

Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

食品中放射性物質等有害物質調査

片岡 洋平

厚生労働科学研究費補助金(食品の安全確保推進研究事業)

食品中の放射性物質等検査システムの評価手法の開発に資する研究(23KA1006)

令和 7 年度分担研究報告書

食品中放射性物質等有害物質調査

研究分担者 片岡 洋平

国立医薬品食品衛生研究所 生化学部 第一室長

食品からの内部被ばくによる影響は、人工放射性核種よりも天然放射性核種の寄与が大きいとされており、特に魚介類の喫食量が多い日本においてはポロニウム 210 の影響が重要であることが知られている。しかし、各魚介類におけるポロニウム 210 の放射能濃度に関するデータは十分とは言えない。そこで、魚介類からのポロニウム 210 による被ばく線量の推定を目的として、市場に流通する魚介類の実態調査を行った。今年度は、甲殻類、軟体類、棘皮動物、並びに令和 5 年度に未調査であった魚類及び一部加工品を対象とした。

その結果、筋肉部を主体とする可食部では多くの品目で 100 Bq/kg 未満であった一方、内臓(特に消化腺を含む部位)では最大約 1900 Bq/kg と高濃度が認められた。また、同一試料内における筋肉部と内臓の濃度比は最大で 500 倍を超え、顕著な組織間の濃度差が確認された。これらの結果は、ポロニウム 210 が消化腺に選択的に集積する既知の知見と整合するものであった。

品目ごとにポロニウム 210 の被ばく線量を推定した結果、最大値はイカで約 0.01 mSv/year であった。また、令和 5 年度から令和 7 年度までの 3 年間の統合評価として、魚介類由来の預託実効線量は 0.43 mSv/year と推定され、日本において見積もられている食品からのポロニウム 210 による被ばく線量(0.73 mSv/year)の約 59%に相当した。さらに、本研究で調査した品目は魚介類の全喫食量の 96.9%をカバーしていたことから、未調査品目の寄与を考慮しても、魚介類全体からの被ばく線量は 0.45 mSv/year 未満であると推定された。なお、近年、魚介類の喫食量は全体として減少傾向にあり、特に若年層で顕著であることから、現在の預託実効線量はより低く、約 0.28 mSv/year 程度となる可能性が示唆された。

以上の結果より、一般的な食生活においてポロニウム 210 による内部被ばくは健康上問題となるほど過大ではないと考えられる。一方で、内臓を含む食品では相対的に高濃度となる場合があることから、喫食形態の違いを考慮した評価が重要である。また、本研究では一部に外国産試料が含まれており、流通過程における減衰の影響が示唆されたことから、今後は輸入量の多い外国産魚介類の分析を通じて、産地や流通条件の違いを含めた評価を行い、日本におけるポロニウム 210 による内部被ばく線量の推定精度の向上を図ることが重要である。

研究協力者 蜂須賀 暁子 国立医薬品食品衛生研究所有機化学部

曾我 慶介 国立医薬品食品衛生研究所生化学部

永山 彩子 国立医薬品食品衛生研究所生化学部

波多江良実 国立医薬品食品衛生研究所生化学部

A. 研究目的

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災に伴う東京電力福島第一原子力発電所事故により大量の放射性物質が環境中に放出された。これによる農林水産物の汚染が食品衛生上の問題とされただけでなく、食品への移行による健康被害が懸念される状況となった。事故後、厚生労働省は、半年ごとに人工放射性核種である放射性セシウム、放射性ストロンチウム及びプルトニウムについて、食品からの内部被ばく線量の推定結果や食品中の濃度の調査結果をホームページで公表している。これによると、環境中への飛散量から最も健康影響が懸念される放射性セシウムにおいては、ここ数年間、基準値である年間上限線量 1 mSv の 0.1%程度と推定されている。

その一方、地球上には種々の天然放射性核種が存在し、多くの食品に元々これら天然放射性核種が含まれているため、食事によって体内に摂取されている。したがって、先に述べた人工放射性核種による内部被ばくの影響を正しく評価するためには、天然放射性核種からの内部被ばくの影響を把握し、評価しておくことが重要である。

国連科学委員会報告¹⁾では、自然放射線源から受ける世界一人当たりの平均年間被ばく線量は 2.4 mSv と推定されている。このうち食品の摂取による内部被ばく線量は 0.29 mSv であり、核種としては主にカリウム 40 とポロニウム 210 や鉛 210 を含むウラン系列の核種が挙げられている(表 1)。他方、日本における自然放射線源から受ける一人当たりの平均年間線量は、2.1 mSv と推定されており、そのうち食品の摂取に伴う内部被ばく線量は 0.99 mSv と見積もられている。このうち、カリウム 40 からは 0.18 mSv、ポロニウム 210 からは 0.73 mSv、鉛 210 から

は 0.058 mSv と推定されている。

食品の摂取による内部被ばくは、事故等における緊急時の人工放射性核種によるものが注目されがちだが、平時では天然放射性核種の影響が大きくなる。カリウム 40 を除く天然放射性核種と人工放射性核種を合わせた内部被ばく線量の約 90%が天然放射性核種によるものであり、このうちの約 50%がポロニウム 210 によると推定^{2,3)}されており、食品の摂取による内部被ばくへの寄与は大きいと言える。

ポロニウムは、酸素・硫黄・セレン等と同じ第 16 属の元素番号 84 の元素で、全ての同位体が放射性であり、安定同位体は存在しない。同位体のうち、天然の放射性壊変系列(ウラン系列、トリウム系列、アクチニウム系列)には 7 種類(ポロニウム 210、211、212、214、215、216、218)あり、いずれも α 崩壊をする。ポロニウム 210 はウラン系列(図 1)に属し、天然放射性核種のポロニウムでは最長の半減期 138 日であることから環境に広く存在し、 α 崩壊して安定核種である鉛 206 に変わる⁴⁾。また、 α 線以外の放射線をほとんど放出しないため、人体への影響としては内部被ばくが問題となる。人体には、食品の摂取やタバコの喫煙からポロニウム 210 を直接取り込むほか、ラドン 222 の吸入等のウラン系列の上流の核種の摂取により取り込まれる。

日本では食品からのポロニウム 210 による内部被ばく線量への寄与が大きいことが示唆されており⁵⁾、令和 4 年度までの調査から、ポロニウム 210 による内部被ばく量の約 8 割が魚介類に由来することが判明している⁶⁾。

そこで本研究では、魚介類からのポロニウム 210 による被ばく線量の推定を目的として、市場に流通する甲殻類、軟体類、棘皮

動物に加え、令和 5 年度に未調査であった魚類及び一部加工品について、ポロニウム 210 の放射能濃度の実態を把握した。

B. 研究方法

1) 試料

購入品目については、小売店等での入手のし易さや後述する喫食量を考慮し、以下の品目を選定した。すなわち、甲殻類、軟体類及び棘皮動物としてイカ、エビ、タコ、カニ、ホタルイカ及びウニの 6 品目を対象とした。さらに、令和 5 年度に未調査であった魚類として、アナゴ、アラスカメヌケ、アンコウ、イサキ、ウナギ、ウマヅラハギ、エイ、エソ、カジキ、カマス、カンパチ、キス、キチジ、キビナゴ、キンメダイ、コチ、サメ、サワラ、シタヒラメ、シラウオ、タチウオ、タラ、ギンダラ、ニシン、ヒラマサ、ヒラメ、フグ、ホウボウ、ホッケ、メバル及びワカサギに加え、内臓試料としてアンコウ、イクラ、カズノコ、シラコ及びタラコを対象とし、合計 36 品目とした。さらに、加工品としてイカ塩辛 1 品目を加えた。

令和 7 年(2025 年)7 月から令和 8 年(2026 年)3 月にかけて、首都圏の小売店等を通じて合計 261 点の試料を購入した。購入に際しては、1 パックを購入単位とし、原則として生の状態のものを入手した。エソについては粉碎処理された試料を用いたが、原料由来の組成を保持していると判断し、生試料として取り扱った。

各試料は、一般的な食習慣で食される部分を可食部として採取し、粉碎して分析試料とした。試料の大部分では、筋肉部又は内臓(生殖腺を含む)のいずれかを可食部として用いたが、ホタルイカ、キビナゴ、シラウオ及びワカサギについては、筋肉部と内臓を一体として粉碎した。加工品については製品全体を均質化して分析試料とした。棘皮動物であるウニについては、一般的な食

習慣において可食部が生殖腺に相当することから、本研究では内臓試料として取り扱った。

各試料の概要を表 2 に示した。

2) 試薬・試液等

① 試薬、試液及び器具

・水：ヤマト科学社製の装置(オートスチル WG252)により製造した純水(比抵抗 >18.1 $M\Omega \cdot cm$ 、最終メンブレンフィルター：MFRL727)を使用した。

・硝酸、塩酸、アセトン、メタノール：特級、以上、富士フイルム和光純薬株式会社製

・0.5M 塩酸溶液：塩酸 43.1 mL を量り取り、水を加えて 1000 mL に定容した。

・4M 塩酸溶液：塩酸 344.8 mL を量り取り、水を加えて 1000 mL に定容した。

・6M 塩酸溶液：塩酸 517.2 mL を量り取り、水を加えて 1000 mL に定容した。

・8M 塩酸溶液：36%塩酸 689.6 mL を量り取り、水を加えて 1000 mL に定容した。

・1M 硝酸溶液：硝酸 64.3 mL を量り取り、水を加えて 1000 mL に定容した。

・6M 硝酸溶液：硝酸 77.2 mL を量り取り、水を加えて 200 mL に定容した。

・アスコルビン酸飽和溶液：アスコルビン酸 18 g を量り取り、水を加えて 50 g とし、よく振り混ぜた。これを 1500 rpm 5 min で遠心分離した後、上澄み液を分取した。

・抽出カラム：Sr/Spec Resin 50-100 μm Cartridges-2 mL、Eichrom Technologies 社製

・ステンレス板： $\Phi 24.5$ mm、薄さ 1.0 mm、東京光電社製

② 標準原液、標準溶液及び校正用標準線源

・ポロニウム 209 標準原液：ポロニウム 209(半減期：102 年)標準硝酸溶液(0.100 ± 0.003 kBq/g)、鉛 210 標準原液：鉛 210(半減期：22.2 年)標準硝酸溶液(9.85 ± 1.06 kBq/g)、以上、Eckert&Ziegler 社製

・0.4 Bq/mL ポロニウム 209 標準溶液：ポロニウム 209 標準原液 0.4 mL を量り取り、1M 硝酸溶液を加えて 100 mL に定容した。

・0.04 Bq/mL ポロニウム 209 標準溶液：0.4 Bq/mL ポロニウム 209 標準溶液硝酸 50 mL を量り取り、1M 硝酸溶液を加えて 500 mL に定容した。

・校正用円盤標準線源：ガドリニウム 148(3.18 MeV)、アメリシウム 241(5.49 MeV)、キュリウム 244(5.79 MeV)、以上、Eckert&Ziegler 社製

③装置等

・電解分析装置：ANA-2、東京光電社製

・ α 線スペクトロメータ：Alpha Analyst、PIPS 検出器：A450-18AM、 α 線スペクトロメータ制御及び α 線スペクトル解析ソフト：Genie 2000 Alpha Analysis Software、以上、ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ株式会社製

3)食品中ポロニウム 210 の α 線分析

既報等⁶⁻⁸⁾を参照し、試料を硝酸で湿式分解したのち、キレート抽出クロマトグラフィーによりポロニウムを分離し、電気分解によりステンレス鋼板上にポロニウムを析出させ、その α 線を測定した。なお、内部標準物質として用いたポロニウム 209 の回収率が 80%未満である場合を除き、カラム分離を行わなかった。その場合は、キレート抽出クロマトグラフィーを省略して操作した。

・湿式分解

分析試料 10 g(内臓試料の一部については 1 g)を 1 L 容ビーカーに入れ、内部標準物質として 0.04 Bq/mL のポロニウム 209 硝酸標準溶液 1 mL 及び試料が浸る量の硝酸を加え、時計皿で蓋をして 1 時間静置した。次いで、ホットプレート上で 130~140 °C に加熱し、硝酸を蒸発させた後、硝酸 30 mL 及

び過酸化水素水 1 mL を加えて加熱し、乾固させた。この操作を褐色の気体の発生が認められなくなるまで繰り返した。湿式分解後、6 M 塩酸 20 mL を加え、120 °C で乾固直前まで加熱濃縮した。

・カラム分離

4M 塩酸溶液 20 mL を加えて加熱・懸濁し、0.45 μ m のメンブレンフィルターでろ過した。抽出カラムに、コンディショニングとして 4M 塩酸溶液 20 mL をあらかじめ通液させた後、上記のろ過液を負荷した。4M 塩酸溶液 20 mL を通液後、8M 塩酸溶液 20 mL で鉛を溶出させ、次いで 6M 硝酸溶液 4 mL を通液後、6M 硝酸溶液 20 mL でポロニウム 210 を溶出した。溶出液を 130 °C で乾固直前まで加熱濃縮後、6M 塩酸溶液 10 mL を加え、120 °C で乾固直前まで加熱濃縮した。これに 0.5M 塩酸溶液 5 mL を加えて溶解させ、ポロニウム塩化物フォーム溶液とした。

・電着

ステンレス板上にポロニウムを析出させるために、テフロン製容器の電解セルの底にステンレス板(陰極)を固定し、アスコルビン酸飽和溶液 1 mL 及びポロニウム塩化物フォーム溶液を入れた。白金電極(陽極)をステンレス板(陰極)との電極間距離が 5 mm となるように設置し、テフロン製容器をパラフィルムで軽く蓋をし、電解分析装置で、0.1 アンペアで 2 時間半通電した。通電後、テフロン製容器からステンレス板を取り出し、水とメタノールとアセトンで洗浄後、自然乾燥させて測定試料とした。

・ α 線測定

ポロニウムを電着したステンレス板を、PIPS 検出器を装備した α 線スペクトロメータで 86,400 秒間測定し、 α 線スペクトロメトリを行った。

バックグラウンド計測は、ポロニウム 209(4.88 MeV)及びポロニウム 210(5.30 MeV)のエネルギー領域において、160,000 秒間測定した(0 又は 1 カウント)。

なお、 α 線スペクトロメトリのエネルギー校正は3点の円盤標準線源を用いて行った。

・放射能濃度の算出

α 線スペクトル解析ソフトによる解析結果を用いて、ポロニウム 210 の放射能濃度及びその統計誤差を、以下の式により算出した。

$$A_{Po} \pm \Delta A_{Po} = n_{Po} \cdot \frac{D}{n_{add}} \cdot \frac{1000}{W}$$
$$\pm \Delta A_{Po} \sqrt{\left(\left(\frac{\Delta n_{Po}}{n_{Po}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta n_{add}}{n_{add}}\right)^2 + \left(\frac{\Delta(D)}{D}\right)^2\right)}$$

ただし、 A_{Po} 及び ΔA_{Po} : ポロニウム 210 放射能及びその統計誤差(Bq/kg)、 n_{Po} 及び Δn_{Po} : ポロニウム 210 の正味計数率及びその統計誤差(cps)、 D 及び ΔD : 添加したポロニウム 209 の放射能及びその統計誤差(Bq)、 n_{add} 及び Δn_{add} : ポロニウム 209 の正味計数率及びその統計誤差(cps)、 W : 試料重量(g)である。検出限界値(LOD)は、 $A_{Po}=3\Delta A_{Po}$ とした。なお、分析試料の放射能濃度は試料購入日での放射能濃度に減衰補正した。また、内臓を除く試料は購入後 60 日以内を目安に分析した。

C. 研究結果・考察

1) 各試料中のポロニウム 210 濃度

全 261 試料を分析した結果について、放射能濃度が検出限界値を上回ったものを「検出」と定義し、その結果を表 3 及び図 2 に示した。また、検出された放射能濃度の基本統計量を表 4 に示した。なお、各試料の検出限界値は、試料 10 g 分析の場合で 0.06 ~0.14 Bq/kg、試料 1 g 分析の場合で 0.56 ~

0.94 Bq/kg であった。

1)-1 甲殻類、軟体類の筋肉部

ポロニウム 210 は分析した 60 試料中 59 試料から検出された。このうち最大の放射能濃度が検出されたのはホタルイカで 60 Bq/kg であった。

平均放射能濃度は、ホタルイカの 35 Bq/kg が最も高かった。次いで、カニ、イカの順に平均放射能濃度が高く、これらの品目では平均放射能濃度が 1-10 Bq/kg の範囲にあった。さらに、エビ、タコの順に平均放射能濃度が高く、これらの品目では平均放射能濃度が 0.1-1 Bq/kg の範囲にあった。これらの結果は、既報⁹⁾の結果(0.02-120 Bq/kg)と同等であった。

これまでにポロニウム 210 は、海産生物において消化腺(中腸腺)などの代謝活性の高い組織に選択的に集積することが知られている¹⁰⁾。ホタルイカについては、筋肉部と内臓を一体として可食部とした分析試料を用いたため、内臓を含まない試料と比較して高い濃度でポロニウム 210 が検出されたと考えられた。

また、エビについては、国産及び外国産の違いによる放射能濃度に顕著な差は認められなかった。

1)-2 令和 5 年度に未調査であった魚類

ポロニウム 210 は分析した 159 試料中 149 試料から検出された。このうち最大の放射能濃度が検出されたのはキビナゴで 193 Bq/kg であった。

平均放射能濃度は、キビナゴの 59 Bq/kg が最も高かった。次いで、ワカサギ、カマス、タチウオ、サワラ、ヒラマサ、イサキ、シラウオ、ウマヅラハギ、キス、メバルの順に平均放射能濃度が高く、これらの品目では平均放射能濃度が 1-10 Bq/kg の範囲にあった。さらに、カジキ、ホウボウ、カンパチ、アナ

ゴ、ホッケ、エソ、キチジ、シタヒラメ、サメ、ヒラメ、ニシン、キンメダイ、ウナギ、エイ、アンコウ、フグ、コチ、タラ、ギンダラの順に平均放射能濃度が高く、これらの品目では平均放射能濃度が 0.1–1 Bq/kg の範囲にあった。

アラスカメヌケは全試料で不検出であった。ホタルイカと同様に、キビナゴ、ワカサギ及びシラウオにおいても、筋肉部と内臓が一体となった可食部を分析試料としたため、内臓を含まない試料と比較してポロニウム 210 の放射能濃度が相対的に高くなったものと考えられた。これらの結果についても、既報⁹⁾の結果(0.02–120 Bq/kg)と同等であった。

アラスカメヌケ及びギンダラは全ての試料が外国産であった。このため、放射能濃度が不検出又は低値であった要因として、日本に輸入されるまでに日数を要したことに加え、ポロニウム 210 の半減期が 138 日であることから、試料購入時点において減衰していた可能性も一因として考えられた。

また、小型魚類において比較的高濃度が認められた要因としては、内臓を含む試料であることに加え、プランクトンを主とする食性によりポロニウム 210 を取り込みやすいことが影響している可能性が示唆された。魚類においては、摂餌を通じた取り込みが重要であり、その濃度は食性(摂餌する餌生物の種類や食物連鎖上の位置)に依存することが報告されている¹¹⁾。

さらに、天然・養殖の別は購入時のパッケージ表示に基づき判定した範囲において、放射能濃度に顕著な差は認められなかった。

1)-3 内臓

ポロニウム 210 は分析した 75 試料中 68 試料から検出された。このうち最大の放射能濃度が検出されたのはイカで 1918 Bq/kg であった。

イカ、エビ、カニ及びアンコウについて、同一試料における筋肉部と内臓の放射能濃度を比較したところ、いずれの品目においても内臓の方が高濃度であった。内臓／筋肉の濃度比は、イカで 49–571 倍(平均 180 倍)、エビで 20–371 倍(平均 148 倍)、カニで 8–73 倍(平均 30 倍)、アンコウで 7–13 倍(平均 10 倍)であった。

平均放射能濃度は、イカの 544 Bq/kg が最も高かった。次いでカニが高く、これらの品目では平均放射能濃度が 100 Bq/kg 以上であった。さらにエビでは 10–100 Bq/kg の範囲、アンコウ、ウニ、イクラでは 1–10 Bq/kg の範囲、シラコ及びタラコでは 0.1–1 Bq/kg の範囲にあった。また、カズノコでは 5 試料中 1 試料からのみ検出され、放射能濃度は 0.51 Bq/kg であった。

イカやカニにおいて放射能濃度が高かったのは、消化腺(中腸腺)を含む試料であったことによるものと考えられた。一方、ウニ、イクラ、シラコ、タラコ及びカズノコといった生殖腺等の試料では、消化腺を含む試料と比較して放射能濃度が低い傾向が確認された。

以上の結果から、ポロニウム 210 濃度は生物種の違いのみならず、可食部の定義(内臓を含むか否か)に強く依存し、特に内臓(消化腺)の寄与が大きいことが示唆された。

イクラ及びウニでは全試料、カズノコでは 5 試料中 4 試料が外国産であった。このため、これらの品目で放射能濃度が比較的低値であった要因としては、生殖腺等の試料であったことに加え、日本に輸入されるまでに日数を要したこと、並びにポロニウム 210 の半減期が 138 日であることから、試料購入時点において減衰していた可能性も一因として考えられた。

1)-4 加工食品

イカの内臓で高濃度のポロニウム 210 が

検出されたことから、それを原材料とするイカの塩辛について追加で11試料を調査した。その結果、全試料からポロニウム 210 が検出され、平均放射能濃度は約 3 Bq/kg、最大値は約 8 Bq/kg であり、内臓の濃度と比較して著しく低値であった。

この理由としては、原料として用いられたイカの内臓のうち、ポロニウム 210 が高濃度に蓄積すると考えられる中腸腺の割合が相対的に低い可能性や、イカの内臓以外の原材料の割合が多く、相対的に濃度が低下した可能性が考えられた。また、加工工程における希釈効果の影響も示唆された。

なお、試料購入日におけるポロニウム 210 濃度は減衰補正により算出したが、試料測定日(カラム分離日)に存在するポロニウム 210 は、試料購入時に含有されていたポロニウム 210 に加え、親核種である鉛 210 からの壊変により生成したポロニウム 210 を含む。本検討ではこれらを区別せず、全てポロニウム 210 由来として減衰補正を行っているため、鉛 210 の寄与が大きい場合には過大評価となる可能性がある。既報⁹⁾では、食品からの年間摂取量はポロニウム 210 が 610 Bq/year、鉛 210 が 85 Bq/year と報告されている。この比率で存在していたと仮定した場合、経過日数が 60 日のとき、約 5% の過大評価となる。

2) 各品目の喫食量

今回調査した品目の喫食量は、平成 22 年度に厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課の委託調査として、(独)国立健康・栄養研究所が取りまとめた資料¹²⁾の値を用いた(1 歳以上の全日本国民の一日平均喫食量)。各品目の一日平均喫食量を表 5 に示した。

今回調査した品目の喫食量は、令和 5 年度調査対象品目も含めると、本資料における

貝類を除く全魚介類の総喫食量の 96.8%に相当した。また、令和 6 年度に調査した貝類の喫食量(全貝類の 98.3%)を加味すると、過去 3 年間で調査した品目の喫食量は、本資料における全魚介類の総喫食量の 96.9% をカバーしていた。

なお、上記資料では食品の摂取量を「摂取量」としているが、本報告書では食品の摂取量を「喫食量」、ポロニウム 210 の摂取を「摂取量」として区別して記載する。

3) 実効線量係数

ICRP の資料¹³⁾で示している公衆のポロニウム 210 の預託実効線量係数を表 6 に示した。離乳食前の 3 ヶ月児を除くと、預託実効線量係数は 1.2~8.8E-06 Sv/Bq であった。

4) 内部被ばく線量推定

各品目のポロニウム 210 の平均濃度及び喫食量データ、並びに実効線量係数を用いて、式 1 及び式 2 により品目ごとのポロニウム 210 による内部被ばく線量を推定した結果を表 7 に示した。なお、ポロニウム 210 の預託実効線量係数は、最も喫食量の多い公衆成人の値(1.2E-06 Sv/Bq)を用いた。

(式 1) 各品目のポロニウム 210 一日平均摂取量(Bq/day)=各品目のポロニウム 210 平均濃度(Bq/kg)×各品目の喫食量(kg/day)

(式 2) 各品目のポロニウム 210 預託実効線量(mSv/year)=各品目のポロニウム 210 一日平均摂取量(Bq/day)×365(day/year)×預託実効線量係数(Sv/Bq)

今年度に調査した品目におけるポロニウム 210 の一日平均摂取量は最大約 0.028 Bq/day、年間摂取量は最大約 10 Bq/year、預託実効線量は最大約 0.012 mSv/year と推定され、いずれもイカが最大であった。推定された預託実効線量の最大値は、日本におい

て見積もられている食品からのポロニウム 210 による被ばく線量(0.73 mSv/year)の約 1.6%に相当した。

また、今年度調査した品目の預託実効線量の合計値は 0.030 mSv/year となった(ただし、カズノコは 5 試料中 1 試料のみで検出されたため当該検出値に基づき算出し、アラスカメヌケは全試料で検出下限未満であったため、濃度を 0 と仮定して算出した)。

さらに、令和 5 年度(0.35 mSv/year)及び令和 6 年度(0.05 mSv/year)の結果を加えた総預託実効線量は 0.43 mSv/year となった。また、この値は日本において見積もられている食品からのポロニウム 210 による被ばく線量(0.73 mSv/year)の約 59%に相当した。

本研究において過去 3 年間で調査した魚介類の喫食量は、全喫食量の 96.9%をカバーしていたことから、未調査の喫食量の少ない品目について同程度の寄与を仮定した場合でも、魚介類全体からの預託実効線量は 0.45 mSv/year 未満であると推定された。

なお、本推定に用いた喫食量は 2005～2007 年の資料¹²⁾に基づいている。水産白書¹⁴⁾によれば、当該期間における国民 1 人当たりの魚介類消費量は 2005 年 34.6 kg/人・年、2006 年 32.8 kg/人・年、2007 年 31.9 kg/人・年(平均 33.1 kg/人・年)であるのに対し、2023 年では 21.4 kg/人・年と約 65%の水準に低下している。このため、現在の喫食状況を反映した場合、預託実効線量はさらに低く(約 0.28 mSv/year 程度)なる可能性が示唆された。

D. 結論

食品からの内部被ばくにおいては、人工放射性核種よりも天然放射性核種の寄与が大きく、特に魚介類の喫食量が多い日本ではポロニウム 210 の影響が重要である。本研究では、魚介類からのポロニウム 210 による被ばく線量の推定を目的として、市場

に流通する魚介類のうち、今年度は甲殻類、軟体類、棘皮動物、並びに令和 5 年度に未調査であった魚類及び一部加工品を対象として、ポロニウム 210 の実態調査を行った。

まず、今年度の調査結果として、筋肉部を主体とする可食部では多くの品目で 100 Bq/kg 未満であった一方、内臓(特に消化腺を含む試料)では最大約 1900 Bq/kg と高濃度を示した。また、同一試料内における筋肉部と内臓の濃度比は最大で 500 倍を超え、顕著な組織間差が確認された。これらの結果から、ポロニウム 210 濃度は生物種の違いのみならず、可食部の定義に強く依存することが示された。さらに、各品目の被ばく線量の推定結果では、最大値は約 0.01 mSv/year であった。

次に、令和 5 年度及び令和 6 年度の結果を含めた 3 年間の統合評価として、魚介類由来の預託実効線量は 0.43 mSv/year と推定された。この値は、日本において見積もられている食品からのポロニウム 210 による被ばく線量(0.73 mSv/year)の約 59%に相当した。また、本研究で調査対象とした品目は全喫食量の 96.9%をカバーしていることから、未調査品目の寄与を考慮しても、魚介類全体からの被ばく線量は 0.45 mSv/year 未満であると推定された。

なお、近年では魚介類の喫食量は全体として減少傾向にあり、特に若年層で顕著であることから、現在の預託実効線量はより低く、約 0.28 mSv/year 程度となる可能性が示唆された。

本研究の結果は、魚介類がポロニウム 210 摂取の主要な寄与源であることを改めて支持するものである。以上の結果から、一般的な食生活においてポロニウム 210 による内部被ばくは過度なものではないと考えられる。一方で、内臓を含む食品では相対的に高濃度となる場合があることから、摂取形態の違いを考慮した評価が重要である。

また、本研究では一部の品目に外国産試料が含まれており、流通過程における時間経過に伴う減衰の影響が示唆された。したがって、産地や流通条件の違いが放射能濃度に与える影響については、更なる検討が必要である。今後は、輸入量の多い外国産魚介類を対象とした分析により、これらの影響を含めた評価を行うことで、日本におけるポロニウム 210 による内部被ばく線量の推定精度の向上に資することが期待される。

F. 参考文献・資料

- 1) United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Sources and effects of ionizing radiation, *United Nations scientific committee on the effects of atomic radiation (UNSCEAR) 2008 report, volume I: Report to the general assembly, with scientific annexes A and B-sources*. United Nations, (2010).
- 2) International Atomic Energy Agency, Exposure due to radionuclides in food other than during a nuclear or radiological emergency, *IAEA-TECDOC-2011*, IAEA, Vienna (2022).
- 3) International Atomic Energy Agency, Exposure due to radionuclides in food other than during a nuclear or radiological emergency. part 1: technical material, *Safety Reports Series No. 114*, IAEA, Vienna (2023).
- 4) アイソトープ手帳 12 版, 日本アイソトープ協会 (2020).
- 5) 生活環境放射線(国民線量の算定)第 3 版, 公益財団法人 原子力安全研究協会 (2021).
- 6) 令和 4 年度 厚生労働科学研究補助金 食品の安全確保推進研究事業「食品中の放射性物質等検査システムの評価手法の開発に関する研究」分担研究報告書「食品中放射性物質等有害物質濃度データ調査」
- 7) Miura, T., Hayano, K., Nakayama, K. Determination of ^{210}Pb and ^{210}Po in environmental samples by alpha ray spectrometry using an extraction chromatographic resin. *Analytical sciences*, 15, 23-28 (1999).
- 8) 衛生試験法・注解 2020, 公益社団法人 日本薬学会 (2020).
- 9) Ota T, Sanada T, Kashiwara Y, Morimoto T, Sato K. Evaluation for committed effective dose due to dietary foods by the intake for Japanese adults. *Jpn. J. Health Phys.*, 44, 80-88 (2009).
- 10) Cherry, R. D., Heyraud, M., Higgo, J. J. W. Polonium-210: its relative enrichment in the hepatopancreas of marine invertebrates. *Marine Ecology Progress Series*, 13, 229-236 (1983).
- 11) Chu, T. T., Duong, V. H., Pham-Thi, T. X., Ta, P. D., Nguyen, T. N., Tran, V. H., Nguyen, X. Q. ^{210}Po activity concentration and radiological risk assessments in muscle tissue of prevalent marine fish species in Con Dao Archipelago, Vietnam. *Regional Studies in Marine Science*, 104922 (2026).
- 12) 平成 22 年度受託調査(厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課)「食品摂

取頻度・摂取量調査の特別集計業務報告書」及び「食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務報告書追加資料」

- 13) ICRP, Age-dependent Doses to Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients. *ICRP Publication* 72. Ann. ICRP 26 (1995).

- 14) 令和 6 年度 水産白書, 水産庁 (2025).

G. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 永山彩子、片岡洋平、波多江良実、曾我慶介、蜂須賀暁子、柴田識人：乾燥食品に含まれる天然放射性核種ポロニウム 210 の実態調査．第 121 回日本食品衛生学会学術講演会 東京都江戸川区 (2025.10.17)
- 2) 片岡洋平、永山彩子、波多江良実、曾我慶介、蜂須賀暁子、柴田識人：貝に含有される天然放射性核種ポロニウム 210 の実態調査．第 62 回全国衛生化学技術協議会年会 高崎市 (2025.11.7)

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表 1 自然放射線源による一人年間被ばく線量

被ばく区分	被ばく線源	平均実効線量(mSv/year)	
		世界 ^{*1}	日本 ^{*2}
宇宙放射線	直接電離成分と光子成分	0.28	-
	中性子成分	0.1	-
	宇宙線生成放射性核種	0.01	-
	宇宙線および宇宙線生成 合計	0.39	0.3
外部地殻放射線	屋外	0.07	-
	屋内	0.41	-
	外部地殻放射線 合計	0.48	0.33
吸入	ウラン、トリウム系列	0.006	0.006
	ラドン222	1.15	0.37
	トロン(ラドン220)	0.1	0.09
	喫煙(Pb-210、Po-210など)	-	0.006
	吸入 合計	1.26	0.47
経口摂取	カリウム40	0.17	0.18
	ウラン、トリウム系列	0.12	0.80
	このうちポロニウム210、鉛210	-	0.788
	炭素14	-	0.014
	トリチウム	-	0.0000082
	経口摂取 合計	0.29	0.99
合計		2.4	2.1

*1 UNSCEAR2008 年報告書 Vol.1 付属書 B. 表 12

*2 原子力安全研究協会「生活環境放射線 第3版」(令和2年11月)

表 2-1 分析試料の概要(甲殻類・軟体類)

試料番号	品目	購入日	産地等	養殖の 記載の有無	内臓試料の 分取の有無*	試料番号	品目	購入日	産地等	養殖の 記載の有無	内臓試料の 分取の有無*
1	イカ	2025/7/1	長崎		○	31	エビ	2026/3/7	鹿児島県		○
2		2025/7/1	愛媛県		○	32		2026/3/11	沖縄県	○	○
3		2025/7/1	石川県		○	33		2026/3/12	沖縄県	○	○
4		2025/7/1	愛媛県		○	34		2026/3/13	青森県		○
5		2025/7/1	—		○	35		2026/3/13	石川県		○
6		2025/7/1	宮城県		○	36		2026/3/13	石川県		○
7		2025/7/1	宮城県		○	37		2026/3/13	熊本県		○
8		2025/7/9	青森県		○	38		2026/3/18	石川県		○
9		2025/7/9	愛媛県		○	39		2026/3/19	北海道		○
10		2025/7/9	静岡県		○	40		2026/3/27	兵庫県		○
11	ホタルイカ	2025/8/6	兵庫県			41	カニ	2025/9/24	—		○
12		2025/8/6	兵庫県			42		2025/10/1	—		○
13		2025/8/6	兵庫県			43		2025/10/8	北海道		○
14		2025/8/6	兵庫県			44		2025/10/8	宮城県		○
15		2025/8/6	福井県			45		2025/10/8	宮城県		○
16		2026/3/11	鳥取県			46		2025/10/15	北海道		○
17		2026/3/11	富山県			47		2025/10/15	宮城県		○
18		2026/3/11	兵庫県			48		2025/10/15	北海道		○
19		2026/3/11	兵庫県			49		2025/10/21	北海道		○
20		2026/3/11	福井県			50		2025/10/21	宮城県		○
21	エビ	2025/7/1	エクアドル	○	○	51	タコ	2025/7/18	北海道		
22		2025/7/1	アルゼンチン		○	52		2025/7/24	北海道		
23		2025/7/1	インド		○	53		2025/7/24	北海道		
24		2025/7/9	アルゼンチン		○	54		2025/7/24	北海道		
25		2025/7/9	アルゼンチン		○	55		2025/9/3	北海道		
26		2025/7/9	エクアドル	○	○	56		2025/9/3	北海道		
27		2025/7/11	アルゼンチン		○	57		2025/9/3	北海道		
28		2025/7/11	エクアドル	○	○	58		2025/9/10	北海道		
29		2025/7/11	アルゼンチン		○	59		2025/9/10	北海道		
30		2025/7/11	オーストラリア	○	○	60		2025/9/10	北海道		

*: 同一試料から筋肉部と内臓を分取し、別試料として分析したか否かを示す

表 2-2 分析試料の概要(令和 5 年度に未調査の魚類)

試料番号	品目	購入日	産地等	養殖の 記載の有無	内臓試料の 分取の有無*	試料番号	品目	購入日	産地等	養殖の 記載の有無	内臓試料の 分取の有無*
61	アナゴ	2025/10/8	島根県			144	サメ	2025/7/10	宮城県		
62		2025/10/8	岩手県			145		2025/7/26	宮城県		
63		2025/10/15	島根県			146		2025/9/3	宮城県		
64		2025/10/21	韓国			147		2025/10/8	北海道		
65		2025/10/23	韓国			148		2025/11/26	宮城県		
66	アラスカメスケ	2025/10/29	アメリカ			149	サワラ	2025/7/13	京都府		
67		2025/10/29	ノルウェー			150		2025/7/17	京都府		
68		2025/10/29	アメリカ			151		2025/7/22	岩手県		
69		2025/10/30	ノルウェー			152		2025/7/23	千葉県		
70		2025/11/11	ノルウェー			153		2025/7/26	宮城県		
71	アンコウ	2025/11/25	山口県		○	154	シタヒラメ	2025/7/9	千葉県		
72		2025/12/1	北海道		○	155		2025/7/17	大阪府		
73		2025/12/2	北海道		○	156		2025/12/7	愛媛県		
74		2025/12/3	北海道		○	157		2026/1/20	兵庫県		
75		2025/12/3	宮城県			158		2026/1/28	兵庫県		
76	イサキ	2025/7/23	千葉県			159	シラウオ	2025/12/5	茨城県		
77		2025/7/26	高知県			160		2025/12/11	茨城県		
78		2025/7/26	長崎県			161		2025/12/18	茨城県		
79		2025/7/26	長崎県			162		2026/1/20	茨城県		
80		2025/7/26	長崎県			163		2026/1/23	茨城県		
81	ウナギ	2025/7/23	愛知県	○		164	タチウオ	2025/7/9	神奈川県		
82		2025/11/12	鹿児島県	○		165		2025/7/10	宮城県		
83		2025/11/20	鹿児島県	○		166		2025/7/10	宮城県		
84		2025/11/25	鹿児島県	○		167		2025/7/11	宮城県		
85		2025/11/26	鹿児島県	○		168		2025/7/11	宮城県		
86	ウマヅラハギ	2025/11/25	青森県			169	タラ	2025/7/9	北海道		
87		2025/12/7	宮城県			170	タラ	2025/7/13	北海道		
88		2025/12/7	青森県			171	タラ	2025/7/13	北海道		
89		2025/12/7	青森県			172	タラ	2025/7/16	北海道		
90		2025/12/10	青森県			173	タラ	2025/7/17	北海道		
91	エイ	2025/12/3	福島県			174	タラ	2025/7/17	北海道		
92		2025/12/5	北海道			175	ギンダラ	2025/7/16	アメリカ		
93		2025/12/10	北海道			176	ギンダラ	2025/7/24	アメリカ		
94		2025/12/11	北海道			177	ギンダラ	2025/7/27	アメリカ		
95		2025/12/18	北海道			178	ギンダラ	2025/7/26	アメリカ		
96	エソ	2025/11/19	ー			179	ギンダラ	2025/9/3	アメリカ		
97		2025/11/19	ー			180	ニシン	2025/10/30	北海道		
98		2025/11/19	山口県			181		2025/10/30	北海道		
99		2025/11/19	ー			182		2025/11/11	北海道		
100		2025/11/19	ー			183		2025/11/26	ロシア		
101	カジキ	2025/7/13	宮城県			184		2025/12/18	ロシア		
102		2025/7/13	日本			185	ヒラマサ	2025/7/26	鳥取県		
103		2025/7/13	日本			186		2025/7/26	鳥取県		
104		2025/7/17	日本			187		2025/11/11	鳥取県		
105		2025/7/17	静岡県			188		2025/11/11	島根県		
106	カマス	2025/10/1	神奈川県			189		2025/11/12	島根県		
107		2025/10/8	静岡県			190	ヒラメ	2025/7/10	青森県		
108		2025/10/15	静岡県			191		2025/7/13	青森県		
109		2025/10/21	千葉県			192		2025/7/16	愛媛県	○	
110		2025/10/23	宮城県			193		2025/7/17	青森県		
111	カンパチ	2025/7/11	鹿児島県	○		194		2025/12/10	青森県		
112		2025/7/16	鹿児島県	○		195	フグ	2026/1/9	長崎県	○	
113		2025/7/16	鹿児島県	○		196		2026/1/13	ー	○	
114		2025/7/18	鹿児島県	○		197		2026/1/15	長崎県	○	
115		2025/7/23	鹿児島県	○		198		2026/1/23	長崎県	○	
116		2025/7/23	鹿児島県	○		199		2026/1/23	ー	○	
117	キス	2025/10/29	タイ			200	ホウボウ	2025/11/25	長崎県		
118		2025/11/11	タイ			201		2025/12/7	宮城県		
119		2025/11/20	タイ			202		2025/12/7	長崎県		
120		2025/11/20	タイ			203		2025/12/10	長崎県		
121		2025/11/25	千葉県			204		2025/12/11	島根県		
122	キチジ	2025/11/26	千葉県			205	ホッケ	2025/7/23	北海道		
123		2025/12/7	北海道			206		2025/7/26	北海道		
124		2025/12/7	岩手県			207		2025/10/1	アメリカ		
125		2025/12/7	岩手県			208		2025/10/8	アメリカ		
126		2026/1/20	岩手県			209		2025/10/23	神奈川県		
127	キビナゴ	2026/1/28	北海道			210	メバル	2026/1/30	青森県		
128		2025/11/25	鹿児島県			211		2026/2/12	北海道		
129		2025/12/5	鹿児島県			212		2026/2/13	北海道		
130		2025/12/11	鹿児島県			213		2026/2/20	青森県		
131		2025/12/18	鹿児島県			214		2026/2/25	青森県		
132	キンメダイ	2025/12/21	長崎県			215	ワカサギ	2025/11/25	北海道		
133		2025/12/23	鹿児島県			216		2025/11/26	北海道		
134		2025/7/11	東京都			217		2025/12/3	北海道		
135		2025/7/16	クック諸島			218		2025/12/3	北海道		
136		2025/7/22	静岡県			219		2025/12/5	北海道		
137	コチ	2025/7/23	東京都								
138		2025/7/26	東京都								
139		2025/12/7	愛媛県								
140		2025/12/10	神奈川県								
141		2026/1/9	愛媛県								
142		2026/1/15	愛媛県								
143		2026/1/28	愛媛県								

*：同一試料から筋肉部と内臓を分取し、別試料として分析したか否かを示す

表 2-3 分析試料の概要(内臓)

試料番号	品目	購入日	産地等	養殖の 記載の有無
1	イカ	2025/7/1	長崎	
2		2025/7/1	愛媛県	
3		2025/7/1	石川県	
4		2025/7/1	愛媛県	
5		2025/7/1	ー	
6		2025/7/1	宮城県	
7		2025/7/1	宮城県	
8		2025/7/9	青森県	
9		2025/7/9	愛媛県	
10		2025/7/9	静岡県	
21	エビ	2025/7/1	エクアドル	○
22		2025/7/1	アルゼンチン	
23		2025/7/1	インド	
24		2025/7/9	アルゼンチン	
25		2025/7/9	アルゼンチン	
26		2025/7/9	エクアドル	○
27		2025/7/11	アルゼンチン	○
28		2025/7/11	エクアドル	
29		2025/7/11	アルゼンチン	○
30		2025/7/11	オーストラリア	
31		2026/3/7	鹿児島県	○
32		2026/3/11	沖縄県	
33		2026/3/12	沖縄県	
34		2026/3/13	青森県	
35		2026/3/13	石川県	
36		2026/3/13	石川県	
37		2026/3/13	熊本県	
38		2026/3/18	石川県	
39		2026/3/19	北海道	
40		2026/3/27	兵庫県	
41	カニ	2025/9/24	ー	
42		2025/10/1	ー	
43		2025/10/8	北海道	
44		2025/10/8	宮城県	
45		2025/10/8	宮城県	
46		2025/10/15	北海道	
47		2025/10/15	宮城県	
48		2025/10/15	北海道	
49		2025/10/21	北海道	
50		2025/10/21	宮城県	

試料番号	品目	購入日	産地等	養殖の 記載の有無
71	アンコウ	2025/11/25	山口県	
72		2025/12/1	北海道	
73		2025/12/2	北海道	
74		2025/12/3	北海道	
220		2025/11/25	中国	
221	イクラ	2025/9/3	アメリカ	
222		2025/9/10	アメリカ	
223		2025/9/24	アメリカ	
224		2025/10/8	アメリカ	
225		2025/10/23	アメリカ	
226	ウニ	2026/3/22	カナダ	
227		2026/3/24	ロシア	
228		2026/3/24	ロシア	
229		2026/3/27	ロシア	
230		2026/3/27	ロシア	
231	カズノコ	2025/12/3	アメリカ	
232		2025/12/5	アメリカ	
233		2025/12/18	アメリカ	
234		2025/12/23	北海道	
235		2025/12/23	アメリカ	
236	シラコ	2025/11/25	北海道	
237		2025/11/25	北海道	
238		2025/12/1	北海道	
239		2025/12/3	北海道	
240		2025/12/2	北海道	
241		2025/12/3	北海道	
242		2025/12/2	北海道	
243		2025/12/3	北海道	
244		2025/12/3	北海道	
245		2025/12/10	北海道	
246	タラコ	2025/7/18	アメリカまたはロシア	
247		2025/7/18	アメリカまたはロシア	
248		2025/7/18	ー	
249		2025/7/24	ー	
250		2025/7/24	アメリカまたはロシア	

表 2-4 分析試料の概要(加工食品)

試料番号	品目	購入日	加工地
251	イカ塩辛	2026/1/9	宮城県
252		2026/1/12	北海道
253		2026/1/12	北海道
254		2026/1/12	北海道
255		2026/1/12	北海道
256		2026/1/12	宮城県
257		2026/1/12	宮城県
258		2026/1/12	宮城県
259		2026/1/13	北海道
260		2026/1/13	神奈川県
261		2026/1/13	神奈川県

表 3-1 試料の分析結果(甲殻類・軟体類)

試料番号	品目	放射能濃度 (Bq/kg)	統計誤差 (Bq/kg)	試料番号	品目	放射能濃度 (Bq/kg)	統計誤差 (Bq/kg)
1	イカ	1.30	0.11	31	エビ	0.31	0.04
2		7.65	0.40	32		0.08	0.02
3*		2.43	0.19	33		0.08	0.02
4		7.91	0.43	34		0.45	0.05
5		1.87	0.13	35		0.76	0.08
6		4.49	0.26	36		1.15	0.10
7		6.64	0.38	37		0.24	0.04
8		0.76	0.07	38		0.94	0.09
9		7.00	0.39	39		0.74	0.07
10		6.13	0.32	40		0.96	0.10
11	ホタルイカ	47.04	2.28	41	カニ	7.11	0.39
12		54.65	2.69	42		4.54	0.28
13*		53.03	2.58	43		3.57	0.21
14		40.25	1.95	44		15.82	0.89
15		59.63	3.00	45		8.13	0.43
16		15.95	0.86	46		3.91	0.25
17		19.87	0.98	47		28.68	1.38
18		16.72	0.84	48		8.14	0.42
19*		27.79	1.43	49		9.84	0.51
20		29.70	1.54	50		1.66	0.13
21	エビ	0.08	0.02	51	タコ	0.41	0.05
22		1.29	0.10	52		0.40	0.05
23		0.08	0.02	53		0.78	0.09
24		0.48	0.06	54		0.26	0.04
25		0.47	0.06	55		0.51	0.06
26		0.20	0.04	56		0.42	0.06
27		0.51	0.06	57		0.35	0.05
28		-(0.07)		58		0.24	0.04
29		1.10	0.10	59		0.48	0.06
30		3.42	0.20	60		0.17	0.04

*：カラム精製をして分析した試料

－：検出限界値未満、括弧内の数字は検出限界値

表 3-2 試料の分析結果(令和 5 年度に未調査の魚類)

試料番号	品目	放射能濃度 (Bq/kg)	統計誤差 (Bq/kg)	試料番号	品目	放射能濃度 (Bq/kg)	統計誤差 (Bq/kg)
61	アナゴ	0.96	0.09	144*	サメ	1.05	0.10
62		1.04	0.10	145		0.25	0.05
63		1.39	0.11	146		0.20	0.04
64		0.39	0.05	147		- (0.07)	
65		0.42	0.05	148		0.10	0.03
66	アラスカメヌケ	- (0.14)		149*	サワラ	4.80	0.31
67*		- (0.11)		150		2.56	0.18
68		- (0.07)		151		1.81	0.15
69		- (0.07)		152		3.44	0.23
70		- (0.07)		153		4.93	0.33
71	アンコウ	0.37	0.05	154	シタヒラメ	0.17	0.03
72		0.39	0.05	155		0.80	0.09
73		0.14	0.03	156		0.36	0.05
74		0.12	0.03	157		0.43	0.06
75*		0.11	0.03	158		0.66	0.08
76	イサキ	3.81	0.26	159	シラウオ	2.18	0.16
77		3.20	0.22	160		2.31	0.17
78		1.66	0.14	161		2.43	0.16
79		1.73	0.15	162		2.15	0.15
80		0.68	0.08	163		1.79	0.12
81	ウナギ	0.38	0.05	164	タチウオ	0.85	0.08
82		0.19	0.04	165		10.06	0.54
83		0.20	0.04	166		4.11	0.25
84		0.26	0.04	167		5.11	0.31
85		0.19	0.04	168		4.77	0.27
86	ウマヅラハギ	1.31	0.11	169	タラ	0.10	0.03
87		0.79	0.08	170		0.14	0.04
88		1.41	0.12	171*		- (0.07)	
89		2.14	0.16	172		0.10	0.03
90		1.39	0.12	173		0.13	0.03
91	エイ	0.43	0.06	174		0.33	0.05
92		0.10	0.03	175*	ギンダラ	0.24	0.05
93		0.22	0.04	176		- (0.07)	
94		0.25	0.04	177*		0.35	0.06
95		0.14	0.03	178		0.18	0.04
96	エソ	0.07	0.02	179		- (0.07)	
97		0.22	0.04	180	ニシン	0.42	0.06
98		0.56	0.06	181		0.81	0.08
99		0.96	0.08	182		0.38	0.05
100		0.71	0.08	183		0.09	0.02
101	カジキ	0.77	0.08	184		0.15	0.03
102		0.62	0.07	185	ヒラマサ	2.82	0.20
103		0.77	0.08	186		4.08	0.25
104		1.86	0.14	187		1.38	0.11
105		0.95	0.09	188		2.33	0.17
106	カマス	2.32	0.16	189		5.09	0.29
107		4.28	0.27	190	ヒラメ	0.41	0.06
108		12.08	0.64	191		0.32	0.05
109		7.00	0.39	192		0.55	0.07
110		3.82	0.24	193		0.24	0.04
				194		0.44	0.06

111		0.61	0.07	195		0.17	0.04
112		0.55	0.06	196		- (0.07)	
113		0.76	0.07	197	フグ	0.26	0.04
114	カンパチ	0.79	0.09	198		0.20	0.04
115		0.38	0.05	199		0.27	0.04
116		1.64	0.12	200		1.01	0.10
117		1.64	0.13	201		1.26	0.10
118		0.83	0.08	202	ホウボウ	0.68	0.08
119		2.31	0.15	203		0.87	0.09
120	キス	0.64	0.07	204		0.77	0.08
121		1.41	0.12	205		1.54	0.14
122		1.16	0.10	206		0.50	0.07
123		0.63	0.07	207	ホッケ	0.14	0.03
124		0.25	0.04	208		0.27	0.04
125	キチジ	0.22	0.04	209		0.31	0.04
126		0.98	0.09	210		1.80	0.14
127		0.38	0.05	211		1.20	0.10
128		29.27	1.46	212	メバル	1.05	0.09
129		25.75	1.25	213		0.78	0.08
130	キビナゴ	41.36	2.03	214		0.53	0.06
131		29.29	1.44	215		8.37	0.44
132		193.50	8.74	216		9.66	0.52
133		35.46	1.72	217	ワカサギ	9.32	0.49
134		0.33	0.05	218		8.95	0.48
135		0.10	0.03	219		8.45	0.44
136	キンメダイ	0.66	0.07				
137		0.24	0.05				
138		0.49	0.07				
139		0.21	0.04				
140		0.18	0.04				
141	コチ	0.18	0.04				
142		0.28	0.05				
143		0.21	0.04				

*：カラム精製をして分析した試料

－：検出限界値未満、括弧内の数字は検出限界値

表 3-3 試料の分析結果(内臓)

試料番号	品目	放射能濃度 (Bq/kg)	統計誤差 (Bq/kg)	試料番号	品目	放射能濃度 (Bq/kg)	統計誤差 (Bq/kg)
1*	イカ	744.59	41.57	71	アンコウ	2.62	0.21
2*		376.94	19.50	72		5.18	0.31
3		275.49	12.78	73		1.45	0.12
4*		415.17	21.35	74		1.23	0.11
5		318.70	14.97	220		3.54	0.22
6		356.87	17.36	221*	イクラ	0.65	0.08
7		447.60	22.38	222*		0.95	0.10
8*		250.71	13.50	223		0.57	0.07
9		340.18	15.89	224*		1.20	0.12
10*		1918.60	90.25	225*		2.73	0.21
21	エビ	2.45	0.46	226	ウニ	0.68	0.07
22		37.75	2.51	227		1.94	0.14
23*		2.23	0.50	228		2.46	0.16
24*		57.32	3.78	229		1.72	0.13
25		42.48	2.51	230		2.83	0.19
26		3.99	0.57	231*	カズノコ	0.51	0.07
27		68.19	3.77	232		- (0.07)	
28		4.71	0.66	233		- (0.08)	
29		76.45	4.14	234		- (0.08)	
30		82.81	4.53	235		- (0.07)	
31	カニ	95.67	4.83	236	シラコ	0.14	0.03
32		28.04	1.70	237		0.08	0.02
33		28.45	1.84	238		0.23	0.04
34		140.25	6.88	239		0.26	0.04
35		117.07	5.83	240		0.17	0.04
36		94.81	4.96	241		0.16	0.03
37		18.90	1.34	242		0.22	0.04
38		343.96	16.13	243		0.21	0.04
39		109.97	5.41	244		0.26	0.04
40		79.57	4.04	245		0.20	0.04
41	タラコ	119.24	5.92	246	タラコ	0.23	0.06
42		209.41	9.90	247		- (0.08)	
43		261.06	12.79	248		- (0.08)	
44		128.05	6.33	249		0.11	0.03
45*		221.21	11.60	250		- (0.07)	
46		70.10	3.83				
47		337.11	15.81				
48		230.24	10.87				
49		288.91	13.32				
50		71.64	3.82				

*：カラム精製をして分析した試料

－：検出限界値未満、括弧内の数字は検出限界値

表 3-4 試料の分析結果(加工食品)

試料番号	品目	放射能濃度 (Bq/kg)	統計誤差 (Bq/kg)
251	イカ塩辛	2.94	0.20
252		1.05	0.09
253		7.95	0.43
254		0.80	0.07
255		1.66	0.12
256		6.20	0.35
257		3.43	0.21
258		5.12	0.29
259		2.20	0.15
260		2.28	0.16
261		2.55	0.17

表 4-1 品目ごとの実態調査結果の概要(甲殻類・軟体類)

a) 平均値

品目	平均値		
	放射能濃度 (Bq/kg)	標準偏差 (Bq/kg)	相対標準偏差 (%)
ホタルイカ	35.29	16.58	47
カニ	9.14	7.95	87
イカ	4.62	2.79	61
エビ	0.70	0.77	109
タコ	0.40	0.17	43

b) 最大値、最小値、中央値、検出数

品目	最大値(Bq/kg)		最小値(Bq/kg)		中央値(Bq/kg)		検出数* (分析試料数)
	放射能濃度	統計誤差	放射能濃度	統計誤差	放射能濃度	統計誤差	
ホタルイカ	59.63	3.00	15.95	0.86	34.97	1.75	10(10)
カニ	28.68	1.38	1.66	0.13	7.62	0.41	10(10)
イカ	7.91	0.43	0.76	0.07	5.31	0.29	10(10)
エビ	3.42	0.20	0.08	0.02	0.48	0.06	19(20)
タコ	0.78	0.09	0.17	0.04	0.41	0.05	10(10)

表 4-2 品目ごとの実態調査結果の概要(令和 5 年度に未調査の魚類)

c) 平均値

品目	平均値		
	放射能濃度 (Bq/kg)	標準偏差 (Bq/kg)	相対標準偏差 (%)
キビナゴ	59.11	66.07	112
ワカサギ	8.95	0.56	6
カマス	5.90	3.84	65
タチウオ	4.98	3.30	66
サワラ	3.51	1.37	39
ヒラマサ	3.14	1.46	47
イサキ	2.22	1.27	57
シラウオ	2.17	0.24	11
ウマヅラハギ	1.41	0.48	34
キス	1.27	0.65	51
メバル	1.07	0.48	45
カジキ	0.99	0.50	50
ホウボウ	0.92	0.23	25
カンパチ	0.91	0.52	57
アナゴ	0.84	0.43	51
ホッケ	0.55	0.57	103
エソ	0.50	0.36	72
キチジ	0.49	0.31	64
シタヒラメ	0.49	0.25	51
サメ	0.40	0.44	109
ヒラメ	0.39	0.12	30
ニシン	0.37	0.28	77
キンメダイ	0.36	0.22	60
ギンダラ	0.26	0.09	35
アンコウ	0.25	0.14	57
ウナギ	0.24	0.08	34
エイ	0.23	0.13	56
フグ	0.22	0.05	22
コチ	0.21	0.04	18
タラ	0.16	0.09	51
アラスカメヌケ	-	-	-

- : 全試料で不検出のため算出していない

d) 最大値、最小値、中央値、検出数

品目	最大値(Bq/kg)		最小値(Bq/kg)		中央値(Bq/kg)		検出数* (分析試料数)
	放射能濃度	統計誤差	放射能濃度	統計誤差	放射能濃度	統計誤差	
キビナゴ	193.50	8.74	25.75	1.25	32.38	1.59	6(6)
ワカサギ	9.66	0.52	8.37	0.44	8.95	0.48	5(5)
カマス	12.08	0.64	2.32	0.16	4.28	0.27	5(5)
タチウオ	10.06	0.54	0.85	0.08	4.77	0.27	5(5)
サワラ	4.93	0.33	1.81	0.15	3.44	0.23	5(5)
ヒラマサ	5.09	0.29	1.38	0.11	2.82	0.20	5(5)
イサキ	3.81	0.26	0.68	0.08	1.73	0.15	5(5)
シラウオ	2.43	0.16	1.79	0.12	2.18	0.16	5(5)
ウマヅラハギ	2.14	0.16	0.79	0.08	1.39	0.12	5(5)
キス	2.31	0.15	0.64	0.07	1.16	0.10	5(5)
メバル	1.80	0.14	0.53	0.06	1.05	0.09	5(5)
カジキ	1.86	0.14	0.62	0.07	0.77	0.08	5(5)
ホウボウ	1.26	0.10	0.68	0.08	0.87	0.09	5(5)
カンパチ	1.64	0.13	0.38	0.05	0.76	0.07	7(7)
アナゴ	1.39	0.11	0.39	0.05	0.96	0.09	5(5)
ホッケ	1.54	0.14	0.14	0.03	0.31	0.04	5(5)
エソ	0.96	0.08	0.07	0.02	0.56	0.06	5(5)
キチジ	0.98	0.09	0.22	0.04	0.38	0.05	5(5)
シタヒラメ	0.80	0.09	0.17	0.03	0.43	0.06	5(5)
サメ	1.05	0.10	0.10	0.03	0.22	0.04	4(5)
ヒラメ	0.55	0.07	0.24	0.04	0.41	0.06	5(5)
ニシン	0.81	0.08	0.09	0.02	0.38	0.05	5(5)
キンメダイ	0.66	0.07	0.10	0.03	0.33	0.05	5(5)
ギンダラ	0.35	0.06	0.18	0.04	0.24	0.05	3(5)
アンコウ	0.39	0.05	0.11	0.03	0.14	0.03	5(5)
ウナギ	0.38	0.05	0.19	0.04	0.20	0.04	5(5)
エイ	0.43	0.06	0.10	0.03	0.22	0.04	5(5)
フグ	0.27	0.04	0.17	0.04	0.23	0.04	4(5)
コチ	0.28	0.05	0.18	0.04	0.21	0.04	5(5)
タラ	0.33	0.05	0.10	0.03	0.13	0.03	5(6)
アラスカメヌケ	-	-	-	-	-	-	0(5)

-: 全試料で不検出のため算出していない

表 4-3 品目ごとの実態調査結果の概要(内臓)

e) 平均値

品目	平均値		
	放射能濃度 (Bq/kg)	標準偏差 (Bq/kg)	相対標準偏差 (%)
イカ	544.48	502.10	92
カニ	193.70	92.22	48
エビ	71.75	76.48	107
アンコウ	2.80	1.62	58
ウニ	1.93	0.82	43
イクラ	1.22	0.88	72
シラコ	0.19	0.06	29
タラコ	0.17	0.09	52
カズノコ*	-	-	-

* : カズノコ : 放射能濃度 0.51 Bq/kg、統計誤差 0.07 Bq/kg (n = 1)

f) 最大値、最小値、中央値、検出数

品目	最大値(Bq/kg)		最小値(Bq/kg)		中央値(Bq/kg)		検出数* (分析試料数)
	放射能濃度	統計誤差	放射能濃度	統計誤差	放射能濃度	統計誤差	
イカ	1918.60	90.25	250.71	13.50	366.91	18.46	10(10)
カニ	337.11	15.81	70.10	3.83	215.31	10.78	10(10)
エビ	343.96	16.13	2.23	0.50	62.76	3.77	20(20)
アンコウ	5.18	0.31	1.23	0.11	2.62	0.21	5(5)
ウニ	2.83	0.19	0.68	0.07	1.94	0.14	5(5)
イクラ	2.73	0.21	0.57	0.07	0.95	0.10	5(5)
シラコ	0.26	0.04	0.08	0.02	0.20	0.04	10(10)
タラコ	0.23	0.06	0.11	0.03	0.17	0.05	2(5)
カズノコ	-	-	-	-	-	-	1(5)

- : 1 検体のみの検出のため算出していない

表 4-4 品目ごとの実態調査結果の概要(加工食品)

g) 平均値

品目	平均値		
	放射能濃度 (Bq/kg)	標準偏差 (Bq/kg)	相対標準偏差 (%)
イカ塩辛	3.29	2.24	68

h) 最大値、最小値、中央値、検出数

品目	最大値(Bq/kg)		最小値(Bq/kg)		中央値(Bq/kg)		検出数* (分析試料数)
	放射能濃度	統計誤差	放射能濃度	統計誤差	放射能濃度	統計誤差	
イカ塩辛	7.95	0.43	0.80	0.07	2.55	0.17	11(11)

表 5-1 各品目の一人当たり一日平均喫食量(甲殻類・軟体類)

品目	一日平均喫食量 (g)
イカ	6.127
エビ	5.801
タコ	1.417
カニ	0.785
ホタルイカ	0.169

表 5-2 各品目の一人当たり一日平均喫食量(令和 5 年度に未調査の魚類)

品目	一日平均喫食量 (g)
タラ	4.037
エソ	3.35
ウナギ	1.2
ホッケ	1.153
キンメダイ	0.63
サメ	0.554
サワラ	0.531
アナゴ	0.511
タチウオ	0.511
ニシン	0.494
アラスカメヌケ	0.33
カジキ	0.319
カンパチ	0.301
キス	0.298
ギンダラ	0.249
メバル	0.233
イサキ	0.212
ヒラメ	0.185
カマス	0.176
キビナゴ	0.136
フグ	0.133
ワカサギ	0.113
ウマヅラハギ	0.066
シタビラメ	0.066
アンコウ	0.063
エイ	0.059
ヒラマサ	0.024
キチジ	0.021
ホウボウ	0.019
コチ	0.013
シラウオ	0.009

表 5-3 各品目の一人当たり一日平均喫食量(内臓)

品目	一日平均喫食量 (g)
タラコ	0.927
イクラ	0.515
ウニ	0.092
シラコ	0.089
カズノコ	0.039
アンコウ	0.003

表 6 ポロニウム 210 の預託実効線量係数

年齢	預託実効線量係数 (Sv/Bq)
3ヶ月(0～1歳)	2.6E-05
1歳(1～2歳)	8.8E-06
5歳(2歳～7歳)	4.4E-06
10歳(7～12歳)	2.6E-06
15歳(12～17歳)	1.6E-06
成人(17歳を超える)	1.2E-06

表 7-1 各品目のポロニウム 210 からの被ばく線量の推定値(甲殻類・軟体類)

品目	ポロニウム210 平均摂取量 (Bq/day)	ポロニウム210 平均摂取量 (Bq/year)	ポロニウム210 預託実効線量 (mSv/year)
イカ	2.8E-02	1.0E+01	1.2E-02
カニ	7.2E-03	2.6E+00	3.1E-03
ホタルイカ	6.0E-03	2.2E+00	2.6E-03
エビ	4.1E-03	1.5E+00	1.8E-03
タコ	5.7E-04	2.1E-01	2.5E-04

実効線量係数：公衆成人の 1.2E-06 Sv/Bq を用いて推定した

表 7-2 各品目のポロニウム 210 からの被ばく線量の推定値(令和 5 年度に未調査の魚類)

品目	ポロニウム210 平均摂取量 (Bq/day)	ポロニウム210 平均摂取量 (Bq/year)	ポロニウム210 預託実効線量 (mSv/year)
キビナゴ	8.0E-03	2.9E+00	3.5E-03
タチウオ	2.5E-03	9.3E-01	1.1E-03
サワラ	1.9E-03	6.8E-01	8.2E-04
エソ	1.7E-03	6.2E-01	7.4E-04
カマス	1.0E-03	3.8E-01	4.5E-04
ワカサギ	1.0E-03	3.7E-01	4.4E-04
タラ	6.5E-04	2.4E-01	2.8E-04
ホッケ	6.4E-04	2.3E-01	2.8E-04
イサキ	4.7E-04	1.7E-01	2.1E-04
アナゴ	4.3E-04	1.6E-01	1.9E-04
キス	3.8E-04	1.4E-01	1.7E-04
カジキ	3.2E-04	1.2E-01	1.4E-04
ウナギ	2.9E-04	1.1E-01	1.3E-04
カンパチ	2.7E-04	1.0E-01	1.2E-04
メバル	2.5E-04	9.1E-02	1.1E-04
キンメダイ	2.3E-04	8.3E-02	1.0E-04
サメ	2.2E-04	8.1E-02	9.7E-05
ニシン	1.8E-04	6.7E-02	8.0E-05
ウマヅラハギ	9.3E-05	3.4E-02	4.1E-05
ヒラマサ	7.5E-05	2.8E-02	3.3E-05
ヒラメ	7.2E-05	2.6E-02	3.2E-05
ギンダラ	6.4E-05	2.3E-02	2.8E-05
シタビラメ	3.2E-05	1.2E-02	1.4E-05
フグ	3.0E-05	1.1E-02	1.3E-05
シラウオ	2.0E-05	7.1E-03	8.6E-06
ホウボウ	1.7E-05	6.4E-03	7.6E-06
エイ	1.4E-05	5.0E-03	5.9E-06
キチジ	1.0E-05	3.8E-03	4.5E-06
アンキモ	8.4E-06	3.1E-03	3.7E-06
コチ	2.8E-06	1.0E-03	1.2E-06
アラスカメヌケ*	0.0E+00	0.0E+00	0.0E+00

*：全試料で検出下限未満であったため、濃度を 0 と仮定して預託実効線量を算出した。

実効線量係数：公衆成人の 1.2E-06 Sv/Bq を用いて推定した

表 7-3 各品目のポロニウム 210 からの被ばく線量の推定値(内臓)

品目	ポロニウム210 平均摂取量 (Bq/day)	ポロニウム210 平均摂取量 (Bq/year)	ポロニウム210 預託実効線量 (mSv/year)
イクラ	6.3E-04	2.3E-01	2.8E-04
ウニ	1.8E-04	6.5E-02	7.8E-05
タラコ	1.6E-04	5.7E-02	6.8E-05
カズノコ*	2.0E-05	7.2E-03	8.7E-06
シラコ	1.7E-05	6.3E-03	7.5E-06
アンコウ	1.4E-05	5.1E-03	6.2E-06

* : 5 試料中 1 試料のみで検出されたため、当該検出値に基づく参考値として示した。

実効線量係数：公衆成人の 1.2E-06 Sv/Bq を用いて推定した

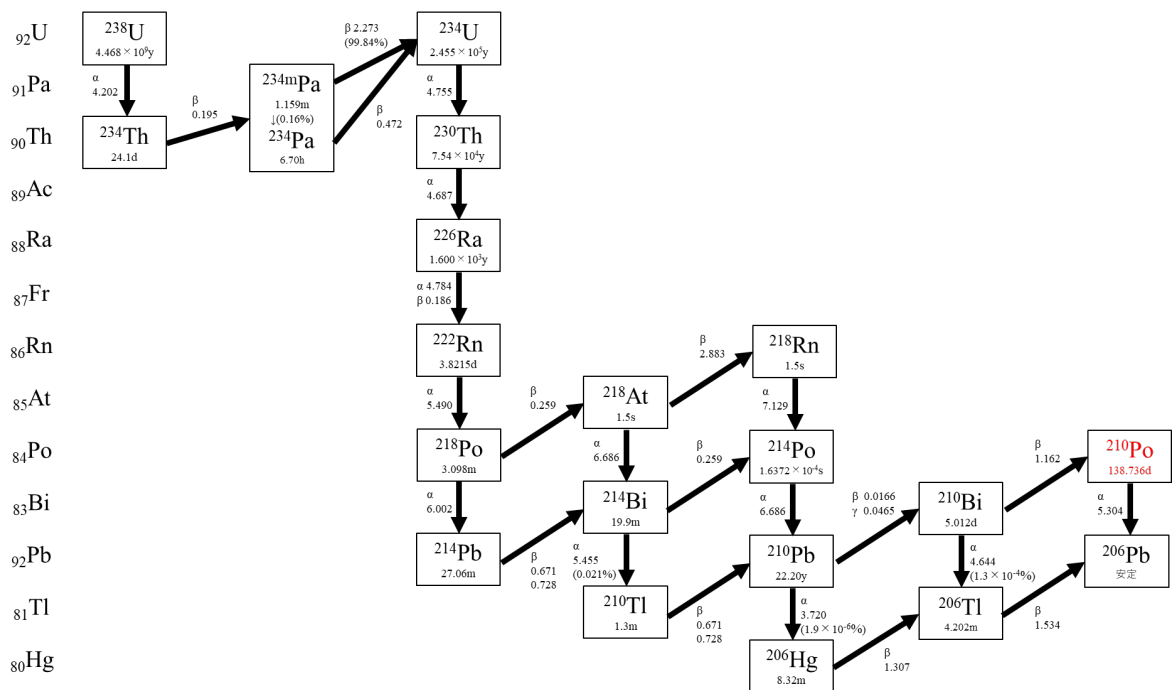


図 1 ウラン壊変系列図

核種の下に数字は半減期、壊変様式の下又は横の数字は放射線のエネルギー(MeV)を示す。

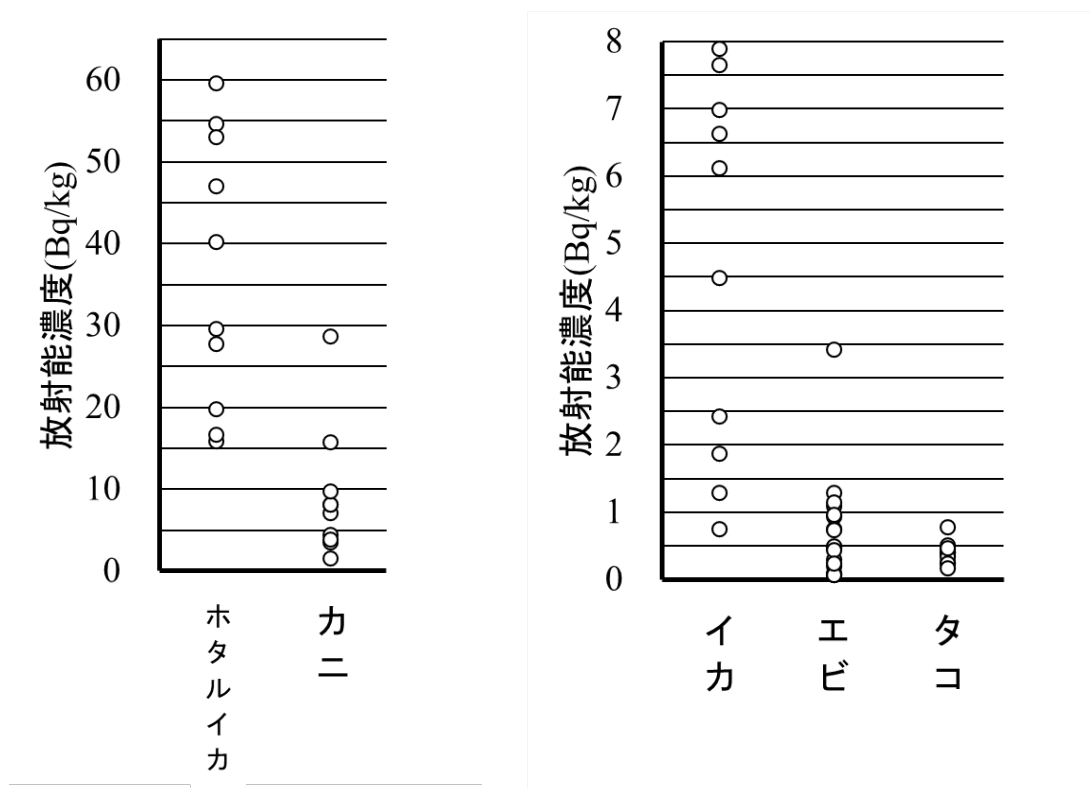
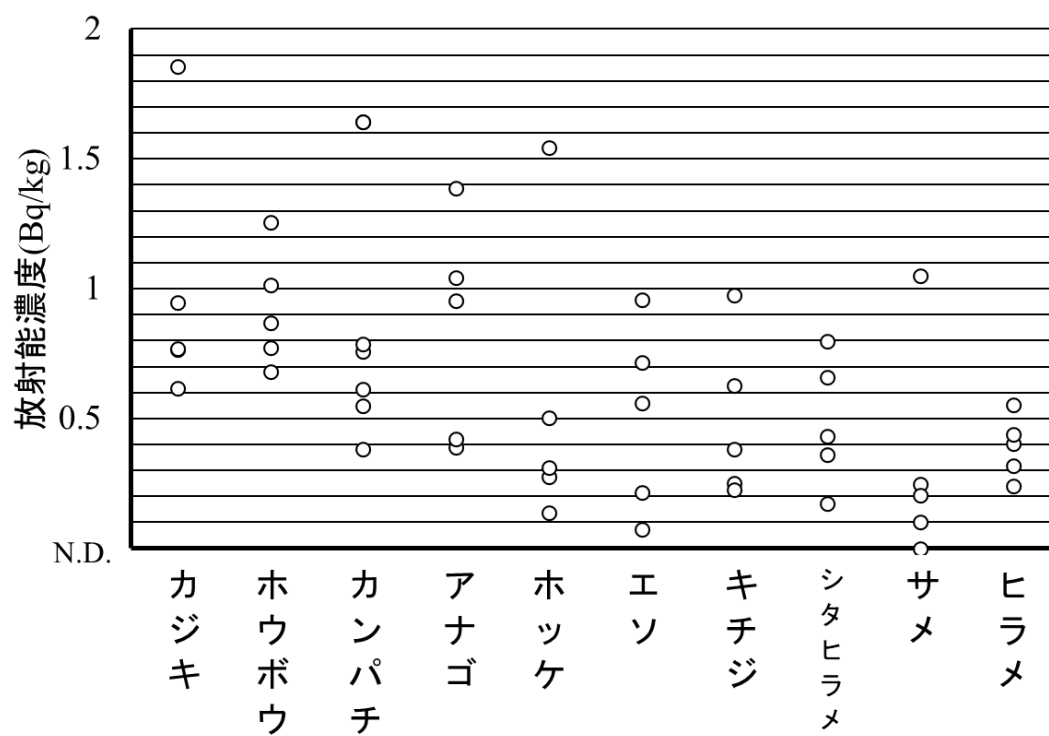
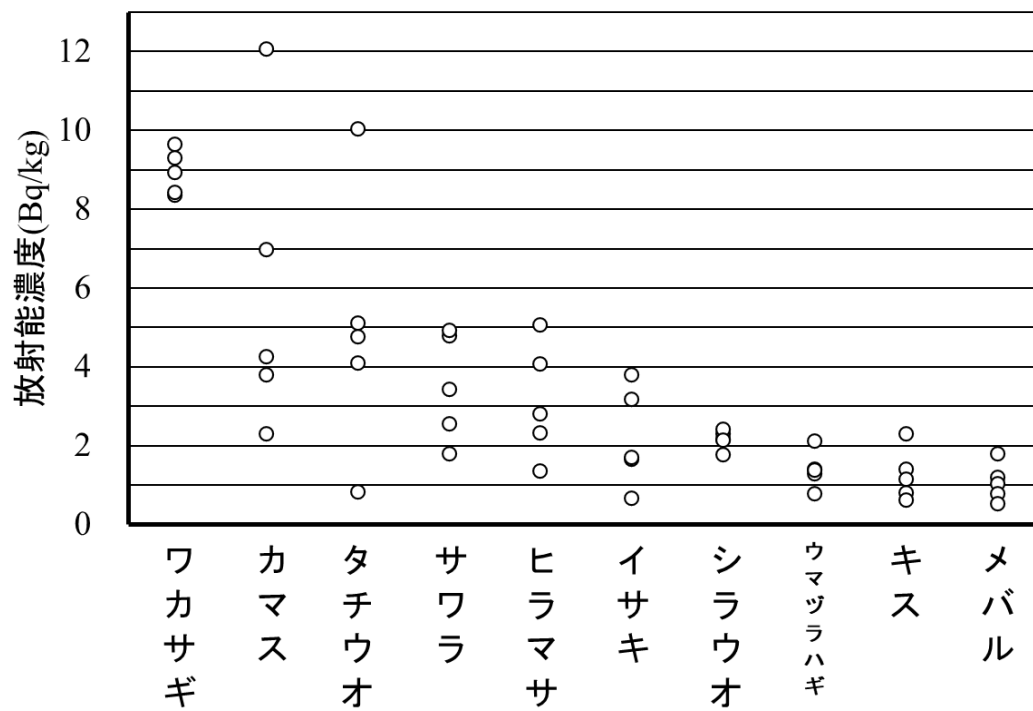


図 2-1 各品目のポロニウム 210 の放射能濃度(甲殻類・軟体類)



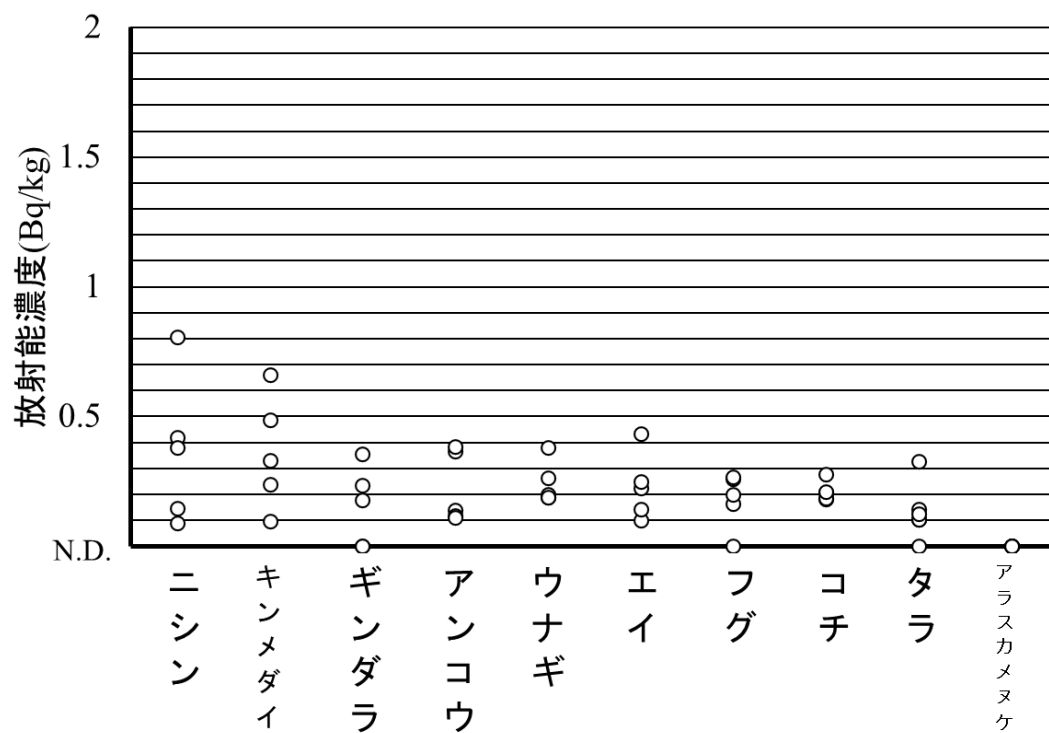


図 2-2 各品目のポロニウム 210 の放射能濃度(令和 5 年度に未調査の魚類)

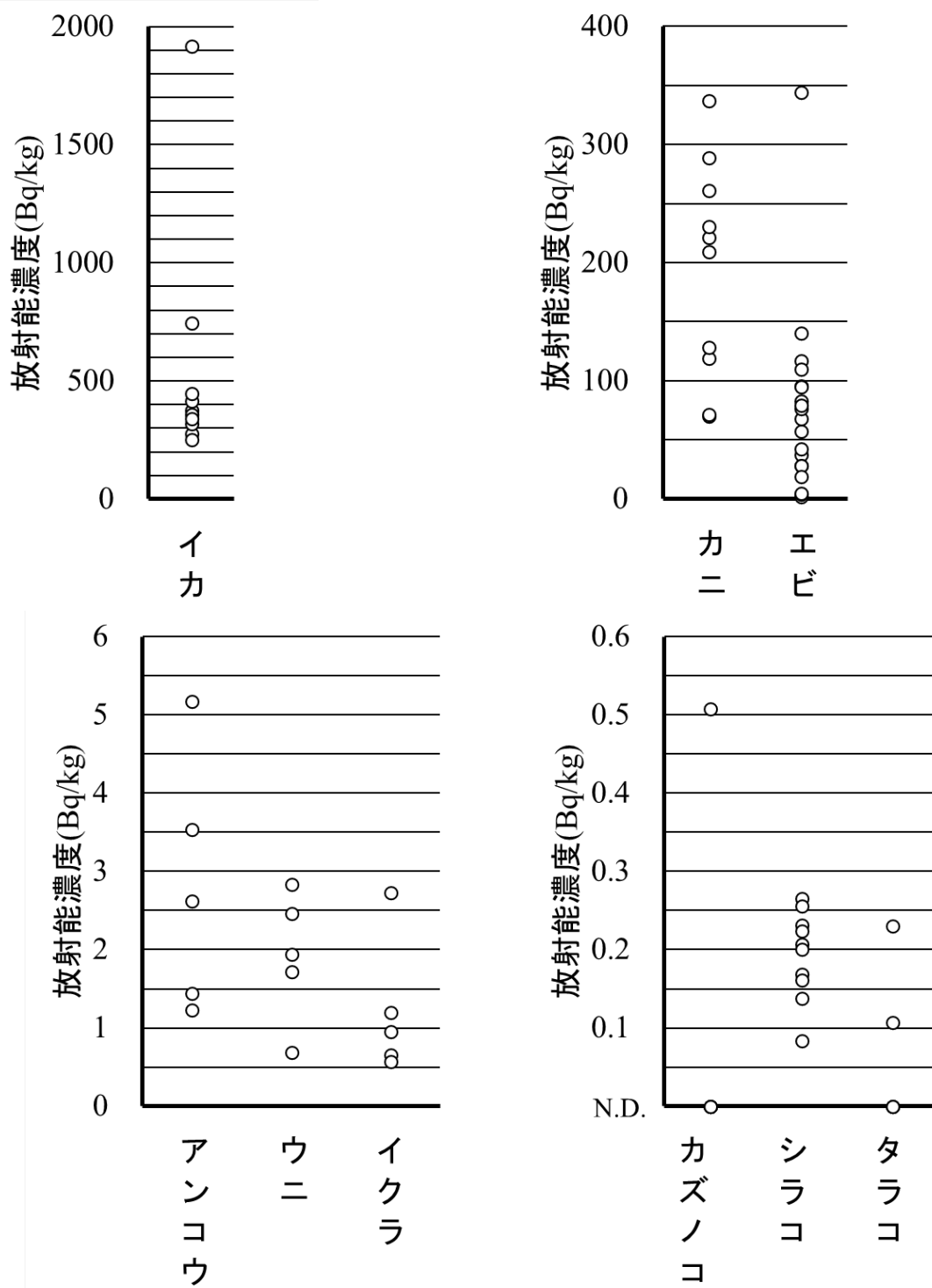


図 2-3 各品目のポロニウム 210 の放射能濃度(内臓)

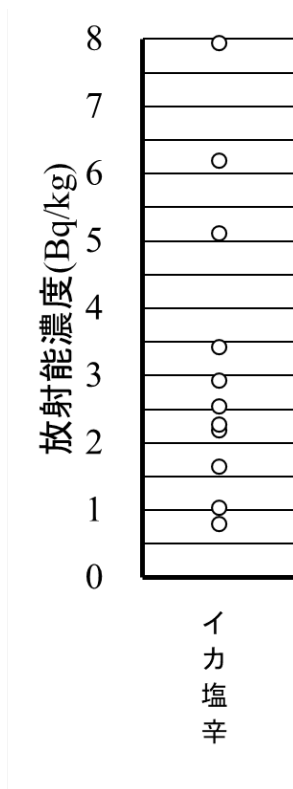


図 2-4 各品目のポロニウム 210 の放射能濃度(加工食品)