

厚生労働行政推進調査事業費補助金 (食品の安全確保推進研究事業)

食品中の放射性核種濃度に関する研究 分担研究報告

分担研究者 青野 辰雄 (量子科学技術研究開発機構)
分担研究者 明石 真言 (東京医療保健大学)

研究要旨

2011年3月に発生した東日本大震災に起因する東京電力福島第一原子力発電所(FDNPS)事故によって大量の放射性物質が施設外の環境へ放出されたことにより、食品の摂取による内部被ばくが懸念された。このため、厚生労働省は、2012年4月以降は、食品の摂取による介入線量レベルを年間1 mSvとし、新たな基準値を適用した。新たな基準は、放射性セシウム(Cs)濃度について基準値を設定し、ストロンチウム-90 (^{90}Sr)、ルテニウム-106(^{106}Ru)及びプルトニウム-238(^{238}Pu)、プルトニウム-239(^{239}Pu)、プルトニウム-240(^{240}Pu)及びプルトニウム-241(^{241}Pu)については、放射性Csとの濃度比を推定することにより、その線量への寄与を考慮している。その寄与率は、環境モニタリングや環境移行パラメータにより推定されており、また放射性Cs以外の ^{90}Sr などに対する内部被ばくの不安は依然として大きいことから、食品中の放射性核種濃度を測定することにより、安全が担保されていることを検証することが必要不可欠である。今年度も福島県内で流通する魚類を入手し、これら試料の測定を行ったところ、魚類各部位共にセシウム-137(^{137}Cs)濃度は1 Bq/kg-生重量を超えなかった。また ^{137}Cs に対する ^{90}Sr や $^{239-240}\text{Pu}$ 濃度割合も5%以下で、基準値への影響が小さいことが明らかになった。

A. 研究目的

新たな基準は、放射性セシウム(Cs)濃度について基準値を設定し、ストロンチウム-90 (^{90}Sr)、ルテニウム-106 (^{106}Ru) 及びプルトニウム-238 (^{238}Pu)、プルトニウム-239 (^{239}Pu)、プルトニウム-240 (^{240}Pu)及びプルトニウム-241 (^{241}Pu)については、放射性Csとの濃度比を推定することにより、その線量への寄与を考慮している。そこで、本研究は食品中の放射性物質の基準値を策定する際に推定された放射性Csの線量への寄与率について、その妥当性を確認するために実施するもの

である。福島沖の海産物の放射性物質濃度のモニタリングでは、95%以上の水産物で放射性Cs濃度が検出下限値(約10Bq/kg-生重量)以下となっている^{1,2)}。今年度は福島第一原発事故から約10年が経過した福島県沖で漁獲された食品として流通する魚類について、部位毎の放射性核種の濃度比を明らかにすることを目的に、「食品中の放射性核種等濃度に関する研究」を実施した。これまで、魚類中の可食部中の ^{90}Sr やPu同位体の濃度に関して調査を行ってきた。しかし、Srはカルシウム(Ca)と化学的性質が類似しているために

骨格部、また Pu は内臓部への吸着や濃縮が報告されている。福島事故に伴い環境へ放出された Pu が海水や堆積物に与える影響は無視できると報告されている。一方で、Pu は重金属と同様に海洋生物の内臓部に濃縮されることが報告されている。そこで、これまで本事業で収集した水産物試料を用いて、放射性核種が濃縮されやすい部位中の放射性核種の分析を行い、魚類全身あたりの放射性核種の濃度と食品中の放射性物質濃度の基準値への影響について調査を実施した。

B. 研究方法

1. 水産物中の放射性物質の濃度測定

1.1. 調査協力と水産物試料入手

福島県水産海洋研究センターの協力を得て情報収集²⁾を行い、2021年1月22日～28日に福島相双海域で採取し、市場に流通する魚介類4種(マダラ、ズズキ、ババカレイ及びキアンコウ)を本研究の対象とした。魚種、体長や重量などの試料に関する情報を表1に示す。調査を行った4種では、同種間で個体ごとの体長や重量に大きな差がでないように試料を選別した。また、海水中の放射性 Cs 濃度についても調査するために、採水を行なった。

1.2. γ 核種の濃度の測定

魚類は、個体毎のばらつきを確認するために、体液等のドリップによる損失が少ないように速やかに、体長や重量等の計量を行い、可食部、内臓部、アラ部(可食部と内臓部以外)に分別処理を行った。110度で恒量になるまで乾燥し、450度で灰化を行なった。この灰試料をU8容器またはチューブに詰めて、Canberra社製低バックグラウンド Ge 半導体検出器(GX2019)等を用いて、24時間以上の γ 核種の測定を行った。Ge 半導体検出器は、日本アイントープ協会製の標準体積線

源(5～50mm、9.5～95g、アルミナ)を用いて効率曲線を作成したものをを用いた。¹³⁴Cs(604.7 keV 及び 796keV の加重平均値)、¹³⁷Cs (661.7 keV)及びカリウム-40 (⁴⁰K)(1460 keV)の定量結果を記録した。¹³⁴Cs は複数のエネルギーで検出されるために、これまでガンマ線放出率が最も高い 604.7 keV (97.62%)の定量結果を用いてきた。しかし、796keV のガンマ線放出率(85.5%)も他のガンマ線エネルギーより高いことから、この2つのエネルギーで検出された定量結果を加重平均したものが望ましいため³⁾、昨年度と同様に、この計算方法を用いた。なお ¹³⁴Cs、¹³⁷Cs 及び ⁴⁰K 以外の γ 核種は計測されなかった。試料重量が少ない場合は検出下限値が高くなるが、¹³⁴Cs 及び ¹³⁷Cs の検出下限値は、概ね 1 mBq/kg-生重量であった。海水試料は孔径 0.45 μ m のフィルターを用いてろ過を行い、溶存態放射性 Cs はリンモリブデン酸アンモニウム(AMP)法⁴⁾を用いて処理を行い、ゲルマニウム半導体検出器で測定を行った。検出下限値は、概ね 1 mBq/L であった。

1.3. γ 核種以外の放射性核種の測定

⁹⁰Sr の分析は文部科学省放射能測定法シリーズ 2「放射性ストロンチウム分析法」(平成 15 年改訂)⁵⁾に準じて、前処理及び化学分離・精製を行った。計測は、Canberra 社製 2 π ガスフローカウンター(LB4200)等を用いて行なった。魚類アラ部は、2015年から2018年にかけて採取した魚類試料⁶⁾について、同一地域かつ同一種の個体のアラ部を合わせて生重量で概ね 1kg になるように灰試料 18-70g を集約して、この灰試料の分析を行った。魚類アラ部の検出下限値はそれぞれ 15 mBq/kg-生重量であった。²³⁹⁺²⁴⁰Pu の分析は、文部科学省放射能測定法シリーズ No.12「プルトニウム分析法」(平成 2 年改訂)⁶⁾に従って前処理及び化学分離・精製を行った。計測は、Canberra 社製 Alpha

Analyst を用いて行なった。魚類内臓部は、2016 年から 2018 年にかけて採取した魚類試料について、同一地域かつ同一種の個体の内臓部を合わせて生重量で概ね 0.2-0.8 kg になるように灰試料 4-13g を集約して、この灰試料の分析を行った。魚類内臓部の検出下限値は 0.3 mBq/kg-生重量であった。

C. 研究結果

1. 水産物及び海水中の放射性物質の濃度測定

2020 年度に入手した水産物中の放射性 Cs 及び ^{40}K 濃度測定の結果を表 2 と表 3 に示した。各部位の平均値は、検出された値と部位の重量を用いて加重平均したものであり、魚類全身(1 個体)の濃度も同様に計算をして求めた。マダラ、スズキ、ババカレイ及びキアンコウから ^{134}Cs は検出されなかった。マダラ、スズキ及びババカレイの可食部の ^{137}Cs 濃度平均(濃度範囲)は、それぞれ 0.27 Bq/kg-生重量(0.22-0.30 Bq/kg-生重量)、0.24 Bq/kg-生重量(0.21-0.26 Bq/kg-生重量)及び 0.40 Bq/kg-生重量(0.13-0.98 Bq/kg-生重量)で、キアンコウは検出下限値以下であった。またマダラ、スズキ、ババカレイ及びキアンコウの可食部の ^{40}K 濃度平均(濃度範囲)は、それぞれ 118 Bq/kg-生重量(110-126 Bq/kg-生重量)、115 Bq/kg-生重量(104-120 Bq/kg-生重量)、98 Bq/kg-生重量(93-103 Bq/kg-生重量)及び 82 Bq/kg-生重量(75-86 Bq/kg-生重量)であった。これらの値は、海洋環境における放射能調査及び総合評価事業で 2020 年 6 月と 10 月に福島沖で採取された魚類の濃度と近似していた⁷⁾。

魚類が生息する海水中の放射性 Cs 濃度の結果を表 4 に示した。海水中の ^{134}Cs 濃度は検出下限値以下であった。 ^{137}Cs 濃度は、10-18 mBq/L であった。請戸漁港と富岡漁港は請戸川と富岡川の河口に位置しており、河川水の流入による影響と考えられる。なお、福

島第一原発近傍(半径約 10km 圏)における表層海水中の ^{137}Cs 濃度は、1.9-2.6 mBq/L 以上であり、 ^{90}Sr 濃度は 0.6-0.8 mBq/L 以下であり⁷⁾、今回の結果は平常時レベルと捉えることができる。

魚類アラ部中の ^{90}Sr 濃度および魚類可食部および内臓部中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度を表 5 と表 6 にそれぞれに示す。魚類アラ部中の ^{90}Sr 濃度は、検出下限値(0.015 Bq/kg-生重量)以下と 0.081 Bq/kg-生重量であった。

D. 考察

1. 福島沖海産生物中の放射性核種濃度について

2021 年 1 月に福島相双海域で採取したマダラ、スズキ、ババカレイ及びキアンコウから ^{134}Cs は検出されなかった。福島原発事故時に環境へ放出された ^{134}Cs と ^{137}Cs の放射能比は概ね 1:1 であったことが報告されている⁹⁾が、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の物理学的半減期はそれぞれ約 2 年と 30 年であり、この原発事故から約 10 年を経過した 2021 年 1 月の時点では、計算上の ^{134}Cs / ^{137}Cs 放射能比は約 0.06 となる。試料中の放射性 Cs 濃度は低いことが予想されたため、検出下限値を下げるために、可食部、内臓部やアラ部の試料を灰にすることで重量を約数%まで減容した。このいわゆる濃縮した試料中から検出された ^{137}Cs 濃度に、 $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比を用いて計算した ^{134}Cs の推定濃度は検出下限値に相当した。つまり、今回得られた ^{137}Cs 濃度(数百 mBq/kg-生重量)の傾向が続く場合、さらに試料の前処理を行わない限り ^{134}Cs を検出することは難しいことが考えられる。

魚の部位ごとの重量と ^{137}Cs 濃度の比較を行った。個体重量に対する部位ごとの重量割合は、キアンコウを除き可食部が 40-50%、アラ部が 30-40%で、内臓部が 10-30%であった。魚全体に対する部位ごとの ^{137}Cs 存在量比は、可食部が 50-60%、アラ部が 20-30%で、内臓部が 15-25%であった。つまりアラ部は

主として骨などの硬組織が含まれているために魚全体に占める重量の割合は約50%であるが、体液など水分量が他の2つの組織に比べて低いために、アラ部中の ^{137}Cs 濃度が低いことが考えられる。魚全身中の ^{137}Cs 濃度は、可食部中の濃度に比べて20-30%ほど低い値であった。これらの傾向は ^{40}K の場合も同じで、部位中CsおよびK濃度は体液等に影響していることが考えられる。

魚類を採取した海域に近い沿岸における海水中の放射性Cs濃度は、 ^{134}Cs 濃度は検出下限値以下、 ^{137}Cs 濃度は10-18 mBq/Lであった。海産魚類のCsの濃縮比(CR) 59 を用いて、海水中の ^{137}Cs 濃度から魚類中の ^{137}Cs 濃度を推定すると、0.5-0.9 Bq/Kg-生重量と推定される。今回、分析した魚類中の ^{137}Cs 濃度範囲以下であり、概ね魚類中の放射性Cs濃度は環境水濃度を反映していたことが考えられる。また海水中の ^{90}Sr 濃度は0.6-0.9 mBq/Lであった。海産魚類のSrの濃縮比(CR) 10 を用いて、海水中の ^{90}Sr 濃度から魚類可食部中の ^{90}Sr 濃度を推定すると、1.8-2.7 mBq/Kg-生重量と推定される。この推定値は、文部科学省放射能測定法シリーズ2「放射性ストロンチウム分析法」における検出下限値の6 mBq/Kg-生重量以下となり、概ね魚類中の ^{90}Sr 濃度も環境水濃度を反映していたことが考えられる。

2. 魚類中の放射性Srとプルトニウム同位体

魚類可食部中の放射性Srやプルトニウム同位体の濃度は、福島事故前から日本沿岸におけるモニタリング調査結果でも、放射性Cs濃度 11 に比べて、検出下限値以下の報告 $^{7)}$ が多い。アラ部中の ^{90}Sr 濃度から魚類全体中の ^{90}Sr 濃度推定の計算を行った結果、マコカレイ(全体)では0.03 mBq/Kg-生重量と推定された。海水中の ^{90}Sr 濃度から魚類可食部中の ^{90}Sr 濃度を推定した結果よりも高い値が示された。一方で、海産

魚類(全体)中の ^{137}Cs 濃度に対する ^{90}Sr 濃度の割合は、4%程度であり、食品の基準値の算出基準の考え方 $^{13)}$ に対して影響を与えない範囲であることが明らかになった。

福島原発事故によって環境へ放出されたPu同位体について、海水や堆積物に沈着した総量が事故前に存在していた総量よりもはるかに小さいため、海洋環境への影響が見られないことが報告されている $^{14)}$ 。一方でPuは、重金属類と同様に生物体内に取り込まれた場合には、内臓部に濃縮されることが報告されている $^{15)}$ 。そこで魚類可食部と内臓部中の分析を行った。マダラから $^{239+240}\text{Pu}$ は検出されなかった。スズキ、ハマカレイおよびマガレイの内臓部から得られた $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の結果より、海産魚類(全身)中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度を計算した結果、内臓部中濃度よりも一桁少ない0.2-1.2 mBq/kg-生重量となった。魚類全身中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の検出下限値は0.3 mBq/kg-生重量程度であり、モニタリング調査結果の報告と類似していた $^{7)}$ 。つまり、放射性Csに対する $^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比は極めて低いことが明らかになった。

E. 結論

福島相双海域で採取し、市場流通する魚介類中の部位別の放射性Csと ^{40}K を定量した結果、魚類可食部で ^{134}Cs は検出下限値以下で、 ^{137}Cs 濃度範囲は検出下限値以下から1.0 Bq/kg-生重量であった。魚介類が生息する福島沿岸における海水中の放射性Csと ^{90}Sr 濃度から海洋生物への濃縮比を用いて魚類中の放射性Csと ^{90}Sr 濃度の推定を行ったところ、 ^{137}Cs および ^{90}Sr 濃度は環境水を反映していることが確認された。海産魚類(全体)中の ^{137}Cs 濃度に対する ^{90}Sr 濃度の割合は、5%程度であり、食品の基準値の算出基準の考え方 $^{14)}$ に対して影響を与えないものであることが確認できた。さらに魚類では内臓部に濃縮されやす

いPuについては、魚類内臓部中の²³⁹⁺²⁴⁰Pu濃度の測定を行い、その結果より魚類全身中の²³⁹⁺²⁴⁰Pu濃度は、検出下限値以下またはそれに近似した濃度であることを明らかにした。

引用文献

引用文献

- 1) 福島県: 海産魚介類に関する出荷制限等の措置一欄 <https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/ps-suisanka-monita-top.html> (2021年3月アクセス)
- 2) 魚介類の放射線モニタリング検査に関する結果: <https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/monitoring.html> (2021年3月アクセス)
- 3) 米沢 伸四郎 他: Ge 検出器γ線スペクトロメリーによる玄米認証標準物質中¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 及び⁴⁰Kの分析-第1部 放射能濃度の定量-. 分析化学 65, 645-655, 2016.
- 4) Aoyama, M. and Hirose, K. (2008) Radioact. in the Environ. 11, 137-162.
- 5) 文部科学省放射能測定シリーズ No.2 「放射性ストロンチウム分析法」(平成15年改定)
- 6) 文部科学省放射能測定法シリーズ No.12 「プルトニウム分析法」(平成2年改訂)
- 7) 公益財団法人海洋生物環境研究所、平成31年度原子力施設等防災対策等委託費(海洋環境における放射能調査及び総合評価)事業 調査報告書、2020.
- 8) 小森 昌史 他:¹³⁴Cs/¹³⁷Cs 放射能比を指標とした福島第一原子力発電所事故に由来する放射性核種の放出原子炉別汚染評価、BUNSEKI KAGAKU 62, 475-483, 2013.
- 9) 立田 穰、海産生物への放射性セシウム移行に関するモデル解析について、Isotope News No.719, 32-36, 2014.

- 10) IAEA, Technical Reports Series No.422: Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, p.36, 2004
- 11) 厚生労働行政推進調査事業費補助金(食品の安全確保推進研究事業)食品中の放射性物質濃度の基準値に対する影響と評価手法に関する研究、平成27-29年度 総合研究報告書、明石 真言(量子科学技術研究開発機構)、2018.
- 12) 別冊:食品の基準値の導出について、部会報告書(案)「食品中の放射性物質に係る規格基準の設定について」、薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会資料(平成23年12月22日開催)、2011.
- 13) Jian Zheng et al., Release of Plutonium Isotopes into the Environment from the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident: What Is Known and What Needs to Be Known, Environ. Sci. Technol. 47, 17, 9584-9595, 2013.
- 14) 原子力環境整備センター、環境パラメータシリーズ6「海洋生物への放射性物質の移行」、1965.

F. 健康危険情報
なし

G.研究業績

1. Tatsuo Aono, Yutaka Yamada: Estimation of internal exposure dose from diet in daily life, Low-dose Radiation for Patients and Population-Science, Technology and Society Concepts for Communication and Perception Among Medical Doctors and Stakeholders - (Webinar), IAEA, 2020-10-22.
2. Tateda Yutaka, Tsumune Daisuke, Misumi Kazuhiro, Aoyama Michio, Hamajima Yasunori, Ishimaru Takashi, Kanda Jota, Ito Yukari, Aono Tatsuo: The determining

factors of radio-caesium levels in fish off Fukushima
derived from dynamic biological transfer model
simulation, Fukushima Dai-ichi and the Ocean: 10 years
of study and insight, University of Tokyo (Webinar),
2021-03-04

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表 1 福島相双海域で採取した魚介類のリスト

魚種	番号	全長	体長	部位別生重量			
				生重量	可食部	アラ部	内臓部
		cm	cm	kg	kg	kg	kg
マダラ	採取日 2021年1月22日						
	CF-1	46.0	42.0	1.03	0.35	0.43	0.26
	CF-2	49.0	45.0	1.01	0.48	0.42	0.11
	CF-3	48.0	44.0	1.09	0.45	0.51	0.13
	CF-4	46.0	42.0	1.10	0.47	0.39	0.24
	CF-5	47.0	42.5	1.13	0.45	0.50	0.18
スズキ	採取日 2021年1月28日						
	SB-1	56.5	48.0	1.27	0.60	0.54	0.13
	SB-2	51.0	44.0	1.07	0.49	0.46	0.12
	SB-3	52.0	45.0	1.21	0.60	0.45	0.16
	SB-4	44.5	39.0	0.78	0.34	0.31	0.13
	SB-5	49.0	41.5	0.91	0.42	0.32	0.17
ババカレイ	採取日 2021年1月22日						
	BFF-1	43.0	37.0	0.63	0.37	0.23	0.03
	BFF-2	36.0	30.0	0.51	0.28	0.18	0.05
	BFF-3	37.0	32.0	0.72	0.41	0.24	0.06
	BFF-4	40.5	35.5	0.84	0.50	0.26	0.08
	BFF-5	42.5	37.5	0.83	0.47	0.28	0.08
キアンコウ	採取日 2021年1月25日						
	AF-1	42.0	36.0	1.10	0.33	0.47	0.30
	AF-2	38.5	33.0	1.01	0.33	0.38	0.30
	AF-3	44.5	41.0	1.32	0.42	0.63	0.28
	AF-4	45.5	39.0	1.27	0.45	0.58	0.25
	AF-5	38.5	33.0	0.90	0.30	0.40	0.19

表2 福島相双海域で採取した魚介類中のCs-137濃度

魚種	番号	全身 ¹⁾		可食部		アラ部		内臓部	
		Bq/kg-fresh	err	Bq/kg-fresh	err	Bq/kg-fresh	err	Bq/kg-fresh	err
マダラ	CF-1	0.21 ± 0.02		0.30 ± 0.02		0.18 ± 0.02		0.14 ± 0.03	
	CF-2	0.11 ± 0.01		0.24 ± 0.02		< 0.07		< 0.17	
	CF-3	0.20 ± 0.02		0.29 ± 0.02		0.13 ± 0.02		< 0.15	
	CF-4	0.14 ± 0.01		0.22 ± 0.02		< 0.07		0.07 ± 0.02	
	CF-5	0.21 ± 0.02		0.30 ± 0.03		0.16 ± 0.02		< 0.11	
	平均値 ²⁾	0.17 ± 0.04		0.27 ± 0.04		0.16 ± 0.02		0.11 ± 0.05	
スズキ	SB-1	0.18 ± 0.02		0.22 ± 0.02		0.16 ± 0.02		0.11 ± 0.01	
	SB-2	0.21 ± 0.02		0.26 ± 0.02		0.15 ± 0.02		0.20 ± 0.02	
	SB-3	0.20 ± 0.02		0.25 ± 0.02		0.14 ± 0.02		0.16 ± 0.01	
	SB-4	0.19 ± 0.03		0.21 ± 0.03		0.17 ± 0.03		0.19 ± 0.02	
	SB-5	0.22 ± 0.02		0.26 ± 0.02		0.19 ± 0.02		0.18 ± 0.02	
	平均値 ²⁾	0.20 ± 0.01		0.24 ± 0.02		0.16 ± 0.02		0.17 ± 0.04	
ババカレイ	BFF-1	0.16 ± 0.02		0.13 ± 0.03		0.13 ± 0.01		0.68 ± 0.01	
	BFF-2	0.26 ± 0.04		0.32 ± 0.03		0.15 ± 0.04		0.34 ± 0.10	
	BFF-3	0.30 ± 0.03		0.28 ± 0.02		0.19 ± 0.03		0.83 ± 0.10	
	BFF-4	0.19 ± 0.02		0.20 ± 0.02		0.14 ± 0.03		0.33 ± 0.01	
	BFF-5	0.76 ± 0.04		0.98 ± 0.03		0.45 ± 0.04		0.57 ± 0.08	
	平均値 ²⁾	0.35 ± 0.24		0.40 ± 0.34		0.22 ± 0.13		0.54 ± 0.22	
キアンコウ	AF-1	< 0.09		< 0.09		< 0.09		< 0.09	
	AF-2	< 0.09		< 0.09		< 0.09		< 0.09	
	AF-3	< 0.09		< 0.09		< 0.09		< 0.09	
	AF-4	< 0.09		< 0.09		< 0.09		< 0.09	
	AF-5	< 0.09		< 0.09		< 0.09		< 0.09	

1) 全身中のCs-137濃度は、可食部、アラ部および内臓部中のCs-137合計量と個別重量から計算した。

2) 平均値は、全身中のCs-137濃度と個体重量のから加重平均により計算した。

表3 福島相双海域で採取した魚介類中のK-40濃度

魚種	番号	全身 ¹⁾		可食部		アラ部		内臓部	
		Bq/kg-fresh	err	Bq/kg-fresh	err	Bq/kg-fresh	err	Bq/kg-fresh	err
マダラ	CF-1	87.4	± 1.2	115.0	± 1.3	73.0	± 1.0	74.5	± 1.2
	CF-2	95.5	± 1.2	116.3	± 1.2	78.4	± 1.1	71.1	± 1.8
	CF-3	92.3	± 1.1	125.8	± 1.2	65.9	± 0.9	80.7	± 1.8
	CF-4	82.8	± 1.1	110.2	± 1.1	64.3	± 1.0	59.0	± 1.1
	CF-5	97.6	± 1.2	120.1	± 1.2	90.7	± 1.1	60.7	± 1.3
	平均値 ²⁾	91.1	± 6.0	117.5	± 5.8	74.7	± 10.7	67.8	± 9.2
スズキ	SB-1	88.7	± 1.1	117.7	± 1.0	62.5	± 1.1	63.0	± 1.5
	SB-2	91.1	± 1.2	119.7	± 1.1	67.7	± 1.1	63.2	± 1.6
	SB-3	87.6	± 1.1	114.2	± 1.0	62.2	± 1.1	58.9	± 1.3
	SB-4	87.7	± 1.3	103.8	± 1.2	71.2	± 1.3	85.6	± 1.9
	SB-5	90.5	± 1.3	115.3	± 1.2	67.0	± 1.2	73.3	± 1.5
	平均値 ²⁾	89.1	± 1.2	114.9	± 6.1	65.6	± 3.8	68.6	± 10.8
ババカレイ	BFF-1	86.1	± 1.2	98.4	± 1.3	66.6	± 1.6	83.6	± 5.7
	BFF-2	83.5	± 0.8	99.1	± 1.4	66.6	± 1.7	60.8	± 3.8
	BFF-3	89.6	± 0.9	103.4	± 1.2	70.6	± 1.5	72.1	± 3.4
	BFF-4	83.0	± 0.9	93.4	± 1.1	64.5	± 1.4	78.0	± 3.0
	BFF-5	84.4	± 0.9	96.8	± 1.1	67.9	± 1.4	69.6	± 2.9
	平均値 ²⁾	85.3	± 2.7	97.9	± 3.7	67.2	± 2.2	72.3	± 8.6
キアンコウ	AF-1	57.0	± 0.9	81.8	± 1.2	46.4	± 0.8	46.4	± 1.1
	AF-2	55.6	± 1.3	77.6	± 1.2	46.9	± 1.0	42.5	± 1.0
	AF-3	60.0	± 1.4	84.5	± 1.1	44.6	± 0.7	57.8	± 1.2
	AF-4	62.4	± 0.9	85.9	± 1.1	46.6	± 0.8	56.6	± 1.3
	AF-5	53.1	± 0.8	75.4	± 1.2	39.4	± 0.9	47.0	± 1.4
	平均値 ²⁾	58.0	± 3.6	81.6	± 4.5	44.9	± 3.1	49.9	± 6.8

1) 全身中のCs-137濃度は、可食部、アラ部および内臓部中のCs-137合計量と個別重量から計算した。

2) 平均値は、全身中のCs-137濃度と個体重量のから加重平均により計算した。

表4 福島沿岸における海水中の放射性Cs濃度

番号	採取点	位置	北緯	東経	採取日時	Cs-134 ¹⁾	Cs-137 mBq/L
1	請戸漁港	双葉郡浪江町請戸中島	37° 28'52"	141° 01'45"	2020年9月30日	検出下限値以下	11.99 ± 0.28
2	請戸漁港	双葉郡浪江町請戸中島	37° 28'52"	141° 01'45"	2020年10月1日	検出下限値以下	10.27 ± 0.27
3	富岡漁港	双葉郡富岡町仏浜釜田	37° 20'11"	141° 01'39"	2020年9月30日	検出下限値以下	17.41 ± 0.34
4	富岡漁港	双葉郡富岡町仏浜釜田	37° 20'11"	141° 01'39"	2020年10月1日	検出下限値以下	18.29 ± 0.63

1) ¹³⁴Csの検出下限値は、1.5-1.9 mBq/Lである。

表5 福島沖で採取した魚介類アラ部中の⁹⁰Sr濃度から推定する魚介類全身中の⁹⁰Srおよび¹³⁷Cs濃度

No.	魚種	採取域	採取日	試料量 生重量 (g)	灰化率 (%)	アラ部中のSr-90 濃度 (測定値)		全身中のSr-90 濃度		全身中のCs-137 濃度
						(Bq/kg-生)	検出下限値	(Bq/kg-生 推定値)	(Bq/kg-生 実測値)	
1	スズキ	相双海域	2020/2/12	1005.6	8.57	ND	0.015	ND		0.52 ± 0.07 ¹⁾
2	マコカレイ	相双海域	2020/2/12	1006.6	7.86	0.081 ± 0.007	0.016	0.03 ± 0.003		0.64 ± 0.05 ¹⁾

1) 厚生労働行政推進調査事業費補助金（食品の安全確保推進研究事業）食品中の放射性物質濃度の基準値に対する放射性核種濃度比の検証とその影響評価に関する研究、平成30年度総括・分担研究報告書、明石真言（量子科学技術研究開発機構）、2019。

表6 福島沖で採取した魚介類内臓部中の²³⁹⁺²⁴⁰Pu濃度から推定する魚介類全身中の²³⁹⁺²⁴⁰Pu濃度

No.	採取域	魚種	可食部中の ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu濃度	内臓部中の ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu濃度	全身中の ²³⁹⁺²⁴⁰ Pu濃度	可食部中の ¹³⁷ Cs濃度
			(測定値)	(測定値)	(推定値)	(測定値) ¹⁾
採取日:2020年2月12日			mBq/kg-生	mBq/kg-生	mBq/kg-生	Bq/kg-生
1	相双海域	スズキ	検出下限値(0.3)以下	1.5 ± 0.4	0.2 ± 0.1	0.52 ± 0.07
2	相双海域	マダラ	検出下限値(0.3)以下	検出下限値(0.3)以下	検出下限値(0.3)以下	0.20 ± 0.05
3	相双海域	マコカレイ	検出下限値(0.3)以下	2.1 ± 0.6	0.2 ± 0.1	0.64 ± 0.05
4	相双海域	ババカレイ	検出下限値(0.3)以下	15.7 ± 1.6	1.2 ± 0.1	0.23 ± 0.04

1) 厚生労働行政推進調査事業費補助金（食品の安全確保推進研究事業）食品中の放射性物質濃度の基準値に対する放射性核種濃度比の検証とその影響評価に関する研究、平成30年度総括・分担研究報告書、明石真言（量子科学技術研究開発機構）、2019。