

2 放射能部の業務概要

1 調査計画

1. 1 茨城県環境放射線監視計画等に基づく調査

(1) 空間線量調査

空間線量の測定計画を表1に、測定地点の場所を図1に示した。

(2) 環境試料調査

環境試料及び排水の放射能調査計画を表2に、測定地点の場所を図2～4に示した。

表1 空間線量測定計画

項目	測定地点	測定頻度
定点サーベイ	東海地区(11地点)、大洗地区(8地点)、水戸(1地点)	18地点：年2回 2地点：年4回
走行サーベイ	東海地区基幹ルート(8ルート)、大洗地区基幹ルート(6ルート)	年1回
	原電基幹ルート(152ルート)	2年に1回
積算線量	東海周辺(20地点)、大洗周辺(9地点)、水戸(1地点)	年4回

表2 環境試料及び排水の放射能調査計画

項目	種目	採取地点	調査頻度
大気	月間降下塵	水戸	月1回
	浮遊じん	東海、ひたちなか、銚田、茨城、水戸	月1回
		東海(3地点)	年4回
	大気中トリチウム	東海(2地点)、ひたちなか(1地点)	月1回
	大気中ヨウ素	東海(1地点)、ひたちなか(1地点)	月2回
陸水	河川水	東海(久慈川)、水戸(那珂川)	年2回
	飲料水	東海(井戸水)、水戸(水道水)	年2回
		東海・大洗周辺6地点程度	年1回
陸土	土 壤	東海(1地点)、那珂(1地点)、ひたちなか(2地点) 大洗(1地点)、水戸(1地点)	年2回
		東海・大洗周辺6地点程度	年1回
	湖底土	霞ヶ浦(湖心)	年1回
農畜産物	精 米	東海、那珂、水戸	年1回
	野菜等	東海(2地点)、那珂、大洗、水戸	年2回
	牛 乳	那珂、茨城、水戸	年4回
海洋	海 水	久慈沖(1海域)、東海沖(2海域)、阿字ヶ浦沖(1海域) 那珂湊沖(1海域)、大洗沖(1海域)	年4回
	海底土	久慈沖(1海域)、東海沖(2海域)、阿字ヶ浦沖(1海域) 那珂湊沖(1海域)、大洗沖(1海域)	年2回
	海岸砂	大洗(1地点)	年2回
海産物	魚 類	久慈沖(2種)、大洗沖(2種)	年2回
	貝 類	久慈浜(2種)、大洗(2種)	年2回
	海藻類	久慈浜(2種)、大洗(2種)	年2回
排 水	原子力施設	東海(13点)、大洗(1点)	月1～2回

1.2 その他

(1) 原発事故に係る特別調査

関係各課の依頼により、飲料水や農林水産物、海水などの特別調査を実施した。

(2) 環境放射能水準調査

原子力施設等防災対策等委託費「環境放射能水準調査」事業委託契約(原子力規制庁)に基づき、定時降水、土壌、野菜類等の環境試料について、採取、測定を実施したほか、分析測定技術の維持・向上に努めている。

(3) 放射能分析確認調査事業

分析専門機関である公益財団法人日本分析センターへの業務委託により実施した。

2 分析測定法

主として、次に掲げるマニュアルに準じて実施した。

(1) 環境放射能測定分析方法等マニュアル(茨城県東海地区環境放射線監視委員会、平成3年度改定)

(2) 全ベータ放射能測定法(文部科学省、昭和51年9月改訂)

(3) 放射性ストロンチウム分析法(文部科学省、平成15年7月改訂)

(4) 放射性ヨウ素分析法(文部科学省、平成8年3月改訂)

(5) 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(原子力規制庁、令和2年9月改訂)

(6) トリチウム分析法(原子力規制庁、令和5年10月改訂)

(7) プルトニウム分析法(文部科学省、平成2年11月改訂)

(8) 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(文部科学省、昭和57年7月)

(9) ウラン分析法(文部科学省、平成14年7月改訂)

(10) 空間 γ 線スペクトル測定法(文部科学省、平成2年2月)

(11) 液体シンチレーションカウンタによる放射性核種分析法(文部科学省、平成8年3月改訂)

(12) 放射性炭素分析法(文部科学省、平成5年9月)

(13) 蛍光ガラス線量計を用いた環境 γ 線量測定法(文部科学省、平成14年7月改訂)

(14) ゲルマニウム半導体検出器を用いた in-situ 測定法(原子力規制庁、平成29年3月改訂)

(15) 大気中放射性物質測定法(原子力規制庁、令和4年6月制定)

3 測定件数

令和6年度に実施した空間線量測定、環境試料等の測定件数を、表3と表4に示した。

表3 空間線量測定件数

地域区分 測定項目	東海地区	大洗地区	その他	対照地点	計
定点サーベイ	22	20		2	44
走行サーベイ	8	6	152		166
積算線量	68	36	12	4	120

表4 環境試料の放射能分析測定件数(環境放射能水準調査を除く)

分析測定区分		地点数等			放射化学分析				ガンマ線分析		³ H分析	U分析 (ICP-MS)	全β分析
調査対象項目		地点数	採取回数	試料数	⁹⁰ Sr	¹⁴ C	U	Pu	¹³⁷ Cs等	¹³¹ I			
大気	月間降下物	1	12	12					12				
	浮遊じん	5	12	60					60				
		3	4	12			12						
	大気中トリウム	3	12	36							36		
	大気中ヨウ素	2	24	48						48			
陸水	陸水	6	1~2	10					8		10	10	
	浄水	6	1	6	6				6		6		
	分析確認	1	1	1	1								
土壌	陸土	6	2	12	6		4	6	12				
		7	1	7	7				7				
	湖底土	1	1	1	1			1	1				
	in-situ	7	1	7					7				
	分析確認	1	1	1			1						
農畜産物	精米	3	1	3	3	3			3				
	野菜	5	2	11	11	4			11	11			
	牛乳	3	4	12	6	1			6	12			
海水	海水	6	4	24	12			1	12		24		
海底土 湖底土	海底土	6	2	22	12		12	22	22				
	海岸砂	1	2	2	1		2	1	2				
水産生物	魚類	3	1~2	9	8			9	8				
	貝類	2	2	8	8			8	8				
	海藻類	2	2	8	8			8	8				
(小計)				312	90	8	31	56	193	71	76	10	0
原子力施設排水		14	1~2	274	0	48	44	25	149	13	109	0	217
合計				586	90	56	75	81	342	84	185	10	217

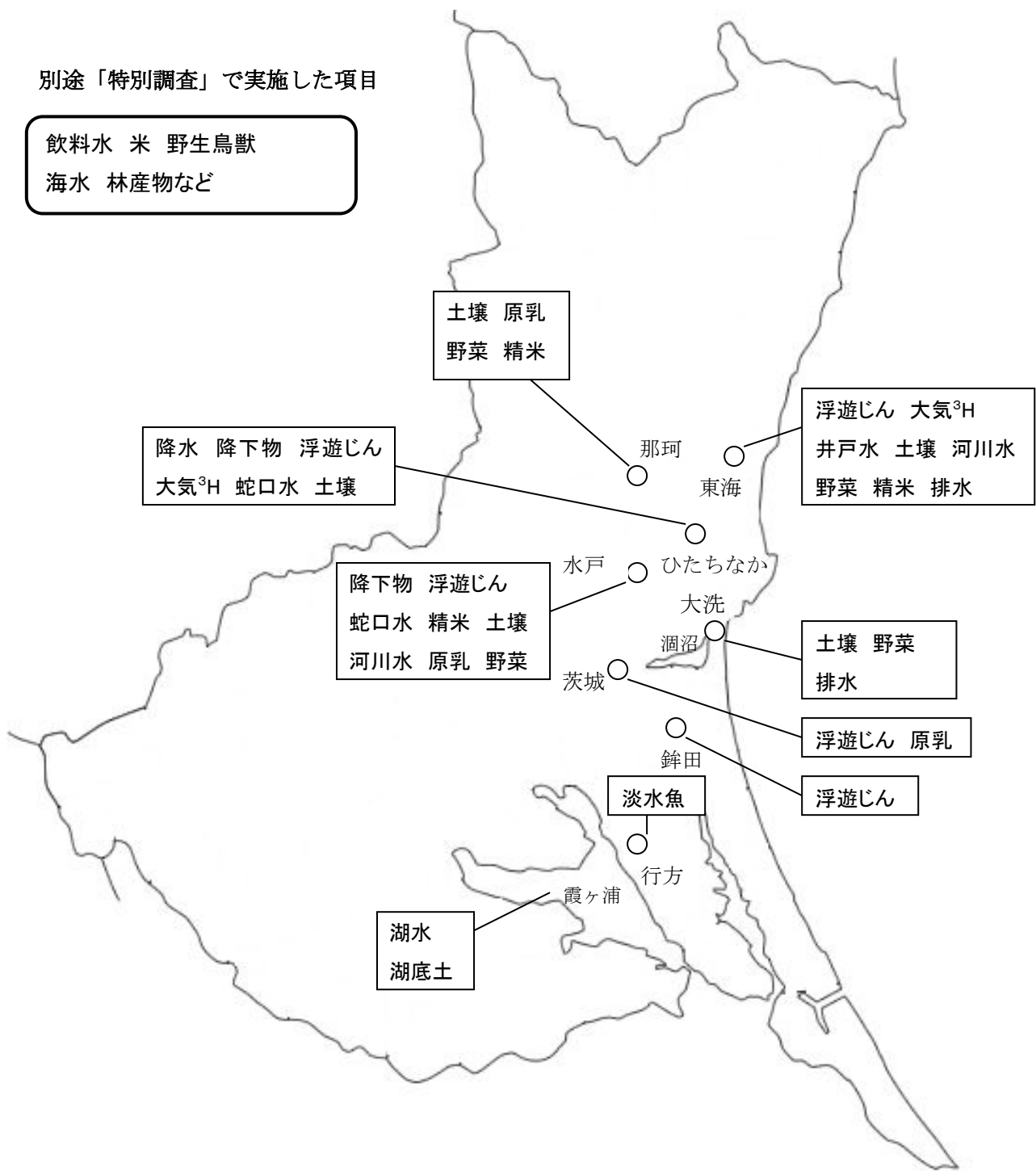


図2 陸上試料採取地点

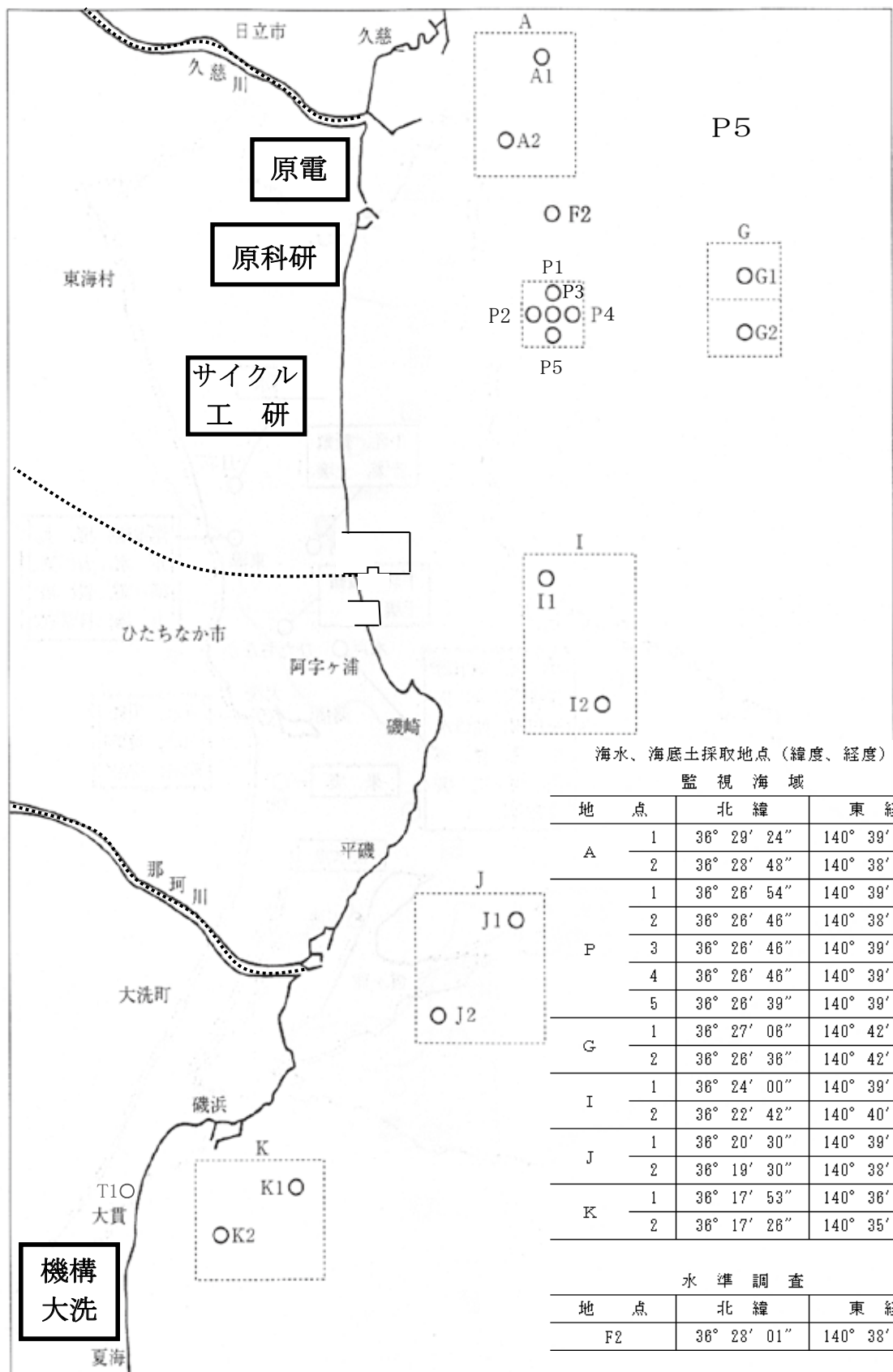


図3 海水、海底土採取地点

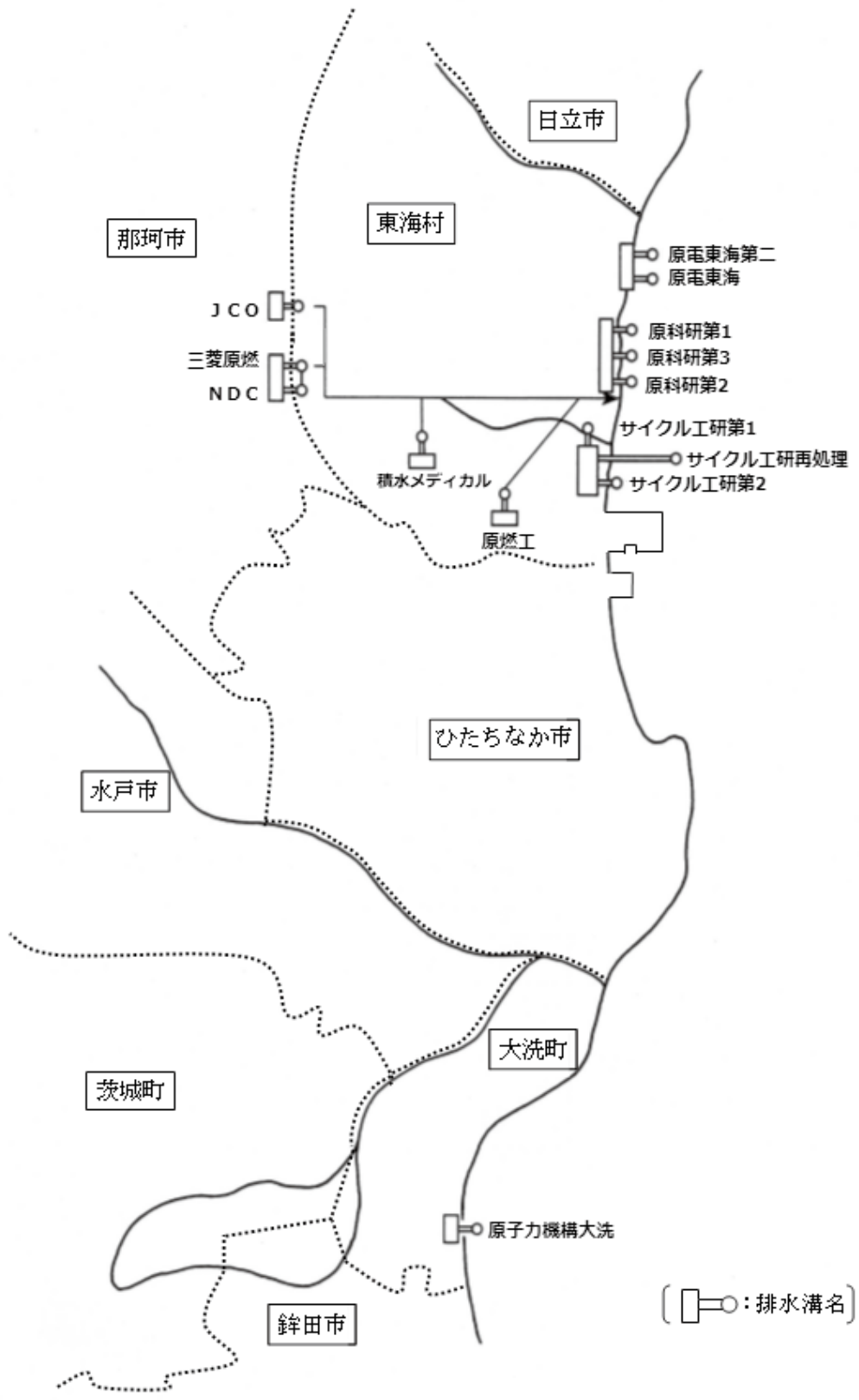


図4 排水採取地点

2-1 空間線量率サーベイ

1 調査方法

1.1 測定地点及び頻度

項目	測定地点	測定月
定点サーベイ	東海地区 11 地点	4、10 月、又は7、1 月
	大洗地区 8 地点	4、10 月、7、1 月、又は4、7、10、1 月
	比較対照 1 地点	4、10 月
走行サーベイ	東海地区基幹ルート 8 ルート	8 月
	大洗地区基幹ルート 6 ルート	8 月
	原電基幹ルート 152 ルート	7 月

1.2 測定方法

(1) 定点サーベイ

13 mmφ×20mmCsI (Tl) シンチレーション検出器 (松浦電弘社製 KURAMA-II) により地上 1.0m における空間線量率を測定し、3 回測定 of 平均値を算出した。

(2) 走行サーベイ

OIL に基づく防護措置の判断材料としてあらかじめ選定した基幹ルートについて、13 mmφ×20mmCsI (Tl) シンチレーション検出器 (松浦電弘社製 KURAMA-II) を車載し、地上 1.0m において、時速 50km 又は法定速度以下で走行しながら測定し、空間線量率を算出した。また、車内地上 1.0m に対する車外地上 1.0m 空間線量率の比を取り車体による遮へい係数を求め、車外地上 1.0m 空間線量率を算出した。

2 結果の概要

(1) 定点サーベイ

定点サーベイの結果を表 1 に、過去 15 年の経年変化を図 1 に示した。東海、大洗地区における空間線量率の年間平均値は、それぞれ 52nGy/h 及び 51nGy/h であった。原発事故の影響により、平成 22 年度以前と比べて、平成 24 年度以降は高くなっており、沈着した放射性物質の影響により、樹木等が多く存在している場所では、測定値が高くなる傾向にある。

(2) 走行サーベイ

走行サーベイの結果を表 2 に示した。平均値は、東海地区基幹ルートが 56~64nGy/h、大洗地区基幹ルートが 62~65nGy/h、原電基幹ルートが 53~66nGy/h であった。

表1 原子力施設周辺地域の空間線量率

		単位：nGy/h				
地域区分	地点	4月	7月	10月	1月	平均
東海地区	舟石川	33	-	34	-	34
	須和間	49	-	58	-	54
	豊岡	58	-	61	-	60
	外宿	50	-	51	-	51
	真弓	42	-	43	-	43
	佐竹	48	-	52	-	50
	河原子	50	-	51	-	51
	額田	67	-	70	-	69
	瓜連	50	-	52	-	51
	部田野	57	-	57	-	57
宮前	-	51	-	54	53	
平均値		50	51	53	54	52
大洗地区	成田	36	-	36	-	36
	磯浜	46	46	46	43	45
	旧陣屋	-	46	-	48	47
	若宮	35	36	36	36	36
	大谷川	57	-	54	-	56
	旭中	60	-	56	-	58
	舟木	67	-	63	-	65
	徳宿	60	-	61	-	61
平均値		52	43	50	42	51
比較対象	石川	46	-	45	-	46

(注) 「-」は測定対象外

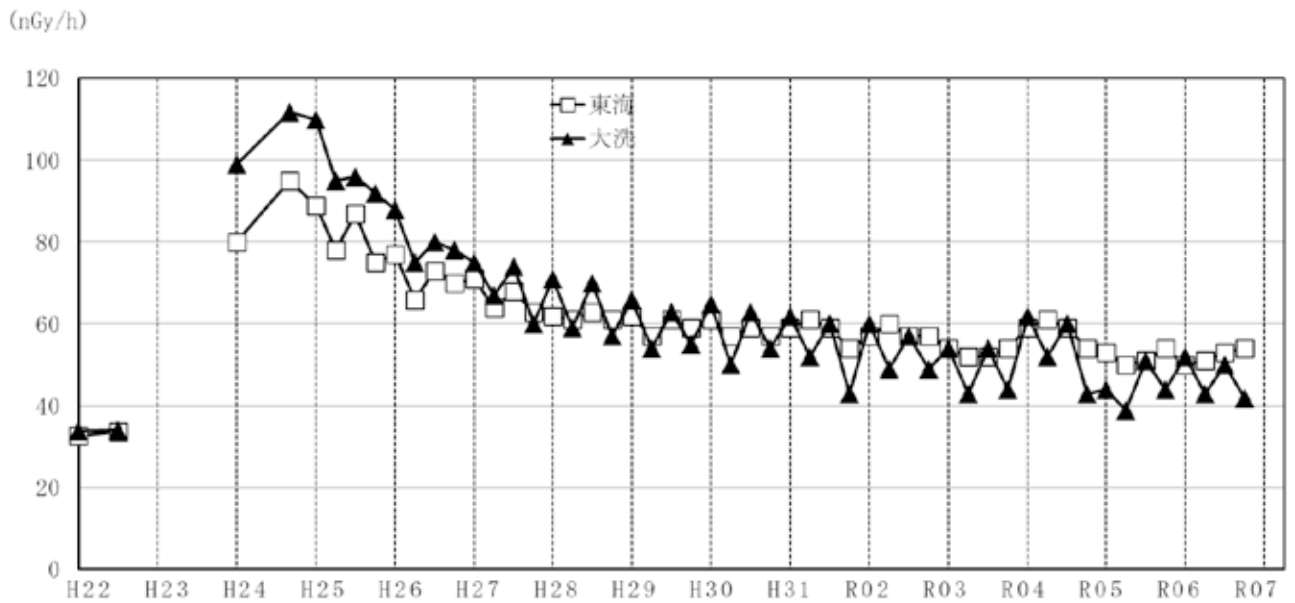


図1 東海及び大洗地区の空間線量率経年変化(定点サーベイ)

- (注) ・平成23年度は、原発事故に係る特別調査を実施のためデータなし
 ・平成24年4月までは、モニタリング車搭載3"φ×3" NaI(Tl)シンチレーション検出器により地上2.7mで測定
 ・平成24年12月はNaI(Tl)シンチレーションサーベメータにより地上1mにおいて測定
 ・平成25年度以降、4地点の7、1月測定を追加し、2"φ×2" NaI(Tl)シンチレーション検出器により地上1mで測定
 ・令和6年度から、13mmφ×20mmCsI(Tl)シンチレーション検出器により地上1mで測定

表 2 走行サーベイによる空間線量率表

(1) 東海地区基幹ルート

測定日：8月5日

単位：nGy/h

ルート	最大値	最小値	平均値
1 日立港入口～部田野 (R245)	77	46	62
2 留町～孫目十字路 (R293、R6)	75	38	56
3 白方～石神十字路 (原電通り)	76	55	61
4 原研前～二軒茶屋 (原研通り)	72	52	62
5 村松～駆上 (動燃通り)	70	38	58
6 長砂～篠根沢 (r31)	73	51	62
7 東海～高野十字路 (r284)	82	45	61
8 留大橋北～孫目十字路 (r358)	78	50	64

(2) 大洗地区基幹ルート

測定日：8月5日

単位：nGy/h

ルート	最大値	最小値	平均値
1 大洗サンビーチ入口～上石崎 (r2、r106)	75	43	62
2 塩崎～旭総合支所入口 (R51)	80	56	65
3 矢場入り口 (R51)～旭総合支所	76	58	63
4 上釜 (R51)～箕輪	76	54	65
5 上釜 (R51)～造谷 (メロンロード)	75	48	63
6 沢尻 (R51)～箕輪	77	52	63

(3) 原電基幹ルート

測定日：7月9日～30日

単位：nGy/h

ルート	最大値	最小値	平均値
1 NNE (17ルート)	89	31	53
2 NNW (27ルート)	95	24	66
3 WNW (39ルート)	100	42	65
4 WSW (35ルート)	91	43	64
5 SW (34ルート)	86	38	63

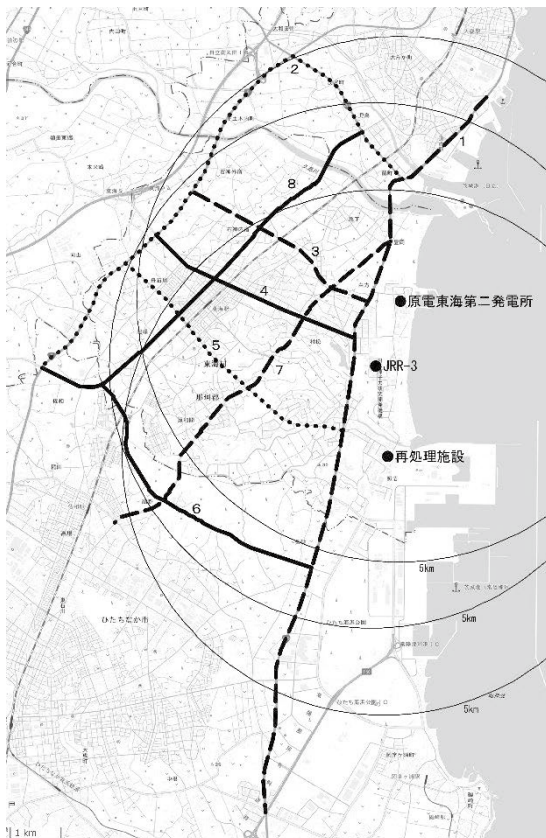


図 2 東海地区基幹ルート

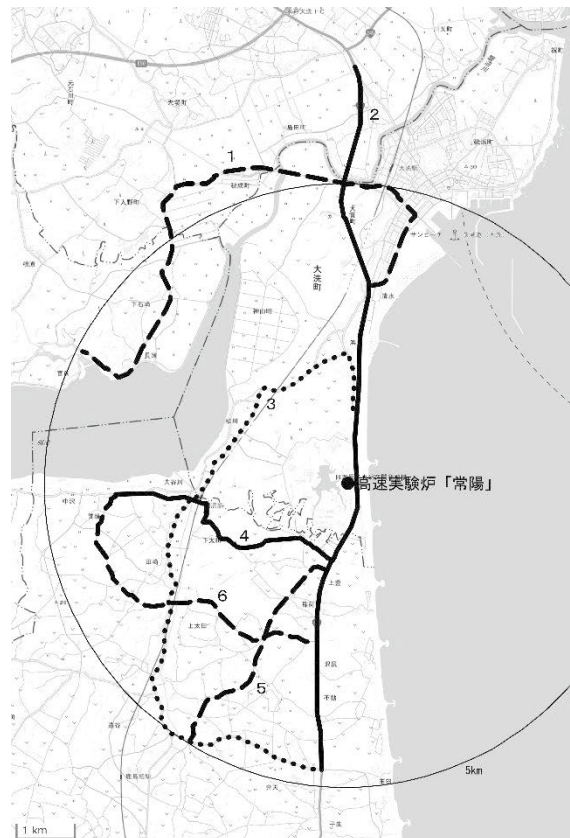


図 3 大洗地区基幹ルート

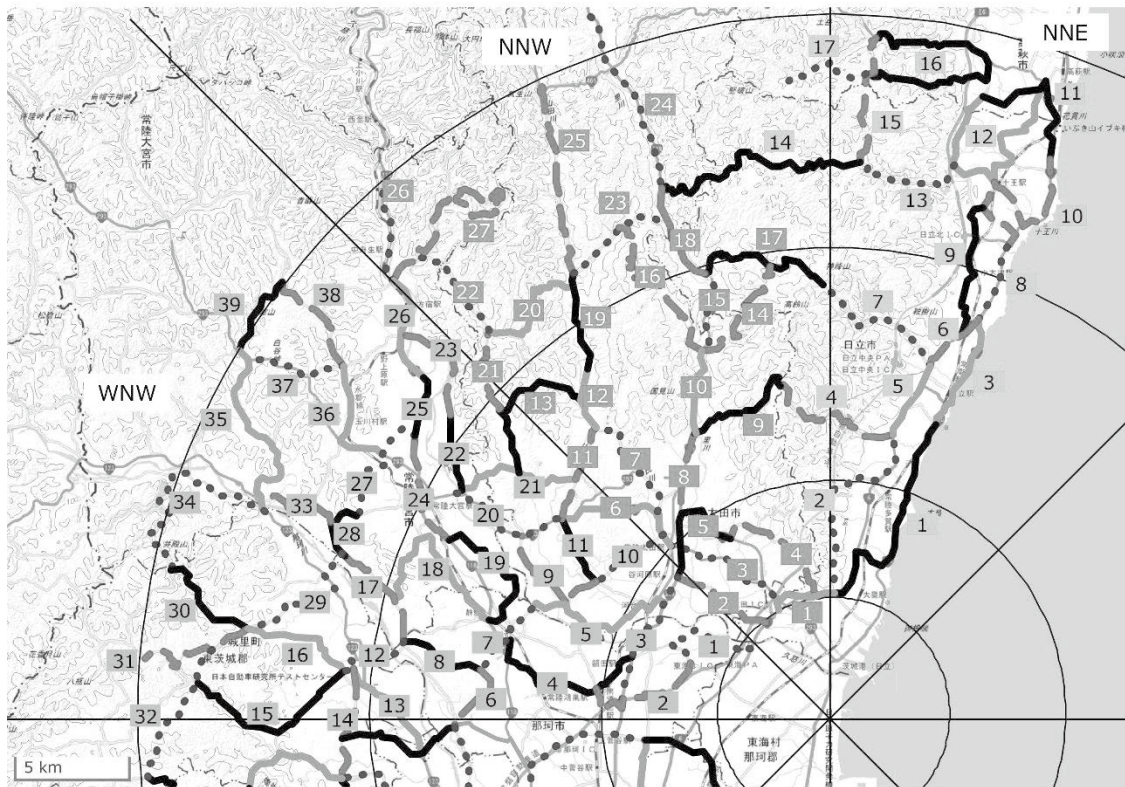


図4 原電基幹ルート (NNE、NNW、WNW)

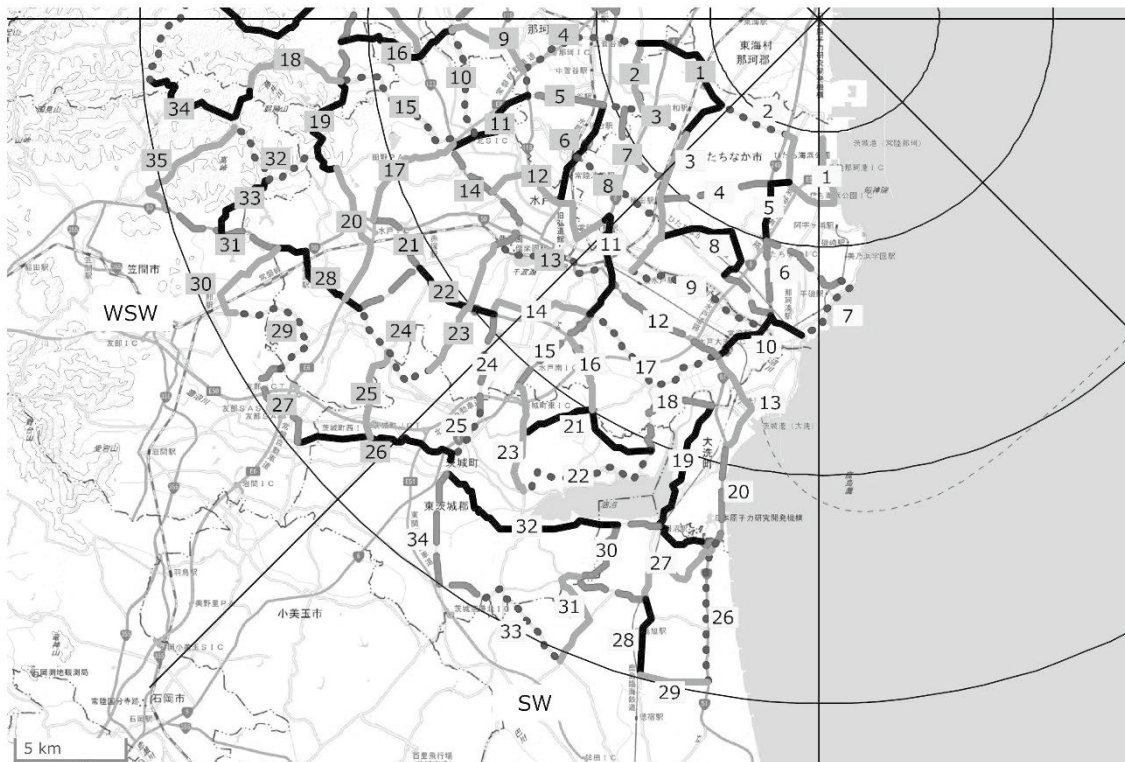


図5 原電基幹ルート (WSW、SW)

図2、3、4及び5は国土地理院地図(電子国土Web)を元に、ルート及び方位円を記入

2-2 蛍光ガラス線量計 (RPLD) による積算線量

1 調査方法

1.1 測定地点及び頻度

測定地点		測定頻度
東海地区	東海：3 地点、那珂：6 地点、日立：3 地点、常陸太田：1 地点、ひたちなか：4 地点	四半期毎（3 か月）
大洗地区	大洗：2 地点、鉾田：3 地点、水戸：1 地点、茨城：3 地点	
比較対照地点	水戸：1 地点（水戸五中）	
その他	ひたちなか：2 地点（環境放射線監視センター、中根小）、東海：1 地点（緑ヶ丘団地）	

1.2 測定方法

蛍光ガラス線量計 (RPLD) を 1 地点 3 素子ずつ地上 1m 高さに設置、約 3 か月で回収し、蛍光ガラス線量計リーダー (AGC テクノグラス製 FGD-201S) で積算線量を測定した。同時に、鉛容器 (厚さ 5cm) に保管した素子を測定し、宇宙線及び素子自己照射線量を減じ、91 日間に換算した値を測定値とした。

2 結果の概要

- (1) 各地点における測定結果を表 1 に示した。各地点における年間積算値の範囲は 0.29~0.55mGy であり、環境放射線監視センターを除いた 29 地点の年間線量の平均値は 0.39mGy であった。
- (2) 原発事故で放出され、沈着した放射性物質の影響により、樹木等が多く存在している場所では、測定値が高くなる傾向にある。
- (3) 四半期毎の平均値の経年変化を図 1 に示した。積算線量値は、原発事故の影響により、平成 22 年度第 4 四半期に全ての地点において上昇して以降、平成 23 年度第 1 四半期において最大となり、その後は減少傾向となっている。

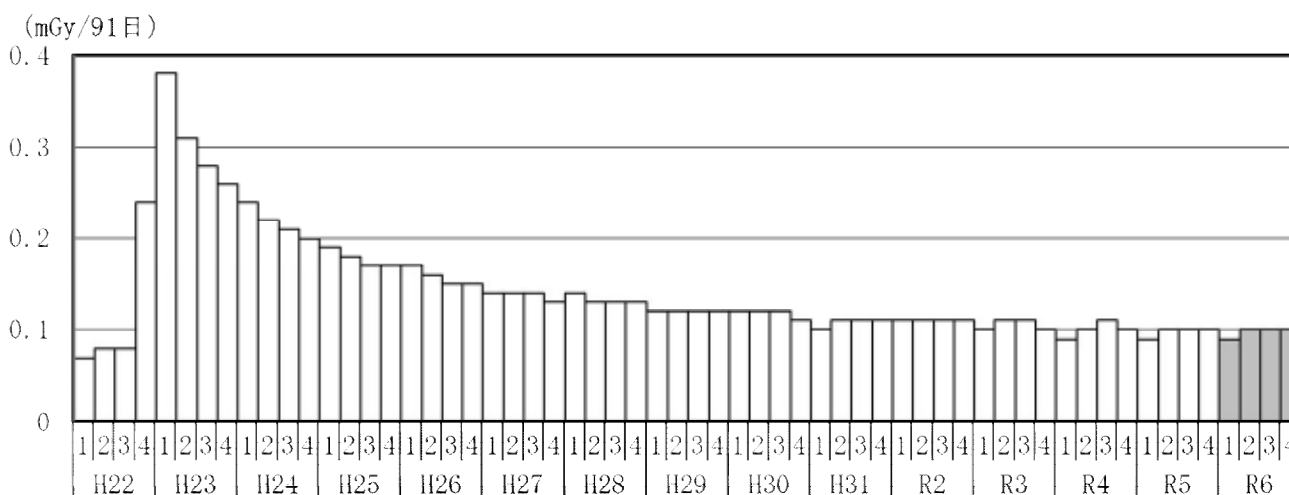


図 1 積算線量の経年変化 (四半期毎の平均値)

(注) 環境放射線監視センターを除いた平均値

表1 積算線量測定結果

(単位：mGy/91日)

地点番号	測定地点	1	2	3	4	R6年度 積算値
		(3~6月)	(6~9月)	(9~12月)	(12月~3月)	
1	東海村 (原子力科学館)	0.10	0.10	0.10	0.11	0.41
2	〃 (東海中)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.36
3	〃 (舟石川小)	0.09	0.10	0.10	0.10	0.39
4	那珂市 (那珂一中)	0.07	0.07	0.07	0.08	0.29
5	〃 (額田小)	0.08	0.09	0.08	0.09	0.34
6	〃 (那珂二中)	0.07	0.07	0.08	0.08	0.30
7	〃 (旧本米崎小)	0.08	0.09	0.09	0.09	0.35
8	〃 (笠松運動公園)	0.08	0.08	0.08	0.09	0.33
9	〃 (瓜連小)	0.07	0.07	0.07	0.08	0.29
10	日立市 (日立商高)	0.12	0.12	0.12	0.13	0.49
11	〃 (日立二高)	0.10	0.09	0.10	0.10	0.39
12	〃 (大久保小)	0.08	0.08	0.09	0.09	0.34
13	常陸太田市 (峰山中)	0.09	0.10	0.09	0.10	0.38
14	ひたちなか市 (石川町)	0.11	0.11	0.12	0.12	0.46
15	〃 (漁業無線局)	0.11	0.11	0.11	0.11	0.44
16	〃 (阿字ヶ浦ふれあい交流館)	0.12	0.13	0.14	0.13	0.52
17	〃 (那珂湊支所)	0.10	0.10	0.11	0.11	0.42
18	大洗町 (大洗南中)	0.10	0.10	0.11	0.11	0.42
19	〃 (大洗小)	0.09	0.09	0.10	0.10	0.38
20	鉾田市 (旭北小)	0.10	0.09	0.11	0.10	0.40
21	〃 (旭南小)	0.13	0.14	0.14	0.14	0.55
22	〃 (旧舟木小)	0.08	0.09	0.10	0.09	0.36
23	水戸市 (稲荷第一小)	0.08	0.09	0.10	0.09	0.36
24	茨城町 (若宮)	0.08	0.09	0.10	0.10	0.37
25	〃 (フォレストぬまさきグラウンド)	0.08	0.09	0.09	0.09	0.35
26	〃 (明光中)	0.10	0.10	0.11	0.11	0.42
27	水戸市 (水戸五中)	0.08	0.09	0.09	0.10	0.36
28	ひたちなか市 (環境放射線監視センター)	0.12	0.14	0.14	0.13	0.53
29	東海村 (緑ヶ丘団地)	0.10	0.11	0.11	0.11	0.43
30	ひたちなか市 (中根小)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.36
平均値 (No.28を除く)		0.09	0.10	0.10	0.10	0.39

2-3 雨水・月間降下物中の放射能

1 調査方法

1.1 採取地点及び頻度

項目	採取地点	採取方法
雨水(定時降水)	ひたちなか(環境放射線監視センター)	雨水採取装置(70A-H型、500cm ²)を使用 降雨毎、定時(午前9時)に採取
月間降下物	ひたちなか(環境放射線監視センター) 水戸(県農業研究所)	大型水盤(5,000cm ²)を使用 1か月毎(月の勤務初日)に採取

1.2 測定方法

雨水については、100mL(採取量が100mL未満の場合は全量)を分取し蒸発乾固した後、採取終了後6時間経過してから低BGガスフロー計数装置(ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ S5XLB)により全β放射能を測定した。

月間降下物については、1ヶ月毎の全量を蒸発乾固した後、Ge半導体検出器(SEIKO EG&G製 GEM40-70-S、ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ製 GC-4018)によりγ線放出核種を測定した。

2 結果の概要

2.1 雨水

雨水の全β放射能の測定結果を表1に示した。年間の測定件数は98件で、検出されたのは8件、濃度範囲は検出下限値未満～2.2Bq/Lの濃度範囲にあった。最大値は4月に検出された。

2.2 月間降下物

- (1) 月間降下物中の放射性核種降下量を表2に示した。原発事故の影響により、人工放射性核種である¹³⁷Csが年間を通してほぼ検出された。
- (2) ¹³⁷Csの年間降下量の経年変化を図1に示した。水戸市における令和6年度の年間降下量は3.0MBq/km²であり、原発事故が発生した平成22年度の年間降下量8,800MBq/km²と比較すると、約2900分の1である。

表1 雨水の全β放射能測定結果

採取月	測定件数	検出件数	全β放射能 (Bq/L)		月間降水量 (mm)		
			最小値	最大値			
令和6年	4月	9	3	1.2	2.2	59.5	
	5月	13	2	0.50	0.59	144.0	
	6月	10	0	*	*	144.0	
	7月	12	0	*	*	98.5	
	8月	6	0	*	*	234.0	
	9月	8	0	*	*	63.0	
	10月	13	0	*	*	171.0	
	11月	6	0	*	*	107.5	
	12月	1	0	*	*	0.0	
	令和7年	1月	6	2	0.74	1.7	21.0
		2月	1	1	*	0.49	9.5
		3月	13	0	*	*	169.0
年間合計	98	8	—	—	1221.0		

(注) 「*」は検出下限値未満

表2 月間降下物中の放射性核種降下量

単位: MBq/km²

採取月(期間)	水戸市			ひたちなか市		
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁷ Be	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁷ Be
4月 (4.1~5.1)	<0.1	0.19 ± 0.04	68 ± 0.8	<0.08	1.6 ± 0.04	120 ± 1
5月 (5.1~6.3)	<0.1	0.22 ± 0.03	240 ± 1	<0.07	1.3 ± 0.03	230 ± 1
6月 (6.3~7.1)	<0.08	0.10 ± 0.03	140 ± 1	<0.1	0.19 ± 0.02	140 ± 0.9
7月 (7.1~8.1)	<0.07	0.33 ± 0.02	150 ± 1	<0.06	0.24 ± 0.02	120 ± 0.9
8月 (8.1~9.2)	<0.1	0.22 ± 0.04	140 ± 1	<0.1	1.0 ± 0.03	100 ± 0.8
9月 (9.2~10.1)	<0.08	0.11 ± 0.01	61 ± 0.7	<0.1	0.37 ± 0.02	84 ± 0.7
10月 (10.1~11.1)	<0.1	0.097 ± 0.02	83 ± 0.8	<0.1	0.39 ± 0.02	170 ± 1
11月 (11.1~12.2)	<0.08	<0.06	62 ± 0.7	<0.1	0.11 ± 0.02	93 ± 0.7
12月 (12.2~1.6)	<0.1	0.35 ± 0.04	13 ± 0.4	<0.1	0.29 ± 0.02	10 ± 0.3
1月 (1.6~2.3)	<0.1	0.13 ± 0.04	29 ± 0.5	<0.1	0.26 ± 0.02	41 ± 0.5
2月 (2.3~3.3)	<0.09	0.94 ± 0.03	22 ± 0.5	0.12 ± 0.03	10 ± 0.09	37 ± 0.5
3月 (3.3~4.1)	<0.2	0.32 ± 0.03	140 ± 1	<0.1	0.67 ± 0.03	260 ± 1
合計	0.0	3.0	—	0.12	16	—
R5年度	0.0	4.0	—	0.0	8.0	—
R4年度	0.0	4.1	—	0.099	10.7	—
R3年度	0.0	3.2	—	0.0	7.8	—
R2年度	0.21	7.9	—	0.16	11.0	—
H31年度	0.23	6.2	—	0.23	11.9	—
H30年度	0.0	6.0	—	2.0	22.4	—
H29年度	0.63	6.8	—	2.6	17.1	—
H28年度	2.2	13.6	—	3.9	23.1	—
H27年度	6.3	25.2	—	8.1	31.0	—
H26年度	5.5	15.8	—	22.4	61.9	—
H25年度	42.0	89.8	—	63.5	132.3	—
H24年度	85.8	128.6	—	138.5	212.9	—
H23年度	4,100	3,900	—	3,300	3,200	—
H22年度	9,500	8,800	—	18,000	17,000	—

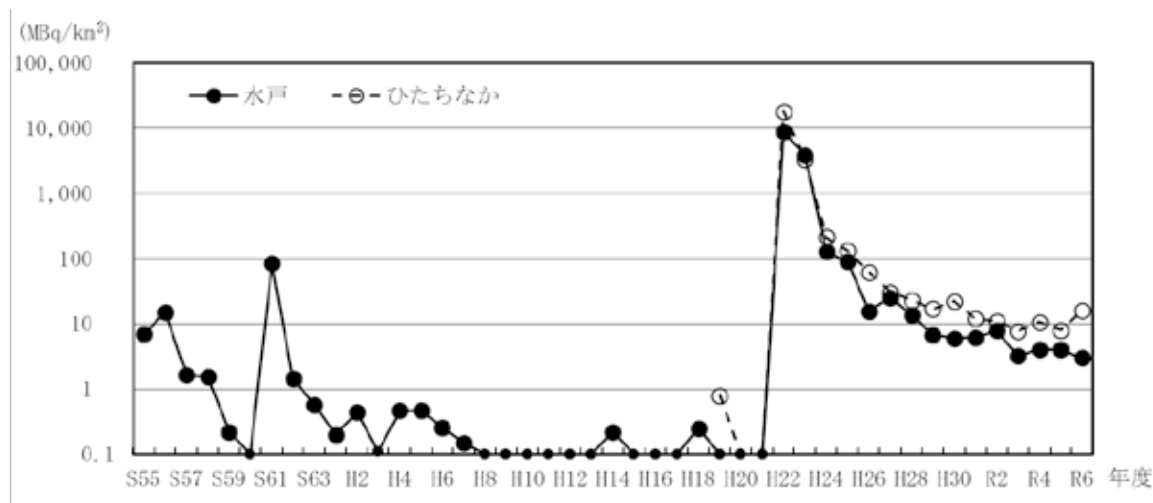


図1 ¹³⁷Cs 年間降下量の経年変化(水戸市、ひたちなか市)

(注) グラフの見やすさを考慮して、0.1MBq/km²未満の場合は0.1MBq/km²とし、マーカーを小さくした。

(参考) 昭和55年度 第26回中国核爆発実験、昭和61年度 チョルノービリ原発事故、平成22年度 東電福島第一原発事故

2-4 大気及び大気浮遊じん中の放射性核種濃度

1 調査方法

1.1 採取地点及び頻度

測定対象	採取地点	採取頻度	測定単位
大気	村松局(東海村)、常陸那珂局(ひたちなか市)	連続採取	約2週間
大気浮遊じん	石川局(水戸市)、村松局(東海村)、常陸那珂局(ひたちなか市) 広浦局(茨城町)、造谷局(鉾田市)	24時間毎に連続採取	1か月
大気浮遊じん(U)	三菱原燃局、舟石川局(東海村)、本米崎局(那珂市)	24時間毎に連続採取	3か月

1.2 測定方法

大気試料は、ヨウ素サンプラを用いて活性炭カートリッジ CHC-50-A10 と活性炭ろ紙 CP-20 に捕集したものを Ge 半導体検出器(SEIKO EG&G 製 GEM40-70-S、ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ製 GC-4018) で測定した。

大気浮遊じん試料は、ダストサンプラを用いてセルロース・ガラス繊維ろ紙 HE-40T に集じんしたものを打ち抜き、1か月分のろ紙を U8 容器に詰め、 γ 線放出核種を Ge 半導体検出器(SEIKO EG&G 製 GEM40-70-S、ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ製 GC-4018) で測定した。

大気浮遊じん(U)試料は、ダストサンプラを用いてメンブレンフィルタ ICAM/ROLL に集じんしたものを打ち抜き、3か月分のフィルタを TBP 抽出後、シリコン半導体検出器(ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ製 Alpha Analyst 7200-08)を用いて α 線を測定した。

2 結果の概要

2.1 大気中ヨウ素濃度

いずれの期間においても検出限界値未満であった。

2.2 大気浮遊じん中放射性核種濃度

- (1) 各地点における放射性核種濃度の測定結果を表1、 ^{137}Cs 濃度の経月変化を図1に示した。また、ウラン濃度の測定結果を表2に示した。
- (2) 原発事故の影響により、 ^{137}Cs が検出限界に近い濃度で検出された。乾燥及び風による舞い上がりの影響を受けていると推測される。
- (3) ウラン($^{234}\text{U}+^{235}\text{U}+^{238}\text{U}$)濃度は、検出限界値未満 $\sim 0.39 \mu\text{Bq}/\text{m}^3$ の範囲であった。

表1 石川局ほか4局における大気浮遊じん中の放射性核種濃度

石川局				村松局			
採取期間	人工放射性核種		自然放射性核種	採取期間	人工放射性核種		自然放射性核種
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁷ Be		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁷ Be
4月 (4. 1~ 5. 1)	<0.01	0.013 ± 0.002	4.7 ± 0.07	4月 (4. 1~ 5. 1)	<0.008	0.012 ± 0.002	4.7 ± 0.07
5月 (5. 1~ 6. 1)	<0.02	<0.02	4.8 ± 0.08	5月 (5. 1~ 6. 1)	<0.02	<0.01	4.5 ± 0.07
6月 (6. 1~ 7. 1)	<0.02	<0.02	4.3 ± 0.07	6月 (6. 1~ 7. 1)	<0.02	<0.01	4.0 ± 0.07
7月 (7. 1~ 8. 1)	<0.02	<0.02	2.4 ± 0.06	7月 (7. 1~ 8. 1)	<0.01	<0.02	2.3 ± 0.05
8月 (8. 1~ 9. 1)	<0.01	<0.02	2.0 ± 0.05	8月 (8. 1~ 9. 1)	<0.01	<0.008	2.0 ± 0.05
9月 (9. 1~10. 1)	<0.02	<0.02	2.9 ± 0.06	9月 (9. 1~10. 1)	<0.01	<0.01	2.8 ± 0.06
10月 (10. 1~11. 1)	<0.007	<0.007	4.0 ± 0.07	10月 (10. 1~11. 1)	<0.007	<0.007	4.3 ± 0.07
11月 (11. 1~12. 1)	<0.01	<0.02	4.0 ± 0.08	11月 (11. 1~12. 1)	<0.01	<0.008	3.9 ± 0.07
12月 (12. 1~ 1. 1)	<0.007	0.012 ± 0.002	1.7 ± 0.05	12月 (12. 1~ 1. 1)	<0.02	<0.02	1.9 ± 0.05
1月 (1. 1~ 2. 1)	<0.02	0.011 ± 0.003	2.4 ± 0.05	1月 (1. 1~ 2. 1)	<0.02	<0.02	2.4 ± 0.06
2月 (2. 1~ 3. 1)	<0.01	0.088 ± 0.004	3.1 ± 0.06	2月 (2. 1~ 3. 1)	<0.02	0.022 ± 0.004	3.1 ± 0.07
3月 (3. 1~ 4. 1)	<0.01	0.027 ± 0.002	4.3 ± 0.07	3月 (3. 1~ 4. 1)	<0.02	0.034 ± 0.003	4.5 ± 0.08

常陸那珂局				広浦局			
採取期間	人工放射性核種		自然放射性核種	採取期間	人工放射性核種		自然放射性核種
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁷ Be		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁷ Be
4月 (4. 1~ 5. 1)	<0.02	0.026 ± 0.003	4.8 ± 0.08	4月 (4. 1~ 5. 1)	<0.02	0.031 ± 0.004	4.9 ± 0.08
5月 (5. 1~ 6. 1)	<0.02	<0.02	4.5 ± 0.07	5月 (5. 1~ 6. 1)	<0.02	0.024 ± 0.005	4.7 ± 0.08
6月 (6. 1~ 7. 1)	<0.009	<0.007	4.0 ± 0.06	6月 (6. 1~ 7. 1)	<0.02	<0.01	4.1 ± 0.07
7月 (7. 1~ 8. 1)	<0.009	<0.01	2.3 ± 0.05	7月 (7. 1~ 8. 1)	<0.007	0.0067 ± 0.002	2.6 ± 0.06
8月 (8. 1~ 9. 1)	<0.007	0.11 ± 0.004	2.0 ± 0.05	8月 (8. 1~ 9. 1)	<0.01	<0.01	2.1 ± 0.05
9月 (9. 1~10. 1)	<0.02	<0.02	2.6 ± 0.06	9月 (9. 1~10. 1)	<0.008	<0.007	2.9 ± 0.06
10月 (10. 1~11. 1)	<0.01	<0.007	4.2 ± 0.07	10月 (10. 1~11. 1)	<0.01	<0.01	4.5 ± 0.07
11月 (11. 1~12. 1)	<0.02	<0.01	3.8 ± 0.07	11月 (11. 1~12. 1)	<0.02	<0.02	4.2 ± 0.07
12月 (12. 1~ 1. 1)	<0.009	<0.007	1.7 ± 0.05	12月 (12. 1~ 1. 1)	<0.02	<0.02	1.9 ± 0.06
1月 (1. 1~ 2. 1)	<0.009	0.010 ± 0.002	2.3 ± 0.06	1月 (1. 1~ 2. 1)	<0.02	0.013 ± 0.004	2.5 ± 0.06
2月 (2. 1~ 3. 1)	<0.01	0.015 ± 0.002	3.4 ± 0.07	2月 (2. 1~ 3. 1)	<0.02	0.014 ± 0.004	3.4 ± 0.07
3月 (3. 1~ 4. 1)	<0.01	0.027 ± 0.003	4.3 ± 0.07	3月 (3. 1~ 4. 1)	<0.02	<0.02	4.6 ± 0.08

造谷局			
採取期間	人工放射性核種		自然放射性核種
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁷ Be
4月 (4. 1~ 5. 1)	<0.02	0.017 ± 0.005	4.8 ± 0.08
5月 (5. 1~ 6. 1)	<0.01	<0.01	4.9 ± 0.08
6月 (6. 1~ 7. 1)	<0.007	0.0095 ± 0.002	3.9 ± 0.06
7月 (7. 1~ 8. 1)	<0.01	<0.01	2.3 ± 0.05
8月 (8. 1~ 9. 1)	<0.02	<0.01	2.1 ± 0.05
9月 (9. 1~10. 1)	<0.01	<0.01	3.0 ± 0.06
10月 (10. 1~11. 1)	<0.02	<0.01	4.3 ± 0.07
11月 (11. 1~12. 1)	<0.02	<0.01	4.4 ± 0.07
12月 (12. 1~ 1. 1)	<0.02	<0.02	1.8 ± 0.06
1月 (1. 1~ 2. 1)	<0.02	<0.02	2.5 ± 0.06
2月 (2. 1~ 3. 1)	<0.02	<0.02	3.5 ± 0.07
3月 (3. 1~ 4. 1)	<0.02	0.015 ± 0.004	4.6 ± 0.08

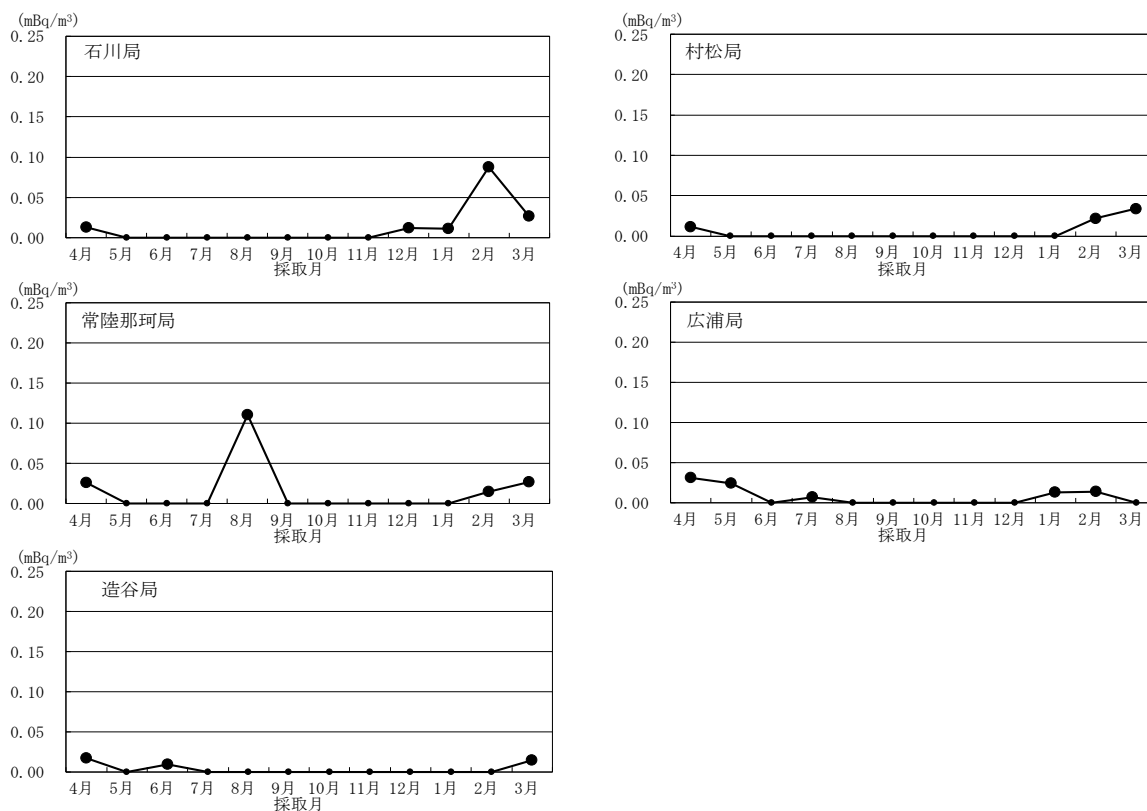


図1 石川局ほか4局における大気浮遊じん中 ¹³⁷Cs 濃度

(注) グラフの見やすさを考慮して、検出限界値未满是0mBq/m³とし、マーカーを小さくした。

表2 三菱原燃局ほか3局における大気浮遊じん中ウラン濃度

採取地点	採取期間	総U濃度 ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	^{234}U ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	^{235}U ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)	^{238}U ($\mu\text{Bq}/\text{m}^3$)
三菱原燃	2024/4/1~7/1	0.34 ± 0.08	0.20 ± 0.06	<0.05	<0.2
〃	7/1~10/1	<0.2	<0.2	<0.05	<0.09
〃	10/1~2025/1/1	<0.2	<0.2	<0.03	<0.08
〃	1/1~4/1	<0.2	<0.2	<0.04	<0.2
舟石川	2024/4/1~7/1	0.39 ± 0.08	<0.2	<0.02	0.23 ± 0.05
〃	7/1~10/1	0.16 ± 0.05	<0.1	<0.03	0.11 ± 0.03
〃	10/1~2025/1/1	<0.2	<0.2	<0.04	<0.1
〃	1/1~4/1	<0.3	<0.2	<0.04	<0.2
本米崎	2024/4/1~7/1	0.32 ± 0.07	0.18 ± 0.06	<0.04	<0.2
〃	7/1~10/1	<0.2	<0.1	<0.02	0.087 ± 0.03
〃	10/1~2025/1/1	<0.2	<0.1	<0.04	<0.1
〃	1/1~4/1	<0.2	<0.2	<0.04	<0.2

2-5 陸水中の放射性核種濃度

1 調査方法

1.1 採取地点及び頻度

項目	採取地点	採取月
水道水	水戸(県農業研究所)	4、10月
	ひたちなか(環境放射線監視センター)	6月
河川水	東海(久慈川)、水戸(那珂川)	4、10月
湖水	霞ヶ浦(湖心)	5月
井戸水	東海(村松)	4、10月
浄水	後台浄水場(那珂市)、端竜浄水場(常陸太田市)、西野内浄水場(常陸大宮市)、上小瀬浄水場(常陸大宮市)、北部浄水場(茨城町)、西金浄水場(太子町)、	11月

1.2 測定方法

トリチウムは、減圧蒸留し、低BG液体シンチレーションシステム(日立アロカメディカル製LSC-LB7、日立製作所製LSC-LB8)により測定した。

γ線放出核種は、蒸発乾固した後、Ge半導体検出器(SEIKO EG&G製GEM40-70-S、ミリオンテクノロジー・キャンベラ製GC-4018)により測定した。供試料量は、水道水(水戸市)・河川水・井戸水が30L、水道水(ひたちなか市)・湖水、浄水が100Lである。

水道水、河川水、湖水、井戸水のウランは、メンブランフィルタでろ過し、誘導結合プラズマ質量分析装置(島津製作所製ICPMS-2030)により測定した。

^{90}Sr は、放射化学分離後、低BGガスフロー計数装置(日立アロカメディカル製LBC-4512)でβ線を測定した。供試料量は、100Lである。

2 調査結果

- (1) 放射性核種濃度の測定結果を表1に、水道水(水戸市)・河川水(水戸市)・湖水(霞ヶ浦)・井戸水(東海村)のトリチウム、 ^{137}Cs 濃度の経年変化を、それぞれ図1、図2に示した。
- (2) トリチウム濃度は、水道水・河川水・井戸水が検出限界値未満 $\sim 0.95\text{Bq/L}$ 、湖水が検出限界値未満であった。水道水・河川水・井戸水の最大値は、平成22年度以降の調査結果(水道水・河川水・井戸水 $0.16\sim 1.3\text{Bq/L}$)の範囲内であった。
- (3) 水道水・河川水からは、原発事故の影響により ^{137}Cs が検出限界値未満 $\sim 1.9\text{mBq/L}$ の範囲で検出された。
- (4) 湖水からは、原発事故の影響により、 ^{137}Cs が 9.7mBq/L 検出された。
- (5) ウラン($^{234}\text{U}+^{235}\text{U}+^{238}\text{U}$)濃度は、水道水・河川水・井戸水が $0.14\sim 0.80\text{mBq/L}$ であり、その最大値は、過去10年間の調査結果($0.032\sim 1.4\text{mBq/L}$)の範囲内にあった。また、他の試料より高い傾向にある湖水 8.1mBq/L は、過去10年間の調査結果($5.3\sim 8.9\text{mBq/L}$)と同等のレベルであった。
- (6) ^{90}Sr は、検出限界値未満 $\sim 1.0\text{mBq/L}$ の範囲で検出された。

表1 陸水中の放射性核種濃度

単位：mBq/L

種類	採取地点	採取月	^3H ($\times 10^3$)	^{90}Sr	^{134}Cs	^{137}Cs	$^{234}\text{U}+^{235}\text{U}+^{238}\text{U}$
水道水	水戸市	4月	<0.43	—	<1	1.1 ± 0.3	0.20 ± 0.002
		10月	<0.42	—	<2	1.8 ± 0.4	0.14 ± 0.001
	ひたちなか市	6月	<0.38	—	<0.6	0.44 ± 0.1	0.80 ± 0.005
河川水	水戸市 (那珂川)	4月	0.50 ± 0.1	—	<2	<2	0.30 ± 0.003
		10月	<0.42	—	<2	1.3 ± 0.2	0.22 ± 0.001
	東海村 (久慈川)	4月	0.74 ± 0.1	—	<2	1.9 ± 0.4	0.68 ± 0.003
		10月	0.46 ± 0.1	—	<1	0.98 ± 0.3	0.61 ± 0.003
湖水	霞ヶ浦	5月	<0.37	—	<0.8	9.7 ± 0.3	8.1 ± 0.01
井戸水	東海村	4月	0.95 ± 0.1	—	<2	<1	0.23 ± 0.001
		10月	0.94 ± 0.1	—	<2	<3	0.19 ± 0.0008
浄水	後台浄水場	11月	<0.39	0.68 ± 0.09	<0.6	0.57 ± 0.1	—
	端竜浄水場	11月	<0.39	0.64 ± 0.1	<0.6	<0.8	—
	西野内浄水場	11月	<0.39	0.73 ± 0.1	<0.5	<0.3	—
	上小瀬浄水場	11月	0.58 ± 0.1	0.80 ± 0.1	<0.5	<0.4	—
	北部浄水場	11月	<0.39	<0.2	<0.7	<0.8	—
	西金浄水場	11月	0.46 ± 0.1	1.0 ± 0.1	<0.6	<0.8	—

(注) 「—」は測定対象外

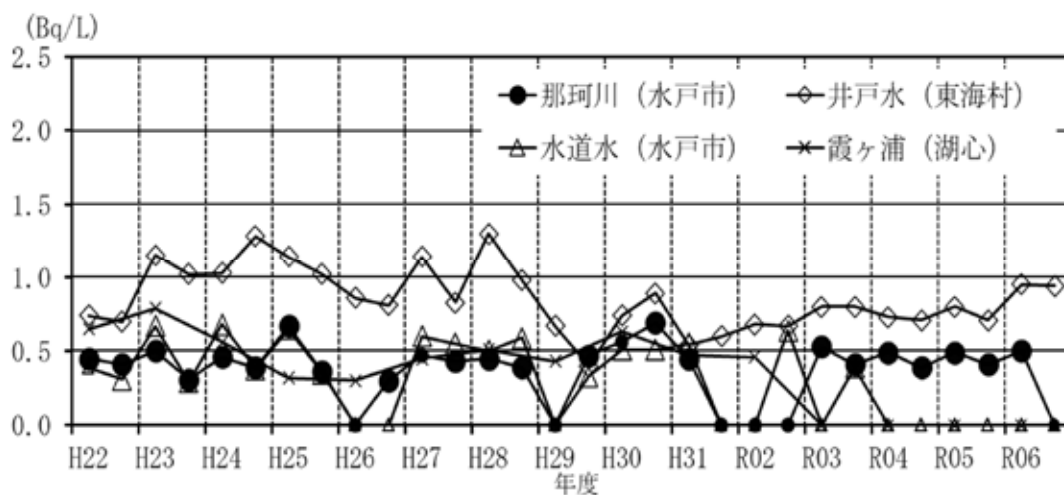


図1 陸水中のトリチウム濃度の経年変化

(注) グラフの見やすさを考慮して、検出限界値未満は0mBq/m³とし、マーカーを小さくした。

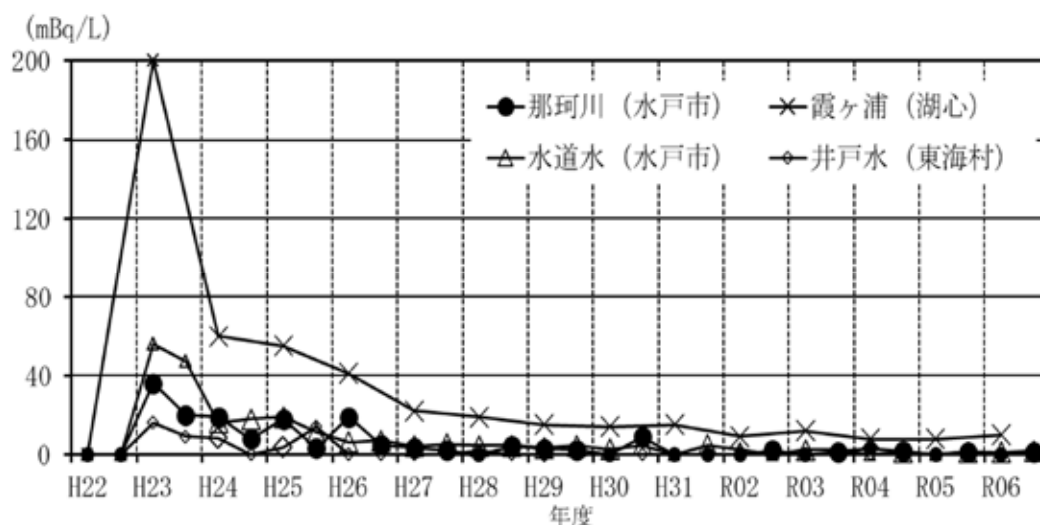


図2 陸水中の ^{137}Cs 濃度の経年変化

(注) グラフの見やすさを考慮して、検出限界値未満は0mBq/m³とし、マーカーを小さくした。

2-6 土壌中の放射性核種濃度

1 調査方法

1.1 採取地点及び頻度

項目	採取地点	採取月	採取方法
土壌	東海村舟石川(畑土) 那珂市横堀(畑土) ひたちなか市常陸那珂(砂防林土) 水戸市見川(畑土) ひたちなか市長砂(畑土) 大洗町成田(庭土)	5、11月	10cmφ塩ビ製円筒形容器で0~5cm深さを3-4か所採取
	東海村石神(庭土)	5月	5cmφステンレス製円柱型採取器で0~5cm、5~20cm深さを8か所採取
	三菱原燃局、本米崎局、額田局、 鴻巣局、御前山局、広浦局、七会局 (以上裸地) ※一部略称含む	10月 ~11月	5cmφライナー採土器で0~5cm深さを9か所採取
湖底土	霞ヶ浦(湖心)	5月	エクマンバージ採泥器により採取

1.2 測定方法

105°Cで乾燥し、2mmのふるいで石、根等の異物を除去した後、 γ 線放出核種をGe半導体検出器(SEIKO EG&G製GEM40-70-S、ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ製GC-4018)で測定した。 ^{90}Sr は、放射化学分離後、低BGガスフロー計数装置(日立アロカメディカル製LBC-4512)で β 線を測定した。UはTBP抽出後、 $^{239+240}\text{Pu}$ は放射化学分離後、シリコン半導体検出器(ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ製Alpha Analyst 7200-08)で α 線を測定した。

また、三菱原燃局等7地点において、可搬型Ge半導体検出器(ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ製Aegis)を用いてin-situ測定を行った。

2 結果の概要

- (1) 各地点における放射性核種の測定結果を表1に、 ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 及び $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の経年変化(三菱原燃局等7地点を除く)を図1に示した。
- (2) ^{134}Cs が検出限界値未満~12Bq/kg乾土、 ^{137}Cs が4.5~900Bq/kg乾土の範囲で検出された。
 ^{137}Cs について、原発事故の影響により平成23年度以降は平成22年度以前よりも高い値となり、横ばいか低下傾向にある。また、 ^{134}Cs について、検出限界に近づく地点が多くなっている。
なお、 ^{137}Cs は原発事故以前も検出されており、その濃度は1桁程度低いものの、過去の核爆発実験等の影響を含むと考えられる。
- (3) 東海村石神の ^{134}Cs 及び ^{137}Cs 濃度について、深さ0~5cmは深さ5~20cmより1桁以上程度高いことから、原発事故により放出された ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の多くが深さ0~5cmにとどまっていると考えられる。
- (4) ^{90}Sr について、検出限界値未満~1.5Bq/kg乾土の範囲で検出された。原発事故前の平成22年度(0.28~1.3Bq/kg乾土、三菱原燃局等7地点を除く)と同等レベルであることから、検出された ^{90}Sr は、過去の核爆発実験等の影響によるものと考えられる。
- (5) Uについて、5.4~81Bq/kg乾土の範囲で検出された。天然Uの ^{238}U に対する放射能比 $^{234}\text{U} : ^{235}\text{U} : ^{238}\text{U} = 1.0 : 0.047 : 1$ に対して、いずれの地点においてもほぼ同比のとおりであった。
- (6) $^{239+240}\text{Pu}$ について、0.035~0.71Bq/kg乾土の範囲で検出された。原発事故前の平成22年度(0.13~1.4Bq/kg乾土)と同等レベルであること、並びに原発事故前後を含めて極端に変動することなく推

移していることから、検出された²³⁹⁺²⁴⁰Puは過去の核爆発実験等の影響によるものと考えられる。

(7) in-situ 測定の結果、¹³⁴Cs について、全 7 地点で検出され、寄与空間線量率は 0~0.6nGy/h、組成比率は 0~2.1%の範囲にあり、平均値はそれぞれ、0.4nGy/h、1.2%であった。¹³⁷Cs について、全地点で検出され、寄与空間線量率は 2.6~9.0nGy/h、組成比率は 6.4~31.2%の範囲にあり、平均値はそれぞれ、5.8nGy/h、18.2%であった。¹³⁴Cs と ¹³⁷Cs を合算した寄与空間線量率は 2.6~9.6nGy/h、組成比率は 6.4~33.3%の範囲、平均値はそれぞれ、6.1nGy/h、19.3%であった。

なお、¹³⁴Cs及び¹³⁷Cs以外の人工放射性放出核種は検出されなかった。

表 1 土壌及び湖底土中の放射性核種濃度

			単位 : Bq/kg乾土				
採取地点	種類	採取月	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	U (²³⁴ U+ ²³⁵ U+ ²³⁸ U)	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu
東海村舟石川	畑土	5月	0.73 ± 0.1	46 ± 0.3	0.59 ± 0.08	57 ± 3	0.15 ± 0.02
		11月	0.76 ± 0.1	66 ± 0.4	—	—	—
那珂市横堀	畑土	5月	0.57 ± 0.09	47 ± 0.3	0.42 ± 0.07	81 ± 4	0.35 ± 0.03
		11月	0.55 ± 0.1	51 ± 0.4	—	—	—
ひたちなか市常陸那珂	砂防林土	5月	10 ± 0.2	670 ± 1	0.39 ± 0.09	5.4 ± 0.4	0.28 ± 0.03
		11月	11 ± 0.2	800 ± 1	—	—	—
水戸市見川	畑土	5月	1.5 ± 0.1	74 ± 0.5	0.49 ± 0.08	—	0.14 ± 0.01
		11月	1.0 ± 0.1	83 ± 0.5	—	—	—
ひたちなか市長砂	畑土	5月	1.6 ± 0.1	100 ± 0.5	1.5 ± 0.1	42 ± 2	0.22 ± 0.02
		11月	1.1 ± 0.1	88 ± 0.4	—	—	—
大洗町成田	庭土	5月	12 ± 0.2	710 ± 2	1.0 ± 0.1	—	0.58 ± 0.04
		11月	7.5 ± 0.2	570 ± 1	—	—	—
東海村石神(深さ0~5cm)	庭土	5月	2.4 ± 0.2	170 ± 0.7	—	—	0.43 ± 0.04
		(深さ5~20cm)	5月	<0.5	4.5 ± 0.1	—	—
東海村三菱原燃局	裸地	11月	5.4 ± 0.2	400 ± 1	0.56 ± 0.1	—	—
那珂市本米崎局	〃	11月	1.9 ± 0.2	130 ± 0.7	0.54 ± 0.1	—	—
那珂市額田局	〃	11月	0.68 ± 0.1	58 ± 0.4	<0.3	—	—
那珂市鴻巣局	〃	10月	3.1 ± 0.2	230 ± 0.9	0.81 ± 0.09	—	—
常陸大宮市御前山局	〃	10月	1.0 ± 0.1	72 ± 0.5	<0.2	—	—
茨城町広浦局	〃	11月	3.4 ± 0.1	240 ± 0.8	<0.3	—	—
城里町七会局	〃	11月	1.9 ± 0.2	150 ± 0.8	0.38 ± 0.1	—	—
霞ヶ浦	湖底土	5月	4.7 ± 0.2	280 ± 1	0.38 ± 0.07	—	0.71 ± 0.05

(注) 「—」は測定対象外

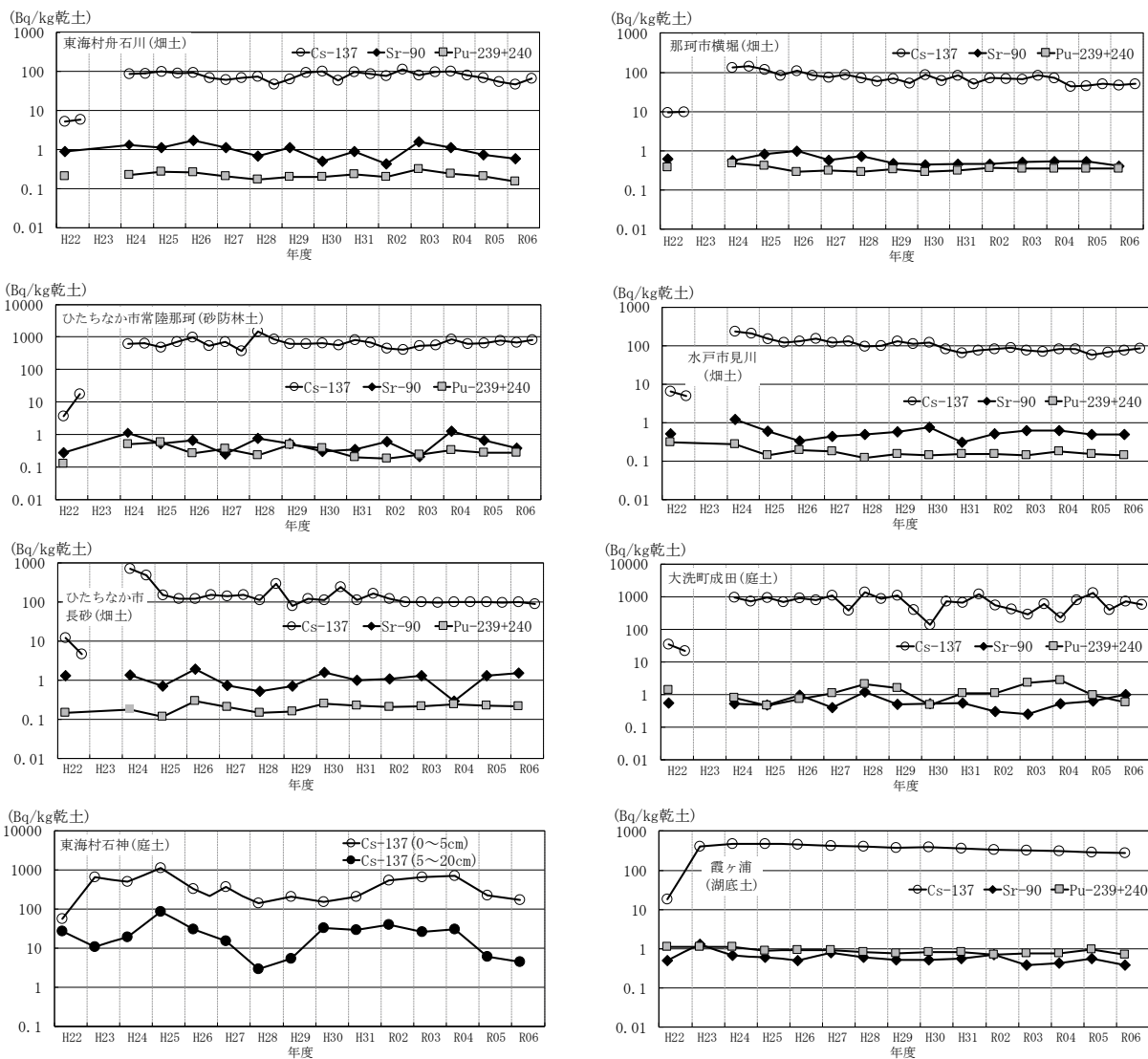


図1 土壌及び湖底土中の¹³⁷Cs、⁹⁰Sr及び²³⁹⁺²⁴⁰Pu濃度の経年変化

(注)平成23年度は、原発事故に係る特別調査実施のため、東海村石神及び霞ヶ浦以外の地点は未実施

表2 in-situ測定結果

所在市町村	測定地点名	調査日	線量率 (nGy/h)	トリウム系列		ウラン系列		⁴⁰ K		¹³⁴ Cs		¹³⁷ Cs	
				線量率 (nGy/h)	組成比率 (%)	線量率 (nGy/h)	組成比率 (%)	線量率 (nGy/h)	組成比率 (%)	線量率 (nGy/h)	組成比率 (%)	線量率 (nGy/h)	組成比率 (%)
東海村	三菱原燃局	2024/11/6	30.9	10.6	34.3	4.7	15.2	9.73	31.5	0.5	1.6	5.4	17.4
那珂市	本米崎局	2024/11/6	39.4	12.3	31.2	5.7	14.6	15.5	39.4	0.4	1.0	5.4	13.8
	額田局	2024/11/20	39.9	12.1	30.3	5.6	14.0	19.7	49.3	0.0	0.0	2.6	6.4
	鴻巣局	2024/10/29	28.9	8.4	28.9	3.2	11.0	7.7	26.8	0.6	2.1	9.0	31.2
常陸大宮市	御前山局	2024/10/29	33.9	11.5	34.0	4.9	14.5	13.8	40.7	0.0	0.0	3.7	10.8
茨城町	広浦局	2024/11/8	33.9	11.0	32.4	4.9	14.4	9.8	29.0	0.6	1.9	7.6	22.3
城里町	七会局	2024/11/14	26.5	8.6	32.5	3.2	12.1	7.57	28.6	0.4	1.6	6.7	25.2

2-7 大気湿分中のトリチウム濃度

1 調査方法

1.1 採取地点及び頻度

採取地点	採取頻度	採取方法
東海村村松(村松測定局) 東海村照沼(常陸那珂東海局(一般環境大気測定局)) ひたちなか市西十三奉行(環境放射線監視センター)	月2回	シリカゲルによる 吸湿法

1.2 測定方法

大気湿分は、屋外の空気を吸引し、シリカゲルに通して捕集した。回収したシリカゲルに窒素ガスを流しながら200℃で乾留し、コールドトラップにより水を回収した。なお、シリカゲルは月2回交換し、得られた大気湿分を混合して、当該月の測定試料とした。

回収した大気湿分を減圧蒸留し、低BG液体シンチレーションシステム(日立アロカメディカル製LSC-LB7、日立製作所製LSC-LB8)を用いて測定し、大気湿分中のトリチウム濃度を算出した。

2 結果の概要

- 大気湿分中のトリチウムの測定結果を表1、経月変化を図1、経年変化を図2に示した。
- 令和6年度の平均値は、東海村村松で1.6 Bq/L、東海村照沼で1.0 Bq/L、ひたちなか市西十三奉行で0.59 Bq/Lであった。最大値は、東海村村松で3月の5.5 Bq/L、東海村照沼で11月及び3月の1.8 Bq/L、ひたちなか市西十三奉行で11月の0.99 Bq/Lであった。

表1 大気湿分中トリチウム濃度

地点	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	R06 平均	R05 平均	R04 平均
東海村 村松	1.1	1.0	1.2	0.94	0.89	0.84	1.0	1.3	2.2	1.7	1.6	5.5	1.6	3.0	1.4
東海村 照沼	0.51	0.95	1.1	0.63	0.77	0.55	1.3	1.8	1.1	1.4	0.62	1.8	1.0	1.1	0.90
ひたちなか市 西十三奉行	<0.43	0.51	0.69	<0.39	0.63	0.42	0.4	0.99	<0.44	0.95	0.47	0.8	0.59	0.75	0.56

※ 検出限界値未満の場合、検出限界値を用いて平均値を算出した。

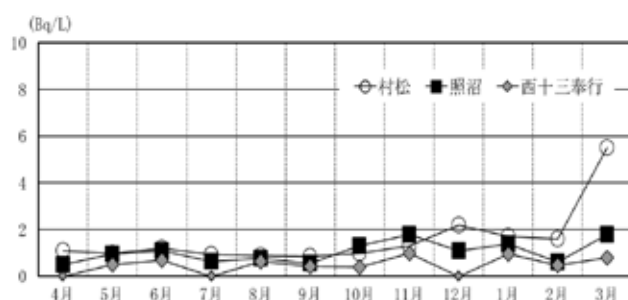


図1 大気湿分中トリチウム濃度の経月変化

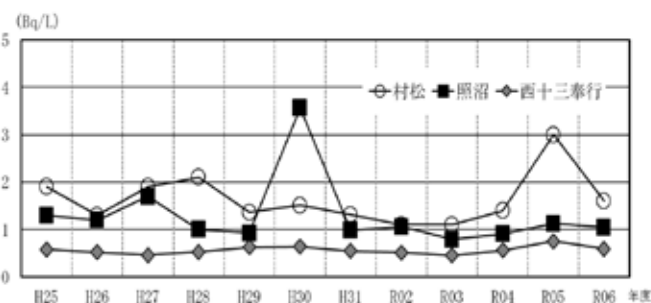


図2 大気湿分中トリチウム濃度の経年変化

2-8 農畜産物中の放射性核種濃度

1 調査方法

1.1 採取地点及び頻度

項目	採取地点	採取頻度	採取方法
農産物 (注1)	葉菜 東海：2地点 那珂、大洗、水戸：各1地点	年2回	生産者の協力を得て、収穫時に入手
	根菜 水戸	年1回	
	精米 東海、那珂、水戸：各1地点	年1回	
畜産物	原乳 那珂、茨城	4、7、10、1月	生産者の協力を得て入手
	原乳 水戸	4、7、8、10、1月	

(注1)葉菜：キャベツ、ホウレン草、ハクサイ 根菜：ダイコン

1.2 測定方法

γ 線放出核種は、Ge半導体検出器(SEIKO EG&G製GEM40-70-S、ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ製GC-4018)により測定した。 ^{131}I は生試料を測定試料とし、その他の核種については灰試料(乾燥機で 105°C 、約1日間以上乾燥後、電気炉で 450°C 、24時間灰化し、乳鉢で粉砕)を測定試料とした。

^{90}Sr は、放射化学分離後、低BGガスフロー計数装置(日立アロカメディカル製LBC-4512)で ^{90}Y の β 線を測定した。

^{14}C は、ベンゼン合成装置(米国TASK社製TASK Benzene Synthesizer)によりベンゼンを合成し、低BG液体シンチレーションシステム(日立製作所製LSC-LB8)で β 線を測定した。

2 結果の概要

(1) 農産物中の人工放射性核種濃度の測定結果を表1、表2に示した。

原発事故等の影響により、全試料で ^{137}Cs が検出され、最大値を示したのは、精米の 0.36Bq/kg 生であった。 ^{131}I 及び ^{134}Cs は、全試料で検出限界値未満であった。 ^{90}Sr について、14試料中7試料から検出され、最大値を示したのはダイコン(葉茎)の 0.15Bq/kg 生であった。

^{14}C について、精米中において、 $89\sim 91\text{Bq/kg}$ 生で、現在の自然界における宇宙線由来と過去の核爆発実験由来による水準と同程度であった。また、葉菜類4試料についても ^{14}C 分析を実施し、 $0.20\sim 0.23\text{Bq/gC}$ であった。詳細は資料1のとおり。

(2) 畜産物(原乳)中の人工放射性核種濃度の測定結果を表3に示した。

原発事故等の影響により、7試料中5試料で ^{137}Cs が検出され、最大値は、 0.065Bq/L 生であった。

^{131}I について、全試料で検出限界値未満であった。 ^{90}Sr について、全試料で検出限界値未満であった。

^{14}C について1試料で分析を実施し、 0.22Bq/gC であった。詳細は資料1のとおり。

(3) 農畜産物中の ^{137}Cs 、 ^{90}Sr 濃度平均の経年変化を、それぞれ図1、図2に示した。

^{137}Cs について、原発事故の影響により原乳、精米、ホウレン草、キャベツとも、平成23年度以降は平成22年度以前よりも高い値となっている。 ^{90}Sr について、原発事故前後を含めて原乳、精米は検出限界レベルで推移しており、ホウレン草及びキャベツは極端に変動することなく推移していることから、過去の核爆発実験等の影響を反映していると考えられる。

表1 農産物中の人工放射性核種濃度(γ線スペクトロメトリー)

単位：Bq/kg生

試料名	部位等	採取地点	採取月	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs
キャベツ	葉茎	東海村	5月	<0.07	<0.03	0.079 ± 0.005
〃	〃	〃	4月	<0.08	<0.03	0.028 ± 0.004
〃	〃	那珂市	5月	<0.08	<0.03	0.23 ± 0.007
〃	〃	大洗町	5月	<0.09	<0.03	0.043 ± 0.007
精米	生産米	東海村	10月	<0.08	<0.02	0.36 ± 0.01
〃	〃	那珂市	10月	<0.08	<0.02	0.049 ± 0.004
〃	〃	水戸市	10月	<0.08	<0.02	0.059 ± 0.005
ハクサイ	葉茎	東海村	11月	<0.08	<0.03	0.026 ± 0.006
ホウレン草	〃	〃	11月	<0.2	<0.08	0.072 ± 0.01
ハクサイ	〃	那珂市	11月	<0.09	<0.03	0.026 ± 0.005
〃	〃	大洗町	11月	<0.07	<0.02	0.057 ± 0.005
ホウレン草	〃	水戸市	3月	<0.2	<0.04	0.15 ± 0.009
ダイコン	根	水戸市	12月	<0.4	<0.02	0.057 ± 0.004
〃	葉茎	〃	12月	<0.7	<0.05	0.22 ± 0.01

表2 農産物中の人工放射性核種濃度(放射化学分析)

単位：Bq/kg生 (葉菜類の ^{14}C はBq/gC)

試料名	部位等	採取地点	採取月	^{90}Sr	^{14}C
キャベツ	葉茎	東海村	5月	0.045 ± 0.008	0.23 ± 0.0024
〃	〃	〃	4月	0.040 ± 0.009	—
〃	〃	那珂市	5月	0.073 ± 0.008	—
〃	〃	大洗町	5月	<0.03	—
精米	生産米	東海村	10月	<0.02	90 ± 1
〃	〃	那珂市	10月	<0.02	91 ± 1
〃	〃	水戸市	10月	<0.02	89 ± 1
ハクサイ	葉茎	東海村	11月	0.044 ± 0.01	0.23 ± 0.003
ホウレン草	〃	〃	11月	<0.03	—
ハクサイ	〃	那珂市	11月	0.054 ± 0.01	0.20 ± 0.003
〃	〃	大洗町	11月	<0.03	0.23 ± 0.003
ホウレン草	〃	水戸市	3月	<0.02	—
ダイコン	根	水戸市	12月	0.032 ± 0.008	—
〃	葉茎	〃	12月	0.15 ± 0.01	—

※「—」は測定対象外

表3 畜産物中の人工放射性核種濃度

単位：Bq/kg生 (^{14}C はBq/gC)

試料名	採取地点	採取月	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{90}Sr	^{14}C
原乳	那珂市	4月	<0.07	<0.02	0.021 ± 0.004	<0.03	—
〃	〃	7月	<0.08	—	—	—	—
〃	〃	10月	<0.07	<0.03	0.041 ± 0.008	<0.02	0.22 ± 0.003
〃	〃	1月	<0.08	—	—	—	—
〃	茨城町	4月	<0.07	<0.02	0.065 ± 0.006	<0.03	—
〃	〃	7月	<0.07	—	—	—	—
〃	〃	10月	<0.07	<0.03	0.051 ± 0.005	<0.02	—
〃	〃	1月	<0.08	—	—	—	—
〃	水戸市	4月	<0.08	<0.02	0.034 ± 0.007	<0.02	—
〃	〃	7月	<0.07	—	—	—	—
〃	〃	8月	<0.06	<0.03	<0.03	—	—
〃	〃	10月	<0.09	<0.03	<0.02	<0.02	—
〃	〃	1月	<0.07	—	—	—	—

※「—」は測定対象外

Bq/kg生(原乳 : Bq/L生)

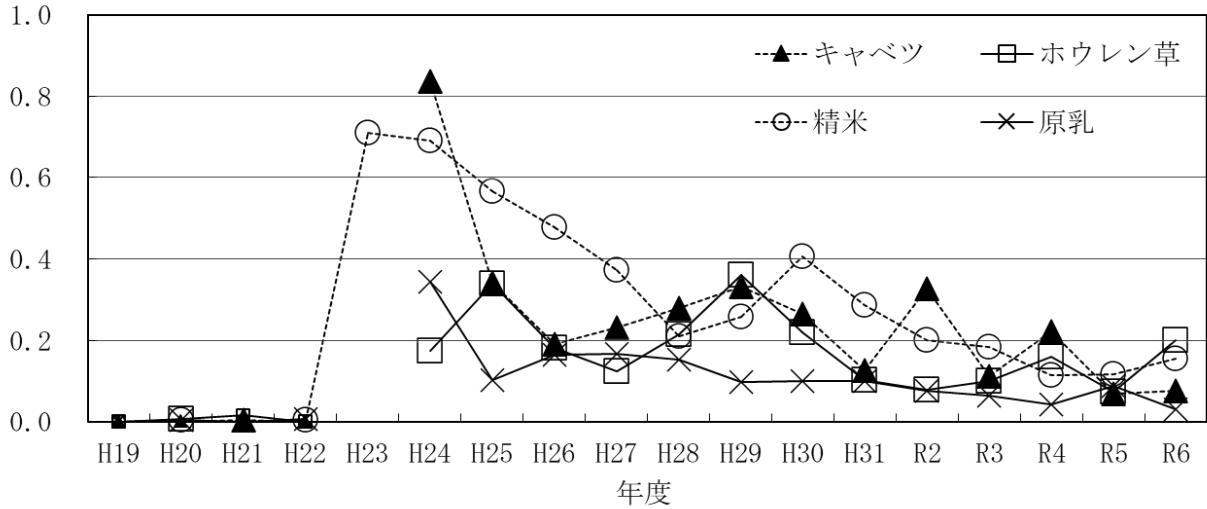


図1 農畜産物中の ^{137}Cs 濃度の経年変化(平均値)

(注)平成23年度は、原発事故に係る特別調査を実施(精米のみ採取・測定を実施)。
 グラフの見やすさを考慮して、検出限界値未満は0とし、マーカーを小さくした。

Bq/kg生(原乳 : Bq/L生)

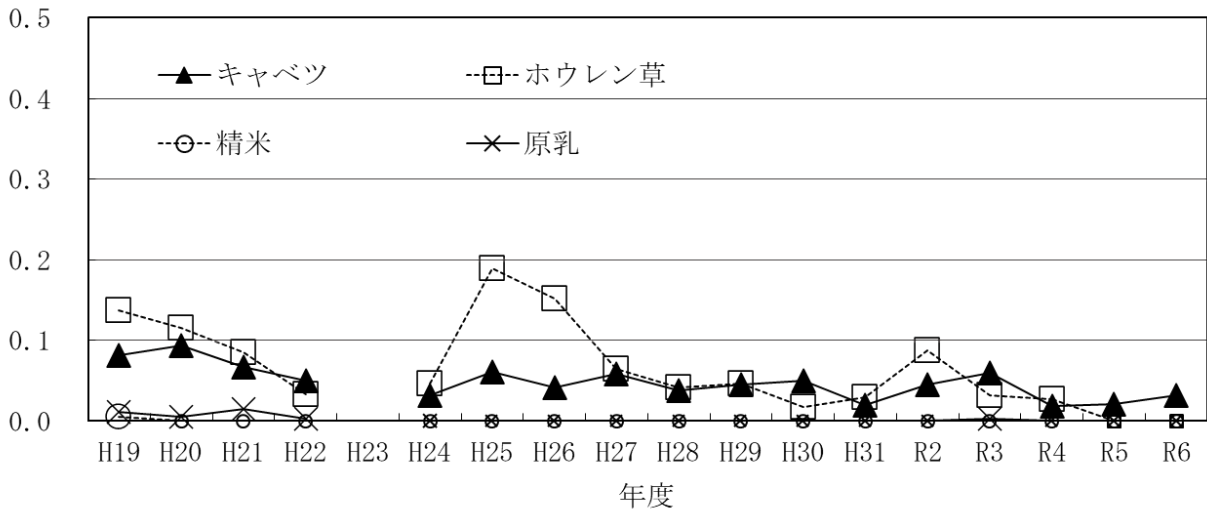


図2 農畜産物中の ^{90}Sr 濃度の経年変化(平均値)

(注)平成23年度は、原発事故に係る特別調査を実施。
 グラフの見やすさを考慮して、検出限界値未満は0とし、マーカーを小さくした。

2-9 水産生物中の放射性核種濃度

1 調査方法

1.1 採取地点及び頻度

項目	採取地点	採取頻度	採取方法
海産物	魚類 久慈沖、大洗沖	2種を年1回又は2回	県漁政課と漁業協同組合の協力を得て、採取地点で漁獲されたものを水揚げの際に入手
	貝類 久慈浜、大洗	2種を年2回	
	海藻類 久慈浜、大洗	2種を年2回	
淡水産生物	魚類 霞ヶ浦	年1回	

1.2 測定方法

水洗い後、可食部のみを切り分け、105℃で乾燥後、450℃で24時間灰化した。その後、 γ 線放出核種をGe半導体検出器(SEIKO EG&G製GEM40-70-S、ミリオンテクノロジー・キャンベラ製GC-4018)で測定した。 ^{90}Sr は、放射化学分離後、低BGガスフロー計数装置(日立アロカメディカル製LBC-4512)で β 線を測定した。 $^{239+240}\text{Pu}$ は、放射化学分離後、シリコン半導体検出器(キャンベラ製Alpha Analyst 7200-08)で α 線を測定した。

2 結果の概要

- (1) 水産物中の放射性核種濃度の測定結果を表1に、海産物中の ^{90}Sr 濃度、 ^{137}Cs 濃度、及び $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の経年変化を図1に示した。
- (2) 原発事故等の影響により、一部の試料を除き ^{137}Cs が検出され、最大値を示したのは魚類でヒラメ0.35Bq/kg生、貝類※でウバガイ0.073Bq/kg生、海藻類でヒジキ0.14Bq/kg生であった。いずれの種類も原発事故が発生した後の平成24年度は、平成22年度以前の10~100倍の濃度となり、それ以降はばらつきがあるもののおおむね減少傾向にある。
- (3) ^{90}Sr について、全ての試料で検出限界値未満であった。
- (4) $^{239+240}\text{Pu}$ について、貝類※10試料、海藻類7試料から検出されており、最大値を示したのはアワビ内蔵の0.0048Bq/kg生であり、平成16年度以降の測定結果範囲内(検出限界値未満~0.024Bq/kg生)であった。
なお、 ^{238}Pu は全試料で検出限界値未満であった。

※ アワビ可食部は対象から除く。

表1 水産生物中の放射性核種濃度

				単位: Bq/kg生					
種類	部位	採取場所	採取月	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	²³⁹⁺²⁴⁰ Pu(×10 ⁻³)		
魚類	シラス	全部	大洗沖	6月	<0.03	0.058 ± 0.005	<0.02	<0.2	
	シラス	全部	久慈沖	7月	<0.03	0.078 ± 0.006	<0.02	<0.5	
	シラス	全部	久慈沖	9月	<0.03	0.085 ± 0.006	<0.03	<0.8	
	シラス	全部	大洗沖	11月	<0.03	0.057 ± 0.006	<0.02	<0.6	
	ヒラメ	筋肉	久慈沖	5月	<0.03	0.34 ± 0.01	<0.02	<0.2	
	ヒラメ	筋肉	大洗沖	7月	<0.03	0.45 ± 0.01	<0.02	<0.3	
	ヒラメ	筋肉	大洗沖	12月	<0.03	0.33 ± 0.01	<0.02	<0.6	
	スズキ	筋肉	久慈沖	9月	<0.03	0.42 ± 0.01	<0.02	<0.2	
	貝類	アワビ	可食部	久慈浜	6月	<0.1	0.037 ± 0.02	<0.04	4.0 ± 0.5
アワビ		筋肉	久慈浜	7月	<0.05	<0.03	<0.04	3.4 ± 0.6	
		内臓			<0.04	0.047 ± 0.009	<0.04	4.8 ± 1	
アワビ		可食部	久慈浜	9月	<0.08	0.078 ± 0.004	<0.04	3.6 ± 0.3	
		筋肉			<0.03	0.042 ± 0.005	<0.02	1.4 ± 0.3	
アワビ		内臓	久慈浜	9月	<0.04	0.061 ± 0.008	<0.04	3.3 ± 0.7	
		可食部			<0.08	0.063 ± 0.005	<0.04	4.3 ± 0.1	
ハマグリ		軟組織	大洗	6月	<0.03	0.060 ± 0.006	<0.02	1.0 ± 0.3	
		軟組織		9月	<0.03	0.12 ± 0.007	<0.02	1.1 ± 0.3	
ハマグリ		軟組織	大洗	12月	<0.04	0.060 ± 0.008	<0.03	<0.7	
ウバガイ		軟組織	大洗	6月	<0.03	0.033 ± 0.006	<0.03	0.95 ± 0.3	
ウバガイ		軟組織	大洗	9月	<0.03	0.073 ± 0.006	<0.02	1.4 ± 0.4	
海藻類		アラメ	葉茎	久慈浜	4月	<0.06	0.079 ± 0.01	<0.03	2.2 ± 0.5
		アラメ	葉茎	大洗	5月	<0.05	0.062 ± 0.01	<0.02	1.3 ± 0.4
		アラメ	葉茎	久慈浜	7月	<0.05	0.12 ± 0.01	<0.02	1.2 ± 0.4
	アラメ	葉茎	大荒	9月	<0.06	0.12 ± 0.01	<0.03	3.2 ± 0.7	
	ヒジキ	葉茎	大洗	5月	<0.06	0.041 ± 0.01	<0.02	<2	
	ヒジキ	葉茎	大洗	9月	<0.08	0.14 ± 0.02	<0.03	1.6 ± 0.5	
	ワカメ	葉茎	久慈浜	4月	<0.07	0.066 ± 0.02	<0.02	2.0 ± 0.5	
	ワカメ	葉茎	久慈浜	7月	<0.07	0.063 ± 0.01	<0.02	2.7 ± 0.6	
	アメリカナマズ	筋肉	霞ヶ浦	7月	0.27 ± 0.009	18 ± 0.05	—	<0.3	

(注)・「—」は測定対象外
 ・²³⁸Puは全試料で不検出
 ・アワビ可食部は、筋肉と内臓の重量比から算出

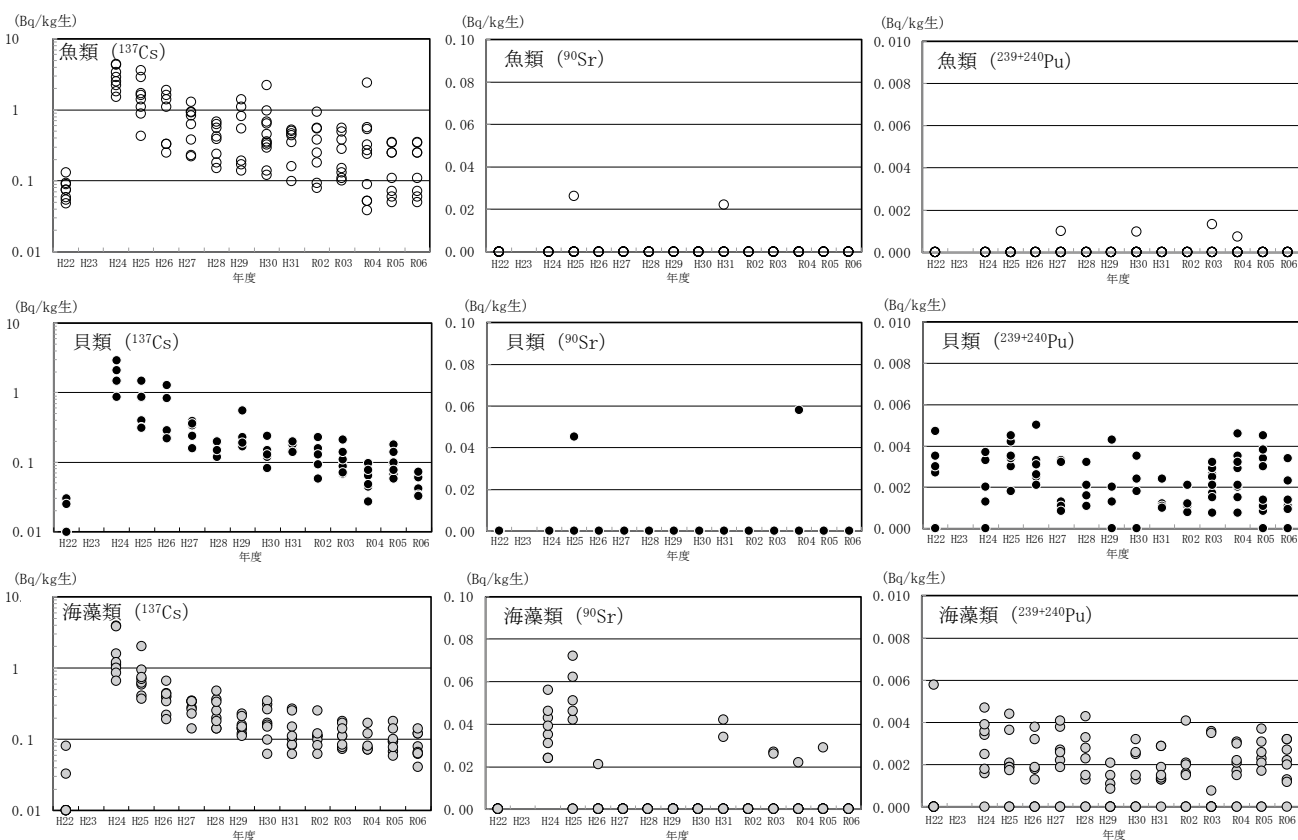


図1 水産生物中の放射性核種濃度経年変化

(注)・平成23年度は、原発事故に係る特別調査を実施。
 ・グラフの見やすさを考慮して、検出限界値未満はY軸最小値とした。
 ・アワビは筋肉の結果を表示。

2-10 海水中の放射性核種濃度

1 調査方法

1.1 採取地点及び頻度

採取地点	採取月	採取方法
東海沖 4 海域(A、G、I、P) 大洗沖 2 海域(J、K)	4、7、10、1月	A、G、I、J、K 海域は 2 地点の表層水を水中ポンプで採取。P 海域はサイクル工研が 5 地点の表層水を採取。

1.2 測定方法

各海域 2 地点(P 海域は 5 地点)の海水を混合して測定試料とした。トリチウムは、測定試料を減圧蒸留後、低 BG 液体シンチレーションシステム(日立アロカメディカル製 LSC-LB7、日立製作所製 LSC-LB8)を用いて測定した。 γ 線放出核種は、海水 30L をフェロシアン化ニッケル-水酸化鉄(III)共沈法で前処理し、Ge 半導体検出器(SEIKO EG&G 製 GEM40-70-S、ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ製 GC-4018)を用いて γ 線を測定した。 ^{90}Sr は、海水 10L をイオン交換法で前処理し、低 BG ガスフロー計数装置(日立アロカメディカル製 LBC-4212)を用いて β 線を測定した。

$^{239+240}\text{Pu}$ は、7月採取の A、G、I、J、K 海域 2 地点の海水を 20L ずつ混合して測定試料(200L)とした。水酸化鉄(III)共沈法で前処理後、イオン交換法により分離・精製し、ステンレス板に電着して、シリコン半導体検出器(キャンベラ製 Alpha Analyst 7200-08)を用いて α 線を測定した。

2 結果の概要

- (1) 各海域におけるトリチウムの測定結果を表 1 に、経年変化を図 1 に示した。検出限界値未満～0.45Bq/L の範囲にあり、原発事故前と同レベルであった。
- (2) 各海域における人工放射性核種の測定結果を表 2 に、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 及び ^{90}Sr 濃度の経年変化を図 2 に示した。原発事故の影響により、久慈沖(4月)を除いた海域において ^{137}Cs が、1.7～3.1mBq/L の範囲で検出された。また、 ^{134}Cs 及び ^{90}Sr は、全ての海域で検出限界値未満であった。
- (3) $^{239+240}\text{Pu}$ は、 5.4×10^{-3} mBq/L であり、平成 21 年度以降の調査結果(検出下限値未満～ 7.0×10^{-3} mBq/L) の範囲内であった。

表1 海水中のトリチウム濃度

単位：Bq/L

海 域 名	採 取 月			
	4月	7月	10月	1月※
A (久慈沖 2km)	<0.39	<0.40	<0.37	<0.39
G (サイクル機構沖 8km)	<0.38	<0.39	<0.38	<0.39
I (阿字ヶ浦沖 4km)	<0.39	<0.40	<0.37	<0.39
J (那珂湊沖 2km)	<0.38	<0.40	<0.38	<0.39
K (大貫沖 2km)	<0.38	<0.39	<0.38	<0.38
P (再処理放出口周辺)	<0.38	0.45 ± 0.1	<0.39	<0.39

※ P海域1月採取分は、海象不良により2月に採取

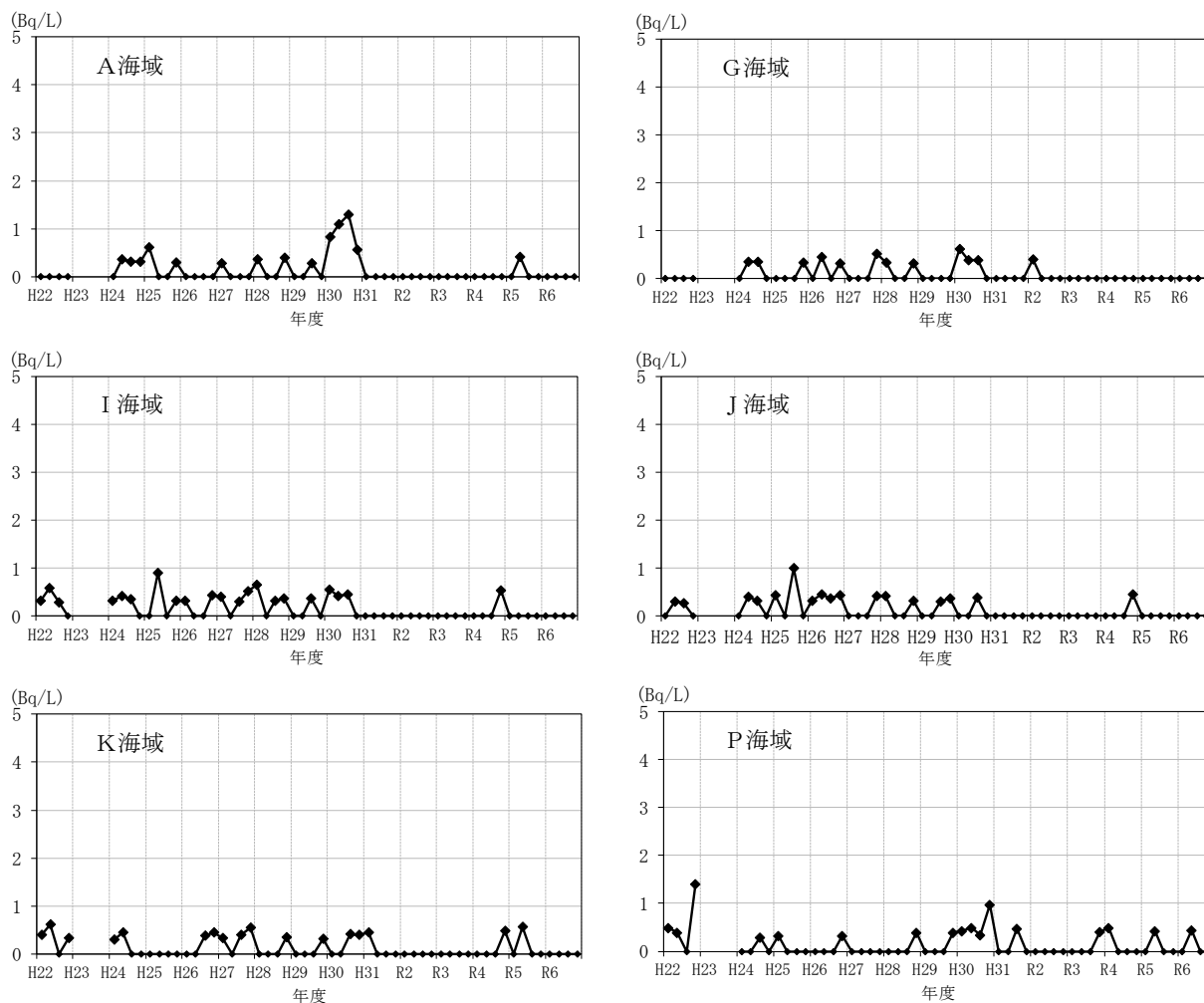


図1 海水中のトリチウム濃度の経年変化

(注) ・グラフの見やすさを考慮して、検出限界値未満は0Bq/Lとし、マーカーを小さくした。

・平成23年度は原発事故に係る特別調査を実施のためデータなし。

表2 海水中の人工放射性核種濃度

海域名	採取月	^{134}Cs	^{137}Cs	^{90}Sr	単位：mBq/L
					$^{239+240}\text{Pu}$ ($\times 10^{-3}$)
A (久慈沖 2km)	4月	<2	<2	<3	—
	10月	<2	2.2 ± 0.7	<3	—
G (サイクル機構沖 8km)	4月	<2	1.9 ± 0.2	<3	—
	10月	<2	1.7 ± 0.4	<4	—
I (阿字ヶ浦沖 4km)	4月	<2	2.2 ± 0.4	<3	—
	10月	<1	2.5 ± 0.3	<3	—
J (那珂湊沖 2km)	4月	<2	1.8 ± 0.2	<3	—
	10月	<2	2.4 ± 0.3	<3	—
K (大貫沖 2km)	4月	<2	1.9 ± 0.4	<2	—
	10月	<2	3.1 ± 0.7	<2	—
P (再処理放出口周辺)	4月	<2	2.5 ± 0.3	<3	—
	10月	<1	2.0 ± 0.2	<3	—
A, G, I, J, K (混合)	7月	—	—	—	5.4 ± 1

注) 「-」は測定対象外

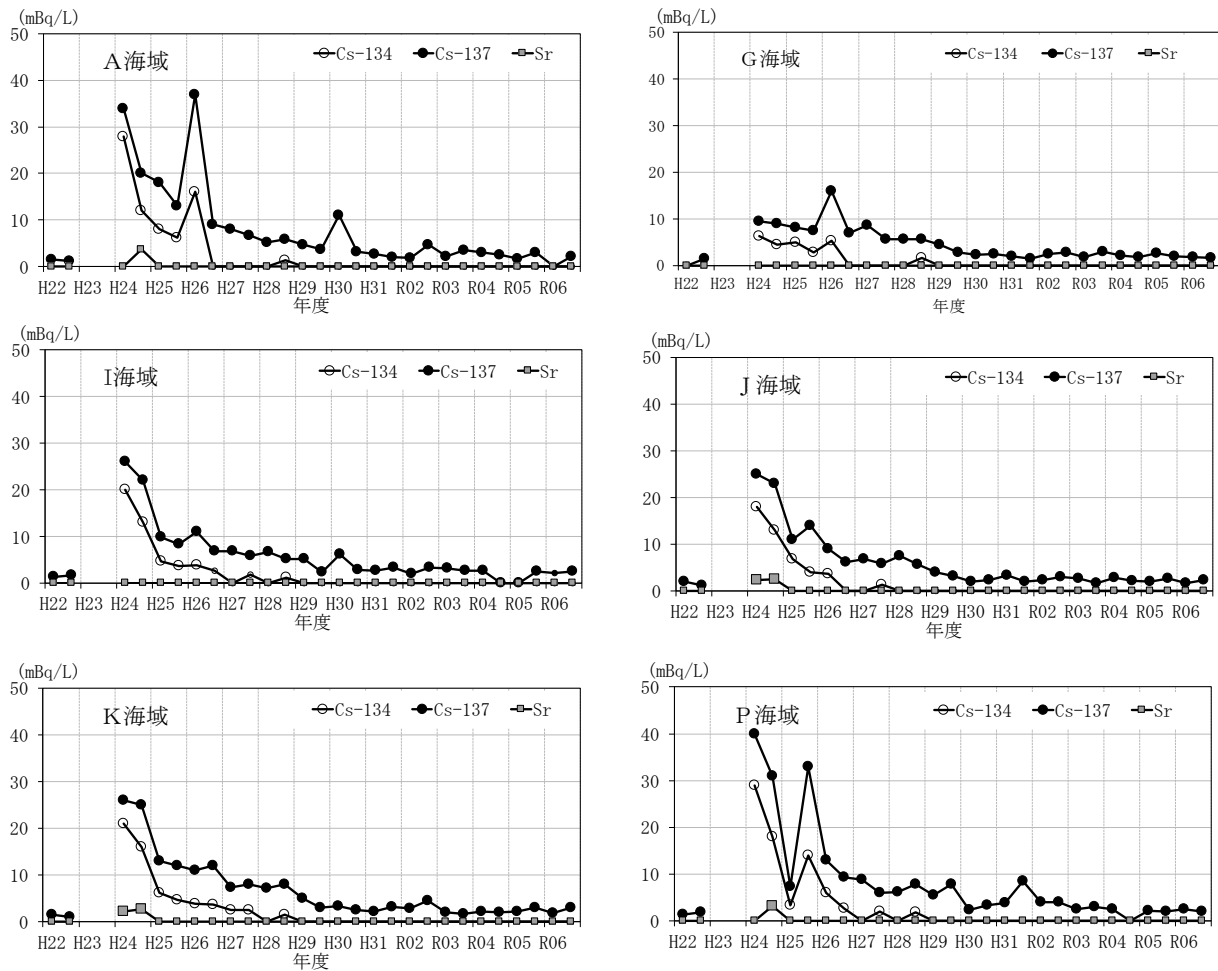


図2 海水中の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 及び ^{90}Sr 濃度の経年変化

(注) ・グラフの見やすさを考慮して、検出限界値未満は0Bq/Lとし、マーカーを小さくした。

・平成23年度は原発事故に係る特別調査を実施のためデータなし。

2-1-1 海底土及び海岸砂中の放射性核種濃度

1 調査方法

1.1 採取地点及び頻度

採取地点	採取月	採取方法
東海沖 3 海域 (A, G, I) 大洗沖 2 海域 (J, K)	7、1 月	1 海域につき 2 地点でスミス・マッキンタイヤ採泥器を用いて採取。
東海沖 1 海域 (P)		サイクル工研が 5 地点で採取しコンポジット。
海岸砂 1 地点 (T1)		PE 円筒形容器で 0~5cm 深さを 3~4 か所採取

1.2 測定方法

105℃で乾燥し、2mm メッシュのふるいで石、貝類等の異物を除去した後、 γ 線放出核種を Ge 半導体検出器(SEIKO EG&G 製 GEM40-70-S、ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ製 GC-4018)で測定した。 ^{90}Sr は、放射化学分離後、低 BG ガスフロー計数装置(日立アロカメディカル製 LBC-4512)で β 線を測定した。Uは TBP 抽出後、 $^{239+240}\text{Pu}$ は放射化学分離後、シリコン半導体検出器(キャンベラ製 Alpha Analyst 7200-08)で α 線を測定した。

2 結果の概要

- (1) 各海域における放射性核種濃度の測定結果を表 1 に、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の経年変化を図 1 に示した。
- (2) 原発事故の影響により、全ての海域等において ^{137}Cs が0.89~8.1Bq/kg乾土の範囲で検出された。 ^{134}Cs はすべての海域等において検出下限値未満であった。
 ^{137}Cs について、平成23年度はすべての海域において原発事故の影響により、原発事故前の平成22年度の2~3桁程度高い濃度であったが、平成23年度以降減少傾向にある。また、 ^{134}Cs について、近年不検出となる地点が多くなっている。
 なお、 ^{137}Cs は原発事故以前も検出されており、その濃度は1桁程度低いものの、過去の核爆発実験等の影響を含むと考えられる。
- (3) ^{90}Sr について、全海域で不検出だった。なお、原発事故前の平成22年度では検出下限値未満~0.38Bq/kg乾土である。
- (4) Uについて、5.5~13Bq/kg 乾土の範囲で検出された。天然Uの ^{238}U に対する放射能比 $^{234}\text{U}:^{235}\text{U}:^{238}\text{U}=1.0:0.047:1$ に対して、いずれの地点においてもほぼ同比のとおりであった。
- (5) $^{239+240}\text{Pu}$ について、0.23~0.83Bq/kg 乾土の範囲で検出された。原発事故前の平成22年度(0.24~0.93Bq/kg乾土)と同等レベルであること、原発事故前後を含めて極端に変動することなく推移していることから、検出された $^{239+240}\text{Pu}$ は、過去の核爆発実験等の影響によるものと考えられる。

表1 海底土中及び海岸砂中の放射性核種濃度

単位：Bq/kg乾土

海域/地点名	採取月	^{134}Cs	^{137}Cs	^{90}Sr	$\text{U} (^{234}\text{U}+^{235}\text{U}+^{238}\text{U})$	$^{239+240}\text{Pu}$
A (久慈沖 2km)	7月	<0.4	2.1 ± 0.1	<0.2	15 ± 0.8	0.23 ± 0.03
	1月	<0.3	3.0 ± 0.1	<0.2	13 ± 0.7	0.26 ± 0.02
G (サイクル工研沖8km)	7月	<0.3	5.8 ± 0.1	<0.2	6.4 ± 0.4	0.34 ± 0.03
	1月	<0.3	3.3 ± 0.1	<0.2	6.2 ± 0.4	0.33 ± 0.04
I (阿字ヶ浦沖4km)	7月	<0.4	3.2 ± 0.1	<0.2	11 ± 0.7	0.83 ± 0.08
	1月	<0.3	2.9 ± 0.1	<0.2	10 ± 0.6	0.73 ± 0.08
J (那珂湊沖 2km)	7月	<0.4	2.2 ± 0.1	<0.2	7.6 ± 0.5	0.32 ± 0.04
	1月	<0.4	2.1 ± 0.1	<0.2	8.1 ± 0.5	0.32 ± 0.04
K (大貫沖 2km)	7月	<0.4	2.2 ± 0.1	<0.2	10 ± 0.6	0.24 ± 0.04
	1月	<0.4	2.7 ± 0.1	<0.2	8.1 ± 0.5	0.26 ± 0.04
P (再処理放出口周辺)	7月	<0.4	8.1 ± 0.1	<0.2	13 ± 0.7	0.48 ± 0.04
	3月	<0.3	1.9 ± 0.1	<0.2	8.0 ± 0.5	0.26 ± 0.03
T1 (大洗海岸)	7月	<0.3	1.1 ± 0.06	<0.2	6.4 ± 0.4	0.27 ± 0.02
	1月	<0.3	0.89 ± 0.07	—	—	—

(注) A、G、I、J、K海域の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 $^{239+240}\text{Pu}$ は、2地点の平均値、 ^{90}Sr 、Uは2地点混合の値。

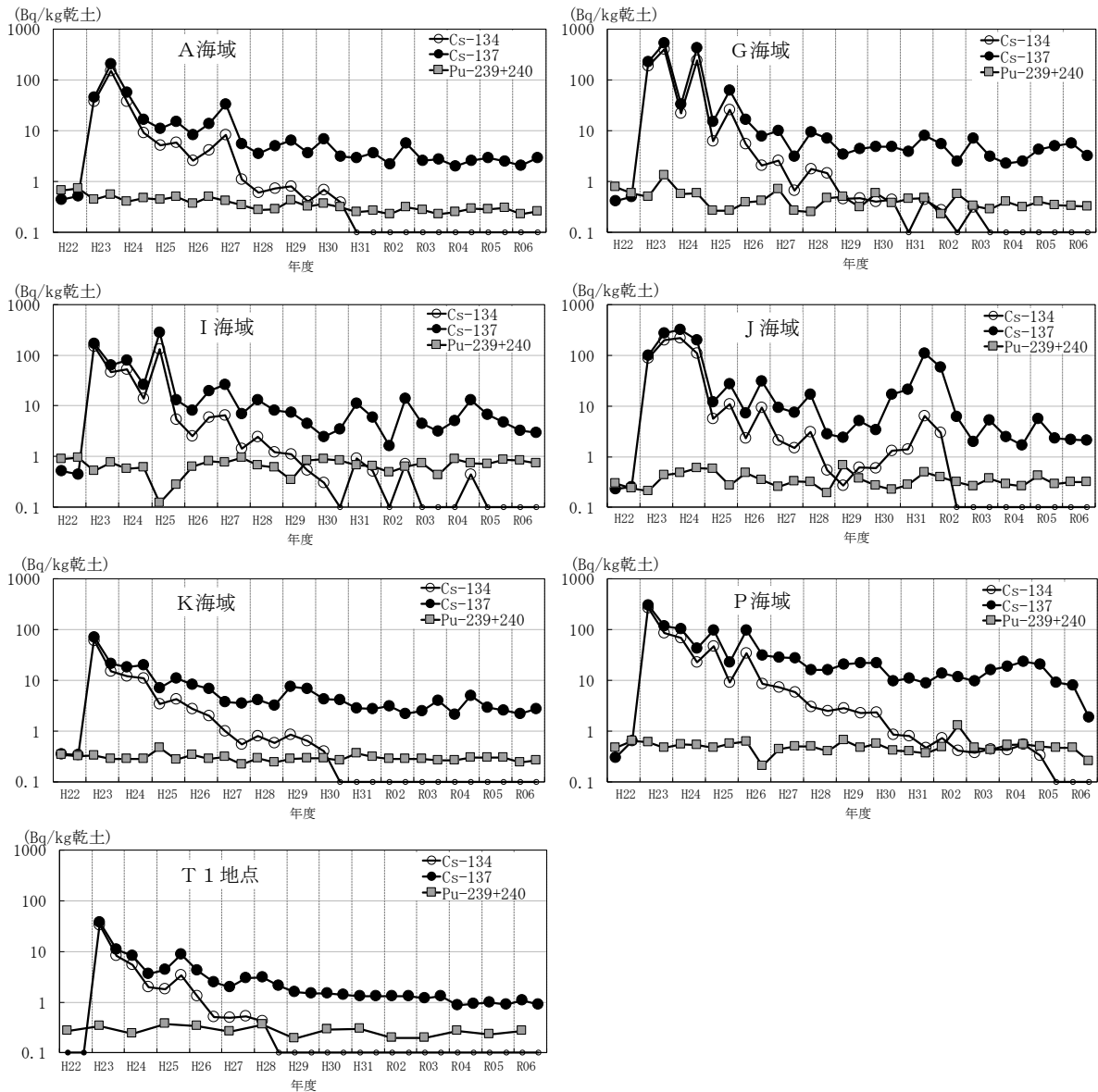


図1 海底土及び海岸砂中の ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 及び $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の経年変化

(注) ^{134}Cs は、平成23年度から記載。

グラフの見やすさを考慮して、検出限界値未満は0.1Bq/kg 乾土とし、マーカーを小さくした。

2-12 原子力施設排水中の放射性核種濃度

1 調査方法

1.1 採取排水溝及び頻度

採取排水溝	採取頻度	採取方法
原科研第1、原科研第2、原科研第3*、機構大洗、原電東海、原電東海第二、サイクル工研第1、サイクル工研再処理施設*、JCO、三菱原燃、原燃工、積水メディカル	月2回	当センター職員が、又は当センター職員の立会いの下、事業者が排水溝で採取(一部、東海村の協力を得て採取)
サイクル工研第2*、NDC	月1回	

*原科研第3、再処理施設、サイクル工研第2については、放流時に事業者が排水溝で採取

1.2 測定方法

12排水溝の全 β 放射能については、試料0.3~1Lを加熱濃縮後、1インチ又は2インチステンレス皿に移して蒸発乾固したものを低BGガスフロー計数装置(ミリオンテクノロジーズ・キャンベラS5XLB)を用いて測定した。積水メディカルの排水については、 ^{14}C の寄与分を除くため、アルミ吸収板(厚さ0.15mm)を載せて測定した。

8排水溝については、2L又は上記の蒸発乾固した試料をGe半導体検出器(SEIKO EG&G製GEM40-70-S、ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ製GC-4018)を用いて測定した。また、1排水溝については ^{131}I 測定のため、試料700mlをV5容器に入れ、Ge半導体検出器を用いて測定した。

そのほか、4排水溝の $\text{U}(\alpha)$ については試料100ml又は200mlをTPB抽出後、2排水溝の $\text{Pu}(\alpha)$ については試料200mlを放射化学分離後、シリコン半導体検出器(キャンベラ製Alpha Analyst 7200-08)を用いて α 線を測定した。3排水溝については、試料を常圧蒸留し、低BG液体シンチレーションシステム(日立アロカメディカル製LSC-LB7、日立製作所製LSC-LB8)を用いてトリチウムの β 線を測定した。2排水溝については、5Cろ紙を用いて吸引ろ過後、低BG液体シンチレーションシステム(日立アロカメディカル製LSC-LB7、日立製作所製LSC-LB8)を用いてトリチウム及び ^{14}C の β 線を測定した。

2 結果の概要

- (1) 各排水溝における全 β 放射能の測定結果を表1に示した。全ての排水溝において、茨城県東海地区環境放射線監視委員会が定めた判断基準(再処理施設については、再処理排水に係わる低減化目標値)を十分に下回っていた。
- (2) 各排水溝における放射性核種濃度の測定結果を表2に示した。全ての排水溝において、排出基準(試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則等の規定に基づき、線量限度等を定める告示における排液中または排水中の濃度限度。再処理施設については、原子力機構サイクル工研再処理施設保安規定で定められた最大放出濃度。)を十分に下回っていた。

表1 排水中の全β放射能濃度

単位：Bq/L

排水溝	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	判断基準
原科研第1	0.06	0.12	0.14	0.17	0.13	0.12	0.13	0.06	0.16	0.08	0.08	0.13	20
	0.11	0.08	0.14	0.10	0.15	0.13	0.19	0.09	0.12	0.07	0.05	0.09	
原科研第2	0.13	0.13	0.14	0.09	0.10	0.08	0.10	0.16	0.07	0.09	0.12	0.14	20
	0.14	0.09	0.17	0.07	0.11	0.09	0.11	0.19	0.13	0.14	0.15	0.13	
原科研第3	-	-	0.08	0.14	0.17	-	0.05	0.13	0.11	0.11	0.14	-	20
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
機構大洗	0.14	0.24	0.20	0.12	0.11	0.09	0.21	0.14	0.12	0.12	0.11	0.15	20
	0.14	0.17	0.16	0.10	0.17	0.19	0.22	0.13	0.10	0.10	0.14	0.07	
サイクル工研第1	0.39	0.35	0.36	0.42	0.35	0.32	0.45	0.38	0.56	0.52	0.57	0.48	20
	0.49	0.37	0.30	0.41	0.29	0.27	0.44	0.39	0.42	0.46	0.44	0.38	
サイクル工研第2	0.04	0.06	0.19	0.25	0.14	0.10	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	20
三菱原燃	0.24	0.65	0.83	0.23	0.24	0.58	0.39	0.44	0.55	0.59	0.59	0.45	20
	0.78	0.56	0.48	1.19	0.38	0.45	0.33	2.24	1.03	0.76	0.64	0.42	
原燃工	0.44	0.38	-	0.43	0.33	0.31	0.33	-	0.37	-	-	0.52	20
	-	-	-	-	0.46	-	0.40	-	-	-	-	0.55	
JCO	0.14	0.20	0.29	0.44	0.24	0.25	0.21	0.19	0.47	0.20	0.29	0.16	20
	0.24	-	0.22	0.21	0.23	0.59	0.13	-	0.22	0.17	-	0.27	
NDC	0.60	-	0.56	0.60	0.28	0.26	0.26	-	2.67	1.25	-	-	20
積水メディカル	0.87	0.67	0.86	0.57	1.60	0.44	0.90	0.83	0.40	0.34	0.30	1.19	20
	0.93	0.62	0.80	0.72	2.01	0.83	0.50	0.36	0.77	0.29	0.43	2.04	
再処理施設	-	0.28	0.34	0.24	-	0.53	0.50	0.38	0.21	-	0.34	0.34	10,000
	-	0.30	-	0.38	-	0.40	-	-	-	-	0.27	-	

(注) 「-」は放出なし。

表2 排水中の主な放射性核種濃度

単位：Bq/L

排水溝	核種	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	月平均の 排出基準
原科研第1	⁶⁰ Co	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	200
	³ H	0.97	3.3	0.74	1.0	1.6	7.2	1.9	3800	0.48	0.45	0.57	*	60,000
原科研第2	⁶⁰ Co	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	200
	¹³⁴ Cs	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	60
	¹³⁷ Cs	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	90
	⁶⁰ Co	-	-	*	*	*	-	*	*	*	*	*	-	200
サイクル工研第2	U(α)	0.0072	0.0039	0.0056	0.010	0.011	0.0097	0.0091	0.010	0.0092	0.0075	0.0067	0.0041	20
	Pu(α)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	0.0035	*	*	4
機構大洗	³ H	2.1	4.6	1.3	1.4	0.54	0.43	0.72	*	*	0.46	*	*	60,000
	⁶⁰ Co	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	200
	¹³⁴ Cs	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	60
	¹³⁷ Cs	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	90
	⁶⁰ Co	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	200
原電東海	¹³⁴ Cs	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	60
	¹³⁷ Cs	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	90
	³ H	0.56	*	0.45	*	*	*	0.59	*	*	*	*	*	60,000
	⁶⁰ Co	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	200
原電東海第二	¹³⁴ Cs	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	60
	¹³⁷ Cs	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	90
	U(α)	0.046	0.032	0.065	0.097	0.091	0.038	0.065	0.049	0.045	0.033	0.033	0.034	20
	三菱原燃	U(α)	1.2	0.56	0.46	0.30	0.23	0.48	0.46	0.34	0.66	1.5	0.84	0.94
原燃工	U(α)	0.016	0.018	-	0.014	0.023	0.015	0.021	-	0.016	-	-	0.015	20
NDC	⁶⁰ Co	0.20	-	0.19	0.16	0.074	0.062	0.040	-	0.17	0.16	-	-	200
	⁵⁸ Co	*	-	*	*	*	*	*	-	*	*	-	-	1,000
	¹³⁴ Cs	*	-	*	*	*	*	*	-	*	*	-	-	60
	¹³⁷ Cs	0.23	-	0.20	0.25	0.12	0.080	0.079	-	1.8	0.83	-	-	90
積水メディカル	³ H	2.0	1.2	2.1	1.5	2.7	2.1	1.4	3.0	3.0	2.1	2.8	1.4	20
	(Bq/cm ³)	2.1	1.6	2.0	1.4	2.1	2.8	2.9	2.8	3.0	2.2	2.7	2.0	(Bq/cm ³)
	¹⁴ C	0.64	0.47	0.65	0.49	0.52	0.60	0.33	0.57	0.53	0.44	0.53	0.40	2
	(Bq/cm ³)	0.66	0.61	0.63	0.47	0.73	0.58	0.60	0.67	0.55	0.40	0.54	0.64	(Bq/cm ³)
再処理施設	³ H	-	2.5	5.7	20	-	2.3	11	2.1	0.14	-	0.78	5.6	25,000
	(Bq/cm ³)	-	4.5	-	7.0	-	6.7	-	-	-	-	7.7	-	(Bq/cm ³)
	¹³¹ I	-	*	*	*	-	*	*	*	*	*	*	*	1,600
	¹³⁴ Cs	-	*	-	*	-	*	*	*	*	*	*	*	850
	¹³⁷ Cs	-	*	0.24	0.15	-	0.59	0.18	0.12	0.15	-	0.13	0.17	780
	Pu(α)	-	0.14	-	0.22	-	0.22	-	-	-	-	0.13	-	-
		-	0.025	0.010	0.014	-	0.024	0.031	0.039	0.035	-	0.061	0.16	30
		-	0.014	-	0.039	-	0.017	-	-	-	-	0.021	-	-

- (注) ・ 「-」は放出なし
 ・ 「*」は検出限界値未満
 ・ 積水メディカルの³H及び¹⁴C、再処理施設の³Hのみ、単位が「Bq/cm³」

2-1-3 放射能分析確認調査

1 目的

放射能分析確認調査は、環境放射線監視センター(以下「センター」という。)と分析専門機関が相互に放射能測定を行い、結果を比較・検討することにより、また、国家標準とのトレーサビリティがとれたワーキングスタンダード線源による比較測定による校正を実施することにより、センターが行う放射能分析・放射線測定の信頼性を確認するとともに、センターの分析・測定技術の維持・向上に資することを目的に実施した。

2 調査方法

2.1 実施機関

センター、公益財団法人日本分析センター(以下「JCAC」という。)

2.2 実施方法

(1) 試料分割法

対象試料を陸水とし、センターが採取・分割した。センターと JCAC はそれぞれ前処理及び分析を行い、その結果を比較・検討した。

(2) 積算線量測定

センター及び JCAC の蛍光ガラス線量計(以下「線量計」という。)を同期間、同地点に設置して、双方の機関で積算線量を測定(分割法)し、結果を比較・検討した。また、JCAC で γ 線照射した線量計をセンターが測定(標準照射法)し、その結果と照射値を比較・検討した。

(3) モニタリングポスト精度管理

国家標準とトレーサビリティのとれたワーキングスタンダード線源を用いて in-situ 校正を実施した。また、エネルギー特性試験を実施し、センターと JCAC の結果を比較・検討した。

2.3 実施項目

(1) 試料分割法

- ^{90}Sr 分析：陸水(100L)
- U 分析：陸土(5g)

(2) 積算線量測定

- 分割法：東海中学校に設置した 1 試料
- 標準試料法：JCAC で線量を変えて照射した 2 試料

(3) モニタリングポスト精度管理

- 対象地点：盛金局
- 対象機器：電子線量計

3 結果

(1) 試料分割法

- ^{90}Sr 分析

測定結果は検討基準内で一致しており、一連の操作は適正に実施されていると判断された。

上欄：センター 下欄：JCAC

試料名 採取年月日	^{90}Sr 濃度 (mBq/L)	拡張不確かさ (k=2)	E_n スコア	判定
陸水(蛇口水) R6. 10. 7	0.463	0.21	0.1	Accept
	0.426	0.18		

○ U分析

測定結果は検討基準内で一致しており、一連の操作は適正に実施されていると判断された。

① ²³⁴U

上欄：センター 下欄：JCAC

試料名 採取年月日	²³⁴ U 濃度 (Bq/kg)	拡張不確かさ (k=2)	E _n スコア	判定
陸土(畑土) R6. 11. 7	19. 2	2. 6	0. 3	Accept
	18. 1	1. 6		

② ²³⁵U

上欄：センター 下欄：JCAC

採取場所 採取年月日	²³⁵ U 濃度 (Bq/kg)	拡張不確かさ (k=2)	E _n スコア	判定
陸土(畑土) R6. 11. 7	0. 782	0. 22	-0. 1	Accept
	0. 805	0. 19		

③ ²³⁸U

上欄：センター 下欄：JCAC

採取場所 採取年月日	²³⁸ U 濃度 (Bq/kg)	拡張不確かさ (k=2)	E _n スコア	判定
陸土(畑土) R6. 11. 7	18. 5	2. 4	0. 2	Accept
	18. 0	1. 6		

(2) 積算線量測定

○ 分割法

測定結果は検討基準内で一致しており、一連の操作は適正に実施されていると判断された。

<センター>

設置場所	設置期間	測定日	積算線量値	拡張 不確かさ (%) (k=1)	E _n スコア	判定
東海中学校	R6. 9. 18~R6. 12. 17	R6. 12. 20	137 μ Gy/91 日	4. 7	-0. 1	Accept
比較対照用	R6. 9. 18~R6. 12. 17	R6. 12. 20	46 μ Gy/91 日			

<JCAC>

設置場所	設置期間	測定日	積算線量値	拡張 不確かさ (%) (k=1)
東海中学校	R6. 9. 18~R6. 12. 17	R6. 12. 23	134 μ Gy/91 日	3. 3
比較対照用	R6. 9. 18~R6. 12. 17	R6. 12. 23	42 μ Gy/91 日	
運搬時(往)	-	R6. 9. 18	5 μ Gy	
運搬時(復)	-	R6. 12. 23	11 μ Gy	

○ 標準照射法

測定結果は検討基準内で一致しており、一連の操作は適正に実施されていると判断された。

照射種別	測定日	センター測定線量値	拡張不確かさ (%) (K=1)	JCAC 照射線量値	拡張不確かさ (%) (k=1)	E _n スコア	判定
低線量	R6. 12. 20	108 μ Gy	4. 6	105 μ Gy	1. 3	0. 3	Accept
高線量	R6. 12. 20	210 μ Gy		203 μ Gy		0. 3	
運搬時	R6. 12. 20	8 μ Gy		-	-	-	-

(3) モニタリングポスト精度管理

○ in-situ 校正

国家標準とトレーサビリティのとれたワーキングスタンダード (¹³⁷Cs 線源) に対して、校正定数が 1. 04 と良好な結果であった。

対象機器	核種	線量率 (μ Gy/h)	校正定数	拡張不確かさ (%) (k=2)
電子線量計	¹³⁷ Cs (660keV)	24. 4	1. 04	7. 0

○ エネルギー特性試験

²⁴¹Am 等複数種類の線源を用いて確認したエネルギー特性は、²⁴¹Am 及び ⁵⁷Co が検討基準を外れ、¹³³Ba 及び ¹³⁷Cs が検討基準内で一致した。²⁴¹Am 及び ⁵⁷Co が検討基準外となった要因としては、検出器カバーの遮へいやメーカーとの試験方法の違い等が考えられた。なお、⁵⁷Co のメーカーによるエネルギー特性評価結果は 0. 80 である。

核種 (平均エネルギー)	センター (μ Gy/h)	JCAC (μ Gy/h)	比較値 ^{※1} (センター/JCAC)	エネルギー特性 ^{※2} (¹³⁷ Cs で規格化)
²⁴¹ Am (60keV)	3. 381	7. 589	0. 45	0. 47
⁵⁷ Co (110keV)	2. 836	4. 047	0. 70	0. 74
¹³³ Ba (270keV)	12. 12	10. 24	1. 18	1. 26
¹³⁷ Cs (660keV)	23. 43	24. 89	0. 94	1. 00

※1 検討基準 20%以内

※2 JIS Z 4325:2008 60keV 以上 100keV 未満 0. 5~1. 3
100keV 以上 400keV 未満 0. 7~1. 3
400keV 以上 1500keV 未満 0. 7~1. 3

3 調査研究以外の活動

3-1 茨城県東海地区環境放射線監視委員会に係る業務

茨城県東海地区環境放射線監視委員会は、東海・大洗地区の原子力施設周辺の放射線や放射能の影響を評価するため、環境放射線監視計画を定めている。同計画に基づき、原子力事業所及び当センターが分担して、原子力施設から放出される放射性物質の状況や環境における放射線及び放射能の分析測定を行い、四半期毎に同委員会に報告している。当センターは、この計画の中核機関として多くの項目を受け持ち、分析測定及び報告を行っている。

また、委員会及びその下部組織の評価部会及び調査部会の構成メンバーとしても、それぞれセンター長及び放射能部長が参画しており、さらに事務局の一部を担当し活動している。

1 監視委員会への測定データの報告

監視計画に従い、当センターの測定結果について、四半期毎に分析・測定し、監視委員会事務局である原子力安全対策課へ報告した。

空間線量率連続測定(MS)	624 件
空間線量率測定(定点サーベイ)	44 件
空間線量測定(積算線量計)	120 件
環境試料測定(※)	535 件
排水測定	605 件
排水連続測定	48 件
合計	1,976 件

(※) 件数は監視計画報告対象外のものも含む

2 評価部会での活動

四半期毎に開催される評価部会において、当センター長が部会長として活動した。評価部会は監視結果の評価検討を行い、監視委員会への報告書を取りまとめた。

当センター職員は、事務局の一員として出席した。

開催日：令和6年7月19日、10月23日、12月19日、令和7年3月24日

3 監視委員会での活動

センター長が評価部会長として、半期毎に評価部会報告書に基づく評価結果を監視委員会に報告し、了承された。

開催日：令和6年11月22日

4 調査部会での活動

当センターの放射能部長が専門員として、監視計画の見直し等についての検討に、放射能分析・測定機関の立場から参画している。

開催日：開催実績なし

(参考)

1 茨城県東海地区環境放射線監視委員会

東海地区及び大洗地区における原子力施設周辺の放射線監視を民主的に行うため設置され、メンバーは副知事、関係市町村長、同議長、県議会議員、学識経験者などで構成され、監視計画の策定、半期毎の放射線監視結果の評価や評価結果の公表などを行っている。

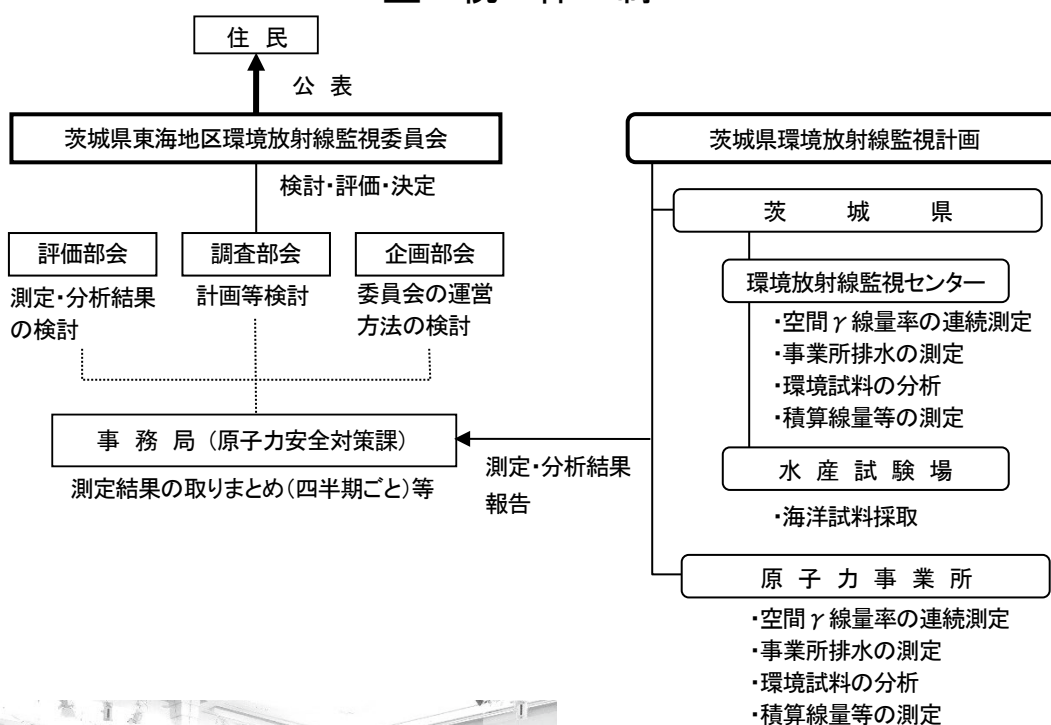
2 評価部会

監視委員会の下部組織で、学識経験者、関係市町村長の推薦する者、県職員などで構成され、四半期毎に監視結果について評価・検討し、監視委員会に報告している。

3 調査部会

監視委員会の下部組織で、学識経験者、県職員などで構成され、主として環境放射線監視計画の企画調整及び環境監視上必要な技術的調査事項について協議検討し監視委員会に報告している。

監視体制



3-2 緊急時モニタリング活動訓練

原子力規制庁の人材育成事業の一環として、2日間に渡り緊急時モニタリングセンター(以下、「EMC」と略)活動訓練を、企画調整グループ、情報収集管理グループ及び測定分析担当に分かれて実施した。

1 目的及び訓練概要

原子力施設が警戒事態となった場合、県は環境放射線監視センターモニタリング班を設置し、モニタリング体制の強化を図るとともに、国が主導する茨城 EMC の立ち上げ準備を行う。施設敷地緊急事態となり茨城 EMC が設置された後、当センター職員を含む関係者は、茨城 EMC の各グループにおいて緊急時モニタリングを実施する。

本訓練は、緊急時モニタリング活動及びモニタリング体制の運用に関する知識・技術等の習得を図り、緊急時モニタリングの実効性を確保するため、EMC の役割、体制及び活動内容の習得を目的として実施するものである。

今年度は、講義、機器類操作実習を経た後、東海第二原子力発電所の発災を想定した机上訓練を実施した。要員参集状況の確認から始まり、欠測(故障)した測定局への対応、原子力規制委員会が発出した緊急時モニタリング実施計画を基に、緊急時モニタリング指示書の作成と活動状況の報告等事態の進捗に応じた活動を行った。

2 実施日

令和6年2月5日、6日

3 参加者

原子力規制庁 6名、原子力事業者 2名、茨城県職員 10名 計18名
(その他:コントローラ 6名、評価者 2名)

4 訓練日程

<2月5日>

- 9:45~10:20 講義:緊急時モニタリングセンター(EMC)の概要
- 10:20~11:05 操作実習:EMC設置機器操作実習(PC等、RAMIS)
- 11:15~12:00 操作実習:EMC設置機器操作実習(情報の流れ、NISS)
- 13:00~14:10 活動訓練ガイダンスステップ1-1警戒事態
- 14:10~15:15 活動訓練:ステップ1施設敷地緊急事態
- 15:15~16:15 活動訓練:ステップ2-1全面緊急事態__放射性物質の放出前
- 16:15~16:30 振返り

<2月6日>

- 9:30~9:50 状況説明
- 9:50~11:50 活動訓練:ステップ2-1全面緊急事態__放射性物質の放出
- 11:50~12:00 振返り
- 13:00~13:10 状況説明
- 13:10~15:10 活動訓練:ステップ3全面緊急事態__放射性物質の沈着後
- 15:20~16:20 振返り

5 主な成果及び課題

- 各要員が自身の役割をよく理解した上で訓練に臨んだことで、お互いに十分なフォローを行うことができた。
- 企画調整グループにおいて、令和5年度 EMC 訓練を踏まえて策定し直した紙面の走行サーベイ基幹ルートを活用することで、走行サーベイルートのスムーズな立案が可能となった。
今後、PC 等で活用しやすい手法を導入することが課題である。
- 情報収集・管理グループにおいて、照会中の案件、回答を要する案件等について、別枠で掲示するとともにステータス表で管理することで、円滑な進捗管理に資した。
- 測定分析担当において、試料回収や走行サーベイ実施のため、あらかじめ地図のコピーやカーナビへの地点登録を行う必要がある。

III 資料

1 農畜産物中の¹⁴C分析方法の検証と定量結果について

桑原 雄宇

1 経緯・目的

本県ではこれまで、茨城県環境放射線監視計画(以下、「監視計画」と略)において被ばく線量評価のため、東海再処理施設に対して精米に含まれる¹⁴Cのモニタリングを行ってきたところ、「平常時モニタリングについて(原子力災害対策指針補足参考資料)(原子力規制庁)」(以下、「補足参考資料」と略)が令和3年12月に改訂され、「廃止措置中の再処理施設については、実施項目及び測定対象は国、地方公共団体及び原子力事業者が平常時モニタリングのあり方を検討し、定めることとする」と付したうえで、精米の他、葉菜、根菜、牛乳についての¹⁴Cのモニタリングが求められることとなった。

現在、補足参考資料に合致するようにモニタリング体制の再検討を進めているところであるが、投資費用の大部分を占める空間線量率測定関係の体制整備を優先することとしており、¹⁴C等分析業務関係については進捗が滞っている状況にあるものの、モニタリング体制の再検討が済みモニタリングを開始しようという時にスムーズにモニタリングを開始する必要があることから、陸土・海底土中U濃度、水産物中³H濃度、大気浮遊じん中U濃度に係る各分析方法の検証とモニタリングを開始してきた^{*1、*2、*3}。

本報では、これまでモニタリングを行っていなかった葉菜、牛乳について、令和4年度から令和7年度執筆時点までにおいて入手したものの一部を用いて行った¹⁴C分析方法の検証と定量結果を報告するものである。

2 方法等

2.1 対象試料

監視計画においては、当センターのほか原子力事業所を含めた調査機関が、各事業実態に即して分担してモニタリングを行っている。当センターの農畜産物における分担は、図1のとおり原乳が年4回(4、7、10、1月)・3地点、葉菜が年2回(収穫期)・5地点、精米が年1回(収穫期)・3地点となっている。

これらのうち、既にモニタリングを行っている精米を除き、令和4年から令和7年度執筆時点までにおいて入手した原乳、葉菜の一部を対象とした。

なお、葉菜の種類は、春期がキャベツ、秋期がホウレンソウ又はハクサイである。また、試験的な定量であることから一部検体については、補足参考資料で定められた実施範囲である再処理施設から10km圏内を超えた地点で採取したものであることを申し添える。



図1 対象試料採取地点

2.2 分析方法

現在モニタリングを行っている精米と同様に、ベンゼン合成装置(米国 TASK 製 TASK BENZENE Synthesizer)(図2)により合成したベンゼンに含まれる¹⁴Cについて、液体シンチレーションシステム(日立アロカメディカル製 LSC-LB7 又は日立製作所製 LSC-LB8)を用いてβ線測定を行った。測定時間は500分(100分×5回)であり、計数効率決定用標準試料にはNIST シュウ酸(SRM4990C)を、バックグラウンド試料には市販のベンゼン(JIS 特級)を用いた。なお、ベンゼン3mLの場合、測定器のバックグラウンドを1cpm、測定時間500分(100分×5回)、計数効率60%とした場合、計数誤差の3倍を検出限界とすると、検出限界値は約0.01Bq/gCとなる。

前処理等一部において精米と分析方法が異なる点については次のとおりである。

(1) 前処理

精米について、特段の前処理は行っていないが、精米以外については、凍結乾燥を行った。当センターでは、ダイヤフラム型真空ポンプを用いていることから、凍結乾燥完了まで1~2週間程度要した。

(2) 供試料量

液体シンチレーションシステムでの測定にはベンゼン3ml、シンチレータ*0.5mlを混合したものを供している。ベンゼン3mlを合成するための供試料量は既存のベンゼン合成装置においてあらかじめ定められていることからそれに従い、精米は13g、原乳は12g乾、葉菜は15g乾とした。

※ PPO 42g、POPOP 1.8gを1Lのベンゼンで溶解したもの
PPO : 2,5-Diphenyloxazole (99% scintillation grade)
POPOP : 1,4-Bis(5-phenyloxazol-2-yl)benzene (99% scintillation grade)



図2 ベンゼン合成装置(米国TASK製)

(3) 試料燃焼

ベンゼン合成に際し、まず二酸化炭素を生成するため、高速燃焼チャンバにおいて試料を燃焼させる。精米であればあらかじめ用意してある専用の試料カップ(内径40mm、深さ30mm)(図3)に供試料を収めることができるが、凍結乾燥後の原乳や葉菜は密度が小さく、試料カップに供試料を収めることができない。そのため、一部は試料カップに収めるものの、大半は凍結乾燥した厚みの薄い柱状のものを積み上げることによって高速チャンバ内に収めることとした(図4)。ただし、試料の固定及び点火ヒューズの取り回しに難があることから、現在適切な試料カップ作製等を検討中である。

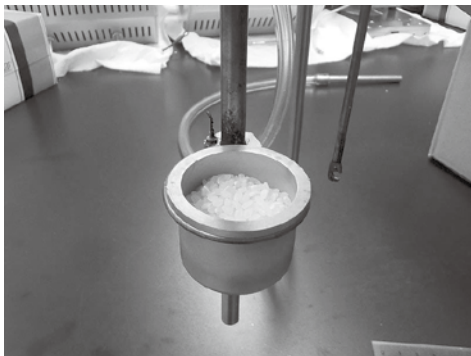


図3 試料カップに精米を収めた状態

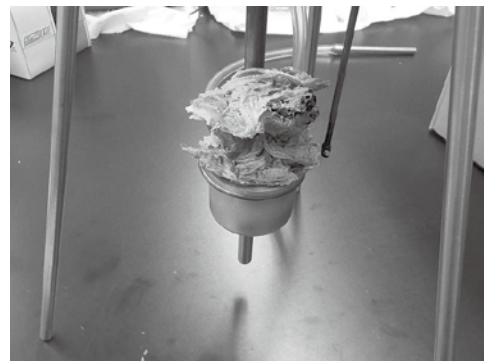


図4 試料カップに試料(キャベツ)を積み上げた状態
ここから試料カップ等に触れないよう点火ヒューズを試料に接触させる必要がある。

3 結果

原乳及び葉菜の ^{14}C の定量結果を表1に示した。原乳は、0.219~0.232Bq/gC、葉菜は、0.196~0.232Bq/gCの範囲にあった。これらの結果について、令和4年度から令和6年度に北海道等で採取された葉菜類の0.218~0.24 Bq/gC^{*4}と同程度かやや低い比放射能であり、核実験以前の自然平衡値0.228Bq/gC^{*5}と同程度以下であることから、東海再処理施設からの影響は特段認められないと考えられた。

次に、これまで本県で実施してきた精米中 ^{14}C 比放射能の推移と、今回得られた原乳及び葉菜の結果を図5に示した。精米と同程度の ^{14}C 比放射能を示す農畜産物があった一方で、自然起源の比放射能よりも低めを示す農産物があったが、調査検体数が少ないため要因究明には至らなかった。

また、葉菜の目安供試料量15gに対して、13g未満しか用意できなかった試料もあったが、ベンゼン合成の結果、必要量3ml以上を確保できた。試料種類及び回収率にもよるため、1回の分析には300g生程度以上用意する必要があることが分かった。

表1 農畜産物中の¹⁴C比放射能定量結果

試料種類	採取地点	採取月	試料コード	凍結乾燥		水分率	供試料量 (g)	¹⁴ C比放射能 (Bq/gC)	
				前重量(g)	後重量(g)				
原乳	那珂市豊喰	令和5年1月	R4_1N1	556.9	85.7	84.6	12.57	0.232 ± 0.0025	
	那珂市豊喰	令和6年10月	R6_10N1	536.4	49.5	90.8	13.28	0.219 ± 0.0029	
葉菜	キャベツ	東海村白方	令和6年5月	R6_5H1	351.8	23.1	93.4	15.25	0.225 ± 0.0024
	ハクサイ	東海村白方	令和6年11月	R6_11H1	371.5	16.5	95.6	14.02	0.232 ± 0.0028
	キャベツ	東海村白方	令和7年4月	R7_4H1	349.1	27.9	92.0	15.82	0.199 ± 0.0026
	キャベツ	東海村舟石川	令和5年5月	R5_4H2	205.0	14.5	92.9	13.3	0.231 ± 0.0029
	ホウレンソウ	東海村舟石川	令和5年11月	R5_11H2	239.4	21.2	91.1	15.51	0.225 ± 0.0025
	ハクサイ	那珂市横堀	令和5年11月	R5_11H3	353.6	14.5	95.9	12.67	0.200 ± 0.0035
	ハクサイ	那珂市横堀	令和6年11月	R6_11H3	409.3	19.5	95.2	15.09	0.196 ± 0.0027
	キャベツ	那珂市横堀	令和7年5月	R7_5H3	298.1	22.2	92.6	15.22	0.198 ± 0.0026
	ハクサイ	大洗町成田	令和6年11月	R6_11H4	326.4	18.4	94.4	15.03	0.231 ± 0.0028
	ホウレンソウ	水戸市上水戸	令和7年3月	R6_3H5	322.4	29.9	90.7	15.48	0.230 ± 0.0028

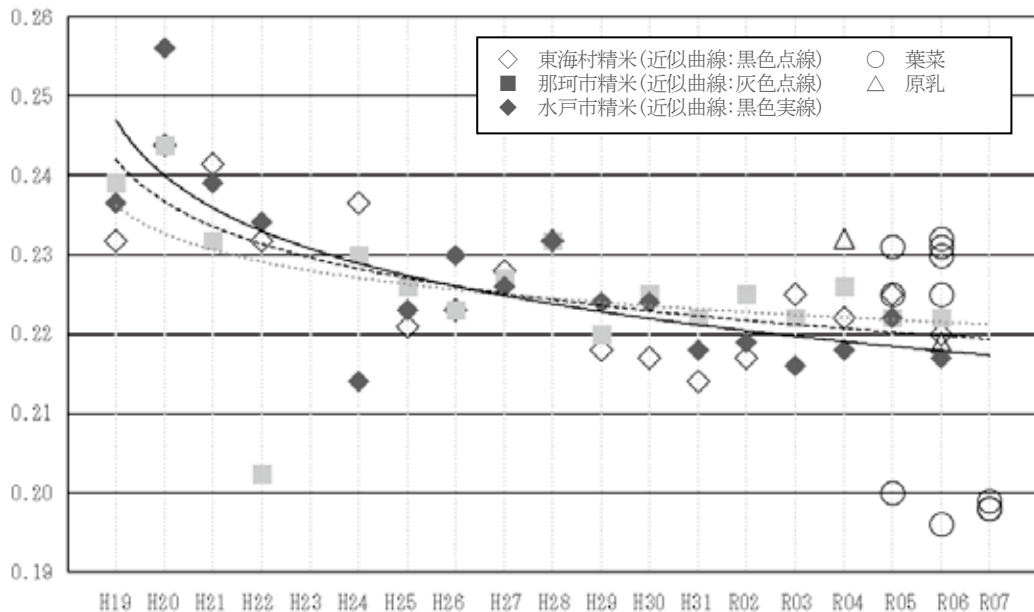


図5 農畜産物中¹⁴C比放射能推移

4 まとめと今後の予定等

当センターが所有するベンゼン合成装置及びシンチレーションシステムを用いることで、精米以外にも原乳及び葉菜において特段の支障なく¹⁴C比放射能にちて妥当な結果を得ることができていることが分かった。ただし、ベンゼン合成に際し試料を燃焼させる際の試料を収めるカップが精米専用であり、凍結乾燥後の密度の小さい原乳や葉菜を燃焼チャンバに収める際に難があることから、適切な試料カップ作製等を今後行っていく予定である。

供試料量は、葉菜は300g生以上を用意し、分析失敗によるリスクに備えるため、300g生以上を2回分用意する必要がある。原乳は、本報告のとおり500g程度で十分余裕を持たせることができる。

^{14}C の定量結果について、原乳は、0.219～0.232Bq/gC、葉菜は、0.196～0.232Bq/gC の範囲と、自然由来の ^{14}C と同程度かやや低い比放射能であることから、今後データを積み重ねその傾向をつかむ必要がある。

採取地点は、現在の監視計画採取地点をそのまま利用することを前提とし、原乳1地点(那珂市豊喰)、葉菜3地点(東海村白方、舟石川、横堀)を対象としてモニタリングを行っていく予定である。

また、凍結乾燥で回収した水分(組織自由水)について未分析であることから、その分析を進める予定である。

<参考文献>

- 1) 茨城県環境放射線監視センター年報 第14号(令和2年度)
- 2) 茨城県環境放射線監視センター年報 第15号(令和3年度)
- 3) 茨城県環境放射線監視センター年報 第16号(令和4年度)
- 4) ENVRADDB 環境放射能・放射線データベース
- 5) Y. Inoue and T. Iwakura : The long-term trend of carbon-14 level in Japan, *Proceedings of Asia Congress on Radiation Protection*, 332-335, Beijing, China(1993)

2 電子式線量計整備事業

中島 和也

1 経緯・目的

平成 25 年 6 月、原子力災害対策指針が改正され、原子力災害発生時は原則として防護措置(避難)単位ごとに空間線量率を測定することが求められた。また、国は、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故の経験等を踏まえ、平成 26 年 7 月、緊急時における防護措置実施判断を目的とした空間線量率測定に関する方針を示した。これを受けて、本県は、日本原子力発電(株)を中心とした半径 30km 圏内に平成 27 年度及び平成 28 年度の 2 か年で電子式線量計を計 46 台整備した。今般、機器の老朽化、通信回線として使用している FOMA サービス終了のため更新を行うこととした。なお、整備方針は次のとおりである。

- ① 原電東海第二発電所を中心とした 30km 圏内
- ② 測定地点を中心とした直径 5km の同心円により避難単位の概ね半分以上の面積カバー
- ③ 人口分布、発電所からの方位、地形等の社会・自然環境を考慮

2 整備内容

2. 1 仕様

災害発生時の冗長化を図るため、また、規制庁が進める RAMP 事業を見据え、サーバのクラウド化を行うこととした。

なお、予算の都合上、富士電機とアロカの二社により整備した。また、アロカ社製のサーバは流用し、RAMP 接続の際、データ通信を見直すこととした。

更新後の電子式線量計の主な仕様は表 1、外観は図 1 のとおり。

表 1 電子式線量計等の主な仕様

検出器		半導体検出器
測定範囲	線量率	0.2 μ Sv/h \sim 10 mSv/h
	エネルギー	60 keV \sim 1.5 MeV
測定周期	1 分間隔	
伝送間隔	2 分間隔及び 1 時間間隔	
供給電源	AC100V \pm 15V 及び二次電池	
バッテリー給電時間	7 日間以上	
伝送方式	主回線	地上携帯回線
	副回線	衛星回線



図 1 電子式線量計の外観

2. 2 避難単位に紐づけられた地点の整理

電源及び通信の二重化ができていなかった 3 地点を避難単位の紐付けから外し、新たに 3 地点整備することで全ての避難単位において電源及び通信の二重化がされているモニタリングポストを避難単位へ紐づけた。また、避難単位の紐付け上、過剰に整備されていた 2 地点を廃止した。

3 今後の展望

本県では現在、原子力規制庁が指揮する放射線モニタリングプラットフォームプロジェクトに参画し、将来的に測定データを直接、国が運用管理するクラウド基盤上に伝送する方針としており、維持管理費の削減や災害対応の強化が期待される。

3 空間線量率上昇に係る評価方法の見直し

中島 和也

1 経緯・目的

当センターにおける常時監視測定局の測定データ異常確認及び報告業務は、「空間線量率の上昇に係る連絡・報告等要領」（平成30年8月27日改訂）のほかに、監視業務担当者が定めた評価方法に基づき行ってきた。令和5年度の実績では、前者は1件であったが、後者は155件と担当者の業務負担が大きく、その多くが原因不明であることから、適切な評価方法への見直しによる業務負担低減を図ることとした。

2 評価方法の設定

2.1 これまでの評価方法

直近の2分値を測定項目ごとに数値基準を設けて評価を行う（表1）。

表1 各測定項目における現行の評価対象と管理基準

測定項目	評価対象	管理基準
NaI 計数率	2分値	前1時間平均値+7 cps 以上
NaI 線量率	2分値	前1時間平均値+3 nGy/h 以上 又は前1時間平均値-3 nGy/h 以下 ※同時に NaI 計数率の上昇がない場合には不要
電離箱線量率	2分値	前1時間平均値+30 nGy/h 以上

2.2 改定内容

(1) 方針

「平常時モニタリングについて（原子力災害対策指針補足参考資料）」（以下、指針）において、平常時モニタリングの具体的な実施内容が示されており、指針に則り以下の評価方法及び運用方法とする。

- ① 各測定局における計数率及び線量率データは2分値を確認する。
- ② 管理基準値は直近過去3年間平均値 $\pm 3\sigma$ で算出する。
- ③ 管理基準値の上限超過又は下限値未満となった場合に、直ちに原因究明を行い、その結果をセンター長に報告する。
- ④ 管理基準値は年度当初に見直す。

(2) 管理基準値の算出

(1) に基づき令和7年度向けの管理基準値を別紙にまとめた。

3 業務負担低減評価

新たに設定した評価方法による業務負担の低減効果を確認するために、過去3年間（令和4年度～令和6年度）で確認された上昇事例に対して超過した件数の比較を行った。なお、上昇事例は以下のとおり分類し、事例ごとに比較を行った。

<上昇事例の分類>

- ① NaI 計数率のみ基準値を超過
- ② NaI 計数率かつ NaI 線量率が基準値を超過
- ③ 電離箱線量率のみ基準値を超過
- ④ NaI 計数率かつ NaI 線量率かつ電離箱線量率が基準値を超過

過去3年間の新旧基準における上昇事例の件数を表2にまとめた。上昇事例①及び②では、3年間の平均で70～80%程度削減されることが分かった。基準値未滿となった事例のごく一部で原因が特定できたものが含まれていた一方で、基準値を超えた案件すべてでその要因を特定可能であった。

表2 過去3年間における新旧基準の上昇事例件数

上昇事例	旧基準				⇒	新基準			
	R04	R05	R06	平均		R04	R05	R06	平均
①	96	75	66	79.0		13	10	17	13.3
②	78	57	45	60.0		25	12	12	16.3
③	30	23	19	24.0		30	23	19	24.0
④	3	1	0	1.3		3	1	0	1.3
合計	207	156	130	164.3		71	46	48	55.0

※令和7年3月末時点で廃止済みの測定局は除いた。

4 現行テレメータシステムによる運用

テレメータシステムの基準値設定を表3のとおりに変更した。なお、管理基準値のみ降雨時に発報しないよう相関判定設定にて発報条件を追加して設定した。

表3 テレメータシステムにおける基準値設定

		NaI 計数率 [cps]	NaI 線量率 [nGy/h]	電離箱線量率 [nGy/h]	設定内容
下限値(未滿)		別紙のとおり	別紙のとおり	別紙のとおり	管理基準値
上限値 (超過)	レベル1	別紙のとおり	別紙のとおり	別紙のとおり	管理基準値
	レベル2	—	100	130	原因究明レベル
	レベル3	—	150	180	課長報告レベル
	レベル4	—	500	530	知事報告レベル
	レベル5	—	5,000	5,000	原災法第10条

5 今後の展望

今回の管理基準値の見直しにより日常業務のデータ確認・報告業務の負荷低減及び迅速な原因究明が期待できる。一方で、さらなる業務負荷低減に向けて以下の課題があると考えており、これらの課題解決に向けたシステムの見直しを図っていく。

1 管理基準値の算出

現行のテレメータシステムでは過去3年間分のデータを1度に処理することができず、「特異値抽出」機能を利用して1年間ごとに平均値と標準偏差を算出して合成する必要がある。また、NaI 計数率においては「特異値抽出」機能が利用できないため3年間分の2分値データを出力して計算する必要がある。全ての測定局の管理基準値を算出するのに時間がかかる。

2 降雨時の判定

管理基準値の警報設定では相関判定設定を利用して降雨による上昇では発報しないようにしており、降雨時に降雨以外の影響で上昇した場合にシステムでは検知できない※。そのため、降雨時はこれまでと同様に目視での確認作業が必要になる。

※原因究明レベル以上では降雨の有無にかかわらず発報する。

別紙

単位：nGy/h

No.	測定局	NaI計数率		NaI線量率		電離箱線量率	
		下限	上限	下限	上限	下限	上限
1	東海村石神	122	153	41	56	67	96
2	東海村豊岡	134	189	45	63	71	101
3	東海村舟石川	129	170	49	67	67	98
4	東海村押延	118	158	40	57	70	102
5	東海村村松	132	196	45	63	78	111
6	東海村三菱原燃	107	139	36	52	54	88
7	東海村原燃工	119	145	39	51	57	87
8	那珂市横堀	114	150	39	56	77	115
9	那珂市門部	106	146	29	47	61	78
10	那珂市菅谷	138	183	51	65	68	85
11	那珂市本米崎	94	142	32	50	53	83
12	那珂市額田	94	146	35	49	54	86
13	那珂市鴻巣	66	122	24	43	46	81
14	那珂市後台	96	131	33	50	53	86
15	那珂市瓜連	105	135	35	52	56	89
16	ひたちなか市馬渡	131	168	43	62	68	100
17	ひたちなか市常陸那珂	153	220	44	65	67	100
18	ひたちなか市阿字ヶ浦	133	179	43	61	67	99
19	ひたちなか市堀口	116	175	43	61	65	84
20	ひたちなか市佐和	103	135	34	51	53	85
21	ひたちなか市柳沢	105	147	37	54	54	85
22	日立市久慈	128	160	38	55	69	86
23	日立市大沼	111	139	38	54	61	90
24	日立市十王	101	132	28	45	56	77
25	日立市平和	109	138	32	47	61	81
26	日立市中里	100	133	27	45	58	79
27	常陸太田市磯部	126	162	38	57	70	88
28	常陸太田市真弓	105	133	35	51	54	84
29	常陸太田市久米	106	135	34	50	54	84
30	常陸太田市里美	100	141	27	48	61	85
31	常陸太田市町田	131	168	39	58	67	90
32	常陸太田市松平	85	121	21	40	57	82
33	常陸大宮市根本	90	125	30	50	52	82
34	常陸大宮市野上	110	143	34	52	60	85
35	城里町石塚	113	149	33	53	60	84
36	笠間市大橋	131	165	38	56	65	88
37	大洗町大貫	123	157	38	57	63	92
38	大洗町磯浜	118	146	37	52	57	88
39	鉾田市造谷	151	183	51	68	69	100
40	鉾田市荒地	136	172	41	60	67	99
41	鉾田市田崎	112	145	34	52	53	86
42	鉾田市縦山	114	148	34	54	53	88
43	鉾田市上富田	113	141	38	54	55	88
44	鉾田市徳宿	107	137	35	51	54	86
45	茨城町広浦	124	159	38	54	66	97
46	茨城町海老沢	134	166	42	58	71	93
47	茨城町谷田部	113	140	39	54	60	89
48	茨城町下飯沼	111	142	31	48	63	88
49	水戸市吉沢	105	130	34	49	57	89
50	水戸市大場	137	170	42	59	73	89
51	水戸市石川	137	166	44	60	67	96
52	水戸市鯉淵	117	154	32	51	53	73
53	原電東海	110	138	32	46		
54	機構原科研	154	191	46	65		
55	機構大洗(北)	120	158	29	49		
56	機構大洗(南)	118	155	32	52		
57	原電東海MP-A			37	56		
58	原電東海MP-B			39	58		
59	原電東海MP-C			40	60		
60	原電東海MP-D			42	63		
61	原電東海船場			38	58		
62	原電東海豊岡			42	62		
63	原電東海日立留			37	58		
64	機構サイクル工研舟石川			30	50	65	85
65	機構サイクル工研高野			29	49	59	79
66	機構サイクル工研長砂			30	52	63	84

茨城県環境放射線監視センター年報 第18号

令和8年3月発行

発行所 〒311-1206

ひたちなか市西十三奉行 11518-4

茨城県環境放射線監視センター

TEL : 029-200-0011

FAX : 029-200-0066