

水道における放射性物質の課題

2013.2

国立保健医療科学院
生活環境研究部水管理研究分野
浅見 真理・大野 浩一

前半の詳細は 水道水中の放射性物質の概要と課題
保健医療科学、2011 Vol.60 No.4 p.306 - 313
<http://www.niph.go.jp/journal/data/60-4/20116004005.pdf> をご参照下さい。

1

広域に急激な濃度変化

- 2011/3/11 大地震
- 3/12-16 放出(20-21も?)
- 3/15 モニタリング要請
- 3/16 水道水から検出
- 3/17 食品の規制値通知
- 3/19 水道で指標値を超過した場合の対応通知
- 3/21 指標値の3倍以上の水道飲用制限対応通知
- 3/23 首都圏も乳児の飲用制限



国立保健医療科学院 National Institute of Public Health

2

福島・飯館の水道水から放射性ヨウ素

厚生労働省は21日、福島県飯館(いいたて)村の水道水から、食品衛生法の暫定規制値(1キロ・グラム当たり300ベクレル)の3倍を超える1キロ・グラム当たり965ベクレルの放射性ヨウ素が検出されたと発表した。

厚生労働省は「一時的に飲用しても直ちに健康に影響はないが、念のため飲用を控えてほしい」としている。同村は同日早朝から、村民に水道水や井戸水を飲まないよう呼びかけ、ペットボトル入りの飲料水を配布した。

(中略)

飯館村は中心部が、同原発の北西約40キロにあり、村の一部が屋内退避区域にかかっている。同村によると、人口6152人(2月1日現在)のうち簡易水道を使っているのは6割で、残りは井戸水などを利用している。厚生労働省によると、簡易水道は、給水人口5000人以下の小規模な自治体などで利用される水道で、都市部の上水道と浄化の仕組みに違いはない。

(2011年3月21日18時48分 読売新聞)

食品中の放射性物質に関する暫定規制値

2011年3月17日通知

核種	原子力施設等の防災対策に係る指針における摂取制限に関する指標値 (Bq/kg)		乳児用
放射性ヨウ素	飲料水	300	
	牛乳・乳製品	300	100
	野菜類(根菜、芋類を除く。)	2,000	
放射性セシウム	魚介類		
	飲料水	200	
	牛乳・乳製品		
	野菜類		
	穀類	500	
	肉・卵・魚・その他		

食品についてはストロンチウム等の核種についても設定されている。飲料水は、桃色部分を準用。



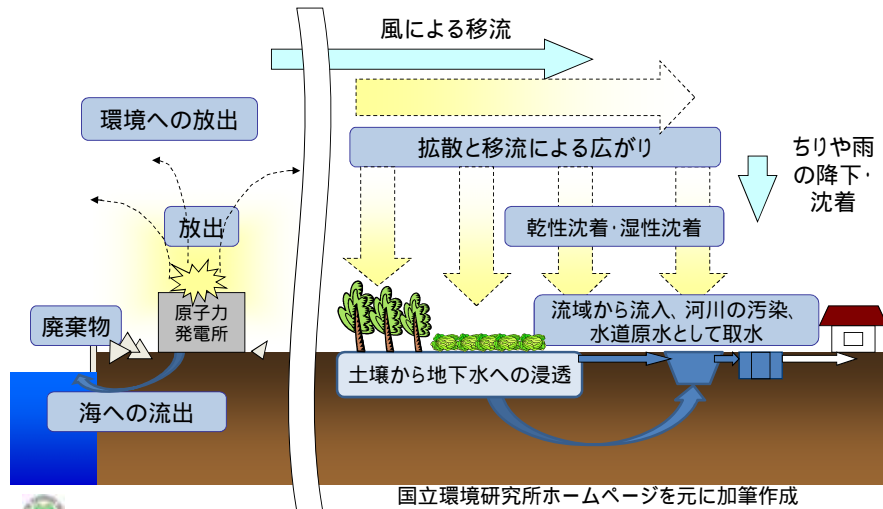
国立保健医療科学院 National Institute of Public Health

4



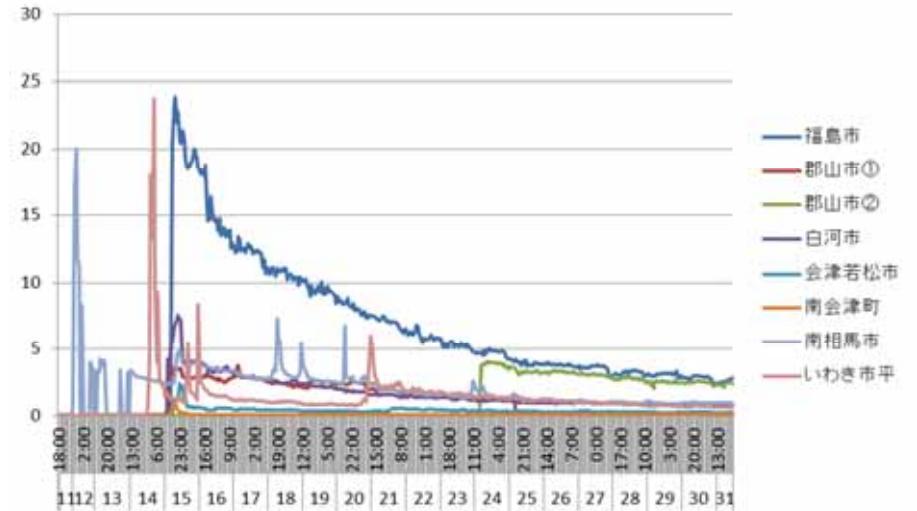
国立保健医療科学院 National Institute of Public Health

放射性物質の大気、水への移流・拡散と水源の汚染 (概念図)



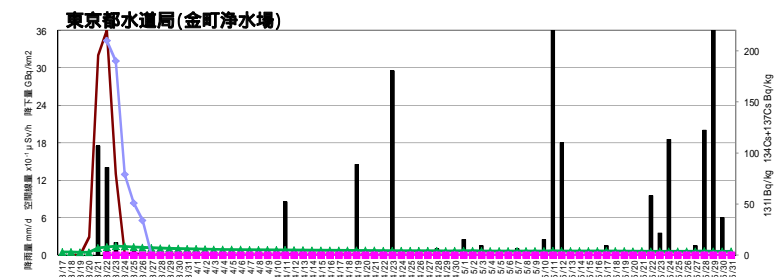
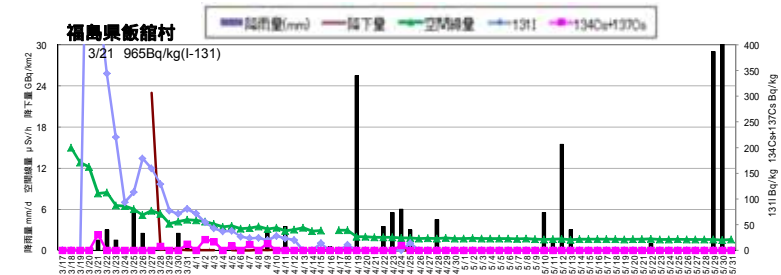
国立環境研究所ホームページを元に加筆作成

福島県内7方部 環境放射能測定結果

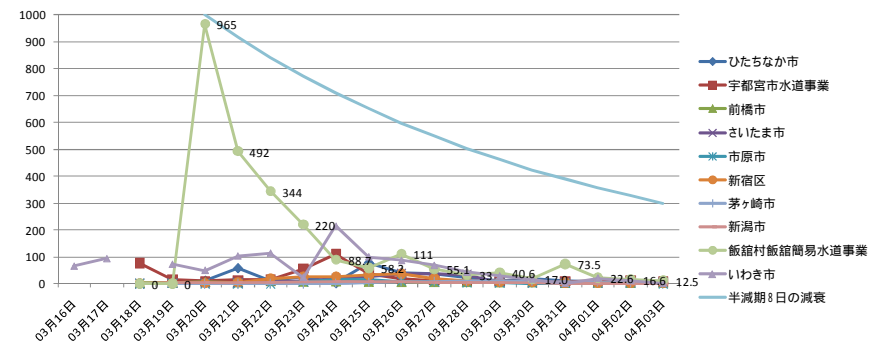


平成23年3月11日 ~ 3月31日 (暫定値) 単位: μGy/h μSv/h (マイクログレイ/時間 マイクロシーベルト/時間)

摂取制限が行われた水道事業者等の検査結果

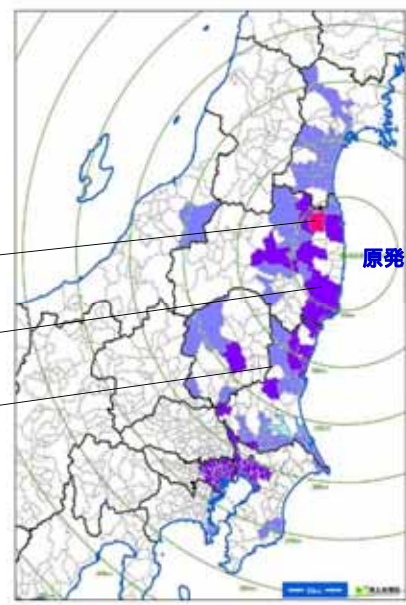


主な計測地点における放射性ヨウ素 (I-131) 濃度の推移



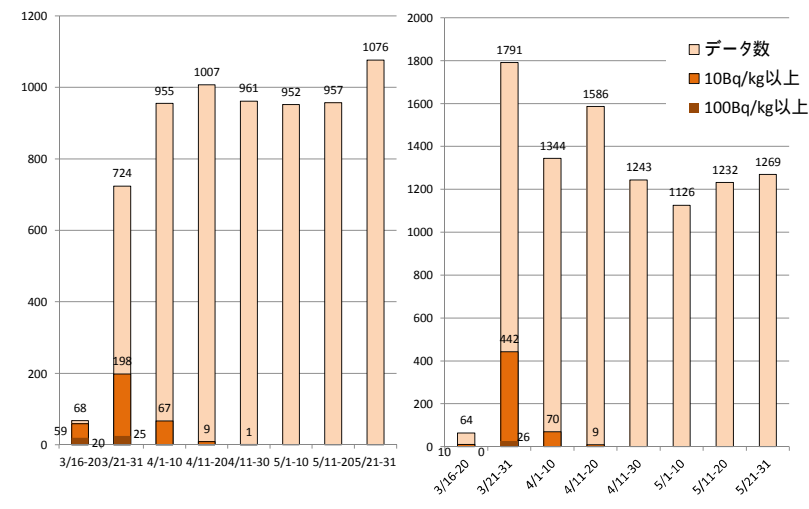
水道水中の放射性物質の検出と飲用制限

- 放射性ヨウ素 (I-131)
- 飲用制限指標超過 300Bq/kg
- 乳児の飲用制限指標超過 100Bq/kg
- 定量下限値以上で検出 10Bq/kg



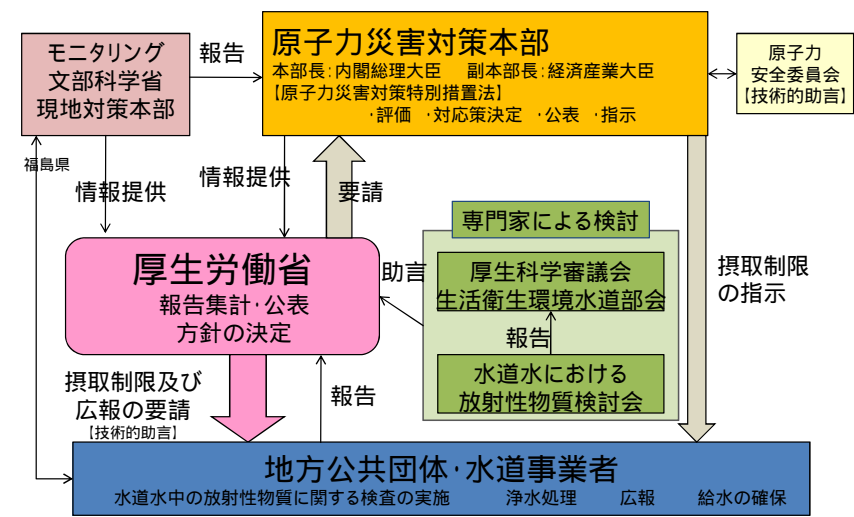
放射性セシウムは検出されていない (Cs-134, 137)

事故後の放射性ヨウ素検出状況



福島県 近隣10都県

水道水中の放射性物質をめぐる対応のスキーム



各浄水プロセスにおける放射性物質の除去性の概要

原水の条件、実験条件により大きく差が生じるため、表の適用には十分注意のこと。

元素	水道の浄水処理で適用されている技術			浄水器や限定的な条件で適用される場合がある技術				
	凝集沈殿	砂ろ過	精密ろ過	活性炭	ゼオライト	イオン交換	ナノろ過	逆浸透
ヨウ素* (I)	++	++	*	*~	++	+++	**	++++
セシウム* (Cs)	++	++	**	+~**	+++	+++	**	++++

- + =0~10%
- ++ =10~40%
- +++ =40~70%
- ++++ =>70%
- * =除去が困難か(水中の存在形態・物性による推測、筆者ら追加)
- ** =除去可能性(同上)

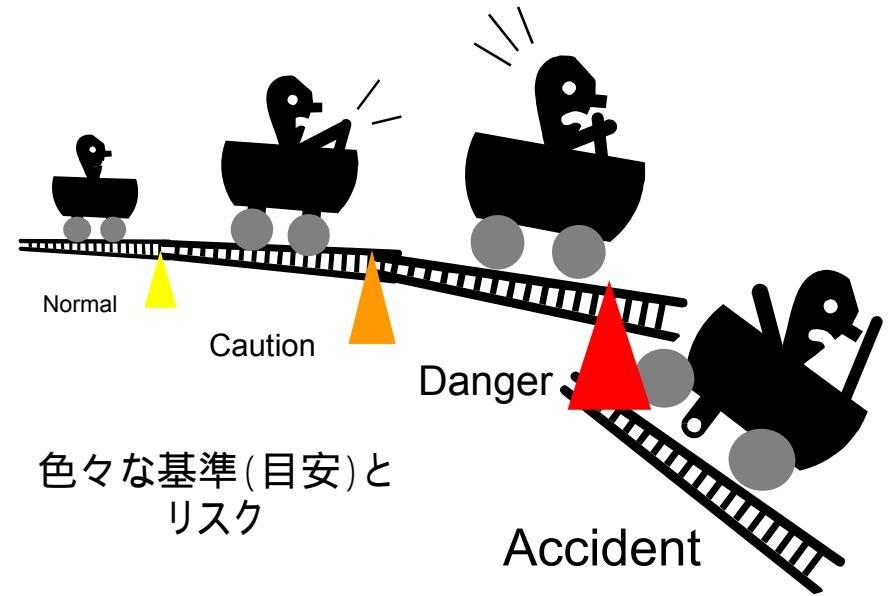
(Brown et al.,2008aより抜粋)

詳細は、小坂ら、「浄水プロセスにおける放射性物質の除去性能に関するレビュー」、水道協会雑誌、80(4)70-85、2011参照

飲料水における放射性ヨウ素131の ガイドラインのレベル

ガイドライン名	水中における最大放射能 勧告 レベル (ベクレル/リットル)
WHO飲料水水質ガイドライン	10
日本の暫定(非常時)指標値 (乳児)	100
日本の暫定(非常時)指標値 (大人)	300
IAEAの定める原子力事故の際の運用上の介入 レベル (緊急事態初期に初動を促す際にのみ 使用されるべきである)	3000

http://www.who.or.jp/index_files/FAQ_Drinking_tapwater_JP.pdf から抜粋



「一般食品」の基準値の考え方

資料2-2

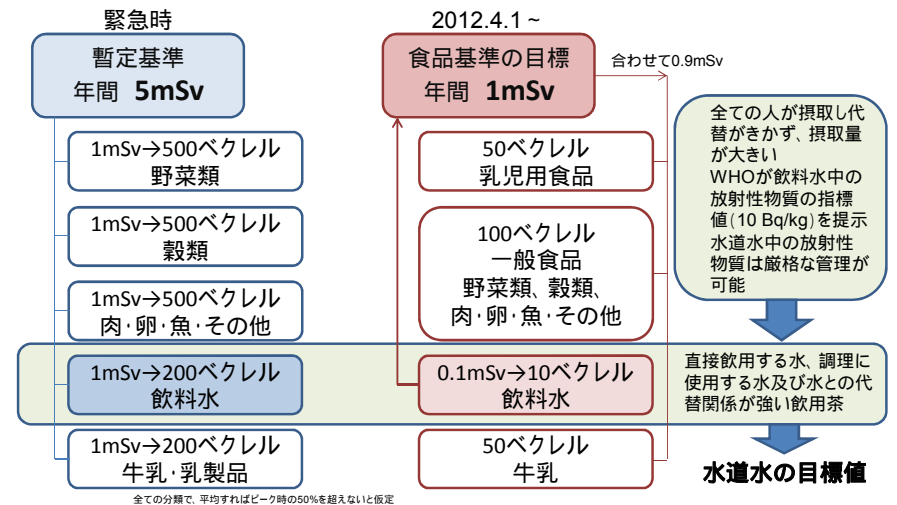
- 食品中の放射性物質（放射性セシウム134及び137、ストロンチウム90、ルテニウム106、プルトニウム）からの線量が年間1mSvを超えないように設定する。
- この際、放射性セシウム以外の核種は、測定に時間がかかるため、放射性セシウムとの比率を算出し、合計して1mSvを超えないように放射性セシウムの基準値を設定する。



＜「飲料水」の線量 = 飲料水の基準値 (Bq/kg) × 年齢区別の飲料水の摂取量 × 年齢区別の線量係数＞

- 飲料水については、WHOが示している基準に沿って、年間線量を約0.1mSv、基準値を10Bq/kgとする。
- 一般食品に割り当てる線量は、介入線量レベル（1mSv/年）から、「飲料水」の線量（約0.1mSv/年）を差し引いた約0.9mSv/年となる。
- 当該線量を年齢区別の年間摂取量と換算係数で割ることにより、限度値を算出する。（この際、流通する食品の50%が汚染されているとする）。

放射性セシウムの水道水管理指標



全ての分類で、平均すればピーク時の50%を超えないと仮定

飲食物摂取制限に関する指標について(抜粋)(平成10年3月6日 原子力安全委員会 原子力発電所等周辺防災対策専門部会環境ワーキンググループ報告書)
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000018iyb.html>

厚生労働省薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会資料（平成23年12月2日資料）
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001yw1j-h.tml>より浅見作成

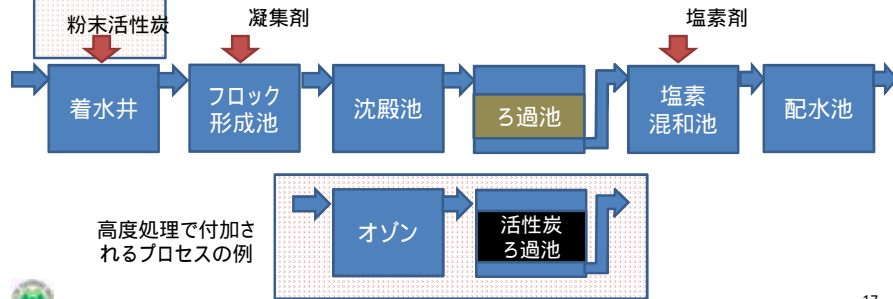
浄水処理における放射性ヨウ素・セシウム の挙動

浄水方法別にみた年間浄水量の割合

■ 消毒のみ ■ 緩速ろ過 ■ 急速ろ過 ■ 膜ろ過



一般的な急速ろ過の浄水処理プロセスの例



高度処理で付加されるプロセスの例

水道水中の放射性物質に関する検査の結果

水道水中の放射性物質検査は、現在、政府原子力安全院地対策本部、文部科学省、地方公共団体及び水道事業者等により実施されています。

(1) 政府原子力安全院地対策本部における福島県内全域の水道事業者を対象とした水道水中の放射性物質に関する検査結果です。(データ更新は月曜日を目処に行います。)

- 平成23年8月30日までに公表した結果一覧 [922KB]
- 平成23年7月1日から8月31日までに公表した結果一覧 [764KB]
- 平成23年9月1日から10月31日までに公表した結果一覧 [781KB]
- 平成23年11月1日から12月31日までに公表した結果一覧 [739KB]
- 平成24年1月4日から3月2日までに公表した結果一覧 [632KB]
- 平成24年3月3日から4月12日までに公表した結果一覧 [396KB]
- 平成24年4月20日から12月28日までに公表した結果一覧 [1,010KB]
- 平成25年1月11日から1月18日までに公表した結果一覧 [173KB]

(2) 文部科学省及び福島県近隣の10都県(宮城県、山形県、新潟県、茨城県、栃木県、群馬県、埼玉県、東京都、神奈川県、千葉県)の地方公共団体及び水道事業者等における水道水中の放射性物質に関する検査結果です。(実施主体から各々公表された結果を取りまとめたもの。データ更新は毎月行います。)

- 平成22年3月から平成22年5月に公表した結果一覧 [839KB]
- 平成23年6月から平成23年8月に公表した結果一覧 [893KB]
- 平成23年9月から平成23年11月に公表した結果一覧 [932KB]

厚生労働省ホームページ
東日本大震災関連情報 >
水道水中の放射性物質の検査
について

水道水中の放射性物質に関する検査の結果

この期間の報告、全283ページ

水道水中の放射線物質検査について ~福島県~ 平成24年4月20日から12月28日までに公表した結果一覧

市町村	水道事業者名	採取地点	採取年月日	採取日時	種類	濃度 (Bq/L)	公表日
					¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
福島市	福島市	福島市在官坂建築地内(湧水3)	12月6日	7:05	ND(<1)	ND(<1)	12月14日
鎌倉町	鎌倉町	鎌倉町戸中川筋地内(湧水1)	12月17日	10:20	ND(<1)	ND(<1)	12月21日
-	福島地方水道用水供給事業	すりかみ浄水場	4月18日	9:00	ND(<1)	ND(<1)	4月20日
-	福島地方水道用水供給事業	すりかみ浄水場	4月25日	9:00	ND(<1)	ND(<1)	4月27日
-	福島地方水道用水供給事業	すりかみ浄水場	5月1日	9:00	ND(<1)	ND(<1)	5月11日
-	福島地方水道用水供給事業	すりかみ浄水場	5月9日	9:00	ND(<1)	ND(<1)	5月11日
-	福島地方水道用水供給事業	すりかみ浄水場	5月18日	9:00	ND(<1)	ND(<1)	5月18日
-	福島地方水道用水供給事業	すりかみ浄水場	5月23日	9:00	ND(<1)	ND(<1)	5月23日
-	福島地方水道用水供給事業	すりかみ浄水場	5月30日	9:00	ND(<1)	ND(<1)	6月1日
-	福島地方水道用水供給事業	すりかみ浄水場	6月8日	9:00	ND(<1)	ND(<1)	6月8日
-	福島地方水道用水供給事業	すりかみ浄水場	6月12日	8:50	ND(<1)	ND(<1)	6月15日
-	福島地方水道用水供給事業	すりかみ浄水場	6月20日	9:00	ND(<1)	ND(<1)	6月22日

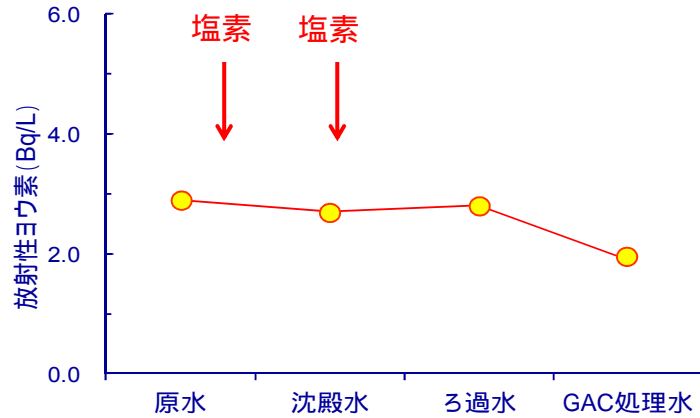
この期間の報告、全304ページ

水道水中の放射性物質検査について~福島県以外~ 平成24年9月1日から12月27日に公表した結果一覧

実施主体	都道府県	市町村	水道事業者	採取地点	採取年月日	種類	濃度 (Bq/L)		
						¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	
1	文部科学省	北海道	札幌市	札幌市水道事業	北海道立衛生研究所(札幌)	4月~6月	ND<0.001	ND<0.001	ND<0.001
2	文部科学省	北海道	札幌市	札幌市水道事業	北海道立衛生研究所(札幌)	7月~9月	ND<0.001	ND<0.001	ND<0.001
3	文部科学省	青森県	青森市	青森市水道事業	県内浄水場(虹口)	4月~6月	ND<0.001	ND<0.001	ND<0.001
4	文部科学省	青森県	青森市	青森市水道事業	県内浄水場(虹口)	7月~9月	ND<0.001	ND<0.001	ND<0.001
5	文部科学省	岩手県	盛岡市	盛岡市水道事業	前中環線盛岡検校センター(虹口)	4月~6月	0.00091	0.0014	ND<0.001
6	文部科学省	岩手県	盛岡市	盛岡市水道事業	前中環線盛岡検校センター(虹口)	7月~9月	0.0011	0.0019	ND<0.001
7	宮城県	宮城県	大崎市水道事業	大崎市浄水場	2013年5月28日	ND<0.01	ND<0.01	ND<0.01	
8	宮城県	宮城県	大崎市水道事業	大崎市浄水場	2013年6月4日	ND<0.01	ND<0.01	ND<0.01	
9	宮城県	宮城県	大崎市水道事業	大崎市浄水場	2013年6月11日	ND<0.01	ND<0.01	ND<0.01	

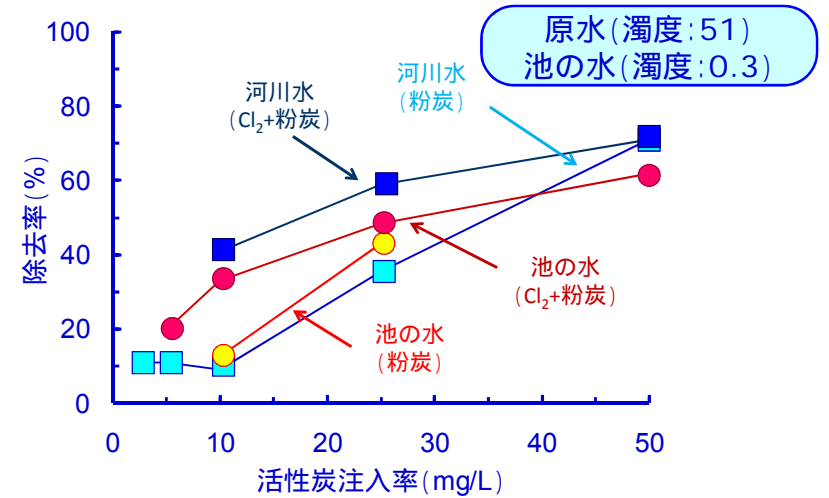
1996	山形県	山形県	遊佐町	遊佐町地域生活課	大瀬浄水場	2012年10月5日	ND<0.47	ND<0.52	ND<0.52
1997	山形県	山形県	遊佐町	遊佐町地域生活課	大瀬浄水場	2012年11月3日	ND<0.42	ND<0.58	ND<0.65
1998	山形県	山形県	遊佐町	遊佐町地域生活課	大瀬浄水場	2012年12月3日	ND<0.51	ND<0.68	ND<0.61
1999	文部科学省	福島県	福島市	福島市水道事業	福島県原子力センター-福島支所(虹口)	1月~3月	0.0045	0.0062	ND<0.001
1910	文部科学省	福島県	福島市	福島市水道事業	福島県原子力センター-福島支所(虹口)	4月~6月	0.0032	0.0048	ND<0.001
1911	文部科学省	福島県	福島市	福島市水道事業	福島県原子力センター-福島支所(虹口)	7月~9月	0.002	0.0021	ND<0.001
1912	茨城県	茨城県	水戸市	水戸市水道事業	横川浄水場	2012年5月28日	ND<0.41	ND<0.51	ND<0.41
1913	茨城県	茨城県	水戸市	水戸市水道事業	横川浄水場	2012年4月4日	ND<0.51	ND<0.51	ND<0.51
1914	茨城県	茨城県	水戸市	水戸市水道事業	横川浄水場	2012年6月11日	ND<0.41	ND<0.51	ND<0.41
1915	茨城県	茨城県	水戸市	水戸市水道事業	横川浄水場	2012年6月18日	ND<0.41	ND<0.41	ND<0.41

浄水処理工程における放射性ヨウ素の挙動例 (2011年4月, Kosaka et al., *Water Research* (2012))



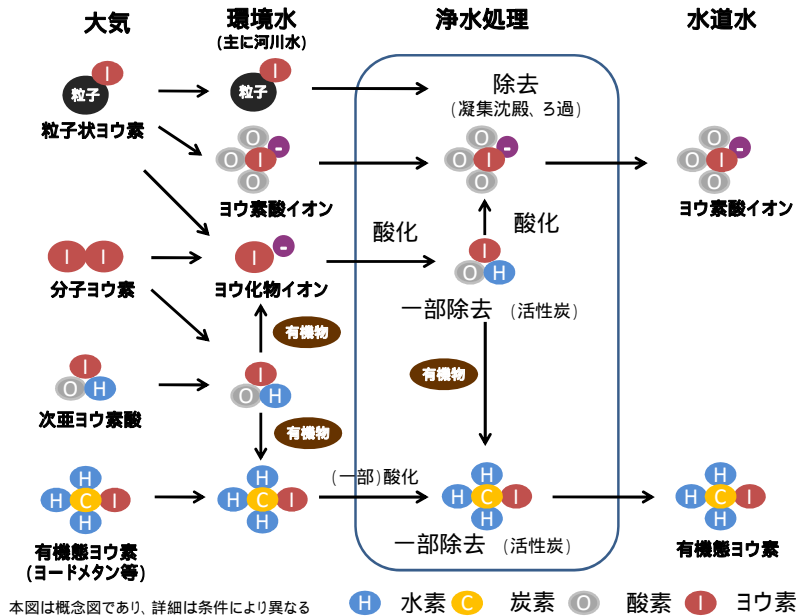
- 凝集沈殿ではほとんど除去されない。
- 活性炭では多少の除去

弱塩素処理 + 粉末活性炭で除去率向上 (2011年4 ~ 5月, Kosaka et al., *Water Research* (2012))



河川水(3.4 ~ 3.5 Bq/L)、池の水(7.4 ~ 9.5 Bq/L);
塩素10分のち粉末活性炭30分; (塩素注入率 1.0 mg/L(河川水), 0.5 mg/L(池の水))

放射性ヨウ素の挙動概念図



放射性ヨウ素の浄水場での除去について

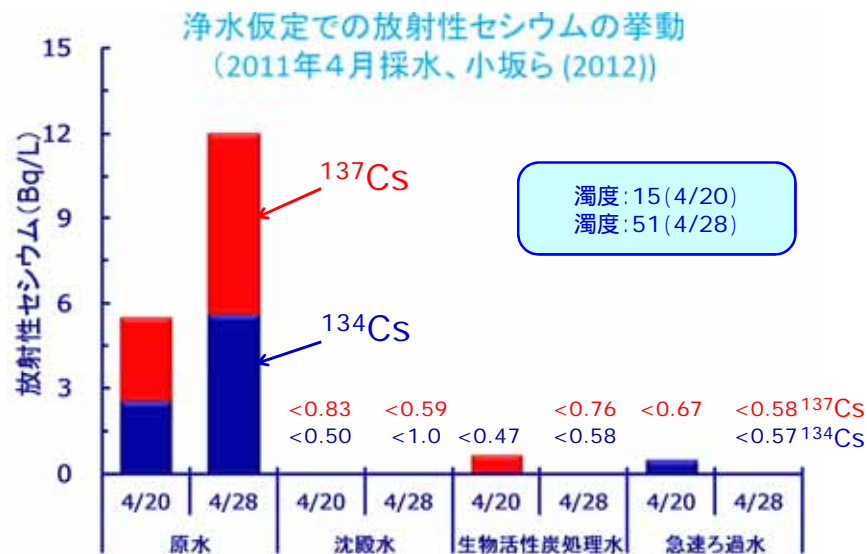
- 凝集沈殿では一部の粒子付着態以外、除去されない。
- 弱塩素 (0.5 ~ 1.0 mg/L) + 粉末活性炭により比較的良好な除去
- 酸化しすぎるとヨウ素酸イオンとなり、除去困難に

緊急時、急性時は降下する放射性ヨウ素の混入を防ぐための対策も有用

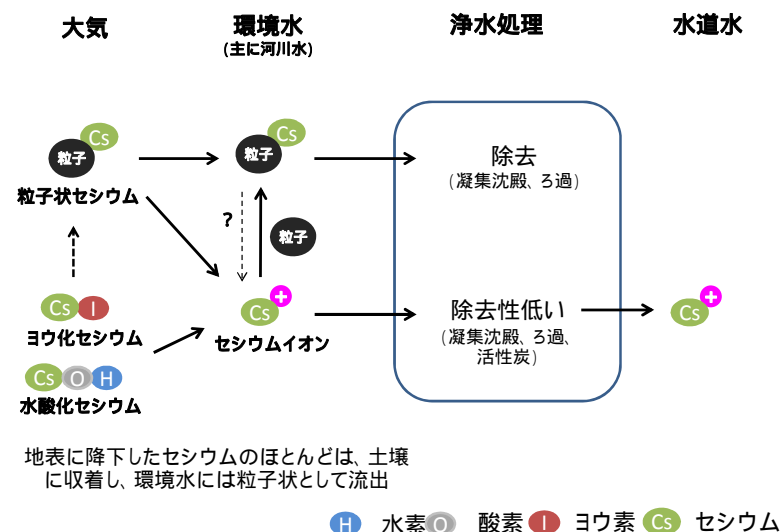
(2011.3.26 厚労省水道課 事務連絡)

- 降雨後 (初期降雨の流下中) の取水の抑制・停止
- 浄水場の覆がい (ビニールシート等による覆い)

放射性セシウムの浄水処理における挙動



放射性セシウムの挙動概念図



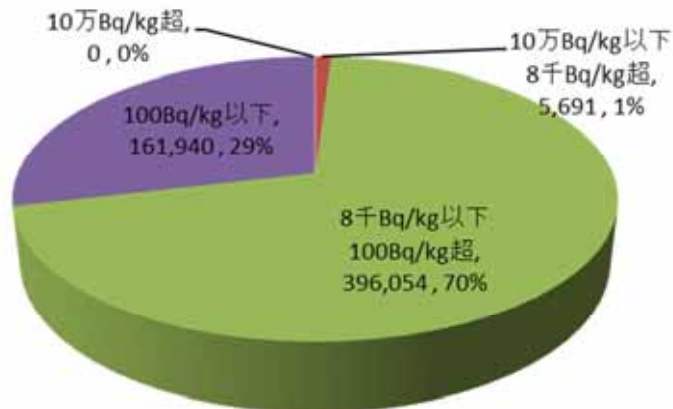
放射性セシウムの浄水場での除去について

- 原水に濁質が含まれている場合は、濁質に放射性セシウムが収着しているため、固液分離処理(凝集沈殿、ろ過など)による**濁質除去・制御**が肝要となる。
- 溶存している放射性セシウムの除去性は低い。この場合、過去に凝集助剤としても使用されていたことのあるベントナイトなどの添加により一部吸着除去可能。

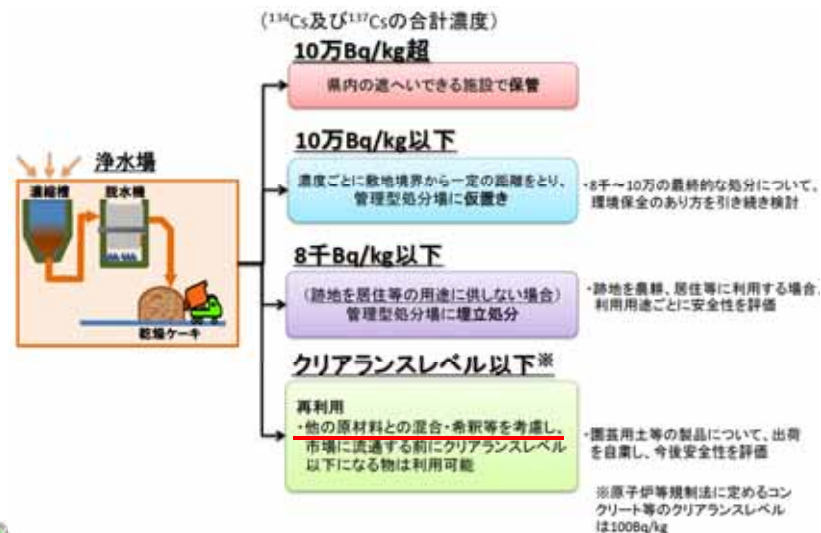
浄水処理における除去性に関するまとめ

- 現時点において、今回の原発事故による水道水経由での放射性物質(セシウム)のヒトへの健康影響は無視できる程度
 - 放射性セシウムの多くは濁質に付着して存在
- 放射性物質汚染がある地域の表流水、あるいは表流水の影響を受ける地下水においては、「**濁質制御の確実性**」を中心にモニタリングを行うべき

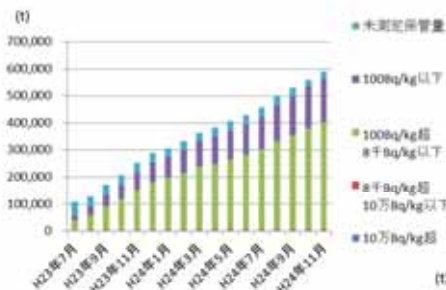
浄水発生土の放射性物質濃度について (2012年11月9日時点)



「放射性物質が検出された浄水発生土の当面の取り扱いに関する考え方について」(H23.6.16)より

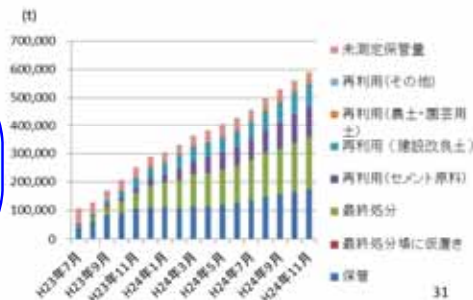


浄水発生土の放射性物質濃度 と対応状況の推移



2012年に入ってから、8,000 Bq/kg超の浄水発生土はほとんど増加していない。

再利用・最終処分が増加しているが、保管も増加し続けている。
(100-8000Bq/kgのもの)



水道と放射性物質 まとめと課題

- 水道水が原子力事故で大きな影響を受けた初めての事例であった。
- モニタリング体制が整備された。
- ヨウ素とセシウムが重要な核種であるが、半減期が異なり、形態により浄水処理での挙動が異なる。
- 現在では水道水は全く心配の無いレベルに下がっている。
- 万一放出があった場合は、適度な費用で、ある程度対応出来る浄水処理技術が提示できている。
- 環境中の挙動はこれからも注視が必要である。