

共同研究報告書

福島第一原子力発電所事故に伴う
放射性物質の水環境および浄水処理への
影響評価

平成 26 年 3 月

八戸工業大学
八戸圏域水道企業団

本報告書は、八戸工業大学と八戸圏域水道企業団が平成 24 年 4 月から平成 26 年 3 月まで実施した共同研究「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の水環境および浄水処理への影響評価」の最終報告書である。

内容に関する問い合わせ先は、以下の通りである。

八戸工業大学 佐藤 学

住所: 青森県八戸市大字妙字大開88-1

電話: 0178-25-8071

ファクシミリ: 0178-25-2008

八戸圏域水道企業団 水質管理課

住所: 青森県八戸市南白山台1丁目11-1

電話: 0178-27-0312

ファクシミリ: 0178-27-0302

目 次

1. 緒言.....	1
2. 調査目的.....	1
3. 福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の環境等への拡散状況.....	2
3.1 公共用水域(河川水・底質・周辺環境).....	2
3.2 地下水質.....	3
3.3 土壌.....	4
3.4 食品.....	5
3.5 水道水.....	6
4. 調査方法.....	7
4.1 測定試料の状況.....	7
4.2 サンプルングした水源の概要.....	8
4.2.1 馬淵川及び新井田川.....	8
4.2.2 三島水源.....	8
4.2.3 蟹沢水源.....	8
4.3 サンプルングした浄水場の概要.....	9
4.3.1 白山浄水場.....	10
4.3.2 三島浄水場および蟹沢浄水場.....	11
4.4 放射性物質の測定方法.....	12
4.4.1 ガンマ線スペクトルの測定.....	12
4.4.2 測定用容器.....	13
4.4.3 標準線源による校正.....	14
4.4.4 測定時間と解析.....	14
4.5 サンプルング地点の位置.....	16
5. 調査結果.....	17
5.1 水源・流域.....	17
5.1.1 馬淵川底質.....	17
5.1.2 新井田川底質および世増ダム底質.....	18
5.1.3 世増ダム貯留水.....	19
5.1.4 馬渡川表流水.....	19
5.2 浄水処理工程.....	20
5.2.1 馬淵川原水.....	20
5.2.2 新井田川原水.....	21
5.2.3 白山浄水場浄水.....	22
5.2.4 三島浄水場浄水.....	24
5.2.5 蟹沢浄水場浄水.....	25

5.3 浄水発生土.....	26
5.3.1 川中島取水場排砂池汚泥.....	27
5.3.2 是川取水場排砂池汚泥.....	27
5.3.3 白山浄水場天日乾燥床汚泥.....	28
6. 考察.....	30
6.1 放射性物質の検出状況のまとめ.....	30
6.1.1 水源・流域.....	30
6.1.2 白山浄水場(馬淵川および新井田川表流水系).....	30
6.1.3 三島浄水場・蟹沢浄水場(地下水系).....	30
6.1.4 浄水発生土.....	30
6.2 放射性物質混入時の対策について.....	31
6.2.1 水道水への影響メカニズム.....	31
6.2.2 浄水処理による水道水中の放射性物質の低減対策.....	32
6.3 今後の体制について.....	33
6.3.1 浄水処理方法.....	33
6.3.2 放射性物質の監視体制.....	33
6.3.3 大量の放射性物質が再度放出された場合の措置.....	33
付表Ⅰ 主な放射性核種の半減期.....	①
付表Ⅱ 食品中の放射性物質の基準値.....	①
付表Ⅲ 水道関連で福島第一原子力発電所事故に伴い厚生労働省が発出した通知等.....	②

1. 緒言

八戸工業大学と八戸圏域水道企業団は共同研究契約を締結し、「福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の水環境および浄水処理への影響評価」について共同研究を行った。

研究期間は平成24年4月1日から平成26年3月31日までである。そのうち放射性物質の測定調査期間は平成25年10月31日までとしている。本報告書はその調査結果についてまとめたものである。

2. 調査目的

平成23年3月11日に発生した東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所事故による放射性物質の飛散により、環境への影響を広域的、長期的に観測、監視を行うことが必要となっている。この状況を受けて、国をはじめとする関係各機関によって綿密な調査が行われ、逐次結果が公表されているところである。それらの調査結果を参照すると、公共用水域の水質からの放射性物質はおおむね不検出となっている。一方、公共用水域における底質やその周辺環境土壌、農地土壌からは、福島県を中心として放射性物質が検出されている状況である。また、農畜産物や水産物といった食品からも放射性物質が検出され、食に対する安全性も危惧された。青森県内においては平成24年6月に八戸港から水揚げされたマダラから基準値を超過して放射性物質が検出された事例もある。さらには、環境中に大量に放出されて地表面へと降下した放射性物質が、降雨などにより河川等へと流出したことで、上下水道で処理する過程で発生する汚泥からも放射性物質が検出された。その影響で発生汚泥の保管場所や処分方法について対応に苦慮する事業者が相次ぐ事態となった。

福島第一原子力発電所の事故発生から、水道水、放射性降下物、大気中の放射線量などのデータが蓄積されている中で、厚生労働省のモニタリング方針において、福島県およびその隣接県と、一定量の放射性物質濃度が検出される可能性があった関東一円の都県も近隣地域として選定されたが、青森県および岩手県はその対象から外れている。八戸圏域水道企業団が供給する水道水は、福島第一原子力発電所から350 km圏内の岩手県北を主な水源としているが、モニタリングの対象区域から外れていることから八戸圏域における環境への影響についての詳細は不明な部分が多い。したがって、水道水の安全性の確保と確認、適切な浄水汚泥処理を行っていくためには、水源地域の環境等の調査とそれらのデータに基づいた継続的な測定監視の必要性を見極める必要がある。本調査において、放射性物質に関する専門知識と測定環境を有する八戸工業大学と当地域の水環境を熟知し、圏域住民の水道水の安全性を担う八戸圏域水道企業団との共同により、放射性物質の水環境および浄水処理への影響評価を実施し、長期間にわたると推定される北東北の放射性物質測定監視評価体制の構築に資することを目的とする。

3. 福島第一原子力発電所事故に伴う放射性物質の環境等への拡散状況

3.1 公共用水域（河川水・底質・周辺環境）

国をはじめとする関係各機関によって調査され環境省および青森県が公表しているデータ^{[1][2]}をもとに、青森県、岩手県、宮城県、福島県の公共用水域における放射性セシウム(Cs-134 および Cs-137)の検出状況をまとめたものを表 1 に示す。公共用水域における水質については、ほとんどの地点において放射性セシウムは不検出の状況であるが、増水の影響による浮遊物質成分や濁度が高い水質で検出がみられた。底質については、福島県では概ね 2000～3000 Bq/kg 程度以下ではあるが、福島第一原子力発電所周辺地域など一部地点においては高い数値がみられた。宮城県では、河川、湖沼・水源地ともに概ね 2000 Bq/kg 程度以下、岩手県では概ね 200 Bq/kg 程度以下であった。個別の数値データについては逐次更新される環境省および青森県の公表データを参照頂きたい。

表 1 公共用水域における放射性セシウムの検出状況

		年度	地点数	Cs-134		Cs-137
青森県	河川	23	5	水質	不検出	不検出
			4	底質	不検出	不検出～4Bq/kg(乾)
		24	5	水質	不検出	不検出
			4	底質	不検出	不検出～4Bq/kg(乾)
	湖沼	23	5	水質	不検出～0.014Bq/kg	不検出～0.016Bq/kg
			4	底質	不検出	4～9Bq/kg(乾)
		24	5	水質	不検出	不検出
			4	底質	不検出	5～14Bq/kg(乾)
岩手県	河川	23	18	水質	不検出	不検出
				底質	27～440 Bq/kg(乾泥)	32～550 Bq/kg(乾泥)
		24	18	水質	不検出	不検出
				底質	不検出～380 Bq/kg(乾泥)	6.2～660 Bq/kg(乾泥)
	湖沼	23	77	水質	不検出	不検出
				底質	不検出～5000 Bq/kg(乾泥)	不検出～6100 Bq/kg(乾泥)
		24	43	水質	不検出～2.8 Bq/L	不検出～3.6 Bq/L
				底質	不検出～1400 Bq/kg(乾泥)	不検出～2300 Bq/kg(乾泥)
宮城県	河川	23	77	水質	不検出	不検出
				底質	不検出～5000 Bq/kg(乾泥)	不検出～6100 Bq/kg(乾泥)
		24	43	水質	不検出～2.8 Bq/L	不検出～3.6 Bq/L
				底質	不検出～1400 Bq/kg(乾泥)	不検出～2300 Bq/kg(乾泥)
	湖沼 水源地	23	21	水質	不検出	不検出
				底質	不検出～380 Bq/kg(乾泥)	6.2～660 Bq/kg(乾泥)
		24	21	水質	不検出	不検出
				底質	不検出～3500 Bq/kg(乾泥)	9～6200 Bq/kg(乾泥)
福島県	河川	23	113	水質	不検出	不検出
				底質	不検出～38000 Bq/kg(乾泥)	不検出～54000 Bq/kg(乾泥)
		24	123	水質	不検出	不検出
				底質	不検出～65000 Bq/kg(乾泥)	不検出～100000 Bq/kg(乾泥)
	湖沼 水源地	23	30	水質	不検出	不検出
				底質	不検出～110000 Bq/kg(乾泥)	不検出～150000 Bq/kg(乾泥)
		24	82	水質	不検出	不検出
				底質	不検出～290000 Bq/kg(乾泥)	不検出～490000 Bq/kg(乾泥)

3.2 地下水質

地下水における放射性セシウムの検出状況についても環境省および青森県の公表データ^{[2][3]}をもとにまとめたものを表 2 に示す。環境省の調査は平成 23 年 6 月から開始しているが、平成 23 年 11 月 7 日に採取した福島県大熊町の 2 地点で一度のみ放射性セシウムが検出された。その検出濃度は、Cs-134 について 1 地点、Cs-137 について 2 地点において検出限界値である 1Bq/L が検出されたが、そのほかは全て不検出であった。

表 2 地下水における放射性セシウムの測定結果

	年度	検体数	Cs-134	Cs-137
青森県	23	16	不検出	不検出
	24	18	不検出	不検出
岩手県	23	42	不検出	不検出
	24	44	不検出	不検出
宮城県	23	78	不検出	不検出
	24	44	不検出	不検出
福島県	23	646	不検出～1Bq/kg(1 地点)	不検出～1Bq/kg(2 地点)
	24	543	不検出	不検出

3.3 土壌

青森県の土壌における放射性セシウムの検出状況を青森県の公表データ^[2]をもとにまとめたものを表 3 に示す。また、岩手県、宮城県および福島県の農地土壌における放射性セシウムの検出状況を農林水産省が平成 24 年 3 月 23 日に公表した農地土壌の放射性物質濃度調査結果^[4]をもとにまとめたものを表 4 に、その濃度区分ごとの検出件数を図 1 に示す。

福島県の農地土壌での最高値は、水田で 164,000 Bq/kg、水田以外で 203,000 Bq/kg 検出され、非常に高濃度に汚染されている農地があった。岩手県の農地土壌では概ね 500 Bq/kg を下回っていたが、宮城県境付近において周辺より高めに検出される地域が存在していた。この結果は、文部科学省が実施した航空機モニタリング^[5]で得られた空間線量率の分布とほぼ同様の傾向を示していた。八戸圏域水道企業団の水源の上流部にあたる岩手県北のほとんどの農地土壌は検出限界未満であったが、一部で放射性セシウムが検出された地点もあった（一戸町水田:54 Bq/kg、葛巻町普通畑:60 Bq/kg の 2 地点）。青森県の土壌でも一部放射性セシウムが検出されているが、概ね 10 Bq/kg 程度以下で最高でも 42 Bq/kg であった。

表 3 青森県の土壌における放射性セシウムの検出状況

	年度	採取位置	検体数	Cs-134(Bq/kg)	Cs-137(Bq/kg)
青森県	23	0-5cm	16	不検出(<3)~4	不検出(<3)~39
		5-20cm	2	不検出(<3)	3.2~6.2
	24	0-5cm	16	不検出(<3)~4	不検出(<3)~42
		5-20cm	2	不検出(<3)	4.9~5.0

表 4 岩手県・宮城県・福島県の農地土壌における放射性セシウムの検出状況

	地点数	水田		水田以外(普通畑・果樹地・草地・牧草地)		
		測定値(Bq/kg)		地点数	測定値(Bq/kg)	
		最低	最高		最低	最高
岩手県	144	<20	760	16	<27	400
(うち県北地域)	(15)	(<20)	(54)	(4)	(<27)	(60)
宮城県	96	<27	2,740	26	<63	1,810
福島県	1316	<16	164,000	931	<16	203,000

※採取時期が H23.4~H24.2 に分散しているため、放射性セシウムの減衰を考慮して H23.11.5 を基準日として補正した結果である。

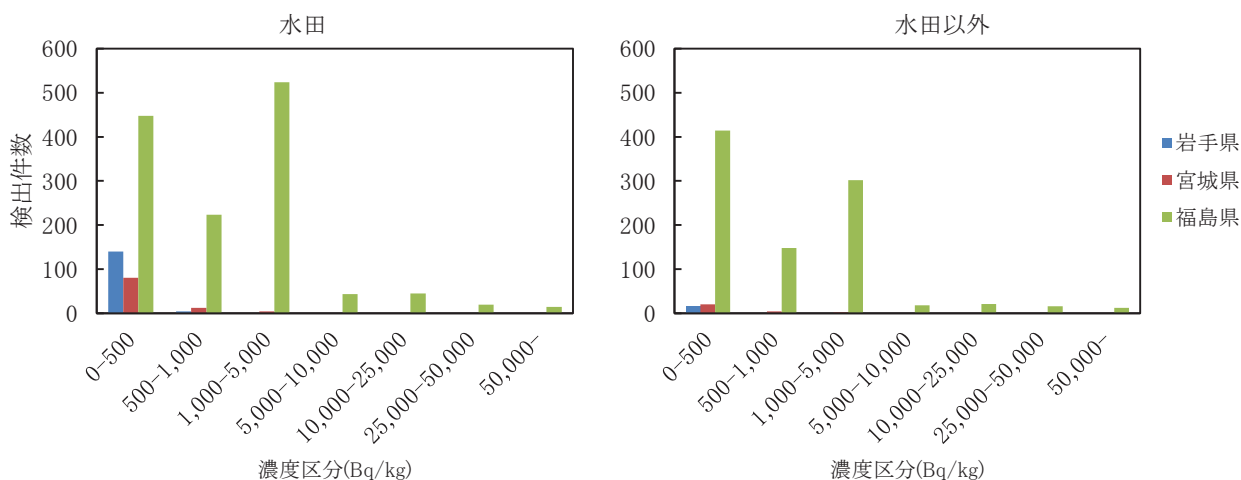


図 1 岩手県・宮城県・福島県の農地土壌における放射性セシウム濃度区分

3.4 食品

厚生労働省が公表している食品中の放射性物質検査結果^{[6] [7]}から、東北 6 県で採取した食品からの放射性物質の検出状況をまとめたものを表 5 に示す。また、青森県で採取された食品から基準値等を超過した品目を表 6 に示す。

平成 24 年 3 月 31 日以前において、当時の暫定規制値「500 Bq/kg」を超過した食品は、全国で 137,037 件中 1,204 件あり、率にして 0.9 %であった。そのうち福島県で採取された野菜類が 8,303 件中 302 件、水産物が 3,650 件中 227 件、乳・乳製品が 685 件中 18 件、肉・卵が 6,795 件中 165 件など、検査を実施した全検体 21,549 件のうち 718 件(3.3 %)が超過した。なお、青森県で採取された食品の暫定規制値超過は無かった。

平成 24 年 4 月 1 日に新たに食品に関する基準値が定められ「100 Bq/kg」とされた。平成 24 年度における全国の全検査件数 278,275 件のうち 2,372 件(0.9 %)の食品で基準値超過がみられた。青森県においては、八戸港で水揚げされたマダラから基準値を超過する放射性セシウムが検出された(平成 24 年 6 月に 116 Bq/kg、同年 8 月に 132.7 Bq/kg)。このことを受けて出荷自粛の対応をとったが、平成 24 年 8 月 27 日に国から出荷制限指示を受けた(同年 10 月 31 日に解除)。また、平成 24 年 10 月に採取した野生キノコ類(3 検体)からも基準値を超過して 107~120 Bq/kg 検出された。

平成 25 年度は、平成 25 年 11 月 14 日現在、青森県内ではサクラシメジの基準値超過がみられる。

表 5 東北 6 県で採取した食品からの放射性物質の検出状況

	平成 24 年 3 月 31 日以前 (暫定規制値:500Bq/kg)		平成 24 年度 (基準値:100Bq/kg)		平成 25 年度 (基準値:100Bq/kg) ※平成 25 年 11 月 14 日現在	
	検査件数	暫定規制値 超過件数	検査件数	基準値 超過件数	検査件数	基準値 超過件数
青森県	1,438	0	5,923	5	5,413	1
岩手県	9,272	32	25,276	260	16,667	14
秋田県	1,942	2	4,312	0	2,791	1
宮城県	14,963	64	29,267	164	23,877	71
山形県	12,605	3	17,777	2	12,726	3
福島県	21,549	718	34,857	1,377	27,610	451
全 国	137,037	1,204	278,275	2,372	209,321	738

表 6 青森県で採取された食品の基準値等超過品目

	食品群	超過品目
平成 23 年度		なし
平成 24 年度	農産物	サクラシメジ 1 件、チチタケ 1 件、ホウキタケ 1 件
	水産物	マダラ 2 件
平成 25 年度	農産物	サクラシメジ 1 件

3.5 水道水

福島第一原子力発電所事故発生当初の当分の間、原子力安全委員会が定めた飲食物摂取制限に関する指標を厚生労働省において食品衛生法に基づく暫定規制値として以下のとおり定めた。

放射性ヨウ素(飲料水) 300 Bq/kg (乳児 100 Bq/kg)

放射性セシウム(飲料水) 200 Bq/kg

福島第一原子力発電所事故発生以降、厚生労働省が乳児を含めた水道水の摂取制限およびその広報の要請を実施した水道事業者等の実施状況は表 7 のとおりである^[8]。放射性ヨウ素が 300 Bq/kg を超過したため水道水の摂取制限及びその広報が行われたのは、福島県内の1簡易水道事業であった。放射性ヨウ素が 100 Bq/kg を超過したため乳児による水道水の摂取制限及びその広報が行われたのは、5 都県(福島県、茨城県、栃木県、千葉県、東京都)内の計 20 の水道事業者等であった。放射性セシウムが 200 Bq/kg を超過したため水道水の摂取制限及びその広報が行われた水道事業者等は存在しない。

水道水から放射性物質が検出されたメカニズムについては厚生労働省が公表している「水道水における放射性物質対策 中間とりまとめ」で報告されており、その概要については 6.2.1 に後述する。

表 7 水道水の摂取制限の実施状況

水道事業者等	乳児		一般			
	開始	解除	開始	解除		
福島県	飯舘村飯舘簡易水道事業(飯舘村)	3/21	5/10	3/21	4/1	
	伊達市月舘簡易水道事業(伊達市)	3/22	3/26			
		3/27	4/1			
	川俣町水道事業(川俣町)	3/22	3/25			
	郡山市上水道事業(郡山市)	3/22	3/25			
	南相馬市原町水道事業(南相馬市)	3/22	3/30			
	田村市水道事業(田村市)	3/22	3/23			
茨城県		3/26	3/28			
	いわき市水道事業(いわき市)	3/23	3/31			
	東海村上水道事業(東海村)	3/23	3/26			
	水府地区北部簡易水道事業(常陸太田市)	3/23	3/26			
	北茨城市上水道事業(北茨城市)	3/24	3/27			
	日立市水道事業(日立市)	3/24	3/26			
	笠間市上水道事業(笠間市)	3/24	3/27			
千葉県	古河市水道事業(古河市)	3/25	3/25			
	茨城県南水道企業団上水道事業(取手市)	3/25	3/26			
	千葉県水道事業	ちば野菊の里浄水場、栗山浄水場	3/23	3/25		
		柏井浄水場(東側施設)	3/26	3/27		
東京都	北千葉広域水道用水供給事業	3/23	3/26			
	印旛広域水道用水供給事業	3/26	3/27			
栃木県	東京都東京都水道事業(23区5市)	3/23	3/24			
	宇都宮市上水道事業(宇都宮市)	3/25	3/25			
	野木町水道事業(野木町)	3/25	3/26			

※「乳児」は乳児による摂取制限、「一般」は住民による摂取制限を示す。また、「開始」「解除」はそれぞれ摂取制限および広報の開始、解除を示す。

4. 調査方法

4.1 測定試料の状況

放射性物質濃度を測定する検体は、企業団が採取したものである。水源・流域から底質や貯留水、浄水処理工程から原水および浄水、浄水発生土として取水場および浄水場でサンプリングした。調査対象とした検体数を表 8 にまとめた。

本調査では、水源・流域からの検体として馬淵川底質、新井田川底質、世増ダムの貯留水および底質、馬渡川表流水からの計 29 検体、浄水処理工程からの検体として馬淵川系原水、新井田川系原水、白山浄水場浄水、三島浄水場浄水、蟹沢浄水場浄水からの計 82 検体、浄水発生土からの検体として、川中島取水場排砂池、是川取水場排砂池、白山浄水場天日乾燥床からの計 75 検体を対象とした。

これらの検体を U-8 型容器に採取し、採取場所および採取日時と容器重量分を差し引いた正味重量を記録した。

表 8 放射性物質濃度調査対象検体数

検体名	24 年					25 年										合計					
	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月		7 月	8 月	9 月	10 月	
水源・流域	馬淵川底質		2	1													3			6	
	新井田川底質				3	1												4		8	
	世増ダム 貯留水																		3	6	
	世増ダム 底質					2													2	4	
	馬渡川表流水	1							2					1						1	5
浄水処理工程	馬淵川系原水	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	22
	新井田川系原水	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	22
	白山浄水場浄水	1	1	1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	24
	三島浄水場浄水	1			1			1			1		1			1				1	7
	蟹沢浄水場浄水	1			1			1			1		1					1		1	7
浄水発生土	川中島取水場排砂池	1		1	1				1				1	1				1			7
	是川取水場排砂池	1		2					1				2		2						8
	白山浄水場天日乾燥床	3	5	3	5	4	3	4	1	1			4	5	5	7	4	4	2	60	
合計	11	10	13	17	7	6	18	6	4	5	3	3	13	9	10	11	21	7	12	186	

4.2 サンプルングした水源の概要

4.2.1 馬淵川及び新井田川

八戸圏域水道企業団の主要な水源河川のひとつである馬淵川はその源を北上山脈に発し、岩手県北部および青森県南部を經由して太平洋に注ぐ流路約 142 km、流域面積 2,050 km²を有する1級河川である。流域に 11 市町村(青森県 1 市 4 町 1 村、岩手県 2 市 3 町)、総人口約 40 万人を擁し、約 4,800 ha に及ぶ耕地の灌漑・電力供給・上水道用水源・工業用水源として広く利用されている。上水道用は一戸町・二戸市・企業団の総計約 36 万人に供給されている。青森県県土整備部が管理する八戸工業用水道は昭和 39 年に八戸地域が新産業都市に指定されたのに伴い、増大する用水需要に対処するため馬淵川を水源として 41 年 6 月に給水を開始している。昭和 30 年に完成した放水路事業により河口部が新井田川と分離され、42 年 5 月には 1 級河川に指定された。56 年には河川道の維持、塩害防止、各種取水の安定、新井田川河口の浄化などを目的とした「馬淵大堰」が完成し、水質環境の保全や河川の有効利用を図っている。平成 23 年度の東日本大震災では既設堤防を越える津波で被害が発生したことから、翌 24 年度から堤防強化工事が行われている。

一方、もうひとつの水源河川である新井田川は九戸郡多々良山に源を発し、岩手・青森両県にまたがって太平洋に注ぐ 2 級河川である。流路 78.1 km、流域面積 585.4 km²を有し、流域には八戸市、階上町、軽米町、九戸村、葛巻町、久慈市(旧山形村地域)があり、主に八戸市や階上町の耕地等に対する水源として利用されてきた。平成 16 年 4 月には国・青森県・八戸圏域水道企業団・岩手県洋野町(旧種市町)の共同事業で建設された世増ダムが供用開始となった。このダムは、治水・灌漑用水確保・水道用水確保を目的とし、八戸平原の畑地 1,864 ha に灌漑用水の補給、企業団と洋野町の水道水源として利用されている。

4.2.2 三島水源

三島水源は、海岸に近い八戸市白銀地区にある浅井戸を水源としている。周辺には住宅のほか水産加工場等が点在しており、生活排水や津波、高潮による汚染が危惧され、強い地震の発生時には濁度の上昇がみられる。

4.2.3 蟹沢水源

蟹沢水源は八戸市妙地区にあり、階上岳の北側にあたる八戸平原の石灰岩層を通過して湧き出ている湧水を水源としている。水源の周辺に住宅等はないが、近くを流れる馬渡川上流域では農・畜産業が行われており、これらからの汚染が危惧されている。また、地震、大雨時には濁度の上昇がみられる。

4.3 サンプルングした浄水場の概要

八戸圏域水道企業団には、馬淵川及び新井田川の河川表流水を水源とする白山浄水場、浅井戸を水源とする三島浄水場及び湧水を水源とする蟹沢浄水場の3浄水場がある。その施設概要は表 9 のとおりである。

表 9 八戸圏域水道企業団の浄水場概要

	白山浄水場 (馬淵川表流水・新井田川表流水)		蟹沢浄水場 (湧水)	三島浄水場 (浅井戸)
	馬淵川系	新井田川系		
施設能力	80,520m ³ /日	50,000m ³ /日	15,000m ³ /日	10,000m ³ /日
浄水方法	凝集沈殿 中間塩素 急速ろ過	凝集沈殿 中間塩素 急速ろ過	塩素処理 紫外線消毒処理	塩素処理のみ
着水井	池数:2 池 実容量:179.5m ³	池数:2 池 実容量:188.2m ³	—	—
急速混和池	池数:2 池 実容量:36.5m ³ /池	池数:2 池 実容量:53.84m ³	—	—
フロック形成池	池数:2 池 実容量:772.1m ³ /池	池数:2 池 実容量:710.1m ³	—	—
薬品沈殿池	横流式 池数:2 池 実容量:2,220m ³ /池	横流式 池数:2 池 実容量:2,577m ³	—	—
急速ろ過池	アンスラサイト・砂二層 池数:16 池 ろ過池面積:26.4m ² /池	アンスラサイト・砂二層 池数:16 池 ろ過池面積:27.7m ² /池	—	—
高度浄水処理	粉末活性炭処理	粉末活性炭処理	—	—
配水池	配水池:10,000m ³ ×5 池 配水塔:2,200m ³ ×1 塔		PC:5,000m ³ RC:3,300m ³	白銀系 PC:4,000m ³ RC:2,000m ³ 鉄砲平系 4,500m ³
污泥処理施設	天日乾燥床:1,000m ² ×4 池 1,500m ² ×4 池 900m ² ×2 池 濃縮槽:1,000m ³ ×2 槽		—	—

4.3.1 白山浄水場

白山浄水場は凝集・沈殿-中間塩素-急速ろ過方式で浄水処理を行っている。浄水プロセスにより発生した汚泥は、沈殿池底部に堆積し、掻寄機により排泥ピットに集泥される。これらは、定期的に排泥ピットから引き抜かれ、排泥池、濃縮槽へと移送される。その過程で汚泥は濃縮され、最終的には天日乾燥床へと送られ、脱水された浄水発生土はセメント原料や培養土原料として有効利用している。

白山浄水場の水質管理は、職員による pH 値、アルカリ度、残留塩素、ジャーテスト等の毎日試験を行っているほか、水質自動計器により常時監視を行っている。また、危機管理対策の一環から、毒物などの流出事故に備え魚を用いた検知用水槽を設置し、原水と沈でん水の連続監視を行っている。

白山浄水場の浄水処理の工程図を図 2 に示す。

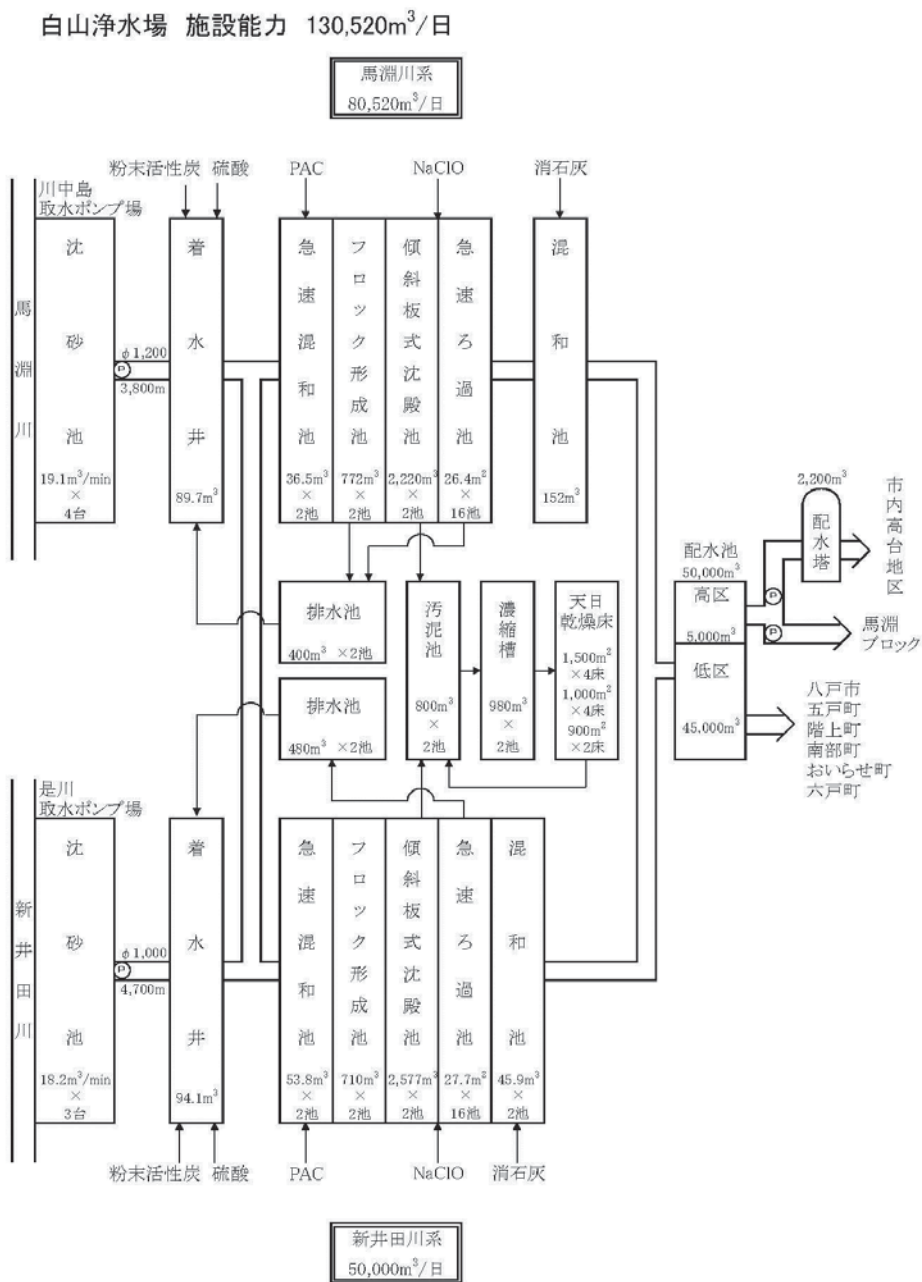


図 2 白山浄水場 浄水工程図

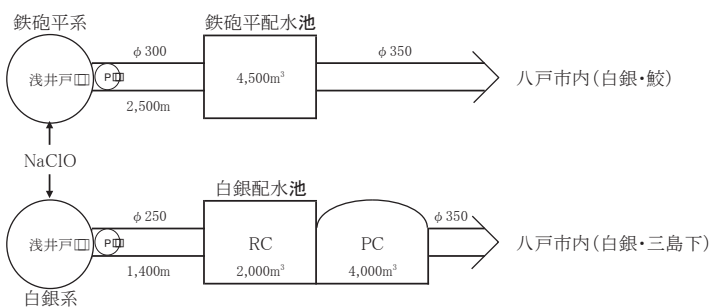
4.3.2 三島浄水場および蟹沢浄水場

三島浄水場では、塩素消毒のみの浄水処理を行っている。また、蟹沢浄水場では塩素消毒のほか、病原微生物の汚染対応のため紫外線を用いた浄水処理を採用している。

三島浄水場及び蟹沢浄水場では、濁度計や残留塩素計を設置し、水質変動を連続的に監視している。

図 3 に三島浄水場および蟹沢浄水場の浄水処理工程図を示す。

三島浄水場 施設能力 10,000m³/日



蟹沢浄水場 施設能力 15,000m³/日

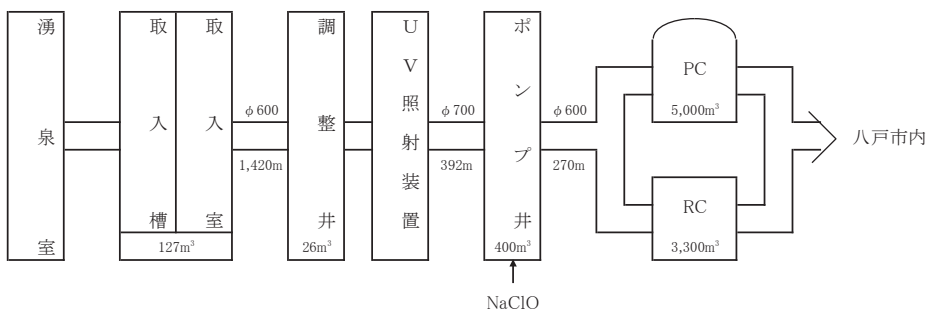


図 3 三島浄水場および蟹沢浄水場 浄水工程図

4.4 放射性物質の測定方法

4.4.1 ガンマ線スペクトルの測定

放射性物質の濃度測定は、セイコー・イージーアンドジー株式会社製、ゲルマニウム半導体検出器システムを用いた。放射性物質から放出される電離放射線のひとつであるガンマ線を測定する装置である。検出器は GEM10P4-70 型で効率は 12.5% である。検出器は熱に起因するノイズを除去するために液体窒素を用いて冷却するが、用いたポータブル型クライオスタットは図 4 で中央付近の筒型のもので容量 7 リットルである。測定データは図 4 で右側にある MCA7600 型マルチチャンネルアナライザーで解析する。自然界にある様々な放射線の影響を抑えるために図 4 で左側の試料室は鉛ブロック等で遮へいしている。鉛の厚さは 50 mm で内側に銅板厚さ 2 mm とアクリル板 8 mm も設置している。内部の様子を図 5 に示す。

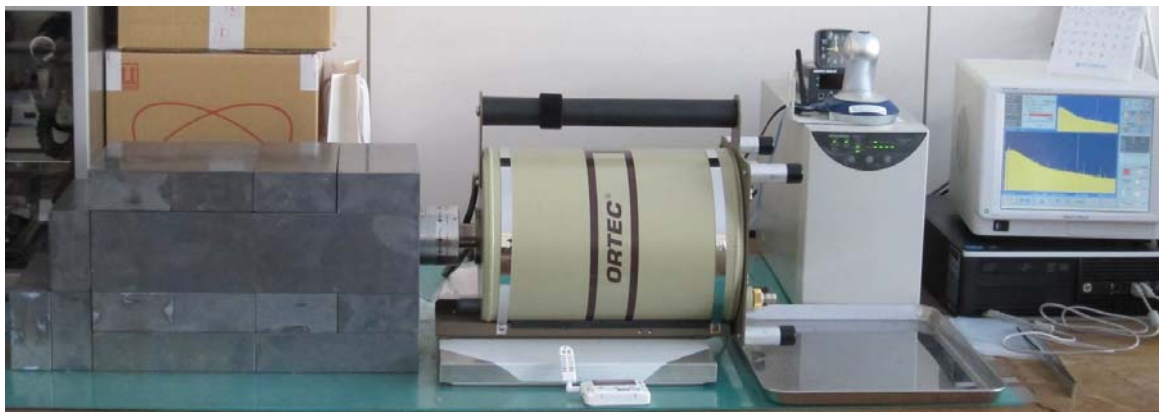


図 4 ゲルマニウム半導体検出器

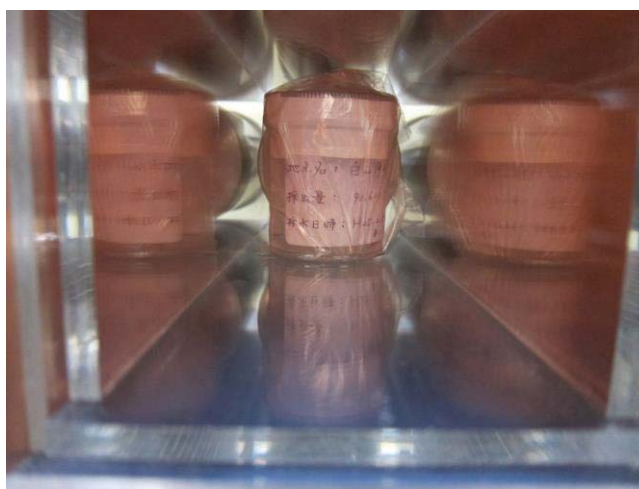


図 5 遮へい体に囲まれた試料室内部の様子

4.4.2 測定用容器

測定用検体はU-8型容器を入れ測定した。U-8型容器はスチロール製でフタを除き、高さ62 mm、底面直径50 mm、底厚2.5 mmである。図6には白山浄水場天日乾燥床からの検体と浄水の検体の例を示した。測定用容器に充填した際の重量は、水試料の場合90.6 gとなり、体積はおおよそ90 cm³である。測定試料は試料室が汚れないように薄手(厚さ0.03 mm)のビニール袋に入れて測定に供した。容器の再利用はしない。

例に示すように浄水場天日乾燥床からの浄水汚泥試料などの検体では重量が約97.8 gとなるなど、底質などの土壌試料では比重が1より大きくなっており、重量の最大は約180 gあまりとなる場合もあった。したがって、自己遮へいによる減衰がある。厳密な幾何学的関係を考慮した解析も可能であるが、計測時の検体試料と検出器の配置を考えて最大の厚さを50 mmとして概算する。Cs-137の壊変に伴って放出されるγ線のエネルギーが662keVであることを考慮し、アイソトープ手帳11版(社団法人日本アイソトープ協会編集発行、平成23年pp.154-155)により、光子エネルギーが0.6MeV(600 keV)の場合のデータを利用する。密度が1kg/m³の水と密度が2.1kg/m³のコンクリートの場合、それぞれの質量エネルギー吸収係数(μ/ρ)は、 3.284×10^{-3} m²/kg、 3.015×10^{-3} m²/kgであるので、γ線の減衰は以下の式で計算できる。

$$\frac{I}{I_0} = e^{-\mu/\rho \rho d}$$

ここで、左辺は元の強度と遮へいによって源弱した強度の比である。質量エネルギー吸収係数と密度と最大厚さ50 mmを入れて計算すると、水の場合、強度の比は0.9998、コンクリートの場合、強度の比は0.9996となる。統計誤差などの様々な因子を考慮し、自己遮へいによる減衰の寄与は十分小さい。



図6 測定検体の例

4.4.3 標準線源による校正

測定に先立って放射能標準ガンマ体積線源 (MX033V8PP、日本アイソトープ協会、5 個セット) を用いて検出器の校正を行った。線源の校正の結果、2011 年 12 月 1 日を基準日として Cs-137 の放射能は 3.437×10^2 Bq 相対拡張不確かさは 4.7% となっている線源番号は 1693 で質量 94.0 g を定量の基準として用いた。

4.4.4 測定時間と解析

解析対象放射性ヨウ素 (I-131)、放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) とした。これらの事前の測定結果から検出限界を 1 kg あたり 10 Bq 以下とするため、計測時間は 7200 秒間 (2 時間) とした。また検出限界を 1 キログラムあたり 5 ベクレル以下とするため、計測時間は 72000 秒間 (20 時間) とした。セイコー・イージーアンドジー株式会社ガンマスタジオを用いた定量分析を行った。

ゲルマニウム半導体検出器を用いて得られる典型的な測定データは図 7 および図 8 に示すガンマ線のエネルギースペクトルである。横軸は放射性物質から放出されるガンマ線のエネルギーに対応したチャンネル、縦軸はその強度を示している。例えば放射性セシウム (Cs-137) が存在する場合 662 keV に対応するチャンネル、この場合およそ 1324 チャンネルにカウントされる。エネルギーの単位である「keV」はキロエレクトロンボルトと読む。カウントは放射線の強さすなわち放射性物質の数量の対応している。放射能標準ガンマ体積線源など、あらかじめ数量の分かっている放射性物質と比較することにより定量的測定を行い、1 kg あたりの数量 (ベクレル) を求めた。

測定は試料採取後、順次速やかに開始している。概ね数日で測定は完了するが、測定試料が多い場合には 1 ヶ月程度を要する場合もあった。測定結果は後に示すが、測定された放射性物質濃度は小さく、対応するチャンネルでカウントされた計測数は 100 カウント程度であった。統計誤差は 100 カウントであれば 10 % となる。したがって、測定結果には数パーセントの統計誤差を含んでいる事、試料採取後の測定までの時間にもバラツキがある事、放射性物質濃度が極めて小さい事を鑑み、測定結果の有効数字は 1 桁で表示している。

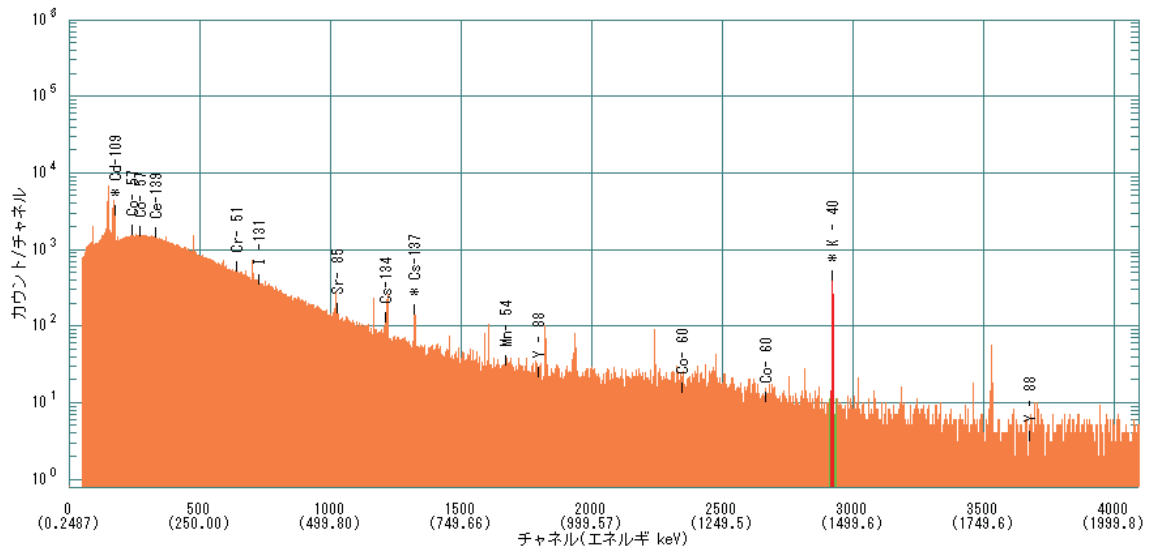


図 7 ガンマ線エネルギースペクトルの例(是川取水場 底質)

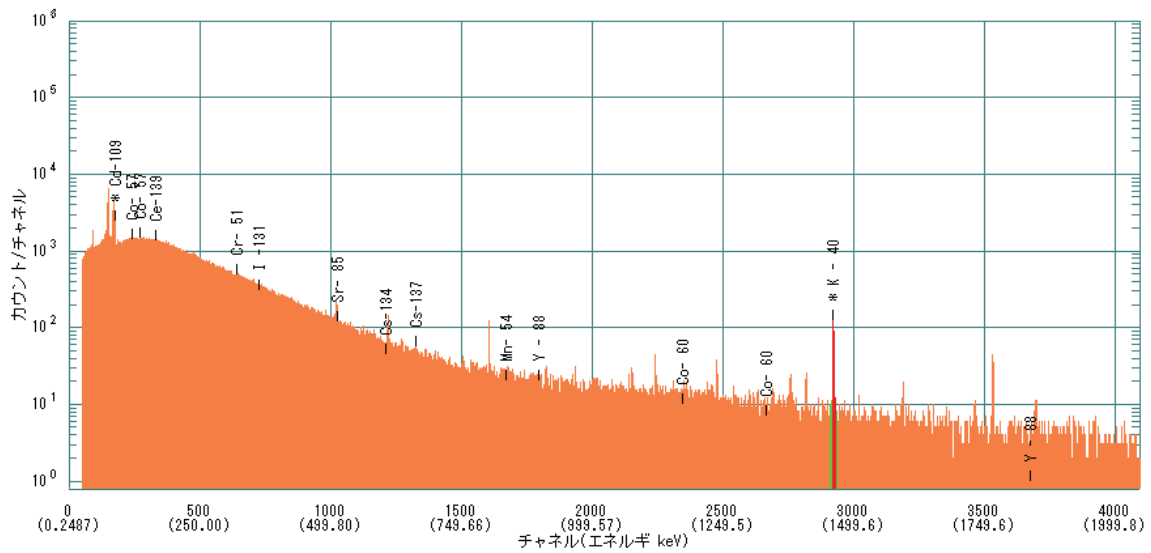


図 8 ガンマ線エネルギースペクトルの例(白山浄水場 浄水)

4.5 サンプルング地点の位置

白山浄水場および川中島取水場、是川取水場、馬淵川水系および新井田川水系の河川、三島浄水場および蟹沢浄水場のサンプルング地点の位置関係を図 9 に示す。



馬淵川水系 ①川中島取水ポンプ場 ②川原橋 ③薬師橋
新井田川水系 ④是川取水ポンプ場 ⑤世増ダム ⑥萩田橋 ⑦泥ノ木橋

図 9 調査対象検体サンプルング地点の位置

5. 調査結果

調査結果は放射性ヨウ素(I-131)および放射性セシウム(Cs-134、Cs-137)を対象としており、数値の単位はBq/kg(1 kgあたりのベクレル)である。なお、本研究を始める以前に八戸圏域水道企業団により採取されたデータ(白山浄水場浄水・三島浄水場浄水・浄水発生汚泥)についても併せて記載した。

5.1 水源・流域

5.1.1 馬淵川底質

馬淵川底質試料は上流域として薬師橋(一戸町)、中流域として川原橋(二戸市)、下流域として川中島取水場(八戸市)から採取したもので、その測定結果を表 10 に示す。

放射性ヨウ素(I-131)は全て検出限界以下、放射性セシウム(Cs-137)は1 kgあたり最大6 Bqであり、放射性セシウム(Cs-134)も同時に測定される場合もあった。放射性ヨウ素(I-131)は半減期が8日程度と短いことから検出されないことは予想された結果である。放射性セシウムは環境省調査の岩手県北の農地土壌からも同レベルで検出されていることから、その検出は有為な結果であると考えられる。なお、半減期は物理的半減期とよばれるもので、放射性物質が放射線を放出し別の物質に変化する際、半分が別の物質に変化するまでの時間を表している。放射性ヨウ素(I-131)の場合には半減期が約8日なので放射性ヨウ素(I-131)ができてから8日で半分となり、16日後に4分の1、80日後には約1000分の1に減少することになる。放射性ヨウ素(I-131)は放射線を放出した後は、放射線を出さないキセノン(Xe)という希ガスに変化する。

表 10 馬淵川水系河川底質測定結果

採取地点	採取日	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)
上流域 薬師橋(一戸町)	H24/05/17	<1	3	4
	H25/08/12	<6	<4	6
中流域 川原橋(二戸市)	H24/05/17	<2	<1	2
	H25/08/12	<5	<3	<4
下流域 川中島取水場(八戸市)	H24/06/08	<1	1	3
	H25/08/12	<6	<4	<4

5.1.2 新井田川底質および世増ダム底質

新井田川底質試料は上流域として世増ダムへの流入河川である瀬月内川泥ノ木橋(九戸村)と雪谷川萩田橋(軽米町)、中流域として世増ダム新水吉橋、ダムサイト及び放流地点、下流域としては川取水場(八戸市)から採取したもので、その測定結果を表 11 に示す。

放射性ヨウ素(I-131)は検出限界以下、放射性セシウム(Cs-137)は1 kgあたり最大 18 Bq であり、放射性セシウム(Cs-134)も同時に測定される場合もあった。放射性ヨウ素(I-131)は半減期が短いことから検出されないことは予想された結果である。放射性セシウムは馬淵川水系と同様に環境省調査の岩手県北の農地土壌からも同レベルで検出されていることから、その検出は有為な結果であると考えられる。また、ダムサイトで最大値が検出されており、流入による蓄積や沈殿堆積の影響がある可能性を示している。

表 11 新井田川水系河川底質測定結果

採取地点		採取日	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	
上流域	泥ノ木橋(九戸村)	H24/06/26	<1	3	5	
		H25/08/08	<6	<4	7	
	萩田橋(軽米町)	H24/06/26	<2	2	4	
		H25/08/08	<6	<4	<4	
中流域	新水吉橋	H24/07/24	<2	4	9	
		H25/08/20	<9	<5	7	
	世増ダム	ダムサイト	H24/07/24	<2	10	18
			H25/08/20	<8	<6	<6
	放流地点	H24/06/26	<1	2	3	
		H25/08/08	<5	<4	14	
下流域	是川取水場(八戸市)	H24/07/09	<1	2	3	
		H25/08/08	<5	<4	7	

5.1.3 世増ダム貯留水

世増ダム貯留水水質の測定結果(表 12～表 14)は、世増ダムダムサイト付近の表層部、中層部、底層部から採取したものである。

放射性ヨウ素(I-131)は検出限界以下、放射性セシウム(Cs-137)と放射性セシウム(Cs-134)も検出限界以下であった。放射性ヨウ素(I-131)は半減期が短いことから検出されないことは予想された結果である。放射性セシウムはダムサイト等の底質で検出される場合があっても、貯留水からは検出されないことが確認された。

表 12 世増ダム貯留水表層水質測定結果

採水日	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	水温 (°C)	濁度 (度)	色度 (度)	pH	導電率 (mS/m)
H24/08/07	<3	<2	<2	22.2	13	12	7.46	11.9
H25/08/20	<3	<2	<2	24.4	3.5	13	8.97	13.2
測定回数	2	2	2	2	2	2	2	2
検出回数	0	0	0	—	—	—	—	—

表 13 世増ダム貯留水中層水質測定結果

採水日	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	水温 (°C)	濁度 (度)	色度 (度)	pH	導電率 (mS/m)
H24/08/07	<3	<2	<2	20.0	2.9	12	6.92	17.0
H25/08/20	<3	<2	<2	19.2	1.5	8.4	7.31	13.2
測定回数	2	2	2	2	2	2	2	2
検出回数	0	0	0	—	—	—	—	—

表 14 世増ダム貯留水底層水質測定結果

採水日	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	水温 (°C)	濁度 (度)	色度 (度)	pH	導電率 (mS/m)
H24/08/07	<3	<2	<2	4.8	2.8	6.0	8.11	11.8
H25/08/20	<3	<2	<2	6.9	6.3	5.8	6.93	15.2
測定回数	2	2	2	2	2	2	2	2
検出回数	0	0	0	—	—	—	—	—

5.1.4 馬渡川表流水

馬渡川表流水水質の測定結果を表 15 に示す。

放射性ヨウ素(I-131)は検出限界以下、放射性セシウム(Cs-137)と放射性セシウム(Cs-134)も検出限界以下であった。放射性ヨウ素(I-131)は半減期が短いことから検出されないことは予想された結果である。放射性セシウムも検出されなかった。

表 15 馬渡川表流水水質測定結果

採水日	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	水温 (°C)	濁度 (度)	色度 (度)	pH	導電率 (mS/m)
H24/04/09	<3	<2	<2	8.0	16	5.6	7.93	18.4
10/01	<3	<2	<2	16.2	190	40	7.65	12.2
10/08	<3	<2	<2	13.2	3.3	5.8	7.80	20.9
H25/04/08	<3	<2	<2	5.5	1.1	4.7	8.25	18.5
10/07	<3	<2	<2	14.2	0.9	4.3	8.07	21.6
測定回数	5	5	5	5	5	5	5	5
検出回数	0	0	0	—	—	—	—	—

5.2 浄水処理工程

5.2.1 馬淵川原水

馬淵川原水水質の測定結果は表 16 に示すとおりで、平成 24 年 2 月から平成 25 年 10 月にかけて採取したものである。

放射性ヨウ素(I-131)は検出限界以下、放射性セシウム(Cs-137)と放射性セシウム(Cs-134)も検出限界以下であった。放射性ヨウ素(I-131)は半減期が短いことから検出されないことは予想された結果である。放射性セシウムは馬淵川水系の河川底質で検出される場合があっても、河川水からは検出されることはなかった。

平常時の馬淵川の原水濁度はおおむね 10 度以下であるが、台風等に伴う降雨の影響で平成 24 年 7 月 17 日には濁度 210 度、平成 24 年 10 月 1 日には濁度 180 度、平成 25 年 9 月 16 日には濁度 2400 度となった。放射性セシウムは濁質成分に吸着しやすい性質であることから、その高濁度時の原水と、浄水処理への影響をみるためにろ過水または浄水についても臨時で測定を行った。その結果、放射性ヨウ素、放射性セシウムのいずれも検出限界以下であった。(平成 24 年 7 月 17 日の浄水の結果は表 18 に記載。)

表 16 馬淵川原水および高濁度時ろ過水水質測定結果

採水日	馬淵川原水					白山浄水場 ろ過水(馬淵系)					残留塩素 (mg/L)	
	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	濁度 (度)	色度 (度)	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	濁度 (度)	色度 (度)		
H24/02/14	<10	<8	<8									
04/10	<3	<2	<2	30	13							
05/08	<3	<2	<2	15	10							
06/12	<3	<2	<2	3.2	7.5							
07/10	<3	<2	<2	7.6	9.1							
07/17	<3	<2	<2	210	29	<3	<2	<2	<0.1	0.5	0.6	*1
08/07	<3	<2	<2	8.0	14							
09/11	<3	<2	<2	3.2	8.5							
10/01	<3	<2	<2	180	28	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.8	*2
10/09	<3	<2	<2	2.6	6.7							
11/06	<3	<2	<2	0.9	6.2							
12/04	<3	<2	<2	1.9	5.6							
H25/01/08	<3	<2	<2	2.9	4.9							
02/05	<3	<2	<2	3.7	6.4							
03/12	<3	<2	<2	0.3	1.2							
04/16	<3	<2	<2	10	8.1							
05/14	<3	<2	<2	5.9	6.3							
06/05	<3	<2	<2	3.3	8.1							
07/09	<3	<2	<2	6.0	10							
08/06	<3	<2	<2	3.2	6.2							
09/10	<3	<2	<2	10	6.2							
09/16	<3	<2	<2	2400	140	<3	<2	<2	<0.1	0.6	0.8	*2
10/07	<3	<2	<2	2.9	6.7							
測定回数	23	23	23	22	22	2	2	2	2	2	2	
検出回数	0	0	0	—	—	0	0	0	—	—	—	

*1 原水高濁度となり浄水(馬淵系と新井田系の混合)を臨時で測定。 *2 原水高濁度となりろ過水も臨時で測定。

5.2.2 新井田川原水

新井田川原水水質の測定結果は表 17 に示すとおりで、平成 24 年 2 月から平成 25 年 10 月にかけて採取したものである。

放射性ヨウ素(I-131)は検出限界以下、放射性セシウム(Cs-137)と放射性セシウム(Cs-134)も検出限界以下であった。放射性ヨウ素(I-131)は半減期が短いことから検出されないことは予想された結果である。放射性セシウムは新井田川水系の河川底質で検出される場合があっても、河川水からは検出されることはなかった。

新井田川における平常時の原水濁度はおおむね 10 度以下であるが、平成 24 年 10 月 1 日には濁度 88 度、平成 25 年 9 月 16 日には濁度 280 度と平常時よりも高濁度となった。馬淵川水系と同様に、高濁度時の原水およびろ過水について臨時で測定を行った結果、放射性ヨウ素や放射性セシウムは検出限界以下であった。

表 17 新井田川原水および高濁度時ろ過水水質測定結果

採水日	新井田川原水					白山浄水場ろ過水(新井田系)					残留塩素 (mg/L)	
	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	濁度 (度)	色度 (度)	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	濁度 (度)	色度 (度)		
H24/02/14	<10	<8	<7									
04/10	<3	<2	<2	14	8.6							
05/08	<3	<2	<2	3.9	8.0							
06/12	<3	<2	<2	4.7	7.6							
07/10	<3	<2	<2	5.2	12							
07/17	<3	<2	<2	14	13							
08/07	<3	<2	<2	11	12							
09/11	<3	<2	<2	2.6	7.2							
10/01	<3	<2	<2	88	41	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.9	*3
10/09	<3	<2	<2	3.0	10							
11/06	<3	<2	<2	1.4	6.0							
12/04	<3	<2	<2	1.9	4.5							
H25/01/08	<3	<2	<2	1.1	3.8							
02/05	<3	<2	<2	1.3	4.2							
03/12	<3	<2	<2	3.0	7.0							
04/16	<3	<2	<2	3.4	5.6							
05/14	<3	<2	<2	4.7	6.4							
06/05	<3	<2	<2	6.4	6.5							
07/09	<3	<2	<2	4.4	7.3							
08/06	<3	<2	<2	5.3	8.8							
09/10	<3	<2	<2	7.1	8.6							
09/16	<3	<2	<1	280	38	<3	<2	<2	<0.1	0.5	0.8	*3
10/07	<3	<2	<2	2.7	10							
測定回数	23	23	23	22	22	2	2	2	2	2	2	
検出回数	0	0	0	—	—	0	0	0	—	—	—	

*3 原水高濁度となりろ過水も臨時で測定。

5.2.3 白山浄水場浄水

白山浄水場浄水水質の測定結果は表 18 に示すとおりで、平成 23 年 3 月から平成 25 年 10 月にかけて採取したものである。

放射性ヨウ素(I-131)は検出限界以下、放射性セシウム(Cs-137)と放射性セシウム(Cs-134)も検出限界以下であった。放射性ヨウ素(I-131)は半減期が短いことから検出されないことは予想された結果である。放射性セシウムは馬淵川原水及び新井田川原水からも検出されなかったことから予想された結果であった。

表 18 白山浄水場浄水 水質測定結果

採水日	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	濁度 (度)	色度 (度)	残留塩素 (mg/L)
H23/03/25	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
03/26	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
03/27	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
03/28	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
03/29	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
03/30	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
03/31	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
04/01	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
04/02	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
04/03	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
04/04	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
04/05	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
04/06	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
04/07	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
04/08	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
04/11	<2.4	<2.7	<2.9	<0.1	<0.5	0.6
04/14	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
04/18	<2.4	<2.2	<2.7	<0.1	<0.5	0.6
04/21	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
04/25	<2.5	<2.4	<3.2	<0.1	<0.5	0.5
04/28	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
05/02	<2.5	<2.2	<2.7	<0.1	<0.5	0.5
05/06	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
05/09	<2.2	<2.3	<2.8	<0.1	<0.5	0.5
05/12	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
05/16	<2.6	<2.7	<3.2	<0.1	<0.5	0.5
05/19	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
05/23	<2.3	<2.2	<2.6	<0.1	0.5	0.5
05/26	<1.5	—	<1.5	<0.1	0.5	0.5
05/30	<2.3	<2.1	<2.6	<0.1	0.5	0.6
06/02	<1.5	—	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
06/06	<2.2	<2.3	<2.6	<0.1	0.5	0.5
06/09	<1.5	—	<1.5	<0.1	0.5	0.5
06/13	<2.4	<2.7	<2.7	<0.1	0.7	0.5
06/16	<1.5	—	<1.5	<0.1	0.5	0.5
06/20	<2.3	<2.1	<3.2	<0.1	0.6	0.4
06/23	<1.5	—	<1.5	<0.1	0.6	0.5
06/27	<2.5	<2.9	<2.7	<0.1	0.5	0.6
06/30	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.6	0.6
07/04	<4.6	<4.8	<4.4	<0.1	0.5	0.6
07/07	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.6	0.6
07/11	<5.7	<5.5	<5.7	<0.1	0.6	0.5
07/14	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.8	0.5
07/21	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.6	0.5
07/25	<3.5	<4.8	<6.2	<0.1	0.6	0.5

採水日	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	濁度 (度)	色度 (度)	残留塩素 (mg/L)
07/28	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.7	0.5
08/04	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.6	0.5
08/09	<4.4	<5.5	<4.4	<0.1	0.6	0.5
08/11	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.5	0.6
08/18	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.6	0.6
08/25	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.7	0.7
09/01	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.5	0.7
09/08	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.7	0.7
09/13	<7.6	<8.4	<6.8	<0.1	0.6	0.6
09/15	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.7	0.6
09/22	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	<0.5	0.7
09/29	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	<0.5	0.7
10/06	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	<0.5	0.6
10/11	<7.5	<7.9	<6.8	<0.1	0.5	0.6
10/13	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.5	0.6
10/20	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.5	0.6
10/27	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.6	0.6
11/02	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.5	0.6
11/08	<10	<7	<8	<0.1	0.6	0.6
11/10	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.5	0.6
11/17	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	0.5	0.6
11/24	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	<0.5	0.6
12/01	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
12/08	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
12/13	<11	<9	<9	<0.1	<0.5	0.5
12/15	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
12/22	<1.5	<1.5	<1.5	<0.1	<0.5	0.5
H24/01/10	<12	<10	<8	<0.1	<0.5	0.5
02/14	<11	<9	<8	<0.1	<0.5	0.4
03/13	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.5
04/10	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.6
05/08	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.4
06/12	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.5
07/10	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.5
07/17	<3	<2	<2	<0.1	0.5	0.6
08/07	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.6
09/11	<3	<2	<2	<0.1	0.6	0.6
10/09	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.8
11/06	<3	<2	<2	<0.1	0.5	0.6
12/04	<3	<2	<2	<0.1	0.5	0.5
H25/01/08	<3	<2	<2	<0.1	0.5	0.6
02/05	<3	<2	<2	<0.1	0.3	0.5
03/12	<3	<2	<2	<0.1	0.3	0.5
04/16	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.5
05/14	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.5
06/05	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.6
07/09	<3	<2	<2	<0.1	0.6	0.5
08/06	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.6
09/10	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.6
10/07	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.6
測定回数	95	69	95	95	95	95
検出回数	0	0	0	—	—	—

5.2.4 三島浄水場浄水

三島浄水場浄水水質の測定結果(表 19)は、平成 23 年 3 月から平成 25 年 10 月まで採取したものである。放射性ヨウ素(I-131)は検出限界以下、放射性セシウム(Cs-137)と放射性セシウム(Cs-134)も検出限界以下であった。

表 19 三島浄水場浄水 水質測定結果

採水日	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	濁度 (度)	色度 (度)	残留塩素 (mg/L)
H23/03/25	<2.2	<2.3	<2.5	<0.1	<0.5	0.3
03/28	<2.3	<1.7	<3.2	<0.1	<0.5	0.3
03/31	<2.9	<2.8	<3.7	<0.1	<0.5	0.3
04/04	<2.3	<2.8	<2.7	<0.1	<0.5	0.3
04/07	<2.4	<2.5	<2.9	<0.1	<0.5	0.3
04/11	<2.6	<2.6	<2.9	<0.1	<0.5	0.4
04/18	<2.5	<2.2	<2.7	<0.1	<0.5	0.3
04/25	<2.4	<2.1	<2.5	<0.1	<0.5	0.3
05/02	<2.8	<2.9	<3.7	<0.1	<0.5	0.4
05/09	<2.5	<2.1	<2.4	<0.1	<0.5	0.2
05/16	<2.3	<2.4	<2.7	<0.1	<0.5	0.3
05/23	<2.2	<2.3	<2.7	<0.1	<0.5	0.3
05/30	<2.5	<2.6	<3.3	<0.1	<0.5	0.3
06/06	<2.3	<2.6	<2.4	<0.1	<0.5	0.3
06/13	<2.3	<1.8	<2.8	<0.1	<0.5	0.3
06/20	<2.5	<2.3	<3.2	<0.1	<0.5	0.3
06/27	<6.0	<2.0	<5.7	<0.1	<0.5	0.3
07/04	<6.0	<5.5	<5.7	<0.1	<0.5	0.4
07/11	<5.3	<5.2	<5.7	<0.1	<0.5	0.4
07/25	<3.8	<6.5	<5.7	<0.1	<0.5	0.3
08/09	<4.4	<3.5	<6.2	<0.1	<0.5	0.3
09/13	<5.4	<5.7	<6.3	<0.1	<0.5	0.2
10/11	<6.6	<9.2	<6.3	<0.1	<0.5	0.3
11/08	<10	<9	<8	0.1	<0.5	0.3
12/13	<11	<8	<8	<0.1	<0.5	0.3
H24/01/10	<12	<9	<8	<0.1	<0.5	0.3
02/14	<10	<8	<7	<0.1	<0.5	0.3
03/13	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.3
04/10	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.3
07/10	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.3
10/09	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.2
H25/01/08	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.3
04/16	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.3
07/08	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.3
10/07	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.3
測定回数	35	35	35	35	35	35
検出回数	0	0	0	—	—	—

5.2.5 蟹沢浄水場浄水

蟹沢浄水場浄水水質の測定結果(表 20)は、平成 24 年 4 月から平成 25 年 10 月まで採取したものである。

放射性ヨウ素(I-131)は検出限界以下、放射性セシウム(Cs-137)と放射性セシウム(Cs-134)も検出限界以下であった。

表 20 蟹沢浄水場浄水 水質測定結果

採水日	I-131 (Bq/kg)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	濁度 (度)	色度 (度)	残留塩素 (mg/L)
H24/04/10	<3	<2	<2	0.1	<0.5	0.3
07/09	<3	<2	<2	0.1	0.7	0.3
10/09	<3	<2	<2	0.7	<0.5	0.2
H25/01/08	<3	<2	<2	<0.1	<0.5	0.3
04/16	<3	<2	<2	<0.1	0.6	0.3
08/06	<3	<2	<2	<0.1	0.5	0.3
10/07	<3	<2	<2	0.2	<0.5	0.3
測定回数	7	7	7	7	7	7
検出回数	0	0	0	—	—	—

5.3 浄水発生土

浄水発生土は浄水場等での浄水処理工程で発生する泥土である。取水場(川中島・是川)では、沈砂池底部に堆積した汚泥を排砂池へ移送して乾燥させる。その後、ストックヤードで一時保管したのちに、セメント原料や培養土原料として有効利用している。白山浄水場の浄水プロセスにより発生した汚泥は、沈殿池底部に堆積し、掻寄機により排泥ピットへと集泥される。これらは定期的に排泥ピットから引き抜かれ、汚泥池、濃縮槽へと移送され、最終的には天日乾燥床へと送られる。その過程で汚泥は固液分離により濃縮され、脱水された浄水発生土はセメント原料や培養土原料として有効利用している。排砂池もしくは天日乾燥床に汚泥を一定量打込み終了たものを1つのロットとして管理し、「汚泥打込み終了時」「乾燥後」「一時保管(ストックヤードへ移送)」「最終処分前」の工程ごとに測定を行った。汚泥処理工程の概略を図 10 に示す。

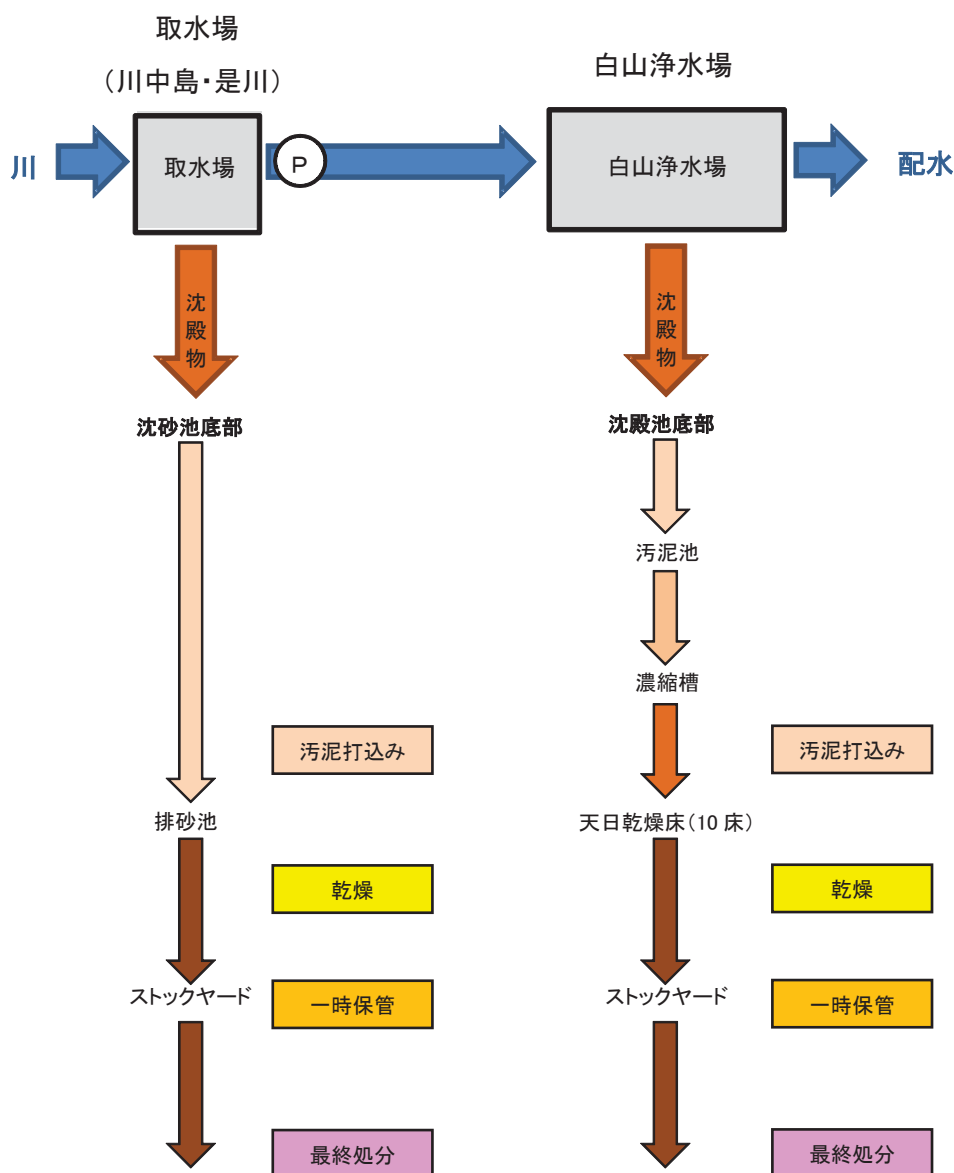


図 10 汚泥処理工程の概略

5.3.1 川中島取水場排砂池汚泥

馬淵川系原水を白山浄水場へ導水している川中島取水場の排砂池汚泥の測定結果を表 21 に示す。

放射性ヨウ素(I-131)は検出限界以下であった。これは、放射性ヨウ素(I-131)は半減期が短いことから検出されないことは予想された結果である。一方、放射性セシウム(Cs-137)と放射性セシウム(Cs-134)については検出されることがあった。このことは、馬淵川水系の河川底質から放射性セシウムが検出されたことから、水源流域に降下物として地表表面に沈着した放射性物質が降雨等により河川へと流出し、取水場に流入堆積したものと考えられる。

表 21 川中島取水場排砂池汚泥測定結果

ロット	採取日	I-131	Cs-134	Cs-137	汚泥処理工程
#1	H23/06/29	<2.7	9.8	13	打込み中
	10/20	<10	<20	<20	打込み終了
	H24/04/09	<2	4	7	乾燥後
	06/11	<8	<5	7	一時保管
#2	H24/07/09	<5	<5	<4	打込み中
	11/02	<7	<7	<5	打込み終了
	H25/04/12	<6	<5	10	乾燥後
	08/01	<8	<6	<5	一時保管

5.3.2 是川取水場排砂池汚泥

新井田川系原水を白山浄水場へ導水している是川取水場には排砂池を 2 池設置しており、それぞれに打込みした汚泥の測定結果を表 22 に示す。

放射性ヨウ素(I-131)はすべて検出限界以下で、半減期が短いことから検出されないことは予想された結果である。放射性セシウム(Cs-137)は最大で 52 Bq/kg、放射性セシウム(Cs-134)は最大で 42 Bq/kg 検出された。このことは馬淵川水系と同様に、新井田川水系の河川底質から放射性セシウムが検出されたことから、水源流域に降下物として地表表面に沈着した放射性物質が降雨等により河川へと流出し、取水場に流入堆積したものと考えられる。採取日ごとの測定結果を比べると、放射性セシウムの検出状況は、福島第一原子力発電所事故発生当初が最も高く、それ以降は全体的に徐々に減少傾向にある。

表 22 是川取水場排砂池汚泥測定結果

採取地点	ロット	採取日	I-131	Cs-134	Cs-137	汚泥処理工程
排砂池 No.1	#1	H23/11/08	<10	42	52	打込み終了
		H24/04/09	<2	19	28	乾燥後
		06/11	<8	15	24	一時保管
	#2	H24/06/11	<8	<6	9	打込み終了
		H25/04/12	<2	2	4	乾燥後
		06/03	<8	<6	12	一時保管
排砂池 No.2	#1	H24/11/02	<8	<5	<5	打込み終了
		H25/04/15	<3	11	21	乾燥後
		06/03	<8	12	21	一時保管

5.3.3 白山浄水場天日乾燥床汚泥

白山浄水場に 10 床ある天日乾燥床汚泥の測定結果を表 23 に示す。測定は、各天日乾燥床への汚泥打込み後、乾燥後、泥上げによるストックヤードへの一時保管時、最終処分場への搬出前に行った。

放射性ヨウ素(I-131)はすべて検出限界以下で、放射性ヨウ素(I-131)は半減期が短いことから検出されないことは予想された結果である。放射性セシウム(Cs-137)は最大で 29 Bq/kg、放射性セシウム(Cs-134)は最大で 21 Bq/kg 検出された。このことは、放射性セシウムは細かい泥土に吸着しやすい性質があるため、水環境中に混入した放射性物質が浄水処理による固液分離で汚泥へと濃縮されたものと考えられる。また、天日乾燥床汚泥からの放射性セシウムの検出状況は、福島第一原子力発電所事故発生当初と比べて減少傾向にある。

表 23 白山浄水場天日乾燥床汚泥測定結果

採取地点	ロット	汚泥打込み期間	採取日	I-131	Cs-134	Cs-137	汚泥処理工程
天日乾燥床 No.1	#1	H23/07/12 ~ 09/23	H23/10/04	<10	<20	<20	打込み終了
			H24/06/11	<8	7	17	乾燥後
		09/03	<7	13	24	最終処分前	
	#2	H24/07/11 ~ 10/05	H24/11/02	<10	<7	<8	打込み終了
			H25/07/08	<8	<5	<6	一時保管
天日乾燥床 No.2	#1	H23/07/12 ~ 09/23	H23/10/04	<10	<20	<20	打込み終了
			H24/06/11	<9	14	24	乾燥後
		09/03	<8	14	16	一時保管	
	#2	H24/09/10 ~ H25/03/07	H25/05/10	<10	<6	<7	最終処分前
			07/08	<8	<6	<6	打込み終了
							乾燥後
天日乾燥床 No.3	#1	H23/01/18 ~ 06/12	H23/06/29	<3.2	17	20	打込み終了
			11/08	<10	<20	<20	乾燥後
		H24/05/07	<9	<6	<8	一時保管	
	#2	H24/06/11 ~ H25/01/23	H25/05/10	<3	<2	<2	打込み終了
			06/03	<8	<5	<6	乾燥後
		07/08	<8	<6	<6	一時保管	
#3	H25/06/10 ~ 06/20	H25/09/06	<9	<6	<6	打込み終了	
		10/07	<8	<6	<6	乾燥後	
天日乾燥床 No.4	#1	H23/09/21 ~ 11/21	H23/12/06	<10	<20	<20	打込み終了
			H24/06/11	<9	<6	6	乾燥後
		09/03	<8	6	6	最終処分前	
	#2	H24/11/13 ~ 11/20	H24/12/04	<10	<7	<7	打込み終了
			H25/06/03	<9	<7	<6	乾燥後
		07/08	<8	<6	<5	一時保管	
#3	H25/07/08 ~ 07/23	H25/09/06	<10	<7	<6	打込み終了	
		10/07	<8	<5	<5	乾燥後	
天日乾燥床 No.5	#1	H22/12/02 ~ H23/06/03	H23/06/29	<2.1	6.0	9.4	打込み終了
			11/08	<10	<20	<20	乾燥後
		H24/05/07	<10	<8	<7	一時保管	
	#2	H24/05/31 ~ 11/22	H24/08/02	<9	<6	<7	打込み終了
			H25/04/15	<8	<6	<6	乾燥後
		07/08	<8	<6	<5	一時保管	
#3	H25/06/25 ~ 06/24	H25/08/02	<8	<6	<6	打込み終了	
天日乾燥床 No.6	#1	H23/06/03 ~ 06/24	H23/11/08	<10	<20	29	乾燥後
			H24/04/09	<2	12	15	一時保管
	#2	H23/12/12 ~ H24/05/07	H24/05/07	<10	<7	<7	打込み終了
			08/02	<9	<6	<7	乾燥後
		10/03	<8	<5	<6	一時保管	
#3	H24/11/22 ~ 06/24	H25/04/15	<7	<5	<5	打込み終了	

採取地点	ロット	汚泥打込み期間	採取日	I-131	Cs-134	Cs-137	汚泥処理工程
		12/21	05/10	<2	<1	2	乾燥後
			06/03	<3	<2	<2	一時保管
天日乾燥床 No.7	#1	H23/06/02 ~ 06/23	H23/10/20 H24/04/09	<10 <3	<20 21	29 27	乾燥後 一時保管
	#2	H23/11/15 ~ H24/04/14	H24/05/07 08/02 10/03	<9 <7 <8	<6 14 <6	<6 24 <6	打込み終了 乾燥後 一時保管
	#3	H24/11/22 ~ 12/06	H25/04/15 05/10 06/03	<8 <8 <10	<6 <6 <8	<6 <5 <7	打込み終了 乾燥後 一時保管
天日乾燥床 No.8	#1	H23/06/02 ~ 06/23	H23/10/20 H24/04/09	<10 <3	<20 16	<20 28	乾燥後 一時保管
	#2	H23/11/15 ~ H24/01/31	H24/05/07 07/09	<9 <9	<7 <6	<6 <6	乾燥後 一時保管
	#3	H24/07/04 ~ 08/13	H24/08/02 H25/04/15 06/03	<9 <8 <9	<6 <5 <6	<6 <6 <7	打込み終了 乾燥後 一時保管
	#4	H25/05/31	H25/08/02	<8	<6	<6	打込み終了
天日乾燥床 No.9	#1	H23/09/10 ~ 11/21	H23/12/06 H24/07/09 10/03	<10 <9 <8	<20 <7 <5	<20 <7 <6	打込み終了 乾燥後 一時保管
	#2	H25/03/08 ~ 05/02	H25/07/08 08/02	<8 <8	<6 <6	<6 <6	打込み終了 乾燥後
天日乾燥床 No.10	#1	H23/09/10 ~ 11/22	H23/12/06 H24/07/09 10/03	<10 <8 <8	<20 <6 <6	<20 <6 9	打込み終了 乾燥後 一時保管
	#2	H25/03/08 ~ 05/02	H25/07/08 08/02	<8 <8	<6 <6	<6 <6	打込み終了 乾燥後

6. 考察

6.1 放射性物質の検出状況のまとめ

6.1.1 水源・流域

水源流域の調査では、馬淵川および新井田川両水系の河川底質からわずかながら放射性セシウムが検出された。これらの検出濃度は農林水産省が調査した岩手県北の農地土壌の検出オーダーとほぼ一致しており、福島第一原子力発電所から大気中へ放出された放射性物質が、水源流域へ降下物として沈着したのち、河川へ流出したものと推察され、想定された結果であると考えられる。

6.1.2 白山浄水場（馬淵川および新井田川表流水系）

馬淵川および新井田川を水源とする白山浄水場の原水および浄水を調査した結果、福島第一原子力発電所の事故発生当初から放射性ヨウ素や放射性セシウムは一度も検出されることがなかった。放射性セシウムは土壌等の濁質成分に吸着しやすい性質があるため、強い降雨時に河川へ濁質成分が流入し、原水が高濁度となったときに検出される恐れがある。しかしながら、台風等に伴う降雨の影響で原水濁度が平常時よりも非常に高くなった「高濁度時」においても、原水で不検出であったことが確認された。また、原水（高濁度時含む）で放射性ヨウ素や放射性セシウムが不検出であったので、浄水においても全て不検出であった。

6.1.3 三島浄水場・蟹沢浄水場（地下水系）

三島浄水場や蟹沢浄水場の地下水系浄水についても調査開始当初から放射性ヨウ素や放射性セシウムは全て不検出であった。環境省の調査で地下水系から検出された事例は、福島第一原子力発電所に近い2地点の井戸から一度だけ 1 Bq/L 検出されたのみで、そのほかは不検出の状況が続いている。放射性ヨウ素は半減期が 8 日間であること、また放射性セシウムは容易には地下に浸透しないことからすると、地下水系水質から放射性ヨウ素や放射性セシウムが検出されることはほとんどないものと考えられる。

6.1.4 浄水発生土

浄水処理により発生する汚泥については、環境中へ放出された放射性物質の影響により数～数 10Bq/kg で検出されることがあった。このことは、放射性セシウムは細かい泥土に吸着しやすい性質があるため、水環境中に混入した放射性セシウムが浄水処理による固液分離で汚泥へと移行し濃縮されたものと考えられる。また、天日乾燥床汚泥からの放射性セシウムの検出状況は、福島第一原子力発電所事故発生当初と比べて減少傾向にある。

6.2 放射性物質混入時の対策について

福島第一原子力発電所での事故を受け、厚生労働省では、平成23年4月に「水道水における放射性物質対策検討会」を設置し、水道水中の放射性物質の低減方策など、中長期的な水道水の安全性確保のための課題について検討を行った。そして、同年6月に国や関係地方公共団体、水道事業者などが今後取り組むべきことについて「水道水における放射性物質対策 中間とりまとめ」が公表されている。

6.2.1 水道水への影響メカニズム

「水道水における放射性物質対策 中間とりまとめ」では放射性物質の水道水への影響メカニズムについて記述している。これによると福島第一原子力発電所の事故発生直後の影響メカニズムは次の通りである。

- ① 事故発生直後から10日間程度の比較的短期間に福島第一原子力発電所から大気中へ放射性物質が大量に放出された。
- ② 大気中に放出された放射性物質が、揮発性の高い物質を中心に、風により大気中を移流・拡散した。
- ③ 大気中へ拡散した放射性物質の一部が地面表層へ降下(乾性沈着)した。
- ④ 事故発生から10日間程度の期間内の降雨により、大気中の放射性物質が地面表層に大量に降下(湿性沈着)した。
- ⑤ 降雨前の乾性沈着及び降雨時の湿性沈着により地面表層に降下した放射性物質が、雨水とともに短期間に河川に流出した。
- ⑥ 放射性物質を含む河川水が水道原水の取水口に流入。一部の水道事業者等の浄水場や給水栓から放射性物質が検出された。
- ⑦ 地面表層に降下した放射性物質が土壌等に吸着し残留。放射性セシウムは地下に容易には浸透せず地面表層に残留した。

また、放射性物質放出の減少以降の影響メカニズムは次の通りである。

- ① 福島第一原子力発電所からの放射性物質の放出量は、事故発生直後の期間と比較して大幅に減少した状況で推移した。
- ② 全般的に空間線量や降下物量が低減傾向。福島県近隣地域以外では、空間線量は平常時の範囲にまで低下した。
- ③ 地面表層に降下した放射性セシウムは土壌等に吸着した後、地下に容易には浸透せず地面表層に残留した。
- ④ 事故発生直後に大気中に放出された放射性物質は、事故発生から10日間程度の期間内の降雨により、すでに減少し、その後の降雨による影響は小さくなった。
- ⑤ 強い降雨時には、放射性セシウムが吸着した地面表層の土壌等が主として雨水流出に伴って河川に流出し、濁質成分として水道原水に流入する場合があった。
- ⑥ 放射性セシウムが水道原水に流入した場合であっても、濁度管理の徹底及び水道施設における凝集沈殿や砂濾過等の浄水処理工程により濁質成分とともに除去された。
- ⑦ 地面表層に降下した放射性セシウムは土壌等に吸着した後、地下に容易には浸透せず地面表層に残留した。

6.2.2 浄水処理による水道水中の放射性物質の低減対策

「水道水における放射性物質対策 中間とりまとめ」では、放射性ヨウ素や放射性セシウムの低減方策を以下のとおり提案している。

放射性ヨウ素については、水道原水中の放射性ヨウ素の大部分は、粒子状ヨウ素、ヨードメタン(ヨウ化メチル)を含む有機態ヨウ素、次亜ヨウ素酸又はヨウ化物イオンの形で存在すると考えられる。水中では、次亜ヨウ素酸は極めて微量で、有機物等との反応も速いため、ほとんど存在せず、粒子状ヨウ素、有機態ヨウ素又はヨウ化物イオンの形で存在すると考えられる。放射性ヨウ素の低減は、水中でのヨウ素の形態にも依存する。浄水処理工程においては、粒子状ヨウ素は凝集沈殿及び砂ろ過等によりある程度の除去が期待できる。ただし、

- ・有機態ヨウ素またはヨウ化物イオンの比率が高い場合は、通常の凝集沈殿処理では除去は困難であること
- ・有機態ヨウ素及びヨウ化物イオンが酸化されて生成する次亜ヨウ素酸は粉末活性炭により若干の低減が期待されること
- ・ヨウ化物イオンの低減は難しいと考えられるが、前弱塩素処理に粉末活性炭処理の併用で除去率の向上が期待できること

を指摘している。

放射性セシウムについては、原子力発電所から放出された後、粒子又は気体で存在するが、地面表層に降下したものが土壌及び粒子等に吸着した状態で存在するとともに、水面に降下したものが環境水中で粒子又はセシウムイオンとして存在すると考えられる。放射性セシウムは水中で粒子に吸着した状態で濁質と同様の挙動をとりやすく、濁質の除去により高い除去率が期待できるものと考えられる。このため、放射性セシウムについては、原則的に原水濁度が高濃度になる場合の濁度管理に留意すれば制御し得るものと推察されるとしている。

6.3 今後の体制について

本調査によって得られた八戸圏域の水環境および浄水処理における放射性物質の検出状況結果と国等の関係機関が公表している各種調査報告から、今後の体制については以下のように提言できる。

6.3.1 浄水処理方法

八戸圏域水道企業団の馬淵川などの水源については、一部河川底質で放射性セシウムが低レベルで検出されているものの、現在の測定結果からは、その影響を考慮する必要はない状態である。また、放射性ヨウ素については、福島第一原子力発電所からの放射性物質の放出量は大幅に減少しており、また放射性ヨウ素の物理的半減期が8日であることを考えれば、放射性ヨウ素に関する浄水処理への対策は現状では不用である。

放射性セシウムについては、国等の各種調査報告から放射性セシウムが広い範囲で土壌等から検出されており、半減期が比較的長いことから、長期間にわたり土壌等に存在し続けると考えられる。今後、強い降雨時に放射性セシウムを吸着した土壌等が河川に流出し、濁質成分として水道原水中に流入することが予想される。しかし、本調査において、降雨等の影響により水道原水が高濁度となったときでも、八戸圏域水道企業団の水源水質から放射性セシウムは一度も検出されなかった。仮に水道原水に放射性物質が混入したとしても、水道施設における凝集沈殿および砂ろ過等の浄水処理工程で濁質とともに放射性セシウムを水道水から除去することが可能であることから、浄水施設における濁度管理を従来同様適切に行うことで、水道水への影響は十分に防ぐことができると考えられる。

6.3.2 放射性物質の監視体制

現在、福島第一原子力発電所からの放射性物質の放出量は大幅に減少した状況で推移しており、河川水を水源とする水道施設に流入する放射性物質は、流域に既に蓄積されている放射性物質が河川内を流下したものと考えられる。

「水道水における放射性物質対策中間取りまとめ」において、浄水施設における濁度管理の徹底により水道水中の放射性物質が低減されることが確認されている。八戸圏域水道企業団では、これまでも浄水処理における徹底した濁度管理を行っているところであり、仮に放射性物質が原水中に混入されてきたとしても、浄水から検出される可能性は極めて低く、水道水の安全性は十分に確保できるものと推察される。また、福島第一原子力発電所の事故に伴う放射性物質の放出への対応に関しては、これまでの放射性物質の測定結果からも八戸圏域水道企業団の水源についてはその影響を考慮する必要はない状態である。したがって、福島第一原子力発電所から新たに大規模な放射性物質の放出が無い限り、今後の監視は当面不要であると考えられる。

八戸圏域水道企業団の浄水発生土からの放射性物質の検出濃度は十分に低く、クリアランスレベルを下回っていることが確認されているが、セメント原料や培養土原料として市場へ流通することも考慮して、最終処分前に測定を行うことが妥当であると考えられる。

6.3.3 大量の放射性物質が再度放出された場合の措置

今後の監視体制は当面不要ではあるが、放射性物質が再度大量放出される事態となった場合には、放射性物質を含む水道原水が水道施設に流入する可能性が高いことから、水道水の安全性確保のために以下の事項について検討しなければならない。

- ① 弱塩素処理および粉末活性炭処理の併用により水道水中の放射性ヨウ素の低減化を実施すること。

- ② 浄水処理工程で濁質の除去に合わせて放射性セシウムを除去することが十分に可能であることから、浄水施設の濁度管理の徹底に努めること。
- ③ 浄水場原水および浄水の検査を実施するとともに、水道原水中の放射性物質が高濃度時の取水制限の判断をするための緊急時の検査体制の構築を図ること。

(参考)

1. **環境省**. 東日本大震災の被災地における放射性物質関連の環境モニタリング調査:公共用水域. (オンライン) (引用日: 2013年12月20日.) http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-pw.html
2. **青森県**. 県内の放射性物質調査の結果. (オンライン) (引用日: 2014年2月14日.) http://www.pref.aomori.lg.jp/koho/housyasei_chosa.html
3. **環境省**. 東日本大震災の被災地における放射性物質関連の環境モニタリング調査:地下水質. (オンライン) (引用日: 2013年12月20日.) http://www.env.go.jp/jishin/monitoring/results_r-gw.html
4. **農林水産省**. 農地土壌の放射性物質濃度分布図の作成について. (オンライン) (引用日: 2013年12月20日.) <http://www.s.affrc.go.jp/docs/press/120323.htm>
5. **原子力規制委員会**. 文部科学省による第4次航空機モニタリングの測定結果について(平成23年12月16日). (オンライン) (引用日: 2013年12月20日.) <http://radioactivity.nsr.go.jp/ja/contents/5000/4901/view.html>
6. **厚生労働省**. 食品中の放射性物質の検査結果について(第611報). (オンライン) (引用日: 2013年12月20日.) <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002yuxx.html>
7. ー. 食品中の放射性物質の検査結果について(第768報). (オンライン) (引用日: 2013年12月20日.) <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/0000029616.html>
8. ー. 水道水における放射性物質対策について検討会報告(中間取りまとめ). (オンライン) (引用日: 2013年12月20日.) <http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001g9fq.html>

付表 I 主な放射性核種の半減期

核種	半減期
ナトリウム 24 ^{24}Na	15.0 時間
ラドン 222 ^{222}Rn	3.8 日
ヨウ素 131 ^{131}I	8.0 日
コバルト 60 ^{60}Co	5.3 年
ストロンチウム 90 ^{90}Sr	28.8 年
セシウム 134 ^{134}Cs	2.1 年
セシウム 137 ^{137}Cs	30 年
ラジウム 226 ^{226}Ra	1600 年
プルトニウム 239 ^{239}Pu	2.4 万年
ウラン 238 ^{238}U	45 億年

付表 II 食品中の放射性物質の基準値

放射性セシウムの暫定規制値 (H24.3.31 まで)		→	放射性セシウムの新基準値 (H24.4.1 から)	
食品群	規制値		食品群	基準値
飲料水	200		飲料水	10
牛乳・乳製品	200		牛乳	50
野菜類	500		一般食品	100
穀類				
肉・卵・魚・その他				
			乳児用食品	50

付表Ⅲ 水道関連で福島第一原子力発電所事故に伴い厚生労働省が発出した通知等

【平成 23 年 3 月 15 日分】

次亜塩素酸ナトリウム使用量の適正管理等について

被災や計画停電により次亜塩素酸ナトリウムの供給不足が懸念されるため、次亜塩素酸ナトリウムの使用量の適正管理に努めるよう各都道府県水道行政担当部局に対し依頼するもの(健康局水道課)

原子力発電所の被災に伴う水道水での対応について(情報提供)

原子力発電施設の事故等に対する水道における対応について、各都道府県水道行政担当部局および水道事業者に対し情報提供するもの(健康局水道課)

【平成 23 年 3 月 18 日分】

原子力発電所の被災に伴う文部科学省の調査について(情報提供)

18 日に文部科学省が水道蛇口から採取した上水(蛇口水)の調査を各都道府県に委託することになったことを踏まえ、各都道府県水道行政担当部局に対し、当該調査の実施状況の把握に努めるとともに、必要に応じた協力を行うこと、および関係する水道事業者等に情報提供に努めることを依頼(健康局水道課)

【平成 23 年 3 月 19 日分】

福島第一・第二原子力発電所の事故に伴う水道の対応について

福島第一・第二原子力発電所の事故に伴う、水道水中の放射能測定値が「飲食物摂取制限に関する指標」を超過した場合の水道の対応について、各都道府県水道行政担当部局長および水道事業者に対する技術的助言。(健康局水道課)

【平成 23 年 3 月 21 日分】

乳児による水道水の摂取に係る対応について

乳児による水道水の摂取について、食品衛生法に基づく暫定規制値を踏まえ、水道水の放射性ヨウ素が 100Bq/kg を超える場合には、当該水を供する水道事業者等は、乳児用調製粉乳を水道水で溶かして乳児に与える等、乳児による水道水の摂取を控えるよう通知。(健康局水道課)

原子力発電所の被災に伴う水道水中の放射性物質のモニタリング調査結果提供について(依頼)

文部科学省における水道水の放射能水準調査とは別に、都道府県もしくは県内水道事業者等で水道水の放射能水準調査を行っている場合、その結果についての情報提供を依頼するもの。(健康局水道課)

【平成 23 年 3 月 26 日分】

放射性物質の拡散による降雨後の表流水取水の抑制・停止等の対応について

水道水中の放射性物質は、降雨後に高い濃度で検出される傾向があるため、水道水の供給に支障のない範囲で、降雨後の取水量の抑制・停止や浄水場の覆盖など対処可能な方策を検討するよう各水道事業者等へ通知。(健康局水道課)

【平成 23 年 3 月 31 日分】

(お願い)水道水中の放射性物質の検出結果の報告について

厚生労働省において水道水中の放射性物質の検出結果について整理し、公表するため、関係する都県の水道行政担当部局長に、検査主体にかかわらず、管内の水道事業等における検出結果についての定期的な報告を依頼。(健康局水道課)

【平成 23 年 4 月 4 日分】

水道水中の放射性物質に関する指標等の取扱い等について

水道水中の放射性物質に関する指標等については、当分の間、現行の指標等を維持するとともに、水道水中の放射性物質のモニタリング方針を定め、検査結果に基づく摂取制限の要否の判断及び摂取制限の解除の考え方を公表するとともに、各水道事業者等へ通知。(健康局水道課)

【平成 23 年 4 月 11 日分】

水道水中の放射性物質モニタリングに関する Q&A について

「水道水中の放射性物質に関する指標等の取扱い等について」(4月4日)により、各自治体及び水道事業者に水道水中の放射性物質のモニタリング方針、検査結果に基づく摂取制限を通知したことに伴い、その内容をわかりやすく解説した地方公共団体向けQ&Aを作成して通知。(健康局水道課)

【平成 23 年 4 月 18 日分】

「福島第一・第二原子力発電所の事故に伴う水道の対応について」及び「乳児による水道水の摂取に係る対応について」の訂正について

両通知について「甲状腺(等価)線量」を「実効線量」と誤って記載していたこと等から訂正の通知を发出。(健康局水道課)

【平成 23 年 4 月 28 日分】

関係都県における食品・水道水中の放射性物質に関する検査計画の策定・実施状況について

食品・水道水中の放射性物質に関する検査計画と実施状況を取りまとめたため、関係都県衛生主管部局・水道行政担当部局へ通知。(健康局水道課・医薬食品局食品安全全部監視安全課)

【平成 23 年 6 月 16 日分】

放射性物質が検出された浄水発生土の当面の取扱いに関する考え方について

原子力災害対策本部が「放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱いに関する考え方」をとりまとめたことを踏まえ、浄水発生土について本考え方に沿った適切な取扱いがなされるよう関係都県及び水道事業者等に通知(厚生労働省健康局)

【平成 23 年 6 月 21 日分】

水道水中の放射性物質の低減方策について

「水道水における放射性物質対策検討会」の中間とりまとめを踏まえて、水道水中の放射性物質の低減方策について適切に取り組むよう関係都県及び水道事業者等に通知(健康局水道課)

【平成 23 年 6 月 30 日分】

「今後の水道水中の放射性物質のモニタリング方針について」の改定について

「水道水における放射性物質対策検討会」の中間とりまとめ、厚生科学審議会生活環境水道部会の審議を踏まえ、今後の水道水中の放射性物質のモニタリング方針について各水道事業者等に通知(健康局水道課)

【平成 23 年 7 月 19 日分】

計画停電の実施又は大規模停電の発生時の水道施設における対応について(依頼)

電力需要の急増や発電所のトラブル等による計画停電や大規模停電の発生を想定し、水道施設における適切な対応と、断水発生等の速やかな報告を東京電力及び東北電力管内の各都県水道行政担当部及び水道事業者等に依頼(健康局水道課)

【平成 23 年 8 月 4 日分】

水道水中の放射性物質モニタリングに関するQ&Aの改訂について

今後の水道水中の放射性物質のモニタリング方針について」の改定を踏まえ、水道水中の放射性物質モニタリングに関するQ&Aの改訂について各都県水道行政担当部及び水道事業者等に通知(健康局水道課)

【平成 23 年 8 月 30 日分】

(お願い)水道水及び水道原水中の放射性物質モニタリング結果の報告について

水道水中における放射性物質のモニタリング結果について、「水道水における放射性物質対策検討会」の中間とりまとめを踏まえ、関係する都県の水道行政担当部局に、これまでの報告に加え、水道原水の測定結果及び個々の測定における検出限界値についての定期的な報告を依頼(健康局水道課)

【平成 23 年 10 月 12 日分】

水道水等の放射能測定マニュアルの送付について

「水道水における放射性物質対策検討会」の中間とりまとめ等を踏まえ、水道水等の放射能測定マニュアルをとりまとめ、水道水及び水道原水の放射能測定を行う場合の参考として、各都道府県水道行政担当部局に通知(健康局水道課)

【平成 23 年 12 月 28 日分】

放射性物質が検出された浄水発生土の当面の取扱いに関する考え方の一部変更について

環境省が「放射性物質汚染対処特措法施行規則」を制定したことを踏まえ、放射性物質を含む浄水発生土が適切に取り扱われるよう関係都県及び水道事業者等に通知(健康局水道課)

放射性物質汚染対処特措法施行規則について(情報提供)

原子力災害対策本部が「放射性物質が検出された上下水処理等副次産物の当面の取扱いに関する考え方」を変更したことを踏まえ、その変更内容について関係都県及び水道事業者等に通知(健康局水道課)

【平成 24 年 3 月 5 日分】

水道水中の放射性物質に係る管理目標値の設定等について

飲料水を含む食品中の放射性物質について、食品衛生法の規定に基づく新たな基準が設定され、平成 24 年 4 月 1 日に施行されることを踏まえ、水道水中の放射性物質に係る指標を見直して新たな目標を設定するとともに、モニタリング方法及び目標値超過時の措置等について各都道府県及び水道事業者等に通知(健康局水道課)