

I. 総括研究報告

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

蜂須賀 暁子

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関する研究
令和3年度研究総括報告書

研究代表者 蜂須賀暁子 国立医薬品食品衛生研究所生化学部第一室長

研究要旨

平成23年の東京電力福島第一原子力発電所事故によって生じた食品中放射性物質の検査は、原子力災害対策本部が決定したガイドラインに従って、地方自治体において検査計画に基づいたモニタリング検査が行われている。当該ガイドラインは、モニタリング検査結果の推移や新たな科学的知見の集積、出荷制限等の解除事例の状況等も見極めつつ、検査等を合理的かつ効率的に実施するために随時見直しが行われている。本研究課題では、食品行政に資することを目的とし、ガイドラインを改正するための科学的知見として、以下の課題について検討した。

（1）食品中放射性物質の検査体制の評価手法の検討

福島第一原子力発電所事故の影響による食品中の放射性セシウム測定について、近年試料を前処理せずそのまま測定する非破壊式放射能測定装置が開発され利用されている。このような装置による測定は、設計上想定した試料の配置や放射性物質の分布のばらつき範囲において測定を行うことが重要となる。昨年度の本研究では、同一の実試料を用いて異なる機種の新非破壊式装置による測定とGe検出器を用いた公定法による測定結果との比較検討を主に進め、令和2年3月に事務連絡「非破壊検査法による食品中の放射性セシウムスクリーニング法について」が厚生労働省医薬・生活衛生局食品監視安全課より発出され、まつたけについて非破壊式放射能測定装置を利用した検査が可能となった。本年度は、この非破壊式装置による検査対象とする試料の適用拡大を検討すべく、野生キノコ全25種141検体、ネマガリタケ及びモウソウチクのタケノコそれぞれ30検体及び19検体を用いて測定値を比較した。いずれの機種についてもGe検出器の測定結果と比較し、非破壊式装置による測定結果の多くで低めに評価される傾向が見られたが、両者間で良好な相関が得られた。

さらに野生キノコの4種及びタケノコについて100 Bq/kgに対するスクリーニング検査への適用性について回帰直線の予測区間による方法を用いて検討し、99%予測区間の上限値が100 Bq/kgの場合の予想される試料の放射能濃度を評価した。その結果、機種及び品種によって異なるが、野生キノコ3種で30～70 Bq/kg、タケノコで50 Bq/kgを超えるスクリーニングレベルの設定が可能であった。さらにタケノコについては不可食部を含む試料の測定が可食部濃度の評価に及ぼす影響を検討し、本検討で用いた試料では可食部濃度と不可食部を含む試料全体の平均濃度の比はほぼ1であり、不可食部を含む試料の測定による可食部濃度の評価が可能であることが示唆された。本研究成果によりネマガリタケ及びモウソウチクの皮付きタケノコが「非破壊検査法による食品中の放射性セシウムスクリーニング法」の適用試料種に追加された。

（2）食品中放射性物質濃度データ解析

厚生労働省ホームページで公開された食品中の放射性セシウム（ ^{134}Cs , ^{137}Cs ）濃度の

検査データ（以下、公開データと略す。）を解析し、得られた結果を考察した。令和3年度は、公開データの中から果実類ならびにそれらを加工した食品に関するデータについて解析した。その結果、果実類の多くは^{134,137}Cs未検出と報告されており、2017年に採取されたクリ1件を最後に生鮮果実類には基準値を超えるような報告はなかった。一方で、あんぼ柿、干し柿等の一部の果実類の加工食品には、2021年にも基準値超過の報告があった。このことから、生鮮果実類に関しては、引き続き検査数の削減対象ではあるが、少なくとも、地方自治体の検査計画の中で検査対象品目に挙げられている、あんぼ柿、干し柿等の果実類の乾燥加工食品については、モニタリングを継続していく必要性が示唆された。

（3）食品中放射性物質等有害物質調査

食品からの内部被ばくは、事故で放出されたセシウム等の人工核種よりも天然核種由来のものの方が大きく、水産物の摂取量が多い我が国においてはポロニウム210の影響が大きいことがこれまでの研究により示唆されている。しかし、その推定被ばく線量はデータ数が少なく、実態は不明であることから、ポロニウム210の摂取量調査をマーケットバスケット試料により行った。測定方法としては、放射能測定法シリーズ記載のα線測定法および衛生試験法注解等を参考にした。カラム分離の有無について比較検討し、調味料を除けば両者で良好な相関が認められた。食品群ごとのポロニウム210濃度から、摂取量を算出し、被ばく線量を推定した。食品中のポロニウム210濃度測定の結果、食品群としては魚介類で高く、喫食量をかけ合わせた摂取量から算出された預託実効線量は0.3-0.6 mSv/y程度となり、そのうちの約8割が魚介類に由来した。この魚介類の喫食量は全体として減少傾向にあり、また若年者で少ないことから、現在の国民一人あたりのポロニウム210からの内部被ばく線量の公称値とされる値(0.73 mSv/y)よりも低い可能性が示唆された。より正確な食品中ポロニウム210のリスク評価を行うには、魚介類を主とした品目別、産地別、喫食部位別の放射能濃度および年齢別の喫食量等の詳細なデータに基づく調査研究が必要である。

（4）消費者への食品検査及び安全性情報伝達方法に関する検討

事故から10年以上が経過し、これまでのデータからは日本市場に流通している食品からはほとんど放射性物質は検出されていないことが示され続けている。しかし時間経過とともに放射性物質への関心は薄れ、複雑な基準の意味や検査の背景を理解しようとする動機も乏しいままになんとなく放射能が危険だという印象だけで被災地への風評被害が問題となる場合がある。この課題では「食品の安全性」に関する一般的認識を調査した。各種食品中汚染物質基準に関しては、国内基準のないもの以外は概ね現在の基準が支持されていた。食品の安全性については一部の人たちを除き安全だと思っている、あまり心配していないという意見が多かった。食品の安全性に不安がある人は食品中汚染物質の基準についてもより小さい値を要求する傾向があるようだった。現在特に放射性物質を食品安全上の問題だと認識している人は極めて少なく、仮に風評被害があるとしてもそれは消費者が駆動しているものではないと思われる。

研究分担者 山田 崇裕 近畿大学原子力研究所准教授

研究分担者 中村 公亮 国立医薬品食品衛生研究所食品部第五室長

研究分担者 畝山智香子 国立医薬品食品衛生研究所安全情報部長

A. 研究目的

平成23年3月の東京電力福島第一原子力発電所の事故により、食品の放射性物質による汚染が危惧されたため、食品衛生法上の暫定規制値が設定された。続いて、平成24年4月には放射性セシウムの基準値が全ての食品に設定された。食品中の放射性物質検査は、原子力災害対策本部で決定したガイドラインに従い、地方自治体において検査計画に基づくモニタリング検査を実施しており、基準値を超過した食品については回収・廃棄等の対応を行っている。当該検査ガイドラインは、平成29年度に、自治体等の要望を受け、検査対象品目・自治体等の大幅な緩和を行ったことから、ガイドラインの改定による影響を、基準値超過率や超過品目の変動を注視するだけでなく、消費者意識等も含め総合的に評価し、安全確保体制が維持できていることの確認が必要となる。また、復興とともに変化する最新の状況を反映した社会的に合理的な検査体制を保つために、ガイドラインの改定は、今後も毎年度変更することが想定されることから、単に各年度の影響を評価するのみにとどまらず、影響評価手法の開発が必要である。

そこで、本研究では、震災に起因する食品中の放射性物質等に関し、相互に関連する下記4課題について検討を行った。これらの研究課題を遂行することにより、検査ガイドラインの改定に伴う影響を評価することが可能となり、効果的な改定案提出に貢献し、結果として、適切な食品の流通を保証する監視体制が構築・維持され、食

品の安全・安心が高まることが期待される。

(1) 食品中放射性物質の検査体制の評価手法の検討

ガンマ線を利用した食品中放射性物質の検査法は、食品試料を均質化して設定した測定容器に充填し、比較対象とする標準線源とできる限り同じ条件にすることにより信頼性を確保しているが、これらの検体試料は一般に食品としての価値を失う。一方で、食品を破碎せずそのまま測定する非破壊式放射能測定装置が開発されているが、これらを用いた測定法は、測定試料の不定形および不均質性が測定における不確かさを増大させるものの、実際の試料測定における測定精度、正確度については十分明らかにはされていない。そこで本課題では、非破壊式装置による測定について、対象試料を選定し、汚染状況と測定精度を考慮した上で、従来行われている検査と同等の信頼性を確保するための詳細な適用条件及び運用基準を科学的に設定し、検査手法としての検討を行い、提案する。

(2) 食品中放射性物質濃度データ解析

厚生労働省に報告される食品中の放射性セシウム検査データを年度ごとに解析し、放射性セシウム濃度の経時的変化、食品群間の放射性セシウム濃度の変動等についての情報を得る。基準値超過食品が流通していないことの確認は、検査と出荷制限の体制が適切に機能していることの根拠となる。また、今後の重大災害時における施策立案の基礎となる知見となる。

(3) 食品中放射性物質等有害物質調査

食品からの内部被ばくは、事故で放出さ

れたセシウム等の人工核種よりも天然核種由来のものの方が大きく、水産物の摂取量が多い我が国においてはポロニウム 210 の影響が大きいことがこれまでの研究により示唆されている。しかし、その推定被ばく線量はデータ数が少なく、実態は不明であることから、Po-210 の摂取量を調査し、被ばく線量を推定する。

(4) 消費者への食品検査及び安全性情報伝達方法に関する検討

生産者の努力により流通食品の基準値超過食品率が極めて低く抑えられているにもかかわらず、依然として国内外の風評被害が存在するという事は、消費者の食品検査及び食品検査結果についての理解と納得が得られていないことを示している。その現状を認識し、食品の安全性情報の伝え方と消費者意識調査を継続的に行い、安全だけでなく安心に繋げる方法の検討を行う。

B. 方法

(1) 食品中放射性物質の検査体制の評価手法の検討

本研究においては、非破壊式装置の特徴や測定原理を念頭に、5 機種 of 非破壊式装置を用いて福島県及び宮城県内で採取された実試料を用いて、破碎等の前処理をしない非破壊式装置による測定と Ge 検出器を用いた公定法による測定結果との比較検討を行った。非破壊式装置を用いた研究では、野生キノコ全 25 種 141 検体、ネマガリタケ（福島県産）及びモウソウチク（宮城県産）のタケノコそれぞれ 30 検体及び 19 検体を用いて測定値を比較した。野生キノコ及び

ネマガリタケは比較性を確保するために同一試料を 3 機種 of 装置で測定した。ただし、ネマガリタケは測定室の大きさの制限により 2 機種のみで測定した。モウソウチクのタケノコはベルトコンベア式の連続個別非破壊放射能測定システム 2 機種 (A01 及び A01S) を用いた。測定時間は A01 及び A01S それぞれで 34 秒及び 72 秒とした。試料の測定は各 4 回実施した。試料は測定の都度置き換えを行った。試料はその全体形状を把握するため写真に記録した。非破壊式装置による測定を行った試料は、Ge 検出器を用いて食品検査法に準拠して放射能分析を行った。

また、非破壊式装置を用いた測定に影響を及ぼすと考えられる試料中の放射性セシウム不均一分布について、試料固体中の分布状況を把握するため、イメージングプレートを用いた分布測定、および部位別試料の Ge 検出器による測定も行った。

(2) 食品中放射性物質濃度データ解析

全国の自治体等から厚生労働省に報告された食品中の ^{134}Cs , ^{137}Cs 濃度検査結果は、厚生労働省 Web サイト “東日本大震災関連情報” で 2012 年 4 月から 2022 年 3 月までに公表された “月別の検査結果” から入手した。データの集計は、検査全体の検体数・流通品および非流通品・食品カテゴリ・確定数値および不確定数値の経年推移を対象に行った。放射性セシウムの検出の定義は、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の濃度の和が 25 Bq/kg 超であるものとした。また、基準値超過件数は一般食品で 100 Bq/kg 超、牛乳・乳児用食品で 50

Bq/kg 超、飲料水で 10 Bq/kg 超と定義し、プログラムを用いて機械的に抽出ならびに集計した。

(3) 食品中放射性物質等有害物質調査

1) 食品試料と放射能標準溶液

食品モデル試料として、国民健康・栄養調査（平成 30 年度）を参考に食品を 13 種類（米・米加工品、米以外の穀類、砂糖・菓子類、豆類、果物類、緑黄色野菜、その他の野菜・きのこ類・藻類、嗜好飲料類、魚介類、肉類、乳類、調味料、飲料水）に分類し、分類ごとに混合・均一化した混合試料を用いた。ポロニウム 209（半減期：102 年）標準硝酸溶液は Eckert & Ziegler 社から購入した。

2) 食品中のポロニウム 210 放射能分析

食品試料 10-100 g を 1L 容ビーカーに入れ、内部標準物質としてポロニウム 209 硝酸標準溶液を加え、硝酸で湿式分解し、塩酸にてポロニウム塩化物フォームとし、0.45 nm メンブレンフィルターで吸引ろ過を行った。ろ液を抽出カラム Sr/Spec Cartridges-2 ml (Resin 50-100 μ m) に負荷し、6M 硝酸 20 mL で溶出し、硝酸溶液をポロニウム塩化物フォームに変換した。カラム分離を行わない場合は、湿式キレート抽出クロマトグラフィーを省略して操作した。ポロニウム塩化物フォームをステンレス板に電着し、金属板上のポロニウム測定試料を、シリコン半導体検出器 PIPS（ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ社）によって 86,400 秒間測定し、 α 線スペクトロメトリを行った。測定試料の放射能濃度はカ

ラム分離日および試料調製日に減衰補正した。

(4) 消費者への食品検査及び安全性情報伝達方法に関する検討

食品中放射能の検査ガイドラインの見直しに関連して、食品に設定されている各種汚染物質の「基準値」についての意識調査を行った。食品の安全に関する講義あるいは講演を行った際に食品中汚染物質の基準値および食品安全についてアンケートを行った。アンケートへの回答は講義の前でも後でも可能とし、区別はしていない。対象にしたのは主に大学生で、一部社会人が含まれる。講義内容は「震災に起因する食品中の放射性物質ならびに有害化学物質の実態に関する研究」での知見である、①食品への全体的不安は食品に関する専門知識があるほうが小さい、②放射線以外の食品のリスクについての情報を提供されることで放射線への不安やリスク受容の程度が変わる場合もある、ことを踏まえて、食品リスクを全体的に提示する内容である。放射線への言及はあっても特化した内容は含まれない。

C. 結果・考察

(1) 食品中放射性物質の検査体制の評価手法の検討

1) 非破壊式装置による測定と Ge 検出器を用いた公定法による比較検討

検討したいずれの機種についてもいずれの機種についても非破壊式装置の結果が Ge 検出器の結果と比較し、令和 2 年度の結果と同様に低めに評価される傾向であったが、

良好な相関関係を示すことが確認できた。濃度評価が低めに評価される傾向は各装置が見込む試料の嵩を低めに評価し、実際よりも計数効率が高く見積もられていることに起因することが要因の一つとして考えられる。

非破壊式装置における複数回測定の変動係数と試料の放射能/放射能濃度との関係を調べた。低放射能領域では放射能が高くなるに従いばらつきが小さくなっており、これは放射性壊変の統計変動が支配的であることを示唆するものであった。一方で比較的濃度が高い範囲であっても変動係数は～0.2程度の範囲にあり、これは試料に起因する不確かさが支配的であることが見込まれた。すなわちこれによる不確かさは非破壊式測定における系統的な不確かさと考えられる。

2) スクリーニング検査への適用への検討

(a) 野生キノコ

食品衛生法に定められた基準値 100 Bq/kg に対するスクリーニング検査への適用性について回帰直線の予測区間による方法を用いて検討した。本研究では適用性について種別毎に検討するため、野生キノコとしてマツタケを除く優先対象4種のうち検体数の多かったムキタケ、ナメコ及びナラタケを対象とし、測定に用いた試料のうち検出限界超～220 Bq/kg 程度の範囲試料の測定結果を用いた。先に示したとおりすべての試料の測定結果より得た回帰直線は、いずれも非破壊式装置の結果が、Ge 検出器の結果よりも低めの評価となる傾向が見られた。ここでは、非破壊式の指示値相当のク

リーニングレベルは、このことを考慮し非破壊式で得られる指示値を回帰式により Ge 検出器による測定値相当に換算して示した。その結果、換算したスクリーニングレベルは機種によってスクリーニング性能に差が見られたが、ムキタケの1機種 (27 Bq/kg) を除き、40 Bq/kg を超えるスクリーニングレベルの設定が可能であった。

ここで示したスクリーニングレベルを実際の検査で適用する場合には、本試験に用いた試料との同等と見なせる範囲のものが対象となり、ここに示した試料重量の範囲にあるかが一つの目安となると考えられる。非破壊式装置での測定の場合、試料に対する放射能濃度への換算係数は試料の嵩に依存する。重量と試料の種別のみで想定される嵩には個体の大きさ、形状によってばらつきがあると想定されるが、今回用いた試料の嵩密度の範囲であれば検査の信頼性は確保できることが見込まれる。実際の検査での個々の試料の検査への適用性の判断には試験に用いた試料写真は有用であると思われる。

(b) タケノコ (ネマガリタケ)

ネマガリタケを用いて野生キノコと同様の試験を実施した。基準値 100 Bq/kg に対するスクリーニング検査への適用性について回帰直線の予測区間による方法を用いて検討したところ、スクリーニングレベルは2機種において45および61 Bq/kg となった。

(c) タケノコ (モウソウチク)

モウソウチクを用いて野生キノコと同様の試験を実施した。基準値 100 Bq/kg に対

するスクリーニング検査への適用性について回帰直線の予測区間による方法を用いて検討したところ、スクリーニングレベルは2機種において55および72 Bq/kgとなった。

3) 試料個体中の放射性セシウム濃度分布測定

2)で用いたタケノコの検体について、可食部と不可食部に分け、可食部の濃度と不可食部を含む試料全体の平均濃度との比を求めた。この比の平均は、ネマガリタケでは外れ値の1.65を除き 0.96 ± 0.07 、モウソウチクでは 1.01 ± 0.21 あり、本試験の検体濃度の範囲において濃度に依存した変化は見られなかった。

イメージングプレートを用いた検討においても可食部の先端付近に集積傾向が確認された。

4) 検査法の提案

以上の検討結果より、不可食部を含む皮付きタケノコについて非破壊検査法を規制当局に提案し、その提案内容は「非破壊検査法に食品中の放射性セシウムスクリーニング法について（令和4年3月25日 事務連絡 厚生労働省医薬・生活衛生局食品監視安全課）」に反映された。

(2) 食品中放射性物質濃度データ解析

本分担研究課題の2年目では、公開データの中から、果実類の $^{134,137}\text{Cs}$ 濃度の検査データを抽出し、抽出したデータを経時的に解析した。解析データを基に、検査された果実類の食品の種類、検体の採取場所、 $^{134,137}\text{Cs}$ の検出数、基準値超過数ならびに検出率、基

準値超過率について解析した。

公開データの中で報告数1千件を超えた果実類は、9品目（リンゴ、ナシ、カキ、ブドウ、ウメ、モモ、クリ、ユズ、ブルーベリー）であった。その内、基準値超過した報告は、ユズ、クリ、ミカン、ウメ、ブルーベリーの5品目であった。

基準値超過した生鮮果実は、2017年9月に採取された緊急時モニタリングの結果の報告（福島県産非流通のクリ）以降なかった。近年に報告された生鮮果実に関するデータの多くは、 $^{134,137}\text{Cs}$ 未検出であった。2020年1月～12月、2021年1月～12月ならびに2022年1月～3月に採取され、 $^{134,137}\text{Cs}$ が検出された生鮮果実は、それぞれ2種類（クリ1件、ギンナン1件）、4種類（クリ2件、ユズ3件、カキ2件、ナツハゼ1件）であった。基準値を超過した生鮮果実類の報告はない一方で、基準値を超過した果実類の加工食品は、カキとウメを原材料にしたもの（干し柿75件[報告された最終採取日2021年9月20日]、あんぼ柿39件[報告された最終採取日2021年9月15日]、梅干し3件[報告された最終採取日2013年1月31日]、梅の漬物1件[報告された最終採取日2013年5月14日]）であった。 $^{134,137}\text{Cs}$ が検出され続けている生鮮果実類の加工食品の加工の方法によっては、加工後の食品に $^{134,137}\text{Cs}$ が濃縮され、基準値超過となる可能性は考えられる。このような生鮮果実類ならびにそれらを加工した食品のモニタリングを継続する必要があるのではないかと思われる。

(3) 食品中放射性物質等有害物質調査

・分析条件の検討

酸分解液中のポロニウムを金属板へ沈着させる前に行うカラム分離の影響について

調べた。以前の検討において、カラム分離をせずに直接ステンレス板に電着する簡便な手法が、NIST 試料および流通食品試料で良好な結果を示しているため、今回、その手法についてさらに検証した。不検出と予想される飲料水を除く 12 食品群について全 86 試料で、カラム分離の有無による測定結果を比較したところ、両測定法で共に検出されたものが 42 試料であった。測定値の信頼性が低いと考えられた調味料を除いた 36 試料について、カラム処理の有無による回帰直線を求めたところ、傾きは 0.9934、切片は 9E-05、相関係数 R^2 は 0.9826 と、良好な相関が見られた。

・食品中ポロニウム 210 濃度

線量評価のための食品中ポロニウム 210 濃度算出にあたっては、前年度と同様にカラム処理有りの方法を用いた。8 地域、13 食品群について測定し、放射能濃度は、壊変系列の上流核種からの影響を分断した時点であるカラム分離日に減衰補正した。カラム分離日の放射能濃度は、魚介類が 3-15 Bq/kg で最も高く、ついで、調味料、その他の野菜・きのこ類・藻類が 0.1-1 Bq/kg 程度であり、それ以外の食品群は不検出～0.1 Bq/kg 程度であった。

次に、カラム分離日より前となる、試料調製日のポロニウム 210 濃度を同様に減衰補正により算出した。試料調製日から測定日までが数ヶ月あったため、試料調製日に補正した値はカラム分離日の約 2 倍 (1～4.5) となった。カラム分離日におけるポロニウム 210 は、食品調製日においてポロニウム 210 であった場合と、親核種である鉛 210 か

ら壊変により生じた場合が考えられるが、ここでは全てポロニウム 210 からとして減衰補正しているため、鉛 210 の寄与が大きい場合は過大評価していることになることに注意が必要である。

・内部被ばく線量推定

実測した食品群中のポロニウム 210 の濃度を、カラム分離日または試料調製日に減衰補正して求め、2019 年度の国民健康・栄養調査の喫食量データを用いて 1 日あたりのポロニウム 210 の摂取量を算出した。比率が高いのは魚介類であり、全体の 8 割程度となった。

ポロニウム 210 の摂取量から内部被ばく線量を 6 地域の測定値から算出した。ポロニウム 210 の預託実効線量係数は公衆成人の 0.0012 mSv/Bq を用いた。カラム分離日換算では、ポロニウム 210 の 1 日の摂取量が 0.7 Bq 程度、年間摂取量が 240 Bq 程度、預託実効線量が 0.3 mSv/y 程度となり、試料調製日換算では、ポロニウム 210 の 1 日の摂取量が 1.2 Bq 程度、年間摂取量が 450 Bq 程度、預託実効線量が 0.6 mSv/y 程度となった。

UNSCEAR 2000 Report によると、ポロニウム 210 の摂取量は世界平均で 58 Bq/y、国・地域別で 18-220 Bq/y となっており、日本はそれらの最大値となっている。各論文の報告値は数値のバラツキが大きく、120-670 Bq/y であった。現在の我が国の事実上の公称値は、「新版 生活環境放射線」に引用されている値で、ポロニウム 210 については摂取量 670 Bq/y に基づく 0.73 mSv/y となっているが、今回の推定値はこれより低いものであった。

国民一人あたりの平均内部被ばく線量を評価するためには、食品からの摂取量情報が必要である。ポロニウム 210 はウラン壊変系列に属する天然核種であることから、地球上に広範囲に存在するが、その濃度分布には大きな偏りがあると考えられる。食品中ポロニウム 210 の摂取量の算出においては、食品別、特に摂取量についての寄与率が高い魚介類を中心とした品目別、産地別、喫食部位別の放射能濃度および年齢別の喫食量等の詳細なデータに基づく調査研究が必要と考えられる。

(4) 消費者への食品検査及び安全性情報伝達方法に関する検討

1) 各種食品中汚染物質基準への意見

食品中放射性物質の基準値への意見と比較するため、最も身近な食品であるコメの、代表的な汚染物質であるカドミウムとヒ素をとりあげた。コメのカドミウムの現在の基準値は日本とコーデックスは同じ値である。一方ヒ素については日本の基準は存在せず、コーデックス基準と海外の基準がある。食品中放射性物質については日本の基準はコーデックス基準より厳しい数値になっている。つまり日本の基準が国際基準と同じもの、緩いもの、厳しいもの、について意見を聞いた。結果としては国際基準と日本の基準が一致しているコメのカドミウムについては全体の 76.2% が現行基準を支持し、より厳しくすべきという意見は少数だった。コメのヒ素については国際基準と同じ値を支持する割合が最も高かったが、現行の基準なしを支持する人もそれなりに (25.1%) い

た。放射性物質については、最も多いのは日本の現行基準への支持ではあるものの、より厳しいものから国際基準までばらけた。放射性物質基準に関しては特に、食品分析関係の仕事をしている人が多い集団で国際基準への支持が高くなる傾向が前年に引き続き観察された。国際基準の意味について理解しているからであろう。なお国際基準の意味については学生には特に説明はしていない。

2) 食品の安全性

食品安全への不安を尋ねた。とても不安だと回答したのはわずか 6 人であり、やや不安との合計で 22% であり、多くの人が概ね安全だと思っている様子である。この項目で対象的だったのが地方生協会員と分析関係の仕事をしている人たちである。食品中の残留農薬や有害汚染物質を検出する仕事に関係している人たちで食品の安全性が不安だと回答する人が一人もいなかったのに比べて、生協会員は半分以上がやや不安だと回答し、アンケート全体でとても不安だと回答したのは 6 人しかいなかったうちの 4 人が生協会員だった。この生協会員の特徴は、一般的に生協関係者を消費者代表とみなすことが妥当なのかどうかという疑問も提示する。

3) 食品安全上の問題 (自由記述意見)

項目としてはサプリメントや健康食品、衛生管理、賞味期限、農薬、着色料等食品添加物、個人輸入、山菜、トランス脂肪酸、輸入食品、糖分・塩分・脂質過剰、アニサキス、マイクロプラスチック、ウイルスや細菌、異物混入、遺伝子組換え食品、などがあがって

いるが特に広く注目されているトピックスはなく、圧倒的多数により指摘されていたのは食品安全に関する適切な知識（情報）の不足であった。食品中放射性物質は関心が低く、問題としては提示されなかった。従って放射性物質が含まれるかもしれないという懸念によって食品が避けられている、という風評被害がもし現在もあるとしたら、それは消費者が原因ではない可能性の方が高いだろう。偏りのない食生活、消費者の役割の大切さ、などのほうが放射性物質はもちろん添加物や農薬より注目度が高い。この問題意識は適切なもので、これは回答者の多くが講義を聴いた後に回答しているためと考えられる。2)の食品の安全性への不安に関する調査項目での生協会員の不安の大きさを考慮すると、特定の見方に固まる前に適切な情報を与えることの重要性を示す。これまでのこの研究課題での検討からは、長期的に最も効果的なリスクコミュニケーションのオーディエンスは学生であろうと考える。

D. 結論

(1) 食品中放射性物質の検査体制の評価手法の検討

本研究では、異なる機種の新破壊式放射能測定装置による測定と Ge 検出器を用いた公定法による比較検討を、野生キノコ試料、並びにネマガリタケ及びモウソウチクのタケノコ試料を用いて行った。その結果、いずれの機種も Ge 検出器による測定結果と良好な相関が得られた。ただし、それぞれの回帰直線の傾きは、検討した3機種にお

いて、いずれも野生キノコに対して新破壊式装置の結果が、Ge 検出器の結果よりも低めの評価となる傾向が見られた。本研究では、100 Bq/kg に対するスクリーニング検査への適用性について回帰直線の予測区間による方法を用いて検討し、99%予測区間の上限値が 100 Bq/kg の場合の予想される試料の放射能濃度を回帰曲線によって新破壊式装置指示値を Ge 検出器測定値相当に換算して評価した。その結果、スクリーニングレベルは機種によって異なるが、野生キノコのうちムキタケ、ナメコ及びナラタケについて 30~70 Bq/kg 程度の範囲にあった。また、ネマガリタケのタケノコについて、45 および 61 Bq/kg の結果を得た。いずれの機種でも Ge 検出器の結果との相関は良く、ばらつきも一定範囲に抑制されていることが示された。また、モウソウチクのタケノコについては、ベルトコンベア式の新破壊式装置による試験を実施し、50 Bq/kg を超えるスクリーニングレベルが設定可能であることが確認できた。また、いずれのタケノコにおいても試料中の放射性セシウム濃度分布の測定結果から、不可食部を含む皮付きでの測定により評価される試料全体の平均濃度は、可食部の濃度とほぼ同程度であることが示された。このことから、皮つきタケノコについてもマツタケに適用されているスクリーニング法の適用が可能であることが見込まれた。

以上の結果から、ネマガリタケ及びモウソウチクの皮つきタケノコについては一定の成果が得られたことから、検討内容に基づく検査法を提案し、「新破壊検査法による

食品中の放射性セシウムスクリーニング法」に反映された。本年度はムキタケ、ナメコ及びナメコについて一定の成果が得られたことから、マツタケと同様の手法の検査手法が適用できることが示唆された。

今回用いた回帰直線の予測区間による方法はより適切な濃度範囲の試料によってGe検出器を用いた測定結果との比較によりスクリーニング性能の評価を可能とするが、一方で、試料数の確保が困難、低濃度の試料しか採取できないなどの状況も想定される。今後は計算も含めた手法を取り入れることで実試料測定データの不足を補い、検査で起こりうる測定のばらつき範囲を評価する手法も検討の余地があると考えられる。このような手法が確立できれば、実試料の形状等の特徴を把握することで計数効率の妥当性評価に用いることも考えられる。

(2) 食品中放射性物質濃度データ解析

2020年1月～2022年3月に採取された生鮮果実類の中で134,137Csが検出されたものは、ギンナン、クリ、ユズ、カキ、ナツハゼであった。基準値超過した生鮮果実類の報告はない一方で、基準値を超過した果実類の加工食品(干し柿、あんぼ柿)は、近年においても報告されている。生鮮果実類に関しては、引き続き検査数の削減対象ではあるが、少なくとも、地方自治体の検査計画の中で検査対象品目に挙げられている、あんぼ柿、干し柿等の果実類の乾燥加工食品については、モニタリングを継続していく必要性が示唆された。

(3) 食品中放射性物質等有害物質調査

有事の人工放射性核種からの危険度を判断するためには、有害事象の知識だけでなく、平常時の状態を正確に把握していることも重要である。放射線リスク評価においては人工放射性核種だけでなく天然放射性核種からの影響も調べておく必要がある。食品からの内部被ばくは、事故で放出されたセシウム等の人工核種よりも天然核種由来のものの方が大きく、水産物の摂取量が多い我が国においてはポロニウム210の影響が大きいことがこれまでの研究により示唆されている。しかし、その推定被ばく線量はデータ数が少なく、実態は不明であることから、ポロニウム210の摂取量調査をマーケットバスケット試料により行った。その結果、食品中ポロニウム210から算出された預託実効線量は0.3-0.6 mSv/y程度となり、このうちの約8割が魚介類に由来した。現在の国民一人あたりのポロニウム210からの内部被ばく線量の公称値とされる値は0.73 mSv/yとなっているが、この算出根拠時点よりも魚介類の喫食量が減少していることや今回の推定値から、0.73 mSv/yよりも低い可能性が示唆された。親核種であるウランの環境中の分布に偏りがあること、食品中のポロニウム210の濃度分布が幅広いこと、摂取量において寄与率の高い食品群である魚介類を構成する食品の種類が多いこと、魚介類の個体内においても濃度分布に偏りがあること、魚介類の喫食量に年齢差があること、預託実効線量係数に年齢区分があることから、より正確な食品中ポ

ロニウム210のリスク評価を行うためには、魚介類を主とした食品別、産地別、喫食部位別の放射能濃度および年齢別の喫食量等の詳細なデータに基づく調査研究が必要であり、今後の課題と考えられる。

(4) 消費者への食品検査及び安全性情報伝達方法に関する検討

「食品の安全性」に関する一般的認識を調査した。各種食品中汚染物質基準に関しては、国内基準のないもの以外は概ね現在の基準が支持されていた。食品の安全性については一部の人たちを除き安全だと思っている、あまり心配していないという意見が多かった。食品の安全性に不安がある人は食品中汚染物質の基準についてもより小さい値を要求する傾向があるようだった。現在特に放射性物質を食品安全上の問題だと認識している人は極めて少なく、仮に風評被害があるとしてもそれは消費者が駆動しているものではないと思われる。

原子力発電所事故による放射能汚染のような食品に関する事故や事件は今後も起こりうる。そのような場合に消費者が適切に安全を確保し社会が速やかに復帰するためには、食品安全の基本となるリスクコミュニケーションの、より効果的な推進が必要である。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

1) Chikako Uneyama, Considering Risks of Food and Radiation–Cancer Risk Assessment– Insights Concerning the Fukushima Daiichi Nuclear Accident Volume 1: Fears and Concerns Just After the Accident, and Anxiety about Radiation, 264-269, Atomic Energy Society of Japan, Published Online on April 2021

2. 学会発表

- 1) 山田崇裕、八戸真弓、蜂須賀暁子：非破壊式放射能測定装置のまつたけ試料スクリーニング検査への適用、第58回アイソトープ・放射線研究発表会、東京（2021.7.7）
- 2) 古高克昌、山田崇裕、三島大輝：非破壊式放射能測定装置を用いた放射性セシウム測定における不確かさの検討、第58回アイソトープ・放射線研究発表会、東京（2021.7.7）
- 3) 鳥野沙和、山田崇裕、八戸真弓、蜂須賀暁子：ネマガリタケ中の放射性セシウム分布評価の検討、日本食品衛生学会第117回学術講演会（2021.10.27）
- 4) 古高克昌、三島大輝、山田純平、山田崇裕：不定形状試料に対する大口径γ線検出器の計数効率評価手法の検討、第3回日本放射線安全管理学会・日本保健物理学会合同大会（2021.12.1）
- 5) 千葉慎司、中村公亮、鍋師裕美、堤智昭、蜂須賀暁子、穂山浩：食品中の放射性セシウムに関する公開検査データに基づく日本産水産物の現状について、日本

食品化学学会 第 27 回 総会・学術大会、川崎市 (2021.6.10-11)

- 6) 蜂須賀暁子, 曾我慶介, 小室朋子, 近藤一成: 食品中の天然放射性核種ポロニウム 210 からの被ばく線量推定、フォーラム 2021 衛生薬学・環境トキシコロジー、千葉 (2021.9.10)
- 7) 畝山智香子, 蜂須賀暁子, 登田美桜, 與那覇ひとみ: 食品中汚染物質や放射能基準は人々にどう受け止められているか、日本薬学会第 142 年会、名古屋 (2022.3.26)

G. 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