

# 長崎県の海産生物を指標とした放射線被ばくのリスク評価

平良 文亨、古賀 康裕、山口 仁士

## Evaluation of Radiation Exposure based on Fishes in Nagasaki

Yasuyuki TAIRA, Yasuhiro KOGA and Hitoshi YAMAGUCHI

Key words: environmental radiation, advection, bioindicator, nuclides analysis, accumulative mechanism

キーワード: 環境放射能、移流、生物指標、核種分析、蓄積メカニズム

### はじめに

原子力エネルギーといわれる時代、世界的なエネルギー需要の増加や地球温暖化等を背景とした原子力関連施設の建設が進められている<sup>1)</sup>。

日本の西端に位置する長崎県は大陸からの移流の影響を受けやすく、酸性雨・黄砂・光化学オキシダントなどの大気環境分野の諸問題については、越境汚染の可能性が示唆されているが<sup>2-5)</sup>、環境中の放射性核種の挙動についても大陸起源のエアロゾルや土壌粒子に起因した物質輸送が考えられている<sup>6-8)</sup>。これまで本県で実施してきた環境放射能関連のモニタリング調査結果から県内における放射性核種の分布状況を解析したところ、放射性核種が気流の影響を受け大気環境に依存した挙動を示すことが示唆された<sup>9-10)</sup>。

時に九州電力株式会社玄海原子力発電所 3 号機(佐賀県玄海町)では、国内初となるプルサーマル発電が実施され、2009 年 11 月の試運転開始を経て現在営業運転に移行してい

る。長崎県松浦市に位置する鷹島町は、玄海原子力発電所から半径 10km 圏内に位置し防災対策を重点的に充実すべき地域の範囲(Emergency Planning Zone: EPZ)に指定されており、本県の地域防災計画に基づく環境放射線モニタリング調査が 2001 年度から実施されているが、これまで以上に住民の安全・安心を担保する対策が切望されている。しかし、人体への放射線リスク評価を行うためには、環境中の人工放射性核種の同定が不可欠であるとともに、そのための基礎データの蓄積が必要である。

そこで、人工放射性核種の環境中への蓄積メカニズムや人体への影響評価を目的に、海産生物を指標とした核種分析等を実施したので、その結果を報告する。

### 対象と方法

地域防災計画に基づく環境放射線モニタリング調査が開始された 2001 年度から 2008 年度までに、長崎県内で採取した海産生物(アマダイ、トラフグ及びマダイ)を対象とし、それらのガンマ線スペクトロメリーによる核種分析

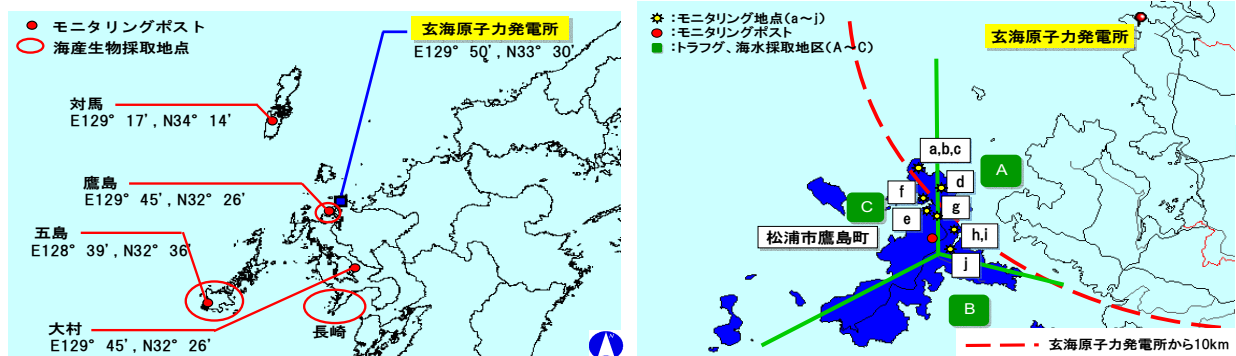


図1 海産生物採取地点(左:長崎県内全域、右:松浦市鷹島町)

結果を解析した。今回海産生物を指標とした理由は、長半減期の人工放射性核種であるセシウム 137 ( $^{137}\text{Cs}$ , 半減期:30.0 年) が安定的に検出され、被ばくりスク評価に適していると考えられたためである。核種分析では対象試料を採取及び前処理(灰化等)したものをゲルマニウム半導体検出器でそれぞれ 70,000 秒~80,000 秒測定し、 $^{137}\text{Cs}$  及び  $^{137}\text{Cs}$  と化学的に類似する天然放射性核種のカリウム 40 ( $^{40}\text{K}$ , 半減期: $1.28 \times 10^9$  年) に着目し分析した。図 1 に対象試料の採取地点、図 2 に核種分析のフローを示す。

なお、分析に供するための対象試料の採取、前処理及び測定については、文部科学省編の放射能測定法シリーズに基づき実施した。

### 結果及び考察

長崎県内 3 地点(長崎市、松浦市及び五島市)で採取した海産生物の核種分析結果及び預託実効線量を表 1 及び表 2 に示す。魚種及び産地に関わらず各年度における  $^{137}\text{Cs}$  等の濃度に大きな差は認められなかった。また、預託実効線量を算出した結果、いずれも公衆被ばくの年間線量限度である 1mSv を大きく下回る数値を示した<sup>11)</sup>。

次に、海産生物における  $^{137}\text{Cs}$  の蓄積メカニズムを把握するため、トラフグを指標として部位別(筋肉、皮、骨及び内臓)の核種分析を実施した結果、主に可食部である筋肉に  $^{137}\text{Cs}$  が蓄積される傾向にあることがわかった(表 3)

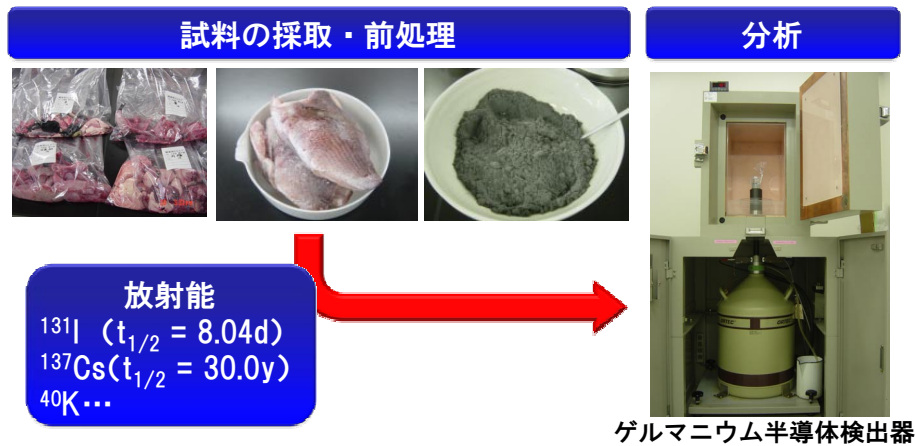


図 2 核種分析フロー

表 1 海産生物の核種分析結果(年度別)

地点 (検体数)	種別 (生育環境)	核種 (Bq/kg生)	年度							
			'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08
長崎市 (8)	アマダイ* (近海)	$^{137}\text{Cs}$	0.12	0.086	0.094	0.12	0.93	0.055	0.088	0.11
		$^{40}\text{K}$	122	122	99.4	102	140	116	116	110
松浦市 (15)	トラフグ† (海面養殖)	$^{137}\text{Cs}$	0.19	0.20	0.14	0.15	0.10	0.19	0.12	0.16
		$^{40}\text{K}$	111	143	125	103	105	149	91.3	143
五島市 (3)	マダイ‡ (海面養殖)	$^{137}\text{Cs}$	no data							<0.14
		$^{40}\text{K}$	no data							135

\* 環境放射能水準調査(文部科学省委託)

† 長崎県地域防災計画に基づく環境放射線モニタリング調査(2008年度は調査研究として実施)

‡ その他のモニタリング調査(2008年度のみ)

<sup>11)</sup>  $^{131}\text{I}$ は不検出。環境放射能水準調査では、アマダイ以外で $^{137}\text{Cs}$ の検出はない。

表2 海産生物の核種分析結果(平均)\*及び預託実効線量

地点 (検体数)	種別 (生育環境)	核種(Bq/kg生)		預託実効線量†(mSv/年)
		<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	
長崎市 (8)	アマダイ (近海)	0.20±0.10‡	116.0±4.3	7.5×10 <sup>-5</sup>
松浦市 (15)	トラフグ (海面養殖)	0.16±0.012	121.3±7.2	6.0×10 <sup>-5</sup>
五島市 (3)	マダイ (海面養殖)	<0.14	135.1±1.8	<5.2×10 <sup>-5</sup>

\* 測定年度は2001年度～2008年度(マダイについては2008年度のみ)

†<sup>137</sup>Csによる推定値。年間摂取量は、平成20年国民健康・栄養調査報告書(厚生労働省、平成20年11月)の食品群別摂取量(魚介類)から抽出

‡ 平均値±標準誤差

表3 トラフグの核種分析及び預託実効線量の結果(2008年度)\*

地点 (検体数)	部位	核種(Bq/kg生)		預託実効線量†(mSv/年)
		<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	
鷹島A (3)	筋肉	0.13±0.02‡	144±30	4.8×10 <sup>-5</sup>
	骨	<0.063	41±17	
	皮	N.D.§	58±26	
	内臓	N.D.	62±4.0	
鷹島B (3)	筋肉	0.15±0.03	123±22	5.6×10 <sup>-5</sup>
	骨	<0.086	44±14	
	皮	N.D.	35±15	
	内臓	<0.11	67±4.5	
鷹島C (2)	筋肉	0.24±0.02	170±1.5	8.9×10 <sup>-5</sup>
	骨	<0.11	51±21	
	皮	N.D.	54±21	
	内臓	N.D.	71±3.9	
長崎 (1)	筋肉	0.10±0.03	130±1.3	3.7×10 <sup>-5</sup>
	骨	N.D.	72±1.2	
	皮	N.D.	27±0.85	
	内臓	N.D.	57±1.6	
鷹島A～C (8)	海水	<0.0039	<0.40	

\* 調査研究「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」(放射線監視等交付金)

†<sup>137</sup>Csによる推定値(筋肉)。算出方法は表2と同様

‡ 平均値±標準誤差

§ 不検出

今回、海産生物を指標とした核種分析等により、県内のフォールアウト核種の分布及び蓄積状況を把握することができた。放射能レベルとしてはバックグラウンドレベルで推移していることが確認され、魚種及び産地による<sup>137</sup>Cs濃度差は確認されなかったが、トラフグに着目した結果、筋肉及び骨には<sup>137</sup>Csが高頻度に検出された。一方、皮及び内臓にはほとんど検出されなかった。松浦市鷹島町では海面養殖によるトラフグの生産が盛んで、地場産業の1つとなっている。養殖場付近の海水を核種分析した結果<sup>137</sup>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<sup>137</sup>Cs濃度の30分の1程度であった(表3)。つまり、海面養殖されているトラフグはその生育環境において<sup>137</sup>Csを海水とともに生体内に取り込み、生物濃縮により筋肉及び骨に蓄積され、アマダイ等の他の海産生物においても同様の傾向があると示唆される<sup>12-13)</sup>。

#### まとめ

放射線被ばくのリスク評価にあたり、海産生物を指標とした核種分析は有効であり、長崎県内におけるフォールアウト核種の分布及び蓄積状況の把握が可能であることが確認された。海産生物の預託実効線量を算出した結果、いずれも公衆被ばくの年間線量限度である1mSvを大きく下回る数値を示した。また、トラフグに着目した結果、<sup>137</sup>Csは主に筋肉への蓄積傾向を示したことから、<sup>137</sup>Csが養殖場付近の海水を介して生体内に取り込まれるものと示唆される。

今後、基礎データの蓄積及び詳細な解析を行い、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図るとともに、低レベル放射線被ばくによる環境及び人体への影響に関する調査研究を進めていく予定である。

#### 参考文献

- 1) 原子力安全委員会:平成21年版原子力白書(平成22年3月)
- 2) 高藤愛郁、古賀康裕:長崎県における酸性雨調査(2008年度),長崎県環境保健研究センター所報, **54**, 61~67 (2008)
- 3) 古賀康裕:長崎県における黄砂及び光化学オキシダントについて(2008年),長崎県環境保健研究センタ

- 一所報, **54**, 58~60 (2008)
- 4) 古賀康裕、藤哲士、森淳子、山口仁士:大気汚染現象の一括把握におけるライダーの可能性について,長崎県環境保健研究センター所報, **53**, 22~26 (2007)
- 5) 高藤愛郁、古賀康裕:光化学オキシダントや黄砂と湿性沈着データとの関係について,長崎県環境保健研究センター所報, **53**, 27~30 (2007)
- 6) Y. Igarashi, et al.:Resuspension: Decadal monitoring time series of the anthropogenic radioactivity deposition in Japan, J. Radiat. Res. **44**, 319-328 (2003)
- 7) M. Yamamoto et al.:Seasonal and spatial variation of atmospheric <sup>210</sup>Pb and <sup>7</sup>Be deposition: features of the Japan Sea side of Japan, J. Environ. Radioact. **86**, 110-131 (2006)
- 8) 石川陽一、檜崎幸範、鈴木利孝:降下物の放射能測定における大陸起源エアロゾルの影響,平成17年度放射能分析確認調査技術検討会(平成18年3月15日)
- 9) 平良文亨、古賀康裕、高藤愛郁、山口仁士、西村昇、林田直美、山下俊一、高村昇:長崎県の環境放射能レベルについて~環境放射能モニタリング調査等から~、長崎県総合公衆衛生研究会誌, **41**, 26~27 (2009)
- 10) 平良文亨、古賀康裕、高藤愛郁、山口仁士:長崎県における環境放射能の分布状況について~環境放射線モニタリング調査等から~,長崎県環境保健研究センター所報, **54**, 78~80 (2008)
- 11) 国際放射線防護委員会の1990年勧告(ICRP60、1991)
- 12) 文部科学省:平成20年度海洋環境放射能総合評価事業、海洋放射能調査結果、原子力発電所等周辺海域、核燃料サイクル施設沖合海域(平成21年10月)
- 13) 松本純子、宇高真行、滝山広志、篠崎由紀、余田幸作、吉野内茂:サメに着目した放射能レベルの調査研究について,愛媛県立衛生環境研究所年報, **9**, 42-45 (2006)