

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)

研究協力者 長谷川 慎 (量子科学技術研究開発機構)

研究要旨

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
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。

海産物に比べて淡水魚は放射性 Cs 濃度の低下が遅く、出荷制限が多いことから、平成30年度
は淡水魚に着目し、福島県内で流通する水産物を入手し、これら試料の測定を行ったところ、セシ
ウム-137(^{137}Cs)濃度が15 Bq/kg-生重量を超えた試料はなかった。令和元年度と令和2年度に福島
県内で流通する水産物を入手し、これら試料の測定を行ったところ、セシウム-137 (^{137}Cs)濃度が2
Bq/kg-生重量を超えた試料はなかった。また魚類中 ^{137}Cs 濃度に対する ^{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した。

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。一方で、内陸の淡水魚に関しては依然、出荷制限されている魚種が多い¹⁾。これは海水魚に比べて淡水魚は浸透圧が低いために、生息環境中の影響を受けやすい状況にあるためである。そこで、平成 30 年度は淡水産物中の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、福島県内で流通する淡水魚を入手した。また令和元年度と令和2度は福島第一原発事故から約 9 年から 10 年が経過する福島県沖で漁獲された食品として流通する魚類を入手した。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。さらに、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 ⁹⁰Sr や Pu 同位体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. 調査協力と試料入手

福島県内水面試験場の協力を得て、2018 年は各漁協で採取した市場流通する淡水魚を本研究の対象とした。魚種、採取場所、採取日に関する情報を表1に示す。2020 年 2 月 12 日に福島相双海域で採取し、市場に流通する魚介類 4 種(スズキ、マダラ、マコガレイ及びババカレイ)を、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、スズキ、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 2-3 に示す。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 濃度と ⁹⁰Sr 濃度について調査するために、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処理を行った。ワカサギは個体毎の大きさが小さく、食用の場合でも全体を食べることから、そのままの状態で複数の個体を一つの試料として扱った。アユについては、体長が大きくなり、体重が 50g 以下であったため、ワカサギ同様に全体を試料とした。ただ、測定は1個体毎に行なった。ヒメマスは体重が 200g を越えていたため、可食部と非可食部(内臓部とアラ部)に分割した。それぞれの試料は冷凍後に、真空凍結乾燥機を用いて乾燥を行った。乾燥試料は、ミキサー等で粉碎後に乾燥試料とした。乾燥率(生重量に対する乾燥重量の割合)は 23-53%であった。海産魚類は、個体毎のばらつきを確認するために、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 °Cで恒量になるまで乾燥し、450 °Cで灰化を行なった。

乾燥試料または灰試料を 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)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用いた。セシウム-134 (¹³⁴Cs) (604.7 keV 及び 796keV の加重平均値)、セシウム-137 (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、796 keV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²⁾、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 Bq/kg-生重量であった。また安定元素の摂取量を利用する事による内部被ばく線量評価を行うため、安定元素のKとCaはICP発光分光分析装置で、SrとCsはICP質量分析装置を用いて、既知濃度の標準溶液で検量線を作成し、定量した。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³⁾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)⁴⁾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。海水は40Lを使用し、魚類アラ部は、平成27年度から平成30年度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。海水と魚類アラ部の検出下限値はそれぞれ0.3 mBq/Lと20 Bq/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)⁵⁾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0.2-0.8kg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1 mBq/kg-生重量であった。

C. 研究結果

1. 水産物中の放射性物質の濃度測定

2018年度に入手した水産物中の放射性Cs及び⁴⁰K濃度測定の結果を表4-6に示した。各部位の平均値は、検出された値を用いて算術平均したものである。

ワカサギは、¹³⁴Cs濃度は2 Bq/kg-生重量以下で、¹³⁷Cs濃度は13-15 Bq/kg-生重量で、加重平均値は14.3 Bq/kg-生重量(n=6)であった。¹³⁴Cs/¹³⁷Cs放射能濃度比は0.1であった。2011年3月のFDNPS事故時に放出された¹³⁴Cs/¹³⁷Cs放射能濃度比は約1であり、¹³⁴Csと¹³⁷Csの物理学的半減期を用いて2018年11-12月に減衰補正すると、この放射能比は約0.1となるため、放射性Csは本事故由来であった。⁴⁰K濃度は、48-55 Bq/kg-生重量で、加重平均値は51.7 Bq/kg-生重量(n=6)であった。採取したアユの全長は14-16cm(平均15.2cm)で、体重は31-41g(平均34.8g)であった。アユ全体の¹³⁴Cs濃度は、検出下限値(1.5 Bq/kg-生重量)以下であった。¹³⁷Cs濃度は3-6 Bq/kg-生重量で、平均値は4.6 Bq/kg-生重量(n=5)であった。⁴⁰K濃度は、114-119 Bq/kg-生重量で、加重平均値は116.1 Bq/kg-生重量(n=5)であった。ヒメマス⁶⁾の可食部と非可食部ともに、

^{134}Cs 濃度は、検出下限値(0.52 Bq/kg-生重量)以下であった。ヒメマスの可食部の ^{137}Cs 濃度は 3~4 Bq/kg-生重量で、加重平均値は 3.93 Bq/kg-生重量(n = 5)であった。 ^{40}K 濃度は、113~119 Bq/kg-生重量で、加重平均値は 116.3 Bq/kg-生重量(n = 5)であった。またヒメマスの非可食部の ^{137}Cs 濃度は 3~4 Bq/kg-生重量で、加重平均値は 2.94 Bq/kg-生重量(n = 5)であった。 ^{40}K 濃度は、81~104 Bq/kg-生重量で、平均値は 94.3Bq/kg-生重量(n = 5)であった。ワカサギ、アユ及びヒメマス可食部中の安定 Cs 濃度はそれぞれ 0.06、0.06 及び 0.15 mg/kg-生重量で、安定 Sr 濃度はそれぞれ 7.4、12.0 及び 2.17 mg/kg-生重量であった。

2019 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 7-8 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。スズキ、マダラ、マコガレイとババカレイから ^{134}Cs は検出されなかった。スズキ、マダラ、マコガレイと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 0.64 Bq/kg-生重量(0.36-1.00 Bq/kg-生重量)、0.24 Bq/kg-生重量(0.21-0.26 Bq/kg-生重量)、0.75 Bq/kg-生重量(0.38-1.12 Bq/kg-生重量) 及び 0.25 Bq/kg-生重量(0.08-0.63 Bq/kg-生重量)であった。またスズキ、マダラ、マコガレイ及びババカレイの可食部の ^{40}K 濃度平均(濃度範囲)は、それぞれ 117 Bq/kg-生重量(114-120 Bq/kg-生重量)、113 Bq/kg-生重量(111-118 Bq/kg-生重量)、92 Bq/kg-生重量(78-103 Bq/kg-生重量) 及び 88 Bq/kg-生重量(82-98 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 2019 年 5 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⁶⁾。

魚類が生息する海水中の放射性 Cs と ^{90}Sr 濃度の結果を表 9 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、6-34 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、採水時は海水が懸濁していた。これは採水日5日前に、降水量 138mm(1 時間最大 24mm)を記録しており⁷⁾、その影響を受けて河川より懸濁物が流入し、その影響によるものと考えられる。一方で ^{90}Sr 濃度は 0.9-1.0 mBq/L であった。Cs は粘土鉱物や有機物に吸着しやすいため、森林土壌に沈着した Cs が大雨等に伴い河川を通して沿岸に流入する一方で、Sr は可溶性として降水量に影響されることなく沿岸に流入することが考えられる。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、50 mBq/L 以上であり、 ^{90}Sr 濃度は 1.0 mBq/L 以下であり⁶⁾、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(ワカサギは全身中の濃度)を表 10 に、魚類内臓部中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度を表 11 にそれぞれ測定結果を示す。魚類アラ部中の ^{90}Sr 濃度は、海水魚の場合は 0.018-0.026 Bq/kg-生重量に対して、淡水魚の場合は 0.26-0.62 Bq/kg-生重量であった。

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 12 と表 13 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⁴⁰K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⁸⁾。

魚類が生息する海水中の放射性Cs濃度の結果を表14に示した。海水中の¹³⁴Cs濃度は検出下限値以下であった。¹³⁷Cs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¹³⁷Cs濃度は、1.9-2.6 mBq/L以上であり、⁹⁰Sr濃度は0.6-0.8 mBq/L以下であり⁸⁾、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⁹⁰Sr濃度及び魚類可食部及び内臓部中の²³⁹⁺²⁴⁰Pu濃度を表15と表16にそれぞれに示す。魚類アラ部中の⁹⁰Sr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

2018年に測定した淡水魚のCs濃度は、食品中の放射性物質の基準値100Bq/kgよりもはるかに低い濃度であった。ワカサギ、アユとヒメマスの中で最も高い放射性Csを検出したものは、ワカサギであった。一方、アユやヒメマスでは、ワカサギに比べて2倍ほど高い⁴⁰K濃度を示した。アユは秋に沿岸に近い地域で採取されたこと、ヒメマスもマス科の魚類であることから、ワカサギと代

謝プロセスが異なることも要因の一つとして考えられる。ワカサギやアユのように全体を可食部として、安定Sr濃度を測定すると可食部だけのヒメマスよりもアラ部(頭、エラや骨)を含むワカサギやアユは高い傾向にあった。K/CsとCa/Sr濃度比の範囲はそれぞれ、20~40、0.5~0.7であり、魚種による大きな差は認められなかった。安定元素の濃度比を利用した濃度推定が可能出ることが示唆された。

2019年に福島相双海域で採取したスズキ、マダラ、マコガレイ及びババカレイから¹³⁴Csは検出されなかった。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も¹³⁴Cs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¹³⁴Csと¹³⁷Cs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¹³⁴Csと¹³⁷Cs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9年を経過した2019年12月の時点では、計算上の¹³⁴Cs/¹³⁷Cs放射能比は約0.07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生重量より2-3%まで減容して濃縮した。この試料中から検出された¹³⁷Cs濃度に、¹³⁴Cs/¹³⁷Cs放射能比を用いて計算した¹³⁴Cs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¹³⁷Cs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¹³⁴Csを検出することは難しいことが考えられる。2019年に福島相双海域で採取したスズキ、マダラ、マコガレイ及びババカレイの部位ごとの重量と¹³⁷Cs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、可食部が40-50%、アラ部が30-40%で、内臓部が約10%であった。魚全体に対する部位ごとの¹³⁷Cs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。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。また内臓部中の ^{137}Cs 存在量は低いが、これは重量割合が低いためであり、内臓部中の ^{137}Cs 濃度は可食部の濃度に近いものと考えられる。魚全身中の ^{137}Cs 濃度は、可食部中の濃度に比べて2割ほど低い値であった。これらの傾向は ^{40}K の場合も同じであった。 ^{40}K はもとも体内の体液(細胞外液)中に存在し、セシウムと同様の体内動態を示すため、 ^{40}K があるということは、部位中Cs、K濃度は体液が存在しその量が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 濃度は約6-34 mBq/Lであった。海産魚類のCsの濃縮比(CR) 50^{10} 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、0.2-1.5 Bq/Kg-生重量であった。今回、分析した魚類中の ^{137}Cs 濃度の範囲にあり、概ね魚類中の放射性Cs濃度は環境水中濃度を反映していることが考えられる。また海水中の ^{90}Sr 濃度は0.9-1.0 mBq/Lであった。海産魚類のSr濃縮比(CR) 3^{11} 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、2.5-3.0 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」⁴⁾における検出下限値の6 mBq/Kg-生重量以下となる。可食部や内臓部中の ^{90}Sr 濃度の定量には、大量の試料を用いてSrを濃縮する方法などの検討を行う必要がある。

福島原発事故によって環境へ放出されたプルトニウム同位体について、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¹³⁾。一方でプルトニウムは、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¹⁴⁾ため、魚類内臓部中の分析を行った。ソウハチカレイ、コイ及びマダラから $^{239+240}\text{Pu}$ は検出されなかった。ババカレイ、マガレイ、スズキについて得られた結果より、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0.1-1.2 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約1 mBq/kg-生重量程度であり、モニタリング調査結果の報告⁸⁾と類似していた。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

福島県内の淡水魚中の放射性Cs濃度は、5~15 Bq/kg-生重量の濃度範囲であり、放射性Cs食品中の基準値を超えた試料はなく、基準値よりも非常に低い放射性Cs濃度のものが、市場に流通していることが確認できた。

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 濃度は検出下限値以下から1.1 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 濃度は環境水を反映していることが確認されたが、 ^{90}Sr 濃度は環境放射能分析法では検出下限値になることが推定された。そこで Ca と共に骨部に濃縮される Sr について、魚類アラ部中の ^{90}Sr 濃度を測定し、魚類(全身)中の ^{90}Sr 濃度を推定した。その結果、海産魚類(全体)中の ^{137}Cs 濃度に対する ^{90}Sr 濃度の割合は、0.2-1%程度であり、食品の基準値の算出基準の考え方¹²⁾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プルトニウムについては、魚類内臓部中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度の測定を行い、その結果より魚類全身中の $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度は、検出下限値以下または、それに近似した濃度で、放射性 Cs に対する $^{239+240}\text{Pu}$ 放射能比も極めて低いことが明らかになった。

引用文献

- 1) 福島県: 内水面の採捕・出荷資源等の措置一覧
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/ps-suisanka-monita-top.html> (2021年3月アクセス)
- 2) 米沢 仲四郎: 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 ^{134}Cs , ^{137}Cs 及び ^{40}K の分析-第 1 部 放射能濃度の定量-. 分析化学 65, 645-655, 2016.
- 3) Aoyama, M. and Hirose, K. (2008) Radioact. in the Environ. 11, 137-162.
- 4) 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)
- 5) 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) 公益財団法人海洋生物環境研究所、平成 30 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、2019.
- 7) 気象庁、過去の気象データ検索、2020 年 1 月の福島県浪江町、
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/daily_a1.php?prec_no=36&block_no=0295&year=2020&month=1&day=&view= (2020 年 3 月アクセス)
- 8) 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.
- 9) 小森 昌史 他: $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 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.
- 10) 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.
- 11) IAEA, Technical Reports Series No.422: Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, p.36, 2004
- 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 (2018) How to Communicate with Consumers who are Anxious about Food Radiation and Implications of Food Radioactivity Policies in Japan since the Fukushima Nuclear Power Plant Accident in Japan, International symposium on safety management of radionuclide in food (Korea)
2. Tatsuo Aono (2018) Lessons learned from TEPCO Fukushima NPP accident, QST-KIRAMS training course on radiation emergency medicine for Korean medical professionals 2019 (Chiba)
3. 1. Tatsuo Aono (2019), Radionuclide contamination in food and estimation of radiation doses from food intake since the Fukushima Nuclear Power Station Accident, 3rd International Conference “RADON IN THE ENVIRONMENT2019”, Institute of Nuclear Physics, Polish Academy of Sciences, Poland.
4. 2. 立田 穰, 津旨 大輔, 石丸 隆, 神田

穰太, 伊藤 友加里, 内田 圭一, 青山 道夫, 浜島 靖典, 青野 辰雄, 天野 洋典 (2020)、フサカサゴ科魚類における放射性セシウムの濃度低減機構の放射生態学的解明、第21回「環境放射能研究会」、高エネルギー加速器研究機構放射線科学センター、筑波

5. 3. 長谷川 慎, 矢島 千秋, 青野 辰雄, 山田 裕 (2019)、日常の食生活から受ける内部被ばく線量の評価システムの検討、放射性物質環境動態調査事業報告会、福島
 6. 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.
 7. 2. Tateda Yutaka, Tsumune Daisuke, Misumi Kazuhiro, Aoyama Michio, Hamajima Yasunori, Ishimaru Takashi, Kanda Jota, Ito Yukari, Aono Tatsuo: The determining factors of radio-cesium 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
 - 8.
- H. 知的財産権の出願・登録状況
- なし

表1 福島県で採取された淡水魚

魚種	採取場所	採取日
ワカサギ	檜原湖	2018年4月30日
アユ	鮫川	2018年10月26日
ヒメマス	沼沢湖	2018年9月30日

表2 2020年2月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	個体重量	部位別重量		
					可食部	アラ部	内臓部
		cm	cm	kg	kg	kg	kg
スズキ	SB-1	55.0	48.5	1.46	0.59	0.63	0.18
	SB-2	52.0	45.7	1.12	0.49	0.52	0.09
	SB-3	48.5	42	0.99	0.39	0.38	0.18
	SB-4	49.5	43	1.00	0.40	0.39	0.18
	SB-5	51.5	45.5	1.13	0.45	0.53	0.11
マダラ	CF-1	47.7	44.6	1.25	0.52	0.47	0.18
	CF-2	50.7	47.5	1.42	0.56	0.60	0.19
	CF-3	49.3	45.8	1.19	0.49	0.48	0.15
	CF-4	45.1	42.2	0.96	0.37	0.42	0.11
	CF-5	50.0	45.9	1.36	0.50	0.60	0.19
マコガレイ	MFF-1	45.6	38.5	0.80	0.34	0.33	0.06
	MFF-2	43.4	37.8	0.82	0.40	0.30	0.06
	MFF-3	42.8	36	0.88	0.44	0.34	0.05
	MFF-4	42.4	36.4	0.70	0.27	0.31	0.05
	MFF-5	44.8	38.2	0.80	0.34	0.32	0.07
ババカレイ	BFF-1	44.8	37.8	1.08	0.62	0.33	0.07
	BFF-2	44.0	37.2	1.31	0.73	0.33	0.12
	BFF-3	44.6	38.1	1.01	0.54	0.33	0.08
	BFF-4	41.4	35.6	0.97	0.54	0.30	0.05
	BFF-5	43.4	37.5	0.96	0.49	0.30	0.08

表3 2021年1月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	個体		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 4 2018年4月福島県ワカサギ中の放射性核種濃度

番号	Cs-134		Cs-137		K-40	
	Bq/kg-生重量	± error	Bq/kg-生重量	± error	Bq/kg-生重量	± error
1	1.42	0.11	13.48	0.24	51.33	1.98
2	1.33	0.07	13.60	0.14	47.97	1.17
3	1.63	0.23	14.58	0.23	54.61	1.84
4	1.43	0.11	13.95	0.23	52.44	1.89
5	1.48	0.15	14.51	0.24	51.50	1.94
6	1.48	0.12	15.16	0.25	52.50	2.00
加重平均	1.46		14.27		51.70	

表 5 2018年10月福島県アユ中の放射性核種濃度

番号	全長	体長	体重	Cs-134	Cs-137	K-40		
	cm	cm	g	Bq/kg-生重量	Bq/kg-生重量	± error	Bq/kg-生重量	± error
1	16.0	13.5	40.58	< 1.5	5.67	0.31	114.52	2.87
2	15.2	13.3	33.25	< 1.5	5.64	0.37	116.45	2.88
3	15.2	12.9	33.21	< 1.5	3.47	0.32	119.46	2.86
4	14.8	12.6	35.82	< 1.5	4.03	0.31	113.73	2.91
5	14.8	12.2	31.23	< 1.5	3.82	0.35	116.86	2.98
平均	15.2	12.9	34.82	加重平均	-	4.57	116.09	

表 6 2018年9月福島県ヒメマス中の放射性核種濃度について

番号	部位	Cs-134	Cs-137	K-40		
		Bq/kg-生重量	Bq/kg-生重量	± error	Bq/kg-生重量	± error
1	可食部	< 0.35	3.65	0.16	114.52	2.87
2	可食部	< 0.35	4.22	0.17	116.45	2.88
3	可食部	< 0.35	4.29	0.15	119.46	2.86
4	可食部	< 0.35	3.64	0.15	113.73	2.91
5	可食部	< 0.35	3.80	0.16	116.86	2.98
	加重平均		3.93		116.25	
1	内臓+アラ部	< 0.52	2.94	0.16	87.48	3.69
2	内臓+アラ部	< 0.52	2.54	0.19	81.86	4.68
3	内臓+アラ部	< 0.52	3.55	0.17	104.16	3.70
4	内臓+アラ部	< 0.52	2.66	0.17	94.72	4.19
5	内臓+アラ部	< 0.52	2.81	0.17	98.89	4.17
	加重平均		2.94		94.31	

表7 福島相双海域で採取した魚介類中の¹³⁷Cs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
スズキ	SB-1	0.27	± 0.02	0.36	± 0.03	0.19	± 0.02	0.23	± 0.02
	SB-2	0.76	± 0.03	0.89	± 0.04	0.58	± 0.03	1.13	± 0.03
	SB-3	0.74	± 0.03	1.00	± 0.04	0.55	± 0.02	0.58	± 0.03
	SB-4	0.58	± 0.04	0.66	± 0.04	0.60	± 0.04	0.37	± 0.02
	SB-5	0.35	± 0.03	0.42	± 0.03	0.29	± 0.03	0.34	± 0.03
	平均値 ²⁾	0.52	± 0.07	0.64	± 0.08	0.42	± 0.07	0.47	± 0.05
マダラ	CF-1	0.18	± 0.02	0.22	± 0.02	0.16	± 0.02	0.11	± 0.01
	CF-2	0.20	± 0.02	0.26	± 0.02	0.15	± 0.02	0.20	± 0.02
	CF-3	0.19	± 0.02	0.25	± 0.02	0.14	± 0.02	0.16	± 0.01
	CF-4	0.19	± 0.03	0.21	± 0.03	0.17	± 0.03	0.19	± 0.02
	CF-5	0.21	± 0.02	0.26	± 0.02	0.19	± 0.02	0.18	± 0.02
	平均値 ²⁾	0.20	± 0.05	0.24	± 0.05	0.16	± 0.05	0.17	± 0.04
マコガレイ	MFF-1	0.59	± 0.03	0.70	± 0.03	0.41	± 0.02	0.88	± 0.05
	MFF-2	1.01	± 0.03	1.12	± 0.03	0.62	± 0.02	2.22	± 0.04
	MFF-3	0.33	± 0.02	0.38	± 0.02	0.25	± 0.02	0.41	± 0.03
	MFF-4	0.72	± 0.02	0.96	± 0.04	0.56	± 0.02	0.44	± 0.02
	MFF-5	0.57	± 0.02	0.69	± 0.03	0.47	± 0.02	0.41	± 0.02
	平均値 ²⁾	0.64	± 0.05	0.75	± 0.07	0.46	± 0.04	0.87	± 0.07
ババカレイ	BFF-1	0.17	± 0.02	0.17	± 0.01	0.14	± 0.02	0.21	± 0.01
	BFF-2	0.07	± 0.01	0.08	± 0.01	0.00	± 0.00	0.21	± 0.02
	BFF-3	0.32	± 0.03	0.34	± 0.01	0.23	± 0.03	0.52	± 0.04
	BFF-4	0.13	± 0.02	0.13	± 0.01	0.11	± 0.01	0.31	± 0.02
	BFF-5	0.55	± 0.02	0.63	± 0.01	0.32	± 0.02	0.98	± 0.03
	平均値 ²⁾	0.23	± 0.04	0.25	± 0.02	0.16	± 0.04	0.44	± 0.06

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

2) 平均値は、全身または各部中の¹³⁷Cs濃度と個別重量から加重平均により計算をした。

表8 福島相双海域で採取した魚介類中の⁴⁰K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
スズキ	SB-1	87.8	± 0.9	117.9	± 1.3	62.5	± 0.7	78.1	± 1.3
	SB-2	95.1	± 1.3	120.0	± 1.4	66.9	± 1.2	122.1	± 1.4
	SB-3	88.2	± 1.0	116.2	± 1.5	65.8	± 0.8	74.5	± 1.2
	SB-4	85.3	± 1.3	114.4	± 1.4	65.8	± 1.4	62.7	± 1.1
	SB-5	89.5	± 1.3	114.0	± 1.4	68.5	± 1.2	90.8	± 1.8
	平均値 ²⁾	89.2	± 2.6	116.7	± 3.1	65.8	± 2.4	80.6	± 3.1
マダラ	CF-1	93.3	± 1.2	112.3	± 1.3	74.4	± 1.2	87.7	± 1.3
	CF-2	88.5	± 1.1	113.7	± 1.3	68.9	± 1.1	76.1	± 1.2
	CF-3	95.5	± 1.1	118.1	± 1.4	75.6	± 1.2	85.8	± 0.8
	CF-4	93.2	± 1.4	111.7	± 1.5	72.9	± 1.2	110.2	± 2.0
	CF-5	88.6	± 1.2	110.8	± 1.3	68.6	± 1.1	93.7	± 1.3
	平均値 ²⁾	91.6	± 2.8	113.4	± 3.0	71.7	± 2.6	89.0	± 3.1
マコガレイ	MFF-1	70.4	± 1.2	77.7	± 1.1	58.5	± 0.7	95.5	± 2.0
	MFF-2	88.2	± 0.8	102.7	± 1.2	69.8	± 0.7	85.5	± 1.1
	MFF-3	91.1	± 0.9	102.3	± 1.1	70.6	± 0.8	129.9	± 1.4
	MFF-4	71.8	± 0.9	83.8	± 1.3	58.4	± 0.8	87.9	± 1.2
	MFF-5	78.2	± 0.9	88.4	± 1.2	63.3	± 0.8	98.0	± 1.1
	平均値 ²⁾	80.4	± 2.1	92.3	± 2.6	64.2	± 1.7	98.9	± 3.1
ババカレイ	BFF-1	79.3	± 0.9	85.6	± 0.5	62.3	± 1.0	103.2	± 1.1
	BFF-2	76.6	± 1.3	81.6	± 0.4	52.5	± 1.2	112.2	± 1.8
	BFF-3	78.8	± 1.4	85.8	± 0.5	59.1	± 1.1	113.4	± 2.2
	BFF-4	88.2	± 0.9	98.4	± 0.5	67.1	± 0.6	108.6	± 1.4
	BFF-5	79.9	± 0.8	91.0	± 0.5	59.8	± 0.6	87.8	± 1.2
	平均値 ²⁾	80.3	± 2.4	87.9	± 1.1	60.1	± 2.1	105.6	± 3.6

1) 全身中の⁴⁰K濃度は、可食部、アラ部および内臓部中の⁴⁰K合計量と個別重量から計算をした。

2) 平均値は、全身または各部中の⁴⁰K濃度と個別重量から加重平均により計算をした。

表9 福島沿岸における海水中の放射性Csと⁹⁰Sr濃度

番号	採取点	位置	北緯	東経	採取日時	Cs-134 ¹⁾	Cs-137	mBq/L	Sr-90	mBq/L
1	相馬港	相馬市原釜大津	37° 49'51"	140° 57'45"	2020年2月3日	検出下限値以下	5.95 ± 0.46		0.88 ± 0.15	
2	請戸漁港	双葉郡浪江町請戸中島	37° 28'52"	141° 01'45"	2020年2月3日	検出下限値以下	30.23 ± 0.88		0.88 ± 0.14	
3	富岡漁港	双葉郡富岡町仏浜釜田	37° 20'11"	141° 01'39"	2020年2月3日	検出下限値以下	33.97 ± 0.92		0.96 ± 0.14	
4	中ノ作漁港	いわき市中之作川岸	36° 57'38"	140° 57'07"	2020年2月3日	検出下限値以下	5.98 ± 0.45		0.91 ± 0.15	

1) ¹³⁴Csの検出下限値は、1.5-1.9 mBq/Lである。

表10 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		可食部中の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	ババカレイ	相双海域	2016/12/7	1694.62	3.62	0.024 ± 0.006	0.017	0.016 ± 0.004		1.23 ± 0.12 ²⁾	
2	マガレイ	いわき沖	2016/11/25	1172.34	5.27	0.026 ± 0.006	0.017	0.017 ± 0.004		2.22 ± 0.19 ²⁾	
3	マガレイ	相双海域	2016/12/7	1182.52	5.18	0.018 ± 0.005	0.016	0.011 ± 0.003		0.86 ± 0.13 ²⁾	
4	ソウハチカレイ	いわき沖	2016/11/25	4235.57	6.43	0.022 ± 0.006	0.017	0.013 ± 0.003		1.87 ± 0.08 ²⁾	
5	サバ	いわき沖	2015/11/8	938.02	5.64	0.024 ± 0.006	0.019	0.014 ± 0.003		0.58 ± 0.03 ²⁾	
6	コイ	郡山	2018/2/15	4669.81	4.82	0.62 ± 0.02	0.015	0.31 ± 0.01		1.63 ± 0.03 ²⁾	
7	ワカサギ ¹⁾	会津	2018/4/30	1984.42	1.72	0.26 ± 0.01	0.014	-		14.27 ± 0.24 ³⁾	

1) ワカサギは、個体が小さいために全身試料として測定

2) 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。

3) 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11 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.	試料名	採取年月日	採取域	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)		(推定値)		(測定値) ¹⁾	
				mBq/kg-生		mBq/kg-生		Bq/kg-生	
1	ババカレイ	2016/12/7	相双海域	4.31 ± 0.86	0.27 ± 0.05	1.23 ± 0.12			
2	マガレイ	2016/11/25	いわき沖	2.86 ± 0.83	0.33 ± 0.10	2.22 ± 0.19			
3	マガレイ	2016/12/7	相双海域	1.86 ± 0.49	0.12 ± 0.03	0.86 ± 0.13			
4	ソウハチカレイ	2016/11/25	いわき沖	検出下限値 (1.0) 以下	-	1.87 ± 0.08			
5	コイ	2017/1/20	郡山	検出下限値 (1.0) 以下	-	1.63 ± 0.03			

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。

表12 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13 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
キアノコウ	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14 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15 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16 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) mBq/kg-生	(測定値) mBq/kg-生	(推定値) mBq/kg-生	(測定値) ¹⁾ Bq/kg-生
採取日:2020年2月12日						
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。