

長崎県地域防災計画に係る環境放射能調査 (2023 年度)

堤 清香, 前田 卓磨, 椿 隆幸

Environmental Radioactivity Survey on Nagasaki Prefectural Disaster Prevention Plan (2023)

Kiyoka TSUTSUMI, Takuma MAEDA, Takayuki TSUBAKI

キーワード：環境放射能、放射線量率、核種分析

Key words: environmental radiation, radiation dose rate, nuclides analysis

はじめに

当センターでは「長崎県地域防災計画(原子力災害対策編)」(2001年5月策定、2021年6月修正)に係る「長崎県環境放射線モニタリング方針」に基づき、九州電力(株)玄海原子力発電所(以下、「玄海原発」という)からの放射性物質又は放射線の放出による周辺環境への影響評価に資する観点から、玄海原発半径10 km 圏内を「防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲(Emergency Planning Zone)」として定め、2001年度から平常時の環境放射線(能)モニタリング調査(以下、「モニタリング調査」という)を実施してきた。

原子力規制委員会は、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故後に原子力災害対策指針(2012年10月31日)を制定し、原発から半径30 km 圏内を緊急防護措置準備区域(Urgent Protective Action Planning Zone(以下、「UPZ」という))と定め、平常時レベルの把握および緊急時の体制整備などを目的とした平常時モニタリング調査を実施する必要があるとしている。



図1 モニタリング調査エリア全体図

このため、長崎県においても2013年度から調査範囲をUPZに拡大してモニタリング調査を実施しているところである(図1)。

本報では、2023年度の調査結果について報告する。なお、本調査は原子力規制庁の委託で実施したものである。

調査項目

調査項目を表1に、調査地点のうち、走行サーベイのルート図を図2~6に、環境試料採取地点を図7~11に示す。

調査方法

1 空間放射線量率測定(走行サーベイ)

(1) 使用機器

- ・NaI(Tl)シンチレーション式サーベイメータ
(日立アロカメディカル製 TCS-171B)
- ・緊急時放射線モニタリング情報共有・公表システム(RAMISES)

(2) 測定方法

- ・各ルート(4ルート)において、車両を用いての連続測定(30秒間隔)

2 ガンマ線スペクトロメリーによる核種分析

(1) 使用機器

- ・多重波高分析装置
(SEIKO EG&G 製 MCA-7a)
- ・ゲルマニウム半導体検出器
(ORTEC 製 GEM 35-76)

(2) 測定方法

- ・分析対象核種 : ^{60}Co 、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs
- ・測定時間 : 80,000 秒

(3) 環境試料採取および前処理方法

放射能測定法シリーズ(文部科学省編)に準拠して以下のとおり実施した。

・大気浮遊じん

松浦市役所鷹島支所にてハイボリュームエアサンプラーを設置し、積算流量約 1440 m³をろ紙(HE-40T)で採取した。採取後のろ紙をポンチ(58 mm φ)で打ち抜き、U-8 容器に集塵面を下に向けて充填し測定に供した。

・陸水

各採取地点にて約 20 L を採取した。それぞれを蒸発濃縮後、U-8 容器に充填し測定に供した。

・海水

各採取地点にて約 20 L を採取し、リンモリブデン酸アンモニウム-二酸化マンガン吸着捕集法で傾斜分離後、U-8 容器に充填し測定に供した。

・土壌

各採取地点にて表層(0~5 cm)を採取し、105°C で 24 時間乾燥後、2 mm 篩で分級し、U-8 容器に充填し測定に供した。

・海底土

日比水道にて採泥器を用い、約 3 kg を採取した。105°C で 24 時間乾燥後、2 mm 篩で分級し、U-8 容器に充填し測定に供した。

・精米、ブロッコリー

道の駅「鷹ら島」にて各々約 3 kg を購入し、灰化後、U-8 容器に充填し測定に供した。

・トラフグ、イカ、ヒジキ

新松浦漁業協同組合にて各々約 3 kg を購入し、可食部を灰化後、U-8 容器に充填し測定に供した。

・松葉、ヨモギ

各採取地点にて各々約 2 kg を採取し、450°C で 24 時間灰化後、U-8 容器に充填し測定に供した。

(a)放射性ストロンチウム分析

(1) 使用機器

- ・低バックグラウンド 2 π ガスフローカウンタ (CANBERRA 製 LB4200)

(2) 測定方法

- ・分析対象核種 : ^{90}Sr
- ・測定時間 : 100 分

(3) 環境試料採取及び前処理方法

放射能測定法シリーズ(文部科学省編)に準拠して、以下のとおり実施した。

なお、前処理及び測定は、一般財団法人九州環境管理協会へ委託した。

・陸水

各採取地点にて約 100 L を採取した。試料に Sr 担体 50 mg を添加後、陽イオン交換樹脂によりストロンチウム等を粗分離、濃縮した。

・土壌

各採取地点にて表層(0~5 cm)を採取し、105°C で 24 時間乾燥後、2 mm 篩で分級した。

上記の乾燥細土 100 g を 500°C にて一晩加熱した。放冷後、Sr 担体 50 mg、HCL を 1L 加え、3 時間以上加熱した後に吸引ろ過し、Sr 抽出溶液を得た。

・ブロッコリー

道の駅「鷹ら島」にて約 3 kg を購入した。乾燥、灰化した後、灰試料に Sr 担体 50 mg を添加し、HNO₃、H₂O₂ により残渣が白色となるまで加熱分解した。分解後、希 HCl にて溶解し、不溶物は吸引ろ過した。

・トラフグ、イカ、ヒジキ

新松浦漁業協同組合にて約 3 kg を購入した。乾燥、灰化した後、灰試料に Sr 担体 50 mg を添加し、HNO₃、H₂O₂ により残渣が白色となるまで加熱分解した。分解後、希 HCl にて溶解し、不溶物は吸引ろ過した。

・分離、スカベンジング

各試料の前処理より得られた溶液に Na₂CO₃ を加え、炭酸塩沈殿を生成、遠心分離した。HCL で溶解し、H₂C₂O₄ を加え、シュウ酸塩沈殿を生成した。沈殿を灰化後、HCl に溶解し、陽イオン交換樹脂を通し Ca 等を除去した。さらに BaCrO₄ の沈殿を生成し Ra 等を除去し、炭酸塩を生成してクロム酸を除去した。Fe(OH)₃

3 放射化学分析による放射能測定

共沈により⁹⁰Yを除去し(スカベンジング)、炭酸塩を生成した。炭酸塩を希HClにて溶解定容し前処理溶液とした。

した。陰イオン交換樹脂回収用カラム法で分離・精製したプルトニウムをステンレス鋼板上に電着し、測定試料とした。

(b)放射性プルトニウム分析

(1) 使用機器

- ・シリコン半導体検出器
(ORTEC 製 BU=020-450-AS)

(2)測定方法

- ・分析対象核種 : ²³⁸Pu、²³⁹⁺²⁴⁰Pu
- ・測定時間 : 80,000 秒以上

(3) 環境試料採取及び前処理方法

放射能測定法シリーズ(文部科学省編)に準拠して、以下のとおり実施した。

なお、前処理及び測定は、公益財団法人日本分析センターへ委託した。

・土壌

各採取地点にて表層(0~5 cm)を採取し、105°Cで24時間乾燥後、2 mm 篩で分級した。分析試料を500°Cで加熱後、²⁴²Pu回収率補正用トレーサーを添加し、硝酸を加えて加熱抽出

(c)トリチウム分析

(1) 使用機器

- ・低バックグラウンド液体シンチレーション計数装置
(日立製作所製 LSC-LB7)

(2) 測定方法

- ・分析対象核種 : ³H
- ・測定時間 : 20 分×55 回

(3) 環境試料採取および前処理方法

放射能測定法シリーズ(文部科学省編)に準拠して以下のとおり実施した。

・陸水及び海水

各採取地点にて約 2 L を採取した。試料水 200 ml に Na₂O₂ 及び KMnO₄ を各 0.2 g 添加後、減圧蒸留を行った。得られた溶液と乳化シンチレータを混合し測定に供した。

表 1 調査項目

項目	試料名	地点数	試料数	調査地点
空間放射線量率 (走行サーベイ)	—	4	8	4ルート、年2回実施
ガンマ線核種分析	大気浮遊じん	1	2	松浦市鷹島町の各地点
	陸水	1	1	
	海水	1	1	
	土壌	1	1	
	海底土	1	1	
	精米	1	1	
	ブロッコリー	1	1	
	トラフグ	1	1	
	イカ	1	1	
	ヒジキ	1	1	
	陸水	5	5	
	海水	2	2	
	土壌	5	5	
	松葉	2	2	
ヨモギ	2	2		
放射性ストロンチウム分析	陸水	6	6	松浦市、平戸市、佐世保市、壱岐市の各地点
	土壌	5	5	
	ブロッコリー	1	1	
	トラフグ	1	1	
放射性プルトニウム分析	イカ	1	1	松浦市鷹島町の各地点
	ヒジキ	1	1	
	土壌	5	5	
トリチウム分析	陸水	6	6	松浦市、平戸市、佐世保市、壱岐市の各地点
	海水	3	3	
合計		59	64	

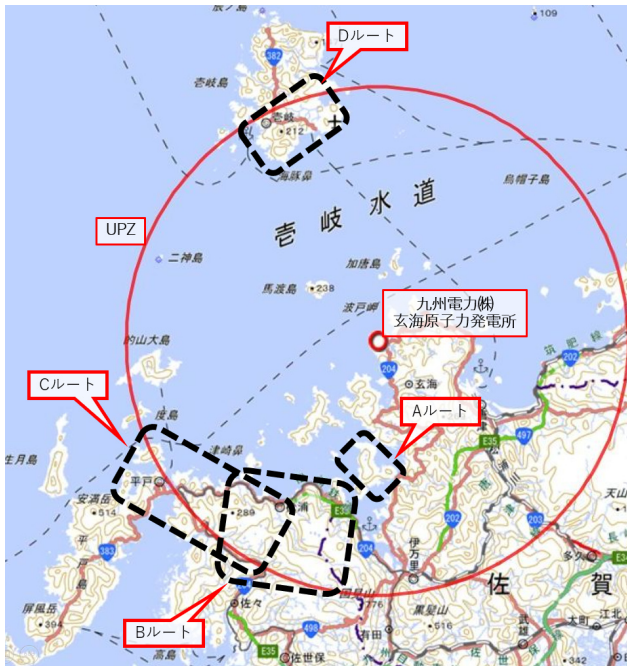


図2 走行サーベイルートの配置



図3 Aルート(松浦市福島町)

Aルート

ルート概要

松浦市福島島内を一周

走行距離 21.8 km

所要時間 約 40 分



図4 Bルート(松浦市・佐世保市)

Bルート

ルート概要

松浦市(今福地区)→

佐世保市(世知原・吉井・江迎地区)→

松浦市(御厨地区、今福地区)

走行距離 58.0 km

所要時間 約 110 分



図5 Cルート(松浦市・佐世保市・平戸市)

Cルート

ルート概要

松浦市(志佐(市役所)地区)→
佐世保市(吉井・江迎地区)→
平戸市(田平地区、平戸本島)→
松浦市(志佐(市役所)地区)

走行距離 58.2 km

所要時間 約120分



図6 Dルート(壱岐市)

Dルート

ルート概要

壱岐市(島)内のUPZ圏内を一周

走行距離 36.2 km

所要時間 約90分



図7 調査地点詳細 松浦市鷹島

● モニタリングステーション

A. 鷹島局

環境試料採取地点

◆【大気浮遊じん】

1. 松浦市鷹島支所

◆【陸水】

1. 鷹島ダム

◆【海水】

1. 日比漁港

◆【土壌】

1. 鷹島局

◆【海底土】

1. 日比水道

◆【農水産生物】

1. 精米(道の駅「鷹ら島」)
2. ブロccoli (道の駅「鷹ら島」)
3. トラフグ(新松浦漁業協同組合)
4. イカ(新松浦漁業協同組合)
5. ヒジキ(新松浦漁業協同組合)



図8 調査地点詳細 松浦市福島

● モニタリングステーション

B. 福島局

環境試料採取地点

◆【陸水】

2. 福島浄水場(着水井)



図9 調査地点詳細 松浦市、平戸市、佐世保市

● モニタリングステーション及びモニタリングポスト

C. 江迎局 D. 世知原局 E. 大久保局

環境試料採取地点

◆【陸水】

3. 志佐川 4. 久吹ダム 5. 嘉例川

◆【土壌】

2. 飛島局 3. 御厨局 4. 田平局

◆【指標生物】

1. 海のふるさと館(松葉) 4. ポットホール公園(ヨモギ)



図10 調査地点詳細 平戸市の山大島

● モニタリングステーション

F. 大島局

環境試料採取地点

◆【海水】

2. 神浦港

◆【指標生物】

3. 平の辻農村公園



- モニタリングステーション
- G. 杵岐空港局
- 環境試料採取地点
- ◆【陸水】
- 6. 幡鈴川
- ◆【海水】
- 3. 印通寺港
- ◆【土壌】
- 5. 初山局
- ◆【指標生物】
- 2. 筒城浜海水浴場(松葉)

図 11 調査地点詳細 杵岐市

調査結果

2023 年度の調査結果を以下に示す(表 2~5)。

1 空間放射線量率(走行サーベイ)

結果は表 2 のとおり(平均 37~61 nGy/h)であり、前年度までの測定値(平均 30~49 nGy/h)であり、最大 13mm の降雨を記録している 4 月 26 日は若干の値の上昇がみられた。

2 ガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析 (対象核種 : ^{60}Co , ^{131}I , ^{134}Cs , ^{137}Cs)

各試料の測定結果を表 3 に示す。

・大気浮遊じん

人工放射性核種は検出されなかった。

・陸水

人工放射性核種は検出されなかった。

・海水

人工放射性核種は検出されなかった。

・土壌

全 5 地点のうち 1 地点において、 ^{137}Cs が検出され、2.9 Bq/kg 乾土 であったが、前年度までの測定値(N.D.(不検出)~7.2 Bq/kg 乾土)と同水準であった。

・海底土

人工放射性核種は検出されなかった。

・松葉

全 2 地点のうち 1 地点において、 ^{137}Cs が検出され、0.15 Bq/kg 生 であったが、前年度までの測定値(N.D.~0.10 Bq/kg 生)と同水準であった。

・ヨモギ

人工放射性核種は検出されなかった。

・精米

人工放射性核種は検出されなかった。

・ブロッコリー

人工放射性核種は検出されなかった。

・トラフグ

全 1 地点のうち 1 地点において、 ^{137}Cs が検出され、0.14 Bq/kg 生 であったが、前年度までの測定値(N.D.~0.32 Bq/kg 生)と同水準であった。

・イカ

人工放射性核種は検出されなかった。

・ヒジキ

人工放射性核種は検出されなかった。

3 放射化学分析による放射能測定

(a) 放射性ストロンチウム分析

結果は表 4 のとおりであり、前年度までの測定値(陸水 0.00035~0.0013 Bq/L、土壌 N.D.~0.88 Bq/kg 乾土、農水産物 N.D.~0.10 Bq/kg 生)と同水準であった。

(b) 放射性プルトニウム分析

結果は表 5 のとおりであり、今年度から測定を開始した。全 5 地点のうち、4 地点で²³⁹⁺²⁴⁰Puが検出され、N.D.~0.098 Bq/kg 乾土であったが、近隣県の佐賀県(N.D.~0.33 Bq/kg 乾土、0.014~0.36 Bq/kg 乾土)と同水準であった。

(c) トリチウム分析

結果は表 6 のとおりであり、全 9 地点のうち陸水

4 地点で検出され、N.D.~0.31 Bq/L であったが、前年度までの測定値(陸水 N.D.~1.4 Bq/L)と同水準であった。

まとめ

空間放射線量率測定(走行サーベイ、4 ルート 8 測定)の結果、全ての測定において平常時レベルで推移していた。また、環境試料中のガンマ線核種分析(25 種 26 試料)、ストロンチウム分析(15 種 15 試料)、プルトニウム分析(5 種 5 試料)及びトリチウム分析(9 種 9 試料)の結果、いずれも前年度までと同程度の平常時レベルで推移していた。

表 2 走行サーベイ結果(計測間隔は全て 30 秒)

走行ルート	測定日時		天候	測定値(単位:nGy/h)		
				最小	最大	平均
Aルート (松浦市福島町)	2023年4月26日	14:35~15:06	晴れ	28	56	40
	2023年10月16日	16:56~17:31	晴れ	24	55	37
Bルート (松浦市・佐世保市)	2023年4月25日	13:58~16:22	雨	39	81	59
	2023年10月17日	10:32~12:22	晴れ	20	55	37
Cルート (松浦市・佐世保市・平戸市)	2023年4月25日	17:41~19:18	雨	40	87	61
	2023年10月17日	8:17~9:49	晴れ	21	55	38
Dルート (壱岐市)	2023年7月24日	12:28~14:43	晴れ	25	75	40
	2024年1月23日	14:10~15:42	曇り	27	68	42

表3 ガンマ線スペクトロメトリーによる核種分析結果

試料名	調査エリア	採取地点	採取年月日	測定対象核種				濃度単位
				⁶⁰ Co	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	
大気浮遊じん	松浦市 鷹島町	松浦市役所 鷹島支所	2023年4月25日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	mBq/m ³
			2023年10月16日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
陸水	松浦市 鷹島町	鷹島ダム	2023年10月16日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Bq/L
	松浦市	福島浄水場	2023年10月16日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
	松浦市	志佐川	2023年7月12日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
	平戸市	久吹ダム	2023年4月26日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
	佐世保市	嘉例川	2023年7月12日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
	壱岐市	幡鍾川	2023年7月24日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
海水	松浦市 鷹島町	日比漁港	2023年10月16日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Bq/L
	平戸市	神浦港	2023年4月26日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
	壱岐市	印通寺港	2023年7月24日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
土壌	松浦市 鷹島町	鷹島局	2023年10月16日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Bq/Kg乾土
	松浦市	飛島局	2023年7月12日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
		御厨局	2023年4月25日	N.D.	N.D.	N.D.	2.9	
	佐世保市	田平局	2023年4月25日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
海底土	松浦市 鷹島町	日比水道 (鷹島沖)	2023年10月16日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Bq/kg乾土
			2023年7月12日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
松葉	松浦市	海のふるさと館	2023年7月12日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Bq/kg生
	壱岐市	筒城浜海水浴場	2023年7月24日	N.D.	N.D.	N.D.	0.15	
ヨモギ	佐世保市	ポットホール公園	2023年4月25日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Bq/kg生
	平戸市	平の辻農村公園	2023年4月26日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
精米	松浦市 鷹島町	道の駅「鷹ら島」	2023年10月16日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Bq/kg生
ブロッコリー	松浦市 鷹島町	道の駅「鷹ら島」	2023年12月11日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Bq/kg生
トラフグ	松浦市 鷹島町	新松浦漁業 協同組合	2023年12月4日	N.D.	N.D.	N.D.	0.14	Bq/kg生
イカ	松浦市 鷹島町	新松浦漁業 協同組合	2023年5月18日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Bq/kg生
ヒジキ	松浦市 鷹島町	新松浦漁業 協同組合	2023年5月18日	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	Bq/kg生

表4 放射性ストロンチウム分析結果

試料名	調査エリア	採取地点	採取年月日	測定対象核種	濃度単位
				^{90}Sr	
陸水	松浦市 鷹島町	鷹島ダム	2023年10月16日	0.00083	Bq/L
	松浦市	福島浄水場	2023年10月16日	0.00038	
	松浦市	志佐川	2023年7月12日	0.00037	
	平戸市	久吹ダム	2023年4月26日	0.00034	
	佐世保市	嘉例川	2023年7月12日	0.00065	
	壱岐市	幡鉾川	2023年7月24日	0.0011	
土壌	松浦市 鷹島町	鷹島局	2023年10月16日	0.31	Bq/Kg乾土
	松浦市	飛島局	2023年7月12日	N.D.	
		御厨局	2023年4月25日	0.49	
	平戸市	田平局	2023年4月25日	0.44	
	壱岐市	初山局	2023年7月24日	N.D.	
ブロッコリー	松浦市 鷹島町	道の駅「鷹ら島」	2023年12月11日	0.04	Bq/kg生
トラフグ	松浦市 鷹島町	新松浦漁業 協同組合	2023年12月4日	N.D.	Bq/kg生
イカ	松浦市 鷹島町	新松浦漁業 協同組合	2023年5月18日	N.D.	Bq/kg生
ヒジキ	松浦市 鷹島町	新松浦漁業 協同組合	2023年5月18日	0.018	Bq/kg生

表5 放射性プルトニウム分析結果

試料名	調査エリア	採取地点	採取年月日	測定対象核種		濃度単位
				^{238}Pu	$^{239+240}\text{Pu}$	
土 壤	松浦市 鷹島町	鷹島局	2023年10月16日	N.D.	0.028	Bq/Kg乾土
		飛島局	2023年7月12日	N.D.	0.0087	
	松浦市	御厨局	2023年4月25日	N.D.	0.098	
		平戸市	田平局	2023年4月25日	N.D.	
	壱岐市	初山局	2023年7月24日	N.D.	N.D.	

表6 トリチウム分析結果

試料名	調査エリア	採取地点	採取年月日	測定対象核種	濃度単位
				^3H	
陸 水	松浦市 鷹島町	鷹島ダム	2023年10月16日	N.D.	Bq/L
		松浦市	福島浄水場	2023年10月16日	
	松浦市	志佐川	2023年7月12日	0.27	
	平戸市	久吹ダム	2023年4月26日	0.27	
	佐世保市	嘉例川	2023年7月12日	0.23	
	壱岐市	幡鉾川	2023年7月24日	0.31	
海 水	松浦市 鷹島町	日比漁港	2023年10月16日	N.D.	Bq/L
		平戸市	神浦港	2023年4月26日	
	壱岐市	印通寺港	2023年7月24日	N.D.	