

長崎県地域防災計画に係る環境放射能調査と関連研究(2009年度)

平良 文亨、古賀 康裕

Radioactivity Survey Data in Nagasaki Prefectural Disaster Prevention Plan and Related Research (2009)

Yasuyuki TAIRA and Yasuhiro KOGA

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

キーワード: 環境放射能、放射線量率、核種分析、蓄積メカニズム

はじめに

九州電力株式会社玄海原子力発電所(佐賀県東松浦郡玄海町)から 10km 圏内にある松浦市鷹島町は、原子力施設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、防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲 (Emergency Planning Zone: EPZ)として「長崎県地域防災計画(原子力災害対策編)」(平成 13 年 5 月策定、平成 21 年 6 月修正)に指定されている。当センターでは、同計画の「長崎県緊急時環境放射線モニタリング計画」に基づき、平成 13 年度より平常時の環境放射能(線)モニタリング調査(以下、「モニタリング調査」という)を実施している。

また、モニタリング調査に関連して昨年度より人工放射性核種による海産生物への蓄積メカニズムの解明を目的とした調査研究(以下、「関連研究」という)を実施している。

本報では、平成 21 年度のモニタリング調査結果及び関連研究の結果について報告する。

調査内容及び測定方法

1 調査内容

調査概要について表1に示す。

2 測定方法

空間放射線量率は、シンチレーションサーベイメータにより、各地点 5 回測定し平均値を算出した(時定数 30)。

積算線量は、再生処理(400°C、1 時間)したガラス素子のプレドーズを確認後、各地点に設置し四半期毎の積算値を測定した。なお、測定前にガラス素子を熱処

理(70°C、1 時間)した。

核種分析は、フォールアウト核種(人工放射性核種)であるセシウム-137 (^{137}Cs 、半減期:30.0年)を主な指標核種とし、ゲルマニウム半導体検出器にて 70,000 秒測定した。各試料の前処理方法は、大気浮遊じんはハイボリウムエアサンプラーでろ紙上に 24 時間採取し、乾燥後 U-8 容器の底の内径に合わせて切り取り、大気浮遊じん付着面を底に向けて詰め分析用試料とした。蛇口水は鷹島町阿翁浦地区の水道水を、原水は同日比地区からそれぞれ約 20L 採取し、蒸発濃縮後 U-8 容器に詰め分析用試料とした。土壌は上層(0~5cm)を採取し、乾燥後篩にかけて U-8 容器に詰め分析用試料とした。精米は、まず生試料を 2L のマリネリ容器に詰め分析した後、すべての試料を乾燥及び灰化(450°C、24 時間)させ分析用試料とした。海水は各地点それぞれ約 20L 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による傾斜分離後、U-8 容器に詰め分析用試料とした。トラフグは各地点それぞれ約 5kg ずつ採取し、可食部(筋肉)及び非可食部(骨、皮、内臓)に分離後、筋肉、骨及び皮をそれぞれ灰化(450°C、24 時間)し、U-8 容器に詰め分析用試料とした。また、内臓については乾燥(105°C、24 時間)後、2L のマリネリに詰め分析用試料とした。カジメは、まず根・茎を除いた生試料を乾燥(105°C、24 時間)させ、2L のマリネリ容器に詰め分析した後、すべての試料を灰化(450°C、24 時間)させ、U-8 容器に詰め分析用試料とした。なお、試料の採取及び前処理方法を含む測定方法については、放射能測定法シリーズ(文部科学省編)に基づき実施した。

表1 調査概要

測定区分	試料名	試料数	測定・採取地点*
放射線量率	—	88*	鷹島町阿翁、阿翁浦、日比地区(A~J)、環境保健研究センター(対照地区)
積算線量	—	100†	鷹島町阿翁、阿翁浦、日比地区(D、G及びJ)、環境保健研究センター(対照地区)
核種分析	大気浮遊じん	2	鷹島町阿翁地区(C)
	蛇口水	1	鷹島町阿翁浦地区(E)
	原水	1	鷹島町日比地区(J)
	土壌	3	鷹島町阿翁地区(A)
	精米	2††	鷹島町里免(購入地E)
	海水	9	鷹島町小浦地区、殿の浦地区、阿翁浦地区(a~c地区)
	トラフグ	40‡	鷹島町小浦地区、殿の浦地区、阿翁浦地区(a~c地区)、長崎市(対照地区)
	カジメ	2††	鷹島町阿翁浦地区(E)
	合計	248	

*図1参照

*11地点×8回

†四半期毎の測定値;5ガラス素子/地点×5地点×4回(セルフドーズを含む)

††生試料及び灰試料

‡部位別(可食部、骨、皮及び内臓)

測定条件

1 空間放射線量率

シンチレーションサーベイメータ: ALOKA 製 TCS-171

検出器: NaI(Tl)シンチレータ 25.4φ×25.4mm

基準線源: Cs-137 No.2591, Ba-133 No.452

2 積算線量

蛍光ガラス線量計システム: 旭テクノガラス製 FGD-201

ガラス素子: SC-1

線量表示範囲: 1μGy~10Gy/1μSv~10Sv

3 核種分析

多重波高分析装置: SEIKO EG&G 製 MCA7600

Ge 半導体検出器: ORTEC 製 GEM35-70

遮蔽体: 鉛ブロック製 検出部 115mm

分解能: FWHM 1.73keV(Co-60)、708.73eV(Co-57)

相対効率(%): 36%

調査結果及び考察

平成21年度の調査地点及び結果を図1~図3、表2~表10に示す。

1 空間放射線量率

松浦市鷹島町(阿翁、阿翁浦及び日比地区)の10地点における線量率範囲は32~62nGy/h、年間平均値は37~56nGy/hで過去の測定値とほぼ同じ水準であった(表2、図2)。

2 積算線量

調査地区の3地点(阿翁地区集会所、阿翁浦地区集会所、日比地区鷹島ダム)における測定値は113.1~172.9μGy(92日換算)であった(表3、図3)。なお、第2四半期以降の測定値については、当該検出器の調整期間に該当しており参考値とする。

3 核種分析

本調査は平常時のモニタリング調査であり、¹³⁷Csを指標核種として分析した(全試料でヨウ素-131(¹³¹I、半減期:8.04日)は不検出)。なお、参考までに自然放射性核種である⁴⁰Kも表に示した。

(1) 大気浮遊じん

阿翁地区(鷹島モンゴル村)で年2回採取し分析したが、¹³⁷Csは検出されなかった(表4)。

(2) 陸水(蛇口水、原水)

阿翁浦地区(阿翁浦免)の蛇口水と日比地区(鷹島ダム)の原水をそれぞれ約20L採取し分析したが、¹³⁷Csは検出されなかった(表5)。

(3) 土壌

阿翁地区(鷹島モンゴル村)で上層(0~5cm)を採取し分析した。モニタリング調査に加え、昨年度から実施している関連研究として春季及び冬季に2回採取し分析した。その結果、¹³⁷Csは検出されなかった(表6)。

(4) 精米

鷹島町里免で収穫されたものを採取(購入)し測定したが、¹³⁷Csは検出されなかった(表7)。

(5) 海水

昨年度から実施している関連研究として、小浦地区、殿の浦地区、阿翁浦地区(a~c地区、図1)でそれぞれ約20L採取し分析した。その結果、¹³⁷Csが $3.9 \times 10^{-3} (\pm 7.2 \times 10^{-4})$ Bq/L 検出された(表8)。

(6) 海産生物(トラフグ、カジメ)

トラフグについては、関連研究における指標生物としているため、可食部(筋肉)及び非可食部(骨、皮、内臓)に分離し、核種分析を詳細に実施した結果、¹³⁷Csが可食部(筋肉)では $7.2 (\pm 5.4 \times 10^{-2})$ Bq/kg 生検出された。また、非可食部では骨に $8.1 \times 10^{-1} (\pm 2.6 \times 10^{-2})$ Bq/kg 生、皮に $8.0 \times 10^{-2} (\pm 2.4 \times 10^{-2})$ 及び内臓に $9.2 \times 10^{-2} (\pm 2.0 \times 10^{-2})$ Bq/kg 生検出された(表9)。

また、阿翁浦地区(阿翁浦免)で購入したカジメを分析したが、生試料の核種分析の結果、¹³⁷Csが $8.9 \times 10^{-2} (\pm 2.6 \times 10^{-2})$ Bq/kg 生検出された(表10)。

4 海産生物への蓄積メカニズム

関連研究として指標生物であるトラフグに着目した結果、部位別に見ると可食部(筋肉)及び骨に ^{137}Cs が高頻度に検出され、皮及び内臓にはほとんど検出されなかった。松浦市鷹島町で生産される養殖トラフグは、海面養殖によるものであるが、養殖場付近の海水を核種分析した結果 ^{137}Cs が検出されたが、その濃度はトラフグ(筋肉及び骨)で検出された ^{137}Cs 濃度の 2 桁小さいレベルであった。つまり、トラフグ(筋肉及び骨)には海水に比べて数百倍程度高濃度の ^{137}Cs が蓄積していることが確認されたことから、海面養殖されているトラフグはその生育環境において ^{137}Cs を海水とともに生体内に取り込

み、生物濃縮により主に筋肉及び骨に蓄積されると示唆される。

まとめ

平成 13 年度から実施している長崎県地域防災計画に基づくモニタリング調査の平成 21 年度の結果は、いずれも過去の分析結果と同程度の水準であった。

また、関連研究で得られた結果を踏まえ、さらに詳細な解析を進め海産生物への蓄積メカニズムの解明を図るとともに、食物摂取による内部被ばく評価等について調査研究を継続する。

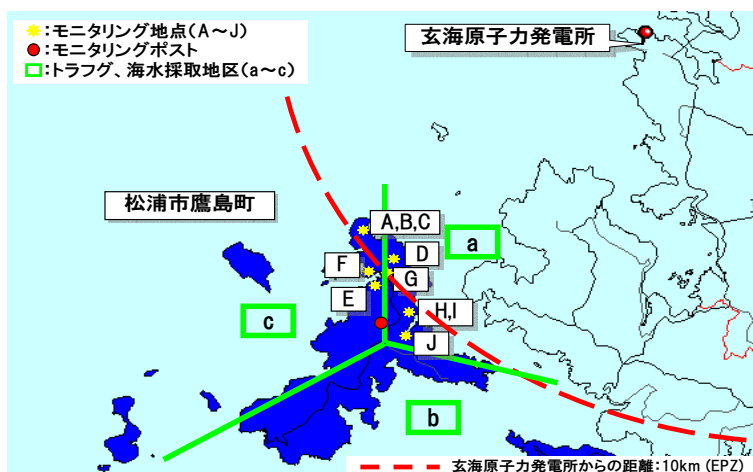


図1 調査地点(長崎県松浦市鷹島町)

表2 空間放射線量率の測定結果

単位:nGy/h

地点*	測定値									平均値	線量率範囲	前年度線量率範囲
	5月	6月	9月	11月	12月	1月	2月	3月				
A	36	38	38	38	32	34	44	50	39	32~50	32~38	
B	48	48	40	48	50	50	52	58	49	40~58	42~48	
C	50	44	48	46	48	50	54	60	50	44~60	40~56	
D	50	44	48	42	52	50	52	56	49	42~56	44~60	
E	56	62	50	58	52	52	58	58	56	50~62	50~60	
F	36	38	34	38	34	38	40	40	37	34~40	32~40	
G	50	50	50	50	50	52	58	58	52	50~58	44~56	
H	40	42	42	56	48	48	48	54	47	40~56	38~44	
I	40	40	38	44	46	46	48	58	45	38~58	36~46	
J	40	46	44	48	44	48	50	50	46	40~50	40~50	
線量率範囲	36~56	38~62	34~50	38~58	32~52	34~52	40~58	40~60	47	32~62	32~60	
環保研	58	48	54	58	58	58	54	68	57	48~68	52~64	

* (阿扇地区) A= 鷹島モンゴル村芝生頂上、B= 鷹島モンゴル村上段駐車場、C= 鷹島モンゴル村下段駐車場、D= 阿翁地区集会所 (阿翁浦地区) E= 新松浦漁業協同組合、F= 新松浦漁業協同組合対岸、G= 阿翁浦地区集会所 (日比地区) H= 日比漁業協同組合先船揚場、I= 日比地区集会所前、J= 鷹島ダム (対照地区) 環保研= 環境保健研究センター

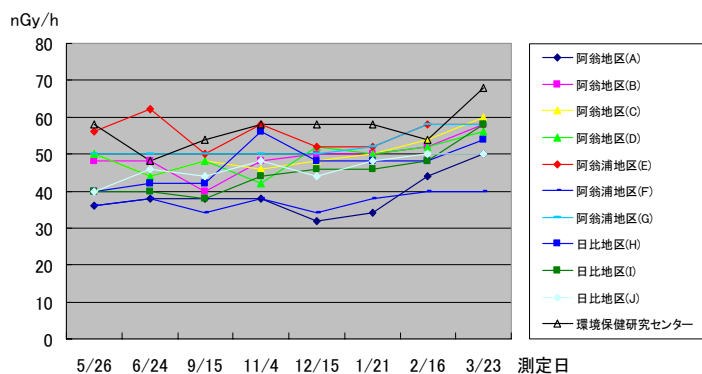


図2 空間放射線量率の経時変化

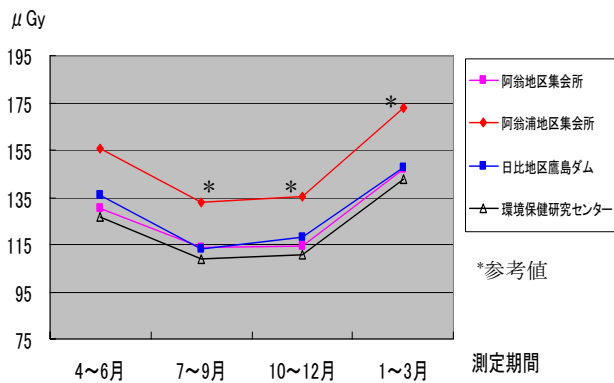


図3 積算線量の経時変化

表3 積算線量の測定結果

単位: μGy

地点*	積算線量(92日換算値)				年平均積算値	積算線量範囲†	前年度の範囲
	4~6月	7~9月†	10~12月†	1~3月†			
D	130.2	113.9	114.2	147.0	126.3	113.9~147.0	128.5~133.0
G	155.9	133.0	135.5	172.9	149.3	133.0~172.9	152.2~157.6
J	136.1	113.1	117.9	147.6	128.7	113.1~147.6	128.3~135.0
積算線量範囲	130.2~155.9	113.1~133.0	114.2~135.5	147.0~172.9	126.3~149.3	113.1~172.9	128.3~157.6
環保研	126.6	108.6	110.6	142.6	122.1	108.6~142.6	124.2~130.6

*D= 阿翁地区集会所、G= 阿翁浦地区集会所、J= 鷹島ダム

† 参考値

表4 大気浮遊じんの核種分析結果 (鷹島モンゴル村)

採取年月日	吸引量 (m³)	測定重量* (g)	測定年月日	¹³⁷ Cs (Bq/m³)	⁴⁰ K (Bq/m³)
2009.5.26~5.27	1439.9	3.1333	2009.6.17	N.D*	N.D
2010.1.21~1.22	1439.9	3.3127	2010.2.1	N.D	N.D

*不検出

表5 陸水(蛇口水、原水)の核種分析結果

種別	採取年月日	採取場所	気温 (°C)	水温 (°C)	採取量 (L)	蒸発残留物 (mg/L)	測定年月日	¹³⁷ Cs (Bq/L)	⁴⁰ K (Bq/L)
蛇口水	2009.5.27	阿翁浦免	23.0	20.5	20	271.6	2009.6.23	N.D*	6.0×10^{-2} (6.4×10^{-3})†
原水	2009.5.27	鷹島ダム	22.0	22.5	20	150.0	2009.6.30	N.D	4.3×10^{-2} (5.8×10^{-3})

*不検出

†計数誤差

表 6 土壌の核種分析結果 (鷹島モンゴル村芝生上層)

採取年月日	採取面積 (cm ²)	採取量 (g)	乾燥細土 <2mm(g)	測定重量 (g)	測定年月日	¹³⁷ Cs (Bq/kg 乾土)	⁴⁰ K (Bq/kg 乾土)
2009.5.26	465.4	3,864	1,648	88.0374	2009.6.19	N.D*	5.6×10 ² (9.8) [†]
2009.5.26 [†]	465.4	3,542	1,252	68.7510	2009.6.25	N.D	4.4×10 ² (9.7)
2010.2.16 [†]	465.4	4,037	1,155	73.0789	2010.2.22	N.D	5.6×10 ² (11)

*不検出

[†]計数誤差^{††}調査研究業務として実施

表 7 精米の核種分析結果 (鷹島町里免)

分類	採取年月日	測定重量(g)	測定年月日	¹³⁷ Cs (Bq/kg 生)	⁴⁰ K (Bq/kg 生)
生試料	2009.9.16	1,822	2009.9.17	N.D*	25 (5.5×10 ⁻¹) [†]
灰化試料		11.0512 (灰分 0.437%)	2009.10.5	N.D	27 (2.7×10 ⁻¹)

*不検出

[†]計数誤差

表 8 海水の核種分析結果

採取年月日	採取地点	気温 (°C)	水温 (°C)	採取量 (L)	測定年月日	¹³⁷ Cs (Bq/L)	⁴⁰ K (Bq/L)
2009.11.5	a 地区	20.0	21.5	20.0	2009.11.25	1.9×10 ⁻³ (5.9×10 ⁻⁴)*	2.5×10 ⁻¹ (1.4×10 ⁻²)
	b 地区	19.5	21.0	20.0	2009.12.11	2.0×10 ⁻³ (5.2×10 ⁻⁴)	2.8×10 ⁻¹ (1.5×10 ⁻²)
	c 地区	18.5	20.5	20.0	2009.12.25	3.2×10 ⁻³ (6.1×10 ⁻⁴)	2.4×10 ⁻¹ (1.4×10 ⁻²)
2010.1.22	a 地区	9.0	14.1	20.0	2010.2.3	2.8×10 ⁻³ (7.1×10 ⁻⁴)	2.9×10 ⁻¹ (1.5×10 ⁻²)
	b 地区	10.0	13.5	20.0	2010.2.10	2.7×10 ⁻³ (7.7×10 ⁻⁴)	3.2×10 ⁻¹ (1.7×10 ⁻²)
	c 地区	9.2	13.5	20.0	2010.2.19	N.D [†]	3.0×10 ⁻¹ (1.5×10 ⁻²)
2010.2.17	a 地区	7.7	12.4	19.4	2010.3.12	3.9×10 ⁻³ (7.2×10 ⁻⁴)	4.0×10 ⁻¹ (1.9×10 ⁻²)
	b 地区	8.2	11.0	20.0	2010.3.31	3.3×10 ⁻³ (8.2×10 ⁻⁴)	3.6×10 ⁻¹ (1.8×10 ⁻²)
	c 地区	5.4	12.4	20.0	2010.4.1 ^{††}	3.5×10 ⁻³ (7.8×10 ⁻⁴)	3.9×10 ⁻¹ (1.8×10 ⁻²)

*計数誤差

[†]不検出^{††} 当センターの核種分析スケジュールの都合上、平成 22 年度の測定となっているが、試料採取日は平成 21 年度であるため本報による取扱いとしている。なお、事前に実施したブランク試験(蒸留水)では、全核種不検出であった。

表9 トラフグの核種分析結果

採取年月日	採取地点	部位	測定重量(g)	灰分(%)	測定年月日	¹³⁷ Cs (Bq/kg 生)	⁴⁰ K (Bq/kg 生)
2009.11.5	a 地区	筋肉	14.2539	1.50	2009.11.11	2.8×10^{-1} (2.0×10^{-2})*	189 (1.2)
		骨	40.2242	5.13	2009.11.12	4.0×10^{-1} (2.4×10^{-2})	22 (5.8×10^{-1})
		皮	12.5669	2.24	2009.11.19	N.D [†]	41 (5.8×10^{-1})
		内臓	960	—	2009.11.13	N.D	54 (8.3×10^{-1})
	b 地区	筋肉	19.2800	1.48	2009.11.20	7.2 (5.4×10^{-2})	147 (9.4×10^{-1})
		骨	57.2194	4.72	2009.12.7	8.1×10^{-1} (2.6×10^{-2})	21 (4.9×10^{-1})
		皮	12.2984	3.17	2009.12.8	8.0×10^{-2} (2.4×10^{-2})	78 (1.2)
		内臓	1,202	—	2009.11.17	N.D	47 (7.3×10^{-1})
	c 地区	筋肉	17.3008	1.57	2009.12.9	1.7×10^{-1} (1.5×10^{-2})	141 (9.6×10^{-1})
		骨	53.5614	4.77	2009.12.22	7.5×10^{-1} (2.6×10^{-2})	27 (5.5×10^{-1})
		皮	10.2731	3.38	2009.12.10	N.D	93 (1.4)
		内臓	761	—	2009.11.18	9.2×10^{-2} (2.0×10^{-2})	56 (9.1×10^{-1})
2009.12.16	a 地区	筋肉	30.5203	3.17	2010.1.5	2.8×10^{-1} (2.3×10^{-2})	225 (1.5)
		骨	32.6588	4.39	2010.1.12	4.2×10^{-1} (2.2×10^{-2})	16 (4.7×10^{-1})
		皮	17.3666	1.84	2010.1.14	N.D	23 (4.4×10^{-1})
		内臓	1,212	—	2010.1.20	N.D	38 (6.3×10^{-1})
	b 地区	筋肉	30.4025	3.37	2010.1.6	2.3×10^{-1} (2.6×10^{-2})	241 (1.7)
		骨	27.0544	4.49	2010.1.19	N.D	29 (6.4×10^{-1})
		皮	19.6571	2.17	2010.1.15	N.D	32 (5.3×10^{-1})
		内臓	1,183	—	2010.1.21	N.D	44 (7.0×10^{-1})
	c 地区	筋肉	32.3862	3.10	2010.1.8	1.5×10^{-1} (2.0×10^{-2})	208 (1.4)
		骨	36.5059	4.77	2010.1.18	6.8×10^{-2} (1.6×10^{-2})	24 (5.8×10^{-1})
		皮	20.3694	2.22	2010.1.22	N.D	26 (4.7×10^{-1})
		内臓	1,273	—	2010.1.29	N.D	43 (6.6×10^{-1})

表9 トラフグの核種分析結果(続き)

採取年月日	採取地点	部位	測定重量(g)	灰分(%)	測定年月日	¹³⁷ Cs (Bq/kg 生)	⁴⁰ K (Bq/kg 生)
2010.2.17	a 地区	筋肉	15.2593	1.13	2010.3.23	1.5×10^{-1} (1.2×10^{-2})	105 (7.2×10^{-1})
		骨	64.4226	4.92	2010.3.26	1.0×10^{-1} (1.5×10^{-2})	24 (5.1×10^{-1})
		皮	14.9709	2.67	2010.3.2	N.D	56 (8.8×10^{-1})
		内臓	1,442	—	2010.4.6 [†]	5.2×10^{-2} (1.5×10^{-2})	43 (6.8×10^{-1})
	b 地区	筋肉	14.7877	1.37	2010.3.24	1.2×10^{-1} (1.4×10^{-2})	125 (8.8×10^{-1})
		骨	67.7586	5.46	2010.3.29	5.3×10^{-2} (1.5×10^{-2})	29 (5.9×10^{-1})
		皮	11.9941	2.46	2010.3.8	N.D	52 (8.7×10^{-1})
		内臓	834	—	2010.4.7 ^{††}	N.D	54 (8.7×10^{-1})
	c 地区	筋肉	12.8417	1.31	2010.3.25	1.9×10^{-1} (1.5×10^{-2})	117 (8.7×10^{-1})
		骨	67.4015	5.28	2010.3.30	7.2×10^{-2} (1.5×10^{-2})	35 (6.2×10^{-1})
		皮	9.1892	2.34	2010.3.9	N.D	54 (9.6×10^{-1})
		内臓	1,071	—	2010.4.9 [†]	7.9×10^{-2} (1.9×10^{-2})	46 (7.8×10^{-1})
2010.2.3	長崎市	筋肉	15.7190	1.26	2010.2.17	1.3×10^{-1} (1.2×10^{-2})	114 (8.0×10^{-1})
		骨	60.4940	5.16	2010.2.18	4.4×10^{-2} (1.4×10^{-2})	22 (5.1×10^{-1})
		皮	9.1485	2.48	2010.2.23	N.D	42 (8.9×10^{-1})
		内臓	966	—	2010.2.16	N.D	32 (6.3×10^{-1})

*計数誤差

†不検出

††当センターの核種分析スケジュールの都合上、平成 22 年度の測定となっているが、試料採取日は平成 21 年度であるため本報による取扱いとしている。

表10 カジメの核種分析結果(鷹島町阿翁浦免)

分類	採取年月日	除去部位	測定重量(g)	測定年月日	¹³⁷ Cs (Bq/kg 生)	⁴⁰ K (Bq/kg 生)
カジメ(生)	2010.1.22	根・茎	302	2010.1.26	8.9×10^{-2} (2.6×10^{-2}) [*]	401 (2.0)
カジメ(灰化)			51.0778 (灰分 4.59%)	2010.2.2	N.D [†]	409 (2.2)

*計数誤差

†不検出