である。発熱は114例中111例で97.4%，上気道炎は107例，93.9%で，患児全体の94.8%，88.8%より高い率を示した反面，せきは47例，41.2%で全体の50.6%より低い率であった。ほかでは，頭痛が19例（16.7%），嘔吐18例（15.8%），腹痛14例（12.3%），下痢9例（7.9%）などで，これらは患児全体と率とほぼ同じであった。なお，最高平均体温は38.6°Cで，これもほぼ同じであった。

ウイルス分離陽性の患児の臨床症状は13症状であったが，個々の分離されたウイルス別に症状の多彩さをみると，昨年と同じくAd-2が最も多くて9症状，次いで分離株数が最も多かったE-30が8症状，次いでAd-4が7症状，6症状がCB-1，3，E-11，I-A3，Ad-5，5症状がE-6とPI-3，4症状がAd-6，3症状がHS-1であった。

重感染例の症状は**表8**に示してあるが，8例中，発熱が8例（100%），上気道炎が6例（75%），せき4例（50%），嘔吐，腹痛が各2例（25%），下気道炎，下痢，頭痛，結膜炎が各1例（13%）にみられた。なお，平均最高体温は38.5°Cであった。これらの症状を1検体から1株のみ分離された98例の臨床症状と比較すると，重感染例の方が，発熱で3%，嘔吐で9%，腹痛で13%，下痢で6%，結膜炎で12%高かったのに対し，上気道炎で20%，せきで4%，頭痛で4%低い率を示した。また平均最高気温では差がなかった。

3・8　分離ウイルスとかぜ患児の居住地

調査対象となった251人のかぜ患児は，3市3町2村に分布していたが，ウイルスが分離されたのは106人で，その患児の住所は**表10**に示すように2市3町1村であった。ウイルス分離陽性者は，金沢市65人，野々市町30人で，この2市町で90%を占めた。陽性率はそれぞれ40%と48%，分離率は44%，52%である。またその他の4市町村での陽性者は11人，陽性率は42%，分離率は46%であった。陽性率，分離率とも居住地による差はない。

3・9　1991年に小児から分離されたウイルス

1991年に，0～14歳の小児から分離されたウイルスを年齢階層別に示したのが**表11**である。かぜ患児から分離された114株に追加された株は61株で，内訳はE-30が43株，I-A3が8株，Mumpsが7株，Ad-3，Ad-4，Rotaがそれぞれ1株である。このうち，E-30とMumpsは無菌性髄膜炎由来，I-A3は集団かぜ，Ad-3とAd-4は流行性角結膜炎（感染症サーベイランス），Rotaは乳児嘔吐下痢症（感染症サーベ

表10　　かぜ患児から分離されたウイルスと患児の居住地（1991）

ウイルス	分離株数	金沢市	野々市町	鶴来町	松任市	高松町	尾口村
CB— 1	11 (1)	5 (1)	3	2	1		
3	10 (2)	6 (2)	4				
E —6	3	2	1				
11	1	1					
30	37 (5)	22 (2)	10(2)	2(1)	1	1	1
P — 1	5	2	3				
I —A3	12 (1)	8 (1)	3		1		
PI — 3	4	3	1				
Ad — 2	10 (1)	7 (1)	3				
3	2 (1)	1		1(1)			
4	7 (1)	6 (1)	1				
5	5 (3)	4 (2)	1(1)				
6	5	3	1		1		
HS — 1	2 (1)		1(1)	1			
計	114(16)	70(10)	32(4)	6(2)	4	1	1
分離率	45.4%	44%	52%	40%	44%	100%	100%

（　）内数字は重感染例の再掲である。

表11　小児から分離されたウイルスの年齢階層別内訳（1991）

ウイルス	0～4歳	5～9歳	10～14歳	計
CB－1	6	4	1	11
3	6	3	1	10
E－6	2	1	0	3
11	1	0	0	1
30	35(10)	36(27)	9 (6)	80(43)
P－1	3	2	0	5
I －A3	2	8 (2)	10 (6)	20 (8)
PI－3	4	0	0	4
Mumps	7 (7)	0	0	7 (7)
Ad－2	8	2	0	10
3	2 (1)	0	1	3 (1)
4	4	4 (1)	0	8 (1)
5	2	2	1	5
6	2	3	0	5
HS－1	1	1	0	2
Rota	1 (1)	0	0	1 (1)
計	86(19)	66(30)	23(12)	175(61)

（　）内数字は本調査以外からの分離例の再掲である。

イランス）由来である。年齢階層別では，0～4歳で19株，5～9歳30株，10～14歳12株であった。

4　ま　と　め

平成3年1月から12月にかけて，毎週1回，延べ50週にわたって，金沢赤十字病院小児科外来に受診したかぜ症状を呈する患児251人から咽頭スワブを採取し，HEp-2，2種のRD-18S，MDCKの各継代細胞及び10日卵を用い，病因となるウイルスの分離を行った。週あたりの対象患児数は5.0人であった。

(1)ウイルス分離の結果，106人の検体から114株のウイルスを分離した。対検体陽性率は42.2%，分離率は45.4%であった。年齢階層別の陽性検体数/供試検体数（陽性率）・分離株数（分離率）は，0～4歳，62/148（41.9%）・67（45.2%），5～9歳，35/77（45.5%）・36（46.8%），10～14歳，9/26（34.6%）・11（42.3%）であった。

(3)　分離されたウイルスは14型で，その内訳は，エンテロウイルス6型（CB-1，3，E-6，11，30，P-1）67株，ミクソウイルス1型（I-A3）12株，パラミクソウイルス1型（PI-3）4株，アデノウイルス5型（Ad-2，3，4，5，6）29株，ヘルペスウイルス1型（HS-1）2株である。

(4)　1カ月に5株（ほぼ1カ月の供試数の4分の1）以上分離され，流行があったことが示唆されたウイルスと月を示すと，CB-1（7～8月），E-30（6～8月），I-A3（2月）で，このうちE-30は7月に17株も分離され大きな流行があったことが示唆された。

(5)　エンテロ，アデノ，パラミクソ，ヘルペスの各ウイルスは，HEp-2と2種のRD-18Sの3継代細胞を用い102株分離されており，うち1細胞系でのみ分離されたのが49株と半数を占め，分離に際しての併用の重要性が示された。

(6)同一検体から2株のウイルスが分離された重感染例が8例あった。組み合わせはエンテロウイルスと他ウイルスで，他がアデノが6例，ミクソとヘルペスが各1例であった。

(7)　ウイルスが分離された患児106人の臨床症状は，発熱（97.2%）（平均最高体温38.6°C），上気道炎（94.3%），せき（41.5%）が主で，ほかに頭痛（17.9%），嘔吐（16.0%），腹痛（12.3%），下痢（7.5%）等の症状がみられた。これをかぜ患児全体の症状と比べると，発熱，上気道炎で高い傾向を，せきでは低い傾向を，他の症状ではほぼ同じ率であった。また重感染例8例と1株分離された例との比較では，重感染例の方が発熱，嘔吐，腹痛，下痢，結膜炎で高い率を，上気道炎，せき，頭痛で低い傾向を示した。平均最高体温では差がなかった。

(8)かぜ患児の居住地は3市3町2村にまたがっていた。このうち金沢市と野々市町の居住者が，全体で88.8%，分離陽性者で89.6%と多い。しかし分離率や分離ウイルスに地域間の差はみられていない。

文　　献

1) 木村晋亮，尾西　一，梶　哲夫，中村英夫：石川衛公害研年報，**26**，357—380（1989）
2) 木村晋亮，尾西　一，梶　哲夫：同上誌，**25**，282—285（1988）
3) 木村晋亮，尾西　一，中村英夫，入道秀樹：同上誌，**28**，200—209（1991）
4) 木村晋亮，尾西　一：同上誌，29，158—163(1992)
5) 木村晋亮，梶　哲夫，尾西　一：同上誌，**15**，122—129（1978），**16**，209—215（1979），**24**，316—324（1987）
6) 梶　哲夫，尾西　一，木村晋亮：同上誌，**13**，160—170（1976），**14**，110—116（1977）

〔報　文〕

石川県におけるエコーウイルス30型による無菌性髄膜炎の流行

石川県衛生公害研究所微生物部　木村 晋亮・尾西　一

1 はじめに

日本における無菌性髄膜炎の発生状況は，1981年に開始された厚生省の感染症サーベイランス事業の患者発生情報に負うところが多い。これによれば毎年7月を中心に高いピークがみられ，流行が起きていることが確認されている。一方で病原微生物検出情報システムによって，分離されるウイルスの動きから，年々の無菌性髄膜炎の流行の主因がどのウイルスによっているかを知ることが出来る。表1は国立予防衛生研究所ウイルス中央検査部血清情報管理室でまとめた無菌性髄膜炎から分離されたエンテロウイルスの動向からみた1981年～1991年における無菌性髄膜炎の主な病因ウイルスである[1]。この表からも分かるように，1989～1991年のエコーウイルス30型（E-30）を除けば，主因となったウイルスは翌年には流行しても小規模な流行にとどまっている。これは常在型のウイルスであろうと，隔年流行型であろうと，長周期型であろうと，これまで共通して観察されたことであるが，この度のE-30の流行では，3年続けて無菌性髄膜炎の主因となったばかりか，3年目の1991年にはかつてない大流行となった。前回の1983年の流行では（石川県ではこの年E-30は分離されなかった），次の年には局地的な流行か散発的な流行に終っている。今回の予想を超えた大流行については，その状況は未だ十分解明されていないが，興味のある点である。

1991年に石川県でもかつて経験したことがない規模で多発した無菌性髄膜炎の主因ウイルスのE-30は，日本では1963年以降の記録では1978年に初めて11株分離されたことが確認されている[2]。そしてこのうちの2株は当所で，小児の上気道疾患，かぜ患児の咽頭スワブから分離されたもので，当時予研分与のシュミットプール血清にはE-30の抗血清が組み入れられていなかったこともあって同定できなかった。当所では市販の単味抗血清を用い，E-30として予研へ報告したのがきっかけで，各地方衛生研究所で未同定であった株が同定されるに至った経緯がある。しかしその後E-30は全国的には1983年に流行したが，石川県では分離されておらず，1989年に始まった流行でも1990年の秋以降になりようやく分離されはじめ，1991年には極めて多数分離された。

表1　無菌性髄膜炎からのエンテロウイルス分離状況（1981～1991）

年	分離ウイルス
1981	CB-2，E-18，E-11
1982	CB-3
1983	E-30，E-24
1984	CA-5，E-11，E-9，E-30
1985	E-6
1986	E-7，CA-9，E-30
1987	CB-3，CB-5
1988	E-18
1989	E-30，E-4，E-11，CB-5，CB-4
1990	E-30，E-9，EV-71，CB-5，CB-3
1991	E-30，E-9

注：報告数50以上の型を数の多い順に示した。下線1本は100以上，2本は1,000以上あったことを示す。

Epidemic of Aseptic Meningitis Associated with Echovirus 30 Infection in Ishikawa Prefecture from December 1990 to November 1991. *by Nobuaki KIMURA and Hajime ONISHI (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

以下に1990年から1991年にかけての石川県でのE-30による無菌性髄膜炎の流行状況について述べる。

2 材料と方法

分離に供した検体は，平成2年12月から平成3年11月までの1年間に，主として石川県内の無菌性髄膜炎の患者定点となっている病院定点から送付されたもので，検体はすべて髄液のみであった。

髄液からのウイルス分離同定の方法は既述の方法に従って行った[3]。使用した細胞はヒト由来継代細胞のHEp-2細胞と2種のRD-18S細胞である[1]。

3 成績と考察

3・1 感染症サーベイランス情報による無菌性髄膜炎の患者報告数と検体受付数

石川県における無菌性髄膜炎患者情報を提供する病院定点は5定点で，地区別では，山代，小松保健所管内の南加賀地区は小松市のA病院，松任，津幡，金沢市の泉野，元町保健所管内の石川中央地区では，金沢市のB病院とC病院，内灘町のD病院，羽咋，七尾保健所管内の南能登地区は七尾市のE病院で，輪島，珠洲保健所管内の北能登地区には病院定点は置かれていない。

表 2　感染症サーベイランス病院定点からの無菌性髄膜炎患者の報告数

地区	定点病院	所在地	1990年 12月	1991年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	計
南加賀	A	小松市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
石川中央	B,C	金沢市	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	4
	D	内灘町	0	2	1	1	3	1	10	14	6	1	0	1	40
南能登	E	七尾市	0	0	0	0	0	0	32	37	6	0	0	0	75
石川県計			0	2	1	1	3	1	42	51	13	2	1	2	119

表 3　感染症サーベイランス病院定点からの無菌性髄膜炎検体受付数とE-30分離陽性数

	病院（診療科）	所在地	1990年 12月	1991年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	計
南加賀	A*（小児科）	小松市	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
石川中央	B*（小児科）	金沢市	0	1(0)	0	0	0	0	11 (7)	5 (5)	0	1(1)	0	0	18(13)
	C*（〃）	〃	1(1)	0	0	1(0)	0	0	3 (2)	5 (5)	0	0	0	0	10 (8)
	F（〃）	〃	0	0	0	0	0	0	1 (1)	1 (1)	0	0	0	0	2 (2)
	G（〃）	〃	0	0	1(0)	2(1)	1(1)	0	1 (1)	0	0	0	0	0	5 (3)
	H（〃）	〃	0	0	0	0	0	0	0	2 (1)	0	0	0	0	2 (1)
	小計（小児）	金沢市	1(1)	1(0)	1(0)	3(1)	1(1)	0	16(11)	13(12)	0	1(1)	0	0	37(27)
	G（神経内科）	金沢市	0	0	0	0	0	0	0	1 (1)	0	0	0	0	1 (1)
	D*（小児科）	内灘町	0	1(0)	0	0	0	0	6 (4)	2 (1)	3(0)	0	0	0	12 (5)
南能登	E*（神経内科）	七尾市	0	0	0	0	0	0	7 (3)	18 (9)	0	0	0	0	25(12)
北能登	I（小児科）	輪島市	0	0	0	0	0	0	0	12(11)	1(0)	0	0	0	13(11)
	〃（脳神経外科）	〃	0	0	0	0	0	0	0	3 (1)	0	0	0	0	3 (1)
石川県	計（小児）		1(1)	2(0)	1(0)	3(1)	1(1)	0	22(15)	27(24)	4(0)	1(1)	0	0	62(43)
	計（成人）		0	0	0	0	0	0	7 (3)	22(11)	0	0	0	0	29(14)
	合計		1(1)	2(0)	1(0)	3(1)	1(1)	0	29(18)	49(35)	4(0)	1(1)	0	0	91(57)

＊　感染症サーベイランス病院定点　　（ ）内数字はE30分離陽性数の再掲である。

これら病院定点から，平成2年12月から平成3年11月までの1年間に情報提供された無菌性髄膜炎の患者数を表2に示した。総数は119人で，定点あたり患者報告数は23.8人となる。地区別にみると南加賀からは報告がなく，石川中央から44人（定点あたり14.7人），南能登から75人で，この数字からみると南能登地区で無菌性髄膜炎が多発した一方で南加賀では患者発生がなかったような印象を受ける。月別では報告数は6～8月に集中して全体の89%を占め，7月が最も多くて51人，次いで6月が42人，8月が13人であった。

一方，これら病院定点及びその他の病院から，当所へ送付された無菌性髄膜炎患者の髄液は表3のようで，定点病院から65検体，定点外から26検体，計91検体である。定点病院からの受付数を表2の報告数と対応させると，南加賀地区のB，C病院は検体受付数28に対し報告数は4，D病院は受付数12，報告数40，南能登地区のE病院は受付数25，報告数75で，石川中央地区のB，C病院では報告数が受付数を下回るという結果となり，このことはこの地区での実報告数はもっと多かったであろうことが推測される。月別には7月49検体，6月29検体で，両月で全体の86%を占め，5月，10月，11月は受付がなく，他の月は1～4検体であった。

3・2　無菌性髄膜炎髄液からのウイルス分離

送付を受けた91検体の髄液から，HEp-2細胞と2種のRD-18S細胞を用いてウイルス分離を試みたところ，57検体から57株のウイルスを分離した。分離率は63%である。同定の結果，57株すべてがエコーウイルス30型（E-30）であった。

この規模がどの程度であったかを比較する目安として，表4に，1972年から1991年の20年間に，当所で無菌性髄膜炎から分離されたウイルスと分離数を示した。総数は118でうちエンテロウイルスは105である。分離数が最も多いのはE-30の58（57株のほかにMMRワクチン接種後無菌性髄膜炎の1歳女児から1株分離，平成3年4月，金沢市）で，全体の49%，エンテロウイルスの55%を占めている。このように1年間の分離数が過去20年間の半数を占めるということは異常に大きな流行であったと言わざるを得ない。一方分離総数（大部分は小児上気道疾患からの分離数）に対する割合をみると，最も率の高いのはE-30で53.7%となり，

表4　1972～1991年に無菌性髄膜炎患者髄液から分離されたウイルス（石川県）

ウイルス	分離数(a)	分離総数(b)	a/b(参考頻度)*
CA - 9	1	27	3.7%(36.5%)
CA -11	7	17	41.1%
CB - 2	5	67	7.5%(20.8%)
CB - 3	11	130	8.5%(19.9%)
CB - 5	7	82	8.5%(42.7%)
E - 6	2	83	2.4%(43.8%)
E - 7	4	96	4.2%(47.0%)
E - 9	1	20	5.0%(49.7%)
E - 11	4	80	5.0%(27.0%)
E - 21	1	7	14.3%(26.6%)
E - 30	58	108	53.7%(79.4%)
P - 1	2**	42**	4.8% (3.0%)
P - 2	1**	62**	1.6%
EV - 71	1	10	10.0%(11.5%)
エンテロ小計	105	831	12.6%(27.8%)
Ad - 1	1	148	0.7%
Ad - 2	1	167	0.6%
Mumps	11**	44	25.0%
計	118	1,190	9.9%

＊国立予防衛生研究所で1981～91年に集計した総検出数に占める無菌性髄膜炎からの分離数の割合

＊＊すべてワクチン由来株

このウイルスは髄膜炎症状をおこす頻度が高いのではないかと考えられる。参考までに国立予防衛生研究所が1981～1991年に集計した総検出数に占める無菌性髄膜炎からの分離数の割合を示したが，やはり他のエンテロウイルスに比較してはるかに髄膜炎をおこす頻度が高いことを物語っており[1]，このことが大きな流行となった一因になっていると考えられる。なお表中，ポリオウイルスとムンプスウイルスの無菌性髄膜炎からの分離数と，ポリオウイルスの分離総数はすべてワクチン株由来である。

3・3　E-30型の月別分離状況

月別分離状況は表3に示したように，7月が最も多くて35株，次いで6月が18株，この両月で全体の93%と大部分を占めており，この期間に集中して流行があったことが示唆された。他には12月，3月，4月，9月に各1株分離されたにとどまった。一方，小児上気道疾患患児の咽頭スワブからの分離状況をみると（表5），1991年7月が最も多くて17株，次で6月の8株，1990年11月の7株，1991年8月の6株となっており，3月

表 5　小児上気道疾患からの月別エコーウイルス30型の分離状況（1990～1991）

年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	計
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	3	12
1991	0	0	0	0	4	8	17	6	2	0	0	0	37
計	0	0	0	0	4	8	17	6	2	2	7	3	49

と4月には分離されていないものの，髄膜炎患者からの分離状況とは極めて類似していた。

3・4　患者の地区別分布状況

髄液検体は南加賀地区を除く3地区から送付があった。石川中央地区は，3定点病院小児科と3定点外病院小児科から49検体，1定点外病院神経内科から1検体の計50検体，南能登地区は1定点病院神経内科から25検体，北能登地区は1定点外病院小児科から13検体，脳神経外科から3検体の計16検体で，県全体では，小児科から62検体，その他から29検体である。結果は表3に示してあるように，検体提供のあったすべての病院診療科に陽性例がみられた。地区別の陽性数と陽性率は，石川中央地区33/50（66%）うち小児32/49（65%），成人1/1（100%），南能登地区はすべて成人で12/25（48%），北能登地区は12/16（75%），うち小児は11/13（85%），成人1/3（33%）で，病院の地区別陽性数の全陽性数に占める割合は，石川中央地区58%，南能登地区と北能登地区は共に21%，南加賀地区は0%であった。

ところで，91人の患者の居住地別内訳を表6に示した。検体送付のあった患者は県下8市27町6村（41市町村）中5市10町1村（16市町村）に分布しており，内訳は石川中央地区37人，南能登地区37人，北能登地区17人で，病院の地区別に比較して，石川中央地区は13人の減，南能登地区は12人の増，北能登地区は1人の増で，能登地区の患者で加賀地区の病院に入院している者もいることを示している。このうちE-30が分離されたのは5市6町1村（12市町村）で，地区別内訳は石川中央地区27人（陽性率73%），南能登地区17人（陽性率46%），北能登地区13人（76%）で，全体に占める割合は順に，47%，30%，23%で，石川中央地区が半数近くを占めた。

表6　無菌性髄膜炎患者の居住地別内訳

市町村	人数	E-30分離陽性数
（石川中央）	37	27
金沢市	30	23
松任市	2	1
野々市町	2	1
津幡町	2	1
高松町	1	1
（南能登）	37	17
七尾市	20	8
志賀町	8	6
羽咋市	2	1
押水町	2	0
中島町	1	1
能登島町	1	1
田鶴浜町	1	0
鹿島町	1	0
富来町	1	0
（北能登）	17	13
輪島市	16	12
柳田村	1	1

3・5　患者の年齢分布

検体送付があった患者の年齢分布を表7に示した。年齢別では5歳と6歳が各11人，4歳が8人，3歳と7歳が6人と続き，髄膜炎多発年齢の4～7歳で人数が多かった。年齢階層別内訳は，0～4歳17人，5～9歳35人，10～14歳10人（以上62人小児科），15～19歳2人，20歳台12人，30歳台11人，40歳台1人，50歳台2人，60歳台1人（以上29人神経内科及び脳神経外科）で，5～9歳が最も多く，次いで0～4歳で，20代，30代も10人以上と比較的多かった。また0～14歳の小児では，1歳，2歳と12歳の検体はなかった。ウイルス分離の結果E-30が分離されたのは，上記年齢階層順に9人，28人，6人（以上小児），1人，6人，5人，0人，1人，1人（以上成人）で，陽性者が最も多かったのは5～9歳，次いで0～4歳，10～14歳と20代，30代の順であった。分離陽性率は0～14歳で69%，15歳以上で48%であった。分離陽性の最高齢者は60歳女性（南能登），最年少者は生後1カ月女児（石川中央）である。このように石川県では15歳以上

表 7　無菌性髄膜炎患者の年齢別・性別内訳とE-30分離状況

年齢	患者数(男・女)	陽性者数(男・女)	陽性率(男・女)
0	3 (1・2)	1 (0・1)	33 (0・50)
3	6 (4・2)	4 (2・2)	67 (50・100)
4	8 (6・2)	4 (3・1)	50 (50・50)
5	11 (7・4)	10 (7・3)	91(100・75)
6	11 (5・6)	9 (4・5)	82 (80・83)
7	6 (6・0)	6 (6・-)	100(100・-)
8	5 (4・1)	2 (1・1)	40 (25・100)
9	2 (2・0)	1 (1・-)	50 (50・-)
10	2 (1・1)	2 (1・1)	100(100・100)
11	5 (3・2)	3 (2・1)	60 (67・50)
13	2 (0・2)	0 (-・0)	0 (-・0)
14	1 (1・0)	1 (1・-)	100(100・-)
0～4	17(11・6)	9 (5・4)	53 (45・67)
5～9	35(24・11)	28(19・9)	80 (79・82)
10～14	10 (5・5)	6 (4・2)	60 (80・40)
小児計	62(40・22)	43(28・15)	69 (70・68)
15～19	2 (1・1)	1 (1・0)	50(100・0)
20～29	12 (1・11)	6 (1・5)	50(100・45)
30～39	11 (7・4)	5 (2・3)	45 (29・75)
40～49	1 (1・0)	0	0
50～59	2 (0・2)	1 (-・1)	50 (-・50)
60～69	1 (0・1)	1 (-・1)	100 (-・100)
成人計	29(10・19)	14 (4・10)	48 (40・53)
合計	91(50・41)	57(32・25)	63 (64・61)

の成人の陽性者が全体の25%と高い率を示した。

小児の無菌性髄膜炎患者の性比をみると，常に男の方が女より多いことが指摘されている[1]。この理由は分からないが，今回の性別内訳をみると，小児62人中男40人，女22人で，男が女の1.8倍，分離陽性者でも男女比は28：15で，男が1.9倍多かった。しかし成人では，患者29人中男10人，女は19人で，女の方が1.9倍多く，分離陽性者でも男女比は4：10で，女が2.5倍多かった。

3・6　病日別エコーウイルス30型分離状況

髄液からのE-30分離状況を病日別に示したのが表8である。受付検体数は第1～2病日が最も多くて67検体，次いで第3～4病日の20検体，第5～7病日と第8～10病日がそれぞれ2検体である。髄液からのE-30分離は第6病日まで認められたが，病日の経過とともに分離率は低下する傾向を示した。分離率は第1～2病日では最も高く66%，次いで第3～4病日の60%，第5～7病日で50%，第8～10病日では0%であった。東京都のこのシーズンでの流行でも同じ傾向がみられているほか，咽頭拭い液からの最長検出病日は第9病日，糞便からのそれは第12病日と長いことを指摘しているが[5]，このことはウイルス分離を目的とした髄液の採取は急性期に行わねばならないことを示している。また東京都での集団発生例には飛沫感染に加えて糞口感染のあることが示唆されている。

表 8　病日別 E-30分離状況

病日	検体数	分離陽性数	分離率
1	31	20	65%
2	36	24	67%
3	17	10	59%
4	3	2	67%
5	1	0	0%
6	1	1	100%
7	0	—	—
8	0	—	—
9	1	0	0%
10	1	0	0%

3・7　分離系別エコーウイルス30型分離状況

無菌性髄膜炎患者の髄液から分離されたE-30の57株と，小児上気道疾患から分離されたE-30の49株について，分離に供したHEp-2細胞と2種のRD-18S細胞に対する感受性を示したのが表9である。RD-18S細胞(1)は現在上皮細胞状になっているもの，RD-18S細胞(2)はこの

表 9　分離系別 E-30感受性（1990～1991）

検体	HEp-2細胞	RD-18S細胞(1)	RD-18S細胞(2)	計
髄液	54 (7)95%	40 (1)70%	30(2)53%	57(10)
咽頭スワブ	34(14)69%	33(14)67%	15(1)31%	49(29)
計	88(21)83%	73(15)69%	45(3)42%	106(39)

（ ）内数字はその細胞系のみで分離された株数の再掲，%は分離株数に占める割合

細胞本来の繊維芽細胞状の形態を保っているものである。髄液から分離された57株のうち，HEp-2細胞では54株，95%が分離された。またRD-18S細胞(1)では40株，70%，RD-18S細胞(2)では30株，53%が分離された。分離系別組合わせでは，3系で共に分離されたのが20株と最も多く，2系では，HEp-2細胞とRD-18S細胞(1)との19株，RD-18S(2)との8株，1系のみでは，HEp-2細胞での7株，RD-18S細胞(1)での1株，RD-18S細胞(2)での2株である。参考に1990年と1991年にかぜ患児の咽頭スワブからのE-30分離状況を分離系別に示したが，分離系別の分離率が低い一方で，1分離系で分離されたケースが多く，髄液での1分離系での分離が18%であったのに対し，咽頭スワブでのそれは59%と3.3倍も高くなっている。これは検体中のウイルス量が髄液の方が咽頭スワブより多いことに起因するのだろうか。

4 ま と め

平成2年12月から平成3年9月にかけて，無菌性髄膜炎患者情報を提供する5定点病院（1病院のみ検体提供なし）と4定点外病院から，91検体の髄液検体の送付を受け，HEp-2細胞と2種のRD-18S細胞とを用いてウイルス分離を行ったところ，57検体から57株のエコーウイルス30型（E-30）を分離した。分離率は63%であった。

(1) 感染症サーベイランス報告では，平成2年12月から平成3年11月までの1年間に119人の報告があり，地区別内訳は石川中央44（金沢市4，内灘町40），南能登75である。一方検体受付数は91で，その内訳は石川中央50（金沢市38，内灘町12），南能登25，北能登16で，石川中央の金沢市では検体受付数が報告数より多く，実際の患者数はもっと多かったと推測される。南加賀からは報告も検体提供もなかった。

(2)過去20年間に石川県で発生した無菌性髄膜炎からウイルスが分離された件数は118で，うちエンテロウイルスによるものは105である。この1年間に髄液から分離されたE-30は58で，全体の49%，エンテロウイルスの55%を占め，この流行規模が近年にない大きなものであったことが示唆される。

(3) 月別分離状況では7月が最も多く35株，次いで6月が18株で，この両月で全体の93%を占め，この時期に集中して流行があったことが示唆された。ほかには12月，3月，4月，9月に各1株分離された。

(4) 検体提供を受けた病院の地区別陽性数/検体数（分離率）は，石川中央33/50（66%），南能登12/25（48%），北能登12/16（75%）であった。

(5) 患者の住所別内訳では県下5市10町1村に分布しており，うち5市6町1村からE-30が分離された。地区別陽性数/人数（陽性率）は，石川中央27/37（73%），南能登17/37（46%），北能登13/17（76%）であった。

(6) 年齢階層別E-30分離陽性者/患者数（陽性率）は0～4歳9/17（53%），5～9歳28/35（80%），10～14歳6/10（60%）（以上小児科），15～19歳1/2（50%），20歳台6/12（50%），30歳台5/11（45%），40歳台0/1（0%），50歳台1/2（50%），60歳台1/1（100%）（以上神経内科及び脳神経外科）で，小児43/62（69%），成人14/29（48%）で，成人が患者の32%，陽性者の25%と高い率を示した。分離最年少者は生後1カ月，最高齢者は60歳であった。

(7) 患者の男女比は，小児では40：22（1.8：1），成人では10：19（1：1.9），陽性者のそれは，小児で28：15（1.9：1），成人で4：10（1：2.5）と，小児では男が，成人では女が多い傾向を示した。

(8) 病日別の髄液からのE-30分離率は，1～2病日で66%，2～3病日で60%，5～7病日で50%，8～10病日で0%であった。

(9) 3細胞系を用いウイルス分離を行い，3系で20株，2系で27株，1系で10株のE-30が分離された。細胞別内訳は，HEp-2細胞で54株，RD-18S細胞(1)で40株，RD-18S細胞(2)で30株であった。

終わりにあたり，髄液検体を提供していただいた医療施設の関係各位に，記して謝意を表する。

文　献

1) 山下和予，宮村紀久子：モダンメディア，38，165—176（1992）
2) 多ヶ谷勇，原　稔：ウイルス実験学各論改訂2版（国立予防衛生研究所学友会編），p127—133，丸善，東京（1982）
3) 木村晋亮，尾西　一，梶　哲夫，中村英夫：石川衛公害研年報，26，357—380（1989）
4) 木村晋亮，尾西　一，中村英夫：同上誌，27，256—263（1990）
5) 林　志直，関根整治，安東民衛，太田健爾：病原微生物検出情報月報，12，210—211（1991）

〔報　文〕

畜水産食品中の有害残留物質スクリーニング検査法について（第2報）

——13種の残留合成抗菌剤の一斉分析について——

石川県衛生公害研究所食品薬品部　越野　裕・小川　清・瀬戸映子

1 はじめに

畜水産食品中の有害物質の残留防止対策の充実強化のため，平成2年12月に厚生省から有害残留物質の統一国内モニタリング及び畜水産物中の残留合成抗菌剤一斉分析法[1]（以下「通知方法」）の実施要領が提示された。その検討結果を前報[2]で報告したが，平成3年度における畜水産食品中の有害残留物質スクリーニング検査に際し，「畜水産食品中の有害残留物質スクリーニング検査実施要領」[3]「以下「追加通知」）が提示され，対象食品及び対象合成抗菌剤の追加がなされた。そこで，今回はその「追加通知」を踏まえて，前報で報告した試料調製法と段階溶出HPLC法による一斉分析法に，対象食品には鶏卵，ぶりを，対象合成抗菌剤にはスルファメラジン，ジフラゾン，モランテル，ピロミド酸の4物質（以下「追加物質」）を組み込むことを試みたので，その結果を報告する。

2 実験方法

2・1 試薬及び標準品

(1) 試　薬

アセトニトリル，水：和光純薬工業㈱製高速液体クロマトグラフ用

ヘキサン，1-プロパノール，リン酸二水素ナトリウム二水和物：和光純薬工業㈱製試薬特級

硫酸ナトリウム（無水）：和光純薬工業㈱製残留農薬試験用

(2) 標準品

スルファモノメトキシン（以下SMMX），スルファジメトキシン（以下SDMX），スルファジミジン（以下SDD），フラゾリドン（以下FZD），チアンフェニコール（以下TPC），カルバドックス（以下CDX），ナイカルバジン（以下NCZ），スルファキノキサリン（以下SQX），オキソリン酸（以下OXA）の標準品については前報と同様である。

スルファメラジンナトリウム（以下SMR）：Siguma社製

ジフラゾン（以下DFZ）：台糖ファイザー㈱製

クエン酸モランテル（以下MRT）：台糖ファイザー㈱製

ピロミド酸（以下PA）：大日本製薬㈱

2・2 検査対象食品氏び測定物質

対象食品は豚肉，牛肉，鶏肉，鶏卵，ぶりの5種とし，測定物質は2・1に示す13種の合成抗菌剤とした。

2・3 標準原液及び標準溶液の調製

CDX，NCZ，PAの標準原液は5.0mgをそれぞれアセトニトリルに溶かして100mlとした（50ppm）。SDD，SMMX，SDMX，SQX，OXA，TPC，FZD，DFZは10.0mgをそれぞれアセトニトリル：水（1：1）に溶かして100mlとした（100ppm）。SMRとMRTの標準原液は各々10.9mgと18.7mgをアセトニトリル：水（1：1）に溶かして100mlとした（100ppm）。

これら13種の標準原液を混合し，40%アセトニトリ

Screening Method of Residual Toxic Chemicals in Stock-farm Foods and Seafoods. 2. Simultaneous Analysis of 13 Kinds of Residual Synthetic Antibacterials in Animal Tissues and Products. *by Hiroshi KOSHINO, Kiyoshi OGAWA, and Akiko SETO* (*Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment*)

ルで各1 ppm 溶液の標準溶液を調製した。

2・4　検査試料

豚及び牛については筋肉（横隔膜）を，鶏については筋肉（モモ肉）を，天然ぶりについては背部可食部を検査試料とした。

これらは入手後，速やかにオートミンチャーで細断粉砕し−15°Cに凍結保存した。

鶏卵については5個（同一生産者出荷）を割卵後，速やかに全卵を高速ホモジナイズし−15°Cに凍結保存した。

2・5　装置及び器具

高速ホモジナイザー，遠心分離器，振とう器，ロータリーエバポレーター，超音波洗浄器，高速液体クロマトグラフ装置等については前報同様である。

2・6　HPLC条件

分離カラム：TSK-gel ODS-80TM（4.6mm i.d. ×150mm）

移動相：A液　アセトニトリル：0.03Mリン酸二水素ナトリウム水（1：9）
B液　アセトニトリル：0.03Mリン酸二水素ナトリウム水（6：4）

カラム温度：40°C

移動相流速：1.0ml/min

試料溶液注入量：10 μl

感度：0.01AUFS

表1に示した段階溶出及び測定波長条件タイムプログラムで測定した。

2・7　試料溶液の調製法

全操作は「通知方法」に準拠した。その分析法のフローシートを図1に示す。今回追加された合成抗菌剤も光分解や光異性体変化を起こしやすい[4]ので遮光し，速やかに試料調製した。

なお，添加試料溶液の調製は試料5.0gを50ml褐色遠沈管に入れ，無水硫酸ナトリウム，アセトニトリルを加えた後，先に調製した標準溶液

表1　　HPLC測定条件のタイムプログラム

時間 (min)	移動相 B液(%)	波長 (nm)	測定合成抗菌剤
0	10	226	CDX, SMR, TPC
9.0		268	SDD, FZD, SMMX
15.5		320	MRT
17.0	10		
17.0	40		
21.0		268	OXA, SDMX, SQX
27.0		360	DFZ
29.0	40		
29.0	90		
32.0		280	PA
36.0		350	NCZ
40.0	90		
40.0	10		
50.0	STOP		

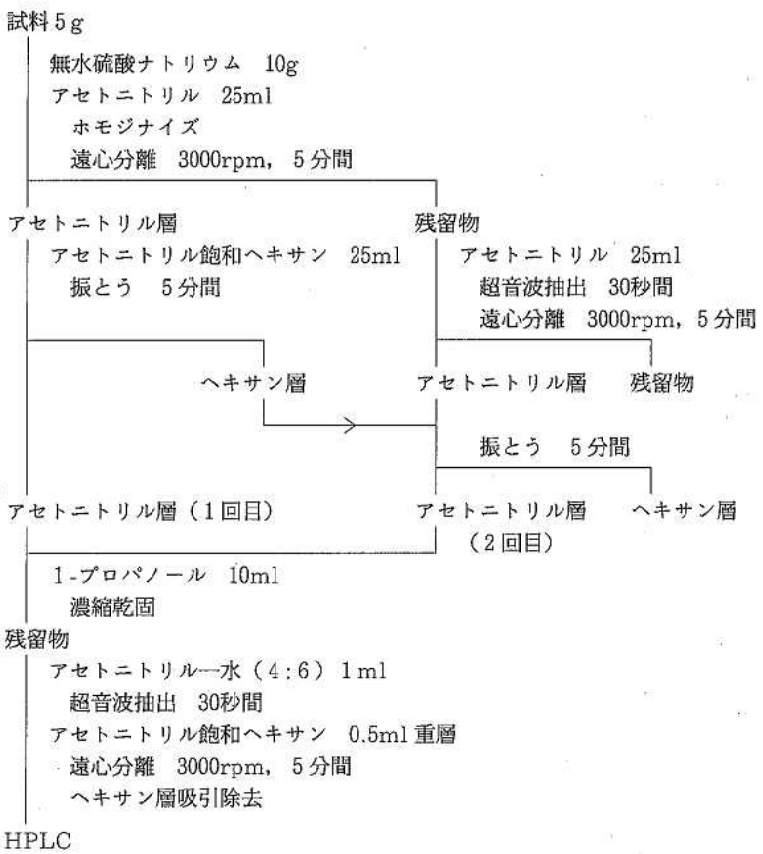


図1　　残留合成抗菌剤一斉分析法フローシート

(各1ppm) を1.0ml加え，速やかに試料溶液の調製法と同様に調製した。

3　結果及び考察

対象測定物質として「追加通知」では計13物質が指示されているが，そのうち，アンプロニウムとデコキニーネについては紫外部吸収を利用する測定法によると他の測定物質との同時HPLC条件下では感度面で問題がある。そこで，今回は13物質から上記2物質を除いた11物質をまず選定した。しかし，我々は出来るだけ多くの物質の同時測定を可能とする一斉分析法の開発を目指しているため，「追加通知」には指示されていないが先の「通知方法」に含まれていたPA，NCZを加えた計13物質について検討した。また，これらの検討に際しての基本的な考え方として，試料調製法は，「通知方法」に出来るだけ準拠し，HPLC測定条件は前報のタイムプログラム条件のうち，移動相の段階溶出時間及び測定波長を変化させることで対応することとした。なお，測定上問題のある妨害物質等があっても「通知方法」に示された定量限界値を参照し，その値より小さければ，スクリーニング上，支障がないと判断し，もし定量限界値を超えている場合には，「通知方法」に示された測定物質のイソクラティック溶出HPLC条件及びフォトダイオードアレイ検出器にて識別する方針とした。

3・1　HPLC条件の検討

まず，2・1に示した13種の標準溶液について，前報で報告したHPLC条件のタイムプログラムで測定したところ，追加物質のSMRとPAについては他の物質と分離した溶出ピークが得られ問題はなかったが，MRTとDFZは移動相B液40%と移動相B液90%の切り換えによるベースライン変動部分にそれぞれ溶出し，この条件では，これら2物質の定量が困難であった。そこで，移動相B液40%への1段階目の切り換えを前報より4分遅らせ17分とした結果，MRTは安定したベースライン上に溶出し，定量可能となった。また，移動相B液90%への2段階目を9分遅らせ29分にしたところ，DFZも安定したベースライン上に検出され，全物質を良好に分離することが出来た。しかし，結果的には測定時間は前報の40分より10分間長い50分となったが，むしろ測定物質が増えた利点は大きいと考えられる。また，測定波長については前報のHPLC測定条件のタイムプログラムではCDX，TPCをそれぞれの最適波長306nm，226nmで測定しているが，今回，SMRがその中間に位置し，それぞれのピークの保持時間差が1分弱のため，波長切り換えが困難であったので，CDX，SMRは波長226nmでも測定可能なこともあり，CDX，TPC，SMRの3物質については波長226nmで測定することとした。また，今回追加MRT，DFZ，PAについては，各々の最適波長320nm，360nm，280nmで測定することとし，最終的に，表1に示したタイムプログラム条件を設定した。本条件を用いて得られた，13種の標準溶液のクロマトグラムを図2に示す。本条件では前報と同様にSDMXとSQXが分離せず，同一の溶出ピークとして検出されるが，もし，この位置に実試料で溶出ピークが認められれば，前報で報告した別法HPCL条件で対応出来るので問題はないと思われる。

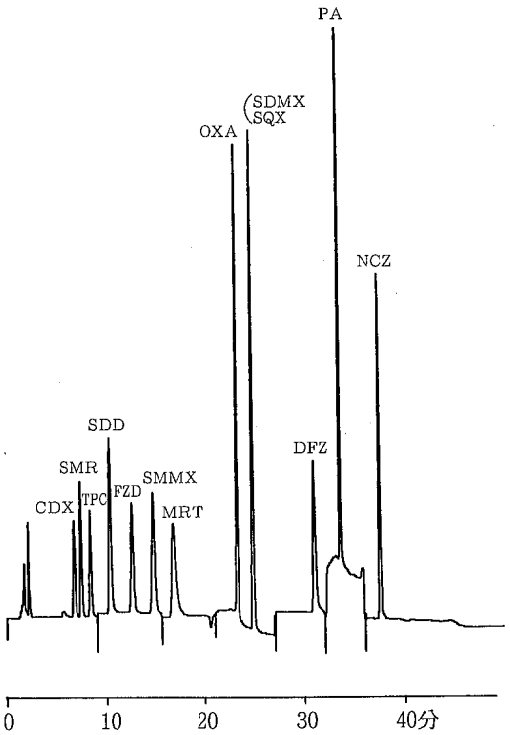


図2　　標準物質13種溶液のクロマトグラム

以下，本条件を用いて実試料について検討した結果を示す。

3・2　実試料及び添加試料での実験結果

(1)　豚肉，牛肉，鶏肉

豚肉，牛肉，鶏肉の試料溶液の調製は前報の「通知方法」に従って行った。豚肉の試料溶液と添加試料溶液のクロマトグラムを図3に示す。試料溶液では

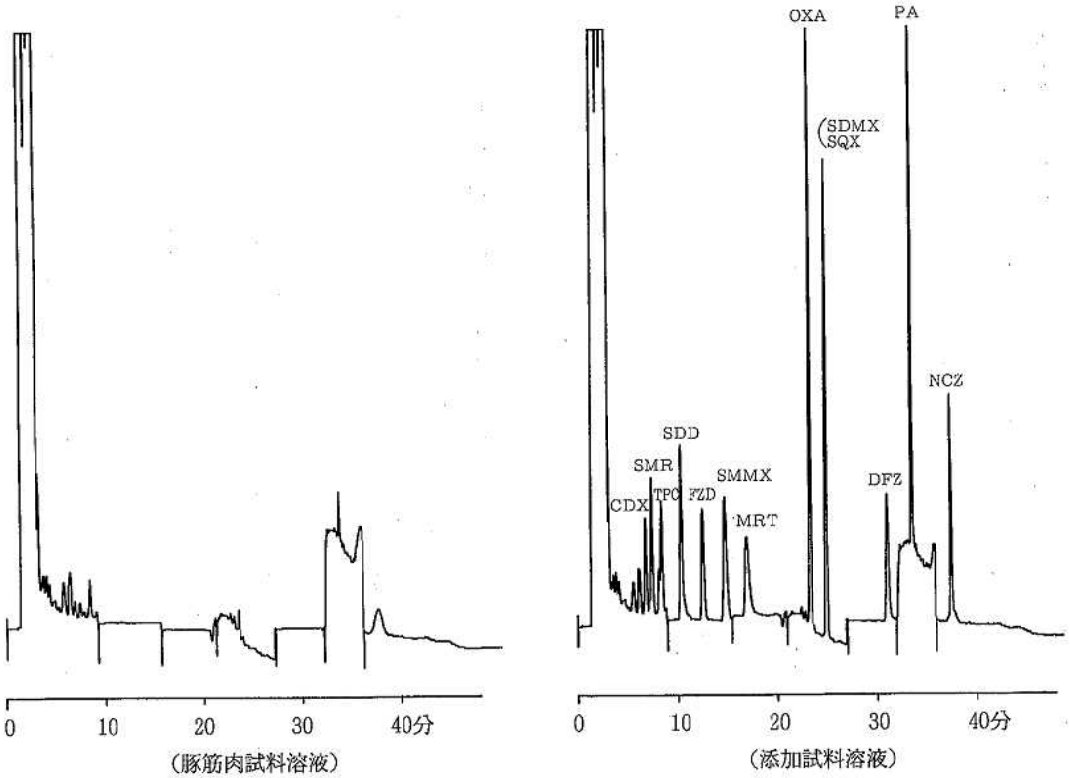


図 3　　豚筋肉のクロマトグラム

CDX，SMR，OXA，PA，NCZ の位置にわずかにピークが認められた以外は特に問題となる大きな妨害ピークは検出されず良好なクロマトグラムが得られた。また，これらのわずかな妨害ピークはすべて「通知方法」に示された定量限界以下であった。豚肉についての追加物質の添加回収率は，それぞれ SMR 101.0%，MRT 82.4%，DFZ 83.5%，PA 125.7%であった。

牛肉の試料溶液では TPC，SDD，OXA，PA の位置にわずかなピークが検出された以外は豚肉と同様に良好なクロマトグラムであり，これらのわずかな妨害ピークについても，すべて定量限界以下であった。牛肉についての追加物質の添加回収率は，それぞれ SMR 92.8%，MRT 77.5%，DFZ 77.1%，PA 108.2%であった。

鶏肉のクロマトグラムも豚肉，牛肉と類似であって今回も OXA 位置に妨害ピークが検出されたが，これについても定量限界以下であった。なお，鶏肉についての追加物質の添加回収率は SMR 85.8%，MRT 63.8%，DFZ 70.6%，PA 95.4%であった。

これら畜産食肉において SMR，MRT の回収率は低いが「通知方法」の回収率50%以上を満たすので，これらの追加物質もまた従来の試料調製法で抽出し，スクリーニングに用いることが出来ると考える。

(2) 鶏　卵

鶏卵は筋肉・臓器試料と異なる動物生産物試料で液状組成であるので「通知方法」の試料調製法では前報の腎臓以上に多種多様な試料由来物質が抽出されてくると考え，固相カラムクロマト（Sep-pak C18，アルミナカートリッジ）によるクリーンアップ操作を用いた種々な報告例[5)6)]を参照して試みたところ，最終試料液の性状は透明で沈澱物も見られず，SMR，SDD，SMMX，SDMX，SQX については良好な回収率であった。しかし，OXA，PA についてはアルミナカートリッジカラム中に保持され，また他の6種の物質についても回収率が低かった。そこで，以後「通知方法」の試料調製法に立ち戻り，この試料調製法で抽出・精製したところ，最終試料液の性状は卵黄中の色素カロチノイドが移行し帯黄色でわずかに沈澱物を有する試

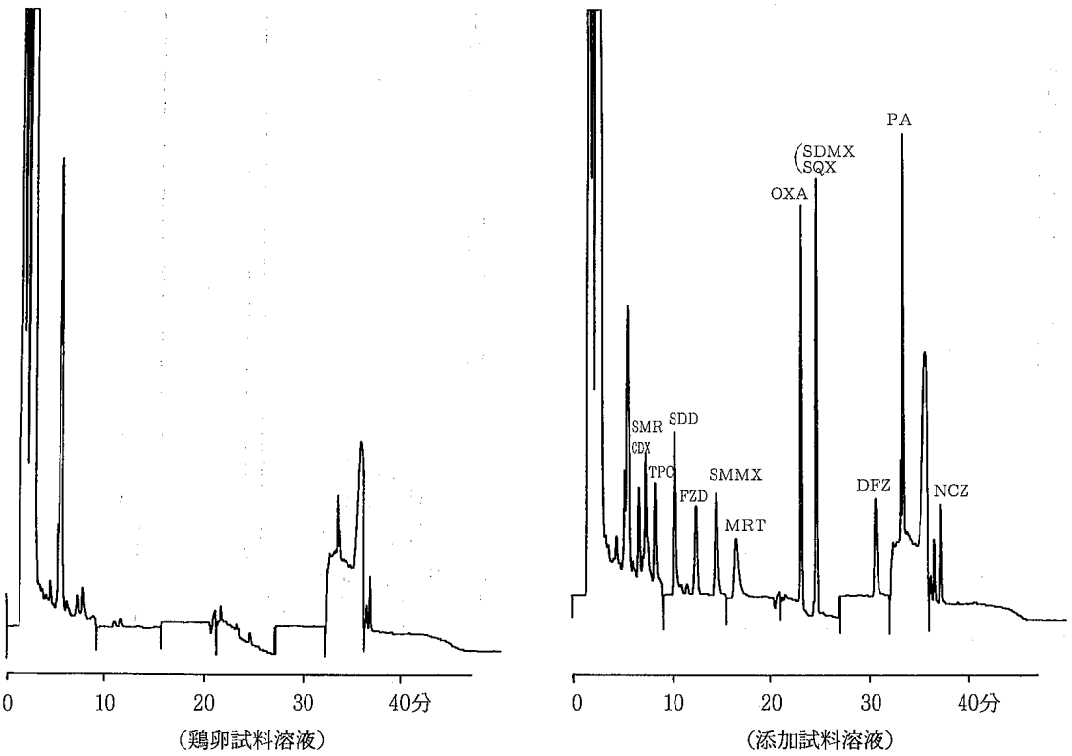


図 4　　鶏卵のクロマトグラム

料溶液となったが予想したよりも澄明であった。このことは鶏卵の大部分の液状タンパク質がアセトニトルに不溶[7]のためと考えられる。ここに「通知方法」で調製した鶏卵の試料溶液及び添加試料溶液のクロマトグラムを図4に示す。このクロマトグラムでは溶出時間5.5分に試料由来成分の大きなピークとPA位置に妨害ピークが検出されたほかは，豚肉のクロマトグラムと大差のない良好なクロマトグラムが得られた。PA位置の妨害ピークはPAの検出感度が高いので定量限界以下となり，スクリーニングには支障はなかった。また，各物質の添加回収率はCDX 94.6%，SMR 92.8%，TPC 91.5%，SDD 91.4%，FZD 79.9%，SMMX 84.9%，MRT 66.4%，OXA 78.4%，SDMXとSQX 86.0%，DFZ 65.8%，PA 53.6%，NCZ 27.7%とNCZの回収率が悪いが，NCZを除いて「通知方法」の回収率50%以上を満たすのでスクリーニングには何ら支障がないと考える。このように，従来の畜産食肉で用いた「通知方法」の試料調製法が鶏卵についてNCZ以外の12種の合成抗菌剤のスクリーニングを行う場合も適用可能であることが明らかとなった。

(3) ぶ り

今回，水産物で養殖生産高の最も多いぶりを代表的養殖魚に選び「通知方法」の試料調製法で実施したところ，試料溶液の性状は先の畜産食肉と同様に無色澄明であった。また，試料溶液と添加試料溶液のクロマトグラムを図5に示したが，先の豚肉，牛肉，鶏肉の場合と同様の良好なクロマトグラムが得られた。PAとNCZ位置にわずかにピークが認められたが，このピークはいずれも定量限界以下であり問題とはならなかった。各物質の添加回収率はCDX 85.7%，SMR 98.1%，TPC 97.6%，SDD 95.6%，FZD 96.4%，SMMX 97.3%，MRT 73.6%，OXA 113.9%，SDMXとSQX 93.4%，DFZ 75.8%，PA 115.9%，NCZ 52.3%となり，NCZを除いて良好であった。NCZの回収率は低いが感度が高いのでスクリーニングに際しては何ら問題がないと考える。

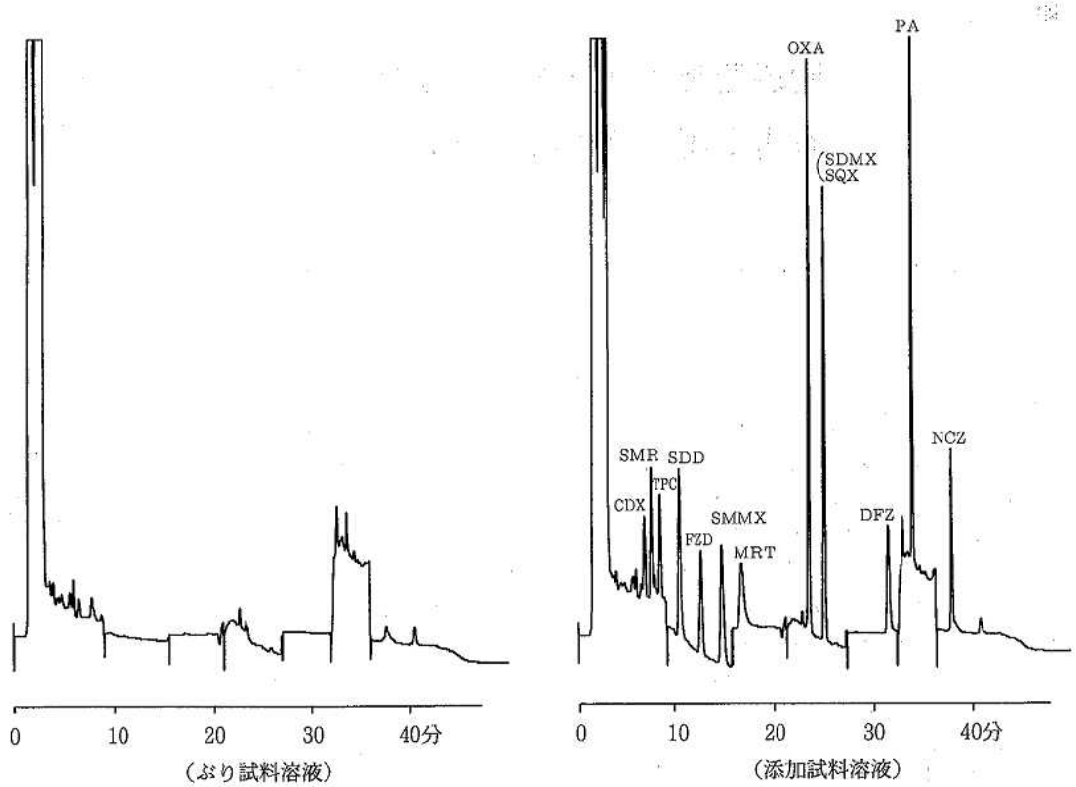


図 5　　ぶりのクロマトグラム

4 ま と め

平成3年度に追加されたDFZ，MRTを含めた13物質についての一斉分析法を検討したが，前報で述べたHPLC法測定条件のタイムプログラム条件を若干変更することにより測定可能となった。更に，新たに今回対象試料とした鶏卵とぶりについても，他の豚肉，牛肉，鶏肉と全く同じ試料調製法で測定可能なことが明らかとなった。今後，我々は日常の試験検査業務においてこの方法を用い，県内各地の種々な試料を対象として市場調査していくつもりである。

文　献

1) 厚生省生活衛生局乳肉衛生課長：畜水産食品中の有害残留物質モニタリング検査の実施について，平成2年12月21日付　衛乳第105号（1990）
2) 越野　裕，小川　清：石川衛公害研年報，**28**，228—236（1991）
3) 厚生省生活衛生局乳肉衛生課長：畜水産食品中の有害残留物質モニタリング検査の実施について，平成3年10月11日付　衛乳第94号（1991）
4) 厚生省生活衛生局乳肉衛生課：畜水産食品中の残留物質検査法，p 222，中央法規出版，東京(1990)
5) 山本　優，大内格之，冨澤　政，菊地由生子，高杉信男：札幌市衛研年報，**16**，80—87（1988）
6) 永田知子，佐伯政信：食衛誌，**29**，13—20（1988）
7) 吉川春寿，芦田　淳編：総合栄養学辞典，p 189—191，p 459—467，同文書院，東京（1982）

〔報　文〕

陶磁器製及びガラス製食器からの有害金属の溶出について

石川県衛生公害研究所食品薬品部　玉井　徹・泉　広栄・坂本藤夫

1 はじめに

食品から人が摂取する金属の量を明らかにすることは，食品の栄養評価，有害性評価に寄与できる。

なかでも，発がんの危険性がある金属の摂取量を把握することは，県民の健康を守るうえで重要である。

IARC（International Agency for Research on Cancer）及び坂井らによると，ヒ素，クロム，ニッケル，カドミウム，ベリリウム等の金属について，発がんの危険性が報告されている[1)2)]。

人が食品から摂取する金属としては，食品自体のものと食品容器由来のものとがある。

食品に含まれている金属については，池辺らがICP発光分析装置を用いて調査を行っている[3)]。

一方，食品容器由来の金属については，「食品衛生法」のガラス製，陶磁器製又はホウロウ引きの器具又は容器包装の「規格基準」（以下「規格基準」と略す）で鉛とカドミウムの2項目について定められているが，IARC及び坂井らにより発がんの危険性が報告されているヒ素，ニッケル，クロム，ベリリウム等については基準が定められていない。

また最近，アメリカで陶磁器製品の規格基準の改正の動きもあることから，大阪市立環境科学研究所は国立衛生試験所と共同で十数種類の金属について，陶磁器製食器からの溶出状況を報告している[4)]。

これらのことから，石川県内で主に製造あるいは使用されている陶磁器製食器及びガラス製食器について，発がんの危険性が報告されている金属等（ヒ素，鉛，カドミウム，ニッケル，クロム，ベリリウム，銅）の溶出状況を調査したので，その結果を報告する。

2 調査方法

2・1 調査対象食器

ここでは，上絵の具に酸化鉛を含んでいる陶磁器製食器と製造原料に酸化鉛を含むガラス製食器を対象とした。

陶磁器製食器では，県外産であるが生産量の多い美濃焼2件，県内産である九谷焼30件，大社焼2件，珠洲焼2件及び龍清焼1件の計37件を検体とした。

またガラス製食器としては，世界的に有名なチェコスロバキアのクリスタルグラス1件，国内産で一般的によく使われているH社のクリスタルグラス2件，及び県内産のガラス製食器5件（N社製2件，Y社製3件）の計8件を検体とした。

2・2 試験方法

「規格基準」の試験法に準じて，4％酢酸を食器に満たし，室温・暗所で24時間浸出した後，ヒ素はDDTC—銀法により，その他の金属はICP発光分析装置により定量を行った。（図1）。

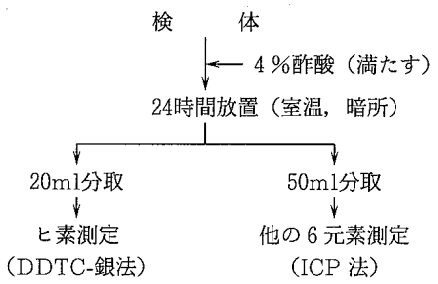


図1　測定方法

On Elution of Unhealthy Metals from Ceramic and Glass Tableware. *by Tohru TAMAI, Hiroe IZUMI, and Fujio SAKAMOTO (Department of Food and Drug, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

なお，「規格基準」の試験法の溶出回数は1回となっているが，酸性食品をよく用いる場合も想定して，同じ食器について3回の繰り返し溶出を行い，それらの溶出量も併せて測定した。

2・3　測定物質

測定物質は，発がんの危険性が報告されているヒ素，カドミウム，ニッケル，クロム，ベリリウムの5項目のほか，検体の陶磁器に緑色の上絵のものが多かったので緑色の上絵の具としてよく使われている銅，及び規格基準の定められている鉛を加え，計7項目とした。

2・4　試薬及び標準品

ヒ素標準液，鉛標準液，カドミウム標準液，ニッケル標準液，クロム標準液，銅標準液：和光純薬工業㈱製　原子吸光分析用1,000ppm

ベリリウム標準液：和光純薬工業（株）製　原子吸光分析用100ppm

亜鉛（砂状）：和光純薬工業㈱製　ヒ素分析用

塩化第一すず（二水和物），塩酸：和光純薬工業㈱製　有害金属測定用

ヨウ化カリウム，酢酸：和光純薬工業㈱製　試薬特級

2・5　装置及び器具

(1)　DDTC — 銀法ヒ化水素発生装置

(2)　ICP 発光分析装置：Nippon Jarrell Ash 社製　ICAP 575Ⅱ型

2・6　ICP 発光分析法の測定条件

測定条件及び測定波長を表1に示す。

表1　　ICP 発光分析法測定条件

(1)　測定条件

- Spectrometer
  Nippon Jarrell Ash 社製
  ICAP 575Ⅱ型
- Plasma gas (Ar)
  0.3 l/min
- Coolant gas (Ar)
  16 l/min
- Carrier gas (Ar)
  0.5 l/min

(2)　ICP 分析に用いた各金属の測定波長

Element	Wavelength	Element	Wavelength
Pb Ⅱ	220.353nm	Cr Ⅱ	267.716nm
Cd Ⅱ	214.438nm	Cu Ⅱ	224.7nm
Ni Ⅱ	221.647nm	Be Ⅰ	234.861nm

Ⅰ：中性原子線，Ⅱ：イオン線

2・7　標準溶液の調製

ベリリウム100ppm及びその他の金属1,000ppm標準液を4％酢酸で下記濃度範囲に希釈し，標準溶液とした。

(1)　ヒ素（0.05～0.25mg/l）
(2)　鉛（0.05～10mg/l）
(3)　カドミウム（0.01～0.1mg/l）
(4)　ニッケル（0.05～1.0mg/l）
(5)　クロム（0.01～0.1mg/l）
(6)　ベリリウム（0.01～1.0mg/l）
(7)　銅（0.05～1.0mg/l）

3　結果及び考察

3・1　ヒ　　素

結果は表2のとおりであり，陶磁器製食器37件，ガラス製食器8件の計45件についてすべて不検出であった。

以前は，陶磁器製食器の上絵の具の顔料にヒ素が含まれているものがあること，またガラスの軟化点を下げる働きがあることから消泡剤としてヒ素化合物が用いられていたこと，などから昭和61年以前の旧規格基準では，ヒ素は規制されていた。

しかし近年はヒ素を含む顔料は使用されなくなったことと，不純物としてのヒ素も顔料純度が向上していること，またガラス製食器は主に自動成型機を用いて作られること，実態として旧規格基準を上回るものがほとんどないこと，などを考慮して削除されたものである[5]。

また水道法の水質基準では，0.05mg/l以下となっており，これに照らしてみても今回の結果は，ヒ素に関しては問題がないと思われる。

3・2　鉛

試験結果は表2のとおりであり，多数の検体から検出した。

鉛化合物は従来，陶磁器製食器及びガラス製食器によく使われている。陶磁器製食器は，焼成した後釉薬を施した後，上絵の具でいろいろな色彩模様を施し，焼き上げて完成品となる。この上絵の具は顔料及び媒溶液からなるが，この媒溶液は通常酸化鉛に富んだ硼珪酸ガラスであるため，上絵付焼成が適切に行われないと，酸性の液に触れた場合には，上絵の具中の鉛が酸に侵され溶出することがある。また，クリスタルガラス製食器には，酸化鉛を20～25％混入してある。

これらのことから，鉛が溶出する可能性が高いため「規格基準」で基準値が定められている。「規格基準」

表 2　溶出液中の濃度(mg/l)

検体No.	検体名	As			Pb				Cd			Ni			Cr			Be			Cu		
		1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	規格基準	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
1	陶磁器(九谷焼)	nd.	nd.	nd.	0.31	0.11	0.04	2.5	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.80	1.07	0.60
2	〃	nd.	nd.	nd.	0.46	0.04	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.01	nd.	nd.
3	〃	nd.	nd.	nd.	0.08	nd.	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
4	〃	nd.	nd.	nd.	0.22	nd.	0.07	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.01	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.01	nd.	nd.
5	〃	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
6	〃	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
7	〃	nd.	nd.	nd.	1.51	0.69	0.07	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.19	0.08	0.03
8	〃	nd.	nd.	nd.	0.66	0.10	0.08	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.10	0.03	0.01
9	〃	nd.	nd.	nd.	3.16	1.31	0.53	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.03	0.02	nd.
10	〃	nd.	nd.	nd.	3.62	1.21	0.56	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.10	0.03	0.01
11	〃	nd.	nd.	nd.	4.47	1.24	0.47	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.05	0.03	nd.
12	〃	nd.	nd.	nd.	5.29	2.13	0.89	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.05	0.02	nd.
13	〃	nd.	nd.	nd.	2.96	0.86	0.48	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.04	0.02	0.01
14	〃	nd.	nd.	nd.	2.13	0.50	0.38	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.08	0.03	0.02
15	〃	nd.	nd.	nd.	1.98	0.49	0.35	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.14	0.04	0.04
16	〃	nd.	nd.	nd.	1.48	0.36	0.28	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.13	0.04	0.04
17	〃	nd.	nd.	nd.	1.86	0.47	0.16	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.04	nd.	nd.
18	〃	nd.	nd.	nd.	1.18	0.37	0.11	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.09	0.02	nd.
19	〃	nd.	nd.	nd.	6.14	0.82	0.68	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.12	0.03	0.01	nd.	nd.	nd.	0.18	0.05	0.07
20	〃	nd.	nd.	nd.	5.38	0.75	0.69	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.11	0.03	nd.	nd.	nd.	nd.	0.18	0.06	0.07
21	〃	nd.	nd.	nd.	5.22	0.92	0.61	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.11	0.03	nd.	nd.	nd.	nd.	0.16	0.05	0.05
22	〃	nd.	nd.	nd.	4.30	0.80	0.66	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.14	0.03	nd.	nd.	nd.	nd.	0.16	0.08	0.08
23	〃	nd.	nd.	nd.	5.96	0.63	0.60	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.10	0.03	nd.	nd.	nd.	nd.	0.19	0.03	0.05
24	〃	nd.	nd.	nd.	787	606	261	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	66.2	41.7	19.3
25	〃	nd.	nd.	nd.	820	686	327	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	68.5	51.7	24.5
26	〃	nd.	nd.	nd.	996	817	416	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	79.1	58.8	30.6
27	〃	nd.	nd.	nd.	883	683	305	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	66.1	45.7	21.3
28	〃	nd.	nd.	nd.	818	585	259	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	66.4	42.4	19.4
29	ガラス製(N社製)	nd.	nd.	nd.	0.37	0.10	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
30	〃	nd.	nd.	nd.	0.74	0.16	0.09	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
31	〃 (Y社製)	nd.	nd.	nd.	0.11	nd.	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
32	〃	nd.	nd.	nd.	0.97	0.19	0.11	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
33	〃	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
34	〃 (H社製)	nd.	nd.	nd.	0.14	0.10	0.05	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
35	〃	nd.	nd.	nd.	0.15	0.10	0.04	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
36	〃(チェコスロバキア製)	nd.	nd.	nd.	0.22	0.09	0.05	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
37	陶磁器(美濃焼)	nd.	nd.	nd.	0.77	0.18	0.14	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
38	〃	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
39	陶磁器(大社焼)	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
40	〃	nd.	nd.	nd.	3.52	2.18	0.91	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
41	陶磁器(珠洲焼)	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.09	0.03	0.02
42	〃	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.02	0.02	0.01
43	陶磁器(九谷焼)	nd.	nd.	nd.	0.09	nd.	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
44	〃	nd.	nd.	nd.	6.33	1.18	0.79	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.06	0.04	0.02	nd.	nd.	nd.	0.23	0.08	0.05
45	陶磁器(龍清焼)	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	5.0	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
	最高値	nd.	nd.	nd.	996	817	416	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.14	0.04	0.02	nd.	nd.	nd.	79.1	58.8	30.6
	最低値	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
	検出数(45件中)	0	0	0	37	33	32	—	0	0	0	0	0	0	7	6	2	0	0	0	28	25	21

nd.：As<0.025mg/l；Pb<0.042mg/l；Cd<0.003mg/l；Ni<0.01mg/l；Cr<0.007mg/l；Be<0.001mg/l；Cu<0.008mg/l

表 3　　ガラス製食器，陶磁器製食器の規格区分

区分		鉛	カドミウム	今回の検体で該当するもの
① 深型の容器（深さ2.5cm以上）	内容量 1.1 l以上	2.5mg/l	0.25mg/l	No. 1
	内容量 1.1 l未満	5.0mg/l	0.5mg/l	No. 2～13, 29～43, 45
② 浅型の容器（深さ2.5cm未満）		17 μg/cm²	1.7 μg/cm²	No.14～28, 44
③ 液体を満たすことができない容器		17 μg/cm²	1.7 μg/cm²	—

では鉛，カドミウムについて深さ及び内容量区分に応じて，表3のような基準値が定められている。また，浅型のもの及び液体を満たすことができない容器については，単位面積当たりの溶出量の基準値が定められていることから，内表面積及び内容量を測定して，単位面積当たりの溶出量を算出し表4に示した。

表2に示すように，No.12の検体から基準値を越える鉛が検出された。また，表4ではNo.24～28の検体からの溶出量は基準値の約60倍と異常に高い鉛が検出された。

そこで，行政機関と協議のうえ，再度同一ロットの検体を入手して「規格基準」の試験法に準じて原子吸光光度計による再試験を実施し，「規格基準」不適を確認した後，行政機関による製造工程の調査と指導が行われた。

鉛の溶出量は必ずしも鉛含量に比例せず，原材料の品質，製造条件等により大きく左右されるが，今回異常に高い値が得られた検体については，食器に使用する耐酸性上絵の具を使用せず，食器以外のものに使用する上絵の具を誤って使用したものであることが判明した。

また，鉛溶出量の溶出回数による変化をみると，陶磁器製食器及びガラス製食器ともに，ほぼ全体的に，1回目に一番多く溶出し，以後順次減少することが明らかとなった。したがって，同一食器で繰り返し酸性食品を使用した場合には，使用回数が多くなるほど人への影響は少なくなると思われる。

3・3　カドミウム

今回の結果は表2のとおりであり，すべての検体から検出しなかった。

カドミウムは，上絵の具に含まれているのもあるため溶出の可能性があり，「規格基準」が定められている。

なお昭和61年以降，本県では行政依頼試験として毎年約30件の陶磁器製食器の規格試験を実施しているが，カドミウムは基準を超えて検出されていないことから，カドミウムに関しても問題がないと思われる。

3・4　ニッケル

今回の結果は表2のとおりであり，すべての検体から検出しなかった。

上絵の具としてのニッケルの呈色は不安定であり，実際にはほとんど使われていない[6]ので，今回の結果からみて，ニッケルに関しても問題がないと思われる。

3・5　クロム

今回の結果は表2のとおりであった。

クロムは陶磁器製食器の顔料として使用されることもあるが，馬場らによると陶磁器製食器では浸出液と試料の接触面積との比を2 ml/cm² に換算した溶出量で0.1mg/l以上検出するものはなかったと報告している[4]。

今回の結果では，ガラス製食器からは検出されず，陶磁器製食器の一部の検体（No.4，19～23，44）から検出され，検出値は0.01～0.14mg/l であった。これを浸出液と試料の接触面積との比を2 ml/cm² に換算すると，馬場らの結果と一致する。

なお，検出された検体について，溶出量と溶出回数による変化をみると，1回目に最も多く溶出し以後順次減少していることから，鉛と同様の傾向がみられた。

3・6　ベリリウム

今回の結果は表2のとおりであり，すべての検体から検出しなかった。

ベリリウムは，顔料として使用されることはほとんどない[6][7]こともあり，今回の結果からみて，ベリリウムに関しても問題がないと思われる。

3・7　銅

今回の結果は表2のとおりであり，ガラス製食器からは検出されなかった。

銅については前にも触れたように，発がんの危険性が高い金属ではないが，陶磁器の青～緑系統の上絵の具の顔料として使用量が多いことと，一部（No24～28）

表 4　単位面積当りの溶出量（$\mu g/cm^2$）

検体No.	検体名	内表面積 (cm^2)	内容量 (ml)	As			Pb				Cd			Ni			Cr			Be			Cu		
				1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	規格基準	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目	1回目	2回目	3回目
1	陶磁器(九谷焼)	430	1,110	nd.	nd.	nd.	0.80	0.28	0.11	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	2.06	2.77	1.54
2	〃	300	400	nd.	nd.	nd.	0.61	0.06	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.02	nd.	nd.
3	〃	285	350	nd.	nd.	nd.	0.10	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
4	〃	370	600	nd.	nd.	nd.	0.36	nd.	0.11	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.01	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.02	nd.	nd.
5	〃	385	900	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
6	〃	355	850	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
7	〃	236	400	nd.	nd.	nd.	2.56	1.17	0.11	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.32	0.14	0.04
8	〃	236	400	nd.	nd.	nd.	1.13	0.16	0.14	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.17	0.04	0.02
9	〃	404	400	nd.	nd.	nd.	3.13	1.19	0.53	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.03	0.02	nd.
10	〃	404	400	nd.	nd.	nd.	3.59	1.20	0.55	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.10	0.03	0.01
11	〃	404	400	nd.	nd.	nd.	4.43	1.22	0.47	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.05	0.03	nd.
12	〃	404	400	nd.	nd.	nd.	5.24	2.11	0.89	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.05	0.02	nd.
13	〃	404	400	nd.	nd.	nd.	2.93	0.85	0.47	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.04	0.02	0.01
14	〃	450	300	nd.	nd.	nd.	1.42	0.33	0.25	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.05	0.02	0.01
15	〃	450	300	nd.	nd.	nd.	1.32	0.32	0.23	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.09	0.03	0.03
16	〃	450	300	nd.	nd.	nd.	0.99	0.24	0.19	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.09	0.03	0.02
17	〃	450	300	nd.	nd.	nd.	1.24	0.31	0.11	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.03	nd.	nd.
18	〃	450	300	nd.	nd.	nd.	0.79	0.25	0.08	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.06	0.01	nd.
19	〃	492	400	nd.	nd.	nd.	4.99	0.67	0.55	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.09	0.03	0.01	nd.	nd.	nd.	0.15	0.04	0.05
20	〃	492	400	nd.	nd.	nd.	4.38	0.61	0.56	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.09	0.02	nd.	nd.	nd.	nd.	0.15	0.05	0.06
21	〃	492	400	nd.	nd.	nd.	4.24	0.75	0.50	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.09	0.02	nd.	nd.	nd.	nd.	0.13	0.04	0.04
22	〃	492	400	nd.	nd.	nd.	3.49	0.65	0.54	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.11	0.03	nd.	nd.	nd.	nd.	0.13	0.06	0.07
23	〃	492	400	nd.	nd.	nd.	4.85	0.51	0.49	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.08	0.02	nd.	nd.	nd.	nd.	0.15	0.03	0.04
24	〃	560	600	nd.	nd.	nd.	844	649	279	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	70.9	44.7	20.7
25	〃	560	600	nd.	nd.	nd.	879	735	351	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	73.4	55.4	26.3
26	〃	560	600	nd.	nd.	nd.	1,067	875	446	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	84.8	63.0	32.8
27	〃	560	600	nd.	nd.	nd.	947	732	327	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	70.8	49.0	22.8
28	〃	560	600	nd.	nd.	nd.	876	626	278	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	71.2	45.4	20.8
29	ガラス製(N社製)	195	255	nd.	nd.	nd.	0.49	0.13	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
30	〃	140	165	nd.	nd.	nd.	0.87	0.19	0.10	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
31	〃 (Y社製)	210	695	nd.	nd.	nd.	0.38	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
32	〃	185	160	nd.	nd.	nd.	0.84	0.16	0.10	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
33	〃	283	600	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
34	〃 (H社製)	206	255	nd.	nd.	nd.	0.18	0.13	0.06	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
35	〃	172	240	nd.	nd.	nd.	0.21	0.14	0.06	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
36	〃 (チェコスロバキア製)	167	200	nd.	nd.	nd.	0.26	0.11	0.06	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
37	陶磁器(美濃焼)	136	200	nd.	nd.	nd.	1.14	0.27	0.20	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
38	〃	151	210	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
39	陶磁器(大社焼)	169	215	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
40	〃	140	235	nd.	nd.	nd.	5.91	3.66	1.52	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
41	陶磁器(珠洲焼)	119	120	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.09	0.03	0.02
42	〃	283	650	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.05	0.05	0.03
43	陶磁器(九谷焼)	151	180	nd.	nd.	nd.	0.11	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
44	〃	70	75	nd.	nd.	nd.	6.78	1.26	0.85	17	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.07	0.04	0.02	nd.	nd.	nd.	0.25	0.08	0.05
45	陶磁器(龍清焼)	189	210	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
	最高値			nd.	nd.	nd.	1,067	875	446	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	0.11	0.04	0.02	nd.	nd.	nd.	84.8	63.0	32.8
	最低値			nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	—	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.	nd.
	検出数（45件中）			0	0	0	37	33	32	—	0	0	0	0	0	0	7	6	2	0	0	0	28	25	21

の溶出液が青色に帯色していたことから，測定項目に加えたものである。

これらの検体については，銅に加えて鉛が多量に検出されたことから，行政機関を通じて指導を行った。

また，銅溶出量の溶出回数による変化をみると，一部の検体を除いて1回目に最も多く溶出していることから，同一食器で繰り返し酸性食品を使用した場合，2回目以降は，鉛，クロムと同様，順次減少する傾向がみられた。

4 ま と め

石川県内で主に使用，製造されている陶磁器製食器及びガラス製食器計45検体について，発がんの危険性が報告されている5種の金属（ヒ素，カドミウム，ニッケル，クロム，ベリリウム）及び鉛，銅の7種の金属について，酢酸溶液における溶出量を調査した結果をまとめると，以下のとおりである。

(1) ヒ素，カドミウム，ニッケル，ベリリウムの4種の金属は，今回の検体から検出されなかった。

(2) 鉛は多数の検体から検出され，最も高い値としては996mg/lであった。

(3) クロムはガラス製食器から検出されず，一部の陶磁器製食器から0.01～0.14mg/l検出された。

(4) 銅は，ガラス製食器から検出されず，一部の陶磁器製食器から0.01～79.1mg/l検出された。

(5) 同一検体について3回の繰り返し溶出を行ったところ，1回目に最も多く溶出し，以後は順次減少する傾向がみられた。

文　　献

1) IARC：Monograph（on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans），International Agency for Research on Cancer, Suppl. 1, p121, Lyon (1979)
2) 坂井和男，山根靖弘：衛生化学，36，181—200（1990）
3) 池辺克彦，西宗高弘，田中涼一：食衛誌，31，382—393（1990）
4) 馬場二夫，岡本章良，福田正則，森田　茂，石綿肇，杉田たきこ：日本薬学会第110年会講演要旨集4,188（1990）
5) 成田昌稔：食品衛生研究，36(7)，7—24（1986）
6) 宮川愛太郎：陶磁器釉薬 — うわぐすり —，85—97，共立出版，東京（1965）
7) 日本顔料技術協会編：最新顔料便覧，255—257，誠文堂新光社，東京（1976）

〔報　文〕

石川県における空間線量調査結果（その3）

— 可搬型Ge半導体検出器を用いた空間線量調査 ——

石川県衛生公害研究所環境放射線部

中谷　光・四月朔日富司子
酒井道則・矢鋪満雄

1 はじめに

本県における空間放射線のレベル，分布等の概況を把握するため，昭年53年度より環境放射能調査を開始し，その一環として可搬型Ge半導体検出器を用いた空間線量の調査を行ってきた。

自然放射線は，大地や大気からの放射線寄与分と宇宙線寄与分とに大別される。前報[1]でのTLD（熱ルミネセンス線量計）を用いた空間線量測定ではこれらを合わせた全γ線量を測定したのに対して，本調査では大地寄与分を対象に土壌中に含まれる放射性核種から放出されるγ線のエネルギースペクトルを測定し，ウラン系列核種，トリウム系列核種，カリウム—40の成分別の線量率を評価した。線量率の違いについては表層地質が主な要因と考えられることから，表層地質と線量率との関連について検討し，若干の知見が得られたので報告する。

2 調査方法

調査地点については石川県地質図[2]を参考として線量率が高いと予想されるような地点に着目しながら，県全体の線量率レベルを把握することを目的として選定した（図1）。

地上1mの位置にオルテック製Ge半導体検出器を設置して，約1時間測定で得られたスペクトルを解析し，成分別の線量率を求めた。

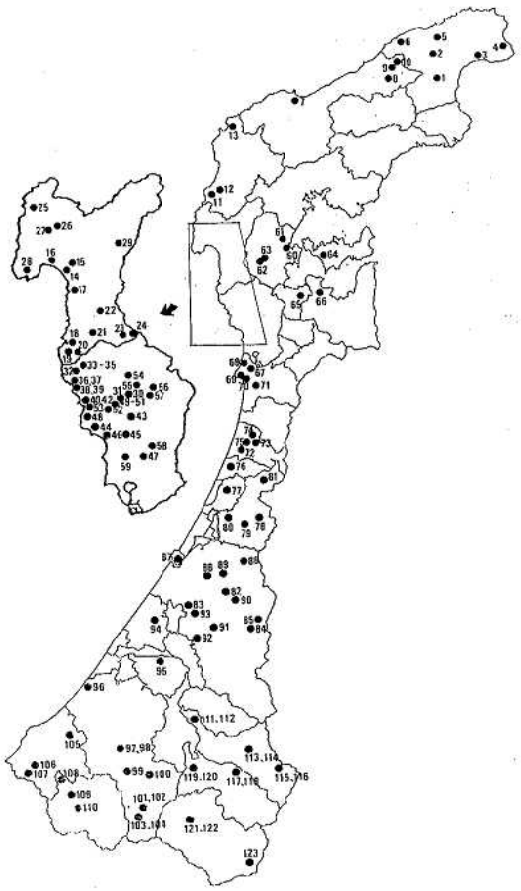


図1　測定地点図

Survey of Environmental Gamma Radiatiom in Ishikawa Prefecture. 3. Survey of Gamma Radiation with Portable Germanium Detector. *by Mitsuru NAKATANI, Fujiko WATANUGI, Michinori SAKAI, and Michio YASHIKI* (*Department of Environmental Radiation, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment*)

表1—1　空間γ線量測定結果

地点名	調査年度	空間γ線量（nGy/h） 成分別空間γ線量 U系列	Th系列	K—40	Cs—137	合計	地質*）
1 珠洲市小屋	S 56	9.4	13	14	1.7	39	Tr（I）
2 〃 若山大坊	〃	8.4	8.0	12	3.3	31	ms
3 〃 野々江	〃	9.4	11	14	1.0	35	gsm（I）
4 〃 寺家	〃	5.9	8.4	11	3.3	29	Tr（I）
5 〃 馬緤	〃	9.0	7.9	16	0.8	34	ms
6 〃 真浦	〃	8.3	9.9	17	2.7	38	ms
7 輪島市輪島	〃	7.0	13	10	1.8	32	s
8 〃 牛尾1	S 55	12	8.5	9.7	3.1	34	ms
9 〃 〃 1	〃	13	7.7	10	3.0	34	ms
10 〃 〃 2	〃	75	11	35	1.8	121	—（含海緑石露頭）
11 門前町黒崎	〃	9.7	17	17	2.6	46	Ry
12 〃 馬場	〃	6.7	9.2	22	2.6	40	cg（I）
13 〃 皆月	S 56	7.2	10	14	0.4	32	altgsm（II）
14 富来町領家1	S 53	7.3	13	25	0.3	45	s
15 〃 〃 1	H 1	7.4	10	26	1.1	44	s
16 〃 〃 2	H 1	4.5	6.9	22	ND	34	s
17 〃 生神	S 53	7.9	14	23	0.8	45	Ab（II）
18 〃 福浦港1	S 53	10	15	19	1.0	46	Ab（II）
19 〃 〃 2	S 59	7.8	17	7.8	2.1	35	Ab（II）
20 〃 〃 2	S 60	9.0	16	12	1.3	38	Ab（II）
21 〃 和光台	S 53	6.9	16	9.1	1.0	33	Ab（II）
22 〃 草木	S 54	5.0	11	21	0.4	37	ms
23 〃 三明	S 59	7.1	14	24	0.3	45	Ab（II）
24 〃 〃	S 60	5.2	9.6	24	0.2	38	Ab（II）
25 〃 笹波	H 1	9.7	17	24	0.8	51	ss（I）
26 〃 大福寺1	〃	7.0	13	22	0.6	43	altgsm（II）
27 〃 〃 2	〃	4.0	9.0	6.4	0.6	20	Gn
28 〃 風無	〃	9.1	18	22	0.2	49	Ab（II）
29 〃 今田	〃	5.3	8.6	14	1.1	29	gsm（I）
30 志賀町直海	S 53	6.8	9.7	27	0.3	44	ss（II）
31 〃 田原	〃	6.6	14	23	0.4	44	Ab（II）
32 〃 赤住1	〃	6.2	15	9.4	5.9	36	Ab（II）
33 〃 〃 2	〃	11	24	16	0.3	51	Ab（II）
34 〃 〃 2	S 59	12	22	12	4.8	50	Ab（II）
35 〃 〃 2	S 60	12	20	12	4.7	48	Ab（II）
36 〃 〃 3	S 53	7.5	11	18	0.6	37	Ab（II）
37 〃 〃 3	S 54	6.5	12	18	0.5	37	Ab（II）
38 〃 〃 4	S 59	9.0	16	12	0.7	38	Ab（II）
39 〃 〃 4	S 60	7.6	11	22	0.6	41	Ab（II）
40 〃 百浦	S 53	10	17	16	3.0	46	gsm（II）
41 〃 〃	S 59	9.3	16	14	2.8	42	gsm（II）

*）経済企画庁総合開発局の地質分類図（昭和49年）をもととした

表1—2　空間γ線量測定結果

地点名	調査年度	空間γ線量 (nGy/h) 成分別空間γ線量 U系列	Th系列	K—40	Cs—137	合計	地質*)
42 志賀町百浦	S 60	8.0	12	25	0.1	45	gsm (Ⅱ)
43 〃 堀松	S 53	3.9	11	30	1.5	46	ss (Ⅱ)
44 〃 高浜1	〃	12	14	28	0.3	54	s
45 〃 〃 2	S 54	6.8	14	25	0.7	46	s
46 〃 〃 3	H 1	7.0	16	26	0.3	49	s
47 〃 二所宮	S 53	7.5	14	26	1.0	49	ms
48 〃 上野	S 54	6.4	13	23	0.3	42	gsm (Ⅱ)
49 〃 安部屋1	〃	10	16	9.7	5.6	42	Ab (Ⅱ)
50 〃 〃 1	S 59	11	18	13	4.4	46	Ab (Ⅱ)
51 〃 〃 1	S 60	9.9	20	15	4.4	49	Ab (Ⅱ)
52 〃 〃 2	S 54	5.1	10	22	0.3	38	Ab (Ⅱ)
53 〃 〃 3	H 2	5.6	10	25	0.3	41	gsm (Ⅱ)
54 〃 仏木	H 1	11	19	16	ND	46	gsm (Ⅱ)
55 〃 火打谷1	〃	6.0	15	16	0.9	38	ss (Ⅱ)
56 〃 〃 2	〃	13	6.9	9.0	0.02	29	ss (Ⅱ)
57 〃 〃 3	〃	9.3	10	19	0.1	39	ss (Ⅱ)
58 〃 矢駄	〃	8.9	14	21	0.8	44	ms
59 〃 宿女	〃	6.9	10	23	0.7	41	gsm (Ⅱ)
60 中島町中島	S 55	5.7	8.9	7.5	3.7	26	ms
61 〃 上町	〃	7.3	14	7.3	5.0	34	Ab (Ⅱ)
62 〃 唐島1	〃	11	20	11	0.3	42	ms
63 〃 〃 2	〃	4.5	2.3	11	3.4	21	ms
64 能登島町半浦	S 57	5.4	9.5	23	0.2	38	altgsm (Ⅱ)
65 田鶴浜町三引	S 55	54	12	19	0.2	86	—(含燐鉱床露頭)
66 七尾市和倉	〃	8.6	9.2	11	4.7	33	gsm (Ⅱ)
67 羽咋市柴垣町1	S 54	9.3	25	9.5	5.9	50	cg (Ⅰ)
68 〃 〃 2	H 2	6.3	13	23	1.0	43	cg (Ⅰ)
69 〃 滝町1	S 54	5.4	12	19	0.4	37	cg (Ⅰ)
70 〃 〃 2	H 2	9.2	21	25	0.2	56	cg (Ⅰ)
71 〃 西釜谷町	〃	9.2	19	26	0.3	55	gsm (Ⅱ)
72 押水町坪山	S 54	11	23	14	3.7	52	gs
73 〃 山崎	S 58	12	15	20	1.1	48	gsm (Ⅱ)
74 〃 南吉田	〃	11	16	17	1.0	45	ms
75 〃 上田	〃	7.7	9.5	29	ND	47	gsm (Ⅱ)
76 高松町南新町	〃	10	19	24	0.3	54	s
77 宇ノ気町内日角	〃	10	17	26	0.1	54	gsm (Ⅰ)
78 津幡町蓮花寺	〃	11	14	19	1.2	46	ms
79 〃 倉見	〃	6.1	7.8	33	0.1	47	ms
80 〃 加茂	〃	14	18	21	1.6	55	ms
81 〃 上大田	〃	7.8	11	18	0.9	37	altgsm (Ⅱ)
82 金沢市若松町	S 54	5.9	13	15	1.4	35	gs

*）経済企画庁総合開発局の地質分類図（昭和49年）をもととした

表1—3　空間γ線量測定結果

地点名	調査年度	空間γ線量（nGy/h）					地質*）
		成分別空間γ線量				合計	
		U系列	Th系列	K—40	Cs—137		
83 金沢市三馬	S 54	8.6	17	22	0.4	48	gs
84 〃 湯涌町	S 60	6.4	12	14	1.6	34	Tr（I）
85 〃 田島町	〃	11	20	10	3.7	44	Tr（I）
86 〃 桐山町	〃	7.2	15	13	1.6	37	ms
87 〃 粟ヶ崎	〃	7.4	16	19	1.0	43	s
88 〃 兼六町	〃	9.9	17	20	0.8	48	gs
89 〃 卯辰町	〃	7.0	15	6.6	1.1	30	gs
90 〃 角間	〃	7.3	15	17	1.0	41	gs
91 〃 別所	〃	8.9	14	12	1.0	36	ms
92 〃 坪野町	〃	7.4	16	8.1	4.2	35	Tr（I）
93 〃 高尾町	〃	7.2	15	19	0.3	41	gs
94 松任市辰巳町	〃	8.2	15	20	ND	61	gs
95 辰口町岩内	S 54	12	22	9.8	1.0	45	gsm（I）
96 小松市安宅	〃	16	16	22	ND	55	s
97 〃 赤瀬	S 59	6.1	13	13	3.6	35	Ry
98 〃 〃	〃	8.4	18	14	3.7	44	Ry
99 〃 大杉	〃	6.7	15	21	0.9	44	Tr（I）
100 〃 丸山	〃	11	19	23	0.6	54	Tr（I）
101 〃 新保	〃	5.2	7.4	8.4	3.7	25	Ab（II）
102 〃 〃	〃	5.7	11	7.0	3.2	27	Ab（II）
103 〃 新保地内	〃	3.7	8.8	8.6	3.7	25	Gn
104 〃 〃	〃	6.9	15	11	3.9	37	Gn
105 加賀市宇谷	S 57	6.3	9.8	11	0.8	28	gsm（I）
106 〃 細坪	〃	7.5	13	13	4.5	39	Tr（I）
107 〃 直下	〃	3.6	7.6	13	2.8	27	Tr（I）
108 山中町中田	〃	10	12	22	ND	45	gs
109 〃 こおろぎ	〃	8.6	12	14	0.9	35	gs
110 〃 坂の下	〃	6.5	14	16	1.0	38	Ab（II）
111 吉野谷村吉野	S 59	8.0	16	21	9.5	55	Tr（II）
112 〃 〃	〃	11	18	21	12	62	Tr（II）
113 〃 中宮温泉	〃	17	25	20	0.3	62	Tr（I）
114 〃 〃	〃	13	27	22	0.6	62	Tr（I）
115 〃 三方岩	〃	22	40	45	ND	108	Tr（II）
116 〃 〃	〃	14	27	31	0.5	73	Tr（II）
117 尾口村一里野	〃	13	19	27	2.2	61	Gn
118 〃 〃	〃	12	23	26	0.6	62	Gn
119 〃 東二口	〃	12	19	23	0.2	54	altms
120 〃 〃	〃	12	22	23	0.3	57	altms
121 白峰村白峰	〃	7.4	16	26	4.1	54	altgs
122 〃 〃	〃	12	22	23	0.3	57	altgs
123 〃 白山山麓	〃	17	37	39	0.3	94	Tr（II）

*）経済企画庁総合開発局の地質分類図（昭和49年）をもととした

表 2　表層地質別線量率計算結果

単位：nGy/h

記号	地質区分	線量率 範囲	線量率 平均値
s	砂	32～55	46(10)
gsm（Ⅰ）	礫・砂・泥（Ⅰ）	28～55	42 (7)
gs	砂礫	30～61	44(10)
gsm（Ⅱ）	礫・砂・泥（Ⅱ）	33～48	43 (9)
altgsm（Ⅰ）	礫岩・砂岩・泥岩（Ⅰ）	—	—
ss（Ⅰ）	砂岩（Ⅰ）	51	51 (1)
cg（Ⅰ）	礫岩（Ⅰ）	37～56	45 (5)
ss（Ⅱ）	砂岩（Ⅱ）	29～46	39 (5)
ms	泥岩	21～55	39(17)
altsm	砂岩・泥岩	—	—
altgsm（Ⅱ）	礫岩・砂岩・泥岩（Ⅱ）	32～43	38 (4)
altsmt	礫岩・砂岩・凝灰岩	—	—
cg（Ⅱ）	礫岩（Ⅱ）	—	—
altgs	礫岩・砂岩	54～57	56 (2)
altms	頁岩及び頁岩・砂岩互層	54～57	56 (2)
Ab（Ⅰ）	新期安山岩・火山砕屑物	—	—
Py	火山砕屑物	—	—
Ry	流紋岩質岩石	35～46	42 (3)
Ab（Ⅱ）	安山岩質岩石・火砕岩	25～51	40(25)
Tr（Ⅰ）	凝灰岩質岩石	27～62	43(11)
Tr（Ⅱ）	流紋岩質凝灰岩	55～108	78 (5)
Gr	花崗岩質岩石	87	87*)
Gn	片麻岩質岩石	20～62	41 (5)
ls	結晶質石灰岩	—	—

—：測定せず
（）：括弧内の数は測定回数
*)：花崗岩風化物のある場所で測定したデータ

表 3　市町村別線量率計算結果（表層地質面積の重みをつけ計算）

単位：nGy/h

市町村名	線量率計算値	市町村名	線量率計算値
金沢市	44	津幡町	42
七尾市	40	高松町	61
小松市	42	七塚町	46
輪島市	41	宇ノ気町	49
珠洲市	41	内灘町	46
加賀市	43	富来町	41
羽咋市	44	志雄町	40
松任市	44	志賀町	41
山中町	42	押水町	55
根上町	45	田鶴浜町	41
寺井町	44	鳥屋町	41
辰口町	43	中島町	40
川北町	44	鹿島町	44
美川町	44	能登島町	40
鶴来町	43	鹿西町	43
野々市町	44	穴水町	42
河内村	46	門前町	31
吉野谷村	61	能都町	41
鳥越村	42	柳田町	41
尾口村	56	内浦町	42
白峰村	55		

3　結果及び考察

3・1　表層地質と線量率との関係

表1に測定地点別に積量率及び表層地質[3]を示す。輪島市（牛尾），田鶴浜町（三引），松任市（辰巳町），吉野谷村（吉野，中宮温泉，三方岩），尾口村（一里野），白山山麓で60nGy/hを超える線量率の高い地点があった。特に，牛尾の含海緑石層露頭で，121nGy/h，三引の含燐鉱床露頭で86nGy/hとなり，局所的に線量率の高い地点があった[1]。

土壌中のウラン系列，トリウム系列，カリウム—40の濃度はケイ酸塩濃度の高い酸性岩（花崗岩，流紋岩）において最も高く，ケイ酸塩濃度の低い塩基性岩（玄武岩，斑糲岩）において低い。また，一般に堆積岩に比べて火成岩において高いが，特例的に堆積岩の中の頁岩や燐灰岩については火成岩より高いものがあるとされている。このようなことから土壌中の放射性核種の濃度，すなわち大地からの放射線量については，地質を基として区分して評価することとし，表1の結果を表層地質別に整理した（表2）。

表2では，表層地質によって測定回数が異なり，しかも一部に測定データのない地質があるが，表層地質と線量率について検討した。酸性岩（流紋岩質岩石，流紋岩質凝灰岩，花崗岩質岩石，片麻岩質岩石）では平均40～87nGy/hに対して，中性岩（安山岩質岩石・火砕岩）は平均40nGy/hと，酸性岩より低い傾向にあった。堆積岩（砂岩，礫岩，泥岩）では平均38～56nGy/h，頁岩及び頁岩・砂岩互層では平均56nGy/hと比較的高い結果が得られ，本県においても前述の内容と符合する様相である。

3・2　市町村別線量率の計算

3・1で記述したように線量率は表層地質に依存す

表4　地域別線量率計算結果（市町村面積の重みをつけ計算）

地点No.	地域区分	測定回数（回）	面積*）（km²）	線量率計算値（nGy/h）
1～ 6	能登北東部	6	704	41
7～ 29	能登北西部	23	553	32
30～ 66	能登中部	37	484	40
67～ 75	能登南部	9	233	43
76～ 94	加賀北部	19	714	42
95～110	加賀南西部	16	787	42
110～123	加賀南東部	13	686	49
	能登地方	75	1,974	38
	加賀地方	48	2,187	44
	県全体	123	4,161	41

*）湖沼の面積を除いた数値

表5　地域別線量率計算結果（市町村人口の重みをつけ計算）

地点No.	地域区分	測定回数（回）	人口*）（人）	線量率計算値（nGy/h）
1～ 6	能登北東部	6	63,155	41
7～ 29	能登北西部	23	50,917	39
30～ 66	能登中部	37	96,851	40
67～ 75	能登南部	9	53,332	45
76～ 94	加賀北部	19	630,790	44
95～110	加賀南西部	16	243,847	43
110～123	加賀南東部	13	28,558	45
	能登地方	75	264,255	41
	加賀地方	48	903,195	44
	県全体	123	1,167,450	43

*）1992年1月1日現在の数値

る傾向にあり，同一地質における線量率のバラツキが比較的小さい（表2）ことに着目して，測定地点が離れていても表層地質が同じであれば線量率が等価であると仮定した。この仮定に基づき，表2の結果に表層地質面積の重みをつけて市町村別の線量率を試算した（表3）。表3から50nGy/hを超える市町村は，吉野谷村，白峰村，高松町，押水町，また，40nGy/h未満の市町村は門前町となり，能登南部と加賀南東部に線量率の高い地域があり，能登中部以北に線量率の低い地域がある結果となった。

3・3　地域別線量率の計算

(1)　面積加重による平均線量率

表3の結果に市町村面積の重みをつけて地域別の線量率を試算した（表4）。表4からは3・1で記述したのと同様に加賀南東部で線量率が高く，能登北西部で線量率が低い結果が得られた。さらに能登地方と加賀地方との比較では，加賀地方の線量率が高い結果となった。

(2)　人口加重による平均線量率

表3の結果に平成4年1月1日現在の市町村人口の重みをつけて地域別の線量率を試算した（表5）。表5からは加賀南東部のほかに加賀北部，加賀南西部で線量率が高く，能登北西部のほかに能登北東部，能登中部で線量率が低くなった。さらに能登地方と加賀地方で比較すると，(1)の場合と同様に加賀地方の線量率が高い結果となった。

3・4　県民の外部全身線量当量の計算

県民全体への外部全身線量当量を評価する場合に，表5の人口分布を考慮した線量率を用いた。

この数値から1年間に県民1人当たりの大地から受ける線量は，43nGy/hから計算して0.38mGyとなる。この0.38mGyを外部全身線量当量に換算すると1年間に0.30mSvになった。この数値は昭和63年に国連科学委員会に報告された日本の大地由来の平均値（49nGy/h）から計算した0.34mSvと近似した値である。

4　ま　と　め

大地由来の線量率には，表層地質の種類が強くかかわっていることに着目して，表層地質と線量率との関連について検討した。

(1)　酸性岩の花崗岩質岩石，流紋岩質岩石，流紋岩質凝灰岩が分布する能登南部以南で線量率が高く，中性岩の安山岩質岩石・火砕岩が分布する能登中部以北で線量率が低かった（表6参照）。これらの結果から，土壌中のケイ酸塩濃度と線量率レベルとの関連について，検討しておく必要があることが示唆される。

(2)　市町村人口で加重平均した線量率計算結果によると，加賀地方の線量率は能登地方より高くなった。

(3)　県民1人当たりの大地から受ける外部全身線量当量は，0.30mSv/yと日本の大地由来の平均値0.34mSv/yに近似した値となった。

(4)　本調査では線量率が高いと予想される地点に着

表 6　地域別地質存在割合

地域区分	主な地質			特徴的な地質	
能登北東部	安山岩質岩石・火砕岩 33.9	凝灰岩質岩石 26.3	泥岩 19.2		
能登北西部	安山岩質岩石・火砕岩 36.1	砂岩・泥岩 23.7	砂岩（II） 14.5		
能登中部	安山岩質岩石・火砕岩 44.6	泥岩 15.3	砂岩（II） 12.3		
能登南部	礫・砂・泥（I） 26.7	礫岩（I） 17.0	泥岩 12.6	砂 8.5	花崗岩質岩石 7.3
加賀北部	凝灰岩質岩石 29.5	砂礫 17.9	礫・砂・泥（I） 13.2	砂 5.6	
加賀南西部	凝灰岩質岩石 31.1	安山岩質岩石・火砕岩 19.4	礫・砂・泥（I） 13.1		
加賀南東部	凝灰岩質岩石 22.3	礫岩・砂岩 21.4	流紋岩質凝灰岩 18.9	片麻岩質岩石 9.7	頁岩及び頁岩・砂岩互層 8.1

数字は地域の全体表面積におけるその地質が占める面積の割合（%）

目しながら，表層地質を参考として測定地点を抽出したが，地域代表性を更に高めるため県土をメッシュに分画し，県民への外部全身線量当量を評価したいと考えている。

文　献

1) 大辻真紀子，小森正樹，中谷　光，今井利夫，安井嘉朗：石川衛公害研年報，27，349—356（1990）
2) 紺野義夫：石川県地質図（1976）
3) 経済企画庁総合開発局：土地分類図（石川県）（昭和49年），表層地質図及び付属資料
4) 石川県環境部：環境放射能調査報告書（1981），61—66

〔報　文〕

石川県における環境放射線監視テレメータシステム

石川県衛生公害研究所環境放射線部　酒井 道則・中谷　光・矢鋪 満雄

1 はじめに

平成4年度に北陸電力株式会社志賀原子力発電所が試運転を開始するのに先立ち，石川県では，発電所周辺地域の住民の健康と安全を守り，生活環境の保全を図ることを目的に，平成2年7月から発電所周辺の環境放射線の事前調査を実施している。

事前調査では，発電所の運転開始後の環境放射線監視に資するため，運転開始前における環境放射線のバックグラウンドレベルとその変動特性を把握しておくことが重要であるとされている。そこで，事前調査の一環として，空間放射線，大気中放射性物質の測定及び気象要素の観測を行い，これらのデータを環境放射線監視テレメータシステムにより収集し，空間放射線及び大気中放射性物質の監視を実施するとともに，収集したデータの集計・解析等を行っている。

テレメータシステムについては，元年度において志賀町監視センターにオンラインシステムを整備し，2年度から運用を開始するとともに，衛生公害研究所の太陽が丘庁舎（中央監視局：金沢市太陽が丘1丁目11番）の完成を待って3年度にオンライン及びオフラインシステムを整備し，システム全体の整備を終えた。

本県のオンラインシステムについては，「測定」，「監視」，「表示（広報）」をリアルタイムで一体化させていることと，中央監視局と志賀町監視センターとのシステム二重化構成，つまりどちらか一方のシステムが万一の障害により機能を停止することがあっても，監視業務が実施できる体制としているところに特徴をもたせている。

オフラインシステムについては，空間放射線の変動要因の解明や測定データの評価に重点をおき，緊急時には被ばく線量当量の推定を簡易計算法により迅速かつ的確に行えるようにしている。また，これら両システムについては，システムの操作性を容易にするため，業務の種類及び操作手順をメニュー化するとともに，効率的なデータファイルの管理・運用ができるようにしている。

なお，測定項目の中でも空間放射線としての低線量率については，全線量率に加えて，自然放射線と人工放射線の弁別評価に資するため，γ線のエネルギー帯別にも線量率を測定している。

以下に，テレメータシステムの概要について報告する。

2 テレメータシステムの構成及び機能

2・1 構　成

テレメータシステムは，観測局（6局），志賀町監視センター，中央監視局及び県庁ワークステーションから構成される（図1）。

前述のように，本システムにおいては，「測定」，「監視」，「表示（広報）」をリアルタイムで一体化させている。

「測定」は観測局で行われ，空間放射線や気象要素等の項目をできるだけ正確に捉えることに腐心した仕様としている。

「監視」は中央監視局及び志賀町監視センターにおいて行われ，測定したデータの変動兆候を常時監視し，異常なデータの発生に際して素早く対応できるよう配慮した設計である。また，県庁でも監視状況の把握が可能である。

「表示（広報）」については，最近，環境放射線（能）が話題になることが多いが，単位やレベルに難解な面があることから，これらに関する正確な知識が必ずしも十分に普及しているとは言いがたい状況にある。一

Telemeter System of Environmental Radiation Monitoring in Ishikawa Prefecture.
by Michinori SAKAI, Mituru NAKATANI, and Michio YASHIKI (Department of Environmental Radiation, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)

方，本県では，後述の環境放射線の特殊性に鑑み，測定データを地域住民等にリアルタイムで公開しているが，データの意味するところを理解してもらう必要があることから，中央監視局及び志賀町監視センターにおいて放射線（能）を解説したパターンもオンラインシステムと一体的に表示できるシステムを整備している。

(1)　測定項目

観測局における測定項目を表1に示した。

空間放射線量は低線量率と高線量率，大気中放射性物質は大気浮遊じん中の全α・全β放射能と放射性ヨウ素，気象要素は風向，風速，

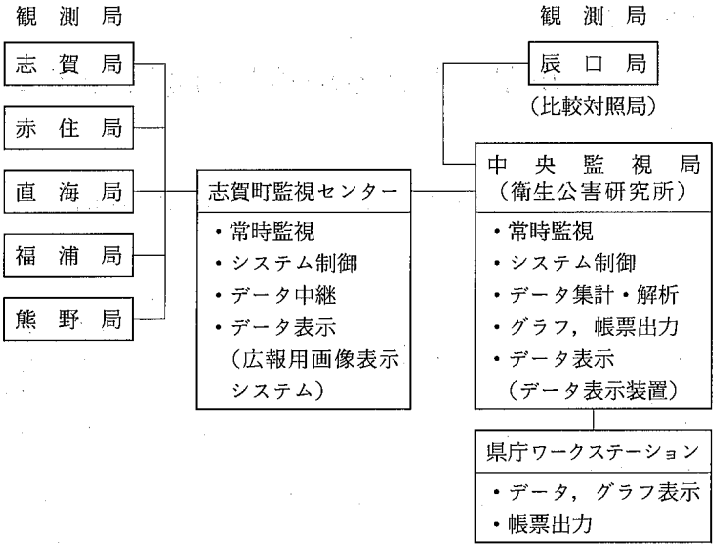


図1　　環境放射線監視テレメータシステム概念図

表1　　観測局における測定項目

区分			単位	志賀町			富来町		辰口町
				志賀町	赤住局	直海局	福浦局	熊野局	辰口町
空間放射線量	低線量率	全線量率	nGy/h	○	○	○	○	○	○
		全計数率	cpr	○	○	○	○	○	○
		SCA(1)	nGy/h及びcps*	○	○	○	○	○	○
		SCA(2)		○	○	○	○	○	○
		SCA(3)		○	○	○	○	○	○
	高線量率		nGy/h	○	○	○	○	○	
大気中放射性物質	大気遊じん浮	全アルファ放射能	mBq/m³	○					
		全ベータ放射能	mBq/m³	○					
	放射性ヨウ素		mBq/m³	○					
気象要素	風向		16方位	○	○	○	○	○	○
	風速		m/s	○	○	○	○	○	○
	日射量		kW/m²	○			○		
	放射収支量		kW/m²	○			○		
	気温		℃	○			○		
	湿度		%	○			○		
	降水量		mm/h	○			○		○
	積雪深		cm	○			○		
	感雨雪		有・無	○			○		
	感雷		mV	○					
局舎，測定器，テレメータの診断情報，状態情報				○	○	○	○	○	○

＊SCA(1)～(3)：γ線のエネルギー領域を3分割し，個々の線量率及び計数率を測定

日射量，放射収支量，気温，湿度，降水量及び積雪深等を測定している。

空間放射線は，測定項目中の最重要項目であることは言うまでもないが，例えば，大地由来の自然放射線が地理・地形や地質上の要因等の自然条件の差異を反映しており，単一観測局から得られる測定値の地域代表性が低いことを考慮して，全局で測定している。また，特に志賀局は原子力発電所の立地町である志賀町の代表局と位置づけて全項目を，福浦局は発電所の敷地境界が隣接している富来町の代表局として，大気中放射性物質及び気象要素の感雷を除いた項目を測定している。ちなみに，感雷計は半径40km圏をカバーできるので，志賀局のみに本器を装備することにより，発電所周辺における観測局の設置域全域の感雷が捕捉できると考えている。なお，風向風速計は各局の地形の違いを考慮して全局に装備した。

低線量率については，大地由来の放射線の測定を目的に，γ線のエネルギー帯を50keV～3MeVに設定して全線量率を測定しているほか，原子炉施設からの放射性希ガス（Kr-85，Xe-133等）のγ線エネルギーが，比較的低領域（1MeV以下）にあること—「緊急時環境放射線モニタリング指針（昭和59.6〔改訂〕原子力安全委員会）」より—に着目して，全線量率のエネルギー帯を低・中・高領域の3つに区分し，それぞれの領域別の線量率を線量率1～3として測定している。なお，宇宙線寄与分については，高線量率計で捕捉している。検出器は，人が行動する高さにおける放射線強度の測定と積雪深とを考慮して，露場の上1.8mに設置している。

大気浮遊じん中の全α・全β放射能の測定については，全α・全β放射能の変動を常時把握するため，浮遊じんの捕集と測定を同時に行う捕集材連続移動方式を採用している。

大気中の放射性ヨウ素は，緊急時における測定項目としているが，常時スタンバイの状態を保持するため，毎月数時間，捕集材自動交換方式による測定を実施している。なお，志賀局以外の観測局においても必要に応じて測定が行えるよう，別途2台の可搬型ダストヨウ素サンプラを保有している。

気象要素のうち，降水量，感雨及び積雪深については，空間放射線量の降水に伴う増加と，積雪に伴う減少に着目して測定しているものである。また，落雷が稀に空間放射線の上昇原因となると言われていることから，感雷を測定項目に加えている。

(2) 観測局

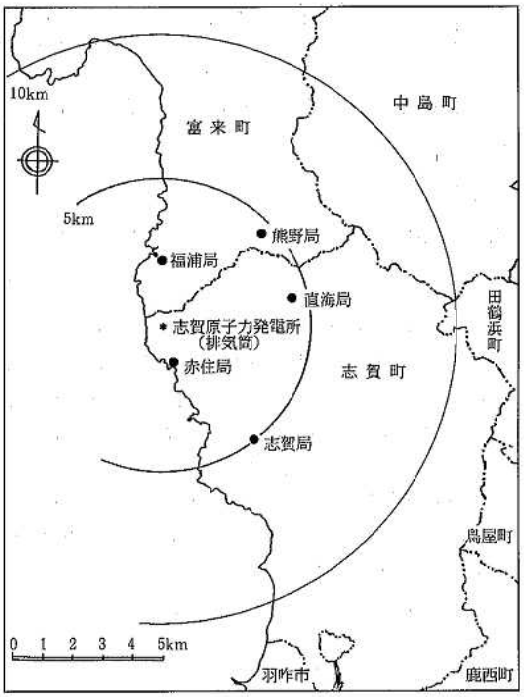


図2　観測局の配置

表2　観測局の位置

観測局	発電所の排気筒に対して	
	方向	距離（km）
志賀局	南西	5.0
赤住局	南	1.3
直海局	東	4.7
福浦局	北	2.4
熊野局	北東	4.7
辰口局	南西	72.0

観測局の配置に当たっては，発電所の排気筒を中心に8方位，半径5kmを原則とし，人口集中の程度を考慮に入れた。表2，図2には，各観測局の位置を示した。なお，辰口局は発電所から約72kmの距離にあり，比較対照局と位置づけている。

観測局において測定された各項目の測定データは，測定機器から一定時間間隔ごとに，観測局に設置されている子局テレメータに収集される。表3に測定項目と子局テレメータのデータ入力の区分を示した。

表3　子局テレメータへのデータ入力区分

測定項目	入力データ	
空間放射線，大気中放射性物質，日射量，放射収支量	デジタル入力	パルス
感雨雪		2進法
測定機器，局舎の診断情報		
風向，風速，気温，湿度，降水量，積雪深，感雷	アナログ入力	

空間放射線・大気中放射性物質・日射量・放射収支量等はパルスデータ，風向・風速・気温・湿度・積雪深等はアナログデータ，また，感雨及び観測局・測定機器の診断情報，システムの状態情報はデジタルデータとして扱われ，2進法で入力される。

これらの測定データ等については，辰口局を除く各観測局分は，志賀町監視センターを経由して中央監視局へ転送される。また，辰口局分は，まず中央監視局へ伝送され，志賀町監視センターへ転送する形態をとっている。

(3)　中央監視局，志賀町監視センター

中央監視局，志賀町監視センターのオンラインシステムは，ホット・スタンバイタイプ（メイン/サブ構成）の二重化構成である。通常は中央監視局がメインとなるが，障害等の事由により中央監視局が機能を停止した場合は，自動的に志賀町監視センターがその機能を代行する。

2・2　機　能

(1)　オンラインシステム

空間放射線等の測定データの収集や収集されたデータの監視を効率的，集中的に行うためのオンラインシステムには，以下のような特徴をもたせている。

①　空間放射線については，これによる被ばくが人間の五感に感じられず，防護対策が測定データにのみ依存するといった特殊性をもっていることから，その変動兆候を迅速かつ的確に把握する必要がある。そこで，一般災害や環境保全等のテレメータシステムの場合に比べて，データ捕捉間隔を短時間化している。

②　システムを二重化してシステムダウンに伴う監視業務の中断を防止している。

③　また，空間放射線は気象条件に伴う変動依存性が大きいといった変動態様を有していることから，その変動要因を調べるため，気象データも空間放射線と同様，短時間間隔で収集している。そのため，収集データ数が多くなるので，ディスクの容量を大きくしている。

④　システムについての習熟度が低い人でも操作ができ，かつ，操作が短時間で行えるよう，監視業務の種類と操作手順をメニュー化し，画面の切替え，画面表示，帳票出力等が簡潔に行える設計とした。また，一部の測定機器については遠隔操作も可能としている。

⑤　データのメンテナンスに十分配慮し，効率的なデータファイルの管理・運用が行えるようにしている。

⑥　空間放射線レベルが予め設定した値を超過したり，測定機器，テレメータシステムの障害等の事態が生じた場合，昼夜の別なく異常事態等の連絡が担当者へ届くようにしている。

⑦　最新の測定結果をデータ表示装置等に分かりやすく表示させるとともに，環境放射線に関連した解説パターンをメニュー化して簡単な操作で表示できるようにしている。

表4，図3には，オンラインシステムの機能を示した。これらの機能は，「環境放射線モニタリングに関する指針（昭和53.1原子力安全委員会）」と先行自治体における例を参考として設計したものである。

以下に，これらの主要な機能について概説する。

ア　テレメータ観測局送受信処理機能

データの収集間隔については，平常時は10分間，緊急時は2分間とした。また，2分値収集指示機能は，測定データが警戒レベルを超過した場合は自動で，その他，必要に応じて手動でも行える。なお，収集された測定データは，操作用端末にリアルタイムで表示させることができる。

イ　館内警報，自動通報機能

測定データがあらかじめ設定したボーダラインを超過したり，測定機器等に異常が生じた場合等の不測の事態に迅速に対処できるよう，勤務時間内には，館内警報を発し，また，勤務時間外の場合には，自動通報装置により担当者に電話で通報を行えるようにしている。館内警報装置は，中央監視局，志賀町監視センターとも業務室等3ヵ所に設置している。自動通報装置には，8種類の通報内容が電文登録でき，通報先は6ヵ所まで設定できる。館内警報，自動通報の警報・通報項目を表5に示した。①～④は，測定データのレベルに関連した項目であり，⑤～⑧は，測定機器・局舎の診断情報及びシステムの状態情報に関連した項目である。

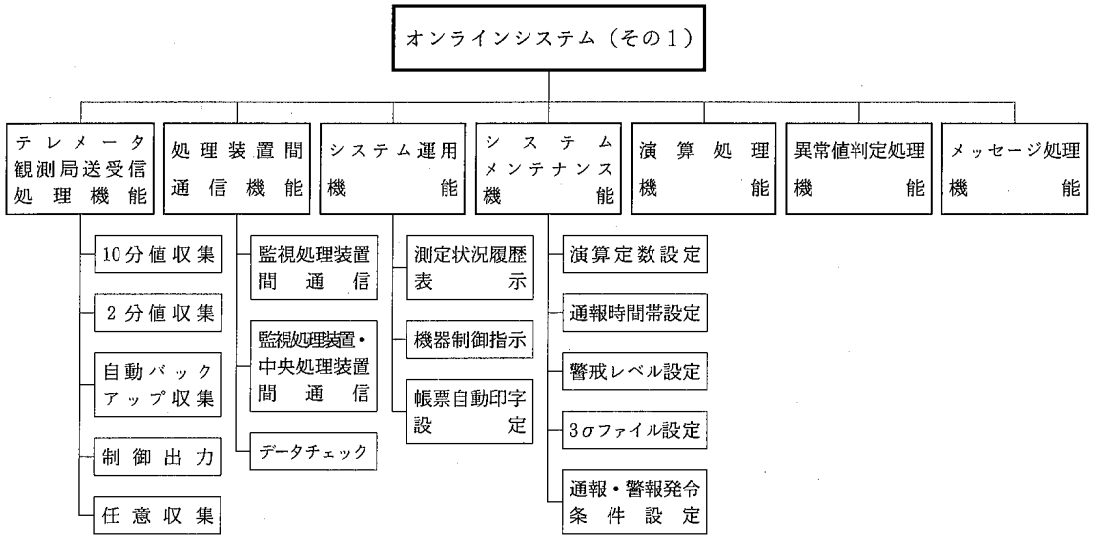


図3—1　　オンラインシステム機能構成図（その1）

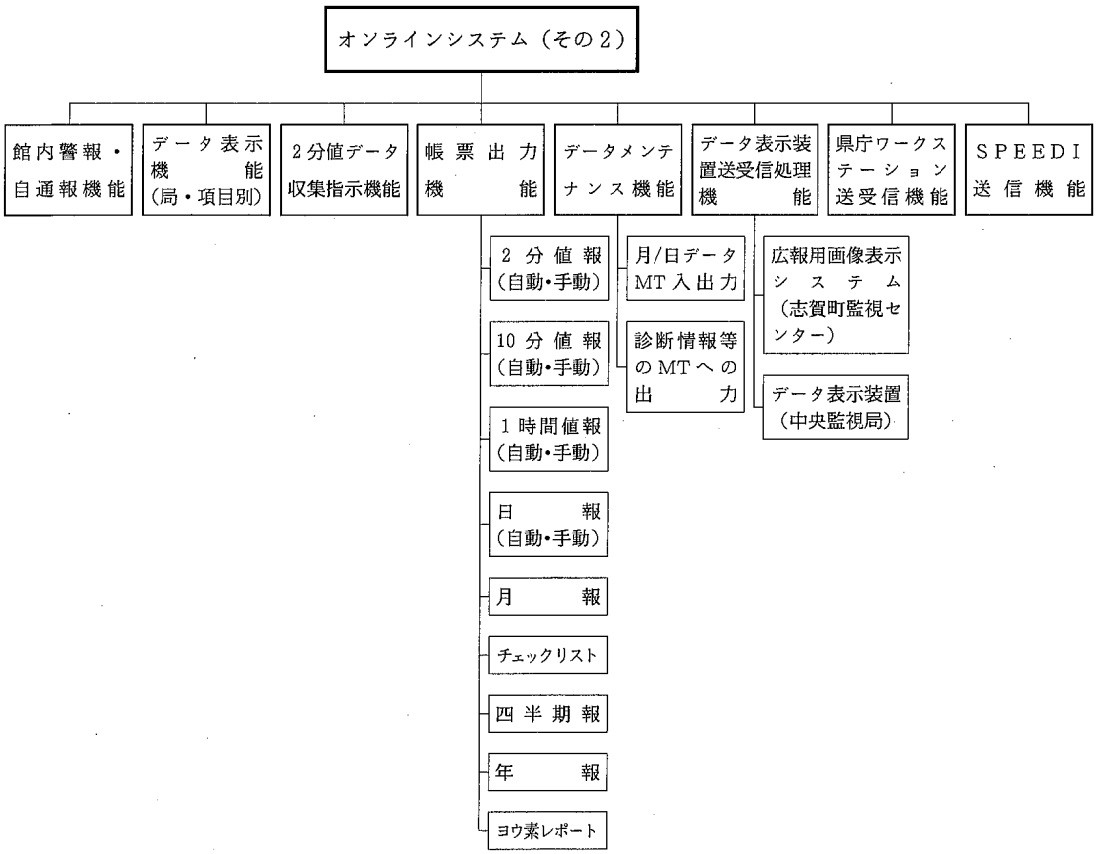


図3—2　　オンラインシステム機能構成図（その2）

表 4　　オンラインシステムの機能

No.	機能	内容	志賀町監視センター	中央監視局
1	テレメータ観測局送受信処理			
	10分値収集	10分間隔に10分値を収集し，演算処理を起動する。	○	○
	2分値収集	2分間隔に2分値を収集し，演算処理を起動する。	○	○
	自動バックアップ収集	子局のバックアップデータを収集する。	○	○
	制御出力	2分値，10分値の収集状況，機器制御情報を出力する。	○	○
	任意収集	10分値収集の空き時間に2分値を収集する。		○
2	処理装置間通信			
	監視処理装置間通信	志賀町監視センターの監視処理装置と中央監視局の監視処理装置との間でデータの送信・受信処理を行う。	○	○
	監視処理装置，中央処理装置間通信	中央監視局の監視処理装置と中央処理装置との間でデータの送信・受信処理を行う。		○
	データチェック	志賀町監視センターと中央監視局の監視処理装置で収集・演算した測定結果を比較し，チェックする。		○
3	システム運用			
	測定状況履歴表示	測定器の異常，測定値異常等の履歴を操作用端末に表示する。	○	○
	機器制御指示	操作用端末から特定の機器に対し，制御指示を行う。	○	○
	帳表自動印字設定	操作用端末から帳表の出力条件（自動又は，手動）を設定する。	○	○
4	システムメンテナンス			
	演算定数設定	測定結果を演算するための演算定数を設定する。	○	○
	通報時間帯設定	自動通報を行う通報時間帯を設定する。	○	○
	警戒レベル設定	警戒レベル1～3を設定する。	○	○
	3σファイル設定	（平均±3σ）値を設定する。	○	○
	通報・警報発令条件設定	自動通報，館内警報の発令条件を設定・変更する。	○	○
5	演算処理	観測局からのデータを演算定数を含んだ評価式により算定し，ファイルに登録する。	○	○
6	異常値判定処理	測定したデータが正常か否かを判定し，処理する。 ・警戒レベル1～3の判定 ・（平均±3σ）値の判定。	○	○
7	メッセージ処理	観測局・測定機器の診断情報やシステムの状態情報を日本語シリアルプリンタ，操作用端末に出力する。	○	○
8	館内警報・自動通報	館内警報：勤務時間中に異常値，機器異常等の発生があった場合，警報を発する。 自動通報：勤務時間外に異常値，機器異常等の発生があった場合，担当職員宅に加入電話回線を用いて自動通報を行う。	○	○

表4のつづき

No.	機能	内容	志賀町監視センター	中央監視局
9	データ表示（局・項目別）	2分値，10分値，1時間値を操作用端末に表示する。	○	○
10	2分値データ収集指示	操作用端末から2分値の収集開始・停止指示を指示する。	○	○
11	帳票出力			
	2分値報	全局，全項目について2分値を編集し，日本語プリンタに出力する。緊急時の自動出力と操作用端末から指示を行う手動出力がある。	○	
	10分値報	全局，全項目について10分値を編集し，日本語プリンタに出力する。	○	○
	1時間値報	全局，全項目について1時間値を編集し，日本語プリンタに出力する。	○	○
	日報	全局，全項目について日報を編集し，日本語プリンタに出力する。	○	○
	月報	指定された項目と指定月分の1時間値を編集し，日本語プリンタに出力する。	○	○
	チェックリスト	指定された項目と指定月分の1時間値そのものを修正できるように編集し，日本語プリンタに出力する。	○	○
	四半期報	指定された項目・局別に日単位での最高値，最低値，平均値を四半期分集計し，日本語プリンタに出力する。	○	○
	年報	指定された項目・局別に月単位での最高値，最低値，平均値を四半期分集計し，日本語プリンタに出力する。	○	○
	ヨウ素レポート	放射性ヨウ素の測定結果，空間放射線及び気象要素を日本語プリンタに出力する。	○	○
12	データメンテナンス			
	月/日データMT入出力	指定月/日のファイルを磁気テープへ記録，磁気テープからディスクファイルへのデータの出力を行う。	○	○
	診断情報等のMTへの出力	観測局・測定機器の診断情報，システムの状態情報を磁気テープに収録する。	○	○
13	データ表示装置送受信処理			
	広報用画像表示システム	志賀町監視センターの広報用画像表示システムへデータを送信する。	○	
	データ表示装置	中央監視局のデータ表示装置に対して全局の空間放射線，気象要素の測定データを送信する。		○
14	県庁ワークステーション送信	県庁ワークステーションに対して全局・全項目別のデータを送信する。		○
15	SPEEDI送信	SPEEDIシステムに対し，測定データ（10分値）を送信する。		○

表5　館内警報・自動通報

項目	館内警報	自動通報
① 平均値±3σ	連続音 ①～④	①
② 警戒レベル1超過		②
③ 警戒レベル2超過		③
④ 警戒レベル3超過		④
⑤ サンプラ系異常	断続音 ⑤～⑧	⑤
⑥ 観測局異常		⑥
⑦ 測定系電源異常		⑦
⑧ テレメータ異常		⑧

館内警報については，①～④，⑤～⑧に大別して2種類の警報音が用意され，自動通報については，通報装置に登録してある8種類の通報内容が①～⑧に対応して準備されている。表6には⑤～⑧に関連した診断情報及び状態情報の種類を示した。なお，これらの診断・状態情報を⑤～⑧のどの通報項目に該当させるかは，任意に設定できることとした。

警戒レベルは，(平均＋3σ）値を上回る値とし，レベル3（最高値）には，災害応急対策の初期活動を開始する目安としての値，10μGy/hを採用したいと考えている。なお，レベル1～3，(平均±3σ）値は手入力できる。

ウ　システム運用機能

表6　診断情報及び状態情報

種類		警報	通報
テレメータ系	収集不可	○	
	電文長エラー	○	
	無応答	○	○
	時計異常	○	
	回線中継装置電源断	○	○
	該当時刻データ無し	○	○
低線量率系	線量率高警報	○	
	線量率低警報	○	
	検出部温度異常	○	
	低圧電源断	○	○
	高圧電源断	○	○
高線量率系	線量率高警報	○	
	線量率低警報	○	
	検出部温度異常	○	
	低圧電源断	○	○
	高圧電源断	○	○
大気浮遊じん測定系	α計数率高警報	○	
	α計数率低警報	○	
	β計数率高警報	○	
	β計数率低警報	○	
	低圧電源断	○	○
	高圧電源断	○	○
	サンプラ圧力高	○	
	サンプラ流量低	○	
	ポンプ過負荷	○	
	ろ紙断	○	○
	サンプラ電源断	○	○

種類		警報	通報
放射性ヨウ素測定系	計数率高警報	○	
	計数率低警報	○	
	サンプラ圧力高	○	
	サンプラ流量低	○	
	ポンプ過負荷	○	
	捕集材交換異常	○	○
	低圧電源断	○	○
	高圧電源断	○	○
	サンプラ電源断	○	○
気象要素観測系	日射量霜取りファンヒューズ断	○	
	放射収支量除湿ファンヒューズ断	○	
	放射収支量ブロアヒューズ断	○	
	温度計ファンヒューズ断	○	
	湿度計ファンヒューズ断	○	
	雨雪量計ヒータヒューズ断	○	
	積雪計ヒータヒューズ断	○	
	風向風速計ヒータヒューズ断	○	
	大型水盤水位異常高	○	
	大型水盤水位異常低	○	
	感雨計電源断	○	○
	計器架，筐体電源断	○	○
局舎	局舎内温度異常	○	○
	局舎扉開閉	○	
	無停電電源装置異常	○	○
	停電有り	○	○
	商用電源断	○	○
	空調機異常	○	○

注）警報：館内警報
　　通報：自動通報

システム運用機能に該当する機器制御指示は，放射性ヨウ素濃度測定系制御，大型水盤ヒータ制御及び調整中信号リセット指示の3種類より構成されている。

放射性ヨウ素濃度測定系制御については，自動制御（警戒レベル超過時）による測定開始指示のほか，開始・停止制御とも遠隔操作が可能な仕組みとした。また，降下物（雨水ちり）採取用大型水盤ヒーター制御についても遠隔操作できるようにした。さらに，調整中信号リセット指示は，観測局の測定機器の保守点検時等に，信号の解除を遠隔操作でも行えるようにしたものである。

中央監視局，志賀町監視センター及び観測局におけるシステム時刻の整合性を図るため，1日1回，午前0時にリアル・タイム・クロックを基準にした時刻校正をしている。

エ　帳票出力機能

2分値報，10分値報，1時間値報及び日報の出力方法には，出力有無の指定及び出力期間の指定による手動出力と収集したデータを演算終了後に，自動出力させる方法とが採用されている。月報，四半期報及び年報等の出力方法は手動出力のみとした。

オ　データメンテナンス機能

データメンテナンス機能には，月・日単位のデータの磁気テープへの入力及び磁気テープデータのディスクへの出力のほか，観測局・測定機器の診断情報等の磁気テープ収録機能がある。診断情報等は磁気ディスクに1,000件記録できるが，ロギングファイルにつなげるファイルを作成するため，磁気テープに記録できるようにしたものである。

カ　SPEEDI送信機能

SPEEDI（緊急時迅速放射能影響予測システム）は，全国の原子力施設立地自治体のテレメータシステムから低線量率等の測定データを，㈱原子力安全技術センター（科学技術庁）の中央処理計算機へ収集し，緊急時に住民の被ばく線量等についての予測情報を関係自治体等へ提供するシステムである。このため本県でも，㈱原子力安全技術センターからの収集指令に応じて，中央監視局から低線量率及び風向・風速等の10分値をオンラインで送信している。

(2)　オフラインシステム

オフラインシステムはオンラインシステムにより収録された測定データ等の集計，データに基づく資料の作成及び集計結果の解析・評価を行うものである。このため，オフラインシステムには以下のような特徴をもたせている。また，データファイルの管理・運用とシステムの操作性については，オンラインシステムの場合と同様な配慮をしている。

①　測定データが正しくファイル化されたかどうかをチェックし，修正する。

②　測定項目ごとに，測定対象期間や測定地点によるデータの違いについて検討する。

③　空間放射線の変動要因を解明するため，空間放射線と気象要素との関連性の要因分析を行う。また，任意の項目について観測局つまり測定地点間での類似性を調べ，地域性，局地性を検討する。

④　発電所周辺における地域住民の健康と安全をまもり，生活環境の保全を図ることを目的に，測定データの解析・評価を行うが，緊急時においては放射線の人への影響に資するため，被ばく線量当量の推定・評価を行う。

⑤　テレメータシステム以外の方法により測定されたデータ（積算線量，モニタリングカーによる測定結果等）を収録し，集計する。

表7，図4にオフラインシステムの機能を示した。

以下に，主要な機能の概要について述べる。

ア　報告書作成機能

日報，月報，四半期報等の作成は，以下の事項に配慮して設計した。

例示すれば，

①　1時間値の欠測判断基準を，時間内の10分値の有効データ数で設定できるものとし，この数を任意（1～6個）に指定できるようにした。

②　空間放射線は降水，積雪によって変動することから，降水の有無，積雪深等を選択肢として集計できるようにした。

③　特に，降水の有無については，降水発現と線量率上昇開始時点とのタイムラグに着目して，測定時刻から一定時間前における降水の有無を判断基準とし，この時間を任意に指定できるようにした。

④　「平常の変動幅」については，現年度のみあるいは過年度のデータをも含めて集計・解析を行い，その結果に基づいて，年間の監視結果を評価できるようにした。

ことなどである。

イ　図形出力機能

測定データの変動・分布，測定項目間のデータについての関係等を図化することによって鮮明化するため，時系列変化図，日平均・月平均変化図，頻度分布図及び相関図等を作成できるようにした。

時系列変化図，日平均・月平均変化図は，それぞれ

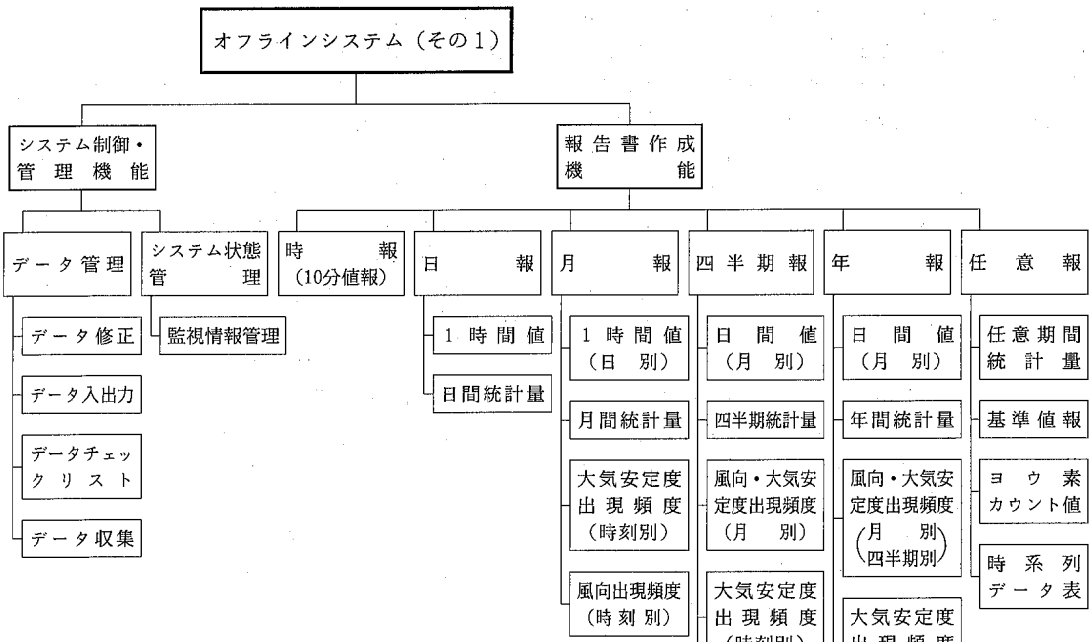


図4－1　　オフラインシステム機能構成図（その1）

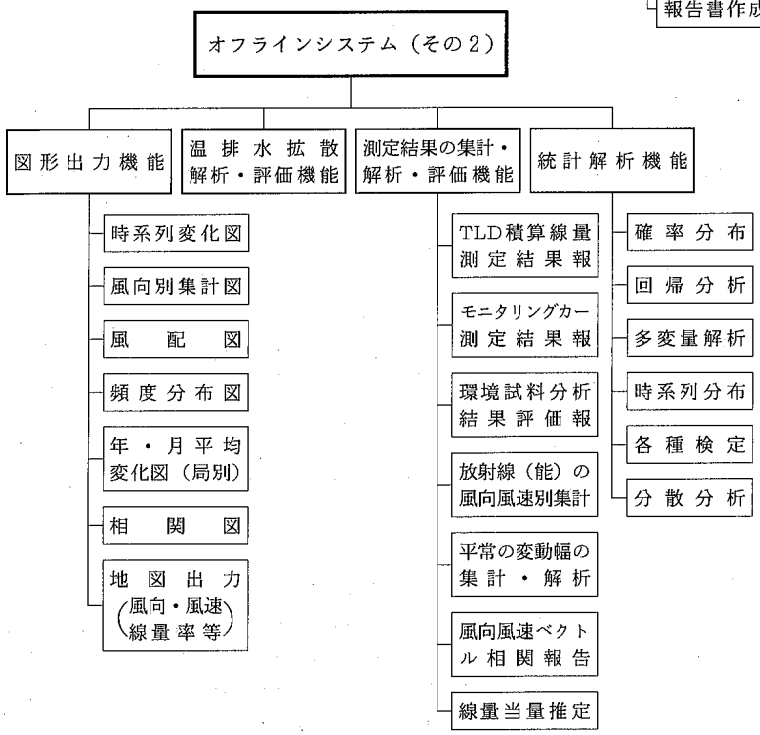


図4－2　　オフラインシステム機能構成図（その2）

表 7　　オフラインシステムの機能

No.	機能		内容
1	システム制御・管理		
	データ修正		操作用端末から，データ修正を行う。
	データ入出力		磁気テープ，フロッピーディスクによるデータの入出力を行う。
	データチェックリスト		項目別に指示月についての10分値を書き込みができるように編集し，日本語ページプリンタに出力する。
	データ収集		監視処理装置から定期的にデータを収集し，保存する。
	EWSデータ転送		中央処理装置に保存されているデータをEWSに送信する。
	監視情報管理		オフラインシステムの状態情報を日本語シリアルプリンタに出力する。
2	報告書作成		
	時報	10分値（観測局別）	全局，全項目について10分値を編集して，日本語ページプリンタに出力する。
	日報	1時間値（観測局別）	局，全項目について10分値をもとに，1時間値及び日間値を計算し日本語ページプリンタに出力する。
		日間統計量	全局，全項目について10分値をもとに，日間統計量を計算し日本語ページプリンタに出力する。
	月報	1時間値（日別）	全局，全項目について10分値をもとに，日別の1時間値，統計量及び月間の統計量を計算し日本語ページプリンタに出力する。
		月間統計量	全局，全項目について10分値をもとに，月間統計量を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		大気安定度出現頻度（時刻別）	大気安定度の時刻別の出現頻度及び月間の出現頻度を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		風向出現頻度（時刻別）	風向の時刻別の出現頻度及び月間の出現頻度を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
	四半期報	日間値（月別）	全局，全項目について10分値をもとに月別の日間値，月間及び四半期の統計量を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		四半期統計量	全局，全項目について10分値をもとに，四半期統計量を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		風向・大気安定度出現頻度（月別）	四半期における風向・大気安定度の出現頻度を，月別に計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		大気安定度出現頻度（時刻別）	大気安定度の四半期における時刻別の出現頻度及び四半期の出現頻度を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		風向出現頻度（時刻別）	風向の四半期における時刻別の出現頻度及び四半期の出現頻度を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		報告書作成	市町村別，局別，月別，四半期の統計量及び過去の測定値の範囲を計算し，日本語ページプリンタに出力する。

表7のつづき

No.	機能		内容
2	年報	日間値（月別）	全局，全項目について10分値をもとに月別の日間値，月間及び年間の統計量を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		年間統計量	全局，全項目について10分値をもとに，四半期統計量を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		風向・大気安定度出現頻度（月，四半期別）	年間における風向・大気安定度の出現頻度を月別及び四半期別に計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		大気安定度出現頻度（時刻別）	大気安定度の年間における時刻別の出現頻度及び年間の出現頻度を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		風向出現頻度（時刻別）	風向の年間における時刻別の出現頻度及び年間の出現頻度を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		四半期統計量（測定項目別）	市町村別，局別，四半期別，年間の統計量及び過去の測定値の範囲を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		報告書作成	市町村別，局別，月別，年間の統計量及び過去の測定値の範囲を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
	任意報	任意期間統計量	全局，全項目について10分値をもとに，任意の期間の統計量を計算し，日本語ページプリンタに出力する。
		基準値報	全局，全項目について任意に設定した値を超過（又は未満）した10分値を日本語ページプリンタに出力する。
		ヨウ素カウント値出力	ヨウ素カウント値を日本語ページプリンタに出力する。
		時系列データ出力	全局，全項目について10分値を時系列で日本語ページプリンタに出力する。
3	図形出力		
	時系列変化図（2分値）		指定された局・項目について，2分値の時系列変化図をディスプレイに表示する。
	時系列変化図（10分値）		指定された局・項目について，10分値の時系列変化図をディスプレイに表示する。
	時系列変化図（1時間値）		指定された局・項目について，1時間値の時系列変化図をディスプレイに表示する。
	風向別集計図		指定された局・項目について，風向別統計量を16方位でデイスプレイに表示する。
	風配図		風向別の度数，割合を16方位でディスプレイに表示する。
	頻度分布図		指定された局・項目のランク別頻度分布をディスプレイに表示する。
	日平均変化図		指定された局・項目について，日平均値の変化図をディスプレイに表示する。
	月平均変化図（特定局）		指定された局・項目について，月平均値の変化図をディスプレイに表示する。
	月平均変化図（全局）		指定された項目について，全局の月平均値の変化図をディスプレイに表示する。

表7のつづき

No.	機能	内容
3	相関図	指定された局の2項目について，相関関係をディスプレイに表示する。
	地図出力 風向・風速，線量率	指定された項目のデータ及び風向，風速ベクトルを該当地域の地図とともにディスプレイに表示する。
4	温排水拡散 解析・評価	温排水影響調査結果に基づいて，温排水の拡散シミュレーションを実施し，温排水の影響範囲等について解析を行う。
5	測定結果の集計・解析・評価	
	TLD 積算線量 モニタリングカー 環境試料	分析・測定結果の集計，解析，評価結果を出力するとともに，これらのデータをデータベースとして保存する。
	放射線（能）の風向 風速別集計報	指定した局・項目について，任意の期間の風向風速別集計を行い，日本語ページプリンタに出力する。
	平常の変動幅	平常の変動幅の集計，解析結果を出力する。
	風向風速ベクトル相関報告	ベクトル相関に基づくクラスタ分析により，観測局間の風向風速出現パターンの類似性を解析する。
	線量当量推定	平常時の線量当量の推定と，緊急時の予測線量当量の推定を行う。
6	統計解析	
	確率分布 回帰分布 多変量解析 時系列分析 各種検定 分散分析	統計解析用として用意された科学技術計算ライブラリを用いて，測定結果の統計解析を行う。

最大で4項目，2項目のグラフを同時に表示できる。

例えば，空間放射線の時系列変化グラフについては，線量率と降水量の他に感雨の影響もみることができるようにした。

相関図については，散布図上に回帰分析を施すことにより，測定データ群における特異的な値を解明し，特定できるようにした。

例えば，大気浮遊じん中の全α放射能と全β放射能の相関図については，緊急時において，β線放出核種（Kr-85,，Xe-133等）の放出により全β放射能が増加することがあっても，α線放出核種の放出はほとんど起こらないと考えられる―「発電所用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針」より―ことから，平常時のデータ群より予め回帰係数を計算しておくことにより，全β放射能の異常値の判定を行うことができるようにした。

また，低線量率についても，事前調査段階の調査結果や平常時の変動態様と認められるデータ群に基づき，全線量率と線量率1～3との相関散布図上に回帰分析を施すことによって，定性的ではあるが自然放射線と人工放射線との弁別評価を行うことができると考えている。

さらに，風向・風速についてはベクトル相関に基づくクラスター分析法を導入して，各観測局間の風向・風速出現パターンの類似性を解析できるようにした。

ウ　線量当量推定

発電所周辺における地域住民の健康と安全の確保を担保することの一環として，環境における放射線量が住民に対する許容被ばく線量を十分下回っていることを確認するため，空間放射線等の測定結果から被ばく線量当量の推定を可能とした。すなわち，平常時には「環境放射線モニタリングに関する指針」に基づいた空間放射線からの外部被ばくによる実効線量当量と，環境試料中の放射能からの内部被ばくによる預託線量

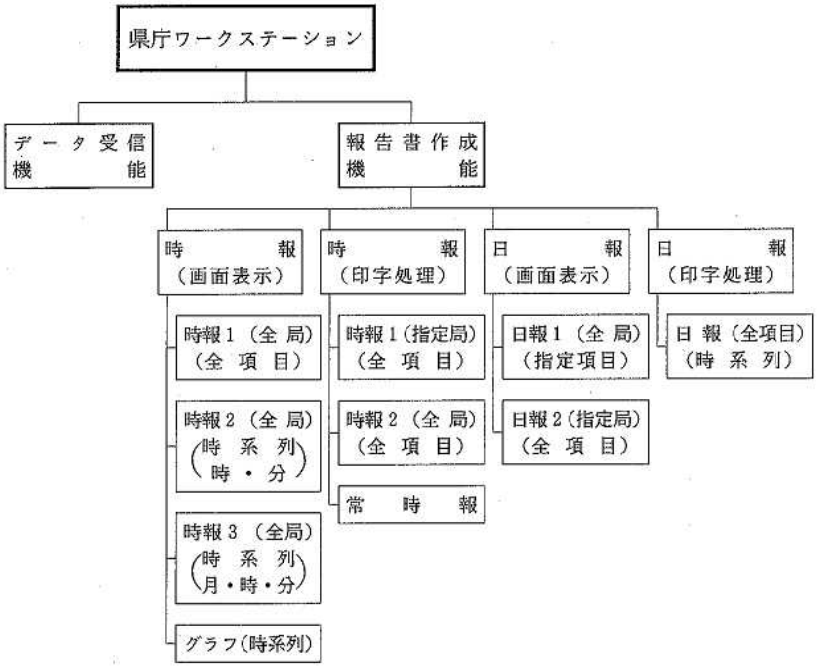


図5　県庁ワークステーション機能構成図

当量の推定を行う。また，緊急時には「緊急時環境放射線モニタリング指針」に基づき，空間放射線からの予測外部全身線量当量と放射性ヨウ素からの予測甲状腺線量当量を推定する。本機能では緊急時における線量当量の推定に際して，必要最小限のパラメータを入力するだけで，簡易計算法における線量率分布図・濃度分布図を短時間で地図上にオーバレイして表示できるようにしている。

なお，予測外部全身線量当量と予測甲状腺線量当量の算定と地図上への出力については，緊急時に備えて，ラップトップ型パソコンでも処理できるように検討している。

(3)　県庁ワークステーション

県庁ワークステーションは，本県の原子力安全対策室において，環境放射線の監視状況を常時把握できるよう設置しているものである。図5に県庁ワークステーションの機能を示した。

中央監視局より10分値を受信し，常時報，時報，日報を作成して画面表示，帳票出力を行う。また，任意の項目を指定（最大4項目）することにより，時系列変化グラフを表示することもできる。さらに，これら一連の処理はすべてメニュー方式で行えるようにした。なお，データの保存期間は2ヵ月間である。

(4)　データ表示機能

測定データを常時報の形で表示するとともに，環境放射線に関する解説パターンを分かりやすく表示する。表示場所は，志賀町監視センター（広報用画像表示システム），中央監視局（データ表示装置），観測局5局（データ表示盤），志賀町及び志賀町に隣接する6市町（環境放射線モニタリングデータ表示装置：4年度整備の予定）の計14ヵ所である。

ア　機　能

(ア)　広報用画像表示システム

表示パターンには，出来合いのものと新たに作成するものとがあり，これらは測定データが介在しない固定パターンと介在する可変パターンの2種類に分類される。

出来合いのパターンについてであるが，環境放射線

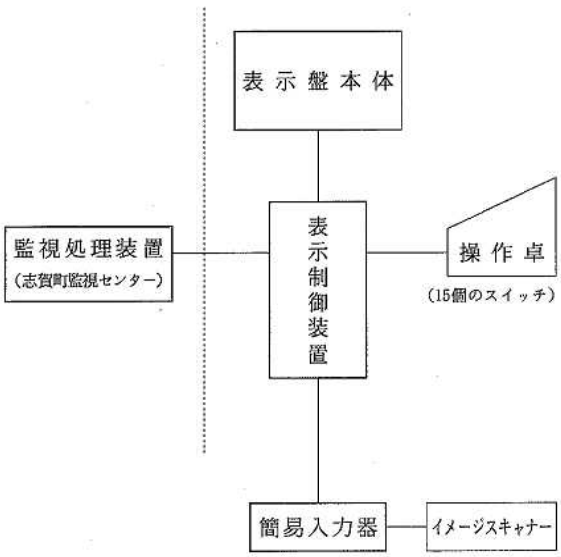


図6　広報用画像表示システム概念図

に関する固定パターンには自然放射線・人工放射線の種類，放射線の透視力，環境放射線監視テレメータシステムの概要，石川県における大地から受ける自然放射線等10パターンがあり，可変パターンには時系列グラフ表示，棒グラフ表示，地図表示等4パターンがある。新たに作成するパターンは，イメージスキャナー（PC-IN503G，A4版）により作成する（表8）。

図6には，広報用画像表示システムの構成機器を示した。操作卓には各パターンの内容が操作スイッチ（15個）とともにメニュー化されており，スイッチを押すことにより表示したいパターンを簡単に表示させることができる。表示画面の寸法は，（横）208cm×（縦）128cmである。表示盤本体には磁気反転素子が用いられており，素子のサイズは0.75cm×0.75cmで，4色表示できる。

(イ)　データ表示装置

データ表示装置は，中央監視局，環境放射線部職員室，大研修室の3ヵ所に広報用として設置されており，前項の広報用画像表示システムと同様のパターンが表示できる。これらのパターンはファンクションキーの操作により21インチのカラーディスプレイに表示される。また，デジタイザー（A3版），イメージスキャナー（PC-IN506，A4版）によるパターンの作成，表示も可能である。

(ウ)　データ表示盤

本表示盤は観測局（辰口局を除く）に装備されており，空間線量率の測定値が常時報の形で5秒ごとに表示される。

(エ)　環境放射線モニタリングデータ表示装置

この装置は，4年度に整備される予定であるが，志

表 8　　広報用画像表示システム及びデータ装置の機能

機能		内容	広報用画像表示システム	データ表示装置
データ受信処理		監視処理装置より10分毎に測定データを受信する。	○	○
固定パターン表示		・自然放射線（宇宙・大地・食物）	○	○
		・放射線の透視力	○	○
		・石川県における大地から受ける自然放射線	○	○
		・医療放射線による被ばく量	○	○
		・環境放射線監視テレメータシステムの概要	○	○
		・観測局における測定項目		○
		・石川県（県の木，県の鳥，郷土の花）	○	○
		・日常生活と放射線		○
		・画像表示システムパターン	○	
		・能登原子力センターからのお知らせ	○	
		・志賀町の特産・赤土すいか	○	
		・志賀町の名勝・弁天島	○	
可変パターン表示	グラフ表示（時系列）	・空間放射線と降水量 線量率，降水量の時系列データを折れ線グラフ，棒グラフで表示する。	○	○
	グラフ表示（現在値）	・各観測局の空間線量率 最新の線量率データを棒グラフで表示する。	○	○
	地図表示	・各観測局の空間線量率 地図パターンに最新の線量率データを表示する。	○	○
	現在値表示	・観測局のデータ表示 最新の線量率，風向，風速の10分値及び年平均値，年最高値，年最低値を6局分表示する。	○	○
パターン作成		イメージスキャナーからの図形入力，キーボードからの文字入力によりパターンを作成する。	○	○

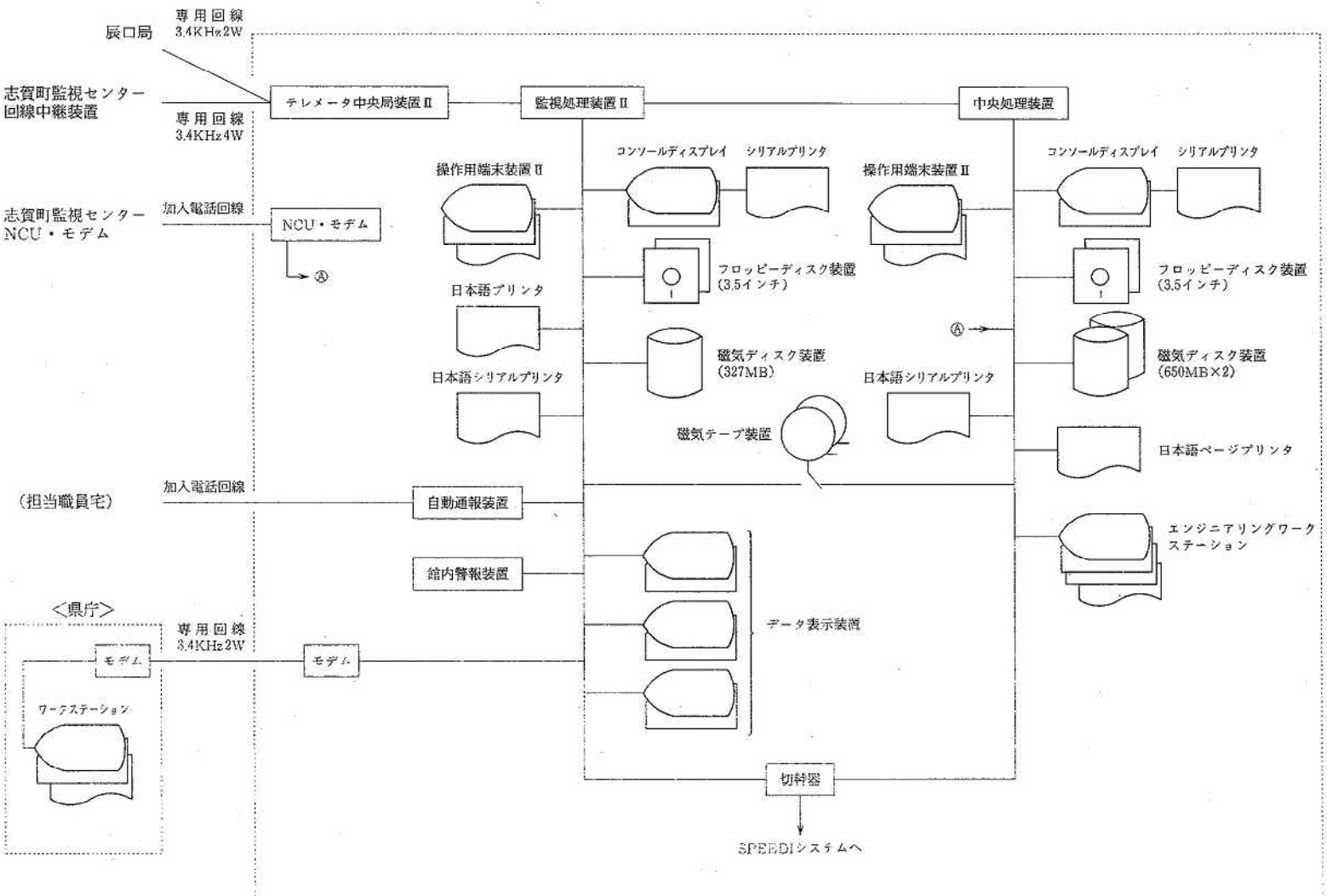


図7－1　ハードウェア構成図（中央監視局，県庁ワークステーション）

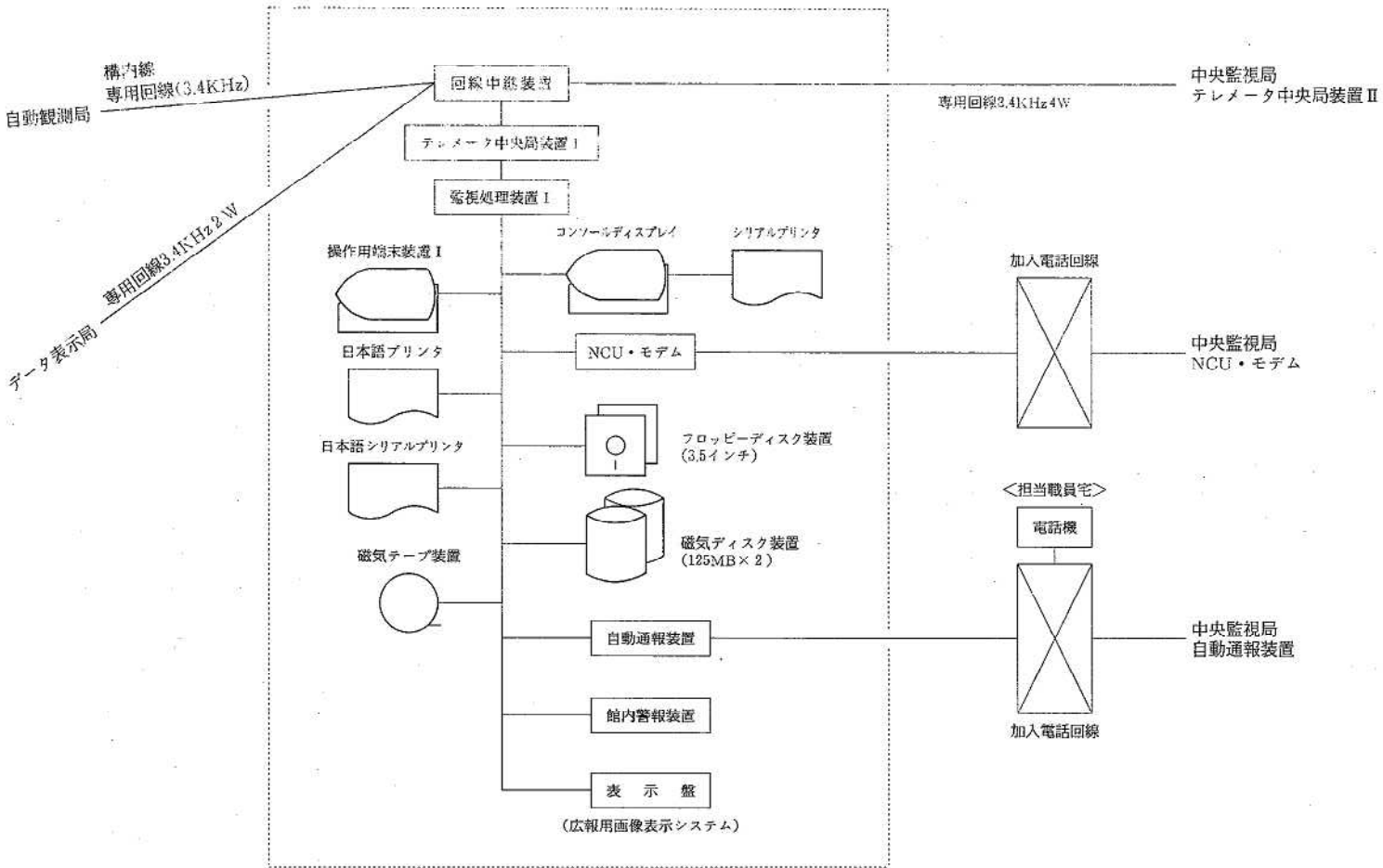


図7－2　　ハードウェア構成図（志賀町監視センター）

表９－１　　中央監視局の構成機器（オンラインシステム）

No.	装　　置	数量	機　　器　　仕　　様
1	監視処理装置Ⅱ	1	容量：８Mバイト
2	磁気テープ装置	2	トラック数：９トラック，記録密度：1,600/6,250 RPI
3	コンソールディスプレイ ・ディスプレイ ・キーボート	 1 1	 表示文字盤：80文字×25行 JIS配列106キー
4	シリアルプリンタ	1	速度：150字／秒（ANK），最大行印字数：136字
5	操作用端末装置Ⅱ ・ファクトリコンピュータ ・14インチカラーディスプレイ ・キーボード ・日本語シリアルプリンタ	 1 1 1 1	 主記憶容量：640KB，磁気ディスク（20MB） 表示文字数：80文字×25行 JIS標準配列準拠 速度：120字／秒（ANK），最大行印字数：136字（ANK）
6	日本語シリアルプリンタ	1	速度：150字／秒（ANK），最大行印字数：136字（ANK）
7	日本語プリンタ	1	速度：220字／秒（ANK），最大行印字数：136字（ANK）
8	磁気ディスク装置	1	容量：327MB
9	フロッピーディスク装置	1	２ドライブ（3.5インチ）
10	自動通報装置	1	電文：８種類，宛先：６（オールコールシステム）
11	データ表示装置 ・パーソナルコンピュータ ・21インチカラーディスプレイ	 3 3	 磁気ディスク（40MB），キーボード：JIS 標準配列 表示文字数：80文字×25行
12	館内警報装置	3	ブザー音：連続音，断続音
13	テレメータ中央局装置Ⅱ	1	測定データ収集・送信・傍受等を行う
14	モデム	1	通信方法：半二重，速度：2,400bps
15	NCU・モデム	1	通信方法：全二重，速度：2,400bps
16	県庁ワークステーション ・パーソナルコンピュータ ・21インチカラーディスプレイ ・日本語シリアルプリンタ ・モデム	 1 1 1 1	 磁気ディスク（40MB），キーボード：JIS 標準配列 表示文字数：80文字×25行 速度：120字／秒（ANK），最大行印字数：136字（ANK） 通信方法：半二重，速度：2,400bps

注）磁気テープ装置はオフラインシステムと共通で使用する。

賀町を含めた７市町（志賀町，富来町，田鶴浜町，鳥屋町，中島町，鹿西町，羽咋市）の役場等に設置し，志賀町監視センターから環境放射線及び気象要素の測定結果を受信し，わかりやすく表示する。

２・３　システムの構成機器

テレメータシステムは日本電気㈱製の機器で機成されている。図７と表９には，機器構成及び仕様を示した。

オンラインシステムの主要な構成機器は，監視処理装置Ⅰ（型盤：N4042-12，志賀町監視センター）とⅡ（型番：N4042-12，中央監視局）で，共に８Mバイトの容量をもち，オンライン処理を受け持っている。

日本語プリンタは，10分値報，１時間値報及び日報等の帳票を出力するものである。

中央監視局の中央処理装置（型番：N4042-12）は，オンライン処理と一体化したデータの処理と図形出力を伴わないオフライン処理を行う装置で，８Mバイトの容量をもっている。また，図形出力を伴うグラフ作

表9－1　中央監視局の構成機器（オフラインシステム）

No.	装置	数量	機器仕様
17	中央処理装置	1	容量：8Mバイト
18	コンソールディスプレイ ・ディスプレイ ・キーボード	 1 1	 表示文字数：80文字×25行 JIS配列106キー
19	シリアルプリンタ	1	速度：150字／秒（ANK），最大行印字数：136字
20	操作用端末装置Ⅱ ・ファクトリコンピュータ ・14インチカラーディスプレイ ・キーボード ・日本語シリアルプリンタ	 1 1 1 1	 主記憶容量：640KB，磁気ディスク（20MB） 表示文字数：80文字×25行 JIS標準配列準拠 速度：120字／秒（ANK），最大行印字数：136字（ANK）
21	日本語シリアルプリンタ	1	速度：150字／秒（ANK），最大行印字数：136字（ANK）
22	日本語ページプリンタ	1	速度：1,250行／分，ドット密度：240ドット／インチ
23	磁気ディスク装置	2	容量：650MB／台
24	フロッピーディスク装置	1	2ドライブ（3.5インチ）
25	エンジニアリングワークステーション ・基本装置 ・20インチカラーディスプレイ ・キーボード ・マウス ・カラーハードコピー装置 ・ページプリンタ ・カートリッジ磁気テープ装置 ・磁気ディスク装置 ・ミニフロッピディスクユニット	 1 1 1 1 1 1 1 1 1	 主記憶容量：16MB，磁気ディスク（662MB） 表示文字数：80文字×25行 JIS標準配列準拠 機械方式，3ボタン 記録方式：熱転写，コピー時間：60秒／1枚 印字：電子写真方式，速度：8枚／分（A4） 18トラック 容量：662MB 2ドライブ（5インチ）

成等の処理はエンジニアリングワークステーション（EWS）で行われる。このため中央処理装置は，オンラインシステムの監視処理装置Ⅱから受信したデータをEWSへ定期的に転送する。EWSの基本装置（型番：N4014-03）の主記憶容量は16Mバイトである。

外部出力装置のうち，日本語ページプリンタは中央処理装置系，EWSページプリンタはEWS系用である。なお，磁気テープ装置は，オンライン，オフラインいづれからでも使うことができる。

2・4　システムのバックアップ機能

監視業務においては，測定データの欠測が業務の遂行に重大な支障をもたらすことから，データの欠測に対するバックアップについて十分な配慮をしている。

また，測定データは，データの集計・解析・評価が行えるよう，一定期間保存できるようにしている。データファイルの容量は，局，測定項目に対して余裕をもたせた設計とした。さらに，保存期間は，オンラインシステムでは過不足のない期間とし，オフラインシステムでは集計・解析期間を考慮して決定した。

(1)　観測局

テレメータ回線の障害時に備え，観測局の子局テレメータに測定データを一定期間保存（10分値で7日間分）できる記憶装置を装備している。なお，風向風速計には，無収録時における記録計からのアナグロデータのデジタル化が難しいことに配慮し，データバックアップ用として，デジタル入力方式のデータロガーを装備している。

(2)　監視処理装置

磁気ディスク装置の容量は327Mバイトである。これは，2分値，10分値，1時間値の3ファイルとも1局当たり64項目，10局分のデータが保存可能な容量である。保存可能期間は，それぞれ，7日間，3ヵ月間，

表９—２　志賀町監視センターの構成機器（オンラインシステム）

No.	装置	数量	機器仕様
1	監視処理装置Ⅰ	1	容量：８Mバイト
2	磁気テープ装置	1	記録密度：1,600/6,250RPI
3	コンソールディスプレイ ・ディスプレイ ・キーボード	 1 1	 表示文字数：80文字×25行 JIS配列106キー
4	シリアルプリンタ	1	速度：150字／秒（ANK），最大行印字数：136字
5	操作用端末装置Ⅰ ・ファクトリコンピュータ ・14インチカラーディスプレイ ・キーボード	 1 1 1	 記憶容量：640KB，磁気ディスク（20MB） 表示文字数：80文字×25行 JIS標準配列準拠
6	日本語シリアルプリンタ	1	速度：150字／秒（ANK），最大行印字数：136字（ANK）
7	日本語プリンタ	1	速度：220字／秒（ANK），最大行印字数：136字（ANK）
8	磁気ディスク装置	2	容量：125MB／台
9	フロッピーディスク装置	1	２ドライブ（3.5インチ）
10	自動通報装置	1	電文：８種類，宛先：６（オールコールシステム）
11	NCU・モデム	1	通信方法：全二重，速度：2,400bps
12	広報用画像表示システム ・表示装置本体 ・表示制御部 ・操作卓 ・簡易入力器	 1 1 1 1	 表示色：４色，画面寸法：2,080×1,280（mm） 主メモリ：640KB，磁気ディスク：20MB 操作スイッチ数：固定パターン10，可変パターン５ 磁気ディスク：20MB，14インチカラーディスプレイ，イメージスキャナー（PC-IN503G）
13	館内警報装置	3	ブザー音：連続音，断続音
14	テレメータ中央局装置Ⅰ	1	データ収集・送信・傍受等を行う
15	回線中継装置	1	テレメータ中央局装置Ⅰ，Ⅱとテレメータ観測局装置間の回線上の信号の中継

15ヵ月間である。

なお，中央監視局及び志賀町監視センターの親局テレメータと観測局の子局テレメータ間との回線中継装置に，停電時において約14時間バックアップ可能なバッテリーを内蔵させている。

(3)　中央処理装置，EWS

中央処理装置の２台の磁気ディスク装置は，共に容量が650Mバイトである。これらにより，２分値，10分値，１時間値のファイルは１局当たり64項目，10局分のデータを，それぞれ７日間，３年間，２年間保存できる。EWSでは，オフライン処理用の２分値，10分値，１時間値のファイル以外に，ユーザが作成するファイル保存用として662Mバイトの容量の磁気ディスク装置を２台装備した。２分値，10分値，１時間値のファイルは１局当たり40項目，10局分のデータを，それぞれ７日間，２年間，１年間保存できる。

前述のように本システムでは，ディスク容量の節約とファイルの効率的な運用を目指しているが，特に，空間放射線等の経年的な変動態様を解明するに当たり，10分値ファイルを常駐するのではなく，月々収録された10分値から，経年的な統計計算に必要となる所要の基準統計量を計算し，ファイル化する独特の月間値ファイル（15年間分）を作成しておく方式を採用している（表10）。

第 10　　月間値ファイルの基準統計量

測定項目	統計項目（月間統計量）															データ形式
	平均値	最高値	最低値	標準偏差（σ）	（平均＋3σ）値	（平均－3σ）値	積算値	頻度値	最多出現値	25％値	50％値	75％値	総和 データ数	総和 一乗値	総和 二乗値	
全線量率	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
線量率1	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
線量率2	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
線量率3	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
全計数率	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
計数率1	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
計数率2	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
計数率3	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
高線量率	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	b
高線量率	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	c
全α放射能（ダスト）	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	b
全α放射能（ダスト）	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	c
全β放射能（ダスト）	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	b
全β放射能（ダスト）	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	c
放射性ヨウ素	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	b
放射性ヨウ素	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	c
風向								○	○							a
風速	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
日射量	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	b
日射量	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
放射収支量	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	b
放射収支量	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	d
大気安定度								○	○							a
気温	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
湿度	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
降水量							○	○					○	○		a
感雨量								○								a
感雷		○						○								a
積雪深	○							○								a
DBM通過率	○	○	○	○	○	○				○	○	○	○	○	○	a
放射性ヨウ素流量																e

データ形式
a：±99999.99　b：$\pm 9.99\times10^{\pm 999}$　c：±999999.9　d：±9999.999　e：±9999999

(4)　無停電電源装置，耐雷トランス

停電によるテレメータシステムのダウン，ひいては測定データの欠測を防止するため，観測局，中央監視局及び志賀町監視センターに無停電電源装置（CVCF）を，また，本県における雷の発生回数が多いことに配慮して，志賀局の大気中放射性物質測定装置をはじめ，各観測局，中央監視局及び志賀町監視センターに耐雷トランスを装備している。無停電電源装置の電源バックアップ時間については，中央監視局設置分は負荷率0.5で30分間，他は負荷率0.8で30分間である。さらに，中央監視局には長時間の停電対策が可能な自家用発電装置を設置している。なお，中央監視局のCVCFには，主要な放射能測定機器の電気容量をもバックアップできるよう，容量に余裕をもたせている。

3　ま　と　め

(1)　本県のテレメータシステムは，「測定」，「監視」，「表示（広報）」をリアルタイムで一体化させるとともに，環境放射線の常時監視業務の中断を極力防止し，迅速かつ的確な監視業務の実現を目指して，オンラインシステムをホット・スタンバイタイプ（メイン/サブ構成）の二重化構成としているところに特徴がある。

(2)　オフラインシステムは，帳票出力系と図形出力系とに区分した処理機構としている。

(3)　観測局の配置については，発電所の排気筒を中心に8方位，半径5kmを原則とし，人口集中の程度を考慮した。

(4)　空間放射線は全局で測定を行い，低線量率については，全線量率に加え自然放射線と人工放射線の弁別評価に資するため，γ線のエネルギー帯別にも線量率を測定している。

(5)　大気浮遊じん中の全α・全β放射能については浮遊じんの捕集と測定を同時に行う捕集材連続移動方式を採用し，放射性ヨウ素は，捕集材自動交換方式による測定を実施している。

(6)　空間放射線の変動兆候を迅速かつ的確に把握する必要があるため，データの収集間隔を短縮化（10分間，2分間）した。

(7)　測定データのほか，観測局・測定機器の診断情報及びシステムの状態情報も監視項目に加えている

また，空間放射線のボーダライン超過やシステムの障害等が生じた場合には，館内警報・自動通報を行っている。

(8)　いくつかの機器制御については遠隔操作が可能な仕組みとした。

(9)　緊急時対応として簡易計算法による予測線量当量の推定を実現し，線量率分布図・ヨウ素濃度分布図を地図上に短時間で出力するプログラムを完成させた。

(10)　監視業務種類と操作手順をメニュー化した。

(11)　県庁（原子力安全対策室）でも監視状況の把握を可能とした。

(12)　放射線の測定データや解説パターンを見学者等に対してわかりやすく表示するようにした。

(13)　回線の障害によるデータ欠測予防対策として，観測局に測定データを一定期間保存できる記憶装置を装備し，回線中継装置に停電対策を施した。

(14)　データファイルの容量は，局・測定項目に対して余裕をもたせた設計とし，保存期間については過不足のない期間を旨とし，データの集計・解析期間を考慮して決定した。

(15)　オフラインシステムの容量の節約とファイルの効率的な運用を図るため，月々の基準統計量（月間値：15年間分）をファイル化した独特の月間値ファイル方式を採用している。

(16)　停電及び誘雷対策用としては，無停電電源装置及び耐雷トランスとともに，中央監視局には自家用発電装置を装備している。

以上，本県のテレメータシステムについて特徴をまとめてみた。

テレメータシステムの設計に当たっては，システムによる原子力施設周辺の環境放射線監視が既に数多くの府県で実施されており，本県での原子力発電所の立地が全国で12番目という実情から，先行自治体におけるシステムを参考にして，最小公倍数的な機能をもたせるよう配慮した。

環境放射線の監視においては，空間放射線の変動兆候を迅速かつ的確に把握し，異常なデータの発生に素早く対応できるようにしておかねばならない。しかし，環境放射線は気象その他の要因により複雑に変動することが知られているものの，変動要因等については十分に解明されているとは言いがたい。そのため，今後は測定データを蓄積し，「平常の変動幅」等，監視結果の評価手法の検討，空間放射線の変動特性の解明，変動要因の解析・評価に関する調査研究を手がけていきたいと考えている。

〔報　文〕

大気浮遊じん中短寿命放射性核種

（ラドン娘核種の測定）

石川県衛生公害研究所環境放射線部

藪　幹夫・内田賢吾
牛島　茂・矢鋪満雄

1　はじめに

私たちをとりまく環境には，種々の放射性核種が存在している。これらのうち大地を起源とする放射性核種は主としてウラン（U）系列とトリウム（Th）系列である（図1，図2）[1]。両系列核種は，その壊変系列の中に気体であるラドン（Rn）が存在しているために，壊変の途中で大気中に放出され（U系列：Rn-222，Th系列：Rn-220）その娘核種である鉛（Pb）やビスマス（Bi），ポロニウム（Po）といった元素が大気中のエアロゾル（浮遊じん）等に付着して大

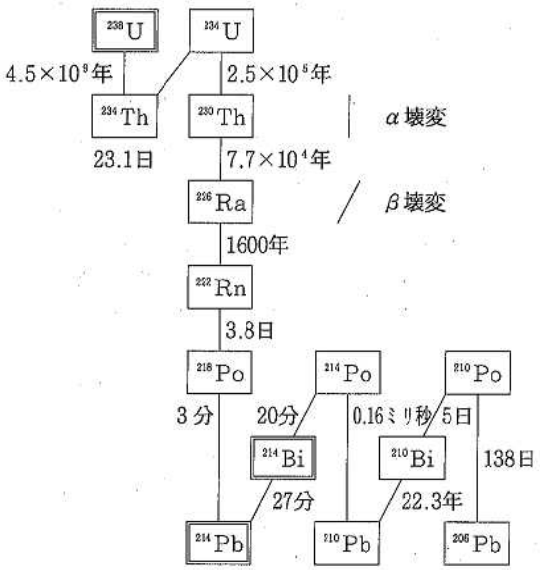


図1　放射能壊変系列：U系列（4n＋2）

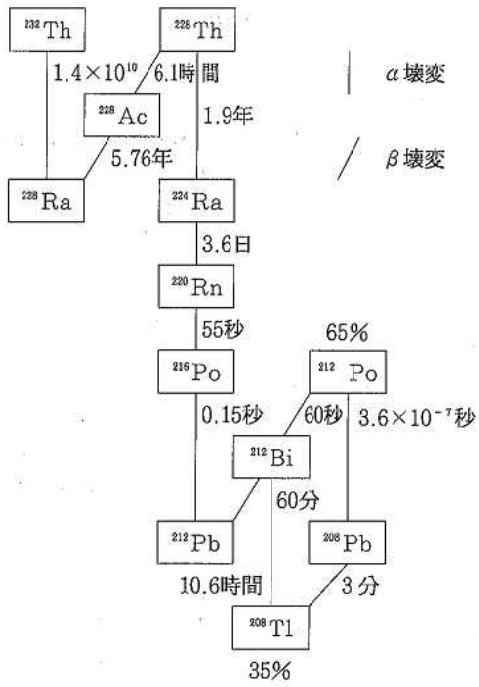


図2　放射能壊変系列：Th系列（4n）

Short Lived Nuclides in Aerosol (The Measurement of Radon Daughters) *by Mikio ITOH, Kengo UCHIDA, Shigeru USHIJIMA and Michio YASHIKI (Department of Environmental Radiation, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

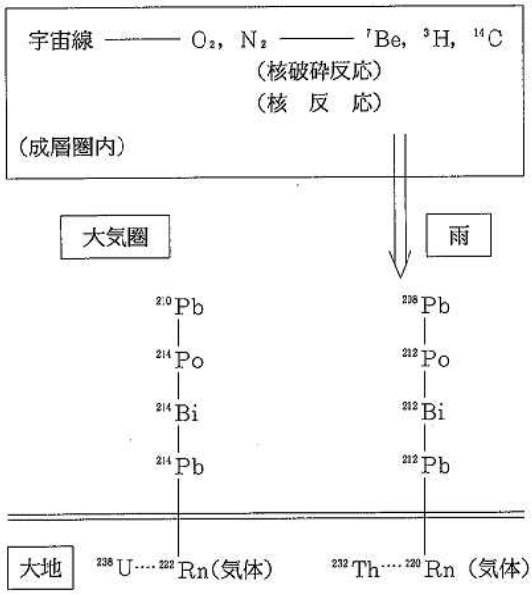


図3　　宇宙線，大地由来の放射性核種

気中を浮遊することになる[2]。

この大地を起源とする大気中の放射性核種のうちで浮遊じん中の放射性核種の測定を試みた（図3）[3]。

2 実 験 方 法

〔実験1〕

掃除機にフィルター（ガラス繊維ロ紙　GB100）を装着し，空気中の浮遊じんを60分間集めて（10ℓ/分）GM計数器で測定し半減期を追跡した。しかし測定器のバックグラウンドが比較的高いために（13.5 cpm），はっきりとした減衰が長時間にわたり追跡できなかった（図4）。そこでより精密に測定するために，大量の空気を採取できるハイボリウム（HV）エアサンプラー（1,500ℓ/分）で90分間集じんした後，直ちに低バックグラウンド放射能自動測定装置を用いて全ベータ放射線の計数率を測定し，その時系列変化から浮遊じん中の放射性核種の半減期を求め，核種の同定を試みた。

〔実験2〕

HVエアサンプラーで90分間集じんした後，直ちにゲルマニウム（Ge）半導体検出器を用いて測定を行い，測定されたガンマ線ピークから浮遊じん中のガンマ線放出核種の同定を行うとともに，10分ごとの各ピークの計数率の時系列変化から各々の同定された核種の半減期を求めた。

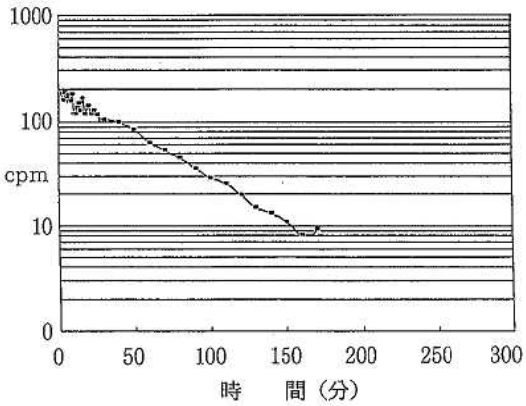


図4　　掃除機で集めた大気浮遊じん中放射性核種の時系列変化

〔実験3〕

アンダーセンHVエアサンプラーで約3週間，粒径1.1μmから7.0μmまでの5段階に分別集じんし，それぞれの段階ごとのガンマ線放出核種濃度を測定して，それぞれの核種の放射能中央径を計算し，大気浮遊じん中の放射能分布を求めた。

3 結 果 と 考 察

HVエアサンプラーで採取した浮遊じんのGe半導体検出器によるガンマ線スペクトルを図5に示す。このスペクトルから大気浮遊じん中にはBi-214をはじめとして6核種以上が存在していることがわかる。また，測定時間が長い（4万秒）ために比較的半減期の長いTh系列核種のPb-212（半減期10.6時間）のピークも認められる。

また，低バックグラウンド放射能自動測定装置による全ベータ放射線計数率の時系列変化を図6に示す。この図から浮遊じん中のベータ線放出核種は大きく2つに分けられることがわかる。測定開始後200分までの核種は半減期38.7分，500分をこえる核種は半減期13.8時間の見かけの半減期を持っている。13.8時間の半減期を持つ核種の寄与分を差し引くと，200分位までに減衰している核種の半減期は26.5分となり，この核種がPb-214であることがわかる。

HVエアサンプラーで集じんした浮遊じんのGe半導体検出器によるPb-214の351.9keVとBi-214の609.3keVのガンマ線ピークの計数率の時間による変化を示したのが図7である。白丸がPb-214，黒四角がBi-214の計数率であり，点線は最小自乗法で近似

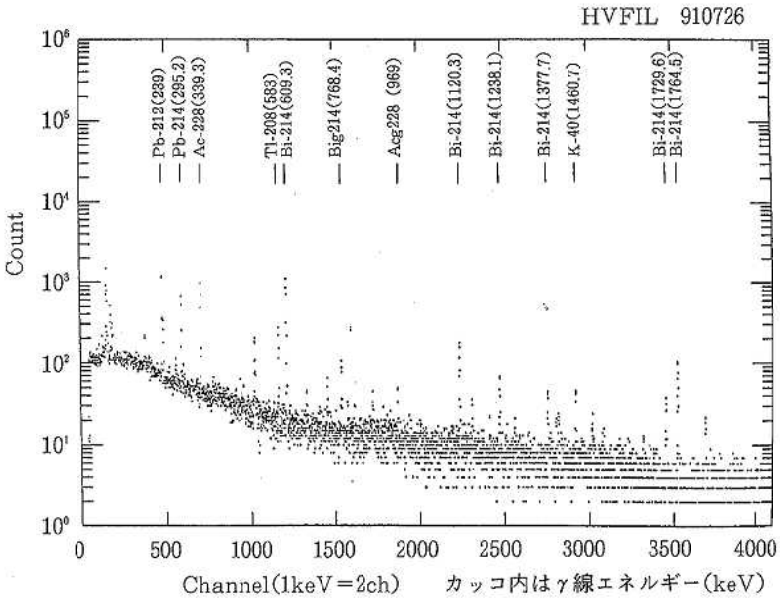
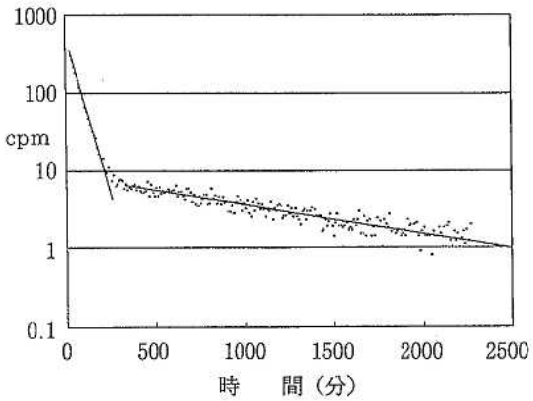


図5　浮遊じんのγ線スペクトル　HVエアサンプラーで2時間集じん，40,000秒測定

アンダーセンHVエアサンプラーの簡単な構造図を図8に示す。アンダーセンHVエアサンプラーでは短い時間に，測定に必要な量の浮遊じんを集めることができないため，短寿命核種の測定は困難であるが，長期間にわたって集じんするため（少なくとも2週間）Pb-214のさらに娘核種であるPb-210（半減期は22.3年）や代表的な大気浮遊じん中放射性核種であるBe-7（半減期は53.3日）の測定が可能である。

アンダーセンHVエアサンプラーで分別して，測定した放射能を確率統計紙にプロットし放射能中央径を計算したものを図9を示す。この図からBe-7，Pb-210の放射能中央径は，それぞれ0.71，0.6μmとなり両核種はその大半が粒径1.0μm以下の浮遊じんに吸着ないしは取り込まれていることがわかる。

した両核種の減衰直線である。それぞれの半減期はPb-214が25.6分，Bi-214が28.6分であった。Bi-214の半減期が理論値（19.7分）に比べ長くPb-214のそれに近いことは，Bi-214が自身の半減期ではなくPb-214に支えられて壊変していること（放射平衡）を示している。



HVエアサンプラーで90分間集塵後，低バックグラウンド放射能測定装置で測定

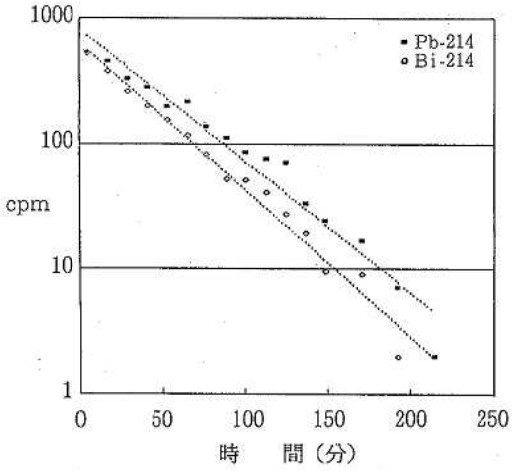
図6　全ベータ放射線計数率の時系列変化

4　ま　と　め

今回は，大気中に存在しているラドンの娘核種のうちPb-214，Bi-214を中心にその測定を試み，測定できることを確認した。また大気浮遊じん中放射能は粒径1.0μm以下の段階に含まれていることがわかった。

参　考　文　献

1）金沢大学放射能同位元素委員会編　放射能要覧 p23—26
2）ラドン族調査委員会編　大気中のラドン族と環境放射能
3）金沢大学理学部附属低レベル放射能実験施設昭和59年度研究概要・年次報告 LLRL AR-9　p9



HV エアサンプラーで90分間集塵後，
Ge 半導体検出器で測定

図7　　Pb-214，Bi-214γ線ピークの時系列変化

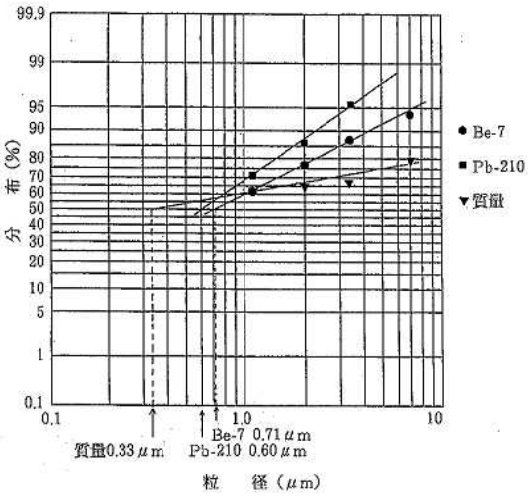
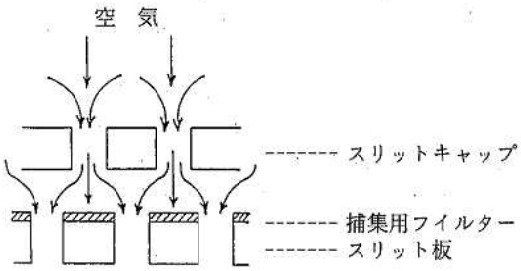


図9　　Pb-210，Be-7 の放射能中央径



スリットキャップを通った浮遊じんの内，粒径の小さい粒子は空気とともに次のスリット板を通過するが，粒径の大きい粒子は捕集用フィルター上に慣性衝突によって捕集される。

図8　　アンダーセンHVエアサンプラの原理

〔報　文〕

空中散布された農薬の水田環境での推移（第6報）

—— 平成3年度空中散布に伴う環境影響調査結果 ——

石川県衛生公害研究所化学調査室　塚林　裕・加藤充哉・堀　秀朗
橋田哲郎・橋場久雄・波木利志栄
石川県衛生公害研究所環境部　北村守次・山岸善久・柿沢隆一
石川県環境部環境管理課　水野和明・石田喜朗

1　はじめに

「石川県水田航空防除実施方針」に基づき，平成3年度も県下2市3町で防除実面積2,897ヘクタールの水田に農薬空中散布が実施され，安全散布を監視するために県では環境影響調査と周辺住民に対する健康影響調査を過去2年に引続き行った。環境影響調査の結果について報告する。

2　調査地区と農薬散布の実施状況

2・1　調査地区

空中散布地区における調査地区は平成元年，2年と同様に松任市徳光町とした。徳光町でのヘリコプターによる空中散布の規模は総面積192haで，昨年と同程度であった。居住地域との境界100mの地帯では除外区域として地上散布方式が取られたが，スーパースパウダーによる共同防除と，一部は農家ごとの個別防除による2方式が取られた。

地上散布地区としては松任市田中町を選んだ。この地域では各農家が個別に地上散布を行った。

2・2　農薬散布の実施状況

農薬空中散布は石川県水田航空防除協議会の示した平成3年度実施方針に従って実施されたが，実施方針の内容は昨年とほぼ同様であった。今年の散布回数は昨年と同じく2回であったが，梅雨明けが遅れ降雨日数も多かった（梅雨の期間日数は平年の1.6倍，総降雨量は1.7倍）ので，空中散布の予定が2～4日延期された。その結果，徳光町での第1回目は7月24日，第2回目は8月7日となり，各散布日の早朝（6時頃から9時半頃）に殺虫剤と殺菌剤を調合した液剤が散布された。第2回目の空中散布を環境調査の対象としたが，散布された農薬の量は，MEPが50mg/m²，フサライドが15mg/m²であった。除外区域でのスーパースパウダーによる地上散布は，第2回目については8月5日に実施された。

地上散布地区での農薬散布は，各農家が個別に実施することと，今年は例年になく天候が不順であったため，散布状況の詳細は不明であるが，田中町での第2回目の散布は8月の上旬の晴れた夕方に約10日間にわたって行われた。

Fate of Agricultural Chemicals Sprayed by Helicopter on Paddy Field. 6. Results of Environmental Effect Survey of Aerial Application in 1991. *by Hiro TSUKABAYASHI, Mitsuya KATO, Shuhroh HORI, Tetsuroh HASHIDA, Hisao HASHIBA, Toshie NAMIKI, Moritsugu KITAMURA*, Yoshihisa YAMAGISHI*, Ryuh-ichi KAKIZAWA*, Kazuaki MIZUNO**, and Yoshiroh ISHIDA** (Department of Chemicals and Department of Environmental Science*, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment; and Environmental Management Division, Environmental Department, Ishikawa Prefecture**)*

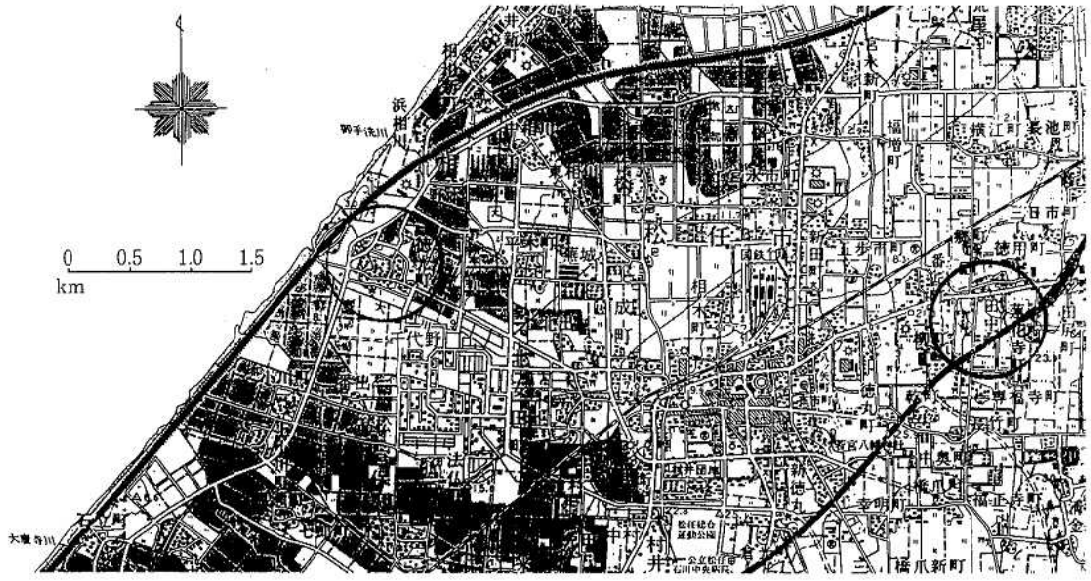


図１　　調査地区の位置図

３　調　査　方　法

３・１　調査の種類

(1)　大気調査：大気中濃度とろ紙を用いた降下量の調査を昨年と同じ方法[1]で行った。

(2)　消長調査：コンテナ水と河川水について昨年と同じ方法で調査した。

３・２　サンプリング地点と頻度

徳光町のサンプリング地点（Ａ１，Ａ２，Ｂ，Ｄ及びＥ地点）は過去２年と同じ場所である。田中町での地点（Ａ地点）も昨年と同じに設定した。

試料のサンプリング状況を表２―１と表２－２にまとめた。

徳光町でのサンプリングは次のようである。

(1)　大気中濃度：第２回目の空中散布当日にＡ１地点で，空中散布の開始直後から毎正時を基本に30分間ずつ夕方までサンプリングした。２～４日目は日中１～３回同様のサンプリングを行った。また，除外区域の地上散布当日は散布終了後５時間にわたって同様のサンプリングを行った。

(2)　ろ紙による降下量：第２回目の空中散布直前からＡ１，Ａ２，Ｂ地点で調査を開始した。当日の午前11時にろ紙を交換し，降雨が始まったため，午後２時に回収した。雨の上がった午後６時に調査を再開し，６日目まで午前にろ紙を交換した。また，Ｅ地点では散布開始から午後２時までの降下量を調査した。

(3)　コンテナ水：Ａ１，Ｂ地点で，第２回目の空中散布当日から３日目までは毎日，その後は３日～２週間ごとに採水した。

(4)　河川水：Ｄ地点でコンテナ水と同じ頻度で採水した。

また，第２回目の空中散布の前に実施した除外区域の地上散布調査を含めて各地点で１～３日間事前調査を行った。

田中町でのサンプリングも第２回目の地上散布に対応して実施した。Ａ地点で，大気中濃度とろ紙による降下量及びコンテナ水の調査を行った。大気中濃度とろ紙によるサンプリングは農薬散布の行われた夕方を中心に10日間行った。

３・３　調査した農薬成分と分析方法

空中散布と地上散布に使用された殺虫剤（MEP，ピリダフェンチオン，エトフェンプロックス及びブプロフェジン）と殺菌剤（フサライド，メプロニル及びトリシクラゾール）を分析した。今年度新に散布農薬に追加されたエトフェンプロックスは第１報[2]で示した抽出法により得た調製液を用いて，表３に示した測定条件でHPLC法により測定した。大気中濃度についてはこれまでのテナックス捕集・加熱導入GC/MS

表1　農薬散布の実施状況（松任市）

月日	空中散布	地上散布	気象状況
7.20	松任市北部地区（宮永，一塚）除外区域地上散布（空散と同じ液剤で）		
24	松任市北部地区（徳光地区を含む）　第1回空中散布 ビームバシタックエアー　トリシクラゾール4.0%，メプロニル16.0% アプロードゾル　ブプロフェジン40.0%	この期間第1回目地上散布 ビームバシボン粉剤DL エトフェンプロックス　0.5% トリシクラゾール　1% メプロニル　3%	15時から17時までに40mmの降雨
25	松任市南部地区　第1回空中散布		
26			13時から14時までに35mmの降雨
28			17時から19時までに40mmの降雨
29	松任市徳光地区　除外区域地上散布（空散と同じ液剤で） 松任市北部地区（上記以外），南部地区除外区域地上散布 成，竹松，北安田，中相川，東相川，法仏，宮保（空散と同じ液剤で） その他の集落　ビームバシボン粉剤DL		
8. 1			0時から9時までに185mmの降雨
2		この期間第2回目地上散布 カスラブオフトレボン粉剤DL エトフェンプロックス　0.5% ピリダフェンチオン　2% カスガマイシン　0.1% フサライド　1.5%	4時から13時までに305mmの降雨
3			5時から13時までに90mm，16時から21時までに25mmの降雨
4			0時から11時までに130mmの降雨
5	松任市徳光地区　除外区域地上散布（空散と同じ液剤で） 松任市北部地区（宮永，一塚を除く），南部地区除外区域地上散布 成，竹松，北安田，中相川，東相川，法仏，宮保（空散と同じ液剤で） その他の集落　カスラブオフトレボン粉剤DL		
6			20時から0時までに80mmの降雨
7	松任市徳光地区　第2回空中散布 カスラブバリダゾル　フサライド15.0%，カスガマイシン1.2%，バリダマイシンA4.0% スミチオン乳剤　MEP50%		0時から6時までに95mm，13時から18時までに55mmの降雨 5時から9時の風速1.1～2.4m （風向：北～東北東）
8	松任市南部地区　第2回空中散布 松任市北部地区（宮永，一塚），除外区域地上散布（空散と同じ液剤で）		
10			0時から22時までに30mmの降雨
12			6時から9時までに55mmの降雨

（風向，風速：松任測定局。降雨量：三馬測定局）

表2－1　空中散布地区（徳光）のサンプリング状況

地区	検査種目	地点	8月 1日 木	2日 金	3日 土	4日 日	5日 月	6日 火	7日 水	8日 木	9日 金	10日 土	11日 日	12日 月	19日 月	9月 9日 月	10月 7日 月
徳光	大気中濃度	A1	10：02				15：12 16：00 17：00 18：00 19：00 20：00	10：00 12：03 15：02	5：40 6：12 7：00 8：00 9：00 10：00 11：00 12：00 13：00 14：00 15：00 16：00 17：00 18：00	10：07 12：04 15：00	10：19 15：09	10：20					
	ろ紙	A1 A2 B		16：→(18：)		19：→(15：)→(20：)		(10：)	(5：)→(11：)→(14：) 18：	(10：)	(10：)	(10：)	(10：)	(10：)			
		E							5：28 (11：10) (14：11)								
	コンテナ水	A1 B					15：置 20：	10：	10：	10：	10：			10：	10：	10：	11：
	河川水	D	10：				15：	10：	10：	11：	11：			10：	10：	10：	11：
	散布状況						除外区域地散		空中散布								

大気捕集時間は上記開始時間から30分間である。
(　) ろ紙回収

表2－2　地上散布地区（田中）のサンプリング状況

地区	検査種目	地点	8月 1日 木	2日 金	3日 土	4日 日	5日 月	6日 火	7日 水	8日 木	9日 金	10日 土	11日 日	12日 月	19日 月	9月 9日 月
田	大気中濃度	A	10：	18：07 18：40 19：10 20：00 21：00 22：00	10：00 15：20	10：07 17：50 19：17 20：00 21：00 22：00	10：00 12：00 18：00	10：18 16：45 17：30 18：30 19：30 20：30	10：00 12：00 15：00	10：00 15：00	10：03 14：54	10：00				
中	ろ紙	A		17：→(18：)→(22：)	(10：)→	(10：)→(18：)→(22：)	(10：)→(18：)	(10：)→(17：)→(21：)	(10：)→	(10：)→	(10：)→	(10：)→	(10：)→	(10：)		
	コンテナ水	A	10：置	17：	10：	10：	10：	10：	10：	10：	10：			10：	10：	10：
	散布状況			地散		地散		地散		地散						

大気捕集時間は上記開始時間から30分間である。
(　) ろ紙回収

表 3　HPLC法によるエトフェンプロックスの測定条件

検出器	UV275nm
カラム	Inertsil-ODS（5 μm）4.6mmφ×長さ250mm
カラム温度	40°C
溶離液	アセトニトリル：水：トリエチルアミン：リン酸＝800：200：2：2
流速	1 ml/min
検出限界値	3.2 μg/m³（但し，通気量は20l とする。）

測定[1]のほか，セップパック捕集・溶出・GC及びHPCL測定（表3）も行い，高濃度時の測定条件の比較検討を試みた。その詳細は短報として別途記載した。

4　結　　果

4・1　空中散布地区

徳光町での大気中濃度の調査は8月1日から10日まで実施した。除外区域の地上散布は8月5日午後2～3時頃に行われ，対応が遅れて午後3時に調査を開始したが，夕方（午後6～8時）に散布農薬のMEPが低濃度（0.05～0.15 $\mu g/m^3$）で検出された。また，午後8時にはフサライド（空中散布除外区域の地上散布にも地上散布地域の地上散布にも用いられた）とピリダフェンチオン（地上散布地域の地上散布に用いられた）に加え，メプロニル（第1回目の空中散布，地上散布に用いられた）も検出されたが，いずれも低濃度（0.08～0.28 $\mu g/m^3$）であった。

8月7日の空中散布は午前6時頃から開始され，9時半頃に終了した。散布期間中の大気中濃度はMEP

表4　農薬の大気中濃度（徳光A1）

単位　$\mu g/m^3$

採取日	採取時刻	吸引量(l)	MEP	フサライド	ピリダフェンチオン	エトフェンプロックス[s]	メプロニル	ブプロフェジン	トリシクラゾール
8/ 1	10：02～	12.5	<0.02	<0.01	<0.05		<0.01	<0.05	<0.5
8/ 5	15：12～	18.2	<0.02	<0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	16：00～	17.4	<0.02	<0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	17：00～	16.1	<0.02	0.01	<0.05	<3.2	0.01	<0.05	<0.5
	18：00～	22.4	0.05	<0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	19：00～	15.7	0.05	<0.01	<0.05	<3.2	0.05	<0.05	<0.5
	20：00～	17.3	0.15	0.08	0.28	<3.2	0.09	<0.05	<0.5
8/ 6	10：00～	12.2	<0.02	<0.01	<0.05		<0.01	<0.05	<0.5
	12：03～	14.0	<0.02	<0.01	<0.05		<0.01	<0.05	<0.5
	15：02～	13.3	<0.02	<0.01	<0.05		<0.01	<0.05	<0.5
8/ 7	5：40～	13.5	<0.02	<0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	6：12～	14.8	2.1	0.41	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	7：00～	13.0	0.70	0.11	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	8：00～	12.5	4.1	0.28	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	9：00～	12.7	0.29	0.02	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	10：00～	13.3	0.38	0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	11：00～	12.2	0.16	0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	12：00～	10.5	0.09	0.02	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	13：00～	13.8	0.07	<0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	14：00～	12.4	0.42	0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	15：00～	13.4	0.86	0.02	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	16：00～	13.1	0.68	0.02	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	17：00～	14.7	0.65	0.03	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	18：00～	11.5	0.29	0.02	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
8/ 8	10：07～	12.3	0.10	0.05	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	12：04～	13.5	0.05	0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	15：00～	14.0	0.03	<0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
8/ 9	10：19～	14.5	0.03	0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
	15：09～	14.7	<0.02	0.01	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5
8/10	10：20～	22.2	0.03	0.02	<0.05	<3.2	<0.01	<0.05	<0.5

大気捕集時間は30分間である。

[s] Sep-Pack 捕集による測定値である。

が0.29～4.1μg/m³，フサライドが0.02～0.41μg/m³であった。MEPの大気中濃度は過去2年の結果と同程度であったが，1μg/m³を超える時間数は短かった。散布期間中のフサライドの濃度は昨年の調査結果に比べて低かった。MEPの大気中濃度は散布終了後徐々に低下したが，午後2～6時に再び上昇の傾向（0.29～0.86μg/m³）がみられた。フサライドの大気中濃度は散布終了後急激に低下し，翌日以降は検出限界のレベル（<0.01～0.05μg/m³）で推移した。また，2日目以降はMEPも低濃度（<0.02～0.10μg/m³）に収束した。

ろ紙降下量の調査は8月2日から12日にかけて実施した。第1回目の空中散布に用いられたメプロニル，ブプロフェジン，トリシクラゾール（メプロニルとトリシクラゾールは地上散布にも用いられた）のろ紙降下量も調査した。第2回目の散布は8月5日の除外区域の地上散布から始められたが，それ以前の8月3日に各地点でMEP，フサライドも検出された。ブプロフェジンとフサライドは水田農薬として散布されたものと思われるが，MEPは水田以外の農作物や，樹木に散布したものも検出されたと思われる。8月5日の除外区域の地上散布終了後の午後3～8時には，集落の周辺部（A1，A2地点）と中央部（B地点）ではMEPが<1.13～3.64μg/m²，フサライドが3.66～6.73μg/m²降下したが，その後翌日までのMEPの降下量は3地点とも検出限界未満で，フサライドは1.84～3.64μg/m²であった。（別途記載した空中散布時のろ紙降下量の調査結果も含め，集落の周辺部と中央部とに差異が認められなかったので，A1，A2，Bの3地点の結果を一括してまとめた。）

空中散布当日の散布時間帯（8月7日5：28～11：08）における散布区域内（E地点）でのMEPとフサライドの降下量はそれぞれ19.9～40.0mg/m²，7.6～14.1mg/m²で，ヘリコプターからの散布予定量（MEP 50mg/m²，フサライド15mg/m²）に対してMEPは40～80%，フサライドは50～94%であった。

空中散布が行われた時間帯のA1，A2，B地点での農薬降下量はMEPが25.2～268μg/m²，フサライドが17.8～95.4μg/m²で，いずれもA1地点で最大であった。その後午後2時までの降下量は各地点で，各農薬とも少量で

表5　農薬のろ紙降下量（徳光E）

単位　μg/m²

採取日時	MEP	フサライド	ピリダフェンチオン
8/7　5：28～11：08	29,300	14,100	<28.3
	40,000	11,000	<28.3
	19,900	7,600	<28.3
11：10～14：11	103	38.4	12.1
	210	25.2	<11.3
	123	15.5	<11.3

表6　農薬のろ紙降下量（徳光A1）

単位　μg/m²

採取日時	MEP	フサライド	ピリダフェンチオン	エトフェンプロックス	メプロニル	ブプロフェジン	トリシクラゾール
*8/2　16：35～8/3　17：40	<1.13	8.58	<2.8	<11.3	<11.3	<1.41	<5.66
8/4　18：55～8/5　15：15	<1.13	4.72	<2.8	<11.3	<11.3	<1.41	<5.66
8/5　15：15～　20：02	3.64	6.73	<2.8	<11.3	<11.3	<1.41	<5.66
20：02～8/6　10：00	<1.13	3.64	<2.8	<11.3	<11.3	<1.41	<5.66
8/6　10：05～8/7　5：35	51.6	1.93	<2.8	<11.3	<11.3	<1.41	<5.66
8/7　5：35～　10：50	268	95.4	<2.8	<11.3	<11.3	<1.41	<5.66
10：56～　14：08	4.91	0.82	<2.8	<11.3	<11.3	<1.41	<5.66
18：02～8/8　10：07	77.8	226	208	50.6	<11.3	2.04	<5.66
8/8　10：07～8/9　10：20	7.37	14.2	13.0	<11.3	<11.3	<1.41	<5.66
8/9　10：20～8/10　10：22	15.5	10.6	4.3	<11.3	<11.3	<1.41	<5.66
*8/10　10：22～8/11　10：00	1.34	19.9	6.7	<11.3	16.8	<1.41	<5.66
8/11　10：00～8/12　10：04	15.7	3.96	<2.8	<11.3	<11.3	<1.41	<5.66

＊調査中，降雨があり雨水中の農薬も測定してろ紙測定分と合わせた。

表 7　農薬のろ紙降下量（徳光A 2）

単位 $\mu g/m^2$

採取日時		MEP	フサライド	ピリダフェンチオン	エトフェンプロックス	メプロニル	ブプロフェジン	トリシクラゾール
*8/ 2 16：45～8/ 3	18：00	1.41	6.08	＜2.8	＜11.3	＜11.3	6.38	＜5.66
8/ 4 19：00～8/ 5	15：20	1.52	6.11	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 5 15：27～	20：04	1.90	3.66	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
20：04～8/ 6	10：23	＜1.13	1.84	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 6 10：25～8/ 7	5：23	28.2	1.43	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 7 5：23～	10：53	25.2	17.8	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
10：53～	14：15	7.76	0.46	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
18：11～8/ 8	10：32	256	167	130	16.0	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 8 10：32～8/ 9	10：36	13.7	14.9	27.7	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 9 10：36～8/10	10：30	12.7	9.96	6.6	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
*8/10 10：30～8/11	10：10	3.73	10.6	4.4	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/11 10：10～8/12	10：30	22.8	4.86	4.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66

＊調査中，降雨があり雨水中の農薬も測定してろ紙測定分と合わせた。

表 8　農薬のろ紙降下量（徳光B）

単位 $\mu g/m^2$

採取日時		MEP	フサライド	ピリダフェンチオン	エトフェンプロックス	メプロニル	ブプロフェジン	トリシクラゾール
*8/ 2 16：40～8/ 3	17：50	＜1.13	6.54	＜2.8	＜11.3	＜11.3	3.95	＜5.66
8/ 4 19：00～8/ 5	15：20	1.66	4.90	＜2.8	＜11.3	12.4	＜1.41	＜5.66
8/ 5 15：20～	20：07	＜1.13	5.22	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
20：07～8/ 6	10：15	＜1.13	2.71	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 6 10：15～8/ 7	5：45	33.6	3.02	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 7 5：45～	11：00	86.7	39.6	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
11：00～	14：11	18.9	1.77	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
18：07～8/ 8	10：16	130	63.5	15.4	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 8 10：16～8/ 9	10：29	12.6	9.72	8.1	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 9 10：29～8/10	10：36	9.26	8.37	3.2	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
*8/10 10：36～8/11	10：04	2.43	9.33	3.2	＜11.3	14.7	＜1.41	＜5.66
8/11 10：04～8/12	10：50	10.6	2.41	＜2.8	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66

＊調査中，降雨があり雨水中の農薬も測定してろ紙測定分と合わせた。

あったが，午後6時から翌日10時までの降下量はMEPが77.8～256 $\mu g/m^2$，フサライドが63.5～226 $\mu g/m^2$で，空中散布の時間帯での降下量よりむしろ多く，地上散布でのみ用いられたピリダフェンチオンとエトフェンプロックスも，それぞれ15.4～208 $\mu g/m^2$，＜11.3～50.6 $\mu g/m^2$検出された。これらの降下量を地上散布が行われた田中町でのろ紙降下量の調査結果（後述）と比較してみると，8月7日の夕方に，徳光町の近く（例えば除外区域の中でもスーパースパウダーでの共同防除ができなかった水田）で個別農家による地上散布が行われたと推定される。各地点での散布当日の24時間降下量を昨年の調査結果と比較すると，MEPとフサライドは少な目であったが，ピリダフェンチオンは多かった。

翌日以降の24時間降下量はMEPが1.34～22.8 $\mu g/m^2$，フサライドが2.41～19.9 $\mu g/m^2$，ピリダフェンチオンが＜2.8～27.7 $\mu g/m^2$で，エトフェンプロックスは検出限界未満であった。

表 9　　コンテナ水中での農薬の消長（徳光A1）

単位　μg/m²

採取日時	MEP	フサライド	ピリダフェンチオン	エトフェンプロックス	メプロニル	ブプロフェジン	トリシクラゾール	水面高（mm）
8/ 5　20：05	4.7	6.60	<7.5	<54.6	<36.4	<5.1	<18.2	167
8/ 6　10：07	9.0	9.47	<7.5	<54.6	<36.4	<5.1	<18.2	160
8/ 7　10：54	980	181	9.0	<54.6	<36.4	<5.1	<18.2	177
8/ 8　10：08	861	577	343	70.4	<36.4	<5.1	<18.2	176
8/ 9　10：23	513	374	282	<54.6	<36.4	<5.1	<18.2	168
8/12　10：20	137	474	131	<54.6	<36.4	12.1	<18.2	166
8/19　10：16	48.5	300	152	<54.6	<36.4	20.1	<18.2	140
9/ 9　10：27	<3.0	51.4	54.8	<54.6	<36.4	14.3	<18.2	182
10/ 7　10：45	<3.0	11.7	51.4	<54.6	<36.4	測定不能	<18.2	289

表 10　　コンテナ水中での農薬の消長（徳光B）

単位　μg/m²

採取日時	MEP	フサライド	ピリダフェンチオン	エトフェンプロックス	メプロニル	ブプロフェジン	トリシクラゾール	水面高（mm）
8/ 5　20：10	3.3	7.15	<7.5	<51.3	<36.4	15.9	<18.2	159
8/ 6　10：15	5.2	11.2	<7.5	<51.3	<36.4	<5.1	<18.2	156
8/ 7　11：00	255	68.1	8.1	<51.3	<36.4	<5.1	<18.2	171
8/ 8　10：18	402	122	23.0	<51.3	<36.4	<5.1	<18.2	168
8/ 9　10：32	104	115	33.4	<51.3	<36.4	<5.1	<18.2	162
8/12　10：37	16.9	111	39.4	<51.3	<36.4	9.4	<18.2	152
8/19　10：24	12.8	12.7	30.7	<51.3	<36.4	12.7	<18.2	114
9/ 9　10：27	8.2	25.5	18.7	<51.3	<36.4	9.3	<18.2	114
10/ 7　10：55	<3.0	15.6	14.6	<51.3	<36.4	<5.1	<18.2	199

コンテナ水による調査はA1，B地点で8月5日から10月7日まで行った。空中散布以前の8月5，6日に両地点でMEPとフサライドが検出された。空中散布の時間帯（8月7日11時まで）にA1地点でMEPが980μg/m²，フサライドが181μg/m²降下した。B地点ではMEPが255μg/m²，フサライドが68.1μg/m²であった。両地点でピリダフェンチオンもわずかに検出された。各地点でのろ紙降下量と比較するとMEPは約3倍，フサライドは約2倍の結果であった。ろ紙降下量の調査結果と同様に，翌日までにA1地点ではフサライドとピリダフェンチオン，エトフェンプロックスの，B地点ではMEPとフサライド，ピリダフェンチオンの新たな降下が認められた。その後，B地点でピリダフェンチオンが8月12日まで低濃度レベルで徐々に増加したのを除いて，各農薬の消長は漸減傾向にあった。MEPは1～2カ月後には検出限界未満となったが，フサライドとピリダフェンチオンは減少速度が遅く，2カ月後にも残留した。第1回目の空中散布に用いられたブプロフェジンが両地点で8月12日から約1カ月検出された。

河川水での消長は農業用排水路の下流部のD地点で8月1日から10月7日まで調査した。第2回目の空中散布以前の調査で既にMEP，フサライド，ピリダフェンチオンがわずかに検出され，第1回目の空中散布に用いられたブプロフェジンと地上散布に用いられたトリシクラゾールも検出された。

MEPは空中散布当日（8月7日）に最高濃度となったが，フサライドは8月8日に，地上散布に用いられたピリダフェンチオンは8月12日に最高濃度を示した。MEPの最高濃度はこれまでの調査結果の1/4～1/7でフサライドの最高濃度は昨年の約3倍であったが，いずれの農薬も検出期間は長かった。長梅雨により農薬散布の時期が遅れ，長引いたためと思われる。

表 11　河川水中での農薬の消長（徳光D）

単位　μg/l

採取日時	MEP	フサライド	ピリダフェンチオン	エトフェンプロックス	メプロニル	ブプロフェジン	トリシクラゾール
8/ 1 10：15	0.06	0.09	0.30	＜0.3	＜0.2	3.58	6.3
8/ 5 15：32	0.11	0.09	0.36	＜0.3	＜0.2	＜0.15	0.3
8/ 6 10：30	0.15	0.07	0.32	＜0.3	＜0.2	＜0.15	0.3
8/ 7 10：00	4.55	0.82	1.81	＜0.3	0.5	＜0.15	＜0.1
8/ 8 10：36	3.21	7.31	0.36	＜0.3	＜0.2	＜0.15	＜0.1
8/ 9 10：44	1.03	0.22	0.21	＜0.3	＜0.2	＜0.15	0.2
8/12 10：35	2.34	3.57	8.43	＜0.3	＜0.2	0.65	＜0.1
8/19 10：08	0.17	0.13	0.83	＜0.3	＜0.2	＜0.15	＜0.1
9/ 9 10：20	0.05	0.05	＜0.05	＜0.3	＜0.2	＜0.15	＜0.1
10/ 7 10：40	＜0.02	0.02	0.16	＜0.3	＜0.2	＜0.15	＜0.1

表 12　農薬の大気中濃度（田中）

単位　μg/m³

採取日	採取時刻	吸引量(l)	MEP	フサライド	ピリダフェンチオン	エトフェンプロックス[s]	メプロニル	ブプロフェジン	トリシクラゾール
8/ 1	10：00～	16.3	0.03	＜0.01	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
8/ 2	18：07～	10.5	＜0.02	0.70	2.0	＜3.2	0.67	＜0.05	＜0.5
	18：40～	12.4	11[s]	6.2[s]	11	4.0	＞1.6	＜0.05	0.9
	19：10～	17.4	3.4	2.1	3.5	＜3.2	0.68	＜0.05	＜0.5
	20：00～	16.7	1.3	1.6	2.9	＜3.2	0.03	＜0.05	＜0.5
	21：00～	12.6	0.92	0.23	0.52	＜3.2	0.05	＜0.05	＜0.5
	22：00～	12.9	0.56	0.11	0.07	＜3.2	＜0.01	＜0.05	＜0.5
8/ 3	10：00～	11.5	0.03	＜0.01	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
	15：20～	12.3	＜0.02	＜0.01	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
8/ 4	10：07～	13.6	＜0.02	＜0.01	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
	17：50～	12.3	0.73	3.2	5.1	＜3.2	＜0.01	＜0.05	＜0.5
	19：17～	13.8	0.14	1.3	2.1	＜3.2	＜0.01	＜0.05	＜0.5
	20：00～	13.2	0.20	0.07	0.06	＜3.2	＜0.01	＜0.05	＜0.5
	21：00～	10.6	0.14	0.06	0.07	＜3.2	＜0.01	＜0.05	＜0.5
	22：00～	14.5	0.28	0.11	0.15	＜3.2	0.01	＜0.05	＜0.5
8/ 5	10：00～	37.6	＜0.02	0.02	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
	12：00～	33.3	＜0.02	＜0.01	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
	18：00～	36.2	＜0.02	0.25	0.34	＜3.2	0.09	＜0.05	＜0.5
8/ 6	10：18～	18.3	＜0.02	0.07	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
	16：45～	13.7	0.07	0.02	＜0.05	＜3.2	0.02	＜0.05	＜0.5
	17：30～	15.0	0.06	13[s]	13[s]	7.0	0.81	＜0.05	＜0.5
	18：30～	14.5	0.02	0.04	0.31	＜3.2	＜0.01	＜0.05	＜0.5
	19：30～	14.8	0.06	0.02	＜0.05	＜3.2	＜0.01	＜0.05	＜0.5
	20：30～	15.0	＜0.02	0.03	0.05	＜3.2	＜0.01	＜0.05	＜0.5
8/ 7	10：00～	12.2	0.19	＜0.01	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
	12：00～	18.5	0.20	＜0.01	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
	15：00～	19.8	0.10	＜0.01	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
8/ 8	10：00～	19.4	0.09	0.02	0.06		＜0.01	＜0.05	＜0.5
	15：00～	18.1	0.03	＜0.01	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
8/ 9	10：03～	17.6	＜0.02	0.04	0.06		＜0.01	＜0.05	＜0.5
	14：54～	19.0	＜0.02	0.01	＜0.05		＜0.01	＜0.05	＜0.5
8/10	10：00～	13.9	0.08	0.05	0.05		0.24	＜0.05	＜0.5

大気捕集時間は30分間である。

[s] Sep-Pack 捕集による測定値である。

表13　農薬のろ紙降下量（田中）

単位　μg/m²

採取日時		MEP	フサライド	ピリダフェンチオン	エトフェンプロックス	メプロニル	ブプロフェジン	トリシクラゾール
8/ 2	17：00～8/ 2 18：00	＜1.13	3.37	4.6	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
	18：00～ 22：00	91.4	31.7	44.8	12.1	＜11.3	＜1.41	＜5.66
*	22：00～8/ 3 10：05	10.4	5.98	＜2.8	＜11.3	93.3	1.55	＜5.66
*8/ 3	10：05～8/ 4 10：08	1.52	3.49	6.3	＜11.3	＜11.3	1.75	＜5.66
8/ 4	10：08～ 17：50	14.6	52.2	83.7	15.6	＜11.3	＜1.41	＜5.66
	17：50～ 22：00	10.3	57.1	79.0	18.0	＜11.3	＜1.41	＜5.66
	22：00～8/ 5 10：00	5.82	8.16	7.3	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 5	10：00～ 18：00	＜1.13	12.3	11.0	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
	18：00～8/ 6 10：16	1.82	29.5	45.0	11.4	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 6	10：16～ 17：00	2.39	2.71	2.3	＜11.3	＜11.3	1.45	＜5.66
	17：00～ 21：00	2.47	80.9	135	26.9	測定不能	＜1.41	＜5.66
*	21：00～8/ 7 10：00	134	13.1	3.6	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
*8/ 7	10：00～8/ 8 10：00	43.4	17.5	4.5	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 8	10：00～8/ 9 10：00	5.59	213	296	69.5	＜11.3	＜1.41	＜5.66
8/ 9	10：00～8/10 10：05	10.7	14.8	14.4	＜11.3	＜11.3	＜1.41	＜5.66
*8/10	10：05～8/11 9：47	5.24	17.7	6.2	＜11.3	16.0	＜1.41	＜5.66
*8/11	9：47～8/12 10：03	6.80	27.8	4.6	＜11.3	33.2	＜1.41	＜5.66

＊調査中，降雨があり雨水中の農薬も測定してろ紙測定分と合わせた。

4・2　地上散布地区

田中町では地上散布のみが行われ，大気中濃度の調査はA地点で8月1日から10日まで行った。今年は天候不順のため農薬散布が遅れ、調査期間も長くなったが，10日以降も散布が続いたようである。

大気中濃度については地上散布農薬のフサライドとピリダフェンチオンは8月2，4，6日の夕方に高濃度に検出され，8月2日にはMEPも同時に検出された。調査期間中のフサライドの最高濃度は13μg/m³（8月6日），ピリダフェンチオンは13μg/m³（8月6日），MEPは11μg/m³（8月2日）で，単純に比較するといずれも徳光町のA1地点での結果より高かった。しかし，各農薬とも1～3時間後には低濃度に収束し，翌日には検出限界未満となった。昨年と同様，地上散布地区での大気中濃度は夕方の散布時間帯に高濃度に検出されるが，その後は速やかに減衰し，この周期が数日間繰り返される，という結果であった。

第1回目の空中散布と地上散布農薬の1つであるメプロニルが数回検出されたが，これも長梅雨により各農家での農薬散布の時期が遅れたためと思われる。

ろ紙降下量は8月2日から12日まで調査したが，この期間内では8月2，4，5，6，8日の夕方に，近くで地上散布が行われたことが調査結果からうかがえる。いずれの日にも地上散布農薬のフサライドとピリダフェンチオン，エトフェンプロックスの降下量が多く，同時にMEPも降下していた。8月2日，7日，8日に回収したろ紙にはMEPが他の時期に比べ，多く降下しているが7日，8日については空中散布が行われておりこの影響があらわれたものと思われる。

24時間降下量の最大値はフサライドが213μg/m²，ピリダフェンチオンが296μg/m²，エトフェンプロックスが69.5μg/m²で，いずれも8月8～9日に暴露したろ紙に検出された。フサライドとピリダフェンチオンの降下量の最大値は，同じ地点での昨年の調査結果の2～4倍であった。8日は久々に天候がよく，遅滞していた地上散布を一斉に行ったためと推定される。

地上散布の場合，調査地点と農薬散布水田との距離や風向の影響が大きいので，空中散布地区に比べて大気調査結果のバラツキも大きくなる。

コンテナ水中での農薬の消長は，農薬の新たな降下による増加と分解や揮散による減少を反映したものであり，何回かの負荷の後に最高濃度が現れる。調査期間中（8月2日～9月9日）の最高濃度はフサライドが575μg/m²，ピリダフェンチオンが541μg/m²で，それぞれ昨年の3，1.5倍であった。また，MEPの最高濃度は164μg/m²で，コンテナ水中での濃度は

表 14　　コンテナ水中での農薬の消長（田中）

単位　μg/m²

採取日時	MEP	フサライド	ピリダフェンチオン	エトフェンプロックス	メプロニル	ブプロフェジン	トリシクラゾール	水面高(mm)
8/ 2　17：15	<3.0	6.36	<7.5	<64.8	<43.2	<6.82	<21.6	187
8/ 3　10：10	96.7	44.2	65.4	<64.8	<43.2	<6.82	<21.6	192
8/ 4　10：10	63.3	53.5	58.9	<64.8	<43.2	<6.82	<21.6	195
8/ 5　10：10	51.5	166	251	<64.8	<43.2	<6.82	<21.6	190
8/ 6　10：20	29.2	228	305	<64.8	<43.2	<6.82	<21.6	183
8/ 7　 9：54	36.2	361	409	<64.8	<43.2	<6.82	測定不能	198
8/ 8　10：10	164	372	361	<64.8	<43.2	<6.82	測定不能	197
8/ 9　10：03	78.2	535	541	<64.8	<43.2	<6.82	測定不能	190
8/12　10：00	38.2	575	439	<64.8	<43.2	<6.82	測定不能	207
8/19　 9：48	8.7	423	154	<64.8	<43.2	<6.82	測定不能	182
9/ 9　10：03	9.3	150	13.4	<64.8	<43.2	<6.82	<21.6	216

3農薬とも昨年より高めに推移した。エトフェンプロックスとメプロニル，ブプロフェジン，トリシクラゾールは調査期間中検出されなかった。

5　考　　察

5・1　散布農薬の人体影響について

農薬の空中散布に関連して，環境庁は大気中の農薬の挙動や毒性等の科学的知見を基に，MEP，ダイアジノン，カルバリルの3物質の人の健康に対する影響を検討し，平成3年3月に検討結果の中間報告[3]を出している。その中で体重60kgの成人が1日15m³の空気を吸入するとしてMEPの安全性の目安を20μg/m³としている。

また平成3年3月28日には農林水産航空協会が「航空散布地区周辺地域の生活環境における大気中の農薬の安全性についての評価に関する指針」[4)5)]を発表した。これによると，農薬の航空散布に基づく生活環境の大気中農薬が，航空散布地区周辺地域の住民あるいはその地域を通過するもの等の健康に好ましくない影響を及ぼすことのないよう，生活環境中の農薬濃度の守るべき上限値を安全性に関する指針値として12種類の農薬について提言している。MEP，ダイアジノン，カルバリルについては環境庁の目安値と航空防除協会の指針値は同じ数値となっている。

今年度の調査地点である徳光町のA1地点における大気中の農薬の測定結果では，第2回目に散布されたMEP，フサライドの最高値はそれぞれ4.1μg/m³，

表15　　航空散布による生活環境の大気中農薬の指針値

農薬名	化学式	指針値*	許容濃度**
		μg/m³	mg/m³
MEP(フェニトロチオン)	$C_9H_{12}NO_5PS$	20	1
マラチオン	$C_{10}H_{19}O_6PS_2$	20	10
フェンチオン	$C_{10}H_{15}O_3PS_2$	2	0.2
ダイアジノン	$C_{12}H_{21}N_2O_3PS$	2	0.1
ピリダフェンチオン	$C_{14}H_{17}N_2O_4PS$	4	0.2
カルバリル	$C_{12}H_{11}NO_2$	40	5
フェノブカルブ	$C_{12}H_{17}NO_2$	100	5
ブプロフェジン	$C_{16}H_{23}N_3OS$	36	2
フサライド	$C_8H_2Cl_4O_2$	200	10
トリシクラゾール	$C_9H_7N_3S$	60	3
フルトラニル	$C_{17}H_{16}NO_2F_3$	200	10
メプロニル	$C_{17}H_{19}NO_2$	100	5

注）＊　指針値は，現在の検知精度から30分間の捕集時間における生活環境大気中の農薬濃度を示す。ただし、フルトラニルは60分である。

＊＊　許容濃度は，日本産業衛生学会の勧告した職場における作業環境空気中の濃度である。

（農林水産航空協会「航空散布地区周辺地域の生活環境における大気中の農薬の安全性についての評価に関する指針」（平成3年3月）より抜粋）

0.41 μg/m³で，散布中を含めてそれぞれの指針値20 μg/m³，200 μg/m³を超えることはなかった。また測定した他の農薬も指針値を超えることはなかった。

5・2　散布方法による大気中濃度と降下量推移の特徴

空中散布地域においてはMEP，フサライドとも大気中濃度は散布中に最高濃度が出現し，散布終了後から午後1時まで急激に低下するが，夕方頃にわずかに上昇する傾向が昨年までの調査と同様にみられた。早朝に散布された農薬の大気中濃度は約1日で低下し，翌日には影響しない傾向もこれまでと同様である。地上散布は天候不順のため8月2日から8日までの夕方の晴れ間に行われたので例年より散布期間が長かった。調査地点の周辺地域で散布作業が行われた時に大気中濃度は高くなり，空中散布に比べて高い数値がみられたが，散布終了後は速やかに検出限界レベルに下がり，高い濃度の出現時間は30分から3時間程度であった。

空中散布と地上散布について居住地域への影響を比較すると，大気中濃度は空中散布で低く，影響時間は地上散布のほうが短くなるが，散布が数日間に渡るため影響はこの間現れる。

調査期間中のろ紙降下量を共通の測定期間（8月4日夕方から12日朝）で合計してみると，徳光町の3測定地点ではMEPはおよそ300～450 μg/m²，フサライドは150～400 μg/m²，ピリダフェンチオンが30～230 μg/m²で，田中町ではそれぞれ229，495，609 μg/m²となった。長期的には両地点での農薬の降下量には大きな差はないようである。

5・3　空中散布農薬のモニタリング調査について

平成元年4月に「石川県水田航空防除協議会」が設置され，協議会が定めた「石川県水田航空防除実施方針」に基づき3年間にわたって空中散布に伴う環境への影響調査を行ってきた。平成3年には環境庁が「農薬環境動態影響調査検討会」の中間報告を，農林水産航空協会が「航空散布地区周辺地域の生活環境における大気中の農薬の安全性についての評価に関する指針」を公表し，MEP等の大気中濃度について評価が可能になってきた。

これまでの環境影響調査の結果[1)-6)]から，空中散布当日のMEPの飛散状況について表16にまとめた。徳光A1地点のMEPの散布当日の大気中濃度は＜0.04～4.1 μg/m³，空中散布の開始から終了直後までのろ紙降下量は268～885 μg/m²，散布終了直後までのコンテナ水中への降下量は980～1230 μg/m²，同時に採取した河川水では4.55～18.4 μg/lであった。降下量は今年過去2年に比べて低いにも拘らず，大気中濃度は今年に最高値が出現していることなど，降下量と大気中濃度の関係については，今後更に検討する必要があるが，3年間の調査結果は空中散布に伴う影響レベルを表しているといえる。

今後空中散布に伴う農薬の大気中濃度と環境における消長をモニタリングしていく場合，調査地点やサンプリングの頻度，期間等を整理するとともに，大気中濃度については前述の評価基準を参考に24時間測定についても検討が必要と考えられる。また空中散布は実施方針に定められた条件下で実施されるが，気象条件によっては散布時期が大きく遅れたり，時には散布農薬の種類が変わる可能性がある。このような状況の変化にも素早く対応してモニタリングできる体制の整備も必要である。

表16　　徳光町における空中散布に伴う農薬の大気中濃度等（MEP）

区分		平成元年	平成2年	平成3年
空中散布日		7月24日	8月2日	8月7日
散布農薬		ビームバシタックゾル スミチオン乳剤	カスラブバリダゾル スミチオン乳剤	カスラブバリダゾル スミチオン乳剤
大気中濃度（μg/m³）	A1	＜0.04～1.1	0.38～3.5	0.07～4.1
ろ紙降下量（μg/m²）	A1	698	885	268
	A2	296	279	25
	B	438	330	87
コンテナ中降下量（μg/m²）	A1	1,010	1,230	980
	B	690	643	255
河川水中濃度（μg/l）		18.4	8.59	4.55

空中散布地域の対照として地上散布地域についても調査を行ってきたが，両地域の結果を比較すると，それぞれの散布の影響に加え，近辺で様々な態様で撒かれた農薬の影響が推測された。農薬散布方法ごとの環境影響の特徴を更に調査することもモニタリングの評価を行う上で有用と思われる。

6 ま と め

平成元年度から「石川県水田航空防除実施方針」に基づき空中散布に伴う環境への影響評価を行ってきたが本年度は3度目の調査となった。長梅雨の影響で散布予定日が数日にわたり変更遅延した。

空中散布時の農薬の安全性については環境庁，農林航空協会から報告があり評価が可能になってきた。空中散布地域のMEP，フサライドの居住地域境界地点での最高濃度は散布当日にそれぞれ4.1 $\mu g/m^3$，0.41 $\mu g/m^3$ が観察された。これは上記報告書で提示された20 $\mu g/m^3$，200 $\mu g/m^3$ より低いレベルであった。

文　　献

1) 塚林　裕，加藤充哉，矢田峯子，堀　秀朗，橋場久雄，清水靖男，桐元俊武，北野肇一，森島敏明，玉井　徹，瀬戸映子，水野和明，米澤賢司：石川衛公害研年報，28，237—250（1991）
2) 塚林　裕，西川孝蔵，石田喜朗，玉井　徹，道下博之：同上誌，24，412—417（1987）
3) 環境庁水質保全局：農薬環境動態影響調査（大気）検討会—中間とりまとめについて—（1991）
4) 農林水産航空協会：航空散布用農薬の大気中における許容濃度等について（1991）
5) 農林水産航空協会：大気中の農薬を考える（1991）
6) 清水靖男，加藤充哉，桐元俊武，北野肇一，西川孝蔵，堀　秀朗，澤田道和，山岸善久，橋田哲郎，亀井とし，塚林　裕，玉井　徹，瀬戸映子，水野和明，琴坂幸広：石川衛公害研年報，27，231—250（1990）

〔報　文〕

ゴルフ場農薬の流出シミュレーションに関する研究

石川県衛生公害研究所化学調査室　堀　秀朗

1 はじめに

ゴルフ場の新設に伴う環境影響評価の際の農薬流出算定や既設ゴルフ場での農薬使用の指導に際し，技術的根拠として農薬の流出率や流出挙動を把握しておくことは重要である。そこで石川県では既設ゴルフ場の一部を対象に農薬流出挙動調査を実施した[1)-3)]。しかし，散布された農薬の流出率を長期間にわたる観測データから算出する方法は，少量の雨にも直ちに応答して流出水量や農薬濃度が短い時間間隔で変化する小規模集水域においては，変動の観測に要する労力が膨大であり，現実には実施することが困難である。そのため，挙動調査の中で4回実施した短期間の降雨時調査のデータを，流出シミュレーション技法に適用し，長期にわたる農薬流出量を推定することを試みた。

2 方　法

2・1 モデル地区の概要

モデルとしたのは平成2年度ゴルフ場散布農薬挙動調査を実施した区域である。選定した区域の面積は38,700m²で，その概要を図1に示す。調査対象区域は2つのホールにまたがっているが，区域内にティグランド，フェアウェイ，ラフ，グリーンなどゴルフコースとして最低1ホールの構成要素を含んでいる。

2・2 降雨量，流量の観測及び試料採取

降雨時調査は4回実施したが，そのうちの3回分を流出シミュレーションに用いた。

(1) 降雨量の観測

図1のNo. 4地点に接する調整池の堤上に設置した貯水型指示雨量計で各流量観測時点間の雨量を，転倒桝型自記雨量計で積算雨量を連続観測した。

(2) 流量の観測

図1のNo. 1～3地点が集水域から調整池へ流入す

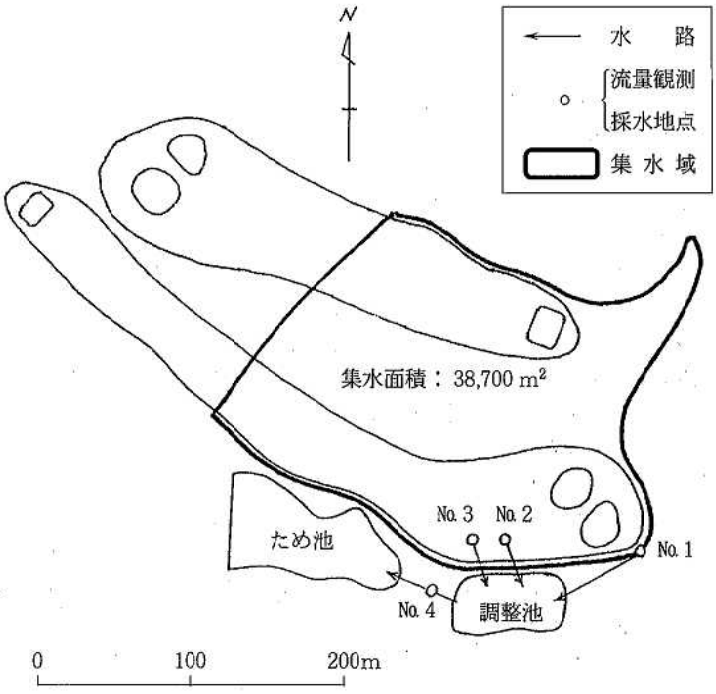


図1　ゴルフ場調査区域の概要

A Study on Runoff Simulation Model of Pesticides used at the Golf Links *by Syuhroh HORI* (*Department of Chemicals, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment*)

る排水路末端の流量観測及び採水筒所で，No. 4 地点は調整池からゴルフ場外への流出経路での流量観測及び採水箇所である。

流量観測は各地点で直角三角堰を設置し，越流水位を原則として毎正時に観測し，トムソンの公式[4]で流量に換算した。越流水位の観測は，降雨時の流量変動が急激な時は30分間隔で行い，緩慢な時は1時間間隔で，無降雨時で流量変動がはっきりしない時や，降雨前の先行観測時は適宜2～4時間間隔で観測した。

(3)　試料の採取

分析用試料の採取は，流量観測時と同時を原則としたが，流量変化の緩慢な時は採取を適宜間引いた。また，ゴルフコースから調整池へ流入する経路はNo. 1，2，3の3経路であり，各流出水の農薬濃度を流量比により加重平均した値をゴルフコースからの流出水中農薬濃度とした。

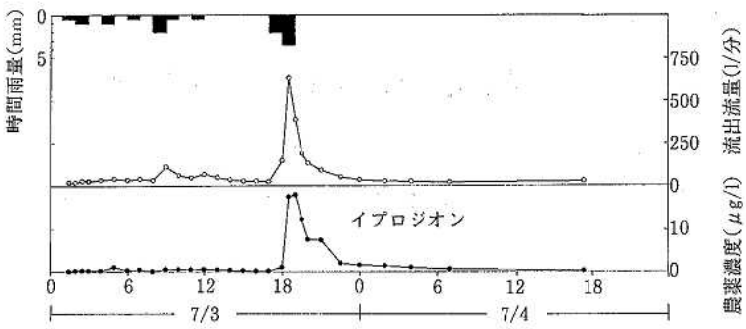


図2　　時間雨量と流量曲線（ハイドログラフ）及び農薬濃度曲線

2・3　タンクモデルによる流出解析

流出解析モデルには，単位図法，貯留関数法，タンクモデル，Kinematic wave 法等があるが，中でもタンクモデルは水質汚濁に関わる負荷流量曲線にも応用のある解析法といわれており[5]，農薬の流出シミュレーションへの移行を考えると，まずタンクモデルでの流出解析を試みるのが妥当と思われた。

タンクパラメーターの設定に際し，この集水域での流量観測結果のハイドログラフ（図2）から，降雨時に発現する流量ピーク群を構成する水量の大部分は，迅速に土壌の極表面を流れる表面流出水と，土壌上層部の透水層を浸透して流出する早い中間流出水で構成され，降雨後の流量は遅い中間流出が効いてくると思われるので，タンクモデルは直列2段タンク構成とし（図3），上の第1段タンクは表面流出に，第2段タンクは中間流出に対応させた。

各タンクの孔数はできるだけ少ない数で再現できれば良いが，各調査の実測値に合わせることを第1に考え，タンクの孔数は適宜数を増やした。

計算間隔は集水域が小さく（3.78ha），降雨による流量発現の応答が敏感なことから数十分単位が適当と考えられたが，有効な雨量データが確保しがたいこと（降雨量観測の精度が0.5mmで短時間の小雨量が計れないこと，観測データの無い期間は近傍の気象台の時間雨量データで代用すること）から1時間とした。

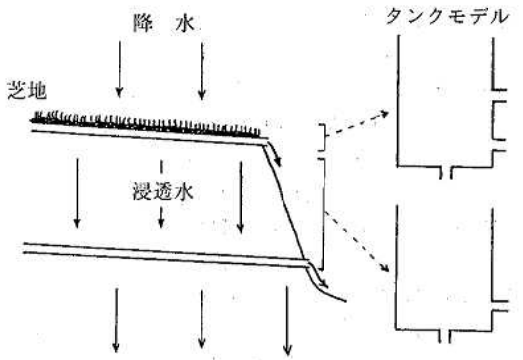


図3　　タンクモデル構造の概念

2・4　タンクモデル内での濃度の生起

流出濃度モデルは，流出濃度が基本的に時間雨量の大きい後に高くなり，流量の生起機構と密接に結びついていると仮定し，流量タンクモデルの中で考慮することにした。このように，流出解析に用いたタンクで濃度生起のパラメータをつけて濃度シミュレーションを行った例[6]が過去にはある。

現在のところ，農薬が水中に溶け込む時の要因，土壌と水の系における農薬の分配に関する定量化，晴天時における土壌中農薬の消長に関する要因等が明らかになっていないが，調査結果から散布農薬の水中への移行について以下のような農薬流出機構を仮定した。

流出濃度の発現の仕方を図2のハイドログラフから観察すると，降雨時の流量ピークに合わせた濃度ピークの出現がみられることから，①降雨強度が流出水中

の農薬濃度の高低に関係している。流出しやすい農薬に関してではあるが，降雨時の流量ピークの後の数時間後や晴天時の定常流量時（50l/分未満）においても，農薬が検出されていることから，②農薬の流出は降雨時の表面流出のみに因るのではなく，中間流出部によっても生じ，その濃度は表面流出の場合に比べてかなり低い。更に，同程度の降雨強度の降水であっても，散布時点から経過した時間が長い降水時の方が流出水中の農薬濃度が低くなっていることから，③経時的に土壌中で農薬の分解（及び大気中への揮散）が進んでいる。これらの3点を考慮して濃度パラメータを設定した。

濃度表現に関するパラメータとして，表面流出部分（第1段パンク）では農薬の水への溶解力的なものが流出濃度に寄与することから，第1段タンク内で農薬ごとの<溶出係数>を設定し，水中への溶けやすさを表す尺度とした。そして農薬の水中への移行は，土壌又は芝表面の農薬が直接降水と接触した時に起こるとすれば，単位時間あたりの接触度が多ければ，それだけ多量の農薬が水中に移行し，結果として水中の農薬濃度が高くなると考えた。この接触度の大小をタンク内貯留高のn乗（水の動きの活発度）と農薬現存量の積で表すことにして，第1段タンク内の濃度生起式を(1)式のようにした。

$$Cw1 = (\text{農薬現存量}) \times (\text{貯留高})^n \times kp \quad \cdots\cdots(1)$$

（ただしkp：溶出係数）

nの値は実測値の流量－濃度曲線から推定し，設定することが可能であるが，今回はn＝1で計算を進めることにした。第1段タンクからの流出負荷量は，この濃度（Cw1）に流出解析で得られる流出高を乗じて求めた。

中間流出部分（第2段タンク）では表面（第1段タンク）から下方向に浸透した農薬が土壌－水系に貯まることになる。しかし，流出するのは水中の農薬であり，表面から浸透してきた農薬は土壌吸着の影響を受け，その分だけ水中濃度が低くなると考え，第2段タンク内では2相間の関係定数として<分配低抗>を設定した。すなわち，第2段タンクでの水中濃度は(2)式で表されるとした。

$$Cw2 = (\text{第2段タンク内農薬量})/V/Rs \quad \cdots\cdots(2)$$

（ただしV：タンク容量，Rs：分配低抗）

タンク容量は仮想的なものであり，地域の土壌の性質，排水機構によって定まる定数と考えられるので，計算上はV・Rsを1つのパラメーターとした。

また，タンク全体に残存する農薬に対して<半減期>を用いて，流出がなくても除々にタンク内に残存する農薬量が減衰することを考慮した。計算式を(3)式にした。

$$L_{t+1} = L_t \times e^{-k} \quad \cdots\cdots(3)$$

（ただしk：減衰係数，L：農薬現存量）

表1　タンク定数（パラメーター）

区　分	初期貯留高 (mm)	流出孔高さ (mm)	流出係数
1段目タンク	3	4.5	0.1
		3	0.05
		0.5	0.025
			0.15（浸透）
2段目タンク	35	40	0.01
		5	0.005
			0.01（浸透）

3　結果と考察

3・1　流量シミュレーション

3回の流出挙動調査で得られた流量観測結果を，その時の時間雨量データを用いて再現できるようにタンクパラメーターを決定した。決定したタンクパラメーターの値を表1に示した。第1段タンクの孔数は通常2つの場合が多いが，ここでは3つにした。これは各調査ごとの降雨及び流出条件がかなり異なっていた事情に因るもので，3回の調査での実測値の計算値を合わせるためには，それぞれの調査時の特徴を反映した流出孔高さが必要となり，止むを得なかった。パラメーター値の評価には，モデルの使用目的により評価基準を何にするかで，様々な方法がある。現在，洪水予測などでは評価基準として，流量観測の精度等を考慮にいれて経験的に流出率の一致（5％以内），流量ピーターの一致（10%以内），流量ピーク出現経数の再現性などが用いられている。しかし，本調査による実測データが短期間のものであるため長期間流出の結果である流出率のような評価基準を適用することに困難があったので，定性的な基準として以下のものを用いた。

(1)　調査毎での流量最大ピークが再現できること。

(2)　晴天時の流量のレベルが再現できること。

(3)　実測流量の増減変動と流量減衰の様子が再現できること。

パラメーター値決定の手順は，適当に設定した初期値から出発して，計算結果をグラフ上で上記の基準に照らして視認比較する試行錯誤を繰り返し，その中で

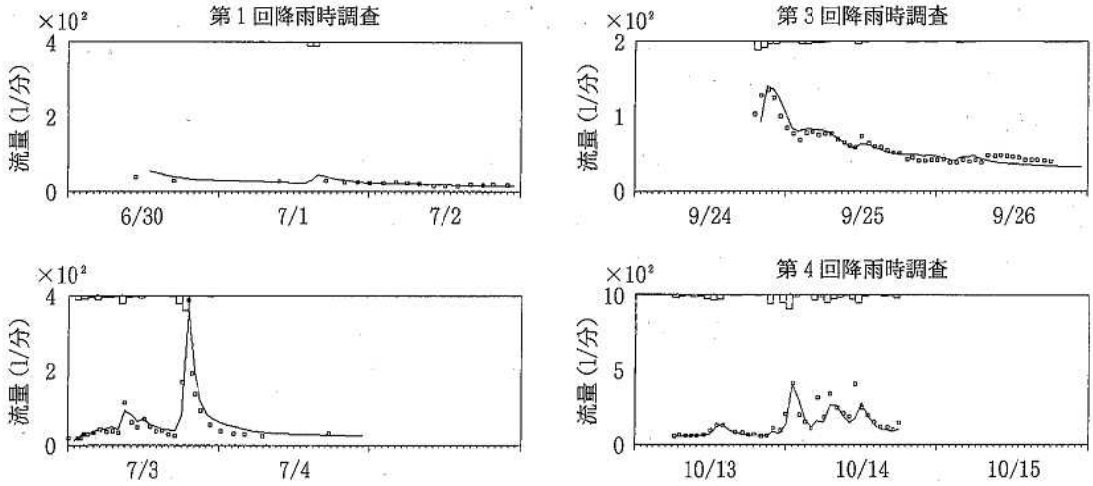


図 4　　流量シミュレーション結果

（□実測流量；——計算流量）

おおむね良好な再現結果を示した組み合わせをパラメーター値（タンク定数）とした。設定したタンク定数（表1）を用いての計算結果を図4に示した。特異的に高い流量ピーク以外は流量の増減変化，流量ピークからの減衰の様子並びに晴天時流量が比較的良好に再現されていると評価できる。

3・2　流出濃度シミュレーション

調査で検出された実測データ数の多いベンスリド，イプロジオン，シマジン及びペンディメタリンについて，濃度計算に関する3つのパラメーターを，6月28日から10月15日までの110日間の時間雨量データ（図5）と農薬散布日時，散布量データから，流量シミュレーションと同様に試行錯誤によって求めた。その結果を表2に示した。このとき評価の基準にしたのは，以下の2点である。

(1)　農薬の流出濃度最大ピーク値が再現できること，

(2)　晴天時の流出濃度が再現できること。

110日間（2,640時間）にわたる予測であるので，すべての時点で上記の基準を満足する結果は得られなかったが，おおむね満足できた濃度シミュレーションの結果を図6に示した。

ベンスリドに関しては，7月調査時の計算値の最大ピークは実測値の約半分になっているが，濃度の立ち上がりは良く再現されてお

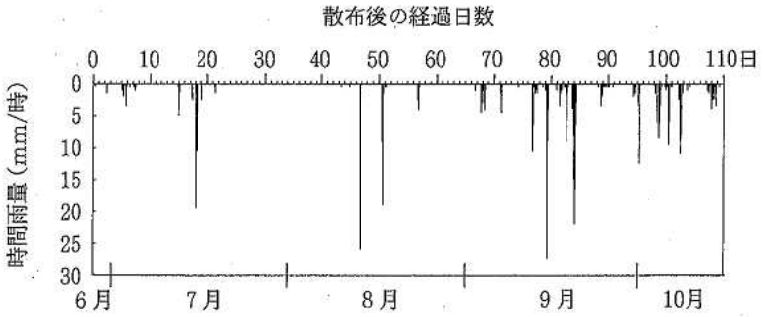


図5　　調査期間中の降雨曲線（ハイエトグラム）

表2　　濃度関連パラメーター

農薬名	溶出係数	分配抵抗・タンク容量	半減期(日：分解係数)
ベンスリド	5×10^{-5}	1×10^{4}	30
イプロジオン	4×10^{-4}	1×10^{4}	10
シマジン	1×10^{-3}	3×10^{3}	105
ペンディメタリン	4×10^{-5}	1×10^{3}	10

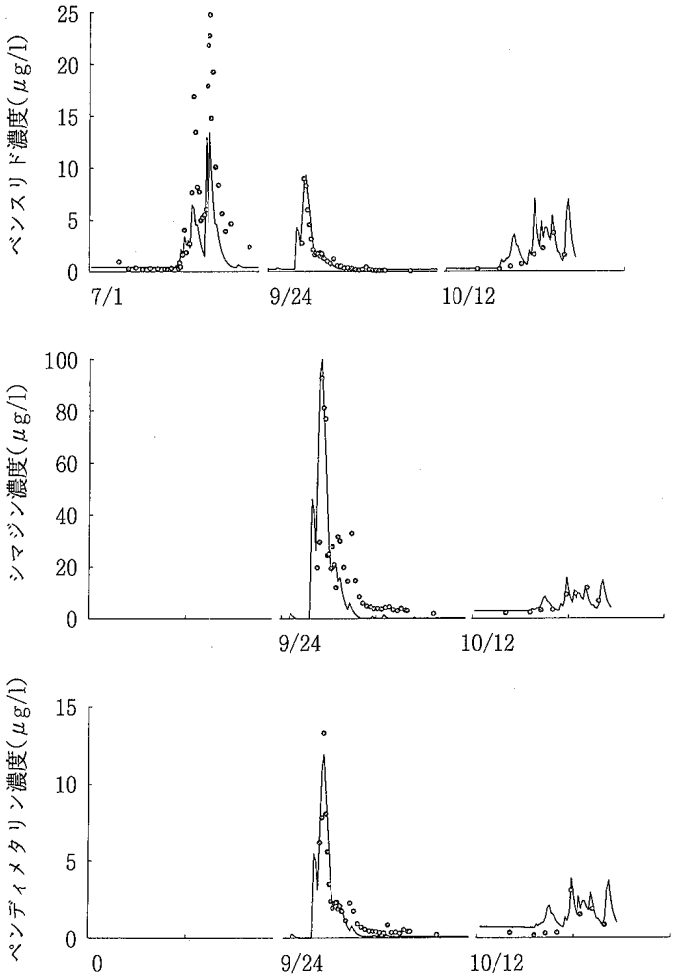


図6　流出濃度シミュレーション結果

（● 実測濃度；—— 計算濃度）

り，9月，10月調査時ではかなり良い一致がみられた。シマジンは9月調査時の最大濃度ピークはよく一致がみられた。シマジンは9月調査時の最大濃度ピークはよく一致できたが，それに続く濃度減衰は実測値より早く収束し，低濃度の再現値となった。その後の10月調査時では良い再現結果が得られた。ペンディメタリンは全体に実測値と計算値に近い一致が得られた。

3・3　流出率の推定

タンクモデルによる濃度シミュレーションに用いたタンク定数，パラメータの値が調査対象地域における流出の特性，農薬と地形又は土壌性質の関係を表す値と考えて，この地域での農薬散布後の仮想降雨による農薬の流出負荷量及び表面土壌中の農薬残存量を，長期間にわたり逐次計算を行った。仮想降雨として用いた雨量データは調査区域での平成2年6月28日から10月15日までの110日間の時間雨量データ（図5）である。対象とした農薬は流出濃度シミュレーションでパラメーター値の得られた4農薬とした。散布量は仮に100（mg/m²）を初期値とした。その結果を表3，図7に示した。110日間のシミュレーションでは，残存率が数10%の農薬もあるが，累積流出率をみると，シマジン39%，イプロジオン5.6%，ベンスリド5.2%，ペンディメタリン0.8%であり，相対的にシマジンが流出しやすいことがうかがえた。

ペンディメタリン，イプロジオンは他の農薬に比べ分解速度が速い値（半減期10日）に設定されているので，降雨による流出がなくても100日経過後には残存率が0.1%以下になっている。この両者は水に対する溶出係数の違いでイプロジオンのほうが累積流出率が高くなっている。ベンスリド，シマジンは半減期をそれぞれ30日，105日に設定したため110日経過後まだ土壌中に残存している。ベンスリドに関しては残存率が6.1%で，その後は雨が降らなくても90日後には1%以下の残存率になり，また相当の雨が降っても累積流出率は6%を超えることはないと思われる。シマジンの累積流出率が高く試算されたが，これは主に他の農薬と比較して高い溶出係数と長い半減期を設定したためである。

シマジンの110日間の変遷過程は降雨による流出の特徴が良く現れている。110日間で降雨強度の強い時間雨量（19mm/h以上）は18，47，51，80及び85日目の5回あるが，流出率が最も高かったのは18日目の時（散布量の約25%強）であり，散布時からの経過時間が長くなると，同程度の降雨強度の雨であっても流出率が低くなっている。これはそれ以前の流出や土壌中でのシマジンの分解による全体の現存量の減少もあるが，浸透の結果，降雨流出の直接の影響を受けやすい土壌表面での残存量が激減しているためと思われる。

表３　流出率と残存率

（６月28日から10月15日までの110日間の降雨データでのシミュレーション結果）

農薬名	流出率(%)	残存率*(%)
ベンスリド	5.2	6.1
イプロジオン	5.6	<0.1
シマジン	39	23
ペンディメタリン	0.8	<0.1

＊タンクモデルのタンクが表現できる層までの現存量を計算

このことから，散布直後の強い降雨は農薬流出率を高くする結果となり，シマジンのような農薬（高い溶出係数）は散布に際し，散布後の降雨情報に充分注意する必要がある。他方，散布後長日を経過した時の強い降雨は土壌全体での残存量が多くても，それほど一期に流出しないと推測できた。

4　評　　価

タンクモデルによる流量シミュレーションは，実測値と良い一致を示し，満足のゆくものであった。しかし，タンクパラメーターの数やその値については，対象とした地域のみに適用されるものであり，一般性を持たない。今後，地域特性によるパラメーターの特殊性は当然としても，フィッティングに関しては少しでも一般性を持たせるため，定量的で妥当な評価基準を組み込んだタンクパラメーター決定の自動化プログラミング等が必要と考えられる。

濃度シミュレーションに用いたパラメータは流出機

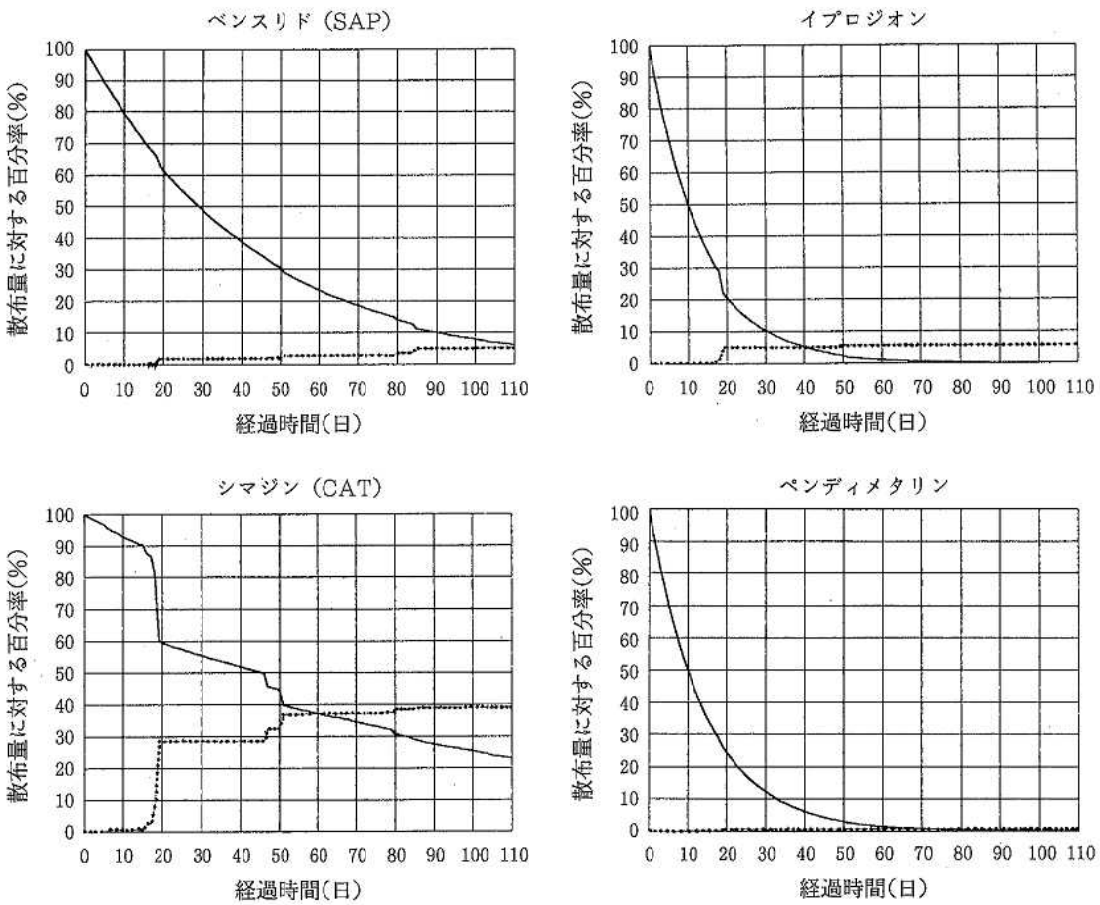


図７　農薬の残存量曲線と累積流出曲線

（—— 残存率，…… 累積流出率）

構から裏付けられたものではないが，降雨時の濃度変動のパターンと晴天時流出濃度の再現性は満足のゆくものであった。

5 ま と め

タンクモデルを基本にして，流量並びに流出濃度シミュレーションを試みた。結果は2回の降雨時調査を含む全期間（110日間）を通して，流量と農薬濃度のシミュレーション計算結果と，調査の実測値との比較で流量，濃度とも約±50%の差がみられるところもあったが，増減の変動パターンはよく再現されていた。

計算パラメータの得られた4農薬（ベンスリド，イプロジオン，シマジン，ペンディメタリン）について，このシミュレーション期間において，仮に計算初日に農薬を散布したものとして，110日後の農薬の残存割合はシマジン23%，ベンスリド6.1%，イプロジオン，ペンディメタリンが0.1%以下と試算された。この間の累積流出率は，シマジンが39%と最も高く，次いでイプロジオン（5.6%），ベンスリド（5.2%），ペンディメタリン（0.8%）の順であった。

参 考 文 献

1) 石川県：ゴルフ場散布農薬挙動調査報告書（1990）
2) 堀　秀朗，清水康男，加藤充哉，塚林　裕，橋場久雄，石田喜朗：石川衛公害研年報，28，251—261（1991）
3) 堀　秀朗，加藤充哉，塚林　裕，矢田峯子，橋場久雄：全国公害研会誌，17（1），23—28（1992）
4) 桜井盛男：三角形ぜき，p65—66，「わかりやすい水理学と計算例」，現代社，東京（1972）
5) 村岡浩爾：流域の水収支と流出解析，p95，「河川汚濁のモデル解析」，國松孝男，村岡浩爾編著，技報堂出版，東京（1989）
6) 矢鋪満雄，矢田峯子，竹野裕治，東　浩一，小川清，平　哲宣，石田喜朗，本田和子，西　登志美：石川衛公害研年報，18，257—261（1981）

〔資　料〕

石川県における降水成分調査結果

（1991年度）

石川県衛生公害研究所環境部　柿澤 隆一・北村 守次・山岸 善久
石川県輪島保健所　角田 豊麿
石川県七尾保健所　久堂 寛久

1 はじめに

1983年度より酸性雨発生機構解明の基礎資料を得るため，本県における雨の化学組成，イオンバランス等の調査を金沢市（三馬測定点）と吉野谷村（鳥越測定点）を中心に実施してきた[1]。

1991年度は加賀，能登の4地点で年間を通し，また白山麓で夏季から秋季にかけて降水成分調査を実施した。以下に1991年度の調査結果を報告する。

2 調査方法

2・1 調査地点

三馬測定点（金沢市三馬2丁目，石川県衛生公害研究所屋上）

鳥越測定点（石川郡吉野谷村吉野，松任石川広域事務組合消防署白山分署内，金沢地方気象台鳥越地域気象観測所露場横）

七尾測定点（七尾市昭和町，七尾保健所屋上）

輪島測定点（輪島市鳳至町，輪島保健所屋上）

三方岩測定点（石川郡吉野谷村中宮，白山スーパー林道三方岩岳付近）

2・2 降水採取方法

(1) 1週間降水

1990年度調査[1]と同じであり，冬季はすべての測定点でヒーター付き沪過式採取器を用いた。

(2) 1降雨及び1mm降雨

1990年度調査[1]と同じである。

2・3 調査項目及び測定方法

1990年度調査[1]と同じであるが，鉄イオンの水溶性成分分析は1991年度から中止した。

1mm降雨のpHとECは全試料について分析したが，その他の降水成分分析は，pHが4.5未満の低pH，または5.6以上の高pHの降水についてのみ実施した。

2・4 調査期間

(1) 1週間降水

鳥越，三馬，七尾，輪島の各測定点では，1991年4月1日から1992年3月30日までの年間を通して調査を実施した。

三方岩測定点では，積雪による白山スーパー林道通行止めのため，1991年7月29日から10月28日まで調査を実施した。

(2) 1降雨及び1mm降雨

この調査は，三馬測定点のみで，1991年4月13日から12月27日まで及び1992年3月5日から3月30日まで実施した。

3 調査結果

3・1 調査期間中の降水量

調査期間中の降水量及びその平年比較は表1及び図1のとおりで，1991年度の年間の降水量としてはほぼ

Survey of Ionic Components in Rain Water in Ishikawa Prefecture from April 1991 to March 1992. *by Ryuuichi KAKIZAWA, Moritsugu KITAMURA, Yoshihisa YAMAGISHI, Toyomaro KAKUDA*, and Hirohisa KYUDOH** (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment ; Ishikawa Prefectural Wajima Health Center*;and Ishikawa Prefectural Nanao Health Center**)*

表1　月別降水量とその平年比較

年月	鳥越		七尾		輪島		金沢地方気象台		
	降水量(mm)	比(%)	降水量(mm)	比(%)	降水量(mm)	比(%)	降水量(mm)	比(%)	階級区分
1991. 4	129	79	89	62	99.0	76	122.0	83	平年並
5	89	56	84	63	100.0	78	92.0	61	かなり少ない
6	329	141	265	139	284.5	177	348.0	168	かなり多い
7	341	125	340	143	280.0	146	316.5	126	やや多い
8	239	107	130	65	79.0	44	162.0	95	平年並
9	139	54	186	79	120.5	46	98.5	40	かなり少ない
10	251	122	181	112	167.5	94	214.5	106	平年並
11	267	111	249	119	233.0	98	276.0	104	平年並
12	167	46	121	43	184.0	66	177.0	58	かなり少ない
1992. 1	319	88	210	86	187.0	79	285.0	97	平年並
2	227	89	164	105	266.5	174	190.5	98	平年並
3	227	120	158	110	129.5	100	201.0	128	かなり多い
年間	2,724	93	2,177	93	2,130.5	94	2,483.0	95	平年並

1)　比は，平年値との比を表す。
2)　平年値は，鳥越は1952～1980年，七尾は1951～1980年，金沢・輪島においては1961～1990年の累年平均とする。
3)　階級区分は，石川県気象年報[2]及び石川県気象月報[3]を参照した。

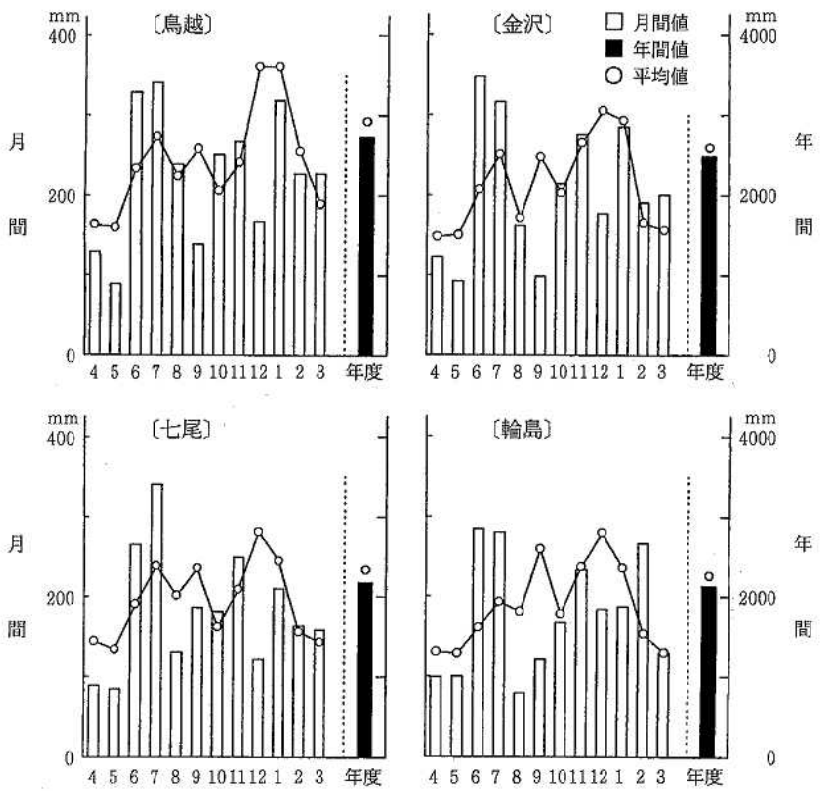


図1　月別降水量変化

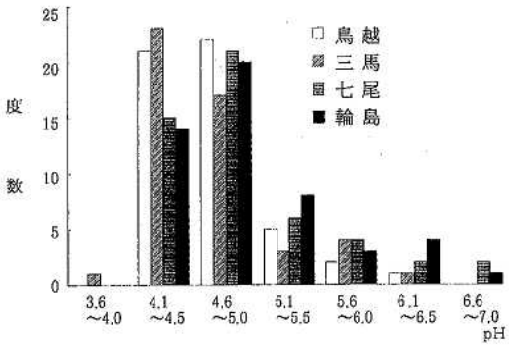
平年並であったが，梅雨期に平年値をかなり上回っており，また，5，9，12月でそれをかなり下回っていた。

また，調査期間中に測定できた1降雨（降水量1mmを超えるもの）は88降雨（うち，2降雨以上合併して採取したものが8回，延べ17降雨），その平均降水量は21mm（貯水量から換算した値）で，1990年度の1降雨の平均降水量[1]より3mm少なかった。このほか，降水量が1mm以下のものが19降雨あった。

3・2　pH

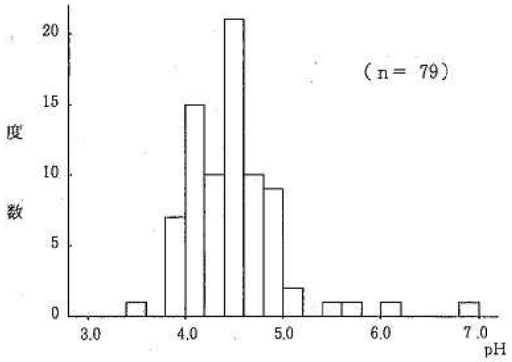
(1)　1週間降水

1週間降水のpHヒストグラムを図2に示す。pHの最頻階級は鳥越，七尾，輪島の3



注）pHは，少数点第2位で，四捨五入した。

図2　1週間降水のpHヒストグラム



(pHの階級は，超過—以下とし，0.2毎に階級区分した。)

図3　1降雨のpHヒストグラム

表2　1降雨及び1mm降雨におけるpH4.0未満の値の出現状況

降雨採取日	1降雨の降水量(貯水量から換算した値)	pH値						
		1降雨	1mm目	2mm目	3mm目	4mm目	5mm目	6mm以降
1991. 5.30	2.0	3.48	3.43	3.63	—	—	—	—
6.24	8.7		3.69					
6.26	28.2		3.77		3.84	3.92		
7.11	8.2		3.74					
7.17	19.9		3.84					
8. 1	20.5		3.88	3.94				
8. 2	30.9		3.89				(欠)	(欠)
8.12	9.6						3.94	
8.26	0.7	—	3.74	—	—	—	—	—
9. 9	19.0		3.92					
9.17	45.2			3.35	3.58		3.76	
9.27	4.1			3.85	3.78		—	—
10. 5	13.9	3.93	3.57	3.75		3.92		
10. 7	32.1		3.57	3.74	3.87			
10.18	21.4						3.92	
10.23	0.5	—	3.88	—	—	—	—	—
10.28	6.4	3.93					3.73	3.53
11.18	0.3	—	3.80	—	—	—	—	—
11.19	3.8				3.94		—	—
11.25	28.3		3.57	3.83				
12. 9	15.3		3.79				(欠)	
12.13	43.3		3.91					
12.16	4.7						3.91	—
12.24	7.8		3.74					
1992. 3.11	4.6		3.94					—
3.17	23.0		3.63	3.87				

— ：試料なし
空欄：pH4.0未満値の出現なし
(欠)：欠　測

測定点で4.6～5.0，三馬測定点で4.1～4.5であった。更に，三馬測定点ではpH 3.6～4.0も観測され，鳥越測定点では，pH4.1～4.5の頻度も高く，この方面でより酸性が強い傾向にある。また，前年度に比べると，4測定点すべてでやや低pH側に移動していた。

全体としての月別の傾向は，図5のように，秋季から冬季（10～2月）にかけてより低pHとなり，また，冬季の能登地域は，加賀地域とほぼ同レベルであった。

一方，三方岩では昨年度と同様，他の地点よりpHが高かった。

(2)　1降雨

降水量1mmを超える1降雨についてのpHヒストグラムを図3に，またそのうちpH 4.0未満の出現状況を表2に示す。pH

の最頻階級は4.5～4.6で，昨年度の4.7～4.8より低pH側となっていた。

降水量1mmを超える降雨について，1降雨全体でpH4.0未満となったのは，表2のように3回出現している。

(3)　1mm降雨

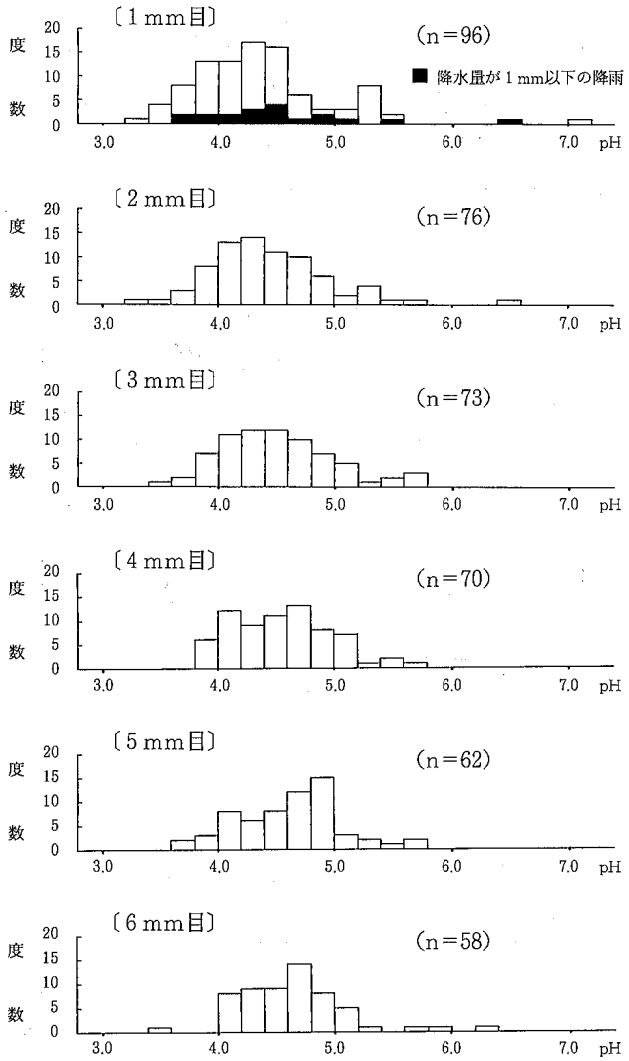
1降雨を1mmごとに分別捕集し，そのpHを測定したが，その降雨順ごとのpHヒストグラムは図4のとおりである。降雨順ごとの最頻階級は，1mm目，2mm目が4.3～4.4，3mm目が4.3～4.6，4mm目，6mm以降が4.7～4.8，5mm目が4.9～5.0で，初期降雨時に低pHであった。また全体として，昨年度より再頻階級がやや低pH側にあった。

1mm降雨の中で最もpHが低かったのは，表2の1991年5月30日で，1mm目がpH3.4であったが，この時の1降雨の降水量は1.5mmであった。

3・3　降水成分濃度

(1)　1週間降水

1週間降水の降水成分分析結果を表3に，またその月平均値の変化を図5に示す。電気伝導率と，主に海塩由来成分である塩化物，マグネシウム，ナトリウムの各イオン及び硫酸イオン，カリウムイオンは冬季（11月～2月）に濃度が高くなっていた。カルシウムイオンは春季（5月）と冬季に高くなっていた。一方，硝酸イオンとアンモニウムイオンは，6～8月にやや低いほかは月変動が大きかった。これらの傾向は過去の調査結果と同様であった。



(pHの階級は，超過—以下とし，0.2毎に階級区分した。)

図4　　1mm降雨の各段階におけるpHヒストグラム

能登地域の2測定点（七尾・輪島）と加賀地域の2測定点（金沢・鳥越）を比較すると，冬季において，海塩由来成分（塩化物，マグネシウム，ナトリウムの各イオン）と硫酸，カルシウム，カリウムの各イオンは能登地域で高く，その濃度はいずれも輪島，七尾，金沢，鳥越の順となっている。その他のイオン濃度は月変動が大きく，能登地域と加賀地域とでは比較することができなかった。pHは，昨年度と同様に春季から秋季にかけて，能登地域で高かったが，冬季はほぼ同じであった。これらの原因については，今後更に調査の積み重ねが必要と思われる。

硫酸イオンのうち，非海塩由来の占める割合は，加賀地域の鳥越測定点で81%，三馬測定点で83%であったのに対して，輪島測定点で68%，七尾測定点で76%と，能登地域で低かったが，昨年度と比較すると全地域でやや多かった。

各測定点の年平均値について1990年度年平均値[1]と比較すると，人為汚染由来と考えられる非海塩由来硫酸イオンは約10%高く，非海塩由来カルシウムイオン，硝酸イオンは約40%高かった。一方，海塩由来と考えられる塩化物，ナトリウム，マグネシウム，カリウム

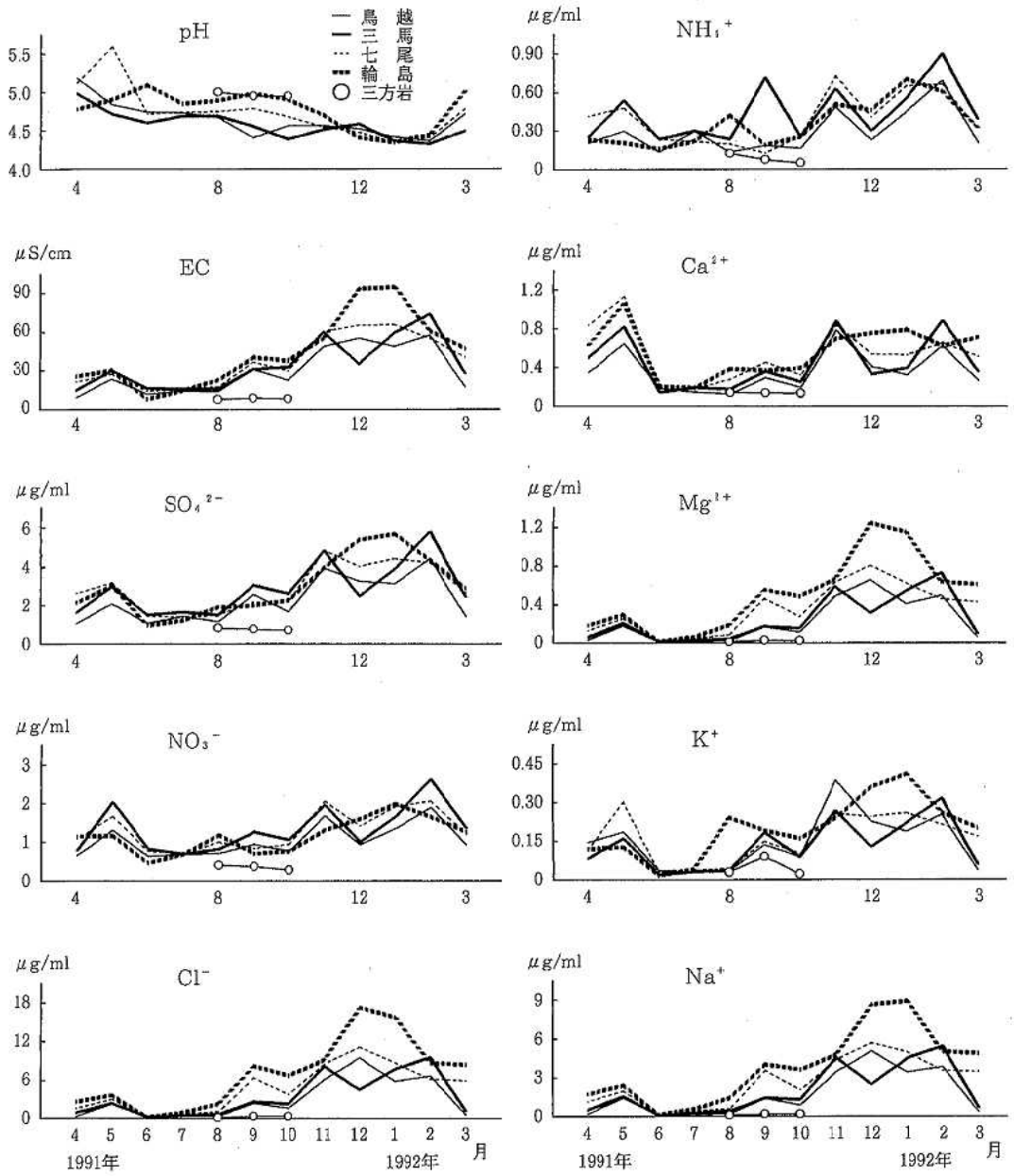


図 5　　降水成分濃度変化

の各イオンは約40%低かった。

(2)　1降雨及び1mm降雨

1降雨及び1mm降雨の降水成分濃度を表4に示す。1降雨について1990年度年平均値[1]と比較すると，人為汚染由来と考えられる非海塩由来硫酸イオン，非海塩由来カルシウムイオンは約20%高くなり，硝酸イオンは約25%高くなった。一方，海塩由来と考えられる塩化物，ナトリウム，マグネシウムの各イオンは約60%低くなり，カリウムイオンは約45%低くなった。

表3—(1)　1週間降水の降水成分分析結果（鳥　越）

試料番号	採取月日	降水量 (mm)	貯水量 (ml)	pH	EC (μS/cm)	SO_4^{2-} (μg/ml)	NO_3^- (μg/ml)	Cl^- (μg/ml)	NH_4^+ (μg/ml)	Ca^{2+} (μg/ml)	Mg^{2+} (μg/ml)	K^+ (μg/ml)	Na^+ (μg/ml)	nss-SO_4^{2-} (μg/ml)	nss-SO_4^{2-}/SO_4^{2-} (%)	nss-Ca^{2+} (μg/ml)	nss-Ca^{2+}/Ca^{2+} (%)	備考
A—1	1991.4. 1～ 4. 8	14.0	360	5.14	11.8	1.32	0.97	0.31	0.14	0.60	0.040	0.20	0.31	1.24	94	0.58	98	沪過式
2	4. 8～ 4.15	21.0	570	4.73	17.2	1.88	1.46	0.33	0.34	0.47	0.030	0.14	0.17	1.83	98	0.46	99	〃
3	4.15～ 4.22	27.0	720	5.27	7.0	0.84	0.48	0.22	0.20	0.31	0.022	0.15	0.13	0.80	96	0.30	98	〃
4	4.22～ 4.30	59.0	1,560	5.60	5.9	0.74	0.36	0.34	0.17	0.25	0.030	0.13	0.20	0.68	93	0.24	97	〃
5	4.30～ 5. 7	31.0	780	5.28	38.8	2.79	1.11	6.80	0.37	1.02	0.46	0.23	4.10	1.76	63	0.86	85	〃
6	5. 7～ 5.13	19.0	530	5.86	8.5	0.89	0.90	0.70	0.08	0.53	0.072	0.12	0.54	0.75	85	0.50	96	〃
7	5.13～ 5.20	7.0	200	4.94	29.2	4.34	2.79	1.39	0.93	1.34	0.19	0.34	0.92	4.10	95	1.30	97	〃
8	5.20～ 5.27	27.0	810	4.66	16.3	1.70	0.98	0.23	0.16	0.33	0.040	0.18	0.19	1.65	97	0.32	98	〃
9	5.27～ 6. 3	19.0	490	4.50	22.8	1.96	1.96	0.54	0.38	0.39	0.050	0.13	0.35	1.87	96	0.37	97	〃
10	6. 3～ 6.10	30.0	890	4.86	10.6	0.77	1.01	0.24	0.15	0.21	0.011	0.08	0.20	0.71	93	0.20	96	〃
11	6.10～ 6.17	61.0	1,620	4.98	7.7	0.91	0.47	0.13	0.09	0.21	0.011	0.04	0.09	0.88	98	0.20	98	〃
12	6.17～ 6.24	41.0	1,120	4.66	12.7	1.02	0.91	0.12	0.11	0.20	0.010	0.04	0.07	1.00	98	0.19	99	〃
13	6.24～ 7. 1	183.0	4,800	4.68	12.7	1.16	0.55	0.16	0.15	0.16	0.007	0.02	0.08	1.13	98	0.15	98	〃
14	7. 1～ 7. 8	34.0	1,440	4.82	9.7	0.69	0.57	0.22	0.06	0.12	0.009	0.02	0.12	0.65	96	0.11	96	〃
15	7. 8～ 7.15	140.0	3,670	4.73	13.1	1.19	0.47	0.48	0.18	0.14	0.023	0.02	0.26	1.12	95	0.13	93	〃
16	7.15～ 7.22	114.0	2,980	4.70	16.3	2.01	0.94	0.23	0.56	0.15	0.013	0.04	0.13	1.97	98	0.14	97	〃
17	7.22～ 7.29	25.0	660	4.71	16.2	1.65	0.88	0.57	0.28	0.18	0.035	0.09	0.35	1.56	95	0.16	93	〃
18	7.29～ 8. 5	89.0	2,440	4.56	19.1	1.76	0.87	0.71	0.24	0.15	0.041	0.05	0.42	1.65	94	0.13	89	〃
19	8. 5～ 8.12	29.0	880	4.49	18.7	1.35	1.16	0.33	0.18	0.10	0.014	0.03	0.15	1.31	97	0.09	94	〃
20	8.12～ 8.19	9.0	230	4.32	24.3	1.90	1.20	0.22	0.10	0.11	0.009	0.03	0.07	1.88	99	0.10	98	〃
21	8.19～ 8.26	6.0	160	4.07	54.5	4.07	4.41	1.42	0.69	0.49	0.099	0.18	0.54	3.93	97	0.46	96	〃
22	8.26～ 9. 2	110.0	2,940	5.15	4.4	0.35	0.18	0.10	ND	0.08	0.007	0.01	0.07	0.33	95	0.07	97	〃
23	9. 2～ 9. 9	6.0	130	4.68	29.5	3.37	2.36	1.67	0.23	0.74	0.14	0.57	1.72	2.93	87	0.67	91	〃
24	9. 9～ 9.17	64.0	1,720	4.26	32.8	2.96	0.86	1.54	0.20	0.17	0.091	0.08	0.84	2.74	93	0.13	81	〃
25	9.17～ 9.24	35.0	900	4.92	15.8	0.99	0.94	1.81	0.14	0.27	0.13	0.07	1.06	0.72	73	0.22	85	〃
26	9.24～ 9.30	17.0	450	4.38	54.0	4.02	0.87	7.47	0.19	0.64	0.52	0.35	4.09	2.99	74	0.48	76	〃
27	9.30～10. 7	130.0	3,330	4.50	17.3	1.43	0.54	0.28	0.10	0.09	0.014	0.02	0.14	1.39	98	0.08	94	〃
28	10. 7～10.14	50.0	1,300	4.96	13.4	0.84	0.54	1.47	0.13	0.19	0.099	0.17	0.71	0.66	79	0.16	86	〃
29	10.14～10.21	50.0	1,320	4.63	39.2	2.76	0.92	5.84	0.27	0.42	0.40	0.19	3.29	1.93	70	0.29	70	〃
30	10.21～10.28	38.0	950	4.36	28.4	2.07	1.62	0.92	0.27	0.20	0.059	0.06	0.49	1.94	94	0.18	91	〃
31	10.28～11. 5	22.0	560	6.28	38.4	4.52	2.13	4.24	0.96	1.93	0.36	0.38	2.65	3.85	85	1.82	95	〃
32	11. 5～11.11	62.0	1,210	4.69	30.4	2.52	0.92	3.85	0.25	0.42	0.28	0.28	2.11	1.99	79	0.33	81	〃
33	11.11～11.18	54.0	1,340	4.39	58.7	4.40	1.82	7.54	0.43	0.67	0.58	0.36	4.17	3.35	76	0.51	76	〃
34	11.18～11.25	66.0	1,290	4.48	58.5	4.50	2.00	7.58	0.56	0.74	0.64	0.52	4.32	3.41	76	0.57	78	〃
35	11.25～12. 2	64.0	1,610	5.29	4.1	0.33	0.25	0.10	ND	0.09	0.007	0.02	0.14	0.29	89	0.08	94	〃
36	12. 2～12. 9	22.0	580	4.23	59.0	5.70	2.90	4.48	0.78	0.86	0.37	0.25	2.69	5.02	88	0.75	88	〃
37	12. 9～12.16	36.0	1,070	4.47	55.0	3.29	1.19	8.63	0.28	0.39	0.62	0.23	4.84	2.07	63	0.20	53	ヒーター沪過式
38	12.16～12.24	32.0	840	4.50	24.7	1.97	0.95	1.61	0.14	0.20	0.13	0.07	1.05	1.70	87	0.16	80	〃
39	12.24～1992.1. 6	109.0	2,550	4.43	95.8	4.91	0.80	19.3	0.24	0.58	1.33	0.40	10.1	2.37	48	0.19	34	〃
40	1992.1. 6～ 1.13	40.0	920	4.41	70.1	3.61	1.41	11.6	0.29	0.44	0.79	0.27	6.48	1.98	55	0.19	44	〃
41	1.13～ 1.20	145.0	3,460	4.61	32.7	1.96	0.58	4.18	0.21	0.19	0.28	0.11	2.47	1.34	68	0.09	51	〃
42	1.20～ 1.27	83.0	1,940	4.26	48.9	3.62	1.64	3.97	0.61	0.26	0.27	0.16	2.31	3.04	84	0.17	66	〃
43	1.27～ 2. 3	53.0	1,140	4.28	76.7	5.31	3.06	9.68	1.04	0.70	0.72	0.39	5.69	3.88	73	0.48	69	〃
44	2. 3～ 2.10	51.0	1,210	4.56	41.2	2.80	1.51	5.18	0.38	0.49	0.40	0.18	3.15	2.00	72	0.37	76	〃
45	2.10～ 2.17	41.0	940	4.31	82.4	6.86	3.46	9.95	1.39	1.13	0.78	0.43	5.79	5.40	79	0.90	81	〃
46	2.17～ 2.24	55.0	1,250	4.48	58.3	4.14	1.55	8.42	0.55	0.63	0.60	0.25	4.69	2.96	72	0.45	72	〃
47	2.24～ 3. 2	59.0	1,450	4.20	53.7	4.40	1.45	4.23	0.61	0.38	0.30	0.20	2.40	3.79	86	0.28	76	〃
48	3. 2～ 3. 9	65.0	1,660	4.97	11.9	0.58	0.38	1.18	0.05	0.17	0.084	0.03	0.75	0.39	68	0.14	83	〃
49	3. 9～ 3.16	26.0	670	4.33	41.5	5.29	2.64	0.65	0.83	0.90	0.13	0.10	0.47	5.17	98	0.88	98	〃
50	3.16～ 3.23	63.0	1,620	4.93	8.5	0.66	0.52	0.14	0.09	0.14	0.018	0.02	0.10	0.63	96	0.13	97	〃
51	3.23～ 3.30	51.0	1,450	4.60	18.3	1.38	1.18	0.52	0.21	0.21	0.047	0.03	0.29	1.30	95	0.19	95	〃
最高値		—	4,800	6.28	95.8	6.86	4.41	19.3	1.39	1.93	1.33	0.57	10.1	5.40	99	1.82	99	
最低値		—	130	4.07	4.1	0.33	0.18	0.10	ND	0.08	0.007	0.01	0.07	0.29	48	0.07	34	
年平均値		—	1,347	4.59	28.5	2.17	0.98	2.95	0.28	0.31	0.21	0.13	1.66	1.75	81	0.25	81	

1)　降水量は金沢地方気象台調べの鳥越地域気象観測所におけるデータを集計した。観測場所は降水採取地点と同一である。

2)　貯水量は18cmφ口径当たり換算値である。

3)　nss-SO_4^{2-}：海塩由来のSO_4^{2-}を除いたSO_4^{2-}量，すなわち〔nss-SO_4^{2-}〕＝〔SO_4^{2-}〕−0.251〔Na^+〕（海塩中のSO_4^{2-}/Na^+＝0.251[1]）

4)　nss-Ca^{2+}：海塩由来のCa^{2+}を除いたCa^{2+}量，すなわち〔nss-Ca^{2+}〕＝〔Ca^{2+}〕−0.038〔Na^+〕（海塩中のCa^{2+}/Na^+＝0.038[1]）

5)　pHの平均値は，水素イオン濃度に換算した上での貯水量重み付き算術平均値，降水量，貯水量は単純平均値，その他の項目は貯水量重み付き算術平均値である。また，SO_4^{2-}とCa^{2+}の非海塩由来の割合は，それぞれの濃度の年平均値から算出した。

6)　ND：NH_4^+ 0.01 μg/ml。

表.3 —(2)　1週間降水の降水成分分析結果（三　馬）

試料番号	採取月日	降水量 (mm)	貯水量 (ml)	pH	EC (μS/cm)	SO_4^{2-} (μg/ml)	NO_3^- (μg/ml)	Cl^- (μg/ml)	NH_4^+ (μg/ml)	Ca^{2+} (μg/ml)	Mg^{2+} (μg/ml)	K^+ (μg/ml)	Na^+ (μg/ml)	nss-SO_4^{2-} (μg/ml)	nss-SO_4^{2-}/SO_4^{2-} (%)	nss-Ca^{2+} (μg/ml)	nss-Ca^{2+}/Ca^{2+} (%)	備考
C—1	1991.4. 1～ 4. 8	10.0	250	5.42	14.0	1.99	1.48	0.49	0.23	0.99	0.063	0.14	0.43	1.88	95	0.97	98	沪過式
2	4. 8～ 4.15	19.5	490	4.46	28.8	3.15	1.76	0.90	0.58	0.76	0.050	0.11	0.28	3.07	98	0.74	99	〃
3	4.15～ 4.22	28.5	730	5.03	12.6	1.44	0.52	0.80	0.21	0.42	0.049	0.08	0.49	1.31	91	0.40	96	〃
4	4.22～ 4.30	59.0	1,530	5.34	10.5	1.12	0.46	0.96	0.17	0.37	0.063	0.06	0.59	0.97	87	0.34	94	〃
5	4.30～ 5. 7	15.5	380	5.79	62.8	4.62	1.80	11.8	0.70	1.62	0.79	0.37	7.00	2.86	62	1.35	84	〃
6	5. 7～ 5.13	18.5	530	5.00	15.9	1.78	1.31	1.00	0.29	0.58	0.10	0.10	0.73	1.59	90	0.55	95	〃
7	5.13～ 5.20	7.0	150	6.03	44.9	7.30	5.13	2.40	1.46	2.99	0.36	0.40	1.67	6.88	94	2.92	98	〃
8	5.20～ 5.27	41.5	1,090	4.69	19.4	2.17	1.59	0.32	0.40	0.53	0.060	0.11	0.32	2.08	96	0.51	98	〃
9	5.27～ 6. 3	18.5	550	4.35	36.0	3.44	2.91	1.36	0.68	0.48	0.13	0.10	1.00	3.18	93	0.44	92	〃
10	6. 3～ 6.10	40.0	980	4.59	15.1	1.25	1.13	0.18	0.21	0.17	0.010	0.04	0.08	1.22	98	0.16	98	〃
11	6.10～ 6.17	52.5	1,280	4.72	14.3	1.44	0.61	0.50	0.22	0.15	0.028	0.03	0.29	1.36	95	0.13	93	〃
12	6.17～ 6.24	53.5	1,510	4.54	17.9	1.66	1.17	0.16	0.32	0.18	0.010	0.02	0.05	1.64	99	0.17	99	〃
13	6.24～ 7. 1	163.0	4,260	4.59	15.8	1.50	0.69	0.23	0.21	0.11	0.010	0.01	0.10	1.47	98	0.10	97	〃
14	7. 1～ 7. 8	69.5	1,660	4.72	12.9	0.95	0.76	0.42	0.17	0.14	0.019	0.02	0.20	0.89	95	0.13	95	〃
15	7. 8～ 7.15	153.0	3,700	4.70	14.3	1.39	0.46	0.59	0.20	0.12	0.031	0.02	0.33	1.30	94	0.10	90	〃
16	7.15～ 7.22	73.5	1,570	4.57	20.3	2.58	1.00	0.26	0.63	0.15	0.016	0.05	0.14	2.54	99	0.14	96	〃
17	7.22～ 7.29	19.0	380	6.03	18.1	3.03	1.22	1.14	0.49	1.21	0.10	0.10	0.90	2.80	93	1.17	97	〃
18	7.29～ 8. 5	52.5	1,830	4.60	19.8	1.98	0.78	0.99	0.34	0.15	0.058	0.05	0.62	1.82	92	0.12	84	〃
19	8. 5～ 8.12	36.5	770	4.43	23.8	2.04	1.66	0.44	0.35	0.17	0.029	0.05	0.28	1.96	97	0.15	94	〃
20	8.12～ 8.19	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	〃
21	8.19～ 8.26	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	〃
22	8.26～ 9. 2	64.5	1,750	5.12	7.3	0.71	0.49	0.38	0.07	0.20	0.025	0.01	0.24	0.64	92	0.19	95	〃
23	9. 2～ 9. 9	20.0	470	4.47	23.2	1.81	1.93	0.61	0.35	0.28	0.044	0.05	0.31	1.73	96	0.26	96	〃
24	9. 9～ 9.17	49.0	1,120	4.52	34.9	3.80	0.91	3.22	1.03	0.31	0.19	0.27	1.69	3.37	89	0.24	79	〃
25	9.17～ 9.24	11.5	310	5.72	12.5	0.64	0.82	2.01	0.14	0.27	0.14	0.05	1.17	0.34	54	0.22	84	〃
26	9.24～ 9.30	8.0	80	4.17	90.5	8.77	3.71	9.69	0.69	1.71	0.77	0.25	5.60	7.36	84	1.49	88	〃
27	9.30～10. 7	112.0	2,620	4.30	28.1	2.39	0.73	0.67	0.15	0.14	0.033	0.06	0.37	2.29	96	0.12	90	〃
28	10. 7～10.14	39.5	1,010	4.67	24.4	1.85	1.19	2.45	0.38	0.20	0.15	0.05	1.37	1.50	81	0.14	74	〃
29	10.14～10.21	48.5	1,190	4.40	51.8	3.91	1.17	6.91	0.37	0.51	0.46	0.19	3.74	2.97	76	0.36	72	〃
30	10.21～10.28	24.5	760	4.38	29.0	2.30	1.75	1.00	0.25	0.26	0.075	0.06	0.63	2.14	93	0.23	91	〃
31	10.28～11. 5	29.5	720	6.11	47.4	5.25	2.13	6.57	0.78	1.89	0.50	0.31	3.75	4.30	82	1.74	92	〃
32	11. 5～11.11	40.5	960	4.58	46.0	3.65	1.21	6.56	0.38	0.63	0.46	0.18	3.68	2.72	75	0.49	78	〃
33	11.11～11.18	59.0	1,310	4.38	58.1	4.19	1.48	7.46	0.46	0.45	0.53	0.20	4.20	3.13	75	0.29	65	〃
34	11.18～11.25	65.5	1,560	4.41	74.8	5.83	2.68	10.5	0.85	0.93	0.77	0.36	5.83	4.36	75	0.70	76	〃
35	11.25～12. 2	78.0	1,890	4.89	9.4	0.70	0.38	0.53	0.07	0.11	0.029	0.02	0.32	0.61	89	0.09	89	〃
36	12. 2～12. 9	16.5	370	4.27	68.1	5.84	3.48	7.01	0.97	0.86	0.52	0.28	3.95	4.84	83	0.70	83	〃
37	12. 9～12.16	47.5	1,150	4.58	37.9	2.62	0.89	5.18	0.31	0.31	0.34	0.15	2.94	1.88	72	0.19	64	〃
38	12.16～12.24	30.0	700	4.43	49.6	3.54	1.43	6.56	0.34	0.49	0.43	0.17	3.50	2.66	75	0.35	73	ヒーター沪過式
39	12.24～1992.1. 6	84.0	580	4.43	72.6	4.40	1.17	12.5	0.51	0.51	0.83	0.27	6.54	2.75	63	0.26	51	〃
40	1992.1. 6～ 1.13	32.0	720	4.59	53.5	3.11	1.50	8.47	0.38	0.49	0.61	0.20	4.97	1.86	60	0.30	61	〃
41	1.13～ 1.20	119.0	2,660	4.46	54.0	3.22	0.87	8.14	0.34	0.31	0.56	0.20	4.69	2.04	63	0.13	43	〃
42	1.20～ 1.27	74.5	1,560	4.19	64.9	4.47	2.25	6.46	0.72	0.32	0.44	0.22	3.74	3.53	79	0.17	56	〃
43	1.27～ 2. 3	58.0	1,240	4.34	66.1	4.95	2.58	7.94	0.89	0.58	0.60	0.27	4.79	3.74	76	0.39	69	〃
44	2. 3～ 2.10	61.5	1,350	4.42	57.3	3.82	2.13	7.51	0.53	0.69	0.59	0.23	4.34	2.73	71	0.52	76	〃
45	2.10～ 2.17	38.0	850	4.27	100	8.68	4.01	12.4	1.78	1.39	0.98	0.48	7.14	6.88	79	1.11	80	〃
46	2.17～ 2.24	36.0	720	4.48	79.8	5.51	2.47	13.2	0.69	0.98	0.98	0.35	7.31	3.67	67	0.70	72	〃
47	2.24～ 3. 2	39.0	800	4.16	69.1	6.35	2.10	6.33	0.78	0.59	0.48	0.25	3.74	5.41	85	0.44	76	〃
48	3. 2～ 3. 9	55.5	1,380	4.76	19.6	1.02	0.62	2.16	0.08	0.22	0.15	0.06	1.32	0.68	68	0.16	77	〃
49	3. 9～ 3.16	28.0	670	4.03	71.2	7.98	4.15	1.34	1.45	1.03	0.17	0.14	0.81	7.77	97	0.99	97	〃
50	3.16～ 3.23	74.0	1,940	4.74	15.0	1.36	0.65	0.52	0.18	0.22	0.046	0.03	0.33	1.27	94	0.20	94	〃
51	3.23～ 3.30	46.5	1,160	4.41	29.9	2.63	1.73	0.99	0.48	0.31	0.088	0.05	0.63	2.47	94	0.28	92	〃
最高値		—	4,260	6.11	100	8.77	5.13	13.2	1.78	2.99	0.98	0.48	7.31	7.77	99	2.92	99	
最低値		—	80	4.03	7.3	0.64	0.38	0.16	0.07	0.11	0.010	0.01	0.05	0.34	54	0.09	43	
年平均値		—	1,168	4.53	33.0	2.71	1.25	3.21	0.40	0.38	0.23	0.12	1.83	2.25	83	0.32	84	

1)　降水量は1～31については金沢地方気象台におけるデータを集計した。観測場所は降水採取地点から北北東へ約2.2kmの地点である。また，32～51については三馬測定局での実測値とした。観測場所は降水採取地点と同一敷地内である。なお，貯水量0に対応する週の値は，平均及び最低値から除外した。

2)　貯水量は18cmφ口径当たり換算値である。また，貯水量0は平均から除外した。

3)　nss-SO_4^{2-}：海塩由来のSO_4^{2-}を除いたSO_4^{2-}量，すなわち〔nss-SO_4^{2-}〕＝〔SO_4^{2-}〕−0.251〔Na^+〕（海塩中のSO_4^{2-}/Na^+＝0.251[5]）

4)　nss-Ca^{2+}：海塩由来のCa^{2+}を除いたCa^{2+}量，すなわち〔nss-Ca^{2+}〕＝〔Ca^{2+}〕−0.038〔Na^+〕（海塩中のCa^{2+}/Na^+＝0.038[5]）

5)　pHの平均値は，水素イオン濃度に換算した上での貯水量重み付き算術平均値，降水量，貯水量は単純平均値，その他の項目は貯水量重み付き算術平均値である。また，SO_4^{2-}とCa^{2+}の非海塩由来の割合は，それぞれの濃度の年平均値から算出した。

6)　—：試料なし。

表3—(3)　1週間降水の降水成分分析結果（七　尾）

試料番号	採取月日	降水量 (mm)	貯水量 (ml)	pH	EC (μS/cm)	SO_4^{2-} (μg/ml)	NO_3^- (μg/ml)	Cl^- (μg/ml)	NH_4^+ (μg/ml)	Ca^{2+} (μg/ml)	Mg^{2+} (μg/ml)	K^+ (μg/ml)	Na^+ (μg/ml)	nss-SO_4^{2-} (μg/ml)	nss-SO_4^{2-}/SO_4^{2-} (%)	nss-Ca^{2+} (μg/ml)	nss-Ca^{2+}/Ca^{2+} (%)	備考
F—1	1991.4. 1～ 4. 8	5.0	90	6.75	56.2	7.11	3.27	5.68	0.25	5.13	0.47	0.25	3.62	6.20	87	4.99	97	沪過式
2	4. 8～ 4.15	18.0	450	6.07	20.0	3.08	1.61	1.20	0.48	1.13	0.12	0.15	0.93	2.84	92	1.09	97	〃
3	4.15～ 4.22	33.0	800	4.70	23.4	2.75	1.03	1.30	0.47	0.47	0.098	0.11	0.82	2.54	93	0.43	93	〃
4	4.22～ 4.30	33.0	880	6.23	15.5	1.79	0.54	1.73	0.35	0.58	0.12	0.09	1.31	1.46	82	0.53	91	〃
5	4.30～ 5. 7	15.0	370	5.84	60.4	5.75	2.63	9.49	1.04	1.35	0.70	0.33	5.84	4.28	75	1.62	88	〃
6	5. 7～ 5.13	12.0	350	6.00	16.4	1.65	1.48	1.41	0.33	0.56	0.093	0.99	0.85	1.43	87	0.52	94	〃
7	5.13～ 5.20	10.0	170	6.69	46.3	8.08	4.04	2.57	0.87	3.77	0.37	0.37	2.01	7.57	94	3.69	98	〃
8	5.20～ 5.27	46.0	1,280	5.49	15.6	2.07	1.17	1.20	0.33	0.68	0.11	0.10	0.88	1.84	89	0.64	95	〃
9	5.27～ 6. 3	4.0	55	4.96	72.7	5.83	0.32	14.5	ND	2.05	1.15	0.17	8.64	3.66	63	1.72	84	〃
10	6. 3～ 6.10	23.0	620	5.04	10.2	1.02	1.11	0.30	0.25	0.26	0.019	0.05	0.30	0.94	93	0.24	96	〃
11	6.10～ 6.17	33.0	1,010	4.84	13.5	1.60	0.73	0.48	0.31	0.23	0.032	0.04	0.29	1.52	95	0.21	95	〃
12	6.17～ 6.24	20.0	560	4.91	14.2	1.44	1.52	0.50	0.23	0.46	0.054	0.06	0.36	1.34	94	0.44	97	〃
13	6.24～ 7. 1	186.0	4,530	4.64	14.4	1.48	0.62	0.24	0.21	0.15	0.014	0.02	0.14	1.44	98	0.14	96	〃
14	7. 1～ 7. 8	128.0	3,410	4.90	10.8	0.83	0.58	0.55	0.13	0.16	0.029	0.02	0.30	0.75	91	0.14	93	〃
15	7. 8～ 7.15	117.0	3,100	4.72	16.9	1.48	0.62	1.08	0.24	0.16	0.069	0.04	0.70	1.30	88	0.13	83	〃
16	7.15～ 7.22	61.0	1,540	4.63	17.5	1.91	0.91	0.32	0.32	0.20	0.024	0.04	0.23	1.85	97	0.19	96	〃
17	7.22～ 7.29	32.0	730	4.53	24.2	2.23	1.21	1.15	0.27	0.29	0.088	0.06	0.79	2.03	91	0.25	90	〃
18	7.29～ 8. 5	9.0	280	4.47	33.8	4.30	1.52	1.61	0.71	0.42	0.13	0.11	1.09	4.02	94	0.37	90	〃
19	8. 5～ 8.12	73.0	2,130	4.62	17.0	1.34	1.07	0.54	0.18	0.16	0.040	0.02	0.29	1.26	95	0.14	93	〃
20	8.12～ 8.19	0.0	0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	〃
21	8.19～ 8.26	2.0	40	5.31	37.8	4.43	4.71	3.69	0.50	1.80	0.34	0.21	2.20	3.87	88	1.71	95	〃
22	8.26～ 9. 2	48.0	1,080	5.89	12.0	1.00	0.58	1.80	0.08	0.39	0.14	0.06	0.95	0.76	76	0.35	91	〃
23	9. 2～ 9. 9	27.0	600	4.67	16.3	1.20	1.57	0.42	0.19	0.32	0.033	0.05	0.21	1.14	96	0.31	98	〃
24	9. 9～ 9.17	128.0	3,480	4.78	19.3	1.34	0.57	2.15	0.09	0.21	0.14	0.05	1.10	1.06	79	0.16	80	〃
25	9.17～ 9.24	14.0	350	5.25	31.6	1.81	1.26	5.18	0.23	0.56	0.43	0.14	3.10	1.03	57	0.44	79	〃
26	9.24～ 9.30	14.0	340	4.84	255	12.3	1.87	60.5	0.26	3.08	4.56	1.33	35.1	3.48	28	1.74	57	〃
27	9.30～10. 7	95.0	2,000	4.60	19.3	1.46	0.83	1.14	0.15	0.16	0.081	0.04	0.66	1.29	89	0.13	84	〃
28	10. 7～10.14	30.0	730	5.83	49.8	2.30	0.92	10.7	0.31	0.49	0.75	0.22	5.47	0.92	40	0.28	58	〃
29	10.14～10.21	46.0	970	4.62	38.4	3.37	0.97	4.97	0.40	0.48	0.36	0.14	2.74	2.68	80	0.37	78	〃
30	10.21～10.28	18.0	510	4.64	26.1	2.44	1.38	2.15	0.34	0.37	0.17	0.09	1.25	2.12	87	0.32	87	〃
31	10.28～11. 5	11.0	240	5.07	73.6	6.92	4.26	11.3	1.06	2.39	0.89	0.33	5.75	5.47	79	2.17	91	〃
32	11. 5～11.11	32.0	800	4.87	45.3	4.10	1.13	6.94	0.46	0.83	0.54	0.20	3.71	3.16	77	0.68	83	〃
33	11.11～11.18	71.0	1,610	4.45	48.6	3.65	1.33	5.97	0.54	0.35	0.42	0.16	3.18	2.85	78	0.22	65	〃
34	11.18～11.25	64.0	1,740	4.48	75.8	5.98	2.83	11.1	0.97	1.08	0.84	0.36	5.62	4.56	76	0.86	80	〃
35	11.25～12. 2	71.0	1,750	4.75	14.7	1.09	0.54	1.04	0.10	0.12	0.073	0.04	0.60	0.93	86	0.09	81	〃
36	12. 2～12. 9	28.0	730	4.33	64.8	5.64	3.09	7.08	0.94	0.85	0.55	0.27	3.81	4.68	83	0.70	83	〃
37	12. 9～12.16	36.0	1,140	4.34	64.0	4.56	2.08	8.34	0.53	0.54	0.63	0.24	4.43	3.44	76	0.37	69	ヒーター沪過式
38	12.16～12.24	21.0	510	4.45	34.7	3.01	1.68	2.40	0.40	0.43	0.18	0.08	1.34	2.67	89	0.37	88	〃
39	12.24～1992.1. 6	75.0	2,090	4.43	116	5.86	1.10	24.6	0.38	0.78	1.77	0.45	12. 4	2.74	47	0.30	40	〃
40	1992.1. 6～ 1.13	30.0	810	4.54	52.3	2.84	1.43	8.06	0.29	0.47	0.57	0.21	4.69	1.66	59	0.29	62	〃
41	1.13～ 1.20	72.0	1,790	4.43	62.9	3.96	1.27	9.45	0.52	0.47	0.66	0.25	5.34	2.61	66	0.26	57	〃
42	1.20～ 1.27	60.0	1,600	4.21	67.0	4.78	2.37	7.03	0.76	0.47	0.50	0.23	3.95	3.78	79	0.31	68	〃
43	1.27～ 2. 3	19.0	690	4.31	86.5	6.59	3.01	11.5	1.14	0.86	0.88	0.41	6.74	4.89	74	0.60	70	〃
44	2. 3～ 2.10	80.0	2,300	4.59	34.7	2.26	1.09	4.11	0.30	0.37	0.30	0.12	2.42	1.65	73	0.27	75	〃
45	2.10～ 2.17	28.0	1,300	4.28	78.6	5.85	3.11	9.58	1.11	0.92	0.72	0.33	5.52	4.46	76	0.71	77	〃
46	2.17～ 2.24	29.0	790	4.57	71.9	5.42	3.16	11.0	0.86	1.09	0.80	0.33	6.00	3.91	72	0.86	79	〃
47	2.24～ 3. 2	41.0	1,010	4.17	56.3	5.61	1.98	2.88	0.75	0.59	0.23	0.18	1.77	5.16	92	0.52	89	〃
48	3. 2～ 3. 9	33.0	1,060	4.98	37.0	1.85	1.02	6.66	0.17	0.45	0.46	0.16	3.84	0.88	48	0.30	68	〃
49	3. 9～ 3.16	23.0	600	4.09	68.5	8.23	4.38	1.22	1.43	1.21	0.18	0.17	0.81	8.02	98	1.17	97	〃
50	3.16～ 3.23	55.0	2,280	5.28	38.4	1.78	0.40	7.63	0.10	0.35	0.52	0.18	4.45	0.66	37	0.18	52	〃
51	3.23～ 3.30	27.0	750	5.07	26.4	2.01	1.33	3.71	0.22	0.52	0.28	0.14	2.16	1.46	73	0.43	84	〃
最高値		—	4,530	6.75	255	12.3	4.71	60.5	1.43	5.13	4.56	1.33	35.1	8.02	98	4.99	98	
最低値		—	40	4.09	10.2	0.83	0.32	0.24	ND	0.12	0.014	0.02	0.14	0.66	28	0.09	40	
年平均値		—	1,161	4.62	37.4	2.80	1.25	4.82	0.37	0.47	0.35	0.15	2.67	2.13	76	0.37	79	

1)　降水量は金沢地方気象台調べの七尾地域気象観測所におけるデータを集計した。観測場所は降水採取地点から南へ約1.7kmの地点である。なお，貯水量0に対応する週の値は，平均及び最低値から除外した。

2)　貯水量は18cmφ口径当たり換算値である。また，貯水量0は平均から除外した。

3)　nss-SO_4^{2-}：海塩由来のSO_4^{2-}を除いたSO_4^{2-}量，すなわち〔nss-SO_4^{2-}〕＝〔SO_4^{2-}〕−0.251〔Na^+〕（海塩中のSO_4^{2-}/Na^+＝0.251[5]）

4)　nss-Ca^{2+}：海塩由来のCa^{2+}を除いたCa^{2+}量，すなわち〔nss-Ca^{2+}〕＝〔Ca^{2+}〕−0.038〔Na^+〕（海塩中のCa^{2+}/Na^+＝0.038[5]）

5)　pHの平均値は，水素イオン濃度に換算した上での貯水量重み付き算術平均値，降水量，貯水量は単純平均値，その他の項目は貯水量重み付き算術平均値である。また，SO_4^{2-}とCa^{2+}の非海塩由来の割合は，それぞれの濃度の年平均値から算出した。

6)　ND：NH_4^+ 0.01 μg/ml，—：試料なし。

表３—(4)　１週間降水の降水成分分析結果（輪　島）

試料番号	採取月日	降水量 (mm)	貯水量 (ml)	pH	EC (μS/cm)	SO_4^{2-} (μg/ml)	NO_3^- (μg/ml)	Cl^- (μg/ml)	NH_4^+ (μg/ml)	Ca^{2+} (μg/ml)	Mg^{2+} (μg/ml)	K^+ (μg/ml)	Na^+ (μg/ml)	nss-SO_4^{2-} (μg/ml)	nss-SO_4^{2-}/SO_4^{2-} (%)	nss-Ca^{2+} (μg/ml)	nss-Ca^{2+}/Ca^{2+} (%)	備考
G—1	1991.4. 1～ 4. 8	4.0	110	6.11	35.7	2.76	2.10	5.31	0.05	2.04	0.39	0.20	3.39	1.90	69	1.91	94	沪過式
2	4. 8～ 4.15	19.0	500	4.85	23.9	2.33	1.72	1.99	0.36	0.72	0.15	0.14	1.36	1.98	85	0.66	93	〃
3	4.15～ 4.22	38.0	900	4.48	29.8	2.28	1.23	2.37	0.19	0.49	0.15	0.12	1.49	1.90	84	0.43	88	〃
4	4.22～ 4.30	35.0	870	5.58	19.2	1.75	0.59	2.87	0.22	0.53	0.20	0.09	1.89	1.27	73	0.45	86	〃
5	4.30～ 5. 7	15.0	360	4.48	62.6	4.45	1.35	9.61	0.01	1.35	0.66	0.23	5.81	2.99	67	1.12	84	〃
6	5. 7～ 5.13	14.0	350	6.20	13.0	1.00	ND	2.17	ND	0.46	0.16	0.04	1.61	0.59	60	0.39	87	〃
7	5.13～ 5.20	2.0	80	7.00	71.5	13.1	3.92	4.58	0.02	7.57	0.83	0.34	4.00	12.0	92	7.41	98	〃
8	5.20～ 5.27	67.0	1,700	4.92	23.8	2.57	1.05	2.51	0.27	0.77	0.20	0.10	1.65	2.15	84	0.70	92	〃
9	5.27～ 6. 3	2.0	120	5.56	41.3	4.30	3.59	5.18	0.52	1.70	0.43	0.26	3.51	3.41	80	1.56	92	〃
10	6. 3～ 6.10	21.0	580	5.50	7.1	1.23	0.36	0.26	ND	0.56	0.023	0.02	0.35	1.14	93	0.54	98	〃
11	6.10～ 6.17	42.0	1,130	5.07	12.3	1.64	0.88	0.55	0.44	0.34	0.041	0.05	0.33	1.55	95	0.32	96	〃
12	6.17～ 6.24	18.0	470	4.83	14.8	1.69	1.14	0.47	0.05	0.55	0.060	0.02	0.45	1.57	93	0.53	97	〃
13	6.24～ 7. 1	203.0	6,080	5.10	6.2	0.72	0.32	0.10	0.13	0.11	0.006	0.01	0.07	0.70	93	0.10	98	〃
14	7. 1～ 7. 8	102.0	2,780	4.83	12.9	1.00	0.70	0.81	0.24	0.11	0.045	0.02	0.46	0.88	88	0.09	84	〃
15	7. 8～ 7.15	77.0	2,090	4.84	17.1	1.33	0.57	1.64	0.20	0.17	0.10	0.06	1.00	1.07	81	0.13	78	〃
16	7.15～ 7.22	65.0	1,720	4.78	12.8	1.27	0.66	0.36	0.17	0.20	0.020	0.03	0.21	1.21	96	0.19	96	〃
17	7.22～ 7.29	36.0	970	5.12	13.4	1.38	0.94	1.04	0.28	0.39	0.077	0.06	0.70	1.20	87	0.36	93	〃
18	7.29～ 8. 5	12.0	360	4.86	31.1	3.90	1.54	2.88	0.78	0.68	0.23	0.14	1.86	3.43	88	0.60	90	〃
19	8. 5～ 8.12	39.0	1,000	4.79	13.0	1.11	1.09	0.40	0.26	0.14	0.029	0.12	0.26	1.04	94	0.13	93	〃
20	8.12～ 8.19	4.0	130	4.29	37.9	3.76	1.82	1.96	0.23	0.31	0.15	0.30	1.29	3.43	91	0.26	84	〃
21	8.19～ 8.26	1.0	35	6.15	43.7	4.19	4.42	4.49	1.51	1.17	0.59	0.96	3.22	3.38	81	1.04	90	〃
22	8.26～ 9. 2	23.0	650	6.36	27.3	1.55	0.83	5.03	0.45	0.55	0.38	0.43	2.94	0.81	52	0.43	80	〃
23	9. 2～ 9. 9	27.0	730	4.90	9.9	0.78	0.89	0.25	0.09	0.26	0.023	0.03	0.15	0.74	95	0.25	98	〃
24	9. 9～ 9.17	66.0	1,500	5.05	53.3	2.49	0.51	12.1	0.21	0.40	0.80	0.27	5.90	1.00	41	0.17	44	〃
25	9.17～ 9.24	10.0	250	4.88	43.9	2.32	1.28	8.08	0.33	0.42	0.62	0.18	4.33	1.23	53	0.25	61	〃
26	9.24～ 9.30	21.0	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	欠	〃
27	9.30～10. 7	73.0	1,930	4.87	13.7	0.95	0.54	1.15	0.12	0.16	0.082	0.04	0.67	0.78	82	0.13	84	〃
28	10. 7～10.14	21.0	520	5.36	91.9	4.05	0.92	21.3	0.35	0.73	1.59	0.43	11.6	1.13	28	0.28	40	〃
29	10.14～10.21	70.0	1,600	4.91	48.4	3.18	0.76	9.23	0.36	0.53	0.65	0.22	4.84	1.96	62	0.34	65	〃
30	10.21～10.28	12.0	310	4.64	33.9	2.65	1.80	3.92	0.31	0.52	0.30	0.14	2.10	2.12	80	0.44	85	〃
31	10.28～11. 5	35.0	920	5.68	53.0	3.88	1.09	10.2	0.53	1.03	0.74	0.27	5.32	2.54	66	0.82	80	〃
32	11. 5～11.11	32.0	870	5.00	49.0	3.34	0.88	9.19	0.35	0.71	0.67	0.21	4.80	2.13	64	0.52	74	〃
33	11.11～11.18	58.0	1,460	4.56	52.4	3.83	1.32	7.93	0.46	0.57	0.59	0.20	4.18	2.78	73	0.41	72	〃
34	11.18～11.25	55.0	1,390	4.53	62.1	4.51	1.67	9.61	0.64	0.60	0.69	0.27	5.03	3.24	72	0.40	68	〃
35	11.25～12. 2	55.0	1,380	4.69	37.6	2.20	0.76	6.14	0.19	0.32	0.41	0.13	3.27	1.37	63	0.19	61	〃
36	12. 2～12. 9	35.0	900	4.50	72.7	5.95	2.80	10.5	0.89	1.17	0.81	0.33	5.50	4.56	77	0.96	82	〃
37	12. 9～12.16	62.0	1,290	4.34	100	5.59	1.63	18.4	0.54	0.68	1.32	0.40	8.88	3.36	60	0.34	50	ヒーター沪過式
38	12.16～12.24	25.0	620	4.26	64.4	3.93	2.05	8.20	0.31	0.51	0.58	0.19	4.22	2.92	73	0.34	69	〃
39	12.24～1992.1. 6	80.0	1,800	4.31	151	7.80	1.41	31.3	0.44	1.01	2.28	0.53	15.7	3.85	49	0.41	41	〃
40	1992.1. 6～ 1.13	38.0	780	4.62	72.2	3.60	1.71	13.3	0.44	0.73	0.97	0.31	7.53	1.70	47	0.44	61	〃
41	1.13～ 1.20	70.0	1,450	4.36	84.4	4.57	1.38	14.3	0.48	0.57	1.01	0.35	8.07	2.54	56	0.26	46	〃
42	1.20～ 1.27	40.0	610	4.22	116	7.33	2.70	18.6	0.85	0.96	1.40	0.53	10.6	4.66	64	0.55	58	〃
43	1.27～ 2. 3	26.0	580	4.19	128	9.46	3.03	19.1	1.46	1.20	1.46	0.58	11.2	6.64	70	0.77	65	〃
44	2. 3～ 2.10	79.0	2,020	4.62	42.3	2.60	0.75	6.53	0.26	0.36	0.47	0.17	3.86	1.63	63	0.21	59	〃
45	2.10～ 2.17	54.0	1,250	4.29	90.3	6.23	3.04	12.7	1.09	0.96	0.97	0.39	7.31	4.44	71	0.68	71	〃
46	2.17～ 2.24	72.0	1,760	4.61	58.7	4.25	1.41	9.54	0.59	0.64	0.69	0.28	5.41	2.89	68	0.43	68	〃
47	2.24～ 3. 2	52.0	930	4.19	65.6	5.69	2.13	6.15	0.72	0.66	0.44	0.23	3.51	4.80	85	0.52	80	〃
48	3. 2～ 3. 9	34.0	910	4.96	72.4	3.19	0.95	15.6	0.25	0.63	1.09	0.32	8.67	1.01	32	0.30	48	〃
49	3. 9～ 3.16	17.0	410	4.53	53.2	7.59	4.79	2.48	1.22	2.16	0.37	0.21	1.89	7.11	94	2.08	97	〃
50	3.16～ 3.23	56.0	1,440	5.29	38.9	1.87	0.49	7.83	0.14	0.42	0.53	0.17	4.53	0.73	39	0.24	59	〃
51	3.23～ 3.30	21.0	530	5.33	18.6	1.53	1.10	2.20	0.23	0.49	0.19	0.07	1.47	1.16	76	0.43	89	〃
最高値		—	6,080	7.00	151	13.1	4.79	21.3	1.51	7.57	2.28	0.96	15.7	12.0	98	7.41	98	
最低値		—	35	4.19	6.2	0.72	ND	0.10	ND	0.11	0.006	0.01	0.07	0.59	28	0.09	40	
年平均値		—	1,063	4.69	42.7	2.90	1.10	6.73	0.35	0.51	0.49	0.18	3.67	1.98	68	0.37	73	

1)　降水量は輪島測候所調べのデータを集計した。観測場所は降水採取地点から西南西へ約100mの地点である。

2)　貯水量は18cmφ口径当たり換算値である。

3)　nss-SO_4^{2-}：海塩由来のSO_4^{2-}を除いたSO_4^{2-}量，すなわち〔nss-SO_4^{2-}〕＝〔SO_4^{2-}〕－0.251〔Na^+〕（海塩中のSO_4^{2-}/Na^+＝0.251[5)]）

4)　nss-Ca^{2+}：海塩由来のCa^{2+}を除いたCa^{2+}量，すなわち〔nss-Ca^{2+}〕＝〔Ca^{2+}〕－0.038〔Na^+〕（海塩中のCa^{2+}/Na^+＝0.038[5)]）

5)　pHの平均値は，水素イオン濃度に換算した上での貯水量重み付き算術平均値，降水量，貯水量は単純平均値，その他の項目は貯水量重み付き算術平均値である。また，SO_4^{2-}とCa^{2+}の非海塩由来の割合は，それぞれの濃度の年平均値から算出した。

6)　ND：NO_3^- 0.05μg/ml，NH_4^+ 0.01μg/ml，欠：欠測。

表3—(5)　1週間降水の降水成分分析結果（三方岩）

試料番号	採取月日	降水量 (mm)	貯水量 (ml)	pH	EC (μS/cm)	SO_4^{2-} (μg/ml)	NO_3^- (μg/ml)	Cl^- (μg/ml)	NH_4^+ (μg/ml)	Ca^{2+} (μg/ml)	Mg^{2+} (μg/ml)	K^+ (μg/ml)	Na^+ (μg/ml)	nss-SO_4^{2-} (μg/ml)	nss-SO_4^{2-}/SO_4^{2-} (%)	nss-Ca^{2+} (μg/ml)	nss-Ca^{2+}/Ca^{2+} (%)	備考
E-18	1991.7.29～ 8. 5	100.0	2,860	4.94	9.1	1.07	0.45	0.24	0.19	0.13	0.015	0.03	0.17	1.02	96	0.12	95	沪過式
19	8. 5～ 8.12	33.5	850	4.71	12.5	1.26	0.64	0.10	0.11	0.21	0.006	0.03	0.05	1.24	99	0.20	99	〃
20	8.12～ 8.19	4.5	270	4.63	13.6	1.39	0.62	0.09	0.15	0.10	ND	0.06	0.05	1.37	98	0.09	98	〃
21	8.19～ 8.26	8.5	120	4.54	27.5	2.83	2.78	0.75	0.69	0.71	0.062	0.18	0.26	2.76	98	0.70	99	〃
22	8.26～ 9. 2	80.0	2,380	5.62	1.8	0.13	0.08	0.03	0.01	0.09	ND	0.01	0.01	0.12	98	0.08	99	〃
23	9. 2～ 9. 9	8.0	290	4.74	16.3	1.89	0.88	0.40	0.38	0.23	0.019	0.16	0.28	1.81	96	0.21	95	〃
24	9. 9～ 9.17	51.5	1,540	4.69	11.7	0.90	0.41	0.31	0.04	0.09	0.012	0.03	0.13	0.86	96	0.08	95	〃
25	9.17～ 9.24	56.5	1,740	5.56	2.8	0.17	0.17	0.15	0.06	0.08	0.009	0.02	0.07	0.15	90	0.07	97	〃
26	9.24～ 9.30	51.0	540	5.09	14.0	1.53	0.52	1.25	0.04	0.35	0.11	0.43	0.70	1.35	89	0.32	92	〃
27	9.30～10. 7	100.0	3,600	4.84	7.5	0.72	0.17	0.07	0.03	0.07	ND	0.02	0.01	0.71	99	0.06	99	〃
28	10. 7～10.14	65.0	2,360	5.17	3.9	0.25	0.18	0.06	0.02	0.09	ND	ND	0.01	0.24	99	0.08	99	〃
29	10.14～10.21	52.0	1,460	5.07	14.3	1.12	0.50	1.74	0.10	0.28	0.12	0.06	0.95	0.88	79	0.24	87	〃
30	10.21～10.28	44.0	1,180	4.89	9.1	0.89	0.44	0.23	0.08	0.18	0.016	0.02	0.12	0.85	97	0.17	97	〃
最高値		—	3,600	5.62	27.5	2.83	2.78	1.74	0.69	0.71	0.12	0.43	0.95	2.76	99	0.70	99	
最低値		—	120	4.54	1.8	0.13	0.08	0.03	0.01	0.07	ND	ND	0.01	0.12	79	0.07	87	
年平均値		—	1,476	4.97	7.9	0.73	0.33	0.30	0.08	0.13	0.018	0.04	0.16	0.70	96	0.12	92	

1)　降水量は石川県林業公社白山林道管理事務所調べのデータを集計した。観測場所は降水採取地点から西へ約2.5km，標高1,000mの地点である。

2)　貯水量は18cmφ口径当たり換算値である。

3)　nss-SO_4^{2-}：海塩由来のSO_4^{2-}を除いたSO_4^{2-}量，すなわち〔nss-SO_4^{2-}〕＝〔SO_4^{2-}〕－0.251〔Na^+〕（海塩中のSO_4^{2-}/Na^+＝0.251[5]）

4)　nss-Ca^{2+}：海塩由来のCa^{2+}を除いたCa^{2+}量，すなわち〔nss-Ca^{2+}〕＝〔Ca^{2+}〕－0.038〔Na^+〕（海塩中のCa^{2+}/Na^+＝0.038[5]）

5)　pHの平均値は，水素イオン濃度に換算した上での貯水量重み付き算術平均値，降水量，貯水量は単純平均値，その他の項目は貯水量重み付き算術平均値である。また，SO_4^{2-}とCa^{2+}の非海塩由来の割合は，それぞれの濃度の年平均値から算出した。

6)　ND：Mg^{2+}0.005μg/ml，K^+0.01μg/ml。

3・4　水溶性及び不溶性成分降下量

1週間降水についての水溶性及び不溶性成分の月別降下量を表5に示す。水溶性成分は例年と同様，冬季に降下量が多く，海塩由来成分（塩化物，ナトリウム，マグネシウムの各イオン）と硫酸イオンは冬季とそれ以外の時期との降下量の差が特に大きかった。

また，不溶性成分は冬季から春季にかけて降下量が多かった。

これらを地点別にみると，水溶性成分のうち，冬季の海塩由来成分と硫酸イオンは輪島測定点で最も多く，他の3測定点では大差がなかった。非海塩由来硫酸イオン，硝酸イオン，アンモニウムイオンは2月の輪島，七尾の各測定点で最も多く，冬季のその他の月には都市部である三馬測定点で多かった。

不溶性成分は，鳥越，三馬，輪島の3測定点ではどの項目にも大差がなかったが，七尾測定点では不溶性成分総量とカルシウム，鉄，マンガンの各イオンの降下量が他の測定点と比較してかなり多い月がみられた。この原因としては，近隣の工場に起因している可能性がある。

以上の降下量の状況を昨年度と比較すると，昨年度は全項目で能登地域，特に輪島測定点で降下量が多かったのに対して，本年度は，海塩由来成分降下量は輪島で多かったが，その他の項目は月によって最大を示す地点が異なった。このように，年によりその傾向が異なることから，今後は気象条件の変動も含めた検討が必要と考えている。

4　ま　と　め

1991年度の鳥越，三馬，七尾，輪島の各測定点における通年の1週間降水と，三馬における1降雨，1mm降雨成分分析調査で次のことがわかった。

(1)　1週間降水のpHは4.0～7.0の範囲で，平均値は鳥越が4.6，三馬が4.5，七尾が4.6，輪島が4.7であり，昨年度と比較して，すべての場所でpHがやや低くなっていた。

(2)　三馬測定点において，1降雨のpHは3.5～6.9の範囲で平均4.5であった。また，1mmごとの降雨での最低pHは，5月30日における1mm目（降水量1.5mm）のpH3.4であった。また，1降雨の1mm目がその中で低pHとなる傾向にある。

(3)　1週間降水の降水成分濃度については，海塩由来成分は前年度より低く，非海塩由来カルシウムイオン，硝酸イオン，非海塩由来硫酸イオンは前年度より

表4　　1降雨及び1mm降雨の降水成分濃度

項　目（単位）	区　分	1降雨	1mm	2mm	3mm	4mm	5mm	6mm以降
pH	平均値	4.53	4.16	4.26	4.35	4.44	4.45	4.49
	最高値	6.92	7.20	6.56	5.84	5.83	5.81	6.37
	最低値	3.48	3.43	3.35	3.58	3.92	3.73	3.53
EC　（μS/cm）	平均値	25.7	66.6	43.8	35.0	30.5	29.7	28.0
	最高値	215	259	213	128	102	114	163
	最低値	4.0	8.0	4.1	2.7	2.2	2.3	1.6
SO_4^{2-}（μg/ml）	平均値	2.05	6.64	4.35	3.62	3.05	2.91	2.40
	最高値	17.1	23.3	18.8	12.3	10.1	11.4	9.88
	最低値	0.18	0.68	0.76	0.54	0.41	0.41	0.30
$nss\text{-}SO_4^{2-}$（μg/ml）	平均値	1.79	6.09	4.00	3.39	2.80	2.65	2.09
	最高値	16.3	22.1	18.7	11.9	9.78	11.0	9.42
	最低値	0.14	0.61	0.72	0.54	0.40	0.39	0.29
NO_3^-（μg/ml）	平均値	0.95	4.85	2.43	1.80	1.53	1.47	1.24
	最高値	15.1	17.7	10.9	6.74	6.81	6.59	9.69
	最低値	0.11	0.60	0.28	0.22	0.26	0.23	0.20
Cl^-　（μg/ml）	平均値	1.89	4.44	2.64	1.75	1.73	2.00	2.37
	最高値	13.6	24.0	42.3	15.0	14.5	19.5	12.2
	最低値	0.11	0.38	0.15	0.11	0.08	0.05	0.11
NH_4^+（μg/ml）	平均値	0.32	1.12	0.62	0.58	0.54	0.49	0.43
	最高値	2.70	3.49	1.81	3.20	2.88	3.32	1.30
	最低値	0.02	0.22	0.12	0.06	0.07	0.06	0.10
Ca^{2+}（μg/ml）	平均値	0.22	1.19	0.46	0.30	0.24	0.20	0.20
	最高値	6.68	9.45	3.12	1.85	1.27	0.94	1.59
	最低値	0.03	0.15	0.08	0.06	0.05	0.03	0.02
$nss\text{-}Ca^{2+}$（μg/ml）	平均値	0.19	1.10	0.41	0.26	0.20	0.16	0.16
	最高値	6.63	9.38	2.88	1.66	0.96	0.91	1.47
	最低値	0.03	0.10	0.07	0.06	0.04	0.03	0.02
Mg^{2+}（μg/ml）	平均値	0.14	0.37	0.21	0.13	0.13	0.14	0.15
	最高値	1.12	1.92	3.63	1.27	1.07	1.44	0.81
	最低値	ND	0.013	ND	ND	ND	ND	ND
K^+　（μg/ml）	平均値	0.07	0.22	0.15	0.11	0.12	0.12	0.09
	最高値	0.46	0.86	0.93	0.45	0.46	0.50	0.35
	最低値	ND	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	ND
Na^+　（μg/ml）	平均値	1.00	2.18	1.39	0.91	0.97	1.06	1.23
	最高値	7.32	12.7	22.4	7.92	8.09	9.70	6.23
	最低値	0.02	0.07	0.04	0.02	0.03	0.05	0.04
測　定　数		79	96(65)	76(56)	73(54)	70(53)	62(45)	58(43)

1)　降水量1mm以下の降雨については1mm目に計上し，1降雨からは除外した。
2)　1降雨の平均は，貯水量重み付算術平均値，その他は単純平均値である。
3)　pHの平均は，水素イオン濃度に換算したものを平均して求めた。
4)　1降雨の降水量は，平均21mm（範囲1mm～101mm）である。
5)　1mm降雨は，pHとECは全試料について分析したが，その他の降水成分は4.5未満の低pH，あるいは5.6以上の高pHの降水についてのみ実施した。測定数は全試料数のことであり，そのうち（　）はその他降水成分について実施した数である。

表5—(1)　水溶性及び不溶性成分降下量（30日当たり換算）〔鳥　越〕

（単位：月間値；mg/m²・30day，年間値；mg/m²・year）

項目 / 区分 / 年月	SO_4^{2-}	nss-SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	H^+	NH_4^+	Ca^{2+}	nss-Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	不溶性成分総量
	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性 不溶性 合計	水溶性	水溶性 不溶性 合計	水溶性 不溶性 合計	水溶性 不溶性 合計	不溶性	不溶性	不溶性	
1991. 4	140	130	86	43	0.86	27	47 5.7 53	46	4.6 4.9 9.5	20 4.9 25	29 0.71 30	17	0.30	20	1,000
5	210	170	130	220	1.4	30	65 6.8 72	60	18 7.7 26	19 9.6 29	140 1.2 140	30	0.40	40	1,300
6	380	370	230	58	6.5	49	67 4.6 72	65	3.7 3.7 7.4	13 3.6 17	35 1.7 37	17	0.25	15	820
7	530	510	250	130	6.8	110	55 4.3 59	52	7.2 2.8 10	13 4.1 17	75 1.9 77	14	0.23	16	670
8	260	250	160	90	4.8	30	29 2.7 32	27	5.8 2.3 8.1	7.9 2.6 11	52 0.78 53	11	0.19	12	540
9	350	300	130	350	5.3	27	41 4.7 46	34	24 2.9 27	20 3.3 23	200 1.6 200	13	0.21	16	750
10	490	420	230	500	8.1	49	59 5.6 65	48	34 4.2 38	27 5.4 32	270 1.5 270	21	0.26	23	750
11	730	570	310	1,200	5.2	91	150 5.8 160	120	92 12 100	73 12 85	650 1.5 650	48	0.64	53	1,200
12	610	370	180	1,800	5.6	42	78 4.4 82	42	120 4.9 120	43 5.3 48	950 1.1 950	22	0.28	24	730
1992. 1	980	710	420	1,900	12	140	100 5.0 110	60	130 5.7 140	59 6.7 66	1,100 1.8 1,100	31	0.43	33	1,100
2	900	710	380	1,400	9.0	140	130 9.1 140	98	100 12 110	52 13 65	780 2.3 780	51	0.65	61	1,600
3	320	300	210	140	4.4	47	61 6.8 68	58	14 7.8 22	8.8 7.4 16	92 1.5 94	30	0.40	34	950
年間	5,900	4,760	2,670	8,060	69.4	770	878 65.4 943	705	584 71.3 655	358 78.5 437	4,560 17.4 4,580	304	4.22	345	11,400

注）年間降下量は，日数補正しない月間降下量を合計した値である。従って，30日当たり換算値の合計とは一致しない。

表5—(2)　水溶性及び不溶性成分降下量（30日当たり換算）〔三　馬〕

（単位：月間値；mg/m²・30day，年間値；mg/m²・year）

項目／区分／年月	SO_4^{2-}	nss-SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	H^+	NH_4^+	Ca^{2+}	nss-Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	不溶性成分総量
	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性 不溶性 合　計	水溶性	水溶性 不溶性 合　計	水溶性 不溶性 合　計	水溶性 不溶性 合　計	不溶性	不溶性	不溶性	
1991. 4	200	180	95	110	1.3	32	64 11 75	61	8.2 4.9 13	11 5.2 16	68 1.6 70	21	0.40	25	950
5	280	240	190	230	1.8	51	78 7.0 85	72	19 9.6 29	15 11 26	150 1.1 150	37	0.52	47	1,400
6	510	500	280	88	8.5	81	50 5.3 55	48	5.7 5.5 11	7.1 5.6 13	42 2.5 45	31	0.40	28	970
7	510	490	210	160	6.2	94	63 5.2 68	59	9.8 3.1 13	11 3.4 14	92 1.5 94	18	0.25	18	660
8	220	200	120	96	3.0	35	28 2.6 31	25	6.3 2.3 8.6	5.3 2.8 8.1	61 0.68 62	15	0.35	15	510
9	270	230	110	260	2.3	63	40 11 51	34	18 4.5 23	18 4.5 23	140 2.0 140	26	0.48	28	1,100
10	620	540	250	570	9.8	61	60 3.7 64	49	36 4.5 41	21 5.8 27	310 0.95 310	22	0.32	22	700
11	930	700	370	1,600	6.0	120	170 8.6 180	140	120 17 140	55 21 76	900 2.4 900	62	0.80	75	1,800
12	350	250	140	720	3.4	42	52 6.3 58	36	48 3.0 51	20 3.5 24	410 0.91 410	13	0.22	13	460
1992. 1	1,000	720	430	2,000	11	140	100 4.3 100	58	140 5.6 150	58 6.9 65	1,200 1.6 1,200	32	0.44	36	880
2	910	700	410	1,500	7.4	140	140 9.9 150	110	110 13 120	51 15 65	850 2.8 850	53	0.64	66	1,600
3	530	490	290	260	7.0	85	77 5.4 82	71	22 8.5 31	13 9.6 23	160 1.8 160	36	0.53	43	1,100
年　間	6,210	5,130	2,850	7,510	66.3	928	912 80.0 992	748	539 80.4 619	281 92.3 373	4,330 19.2 4,350	358	5.31	406	11,700

注）年間降下量は，日数補正しない月間降下量を合計した値である。従って，30日当たり換算値の合計とは一致しない。

表5—(3)　水溶性及び不溶性成分降下量（30日当たり換算）〔七　尾〕

（単位：月間値；mg/m²・30day，年間値；mg/m²・year）

項目 / 区分 / 年月	SO_4^{2-}	nss-SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	H^+	NH_4^+	Ca^{2+}	nss-Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	不溶性成分総量
	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	不溶性	不溶性	不溶性	
							不溶性		不溶性	不溶性	不溶性				
							合　計		合　計	合　計	合　計				
1991. 4	240	210	95	150	0.69	38	77	74	12	11	110	170	1.9	64	3,000
							40		15	8.5	2.6				
							120		27	20	110				
5	250	210	130	240	0.20	39	91	85	21	24	160	130	1.6	83	2,700
							30		19	15	3.4				
							120		40	39	160				
6	420	410	220	88	5.6	69	59	56	6.6	9.1	58	65	0.70	32	1,100
							9.1		6.0	5.8	3.6				
							68		13	15	62				
7	510	470	260	280	6.7	80	68	61	18	13	180	170	0.75	31	1,400
							10		5.9	5.6	3.8				
							78		24	19	180				
8	180	160	120	130	2.1	24	34	32	10	5.3	70	48	0.66	24	1,100
							15		6.8	3.4	1.8				
							49		17	8.7	72				
9	450	260	170	1,400	3.3	28	98	69	100	32	760	90	1.1	56	1,900
							14		8.7	8.5	2.7				
							110		110	41	760				
10	390	300	170	690	3.7	49	60	46	50	19	370	40	0.40	21	960
							6.4		4.5	3.9	0.98				
							66		55	23	370				
11	910	700	380	1,600	5.4	140	160	130	120	49	820	62	0.69	67	1,600
							10		15	17	2.6				
							170		140	66	820				
12	720	460	250	2,000	6.0	72	98	59	140	45	1,000	38	0.38	28	910
							5.9		6.1	6.0	1.4				
							100		150	51	1,000				
1992. 1	920	660	390	1,800	9.4	130	110	73	130	56	1,100	32	0.44	31	1,000
							6.8		5.8	6.0	1.5				
							120		140	62	1,100				
2	960	760	470	1,400	9.1	150	150	120	110	50	820	64	0.78	64	2,100
							12		13	14	2.5				
							160		120	64	820				
3	530	350	240	1,200	3.3	62	100	77	84	35	690	77	1.2	55	2,000
							23		14	11	2.4				
							120		98	46	690				
年　間	6,490	4,930	2,880	11,200	55.1	874	1,110	872	820	352	6,200	980	10.5	554	19,900
							184		121	104	29.2				
							1,290		941	456	6,230				

注）年間降下量は，日数補正しない月間降下量を合計した値である。従って，30日当たり換算値の合計とは一致しない。

表 5 —(4)　水溶性及び不溶性成分降下量（30日当たり換算）〔輪　島〕

（単位：月間値；mg/m²・30day，年間値；mg/m²・year）

項目／区分／年月	SO_4^{2-}	nss-SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	H^+	NH_4^+	Ca^{2+}	nss-Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	不溶性成分総量
	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性 不溶性 合　計	水溶性	水溶性 不溶性 合　計	水溶性 不溶性 合　計	水溶性 不溶性 合　計	不溶性	不溶性	不溶性	
1991. 4	210	170	110	260	1.6	23	64 17 81	57	19 9.0 28	12 4.8 17	170 1.5 170	37	0.48	39	1,300
5	290	230	120	350	1.1	21	100 17 120	94	30 16 46	14 15 29	230 4.0 230	61	0.74	76	2,000
6	330	320	160	69	2.8	57	71 7.2 78	69	5.7 6.4 12	6.6 4.1 11	54 2.5 57	24	0.29	28	850
7	390	340	220	310	4.5	71	62 12 74	55	20 6.5 27	13 4.4 17	190 3.6 190	30	0.36	33	1,000
8	140	120	88	180	0.96	32	29 4.8 34	25	14 2.9 17	18 1.6 20	110 1.9 110	13	0.15	15	400
9	210	100	73	860	1.1	20	38 9.9 48	22	58 1.6 60	20 0.99 21	140 0.76 140	8.1	0.11	9.1	260
10	430	260	140	1,300	2.3	48	76 4.6 81	51	91 4.9 96	31 4.5 36	670 1.3 670	21	0.25	23	670
11	790	540	260	1,900	3.9	100	140 7.1 150	100	140 11 150	49 9.8 59	980 2.2 980	37	0.44	48	1,000
12	920	540	270	3,000	6.7	79	140 5.5 150	78	220 9.2 230	66 8.9 75	1,500 2.1 1,500	33	0.38	41	940
1992. 1	840	500	290	2,300	6.6	100	120 6.0 130	70	170 5.1 180	62 4.8 67	1,300 2.3 1,300	24	0.34	26	850
2	1,100	780	410	2,200	9.1	150	160 9.1 170	110	160 10 170	66 10 76	1,300 2.6 1,300	44	0.56	52	1,400
3	400	230	180	1,200	1.3	45	100 8.0 110	75	85 9.9 95	29 9.0 38	680 1.6 680	36	0.41	43	1,100
年　間	6,170	4,190	2,340	14,400	42.9	750	1,120 109 1,230	819	1,050 95.9 1,150	399 80.5 480	7,640 26.8 7,670	375	4.57	442	12,000

注）年間降下量は，日数補正しない月間降下量を合計した値である。従って，30日当たり換算値の合計とは一致しない。

表5—(5)　水溶性及び不溶性成分降下量（30日当たり換算）〔三方岩〕

（単位：月間値；mg/m²・30day）

項目 / 区分 / 年月	SO_4^{2-}	nss-SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-	H^+	NH_4^+	Ca^{2+}	nss-Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	Fe^{3+}	Mn^{2+}	Al^{3+}	不溶性成分総量
	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性	水溶性 不溶性 合計	水溶性	水溶性 不溶性 合計	水溶性 不溶性 合計	水溶性 不溶性 合計	不溶性	不溶性	不溶性	
1991. 8	170	170	85	34	2.2	27	32 6.3 38	31	2.4 2.3 4.7	7.0 3.3 10	22 1.2 23	14	0.21	14	690
9	130	120	66	75	1.9	14	25 3.6 29	23	5.4 2.1 7.5	18 3.3 21	41 0.40 41	9.5	0.21	12	910
10	250	240	100	140	4.0	18	49 3.4 52	46	9.0 2.5 12	9.1 3.0 12	72 1.5 74	9.5	0.17	12	440

高かった。

(4)　降水成分濃度の季節変化については，冬季に海塩由来成分の濃度が増加しているが，これは北西季節風によるものと考えられ，過去のデータにおいてもこのような傾向となっている。

(5)　水溶性成分降下量の季節変化については，非海塩由来の硫酸イオンも含めて大部分の成分で冬季に多く，非海塩由来カルシウムイオンは春季に多かった。

〔追　記〕

なお，石川衛公害研年報，28，281　表3—(2)の三馬測定点年平均値をつぎのとおり訂正する。

	貯水量	pH	EC	SO_4^{2-}	NO_3^-	Cl^-
年平均値	1,380	4.62	45.7	2.98	0.90	7.25

	NH_4^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	Fe^{3+}
年平均値	0.32	0.41	0.54	0.19	4.06	0.013

文　献

1) 北村守次，山岸善久，桐元俊武，牛島　茂，角田豊麿，久堂寛久：石川衛公害研年報，28，275—290（1991）

2) 金沢地方気象台：石川県気象年報，平成3年，p1（1991）

3) 金沢地方気象台：石川県気象月報，平成4年1月—3月（1992）

4) 金沢地方気象台：創立百年誌，p52（1982）

5) 日本海洋学会：海洋観測指針（気象庁編），p145 日本海洋学会，東京（1970）

〔資　料〕

都市における大気中窒素酸化物の挙動

山岸善久・密田淳夫・柿沢隆一
石川県衛生公害研究所環境部　北村守次・山原　敏・若林数夫
桐元俊武

1 はじめに

大気汚染に係る環境基準項目のうち，SO_2（二酸化硫黄）とCO（一酸化炭素）は規制の強化による各種施設の改良や導入，更に低硫黄燃料への切り換え等により著しい改善を示している。

しかし，NO_2（二酸化窒素）については，物の燃焼により発生するという宿命（燃料中に含まれる窒素に由来するフューエルノックスよりも，空気中の窒素に由来するサーマルノックスが問題）とともに，主な発生源である自動車台数の増加及びディーゼル車の排ガス対策の遅れ等により，その濃度の推移はほぼ横ばいの状態にある[1]。

NO_2やNO（以下NO_x）は，人体のヘモグロビンや呼吸器系に影響を与えるといわれているほか，光化学オキシダントの原因物質の1つにもなっており，都市における代表的な大気汚染項目の1つとなっている。

本県における平成2年度のNO_2の測定結果によれば，一般環境大気測定局（以下一般局），自動車排出ガス測定局（以下自排局）とも環境基準の長期的評価（上限値0.06ppm以下）ではすべて適合しているが，日平均値では自排局2局が上限値を超え，同7局が環境基準にいうゾーン内（0.04～0.06ppm）にあり，これらはいずれも金沢市内の主要交差点となっている[2]。

このようなことから，金沢市内における自動車排ガスによる大気汚染の防止が重要な事項となっており，その基本的な調査として主要交差点でのNO_xの調査を行ったので，その結果について報告する。

2 調査方法

NOxの調査は簡易測定法で行った。今までに開発されているNO_xの簡易測定法のほとんどは，NO_2のみしか測定できないのに対し，横浜市が開発したPTIO法は，NOを選択的に酸化する有機酸化剤PTIOを用いることにより，NOとNO_2を同時に測定することができる。PTIO法には短期型（約1日暴露）と長期型（約1か月暴露）が開発されており，今回の調査にはその両方を実施した。

この方法では，発色試薬の呈色反応が時間とともに進むといわれているので[3]，試薬添加後40分，60分，120分における吸光度の試験を事前に行った。この結果，60分経過後の吸光度上昇率がそれ以前よりも大きくなることを確認したので，吸光度の測定は30分以内に終える（発色試薬添加後60分以内）ことのできる検体数に区分し，発色操作以降の経過時間を同一にすることとした。

2・1 調査地点

短期型は金沢市の武蔵交差点周辺の44地点で実施した。この地区については，NO_xと交通量，気象条件及び建物等との関係について国立環境研究所と共同研究を行っており，シミュレーションの検証の一環として行った。その位置は図1のとおりで，高さは地上約2mである。

長期型は金沢市内の主要交差点6地点と，自動測定機との比較及び対照として2地点の計8地点で実施した。これらの地点の概要は表1のとおりである。なお，

Survey Data of NOx in Atmosphere in Kanazawa City. *by Yoshihisa YAMAGISHI, Atsuo MITSUDA, Ryuuichi KAKIZAWA, Moritsugu KITAMURA, Satoshi YAMAHARA, Kazuo WAKABAYASHI, and Toshitake KIRIMOTO (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

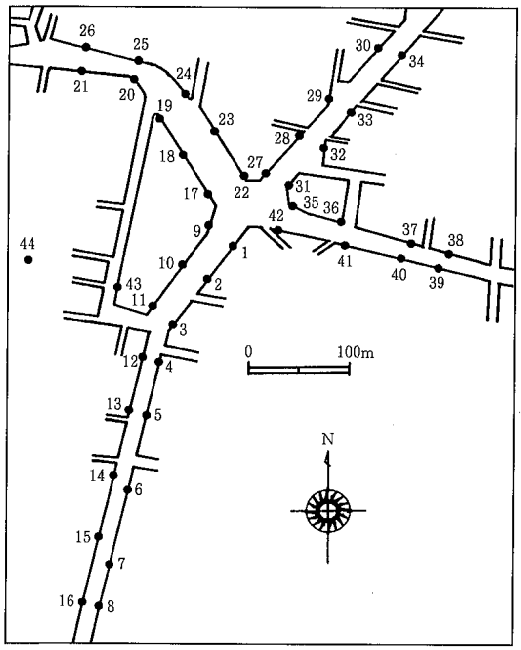


図1　短期型調査地点位置図

交通量の目安として平成2年の日平均交通量[4]も併記した。

2・2　調査時期

短期型はNO_2が比較的高い春季とし，平成3年5月27日（月）から6月1日（土）までの連続5日間調査した。サンプラーの交換は，交通量が少なく大気が比較的安定している午前6時頃に行った。

長期型は平成3年5月1日から平成4年3月27日まで実施し，原則として毎月末の午前中にサンプラーを交換した。

2・3　捕集及び分析方法

捕集及び分析方法は横浜市の報告[3)5)]によった。その概要は表2のとおりである。

3　結果及び考察

3・1　短期型調査

金沢市武蔵地区の44地点で連続5日間調査した結果は，表3のとおりであった。このうちNo.9は金沢市の自排局採気口付近で調査した。その地点でのPTIO法と自動測定機（ザルツマン法）の結果の関係は図2

表1　長期型調査地点の概要

場所	概要	日平均交通量[4]
六枚	金沢市街の西部に位置し，国道8号線及び海岸方面との要衝でJR金沢駅に近い。交差点の南西にある自排測定局で調査したが，測定局の採気口が道路側に面しているのに対し，局舎をはさんで反対側の外階段2階踊り場で実施した。	53,787
武蔵	片町・香林坊に次ぐ繁華街で，交差点の西側にあるスカイビル3階屋上。このビルの1階には金沢市の自測定局の採気口がある。短期暴露調査を行った所である。	50,823
橋場	金沢市街東北部に位置する富山方面からの主要交差点（三叉路）で，この南西側にある自排測定局の採気口のすぐ近くで地上約1mの地点。（自動測定機との比較）	38,455
兼六園下	日本三名園の一つで，純日本的な回遊式林泉大庭園の兼六園の北東にある交差点。この交差点南東側の派出所北側軒下で地上約1.5m。すぐ横には大型観光バスやマイカーの大規模な県営駐車場がある。	46,374
香林坊	金沢市のほぼ中心部に位置し，片町と連なるこの一帯は市内で一番の繁華街で，市街地再開発ビルの並ぶ交差点。この北東約100mの派出所横で地上約1.8mで調査した。県中央公園入口付近で車の影響は比較的少ない。	49,029
有松	金沢市街南部の主要交差点で，白山方面や福井方面からの要衝である。交差点より約100m西側の民家の玄関前で地上約1.8m	45,919
三馬	金沢市の南部郊外に広がる住宅地で，当所敷地内にある環境大気測定局と同じ地点で地上約4m。総合病院に隣接しているほかは，幹線道路から離れ，水田が散在している。（自動測定機との比較）	—
野田山	金沢市街地に隣接した対照区として，県庁から約4km南の標高約170mの松や広葉樹が混在する山中。近くには大規模な墓地がある。約20m離れた道路の交通量はほとんどない。（対照用）	—

表 2　　PTIO 法 の 概 要

項　　目	短　　期　　型[5]	長　　期　　型[5]
NO_2 吸 収 液	トリエタノールアミン20ml をアセトンに溶かし200ml とする (10%TEA・アセトン溶液) 冷暗所では少なくとも半年保存可能	同　左
NO_2捕集エレメント	φ14.5のセルロース繊維ろ紙（東洋No.50）に NO_2 吸収液50μl 担持（TEA 5μl）	φ26のセルロース繊維ろ紙(東洋No.514A)に NO_2 吸収液200μl 担持（TEA20μl）
NOx 吸 収 液	PTIO0.3g を NO_2 吸収液に溶かし10ml とする（30mg/ml） 冷暗所では少なくとも半年保存可能	PTIO1.6g を NO_2 吸収液に溶かし20ml とする（80mg/ml）
NOx捕集エレメント	φ14.5の東洋No.50に NO_2吸収液50μl を担持（PTIO1.5mg）	φ26の東洋No.514Aに NOx吸収液200μl を担持（PTIO16mg）
サ ン プ ラ ー	φ19×30（長さ）の短円筒型の両端に NO_2 と NOx 捕集エレメントをセット 多孔栓による分子拡散型 軽量なので個人暴露用に最適 シェルター（合成樹脂製）	φ40×60ガラス容器に捕集エレメントをセットし遮光容器に入れ金網付きキャップを固定，分子拡散型 NO_2 用と NOx 用各１本必要 シェルター（SUS製，サンプラー２本掛）
標準暴露時間	24時間	１カ月
スルファニル溶液	スルファニルアミド80g をリン酸200ml と水に溶かし１l とする（冷蔵保存）	同　左
NEDA 溶 液	N-(１-ナフチル) エチレンジアミン二塩酸塩0.56g を水に溶かし100ml とする（冷蔵保存）	同　左
発 色 試 薬	スルファニル溶液10容と NEDA溶液１容を混合（用時調製）	同　左
抽 出 ・ 分 析	捕集エレメントを金網とともに共栓試験管（25ml）に入れ，水８ml で30分間放置 ↓ ２～６℃に冷却 ↓ 発色試薬２ml ↓ 速やかに撹はん混合 ↓ ２～６℃で30分間放置 ↓ 室温に戻し，545nmで吸光度測定	捕集エレメントを共栓試験管（50ml）に入れ，水40ml で30分間放置後，共栓試験管（20ml）に分取 NOx：２ml 分取＋水８ml NO_2：４ml 分取＋水６ml ↓ ２～６℃に冷却 ↓ 発色試薬４ml ↓ 以下同左
検　量　線	NO_2 標準液を段階的に調製（０～1.0μg NO_2/ml）各８ml とり上記操作により発色	同左の調製標準液各10ml とり上記操作により発色
サンプラーの保存性	暴露しないもの……３カ月 測定済みのもの……２週間 （共に冷蔵保存）	同　左 抽出試料溶液……３カ月 （共に冷蔵保存）
そ　の　他	吸光度の測定が30分以内に終了できるようにする 温度及び湿度の補正が必要	同　左

表3　短期型調査結果

単位：ppb

No.	5/27(月)～28(火) NO	NO_2	NOx	5/28(火)～29(水) NO	NO_2	NOx	5/29(水)～30(木) NO	NO_2	NOx	5/30(木)～31(金) NO	NO_2	NOx	5/31(金)～6/1(土) NO	NO_2	NOx	道路名
1	54	23	77	107	32	139	65	31	96	58	30	88	111	41	152	
2	78	34	112	124	41*	165	70	35	105	65	34	99	158	46*	204	
3	51	27	78	—	—	—	—	—	—	48	32	80	120	46*	166	
4	67	26	93	78	30	108	72	35	107	73	34	107	137	43	180	
5	13	14	27	60	22	82	64	29	93	30	22	52	70	35	105	
6	29	15	44	40	20	60	46	27	73	63	28	91	64	31	95	
7	110	36	146	137	41*	178*	68	27	95	90	33	123	176*	44	220*	
8	29	18	47	75	20	95	67	30	97	65	30	95	81	35	116	
9	20	18	38	82	25	107	117	51	168	72	38	110	82	38	120	国道157号線
10	101	32	133	90	29	119	135*	53*	188*	109*	45*	154*	113	41	154	
11	82	37*	119	96	32	128	56	32	88	75	38	113	106	41	147	
12	14	15	29	—	—	—	114	45	159	71	34	105	55	36	91	
13	12	13	25	49	14	63	68	36	104	53	33	86	39	32	71	
14	34	14	48	50	24	74	47	25	72	24	20	44	67	35	102	
15	80	25	105	76	30	106	91	33	124	77	31	108	132	43	175	
16	68	22	90	39	26	65	116	39	155	83	34	117	96	40	136	
17	20	10	30	20	21	41	89	44	133	24	25	49	61	36	97	主要地方道金沢停車場線
18	19	8	27	117	20	137	79	39	118	10	20	30	53	35	88	
19	21	9	30	30	20	50	56	32	88	6	17	23	47	35	82	
20	100	10	110	28	20	48	87	41	128	27	24	51	54	37	91	
21	7	11	18	31	21	52	84	34	118	9	18	27	—	—	—	
22	48	26	74	74	38	112	64	39	103	49	36	85	118	43	161	
23	41	23	64	106	32	138	59	37	96	56	36	92	106	44	150	
24	61	21	82	75	30	105	102	38	140	79	27	106	113	42	155	
25	44	18	62	59	24	83	64	33	97	32	17	49	99	40	139	
26	65	29	94	82	35	117	68	39	107	100	41	141	121	43	164	
27	20	19	39	38	25	63	61	37	98	42	28	70	62	33	95	市道幹線10号
28	48	22	70	108	20	128	40	26	66	44	22	66	63	32	95	
29	4	13	17	14	15	29	19	22	41	11	15	26	31	29	60	
30	14	10	24	26	18	44	30	22	52	9	13	22	38	31	69	
31	85	12	97	41	23	64	34	26	60	6	16	22	61	34	95	
32	105	18	123	51	22	73	54	30	84	39	23	62	72	35	107	
33	27	18	45	33	21	54	22	23	45	11	17	28	49	31	80	
34	—	—	—	39	20	59	25	19	44	15	16	31	67	36	103	
35	116*	36	152*	139*	37	176	51	33	84	50	30	80	107	41	148	国道159号線
36	29	15	44	71	18	89	70	38	108	60	29	89	58	33	91	
37	54	21	75	63	24	87	43	26	69	22	19	41	58	31	89	
38	88	30	118	93	36	129	111	38	149	96	36	132	116	40	156	
39	38	23	61	53	26	79	79	35	114	34	25	59	86	39	125	
40	21	18	39	36	22	58	41	29	70	21	22	43	—	—	—	
41	17	12	29	35	18	53	63	35	98	23	24	47	71	34	105	
42	31	18	49	52	25	77	31	31	62	21	22	43	70	35	105	
43	59	32	91	44	28	72	11	20	31	17	22	39	66	38	104	後背地
44	(−3)*	8*	5*	3*	12*	15*	1*	13*	14*	(−2)*	11*	9*	18*	26*	44*	
平均	47	20	67	63	25	89	64	33	96	45	27	71	83	37	120	
最大	116	37	152	139	41	178	135	53	188	109	45	154	176	46	220	
最小	(−3)	8	5	3	12	15	1	13	14	(−2)	11	9	18	26	44	

＊：最大又は最小

—：紛失又は落下していたので欠測

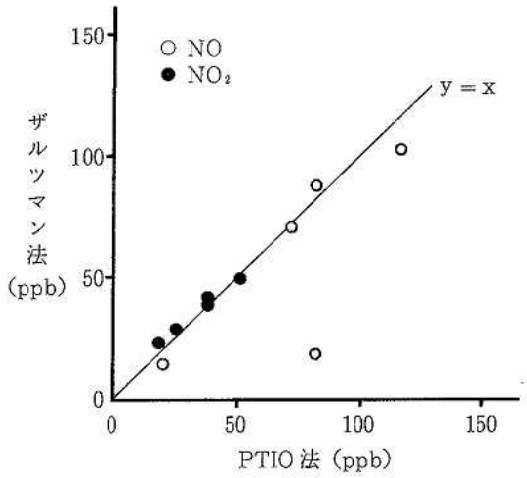


図2　PTIO 法とザルツマン法の測定値の関係（短期型）

となり，NOの1日分（5月28～29日）のデータで，その差異が大きいほかは，NO，NO_2とも相関が高く，NOxの濃度分布のパターンを把握する上で有効な方法であることを確認した。

調査結果に基づく濃度分布図は図3（NOx）及び図4（NO_2）のとおりで，濃度分布に及ぼす影響が大きいと考えられる風配図も併記した。これらの結果から，測定地点の風上側が直接ビルに面している場合，他より高濃度が出現しており，この原因は，そのビルによる風の巻き込みで自動車排ガスを直接道路端へ引き込んでいるためと推定される。

また，風向がほとんど変化していない場合（5月27～28日）は高濃度域は狭く限定されるのに対し，約180度の範囲にわたり風向が変化している場合（5月29～30日）は高濃度域は広くなり，風向が全く逆に変化する場合（5月31日～6月1日）は更に高濃度域は広くなった。なお，平均風速は5月27～28日が4.9m，5月28～31日は2m台，そして5月31日～6月1日は1.3mであった。

次に，一般に燃焼施設（ボイラーや自動車等）の排出ガス中のNO_xは約90%がNOで，約10%がNO_2として存在し，NOは排出後大気中のO_xなどにより酸化され，NO_2になるといわれている。そこで，5日間のNO_2/NOx値とO_x濃度の関係を表4のようにまとめたが，O_x濃度の高い日は，NO_2/NOx値が高くなる傾向にあることを確認した。NO_2/NOx値が，道路近傍で小さくなっているのもこれが原因と考えられる。

3・2　長期型調査

金沢市内の8地点で実施した1か月暴露の調査結果は表5のとおりであった。

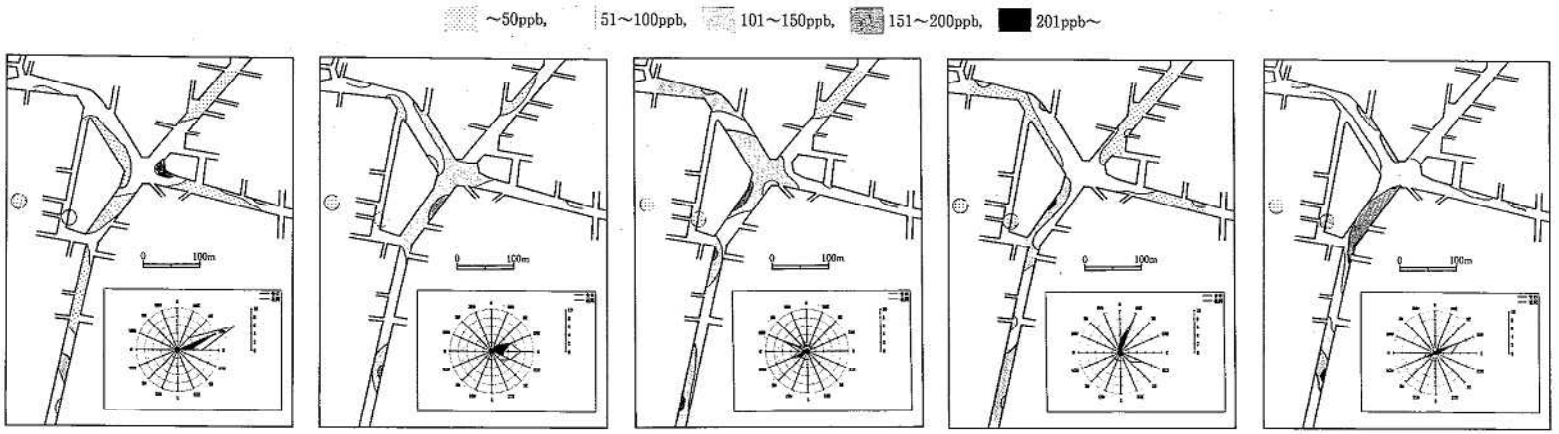
また，PTIO 法とザルツマン法の値を比較するため，三馬と橋場において両法で同時に測定したが，図5のように，NO_2については比較的良好な関係がみられたものの，NOのばらつきは2地点とも大きくなっており，その原因については今後検討することとしたい。

NOxの結果を月別・地点別に示すと図6となり，周辺に発生源が少ない野田山と三馬は低い値を示している一方，兼六園下が他地点に比べ非常に高い値を示している。これは，調査地点が県営駐車場に隣接して

表4　知期型調査の関連項目等

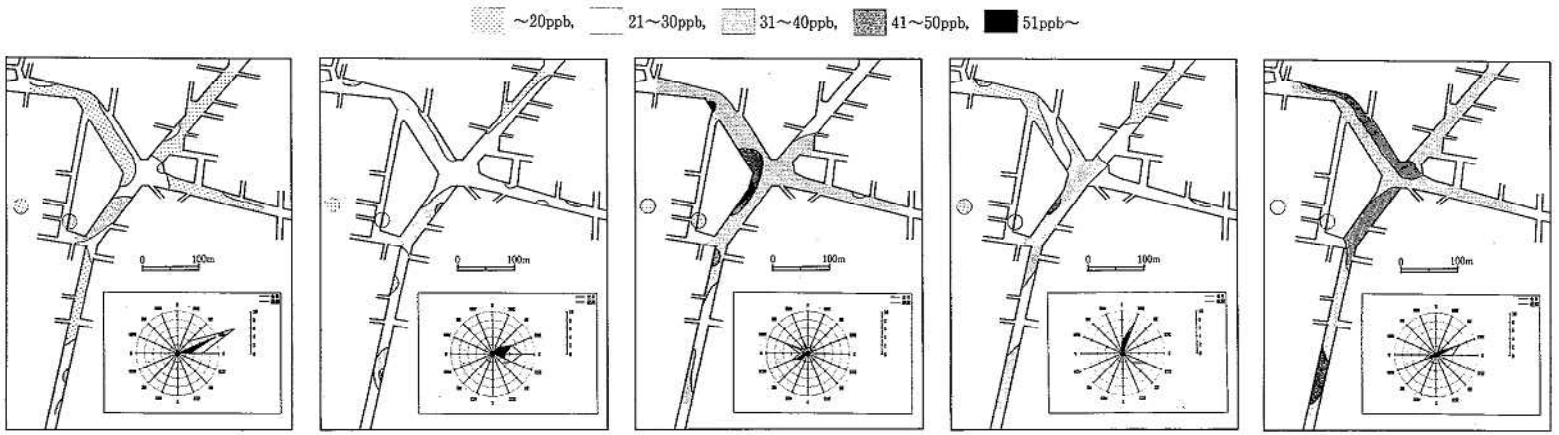
項目＼月日		5/27～28	5/28～29	5/29～30	5/30～31	5/31～6/1
天候		曇	曇一時雨	曇時々雨	曇後晴	雨一時曇
最多風向	16方位	ENE	E	WNW	NNE	E
平均風速	m/s	4.9	2.5	2.1	2.1	1.3
平均気温	℃	15	17	18	16	17
平均湿度	%	80	80	80	77	88
降雨量	mm	0	0.5	1.5	0	8.5
平均Ox濃度	ppb	44	31	39	34	16
NO_2/NOx (No. 9地点)	PTIO法	0.47	0.23	0.30	0.35	0.32
	ザルツマン法	0.62	0.61	0.32	0.37	0.30

（注）天候から平均Ox濃度までのデータは，6時から翌日6時までの三馬測定局測定値である。



NOx 5/27～28　NOx 5/28～29　NOx 5/29～30　NOx 5/30～31　NOx 5/31～6/1

図 3　NOxの濃度分布図



NO_2 5/27～28　NO_2 5/28～29　NO_2 5/29～30　NO_2 5/30～31　NO_2 5/31～6/1

図 4　NO_2の濃度分布図

表5　長期型調査結果

単位：ppb

No.	場所	月	5			6			7			8			9			10			11			12	1			2			3		
		項目	NO	NO_2	NOx	NO	NO_2	NOx	NO	NO_2	NOx	NO	NO_2	NOx	NO	NO_2	NOx	NO	NO_2	NOx	NO	NO_2	NOx	NO_2	NO	NO_2	NOx	NO	NO_2	NOx	NO	NO_2	NOx
1	六　枚		36	6	42	21	24	45	28	20	48	46	9	55	21	21	42	23	26	49	45	29	74	128	35	31	66	34	31	65	35	34	69
2	武　蔵		35	4	39	18	25	43	23	20	43	30	16	46	6	17	23	14	32	46	8	34	42	39	15	23	38	16	24	40	19	24	43
3	橋　場		37	22	59	41	29	70	39	22	61	38	21	59	24	22	46	35	25	60	39	27	66	61	30	27	57	33	28	61	45	31	76
4	兼六園下		61	46	107	81	43	124	85	37	122	101	41	142	93	45	138	103	47	150	81	44	125	92	58	41	99	55	37	92	65	50	115
5	香林坊		21	3	24	7	21	28	13	18	31	22	16	38	4	17	21	20	22	42	16	24	40	43	15	25	40	12	28	40	17	23	40
6	有　松		11	13	24	8	17	25	7	14	21	16	15	31	7	16	23	22	21	43	21	25	46	54	20	23	43	26	24	50	22	25	47
7	三　馬		11	11	22	—	11	11	—	8	8	2	8	10	—	9	9	13	11	24	3	13	16	26	4	14	18	8	12	20	8	13	21
8	野田山		9	1	10	—	7	7	4	4	8	15	4	19	—	4	4	9	3	12	—	14	14	11	4	3	7	16	3	19	7	4	11

（注）12月のNO_2は捕集できなかった。　—：マイナス値となったが，以後の計算は0として扱った。

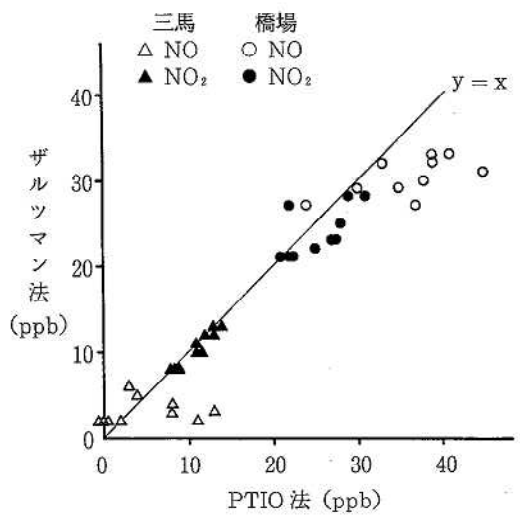


図5　PTIO 法とザルツマン法の測定値の関係（長期型）

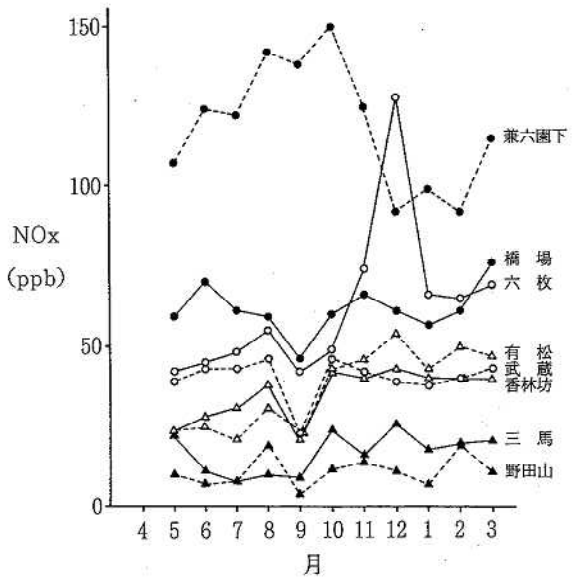


図6　NOx の月別・地点別結果

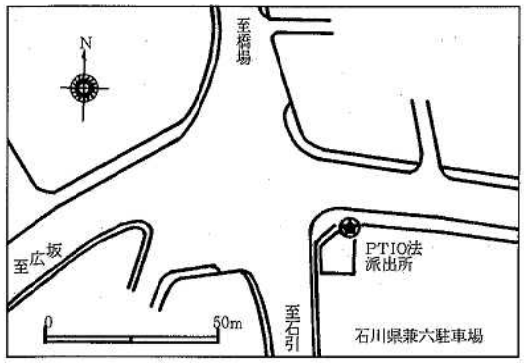


図7　兼六園下の調査地点

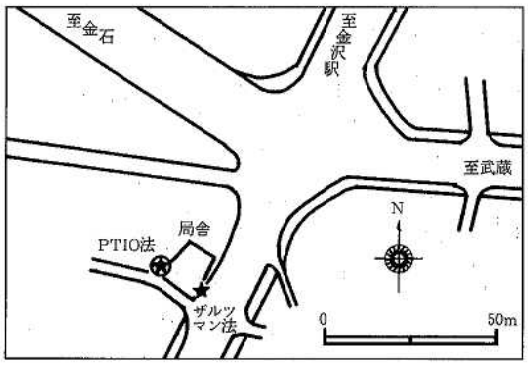


図9　六枚の調査地点

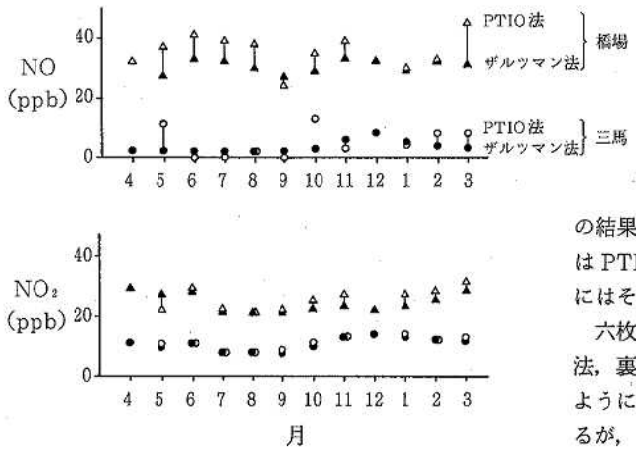


図8　三馬と橋場における両法の測定値の関係

おり，大型観光バスのアイドリング排ガスの影響が強く，しかも軒下と植栽に囲まれ，汚染された空気が滞留しやすいためと思われる（図7）。

また，多くの地点で9月のNOx値が低くなっている傾向がみられるが，ザルツマン法では特にこの傾向はみられなかったので，三馬と橋場についてPTIO法とザルツマン法の値を図8のように月別に比較した。その結果，NO_2はほぼ等しい値であるのに対し，NOではPTIO法の値の方が高い傾向にあるものの，9月にはそれが逆転していることが原因と考えられる。

六枚は図9のように自排局舎の道路側でザルツマン法，裏側でPTIO法の調査を行い，それらを図10のように比較した。その結果，NO_2の差はわずかであるが，NOxでは建物の裏側が12月を除き道路側のほぼ半分の値となっている。これは，道路側では，自動車排ガスの影響を直接受けるため，NOが高かったためと思われる。

武蔵では，ザルツマン法（金沢市の自排局）の採気口は1階の部分にあり，また2階部分の張り出しのた

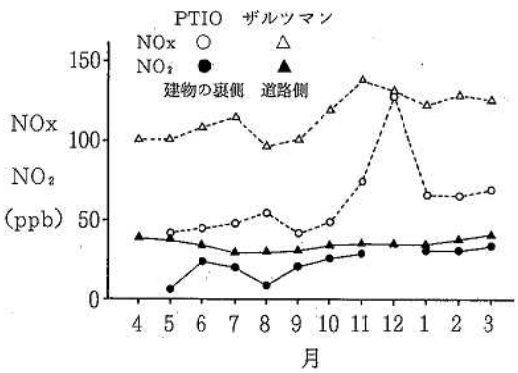


図10　六枚交差点における建物の影響

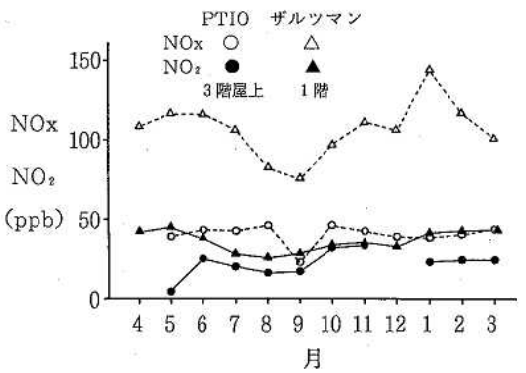


図11　武蔵交差点における高さの影響

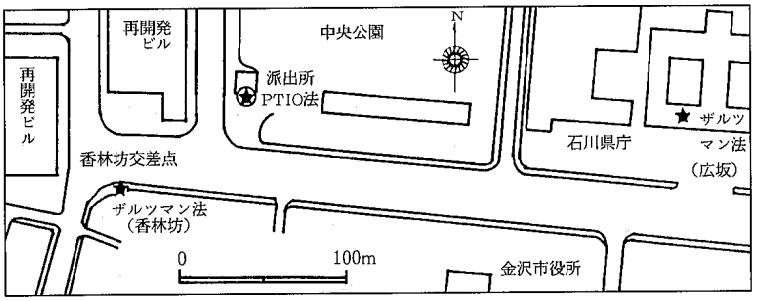


図12　香林坊の調査地点

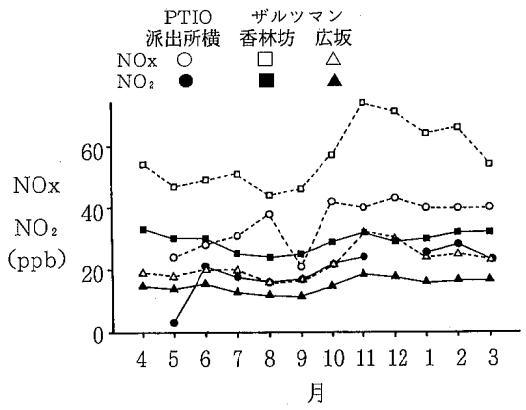


図13　香林坊付近における3測定点の関係

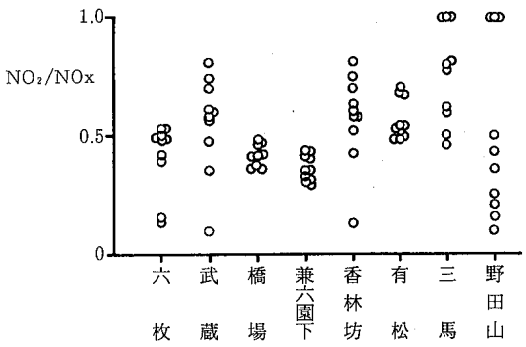


図14　地点別 NO_2/NOx の分布

め空気が滞留しやすい所であるのに対し，PTIO法は3階屋上で測定したのでこれらの建物構造と高さの違いによる拡散状況の検討ができる。結果は図11のように六枚とほぼ同じような傾向がみられた。

香林坊の調査地点及びザルツマン法の香林坊自排局，広坂一般局は図12のように位置し，それらの測定結果を図13に比較して示した。その結果，六枚や武蔵と同様，車道までの距離により，NOがNO_2に酸化される量の差がでている。

NO_2/NOx値の分布を地点別に示すと図14のとおりで，自動車排出ガスの影響を強く受けると思われる兼六園下と橋場では0.5以下で，しかも値のばらつきは比較的小さい傾向にある。武蔵，香林坊では，高さや位置により，自動車排ガスの拡散が気象条件の影響を強く受けることがこのようにばらつきを大きくしたと思われる。三馬と野田山ではNOが検出されなかった時もあり，その地域の状況を反映している一方，低濃度で定量限界（数ppbといわれている）に近いため，比率としてはばらついたと思われる。

4　ま　と　め

NO_xの簡易測定法であるPTIO法により，短期型調査（1日暴露）と長期型調査（1か月暴露）を金沢市内において実施し，以下の結果を得た。

武蔵地区44地点で連続5日間実施した短期型調査では，

(1)　PTIO法によるNO，NO_2値は，その濃度分布のパターンを把握するには有効な方法であることを確認した。

(2)　主要道路沿線においては，測定地点の風上側がビルとなっている場合，風の巻き込みにより高濃度となる傾向にある。

主要交差点及び対照地点8地点で実施した長期型調査では，

(3)　ザルツマン法との比較ではNO_2の相関は良好であったが，NOのばらつきが大きく今後の課題となった。

(4)　調査地点の特徴（発生源の状況，建物の影響及び車道までの距離等）を反映したNO_xの値が得られた。

また，両調査に共通していえることとして，

(5)　NO_2/NOx値は自動車排ガスの影響を直接受ける地点で低く，またばらつきも少ないが，道路端から離れた地点や近くに発生源のみられない地点では，その値は高く，またばらつきが大きくなる。

PTIO法については，横浜市環境科学研究所の御教示並びに資料の恵与を受けた。武蔵地区の調査では，金沢市の自排局のデータを利用した。また，サンプラーの設置には多くの方々の御協力を頂いた。記してお礼申し上げます。

文　献

1) 環境庁編：平成3年版環境白書，平成3年4月
2) 石川県：平成2年度環境大気調査報告書，平成3年9月
3) 平野耕一郎，前田裕行，松田啓吾：横浜市公害研究所報，15，3—12（1991）
4) 石川県警察本部：平成2年中における金沢市内主要交差点の交通状況，平成3年3月
5) 平野耕一郎，前田裕行，石井哲夫，米山悦夫：環境と測定技術，12（12），32—39（1985）

〔資　料〕

環境大気中のアスベスト調査結果

（平成３年度）

石川県衛生公害研究所環境部　山岸 善久・柿沢 隆一・北村 守次

1 はじめに

発がん性があるということで社会問題になったアスベストは，大気汚染防止法（以下「法」）で特定粉じんとして規制され，その対策が強化された。

アスベストは一旦環境中に飛散すると，分解や変質することがほとんどないため，環境中での蓄積性が極めて高いこと，我が国のアスベスト使用量が世界的に多く，しかも多方面に利用されていることから，定期的なモニタリングが今後とも必要と考えられる。

本県における環境大気中のアスベスト調査は，昭和62年度より実施しているが，平成３年度は県内５箇所で調査したので，その結果を報告する。

2 調査方法

2・1 測定方法

アスベスト濃度の測定は，環境庁告示第93号（平成元年12月27日）の光学顕微鏡法によった。その内容は既報[1]のとおりである。

2・2 調査場所

調査は七尾市（商工業地域１箇所２地点），金沢市（幹線道路沿線１箇所２地点，廃棄物処分場周辺１箇所４地点，アスベスト製品生産事業所周辺１箇所４地点）及び津幡町（アスベスト製品生産事業所周辺１箇所４地点）において合計５箇所16地点で実施した。このうち，幹線道路沿線を除く４箇所は昨年度の調査と同じ場所である。

なお，２箇所のアスベスト製品生産事業所は，原動機の定格出力が小さいので，法の適用を受けていない。

2・3 調査時期

平成３年６月19日から４年３月26日の間で，１箇所につき３回（３日）の調査とし，気象条件を考慮しながら，平日の昼間に１回当たり４時間（2,400l）を原則として試料捕集を行った。

3 結果及び考察

調査の結果は表１のとおりであった。表には現地で測定した気象データも併記した。

５箇所のうちでは商工業地域の濃度が最も低かったほか，幹線道路沿線及び廃棄物処分場周辺も比較的低濃度であったのに対し，アスベスト製品生産事業所周辺は比較的濃度が高かった。

これらの結果と，環境庁が委託して行った全国のモニタリング調査結果[2]を比較すると表２となり，幾何平均値において本県の方がより低濃度であった。

最大値はアスベスト製品生産事業所周辺（金沢市）の1.77f/lであった。この値は，当事業所が法の適用を受けない規模ではあるが，アスベストの外部への飛散の規制基準（10f/l）以下であった。

しかし，最大値を記録した日が休業日だったことは，集塵機の運転をはじめ戸や窓の開閉に問題があることを示唆している。

一方，津幡町のアスベスト製品生産事業所周辺の検体のうち，アスベストが0.84f/lみられた同じ視野から，規制対象外のロックウールが1.30f/l検出された。この日，当事業所ではロックウール保温材を製作していたが，ロックウールはアスベストに類似した繊維状物質なので，極力外部への飛散を防ぐことが望まれる。

Survey Data of Asbestos in Environmental Air in Ishikawa Prefecture from April 1991 to March 1992. *by Yoshihisa YAMAGISHI, Ryuuichi KAKIZAWA, and Moritsugu KITAMURA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

表1　アスベスト調査結果

地域区分	調査場所	調査年月日	アスベスト濃度 (f/l)				天候	風向	風速 (m/s)	気温 (℃)	湿度 (%)	備考
商工業地域	七尾市	平成3. 7.24	0.08	0.00	—	—	曇	SW	2.3	28.6	72	
		3. 9.18	0.00	0.15	—	—	曇	ESE	1.5	23.4	67	
		3.12. 5	0.11	0.08	—	—	快晴	S	0.7	15.6	42	
幹線道路沿線	金沢市	3. 7. 3	0.08	0.08	—	—	晴	NNE	0.5	26.4	64	
		3. 8.21	0.08	0.15	—	—	曇時々晴	NNE	0.8	32.8	56	
		4. 3.23	0.15	0.23	—	—	曇	NE	0.7	6.8	47	
廃棄物処分場周辺	金沢市	3. 9. 3	0.23	0.23	0.31	0.39	曇	W	1.0	29.7	58	埋立て中断中
		3.11. 6	0.08	0.21	0.15	0.15	快晴	ESE	1.1	14.0	42	
		4. 3. 4	0.31	0.38	0.15	0.16	快晴	NE	2.2	6.0	44	
アスベスト製品生産事業所周辺(1)	金沢市	3. 6.19	0.23	0.53	0.77	0.77	曇	NNE	1.0	24.1	71	ロープ(石綿＋岩綿)製作中
		3. 9.11	1.30	1.77	0.61	1.15	晴	NNE	0.8	26.4	63	休業中
		4. 3.26	0.99	0.51	0.84	0.72	曇	N	0.8	11.8	56	ロープ(石綿＋岩綿)製作中
アスベスト製品生産事業所周辺(2)	津幡町	3. 9. 5	0.61	0.85	0.84	1.08	晴	W	1.9	32.3	59	岩綿保温材製作中
		3.11.18	0.15	0.21	0.30	0.08	曇	W	1.8	15.2	57	ロープ(石綿＋岩綿)製作中
		4. 1.21	0.31	0.77	0.23	0.38	快晴	WSW	0.7	7.8	49	岩綿保温材製作中

（注）気象データはアスベスト捕集中に約1時間ごとに現地測定した値の平均である。ただし，風向は最多風向である。

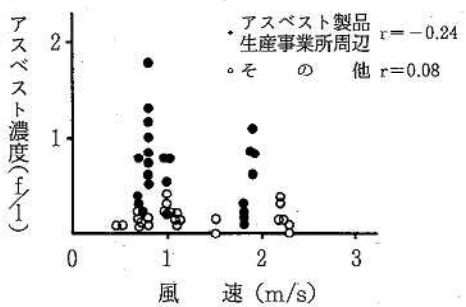


図1　風速とアスベスト濃度の関係

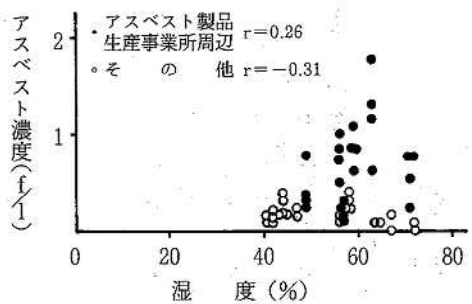


図2　湿度とアスベスト濃度の関係

表 2　　調 査 結 果 の 概 要

単位：f/l

地域区分		全国（平成元年度）[2]			石川県（平成3年度）		
		標本数	最小値～最大値	幾何平均	標本数	最小値～最大値	幾何平均
バックグラウンド	内陸山間地域 離島地域	36	0.10～ 0.86	0.37	—	—	—
	住宅地域 商工業地域 農業地域	114	0.06～ 2.13	0.47	6	0.00～0.15	0.09
発生源周辺	アスベスト製品製造事業所散在地域 廃棄物処分場等周辺	48	0.07～ 1.35	0.34	12	0.08～0.39	0.21
	アスベスト製品生産事業所周辺 蛇紋岩地域	88	0.23～35.4	2.07	24	0.15～1.77	0.53
	高速道路沿線 幹線道路沿線	96	0.00～18.7	0.54	6	0.08～0.23	0.12
総計		382	0.00～35.4	0.65	48	0.00～1.77	0.28

表 3　　同一捕集地点での調査結果の推移

単位：f/l

地域区分	場所	昭和63年度[1]			平成元年度[3]			平成2年度[4]			平成3年度		
		標本数	最小値～最大値	幾何平均	標本数	最小値～最大値	幾何平均	標本数	最小値～最大値	幾何平均	標本数	最小値～最大値	幾何平均
廃棄物処分場周辺	金沢市	11	0.00～0.92	0.31	12	0.07～0.80	0.23	12	0.00～0.69	0.22	12	0.08～0.39	0.21
アスベスト製品生産事業所周辺	津幡町	12	0.23～1.38	0.53	12	0.00～1.27	0.20	12	0.10～1.67	0.35	12	0.15～1.08	0.37
アスベスト製品生産事業所周辺	金沢市	—	—	—	—	—	—	12	0.22～2.32	0.35	12	0.23～1.77	0.76

ロックウールの同定は，当事業所で扱っているロックウールを標本にして顕微鏡で比較判定した。そのほか当事業所では，セラミック繊維やグラスウールも材料に用いている。

廃棄物処分場とアスベスト製品生産事業所の周辺における継続調査の結果は表3となり，アスベスト製品生産事業所周辺（金沢市）の幾何平均がやや高くなったほかは，ほぼ同じ濃度レベルで推移していた。

また，環境大気中のアスベスト濃度は，風速や湿度の影響を受けやすいと思われるが，それらの関係は図1，図2に示すように，特に相関はみられなかった。

4 ま と め

環境大気中のアスベスト調査を行い，以下の結果を得た。

(1) 商工業地域，幹線道路沿線及び廃棄物処分場周辺は比較的低濃度であったのに対し，アスベスト製品生産事業所周辺は比較的濃度が高かった。

(2) 全国のモニタリング調査結果と比較すると，幾何平均値で本県の方がより低濃度であった。

(3) 2箇所のアスベスト製品生産事業所は法の適用を受けない規模であるが，事業所周辺のアスベスト濃

度は規制基準以下であった。

(4) しかし，人の健康への影響を考えると，アスベストの外部への飛散防止について，更に配慮が必要と考えられる。

(5) アスベスト製品生産事業所周辺の検体には，材料のロックウールがアスベストより多く含まれているものもあった。

(6) アスベストを扱っている事業所における継続調査の結果は，ほぼ同じ濃度レベルで推移していた。

(7) アスベスト濃度と風速，湿度との間には，特に相関はみられなかった。

文　献

1) 山岸善久，北村守次，桐元俊武：石川衛公害研年報，**26**，419—424（1989）
2) 環境庁大気保全局大気規制課：平成元年度未規制大気汚染物質モニタリング調査結果（平成2年12月）
3) 山岸善久，北村守次，桐元俊武：石川衛公害研年報，**27**，319—322（1990）
4) 山岸善久，北村守次，桐元俊武：同上誌，**28**，262—264（1991）

〔資　料〕

石川県における大気中浮遊粒子状物質の季節変動

石川県衛生公害研究所環境部　若林数夫・桐元俊武
山原　敏・湯浅道世

1 はじめに

大気中の浮遊粒子状物質（SPM）は，昭和48年に環境基準が設定されて以来，その適合率は全国的にみても依然として低い状況にあり，二酸化窒素（NO_2）とともに大気汚染防止対策の課題となっている。

SPMは地域の人為的，自然的発生源に加え，ガス状物質からの2次的粒子の生成や，黄砂現象にみられるような広域的な挙動など，汚染機構の複雑さからその防止対策の推進を困難にしている。

本県では，SPMの測定を昭和47年度から実施しており，昭和50年代前半に環境基準に不適合の地点がみられたものの，最近では平成2年度の黄砂に起因する事例以外は長期的評価による環境基準に適合している（表1）。

SPMの測定方法については，昭和58年からβ線吸収法を採用し，それまでの光散乱法から切り換えるとともに測定地点についても順次拡大を図ってきた。

ここでは，β線吸収法による測定データから，本県におけるSPMの季節的変動についてまとめた。

2 調査の内容

常時監視測定局で測定しているSPMのデータを用いて，以下の事項について検討した。

① 平成3年度のSPM測定結果

② SPMの季節変動

過去5カ年間のデータを基に季節変動についてまとめた。

③ β線吸収法とローボリュームエアサンプラーによるデータの比較

③については，昭和58年にβ線吸収法に切り換えたときに検討を行っている[1]が，今回は平成元年度から平成3年度までの3カ年間の測定結果について比較を行った。

3 調査結果と考察

3・1 平成3年度のSPMの測定結果

平成3年度は22測定局で測定しており，環境基準の適合状況は表1，2に示すとおりで，長期的評価については全測定局で適合していた。一方，短期的評価では，1時間値の環境基準（0.2mg/m³）を超えたのは10測定局で各局1～31時間，日平均値の環境基準（0.1mg/m³）を超えたのは4測定局で各局1回出現した。

平成3年度の測定結果は図1に示すとおり，年平均値は0.018mg/m³～0.035mg/m³（前年度0.023mg/m³～0.36mg/m³）の範囲にあり，全国的にみても中位から低位の状態である。また，日平均値の2%除外値は0.049mg/m³～0.080mg/m³（前年度0.052mg/m³～0.084mg/m³）の範囲にあった。

3・2 SPMの季節変動

(1) 1時間値データによる検討（三馬測定局）

SPMは降水に洗い流されて濃度が低下することから，SPMと降水量の1時間値の月間変動を図2に示した。また，1年間を4半期に分け，その1時間値の度数分布を図3に示した。これによれば，春から夏にかけて濃度変動が大きく，その濃度が20～30μg/m³に最瀕ピークがあるが，冬期には20μg/m³以下となり高濃度域の出現頻度も少なくなる。

降水による影響については，降水前の濃度上昇と降水後の濃度の低下が明らかにみられた。なお，1時間

Seasonal Variations of Suspended Particulate Matter in Ishikawa Prefecture. *by Kazuo WAKABAYASHI, Toshitake KIRIMOTO, Satoshi YAMAHARA, and Michiyo YUASA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

表 1　浮遊粒子状物質の長期的評価による環境基準適合状況

局名	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	元	2	3
三馬	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
米泉													□	○	○	○	○	○
広坂											□	○	○	○	○	○	○	○
大気総合				●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
瓢箪																		○
畝田																		□
千坂																	●	○
松任													□	○	○	○	○	○
美川		■	●	●	■	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大聖寺													□	○	○	○	○	○
山代														□	○	○	○	○
小松									□	○	○	○	○	○	○	○	○	○
根上													□	○	○	○	○	○
内灘																○	○	○
津幡											□	○	○	○	○	○	○	○
羽咋															□	○	○	○
鳥屋															○	○	○	○
七尾		●	○	●	●	●	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
石崎														○	○	○	○	○
金沢港												(□)	(○)	(○)	(○)	(○)	(●)	(○)
＊香林坊													○	○	○	○	○	○
＊六枚											□	○	○	○	○	○	○	○

凡例　○：環境基準適合　（測定時間6,000時間以上）
●：　〃　不適合（　〃　）
□：環境基準適合　（測定時間6,000時間未満）
■：　〃　不適合（　〃　）

（注）　金沢港測定局は，環境基準の適用されない工業専用地域に所在するので（　）で示した。
三馬，七尾，美川，小松の昭和58年度以前及び大気総合は光散乱法
＊印は自動車排出ガス測定局

値の環境基準を超えるような値の出現と季節の関わりについては，特にみられなかった。

(2)　月間値データによる検討

常時監視測定局における平成3年度の月別変化を図4に示した。各測定局とも春期から夏期に濃度が高く，冬期に低くなっており，1時間値と同様な傾向を示している。一般環境局では，津幡，羽咋，鳥屋，七尾の4測定局における濃度が比較的低く，変動幅も少なくなっている。自動車排出ガス測定局（自排局）では香林坊が一般環境局と同様な変化を示しているが，六枚測定局の濃度は県内で最も高く推移し，他局で低濃度となる3月にも高くなっていた。

次に，昭和62～平成3年度の過去5カ年間における18測定局のβ線吸収法によるSPMデータについて，

表 2　　SPMの短期的評価による環境基準超過状況表（平成３年度）

測定局	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
三馬									1/0			
米泉						2/0						
広坂												
大気総合												
瓢箪												
畝田												
千坂												
松任			0/1									
美川			1/1			2/0						
大聖寺												
山代												
小松		1/0			1/0							
根上		0/1				1/0	1/0	3/0				
内灘												
津幡												
羽咋					1/0	1/0			1/0			
鳥屋			1/0									
七尾												
石崎	4/0	4/0	2/0	5/0	2/0	1/0	7/1	1/0	4/0		1/0	
金沢港								2/0				
*香林坊												
*六枚			1/0			1/0						

(注)X/Y　X：１時間値の環境基準を超えた回数
　　Y：日平均値の環境基準を超えた回数

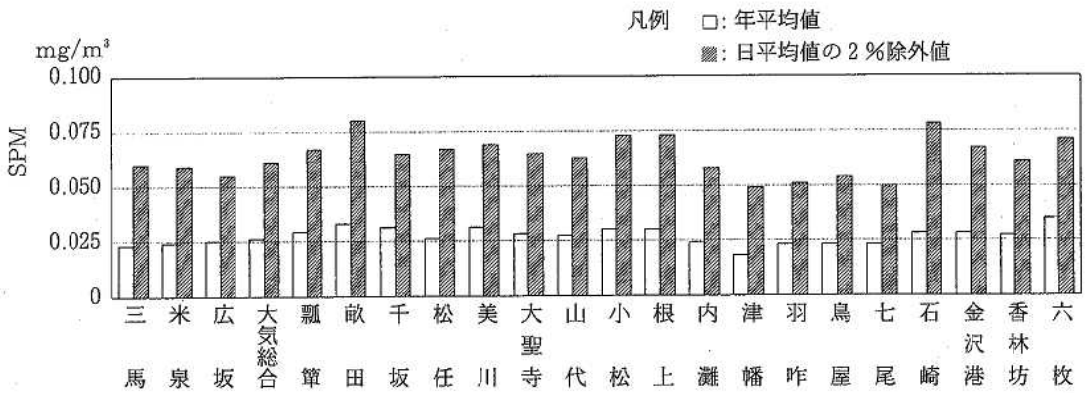


図 1　　SPM 年平均値（平成３年度）

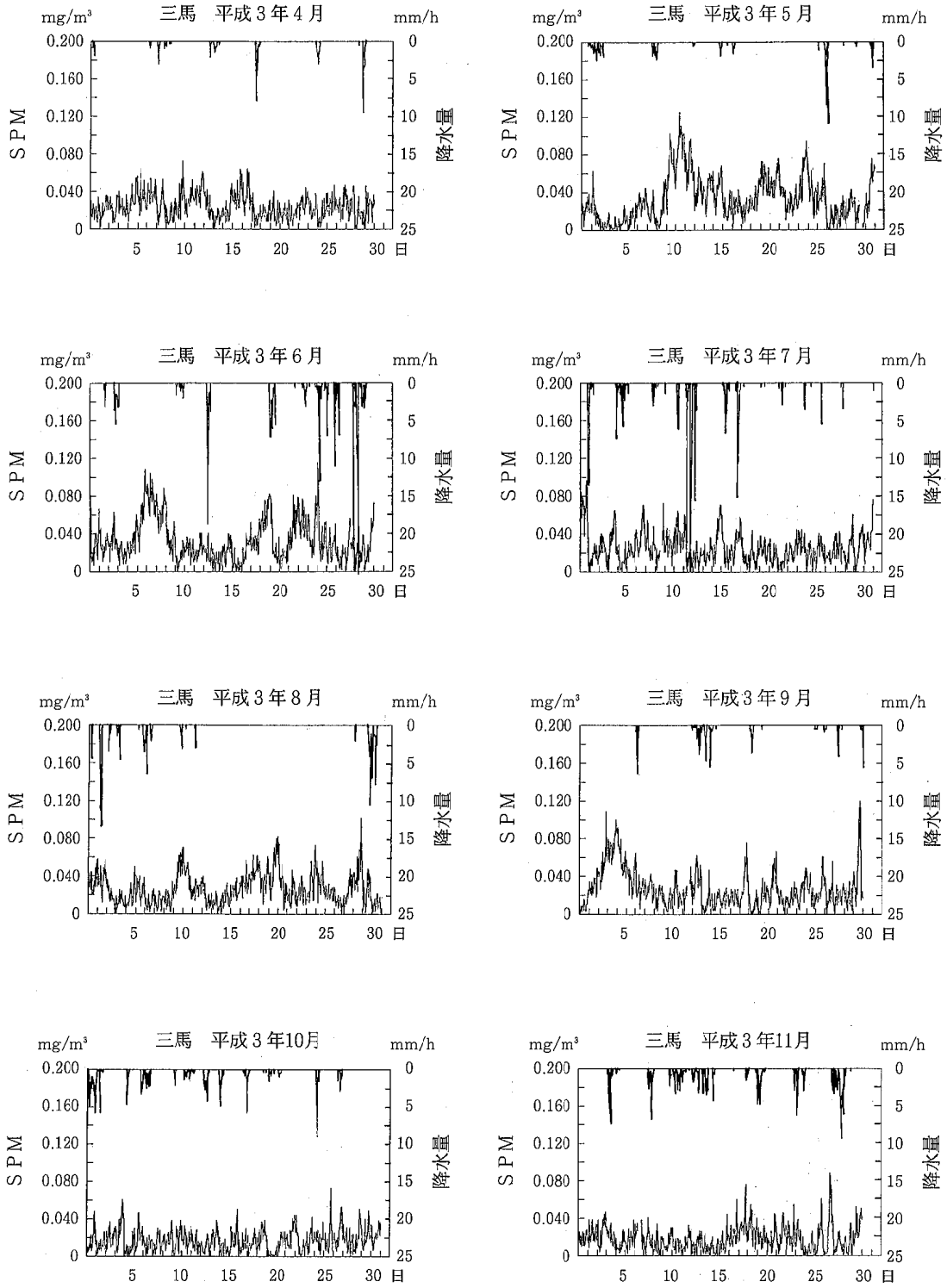


図 2　　1 時間値の月間変動

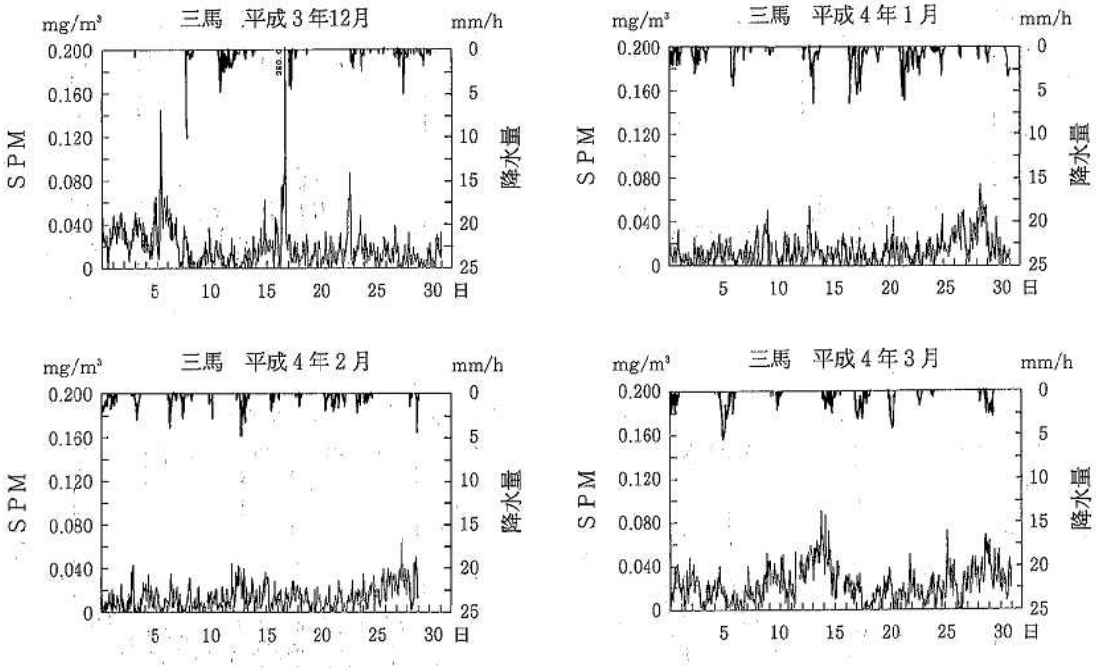


図２のつづき

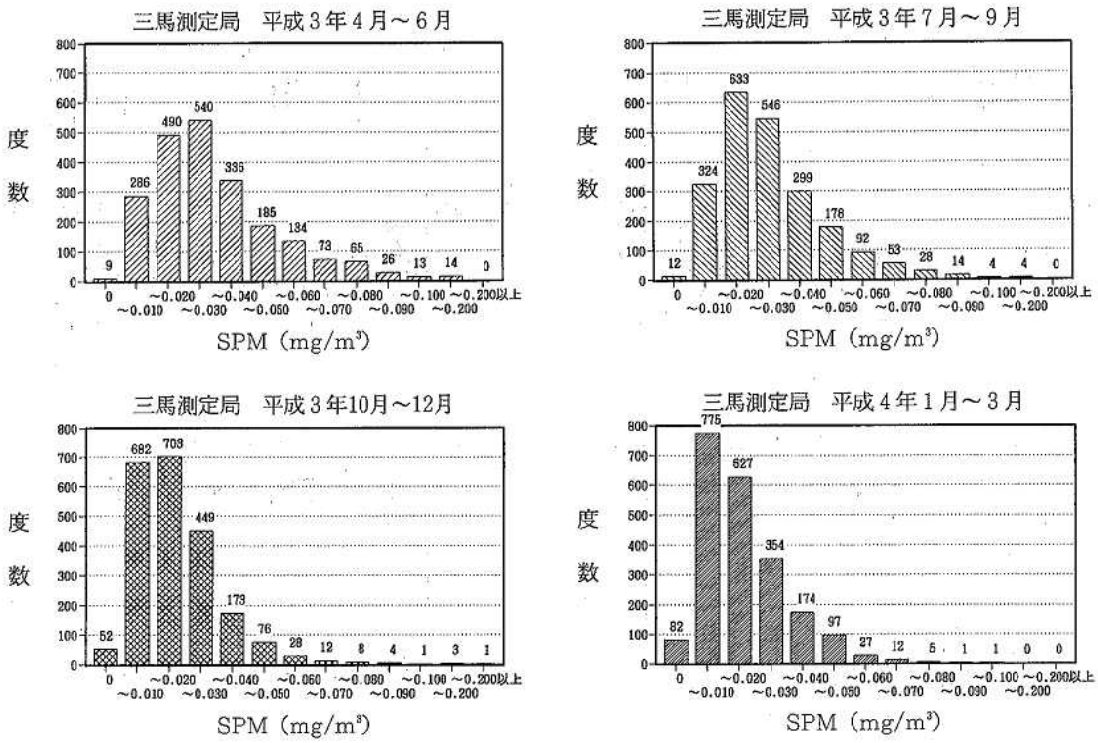


図３　　濃度別出現頻度

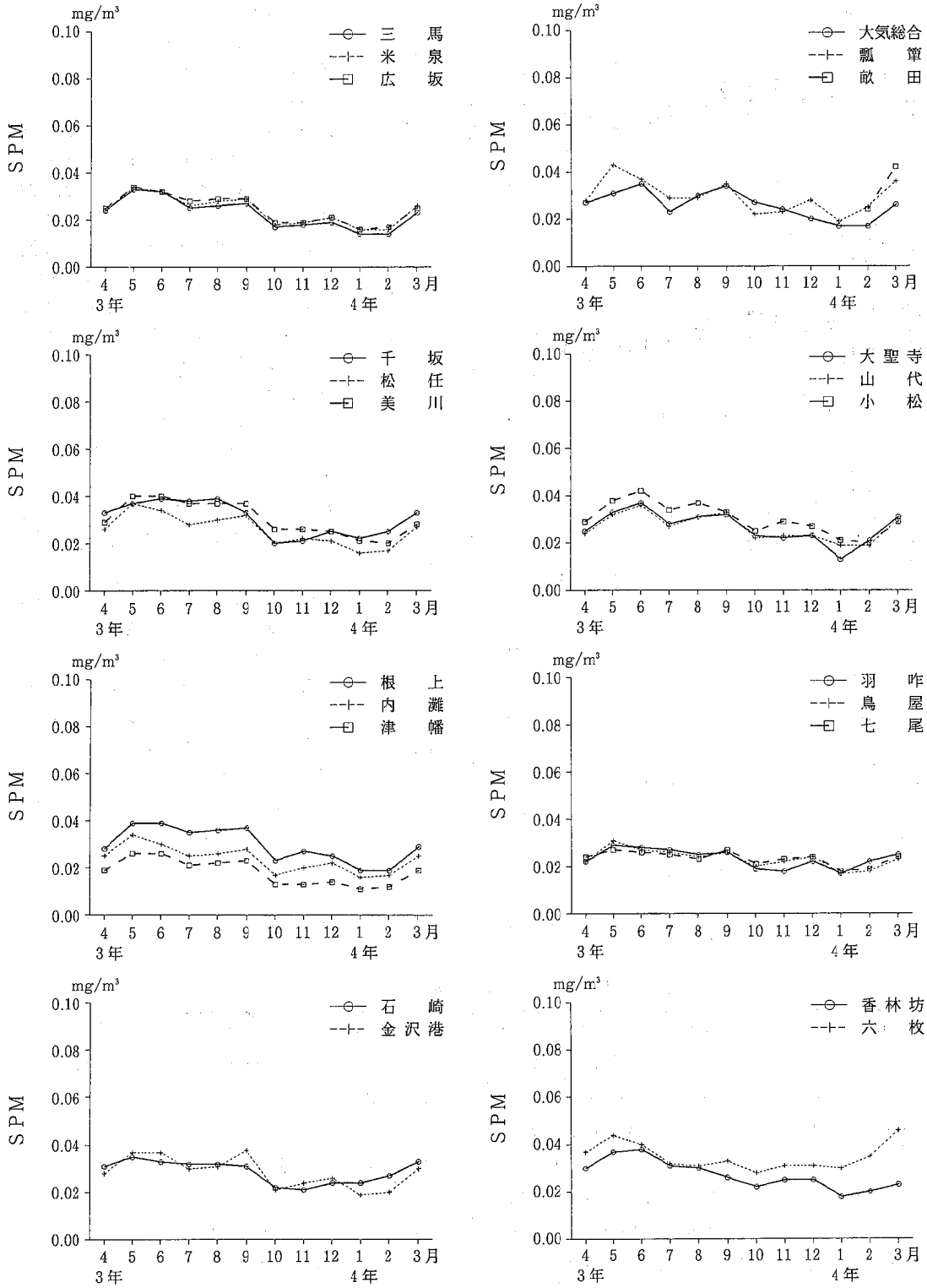


図 4　　月　別　変　化（平成3年度）

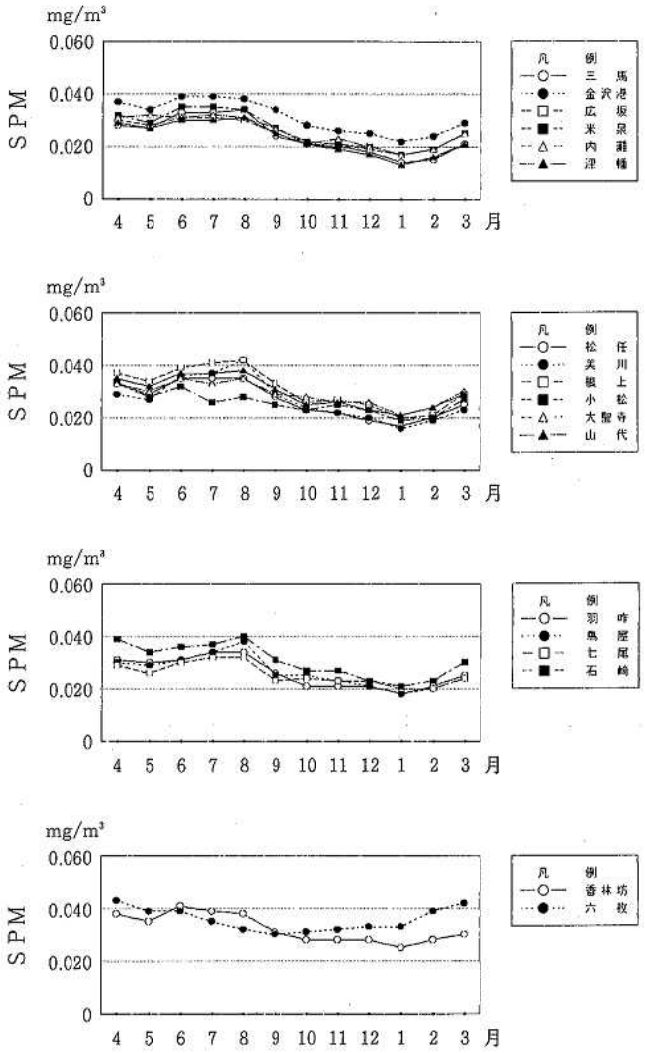


図5　月別変化（5カ年平均）

季節変動を検討した（図5）。

一般環境局では春期から夏期にかけて濃度ピークがみられ，既に泉らが報告しているように[2]，二酸化硫黄や二酸化窒素の変動と異なった傾向であった。一方，自排局の香林坊では一般環境局と同様の変化がみられるが，六枚測定局では夏に濃度が低くなっている。六枚測定局では，採取口が道路の直近に位置し，自動車排ガスや道路粉じんの影響を受けやすいことから，年間を通して高濃度で推移し，特に降雪のある冬期でもスパイクタイヤ走行による道路粉じんの巻き上げ等により，濃度が上昇するものと思われる。

なお，このような季節による特性の比較については，太平洋側の地域では，冬季の11～12月かけて上昇することが知られているが，本県では春期から夏期に高く，これは太平洋岸気候と日本海岸気候の違いによるものと考えられる。

3・3　β線吸収法とローボリュームエアサンプラーとの比較

ローボリュームエアサンプラー（LV）は当初光散乱法における重量濃度換算のため整備されたが，その後県ではすべての測定機をβ線吸収法に更新したため，現在はβ線吸収法の補完調査として測定（1カ月サンプリング）を行っている。LVを設置してあるのは表3に示した7地点である。

β線吸収法とLV法の平成元～3年度までの月別変化を図6に，3カ年平均

表3　測定機器

設置地点	ローボリュームエアサンプラー	β線吸収法	備考
三馬	多段式L-20（柴田化学工業）	DUB-12	平成元年5月までは BAM-101
広坂	多段式L-20（柴田化学工業）	DUB-12	
津幡	多段式L-20（柴田化学工業）	DUB-12	
小松	多段式L-20（柴田化学工業）	DUB-32	平成2年12月までは RTG-102
金沢港	サイクロン式FKS（新宅機械）	DUB-12	
美川	サイクロン式FKS（新宅機械）	DUB-32	平成2年12月までは BAM-101
七尾	サイクロン式FKS（新宅機械）	DUB-12	平成元年5月までは BAM-102

注）BAM：柴田化学工業，RTG：アロカ，DUB：電気化学工業

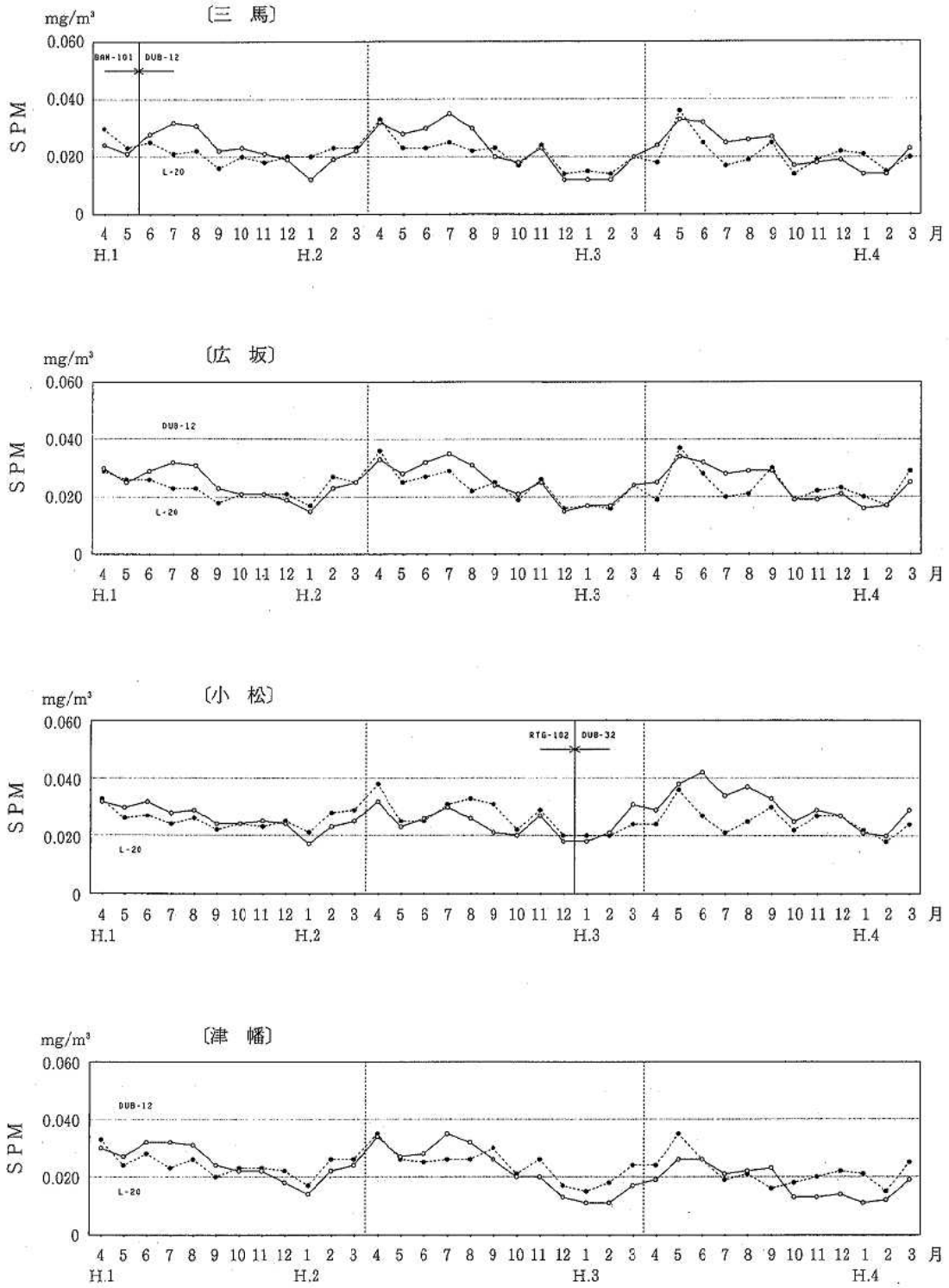

〔三　馬〕
〔広　坂〕
〔小　松〕
〔津　幡〕
mg/m³
SPM
0.060
0.040
0.020
0
BAH-101
DUB-12
RTG-102
DUB-32
L-20
4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 1 2 3 月
H.1
H.2
H.3
H.4

図 6　　月　別　変　化（月間値）

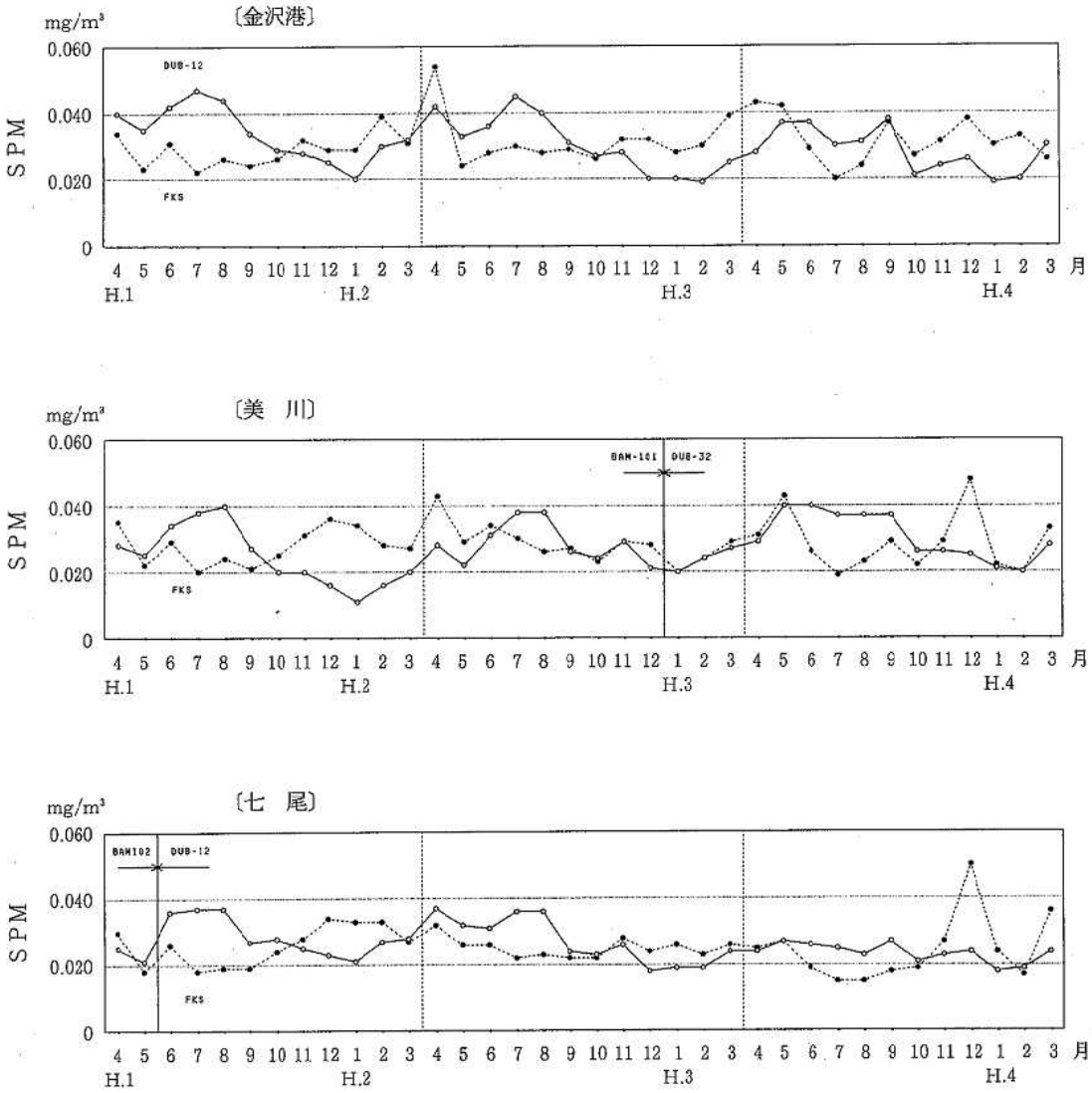


図6のつづき

値の月別変化を図7に示した。

いずれの測定局においてもβ線吸収法はLV法に比べ春から夏にかけて濃度が高くなり，10月頃にその関係が逆転し，秋から冬の時期にはβ線吸収法よりもLV法の方が高くなっていた。β線吸収法が夏季に高くなる要因としては，β線吸収法が相対湿度の正の影響をうけること[3]等が考えられる。

4　ま　と　め

本県のSPMの季節変動の特徴をまとめると，次のような事項が上げられる。

(1)　月間値では春先から夏にかけて高くなり，冬は低くなる傾向がある。

(2)　高濃度が発生する季節は特に定まっていないが，黄砂の到来や近傍の汚染物質排出源の影響も大きい。

(3)　SPM濃度は降水の影響を強く受けており，このことが，季節変動や太平洋側と日本海側の地域差となって現れていると考えられる。

また，β線吸収法とLV法との対応については，現在示されている測定精度の判断基準[4]である「LV

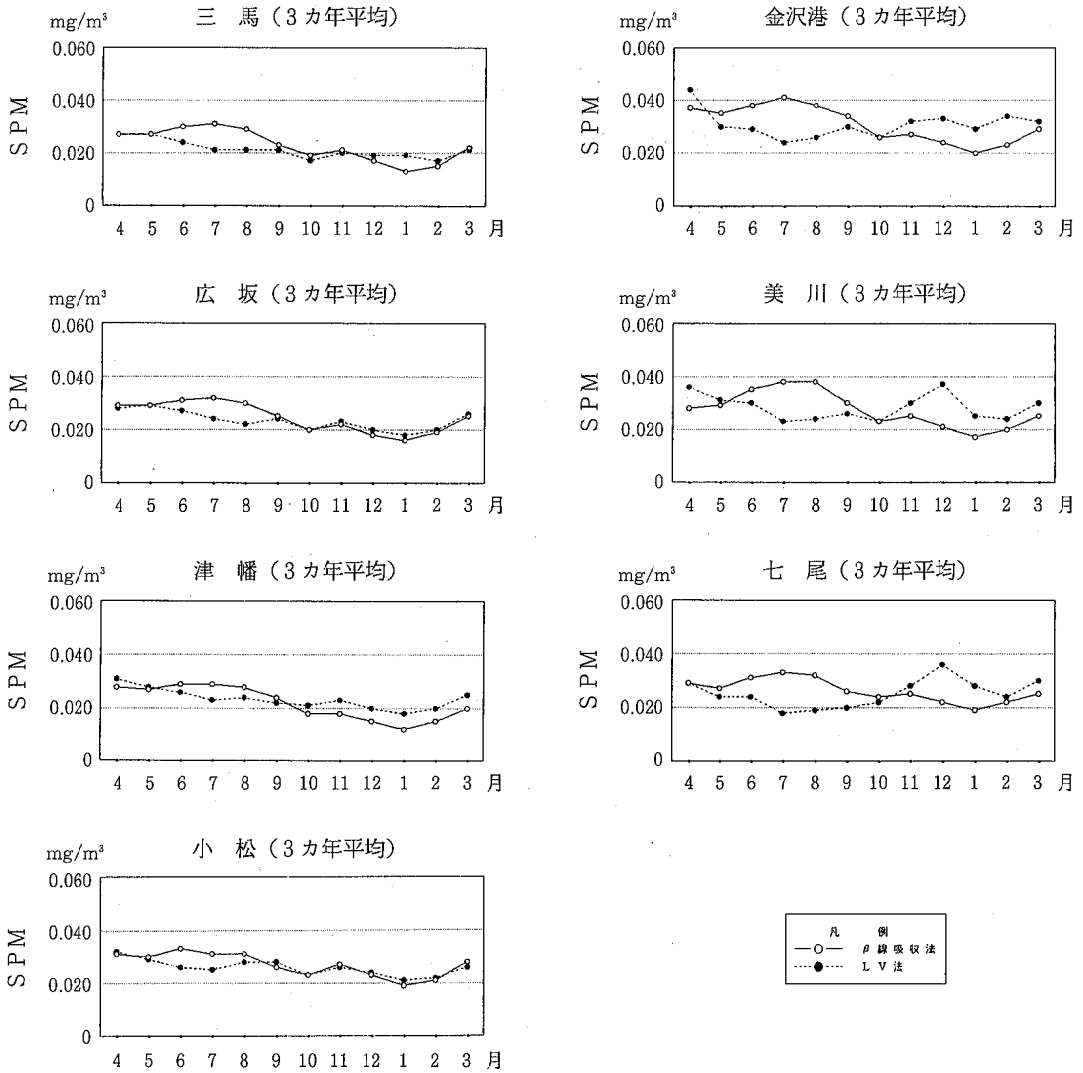


図 7　　月　別　変　化（3カ年平均）

法による値と測定値との差が±10 μg/m³，又は，±10％の範囲内」を満足しなかった値については，今後原因等を調査する必要がある。

文　　献

1）山原　敏：石川衛公害研年報，**23**，308—317（1986）
2）泉　善博，平　哲宣，山原　敏，湯浅道世：同上誌，**26**，425—432（1989）
3）白砂裕一郎：大気汚染研究協会関東支部大気質調査部会・粒子状物質部会共催第10回講演会要旨集，7（1991）
4）環境庁大気保全局編：環境大気常時監視マニュアル（改定版）（1990）

〔資　料〕

ドラフトチューブ付気液接触装置を用いた効率的排水処理に関する研究

——有機物・窒素・リンの同時除去について——

石川県衛生公害研究所環境部　小西秀則

1 はじめに

河川及び湖沼，内湾などの閉鎖性水域には，生活雑排水など種々の排水が流入しており，環境基準の達成率は依然として低い。この最も大きな理由は，公共下水道の普及率が未だ十分でなく，水域に流入する排水の負荷削減を十分に図ることができないためと考えられる。これは，下水道の敷設と集中処理方式には莫大な経費を必要とするためで，下水道未普及地域では，浄化槽などの設置で対応しているのが現状である。また，最近，富栄養化が従来にも増して大きな社会問題となってきており，これまでBOD（COD）除去が主体であった排水処理が，窒素・リンなどの栄養塩類の除去も可能となるよう，その処理技術の高度化に関する検討も行われている。このような背景をふまえ，生活排水処理のための省力化された，コンパクトで気液接触効率が良く，有機物，窒素，リンなどの処理効率も良い排水処理装置の開発が望まれている。

前年度は，装置内に2重管を設けた比較的酸素供給能が高いドラフトチューブ付気液接触装置を用いて，生活雑排水を想定した合成排水による回分式活性汚泥処理実験を行った。そして，本装置が高濃度活性汚泥処理装置として生活雑排水の処理に十分適用可能であることを明らかにした。

今年度は高濃度活性汚泥処理に及ぼす曝気槽内のpH及びBOD汚泥負荷の影響について検討し，さらに有機物・窒素・リンの同時除去を効率的に行うため，間欠曝気法を用いた高濃度活性汚泥処理の最適条件についての検討も行った。

2 実験及び方法

実験装置の概略を図1に示す。装置は原水槽，曝気槽，沈澱槽及び処理水槽から構成されている。曝気槽としては，槽内に内管を設けたドラフトチューブ付気

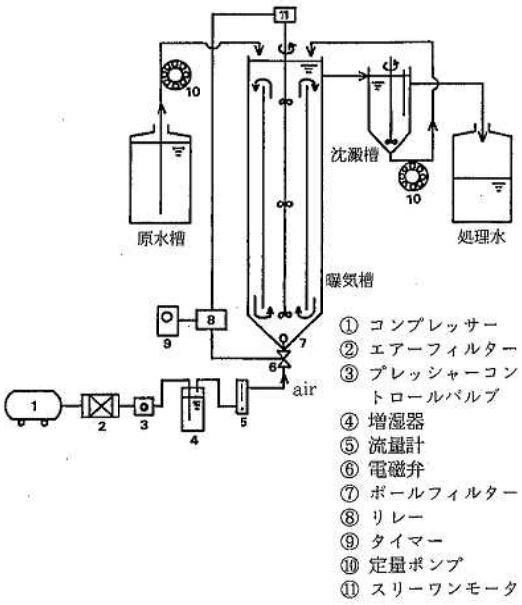


図1　装置概略図

Studies on Efeective Activated Sludge Treatment with Draft Tube. Study on Simultaneous Removal of Nitrogen, Phosphorus and Organic Substances. *by Hidenori KONISHI (Department of Environmental Sciencce, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

液接触装置を用い，原水の供給及び汚泥の返送には定量ポンプを用いた。また，間欠曝気法では好気工程と嫌気工程を一定時間間隔で交互に繰り返すために，送気ラインに電磁弁とタイマーを付設し，曝気槽には嫌気工程でも汚泥がほぼ均一に分散するように攪拌用スリーワンモータを付設した。なお，活性汚泥処理実験はすべて通気量2l/min，嫌気工程でのスリーワンモータの回転速度は200rpm，曝気槽内の温度は20± 2 °Cで行った。

用いた合成排水は腐敗を防ぐため，オートクレーブ（121°C，15分）で滅菌した後，水道水で希釈し使用した。表1に合成排水の組成を示す。

また，処理水への汚濁物質の影響を避けるためBOD及びCOD以外はグラスファイバー濾紙（Whatman GF/Cフィルター）で濾過した濾液を分析に用いた。

2・1　高濃度活性汚泥処理におけるBOD，窒素，リンの除去効率に及ぼす操作因子の検討

ここでは，上記除去効率に及ぼす操作因子として曝気槽混合液のpH，BOD汚泥負荷についての検討を行った。

2・1・1　曝気槽内のpHの影響について

窒素の除去については，亜硝酸菌がpH 8付近，硝酸菌がpH 7付近，脱窒菌がpH 6～8で，それぞれの活性が最適であり，また脱リン菌など他の好気性微生物は中性付近（pH 6～8）に至適pHを有していると言われている。Meiselらは家庭雑排水を対象とした活性汚泥処理においては，pHが6～9特に中性付近において処理効率が良いとしている。

ここでは，BOD汚泥負荷を0.1kgBOD/kgMLSS日とし，曝気槽内のpHを4.0，6.0，7.0，8.0に変動させて，pHがBOD，窒素，リンの除去に与える影響について検討を行った。なお，pH調節には0.5N，NaOHを用いて行った。

2・1・2　BOD汚泥負荷の影響について

BOD汚泥負荷が増大すると未分解の有機物が多くなるため，BOD除去率は低下する。ここでBOD汚泥負荷を0.1kgBOD/kgMLSS日，0.15kgBOD/kgMLSS日，0.28kgBOD/kgMLSS日，0.48kgBOD/kgMLSS日に変動させて，BOD汚泥負荷がBOD，窒素，リンの除去に与える影響について検討を行った。

2・2　間欠曝気法による高濃度活性汚泥処理の最適条件に関する検討

間欠曝気法を用いた高濃度活性汚泥処理は窒素，リンを効率良く除去することが知られている。これは好気工程でアンモニア態窒素が亜硝酸菌，硝酸菌により硝化されて生じる硝酸態窒素が，嫌気工程で脱窒菌により窒素還元されて曝気槽より除去されるためである。

一方，リンは好気及び嫌気工程を交互に繰り返すことにより，汚泥内に取り込まれる量が放出する量より大きくなる現象を利用して曝気槽より除去することができる。従って，窒素，リンの除去効率は曝気時間，嫌気時間及びそれらの比率が大きく関与してくる。

そこで，間欠曝気法における曝気時間及び嫌気時間について，処理効率の最適条件についての検討を行った。

なお，ここで間欠曝気法における曝気時間は30分～1時間，嫌気時間は1時間～2時間の間で設定した。

表1　合成排水組成

Glucose	0.245(mg/l)	BOD	340(mg/l)
Glutamic acid	0.245	COD	200
NH_4Cl	0.082	T-N	49.5
$CaCl_2\ 2H_2O$	0.011	T-P	8.1
$MgSO_4\ 7H_2O$	0.008		
KCl	0.011		
KH_2PO_4	0.018		
$Na_2HPO_4\ 12H_2O$	0.047		

3　実験結果及び考察

3・1・1　曝気槽内のpHの影響について

表2に得られた実験結果を示す。これより，リンの除去率が窒素と比べてpHの影響を受けやすいことが明らかとなった。また，Run 3のpH7.0で窒素，リンの除去率が最も大きく，従来の結果とほぼ一致した。

3・1・2　BOD汚泥負荷の影響について

表3に得られた実験結果を示す。BOD汚泥負荷が0.1～0.28kgBOD/kgMLSS日では，処理水のBOD，窒素，リンの値はBOD汚泥負荷とともに増加する。一方，除去率でみると，窒素の場合は，BOD汚泥負荷が0.28kgBOD/kgMLSS日程度までは大きく変動しないのに比べ，リンはBOD汚泥負荷が増加するにつれて除々に減少し，BOD汚泥負荷が0.48kgBOD/kgMLSS日に増加すると処理効率が著しく低下した。

以上の結果より，間欠曝気法を用いた高濃度活性汚泥処理は曝気槽混合液のpH7.0，BOD汚泥負荷0.1kgBOD/kgMLSS日で行うこととした。

表 2　高濃度活性汚泥処理に及ぼす曝気槽混合液 pH の影響

RUN	原　水（mg/l）			処理水（mg/l）			除去率（%）		
	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD
1	48.3	8.6	340	30.2	5.3	3.2	37	38	99
2	47.3	8.7	351	27.5	4.7	3.9	42	46	99
3	49.5	8.2	336	25.2	4.0	3.8	49	51	99
4	48.5	8.4	321	25.5	4.6	3.5	47	45	99

・実験条件（BOD汚泥負荷0.1kgBOD/kgMLSS日）

曝気槽混合液 pH

Run 1 :　4.0
Run 2 :　6.0
Run 3 :　7.0
Run 4 :　8.0

表 3　高濃度活性汚泥処理に及ぼす BOD 汚泥負荷の影響

RUN	原　水（mg/l）			処理水（mg/l）			除去率（%）		
	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD
1	49.5	8.2	336	25.2	4.0	3.8	49	51	99
2	72.8	12.4	490	40.5	6.9	4.5	44	44	99
3	152.5	23.6	982	71.3	15.2	7.9	53	36	99
4	256.7	43.6	1,760	187.4	30.6	97.6	27	30	94

・実験条件（曝気槽混合液 pH7.0）

BOD 汚泥負荷(kgBOD/kgMLSS日

Run 1 :　0.11
Run 2 :　0.15
Run 3 :　0.28
Run 4 :　0.48

表 4　間欠曝気法を用いた高濃度活性汚泥処理

RUN	処　理　水（mg/l）						除去率（%）		
	NH_4-N	NO_{2+3}-N	T-N	PO_4-P	T-P	BOD	T-N	T-P	BOD
1	2.7	1.6	4.5	2.6	2.8	5.7	90	75	98
2	6.1	0.4	8.4	0.5	0.6	6.1	83	93	98
3	2.3	0.5	3.5	0.6	0.8	5.6	91	90	98
4	3.2	0.8	4.1	0.6	0.7	3.2	91	91	99
5	5.6	1.4	7.4	0.9	1.0	5.8	85	85	97

・実験条件（曝気槽混合液 pH7.0，BOC 汚泥負荷0.1kgBOD/kgMLSS日）

曝気時開(hr)　嫌気時間(hr)

Run 1 :　0.5　1.0
Run 2 :　0.5　1.5
Run 3 :　0.75　1.0
Run 4 :　0.75　1.5
Run 5 :　1.0　2.0

3・2　間欠曝気法による高濃度活性汚泥処理の最適条件に関する検討

表4に間欠曝気法を用いた高濃度活性汚泥処理結果を示す。これより，Run 3，4で窒素，リンの除去率が90%程度，BODの除去率が99%程度と最も良い結果を得た。

これは，間欠曝気法により好気工程から嫌気工程に移行した場合，本装置では曝気槽内の溶存酸素濃度が20分程度でほぼ0となるため，その後の30分～1時間程度で脱窒反応が活発に行われ，窒素の除去率が向上するためと考えられる。また，リンの除去率に関しても本装置では，Run 3，4程度の好気・嫌気工程が汚泥のリンの取り込み量も大きくするためと考えられる。しかし，間欠曝気法における窒素，リンの除去率の安定性があまり良くないため，汚泥引き抜き量等を考慮した検討を行わなければならない。

以上の結果より，本研究における間欠曝気法では通気のためのエネルギーコストが従来の高濃度活性汚泥法と比べて1/3程度に削減可能であることが明らかとなった。

4　ま　と　め

本研究では，ドラフトチューブ付気液接触装置を用いて間欠曝気法による高濃度活性汚泥処理を行った結果，曝気時間45分，嫌気時間60分又は90分の条件下で窒素，リンを90%程度，BODを99%程度同時除去でき，また通気のためのエネルギーコストが従来の高濃度活性汚泥法と比べて1/3程度に削減可能であることが明らかとなった。

しかし，本手法はエネルギーの大幅な低減化を図れるが，大量の余剰汚泥が発生するため，活性汚泥を包括固定化することも検討しなければならない。

文　　献

1)　小西秀則：石川衛公害研年報，**28**，162—165（1991）
2)　須藤隆一：廃水処理の生物学，産業用水調査会（1977）
3)　Meisel, J：Sew. and Ind. Wastes.，**27**，3，982—987（1951）
4)　Barnard, J. L：Wat. Pollut. Control.，**72**，705—719（1973）
5)　Barnard, J. L：Water. Wastes Engg.，33—36（1974）
6)　橋本　奨：水処理技術，**10**（4）11—17（1969）

〔資　料〕

石川県における酸性雨土壌モニタリング調査結果

（平成２，３年度）

藤沢明子・森島敏明・北野肇一
石川県衛生公害研究所環境部　澤田道和・小西秀則・山上信明
本田和子
石川県衛生公害研究所微生物部　小坂　恵
石川県衛生公害研究所化学調査室　橋田哲郎
石川県林業試験場　中野敞夫

1 はじめに

酸性雨による土壌影響の基礎資料を得るため，平成元年度より土壌モニタリング調査を林業試験場の協力のもとに実施している。平成元年度は４調査地点を選び土壌の基礎データとして必要とみられる項目について試験を行い，その結果について報告を行った。

しかし，今後の酸性雨の植物への影響を検討していくうえで，土壌に関するデータの地域代表性について確認しておくことが必要である。このため，わずかの地点間距離が土壌が特性にどの程度の違いを示すかを明らかにするため，平成２年度，３年度にかけて２地点ずつ，元年度の地点の近傍で調査を行った。

以下に平成２，３年度に行った調査結果について報告する。

2 調査方法

2・1 調査地点

調査地点の選定に当たっては平成元年度調査地点の近傍で以下の点に留意した。

(a) 出来るだけ自然に近い状態であること
(b) 将来の調査のため，地点が保全できること
(c) 近辺に特定の公害発生源の無いこと

調査地点は以下の通りである。

平成２年度調査地点

1. 金沢市平栗町地内県有林（No. 5）：以下「平栗」と言う。
2. 山中県民の森（No. 6）：以下「山中」と言う。

平成３年度調査地点

3. 鹿島町石動山県有林（No. 7）：以下「石動山」と言う。
4. 輪島市林業試験場試験林（No. 8）：以下「輪島」と言う。

図１に調査地点の位置を示したが，周辺概況は平成元年度はほとんど変っていない。これら４地点はいずれも県有林または史跡であり，将来とも地点の保全が可能であると考えられる。

2・2 土壌サンプリング年月日

1. 平栗（No. 5）平成２年７月24日晴れ
2. 山中（No. 6）平成２年９月27日晴れ

Survey of soil Monitering for Acid Rain in Ishikawa Prefecture from April 1990 to March 1992 *by Akiko FUJISAWA, Toshiaki MORISHIMA, Kei-ichi KITANO, Michikazu SAWADA Hidenori KONISHI, Nobuaki YAMAGAMI, Kazuko HONDA, Megumi KOSAKA*, Tetsuro HASHIDA**, and Hisao NAKANO**** (*Department of Environmental Science, Department of Microbiology*, Depart ment of Chemicals**, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment, and Ishikawaken Forest Experiment Station****)

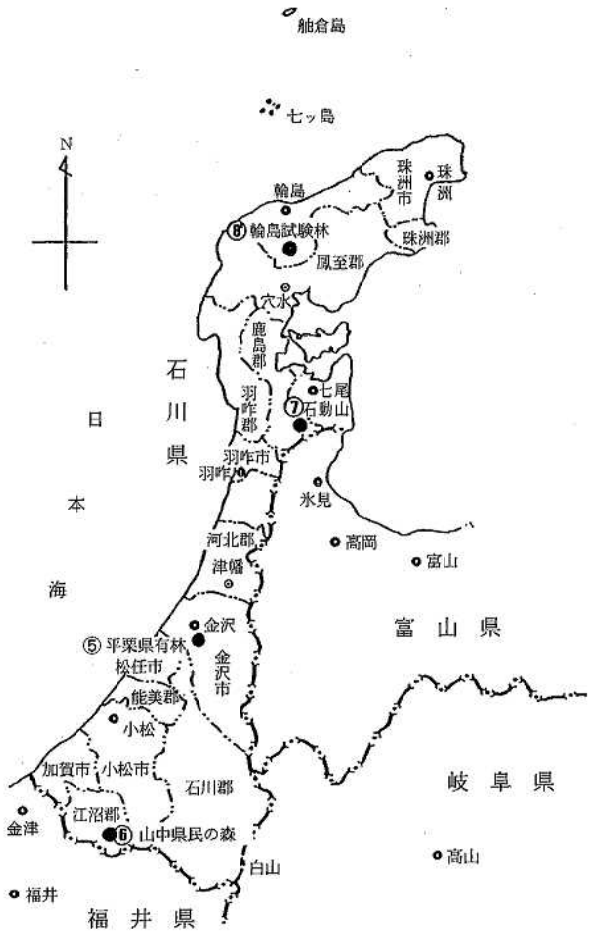


図1　調査地点位置

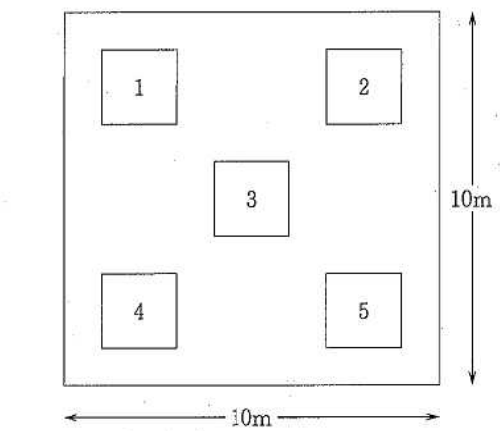


図2　土壌サンプリング地点

3. 石動山（No. 7）平成3年10月29日晴れ

4. 輪島（No. 8）平成3年10月30日晴れ

2・3　土壌サンプリング方法

各々の調査地点で10m平方を選定し，その中に1m平方の範囲を5地点設定し，それぞれの土壌を採取した。

リター層を除いたA層を表層を表層土壌とし，次層は表層土壌の下の層とした。いずれも大きな未風化物，礫，木の根等を除き，2kgを採取した。持ち帰った土壌はポリエチレン製バットに広げ，時々かき混ぜながら風乾し，更に礫，木の根等を出来るだけ取り除いた後，乳鉢に入れて軽く砕き，孔径2mmの篩にかけて得られたものを風乾土として広口サンプル瓶に保存し，分析に供した。

2・4　調査項目及び調査方法

土壌の分析項目及び分析方法は，表1のとおりである。

調査方法は，pH，EC及び強熱減量を除き，平成元年度の方法によった。平成元年度調査では，pH[1]及びECの測定は風乾土について行ったが，今回からは風乾前の生土で，出来るだけ現地の状態に近い状態で測定を行った。

土の強熱減量（有機物含有量）試験[2]は，以下の手順によった。

(1) 充分に風乾した土をときほぐし，2mm以上の無機質粒子を取り除いた後，この土を乾燥器中にて110°Cで10時間以上乾燥し，デシケーター中で放冷したものを試料とする。

(2) るつぼを恒量化し，その質量を求め，次に試料約2gをるつぼに入れて，試料とるつぼとの質量を計る。

(3) 試料の入ったるつぼを電気マッフル炉内に静置し，蓋を斜めにかぶせる。炉の温度を400～500°Cまで徐々に上げ，次に700～800°Cに上げる。加熱を開始してから約1時間後，一度強熱を中止し，白金線で内容物が飛散しないよう緩く攪拌する。黒色を認めない場合には加熱を止める。黒色を認めた場合は，更に上記の操作を繰り返し，黒色がなくなったことを確認して加熱を止める。

(4) 加熱停止数分後，るつぼをるつぼばさみを用いて乾燥剤を入れたデシケーター中に移し，室温まで冷却する。強熱時間は有機質土で約3時間を目安とする。

表 1　　土　壌　分　析　項　目

分析項目		単位	分析方法	分析マニュアル
物理性	土壌層位			A, 1
	土壌層厚	cm		A, 1
	土壌硬度	kg/cm²		B, 6章1・2
	三相分布	%		D, p24
化学性	T-N	乾土%	C-Nコーダ法	C, 9・5
	T-C	乾土%	C-Nコーダ法	C, 9・5
	pH (H_2O)		ガラス電極法	C, 2・3・1
	EC	μs/cm	ガラス電極法	C, 2・3・1
	CEC	me/乾土100g	セミミクロショーレンベルガー法	C, 3・2・1
	置換性ナトリウム	me/乾土100g	ICP法	C, 13・3
	置換性カルシウム	me/乾土100g	ICP法	C, 13・3
	置換性マグネシウム	me/乾土100g	ICP法	C, 13・3
	塩基飽和度	%		C, 3・3・1・3
	置換性アルミニウム	me/乾土100g	滴定法	C, 8・1・3
	硫酸イオン	SO_4^{2} mg/乾土100g	イオンクロマト法	C, 12・6・4
	有効態燐酸	P_2O_5 mg/乾土100g	トルーグ法	C, 補遺12・6
	強熱減量	%		E, 3・2

A,「土壌，水質及び作物体分析法」昭和54年11月（農林水産省農蚕園芸局農産課編）
B,「土壌物理性測定法」（養賢堂　1972）
C,「土壌養分分析法」（養賢堂　1978）
D,「国有林野土壌調査方法書」（林野庁　昭和30年）
E,「土壌試験法」（土質工学会編　昭和55年）

(5)　強熱前と強熱後の質量減少量を強熱減量として試料重量に対する%で表示する。

3　調　査　結　果

3・1　土壌，植生等[3)-8)]

調査地点の土地条件等と植生は表2に示したとおりである。いずれの地点においても周辺樹木の衰退は観察されなかった。

平栗は周辺が主として県有林で杉の植林地であるほか，竹林も多く，筍の産地となっている。No. 5 は平成元年度調査地点から約200m離れている。

山中は，県民の森としてレクレーション等を利用されており，主として杉の植林地が多く，県有林として管理されている。No. 6 は平成元年度調査地点から林道を隔てて約200m離れた反対斜面に位置している。

石動山はぶな林の中で，周辺は主に広葉樹林と杉の植林地となっているほか，史跡として保護されている。No. 7 は平成元年度の調査地点から約10m離れている。

輪島は県林業試験場試験林中雑木広葉樹及び天然赤松から成る自然林として残された中にある。試験林及び周辺は主としてアテ，杉の造林地である。No. 8 は平成元年度の調査地点から約150mはなれており，尾根を境にした反対斜面に位置している。

3・2　土壌調査結果[9)-12)]

(1)　土壌構造

調査地点における結果は表3，表4，図3のとおりである。

平栗と輪島が半乾性褐色森林土壌（B_C）に属し，山中と石動山が適潤性褐色森林土壌（B_D）に属していた。元年度における平栗が，B_D であったので，地

表2　調　査　地　点　概　況

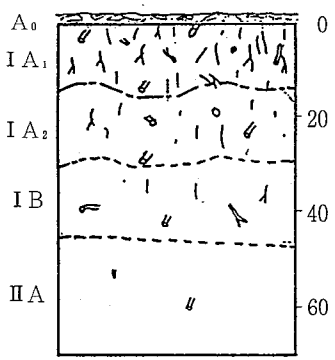
番号	調査地点名	所在地	土地条件，地形等	調査地面積	植　生	高木本数	高木の衰退の有無	備　考
5	平栗県有林	金沢市 平栗町	B_C型土壌 南向き斜面，傾斜10～15度 周辺は杉の植林地（県有林）及び竹林がほとんどである。	100m²	アカマツ，コナラ，リョウブ，ヒサカキ，ヤマウルシ，ヤマボウシ，コシアブラ，ホツツジ，ワラビ，ミツバ，アケビ，シシガシラ，ウワミズザクラ，サワフタギ，イカリソウ，クマザサ，トリアシショウマ	アカマツ 7本	衰退はみられない	調査日　平成2年7月24日（晴）
6	山中県民の森	山中町 杉の水	B_D（崩積）型土壌 県民の森としてレクリエーションに利用されている。 主として杉の植林地が多く，県有林として管理されている。	300m²	スギ，サワグルミ，ツリフネソウ，ミゾソバ，ジュウモンジシダ，ヤマイモ，イノコズチ，アザミ，ミズヒキ	スギ15本 クルミ 1本	衰退はみられない	調査日　平成2年9月27日（晴） 今回の土壌はA層が厚かったのでA_1，A_2層で採取した。（酸性雨調査では深いB層を取るよりA層の決まった深さの所を調査する方が適当と考えられる。）
7	石　動　山	鹿島町 石動山	B_D型土壌 史跡指定地 採取地点周辺はブナの天然林である。石動山は主として杉の植林地で県有林として管理されている。	300m²	ブナ，ミズナラ，トチノキ，クマザサ，イカリソウ，チゴユリ，ユズリハ，ミヤマカタバミ，ワラビ	ブナ，ミズナラ，トチノキなど29本	衰退はみられない	調査日　平成3年10月29日（晴） 土壌は非常に良質で層も厚い。旧代（Ⅱ層）の土壌の上に，新たに土が堆積（Ⅰ層）して出来た土壌である。採土は表層がIA_1 0～10cm，IA_2 15～25clの間で採取した。杭の内側1m位の地点で採取。
8	林試試験林	輪島市 三井町	B_C型土壌 林業試験場試験林の一部だが除地として植林等は行われておらず，自然林に近い。赤松や雑木が多い。 周辺はアテの植林地である。	300m²	タムシバ，リョウブ，コナラ，ソヨゴ，サワフタギ，ゴンゼツネジキ，ヒサカキ，ヤマウルシ，クリ，ナツハゼ，ヤマボウシ，マンサク，コハウチワカエデ，サルトリイバラ，シキミ，シシガシラ，ワラビ，イカリソウ，ムラサキシキブ，ササ	コナラ 6本	衰退はみられない	調査日　平成3年10月30日（晴） A層の発達が悪く，A層のみを取るのが困難なため，リター層を除いた後，0～5cmを表層として採取した。B_1層は5～20cm程度で15cm前後の所を採取した。採取地点No.4は杭が木の根元のため，上方約1mのやや凹状の所で採取した。

表 3　土壌調査結果 (1)

No.	採取地点	地点番号	採取地点番号	土壌層位	土壌硬度 (kg/cm²)	三相分布 固相 (%)	三相分布 水相 (%)	三相分布 気相 (%)	T-N (%)	T-C (%)	強熱減量 (%)	pH (生土)	EC (生土) (μs/cm)	塩基置換容量 meq/100g 乾土	置換性ナトリウム meq/100g 乾土	置換性カリウム meq/100g 乾土	置換性カリシウム meq/100g 乾土	置換性マグネシウム meq/100g 乾土	全置換性塩基 meq/100g 乾土	塩基飽和度 (%)	置換性アルミニウム meq/100g 乾土	硫酸イオン meq/100g 乾土	有効態燐酸 meq/100g 乾土No.
1		5	1—表層	A					0.3	2.1	15.3	4.66	25.0	49.33	0.12	0.60	0.78	0.77	2.27	4.6	12.49	8.74	0.97
2	平栗	5	2—表層	A					0.4	2.0	18.6	4.91	21.1	55.79	0.16	0.73	2.56	1.83	5.28	9.5	11.54	6.69	0.64
3	県有林	5	3—表層	IA 1	1.9～8.0	25.6	29.2	45.2	0.3	1.9	18.1	5.18	17.9	62.12	0.19	0.77	2.84	2.42	6.22	10.0	9.37	5.87	0.98
4		5	4—表層	A					0.4	2.4	17.0	4.76	19.3	60.09	0.13	0.54	1.08	1.20	2.95	4.9	10.45	5.05	0.68
5		5	5—表層	A					0.4	5.2	19.2	4.89	21.2	59.08	0.19	0.77	2.27	1.80	5.03	8.5	11.39	7.27	1.09
	平均								0.3	2.7	17.6	4.88	20.9	57.28	0.16	0.68	1.91	1.60	4.35	7.5	11.05	6.72	0.87
6		5	1—次層	B					0.1	2.1	10.0	4.85	22.2	46.88	0.10	0.51	0.41	0.54	1.56	3.3	11.00	46.78	1.26
7	平栗	5	2—次層	B					0.2	2.7	11.8	5.25	16.9	51.86	0.16	0.67	1.56	1.43	3.82	7.4	11.71	21.51	0.98
8		5	3—次層	IA 2	1.3～10.3	3.09	33.1	36.0	0.2	2.7	12.3	5.26	16.4	54.91	0.17	0.51	1.58	1.54	3.80	6.9	9.19	20.77	1.66
9	県有林	5	4—次層	B					0.2	2.1	10.3	5.03	17.7	48.43	0.12	0.39	0.39	0.62	1.52	3.1	8.03	43.68	1.30
10		5	5—次層	A					0.2	3.5	13.1	5.03	15.5	56.51	0.15	0.52	0.66	1.16	2.49	4.4	12.41	24.14	0.93
	平均								0.2	2.6	11.5	5.08	17.7	51.72	0.14	0.52	0.92	1.06	2.64	5.0	10.47	31.37	1.23
11		6	1—表層	A 1					0.3	3.7	13.0	5.08	14.5	48.93	0.10	0.45	2.06	0.62	3.22	6.6	5.07	4.15	2.14
12	山中	6	2—表層	A 1					0.3	2.7	8.8	5.77	13.5	42.21	0.16	0.45	6.45	1.74	8.80	20.8	0.93	0.95	1.84
13	県民の森	6	3—表層	A 1	0.8～5.2	28.1	30.2	41.7	0.4	4.1	15.7	5.11	20.3	47.45	0.11	0.35	3.47	0.77	4.70	9.9	4.78	3.39	4.02
14		6	4—表層	A 1					0.3	2.8	11.4	5.34	20.7	47.63	0.12	0.37	5.27	1.15	6.91	14.5	2.25	1.53	5.22
15		6	5—表層	A 1					0.2	2.4	8.4	5.57	15.9	45.53	0.11	0.62	5.19	1.60	7.52	16.5	1.23	1.21	3.43
	平均								0.3	3.1	11.5	5.37	17.0	46.35	0.12	0.45	4.49	1.18	6.23	13.7	2.85	2.25	3.33
16		6	1—次層	A 2					0.3	3.2	11.2	5.19	11.4	46.68	0.10	0.37	1.14	0.43	2.04	4.4	4.84	5.46	2.38
17	山中	6	2—次層	A 2					0.3	3.3	10.2	5.65	18.2	50.81	0.18	0.51	6.78	1.87	9.34	18.4	1.08	0.77	4.44
18	県民の森	6	3—次層	A 2	1.2～5.4	34.9	40.6	24.5	0.3	3.0	11.0	5.30	13.6	52.06	0.10	0.27	1.99	0.55	2.91	5.6	4.26	4.13	3.74
19		6	4—次層	A 2					0.2	1.9	8.2	5.57	11.6	43.35	0.14	0.32	4.34	1.07	5.87	13.5	2.70	1.88	5.00
20		6	5—次層	A 2					0.2	1.9	7.6	5.31	13.6	47.14	0.13	0.50	4.75	1.38	6.76	14.3	1.92	1.06	4.60
	平均								0.2	2.7	9.6	5.40	13.7	48.01	0.13	0.39	3.80	1.06	5.38	11.2	2.96	2.66	4.03
21		7	1—表層	IA 1					0.7	2.4	26.9	4.42	33.5	34.06	0.18	0.69	1.65	1.53	4.05	11.9	12.09	6.62	4.39
22		7	2—表層	IA 1					0.5	2.6	30.1	4.56	35.7	44.75	0.21	1.15	4.40	2.62	8.37	18.7	9.19	4.17	4.64
23	石動山	7	3—表層	IA 1	0.2～0.6	17.8	46.1	36.1	0.8	2.4	22.4	4.88	27.6	41.08	0.19	1.00	4.13	2.09	7.41	18.0	9.28	6.02	4.37
24		7	4—表層	IA 1					0.5	2.8	42.1	4.66	40.7	52.33	0.32	1.52	11.36	3.22	16.42	31.4	3.29	4.00	6.77
25		7	5—表層	IA 1					0.7	3.3	27.1	4.88	37.9	36.43	0.31	1.29	7.97	4.24	13.81	37.9	4.17	3.46	4.72
	平均								0.6	2.7	29.7	4.70	35.1	41.73	0.24	1.13	5.90	2.74	10.01	23.6	7.60	4.85	4.98
26		7	1—次層	IA 2					0.4	2.5	19.7	5.14	14.8	33.22	0.24	0.44	0.77	1.47	2.93	8.8	10.59	6.95	2.53
27		7	2—次層	IA 2					1.1	3.3	16.9	4.97	18.9	33.18	0.15	0.55	1.49	1.15	3.34	10.1	8.76	3.85	2.34
28	石動山	7	3—次層	IA 2	1.0～1.9	26.8	45.5	32.0	0.7	2.6	18.0	5.05	14.5	30.20	0.14	0.45	0.97	0.73	2.30	7.6	10.53	7.59	3.05
29		7	4—次層	IA 2					0.9	2.9	24.0	4.91	20.4	36.93	0.15	0.60	2.83	1.13	4.71	12.7	8.85	4.67	2.85
30		7	5—次層	IA 2					0.5	2.8	16.0	5.06	21.8	29.45	0.24	0.78	4.39	2.79	8.20	27.8	6.68	3.15	2.46
	平均								0.7	2.8	18.9	5.03	18.1	32.60	0.18	0.56	2.09	1.45	4.30	13.4	9.08	5.24	2.65
31		8	1—表層	A					0.3	2.7	18.4	4.68	21.2	22.18	0.16	0.48	0.88	0.77	2.28	10.3	7.10	4.73	1.27
32	輪島	8	2—表層	A					0.1	2.2	26.4	4.55	30.4	29.39	0.29	0.59	2.23	1.51	4.61	15.7	6.74	5.11	2.21
33	試験林	8	3—表層	A	0.2～0.8	26.8	45.5	27.7	0.5	3.3	23.1	4.52	28.6	30.36	0.21	0.58	0.96	1.16	2.91	9.6	7.41	5.79	1.95
34		8	4—表層	A					0.1	2.4	18.4	4.79	22.3	22.86	0.16	0.59	1.02	0.96	2.73	12.0	5.85	5.94	0.98
35		8	5—表層	A					0.4	3.1	22.4	4.70	22.0	29.66	0.20	0.61	2.26	1.36	4.42	14.9	6.16	4.67	1.11
	平均								0.3	2.7	21.7	4.65	24.9	26.89	0.20	0.57	1.47	1.15	3.39	12.5	6.65	5.25	1.50
36		8	1—次層	B 1					0.2	2.5	11.0	4.91	18.7	16.16	0.14	0.30	0.06	0.20	0.71	4.4	5.95	13.37	0.34
37	輪島	8	2—次層	B 1					0.3	3.1	10.5	4.65	25.0	16.31	0.13	0.29	0.07	0.22	0.70	4.3	5.89	19.67	0.39
38	試験林	8	3—次層	B 1	3.0～6.4	37.9	49.4	12.7	0.2	2.6	14.2	4.86	19.4	21.14	0.17	0.44	0.15	0.35	1.11	5.2	6.13	11.54	0.60
39		8	4—次層	B 1					0.4	3.3	13.0	4.86	22.3	16.70	0.15	0.38	0.18	0.38	1.08	6.5	5.85	15.01	0.71
40		8	5—次層	B 1					0.2	2.8	10.9	5.02	15.2	16.93	0.14	0.37	0.23	0.35	1.09	6.4	5.21	7.50	0.87
	平均								0.3	2.9	11.9	4.86	20.1	17.45	0.15	0.36	0.14	0.30	0.94	5.4	5.81	13.42	0.58

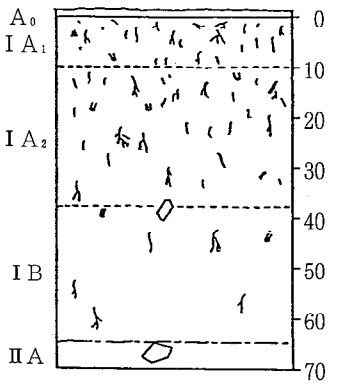
表 4　　土　壌　調　査　結　果　(2)

No.	採取地点	地点番号	採取地点番号	土壌層位	pH			EC			C/N
					生土	風乾土	生土—風乾土	生土 (μs/cm)	風乾土 (μs/cm)	風乾／土／生土	
1	平栗県有林	5	1—表層	A	4.66	4.20	0.46	25.0	128.1	5.1	8
2		5	2—表層	A	4.91	4.36	0.55	21.1	141.1	6.7	6
3		5	3—表層	IA 1	5.18	4.60	0.58	17.9	135.2	7.6	6
4		5	4—表層	A	4.76	4.33	0.43	19.3	133.1	6.9	6
5		5	5—表層	A	4.89	4.48	0.41	21.2	138.7	6.5	13
	平均				4.88	4.39	0.49	20.9	135.2	6.6	8
6	平栗県有林	5	1—次層	B	4.85	4.51	0.34	22.2	59.8	2.7	15
7		5	2—次層	B	5.25	4.69	0.56	16.9	62.9	3.7	14
8		5	3—次層	IA 2	5.26	4.70	0.56	16.4	79.3	4.8	12
9		5	4—次層	B	5.03	4.66	0.37	17.7	57.4	3.2	12
10		5	5—次層	B	5.03	4.61	0.42	15.5	67.5	4.4	14
	平均				5.08	4.63	0.45	17.7	65.4	3.8	13
11	山中県民の森	6	1—表層	A 1	5.08	4.78	0.30	14.5	84.1	5.8	11
12		6	2—表層	A 1	5.77	5.30	0.47	13.5	74.4	5.5	10
13		6	3—表層	A 1	5.11	4.72	0.39	20.3	96.5	4.8	10
14		6	4—表層	A 1	5.34	4.92	0.42	20.7	102.3	4.9	9
15		6	5—表層	A 1	5.57	5.18	0.39	15.9	77.8	4.9	10
	平均				5.37	4.98	0.39	17.0	87.0	5.2	10
16	山中県民の森	6	1—次層	A 2	5.19	4.90	0.29	11.4	49.7	4.4	12
17		6	2—次層	A 2	5.65	5.16	0.49	18.2	94.2	5.2	11
18		6	3—次層	A 2	5.30	4.92	0.38	13.6	62.4	4.6	11
19		6	4—次層	A 2	5.57	5.17	0.40	11.6	55.4	4.8	11
20		6	5—次層	A 2	5.31	5.19	0.12	13.6	62.8	4.6	10
	平均				5.40	5.07	0.34	13.7	64.9	4.7	11
21	石動山	7	1—表層	IA 1	4.42	4.38	0.04	33.5	106.8	3.2	4
22		7	2—表層	IA 1	4.56	4.21	0.35	35.7	207.0	5.8	5
23		7	3—表層	IA 1	4.88	4.52	0.36	27.6	131.3	4.8	3
24		7	4—表層	IA 1	4.66	4.44	0.22	40.7	270.0	6.6	6
25		7	5—表層	IA 1	4.88	4.47	0.41	37.9	206.0	5.4	5
	平均				4.70	4.40	0.28	35.1	184.2	5.2	5
26	石動山	7	1—次層	IA 2	5.14	4.72	0.42	14.8	63.0	4.3	6
27		7	2—次層	IA 2	4.97	4.55	0.42	18.9	82.5	4.4	3
28		7	3—次層	IA 2	5.05	4.63	0.42	14.5	59.8	4.1	4
29		7	4—次層	IA 2	4.91	4.59	0.32	20.4	87.3	4.3	3
30		7	5—次層	IA 2	5.06	4.70	0.36	21.8	92.6	4.2	6
	平均				5.03	4.64	0.39	18.1	77.0	4.3	4
31	輪島試験林	8	1—表層	A	4.68	4.30	0.38	21.2	96.9	4.6	8
32		8	2—表層	A	4.55	4.13	0.42	30.4	182.5	6.0	18
33		8	3—表層	A	4.52	4.18	0.34	28.6	135.2	4.7	6
34		8	4—表層	A	4.79	4.44	0.35	22.3	112.0	5.0	17
35		8	5—表層	A	4.70	4.20	0.50	22.0	137.7	6.3	8
	平均				4.65	4.25	0.40	24.9	132.9	5.3	12
36	輪島試験林	8	1—次層	B 1	4.91	4.60	0.31	18.7	52.8	2.8	17
37		8	2—次層	B 1	4.65	4.40	0.25	25.0	79.5	3.2	12
38		8	3—次層	B 1	4.86	4.61	0.25	19.4	76.4	3.9	12
39		8	4—次層	B 1	4.86	4.57	0.29	22.3	83.5	3.7	8
40		8	5—次層	B 1	5.02	4.62	0.40	15.2	62.0	4.1	16
	平均				4.86	4.56	0.30	20.1	70.8	3.6	13



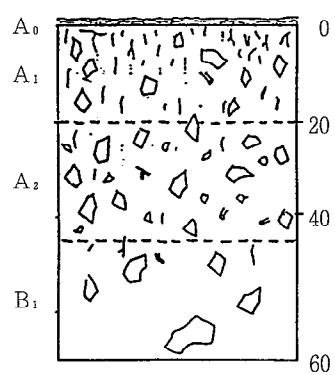
A₀層　2～3cm
IA₁層　12～15cm
暗褐色（7.5YR 3/4），石礫乏し，軽埴土，粒状～堅果状，潤，根富む
IA₂層　15～16cm
褐色（7.5YR 4/5），石礫乏し，軽埴土，堅果状，潤，根含む
IB層　15～18cm
褐色（7.5YR 4/4），石礫乏し，軽埴土，塊状，潤，根乏し
IIA層
黒褐色（7.5YR 3/2），石礫乏し，軽埴土，構造特になし，潤，根乏し

平栗県有林調査地土壌断面図（B_C型土壌）



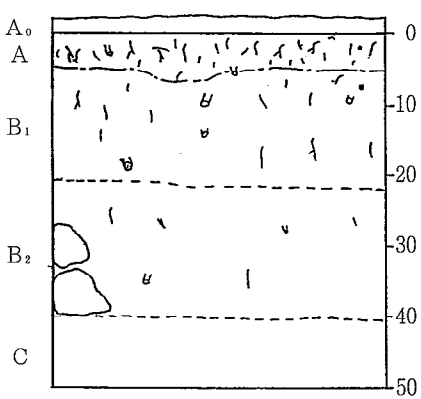
IA₁層　10cm
黒褐色（7.5YR 2/2），腐植富む，石礫乏し，埴質壌土，団粒状～粒状，鬆～軟，潤，根富む
IA₂層　28cm
極暗褐色（7.5YR 2/3），腐植富む，石礫乏し，埴質壌土，団粒状，塊状，団粒状，軟，潤，根富む
IB層　27cm
黒褐色～極暗褐色（7.5YR 2/2.5），腐植富む，石礫乏し，埴質壌土，粒状～塊状，軟，潤，根含む
IIA層　5.5cm
黒色（7.5YR 2/1），腐植富む，石礫乏し，埴質壌土，壁状，やや堅，潤，根乏し

鹿島町石動山調査地土壌断面図（B_D型土壌）



A₀層　1～1.5cm
A₁層　20cm
暗褐色（10YR 3/3），石礫富む，軽埴土，団粒状，湿，根富む
A₂層　25cm
灰黄褐色（10YR 4/3），石礫頗富，軽埴土，粒状～団粒状，湿，根乏し
B₁層
褐色（10YR 4/4），石礫富，転埴土，構造特に無し，潤，根乏し

山中県民の森調査地土壌断面図（B_D型（崩積）型土壌）



A層　5～7cm
極暗赤褐色（5YR 2/3），腐植含～富む，石礫無し，埴土，団粒状～一部塊状，鬆～軟，潤，根頗る富む
B₁層　15～17cm
暗褐色～鈍い褐色（5YR3.5/4），腐植乏し，石礫無し，堅果状～塊状，やや堅，植富～含む
B₂層　19cm
鈍い赤褐色～赤褐色（2.5YR 4/5），腐植乏し，石礫含む，埴土，壁状，堅，潤，根含～乏し
C層
赤褐色（2.5YR 4/7），腐植乏し，石礫含む，埴土，壁状，堅，潤，根乏し

輪島市三井町林試試験林調査地土壌断面図（B_C型土壌）

図 3　　土　　壌　　断　　面　　図

点が移動することで土壌型にも変化がみられた。

土壌断面調査では，平栗の平成元年度における土壌層位はA_0の後A_1（IA_1），A_2（IA_2），A（ⅡA），B_1，B_2となっていたが，今回はIA_1，IA_2，IB，ⅡAとなっていた。山中では，両者とも，A_1層の下層は大きな石礫が多くみられた。石動山の平成元年度における土壌層位はA_1，A_2，B_1，B_2となっていたのが，隣接している3年度の調査地点では，IA_1，IA_2，IB，ⅡAとなり，層位の重複がみられた。輪島では，A層が5～7cmと発達が悪く，他の3地点に比べて層厚が薄くなっており，A層とB_1層の間で草木根のはりかたに大きな差がみられた。

しかし，全体としてはいずれの地点でも，平成元年度の調査地点との間に大きな差はみられなかった。

(2) 土壌硬度

4地点のうちでは，平栗における硬度が表層，次層ともやや高めであり，石動山における硬度は表層，次層とも低かった。

輪島では，表層と次層の差が，他の地点に比べて大きかった。

(3) T-N，T-C，強熱減量，C/N比

これらの項目はいずれも土壌中の有機物含有量の目安となるものであり，C/N比は有機物の分解が進むほどその比は小さくなってくる。

分析結果は表3，表4のとおりで，全体としてはT-N，T-Cは表層と次層の間に特に差はみられず，強熱減量はいずれも表層が次層より高かった。

石動山では表層，次層でT-Nが0.6%，0.7%と他の3地点の0.2～0.3%の2倍似上の値であり，強熱減量でも表層は29.7%と高かった。しかし，全体としてT-N，T-C，強熱減量の間に相関はみられなかった。

C/N比は，含有する腐植の分解の進行具合いにより異なるが，普通10～20の値を示すものが多い。調査した4地点とも表層，次層とも20以下であり，有機物の分解状況は良好と言える。

(4) pH（H_2O），EC

平成2年度より生土での測定に変更したが，平成元年度のデータとの比較のため，風乾土での測定も行った。両者のデータを表4に示した。表層，次層では両者とも平成元年度と同じく次層の方が高かった。

4地点のpHの比較では，山中が表層，次層とも生土で5.37，5.40で最も高く，輪島が4.65，4.86で最も低かった。

なお，今回の調査ではpHが4.0以下の地点はみられなかった。

ECでは生土と風乾土で大きな差がみられた，また，pHとは逆に表層より次層の方が低かった。石動山の生土では表層が35.1μs/cm，次層18.1μs/cmと半分近くに低下したが，他の3地点の低下率は20%前後であった。

なお，風乾土では山中が25%，それ以外は50%前後の低下率であった。

(5) CEC（塩基置換容量）

塩基置換容量は，平栗，石動山，輪島では表層に比べ次層が低く，その低下率は平栗では約10%であったが，石動山，輪島ではそれぞれ，22%，35%と平栗のに比較して大きい値を示した。山中では，表層より層の方が約4%高い値を示した。

全体としては表層，次層とも平栗の塩基置換容量が高く，次いで山中，石動山，輪島の間でその値に大きな差がみられた。

(6) 置換性ナトリウム

置換性ナトリウムは山中で表層と次層の間にほとんど差がみられなかったが，他はいずれも次層が低かった。また，その値は石動山が最も高く，ついで輪島，平栗，山中の順であった。

(7) 置換性カリウム

置換性カリウムはいずれの地点でも表層が次層より高くなっていたが，平栗と山中では表層と次層の差が小さく，石動山，輪島ではその差が大きく，特に石動山では表層の半分以下であった。また，その値は石動山の表層が1.13meq/100g乾土で最も高く，輪島の次層が0.36meq/100g乾土と最も低かった。

(8) 置換カルシウム

置換カルシウムはいずれの地点でも表層が次層より高くなっていたが，輪島では表層と次層との差が大きく，その低下率は90%で，山中が最も小さくて次層が15%低下した。また，その値は石動山の表層が最も高く，次いで山中，平栗，輪島の順であった。

(9) 置換性マグネシウム

置換性カルシウムとほとんど同じ傾向を示した。

(10) 全置換性塩基及び塩基飽和度

ここでは置換性ナトリウムから置換性マグネシウムまでの総量を全置換性塩基とした。塩基飽和度は塩基置換容量に対しての全置換性塩基の割合を示したものである。

塩基飽和度は平成元年度地点に比べると全体的に低い値を示し，平栗の表層は半分以下となっていた。石動山は地点が隣接しているためか変動は小さかった。

(11) 置換性アルミニウム

置換性アルミニウムはいずれの地点でも，表層，次層の間に大きな差はみられなかったが，値としては山中は平成元年度の地点に比べてかなり低くなっていた。

⑿　硫酸イオン

硫酸イオンは平成元年度地点と同じく平栗と輪島で表層より次層が高い値を示し，平栗では次層が表層の約5倍，輪島では約2倍であった。また，山中では平成元年度地点より低く，石動山はほぼ横ばいであった。

⒀　有効態燐酸

有効態燐酸は平栗と山中で表層より次層が高く，石動山と輪島では表層が高くなっていた。

4　ま　と　め

平成元年度の調査地点と合わせて県内8地点の土壌調査を行ったことになるが，選定した地点はいずれも褐色森林土壌であった。我が国の場合，褐色森林土壌でも石灰質の母材が少なく，また，年間を通じ雨量が多いため，塩基の流亡が激しく，塩基飽和度が低くなり，反応が酸性となるため，酸性褐色森林土と呼ばれている。今回調査した4地点いずれも酸性褐色森林土壌に属している。

pH は生土で4.42～5.77となっており，我が国の森林土壌として特に問題となるような値ではなかった。また，山中や石動山は土壌硬度，三相分布，C/N比，塩基飽和度等からみても，林木の生育によい土壌と言える。

硫酸イオンは平栗と輪島で平成元年度と同じく他の地点より高くなる傾向がみられたが，平栗では表層で元年度の半分程度，次層で元年度より高くなっていた。また，輪島では，表層で平成元年度の1／4程度であった。

全体の傾向としては，平成元年度と同じであったが，数値的には隣接する地点間の差が大きく，更に継続して調査をしていく必要があると考えられる。

塩基置換容量及び置換性塩基については，変動幅は大きいがいずれも土壌型の範囲内と考えられる。

5　お　わ　り　に

土壌サンプリング及び地点保全に関し，造林課，林業経営課その他多くの方々の協力を得たことを感謝いたします。

文　　献

1)　土壌養分分析法測定法委員会：土壌養分分析法，養賢堂，東京（1978）
2)　土質工学会編：土質試験法（第2回改訂版）p221—230（1979）
3)　藤澤明子他：石川県衛生公害研究所年報，27，334—342（1990）
4)　石川県：石川県の自然環境第二分冊植生（1977）
5)　環境庁：第3回自然環境保全基礎調査（植生調査）現存植生図，石川県（鶴来，大聖寺，氷見）
6)　石川県：石川県地資図（1976）
7)　国土地理院：土地利用図（石動山）（1978）
8)　石川県：土壌図（平栗県有林）（1988）
9)　農林省農産園芸局農産課編：土壌，要質及び作物体分析法（1979）
10)　土壌物理性測定法委員会編：土壌物理性測定田，養賢堂，東京（1972）
11)　林野庁：国有林野土壌調査方法書（1955）
12)　農林水産省，林野庁監修：日本の森林土壌，p1—62，p275—298（1983）

〔資　料〕

八田川（金沢市八田町地内）の水質今昔

石川県衛生公害研究所環境部　西川 孝蔵

1 はじめに

工場，事業場に対する排水規制の強化や監督指導の充実，金沢市中心部の下水道の整備に伴い，金沢市内を流れる河川や用水の水質が改善されつつあるが，下水道が未だ整備されない地域では，し尿浄化槽からの放流水や生活排水による水質汚濁が依然として進行している。このたび，金沢市八田町の町会が市から生活排水浄化モデル町会に指定され，町会を挙げて生活排水の浄化運動に取り組むこととなった。そこで，この取り組みと併せて，環境教育の一環として八田町の人々にとって身近な水辺環境となっている八田川について町内の子供たちといっしょに水質調査と水生生物調査を行った。また併せて，子供たちの親に子供時代の川の様子についてのアンケート調査を行った。それらの結果に基づき，昔と今の川を取り巻く状況について比較したので報告する。

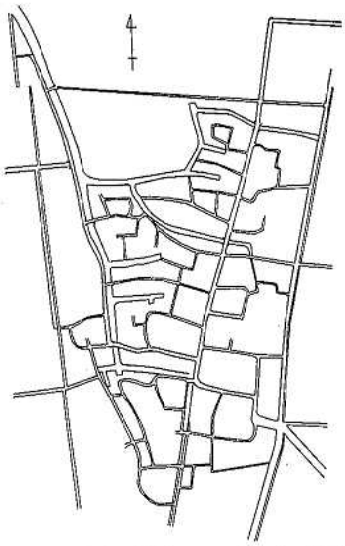


図1　昭和30年代の八田川の概略図[1)]

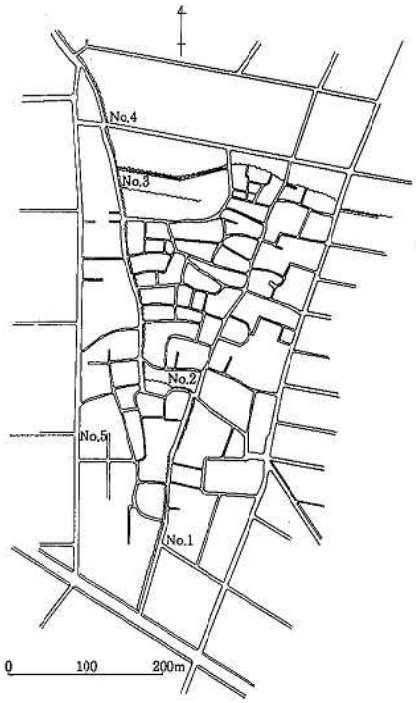


図2　現在の八田川の概略と採水地点

2 調査方法

2・1 昔の八田川の様子

小学生の親たちの子供時代には，八田川は今と違って図1のように町内を縦横に流れ，川幅も広く，河北潟への舟通しや稲の運搬に交通網として利用されていた。また，当時の川は河川改修はされてはおらず，水も澄んでいて藻やヒシが生えていた。これらの川は現在ほとんど埋め立てられ，図2に示すように道路となっている。このように八田川の様相が全く変わってきていることから，過去の様子について小学校5，6年生の親にアンケート調査を実施した。

2・2 八田川の水質調査

小学校5，6年生と一緒に図2に示すNo

Transition of Water Environment in Hatta River. *by Kouzou NISHIKAWA (Department of Environmental Science, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

1～No 5 地点で気温，水温，透視度，pH，COD 簡易試験の水質調査を実施した。それ以外のSS，DO，BOD 等の項目は当所に持ち帰り分析した。

2・3　八田川の生物調査

水質調査に併せて用水のNo 1 ～No 3 及びNo 5 地点で水生生物を受け網で採取し，現場で種類を同定した。

3　調　査　結　果

3・1　昔の八田川の様子

小学校5，6年生の親へ依頼したアンケートの内容は，表1のとおりである。配布した30人のうち25人から回答が寄せられ，その内訳は男性19人，女性6人で，回収率は83%であった。設問①では，「はい」が13人，「いいえ」が12人で約半数の方が河北潟の入口や八田川で泳いだ経験を持っている。設問②では，「はい」が21人，「いいえ」が4人であった。魚ではフナ，ライギョ，ナマズ，ドジョウ，コイ，ゴリ，メダカ，モロコ，ウナギ，グズ，カワギス，サヨリ，ボラ，川エビ，貝ではタニシ，カラスガイ，シジミ，虫ではアメンボ，ゲンゴロウ，ミズスマシ，ヤゴ，ヒル，タガメを捕まえたりしていた。親たちが小学校へ通っていた当時は半農半漁の生活が主であり，河北潟で漁業が行われていたことが回答から伺える。設問③では24人が舟に乗って遊んだ思い出を持っている。設問④では5人が用水や潟の水を飲んだことがあると回答している。設問⑤では半数以上の15人が洗濯しているのを見たことがあると回答している。設問⑥では，「はい」が6人，「いいえ」が10人，不明が9人であった。設問⑦では洗剤が5人，石鹸が18人，不明が2人であった。設問⑧では回答した全員がくみ取り式便所であったが，現在は17人が浄化槽による水洗便所になっている。

この回答から30年ほど前の川の状況を推察すると，当時は川の水を飲んだり，川で洗濯したりすることができるほど水はきれいであったことがわかる。さらに，洗濯や食器洗いの洗剤の使用も少なく，浄化槽も全くなかったことから，生活排水による汚濁負荷は極めて少なかったと考えられる。

3・2　八田川の水質調査

八田川は森本川の新追逃橋下流の左岸で八田三ケ用水として取水され，一部が八田川となり測定地点のNo 1 ～No 4 を通って生活排水と一緒に河北潟へ流れ，もう一方は水田用水としてNo 5 地点を通って最終的には河北潟へ流入している。町内には昔から工場や事業場は無く，したがってそれらによる汚濁負荷も無い。この川についてNo 1 ～No 5 地点で水質調査を行った

表1　昔の八田川の様子のアンケート

八田小学校へ通っていた頃を思いだして記入してください。
アンケートを記入された方の年齢（　　歳）（男，女）

① 八田川（用水を含む）で泳いだことがありますか？　（はい　いいえ）
　はいと答えた方は泳いだ場所を書いてください。
　場所（　　）

② 八田川（用水を含む）で魚や貝，虫などを捕ったことや見たことがありますか？　（はい　いいえ）
　はいと答えた方は種類，川の様子等わかれば書いてください。
　魚（　　）
　貝（　　）
　虫（　　）
　川の様子（　　）

③ 八田川（用水を含む）で舟に乗ったことがありますか？（はい　いいえ）
　舟で河北潟へ行きましたか？（はい　いいえ）

④ 八田川（用水を含む）の水を飲んだことがありますか？（はい　いいえ）
　はいと答えた方は場所がわかれば書いてください。
　場所（　　）

⑤ 八田川（用水を含む）で洗濯したことや洗濯を見たことがありますか？（はい　いいえ）
　はいと答えた方は場所がわかれば書いてください。
　場所（　　）

⑥ 食器洗い用の洗剤を使っていましたか？（はい　いいえ　わからない）

⑦ 洗濯洗剤を使っていましたか？　洗濯石鹸でしたか？
（はい　いいえ　わからない）

⑧ トイレはくみ取りでしたか？（はい　いいえ　わからない）

⑨ 今のトイレは水洗ですか？（はい　いいえ）

表 2　　水　質　調　査　結　果

調　査　地　点	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
調査日時　（平成3年）	7/28 15：20	7/28 15：00	7/28 14：40	7/28 14：20	7/28 15：40
気　温　（℃）	31.1	29.8	28.7	28.5	30.5
水　温　（℃）	23.5	25.1	24.2	23.6	24.0
pH値	7.0	7.0	7.0	7.0	7.1
透視度　（cm）	29	28	15	15	30以上
SS　（mg/l）	27.0	25.4	76.0	50.7	10.2
DO　（mg/l）	7.8	7.1	5.8	6.0	8.2
DO%　（%）	94	88	71	72	99
BOD　（mg/l）	2.4	7.1	11.8	7.8	2.0
COD　（mg/l）	4.1	7.8	9.1	7.0	3.3
大腸菌群数（MPN/100ml）	4.9×10^4	5.4×10^5	1.7×10^5	3.5×10^5	3.3×10^4
T-N　（mg/l）	0.76	3.69	2.57	1.78	0.58
T-P　（mg/l）	0.095	0.430	0.401	0.234	0.071
EC　（μS/cm）	128	160	144	140	126
水　質　の　類　型	B	D	E	D	A

結果は表2のとおりである。

水温，pH等は地点間でほとんど変化がなかったが，透視度，DO，SS，BOD，CODは町の入り口に比べて，下流に行くにしたがって悪くなっていった。大腸菌群数については，町内では上流部に比べて一けた数字が大きく，町内を流れる間に生活排水の影響を直接受けていることが明かである。

これらの水の流れ込む先である河北潟は「環境基準（暫定基準）としてT-Nは1.0mg/l，T-Pは0.1mg/l」となっているが，八田川から河北潟へ流入する水はこの暫定基準の2～4倍の濃度であった。

表3には河川の環境基準を示したが，BODで評価すると今回調査した地点ではNo 5地点はA類型，No 1地点はB類型，No 2，4地点はD類型に相当しており，No 1とNo 5地点は比較的きれいな水に分類される。

3・3　八田川の生物調査

水質調査地点で水生生物調査を同時に行った。水生生物調査には水深が30cm前後で，川底にこぶし大の石が多く，流速が30～40cm/秒が最適とされている。調査地点はこれらの条件を必ずしも備えてはいないが，子供たちと受け網を用いて水生生物を採取したところ表4の結果となった。

No 1地点ではカワニナ，サカマキガイ，ミズムシなど9種類，No 2地点ではモノアラガイ，ユスリカなど7種類，No 3地点では5種類，No 5地点では8種類の水生生物を捕まえた。水生生物による水質調査法によれば水質階級と指標生物の生息範囲の関係は表5のように表わされている。

No 1地点ではきたない水と大変きたない水の生物指標であるサカマキガイときたない水の生物指標であるミズムシ，ヒルを，No 2地点では大変きたない水の生物指標であるユスリカときたない水の生物指標であるヒルを，No 3地点ではきたない水の生物指標であるヒルをそれぞれ捕まえた。No 5地点ではきたない水と大変きたない水の生物指標であるサカマキガイときたない水の生物指標であるヒル，サホコカゲロウを，事前調査では大変きたない水の生物指標であるイトミミズを捕まえた。

水生生物調査からは今回調査したいずれの地点でもきたない水もしくは大変きたない水に分類される。

表 3　　生活環境の保全に関する環境基準[2)]

類型＼項目	利用目的の適応性	基準値 水素イオン濃度（pH）	生物化学的酸素要求量（BOD）	浮遊物質量（SS）	溶存酸素量（DO）	大腸菌群数	該当水域
AA	水道1級 自然環境保全及びA以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	1mg/l以下	25mg/l以下	7.5mg/l以上	50MPN/100ml以下	第1の2の(2)により水域類型ごとに指示する水域
A	水道2級 水産1級 水浴及びB以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	2mg/l以下	25mg/l以下	7.5mg/l以上	1,000MPN/100ml以下	
B	水道3級 水産2級 及びC以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	3mg/l以下	25mg/l以下	5mg/l以上	5,000MPN/100ml以下	
C	水産3級 工業用水1級及びD以下の欄に掲げるもの	6.5以上 8.5以下	5mg/l以下	50mg/l以下	5mg/l以上	—	
D	工業用水2級 農業用水及びEの欄に掲げるもの	6.0以上 8.5以下	8mg/l以下	100mg/l以下	2mg/l以上	—	
E	工業用水3級 環境保全	6.0以上 8.5以下	10mg/l以下	ごみ等の浮遊が認められないこと。	2mg/l以上	—	
測定方法		規格12.1に定める方法	規格21に定める方法	付表6に掲げる方法	規格32に定める方法	最確数による定量法	

表 4　　水生生物調査結果

調査地点	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5
つかまえた生物の種類	カワニナ ○●サカマキガイ アメンボ モロコ ドジョウ ザリガニ ○ ミズムシ ○ ヒル タニシ	カワニナ モノアラガイ ●ユスリカ ミミズ ザリガニ ○ ヒル タニシ	カワニナ ドジョウ ザリガニ ○ ヒル フナ	深くて川に入れない	カワニナ ○●サカマキガイ フナ メダカ タニシ アメンボ ○ ヒル ○ サホコカゲロウ ●(イトミミズ)
水生生物による水質判定	きたない水 〜 大変汚い水	きたない水 〜 大変汚い水	きたない水	きたない水？	きたない水 〜 大変汚い水
指標生物	○：きたない水に住む生物　●：大変きたない水に住む生物				

表 5　　水質階級と指標生物の生息範囲[3)]

番号	指標生物＼水質階級	I きれいな水	II 少しよごれた水	III きたない水	IV 大変きたない水	
1	ウズムシ類	———				きれいな水の指標生物
2	サワガニ	———				
3	ブユ類	———				
4	カワゲラ類	———				
5	ナガレトビケラ・ヤマトビケラ類	———				
6	ヒラタカゲロウ類	———				
7	ヘビトンボ類	———	— —			
8	6以外のトビケラ類	———	———			少し汚れた水の指標生物
9	6.11以外のカゲロウ類	———	———			
10	ヒラタドロムシ類	— —	———			
11	サホコカゲロウ		— —	———		きたない水の指標生物
12	ヒル類		— —	———		
13	ミズムシ		— —	———		
14	サカマキガイ			———	———	大変きたない水の指標生物
15	セスジユスリカ			— —	———	
16	イトミミズ類			— —	———	

▒▒ は2つの階級の指標になる生物です。

4 ま と め

アンケート調査結果では，30年ほど前は川の水を飲んだり，川で洗濯したりするほど水はきれいであった。水洗トイレも全く無く，生活排水による汚濁も非常に少なかった。しかしながら，その後の生活様式の変化に伴って生活排水からの汚濁により河北潟へ流入する八田川の水質はT-NとT-Pの湖沼の暫定基準の2～4倍の濃度となっている。

水質調査結果からは，町内に入るまでの用水は比較的きれいなA類型やB類型に相当しているが，同時に行った水生生物調査ではいずれの地点も水質は決してきれいではなく，きたない水もしくは大変きたない水に分類される。

水生生物調査できれいな水と分類されるのはBODが1 mg/l程度と考えられる。

住民参加でこのような調査を行った結果，住民の水辺環境の保全に対する理解が深まり，家庭でできる生活排水浄化対策として台所の排水口への水切りネットの使用や，食用油は布切れにしみこませて可燃ゴミとして出すなどの配慮や工夫が家庭でされるようになってきた。さらに今後は生ゴミの堆肥化や，リサイクルなど資源の有効利用を図ることにも住民の理解と協力を深めていく必要がある。

文　　献

1) 川　良雄：八田の歴史，p482，八田公民館（1950）
2) 水質汚濁に係る環境基準について：昭和46年12月28日，環告59
3) 環境庁水質保全局：水生生物による水質の調査法—川の生きものから水質を調べよう—，p6，(1991)

〔資　料〕

石川県におけるインフルエンザの流行と流行予測成績

（平成３年度）

石川県衛生公害研究所微生物部　木村晋亮・尾西　一・小坂　恵
石川県厚生部健康推進課　山崎友次

1　平成３年11月に発生した集団かぜ

平成２年度の石川県における集団かぜの発生は，平成３年１月22日初発，３月15日終発，流行期間は53日で，発生規模は中程度であった。県下８市27町６村のうち，集団かぜ発生のあったのは７市14町２村と半数強で，99施設，在籍49,381人中16,176人が罹患，3,258人が欠席した。罹患率は32.8%，欠席率は6.6%であった。また99施設での措置状況は，学年閉鎖は18校，学級閉鎖31校，授業打切50校となっている。流行型はA（H３）型が主流で，一部A（H１）型の流行を認めた。全国的にはB型の一部流行があったようだが，石川県では確認できていない。

本年度における集団かぜの初発は，平成３年11月15日，松任保健所管内の鶴来町鶴来第２保育所から報告があり，在籍96人中20人が下痢と吐き気を訴え欠席したもので，20人中15人が３歳児組であった。インフルエンザワクチンは11月11日に実施されている。有症者５人から咽頭ぬぐい液のみ採取されインフルエンザウイルスの分離を試みたが，結果は陰性であった。しかしこの集団発生は発熱や上気道疾患がなく消化器症状のみであることから下痢症に関連するウイルスの関与が考えられたが，採便や対血清の採取がないことから，原因は不明に終わった。この時期まで全国における集団かぜの発生は，北海道（10月３日）と鳥取県（11月12日）のみであるが，共にインフルエンザウイルスは分離されていない。ただ長野県では，感染症サーベイランス定点から，10月18日にA（H３）型ウイルスが分離されている。

本年度使用のワクチン株は，前年の1990/91インフルエンザシーズンの分離株とワクチン株との比較で，A（H３）型とB型では差異がみられたもののA（H１）型では差異がなかったことから，A（H１N１）型は昨シーズンに同じくA/山形/32/89株，A（H３H２）型はA/貴州/54/89株からA/北京/352/89株へ，B型はB/香港/22/89株とB/愛知/５/88株からB/バンコク/163/90株に変更になった。

2　平成４年１月から３月にかけて発生した集団かぜ

平成３年10月から12月にかけては，本県の例も含め，12都道府県から集団かぜの報告があり，うち島根県では12月の発生例からA（H１）型ウイルスが分離された。また集団かぜ発生外では，前述の長野県のほか，鳥取，神奈川，島根の各県でA（H１）型が分離され，Aソ連型による流行が予想された。

平成４年に入って，再び全国的に集団かぜ発生の情報が入るようになり，石川県でも１月14日に金沢市泉野保健所管内の金沢市富樫小学校で集団かぜの発生があり，在籍813人中97人が罹患，うち半数の48人が欠席した。その主症状は，38～39°C台の発熱，上気道炎，せきで，頭痛，嘔吐を訴える者もあった。このう

A Prevalence of Influenza and Epidemiological Survey for Influenza in Ishikawa Prefecture from April 1991 to March 1992. *by Nobuaki KIMURA, Hajime ONISHI, Megumi KOSAKA, and Tomotsugu YAMAZAKI* (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment ; and Section of Public Health, Department of Health and Welfare, Ishikawa Prefecture*)*

表 1　平成4年1月に発生した集団かぜのウイルス学的・血清学的検査成績

管轄保健所	発生施設	発生月日	発生規模 患者数/在籍数(罹患率)	検体採取月日 急一回	ウイルス分離	HI抗体価測定 (型)	確認数 (型)
金沢泉野	金沢市富樫小	1.14	97/ 813(11.9%)	1.14—1.28	0/4	1/1 (A1)	1/4 (A1)
金沢元町	金沢市西小	1.16	52/ 279(18.6%)	1.16—1.30	0/4	3/3 (A1)	3/4 (A1)
山代	加賀市錦城養護	1.20	13/ 45(28.9%)	1.20—2.4	0/5	3/5 (A1)	3/5 (A1)
津幡	宇ノ気町宇ノ気小	1.23	255/ 707(36.1%)	1.23—2.5	0/5	1/5 (A1)	1/5 (A1)
珠洲	珠洲市緑丘中	〃	192/ 569(33.7%)	1.23—2.4	0/5	5/5 (A1)	5/5 (A1)
羽咋	押水町宝達高	1.27	214/ 384(55.7%)	1.28—2.10	0/5	1/4 (A1)	1/5 (A1)
小松	小松市蓮代寺小	1.28	42/ 212(19.8%)	1.29—2.12	0/5	3/5 (A1)	3/5 (A1)
輪島	輪島市三井小	1.29	67/ 132(50.8%)	1.30—2.12	0/5	3/5 (A1)	3/5 (A1)
七尾	鳥屋町鳥屋中	1.30	111/ 291(38.1%)	1.30—2.13	0/5	4/5 (A1)	4/5 (A1)
計	9校		1,043/3,432(30.4%)		0/43 (0%)	24/38(A1) (63%)	24/43(A1) (56%)

ち，授業打切が行われた2クラスから，4人の咽頭スワブと1人の対血清が採取されインフルエンザウイルスの分離とワクチン株を抗原としたHI抗体価の測定を行った結果，ウイルス分離は陰性であったが，HI抗体価の測定で，A/山形/32/89(H1N1）株に対して回復期に32倍の抗体価上昇がみられ，この集団かぜは，全国でも流行の主流となっているAソ連型インフルエンザによるものであろうと考えられた。以後集団かぜは1月末までに全県下で発生をみるようになり，昨シーズン同期に比較し，この時点では患者数で2.5倍，欠席者数で2.6倍と昨シーズンを上まわるのではないかと予想された。

この間1月14日から1月30日にかけて，県内9保健所から，9施設，述べ43人の咽頭スワブと38人の対血清の送付があり，ウイルス分離とワクチン株を抗原としたHI抗体価の測定を行った。その結果，ウイルス分離はすべて陰性であったが，9施設24人がA〔H1）型インフルエンザウイルスに罹患したことを確認した。これら9校の発生月日，発生規模，検査成績等を**表1**に示した。9施設における罹患率は11.9%～55.7%，平均30.4%であった。

平成3年11月から平成4年3月にかけて発生した集団かぜの日別発生状況を**表2**に示した。日別発生施設数が最も多かったのは2月4日の9校，次いで1月27日，30日，2月3日の7校である。週別では第5週（1月27日～2月1日）が最も多く27校，次いで第6週（2月3日～8日）が23校と，1月下旬から2月上旬にかけて発生が多かった。平成3年11月の発生を除くと，この1991/92シーズンの集団かぜの初発は1月14日，終発は3月9日，期間は第3週から第11週にわたる56日間で，8市27町6村中8市14町1村の23市町村で発生がみられた。この数は昨シーズンとほぼ同じである。地区別では，石川中央が最も多く56校，次いで北能登18校，南加賀12校，南能登8校で，金沢市を中心とした石川中央地区での発生が多かった。発生施設が多かった市町を上げると，金沢市（36校），小松市（7校），輪島市（6校），珠洲市，野々市町（各5校）等である。

日別患者発生数では，2月3日の1,497人が最も多く，次いで翌4日の1,242人，1月29日の976人である。週別では，第6週（2月3日～8日）の3,652人が最も多く，次いで第5週（1月27日～2月1日）の3,606人，欠席者数もほぼ同じ傾向であった。

このシーズン中に発生のあった95施設の内訳は，保育所1施設，幼稚園2施設，小学校74校，中学校15校，養護学校1校，高等学校2校で，小学校が8割弱を占めていた。措置状況の内訳は，休校（園）5施設，学年閉鎖13施設，学級閉鎖27施設，授業打切50施設で，発生規模は在籍41,142人に対し，罹患者12,702人，欠席者2,756人，罹患率は30.9%，欠席率は6.7%であった。また発生頻度は，小学校では3.9校に1校，中学校では7.3校に1校，全在籍者に対する患者は，小学生では8.5人に1人，中学生では25.7人に1人であった。

本年度における集団かぜの発生を昨年度と比較すると，本年度における初発（11月発生分1件）を除くと期間は本年度56日，昨年度53日でほぼ同じ，発生施設数も95施設と99施設でほぼ同じであった。しかし在籍

表 2　　平成３年11月～平成４年３月に発生した集団かぜの日別週別発生状況

発生月日	週	施設数 日別	施設数 累計	在籍者数 日別	在籍者数 累計	患者数 日別	患者数 累計	欠席者数 日別	欠席者数 累計	週間発生数 施設数	週間発生数 患者数	週間発生数 欠席者数
平成3年												
11.15	45	1	1	96	96	20	20	20	20	1	20	20
平成4年												
1.14	3	1	2	813	909	97	117	48	68	2	149	61
1.16		1	3	279	1,188	52	169	13	81			
1.20		3	6	1,821	3,009	319	488	92	173			
1.22		2	8	867	3,876	203	691	49	222			
1.23	4	4	12	2,865	6,741	857	1,548	185	407	12	1,684	392
1.24		2	14	1,172	7,913	172	1,720	27	434			
1.25		1	15	727	8,640	133	1,853	39	473			
1.27		7	22	2,167	10,807	630	2,483	175	648			
1.28		4	26	2,204	13,011	591	3,074	184	832			
1.29	5	5	31	2,849	15,860	976	4,050	149	981	27	3,606	797
1.30		7	38	2,501	18,361	768	4,818	144	1,125			
1.31		1	39	563	18,924	286	5,104	71	1,196			
2. 1		3	42	1,545	20,469	355	5,459	74	1,270			
2. 3		7	49	3,886	24,355	1,497	6,956	261	1,531			
2. 4		9	58	3,487	27,842	1,242	8,198	283	1,814			
2. 5	6	2	60	881	28,723	269	8,467	55	1,869	23	3,652	752
2. 6		2	62	632	29,355	94	8,561	46	1,915			
2. 7		2	64	1,167	30,522	334	8,895	74	1,989			
2. 8		1	65	791	31,313	216	9,111	33	2,022			
2.10		3	68	421	31,734	203	9,314	58	2,080			
2.12	7	3	71	993	32,727	155	9,469	58	2,138	12	936	243
2.13		4	75	2,048	34,765	390	9,859	97	2,235			
2.14		2	77	660	35,425	188	10,047	30	2,265			
2.17		6	83	2,499	37,924	722	10,769	257	2,522			
2.18		1	84	670	38,594	220	10,989	60	2,582			
2.19	8	1	85	684	39,278	135	11,124	33	2,615	13	1,472	459
2.20		1	86	161	39,439	78	11,202	13	2,628			
2.21		4	90	1,239	40,678	317	11,519	96	2,724			
2.27	9	1	91	305	40,983	109	11,628	14	2,738	3	153	21
2.29		2	93	83	41,066	44	11,672	7	2,745			
3. 3	10	1	94	47	41,113	16	11,688	7	2,752	1	16	7
3. 9	11	1	95	29	41,142	14	12,702	4	2,756	1	14	4

者数は昨年度の83%，患者数も79%，欠席者数も85%と，昨年度の６分の５程度の発生規模である。

平成４年１月に発生した集団かぜで送付のあった９施設38人の対血清の施設別平均HI抗体価をワクチン株別に２の指数で示したのが表３である。回復期における平均HI抗体価が急性期に比し2.0以上あり，流行があったことが示唆されたのは，A/山形/32/89（H１N１）株に対して７校あったのみで，A/北京/352/89（H３N２）株とB/バンコク/163/90株に対しては，共に1.2未満であった。従ってこの結果からは，

1月における石川県での集団かぜの病因はいわゆるAソ連型インフルエンザウイルスによるもの以外は検出されていないことになる。1月末日現在，厚生省の発表したインフルエンザ様疾患発生報告では，Aソ連型が15都道府県で，A香港型が3県で，B型が1県で流行したことが確認されており，うち1県ではAソ連型流行後A香港型流行の確認がなされている。石川県では少なくともこの時点では他の型の流行は確認されていない。

対血清が採取された38人について，ワクチン接種別に急性期と回復期に各ワクチン株ごとにHI抗体価分布を示したのが表4である。38人中ワクチン接種ありは7人，なしは31人，ワクチン接種者の割合は18%である。ワクチン接種の有無にかかわらず，A（H3）型とB型では回復期におけるシフトはみられていないが，A（H1）型では，ワクチン接種なしで顕著な高

表 3　　平成4月1月に発生した集団かぜ対血清のワクチン株に対する平均HI抗体価（2^n）

発生施設	人数	急/回	A/山形/32/89(H1N1) HI抗体価(上昇)	判定	A/北京/352/89(H3N2) HI抗体価(上昇)	判定	B/バンコク/163/90 HI抗体価(上昇)	判定
富樫小	1		** 4.0 / 10.0 (6.0)	＋	7.0 / 7.0 (0)	−	5.0 / 5.0 (0)	−
西小	3		** 4.0±1.0 / 8.0±1.0 (4.0)	＋	5.7±0.6 / 6.0±0.0 (0.3)	−	4.7±2.1 / 4.7±2.1 (0)	−
錦城養護	5		** 5.8±1.8 / 9.0±1.0 (3.2)	＋	7.4±1.7 / 7.4±1.7 (0)	−	6.2±1.1 / 5.8±1.5 (0)	−
宇ノ気小	5		7.8±1.3 / 8.4±1.1 (0.6)	−	9.4±1.3 / 9.4±1.3 (0)	−	7.4±1.3 / 7.4±1.3 (0)	−
緑丘中	5		** 4.4±1.7 / 9.4±1.1 (5.0)	＋	5.6±0.9 / 6.0±0.7 (0.4)	−	6.0±1.0 / 6.0±1.0 (0)	−
宝達高	4		5.0±1.4 / 5.8±0.5 (0.8)	−	6.0±1.2 / 6.0±1.2 (0)	−	5.5±1.9 / 5.5±1.9 (0)	−
蓮代寺小	5		* 5.4±1.1 / 8.0±1.4 (2.6)	＋	6.6±2.2 / 6.2±1.9 (0)	−	5.4±1.8 / 5.4±1.8 (0)	−
三井小	5		* 5.4±2.1 / 8.0±1.7 (2.6)	＋	6.4±1.3 / 6.4±1.3 (0)	−	6.6±0.9 / 6.6±0.9 (0)	−
鳥屋中	5		* 5.6±1.1 / 8.4±1.7 (2.8)	＋	6.0±1.6 / 6.2±1.8 (0.2)	−	6.6±1.5 / 6.6±1.5 (0)	−

判定は，平均HI抗体価の上昇が3.0以上を＃，2.0以上を＋，1.2以上を±，1.2未満を−とした。
平均値の差の検定の結果，1%の有意水準で有意差があるものに＊を，0.1%の有意水準で差があるものに＊＊を附した。

表 4　　集団かぜ対血清のワクチン接種別HI抗体価の分布（2^n）

ワクチン株		ワクチン接種なし（31）									ワクチン接種あり（7）					
		<4	4	5	6	7	8	9	10	11	6	7	8	9	10	11
A/山形/32/89	急	6	6	8	4	6	1				1	4	1		1	
（H1N1）	回			1	4	7	5	7	4	3	1	1	3	1	1	
A/北京/352/89	急	1	1	9	7	7	5		1			1	3		2	1
（H3N2）	回	1	1	6	10	7	5		1			2	2		2	1
B/バンコク/163/90	急	3	2	7	9	7	2	1			1	2	4			
	回	3	3	7	8	7	2	1			1	2	4			

抗体価への移行がみられている一方で，ありではわずかなシフトはみられるものの顕著ではない。

次にワクチン接種別の急性期と回復期の平均 HI 抗体価について比較を行ったのが表5である。回復期における有意な上昇はA(H1)型においてのみみられた。また，ワクチン接種別による急性期の平均 HI 抗体価の比較では，A(H1)型，A(H3)型，B型とも，ありの方がなしに比べて有意に高い価を示した。

平成4年1月に発生した集団かぜの検体提供者9校43人に加えて，1月から3月にかけて集団かぜの発生があった小学校や中学校に通学していた児童，生徒で，インフルエンザ流行予測定点医療機関に受診し検体提供のあった9校15人のワクチン接種状況と急性期における臨床症状を表6に示した。ワクチン接種状況をみると，58人中接種者は7人，12%に過ぎない。インフルエンザウイルスによる罹患が確認されたのは28人，48%で，うち2人はワクチン接種者であった。確認された型は1月における集団かぜはすべてAソ連型，ほかにその他の15人中4人に罹患が確認されたが，Aソ連型罹患の1人は2月，A香港型の3人は，2月1人，3月2人で，型の推移がうかがわれた。この表からのみでの罹患確認者はワクチン接種者で29%，接種なし群で51%で，接種あり群の方が低い率を示したが，有意差はない。臨床症状では，発熱が55人，95%と最も多く，次いで上気道炎症45人，76%，せき34人，62%，頭痛34人，59%で，ほかに頭痛が16人（28%），嘔吐が15人（26%），筋肉痛・関節痛が8人（14%），下痢が5人（9%）に，ほかには肺炎と結膜炎が各1人（2%）にみられた。また，平均最高体温は全体で38.4°C，ワクチン接種者で37.9°Cであった。ところで，嘔吐，下痢，肺炎，結膜炎の症状はワクチン接種あり群ではみられなかった。

表 5　　集団かぜ対血清のワクチン接種別平均 HI 抗体価（2^n）

ワクチン接種	人数		A/山形/32/89(H1N1) HI抗体価(有意上昇数)		A/北京/352/89(H3N2) HI抗体価(有意上昇数)		B/バンコク/163/90 HI抗体価(有意上昇数)	
なし	31	急	5.03±1.49	(22)	6.23±1.45	(0)	5.81±1.47	(0)
		回	8.19±1.64 **	**	6.32±1.40 **		5.74±1.50 **	
あり	7	急	7.42±1.27	(0)	8.86±1.46	(0)	7.43±0.79	(0)
		回	8.00±1.29		8.71±1.60		7.43±0.79	

平均値の差の検定の結果，0.1%の有意水準で差があるものに ** を附した。

表 6　　平成4年1月に発生した集団かぜの検体提供者のワクチン接種状況と臨床症状

発生施設	人数（ワクチン接種者数）	確認数	型	せき	上気道炎症	肺炎	結膜炎	筋肉痛関節痛	発熱	平均最高体温	嘔吐	下痢	頭痛	腹痛
富樫小	4	1	A1	4	4				4	38.6	1		1	
西小	4	2	A1	4	2	1			4	39.1	3	1	2	2
錦城養護	5 (1)	3	A1	3	3				5(1)	38.6(37.9)			1	
宇ノ気小	5 (4)	1(1)	A1	3(2)	4(3)			3(2)	4(3)	37.7(37.8)	1		4(3)	4(3)
緑丘中	5	5	A1	5	5			2	5	39.1	1		5	3
宝達高	5	1	A1	5	5				4	38.0	1	1	2	2
津代寺小	5 (2)	3(1)	A1	2(1)	5(2)			1(1)	4(2)	38.1(38.2)		1	4(2)	
三井小	5	3	A1	2	1				5	38.0	4	1	4	
鳥屋中	5	4	A1	1	4		1	2	5	38.2	1		4	2
その他*	15	4	(A1:1, A3:3)	7	12				15	38.5	3	1	7	2
計	58 (7)	28(2)	A1:25(2) A3:3	36(3)	45(5)	1	1	8(3)	55 (6)	38.4(37.9)	15	5	34(5)	16(3)
%	100(12)	48(3)		62(5)	76(9)	2	2	14(5)	95(10)		26	9	59(9)	28(5)

＊集団かぜが発生した施設の在籍者で，医療機関に受診した者

3　インフルエンザ流行予測・定点観測

インフルエンザの流行を事前に察知するために，厚生省では昭和38年度から流行予測調査を実施しているが，石川県でも昭和51年度から，国の調査に上積みする形で定点観測調査を実施している。調査方法は厚生省が示す平成3年度伝染病流行予測調査実施要領に基づいて行った。流行予測調査は，4月～6月と10月～3月の9カ月間に月8人，計72人について，インフルエンザ様患者の咽頭スワブからのインフルエンザウイルスの分離と対血清のワクチン株に対するHI抗体価の測定を行うものである。また定点観測調査は，8月～3月の8カ月間にウイルス分離を128人，対血清のHI抗体価測定を78人上乗せして実施するものである。本年度この調査に協力を依頼した医療機関は，金沢地区3機関，小松と七尾地区各1機関である。

ウイルス分離については，年間200検体について実施予定のところ，272検体について年間を通じて調査を行った。各月における実施状況と調査成績を表7に示したが，平成3年4月～12月には分離されず，平成4年1月～3月に14株分離された。すなわち，1月には28検体中1検体からA(H1）型が，2月には32検体中6検体からA(H1）型を3株，A(H3）型を3株，3月には18検体中7検体からA(H3）型を分離した。この結果から，1月はAソ連型が主流，3月はA香港型が主流で，2月はAソ連型からA香港型への過渡期であったとみることができる。なお，A(H1）型ウイルスの初分離は1月27日採取の検体から，終分離は2月17日採取の検体から，A(H3）型は，初分離は2月17日採取の検体から，終分離は3月16日採取の検体からであった。

また，対血清のHI抗体価測定については，年間150人について調査のところ，15人の対血清が送付されたにとどまった。HI抗体価測定の結果，8人がA(H1）型に，1人がA(H3）型に罹患したことが確認された。月別内訳は，A(H1）型が1月に2人，2月に6人，A(H3）型は2月に1人で，初確認の急性期採血日は，A(H1）型が1月6日で，集団かぜに先立つ8日前，また終確認は2月17日でウイルス分離と同じ，A(H3）型は1人のみで2月17日採血であった。

インフルエンザ流行予測・定点観測調査に寄せられた15人の対血清の各ワクチン株に対するHI抗体価分布と平均HI抗体価を表8に2の指数で示した。HI抗体価の分布では，A(H1）型のA/山形株に対しては，回復期における高抗体価への顕著なシフトがみられており，平均

表7　インフルエンザ流行予測・定点観測調査成績（平成3年度）

調査月	ウイルス分離(型)	対血清HI抗体価測定(型)
平成3年4月	0/25	
5月	0/19	
6月	0/18	
7月	0/25	
8月	0/17	
9月	0/27	
10月	0/21	0/1
11月	0/22	0/1
12月	0/20	0/1
平成4年1月	1/28 (A1)	2/4 (A1)
2月	6/32 (A1：3, A3：3)	7/8 (A1：6, A3：1)
3月	7/18 (A3：7)	
計	14/272 (A1：4, A3：10)	9/15 (A1：8, A3：1)

表8　インフルエンザ流行予測・定点観測対血清のHI抗体価分布と平均HI抗体価（2^n）

ワクチン株		HI抗体価 <4	4	5	6	7	8	9	10	平均HI抗体価 (n=15)
A/山形/32/89 (H1N1)	急	10	2	3						** 3.53±0.83
	回	4		3	2	2	1	2	1	** 5.93±2.37
A/北京/352/89 (H3N2)	急	2	3	5	5					× 4.87±1.06
	回	2	3	5	4				1	× 5.13±1.68
B/バンコク/163/90	急	2	4	6	1	1	1			4.87±1.36
	回	2	3	7	1	1	1			4.93±1.33

平均値の差の検定の結果，0.1%の有意水準で差があるものに**，5%の有意水準があるものに×を附した。

表 9　　平成４年１月～３月における石川県での週別患者発生状況と確認数

週	月　日	集団かぜ発生状況[1]	インフルエンザ様疾患発生報告[2]	感染症サーベイランスインフルエンザ様疾患数[3]	ウイルス分離 確認数(集団かぜ・定点観測)		HI抗体価測定 確認数(集団かぜ・定点観測)	
1	12.29～1. 4	0	0	0	0	(-・0)	-	
2	1. 5～1.11	0	0	5	0	(-・0)	1 (A1)	(-・1)
3	1.12～1.18	149	0	55	0	(0・0)	4 (A1)	(4・-)
4	1.19～1.25	1,684	184	299	0	(0・0)	9 (A1)	(9・-)
5	1.26～2. 1	3,606	383	934	1 (A1)	(0・1)	12 (A1)	(11・1)
6	2. 2～2. 8	3,652	285	1,297	1 (A1)	(-・1)	2 (A1)	(-・2)
7	2. 9～2.15	936	211	1,259	1 (A1)	(-・1)	1 (A1)	(-・1)
8	2.16～2.22	1,472	167	925	2 (A1・A3)	(-・2)	4 (A1・A3)	(-・4)
9	2.23～2.29	153	45	596	2 (A3)	(-・2)	-	
10	3. 1～3. 7	16	0	226	3 (A3)	(-・3)	-	
11	3. 8～3.14	14	0	157	1 (A3)	(-・1)	-	
12	3.15～3.21	0	0	55	3 (A3)	(-・3)	-	
13	3.22～3.28	0	0	15	0	(-・0)	-	
14	3.29～4. 4	0	0	4	0	(-・0)	-	
	計	12,682	1,275	5,827	14 (A1: 4, A3:10)	(0・14)	33 (A1:32, A3: 1)	(24・9)

1)　石川県厚生部健康推進課による患者発生数
2)　厚生省保健医療局疾病対策課結核感染症対策室による集団かぜ患者数
3)　石川県厚生部健康推進課による石川県下26患者定点からの患者報告数

HI抗体価でも回復期の価が有意に高くなっている。またA(H３）型のA/北京株に対しては，わずかに１例上方移行がみられたにとどまっており，B型については１例に１管の上昇がみられたに過ぎない。

石川県における平成４年１月から３月にかけてのインフルエンザ様集団かぜ，インフルエンザ様疾患発生状況並びにウイルス学的・血清学的確認状況を，週別に表９に示した。学校等施設における集団かぜの発生は前述したように第３週から第11週にかけて発生しているが，学級閉鎖以上の措置がされたインフルエンザ疾患発生報告（厚生省による）は第４週から第９週にかけてで，３月に入っては発生はほとんど下火になっていたことを示している。感染症サーベイランス患者定点からのインフルエンザ様疾患数の報告は第２週から第14週にかけてみられているが，２けたの数字が上がっている週は第３週から第13週にかけてで，インフルエンザ様患者の発生は石川県では１月中旬から３月下旬にかけてみられたことを示している。

一方，ウイルス学的に確認できたのは，すべて流行予測，定点観測調査によるもののみで，14例中A(H１）型によるもの４例は第５週から第８週にかけての４週，A(H３）型によるもの10例は第８週から第12週にかけての５週で，第８週には両型が１例ずつ確認できている。また，対血清のHI抗体価測定から確認できたのは33例あり，うちA(H１）型によるものは第２週から第８週にかけて32例，A(H３）型は第８週の１例のみであった。A(H３）型が少なかったのは２月下旬から３月にかけては対血清の送付がなかったことによるものである。

以上のことから，石川県におけるインフルエンザの流行状況は，１月から２月にかけてはA(H１）型によっていたことは明らかで，１月に発生のあった集団かぜがすべてA(H１）型であったことは，この事実と一致している。またA(H１）型による流行が終息に向った２月中，下旬以降，A(H３）型による流行が３月にかけてみられており，集団かぜの検体の送付のないことから確答は避けなければならないが，流行予測・定点観測の結果ではA(H１）型が確認されていないことからすると，第８週から第11週にかけての集団かぜはA(H３）型によっていた可能性が高い。ただ発生規模は前半のA(H１）型によるよりも，後半のA(H３）型の方が小さかったといえる。

表 10　　平成4年1月～3月に分離されたインフルエンザウイルス株

分離ウイルス株	検体 性	検体 年齢	検体 採取月日	分離系*	摘要
A/石川/ 1/92(H1)	女	3	1.27	E・M	定点観測（金沢市）
A/石川/ 2/92(H1)	男	6	2. 3	E	〃　（　〃　）
A/石川/ 3/92(H1)	〃	8	2.10	M	〃　（松任市・千代野小）
A/石川/ 4/92(H1)	〃	3	2.17	E・M	〃　（野々市町）
A/石川/ 5/92(H3)	女	3	〃	E	〃　（金沢市）
A/石川/ 6/92(H3)	男	10	2.24	E	〃　（野々市町・富陽小）
A/石川/ 7/92(H3)	〃	8	3. 2	E・M	〃　（金沢市・三馬小）
A/石川/ 8/92(H3)	女	5	〃	E・M	〃　（野々市町）
A/石川/ 9/92(H3)	男	1	〃	E	〃　（金沢市）
A/石川/10/92(H3)	〃	6	2.24	E	〃　（　〃　）
A/石川/11/92(H3)	〃	8	3.16	E・M	〃　（金沢市・三馬小）
A/石川/12/92(H3)	〃	2	〃	E	〃　（金沢市）
A/石川/13/92(H3)	〃	4	3. 9	E	〃　（　〃　）
A/石川/14/92(H3)	〃	6	3.16	E	〃　（　〃　）

＊　E：10日卵，M：MDCK細胞

4　分離ウイルス株の抗原性

平成4年1月から3月にかけて，流行予測・定点観測調査の患者定点医療機関に受診した患者から分離された14株の由来，採取月日，分離系を一括して**表10**に示した。患者の年齢はすべて10歳以下で，内小学生が4人，10人は6歳以下であった。性別では男11人，女3人，住居地は，金沢市10人，野々市町3人，松任市1人である。分離系別では，A（H1）型は4株中それぞれ3株が10日卵とMDCK細胞で，A（H3）型は10株すべてが10日卵で，MDCK細胞では4株のみ分離できた。

表11　A(H1)型インフルエンザウイルス分離株のフェレット感染抗血清に対する抗体価

ウイルス株	分離継代*	フェレット感染抗血清 A/山形/32/89
A/山形/32/89	E	1,024
A/石川/ 1/92	E	256
〃	M	128
A/石川/ 2/92	E	256
A/石川/ 3/92	M	128
A/石川/ 4/92	E	256
〃	M	128

＊E：10日卵，M：MDCK細胞

分離されたA（H1）型インフルエンザウイルス4株の日本インフルエンザセンター分与のA/山形/32/89株に対するフェレット感染抗血清に対するHI抗体価を示したのが**表11**である。卵分離株3株はすべてホモ価1024より2管低い256，MDCK細胞分離株3株はすべて更に1管低い128で，ワクチン株とは若干抗原的に差があることがうかがわれた。

分離されたA（H3）型ウイルスの卵分離株10株とMDCK細胞分離株3株のA/北京/352/89株とA/滋賀/2/91株に対するフェレット感染抗血清に対するHI抗体価を表12に示した。分離株13株のA/北京/株抗血清に対するHI価は，ホモ価より2～3管低い128～256に分布している一方で，A/滋賀株抗血清に対しては，ホモ価と同じが2株，1管差が6株，2管差が5株で，この成績からはワクチン株のA/北京株よりはむしろA/滋賀株に近いと考えられた。

5　ま　と　め

平成3年度における石川県での1991/92シーズンにおける集団かぜの初発は平成3年11月15日，初発確認は平成4年1月14日，終発は3月9日，患者発生のピークは平成4年第6週（2月2日～8日）にあった。この間，金沢市を中心とした8市14町1村の95施設で集団かぜが発生し，在籍41,142人中12,702人が罹患し，2,756人が欠席した。発生規模は昨シーズンを若干下回ったもののほぼ同規模であった。過去7年間の石川

表12　A(H3)型インフルエンザウイルス分離株のフェレット感染抗血清に対する抗体価

ウイルス株	分離継代*	フェレット感染抗血清 A/北京/352/89	A/滋賀/2/91
A/北京/352/89	E	1,024	1,024
A/滋賀/ 2/91	E	256	1,024
A/石川/ 5/92	E	256	1,024
A/石川/ 6/92	E	256	1,024
A/石川/ 7/92	E	256	512
〃	M	128	256
A/石川/ 8/92	E	256	512
〃	M	128	256
A/石川/ 9/92	E	128	256
A/石川/ 10/92	E	256	512
A/石川/ 11/92	E	128	512
〃	M	256	512
A/石川/ 12/92	E	256	512
A/石川/ 13/92	E	128	256
A/石川/ 14/92	E	128	256

＊E：10日卵，M：MDCK細胞

県における集団かぜ発生の状況を表13に示した。

このシーズン中，県下10保健所から，管内初発施設を中心として10施設48人の検体が寄せられた。48人の咽頭スワブからはインフルエンザウイルスは分離できなかったが，38人の対血清のHI抗体価測定では1月に採取された9施設24人がA(H1)型インフルエンザウイルスに罹患したことが確認された。

また平成3年4月から平成4年3月にかけて行ったインフルエンザ流行予測・定点観測調査では，ウイルス分離を272人を対象に行い4人からA(H1)型ウイルスを，10人からA(H3)型ウイルスを分離した。また15人を対象に行った対血清のHI抗体測定では，8人がA(H1)型に，1人がA(H3)型ウイルスに罹患したことが確認された。ウイルス分離と血清学的な確認とから，石川県でのインフルエンザの流行は，前半の1月から2月にかけてはA(H1)型，後半の2月から3月にかけてはA(H3)型によるものであった。

分離ウイルスの抗原性については，A(H1)型はワクチン株と若干差が，A(H3)型もワクチン株と若干差があるA/滋賀/2/91類似株であった。

表 13　過去7年間の石川県における集団かぜの発生状況

年度	発生期間 初発～終発 (日)	発生施設数	休校数	学年閉鎖校数	学級閉鎖校数	授業打切校数	在籍者数	患者数	欠席者数	罹患率	流行型
昭和60	60.11.18～61.1.28 72	91	2	12	25	38	55,025	20,608	3,076	37.5%	A(H3)
61	61.12. 4～62.3.17 104	23	2	8	7	5	11,368	3,688	658	32.4%	A(H1)
62	63. 1.29～63.4.13 76	158	4	37	43	7	78,735	25,020	5,561	31.8%	A(H3)・B
63	63.12. 5～元.2.18 76	92	4	20	21	40	40,604	10,996	2,551	27.1%	A(H1)
平成元	2. 1.12～ 2.3.19 67	186	5	62	42	77	78,880	25,577	6,054	32.4%	B・A(H3)
2	3. 1.22～ 3.3.15 53	99	0	18	31	50	49,381	16,176	3,258	32.8%	A(H3)・A(H1)
3	3.11.15～ 4.3. 9 116	95	5	13	27	50	41.142	12,702	2,756	30.9%	A(H1)/A(H3)

＊　・は左の型が主で右の型が従の混合流行，/は左の型の流行後右の型が流行したことを示す。

〔資　料〕

石川県における日本脳炎流行予測調査成績

（平成3年）

—— 石川県産豚の血中日本脳炎HI抗体保有状況 ——

石川県衛生公害研究所微生物部　小坂　恵・尾西　一・木村晋亮

1 はじめに

日本脳炎ウイルスは，飼育豚とコガタアカイエカとの間に蚊→豚→蚊のサイクルをもつほかに，ウイルス保有蚊の刺咬により人へ感染することが知られている。ところで，日本脳炎は人での流行に先立って，豚間で流行することから，豚での日本脳炎ウイルス散布状況を調査することで，人への感染の危険性を予測できる。

石川県では，厚生省の事業である日本脳炎流行予測調査を昭和41年から実施しており，今年度も県内2地区で飼育された豚について調査を実施した。

2 調査方法

調査要領及び調査方法は，厚生省保健医療局結核難病感染症課感染症対策室の平成3年度伝染病流行予測事業実施要領（日本脳炎），及び伝染病流行予測調査検査術式（昭和61年5月発行）に従った。

2・1 調査時期

平成3年7月中旬から9月下旬まで，毎旬1回，計8回調査を行った。

2・2 客体と地区の選定

客体はと畜場へ送られてきた豚で，その種類や性別を問わず，また月齢は前年の流行期を経ていない生後8カ月までの豚とし，と殺時に採取した血液を検体とした。選定地区は加賀地区と能登地区の2地区とし，加賀地区は小松保健所管内の小松と畜場への搬入区域，能登地区は輪島保健所管内の奥能登広域圏牛肉処理場への搬入区域を対象とした。採血予定頭数は，1地区1旬あたり20頭の計320頭とした。

2・3 調査事項

と畜場豚血中の日本脳炎ウイルスJaGAr#01株に対するHI抗体価の測定と，HI抗体価1：40以上の検体に対する2メルカプトエタノール（2ME）処理後のHI抗体価の測定を行った。HA抗原は市販のJaGAr#01抗原（武田薬品工業製）を用いた。血清中のインヒビター除去は，冷アセトン2回抽出法で行った。血球は至適VAD（Virus Adjusting Diluent）に浮遊させた1日齢ニワトリひな赤血球を用いた。測定は予研法に従った。

3 調査成績と考察

3・1 と畜場豚の飼育地別内訳

平成3年7月中旬から9月下旬までに採血された頭数は，加賀地区で160頭（予定どおり），能登地区が96頭（予定頭数の60%），計256頭（同80%）である（表1）。

3・2 調査豚の血中日本脳炎HI抗体保有状況

本年度の豚血中日本脳炎HI抗体保有状況を表2，表3に示した。

加賀地区でのHI抗体保有豚の初出現は8月上旬であり，昨年度の8月下旬より2旬早く，陽性頭数は20頭中1頭（5%）であった。その後，8月中旬は陽性

Epidemiological Survey for Japanese Encephalitis in Ishikawa Prefecture in 1991. Serological Survey of HI Antibodies to Japanese Encephalitis Virus in Swine Bred in Ishikawa Prefecture. *by Megumi KOSAKA, Hajime ONISHI, and Nobuaki KIMURA (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

表１　調査と畜場豚の飼育地内訳

飼育地	調査頭数	率（%）
（加賀地区）		
能美郡根上町	124	77.5
加賀市	16	10.0
小松市	10	6.2
能美郡辰口町	10	6.2
小計	160	100.0
（能登地区）		
羽咋郡志賀町	80	83.3
輪島市	8	8.3
鳳至郡門前町	5	5.2
鹿島郡中島町	2	2.1
〃　田鶴浜町	1	1.0
小計	96	100.0
計	256	

豚は出現せず，８月下旬に20頭中２頭（10%），９月上旬に５頭（25%），９月中旬に２頭（10%），９月下旬に１頭（５%）の陽性豚が出現した。これを昨年度と比較すると，抗体保有豚出現旬数は２旬増加しているが，HI抗体陽性頭数は昨年の17頭に対して11頭と減少しているほか，昨年度は９月下旬にHI抗体保有率が50%を越えたのに対し，本年度はすべて50%未満であった（表２）（図１）。

一方，能登地区でのHI抗体保有豚の初出現は８月中旬で，昨年度より１旬早く，２頭（20%）であった。その後，８月下旬に10頭中２頭（20%），９月上旬に20頭中６頭（30%），９月中旬に10頭中９頭（90%），９月下旬に10頭（100%）の陽性豚が出現した。昨年度と比較すると，抗体保有豚出現旬数は１旬増加しているが，HI抗体陽性豚頭数は昨年度が129頭中49頭であったのに対し，本年度は96頭中29頭とほぼ同率であった。またHI抗体保有率は昨年度が８月下旬に100%となり９月下旬まで持続したのに対し，本年度は９月中旬で90%，９月下旬でようやく100%となった。しかし９月中旬から下旬にかけて抗体陽性豚が著しく増加していることから，９月に入って能登地区では日本脳炎ウイルスの活発な散布が豚間にあったと推定される（表３）（図１）。

以上，本年度も例年と同じく，加賀地区よりも能登地区の方がHI抗体保有頭数の検査頭数に占める割合が6.9%に対し30.2%とはるかに高く，かつHI抗体保有率が50%を越えた旬も加賀地区０に対し能登地区２

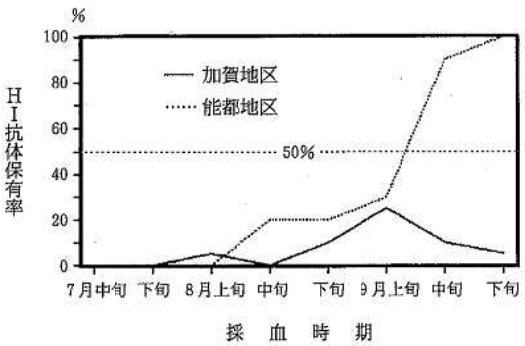


図１　豚血中日本脳炎HI抗体保有率の推移（平成３年度）

表２　豚血中日本脳炎HI抗体保有状況（平成３年度・加賀地区）

採血月旬	採血月日	検査頭数	JaGAr#01株に対するHI抗体価 <10	10	20	40	80	160	320	640	1280	陽性頭数( )	陽性率%
７月中旬	7.12	20	20									0	0
〃 下旬	7.23	20	20									0	0
８月上旬	8. 5～ 6	20	19				1(1)					1(1)	5
〃 中旬	8.12	20	20									0	0
〃 下旬	8.23	20	18				1	1				2(0)	10
９月上旬	9. 2～ 6	20	15				1	4(1)				5(1)	25
〃 中旬	9.12	20	18				1		1(1)			2(1)	10
〃 下旬	9.24～26	20	19			1(1)						1(1)	5
計		160	149			1	4	5	1			11(4)	6.9

（ ）：２ME感受性抗体保有頭数

表 3　豚血中日本脳炎 HI 抗体保有状況（平成3年度・能登地区）

採血 月旬	採血 月日	検査頭数	JaGAr#01株に対する HI 抗体価 <10	10	20	40	80	160	320	640	1280	陽性頭数( )	陽性率 %
7月中旬	7.12	10	10									0	0
〃 下旬	7.22	10	10									0	0
8月上旬	7.31～8.6	16	16									0	0
〃 中旬	8.12	10	8				2(1)					2(1)	20
〃 下旬	8.26	10	8				1(1)	1				2(1)	20
9月上旬	9.2～9	20	14				2(1)	3(2)	1			6(3)	30
〃 中旬	9.13	10	1			2	1	4	2			9(0)	90
〃 下旬	9.24	10				1	3	6				10(0)	100
計		96	67			3	9	14	3			29(5)	30

（ ）：2ME 感受性抗体保有頭数

旬と，能登地区の方が加賀地区に比べ，豚間での日本脳炎ウイルスの活動がより活発であったと推測される。

3・3　2ME 感受性 HI 抗体保有状況

2ME 感受性抗体を検出することは，日本脳炎初回感染時に産生される IgM 抗体を間接的に確認するためであり，新鮮感染であるか否かを判断する上での指標とされている。すなわち，2ME 処理によって未処理と比較し，3管（8倍）以上の HI 抗体価の低下がみられた場合を2ME 感受性抗体陽性とし，新鮮感染があったとほぼ確実に判断してよいとされている。

表 4　豚血中日本脳炎2ME 感受性 HI 抗体の分布（平成3年度）

地区	採血月旬	検査頭数	2ME感受性抗体検査頭数*（%）	2ME感受性 − 2ME処理による低下倍率 1	2	± 4	+ 8	16	32	2ME感受性抗体保有頭数（%）
加賀	7月中旬	20	0							—
	〃 下旬	20	0							—
	8月上旬	20	1 (5)				1			1 (100)
	〃 中旬	20	0							—
	〃 下旬	20	2 (10)		1	1				0 (0)
	9月上旬	20	5 (25)		3	1	1			1 (20)
	〃 中旬	20	2 (10)		1		1			1 (50)
	〃 下旬	20	1 (5)				1			1 (100)
小計		160	11		5	2	4			4
能登	7月中旬	10	0							—
	〃 下旬	10	0							—
	8月上旬	16	0							—
	〃 中旬	10	2 (20)			1	1			1 (50)
	〃 下旬	10	2 (20)		1		1			1 (50)
	9月上旬	20	6 (30)		3		3			3 (50)
	〃 中旬	10	9 (90)		8	1				0 (0)
	〃 下旬	10	10 (100)	2	7	1				0 (0)
小計		96	29	2	29	3	5			5
計		256	40(15.6)	2	24	4	9			9(22.5)

＊　HI 抗体価1：40以上の頭数

本年度の2ME感受性HI抗体検査の結果を地区別に表4に示した。

加賀地区では，2ME感受性抗体検査対象（HI抗体価1：40以上）頭数は11頭あり，そのうち2ME感受性抗体保有豚は4頭であった。2ME感受性抗体保有豚の初出現時期は8月上旬で，これはHI抗体保有豚が出現した時期と一致している。以後2ME感受性抗体保有豚は9月上旬に5頭中1頭（20%），9月中旬に2頭中1頭（50%），9月下旬に1頭中1頭（100%）出現した。ちなみに昨年度は17頭中7頭が2ME感受性抗体陽性であった。

能登地区の2ME感受性抗体検査対象頭数は29頭で，このうち2ME感受性抗体保有豚は5頭であった。2ME感受性抗体保有豚の初出現は8月中旬であり，加賀地区と同様，HI抗体保有豚の初出現時期と一致していた。以後2ME感受性抗体保有豚は8月下旬に2頭中1頭（50%），9月上旬に6頭中3頭（50%）出現したが9月中旬から下旬にかけては皆無で，9月中旬以降は新しい日本脳炎ウイルスの散布はなかったと考えられる。これを昨年度と比較すると，検査対象頭数で49頭に対し29頭と20頭の減少，2ME感受性抗体保有頭数でも18頭に対し5頭と28%に減少した。

このように，豚間での日本脳炎ウイルスの活動は本年度は昨年度よりも規模は小さかったものの，例年どおり日本脳炎ウイルスの散布があったと推測される。本年は日本脳炎の患者発生はみられなかったが，患者発生の素地は充分にあったと考えてよい。

4 ま と め

平成3年7月中旬から9月下旬にかけて，加賀地区160頭，能登地区96頭，計256頭のと場豚について，その血中日本脳炎HI抗体価と2ME感受性HI抗体価の測定を行った。

(1) HI抗体保有豚は，加賀地区11頭（6.9%）能登地区29頭（30.2%）計40頭（15.6%）にみられた。抗体保有豚の初出現は，加賀地区が8月上旬，能登地区が8月中旬で，以後加賀地区は8月中旬に抗体保有豚はいなかったものの，それ以外は加賀・能登両地区とも調査終了時の9月下旬まで毎旬抗体保有豚が出現した。

(2) HI抗体保有率は，加賀地区では8月上旬5%，8月下旬10%，9月上旬25%，9月中旬10%，9月下旬5%と推移し，50%を越えることはなかった。能登地区では，8月中旬20%，8月下旬20%，9月上旬30%，9月中旬90%，9月下旬100%と推移し，9月中旬には50%を越え9月下旬には100%となった。

(3) 2ME感受性抗体保有豚は，加賀地区では8月上旬，9月上，中，下旬に各1頭の4頭，能登地区では8月中，下旬に各1頭，9月上旬に3頭の計5頭みられた。

終わりに当たり，この調査に御協力いただいた県厚生部健康推進課並びに小松，輪島両保健所の関係各位に深く謝意を表する。

〔資　料〕

石川県における感染症サーベイランス成績

（平成3年度）

石川県衛生公害研究所微生物部　芹川 俊彦・木村 晋亮
尾西　一・亀井 とし

1 はじめに

感染症サーベイランスは昭和56年の実施以来既に11年を経過した。患者情報については，昭和62年からコンピュータ・オンライン化によって，毎週上がってくる患者定点医療機関からの情報が直接保健所から入力されることになり，その迅速な収集及び還元により，感染症流行の把握や予測が可能になり，その有用性は高い。現在，週単位では内科・小児科定点（26定点）からの16疾病，眼科定点（3定点）からの3疾病，月単位では病院定点（5定点）からの4疾病，皮膚泌尿器科定点（10定点）からの5疾病についての情報が集められている。また，患者定点44のうち，内科・小児科の10定点，眼科，病院，皮膚科等の全定点の計28定点は検査定点として，17疾病を対象に検体の提供をすることになっている。17疾病の内訳は，細菌性4，ウイルス性8，細菌・ウイルス性3，クラミジア性1，原虫性1である。

表1に石川県における過去10年間の検体提供並びに検査の状況について示した。単年度における検体提供があった対象疾病数は6～13で，対象疾病の47%～83%に当たる。また検体提供のあった検査定点数は4～10で，これは全体の25%～44%にしか過ぎない。検査件数は，単年度で27～255人，35～271検体となってお

表1　感染症サーベイランス検査対象疾病数，検査定点数及び検査件数の推移

年度	検査対象疾病数	定点数			検査件数		検出件数		陽性率	検出率
		患者定点	検査定点	提供定点	人数	検体数	人数	検体数	%	%
昭和57	12 (10)	30	16	7	85	108	39	43	45.9	39.8
58	〃 (11)	〃	〃	7	99	141	49	56	49.5	39.7
59	〃 (8)	〃	〃	5	41	49	25	25	61.0	51.0
60	〃 (6)	〃	〃	4	27	35	11	12	40.7	34.3
61	17*(12)	44	28	7	86	110	41	41	47.7	37.2
62	〃 (13)	〃	〃	10	109	135	73	77	67.0	57.0
63	〃 (10)	〃	〃	8	191	224	86	89	45.0	39.7
平成元	〃 (8)	〃	〃	7	211	213	98	98	46.4	46.0
2	〃 (12)	〃	〃	10	255	271	129	130	50.6	48.0
3	〃 (10)	〃	〃	8	205	206	91	91	44.4	44.2

＊　昭和62年1月から　　（ ）は検体提供のあった対象疾病数

Findings of Infectious Agents from Infectious Diseases under the Natioal Epidemiological Surveillance in Ishikawa Prefecture from April 1991 to March 1992. *by Toshihiko SERIKAWA, Nobuaki KIMURA, Hajime ONISHI, and Toshi KAMEI (Department of Microbiology, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

り，昨年度が人数，検体数共に最高であった。また検出件数は，年度あたり11～129人，12～130検体で，昨年度が最も多かった。一方検査人数に対する陽性率（以下陽性率）は40.7～67.0％であるのに対し，検体数に対する検出率（以下検出率）は34.3％～57.0％に分布している。

以下に平成３年度に得られた検査成績について述べる。

2　本年度の概況

平成３年４月から平成４年３月までに提供があった検査件数は205人206検体で，過去最高であった昨年度に比し人数で20％減，検体数で24％減であった。また検出数は91人91検体で，陽性率は44.4％，検出率は44.2％であり，過去10年間の平均陽性率（49.0％），平均検出率（44.4％）をそれぞれわずかに下回った。

表２に対象疾病別に，本年度提供のあった定点数，検査件数，検出件数，陽性率，検出率を示した。提供は８施設からあり，感染性髄膜炎（無菌性）は複数の施設から検体の提供があった。なお本年度は，百日咳様疾患，異型肺炎，感染性胃腸炎，手足口病，ヘルパンギーナ，インフルエンザ様疾患，咽頭結膜熱，急性出血性結膜炎，トリコモナス症の９疾病については検体の提供がなかった。

表２　感染症サーベイランス対象疾病別検査件数及び検出件数（平成３年度）

疾病番号	対象疾病	提供定点数	検査件数 人数	検査件数 検体数	検出件数 人数	検出件数 検体数	陽性率 %	検出率 %
(7)	溶連菌感染症	1	1	1	1	1	100	100
(10)	乳児嘔吐下痢症	1	1	1	1	1	100	100
(18)	流行性角結膜炎	1	11	11	8	8	73	73
(20)	感染性髄膜炎（細菌性）	1	1	1	0	0	0	0
(20)	感染性髄膜炎（無菌性）	5	82	83	46	46	56	55
(21)	脳・脊髄炎	1	1	1	0	0	0	0
(23)	淋病様疾患（淋菌感染症）	1	18	18	6	6	33	33
(24)	陰部クラミジア感染症	1	73	73	19	19	26	26
(25)	陰部ヘルペス	1	15	15	10	10	67	67
	その他	2	2	2	0	0	0	0
	計	8	205	206	91	91	44	44

表３　感染症サーベイランスの月別検査件数と検出件数

年月	提供定点数	検査件数 延べ人数(実人数)	検査件数 検体数	検出件数 延べ人数(実人数)	検出件数 検体数	陽性率(対実人数) %	検出率 %
平成３年４月	4	15 (13)	15	7 (7)	7	47 (54)	47
5月	4	6 (5)	6	2 (2)	2	33 (40)	33
6月	5	30 (29)	31	17 (17)	17	57 (59)	55
7月	6	46 (45)	46	30 (30)	30	65 (67)	65
8月	3	15 (14)	15	5 (5)	5	33 (36)	33
9月	3	14 (13)	14	3 (3)	3	21 (23)	21
10月	3	13 (12)	13	6 (6)	6	46 (50)	46
11月	2	9 (8)	9	5 (5)	5	56 (63)	56
12月	2	18 (16)	18	6 (6)	6	33 (38)	33
４年１月	1	10 (8)	10	1 (1)	1	10 (13)	10
2月	4	18 (13)	18	7 (6)	7	39 (46)	39
3月	2	11 (8)	11	2 (2)	2	18 (25)	18
計	8	205(184)	206	91 (90)	91	44 (49)	44

検査の結果，7疾病の91人91検体から病原体が分離・検出された。内訳は，病原細菌では溶連菌感染症1人1検体，淋病様疾患6人6検体，ウイルス分離では乳児嘔吐下痢症1人1検体，流行性角結膜炎8人8検体，感染性髄膜炎46人46検体，クラミジア検出では陰部クラミジア感染症19人19検体，ウイルス検出では陰部ヘルペス10人10検体である。

表3に8検査定点から提供のあった検体の月別受付状況と検出状況を示した。検査での延べ人数は205人であるが，実人数は184人で，これは複数の対象疾病が想定され検査を行ったためである。月平均の提供定点数は3.3，検査件数は延べ人数で17.1人，実人数で15.3人，検体数で17.2検体，検出件数は延べ人数で7.6人，実人数で7.5人，検体数で7.6検体であった。なお，実人数に対する陽性率は49%であった。

3　検査結果の通報

感染症サーベイランス検査定点から送付のあった検体についての検査結果については，検査成績書として検体提供のあった医療施設並びに石川県結核感染症情報センター（石川県厚生部健康推進課）あて通報するとともに，細菌分離情報は他の細菌検査情報も含めて月1回毎月15日までに，またウイルス分離検出情報やクラミジア検出情報は，病原微生物検出報告書個票によって，結果が出た時点で随時に，共に国立予防衛生研究所ウイルス中央検査部血清情報管理室へ報告した。これらの全国集計された情報は，現在のところ病原微生物検出情報月報として還元されてきている。

4　検査成績と考察

本年度は，検査対象17疾病中8疾病を対象に実人数184人から206検体の提供があり，90人91検体から病原体を検出した。疾病別に検体が多かったのは，病院定点からの感染性髄膜炎（無菌性）の83検体（全検体の40%），次いでSTD関連診療科からの陰部クラミジア感染症の73検体（35%），淋病様疾患の18検体（9%），陰部ヘルペスの15検体（7%），眼科定点からの流行性角結膜炎の11検体（5%）などであった。検出件数が多かった疾病は，感染性髄膜炎（無菌性）46，陰部クラミジア感染症19，陰部ヘルペス10など，検出率が50%以上であったのは，溶連菌感染症と乳児嘔吐下痢症100%，流行性角結膜炎73%，陰部ヘルペス67%，感染性髄膜炎（無菌性）55%であった。

4・1　細菌分離

本年度は細菌検査の対象となっている7疾病のうち3疾病について検体の提供があった。

溶連菌感染症には，4月に1施設から7歳女児の咽頭スワブの送付があり，溶血レンサ球菌A群菌（T—1型）を分離した。

感染性髄膜炎（細菌性）については，6月に1施設から8歳男児の髄液が送付され，細菌分離を試みたが，陰性であった。なお，この検体からはエコーウイルス30型が分離された。

淋病様疾患（淋菌感染症）には，1施設から男性18人18検体の尿道分泌物の提供があった。提供者の年齢は20〜61歳に分布しており，平均は32.0歳で，淋菌培養検査の結果，6検体から *Neisseria gonorrhoeae* が分離されたほか，6検体から *Clamydia trachomatis* が検出された。このうち1検体からは両病原体が分離検出されており，重感染例であった（表4）。

表4　淋病様疾患（淋菌感染症）の細菌分離成績

月	性別	年齢	検体	検出病原体
4月	男	29	尿道分泌物	*N. gonorrhoeae*
〃	〃	42	〃	*N. gonorrhoeae*
5月	〃	23	〃	—
7月	〃	29	〃	* —
8月	〃	22	〃	—
9月	〃	38	〃	—
10月	〃	31	〃	*N. gonorrhoeae*
11月	〃	32	〃	* —
12月	〃	28	〃	—
1月	〃	32	〃	—
〃	〃	35	〃	*N. gonorrhoeae*
2月	〃	61	〃	—
〃	〃	20	〃	**N. gonorrhoeae*
〃	〃	25	〃	* —
〃	〃	22	〃	* —
〃	〃	37	〃	—
3月	〃	27	〃	* —
〃	〃	43	〃	*N. gonorrhoeae*

＊　蛍光抗体法により *Chlamydia trachomatis* を検出

4・2　ウイルス分離

検体からのウイルス分離には、ヒト由来継代細胞のHEp-2細胞と2系統のRD-18S細胞及びアフリカミドリザル由来継代細胞のVero細胞を用いた。

対象疾病のうちでウイルス検査の対象となっているのは11疾病であるが，本年度は6疾病について検体の提供があり，ウイルス分離を行った。

乳児嘔吐下痢症については，2月に1小児・内科定点から2歳男児の糞便が送付され，ロタウイルス（A群）を検出した。

流行性角結膜炎の検体の提供は，1眼科定点から，4月～2月にかけ11人11検体あった。提供者の年齢分布は，20歳台3人，30歳台5人，40歳台1人，50歳台2人で，平均34.5歳である。表5に示したように，8人8検体から2型8株のウイルスが分離された。うち7株はアデノウイルス4型，1株はアデノウイルス3型であった。

感染性髄膜炎（無菌性）には，5病院定点から82人83検体の提供があった。検体提供者は男44人，女38人，年齢分布は，10歳未満44人，10歳台12人，20歳台12人，30歳台11人，40歳台1人，50歳以上2人で，平均年齢は14.6歳である。検体は髄液82検体と血液1検体で，46人46検体から46株のエコーウイルス30型が分離された（表6）。なお，月別検査件数と検出件数は，6月検査件数28人29検体中検出件数16人16検体，7月42人42検体中27人27検体，8月7人7検体中3人3検体で，9月の2人2検体及び10月，2月，3月の各1人1検体からは分離できなかった。また，エコーウイルス30型が分離された46人の年齢階層は，0～4歳5人，5～9歳22人，10～14歳6人，15～19歳1人，20歳台6人，30歳台5人，60歳台1人で，5～9歳が最も多かった。分離率は0～14歳が61%，15歳以上が46%であった。以上のように，本県において6月～8月にエコーウイルス30型による無菌性髄膜炎の流行がみられたが，全国各地でも同時期に本ウイルスによる無菌性髄膜炎の流行が報告されている。

脳炎については，4月に1病院定点から11歳男子の髄液が送付され，ウイルス分離を行ったが，分離は陰性であった。

対象疾病外のその他の疾病では，2施設から2人2検体の送付があり，ウイルス分離を試みたが，使用した分離系ではウイルスは分離できなかった。この2例は，共に5月に提供のあったもので，1例は新生児（男）の溶血性黄疸で感染症を疑って尿を，他の1例は汎血球減少症・肺炎で1歳女児の胸水を検体としたものである。

4・3　蛍光抗体法による抗原の検出

陰部クラミジア感染症には，1STD診療科定点から男68人の尿道分泌物68検体と，女5人の頸管擦過物5検体の送付があった。病原体のトラコーマクラミジア抗原の検出は，Syva社製のMicroTrak Chlamydia trachomatis direct testを用いた直接蛍光抗体法により，落射式蛍光顕微鏡装置で観察した。その結果，男18人，女1人の19検体からトラコーマクラミジアを検出した。このうち1検体からは淋菌も分離された重感染例であった。またトラコーマクラミジア検出陰性の49検体の内5検体からは，淋菌が分離された（表7）。検体提供者の年齢は16～61歳に分布しており，年齢階層別では10歳台4人，20歳台36人，30歳台18人，40歳台14人，60歳台1人で，平均30.8歳であった。また年齢別では，29歳が8人，23歳が6人，22歳と42歳が各5人と多かった。

表5　流行性角結膜炎のウイルス分離成績

月	性別	年齢	検　体	検出病原体
4月	女	36	眼スワブ	Adeno-4
5月	男	31	〃	Adeno-4
〃	女	21	〃	Adeno-4
6月	男	25	〃	Adeno-4
10月	〃	33	〃	Adeno-4
〃	〃	30	〃	Adeno-4
〃	〃	30	〃	—
11月	女	55	〃	Adeno-4
12月	男	52	〃	—
2月	女	23	〃	Adeno-3
〃	男	43	〃	—

陰部ヘルペスについては，1施設から男10人，女5人の水疱擦過物15検体の提供があり，単純ヘルペスウイルスの直接蛍光抗体法による検出を行った。検出キットはSyva社のMicroTrak Herpesvirus direct testを用いた。その結果，表8に示すように，男6人6検体から単純ヘルペスウイルス1型1例，同2型5例，女4人4検体から同1型1例，同2型3例を検出した。検体提供者の年齢分布は2～73歳で，年齢階層別では，10歳未満1人，20歳台2人，30歳台4人，40歳台3人，50歳台3人，60歳以上2人で，平均年齢は40.3歳である。

4・4　疾病別・年齢階層別検査受付状況と検出状況

17検査対象疾病のうち，本年度検体提供のあった8疾病と対象外のその他疾病の年齢階層別検査受付数と検出件数をまとめて表9に示した。延べ人数では，20歳未満の未成年者は67人，うち15歳未満の小児は61人，20歳以上の成人は138人，うち60歳以上は5人で，成人が67%を占めている。このうち検出陽性者は，未成年者で36人，うち小児が35人，成人では55人でうち60歳以上が2人，陽性率はそれぞれ，54%，57%，40%，

表 6　感染性髄膜炎（無菌性）のウイルス分離成績

月	性別	年齢	検体	検出病原体	月	性別	年齢	検体	検出病原体
6月	男	3	髄液	—	7月	男	11	髄液	Echo-30
〃	〃	4	〃	Echo-30	〃	〃	10	〃	Echo-30
〃	〃	3	〃	—	〃	〃	30	〃	—
〃	〃	7	〃	Echo-30	〃	〃	37	〃	—
〃	〃	8	〃	Echo-30	〃	〃	32	〃	Echo-30
〃	〃	6	〃	Echo-30	〃	〃	4	〃	—
〃	〃	5	〃	Echo-30	〃	〃	34	〃	—
〃	〃	7	〃	Echo-30	〃	〃	33	〃	Echo-30
〃	〃	8	〃	—	〃	〃	6	〃	Echo-30
〃	〃	14	〃	Echo-30	〃	〃	10	〃	—
〃	〃	4	〃	—	〃	〃	6	〃	Echo-30
〃	〃	7	〃	Echo-30	〃	女	6	〃	Echo-30
〃	〃	40	〃	—	〃	〃	13	〃	—
〃	女	0	髄液・血液	—	〃	〃	37	〃	—
〃	〃	6	髄液	Echo-30	〃	〃	16	〃	—
〃	〃	3	〃	Echo-30	〃	〃	6	〃	Echo-30
〃	〃	6	〃	Echo-30	〃	〃	26	〃	Echo-30
〃	〃	0	〃	—	〃	〃	31	〃	Echo-30
〃	〃	5	〃	—	〃	〃	10	〃	Echo-30
〃	〃	5	〃	Echo-30	〃	〃	24	〃	Echo-30
〃	〃	26	〃	—	〃	〃	20	〃	Echo-30
〃	〃	23	〃	—	〃	〃	60	〃	Echo-30
〃	〃	35	〃	Echo-30	〃	〃	24	〃	—
〃	〃	21	〃	Echo-30	〃	〃	51	〃	—
〃	〃	28	〃	Echo-30	〃	〃	11	〃	Echo-30
〃	〃	6	〃	Echo-30	〃	〃	29	〃	—
〃	〃	30	〃	—	〃	〃	25	〃	—
〃	〃	2	〃	—	〃	〃	36	〃	Echo-30
7月	男	7	〃	Echo-30	〃	〃	28	〃	—
〃	〃	6	〃	Echo-30	8月	男	5	〃	Echo-30
〃	〃	5	〃	Echo-30	〃	〃	9	〃	Echo-30
〃	〃	3	〃	Echo-30	〃	〃	8	〃	—
〃	〃	3	〃	Echo-30	〃	〃	9	〃	—
〃	〃	20	〃	Echo-30	〃	女	8	〃	Echo-30
〃	〃	4	〃	Echo-30	〃	〃	11	〃	—
〃	〃	11	〃	Echo-30	〃	〃	13	〃	—
〃	〃	19	〃	Echo-30	9月	〃	5	〃	—
〃	〃	7	〃	Echo-30	〃	〃	5	〃	—
〃	〃	5	〃	Echo-30	10月	男	7	〃	—
〃	〃	34	〃	—	2月	〃	4	〃	—
〃	〃	5	〃	—	3月	〃	5	〃	—

表 7　陰部クラミジア感染症の抗原検出成績

月	性別	年齢	検体		検出病原体
4月	男	29	尿道分泌物	*	—
〃	〃	31	〃		—
〃	女	23	頚管擦過物		—
〃	男	29	尿道分泌物		—
〃	〃	26	〃		—
〃	〃	25	〃		—
〃	〃	41	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	42	〃	*	—
5月	〃	23	〃		—
7月	〃	29	〃		*Ch. trachomatis*
8月	〃	22	〃		—
〃	〃	18	〃		—
〃	〃	44	〃		—
9月	〃	29	〃		—
〃	〃	38	〃		—
〃	〃	22	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	43	〃		—
〃	〃	20	〃		—
〃	〃	22	〃		—
〃	女	29	頚管擦過物		*Ch. trachomatis*
〃	男	23	尿道分泌物		—
〃	〃	33	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	19	〃		—
〃	〃	20	〃		—
10月	〃	29	〃		—
〃	〃	25	〃		—
〃	〃	24	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	22	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	26	〃		—
〃	〃	27	〃		—
〃	〃	31	〃	*	—
11月	〃	32	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	20	〃		—
〃	〃	23	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	42	〃		Ch. trachomatis
〃	〃	33	〃		—
〃	女	36	頚管擦過物		—
12月	男	28	尿道分泌物		—
〃	〃	45	〃		—
〃	〃	33	〃		—
〃	〃	28	〃		—
〃	〃	16	〃		—
〃	〃	40	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	23	〃		—
〃	〃	32	〃		—
〃	女	29	頚管擦過物		—
〃	男	40	尿道分泌物		*Ch. trachomatis*
〃	〃	43	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	26	〃		—
〃	〃	42	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	38	〃		—
1月	〃	42	〃		—
〃	〃	36	〃		—
〃	女	19	頚管擦過物		—
〃	男	35	尿道分泌物		—
〃	〃	32	〃		—
〃	〃	35	〃	*	—
〃	〃	38	〃		—
2月	〃	36	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	61	〃		—
〃	〃	36	〃		—
〃	〃	20	〃		* *Ch. trachomatis*
〃	〃	25	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	23	〃		—
〃	〃	22	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	37	〃		—
3月	〃	48	〃		—
〃	〃	29	〃		—
〃	〃	27	〃		*Ch. trachomatis*
〃	〃	43	〃	*	—
〃	〃	42	〃		—
〃	〃	27	〃		—
〃	〃	21	〃		—

* *Neisseria gonorrhoeae* を分離

表 8　陰部ヘルペスの抗原検出成績

月	性別	年齢	検体	検出病原体
4月	男	69	水疱	Herpes simplex 1
〃	女	51	〃	Herpes simplex 2
7月	〃	52	皮膚病巣	Herpes simplex 2
〃	男	47	〃	Herpes simplex 2
8月	女	20	水疱	Herpes simplex 2
〃	男	2	皮膚病巣	—
〃	女	41	水疱	—
〃	〃	30	〃	Herpes simplex 1
10月	男	54	水疱	Herpes simplex 2
11月	〃	31	〃	Herpes simplex 2
12月	〃	43	〃	Herpes simplex 2
〃	〃	38	〃	Herpes simplex 2
1月	〃	73	〃	—
2月	〃	32	〃	—
3月	〃	21	〃	—

表 9　年齢階層別検査受付状況及び検出状況（平成3年度）

疾病番号	0～4	5～9	10～14	15～19	20～29	30～39	40～49	50～59	60～歳	人数(陽性者)
(7)		1 (1)								1 (1)
(10)	1 (1)									1 (1)
(18)					3 (3)	5 (4)	1 (0)	2 (1)		11 (8)
(20)	13 (5)	32(22)	10 (6)	2 (1)	12 (6)	11 (5)	1 (0)	1 (0)	1 (1)	83(46)
(21)			1 (0)							1 (0)
(23)					9 (2)	6 (2)	2 (2)		1 (0)	18 (6)
(24)				4 (0)	36(10)	18 (3)	14 (6)		1 (0)	73(19)
(25)	1 (0)				2 (1)	4 (3)	3 (2)	3 (3)	2 (1)	15(10)
その他	2 (0)									2 (0)
計	17 (6)	33(23)	11 (6)	6 (1)	62(22)	44(17)	21(10)	6 (4)	5 (2)	205(91)

表 10　検査対象疾病の年度別検体受付状況

疾病番号	対象疾病	年度 昭和57	58	59	60	61	62	63	元	平成2	3	計
(6)	百日咳様疾患	12	6				1			1		20
(7)	溶連菌感染症	16	17	24	10	18	28	27	26	12	1	179
(8)	異型肺炎		1	3						2		6
(9)	感染性胃腸炎	9	15	3	1	3	4	1		3		39
(10)	乳児嘔吐下痢症	11	2	1		1	1				1	17
(11)	手足口病	9	9									18
(14)	ヘルパンギーナ	6	4	1		2		10				23
(15)	インフルエンザ様疾患				2		1	10		2		15
小計	(小児・内科定点)	63	54	32	13	24	35	48	26	20	2	317
(17)	咽頭結膜熱			1	1					3		5
(18)	流行性角結膜炎	8	2	2		12	13	14	9	27	11	98
(19)	急性出血性結膜炎	5	1			2	4					12
小計	(眼科（小・内）定点)	13	3	3	1	14	17	14	9	30	11	115
(20)	感染性髄膜炎	6	28	2	5	9	18	10	13	21	83	195
(21)	脳・脊髄炎	2	7		4	1	1	3	1		1	20
小計	(病院定点)	8	35	2	9	10	19	13	14	21	84	215
(23)	淋病様疾患					12	17	15	24	40	18	126
(24)	陰部クラミジア					14	33	102	108	121	73	451
(25)	陰部ヘルペス					4	3	14	24	26	15	86
(27)	トリコモナス症					1	1		2	3		7
小計	(皮膚科等定点)					31	54	131	158	190	106	670
計		84	92	37	23	79	125	206	207	261	203	1,317

40%であった。

15歳未満の小児からのみ検体提供があったのは，溶連菌感染症（1人），乳児嘔吐下痢症（1人），脳炎（1人），感染性髄膜炎（細菌性）（1人），その他疾患（2人）で，また小児と成人から提供あったものは感染性髄膜炎（無菌性）（82人），陰部ヘルペス（15人）である。性行為感染症（STD）の淋病様疾患（淋病感染症）と陰部クラミジア感染症，また流行性角結膜

炎は16歳以上の年齢層から検体提供があった。成人で多かった対象疾病は，陰部クラミジア感染症（69人），淋病様疾患（18人），陰部ヘルペス（14人），流行性角結膜炎（11人）である。

過去10年間における感染症サーベイランス検査定点からの検査対象疾病の年度別受付状況を延べ人数で示したのが表10である。昭和57年度から平成３年度の10年間に，小児科・内科定点からは319人，眼科定点からは115人，病院定点から215人，計649人から検体が寄せられており，またSTD診療科定点からは昭和61年度からの過去６年間に670人の検体が送付されている。対象疾病で多いのは，陰部クラミジア感染症（451人），感染性髄膜炎（無菌性）（194人），溶連菌感染症（179人），淋病様疾患（126人）で，STD診療科定点からの検体数が全体の50.8%を占めた。

5　ま　と　め

石川県における感染症サーベイランス病原体検査には，県内28検査定点医療施設から，17対象疾病中８疾病について，184人（延べ205人）206検体の提供があり，病原体の分離，抗原検出を行った結果，90人（延べ91人）91検体から病原体を検出した。実人数での陽性率は49%，延べ人数では44%，検出率は44%であった。

(1)　病原細菌の分離は，３定点からの３疾病延べ20人20検体について実施した結果，２疾病７人７検体から細菌を分離した。内訳は，A群レンサ球菌１株（T１型），淋菌６株である。

(2)　ウイルス分離は，７定点からの４疾病延べ95人96検体と対象外２人２検体について実施した結果，３疾病55人55検体から55株のウイルスを分離した。内訳は，ロタウイルス（A群）１株，アデノウイルス８株（３型１株，４型７株），エコーウイルス30型46株であった。

(3)　直接蛍光抗体法による病原体検出は，１定点からの２疾病88人88検体について実施した結果，29人29検体から病原体を検出した。内訳は，トラコーマクラミジア検出19例，単純ヘルペスウイルス検出10例（１型２例，２型８例）である。なお，同一検体からトラコーマクラミジアと淋菌が検出された重感染例が１例あった。

終わりに当たり，感染症サーベイランス病原体検査のために検体を提供していただいた検査定点医療施設の関係各位に記して謝意を表する。

〔資　料〕

石川県におけるフォールアウト調査結果

（平成3年度）

石川県衛生公害研究所環境放射線部　内田賢吾・氈　幹夫
牛島　茂・矢鋪満雄

1 はじめに

全国放射能監視ネットワークの一員として，我が国におけるフォールアウト等による環境放射能の水準を把握するため，ゲルマニウム半導体検出器を用いての核種分析を中心に放射レベルを調査した。ここでは平成3年度の科学技術庁委託放射能調査の概要を述べる。

2 調査方法

2・1 調査試料

調査試料は定時採取の降水，大型水盤による降下物（1カ月ごと），陸水，土壌，農畜産物，海産生物，日常食及び空間線量率である

2・2 測定方法

全ベータ測定は科学技術庁編「全ベータ放射能測定法」（1976）に基づき，測定器は低バックグラウンド自動測定装置LBC-452U（アロカ製）を使用した。核種分析は，「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」（平成2年度改訂）に基づいて，ゲルマニウム半導体検出器（PGT製）及び波高分析器（東芝製）並びにデータ処理解析システム（DEC製）により測定した。また空間線量率の測定にはTCS-121型シンチレーションサーベイメータ（アロカ製）とモニタリングポストMAR-11型（アロカ製）を使用した。

3 調査結果とまとめ

3・1 降水の全ベータ

表1に示すように調査期間（平成3年3月31日～平成4年3月30日）における降水の定時採取試料数は75であった。その全ベータの放射能レベルは0～109 MBq/km²であり平常値の範囲内であった。年間降水量は2,578.0mmであり，年間降下量は0.18GBq/km²であった。なお，表1の中で，計数誤差の3倍を下回る値については「ND」（検出されず）と記した。

3・2 降下物

表2に示すように1カ月ごとの降下物中の放射能濃度は，カリウム—40が月当たり0.06～6.1MBq/km²，セシウム—137が0～0.06MBq/km²，その他人工放射性核種は検出されなかった。年間降下量は，カリウム—40が27.1MBq/km²，セシウム—137が0.16MBq/km²となった。なお，表2の中で，計数誤差の3倍を下回る値については「検出されず」と記した。

3・3 各種試料

表3に示すように陸水（上水），農畜産物，海産生物，日常食はいずれも平常値の範囲内であった。今年度は，セシウム—137が牛乳で0.02と0.49Bq/l，サザエで0.07Bq/kg生，フクラギで0.27Bq/kg生，日常食で0.022～0.154Bq/人・日，土壌で9.10Bq/kg乾土（0～5cm），6.66Bq/kg乾土（5～20cm）と検出された。これらの濃度やカリウム—40濃度は，平常値の範囲内であった。なお，表3の中で計数誤差の3倍を下回る値については「検出されず」と記した。

3・4 牛乳中のヨウ素131

表4に示すようにいずれも検出されなかった。

3・5 空間線量率

表5に示すようにサーベイメータによる空間線量率

Survey Data of Fall-out in Ishikawa Prefecture, from April 1991 to March 1992. *by Kengo UCHIDA, Mikio ITOH, Shigeru USHIJIMA and Michio YASHIKI* (*Department of Environmental Radiation, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment*)

は69～79nGy/hで，年平均値は73nGy/hであった。また，表6に示すように，モニタリングポストによる空間線量率は14.5～34.0cpsであり，年平均値は17.2cpsであった。これらの値は平常の変動範囲内であった。

これらのデータは，科学技術庁の委託を受けて行った環境放射能水準調査の成果の一部である。

表 1　　雨　　水 (1)

採水地：金沢市三馬（石川県衛生公害研究所屋上）
採水時間：降水ごとに午前9時まで
採水後測定までの時間：6時間

試料番号	採水期間 年月日～年月日	降水量 mm	供試量 ml	試料計数率(除BG) 6時間更正値 cpm/l	試料計数率(除BG) 72時間更正値 cpm/l	降下量 6時間更正値 Bq/l	降下量 6時間更正値 MBq/km²
1	3. 3.31～3. 4. 2	6.0	100	28.5	17.7	1.4	8.3
2	3. 4. 2～3. 4. 8	10.5	100	9.8	3.8	ND	ND
3	3. 4. 8～3. 4.10	5.0	100	18.5	14.3	ND	ND
4	3. 4.10～3. 4.15	15.0	100	14.3	12.8	ND	ND
5	3. 4.15～3. 4.19	29.0	100	11.5	6.5	ND	ND
6	3. 4.19～3. 4.25	19.0	100	9.8	6.5	ND	ND
7	3. 4.25～3. 4.30	41.0	100	7.5	7.0	ND	ND
8	3. 4.30～3. 5. 9	38.0	100	12.7	13.8	ND	ND
9	3. 5. 9～3. 5.27	49.5	100	43.0	26.0	2.2	108.9
10	3. 5.27～3. 6. 3	20.5	100	17.0	14.5	ND	ND
11	3. 6. 3～3. 6. 4	36.5	100	7.7	0.5	ND	ND
12	3. 6. 4～3. 6.11	8.0	100	4.3	15.0	ND	ND
13	3. 6.11～3. 6.14	46.0	100	8.8	5.2	ND	ND
14	3. 6.14～3. 6.20	35.0	100	24.0	10.0	ND	ND
15	3. 6.20～3. 6.21	18.0	100	11.5	4.3	ND	ND
16	3. 6.21～3. 6.24	9.0	100	8.8	欠測	ND	ND
17	3. 6.24～3. 6.25	18.5	100	欠測	欠測	欠測	欠測
18	3. 6.25～3. 6.26	16.0	100	欠測	欠測	欠測	欠測
19	3. 6.26～3. 6.27	27.5	100	欠測	欠測	欠測	欠測
20	3. 6.27～3. 7. 1	121.0	100	13.0	12.0	ND	ND
21	3. 7. 1～3. 7. 2	35.5	100	1.6	ND	ND	ND
22	3. 7. 2～3. 7. 5	25.5	100	ND	6.5	ND	ND
23	3. 7. 5～3. 7. 9	16.0	100	ND	ND	ND	ND
24	3. 7. 9～3. 7.11	10.5	100	9.7	ND	ND	ND
25	3. 7.11～3. 7.12	29.0	100	0.5	ND	ND	ND
26	3. 7.12～3. 7.15	95.5	100	ND	11.3	ND	ND
27	3. 7.15～3. 7.16	13.0	100	ND	6.3	ND	ND
28	3. 7.16～3. 7.18	49.5	100	ND	ND	ND	ND
29	3. 7.18～3. 7.22	4.5	100	6.9	9.4	ND	ND
30	3. 7.22～3. 7.25	5.5	100	7.8	18.2	ND	ND
31	3. 7.25～3. 8. 2	53.5	100	23.9	ND	1.5	34.6
32	3. 8. 2～3. 8. 5	33.5	100	9.2	ND	ND	ND
33	3. 8. 5～3. 8. 7	17.5	100	0.8	2.3	ND	ND
34	3. 8. 7～3. 8.12	9.0	100	27.6	8.9	ND	ND

ND　検出されず　　欠測は機器故障のため

表 1　　雨　　水 (2)

試料番号	採水期間 年月日～年月日	降水量 mm	供試量 ml	試料計数率(除BG) 6時間更正値 cpm/l	試料計数率(除BG) 72時間更正値 cpm/l	降下量 6時間更正値 Bq/l	降下量 6時間更正値 MBq/km²
35	3. 8.12～3. 8.29	8.0	100	3.8	6.3	ND	ND
36	3. 8.29～3. 9. 9	84.0	100	ND	ND	ND	ND
37	3. 9. 9～3. 9.20	49.5	100	4.0	0.8	ND	ND
38	3.10.16～3.10.18	22.0	100	6.3	0.7	ND	ND
39	3.10.18～3.10.21	60.0	100	6.8	20.5	ND	ND
40	3.10.21～3.10.25	23.0	100	31.3	16.5	ND	ND
41	3.10.25～3.10.28	8.5	100	23.5	22.0	1.2	9.8
42	3.10.28～3.11. 6	29.5	100	15.0	13.0	ND	ND
43	3.11. 6～3.11.11	40.5	100	5.0	6.0	ND	ND
44	3.11.11～3.11.12	15.0	100	10.3	2.0	ND	ND
45	3.11.12～3.11.14	25.5	100	5.0	40.5	ND	ND
46	3.11.14～3.11.15	16.5	100	7.0	25.0	ND	ND
47	3.11.15～3.11.20	36.5	100	欠測	ND	欠測	欠測
48	3.11.20～3.11.21	2.5	100	14.8	ND	ND	ND
49	3.11.21～3.11.25	28.5	100	ND	ND	ND	ND
50	3.11.25～3.11.29	77.5	100	ND	ND	ND	ND
51	3.11.29～3.12. 9	17.0	100	ND	1.8	ND	ND
52	3.12. 9～3.12.12	24.0	100	ND	ND	ND	ND
53	3.12.12～3.12.13	18.5	100	3.5	ND	ND	ND
54	3.12.13～3.12.24	35.0	100	17.0	3.5	ND	ND
55	3.12.24～3.12.25	5.5	100	4.0	5.5	ND	ND
56	3.12.25～4. 1. 7	78.5	100	2.3	ND	ND	ND
57	4. 1. 7～4. 1. 8	2.0	100	1.5	ND	ND	ND
58	4. 1. 8～4. 1.14	44.0	100	5.5	14.7	ND	ND
59	4. 1.14～4. 1.20	79.5	100	15.8	ND	ND	ND
60	4. 1.20～4. 1.22	12.5	100	ND	7.5	ND	ND
61	4. 1.22～4. 1.23	28.5	100	3.5	9.0	ND	ND
62	4. 1.23～4. 1.24	21.5	100	11.3	4.5	ND	ND
63	4. 1.24～4. 1.28	15.5	100	7.5	7.0	ND	ND
64	4. 1.28～4. 1.29	3.0	100	30.0	6.5	5.5	16.5
65	4. 1.29～4. 1.30	8.5	100	12.8	8.5	ND	ND
66	4. 1.30～4. 2. 3	43.5	100	3.5	11.7	ND	ND
67	4. 2. 3～4. 2. 4	22.0	100	11.8	2.5	ND	ND
68	4. 2. 4～4. 2. 5	2.0	100	5.7	6.0	ND	ND
69	4. 2. 5～4. 2.10	37.5	100	11.5	ND	ND	ND
70	4. 2.10～4. 2.14	29.5	100	2.5	1.5	ND	ND
71	4. 2.14～4. 2.19	13.5	100	4.3	ND	ND	ND
72	4. 2.19～4. 2.25	37.5	100	ND	ND	ND	ND
73	4. 2.25～4. 3.16	104.5	100	ND	ND	ND	ND
74	4. 3.16～4. 3.18	20.5	100	ND	2.0	ND	ND
75	4. 3.18～4. 3.30	89.5	100	1.5	0.5	ND	ND

ND　検出されず　　欠測は機器故障のため

注）欠測のあった月である6月と11月の降下物中の放射能（表2）は，平常値の範囲内であった。

表 2　降下物
採取場所　金沢市三馬当所屋上　（大型水盤による1カ月ごと）

試料番号	採水期間 年月日～年月日	日数	降水量 mm	供試量 l	測定 年月日	ヨウ素-131 MBq/km²	セシウム-137 MBq/km²	カリウム-40 MBq/km²
FR— 1	3. 4. 1～3. 4.30	30	127.0	33.86	3. 5.21	検出されず	0.04±0.01	1.7 ±0.2
FR— 2	3. 4.30～3. 5.31	32	90.0	41.96	3. 8.30	検出されず	検出されず	2.2 ±0.3
FR— 3	3. 5.31～3. 6.30	31	353.0	129.68	3. 8.21	検出されず	0.06±0.02	2.0 ±0.2
FR— 4	3. 6.30～3. 7.31	32	296.0	102.00	3. 9. 2	検出されず	検出されず	2.3 ±0.2
FR— 5	3. 7.31～3. 8.31	31	176.5	48.00	3. 9.11	検出されず	検出されず	1.2 ±0.2
FR— 6	3. 8.31～3. 9.30	30	153.0	8.10	3.10.23	検出されず	検出されず	0.06±0.01
FR— 7	3. 9.30～3.10.31	31	263.5	92.30	3.12. 9	検出されず	検出されず	4.9 ±0.3
FR— 8	3.10.31～3.11.29	29	272.0	126.52	3.12.30	検出されず	0.06±0.01	6.1 ±0.3
FR— 9	3.11.29～3.12.26	27	153.0	51.80	4. 1.23	検出されず	検出されず	1.1 ±0.2
FR—10	3.12.26～4. 1.31	36	323.0	71.00	4. 3. 5	検出されず	検出されず	3.1 ±0.3
FR—11	4. 1.31～4. 2.28	28	187.0	54.66	4. 3.16	検出されず	検出されず	1.2 ±0.2
FR—12	4. 2.28～4. 3.25	25	184.0	66.40	4. 4.16	検出されず	検出されず	1.2 ±0.2
年間降下量			2,578.0			検出されず	0.16±0.02	27.1 ±0.8

表 3　各種試料

試料番号	採取年月日	試料名	採取場所	測定年月日	セシウム-137	カリウム-40	単位
FG—1	3. 6. 1	上水（蛇口水）	金沢市三馬	3. 8.29	検出されず	0.013±0.001	Bq/l
FG—2	3.12.18	〃	〃	4. 2.19	検出されず	0.021±0.002	Bq/l
FM—1	3. 8.20	牛乳	羽咋郡押水町	3. 9. 4	検出されず	45.5±0.4	Bq/l
FM—2	4. 2.19	〃	〃	4. 3.14	0.02±0.01	43.8±0.4	Bq/l
FC—1	3.10.23	精米	金沢市三馬	3.11. 6	0.49±0.01	36.2±0.7	Bq/kg生
FV—1	3.11. 1	ホウレン草	〃	3.11.20	検出されず	159±0.9	Bq/kg生
FV—2	3.11.22	大根	〃	3.12.24	検出されず	75.8±0.4	Bq/kg生
FF—1	3. 4.17	ワカメ	羽咋郡富来町	3. 4.25	検出されず	165±1.4	Bq/kg生
FF—2	3. 8. 2	サザエ	〃	3. 8.26	0.07±0.02	203±1.6	Bq/kg生
FF—3	3.10.30	フクラギ	〃	3.11.18	0.27±0.02	115±0.7	Bq/kg生
FD—1	3. 6.18～ 6.19	日常食	金沢市及び野々市町	3. 6.25	0.154±0.012	44.6±0.5	Bq/人・日
FD—2	3. 6.18～ 6.19	〃	石川郡吉野谷村	3. 6.26	0.030±0.007	45.7±0.5	Bq/人・日
FD—3	3.12.10～12.11	〃	金沢市及び野々市町	3.12.27	検出されず	49.0±0.5	Bq/人・日
FD—4	3.12.10～12.11	〃	石川郡吉野谷村	3.12.26	0.022±0.005	39.4±0.4	Bq/人・日
FS—1	3. 7.29	土壌(0～ 5cm)	金沢市末町	3. 9.13	9.10±0.53	484±10	Bq/kg乾土
FS—2	3. 7.29	〃 (5～20cm)	〃	3.10.28	6.66±0.46	511±12	Bq/kg乾土

表 4　牛乳中のヨウ素—131

測定番号	採取年月日	採取場所	測定年月日	ヨウ素-131 Bq/l
FM—1	3. 5.28	羽咋郡押水町	3. 5.28	検出されず
FM—2	3. 7.22	〃	3. 7.22	検出されず
FM—3	3. 9. 5	〃	3. 9. 5	検出されず
FM—4	3.11. 5	〃	3.11. 5	検出されず
FM—5	4. 1. 9	〃	4. 1. 9	検出されず
FM—6	4. 3.16	〃	4. 3.16	検出されず

表 5　サーベイメータによる空間線量率

測定番号	測定年月日	測定場所	天候	線量率 nGy/h
A— 1	3. 4.30	金沢市三馬当所構内	晴	70
A— 2	3. 5.12	〃	晴	69
A— 3	3. 6.28	〃	曇一時雨	79
A— 4	3. 7.22	〃	雨時々曇	69
A— 5	3. 8.20	〃	曇	69
A— 6	3. 9.16	〃	晴	72
A— 7	3.10.22	〃	曇	74
A— 8	3.11.25	〃	曇	77
A— 9	3.12. 9	〃	曇	76
A—10	4. 1. 8	〃	曇	79
A—11	4. 2. 5	〃	曇	78
A—12	4. 3. 5	〃	曇	69
1年間の平均値				73

表 6　　モニタリングポストによる空間線量率(1)

平成3年　4月分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	月	雨のち晴	17.0	16.0	16.4
2	火	晴	17.0	16.0	16.5
3	水	晴	17.0	16.0	16.7
4	木	晴	17.0	16.0	16.7
5	金	晴	17.5	16.0	17.1
6	土	雨	18.0	16.5	17.0
7	日	曇	18.0	16.5	17.0
8	月	曇	20.0	17.0	18.0
9	火	曇	17.5	16.5	16.8
10	水	曇	18.0	16.5	17.1
11	木	曇	18.0	16.5	17.1
12	金	晴	18.0	16.5	17.2
13	土	雨	19.5	16.5	17.6
14	日	雨のち曇	19.5	16.5	17.1
15	月	晴	19.5	16.5	17.0
16	火	晴	18.0	17.0	17.2
17	水	晴	22.5	16.5	17.1
18	木	雨	18.0	16.5	18.0
19	金	晴	17.0	16.5	16.9
20	土	晴	17.5	16.0	16.5
21	日	晴	17.5	16.0	16.9
22	月	晴	17.5	15.5	16.6
23	火	曇	17.5	16.0	16.9
24	水	雨	18.0	16.5	17.1
25	木	晴	18.0	16.0	16.9
26	金	曇	17.0	16.0	16.7
27	土	曇	17.0	16.0	16.6
28	日	晴	18.0	16.5	17.3
29	月	雨	22.5	17.0	18.4
30	火	晴	17.0	16.0	16.6
4月分			22.5	15.5	17.0

5月分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	水	曇	19.0	17.0	17.1
2	木	雨	21.0	16.5	17.7
3	金	曇時々晴	18.0	16.0	16.9
4	土	晴	17.0	16.0	16.3
5	日	晴	欠測	欠測	欠測
6	月	晴のち曇	欠測	欠測	欠測
7	火	曇一時晴	17.5	16.0	16.6
8	水	曇一時晴	21.0	16.5	17.6
9	木	曇	19.0	16.0	16.8
10	金	晴時々曇	18.0	16.5	16.7
11	土	曇一時雨	17.5	16.0	16.8
12	日	曇一時雨	18.0	17.0	17.9
13	月	晴	17.5	16.0	16.7
14	火	晴	18.0	16.0	16.8
15	水	曇	18.5	16.5	17.4
16	木	曇のち雨	18.0	16.0	16.8
17	金	曇	18.0	16.5	16.7
18	土	曇	17.0	15.0	16.7
19	日	晴	17.0	15.5	16.4
20	月	曇一時晴	17.0	15.0	16.6
21	火	晴のち曇	16.5	18.0	17.1
22	水	晴	18.0	15.5	16.9
23	木	晴	18.0	16.0	16.9
24	金	晴	18.5	16.0	17.3
25	土	曇一時晴	16.5	18.0	17.3
26	日	曇	22.0	16.0	17.5
27	月	曇のち晴	22.0	16.0	17.2
28	火	晴のち曇	17.0	16.0	16.3
29	水	曇	17.5	15.5	16.5
30	木	曇のち晴	17.0	15.5	16.2
31	金	曇のち晴	18.0	16.5	17.1
5月分			22.0	15.0	16.9

6月分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	土	曇	18.0	16.5	17.4
2	日	雨	20.0	16.5	17.9
3	月	曇のち雨	22.5	16.0	19.0
4	火	曇	22.0	15.5	16.9
5	水	晴	17.0	15.5	16.9
6	木	薄曇	18.0	15.5	16.7
7	金	晴	18.0	15.0	16.0
8	土	晴	17.5	16.0	16.9
9	日	晴のち曇	17.5	16.5	16.8
10	月	曇のち雨	17.5	15.5	17.1
11	火	晴	18.0	15.5	16.5
12	水	晴のち曇	17.0	15.0	16.1
13	木	曇のち雨	19.5	15.5	17.0
14	金	曇のち晴	17.0	15.5	16.4
15	土	晴	17.0	16.0	16.8
16	日	曇のち晴	17.0	15.5	16.4
17	月	晴	17.5	16.0	16.8
18	火	晴時々曇	19.0	16.0	16.8
19	水	曇	18.5	16.5	17.2
20	木	雨	22.5	16.5	19.0
21	金	晴一時曇	18.0	15.5	17.3
22	土	曇のち雨	18.0	16.0	18.0
23	日	曇一時雨	18.5	16.5	18.0
24	月	曇のち雨	18.0	16.5	17.3
25	火	雨	20.0	16.0	18.0
26	水	曇のち晴	19.0	15.5	16.8
27	木	雨のち晴	18.0	16.0	16.5
28	金	曇一時雨	19.0	15.5	16.5
29	土	雨のち曇	21.5	16.0	17.8
30	日	曇一時雨	欠測	欠測	欠測
6月分			22.5	15.0	17.1

欠測は機器故障のため

表 6　モニタリングポストによる空間線量率(2)

7 月 分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	月	曇のち晴	23.5	16.5	19.4
2	火	曇一時晴	17.0	16.0	16.3
3	水	曇時々晴	16.5	16.0	16.2
4	木	曇のち雨	19.0	16.0	17.1
5	金	雨時々曇	20.0	15.5	17.2
6	土	晴時々曇	18.0	15.0	17.0
7	日	晴のち雨	18.0	16.0	17.0
8	月	曇のち雨	18.0	15.0	16.7
9	火	曇時々雨	18.0	16.0	16.9
10	水	晴時々曇	17.0	15.5	16.3
11	木	雨のち晴	18.0	16.0	16.5
12	金	雨	21.0	16.0	16.9
13	土	曇時々雨	19.0	15.0	16.7
14	日	曇のち雨	18.0	15.5	16.4
15	月	薄曇	17.0	16.0	16.8
16	火	雨	18.0	16.0	17.1
17	水	雨一時曇	20.0	16.0	17.3
18	木	曇一時雨	17.0	16.0	16.2
19	金	晴のち曇	17.0	15.5	16.3
20	土	曇時々雨	17.5	15.0	16.5
21	日	曇	18.0	15.0	16.3
22	月	雨時々曇	17.0	15.0	16.9
23	火	晴	17.0	15.5	16.4
24	水	曇時々雨	17.0	16.0	16.4
25	木	雨のち曇	17.0	16.0	16.5
26	金	晴のち曇	18.0	15.0	16.5
27	土	曇一時雨	18.0	16.0	17.3
28	日	曇のち雨	17.5	15.5	16.5
29	月	晴のち曇	17.5	16.0	16.6
30	火	曇一時雨	17.0	16.0	16.3
31	水	曇一時雨	17.5	15.5	16.5
7 月 分			23.5	15.0	16.7

8 月 分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	木	曇時々晴	18.0	15.0	16.7
2	金	曇一時雨	18.0	15.5	16.4
3	土	曇一時雨	21.0	15.5	18.0
4	日	雨のち曇	18.5	16.0	16.8
5	月	曇	17.5	16.0	16.6
6	火	晴のち曇	22.0	15.5	17.4
7	水	曇のち雨	21.0	16.0	16.9
8	木	曇一時晴	17.0	15.0	16.1
9	金	晴のち曇	17.5	15.5	16.3
10	土	曇	19.0	17.0	18.7
11	日	曇一時晴	18.5	16.0	17.8
12	月	曇	18.5	15.0	16.6
13	火	曇一時晴	18.0	15.0	16.1
14	水	晴	17.0	15.0	16.3
15	木	晴	17.5	15.5	16.5
16	金	曇	17.5	16.0	16.6
17	土	晴	18.0	16.0	16.9
18	日	晴	18.5	16.0	17.2
19	月	晴	18.5	16.0	17.0
20	火	曇	19.0	16.0	17.3
21	水	曇時々晴	19.0	16.0	17.2
22	木	曇一時晴	18.0	16.0	16.7
23	金	晴一時曇	17.0	16.0	16.4
24	土	曇一時晴	19.0	16.0	17.0
25	日	曇	18.0	15.5	16.5
26	月	晴	17.0	16.0	16.3
27	火	晴	18.0	16.0	16.6
28	水	晴	18.0	16.0	17.5
29	木	曇	18.0	16.5	17.3
30	金	晴のち曇	19.0	16.0	17.3
31	土	雨のち曇	19.0	16.0	16.9
8 月 分			22.0	15.0	16.9

9 月 分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	日	晴	18.0	16.0	16.7
2	月	晴	17.5	16.0	16.7
3	火	曇時々晴	18.0	16.0	17.1
4	水	晴	18.0	16.0	17.1
5	木	晴	18.0	15.5	17.0
6	金	晴	18.0	16.0	17.0
7	土	曇	18.0	15.0	16.6
8	日	晴	18.0	16.0	17.0
9	月	曇	17.0	16.0	16.4
10	火	晴一時曇	17.0	16.0	16.5
11	水	曇	18.0	16.0	16.7
12	木	曇一時雨	18.0	16.0	17.0
13	金	雨	20.0	16.0	17.9
14	土	雨のち曇	19.0	16.0	17.0
15	日	曇一時雨	18.0	16.0	16.3
16	月	晴	17.0	16.0	16.7
17	火	晴	17.0	16.0	16.3
18	水	曇	18.0	16.0	17.0
19	木	曇一時雨	18.0	16.0	16.8
20	金	晴	17.0	15.5	16.3
21	土	晴のち曇	17.0	16.0	16.8
22	日	晴	17.0	16.0	16.7
23	月	晴一時曇	18.0	16.0	16.8
24	火	晴のち曇	18.0	16.0	16.8
25	水	晴のち曇	18.0	15.5	16.8
26	木	曇時々雨	18.0	15.5	16.6
27	金	曇一時雨	18.0	16.0	16.7
28	土	曇	18.0	15.5	16.7
29	日	晴一時曇	18.0	16.0	16.8
30	月	曇	18.5	16.5	16.8
9 月 分			20.0	15.0	16.8

表 6　　モニタリングポストによる空間線量率(3)

10 月 分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	火	雨	21.0	16.0	19.5
2	水	晴一時曇	18.0	16.0	16.7
3	木	晴	17.0	16.0	16.4
4	金	曇	20.0	16.0	17.1
5	土	晴のち曇	23.5	15.5	16.8
6	日	雨	19.5	15.5	17.4
7	月	雨のち曇	18.0	16.0	16.8
8	火	曇一時晴	18.0	16.0	16.8
9	水	曇	19.0	16.0	16.8
10	木	曇	18.0	15.5	16.7
11	金	曇のち雨	18.0	16.0	16.9
12	土	曇時々晴	17.0	15.0	16.3
13	日	曇時々晴	19.0	17.0	17.6
14	月	雨	24.0	16.0	18.5
15	火	曇	19.0	15.5	16.6
16	水	曇一時晴	17.0	15.5	16.3
17	木	雨一時曇	20.0	16.0	18.0
18	金	晴	17.0	15.0	16.4
19	土	曇一時雨	19.0	16.0	17.1
20	日	曇一時雨	19.0	16.0	17.1
21	月	雨のち曇	22.0	16.0	17.1
22	火	曇	17.5	15.5	16.4
23	水	晴	17.0	16.0	16.4
24	木	晴のち曇	18.0	15.0	16.4
25	金	雨のち晴	23.0	15.5	18.0
26	土	晴のち曇	18.0	16.0	16.9
27	日	曇のち雨	20.0	16.0	17.2
28	月	晴	21.0	16.0	17.0
29	火	晴	17.0	16.0	16.4
30	水	晴のち曇	17.5	16.0	16.9
31	木	曇	18.0	16.0	16.7
10 月 分			24.0	15.0	17.0

欠測は機器故障のため

11 月 分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	金	晴	17.0	15.5	16.3
2	土	晴	18.0	15.5	16.6
3	日	晴	17.0	15.5	16.4
4	月	雨	22.0	16.0	17.7
5	火	晴	17.0	15.0	16.1
6	水	晴	17.5	15.0	16.4
7	木	晴	17.5	16.0	16.8
8	金	曇時々雨	25.0	16.0	18.0
9	土	晴	17.5	16.5	18.0
10	日	曇のち雨	20.0	16.5	17.2
11	月	雨	22.0	17.0	18.6
12	火	晴一時雨	24.0	16.0	17.6
13	水	曇のち雨	20.0	16.5	17.6
14	木	曇時々雨	21.0	17.0	18.0
15	金	曇一時雨	21.0	16.5	17.2
16	土	晴	17.5	16.0	16.9
17	日	曇	18.5	16.4	17.1
18	月	曇	23.0	16.5	17.6
19	火	晴のち曇	24.0	16.5	18.0
20	水	雨	26.5	17.0	20.1
21	木	晴	17.5	16.0	17.7
22	金	晴	17.5	16.5	16.8
23	土	曇	20.5	16.0	17.6
24	日	曇一時雨	24.0	17.0	19.0
25	月	曇	17.0	16.0	16.6
26	火	晴時々曇	18.0	16.5	17.1
27	水	曇のち雨	18.5	16.5	17.3
28	木	雨	21.5	17.0	18.5
29	金	曇一時晴	18.5	16.5	17.1
30	土	晴	18.0	16.5	17.3
11 月 分			26.5	15.0	17.4

12 月 分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	日	晴	18.0	16.0	17.1
2	月	晴	18.0	16.5	17.1
3	火	晴のち雨	18.0	16.5	16.9
4	水	晴	17.0	16.5	16.9
5	木	晴	18.0	16.0	16.7
6	金	曇一時晴	18.0	16.5	17.0
7	土	曇一時晴	17.5	16.5	16.6
8	日	曇のち雨	25.5	16.5	18.4
9	月	曇	18.4	16.5	17.0
10	火	晴	17.4	16.5	17.0
11	水	曇のち雨	25.0	16.5	19.1
12	木	雪	25.5	18.0	22.3
13	金	曇時々雨	20.0	16.0	18.4
14	土	曇一時雨	18.0	16.5	16.9
15	日	晴時々曇	17.4	16.5	16.8
16	月	晴	17.0	16.0	16.7
17	火	晴のち曇	17.5	16.0	16.5
18	水	曇のち雨	22.0	17.0	18.9
19	木	曇のち雨	17.5	15.5	16.6
20	金	晴	17.5	16.5	16.9
21	土	晴	17.5	16.5	16.9
22	日	晴	18.0	16.5	17.1
23	月	曇のち雨	19.5	16.5	17.5
24	火	曇のち雨	21.0	16.5	17.9
25	水	曇一時雨	18.4	16.5	17.2
26	木	曇一時雨	18.0	16.5	17.1
27	金	曇のち雨	欠測	欠測	欠測
28	土	雨のち曇	欠測	欠測	欠測
29	日	曇時々雪	欠測	欠測	欠測
30	月	曇一時雨	欠測	欠測	欠測
31	火	曇	欠測	欠測	欠測
12 月 分			25.5	15.5	17.4

表 6　　モニタリングポストによる空間線量率(4)

平成4年　1月分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	水	曇時々雨	欠測	欠測	欠測
2	木	曇	欠測	欠測	欠測
3	金	雨	欠測	欠測	欠測
4	土	曇一時雨	17.0	16.5	16.6
5	日	曇	17.5	16.0	16.9
6	月	曇のち雨	20.0	16.5	17.6
7	火	曇	19.0	16.0	17.6
8	水	曇一時晴	18.0	16.0	16.9
9	木	曇一時雨	18.0	17.0	17.4
10	金	雨のち曇	19.0	16.0	17.3
11	土	晴	17.5	16.0	16.8
12	日	晴	18.5	16.5	17.2
13	月	曇一時晴	24.0	16.0	17.9
14	火	雨のち雪	28.0	16.0	19.5
15	水	晴	17.5	16.0	16.7
16	木	晴	17.5	16.4	17.1
17	金	雨	25.5	17.0	19.9
18	土	雪	34.0	17.0	25.0
19	日	曇一時晴	19.0	14.5	16.1
20	月	曇一時雨	17.0	14.5	15.2
21	火	晴	16.0	14.5	15.1
22	水	雪	22.0	15.0	18.2
23	木	雪	26.0	17.5	20.9
24	金	曇時々晴	22.0	14.5	17.1
25	土	曇一時晴	24.0	17.0	18.5
26	日	晴	19.0	17.0	17.4
27	月	曇一時雨	20.0	16.5	17.3
28	火	晴のち雪	19.0	16.0	17.0
29	水	曇	24.0	16.5	18.0
30	木	曇一時晴	19.5	16.0	17.4
31	金	雨	17.5	16.0	16.8
1月分			34.0	14.5	17.7

1月の欠測は機器故障のため

2月分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	土	雪	21.5	15.5	18.4
2	日	曇一時晴	19.0	14.5	15.7
3	月	曇のち雨	19.0	15.0	16.6
4	火	曇一時雨	23.0	16.5	18.6
5	水	曇	17.5	16.0	16.8
6	木	晴	18.0	16.0	16.9
7	金	曇時々雨	24.5	17.0	19.8
8	土	曇時々雪	23.0	17.0	19.0
9	日	晴係時曇	21.0	16.5	17.7
10	月	晴のち曇	19.5	16.5	17.4
11	火	晴一時曇	24.5	16.0	17.1
12	水	晴	17.5	16.0	16.9
13	木	曇のち雨	22.5	16.0	18.4
14	金	雨のち曇	21.5	16.0	17.6
15	土	晴のち曇	18.0	16.0	16.9
16	日	曇時々雨	23.0	16.0	18.4
17	月	晴一時曇	19.0	16.0	16.9
18	火	曇一時雨	20.5	16.0	17.5
19	水	曇一時雪	20.0	16.5	17.3
20	木	曇	17.5	16.5	17.0
21	金	曇時々雪	19.5	16.0	17.4
22	土	曇時々雪	21.0	16.0	17.5
23	日	晴	19.0	15.5	16.9
24	月	曇時々雪	20.5	16.4	16.8
25	火	曇時々雪	22.0	17.0	18.9
26	水	晴	17.5	16.0	16.8
27	木	晴	17.5	16.0	16.8
28	金	晴	18.0	16.0	16.8
29	土	雨のち曇	20.5	16.5	17.8
2月分			24.5	14.5	17.5

3月分

日	曜日	天候	空間線量率 上値 cps	下値 cps	平均 cps
1	日	雨	21.0	16.5	18.2
2	月	晴一時曇	17.0	16.0	16.7
3	火	曇	17.0	16.0	16.5
4	水	晴一時曇	17.0	16.0	16.6
5	木	曇のち雨	21.0	16.0	18.4
6	金	雨	21.0	16.0	17.8
7	土	晴	17.0	16.0	16.6
8	日	晴	17.0	16.0	16.5
9	月	晴	22.5	17.0	17.4
10	火	晴一時曇	18.0	16.0	17.2
11	水	晴	18.0	16.5	17.1
12	木	晴	18.0	16.0	17.3
13	金	晴	17.5	16.0	16.9
14	土	晴のち曇	17.5	16.4	16.9
15	日	雨	21.0	17.0	19.0
16	月	曇	20.5	16.5	17.3
17	火	曇時々晴	18.0	16.0	16.7
18	水	雨	21.5	17.5	19.2
19	木	曇一時晴	17.5	16.0	17.0
20	金	曇	18.0	16.0	17.0
21	土	晴	23.0	16.0	18.6
22	日	曇のち晴	17.0	16.0	17.1
23	月	曇のち雨	20.0	16.4	17.8
24	火	曇	18.0	16.5	17.0
25	水	曇のち晴	18.0	16.0	17.0
26	木	曇	欠測	欠測	欠測
27	金	曇	欠測	欠測	欠測
28	土	晴時々曇	欠測	欠測	欠測
29	日	曇一時雨	欠測	欠測	欠測
30	月	雨のち曇	欠測	欠測	欠測
31	火	晴	17.5	17.0	17.1
3月分			23.0	16.0	17.3

3月の欠測はモニタリングポスト移設のため

〔資　料〕

ゴルフ場排水に含まれる農薬の検査方法（第2報）

—— 固相抽出/HPLC法によるカルバリル，オキシン銅，チウラム，ベノミル及びアシュラムの同時分析 ——

石川県衛生公害研究所化学調査室　加藤充哉・塚林　裕・堀　秀朗・橋田哲郎・橋場久雄・波木利志栄

1 はじめに

ゴルフ場で使用される農薬による公共用水や地下水，特に水道水源の汚染については社会的な関心が高まり，平成2年5月，環境庁は21種類の農薬についてゴルフ場からの排出水に対して暫定指導指針値を，厚生省は飲料水に対して水質目標値を設定した。平成3年7月には新たに9種類の農薬が追加され，指針値や目標値の設定された農薬は30種類になった。石川県では「石川県ゴルフ場農薬等安全使用指導要項」により，これらの農薬を含め県内のゴルフ場で使用量の多い34種類の農薬について指針値とその分析方法を定め[1]，ゴルフ場での農薬等の適正使用と農薬による周辺環境の汚染防止を図っている。

指針値の設定された34種類の農薬は，それぞれガスクロマトグラフ（GC）分析法又はガスクロマトグラフ一質量（GC/MS）分析法及び高速液体クロマトグラフ（HPLC）分析法で測定することになっているが，HPLC法で分析する殺虫剤のカルバリル（NAC），殺菌剤のオキシン銅（有機銅），チウラムとベノミル，及び除草剤のアシュラムの5種類の農薬は，試料の濃縮・分離は個別の条件で溶媒抽出することになっており，HPLCの条件もそれぞれ異なっている。これらの前処理方法には，回収率の低さと多量の溶媒を使用することに問題が残されており，HPLC分析にも長時間を要する。

近年，水中の微量有機物の濃縮・分離に化学結合型シリカゲルやポリマーゲルを充填したカートリッジカラムを用いた固相抽出法が開発され，食品中の残留農薬や環境水に含まれる農薬の分析に利用され始めている[2)3)]。ゴルフ場排水や地下水に含まれるカルバリル等5種類の農薬を固相抽出し，波長プログラミング法を用いたHPLC法で同時分析する方法を検討した。

2 実験方法

農薬の標準品と溶媒は和光純薬製の残留農薬標準品及びHPLC用試薬を，農薬を濃縮・分離する固相抽出カートリッジカラムには日本ミリポア・リミッテッド製Sep-Pack plus PS-1を，りん酸一カリウムとりん酸，EDTAは試薬特級品を用いた。HPCL分析には島津製作所製のHPLC LC-10Aシリーズを使用した。

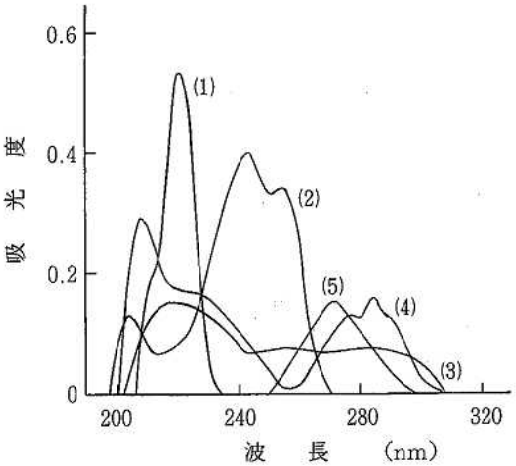
3 結果と考察

3・1 HPCL分析条件の検討

(1) HPLC検出器の検討

環境庁，厚生省及び石川県が提示したゴルフ場排水に含まれる農薬のHPLC分析では，チウラムとアシュラムは紫外吸収（UV）法で，カルバリルとベノミルは蛍光法で，オキシン銅はUV法（厚生省）又は硝

On Analytical Method of Pesticides in Effluent from Golf-Links. 2. Simultaneous Determination of Carbaryl, Oxine-Copper, Thiram, Benomyl, and Asulam Using a Solid-Phase Extraction / HPLC Method. *by Mitsuya KATO, Hiro TSUKABAYASHI, Syuhroh HORI, Tetsuro HASHIDA, Hisao HASHIBA, and Toshie NAMIKI (Department of Chemicals, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*



(1)カルバリル，(2)オキシン銅，(3)チウラム，(4)MBC，(5)アシュラム

図1　農薬のUV吸収スペクトル

酸アルミニウムを含む移動相を用いて，蛍光法（環境庁）で測定することになっている。HPLC 法によるカルバリル等5種類の農薬の同時分析用検出器として UV 検出器を用いることを基本とし，蛍光をもつ農薬は，より選択性の高い蛍光検出器を直列に接続して蛍光法でも測定することとした。

カルバリル等5種類の農薬の UV 吸収スペクトルを測定した結果，図1に示すようにそれぞれ特徴的な吸収スペクトルが得られた。カルバリルは220nmに，オキシン銅は240nm 付近に，アシュラムは270nmにそれぞれピークがあり，チウラムは280nm 以下になだらかな吸収を示し，極大吸収は220nm 付近にある。ベノミルは植物体や環境中では比較的簡単にメチル2-ベンゾイミダゾールカルバマード（MBC）に変化するので，MBC の UV 吸収スペクトルを測定した。MBC は210nm 付近と270～290nm に吸収を示す特徴的な吸収スペクトルをもっている。以上の結果，カルバリル，オキシン銅，アシュラムの検出にはそれぞれの極大吸収波長である220nm，243nm，270nm で行うこととした。また，チウラムの検出波長は妨害物質の影響を受けない場合は感度の高い217nm，影響を受ける場合は270nm 付近を選べばよいと考えた。同様に MBC についても208nm と283nm の検出波長を適宜選ぶことが出来る。

5種類の農薬の励起—蛍光スペクトルを測定した結果，カルバリルと MBC，アシュラムは蛍光をもち，それぞれの励起—蛍光波長は288—338nm，285—315 nm，264—342nm であった。

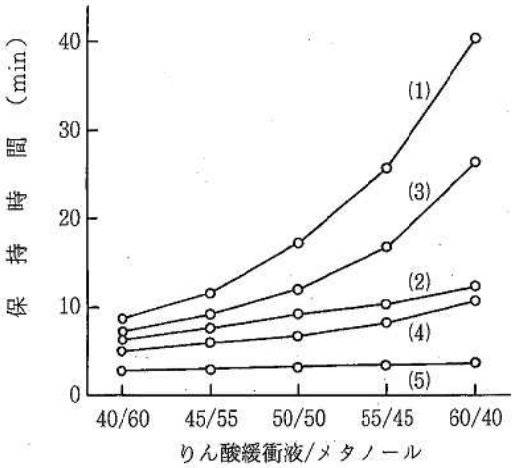
(2)　分離カラムと移動相の検討

HPLC 法によるカルバリル，チウラム，MBC 及びアシュラムの分析は，保持時間が適当になるような移動相の組成を選べば，普通のオクタデシル化シリカゲル（ODS）カラムで分離が可能であるが，オキシン銅はシリカゲル中に含まれる微量の金属の影響を受けるため[4]，高純度シリカゲルにオクタデシル基を化学結合させた ODS カラムかポリマーゲルを充填した分離カラムを用いる必要がある。定組成の移動相により短時間にカルバリル等5種類の農薬を良好に分離できる HPLC カラムと移動相の組み合わせを検討した。

ゴルフ場排水に含まれる農薬の HPLC 法による分析方法を検討した坊之下ら[5]や徳田ら[6]は，分離カラムとしてポリメタクリレートゲル，移動相にりん酸緩衝液/アセトニトリルを用いることによりアシュラム，オキシン銅，チウラム，ベンスリド（SAP）及びイプジオンを5～10分で分離できることを報告している。ベンスリドとイプロジオンは GC 法又は GC/MS 法で感度良く分析できるので，石川県で指針値を追加設定したカルバリル，ベノミルを含め，オキシン銅，チウラム，アシュラムの5種類の農薬を同時分析できないかどうかについて検討した。

ポリメタクリレート系中極性ゲルを充填したカラム（Shodex RSpack DE-613）を用い，坊之下らの条件で各農薬の保持挙動を検討したところ，MBC のピーク形状が乱れ，定量分析には不適当であった。移動相のアセトニトリルをメタノールに置き換えた場合，アシュラムと MBC，オキシン銅とカルバリルの保持時間の差が小さいこと，いずれのピークもテーリングの傾向がみられ，チウラムの保持時間が極端に長く，検出感度が不十分なことから分離カラムとして高純度 ODS を充填したカラム（Wakosil-Ⅱ　5C 18-100）の使用を検討した。

移動相として0.2% EDTA を含む0.05M りん酸緩衝液（pH3.5)/アセトニトリルを用いるとアシュラムと MBC のピークが近接するので，アセトニトリルをメタノールに代えて農薬の分離条件を検討した。りん酸緩衝液とメタノールの混合割合を変えて5種類の農薬の保持挙動を調べたのが図2である。りん酸緩衝液とメタノールの割合が45/55～55/45の範囲で分析時間は20分以内と短く，5種類の農薬の分離も良好なので，以後の実験はりん酸緩衝液とメタノールの割合を50/50とした。この条件での HPLC クロマトグラム



(1)カルバリル，(2)オキシン銅，(3)チウラム，
(4)MBC，(5)アシュラム

図2　移動相組成と保持時間の関係

表1　UV検出器と蛍光検出器の波長プログラム

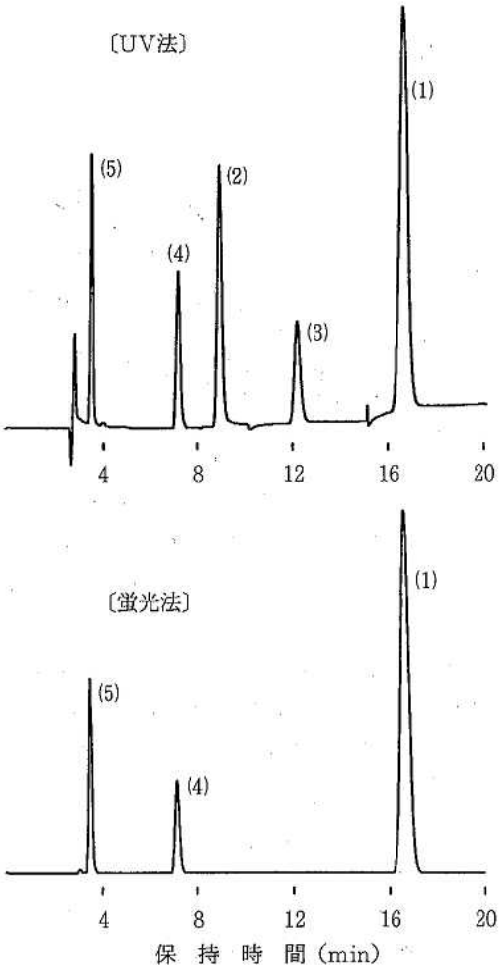
時　間 (min)	UV検出器 波長（nm）	蛍光検出器 励起—蛍光波長（nm）
0	270	264—342
5	283	285—315
8	243	
10	217	
15	220	288—338

を図3に，UV検出器と蛍光検出器の波長プログラムを表1に示した。UV法で測定した場合のMBCとオキシン銅のピークにわずかにテーリングの傾向がみられるが，分析上の支障にはならないと考えられた。UV法及び蛍光法で測定した検量線は図4のように，いずれの農薬も直線性は良好で，感度よく測定できることが分かった。

3・2　固相抽出条件の検討

水試料に含まれる農薬の固相抽出法として，試料を直接HPLCシステムに注入して，分離カラム又はプレカラムに濃縮・分離し，HPLC分析する方法も検討されているが[5)7)]，市販の固相カラムを用いれば，普通の吸引装置で濃縮・分離できるので多数の検体を効率的に処理できる。

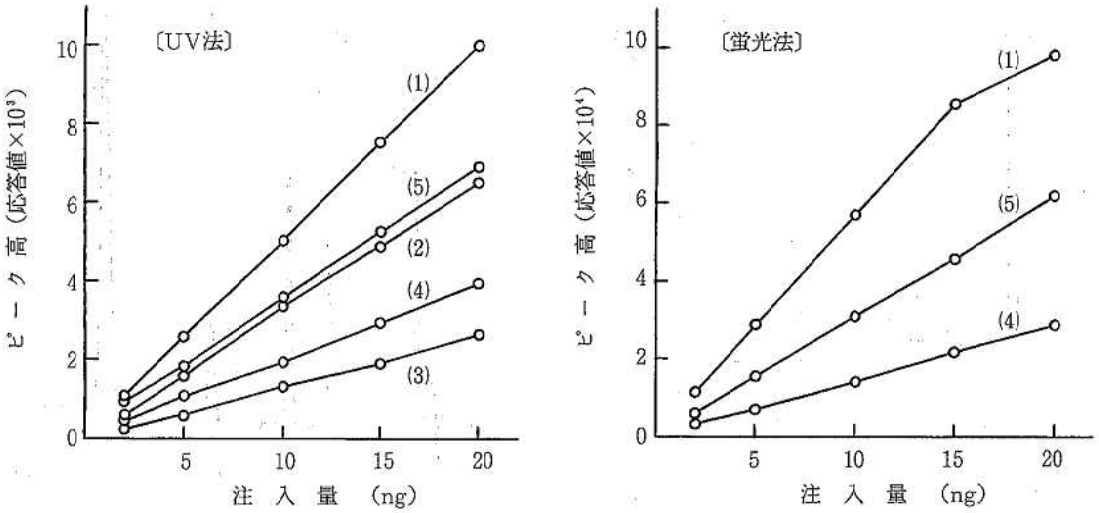
水道原水に含まれるチウラム，イプロジオン，ベンスリド，オキシン銅，アシュラムの固相抽出条件を詳



(1)カルバリル，(2)オキシン銅，(3)チウラム，
(4)MBC，(5)アシュラム

図3　波長プログラミング法による
HPLCクロマトグラム

しく検討した古谷らは，固相カラムとしてチウラムにはフェニル基結合型シリカゲル，オキシン銅にはオクタデシル基結合型ポリマーゲル，アシュラムにはアミノプロピル基結合型シリカゲルが最適であることを報告している[8)]。また，河川水中のカルバリルの固相抽出にはオクタデシル基結合型シリカゲルが固相カラムとして有効であることが知られている[9)]。一方，複数の農薬を固相抽出法により同時分析する方法として，テトラブチルアンモニウムを添加することによりオキシン銅とアシュラムをオクチル基結合型シリカゲルで抽出する方法[10)]やポリスチレンゲルを用いてアシュラ



(1)カルバリル，(2)オキシン銅，(3)チウラム，(4)MBC，(5)アシュラム

図 4　　UV法及び蛍光法による検量線

ム，オキシン銅，チウラム，ベンスリド及びイプロジオンを抽出する方法[6]が報告されている。カルバリル，オキシン銅，チウラム，ベノミル及びアシュラムを抽出する固相カラムとしてポリスチレンゲル（日本ミリポア・リミテッド製 Sep-Pack plus PS-1）を用い，固相抽出条件について検討した。

まず，固相カラム PS-1 をアセトニトリル 5 ml と精製水 5 ml でコンディショニングし，pH を調整した試料溶液を 4～7 ml/分の速度で通水して固相カラムに農薬を保持させた後，精製水 5 ml でカラムを洗浄した。溶出溶媒としてアセトニトリルを用い，2 ml ずつのフラクションをとり分析した結果，4 ml 以降のフラクションには農薬が検出されなかったので，溶出溶媒としてアセトニトリル 5 ml を用いることとした。溶出液に窒素気流を緩やかに当ててアセトニトリルを揮散させた後，0.5ml のメタノールを用いて農薬を溶解させ精製水で 1 mlに定溶として HPLC 分析用検液とした。

農薬の固相カラムへの保持には試料溶液の pH が影響すると考えられるので，各農薬の 2 μg を添加した精製水（200ml）に，0.05M のりん酸一カリウムを加え，りん酸を用いて pH を変化させ，固相カラムへの保持に最適な pH を調べた。カルバリルと MBC は pH が2.5～4.5の範囲で良好な回収率（91～103%）であったが，図5に示すように，オキシン銅は pH 3 付近で最大の回収率となり，チウラムはこの pH 範囲で70～80%の回収率であった。また，アシュラムの回収率は pH の上昇とともに高くなった。以上の結果から固相カラム PS-1 での抽出は，アセトニトリルと精製水でコンディショニングしたカラムに，0.05M のりん酸一カリウムを加え，りん酸で pH 3 に調整した試料溶液を通し，精製水で洗浄した後，アセトニトリル 5 ml で溶出させることにした。

固相カラム PS-1 では試料溶液の通水速度が遅く，200ml の試料溶液を処理するのに30～50分もかかるので，濃縮率はせいぜい200倍が限度である。更に濃縮率を高める目的で，マグネティックスターラーと振

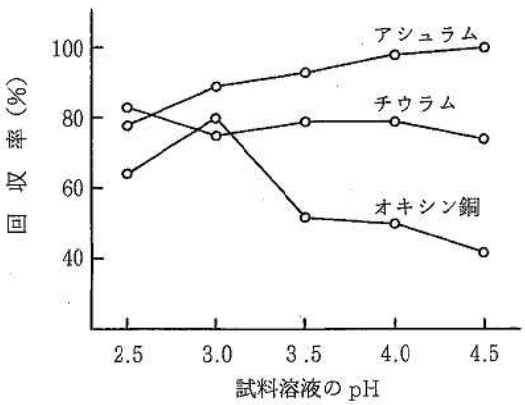


図 5　　試料溶液の pH と回収率

表 2　各種捕集方法での農薬の回収結果

（単位：μg）

捕集方法	試料液量 (ml)	カルバリル	オキシン銅	チウラム	MBC	アシュラム
スターラー	200	2.13	0.86	1.09	1.23	0.99
	500	1.96	0.60	0.97	0.68	0.66
振とう機	200	1.59	1.11	0.89	1.09	1.18
	500	1.73	0.76	0.71	0.81	0.98
吸引法	200	1.99	1.32	1.52	2.06	2.02
	500	2.08	1.34	1.64	1.97	1.72

農薬添加量：2μg

とう機による抽出を試みた。カルバリル等5種類の農薬をそれぞれ2μg添加しpHを調整した精製水に，コンディショニングした固相カラムPS-1の充填剤265mg（カートリッジ1個分）を分散させ，マグネティックスターラー又は振とう機で1時間処理した。処理後の充填剤はガラス繊維ろ紙（孔経1μm）で捕集し，アセトニトリルで農薬を溶出させHPLC分析した（表2）。カルバリルはいずれの方法でも満足な回収率であったが，他の農薬は30～60%の回収率であった。今回採用した吸引法は500mlの試料溶液でも良好な回収率であったが，処理に2時間もかかった。

固相抽出法の特徴の一つは，試料溶液を現地で処理することにより重い試料の運搬が必要なくなり，農薬を保持した固相カラムを輸送することにより破損の恐れがほとんどないことである。また，固相カラムでの農薬の安定性が保証されれば，ある程度の検体をまとめて分析することも可能である。固相カラムPS-1に保持された農薬の安定性を調べるため，農薬を保持した固相カラムPS-1を0～7日間冷蔵庫に保管した後アセトニトリルで溶出させHPLC分析した結果が表3である。カルバリルとMBC，アシュラムは7日間の保存でも安定に保持されていたが，チウラムは約70%に，オキシン銅は約85%に減少した。固相カラムPS-1に保持されたカルバリル等5種類の農薬は，冷蔵庫内で3日間程度は安定であることが分かった。

表3　固相カラムPS-1での農薬の安定性

（単位：%）

農薬名	保存期間 1日	3日	7日
カルバリル	99	101	93
オキシン銅	98	90	84
チウラム	94	92	69
MBC	98	100	94
アシュラム	95	98	92

保存期間0日での回収率を100とした。

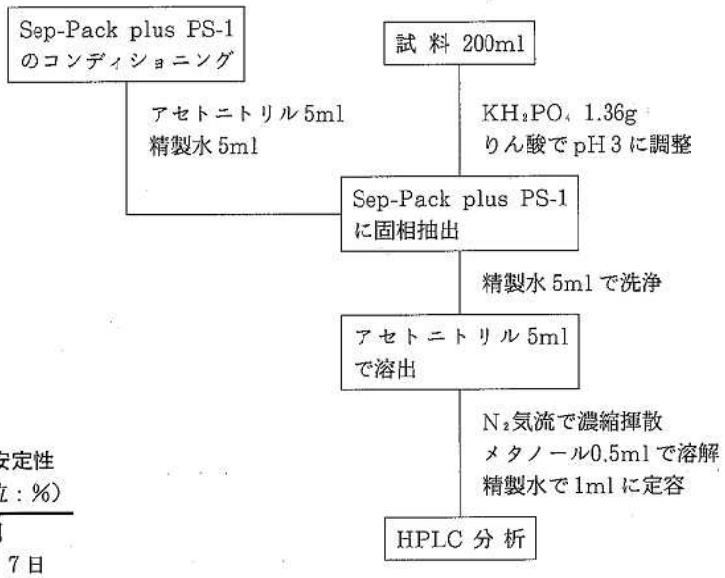


図6　固相抽出/HPLC法による同時分析方法

表4　検出限界と定量限界

（単位：mg/l）

農薬名	検出限界	定量限界
カルバリル	0.0001	0.0003
オキシン銅	0.0008	0.0026
チウラム	0.0007	0.0022
MBC	0.0001	0.0004
アシュラム	0.0011	0.0036

表5　添加回収実験結果

農薬名	添加濃度 (mg/l)	検出濃度 (mg/l)	回収率 (%)
カルバリル	0.0005	0.00051	103
	0.001	0.0011	105
	0.002	0.0022	108
	0.004	0.0040	100
オキシン銅	0.0005	0.00049	99
	0.001	0.00070	70
	0.002	0.0013	65
	0.004	0.0026	65
チウラム	0.0005	0.00033	66
	0.001	0.00077	77
	0.002	0.0017	87
	0.004	0.0037	93
MBC	0.0005	0.00049	99
	0.001	0.0010	102
	0.002	0.0021	105
	0.004	0.0040	100
アシュラム	0.0005	0.00037	74
	0.001	0.00080	80
	0.002	0.0015	73
	0.004	0.0039	98

3・3　検出限界と添加回収率及び実試料の分析

固相抽出カラムとしてSep-Pack plus PS-1で捕集し，高純度シリカゲル系ODSカラムを用いたHPLC法で同時分析する方法（図6）で，カルバリル等5種類の農薬を分析した場合の検出限界と定量限界を「化学物質分析法開発マニュアル（案）」（昭和62年3月）により算出したところ，表4に示すようにほぼ満足できる結果であった。蛍光法での結果も同様であった。また，精製水200mlに農薬標準液を添加して求めた本分析法での回収率は表5のように，カルバリル，MBC，アシュラムについては良好であったが，オキシン銅とチウラムについてはやや低かった。オキシン銅はキレート試薬として用いられる8—オキシキノリンと銅の錯体であり，固相カラム等に含まれる微量の金属不純物とオキシンがキレートを生成し取り込まれて溶出が不完全になったと思われる。また，チウラムは長期間空気や光にさらされると分解することが知られており，分析操作中の消失により回収率が低くなるものと考えられる。

今回検討した分析方法を用いて，ゴルフ場排水等実際の環境試料に含まれる農薬を調査した結果を表6にまとめた。ゴルフ場排水や調整池水には一般に懸濁物質が多いので，水に溶けて存在する農薬と懸濁物質に含まれる農薬を区別するため，試料溶液をガラス繊維ろ紙（孔径1 μm）でろ過し，ろ液とろ紙上の懸濁物質について農薬を分析した。ろ液は固相カラムで処理し，懸濁物質に含まれる農薬はアセトニトリル5 mlで抽出した。ゴルフ場の調整池水（7件）の内1件にアシュラムが検出されたが，排水（9件）や周辺の地下水（3件）からは検出されなかった。実際の環境試料の分析において，UV法でのクロマトグラムの2～8分の部分に妨害物質の影響がみられたので，アシュラムとベノミルは蛍光法で測定した。検出濃度は

表6　環境試料の分析結果

（検出数/検体数）

農薬名	ゴルフ場農薬環境調査					松喰い虫防除環境調査			
	排水		調整池水		地下水	ため池水		海水	
	溶存*	懸濁*	溶存*	懸濁*		溶存*	懸濁*	溶存*	懸濁*
カルバリル	0/9	0/9	0/7	0/7	0/3	3/4	0/4	0/3	0/3
オキシン銅	0/9	0/9	0/7	0/7	0/3				
チウラム	0/9	0/9	0/7	0/7	0/3				
ベノミル	0/9	0/9	0/7	0/7	0/3				
アシュラム	0/9	0/9	1/7	0/7	0/3				

*：試料溶液をガラス繊維ろ紙で処理し，ろ液に含まれる農薬を溶存，懸濁物質に含まれる農薬を懸濁とした。

0.056mg/lで，ろ液の部分に検出された。また，松喰い虫防除を目的にセビモール（主成分カルバリル）を空中散布した地域での調査で，ため池の水にカルバリルが検出された。検出濃度は0.008～0.024mg/lであった。

4 まとめ

ゴルフ場排水に含まれるカルバリル，オキシン銅，チウラム，ベノミル及びアシュラムの固相抽出/HPLC法による同時分析法を検討し，次の結果を得た。

(1) 分離カラムとして高純度ODSを充填したカラムを，移動相にりん酸緩衝液/メタノールを用い，波長プログラミング法を採用することにより，5種類の農薬は感度良く分離できた。

(2) 固相抽出カラムとしてポリスチレンゲルを充填したカートリッジカラムを用いて抽出条件を検討した結果，5種類の農薬の検出限界は0.0001～0.0011mg/l，回収率は65～108%であった。

(3) この方法をゴルフ場排水等環境試料に適用した結果，調整池水にアシュラムが，松喰い虫防除を行った地域のため池の水にカルバリルが検出された。

文　献

1) 加藤充哉，塚林　裕，矢田峯子，堀　秀朗，橋場久雄，清水靖男：石川衛公害研年報，**28**，378—385（1991）
2) Odanaka, Y., Tomiyama, N., Koma, Y., Matano, O., and Goto, S.：日本農薬学会誌，**16**（2），247—255（1991）
3) Dedeck, W., Wenzel, K.-D., Oberländer, H., Mothes, B., and Männing, J.：Fresenius J. Anal. Chem., **339**（4），201—206（1991）
4) 小川　広，桂　英二，兼俊明夫，金島弘恭：衛化，**37**（3），246—250（1991）
5) 坊之下雅夫，日比清勝，清水敏之，邵　平：環境化学，**1**（1），135—144（1991）
6) 徳田俊夫，米本茂樹，斉藤　勲，石黒　進，佐藤元昭：第8回液体クロマトグラフィー春期討論会要旨集，39—40（1991）
7) Marvin, C.H., Brindle, I.D., Singh, R. P., Hall, C.D., and Chiba, M.：J. of Chromatography, **518**（1），242—249（1990）
8) 古谷　博，下田秀美，山口信夫：水道協会雑誌，**60**（11），21—28（1991）
9) 安田　裕，渡辺憲人，早川友邦，山田雅英，山崎一広，船坂鎌三：水質汚濁研究，**13**（3），189—192（1990）
10) 江崎光洋，古賀公泰，松原英隆，広中博見：用水と排水，**33**（12），1002—1006（1991）

〔資　料〕

難分解性化学物質の摂取量調査（第1報）

—— 日常食による有機塩素系農薬等の摂取量 ——

石川県衛生公害研究所化学調査室　波木利志栄・橋田哲郎
塚林　裕・加藤充哉

1 はじめに

難分解性化学物質については，これまで主に環境中での動態が調査されてきたが，これらの化学物質は，食品へ移行し，経口的に人体に摂取される可能性が高い。そこでその実態を明らかにする目的で石川県での食餌由来の難分解性化学物質摂取量について調査したのでその結果を報告する。

有機塩素農薬HCB，HCH，DDT，ディルドリン等の日本における摂取の実態については，これまで松本ら[1)2)]をはじめ，いくつかの報告がある[3)-5)]が，その方法はマーケット・バスケット方式（摂取統計による平均的摂取食品を選び，調理後分析する方法）によるもの，又は陰膳方式（日本独自の方法で，常に2食分の調理を行い，摂取者が摂取した食餌を余分の1食より採取する方法）である。今回は，陰膳方式によって，金沢市，能美郡辰口町，羽咋郡志賀町での有機塩素系農薬等の1日摂取量を調査した。調査項目は，殺菌剤として用いられたHCB，殺虫剤として用いられたドリン剤（アルドリン，エンドリン，ディルドリン），DDT類（pp'—DDE，op'—DDE，pp'—DDD，op'—DDD，pp'—DDT，op'—DDT），クロルデン類（シス—クロルデン，トランス—クロルデン，シス—ノナクロル，トランス—ノナクロル，オキシクロルデン），HCH類（α，β，γ，δの4異性体），及びプラスチック用可塑剤として用いられるTBPの20項目である。

2 実験方法

2・1 試　料

金沢市，辰口町，志賀町の主婦9人の協力により，延べ21日分の食餌の提供を受けた。その内訳は，金沢市9日分（3人×3日），辰口町，志賀町はそれぞれ6日分（3人×2日）である。金沢市の9日分は，平成3年度に環境庁から委託された化学物質環境汚染実態調査（暴露量調査）事業のために採取した試料である。1991年9月30日，10月1日，2日の連続した3日間の食餌を40歳から42歳の主婦3名より提供を受けた。辰口町，志賀町の12日分は，他の担当部門より譲り受けたものである。採取日は，1991年12月4日，5日の2日間で，提供者は，6人共主婦であった。これらすべての食餌は冷蔵保存し，低温状態でミキサーを用いて磨砕均質化し，分析試料とした。

2・2 方　法

食餌試料の分析は，環境庁環境保健部保健調査室による生物モニタリング調査マニュアル（昭和62年度）の方法[6)]を参考にして行った。

磨砕均質化した試料20gにアセトン20ml，ヘキサン40mlを加えホモジナイザーを用い高速回転攪拌し，抽出した後，遠心分離して抽出液を分取した。残渣はさらにアセトン，ヘキサンをそれぞれ当量加え同様に抽出液を得た。この抽出液を合わせ，これを蒸留水60mlで2回洗浄し，脱水後，濃縮して6.5mlとした，これをヘキサン飽和アセトニトリル33mlで2回抽出し，得られた全アセトニトリル層に水3.5mlを加えて

A Survey on Intake of Refractory Chemicals. 1. Intake Level of Organo-chlorine Pesticides from Diet. *by Toshie NAMIKI, Tetsuro HASHIDA, Hiro TSUKABAYASHI, and Mitsuya KATO (Department of Chemicals, Ishikawa Research Laboratory for Public Health and Environment)*

表1　ガスクロマトグラム測定条件

対象物質	HCB，アルドリン，エンドリン，ディルドリン，pp'—DDE，op'—DDE，pp'—DDD，op'—DDD，pp'—DDT，op'—DDT，cis—C，trans—C，cis—NC，trans—NC，オキシクロルデン，α—HCH，β—HCH，γ—HCH，δ—HCH		TBP	
装置	島津 GC—14A ECD（^{63}Ni）	島津 GC—7AG ECD（^{63}Ni）	島津 GC—14A FPD（Pフィルター）	
カラム	DB—1（メチルシリコン） 30m×0.53mm，濃厚1.5μm （スプリット注入法）	2%シリコン OV—210 クロモソルブW（AW—DMCS） 80—100mesh，2m×3mm	DB—5（フェニルメチルシリコン） 30m×0.53mm，膜厚1.5μm （スプリットレス注入法）	CBP 1—W12—100 12m×0.53mm，膜厚1.0μm （スプリットレス注入法）
温度	カラム：200°C（2min） →280°C（4°C/min） 注入口，検出器：280°C	カラム：200°C 注入口，検出器：260°C	カラム：60°C（1min） →240°C（30°C/mim） 注入口，検出器：280°C	カラム：120°C（2min） →220°C（20°C/min） 注入口，検出器：280°C
ガス	キャリヤー：He 0.35kg/cm^2 メイクアップ：N_2 0.35kg/cm^2	キャリヤー：N_2 30ml/min	キャリヤー：He 0.75kg/cm^2 メイクアップ：He 1.5kg/cm^2 水素：1.0kg/cm^2 酸素：1.1kg/cm^2	キャリヤー：He 0.25kg/cm^2 メイクアップ：He 0.35kg/cm^2 水素：1.0kg/cm^2 酸素：1.1kg/cm^2

C；クロルデン，NC；ノナクロル

表 2　　難分解性化学物質の1日摂取量調査結果

（μg/day）

対象物質	金沢市									辰口町						志賀町					
	A			B			C			A		B		C		A		B		C	
	1日目	2日目	3日目	1日目	2日目	3日目	1日目	2日目	3日目	1日目	2日目	1日目	2日目	1日目	2日目	1日目	2日目	1日目	2日目	1日目	2日目
HCB	0.12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.22	4.62	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
アルドリン	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
エンドリン	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
ディルドリン	0.50	0.27	0.30	0.28	0.32	0.16	0.37	n.d.	0.19	0.50	0.33	0.49	0.67	0.34	0.44	0.44	0.31	0.33	0.36	0.71	0.17
pp'—DDE	1.49	n.d.	0.90	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.54	n.d.	0.83	0.50	n.d.	0.67	1.88	0.88	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
op'—DDE	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.51	0.53	n.d.	n.d.
pp'—DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.33	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
op'—DDD	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
pp'—DDT	0.37	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.17	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
op'—DDT	0.37	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
cis—C	0.37	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.59	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
trans—C	n.d.	0.27	0.30	n.d.	n.d.	n.d.	0.37	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.51	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
cis—NC	0.12	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
trans—NC	0.50	0.27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.34	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
オキシクロルデン	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
α—HCH	0.25	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.37	n.d.	0.19	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	9.42	9.44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
β—HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
γ—HCH	0.50	0.50	0.60	0.42	0.65	0.98	n.d.	n.d.	0.58	0.83	0.50	0.49	0.67	9.59	6.15	0.44	0.62	0.51	0.53	0.71	0.34
δ—HCH	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0.51	0.44	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
TBP	n.d.	2.2	21.9	n.d.	n.d.	n.d.	17.8	51.2	51.3	n.d.	n.d.	n.d.	3.6	n.d.	n.d.	5.3	18.1	9.3	4.6	n.d.	18.0

＊C；クロルデン，NC；ノナクロル

＊n.d.；検出限界未満

静置し，ヘキサンを浮上させた。アセトニトリル層を別の分液ロートに分取し，2％食塩水33mlを加え，ヘキサン33mlで2回抽出した。ヘキサン層を合わせ，水13mlで2回洗浄した後，脱水，濃縮して5mlとし，カラムクロマトグラフィー用試料とした。

カラムクロマトグラフィーでは，フロリジル（PR，60～100メッシュ，130°Cで16時間以上加熱活性化し，デシケータ中に1時間放冷したもの）を使用した。フロリジル活性度検定用混合標準液（ヘキサン5ml中にop'—DDT0.5μg，トランス—ノナクロル0.2μg，シス—クロルデン0.2μg，δ—HCH0.1μg，アルドリン1.0μg，ディルドリン1.0μg，TBP2.0μgを含む）を用いて，あらかじめ溶出パターンを確認した後，その溶出条件で展開しそれぞれの溶出液を得た。ヘキサン90mlを用いて，HCB，アルドリン，pp.—DDE，op'—DDE，op'—DDT，α—HCH，トランス—ノナクロルを溶出させ，次に4％エーテル・ヘキサン50mlで，α，β，γ—HCH，オキシクロルデン，トランス—クロルデン，シス—クロルデン，op'—DDD，pp'—DDD，シス—ノナクロル，pp'—DDTを溶出させ，さらに15％エーテル・ヘキサン100mlで，δ—HCH，エンドリン，ディルドリンを溶出させ，最後に30％アセトン・ヘキサン40mlでTBPを溶出させた。それぞれの溶出液は，1mlに濃縮し，ガスクロマトグラフ（GC）法で定量した。GC法による測定条件を表1に示した。

20種の分析項目のGC法における検出限界は，TBPについては0.001μg/g，TBP以外の19種については0.0001μg/gである。

3　結　　果

表2に難分解性化学物質の1日摂取量の結果を示す。検出されたは，HCB（検出率3/21，最大値4.62μg/day），ディルドリン（検出率20/21，最大値0.71μg/day）で他のドリン剤は検出されなかった。DDT類は，異性体によって検出率に差がみられるが，6種

表3　個人別の平均値

（μg/day）

対象物質	金沢市			辰口町			志賀町		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
HCB	0.09	0.08	0.09	0.08	0.15	2.37	0.08	0.09	0.10
アルドリン	0.07	0.08	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10
エンドリン	0.07	0.08	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10
ディルドリン	0.36	0.26	0.22	0.41	0.58	0.39	0.38	0.35	0.44
pp'—DDE	0.82	0.08	0.24	0.66	0.37	1.38	0.08	0.09	0.10
op'—DDE	0.07	0.08	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.52	0.10
pp'—DDD	0.07	0.08	0.09	0.21	0.10	0.31	0.08	0.09	0.10
op'—DDD	0.07	0.08	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10
pp'—DDT	0.17	0.08	0.09	0.08	0.10	0.14	0.08	0.09	0.10
op'—DDT	0.17	0.08	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10
cis—C	0.17	0.08	0.09	0.08	0.10	0.23	0.08	0.09	0.10
trans—C	0.21	0.08	0.19	0.08	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10
cis—NC	0.09	0.08	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10
trans—NC	0.28	0.08	0.09	0.08	0.10	0.23	0.08	0.09	0.10
オキシクロルデン	0.07	0.08	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10
α—HCH	0.13	0.08	0.22	0.08	0.10	9.43	0.08	0.09	0.10
β—HCH	0.14	0.08	0.09	0.08	0.10	0.10	0.08	0.09	0.10
γ—HCH	0.55	0.68	0.25	0.66	0.58	7.87	0.53	0.52	0.52
δ—HCH	0.07	0.08	0.09	0.08	0.10	0.48	0.08	0.09	0.10
TBP	8.2	0.8	40.1	0.8	2.2	1.0	11.7	0.7	9.1

＊C；クロルデン，NC；ノナクロル

とも検出されており，pp'—DDE（検出率 8 /21，最大値1.88 μg/day），op'—DDE（検出率 2 /21，最大値0.53 μg/day），pp'—DDD（検出率 1 /21，最大値0.33 μg/day），op'—DDD（検出率 1 /21，最大値0.51 μg/day），pp'—DDT（検出率 2 /21，最大値0.37 μg/day），op'—DDT（検出率 1 /21，最大値0.37 μg/day）であった。クロルデン類についてはオキシクロルデン以外は検出されており，シス—クロルデン（検出率 2 /21，最大値0.59 μg/day），トランス—クロルデン（検出率 4 /21，最大値0.51 μg/day），シス—ノナクロル（検出率 1 /21，最大値0.12 μg/day），トランス—ノナクロル（検出率 3 /21，最大値0.50 μg /day）であった。HCH 類は β 体のみ検出されず，α—HCH（検出率 5 /21，最大値9.44 μg/day）γ—HCH（検出率 3 /21，最大値0.50 μg/day）であった。HCH 類は β 体のみな検出されず，α—HCH（検出率 5 /21，最大値9.59 μg/day）δ—HCH（検出率 2 /21，最大値0.51 μg/day）であった。TBP（検出率 11/21，最大値51.3 μg/day）の検出率は，γ—HCH に次いで高かった。

また，表 3 に個人別摂取量の平均値を，表 4 には地域別摂取量の平均値及び標準偏差を示す。辰口町で，HCB，pp'—DDE，α—HCH，γ—HCH のばらつきが大きく，金沢市では TBP のばらつきが大きかった。なお，各物質の摂取量（μg/day）は，試料中濃度（μg/g）に食餌量（g）を乗じて求められるため、データを処理する際には，試料中濃度が検出限界未満の場合，検出限界の 1 / 2 として摂取量を算出した。

表 4　　地域別の平均値と標準偏差

（μg/day）

対象物質	金沢市		辰口町		志賀町		全体	
	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD	平均値	SD
HCB	0.09	0.02	0.87	1.84	0.09	0.02	0.31	0.99
アルドリン	0.08	0.01	0.09	0.01	0.09	0.02	0.09	0.01
エンドリン	0.08	0.01	0.09	0.01	0.09	0.02	0.09	0.01
ディルドリン	0.28	0.12	0.46	0.12	0.39	0.18	0.36	0.16
T—ドリン	0.43	0.11	0.64	0.12	0.57	0.17	0.53	0.17
pp'—DDE	0.38	0.51	0.81	0.60	0.09	0.02	0.42	0.52
op'—DDE	0.08	0.01	0.09	0.01	0.23	0.22	0.13	0.13
pp'—DDD	0.08	0.01	0.20	0.18	0.09	0.02	0.12	0.11
op'—DDD	0.08	0.01	0.09	0.01	0.09	0.02	0.09	0.01
pp'—DDT	0.11	0.10	0.11	0.03	0.09	0.02	0.10	0.07
op'—DDT	0.11	0.10	0.09	0.01	0.09	0.02	0.10	0.06
T—DDT	0.85	0.66	1.36	0.83	0.69	0.25	0.94	0.65
cis—C	0.11	0.10	0.16	0.17	0.17	0.21	0.14	0.15
trans—C	0.16	0.12	0.09	0.01	0.09	0.02	0.12	0.08
cis—NC	0.09	0.01	0.09	0.01	0.09	0.02	0.09	0.02
trans—NC	0.15	0.14	0.14	0.10	0.09	0.02	0.13	0.11
オキシクロルデン	0.08	0.01	0.09	0.01	0.09	0.02	0.09	0.02
T—クロルデン	0.59	0.24	0.54	0.33	0.54	0.19	0.56	0.23
α—HCH	0.14	0.11	3.20	4.82	0.09	0.02	1.00	2.80
β—HCH	0.10	0.07	0.09	0.01	0.09	0.02	0.10	0.05
γ—HCH	0.49	0.28	3.04	3.90	0.53	0.13	1.23	2.28
δ—HCH	0.08	0.01	0.22	0.20	0.09	0.02	0.12	0.12
T—HCH	0.86	0.31	6.53	8.86	0.80	0.12	2.43	5.17
TBP	16.4	21.4	1.3	1.1	8.0	7.4	10.0	15.4

＊T；総量，C；クロルデン，NC；ノナクロル，SD；標準偏差

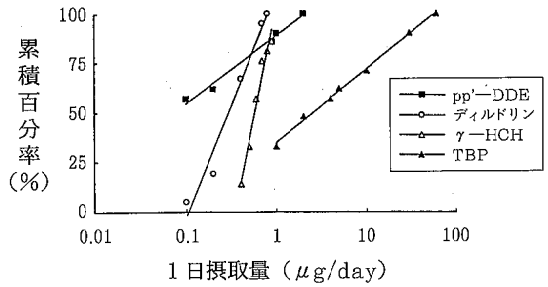


図1　難分解性化学物質の1日摂取量とその確率の関係

4　考　　察

今回調査した有機塩素系農薬は，難分解性で代謝分解を受けにくく，かつ脂溶性が高い性質を持っている。これらは，日本での使用が中止されているが，今日なお陸域，海域に微量ながら存在し，野菜や，海域での食物連鎖の結果魚介類から人体へ経口摂取されている。今回の食餌試料からは延べ420項目中85項目が検出された。

4・1　1日摂取量の地域差について

検出率の高かったディルドリン，pp'—DDE，γ—HCH，TBPの4物質について，さらにデータの解析を試みた。試料数が21と少ないが，1日摂取量のヒストグラムを作成し，対数正規確率紙にプロットすると直線性を示した（図1）。よって，これらは対数正規分布を示すことが推定され，これを前提として，3地域の平均値の差の検定（F検定）を行った[7]。その結果pp'—DDEのみに地域差がみられ（$P<0.05$），他の3物質には，地域差がみられなかった。

pp'—DDEについてはさらにt検定を行った結果金沢市と志賀町には差が認められなかったが，辰口町は金沢市，志賀町両地域に対し有意差が認められ辰口町は両地域に比べ，pp'—DDEは高い結果となった（$P<0.05$）。近畿と北海道では有意差がない，という報告[8]もあり，今回の差の原因は，魚介類の摂取量と種類や分析数の不足から生じたものかと思われる。

4・2　HCBの摂取量について

HCBは昭和47年以後生産されておらず，環境中からの検出濃度も減少傾向にある。検出率は14%と低かったが，辰口町の1日分のみ高い値（4.62μg/day）となった。文献値[4]（平均値0.138μg/day，最大値0.7μg/day）と比較しても高い値であるが，1試料のみの検出であり，その原因は推定できなかった。

4・3　ドリン剤の摂取量について

アルドリン，ディルドリン，エンドリンとも農薬用殺虫剤で，昭和46年以降農薬としての使用が中止されている。ドリン剤のうち，ディルドリンのみが検出され，その検出率は95%であった。但し，その平均値は0.36μg/day，最大値は0.71μg/dayであり，文献値[9]（平均値0.33μg/day，最大値2.03μg/day）と比較して常在値と判断できる値である。

ディルドリンは検出率が高く，金沢市の食餌内容と摂取量の関係をみても，後に述べるDDT類のような傾向（魚介類との相関）がみられないことから，日常的に摂取される他の食品にもある程度存在すると推定される。文献[1)2)10)]においても，ディルドリンは他の塩素系農薬の検出パターンとはやや異なった食品群から摂取されると指摘されている。即ち，他の物質の主な原因食品としては魚介類，肉類があげられているのに対し，ディルドリンは土壌残留性が高くしかも農作物への吸収率も高い[11]ことから，他に野菜類，乳類も原因食品として上げられているので，今回の全試料からディルドリンが検出された原因として野菜の寄与も考慮できるのではないだろうか。

4・4　DDT類の摂取量について

DDTはドリン剤同様，我が国では昭和46年以降使用中止となった殺虫剤である。DDT原体は，pp'体70—80%とop'体20—30%からなり，それぞれ分解し，DDEさらにDDDとなる[3]。摂取量及び検出率ともpp'—DDEが最も高く，平均値0.42μg/day，最大値1.88μg/day，検出率38%であった。但し，この値は文献値（最大値2.35μg/day，検出率100%）の範囲にある。また，pp'—DDEは金沢A—1（金沢市の主婦Aの1日目の食餌試料）で高い値を示していた。ドリン剤以外の有機塩素系農薬は魚介類摂取量との相関[2]が指摘されているが，この食餌の献立を調べると，魚介類摂取量が155gと多かった。

4・5　クロルデン類の摂取量について

クロルデンは，主に白蟻防除剤として使用された薬剤で，白蟻防除家屋では経口摂取量も非防除家屋と比べて有意に高くなることが指摘されている[8]。しかし，今回の食餌試料からは家庭差はみられなかった。摂取量も文献値[4]（平均値0.81μg/day，最大値10.4μg/day）よりも低い傾向にあった。

4・6　HCH類の摂取量について

HCHは，我が国では昭和46年に使用中止となった殺虫剤で，殺虫作用はγ体のみにある。欧米ではγ体の含量の高い製剤が造られたが，日本ではγ体が十数

%の原体が製造・使用された[11]。当時は、動物体中で代謝速度体脂肪中に蓄積されやすいβ体が，α体やγ体よりも多く検出された。今回の調査でγ体の検出率が高かったことは，昭和40年代に国内で農薬として広く使用されたα，β，γ，δ体混合（α：68～70%，β：9%，γ：13～15%，δ：8%）の工業用原体の影響も及んでいるのではないかと思われる。

それぞれの摂取量の平均値は，α—HCH；1.00μg/day，γ—HCH；1.23μg/day，δ—HCH；0.12/dayであった。これを文献値[1]（α—HCH；平均値0,30μg/day±標準偏差0.04μg/day，β—HCH；0.07±0.12，γ—HCH；0.05±0.05，δ—HCH；検出限界以下）と比較すると，β—HCHは検出されていないものの，その他は大きい傾向にあった。

4・7　TBPの摂取量について

TBPは添加型難燃剤と称され，耐寒性を有することからポリ塩化ビニル（PVC）製の食器や食品保存容器の可塑剤として多用されている[12]。今回の調査では他の有機塩素農薬よりも1けた高い値を示し，さらにその幅も大きいことがわかった。家庭ごとに高低がみられることや，その使用分野から，食品の他，家庭ごとに調理法にも由来するのではないかと思われる。TBPに関しては，ADI（体重kg当たりの1日摂取許容量）は設定されておらず，食餌試料中のTBP量を求めた報告もない。今回の検出については2種類のカラムによるGC—MS法でもTBPであることを確認しており，今後さらに検討を要する。

5　ま　と　め

石川県におけるHCB等難分解性化学物質の日常食からの摂取量について調査した。今回得られた摂取量の平均値とADIを比較してみると，ディルドリンは1/10以下，総DDTは1/250以下，総クロルデンは1/80以下，γ—HCHは1/400以下であった。また，ドリン剤，DDT類は，石川県においても日常食から全国的レベルの値が検出された。このレベルは，全国的に長期にわたって検出されているものであり，今後もこのレベルで推移するのではないかと予想される。

陰膳方式による試料は貴重なものであるが，均一化してしまうと化学物質の由来について確認できないのが問題であると思う。しかし，今回調査した化学物質の食物からの摂取は，ほとんど魚介類に由来すると推測されることから，これら化学物質による汚染は国内内陸部にとどまらず海洋にもいまだ存在していると思われる。今回分析した有機塩素農薬の多くは，日本では約30年前に使用が中止されているが，開発途上国では，現在もなお使用されている。難分解性化学物質の経口的な摂取を抑止するためには，地球全体での使用について考えねばならない。

TBPについては，今後さらに調査を続けデータを蓄積し，評価しなければならない。

文　　献

1) 松本比佐志，村上保行，桑原克義，尾花裕孝，稲田千明，西宗高弘，田中涼一：大阪府立公衛年報　食品衛生編，19，31—37（1988）
2) 田口修三，薬師寺積，小西良昌，西宗高弘，田中涼一：食衛誌，30，526—533（1989）
3) 藤田昌彦，中沢裕之，森川　馨，松下秀鶴，郭錦堂，真柄泰基，金森雅夫，本田　靖，斉藤行生，関田　寛，関　敏彦，三島靖子，河村太郎，木川　寛，田中涼一，薬師寺積：昭和60年度環境庁環境保全研究成果集(1)，24—1～24—25（1986）
4) 藤田昌彦，森川　馨，中沢裕之，松下秀鶴，田辺　潔，真柄泰基，福島靖正，斉藤行生，鈴木　隆，関　敏彦，三島靖子，河村太郎，木川　寛，佐藤洋子，唐沢　栄，西宗高弘，池辺克彦，薬師寺積：昭和61年度環境庁環境保全研究成果集(1)，19—1～19—24（1987）
5) 藤田昌彦，森川　馨，松下秀鶴，田辺　潔，真柄泰基，斉藤行生，鈴木　隆，関　敏彦，三島靖子，川村太郎，木川　寛，佐藤洋子，唐沢　栄，西宗高弘，池辺克彦，薬師寺積：昭和62年度環境庁環境保全研究成果(1)，12—1～12—26（1988）
6) 環境庁保健調査室編：生物モニタリングマニュアル，昭和62年5月版，20—52
7) 林　周二：統計学講義，第2版，p234—239，丸善，東京（1985）
8) 小西良昌，薬師寺積，田口修三，西宗高弘，田中涼一：食衛誌，31，238—243（1990）
9) 吉田精作，小中晴雄，西宗高弘：同上誌，32，267—271（1991）
10) 樫本　隆：環境技術，13，389—394（1984）
11) 植村振作，河村　宏，辻万千子，富田重行，前田静夫：農薬毒性の事典，p136—140，三省堂，東京（1988）
12) 伊藤公正編：プラスチックデータハンドブック，工業調査会，東京（1980）

〔短　報〕

河川水中の糞便性大腸菌群に関する研究（第1報）

—— 河川水の汚染指標としての大腸菌群，糞便性大腸菌群の評価について ——

石川県衛生公害研究所微生物部　芹川 俊彦・亀井 とし・木村 晋亮

飲料水，河川水などの水や食品等の衛生指標として，従来から大腸菌群検査が実施されている。大腸菌群は，通常人畜の腸管内に生息しているものであることから，水や食品中の存在は，多くの場合，それらの糞便汚染を意味する。従って，大腸菌群の存在は水や食品の消化器系病原菌汚染の指標とされている。しかし，大腸菌群には，ヒトや動物の腸管内で増殖し，糞便と共に体外に排泄される糞便性大腸菌群と，自然界の土壌，水，植物などに常在している非糞便性大腸菌群（自然界由来大腸菌群）が存在するため，その混在の態様を確認せずには大腸菌群は厳密には正しい衛生指標とはいい難い。なお，通常の大腸菌群検査では，この両者が一緒に測定されることから，糞便汚染の指標としてより確実な糞便性大腸菌群のみを検出，測定する方法が開発され，現在水浴に供される公共用水域の水質検査や生かき等の食品の一部の検査に用いられている。

石川県内のゴルフ場建設予定地の数カ所について，開発業者が環境評価にかかる調査を実施した際，ヒトの屎尿汚染を受けていないと思われる山間の山水から多数（10^3/100ml以上）の大腸菌群が検出された。我々は，この原因として自然界由来大腸菌群を測定したのではないかと考え，大腸菌群数とともに糞便性大腸菌群数についても検討し，その原因究明を行った。大腸菌群数の測定は，BGLB培地に直接接種する最確数法[1]（MPN法）で行い，また糞便性大腸菌群数の測定はEC培地によるMPN法[2]及びm—FC培地を用いる疎水性格子付きメンブランフィルター法[3]（HGMF法）で実施した。なお，BGLB培地の場合は35±1°，48±3時間培養後，またEC培地は恒温水槽を用いて44.5±0.2°で，24±2時間培養後，ガス発生を認めたものを大腸菌群又は糞便性大腸菌群陽性とした。一方，HGMF法は試料を濾過したHGMFをm-FC培地上に密着した後，恒温水槽で44.5±0.2°，24±1時間培養し，フィルター上に発育した青色コロニーを糞便性大腸菌群として計測した。

平成3年6月及び7月に，多数の大腸菌群数が検出されたゴルフ場建設予定地（穴水町地内及び小松市地内）から採水し，大腸菌群数及び糞便性大腸菌群数の測定を行った。その結果，糞便汚染のないと思われる山水から，大腸菌群数が10^3～10^4/100mlと多数検出されたが，糞便性大腸菌群数はわずか10～10^2/100mlであった（表1）。すなわち，検出された大腸菌群のほとんどは自然界由来のもので，人畜の糞便性大腸菌群数はその1%前後に過ぎないことが分かった。

この事実を確かめるために，金沢市内の浅野川，犀川及び内川の上流の山水について更に調査を実施した（図1）。その結果，いずれの山水からも10^2～10^3/100mlの大腸菌群が検出されたが，そのうちの糞便性大

表1　ゴルフ場建設予定地内の山水の大腸菌群数及び糞便性大腸菌群数

採水地点	採水月日	大腸菌群数 (MPN：BGLB培地)	糞便性大腸菌群数 (MPN：EC培地)	糞便性大腸菌群数 (HGMF：m-FC培地)
穴水地内A＊	6.11	4.9×10^3/100ml	7.9×10/100ml	8.0×10/10ml
〃　B	〃	2.4×10^4	3.3×10^2	7.6×10^2
小松地内C＊	7. 1	1.7×10^3	5.6×10	4.2×10^2
D	〃	1.1×10^3	1.7×10	2.4×10^2

＊　人家のない山間の小川から採水した。

表 2　　河川水の大腸菌群数及び糞便性大腸菌群数

採水地点	採水月日	大腸菌群数 (MPN：BGLB培地)	糞便性大腸菌群数 (MPN：EC培地)	糞便性大腸菌群数 (HGMF：m-FC培地)
浅野川 1*	9. 3	2.2×10^3/100ml	2.3×10/100ml	1.0×10/100ml
2*	〃	3.5×10^3	4.9×10	3.2×10
3	〃	5.4×10^3	7.0×10	6.6×10
4	〃	1.6×10^4	1.3×10^2	8.8×10
5	〃	9.2×10^3	1.7×10^2	1.8×10^2
6	〃	1.6×10^4	7.9×10^2	9.1×10^2
7	〃	2.4×10^4	4.9×10^2	5.8×10^2
8	〃	3.5×10^4	3.5×10^3	7.4×10^3
9	〃	1.6×10^4	7.9×10^2	1.2×10^3
10	〃	2.4×10^4	7.9×10^2	7.6×10^2
犀川 11*	9.11	1.1×10^3	6.1	6
12*	〃	1.3×10^3	2.0	1.8×10
13	〃	5.4×10^3	4.0	3.2×10
14	〃	9.2×10^3	1.3×10^2	1.4×10^2
15	〃	9.2×10^3	1.3×10^2	2.2×10^2
16	〃	1.1×10^4	3.3×10^2	3.5×10^2
17	〃	1.7×10^4	4.6×10^2	1.9×10^3
18	〃	3.5×10^4	1.7×10^3	2.8×10^3
内川 19*	9.25	4.9×10^2	3.1×10	1.4×10
20*	〃	3.3×10^2	4.5	1.0×10
21*	〃	4.9×10^2	7.8	4
22*	〃	2.2×10^3	7.9×10	5.8×10
23	〃	3.3×10^3	3.3×10	3.6×10

＊　人家のない山間の小川から採水した。

腸菌群は数個～数十個/100ml に過ぎなかった（表2）。以上の結果から，ヒトの糞便汚染を受けていないと思われる山水の大腸菌群のほとんどは，自然界由来のものであることが明らかとなり，汚染レベルの低い例では実際の糞便汚染の指標として大腸菌群数を使用することは必ずしも適当でないと思われた。

また，浅野川及び犀川の上流～下流の河川水について大腸菌群数並びに糞便性大腸菌群数を測定し，菌数の流域による差異について検討を行った（図1）。その結果2河川共に，人家の存在しない上流域の山水からは，上述のとおり大腸菌群数が10^3/100ml 検出されたが，糞便性大腸菌群数は数個～数十個/100ml であるのに対し，人家の密集地を流れる中流域～下流域の河川水では，大腸菌群数が上流域の約10倍の10^4/100ml 検出され，糞便性大腸菌群数も10^3/100ml と上流域の100倍以上も検出された（表2）。このことから，大腸菌群数も糞便性大腸菌群数も共に人家の密集程度とよく相関するが，糞便性大腸菌群数がより強く相関しており，糞便性大腸菌群数が糞便汚染の指標としてより適当であると思われた。河川水の大腸菌群数測定は「水質汚濁に係る環境基準[1]」によって，BGLB培地を用いてMPN法で実施することが定められているが，河川水等の行政的な検査においても，糞便性大腸菌群数の測定を実施することが望ましい。

なお，今回糞便性大腸菌群数の測定は，EC培地を用いるMPN法とm—FC　培地によるHGMF法の2法で実施したが，ほぼ同一の値が得られたことから，方法の簡便さから考えてHGMF　法の1法で代表できるかも知れない。

今後，県内各地の山水や湧水などの調査を実施し，これらの糞便汚染を受けていないと思われる水から検出される多数の大腸菌群の構成が，県内全域の山水や湧水に共通してみられるバックグラウンドかどうかについて検討する予定である。また，浅野川の上流～下

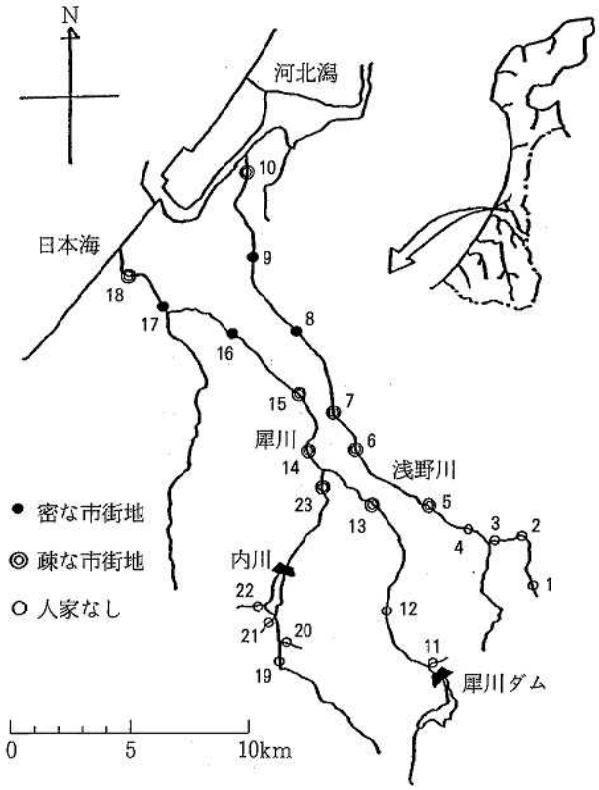


図1　採取場所

流の数カ所を定点とし，年に数回調査を行い，大腸菌群数及び糞便性大腸菌群数の季節的変動，天候による変動，人家の密集程度との相関等について更に検討するとともに，大腸菌群及び糞便性大腸菌群を分離同定し，菌種の差異についての比較から，汚染指標としての糞便性大腸菌群の評価を行いたい。

文　献

1) 日本薬学会：衛生試験法・注解 1990, p 175, 金原出版, 東京（1990）
2) 日本薬学会：同上書, p 178
3) 環境庁水質保全局水質管理課長：水浴に供される公共用水域の水質等の実態調査に係る調査方法の改定について（昭和58年9月8日付環水管第132号）
4) 環境庁環境法令研究会：環境六法（平成3年版), p 448～455, 中央法規出版, 東京（1991）

〔短　報〕

血清学的にみたインフルエンザの流行状況

石川県衛生公害研究所微生物部　尾西　一・小坂　恵・木村晋亮・西　正美

毎年のように，冬季を中心として小中学校などを舞台に集団かぜの流行が繰り返されている。この種の疾患の1次的病因として，多くの種類のウイルスの関与が知られている[1]。中でも学校，地域社会，時には世界的規模の流行をもきたすインフルエンザウイルスの存在は，大きな問題である。このため集団かぜの発生時外でも，国立予防衛生研究所や各地方衛生研究所では，流行予測調査事業などを通じて，患者からのウイルス分離，血清HI抗体調査などを実施し，本ウイルスの動向を監視している。

今回我々は，平成2年，3年，4年の各年の1～3月に本県内で採取された集団かぜを中心とした患者血清について，HI抗体価を測定し抗体価の面からインフルエンザの流行状況やワクチン接種との関連性について検討した。

調査対象は，集団かぜについては，表1に示したとおり小学校23施設100人，中学校6施設32人，高校1施設4人，養護学校1施設5人の計31施設，141人である（1施設当たり1～6人）。また散発的発生で，医療施設に受診したインフルエンザ様症状をもつかぜ患者27人についても対象とした。これらの患者の血清HI抗体価の測定は，急性期及びその約2週間後の回復期の血清を対として常法[2]に従い測定した。使用抗原は各年の前年秋に接種されたワクチン株の市販HA抗原（卵継代，デンカ生研）を用いた。つまり平成2年の検体には，A/山形/120/86，A/四川/2/87，B/山形/16/88，B/愛知/5/88，同3年には，A/山形/32/89，A/貴州/54/89，B/香港/22/89，B/愛知/5/88，同4年には，A/山形/32/89，A/北京/352/89，B/バンコク/163/90の各株を使用した。測定結果の判定は，回復期の抗体価が急性期の価の4倍以上に上昇した場合を有意上昇とし，感染者とみなした。

集団かぜを対象とした検査で，各施設のうち1人でも前記抗原に対応する感染者（以下感染者）が認められた施設の数は31施設中28施設（90.3%）あった。感染者を確認できなかった3施設では前年秋にワクチンを1回以上接種した者（以下ワクチン接種者）が対象者中に4人中3人，5人中5人，4人中2人と他の施設に比べ高率に含まれていた。また集団かぜ患者について感染状況を人数別にみると，141人中85人（60.3%）は感染者であったが，56人（39.7%）は抗体価上昇を認めず非感染者であった。前記感染者のうちワクチン接種者の占める割合は12.9%で，非感染者のそれが48.2%であるのに比べ明かに低率であった。

表1　集団かぜの調査施設におけるインフルエンザ感染者確認状況

調査施設数(人数)		インフルエンザ感染者確認施設数（人数）
小学校	23(100)	21(66)
中学校	6 (32)	5(15)
高等学校	1 (4)	1 (1)
養護学校	1 (5)	1 (3)
計	31(141)	28(85)

一方，散発発生患者については，27人中11人（40.7%）が感染者，16人（59.3%）が非感染者と判断され，集団かぜに比べ患者の属性とともに病因の多様性がうかがわれた。

また近年小中学校でのインフルエンザワクチンの接種率は低下傾向にあるが，今回対象にした集団かぜ患者のうち，ワクチン接種者は141人中38人（27.0%）であった。

ワクチン接種と抗体価及び感染率との関係について検討した。その方法として表2に示したとおりの全対象患者168人について，各年の使用ワクチン株抗原に対する対血清HI抗体価を測定し，その結果から各抗原に対する患者の急性期の平均抗体価，感染者と非感染者それぞれの急性期平均抗体価，そして感染率（感染者数/全患者数）を算出し，ワクチン接種の有無別

表2　対象者のインフルエンザワクチン接種状況

調査年	調査対象者数	接種者数(接種率%)
平成2年	58	20(34.5)
3年	70	11(15.7)
4年	40	7(17.5)
計	168	38(22.6)

の2群に分けて考察した。そのうち，ここでは1人でも感染者を確認することができた使用抗原（流行株類似と推定される）についての結果を図1に示した。

まず患者の急性期平均抗体価は，抗原による差はあるが，どの抗原においてもワクチン接種群の方が高く，平成3年のA/山形/32の6.6（2の指数で示す）～A/貴州/54）の8.1に分布し，非接種群の4.2（A/四川/2）～5.2（A/貴州/54）に比べて著しく高値で，従来より通説[3]として感染防御に有効とされている価の7付近に達していることが明らかとなった。株別にみると接種群，非接種群の差が最大なのは，B/山形/16（平成2年）での3.7，最小はA/山形/32（平成3年）での1.9であった。

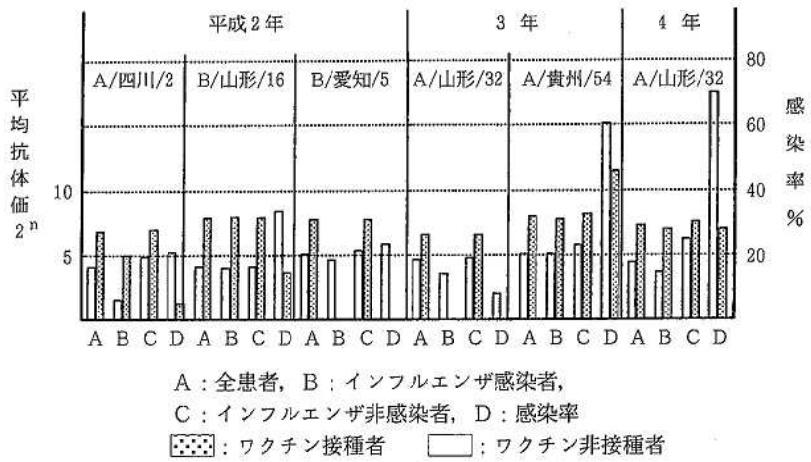
次に感染者と非感染者の急性期平均抗体価をみると，接種群の方が，感染者で3.4～3.9，非感染者でも1.3～3.7程度非接種群の価を上回っていた。

以上のことから，ワクチン接種によりある程度の高い抗体レベルが付与されることが確認できた。しかしそれが感染防御抗体としての役割を果たしているか否かについては，ワクチン接種者でB/愛知/5やA/山形/32（平成3年）を抗原として抗体価を測定すると感染者がみられず，一見感染防御効果があるようにも思えるが，その他の抗原で測定すると，ワクチン接種群でも非感染者のみならず感染者も高い急性期抗体価を保有していたこと，また非接種群でも接種群の感染者より更に低い急性期抗体価で感染を免がれている者もあることから，疑問が残る。

感染率との関係をみると，使用抗原にもよるが接種群の感染率は，0～45.5%で3年平均で12.4%であった。これに対し非接種群は，8.5～69.7%で3年平均35.5%と明らかに接種群を上回る高率であった。しかし，ワクチン接種により既に抗体価の上昇がプラトーに達していた個体では，その後に感染があってもその価以上に抗体価が上昇し得ないケースも考えられることから，このような例では，感染者として扱われないので，結果的に接種群の感染者数，率が低く現れる可能性もある。かぜ患者の血清学的検査結果の解釈には，更に検討すべき要因への配慮も必要と考える。

また今回の対象のように，明らかにかぜ症状を呈している患者であっても，必ずしも血清学的にインフルエンザHI抗体の上昇を認めない個体が存在することも事実で，その理由としては，上述した例のほかに，ワクチンや自然感染に対する個体の感受性の差異[4]やインフルエンザウイルス以外の感染による場合も考えられる[1]。従って，集団かぜの患者に対しても，これらが混在する可能性に配慮する必要があろう。ちなみに我々は，過去に集団かぜ患者でマイコプラズマ・ニューモニエの抗体上昇例を経験している。また今回の対象者のうち，平成4年の集団かぜ患者でインフルエンザHI抗体の上昇がみられなかった15人について，パラインフルエンザ（1～4型），RS，アデノ，コクサッキー（A—4，9型，B—2～5型）の各ウイルスとマイコプラズマ・ニューモニエに対するHI又はCF抗体を測定したところ，RSで有意上昇を示した1例を確認できた。

今後も以上のような観点にたって，集団かぜ患者などの調査に当たるとともに，ワクチン接種との関係についても，臨床症状などを含め多面的に



A：全患者，B：インフルエンザ感染者，
C：インフルエンザ非感染者，D：感染率
：ワクチン接種者　：ワクチン非接種者

図1　各ワクチン株抗原に対するかぜ患者の急性期平均抗体価と感染率

例数を集積して検討を試みる必要があろう。

文　献

1) フェンナー，F. J.，ホワイト，D.O. ：医学ウイルス学，第2版（北村敬　訳），p 426—431，近代出版，東京（1978）
2) 厚生省保健医療局結核難病感染症課感染症対策室：伝染病流行予測調査検査術式，41—56（1986）
3) 水谷裕迪：からだの科学，**127**，79—82（1986）
4) 山根誠久：医学のあゆみ，**142**，511—513（1987）

〔短　報〕

MMRワクチン接種後に発生した無菌性髄膜炎からのウイルス分離

石川県衛生公害研究所微生物部　木村晋亮・尾西　一

おたふくかぜ（流行性耳下腺炎，ムンプス）は届出を要する伝染病ではないためその発生状況がはっきりしていなかったが，昭和56年以降，感染症サーベイランス事業の実施に伴いその概況を把握できるようになった。流行の周期は3～4年であるが，毎年，好発季節は春先から夏にかけてといわれるものの1年を通じて流行期になり得る点，風疹などと異なっている。この要因としてはムンプスウイルスの不顕性感染率が30～40%と高いこと，潜伏期が長いこと，患者のウイルス排泄期間が長いこと等が考えられる。ところでおたふくかぜは子供の病気としては決して新しい病気ではなく，もともと麻疹（はしか）に比べればはるかに軽く致命率も低い軽い病気と考えられているが，自然感染を受けた場合，2.4%に無菌性髄膜炎を，200～400人に1人の割合で脳炎を合併したり，聴力障害等の後遺症を伴うこともあり，時には死亡例もこれまで数例報告されている[1)2)]。

おたふくかぜを未然に防ぐため，日本では昭和56年2月からワクチンが任意接種として1歳以上を対象に実用化され，更に平成元年度からは麻疹の定期接種時に合わせて，希望すれば麻疹，風疹との混合のいわゆるMMRワクチンの接種が受けられるようになった。ところで，当初単味もしくは3種混合ワクチンでの接種後無菌性髄膜炎発症の確率は数千人に1人と言われていたが，特にMMRワクチン投与後では従来考えられていたよりはるかに高い確率で発生していることがマスコミでも取り上げられ社会問題化した。しかし厚生省での調査では，その症状はいずれも軽度であり，後遺症も残る恐れはないとし，一方で自然感染の場合には数十倍から数百倍もの高い確率で無菌性髄膜炎が起きること，更に脳炎の合併や後遺症を伴うとしながらも，公衆衛生審議会伝染病予防部会の意見を入れて，従来のように積極的に勧める体制から，国民がMMRワクチンの効果及び副反応等を理解した上で選択できるような体制となった[3)]。これに先だち，厚生省は公衆衛生審議会伝染病予防部会及び予防接種委員会の意見に基づき，MMRワクチン接種後の無菌性髄膜炎患者の実態を把握するため，患者の髄液からムンプスウイルスを分離し，国立予防衛生研究所でPCR法によるスクリーニング検査等により，分離ウイルスがワクチン株由来であるかどうか調査することとした[4)]。これを受けて，石川県でもMMRワクチン接種後の無菌性髄膜炎患者に対する検査について，厚生部長通知により，市町村を通じ関係医療施設へ周知徹底された。

検査の対象はMMR及びおたふくかぜワクチン接種後2カ月以内に発生した無菌性髄膜炎患者で，患者の髄液からムンプスウイルスを分離するもので，石川県では，医療施設で採取後，髄液検体に必要事項を記入したムンプスウイルス分離用検体送付票を付して管轄保健所を経由して当所へ送付（行政検査）されることとなり，ムンプスウイルスが分離された場合には検体送付票を付して厚生省保健医療局長あてウイルス行政検査依頼するとともに，検体は国立予防衛生研究所へ送付するシステムとなった。国立予防衛生研究所では，分離されたムンプスウイルスがワクチン株か野生株かを鑑別するため，PCR法で増幅したcDNAを2種の制限酵素を用いて切断し，その泳動パターンからワクチンに用いられている占部株かどうかをスクリーニングすることになっている。

MMRワクチン接種が実施できるようになった平成元年4月から平成4年3月までの3年間に，行政検査で保健所を経由して送付されたMMR関連無菌性髄膜炎に係る髄液からのムンプスウイルス分離検査件数は25件で，うち11件からウイルスを分離した。分離率は44%であった。表1に患児の性別，年齢，住所，ワクチンの種類と接種年月日，発病月日，髄液採取月日，当所での受付月日，使用細胞別の分離成績，主要

表 1　　MMR関連無菌性髄膜炎からのウイルス分離成績

番号	年	患者 性	患者 年齢	患者 住所	ワクチン 種類	ワクチン 接種月日	発病 月日	採取 月日	受付 月日	使用細胞別分離成績 Vero	RD-18S	HEp-2	主要臨床症状*
1	1989	男	3	金沢市	MMR(統)	10.23	11.12	11.15	11.16	Mumps	—	—	1 (40.0)・2・3・4・5
2	〃	〃	2	鳥越村	〃	11.13	12. 3	12. 4	12. 4	Mumps	ND	ND	1 (40.3)・2・3
3	1990	女	3	七塚町	〃	4.18	5.17	5.17	5.18	Mumps	ND	ND	1 (40)・2・3・4・5
4	〃	男	1	松任市	〃	5.14	6. 6	6. 6	6.11	—	—	—	1・2
5	〃	〃	1	〃	〃	5.18	6. 9	6.10	〃	—	—	—	1・2
6	〃	〃	1	〃	〃	6.19	7.10	7.12	7.12	Mumps	ND	ND	1 (39.2)・2・4・5
7	〃	〃	1	金沢市	〃	10.31	11.20	12. 5	12. 5	—	—	—	1・体のふらつき
8	1991	〃	1	珠洲市	〃	2.20	3.15	3.15	3.16	Mumps	—	—	1 (40.6)・2
9	〃	〃	1	〃	〃	2.27	3.20	3.20	3.22	—	—	—	1・2
10	〃	〃	2	金沢市	〃	3.23	4.12	4.14	4.16	—	—	—	1・2・4・5
11	〃	女	1	〃	〃	4.11	4.17	4.19	4.19	—	E30	E30	1・下肢のふらつき・不機嫌
12	〃	〃	2	〃	〃	4. 6	4.24	4.26	4.30	—	—	—	1・2・5
13	〃	男	2	〃	〃	4.12	4.30	5. 1	5. 2	Mumps	Mumps	Mumps	1 (39.2)・2・5
14	〃	女	1	〃	〃	4.20	5.10	5.10	5.13	—	—	—	1・2
15	〃	〃	1	〃	〃	5. 2	5.29	5.30	5.30	—	—	—	1・2
16	〃	〃	1	松任市	〃	5.29	6.22	6.22	6.24	Mumps	Mumps	—	1 (39)・2
17	〃	男	14	〃	Mumps	8.26	9.25	9.26	9.29	—	—	—	1 (38.2)・3
18	〃	〃	1	金沢市	MMR(統)	9. 9	9.29	9.30	9.30	—	—	—	1・2
19	〃	女	1	松任市	〃	9.11	10. 1	10. 3	10. 3	Mumps	—	—	1 (39.8)・2・不機嫌
20	〃	男	1	金沢市	〃	9.21	10. 9	10.11	10.11	Mumps	Mumps	Mumps	1 (39)・2
21	〃	〃	2	〃	〃	9.25	10.21	10.22	10.22	Mumps	—	—	1 (40.3)・2・3・5
22	〃	女	1	野々市町	〃	10.12	10.27	10.31	10.31	—	—	—	1 (38.2)・2
23	〃	〃	1	松任市	Mumps	11.14	12. 4	12. 5	12. 6	—	—	—	1 (39.5)・不機嫌
24	〃	男	1	金沢市	MMR(統)	11.27	12.18	12.19	12.19	Mumps	—	Mumps	1 (40.4)・2・4
25	1992	女	1	松任市	MMR(自)	1.23	2.22	2.26	2.26	—	—	—	1

*　臨床症状：1（発熱）（最高体温），2（嘔吐），3（頭痛），4（けいれん），5（髄膜刺戟症状）
**　国立予防衛生研究所におけるPCR法による検査結果から，分離株はすべてワクチン株由来であった。

表 2　石川県におけるMMRワクチン接種者数とワクチン接種後無菌性髄膜炎の発生数

年　度	接種者数	発症者数	発 症 率	当所での受付数	分離陽性数	分 離 率
平成元年	8,694	6	0.07%	2	2	100%
平成2年	4,887	9	0.18%	8	3	38%
平成3年	4,850	13	0.27%	13	6	46%
計	18,431	28	0.15%	23	11	48%

注）おたふくかぜワクチン（単味，任意）の接種者数は不明であるので，単味ワクチン接種者は除外した。

臨床症状を示した。年別では平成元年2件，2年5件，3年17件，4年1件，分離陽性件数（分離率）は順に2件（100%），2件（40%），7件（41%），0件，年度別の陽性数/受付数（分離率）は，元年度2/2（100%），2年度3/8（38%），3年度6/15（40%）である。

患者25人の性別内訳は男15人，女10人で男が女の1.5倍，年齢は1歳17人（うち1人はおたふくかぜ単味），2歳5人，3歳2人，14歳1人（おたふくかぜ単味）で，うち1歳の6人，2歳の3人，3歳の2人からウイルスを分離した。患児の住所は，金沢市12人，松任市8人，珠洲市2人，野々市町，七塚町，鳥越村各1人で，分離陽性者は金沢市5人，松任市3人，珠洲市，七塚町，鳥越村各1人であった。

接種したワクチンの種類は，MMRワクチン23件（統一株22件，自社株1件），おたふくかぜワクチン2件である。おたふくかぜワクチンは任意接種であるため接種者数を把握することは出来ないが，MMRワクチンについては，表2に示したように，石川県ではこの3年間に18,431人が接種し28人がワクチン接種後無菌性髄膜炎を発症しており，うち当所では23人について検査を実施し，11人からムンプスウイルスを分離している。石川県での発症率は0.15%で接種者658人に1人が発症していることになる。この発生頻度は厚生省がまとめた平成元年11月から平成2年10月までのデータの713人に近いものである。ちなみに元年4月から2年10月までは1,169人に1人であった。

ムンプスウイルスの自然感染後おたふくかぜの症状が出るまでの潜伏期は12～26日間，通常16～18日間とされている。検査を行った25人は耳下腺腫張等の症状の記載は全くなかった。ワクチン接種後無菌性髄膜炎症状を示した発病日までの日数をみると，最も多かったのが20日で，6～30日に分布し，平均21.2日であった（ただし6日の1例はエコーウイルス30型が分離された例である）。予防接種での発症までの日数が自然感染時より長いかどうかについて結論は出せないが，

表3　ワクチン接種から発病まで及び検体採取までの日数

接種～発病		接種～採取	
日 数	人数(陽性数)	日 数	人数(陽性数)
6	1	8	1
15	1	19	1
18	3(2)	20	4(2)
19	1(1)	21	4(1)
20	7(2)	22	4(3)
21	3(2)	23	4(2)
22	1	24	1(1)
23	2(1)	27	1(1)
24	1(1)	28	1
26	1(1)	29	1(1)
27	1	31	1
29	1(1)	34	1
30	2	35	1
平 均	21.2±5.0日 (21.7±3.5日)	平 均	23.2±5.4日 (23.0±2.8日)

印象では若干長い方にシフトしているようにみえる。次いでワクチン接種後検体が採取されたまでの日数をみると，日数は8～35日に分布しており，平均して23.2日であった。ムンプスウイルスが分離された11人についてみると，発病までの日数は平均21.7日（18～29日に分布），採取までの日数は平均23.0日（20～29日に分布）となる（表3）。

一方，発病後採取までに要した日数は，最も多かったのが第2病日で9検体，次いで第1と第3病日が6検体で，平均すると1.9病日となる。分離陽性者のそれは1.2病日で，分離できたのは第1～第4病日であった。また採取後当所へ送付されるまでの日数をみると，当日～5日後までに分布しており，当日が最も多くて12検体，次の日が6検体，2日後が3検体で，3日後以降の検体からはウイルスは分離されていない。これ

は病院等での保存条件に問題があるのではないかと考えられる。全体の平均は1.1日後，分離陽性例での平均は0.6日であった（表4）。

25人の主要臨床症状については表1に示したとおりで，発熱は25人すべてにみられている。最高体温については記載のあった14人についてみれば，38.2～40.6℃に分布しており，平均は39.6℃であった。次いで嘔吐が20人（80%）に，髄膜刺激症状が7人（28%）に，頭痛とけいれんが各々5人（20%）にみられた。その他の症状としては，不機嫌が3人（12%）に，体のふらつきと下肢のふらつきが各1人（4%）にみられている。予後については，25人全員が治癒し，後遺症はみられていない。

患児髄液からのムンプスウイルス分離には，Vero細胞を主とし，分離陰性の場合にはRD-18S細胞とHEp-2細胞を併用した。ただし，平成3年以降については，エコーウイルス30型の流行があったこともあり，3細胞系を併用した。その結果，Vero細胞では11検体からムンプスウイルスを分離した。RD-18S細胞でも3株，HEp-2細胞でも3株分離されたが，これら分離例はすべてVero細胞でも分離陽性であった。また平成3年4月の検体から，RD-18S細胞とHEp-2細胞でエコーウイルス30型が分離されているが，この患児はワクチン接種から発病までの日数が6日と少なく，ムンプスウイルスによるものではなかった可能性が高い。

以上，平成元年11月から平成4年2月までに，保健所を通じて行政検査依頼のあった，MMRワクチンあるいはおたふくかぜワクチン接種後におきた無菌性髄膜炎患児の属性とウイルス分離成績について述べた。

表4　発病から検体採取まで及び搬送に要した日数

発病～採取		採取～受付	
日数	検体数(陽性数)	日数	検体数(陽性数)
0	6(3)	0	12(6)
1	9(4)	1	6(4)
2	6(3)	2	3(1)
3	1(1)	3	2
4	2	4	1
15	1	5	1
平均	1.9±3.0日 (1.2±1.0日)	平均	1.1±1.4日 (0.6±0.9日)

文　献

1) 小出雄彦：最新予防接種の知識（平成3年）p 83—93，p 107—117，細菌製剤協会，東京（1991）
2) 杉下知子：日本医事新報　No. 3424，139（1989）
3) 厚生省保健医療局結核・感染症対策室長通知（平成元年12月28日付健医感発第112号）
4) 同上室長通知（平成元年10月25日付健医感発第93号）

〔短　報〕

医療用漢方エキス製剤の品質について

—— 過去5年間の行政試験結果から ——

石川県衛生公害研究所食品薬品部　小川　清・瀬戸映子・越野　裕

昭和60年5月31日薬審2第120号通知（以下「通知」）によって医療用漢方エキス製剤（以下エキス製剤）の「標準湯剤との化学的同等性を示す資料」の提出が義務づけられたことから，その直後のエキス製剤の品質に大幅な変化がみられたことは既に報告した[1]。しかし，通知の中でエキス製剤の品質の基本とされている標準湯剤の品質そのものが未だ明らかとなっていない以上，正しくエキス製剤を評価することはできない。そこで現在，我々は標準湯剤の品質解明調査を実施しているところであるが[2-4]，今回は実際のエキス製剤の品質がどのような現状となっているかについて過去5年間の行政試験の結果を取りまとめ考察した。

5年間で試験したエキス製剤は26処方，50製品であった。まず，全製品の製造承認書を調査した結果，指標成分として使われていたのはグリチルリチン（以下GA），ペオニフロリン（以下Pae），バイカリン（以下BG），ベルベリン，ゲニポサイド，サイコサポニン類，エフェドリン類，フェルラ酸，ジンゲロール，モロニサイド，ロガニン，ジンセノサイド類，シノメニン，ヘスペリジン，ケイヒ酸，アミグダリン，ペオノール，センノサイド類の18成分で，中でもGA，Pae，BG，ベルベリンの4成分が際だって多かった。また，通知では指標成分は1処方当たり，原則として2成分以上とされているが，意外にも約4割の21製品が3成分以上を指標としていた。定量法としては一部の成分でTLC-デンシトメトリー法，吸光光度法を採用しているものがあったもののほとんどすべてが高速液体クロマトグラフ法であった。

今回は26処方中，メーカー数及び検体数がある程度多かった柴胡桂枝湯，小柴胡湯，大柴胡湯，加味逍遥散，補中益気湯の5処方，22製品について，主として1日服用量中の成分含量規格値（以下規格値）及び成分含量定量値（以下定量値）のメーカー間の差について述べる。

表1に各社の規格幅（各社の規格値の最高値/最低値）及び定量値を，図1にこれらを図化したものを示した。

まず，柴胡桂枝湯では4社，4製剤を試験したが，A社のみGA，BGの2成分を指標とし，他の3社はこれにPaeを加えた3成分の規格を設定していた。規格幅はC社のみが3成分とも一定値でしかも最も小さい。通知では規格幅は中央値から±50%以内，すなわち3倍以内と定められているが，3成分の中ではBGの規格幅がやや広いがおおむね全体としては2倍強と比較的小さい。しかし4社を通しての規格値の最低値と最高値の幅（以下規格の最低値と最高値の幅）は3.5〜4.6倍となっており，メーカー間で規格値に統一性がないことが分かる。この原因としてまず考えられるのは，各社の処方量の差，すなわちこれらの成分を含む原料生薬の配合量の差，各社が使用している原料生薬の品質の差，及び各社の製法の差の3点である。このうち後者の2点については調査の方法がないので前者についてみると，GAでは原料の甘草の1日量当たりの使用量がD社は他3社の1.3倍となっており，この値で補正すると実質的には4.6から3.5倍に下がる。またPaeではC社のみ原料芍薬が他社の1.25倍であったのでこれも補正すれば約3.2倍と下がるが，いずれも依然3倍を超えている。このように，ここで測定した3成分の原料生薬に限ってみても各社の処方量は各々異なっていたことから，規格値の最低値と最高値の幅が広い要因の一つとして各社の処方量が異なっていることが挙げられるが，それだけでは説明がつかない。一方，実際の製剤での定量値は各社間でこれほど大きな差がなくいずれの成分も2倍以下であった。

小柴胡湯は5社5製剤を試験した。指標成分としてはGA，BGが全社に規格があり，これにサイコサポニン類を加えたメーカーが1社あった。規格幅は柴胡桂枝湯と同様，C社がGA，BGとも1.9倍と狭い設

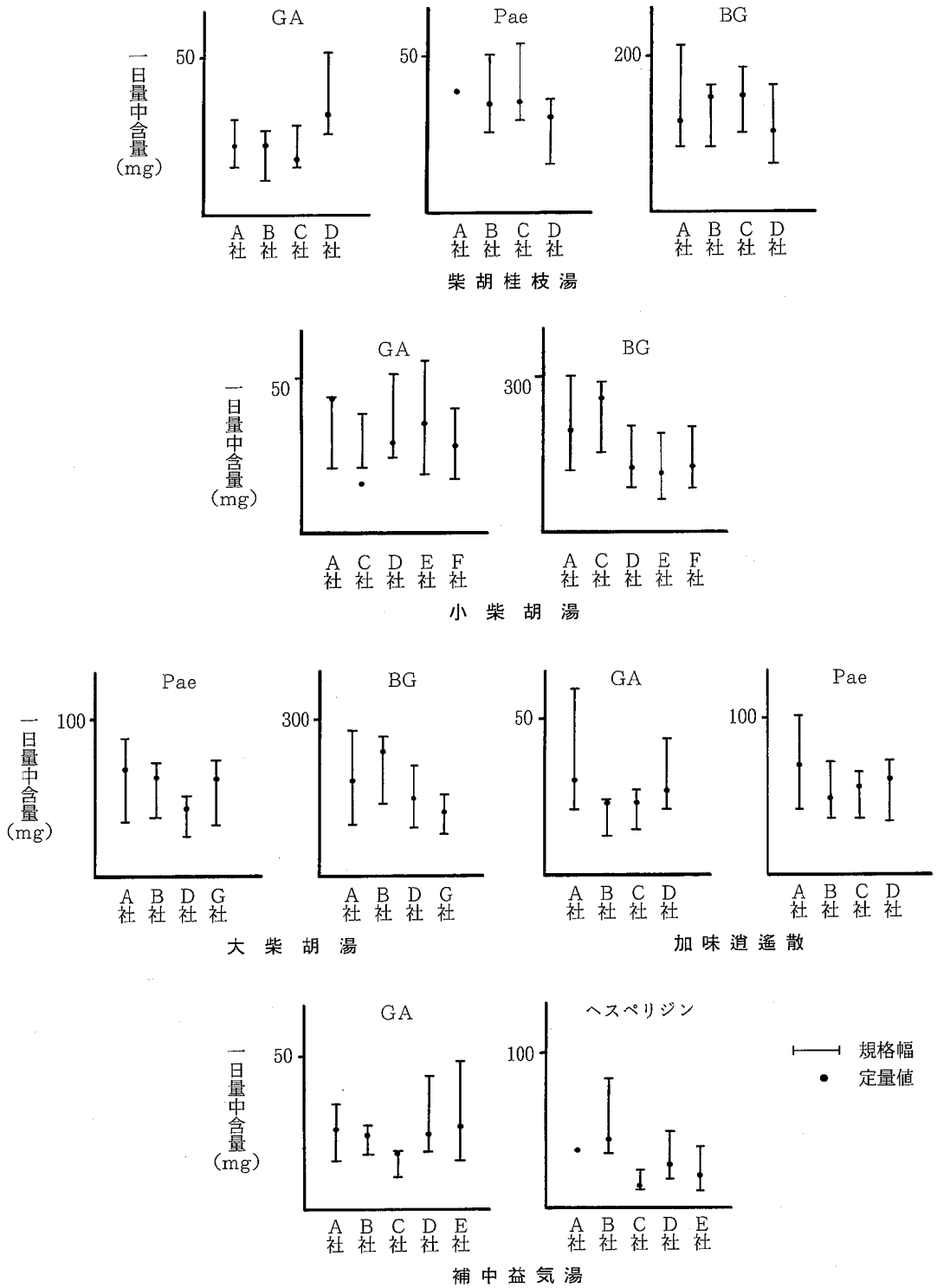


図 1　　各社の含量規格値及び定量値

表 1　　各社の含量規格幅及び定量値

処方名	項目	指標成分	A社	B社	C社	D社	E社	F社	G社	平均値	成分含量の最高値/最低値
柴胡桂枝湯	規格幅	GA	2.0	2.4	1.9	2.0				2.1	4.6
		Pae	—	2.0	1.9	2.3				2.1	3.5
		BG	2.6	2.0	1.9	2.6				2.3	3.5
	定量値 (mg/day)	GA	21.6	21.8	17.1	31.6				23.0	1.8
		Pae	38.5	34.6	35.0	30.3				34.6	1.3
		BG	110	143	144	100				124	1.4
小柴胡湯	規格幅	GA	2.1		1.9	2.1	3.0	2.3		2.3	3.2
		BG	2.6		1.9	2.3	3.0	2.3		2.4	4.7
	定量値 (mg/day)	GA	44.7		14.8	29.5	35.4	28.0		30.5	3.0
		BG	201		263	123	118	128		167	2.6
大柴胡湯	規格幅	Pae	2.6	2.0		2.1			1.9	2.2	3.6
		BG	2.8	2.0		2.3			1.9	2.3	3.3
	定量値 (mg/day)	Pae	69.1	62.0		43.5			55.5	57.5	1.6
		BG	184	236		144			125	172	1.9
加味逍遙散	規格幅	GA	3.0	2.0	1.9	2.1				2.3	5.1
		Pae	2.5	2.0	1.9	2.1				2.1	2.9
	定量値 (mg/day)	GA	30.4	22.6	22.3	26.6				25.5	1.3
		Pae	70.5	48.8	56.0	59.9				58.8	1.4
補中益気湯	規格幅	GA	2.1	1.6	1.9	2.3	3.0			2.2	4.7
		ヘスペリジン	—	2.4	1.9	2.6	3.0			2.5	6.0
	定量値 (mg/day)	GA	26.4	24.5	14.8	24.6	26.9			23.4	1.8
		ヘスペリジン	37.8	43.6	18.4	28.0	20.7			29.7	2.4

定であったが，E社は通知の幅一杯の3倍をとっている。平均すると両成分とも2.5倍弱であったが，規格の最低値と最高値の幅は，今度は原料黄芩の処方量は各社とも同一であったにもかかわらずBGは5倍近くにもなっている。片や，製剤の定量値はC社製剤はGAが規格値を大きく下回った不良医薬品であったこともあり，GAではバラツキが大きいが，BGも2.6倍と前処方よりかなり高い。

大柴胡湯は4社，4製剤を試験した。指標成分はBG，Paeが各社共通で，これにサイコサポニン類を加えたものが3社，大黄成分を加えたものが3社あり，各社とも3成分以上を指標としていた。しかし，サイコサポニン類ではサイコサポニンb_2のみ，b_2+b_1，a+dがバラバラで，大黄成分にしてもセンノサイドA，結合型アントラキノンと同一成分ではない。今回はPaeとBGについて考察するが，規格幅は平均すると両成分とも2倍強でG社が最も狭く，A社がやや広い。しかし，規格の最低値と最高値の幅は3倍以上となりメーカー間の規格に格差がみられる。一方，製剤では格差が小さく2倍以下であった。しかし，例えばBGでは1.9倍と，一見，各社間の含量にあまり差がないと錯覚されそうだが，実際は最も低いG社と最も高いB社では1日服用量で100mg以上の差がある。

加味逍遙散は4社，4製剤を試験した。指標成分はGA，Paeが各社共通で，これにサイコサポニン類又はペオノールを加えたメーカーが各1社，ゲニポサイドを加えたメーカーが2社あった。GAとPaeについて考察すると，規格の幅は2倍強と比較的小さいものの，規格の最低値と最高値の幅は特にGAでは5倍を超えている。原料甘草量はA社，C社が同一で，B社，D社はその75%であったが，これを考慮しても差がありすぎる。しかし実際の製剤ではほとんど差がないことから，むしろ処方量の差や，原料生薬の品質の差よりもA社の規格が広すぎたためと推定される。

補中益気湯は5社，5製剤を試験した。指標成分はGAが全社，ヘスペリジンが4社，サイコサポニン類が1社，ジンセノサイド類が1社であった。今回はGAとヘスペリジンについて述べるが，規格幅で特筆すべきはB社のGAがこれまでで最も狭い1.6倍となっている。平均すると両成分とも規格幅は共に2.5倍以下であるものの，規格の最低値と最高値の幅は両成分の原料生薬量が各社とも全く同一量だったのにもかかわらず，GAで4.7倍，ヘスペリジンでは実に6倍になっている。しかし，ここでも実際の製剤ではこれほどの差はなく2倍前後であった。

以上，5処方について個々に考察を加えたが，全体を通してみると，まず規格幅は通知では前述のように3倍を限度としているものの，中央値の±30%，すなわち約1.9倍以内にするのが望ましいとなっており，C社，F社がこれに従い，一律に1.9倍となっているが，E社は通知の幅一杯の3倍と設定している等，メーカーによって，また成分によって統一性がないが，平均的には2.3倍前後のようである。むしろ問題は全社を通しての規格の最低値と最高値の幅が非常に大きく，3～6倍にもなっていることにある。この原因としては処方量がメーカー間で異っていることが原因となっているケースもあるが，必ずしもそうではなく，また各社が用いている原料生薬の品質の差由来等と考えるよりも，例数が少ないが実際の製剤ではそれほど格差がなかったことから，むしろ規格幅の設定時に安全のため，成分含量が極端に低いか又は高い原料生薬を用いて標準湯剤を調製し，規格を決めた等，各メーカーが不必要に広い範囲設定をしたためと考えた方が妥当であろう。しかし一方，図1からも明らかなように各成分含量は必ずしも各社の規格幅の中央値付近になく，上限値又は下限値にかなり近いものも多々みられることや，規格外の不良医薬品も存在（前述のGAの他，シノメニンの含量過多も1件あった）していたことから実際の製剤では指標成分量が3～6倍も違っている製品が同一名で販売されている可能性も否定できず，早急に各社間の規格値の統一化を図る必要があるのではなかろうか。

今回の報告は例数も少なくエキス製剤のわずかな一面しか触れていないが，現在，我々は柴胡桂枝湯及び小柴胡湯を対象としてメーカー間，ロット間の品質の差の有無，更に基本とされる標準湯剤との比較等，詳細な調査を実施中で，今後更にエキス製剤の品質の実態や問題点を明らかにしたいと考えている。

文　献

1) 小川　清，勝田幸恵：石川衛公害研年報，**24**，333—343（1987）
2) 小川　清：同上誌，**26**，402—407（1989）
3) 小川　清，越野　裕：同上誌，**27**，272—279（1990）
4) 小川　清，瀬戸映子，越野　裕：同上誌，**28**，223—227（1991）

〔短　報〕

空中散布農薬の大気中濃度の測定方法について

石川県衛生公害研究所化学調査室　塚林　裕・堀　秀朗
橋田哲郎・波木利志栄

農薬の空中散布に伴い周辺大気中農薬濃度は一時的にではあるが高くなるので，呼吸により大気から摂取される農薬の周辺住民の健康に及ぼす影響については，大気中濃度の調査を行い，安全性を評価する必要がある。しかし，調査には混合剤として散布される農薬を統一的な捕集・分析方法で低濃度から高濃度まで測定する方法は開発されておらず，しかも調査には多数の人員や機材を必要とするので，広域的に調査した例は少ない[1,2]。

我々も平成元年度から夏期の水稲病害虫の航空防除に伴う環境調査の一環として大気中農薬濃度の測定を行っている[3)-5)]。機材や人力の制約のなかでの調査であるが，ここで3年間に行ったいくつかの調査方法のそれぞれの特徴や問題点，相互関連性を検討・整理して，効率的で影響評価に有効な調査体制を考えてみたい。そして農薬空中散布に伴う健康影響を評価できるモニタリング方法の策定を目指したい。

大気中濃度の調査方法としてはこれまで(1)一定時間ごとに大気試料を捕集し，農薬の大気中濃度を追跡調査する方法，(2)大気試料を24時間連続捕集し，直接1日の暴露量を調査する方法，(3)ろ紙を一定時間暴露して降下する農薬量を測定する方法を試みた。

(1)の方法は大気中の濃度を時間を追って把握できる方法で，環境庁，農林水産航空協会が平成3年に示した[6,7]大気中農薬の安全に関する目安値や指針値もこの方法により測定・評価するものである。平成元年から3年間(1)の方法の1つとして1時間ごとに30分間テナックスGC又はTA（ポーラスポリマー系捕集剤）で捕集し加熱脱着，GC/MS-SIM法により測定する方法[4]で調査してきた。農薬散布時の大気中濃度の変動幅は大きく，また加熱脱着方式では捕集した試料の全量を1度にGC/MS装置へ導入し測定するので，30分間の吸引量（約10～36L）では，例えば平成3年度の測定結果のように最高値がMEPでは$>8.0\,\mu g/m^3$，フサライドでは$>6.6\,\mu g/m^3$，ピリダフェンチオンでは$>13\,\mu g/m^3$となり散布中あるいは散布直後の高濃度時の測定が，破過容量を超えたり検量線から外れ，定量できない場合もあった。また散布薬剤のなかには加熱脱着，GC/MS法を適用できないエトフェンプロックスのような農薬が使用される場合もある。そこで平成3年度には高濃度が予想される散布当日に，同時にセップパックシリカ（シリカ系捕集剤）でも捕集を行い，抽出液をガスクロマトグラフ法及びHPLC法[5]で測定する方法を併用した。この方法では加熱脱着の全量分析に比べ，機器への注入量は1/500～1/10となるので検出限界は高くなるが高濃度分については破過容量の範囲内で高濃度まで測定できる。

表1に同時に測定したそれぞれの結果を示した。両方法での測定結果は空中散布・地上散布の別によらず，また農薬成分の別によらず相関性がよく，テナックスの捕集で測定できなかった高濃度時間帯のデータはセップパック捕集分で補うことが可能となった。セップパック捕集での検出限界はテナックスに比べるとかなり高いものがあるが，農林水産航空協会の目安値よりは充分低いので，安全性のモニタリングはセップパック捕集による方法だけでも可能と思われる。

人への安全性を評価する場合，根拠となるのはADI（1日摂取許容量）であるので，30分間値とともに1日量も把握する必要があると思われる。(1)の方法では捕集管の交換は現在の装置では1回づつ行っているので，調査時間中調査員は現場を離れられず，またサンプラーの能力も24時間通しての調査はできないものなので，夜間のサンプリングを断念してきた。しかし昼と夜間の濃度については差があることが指摘されており[1,2]，1日の暴露量を把握するために(2)の方法で24時間連続捕集を試みた。捕集にはウレタンフォームとガラス繊維ろ紙をセットしたハイボリュウムエアサンプラーを用い，毎分約850L吸引した。捕集後のウレタンフォームとガラス繊維ろ紙はそれぞれジクロ

表1　農薬の大気中濃度

徳光町（空中散布地区）　　単位：μg/m³

採取日 採取時間	吸引量 (L)		MEP		フサライド		ピリダフェンチオン		エトフェンプロックス	メプロニル		ブプロフェジン		トリシクラゾール	
	セップパック	テナックス	セップパック	テナックス	セップパック	テナックス	セップパック	テナックス	セップパック	セップパック	テナックス	セップパック	テナックス	セップパック	テナックス
8/5 15：13～	71.0	18.2	＜0.03	＜0.02	0.03	＜0.01	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
16：00～	72.4	17.4	＜0.03	＜0.02	0.17	＜0.01	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
17：00～	76.0	16.1	＜0.03	＜0.02	0.01	0.01	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
18：00～	64.9	22.4	0.06	0.05	0.03	＜0.01	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
19：00～	72.7	15.7	0.04	0.05	0.01	＜0.01	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	0.05	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
20：00～	71.5	17.3	0.09	0.15	0.13	0.08	0.11	0.28	＜3.2	＜6.3	0.09	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
8/7 5：40～	78.3	13.5	＜0.03	＜0.02	0.01	＜0.01	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
6：11～	72.5	14.8	1.0	2.1	0.33	0.41	0.50	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
7：00～	75.3	13.0	0.50	0.7	0.04	0.11	0.12	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
8：00～	70.7	12.5	3.8	4.1	1.1	0.28	0.26	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
9：00～	75.3	12.7	0.28	0.29	＜0.01	0.02	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
10：00～	74.2	13.3	0.27	0.38	0.01	0.01	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
11：00～	72.2	12.2	0.12	0.16	0.07	0.01	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
12：00～	70.6	10.5	0.10	0.09	0.04	0.02	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
13：00～	77.6	13.8	0.07	0.07	0.03	＜0.01	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
14：00～	76.1	12.4	0.38	0.42	0.03	0.01	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
15：00～	75.3	13.4	0.72	0.86	0.06	0.02	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
16：00～	76.4	13.1	0.64	0.68	0.09	0.02	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
17：00～	72.0	14.7	0.68	0.65	0.05	0.03	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
18：00～	78.7	11.5	0.22	0.29	0.05	0.02	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5

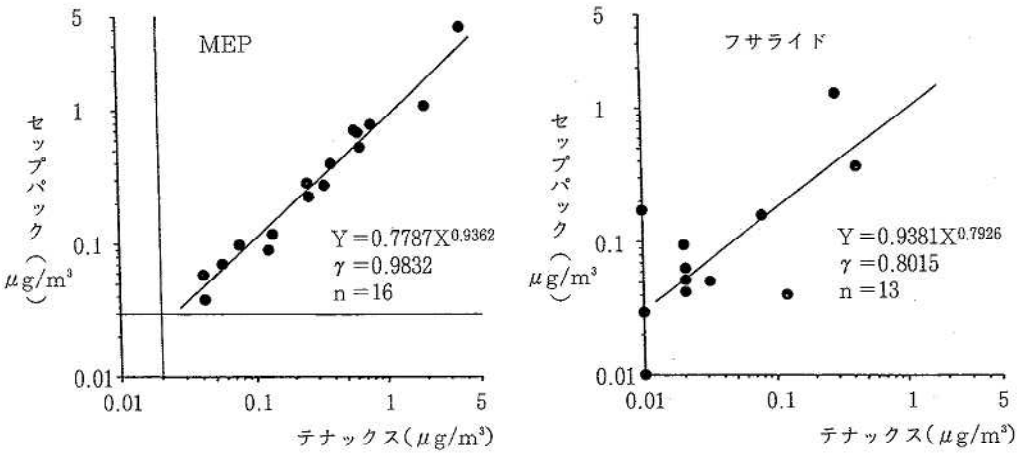
但し，大気捕集時間は30分間である。

表1のつづき

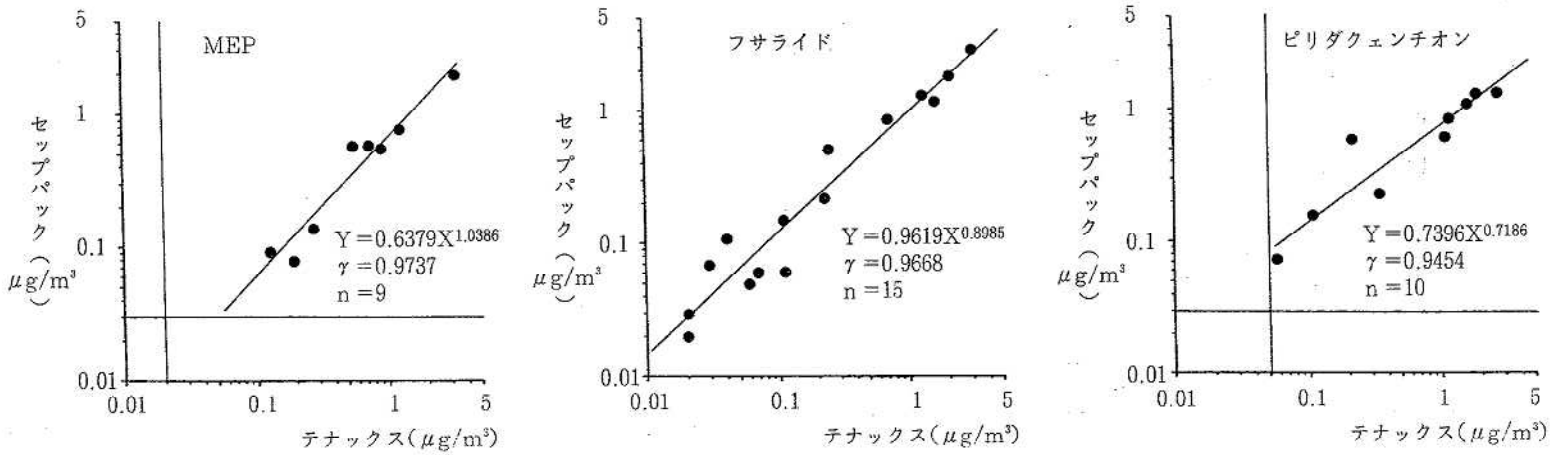
田中町（地上散布地区）　　単位：$\mu g/m^3$

採取日 採取時間	吸引量 (L)		MEP		フサライド		ピリダフェンチオン		エトフェンプロックス	メプロニル		ブプロフェジン		トリシクラゾール	
	セップパック	テナックス	セップパック	テナックス	セップパック	テナックス	セップパック	テナックス	セップパック	セップパック	テナックス	セップパック	テナックス	セップパック	テナックス
8/2 18：07～	73.9	10.5	＜0.03	＜0.02	0.86	0.70	0.86	2.0	＜3.2	＜6.3	0.67	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
18：38～	81.9	12.4	11	＞8.0	6.2	＞6.6	4.6	11	4.0	＜6.3	＞1.6	＜0.79	＜0.05	＜3.1	0.9
19：10～	78.6	17.4	2.0	3.4	1.8	2.1	2.0	3.5	＜3.2	＜6.3	0.68	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
20：00～	69.7	16.7	0.76	1.3	1.2	1.6	1.7	2.9	＜3.2	＜6.3	0.03	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
21：00～	72.8	12.6	0.55	0.92	0.22	0.23	0.28	0.52	＜3.2	＜6.3	0.05	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
22：00～	82.3	12.9	0.58	0.56	0.06	0.11	0.08	0.07	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
8/4 17：50～	33.1	12.3	0.58	0.73	2.9	3.2	2.1	5.1	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
19：17～	31.8	13.8	0.09	0.14	1.3	1.3	1.3	2.1	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
20：00～	32.6	13.2	0.08	0.20	0.06	0.07	＜0.03	0.06	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
21：00～	35.1	10.6	0.09	0.14	0.05	0.06	＜0.03	0.07	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
22：00～	34.2	14.5	0.14	0.28	0.15	0.11	0.19	0.15	＜3.2	＜6.3	0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
8/5 18：00～	68.5	36.2	＜0.03	＜0.02	0.51	0.25	＜0.03	0.34	＜3.2	＜6.3	0.09	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
8/6 16：45～	67.0	13.7	＜0.03	0.07	0.03	0.02	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	0.02	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
17：30～	71.5	15.0	＜0.03	0.06	13	＞6.6	13	＞13	7.0	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
18：30～	67.9	14.5	＜0.03	0.02	0.11	0.04	0.86	0.31	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
19：30～	68.9	14.8	＜0.03	0.06	0.02	0.02	＜0.03	＜0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5
20：30～	75.1	15.0	＜0.03	＜0.02	0.07	0.03	＜0.03	0.05	＜3.2	＜6.3	＜0.01	＜0.79	＜0.05	＜3.1	＜0.5

但し，大気捕集時間は30分間である。



徳　光　町（空中散布地区）



田　中　町（地上散布地区）

図 1　　農　薬　の　大　気　中　濃　度

表2　大気調査結果の比較

試料	採取	MEP	フサライド	ピリダフェンチオン
徳光町空中散布				
ハイボリュウムエアサンプラー	(8/7 6：15～8/8 6：15)	0.436 μg/m³	0.398 μg/m³	1.84 μg/m³
テナックス	(8/7 5：40～8/7 18：30)	0.77(0.51)	0.07(0.05)	＜0.05(＜0.05)
セップパック	(8/7 5：40～8/7 18：30)	0.63	0.14	0.06
ろ紙降下量	(8/7 5：35～8/8 10：07)	351 μg/m²	322 μg/m²	208 μg/m²
	(8/7 5：35～8/7 10：50)	268	95.4	＜2.8
徳光町除外区域地上散布				
ハイボリュウムエアサンプラー	(8/5 15：24～8/6 15：24)	0.028 μg/m³	0.019 μg/m³	0.014 μg/m³
テナックス	(8/5 15：12～8/5 20：30)	0.04(0.05)	0.02(0.02)	＜0.05(0.08)
セップパック	(8/5 15：13～8/5 20：30)	0.03	0.06	＜0.03
ろ紙降下量	(8/5 15：15～8/6 10：00)	3.64 μg/m²	10.4 μg/m²	＜2.8 μg/m²
	(8/5 15：15～8/5 20：02)	3.64	6.73	＜2.8
田中町地上散布				
ハイボリュウムエアサンプラー	(8/2 18：35～8/3 18：35)	0.317 μg/m³	0.179 μg/m³	0.313 μg/m³
テナックス	(8/2 18：07～8/2 22：30)	2.36(0.59)	1.89(0.50)	3.33(0.81)
セップパック	(8/2 18：07～8/2 22：30)	2.48	1.72	1.59
ろ紙降下量	(8/2 17：00～8/3 10：05)	102 μg/m²	41.1 μg/m²	49.4 μg/m²
	(8/2 17：00～8/2 22：00)	91.4	35.1	49.4

（　）24時間採取を仮定した計算値

ロメタンとアセトンを用いて農薬を抽出し，ガスクロマトグラフ法で定量した。平成3年8月7日の徳光町の空中散布開始時から24時間，8月5日の徳光町の除外区域の地上散布終了後から24時間，地上散布区域の田中町で8月2日の散布開始時から24時間について調査した。

(3)のろ紙降下量の方法[3]は農薬の飛散の程度は分かるが，大気中濃度そのものを測定していないので直接的なデータとして評価することはできない。しかし調査方法は非常に簡便であり，ろ紙を多数の地点に設置したり，暴露時間を適宜区切る等，測定の方法によっては(1)，(2)のデータを補完できる。

表2にハイボリュウムエアサンプラーによる捕集結果とその捕集時間中に測定したテナックスとセップパックでの大気中濃度の平均値を示した。テナックスでは24時間の平均濃度を翌日10時の測定結果[5]も用いて推計し，（　）内に示した。

徳光町で空中散布（MEP，フサライドが散布された）が行われた8月7日早朝からのハイボリュウムエアサンプラーによる結果とテナックスによるサンプリングからの推計値を比較すると，MEPでは比較的良い一致がみられたが，フサライドとピリダフェンチオンの結果は大きく異なった。これはろ紙降下量の結果から推定されるように，8月7日の夕方に調査地点の近くで地上散布（フサライド，ピリダフェンチオンが散布された）が行われ，これの影響が24時間サンプリングに現れたためと考えられる。

徳光町で除外区域の地上散布（MEP，フサライドが散布された）が行われた8月5日の調査では散布直後から測定したが大気中濃度，ろ紙降下量とも低濃度であった。農薬は調査した24時間中には他の方法では散布されなかったようでテナックスによる推計値とハイボリュウムエアサンプラーによる24時間サンプリング値も一致して低い値となった。

8月2日の田中町での地上散布調査では，地上散布を調査員が目視しており，またろ紙降下量もこれを裏付ける結果となったが，ハイボリュウムエアサンプラーによる調査結果とテナックスによる推計値では3種類の農薬とも前者の結果が低めになった。

ハイボリュウムエアサンプラーは装置が大きく，重く，設置・移動が簡単でないこと，電源の確保を考慮しなければならないこと等の問題もあるが(1)の方法と

の整合性を確認するために今後も検討が必要である。

農薬の空中散布による周辺環境の大気中濃度をモニタリング，評価することの要請はますます高まると予想されるが，(1)の方法の自動化により24時間の連続調査を可能とすること，平成３年度初めて試みた(2)の方法を散布当日に並行して行うこと，(3)の暴露時間を(1)，(2)の方法に対応できるように考慮すること等によって調査方法の改良充実に努めて，大気中農薬濃度の実態を把握し，人への影響の評価に努めたい。

文　　献

1) 槌田　博，花井義道，加藤竜夫：横浜国大環境研紀要，15，29—48（1988）
2) 新潟県衛生公害研究所：薬剤の空中散布による環境中の分布等に関する調査研究（1991）
3) 清水靖男，加藤充哉，桐元俊武，北野肇一，西川孝蔵，掘　秀朗，澤田道和，山岸善久，橋田哲郎，亀井とし，塚林　裕，玉井　徹，瀬戸映子，水野和明，琴坂幸広：石川衛公害研年報，27，231—250（1990）
4) 塚林　裕，加藤充哉，矢田峯子，掘　秀朗，橋場久雄，清水靖男，桐元俊武，北野肇一，森島敏明，玉井　徹，瀬戸映子，水野和明，米澤賢司：同上誌，28，237—250（1991）
5) 塚林　裕，加藤充哉，掘　秀朗，橋田哲郎，橋場久雄，波木利志栄，北村守次，山岸善久，柿沢隆一，水野和明，石田喜朗：同上誌，29，209—222（1992）
6) 環境庁水質保全局：農薬環境動態調査（大気）検討会—中間とりまとめについて—（1991）
7) 農林水産航空協会：航空散布用農薬の大気中における許容濃度等について（1991）

〔抄　録〕

わが国の酸性雨のpHとその頻度分布パターン

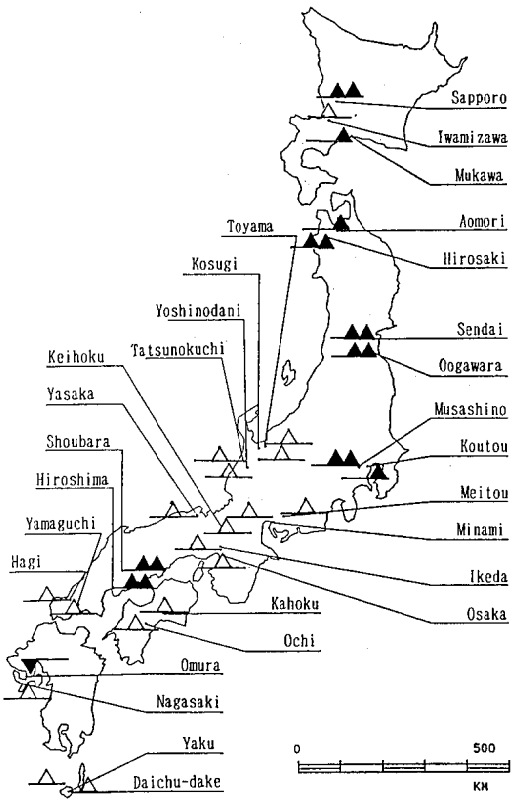
酸性雨の全国状況解析グループ

北村守次・加藤拓紀・関口恭一
田口圭介・玉置元則・大原真由美
森　淳子・村野健太郎・若松伸司
山中芳夫・大喜多敏一・原　宏

日本化学会誌，1991，（6），913—919(1991)

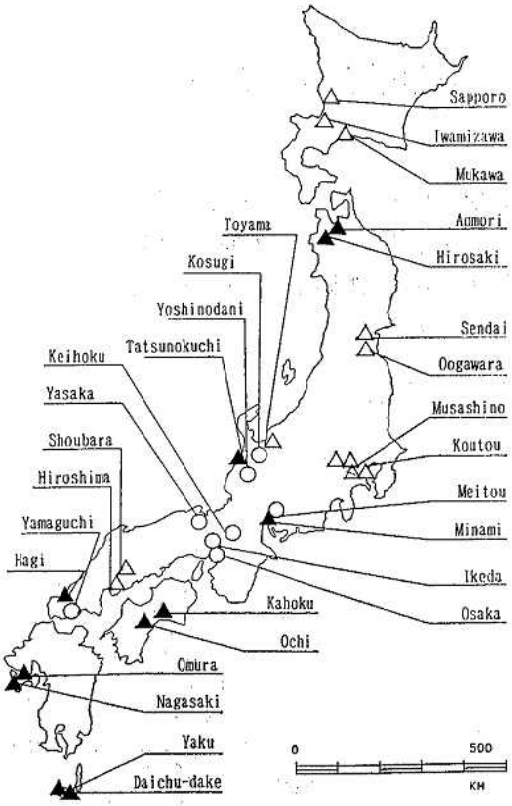
1984年4月から1988年3月にかけて実施された環境庁第1次酸性雨対策調査で得られた全国29地点の降水のpH値について，その空間分布と頻度分布パターンを調べた。なお，この調査は日本全国で統一的な手法によって行われた酸性雨調査としては初めてのものである。

各地点のpHの年平均値は4.4～5.5の範囲に，また，4年ないし2年の調査期間全体の平均値は，4.6～5.2の範囲にあり，相対的には，西日本で低く，北海道・東北地方で高い傾向にあった。pHの頻度分布は，Fig. 1に示すように，最頻階級が4.5～4.9の標準的な1山型，それより低い1山型，それより高い1山型，2山型の4タイプに分類でき，2山型の分布を示す地点は道路または都市粉じんの影響を受けていると考えられた。pH頻度分布の夏期と冬期における季節差をみると，Fig. 2に示すように，西日本と日本海側では冬期に低く，東日本では夏期に低かった。これらのことから，概括的にみた場合，日本の降水は西日本と日本海側では冬期の北西季節風によってもたらされる酸性の汚染物質の影響を，また，東北日本では冬期に粉じんなど塩基性の汚染物質の影響をそれぞれ受けていることが示唆された。



△：Class Ⅰ（A peak at the rank of pH 4.5～4.9），▲▲：Class Ⅱ（Two peaks），▲：Class Ⅲ（A peak at the higher rank than that of class Ⅰ），▼：Class Ⅳ（A peak at the lower rank than that of class Ⅰ）

Fig. 1　The pattern of pH histogram over Japan



○ : Class A (Same in summer and winter),
△ : Class B (Lower in summer than in winter),
△△ : Class C (Two peaks in summer and in winter),
▲ : Class D (Lower in winter than in summer)

Fig.2 The pattern of pH histogram in summer and winter over Japan

〔抄　録〕

芝地散布農薬の降雨時流出について

石川県衛生公害研究所化学調査室　堀　秀朗・加藤充哉
塚林　裕・橋場久雄

環境化学，2（1），65—70（1992）

ゴルフ場芝地に散布された農薬の降雨に伴う流出状況（流出濃度と流出量）を調査することにより，農薬の流出性を評価する尺度を検討するとともに，調整池からの流出水についても調査し，調整池の機能を検討した。

調査は県内の山間部に位置する標準的な規模，管理状態にあるゴルフ場内の1区域を選んで実施した。選定した区域の面積は38,700m²で，区域内にティグランド，フェアウェイ，ラフ，グリーンなどゴルフコースとして最低1ホールの構成要素を含んでいる。

調査対象区域に，総降雨量で20mm以上の降雨が予想される時に降雨時調査を4回実施した。調査の内容は降雨量の観測，流出水量と調整池水位の観測及び農薬分析である。調査の対象となった農薬はイプロジオン，ベンスリド（SAP），ダイアジノン，シマジン（CAT），及びペンディメタリンの5種類である。

降雨と流出水

ゴルフ場芝地は降雨流出の観点からは裸地化に近い集水域とみなされ，降雨時の流出水はほとんどが地表面を流れる表面流出水であり，土壌中に浸透して徐々に流出する中間流出水がこれに加わると考えられる。

流出水量と農薬流出濃度

流出水量とSAP濃度はいずれの調査時についても両対数方眼紙上で直線関係がみられ，降雨時SAP濃度の流出水量への依存性がみられる。しかし，その程度は様々で散布日からの経過日数が多いほど直線の傾きは小さくなっている。

このことは，散布後の芝地での農薬挙動を次のように考えれば説明がつく。土壌表面のみに存在していた農薬が，時間経過とともに徐々に下方に浸透，拡散して鉛直方向の分布をもつようになる。分布が広がることによって，土壌中の農薬残存量のうち土壌表面流出部分の農薬残存割合が低くなっている場合は，降雨時の流出水量への依存性が低くなると考えられ，散布後の経過日数が短いほど，流出水量への依存性が高くなると説明される。

農薬の流出割合と流出難易度

第3回調査時の流出水量と流出負荷量の関係において，CAT，ペンディメタリン，SAPの傾きはほぼ同じである。しかし，流出負荷量は3者の中でCATが最も少ない散布量にもかかわらず，最も高い負荷量で推移しており，そのため流出割合が3者の中で最も高くなっている。この原因は水—土壌系における混合状態での水と農薬との相互作用の差，例えば水への溶解力の相対的な差等に求められる。

農薬の流出係数でSAP，CAT，ペンディメタリンの流出の難易度をみると，CATが9.64×10^{-4}で最も流出しやすい性質を持っていることが分かった。

調整池の効果

調査対象とした調整池の構造は満水面積約1,000m²（長方形とみて約幅25m，奥行き40m），平均水深2mとして，満水貯水量は2,000m³程度，平均滞留日数は約14日と推測された。

第1回降雨時調査のイプロジオンについては調整池の緩衝機能がみられた。また，第3回と4回の降雨時調査間における調整池放流水の農薬濃度の推移では，調整池のCAT濃度が15日間で3 μg/lから10 μg/l以上に上昇しており，他方ペンディメタリンは同じ条件下でも調整池濃度が減少しているので，農薬の物性（分解性）で農薬の貯留状況に相違がみられた。CATのような水中半減期が比較的長い農薬に対しては平均滞留時間が14日では，分解がほとんど進行していないと思われた。したがって，下流域の水質保全のためには，滞留時間を長くする工夫をするか，水中半減期の長い農薬の使用を控えるべきではないだろうか。

〔抄　録〕

簡易型ライシメーターを用いたゴルフ場農薬の降雨時流出挙動の検討

石川県衛生公害研究所化学調査室　堀　秀朗・加藤充哉・塚林　裕
矢田峯子・橋場久雄

全国公害研会誌，17（1），23—28（1992）

ゴルフ場のグリーン，フェアウェイの模擬的ゴルフ場芝地（簡易型ライシアター）を用いて，種々の実験条件下での人工降雨による農薬の流出状況を作り出し，農薬の流出係数等流出の難易と農薬の物理化学的性状との関わりを検討した。

実験方法

実験に使用した簡易型ライシメーターは幅1m，奥行き2m，深さ0.5mの合板製木箱で，この中に礫（黒曜石パーライト）を厚さ約15cmに敷き，その上に約30cmの厚さに実験土壌を入れ，表面に高麗芝を張ったものである。

散布した農薬は6成分（CVP，イソキサチオン，イソプロチオラン，イプロジオン，ペンディメタリン及びCAT）で，ジョウロを用いた人工降雨による流出農薬量を経時的に測定した。実験は屋外で降雨量を変えて4回実施した。

結果及び考察

(1)　降水量と流出水量の推移

降雨実験において3つの降雨強度（10，20，30mm/h）を試したが，芝下土壌の透水性の差はあっても，雨水は表面流出水を採取する雨樋を経由したものはなく，すべての実験で簡易型ライシメーターの底部に取り付けられた排水孔から流出した。降雨強度10mm/hの場合は降雨開始後2～3時間に流出水量のピークがみられ，降雨強度20～30mm/hの場合は降雨開始後1～2時間にピークがみられた。

(2)　農薬流出濃度

すべての降雨実験を通して得られた流出濃度最大値はイソプロチオンが0.154mg/l，イプロジオンが0.432mg/l，そしてCATが0.464mg/lであった。降雨実験前に散布した農薬の単位面積当たりの量は各農薬の標準散布量であり，流出濃度最大値を実際のゴルフ場での上限値と見て，環境庁の指導指針値と比較するとCATが指針値（0.03mg/l）を一時的に超える可能性が高いと思われる。

(3)　農薬の流出パターン

降雨時に流出する農薬の流出パターンは，農薬の種類に因らずよく似ており，降雨開始時から流出水量の増加期にあっては，流出濃度も上昇傾向を示し，流出水量のピークの1～3時間後に流出濃度のピークが出現した。

今回，実験に用いた6種の農薬のうち，降雨に伴って明瞭な流出パターンを示した農薬は，イソプロチオラン，イプロジオン，CATであった。

(4)　農薬の流出係数

1降雨事象における農薬の流出割合を有効降雨量（流出水量を集水面積で除したもの）で除し，有効降雨1mm当たりの値に規準化したものを農薬の流出係数として流出の程度を測ると，CATが10^{-4}オーダーとなる。これは流出時の最高流出濃度で0.5～0.1mg/lの範囲と対応している。また，CVPとイソキサチオンはピーク時の濃度が低く，流出係数は10^{-5}オーダーであった。

(5)　農薬の物理化学的性質と流出係数との関係

また，物性値のうちオクタノール/水分配係数が流出係数と両対数グラフ上で相関がみられることから，流出係数に代わる農薬の流出のしやすさの指標として，オクタノール/水分配係数で推測できる可能性がうかがえた。今回の実験から流出の難易の推定は，便宜的にオクタノール/水分配係数（logPow）＝3付近を境にして，それより小さい物性値の農薬が流出しやすい結果となっていた。

石川県衛生公害研究所年報（第29号）

平成5年3月1日 印刷
平成5年3月10日 発行

発行所 金沢市太陽が丘1丁目11番地（〒920-11）
石川県保健環境センター
☎（0762）29－2011

印刷所 金沢市浅野本町ロ141（〒920）
徳野印刷株式会社
☎（0762）51－5511㈹

長崎県
衛生公害研究所
－5.3.22
受付