

山梨県内における水道水中の自然放射性核種と水質性状

小田切幸次 小林浩 薬袋ゆい¹ 松本愛美²

Water Quality and Natural Radioactive Nuclide in Tap Water in Yamanashi Prefecture

Koji OTAGIRI, Hiroshi KOBAYASHI, Yui MINAI and Aimi MATSUMOTO

キーワード：自然放射性核種、水道水、水質、地質

2011年3月に発生した福島第一原子力発電所事故に伴う放射線問題により、山梨県では経口摂取のおそれのある食品や水道水を対象とした人工放射性核種の検査を実施している。水道水については2011年8月以降に実施した全県的な検査では人工放射性核種は検出されない。一方で自然放射性核種については大気・水・土壌などの自然に含まれており、水道水からも検出されていることを既報で報告している¹⁾。今回は新たに得られた知見に基づき、水道水中の自然放射性核種の状況や地質及び水質との関連性について調査を行った。

調査方法

1 研究対象地域

調査対象地域である山梨県は本州の中部に位置しており、その周囲を富士山・赤石山脈・八ヶ岳・関東山地といった高標高の山々に囲まれた内陸県である。また県内の地理的区分としては、県の中央部に位置する御坂山地や大菩薩嶺を境に、甲府盆地を中心とした国中地域と富士北麓を中心とした郡内地域に大別される(図1)。本研究における採水地域と期間について表1に示した。

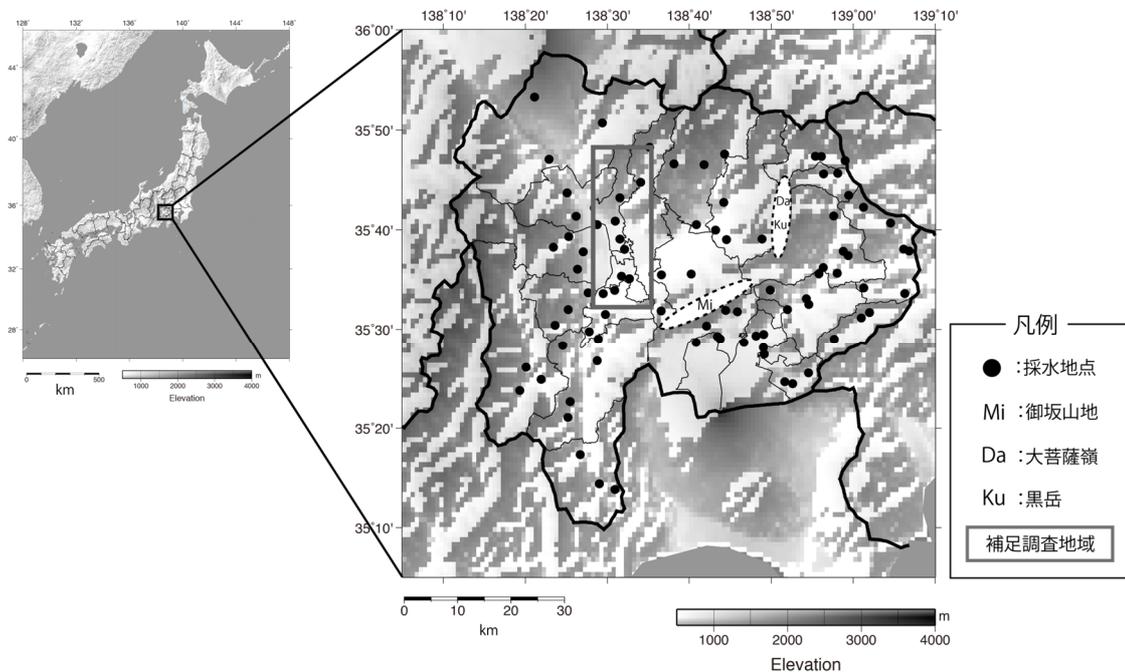


図1 調査対象地域と採水地点

表1 採水の実施期間と地点数

試料名	期間	採水箇所	採水延べ数
水道水	2011年8月、2012年4-5月、10-11月(全県調査)	県内全域27市町村 86箇所	258検体
	2013年3月(補足調査)	国中地域(甲斐市・中央市・昭和町) 36箇所	36検体

2 使用データ

解析に用いたデータと分析方法は次のとおりである。

- ・自然放射性核種 — ゲルマニウム半導体検出器 (SEIKO EG&G (株) SEG-EMS)
- ・主要イオン (Na⁺, NH₄⁺, K⁺, Mg²⁺, Ca²⁺, F⁻, Cl⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻) — イオンクロマトグラフ装置 (島津製作所 (株) イオンクロマトグラフ LC20A)
- ・pH (東亜電波工業 (株) HM30S)
- ・電気伝導度 (EC) (東亜電波工業 (株) CM40S)
- ・20 万分の 1 日本シームレス地質図 (甲府) ²⁾
- ・基盤地図情報 (縮尺レベル 25000) ³⁾

3 方法

- (1)ゲルマニウム半導体検出器を用いて、1 試料あたり 2000~3000 秒の範囲で測定時間を設定し、水試料中の自然放射性核種の放射能を測定した。
- (2)水試料中の EC、pH の他、主要イオンはイオンクロマトグラフ装置を用いて測定した。また炭酸イオン及び炭酸水素イオンは滴定法を用いて測定した。
- (3) (1) 及び (2) の方法で得られた各種データに基づき、自然放射性核種の検出状況や地理的特徴、地質や水質との関連性について、統計解析や地理情報解析を中心に調査を行った。

結果と考察

1 水道水中の自然放射性核種の種類と検出数

全県調査から得られたデータに基づき、検出された自然放射性核種の種類を調べた (図 2)。その結果、ウラン系列中の Bi-214 (放射性ビスマス) と Pb-214 (放射性鉛) の検出延べ数が突出していることが分かった。測定で用いているゲルマニウム半導体検出器が試料から放出されるガンマ線を捉えており、ウラン系列の中でも Bi-214 と Pb-214 のガンマ線放出割合が比較的に高いために、この 2 種の検出数が非常に多いと考えられる。その他比較的に多く検出されたのが K-40 (放射性カリウム) であり、アクチニウム系列やトリウム系列は少ない傾向にあった。

2 水道水中の自然放射性核種の種類と検出数

全県調査から得られたデータに基づき、水道の水源別に Bi-214 及び Pb-214 の検出地点数及び検出率を調べた (表 2)。その中で検出率に着目すると、Bi-214、Pb-214 とともに湧水で最も検出率が高く、次いで深井戸、表流水と続いている。湧水及び深井戸で検出率が 40% 台~50% 台と高い状態にあるのは、他の水源に比べ岩石や

地質との接触時間が長く、これらの影響を受けやすいためであると思われる。

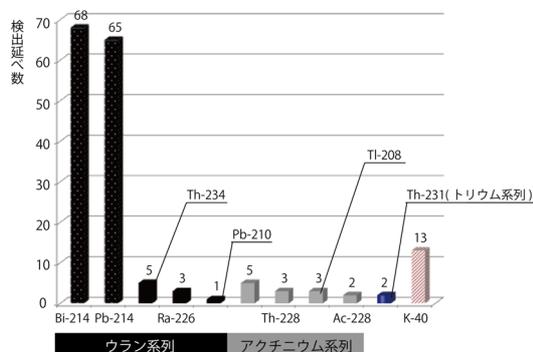


図 2 水道水中の自然放射性核種の種類と検出数

表 2 水道水源別の Bi-214、Pb-214 の検出状況

水源別	調査対象数	検出地点数		検出率 (%)	
		Bi-214	Pb-214	Bi-214	Pb-214
深井戸	72	36	30	50.0	41.7
湧水	33	18	19	54.5	57.6
表流水	102	15	15	14.7	14.7
伏流水	27	0	1	0.0	3.7
その他	24	2	5	8.3	20.8
計	258	71	70	27.5	27.1

3 水道水中の Bi-214 の濃度分布とその要因

山梨県内における Bi-214 及び Pb-214 の地域的特徴を把握するため、全県調査から得られた濃度の平均値を算出し、その平均値の点データを面データに展開して解析を行った。なお Bi-214 と Pb-214 の挙動はほぼ同様であることから、以降は Bi-214 に限定した調査報告とする。図 3 は Bi-214 の推定濃度分布図であり、地域的な濃度差があることが見受けられる。具体的には甲府盆地の中心部から西側の地域 (甲斐市、中央市、昭和町など) で相対的に高く、その他に富士北麓地域や丹波山村などで局所的にやや高い傾向にある。そこで詳細な濃度状況を調べるために、濃度が高いと予想される甲府盆地の中心部~西部 (図 1 の補足調査地域) において 2013 年 3 月に補足調査を実施した。なお追加した補足調査では、甲斐市 15 カ所、昭和町 9 カ所、中央市 12 カ所の計 36 カ所で採水を行った。

図 4 は水道水の補足調査地域 (以下、補足地域) における Bi-214 の濃度状況であり、図 3 の推定濃度分布より、詳細な濃度状況が読み取れる。補足地域において Bi-214 の濃度が高かったのは昭和町と中央市との市町界付近で、そこを境に南北に濃度が下がっており、甲斐市の北側の調査地点や中央市の笛吹川以南では不検

出あるいは微量の検出状況となっている。この濃度状況が水質との関係性を持っているか否かを電気伝導度 (EC) と主要イオンを用いたトリリニアダイアグラムを用いて検証を行った。

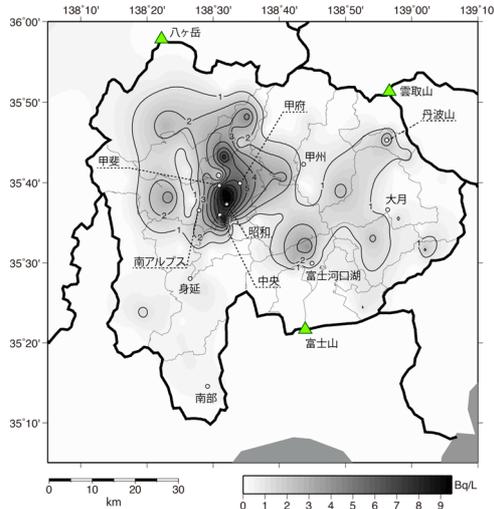


図3 水道水中のBi-214の推定濃度分布

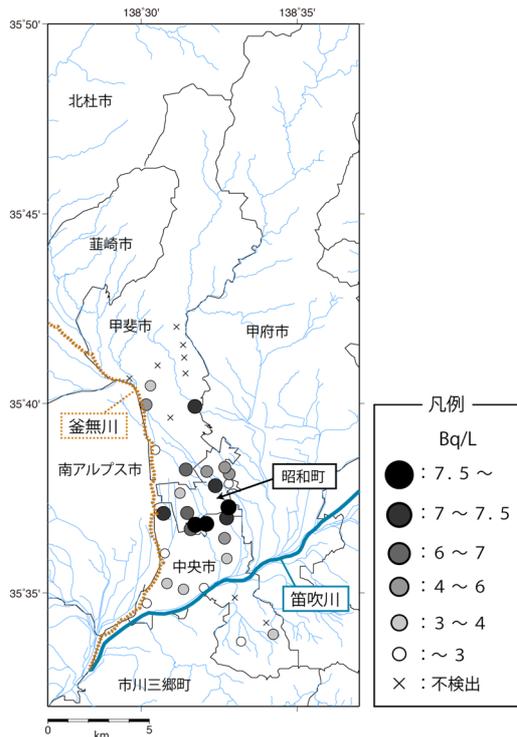


図4 補足地域における水道水のBi-214濃度状況

補足地域における電気伝導度の状況を見てみると、笛吹川と釜無川の合流付近において最も高く、笛吹川以北においては北に行くほど電気伝導度が低くなる傾向にある(図5)。図4のBi-214の濃度状況と比較すると、Bi-214の濃度が高い地域では概ね電気伝導度が150~200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ の範囲に収まる傾向にあり、電気伝導度が100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 未満の地点ではBi-214は不検出となってい

る。またトリリニアダイアグラム上にBi-214の濃度レベル毎にグループ分けをした値を示した(図6)。キーマイアグラム上では、ほとんどの試料が重炭酸カルシウム型に属しており、一般的な地下水に当てはまる。しかしBi-214の濃度レベルの観点から見てみると、Bi-214の濃度が高いグループほど重炭酸カルシウム型の一部分に収束しており、濃度レベルが低いグループほど分散している傾向が見られる。科学的因果関係は今後の検討課題ではあるが、統計的な観点からは少なからずとも関係性があることが分かった。

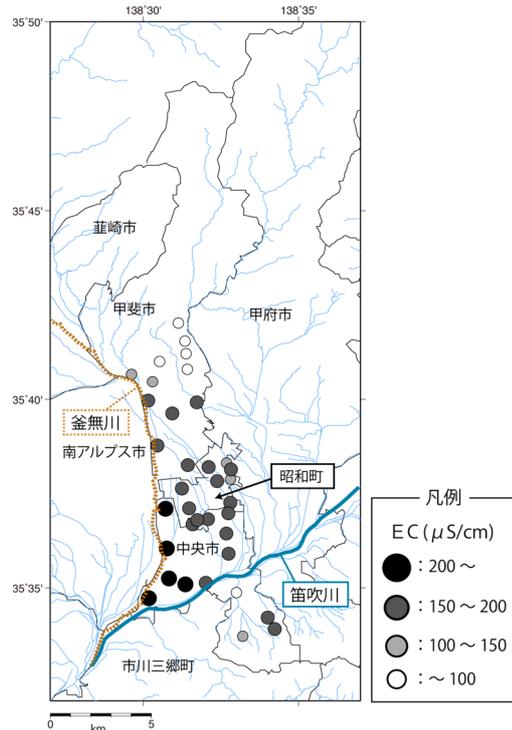


図5 補足地域における水道水の電気伝導度

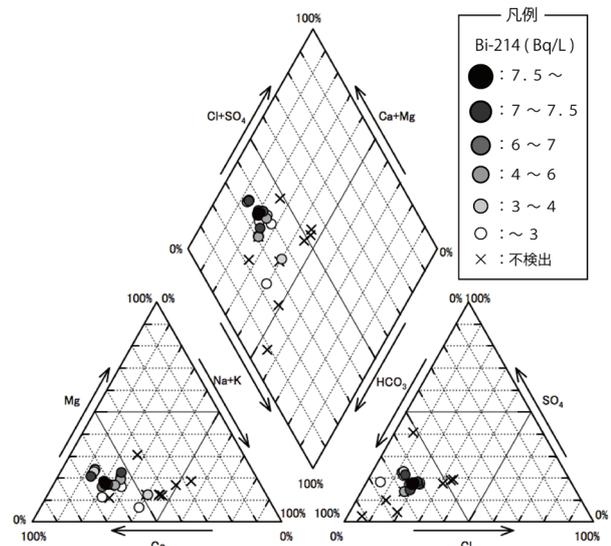


図6 補足地域における水道水のトリリニアダイアグラム

また補足地域におけるBi-214の濃度状況と地質についての関連性を調べた(図7)。補足地域における基盤地質は第四紀以降の砂礫層が厚く堆積しており、扇状地や河岸段丘を形成している。砂礫からなる堆積層は一般的には自然放射性核種は高くないため⁵⁾、採水地点を覆う基盤地質とBi-214の濃度との関係性はそれに相反する。このことから補足地域におけるBi-214の濃度状況は直上の地質ではなく、遠方かつ花崗岩地帯などの自然放射線量の高い地域を水源とする地下水が流入してきている可能性があると考えられる。

まとめ

- (1) 全県調査から得られたデータから、Bi-214とPb-214が多地点で検出された。
- (2) Bi-214とPb-214は深井戸や湧水を水源とする地点で検出率が高い傾向にあった。
- (3) 補足調査地域における調査から、詳細なBi-214の濃度分布が分かり、水質との関連性が示唆できた。

参考文献

- 1) 小田切幸次ら：水道水中の自然放射性核種と地質・水質との関連について，山梨衛環研年報，**55**，33-37 (2011)
- 2) 産業技術総合研究所地質調査総合センター（編）：20万分の1日本シームレス地質図データベース，産業技術総合研究情報公開データベース DB084，産業技術総合研究所地質調査総合センター，産総研著作物番号:H17PRO-316 (2005)
- 3) 国土地理院：<http://www.gsi.go.jp/kiban/index.html>，(最終検索日 2015年8月10日)
- 4) 小林規矩夫：山梨県における自然放射線の分布，山梨衛公研年報，**40**，43-46 (1996)
- 5) 古川雅英：日本列島の自然放射線レベル，地学雑誌，**102**，868-877 (1993)

- 1 現 富士・東部林務環境事務所
- 2 現 富士・東部福祉保健事務所

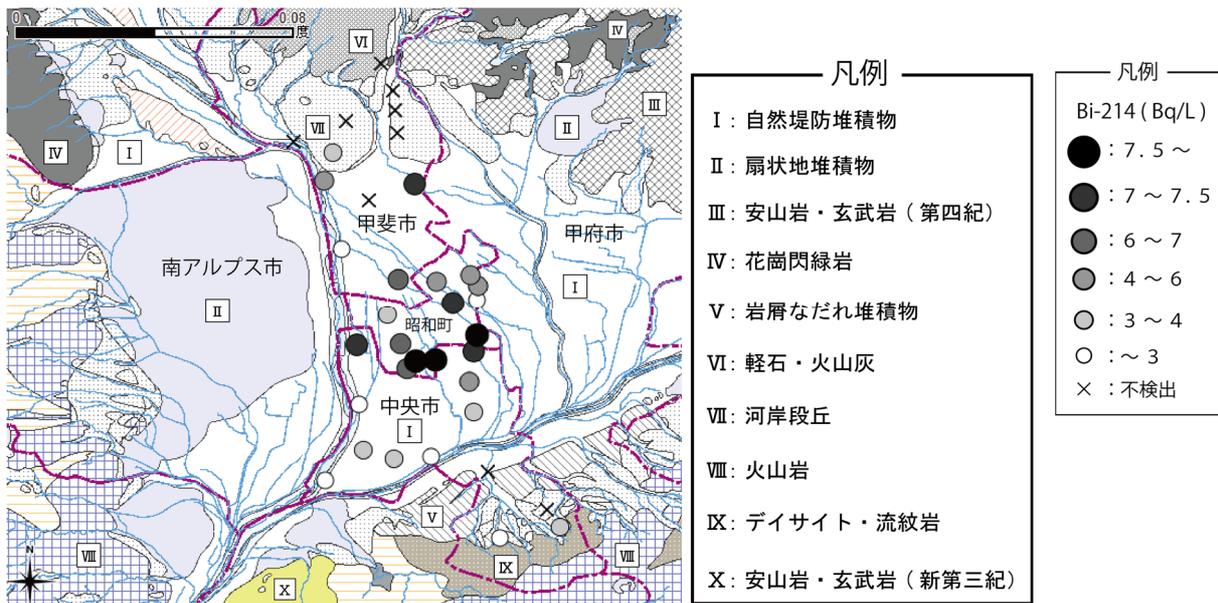


図7 補足地域における水道水のBi-214濃度状況と基盤地質

※20万分の1日本シームレス地質図データベース²⁾に基づいて作図