

厚生労働行政推進調査事業費補助金

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

平成30年度 総括・分担研究報告書

研究代表者

国立医薬品食品衛生研究所 蜂須賀暁子

研究分担者

近畿大学 山田 崇裕

国立医薬品食品衛生研究所 鍋師 裕美

国立医薬品食品衛生研究所 曾我 慶介

国立医薬品食品衛生研究所 畝山智香子

国立医薬品食品衛生研究所 蜂須賀暁子

目 次

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・・・1

II. 分担研究報告

1. 食品中の放射性物質等検査システムの評価手法の検討
山田 崇裕・・・17
2. 食品中放射性物質濃度データ解析
鍋師 裕美・・・37
3. 食品中放射性物質等有害物質濃度データ調査
曾我 慶介・・・61
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
畝山智香子・・・75
5. 緊急時検査法に関する検討
蜂須賀暁子・・・107

- III. 研究成果の刊行に関する一覧表
・・・133

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

厚生労働行政推進調査事業費補助金（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
平成30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 3 月の東京電力福島第一原子力発電所事故により、放射性物質が環境に放出されて食品に移行したことは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、今後もガイドラインの改定が想定されることから、その改定に伴う影響の評価手法の開発も必要となっている。これらのことから、以下の研究を行った。

（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、(1) 非破壊式装置の性能試験として装置の測定室内における検出効率分布の評価、及び(2) 実試料を用いた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、を進めた。その結果、(1) については測定装置 2 機種につき、昨年実施した 1 機種と同様に計数効率の空間分布はほぼ理論通りであった。(2) については、山菜、キノコ等約 115 検体を用いて測定値を比較し、全検体のうち 33 検体のキノコ類を用いて新たに追加した 1 機種の評価を実施した。その結果、山菜類についてもキノコ類と同様に両者間で良好な相関が得られ、非破壊測定でのばらつきや、Ge 検出器による測定結果との大きなずれが山菜類についてもキノコ類と同様の傾向が見られた。新たに追加した 1 機種 of キノコ類の測定結果については、Ge 検出器による測定結果と良好な相関が得られ、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結果、現在のスクリーニング法における適用条件をほぼ満足する結果となった。しかしながら、非破壊式装置測定では、いずれの機種においても Ge 検出器による測定結果と大きなずれが観測されており、スクリーニング法の準用にあたっては、試料中の放射性セシウム不均一分布が測定に及ぼす影響の評価を実際の測定条件と同一の条件下で評価し、科学的なデータの下に具体的に適用試料種の選別、測定範囲の詳細な決定を行う必要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

平成 30 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のうち、非流通品/牛肉を除く 43,678 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、食品分類、産地別の集計を行った。基準値を超える食品の割合は 0.71% であった。流通する食品の基準値超過率は 0.09% で非常に低かったが、主に出荷前検査に相当する非流通品では 0.97% であり、また非常に高濃度の放射性セシウムを含む試料も見られた。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ていると考えられた。農産物、山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉からは、複数の基準値超過が見られたが、農産物での基準値超過は乾燥過程のある果実加工品のみであった。山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉は、いずれも山林にその起源をもつことが特徴である。また、これらの食品分類には栽培/飼養管理が困難な品目に該当する食品が多く含まれており、そのような品目の検査の重要性が示唆された。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おいて、山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉のような栽培/飼養管理が困難な品目に該当する食品中の放射性セシウムの検査を維持していくことが重要と考えられる。

(3) 食品中放射性物質等有害物質調査

本課題では、福島原発事故後に基準値として考慮された放射性セシウム等に加え、内部被ばくにおいて考慮すべき核種についての調査を行う。平成 29 年度の調査結果より、天然放射性核種であるポロニウム 210 の内部被ばく線量が、福島原発事故等に由来する人工放射性核種からの影響に比して大きいことが認められた。しかし、一般的にポロニウム 210 分析法が煩雑な事もあり、文献データは測定試料数が少なく、線量範囲も大きな開きが見られた。そこで、食品中ポロニウム 210 分析法の簡便化のための検討を行った。平成 30 年度は、前年度に検討したステンレス板電着法を用いて、ポロニウム 210 添加回収試験により真度および精度評価を行い、良好な結果を得た。夾雑物質の影響を調べたところ、直接ステンレス板電着法においては、NaCl が 500 mg 以上存在する場合、回収率の大きな低下が見られたが、銀板自然析出法は比較的 NaCl の影響を受けにくいことが示唆された。直接ステンレス板電着法ではポロニウムと同様に鉛もステンレス板上に析出するため、親核種に相当する天然放射性核種鉛 210 の存在量が多い場合、時間が経過するにつれてポロニウム 210 放射能の過大評価に繋がることを示唆された。従って、サンプリングから試料測定までの期間を短くすることが正確なデータを得る上で重要である。以上より、塩分含有量が少ない試料の場合は簡便な直接ステンレス板電着法が適用可能であるが、サンプリングから測定までを迅速に終えることがポロニウム 210 放射能を正確に見積もる上で重要と考えられた。

(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

これまでの食品の検査データからは現在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ていて、適切なリスク管理の視点から検査体制の見直しが検討課題となっている。しかし一般の消費者に

食品検査の状況が周知されているとは言い難く、いまだに被災地への風評被害が問題となっている。この課題ではこれまで「食品の基準値」に関する一般的認識を調査し、放射性物質の基準以前に食品の基準値の意味が理解されていないことを明らかにしてきた。そして今回さらに放射性物質検査の内容についてもほとんど理解されていないことが明らかになった。食品の安全性確保と風評被害対策のためには広報やリスクコミュニケーションにより多くの資源を配分する必要があることを再確認した。

(5) 緊急時検査法に関する検討

原子力施設の事故等により放射性核種による環境汚染が引き起こされた場合、食品からの内部被曝を防止するために食品の規制が行われる。当研究課題においては、そのような場合の食品中放射性物質の測定に関して、本年度は測定対象核種について、次年度は測定手法について検討する。本年度は、我が国の原子力災害対策指針、IAEAの安全基準に基づく全般的な安全指針、WHOの飲料水水質ガイドライン、CODEXの一般規格において規制対象とされる放射性物質を比較し検討した。事故等により環境汚染を引き起こす可能性のある核種は多く、IAEAの文書では357核種について評価されている。文書の目的や想定する状況が異なるため単純な比較はできないものの、原子力災害対策指針で具体的に取り上げられている核種数は検討した文書の中で最も少なく、緊急時における食品汚染の可能性が高いものに絞り込まれており、網羅的ではなく、より管理の実用性、実効性を重視した立場をとっていることが明確となった。

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	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	曾我 慶介	国立医薬品食品衛生研究所生化学部研究員
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

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(1F)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 5 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

食品中の放射性物質濃度分布の推定手法を示すことにより、効率的・効果的なモニタリング検査計画の提案が可能となることから、平成 30 年度も引き続き検査のサンプリング精度の重要因子である濃度分布の評価手法について、非破壊測定機器を用いた方法について検討した。

(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

過去の放射性物質汚染データの集計及び解析を行い、新たに検討すべき核種等を探索する。昨年度の調査により、日本は天然放射性核種であるポロニウム 210 の内部被ばく線量が、福島原発事故等に由来する人工放射性核種からの影響に比して大きいことが認められたため、食品中ポロニウム 210 分析法の簡便化の検討を行い、食品安全性研究に貢献する。

(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

国内流通する食品の検査結果からは基準値超過率が極めて低いことが確認されている。それにもかかわらず、依然として国内外に風評被害が存在し、消費者の食品検査についての理解と納得が得られていない。そのためこの研究課題では「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」で明らかにしてきた消費者への適切な情報提供の重要性を踏まえ、引き続き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、安全から安心に繋げる方法の検討を行う。

(5) 緊急時検査法に関する検討

放射性核種による環境汚染が引き起こされた場合、食品からの内部被曝を防止するために食品の規制が行われる。1F 事故後に国内外で検討が行われていることから、それらの情報を踏まえ、平成 30 年度は測定対象となりうる食品中放射性物質（核種）について検討する。

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、主に食品中の放射能汚染を懸念する住民向けに開発された、多種多様な食品の種類、形状、量に対応した測定装置を用いて、①非破壊式装置の性能試験として非破壊式放射能測定装置の測定室内における検出効率分布の評価、及び②実際に放射性セシウムで汚染した食品試料を用いて、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。

(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に公表された平成30年4月から平成31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、食品分類別、栽培/飼養管理の能否別に集計し、放射性セシウムの検出率、濃度等を求めた。

集計は、公表されたデータから、まず屠畜場における牛肉の全頭検査データが主と思われる非流通品の牛肉のデータと、非流通品/牛肉を除いた食品の検査データに分けてから、それぞれについて解析した。

(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食品を12種類に分類し、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及び鉛210標準硝酸溶液は市販品を、ポロニウム210溶液は、鉛210標準硝酸溶液から分離して用いた。

2. ポロニウム210の α 線分析

食品生試料10-25g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た。この後、化学分離を行う場合は、キレート抽出クロマトグラフィーにより行った。測定試料作製はステンレス板と銀板の2法を検討した。化学分離を経てポロニウム塩化物フォームをステンレス板電着法を行う方法を「化学分離後ステンレス板電着法」、酸分解液を用いて直接ステンレス板電着法を行う方法は「直接ステンレス板電着法」、ポロニウム塩化物フォームを銀板上に析出させる方法を「銀板自然析出法」と表記する。

金属板上のポロニウム測定試料は、シリコン半導体検出器PIPSによって86,400秒間測定し、 α 線スペクトロメトリーを行った。

3. ポロニウム210添加回収試験

食品モデル試料にポロニウム210溶液を添加し、「2. ポロニウム210の α 線分析」項にそってポロニウム210分析を行った。

4. ポロニウム209回収率算出

ポロニウム209回収率を求めるために、各検出器における α 線計数効率を、ステンレス板と銀板を別々に、低バックグラウンド 2π ガスフロー計測器(LBC-4302B、日立製作所)によって求めた。

5. 鉛210のステンレス板電着

ポロニウム210と放射平衡にある鉛210標準硝酸溶液を、ポロニウム210分析と同様に塩化物フォームに転換後、直接ステン

レス板電着法により電着し、ポロニウム 210の放射能を α 線分析に従い、測定した。

(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を行った際に食品中汚染物質の基準値についてアンケートを行った。対象は大学生や食品企業の社員、消費者団体関係者、生協組合員等で、研究課題のために講義を行った場合と、別のプログラムで行った講義の際に本研究課題への協力を依頼した場合とがあるが、集計では両者を区別していない。講義内容は全く同じではないが、当研究課題の今までの知見を踏まえて、食品リスクを全体的に提示する内容である。放射線リスクや食品の放射性物質基準に特化した内容は含まれていない。

(5) 緊急時検査法に関する検討

主に以下の資料を参考に測定対象となる核種を検討した。

1) 原子力災害対策特別措置法

原子力災害対策指針

2) 国際原子力機関 IAEA/General Safety Guides No. GSG-2 (GSG-2)

3) 世界保健機構 WHO/飲料水水質ガイドライン (WHO 飲料水 GL)

4) 国際食品規格委員会 CODEX/食品及び飼料中の汚染物質及び毒素に関するコーデックス一般規格 (CODEX 一般規格)

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) 非破壊式装置の測定室内における検出効率分布の評価

非破壊式装置では、検出器の直上に測定試料を配置するための測定室が設けられている。非破壊式装置の検出器直上の測定室内における ^{137}Cs 点線源に対する検出効率分布について、昨年度は1種(そのままはかるNDA)と本年度は2種(レギュームライト並びにHitz装置)調査した。直行するX軸において、すべての装置の検出効率は原点を中心としたガウス関数にほぼ近似でき、良好な対称性が確認できた。3機種の特徴を比較すると、検出器の種類及びサイズがほぼ同じレギュームライトとHitz装置の特性は一致し、これら2機種よりも検出器サイズの大きいそのままはかるNDAは、検出器中心からの距離が大きくなるに従って検出効率が低下する傾向がより他の2機種と比較し緩和される上、より高い検出効率が得られた。

^{137}Cs 点線源に対するX軸正方向 r 、Y軸方向 0 、高さ h における検出効率のHitz装置において調べた。検出効率のX軸の正方向への変化は、高さ h が高くなるに従い、各 h における原点における効率に対して変化が緩やかになる。昨年度取得したそのままはかるNDAのデータと比較すると、Hitz装置の検出効率のX方向への変化率はより大きい。このことは検出器サイズの違いによるものと考えられ、同一の試料を両方で測定した場合に、検出器サイズが試料のサイズに対して小さいほど形状変化や放射性セシウムの不均一分布の影響を

受けやすいことを裏付ける結果となった。

2) 非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

本検討において実験に用いた試料は、非破壊式装置による各測定所においてスクリーニングレベルの 50 Bq/kg を超えたものを対象とし、合計 91 試料を用いた。全試料のうち、キノコ類がその約 65% を占めた。本実験では、非破壊式装置で測定した試料は、そのほぼ全量を前処理し、Ge 検出器を用いて放射能分析を行った。そのため、1 試料から 1~3 個の分析用 U8 容器充填試料を作成、合計 U8 試料 190 個を分析した。試料の中には、非可食部が含まれているものもあったため、Ge 検出器の測定においても非可食部も測定の対象とし、放射能濃度は非可食部を含む濃度として求めた。

キノコ類の Ge 検出器を用いた公定法と 2 種類の非破壊式装置による測定結果との比は、1.02 及び 1.09 で良い相関が得られた。詳細にデータを見ると、非破壊測定器による 3 回測定の間ばらつきが、壊変率に起因する統計的ばらつきと比較して極端に大きいものや外れ値を含む大きく値がずれているものが確認された。キノコ類のうち、Ge 検出器による測定結果と比較し 30% 以上の差が見られた試料を抽出して精査したところ、非破壊式装置による測定結果が Ge 検出器による結果と比較して、その差が大きいだけでなく、1 試料を除いて、いずれも標準偏差が放射性壊変による統計的変動よりも有意に大きくなっていることが確認できた。このことは、試料の置き方により検出効率が大きく変化する

る、あるいは測定への影響が大きい試料中の放射能分布の偏在や不均質があること推定される。これらの試料を写真で確認したところ、共通した特徴の一つとして、試料中の個々のキノコの大きさが大きく異なることが確認できた。このことは試料の置き方により検出効率が大きく変化したたり、試料中の放射能分布の偏在や不均質性の要因となったりしうることから、本結果の大きなずれやばらつきは試料の特徴に起因するものであることが示唆された。

イノシシ肉及びその他の試料の測定結果は、相関性の評価を行うには測定試料数が少ないが、ここのデータの特徴を見ると、例えば非破壊装置による栗の測定結果では、3 回測定の間ばらつきは、他の試料と比べ明らかに小さいことが確認できる。これは、栗が比較的大きさの揃った粒状であることから、試料の形状変化が少なく、極端な偏在がなければ均質化されやすいことによるものと推定される。

(2) 食品中放射性物質濃度データ解析

1) 非流通品/牛肉以外のデータ

試料数、検出率、基準値超過率

総試料数は 43,678 であり、その内 30,987 が流通前の段階で収集された食品（非流通品）、12,691 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およそ 30% であった。

放射性セシウム濃度が 25 Bq/kg を超えた試料数を検出試料数、全体に対する検出試料数の割合を検出率とした。ただし、牛乳・乳児用食品は基準値の 1/5 である 10 Bq/kg、同様に飲料水も 2 Bq/kg を超えた場

合を検出とした。このように計算したときの検出試料数は1,742、検出率は4.0%となった。非流通品の検出率は5.4%、流通品の検出率は0.49%であった。

基準値を超過した試料数は313であり、全試料中の基準値超過試料の割合は0.72%、非流通品においては0.97%、流通品では0.09%であった。

食品分類別試料数、検出率、基準値超過率

食品を、農産物（きのこ、山菜を除く。以下同じ。）、きのこ、山菜、畜産物、野生鳥獣肉、魚介類、くじら、海藻、加工食品、食事試料、ハチミツ、牛乳、乳児用食品、飲料水に分類した。非流通品で検出率が高い食品分類は、野生鳥獣肉（28%）、山菜（13%）、きのこ（11%）であった。流通品では、山菜（8.0%）、きのこ（7.9%）であった。基準値を超過した食品分類は、非流通品では農産物、きのこ、山菜、野生鳥獣肉、魚介類であり、超過率はそれぞれ0.09%、0.65%、3.2%、7.7%、0.04%であった。流通品で基準値を超過した食品分類はきのこ、山菜、加工食品で、超過率はそれぞれ0.90%、2.4%、0.03%であった。

産地

産地は、平成30年度において検査対象自治体となっている17都県で検討した。農産物においては、検出された試料は非流通品および流通品合わせて25試料であり、そのうち福島県産が24試料（96%）であった。基準値超過は6試料でいずれも福島県産であった。なお、基準値超過6試料のすべてが干し柿・あんぽ柿であった。きのこは、農産物より広域で検出が認められた。非流通食品では、13県で検出され、そのう

ち4県で基準値超過が認められた。流通品で検出が見られた地域は、非流通品よりも範囲が狭いものの、非流通品で検出されていない2県も含む8県であった。基準値超過は3県であった。山菜及び野生鳥獣は、きのこで検出が報告された地域をやや狭くした範囲で検出が認められた。魚介類で検出された試料の産地は、さらに狭い範囲であり、ほぼ福島近接県であった。

非流通品/牛肉を除外した試料において、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いた。また、非流通品には高濃度の試料が見られたが、流通品においては高濃度試料は少ないことから、緊急時モニタリングをはじめとする非流通品の検査により、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た。

検出率には食品分類ごとに差が見られ、検出された食品は、きのこ、山菜、野生鳥獣が主であった。流通品検査が、流通前で見逃された違反を発見することが目的であるならば、流通品検査においては検出率・基準値超過率の高い地域を産地とするきのこ、山菜、野生鳥獣肉、淡水魚を重点的に検査すべきと考えられる。

平成29年度より「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」において、検査対象品目に「栽培/飼養管理が困難な品目群」「栽培/飼養管理が可能な品目群」の区分が示された。環境に放出された放射性物質は、新たな汚染が起こらない限り、核種ごとの物理的半減期を含めた環境的半減期によって減衰する。食品中放射

性物質の検査では、これまでの測定データに基づき、品目、地域ごとにきめ細やかに濃度予測をし、そのリスクの大きさに適した規模の検査体制を整えて行くことが合理的かつ効率的に検査を進めていく上では重要と考えられる。

2) 非流通品/牛肉のデータ

非流通品の牛肉に分類されるデータは255,837件であり、平成30年度に報告された検査の85%にあたる。検査の結果、25Bq以上の検出は4試料あったが、その検出濃度は26、27、28、30Bq/kgと低い濃度であった。食肉用の牛においては飼料管理が適切になされてい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 供与試料量の検討

供与試料について検出限界値を指標に検討した。年間1mSvの1%を検出する感度を目標とした場合、約0.02Bq/kgの感度が必要と考えられ、測定諸条件を仮定すると、生試料10gで約0.02Bq/kgと算出された。よって、今回の検討は生試料10g以上で行うことにした。

食品モデル試料を用いたポロニウム 210 分析の精度評価

昨年度は、ポロニウム209の分析評価を行ったが、本年度は、各食品カテゴリーを代表する食材を加工・混合したモデル試料を用いて、ポロニウム210の添加回収試験を行った。調味料類は化学分離を行い、それ以外の食品カテゴリーは直接ステンレス板電着法によって分析した。ポロニウム210の回収率は全食品カテゴリーで93~113%で、その併行精度は10%未満と良

好な結果が得られた。本分析法は様々な食品試料に適用可能と考えられる。

試料量を多くすることによりそのロット母集団の放射能推定精度は向上するが、夾雑物混入量が増加するため、直接ステンレス板電着法では注意が必要である。

鉄分および塩分の金属板へのポロニウム 析出阻害の影響評価

ポロニウムのステンレス板電着における影響因子として、塩分と鉄分について検討した。NaCl量500mg以上の条件では、電着時のポロニウム回収率が約50%以上低下した。Fe³⁺は50mg以上の存在下では回収率は10~20%低下した。一般的に、Fe³⁺はアスコルビン酸の添加によりFe²⁺へ還元でき、また、食品中の鉄分量から、妨害の可能性は低いと考えられた。一方で、調味料類など塩分を多く含む食品では、電着前に化学分離が必要であることと考えられた。一方、銀板自然析出法においては塩分の影響は小さく、電解質を多く含む食品に対して有用な方法の一つと考えられた。

鉛210の電着への影響

ポロニウム210の親核種であるビスマス210と鉛210もウラン系列の天然放射性核種として食品に含まれる。ポロニウム210の大人の経口摂取による実効線量係数が 1.2×10^{-3} mSv/Bqであるのに対し、ビスマス210は 1.3×10^{-6} mSv/Bq、鉛210は 6.9×10^{-4} mSv/Bqと小さい。また、近年の日本の調査では食品中のポロニウム210より鉛210は存在量が少ないため、被ばく線量はポロニウムより小さいとされている。ビスマス210は半減期が5.012日と短

半減期核種であるが、鉛 210 は 22.20 年と長く、物質の移動が無い場合は試料内に残留し、やがて壊変によってポロニウム 210 を生成する。直接ステンレス板電着法では、鉛 210 も試料中に存在した場合、ステンレス板上に析出すると予想されるため、検討を行った。ポロニウム 210 と放射平衡にある鉛 210 標準試料をポロニウム 210 分析と同様にステンレス板に電着し・ポロニウム 210 の放射能を測定後、さらに、81 日、717 日経過後に同じステンレス板上のポロニウム 210 放射能を測定した結果、硝酸溶液中の鉛は添加量の約 60% が電着していると推定された。

直接ステンレス板電着法によって、鉛 210 を多く含む試料を一回測定で全てポロニウム 210 放射能として算出する場合、時間が経過するにつれてポロニウム 210 の生成により過大評価になる可能性が示唆された。よって、鉛 210 を分離してその放射能を測定しないのであれば、サンプリング、試料調製後は即座にポロニウム 210 放射能を測定することが望ましい。本研究で検討した方法は、市場の食品を迅速に測定する際の簡便な分析法として適用されることを想定している。

(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

アンケート結果の集計により、以下の問題点が抽出された。

1. 全体として、食品に定められている各種汚染物質の「基準」についてはよくわかっていないという意見が多かった。それ以前に、食品中に望ましくない物質が天然

に含まれていることを知らなかったという感想が多く、食品安全についての基礎知識が不足しているようだ。その一方でなんとなく日本の食品は安全、日本は世界でも食品安全の水準が高いほうである、といった思い込みは強固にあるようで、義務教育で盛んに「食育」などが喧伝されているにも関わらず、食品の安全についてまともな教育が行われていないことを反映していると考えられる。

2. 学生と学生以外とではアンケート結果に大きな違いはなく、各種汚染物質の基準値に関しては現状追認あるいは選択肢の真ん中と答える人が最も多い。それに対して食品衛生監視員あるいは関連分野で仕事をしている人たちは明らかに違って、国際基準への整合性を求める割合が高い。特に食品中放射性物質の基準値に関して顕著である。これはその分野の経験と知識がある人たちとそうでない人たちの判断が違うことを明確に示している例である。

3. 今回初めて、食品中の放射能検査の現状と今後についての調査項目を追加した。震災後、食品の放射能検査が行われていること自体は多くの人知っている。しかし実際に何をどのくらい調べているのか、ということについてはほとんど知られておらず、牛の検査数が群を抜いて多いことを知っている人はほんの少数だった。その情報を得た上でも、検査内容を見直すべきという意見は 35% で、それ以上の 48% の人が現状維持が望ましいと回答した。

以上の結果から以下の問題点が浮かび上がる。

一つ目はこれまでも報告してきたとおり、放射能汚染に限定されず、食品の安全性についての基本的理解が不足していることである。食品関連の事故・事件の対策を困難にしている最大の共通要因はそこにあるのもっとリソースを配分して理解を広める必要がある。食品安全委員会も度々指摘しているが、学校教育の問題が最も重要であると考えられる。

二つ目は、牛肉の全数検査のように、科学的な安全性対策というより安心のために行っている対策が広く知られていないので安心対策にすらなっていないということである。安心のためだというなら伝えることが不可欠であり、伝えるためのリソースを配分せずに検査だけ行うのは単純に無駄である。

三つ目は一旦決まった基準値を見直すために広く一般の意見を聞くのは適切ではない、ということである。基本的に特に何の思い入れもない、知識もない場合には普通の人は現状維持あるいは選択肢の中の極端ではない真ん中の値を選ぶ傾向がある。実際には検査のためのコストなどは回り回って消費者の負担増という形にはなるのだがそれは見えにくく実感しにくい。背景情報を含めて十分な判断材料をもっている人たちの判断と、なんとなく、の判断を同じ重みで扱うのは無理がある。食品については知識がないことを自覚していないことが多いことがさらに問題を解決困難にする。

(5) 緊急時検査法に関する検討

1) 国内基準

原子力災害時には、被ばくによる健康影響と対策実施の不利益等の両者の比較により対策実施の是非を判断するが、この対策実施の要否を判断するための運用上の介入レベル（Operational Intervention Level : OIL）が原子力災害対策指針に記載されており、食品に係るものは OIL6 になる。

2) IAEA 安全基準

国内法令に影響しているものに、国際原子力機関 IAEA の安全に対する考え方がある。緊急時の食品の規制に関しては、主に基本安全原則 SF-1、全般的安全指針 GSR part7、個別安全指針 GSG-2 が関係する。GSG-2 では放射性物質の大量放出後に、食料供給及び給水を汚染から防護するため、及び公衆が放射性汚染された可能性のある食物・ミルク・飲料水を摂取しないようにするための手法が記載されている。緊急時の食品に関する OIL5 および OIL6 は、年間実効線量を 10 mSv 未満とするために消費制限を考慮する必要がある、食品等の濃度値として示されている。

3) WHO 飲料水 GL

飲料水の水質評価項目の一つに放射性物質があり、評価対象核種としては自然および人工放射性核種の 191 核種を記載している。被ばく線量としては、検出可能ないかなる健康への悪影響も生じないと想定される年間 0.1 mSv/年を採用し、飲料水の摂取量を 1 日あたり 2L として、放射性核種濃度を算出している。

4) CODEX 一般規格

この規格書には、食品及び飼料中の汚染物質と毒素の取り扱いに関してコーデックス委員会が推奨する主要な原則が含ま

れている。食品及び飼料中の汚染物質の最大基準値は、国際貿易に不当な障壁が課せられることのないよう、世界的に受け入れ可能な値を導く適切な科学的原則に基づくものとしている。放射性核種に関しては、指針値 Codex guideline level (GL) が与えられている。この GL は、原子力又は放射線緊急事態以後に汚染された食品に含まれる人工放射性核種に適用され、年間 1mSv の介入免除レベルに基づいて算出されている。

5) 核種の比較

WHO 飲料水 GL の 191 核種を中心に、GSG-2 の OIL6 (355 核種)、CODEX 一般規格 (代表的な放射性核種として記載のある 4 群 20 核種)、原子力災害対策指針 OIL6 (4 群 15 核種、ウラン) 及び原子力規制委員会の参考資料として与えられていた核種を比較した。

GSG-2 の OIL6、WHO 飲料水 GL とともに、希ガスは除外しているなど共通点もある一方で、GSG-2 の OIL6 の方が WHO 飲料水 GL よりも対象範囲が広がっている。これは、GSG-2 の OIL6 が事故等の緊急時を想定しているため、極めて短いあるいは長い半減期の核種も幅広く対象としているのに対し、WHO 飲料水 GL は慢性的な摂取を想定していることによる相違と考えられる。

GSG-2 の OIL6 が緊急時の年間実効線量 10mSv から放射能濃度を算出しているのに対し、WHO 飲料水 GL は慢性的な被曝による年間実効線量 0.1 mSv に基づいていることから、両者間では放射能濃度で約 100 倍の差が認められると予想され、半減期 10

日以上では、ほぼそのような濃度比となっている。一方で、半減期 10 日以下においては、GSG-2 の OIL6 の放射能濃度が大きな値を示しており、緊急時の短期間の被曝が想定されていることが読み取れる。

CODEX 一般規格では、年間実効線量として 1mSv を採用しているが、食品汚染率 (輸入率) を 0.1 としているため、WHO 飲料水 GL の 10~100 倍の値となっている。

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

(1) 非破壊式放射能測定装置の測定室内における検出効率分布の評価において、調査した 3 機種とも対称性のある検出効率分布を持っており、検出器催事に合致する分布差が観測された。このような異なる機種で同等の検査性能を確保するには、検出効率の分布を考慮し、試料を設置する範囲における XY 平面及び高さ Z 方向の検出効率の最大差の許容範囲を定めておくことが有効であると考えられる。

(2) 非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では、山菜の測定において 2 機種の非破壊式装置の結果は Ge 検出器の結果の結果と良好な相関関係があり、その結果はほぼ一致した。一方で、昨年度のキノコ試料の結果と同様に非破壊式装置は、Ge 検出器による測定結果と大きなずれがあるものが見られ、真度の低下傾向が観測された。また、本年度評価対象とした 1 機種によりキノコ類の測定比較を実施した。その結果、他の 2 機種と同様に良好な相関が得られ

た。さらに放射性セシウム濃度 100 Bq/kg 未満の試料を本装置で測定した結果を用いて、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。その結果、現在の試料の前処理を想定した食品中の放射性セシウムスクリーニング法におけるスクリーニングレベル 50Bq/kg 以上をやや下回るもののほぼ適用条件を満足する結果となった。3 機種キノコ類の測定における 3~5 回の繰り返し測定における相対標準偏差はほぼ同等であったことから、レギュムライト及びそのままはかる NDA についても同様にスクリーニング検査への適用性について 100Bq/kg 未満の試料によって回帰直線の予測区間による方法によって評価すれば Hitz 装置と同等の性能が得られることが予測される。ただし、本装置のスクリーニング法の準用にあたっては、実際の測定条件と同一の条件下でこれらの評価をするとともに、これまでの結果からも試料中の放射性セシウム不均一分布が測定に及ぼす影響の評価に基づく適用試料種の選別、測定範囲などの詳細な適用条件及び運用基準を科学的なデータによって定めることが検査の信頼性確保の観点で必須であると思われる。それぞれの装置は試料種別、量によって放射能分析に用いるパラメータを変える設計となっている。このような計算アルゴリズムを考慮し、評価基準を定める必要があると思われる。

(2) 食品中放射性物質濃度データ解析 産地での出荷前検査が機能を果たし、流

通食品での検出率は低く抑えられていると考えられるが、放射性セシウム濃度が高くなりやすい、きのこ、天然山菜、野生鳥獣肉のような、いまだ検出率が高い食品を重点的に検査する体制を整備し、維持することが重要と考えられる。

(3) 食品中放射性物質等有害物質調査

今年度は、昨年度に検討したポロニウム 210 分析法の精度評価を行った。化学分離を行わない直接ステンレス板電着法または化学分離後ステンレス板電着法の一般食品のポロニウム 210 回収率は 93~113%、併行精度は 10%未満と良好であることが確認された。分析感度が必要な状況では、試料量を増やす選択肢も考えられるが、豆類等のようにマトリクスにミネラルを比較的多く含む食品では夾雑金属の共析出やポロニウム電着阻害などの影響が大きくなり、結果的に低回収率と α 線のエネルギー損失によるスペクトル形状変化の可能性があるため、注意が必要である。また、初期ポロニウム放射能値を真の値に近づけるためには、サンプリングから測定までの時間は可能な限り短くすることが重要である。今後はこの手法を用いて一般食品の放射能を調べていく予定である。

(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

放射能汚染に限らず、事故や事件に伴う食の「風評被害」を少しでも小さくするには、日頃から食品の安全性についての基本を繰り返し伝えていくしかないと考えられる。

(5) 緊急時検査法に関する検討

原子力施設の事故等により放射性核種による環境汚染が引き起こされた場合、食品からの内部被曝を防止するために食品の規制が行われることから、測定対象核種について、IAEAの安全基準に基づく全般的な安全指針等、国内外の文書を比較検討した。事故等により環境汚染を引き起こす可能性のある核種は多く、IAEAの文書では357核種について評価されている。文書の目的や想定する状況が異なるため単純な比較はできないものの、原子力災害対策指針で具体的に挙げられている核種数は検討した文書の中で最も少なく、緊急時における食品汚染の可能性が高いものに絞り込まれており、網羅的ではなく、より管理の実用性、実効性を重視した立場をとっていることが明確である。実際に1F事故後に放射性セシウムを代表核種とする管理体制が敷かれたが、事故の特徴も影響し、効率的に作用したと考えられる。放射性物質汚染はその状況により、多岐の様相となるため、汚染核種およびその量を幅広く想定し、モニタリング手法を平常時に用意しておくことが重要と考えられる。

E. 研究発表

1. 論文発表

- 1) T. Yamada, K. Soga, M. Hachinohe and A. Hachisuka: Performance evaluation of the equipment for measuring radioactivity in whole foodstuffs without destructive sample preparation developed after the Fukushima NPP accident. *Radiation Protection Dosimetry*, 184(3-4), 355–358, (2019) <https://doi.org/10.1093/rpd/ncz112>
 - 2) 畝山智香子, 食品安全のために全ての関係者に必要な情報を, 畜産コンサルタント, vol 54 No647 pp34-37, 2018
 - 3) 畝山智香子, 全頭検査という神話, 公研, No.666, p14-15, 2019
 - 4) 畝山智香子, 安全な食品とは何かーリスクのものさしで考える, 即席食品, No. 355, 2019
- ## 2. 学会発表
- 1) 山田崇裕, 蜂須賀暁子, 曾我慶介, 非破壊式食品放射能測定装置を食品中の放射性物質測定手法の評価 第55回アイソトープ・放射線研究発表会, (2018.7) 東京
 - 2) T. Yamada, K. Soga, M. Hachinohe and A. Hachisuka: Performance evaluation of the equipment for measuring radioactivity in whole foodstuff without sample preparation techniques after the Fukushima Daiichi NPP accident. 9th International Conference on High Level Environmental Radiation Areas, 2018/9 Hirosaki, Japan
 - 3) 曾我慶介, 松田りえ子, 鍋師裕美, 今村正隆, 堤智昭, 近藤一成, 蜂須賀暁子: 2017年度公表の食品中放射能検査結果の解析. 第55回全国衛生化学技術協議会年会 (2018.11)
 - 4) 曾我慶介, 蜂須賀暁子, 近藤一成: 食品

中の天然放射性核種ポロニウム分析法の簡便化に向けた検討. フォーラム 2018 衛生薬学・環境トキシコロジー、(2018.9.11)

3. その他

・市民向け説明会

- 1) 畝山智香子：ほんとうの「食の安全」を考える ～食品中に含まれる様々な発がん物質のリスクについて～. 平成 30 年度 食と放射能に関する説明会、(2018.7.25) 福島県環境創造センター 環境放射線センター
- 2) 畝山智香子：安全な食品とは何か？～リスクのものさしで考える～. 平成 30 年度第 4 回勉強会「日本産食品 2.0 ～安全神話と国産のこれから～」、(2018.10.5)、慶應義塾大学
- 3) 畝山智香子：食品中化学物質のリスク評価について. 安全を科学する 大津市食の安全講座、(2018.10.9)、大津市保健所
- 4) 蜂須賀暁子：食品の安全性について一緒に考えてみませんか. 平成 30 年度食と放射能に関する説明会、(2019.2.2) 学校法人志賀学園 平第一幼稚園
- 5) 畝山智香子：安全な食べものってなんだろう？～リスクのものさしで考える～. コープながの食の安全学習会、(2019.2.18)、ラ・ヴェリテ東御市、
- 6) 畝山智香子：安全な食べものってなんだろう？～リスクのものさしで考える～. コープながの食の安全学習会、(2019.2.21)、ホテル岡谷
- 7) 蜂須賀暁子：食品の安全性について一

緒に考えてみませんか. 平成 30 年度食と放射能に関する説明会、(2019.2.25)、きたかた子育てサポート・センター

- 8) 畝山智香子：ほんとうの「食の安全」を考える ～食品中に含まれる様々な発がん物質のリスクについて～. 平成 30 年度 食と放射能に関する説明会、(2019.3.2)、高平生涯学習センター、

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

Ⅱ. 分 担 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検討

山田 崇裕

平成 30 年度厚生労働行政推進調査事業 食品の安全確保推進研究事業

食品中の放射性物質検査システムの評価手法の開発に関する研究 (H29-食品-指定-012)
研究分担報告書

「食品中の放射性物質等検査システムの評価手法の検討」

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 山田 崇裕 近畿大学原子力研究所准教授

研究要旨

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、

- (1) 非破壊式装置の性能試験として装置の測定室内における検出効率分布の評価、及び
- (2) 実試料を用いた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、を進めた。その結果、(1) については測定装置 2 機種につき、昨年実施した 1 機種と同様に計数効率の空間分布はほぼ理論通りであった。(2) については、山菜、キノコ等約 115 検体を用いて測定値を比較し、全検体のうち 33 検体のキノコ類を用いて新たに追加した 1 機種の評価を実施した。その結果、山菜類についてもキノコ類と同様に両者間で良好な相関が得られ、非破壊測定でのばらつきや、Ge 検出器による測定結果との大きなずれが山菜類についてもキノコ類と同様の傾向が見られた。新たに追加した 1 機種のキノコ類の測定結果については、Ge 検出器による測定結果と良好な相関が得られた。また、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、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は 48 Bq/kg となり、現在の試料の前処理を想定した食品中の放射性セシウムスクリーニング法における適用条件をほぼ満足する結果となった。しかしながら、非破壊式装置測定では、いずれの機種においても Ge 検出器による測定結果と大きなずれが観測されており、スクリーニング法の準用にあたっては、試料中の放射性セシウム不均一分布が測定に及ぼす影響の評価を実際の測定条件と同一の条件下で評価し、科学的なデータの下に具体的に適用試料種の選別、測定範囲の詳細な決定を行う必要があると考えられた。

研究協力者 八戸真弓 農業・食品産業技術総合研究機構 食品研究部門食品安全研究領域
食品安全性解析ユニット長

A. 研究の背景と目的

食品中の放射性物質の測定は、従来 Ge 検出器を用いた γ 線スペクトロメトリーによる方法が一般に用いられている。環境中に存在する放射性核種を効率よく、そして正確に分離・定量するための方法として、環境試料等の放射能分析・測定方法の基準となる「放射能測定法シリーズ」[1]が国（文部科学省及び原子力規制庁）により制定され、公定法として我が国において広く用いられている。また、食品の試験法としては、「食品中の放射性物質の試験法について」[2]が発出され、ここには食品衛生法に基づく食品検査のための測定に関する要件が規定されている。いずれの公定法においても、従来の γ 線スペクトロメトリーによる方法においては、測定試料中の放射性物質が適切な前処理により均一化[3]されていることが、その正確性及び信頼性の確保のために重要となる。また、食品の測定では、非可食部を取り除く必要もある。さらに、福島第一原子力発電所事故以降、食品検査の迅速化に対応するため、スクリーニング検査として必要とされる性能を規定した「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」[4]が発出され、シンチレーション式スペクトロメータも検査に広く用いられるようになった。このスクリーニング法においても測定試料中において放射性物質が均一に分布していることが前提であり、その均一性の程度が測定に及ぼすばらつきを考慮した設計となっている。国際標準化機構が食品などに含まれる放射性物質の迅速スクリーニング法を定めた規格 ISO19581[5]も同様である。一方で、生産サイドによる自主検査においては、スクリー

ニングを目的に玄米のように比較的均質化を図りやすい特定の試料を対象として、試料を破壊せずそのまま測定するための装置を用いた出荷前検査が行われるようになった。また、このような非破壊式放射能測定装置（以下、非破壊式装置という。）は、様々な試料の特性に応じた測定器が開発され利用されている。さらに、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対応した測定器も開発され、試料を破碎せずそのまま測定できることから広く利用されている。このような試料を破碎して均質化せずそのまま測定する場合には、検出器の複数化、大型化などにより試料の不均質性の影響の低減化が図られているものの、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。そこで本研究では、平成 29 年度よりこのような非破壊式測定における試料中の放射性物質分布の影響を評価することを目的に、非破壊式装置の測定室内における検出効率分布の評価及び実際に放射性セシウム濃度 50 Bq/kg 超の食品試料を用いて、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証を行ってきた。その結果、非破壊式装置の検出効率の空間分布はほぼ理論通りであることを確認し、非破壊式装置と Ge 検出器との両者の比較測定結果は良好な相関が得られることが明らかとなった。一方で、非破壊測定では真度の低下傾向が観測され、さらに有意にばらつきが大きい試料や、Ge 検出器による測定結果と大きなずれがあるものが見られた。これらは試料の特徴に起因するものであることが示唆さ

れた。このような結果から、装置の検出効率の形状依存の特徴を十分に把握し、変化の影響を受けにくい状況で測定を行えば、食品の汚染状況の大まかな把握には、非破壊式装置による測定は十分有効である可能性があることが示唆されたものの、個別試料の食品衛生法に定められた基準値への適合性の確認に用いるには、試料中の放射性セシウムの分布特性、形状特性などを把握し、より多くの試料を用いたさらなる検討により、測定に適用出来る試料種別や適用条件を明らかにすることが必要であると見込まれた。このような背景から、平成30年度はキノコ類と並び測定・検査のニーズが多い山菜類を検討対象とするとともに、キノコ類についてもさらに試料収集を進め測定の比較検証を行った。また、福島県において試験的利用されている1機種について新たな対象機器として本研究に用いた。

B. 非破壊式放射能測定装置の概要

本研究に用いた非破壊式装置は、自家消費の自家栽培作物や採取した野生の動植物の測定などに用いられている。この装置は、住民から持ち込まれるあらゆる種類の食品の種類、形状、量などを想定した設計であることが特徴である[6][7][8]。さらに、検査の効率化・合理化を目的としたこのような装置の利用も試みられている。

γ 線スペクトロメトリーにより食品中の放射能の測定を行うには測定対象となる核種の γ 線のエネルギーに対する検出効率を標準線源によって予め得る必要がある。検出効率は γ 線のエネルギーに依存する他、試料と検出器の幾何学的条件によっても変化する。即ち、検出効率は試料の形状や測定

位置に依存するため、標準線源と同じ形状の容器に、標準線源と同じ容量の試料を充填し、標準線源で校正した位置と同じ位置で測定する必要がある。また、体積状の試料は、体積中の線源位置によって検出効率が異なり、体積状の標準線源によって得られる見かけの検出効率はいわば各点の検出効率の平均値であることから、体積中の放射能の分布は均一であることが前提となる。非破壊式装置であっても測定の基本原理に変わりはないが、一般に非破壊式装置では複数の検出器配置、大型化による高効率化が図られている。このことは非破壊式装置による測定の信頼性を確保する上で極めて重要となる。つまり、測定試料に対して、検出器が非常に大きい場合、線源と検出器との立体角はほぼ 2π となり、線源の位置による検出効率の変化が少なくなる。先にも述べたように γ 線スペクトロメトリーによる放射能測定の場合は、標準線源と同じ形状の容器に同じ容量の試料を詰めて測定することで、標準線源により得た検出効率が適用でき、標準線源—検出器間の幾何学的条件と異なる測定条件になることが誤差となる。しかしながら、大型検出器を用いることで幾何学的効率を高め、線源位置による検出効率の変化を少なくすることが出来れば、試料の形状の違いや試料中の放射性物質の不均質性による検出効率の変化は小さく出来、ある程度のばらつきの幅の範囲内での測定が可能になると考えられる。測定対象とする試料の種類は様々であり、たとえば試料の形状の違いや試料中の放射性物質の不均質性による検出効率の変化を小さく出来たととしても、測定試料の検出効率を如何に正確に決定できるかが測定の信頼性の

上で重要となる。これを達成するために、様々な形状の標準試料によって検出効率を求め、試料の種類によって、試料質量から試料の嵩を推定し、試料の種別に決められた検出効率－試料嵩(質量)関数から近似的に検出効率を求める方法などがとられている。ただ、依然として試料中の放射性物質の不均質分布に対しては、その程度に幅はあるにせよ誤差を生む要因となる。例えば大きな誤差要因となりうる極端な放射性セシウムの偏在に対して、多数の検出器を組み合わせた装置により、そのうちの一つの検出器での計数率が他の検出器の倍以上計数があった場合に異常判定を出すように設計された装置もある[6]。

以上のように、非破壊式装置では、装置のハード面においては、検出器の大型化、複数検出器の使用による試料－検出器間の高立体角化によって幾何学的効率を高めることが装置の想定する試料形態及び形状と実際の試料形態及び形状の差に起因する測定誤差の軽減につながる。ソフト面では、解析手法は装置によって様々であるが、いずれの手法もいわば近似的に試料の検出効率を求めることとなり、如何に設計上想定する範囲内で実際の測定が行われるようにするか、ユーザインターフェースの設計も含めて重要となる。

C. 実験方法

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、表 1 に示す 2 機種(レギュームライト及び簡易検査装置)の非破壊式装置の性能試験として(1)非破壊式放射能測定装置の測定室内における検出効率分布の評価を行い、表 1 に示す 4 機種につ

いて(2)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。

(1) 非破壊式装置の測定室内における検出効率分布の評価

市販の非破壊式装置「レギュームライト」(形式:FD-08Cs1000-1(仕様は表 1 参照))及び日立造船(株)製「簡易検査装置」(仕様は表 1 及び図 1 参照)、以下 Hitz 装置という。)を用いて、試料測定室内における検出器に対して水平方向(XY 平面)及び検出器に対して鉛直方向(Z 方向)における ^{137}Cs 検出効率分布について測定により検証した。方法は平成 29 年度と同様の手法とし、測定点は XY 平面に対して図 2 の点のうち、それぞれの装置の測定室のサイズ内の点を選択して測定した。Z 方向については、測定室底面及び鉛直方向に底面からの 30mm 毎にそれぞれの装置の測定室の高さサイズ内について分布を取得した。Z 方向の線源位置決定及び線源配置には、測定室底面の大きさに一致した厚さ 30mm のスポンジ板(密度:約 0.02gcm^{-3})を重ねて用いた。線源は点状の ^{137}Cs 密封標準線源(日本アイソトープ協会製 放射能ガンマ標準線源 線源コード:CS407, 10mm ϕ \times 6mmt)を用いた。

(2) 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

本研究では、福島県内において自家消費野菜等の放射能検査を行っている市町村測定所に住民から持ち込まれた試料のうち、非破壊式装置による測定結果が 50Bq/kg 以上であり、かつ持ち込んだ住民から本研究

のための試料提供に同意が得られたものを3機種（形式：AFT-NDA2、FD-08Cs1000-1又はFF1）を測定に用いた。また、福島県農林水産部林業振興課より提供されたキノコ類の試料をHitz装置の測定に用いた。Hitz装置は福島県農林水産部林業振興課が、効率的な検査の実施を目的に試運用されているものを用いた。測定は3回～5回、その都度試料を混合、配置換えを行って実施した。配置等の影響について検討するため、原則として測定の都度、試料の配置の様子を写真に記録することとした。非破壊式装置による測定を行った試料は、福島県内の専門分析機関に設置された表2に示すGe検出器を用いて、文献[2]に準拠して放射能分析を行った。本研究においては、食品中の放射能測定のための試料前処理は、文献[3]に準じて実施した。

D. 実験結果及び考察

(1) 非破壊式装置の測定室内における検出効率分布の評価

非破壊式装置では、検出器の直上に測定試料を配置するための測定室が設けられている。昨年度非破壊式装置（そのままはかるNDA）によって得られた検出器直上の測定室面における検出効率分布及び本年度取得した非破壊式装置レギュームライト並びにHitz装置のX軸方向の¹³⁷Cs点線源に対する検出効率分布を図3に示す。図3-1に示した分布は原点での検出効率を1とする相対値とした。図3-2にはX軸正方向に対する検出効率分布の絶対値を示す。図3-1のとおり、直行するX軸において、すべての装置の検出効率は原点を中心としたガウス関数にほぼ近似でき、良好な対称性が確認

できた。3機種の特性を比較すると、検出器の種類及びサイズがほぼ同じレギュームライトとHitz装置の特性は一致し、これら2機種よりも検出器サイズの大きいそのままはかるNDAは、検出器中心からの距離が大きくなるに従って検出効率が低下する傾向がより他の2機種と比較し緩和される上、より高い検出効率を得られた。

¹³⁷Cs点線源に対するX軸正方向 r 、Y軸方向0、高さ h における検出効率 $\eta(r, 0, h)$ のHitz装置による測定値を図4(1)示す。結果は各高さのXY面の原点における検出効率を1とした相対値で示す。図のとおり、検出効率のX軸の正方向への変化は、高さ h が高くなるに従い、各 h における原点における効率に対して変化が緩やかになる。図4(2)に示す昨年度取得したそのままはかるNDAのデータと比較すると、Hitz装置の検出効率のX方向への変化率はより大きい。このことは検出器サイズの違いによるものと考えられ、同一の試料を両者で測定した場合に、検出器サイズが試料のサイズに対して小さいほど形状変化や放射性セシウムの不均一分布の影響を受けやすいことを裏付ける結果となった。

(2) 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

①山菜試料

ここでは春以降に収穫された山菜類に関する結果を図5に示す。本検討ではレギュームライト及びそのままはかるNDAのそれぞれに12試料及び13試料を用いた。非破壊式放射能測定装置FF1について得られたデータは3試料に留まった。図に示す通り、キノコ類と同様にレギュームライト及

びそのままはかる NDA と Ge 検出器との両者の測定結果は良好な相関が得られ、それぞれの回帰直線 ($y=a+bx$) は、レギュームライト ($a=40.2\pm 87.8$, $b=1.15\pm 0.06$)、そのままはかる NDA ($a=-15.7\pm 37.7$, $b=0.97\pm 0.05$) であった。ただし、Ge 測定値との比が 0.7~1.3 を超えるもの及び濃度が 5000Bq/kg を超えるものは相関分析では外れ値として処理した。このような Ge 検出器の測定結果との大きな乖離は昨年度のキノコ類の測定においても観測された。Ge 測定値との比が 0.7~1.3 を超えたものは、レギュームライト及びそのままはかる NDA のそれぞれで、6 試料及び 5 試料に及んだ。これらは特定の種別の試料に見られた訳ではなく、原因究明及び傾向分析には試料の個別的な放射性セシウム分布の分析、さらに多くの試料の分析を要することが見込まれた。検査におけるこのような試料の取り扱い是非破壊式装置を用いた測定における共通的な課題であることが示唆された。

②キノコ試料

昨年度の報告でレギュームライト及びそのままはかる NDA に関する本検討結果を示した。本年度これらの装置の測定に用いたキノコ類試料は、レギュームライト及びそのままはかる NDA それぞれに対して 9 件及び 17 件であった。本年度は新たに Hitz 装置についてキノコ試料 33 検体を用いて Ge 検出器との測定結果の比較を行った。図 6 に Hitz 装置における測定値の比較結果を示す。図に示すとおり良好な相関が得られ、回帰直線 ($y=a+bx$) は、($a=33.5\pm 11.4$, $b=0.94\pm 0.03$) であった。図 7 に昨年度実施したレギュームライト及びそのままはかる NDA の測定結果[9]及び本年度実施した

Hitz 装置のそれぞれの Ge 検出器による測定結果との差の Ge 検出器による結果との比の分布を示す。これらの結果を比較すると Hitz 装置については他の 2 機種と比較し平均値で 20%程度正のバイアスが見られたが測定値のばらつきは標準偏差 0.22~0.26 でほぼ同等であった。

Hitz 測定に用いた試料の放射能濃度分布は図 8 に示すとおり本検討に用いた試料の約半数の 16 検体が 100 Bq/kg 以下であった。そこで、これらの試料によって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。その結果を図 9 に示す。予測区間の上限値はスクリーニング法の例示に従い 99%とした。図のとおり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は 48 Bq/kg となり、現在の試料の前処理を想定した食品中の放射性セシウムスクリーニング法におけるスクリーニングレベル 50Bq/kg 以上の条件を下回るもののほぼ適用条件を満足する結果となった。ただし、本装置を用いた試験条件は指定の容器に充填した状態によるものである。一般に非破壊式装置の場合には容器、充填量などの指定がなく、測定値のばらつき、ズレの要因は測定試料形状に対する計数効率の見積もりと試料中の放射性セシウムの不均一分布が問題となる。本試験では形状がほぼ固定された条件であるため、実際に検査に適用する際にも同様の措置をとることが前提となることに注意しなければならない。

E. 結論

本研究では、(1) 非破壊式放射能測定装

置の測定室内における検出効率分布の評価、及び(2)非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行った。(1)の実験において、レギュームライト及びHitz装置がそのままはかるNDAと同様に対称性のある検出効率分布を持っていることが確認できた。本年度評価した2機種の検出器の種類及びサイズは仕様上同じもので有り、そのままはかるNDAにおいて採用されている検出器と比較し、サイズが小さい。このことにも理論的に合致する分布差が観測された。このような異なるサイズの検出器を同じ検査に用い、同等の検査性能を確保するには、検出効率の分布を考慮し、試料を設置する範囲におけるXY平面及び高さZ方向の検出効率の最大差の許容範囲を定めておくことが有効であると考えられる。

(2)の実験においては、山菜の測定においてレギュームライト及びそのままはかるNDAの2機種の非破壊式装置の結果はGe検出器の結果の結果と良好な相関関係があり、その結果はほぼ一致した。一方で、昨年度のキノコ試料の結果と同様に非破壊式装置は、Ge検出器による測定結果と大きなずれがあるものが見られ、真度の低下傾向が観測された。また、本年度評価対象としたHitz装置によりキノコ類の測定比較を実施した。その結果、他の2機種と同様に良好な相関が得られた。さらに放射性セシウム濃度100 Bq/kg未満の試料を本装置で測定した結果を用いて、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。その結果、現在の試料の前処理を想定した食品中

の放射性セシウムスクリーニング法におけるスクリーニングレベル50Bq/kg以上をやや下回るもののほぼ適用条件を満足する結果となった。3機種のキノコ類の測定における3~5回の繰り返し測定における相対標準偏差はほぼ同等であったことから、レギュームライト及びそのままはかるNDAについても同様にスクリーニング検査への適用性について100Bq/kg未満の試料によって回帰直線の予測区間による方法によって評価すればHitz装置と同等の性能が得られることが予測される。ただし、本装置のスクリーニング法の準用にあたっては、実際の測定条件と同一の条件下でこれらの評価をするとともに、これまでの結果からも試料中の放射性セシウム不均一分布が測定に及ぼす影響の評価に基づく適用試料種の選別、測定範囲などの詳細な適用条件及び運用基準を科学的なデータによって定めることが検査の信頼性確保の観点で必須であると思われる。それぞれの装置は試料種別、量によって放射能分析に用いるパラメータを変える設計となっている。このような計算アルゴリズムを考慮し、評価基準を定める必要があると思われる。

参考文献

- [1] 文部科学省・原子力規制庁 放射能測定法シリーズ
<https://www.jcac.or.jp/site/library/series.html> (2019/3/31 現在)
- [2] 厚生労働省, 食品中の放射性物質の試験法について, 食安発0315第4号(2012)
- [3] 文科省編放射能測定法シリーズ 24 緊急時におけるガンマ線スペクトロメトリのための試料前処理法

[4] 厚生労働省, 「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」 (2012)

[5] International Organization for Standardization, ISO19581 : 2017, Measurement of radioactivity -- Gamma emitting radionuclides -- Rapid screening method using scintillation detector gamma-ray spectrometry (2017)

[6] 石井慶造, 食品中の汚染検査のための放射能非破壊検査装置, Isotope News No.729, 21-27 (2015)

[7] アドフューテック株式会社, 「そのままはかるNDA」の特徴・性能について, http://www.adfotec.com/image/pdf/Catalog_160108-2_AFTNDA2.pdf

[8] 科学技術振興機構, 先端計測分析技術・機器開発プログラム 放射線計測領域成果集 2015, 複雑形状食品の放射能検査装置の開発, 4-5 (2015)
https://www.jst.go.jp/sentan/result/pdf/Contributing_through_Innovation_2015.pdf

[9] T. Yamada, Keisuke Soga, Mayumi Hachinohe and Akiko Hachisuka, PERFORMANCE EVALUATION OF THE EQUIPMENT FOR MEASURING RADIOACTIVITY IN WHOLE FOODSTUFFS WITHOUT DESTRUCTIVE SAMPLE PREPARATION DEVELOPED AFTER THE FUKUSHIMA NPP ACCIDENT. *Radiation Protection Dosimetry*, ncz112, <https://doi.org/10.1093/rpd/ncz112> (2019)

F. 研究発表

1. 論文発表

[1] T. Yamada, Keisuke Soga, Mayumi Hachinohe and Akiko Hachisuka, PERFORMANCE EVALUATION OF THE EQUIPMENT FOR MEASURING RADIOACTIVITY IN WHOLE FOODSTUFFS WITHOUT DESTRUCTIVE SAMPLE PREPARATION DEVELOPED AFTER THE FUKUSHIMA NPP ACCIDENT. *Radiation Protection Dosimetry*, ncz112, <https://doi.org/10.1093/rpd/ncz112> (2019)

2. 学会発表

[1] 山田 崇裕, 蜂須賀 暁子, 曾我 慶介, 非破壊式食品放射能測定装置を食品中の放射性物質測定手法の評価 第55回アイソトープ・放射線研究発表会, 2018/7 東京

[2] T. Yamada, Keisuke Soga, Mayumi Hachinohe and Akiko Hachisuka, PERFORMANCE EVALUATION OF THE EQUIPMENT FOR MEASURING RADIOACTIVITY IN WHOLE FOODSTUFFS WITHOUT DESTRUCTIVE SAMPLE PREPARATION DEVELOPED AFTER THE FUKUSHIMA NPP ACCIDENT. 9th International Conference on High Level Environmental Radiation Areas, 2018/9 Hirosaki, Japan

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

表 1 本研究に用いた市販の非破壊式放射能測定装置

装置名	形式	検出器の種類 及びサイズ	しゃへい 体	製造元
そのままはかる NDA	AFT-NDA2	NaI(Tl) ϕ 12.7x12.7cm	鉛 35～ 50mm	(株) アドフューテック
レギュームライト	FD- 08Cs1000-1	CsI(Tl) ϕ 11.0 x 2.5cm	鉛 50mm	(株) テクノエックス
非破壊式放射能測定 装置	FF1	NaI(Tl) ϕ 5.08x5.08cm 7本	鉛 50mm	日栄工業 (株)
簡易検査装置	—	CsI(Tl) ϕ 11.0 x 2.5cm	鉛 50mm	日立造船 (株)

表 2 試験に用いた Ge 検出器の主な仕様

形式	相対効率	分解能	校正日	製造元
GEM20-70	25.2%	1.74 keV	2017年2月9日	米国 AMETEK 社 ORTEC®
GC2520- 7500SL- 2002CSL	27.5%	1.72 keV	2017年2月9日	米国 Mirion Technologies 社 (CANBERRA)



図1 日立造船（株）製 簡易検査装置の外観

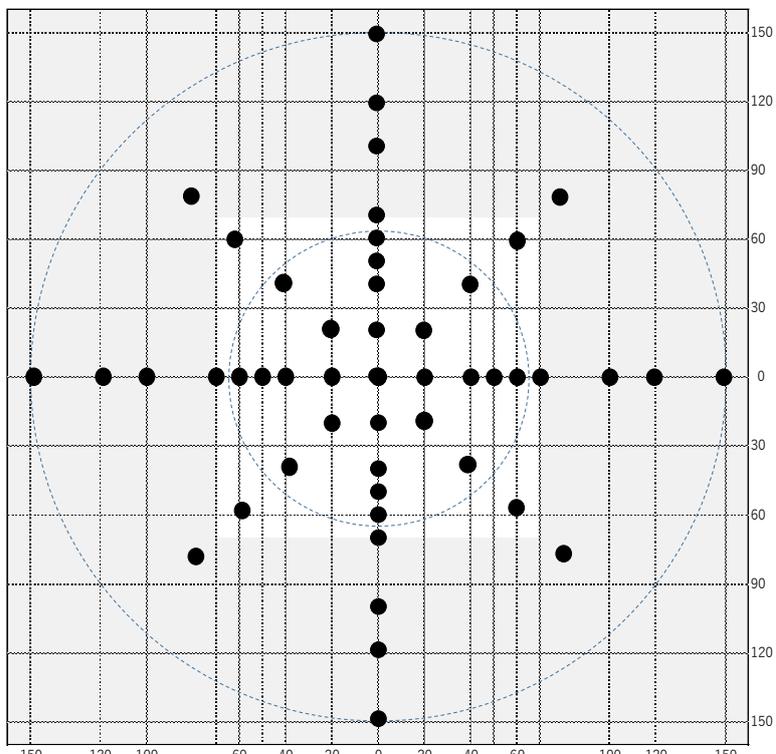


図2 点線源による、高さ0cmにおける水平面の測定点（検出器中心を $(x,y) = (0,0)$ とした）

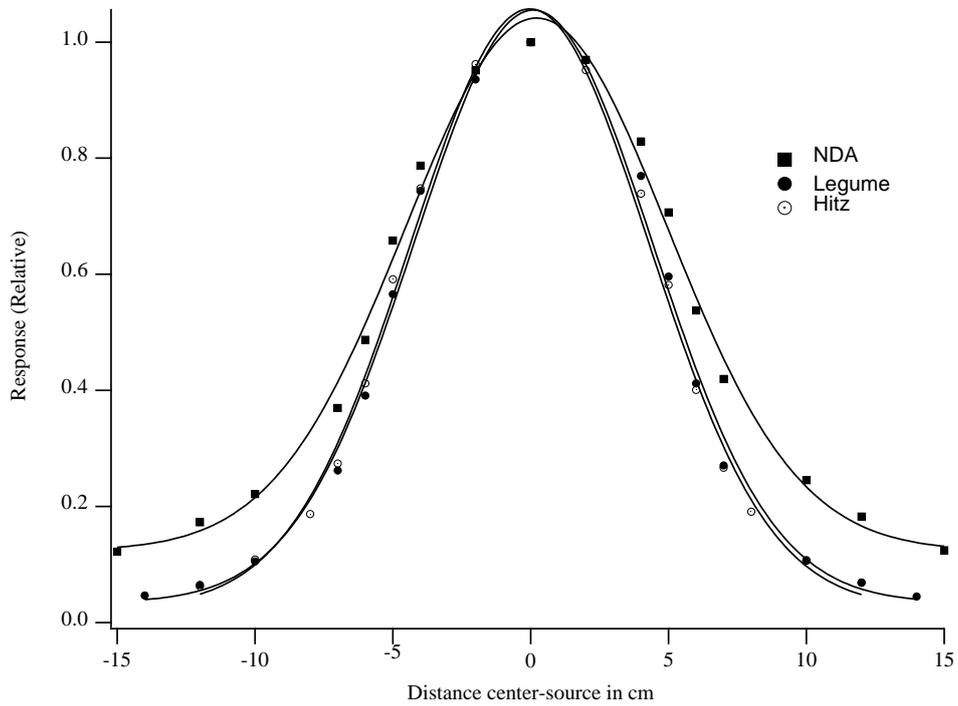


図 3-1 Z=0 の X-Y 平面における X 軸における検出効率に対する相対検出効率 ■：そのままはかる NDA、●：レギュームライト、○：Hitz 装置。実線は各測定点の回帰曲線（ガウス関数）

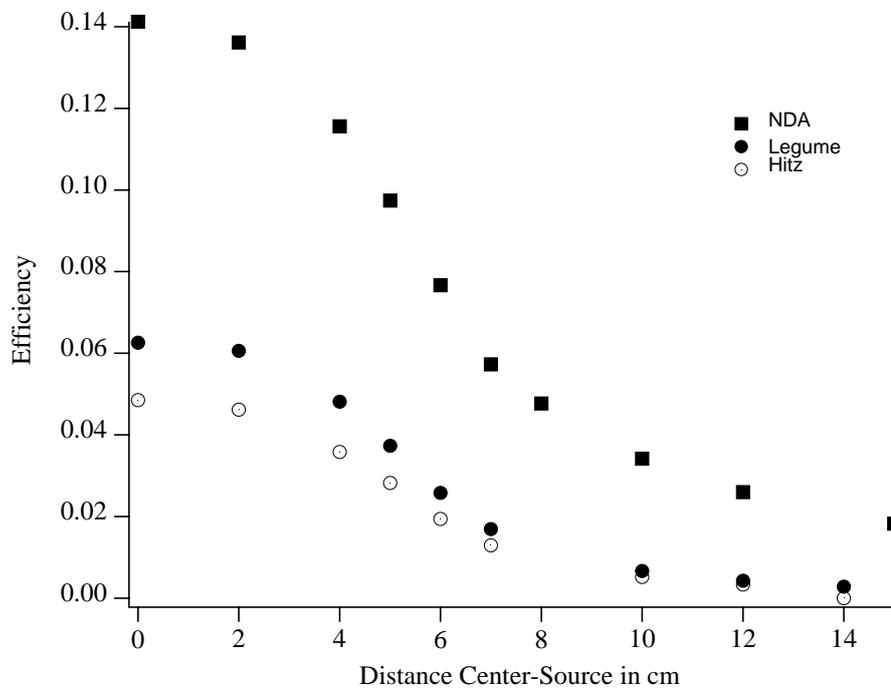
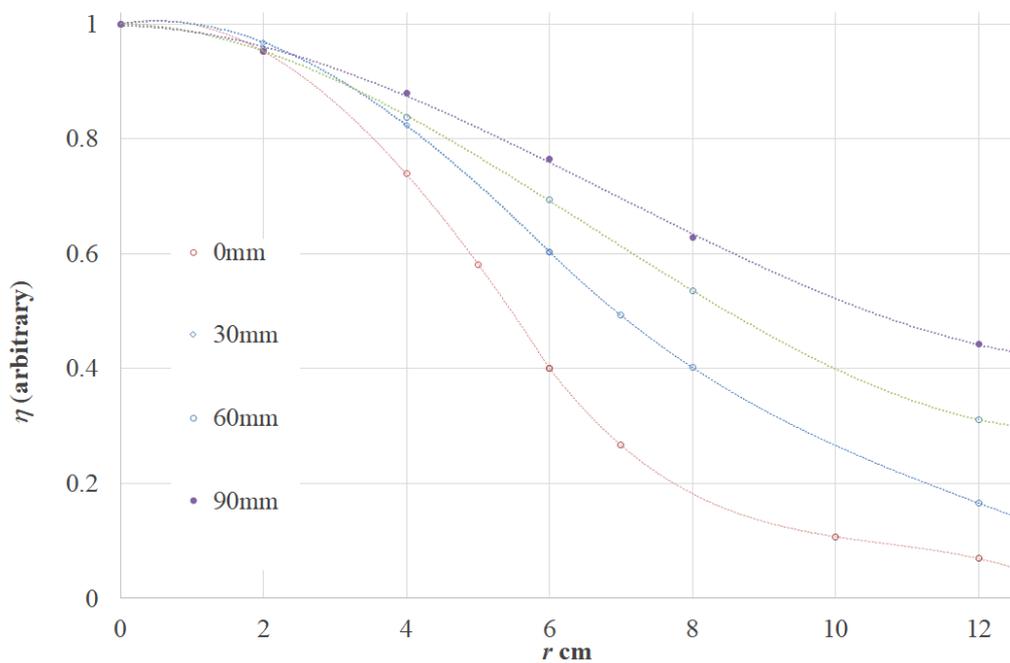


図 3-2 Z=0 の X-Y 平面における X 軸 (X≥0) における検出効率に対する検出効率（絶対値） ■：そのままはかる NDA、●：レギュームライト、○：Hitz 装置。

(1)



(2)

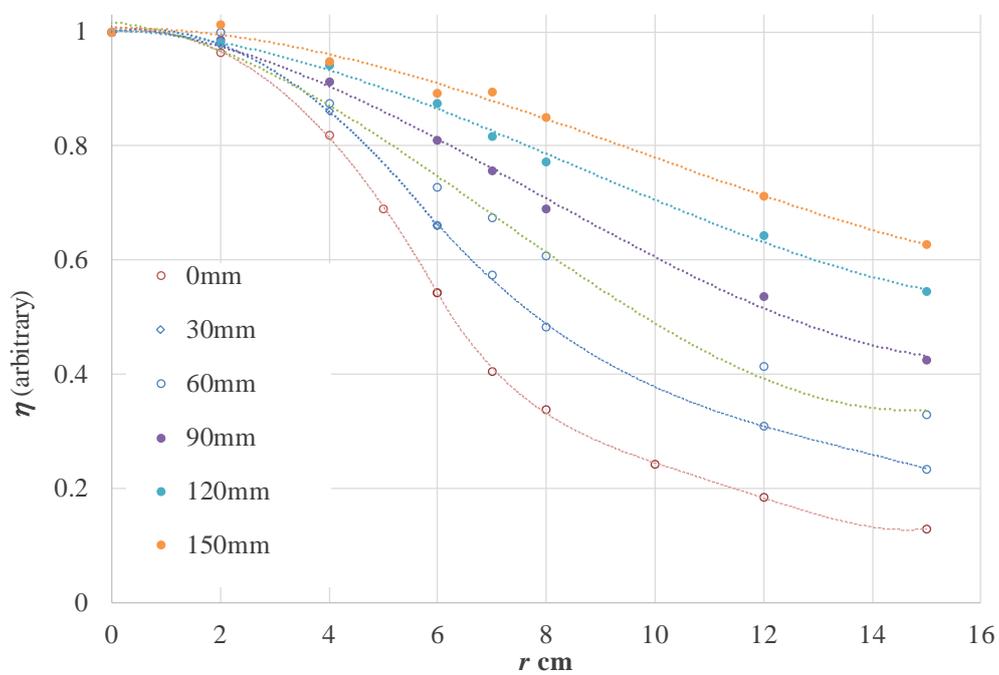
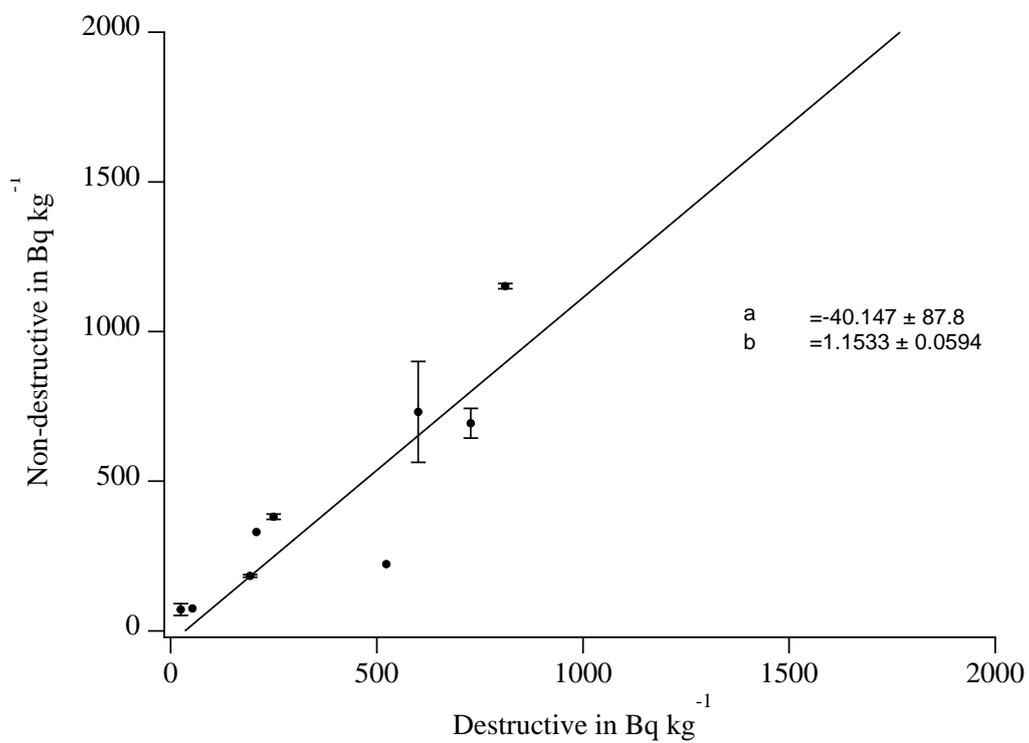
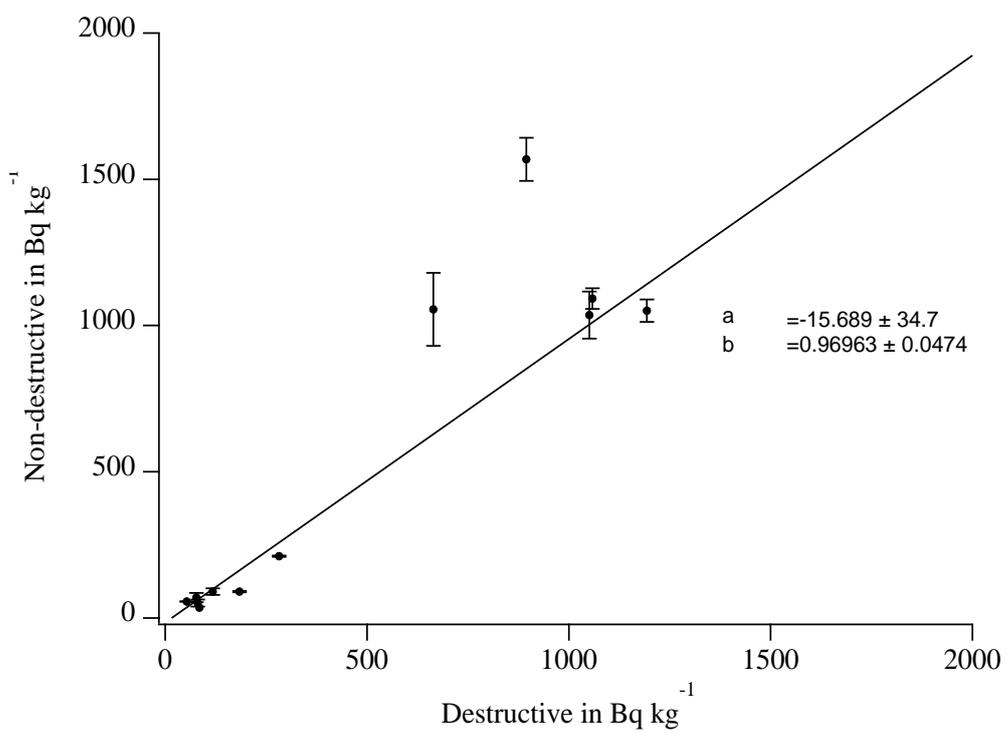


図4 X軸正方向 r 、Y軸方向 0、高さ h の座標 $(r,0,h)$ における ^{137}Cs 点線源検出効率 $\eta(r,0,h)$ (1)Hitz 装置 (2)そのままはかる NDA

(1)



(2)



(3)

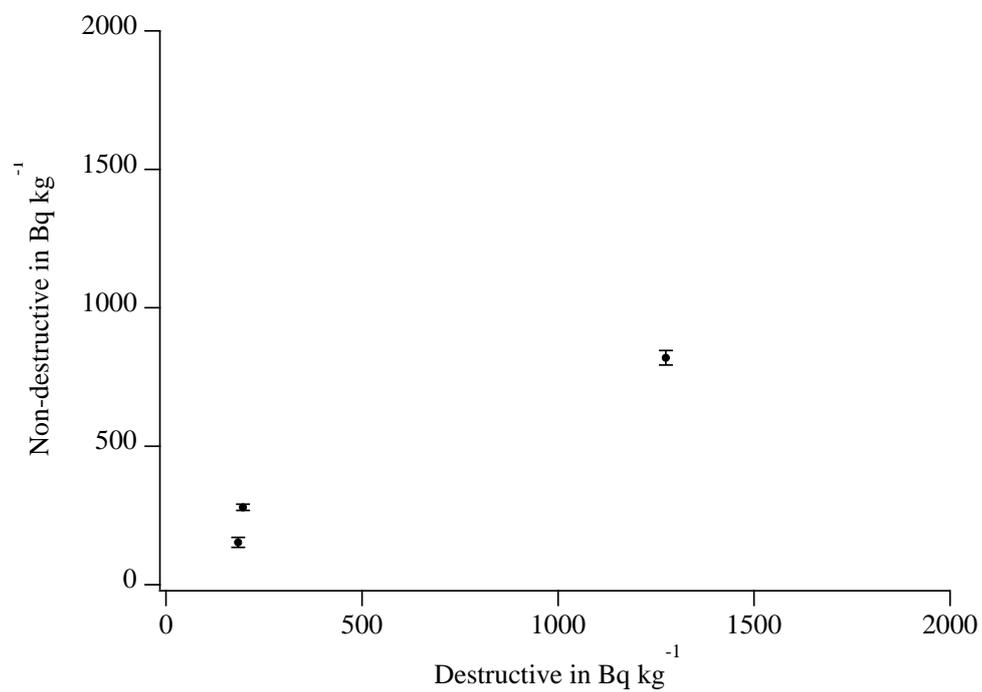


図5 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関 (1) レギュームライト (2) そのままはかる NDA (3)非破壊式放射能測定装置 FF1
試料：山菜類

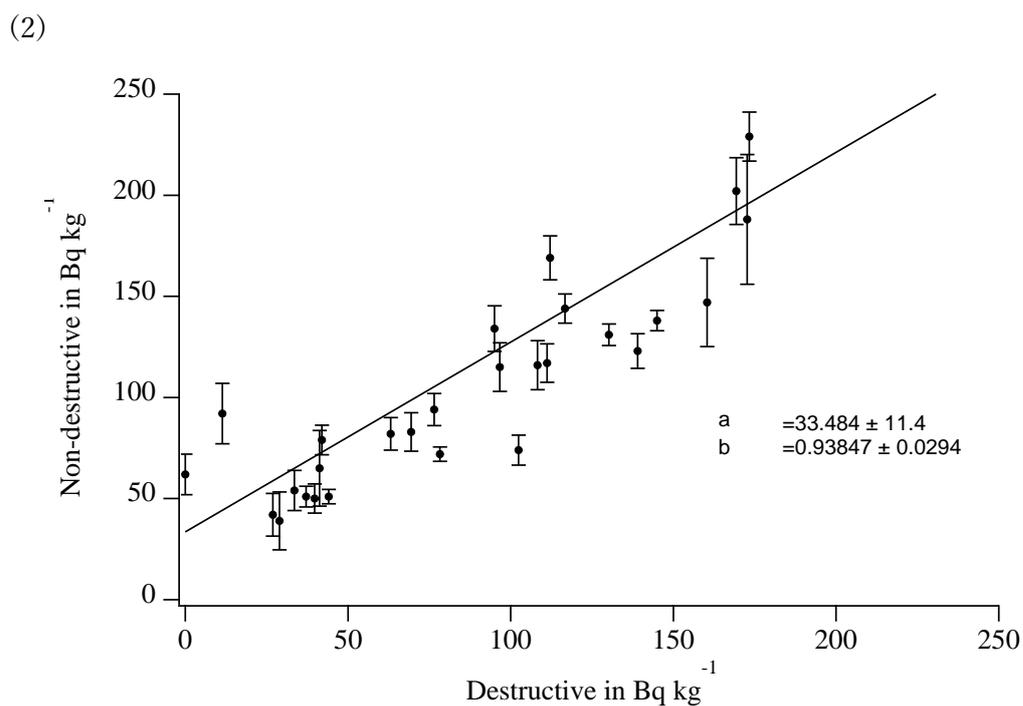
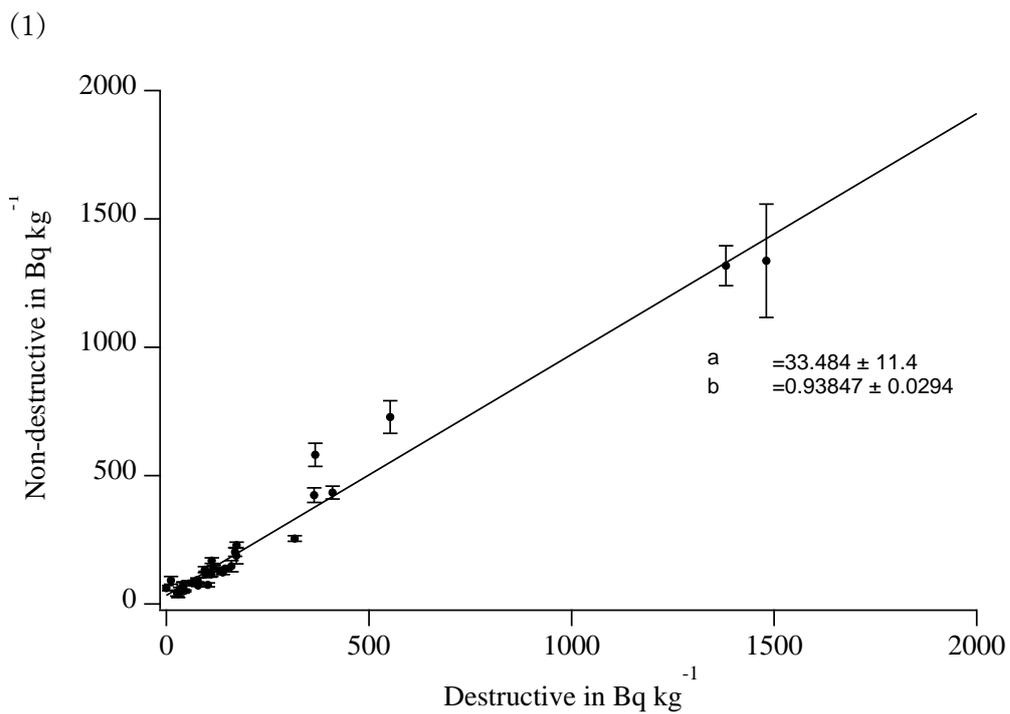
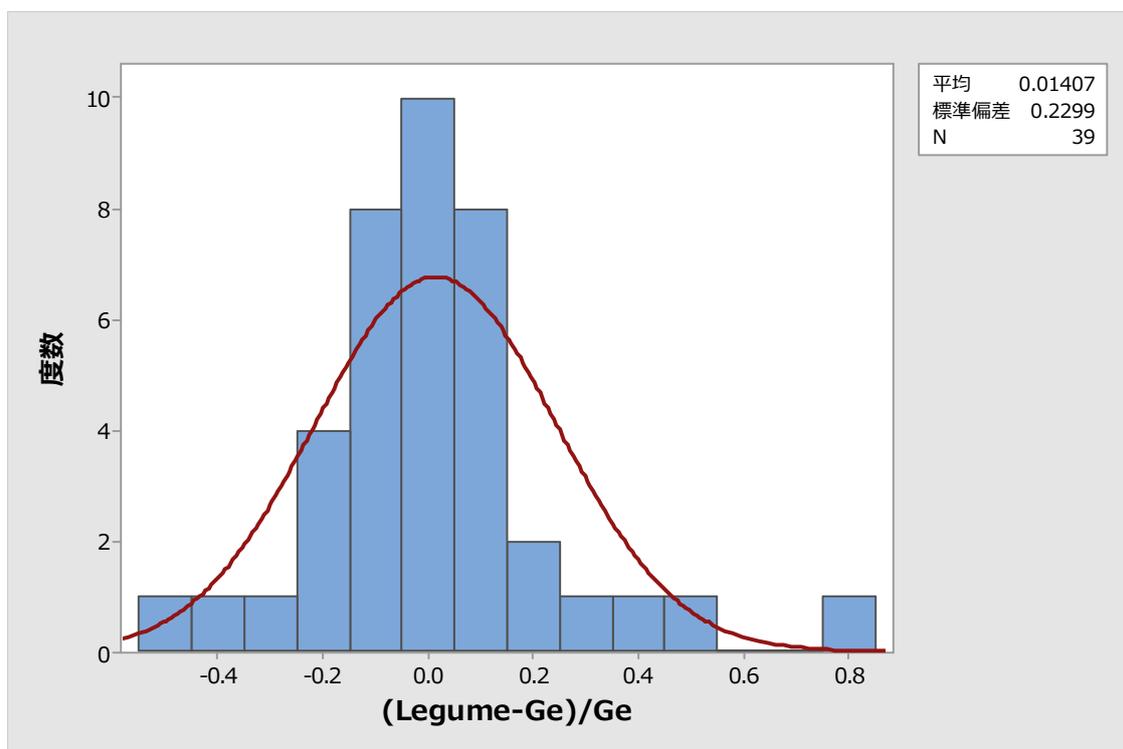


図6 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関 (Hitz 装置)

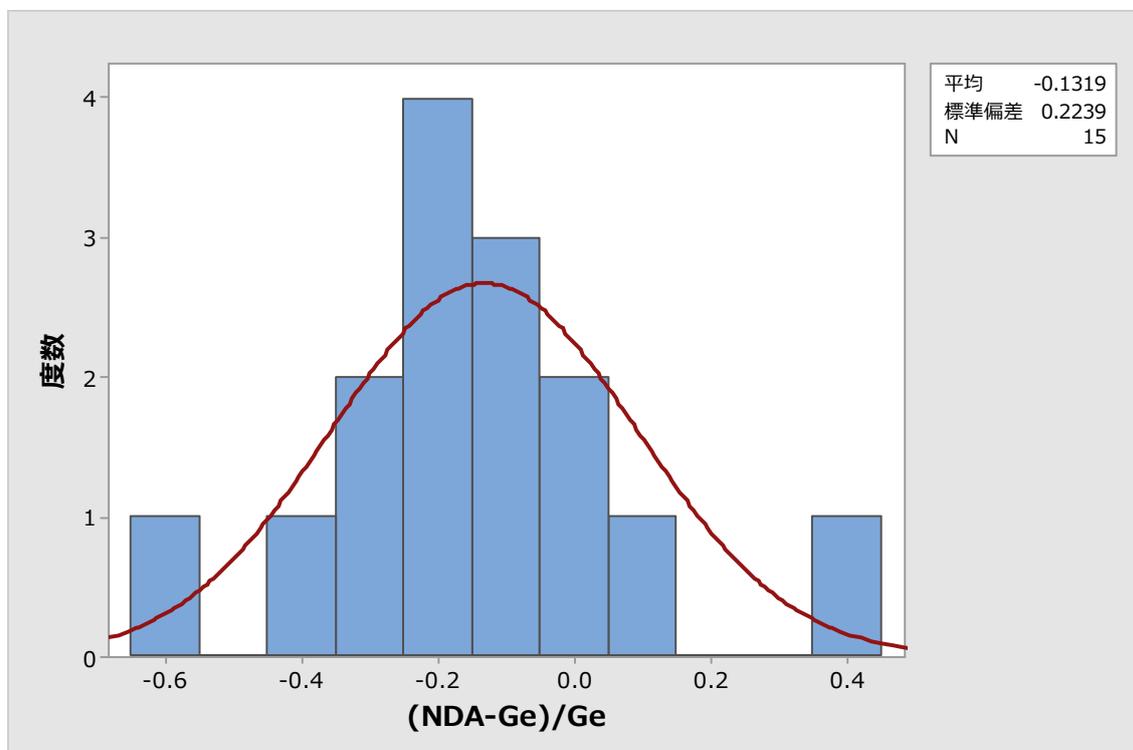
(2)は(1)の 100~250 Bq/kg の範囲を拡大表示したもの

試料：きのこ類

(1)



(2)



(3)

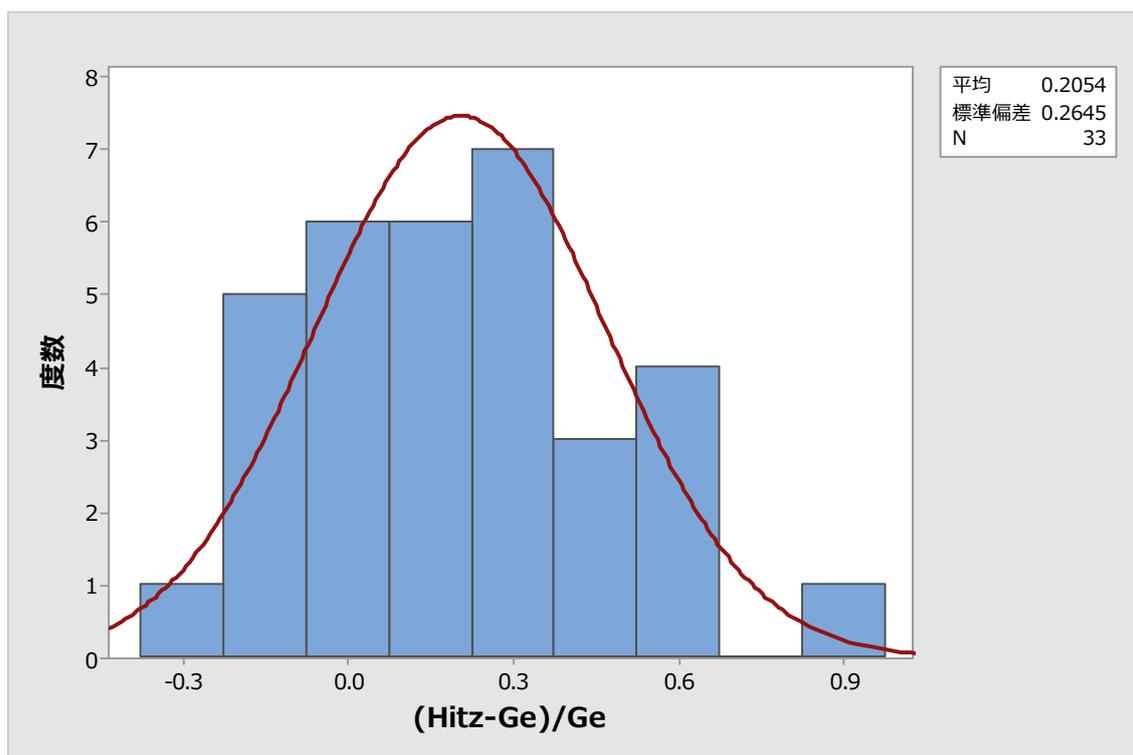


図 7 非破壊式装置の測定結果と Ge 検出器による測定結果の差の Ge 検出器による結果との比の分布 (1) レギュームライト (2)そのままはかる NDA (3)Hitz 装置

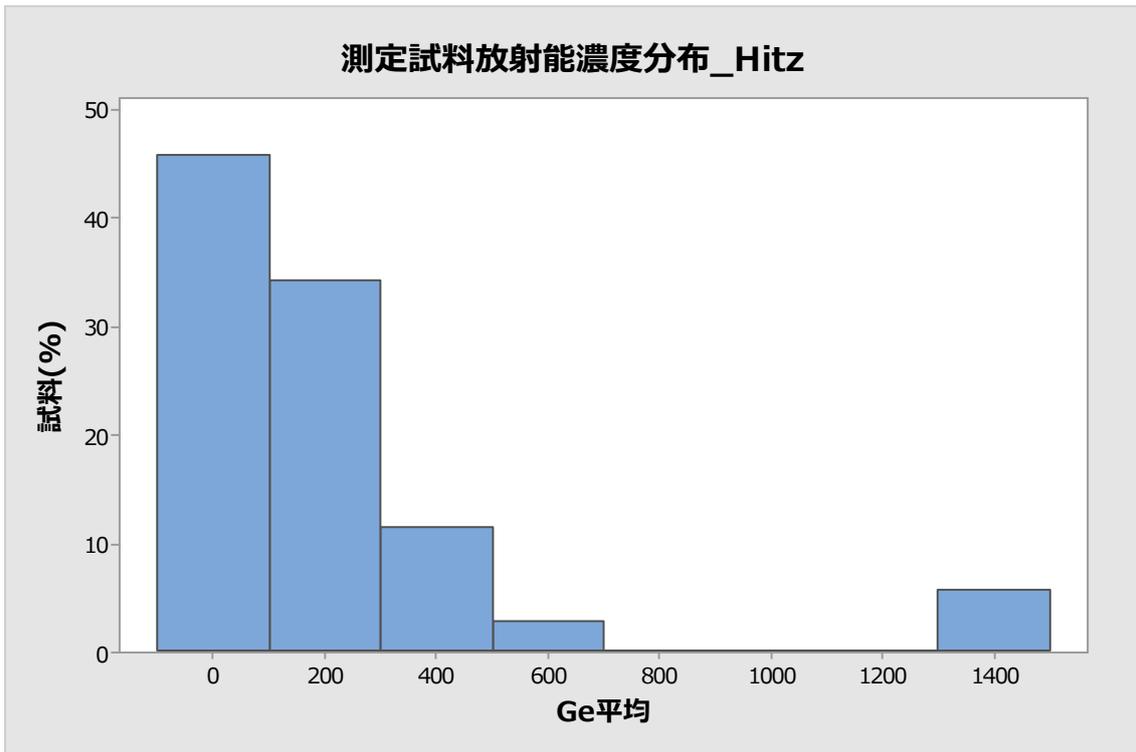


図 8 Hitz 装置の測定に用いた試料の放射性セシウム濃度の分布

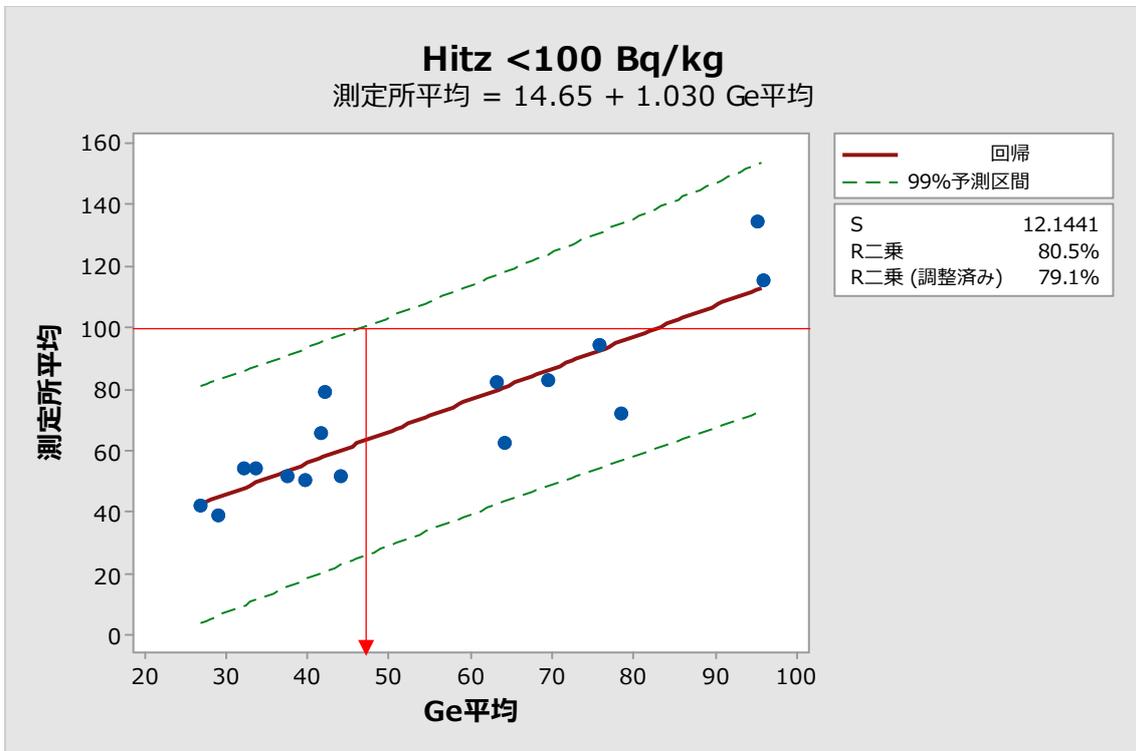


図 9 放射性セシウム濃度 100 Bq/kg 未満の試料の Hitz 装置による測定によって得た回帰曲線と 99%予測区間

Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

食品中放射性物質濃度データ解析

鍋師 裕美

厚生労働行政推進調査事業費補助金（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
平成30年度研究分担報告書

研究分担課題：食品中放射性物質濃度データ解析

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

研究要旨

平成30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のうち、非流通品/牛肉を除く43,678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、食品分類、産地別の集計を行った。基準値を超える食品の割合は0.71%であった。流通する食品の基準値超過率は0.09%で非常に低かったが、主に出荷前検査に相当する非流通品では0.97%であり、また非常に高濃度の放射性セシウムを含む試料も見られた。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ていると考えられた。農産物、山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉からは、複数の基準値超過が見られたが、農産物での基準値超過は乾燥過程のある果実加工品のみであった。山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉は、いずれも山林にその起源をもつことが特徴であり、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。また、これらの食品分類には栽培/飼養管理が困難な品目に該当する食品が多く含まれており、そのような品目の検査の重要性が示唆された。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おいて、山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉のような栽培/飼養管理が困難な品目に該当する食品中の放射性セシウムの検査を維持していくことが重要と考えられる。

研究協力者 松田りえ子 国立医薬品食品衛生研究所安全情報部客員研究員

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。地方自治体は、原子力災害対策本部が定めたガイドラインに基づき、食品中放射性セシウムの検査計画を策定して検査を実施し、またガイドラインによらない自主的な検査も広く実

施された。これらの検査結果は、厚生労働省に報告され、ホームページ上に公表されている。

平成28年度までの厚労科学研究「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」において、厚生労働省ホームページに公表された、平成28年度までの食品中放射性セシウム検査で得られたデータを解析し、試料となった食品、放射性セシウム濃度、検出される率の経年的変化、食品間での差等を見出

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した。平成 29 年度からは、厚労科学研究「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」において、平成 29 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検査データの解析を行い、出荷前検査が有効に機能している一方、放射性セシウム濃度が高くなりやすい、きのこ、天然山菜、野生鳥獣肉のような「栽培/飼養管理が困難な品目群」を重点的に検査する体制を整備、維持することが重要であることを示した。本研究では、これに引き続き、平成 30 年度に厚生労働省ホームページに公表されたデータを同様に解析し、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。

B. 方法

厚生労働省ホームページに公表された平成 30 年 4 月から平成 31 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、食品分類別、栽培/飼養管理の能否別に集計し、放射性セシウムの検出率、濃度等を求めた。

食品分類は、厚生労働省が公表している食品カテゴリを基本として集計したが、きのこ、山菜については、農産物とは別の分類とした。水産物は魚介類と海藻に分けて分類し、くじら、ハチミツはそれぞれ単独の分類とした。また、厚生労働省が公表したデータではその他（加工品）となっているもののうち、単一の食品を乾燥・冷凍・水煮のような簡単な加工をした食品については、ここでは、原材料の分類（農産物、

きのこ、山菜、水産物、畜産物）とした。最終的に食品分類は、農産物（きのこ、山菜を除く。以下同じ）、きのこ、山菜、畜産物、野生鳥獣肉、魚介類、くじら、海藻、加工食品、食事試料、ハチミツ、牛乳、乳児用食品、飲料水とした。なお、基準値は、飲料水で 10 Bq/kg、牛乳および乳児用食品で 50 Bq/kg、それ以外の食品（一般食品）で 100 Bq/kg である。検出率などは母数に影響されるため、検出された件数、試料に比重をおいて解析した。また、きのこ、山菜、一部の農産物については、自生、天然、野生等の記述があるものを「管理不可」、菌床栽培、栽培等の記述があるものを「管理可能」、記述がないものを「管理不明」と区分し、栽培/飼養管理の能否と検出率、濃度等についても集計した。なお野生鳥獣肉についてはすべて「管理不可」に区分した。また原木きのこについては、栽培品ではあるものの、生産資材への放射性物質の影響を考慮する必要があり、栽培/飼養管理可能な品目から除かれていることから、「管理不可」に含めた。

集計は、公表されたデータから、まず屠畜場における牛肉の全頭検査データが主と思われる非流通品の牛肉のデータと、非流通品/牛肉を除いた食品の検査データに分けてから、それぞれについて解析した。

C. 結果

1. 非流通品/牛肉以外のデータ 試料数、検出率、基準値超過率

Table 1A-C に解析対象とした試料数、検出の状況、基準値超過の状況をまとめて示す。総試料数は 43,678 であり、その内

30,987 が流通前の段階で収集された食品（非流通品）、12,691 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およそ 30%であった。

データを報告した検査機関ごとに検出下限は異なっており、測定下限が 25 Bq/kg のスクリーニング法の結果と、検出下限が 1 Bq/kg 以下である、Ge 半導体検出器による確定検査結果が混在しているため、単純に検出率を求めることによって食品間の放射性セシウム検出の状況を比較することはできない。スクリーニング法の測定下限は 25 Bq/kg 以下とされていることから、放射性セシウム濃度が 25 Bq/kg 以上の試料数を検出試料数、全体に対する検出試料数の割合を検出率とした。ただし、牛乳、乳児用食品は基準値の 1/5 である 10 Bq/kg、同様に飲料水も 2 Bq/kg を超えた場合を検出とした。このように計算したときの検出試料数は 1,742、検出率は 4.0%となった。非流通品の検出率は 5.4%、流通品の検出率は 0.49%で、流通品の検出率は非流通品の 10 分の 1 以下であった。

基準値を超過した試料数は 313 であり、全試料中の基準値超過試料の割合は 0.72%、非流通品においては 0.97%、流通品では 0.09%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。

食品分類別試料数、検出率、基準値超過率
食品を農産物、きのこ、山菜、畜産物、

野生鳥獣肉、魚介類、くじら、海藻、加工食品、食事試料、ハチミツ、牛乳、乳児用食品、飲料水に分類し、分類別の試料数、検出数、基準値超過数をまとめた。Table 1A に示すように、試料数は魚介類が 14,665（全体の 34%）、農産物が 10,583（24%）、きのこ 4,425（10%）、加工食品 4,358（10%）、山菜 3,356（8%）の順で多かった。

非流通品で検出率が高い食品分類は、野生鳥獣肉（28%）、山菜（13%）、きのこ（11%）であった（Table 1B）。流通品では、山菜（8.0%）、きのこ（7.9%）であった（Table 1C）。流通品における野生鳥獣肉の検出率は 5.9%と算出されたが、試料数・検出数ともに少ないため、変動しやすい数値と考えられる。基準値を超過した食品分類は、非流通品では農産物、きのこ、山菜、野生鳥獣肉、魚介類であり、超過率はそれぞれ 0.09%、0.65%、3.2%、7.7%、0.04%であった（Table 1B）。流通品で基準値を超過した食品分類はきのこ、山菜、加工食品で、超過率はそれぞれ 0.90%、2.4%、0.03%であった（Table 1C）。

ハチミツ、くじら、海藻、牛乳、乳児用食品、飲料水、食事試料では検出された試料はなかった。これら検出されなかった食品分類の検査総数は 2,902 件であり、全体の 6.6%となった（Table 1A-C）。

放射性セシウム濃度統計量

Table 2 に、放射性セシウムが検出された試料の濃度の統計量を示した。全ての試料を対象として解析すると、25 Bq/kg 以下となった試料の率が大きく、全体としての中央値、75%タイル値は 25 Bq/kg 以下あ

るいは0となってしまうために、濃度が25 Bq/kg以上の試料のみを対象とした統計量を示している。

非流通品、流通品で比較すると (Table 2A)、最大値以外の統計量はほぼ同じであった。全体の平均値は101 Bq/kg、中央値は44 Bq/kgであり、平均値が中央値の2倍程度になっていることから、濃度分布は非対称であり、低濃度側に偏った分布であることが読み取れる。検出された試料の半分が44 Bq/kg以下、すなわち、基準値の半分以下の濃度となっている。

検出された食品分類である、農産物、きのこ、山菜、野生鳥獣肉、魚介類の5群についても同様に統計量を求めた (Table 2B)。畜産物、加工食品は検出数が2および1と少なかったため、解析対象から外した。5群において、50%タイル値および75%タイル値で比較すると、きのこ、水産物が低濃度であり、次いで山菜と農産物、野生鳥獣肉が同程度で高濃度に分布していることがわかる。特に、野生鳥獣肉は、75パーセントタイル値以外の統計値において5群の中で最も高濃度となった。最大値は、野生鳥獣肉以外は800 Bq/kg以下であったが、野生鳥獣肉では10,000 Bq/kgを示した。

食品分類ごとの内訳

以下、食品分類ごとに、検出数、基準値超過数およびその内容を示す。農産物に関しては、検出率の高い食品群である、きのこ、山菜を独立分類とし、ここでは、きのこおよび山菜を除いた農作物について記載する。

【農産物】

検査総数は10,579で、非流通品の検査数は6,467 (61%)、流通品の検査数は4,112 (39%)である。Table 3に農産物の小分類ごとの検出数および基準値超過数を、Fig.1に検出された試料の放射性セシウムの濃度分布を示す。非流通品の検出数24の内訳は、干し柿9、あんぼ柿6、カキ3、クル米 (玄米) 2、カブ、ギンナン、ユズ、ラッカセイ各1であった。基準値を超過したものは、干し柿3 (200、210、240 Bq/kg)、あんぼ柿3 (140、200、210 Bq/kg)であった。流通品で検出された1試料は、ドライフルーツで、32 Bq/kgであった。農作物分類では、検査総数は10,579と全体の24%を占め、多くの品目が検査されているものの、検出率は0.24%であり、放射性セシウムが検出される品目は、果実、種実などの一部の品目と、放射性セシウムの濃縮過程を経る乾燥品にほぼ限られてきている。この2つの条件を満たす、あんぼ柿、干し柿において複数の基準値超過が見られた。

【きのこ】

検査総数は4,434で、非流通品の検査数は3,989 (90%)、流通品の検査数は445 (10%)であり、非流通品の割合が高い。Table 4にきのこの小分類ごとの検出数および基準値超過数を、Fig.2に検出された試料の放射性セシウムの濃度分布を示す。

非流通品で検出された431試料の内訳は、乾シイタケを含むシイタケ類が227と53%を占めた。次いで、ムキタケ42、ナメコ34、ナラタケ16、マツタケ15、コウタケ14、キノコ加工品 (きのこの種類は不明) 12、ショウゲンジ7、アミタケ6、ハナイグチ6、クロカワ5、ブリハナタケ5、その

他 26 種類のきのこ 42 であった。基準値超過数は 26 であり、内訳はコウタケ (370~390 Bq/kg、野生)、ショウゲンジ (180~290 Bq/kg、野生)、アミタケ (110~180 Bq/kg、野生) 各 3、ハナイグチ (130、200 Bq/kg、野生)、クロカワ (120、150 Bq/kg、野生)、キシメジ (560、630 Bq/kg、野生) 各 2、ナラタケ (210 Bq/kg)、マツタケ (110 Bq/kg、野生)、キノコ加工品 (きのこの種類は不明) (210 Bq/kg)、クリタケ (210 Bq/kg)、キハツタケ (220 Bq/kg、野生)、クリフウセンタケ (250 Bq/kg、野生)、アイシメジ (140 Bq/kg、野生)、アカモミタケ (130 Bq/kg、野生)、オオキツネタケ (150 Bq/kg、野生)、クリイロイグチ (140 Bq/kg、野生)、ムラサキアブラシメジモドキ (170 Bq/kg、野生) 各 1 であった。

流通品では検査数が 445、検出数が 35 であり、検出された試料の内訳はシイタケ 21、コウタケ、サクラシメジ各 3、マツタケ、キノコ加工品 (きのこの種類は不明)、クロカワ、マイタケ、シシタケ、チチタケ、ムレオオフウセンタケ、キンタケ各 1 であり、基準値を超過した 4 試料の内訳は、サクラシメジ 2 (190、300 Bq/kg)、マイタケ (160 Bq/kg、乾燥品) シシタケ (150 Bq/kg) 各 1 であった。

非流通品、流通品ともにシイタケの検出数が多くなっているが、きのこの検査の 58% がシイタケであり、検査数に比例して多くなっているものと考えられる。検出されたシイタケ 248 試料は、ほぼ全て原木栽培あるいは天然木であり、原木と明記されていないものは 24 試料のみ、そのうち 21 試料が乾シイタケであった。シイタケ以外

のきのこについては、検出されなかったものも含め、多くが野生と記載されていた。野生、天然、原木きのこなどを栽培/飼養管理が困難な品目、菌床栽培きのこを栽培/飼養管理が可能な品目、情報のない試料を不明な品目として分類したところ、非流通品の検査数の 80%、流通品の検査数の 77% が栽培/飼養管理が困難および不明な品目であった。また、非流通品、流通品ともに検出された試料および基準値超過となった試料の 95% 以上が栽培/飼養管理が困難および不明な品目であった (Fig. 3)。

【山菜】

検査総数は 3,355 で、非流通品の検査数は 3,068 (91%)、流通品の検査数は 287 (9%) であり、きのこと同程度に非流通品の割合が高い。Table 5 に山菜の小分類ごとの検出数および基準値超過数を、Fig.4 に検出された試料の放射性セシウムの濃度分布を示す。非流通品の検出数 400 の内訳は、タケノコ 127、コシアブラ 73、ネマガリタケ 73、タラの芽 66、ワラビ 33、ゼンマイ 15、クサソテツ 6 などであった。基準値を超過した 98 試料の内訳は、コシアブラ 37 (110~780 Bq/kg、野生および不明)、タケノコ 30 (110~430 Bq/kg、野生)、タラの芽 13 (110~210 Bq/kg、野生)、ネマガリタケ 12 (110~300 Bq/kg、野生)、ワラビ 6 (120~430 Bq/kg、野生) であった。

流通品の検出数 23 の内訳は、コシアブラ 13、タラの芽、ワラビ各 3、ゼンマイ 2、ウワバミソウ (実)、タケノコ各 1 であり、基準値を超過した 7 試料はコシアブラ 5 (120~350 Bq/kg)、タラの芽 1 (200 Bq/kg)、ワラビ 1 (360 Bq/kg) であった。

タケノコは、非流通品と流通品を併せて 972 試料と検査数が多く、検出件数も多くなっている。コシアブラは検査数 153 に対して検出数 85、基準値超過数 42 と他の食品と比較して、検出率、基準値超過率が高い品目と考えられる。きのこ同様に山菜においても野生、自生または天然などの記載のある試料を栽培/飼養管理が困難な品目、情報のない試料を不明な品目、栽培などの記載のある試料を可能な品目と分類すると、非流通品の検査数の 87%、流通品の検査数の 96%が栽培/飼養管理が困難および不明な品目であり、非流通品、流通品ともに検出された試料および基準値超過となった試料の 99%以上が栽培/飼養管理が困難および不明な品目であった (Fig. 5)。

【畜産物】

畜産物は、B. 方法でも述べたように、屠畜場における牛肉の検査データを除いて解析を行った。屠畜場の試料数は非常に多く、放射性セシウムの検出が無いため、これを含めると他の食品分類との検出率比較が困難になるためである。また、野生鳥獣肉とハチミツも飼育制御状況が異なることから別分類とした。

畜産物には、肉、鶏卵などが含まれ、検査総数は 1,212 で、非流通品の検査数は 599 (49%)、流通品の検査数は 613 (51%) であった。Table 6 に畜産物の検出数および基準値超過数を示す。非流通品においては検出された品目は、めん羊肉、豚肉各 1 であり、スクリーニング検査による参考値によればどちらも 25 Bq/kg であった。流通品で検出されたものはなかった。肉、卵、牛乳生産のために飼育されている、野生で

はない通常の家畜、家禽は飼料が管理されており、放射性セシウムの摂取は低い状態にあることから、畜産物中の放射性セシウム濃度も低いと考えられる。

【野生鳥獣肉】

検査総数は 2,177 で、非流通品の検査数は 2,160 (99%)、流通品の検査数は 17 (1%) であり、非流通品の割合が高い。これは、出荷制限や出荷自粛、全頭検査などを反映しているものと思われる。Table 7 に野生鳥獣肉の小分類ごとの検出数および基準値超過数を、Fig. 6 に検出された試料の放射性セシウムの濃度分布を示す。非流通品の検出数 599 の内訳は、イノシシ肉 442、クマ肉 86、シカ肉 57、ヤマドリ肉 12、カルガモ肉 1、ノウサギ肉 1 であり、基準値を超過したものは、イノシシ肉 122 (110~10,000 Bq/kg)、クマ肉 30 (110~670 Bq/kg)、シカ肉 10 (110~210 Bq/kg)、ヤマドリ肉 4 (110~170 Bq/kg) であった。流通品で検出されたものはイノシシ肉の 1 試料 (25 Bq/kg) のみであった。

野生鳥獣肉は、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、全食品分類中最も高い結果であった。平成 30 年度の検査において 500 Bq/kg 以上となった 39 試料中、36 試料が野生鳥獣肉であり、そのうち 1,000 Bq/kg 以上となった 14 試料はすべてイノシシ肉であった。なお、最高濃度のものは 10,000 Bq/kg であった。

【ハチミツ】

検査総数 54 件、非流通品の検査数は 50 (93%)、流通品の検査数は 4 (7%) であり、放射性セシウムが検出されたものはな

かった。

【魚介類】

海藻およびくじらを別分類とし、それ以外の海産物および淡水産物を魚介類とした。魚介類の検査総数は 14,665 で、非流通品の検査数は 13,231 (90%)、流通品の検査数は 1,434 (10%) であり、きのこ、山菜、野生鳥獣肉などの栽培/飼養管理が困難な品目が多い食品区分と同様に非流通品の割合が高い。Table 8 に魚介類の小分類ごとの検出数および基準値超過数を、Fig. 7 に検出された試料の放射性セシウムの濃度分布を示す。非流通品の検出数 224 の内訳は、淡水魚介類 219、海水魚 5 であり、98%が淡水魚介類であった。淡水魚介類の内訳は、イワナ 85、ヤマメ 47、アメリカナマズ 32、アユ 15、ギンブナ 10、ウグイ、コイ各 6、ウナギ 5、ブラウントラウト 4、スジエビ、ニジマス、ワカサギ各 2、テナガエビ、ヒメマス、モツゴ各 1 であった。海水魚ではスズキ 3、クロダイ、ヤナギムシカレイ各 1 であった。基準値を超過した試料はいずれも淡水魚であり、ヤマメ 3 (130~140 Bq/kg)、イワナ 2 (130、220 Bq/kg) であった。流通品で検出されたものは海水魚のスズキ 1 試料 (28 Bq/kg) であった。

【くじら】

検査総数は 2 であり、どちらも非流通品であった。放射性セシウムが検出された試料はなかった。

【海藻】

検査総数 474 で、非流通品の検査数は 337 (71%)、流通品の検査数は 137 (29%) であった。非流通品、流通品ともに放射性

セシウムが検出された試料はなかった。

【牛乳】

牛乳には、低脂肪乳や加工乳など牛乳の基準値 (50 Bq/kg) が適用される食品のみを含め、一般食品の基準値が適用される発酵乳やチーズなどの乳製品は加工食品に分類した。

検査総数は 1,586 であり、非流通品が 657 (41%)、流通品が 929 (59%) であった。前述のとおり、牛乳は基準値が一般食品の 1/2 の 50 Bq/kg であり、スクリーニングも認められていない。このため、測定を検出下限は 10 Bq/kg 以下に設定されている。このため、10 Bq/kg 以上を検出としたが、非流通品、流通品ともに放射性セシウムが検出された試料はなかった。

【乳児用食品】

乳児用食品の表示がある食品を含むが、乳児用食品の表示がある水、茶については、基準値が異なるため除外し、飲料水に分類した。

検査総数 350 のうち、非流通品が 4 (1%)、流通品が 346 (99%) であった。乳児用食品の基準値は 50 Bq/kg のため、牛乳と同様に 10 Bq/kg 以上を検出としたが、放射性セシウムが検出された試料はなかった。

【加工食品】

検査総数は 4,354、非流通品の検査数は 339 (9%)、流通品の検査数は 3955 (91%) であり、非流通品の割合は低くなっている。Table 9 に加工食品の検出数および基準値超過数を示す。検出は流通品のトチモチ 1 試料で 130 Bq/kg であったため、基準値超過となった。

【飲料水】

飲料水には、飲料水の基準値(10 Bq/kg)の基準が適用される食品(水、茶、氷)を含め、果汁飲料などの飲料については一般食品の基準値が適用されるため、加工食品に分類した。

飲料水の検査総数は426であり、非流通品の検査数が17(4%)、流通品の検査数が409(96%)であった。基準値が一般食品の1/10の10 Bq/kgであるため2 Bq/kgを検出としたが、放射性セシウムが検出された試料はなかった。

【食事試料】

検査総数は10で、非流通品の検査数は7(70%)、流通品の検査数は3(30%)であったが、検出された試料はなかった。

産地

Table 10に放射性セシウムの検出があった食品分類である農産物(きのこ、山菜を除く)、きのこ、山菜、野生鳥獣肉、魚介類、畜産物、加工食品の産地別の検出数、基準値超過数を、非流通品と流通品に分けて示す。産地は、平成30年度において、「栽培/飼養管理が困難な品目群および栽培/飼養管理が可能な品目群のうち原木きのこ類」の検査対象自治体となっている17都県を記載している。これ以外の地域の試料で放射性セシウムは検出されていない。

農産物においては、検出された試料は非流通品および流通品合わせて25試料であり、そのうち福島県産が24試料(96%)であった。基準値超過は6試料でいずれも福島県産であった。なお、基準値超過6試料のすべてが干し柿・あんぼ柿であった。

きのこは、農産物より広域で検出が認め

られた。非流通食品では、福島県、岩手県、栃木県など13県で検出され、山梨県、長野県、静岡県など福島原子力発電所から300km程度の距離がある地域も含まれていた。そのうち4県(宮城県、福島県、山梨県、静岡県)で基準値超過が認められた。流通品で検出が見られた地域は、非流通品よりも範囲が狭いものの、非流通品で検出されていない地域(秋田県、山形県)も含む8県であった。基準値超過は3県(山形県、福島県、群馬県)であった。

山菜および野生鳥獣肉は、きのこで検出が報告された地域をやや狭くした範囲(山菜;10県、野生鳥獣肉;9県)で検出が認められた。非流通品で検出された範囲以外で、流通品で検出された地域はなかった。

魚介類で検出された試料の産地は、7県とさらに狭い範囲であり、ほぼ福島近接県であった。

畜産物および加工食品で検出された範囲はそれぞれ1県のみであり、宮城県および福島県であった。

検査法

食品中の放射性セシウムの検査には、スクリーニング法とゲルマニウム半導体検出器による確定法が使用可能である。平成30年度に使用されたスクリーニング機器は、NaIシンチレーションカウンターおよびCsIシンチレーションカウンターで、両者を合わせた検査数は6150で全検査数の14%であった。Table 1に示したように野生鳥獣を除く一般食品の約9割以上において、放射性セシウム濃度が25 Bq/kg以下であるが、依然として検査の大半はゲルマニ

ウム半導体検出器による確定法により行われていた。

2. 非流通品/牛肉のデータ

前節においては、全頭検査を含む非流通品の牛肉に分類される検査データを除外して集計した。ここでは、除外したデータについて解析する。

非流通品/牛肉に分類されるデータは255,837 試料であり、流通品/牛肉として報告のあった、モニタリング記載の160 試料を加えると、平成30 年度に報告された検査総数299,515 試料の85%にあたる。

これらの検査方法は、NaI シンチレーションカウンター59%、CsI シンチレーションカウンター37%、ゲルマニウム半導体検出器のスクリーニング機器使用0.5%であり、スクリーニングによるものが96%となった。これは、前述したように非流通品/牛肉以外の検査においては14%しかスクリーニング法が行われていないことと大きく異なっていた。

検査の結果、25 Bq/kg 以上の検出は4 試料あったが、その検出濃度は26、27、28、30 Bq/kg と低い濃度であった。また、検出された牛肉の産地は、岩手県および栃木県であった。非流通品/牛肉の放射性セシウム検出率は、0.0016%と極めて低く、食肉用の牛においては飼料管理が適切になされ、放射性セシウムの摂取が低い状態を維持し続けていることが示唆された。

D. 考察

非流通品/牛肉を除外した試料における放射性セシウムの検出率は4.0%であった。

内訳としては、非流通品の検出率は5.4%、流通品の検出率は0.49%であった。流通品の基準値超過率は0.095%で、非流通品の基準値超過率である0.97%に比べて、十分に低いものであった。非流通品には主に野生鳥獣肉において高濃度の試料が見られたが、流通品には高濃度試料は少なく、緊急時モニタリングをはじめとする非流通品の検査により、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た。ただし、流通品の基準値を超過した13 試料は3 機関のみからの報告であり、検査機関の間で流通品の検査対象の選択に違いがある可能性が考えられる。

非流通品/牛肉を除いた検査数を平成29 年度の検査と比較すると、非流通品は13%減、流通品は21%減で、全体では15%減であった。検出数は、非流通品で28%増、流通品で29%減、全体で25%増であり、基準値超過件数は、非流通品で61%増、流通品で8%減、全体で57%増となった。検査数が減少していることから検出率で比較すると、非流通品では3.7%から5.4%に増加し、流通品では0.54%から0.49%に減少していた。全体および非流通品では、平成29 年度と比較して平成30 年度では、栽培/飼養管理が困難な品目が多く含まれるきのこ、山菜、野生鳥獣肉の検査数および検査割合が全体および非流通品で増加していた。また、検出された試料の濃度の統計量が平成29 年度と比較して平成30 年度では最大値を除くすべての統計量が高くなっていた。これらの数字は検査対象の影響を受けたことが一因と考えられた。すなわ

ち、放射性セシウムが検出される可能性が高い品目の検査が効率的に行われたことにより、全体および非流通品での検出率および基準値超過率が増加したと考えられた。流通品での検出率の減少は、検出数が少なく変動しやすいため、解釈は困難であるが、農産物における検出率が大幅に減少しており、これが流通品全体の検出率を低下させた要因と考えられた。一方で、きのこや野生鳥獣肉の検出率の増加や流通品検査で検出された試料の放射性セシウム濃度統計量において、最大値を除くすべての統計量の増加が認められており、放射性セシウムが検出されやすい食品を検査対象とするかどうかで検出率や統計量が変化すると考えられた。非流通品と比較して流通品の検出率、基準値超過率は著しく低いことから、出荷前検査が効率的に機能していると考えられるが、引き続き、放射性セシウムが検出される食品分類や産地、濃度などを解析し、経年的に評価を続ける必要がある。

食品分類ごとの検出率には差が見られた。検出された食品は、きのこ、山菜、野生鳥獣が主であった。農作物では、一部の種実、果実類あるいは乾燥過程を含む食品など限られた食品であった。魚介類では、海水魚での検出は少なく、基準値超過したものはいずれも淡水魚であった。流通品検査が、流通前で見逃された違反を発見することが目的であるならば、流通品検査においては検出率・基準値超過率の高い地域を産地とするきのこ、山菜、野生鳥獣肉、淡水魚を重点的に検査すべきと考えられる。一方で、非流通品検査で検出がなかった地

域産の流通食品で基準値超過が検出された例もあるため、注意が必要であると考えられる。

以前のデータでも示されているように、検出率が高い食品群である、山菜、野生きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉は、山林にその起源をもつ天然品であることから、これらの食品の生産地である山林においては、事故により広がった放射性セシウムが未だ存在する状態が継続していると考えられる。そのような地域の生物を捕食していると思われる野生鳥獣は、検出率および基準値超過率が高くなり、高濃度汚染試料も生じやすいと考えられる。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、野生きのこ、山菜、野生鳥獣肉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。

平成 29 年度より「検査計画、出荷制限等の品目・区域の設定・解除の考え方」において、検査対象品目に「栽培/飼養管理が困難な品目群」「栽培/飼養管理が可能な品目群」の区分が示された。これは、原発事故後 6 年以上が経ち、「栽培/飼養管理が可能な品目群」の検出率が低くなってきていることによる。実際、平成 30 年度の検査データにおいても、「栽培/飼養管理が可能な品目群」である、農作物、畜産物、牛乳・乳製品においてはほとんど放射性セシウムが検出されていない。環境に放出された放射性物質は、新たな汚染が起こらない限り、核種ごとの物理的半減期を含めた環境的半減期によって減衰する。食品中放射性物質の検査では、これまでの測定データに基づき、品目、地域ごとにきめ細やかに濃

度予測をし、そのリスクの大きさに適した規模の検査体制を整えて行くことが合理的かつ効率的に検査を進めていく上で重要と考えられる。

E. 結論

産地での出荷前検査が機能を果たし、流通食品での検出率は低く抑えられていると考えられるが、放射性セシウム濃度が高くなりやすい天然きのこ、山菜、野生鳥獣肉のような、いまだ検出率が高い食品、すなわち栽培/飼養管理が困難な品目に該当する食品を重点的に検査する体制を整備し、維持することが重要と考えられる。

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

- 1) 曾我慶介、松田りえ子、鍋師裕美、今村正隆、堤智昭、近藤一成、蜂須賀暁子：
2017 年度公表の食品中放射能検査結果の解析. 第 55 回全国衛生化学技術協議会年会 (2018.11)

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

Table 1 食品分類別の試料数、検出数と検出率、基準値超過数と基準値超過率

A.全体

食品分類	総数	検出		基準値超過		検査率(%)
		数	率(%)	数	率(%)	
農産物	10579	25	0.24	6	0.06	24.2
きのこ	4434	466	10.51	30	0.68	10.2
山菜	3355	423	12.61	105	3.13	7.7
畜産物	1212	2	0.17		0.00	2.8
野生鳥獣肉	2177	600	27.56	166	7.63	5.0
ハチミツ	54				0.00	0.1
くじら	2				0.00	0.005
魚介類	14665	225	1.53	5	0.03	33.6
海藻	474				0.00	1.1
牛乳	1586				0.00	3.6
乳児用食品	350				0.00	0.8
加工食品	4354	1	0.02	1	0.02	10.0
飲料水	426				0.00	1.0
食事試料	10				0.00	0.02
合計	43678	1742	3.99	313	0.717	100.0

B.非流通品

食品分類	総数	検出		基準値超過		検査率(%)
		数	率(%)	数	率(%)	
農産物	6467	24	0.37	6	0.09	20.9
きのこ	3989	431	10.80	26	0.65	12.9
山菜	3068	400	13.04	98	3.19	9.9
畜産物	599	2	0.33			1.9
野生鳥獣肉	2160	599	27.7	166	7.69	7.0
ハチミツ	50					0.2
くじら	2					0.01
魚介類	13231	224	1.69	5	0.04	42.7
海藻	337					1.1
牛乳	657					2.1
乳児用食品	4					0.01
加工食品	399		0.00			1.3
飲料水	17					0.1
食事試料	7					0.02
合計	30987	1680	5.42	301	0.97	100.0

C.流通品

食品分類	総数	検出		基準値超過		検査率(%)
		数	率(%)	数	率(%)	
農産物	4112	1	0.02			32.4
きのこ	445	35	7.87	4	0.90	3.5
山菜	287	23	8.01	7	2.44	2.3
畜産物	613		0.00			4.8
野生鳥獣肉	17	1	5.88			0.1
ハチミツ	4					0.03
くじら						
魚介類	1434	1	0.07			11.3
海藻	137					1.1
牛乳	929					7.3
乳児用食品	346					2.7
加工食品	3955	1	0.03	1	0.03	31.2
飲料水	409					3.2
食事試料	3					0.02
合計	12691	62	0.49	12	0.095	100.0

Table 2 放射性セシウムが検出された試料の濃度の統計量 (Bq/kg)

A.流通形態別

	全体	非流通品	流通品
試料数	1742	1680	62
平均値	101	102	81
25%tile値	32	32	33
中央値	44	44	50
75%tile値	79	77	98
90%tile値	170	170	181
95%tile値	268	269	294
最大値	10000	10000	360

B.食品分類別

	農産物	きのこ	山菜	野生鳥獣肉	魚介類
試料数	25	466	423	600	225
平均値	79	52	87	172	43
25%tile値	31	29	36	35	30
中央値	43	37	53	55	38
75%tile値	120	49	100	110	48
90%tile値	210	85	200	268	62
95%tile値	231	140	260	589	87
最大値	240	630	780	10000	220

Table 3 農産物（きのこ、山菜を除く）の小分類ごとの検出数および検出率

	非流通品		流通品	
	検出数	基準値超過数	検出数	基準値超過数
干し柿	9	3		
あんぼ柿	6	3		
カキ	3			
米（玄米）	2			
その他	4		1	
計	24	6	1	

Table 4 きのこの小分類ごとの検出数および検出率

	非流通品		流通品	
	検出数	基準値超過数	検出数	基準値超過数
シイタケ	227		21	
ムキタケ	42			
ナメコ	34			
ナラタケ	16	1		
マツタケ	15	1	1	
コウタケ	14	3	3	
その他	83	21	10	4
計	431	26	35	4

Table 5 山菜の小分類ごとの検出数および検出率

	非流通品		流通品	
	検出数	基準値超過数	検出数	基準値超過数
タケノコ	127	30	1	
コシアブラ	73	37	13	5
ネマガリタケ	73	12		
タラの芽	66	13	3	1
ワラビ	33	6	3	1
その他	28		3	
計	400	98	23	7

Table 6 畜産物の小分類ごとの検出数および検出率

	非流通品		流通品	
	検出数	基準値超過数	検出数	基準値超過数
めん羊肉	1			
豚肉	1			
計	2			

Table 7 野生鳥獣肉の小分類ごとの検出数および検出率

	非流通品		流通品	
	検出数	基準値超過数	検出数	基準値超過数
イノシシ肉	442	122	1	
クマ肉	86	30		
シカ肉	57	10		
鳥類	13	4		
ウサギ肉	1			
計	599	166	1	

Table 8 魚介類の小分類ごとの検出数および検出率

	非流通品		流通品	
	検出数	基準値超過数	検出数	基準値超過数
イワナ	85	2		
ヤマメ	47	3		
アメリカナマズ	32			
アユ	15			
ギンブナ	10			
その他	35		1	
計	224	5	1	

Table 9 加工食品の小分類ごとの検出数および検出率

	非流通品		流通品	
	検出数	基準値超過数	検出数	基準値超過数
とちもち			1	1
計			1	1

Table 10 産地・食品分類別の検出数と基準値超過数

産地	農産物				きのこ				山菜				野生鳥獣肉			
	検出		基準値超過		検出		基準値超過		検出		基準値超過		検出		基準値超過	
	非流通品	流通品	非流通品	流通品	非流通品	流通品	非流通品	流通品	非流通品	流通品	非流通品	流通品	非流通品	流通品	非流通品	流通品
青森県					4											
岩手県					94	6			2				44			15
秋田県						1										
山形県						4		2	21	5	1	1	6			
宮城県		1			44		3		124	4	34	1	87			17
福島県	24		6		130	5	3	1	154	2	28		191			81
茨城県					32	6			17	5		2	13			
栃木県					34				3				171	1		30
群馬県					10	9		1	56	3	27	2	51			22
埼玉県					1	3										
千葉県					29				4				26			
新潟県					3				12	3	5	1				
山梨県					36	1	16									
長野県					5				7	1	3		10			1
静岡県					9		4									
計	24	1	6	0	431	35	26	4	400	23	98	7	599	1	166	0

産地	魚介類				畜産物				加工食品			
	検出		基準値超過		検出		基準値超過		検出		基準値超過	
	非流通品	流通品	非流通品	流通品	非流通品	流通品	非流通品	流通品	非流通品	流通品	非流通品	流通品
青森県												
岩手県	5											
秋田県												
山形県												
宮城県	16			2								
福島県	129		5						1		1	
茨城県	34											
栃木県	8											
群馬県	13											
埼玉県												
千葉県	19	1										
新潟県												
山梨県												
長野県												
静岡県												
計	224	1	5	0	2	0	0	0	0	1	0	1

Fig. 1 放射性セシウムが検出された試料の濃度分布（農作物）

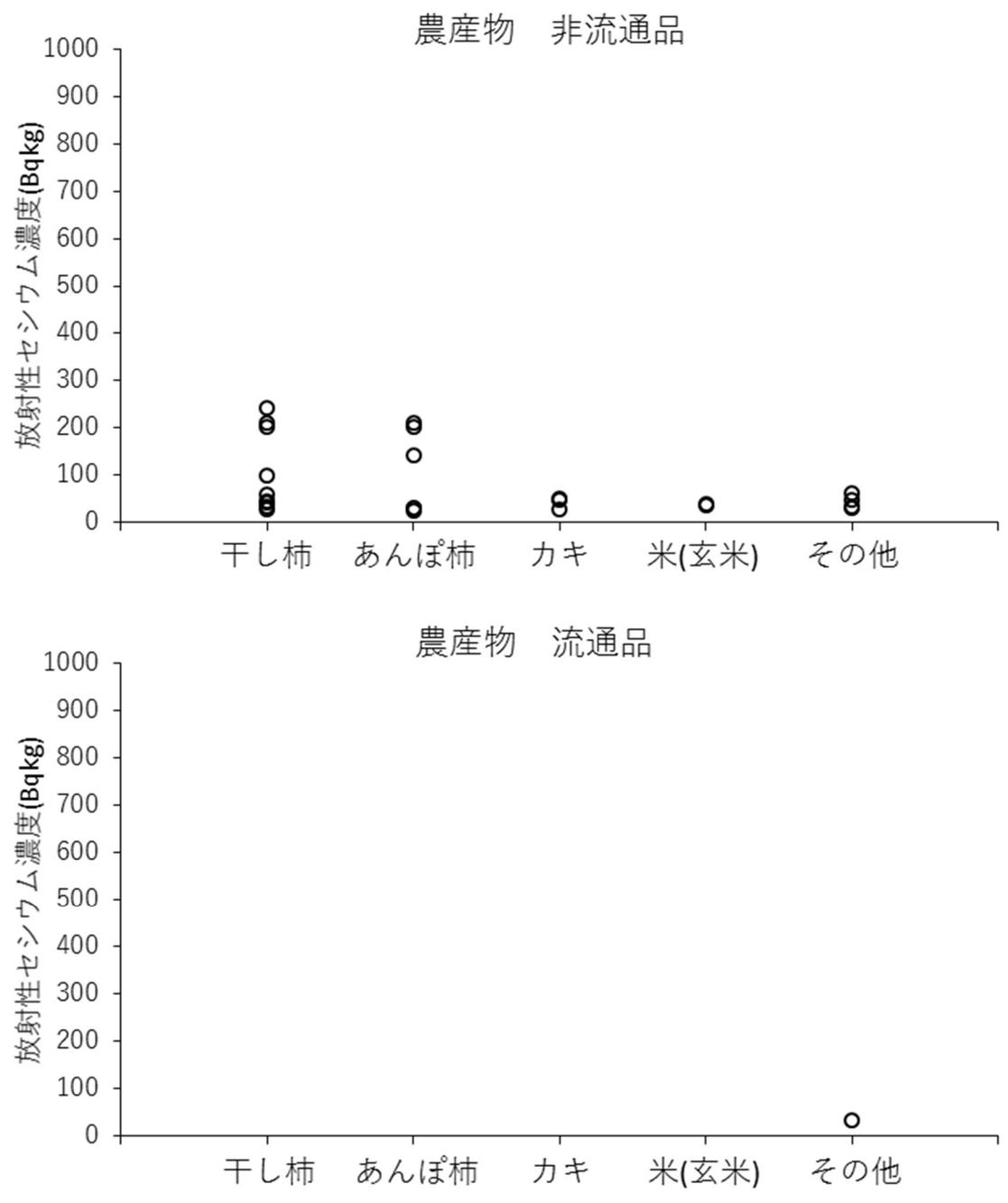


Fig. 2 放射性セシウムが検出された試料の濃度分布（きのこ）

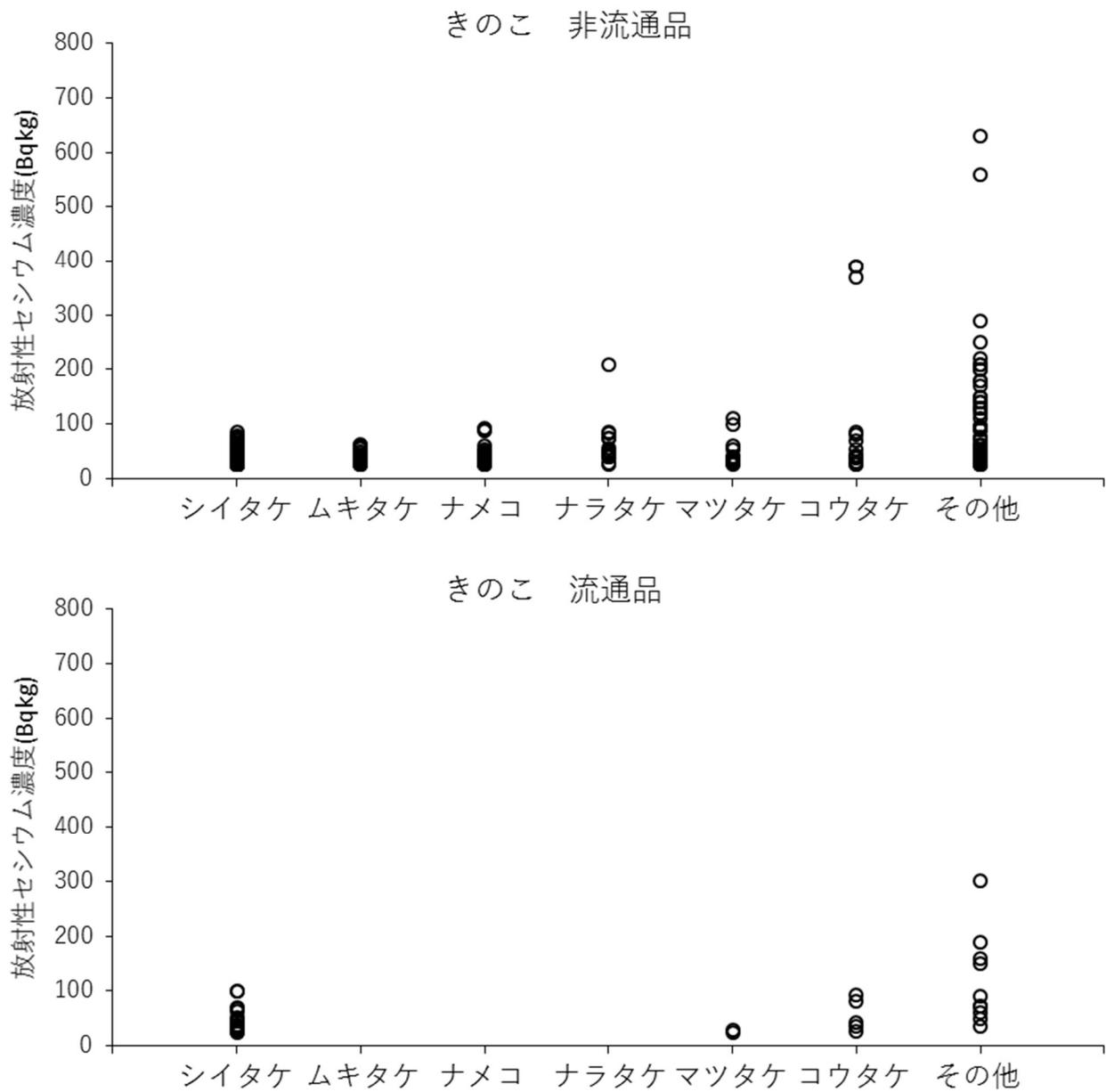


Fig. 3 検査、検出、基準値超過試料における栽培・飼養管理状況（きのこ）

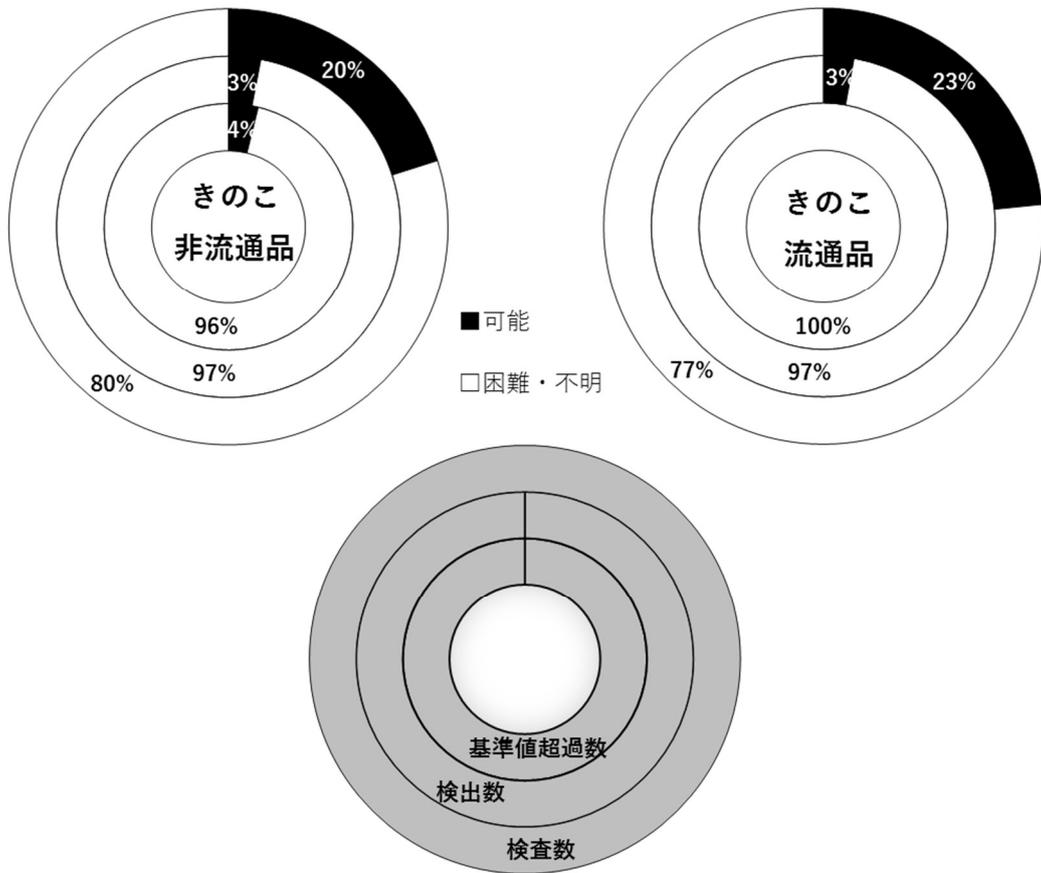


Fig. 4 放射性セシウムが検出された試料の濃度分布（山菜）

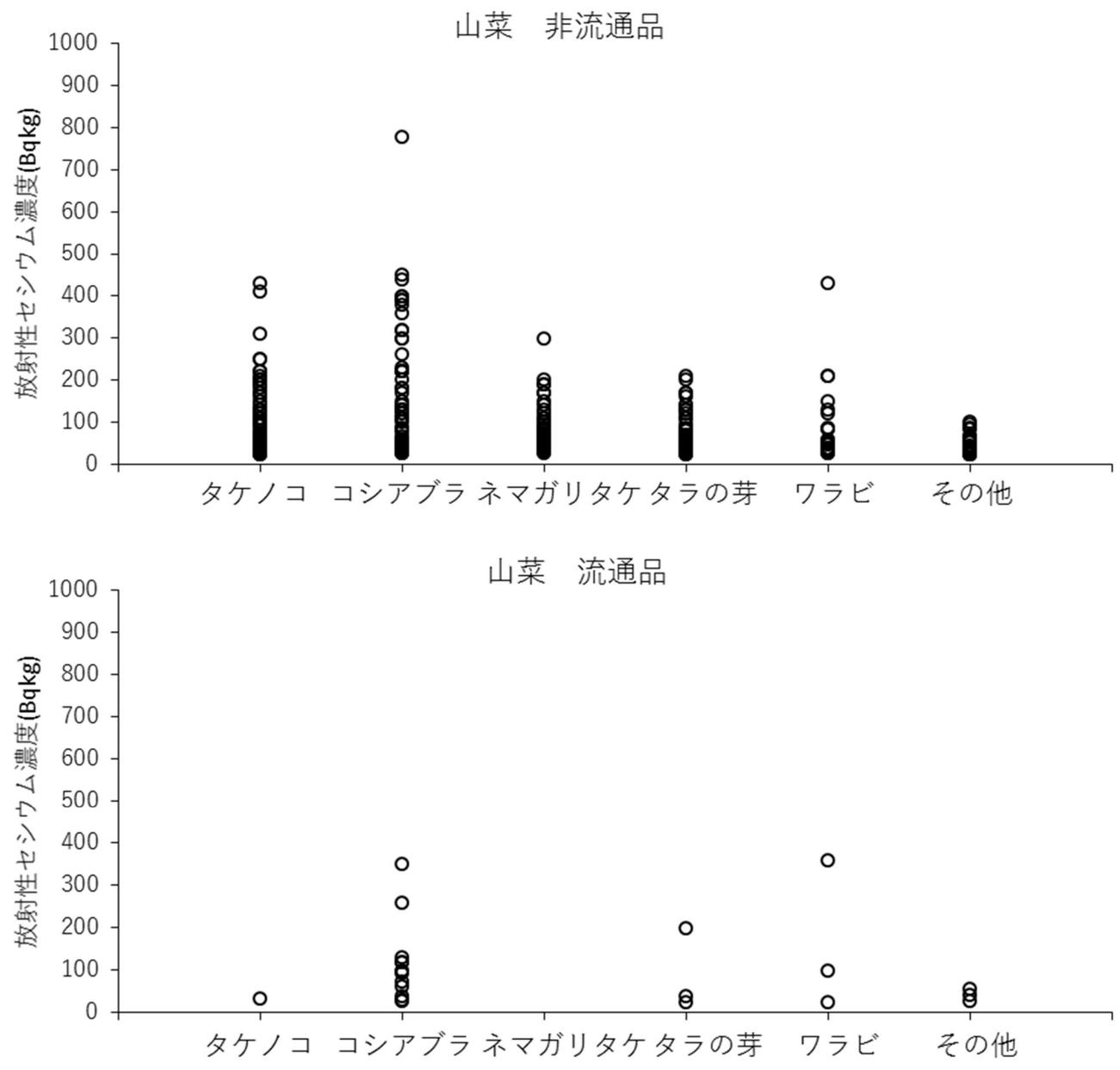


Fig. 5 検査、検出、基準値超過試料における栽培・飼養管理状況（山菜）

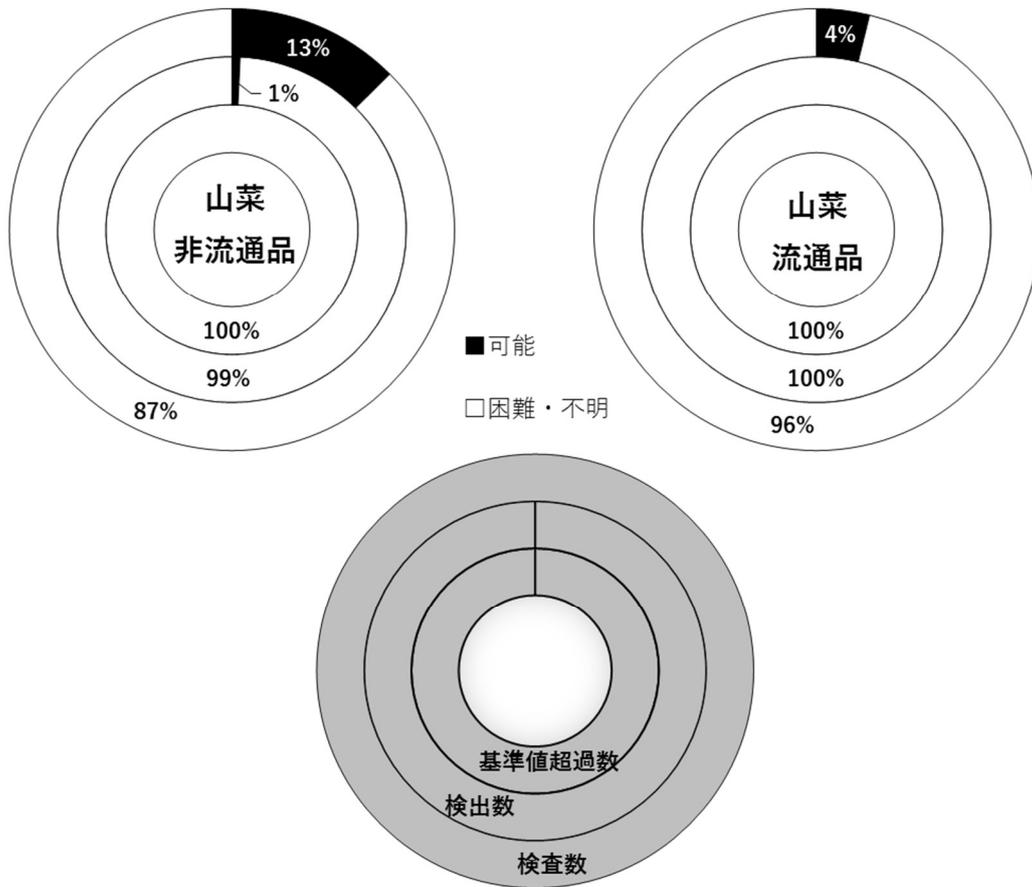


Fig. 6 放射性セシウムが検出された試料の濃度分布（野生鳥獣肉）

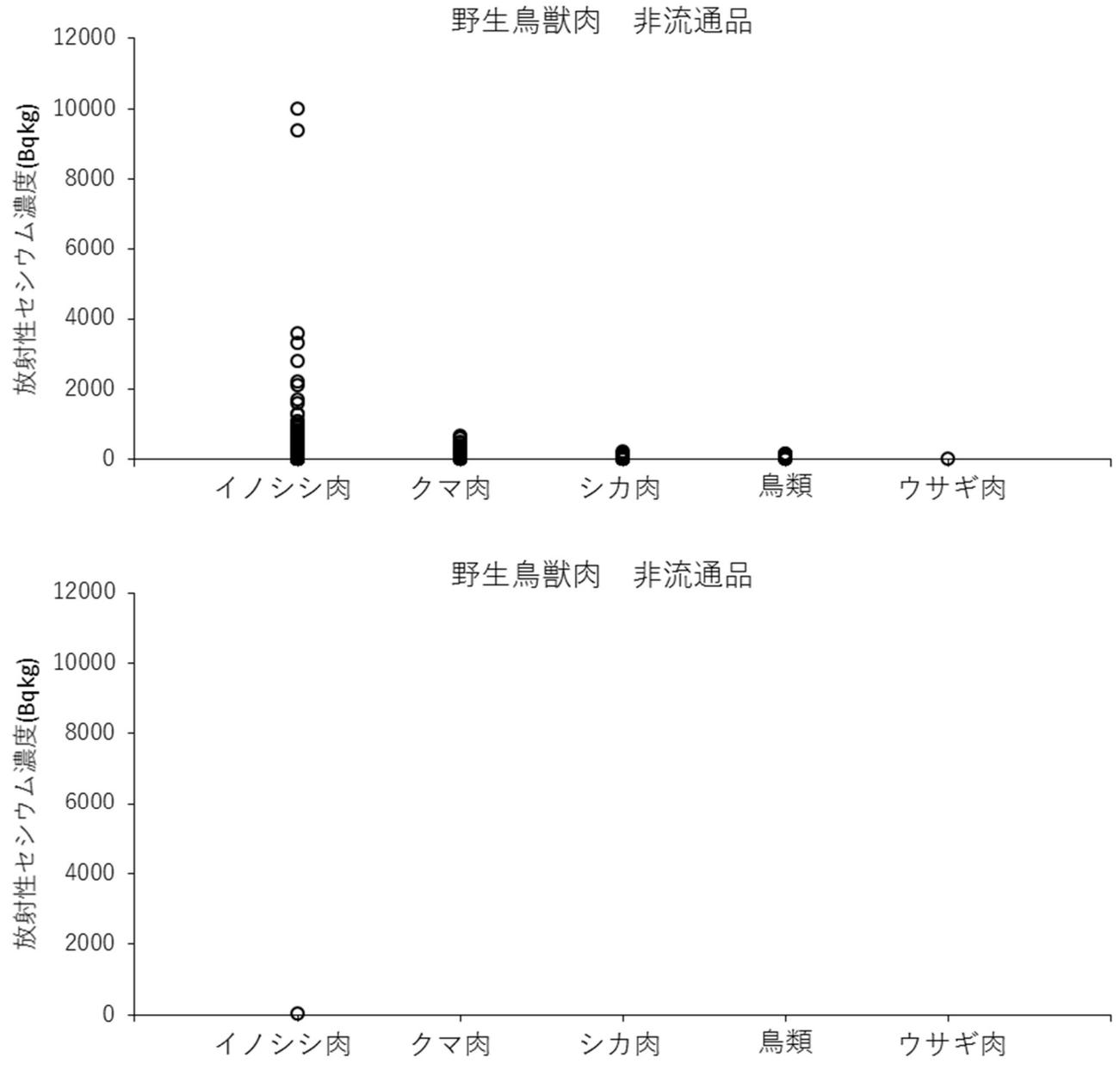
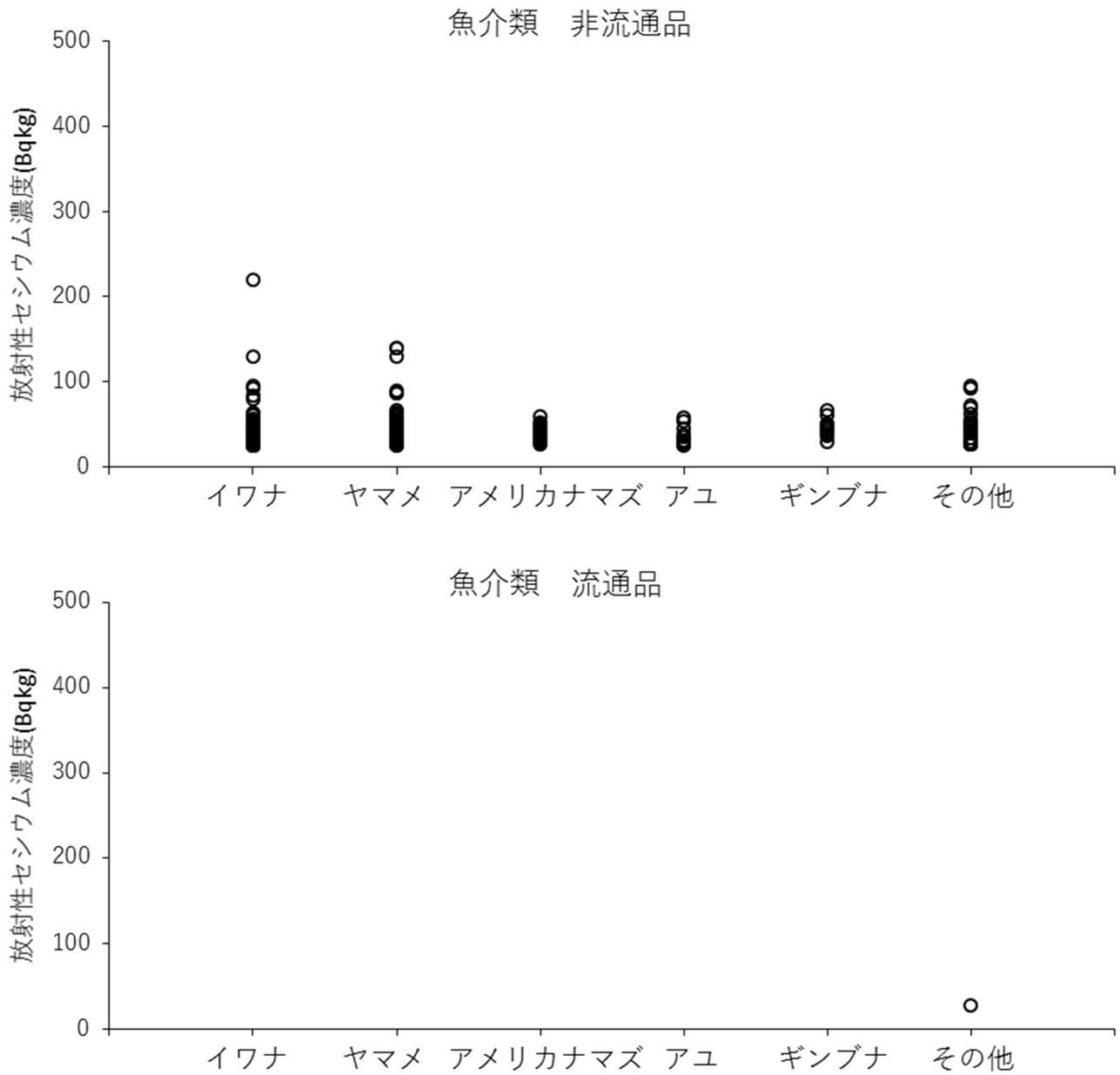


Fig. 7 放射性セシウムが検出された試料の濃度分布 魚介類



Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

食品中放射性物質等有害物質濃度データ調査

曾我 慶介

平成 30 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

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 曾我 慶介 国立医薬品食品衛生研究所生化学部研究員

研究要旨：本研究では、福島原発事故後に基準値として考慮された放射性セシウム等に加え、内部被ばくにおいて考慮すべき核種についての調査を行う。平成 29 年度の調査結果より、天然放射性核種であるポロニウム 210 の内部被ばく線量が、福島原発事故等に由来する人工放射性核種からの影響に比して大きいことが認められた。しかし、一般的にポロニウム 210 分析法が煩雑な事もあり、文献データは測定試料数が少なく、線量範囲も大きな開きが見られた。そこで、食品中ポロニウム 210 分析法の簡便化のための検討を行った。平成 30 年度は、平成 29 年度に検討したステンレス板電着法を用いて、ポロニウム 210 添加回収試験により真度および精度評価を行った。その結果、全食品カテゴリーでポロニウム 210 回収率 93～113%、併行精度も 10%未満と良好な結果が得られた。夾雑物質の影響を添加試験で調べたところ、直接ステンレス板電着法において、NaCl が 500 mg 以上存在する場合、ポロニウム回収率の大きな低下が見られたが、鉄分に関しては食品中の存在量では大きな影響を受けないことが示唆された。一方で、銀板自然析出法は比較的 NaCl の影響を受けにくいことが示唆された。試料量を増やす場合は、夾雑物質も増加するため注意が必要である。また、直接ステンレス板電着法ではポロニウムと同様にステンレス板上に鉛も析出するため、親核種に相当する天然放射性核種鉛 210 の存在量が多い場合、時間が経過するにつれてポロニウム 210 放射能の過大評価に繋がることを示唆された。従って、サンプリングから試料測定までの期間を短くすることが正確なデータを得る上で重要である。以上より、塩分含有量が少ない試料の場合は簡便な直接ステンレス板電着法が適用可能であるが、サンプリングから測定までを迅速に終えることがポロニウム 210 放射能を正確に見積もる上で重要と考えられた。

A. 研究目的

平成 23 年 3 月 11 日の東京電力福島第一原子力発電所事故により、放射性核種や化学物質が

環境中に放出され、食品に移行したことで、食品衛生上の大きな問題となった。一方で、食品にはもともと天然の放射性核種等の人体に有害

な化学物質がいくらか含まれているのも事実である。そこで本研究では、原子力災害による汚染実態と近年の食品に含まれる放射性核種に関する文献調査を行い、人体に影響が大きい放射性核種として考慮すべき核種等を探索してきた。

昨年度の調査より、日本の国民の天然放射性核種ポロニウム 210 による内部被ばく量は世界平均と比べて 10 倍以上高いとする報告もあり、人工放射性核種よりも寄与が大きいことが示唆された (Ota et al, 2009)。しかし、分析試料数が少ないこともあり、他の報告と実効線量で開きが見られた。一方で、一般的なポロニウム 210 分析は前処理にコストと時間がかかるため、分析試料数を増やすことは困難である。そこで、食品中ポロニウム 210 分析法の簡便化のための検討を行ったところ、前処理法としてステンレス板直接電着法および銀板自然析出法が有効なことが示唆された。平成 30 年度では、それら分析法の適用性と精度について詳細に評価し、分析法としてブラッシュアップすることを目的とした。

B. 研究方法

1. 食品試料と放射能標準溶液

食品モデル試料として食品を 12 種類 (米、米以外の穀、菓子、豆、果物、緑黄色野菜、その他野菜、嗜好飲料、魚、肉、乳製品、調味料類) に分類し、分類ごとに混合・均一化した混合試料を用いた (表 1)。ポロニウム 209 (半減期: 102 年) 標準硝酸溶液 (拡張不確かさ [k=2]: 3.0%) と鉛 210 (半減期: 22.2 年) 標準硝酸溶液 (拡張不確かさ [k=2]: 11.0%) は Eckert&Ziegler 社から日本アイソトープ協会を通じて購入した。

・ポロニウム 210 溶液の調製

ポロニウム 210 (半減期: 138.4 日) の溶液を調製するために、鉛 210 標準硝酸溶液から

ポロニウム 210 を分離した。鉛 210 硝酸溶液 (100 Bq) を 120°C で加熱し乾固後、4M 塩酸を加え、加熱して塩化物フォームとし、後の「化学分離」項に従い分離した。分離したポロニウムの 6M 硝酸溶液 20 mL は超純水で 100 mL にメスアップした。そのうち、1 mL を使用して加熱濃縮、塩酸で塩化物フォームとした後、「ステンレス板電着法」「 α 線測定」項に従い、放射能を測定し、ポロニウム 210 溶液とした。化学分離を実施した日に減衰補正を行った。

ポロニウム 210 溶液は、検討に使用した 3 ヶ月間 [ポロニウム 210 化学分離から 4 日め (n=1)、40 日め (n=2)、82 日め (n=2)] の 3 時点で溶液 1 mL を使用して計 5 回測定した。0 日め時点のポロニウム 210 放射能は、各時点の測定値を対数変換後、最小二乗法で経過日数とポロニウム 210 放射能を直線近似し、外挿することで求めた。

2. ポロニウム 210 の α 線分析

・湿式分解

食品試料は生試料 10-25 g を 1L 容ビーカーに入れ、内部標準物質ポロニウム 209 硝酸標準溶液 1 mL (0.04 Bq 相当) と試料が浸かる量の硝酸を加え、時計皿で蓋をして一晩漬け置きした。翌日、ホットプレート上で 120°C まで加熱することで試料を分解した。硝酸蒸発後は、再度硝酸と少量の過酸化水素水 (硝酸の約 1/20 量) を加え、120°C で湿式分解を行い、この操作を分解が終わるまで繰り返した。分解終了点は分解反応時に褐色の気体発生がなくなる時点とした。湿式分解液が乾固した後、6M 塩酸 10 mL を加え乾固直前まで加熱濃縮した (ポロニウム塩化物フォーム)。

・化学分離

化学分離を行う場合は、既報 (Miura et al. 1999) を参照し、キレート抽出クロマトグラフィーにより行った。ポロニウム塩化物フォームの乾固直前の試料に 4M 塩酸 20mL を加えて加熱・懸濁し、0.45 nm のメンブレンフィルターでろ過した。カラムは Sr/Spec Resin 50-100 μm (Cartridges-2 ml) (Eichrom Technologies 社) を使用し、4M 塩酸 20 mL を予め通液後、試料ろ過液を負荷した。4M 塩酸 20 mL、続いて 6M 硝酸 4 mL の通液によってカラムを洗浄後、6M 硝酸 20 mL を通液してその溶出液をポロニウム硝酸溶液として回収した。ポロニウム硝酸溶液を乾固直前まで加熱濃縮し、6M 塩酸 10 mL を加え、乾固直前手前まで加熱濃縮し (ポロニウム塩化物フォーム)、次のポロニウム析出ステップへと進んだ。

・ステンレス板電着法

ステンレス板 (Φ24.5 mm, 薄さ 1.0 mm) (東京光電社) 上にポロニウムを析出させるために、テフロン製容器底にステンレス板 (陰極) を固定し、ポロニウム塩化物フォームの乾固直前試料に 0.5M 塩酸 10 mL、アスコルビン酸を 1 g 加え、白金電極 (陽極) を浸し、パラフィルムで軽く蓋をして (密閉しない) 電解分析装置 ANA-2 (東京光電社) を用いて 2 時間通電した (以下、電着と表記)。電極間距離は 5 mm とした。電着後はテフロン製容器からステンレス板を取り出し、純水とアセトンでリンス後、自然乾燥させて測定試料とした。以後、化学分離を経てステンレス板電着法を行う場合は「化学分離後ステンレス板電着法」、酸分解液を用いて直接ステンレス板電着法を行う場合は「直接ステンレス板電着法」と表記する。

・銀板自然析出法

銀板 (純度 99.99%、Φ25.0 mm、薄さ 1.0 mm) (メジャーワークス社) 上にポロニウムを析出させるために、ビーカーにポロニウム塩化物フ

ォーム試料と 1 g アスコルビン酸を加え、0.5M HCl で約 200 mL とし、テフロン製ディスクホルダー (Tracerlab GmbH) に銀板を取り付け、ビーカーに蓋をするようにディスクホルダーを取り付けることで銀板を溶液に浸け、ホットプレート上で攪拌しながら 90°C で 4 時間析出させた (平成 29 年度報告書参照)。その後、銀板を取り出し、純水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

ポロニウム板を測定試料とし、450 mm² 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ーを行った。データ解析には Genie 2000 spectroscopy system software (ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ社) を使用した。α線スペクトロメトリーのエネルギー校正は Eckert&Ziegler 社から購入したガドリニウム 148 (3.18 MeV)、アメリカシウム 241 (5.49 MeV)、キュリウム 244 (5.79 MeV) の 3 点の円盤標準線源を用いて行った。ポロニウム 209 (4.88 MeV) およびポロニウム 210 (5.30 MeV) のエネルギー領域における、バックグラウンド計測は 160,000 秒間測定して 0 または 1 カウントであった。この場合の検出限界値 (LOD) は、ISO 11929-7 (IAEA/AQ/12) に基づき、 m_s : 試料重量、 ϵ : 計数効率、 R : ポロニウム 209 回収率、 k : 包含係数、 r_{BG} : バックグラウンド計数率、 t_{p0} : 試料測定時間、 t_{BG} : バックグラウンド計数時間、 u : 不確かさとして、下記の式で算出した。式 1、2 とおくと、LOD は式 3 と表される。

$$w = \frac{1}{m_s \cdot \epsilon \cdot R} \quad (\text{式 1})$$

$$\alpha^* = \frac{k}{m_s \cdot \epsilon \cdot R} \sqrt{\frac{r_{BG}}{t_{p0}} + \frac{r_{BG}}{t_{BG}}} \quad (\text{式 2})$$

$$\text{LOD} = \frac{2\alpha + (k^2 \cdot w) / t_{P_{210}}}{1 - k^2 \cdot u^2(w)} \quad (\text{式3})$$

ポロニウム 210 放射能濃度及びその測定不確かさを以下の式を用いて算出した。 $A_{P_{210}}$ ：ポロニウム 210 放射能 (Bq/kg)、 $u(A_{P_{210}})$ ：ポロニウム 210 放射能の不確かさ、 $n_{P_{210}}$ および $\Delta n_{P_{210}}$ ：ポロニウム 210 の正味計数率 (cps) および計数誤差、 D ：添加したポロニウム 209 の放射能 (Bq)、 $u(D)$ ：添加したポロニウム 209 の放射能の不確かさ、 n_{add} および Δn_{add} ：ポロニウム 209 の正味計数率 (cps) および計数誤差、 W ：試料重量 (g) とする。

$$A_{P_{210}} = n_{P_{210}} \cdot \frac{D}{n_{add}} \cdot \frac{1000}{W}$$

$$u(A_{P_{210}}) = A_{P_{210}} \left\{ \left(\frac{\Delta n_{P_{210}}}{n_{P_{210}}} \right)^2 + \left(\frac{\Delta n_{add}}{n_{add}} \right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D} \right)^2 \right\}$$

化学分離を行った場合、放射能濃度はカラム分離日に減衰補正した。化学分離を行わない場合は、分析を開始した時点で放射能濃度を減衰補正した。

3. ポロニウム 210 添加回収試験

食品モデル試料にポロニウム 210 溶液 1 mL (起算日で 0.91 Bq 相当) を添加し、「2. ポロニウム 210 の α 線分析」項にそってポロニウム 210 分析を行った。12 種類の食品モデル試料は生試料 10g、20g または 25g を使用し (表 3)、各カテゴリーにつき 3 試料 ($n=3$) で試験した。ポロニウム 210 無添加のコントロールとして、ポロニウム 210 を添加しない試料 (1 試料) も分析した。なお、調味料類に限り、「化学分離後ステンレス板電着法」で分析し、他の分類では「直接ステンレス板電着法」で分析を行った。

ポロニウム 210 分析の添加回収率を求めるために、各試料のポロニウム 210 の放射能を求め

た。測定日のポロニウム 210 添加試料の放射能から無添加試料の放射能を差し引き、ポロニウム 210 溶液の分離 0 日目に減衰補正した値を添加分の放射能 (分離 0 日目の値) で除することで回収率とした。ポロニウム 210 の回収率試験では添加した 3 試料分のデータの平均値および標準偏差を算出した。

4. ポロニウム 209 回収率算出

ポロニウム 209 回収率を求めるために、各検出器における α 線計数効率を求めた。使用する金属板によって、試料形状と半導体検出器のジオメトリの関係が異なるため、ステンレス板と銀板を別々に行った。ポロニウム 209 円盤試料を調製後、その盤上の放射能を低バックグラウンド 2π ガスフロー計測器 (LBC-4302B、日立製作所) によって値付けした。半導体検出器において、値付けしたポロニウム 209 円盤試料を測定し、正味計数率を値付け値で除することで計数効率を求めた。ポロニウム 209 回収率は以下に示す式で算出した。 $R_{P_{209}}$ ：ポロニウム回収率、 n_{add} ：ポロニウム 209 の正味計数率 (cps)、 ε ：計数効率、 D ：添加したポロニウム 209 の放射能 (Bq)

$$R_{P_{209}} (\%) = \frac{n_{add}}{\varepsilon \cdot D}$$

ポロニウム 210 添加回収試験でポロニウム 209 回収率を求める際は、ポロニウム 210 添加 3 試料分の値に加え、無添加の 1 試料分を含めた $n=4$ のデータの平均値および標準偏差を算出した。

5. 鉛 210 のステンレス板電着

ポロニウム 210 と放射平衡にある鉛 210 標準硝酸溶液を、ポロニウム 210 分析と同様に塩化物フォームに転換後、直接ステンレス板電着法

により電着し、ポロニウム 210 の放射能を「α線測定」に従い、測定した。さらに、電着日から 81 日、717 日経過後に同じステンレス板上のポロニウム 210 放射能を測定した。

C. 結果と考察

ポロニウム 210 分析法の検討

・ポロニウム 210 溶液の調製

ポロニウム 210 の分析精度を調べるために値付けされた試料が必要である。そこで、ポロニウム 210 と放射平衡が成立し、かつ半減期の長い放射性核種である鉛 210 からポロニウム 210 を化学分離し、分離日を起算日として放射能溶液を調製した。調製した溶液は、α線スペクトロメトリーにより測定し、放射能の値付けを行った。表 2 に検討を行った 3 ヶ月間の 3 時点における「ポロニウム 210 放射能溶液の測定値」、「測定不確かさ」、「測定日から起算日に換算した放射能値」の値を、図 1 に各時点の放射能対数値のプロットとその近似曲線を示した。近似曲線の Y 切片値より、ポロニウム 210 初期放射能値は 0.908 Bq/mL と値付けされた。表 2 には、さらにその値から減衰補正した各時点の「理論値」を示した。いずれの時点においても、測定値と理論値のズレは 5%以内であった。

図 1 より、このポロニウム 210 溶液は、初期放射能 A_0 より時間 t が経過した時点での放射能 A は

$$\text{Log} A = -0.0021t + 2.9582$$

と表され、放射能変化率 ΔA は、

$$\Delta A = \text{Log} A - \text{Log} A_0 = -0.0021t$$

すなわち、

$$\text{Log} \left(\frac{A}{A_0} \right) = -0.0021t$$

より、半減期を T とすると、

$$\text{Log} \frac{1}{2} = -0.0021T$$

が成り立つ。よって、半減期は約 143.3 日と算出された。ポロニウム 210 の半減期は 138.4 日、鉛 210 の半減期は 22.2 年であり（アイソトープ手帳 11 版）、ポロニウム 210 放射能の値に影響を及ぼすおそれのある鉛 210 は化学分離によって適切に除かれていると考えられる。この溶液を用いて精度評価を行うこととした。

・供与試料量の検討

昨年度の検討では生試料 50 g 相当を用いたが、分解に時間を要する試料や、直接ステンレス板電着法では α線スペクトルの低エネルギー側へのシフトが見られるものがあつた（平成 29 年度の報告書）。供与する試料中の放射能濃度が均一と仮定した場合、試料量を下げることが可能かどうかについて、検出限界値を指標に検討した。一定条件における試料量と検出限界値の関係を図 2 に示した。年間 1 mSv の 1%を検出する感度が必要とした場合、0.01 mSv/年 → 10 Bq/年 → 0.02 Bq/日として、約 0.02 Bq/kg の感度が必要と考えられる。図 2 より、計数効率 21%、ポロニウム回収率 75%、試料計数時間 86,400 秒、バックグラウンド計数時間 160,000 秒、バックグラウンド計数率 1/160,000 cps とした場合、生試料 10 g で約 0.02 Bq/kg と算出された。0.01 Bq/kg 未満の検出限界値となる感度を求めるならば 30 g 以上が必要であるが、今回の検討では生試料 10 g 以上で行うことにした。

・食品モデル試料を用いたポロニウム 210 分析の精度評価

昨年度行ってきた検討では、ポロニウム 210 の内部標準物質として使用するポロニウム 209 の回収率で評価を行い、ポロニウム 210 の分析値は NIST の標準試料で評価した。本年度は、様々な食品のマトリクスにおいてもポロニウム

210 の分析が可能であることを示すために、各食品カテゴリーを代表する食材を加工・混合したモデル試料（表1）を用いて、添加したポロニウム 210 の測定値の真度等を評価した。昨年度の検討より、調味料類は直接ステンレス板電着法では分析が困難であったため、化学分離後ステンレス板電着法によって分析した。調味料類以外の食品カテゴリーでは、直接ステンレス板電着法によって分析した。表3にポロニウム 210 添加回収試験のデータ一覧を示した。ポロニウム 209 回収率は、全カテゴリーで75%以上であった。ポロニウム 210 回収率は全食品カテゴリーで93~113%で、その併行精度は10%未満と良好な結果が得られた。本分析法は様々な食品試料に適用可能と考えられる。

α 線スペクトロメトリーでは、試料の精製度が悪い場合、試料内の自己吸収によってスペクトルの形状が低エネルギー側へシフトすることがある。そこで、ポロニウム 209 と 210 の α 線スペクトルの形状を半値幅と 1/10 値幅で評価した（表3）。今回分析した試料では豆類の半値幅が他と比較して大きくなったが、その値も含めて全て国際原子力機関の刊行物（IAEA series No. 34, 2014）の推奨範囲（半値幅 60 keV 以内）内であり、良好な結果が得られた。昨年度の検討では豆類で半値幅が 60 keV 以上と大きくなったが、今年度の2倍の試料量（50 g）を使用していたことが原因の一つとして考えられる。試料量を多くすることによりそのロット母集団の放射能推定精度は向上するが、夾雑物混入量が増加するため、直接ステンレス板電着法では注意が必要である。

・鉄分および塩分の金属板へのポロニウム析出阻害の影響評価

これまでの検討により、食品試料中のポロニ

ウムをステンレス板に電着する際には、食品に含まれる過剰な塩分が影響を与える要因の一つと考えられた。また、環境試料等では試料に多く存在する鉄イオン (Fe^{3+}) がポロニウムと同様に金属板へ析出するため、妨害の主要因として知られている（Matthews et al. 2007）。今回の検討では、塩分と鉄分に関して食品に含まれる範囲で、電着時の影響を溶液への添加実験によって検証した（図3）。NaCl 量 500 mg 以上の条件では、電着時のポロニウム回収率が約 50%以上低下した。 Fe^{3+} は 50 mg 以上の存在下では回収率は 10~20%低下した。その際に、 α 線スペクトルの半値幅および 1/10 値幅の僅かな増加が見られたが、半値幅は 60 keV 以内であったことから、許容範囲と考えられた。一般的に、 Fe^{3+} はアスコルビン酸を加えて Fe^{2+} へ還元することで妨害を防ぐことが可能と考えられることと、食品中に含まれる鉄分はほとんどの食品で可食部 100 g 中 10 mg 未満であるため（図5）、妨害の可能性は低いと考えられた。一方で、調味料類など塩分を多く含む食品は、電着前に化学分離が必要であることが再確認された。

さらに、銀板自然析出法においても塩分の影響を調べた（図4）。通常4時間の析出時間ではポロニウム 209 回収率 65%であるが、NaCl を 3,000 mg 添加した場合でもポロニウム 209 回収率はほとんど変化が見られなかった。さらに NaCl を 15,000 mg 添加した場合でも 50%の回収率が得られた。今回行った手法では、ステンレス電着法では溶液量 10 mL であるのに対し、銀板自然析出法では溶液量 200 mL と溶液中のミネラル濃度が 20 倍薄いことも一つの要因と考えられる。昨年度の検討においても、直接ステンレス電着法で分析できなかった NIST 認証試料も銀板自然析出法を用いて分析することが可能であった（平成 29 年度報告書）。現状、電着

装置は大容量のものを備えていないため、銀板自然析出法は電解質を多く含む食品に対しても有用な方法の一つと考えられる。

・鉛210の電着への影響

ポロニウム210の親核種であるビスマス210と鉛210もウラン系列の天然放射性核種として食品に含まれる。ポロニウム210の大人の経口摂取による実効線量係数が 1.2×10^{-3} mSv/Bqであるのに対し、ビスマス210は 1.3×10^{-6} mSv/Bq、鉛210は 6.9×10^{-4} mSv/Bq (ICRP Publ. 72, 1995)と小さい。また、近年の日本の調査では食品中のポロニウム210より鉛210は存在量が少ないため、被ばく線量はポロニウムより小さいとされている (Ota et al, 2009)。ビスマス210は半減期が5.012日と短半減期核種であるが、鉛210は22.20年と長く、物質の移動が無い場合は試料内に残留し、やがて壊変によってポロニウム210を生成する。直接ステンレス板電着法では、鉛210も試料中に存在した場合、ステンレス板上に析出すると予想されるため、実験的に検証を行った。ポロニウム210と放射平衡にある鉛210標準試料をポロニウム210分析と同様にステンレス板に電着し、ポロニウム210の放射能を測定後、さらに、81日、717日経過後に同じステンレス板上のポロニウム210放射能を測定した結果を表4に示した。図6を参考に、初回測定時のポロニウム210放射能を初期値として、ステンレス板上に鉛210放射能を算出すると、硝酸溶液中の鉛は添加量の約60%が電着していると推定された。初期値の放射能値で各核種が100%存在していた場合の、測定日における理論値を示した(表4)。なお、ビスマス210も析出する可能性があるが、半減期が5日間と短いため、鉛210、ビスマス210、ポロニウム210が放射平衡にある場合、分析期間を考

慮すると正確に予測することは難しく、評価は行わなかった。参考までに、鉛210、ビスマス210、ポロニウム210が放射平衡にある場合、物質質量比を求めると、およそ11700 : 7 : 200となる。

直接ステンレス板電着法によって、鉛210を多く含む試料を一回測定で全てポロニウム210放射能として算出する場合、時間が経過するにつれてポロニウム210の生成により過大評価になる可能性が示唆された。よって、鉛210を分離してその放射能を測定しないのであれば、サンプリング、試料調製後は即座にポロニウム210放射能を測定することが望ましい。

実際の食品試料中の鉛210とポロニウム210は放射平衡に無いことが多い。よって、鉛210の初期量がポロニウム210よりはるかに多い場合や、サンプリングから化学分離まで、あるいは化学分離なしで測定までの期間が長くなった場合は、鉛210の壊変によって生じるポロニウム210と、ポロニウム210自体の壊変の影響でポロニウム210の測定値は初期値と大きく異なると考えられる。その場合、正確なポロニウム210放射能を知るには、2時点以上でポロニウム210放射能測定を行い、鉛210の放射能を求め、その寄与分を除外する等の必要がある。本研究で検討した方法は、市場の食品を迅速に測定する際の簡便な分析法として適用されることを想定している。

D. 結論

今年度は、昨年度に検討したポロニウム210分析法の精度評価を行った。化学分離を行わない直接ステンレス板電着法または化学分離後ステンレス板電着法の一般食品のポロニウム210回収率は93~113%、併行精度は10%未満と良好であることが確認された。分析感度が必要な

状況では、試料量を増やす選択肢も考えられるが、豆類等のようにマトリクスにミネラルを比較的多く含む食品では夾雑金属の共析出やポロニウム電着阻害などの影響が大きくなり、結果的に低回収率と α 線のエネルギー損失によるスペクトル形状変化の可能性があるため、注意が必要である。また、初期ポロニウム放射能値を真の値に近づけるためには、サンプリングから測定までの時間は可能な限り短くすることが重要である。今後はこの手法を用いて一般食品の放射能を調べていく予定である。

E. 参考文献または資料

以下にアルファベット順で示した。

- ・アイソトープ手帳 11 版 日本アイソトープ協会
- ・平成 29 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」
- ・日本食品標準成分表 2015 年版（七訂）文部科学省
- ・ A Procedure for the Sequential Determination of Radionuclides in Phosphogypsum. IAEA Analytical Quality in Nuclear Applications Series No. 34 (2014)
- ・ ICRP, 1995. Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides - Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients. ICRP Publication 72. Ann. ICRP 26 (1).
- ・ ISO 11929-7 (2005) Determination of the detection limit and decision threshold for ionizing radiation measurements-Part 7: Fundamentals and general applications.
- ・ Matthews KM, Kim CK, Martin P. (2007) Determination of ^{210}Po in environmental materials: a

review of analytical methodology. *Appl Radiat Isot.* 65:267-279

- ・ Miura T, Hayano K, Nakayama K. (1999) Determination of ^{210}Pb and ^{210}Po in environmental samples by alpha ray spectrometry using an extraction chromatographic resin. *Analytical sciences* 15:23-28
- ・ Ota T, Sanada T, Kashiwara Y, Morimoto T, Sato K. (2009) Evaluation for committed effective dose due to dietary foods by the intake for Japanese adults. *Jpn J Health Phys.* 44:80-88

F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

曾我慶介, 蜂須賀暁子, 近藤一成「食品中の天然放射性核種ポロニウム分析法の簡便化に向けた検討」フォーラム 2018 衛生薬学・環境トキシコロジー、長崎、2018 年 9 月 10 日

3. その他

なし

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

表1 食品モデル試料の内訳

食品カテゴリー	主な食材
米類	米、米加工品
穀類	パン、麺、芋
菓子類	砂糖、クリーム、チョコレート
豆類	大豆加工品、その他豆加工品
果実類	リンゴ、バナナ、ストロベリー、オレンジ
緑黄色野菜類	トマト、にんじん、ピーマン、カボチャ、ほうれん草
その他野菜類	キャベツ、タマネギ、きのこ、大根
嗜好飲料	ビール、ワイン、コーヒー、サイダー、緑茶
魚類	サバ、サケ、マグロ、イカ、タコ
肉類	牛肉、豚肉、鶏肉
乳製品	牛乳、チーズ、ヨーグルト
調味料類	しょう油、塩、味噌

表2 ポロニウム 210 溶液の放射能測定値

時点	測定値 (Bq/ml)	測定 不確かさ (Bq/ml)	起算日換 算値* (Bq/ml)	理論値** (Bq/ml)	理論値か らの偏り
4 日後	0.862	0.040	0.879	0.890	-3.20%
40 日後	0.783	0.039	0.937	0.743	3.20%
40 日後	0.763	0.036	0.913	0.743	0.50%
82 日後	0.606	0.029	0.909	0.602	0.10%
82 日後	0.602	0.029	0.903	0.602	-0.60%

*測定値から化学分離時(0 日め)に減衰補正した値

**値付けされた初期放射能値から減衰補正した値

表3 食品カテゴリー別のポロニウム 210 分析データ

食品カテゴリー	試料 供与量 (g)	²¹⁰ Po回収率* (%)	²⁰⁹ Po回収率** (%)	²¹⁰ Po		²⁰⁹ Po	
				半値幅* (keV)	1/10値幅* (keV)	半値幅** (keV)	1/10値幅** (keV)
米類	20	93.1±6.7	102.0±9.8	21.6±1.0	43.5±2.4	21.1±1.2	44.9±3.8
穀類	20	107.8±1.3	94.5±2.5	23.0±2.5	47.3±5.8	23.6±1.6	51.6±3.9
菓子類	25	103.2±2.1	91.9±6.3	21.0±1.0	43.6±2.5	22.3±1.9	44.3±4.9
豆類	25	113.0±6.3	75.0±9.2	31.6±1.2	68.1±2.9	33.2±3.3	76.2±5.3
果実類	25	103.1±3.0	91.9±2.8	24.6±5.7	54.7±19.6	23.3±5.3	52.7±16.5
緑黄色野菜類	25	104.1±3.6	91.5±5.6	20.7±1.2	41.6±1.5	20.4±0.6	43.8±1.8
その他野菜類	25	108.0±7.9	91.1±6.8	21.2±1.4	43.5±3.7	23.3±3.0	47.0±5.0
嗜好飲料類	25	103.0±5.0	92.1±3.8	21.2±2.1	43.9±5.0	21.9±2.2	41.8±6.0
魚類	10	103.6±2.3	83.4±9.9	23.5±1.1	50.9±2.2	23.3±2.5	50.9±5.5
肉類	10	99.7±3.7	85.0±9.9	24.9±2.9	52.8±5.3	24.3±4.1	54.6±4.2
乳製品	25	104.1±3.6	94.0±1.7	22.9±3.3	46.7±8.7	21.7±2.4	49.0±10.1
調味料類***	25	107.0±5.3	78.8±10.0	21.5±1.5	51.0±12.2	21.4±2.0	47.9±7.8

*ポロニウム210添加試料における平均±標準偏差 (n=3)

** ポロニウム210添加試料と非添加試料の平均±標準偏差 (n=4)

***湿式分解後にSrカラムでポロニウムを精製後に分析した

表4 直接ステンレス電着法による鉛 210 (表中では ²¹⁰Pb) 標準溶液 (ポロニウム 210 と放射平衡にある) 中のポロニウム 210 放射能測定

施行	初期値	81日後	717日後	
take1	²¹⁰ Po測定値 (Bq/plate)	1.056	0.847	0.633
	²¹⁰ Po理論値* (Bq/plate)		0.704	0.029
	²¹⁰ Pb理論値* (Bq/plate)		1.043	0.944
take2	²¹⁰ Po測定値 (Bq/plate)	1.022	0.874	0.631
	²¹⁰ Po理論値* (Bq/plate)		0.681	0.028
	²¹⁰ Pb理論値* (Bq/plate)		1.009	0.914

*初期値の放射能が100%その核種に由来するとした場合の理論値

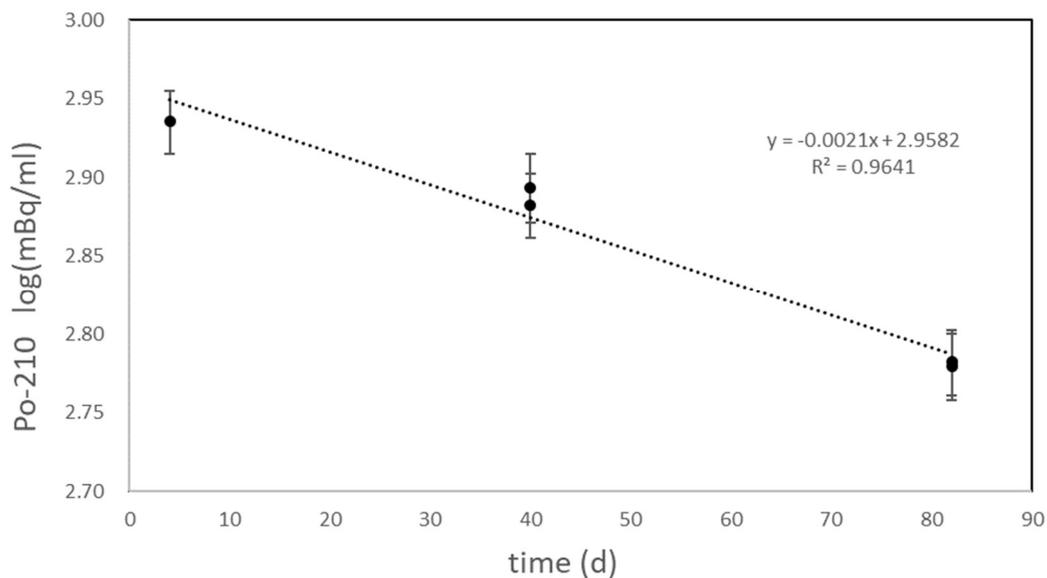


図1 ポロニウム 210 溶液の放射能濃度の経時変化
各時点の放射能測定値を対数変換し、最小二乗法で直線近似したグラフを示した。

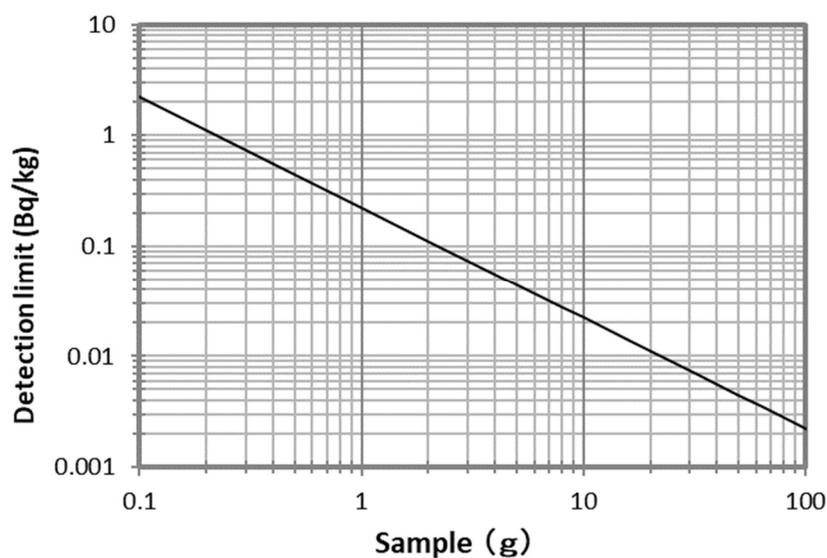


図2 試料量と検出限界値の関係
ISO 11929-7 (IAEA/AQ/12) に基づき、試料量を横軸、検出限界値を縦軸に関係性をグラフに示した。なお、計数効率 21%、ポロニウム回収率 75%、包含係数 1.65、試料計数時間 86,400 秒、バックグラウンド計数時間 160,000 秒、バックグラウンド計数率 1/160,000 cps としている。

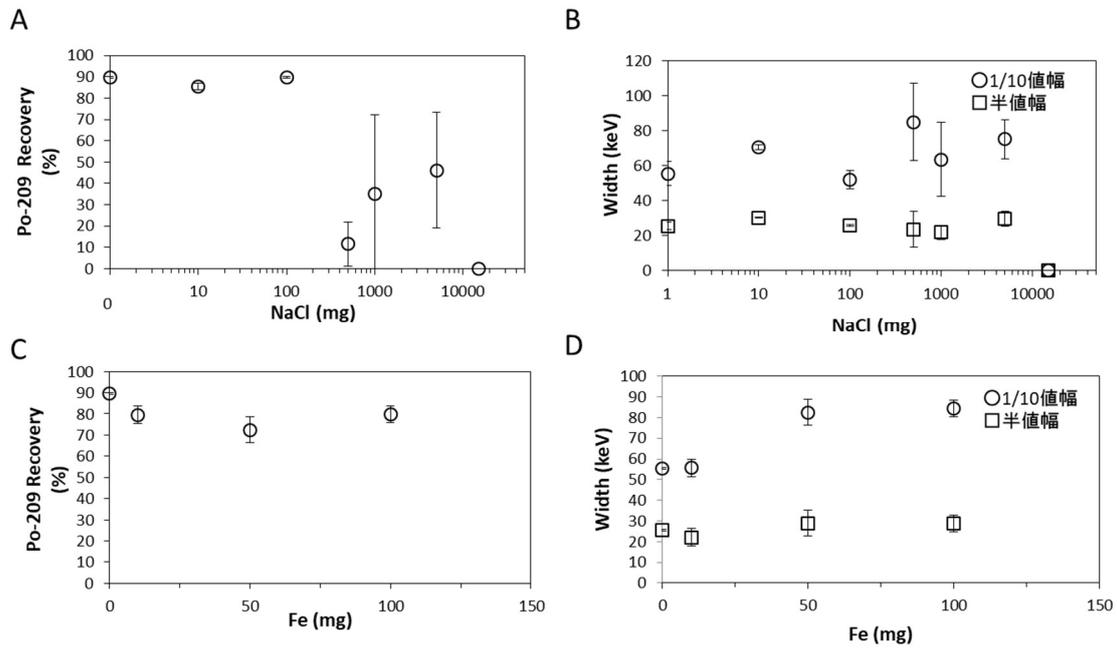


図3 直接ステンレス板電着法の NaCl および Fe の影響

2 併行試験で調べた。(A) NaCl のポロニウム回収率への影響、(B) NaCl の半値幅および 1/10 値幅への影響、(C) Fe のポロニウム回収率への影響、(D) Fe の半値幅および 1/10 値幅への影響

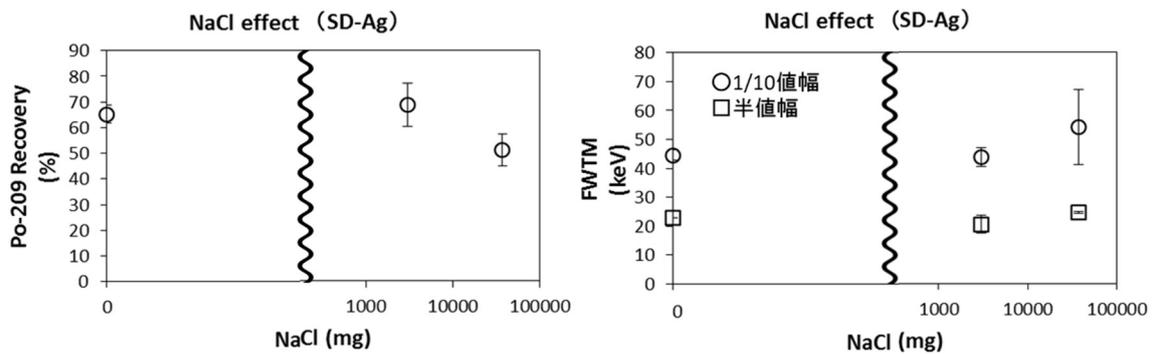


図4 銀板自然析出法の NaCl の影響

2 併行試験で調べた。(A) NaCl のポロニウム回収率への影響、(B) NaCl の半値幅および 1/10 値幅への影響

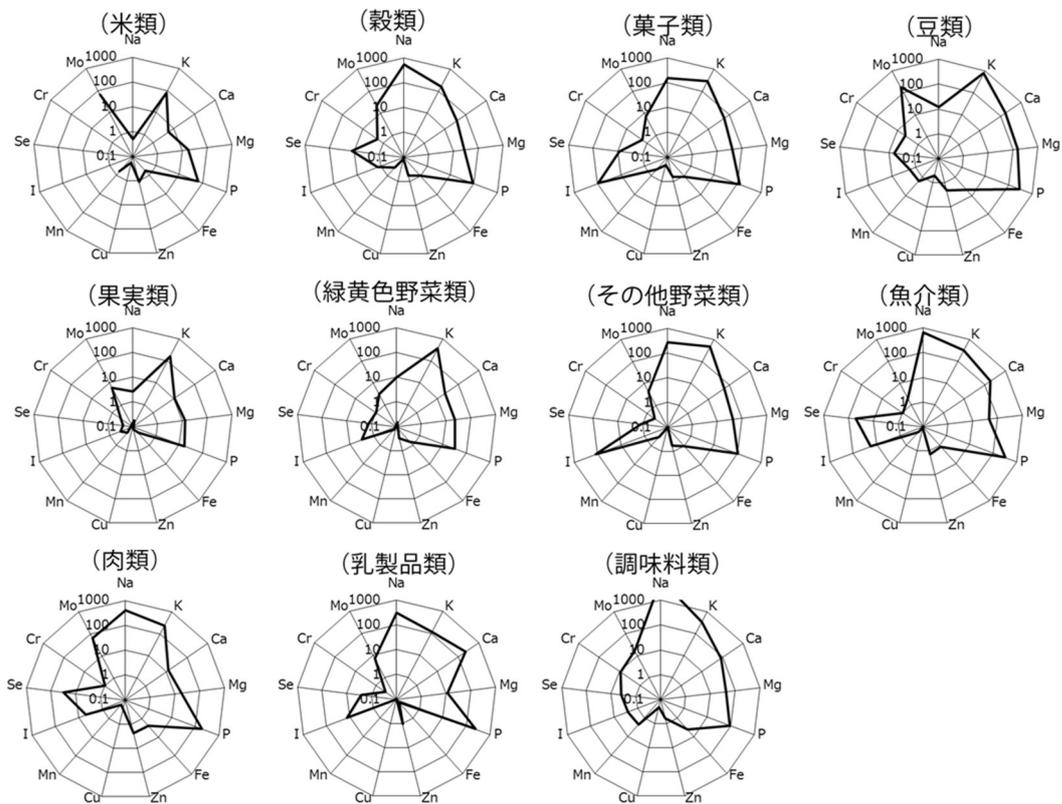
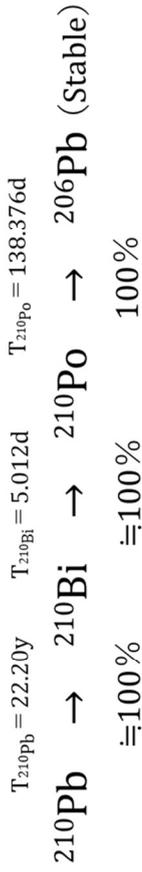


図5 各食品群に含まれる食材の可食部 100 g あたりのミネラル含有量 (mg) の平均値
「日本食品標準成分表 2015 年版」文部科学省を参考に算出した。目盛はログスケールで示した。平成 29 年度食品中の放射性物質検査システムの評価手法の開発に関する研究分担研究報告書 「食品中放射性物質等有害物質濃度データ調査」より抜粋

Radioactive equilibrium



$$\frac{dN_{\text{Pb}}}{dt} = -\lambda_{\text{Pb}}N_{\text{Pb}}$$

$$\frac{dN_{\text{Bi}}}{dt} = -\lambda_{\text{Bi}}N_{\text{Bi}} + \lambda_{\text{Pb}}N_{\text{Pb}}$$

$$\frac{dN_{\text{Po}}}{dt} = -\lambda_{\text{Po}}N_{\text{Po}} + \lambda_{\text{Bi}}N_{\text{Bi}}$$

$$A = \lambda N \quad \text{より、}$$

$$A_{\text{Po}} = \lambda_{\text{Bi}}\lambda_{\text{Po}}A_{\text{Pb}0} \left\{ \frac{e^{-\lambda_{\text{Pb}}t}}{(\lambda_{\text{Bi}} - \lambda_{\text{Pb}})(\lambda_{\text{Po}} - \lambda_{\text{Pb}})} + \frac{e^{-\lambda_{\text{Bi}}t}}{(\lambda_{\text{Pb}} - \lambda_{\text{Bi}})(\lambda_{\text{Po}} - \lambda_{\text{Bi}})} + \frac{e^{-\lambda_{\text{Po}}t}}{(\lambda_{\text{Bi}} - \lambda_{\text{Po}})(\lambda_{\text{Pb}} - \lambda_{\text{Po}})} \right\} + \frac{\lambda_{\text{Po}}}{\lambda_{\text{Po}} - \lambda_{\text{Bi}}} A_{\text{Bi}0} (e^{-\lambda_{\text{Bi}}t} - e^{-\lambda_{\text{Po}}t}) + A_{\text{Po}0} e^{-\lambda_{\text{Po}}t}$$

図6 ${}^{210}\text{Pb}$ 、 ${}^{210}\text{Bi}$ 、 ${}^{210}\text{Po}$ の放射平衡時の ${}^{210}\text{Po}$ 放射能について
 λ は壊変定数、 N は存在量、 A は放射能、 t は経過時間を示す。
 $A_{\text{Pb}0}$ 、 $A_{\text{Bi}0}$ 、 $A_{\text{Po}0}$ は各放射能の初期値を示す。

Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

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

畝山智 香子

厚生労働行政推進調査事業費補助金（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
(H29-食品-指定-012)

平成30年度研究分担報告書

研究分担課題：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

研究分担者 畝山智香子

要旨 平成23年3月の東京電力福島第一原子力発電所事故により、放射性物質が環境に放出されて食品にも移行した。その後食品中の放射性物質に関して新たに基準が設定され、国内外で検査が行われ、膨大な数の検査データが得られている。事故から数年経ち、これまでのデータからは現在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ていて、適切なリスク管理の視点から検査体制の見直しが検討課題となっている。しかし一般の消費者に食品検査の状況が周知されているとは言い難く、いまだに被災地への風評被害が問題となっている。この課題ではこれまで「食品の基準値」に関する一般的認識を調査し、放射性物質の基準以前に食品の基準値の意味が理解されていないことを明らかにしてきた。そして今回さらに放射性物質検査の内容についてもほとんど理解されていないことが明らかになった。食品の安全性確保と風評被害対策のためには広報やリスクコミュニケーションにより多くの資源を配分する必要があることを再確認した。

研究協力者 登田美桜
與那覇ひとみ

国立医薬品食品衛生研究所安全情報部第三室
国立医薬品食品衛生研究所安全情報部第三室

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事故により、放射性物質が環境に放出されて食品に移行したことは食品衛生上の大きな問題となった。現在、原子力災害対策本部で決定したガイドラインに従って地方自治体が検査計画を作成し、それに基づいた監視体制が取られているが、当該検査ガイドラインは、汚染状況の変化を受けて今後も毎年度変更することが想定されており、ガイドライン改定による影響の評価だけでなく、その評価手法の開発も必要となっている。一方国内流通する食品の検査結果からは基準値超過率が極めて低いことが確認されている。それにもかかわらず、依然として国内外に風評被害が存在し、消費者の食品検査についての理解と納得が得られていない。そのためこの研究課題では「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」で明らかにしてきた消費者への適切な情報提供の重要性を踏まえ、引き続き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、安全から安心に繋げる方法の検討を行う。

B. 研究方法

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を行った際に食品中汚染物質の基準値についてアンケートを行った。アンケート内容は資料1および2に示す。資料2のアンケート用紙は年度の後半になってから使ったものである。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。対象にしたのは大学生や食品企業の社員、消費者団体関係者、生協組合員等で、研究課題

のために講義を行った場合と、別のプログラムで行った講義の際に本研究課題への協力を依頼した場合とがあるが、集計では両者を区別していない。講義内容は全く同じではないが、「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能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。放射線リスクや食品の放射性物質基準に特化した内容は、特に説明して欲しいという希望が無かったので含まれない。30年度に最も要望が多く関心が高かった話題は29年度に引き続いて「健康食品」であり、放射能への関心は地域に関わらず基本的に薄い。

C. 研究結果

アンケート結果は資料3に示す。またアンケートの自由記述部分に記入された意見を資料4に添付する。

協力頂いたのは私立および国公立大学、地方公共団体、消費者団体、食品企業等である。

D. 考察

1. 全体として、食品に定められている各種汚染物質の「基準」についてはよくわかっていないという意見が多かった(資料4)。それ以前に、食品中に望ましくない物質が天然に含まれていることを知らなかったという感想が多く、食品安全についての基礎知識が不足しているようだ。その一方でなんとなく日本の食品は安全、日本は世界でも食品安全の水準が高いほうである、といった思い込みは強固にあるようで、義務教育で盛んに「食育」などが喧伝されているにも関わらず、食品の安全についてまともな教育が行われていないことを反映していると考えられる。

2. 学生と学生以外とではアンケート結果に大

きな違いはなく、各種汚染物質の基準値に関しては現状追認あるいは選択肢の真ん中と答える人が最も多い。それに対して食品衛生監視員あるいは関連分野で仕事をしている人たちは明らかに違っていて、国際基準への整合性を求める割合が高い。特に食品中放射性物質の基準値に関して顕著である。これはその分野の経験と知識がある人たちとそうでない人たちの判断が違うことを明確に示している例である。

3. 今回初めて、食品中の放射能検査の現状と今後についての調査項目を追加した(資料2)。結果は資料3の最後に示した。震災後、食品の放射能検査が行われていること自体は多くの人が知っている。時々基準値違反が検出されてメディアで報道されることもあるためであろう。しかし実際に何をどのくらい調べているのか、ということについてはほとんど知られておらず、牛の検査数が群を抜いて多く、震災後ずっといわゆる「全頭検査」を継続していることを知っている人はほんの少数だった。従ってもう少し別のもも測定したらどうかというような見直しを求める意見が相当増えるだろうと予想されたが、見直すべきという意見は35%になったものの、それ以上の48%の人が現状維持が望ましいと回答した。

以上の結果から以下の問題点が浮かび上がる。

一つ目はこれまでも報告してきたとおり、放射能汚染に限定されず、食品の安全性についての基本的理解が不足していることである。食品関連の事故・事件の対策を困難にしている最大の共通要因はそこにあるのもっとリソースを配分して理解を広める必要がある。食品安全委員会も度々指摘しているが、学校教育の問題が最も重要であると考えられる。難しいことを教える必要があるわけではなく、基礎的なことを教わる機会がないだけなので多くの人は初めて聞いたが理解できるという反応になっている。

二つ目は、牛肉の全数検査のように、科学的な安全性対策というより安心のために行っている対策が広く知られていないので安心対策

にすらなっていないということである。野草やキノコなどのような放射能汚染ハイリスクの食品を選択して監視のために測定しているのは科学的な安全対策と言えるので、それは国民の関心が高かろうか低かろうかやるべきことであるし広報に力を入れる必要も特にないだろう。しかし飼料に汚染の無いことがわかっている牛肉の全数検査は安全性確保にとっては意味が無く、「安心」対策として行われている。ところがそのことを知っている一般の人はほとんどいない。つまり安心対策としてもほとんど意味がない。積極的に広報しているわけではないので当然ではあるが、それでは何のために検査を続けているのかは説明できない。安心のためだというなら伝えることが不可欠であり、伝えるためのリソースを配分せずに検査だけ行うのは単純に無駄である。

三つ目は一旦決まった基準値をみなおすために広く一般の意見を聞くのは適切ではない、ということである。基本的に特に何の思い入れもない、知識もない場合には普通の人には現状維持あるいは選択肢の中の極端ではない真ん中の値を選ぶ傾向がある。食品放射能検査の現状を知っている人たち、つまり食品衛生監視員などはもっと良いやり方ができるはずだと思っている人が多いが、特に関心が高いわけではなく困ってもいない人たちに説明する余裕はない。アンケートなどを行えば放射能検査の実体を知らなくても現状維持が良いと回答する人が多い。実際には検査のためのコストなどは回り回って消費者の負担増という形にはなるのだがそれは見えにくく実感しにくい。背景情報を含めて十分な判断材料をもっている人たち

の判断と、なんとなく、の判断を同じ重みで扱うのは無理がある。食品については知識がないことを自覚していない場合が多い（食品は身近なものなので自分はよく知っていると思っている）ことがさらに問題を解決困難にする。

以上のことから、放射能汚染に限らず、事故や事件に伴う食の「風評被害」を少しでも小さくするには、日頃から食品の安全性についての基本を繰り返し伝えていくしかないと考えられる。

F. 研究発表

1. 論文発表

1) 畝山智香子 食品安全のために全ての関係者に必要な情報を、畜産コンサルタント, vol 54 No647 pp34-37, 2018

2) 畝山智香子 全頭検査という神話 公研, No.666, p14-15, 2019

3) 畝山智香子, 安全な食品とは何かーリスクのものさしで考える, 即席食品, No. 355, 2019

2. 学会発表

なし

G. 知的財産権の出願, 登録状況

なし

H. 健康危機情報

なし

資料1 アンケート用紙

食品に含まれる望ましくない成分の基準値についての意見をお聞かせ下さい。

1. 国際基準と日本の基準が同じではないものについて、どれがいいと思うか○をつけて下さい。

●コメのカドミウム

- ・0.2 mg/kg (中国)
- ・0.4 mg/kg (コーデックスによる国際基準、現在の日本の基準)
- ・1.0 mg/kg (玄米) (昭和45年から平成22年までの日本の基準、実際には0.4 mg/kgで運用)
- ・基準なし

●コメのヒ素

- ・乳幼児用食品向けの米 0.1 mg/kg (EU)
- ・精米 0.2 mg/kg (コーデックスによる国際基準)
- ・基準なし (現在の日本)

●食品中の放射性セシウム (セシウム134と137の和)

- ・検出限界未満 (機器により検出下限は異なる。ゼロではない。)
- ・100 Bq/kg 以下 (現在の日本の基準)
- ・370 Bq/kg 以下 (チェルノブイリ事故後の日本の輸入食品に対する基準)
- ・500 Bq/kg 以下 (原子力発電所事故後の日本の暫定基準)
- ・1000 Bq/kg 以下 (コーデックスによる国際基準)
- ・基準なし

2. これらの「基準値」について、どう思いますか。

(知らなかった、基準値は厳しいほうが良い、食べるものが減るのでない方が良い、など何でもご自由にお書き下さい)

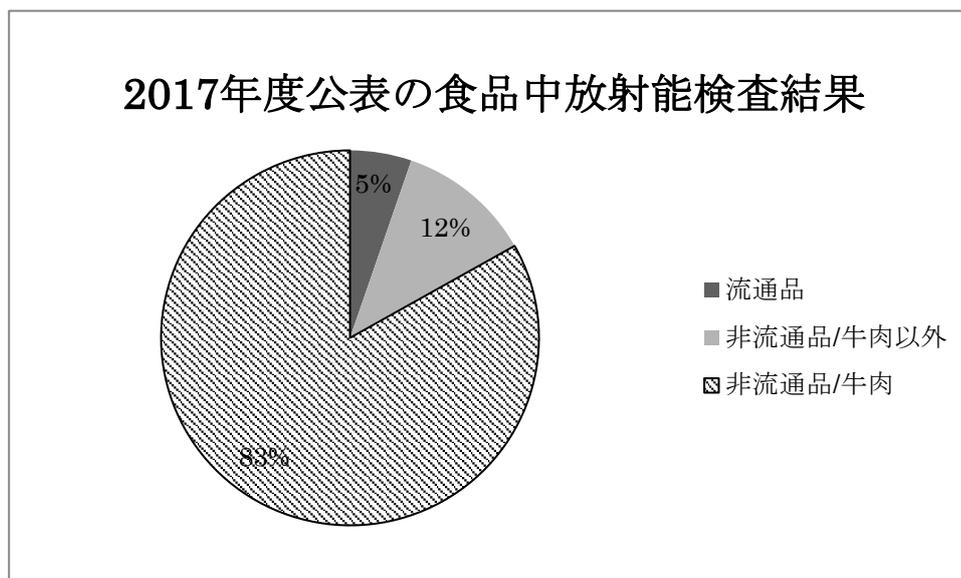
ありがとうございました。

資料2 アンケート用紙

放射能検査バージョン

資料1の裏面に以下の項目

3. 以下の円グラフは厚生労働省ホームページに公表された2017年4月から2018年3月までの食品中の放射性セシウム濃度の検査データを集計したものです。「非流通品」とは野生鳥獣肉やキノコ類のような市販されていないものを検体にしたもので、「非流通品/牛肉」のほとんどは屠畜場における牛肉の検査です。検査の総数は306,590件で、放射能検出率は2.7%、基準値超過は0.4%（流通品だけなら0.1%）です。これについてお答え下さい。



●現在でも全国で食品中の放射能検査が行われていることを知っていましたか。

- ・知っていた
- ・知らなかった

●検査の多くが牛肉であることを知っていましたか。

- ・知っていた
- ・知らなかった

●このままの検査を続けるべきでしょうか。

- ・現状のまま続けるべき
- ・見直すべき

見直すべきに○をつけた方は具体的にお書き下さい（例えば検査は減らしてもいい、対象食品を変えたほうがいい、など）

資料3 アンケートの結果

全体

	コメのカドミウム				コメのヒ素		
	0.2mg/kg	0.4mg/kg	1.0mg/kg	基準なし	0.1mg/kg	0.2mg/kg	基準なし
数	58	355	45	9	83	252	123
%	11.7	71.4	9.1	1.8	16.7	50.7	24.7

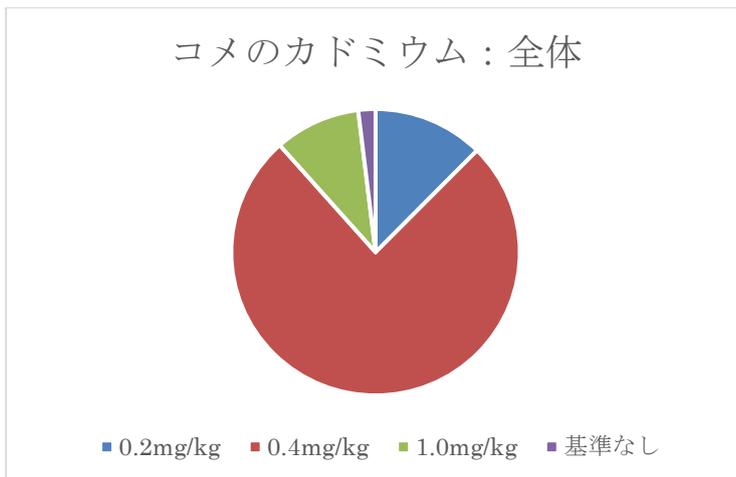
食品中の放射性セシウム					
検出限界未満	100Bq/kg以下	370Bq/kg以下	500Bq/kg以下	1000Bq/kg以下	基準なし
22	246	41	45	86	11
4.4	49.5	8.2	9.1	17.3	2.2

全体として 497 人が回答した。

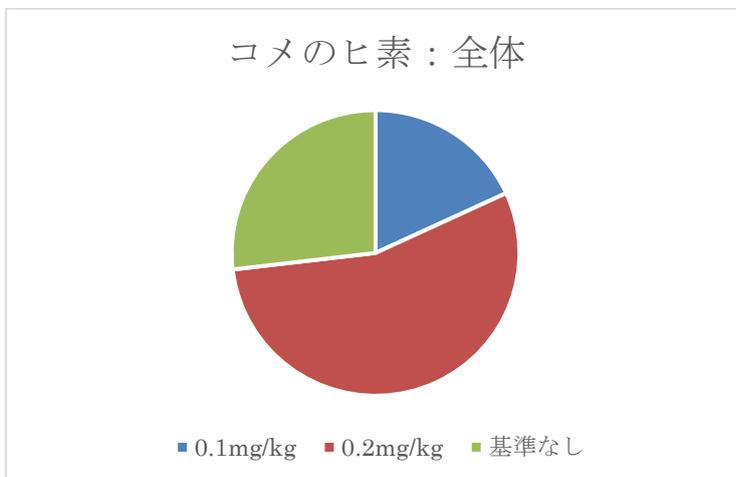
内訳は学生 246、学生以外 170、食品衛生監視員 81

項目により無回答部分があるので合計数は一致しない、割合も合計 100%にはならない。

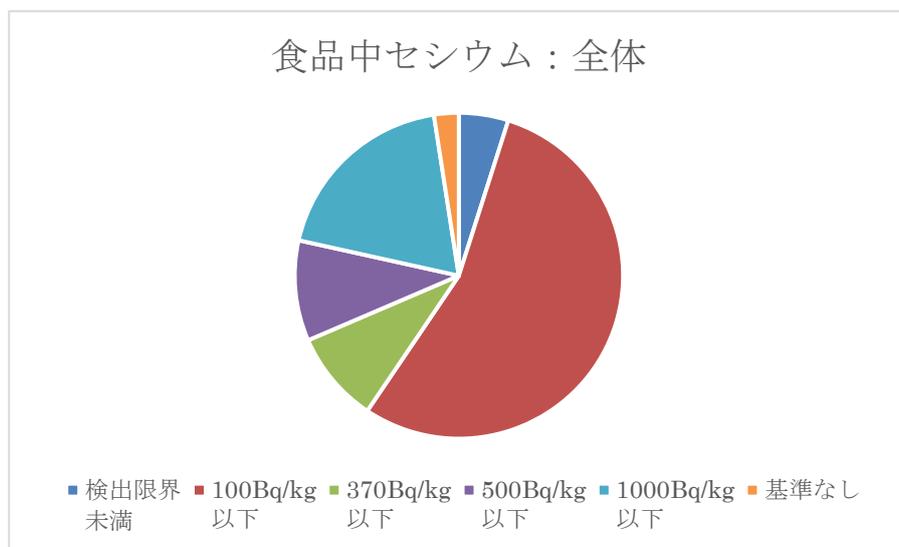
コメのカドミウム



コメのヒ素



食品中の放射性セシウム

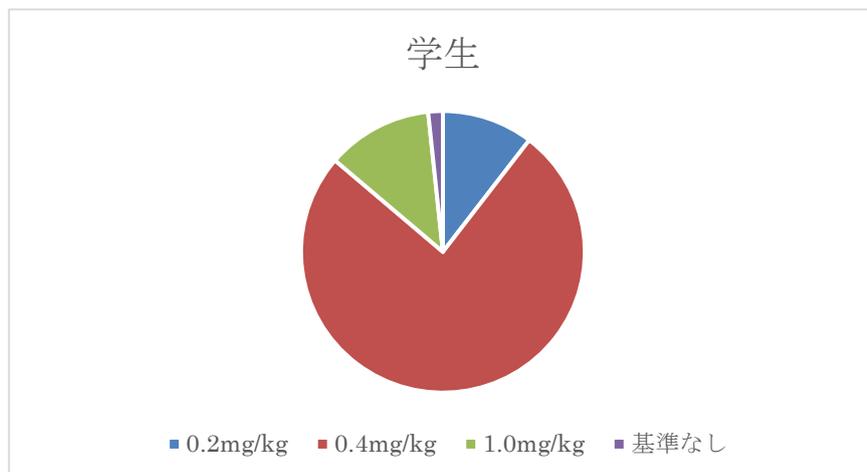


学生

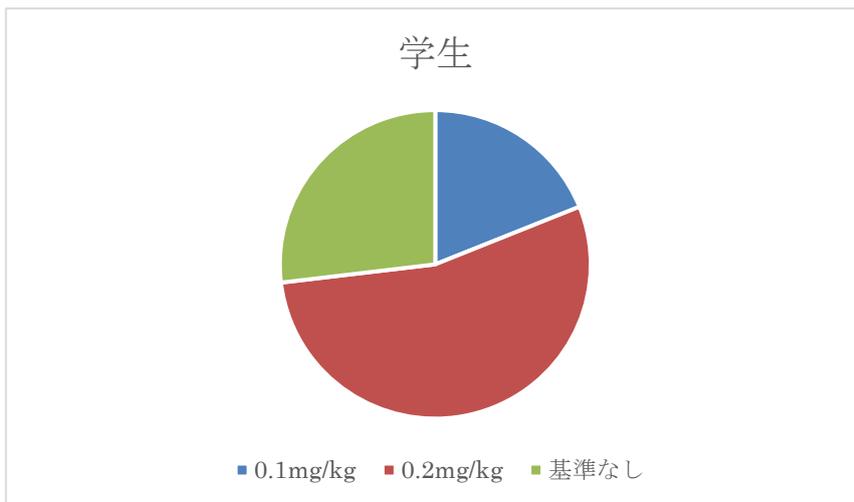
	コメのカドミウム				コメのヒ素		
	0.2mg/kg以下	0.4mg/kg以下	1.0mg/kg以下	基準なし	0.1mg/kg以下	0.2mg/kg以下	基準なし
数	25	182	29	4	45	129	64
%	10.2	74.0	11.8	1.6	18.3	52.4	26.0

食品中の放射性セシウム					
検出限界未満	100Bq/kg以下	370Bq/kg以下	500Bq/kg以下	1000Bq/kg以下	基準なし
8	138	22	26	34	8
3.3	56.1	8.9	10.6	13.8	3.3

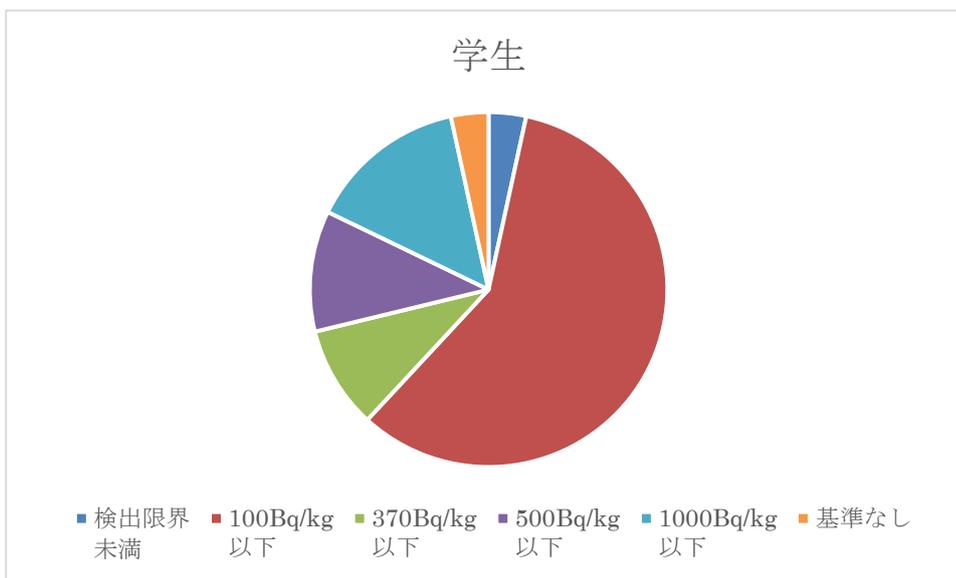
コメのカドミウム



コメのヒ素



食品中の放射性セシウム

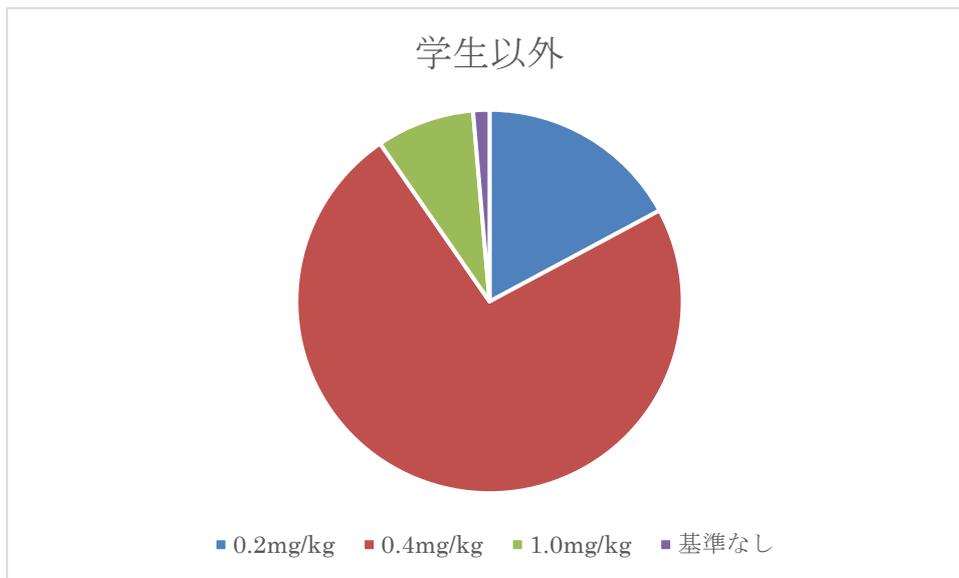


学生以外

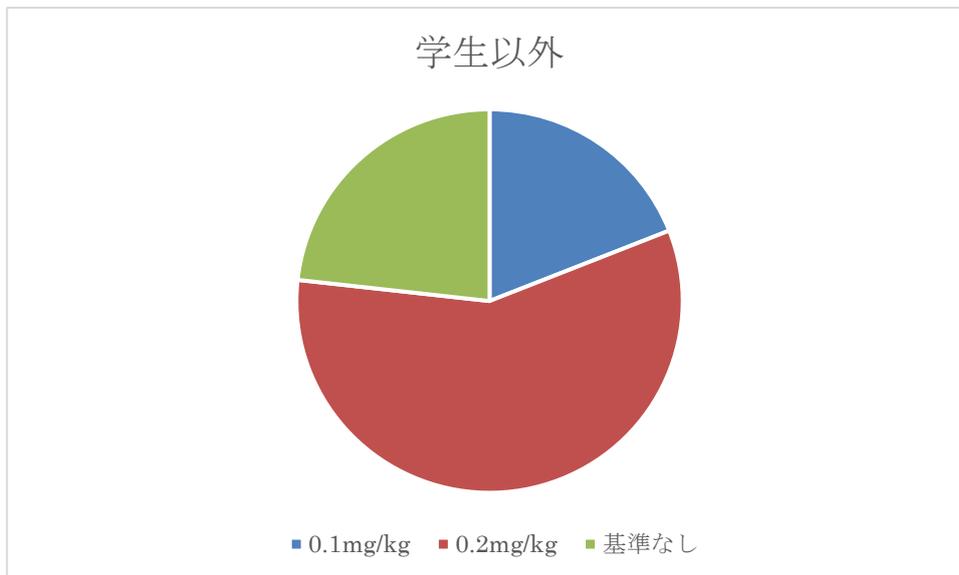
	コメのカドミウム				コメのヒ素		
	0.2mg/kg以下	0.4mg/kg以下	1.0mg/kg以下	基準なし	0.1mg/kg	0.2mg/kg	基準なし
数	25	107	12	2	27	82	33
%	14.7	62.9	7.1	1.2	15.9	48.2	19.4

食品中の放射性セシウム					
検出限界未満	100Bq/kg以下	370Bq/kg以下	500Bq/kg以下	1000Bq/kg以下	基準なし
9	79	8	14	23	2
5.3	46.5	4.7	8.2	13.5	1.2

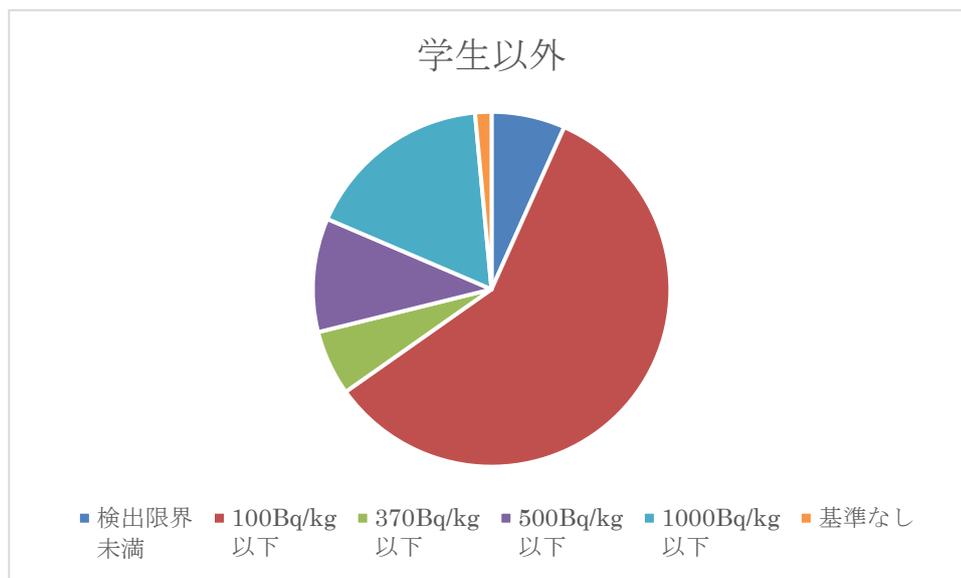
コメのカドミウム



コメのヒ素



食品中の放射性セシウム

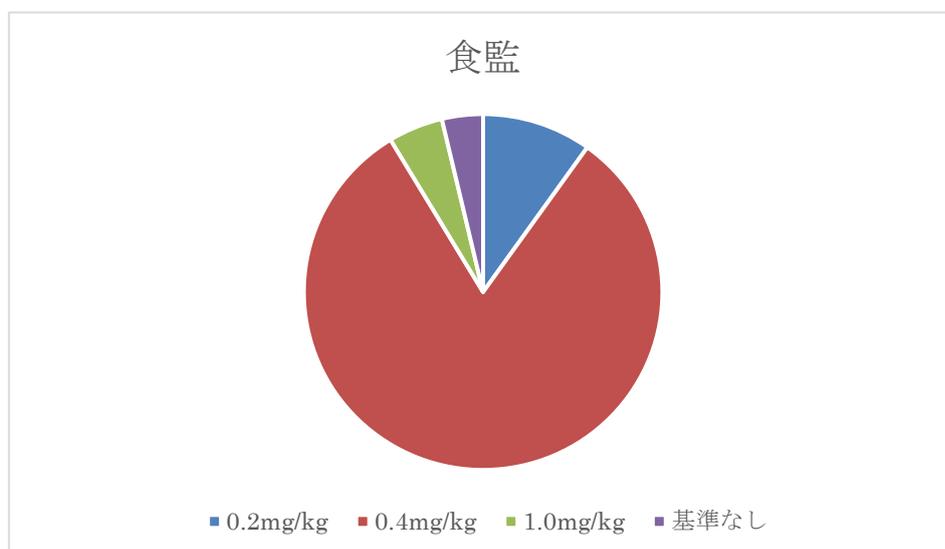


食品衛生監視員

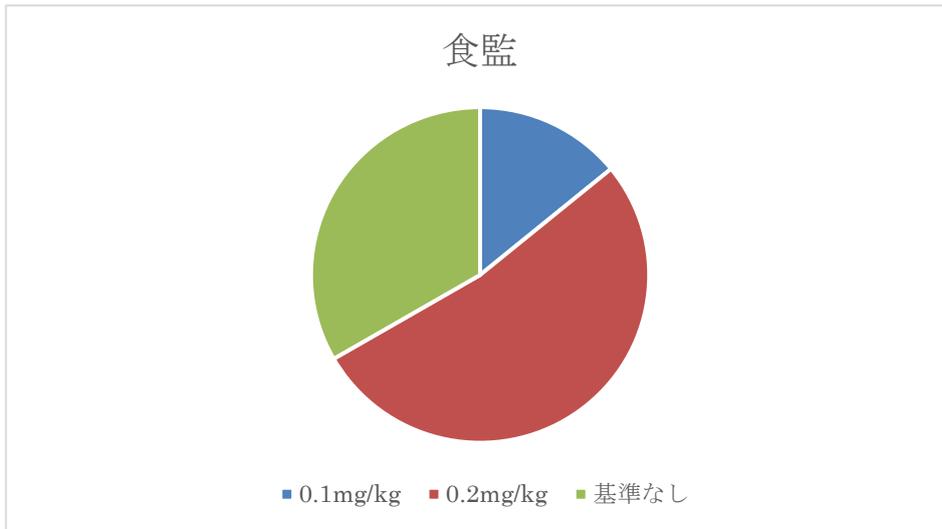
	コメのカドミウム				コメのヒ素		
	0.2mg/kg以下	0.4mg/kg以下	1.0mg/kg以下	基準なし	0.1mg/kg以下	0.2mg/kg以下	基準なし
数	8	66	4	3	11	41	26
%	9.9	81.5	4.9	3.7	13.6	50.6	32.1

食品中の放射性セシウム					
検出限界未満	100Bq/kg以下	370Bq/kg以下	500Bq/kg以下	1000Bq/kg以下	基準なし
5	29	11	5	29	1
6.2	35.8	13.6	6.2	35.8	1.2

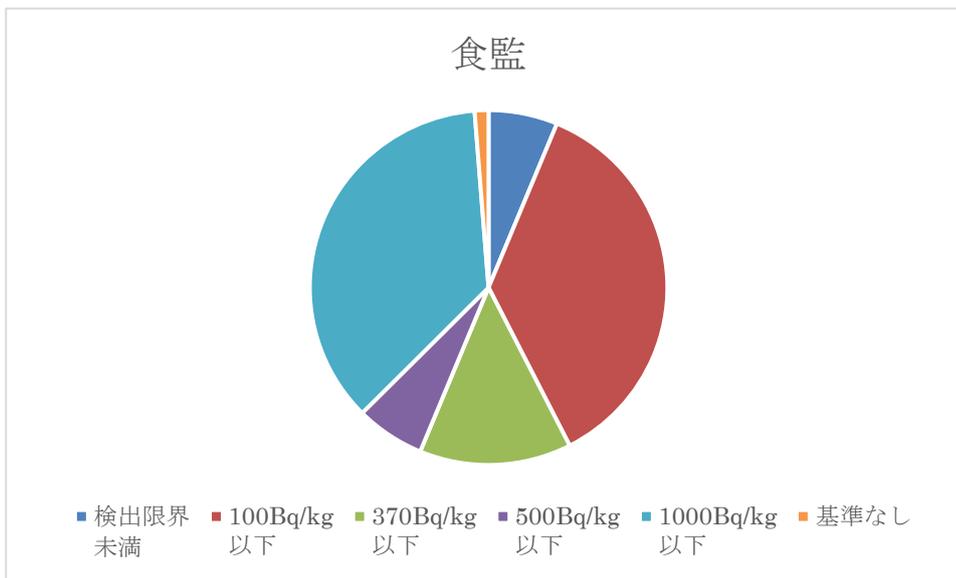
コメのカドミウム



コメのヒ素



食品中の放射性セシウム



放射能検査について

項目	放射能検査		検査の多くが牛肉		続けるべきか	
	知っていた	知らなかった	知っていた	知らなかった	現状維持	見直すべき
人数 (人)	80	11	4	88	48	35
割合 (%)	76.92	10.58	3.85	84.62	46.15	33.65

この質問への回答用紙は 104 人から回収した。生協会員あるいは生協の従業員である。

資料4 アンケートでの自由記述意見

(記述されたものそのまま)

基準値について

日本と国外で食品が自由に流通する為にできるだけ共通の基準値であることは好ましいが、ケースバイケースなのだろう。

科学的でない(意味がない)基準値は不要。なるべく国際基準に合わせると良い。

基準値について、あまりよく知りませんでした。きちんと勉強していないので、意見を言うことができません。

食べるものを減らさない方向で、身体への影響への兼ね合いで検討した方が良いのかなと思いました。

基準値の意味や定義や実態を広く情報提供することで、基準値超えの無駄は(回収や廃棄など)なくなれば良いですね。

生産現場が困難をきたすまでの厳しさは求めないが、ある程度管理する値(Codex 基準でも良いが)は定めてほしい。

健康影響が出ない範囲でコストを考え、実現可能な範囲であればよい。規制が増えることによって食べるものが減らないようにしてほしい。

科学的に安全性について調査されていれば、それを基に決定されれば良いが、それが厳しすぎて食べるものがなくなるのは困る。

基準値はきびしい方が良いとは言えないと思います。

基準値の決め方の勉強が大事なのだと思います。

コメのヒ素、日本の基準があってもいいのか……。国によって食生活、食文化が異なるなど、何でも国際基準とは思わないが、必要以上に基準を厳しくすることでフードロスを増やす。あるいは食べられる物が捨てられる、というのは避けたいと考えています。また、それにより、消費者が必要以上に不安がってしまうのも良いことではないと考えています。

とりあえずコーデックスの値で運用し、基準を超える場合、日本のコメの問題は、この程度であるかが論じられるベースが手軽に入手できるといい。

知らなかった。

日本の食文化、食生活を考慮した現実的な基準値の設定が望ましい。

コメのヒ素について、日本の基準を作るべき。CODEXの国の人とは食生活が違うので、日本独自の基準が必要ではないか。

基準値をわずかに超えた場合の対応策を考えておく必要があるのではないか。

国際的な基準で、かつ日本の現状にとって無理のない値であることが望ましいと考えます。輸出入時の障壁となることなるべく少なくなる様にした方が良くと思いますが、現状に合わないものは実施できなくなるので、無理してまで合わせる必要はないとも思います。

放射能の値もそうですが、一度低く(厳しく)設定したものを緩めるのは難しいと思うので(流通、消費者からの対応時の説明などにおいては特に)、セシウムの値はCODEX又は、輸入食品基準でも良いと思うのですが、現在の日本の基準のままでいくしかないと思っています。

いろいろな物差しがあることを知る。

基準の設定は科学的な思考で行われること事が重要であって、国民が広くこれを理解すること。教育（文科省）の仕事では？良い意味でのすり込みを（領土問題ぐらい）大切では？

基準を気にしすぎる事のデメリットを知る。

選択する上での情報が少なすぎるため、感覚的な選択になることから適切な質問とは言えません。

国際基準について、(科学的見地) 人種、地域(国)、食性、食的耐性も考えた上で、どのような各条件下で定められた基準であるかを理解する必要がある。これらの「基準値」には反映されえているのでしょうか？

「何を基準にして作成した値なのか」は分かりやすい方がよい。その基準が厳しいのか緩いのか判断するのは個人によると思う。

基準値は必要であるが、根拠が要求されるので難しい問題だと思う。国際社会との協調で決めるのが妥当か。

消費者には分かりにくい。伝える場が少なすぎるため、広報の強化が必要である。日本語のニュアンスに惑わされる。名称の真意を活発化して行うべきでは？

基準値は必要。

お話を聞いていて分からなくなった。難しい。

日本の安全性の基準値は海外よりも厳しいと思っていましたが、先生の講演を聞いてその認識が覆されました。基準値はそれぞれの国の生活や流通にも対応していないといけないと思います。その為、カドミウムに対しては、日本については主食なので海外よりも優しめな 0.4 mg/kg のままでいいと思いました。

健康食品とひじきの話は衝撃的でした。将来、赤ちゃんを産む立場である自分自身にとって、いい知識を教えていただきました。友達にも教えてあげたいと思います。

放射性セシウムの基準値についてはよく分からない。

あまり騒ぎすぎる(神経質になり過ぎていると思う)のはどうかと思う。「知らない」ものは×にする。このあたりが何とかなったらよいと思う。この辺がマスコミの役目かと思う。"

それぞれの国民の食習慣や食べる量、食べる頻度、健康状態など、いろいろな要件を考慮に考えていくのが良い。

厳しい値よりも現実的、実行可能な値が良い。有効性について、基準値の公表と共に説明すると良い。

食文化(日本)、海外の基準を参考に、日本の基準値を決めるのが良いと考えます。

国や国際機関で基準値が違うのはとても難しい問題で、どういった解決法があるのか知りたいと思った。

ヒ素やカドミウムについて、今日の2限の「遺伝毒性学」で、その危険性について学んだのでとても悩んだ。そのようなものが意図せずに食品に入っているということを初めて知ったのでとても驚いた。難しいけれどコメを食べなくなってしまうことは恐ろしいと思うので、適度の規制が必要だと思う。

ヒ素の摂取基準値が日本では他の国と比べ、大分緩いとは知らなかった。でも、危険性があるなら基準を厳しくしてもよいと思う。

コメなどは毎日食べるし、食べる量を減らしたり、代替りのものを食べるのは、個人的に望ましくないので厳しすぎない方がいい。

ADIの安全係数は、思ったより緩いと思った。(100のものもあったが2のものもあった)

明確に理由が決まっているのか、3項目の放射性セシウムの基準については、状況によって基準が変動しているのが気になった。

今までは出来るだけ厳しくあるべきだと思っていたのですが、食べ物に関して安全だけで追及するというのは何か違うなと思いました。難しい問題ですね。

実際、世界的には食糧難であるから、これも贅沢の一つなのだろうとは思う。

日本の食文化が、最悪の場合、制限、廃止されてしまうのを考えると、なるべくならない方が良いと思いました。知らないものばかりだったが、実際に今の日本で大きな問題は起こっていないのに加え、あまり基準を高くすると制限が厳しくなってしまうので、変更なしでいいのではないかと思った。

一定の基準は必要だと思うが、食生活が大幅に変わるような規制はやってほしくない。

2020年に東京オリンピックがあるので、基準は海外のものに合わせた方が良くと思うが、地域ごとの食文化もあるので、両方を考慮して決めるのが良いと思う。

コメのヒ素について海外で問題になっているという事を初めて知りました。日本はコメが主食の多くを占めているために、大きく報道されないというのは不安だと思った。基準が厳しくなることで、値上がりしたりするのも仕方ないことなのかなと思う。難しい。

基準が設定されているのは知っていたが、細かい値までは知らなかった。

ある程度、安全であればよいと思う。じゃがいもの食中毒については、教員に講義をしたり、教員委員が対策を考えていくべきだと思う。

コメは古くから食べられてきたものなので、完全に安全な食品だと思っていたので、世界的に基準値があることに驚いた。コメをよく食べる日本人に、特にがん患者が多いわけではないと思うので、今まで通り基準はなくて良いと思う。ちゃんと説明されないと理解していないことが多いと思う。

基準値を知らなかったです。国際基準のあるものは、国際基準と同じ値でもいいので、日本独自の基準を作った方がよいと思う。

国際基準はあくまで世界全体の基準なので、日本は日本独自の環境があるので違うのは当たり前だと思った。

日本が一番厳しい基準だと思っていたので驚いた。

基準が厳しすぎると食べるものが減るので、現在の日本基準でいいと思いました。

知らなかったです。多く食べる人もいるかもしれないので、基準値は厳しい方がよいと思う。

コメは基準値がギリギリだったり、なかったりするけれども、知らなかったから安全だと思っていた。

有害物質はどの食品にも含まれていて、絶対安全という事はないんだなと思った。どの情報が正しいのか混乱して怖くなった。

考えるに足りる知識がない。

どのくらいの量で、どんな影響が出るか分からないから、基準値がどれがいいか選ぶのは難しいと思った。

日本で独自に作ればよいと思います。

基準値が厳しすぎて、安全でも食べ物が捨てられるくらいなら、緩くてもいいと思いました。

こんな基準があるとは知らなかった。厳しすぎるのは食べ物がなくなってしまうので好ましくないが、それによって健康被害があるのも困る。それは個人の判断にゆだねられるのかなあと思った。

お米はよく食べますが、有害物質が含まれていたなんて知りませんでした。やはり、食品の安全性というものは、私たち自身で大きく異なるのだなと思いました。

安全係数の設定の仕方が、消費者目線として不安だと思ってしまった。

知らなかったが、特に気にするものでもないと思った。

食べるものが変わって違うリスクが出るよりは、今の食品リスクを減らしてやる方が良いと思う。

知らないことが多く、日本の基準値は甘めだと思った。

厳しく設定された基準値を用いて、一般の人々の不安をあおるような報道をすることは防ぐべきだと感じた。

厳しすぎても不安をあおるだけなので、そこまで厳しくないようなものを基準値にした方がよい。

土地の都合で合わせているわけだから、日本固有の値を持つべきだと考える。

基準値については何も知らなかった。

少し基準が厳しすぎるとところがあるのではないかなと思いました。

基準が厳しすぎると何も食べられなくなるかもしれないと思うので、ある程度はあってもいいのかなと思いました。

国際基準ぐらいでいいと思います。

基準値を厳しくするのは反対です。食糧の供給量を考えると、もう少し緩くすべきだと思いました。もちろん人の寿命の中で未知のリスクに境界線を引くのは難しいと思いますが、一般人の関心も集めて、更に議論すべきだと思いました。

一般の人々に、もっと広く伝わる必要があると思う。

もちろん厳しい方が安全に近づくが、厳しすぎるのも負担がかかるので、もっと緩くしてもいいと思う。

健康への影響がなければ、国際基準と同じでも良いと思います。

知らなかった。

コメは日本の主食であるため、摂取量を減らすことは難しいと思うが、海外の基準値より緩いことは知っておく必要があると感じた。

基準値があるというのは知らなかったです。また、国内と国外では基準がちがうというのも知らなかったのでためになりました。

ヒ素の基準がないことは知らなかった。普段食べているものだからこそ基準は設けるべきだと考えます。セシウムは高くするとうるさいので、このままで良いと思う。これを維持して値段を維持できないのであれば500くらいまでなら上げて良いと考える。

日本の方が海外よりも基準が低いというのは初めて知りました。勉強不足もありますが、日本の報道の印象操作のようなものは危険だと感じました。

知らなかった。

基準値について考えたことはなかった。

コメのヒ素など基準なしは怖い。

国それぞれに特有の食文化があり、国ごとに基準が異なっても良いと思う。

全然知りませんでした。

情報を報道側の利害に関わらず、等しくするべきだと思った。

安全のため基準値は厳しくてもいいと思うが、厳しすぎるのは農家も消費者もいいことがないと思うので、適度な値でいいと思う。

健康を守るうえであった方が良くと思うけれど、完璧な安全を得るために厳しいものにすると不安をあおったり、その食品についてよく思わず食べなくなったりということもあると思うので、そこは上手に調整しなくてはいけないと思いました。

基準値は、今のままだと高いイメージがあります。もう少し緩和しても良いと思います。

基準を厳しくしても、自ら食べるものを減らしているような気がした。

より安全な食品ができるので厳しい方が良く。自分の感覚としては、日本の基準が安全だと思ってしまう部分がある。

この基準が人の体にどれだけ影響するのか分からないためコメントするのは難しいが、この基準で体に影響がないという評価ならば無理に基準とする値を下げる必要はないと考えます。

国ごとに基準値が異なる理由を考えたことはなかったが、国によって主食が違うので、基準値が異なるということがよく分かった。今、日本で決められている基準値が他国より高くてもリスク的にはそこまで高くなるものでもないので、日本の今の基準値でいいと思った。仮に、ヒ素、カドミウムを他の人より食べ過ぎて早死にしたとしても、私はごはんを好きなだけ食べたいので仕方がないと感じた。

基準値は厳しい方が良くと思っていましたが、食べれる物が減るということを言われないと考えもしなかったです

基準値が定められていることは知っていたが、現在の日本の基準の状態だと、外国から輸入する際の金額が上昇し、日本の食料が減少することが懸念される。

基準値について詳しくは知らなかった。マスメディアなどで報道を聞いたことがないので、意識して摂取している人は少ないと思った。

この講義を経て、基準値はリスクのあるものだと知ったので、少し厳しいくらいでよいと思った。

基準値について詳しくは知らなかった。人間や生き物に悪影響のない基準値を設定した方がよいと思う。安全を考慮して少し厳しいくらいでよいと思う。

現在の食が変わらなければよい。

基準値は高いよりは低い方がリスクは小さいと思うので、低く設定をしておくのはよいと思う。

私は無理に厳しくする必要はないと思います。多量に摂取するかは自分次第であるため、その先は自己責任で基準値について変える必要はないと感じました。

日本で食べられている食品は、厳しい基準で管理されているというイメージがあったが、そうではないというのはとても意外だった。日本人はほぼ毎日米を食べるのに、ヒ素の基準がない、また報道が制限されている、というのは問題だと思った。

基準は厳しい方がよいと思う。

私は現時点で十分な基準値であると思う。法律により基準値が厳しくなっていけば、私たちは流通する全ての食品は安全であると思込み、自分たちで何が危険で何が安全かを考えることを選ぶことをしなくなってしまうから。

知らなかったです。

基準値なしは危険だし、あった方が参考にもなるため良いと思うが、厳しすぎると食べられないものだらけになると思う。ある程度で良いのでは。

知らなかった。

知らなかった。

必要ではあると思うが、過度な基準値は必要ではないと思う。

厳しすぎる基準値は不安を与えることの方が多いと思うので、適度な値が大切だと思う。

日本のメディアは過剰なキャッチフレーズではやし立てるイメージなので、現状の基準より高くしてしまうと、再び、地震後に農作物が売れないような被害が起きてしまいかねないので、現状維持ぐらいが良いと思う。コメのヒ素の報道が未だないのは、そのようなことがあったからかなと思いました。

知らない。

全てのもの毒にもなるし薬にもなる。何も考えずに美味しいものを食べたい。

どのように基準値が決められているのか知りませんでした。基準値が厳しいことは大切だと思いますが、食べられる物が減らない程度にするべきだと思います。

少し厳しいくらいが調度いいと思う。また、年齢などで違った基準にするなども考えられると思う。

基準について全然知らなかった。食生活は変わり続けてもいるので、基準も見直し続けることが必要だと思った。

国際的に定められている基準値があることは知らなかった。これらの基準値は、人体に影響が出ない範囲で定めるべきだと思う。厳しすぎると食べるものが減ったり、地元の物が摂取しにくくなると思うので、厳しすぎない方がいい。

あまり詳しく知らなかった。しかし、健康に影響がないなら食べても良いと思った。

少しでもリスクが減るように基準値は厳しい方がいいと思う。

日本で基準を定めていないものがあることを、今回初めて知りました。

そこまで数字ばかりにこだわらなくても、体に害がなければいいんじゃないかと思った。

食品の基準の決め方や国際基準について初めて知った。もっと基準値が安全性に、私も含めて関心を持つべきだと思う。

日本の基準値は他国より厳しいと思っていたため、意外と高くて驚いた。ただ、売っているものは基本的に基準をクリアしたものだから、多少多くても変わらないのではないかと思いますあまり気にせず済ませてしまうと思う。

個人的にはコメが食べられなくなるのは困るけれど、安全であるにはとりわけコメに対する基準は、より厳しくすべきであって、科学的にはそうであったとしても感情的には受け止めることが難しいと感じた。

考えだけでは食料不足の中で”基準値を満たさないので食べられない”という理由で、廃棄が増えてほしくないが、実際には望ましくない成分を食べるのは少し怖いと思う自分悲しくなった。

基準値は日本の食品の安全性を評価し、国民の安心を高めるものだと思う。そこまで大きなリスクが出ることはないのならば、そこまで厳しくする必要はないと思う。厳しくすることで国民を不安にさせては意味はないと思う。また、コメに関しては、日本人にとって大事な食べ物であるので、厳しすぎて食べるのが怖くなるのはよくないし、コメが重大な病気に関わっているようでもないで、そのままよいと思う。(ヒ素に関しては、乳幼児の基準に合わせたほうが安全だと思ったため。)

自分の体は自分の食べたものから出来ているので、将来の健康のために基準は厳しい方がいいと思う。

基準を厳しくし過ぎると、逆に人々の不安をあおってしまうように思います。だけど、基準がないというのはもっと不安なので、どういう方法で基準を設定しているかをきちんと知りたいと思いました。

その国の風土に合っていれば良いと思う。農作物より加工品についての基準を考えた方がよいと思った。

健康を特に害する値でなければ、基準値は厳しくない方が良いと思います。

基準値は食べ物が入る範囲で厳しい方がいいと思います。

基準はあった方がいいと思うが厳しすぎではいけないと思う。特にコメについては、日本ではヒ素の基準は定められていないが、健康被害も出ていないので必要性を感じないと思った。

あくまで健康被害のリスクが高いものに限っては基準値を厳しくすべきだが、それによって食事の幅が狭くなるのはよくないと思う。

基準値は厳しい方が消費者としては安心すると思う。

正直、食品として出回っている以上、リスクはあるし、また、人体に甚大な悪影響を与えるとは考えにくい。リスクの分散をしていけば、基準値の概念はそんなに必要ないと思う。でも”安全”ではなく”安心”の面から基準値という考え方は必要であり、なので、上の3つは全て最も緩いものを選びました。

国により基準値が異なることは初めて知った。食品に基準値があることは知っていたが、その基準値がどれほどなのか、今、自分が口にしているものはどれほど下回っているのか知らなかったので、知る機会があればいいと思った。

自分がものを食べる時に、過度な健康被害を及ぼさないなら気にしすぎるのはよくないと思う。

数字だけ見ても、それがどのような研究によりどれ程の安全性を保障しているものなのか分からないので、詳しいことを知らない自分からすると、あまり厳しくして食べられるものが減るのは困ると思った。

あまりよく知らなかった。

「基準値」を「人にとって安全な値」に近付けるのが最善だと思っていましたが、厳しすぎれば不安を増強し、緩いとまた不安になる可能性があるのでは、どこかで折れないといけないと思いました。

現在の基準を採用していて健康被害が起きていないのであれば、変更する必要はないと思う。

基準値が厳しいと、基準値違反というだけで実際にはそれほどリスクがないものまで規制されてしまうのはよくない。

基準値が設定されていることは知っていたが、国や地域によって基準が大きく異なることは初めて知った。

国の食の特徴によって基準値が倍以上変わるということが、恥ずかしながら初耳であり、また勉強になった。ヒジキの摂取が海外で忌避されているということについて驚いた。最近、アメリカの食文化の問題に関する動画を見て、日本は比較的安全性が高いと思っていたがそうではなかった。

厳しすぎても不都合なこともあるし、正直言ってどのくらいの基準がよいのかよく分かりません。今回のお話を参考に、もっと勉強したいと思います。

厳しいほうがいいと思う。

この数字はどれほど大きくはないと思うし、これ以上厳しくする必要もないと思う。

基準値をそれほど厳しくする必要はないと思う。

日本の基準値はすごく厳しいと思っていたけれど、コメに関しては結構緩くなっているのは意外だった。

国などによって基準値が変わることは知っていたが、結構差があったのは驚いた。

日本で日常生活を送っている中で、食の安全が高いせいか、食生活の問題についてあまり意識して考えたことはなかったので、よい機会だと思いました。

知らなかった。

基準値をほとんど知らなかったため、コメのカドミウム、ヒ素についての基準値を知って驚きました。というのも、個

人的に中国より日本の方が厳しいと考えていたことと、ヒ素という有毒にはきつと基準が設定されているだろうと思いつ込んでいたためです。あまり厳しすぎる基準はよくないと思いますが、危険だと分かっている成分には何らかの基準を設けた方がよいと思います。ただ、何でもかんでも基準を設けるべきではないということを授業中に学んだので難しい問題だと思いました。

このような基準があることを知らなかった。また、日本のコメは他の国に比べ基準が低いということを初めて知った。あまり知りませんでした。世界で共通だと思っていたので驚きです。

基準値について何も知りませんでした。

薬学の関係者として、世にはびこっている偽りの情報のリスクを、人々に伝えたいよう意識していきたいと思った。

基準値について、特に調べたことはなかったので初めて知った。基準値は厳しすぎても農家などが大変だと思うので、そこまでナーバスにならなくてもいいとは思う。

安全についての基準値は、日本は他国よりも高いものだと思っていた。

これらについての基準があるということを、そもそも考えたことがなかったので驚きました。

知っていたけど、国によって基準値の差が大きかったり小さかったりするというのは知らなかった。実際効果は、個人によって違ってくると思うので基準値は一概に正しいとは言えないと思う。

基準はある程度必要だが、自分はあまり気にしていない。

知らなかった。基準値の他に害を与える値を知りたい。

基準値が設けられていると初めて知った。適切に食べれば、リスクを0に近づけられるので基準値は甘くてよいと思う。

Bq単位に実感が持てないので国任せにしているだけです。放射性Csの欄にも書きましたが、どの程度摂取することで、どのような影響が出るのか分からないです。(特定の知識を持つ人以外が、食の安全についての的はずれな心配をするのは、これが理由だと思います。)

知らなかった。

一般の人は基準値を超した、超してないで物事を判断するので、そもそもどのような基準値であるのか、ということを知りやすく一般の人に知らせていくことが重要だと思った。

厳しい方が安心できるので、少しぐらい厳しい方がいいと思っていました。

具体的にどの程度の数値で体に影響が出るのか分からないので、基準値だけでなくそのような数値も伝えてほしい。

厳しすぎても食料廃棄などが発生してしまうため、ある程度の緩和は必要と考える。

僕たち一般人は、食品が何をもちて安全であるかは数値によって判断するしかなく、基準値は存在した方がよいが、厳しすぎても何も食べられなくなるようなことはあってはならない。

基準値は厳しくつけてもらった方が安心できる。

基準値が厳しすぎる事で、未来実質的にリスクが極めて低い食品ばかり安全性の意識が向けられてしまっていて、本当にリスク対策をすべき所がおろそかになってしまうのは問題だと感じました。

基準値はある程度厳しい方がいいと思いますが、それによって危険だと過度な風評被害が出るのはもっと問題だと思います。

知らなかった。基準値は身体に影響が出ない範囲なら緩くしてもよいと思う。食は人生でも楽しいものの一つなので、

そこがあまり厳しいと楽しさが減ってしまうと思う。

海外と国内の基準値が大きく違うものについては広く伝えた方がよいと思う。(今の基準値を変えずに。)

マウスなどと人間は違うので基準値は性格とは言えないし、厳しい方が良いのかもしれない。基準値未満の値で健康が害されるなら安全が保障されないということ。

日本の現状には適切であると思う。

cdや放射性Csについては不安はあるのだろうが、危険性がものすごく高いというわけではないので、今の日本ほど厳しくなくてもいいと思う。

個人差は大きい問題だと思うので、何か問題が生じた場合の「社会からの糾弾を避けるため」の基準値ではなく、「化学的な根拠に基づいた」基準値であるべきだと思う。

基準値があること自体は知っていたが、かなり厳密で驚いた。個人的にはあまり厳しくない方がよいと思った。

基準値は必要であるがきりが無いものでもあるし、決められた基準を信用するしかないと思う。

具体的な値の基準値はあった方がよいと思うが、安全性を十分に保障できる量を考えた上で厳しすぎない基準値を設けるのがよいと思った。放射性セシウムについて、日本の基準が国際基準の10分の1であるのは過敏過ぎるのではないかと思った。

基準は出来るだけ厳しい方がよいと思うが、現実的な出荷量の兼ね合いも考えると、ある程度の妥協の必要だと感じた。しかし、乳幼児に関しては厳しい基準を設けた方がよいと思う。

食品中のセシウムに基準が定められているということは知っていたが、コメのカドミウムやヒ素の基準があるのは知らなかった。値については、国際基準なら多くの方がよく考えた結果だと思うし、国民を納得させやすいと思うので、そちらがよいと思った。ただし、コメは安く買いたいので今のままでいいです。

食べる量が減ってもリスクがあるなら基準値は厳しい方がよい。

基準値によって、今より食べられる物が減るのは悲しいが、世界的にみて日本はあまり厳しくないということも今日分かったので、今現在市場に出回っている食物を調査して、今現在を基準値の最大にするなどはした方がよいと思う。

日本の基準よりかは、国際基準の方が信頼したくなると思った。

普段何気なく口に運ぶ食事ですが、安全という視点から見ると安全ではないというお話が興味深いです。

ただ設定これを現状を受けるのではなく、どのような原因、理由でその設定があるのかを知るべきだと思う。

厳しければよいというものではないと思います。消費者も冷静に考えるべきだと思います。

何も基準がないのもどうかと思うので決めてほしいです。

基準値とさらに摂取量というポイントが生活上必要だと確認しました。

コメの基準値について、日本の基準が低いという事は知らず驚きました。環境を考えた基準値で、人への影響だけでなく、決定してもらえることが生態系を守るのではと感じます。

各個体毎に基準値が異なるために、日本人の基準で良いが、食生活や経済効果に合わせて基準値の見直しをすべき。農林省、厚生省、文部省のカベを失す(食品リスクに関して)

基準値は政界で統一してほしいと思います。

厳しい方が安心だが、供給量が減って高騰するのではないかと心配。

知らなかったと一言で済まされなくらい恐ろしい話でした。日本は基準値が厳しく、世界中の人が安心して食べてい

ると思ってただけにメディアにおどらされていたのかとびっくりしました。”考え方を変えてみる”は、私にとってとても大きな一歩でしたが、先生の話で科学的に専門のお話が聞けてきっかけができました。自分が知る情報によって健康面も大きく変わるなどひしひし感じました。ありがとうございました。

基準値は厳しい方がいい。

基準値は厳しい方がいい。

特にありません。分かりません。

知らなかったことがお話の中に多く、目からうろこでした。孫たちが育っていく中で大切なことばかりなので伝えて行きたいと思います。

将来の国民生活や国民の健康、海外からの観光客等、命の源の食品について、安全安定の日本にしていかなければなりません。①国際レベルNOIの基準の国づくりが重要。②海外に負けない食品、農産物づくりを早急に目指さなければならぬ。

基準値は厳しいほうがいい。

滋賀県では「環境こだわり農産物」の取り組みが行われています。

・化学合成農薬の使用量を通常使用量の半分以下 ・化学肥料（窒素成分）を通常使用量の半分以下 ・泥水を流さないなど琵琶湖をはじめ、環境にやさしい技術で栽培する。 ・どのように栽培したかを確認する。

そういうことで、この認証があるものを出来るだけ買うようにしています。

コメは特A「みずかかみ」大阪の娘や名古屋の息子にも来たときは持ち帰らせませす。”

知らなかった。

知らないことばかりです。

食品については、各省庁それぞれ関係があるので、基準をそれぞれの省庁が作成し最後はという事で、という風に決められるのでしょうか。各省庁から省庁のエゴが出ると、どこかの省庁が優先され基準が曲げられてくると思うのですが。

知らない事がたくさんあるのを実感しました。他の方に伝えていきたいと思いました。

サプリメントの有害リスクにショック。日本の基準の甘さを知らなかった。日本は厳しい基準があると思っていた。

毎日食するので、生きる年月によって蓄積される害が不安です。健康な体作りのために、子供が大人になり病気になる事もあるであろう。

基準値自体は客観的データに基づいてされるものと思いますが、それをもとにどういう規制をするかを判断する際には、その有用性をどう見るかが関係してくるので、歴史的、社会的な要因が関わる評価の領域に属するものと思います。ですので、基準値からどういう規制をするかについて重要と考えています。

基準値は、ある設定のエンドポイントから設定されているので「国産でも輸入でも、同じ基準値で参照されているので安全性は同じ」というのは、正しくないのではないかと思います。

食の安全で知らないことばかりで、大変勉強になりました。ありがとうございました。でも、基準値に関して、もう少し厳しくしてほしいと思いました。

知らなかった。知らない頃が多く驚いています。

リスクの大きいものから、取り組むという事を知った。

基準値は厳しい方がいい。

基準値を厳しくするのはいいことですが、それをすることでどれくらい今流通している食品が流通できなくなるのか気になります。なぜ日本は基準が甘いのですか？

知らなかったです。

検査はするが、それをのせるだけでいいと思う。正直、基準なんてガバガバですし・・・。

普段、自分たちが身近に食べているコメに関する基準値があるとは知りませんでした。特に、知識があるわけではないのですが、食品中の放射性セシウムは厳しめに基準値を設定すべきだと思います。

日本のもので良い。

基準がないことも問題だと思いますが、厳しすぎる基準は食料品の大量廃棄につながる恐れもあると思っています。

知らなかったです。日本は安全なイメージがあったので基準が厳しそうでした。

基準値については全然知りませんでした。売られているものは基準を満たしているので安全だと考えてしまう。

基準値は初めて知りました。厳しい基準値を設けても、現状食品に関して大きな問題が生じていないことを考えると、別段現状より厳しくする必要も感じません。

知らなかった。食べるものが減らない程度に基準がほしい。

少しぐらい望ましくない成分を含んでも、人生には影響ないと思うので、基準値は厳しすぎなくていいと思います。

食品、特にコメなどの他国と貿易する可能性があるものは、国際基準に合わせるべきである。なぜなら、国際市場で不利になるから。

現在の基準値でも、健康被害が出ている例が少ないので、そのままでも良い気がします。ただ、基準がないと不安になります。EUの基準は厳しく安全なイメージ。

放射性セシウムの基準は、原発事故後、人々の関心を集めており、不安要素にもなっているので、現在の日本の基準は緩和しない方がいいと思った。

現在の日本の基準値で検査されたものを食べていて健康に暮らせているので、日本の基準値が緩くなったら、もしかしたら人体に害を与えるかもしれないという可能性が出てくるので怖いと思います。

基準値に関しては、我々素人は何ら専門性を持たない。ですので、専門家で決めてであろう基準値に従う方がいいのではないかと思う。

基準値は厳しい方がいいと思います。毎日口にするものは、より厳しい基準値であることが大切だと思います。

長期のデータに基づくものは信頼しています。

被害があったら困りますが「コメのカドミウムで健康を害した」という話は聞かないので、基準は緩めでも大丈夫なのかと思います。

どれくらいから人に害が来るか分からないので、何とも言えないですが、基準を高めに設定しといて、基準値に達していないものを特売品で売るなど製品のすみ分けをすればいいのではないのでしょうか。ただ本音は、今の日本の基準でうまくいっているのならそれでいいのではないかと考えます。

コメのカドミウムとヒ素に関して、基準を新たに設けることは、日本の農業に更なる打撃を与えそうだと考えます。放射性セシウムに関して、値が小さい方がより良いと考えるが、あまりに限界まで閾値を下げてしまうと、私たちが日本で食べられる物が少なくなってしまうことを懸念します。

様々な要素を考慮して総合的に決定すべきで、この観点からすると国際基準が最も妥当であると考えているが、例えば白人と黄色人種の体格差による安全量の差など、国司基準を単純に当てはめられない事情があるならば、日本に合わせた基準を設けるべき。

基準値は厳しい方がいいとは思いますが、どれくらい食べるとどれくらい健康に悪いか分からない上に、どの基準値だとどれくらいの量の食べ物が残るのが分からないから何とも言えません。

今まで日本産食品なら安全だと全面的に信頼していたが、このアンケートで、コメのヒ素に基準はないのに、放射性セシウムは世界の中でも厳しいをとっていることを知り、少し懐疑的な印象を抱きました。

基準値を知らなかった。安全性の面でも経済的な面でも最適な数値に設定されていると思う。

放射性物質、まだ十分な知見が得られていない。結局、どこまでは許容すべきなのかまだまだ研究が必要で、基準値の設定は無意味だと思う。データを示した上で消費者の判断に任せるべきであると思う。その他、動物実験を通して、合理的な値を設けていすべきだと思う。

CODEXで審査をするときに、自分たちの食文化の影響は入らないものなのか気になりました。例えば、小麦に何かリスクがあった場合、「パンをメインで食べないよう」通告するのかどうか…。そうするならば、食文化よりも安全性を考慮すべきなのかなと思いました。極端ですが、ユッケも規制されたので…。コメは、一日3杯までとか規制される日が来るのでしょうか。

国や地域柄で許容量が異なるなら、緩い方に合わせた方が食の流通がより自由になると思う。

知らなかった。ただ、無意味な基準ではないと思うので、厳しくする必要はないと思う。

一般の人にも分かり易い説明を付けて使用すべきものだと改めて思いました。

基準はあまり厳しくない方がよい。食べるものが減ってしまう。

コメについては、国際基準の方が厳しいことは知りませんでした。カドミウムの地域的な汚染があることは聞いていて、秋田のコメは避けていました。コメの基準値については、普段食べるものなので厳しくするのは難しいです。（「地産地消」が、食品安全にはお勧めではない、という事は参考になりました。）

放射性セシウムについて、日本の基準は厳しい。放射線は自然界でもあるので、値を高くしても良いかと思うます。

国際基準に引きずられがち。日本の実状に合わせて設定すべきかと。

国民が「安心」できるレベル、許容できるものであるか、リスクコミュニケーションが重要であると考えてるがかなり厳しい。一部のメディア（週刊誌）の記事による影響が大きすぎる。

多くの人へ理解を求めるツールとしては重要と思う。そのバックグラウンドの理解へ、どうつなげるかが課題。

食品に関しての基準は、その国それぞれの特性、特徴、事情があるので、その国に見合った基準で設定することで良いと思います。放射性物質については、世界的に条件がそれほど変わらないのではないかとと思うので、基準は国際的に統一してもよいと思います。

厳しすぎない程度の基準がよいと思います。

事故があったことにより基準を動かしては、基準を定める意味がない。国際的な信頼を失う事にもつながるため、基準を動かすことには反対である。

日本は食品に含まれる成分に、危機感をあまり感じていないと思った。

コメは土中の重金属を吸収しやすいので、主食であるコメの基準はこれでいいのでは。放射性セシウムは、減却するこ

とを考えると、今の基準は厳しいと思うか。日本という国は、基準を緩くすることにアレルギーがあることを思うとしようがないのではないか。「基準値」をきちんと決めるなら、相当細かくトータルダイエットなどの検査をしなければ無理と思う。

ただ厳しくすればいいという訳ではなく、科学的根拠、実際の生活での実態、対象（乳児、妊婦など）を、色々考えたうえで決めないといけないことが分かった。

全く基準がない場合、汚染された食品を意図的に輸出される可能性があるため、基準はあった方がいいと思うが、フードロスの観点から、むやみに厳しくすることには賛成できない。（残留農薬の一律基準違反は、回収の遅さもあり無駄が多い様に感じる。）

食糧自給率の面を踏まえ、必要以上に基準値を厳しくするより、バランスの良い食生活を考えるべき。

基準的には各国で同じ値である方が良いと思うが、それぞれの地域の特性や食習慣を考慮に入れて決めるのがよいと思う。

放射性セシウムについて、輸入食品に対して 370Bq/kg であったところが 100Bq/kg となったことは、非常に違和感がありました。特定の食品については、蓄積しやすいなどの性質があり、基準を超えるものも出てはいると思いますが、現状ではかなり低いレベルで管理されていると思います。そのための労力や食べられる物が減るという事を意識せず、不安を解消することが重視されていると思います。

確かにコメは日本の主食ではあるが、現在の日本では、あらゆる食品を自分で選んで食べることが可能である。それに、特定の食品をそれだけバカみたいに食べるわけでもないはず。だから、基準値も大切だと思うが、それよりも各個人で考える力、選ぶ力を養う方法を国として考えてもらえないだろうか。数字として目に入ると何でもゼロにした方がよい風潮にあるような気がして、時々うんざりします。

残留農薬の一律基準(0.01ppm)の見直し。糖尿病のために、チクロ（サイクラミン酸ナトリウム）の再指定
国際基準や食べ方などを考えて、基準値を設定するべきだと思う。

知らなかった。むやみに厳しくせず現状維持で良い。

現在の日本の基準値は、日本の実態に合わせて現実的な値を設定していると思う。ただ、厳しくするというのは食べる物が必要以上に規制されてしまうと考える。

基準値、NOAEL、LOAEL など種類が多いため、状況に応じての使い分けが難しいと思いました。

国の基準を考慮する必要性はあると思うが、国際化が進む中では国際基準に合わせる必要があると思う。セシウムに関しては、現基準は厳しすぎると思う。

ほとんどの人が知らないと思う。

安全性が確保できる程度で良いと思う。必要以上に下げたための努力をするよりは、その労力を他のリスクを下げる（もしくは品質を上げる）方に使える程度の基準値が良い。

全く知らず深く考えたこともなく生活していた。食というより生活に密接に関わる分野だからこそ、その国の背景を考慮した基準の設定が求められると感じた。

基準値が全くないと、海外での基準値がオーバー品（違反品）が、日本に輸出されてしまいそうなので、ある一定の（バランスの良い）の基準があると良いと考えます。

それぞれの立場で管理できる基準値を決めればよい。偏りなく食べることで安全となる基準値で良い。

基準はなくなってよい。(何を食べるかは自己責任)。基準があるから、マスコミが必要以上に騒ぐのだと思う。

基準値はなるべく国際基準と同じ方がよいが、食べる物が減るのは困る。

基準値とは、人が科学的根拠をもとに決めているので、完全な基準値は決められないと感じた。人それぞれが自分自身で判断して、食物の摂取をするのがベストだろうと思うが、それは不可能なことですよね。理解と考える機会を得た講習会でした。ありがとうございました。

コメについて、日本の基準が世界と比べて緩いことは知りませんでした。

講義を聞いていると、基準値設定はとても難しいと感じた。

基準値は厳しい方がいい。

厳しいと思うが、一般消費者を納得させるには仕方ないと思う。

基本的には摂取量と毒性からリスクを評価し算出して可だと思うが、食糧事情とか政治的(貿易交渉(輸入)や農政など)、世論的(消費者団体などの意向)な要素を加味して総合的な評価(あくまで科学的な評価ベースとして)になることも致し方ないと思います。

基準値設定の背景について、今回初めて知り得ることも多くありました。大変勉強になりました。

日本人の傾向的に基準を設けて、厳しくすれば良いという流れになっていると思う。戦後の公害のようなことにならないければ基準は不要だと思う。今の化学物質等の基準は金と時間の無駄だと考える。

基準の違いなど知らないものが多かった。もっと、消費者にこのような正しい情報を広めてほしいと思う。

食文化に応じて柔軟に対応し理解を求めべきだと思う。

mg/kgやBq/kgなどのようにイメージしにくい単位のため、基準値を定めても一般の人は分からない。あるいは受け流すと思うので、基準値の理解を深められる指標などがあるといいと思う。また、日本の基準値は比較的厳しく定められているので、食の安全性は高めだと思う。

数値を聞くとどのくらい食べたら危険になるのだろうかと思います。基準値はたくさん設けられているので、それが厳しいかどうかすぐに分からないと思います。

コメのことは知らなかったし、あまり神経質になっている人を見たことがないので(コメの基準値が海外より高いことについて)、そこまでの問題ではないのかなと感じた。

よく分かりません。

厳しい方がいい。

リスク軽減のためにも厳しい方がいい。

心配し過ぎてしまう人もいますので、今の日本ぐらいでいいと思いました。

これからどんどん人が増えていって、食糧の供給量が足りなくなっていくと思う。それなのに基準値を厳しくして捨てざるを得ない状況を作るのは少し違和感を感じる。人はいつか死ぬんだから、もう少し緩くしてもいいかって思う。

人体に影響が出なければいいと思います。

詳しいことは知らなかったですが、基準値は設けておくべきだと思うし低くてよいと思う。

ヒジキやコメのヒ素についての危険性を初めて知った。クックパッドのヒジキご飯のように、知らずに体に悪影響が出てしまうかもしれない食べ方を繰り返してしまったら怖いと思った。タマネギの話聞いて、基準値をただ上げればい

いという訳ではないことが分かった。

基準値は影響が出ないように定められているもの以外に、定められていないものの方が毒性が生じていたりするので、あまり厳しいものでなくてもよいと考えた。

コメの消費が減少している今ならば、一部の日本のコメが基準を超えたとしても国際基準を採用しても良いのではないかと思います。

コメは日本人の主食なので、あまり制限されない方がよいと思います。

日本の基準は海外より低いものが多くあり、問題が多く起こっているという事もないので、このままでも大丈夫なのではないでしょうか。

具体的な数値は知らなかったが、食品の安全性を確保するために、基準値は厳しい方がよいと思う。

普段、基準値などあまり気にせず、売っているのであれば安全だと思っていたので、今後、自分自身の目でしっかり確かめる事も必要だと思った。

消費者から離れた場所に数字があるのだと感じた。

基準値はそれぞれの幅が広いので明確な値が定まっていなければ、厳しい基準の方がよいと思う。

そもそもが厳しい基準で作られていると思うので（特に日本では）、あまり心配したことがない。

成分の基準値について、よく知らなかった。

「コメ」というと良いイメージしかなかったので、カドミウムやヒ素などの有毒物質が含まれているとは思いませんでした。

基準値が厳しいほど食の多様性が失われると思いました。Macのハンバーガーなど現代の食には人体への悪影響が溢れており、人々は全ての自己責任（誤表示とかは別）で食べています。私は、リスクがあっても美味しいものを食べていきたいです。

基準値に対する国民の理解が、いまだ不十分だと感じる。知らないから風評被害などがあると思うし、害がほぼないのに避ける人がいるのだと思う。

食べる物が減らない方がよいが、少し厳しくしてもよいと思う。

ある程度の基準値で、できるだけ多くの食品が食べれる方がよいと思う。

基準値は厳しい方がよいと思う。リスクはできるだけ0に近い方が安心である。

生きている上で多少のリスクは仕方なく、完全な排除は不可能であるし、そこまで神経質になって食事をしたくない。

アメリカの方が日本より厳しい基準値のものがあるのにはビックリしました。

全く知らなかったです。

基本的には国際基準に沿ったものでいいと思います。

ただ、セシウムについては、今変えると混乱もあるので、今のままでいいと思います。"

とりあえず国際基準と同じにして、それより高いもの or 低いものを選べるようにすればよいと思う。自分で考えて選ばなければという危機感がないと、一般人は自ら学ぼうと知ろうとしない。だから偏りがある。

コメにはヒ素、カドミウムが含まれていることを初めて知った。日本の基準が世界よりも緩いと知り驚いた。

基準値は低い方がよいのだろうかとは思いますが、でも、低くできるのですか？

いろいろな種類のもを食べるのが良いとはいえ、カレーなんて安全にアウトですよ。他の地域、素材と、たくさん使うのは手間もかかるし。長い目で見れば、やはり低い方がいいと思います。

日本の方が甘い基準があるとは思っていなかったし、知らなかった。

日本の研究で決まっている基準であれば安全だろうと、詳しく知らずに信用してしまっている。それが良いのか悪いのか判断できない。

正直、何を食べて生活をしていけば良いのか悩んでしまいますが、ある程度の基準はやはり必要なのかと思います。締め過ぎたら食べる物がなくなると思います。日本における長期の食生活の中で、不具合の無いものでいてほしいです。

知らなかった。たぶん、目にしていた事はあると思うのですが、興味を持っていなかったんだと思う。

お話を何度か聞いてますが、とても難しいです。お米離れが進んでいる日本なので、ここで基準値を上げてリスクがあると言ってしまえば、ますます米離れが進んでしまいます。

基準が厳しくなりすぎれば食べられるものがなくなってしまう。でも、危険と分かっているのに基準がないというのも心配です。

最近の日本の多くは、3食ご飯を食べることも少なくなっていると聞きますので、今の基準でも大丈夫な気がしますが。やはり、人によって違うことがあれば、もう少し基準を厳しくした方がいいと思います。(お米に関する基準がゆるいことに驚きました。)

基準値については、目安になるのであった方がよいと思います。けれど、厳しければよいわけでもなく、多方面から見て判断したいと思います。

世界的に安全と言われる基準で多く採用されているもので流通に支障がない基準。厳しい方が安心感が高いですが・・・。

基準値の考え方と算出方法がとても厳しく安心できる安全な事が分かった。

米の消費量が減っていて、あまり米を食べなくなっている現実をみると、基準を変えて更に米離れが進む方が心配。特に、小さな子や成長期の子には、偏りなくいろんなものを食べさせることでリスクを低減できるという事が、各家庭で浸透すれば良いですね。

人としての差はないと思います。国際基準で日本も。

基準値を決める際に考慮されるべき事柄の中に、食文化のようなものもあるとしたら、時代の流れと共に変わってきている。同じ日本人でも、全く食べているものが違う(一人暮らしと家族)こともあるなあと思うこの頃。

基準値は厳しくすべきだと思います。(特に、放射性セシウム)日本では、今も放射能が出続けている中、小さい子供にとってリスクが少ない方がいい。日本はゆるいと感じます。

お米のヒ素を表示するようにしてほしい。

基準値は必要。だけど、厳しければ良いという訳ではないと思う。

世界レベルで育ててきた環境や、人種によって体質が違うと思うので、国際基準も日本人にとって良いものなのかは疑問。基準値は、個々の中の判断や考える基準になるものくらいのもので良いと思う。

〇mg/kgなら安心という表記より、〇mg/kg以上だと危険という表記の仕方の方が分かりやすい?とも思う。"

日本の基準値が世界と比べて厳しくないを知りびっくりした。小さい子供には、お米の量を気にしたいと思いますが、

大人は今でもいいと思いました。

専門じゃないので数字にされてもよく分からず・・・。

基準値は厳しいのが当然だと思う。「人体に影響がない」と断言できる世の中、食品環境を徹底してもらいたい。また、私達、消費者ももっと知識を付け情報を調べて、食品に関心を持つべきだと強く思う。

コメがこんなにも有害な物質を含んでいることを知りませんでした。米文化なので、あまりにも基準を厳しくするのは難しいでしょうが、国際基準ぐらいにはしていただきたいです。また、世界で話題になっているのに、日本は米文化だからだと情報を遮断されてしまうのは困るので、日本でもテレビなどで報道されてほしいです。

基準値が厳しいから安全という事ではないと思うので、それぞれの国の食生活に合った基準を、それぞれの国が出した方がより分かりやすいと思います。

基準値は厳しい方がよいが、健康に害がない程度に。

基準値を気にした事がなかったけれど、知らない、分からないからこそ、分かりやすい基準値というものは必要だと思う。

難しいので、少しでも安全ならそれが良いと思う。

基準は厳しい方が良いと思います。その土地、季節に採れるものを口にする昔の食に戻ればよいと考えた。ハウス物は良いにしろ、外国産の物はほとんど買いません。(消毒が嫌なので)

世界に比べて、日本は基準がゆるいと思います。

米のカドミウム、ヒ素について考えたことはありませんでした。カドミウムの基準が中国の方が厳しいことには驚きました。

国が定めるものに従うことを基本に考えています。

日本の基準値が他国と比べて低いという事は知らなかった。意識して国産の食品を選んだりしているが、必ずしも正しいと言えないと思いました。

食の多様性に影響を与えない視点も大切だと思います。ただし、年齢による注意（幼児など）は必要です。

日本産の物が安全だと思っている日本人に、世界基準と日本基準が違うことを学習した方が良いと思います。

問題があるわけではないので、現在の基準で良いと思う。

基準は、国際基準で統一してほしいと思います。

更に厳格な基準を求めます。

世界の中で「日本は甘い」という状況だけは避けてほしい。

国の基準ではなく、世界統一にならないものか。

食品の安全性確保のためには、基準値は大切なものですが、一般の消費者は単位や数値に関して正確な判断は得意でないので、安全が確保されるものであれば厳しければ良いというものではないと思う。

基準値は可能な限り厳しくしてほしい。

知らなかった。ウインナやハム、ベーコンに入っている添加物は、あまり子どもに食べさせない方が良いと思い、おにぎりや毎日のごはんなどは考えた事はなかった。何が安全なのではなく、広くいろいろな物を食べる事に重要性があると知った。米の基準はほしい。教えてほしい。赤ちゃんにも米だけでなく、うどん、パンなどいろいろなものをすすめる。

さらに拡散され、これらの基準値の考え方などについて、広く国内に伝わるようにお願いします。

基準は厳しい方がいいと思うが、元々の土の成分や農薬の使用状況など難しい問題もあると思う。貧困国にこの厳しい基準を要求すると食べることそのものが成立しなくなる。

自然界に存在する物の影響を受けていることは知っていましたが、身近に米にそれほどのカドミウムやヒ素が含まれているとは全く思いもしませんでした。私も米を作っていますが、自分の作った米にどれ位の有害物質が含まれているのか知る必要があるのかと、今、思っています。

米は好きだし思い切り食べたい。但し、乳幼児食には気を付けた方がよいと思う。ヒジキ=健康・ヘルシーのイメージが強くあるのか、レシピを検索するとヒジキを使ったメニューが上位にいつもある気がする。否定はしないが、積極的に使おうとする日本の情報の在り方は直した方がよいと思っている。

基準はしっかりと明確にしてほしい。ヒ素は恐ろしいと聞く。EUも基準にすると日本の米は困るのだろうか。

日本では米は主食であり何世紀も食べ続けてきたものなので、米に対する基準の見直しは必要ないと思います。

知ってはいましたが、正直何が正しいのかよく分かりません。

よく知りませんでした。ただ、それぞれの国の事情もあり、それを考慮した上で設けられている基準であれば、日本のものを信じたいと思います。

基準はあった方がいいと思うが、この数値がいいのかよく分からないので、日本独自で決めた基準ならいいと思う。

基準値の”基準”が、私たちにとって良く分からないので、数字が出てくるとその数の高い低いだけで判断しそうなになります。普通の人が、この”数”に慣れるのは難しいと思うので、数値に対する説明や解説が浸透していくといいと思います。”

日本にとって米はとても大事なものなので、自分自身、小麦よりも大事と思っていたので危険性についてはショックでした。基準値が国により違うこと、確かでないこと、セシウムは範囲が広いとは不安です。

基準はあったほうが良いとは思いますが、あまり気にしてない様な気がします。国を信用しているのかなあ！？

日本人が長生きしているのを見ると、今の基準で良いのかなと思います。”

基準値を単に厳しくすれば良いという訳ではないことが分かりました。

日本の基準値が世界基準と比べると低いという事に驚きました。世界から見ると、日本の食品は安全ではないといのにも驚きです。

基準値は、きちんとした照明ができていれば不安はないです。

基準値は1つの指標になると思うのであったほうが良い。

今の日本の基準で、問題が発生したと聞いていない。自然界にもあるものであると思う。

基準値は低いにこしたことはないと思うが、食べる物が無くなつては困る。長寿社会による新しいデータの積み重ねもどんどん情報公開してほしい。

数値を詳しくは知りませんでした。いつも大丈夫だろうな程度で、認識が薄かったです。

お米について全く知りませんでした。基準値は安全でギリギリ？今の状態で（お米みたいに）いいと思いますが、もっとお米などきちんとした情報が欲しいです。もし、今の日本がそういった正しい情報を得るのが難しいのであれば、基準値を低くするのも一つの方法かと思います。

あまり知らなかった。米を食べないと・・・とは、自給率を考えると思っていたが、バランスが大切なのだと感じた。

数字を知ると、子供に食べさせるのを考えてしまう気持ちもある。

知らない基準ばかりです。選択するために、基準はあった方が参考になるが、知る機会が必要だと思う。

日本人が口にする食べ物に、基準値が設けられていることすらよくわかっていませんでしたが、安全に食生活を楽しむために一定の決まりがあることで、普通の生活が送られているのだと思いました。ただ、厳しくすることで、生産者が苦しくなるようなことはよくないと思っています。

時代などにより基準値が変わる事が、国が利用しやすい為なのか？と思ってしまう。より基準値が高くするのであるならば、国民を守っていると感じるが。

基準値を決めることは、とても難しいことだと思いました。主食であるお米に対して基準値を厳しくすれば、農家の方々やそれに関わる人たちも。ただ、食べる側で考えると、中国がその基準で出来るのなら、その値を目標とし、カドミウムを減らせる方法を取り入れてもいいのではないかと思います。

安全性には問題なくても、基準値違反になるのはどうかと思いました。

全て難しい話で戸惑っています。

基準値については知らなかった。

国、人それぞれ多様であり、摂取量も違うので、どれがいいかもよく分かりません。

国内だけでなく国際的なリスクコミュニケーションを図る中に、日本固有の文化や環境について、偏らずに基準値だけを設け、時代に合わせて見直して行ってほしいです。

放射能検査の見直しについて（コープながののみ）

対象商品を幅広くすべきだと思います。

前年の結果や民間の意見を交えて、毎年増減させる、または、その検討はした方がいいと思う。

もっと多くの食品を対象とした方がいいのではないかと思います。

ここまでの検査が必要かどうかは、意識の低い私には分からない。

多様性は必要だと思います。

何で、検査の多くが牛肉なのでしょう？

検査には、時間とお金がかかります。検査が大事なのは分かりますが、減らしても良いのかなと思います。

検査については減らしてもよいと思います。（品目、回数を減らすとか）

検査対象を時に応じて変化させる。

牛肉の理由がありますか。他のものがあれば、その方がいいのではと思います。

なぜ検査の多くが牛肉なのか、他の食品は？

検査は、この先も続けるべきだと強く思います。ただ牛肉だけでなく、まんべんなく色々な産地の物（きのこ、水など）も続けてほしい。

海へ流れ込んでいる汚染水が気になります。牛肉よりも海産物も多く対象にしてほしいです。

放射能は、あまり意識していないです。（大人だけの家庭）子どもがいればいろいろ気にするのかな～。

日本の添加物は 1500、アメリカ 133、ドイツ 64、フランス 32、イギリス 21、日本の添加物の量は以上です。

水道の民営化は危険。他国では失敗している。"

検査すること、公表することは当然だと思う。

なぜ牛肉のみなのかが分からないのですが、いろんな食品で検査をした方がいいのではないかと思います。

対象食品で検査の多くが牛肉というのは？なぜなのか。

日本人が、そんなに牛肉を多く食べているイメージがないので、日常的に食べている食品をしっかりと調べて意味のある検査をしてほしいと思う。

なぜ、検査の多くが牛肉なのか？普段、食卓に牛肉があまり出ないので、もっと日常的に口にする物を対象に行ってほしいです。

もっと、普段から今回のような正しい情報を市民に広める活動をしてほしい。

食は大切なので、検査されていると思って買っているので、「生協」さんは、信頼しているのでそこは、きちんとしていきたいと思います。このまま続けてほしい！！

事故の経年を考えれば見直してよい時期。ただし、情報提供や発表のやり方には注意が必要。

検査は消費者の安心にもつながりますが、食品の製造、生産する側にとっても安全を保つことにつながると思います。

検査の維持は必要だと思います。

対象食品を考えた上で牛肉以外にも。

出荷前の流通品の検査をそてほしいです。

なぜ「牛」なのかを知りたい。

対象食品を増やした方が良く思う。

検査する事にも莫大な費用がかかっていると思う。絶対安全とは言えないけど、 unnecessaryな検査は減らしていくべきだと思う。(消費者の理解も大切)

非流通品では意味があるのか？

検査数を減らして対象食品を増やす。

検査は減らしてもよいと思います。食品云々いう前に、原発をきちんと閉じる方が先決かと思うので。

自分は牛肉はほとんど食べないので、牛肉だけに片寄らず豚肉や鶏も調べるべきでは？と思う。

牛肉だけという理由は当てはまらない気がするのですが。

検出例がないものは減らしていき、道の駅などで売られているような、検査されていないような山菜やきのこ等も対象にいい。

特定の食品のみを検査するよりは幅広くやってほしいです。

政府のデータを信用できないという声が未だ後を絶たないのは、こういった偏った検査のみで、実際とかけ離れているからではないでしょうか？データをとって公表するなら、まんべんなく均等には当然のことかと思えます。データだけ一人歩きしていくのが、ここにも原因があるのではと思います。食品中放射能検査と聞くと、一般の人は全食品をイメージします。

現状の検査がどのようにされているのかよく分からないので、何とも言えない。

適正な数値が一定期間継続されているのならば必要ないと思います。そこえかかる経費の方が膨大ではないでしょうか。

続けるべきかわからない。

対象商品は、子供がよく口にするものにした方がよい。非流通品も対象としてほしい。

畜舎等、すでに管理されている牛の検査よりも、最近増えてきているジビエ（鹿、イノシシ）の検査を進めてほしい。

対象食品を変えてみるのも必要なかとも思う。

この地域では、牛肉の消費が高くないと思うため、月ごと？牛肉、豚肉、鶏など多くのものから調べるのが好ましいと思う。

幅広く見て、優先順位を消費者に分かり易く出して、消費者の意見を交えて、検査品目を毛目でほしい。

Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

緊急時検査法に関する検討

蜂須賀 暁子

平成 30 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

緊急時検査法に関する検討

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 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：原子力施設の事故等により放射性核種による環境汚染が引き起こされた場合、食品からの内部被曝を防止するために食品の規制が行われる。当研究課題においては、そのような場合の食品中放射性物質の測定に関して、本年度は測定対象核種について、次年度は測定手法について検討する。本年度は、我が国の原子力災害対策指針、IAEA の安全基準に基づく全般的な安全指針、WHO の飲料水水質ガイドライン、CODEX の一般規格において規制対象とされる放射性物質を比較し検討した。事故等により環境汚染を引き起こす可能性のある核種は多く、IAEA の文書では 357 核種について評価されている。文書の目的や想定する状況が異なるため単純な比較はできないものの、原子力災害対策指針で具体的に取り上げられている核種数は検討した文書の中で最も少なく、緊急時における食品汚染の可能性が高いものに絞り込まれており、網羅的ではなく、より管理の実用性、実効性を重視した立場をとっていることが明確となった。

A. 研究目的

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災と直後の津波により、福島第一原子力発電所（1F）では放射性物質を漏出する重大事故が発生し、農作物等への汚染が生じたため、同年 3 月 17 日に食品の放射能規制が行われるに至った¹⁾。これはその当時原子力安全委員会により示されていた指標値（表 1）²⁾を暫定規制値としたもので、これを超過するものは食品衛生法第 6 条 2 号に該当するものとされた。この

指標値算定の根拠は、「飲食物摂取制限に関する指標について」³⁾に記載されており、各群の核種の存在想定比率等は表 2 に示すとおりである。なお、1998 年に出された当該文書においては、放射性ヨウ素、放射性セシウム、プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ線放出核種の 3 群が検討されているが、1999 年 9 月 30 日のウラン加工施設の事故を受けて、ウランが追加されて 4 群となっている。指標値設定の考え方としては、原子力施設の事

故の際に放出されるおそれのあるすべての核種に対し、それぞれ誘導介入レベルを定めることは実用的でないことから、放出される主要核種、飲食物への移行並びに人間に対する影響等を考慮して4つの核種群(放射性ヨウ素、放射性セシウム、ウラン、プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種)を選定し、各核種群について介入線量を実効線量 5 mSv/y、組織等価線量 50 mSv/y と設定して放射能濃度を算出している。現在も、後述のようにこれらの指標値は結果的に引き継がれているが、1F 事故後に国内のみならず国際的な検討が行われていることから、それらの情報を踏まえ、測定対象となりうる食品中放射性物質(核種)について検討した。

B. 研究方法

以下の資料を参考にした。

1) 国内

- ・原子力災害対策特別措置法
 - ・原子力災害対策指針(平成30年10月1日改正)(平成29年12月22日原子力規制委員会告示第14号)
 - ・原子力規制委員会審議会等資料
- ### 2) 国際原子力機関 IAEA
- ・Fundamental Safety Principles/IAEA Safety Standards Series No. SF-1 (2006) 基本安全原則(SF-1)
 - ・Leadership and Management for Safety/General Safety Requirements No. GSR Part 2 (2006) 安全のためのリーダーシップとマネジメント(GSR Part 2)
 - ・Radiation Protection and Safety of

Radiation Sources: International Basic Safety Standards / General Safety Requirements No. GSR Part 3 (2014) 放射線防護と放射線源の安全(GSR Part 3)

- ・Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency/General Safety Requirements No. GSR Part 7 (2015) 緊急時の準備と対応(GSR Part 7)

- ・Criteria for Use in Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency/General Safety Guides No. GSG-2 (2011) 原子力または放射線緊急事態への備えと対応における使用基準(GSG-2)

3) 世界保健機構 WHO

- ・Guidelines for drinking-water quality, fourth edition: WHO, 2011. ISBN: 978 92 4 154815 1 飲料水水質ガイドライン(WHO 飲料水 GL)

4) 国際食品規格委員会 CODEX

- ・General standard for contaminants and toxins in food and feed/ CODEX STAN 193-1995, Adopted in 1995 Revised in 2015 食品及び飼料中の汚染物質及び毒素に関するコーデックス一般規格(CODEX一般規格)

5) 核データ

- ・IAEA nuclear data services ENSDF (Evaluated Nuclear Structure Data File Search and Retrieval) <https://www.nndc.bnl.gov/ensdf/> Live Chart of Nuclides (Interactive Chart of Nuclides)

<https://www.nds.iaea.org/relnsd/vcharthtml/VChartHTML.html>

・アイソトープ手帳 11 版、公益社団法人アイソトープ協会、2011

検討対象核種は、アイソトープ手帳には記載されていないものも多いため、IAEA の数値等を用いた。

C. 結果と考察

1. 国内基準

我が国における原子力災害時の食品中放射性物質の規制は、原子力災害対策特別措置法においてなされる。この法律は、「原子力災害の特殊性にかんがみ、原子力災害に関する事項について特別の措置を定めることにより、災害対策基本法その他原子力災害の防止に関する法律と相まって、原子力災害に対する対策の強化を図り、もって原子力災害から国民の生命、身体及び財産を保護すること」を目的として、平成 11 年に制定された。この法令に基づき、原子力災害対策を円滑に実施するために、原子力災害対策指針が定められている。

原子力災害対策指針の目的は、国民の生命及び身体の安全確保が最も重要であるという観点から、緊急事態における原子力施設周辺の住民等に対する放射線の重篤な確定的影響を回避し又は最小化するため、及び確率的影響のリスクを低減するための防護措置を確実なものにすることにある。災害時には、被ばくによる健康影響と対策実施の不利益等の両者の比較により対策実施の是非を判断するが、そ

の際には、被ばく量を合理的に可能な範囲で最小限に抑えることが求められる。この対策実施の要否を速やかに判断するための運用上の介入レベル（Operational Intervention Level : OIL）が原子力災害対策指針に記載されている（図 1、表 3）。OIL には退避に関するものなど数種類があるが、食品に関するものは OIL6 になる。

2. IAEA 安全基準

国内法令に影響しているものに、国際原子力機関 IAEA の安全に対する考え方がある。IAEA は、健康を守り、生命と財産に対する危険を最小化するために安全基準を策定している。これら IAEA 安全基準は、電離放射線の悪影響から人と環境を防護するための高水準の安全性を定める事項についての国際的な同意を反映したものであり、安全原則、安全要件、安全指針の 3 段階に分かれている（図 2）。

安全原則は、基本的な安全の目的と、防護と安全の原則を示している。

基本安全原則（SF-1）は、IAEA の安全基準及び安全関連プログラムのための基礎を提供する基本安全目的、安全原則及び概念を定めており、安全目的に次いで、付随する以下の 10 項目の安全原則が記載されている：1. 安全に対する責任、2. 政府の役割、3. 安全のためのリーダーシップとマネジメント、4. 施設及び活動の正当化、5. 防護の最適化、6. 個人のリスクの制限、7. 現在及び将来の世代の防護、8. 事故の防止、9. 緊急時の準備と対

応、10.既存又は規制対象外の放射線リスクの低減のための防護対策。

安全要件は、安全原則の目的及び原則の下に定められたもので、現在と将来において人と環境の防護を確保するために満たされなければならない要件であり、全般的な安全要件 **GSR** と個別安全要件 **SSR** に分類される。安全指針は、安全要件を遵守する方法についての推奨や手引きであり、全般的な安全指針 **GSR** と個別安全指針 **GSR** に分類される。

緊急時の食品の規制に関しては、主に **SF-1**、**GSR part7**、**GSG-2** が関係する。

SF-1 の「基本安全原則 9 緊急時の準備と対応」には、原子力または放射線の異常事象に対する緊急時の準備と対応のための取り決めをおこなわなければならない、との記載があり、それを受けて、**GSR part 7** では、政府に原子力又は放射線の緊急事態マネジメントシステムの確立を要求しているが、食品規制に関わる箇所としては、「機能要件 9 緊急防護措置とその他の対応措置の実施」及び「機能要件 14 早期防護措置とその他の対応措置の実施」が挙げられる。放射性物質の大量放出後に、食料供給及び給水を汚染から防護するため、及び公衆が放射性汚染された可能性のある食物・ミルク・飲料水を摂取しないようにするための対応措置が講じられるための取り決めが要求されている。

それらにおけるより具体的な手法は **GSG-2** に記載されている。**GSG-2** の

目的は、防護措置に関する意思決定に必要な運用レベル及び緊急時対応の目的を達成するために必要なその他の対応措置を開発するための基礎を形成する、一貫した一連の一般的な基準を提示することであり、付録書 II では、食品等の汚染の原因となる緊急事態への対応に使用するための **OIL** の初期設定値の例示と、これらの **OIL** のわかりやすい説明、および **OIL** の使用に関するガイダンスが示されている。各 **OIL** を表 4 に示す。食品に関する **OIL 5** および **OIL 6** は、年間実効線量を **10 mSv** 未満とするために消費制限を考慮する必要がある、食品、牛乳、または水中の濃度値として示されている。付録書 II では、**OIL** の使用に先立ち、汚染をもたらす緊急事態を 3 つのタイプに分けて扱っている。すなわち、(1)多数の人が関与する可能性がある、広い面積（数百平方キロメートル）の汚染をもたらす緊急事態においては、緊急防護措置と早期防護措置の 2 段階での実施を行う。(2)多数の人が関与する可能性がある中程度の面積（数十平方キロメートル）の汚染をもたらす緊急事態においては、段階的な対応を必要とせず、緊急の防護措置と早期の防護措置を同時に効果的に実行する。(3)小区域の汚染および/または少数の人の関与の可能性を伴う緊急事態においては、汚染された地域を隔離し、必ずしも **OIL** を使用せずに関係者全員を汚染除去する場合もありえるとしている。このように汚染のタイプにより対応が一部異なるが、こ

ここでは例として、(1)の広域汚染の緊急事態対応スキームを図3に示す。(2)及び(3)では(1)の手順の一部が省略される場合がある。

なお、OIL3は、緊急防護措置を取るための一般的基準を下回る人への葉菜類、その地域で放牧されている動物のミルク、および飲用雨水の消費に対する即時制限を判断するための地上汚染の測定値であり、ガンマ線の場合は、 $1\mu\text{Sv/h}$ が初期値として与えられている。

食品に注目すると、図3に示されているように、対応手順は以下のようになる。数日以内に、地表沈着量が初期設定OIL3を超えている地域を特定し、そこで生産された野菜や牛乳、飲用目的の雨水の消費を、それらがスクリーニング、分析されるまで止める。1週間以内に、食物、牛乳、および水をスクリーニングし、OIL5およびOIL6を超える濃度の放射性核種を含む食物、牛乳、および水の消費を制限する措置を講じる。

食品、牛乳、および水中の放射性核種濃度を評価するプロセスを図4に示す。まず汚染の可能性のある食品を広範囲にわたってスクリーニングする。OIL5(表5)のスクリーニングレベルを超えない場合は、食品、牛乳、および水は安全に摂取できるが、OIL5レベルを超えた場合は、食品等の各放射性核種の濃度を決定する必要がある。放射性核種を分析後、OIL6レベルを超えた場合は、非必須食品、牛乳、または水の摂取を中止する必要がある。

OIL6は357核種の放射能濃度が記載されており、それらのうち、中性子発生源としての2条件を除いた355核種の元素ごとの数を表6に示す。年間実効線量を10 mSv未満とするためのOIL6濃度は、最も厳しいものがPb-210の2Bq/kgであり、最も大きいものがRh-103mの $5\text{E}+09\text{ Bq/kg}$ である。

なお、これらIAEAのスキームと原子力災害対策指針とはいくつか相違がある。食品に関しては、OIL3においてIAEAが包括的判断基準としているのに対し、我が国ではガンマ線 $0.5\mu\text{Sv/h}$ のみとしている。また、原子力災害対策指針ではOIL5が省略されている。これは我が国では核種ごとの放射能測定が比較的容易に行えるため、OIL6前のスクリーニングとしてのOIL5は設定する必要がないとの考えに基づいている。

3. WHO 飲料水 GL

WHOが飲料水の水質評価項目の一つとして放射性物質についても濃度規格を設けている。これは、被ばく線量を減少させるために飲料水中の放射性核種の濃度基準を設ける措置が取られる場合の手引きとして定められている。自然放射性核種と人工放射性核種を健康リスク評価においては区別しておらず、評価対象核種としては自然および人工放射性核種の191核種を記載している(表6)。被ばく線量としては、ICRPの一般公衆の長期放射線被ばくの考え方を取り入れ、

検出可能ないかなる健康への悪影響も生じないと想定される年間 0.1 mSv/年を採用している。飲料水の摂取量を 1 日あたり 2L として、摂取される飲料水中に年間を通じて存在する場合、年間 0.1 mSv/年となる放射性核種濃度を算出している。管理の流れは図 5 として与えられている。

4. CODEX 一般規格

この規格書には、食品及び飼料中の汚染物質と毒素の取り扱いに関してコーデックス委員会が推奨する主要な原則が含まれており、国際的に貿易される個別食品に適用するために国際食品規格委員会が推奨する食品及び飼料中の汚染物質及び天然毒素に関する最大基準値と関連のサンプリング計画が示されている。食品及び飼料中の汚染物質の濃度は、適切なリスク評価に従い、適正農業規範や適正製造規範などの最善の方法を通して、合理的に達成可能な限り低く抑えなければならぬとの、いわゆる ALARA の原則に立ち、最大基準値は、国際貿易に不当な障壁が課せられることのないよう、世界的に受け入れ可能な値を導く適切な科学的原則に基づくものとしている。放射性核種に関しては、最大基準値 Codex maximum level (ML) ではなく、指針値 Codex guideline level (GL) が与えられている。1F 事故後に、国際的に貿易される個別食品に関して、許容できるものとして推奨する最大濃度である GL から、より法的に強い ML への検討がなされたものの、結

果的に変更はなされず、GL のままとなっている。

これら放射性物質の GL は、人による消費が予定され、国際的に貿易される食品で、原子力又は放射線緊急事態以後に汚染されたものに含まれる放射性核種に適用され、人工的に使用される核種のみを評価対象としている。食品中の天然放射性核種については、それらからの線量を管理することは容易ではなく、経済的に見合わないと考えられ、また、緊急性が伴わないことから検討対象から除外されている。提示されている GL は、消費のために還元又は調理された食品、すなわち乾燥又は濃縮されていない食品に適用され、年間 1mSv の介入免除レベルに基づいて算出されている。代表的な放射性核種として、4 群 20 核種が記載されている（表 7）。

5. 核種の比較

GSG-2 の OIL6、WHO 飲料水 GL に記載されている核種を元素ごとに比較した結果を表 6 に示す。GSG-2 の OIL6 には 357 核種が記載されているが、そのうち中性子源になる Am-241/Be-9、Pu-239/Be-9 を除いた 355 核種と、WHO 飲料水 GL に記載の 191 核種を集計している。また、WHO 飲料水 GL の核種を中心に、GSG-2 の OIL6、CODEX 一般規格、原子力災害対策指針 OIL6 及び原子力規制委員会の参考資料として与えられていた核種⁵⁾を比較したものが表 8 である。

表 6 では、GSG-2 の OIL6、WHO 飲

料水 GLとも元素番号1番の水素から99番のアインスタニウムまでを評価、管理対象としているが、食品中の汚染核種であることから、希ガスであるヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドンは両者ともに対象としていない。共通点もある一方で、2文書の性質の違いから、核種の選択に違いも見られる。すなわち、GSG2は緊急時対応であり、WHOは水道原水管理であることから、想定される核種や考慮すべき半減期に違いが見られ、GSG-2のOIL6の方がWHO飲料水GLよりも対象範囲が広い傾向にある。GSG-2のOIL6に記載されているがWHO飲料水GLに記載されていないものは170核種あるが、これは、GSG-2のOIL6が事故等の緊急時を想定しているため、極めて短いあるいは長い半減期の核種も幅広く対象としているのに対し、WHO飲料水GLは慢性的な摂取を想定していることによる相違と考えられる。実際、170核種の中には、半減期1日未満のものも多い。逆にWHO飲料水GLに記載されているもののGSG-2のOIL6に記載されていないものは6核種である。その内訳は2核種がウラン(U-231、237)、残り4核種(Am-242、Cf-246、Es-254、Es-254m)は超ウラン元素の人工核種であり、いずれも半減期が7日以下と短いことから、これらの親核種による原水汚染がないことを確認する意味合いで記載されていると考えられる(表8)。

また、WHO飲料水GL記載核種で、

半減期が1日未満のものはTe-127、Te-129、Te-131、Am-242の4核種であるが、これらはいずれも親核種である準安定状態の核種(Te-127m、Te-129m、Te-131m、Am-242m)が存在し、それらの半減期は各々109日、33.6日、1.4日、141年である。壊変系列をなす核種については、親核種も含めて汚染経路を考慮して管理していく必要がある。

文書の目的や想定する状況が異なるため単純な比較はできないものの、原子力災害対策指針で具体的に取り上げられている核種数(表6*5)は検討した文書の中で最も少なく、緊急時における食品汚染の可能性が高いものに絞り込まれており、IAEAやWHOのように網羅的ではなく、より管理の実用性、実効性を重視した立場をとっていることが、核種の選択からも見て取れる。実際に1F事故後においては、事故の特徴が揮発性物質に偏っていたこともあり、放射性セシウムを代表核種とする管理体制が敷かれたが、極めて効果的に作用したと考えられる。

GSG-2のOIL6とWHO飲料水GLの放射能濃度比を、核種の半減期に対してプロットしたものが図6である。GSG-2のOIL6が緊急時の年間実効線量10mSvから放射能濃度を算出しているのに対し、WHO飲料水GLは慢性的な被爆による年間実効線量0.1mSvに基づいていることから、両者間では約100倍の差が認められると予想され、数字の丸めの誤差等も考慮すると半減期10日以上では、ほぼその

ような濃度比となっていることがわかる。一方で、半減期 10 日以下においては、GSG-2 の OIL6 の放射能濃度が大きな値を示しており、緊急時の短期間の被曝が想定されていることが読み取れる。

CODEX 一般規格では、年間実効線量として 1mSv を採用しているが、食品汚染率（輸入率）を 0.1 としているため、WHO 飲料水 GL の 10~100 倍の値となっている。なお、複数核種の扱いは、WHO 飲料水 GL、GSG-2 の OIL6 とともに基準値に対する比の合計が 1 を超過するかどうかによって判定するが、CODEX 一般規格では、同じグループ内の各放射性核種の放射能濃度は合計し、異なるグループの放射性核種からの寄与は加算しないとしており、前者とは異なる扱いとなっている。

表 8 に示した核種は、そのものが核燃料物質、あるいは核分裂で直接生成するものから、いくつかの核壊変を経て生成するものまで様々であり、緊急時の原因となる事故等の状況に気象条件等も加わって、汚染核種の比率は複雑に変化するものと予想される。そのような中で、原子力規制委員会はいくつかの条件を設定して「セシウム 137 が 100 テラベクレル、その他核種がセシウム 137 と同じ割合で換算された量、さらに希ガス類が全量、環境中に放出されるような仮想的な事故を想定」し、Cs-137 100TBq 放出時の各核種放出量を試算している（表 8 *6）。これらの試算も活用し、IAEA の

安全要件である GSR Part7「原子力または放射線の緊急事態に対する準備と対応」に要求されているように、汚染核種およびその量を幅広く想定し、モニタリング手法を平常時に用意しておくことが重要と考えられる。

D. 結論

原子力施設の事故等により放射性核種による環境汚染が引き起こされた場合、食品からの内部被曝を防止するために食品の規制が行われることから、測定対象核種について、IAEA の安全基準に基づく全般的安全指針等、国内外の文書を比較検討した。事故等により環境汚染を引き起こす可能性のある核種は多く、IAEA の文書では 357 核種について評価されている。文書の目的や想定する状況が異なるため単純な比較はできないものの、原子力災害対策指針で具体的に取り上げられている核種数は検討した文書の中で最も少なく、緊急時における食品汚染の可能性が高いものに絞り込まれており、網羅的ではなく、より管理の実用性、実効性を重視した立場をとっていることが明確である。実際に 1F 事故後に放射性セシウムを代表核種とする管理体制が敷かれたが、事故の特徴も影響し、効率的に作用したと考えられる。放射性物質汚染はその状況により、多岐の様相となるため、汚染核種およびその量を幅広く想定し、モニタリング手法を平常時に用意しておくことが重要と考えられる。

E. 参考文献・資料

- 1) 放射能汚染された食品の取り扱いについて、食安発 0317 第 3 号、平成 23 年 3 月 17 日、厚生労働省医薬食品局食品安全部長
- 2) 原子力施設等の防災対策について、平成 22 年 8 月一部改訂、原子力安全委員会
- 3) 飲食物摂取制限に関する指標について、平成 10 年 3 月 6 日、原子力安全委員会 原子力発電所等周辺防災対策専門部会環境ワーキンググループ この表がもと
- 4) 魚介類中の放射性ヨウ素に関する暫定規制値の取扱いについて、食安発 0405 第 1 号、平成 23 年 4 月 5 日、厚生労働省医薬食品局食品安全部長
- 5) 第 29 回原子力規制委員会、平成 30 年 9 月 12 日原子力規制庁、参考参考資料 3 : Cs-137 100TBq 放出時の各核種放出量
<http://www.nsr.go.jp/data/000245214.pdf>

F. 研究発表

なし

G. 知的財産権の出願・登録状況

なし

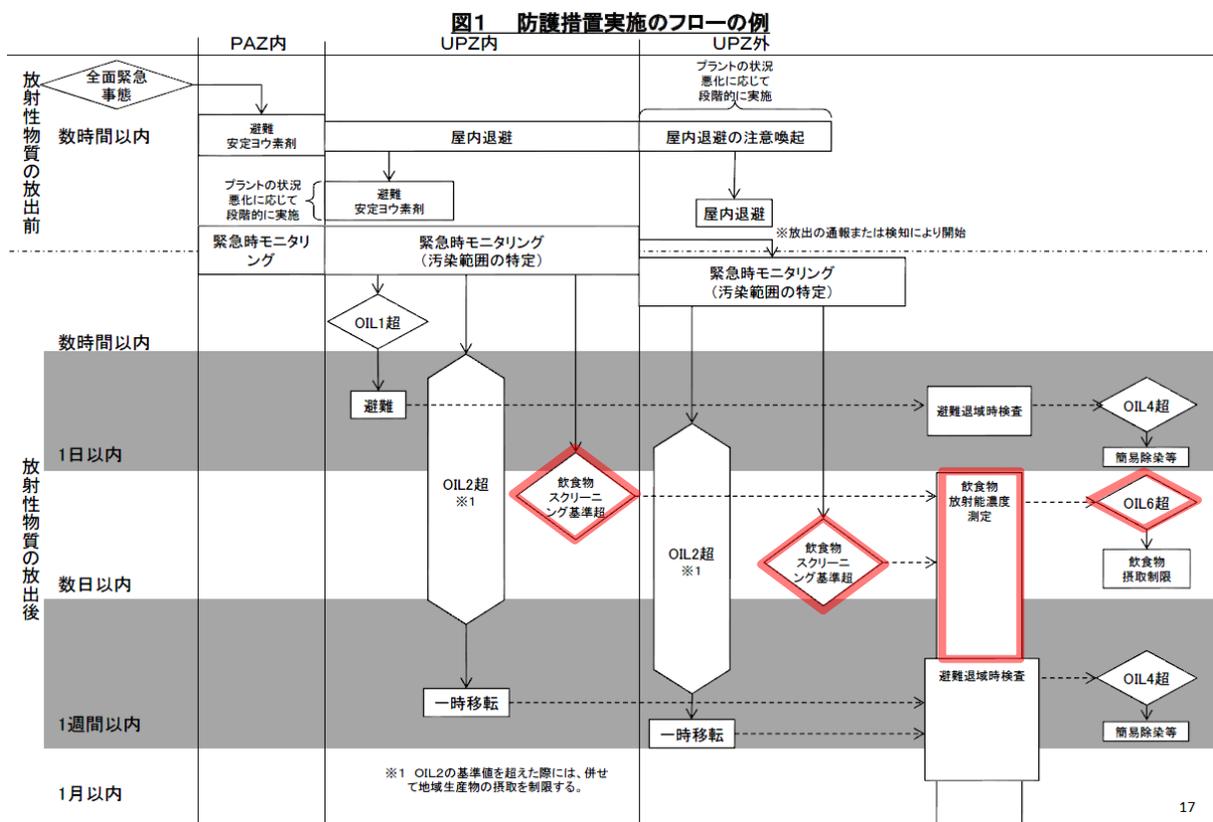


図1 原子力災害対策指針における防護措置実施のフローの例
(原子力災害対策指針より、赤線加筆)



図2 IAEAの安全基準
(IAEA 安全要件、安全指針等の図を要約・翻訳)

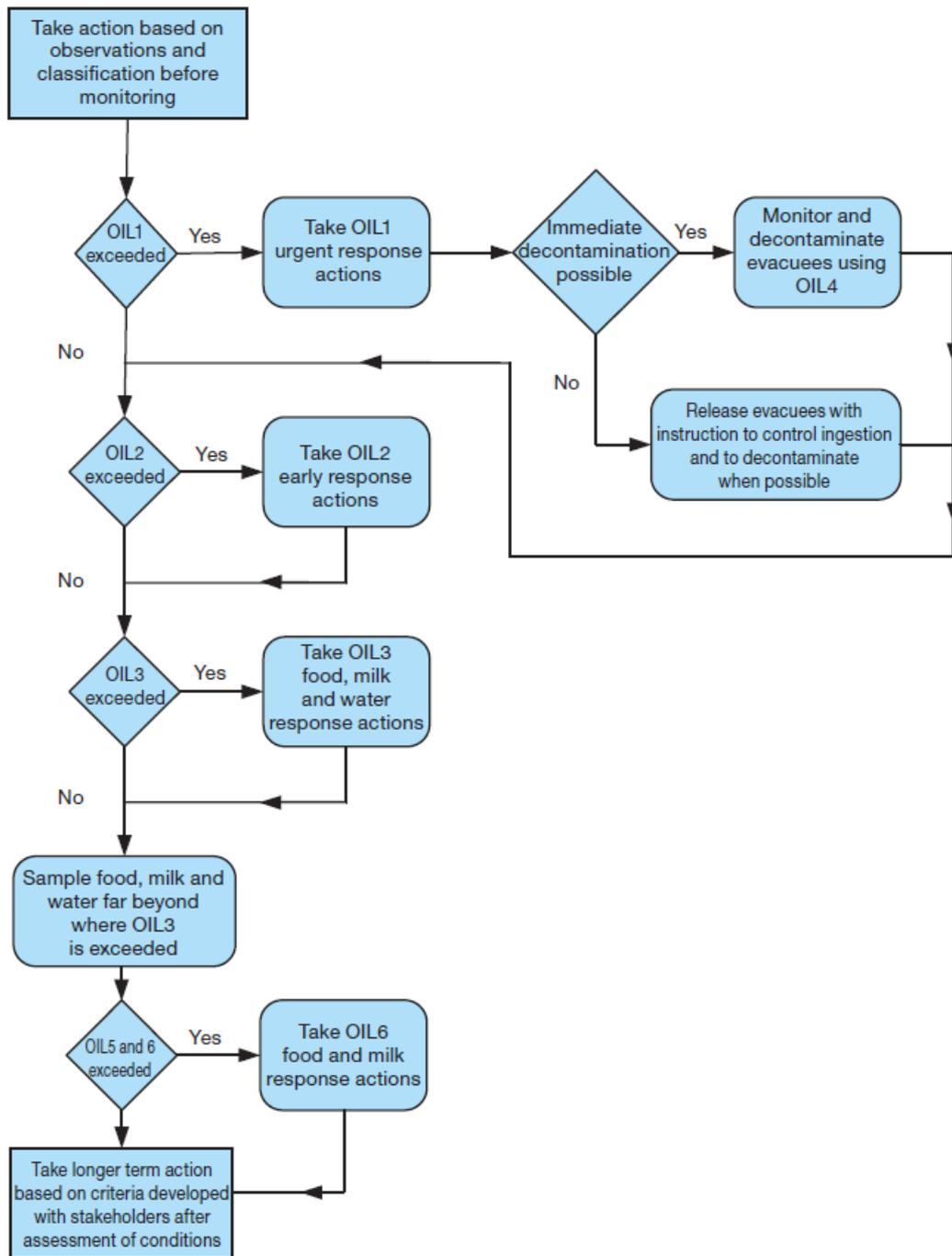


図3 広大な地域の汚染をもたらす核または放射線緊急事態の評価プロセス

(GSG Part2/Appendix II Examples of default OILs for deposition, individual contamination and contamination of food, milk and water. Fig.3 Process of assessment of a nuclear or radiological emergency resulting in contamination of a large area. より)

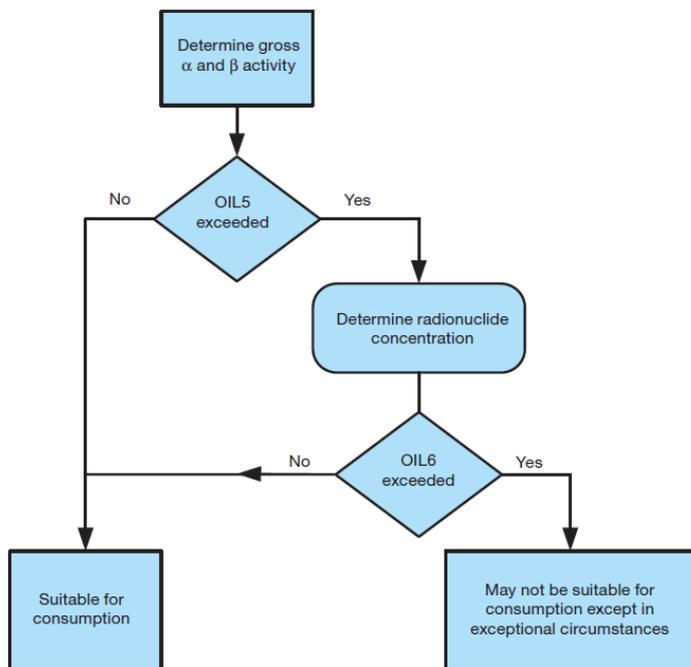


図4 食品、牛乳、および水中の放射性核種濃度を評価するプロセス

(GSG Part2/Appendix II Examples of default OILs for deposition, individual contamination and contamination of food, milk and water. Fig.5 Process of assessing radionuclide concentrations in food, milk and water. より)

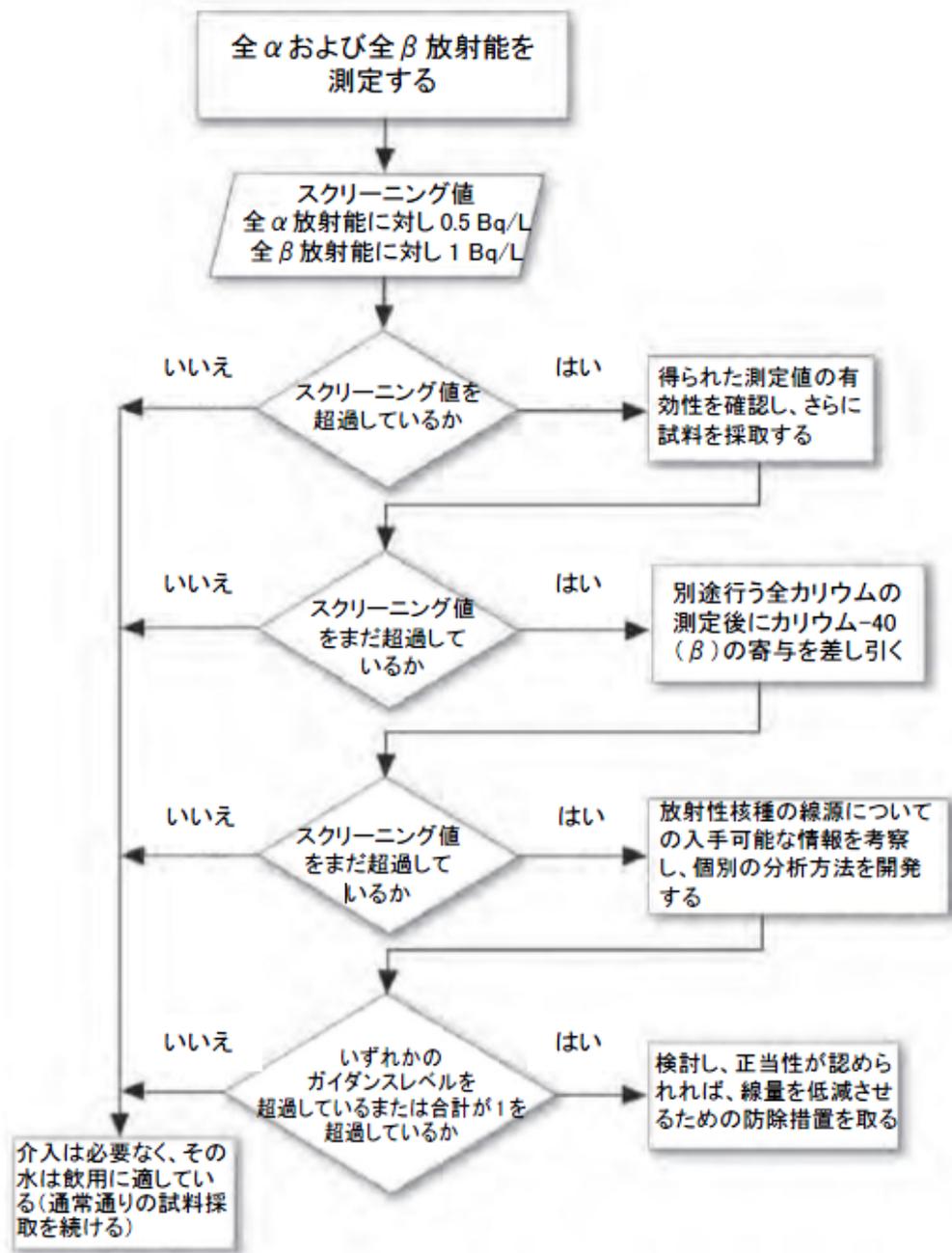


図5 飲料水中の放射線核種に対するスクリーニングレベルおよびガイダンスレベルの適用
 (飲料水水質ガイドライン 第4版 (日本語版) 国立保健医療科学院
 2012年12月25日 (翻訳 ver.2.1・Web版) より)

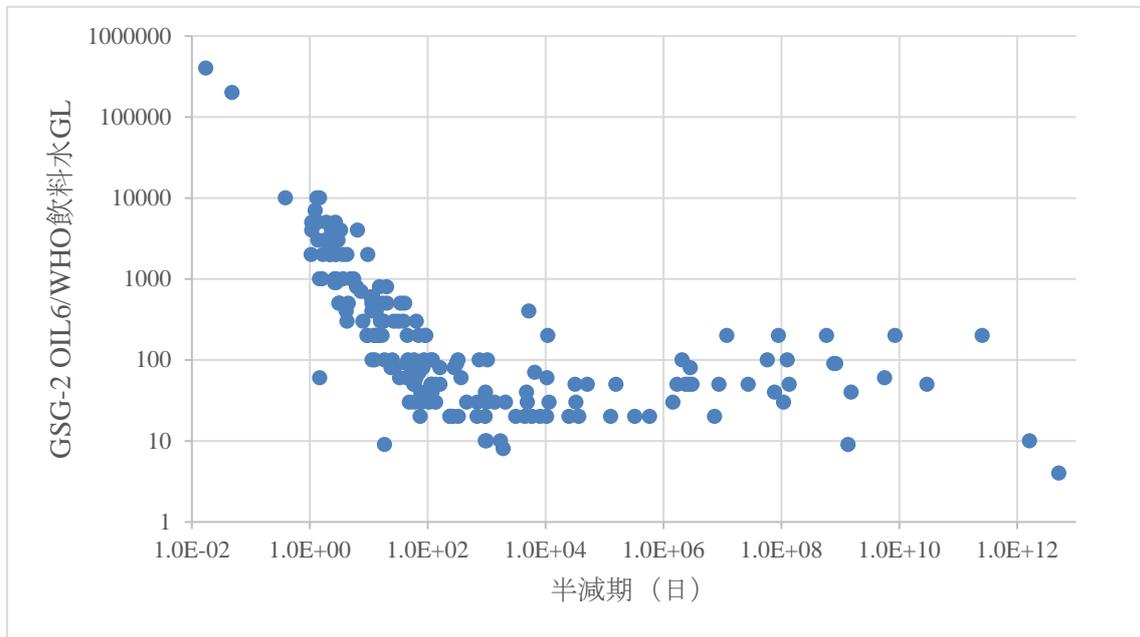


図6 各核種における GSG-2 の OIL6 と WHO 飲料水 GL の放射能濃度比と半減期との関係

表1 飲食物制限に関する指標値 (参考文献1別添より)

核種	原子力施設等の防災対策に係る指針における摂取制限に関する指標値 (Bq/kg)	
放射性ヨウ素 (混合核種の代表核種: ^{131}I)	飲料水/牛乳・乳製品	300
	野菜類(根菜、芋類を除く)/魚介類	2,000
放射性セシウム	飲料水/牛乳・乳製品	200
	野菜類/穀類/肉・卵・魚・その他	500
ウラン	乳幼児用食品/飲料水/牛乳・乳製品	20
	野菜類/穀類/肉・卵・魚・その他	100
プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種 (^{238}Pu , ^{239}Pu , ^{240}Pu , ^{242}Pu , ^{241}Am , ^{242}Cm , ^{243}Cm , ^{244}Cm 放射能濃度の合計)	乳幼児用食品/飲料水/牛乳・乳製品	1
	野菜類/穀類/肉・卵・魚・その他	10

表2 飲食物摂取制限に関する指標の考え方 (参考文献3より 要約)

核種	内訳
放射性ヨウ素 (代表核種 I-131)	I-131: 100%、I-132: 136%、I-133: 143%、I-134: 0.06%、I-135: 55%、Te-132: 132%の計6核種 甲状腺等価線量 50mSv/年
放射性セシウム (Cs-134+Cs-137)	Cs-134: 54%、Cs-137: 46%、Sr-89: 29%、Sr-90: 4.6%の4核種 実効線量 5mSv/年
ウラン	実効線量 5mSv/年
プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ線放出核種	Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pu-242, Am-241, Cm-242, Cm-243, Cm-244 8核種の放射能濃度の合計 実効線量 5mSv/年

表3 原子力災害対策指針における OIL と防護措置について

(原子力災害対策指針より、赤線加筆)

表3 O I L と防護措置について

	基準の種類	基準の概要	初期設定値 ^{※1}			防護措置の概要
緊急防護措置	O I L 1	地表面からの放射線、再浮遊した放射性物質の吸入、不注意な経口摂取による被ばく影響を防止するため、住民等を数時間内に避難や屋内退避等させるための基準	500 μ Sv/h (地上1mで計測した場合の空間放射線量率 ^{※2})			数時間内を目途に区域を特定し、避難等を実施。(移動が困難な者の一時屋内退避を含む)
	O I L 4	不注意な経口摂取、皮膚汚染からの外部被ばくを防止するため、除染を講じるための基準	β 線：40,000 cpm ^{※3} (皮膚から数cmでの検出器の計数率) β 線：13,000cpm ^{※4} 【1ヶ月後の値】 (皮膚から数cmでの検出器の計数率)			避難又は一時移転の基準に基づいて避難等した避難者等に避難退城時検査を実施して、基準を超える際は迅速に簡易除染等を実施。
早期防護措置	O I L 2	地表面からの放射線、再浮遊した放射性物質の吸入、不注意な経口摂取による被ばく影響を防止するため、地域生産物 ^{※5} の摂取を制限するとともに、住民等を1週間程度内に一時移転させるための基準	20 μ Sv/h (地上1mで計測した場合の空間放射線量率 ^{※2})			1日内を目途に区域を特定し、地域生産物の摂取を制限するとともに、1週間程度内に一時移転を実施。
飲食物摂取制限 ^{※9}	飲食物に係るスクリーニング基準	O I L 6による飲食物の摂取制限を判断する準備として、飲食物中の放射性核種濃度測定を実施すべき地域を特定する際の基準	0.5 μ Sv/h ^{※6} (地上1mで計測した場合の空間放射線量率 ^{※2})			数日内を目途に飲食物中の放射性核種濃度を測定すべき区域を特定。
	O I L 6	経口摂取による被ばく影響を防止するため、飲食物の摂取を制限する際の基準	核種 ^{※7}	飲料水 牛乳・乳製品	野菜類、穀類、肉、 卵、魚、その他	1週間内を目途に飲食物中の放射性核種濃度の測定と分析を行い、基準を超えるものにつき摂取制限を迅速に実施。
			放射性ヨウ素	300Bq/kg	2,000Bq/kg ^{※8}	
			放射性セシウム	200Bq/kg	500Bq/kg	
			プルトニウム及び超ウラン元素のアルファ核種	1Bq/kg	10Bq/kg	
			ウラン	20Bq/kg	100Bq/kg	

49

- ※1 「初期設定値」とは緊急事態当初に用いる OIL の値であり、地上沈着した放射性核種組成が明確になった時点で必要な場合には OIL の初期設定値は改定される。
- ※2 本値は地上1mで計測した場合の空間放射線量率である。実際の適用に当たっては、空間放射線量率計測機器の設置場所における線量率と地上1mでの線量率との差異を考慮して、判断基準の値を補正する必要がある。O I L 1については緊急時モニタリングにより得られた空間放射線量率(1時間値)がO I L 1の基準値を超えた場合、O I L 2については、空間放射線量率の時間的・空間的な変化を参照しつつ、緊急時モニタリングにより得られた空間放射線量率(1時間値)がO I L 2の基準値を超えたときから起算して概ね1日が経過した時点の空間放射線量率(1時間値)がO I L 2の基準値を超えた場合に、防護措置の実施が必要であると判断する。
- ※3 我が国において広く用いられている β 線の入射窓面積が20cm²の検出器を利用した場合の計数率であり、表面汚染密度は約120Bq/cm²相当となる。他の計測器を使用して測定する場合には、この表面汚染密度より入射窓面積や検出効率を勘案した計数率を求める必要がある。
- ※4 ※3と同様、表面汚染密度は約40Bq/cm²相当となり、計測器の仕様が異なる場合には、計数率の換算が必要である。
- ※5 「地域生産物」とは、放出された放射性物質により直接汚染される野外で生産された食品であって、数週間以内に消費されるもの(例えば野菜、該当地域の牧草を食った牛の乳)をいう。
- ※6 実効性を考慮して、計測場所の自然放射線によるバックグラウンドによる寄与も含めた値とする。
- ※7 その他の核種の設定の必要性も含めて今後検討する。その際、IAEAのGSG-2におけるO I L 6を参考として数値を設定する。
- ※8 根菜、芋類を除く野菜類が対象。
- ※9 IAEAでは、飲食物摂取制限が効果的かつ効率的に行われるよう、飲食物中の放射性核種濃度の測定が開始されるまでの間の暫定的な飲食物摂取制限の実施及び当該測定の対象の決定に係る基準であるO I L 3等を設定しているが、我が国では、放射性核種濃度を測定すべき区域を特定するための基準である「飲食物に係るスクリーニング基準」を定める。

表 4 野外調査測定 の OIL 初期値 (GSG Part2/Appendix II Examples of default OILs for deposition, individual contamination and contamination of food, milk and water. Table 8 Defalut OILs for field survey measurements より)

OIL	OIL value	Response action (as appropriate) if the OIL is exceeded
<i>Environmental measurements</i>		
OIL1	Gamma (³) 1000 μSv/h at 1 m from surface or a source 2000 counts/s direct beta (β) surface contamination measurement ^e 50 counts/s direct alpha (α) surface contamination measurement ^f	<ul style="list-style-type: none"> — Immediately evacuate or provide substantial shelter^a — Provide for decontamination of evacuees^b — Reduce inadvertent ingestion^c — Stop consumption of local produce^d, rainwater and milk from animals grazing in the area — Register and provide for a medical examination of evacuees — If a person has handled a source with a dose rate equal to or exceeding 1000 μSv/h at 1 m^e, provide an immediate medical examination
OIL2	Gamma (³) 100 □Sv/h at 1 m from surface or a source 200 counts/s direct beta (□) surface contamination measurement ^f 10 counts/s direct alpha (□) surface contamination measurement ^f	<ul style="list-style-type: none"> — Stop consumption of local produce^d, rainwater and milk from animals grazing in the area until they have been screened and contamination levels have been assessed using OIL5 and OIL6 — Temporarily relocate those living in the area; before relocation, reduce inadvertent ingestion^c; register and estimate the dose to those who were in the area to determine if medical screening is warranted; relocation of people from the areas with the highest potential exposure should begin within days — If a person has handled a source with a dose rate equal to or exceeding 100 μSv/h at 1 m^e, provide medical examination and evaluation; any pregnant women who have handled such a source should receive immediate medical evaluation and dose assessment
OIL3	Gamma (³) 1 □Sv/h at 1 m from surface 20 counts/s direct beta (□) surface contamination measurement ^{f,i} 2 counts/s direct alpha (□) surface contamination measurement ^{f,i}	<ul style="list-style-type: none"> — Stop consumption of non-essential^g local produce^d, rainwater and milk from animals^h grazing in the area until it has been screened and contamination levels have been assessed using OIL5 and OIL6 — Screen local produce, rainwater and milk from animals^h grazing in the area out to at least 10 times the distance to which OIL3 is exceeded and assess samples using OIL5 and OIL6 — Consider providing iodine thyroid blocking^j for fresh fission products^k and for iodine contamination if replacement for essential^g local produce or milk is not immediately available — Estimate the dose of those who may have consumed food, milk or rainwater from the area where restrictions were implemented to determine if medical screening is warranted
<i>Skin contamination</i>		
OIL4	Gamma (³) 1 □Sv/h at 10 cm from the skin 1000 counts/s direct beta (□) skin contamination measurement ^f 50 counts/s direct alpha (□) skin contamination measurement ^f	<ul style="list-style-type: none"> — Provide for skin decontamination^b and reduce inadvertent ingestion^c — Register and provide for a medical examination

Note: The OILs should be revised as soon as it is known which radionuclides are actually involved. The OILs should also be revised, if necessary, as part of the preparedness process, to be more consistent with the instruments to be used during the response. However, the default OILs in this table can be used without revision to make a conservative assessment immediately.

- a Inside closed halls of large multi-storey buildings or large masonry structures and away from walls or windows.
- b If immediate decontamination is not practicable, advise evacuees to change their clothing and to shower as soon as possible. Guidance on performing decontamination can be found in Refs [18, 21].
- c Advise evacuees not to drink, eat or smoke and to keep hands away from the mouth until hands are washed.
- d Local produce is food that is grown in open spaces that may be directly contaminated by the release and that is consumed within weeks (e.g. vegetables).
- e This external dose rate criterion applies only to sealed dangerous sources and does not need to be revised in an emergency.
- f Performed using good contamination monitoring practice.
- g Restricting essential foods could result in severe health effects (e.g. severe malnutrition), and therefore essential foods should be restricted only if replacement food is available.
- h Use 10% of OIL3 for milk from small animals (e.g. goats) grazing in the area.
- I Deposition by rain of short lived naturally occurring radon progeny can result in count rates of four or more times the background count rate. These rates should not be confused with the deposition rates due to the emergency. Count rates due to radon progeny will decrease rapidly after the rain stops and should be back to typical background levels within a few hours.
- j Only for several days and only if replacement food is not available.
- k Fission products that were produced within the last month, thus containing large amounts of iodine.

表5 食品、牛乳、および水の濃度のスクリーニング OIL 初期値

OIL	OIL value	Response action if the OIL is exceeded
OIL5	Gross beta (β): 100 Bq/kg or Gross alpha (α): 5 Bq/kg	Above OIL5: Assess using OIL6 Below OIL5: Safe for consumption during the emergency phase

(GSG Part2/Appendix II Examples of default OILs for deposition, individual contamination and contamination of food, milk and water. Table 9 Default screening OILs for food, milk and water concentrations from laboratory analysis. より)

表6 評価対象としている元素ごとの核種数の比較

原子番号	元素記号	日本語名	WHO 飲料水 GL	GSG2 OIL6	共通	WHOのみ	OIL6のみ	原子量 (u)	
1	H	水素	1	1	1			1.0	
2	He	ヘリウム						4.0	
3	Li	リチウム						6.9	
4	Be	ベリリウム	1	2	1		1	9.0	
5	B	ホウ素						10.8	
6	C	炭素	1	2	1		1	12.0	
7	N	窒素						14.0	
8	O	酸素						16.0	
9	F	フッ素		1			1	19.0	
10	Ne	ネオン						20.2	
11	Na	ナトリウム	1	2	1		1	23.0	
12	Mg	マグネシウム		1			1	24.3	
13	Al	アルミニウム		1			1	27.0	
14	Si	ケイ素		2			2	28.1	
15	P	リン	2	2	2			31.0	
16	S	硫黄	1	1	1			32.1	
17	Cl	塩素	1	2	1		1	35.5	
18	Ar	アルゴン						39.9	
19	K	カリウム		3			3	39.1	
20	Ca	カルシウム	2	3	2		1	40.1	
21	Sc	スカンジウム	3	4	3		1	45.0	
22	Ti	チタン		1			1	47.9	
23	V	バナジウム	1	2	1		1	50.9	
24	Cr	クロム	1	1	1			52.0	
25	Mn	マンガン	3	4	3		1	54.9	
26	Fe	鉄	2	4	2		2	55.8	
27	Co	コバルト	4	6	4		2	58.9	
28	Ni	ニッケル	2	3	2		1	58.7	
29	Cu	銅		2			2	63.5	
30	Zn	亜鉛	1	3	1		2	65.4	
31	Ga	ガリウム		3			3	69.7	
32	Ge	ゲルマニウム	1	3	1		2	72.6	
33	As	ヒ素	4	5	4		1	74.9	
34	Se	セレン	1	2	1		1	79.0	
35	Br	臭素	1	3	1		2	79.9	
36	Kr	クリプトン						83.8	
37	Rb	ルビジウム	1	5	1		4	85.5	
38	Sr	ストロンチウム	3	8	3		5	87.6	
39	Y	イットリウム	2	7	2		5	88.9	
40	Zr	ジルコニウム	2	4	2		2	91.2	
41	Nb	ニオブ	3	4	3		1	92.9	
42	Mo	モリブデン	2	2	2			96.0	
43	Tc	テクネチウム	4	8	4		4	98.9	※
44	Ru	ルテニウム	3	4	3		1	101.1	
45	Rh	ロジウム	1	6	1		5	102.9	
46	Pd	パラジウム	1	3	1		2	106.4	
47	Ag	銀	3	4	3		1	107.9	
48	Cd	カドミウム	3	4	3		1	112.4	

49	In	インジウム	2	4	2	2	114.8	
50	Sn	スズ	2	7	2	5	118.7	
51	Sb	アンチモン	3	4	3	1	121.8	
52	Te	テルル	8	11	8	3	127.6	
53	I	ヨウ素	4	10	4	6	126.9	
54	Xe	キセノン					131.3	
55	Cs	セシウム	7	8	7	1	132.9	
56	Ba	バリウム	2	4	2	2	137.3	
57	La	ランタン	1	2	1	1	138.9	
58	Ce	セリウム	4	4	4		140.1	
59	Pr	プラセオジウム	1	2	1	1	140.9	
60	Nd	ネオジウム	1	2	1	1	144.2	
61	Pm	プロメチウム	2	7	2	5	146.9	※
62	Sm	サマリウム	2	4	2	2	150.4	
63	Eu	ユウロピウム	3	10	3	7	152.0	
64	Gd	ガドリニウム	1	4	1	3	157.3	
65	Tb	テルビウム	1	3	1	2	158.9	
66	Dy	ジスプロシウム		3		3	162.5	
67	Ho	ホルミウム		2		2	164.9	
68	Er	エルビウム	1	2	1	1	167.3	
69	Tm	ツリウム	1	3	1	2	168.9	
70	Yb	イッテルビウム	1	2	1	1	173.1	
71	Lu	ルテチウム		5		5	175.0	
72	Hf	ハフニウム		4		4	178.5	
73	Ta	タンタル	1	3	1	2	180.9	
74	W	タングステン	2	5	2	3	183.8	
75	Re	レニウム	1	6	1	5	186.2	
76	Os	オスマニウム	3	5	3	2	190.2	
77	Ir	イリジウム	2	4	2	2	192.2	
78	Pt	白金	2	7	2	5	195.1	
79	Au	金	2	5	2	3	197.0	
80	Hg	水銀	2	6	2	4	200.6	
81	Tl	タリウム	4	4	4		204.4	
82	Pb	鉛	2	6	2	4	207.2	
83	Bi	ビスマス	3	6	3	3	209.0	
84	Po	ポロニウム	1	1	1		209.0	※
85	At	アスタチン		1		1	210.0	※
86	Rn	ラドン					222.0	※
87	Fr	フランシウム					223.0	※
88	Ra	ラジウム	5	5	5		226.0	※
89	Ac	アクチニウム		3	0	3	227.0	※
90	Th	トリウム	7	7	7		232.0	
91	Pa	プロトアクチニウム	3	3	3		231.0	
92	U	ウラン	9	7	7	2	238.0	
93	Np	ネプツニウム	2	5	2	3	237.0	※
94	Pu	プルトニウム	8	8	8		244.1	※
95	Am	アメリシウム	4	4	3	1	243.1	※
96	Cm	キュリウム	7	9	7	2	247.1	※
97	Bk	バークリウム	1	2	1	1	247.1	※
98	Cf	カリホルニウム	8	7	7	1	251.1	※
99	Es	アインスタイニウム	3	1	1	2	252.1	※
		計	191	355	185	6	170	

※ 安定元素なし

表7 CODEX 一般規格の指針値 (Codex guideline level、GL)

製品名	代表的な放射性核種	値 (Bq/kg)	種類
乳児用食品	Pu-238、Pu-239、Pu-240、Am-241	1	GL
乳児用食品	Sr-90、Ru-106、I-129、I-131、U-235	100	GL
乳児用食品	S-35、Co-60、Sr-89、Ru-103、Cs-134、Cs-137、Cs-144、Ir-192	1000	GL
乳児用食品	H-3、C-14、Tc-99	1000	GL
乳児用食品以外の食品	Pu-238、Pu-239、Pu-240、Am-241	10	GL
乳児用食品以外の食品	Sr-90、Ru-106、I-129、I-131、U-235	100	GL
乳児用食品以外の食品	S-35、Co-60、Sr-89、Ru-103、Cs-134、Cs-137、Cs-144、Ir-192	1000	GL
乳児用食品以外の食品	H-3、C-14、Tc-99	10000	GL

表8 評価対象としている元素ごとの核種数の比較

*1	*2	*3		*4	*5	*6	*7	*8	*9	*10	*11	*12	*13			*14									
核種	WHO飲料水GL Bq/kg	GSG-2 OIL6 Bq/kg		CODEX一般規格 Bq/kg	日本 OIL6	参考 資料	SGS-2 OIL6/WHO	半減期 (日)	壊変形式 %	生成 核種	生成核種 の放射性・ 壊変形式	放射平衡 核種 (割合%)[半減期]	100崩壊あたりの放射線タイプ 別の総エネルギー[keV]			預託実効線量係数 Sv/Bq									
															α	β	γ & X	乳児	1歳	5歳	10歳	15歳	成人		
H-3	1	10000	1	200000	41	1000/10000		20	4.5E+03	β-	100	He-3	-			0.0	5.7	0.0	1.2E-10	1.2E-10	7.3E-11	5.7E-11	4.2E-11	4.2E-11	
Be-7	2	10000	2	700000				70	5.3E+01	ec	100	Li-7	-						4.8E-10	1.3E-10	7.7E-11	5.3E-11	3.5E-11	2.8E-11	
C-14	3	100	5	10000	42	1000/10000		100	2.1E+06	β-	100	N-14	-			0.0	49.5	0.0	1.4E-09	1.6E-09	9.9E-10	8.0E-10	5.7E-10	5.8E-10	
Na-22	4	100	7	2000				20	9.5E+02	ec β+	100	Ne-22	-			0.0	195.2	2197.7	2.1E-08	1.5E-08	8.4E-09	5.5E-09	3.7E-09	3.2E-09	
P-32	5	100	13	20000				200	1.4E+01	β-	100	S-32	-			0.0	695.0	1.2	9.1E-08	1.9E-08	9.4E-09	5.3E-09	3.1E-09	2.4E-09	
P-33	6	1000	14	100000				100	2.5E+01	β-	100	S-33	-			0.0	76.4	0.0	1.7E-09	1.8E-09	9.1E-10	5.3E-10	3.1E-10	2.4E-10	
S-35	7	100	15	10000	31	1000/1000		100	8.7E+01	β-	100	Cl-35	-			0.0	48.8	0.0	7.7E-09	5.4E-09	2.7E-09	1.6E-09	9.5E-10	7.7E-10	
Cl-36	8	100	16	3000				30	1.1E+08	β-	98	Ar-36	-						8.8E-09	6.3E-09	3.2E-09	1.9E-09	1.2E-09	9.3E-10	
	8								1.1E+08	ec β+	1.9	S-36	-						8.8E-09	6.3E-09	3.2E-09	1.9E-09	1.2E-09	9.3E-10	
Ca-45	9	100	22	8000				80	1.6E+02	β-	100	Sc-45	-			0.0	76.9	0.0	4.1E-08	4.9E-09	2.6E-09	1.8E-09	1.3E-09	7.1E-10	
Ca-47	10	100	23	50000				500	4.5E+00	β-	100	Sc-47	β- 100 %	Sc-47 (3.8)		0.0	398.7	948.6	3.3E-08	9.3E-09	4.9E-09	3.0E-09	1.8E-09	1.6E-09	
Sc-46	11	100	25	8000				80	8.4E+01	β-	100	Ti-46	-			0.0	111.8	2009.6	1.1E-08	7.9E-09	4.4E-09	2.9E-09	1.8E-09	1.5E-09	
Sc-47	12	100	26	400000				4000	3.3E+00	β-	100	Ti-47	-						5.1E-09	3.9E-09	2.0E-09	1.2E+09	6.8E-10	5.4E-10	
Sc-48	13	100	27	300000				3000	1.8E+00	β-	100	Ti-48	-			0.0	220.4	3353.0	1.3E-08	9.3E-09	5.1E-09	3.3E-09	2.1E-09	1.7E-09	
V-48	14	100	29	30000				300	1.6E+01	ec β+	100	Ti-48	-						1.5E-08	1.1E-08	5.9E-09	3.9E-09	2.5E-09	2.0E-09	
Cr-51	15	10000	31	800000				80	2.8E+01	ec	100	V-51	-			0.0	0.0	33.0	8.5E-10	2.3E-10	1.2E-10	7.8E-11	4.8E-11	3.8E-11	
Mn-52	16	100	32	100000				1000	5.6E+00	ec β+	100	Cr-52	-						4.2E-08	8.8E-09	5.1E-09	3.4E-09	2.2E-09	1.8E-09	
Mn-53	17	10000	33	90000				9	1.4E+09	ec	100	Cr-53	-			0.0	0.0	1.5	3.1E-10	2.2E-10	1.1E-10	6.5E-11	3.7E-11	3.0E-11	
Mn-54	18	100	34	9000				90	3.1E+02	ec β+	100	Cr-54	-						4.4E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.3E-09	8.7E-10	7.1E-10	
Fe-55	19	1000	37	10000				10	1.0E+03	ec	100	Mn-55	-			0.0	0.0	1.7	2.6E-09	2.4E-09	1.7E-09	1.1E-09	7.7E-10	3.3E-10	
Fe-59	20	100	38	9000				90	4.4E+01	β-	100	Co-59	-			0.0	117.5	1188.6	3.9E-08	1.3E-08	7.5E-09	4.7E-09	3.1E-09	1.8E-09	
Co-56	21	100	41	4000				40	7.7E+01	ec β+	100	Fe-56	-						2.5E-08	1.5E-08	8.8E-09	5.8E-09	3.8E-09	2.5E-09	
Co-57	22	1000	42	20000				20	2.7E+02	ec	100	Fe-57	-			0.0	0.0	125.4	2.9E-09	1.6E-09	8.9E-10	5.8E-10	3.7E-10	2.1E-10	
Co-58	23	100	43	20000				200	7.1E+01	ec β+	100	Fe-58	-						6.3E-09	4.4E-09	2.6E-09	1.7E-09	1.1E-09	7.4E-10	
Co-60	24	100	45	800	32	1000/1000		8	1.9E+03	β-	100	Ni-60	-			0.0	96.4	2503.9	5.4E-08	2.7E-08	1.7E-08	1.1E-08	7.9E-09	3.4E-09	
Ni-57	25	1000	46	60000				60	1.5E+00	ec β+	100	Co-57	ec 100 %			0.0	154.5	1940.0	7.8E-09	4.9E-09	2.7E-09	1.7E-09	1.1E-09	8.7E-10	
Ni-63	26	1000	47	20000				20	3.7E+04	β-	100	Cu-63	-			0.0	17.4	0.0	8.6E-09	8.4E-10	4.6E-10	2.8E-10	1.8E-10	1.5E-10	
Zn-65	27	100	51	2000				20	2.4E+02	ec β+	100	Cu-65	-						4.6E-08	1.6E-08	9.7E-09	6.4E-09	4.5E-09	3.9E-09	
Ge-71	28	10000	58	5000000				500	1.1E+01	ec	100	Ga-71	-			0.0	0.0	4.3	2.2E-10	7.8E-11	4.0E-11	2.4E-11	1.5E-11	1.2E-11	
As-73	29	1000	61	30000				30	8.0E+01	ec	100	Ge-73	-			0.0	0.0	16.0	8.6E-09	1.9E-09	9.3E-10	5.6E-10	3.2E-10	2.6E-10	
As-74	30	100	62	30000				300	1.8E+01	ec β+	66	Ge-74	-						4.0E-08	8.2E-09	4.3E-09	2.6E-09	1.6E-09	1.3E-09	
	30								1.8E+01	β-	34	Se-74	-			0.0	136.1	97.9	4.0E-08	8.2E-09	4.3E-09	2.6E-09	1.6E-09	1.3E-09	
As-76	31	100	63	400000				4000	1.1E+00	β-	100	Se-76	-			0.0	1064.6	418.9	2.0E-08	1.1E-08	5.8E-09	3.4E-09	2.0E-09	1.6E-09	
As-77	32	1000	64	1000000				1000	1.6E+00	β-	100	Se-77	-			0.0	225.5	8.5	5.7E-09	2.9E-09	1.5E-09	8.7E-10	5.0E-10	4.0E-10	
Se-75	33	100	65	4000				40	1.2E+02	ec	100	As-75	-			0.0	0.0	389.4	2.0E-08	1.3E-08	8.3E-09	6.0E-09	3.1E-09	2.6E-09	
Br-82	34	100	69	1000000				10000	1.5E+00	β-	100	Kr-82	-						3.7E-09	2.6E-09	1.5E-09	9.5E-10	6.4E-10	5.4E-10	
Rb-86	35	100	73	10000				100	1.9E+01	β-	99.99	Sr-86	-			0.0	668.9	94.2	2.1E-08	2.0E-08	9.9E-09	5.9E-09	3.5E-09	2.8E-09	
Sr-85	36	100	76	30000				300	6.5E+01	ec	100	Rb-85	-			0.0	0.0	500.2	9.7E-09	3.1E-09	1.7E-09	1.5E-09	1.3E-09	5.6E-10	
Sr-89	37	100	79	6000	33	1000/1000	23	41	60	5.1E+01	β-	100	Y-89	-			0.0	587.1	1.0	2.6E-08	1.8E-08	8.9E-09	5.8E-09	4.0E-09	2.6E-09
Sr-90	38	10	80	200	21	100/100	24	42	20	1.1E+04	β-	100	Y-90	β- 100 %	Y-90		0.0	195.8	0.1	1.3E-07	7.3E-08	4.7E-08	6.0E-08	8.0E-08	2.8E-08
Y-90	39	100	85	90000				61	900	2.7E+00	β-	100	Zr-90	-			0.0	933.6	2.0	1.1E-08	2.0E-08	1.0E-08	5.9E-09	3.3E-09	2.7E-09
Y-91	40	100	86	5000				62	50	5.9E+01	β-	100	Zr-91	-			0.0	603.0	4.1	1.8E-08	1.8E-08	8.8E-09	5.2E-09	2.9E-09	2.4E-09
Zr-93	41	100	91	20000				200	5.9E+08	β-	100	Nb-93	-						5.2E-09	7.6E-10	5.1E-10	5.8E-10	8.6E-10	1.1E-09	
Zr-95	42	100	92	6000				63	6.4E+01	β-	100	Nb-95	β- 100 %	Nb-95 (2.2)		0.0	117.0	732.9	9.5E-09	5.6E-09	3.0E-09	1.9E-09	1.2E-09	9.5E-10	
Nb-93m	43	1000	94	20000				20	5.9E+03	IT	100	Nb-93	-			0.0	0.0	2.0	4.5E-09	9.1E-10	4.6E-10	2.7E-10	1.5E-10	1.2E-10	
Nb-94	44	100	95	2000				20	7.4E+06	β-	100	Mo-94	-			0.0	145.8	1573.8	3.5E-08	9.7E-09	5.3E-09	3.4E-09	2.1E-09	1.7E-09	
Nb-95	45	100	96	50000				500	3.5E+01	β-	100	Mo-95	-			0.0	43.4	764.5	6.6E-09	3.2E-09	1.8E-09	1.1E-09	7.4E-10	5.8E-10	
Mo-93	46	100	98	3000				30	1.5E+06	ec	100	Nb-93	-			0.0	0.0	12.6	2.9E-09	6.9E-09	5.0E-09	4.0E-09	3.4E-09	3.1E-09	
Mo-99	47	100	99	500000				53	5000	2.7E+00	β-	100	Tc-99	β- 100 %	Tc-99m (0.96)		0.0	389.6	143.5	2.5E-09	3.5E-09	1.8E-09	1.1E-09	7.6E-10	6.0E-10
Tc-96	48	100	101	200000				2000	4.3E+00	ec β+	100	Mo-96	-						3.7E-09	5.1E-09	3.0E-09	2.0E-09	1.4E-09	1.1E-09	
Tc-97	49	1000	103	40000				40	1.5E+09	ec	100	Mo-97	-			0.0	0.0	11.8	1.9E-10	4.9E-10	2.4E-10	1.4E-10	8.8E-11	6.8E-11	

核種	WHO飲料水GL		GSG-2 OIL6		CODEX一般規格		日本OIL6	参考資料	SGS-2 OIL6/WHO	半減期 (日)	壊変形式 %	生成核種	生成核種の放射性壊変形式	放射平衡核種 (割合%) [半減期]	100崩壊あたりの放射線タイプの総エネルギー[keV]			預託実効線量係数 Sv/Bq								
	Bq/kg		Bq/kg		Bq/kg										α	β	γ & X	乳児	1歳	5歳	10歳	15歳	成人			
	Bq/kg		Bq/kg		Bq/kg																					
Tc-97m	50	100	104	20000						200	9.1E+01	IT	96.1	Tc-97	ec 100 %		0.0	0.0	9.6	7.7E-09	4.1E-09	2.0E-09	1.1E-09	7.0E-10	5.5E-10	
	50										9.1E+01	ec	3.94	Mo-97	-		0.0	0.0	0.5	7.7E-09	4.1E-09	2.0E-09	1.1E-09	7.0E-10	5.5E-10	
Tc-99	51	100	106	4000	43	1000/10000				40	7.7E+07	β-	100	Ru-99	-	0.0	84.6	0.0	8.0E-08	4.8E-09	2.3E-09	1.3E-09	8.2E-10	6.4E-10		
Ru-97	52	1000	108	2000000						2000	2.8E+00	ec β+	100	Tc-97	ec 100 %				1.2E-09	8.5E-10	4.7E-10	3.0E-10	1.9E-10	1.5E-10		
Ru-103	53	100	109	30000	34	1000/1000		55		300	3.9E+01	β-	100	Rh-103	-			0.0	1.1E-09	4.6E-09	2.4E-09	1.5E-09	9.2E-10	7.3E-10		
Ru-106	54	10	111	600	22	100/100		57		60	3.7E+02	β-	100	Rh-106	β- 100 %	Rh-103m	0.0	10.0	0.0	2.4E-08	4.9E-08	2.5E-08	1.5E-08	8.6E-09	7.0E-09	
Rh-105	55	1000	117	1000000				58		1000	1.5E+00	β-	100	Pd-105	-			0.0	152.2	77.4	9.0E-09	2.7E-09	1.3E-09	8.0E-10	4.6E-10	3.7E-10
Pd-103	56	1000	118	200000						200	1.7E+01	ec	100	Rh-103	-	Rh-103m	0.0	0.0	16.3	3.2E-09	1.4E-09	7.2E-10	4.3E-10	2.4E-10	1.9E-10	
Ag-105	57	100	121	50000						500	4.1E+01	ec β+	100	Pd-105	-					1.9E-09	2.5E-09	1.4E-09	9.1E-10	5.9E-10	4.7E-10	
Ag-110m	58	100	123	2000						20	2.5E+02	β-	98.7	Cd-110	-	Ag-110 (0.013)[25s]	0.0	67.0	2798.4	1.4E-08	1.4E-08	7.8E-09	5.2E-09	3.4E-09	2.8E-09	
	58										2.5E+02	IT	1.3	Ag-110	β- 99.70 %					1.4E-08	1.4E-08	7.8E-09	5.2E-09	3.4E-09	2.8E-09	
Ag-111	59	100	124	70000						700	7.5E+00	β-	100	Cd-111	-		0.0	350.3	26.6	4.4E-08	9.3E-09	4.6E-09	2.7E-09	1.6E-09	1.3E-09	
Cd-109	60	100	125	3000						30	4.6E+02	ec	100	Ag-109	-	Ag-109m[40s]	0.0	0.0	26.6	7.1E-08	9.5E-09	5.5E-09	3.5E-09	2.4E-09	2.0E-09	
Cd-115	61	100	127	200000						2000	2.2E+00	β-	100	In-115	β- 100 %	In-115m (1.1)	0.0	317.2	195.5	4.4E-08	9.7E-09	4.9E-09	2.9E-09	1.7E-09	1.4E-09	
Cd-115m	62	100	128	6000						60	4.5E+01	β-	100	In-115	β- 100 %		0.0	604.4	33.9	3.1E-08	1.9E-08	9.7E-09	6.9E-09	4.1E-09	3.3E-09	
In-111	63	1000	129	1000000						1000	2.8E+00	ec	100	Cd-111	-		0.0	0.0	405.9	2.4E-09	1.7E-09	9.1E-10	5.9E-10	3.7E-10	2.9E-10	
In-114m	64	100	131	3000						30	5.0E+01	IT	96.8	In-114	β- 99.50 %	In-114 (0.96)[72s]	0.0	0.0	38.2	2.6E-08	3.1E-08	1.5E-08	9.0E-09	5.2E-09	4.1E-09	
	64										5.0E+01	ec β+	3.25	Cd-114	-					2.6E-08	3.1E-08	1.5E-08	9.0E-09	5.2E-09	4.1E-09	
Sn-113	65	100	133	10000						100	1.2E+02	ec β+	100	In-113	-	In-113m				5.8E-09	5.0E-09	2.6E-09	1.6E-09	9.2E-10	7.3E-10	
Sn-125	66	100	138	20000						200	9.6E+00	β-	100	Sb-125	β- 100 %		0.0	801.7	335.3	3.5E-08	2.2E-08	1.1E-08	6.7E-09	3.8E-09	3.1E-09	
Sb-122	67	100	140	200000						2000	2.7E+00	β-	97.6	Te-122	-		0.0	562.0	437.0	6.8E-08	1.2E-08	6.1E-09	3.7E-09	2.1E-09	1.7E-09	
	67										2.7E+00	ec β+	2.4	Sn-122	-					6.8E-08	1.2E-08	6.1E-09	3.7E-09	2.1E-09	1.7E-09	
Sb-124	68	100	141	5000						50	6.0E+01	β-	100	Te-124	-					4.5E-08	1.6E-08	8.4E-09	5.2E-09	3.2E-09	2.5E-09	
Sb-125	69	100	142	3000						30	1.0E+03	β-	100	Te-125	-	Te-125m (0.24)	0.0	86.6	433.4	3.1E-08	6.1E-09	3.4E-09	2.1E-09	1.4E-09	1.1E-09	
Te-123m	70	100	146	5000						50	1.2E+02	IT	100	Te-123	ec 100 %		0.0	0.0	148.3	3.9E-08	8.8E-09	4.9E-09	2.8E-09	1.7E-09	1.4E-09	
Te-127	71	1000	148	10000000			23			10000	3.9E-07	β-	100	I-127	-		0.0	226.0	5.0	1.5E-09	1.2E-09	6.2E-10	3.6E-10	2.1E-10	1.7E-10	
Te-127m	72	100	149	3000			24			30	1.1E+02	IT	97.6	Te-127	β- 100 %	Te-127	0.0	0.0	10.3	2.1E-08	1.8E-08	9.5E-09	5.2E-09	3.0E-09	2.3E-09	
	72										1.1E+02	β-	2.4	I-127	-		0.0	6.1	0.8	2.1E-08	1.8E-08	9.5E-09	5.2E-09	3.0E-09	2.3E-09	
Te-129	73	1000	150	200000000			25			200000	4.8E-02	β-	100	I-129	β- 100 %		0.0	524.0	63.1	1.5E-10	4.4E-10	2.1E-10	1.2E-10	8.0E-11	6.3E-11	
Te-129m	74	100	151	6000			26			60	3.4E+01	IT	64	Te-129	β- 100 %	Te-129 (0.65)	0.0	0.0	8.1	4.4E-08	2.4E-08	1.2E-08	6.6E-09	3.9E-09	3.0E-09	
	74										3.4E+01	β-	36	I-129	β- 100 %		0.0	206.5	29.0	4.4E-08	2.4E-08	1.2E-08	6.6E-09	3.9E-09	3.0E-09	
Te-131	75	1000	152	400000000						400000	1.7E-02	β-	100	I-131	β- 100 %		0.0	690.0	420.8	1.0E-10	6.6E-10	3.5E-10	1.9E-10	1.2E-10	8.7E-11	
Te-131m	76	100	153	3000000			27			3000	1.4E+00	β-	74.1	I-131	β- 100 %		0.0	102.4	1366.8	1.0E-08	1.4E-08	7.8E-09	4.3E-09	2.7E-09	1.9E-09	
	76										1.4E+00	IT	25.9	Te-131	β- 100 %		0.0	0.0	6.0	1.0E-08	1.4E-08	7.8E-09	4.3E-09	2.7E-09	1.9E-09	
Te-132	77	100	154	50000			16	28		500	3.2E+00	β-	100	I-132	β- 100 %	I-132	0.0	59.8	234.0	3.8E-08	3.0E-08	1.6E-08	8.3E-09	5.3E-09	3.8E-09	
I-125	78	10	157	1000						100	5.9E+01	ec	100	Te-125	-		0.0	0.0	41.8	1.2E-08	5.7E-08	4.1E-08	3.1E-08	2.2E-08	1.5E-08	
I-126	79	10	158	2000						200	1.3E+01	ec β+	52.7	Te-126	-					5.1E-07	2.1E-07	1.3E-07	6.8E-08	4.5E-08	2.9E-08	
	79										1.3E+01	β-	47.3	Xe-126	-		0.0	149.4	159.2	5.1E-07	2.1E-07	1.3E-07	6.8E-08	4.5E-08	2.9E-08	
I-129	80	1	159	-	23	100/100					5.7E+09	β-	100	Xe-129	-		0.0	40.0	24.1	2.8E-07	2.2E-07	1.7E-07	1.9E-07	1.4E-07	1.1E-07	
I-131	81	10	160	3000	24	100/100	11	11		300	8.0E+00	β-	100	Xe-131	-		0.0	181.9	382.0	4.8E-07	1.8E-07	1.0E-07	5.2E-08	3.4E-08	2.2E-08	
Cs-129	82	1000	165	10000000						10000	1.3E+00	ec β+	100	Xe-129	-					4.4E-10	3.0E-10	1.7E-10	1.1E-10	7.2E-11	6.0E-11	
Cs-131	83	1000	166	2000000						2000	9.7E+00	ec	100	Xe-131	-		0.0	0.0	22.9	4.6E-10	2.9E-10	1.6E-10	1.0E-10	6.9E-11	5.8E-11	
Cs-132	84	100	167	400000						4000	6.5E+00	ec β+	98.1	Xe-132	-					2.7E-09	1.8E-09	1.1E-09	7.7E-10	5.7E-10	5.0E-10	
	84										6.5E+00	β-	1.87	Ba-132	-					2.7E-09	1.8E-09	1.1E-09	7.7E-10	5.7E-10	5.0E-10	
Cs-134	85	10	168	1000	35	1000/1000	21	32		100	7.5E+02	β-	100	Ba-134	-		0.0	157.3	1554.5	2.6E-08	1.6E-08	1.3E-08	1.4E-08	1.9E-08	1.9E-08	
Cs-135	86	100	170	9000						90	8.4E+08	β-	100	Ba-135	-		0.0	75.7	0.0	3.1E-09	2.3E-09	1.7E-09	1.7E-09	2.0E-09	2.0E-09	
Cs-136	87	100	171	40000				33		400	1.3E+01	β-	100	Ba-136	-		0.0	105.5	2162.2	1.5E-08	9.5E-09	6.1E-09	4.4E-09	3.4E-09	3.0E-09	
Cs-137	88	10	172	2000	36	1000/1000	22	34		200	1.1E+04	β-	100	Ba-137	-	Ba-137m[2.6m]	0.0	187.1	565.5	1.1E-08	1.2E-08	9.6E-09	1.0E-08	1.3E-08	1.3E-08	
Ba-131	89	1000	173	100000																						

核種	WHO飲料水GL		GSG-2 OIL6		CODEX—般規格		日本 OIL6	参考資料	SGS-2 OIL6/WHO	半減期 (日)	壊変形式 %	生成核種	生成核種の放射性壊変形式	放射平衡核種 (割合) [%半減期]	100崩壊あたりの放射線タイプの別の総エネルギー[keV]			預託実効線量係数 Sv/Bq									
	Bq/kg		Bq/kg		Bq/kg										α	β	γ & X	乳児	1歳	5歳	10歳	15歳	成人				
Eu-154	102									4.9E+03	β-	27.9	Gd-152	α 100 %				0.0	83.1	259.9	6.6E-08	7.4E-09	4.1E-09	2.6E-09	1.7E-09	1.4E-09	
Eu-155	103	100	205	2000						3.1E+03	β-	99.98	Gd-154	-				0.0	221.3	1243.1	5.5E-08	1.2E-08	6.5E-09	4.1E-09	2.9E-09	2.0E-09	
Gd-153	104	1000	206	10000						1.7E+03	β-	100	Gd-155	-				0.0	46.9	61.3	2.3E-09	2.2E-09	1.1E-09	6.8E-10	4.0E-10	3.2E-10	
Tb-160	105	1000	210	20000						2.4E+02	ec	100	Eu-153	-				0.0	0.0	105.2	1.9E-09	1.8E-09	9.4E-10	5.8E-10	3.4E-10	2.7E-10	
Er-169	106	100	214	7000						7.2E+01	β-	100	Dy-160	-				0.0	210.3	1126.6	9.6E-08	1.0E-08	5.4E-09	3.3E-09	2.0E-09	1.6E-09	
Tm-171	107	1000	220	200000						9.4E+00	β-	100	Tm-169	-				0.0	99.8	0.1	2.4E-09	2.8E-09	1.4E-09	8.2E-10	4.7E-10	3.7E-10	
Yb-175	108	1000	224	30000						7.0E+02	β-	100	Yb-171	-				0.0	24.8	0.6	1.5E-09	7.8E-10	3.9E-10	2.3E-10	1.3E-10	1.1E-10	
Ta-182	109	1000	226	400000						4.2E+00	β-	100	Lu-175	-				0.0	112.7	79.9	2.0E-09	3.2E-09	1.6E-09	9.5E-10	5.4E-10	4.4E-10	
W-181	110	100	238	5000						1.1E+02	β-	100	W-182	-				0.0	127.8	1306.1	1.4E-08	9.4E-09	5.0E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.5E-09	
W-185	111	1000	240	100000						1.2E+02	ec	100	Ta-181	-				0.0	0.0	40.3	1.3E-10	4.7E-10	2.5E-10	1.6E-10	9.5E-11	7.6E-11	
Re-186	112	1000	241	20000						7.5E+01	β-	100	Re-185	-				0.0	126.9	0.1	6.4E-09	3.3E-09	1.6E-09	9.7E-10	5.5E-10	4.4E-10	
Os-185	113	100	246	100000						3.7E+00	ec	92.5	Os-186	α 100 %				0.0	321.0	16.6	1.9E-08	1.1E-08	5.5E-09	3.0E-09	1.9E-09	1.5E-09	
Os-191	114	100	250	20000						9.4E+01	ec	100	Re-185	-				0.0	0.0	4.5	1.9E-08	1.1E-08	5.5E-09	3.0E-09	1.9E-09	1.5E-09	
Os-191	115	100	251	80000						1.5E+01	β-	100	Ir-191	-				0.0	0.0	689.2	1.8E-09	2.6E-09	1.5E-09	9.8E-10	6.5E-10	5.1E-10	
Os-193	116	100	253	700000						1.2E+00	β-	100	Ir-193	-				0.0	354.1	64.6	4.3E-09	6.0E-09	3.0E-09	1.8E-09	1.0E-09	8.1E-10	
Ir-190	117	100	256	60000						1.2E+01	ec β+	100	Os-190	-				0.0	0.0	170.2	785.1	1.3E-08	8.7E-09	4.6E-09	2.8E-09	1.7E-09	1.4E-09
Ir-192	118	100	257	8000	38	1000/1000				7.4E+01	β-	95.2	Pt-192	-				0.0	0.0	32.1	1.3E-08	8.7E-09	4.6E-09	2.8E-09	1.7E-09	1.4E-09	
Pt-191	118									7.4E+01	ec	4.8	Os-192	-				0.0	0.0	32.1	1.3E-08	8.7E-09	4.6E-09	2.8E-09	1.7E-09	1.4E-09	
Pt-191	119	1000	260	900000						2.8E+00	ec	100	Ir-191	-				0.0	0.0	321.3	1.1E-09	2.1E-09	1.1E-09	6.9E-10	4.2E-10	3.4E-10	
Pt-193m	120	1000	262	300000						4.3E+00	IT	100	Pt-193	ec 100 %				0.0	0.0	42.9	4.2E-09	3.4E-09	1.7E-09	9.9E-10	5.6E-10	4.5E-10	
Au-198	121	100	269	300000						2.7E+00	β-	100	Hg-198	-				0.0	312.5	403.4	5.0E-08	7.2E-09	3.7E-09	2.2E-09	1.3E-09	1.0E-09	
Au-199	122	1000	270	500000						3.1E+00	β-	100	Hg-199	-				0.0	82.3	95.2	2.5E-09	3.1E-09	1.6E-09	9.5E-10	5.5E-10	4.4E-10	
Hg-197	123	1000	274	1000000						2.7E+00	ec	100	Au-197	-				0.0	0.0	99.2	6.5E-09	1.6E-09	8.3E-10	5.0E-10	2.9E-10	2.3E-10	
Hg-203	124	100	276	10000						4.7E+01	β-	100	Tl-203	-				0.0	57.9	237.9	1.5E-08	1.1E-08	5.7E-09	3.6E-09	2.3E-09	1.9E-09	
Tl-200	125	1000	277	5000000						1.1E+00	ec β+	100	Hg-200	-				0.0	0.0	79.2	5.4E-10	5.5E-10	2.9E-10	1.8E-10	1.2E-10	9.5E-11	
Tl-201	126	1000	278	3000000						3.0E+00	ec	100	Hg-201	-				0.0	0.0	79.2	5.4E-10	5.5E-10	2.9E-10	1.8E-10	1.2E-10	9.5E-11	
Tl-202	127	1000	279	2000000						1.2E+01	ec β+	100	Hg-202	-				0.0	0.0	79.2	2.9E-09	2.1E-09	1.2E-09	7.9E-10	5.4E-10	4.5E-10	
Tl-204	128	100	280	3000						1.4E+03	β-	97.1	Pb-204	-				0.0	236.9	0.2	7.3E-08	8.5E-09	4.2E-09	2.5E-09	1.5E-09	1.2E-09	
Pb-203	128									1.4E+03	ec β+	2.9	Hg-204	-				0.0	0.0	313.6	7.3E-08	8.5E-09	4.2E-09	2.5E-09	1.5E-09	1.2E-09	
Pb-203	129	1000	283	2000000						2.2E+00	ec	100	Tl-203	-				0.0	0.0	313.6	5.6E-09	1.3E-09	6.8E-10	4.3E-10	2.7E-10	2.4E-10	
Pb-210	130	0.1	285	2						8.1E+03	β-	100	Bi-210	β - 100 %	Bi-210, Po-210			0.0	6.1	4.4	2.4E-06	3.6E-06	2.2E-06	1.9E-06	1.9E-06	6.9E-07	
Bi-206	131	100	288	80000						6.2E+00	ec β+	100	Pb-206	-				0.0	0.0	4.4	2.4E-06	3.6E-06	2.2E-06	1.9E-06	1.9E-06	6.9E-07	
Bi-207	132	100	289	3000						1.2E+04	ec β+	100	Pb-207	-				0.0	0.0	4.4	2.4E-06	3.6E-06	2.2E-06	1.9E-06	1.9E-06	6.9E-07	
Bi-210	133	100	290	100000						5.0E+00	β-	100	Po-210	α 100 %				0.0	389.0	0.5	4.5E-08	9.7E-09	4.8E-09	2.9E-09	1.6E-09	1.3E-09	
Po-210	134	0.1	293	5						1.4E+02	α	100	Pb-206	-				0.0	0.0	5304.4	5.6E-05	8.8E-06	4.4E-06	2.6E-06	1.6E-06	1.2E-06	
Ra-223	135	1	295	400						1.1E+01	α	100	Rn-219	α 100 %	Rn-219, Po-215, Pb-211, Bi-211, Tl-207			5665.3	0.0	136.4	3.3E-06	1.1E-06	5.7E-07	4.5E-07	3.7E-07	1.0E-07	
Ra-224	136	1	296	2000						3.6E+00	α	100	Rn-220	α 100 %	Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.65)			5673.2	0.0	10.4	2.7E-06	6.6E-07	3.5E-07	2.6E-07	2.0E-07	6.5E-08	
Ra-225	137	1	297	200						1.5E+01	β-	99.974	Ac-225	α 100 %	Ac-225 (3.0), Fr-221 (3.0), At-217 (3.0), Bi-213 (3.0), Po-213 (2.9), Pb-209 (2.9), Tl-209 (0.067), Pb-209 (0.067)				2.1E-06	1.2E-06	6.1E-07	5.0E-07	4.4E-07	9.9E-08			
Ra-226	138	1	298	20						5.8E+05	α	100	Rn-222	α 100 %	Rn-222, Po-218, Pb-214, Bi-214, Po-214			4773.4	0.0	7.5	5.7E-06	9.6E-07	6.2E-07	8.0E-07	1.5E-06	2.8E-07	
Ra-228	139	0.1	299	3						2.1E+03	β-	100	Ac-228	β - 100 %				0.0	7.2	0.3	3.0E-05	5.7E-06	3.4E-06	3.9E-06	5.3E-06	6.9E-07	
Th-227	140	10	303	90						1.9E+01	α	100	Ra-223	α 100 %	Ra-223 (2.6), Rn-219 (2.6), Po-215 (2.6), Bi-211 (2.6), Tl-207 (2.6)			5901.1	0.0	119.7	1.0E-07	7.0E-08	3.6E-08	2.3E-08	1.5E-08	8.8E-09	
Th-228	141	1	304	20						7.0E+02	α	100	Ra-224	α 100 %	Ra-224, Rn-220, Po-216, Pb-212, Bi-212, Tl-208 (0.36), Po-212 (0.64)			5403.5	0.0	3.0	3.7E-06	3.7E-07	2.2E-07	1.4E-07	9.4E-08	7.2E-08	

核種	WHO飲料水GL		GSG-2 OIL6		CODEX一般規格		日本OIL6	参考資料	SGS-2 OIL6/WHO	半減期 (日)	壊変形式 %	生成核種	生成核種の放射線・壊変形式	放射平衡核種 (割合%) [半減期]	100崩壊あたりの放射線タイプ別の総エネルギー[keV]			預託実効線量係数 Sv/Bq						
	Bq/kg		Bq/kg		Bq/kg										α	β	γ & X	乳児	1歳	5歳	10歳	15歳	成人	
Th-229	142	0.1	305	8					80	2.9E+06	α	100	Ra-225	β - 100 %	Ra-225, Ac-225, Fr-221, At-217, Bi-213, Po-213 (0.98), Pb-209 (0.98), ²¹¹ Pb-209 (0.02), Pb-209 (0.02)	4919.5	0.0	93.6	2.1E-05	1.0E-06	7.8E-07	6.2E-07	5.3E-07	4.9E-07
Th-230	143	1	306	50					50	2.8E+07	α	100	Ra-226	α 100 %		4664.1	0.0	1.3	4.1E-06	4.1E-07	3.1E-07	2.4E-07	2.2E-07	2.1E-07
Th-231	144	1000	307	2000000					2000	1.1E+00	β -	100	Pa-231	α 100 %		0.0	77.9	22.9	7.9E-09	2.5E-09	1.2E-09	7.4E-10	4.2E-10	3.4E-10
Th-232	145	1	308	4					4	5.1E+12	α	100	Ra-228	β - 100 %		3996.8	0.0	1.1	1.6E-06	4.5E-07	3.5E-07	2.9E-07	2.5E-07	2.3E-07
Th-234	146	100	309	8000					80	2.4E+01	β -	100	Pa-234	β - 100 %	Pa-234m	0.0	47.8	7.5	6.0E-08	2.5E-08	1.3E-08	7.4E-09	4.2E-09	3.4E-09
Pa-230	147	100	310	50000					500	1.7E+01	ec β +	92.2	Th-230	α 100 %		0.0			4.6E-08	5.7E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.1E-09	9.2E-10
	147									1.7E+01	β -	7.8	U-230	α 100 %		0.0	11.4	1.1	4.6E-08	5.7E-09	3.1E-09	1.9E-09	1.1E-09	9.2E-10
Pa-231	148	0.1	311	20					200	1.2E+07	α	100	Ac-227	β - 98.62 % α 1.38 %					1.3E-05	1.3E-06	1.1E-06	9.2E-07	8.0E-07	7.1E-07
Pa-233	149	100	312	30000					300	2.7E+01	β -	100	U-233	α 100 %		0.0	66.5	218.7	1.7E-09	6.2E-09	3.2E-09	1.9E-09	1.1E-09	8.7E-10
U-230	150	1	313	800					800	2.0E+01	α	100	Th-226	α 100 %	Th-226, Ra-222, Rn-218, Po-214	5867.4	0.0	2.5	9.9E-07	3.0E-07	1.5E-07	1.0E-07	6.6E-08	5.6E-08
U-231	151	1000							0	4.2E+00	ec	99.996	Pa-231	α 100 %		0.0	84.8	5.1E-09	2.0E-09	1.0E-09	6.1E-10	3.6E-10	2.8E-10	
U-232	152	1	314	20					20	2.5E+04	α	100	Th-228	α 100 %		5302.0	0.0	1.7	7.5E-06	8.2E-07	5.8E-07	5.7E-07	6.4E-07	3.3E-07
U-233	153	1	315	100					100	5.8E+07	α	100	Th-229	α 100 %		4805.8	0.0	0.9	1.8E-07	1.4E-07	9.2E-08	7.8E-08	7.8E-08	5.1E-08
U-234	154	1	316	200					200	9.0E+07	α	100	Th-230	α 100 %		4759.4	0.0	1.4	1.7E-07	1.3E-07	8.8E-08	7.4E-08	7.4E-08	4.9E-08
U-235	155	1	317	200	25	1000/1000	31		200	2.6E+11	α	100	Th-231	β - 100 %	Th-231	4463.9	0.0	175.2	1.5E-07	1.3E-07	8.5E-08	7.1E-08	7.0E-08	4.7E-08
U-236	156	1	318	200					200	8.6E+09	α	100	Th-232	α 100 %		4474.3	0.0	1.2	1.5E-07	1.3E-07	8.4E-08	7.0E-08	7.0E-08	4.7E-08
U-237	157	100							0	6.8E+00	β -	100	Np-237	α 100 %		0.0	67.9	139.2	1.3E-09	5.4E-09	2.8E-09	1.6E-09	9.5E-10	7.6E-10
U-238	158	10	319	100					10	1.6E+12	α	100	Th-234	β - 100 %	Th-234, Pa-234m	4187.1	0.0	1.0	1.4E-07	1.2E-07	8.0E-08	6.8E-08	6.7E-08	4.5E-08
Np-237	159	1	323	90					90	7.8E+08	α	100	Pa-233	β - 100 %	Pa-233	4788.9	0.0	31.3	2.0E-06	2.1E-07	1.4E-07	1.1E-07	1.1E-07	1.1E-07
Np-239	160	100	324	400000				72	4000	2.4E+00	β -	100	Pu-239	α 100 %		0.0	147.7	169.8	8.9E-09	5.7E-09	2.9E-09	1.7E-09	1.0E-09	8.0E-10
Pu-236	161	1	325	100					100	1.0E+03	α	100	U-232	α 100 %		5760.4	0.0	1.6	2.1E-06	2.2E-07	1.4E-07	1.0E-07	8.5E-08	7.8E-08
Pu-237	162	1000	326	200000					200	4.6E+01	ec	99.996	Np-237	α 100 %		0.0	0.0	53.1	4.1E-09	6.9E-10	3.6E-10	2.2E-10	1.3E-10	1.0E-10
Pu-238	163	1	327	50	11	1/10	41	73	50	3.2E+04	α	100	U-234	α 100 %		5486.4	0.0	1.4	5.0E-06	4.0E-07	3.1E-07	2.4E-07	2.2E-07	2.3E-07
Pu-239	164	1	328	50	12	1/10	42	74	50	8.8E+06	α	100	U-235	α 100 %		5150.9	0.0	0.7	5.2E-06	4.2E-07	3.3E-07	2.7E-07	2.4E-07	2.5E-07
Pu-240	165	1	329	50	13	1/10	43	75	50	2.4E+06	α	100	U-236	α 100 %		5155.2	0.0	1.3	5.2E-06	4.2E-07	3.3E-07	2.7E-07	2.4E-07	2.5E-07
Pu-241	166	10	330	4000				76	400	5.2E+03	β -	99.998	Am-241	α 100 %		0.0	5.2	0.0	8.6E-08	5.7E-09	5.5E-09	5.1E-09	4.8E-09	4.8E-09
Pu-242	167	1	331	50				44	50	1.4E+08	α	100	U-238	α 100 %		4888.6	0.0	1.2	5.0E-06	4.0E-07	3.2E-07	2.6E-07	2.3E-07	2.4E-07
Pu-244	168	1	332	50					50	3.0E+10	α	99.88	U-240	β - 100 %	U-240, Np-240m	4575.1	0.0	0.8	5.0E-06	4.1E-07	3.2E-07	2.6E-07	2.3E-07	2.4E-07
Am-241	169	1	333	50	14	1/10	45	77	50	1.6E+05	α	100	Np-237	α 100 %		5490.0	0.0	27.2	4.7E-06	3.7E-07	2.7E-07	2.2E-07	2.0E-07	2.0E-07
Am-242	170	1000							0	6.7E-01	β -	82.7	Cm-242	α 100 %		0.0	159.1	2.8	6.0E-09	2.2E-09	1.1E-09	6.4E-10	3.7E-10	3.0E-10
Am-242	170									6.7E-01	ec	17.3	Pu-242	α 100 %		0.0	0.0	14.5	6.0E-09	2.2E-09	1.1E-09	6.4E-10	3.7E-10	3.0E-10
Am-242m	171	1	334	50					50	5.2E+04	IT	99.6	Am-242	β - 82.7 % ec 17.3 %	Am-242, Cm-242 (0.83)	5271.3			4.1E-06	3.0E-07	2.3E-07	2.0E-07	1.9E-07	1.9E-07
Am-243	172	1	335	50					50	2.7E+06	α	100	Np-239	β - 100 %	Np-239	5271.3	0.0	56.6	4.6E-06	3.7E-07	2.7E-07	2.2E-07	2.0E-07	2.0E-07
Cm-242	173	10	340	500			46	78	50	1.6E+02	α	100	Pu-238	α 100 %		6103.9	0.0	1.4	1.9E-07	7.6E-08	3.9E-08	2.4E-08	1.5E-08	1.2E-08
Cm-243	174	1	341	60				47	60	1.1E+04	α	99.7	Pu-239	α 100 %		5830.9	0.0	124.8	2.2E-06	3.3E-07	2.2E-07	1.6E-07	1.4E-07	1.5E-07
Cm-244	175	1	342	70				79	70	6.6E+03	α	100	Pu-240	α 100 %		5796.4	0.0	1.3	2.9E-06	2.9E-07	1.9E-07	1.4E-07	1.2E-07	1.2E-07
Cm-245	176	1	343	50					50	3.1E+06	α	100	Pu-241	β - 99.998 %		5386.4	0.0	97.4	4.7E-06	3.7E-07	2.8E-07	2.3E-07	2.1E-07	2.1E-07
Cm-246	177	1	344	50					50	1.7E+06	α	99.97	Pu-242	α 100 %		5377.4	0.0	0.0	4.7E-06	3.7E-07	2.8E-07	2.2E-07	2.1E-07	2.1E-07
Cm-247	178	1	345	60					60	5.7E+09	α	100	Pu-243	β - 100 %		4948.7	0.0	313.4	4.4E-06	3.5E-07	2.6E-07	2.1E-07	1.9E-07	1.9E-07
Cm-248	179	0.1	346	10					100	1.3E+08	α	91.6	Pu-244	α 99.8 %		4645.1	0.0	0.0	1.4E-05	1.4E-06	1.0E-06	8.4E-07	7.7E-07	7.7E-07
Bk-249	180	100	348	10000					100	3.3E+02	β -	99.999	Cf-249	α 100 %		0.0	32.4	0.0	1.2E-08	2.9E-09	1.9E-09	1.4E-09	1.1E-09	9.7E-10
Cf-246	181	100							0	1.5E+00	α	100	Cm-242	α 100 %		6745.6	0.0	1.0	4.0E-08	2.4E-08	1.2E-08	7.3E-09	4.1E-09	3.3E-09
Cf-248	182	10	349	200					20	3.3E+02	α	99.997	Cm-244	α 100 %		6249.2	0.0	1.2	5.5E-06	1.6E-07	9.9E-08	6.0E-08	3.3E-08	2.8E-08
Cf-249	183	1	350	20					20	1.3E+05	α	100	Cm-245	α 100 %		5819.7	0.0	326.6	5.0E-06	8.7E-07	6.4E-07	4.7E-07	3.8E-07	3.5E-07
Cf-250	184	1	351	40					40	4.8E+03	α	99.92	Cm-246	α 99.97 %		6021.3	0.0	0.0	1.7E-06	5.5E-07	3.7E-07	2.3E-07	1.7E-07	1.6E-07
Cf-251	185	1	352	20					20	3.3E+05	α	= 100	Cm-247	α 100 %		5786.4	0.0	109.0	2.1E-06	8.8E-07	6.5E-07	4.7E-07	3.9E-07	3.6E-07
Cf-252	186	1	353	40					40	9.7E+02	α	96.9	Cm-248	α 91.6 %		5884.0	0.0	0.0	2.0E-06	5.1E-07	3.2E-07	1.9E-07	1.0E-07	9.0E-08
Cf-253	187	100	354	30000					300	1.8E+01	β -	99.7	Es-253	α 100 %		0.0	72.0	0.0	1.0E-07	1.1E-0				

核種	WHO飲料水GL		GSG-2 OIL6		CODEX一般規格		日本OIL6	参考資料	SGS-2 OIL6/WHO		半減期 (日)	壊変形式 %	生成核種	生成核種の放射性・壊変形式 (割合%) [半減期]	放射平衡核種の総エネルギー [半減期]	100崩壊あたりの放射線タイプの総エネルギー [keV]			預託実効線量係数 Sv/Bq							
	Bq/kg		Bq/kg		Bq/kg				α	β						γ & X	乳児	1歳	5歳	10歳	15歳	成人				
<i>Kr-85</i>								1			3.9E+03	β-	100 Rb-85	-		0.0	250.7	2.4								
<i>Kr-85m</i>								2			1.9E-01	β-	78.8 Rb-85	-		0.0	228.7	114.7								
											1.9E-01	IT	21.2 Kr-85	β-100%		0.0	0.0	43.3								
<i>Kr-87</i>								3			5.3E-02	β-	100 Rb-87	β-100%		0.0	1330.9	793.0								
<i>Kr-88</i>								4			1.2E-01	β-	100 Rb-88	β-100%		0.0	365.3	1950.5								
<i>Xe-133</i>								5			5.2E+00	β-	100 Cs-133	-		0.0	100.2	45.9								
<i>Xe-135</i>								6			3.8E-01	β-	100 Cs-135	β-100%		0.0	304.7	248.5								
I-132		161	20000000				12	12			9.6E-02	β-	100 Xe-132	-		0.0	485.7	2256.3	2.0E-09	2.4E-09	1.3E-09	6.2E-10	4.1E-10	2.9E-10		
I-133		162	100000				13	13			8.7E-01	β-	100 Xe-133	β-100%		0.0	405.0	613.2	3.9E-08	4.4E-08	2.3E-08	1.0E-08	6.8E-09	4.3E-09		
I-134		163	200000000				14	14			3.6E-02	β-	100 Xe-134	-		0.0	626.3	2532.2	1.1E-09	7.5E-10	3.9E-10	2.1E-10	1.4E-10	1.1E-10		
I-135		164	2000000				15	15			2.7E-01	β-	100 Xe-135	β-100%		0.0	336.2	1578.4	3.0E-08	8.9E-09	4.7E-09	2.2E-09	1.4E-09	9.3E-10		
Sb-127								21			3.9E+00	β-	100 Te-127	β-100%		0.0	308.7	692.4	8.7E-08	1.2E-08	5.9E-09	3.6E-09	2.1E-09	1.7E-09		
Sb-129								22			1.8E-01	β-	100 Te-129	β-100%		0.0	278.2	1536.8	2.3E-09	2.8E-09	1.5E-09	8.8E-10	5.3E-10	4.2E-10		
Sr-91		81	3000000					43			4.0E-01	β-	100 Y-91	β-100%		0.0	643.5	708.4	4.2E-09	4.0E-09	2.1E-09	1.2E-09	7.4E-10	6.5E-10		
Tc-99m		107	200000000					54			2.5E-01	IT	99.996 Tc-99	β-100%		0.0	0.0	126.5	3.0E-10	1.3E-10	7.2E-11	4.3E-11	2.8E-11	2.2E-11		
Ru-105		110	20000000					56			1.9E-01	β-	100 Rh-105	β-100%		0.0	410.6	748.3	1.7E-09	1.8E-09	9.1E-10	5.5E-10	3.3E-10	2.6E-10		
Zr-97		93	500000					64			7.0E-01	β-	100 Nb-97	β-100%	Nb-97m (0.95), Nb-97	0.0	704.9	852.6	4.2E-08	1.4E-08	7.3E-09	4.4E-09	2.6E-09	2.1E-09		

- *1 希ガスを橙・斜体で記した。
- *2 WHO 飲料水 GL 記載核種を元素番号順に番号付けした。
- *3 GSG-2 OIL6 記載核種を元素番号順に番号付けした。
- *4 CODEX 一般規格記載核種をグループごとに番号付けし、乳児用食品 (A) と乳児用食品以外の食品 (B) の GL の値を A/B として記載した。
- *5 原子力災害対策指針の OIL6 記載核種を示す。
- *6 参考文献 5) 記載核種を示す。
- *7 GSG-2 の OIL6 と WHO 飲料水 GL の放射能濃度比
- *8 半減期の単位は日とし、1 日未満を黄色・斜体で、1000 年以上を緑・斜体で示した。
- *9 壊変形式は、α : α壊変、β- : β-壊変、β+ : β+壊変、ec : 軌道電子捕獲、IT : 核異性体転移、SF : 自発核分裂 である。
- *10 1%未満は省略した。
- *11 生成核種に放射性がない場合は“-”、放射性がある場合は壊変形式とその割合 (%) を記載した。1%未満は省略した。
- *12 SGS-2 OIL6 において評価対象核種に放射平衡核種がある場合は、その子孫核種を記した。丸カッコ内は存在割合 (1 は省略) であり、角カッコ内はその核種の半減期を示す。
- *13 評価対象親核種の 100 壊変あたりの放射線タイプ別の総エネルギー (keV) を、α線、β線、及びγ線+X線について記載した。
- *14 経口摂取における預託実効線量係数は、ICRP Publication 119 及び ICRP Publication 60 より転載した。

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍 なし

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
T.Yamada, K.Soga, M.Hachinohe and A.Hachisuka	Performance evaluation of the equipment for measuring radioactivity in whole foodstuffs without destructive sample preparation developed after the Fukushima NPP accident.	Radiation Protection Dosimetry	184 (3-4)	355-358	2019
畝山智香子	食品安全のために全ての関係者に必要な情報	畜産コンサルタント	54 (647)	34-37	2018
畝山智香子	全頭検査という神話	公研	666	14-15	2019
畝山智香子	安全な食品とは何かーリスクのものさしで考える	即席食品	355		2019

平成30年3月29日

平成30年度厚生労働行政推進調査事業
研究者 蜂須賀 暁子 殿

国立医薬品食品衛生研究所長 川西 徹



利益相反委員会における審査の結果について

貴殿よりご報告いただいた利益相反管理のための自己申告書の内容について、平成30年3月23日に開催された利益相反委員会において審査を行った結果を、下記のとおりお知らせいたします。

(事業名) 食品の安全確保推進研究事業
(課題名) 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

記

自己申告書に記載された内容又は平成30年度厚生労働行政推進調査事業の研究課題に関して、利益相反委員会から改善に向けた特段の措置等の意見は示されませんでした。

ただし、利益相反管理における一般的事項として、以下の点について、留意願います。

- 1) 厚生労働科学研究が企業や団体の意向によってその公正性・信頼性を損なうことなく進められていることが適切に説明できること。
- 2) 厚生労働科学研究の研究成果がどのように取りまとめられるのか、そのプロセスについて適切に説明できること。
- 3) 産学官連携活動による研究成果がどのような形で資金提供側に提供されるのか契約上明確になっているとともに、産学官連携活動として実施される官民共同研究以外の厚生労働科学研究とは明確に区別して研究が進められていることが適切に説明できること。

なお、研究者は、例えば圧力により研究成果の客観性をゆがめることがあってはならないことなどを定めた国立医薬品食品衛生研究所研究者倫理規準を遵守すべきであることを念のため申し添えます。

事務局：総務部業務課