

## 令和3年度水環境放射性物質モニタリング調査

### 1. 調査概要

令和3年4月から、岩手県、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、千葉県、埼玉県及び東京都の水環境（公共用水域（河川、湖沼・水源地、沿岸域））において、水質・底質及び周辺環境（河川敷、湖畔の土壌）の放射性物質濃度（放射性セシウム、放射性ストロンチウム）の調査を実施（周辺環境については、空間線量率も併せて測定）。

地点数、調査回数を表.1に、調査地点図を図.1に示す。

表.1 調査地点数

対象自治体	区域	地点数	調査回数	採取試料数					
				水質		底質		周辺環境※ (土壌)	
				採取数	欠測数	採取数	欠測数	採取数	欠測数
岩手県	河川	22	80	80	0	80	0	145	15
	沿岸域	2	4	8	0	4	0	—	—
宮城県	河川	43	196	196	0	196	0	351	41
	湖沼・水源地	21	76	118	34	76	0	76	0
	沿岸域	12	52	104	0	52	0	—	—
福島県	河川	123	818	818	0	818	0	1,588	48
	湖沼・水源地	84	552	841	263	524	28	511	41
	沿岸域	15	150	300	0	150	0	—	—
茨城県	河川	53	212	212	0	212	0	400	24
	湖沼・水源地	19	76	151	1	76	0	68	8
	沿岸域	5	20	40	0	20	0	—	—
栃木県	河川	56	278	278	0	278	0	539	17
	湖沼・水源地	8	32	64	0	32	0	32	0
群馬県	河川	48	214	214	0	214	0	421	7
	湖沼・水源地	24	96	192	0	96	0	96	0
千葉県等 (埼玉県、東京都を含む)	河川	51	216	216	0	216	0	376	56
	湖沼・水源地	8	32	43	21	32	0	16	16
	沿岸域	8	41	82	0	41	0	—	—
合 計	河川	396	2,014	2,014	0	2,014	0	3,820	208
	湖沼・水源地	164	864	1,409	319	836	28	799	65
	沿岸域	42	267	534	0	267	0	—	—
	総合計	602	3,145	3,957	319	3,117	28	4,619	273
				採取数：11,693		欠測数：620			

※河川は、右岸及び左岸の採取地点がある。



図.1 調査地点図

## 2. 結果概要

令和3年度の放射性セシウムの状況は次の通りであった。

### ①水質の状況

9割以上の地点で不検出（検出下限値：1 Bq/L）。数地点で検出（最大 2.7Bq/L）されているが、いずれも浮遊物質量（SS）や濁度が比較的高い状況であった。

### ②底質の状況

#### 【河川】

全体として、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。）など一部限られた地点において比較的高い数値が見られるが、9割程度の地点が200Bq/kg以下であった。増減傾向については、9割以上の地点が減少傾向で推移。

#### 【湖沼・水源地】

全体として、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見られるが、9割程度の地点で3,000Bq/kg以下であった。増減傾向については、2割程度の地点でばらつきがあるものの、8割程度の地点が減少傾向または横ばいで推移。

#### 【沿岸域】

全体として、8割以上の地点で150Bq/kg以下であった。増減傾向については、1割程度の地点でばらつきがあるものの、それ以外の地点は減少傾向または横ばいで推移。

※詳細は、各県別調査結果を参照

### 3. 調査方法

#### 1) 試料採取

試料		概要
河川	水質	橋上もしくは川岸からバケツまたは柄杓により表層水（表層～50cmの深さ）を3L程度採取。
	底質	橋上もしくは川岸からエクマンバージ型採泥器またはスコップにより表層泥（表層～10cm程度の深さ）を3回以上採取し混合。
	周辺環境（土壌）	橋近辺の両岸又は堤防から採土器等またはスコップにより土壌（表層～5cm程度の深さ）を5ポイントから採取し混合。
	空間線量率	各土壌採取地点において、NaI（T1）シンチレーション式サーベイメータにより地表から1m高さの空間線量率を測定。
湖沼・水源地	水質	船上もしくは湖岸からバンドーン型採水器または柄杓により表層水（表層～0.5mの深さ）及び底層水（湖底から1m程度上）を各3L程度採取。
	底質	船上もしくは湖岸からエクマンバージ型採泥器またはスコップにより表層泥（表層～10cm程度の深さ）を3回以上採取し混合。
	周辺環境（土壌）	湖沼・水源地縁辺部から採土器等またはスコップにより土壌（表層～5cm程度の深さ）を5ポイントから採取し混合。
	空間線量率	各土壌採取地点において、NaI（T1）シンチレーション式サーベイメータにより地表から1m高さの空間線量率を測定。
沿岸域	水質	船上からバンドーン型採水器により表層水（表層～0.5mの深さ）及び底層水（海底から1m程度上）を各3L程度採取。
	底質	船上からエクマンバージ型採泥器またはスミス・マッキンタイヤ型採泥器により表層泥（表層～10cm程度の深さ）を3回以上採取し混合。

#### 2) 試料調製（ガンマ線スペクトロメトリ用試料）

試料	概要
水質	2Lマリネリ容器に詰める。
底質	U-8容器に詰める。 同時に約10gを分取し、105℃で乾燥して、含泥率を求める。
周辺環境（土壌）	U-8容器に詰める。 同時に約10gを分取し、105℃で乾燥して、乾土率を求める。

### 3) 分析方法

分析項目	試料	内容
Cs-134 Cs-137 その他核種	水質	Ge 半導体検出器を用いて、原則として 1,000 秒測定※
	底質	Ge 半導体検出器を用いて、原則として 2,000 秒測定※
	土壌	Ge 半導体検出器を用いて、原則として 2,000 秒測定※
Sr-90	底質	酸浸出－炭酸塩分離－シュウ酸塩分離－ イオン交換分離－スカベンジング－ 2 週間放置－ミルキング－β 線計測
その他	水質	浮遊物質 (SS)、濁度
	底質	含泥率、粒度組成、土粒子密度

※定量結果により、長時間による再測定を実施した試料がある。

#### 4. 調査内容

河川、湖沼・水源地、沿岸域において水質、底質及び周辺環境（土壌）を採取し、それぞれの試料について現地調査（後述）を実施するとともに、周辺環境の空間線量率を測定した。採取した試料は、ガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析等を行った。詳細を以下に示す。

##### (1) 試料採取

###### 【河川】

###### ① 水質

調査地点において、橋上もしくは川岸からバケツまたは柄杓を用いて、表層水（表層～50cmの深さ）を3L程度採取した。

なお、結氷・積雪等により採取が不可能な場合があった。

■現地観測項目：全水深、採水深、水温、色相、臭気、透視度、電気伝導度

###### ② 底質

調査地点において、橋上もしくは川岸からエクマンバージ型採泥器（図.2）またはスコップを用いて、15cm×15cmの面積で、表層泥（表層～10cm程度の深さ）を3回以上採取し、十分に混合した。

なお、結氷・積雪等により採取が不可能な場合があった。

■現地観測項目：採泥深、性状、色相、泥温、臭気



図.2 エクマンバージ型採泥器



### ③ 周辺環境（土壌）

原則として、各調査地点の上流側堤外の左右の岸側（計2地点）から直径5cmの採土器等（図.3）またはスコップを用いて、3～5m四方の5地点（対角線上4地点とその交点1地点）（図.4）で、土壌（表層～5cm程度の深さ）を採取し、十分に混合した。

採取にあたっては、採取地点周辺をNaI（T1）シンチレーション式サーベイメータで測定し、急激に放射線量の高くなるような特異な場所が存在しないことを確認し、できるだけ平らで広い地面を選んだ。植生の多い場合は、鎌等を用いて表面の草を除去した。

ただし、3～5m四方の5地点採取が困難な場合は、河川に平行して3～5m間隔での5地点採取する等、現場の状況に応じて適宜判断した。

なお、以下の場合等には、土壌は採取しなかった。

- ・私有地（民家・農地・施設敷地等）の場合
- ・コンクリート護岸等で土壌が露出していない場合
- ・積雪により採取が困難な場合

■現地観測項目：性状、色相、臭気



図.3 採土器等

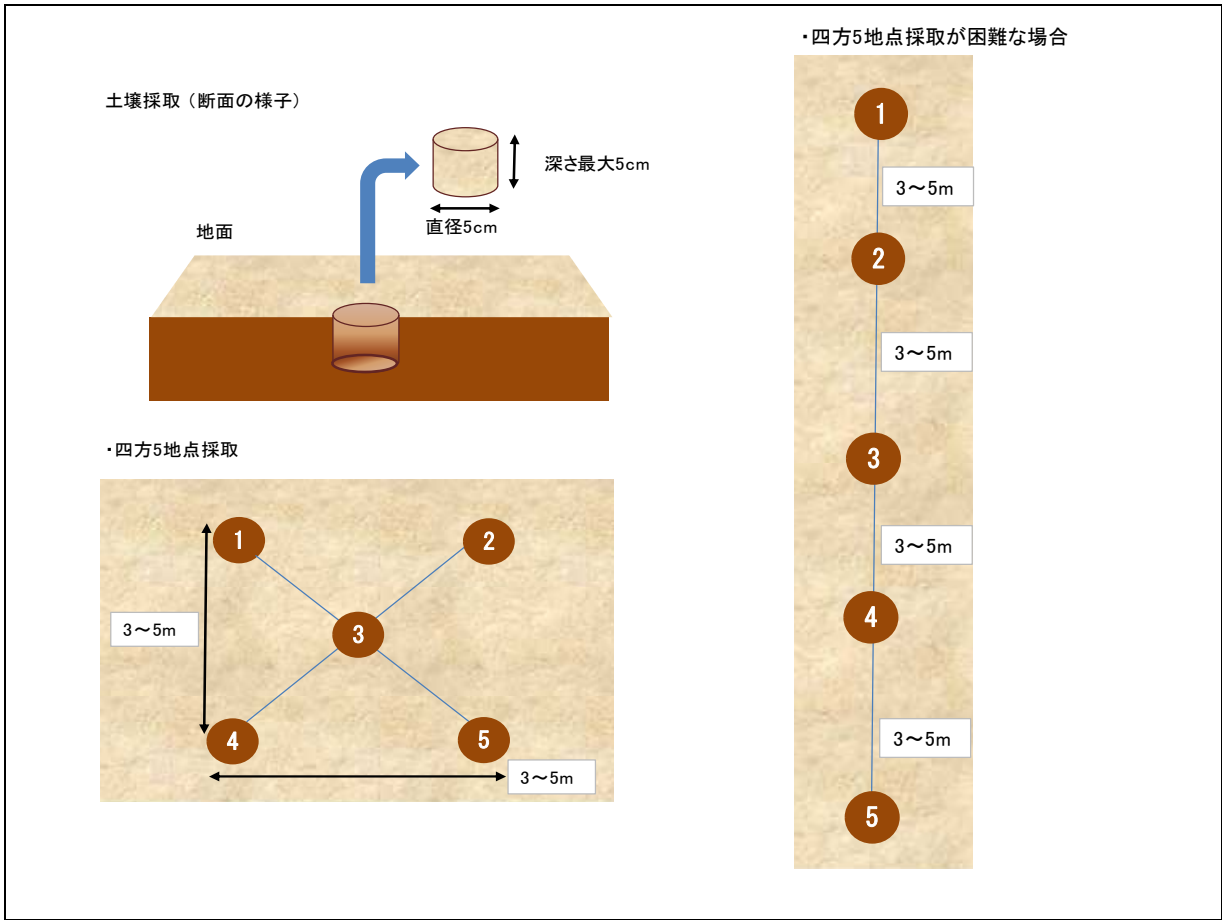


図. 4 土壌採取例



#### ④ 空間線量率測定

原則として、各土壌採取地点（3～5m 四方の中央の位置）において、NaI（Tl）シンチレーション式サーベイメータ（表.2 及び図.5）を用いて、空間線量率を測定した（図.6）。

NaI（Tl）シンチレーション式サーベイメータの検出部を水平に保持し、地表から 1m の高さで測定した。時定数は、30 秒（ $0.1 \mu\text{Sv/h}$  以上の場合は 10 秒）に設定し、時定数の 5 倍の時間を保持後、指示値を時定数の間隔で 5 回読み取った。平均値に校正定数を乗じて、空間線量率を求めた。

空間線量率の測定地点を選定する上で、留意した点は以下のとおりである。

- ・周辺に大きな障害物がなく平坦で開かれた場所であること。
- ・植生の少ない場所であること。
- ・アスファルトやコンクリート上ではなく、可能な限り土壌の上であること。

表.2 NaI（Tl）シンチレーション式サーベイメータの機種

製造	型式等
日立アロカメディカル株式会社製	TCS-172B



図.5 NaI（Tl）シンチレーション式サーベイメータ



図.6 空間線量率の測定（例）

#### 【湖沼・水源地】

##### ① 水質

調査地点において、船上もしくは湖岸からバンドーン型採水器（図.7）または柄杓を用いて、表層水（表層～0.5mの深さ）及び底層水（湖底から1m程度上）を各3L程度採取した。

なお、底層水は、結氷・積雪等の他に以下の場合も採取しなかった。

- ・船の使用が困難な場合
- ・水深が2m未満

■現地観測項目：全水深、採水深、水温、色相、臭気、透明度、電気伝導度

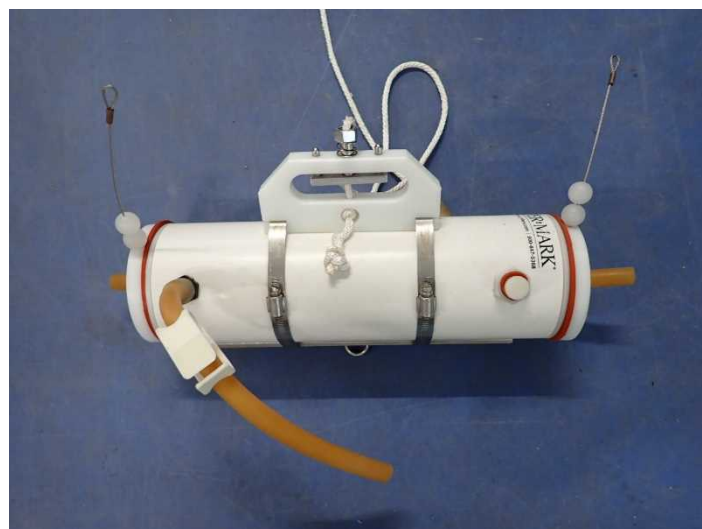


図.7 バンドーン型採水器

## ② 底質

調査地点において、船上もしくは湖岸からエクマンバージ型採泥器（図. 2）またはスコップを用いて、15cm×15cm の面積で、表層泥（表層～10cm 程度の深さ）を3回以上採取し、十分に混合した。

なお、結氷・積雪等により採取が不可能な場合があった。

■現地観測項目：採泥深、性状、色相、泥温、臭気

## ③ 周辺環境（土壌）

湖沼・水源地縁辺部の土壌が露出した1箇所を採取の対象とした。調査方法は、「4. 調査内容（1）試料採取【河川】③周辺環境（土壌）」に準じた。

なお、積雪等により採取が不可能な場合があった。

## ④ 空間線量率測定

原則として、各土壌採取地点（中央の位置）において、NaI（T1）シンチレーション式サーベイメータを用いて、空間線量率を測定した（図. 5）。

調査方法は、「4. 調査内容（1）試料採取【河川】④空間線量率測定」に準じた。

## 【沿岸域】

### ① 水質

調査地点において、船上からバンドーン型採水器（図. 7）を用いて、表層水（表層～0.5mの深さ）及び底層水（海底から1m程度上）を各3L程度採取した。

■現地観測項目：全水深、採水深、水温、色相、臭気、透明度、塩分

### ② 底質

調査地点において、船上からエクマンバージ型採泥器（図. 2）またはスミス・マッキンタイヤ型採泥器を用いて、15cm×15cm（または20cm×20cm）の面積で、表層泥（表層～10cm程度の深さ）を3回以上採取し、十分に混合した。

■現地観測項目：採泥深、性状、色相、泥温、臭気

## (2) 現地調査

現地調査方法を表.3～表.6に示す。

表.3 現地調査方法（共通）

項目	調査方法	調査対象※		
		河川	湖沼・水源地	沿岸域
調査・採取日	(調査野帳へ記載)	○	○	○
調査・採取時刻	(調査野帳へ記載)	○	○	○
天候	目視による判定	○	○	○
気温	電子温度計（分解能 0.1℃）による測定	○	○	○

※○：調査対象であることを示す。

表.4 現地調査方法（水質）

項目	調査方法	調査対象※		
		河川	湖沼・水源地	沿岸域
全水深	水深計等による測定	○	○	○
採水深	水深計等による測定	○	○	○
水温	電子温度計（分解能 0.1℃）による測定	○	○	○
色相	JIS 色名帳を用いた判定	○	○	○
臭気	臭覚による判定	○	○	○
透視度	透視度計による測定	○	—	—
透明度	30cm 白色セッキ板による測定	—	○	○
電気伝導度	電気伝導率計による測定	○	○	—
塩分	電気伝導率計による測定	—	—	○

※○：調査対象であることを示す。—：調査対象外であることを示す。

表.5 現地調査方法（底質）

項目	調査方法	調査対象※		
		河川	湖沼・ 水源地	沿岸域
採泥深	目視による判定	○	○	○
性状	目視による判定	○	○	○
色相	標準土色帖による判定	○	○	○
泥温	電子温度計（分解能0.1℃）による測定	○	○	○
臭気	臭覚による判定	○	○	○

※○：調査対象であることを示す。

表.6 現地調査方法（周辺環境（土壌））

項目	調査方法	調査対象※		
		河川	湖沼・ 水源地	沿岸域
性状	目視による判定	○	○	—
色相	標準土色帖による判定	○	○	—
臭気	臭覚による判定	○	○	—

※○：調査対象であることを示す。—：調査対象外であることを示す。

## 5. 分析方法

### (1) 試料調製

放射性セシウム等核種分析用試料調整は、放射能測定法シリーズ 24「緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリーのための試料前処理法」（平成 31 年 3 月改訂 原子力規制庁）及び放射能測定法シリーズ 29「緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」（平成 30 年 3 月改訂 原子力規制庁）に準じた。

操作の概略は以下のとおりである。

水質は 2L マリネリ容器に、土壌及び底質は U-8 容器に詰めて、ガンマ線スペクトロメトリー用試料とした。

### (2) 放射性セシウム等核種分析

放射能測定法シリーズ 7「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」（令和 2 年 9 月改訂 原子力規制庁）及び放射能測定法シリーズ 29「緊急時におけるガンマ線スペクトル解析法」（平成 30 年 3 月改訂 原子力規制庁）に準じた。操作の概略は以下のとおりである。

#### 1) 測定

ゲルマニウム半導体検出器を用いて、水質は 1,000 秒程度、底質及び土壌は 2,000 秒程度測定し、放射能濃度を算出した。水質の検出下限値は 1Bq/L 未満、底質及び土壌の検出下限値は 10Bq/kg 未満とした。この内、底質、土壌については、試料を分析後、含泥率で割ることにより乾泥換算している。そのため、特に底質では、Cs-137 の測定値が検出下限値未満であっても、換算後の検出下限値が 10Bq/kg（乾泥）を上回ることがあった。この場合、検出下限値 1Bq/kg（乾泥）以上で検出されるような条件で再測定を行った。

(※底質、土壌の放射性セシウム濃度（乾泥）＝測定値×100/含泥率（%）)

#### 2) 測定機器

ゲルマニウム半導体検出器

セイコー・イージーアンドジー株式会社製 GEM 25P4-70 2 台

セイコー・イージーアンドジー株式会社製 GEM 30-70 4 台

### (3) 放射性ストロンチウム分析

放射能測定法シリーズ 2「放射性ストロンチウム分析法」(平成 15 年 7 月改訂 文部科学省) に準じた。操作の概略は以下のとおりである。

#### 1) 化学分離

分析試料にストロンチウム担体を添加し、塩酸を加えて加熱抽出した。イオン交換法により分離・精製したストロンチウムから放射性イットリウム (Y-90) を除去 (スカベンジング) し、2 週間放置して新たに生成した Y-90 を水酸化鉄 (Ⅲ) 沈殿に共沈させ (ミルクキング)、測定試料とした。

#### 2) 測定

低バックグラウンドベータ線測定装置を用いて、測定試料を原則として 3,600 秒間測定し、放射性ストロンチウム (Sr-90) 放射能濃度を算出した。Sr-90 の検出下限値は 1Bq/kg 未満とした。

#### 3) 測定機器

低バックグラウンドベータ線測定装置

日立アロカメディカル社製 LBC-4302B

日立アロカメディカル社製 LBC-4201

日立社製 LBC-4502

### (4) その他分析項目

その他分析項目の分析方法は、表. 7 に示す。

表. 7 その他分析項目の分析方法

項目		分析方法	単位	定量下限値
水質	浮遊物質 (SS)	昭和 46 年 12 月環境庁告示第 59 号 (水質汚濁に係る環境基準について) 付表 9 に掲げる方法	mg/L	1
	濁度	日本工業規格 K 0101 9.4	度	0.1
底質	含泥率	昭和 51 年環境庁告示 3 号第五備考 2	%	0.1
	粒度組成	日本工業規格 A 1204	%	0.1
	土粒子密度	日本工業規格 A 1202	g/cm <sup>3</sup>	—



## 6. 調査結果

調査結果について、調査対象都県ごとにまとめた。

### 結果の見方

- (1) 採取地点は、原則として各地点を北から南へ、河川ごとの地点は上流から下流に記載した。
- (2) ガンマ線スペクトロメトリーによる核種の測定結果については以下のとおりである。  
検出下限値は四捨五入して有効数字 2 桁とした。  
放射性セシウムの測定値は、検出下限値以上の場合は四捨五入して有効数字 2 桁で表示した。  
検出下限値未満の測定結果については、検出下限値に“<”を付して示した。  
測定値は、減衰補正を行って、採取日時の値とした。
- (3) Sr-90 の分析結果については以下のとおりである。  
検出下限値は四捨五入して有効数字 2 桁とした。  
分析値は、検出下限値以上の場合は四捨五入して有効数字 2 桁で表示した。  
検出下限値未満の測定結果については、検出下限値に“<”を付して示した。  
分析値は、減衰補正を行って、採取日時の値とした。