

〔資 料〕

志賀原子力発電所周辺陸水中のストロンチウム-90調査

石川県保健環境センター 環境科学部 鳥屋子やまと・井上 和幸・内田 賢吾

〔和文要旨〕

2018年4月に平常時モニタリングとして、陸水のストロンチウム-90などの測定が位置付けられた。石川県では、2014年度から2017年度までに志賀原子力発電所周辺の市町の陸水（水道水及び水道水源）について、ストロンチウム-90の調査を行っている。

今回、改めてその調査結果を取りまとめたところ、地下水を水源にした陸水からはほぼ検出されず、表流水を水源に含む陸水からは、11試料中9試料で検出された。この結果は、全国調査の結果の濃度範囲内であった。

キーワード：ストロンチウム-90，セシウム-137，陸水

1 はじめに

過去の大気圏内核爆発実験，チェルノブイリ原子力発電所事故及び2011年3月の東京電力福島第一原子力発電所事故により環境中へ大量の人工放射性核種が放出され，地表に降下してきている。

この影響として現在，環境試料からセシウム-137（以下，「Cs-137」という。）（半減期30.08年），ストロンチウム-90（以下，「Sr-90」という。）（半減期28.79年）などの人工放射性核種¹⁾が検出されている。

Sr-90は，原子力発電所運転中にウラン燃料の一部が中性子を吸収し核分裂を起こすことにより生成される人工放射性核種である。また，アルカリ土類金属であるため，カルシウム（以下，「Ca」という。）と化学的性質が似ており，体内に摂取されるとCa同様骨に沈着し，造血器官を侵すため，核分裂生成物の中でも注目される核種である²⁾。

原子力規制庁は2018年4月に「平常時モニタリングについて（原子力災害対策指針補足参考資料）」³⁾を策定し，緊急事態が発生した場合への平常時からの備え（以下，「平常時モニタリング」という。）として，原子力発電所から30km圏内において陸水中のガンマ線放出核種，トリチウム（以下，「H-3」という。）（半減期12.32年）

¹⁾及びSr-90の測定を行うことを求めた。これを受け，石川県（以下，「本県」という。）では，2019年度より志賀原子力発電所周辺環境放射線監視年度計画⁴⁾に，志賀原子力発電所から30km圏内の陸水中のガンマ線放出核種，H-3，Sr-90の測定を追加した。

本県では平常時モニタリングに定められる以前の2014年度から2017年度まで志賀原子力発電所周辺市町の陸水（水道水及び水道水源）について現状把握調査（以下，「バックグラウンド調査」という。）⁵⁾⁻⁸⁾として，ガンマ線放出核種及びSr-90の測定を行っている。本報では，この調査結果を改めて取りまとめ，原子力規制庁が実施する環境放射能水準調査及び全国の原子力施設周辺環境放射線モニタリング調査における陸水中のSr-90の放射能分析結果（2016～2019年度）⁹⁾（以下，「全国調査」という。）と比較を行った。

2 調査方法

2・1 試料及び採取地点・採取方法

採取地点を図1に示す。バックグラウンド調査の試料の採取地点は，志賀原子力発電所から30km圏内の市町役場もしくは市町管轄の施設の水道水及びその主要水源とした。また，環境放射能水準調査の試料は当センター（1991年度まで金沢市三馬，1992年度から金沢

Strontium-90 in Land Water around Shika Nuclear Power Plant. by TOYANAGO Yamato, INOUE Kazuyuki, and UCHIDA Kengo(Environmental Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Strontium-90, Cesium-137, Land water

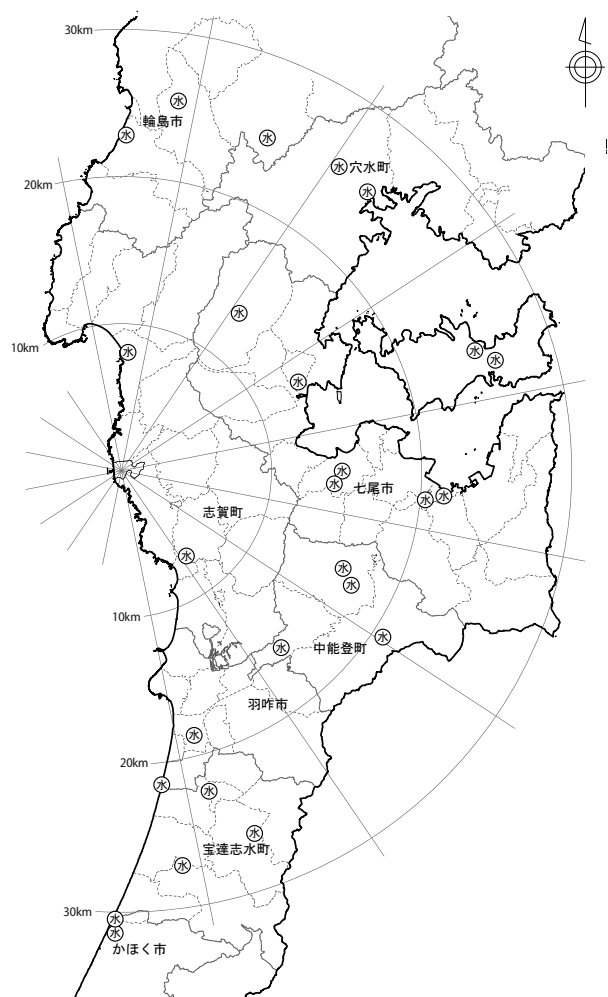


図 1 バックグラウンド調査試料採取地点図

市太陽が丘)の水道水とした。

採取方法は放射能測定法シリーズ¹⁰⁾に準じた。

2・2 測定方法

(1) 試料の調製

バックグラウンド調査の試料調製は、放射能測定法シリーズ¹¹⁾¹²⁾に準じた。ガンマ線放出核種分析では、陸水20Lに塩酸を添加し、蒸発皿及びビーカーで加熱濃縮後、測定容器(U-8容器)に移し、乾固し、測定用試料とした。Sr-90分析は、公益財団法人日本分析センターに分析委託した。

また、参考として当センターで実施したガンマ線放出核種分析及びSr-90分析については、陸水100Lに塩酸及びストロンチウム担体50mgを添加し、加熱濃縮後、U-8容器で乾固し、ガンマ線放出核種分析用測定試料とし、その後Sr-90分析用試料とした。

(2) 放射能分析

ア ガンマ線放出核種分析

ガンマ線放出核種の測定は、放射能測定法シリーズ¹³⁾に準じ、ゲルマニウム半導体検出器(Ortec社製

GEM-C7080-LB-C-HJ-S又はCanberra社製GC4519, 相対効率45%程度, 分解能2keV未満)を用いて80,000秒測定を行った。

なお、複数のガンマ線放出核種の分析を行っているが、本報ではSr-90と同様に人体への影響の面から注目されるCs-137についてのみ報告する。

イ Sr-90

Sr-90分析は、放射能測定法シリーズ¹²⁾に準じ、イオン交換法により精製したSr-90から壊変したイットリウム-90(半減期64.00時間)¹⁾を分離した後、低バックグラウンドベータ線測定装置(Aloka社製SCE-203)を用いて3,600秒測定を行った。

3 調査結果

3・1 水道水調査結果

バックグラウンド調査のうち水道水調査の結果を表1に示す。水源に表流水を含む水道水のSr-90は、11試料中9試料で0.8～1.6mBq/Lの範囲で検出された。深井戸等の地下水のみを水源とする水道水については、5試料中1試料で0.6mBq/L検出されたが、その他の試料は不検出(以下、「ND」という。)であった。

また、いずれの試料についてもCs-137はNDであった。

3・2 水道水源調査結果

バックグラウンド調査のうち水道水源調査の結果を表2に示す。参考として本県で浄水供給量が最も多い鶴来浄水場浄水(手取川水系)についても調査を行ったので、その結果も併せて示す。表流水を水源とする原水のSr-90については、全ての試料から0.8～1.4mBq/Lの範囲で検出された。地下水を水源とするものについては、全てNDであった。

また、いずれの試料についてもCs-137はNDであった。既報¹⁴⁾において、Sr-90はCs-137よりも降雨等の影響を受け、地下浸透しやすいことやCs-137はほとんどが土壌表層部に留まっていることを報告している。バックグラウンド調査において、Sr-90が検出され、Cs-137が検出されなかったことについては、Cs-137の方がSr-90に比べ流出しにくいと考えられた。

また、3・1の水道水調査と3・2の水道水源調査において、検出されたSr-90濃度はほぼ同レベル(1mBq/L程度)となっており、地域であり差がなかった。

さらに、3・1の水道水調査と3・2の水道水源調査において、調査日は異なるが水道水とその水源の調査を行ったところ、両者の濃度レベルはほぼ同じであった。このことから、浄水処理過程はSr-90濃度にあまり影響しないと考えられた。

3・3 全国調査との比較

表1 水道水調査結果

採取地点	採取年月日	Sr-90 [mBq/L]	Cs-137 [mBq/L]	水源
志賀町役場富来支所	2015.10.14	1.6 ± 0.1	ND	表流水
穴水町役場	2015. 1.14	0.8 ± 0.2	ND	表流水
輪島市門前総合支所	2015. 1.14	1.2 ± 0.2	ND	表流水 (ダム)
中能登町役場鹿西庁舎	2015.12. 3	1.1 ± 0.2	ND	表流水 (県水)
羽咋市役所	2015. 1. 8	1.1 ± 0.2	ND	地下水・表流水 (県水)
宝達志水町アステラス	2015.12. 3	1.0 ± 0.2	ND	地下水・表流水 (県水)
七尾市中島コミュニティセンター	2015.12. 3	0.9 ± 0.2	ND	地下水・表流水・表流水 (県水)
七尾市役所	2015. 1. 8	0.8 ± 0.2	ND	地下水・表流水 (県水)
七尾市能登島コミュニティセンター	2015.12. 3	0.8 ± 0.2	ND	地下水・表流水 (県水)
中能登町役場	2015. 1. 8	ND	ND	地下水・表流水 (県水)
中能登町役場鹿島庁舎	2015.12. 3	ND	ND	地下水・表流水 (県水)
かほく市二ツ屋公民館	2015. 1. 8	0.6 ± 0.2	ND	地下水
七尾市田鶴浜コミュニティセンター	2015.12. 3	ND	ND	地下水
宝達志水町役場	2015. 1. 8	ND	ND	地下水
志賀町役場	2015. 1.14	ND	ND	地下水
	2015.10.14	ND	ND	

ND：不検出（測定値が計数誤差の3倍を下回る場合）

県水：石川県水道用水供給事業により、鶴来浄水場から市町へ配水された浄水。水源は表流水。

表2 水道水源調査結果

採取地点	採取年月日	Sr-90 [mBq/L]	Cs-137 [mBq/L]	水源
北川浄水場（輪島市）	2017. 6.22	1.4 ± 0.2	ND	表流水
上野浄水場（穴水町）	2017. 6.22	1.3 ± 0.2	ND	表流水
七海浄水場（志賀町）	2017. 6.22	1.2 ± 0.2	ND	表流水
地原浄水場（輪島市）	2017. 6.22	1.0 ± 0.2	ND	表流水 (ダム)
河内水源（七尾市）	2017. 1.10	0.8 ± 0.2	ND	表流水
第二浄水場（志賀町）	2017. 6.22	ND	ND	地下水
岩屋5号水源（七尾市）	2017. 1.10	ND	ND	地下水
田鶴浜7号水源（七尾市）	2017. 1.10	ND	ND	地下水
能登島向田2号水源（七尾市）	2017. 1.10	ND	ND	地下水
春木4号井（中能登町）	2017. 1.10	ND	ND	地下水
南部配水場（羽咋市）	2017. 6.29	ND	ND	地下水
志雄浄水場（宝達志水町）	2017. 6.29	ND	ND	地下水
高松水源（かほく市）	2017. 6.29	ND	ND	地下水
鶴来浄水場（白山市）	2020. 5.18	1.1 ± 0.1	ND	表流水 (県水)
	2020. 6.12	0.8 ± 0.1	ND	表流水 (県水)

ND：不検出（測定値が計数誤差の3倍を下回る場合）

全国調査の結果（2016～2019年度）⁹⁾を取りまとめ、図2に示す。バックグラウンド調査の結果は、全国調査の結果の範囲内であった。

また、本県の調査結果では表流水及び表流水を水源とする水道水でSr-90が検出されているが、全国調査でも同様の傾向がみられた。

3・4 水道水中のSr-90経年変化

本県における環境放射能水準調査のSr-90経年変化を図3に示す。調査開始当初（1975年）は核実験の影響により7.8 mBq/Lであったが、年々濃度は低下し、現在では1 mBq/L程度となっている。当センターは1992年に金沢市三馬から金沢市太陽が丘に移転し、その際に水道水の水源が手取川水系から犀川水系に変わって

いるが、経年変化の減少傾向には差が見られなかった。

採取地点が金沢市太陽が丘に変わって以降の減少傾向の見かけ上の半減期は15.81年であり、Sr-90の半減期の28.79年よりも短くなった。原因として、過去の核実験により降下したSr-90が降雨等の影響により地下浸透又は流出し、河川水・水道水で検出されるが、土壌に含まれるSr-90量が減ってきたことから流出量が減少し、見かけ上の半減期がSr-90の半減期よりも短くなったものと考えられた。

4 まとめ

(1) バックグラウンド調査として、人工放射性核種であるSr-90及びガンマ線放出核種について、陸水の調

文 献

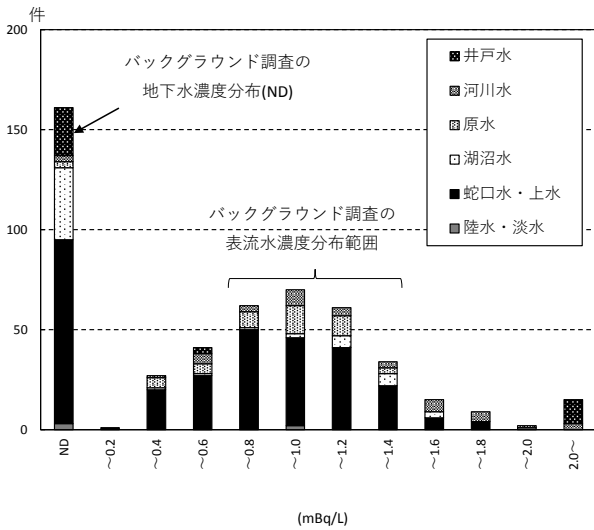
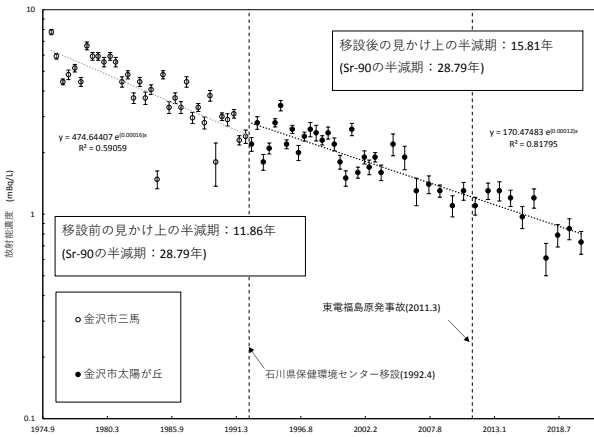


図2 全国調査とバックグラウンド調査のSr-90濃度分布の比較



※本県で採取した試料を日本分析センターで分析した結果をもとに解析した。

図3 水道水中(石川県保健環境センター)のSr-90濃度経年変化

査を行った。Sr-90はND～1.6 mBq/Lで、全国調査の結果の濃度範囲内であった。また、Cs-137はいずれの試料についてもNDであった。

(2) 表流水を含む水道水については、Sr-90が検出されたが、地下水を水源とする水道水ではほぼNDであった。表流水を含む水道水で検出されたSr-90濃度は地域であり差がなかった。

(3) 本県の環境放射能水準調査の経年変化をみると、Sr-90濃度は年々減少しているが、見かけ上の半減期は物理的半減期より短い結果となった。これは、土壌から河川水に流出するSr-90が減少していることによるものと考えられた。

今後は、県内の水源別のSr-90濃度について、季節変動の調査や、県内の土壌におけるSr-90の分布状況との関係を調査することで、陸水におけるSr-90の挙動等の把握を目指したい。

- 1) 公益社団法人日本アイソトープ協会：アイソトープ手帳，改訂12版，丸善（2020）
- 2) 国立研究開発法人日本原子力研究開発機構：“ストロンチウムの放射化学分析と測定”，https://atomica.jaea.go.jp/data/detail/dat_detail_09-04-03-26.html，（参照 2021-04-01）
- 3) 原子力規制庁監視情報課：平常時モニタリングについて（原子力災害対策指針補足参考資料），平成30年4月4日改訂
- 4) 石川県：志賀原子力発電所周辺環境放射線監視年度計画（令和元年度）
- 5) 東海林寛史，小浦利弘，堅田勉：志賀原子力発電所30km圏内における環境試料中放射能濃度の現状把握（第1報），石川県保健環境センター研究報告書，52，101-104（2015）
- 6) 小浦利弘，東海林寛史，初瀬裕，中谷光：志賀原子力発電所30km圏内における環境試料中放射能濃度の現状把握（第2報），石川県保健環境センター研究報告書，53，51-59（2016）
- 7) 小浦利弘，東海林寛史，河野隆史，宮川茂樹，中谷光：志賀原子力発電所30km圏内における環境試料中放射能濃度の現状把握（第3報），石川県保健環境センター研究報告書，54，61-73（2017）
- 8) 内川慎互，小浦利弘，鶴谷亮太，河野隆史，宮竹智代，中谷光：志賀原子力発電所30km圏内における環境試料中放射能濃度の現状把握（第4報），石川県保健環境センター研究報告書，55，68-74（2018）
- 9) 日本分析センター：“日本の環境放射能と放射線”，<https://www.kankyo-hoshano.go.jp/contact/>，（参照 2021-04-01）
- 10) 原子力規制庁：環境試料採取法，放射能測定法シリーズ16（昭和58年12月）
- 11) 原子力規制庁：ゲルマニウム半導体検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法13（昭和57年7月）
- 12) 原子力規制庁：放射性ストロンチウム分析法，放射能測定法シリーズ2（平成15年7月）
- 13) 原子力規制庁：ゲルマニウム半導体検出器によるγ線スペクトロメトリー，放射能測定法シリーズ7（令和2年9月）
- 14) 藤井明洋，小谷口久美子，浜道啓太，横山暢，酒井道則，柿本均：石川県内土壌中の¹³⁷Cs及び⁹⁰Srの分布状況及び移行挙動に関する調査，石川県保健環境センター研究報告書，49，21-26（2012）