

長崎県地域防災計画に係る環境放射能調査と関連研究(2008年度)

平良 文亨、古賀 康裕

Radioactivity Survey Data in Nagasaki Prefectural Disaster Prevention Plan and Related Research (2008)

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20年5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今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20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測定した。

積算線量は、再生処理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。

核種分析は、主に人工放射性核種のうち短半減期核種の代表である ^{131}I (半減期:8.04日)及び長半減期核種の代表である ^{137}Cs (半減期:30.0年)について、

ゲルマニウム半導体検出器にて実施した。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3kg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

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、環境保健研究センター
積算線量	—	16	鷹島町阿翁、阿翁浦、日比地区、環境保健研究センター
核種分析	大気浮遊じん	2	鷹島町阿翁地区
	蛇口水	1	鷹島町阿翁浦地区
	原水	1	鷹島町日比地区
	土壌	3	鷹島町阿翁地区
	精米	2	鷹島町里免(購入地)
	海水	8	鷹島町周辺海域
	トラフグ	36	鷹島町周辺海域
	カジメ	1	鷹島町周辺海域
合計		158	

(105℃、24時間)後、2Lのマリネリに詰め分析用試料とした。カジメは可食部を灰化(450℃、24時間)後、U-8容器に詰め分析用試料とした。

測定条件

1 空間放射線量率測定

サーベイメータによる測定

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 積算線量測定

蛍光ガラス線量計による測定

蛍光ガラス線量計システム: 旭テクノガラス製 FGD-201

ガラス線量計: SC-1

線量表示範囲: 1 μ Gy ~ 10 Gy / 1 μ Sv ~ 10 Sv

3 核種分析

ゲルマニウム(Ge)半導体検出器による測定

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20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 32~60nGy/h、年間平均値は 36~54nGy/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 128.3~157.6 μ Gy(92日換算)で、過去の測定値とほぼ同じ水準であった(表3、図3)。

3 核種分析(¹³¹I、¹³⁷Cs)

核種分析の測定時間は、70,000秒とした。なお、結果には天然の放射性核種である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、人工放射性核種である¹³¹I及び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、人工放射性核種である¹³¹I及び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。今年度は例年実施しているモニタリング調査に加え、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、人工放射性核種である¹³¹Iは検出されなかったが、¹³⁷Csは~2.2(±4.8×10⁻¹)Bq/kg乾土検出された(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、人工放射性核種である¹³¹I及び¹³⁷Csは検出されなかった(表7)。

(5) 海水

今年度から実施している関連研究として、a~c地区(図1)でそれぞれ約20L採取し分析した。その結果、人工放射性核種である¹³¹Iは検出されなかったが、¹³⁷Csは~3.9×10⁻³(±1.1×10⁻³)Bq/L検出された(表8)。

(6) 海産生物(トラフグ、カジメ)

阿翁浦地区(阿翁浦免)で購入したトラフグ及びカジメを分析した。トラフグについては、昨年度まではモニタリング調査として可食部のみを分析していたが、今年度からはモニタリング調査に加え関連研究の指標生物として、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。その結果、人工放射性核種である¹³⁷Csが可食部(筋肉)で~2.6×10⁻¹(±3.6×10⁻²)Bq/kg生検出された。また、非可食部では骨に~1.1×10⁻¹(±3.7×10⁻²)Bq/kg生、内臓に~1.1×10⁻¹(±3.6×10⁻²)Bq/kg生検出され、皮では検出されなかった。なお、すべての試料について¹³¹Iは検出されなかった(表9)。

カジメについては、いずれの人工放射性核種も検出されなかった(表10)。

4 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、部位別に筋肉及び骨に¹³⁷Cs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。さらに、海水の核種分析の結果、海水中からも¹³⁷Csが検出されたが、その濃度はトラフグで検出された¹³⁷Cs濃度の30分の1程度であった。このことから、海面養殖されているトラフグはその生育環境において¹³⁷Csを海水とともに生体内に取り込み、生物濃縮により体内に蓄積されると考えられる。

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 20 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

な分析及び解析を進め海産生物への蓄積メカニズムの解明並びに長崎県内の環境放射能(線)の分布状況や輸送メカニズムあるいは食物摂取による預託実効線量の算出等について調査研究を継続する。

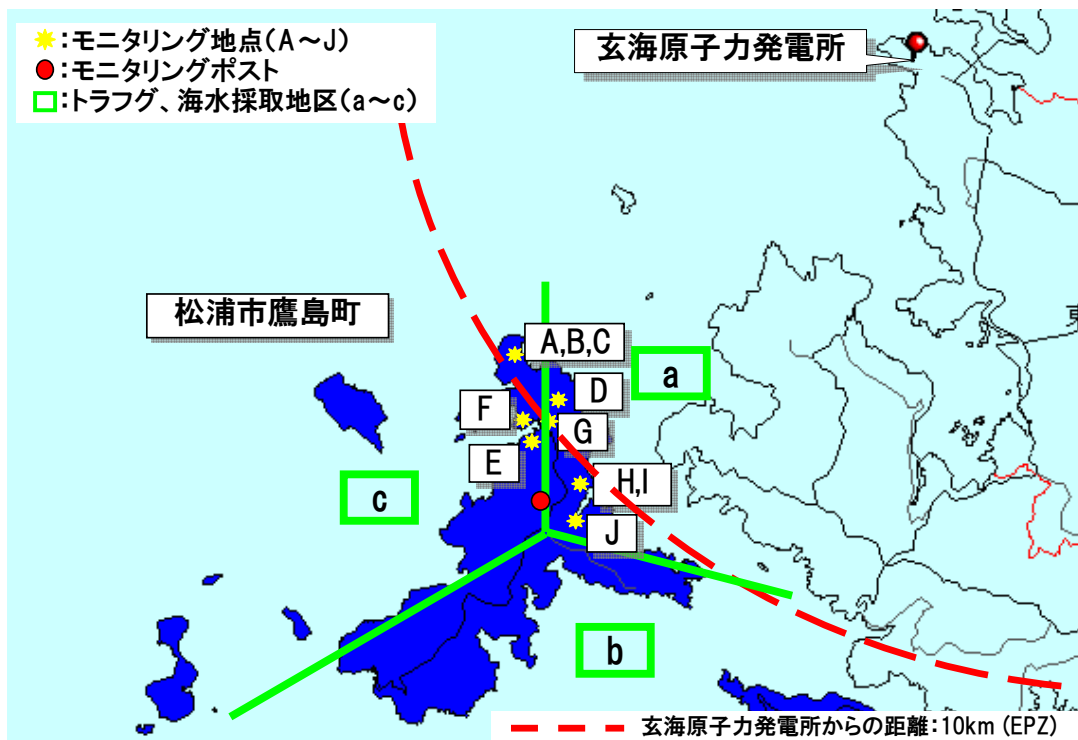


図1 調査地点(長崎県松浦市鷹島町)

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	前年度の範囲
	5月	6月	9月	10月	12月	2月	2月	3月			
A	32	36	38	38	38	38	34	34	36	32~38	34~42
B	44	42	46	46	48	46	46	48	46	42~48	40~52
C	44	42	40	42	50	56	42	48	46	40~56	42~52
D	50	44	50	46	50	60	52	50	50	44~60	48~56
E	56	52	50	52	52	60	52	54	54	50~60	50~62
F	34	32	40	32	34	36	40	38	36	32~40	32~40
G	54	50	44	46	48	56	48	48	49	44~56	48~62
H	42	40	44	42	40	40	38	40	41	38~44	36~56
I	40	36	40	40	44	42	46	40	41	36~46	40~48
J	40	46	42	40	42	50	44	44	44	40~50	42~50
線量率範囲	32~56	32~52	38~50	32~52	34~52	36~60	34~52	34~54	44	32~60	32~62
環保研	54	54	54	52	54	62	64	52	56	52~64	34~62

* (阿翁地区) 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

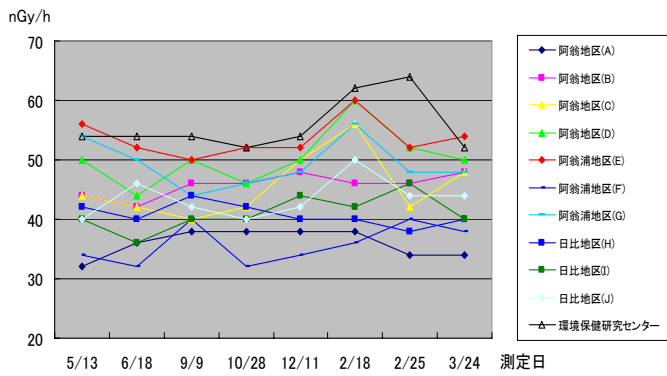


図2 空間放射線量率の経時変化

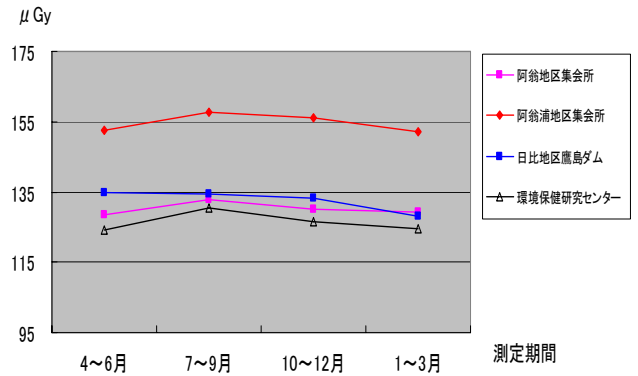


図3 積算線量の経時変化

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	128.5	133.0	130.2	129.2	130.2	128.5~133.0	135.5~140.5
G	152.5	157.6	155.9	152.2	154.6	152.2~157.6	159.9~164.4
J	135.0	134.6	133.2	128.3	132.8	128.3~135.0	138.7~145.4
積算線量範囲	128.5~152.5	133.0~157.6	130.2~155.9	128.3~152.2	128.3~157.6	128.3~157.6	135.5~164.4
環保研	124.2	130.6	126.4	124.5	126.4	124.2~130.6	133.2~181.4

*D= 阿翁地区集会所、G= 阿翁浦地区集会所、J= 鷹島ダム

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	¹³¹ I (Bq/m³)	¹³⁷ Cs (Bq/m³)	⁴⁰ K (Bq/m³)
2008.5.13~5.14	1439.9	3.0675	2008.5.15	N.D	N.D	N.D
2009.2.25~2.26	1439.9	3.0013	2009.3.12	N.D	N.D	N.D

N.D= 検出されず

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	¹³¹ I (Bq/L)	¹³⁷ Cs (Bq/L)	⁴⁰ K (Bq/L)
蛇口水	2008.6.19	阿翁浦免	24.0	22.0	20	306.0	2008.6.27	N.D	N.D	4.6×10 ⁻² ±8.0×10 ⁻³
原水	2008.6.18	鷹島ダム	30.0	27.0	20	128.7	2008.7.29	N.D	N.D	3.8×10 ⁻² ±7.5×10 ⁻³

N.D= 検出されず

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	^{131}I (Bq/kg 乾土)	^{137}Cs (Bq/kg 乾土)	^{40}K (Bq/kg 乾土)
2008.5.13	395.7	3,095	1,215	78.0545	2008.5.16	N.D	1.0 $\pm 2.9 \times 10^{-1}$	5.3×10^2 ± 12
2008.5.13*	395.7	3,335	1,399	92.6050	2008.5.19	N.D	L.T.D	5.5×10^2 ± 12
2009.2.18*	395.7	4,016	942	57.6966	2009.3.5	N.D	2.2 $\pm 4.8 \times 10^{-1}$	1.1×10^2 ± 7.5

*調査研究業務として実施 N.D= 検出されず L.T.D= 検出限界以下

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	^{131}I (Bq/kg 生)	^{137}Cs (Bq/kg 生)	^{40}K (Bq/kg 生)
生試料	2008.9.10	2000	2008.9.10	N.D	N.D	28 $\pm 8.1 \times 10^{-1}$
灰化試料	2008.9.10	14.6777 (灰分 0.575%)	2008.10.2	N.D	L.T.D	32 $\pm 3.7 \times 10^{-1}$

N.D= 検出されず L.T.D= 検出限界以下

表 8 海水の核種分析結果

採取年月日	採取地点	気温 ($^{\circ}\text{C}$)	水温 ($^{\circ}\text{C}$)	採取量 (L)	測定年月日	^{131}I (Bq/L)	^{137}Cs (Bq/L)	^{40}K (Bq/L)
2008.10.29	a 地区	19.0	22.0	20	2009.1.29	N.D	3.9×10^{-3} $\pm 1.1 \times 10^{-3}$	3.2×10^{-1} $\pm 1.9 \times 10^{-2}$
	b 地区	19.0	21.5	20	2009.1.30	N.D	N.D	2.9×10^{-1} $\pm 1.7 \times 10^{-2}$
2008.12.12	a 地区	12.5	17.5	20	2009.2.3	N.D	3.9×10^{-3} $\pm 1.1 \times 10^{-3}$	4.0×10^{-1} $\pm 2.1 \times 10^{-2}$
	b 地区	12.0	15.5	20	2009.2.4	N.D	N.D	2.9×10^{-1} $\pm 1.9 \times 10^{-2}$
	c 地区	12.5	17.5	20	2009.2.6	N.D	3.7×10^{-3} $\pm 1.0 \times 10^{-3}$	3.8×10^{-1} $\pm 1.9 \times 10^{-2}$
2009.2.26	a 地区	15.5	13.5	20	2009.4.2	N.D	N.D	2.5×10^{-1} $\pm 1.7 \times 10^{-2}$
	b 地区	15.5	13.5	20	2009.4.3	N.D	N.D	2.7×10^{-1} $\pm 1.7 \times 10^{-2}$
	c 地区	14.0	14.0	20	2009.4.6	N.D	N.D	3.4×10^{-1} $\pm 1.9 \times 10^{-2}$

N.D= 検出されず

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	¹³¹ I (Bq/kg生)	¹³⁷ Cs (Bq/kg生)	⁴⁰ K (Bq/kg生)	
2008.10.29	a地区	筋肉	16.4246	0.861	2008.12.24	N.D	7.3×10^{-2} $\pm 1.1 \times 10^{-2}$	73 $\pm 6.5 \times 10^{-1}$	
		骨	52.2293	2.85	2008.12.25	N.D	6.3×10^{-2} $\pm 1.2 \times 10^{-2}$	28 $\pm 5.2 \times 10^{-1}$	
		皮	4.9703	0.737	2008.12.26	N.D	N.D	21 $\pm 5.5 \times 10^{-1}$	
		内臓	738	—	2009.2.16	N.D	N.D	52 ± 1.6	
	b地区	筋肉	14.4989	0.832	2009.1.7	N.D	7.8×10^{-2} $\pm 1.0 \times 10^{-2}$	69 $\pm 6.3 \times 10^{-1}$	
		骨	47.2426	2.61	2009.1.9	N.D	8.6×10^{-2} $\pm 1.1 \times 10^{-2}$	29 $\pm 4.9 \times 10^{-1}$	
		皮	5.2591	0.725	2009.1.13	N.D	N.D	16 $\pm 4.7 \times 10^{-1}$	
		内臓	521	—	2009.2.17	N.D	N.D	57 ± 1.8	
	2008.12.12	a地区	筋肉	15.8295	1.86	2009.1.14	N.D	1.6×10^{-1} $\pm 3.7 \times 10^{-2}$	1.9×10^2 ± 1.6
			骨	43.0273	7.25	2009.1.15	N.D	N.D	30 $\pm 9.1 \times 10^{-1}$
			皮	4.9819	0.790	2009.1.16	N.D	N.D	32 $\pm 7.5 \times 10^{-1}$
			内臓	701	—	2009.2.18	N.D	L.T.D	68 ± 1.5
b地区		筋肉	12.2142	1.84	2009.1.19	N.D	1.7×10^{-1} $\pm 3.4 \times 10^{-2}$	1.5×10^2 ± 1.5	
		骨	28.7212	7.53	2009.1.21	N.D	N.D	41 ± 1.2	
		皮	3.5075	0.617	2009.1.22	N.D	N.D	19 $\pm 5.8 \times 10^{-1}$	
		内臓	553	—	2009.2.19	N.D	N.D	76 ± 1.9	
c地区		筋肉	16.0870	2.12	2009.1.23	N.D	2.1×10^{-1} $\pm 3.5 \times 10^{-2}$	1.7×10^2 ± 1.5	
		骨	39.1865	7.72	2009.1.26	N.D	N.D	30 $\pm 9.6 \times 10^{-1}$	
		皮	5.0862	0.831	2009.1.28	N.D	N.D	24 $\pm 6.2 \times 10^{-1}$	
		内臓	452	—	2009.2.23	N.D	L.T.D	76 ± 1.7	
2009.2.26	a地区	筋肉	10.8000	1.88	2009.3.11	N.D	1.6×10^{-1} $\pm 3.9 \times 10^{-2}$	1.7×10^2 ± 1.7	
		骨	30.1243	6.05	2009.3.13	N.D	L.T.D	65 ± 1.3	
		皮	5.2479	3.98	2009.3.16	N.D	N.D	1.2×10^2 ± 3.0	
		内臓	508	—	2009.3.30	N.D	N.D	65 ± 1.9	
	b地区	筋肉	12.9556	2.05	2009.3.17	N.D	2.0×10^{-1} $\pm 3.5 \times 10^{-2}$	1.5×10^2 ± 1.6	
		骨	28.2693	4.84	2009.3.23	N.D	L.T.D	63 ± 1.2	
		皮	6.3592	3.05	2009.3.19	N.D	N.D	71 ± 1.8	
		内臓	910	—	2009.3.31	N.D	1.1×10^{-1} $\pm 3.6 \times 10^{-2}$	68 ± 1.6	
	c地区	筋肉	14.3761	2.14	2009.3.24	N.D	2.6×10^{-1} $\pm 3.6 \times 10^{-2}$	1.7×10^2 ± 1.6	
		骨	31.7187	5.50	2009.3.25	N.D	1.1×10^{-1} $\pm 3.7 \times 10^{-2}$	71 ± 1.3	
		皮	7.0028	3.31	2009.3.26	N.D	N.D	84 ± 2.0	
		内臓	460	—	2009.4.1	N.D	N.D	65 ± 1.8	
2009.2.10	長崎市	筋肉	8.8759	1.27	2009.2.20	N.D	9.7×10^{-2} $\pm 2.9 \times 10^{-2}$	1.3×10^2 ± 1.3	
		骨	40.8733	5.28	2009.2.24	N.D	L.T.D	72 ± 1.2	
		皮	5.4613	1.48	2009.2.27	N.D	N.D	27 $\pm 8.5 \times 10^{-1}$	
		内臓	614	—	2009.2.13	N.D	L.T.D	57 ± 1.6	

*a 地区= 小浦地区、b 地区= 殿の浦地区、c 地区= 阿翁浦地区、対照地区= 長崎市(橘地区)

N.D= 検出されず L.T.D= 検出限界以下

表 10 カジメの核種分析結果 (鷹島町阿翁浦免)

採取年月日	除去部位	測定重量 (g)	灰分 (%)	測定年月日	¹³¹ I (Bq/kg 生)	¹³⁷ Cs (Bq/kg 生)	⁴⁰ K (Bq/kg 生)
2009.2.19	根・茎	47.8430	3.80	2009.3.10	N.D	N.D	3.3×10^2 ± 2.1

N.D= 検出されず

【補足】

本調査における核種分析については、 γ 線スペクトル用解析ソフトの改修に時間を要したことから、一部試料の分析が2009年4月まで及んだが、採取年月日に基づき全ての試料を2008年度の調査結果とした。