

# 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2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、近年生産サイドによる出荷前自主検査や住民が自家消費を目的として自家栽培した作物や採取した野生の動植物の測定に試料を破壊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の範囲において測定を行うことが重要となる。本研究では、同一の実試料を用いて異なる機種 of 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た。本研究では野生キノコ全28種132体及びネマガリタケ25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。また、約20 Bq/kg を超える濃度範囲では、いずれの機種でも非破壊式と Ge 検出器の結果との差は+30/-50%程度の範囲にあった。

さらにマツタケ試料について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、スクリーニングレベルは機種によって異なり、35～50 Bq/kg 程度の範囲にあった。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おり、今回試験に用いた試料と測定条件がほぼ同等の範囲にある試料に対してはこれらの装置で試料の前処理を伴う従来のスクリーニング検査とほぼ同等の性能での検査が可能であると考えられた。

なお、これらの研究成果は「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」に反映された。

**（2）食品中放射性物質濃度データ解析**

本研究では、厚生労働省ホームページで公開されている食品中放射性セシウムの検査データ（2012年4月から2020年8月までの計2,414,729件）を解析し、特に水産物について考察した。その結果、一般食品で基準値を超えた流通品は93件、非流通品は5,308

件、そのうち、水産物に関しては1,519件（流通品は2件）であった。海産魚介類については、底層に分類された海産物は、2015年までに981件の基準値超過が報告され、全国で年間平均8,905件検査されているものの2015年に非流通品の天然魚4件を最後に報告されていなかった。淡水魚については、年間約1,900件程度検査され、基準値の超過は継続的に報告されていたが、養殖魚は2012年の福島県産ドジョウ1件を最後に報告されていなかった。以上、近年の日本産の海産物、並びに淡水の養殖魚の安全性は極めて高いことが示唆された一方で、養殖以外の淡水産物では引き続き注意が必要と考えられた。

### （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。測定方法は、放射能測定法シリーズ記載の $\alpha$ 線測定法および衛生試験法注解等を参考にし、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0.4 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

福島第一原子力発電所事故から10年が経ち、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。基本的に食品の安全性への信頼は高いようで、とても不安があるという意見はほとんどなく、特に放射性物質を食品安全上の問題だとは認識していないようであった。しかし義務教育で相当な時間が「食育」に費やされているにも関わらず、食品の安全性についてきちんと学ぶ機会がなかったという意見が多いことは問題であり、食品の事故や事件の時に冷静に判断できるようにして社会全体の風評へのレジリエンスを高めるためにも学ぶ機会の確保が望まれる。

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た。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**

非破壊式装置の特徴や測定原理を念頭に、3 機種<sup>1)</sup>の非破壊式装置を用いて福島県内で採取した実試料を用いて、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、福島県内で採取された野生キノコ類 28 種類 132 検体、ネマガリタケ 25 検体を、原則すべての機種<sup>1)</sup>の装置で測定した。野生キノコの測定は 4 回、ネマガリタケの測定は 5 回その都度試料を混合、配置換えを

行って実施し、試料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基づく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の食品中放射性セシウム濃度の検査結果は、厚生労働省 Web サイトに掲載されている月別検査結果より入手した。全体の集計は、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集計した。詳細集計として、食品カテゴリごとの基準値超過検体数・基準値超過検体のリストアップ・流通品および非流通品の検査数と基準値超過数の経年推移・基準値超過検体の食品分類の割合およびその経年変化・食品分類ごとの基準値超過品目の割合とその経年推移・主要な都道府県の食品分類ごとの基準値超過件数などを集計・解析を行った。なお、本研究に限り、基準値超過件数は一般食品は 100 Bq/kg 以上、牛乳・乳児用食品は 50 Bq/kg 以上、飲料水は 10 Bq/kg 以上と定義し、プログラムを用いて抽出ならびに集計を行った。

#### **(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 11 種類（米・米加工品、米以外の穀類、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、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) 流通食品中のポロニウム 210 放射能分析

食品生試料 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  $\mu$ m) に負荷し、6M 硝酸 20 mL で溶出した。硝酸溶液をポロニウム塩化物フォームに変換後、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、 $\alpha$  線スペクトロメトリーを行った。測定試料の放射能濃度はカラム分離日に、食品の放射能濃度は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。アンケートに協力頂いたのは A 大学 3 年、B 大学 3 年生、C 大学 2 年生（いずれも理系）、D 社会人オンラインイベント参加者、である。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非破壊式装置の結果が Ge 検出器の結果と比較し低めに評価される結果であったが、良好な相関関係を示すことが確認できた。これは各装置が見込む試料の嵩を小さめに評価し、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。この点について、マツタケ試料に関して測定試料の写真データを用いた検討を行ったところ、装置の見積もる嵩比重よりも実際の比重が小さく評価されている可能性があることがわかった。

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 0.1～0.2 程度あり、このような場合に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。種別毎の検討としたため、野生キノコとして検体数の多かったマツタケ及びナラタケを対象とし、検出限界値超過～220 Bq/kg 程度の濃度範囲の測定結果を用いた。

マツタケについては、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高い順に 50、47、35 Bq/kg の値が得られた。本結果では機種によってスクリーニング性能に差が見られたが、一方で非破壊式装置の結果と Ge 検出器による結果

の差のばらつきはいずれの装置でも同等の範囲であり、適切な濃度分布の測定結果を増やすことが出来ればよりスクリーニング性能が向上することも期待できると考えられた。

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うると考えられる。実際の試料が適用できるかの判断は、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。

次に試料数が多いナラタケについて検討したが、濃度の低い試料が多く、検討に使用できる測定値数は少なかった。Ge 検出器との測定結果の比較から、すべての装置において比例性は見られたものの、スクリーニングレベルの評価を行うに足るデータは得ることが出来なかった。今回の濃度分布と試料数では十分な評価が困難なため、引き続きの検討が必要であることが見込まれた。

## 3) 試料個体中の放射性セシウム濃度分布測定

イメージングプレートを用いた検討でマツタケでは笠部により高く局在することが

分かった。試料を菌傘と菌柄を分けて Ge 検出器で各濃度の分析を行ったところ、濃度差は約 1.1~1.8 の範囲にあった。ネマガリダケは可食部先端の濃度が高い傾向が確認され、全体の濃度平均/非可食部濃度は 0.66 であったことから、非可食部の取扱いについての検討が必要と考えられた。

#### 4) 検査法の提案

以上の検討結果より、マツタケについては一定の成果が得られたことから、マツタケの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 3 年 3 月 26 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。非破壊検査法は、今後、検査条件の精査及び手法の改良の検討を行うことにより、さらなる信頼性、検査効率性の改善並びに適用拡大の可能性があると考えられた。

### (2) 食品中放射性物質濃度データ解析

#### 1) 解析対象データ

本研究では 2012 年 4 月~2020 年 8 月までに報告された検体数 2,478,048 件について解析した。流通もしくは流通のために製造された食品に分類されたものは 174,013 件、非流通もしくは記載のないものは 2,304,029 件であった。品目別には、一般食品 2,376,692 件、牛乳・乳児用食品 27,835 件、飲料水 5,985 件、それ以外 67,536 件であった。放射性セシウム濃度を不等号で報告しているもの（スクリーニングレベル以下、または 2 核種とも検出限界値以下）は、全体の検査数の 96.39% であった。

ゲルマニウム半導体検出器を使用して、濃度数値が確定されたもののみを集計した結果、2012 年 4 月~2020 年 8 月までに 100 Bq/kg 以上の一般食品は 5,455 件、50 Bq/kg 以上の牛乳・乳児用食品は 0 件、10 Bq/kg 以上の飲料水は 13 件であった。一般食品の基準値 (100 Bq/kg) 以上となった品目とその報告数は年々減少しており、その多くが非流通品であった。基準値以上となった流通品の報告数に経年変動傾向は見られなかったが、いずれの年も非流通品の超過率を常に下回っていた。

#### 2) 基準値以上の報告があった食品分類

放射性 Cs 濃度の基準値以上となった一般食品は、飼養管理の困難な野生の食品（野生鳥獣肉、水産物[底層]、淡水、山菜類等、キノコ類、水産物[淡水]、その他[主に乾シイタケ等の加工食品]）が 9 割以上を占めていた。飼養管理の困難な食品の中でも、水産物[底層]および水産物[淡水]の基準値超過の報告数は減少していた。この 2 項目について解析したところ、水産物[底層]では、2013 年~2019 年にかけて、6,177~11,283 件/年が検査されてるが、基準値以上となったのは 2015 年の福島県の 4 件が最後であり、これまでに報告のあった魚種は 30 種であった。検査数、基準値以上の報告件数の上位 5 県は福島、茨城、岩手、宮城、青森であった。2016 年以降も、継続的に全国から 6,177~9,600 件が報告されていたが、その報告数は年々減少する傾向にあった。水産物[淡水]では、これまでに基準値以上となった魚種は 18 種であり、近年でも検査数は維持されていた。



### 3) 水産物

水産物全般の検査数は、非流通品が流通品の 6.10 倍 (2013 年) ~10.73 倍 (2019 年) で、基準値超過した水産物の多くは非流通品の養殖以外であった。海産物は年間 1 万件以上の非流通品が検査されていたが、基準値超過は 2016 年以降確認されていなかった。淡水の水産物の基準値超過報告は継続しているものの、養殖の基準値超過は 2012 年の 1 件以降は報告されていなかった。淡水の水産物の基準値超過は、2012 年に 9 県であったが、2019 年には 2 県のみとなっていた。2012 年~2020 年に基準値を超過した淡水の魚種は全 12 種類であったが、2018 年以降は、ヤマメとイワナの 2 種類のみであった。

水産物を淡水または海水に、天然または養殖のものに分類し、解析したところ、養殖の基準値超過率は海産物で 0%、淡水で 0.05% であり、極めて低かった。養殖以外の基準値超過数は、海産物で 1,074 件 (基準値超過率 0.82%)、淡水で 444 件 (基準値超過率 2.58%) であった。

継続的な出荷制限措置が取られている養殖以外の淡水の水産物は、重点的に検査を継続すべきである一方で、海水の養殖以外の水産物は、基準値超過の検体は稀であることから、近年、検査報告数は減少傾向にあるものの、リスクに見合った検査数の削減も可能であることが示唆された。

#### (3) 食品中放射性物質等有害物質調査

##### 1) 食品中ポロニウム 210 濃度

2 地域、11 食品群、2 併行の測定の結果、

魚介類が数 Bq/kg で最も高く、ついで、その他の野菜・きのこ類・藻類が 0.1 Bq/kg 程度となり、それ以外の食品群は不検出 (約 0.01 Bq/kg) ~0.1 Bq/kg 程度であった。この食品群の濃度傾向は A 地域と B 地域で大きな差は見られなかった。

##### 2) 内部被ばく線量推定

実測した食品群中のポロニウム 210 の濃度として、不検出を LOD/2 として算出した値に基づき、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。ポロニウム 210 の放射能濃度 (Bq/kg) が高い食品群は魚介類であったが、それに喫食量 (g/d) をかけ合わせたポロニウム 210 の摂取量 (Bq/d) においても比率が高いのは魚介類であり、全体の 8 割程度となった。次いで、その他の野菜・きのこ類・藻類が約 5% となっており、それ以外の食品群は 1-4% となった。ポロニウム 210 の 1 日の摂取量は 1 Bq 弱、年間摂取量は 300 Bq 程度、公衆成人の預託実効線量係数 0.0012 mSv/Bq を用いて算出した預託実効線量は 0.3-0.4 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を評価するためには、食品からの摂取量情報が必要であり、

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。日本の基準が国際基準（コーデックス基準）と同じもの（カドミウム）、緩いもの（ヒ素：日本に基準値はなし）、厳しいもの（放射性物質）、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 84%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相当程度（33%）いて、必ずしも厳しければ厳しいほどいいと考えて

いるわけではない。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、国際基準への支持も一定の割合でみられる。放射性物質基準に関しては特に、食品に関係する仕事をしている社会人が多い集団で国際基準への支持が高くなるのは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 3 人であり、やや不安との合計でも 13%にしかならず、多くの人が概ね安全だと思っている様子である。このこと自体は肯定的に評価できるだろう。

##### 3) 食品安全上の問題（自由記述意見）

項目としてはエナジードリンク、肉のホルモン剤や抗生物質、遺伝子組換え、食中毒、健康食品、農薬、食品添加物、アレルギー、賞味期限・消費期限、生産国、加工、重金属、カビ毒、有毒植物、衛生、食塩、PFAS、容器包装からの溶出、などがあがっているが記述回数はそれほど多くはなく、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問題としては提示されなかった。

これが示すのは、義務教育で盛んに「食育」が強調されてはいるものの、その中では基本的な食品安全は扱われていない、ということである。食品の安全性は全ての人に関係者であり責任があるという基本原則から考えるとこれは大きな問題である。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。

## 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、野生キノコ試料及びネマガリタケ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では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り、マツタケ試料について 35~50 Bq/kg 程度の範囲にあり、ネマガリタケ試料について、27 および 72 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おり、測定点を増やす、換算係数を適切に調整する等の措置により、さらなる信頼性、検査効率性の改

善が期待され、実用（スクリーニング）に供する可能性があることが示唆された。マツタケ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、「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」に反映された。一方で、ネマガリタケについては、新破壊式装置では非可食部も含めた測定となるため、非可食部が可食部の濃度より低い場合には濃度は過小評価されるおそれがある。検査に適用するにあたっては、試料個体中の濃度分布についてさらなる調査を進め、試料固有の特性を把握するとともに補正の要否やその手法について検討する必要があると考えられる。

### (2) 食品中放射性物質濃度データ解析

厚労省ホームページで公開されている食品検体の  $^{134,137}\text{Cs}$  濃度に関するデータ（2012年4月~2020年8月、計2478048検体）を解析した。流通品の基準値超過率が低いことから、流通前の検査により、高濃度に放射性セシウムを含む食品が効果的に流通から排除され、我が国の監視体制が機能していることが改めて示された。

本年度は基準値以上の報告のあった「一般食品」の中の水産物に焦点を絞って解析を試み、国内の水産物の放射性セシウムの検査について改善すべき方向性を検討した。基準値超過した海産物の報告は2015年の4検体が最後となっていた。これは、海に流出した放射性セシウムが希釈され、遠海魚においては、底生魚に比べ放射性物質の蓄積量は事故後に急激に減少し、近年は、底生魚

においても希釈により汚染物の影響が減少しているとの報告を支持するものであった。淡水の養殖以外の水産物は、継続的な出荷制限措置のため、重点的に検査を継続すべきである一方で、海水の養殖以外の水産物は、基準値超過の検体は稀であることから、近年、検査報告数は減少傾向にあるものの、検査コストも考慮し、リスクに見合った検査数の削減も可能であることが示唆された。

### (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 (Po-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 0.4 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 であるが、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。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。基本的に食品の安全性への信頼は高いようで、特に放射性物質を食品安全上の問題だとは認識していないようであった。しかし、食品の安全性についてきちんと学ぶ機会がなかったという意見が多いことは問題であり、食品の事故や事件の時に冷静に判断できるようにして社会全体の風評へのレジリエンスを高めるためにも学ぶ機会の確保が望まれる。

### E. 健康危険情報

なし

### F. 研究発表

#### 1. 論文発表

なし

#### 2. 学会発表

- 1) 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)
- 2) 中村公亮、千葉慎司、秋本智、蜂須賀暁

子、穉山浩：2019年産日本産食品を対象とした放射性核種（セシウム、ストロンチウム、プルトニウム）の濃度測定と諸外国が設定したその基準値との比較、日本薬学会 第141年会、広島、オンライン開催（2021.3.26～29）

- 3) 鍋師裕美、松田りえ子、曾我慶介、堤 智昭、中村公亮、穉山 浩、蜂須賀暁子：2019年度公表の食品中放射性物質濃度検査データの解析、第57回全国衛生化学技術協議会年会、オンライン大会（事務局、宮崎県）、（2020.11.9～10）
- 4) 曾我慶介、近藤一成、蜂須賀暁子：食品中の天然放射性核種ポロニウム 210 の実態と文献調査. フォーラム 2020 衛生薬学・環境トキシコロジー、名古屋（2020.9.4）

#### 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