

令和元年度

水環境における放射性物質のモニタリング結果

(暫定版)(案)

令和2年12月

環境省

目 次

概要	1
第1部：全国の放射性物質のモニタリング（令和元年度）	5
1. 本調査の目的及び実施内容	5
1. 1 本調査の目的	5
1. 2 実施内容	5
2. 調査方法及び分析方法	17
2. 1 調査方法	17
2. 2 分析方法	18
3. 調査結果	19
3. 1 全 β 及び γ 線核種の検出状況	19
(1) 公共用水域	19
1) 水質	19
2) 底質	21
(2) 地下水	23
3. 2 検出された放射性核種に関する考察	25
(1) 自然核種の検出状況について	25
1) 水質中のK-40と海水の影響の関係について	25
2) 底質中のウラン系列及びトリウム系列の核種について	27
(2) 人工核種の検出状況について	30
1) 公共用水域水質中のCs-134及びCs-137について	30
2) 公共用水域底質中のCs-134及びCs-137について	31
3) 地下水中のCs-134及びCs-137について	36
3. 3 年間変動の有無に関する調査結果について	37
第2部：福島県及び周辺地域の放射性物質モニタリング（令和元年度）	43
1. 本調査の目的及び実施内容	43
1. 1 本調査の目的	43
1. 2 実施内容	43
2. 調査方法及び分析方法	45
2. 1 調査方法	45
2. 2 分析方法	45
3. 調査結果の概要	46
3. 1 放射性セシウムの検出状況	46
3. 2 放射性セシウム以外の核種の検出状況	49
4. 調査結果	50
4. 1 放射性セシウム	50
4. 1-1 水質	50
(1) 公共用水域	50

1) 河川	50
2) 湖沼	50
3) 沿岸	50
(2) 地下水	50
4. 1-2 底質	54
(1) 検出状況	54
1) 河川	54
2) 湖沼	54
3) 沿岸	54
(2) 濃度レベルの推移	58
1) 河川	58
2) 湖沼	59
3) 沿岸	59
(3) 地点別にみた検出状況	60
1) 評価の考え方	60
2) 河川、湖沼、沿岸の底質における都県ごとの濃度レベル及び増減傾向	62
2) - 1 河川	62
2) - 2 湖沼	80
2) - 3 沿岸	96
2) - 4 まとめ	106
4. 2 調査結果（放射性セシウム以外の核種）	113
4. 2-1 放射性ストロンチウム（Sr-90 及び Sr-89）	113
(1) 公共用水域	113
(2) 地下水	116
4. 2-2 その他の γ 線核種	117
第3部：その他の全国規模で実施された放射性物質のモニタリング（令和元年度）	119
1. 対象モニタリングの概要	119
1. 1 対象としたモニタリング	119
1. 2 整理方法	119
2. 調査結果	122
2. 1 水質	122
(1) 陸水	122
(2) 海水	123
2. 2 堆積物	124
(1) 陸水堆積物（河底土）	124
(2) 海底堆積物（海底土）	125

概要

令和元年度の水質汚濁防止法に基づく放射性物質の常時監視結果の概要は、以下のとおり。
常時監視の実施地点は図1及び図2に示すとおりである。

1. 全国の放射性物質モニタリング（令和元年度）

○ 全国の公共用水域及び地下水における放射性物質の存在状況の把握を目的として、全国47都道府県において、公共用水域、地下水とも各110地点で水質汚濁防止法に基づき平成26年度から実施しているモニタリングである（以下、「全国モニタリング」という）。

○ 令和元年度の結果の概要は、以下のとおりであった。

<全体概要>

- ・ 全 β 放射能及び検出された γ 線放出核種は、全て過去の測定値の傾向の範囲内¹であった。検出下限値は、核種ごと、地点ごとに異なるが、概ね水質で0.001～0.1Bq/L程度、底質で1～100Bq/kg程度（底質のBq/kgは乾泥を示す。福島県及び周辺地域の放射性物質モニタリング、その他の全国規模で実施された放射性物質のモニタリングについても同じ）であった²。

<自然核種>

- ・ 地下水の一部の地点で、Pb-212、Tl-208、Th-234、U-235が高い地点があったが、天然の土壤岩石の影響によるものと考えられた。

<人工核種>

- ・ 公共用水域の一部の地点で、検出下限値を超える人工核種Cs-134、Cs-137が確認されたが、過去の測定値の傾向の範囲内であった。

○ 水環境における放射性物質の存在状況を把握するため、次年度以降も継続して本モニタリングを実施することが適当である。

2. 福島県及び周辺地域の放射性物質モニタリング（令和元年度）

○ 東京電力福島第一原子力発電所事故（以下、「福島原発事故」という）を受けて、当該事故由来の放射性物質の水環境における存在状況の把握を目的として、福島県及び周辺地域において、公共用水域約600地点、地下水約400地点で、平成23年8月以降継続的に実施してきたモニタリングである（以下、「震災対応モニタリング」という）。

○ 令和元年度の結果の概要は、以下のとおりであった。

（1）放射性セシウム

<公共用水域>

- 1) 水質（検出下限値：Cs-134、Cs-137ともに1Bq/L）

¹ 「過去の測定値の傾向の範囲内」とは、今回の測定結果が、過去の類似のモニタリングと比較し、極端に外れた値ではないことを専門的評価を受けて確認したものである。

² 検出下限値の詳細は、報告書第1部の表3.1-1、表3.1-2、表3.1-3を参照。

数地点で検出されているが、それ以外の地点では不検出であった。

2) 底質（検出下限値：Cs-134、Cs-137ともに10Bq/kg）

【河川】

全体の調査地点のうち、東京電力福島第一原子力発電所の20km圏内（以下、「20km圏内」という。）の一部地点など限られた地点において比較的高い数値がみられるが、8割以上の地点では200Bq/kg未満であった。

増減傾向については、約半数の地点で過年度を含めた平均値が100Bq/kg以下であり、残りの地点のうち、9割以上の地点が減少傾向で推移していた。

【湖沼】

全体の調査地点のうち、20km圏内など一部限られた地点において比較的高い数値がみられるが、約8割の地点では3,000Bq/kg未満であった。増減傾向については、約1割の地点で過年度を含めた平均値が100Bq/kg以下であり、残りの地点のうち、6割以上の地点が減少傾向で推移していた。

【沿岸域】

全体の調査地点のうち、7割以上の地点では200Bq/kg未満であった。増減傾向については、6割以上の地点で過年度を含めた平均値が100Bq/kg以下であり、残りの地点のうち、8割以上の地点が減少傾向で推移していた。

<地下水>

- ・地下水の水質については、令和元年度は全地点において不検出であった（検出下限値：Cs-134、Cs-137ともに1Bq/L）。

(2) 放射性セシウム以外の核種

- ・Sr-89：地下水について、全地点において不検出であった。
- ・Sr-90：公共用水域の底質について、一部の地点で検出されているものの、比較的低いレベルで推移している。公共用水域の水質及び地下水については、全地点において不検出であった。

- 放射性物質濃度は、地点によっては数値の増減傾向にばらつきがみられ、採取回ごとの試料の採取場所及び性状のわずかな違いによるほか、福島原発事故の影響の可能性もあると考えられることから、次年度以降も継続して本モニタリングを実施することが適当である。

3. その他の全国規模で実施された放射性物質のモニタリング（令和元年度）

- 全国における原子力施設等からの影響の有無を把握することを目的として、原子力規制委員会が実施する環境放射能水準調査（以下、「水準調査」という）の結果は、全てが過去の測定値の傾向の範囲内であった。

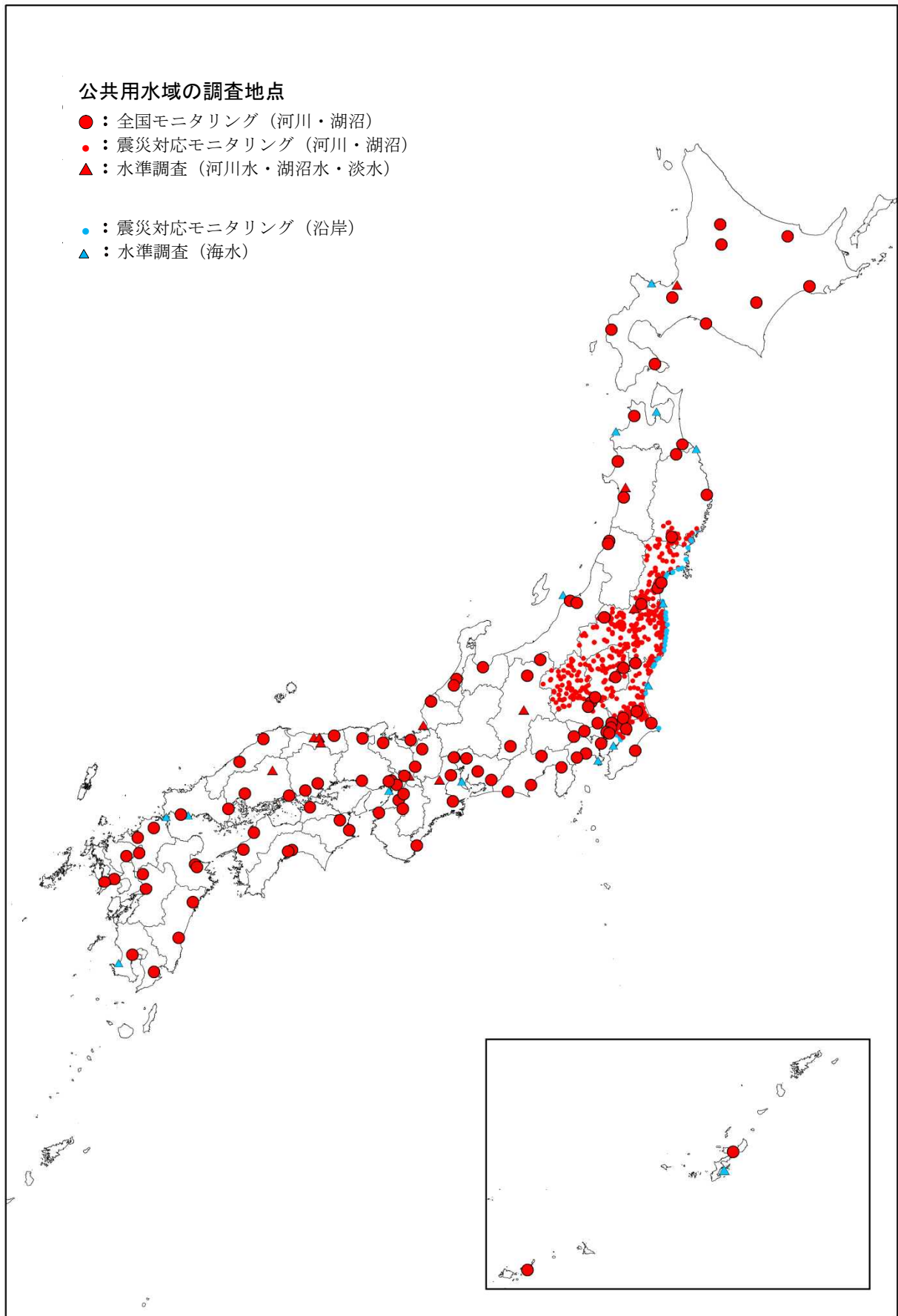


図1 放射性物質の調査地点（公共用水域）

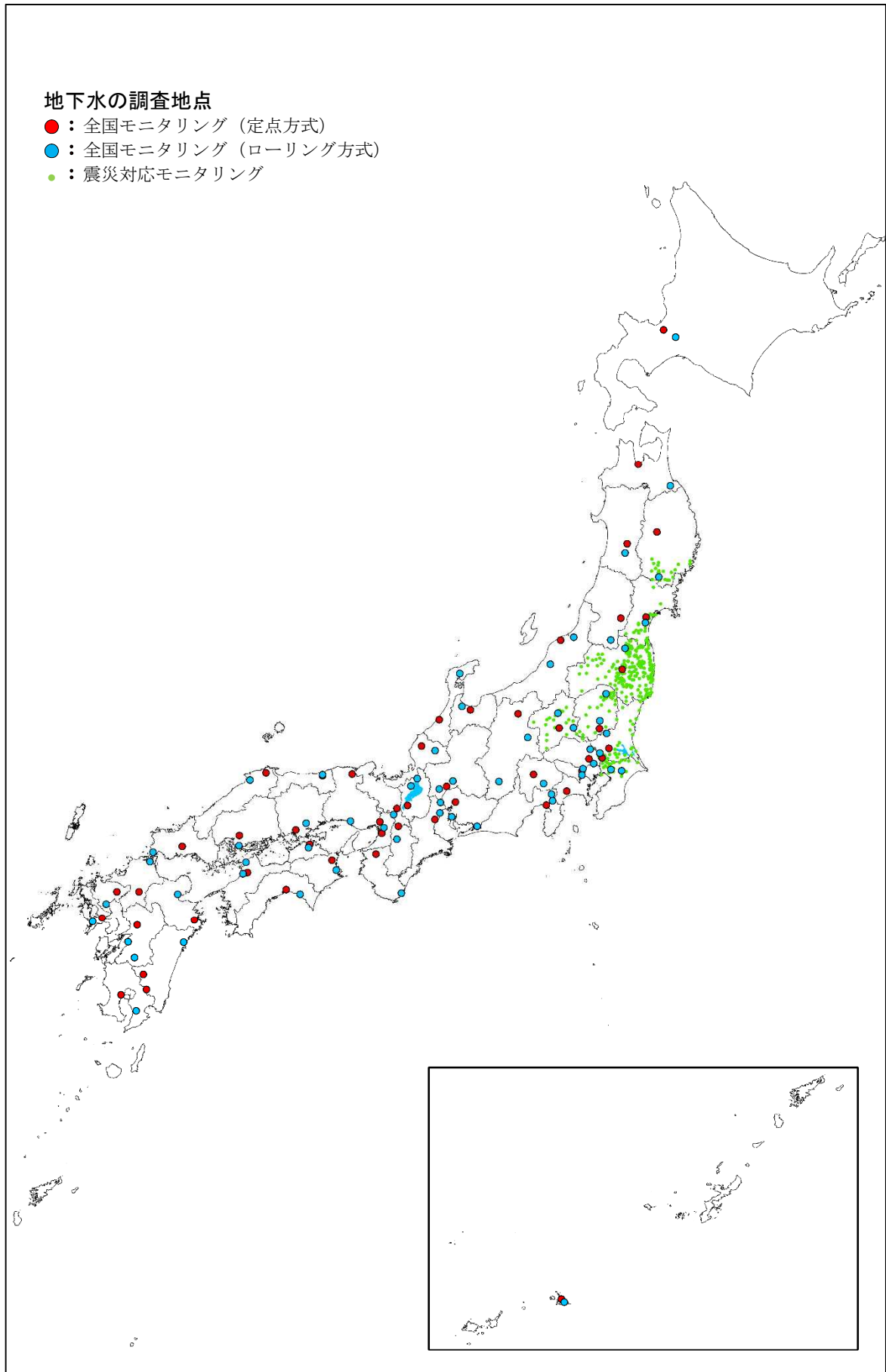


図2 放射性物質の調査地点 (地下水)

第1部：全国の放射性物質のモニタリング（令和元年度）

1. 本調査の目的及び実施内容

1. 1 本調査の目的

福島原発事故により放出された放射性物質による環境の汚染が発生したことを契機に、水質汚濁防止法が改正され、国民の健康及び生活環境の保全の観点から環境大臣が放射性物質による公共用水域及び地下水の水質の汚濁の状況を常時監視するとともに、その状況を公表することとされた。

本調査は、上記に基づいて、全国の公共用水域及び地下水における放射性物質の存在状況を把握することを目的としたものである。

1. 2 実施内容

(1) 調査地点

- ・公共用水域：110点（河川：107点、湖沼：3点）
- ・地下水：110点

これら調査地点の選定に当たっては、日本全国をバランスよく監視する観点から、以下の考え方に基づいて選定した（各地点は表 1.2-2 から表 1.2-3 及び図 1.2-1 から図 1.2-2 に示すとおり）。

1) 公共用水域

- ・都道府県ごとの地点数については、各都道府県に1地点は確保した上で、面積及び人口に応じて数地点を追加した。
- ・都道府県内の地点選定については以下の考えに基づいた。
 - ① 都道府県ごとに、各都道府県内の河川（湖沼を含む）の中から、河川の流域面積や流域の人口を考慮し、上述の地点数と同数の代表的な河川を選定する。
 - ② ①で選定した河川について、水質汚濁防止法における有害物質等の常時監視の実施に当たって利水地点を念頭に選定している地点の中から選定する。一つの河川の中では、下流部（下流に位置する湖沼を含む）に位置する地点を優先して測定地点を選定する。
 - ③ 特定の発生源からの影響の把握を目的としないことから、原子力施設等の周辺環境モニタリング（放射線監視等交付金）における測定地点近傍は原則として除外する。

2) 地下水

- ・都道府県ごとの地点数については、各都道府県について2地点を確保し、過去数年の地下水の利水量の多い都道府県についてはこれに1地点を追加し3地点とした。
- ・都道府県内の地点選定については、地下水環境基準項目の常時監視の調査地点を中心として、以下の考えに基づいた。
 - ① 各地下水盆・水脈（以下、「地下水盆等」という）からの地下水の利水量も考慮しつつ、地域を代表する井戸（例えばモニタリング専用設置した井戸や利水量の特に多い主要な井戸など）を選定する。
 - ② 追加調査が必要となる場合を想定し、連絡調整等の利便性を考慮して、自治体等が所有又は管理する井戸を優先する。

- ③ 上記により選定した地点の中から、当該地下水盆等の利水量や広域的な代表性等を勘案し、定点継続監視地点を1地点選定する。残りの地点はローリング方式（原則5年）とする。
- ④ 特定の発生源からの影響の把握を目的としないことから、原子力施設等の周辺環境モニタリング（放射線監視等交付金）における測定地点近傍は原則として除外する。

（2）対象媒体

- ・ 公共用水域：水質及び底質（湖沼では表層と底層で水質を調査）
（この他、参考情報として、採取地点近傍の周辺状況として河川敷等の土壌及び空間線量率も測定）
- ・ 地下水：水質
（この他、参考情報として、採取地点近傍の空間線量率も測定）

（3）調査頻度及び期間

- ・ 公共用水域：年1回の頻度
ただし、年間変動の有無を確認するため、全国で2地点（東日本・西日本各1地点）について、年4回の頻度で調査を行った。
- ・ 地下水：定点調査地点では年1回の頻度とし、ローリング調査地点では原則として5年に1回の頻度とした。

令和元年度の調査期間等は、表 1.2-4 に示すとおりである。

（4）対象項目

対象とした試料について、以下の分析を行った。

- ・ 全β放射能濃度測定
- ・ 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測定（原則として、検出可能な全ての核種（人工由来核種及び主な自然由来核種を含む）について解析を行った。）

（5）測定結果の評価

測定結果については、学識者で構成する「水環境における放射性物質の常時監視に関する評価検討会」（表1.2-1）の指導、助言を得て評価した。

1）過去の測定値の傾向との比較

得られた測定値について、過去の測定値の傾向と比較し、そこから外れる可能性がある場合には測定値の妥当性の確認（数値の転記ミスや機器調整の不備等）を再度行った。

本モニタリングは開始して間もないことから、過去の測定値の傾向との比較に当たっては、当面はこれまでに実施された類似の環境モニタリングの結果についても活用する。具体的には、原子力規制委員会が実施する環境放射能水準調査及び周辺環境モニタリング調査の結果に加え、環境省が実施する福島県及び周辺県での放射性物質モニタリング等の結果を活用することとし、比較に当たっては、福島原発事故の影響によって、事故前と比べて放射性セシウム 137 等、事故由来放射性核種の測定値が上昇している可能性があることを考慮した。

原則として、直近 20 年間の全国のデータを用いた。さらに、福島原発事故の影響については、事

故直後の影響を勘案し、実測値を参考に事故後3年後以降を定常状態と捉え、人工核種については平成23年3月11日から平成26年3月10日の3年間を除外した。

2) 過去の測定値の傾向から外れる値が検出された場合の対応

過去の測定値の傾向から外れる値が検出された場合には、以下の対応を実施することとした（図1.2-3参照）。

2) - 1 速報値の公表

過去の測定値の傾向を外れている可能性がある測定値については、速やかに座長及び座長代行の専門的な評価を得た上で、緊急性が高いと判断される場合（実際に過去の測定値の傾向を外れている可能性が高いことが確認され、追加の詳細分析が必要と判断される場合）には、まず、できるだけ速やかに速報値を公表する。

その際、専門的な評価のための基礎情報として、以下のような関連情報を整理する。なお、座長及び座長代行以外の評価委員に対しては、座長及び座長代行の専門的な評価を付して連絡する（座長等の評価委員は表1.2-1参照）。

- ① 水質、底質、空間線量率の測定結果（ガンマ線スペクトロメトリー、全β放射能濃度）
- ② 採取日、採取地点（地図、水深、川幅等）、採取方法、採取時の状況（写真）
- ③ 測定日の直近1週間程度の気象データ（特に降水量）
- ④ 近傍の地点の直近1カ月程度の空間線量率の測定データ
- ⑤ 当該核種の過去の検出状況の推移

2) - 2 詳細分析の実施と公表

上記2) - 1において速報値を公表したものについては、さらに以下のような詳細分析を実施し、その結果を公表する。

- ・核種を特定するための具体的な分析（放射化学分析による個別核種の測定を含む）
- ・対象地点の周辺での追加測定

(6) 測定結果の公表

測定結果は、データが整ったものから速報値として下記のホームページで公表している。

http://www.env.go.jp/air/rmcm/result/moe_water.html

表 1.2-1 水環境における放射性物質の常時監視に関する評価検討会 委員名簿

飯本 武志 (座長代行)	東京大学 環境安全本部教授
石井 伸昌	量子科学技術研究開発機構 量子医学・医療部門 高度被ばく医療センター 福島再生支援研究部環境移行パラメータ研究グループ 主幹研究員
徳永 朋祥	東京大学 大学院 新領域創成科学研究科 環境システム学専攻教授
林 誠二	国立環境研究所 福島支部研究グループ長
福島 武彦 (座長)	茨城県霞ヶ浦環境科学センター センター長

表 1.2-2 令和元年度全国モニタリングに係る調査地点一覧（公共用水域）（その1）

地点 番号	都道府県	属性	採取地点		
			水域	地点	市町村
1	北海道	河川	石狩川	旭川市石狩川上水取水口	旭川市
2		河川	石狩川	札幌市上水白川浄水場取水口	札幌市
3		河川	天塩川	中士別橋(士別市上水東山浄水取水口)	士別市
4		河川	常呂川	忠志橋	北見市
5		河川	釧路川	釧路市上水愛国浄水場取水口	釧路市
6		河川	十勝川	南帯橋	帯広市
7		河川	沙流川	沙流川橋(富川)	日高町
8		河川	松倉川	三森橋(寅沢川合流前)	函館市
9		河川	後志利別川	北檜山町北檜山簡水取水口	せたな町
10	青森県	河川	岩木川	津軽大橋	中泊町
11		河川	馬淵川	尻内橋	八戸市
12	岩手県	河川	馬淵川	府金橋	二戸市
13		河川	閉伊川	宮古橋	宮古市
14		河川	北上川	千歳橋	一関市
15	宮城県	河川	阿武隈川	岩沼(阿武隈橋)	岩沼市
16		河川	名取川	閑上大橋	名取市
17	秋田県	河川	米代川	能代橋	能代市
18		河川	雄物川	黒瀬橋	秋田市
19	山形県	河川	最上川	両羽橋	酒田市
20		河川	赤川	新川橋	酒田市
21	福島県	河川	阿賀野川	新郷ダム	喜多方市
22		河川	阿武隈川	大正橋(伏黒)	伊達市
23		河川	久慈川	高地原橋	矢祭町
24	茨城県	湖沼	霞ヶ浦	湖心	美浦村
25		河川	小貝川	文巻橋	取手市
26	栃木県	河川	那珂川	新那珂橋	那珂川町
27		河川	鬼怒川	鬼怒川橋(宝積寺)	宇都宮市
28	群馬県	河川	利根川	利根大堰	千代田町/行田市(埼玉県)
29		河川	渡良瀬川	渡良瀬大橋	館林市
30	埼玉県	河川	荒川	久下橋	熊谷市
31		河川	荒川	秋ヶ瀬取水堰	さいたま市/志木市
32		河川	江戸川	流山橋	流山市(千葉県)/三郷市
33	千葉県	河川	利根川	河口堰	東庄町
34		河川	一宮川	中之橋	一宮町
35		湖沼	印旛沼	上水道取水口下	佐倉市
36		河川	江戸川	新葛飾橋	葛飾区
37	東京都	河川	多摩川	拝島原水補給点	昭島市
38		河川	隅田川	両国橋	墨田区/中央区
39		河川	荒川	葛西橋	江戸川区/江東区
40	神奈川県	河川	鶴見川	臨港鶴見川橋	横浜市
41		河川	相模川	馬入橋	平塚市
42		河川	酒匂川	酒匂橋	小田原市
43	新潟県	河川	信濃川	平成大橋	新潟市
44		河川	阿賀野川	横雲橋	新潟市
45	富山県	河川	神通川	萩浦橋	富山市
46	石川県	河川	犀川	大桑橋	金沢市
47		河川	手取川	白山合口堰堤	白山市
48	福井県	河川	九頭竜川	布施田橋	福井市
49		河川	北川	高塚橋	小浜市
50	山梨県	河川	相模川	桂川橋	上野原市
51		河川	富士川	南部橋	南部町
52	長野県	河川	信濃川	大関橋	飯山市
53		河川	犀川	小市橋	長野市
54		河川	天竜川	つつじ橋	飯田市

表 1.2-2 令和元年度全国モニタリングに係る調査地点一覧（公共用水域）（その2）

地点 番号	都道府県	属性	採取地点		
			水域	地点	市町村
55	岐阜県	河川	木曾川	東海大橋(成戸)	海津市
56		河川	長良川	東海大橋	海津市
57	静岡県	河川	狩野川	黒瀬橋	沼津市
58		河川	大井川	富士見橋	焼津市/吉田町
59		河川	天竜川	掛塚橋	磐田市/浜松市
60	愛知県	河川	庄内川	水分橋	名古屋市
61		河川	矢作川	岩津天神橋	岡崎市/豊田市
62		河川	豊川	江島橋	豊川市
63		河川	鈴鹿川	小倉橋	四日市市
64	三重県	河川	宮川	度会橋	伊勢市
65	滋賀県	河川	安曇川	常安橋	高島市
66		湖沼	琵琶湖	唐崎沖中央	—
67	京都府	河川	由良川	由良川橋	舞鶴市
68		河川	桂川	三川合流前	大山崎町
69	大阪府	河川	猪名川	軍行橋	伊丹市(兵庫県)
70		河川	淀川	菅原城北大橋	大阪市
71		河川	石川	高橋	富田林市
72	兵庫県	河川	加古川	加古川橋	加古川市
73		河川	武庫川	百間樋	宝塚市
74		河川	円山川	上ノ郷橋	豊岡市
75	奈良県	河川	大和川	藤井	王寺町
76		河川	紀の川	御蔵橋	五條市
77	和歌山県	河川	紀の川	新六ヶ井堰	和歌山市
78		河川	熊野川	熊野大橋	新宮市
79	鳥取県	河川	千代川	行徳	鳥取市
80	島根県	河川	斐伊川	神立橋	出雲市
81		河川	江の川	桜江大橋	江津市
82	岡山県	河川	旭川	乙井手堰	岡山市
83		河川	高梁川	霞橋	倉敷市
84	広島県	河川	太田川	戸坂上水道取水口	広島市
85		河川	芦田川	小水呑橋	福山市
86	山口県	河川	錦川	市上水取水口	岩国市
87		河川	厚東川	末信橋	宇部市
88	徳島県	河川	吉野川	高瀬橋	石井町
89		河川	那賀川	那賀川橋	阿南市
90	香川県	河川	土器川	丸亀橋	丸亀市
91	愛媛県	河川	重信川	出合橋	松山市
92		河川	肱川	肱川橋	大洲市
93	高知県	河川	鏡川	廓中堰	高知市
94		河川	仁淀川	八田堰(1)流心	いの町
95	福岡県	河川	遠賀川	日の出橋	直方市
96		河川	那珂川	塩原橋	福岡市
97		河川	筑後川	瀬の下	久留米市
98	佐賀県	河川	嘉瀬川	嘉瀬橋	佐賀市
99	長崎県	河川	本明川	天満公園前	諫早市
100		河川	浦上川	大橋堰	長崎市
101	熊本県	河川	菊池川	白石	和水町
102		河川	緑川	上杉堰	熊本市
103	大分県	河川	大分川	府内大橋	大分市
104		河川	大野川	白滝橋	大分市
105	宮崎県	河川	五ヶ瀬川	三輪	延岡市
106		河川	大淀川	新相生橋	宮崎市
107	鹿児島県	河川	甲突川	岩崎橋	鹿児島市
108		河川	肝属川	俣瀬橋	鹿屋市
109	沖縄県	河川	源河川	取水場	名護市
110		河川	宮良川	おもと取水場	石垣市

表 1.2-3 令和元年度全国モニタリングに係る調査地点一覧（地下水）（その1）

地点番号	都道府県名	属性	市町村名	所在地	調査区分
1	北海道	地下水	札幌市	中央区北3条西	定点方式
2		地下水	恵庭市	漁太	ローリング方式
3	青森県	地下水	青森市	新町	定点方式
4		地下水	八戸市	櫛引	ローリング方式
5	岩手県	地下水	盛岡市	本宮	定点方式
6		地下水	一関市	中里	ローリング方式
7	宮城県	地下水	仙台市	青葉区本町	定点方式
8		地下水	名取市	高館川上	ローリング方式
9	秋田県	地下水	大仙市	新谷地	定点方式
10		地下水	横手市	大森町	ローリング方式
11	山形県	地下水	山形市	旅籠町	定点方式
12		地下水	米沢市	通町	ローリング方式
13	福島県	地下水	郡山市	朝日	定点方式
14		地下水	福島市	仁井田	ローリング方式
15	茨城県	地下水	つくば市	研究学園	定点方式
16		地下水	筑西市	門井	ローリング方式
17		地下水	坂東市	小山	ローリング方式
18	栃木県	地下水	下野市	町田	定点方式
19		地下水	宇都宮市	築瀬町	ローリング方式
20		地下水	那須塩原市	鳥野目	ローリング方式
21	群馬県	地下水	前橋市	敷島町	定点方式
22		地下水	桐生市	天神町	ローリング方式
23		地下水	沼田市	井土上町	ローリング方式
24	埼玉県	地下水	さいたま市	見沼区御蔵	定点方式
25		地下水	川口市	東本郷	ローリング方式
26		地下水	久喜市	吉羽	ローリング方式
27	千葉県	地下水	柏市	船戸	定点方式
28		地下水	八千代市	村上	ローリング方式
29		地下水	富里市	十倉	ローリング方式
30	東京都	地下水	小金井市	梶野町	定点方式
31		地下水	西東京市	谷戸町	ローリング方式
32	神奈川県	地下水	秦野市	今泉	定点方式
33		地下水	川崎市	多摩区菅	ローリング方式
34	新潟県	地下水	新潟市	中央区長潟	定点方式
35		地下水	新発田市	豊町	ローリング方式
36		地下水	長岡市	寿	ローリング方式
37	富山県	地下水	富山市	舟橋北町	定点方式
38		地下水	高岡市	中川園町	ローリング方式
39	石川県	地下水	白山市	倉光	定点方式
40		地下水	輪島市	三井町	ローリング方式
41	福井県	地下水	福井市	大手	定点方式
42		地下水	大野市	友江	ローリング方式
43	山梨県	地下水	昭和町	西条新田	定点方式
44		地下水	富士河口湖町	小立	ローリング方式
45	長野県	地下水	長野市	鶴賀緑町	定点方式
46		地下水	佐久市	甲	ローリング方式
47		地下水	飯田市	追手町	ローリング方式
48	岐阜県	地下水	岐阜市	加納清水町	定点方式
49		地下水	大垣市	丸の内	ローリング方式
50		地下水	関市	小瀬	ローリング方式
51	静岡県	地下水	沼津市	原	定点方式
52		地下水	御殿場市	茶藁沢	ローリング方式
53		地下水	裾野市	御宿	ローリング方式
54	愛知県	地下水	名古屋市	昭和区川原通	定点方式
55		地下水	豊橋市	向山大池町	ローリング方式
56		地下水	半田市	池田町	ローリング方式

表 1.2-3 令和元年度全国モニタリングに係る調査地点一覧（地下水）（その2）

地点番号	都道府県名	属性	市町村名	所在地	調査区分
57	三重県	地下水	鈴鹿市	稲生町	定点方式
58		地下水	桑名市	多度町袖井	ローリング方式
59		地下水	四日市市	大協町	ローリング方式
60	滋賀県	地下水	守山市	三宅町	定点方式
61		地下水	長浜市	西浅井町岩熊	ローリング方式
62		地下水	高島市	今津町今津	ローリング方式
63	京都府	地下水	京都市	中京区虎石町	定点方式
64		地下水	大山崎町	下植野	ローリング方式
65	大阪府	地下水	堺市	堺区柳之町東	定点方式
66		地下水	大阪市	中央区法円坂	ローリング方式
67	兵庫県	地下水	伊丹市	口酒井	定点方式
68		地下水	豊岡市	幸町	定点方式
69		地下水	加古川市	加古川町寺家町	ローリング方式
70	奈良県	地下水	奈良市	左京	定点方式
71		地下水	橿原市	大久保町	ローリング方式
72	和歌山県	地下水	紀の川市	高野	定点方式
73		地下水	那智勝浦町	市屋	ローリング方式
74	鳥取県	地下水	鳥取市	幸町	定点方式
75		地下水	鳥取市	田園町	ローリング方式
76	島根県	地下水	松江市	西川津町	定点方式
77		地下水	出雲市	塩冶町	ローリング方式
78	岡山県	地下水	倉敷市	福井	定点方式
79		地下水	岡山市	中区今在家	ローリング方式
80	広島県	地下水	広島市	安芸区上瀬野町	定点方式
81		地下水	呉市	広弁天橋町	ローリング方式
82	山口県	地下水	山口市	大内御堀	定点方式
83		地下水	下関市	富任町	ローリング方式
84	徳島県	地下水	徳島市	不動本町	定点方式
85		地下水	阿南市		ローリング方式
86	香川県	地下水	高松市	番町	定点方式
87		地下水	高松市	一宮町	ローリング方式
88	愛媛県	地下水	松山市	平井町	定点方式
89		地下水	松山市	中西内	ローリング方式
90		地下水	伊予市	上野	ローリング方式
91	高知県	地下水	高知市	介良甲	定点方式
92		地下水	安芸市	矢ノ丸	ローリング方式
93	福岡県	地下水	久留米市	田主丸町秋成	定点方式
94		地下水	北九州市	小倉南区富士見	ローリング方式
95	佐賀県	地下水	佐賀市	大和町尼寺	定点方式
96		地下水	鹿島市	納富分馬場	ローリング方式
97	長崎県	地下水	諫早市	栄田町	定点方式
98		地下水	長崎市	大橋町	ローリング方式
99	熊本県	地下水	熊本市	中央区水前寺	定点方式
100		地下水	八代市	古城町	ローリング方式
101		地下水	人吉市	井ノ口農蘇	ローリング方式
102	大分県	地下水	佐伯市	上岡	定点方式
103		地下水	日出町	豊岡	ローリング方式
104	宮崎県	地下水	都城市	南横市町	定点方式
105		地下水	小林市	南西方	定点方式
106		地下水	延岡市	別府町	ローリング方式
107	鹿児島県	地下水	鹿児島市	玉里町	定点方式
108		地下水	鹿屋市	田崎町	ローリング方式
109	沖縄県	地下水	宮古島市	平良東仲宗根添	定点方式
110		地下水	宮古島市	城辺	ローリング方式

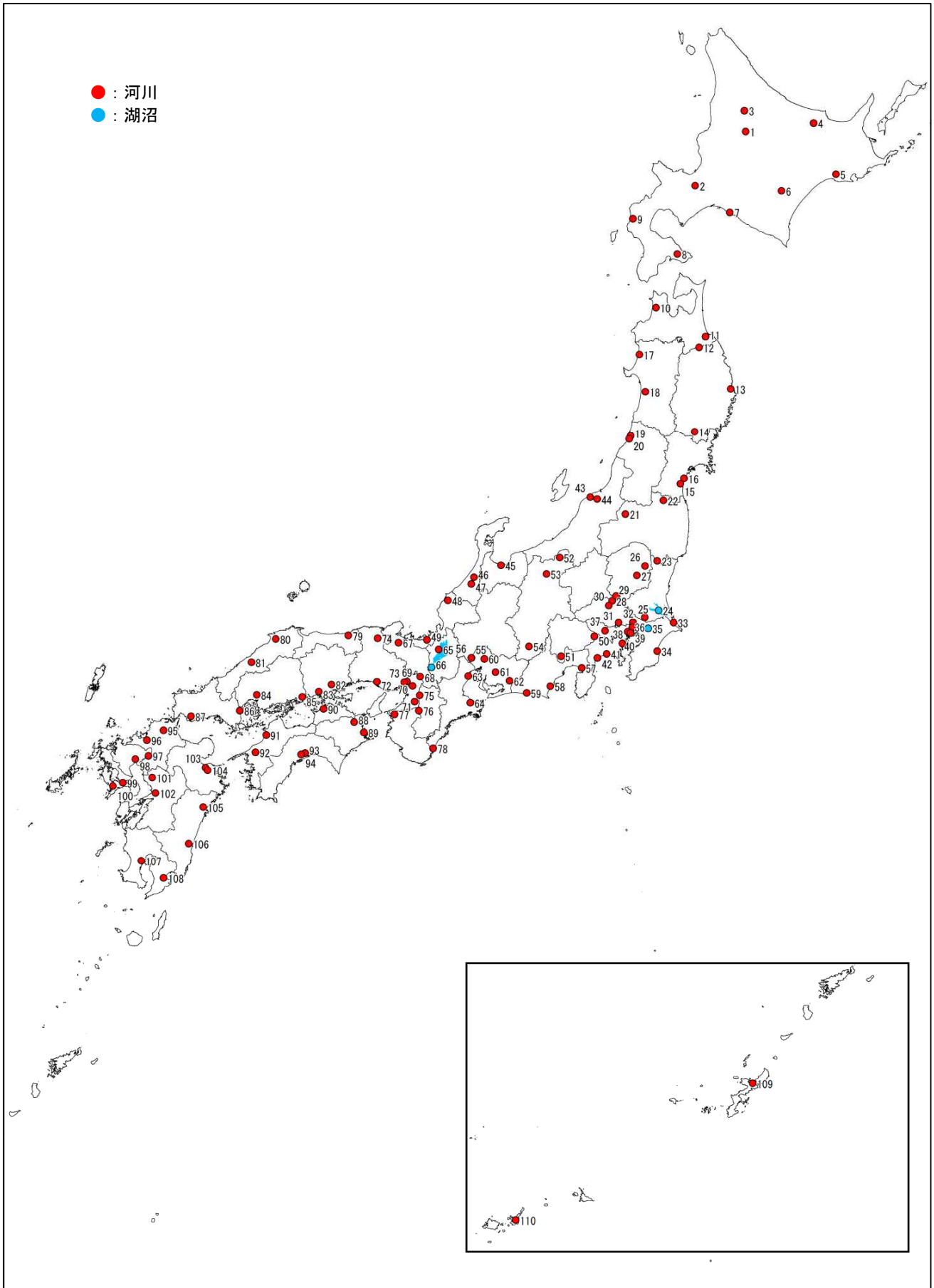


図 1.2-1 令和元年度全国モニタリングに係る調査地点図（公共用水域）

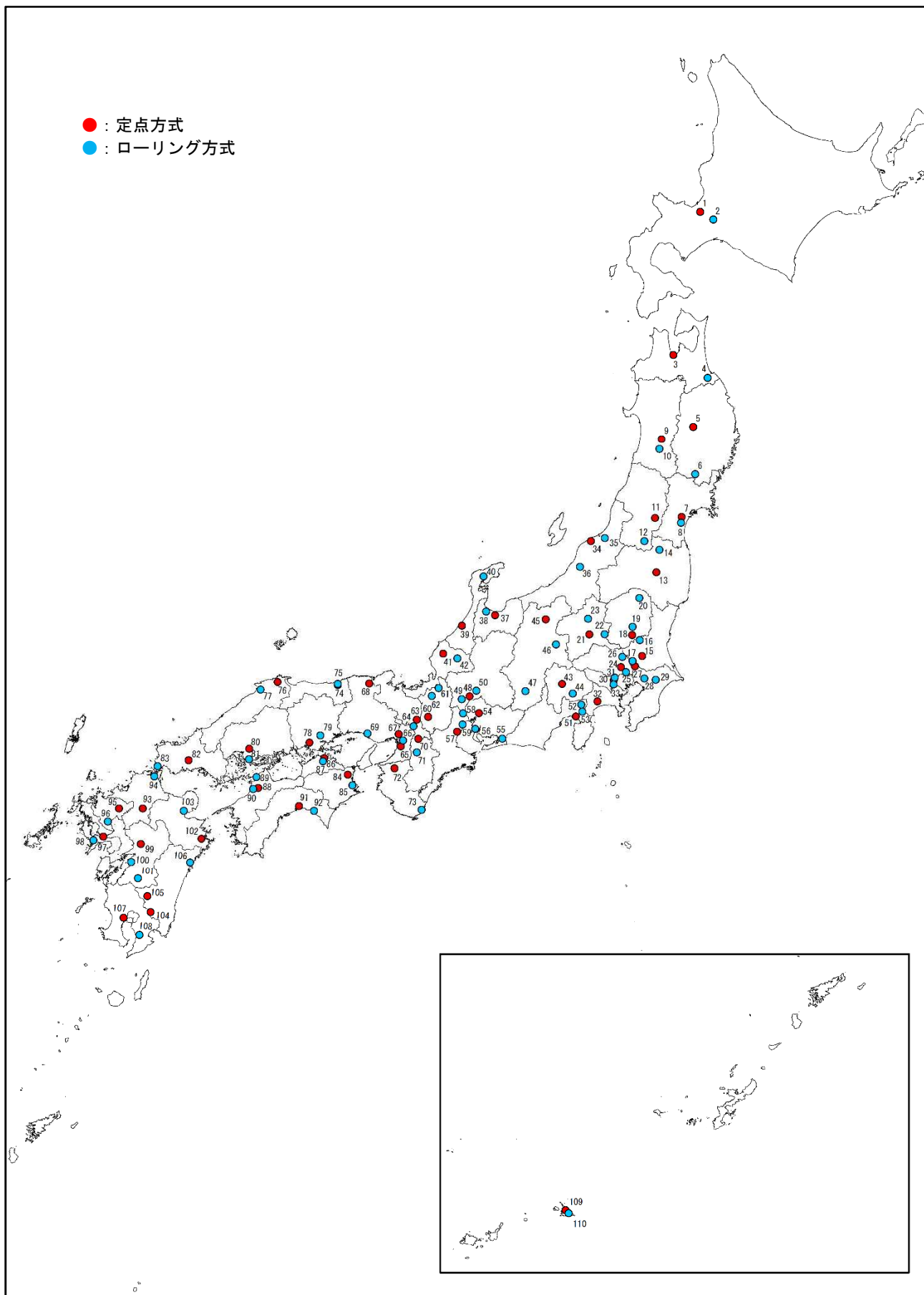


図 1.2-2 令和元年度全国モニタリングに係る調査地点図（地下水）

表1.2-4 ブロック別にみた調査地点及び調査期間（令和元年度）

調査ブロック等	対象都道府県	公共用水域		地下水	
		調査地点数 (※1)	調査期間	調査地点数	調査期間
北海道ブロック	北海道	9	8月22日 ～ 9月18日	2	8月22日 ～ 8月23日
東北ブロック	青森県、岩手県、宮城県、 秋田県、山形県、福島県	14	8月19日 ～ 9月20日	12	8月21日 ～ 9月3日
関東ブロック	茨城県、栃木県、群馬県、 埼玉県、千葉県、東京都、 神奈川県、新潟県、山梨 県、静岡県	26 (2)	8月19日 ～ 10月3日	27	8月19日 ～ 9月12日
中部ブロック	富山県、石川県、福井県、 長野県、岐阜県、愛知県、 三重県	15	8月19日 ～ 9月26日	18	8月19日 ～ 9月19日
近畿ブロック	滋賀県、京都府、大阪府、 兵庫県、奈良県、和歌山県	14 (1)	8月21日 ～ 9月20日	14	8月20日 ～ 9月25日
中国・四国 ブロック	鳥取県、島根県、岡山県、 広島県、山口県、徳島県、 香川県、愛媛県、高知県	16	8月20日 ～ 9月27日	19	8月19日 ～ 9月12日
九州・沖縄 ブロック	福岡県、佐賀県、長崎県、 熊本県、大分県、宮崎県、 鹿児島県、沖縄県	16	8月19日 ～ 10月4日	18	8月20日 ～ 9月18日
年間変動確認調査	群馬県、岡山県	2	5月20日 ～ 1月24日	-	-

(※1) 公共用水域におけるカッコ内の数値は湖沼の地点数（その他は全て河川の調査地点）

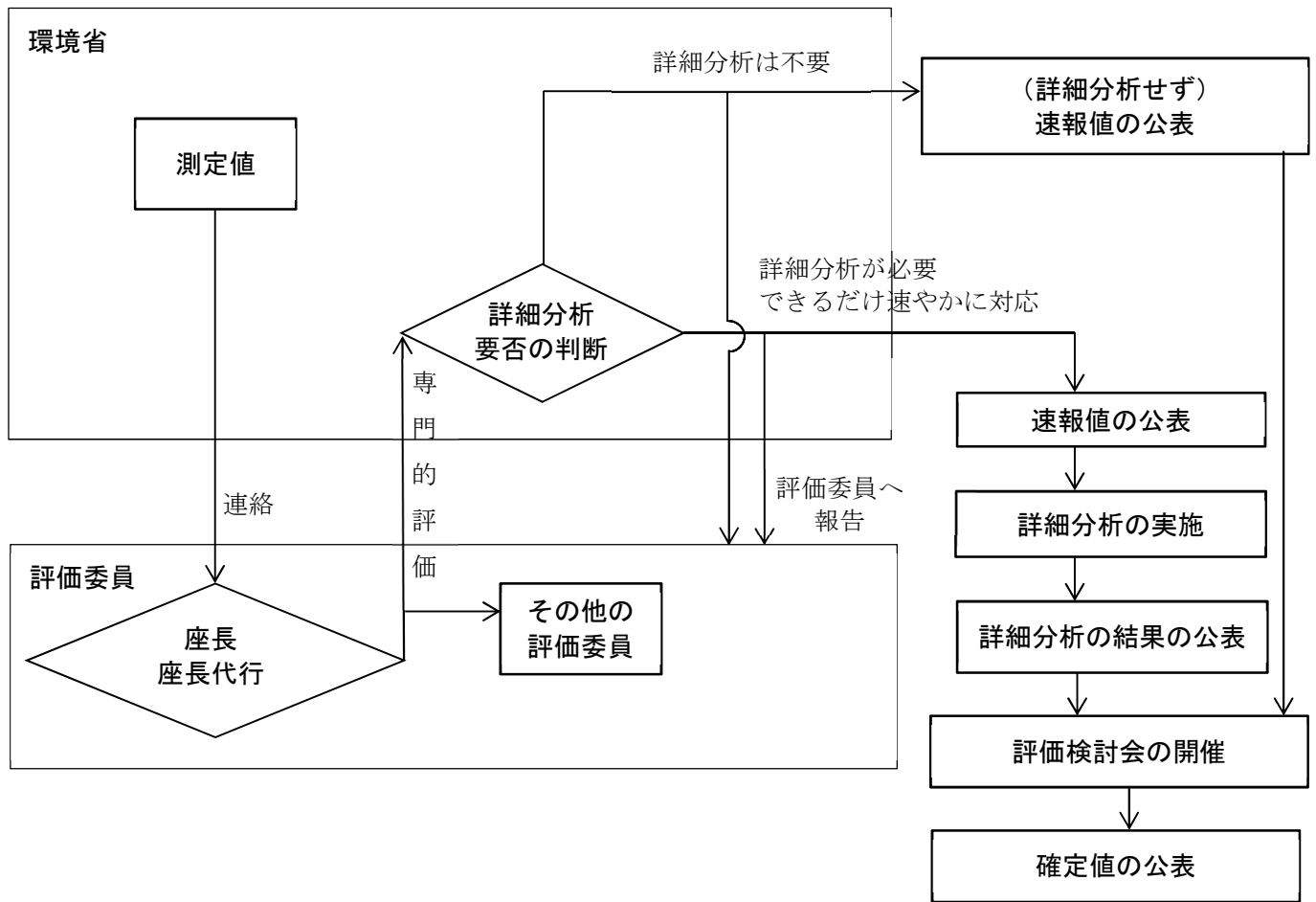


図 1.2-3 全国モニタリングに係る測定値の専門的評価等の流れ

2. 調査方法及び分析方法

2. 1 調査方法

試料の採取は以下の調査指針等に基づいて実施することを基本とし、具体的には下記のように実施した。

- ・水質調査方法（昭和 46 年 9 月 30 日付け環水管第 30 号、環境庁水質保全局長通知）
- ・底質調査方法（平成 24 年 8 月 8 日付け環水大発第 120725002 号、環境省水・大気環境局長通知）
- ・地下水質調査方法（平成元年 9 月 14 日付け環水管第 189 号、環境庁水質保全局長通知）
- ・環境試料採取法（昭和 58 年、文部科学省放射能測定法シリーズ）
- ・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（昭和 57 年、文部科学省放射能測定法シリーズ）

(1) 公共用水域

- ・水質：所定の位置において、対象の試料水を 160L（塩酸で固定）及び 2L（硝酸で固定）程度採水した。塩酸固定の 160L のうち 80L をγ線スペクトロメトリーの分析に供し、残りの 80L は詳細分析のために保管した。また、硝酸固定の 2L のうち 1L を全β放射能の分析に供した。
なお、採水時に透視度（又は透明度）を測定し、過去のデータとの比較で雨水の影響があると考えられた場合、又は過去のデータがない地点においては透視度（又は透明度）が 50cm 以下で現場の状況を鑑みて雨水の影響の可能性があると判断した場合、試料とはしないものとした。
- ・底質：所定の位置において、エクマンバージ型採泥器等を用いて表層から 10 cm 程度の底泥を 6 L 程度採泥し、3L をγ線スペクトロメトリーの分析に供した。
- ・土壌：3～5 m 四方の 5 地点（対角線上の 4 地点とその交点の 5 点）、四方 5 地点の配置が困難な場合は、河川に平行して 3～5 m 間隔で 5 地点からそれぞれ 5 cm 程度の深さの土壌（直径約 5 cm）を採取し、別々に持ち帰り分析時に等量混合して分析に供した。
- ・空間線量率（土壌採取地点）：河川の場合は兩岸（湖沼の場合は湖岸 1 点）で、地表から 1 m の高さに NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを置き、河川水（又は湖沼水）の採取地点に向けて設置し、空間線量率を測定した。

(2) 地下水

- ・水質：所定の井戸等において、対象の試料水を 160L（塩酸で固定）及び 2L（硝酸で固定）程度採水した。塩酸固定の 160L のうち 80L をγ線スペクトロメトリーの分析に供し、残りの 80L は詳細分析のために保管した。また、硝酸固定の 2L のうち 1L を全β放射能の分析に供した。
なお、採水時には数分間通水し、水温、透視度、pH、電気伝導率が一定になることを確認し、その後の透視度の変化等については特記事項として記録した。
- ・空間線量率：井戸近傍の屋外において、地表から 1 m の高さに NaI(Tl)シンチレーションサーベイメータを置き、地下水の採取地点（又は地下水層）に向けて設置し、空間線量率を測定した。

2. 2 分析方法

公共用水域（水質、底質及び土壌）及び地下水（水質）について、以下の方法で全β放射能濃度測定及び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測定を行った。γ線スペクトロメトリー測定では、原則として検出可能な全ての核種（人工由来核種及び主な自然由来核種を含む）について分析を行った。結果の表示は公共用水域の水質及び地下水については「Bq/L」、公共用水域の底質については「Bq/kg（乾燥重量当たり）」とし、検出値の有効桁数は2桁とした。

また、分析方法については、原則として文部科学省放射能測定法シリーズに準じるものとし、検出下限の目標値は、水質で0.001～0.01Bq/L程度、底質で1～30Bq/kg程度とした（ただし、半減期の短い核種及びγ線放出率が著しく低い核種等についてはこの限りではない）。

- ・全β放射能濃度計測：濃縮・乾固後に低バックグラウンドガスフロー比例計数装置で測定した。
- ・γ線スペクトロメトリー測定：適宜前処理を行った後にU-8容器又は2Lマリネリ容器に充填し、ゲルマニウム半導体検出器を用いて測定した。対象としたγ線核種は以下の62核種（自然核種18核種、人工核種44核種）である。なお、γ線放出核種の測定結果については、減衰補正を行った（試料採取終了時における放射能濃度として報告した）。

表2.2-1 分析の対象としたγ線核種

自然核種(18核種)		人工核種(44核種)				
Ac-228	Ra-224	Ag-108m	Co-58	I-131	Np-239	Te-129m
Be-7	Ra-226	Ag-110m	Co-60	I-132	Ru-103	Te-132
Bi-212	Th-227	Am-241	Cr-51	La-140	Ru-106	Y-91
Bi-214	Th-228	As-74	Cs-134	Mn-54	Sb-124	Y-93
K-40	Th-231	Ba-140	Cs-136	Mn-56	Sb-125	Zn-63
Pa-234m	Th-234	Bi-207	Cs-137	Mo-99	Sb-127	Zn-65
Pb-210	Tl-206	Ce-141	Fe-59	Nb-95	Sr-91	Zr-95
Pb-212	Tl-208	Ce-143	Ga-74	Nb-97	Tc-99m	Zr-97
Pb-214	U-235	Ce-144	Ge-75	Nd-147	Te-129	

3. 調査結果

各調査地点の放射性物質の検出状況の概要は以下のとおりである。

3. 1 全 β 及び γ 線核種の検出状況

(1) 公共用水域

1) 水質

公共用水域の水質での全 β 放射能及び γ 線放出核種の検出状況は、表 3.1-1 及び図 3.1-1 に示すとおりである。

① 全 β 放射能

全 β 放射能の検出率は 90.3 %、検出値は不検出～4.0 Bq/L で、全て過去の測定値の傾向の範囲内であった。

② γ 線放出核種

γ 線放出核種は、表 3.1-1 及び図 3.1-1 に示す 4 種類の核種（自然核種 2 核種、人工核種 2 核種）が検出され、その他の γ 線放出核種は全ての地点で不検出であった。

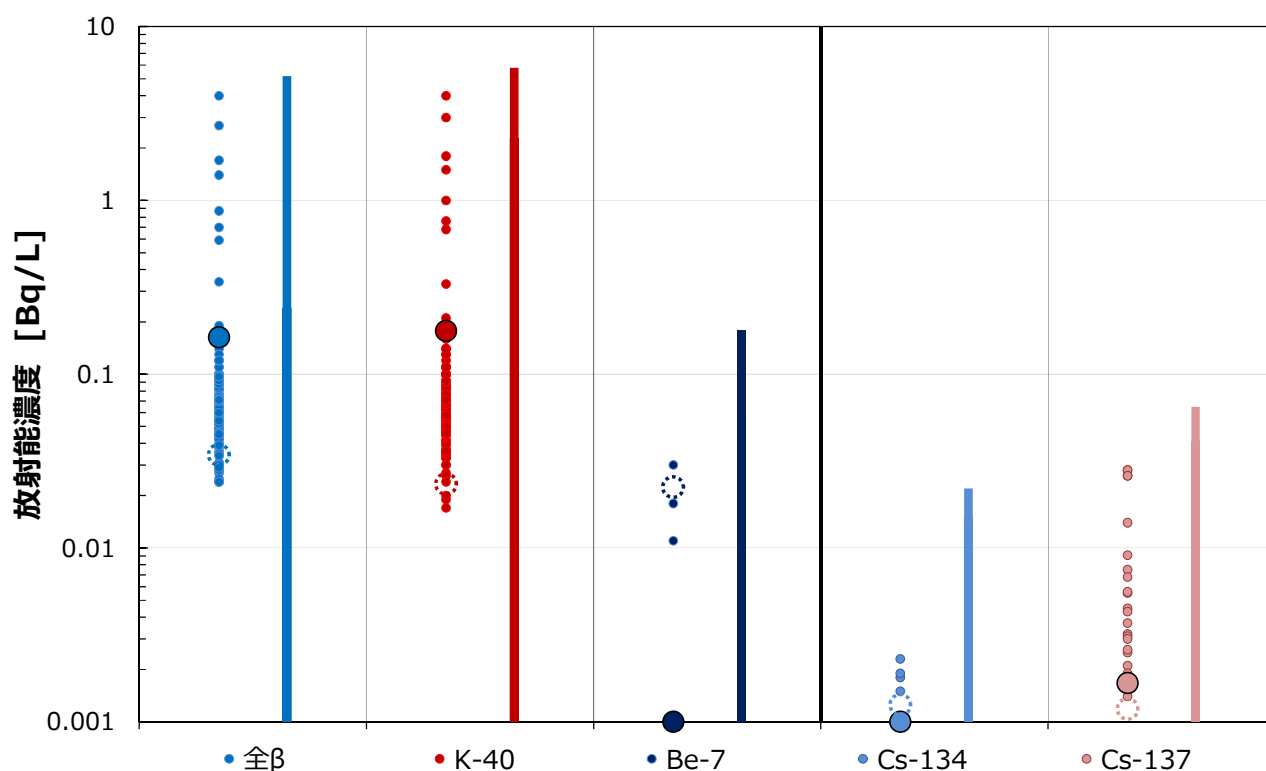
自然核種の検出率は、K-40 が 95.6 %、Be-7 が 2.7 %であった。自然核種の濃度は全て過去の測定値の傾向の範囲内であった。

人工核種の検出率は、Cs-134 が 3.5 %、Cs-137 が 18.6 %であった。人工核種の濃度は Cs-134 が 0.0023 Bq/L 以下、Cs-137 が 0.028 Bq/L 以下であり、全て過去の測定値の傾向の範囲内であった。

表 3.1-1 公共用水域（水質）の全β及びγ線核種の検出状況

放射性核種	検体数	検出数	検出率 [%]	測定結果 [Bq/L]		過去の最大値 [Bq/L]			
				検出値の範囲	検出下限値の範囲	全国モニタリング (H26～30年度)	水準調査等 (※1)		
全β放射能	113	102	90.3	不検出 ～ 4.0	0.022 ～ 0.34	5.2	0.24		
γ線放射核種	自然	K-40	113	108	95.6	不検出 ～ 4.0	0.012 ～ 0.075	5.8	2.3
		Be-7	113	3	2.7	不検出 ～ 0.030	0.0082 ～ 0.14	0.057	0.18
	人工	Cs-134	113	4	3.5	不検出 ～ 0.0023	0.00076 ～ 0.0038	0.022	0.015
		Cs-137	113	21	18.6	不検出 ～ 0.028	0.00065 ～ 0.0040	0.065	0.041

(※1) 平成12年度～令和元年度（人工核種については平成23年3月11日～平成26年3月10日は除く）の全国で実施された環境放射能水準調査及び周辺環境モニタリング調査の結果。



<凡例> ● : 検出値
 ● : 平均値（算術平均、不検出＝0として算出）
 ○ : 検出下限値の平均値（算術平均）
 | : 過去の測定値（平成26年度～30年度の全国モニタリング及び平成12年度～令和元年度（人工核種については平成23年3月11日～平成26年3月10日は除く）の水準調査等）の範囲

(※) 核種により検出値の大きさが異なるため、縦軸は対数目盛で表示した。

図 3.1-1 公共用水域（水質）の全β及びγ線核種の検出状況

2) 底質

公共用水域の底質での全 β 放射能及び γ 線放出核種の検出状況は、表 3.1-2 及び図 3.1-2 に示すとおりである。

① 全 β 放射能

全 β 放射能は全ての地点で検出され、その検出値は 170 ～1,200 Bq/kg であった。全ての地点で過去の測定値の傾向の範囲内であった。

② γ 線放出核種

γ 線放出核種は、表 3.1-2 及び図 3.1-2 に示す 11 核種（自然核種 9 核種、人工核種 2 核種）が検出され、それ以外の核種は全て不検出であった。

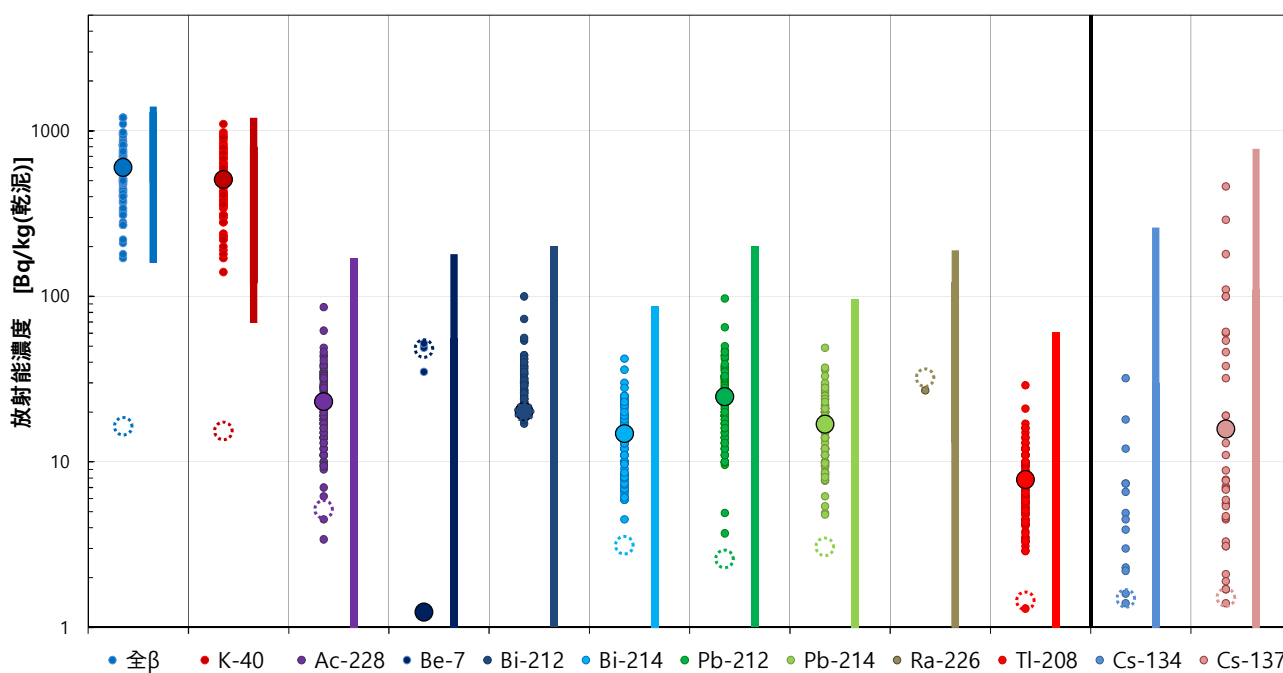
検出された自然核種の検出率は、Be-7、Bi-212、Ra-226 以外の 6 核種は 95 %を超えていた。自然核種の濃度は全て過去の測定値の傾向の範囲内であった。

人工核種の検出率は、Cs-134 及び Cs-137 がそれぞれ 12.7%及び 36.4%であった。人工核種の濃度は Cs-134 は 32 Bq/kg 以下、Cs-137 は 460 Bq/kg 以下であり、全て過去の測定値の傾向の範囲内であった。

表 3.1-2 公共用水域（底質）の全β及びγ線核種の検出状況

放射性核種	検体数	検出数	検出率 [%]	測定結果 [Bq/kg(乾泥)]		過去の最大値 [Bq/kg(乾泥)]			
				検出値の範囲	検出下限値の範囲	全国モニタリング (H26～30年度)	水準調査等 (※1)		
全β放射能	110	110	100	170 ~ 1,200	14 ~ 25	1,400	1,300		
γ線放出核種	自然	K-40	110	110	140 ~ 1,100	9.0 ~ 24	1,200	800	
		Ac-228	110	110	3.4 ~ 86	2.7 ~ 8.1	170	不検出	
		Be-7	110	3	不検出 ~ 52	13 ~ 100	180	56	
		Bi-212	110	72	65.5	不検出 ~ 100	10 ~ 30	200	実施事例なし
		Bi-214	110	110	100	4.5 ~ 42	1.3 ~ 7.0	87	不検出
		Pb-212	110	110	100	3.7 ~ 97	1.2 ~ 5.6	200	実施事例なし
		Pb-214	110	110	100	4.8 ~ 49	1.6 ~ 8.2	96	実施事例なし
		Ra-226	110	1	0.9	不検出 ~ 27	15 ~ 140	190	122
	Tl-208	110	109	99.1	不検出 ~ 29	0.76 ~ 3.1	61	実施事例なし	
	人工	Cs-134	110	14	12.7	不検出 ~ 32	0.79 ~ 3.3	260	30
Cs-137		110	40	36.4	不検出 ~ 460	0.67 ~ 3.5	780	110	

(※1) 平成12年度～令和元年度(人工核種については平成23年3月11日～平成26年3月10日は除く)の全国で実施された環境放射能水準調査及び周辺環境モニタリング調査の結果。



<凡例>

- : 検出値
- (大) : 平均値 (算術平均、不検出=0として算出)
- (点線) : 検出下限値の平均値 (算術平均)
- (棒) : 過去の測定値 (平成26年度～30年度の全国モニタリング及び平成12年度～令和元年度 (人工核種については平成23年3月11日～平成26年3月10日は除く) の水準調査等) の範囲

(※) Cs-134 と Cs-137 の検出状況の詳細は後述。

(※) 核種により検出値の大きさが異なるため、縦軸は対数目盛として表示した。

図 3.1-2 公共用水域（底質）の全β及びγ線核種の検出状況

(2) 地下水

地下水での全 β 放射能及び γ 線放出核種の検出状況は、表 3.1-3 及び図 3.1-3 に示すとおりである。

① 全 β 放射能

全 β 放射能は、検出率が 87.3 %、その検出値は不検出～0.42 Bq/L であった。全ての地点で過去の測定値の傾向の範囲内であった。

② γ 線放出核種

γ 線放出核種は、表 3.1-3 及び図 3.1-3 に示した自然核種 8 核種以外は全て不検出であった。検出率は、K-40 が 92.7 %であった以外は、5 %未満であった。自然核種では一部の地点で Pb-212、Th-234、Tl-208 及び U-235 が過去の測定値の範囲を超過したが、通常天然の土壤岩石などに含まれるものであり、過去の測定値の傾向の範囲内と考えられた（後述）。

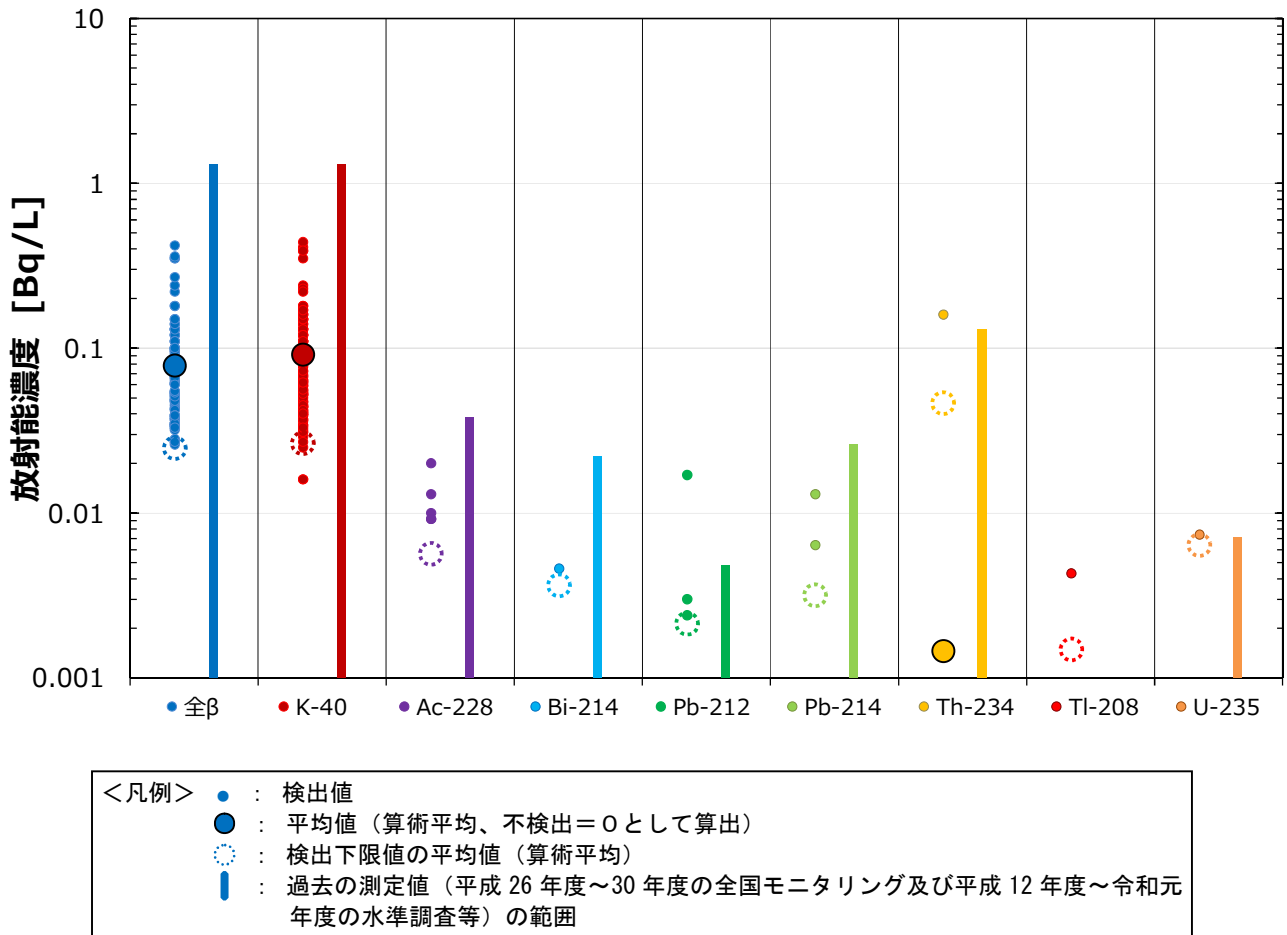
自然核種では、地下水 No.61（滋賀県長浜市：ローリング地点）において U-235 及び Th-234 が、地下水 No.74（鳥取県鳥取市：定点）において Pb-212 及び Tl-208 が過去の測定値の範囲を超過したが、いずれもアクチニウム系列、ウラン系列又はトリウム系列に属する自然核種で、通常天然の土壤岩石等に含まれるものである。

地下水 No.61 については平成 26 年度にも当該井戸について調査を実施しており U-235 及び Th-234 について同様な結果が得られていることから、これらの核種も過去の測定値の傾向の範囲内であるものと考えられた。また、地下水 No.74 については地下水に土壤粒子由来の濁りが強かったことから、地下水中に混入した土壤に由来するトリウム系列核種の Pb-212 及び Tl-208 が検出されたものと考えられた。

表 3.1-3 地下水の全β及びγ線核種の検出状況

放射性核種	検体数	検出数	検出率 [%]	測定結果 [Bq/L]		過去の最大値 [Bq/L]		
				検出値の範囲	検出下限値の範囲	全国モニタリング (H26～30年度)	水準調査等 (※1)	
全β放射能	110	96	87.3	不検出 ～ 0.42	0.023 ～ 0.034	1.3	実施事例なし	
γ線放出核種 自然核種	K-40	110	102	92.7	不検出 ～ 0.44	0.013 ～ 0.072	1.3	0.27
	Ac-228	110	5	4.5	不検出 ～ 0.020	0.0028 ～ 0.012	0.038	実施事例なし
	Bi-214	110	1	0.9	不検出 ～ 0.0046	0.0017 ～ 0.0079	0.022	実施事例なし
	Pb-212	110	3	2.7	不検出 ～ 0.017	0.00091 ～ 0.0059	0.0048	実施事例なし
	Pb-214	110	2	1.8	不検出 ～ 0.013	0.0012 ～ 0.0073	0.026	実施事例なし
	Th-234	110	1	0.9	不検出 ～ 0.16	0.022 ～ 0.16	0.13	実施事例なし
	Tl-208	110	1	0.9	不検出 ～ 0.0043	0.00070 ～ 0.0036	不検出	実施事例なし
	U-235	110	1	0.9	不検出 ～ 0.0074	0.0025 ～ 0.021	0.0071	実施事例なし

(※1) 平成12年度～令和元年度の全国で実施された環境放射能水準調査及び周辺環境モニタリング調査の結果。



(※) 核種により検出値の大きさが異なるため、縦軸は対数目盛として表示した。

図 3.1-3 地下水の全β及びγ線核種の検出状況

3. 2 検出された放射性核種に関する考察

(1) 自然核種の検出状況について

1) 水質中の K-40 と海水の影響の関係について

3.1 で述べたように、公共用水域の水質中の K-40 は、全て過去の測定値の傾向の範囲内であった。比較的高濃度の K-40 が検出された地点はいずれも感潮域にあり、電気伝導率 (EC) が高かった (最大 2,030 mS/m) ことから、海水の流入による影響が考えられた。そこで全データを用いて電気伝導率と K-40 の関係を比較した (図 3.2-1 参照)。

図 3.2-1 に示したように、K-40 濃度は電気伝導率と正の相関関係が認められた。

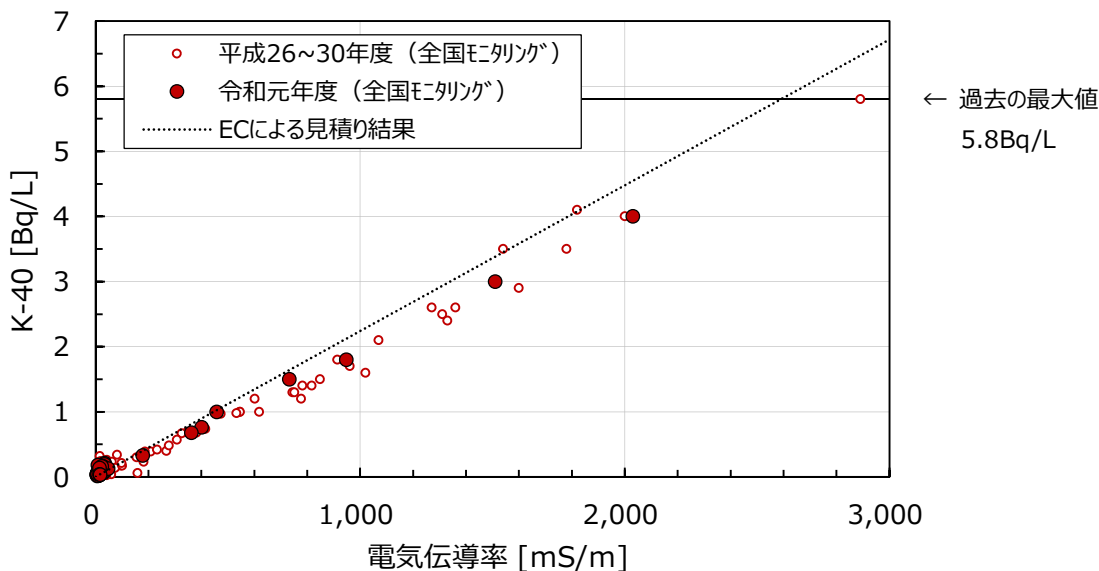


図 3.2-1 公共用水域 (水質) の K-40 と電気伝導率 (EC) との関係

一方、海水中の K-40 濃度は、平成 12 年度から令和元年度の 20 年間に実施された水準調査等 (全国 18 道府県で 952 検体の調査) によれば、全平均値 (算術平均) は 10 Bq/L で、最大値は 15 Bq/L であった (表 3.2-1 参照)。

表 3.2-1 水準調査等での海水中の K-40 に関する調査結果 (※1)

調査回数	検出回数	検出率 (%)	平均値 (Bq/L)	最大値 (Bq/L)
952	915	96.1	10	15

(※1) 平成 12 年度～令和元年度の全国で実施された環境放射能水準調査及び周辺環境モニタリング調査の結果。

一般的な海水の電気伝導率は 4,500 mS/m 程度であり、当該河川水の電気伝導率の測定結果を用いて、流入した海水の影響による K-40 濃度を次式により見積もった。

$$\text{河川水中 K-40 濃度} = \text{海水中 K-40 平均} \times \frac{\text{河川水の EC 実測値}}{\text{海水の EC 一般値}}$$

河川水中の K-40 濃度の見積り結果は、図 3.2-1 中の破線 (.....) で示したとおりであり、実際に測定した K-40 濃度と非常に良く一致した。したがって、今回得られた公共用水域の水質における高濃度の測定結果は海水の影響であると考えられた。

地下水中の K-40 に関しても全て過去の測定値の傾向の範囲内であったが、公共用水域同様に、電気伝導率と K-40 濃度の関係を確認した（図 3.2-2 参照。図 3.2-2 の縦軸及び横軸のスケールは図 3.2-1 と異なる）。地下水については、電気伝導率との明確な相関は認められなかった。

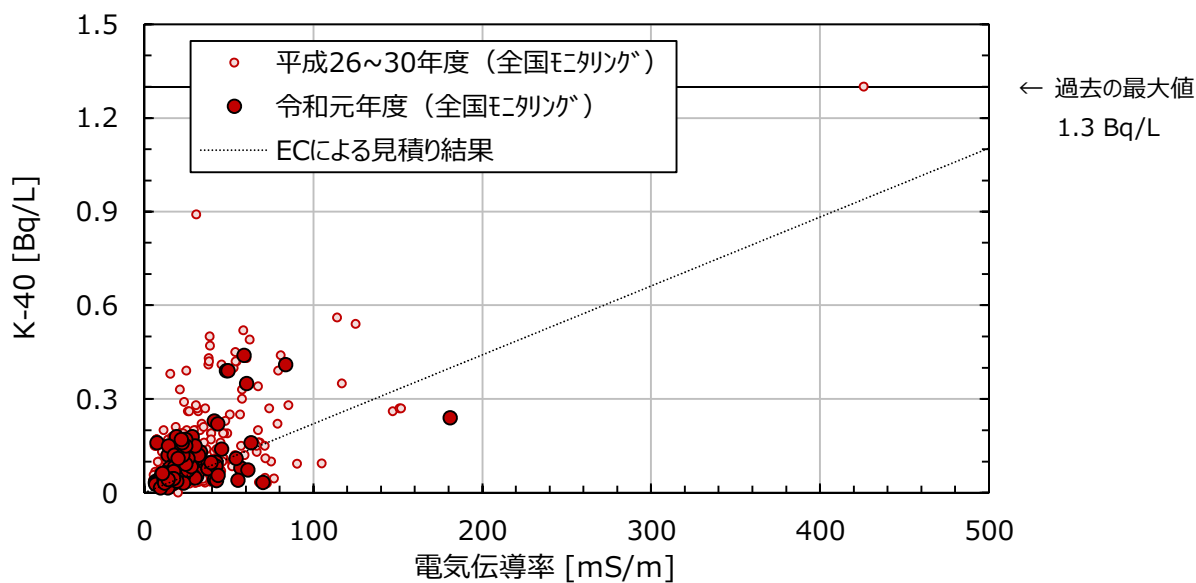


図 3.2-2 地下水の K-40 と電気伝導率（EC）との関係

2) 底質中のウラン系列及びトリウム系列の核種について

3.1 (1) 2) に示したように、公共用水域の底質では、比較的高頻度でウラン系列及びトリウム系列の核種が検出された。検出状況は表 3.2-2 に示すとおりである。

表 3.2-2 ウラン系列及びトリウム系列の自然核種の検出状況

放射性核種		検体数	検出数	検出率 [%]	測定結果 [Bq/kg(乾泥)]				
					検出値の範囲		検出下限値の範囲		
γ 線 放 出 核 種	ウラン 系列	Ra-226	110	1	0.9	不検出	～ 27	15	～ 140
		Pb-214	110	110	100	4.8	～ 49	1.6	～ 8.2
		Bi-214	110	110	100	4.5	～ 42	1.3	～ 7.0
	トリウム 系列	Ac-228	110	110	100	3.4	～ 86	2.7	～ 8.1
		Pb-212	110	110	100	3.7	～ 97	1.2	～ 5.6
		Bi-212	110	72	65.5	不検出	～ 100	10	～ 30
		Tl-208	110	109	99.1	不検出	～ 29	0.76	～ 3.1

これらの自然核種については、地殻中に広く存在し、過年度の調査においても系列内で良い相関関係があることが確認されている。

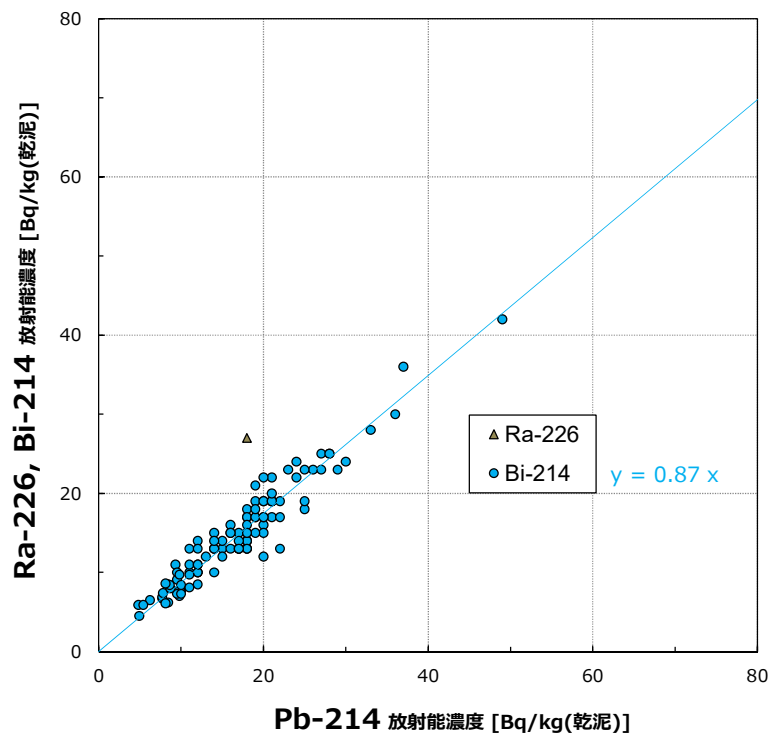
図 3.2-3 及び図 3.2-4 は、令和元年度の調査において検出されたウラン系列及びトリウム系列の核種について、系列内の核種の相関関係を確認したものである（それぞれ検出率の高い核種（ウラン系列は Pb-214、トリウム系列は Pb-212）をベースに整理しており、不検出の場合は除外した）。図 3.2-3 及び図 3.2-4 から、ウラン系列及びトリウム系列の各核種間に良い相関が認められた。

<参考>

ウラン系列又はトリウム系列の各核種間の傾向は、両系列の核種が検出された地点の地質的特徴を表していると考えられる。一般的には、『花崗岩には自然核種が他の岩石よりも比較的多く含まれる』、『自然放射線量についてはウラン系列及びトリウム系列の放射性核種と一定の関係がある』（いずれも日本地質学会³ 等）とされている。

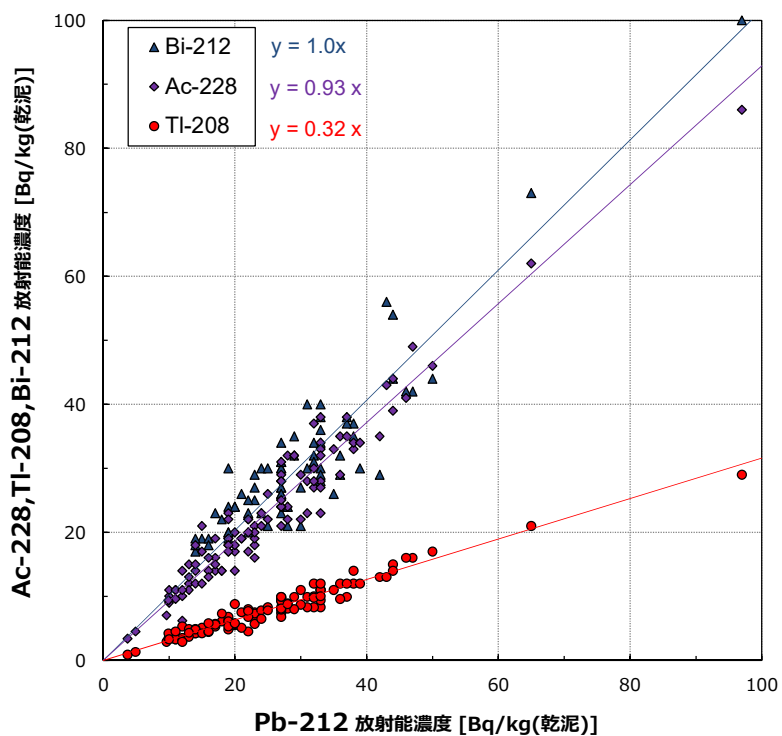
参考として、図 3.2-5 に日本の花崗岩の分布図を、図 3.2-6 に日本の自然放射線量を示す。

³ <http://www.geosociety.jp/hazard/content0058.html>



相関係数	Bi-214	Ra-226
Pb-214	0.96	-

図 3.2-3 ウラン系列核種の相関関係



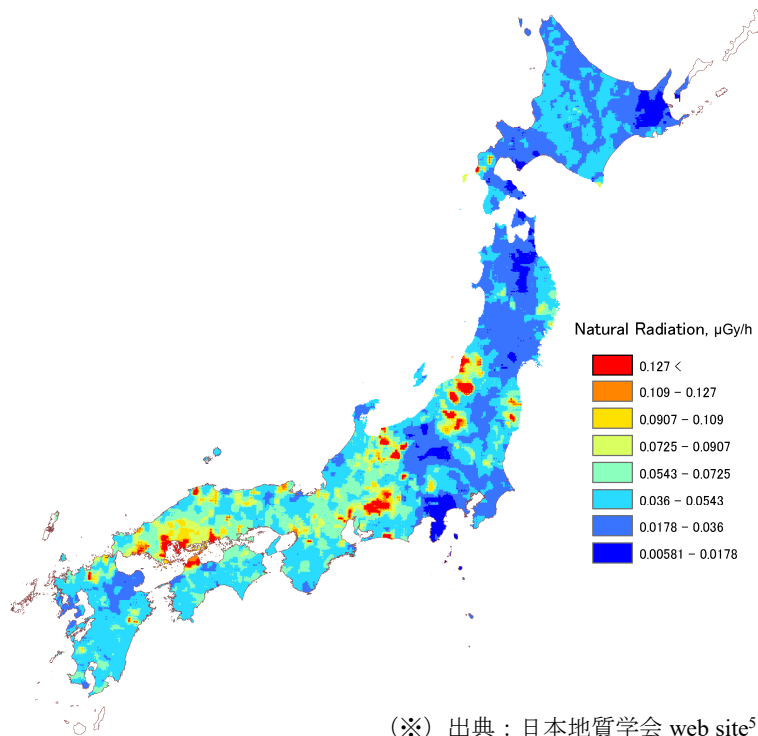
相関係数	Ac-228	Bi-212	Tl-208
Pb-212	0.97	0.92	0.97

図 3.2-4 トリウム系列核種の相関関係



(※) 出典：国立研究開発法人産業技術総合研究所 20 万分の 1 日本シームレス地質図® web site⁴

図 3.2-5 日本の花崗岩の分布図（図中のピンク色の部分が花崗岩の分布域）



(※) 出典：日本地質学会 web site⁵

図 3.2-6 日本の自然放射線量（ γ 線及び β 線では $\text{Gy}=\text{Sv}$ ）

⁴ <https://gbank.gsj.jp/seamless/>

⁵ <http://www.geosociety.jp/hazard/content0058.html>

(2) 人工核種の検出状況について

1) 公共用水域水質中の Cs-134 及び Cs-137 について

公共用水域の水質では、東北及び関東ブロックで放射性セシウムが検出された (Cs-134 と Cs-137 の両者が検出された地点 4 地点、Cs-137 のみが検出された地点 17 地点、合計 21 地点)。

なお、参考として、Cs-134 と Cs-137 の両者が検出された 4 地点 (全て関東ブロックの湖沼) について、それらの濃度の関係を確認したところ、その濃度比は約 14.1 であり、福島原発事故由来のものと仮定した場合に、平成 23 年 3 月に放出された Cs-137 と Cs-134 の令和元年 9 月時点における理論的な比率 (約 14.4) とよく一致した (図 3.2-7 参照)。このことから、東北・関東ブロックで検出された Cs-134 及び Cs-137 は、福島原発事故由来のものと考えられた。

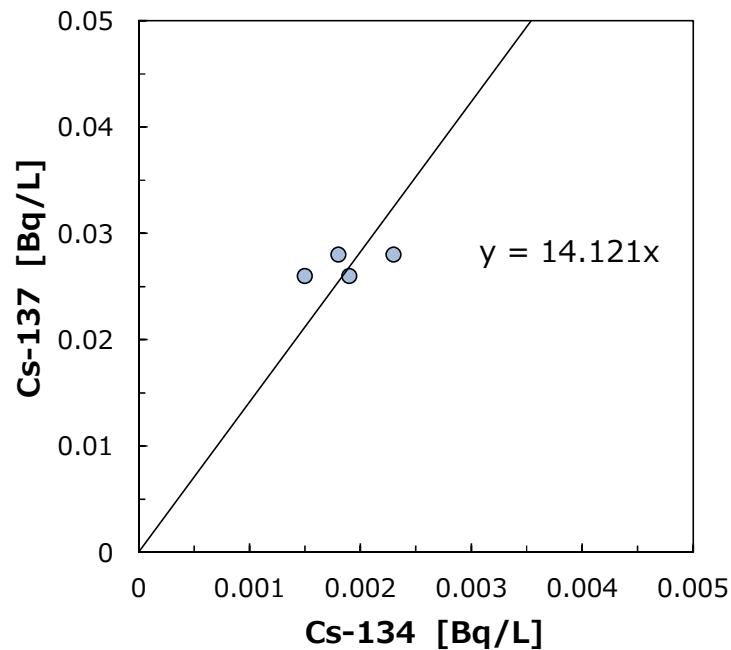


図 3.2-7 Cs-137/Cs-134 比の状況【水質 (公共用水域)】

(参考：半減期を考慮した Cs-134 と Cs-137 の濃度比の時間変化)

核種	半減期 [年]	平成23年3月	平成25年3月	平成27年3月	平成29年3月	令和元年9月
Cs-134	2.0648	1	0.51	0.26	0.13	0.06
Cs-137	30.1671	1	0.96	0.91	0.87	0.82
Cs137/Cs134		1	1.87	3.50	6.54	14.4

(※) 今回の調査の時点 (令和元年 9 月頃) では約 14.4 と見積もられる (表中の黄色欄部分)

2) 公共用水域底質中の Cs-134 及び Cs-137 について

公共用水域の底質では、北海道、東北、関東、中部及び近畿ブロックで放射性セシウムが検出された (Cs-134 と Cs-137 の両者が検出された地点 14 点 (全て東北・関東ブロック)、Cs-137 のみが検出された地点 26 点、合計 40 地点)。震災対応モニタリングが実施されていない地点においても放射性セシウムが検出されていることから、これらの地点における放射性セシウムの濃度レベルを把握するため、以下のような比較を行った。

- ① 上記のうち、震災対応モニタリングが行われている同一都県内の地点については、当該都県の震災対応モニタリングのデータとの比較を行った。
- ② 同一都県内で震災対応モニタリングが行われていない地点については、当該地点近傍における震災対応モニタリングのデータとの比較を行った。
- ③ 近傍で震災対応モニタリングが行われていない地点については、水準調査等のデータとの比較を行った。

① 震災対応モニタリングの同一都県での調査結果との比較

震災対応モニタリングが行われている都県内の地点（同一地点で実施している地点は除く）については、同一都県での過去の震災対応モニタリングの測定値との比較を行った（図 3.2-8 参照）。
いずれの地点においても、過去の測定値の傾向の範囲内であることが認められた。

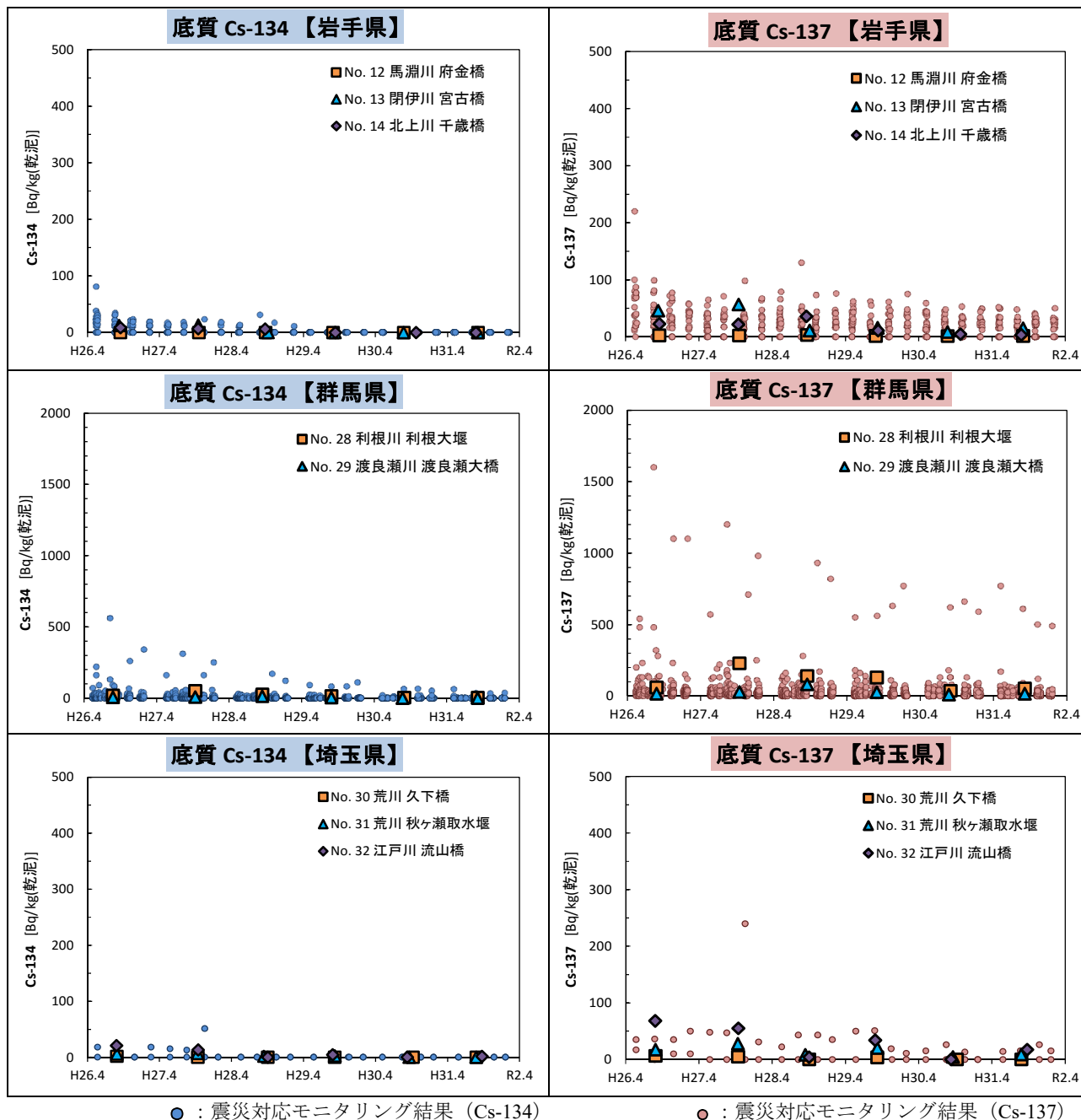


図 3.2-8 (1) ①震災対応モニタリングの同一都県での調査結果との比較（岩手県、群馬県、埼玉県）

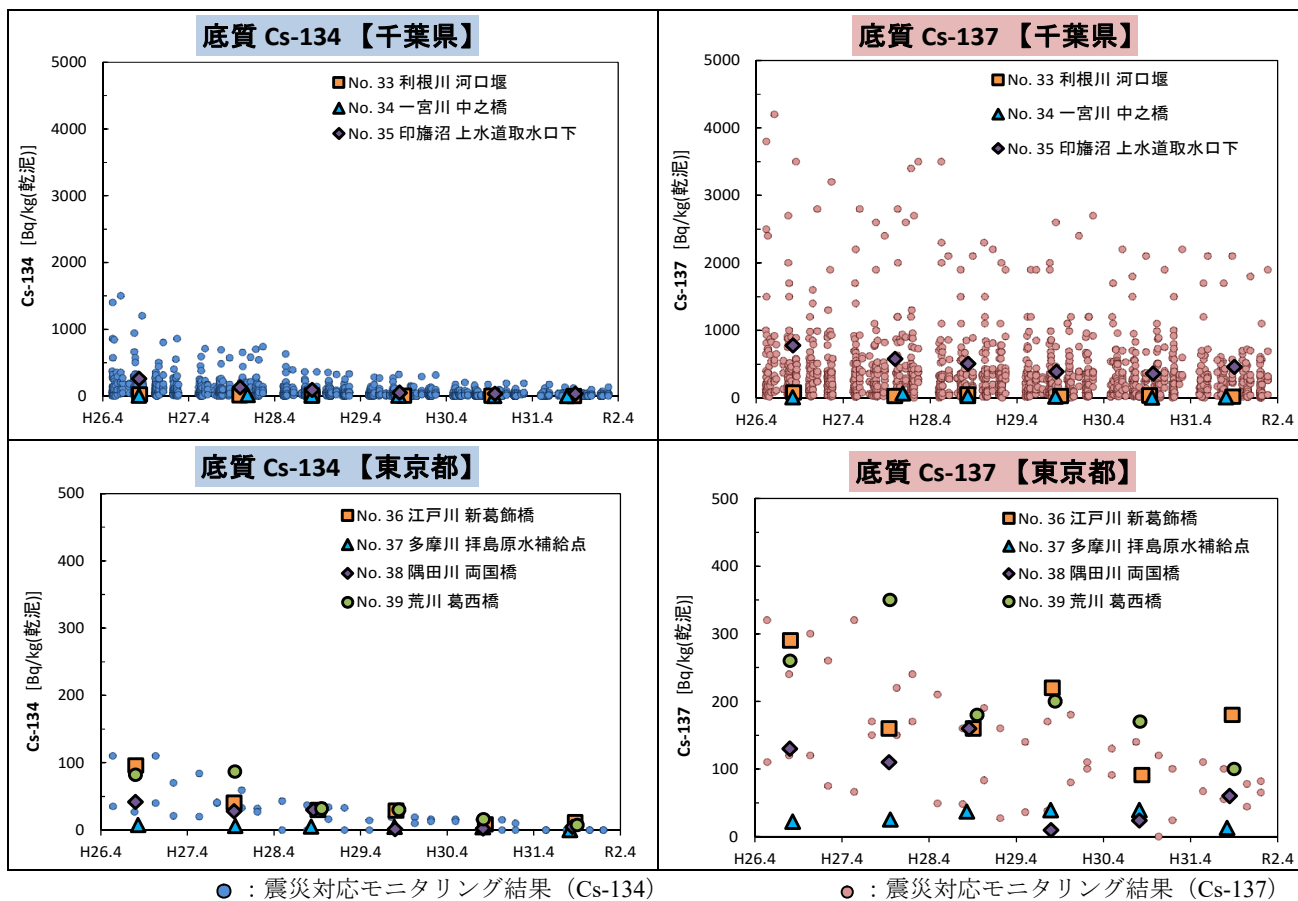


図 3.2-8(2) ①震災対応モニタリングの同一都県での調査結果との比較 (千葉県、東京都)

② 震災対応モニタリングの近傍地点での調査結果との比較

No.40（神奈川県横浜市／鶴見川／臨港鶴見川橋）については、神奈川県内で震災対応モニタリングを実施していないものの、その近傍の地点と比較することが妥当と考え、東京湾河口部に位置するNo.38（東京都中央区・墨田区／隅田川／両国橋）及びNo.39（東京都江東区・江戸川区／荒川／葛西橋）と併せて比較した（図3.2-9参照）。その結果、No.40についても過去の測定値の傾向の範囲内であることが認められた。

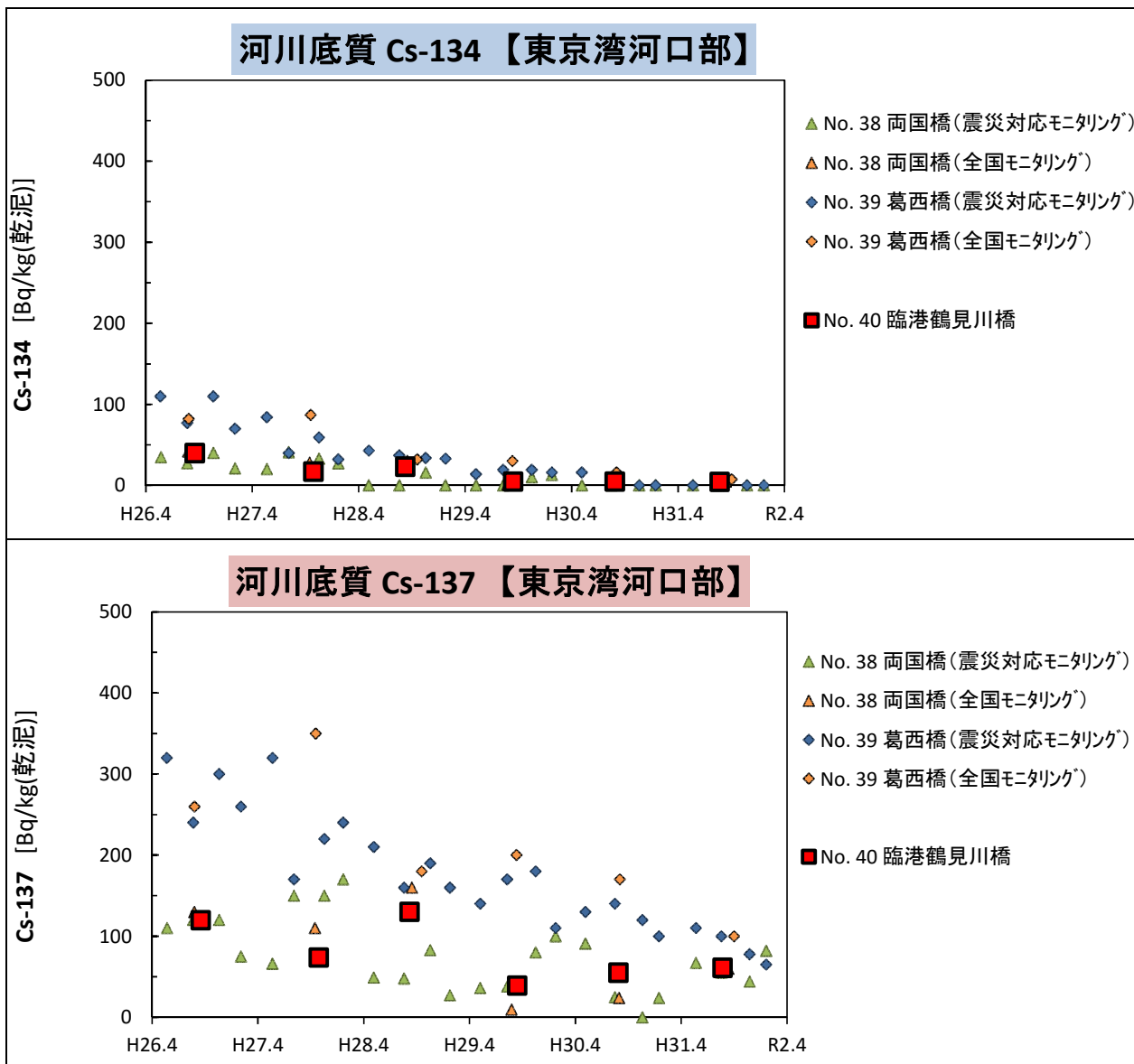
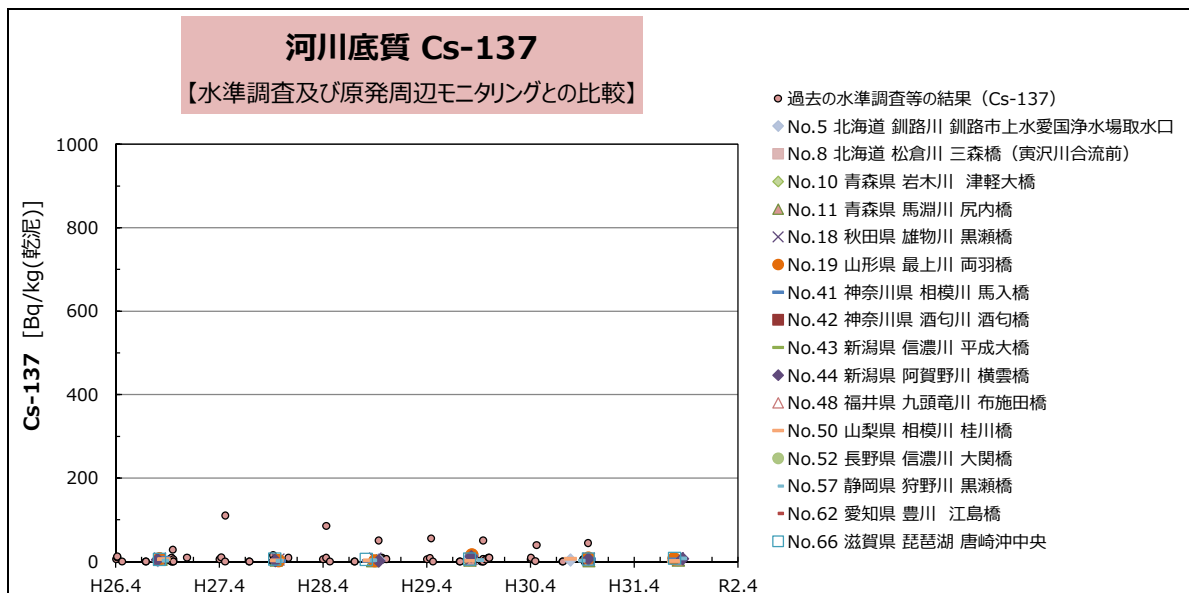


図 3.2-9 ②震災対応モニタリングの近傍地点での調査結果との比較

③ 水準調査等の調査結果との比較

震災対応モニタリングが近傍で行われていない地点については、水準調査等との比較を行い、その濃度レベルを確認した（図 3.2-10 参照）。

16 地点において Cs-137 のみが検出されたが、いずれも過去の測定値の傾向の範囲内であることが認められた。



※今年度検出された地点について作図した。

図 3.2-10 ③水準調査等の調査結果との比較

なお、参考として、Cs-134 と Cs-137 の両者が検出された 14 地点（全て東北・関東ブロック）について、水質と同様にその濃度比を確認した結果、その濃度比（Cs-137/Cs-134）は約 14.7 であり、福島原発事故由来のものと仮定した場合に、平成 23 年 3 月に放出された Cs-137 と Cs-134 の令和元年 9 月時点における理論的な比率（約 14.4）にほぼ等しい値であることが確認された（図 3.2-11 参照）。このことから、東北・関東ブロックで検出された Cs-134 及び Cs-137 は、福島原発事故由来のものと考えられた。

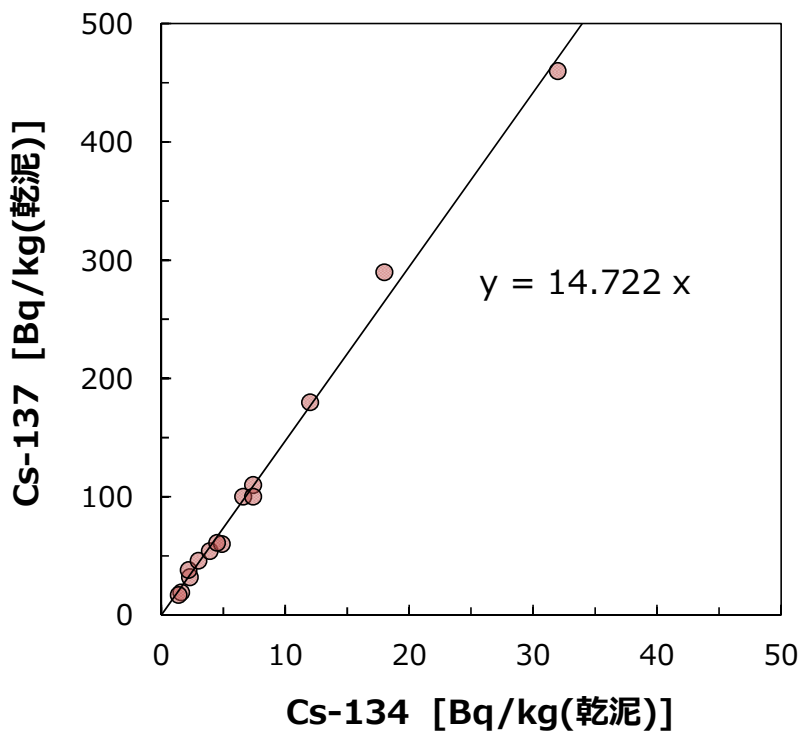


図 3.2-11 Cs-137/Cs-134 比の状況【底質（公共用水域）】

（参考：半減期を考慮した Cs-134 と Cs-137 の濃度比の時間変化）

核種	半減期 [年]	平成23年3月	平成25年3月	平成27年3月	平成29年3月	令和元年9月
Cs-134	2.0648	1	0.51	0.26	0.13	0.06
Cs-137	30.1671	1	0.96	0.91	0.87	0.82
Cs137/Cs134		1	1.87	3.50	6.54	14.4

（※）今回の調査の時点（令和元年9月頃）では約 14.4 と見積もられる（表中の黄色欄部分）

以上のことから、公共用水域（底質）での Cs-134 及び Cs-137 の検出は、Cs-137 のみの検出を除き福島原発事故由来のものであるところが多いと考えられたが、その検出値は、過去の測定値の傾向の範囲内であった。

3）地下水中の Cs-134 及び Cs-137 について

地下水については、全 110 地点で Cs-134 及び Cs-137 は検出されなかった（検出下限値は約 0.001～0.003 Bq/L）。

3. 3 年間変動の有無に関する調査結果について

年間変動に関する調査では、No.28（群馬県千代田町／利根川／利根大堰）とNo.83（岡山県倉敷市／高梁川／霞橋）の2地点⁶（いずれも河川）で、令和元年5月20日～令和2年1月24日の間に、それぞれ4回の調査を実施した。当該地点では、平成26年度から30年度にもそれぞれ4回ずつ調査を実施しており、それらの結果を含めて解析を行った。

検出状況は表3.3-1及び表3.3-2に示すとおりであり、平成26年度以降に検出された核種の推移を示したものが図3.3-1及び図3.3-2である。表3.3-1及び表3.3-2には、検出値のばらつきを示す目安として変動係数⁷（標本標準偏差／平均値）もあわせて示した。

水質における変動係数は、全β放射能及びK-40について16～27%であり、Cs-137について40%であった。

底質における変動係数は、全β放射能及び自然核種（Ac-228、Bi-212、Bi-214、Pb-212、Pb-214、Tl-208及びK-40）について6.9～26%であり、人工核種についてはCs-134で83%、Cs-137で63%であった⁸。

底質中の放射性セシウムの変動係数が自然核種と比較して大きいのは、自然核種が鉱物に含有されているのに対し、放射性セシウムは主に鉱物に吸着していることに起因するものと考えられる。さらにCs-134は半減期が約2年であり、Cs-137（半減期：約30年）と比較して早く物理減衰するため、Cs-134の変動係数がCs-137よりも大きくなっている。

参考として、No.28の底質の粒度分布及びCs-137濃度の推移を図3.3-3に示す。

なお、環境中の変動幅を把握するため、2地点での年4回の調査は継続していく必要がある。

⁶ 東日本・西日本各1地点を選定することとし、便宜上、全110地点を2分割（No.1～No.55を東日本、No.56～No.110を西日本とする）した中から、各分割の中央の番号の地点を選定。

⁷ 本とりまとめにおいては変動係数＝標本標準偏差／平均値とした。以降についても同様である。

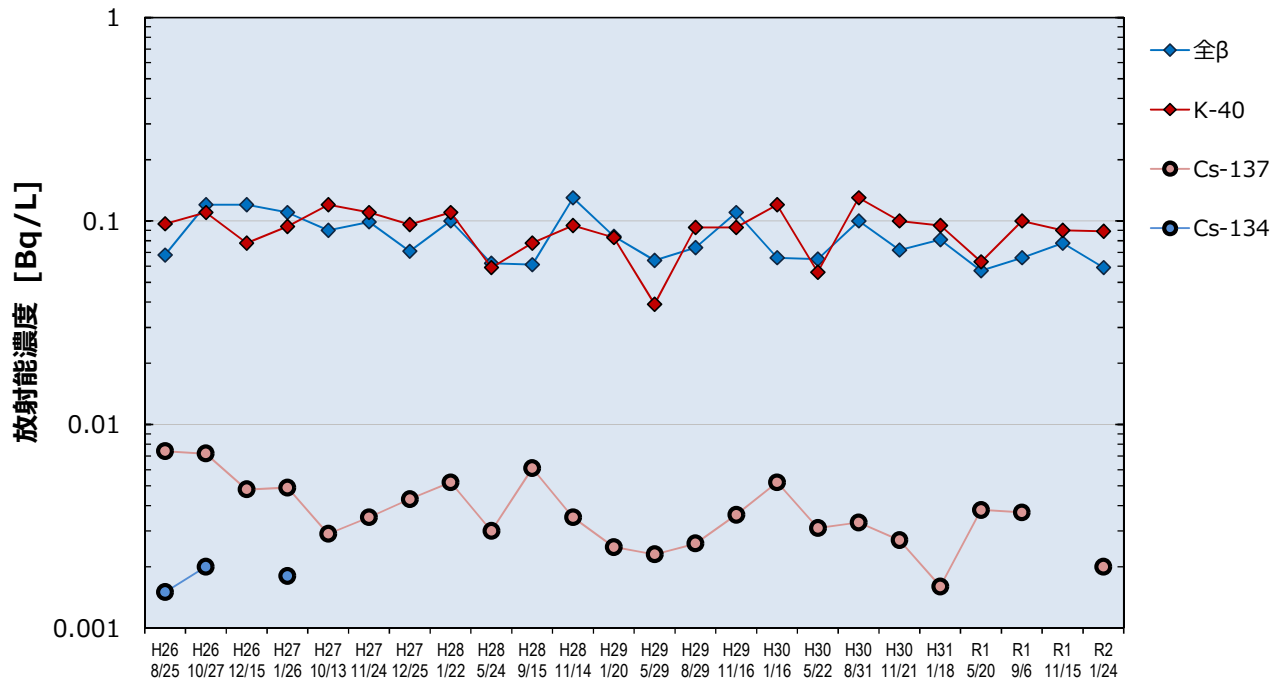
⁸ 環境中の放射性物質の調査回数等による変動について、平成24年度に実施された調査事例では、河川底質中の放射性セシウムの変動係数（同一時期に採取した9回の試料）に関して12～16%といった数値が示されている。放射性セシウムの検出された河川No.28では、周辺でのボート利用や風による底泥のかく乱に起因すると推測される水質の透視度の低下が認められたこと、及び採取地点が立入禁止になったことから、採水及び採泥地点を僅かに変更しており、底質の粒度分布に変動が認められた。底質の粒度分布の変化が放射性セシウム濃度に影響している可能性が考えられたため、河川No.28における底質の粒度分布とCs-137濃度の推移について図3.3-3にまとめた。この結果、粘土分及びシルト分の割合が大きい底質では、Cs-137濃度が高くなる傾向が認められた。したがって、河川No.28における放射性セシウムの変動は、採取した底質の粒度分布の変化に起因するものであると推測された。なお、出水期の調査では、粘土分、シルト分の割合が増加し、その後翌年の出水期に向けて低下していく周期的変化が認められ、Cs-137濃度も同様に変化している。

表 3. 3-1 同一地点における放射性物質の検出状況【河川 No. 28】

No.28	水質 [Bq/L]				底質 [Bq/kg(乾泥)]										
	全β	K-40	Cs-134	Cs-137	全β	K-40	Ac-228	Be-7	Bi-212	Bi-214	Pb-212	Pb-214	Tl-208	Cs-134	Cs-137
H26.08.25	0.068	0.097	0.0015	0.0074	410	290	15	<24	<32	<12	18	11	5.8	19	60
H26.10.27	0.12	0.11	0.0020	0.0072	350	330	9.8	<36	<17	11	16	11	4.3	13	44
H26.12.15	0.12	0.078	<0.0010	0.0048	350	280	12	<38	<28	13	21	16	4.7	21	76
H27.01.26	0.11	0.094	0.0018	0.0049	380	280	15	<25	<23	13	16	11	5.0	17	61
H27.10.13	0.090	0.12	<0.0022	0.0029	720	290	23	<76	<46	14	28	14	6.5	51	230
H27.11.24	0.099	0.11	<0.0014	0.0035	460	370	18	<68	<30	15	18	15	4.0	25	110
H27.12.25	0.071	0.096	<0.0014	0.0043	490	320	22	<44	<21	16	16	17	5.4	26	110
H28.01.22	0.10	0.11	<0.0014	0.0052	430	320	20	<28	<23	12	18	13	6.1	21	96
H28.05.24	0.062	0.059	<0.0014	0.0030	410	280	15	<54	37	12	17	19	5.0	15	74
H28.09.15	0.061	0.078	<0.0014	0.0061	460	300	21	59	29	13	21	17	7.6	26	140
H28.11.14	0.13	0.095	<0.0017	0.0035	400	250	18	<66	<30	16	19	18	5.0	19	96
H29.01.20	0.084	0.083	<0.0013	0.0025	450	260	12	<29	<30	18	19	13	4.7	11	72
H29.05.29	0.064	0.039	<0.0011	0.0023	320	280	12	<22	<19	9.4	16	13	5.4	5.5	41
H29.08.29	0.074	0.093	<0.0014	0.0026	420	280	19	80	<27	15	19	12	5.4	15	130
H29.11.16	0.11	0.093	<0.0014	0.0036	470	330	18	<49	<22	16	18	14	6.1	9.4	85
H30.01.16	0.066	0.12	<0.0015	0.0052	370	320	14	<25	<29	12	16	13	4.3	4.4	38
H30.05.22	0.065	0.056	<0.0014	0.0031	360	300	12	<100	<25	11	16	9.5	3.6	2.6	31
H30.08.31	0.10	0.13	<0.0015	0.0033	370	270	17	<96	<29	11	18	13	5.9	3.1	37
H30.11.21	0.072	0.10	<0.0013	0.0027	450	270	13	<56	<24	12	20	14	5.1	5.3	62
H31.01.18	0.081	0.095	<0.0012	0.0016	420	270	16	<26	<23	11	15	11	5.6	2.9	38
R1.05.20	0.057	0.063	<0.0011	0.0038	370	290	16	<260	<21	11	16	13	6.4	2.4	38
R1.09.06	0.066	0.10	<0.0014	0.0037	410	300	14	<40	<21	14	17	12	5.3	3.9	54
R1.11.15	0.078	0.090	<0.0014	<0.0013	400	330	12	<58	<21	14	17	13	5.4	2.3	35
R2.01.24	0.059	0.089	<0.0013	0.0020	380	330	14	<17	<19	10	16	12	4.9	<1.3	23
変動係数	27 %	24 %	-	40 %	18 %	9.6 %	23 %	-	-	17 %	15 %	18 %	16 %	83 %	63 %

(※) 変動係数は5回以上の検出があったものについてのみ記載した。

【水質】 河川No.28



【底質】 河川No.28

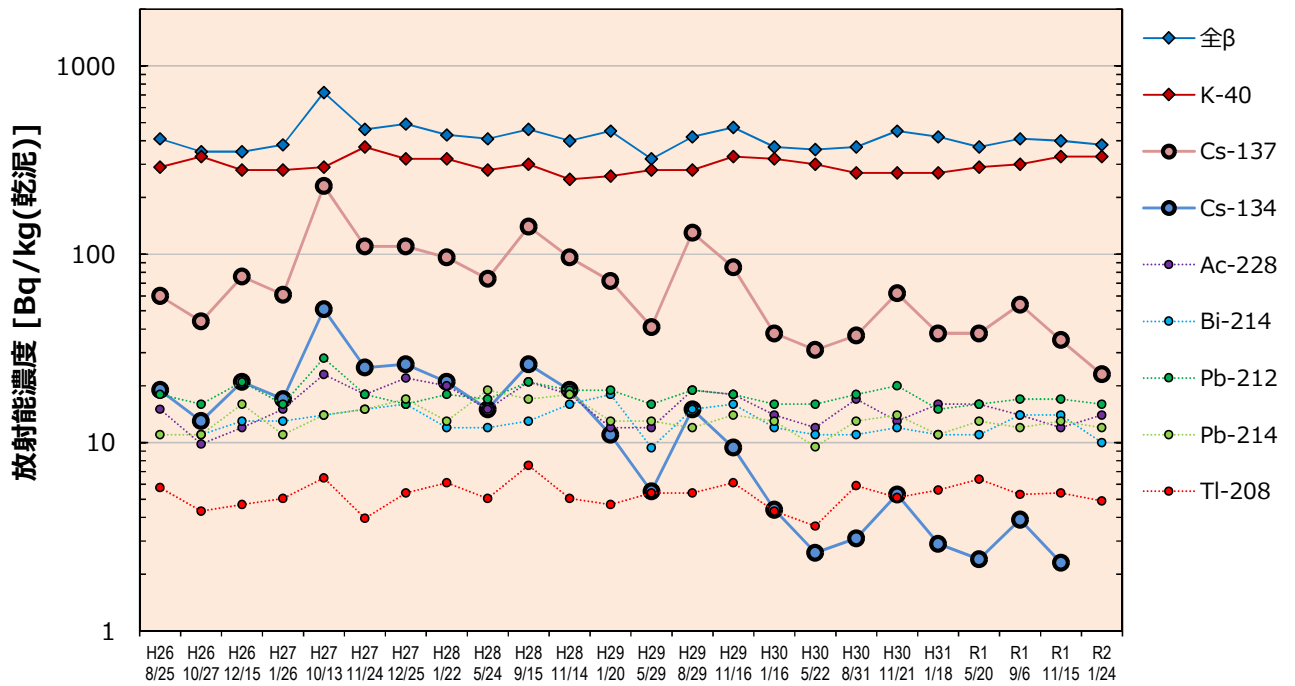


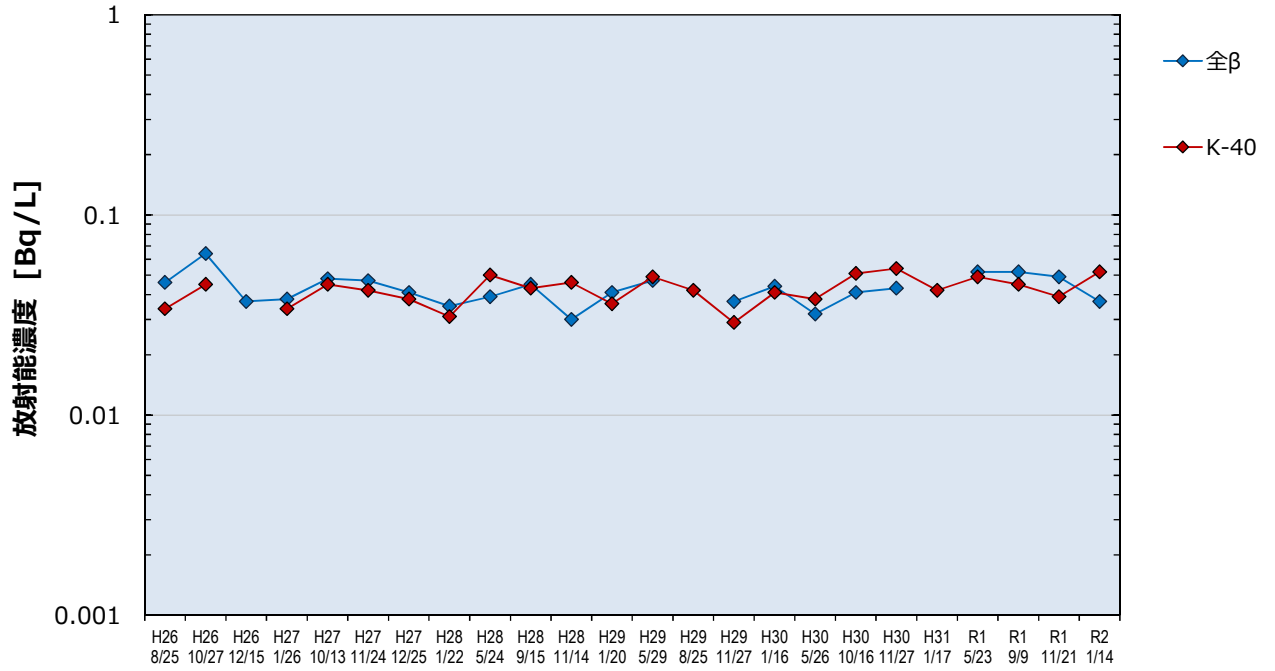
図 3.3-1 同一地点における放射性物質の検出状況の推移【河川 No. 28】

表 3.3-2 同一地点における放射性物質の検出状況【河川 No. 83】

No.83	水質 [Bq/L]				底質 [Bq/kg(乾泥)]									
	全β	K-40	Be-7	Pb-212	全β	K-40	Ac-228	Bi-212	Bi-214	Pb-212	Pb-214	Ra-226	Th-234	Tl-208
H26.08.30	0.046	0.034	<0.024	<0.0019	1000	870	13	42	15	28	21	50	<30	9.0
H26.10.28	0.064	0.045	0.012	<0.0021	980	830	25	34	21	28	23	<42	<41	7.2
H26.12.15	0.037	<0.028	<0.0073	<0.0019	890	910	12	23	17	24	19	36	30	7.6
H27.01.26	0.038	0.034	<0.0073	0.0013	920	770	19	28	17	27	15	<39	42	9.0
H27.10.16	0.048	0.045	<0.024	<0.0019	1000	920	25	28	16	28	21	<37	<31	8.3
H27.11.30	0.047	0.042	<0.018	<0.0015	1000	920	21	<33	19	26	20	<46	<47	8.6
H27.12.22	0.041	0.038	<0.013	<0.0015	950	840	29	37	16	26	22	<44	<45	5.4
H28.01.25	0.035	0.031	<0.0085	<0.0014	940	840	25	<34	19	27	18	<41	<47	6.8
H28.05.30	0.039	0.050	<0.011	<0.0017	930	840	17	<35	19	24	24	<42	<160	8.3
H28.08.23	0.045	0.043	<0.040	<0.0015	1100	900	18	34	14	21	16	<38	<140	7.6
H28.11.15	0.030	0.046	<0.022	<0.0015	940	840	24	<28	18	22	17	<42	<150	7.6
H29.01.27	0.041	0.036	<0.0078	<0.0014	990	840	15	<29	14	23	17	<39	<140	6.1
H29.05.29	0.047	0.049	<0.0089	<0.0013	990	850	19	27	16	20	16	<38	<140	7.9
H29.08.25	<0.024	0.042	<0.029	<0.0014	960	850	19	28	15	23	19	<31	<72	6.5
H29.11.27	0.037	0.029	<0.016	<0.0013	950	790	28	30	19	28	24	<36	<80	9.7
H30.01.16	0.044	0.041	<0.0093	<0.0016	960	860	27	<33	22	31	18	<44	<160	7.6
H30.05.26	0.032	0.038	<0.029	<0.0014	930	800	32	<29	17	29	20	<48	<150	8.5
H30.10.16	0.041	0.051	<0.018	<0.0013	860	710	31	36	23	34	28	<170	<78	11
H30.11.27	0.043	0.054	<0.012	<0.0012	850	640	30	34	17	29	21	<45	<150	9.2
H31.01.17	<0.024	0.042	<0.0076	<0.0012	840	670	30	40	21	32	24	<48	<160	8.2
R1.05.23	0.052	0.049	<0.013	<0.0013	910	990	34	49	28	36	24	<40	<95	13
R1.09.09	0.052	0.045	<0.022	<0.0015	830	790	31	30	19	27	25	<32	<76	7.9
R1.11.21	0.049	0.039	<0.016	<0.0011	860	790	25	32	20	30	24	<33	<75	9.6
R2.01.14	0.037	0.052	<0.0097	<0.0013	860	760	25	31	20	29	20	<34	<77	9.0
変動係数	18 %	16 %	-	-	6.9 %	9.7 %	26 %	19 %	17 %	15 %	16 %	-	-	19 %

(※) 変動係数は5回以上の検出があったものについてのみ記載した。

【水質】 河川No.83



【底質】 河川No.83

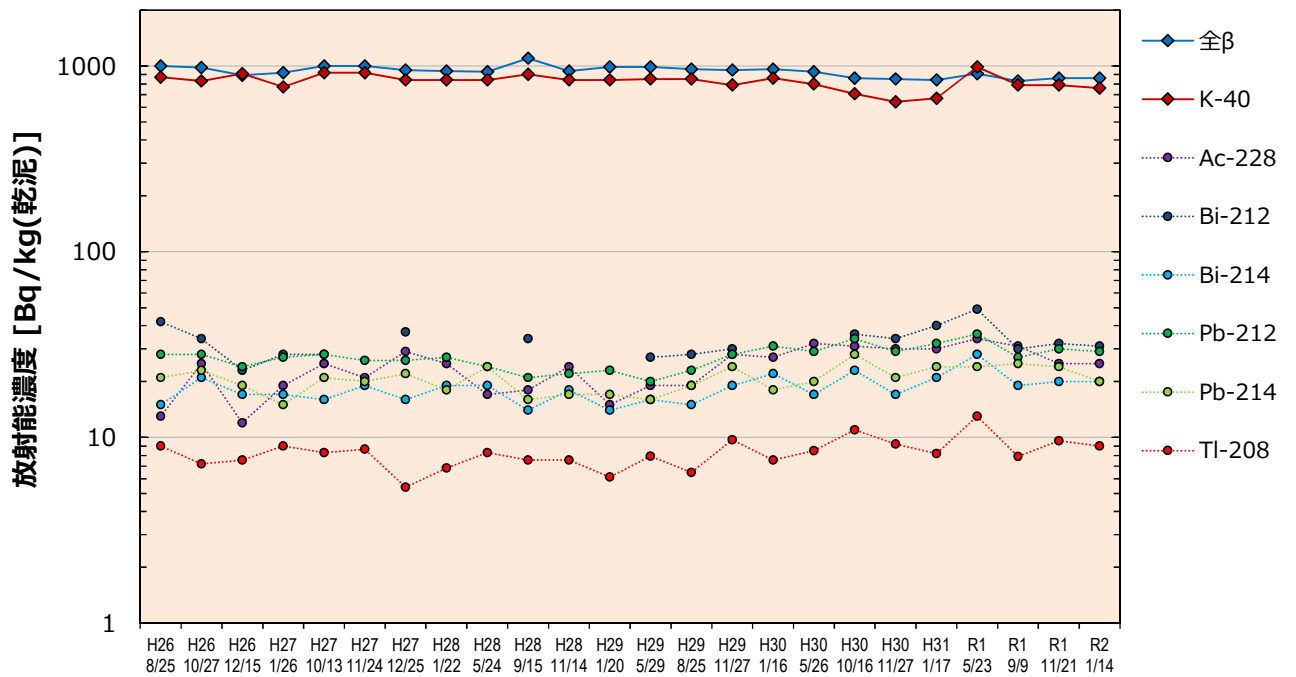


図 3.3-2 同一地点における放射性物質の検出状況の推移【河川 No. 83】

【底質 粒度分布とCs-137濃度】 河川No.28

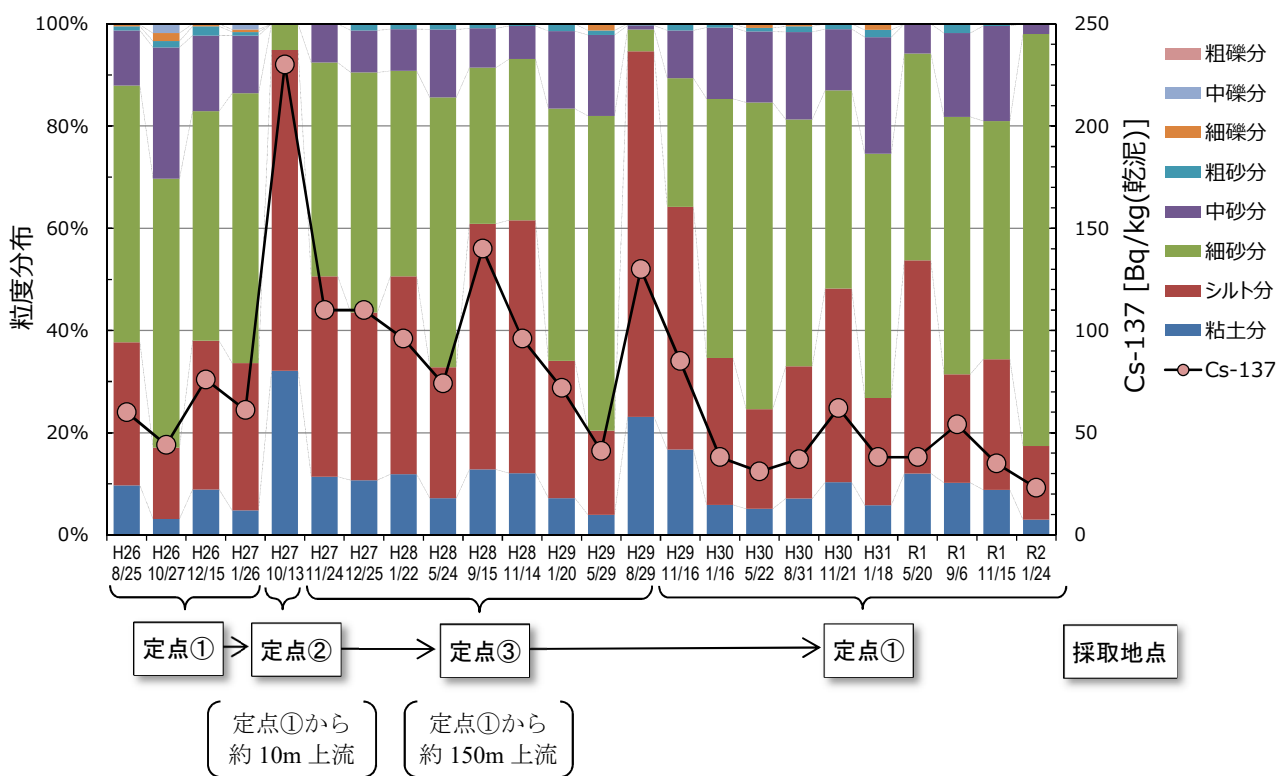


図 3.3-3 底質の粒度分布及び Cs-137 濃度の推移【河川 No. 28】