

〔報 文〕

モニタリングカーによる石川県内の空間線量率調査

石川県保健環境センター 環境科学部放射線グループ 鶴谷 亮太・小浦 利弘・東海林 寛史
内川 慎互・山口 麻美・河野 隆史
宮竹 智代・中谷 光・川畑 俊之

〔和文要旨〕

石川県内全域の空間線量率のバックグラウンドデータを得るために、モニタリングカーによる走行測定を行った。さらに、GISによる県内の空間線量率マップを作成した。県内の空間線量率は能登北部で平均値より低く、白山麓では高くなるという傾向が見られた。県内の地質図と走行測定結果を比較したところ、平均値に近い空間線量率であった堆積岩上を走行測定した場合に比べ、中性岩・塩基性岩上では空間線量率が低くなり、酸性岩上では空間線量率が高くなるという傾向が見られた。

キーワード：空間線量率，走行測定，地質，GIS

1 はじめに

平成23年3月の東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故を受け、国は「原子力災害対策指針」¹⁾や「原子力災害対策指針補足参考資料」²⁾の策定及び改定を実施し、本県においても「石川県緊急時モニタリング計画」³⁾や付随する「石川県緊急時モニタリング実施要領」⁴⁾の改定を行い、監視体制を強化してきた。

「石川県緊急時モニタリング計画」における、全面緊急事態における初期モニタリングでは、運用上の介入レベル(OIL)に基づく防護措置の実施の判断材料の提供のため、環境放射線観測局及び可搬型モニタリングポスト等による空間線量率(以下、「線量率」という。)の連続測定を行うが、この際、必要に応じてモニタリングカーによる走行測定も行って測定を補完することとなっている。

このため、原子力災害対策重点区域に当たる志賀原子力発電所30km圏内は当然ながら、圏外においても県民の安心に貢献するという観点から走行測定によるバックグラウンドデータの蓄積は重要である。

本県では、これまでも志賀原子力発電所周辺や能登地方を中心にモニタリングカーによる走行測定⁵⁾⁻⁸⁾を行ってきたが、今回の調査では走行範囲を県内全域に拡大し、全市町におけるバックグラウンドデータを得た。また、GIS(Geographic Information System)を活用することで、県内の線量率マップを作成するとともに、線量率マップを地質図と重ね合わせて解析することにより、地域間の線量率の差異について地質分布という観点から考察を行った。

2 調査方法

2.1 走行測定の方法

走行測定は、図1及び表1に示すトヨタハイエースバン(ワイド・スーパーロング・ハイルーフ)を日立アロカメディカル株(現株日立製作所)が改造したモニタリングカーで行った。モニタリングカーは放射線測定器として、地上から2.4mの高さに検出器を鉛直上向きに設置した温度補償型2φ×2インチNaI(Tl)シンチレーション検出器及びSi半導体検出器を備えており、NaI(Tl)シンチレーション検出器の測定エネルギー範囲は、

Gamma Ray Radiation Dose Rate Measured by a Car-borne Survey in Ishikawa Prefecture. by TSURUYA Ryota, KOURA Toshihiro, SHOJI Hirofumi, UCHIKAWA Shingo, YAMAGUCHI Asami, KAWANO Takafumi, MIYATAKE Tomoyo, NAKATANI Mitsuru and KAWABATA Toshiyuki (Environmental Science Department, Ishikawa Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science)

Key words : Gamma Ray Radiatoin Dose Rate, Car-borne Survey, Geological Features, GIS

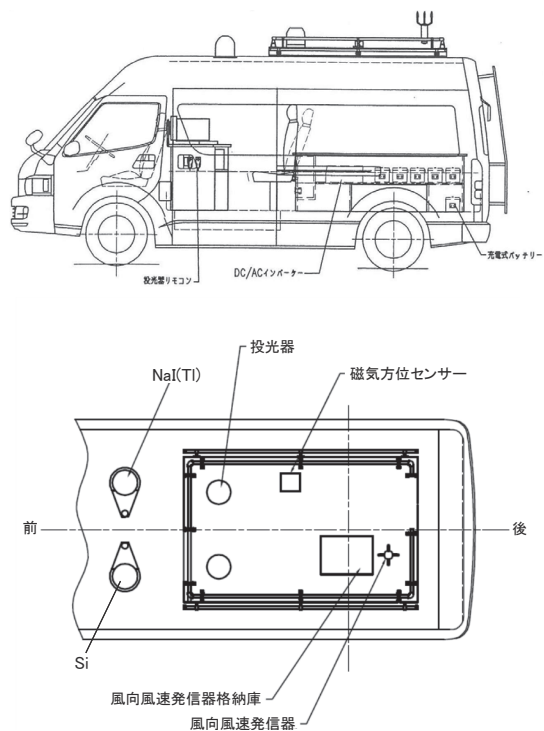


図 1 モニタリングカー全景図

表 1 モニタリングカー仕様

| 項目 | 仕様 |
|--------------|--|
| 放射線測定器 | |
| 低線量測定装置 | |
| 検出器のタイプ | NaI (Tl) シンチレーション検出器 |
| 結晶のサイズ | 2φ×2インチ |
| 温度への対応 | 温度補償型 (+5～45℃) |
| 線量率の測定範囲 | 10 ⁻¹⁰ nGy/h |
| 測定エネルギー範囲 | 50KeV～3MeV |
| 分解能 | 10%以下 (Cs-137のピークに対して) |
| 時定数 (τ) | τ = 1 / ((標準偏差 ²) × (計数率)) ※標準偏差設定10% |
| 波高分析装置 | 逐次比較型 (1000ch以上) |
| 高線量測定装置 | |
| 検出器のタイプ | Si 半導体検出器 |
| 線量率の測定範囲 | 10 ⁴ ～10 ⁸ nGy/h |
| 測定エネルギー範囲 | 50keV以上 |
| 気象観測装置 | |
| 発信器 | 超音波風向風速発信器 |
| 測定範囲 (風速/風向) | 0～75m/s以上/全方位 (16方位) |
| 測定精度 (風速/風向) | 6m/s以下0.3m/s以内, 6m/s以上3%以内/5度以内 |
| 駆動 | 車内操作による起動及び格納 |
| 車両 | |
| 車種 | トヨタハイエースバン |
| 車両改造 | ワイド・スーパーロング相当 発電機, 商用電源入力, 防振台 |
| 伝送システム | |
| 伝送形式 | FTP |
| データ伝送 | FOMA 回線 |
| 位置情報 | GPS |

50KeV から 3MeV となっている。

また、走行測定時は線量率に加えて、GPSによる位置情報(緯度、経度、高度)も同時に測定記録しており、車載のデータ収集装置によりFOMA回線を利用して保健環境センターのモニタリングカーサーバーに伝送が可

能となっている。

走行測定は2013年7月17日から2017年10月27日の期間で46回実施した。

測定時の走行速度はそれぞれの道路の法定速度に従って行い、一般道路では30～60km/h程度、北陸自動車道と能登里山海道では80km/h程度とした。また、降雨による線量率増加の影響を避けるため、降雨時のデータを除外して検討を行った。

なお、NaI (Tl) シンチレーション検出器の測定範囲である10μGy/h以下の環境レベルの線量率を測定することから、NaI (Tl) シンチレーション検出器の10秒間の線量率を1時間当たりの線量率に換算したものを測定値として採用した。

2・2 NaI (Tl) シンチレーション検出器の方向特性

図2のように車体の水平面に対して垂直上方向を0度とし、前後方向を回転軸とする様々な角度にセシウム-137線源を1mの等距離で設置して、車載のNaI (Tl) シンチレーション検出器の側面方向における方向特性を調べた。結果を表2に示す。側面方向における方向特性は、0度から110度までは感度の低下は認められなかったが、車体による遮蔽効果を受け始める120度の角度で感度が約18%低下した。また、セシウム-137線源がSi半導体検出器に隠れる-90度方向では、遮蔽の影響により感度が約18%低下した。よって、地表などの低い位置にある線源に対しては車体による遮蔽を受けて感度が低くなるが、車体上方にある線源に対しては感度低下

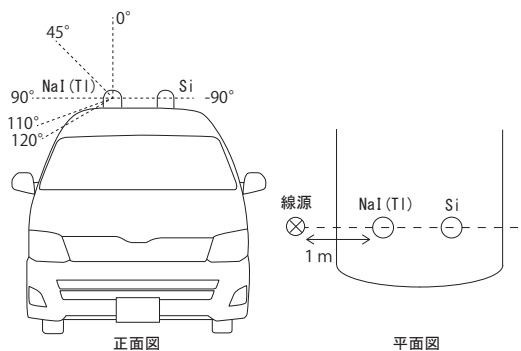


図 2 モニタリングカー検出器の方向特性調査の様子

表 2 モニタリングカー検出器の方向特性

| | 測定結果 (nGy/h) | BG (nGy/h) | Cs-137 寄与分 (nGy/h) | 0°との比 |
|------|-----------------|---------------|-----------------------|-------|
| 0° | 271.0 | 40.5 | 230.5 | 1.000 |
| 30° | 271.6 | 40.5 | 231.1 | 1.003 |
| 45° | 273.5 | 40.5 | 233.0 | 1.011 |
| 60° | 277.8 | 40.5 | 237.3 | 1.030 |
| 90° | 281.0 | 40.5 | 240.5 | 1.043 |
| 100° | 278.4 | 40.5 | 237.9 | 1.032 |
| 110° | 271.1 | 40.5 | 230.6 | 1.000 |
| 120° | 229.0 | 40.5 | 188.5 | 0.818 |
| -90° | 229.2 | 40.5 | 188.7 | 0.819 |

の影響なく測定できると考えられた。

2・3 車体による遮蔽効果の補正

モニタリングカーの車体による遮蔽効果を調べるため、図3に示すように、日立アロカメディカル(株)製の可搬型3φ×3インチNaI(Tl)シンチレーション検出器を別途用意して車体の有無による線量率の変化を測定した。まず、車載のNaI(Tl)シンチレーション検出器の横に、可搬型NaI(Tl)シンチレーション検出器を車載検出器と同じ上向きに併設して線量率の測定を行った。その後、車載の検出器と同じ2.4m高さの空中にはしご及び脚立を用いて可搬型NaI(Tl)シンチレーション検出器を上向きに固定して測定した。

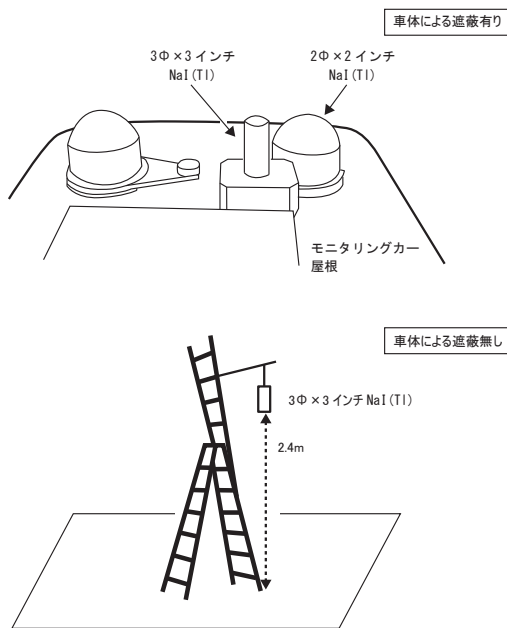


図3 車体による遮蔽効果の実験の状況

車体の有無毎に1分間の線量率を5回測定したところ、表3に示すように車体が無い状態では平均55.5nGy/h、車体が有る状態では平均44.4nGy/hとなり、車体による遮蔽効果は20.0%であることが判った。そこで、本報告では、車体による遮蔽効果を補正するために、走行測定で得た線量率に補正係数1.25を乗じた値を走行測定結果とした。

表3 車体による遮蔽効果

| | 測定結果 (nGy/h) | | | | | 平均 |
|------------|--------------|------|------|------|------|------|
| | 1回目 | 2回目 | 3回目 | 4回目 | 5回目 | |
| モニタリングカー有り | 44.8 | 44.7 | 44.1 | 44.4 | 44.1 | 44.4 |
| モニタリングカー無し | 56.4 | 54.9 | 55.6 | 54.3 | 56.4 | 55.5 |
| 遮蔽効果 (%) | 20.6 | 18.6 | 20.7 | 18.2 | 21.8 | 20.0 |

2・4 トンネル、崖及び建造物の影響

モニタリングカーがトンネルの中を通過する際、トンネル以外を走行する際と比較して、トンネルの壁面からの影響により線量率が増加する。そのため、今回の調査

では走行測定結果からトンネル通過中のデータは除外した。

トンネルほど顕著ではないものの、モニタリングカーが崖や建物の壁面の近傍を通過する際も線量率が増加するが、本調査では崖や建物近傍でモニタリングカーが停車し、位置情報が変わらないまま線量率の増加が明らかに継続していた場合を除いて測定値をそのまま使用した。また、モニタリングカーが橋の上を通過する際の測定値もそのまま使用した。

2・5 解析に用いたGISソフト

今回の調査では、米国Esri社の開発した地理情報ソフトであるArcGIS 10.4.1 for Desktop (Environmental Systems Research Institute, Inc.) (以下「ArcGIS」という。)を用いて走行測定結果を解析した。行政区域⁹⁾については国土数値情報ホームページからダウンロードしたデータを使用し、地質図は国立研究開発法人産業技術総合研究所(以下、「産総研」という。)が提供する20万分の1シームレス地質図¹⁰⁾を加工して使用した。

3 結果と考察

3・1 県内の走行測定結果

走行測定の結果、県内の線量率は最大値112.5nGy/h、最小値19.0nGy/h、平均値45.6nGy/h、標準偏差7.0nGy/h、中央値45.6nGy/hであった。また、市町別の線量率は表4に示すとおりである。

表4 市町別の走行測定結果

| 市町名 | 平均線量率 (nGy/h) | データ数 |
|-------|---------------|-------|
| 珠洲市 | 39.5 ± 5.1 | 1169 |
| 輪島市 | 42.1 ± 6.3 | 7488 |
| 能登町 | 39.6 ± 5.5 | 1197 |
| 穴水町 | 40.1 ± 5.8 | 5940 |
| 志賀町 | 44.0 ± 6.1 | 12050 |
| 七尾市 | 44.0 ± 6.0 | 13313 |
| 中能登町 | 49.4 ± 5.9 | 3717 |
| 羽咋市 | 48.9 ± 5.5 | 6163 |
| 宝達志水町 | 47.6 ± 5.1 | 4992 |
| かほく市 | 46.9 ± 5.1 | 4895 |
| 津幡町 | 46.8 ± 5.6 | 2221 |
| 内灘町 | 45.4 ± 4.9 | 339 |
| 金沢市 | 49.6 ± 5.5 | 9214 |
| 白山市 | 53.3 ± 12.2 | 3149 |
| 野々市市 | 48.6 ± 4.2 | 324 |
| 川北町 | 44.9 ± 4.3 | 96 |
| 能美市 | 46.2 ± 4.4 | 992 |
| 小松市 | 45.5 ± 6.4 | 2675 |
| 加賀市 | 44.6 ± 5.5 | 1766 |

走行測定で得られた県内の線量率の出現頻度を図4に示す。階級は30nGy/h以上から70nGy/h未満までを5nGy/hごとに区切り、これに30nGy/h未満と70nGy/h以上を加えた10の階級とした。

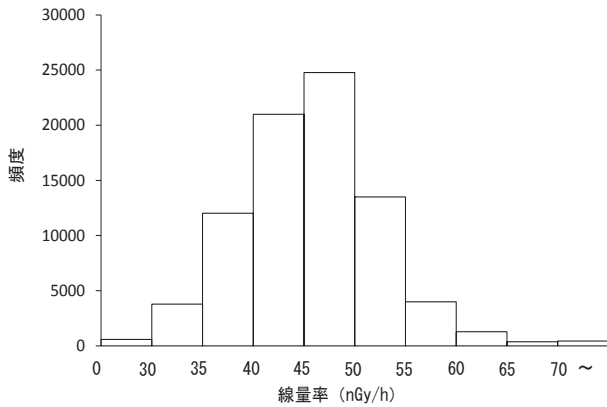


図 4 走行測定で得られた線量率の出現頻度

ArcGISを使用して石川県地図を1km²メッシュに区分けし、そこに含まれる走行測定データの線量率の平均値を上記階級毎に色分けすることで、県内の線量率マップを作成した。線量率マップを図5に示す。県内の線量率は、平均値より能登北部で低く、白山麓では高いという傾向が見られた。

今回の調査で得られた結果の妥当性について検討するために、過去に行われた地表からのガンマ線由来の線量率の分布調査¹¹⁾⁻¹³⁾とその傾向を比較した。

阿部ら¹¹⁾による調査は、主に校庭で行われた定点測定であることから客土の可能性が高く、単純な比較はできないものの、穴水町、七尾市、輪島市、能登町の旧内浦町で線量率が低く、白山市の旧吉野谷村で最も高くなっており、本調査と同様な傾向を示した。また、今井¹²⁾による全国の河川堆積物試料から作成した元素濃度分布を

もとに線量率を計算した調査でも輪島市、穴水町は他の地域に比べて線量率は低いという結果であった。中谷ら¹³⁾による可搬型Ge半導体検出器を用いた定点測定においても、能登北西部で線量率が低く、加賀南東部で線量率が高くなった。これらのことから、今回の調査の走行測定結果は県内における過去の報告と同傾向を示しており、妥当性があると考えられる。

3・2 県内の地質分布

岩石はその成り立ちにより大分して、火成岩、堆積岩、変成岩に分類される。

火成岩は結晶分化作用によりマグマ溜まりから岩石が生成される際に、まず鉄やマンガン等を含む有色鉱物が優先的に結晶化し、次第に二酸化ケイ素成分が増加していく。このとき、岩石に含まれる二酸化ケイ素の割合により、割合が大きいものから酸性岩、中性岩、塩基性岩と分類される¹⁴⁾。

岩石に含まれる主要な放射性物質であるウラン、トリウムおよび、カリウム-40は二酸化ケイ素と同様に結晶化しにくい成分であるため、二酸化ケイ素含有量と放射性物質含有量は概ね同傾向を示す。よって、火成岩の放射性物質含有量は塩基性岩、中性岩、酸性岩の順に大きくなる傾向にある。

堆積岩および変成岩については、前者は種々の風化作用や海や湖に溶けていたものが沈殿して形成され、後者は既存の岩石が高い圧力や温度条件により新しい組成となった岩石であり、全ての岩石を起源としていることから多くの標本を集めれば、様々な種類の鉱物が示す放射

表 5 石川県の地質分類(産総研シームレス地質図を加工して作成)¹⁰⁾

| 地質分類 | 地質説明 | |
|------------------------|--|--|
| 酸性岩 | 火山岩類 前期中新世-中期中新世(N1)の非アルカリ珪長質火山岩類 | 約2200万年前～1500万年前に噴火した火山の岩石(デイサイト・流紋岩類) |
| | 火山岩類 後期漸新世-前期中新世(PG4)の非アルカリ珪長質火山岩類 | 約3200万年前～2200万年前に噴火した火山の岩石(デイサイト・流紋岩類) |
| | 火山岩類 暁新世-前期始新世(PG1)の非アルカリ珪長質火山岩類 | 約6500万年前～5200万年前に噴火した火山の岩石(デイサイト・流紋岩類) |
| | 火山岩類 後期白亜紀(K2)の非アルカリ珪長質火山岩類 | 約1億年前～6500万年前に噴火した火山の岩石(デイサイト・流紋岩類) |
| | 深成岩類 前期ジュラ紀(J)の船津花崗岩類 | 約2億年前～1億7000万年前にマグマが地下の深いところで冷えて固まった船津花崗岩 |
| | 深成岩類 中-後期三疊紀(TR2-3)の花崗岩類 | 約2億4600万年前～約2億年前にマグマが地下の深いところで冷えて固まった花崗岩類 |
| 中性岩・塩基性岩 | 火山岩類 完新世(H)の非アルカリ苦鉄質火山岩類 | 約1万8000年前～現在に噴火した火山の岩石(安山岩・玄武岩類) |
| | 火山岩類 後期更新世-完新世(Q3-H)の非アルカリ苦鉄質火山岩類 | 約15万年前～現在に噴火した火山の岩石(安山岩・玄武岩類) |
| | 火山岩類 中期更新世(Q2)の海成または非海成堆積岩類 | 約70万年前～15万年前に噴火した火山の岩石(安山岩・玄武岩類) |
| | 火山岩類 前期更新世(Q1)の非アルカリ苦鉄質火山岩類 | 約170万年前～70万年前に噴火した火山の岩石(安山岩・玄武岩類) |
| | 火山岩類 後期中新世-鮮新世(N3)の非アルカリ苦鉄質火山岩類 | 約700万年前～170万年前に噴火した火山の岩石(安山岩・玄武岩類) |
| | 火山岩類 中期中新世-後期中新世(N2)の非アルカリ苦鉄質火山岩類 | 約1500万年前～700万年前に噴火した火山の岩石(安山岩・玄武岩類) |
| 堆積岩 | 火山岩類 前期中新世-中期中新世(N1)の非アルカリ苦鉄質火山岩類 | 約2200万年前～1500万年前に噴火した火山の岩石(安山岩・玄武岩類) |
| | 深成岩類 後期始新世-前期漸新世(PG3)の苦鉄質深成岩類 | 約4000万年前～3200万年前にマグマが地下の深いところで冷えて固まった斑れい岩質 |
| | 堆積岩類 後期更新世-完新世(H)の海成または非海成堆積岩類 | 約1万8000年前～現在までに形成された最も新しい時代の地層 |
| | 堆積岩類 中期更新世(Q2)の海成または非海成堆積岩類 | 約70万年前～15万年前に形成された地層 |
| | 堆積岩類 前期更新世(Q1)の海成または非海成堆積岩類 | 約170万年前～70万年前に形成された地層 |
| | 堆積岩類 後期中新世-鮮新世(N3)の海成または非海成堆積岩類 | 約700万年前～170万年前に形成された地層 |
| | 堆積岩類 中-後期中新世(N2)の海成または非海成堆積岩類 | 約1500万年前～700万年前に形成された地層 |
| | 堆積岩類 前期中新世-中期中新世(N1)の海成または非海成堆積岩類 | 約2200万年前～1500万年前に形成された地層 |
| | 堆積岩類 後期漸新世-前期中新世(PG4)の海成または非海成堆積岩類 | 約3200万年前～2200万年前に形成された地層 |
| | 堆積岩類 前期白亜紀(K1)の非海成堆積岩類 | 約1億4600万年前～1億年前に川や湖で形成された地層 |
| | 堆積岩類 中-後期ジュラ紀(J2-3)の海成または非海成堆積岩類 | 約1億7600万年前～1億4600万年前に形成された地層 |
| | 堆積岩類 後期更新世-完新世(H)の砂丘堆積物 | 約1万8000年前～現在までに砂丘で形成された地層 |
| 堆積岩類 後期更新世(Q3)の低位段丘堆積物 | 川沿いの低地に分布している約7万年前～1万8000年前に形成された段丘層 | |
| 堆積岩類 後期更新世(Q2)の中位段丘堆積物 | 川沿いのやや高い所に分布している約15万年前～7万年前に形成された段丘層 | |
| 堆積岩類 中期更新世(Q1)の高位段丘堆積物 | 川沿いのかなり高い所に分布している約70万年前～15万年前に形成された段丘層 | |
| 火山灰 | 火山岩類 中期更新世(Q2)の火山岩類(非アルカリ火砕流) | 約70万年前～15万年前に爆発的噴火により高速で流れ下った軽石や火山灰(火砕流) |
| 変成岩 | 変成岩類 飛騨変成岩類(mx/低-中圧型) | 飛騨山地に分布する約2億5000万年前～約2億年前の変成岩 |
| 人工改変地 | その他 完新世(H)の人工改変地 | 人工的に作られたり、改変された土地 |
| 水辺 | その他 湖水・河川・海など | 湖水・河川・海など |

性物質含有量の平均的なレベルに近い値になると予想される。

以上をふまえ、産総研が提供しているシームレス地質図を加工して図6に示す石川県の地質図を作成した。また、地質分類は表5に示すとおりとした。

火成岩は15種類に分類されており能登北部と白山麓に広く分布している。火成岩の内訳は、塩基性岩にあたる玄武岩及び斑縞岩と中性岩にあたる安山岩を含むものが8種類、酸性岩にあたる流紋岩、デイサイト及び花崗岩が含まれるものが6種類、噴火によって発生した火砕流に含まれる火山灰や軽石から成る火山灰層が1種類となっている。火山灰層については、金沢市の戸室山の噴火に伴うもので、古い火山の名残りと考えられる戸室山の周辺にのみ分布している¹⁵⁾。

堆積岩は13種類が県内全域に広く分布しており、火成岩と堆積岩で県内の99%以上の面積を占める。変成岩は飛騨変成岩類の1種類が、白山市の手取川上流に広く分布するほか、加賀市の大聖寺川上流、七尾市と中能登町の県境に位置する石動山地区、能登北西部などの狭い範囲にも点在している。

その他の地質として、人工改変地として干拓地である河北潟、今江潟及び柴山潟と海岸埋立地を含む1種類と、湖や池、川の水辺に係する場所に1種類が割り当てられている。

3・3 地質分類別の走行測定結果

県内の走行測定結果を地質毎にまとめた結果を表6、図7及び図8に示す。表6のデータ総数について、表4に示す県内の市町別の走行測定結果のデータ総数よりも460ポイント少ないが、これは沿岸部の埋立地等の一部が地質図には反映されていないことにより、走行データの位置情報が重ならない地域があるためである。

酸性岩、中性岩・塩基性岩、堆積岩上を走行した線量率は、それぞれ49.6nGy/h、40.1nGy/h、46.2nGy/hとなり、一元配置分散分析において、 $p < 0.001$ で有意差が認められた。また、酸性岩では線量率の平均値よりも高く、中性岩・塩基性岩では平均値よりも低く、堆積岩では平均値に近い線量率と放射性物質含有量から予想さ

表6 地質分類別の走行測定結果

| 地質分類 | 平均線量率 (nGy/h) | データ数 |
|----------|---------------|-------|
| 酸性岩 | 49.6 ± 13.2 | 3285 |
| 中性岩・塩基性岩 | 40.1 ± 6.0 | 9668 |
| 堆積岩 | 46.2 ± 6.2 | 67725 |
| 火山灰 | 46.8 ± 4.5 | 56 |
| 変成岩 | 58.4 ± 9.6 | 234 |
| 人工改変地 | 41.3 ± 3.4 | 209 |
| 水辺 | 43.7 ± 6.7 | 63 |

れる傾向と一致した。

火山岩では46.8nGy/hと平均値に近い結果となったが、変成岩では58.4nGy/hと平均値と比べて大きな線量率となった。これは県内の変成岩が分布する地域の中で走行測定を行ったのは石動山地区の中能登町側、手取川上流地域、大聖寺川上流地域であり、山間部を多く走行した結果、道路脇の崖により検出器との立体角が大きくなり線量率が増加したと考えられる。

本調査の結果は変性岩を除いて、中谷ら¹³⁾による県内の測定結果や、松田ら¹⁶⁾による全国の岩石そのものの放射能を測定した調査と同様の傾向を示した。

元々の地質とは関係ない後天的な特徴を持つと考えられる人工改変地について、県内ではほとんどの面積を干拓地である河北潟と柴山潟が占めている。それらの地域を測定した結果、41.3nGy/hと平均値より低い線量率となった。これは大地からのガンマ線の影響が少ない湖岸付近を一部走行していることや、地表が水に覆われていた時代の放射性物質の水の中への流出や有機物の堆積などの影響で線量率が低くなったと考えられる。水辺の走行測定結果においても、橋上や湖岸の道路を走行しているため、水による遮蔽効果のため地表からのガンマ線の影響が小さくなり43.7nGy/hと線量率が低くなったと考えられる。

3・4 走行測定結果と地質分布の比較

地域間の線量率の差異に対して地質という観点から考察を行うにあたり、線量率別の各地質のデータ数と割合を表7に示す。地質の割合は以下の式を用いて算出した。

$$(\text{地質の割合}) = \frac{(\text{線量率別の各地質上を走行したデータ数})}{(\text{線量率別の走行測定データ数})}$$

表7 線量率別の各地質上を走行したデータ数と割合

| 線量率 (nGy/h) | データ数 | | | | | | | |
|----------------|------------|-------------|--------------|----------|----------|-----------|----------|-------------|
| | 酸性岩 | 中性岩・塩基性岩 | 堆積岩 | 火山灰 | 変性岩 | 人工改変地 | 水辺 | 合計 |
| ～ 30 | 17 (3.0) | 311 (54.6) | 240 (42.1) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 2 (0.4) | 570 (100) |
| 30～ 35 | 163 (4.4) | 1524 (40.7) | 2049 (54.7) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 2 (0.1) | 6 (0.2) | 3744 (100) |
| 35～ 40 | 504 (4.2) | 3257 (27.4) | 8020 (67.6) | 5 (0.0) | 3 (0.0) | 73 (0.6) | 7 (0.1) | 11869 (100) |
| 40～ 45 | 756 (3.6) | 2585 (12.4) | 17333 (83.3) | 10 (0.0) | 10 (0.0) | 104 (0.5) | 20 (0.1) | 20818 (100) |
| 45～ 50 | 680 (2.8) | 1431 (5.8) | 22467 (91.0) | 29 (0.1) | 35 (0.1) | 27 (0.1) | 18 (0.1) | 24687 (100) |
| 50～ 55 | 433 (3.2) | 448 (3.3) | 12535 (93.0) | 8 (0.1) | 48 (0.4) | 3 (0.0) | 8 (0.1) | 13483 (100) |
| 55～ 60 | 185 (4.6) | 79 (2.0) | 3683 (92.2) | 4 (0.1) | 41 (1.0) | 0 (0.0) | 2 (0.1) | 3994 (100) |
| 60～ 65 | 119 (9.3) | 27 (2.1) | 1094 (85.4) | 0 (0.0) | 41 (3.2) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 1281 (100) |
| 65～ 70 | 109 (29.7) | 2 (0.5) | 229 (62.4) | 0 (0.0) | 27 (7.4) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 367 (100) |
| 70～ | 319 (74.7) | 4 (0.9) | 75 (17.6) | 0 (0.0) | 29 (6.8) | 0 (0.0) | 0 (0.0) | 427 (100) |

※括弧内の数字は各地質の割合 (%)

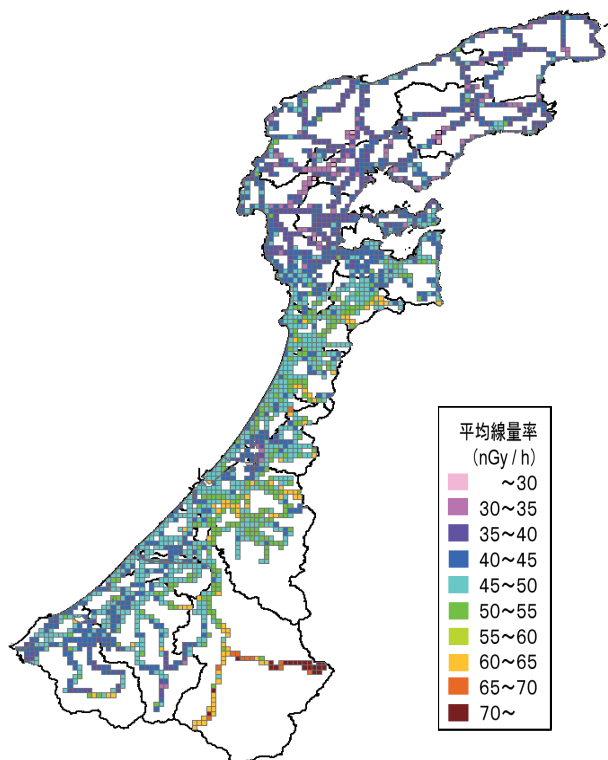


図 5 石川県の走行測定結果 (1kmメッシュ)

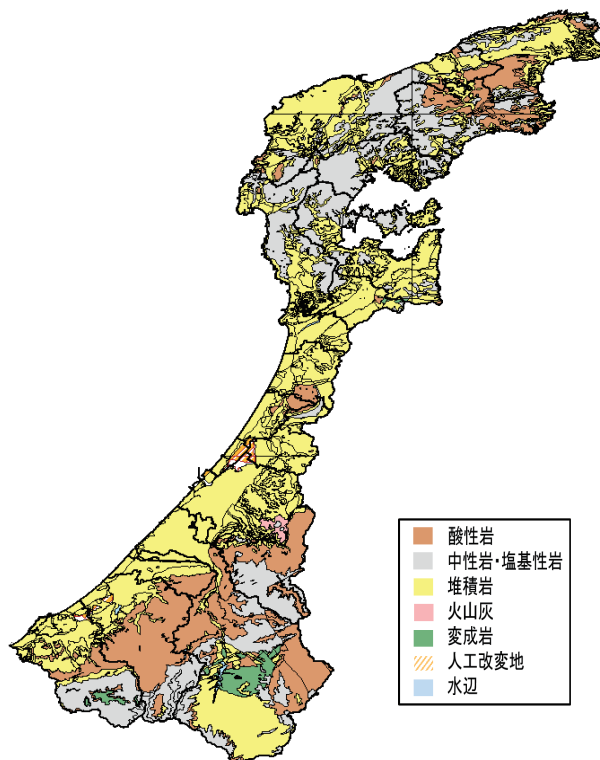


図 6 石川県の地質図(産総研シームレス地質図を加工して作成)¹⁰⁾

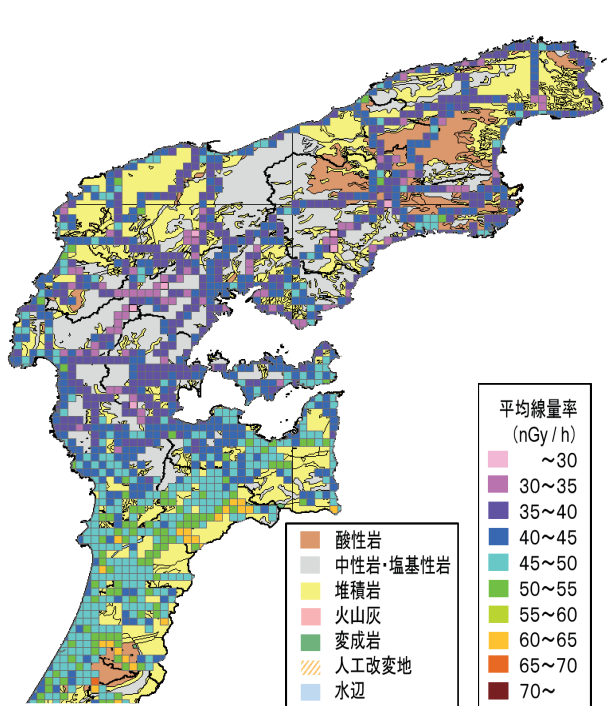


図 7 走行測定結果と地質の比較図(県北部)

県内の地質は火成岩と堆積岩で総面積の99%以上を占め、火成岩のうち火山灰の占める面積は全体の1.6%にすぎないことから、火成岩である酸性岩及び中性岩・塩基性岩に、堆積岩を加えた3種類の地質に注目して考

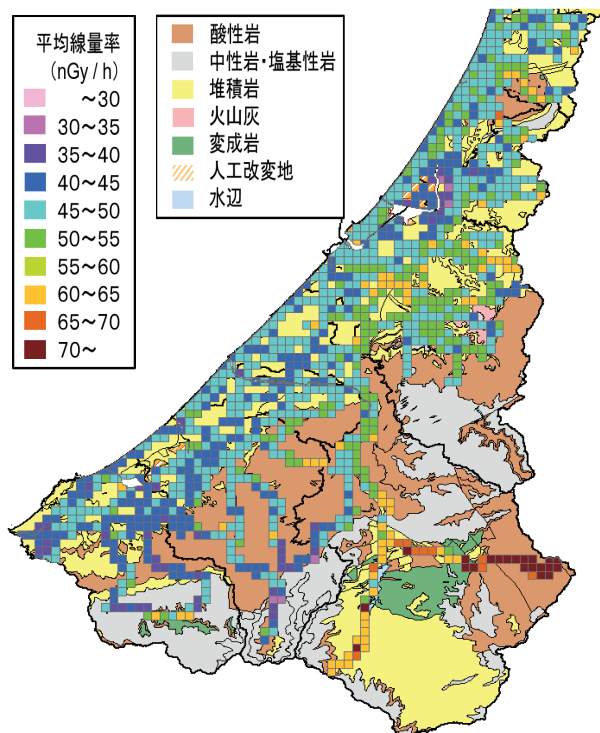


図 8 走行測定結果と地質の比較図(県南部)

察を行うこととし、図9に線量率別に走行した3つの地質の割合をプロットしたグラフを示す。

線量率が30nGy/h未満の範囲では、中性岩・塩基性岩の割合が54.6%と最も大きく、次いで堆積岩が42.1%

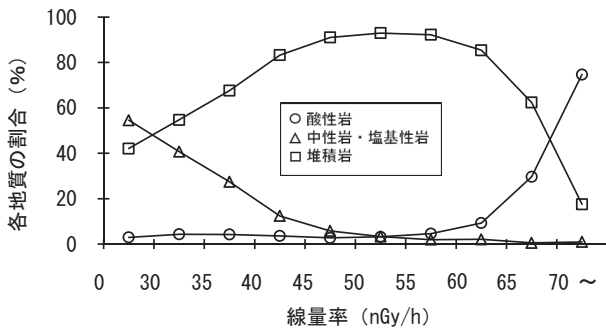


図9 線量率別の地質の割合

となっており、酸性岩は3.0%と小さな割合となった。

30nGy/hから45nGy/h未満の範囲では、酸性岩の割合は小さいままほとんど変化しなかったが、線量率の増加とともに堆積岩の割合が増加し、中性岩・塩基性岩の割合が同程度減少した。

45nGy/hから60nGy/h未満の範囲では、堆積岩の割合が90%以上であり、酸性岩及び中性岩・塩基性岩の割合はともに小さかった。

60nGy/h以上の範囲では、中性岩・塩基性岩の割合は小さいままであったが、線量率の増加とともに酸性岩の割合が増加して堆積岩の割合が同程度減少した。

以上から、堆積岩がほとんどの割合を占める地域の線量率と比較して、中性岩・塩基性岩の割合の大きい地域では線量率は低く、酸性岩の割合が大きい地域では、崖や建造物の影響が含まれているものの線量率は高く現れているものと考えられる。

4 まとめ

モニタリングカーによる県内全域の走行測定を行い、全市町におけるバックグラウンドデータを得るとともに、GISを用いて県内の線量率マップを作成した。

県内の線量率は、能登北部で平均値よりも低く、白山麓では高くなっており、その傾向は過去の報告とも概ね一致しており妥当と考えられた。

地質分類別の走行測定結果は、全地質の平均値と比較して酸性岩では線量率が高く、中性岩・塩基性岩では低くなり、堆積岩では平均値と近い値を示した。変成岩については、線量率の高い結果となったが、変成岩が県内に分布する地域が山間部に集中しているため、道路脇の崖により立体角が大きくなり線量率が増加したと考えられた。

地域間の線量率の差異について、線量率別の地質の割合から考察したところ、線量率の減少には中性岩・塩基性岩が、線量率の増加については崖や建造物の影響が含

まれているものの、酸性岩が影響を与えていると考えられた。

文 献

- 1) 原子力規制委員会：原子力災害対策指針，平成30年10月1日改訂
- 2) 原子力規制庁監視情報課：緊急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29年3月22日改訂
- 3) 石川県：石川県緊急時モニタリング実施計画
- 4) 石川県：石川県緊急時モニタリング実施要領，平成27年7月10日改訂
- 5) 中谷光，橋本桂輔，酒井道則，矢鋪満雄：石川県における空間線量調査結果（その4），石川県保健環境センター年報，**30**，194-207（1993）
- 6) 中谷光，橋本桂輔，酒井道則，竹野祐治：空間放射線の地理的分布に関する研究（その1），石川県保健環境センター年報，**31**，153-162（1994）
- 7) 深山敏明，中谷光，泉善博，矢鋪満雄：モニタリングカーでの環境放射線測定について，石川県保健環境センター年報，**33**，204-206（1996）
- 8) 深山敏明，橋田哲朗，竹野祐治，泉善博，矢鋪満雄，中谷光：空間線量率の地理的分布に関する研究（第3報），石川県保健環境センター年報，**34**，133-141（1997）
- 9) 国土交通省国土政策局国土情報課：国土数値情報ダウンロードサービス
<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html>
- 10) 産業技術総合研究所地質調査総合センター：20万分の1日本シームレス地質図，2015年5月29日版（2015）
- 11) ABE Siro, FUJITAKA Kazunobu, ABE Michiko, FUJIMOTO Kenzo: Extensive Field Survey of Natural Radiation in Japan, Journal of Nuclear Science and Technology, **18**, 21-45（1981）
- 12) 今井登：日本の自然放射線量，日本地質学会，
<http://www.geosociety.jp/hazard/content0058.html>
- 13) 中谷光，四月朔日富司子，酒井道則，矢鋪満雄：石川県における空間線量調査結果（その3），石川県衛生公害研究所年報，**29**，176-182（1992）
- 14) 平朝彦：地質学1 地球のダイナミクス，岩波書店（1999）
- 15) 紺野義夫：石川県地質図，石川（1993）
- 16) 松田秀晴，湊進：日本における主な岩石中の放射能，RADIOISOTOPES, **48**，760-769（1999）