

Ⅱ. 総 合 分 担 研 究 報 告

食品中放射性物質等の実態調査

片岡 洋平

令和 5～7 年度 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)

総合分担研究報告書

食品中放射性物質等の実態調査

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 Po-210 の影響が重要である。しかし、魚介類中 Po-
210 濃度に関する実測データは限られており、魚種、部位及び喫食形態の違いを含めた詳細
な実態把握は十分ではない。そこで本研究では、魚介類からの Po-210 による内部被ばく線
量の推定を目的として、市場に流通する魚介類中 Po-210 濃度の実態調査を実施した。

令和 5 年度には海水魚及び淡水魚 14 魚種 146 試料、令和 6 年度には貝類 10 種 110 試料、
令和 7 年度には甲殻類、軟体類、棘皮動物、未調査魚種及び加工品 36 品目 261 試料を対象
として分析を行い、3 年間で合計 517 試料を調査した。

その結果、筋肉部を主体とする一般的な可食部では、多くの試料で Po-210 濃度は 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高濃度に Po-210 が検出され、
最大で約 1900 Bq/kg に達した。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、Po-210 が代謝活性の高い組織へ選択的に集積する既知の知見と整合した結
果が得られた。

魚類では、シラス及びカツオで 100 Bq/kg を超える試料が認められ、サンマ内臓では筋肉
部の最大 28 倍の高濃度が検出された。貝類では、分析した全試料から Po-210 が検出され、
内臓を含む可食部を有する種で高濃度を示した。甲殻類及び軟体類では、イカ内臓で最大
約 1900 Bq/kg と特に高濃度であり、ホタルイカ等の内臓を含む小型品目でも比較的高濃度
が認められた。加工品であるイカ塩辛では全試料から Po-210 が検出されたものの、内臓試
料と比較すると低濃度であり、加工工程による希釈効果が示唆された。また、外国産試料で
は国産と比較して低濃度又は不検出となる傾向が認められ、流通過程における Po-210 の経
時減衰の影響が示唆された。

魚介類由来の Po-210 による預託実効線量を推定した結果、令和 5 年度(0.35 mSv/year)、令
和 6 年度(0.049 mSv/year)、令和 7 年度(0.030 mSv/year)の統合評価として約 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由来 Po-210 内部被ばく線量 0.73 mSv/year の
約 59%に相当した。本研究で調査した品目は魚介類全喫食量の 96.9%をカバーしており、
未調査品目の寄与を考慮しても魚介類全体からの預託実効線量は 0.45 mSv/year 未満と推定

された。また、近年の魚介類喫食量の減少傾向を反映した場合には、預託実効線量は約 0.28 mSv/year 程度まで低下する可能性が示唆された。

以上より、魚介類が日本人における Po-210 内部被ばくの主要寄与源であることが改めて示された。一般的な食生活において Po-210 による内部被ばくが健康影響上問題となるほど過大である可能性は低いと考えられるが、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引き続き重要である。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 Po-210 による内部被ばく線量の推定精度の更なる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
門脇 光里 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。

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。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。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 と推定されており、このうち食品の摂取による内部被ばく線量は 0.29 mSv とされている。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²⁾。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²⁻³⁾。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 によると推定されており⁴⁻⁵⁾、食品の摂取による内部被ばくへの寄与は大きいといえる。

ポロニウム 210 はウラン系列に属し、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⁶⁾。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。Po-210 は海洋生態系において生物濃縮されやすく、特に海産生物の消化腺等の代謝活性の高い組織へ選択的に集積することが知

られている⁷⁾。

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²⁾、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 80%が魚介類に由来することが判明している⁸⁾。しかし、各魚介類におけるポロニウム 210 の放射能濃度のデータは依然として少ない。

そこで本研究では、魚介類からのポロニウム 210 の被ばく線量の推定を目的に、市場に流通する魚介類のポロニウム 210 の放射能濃度の実態を調査した。令和 5 年度は魚類(海水魚及び淡水魚 14 魚種)、令和 6 年度は貝類(10 種)、令和 7 年度は甲殻類、軟体類、棘皮動物、未調査魚種及び加工品(36 品目)を対象として、3 年間にわたり順次調査を実施した。

B. 研究方法

1) 試料

令和 5 年度には、海水魚及び淡水魚 14 魚種(アジ、アユ、イワシ、カツオ、カレイ、サケ、サンマ、シシヤモ、シラス、スズキ、タイ、ブリ、マグロ、マス)を対象として 146 試料を収集した。

令和 6 年度には、喫食量の多い貝類 10 種(アサリ、アワビ、カキ、サザエ、シジミ、ツブ、ハマグリ、ホタテ、ホッキガイ、ムールガイ)110 試料を収集した。

令和 7 年度には、甲殻類、軟体類、棘皮動物、未調査魚種及び加工品を対象とし、イカ、エビ、タコ、カニ、ホタルイカ、ウニに加え、アナゴ、アンコウ、キビナゴ、ワカサギ等の魚類並びにイカ塩辛等、合計 36 品目 261 試料を収集した。

試料は令和 5 年度から令和 7 年度にかけて首都圏の小売店等において購入した。一般的な食習慣に基づき可食部を採取し、粉碎して分析試料とした。筋肉部主体の

試料に加え、内臓又は消化腺を含む試料についても分析を行った。また、ホタルイカ、キビナゴ、シラウオ及びワカサギ等については、筋肉部と内臓を一体として分析した。

2) 分析法

既報⁸⁻¹⁰⁾を参考として、Po-210 の α 線分析を実施した。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、回収率確認用として Po-209 硝酸標準溶液(0.04 Bq/mL)1 mL を添加した後、硝酸により湿式分解した。湿式分解後、Po-209 の回収率が 75~80%未満の試料については、Sr/Spec Resin カラムを用いたキレート抽出クロマトグラフィーにより Po-210 を分離した。その後、電気分解法(0.1 アンペア、2 時間半)によりステンレス板上に Po を電着し、PIPS 検出器を装備した α 線スペクトロメータにより 86,400 秒間測定した。

Po-210 放射能濃度を α 線スペクトル解析ソフトにより算出し、分析試料の放射能濃度は試料購入日時点に減衰補正した。分析試料 10 g における検出限界値(LOD=3 σ)はおおむね 0.06~0.14 Bq/kg であった。

また、各品目の平均 Po-210 濃度と喫食量データ¹¹⁾、及び ICRP Publication 72¹²⁾に基づく預託実効線量係数(公衆成人：1.2 $\times 10^{-6}$ Sv/Bq)を用いて、魚介類由来の Po-210 による預託実効線量を推定した。

C. 研究結果

3 年間で合計 517 試料について Po-210 濃度を測定した結果、多くの筋肉部主体の可食部では 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高濃度に Po-210 が検出され、最大で約 1900 Bq/kg に達した。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

を超えた。

魚類では、可食部における平均 Po-210 濃度は 14 魚種を通じて 0.5～60 Bq/kg の範囲にあり、シラス及びカツオで 100 Bq/kg を超える試料が認められた。サンマ内臓では最大で 736 Bq/kg に達し、同一試料の筋肉部との濃度比は 5.8～28 倍(平均 17 倍)であった。令和 7 年度に調査したキビナゴ、ワカサギ及びシラウオ等の小型魚では比較的高濃度を示した。なお、マス及びシシヤモ等、外国産又は輸入品が多い魚種では比較的低濃度の試料が多く認められた。

貝類では、分析した全 110 試料から Po-210 が検出された。貝の種類別の平均 Po-210 濃度は 1～50 Bq/kg の範囲にあり、ムールガイが最も高く、シジミ、アサリ、ハマグリ及びカキの順に高かった。これらの貝では平均濃度が 20～50 Bq/kg の範囲にあった。一方、アワビ、サザエ、ホタテ、ホッキガイ及びツブでは平均濃度が 1～10 Bq/kg の範囲と比較的低濃度であった。また、外国産のムールガイでは日本産と比較して著しく低濃度(20%以下)であった。

甲殻類及び軟体類の筋肉部では、ホタルイカで平均 35 Bq/kg(最大 60 Bq/kg)と比較的高濃度を示した。イカ、カニ及びエビの筋肉部では平均濃度が 0.1～10 Bq/kg の範囲にあった。内臓では著しく高濃度となり、イカ内臓では平均 544 Bq/kg、最大約 1900 Bq/kg が検出され、筋肉部との濃度比は 49～571 倍(平均 180 倍)に達した。カニ内臓では平均濃度が 100 Bq/kg 以上、エビ内臓では 10～100 Bq/kg の範囲にあった。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 Po-210 濃度が低い傾向が確認された。外国産試料(アラスカメヌケ、イクラ、カズノコ等)では国

産と比較して低濃度又は不検出となる傾向が認められた。

加工品であるイカ塩辛では、全試料から Po-210 が検出されたものの、平均濃度は約 3 Bq/kg(最大約 8 Bq/kg)であった。

魚介類由来の Po-210 による預託実効線量を推定した結果、令和 5 年度(魚類 14 魚種 : 0.35 mSv/year)、令和 6 年度(貝類 10 種 : 0.049 mSv/year)、令和 7 年度(甲殻类等 36 品目 : 0.030 mSv/year)の統合評価として約 0.43 mSv/year と推定された。また、3 年間で調査した品目の喫食量は魚介類全喫食量の 96.9%をカバーしており、未調査品目の寄与を考慮しても魚介類全体からの預託実効線量は 0.45 mSv/year 未満と推定された。

D. 考察

Po-210 が代謝活性の高い組織へ選択的に集積する既知の知見と整合した結果が得られた。シラスで平均濃度が最も高かった理由としては、魚全体が可食部であり、Po-210 が蓄積するとされる内臓を含んで分析しているためと考えられた。小型魚で Po-210 が高濃度であった要因としては、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 Po-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。マス及びシシヤモ等の外国産又は輸入品が多い魚種で低濃度が多く認められた理由としては、Po-210 の半減期(138 日)を踏まえると流通過程における経時減衰の影響が示唆された。

貝類において身と内臓を一体として可食部としている種(ムールガイ、シジミ、アサリ、ハマグリ、カキ)で高濃度を示し、身のみを可食部とする種(アワビ、サザエ、ホタテ等)で低濃度であったことは、Po-210 が内臓に蓄積するという既知の知見と整合するものであった。外国産のムー

ルガイで著しく低濃度であったことも、流通過程における経時減衰の影響と考えられた。

ホタルイカにおいて高濃度が認められた理由としては、筋肉部と内臓を一体として可食部としたためと考えられた。これらの結果から、Po-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)に強く依存することが改めて示された。外国産試料で低濃度又は不検出となる傾向が認められたことも、輸送・流通過程における経時減衰の影響が主要因と考えられ、今後は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系統的な評価が必要であると考えられた。

加工品であるイカ塩辛でイカ内臓と比較して著しく低値であった理由として、原料として用いられたイカ内臓のうち Po-210 が高濃度に蓄積する中腸腺の割合が相対的に低い可能性や、イカ内臓以外の原材料による希釈効果、加工工程の影響等が考えられた。

預託実効線量の推定値(約 0.43 mSv/year)は、日本において見積もられている食品由来 Po-210 内部被ばく線量 0.73 mSv/year の約 59%に相当した。なお、本推定に用いた喫食量データは 2005～2007 年の調査に基づいているが、近年の水産白書¹³⁾では魚介類喫食量が当該期間と比較して約 65%水準まで減少していることが示されており、現在の食生活を反映した場合には、魚介類由来 Po-210 による預託実効線量は約 0.28 mSv/year 程度まで低下する可能性が示唆された。

以上より、魚介類は日本人における Po-210 内部被ばくの主要寄与源であることが改めて示されたが、一般的な食生活において健康影響上問題となるほど過大な内部被ばくとなる可能性は低いと考えられた。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。

E. 結論

市場に流通する魚介類中 Po-210 濃度について、令和 5 年度から令和 7 年度の 3 年間にわたり包括的な実態調査を実施し、合計 517 試料を分析した。

その結果、Po-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)に強く依存することが示された。筋肉部主体の一般的な可食部では比較的低濃度であった一方、消化腺を含む内臓では著しく高濃度となり、喫食形態の違いを考慮した評価の重要性が改めて示された。

魚介類由来の Po-210 による預託実効線量は約 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由来 Po-210 内部被ばく線量 0.73 mSv/year の約 59%に相当した。本研究で調査した品目は魚介類全喫食量の 96.9%をカバーしており、魚介類が日本人における Po-210 内部被ばくの主要寄与源であることが改めて確認された。また、近年の喫食量減少傾向を反映すると、現在の預託実効線量はさらに低い水準にある可能性が示唆された。

以上より、一般的な食生活において Po-210 による内部被ばくが健康影響上問題となるほど過大である可能性は低いと考えられた。今後は、外国産魚介類の流通条件の影響評価や最新の喫食量データに基づく再推計を進め、推定精度の更なる向上を図ることが重要である。

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) 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).
 - 3) 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).
 - 4) International Atomic Energy Agency, Exposure due to radionuclides in food other than during a nuclear or radiological emergency, *IAEA-TECDOC-2011*, IAEA, Vienna (2022).
 - 5) 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).
 - 6) アイソトープ手帳 12 版, 日本アイソトープ協会 (2020).
 - 7) 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).
 - 8) 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」
 - 9) 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).
 - 10) 衛生試験法・注解 2020, 公益社団法人 日本薬学会 (2020).
 - 11) 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」
 - 12) 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).
 - 13) 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) 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：魚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 120 回日本食品衛生学会学術講演会 愛知県春日井

市(2024.11.8)

- 2) 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)

- 3) 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 群馬県高崎市 (2025.11.7)

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし