

議題2 中間とりまとめについて

モニタリングの内容に応じて、3つの項目に分けてとりまとめた。それぞれのモニタリングのデータについては、「データ編」として、全てのデータをホームページ上に掲載することを予定している。

○公共用水域のモニタリング

- (1) 放射性セシウムの分析試料数
- (2) 放射性セシウムの分布(媒体別)
- (3) 放射性セシウムの分布(水域別(河川、湖沼・水源地、沿岸))
- (4) 放射性セシウムの分布状況(水系別)
- (5) 放射性セシウム134と137の存在比率
- (6) 放射性ストロンチウムの分布
- (7) その他の人工核種

本検討会では、公共用水域についてご議論いただくとともに、地下水について、ご確認・ご承認をお願いしたい。

○地下水のモニタリング

- (1) 地下水における分析試料数および結果
- (2) 地下水調査結果に関する参考情報

水生生物の放射性物質モニタリング評価検討会にて、ご確認・ご承認いただき、次回検討会にて全体版をお示しする予定。

○水生生物のモニタリング

○モニタリング結果 データ編

全てのデータをHP上に掲載。

公共用水域について

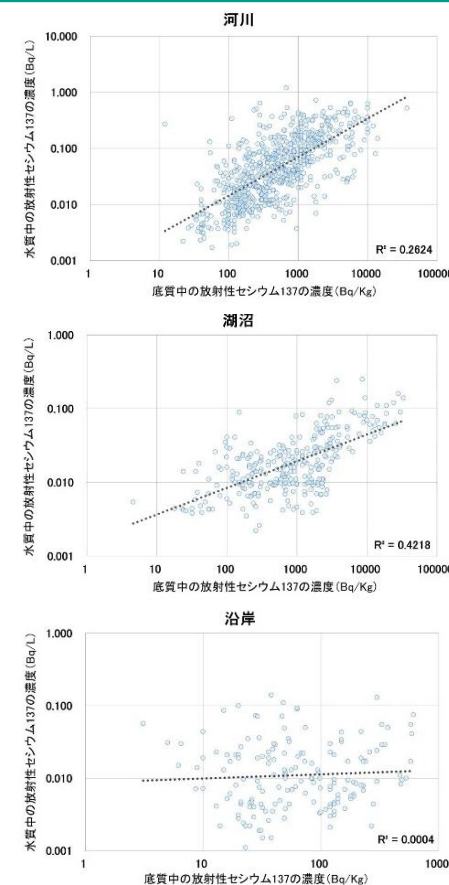
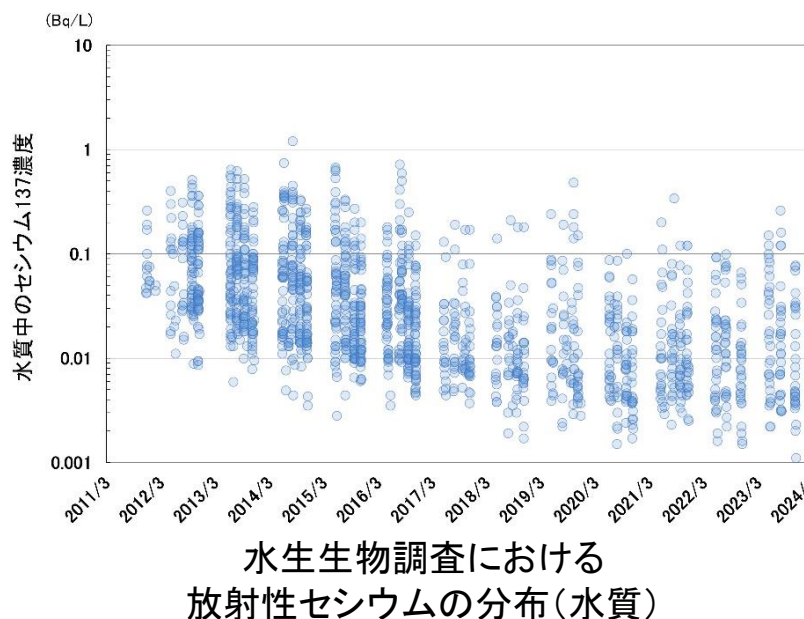
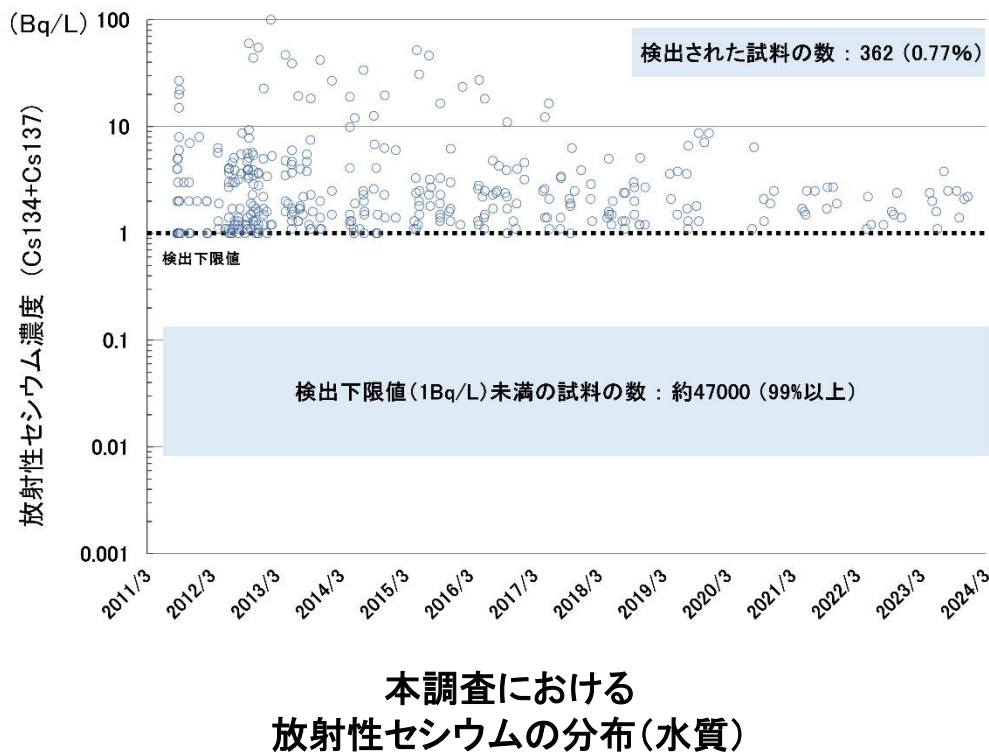
(2)放射性セシウムの分布(媒体別) 水質

水質の放射性セシウムの分布については、本調査の結果を、規模がわかるよう工夫して掲載した。

水質のモニタリングでは、年間約4000試料を採取し、これまで約47000試料の測定を実施した。水質において検出された試料数は、僅かに362試料であり、検出率は0.77%であった。参考として水生生物事業のデータを用いて、濃度分布や、水質と底質の相関性についての検討結果も掲載した。

【参考情報】

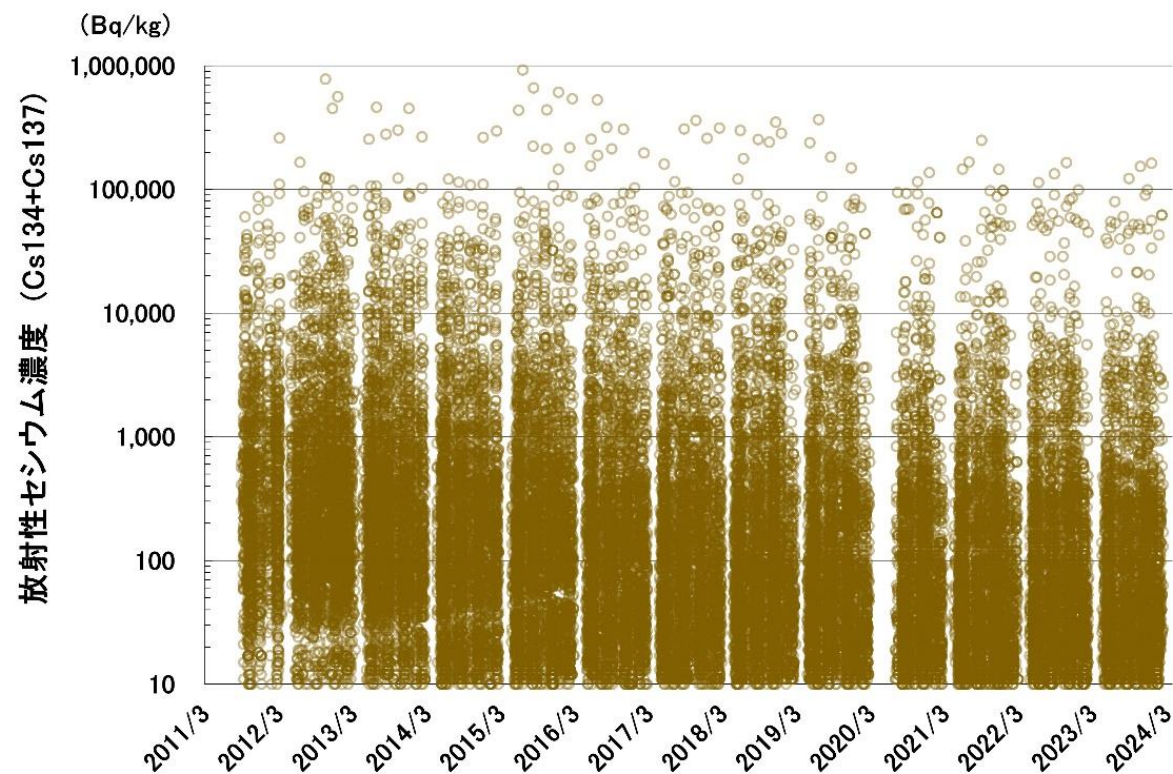
水生生物調査では、生物への影響を調査するため、調査地点数は少ないが、高い精度で調査を実施している。



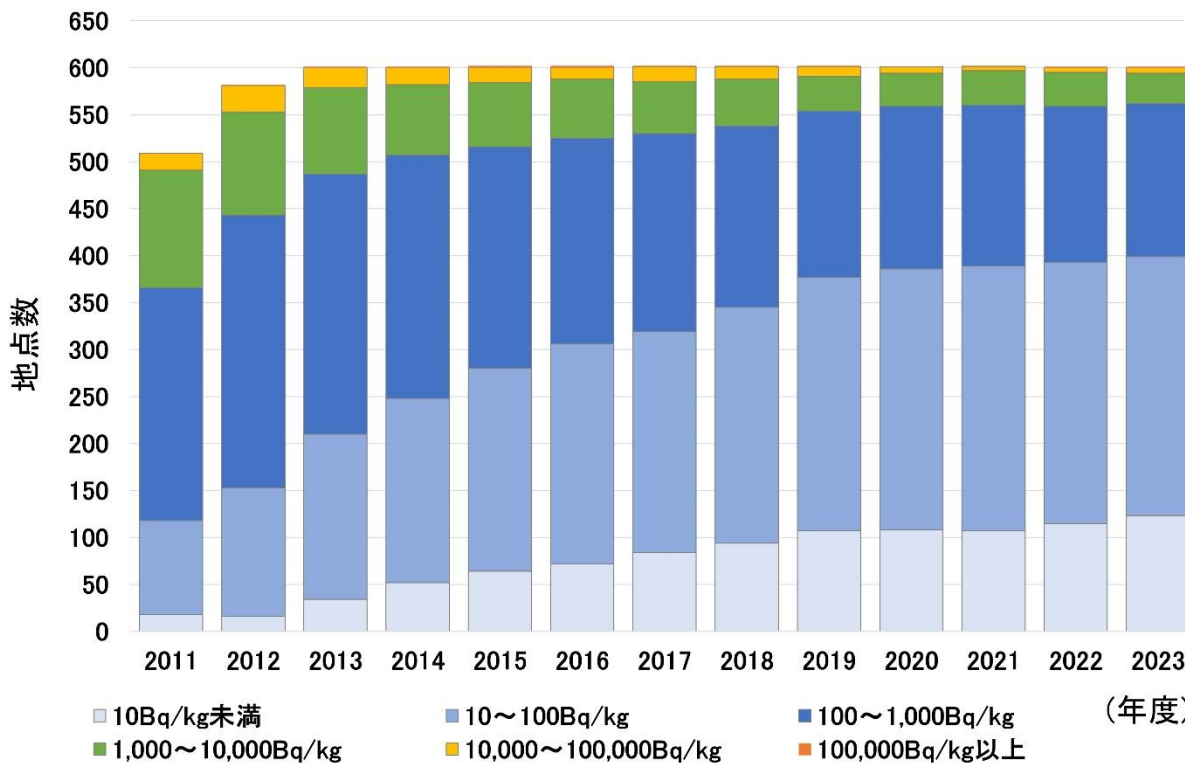
水生生物調査の水質と底質の結果を元に作成した
水質と底質の相関図(河川、湖沼、沿岸別)

(2)放射性セシウムの分布(媒体別) 底質

底質中の放射性セシウムについては、年間約3,000試料を採取し、これまで約37,000試料の測定を実施した。濃度分布は広い範囲に及ぶことが確認出来る。調査地点の底質の濃度分布を把握するため、各地点の地点平均値を算出し、地点平均値を対数濃度区分別に表示した。経年的に、高濃度区分の地点数の減少が見られると共に、低濃度区分の地点数の増加が見られる。



底質中の放射性セシウム濃度の推移

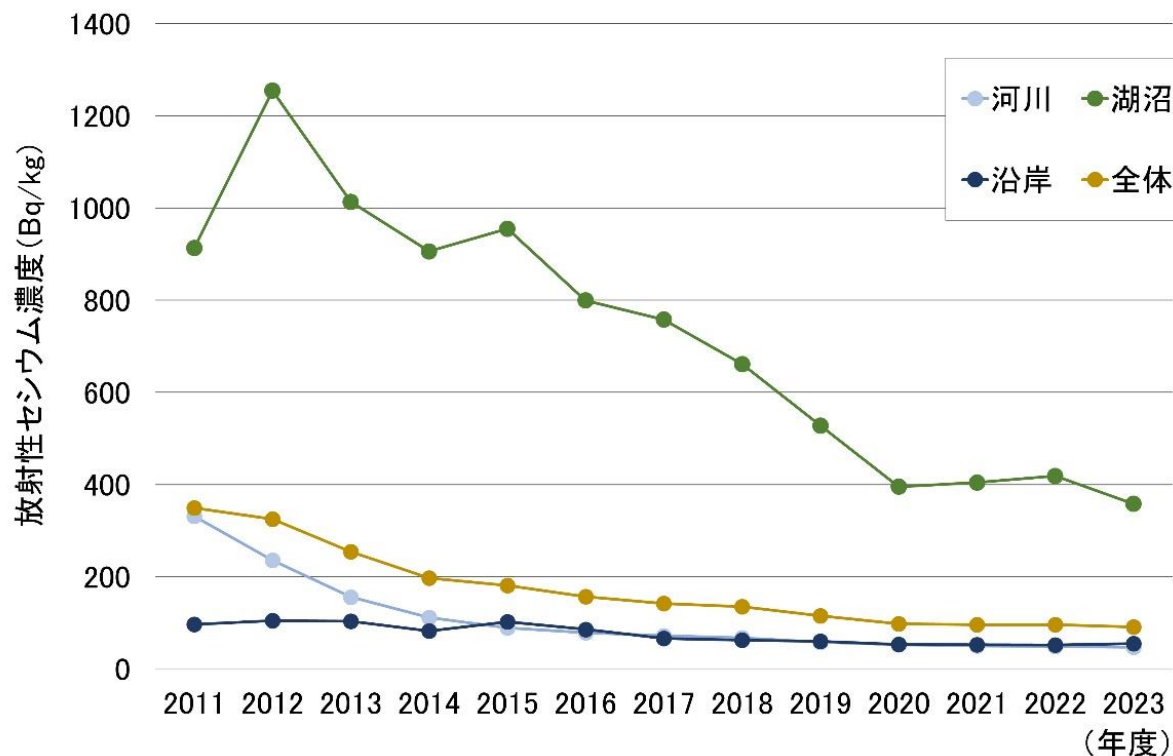


底質 地点平均値の推移(対数区分別)

(3) 放射性セシウムの分布(水域別の傾向)

河川、湖沼・水源地別の放射性セシウムの分布について、とりまとめた。まず全体の傾向を示すため、水域別に、年度ごとの底質の放射性セシウム濃度の幾何平均値を求め、その推移についてグラフに示した。

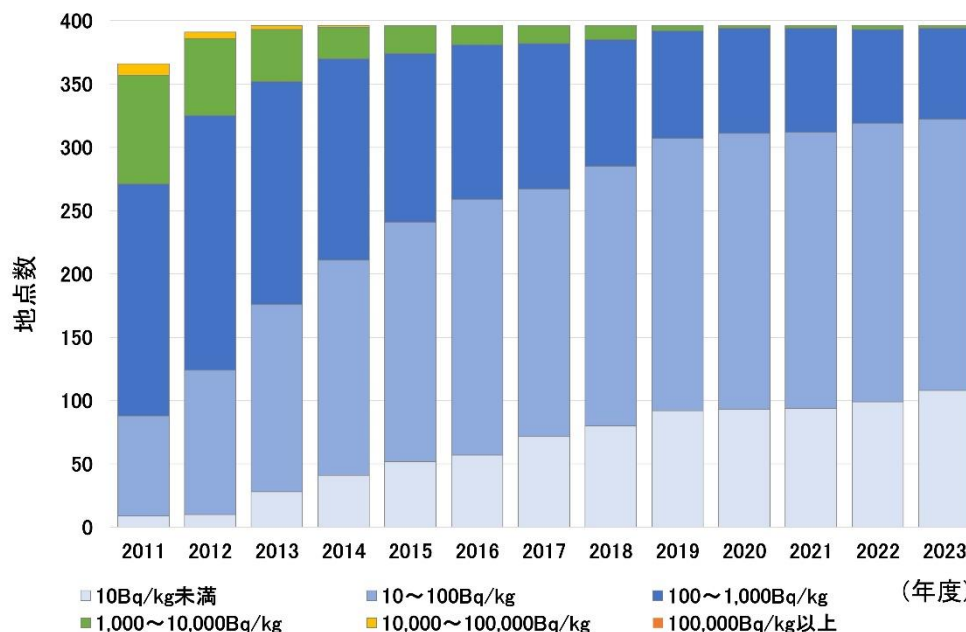
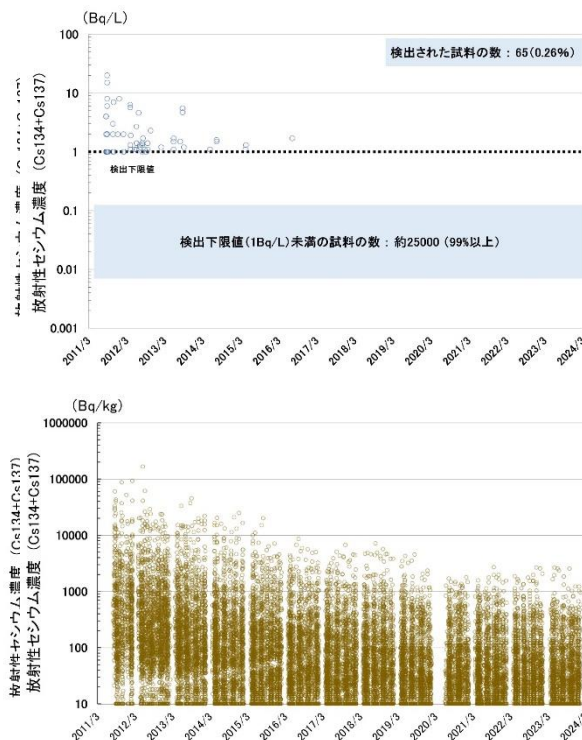
河川については、調査開始から2020年度まで緩やかな減少傾向を認め、それ以後は横ばいの傾向であった。湖沼・水源地については、2012年度に値の一時的な上昇があり、その後、明瞭な減少傾向が認められる。沿岸については、調査開始当初より幾何平均が100Bq/kg程度となっており、経年的に微減しているものの、殆ど横ばいの傾向がみられる。



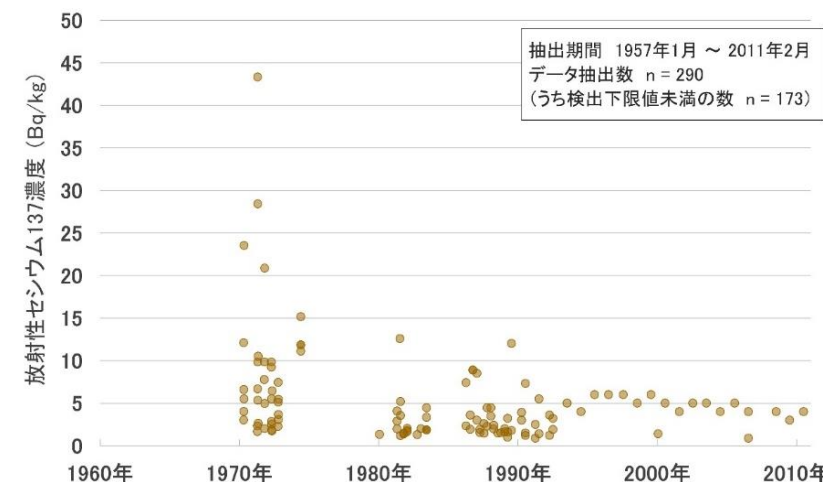
底質中の放射性セシウム濃度 水域別の幾何平均値の推移

(3)放射性セシウムの分布(水域別(河川))

水質においては、33地点で65試料(0.26%)が検出があり、2017年度以降は、水質における検出はない。底質では、地点平均値の推移から、事故当初、100Bq/kg未満の地点が全体の2割程度であったが、2023年度には、8割程度まで移行していることが確認できる。全体として、経年的な減少傾向がみられる。



【参考情報】



震災以前の全国の河底土中のCs-137の濃度レベル

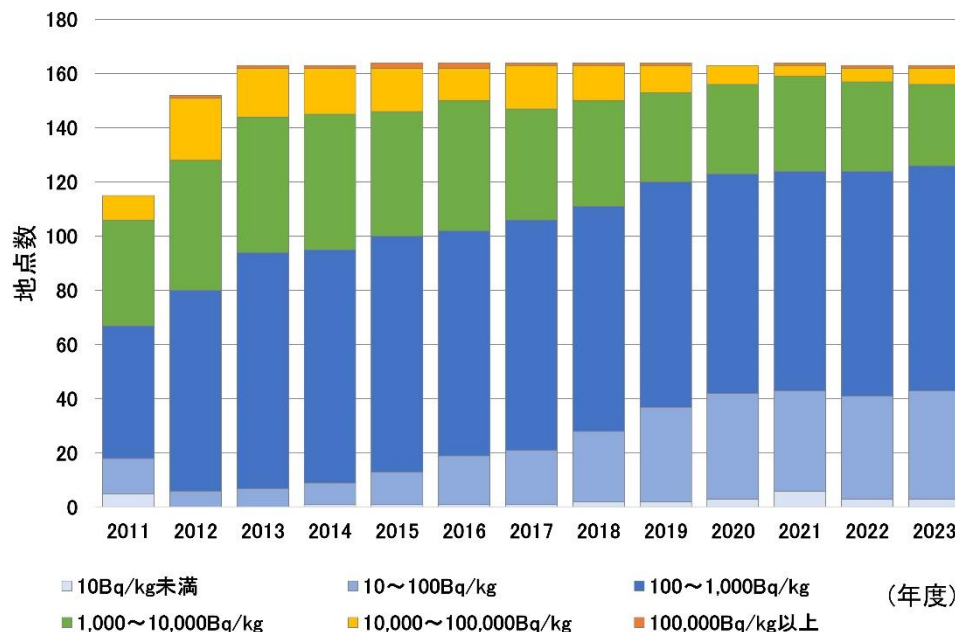
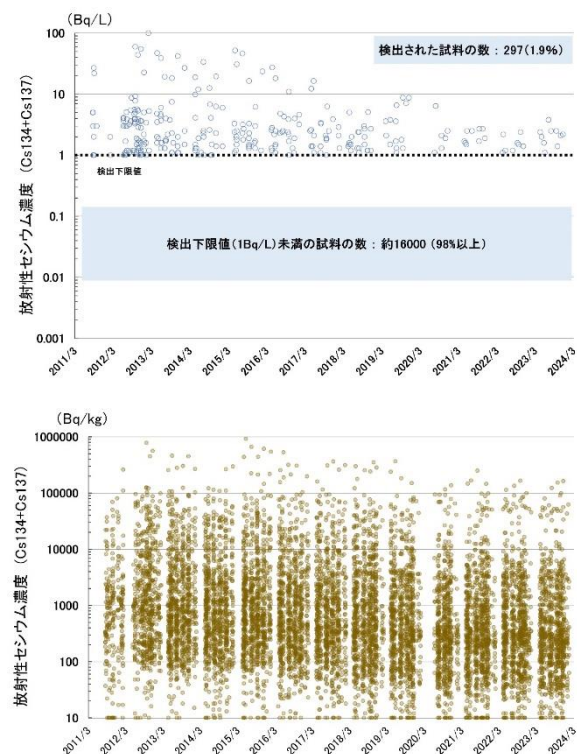
放射性セシウムの分布(水域別(河川))

河川底質 地点平均値の推移(対数区分別)

また参考として、環境放射線データベースから抽出した、原発事故以前の1957年1月~2011年2月の、全国の河底土中のCs-137の濃度レベルも追加して示した。

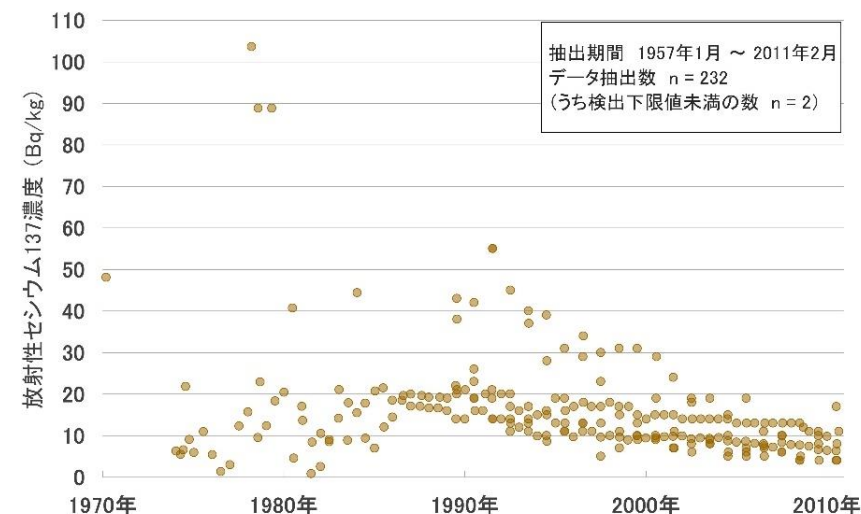
(3)放射性セシウムの分布(水域別(湖沼・水源地))

湖沼・水源地の水質においては、38地点で297試料(1.9%)が検出があった。2012年度には29地点で検出されたものの、2022年度には2地点のみの検出となっている。底質の地点平均値の推移では、事故当初の100Bq/kg未満の区分の割合が2割以下であったが、2023年度には、3割程度まで増加している。同様に1,000Bq/kg未満の区分の割合も2023年度には8割近くを占めており、湖沼・水源地の底質における放射性セシウム濃度は、原発事故当初並びにその後の数年間と比べると全体的に明らかに低減している。



湖沼底質 地点平均値の推移(対数区分別)

【参考情報】



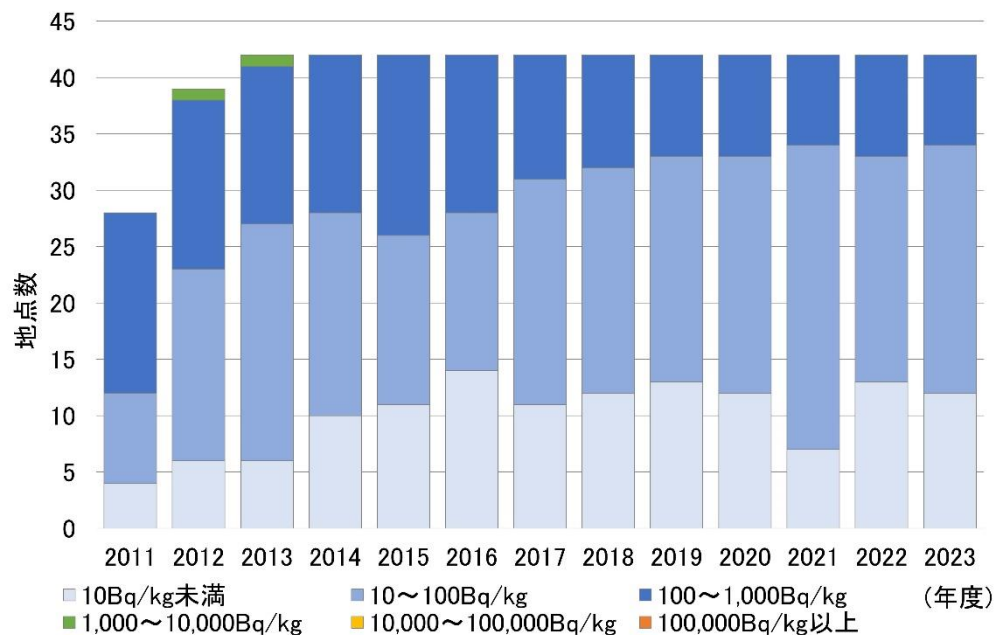
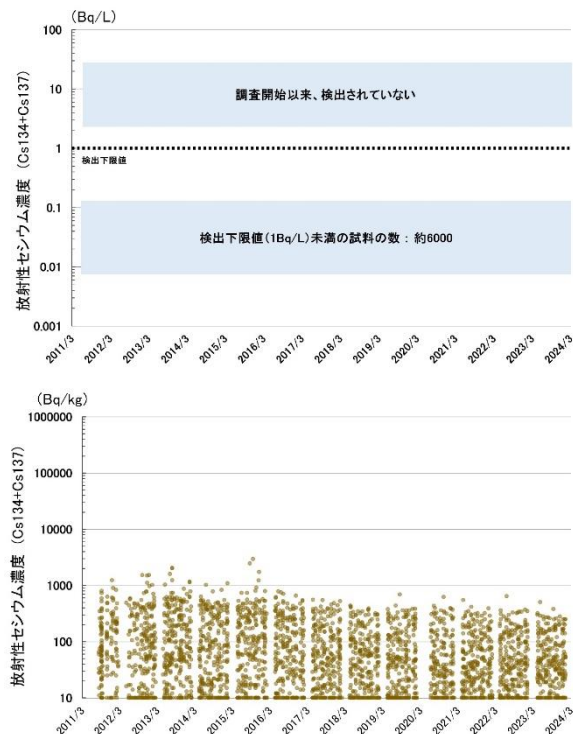
震災以前の全国の湖底土中のCs-137の濃度レベル

放射性セシウムの分布
(水域別(湖沼・水源地))

(3)放射性セシウムの分布(水域別(沿岸))

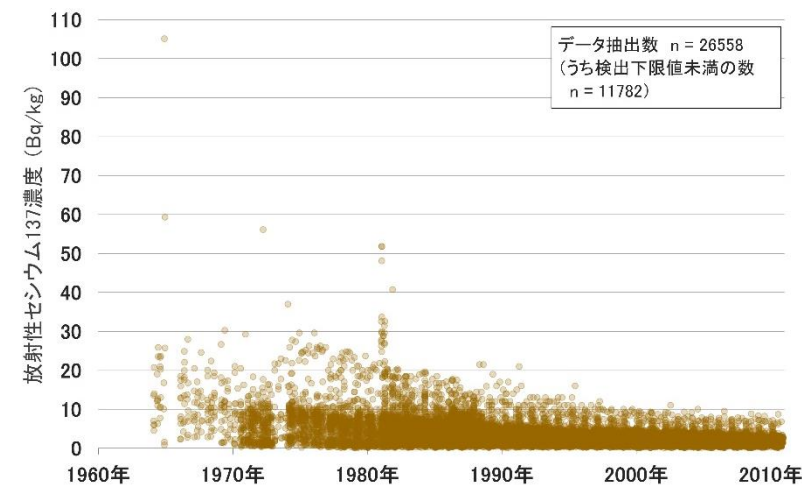
調査開始以来、沿岸の水質中の放射性セシウムは、検出されていない。

地点平均値の推移では、事故当初から全ての調査地点で1,000Bq/kg未満となっており、調査開始時点で沿岸の底質が低濃度の分布状況であったことがわかる。事故当初から2018年度までに、いずれの濃度区分においても低濃度区分への移行が確認できる。一方、2019年度以降は、各濃度区分の割合に大きな変動は見られない。



沿岸底質 地点平均値の推移(対数区分別)

【参考情報】



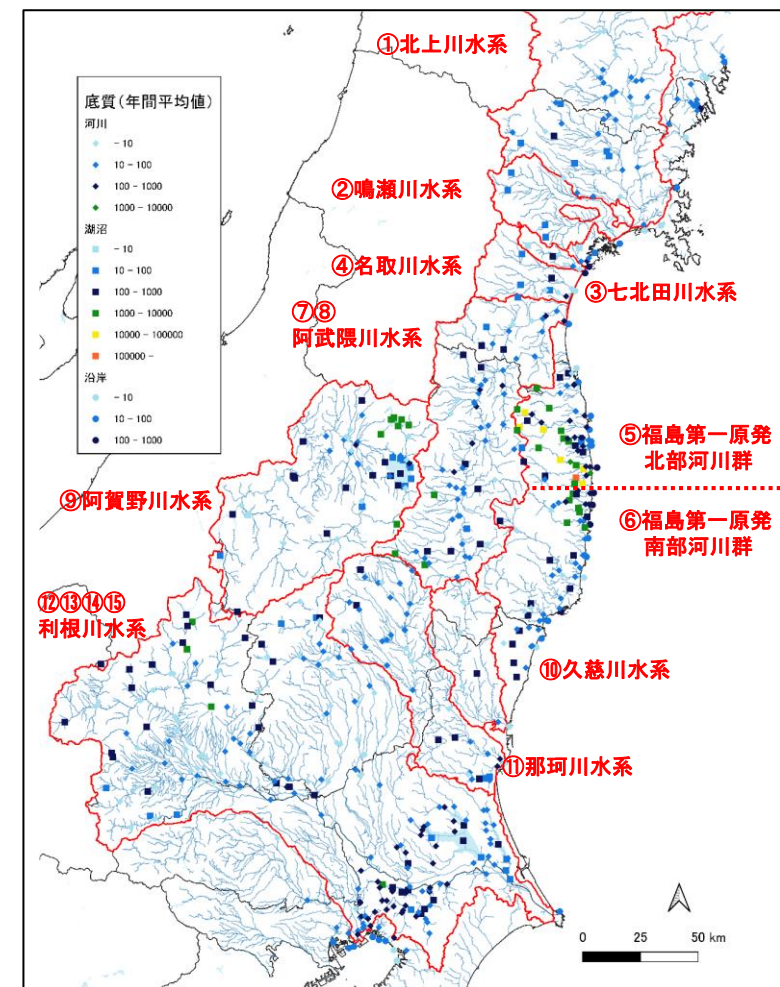
震災以前の全国の海底土中のCs-137の濃度レベル

(4) 放射性セシウムの分布状況(水系別)

調査の対象地域には、複数かつ広範囲の水系があるため、結果を円滑に分析・解釈出来るよう、非常に広範囲な水系は、各流域を考慮しつつ分割してとりまとめた。また、水系として分類が出来ない地域については、河川群としてとりまとめた。

NO	水系名	地域
①	北上川水系	岩手県・宮城県
②	鳴瀬川水系	宮城県
③	七北田川水系	宮城県
④	名取川水系	宮城県
⑤	福島第一原発北部河川群	福島県
⑥	福島第一原発南部河川群	福島県
⑦	阿武隈川水系(上流域)	福島県
⑧	阿武隈川水系(中・下流域)	福島・宮城県
⑨	阿賀野川水系	福島県
⑩	久慈川水系	福島県・茨城県北部
⑪	那珂川水系	栃木県・茨城県
⑫	利根川水系(上流域)	群馬県
⑬	利根川水系(渡良瀬川水域)	群馬県・栃木県
⑭	利根川水系(鬼怒川水域)	栃木県
⑮	利根川水系(下流域)	茨城県南部・千葉県・埼玉県・東京都

水系一覧表



2023年度時点の底質の放射性セシウムの濃度分布図と水系区分

中間とりまとめの概要 (4)放射性セシウムの分布状況(水系別)

それぞれの水系別の解析については、現状として2023年度の水質と底質における試料数、算術平均、最大値、最小値を示し、併せて底質の濃度分布図も示した。参考として空間線量図上に水系の位置を示した図、土壌分布図も示した。また、詳細な情報として、河川と、湖沼・沿岸で分けた各調査地点の表を示した。

水系を構成しない河川は、河川群としてとりまとめた。例として、⑤福島第一原発北部河川群を示す。

表3-23: 各調査地点における詳細情報(河川底質)

No.	水域名	地点	市町村	2023年度			2011~2023年度			推移	標準偏差	変動係数
				最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	算術平均	幾何平均		
福-河-1	地蔵川	浜畑橋	新地町	N.D.	N.D.	—	N.D.	4,400	210	102	651	3.09
福-河-2	小泉川	小泉橋	相馬市	31	45	39	21	5,300	329	178	661	2.01
福-河-3		百間橋		150	431	260	46	2,900	715	491	575	0.80
福-河-4	宇多川	堀板橋	相馬市	27	81	46	21	2,300	309	164	391	1.27
福-河-5	宇多川	百間橋		N.D.	500	146	N.D.	500	84	61	94	1.12
福-河-6	真野川	落合橋	南相馬市	19	320	93	19	4,000	244	152	459	1.88
福-河-7		真島橋		100	360	257	N.D.	28,000	1,596	376	3867	2.42
福-河-8	新田川	草野	飯館村	120	442	247	120	5,700	789	503	987	1.25
福-河-9		小宮		180	661	456	180	7,900	1,459	938	1532	1.05
福-河-10	新田川	木戸内橋	飯館村	110	170	133	64	11,200	1,141	494	1679	1.47
福-河-11		鮎川橋		74	785	315	41	13,100	2,319	1128	2805	1.41
福-河-12	新田川	石渡戸橋	飯館村	300	575	427	221	61,000	4,708	1731	8236	1.75
福-河-13		矢川原橋		230	650	382	170	33,000	3,894	1424	5911	1.52
福-河-14	太田川	益田橋	南相馬市	120	210	167	97	60,000	4,918	1459	9180	1.87
福-河-15		JR鉄道橋		62	150	101	24	3,000	496	240	680	1.37
福-河-16	太田川	丸山橋	南相馬市	N.D.	21	10	N.D.	230	40	34	39	0.97
福-河-17		下川原橋		180	582	285	180	3,800	650	529	529	0.81
福-河-18	小高川	善丁橋	飯館村	97	1,941	470	80	3,600	413	279	515	1.25
福-河-19		ハツカラ橋		10	20	14	0	1,500	66	31	186	2.82
福-河-20	請戸川	室原橋	浪江町	802	2,656	1,572	778	165,000	9,518	4419	19269	2.02
福-河-21		請戸橋		320	1,014	492	210	45,000	4,133	1529	8136	1.97
福-河-22	古道川	高瀬川合流 前(郡路町 古道下平)	田村市	13	27	19	11	1,410	130	67	210	1.61
福-河-23	高瀬川	慶応橋	浪江町	200	410	275	96	24,000	1,852	689	4182	2.26
福-河-24		国道6号線 西側		340	828	570	323	18,300	2,777	1759	3263	1.18
福-河-25	前田川	中浜橋	浪江町	290	2,537	1,030	17	23,900	2,288	1203	3367	1.47

表3-21 水質中の放射性セシウムの状況

水質における放射性セシウムの分布状況 (2023年度)	
試料数	626
算術平均	0.0345
最大値	3.8
最小値	検出下限値未満

表3-22 底質中の放射性セシウムの状況

底質における放射性セシウムの分布状況 (2023年度)	
試料数	381
算術平均	5243 (Bq/kg)
最大値	163000 (Bq/kg)
最小値	検出下限値未満

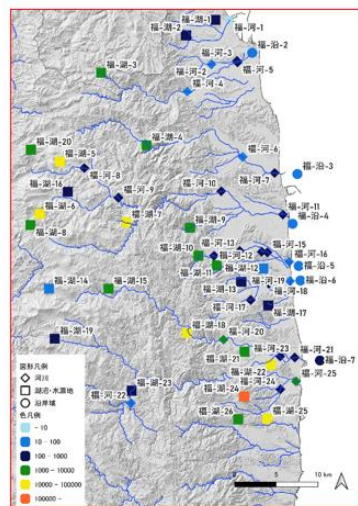


図3-29 底質濃度(年間平均)分布

《参考》空間線量および周辺環境(土壌)の状況

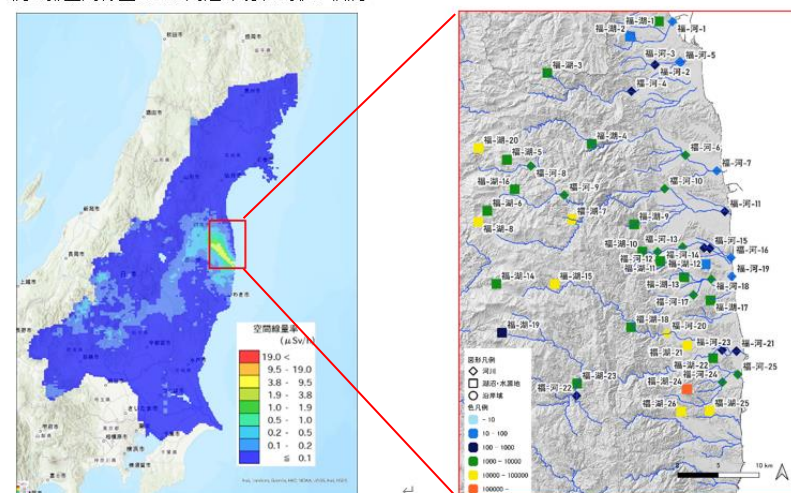


図3-30 空間線量率(左)および土壌濃度(年間平均)分布(右)

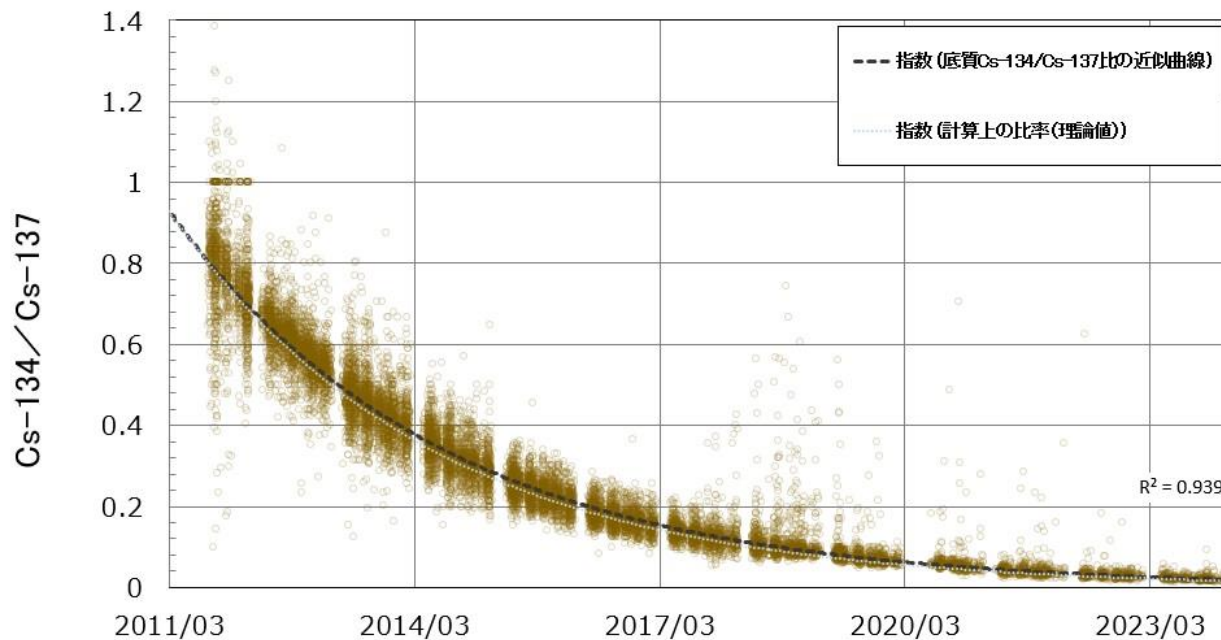
福島第一原発北部河川群における水系別解析

(5) Cs-134とCs-137の存在比

公共用水域の底質中の放射性セシウム濃度の結果を用いて、Cs-134とCs-137の存在比の推移を算出し、グラフ化した。Cs-134をCs-137で除した値を採取日別にプロットしたグラフを示す。併せて、参考として放射性セシウム134と137の半減期による理論上の減衰を示したグラフを示す。

Cs-137に対するCs-134の存在比は、それぞれの核種の半減期による減衰に従って、低下していくのが確認された。Cs-137に対するCs-134の比率は、2023年度時点で約1%程度となっている。

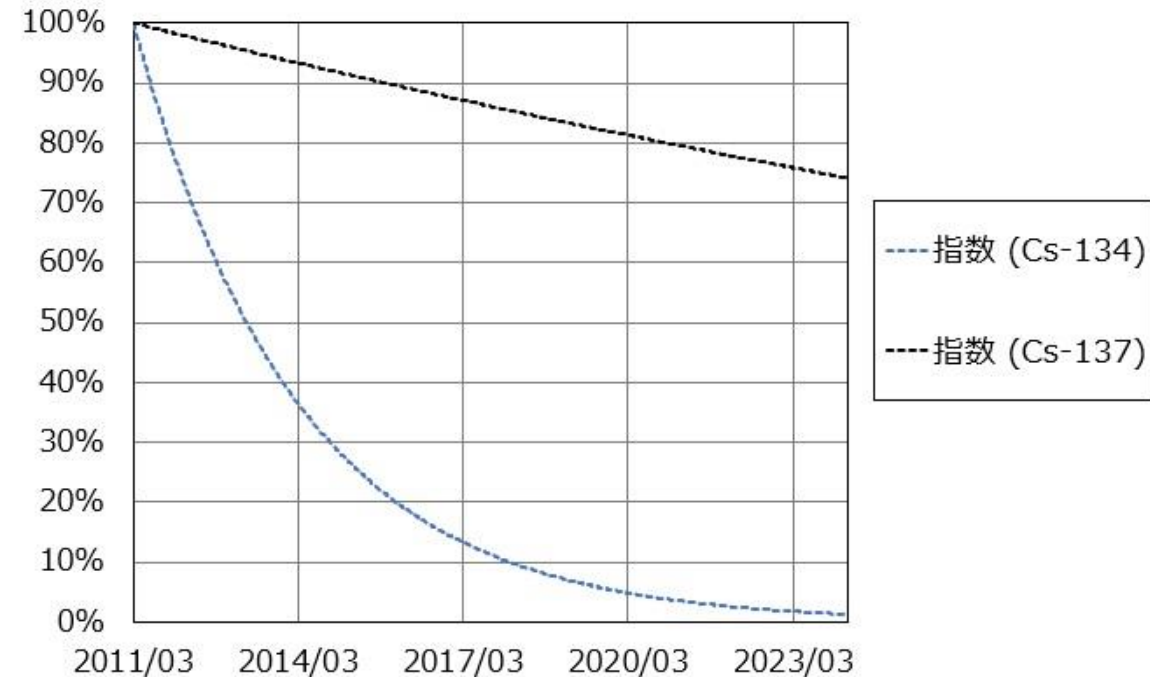
公共用水域底質におけるCs-134とCs-137の比率



※本調査結果より求めたCs134とCs137の2011年3月11日時点の比率 Cs134:Cs137=0.93:1
※本調査結果で求めた比率を元に、半減期による理論上の比率の変化を水色破線で表示

Cs-134とCs-137の存在比

参考: Cs-134およびCs-137の半減期による減衰

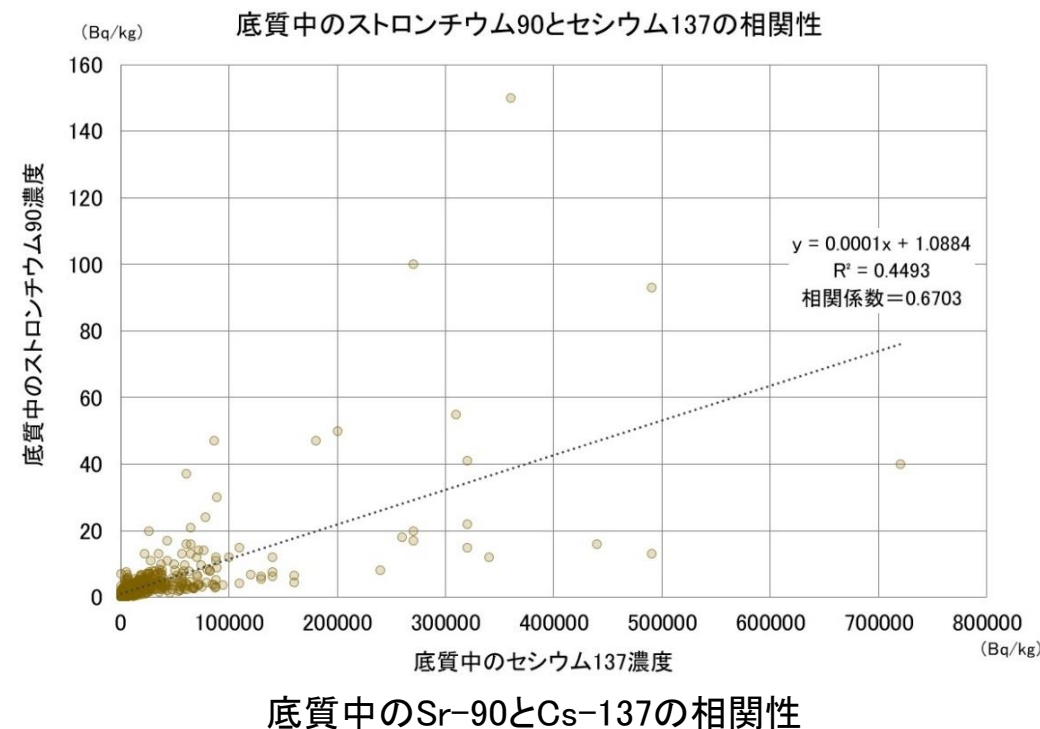
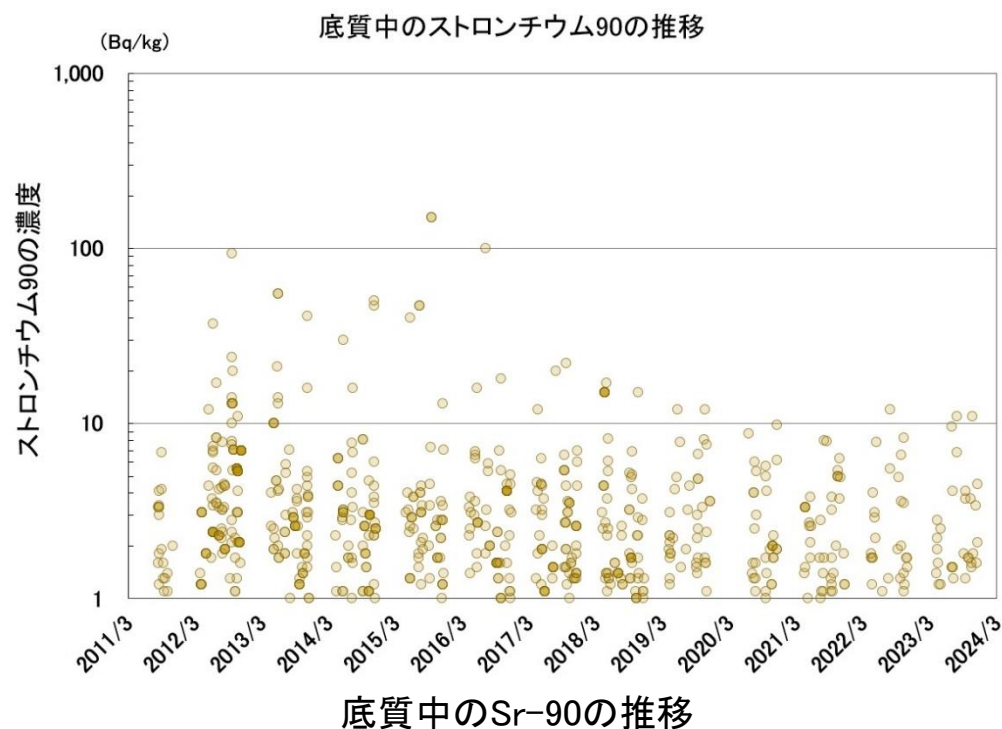


Cs-134とCs-137の理論上の半減期による自然減衰

(6)放射性ストロンチウムの分布

底質中のSr-90の結果では、過去に突発的に高い検出がみられたものの、全体としては緩やかな減少傾向が見られた。2015年10月に、農業用ため池で150Bq/kgの検出があり、2016年8月にも、同じく農業用ため池で100Bq/kgの検出があったが、以後は1～10数Bq/kg程度の低いレベルで推移している。

次に、Sr-90とCs-137との相関性について、解析を行った。本調査において、大きなばらつきが確認出来るものの、底質中のSr-90とCs-137に一定程度の正の相関がみられた。Sr-90は、底質のCs-137に対して、概ね1万分の1程度の割合で存在していることが確認された。



(6) 放射性ストロンチウム90の分布

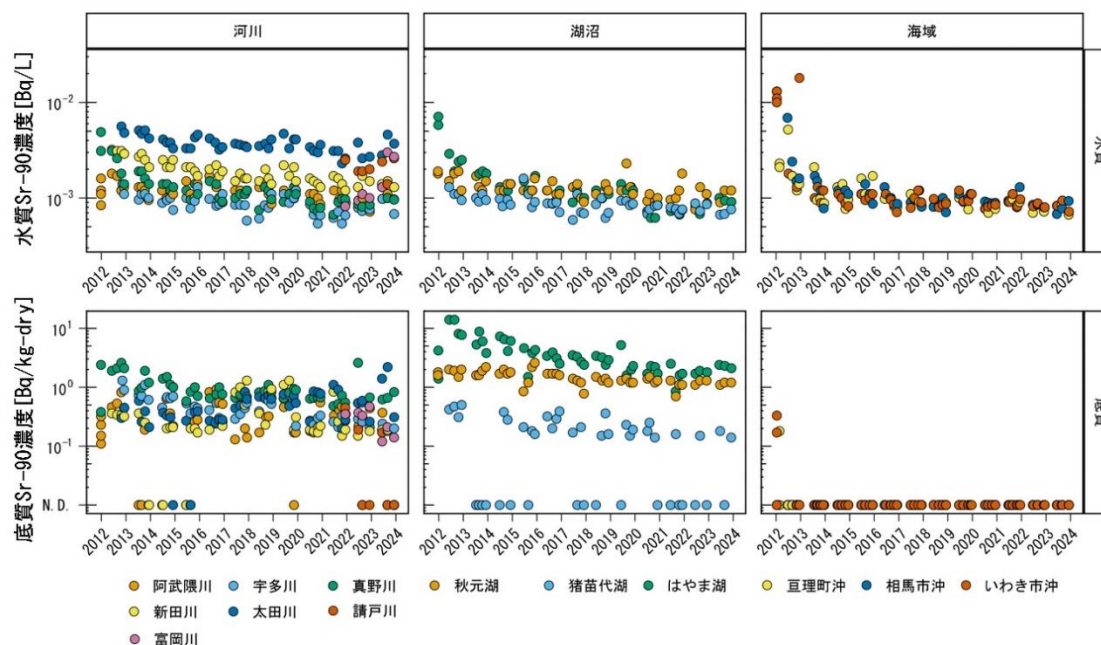
放射性ストロンチウム90の水質については、水生生物事業のデータを用いて、水域別の濃度分布を掲載した。

一部地域における結果ではあるものの、海域(沿岸)における底質中のSr-90の濃度分布は、公共用水域における底質のSr-90の結果と同様に、近年検出下限値未満の状況となっている。水質については、水域にかかわらず0.001～0.005Bq/L程度で推移しており、底質と比べ1／100程度の濃度分布となっている。(底質:0.1～11Bq/kg-dry程度)

そして、これらの2つの調査結果から、海域(沿岸)の底質では、Sr-90が殆ど検出されない、もしくは検出されても河川・湖沼に比べ低い濃度である結果が共通して得られている。

		調査開始～2023年度までに 採取・分析を行った試料総数		
		底質		
水域	地点数	試料数	検出数	検出率
河川	42	272	141	51.8%
湖沼・水源地	84	675	650	96.3%
沿岸※1	16	219	8	4.0%
合計	142	1166	799	68.5%

本調査における放射性ストロンチウム90の試料数と検出率(底質)



水生生物事業における放射性ストロンチウム90の分布(水質・底質)

地下水について

【分析試料数】

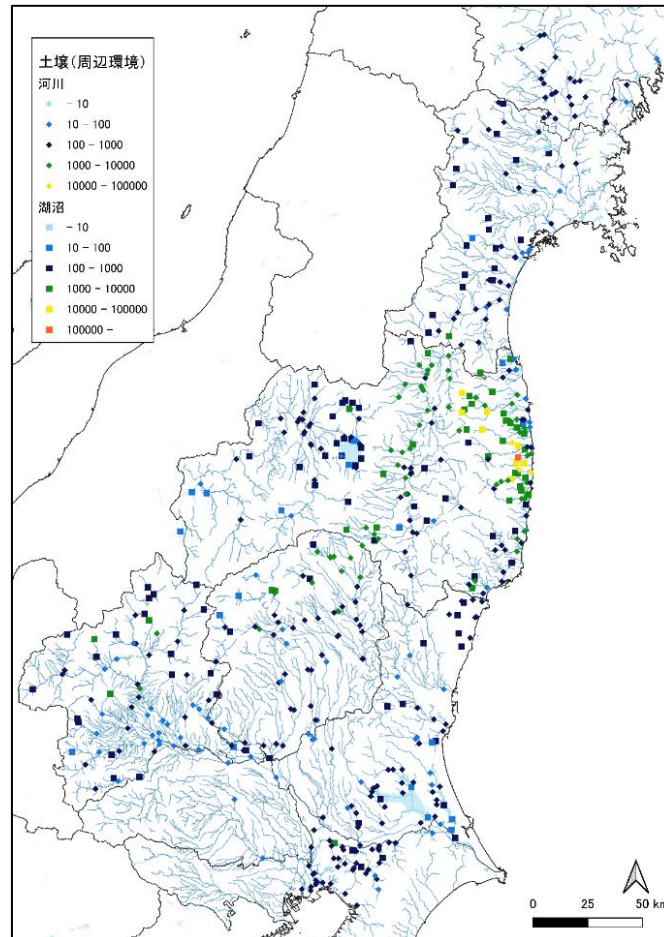
- ・ 地下水の放射性物質モニタリングにおいて、調査開始から2023年度までに採取し放射性セシウムの分析を行った試料総数は、18,907であった。
- ・ 放射性ストロンチウムの分析を行った試料総数は、621であった。

【調査結果】

- ・ 地下水中の放射性セシウムの検出状況については、2011年11月に2地点において、1.0Bq/Lの検出があった。
- ・ 2012年から現在までは、全地点で検出下限値未満の結果であった。
- ・ 地下水中の放射性ストロンチウム(Sr-90)の検出状況については、2012年1～2月に実施した精密な分析において、0.0004～0.0029 Bq/Lの範囲で検出があった。
- ・ 2012年の検出以来、全地点で検出下限値未満の結果となっている。Sr-89については、調査開始から2023年度まで、全地点で検出下限値未満の結果であった。

地下水における放射性セシウムの調査結果の解釈のため、地下水調査結果に関する参考情報も掲載した。

① 土壌における放射性物質の水平的な分布状況



公共用水域の調査で参考として採取している周边环境(土壌)について、2023年度時点の放射性セシウムの濃度分布図を示した。

土壌における放射性物質の水平的な分布状況

※公共用水域の周边环境(土壌)の調査結果を元に作成

② 土壌における放射性物質の鉛直分布状況

長期的影響

土壌中の放射性セシウムの分布の状況

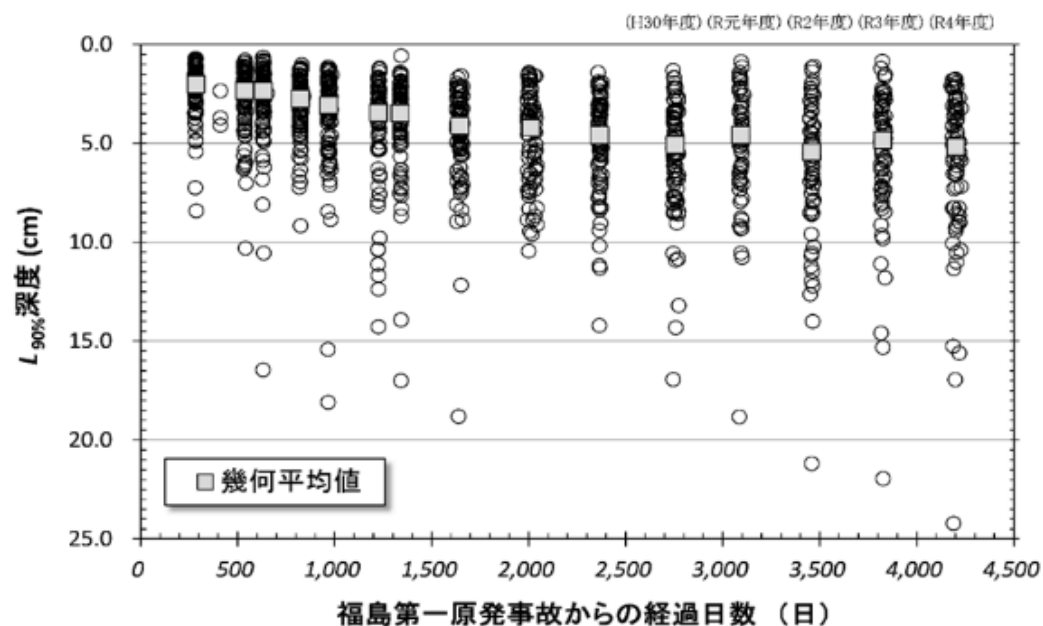


図 2011年12月からの90%深度 $L_{90\%}$ *の経時的な変化データ群（福島県、宮城県南部、茨城県北部 85箇所、非耕作地）
（参考）90%深度 $L_{90\%}$ ：放射性セシウムの沈着量の90%が含まれる地表面からの深度

出典：2022年度原子力規制庁委託事業「東京電力株式会社福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の分布データの集約」成果報告書「土壌における放射性セシウムの分布状況」より作成

土壌における放射性物質の鉛直分布状況

東京電力福島第一原子力発電所事故に伴い環境中に放出された放射性セシウムの土壌中の深度分布に関する調査が、2011年度から福島県、宮城県南部、茨城県北部において実施されている。土壌に沈着した放射性セシウムの90%が存在する土壌表面からの深度（90%深度）は、時間の経過と共に僅かずつ下方へ移動する傾向を示すものの、その幾何平均値は2018年以降ほぼ横ばいとなり、2022年9月時点で5.18cmであった。このような土壌表層の放射性セシウム鉛直分布の変化は、除染や深耕等の人為的な作用とともに、土壌の特性や降水量によって生じる。一方、土壌中の粘土成分の中には、バーミキュライトを含む粘土鉱物やゼオライトなどが含まれており、これらはセシウムを強く収着する性質を有している。セシウムは、これらの粘土成分に強く収着されることで水に溶けにくくなり、固定されることによって土壌の表層付近に長期間とどまる傾向にある。

(2) 地下水調査結果に関する参考情報

さらに、地下水調査結果に関する参考情報として、③地下水における放射性セシウムの検出状況として、全国の放射性物質モニタリングの検出状況(全地点で人工核種は検出下限値未満)と、福島県の井戸水の検査結果について掲載した。本文では、併せて文献から得られた検出状況も含めて掲載している。



全国の放射性物質モニタリングの東日本における地点図

井戸水のモニタリング

福島県の井戸水の検査結果

	会津地方	中通り地方	浜通り地方
	会津若松市、喜多方市、西会津町、磐梯町、猪苗代町、会津坂下町、柳津町、三島町、金山町、会津美里町、北塩原村、昭和村、下郷町、只見町、檜枝岐村	福島市、二本松市、伊達市、本宮市、桑折町、国見町、川俣町、大玉村、須賀川市、田村市、石川町、浅川町、古殿町、三春町、小野町、天栄村、玉川村、平田村、白河市、矢吹町、棚倉町、矢祭町、塙町、西郷村、泉崎村、中島村、鮫川村	相馬市、南相馬市、広野町、楡葉町、川内村、葛尾村、飯館村、いわき市
2011年 ～ 2023年 (12月28日まで)	全てND	全てND	全てND

井戸水の放射性物質の測定結果を示す。なお、ND(検出限界値未満):放射性セシウム、放射性ヨウ素共に検出限界値は、2011年には5ベクレル/kg、2012年以降には1ベクレル/kgとなっています。

※上記に記載の自治体は「福島県飲料水の放射性物質モニタリング検査実施計画」に参加している自治体です。記載のない自治体は市町村独自の検査を実施している場合があります。

出典: Fukushima Recovery Information Portal Site「飲料水モニタリング検査結果・関連情報」(2023年12月28日時点)より作成

福島県の井戸水の検査結果

※環境省の放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料(令和5年度版)第4章 防護の考え方4.4 長期的影響より、「土壌中の放射性セシウムの分布の状況」について抜粋

中間とりまとめ案の中で、本事業の結果と、各種参考情報を取りまとめ、「調査結果まとめ」として、総括した。

- ・ 地下水における放射性物質の検出は、2012年1～2月期に最大で1Bq/Lの検出があつて以来、現在まで検出下限値未満の状況が続いている。
- ・ 環境省で別途高い精度で実施している、水環境における放射性物質のモニタリングの調査においても、調査開始以来、放射性セシウムおよび放射性ストロンチウムは検出されていない。
- ・ 文献からの情報では、2014年～2016年の時点の福島県におけるデータで、その濃度のレンジは0.001～0.01Bq/Lの範囲であった。
- ・ 一方、土壌における放射性セシウムの性質は、土壌に強く収着し、容易に脱離しない性質であることが示されている。
- ・ 以上のことを踏まえると、事故由来の放射性セシウムは地表付近の土壌に強く収着するため、平常時には、雨水等の水を介して地中に浸透する経路で地下水に影響を与える可能性は低いと考えられる。