

. 総 括 研 究 報 告

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

蜂須賀 暁子

平成26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

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 総括研究報告書

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
研究分担者	堤 智昭	国立医薬品食品衛生研究所食品部第二室長
研究分担者	渡邊 敬浩	国立医薬品食品衛生研究所食品部第三室長
研究分担者	松田 りえ子	国立医薬品食品衛生研究所食品部主任研究官
研究分担者	鍋師 裕美	国立医薬品食品衛生研究所食品部主任研究官
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第一室長

研究要旨

平成 23 年 3 月の大震災と津波により、沿岸の多くの工場から多量の化学物質が環境に放出され、さらに東京電力福島第一発電所事故により、放射性物質も環境に放出された。これらの化学物質は食品中に移行し、食品衛生上の大きな問題となっている。食品中の放射性物質については事故直後から暫定規制値が設定され、関係自治体がモニタリング検査を実施し、平成 24 年からは新たな基準値による規制が施行されている。このような規制により安全な食品の流通を保証することは、風評被害を防止し、被災地域における農漁業の復興につながるため、信頼できる検査体制の充実が重要である。一方、震災により放出された放射性物質以外の化学物質の食品への影響はほとんど検討されていない。本研究では、食品中の放射性物質検査の信頼性を保証し、食品の安全安心に資するために、また、震災による放射性物質以外の化学物質の影響を評価するために、以下の研究を実施した。

まず、地方自治体による食品中の放射性物質に係るモニタリングの効果を検証することを目的として、流通する食品の買い上げ調査を実施した。平成 26 年度は一般食品に該当する 1516 試料の放射性セシウム濃度を調査した。一般食品の放射性セシウムの基準値である 100 Bq/kg を超過した試料は 9 試料（全体の 0.6%）であり、平成 24 年度からの同調査における基準値超過率と同様に低い値であった。

今年度は上記の一般食品に加え、乳児用食品 100 試料の放射性セシウム濃度も調査した。乳児用食品の基準値である 50 Bq/kg（飲料水の基準が適用される食品は 10 Bq/kg）を超過する試料は認められなかった。

食品成分規格への適合を判定するための検査には、サンプリング、分析、判定基準の 3 つの要素が不可欠である。食品成分規格として、放射性物質には最大濃度が設定されているが、サンプリングが明確に規定されていないため、放射性物質を対象とする食品検査において規定すべきサンプリングについて検討した。本年度は、実際の食品ロットを 3 つ入手し、各ロットから抜き取った個々の食品の放射性セシウム濃度を測定し、ロット内の濃度分布を推定した。その結果、ロット中の放射性セシウム濃度の分布型が対数正規型であることを明らかにした。さらに、この実データに基づき推定した分布を対象とし、サンプルサイズの変化を伴う計数規準型及び計量規準型サンプリングの性能を、計算及びシミュレーションにより推定し、評価した。

国により収集された放射性物質モニタリングデータを解析し、今後の放射性物質モニタリングを効率的に進める方法を検討した。平成 26 年度に厚生労働省ホームページに

公表された、食品中の放射性セシウム濃度データ 79,067 件を集計し、放射性セシウム検出率、基準値超過率、濃度の統計量を求めた。産地、食品カテゴリ別の集計も行った。流通する食品では、基準値を超える食品の割合は 0.03% であり、非常に低かったが、非流通食品では基準値超過率が 1.05% あり、また非常に高濃度の試料も見られた。このことから、流通前の検査により、高濃度の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ていると考えられる。検出率の高い食品カテゴリである山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉は、山林にその起源をもつ食品であり、これらの食品が生育する山林では、事故により広がった放射性セシウムがそのまま存在する状態が継続していると考えられる。基準値を超える食品を流通させないための監視に加えて、山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉のような食品中の放射性セシウムの検査を増加させていくことが重要と考えられる。

放射能測定における信頼性に関わる要因及びその影響を明らかにし、分析結果の信頼性評価法の確立に資するため、本年度は、食品中放射能検査における不確かさの評価及び合成について検討を行い、計数値及びピーク効率に起因する不確かさの寄与が大きいことを試算した。また、放射線測定の計数誤差の標準偏差と、一般的な科学機器分析の測定のばらつきの標準偏差を混同し、検出限界における標準偏差を高濃度側で用いた場合には、精度の低下を招くことを示した。分析検査の全操作の不確かさを評価すること、そして各操作及び要因の不確かさが最終結果に与える影響の程度を理解していることが、分析値の品質を保証する上で重要と考えられる。

放射性物質を含む食品の調理加工による放射性物質総量や濃度の変化に関する情報提供を目的に、各種食品を用いて調理加工前後の食品中の放射性セシウム濃度の分析を行った。その結果、牛肉の乾燥（乾燥前に調味液への浸漬がない場合）やブルーベリーの乾燥、ブルーベリーおよびナツハゼを用いたジャムの作製、シイタケの焼き調理、タラノメおよびコシアブラのてんぷら調理では、放射性セシウムはほとんど除去されなかった。一方で、調味液へ浸漬した牛肉を乾燥させた場合には、調味液浸漬の過程で放射性セシウムが除去され、牛肉中の残存割合が 0.1 となった。また、ワラビやゼンマイのあく抜きでは、植物組織の軟化を促進する重曹を用いてゆで、水中に長時間さらすという方法を用いた場合、その過程で多くの放射性セシウムが除去され、ワラビおよびゼンマイ中の残存割合がそれぞれ 0.08 および 0.19 となった。本研究の結果、調味液への浸漬やゆでこぼし、水さらしなどの工程を経ることで効率的に放射性セシウムが除去できることが示された。一方、乾燥などの加工では試料あたりの放射性セシウム総量に変化はないものの、放射性セシウム濃度は上昇する。そのため、基準値未満の原材料を用いた場合でも加工後の食品が基準値違反となる可能性が生じることに注意が必要であると考えられた。

また、津波による、放射性物質以外の新たな食品汚染の発生の有無を明らかにすることを目的に、各種有害化学物質の実態を調査した。2012 年と 2014 年の 2 カ年にわたり、津波被災地域として想定した 5 県から約 10 種類、計 1010 点の食品を買い上げ、カドミウム、鉛、ヒ素を含む 15 種の元素類並びに PCBs 濃度の実態を調査した。2014 年には、非津波被災地域からも食品を買い上げ、比較対象とした。2012 年と 2014 年に共通して買い上げた食品種について、各分析対象の濃度データを対象に、非津波被災地域から得た対応する濃度データとの比較を中心に解析した。その結果、分析対象とした元素類及び総 PCBs と食品種の組合せに関して言えば、津波被災地において注視すべき濃度の上昇は認められなかった。この結論をより確かなものにするためには、一部食品種と地域及び分析対象との組合せについての調査を継続することや、これまでに得られた各種濃度データをより詳細に解析することなどが効果的と考える。

平成 23 年 3 月 11 日の東日本大震災で環境中に放出された化学物質や放射性物質による一般の人々の健康リスクを評価してきた。これまでこの研究班およびその他の調査に

より、震災そのものによっては環境中化学物質の濃度に過去の自然の変動や地理的変動に比べて健康に意味のある変動は報告されておらず、一部避難地域等を除けば環境や食品中の放射性物質濃度も健康に影響するレベルではないことが明らかにされてきた。一方個人の行動変化のほうが健康リスク変動への寄与率が高そうであることが1年目の研究成果として示唆された。特に放射性物質を避ける、あるいは放射性物質による害を減らそうとしてむしろ全体のリスクを大きくする事例が確認された。このような現象は風評被害の誘因の一部ともなり被災地の困難を増やすだけでなく、適切なリスク管理が行われないという意味で食品の安全性を実際に脅かすものである。そこでこれまでのこの研究班により得られた食品中の放射性物質に関するデータを提示するとともに、消費者が適切なリスク管理を行うために必要な情報はどのようなものかを探るための調査を実施した。食生活全体のリスクを適切に管理するためには、その時々で話題になる特定の項目についてだけではなく全体のリスクに関する情報も同時に提示することが望ましいことが示唆された。また放射性物質に関する誤解が定着し正確な理解が進んでいないことも示された。

物質の選定、の7つの研究を実施する。

A. 研究目的

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、平成23年3月食品衛生法第6条による暫定規制値が設定された。続いて、平成24年4月には第11条に移り、全ての食品に放射性セシウムの基準値が設定された。このような規制により安全な食品の流通を保証するためには、信頼性が高い検査体制の構築・維持が重要である。一方、震災により放出された放射性物質以外の化学物質による食品への影響についての研究は皆無である。

このような状況をふまえ、(1)食品中の放射性物質検査及び(2)サンプリング、(3)食品中放射性物質濃度データ解析による効率的検査計画の検討、(4)放射性物質の検査に係る信頼性評価手法の検討、(5)食品中放射性物質の調理及び加工による影響の検討、(6)震災・津波による食品の化学物質汚染実態の調査、(7)震災によるリスクコントロールが必要となる化学

(1)では、現行の検査体制によって、基準を超えて放射性物質を含む食品が流通していないことを確認する。(2)では食品中の放射性物質検査におけるサンプリング法を策定して適正な検査体制の構築に資する。(3)では、国により収集された放射性物質モニタリングデータを解析し、放射性セシウム濃度の経時的変動、食品間での濃度差等を見出すことにより、今後の放射性物質モニタリングを効率的に進める方法を検討する。(4)では、放射能測定における信頼性に関わる要因及びその影響を明らかにすることにより、分析結果の信頼性評価法の確立に資する。(5)では、調理及び加工による放射性物質の濃度変化を明らかにすることにより、安全対策に資する。(6)では、震災・津波により海洋に流出した可能性の高い有害化学物質(PCB、重金属等)の食品中濃度の実態を明らかにする。それらの濃度に上昇が認められた場合には、異性体存在比や含有金属種のパターンを解析

し、健康危害リスクをより適正に評価の上、追加的規制の必要性を検討する。(7)では、震災前後で環境あるいは食品中濃度が変化している化学物質を探索し、今後のリスクコントロールの必要性を判断する基礎データとする。

これらの研究成果は、リスクコントロールの考え方に立った、震災起因の環境中に放出された放射性物質ならびに化学物質の適切な規制に供される。食品検査が適正に実施されることにより、流通食品の安全性が確保される。そして安全な食品の提供だけでなく、食品のリスクについて正確な情報提供をも併せて行っていくことが、消費者の適切な食品のリスク管理には必要である。消費者の適切な判断が、食品のリスクを低減すると同時に食品の風評被害を防止することにもなり、そのことが被災地域における農漁業の復興、生活の再建につながるものと期待される。

以下、研究課題毎に実験方法、結果及び考察を示す。

(1) 流通食品中の放射性物質濃度の調査及びサンプリング法の検討

B. 方法

調査対象地域

これまでの調査(平成23年度～平成25年度)の調査対象地域と同様の考え方から、福島県、岩手県、山形県、宮城県、埼玉県、東京都、神奈川県、栃木県、長野県、静岡県、山梨県、青森県、秋田県、茨城県、千葉県、新潟県、および群馬県を対象とした。

調査対象食品

一般食品については、調査対象地域で生産された食品全般を調査対象としたが、昨

年度までの結果を踏まえ、原木シイタケや天然きのこを中心としたきのこ、山菜、クリやギンナン等の種実、海水魚を重点的に調査した。また、生鮮食品だけでなく、加工食品も調査対象とし、主原料が含まれる食品区分に含めた。

乳児用食品については、国内で生産されたものとした。

測定方法

一般食品については、包丁等で細切して測定容器に充填し、測定用試料とした。乾燥品等を除く試料では、最初にNaI(Tl)シンチレーションスペクトロメータによるスクリーニングを行った。スクリーニング測定は、平成24年3月1日発厚生労働省食品安全部監視安全課事務連絡「食品中の放射性セシウムスクリーニング法の一部改正について」別添に示された、食品中の放射性セシウムスクリーニング法に従って行った。

スクリーニング法により、測定下限値を超えた試料は、ゲルマニウム半導体検出器付ガンマ線スペクトロメータにより確定検査を実施した。検出下限20 Bq/kgを目標として、確定検査の条件を設定した。また、乾燥した食品のように充填密度が小さく、スクリーニング法の測定下限値が高くなる試料は、スクリーニング法による測定を行わずに、確定検査を実施した。

乳児用食品については、調製粉乳および乳児用飲料はそのまま、ベビーフードは試料状態に応じて粉碎して、測定容器に充填し、ゲルマニウム半導体検出器ガンマ線スペクトロメータを用いて測定を行った。測定時間は、検出限界値が5 Bq/kg(飲料水の基準が適用される食品は1 Bq/kg)未滿

となるよう測定条件を設定した。ドライタイプの製品は、水戻しはせずにそのままの状態での測定を行った。

C. 結果・考察

1) 一般食品の放射性セシウム濃度調査

全体

本年度に検査した試料の総数は、1516であった。放射性セシウム濃度がスクリーニング測定下限値である 25 Bq/kg を超過し、その後の確定検査においても 25 Bq/kg を超過した試料を「検出試料」とした。

食品区分は、肉、乳、たまご、米、果実・種実、野菜、きのこ、海藻、淡水産物、海水産物、その他(豆類、麦、ハチミツなど)とした。調査試料数が最も多かった区分は山菜を含む野菜で、総数は 609 (全体の 40%) であった。次いで、果実・種実 (299 試料)、きのこ (235 試料) であり、これら 3 区分で全体の 75% を占めた。

平成 26 年度の調査において、基準値である 100 Bq/kg を超過した試料数は 9 であり、基準値を超過した割合は 0.6% と平成 24 年度および平成 25 年度と同様に低い値であった。基準値を超過した試料のうち、6 試料はきのこその加工品 (原木シイタケ 3、原木シイタケ粉末 1、サクラシメジ 1、チチタケ 1) であった。残りの 3 試料は野菜 (コシアブラ 2、タラノメ 1) であり、全て山菜であった。最も放射性セシウム濃度が高かった試料はコシアブラで、400 Bq/kg を示した。平成 25 年度の調査においても、基準値を超過した試料は、きのこおよび山菜であった。樹木や山野に関連するこれらの食品は、高濃度の放射性セシウムを有する可能性が高い状態が依然として

続いていることが考えられた。25 Bq/kg を超過する放射性セシウムが検出された試料は、全体で 41 試料であり、検出率は 2.7% と昨年度の調査とほぼ同じであった。検出率が最も高かった食品区分はきのこであり、235 試料中 30 試料から放射性セシウムが検出された (検出率 13%)。

2) 乳児用食品の放射性セシウム濃度調査

調製粉乳、ベビーフードおよび乳児用飲料の計 100 試料において、放射性セシウムは検出されず、調査した全ての試料において放射性セシウム濃度は検出限界値 (基準値の 1/10) 未満であった。

(2) 食品中放射性物質検査における適正なサンプリング計画策定

B. 方法

1) ロットから抜き取った干しシイタケにおける放射性セシウム濃度の測定

試料: 同一生産者からの一括出荷を想定し、干しシイタケの出荷に用いられることを確認した箱(出荷箱)をロットとした。1 ロットには概ね 10 kg(3000 個以上)の干しシイタケが含まれる。このロットからランダムに 0.4 kg(約 150 個)の干しシイタケを抜き取った。同様の抜き取りは、計 3 ロットに対して行い、それぞれのロットに相当する 3 つの試験室試料を調製した。各ロットから 40~53 個の干しシイタケをランダムに抜き取り、その 1 つ 1 つを測定用試料とした。放射性セシウム濃度の測定: 干しシイタケを 1 本ずつ粉碎し、4.7 倍量の水を加えて攪拌した。調製した試料を U8 容器に充填し、ゲルマニウム半導体検出器により、放射性セシウム(Cs-134 及び Cs-137)濃度を

測定した。Cs-134 及び Cs-137 濃度に伴う計数誤差が 3 Bq/kg 以下もしくは RSD(計数誤差/濃度×100)が 2%以下となるように、測定時間を設定した。

C. 結果

1) 放射性セシウム濃度の分布

ロットからランダムに抜き取った干しシイタケの放射性セシウム濃度(n=40~53)は、3つのロット間で異なった。また、濃度範囲内での検出頻度は対象ではなく、高濃度側に裾を引く分布であり、ロットごとの平均値は濃度範囲の中央からずれ、低濃度側に位置していた。これらのことから、干しシイタケロット内の放射性セシウム濃度の分布は、正規分布に従わないことが強く示唆された。そこで、各種の連続分布へのフィッティングを試行した結果、ロット1~3の全てに共通して、対数正規分布をフィッティングすることができた。

以上の結果から、食品中放射性物質検査のためのサンプリングの検討では、対数正規分布をモデルとすることが妥当と考えられた。ロットごとにフィッティングされた対数正規分布のRSD%は、それぞれ58%、80%、94%であった。このことから対数正規分布を分布型とすることに加え、RSDを広い範囲に変化させて、サンプリング計画を検討する必要があると考えられた。

2) 対数正規分布からのサンプリングの性能

上記で作成したモデルロットから、サンプルサイズを1、3、5、10として実行する計数規準型及び計量規準型サンプリング計画の性能を評価した。

計数規準型サンプリング計画の性能評価では、抜き取られるアイテムの濃度が基準値以上であった場合に不良とし、1つの不良も許容しない(合格判定個数を0)とすると、サンプルサイズを3としても、ロット平均が基準値に一致するロットの合格率は42%という、適用しがたい性能となった(真には適合しているロットを誤って判定する確率が高すぎる)。サンプルサイズを2とすると、ロット平均が基準値に一致するロットの合格率は70%程度となったが、逆に、ロット平均が220のロットでも合格率が10%程度となった。つまり、基準値の倍以上のロット平均をもつロットであっても、このサンプリング計画を採用した検査では見逃され、流通する可能性が大きく(明らかに適合していないロットを誤って判定する確率が高すぎるため)、これも妥当な検査とは言い難い。

計量規準型サンプリング計画の性能評価では、ロット平均が基準値に一致するロットの合格率は50~70%程度であった。合格率が10%(不合格率90%)となるロットの平均は、サンプルサイズを大きくするとともに小さくなる(より基準値に近づく)。今回実測値からモデル化した対数正規分布のうち、RSDが最大であったモデルロット3(RSD=94%)であれば、サンプルサイズを10とすることにより、ロット平均が150のロットであっても、合格率を10%とすることができる(ロット平均が基準値の1.5倍のロットの90%を不合格と判定することができる)。今回実測値からモデル化された対数正規分布のうち、最小であったRSDが58%のロットであれば、サンプルサイズを5としても同じ性能となる。95%合格す

るロットのロット平均には、RSD の違いによる大きな差は見られない。

以上の通り、モデルロットを対象とした検討の結果からは、計量規準型サンプリング計画の採用が適切であり、合格率が 10% となるロット平均を指標に、妥当なサンプルサイズを決めるべきと考えられた。

(3) 食品中放射性物質濃度データ解析による効率的検査計画の検討

B. 方法

厚生労働省ホームページに公表された、平成 26 年 4 月から平成 27 年 3 月までの、食品中の放射性セシウムの検査データを、産地、食品カテゴリ別に、放射性セシウムの検出率、濃度等を集計した。

集計は、公表されたデータから、屠畜場における牛肉の検査データと思われるデータを除いたものを対象とした。

C. 結果・考察

平成 26 年度の総試料数は 79,067 であり、その内 52,885 が流通前の段階で収集された食品（非流通品）、26,182 が流通段階で採取された食品（流通品）であった。試料全体に対する流通品の割合は 33% であった。

検査機関ごとに検出下限は異なっているため、セシウム濃度が 25 Bq/kg 以上の試料数を検出数、全体に対する割合を検出率として計算すると、非流通品の検出率は 5.3%、流通品の検出率は 0.28% で、流通品の検出率は非流通品の 20 分の 1 程度であった。

基準値を超過した試料数は 563、非流通品では 1.1%、流通品では 0.03% であった。

検出率、基準値超過率共に、流通品が非流通品を大きく下回っており、非流通品の検査によって放射性セシウム濃度の高い食品の流通が防止されたと考えられる。

本研究の分担課題である「食品中放射性物質濃度データ解析による効率的検査計画の検討」では、流通品の買い上げ調査を実施している。その結果、基準値を超過した試料の割合は 0.6% で、上記の流通品の基準値超過率 0.03% を上回った。この分担課題では、これまでの研究の結果に基づき、セシウム濃度が高いあるいは基準値超過の可能性が高いと予想される食品を重点的に選択し、購入しているため、本課題で求められた各自治体等の任意の選択による試料の基準値超過割合よりも高くなったと考えられる。

試料産出地別では、流通品、非流通品共に、試料数が最も多いのは福島県(28,360)であった。その他の試料数の多い地域は、宮城県、岩手県、茨城県、栃木県等で、福島県近隣の県の産品が多く検査された。

非流通品の基準値超過率の高い県は、山梨県、長野県、静岡県、群馬県、栃木県、福島県で、静岡県・新潟県より西の県では基準値超過する試料はなかった。流通品において基準値超過試料があった県は、栃木県、茨城県、群馬県、千葉県、新潟県、宮城県であり、産地不明の試料も 1 あった。福島県の非流通品の基準値超過率は 1.1% であったが、流通品に基準値超過はなく、非流通品の管理が適切に行われていると考えられる。

非流通品の検出率が高い食品カテゴリは、野生鳥獣肉(57.8%)、水産物(4.4%)、農産物(4.0%)であった。流通品において検出

率の高い食品カテゴリは農産物(0.6%)、水産物(0.17%)、畜産物(0.16%)で、非流通品で検出率の高い野生鳥獣肉からの検出は 0%であった。

農産物の小分類では、試料数は根菜、山菜以外の野菜がもっとも多く、ついできのこ、果実が多かった。検出率は山菜が 13.7%でもっとも高く、次いできのこの検出率が 8.4%であった。山菜以外の野菜の検出率は 0.04%であった。豆からの検出率は 2.9%あり、山菜、きのこに次いで高い検出率であった。

水産物の小分類では、試料数は海水魚がもっとも多く、ついで魚以外の魚介類、淡水魚の順であった。一方、検出率は淡水魚が 16.2%でもっとも高く、海水魚が 2.5%で、魚以外の魚介類の検出率は 0.2%であった。

畜産物の小分類では、試料数は肉がもっとも多く、ついで卵、ハチミツの順であった。肉と卵には放射性セシウムが検出された試料はなく、ハチミツの 3 試料のみから検出された。

一方、山林で捕獲された野生のイノシシやシカのような野生鳥獣の肉試料は 1,403 試料が検査され、検出率は 58%、基準値超過率は 25%であった。検出率、基準値超過率ともに通常の肉と比較して高いだけでなく、全カテゴリ中最も高い結果であった。野生鳥獣肉の流通品は少なく、検出・基準値超過試料はなかった。

乳児用食品は 50 Bq/kg の基準値が適用される。乳児用食品の試料数は 777 あり、検出試料数は 0 であった。

天然山菜、天然きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉は、山林にその起源をもつ天然品であり、これらの食品では、事故により広がっ

た放射性セシウムがそのまま存在する状態が継続していると考えられる。これらの食品における検出率及び基準値超過率は、他の食品カテゴリよりも高かった。この傾向は、平成 23 年度～25 年度のデータでも明らかであった。環境中の放射性セシウムの食品への影響と、基準値を超える食品の監視のためには、淡水魚、天然きのこ、山菜のような食品の測定を継続していくことが重要と考えられる。しかし、これらの食品の検査数は必ずしも小さくなく、放射性セシウム検査が効率的に行われているとは考えられない。食品中のセシウムの濃度・検出の実態を考慮し、自治体の検査計画を作成することが、食品の安全につながると考えられる。

(4) 食品中の放射性物質の検査に係る信頼性保証手法の検討

B. 方法

放射能分析の不確かさを評価するにあたり、IAEA の放射線測定に関する報告書を参考にモデル式を示し、不確かさの要因の評価と合成について検討を行った。また、現行の食品中放射能検査の精度評価において重要なパラメータであり、放射能測定に特異な事項である計数誤差の標準偏差について、一般科学機器分析における測定の標準偏差と比較し、これらを混同した場合の検査制度への影響を試算した。

C. 結果・考察

1) 不確かさの要因

放射能測定においてモデル式の各要因に起因する不確かさについて考察した。

2) 相対合成標準不確かさ

モデル式をもとに個々の不確かさをまとめると、一般的な食品試料において注意深く試料調製及び測定を行った場合、相対標準不確かさが 1% 以上を与える可能性のあるものは、試料の正味計数値及びピーク効率に伴う不確かさと予想される。

それらのうち、試料の正味計数値のピーク計数面積に伴う不確かさ（計数誤差）の寄与率が最も大きいと予想される。ここでは、検査法に規定されている相対標準不確かさを考慮し、5-10%の範囲としたが、検出限界（ 3σ ）濃度では実に 33%の大きさになる。現行の検査法がこの計数面積に関する計数誤差の標準偏差のみで測定精度を評価しているのは、この値が支配的であることから合理的と思われる。

その他の不確かさの要因として、幾何学的条件であるジオメトリー、試料の均質性、標準体積線源の放射能などを考慮し、これらを合成すると、正味計数値に伴う不確かさは 5.2-10.4%、ピーク効率に伴う不確かさは 3.5-3.9%、この 2 つの要因を合わせた相対合成標準不確かさは 6.3-11.1%、この値から導き出される相対拡張不確かさ（ $k=2$ ）は 12.5-22.2%と試算された。

試料の正味計数値のピーク計数面積に伴う不確かさ（計数誤差）の寄与が大きいことから、精度を上げるためには、この値を小さくすることが効果的である。そのためには測定時間を長くする、あるいは試料量を増やすなどが考えられるが、検査時間、試料量、作業量、経費などの検査効率は低下する。よって、検査効率と精度を評価して、希望する精度を担保できる測定条件を設定する必要がある。

3) 検出限界と定量下限

化学測定においては、ブランク試料の測定値の標準偏差をもって定量限界を求めることがある。これは、測定値の標準偏差は測定条件が一定であれば試料濃度に依存しないことに基づいている。また、この標準偏差の 3 倍をもって検出限界とし、10 倍をもって定量下限とすることが汎用されている。測定値の標準偏差が濃度に依存しない場合には、定量下限 10 を与える試料濃度は、検出限界 3 を与える濃度の 3.3 倍の関係が維持される。

一方、放射能測定においては、一般化学分析測定における標準偏差とは異なるばらつきに由来する標準偏差を用いて、検出限界を定めている。放射能測定においては、観察事象である核壊変が確率事象であることから、その観測値である計数値は統計による不確かさ（計数誤差）を伴う。放射能分析では検出限界という概念はあるものの、定量限界という概念はなく、検出限界以上の濃度であれば、その計数誤差の標準偏差を併記して数値化するのが慣例である。

HPLC 測定などとの違いを明らかとするために、放射線測定における計数率とその計数誤差の標準偏差との関係式より、10 と 3 を与える濃度の比を試算した。その結果、バックグラウンド計数率が同じような系列の試料の放射能測定においては、10 と 3 を与える濃度の比は、3.3 から 11.1 倍の間の値をとることを示した。

4) 計数誤差による標準偏差と検査の精度について

放射線測定における計数誤差の標準偏差は、試料濃度に依存して増加するため、

検出限界 3 の値を、誤って高濃度試料の測定標準偏差として用いた場合は、標準偏差を低く見積もることになり、測定の精度を実際よりも高く算出することになる。検査法通知には基準値付近の判定において検査精度が規定されており、「放射性セシウム濃度 X が基準値の 75% から 125% の範囲となった場合には、 X/\bar{X} が 10 以上であることを確認する」とある。

この作業において、誤って過小評価した標準偏差 \bar{X} を用いることは、 X/\bar{X} を過大評価することになり、検査の精度不足を生じさせる可能性があるため、検査の信頼性確保において問題となる。

(5) 食品中放射性物質の調理及び加工による影響の検討

B. 実験

1) 試料中の放射性セシウム濃度の測定

本検討に用いた食品試料は、調理の前後にゲルマニウム半導体検出器付きガンマ線スペクトロメーターを用いて測定した。

2) 食品試料の調理

牛肉の乾燥(ビーフジャーキーの作製) : 一般的なビーフジャーキーの調理では、牛肉を調味液に浸漬し、味をつけてから乾燥を行なう。本検討では、調味の効果を確認する目的で、調味液に浸漬せず乾燥のみを行う検討および調味液の塩分濃度を変えた検討も実施した。

ブルーベリーの乾燥(ドライブルーベリーの作製) : 家庭用食品乾燥機で 65℃、15 時間乾燥させた。

ブルーベリージャムの作製 : 約 180 g のブルーベリーに対し、水 20 g、砂糖 40 + 60g を加え、全量が 200 g 程度になるまで煮詰

めた。

ナツハゼジャムの作製 : 約 70 g のナツハゼに対し、水 7 g、砂糖 14 + 21 g を加え、全量が 70 g 程度になるまで煮詰めた。

焼きシイタケの作製 : 軸と傘に分けた後、両方をアルミホイルが敷かれたフライパンに並べ、蓋をして中火で 5 分間蒸し焼きにした。

タラノメ及びコシアブラのてんぷらの作製 : 小麦粉と水を 1 : 2 で混合した衣をつけて、160℃ に熱したサラダ油で 2 ~ 3 分間揚げた。

ワラビ及びゼンマイのあく抜き : あく抜きは、古典的な方法である重曹を使った方法と、簡易的な方法として紹介されている小麦粉と塩を使った方法を用いて検討した。

C. 結果・考察

牛肉の乾燥(ビーフジャーキー)

調味液に浸漬せずにそのまま乾燥させた場合では、調理前後の重量比は 0.37、放射性セシウムの濃度比は 2.64、残存割合は 0.97 となり、牛肉をそのまま乾燥させただけでは、放射性セシウムは除去されず、牛肉中の水分除去に伴って濃縮される結果となった。一方、調味液に浸漬した後、塩抜き(水洗)を行った後に乾燥させると、重量比 0.32、濃度比 0.34、残存割合 0.11 となった。調味液への浸漬、塩抜きという工程を経ることで、それぞれ約 15 ~ 20%、約 70% の放射性セシウムが除去されることが明らかとなった。

ブルーベリージャム及びナツハゼジャム

調理前後の重量比は各々 0.98、1.21、濃度比は 0.86、0.74、残存割合は 0.84、0.90 となった。残存割合の減少は放射性セシウ

ムの測定誤差や試料の回収損失によって生じたものと考えられた。

焼きシイタケ

調理前後の重量比は 0.77、濃度比は 1.18、残存割合は 0.92 となり、この調理法ではほとんど放射性セシウムが除去されなかった。

タラノメ及びコシアブラのてんぷら

重量比は各々 1.98、1.78、濃度比は 0.54、0.55、残存割合は 1.07、0.97 となり、重量が増加した分、濃度比が低下したものの、食品からの水分溶出に伴う放射性セシウムの溶出はほとんど生じなかったものと考えられた。

ワラビのあく抜き

重曹を用いた従来法と小麦粉と塩を用いた簡易法の 2 方法で行った。

重曹を用いてあく抜きを行なった場合、重量比は 1.09、濃度比は 0.08、残存割合は 0.08 となり、90%以上が除去された。長時間水中にさらしたことで、山菜に含まれるあくと共に、放射性セシウムも水中に溶出したものと考えられた。また、重曹には植物組織を構成するペクチンの加熱分解を促進する効果があり、組織の軟化により、あくを含む植物中成分の溶出を促進していると考えられる。

小麦粉を用いてあく抜きを行なった場合は、重量比は 1.02、濃度比は 0.72、残存割合は 0.72 と、放射性セシウムの約 30% が除去されたが、重曹を用いたあく抜きと比較すると、除去効果は低いものであった。小麦粉を用いた方法は、水さらしの時間が 10 分間と、重曹の場合の 23 時間と比較して著しく短時間であること、また、小麦粉には植物組織を軟化させる効果はないことが、小麦粉と重曹のあく抜きで除去率が

大きく異なった要因であると考えられた。

一部のあくの少ない山菜やてんぷらなどの調理を行う場合を除いて、あく抜きは不味成分の除去や発がん性物質の除去などの目的で行われる山菜調理に必須の工程である。山菜調理における適切な食材の前処理は、放射性セシウムの除去の観点からも有効であると考えられた。

ゼンマイのあく抜き

ワラビと同様に 2 種類のあく抜きを実施した。調理前後の重量比、濃度比、残存割合は、重曹を用いたあく抜きでは各々 1.26、0.15、0.19、小麦粉を用いたあく抜きでは各々 1.17、0.85、0.97 となった。重曹を用いたあく抜きでは、ワラビでの除去率には及ばなかったものの、除去効果は高かった。一方、小麦粉を用いた方法では除去効果が認められない結果となった。

(6) 震災・津波による食品の化学物質汚染実態の調査

B. 方法

1) 食品と分析用試料

日本地理学会が作成した津波被災マップを参考に、青森、岩手、宮城、茨城県 (A~E) の津波被災地域及び津波被災地域に隣接する地域を実態調査の対象地域に選択した。また、比較対象となる非津波被災地域として、神奈川県 (K) を選択した。

食品種としては、3 種の農産品(コメ、キノコ、ダイズ)、6 種の水産品(アイナメ、カレイ・ヒラメ、サバ、イカ・タコ、エビ・カニ、カイ)及び畜産品としてトリを選択し、2014 年 6 月から 12 月にかけて計 500 食品を買い上げた。

2) 分析方法

元素類一斉分析法：分析法には、2012年の調査に用いたのと同じの ICP-MS 法を用いた。ただし、分析の効率を向上させるために Hg を分析対象から除いた。そのため、本年度の分析における対象元素は以下の 14 元素である。分析対象元素：B、Al、V、Cr、Co、Ni、As、Se、Mo、Cd、Sn、Sb、Ba、Pb。

PCBs 分析法：分析法には、2013年の調査同様、高分解能 GC-MS により 209 種の PCBs 異性体を分別定量する方法を用いた。

C. 結果・考察

1) 元素類濃度の実態調査

2012年及び2014年の研究成果として得られた2年間の調査に共通する10種類の食品計890試料の濃度データを俯瞰し概要を述べる。

分析対象とした14元素のいずれにおいても、食品種により基本的な濃度が異なり、また、同一食品種内に突出して高い濃度の試料が認められた。

非被災地域 K で検出された濃度の最大値の5倍を指標にすると、いくつかの食品種と地域との組合せにおいて超過が見られた。しかし、75%タイル値でも5倍の違いが見られるものの組み合わせは少なくなり、地域 A と B で購入したキノコのクロム、地域 B で購入したキノコのニッケル、地域 C と E で購入したトリのヒ素、地域 A で購入したカレイ・ヒラメのモリブデン、地域 A ~ E の全てのイカ・タコ及び地域 B で購入したキノコのカドミウムなどであった。

今回調査した結果に基づけば、イカ・タコのカドミウム濃度は、非津波被災地域である K に比べて津波被災地域 A ~ E で高い

ことが疑われる。しかし、地域 K で購入したイカ・タコのカドミウム濃度が偶然低かっただけであり、同じく地域 K を対象に再調査する、もしくは地域 K 以外の非津波被災地域を対象に調査するなどして追加検証することが必要と考える。そして、そのような検証によって、津波被災地域 A ~ E におけるイカ・タコのカドミウム濃度が非被災地域に比べ高いことが結論づけられたとしても、全てのイカ・タコのカドミウム濃度データの変動範囲は狭いため、イカ・タコの摂取量を考慮しても、健康危害リスクへの影響を検討するには当たらないと考えられる。

そのほか、非被災地域と比較して、75%タイル値あるいは中央値の5倍で濃度の違いが認められた食品種と地域の組み合わせにおいても、その濃度は変動の範囲を考慮しても十分に低いため、特別の注意が必要とは考えられない。

2) PCBs 濃度の実態調査

調査対象地域を地域 A ~ C の津波被災地及び、地域 K の非津波被災地域に絞り、さらに食品を汚染の蓋然性が高いと考えたアイナメとカレイ・ヒラメに限って分析した。これらに2012年の該当するデータも用いた。

津波被災を原因とする PCBs 濃度の変化の有無を明らかにするためには、はじめに総 PCBs 濃度を検証すべきであると考えたため、本報告書では総 PCBs 濃度について集計・解析した結果を報告する。

アイナメ及びカレイ・ヒラメ試料の総 PCBs 濃度に関して言えば、2014年非津波被災地域 K から得られた濃度データの90

並びに 75%タイル値及び中央値は、そのいずれもが他地域で2012年及び2014年に得られた対応する値に比べて大きかった。

以上の結果から、津波被災地域で購入したアイナメとカレイ・ヒラメの総 PCBs 濃度は、その分布を考慮すれば、非津波被災地域で購入したアイナメとカレイ・ヒラメの総 PCBs 濃度を上回る大きさではないと言える。

(7) 震災によるリスクコントロールが必要となる化学物質の選定

B . 方法

食品中化学物質の安全性に関する一般的な情報提供の前後で、食品の安全性に関して不安があるかどうかを尋ねるアンケートを実施した。ベースラインの食品に関する不安の程度と、情報提供後の不安感の変化を数値化して評価することを試みた。

C . 結果・考察

今回のアンケートの目的は、前年に引き続き、食品中の放射能に関する不安や受容度が、食品のリスクについての情報を提供されることで変わるのではないかという仮説を検証することである。そのため放射性物質とは何か、基準値はどうやって決められたか、といった、通常の放射性物質のリスクコミュニケーションで提供されている情報は簡単なパンフレットの配布に留めた。その代わりに食品そのものは安全性が確認された上で食べているものではないこと、食品中に天然に含まれる発がん物質のリスクなどについて説明をしている。その結果として放射能汚染に対する不安のスコアが減る場合があることが確認された。ただし

不安が軽減することが直接基準値を緩くしてもいいということにはつながらず、一度決めた基準値はリスク認知とは関係なく動かしてはならないものとみなされる傾向がある。

以下調査結果の知見を記す。調査対象は何らかの形で食品に関心がある人たちだけなので、全くの一般人は対象にしていないが、便宜上食品安全担当行政従事者と分析従事者を専門家、それ以外を一般、とみなす。

・全体について

漠然とした食品の安全性については、専門家のほうが不安感は少ない傾向があった。個別項目については、専門家のほうが不安感が小さいものは放射能汚染、食品添加物、残留農薬、遺伝子組換え、BSE、ダイオキシンや PCB、水道水、輸入食品であった。専門家のほうが不安が大きいものは健康食品、生レバー、専門家と一般であまり差がないのは微生物による食中毒、塩や砂糖や脂肪の摂りすぎ、アクリルアミド、フグやキノコなどの自然毒、食品の値段や食糧不足、であった。これを反映して、一般の人の方が病気予防のために、食品添加物や残留農薬、放射能を避けて国産の食品を選び健康食品やサプリメントを使うことが役にたつと考えている傾向があった。ただし全てのグループでこれらのことよりも喫煙しないこと、飲酒を控えること、運動すること、健康体重を維持すること、減塩することのほうが重要であるという評価をしており、基本的には健康的なライフスタイルについては正確に理解しているようである。従って添加物や農薬や放射線については明確なリスク要因だと確信しているというよ

りは、なんとなく、漠然とした不安要素として捉えられているようである。これまでも食品添加物・残留農薬・遺伝子組換え・BSE・輸入食品・健康食品については各種アンケート調査で専門家と一般の人のリスク認知に大きなギャップがあることが報告されていて、その中に放射性物質による汚染が加わった形になっている。これらのうち健康食品のみがリスクが高いことに消費者が気がついていないものである。当然ながら事前のリスク認識のギャップが大きいものほど情報提供の前後での差は大きくなる。つまりいわゆる健康食品については情報提供後の変化が一番大きかった。

・放射線に関する理解

放射線の知識についての設問では、専門家と実際に放射線対策を行っている宮城県の農業部門の職員のほうが知識がある。しかしそれでも同じシールドで表現されている数字であっても「内部被ばくのほうが外部被ばくより危険」という誤解が広く定着している。そして被災地から遠い地域では放射線の理解もあまりないが実際に食品から検出されている放射線量が少ないこともあまり知られていない。それでいて放射線への不安は知識がある人より大きい。

・その他

二年ほど前の調査では経年変化まではわからないが、アンケートの記述内容からも関心事は放射性物質などから、より直近に大きく報道された異物混入事件などに移行していることが伺える。このようなその時々ニュースに影響される傾向はこれまで何度も観察されていて、放射性物質でも他のハザードと同様であると考えられる。問題は、話題になっては忘れられる、を繰

り返しているわりにはそれぞれの話題への理解が進まないようであること、である。

D. 結論

(1) 流通食品中の放射性物質濃度の調査及びサンプリング法の検討

平成 26 年度は一般食品として流通食品 1516 試料を購入し、放射性セシウム濃度を測定した。その結果、基準値を超過した試料は 9 試料であり、原木シイタケ(加工品含む)や天然きのこ、および山菜であった。基準値超過率は 0.6% であり、平成 24 年度および平成 25 年度の調査結果と同様に低い値であった。過去 3 年間の研究結果を踏まえると、各地方自治体における出荷前食品のモニタリングおよび出荷制限の設定といった行政施策が効果的に機能していることが示唆された。また、放射性セシウム濃度の推移と検出率の結果から、原木栽培および天然きのこ、山菜、淡水産物、および沿岸性海水魚に重点を置いた監視が有効であると考えられた。

さらに、乳児用食品 100 試料の放射性セシウム濃度も調査したが、乳児用食品の基準値である 50 Bq/kg(飲料水の基準が適用される食品は 10 Bq/kg)を超過する試料は認められず、調査した全ての試料において放射性セシウム濃度は検出限界値(基準値の 1/10)未満であった。

(2) 食品中放射性物質検査における適正なサンプリング計画策定

検査における適正なサンプリング規定を検討する目的で、本年度は、実際の食品(干しシイタケ)ロットを 3 つ入手し、各ロットから抜き取った個々の干しシイタケの放射性セシウム濃度を測定し、ロット内の

濃度分布を推定した。

その結果、放射性セシウムに汚染された干しシイタケのロット中の濃度分布は、対数正規分布に従っており、そのRSDは50%以上であることが明らかとなった。

サンプルサイズを1、3、5、10とする計量規準型サンプリング計画をこのロットに適用した時の性能を評価した結果、もっとも分布の広いRSD=94%のロットにおいても、サンプルサイズを10とすれば、平均値が150のロットの合格率を10%とできることが明らかとなった。

以上のことから、生産者と消費者との合意や納得が必要であるが、サンプルサイズを最大10とする計量規準型のサンプリング計画を、食品の放射性物質濃度が成分規格に適合しているかを判定する事を目的とした検査に採用することが提案される。

(3) 食品中放射性物質濃度データ解析による効率的検査計画の検討

効率的検査計画の検討のため、厚生労働省ホームページに公表された、平成26年度の食品中の放射性セシウム濃度データ79,067件を集計し、産地、食品カテゴリ別の放射性セシウム検出率、基準値超過率、統計量、濃度等を解析した。流通する食品では、基準値を超える食品の割合は0.03%であり、非常に低かったが、非流通食品では基準値超過率が1.05%あり、また非常に高濃度の試料が見られた。このことから、非流通品の検査により、高濃度のセシウムを含む食品が、効果的に流通から排除されていると考えられた。

検出率の高い食品カテゴリである山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉は、山林にそ

の起源をもつ食品であり、これらの食品が生育する山林では、事故により広がった放射性セシウムがそのまま存在する状態が継続していると考えられる。現在有効に機能している、基準値を超える食品を流通させないための監視に加えて、山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉のような食品中の放射性セシウムの検査を増加させていくことが重要と考えられる。

(4) 食品中の放射性物質の検査に係る信頼性保証手法の検討

検査の分析値には一定の品質が要求される。食品中放射能検査では、計数の統計による不確かさ(計数誤差)のみが記載され、それによって評価することとされているが、食品検査にはこれ以外にも多くの要因があり、その中には放射能測定特有の要因も含まれる。本年度は不確かさの要因の評価及び合成について検討を行った。その結果、不確かさの合成においては、試料計数値及びピーク効率に起因する不確かさの寄与が大きいと予想され、特に試料計数値の計数誤差が支配的であることを示した。

また、放射能測定における計数誤差の標準偏差と、HPLC測定等の測定のばらつきの標準偏差と濃度の関係を比較した。これらを混同し、放射能分析において検出限界の標準偏差を高濃度側で用いた場合は、精度の低下を招くことを示した。

放射能検査においても、他の検査と同様に、全操作の不確かさを推定評価すること、そして各操作及び要因の不確かさが最終結果に与える影響の程度を理解していることが、分析値の品質を保証する上で重要と考えられる。

(5) 食品中放射性物質の調理及び加工による影響の検討

本検討の結果、牛肉や果実の単純な乾燥では、原材料中の放射性セシウムは除去されず、水分除去により重量が減少するため、放射性セシウム濃度が増加した。このような調理・加工では、原料が基準値を下回る場合であっても、調理・加工後には基準値を上回る可能性があるため注意が必要である。しかし、乾燥前に調味液に浸漬した場合においては、浸漬および塩抜き過程で放射性セシウムが約90%除去できることが、牛肉を用いた検討で確かめられ、放射性セシウム除去に有効な方法であることが示された。

ジャムのように材料を加えて煮込むだけの調理では、追加した調味料や水の分、重量比や濃度比が変化するが、放射性セシウムは除去されなかった。また、焼きや揚げの調理では、短時間の加熱で水分の蒸発は起こると考えられるものの、放射性セシウムは溶出せず、放射性セシウムの除去はほとんど期待できないという結果となった。

一方で、山菜類のあく抜きは、ゆでこぼし、水さらしなどの工程を経るため、放射性セシウムが水中に溶出し、放射性セシウムの高効率の除去が期待できる結果となった。特に重曹を用いて植物組織の軟化を促進することでその効果はより高くなると考えられた。しかし、ゆで時間が短い場合や、水さらし時間が短い場合は、放射性セシウムの除去効果は低下すると考えられた。

これらの結果は、これまでの検討で明らかとしてきたように、焼いたり揚げたりす

るような調理法と比較して、ゆでたり調味液に浸漬するような調理法が放射性セシウムの除去に適していることを支持する結果であった。

(6) 震災・津波による食品の化学物質汚染実態の調査

2012年と2014年の2カ年にわたり、津波被災地域として想定した5県から約10種、計1010点の食品を買い上げ、カドミウム、鉛、ヒ素を含む15種の元素類並びにPCBs濃度の実態を調査した。2014年には、非津波被災地域からも食品を買い上げ、比較対象とした。2012年と2014年に共通して買い上げた食品種について、分析対象ごとの濃度データ(1種類の元素あたりの濃度データの総数:890、PCBs濃度データの総数:145)を対象に、非津波被災地域における各食品種の濃度データとの比較を中心に解析した。その結果からは、分析対象とした元素類及びPCBsと食品種の組合せに関して言えば、津波被災地において注視すべき濃度の上昇は認められなかった。この結論をより確かなものにするためには、一部食品種と地域及び分析対象との組合せについての調査を継続することや、これまでに得られた濃度データをより詳細に解析することなどが効果的と考える。

(7) 震災によるリスクコントロールが必要となる化学物質の選定

一般の人々の放射性物質についての食品安全上の不安感は、これまで食品のリスクとみなされてきた残留農薬や食品添加物やBSEなどと同じような程度と種類のものになっているようである。すなわち正確

な内容やリスクの大きさについては理解していないがなんとなく不安なもの、できれば避けたいもの、というものである。「健康的な食生活」の基本となる栄養バランスのとれた食事や飲酒・喫煙のリスクが高いことについては概ね知っているものの、その中で放射能や添加物、残留農薬のようなものの位置づけがきちんとされていないことが伺える。従って明確な指標を提示して説明されればある程度の理解はできるしリスク認知のゆがみの修正も可能であると考えられる。問題はそのような情報提供が学校教育や一般的な食品の安全に関する学習の場でほとんどなされていないようであることである。一貫して継続的な情報提供、教育が必要である。

E. 健康危険情報

なし

F. 研究発表

1. 論文発表

- 1) 植草義徳, 鍋師裕美, 中村里香, 堤 智昭, 蜂須賀暁子, 松田りえ子, 手島玲子: 市販流通食品中の放射性セシウム調査 (平成 24 年度および平成 25 年度). 食品衛生学雑誌, 56(2), 49-56 (2015)
- 2) 畝山智香子: 農薬や放射性物質等の食品中化学物質のリスクについて, 小児科臨床, 第 67 巻 第 12 号(特集 子どもと食 2014), pp. 2503-2509
- 3) 畝山智香子: 食品中化学物質のリスクについて, 香料, 262, 33-39 (2014)

2. 学会発表

- 1) 植草義徳, 鍋師裕美, 中村里香, 堤 智昭, 蜂須賀暁子, 松田りえ子, 手島玲子: 市販流通食品中の放射性セシウム検査 ~平成 25 年度流通食品検査のまとめ~. 第 23 回環境化学討論会 (2014.5)
- 2) 植草義徳, 鍋師裕美, 堤 智昭, 蜂須賀暁子, 松田りえ子, 手島玲子: 市販流通食品中の放射性セシウム濃度の調査 (平成 24~25 年度). 第 108 回日本食品衛生学会 (2014.12)
- 3) 松田りえ子, 堤智昭, 鍋師裕美, 植草義徳, 蜂須賀暁子, 手島玲子: 都道府県等が実施した食品中の放射性物質検査結果の解析. 第 51 回全国衛生科学技術協議会年会 (2014.11)
- 4) 蜂須賀暁子, 植草義徳, 鍋師裕美, 堤智昭, 松田りえ子, 最上知子: 放射能測定における不確かさ - 試料形状. 第 51 回全国衛生化学技術協議会年会 (2014.11)
- 5) 渡邊敬浩, 植草義徳, 高附 巧, 片岡洋平, 堤 智昭, 松田りえ子, 蜂須賀暁子, 手島玲子; 東日本大震災・津波被害地域で市販された魚類製品の PCBs 濃度の実態調査. 第 23 回環境化学討論会 (2014.5)
- 6) 片岡洋平, 渡邊敬浩, 林 智子, 松田りえ子, 蜂須賀暁子, 手島

玲子；東日本大震災・津波被害地域で市販された食品の有害元素リユ含有量実態調査．第23回環境化学討論会(2014.5)

- 7) Uekusa Y, Takatsuki S, Watanabe T, Kataoka Y, Tsutsumi T, Matsuda R, Hachisuka A, Teshima R ; Concentrations of polychlorinated biphenyls in commercially available fish obtained from Tsunami-stricken areas of Japan. 33th International symposium in halogenated persistent organic pollutants
- 8) Kataoka Y., Watanabe T., Hayashi T., Matsuda R., Hachisuka A., Teshima R. ; Surveillance of concentrations of harmful elements in foods purchased in areas affected by the Great East Japan Earthquake. 33th International symposium in halogenated persistent organic pollutants

3. その他

- 1) 松田りえ子、蜂須賀暁子：放射性物質測定値の統計学的特徴と食品中のセシウム検査 .公益社団法人日本食品衛生協会 (2014)
- 2) 畝山智香子 分担執筆日本都市センター：自治体の風評被害対応～東日本大震災の事例～、日本都

市センター、東京 (2014)、pp 114-124, 第6章 風評被害予防のためのリスク情報共有について

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