

**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29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**

**国立医薬品食品衛生研究所**

**蜂須賀 暁子**

**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**

## 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. 食品中放射性物質の検査体制の評価手法の検討	
蜂須賀暁子	15
2. 食品中放射性物質濃度データ解析	
蜂須賀暁子	55
3. 食品中放射性物質等有害物質調査	
曾我 慶介	73
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	91
III. 研究成果の刊行に関する一覧表	129

# 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29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後、食品中の放射性物質検査が継続的に行われているが、効率的な検査を行うには試料選定等検査計画が重要である。本研究では、検査精度の重要因子である濃度分布の評価手法について、1) 非破壊式放射能測定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た、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測定結果との比較検討を行った。その結果、1) については測定装置1機種につき計数効率の空間分布は、ほぼ理論通りであることが確認された。2) については、キノコ、栗等約190検体を用いて非破壊試料と均質化試料の測定値を比較し、その結果、両者間で良好な相関が得られたが、非破壊測定では真度の低下傾向が示された。また、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。本結果により、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。

#### （2）食品中放射性物質濃度データ解析

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濃度データ51,615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0.39%であった。流通する食品の基準値超過率は0.06%で非常に低かったが、非流通品では0.54%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。山菜、きのこ、野生鳥獣肉、淡水魚は、複数の基準値超過が見られた食品分類であり、いずれも山林にその起源をもつことが特徴である。これらの食品が生育する山林では、事故により拡散した放射性セシウムがそのまま存在する状態が継続していると考えられる。現在有効に機能している、基準値を超える食品を流通させないための監視において、山菜、きのこ、野生鳥獣肉、淡水魚のような食品中放射性セシウムの検査をリスクの大きさに応じて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

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含まれている。そこで本研究では事故等により環境汚染を引き起こす放射性核種を中心に、今後新たに検討すべき核種等を探索することを目的に食品中放射性核種等について調査を行う。原子力災害について調べた結果、原発事故時の原子炉の温度・圧力の状態や燃料の種類によって放出核種の性質や種類が異なることや、また事故の時期によって食品への移行の度合いが異なるなどの特徴が見られた。また、近年の摂取量調査では天然放射性核種であるポロニウム 210 やカリウム 40 の内部被ばく線量が、福島原発事故等の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。特に、現在の日本の国民一人あたりのポロニウム 210 からの内部被ばくは年間 0.73 mSv と見積もられており、世界的に見ても高い値であった。しかし、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、その原因の一つに分析法が煩雑なことが挙げられた。ポロニウム 210 は純 $\alpha$ 線放出核種なため、適切な前処理が必要であるが、食品中ポロニウム 210 の公定法は存在せず、土壌などの環境試料用の方法が流用されている。そこで、本研究では食品に焦点をあて、より実用的なポロニウム 210 分析法の開発を目的に、半減期の長いポロニウム 209 を用いて分析条件の検討を行った。ポロニウムを金属板に沈着するステップにおいて、化学分離後ステンレス板電着法、直接ステンレス板電着法と銀板自然析出法の3種類の方法の利便性を検証した。様々な食品マトリクスに対し、各手法を適宜使い分けることで、時間と費用を抑えたポロニウム分析が可能なが示唆された。

### (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

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。平成 29 年度の検討においても、基準だけではなく食品安全の基本的知識が不足していることが指摘された。放射能についての知識が足りないために風評被害があると認識されている場合があるが、もともと食品安全に関する知識が不足あるいは偏っていることが背景にある。放射能の問題に限定せず、食品安全の基本であるリスクアナリシスの理解を広める必要がある。

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部长

## A. 研究目的

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

前年度までの研究では、事故以前は未経験であった食品中放射性物質検査に関し、測定の信頼性保証を含む効果的な監視体制について検討し、測定検査体制の整備に寄与したほか、流通品において

基準値超過が極めて稀であること、現行の検査体制が適切に機能していることを確認し、サンプリングの精度を濃度分布に基づき明らかにしたが、濃度分布の把握手法に関しては課題となっている。

そこで、本研究では、震災に起因する食品中の放射性物質等に関し、相互に関連する下記4課題について検討を行った。

### (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29年度は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、非破壊式放射能測定装置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变化、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。原子力災害は事例ごとに汚染状況が大きく異なる特徴を有することから、福島原発事故の汚染状況を比較評価し、今後の予測の基礎データとする。検討すべき核種等が特定された場合は、その分析法の開発を検討し、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

現在の流通食品が生産者並びに自治体側の出荷体制及び検査体制の努力により規制値超過率が極めて低く抑えられているにもかかわらず、依然として国内外の風評被害も存在し、被災地復興の障害となっていることから、消費者への効果的な食品検査及び食品安全性情報の発信の方法について検討し、施策の理解向上に役立てる。

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。

## 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、破砕等の前処理をしない非破壊式装置による測定とゲルマニウム半導体検出器（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29年4月から平成30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、食品分類別に集計し、放射性セシウムの検出率、濃度等を求めた。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。

集計は、公表されたデータから、始めに屠畜場における牛肉の検査データが主と思われる非流通食品の牛肉のデータを除いたものを対象とした。最後に除外した牛肉の検査データのみを解析した。

### (3) 食品中放射性物質等有害物質調査

#### 1) 文献調査

PubMed、Google Scholar といった文献検索エンジンを使用して関連する学術論文及び United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) など国連関連のレポートを調査した。

#### 2) ポロニウム分析

食品を11群に分類し、群ごとに混合・均一化した混合試料を用いた。食品認証試料として NIST-4358（海洋甲殻類）と NIST-4359（海藻）を、内部標準溶液とし

てポロニウム 209 (半減期: 102 年) 標準硝酸溶液を用いた。

食品試料は、生試料 50 g に内部標準物質ポロニウム 209 硝酸溶液を 0.04Bq 添加後、硝酸と過酸化水素水を用いて湿式分解し、塩酸で加熱濃縮した (ポロニウム塩化物フォーム)。

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 Sr/Spec Resin 50-100  $\mu\text{m}$  Cartridges-2 ml (Eichrom Technologies 社) により行った。

ポロニウム塩化物フォームの、ステンレス板 (寸 24.5 mm, 薄さ 1.0 mm, 陰極) への電着は、電解分析装置 ANA-2 (東京光電社) を用いて 1~3 時間通電し、銀板 (純度 99.99%, 寸 25.0 mm, 薄さ 1.0 mm) への自然析出では、90°C で 2~16 時間で行った。

ポロニウム電着/析出板を測定試料とし、450 mm<sup>2</sup> 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 160,000 秒間測定し、 $\pm$ 線スペクトロメトリーを行った。検出限界値は、ISO 11929-7 に基づき、試料量 50 g、計数効率 21%、ポロニウム回収率 75%、 $k=1.625$  として、0.004 Bq/kg と算出された。

各検討におけるポロニウム回収率は標準硝酸溶液ポロニウム 209 により評価した。

#### (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。対象にしたのは大学生や食品企業の社員、消費者団体関係者等で、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線への不安やリスク受容の程度が変わる場合もある、ことを踏まえて、食品リスクを全体的に提示する内容である。放射線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ない。平成 29 年度に最も要望が多く関心が高かった話題は「健康食品」であり、放射能への関心は基本的に薄い。

### C. 結果・考察

#### (1) 食品中放射性物質の検査体制の評価手法の検討

##### 1) 非破壊式装置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。実験に用いた非破壊式装置の検出器直上の測定室面における検出効率は、直行する横軸において、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。検出効率の横軸方向への変化は、高さが高くなるに従い、各高さにおける原点の効率に対して変化が緩やかになり、その比は高さが大きくなると一定値に近づく。このことは、放射能測定の上で、試料の形状の違いの影響が少なくなることを意味する一方で、検出効率の絶対値は検出器からの距離が離れることで低くなるため、実用には試料一検出器の幾何学的条件を最適化する必要があることを示す。

実際の試料は体積状であることが想定されるため、測定により得られた各点の検出効率分布から、面状及び体積状の試料を想定した検出効率について検討した。点状線源で得た検出効率の、半径方向への積分値として得られる面線源に対する検出効率の線源径に対する変化は、点状線源より緩やかとなる。また、各大きさでの面線源に対する効率は測定室底面からの高さが増すにつれ一定値に収束する。さらに、円柱体積状の試料に対する検出効率は、この面状線源に対する効率を高さ方向に積分することにより得られ、円柱で考えた場合、検出効率は底面積と高さに依存する関数で表される。即ち、例えば底面積を決定できるような容器に試料を詰める場合には、試料によるγ線の自己吸収を別途考慮する必要があるものの、試料の充填高さから検出効率を求めることが出来、米、豆といった粒状物質などでは、このような関数から比較的正確に検出効率を得ることができる。ただし、想定する形状と実際の形状の誤差から生じる検出効率の誤差を出来るだけ小

さくする必要がある。本検討の結果より、誤差を小さくするためには、底面積を広くとった場合の充填高さによる検出効率の変化は、底面積が狭い場合よりも緩やかで、有利であることがわかる。また、試料の嵩が少なく、充填高さが低い場合には、大きな誤差を生みやすく注意が必要である。

## 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

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、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性があることが推定される。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、個々のデータの特徴を見ると、例えば非破壊式装置による栗の測定結果では、3 回測定のばらつきは、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 51,615 であり、その内 35,488 が流通前の段階で収集された食品（非流通品）、16,127 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 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 以上の場合を検出とした。このように計算したときの検出試料数は 1,396、検出率は 2.7%となった。非流通品の検出率は 3.8%、流通品の検出率は 0.40%であった。

基準値を超過した試料数は 200 であり、全試料中の基準値超過試料の割合は 0.39%、非流通品においては 0.54%、流通品では 0.06%であった。

### 食品分類

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、海藻、牛乳、乳児用食品、加工食品、飲料水とした。非流通品で検出率が高い食品分類は、野生鳥獣肉（28%）、山菜（8.5%）、きのこ（8.2%）であった。流通品では、きのこ（7.3%）、山菜（6.4%）、野生鳥獣肉（2.6%）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 0.06%、0.38%、1.0%、7.7%、0.07%であった。流通品で基準値を超過した食品分類はきのこ、山菜で、超過率はそれ

ぞれ 0.75%、1.5%であった。

## 産地

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 56 件であり、そのうち福島県産が 51 件 (91%) であった。基準値超過は 5 件でいずれも福島県産であった。なお、基準値超過 5 件のうちの 4 件が干し柿・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。非流通品は 14 県で検出され、そのうち 8 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く 8 県であり、基準値超過は 3 県であった。山菜及び野生鳥獣肉は、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る。

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、野生鳥獣肉が主であった。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野生鳥獣肉、淡水魚、きのこ、

山菜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 254,975 件であり、平成 29 年度に報告された検査の 83%にあたる。検査の結果、25 Bq を超えた件数は 9 件、検出率は 0.004%、最大値は 45 Bq/kg となっており、基準値を超過したものはなかった。

## (3) 食品中放射性物質等有害物質調査

### 1) 文献調査

#### 過去の原子力施設事故と福島第一原発事故の比較

UNSCEAR 報告書 (2008) によれば、福島第一原発事故以前の、重大な被害をもたらした原子力施設事故は 7 件あった。中でもチェルノブイリ原発事故が重篤な被害をもたらした。そこで、2011 年の福島第一原発事故とチェルノブイリ原発事

故によって放出された放射性核種を比較した。

全体的にみると、福島第一原発事故で飛散した放射性核種の放射能は、チェルノブイリ原発事故の 1/10 程度であった。核種の性質ごとに見てみると、希ガスの放出量は福島第一原発事故の方が多く、揮発性元素はチェルノブイリ原発事故の方が同程度から 10 倍以上多かった。福島第一原発事故では非揮発性核種の放出量は少なく、対して、チェルノブイリ原発事故では半揮発性・難揮発性物質も多く放出しており、100 km 離れた地域までそれらを沈着させた。この原因として、福島第一原発では、地震により緊急停止措置が取られ、環境放出時に臨界状態にはなく、多くの非揮発性核種が環境中に飛散しなかったと考察されている。原子炉施設事故による放射性核種の放出パターンは、事故時の温度、圧力などの状況に影響される。また、セシウム 134/セシウム 137 の比率は、福島第一原発事故の際は約 1 であったが、チェルノブイリ原発事故では約 0.5 であった。これは原子炉の形式とその燃料の違いによるとされる。

福島第一原発事故では核分裂により生じた希ガス・揮発性物質である放射性キセノン、ヨウ素、セシウム、テルルが主に環境中に放出され、次いで揮発性の低い放射性ストロンチウム、プルトニウムなどが放出されている。UNSCEAR の委員会では、キセノンは放出量が多いものの、半減期および化学的性質から放射線影響の点では無視できるとしている。半減期が一年未満と短い放射性ヨウ素、テ

ルル等は現在の食品放射性物質の基準値に含まれていないが、減衰が速いため、食品に残留することによる長期的影響は少ないとされる。大気と陸域環境において、地表に沈着したストロンチウムのレベルは、セシウムのそれより大幅に低いいため、UNSCEAR の委員会は評価に含めていない。また、地表に沈着したプルトニウムのレベルは非常に低く、ほとんどが検出限界以下であった。

日本では平成 24 年 4 月に、半減期が一年以上の 8 核種からの被ばくが年間 1mSv 以下になるように、食品中放射性セシウム（セシウム 134 および 137）の基準値が設定された。放射性セシウム以外の 6 核種はほとんど検出されないことから、食品中放射性セシウム濃度によって原発事故により飛散した放射性物質の食品からの影響を評価することが可能である。福島原発事故以後のセシウムの摂取量調査では、いずれの報告でもセシウムの影響は「1mSv/年」を大きく下回っており、2012 年でも 0.1 mSv/年以下であったことから、食品検査に基づく出荷制限等の流通規制の施策が効果的に機能していることが裏付けられていると考えられた。

#### 天然放射性核種の調査

天然放射性核種のデータに着目すると、ポロニウム 210 による内部被ばくは、UNSCEAR の公表する世界平均の年間実効線量は 0.07 mSv であるが、日本の平均は 0.73 mSv、0.15-0.81 mSv と見積もられ、被ばく寄与の大きい核種であることが示唆された。一方、カリウム 40 は UNSCEAR によると世界平均では 0.17

mSv、国内では0.1~0.2 mSvと推定され、地域差は見られなかった。ポロニウム210は最も毒性の高い放射性核種の1つと考えられており、国際放射線防護委員会(ICRP)による経口摂取による成人の実効線量係数は0.0012 mSv/Bqで、放射性セシウムより約100倍高い。食品中ポロニウム210濃度は食品種や地域によって大きく偏りが見られることから、摂取量推定のためには今後さらに多数の試料を用いた調査が必要と考えられる。

## 2) ポロニウム分析法の検討

ポロニウム210は、純±線放出核種であるため測定が困難であることから、本研究では実用的な食品中ポロニウム210分析法の検討を行った。

### ポロニウムの金属板への沈着法の検討

①ステンレス板にポロニウムを電着する方法(ステンレス板電着法)②銀板にポロニウムを自然析出させる方法(銀板自然析出法)の2種類の手法について標準硝酸溶液で検討した。その結果、ステンレス板電着法は銀板自然析出法よりも迅速でかつ金属板の価格コストが低く、有用と考えられた。

### 食品群別混合試料を用いた検討

各食品群別の混合試料を用いて、湿式分解、金属板へ沈着、±線測定の条件を検討した。湿式分解では、50g生試料の分解に要する時間を食品群別に調べると、米、果実、野菜類は短く、約2日間、長いもので14日間であった。

金属板へ沈着させる方法を、ポロニウム209の回収率で評価したところ、米、穀、菓子、果実、野菜、乳製品類は70%

以上、豆、魚、肉類は50-70%であった。一方、調味料類ではポロニウムを検出できず、これら電解質を多く含む試料の場合は、化学分離を行う必要性があった。

ポロニウム209の±線測定においては、半値幅は豆類を除いて許容範囲であったが、豆類は半値幅66.9~88.3 keV、1/10値幅127.0~187.4 keVと高値であったことから核種エネルギー別の解釈には注意が必要である。

### 認証試料を用いたポロニウム210分析法の評価

検討した3種の前処理法(①直接ステンレス板電着法、②化学分離後ステンレス板電着法、③銀板自然析出法)のNIST認証試料を用いた評価結果をまとめると、真度91-120%、併行精度10%以下となり、良好な真度と精度が得られた。一般的な食品では、主に直接ステンレス板電着法を使用し、場合によってSrカラムを用いた化学分離を追加する手法または銀板自然析出法を行うことが食品の分析法として実用的と考えられる。

## (4) 消費者への食品検査及び安全性情報伝達方法に関する検討

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。

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。このことは大きな問題で、食品の安全を確保するためのしくみの基本があまり理解されていないことを示す。食品中に含まれる重金属や放射性物質のような汚染物質

に由来する健康リスクがある場合に、そのリスクを一定レベル以下にするための管理方法の一つが「基準値」を定めて検査し、それを超えるものが市場に出回らないようにする、ということである。しかしこれは数あるリスク管理方法のうちの一つの方法でしかなく、常に最良の方法でもない。もともとの汚染によるリスクが十分小さければ基準値を設定して定期的に検査してもリスクが下がる効果は得られないだろう。そういう場合の検査の目的は監視（モニタリング）になる。検査をして濃度の高いものを排除するよりリスクの高い特定のものへの注意喚起のほうが好ましい場合もある。例えば魚中のメチル水銀に関して、FDA はマグロなどの水銀濃度の高い魚に水銀基準を設定して高濃度のものを廃棄するという方法ではなく、妊婦や乳幼児向けに魚摂取に関する助言を提供する方法を選んでいる。これは仮に魚の水銀基準を 1ppm に設定してそれ以上のものを捨てたとしても、0.5 ppm の魚を多く食べれば摂取量が多くなってしまうために暴露量を削減する効果があまりなく、費用と水産資源の無駄を考えると良い方法ではないと判断されたためである。この管理方法は日本でも基本的には同様で、水銀濃度の高い魚に対しては妊婦向けに助言を提供することを主な対策としており、水揚げされたマグロの水銀を全て検査するというような方法はとられていない。現在の日本の食品中の放射性物質検出状況にあてはめると、野生のキノコや山菜、野生の獣（ジビエ）に注意喚起することに相当

するだろう。基準を設定して検査するのはリスクを下げるためである、という本来の目的をしっかりと周知させる必要があるだろう。

全体として食品の基準だけではなく食品安全の基本的知識が不足している。学生はともかく、食品企業で働く人たちの食品リスクに関する知識はもっと改善できるであろう。放射能についての知識が足りないために風評被害があると認識されている場合があるが、もともと食品安全に関する知識が不足あるいは偏っていて残留農薬や食品添加物などが常に必要以上に悪者扱いされていた（風評被害に遭っていた）のが現実である。1999年の所沢ダイオキシン騒動でも風評被害が問題になったが、解決されたというより忘れ去られただけである。食品を巡るこれまでの風評被害問題を解決できていないのに、放射能汚染の問題だけは解決できるはずはない。放射能の問題に限定せず、食品安全の基本であるリスクアナリシスの理解を広める必要がある。

#### D. 結論

##### （1）食品中放射性物質の検査体制の評価手法の検討

本研究では、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、装置が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。また、点状線源により得た検出効率プロファイ

ルにより、体積線源に対する効率について計算し、形状の変化や不均質の影響の軽減のためには、底面積を広くとり、試料高さを十分に確保することが有効であることがわかった。また、検出器直上付近では、検出効率の変化率が大きいため、検出器表面からある程度距離をとることが、検出効率そのものは低くなるものの、不均質の影響の低減には有効であることが分かった。2) の実験においては、キノコの測定による非破壊式装置の結果は Ge 検出器の結果と良好な相関関係があり、ほぼ一致した。一方で、非破壊式装置は、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。本結果により、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うという条件下においては、食品の汚染状況の大まかな把握などの目的には、非破壊式装置による測定も十分有効である可能性が示唆された。また、自主的なスクリーニング目的に活用できる可能性もあるものの、本研究結果でも過小評価の事例などが見られたように、測定の信頼性を高めるには、適用条件を測定器及び試料の特性等の把握により決定して運用されることが必要である。

## (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、食品中の放射性セシウム濃度データ

51,615 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。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

UNSCEAR の報告書および学術論文を参考に、特に大きな被害をもたらしたチェルノブイリ原発事故と福島原発事故の放出核種と汚染状況を比較調査した。事故時の原子炉の状態（温度や圧力など）や燃料の種類によって、放出核種の性質や種類が異なり、また事故の時期によって食品への移行が異なると考えられた。近年の食品の摂取量調査では、福島第一原発事故によって飛散した放射性核種よりも、天然放射性核種の内部被ばく寄与が一般的に大きいことが報告されていた。中でもポロニウム 210 からの寄与は大きいことが推定されるが、分析にコストがかかり、煩雑なため、食品分析結果が少ないのが現状であった。そこで、食品中ポロニウム分析法について、前処理を簡便化するための手法の検討を行った。その結果、化学分離を行わない直接ステンレス電着法によって、米、穀、菓子、果物、野菜、肉、魚、乳製品等の一般的な食品はポロニウムの分析が可能と考えら

れる。しかし、調味料類などミネラル分を多く含む食品では直接ステンレス電着法では分析が困難なため、Sr カラムなどの化学分離を行うか、または銀板直接自然析出法による試料調製が必要である。今後、今回検討した基本的な手法結果に基づき、ポロニウム 209 を内部標準物質として、様々な食品中ポロニウム 210 の分析精度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

国内流通する食品の放射性物質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。食品に定められている各種汚染物質の基準だけではなく、食品安全の基本的知識が消費者に不足していることがその原因と考えられた。放射能汚染の風評被害問題を解決するためには、放射能の問題に限定せず、食品安全の基本であるリスクアナリシスの理解を広める必要がある。

### E. 研究発表

#### 1. 論文発表

- 1) 畝山智香子 食品安全のためのリスクコミュニケーション, 食品衛生研究, 68(1), 9-17(2018)
- 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-, 調理食品と技術, 23(4), 1-7 (2017)
- 3) 畝山智香子, 食品安全を確保するため

のリスクコミュニケーション, FFI ジャーナル, 223(1),36-43 (2018)

#### 2. 学会発表

SOGA, K., NISHIMAKI-MOGAMI, T., KONDO, K., HACHISUKA, A. : Practical improvement of tritium analysis in foods using a liquid scintillation counting after azeotropic distillation method. 2017 Health Physics Society, Radiation Safety Conference, Raleigh, North Carolina, July 2017

#### 3. その他

曾我慶介、亀井俊之、近藤一成、最上(西巻)知子、蜂須賀暁子

「食品中自由水のトリチウム汚染に対する実用的な簡便検査法の検討」 *Isotope News* 751, (2017) 72-74

### 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

食品中放射性物質の検査体制の評価手法の検討

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29年度研究分担報告書

研究分担課題：食品中放射性物質の検査体制の評価手法の検討

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

福島第一原子力発電所事故後、食品中の放射性物質検査が継続的に行われているが、効率的な検査を行うには試料選定等検査計画が重要である。合理的な検査計画の策定には放射性セシウムの濃度分布を把握する必要があり、食品中放射性セシウムを簡便に評価する手法が望まれる。そこで、本研究では検査計画立案に有用と考えられる非破壊式測定機器を用いた方法に着目した。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ための装置を用いた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、検査精度の重要因子である濃度分布の評価手法について、(1) 非破壊式放射能測定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た、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測定結果との比較検討を行った。その結果、(1) については測定装置1機種につき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、キノコ、栗等約190検体を用いて非破壊試料と均質化試料の測定値を比較し、その結果、両者間で良好な相関が得られたが、非破壊測定では真度の低下傾向が示された。また、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。本結果により、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。

研究協力者 山田崇裕 近畿大学原子力研究所准教授

研究協力者 曾我慶介 国立医薬品食品衛生研究所生化学部第一室研究員

### 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 $\gamma$ 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手法となっている。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、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を行った。

## B. 非破壊式放射能測定装置の概要

「食品中の放射性セシウム検査法」や「食品中の放射性セシウムスクリーニング法」といった公定法では、一般に図 1 (資料 1) の例に示すように 1 つの検出器を用いて、検出部を取り囲むように均質化した試料を配置し測定する。この場合、例えばよく用いられる 1L~2L 容量のマリネリ容器や 100mL 円筒上プラスチック容器 (U8 容器など) の場合、検出部と試料の幾何学的関係は、検出部表面から 1cm~5cm 程度の間で試料がほぼ一様に分布していることとなり、極端な偏在がなく、ある程度の試料の均質さえ確保できれば、十分に信頼性の高い結果が得られることが見込まれる。

一方、食品中の放射性物質の測定に用いる非破壊式装置は、測定試料中の放射性物質分布が未知あるいはある程度の不均質が見込まれることを前提に、複数検出器を用いた検出器配置の工夫や検出器の大型化により、測定試料内の放射性物質分布の不均質性や測定試料の形状のばらつきの影響を低減化する措置が取られている。

### (1) 装置の種類

非破壊式装置は、主に測定対象物の種類によって次のとおり分類できる。ただし、この分類は本研究報告書における説明のためのものであり、製品規格などで定められたものではない。

分類①試料が粒状等である程度均質化されていることが想定されており、均質化のための前処理を要しない試料の測定装置。

分類②ある決まった種類の試料について、破碎・混合等の前処理を行わずそのままの形態又は出荷形態のまま測定を行う装置。

分類③様々な種類・形状の試料を、破碎・混合等の前処理を行わずにそのままの形態で測定する装置。

## (2) 各装置の特徴

(1)の分類に応じた各装置の特徴を次に示す

### 分類①

①に分類される代表的な装置に、米の全袋検査用装置(例えば、[6])がある。その例を資料2に示す。米は小さな粒状であり、公定法においても混合以外の前処理は、通常行わず測定する。本装置による測定が一般的な方法と異なる点は、一度に測定する試料の量が極端に多く、米の全袋検査の場合、一袋30kgを一度に測定する。このため試料中の放射性物質の非均質性の影響を、一般の公定法による方法との同等程度とするため、試料横方向に複数の検出器を配することで、横方向の検出効率分布の一定性を確保し、試料をベルトコンベアで流しながら測定することで縦方向に対する試料の不均質性の影響を低減化している。装置によっては、試料全体の面積を網羅するように複数の検出器を配したり、大型の検出器を用いたりする装置もある。このよ

うな装置は通常測定対象物の形状が決まっており、試料と同じ形状の標準線源により検出感度の校正を行うことで、放射能の測定が可能となる。

### 分類②

②に分類される装置は、主にある特定の種類の試料に特化した装置で、非可食部を含む水産物や箱詰めされ出荷形態にされた農産物の測定装置などがある[7]、(資料3[8])。このような装置の場合、一つの試料における放射能分布を把握し、分布の不均質性が測定に影響を及ぼさないような設計が求められる。このような場合も基本的な設計思想は、検出器の大型化などによる測定領域内の検出効率分布の一定化であり、その範囲内に試料が収まるようにすることが求められる。このように設計することで、試料自身による $\gamma$ 線の自己吸収の違いはあるが、多少形状や大きさが異なっても検出効率に影響しないことも期待できる。試料中の放射性セシウムの偏在は、測定結果に大きな影響を及ぼすことが懸念され、この対策として、大型検出器1個ではなく、小型の検出器を複数用い、偏在を検知する、検出器間のクロストークを排除し、個別的に測定するなどの対応を行っている装置もある[8][9]。また、種類は同じといっても試料形状にはばらつきがあり、個々に異なる形状の検出効率をモンテカルロシミュレーションにより求めることもある。②に分類される装置は、①に分類される装置とほぼ変わらない場合もある。この装置による測定が①と異なる点は、扱う試料の種類によっては放射能分布が不均質なものもあり、その影響を出来るだけ受けしない措置を、装置として又は手法としていかに確保するかが課題となる。

### 分類③

③に分類される装置は、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もので、自家消費用の自家栽培作物や採取した野生の動植物の測定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[9][10][11]。

### (3) 測定原理

$\gamma$ 線スペクトロメトリーにより食品中の放射能を測定するためには、 $\gamma$ 線のエネルギーにより検出核種を特定する必要がある、さらに放射能を定量するために $\gamma$ 線のエネルギーに対する検出感度をあらかじめ求めておく必要がある。Ge 検出器は $\gamma$ 線スペクトロメータに用いる実用の検出器としては最も優れたエネルギー分解能を有しており、天然核種から放出される $\gamma$ 線とのエネルギー弁別性や、原子力緊急時などで多くの核種を含む試料を分析する性能に優れている。一方、放射能を測定するための $\gamma$ 線のエネルギーに対する検出感度は検出効率とよばれ、これは $\gamma$ 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、試料の形状や測定位置に検出効率は依存するため、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のようなものであることから、体積中の放射能の分布は均一であることが前提となる。

一方、非破壊式装置であっても測定の基本原則には変わりはない。先ずこれらの装置では、検出器には Ge 検出器ではなく、NaI(Tl)シンチレータや CsI(Tl)シンチレータなどが用いられている。Ge 検出器は分解能が優れてい

るが、液体窒素・電気冷却装置での冷却が必要であることなど不便な面がある。NaI(Tl)シンチレータや CsI(Tl)シンチレータのエネルギー分解能は、例えば  $^{137}\text{Cs}$  の 662 keV  $\gamma$ 線の場合、その半値幅は、50 keV~60 keV 程度であり、Ge 検出器の場合の半値幅 2keV 程度と比較すると格段に劣るが、福島第一原子力発電所の事故によって放出された放射性核種のうち、半減期の短い核種はすでに減衰して無くなり、測定の対象となる核種が  $^{134}\text{Cs}$  及び  $^{137}\text{Cs}$  に限定される現状においては、ほとんど問題とならない。特にこのようなシンチレーション式検出器の有利な点は、常温で使用可能であること、検出効率が高いこと、Ge 検出器と比較し安価であり、複数の検出器配置、大型化による高効率化が可能なことなどがある。このことは非破壊式装置にとっても重要となる。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  $2\pi$  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 $\gamma$ 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。さらに分類③の装置のような場合には、測定対象とする試料の種類は様々であり、たとえ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る、試料の種類によって、試料質量から試料の嵩を推定し、試料の種類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偏在に対して、多数の検出器を組みあわせた装置により、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[9]。

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、B.に述べた非破壊式装置の特徴や測定原理を念頭に、分類③の測定装置を用いて、(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。

(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

市販の非破壊式装置「そのままはかる NDA」(形式：AFT-NDA2 (仕様は表 1、資料 4 参照))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  $^{137}\text{Cs}$  検出効率分布について測定により検証した。測定点は XY 平面に対して図 2 の通りとした。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高さ 0, 30, 60, 90, 150mm における分布を取得した。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  $0.02\text{gcm}^{-3}$ ) を重ねて用いた。線源は点状の  $^{137}\text{Cs}$  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,  $10\text{mm}\phi \times 6\text{mm}$ ) を用いた。

(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  $50\text{Bq/kg}$  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用いた。図 3 にこのような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比較検討の実施フローを示す。このような比較検討は、東北大学によって開発された「放射能非破壊検査装置」を用いた例がある[9]。本研究では、非破壊式装置は市町村測定所に配備されている表 1 の装置 (資料 4,5,6) を用いた。測定は 3 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、測定のと度、試料の配置の様子を写真に記録した。非破壊式装置による測定を行った試料は、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。非破壊式装置「そのままはかる NDA」(形式：AFT-NDA2) 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を図 4 に示す。分布は原点での検出効率を 1 とする相対値とした。図 4 のとおり、直行する X 軸及び Y 軸において、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。また、 $^{137}\text{Cs}$  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  $\eta(r, 0, h)$  の測定値を図 5-1 示す。ここでは、測定室底面から高さは  $h=0, 30, 60, 90, 120$  及び  $150\text{mm}$  とした。この結果のとおり、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。線源位置－検出器間の立体角は、 $r$  が大きくなるにつれ小さくなり、その変化率は近似的にほぼ等しく見なせることから理論と一致する結果と言える。また、同じ測定結果を図 5-2 に相対値として示す。ここでは高さ  $\eta(0, 0, 0)$  を 1 とした相対値で示した。図の通り、測定器直上から高さ  $h$  が高くなるにつれ、検出効率の変化率は小さくなる。本装置で採用されている検出器サイズは直径  $127\text{mm}$   $\phi$  である。例えば

検出器のほぼ端の位置に相当する  $r=60\text{mm}$  における検出効率の  $r=0\text{mm}$  における検出効率との比と  $h$  の関係を図 6 に示す。この図のように  $h$  が大きくなると検出効率の比は一定値に近づく。このことは、放射能測定の上で、試料の形状の違いの影響が少なくなることを意味する一方で、検出効率の絶対値は検出器からの距離が離れることで低くなるため、実用には試料－検出器の幾何学的条件を最適化する必要がある。

一方で実際の試料は体積状であることが想定されるため、測定により得られた各点の検出効率分布から、面状及び体積状の試料を想定した検出効率について検討した。検出器中央に配置した測定室底面からの高さ位置  $h\text{mm}$  における半径  $R\text{mm}$  の円盤状線源に対する効率は、点状線源で得た検出効率から次の積分値として得られる。

$$\zeta_R(r, h) = \frac{2}{R^2} \int_0^R r \cdot \eta(r, h) dr \quad (1)$$

式(1)より計算で求めた面状線源に対する検出効率を図 7 に示す。この結果に示す通り面線源に対する検出効率の線源径に対する変化は、点状線源より緩やかとなる。図 8 に半径  $30\text{mm}$ 、 $60\text{mm}$ 、 $90\text{mm}$  及び  $120\text{mm}$  の面状線源に対する検出効率の測定室底面からの高さ位置  $h\text{mm}$  との関係を示す。点線源に対する検出効率分布において考察したとおり、各大きさでの面線源に対する効率は測定室底面からの高さが増すにつれ一定値に収束する。例えばこの結果より、高さ  $150\text{mm}$  の位置における XY 平面上においては、検出効率はほぼ試料形状に依存しないことがわかった。

さらに、円柱体積状の試料に対する検出効率は、この面状線源に対する効率から次式により得られる。



$$\varepsilon(h) = \frac{1}{h} \int_0^H \zeta_R(r, h) dh \quad (2)$$

ここで  $H$  は円柱試料の高さ (mm) を表す。式(1)より計算で求めた面状線源に対する検出効率を図9に示す。このように体積状線源に対する検出効率は、円柱で考えた場合底面積と高さに依存して図9に示すような関数で表される。即ち、例えば底面積を決定できるような容器に試料を詰める場合には、試料による  $\gamma$  線の自己吸収を別途考慮する必要があるが、試料の充填高さから検出効率を求めることが出来、米、豆といった粒状物質などでは、このような関数から比較的正確に検出効率を得ることができる。ただ、実際には様々な大きさ、形状の試料を測定することとなり、想定する形状と実際の形状の誤差から生じる検出効率の誤差を出来るだけ小さくする必要があるのである。本検討の結果より、誤差を小さくするためには、底面積を広くとった場合の充填高さによる検出効率の変化は、底面積が狭い場合よりも緩やかで、有利であることがわかる。また、試料の嵩が少なく、充填高さが低い場合には、大きな誤差を生みやすく注意が必要である。

(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  
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 50Bq/kg を超えたものを対象とし、合計 91 試料を用いた。今回対象とした試料の種類内訳を図 10 に示す。全試料のうち、キノコ類がその約 65% を占めた。これは、本調査を 9 月～2 月にかけて実施したこと、キノコ類が比較的放射性セシウム濃度が高いと知られていることが要因と考えられる。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。

図 11-1～3 にキノコ類のレギュームライトを用いた測定結果を示す。図 11-1 はすべての試料の結果を示し、図 11-2、図 11-3 は、放射能濃度範囲を狭め、図 11-1 を拡大表示したものである。図に示す通り、Ge 検出器を用いた公定法による結果と非破壊式装置による測定結果との比は、1.02 で両者の結果は良く一致した。図 12-1～3 はキノコ類のそのままはかる NDA を用いた結果を示す。こちらも同様の比は 1.09 であった。ただし、いずれの結果もレギュームライトについて 1 点、そのままはかる NDA について 3 点を外れ値として除いた結果である。FF1 については図 13 のとおり測定試料数が少なく、キノコ類の測定実績は 1 件であり、その 1 件の測定結果の比は 1.55 であった。

レギューム及び NDA の 2 種類の装置では良い相関が得られたが、詳細にデータを見ると、非破壊測定器による 3 回測定のばらつきが、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。このような試料の詳細一覧を表 3 に示す。ここではキノコ類のうち、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た。本結果によると、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はなく、試料番号 S17-54 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、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、本結果の大きき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。

その他の試料の測定結果として、図 14、15 及び 16 にイノシシ肉のレギュームによる結果、NDA による結果及び FF1 による結果をそれぞれ示す。同様に図 17 (レギュームライト) 及び図 18 (そのままはかる NDA) に栗、図 19 (レギュームライト) 及び図 20 (そのままはかる NDA) にそれ以外の試料の測定結果を示す。これら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 回測定の際のばらつきは、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上であることから、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。

## 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、装置が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。また、点状線源により得た検出効率

プロファイルにより、体積線源に対する効率について計算し、形状の変化や不均質の影響の軽減のためには、底面積を広くとり、試料高さを十分に確保することが有効であることがわかった。また、検出器直上付近では、検出効率の変化率が大きいので、検出器表面からある程度距離をとることが、検出効率そのものは低くなるものの、不均質の影響の低減には有効であることが分かった。(2) の実験においては、キノコの測定によって非破壊式装置の結果は Ge 検出器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、非破壊式装置は、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き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。本結果により、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うという条件下においては、食品の汚染状況の大まかな把握などの目的には、非破壊式装置による測定も十分有効である可能性があることが示唆された。また、自主的なスクリーニング目的に活用できる可能性もあるものの、本研究結果でも過小評価の事例などが見られたように、測定の信頼性を高めるには、適用条件を測定器及び試料の特性等の把握により決定して運用されることが必要である。

## 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> (2018/3/16 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ー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] 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, 高速・高感度の食品放射能検査装置と大容量標準線源の実用化開発 9-10 (2015)

[7] 石井慶造, ベルトコンベヤー式非破壊放射性セシウム汚染検査機, RADIOISOTOPES, 67, 67-73 (2018)

[8]MIRION TECHNOLOGIES, あんぽ柿用放射能測定装置 (2017)

[9] 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)

[10] 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.adfutech.com/image/pdf/Catalog\\_160108-2\\_AFTNDA2.pdf](http://www.adfutech.com/image/pdf/Catalog_160108-2_AFTNDA2.pdf)

[11] 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](https://www.jst.go.jp/sentan/result/pdf/Contributing_through_Innovation_2015.pdf)

## F. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

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 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 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)

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)

表3

試料番号	試料名	非破壊式測定平均 (Bq/kg)	標準偏差	相対標準偏差(%)	Ge検出器測定平均 (Bq/kg)	試料質量(g)	非破壊/Ge	測定器
S17-13	マツタケ	339.8	58.2	17.1	604.9	51.3	0.56	Legume
S17-31	ヲリミキ	776.2	22.4	2.9	498.6	261.4	1.37	Legume
S17-47	ぬめりいぐち	871.2	134.9	15.5	1728.0	101.7	0.50	Legume
S17-48	はつたけ	1322.8	63.3	4.8	893.8	41.7	1.48	Legume
S17-5	コウタケ	21316.7	1868.6	8.8	11870.0	329.8	1.80	Legume
S17-17	コウタケ	442.0	55.9	12.7	311.9	52.2	1.42	Legume
S17-54	ハナイグチ	453.7	9.2	2.0	330.0	234.5	1.38	NDA
S17-32	コウタケ	4232.6	789.7	18.7	10855.6	84.8	0.39	NDA
S17-38	コウタケ	29407.9	2064.2	7.0	46200.9	48.5	0.64	NDA

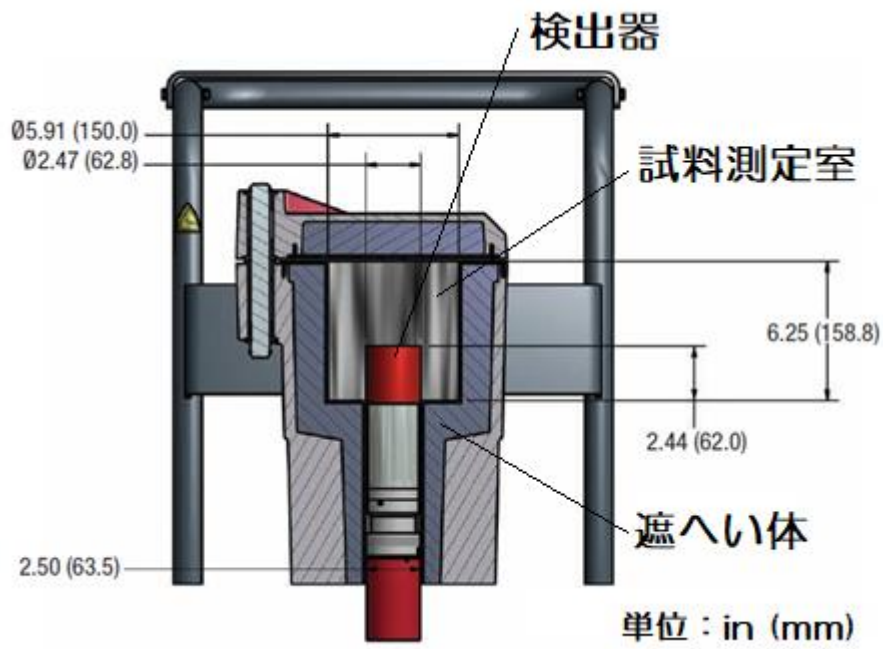


図 1 食品放射能測定装置の例 検出器周辺の断面図 (MIRION TECHNOLOGIES FoodScreen™ Radiological Food Screening System 資料 1)

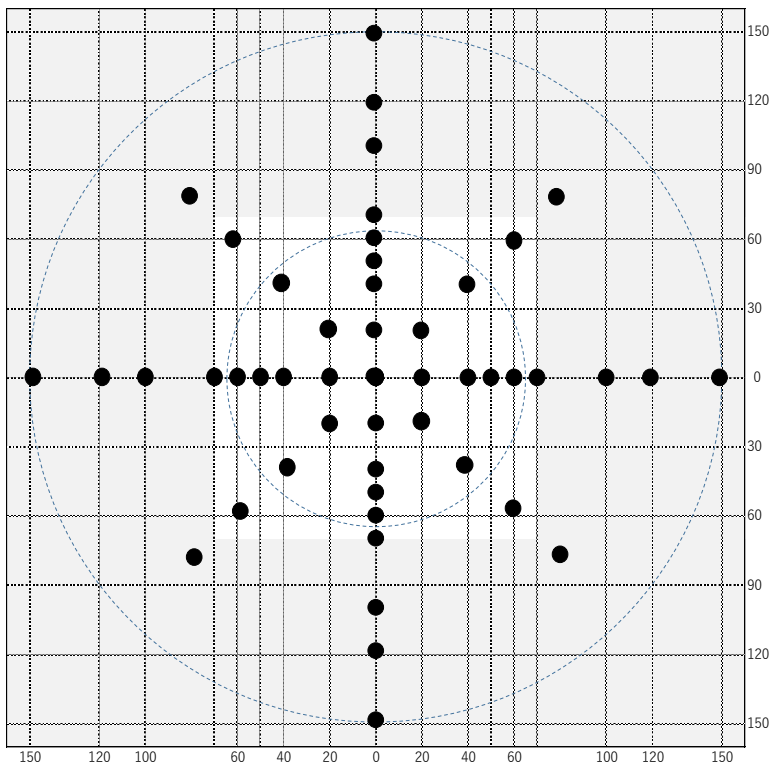


図 2 点線源による、高さ 0cm における水平面の測定点 (検出器中心を  $(x,y) = (0,0)$  とした)

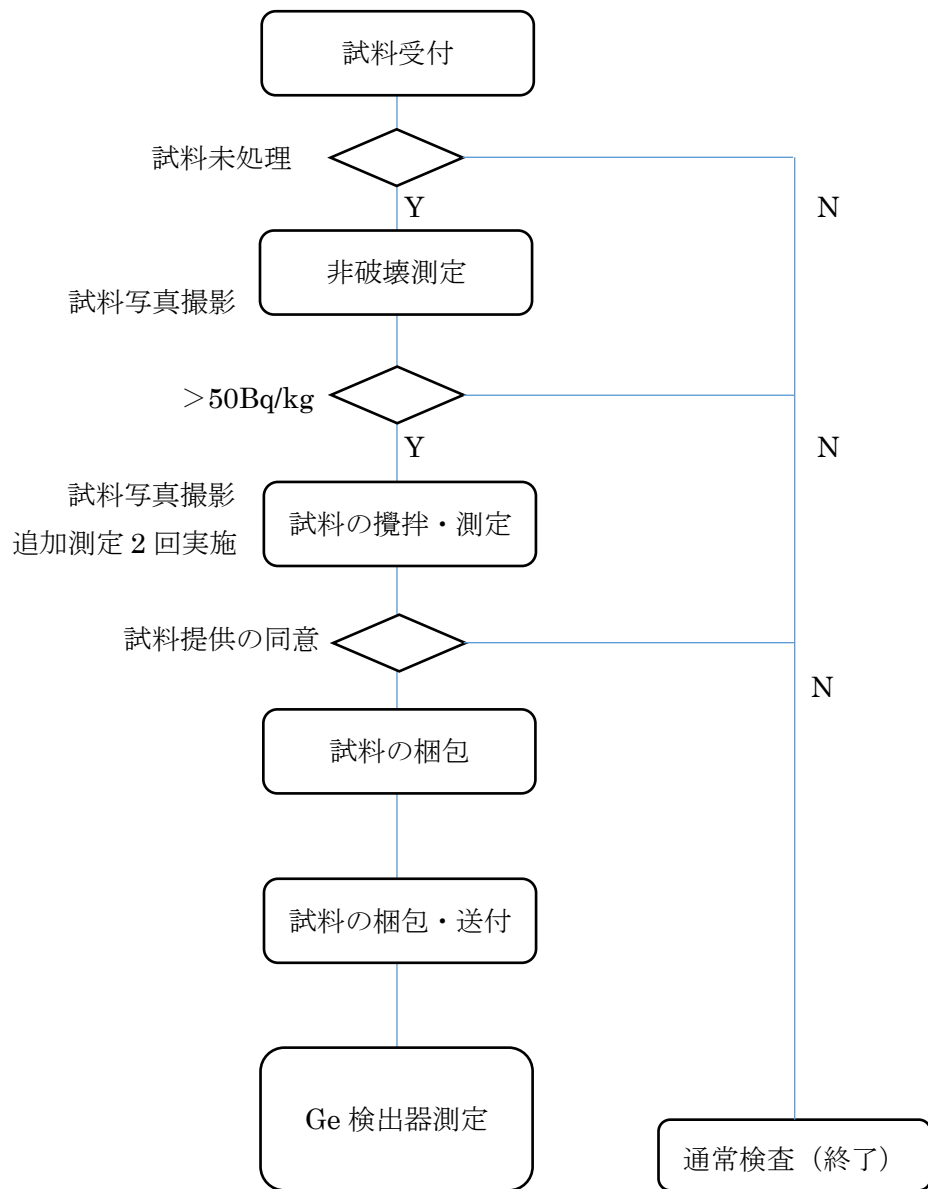


図3 非破壊式装置による測定と Ge 検出器を用いた公定法による比較検討の実施フロー

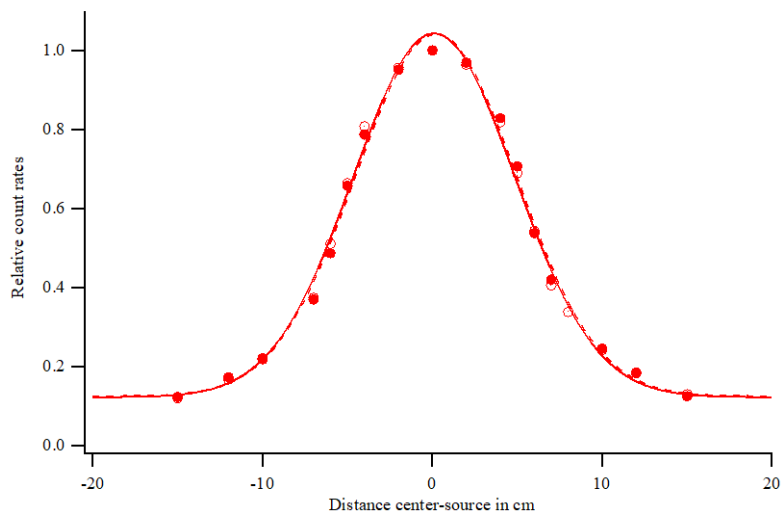


図4  $(x,y)=(0,0)$ における検出効率に対する相対検出効率 ○及び実線：X軸，●及び破線：Y軸の相対検出効率及び回帰曲線（ガウス関数）

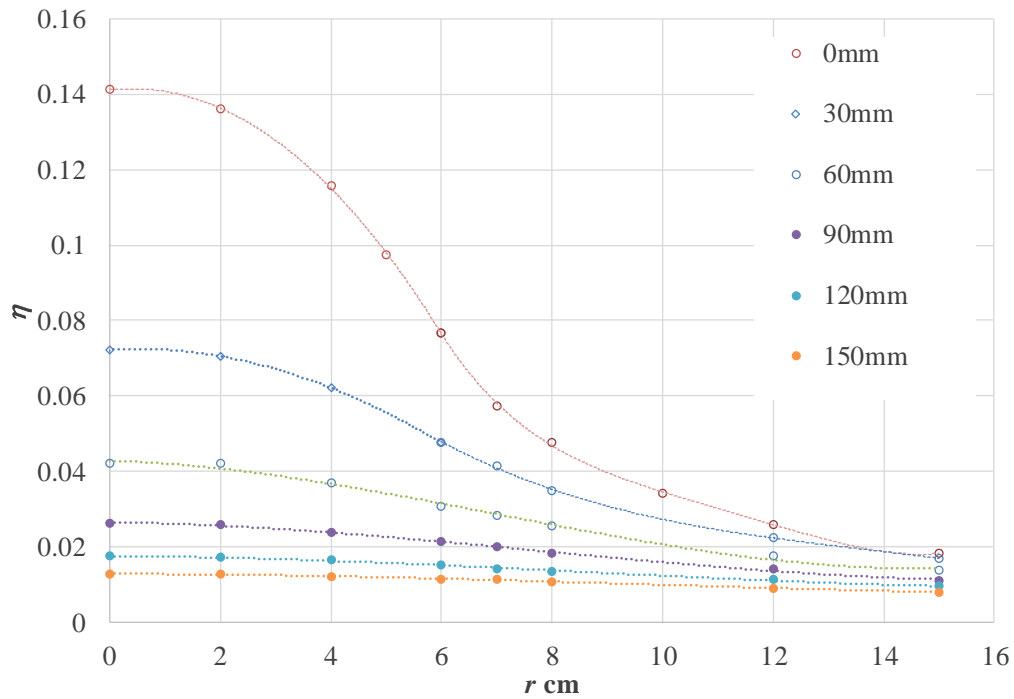


図 5-1 X 軸正方向  $r$ 、Y 軸方向 0、高さ  $h$  ( $h=0\text{mm}\sim 150\text{mm}$ ) の座標  $(r,0,h)$  における  $^{137}\text{Cs}$  点線源検出効率  $\eta(r,0,h)$ 。回帰曲線は多項式によった。

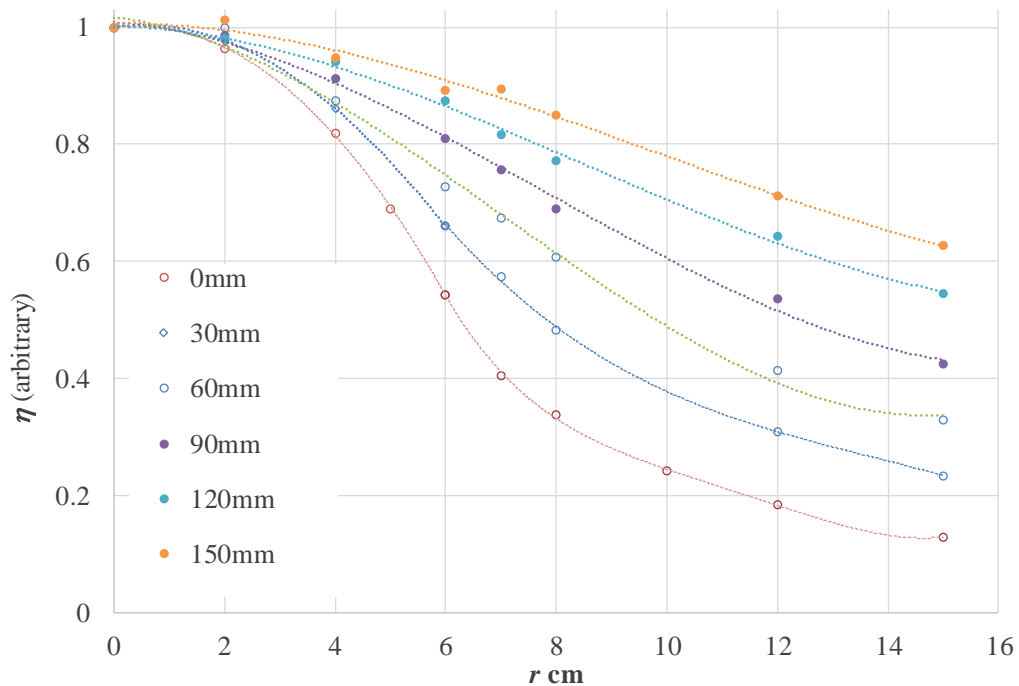


図 5-2  $^{137}\text{Cs}$  点線源検出効率  $\eta(r,0,h)$  の相対値。各高さ  $h$  における  $\eta(0,0,0)$  を 1 とし  $\eta(r,0,h)$  を相対値で表した。



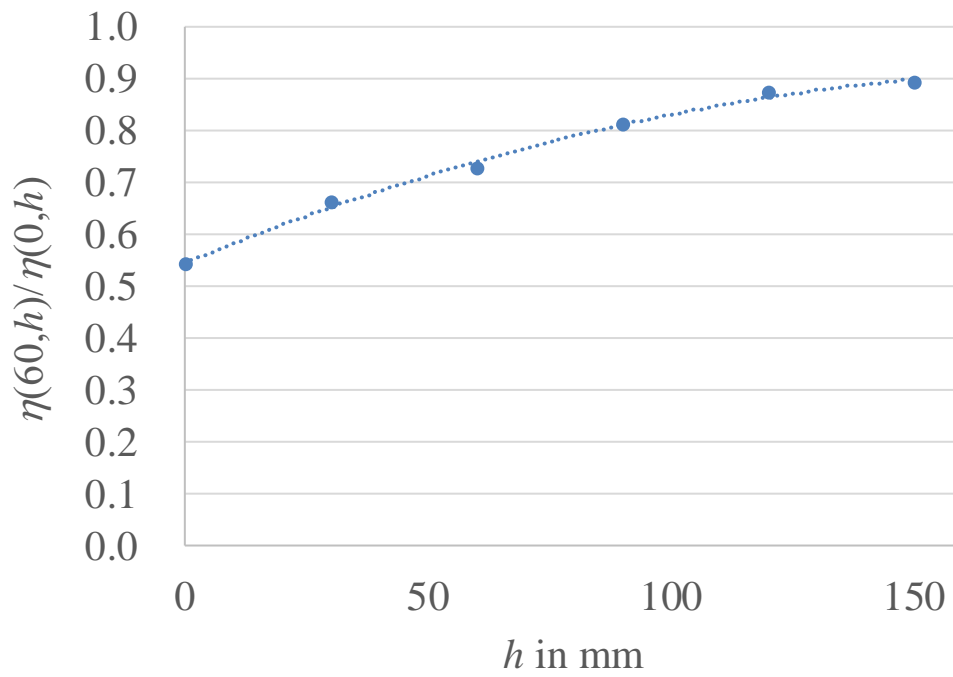


図6  $r=60\text{mm}$  における検出効率の  $r=0\text{mm}$  における検出効率との比と  $h$  の関係

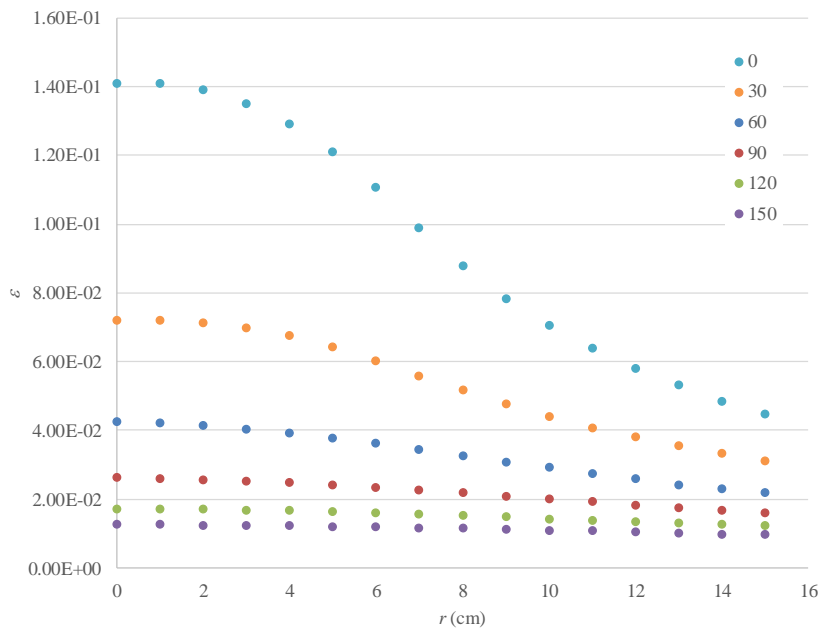


図7  $h=0\text{mm}\sim 150\text{mm}$  における  $^{137}\text{Cs}$  面線源検出効率  $\varepsilon = \zeta_R(r, h) = \frac{2}{R^2} \int_0^R r \cdot \eta(r, h) dr$

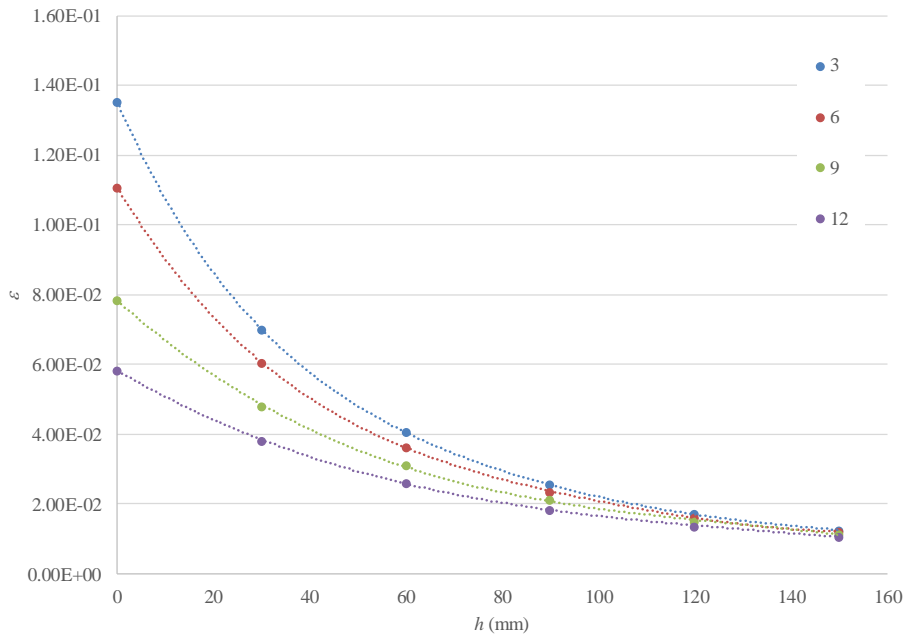


図 8  $^{137}\text{Cs}$  面線源検出効率高さ関数  $\varepsilon = \zeta_R(r, h)$

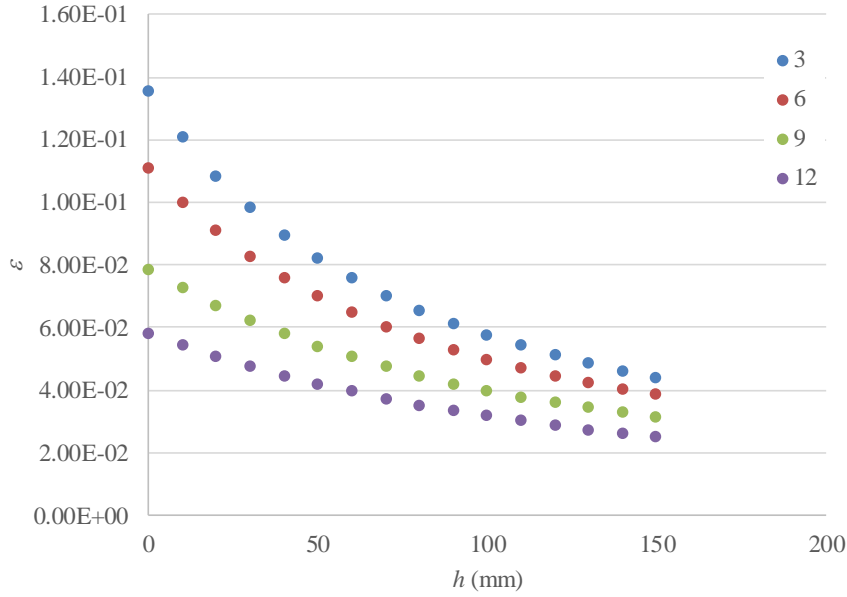


図 9 円柱体積効率  $\varepsilon(h) = \frac{1}{h} \int_0^H \zeta_R(r, h) dh$  ただし、試料による自己吸収なしと仮定

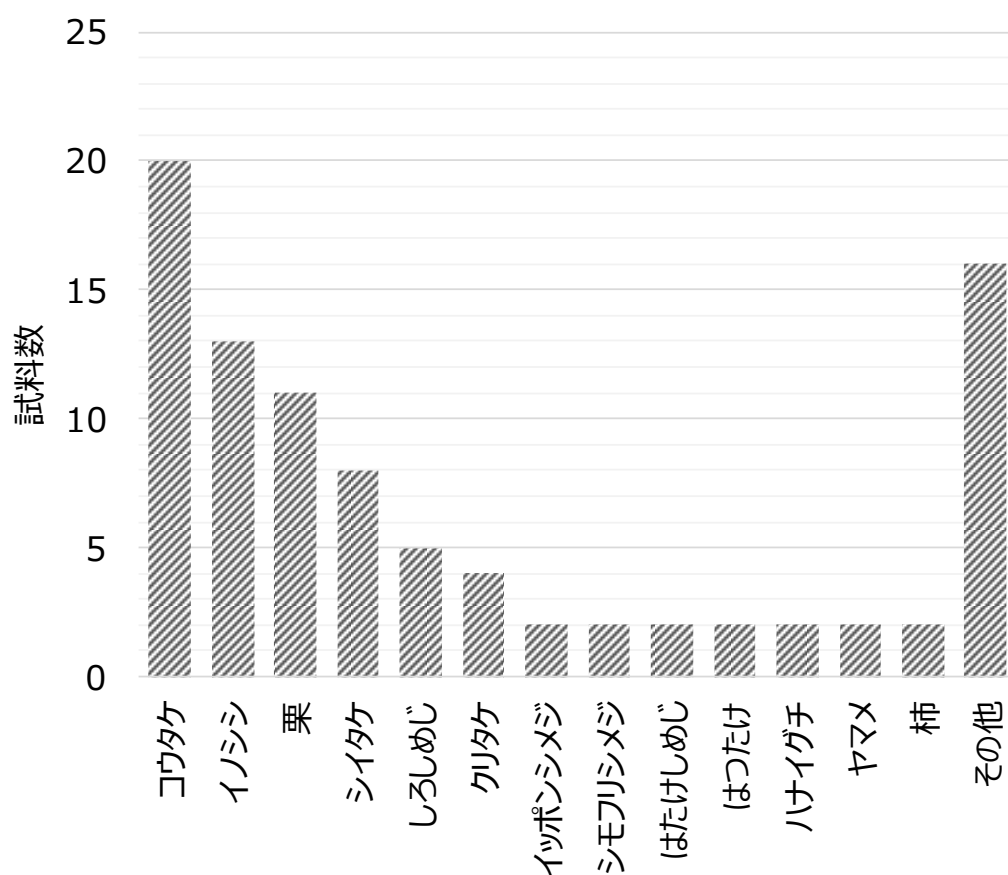


図 10 非破壊式装置による測定と Ge 検出器を用いた公定法による比較検討に用いた試料種別の内訳。イノシシ、栗、ヤマメ、柿、その他を除くものがキノコ類。

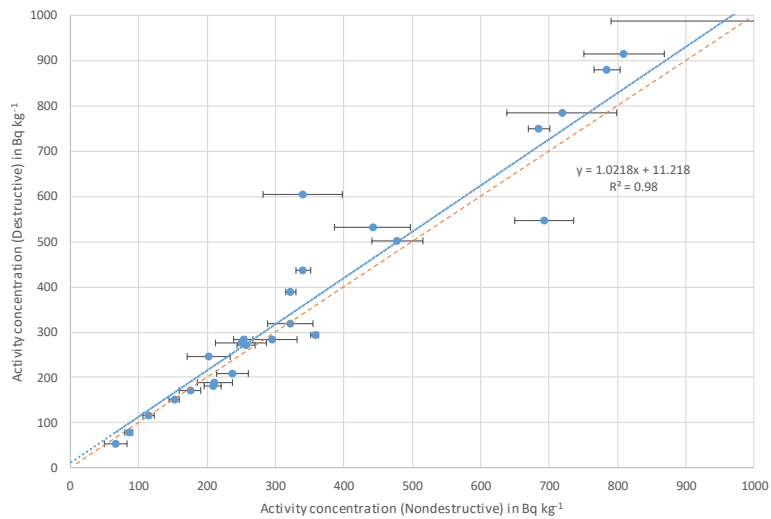
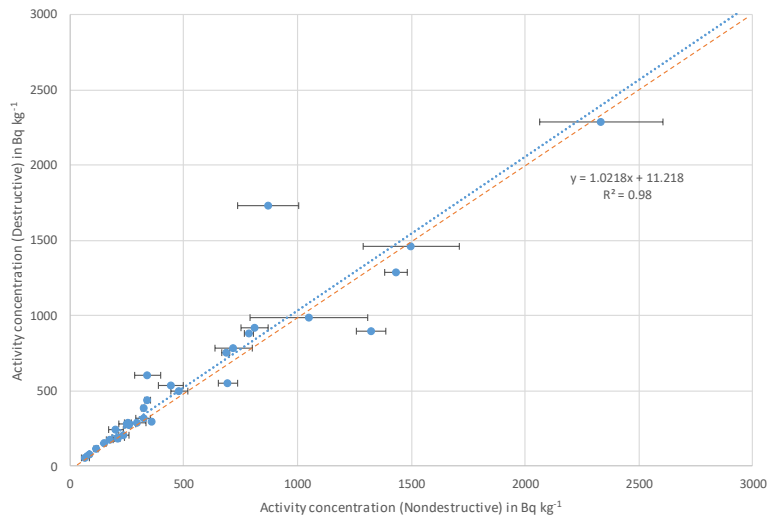
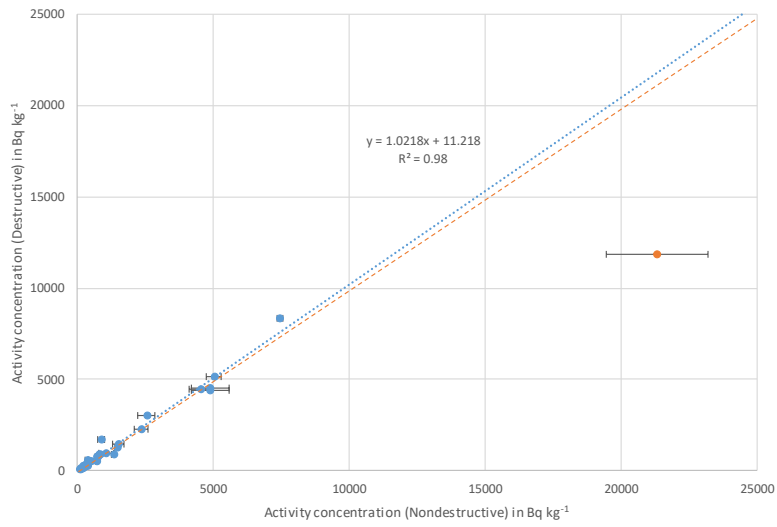


図 11-1～3 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関（レギュームライト）  
試料：きのこ類

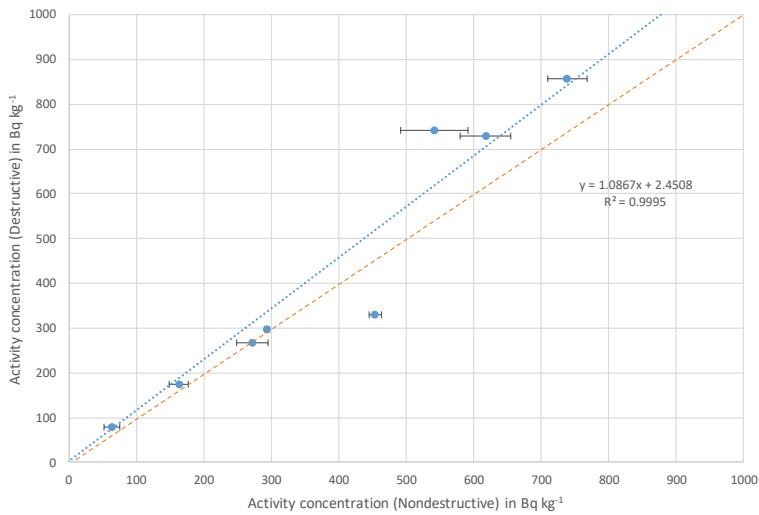
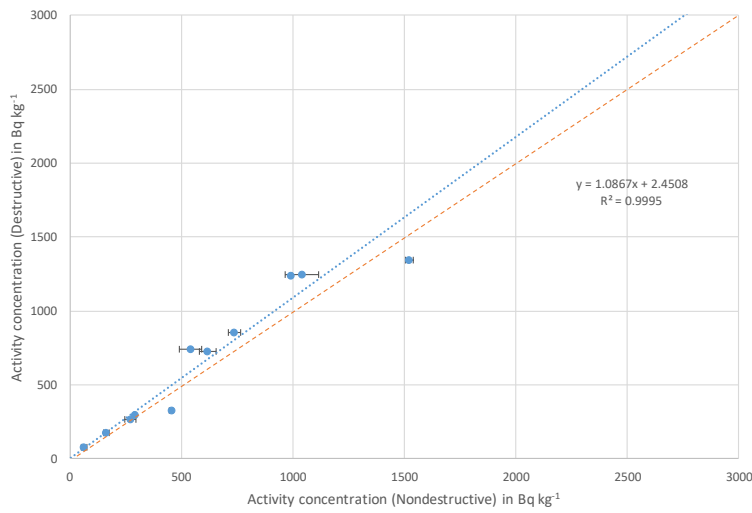
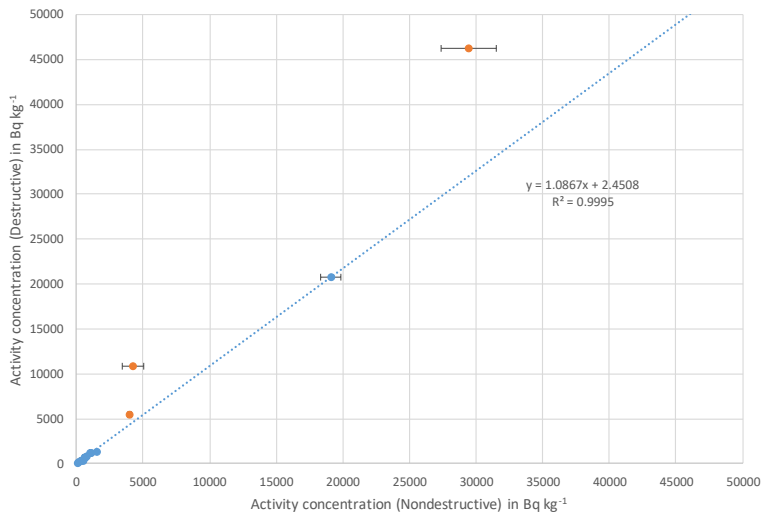


図 12-1~3 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関（そのままはかる NDA）  
試料：きのこ類

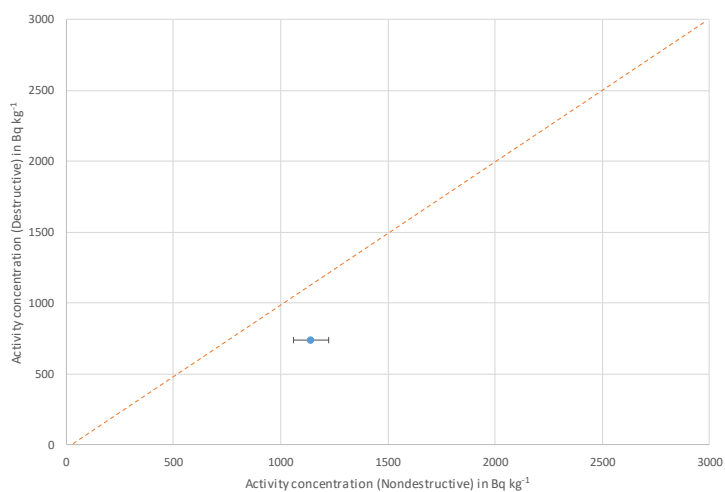


図 13 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関(非破壊式放射能測定装置 FF1)  
試料：きのこ類

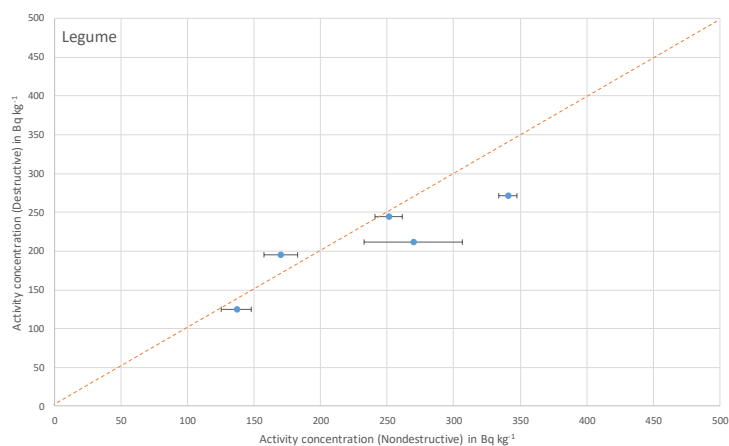


図 14 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関 (レギュームライト)  
試料：いのしし肉

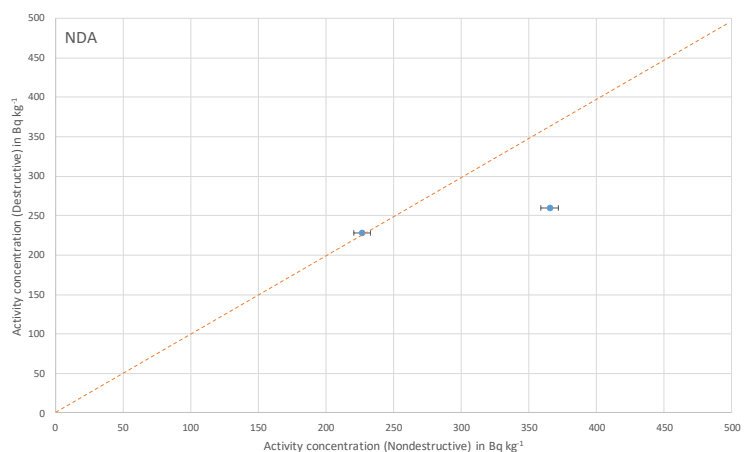


図 15 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関 (そのままはかる NDA) 試料: いのしし肉

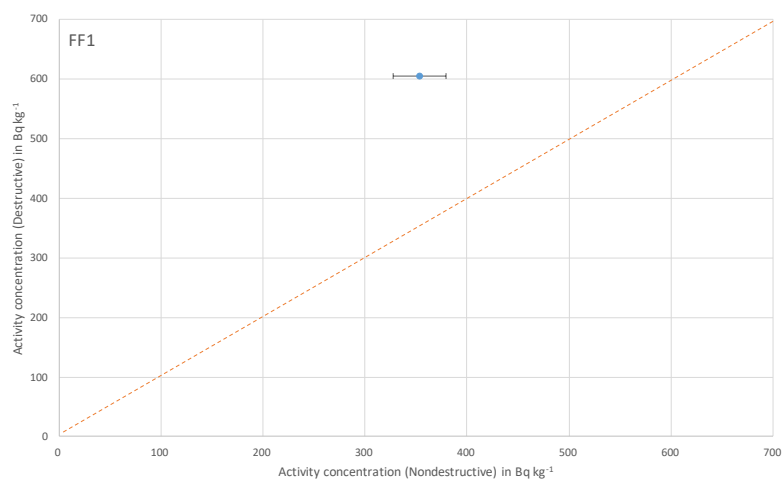


図 16 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関(非破壊式放射能測定装置 FF1) 試料: いのしし肉

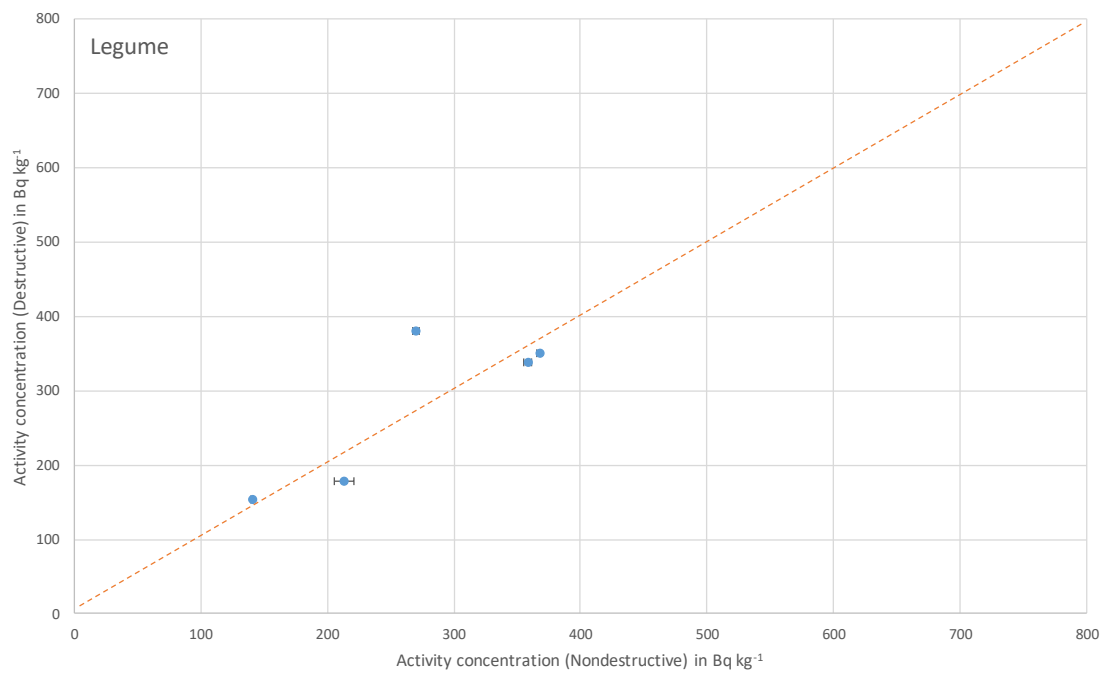


図 17 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関（レギュームライト）  
試料：栗

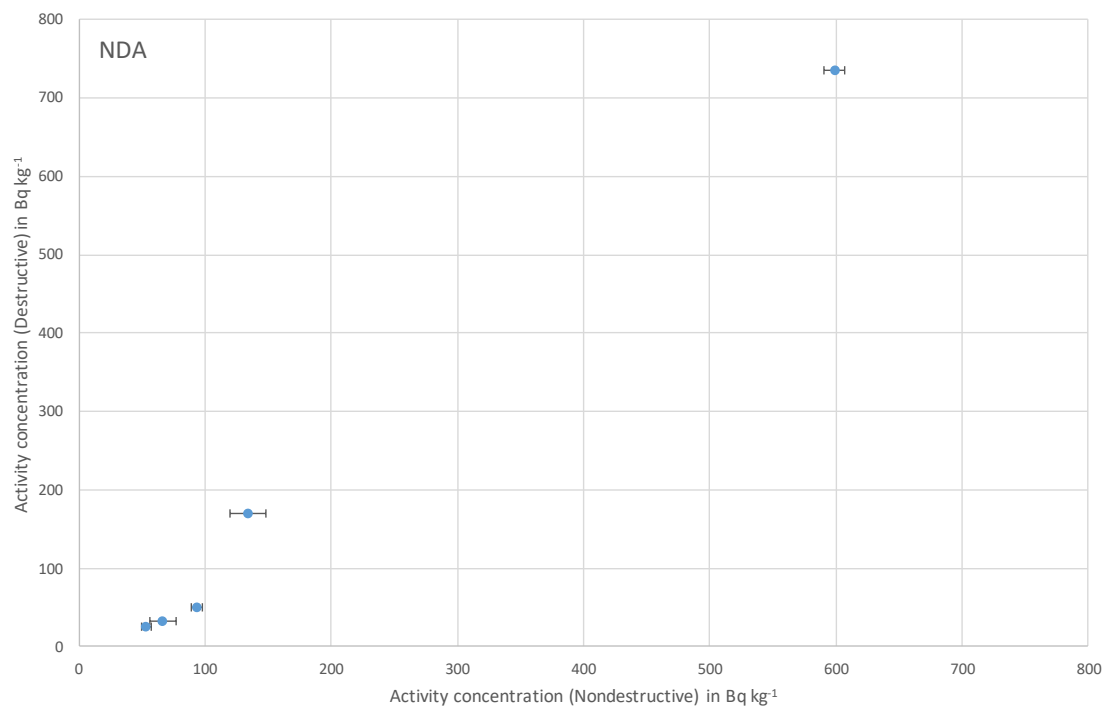


図 18 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関（そのままはかる NDA）  
試料：栗



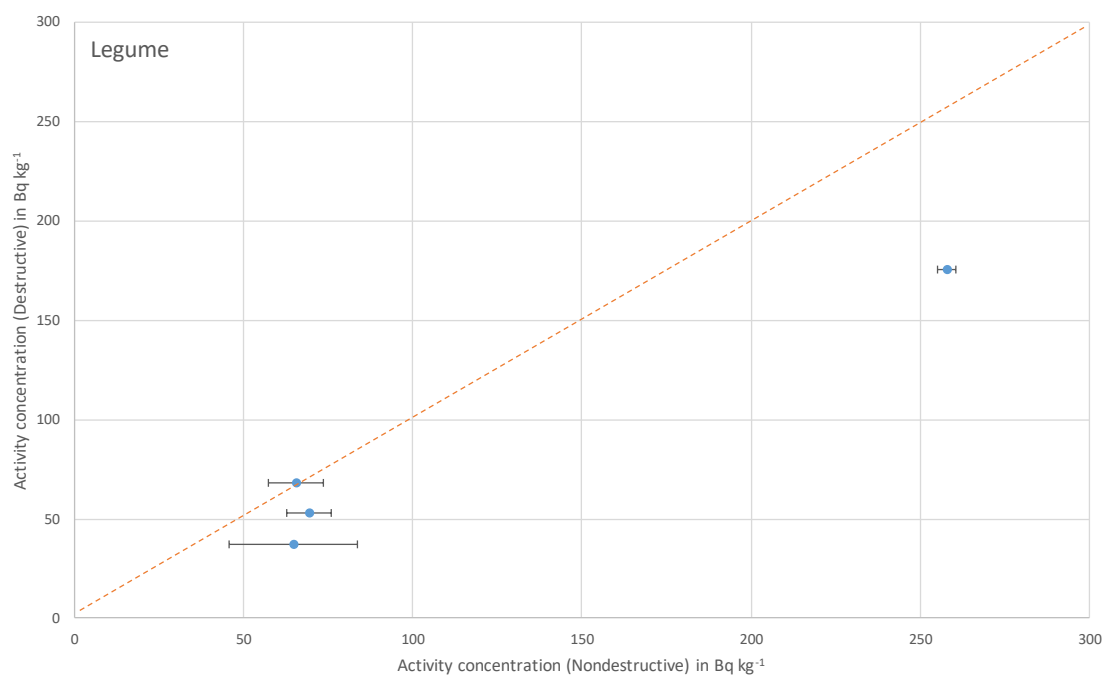


図 19 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関 (レギュームライト)  
試料：その他

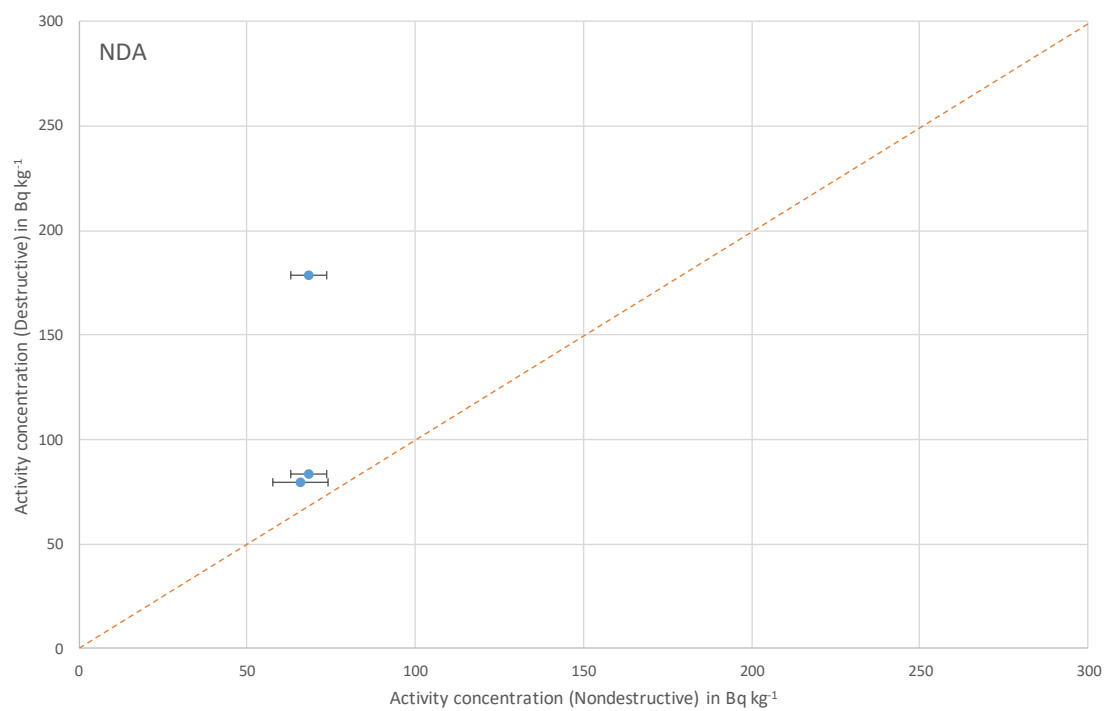


図 20 非破壊による測定値と Ge 検出器による分析結果の相関 (レギュームライト)  
試料：その他





# FoodScreen™ Radiological Food Screening System

## Features

- Rapid screening of processed or raw food products for key <sup>131</sup>I, <sup>134</sup>Cs and <sup>137</sup>Cs nuclides
- Clear, immediate indication if any nuclide-specific maximum permissible concentrations are exceeded
- Transportable using compact and wheeled detector shield
- Supports wide range of samples including 1 L Marinelli, metal food cans, beverage cans and plastic containers
- Completely battery-powered – from laptop PC's USB port
- Room temperature operation with option for temperature stabilization if measurements will be made out of doors
- Powerful Genie™ 2000 spectroscopy algorithms teamed with the intuitive Genie-FoodPro™ user interface designed specifically for this application
- Turn-key system is provided ready to count, calibrated for typical sample types in a range of common sample containers
- On-site training and/or start-up assistance available from local CANBERRA representative

\* NORM - Naturally Occurring Radioactive Material

\*\* US Patent 7,005,646 B1 and 7,049,598 B1

## Description

The CANBERRA FoodScreen Radiological Food Screening System is a complete, transportable food analyzer for quickly determining whether raw or processed food has become contaminated from a radiological event. A sample is placed into the shield, a count is initiated and a final report is generated. The report lists activity or minimum detectable activity concentrations found in the sample for the key nuclides of interest for food products: Iodine-131, Cesium-134 and Cesium-137. Based on nuclide-specific limits pre-determined by the system manager, the report will also state whether the sample is "Clean" or "Above Limit". Above limit samples may need to be investigated further in a higher resolution detector system such as the CANBERRA FoodSpec™ Radiological Food Analysis System.

The FoodScreen includes a 2 x 2 in. NaI(Tl) detector (optionally temperature stabilized), 7F7 Mobile FoodScreen Shield, a NORM\* KCl calibration check source, Osprey™ Universal Digital MCA Tube Base, industry-standard Genie 2000 spectroscopy algorithms and the Genie-FoodPro application software to streamline and simplify counting operations.

Systems are provided pre-calibrated for a variety of sample types including: water, seawater, dairy products, vegetation, grains, meat, eggs, fish, baby food, etc. Of course, the samples may be raw materials directly from the field or processed foods from a factory, export/import dock, warehouse or retail store. A wide range of sample containers is supported to accommodate both raw and canned foods.

Two different system models are available: FoodScreen and FoodScreen-Plus. The only difference between the two models is the detector. FoodScreen includes a standard 2 x 2 in. NaI(Tl) detector, while FoodScreen-Plus incorporates a patented\*\* NAIS-2x2 LED temperature-stabilized 2 x 2 in. NaI(Tl) detector. Sodium Iodide detectors tend to drift with changes in temperature, causing their spectra to broaden and making the detected nuclides more difficult to identify and quantify. Therefore, FoodScreen-Plus is optimized for use in non-air-conditioned rooms as well as field applications.



# FoodScreen Radiological Food Screening System

## Simplified Operation – No Compromise on Results

While the spectral acquisition and analysis functions are performed by the same algorithms as used in industry-standard Genie 2000 Spectroscopy Software, the FoodScreen's Genie-FoodPro user interface (Figure 1) is very intuitive with only a few key pieces of information needed to initiate a count: the sample container and the sample contents. Once these items are selected, the user simply clicks the COUNT SAMPLE button to start the acquisition and is presented with a screen to enter the Sample ID and Sample Description. Count time is preset in the system based on the nuclide-specific concentration limits. After the count is complete, a report is generated as in Figure 2 with the activity concentration and a statement as to whether the sample is contaminated or not.

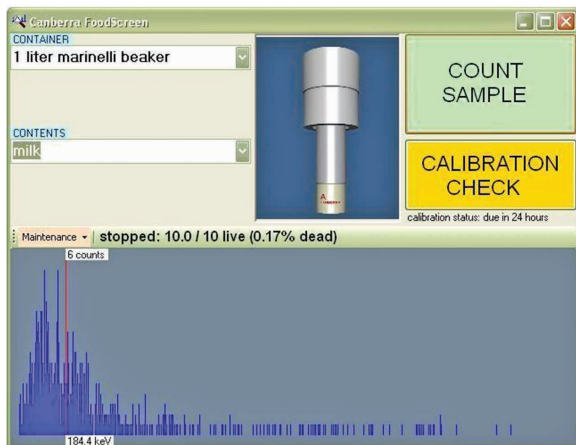


Figure 1.

<b>Sample Container:</b>	1 L Marinelli	
<b>Sample Content:</b>	Milk	
<b>Sample ID:</b>	Milk00001	
<b>Sample Description:</b>	Milk from dairy 2421	
<b>Sample Quantity:</b>	1	
<b>Sample Quantity Units:</b>	Liter	
<b>Measurement started at:</b> 13:40:21 on 11 April 2011		
<b>Counting period:</b> 600 s		
<b>Last calibration check at:</b> 11:28:55 on 10 April 2011		
<b>Activity Concentration Units:</b> Bq/L		
	<b>Activity Concentration</b>	<b>Action Level</b>
<b>Cs-134</b>	6.5	30
<b>Cs-137</b>	7.5	30
<b>I-131</b>	13.2	50
<b>Result:</b> Clean		

Figure 2.

Calibration is just as easy! Genie-FoodPro includes a wide variety of efficiency calibrations for various sample containers and their contents. Only a simple energy

calibration needs to be done to maintain the system – usually daily when in use. The user places the provided Potassium Chloride (KCl) sample on the detector and clicks CALIBRATION CHECK on the computer screen. Then, the system automatically counts for one minute and performs an energy calibration along with any needed adjustments using the naturally-occurring Potassium-40 1462 keV peak. An efficiency check is done as well to verify that the system is ready to process food samples. The calibration and check take only a few minutes, and the results are displayed on the screen and written to a log file. If the test fails, the user is instructed to check the set-up and try again. With calibration complete, the system is ready to count samples until the next calibration check at a frequency determined by the system manager.

## Wide Variety of Sample Containers and Types

FoodScreen is designed to handle virtually any food sample that will fit into the 7F7 Shield. As there is an almost infinite number of individual processed and raw food containers that could need to be analyzed, different classes of containers are grouped by size range such that valid comparison of their sample analyses to associated action levels is possible. The purpose is for Genie-FoodPro software to accommodate as many worldwide shapes and sizes of food containers as possible without making an exhaustive list for the user to select from.

The choices include a 1 Liter Marinelli beaker, a number of deli-style plastic containers and a wide variety food and beverage cans as found in food stores.

In general, the quickest counts and best results will come from counting the largest amount of sample possible. The 1 Liter Marinelli beaker shown in the upper left of Figure 3 provides the best possible results because it is one of the largest sample containers that can be used and the detector actually fits up into the bottom of the beaker such that sample surrounds the detector on top and sides. However, the FoodScreen is calibrated for samples as small as a tuna or tomato paste can.



Figure 3.

# FoodScreen Radiological Food Screening System

Marinelli Beaker						
				Reference		
1 Liter Marinelli Beaker, 2x2 NaI				GAMA & Assoc. 125G-E		

Food Cans						
Food Can Size	Inches		mm		Example cans	
	Diameter Range	Height Range	Diameter Range	Height Range		
1	2.0- 2.1	3.2- 3.6	53.3 - 55.9	81.3 - 91.5	6Z (tomato paste, juice)	
2	2.65 - 2.75	3.0 - 4.9	67.3 - 69.9	76.2 - 124.5	No. 1 Picnic (soup, fruit, vegetables)	
3	2.9 - 3.1	4.4 - 5.6	73.7 - 78.7	111.8 - 142.2	No. 300 (baked beans, meat products)	
4	3.3 - 3.6	4.5 - 5.8	83.8 - 91.5	114.3 - 147.3	No. 2 (soup, juices, fruits)	
5	4.0 - 4.3	4.6 - 4.9	101.6 - 109.2	116.8 - 124.9	No. 2.5 (meats, vegetables)	
6	4.9 - 5.3	5.4 - 5.8	124.4 - 134.6	137.1 - 147.3	No. 5 (tuna)	
7	5.9 - 6.4	4.3 - 4.7	149.9 - 162.6	109.2 - 119.4	Large tuna can	
8	2.65 - 2.75	1.4 - 1.8	67.3 - 69.9	35.5 - 45.7	No. 211 (tuna)	
9	3.35 - 3.55	1.6 - 2.0	85.1 - 90.2	40.6 - 50.8	No 2 short (tuna)	
10	3.9 - 4.2	2.2 - 2.6	99.1 - 106.7	55.9 - 66.0	No. 1.25 (tuna)	

Beverage Cans						
Soda/Juice/Energy Drink/Beer Cans	Inches		mm			
	Diameter Range	Height Range	Diameter Range	Height Range		
Standard: 8 oz / 237 ml - 19.2 oz / 568 ml	2.59 - 2.61	3.4 - 4.7	66.0 - 66.2	88 - 188.1		
Slim/Sleek: : 6.8 oz / 200 ml - 12 oz / 355 ml	1.96 - 2.05	4.3 - 6.2	50 - 52	111.2 - 156.9		

Plastic Containers						
Containers with Lids	Inches			mm		
	Diameter (bottom)	Diameter (top)	Height	Diameter (bottom)	Diameter (top)	Height
8 oz / 237 ml	3.2 - 3.7	4.1 - 4.8	1.6 - 1.9	81.3 - 91.5	104.1 - 121.9	40.6 - 48.3
16 oz / 473 ml	3.2 - 3.7	4.1 - 4.8	2.9 - 3.2	81.3 - 91.5	104.1 - 121.9	73.6 - 81.3
32 oz / 946 ml	3.2 - 3.7	4.1 - 4.8	5.4 - 6.2	81.3 - 91.5	104.1 - 121.9	137.1 - 157.5
V-11 33oz / 975 ml	5.3	5.3	3.0	135	135	76

Figure 4.

Samples can obviously be counted as is, or the contents of smaller ones can be combined into a larger container for faster analysis. The Marinelli and deli-style containers can be used for solid or liquid foods and should be filled to the top. Solids should be packed as tightly as possible to minimize air spaces.

Figure 4 lists the various containers that can be counted by the FoodScreen system. Again, the variations in dimensions of containers from different vendors that are of the same listed volume can typically be accommodated as long as the overall shape is similar.

Typical count times needed to meet minimum detectable activities for specific containers and food types are shown in Figure 5. These examples show the benefit of using a large sample size. The goal of the FoodScreen's design was to provide the lightest and most compact system possible with a count time of 10 minutes or less for larger samples.

## Easy Set-up for Non-Experienced Users

While the FoodScreen System is easy to operate, it still needs to be versatile enough to accommodate the various requirements of users throughout the world. After a nuclear power plant radiological event, the three nuclides of most concern to regulatory bodies are Iodine-131, Cesium-134 and Cesium-137. Acceptable limits for these nuclides vary slightly from region to region. Also, limits for baby food are typically more restrictive than for other types of food.

The Genie-FoodPro software is provided with default information that may be usable as is. However, set-up parameters can be modified in its configuration file as needed by CANBERRA representatives or a knowledgeable user with the documentation provided. For quickest deployment, set-up can be done in the factory prior to shipment if required information is provided with the order. Note that a computer (laptop) must either be purchased with the system or provided by the user at time of order for factory set-up.

# FoodScreen Radiological Food Screening System

Container (Content)	Cs-137 MDA Target*	Count Time
1 liter Marinelli (Milk or Water)	20 Bq/L	4 mins
Food Can – Size 2** (Vegetables/Meat)	50 Bq/L	8 mins
350 mL Soda Can (Water)	20 Bq/L	110 mins
32 oz Plastic Container (Meat/Fish/Eggs/Grain)	50 Bq/L	20 mins

\*typical MDA targets for food screening

\*\*see table of metal food can sizes above

Figure 5.

The following changes can be made to meet regulatory requirements or make operation more efficient for the user. These modifications are usually done only once when initially commissioning the system.

- Change the action levels for  $^{131}\text{I}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  and/or  $^{137}\text{Cs}$ .
- Change the count time for a sample type.
- Change the activity concentration units (e.g. from mBq/g to  $\mu\text{Ci/g}$ ).
- Change the mass or volume of a sample type.
- Change the generic names of the sample containers to customer-specific names.
- Remove sample containers or food types that are not required (to limit the options on the drop down menus on the main screen).

## Higher Resolution System Option

The FoodScreen System is designed for quick screening of food stuffs for the key nuclides of concern after a radiological event. Its size, weight, battery operation and portability allow it to be deployed in the field or wherever the food happens to be.

If more detailed analysis of food is required, particularly of known contaminated food, a higher resolution system employing high purity germanium (HPGe) detectors may be required. Systems such as this are typically installed in laboratories or mobile laboratories due to their size and weight, but they are capable of identifying and quantifying virtually all nuclides in a sample. CANBERRA's FoodSpec Radiological Food Analysis System, described separately, should be considered to meet these more rigorous analysis needs.

## Specifications

The FoodScreen Radiological Food Screening System consists of the following products:

- OSPREY Universal Digital MCA Tube Base.
- NAIS-2x2 NaI(Tl) LED Temperature-Stabilized Scintillation Detector (FoodScreen-Plus only).
- 802-2x2 NaI(Tl) Scintillation Detector (FoodScreen only).
- 7F7 Mobile FoodScreen Shield – with KCl Calibration Sample and Laptop Shelf.
- Genie-FoodPro Application Software.

Note: Please see the OSPREY, NAIS-2x2 and 802-2x2 product specification sheets for more detailed information.

## OSPREY Universal Digital MCA Tube Base

### INPUTS/OUTPUTS

- Standard 14-pin PMT socket and CANBERRA proprietary 8-pin socket.
- USB 2.0.
- Ethernet 10/100T.

### POWER

- Main power will be supplied by either the USB port or IEEE 802.3af-compliant Power over Ethernet (PoE).
- Power consumption USB – <2 Watt.
- Power consumption PoE – <3 Watt.

### PHYSICAL

- SIZE
  - 62 mm (2.44 in.) diameter.
  - 108 mm (4.25 in.) length.
- WEIGHT – 280 g (9.9 oz).

### ENVIRONMENTAL

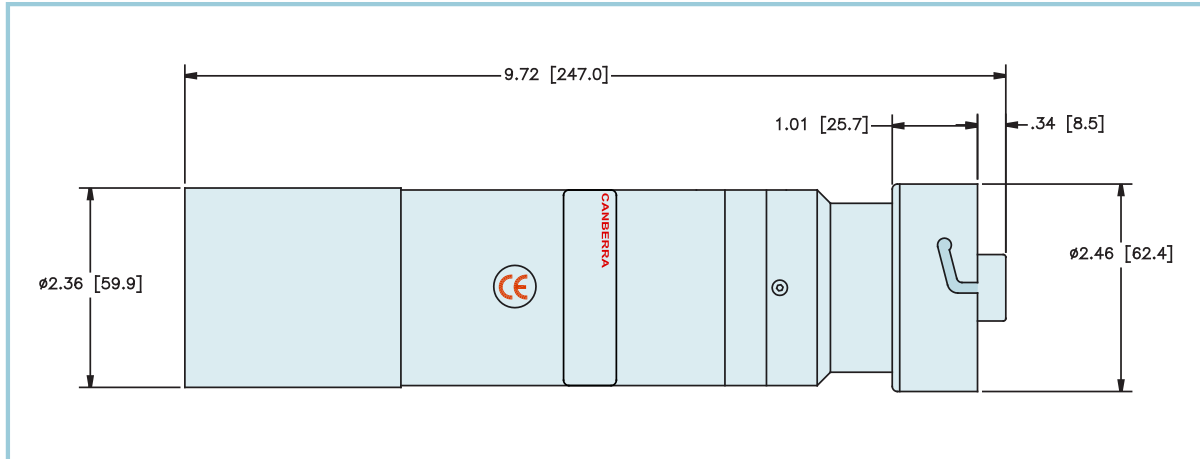
- TEMPERATURE – -10 to +50 °C (+14 to +122 °F).
- HUMIDITY – 85% non-condensing.
- Meets the environmental conditions specified by EN 61010, Installation Category I, Pollution Degree 2.

# FoodScreen Radiological Food Screening System

## NAIS-2x2 NaI(Tl) LED Temperature-Stabilized Scintillation Detector

### PHYSICAL

- SIZE – See outline drawing. Note that length from crystal cover to Osprey mating surface is 8.9 in. (227 mm).
- WEIGHT – 1 kg (2 lb 4 oz).

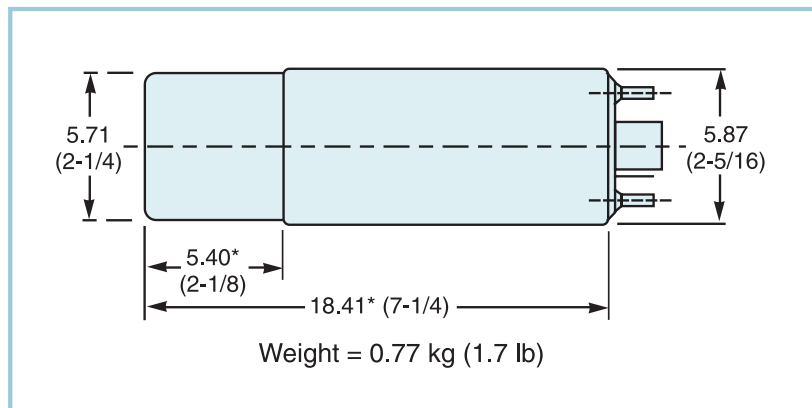


Dimensions in the Outline Drawing are in inches [mm] and are subject to change at the discretion of CANBERRA.

## 802-2x2 NaI(Tl) Scintillation Detector

### PHYSICAL

- SIZE – See outline drawing.
- WEIGHT – 0.77 kg (1 lb 11 oz).



# FoodScreen Radiological Food Screening System

## 7F7 Mobile FoodScreen Shield

### MATERIALS

- OUTER JACKET – Cast aluminum alloy – varying thicknesses.
- BULK SHIELD – 3.8-4.2 cm (1.5-1.7 in.) thick low background lead around sample.
- LINING – 2 mm (0.080 in.) 304 stainless steel.

### PHYSICAL

- SIZE – See outline drawings (mm).
- WEIGHT – 166 kg (365 lb).
- SHIPPING WEIGHT – 180 kg (395 lb).

### FINISH

- CANBERRA light grey textured epoxy.

## Genie-FoodPro Application Software

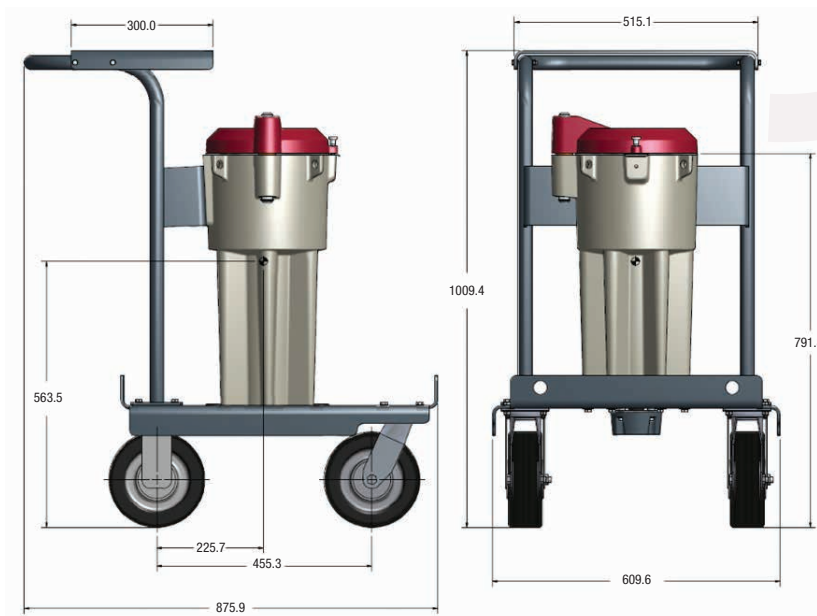
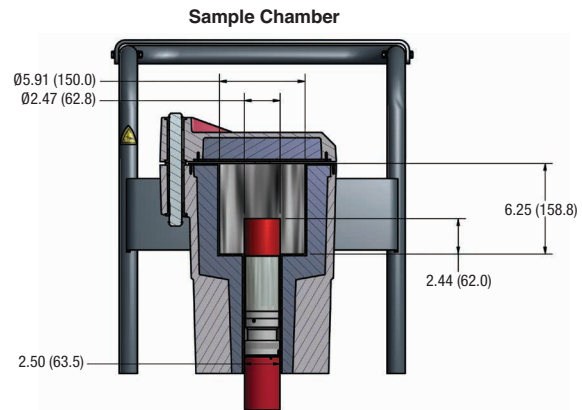
### SYSTEM REQUIREMENTS

#### Genie-FoodPro requires a personal computer with:

- 2.0 GHz Dual Core Pentium® highly recommended.
- 2 GB memory, 200 GB hard disk; CD ROM, USB.
- Integrated 10/100 Ethernet interface.
- 1024 x 768 video adapter.
- Windows® 7 (32-bit) or Windows XP Professional.

## ORDERING REFERENCES

- FoodScreen – Radiological Food Screening System with 802-2x2 Detector.
- FoodScreen-Plus – Radiological Food Screening System with NAIS-2x2 Detector.
- Order PC and optional printer separately.
- Order software installation and configuration separately.



FoodScreen, Genie-FoodPro, Osprey and Genie are trademarks and/or registered trademarks of Mirion Technologies, Inc. and/or its affiliates in the United States and/or other countries.

All other trademarks are the property of their respective owners.

©2017 Mirion Technologies (Canberra), Inc. All rights reserved.

Copyright ©2017 Mirion Technologies, Inc. or its affiliates. All rights reserved. Mirion, the Mirion logo, and other trade names of Mirion products listed herein are registered trademarks or trademarks of Mirion Technologies, Inc. or its affiliates in the United States and other countries. Third party trademarks mentioned are the property of their respective owners.

**CANBERRA**





## 農産物放射能測定システム (製品名: フードセーフ)



検出限界量 (セシウム137 及び 134):  
30kg米袋 25 Bq/kg : 10秒測定

### 主な仕様

#### 遮蔽体:

- 厚さ10cm鉄
- 食品用ベルトコンベア標準装備  
(部品交換が容易な構造)
- サイズ: 100H x 320L x 140mW cm
- 重量: 約 2500 kg

#### 検出器:

- 高効率 大型 ヨウ化ナトリウム(NaI)検出器採用



### 特長

- 非破壊検査式。サンプル抽出不要、30kg米袋の状態での放射能測定を実現
- 全域ガンマ線スペクトスコピー対応システム  
=> Cs<sup>134</sup>, Cs<sup>137</sup>, I<sup>131</sup>, K<sup>40</sup> など核種毎の含有量断定
- 簡単操作 (スタート、ストップ、色分けで結果表示、任意の場所に設置可能)
- 過酷な環境下でも運用可能! 気温 **-10℃~+50℃**、湿度 **<90%**、周辺放射能 **<2μSv/h**
- 桃、りんご、梨など果樹への応用可能
- 低重心設計

キャンベラジャパン株式会社

www.canberra.com/jp/ E-mail: jp-sales@canberra.com

東京本社 TEL:03-5835-5402 FAX:03-5835-5403  
大阪営業所 TEL:06-4806-5662 FAX:06-4806-5663  
福島支所 TEL:024-525-2520 FAX:024-525-2521



## CANBERRA

# ≫ あんぽ柿用 放射能測定装置



≫ 測定下限値：25 Bq/kg以下  
スクリーニングレベル：70 Bq/kg以上\*<sup>1</sup>  
測定時間：最短80秒\*<sup>2</sup>

\*<sup>1</sup>：精密測定（測定時間延長モード）を使用した時に適用されます

\*<sup>2</sup>：測定対象の濃度や組合せ、柿の種類により異なります

### 主な仕様 と 特長

- 遮蔽体: 厚さ10cm鉄（人体に無害）
- サイズ: 143H x 90L x 110W cm
- 検出器: 32個（高効率な測定が可能）  
ヨウ化ナトリウム（NaI）検出器採用
- 電源: AC100V入力を採用
- 非破壊検査式（サンプル抽出不要）
- 簡単操作
- 蜂屋柿、平核無柿など種類毎に最適化
- 個別測定（1トレイ毎、柿1個毎）、箱毎測定に対応
- あんぽ柿以外の食品にも、対応可能！
- 全分析結果をデータベースに保管

ミリオンテクノロジーズ・キャンベラ株式会社

<http://www.canberra.com/jp/> [jp-sales@canberra.com](mailto:jp-sales@canberra.com)

東京本社 TEL:03-5835-5402

大阪営業所 TEL:06-4806-5662

## 「そのままはかるNDA」の特徴・性能について

「そのままはかるNDA」は、2014/7/1 付で日本アイソトープ協会が情報公開している「食品中の放射性セシウムスクリーニング法に対応可能な機器」の非破壊式放射能測定装置として掲載されています。

### (1) 住民ニーズへの対応(検体の量、測定時間)について

#### ・検体の量

300g～2000g までの試料が測定可能です。

自家栽培及び自家消費を目的とした食べ物は、少量のものが多く、従来式で放射能検査を依頼すると測定に必要な重量を得ることができない場合や、測定依頼をすると測定後、食べることができない場合があります。この点を本製品は改善し、最少重量、300g から分析可能といたしました。

#### ・試料の形状

測定試料の形状は、以下の4つのタイプに分類されます。

- ① 形状が変わる、自立できない小粒または粉 …… ビニール袋等に充填して測定します。
- ② 自立する柱状と仮定できる固形物 …… 柱状容器に入れて測定します。(※)
- ③ 球状の試料 …… そのまま測定します。(※)
- ④ 任意形状(その効率測定が必要) …… そのまま測定します。(※)

(※)汚染防止用サランラップやビニール袋は除きます。

#### ・測定時間

空間線量率が  $0.08 \mu\text{Sv/h}$  の環境下において、700g の試料を原形又はほぼ原形のまま測定に用いた場合、計測時間 10 分(600 秒)で放射性セシウムの測定下限値が  $20\text{Bq/kg}$  以下となります。

#### ・操作方法

住民が銀行の ATM のように一人で自家消費野菜の放射能を測定できるタッチパネル方式にしたソフトウェアも用意しています。

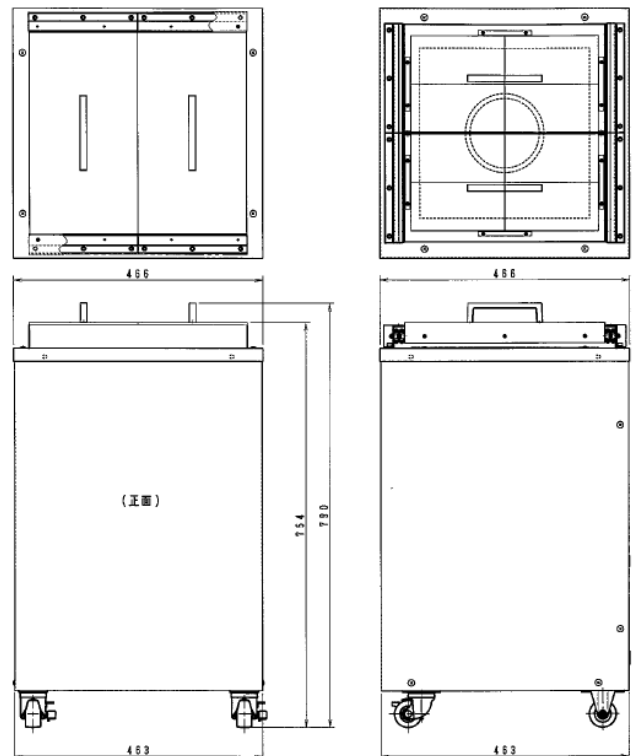
### (2) 測定装置の設置(装置寸法、重量)について

#### ・装置本体寸法

466mm(W) x 466mm(D) x 790mm(H)

#### ・重量：430kg

35mm 厚の鉛遮蔽体を有しています。  
装置は、鉛ブロックを使用した分割型  
ですので2階でも設置可能です。



(3) 操作性について

「そのままはかるNDA」の操作ソフトウェアは、2種類のソフトウェアを用意しています。

①従来型操作ソフトウェア（測定対象者：検査員）

マリネリ容器を使用する従来型(破壊式)と同様な操作ソフトウェアです。

測定所で測定試料をお預かりして検査員が測定する場合には、従来式と操作性が可能な限り同じ方が使い易いと考え、このタイプを標準装備としています。

情報入力画面には、測定者、試料分類、試料名、依頼者、依頼者住所等が入力可能です。

また、分析結果履歴が一覧できます。

②タッチパネル対話式操作ソフトウェア（測定対象者：住民）

住民が自分で測定できるように設計されたタッチパネルによる対話式操作ソフトウェアです。

①、②の操作ソフトウェアは、いつでも切替えが可能です。

従来型操作ソフトウェア	タッチパネル対話式操作ソフトウェア																
<p>測定時間 900 秒</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>放射線濃度 [Bq/kg]</th> <th>不確か率 [%]</th> <th>検出限界値 [Bq/kg]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cs-137</td> <td>48.5</td> <td>± 7.1</td> <td>5.7</td> </tr> <tr> <td>Cs-134</td> <td>25.1</td> <td>± 5.0</td> <td>8.5</td> </tr> <tr> <td>K-40</td> <td>388.9</td> <td>± 58.0</td> <td>51.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>セシウム合計 73.6 ± 10.7 Bq/kg</p>	核種	放射線濃度 [Bq/kg]	不確か率 [%]	検出限界値 [Bq/kg]	Cs-137	48.5	± 7.1	5.7	Cs-134	25.1	± 5.0	8.5	K-40	388.9	± 58.0	51.2	<p>そのままはかるNDA</p> <p>測定試料種類 測定試料の種類を選択して下さい。</p> <p>強制停止 現在日時: 2014年02月18日 09時53分</p>
核種	放射線濃度 [Bq/kg]	不確か率 [%]	検出限界値 [Bq/kg]														
Cs-137	48.5	± 7.1	5.7														
Cs-134	25.1	± 5.0	8.5														
K-40	388.9	± 58.0	51.2														
<p>測定時間 900 秒</p> <p>測定者 矢島 悠雄</p> <p>試料分類 米穀類</p> <p>試料名 シンママ</p> <p>試料形態 瓶状または粉状(ビニール袋、ザル使用)</p> <p>試料重量 1035 g</p> <p>試料ID 1</p> <p>コメント1 既知率 760Bq/kg</p> <p>コメント2</p> <p>依頼者 福原 瑞云</p> <p>住所</p> <p>採取場所</p> <p>※ オレンジ色での表記は必須項目です。 [登録・再分析] [キャンセル]</p>	<p>そのままはかるNDA</p> <p>測定中</p> <p>測定番号 201402181028</p> <p>測定時間 60 秒</p> <p>残り47秒</p> <p>強制停止 試料種類: 野菜類 試料名: はくさい 容器: 大 高さ: 10.0cm 重さ: 100g 現在日時: 2014年02月18日 10時28分</p>																
	<p>そのままはかるNDA</p> <p>測定結果</p> <p>測定下限値 250 Bq/kg</p> <p>スクリーニングレベル 500 Bq/kg</p> <p>セシウム合計 &lt; 25.0 Bq/kg</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>核種</th> <th>放射線濃度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cs-137</td> <td>否検出</td> </tr> <tr> <td>Cs-134</td> <td>否検出</td> </tr> </tbody> </table> <p>[スペクトル表示] [了解]</p> <p>強制停止 試料種類: 野菜類 試料名: はくさい 容器: 大 高さ: 10.0cm 重さ: 100g 現在日時: 2014年02月18日 10時28分</p>	核種	放射線濃度	Cs-137	否検出	Cs-134	否検出										
核種	放射線濃度																
Cs-137	否検出																
Cs-134	否検出																

(4) 検査前の準備事項について

下記項目において「そのままはかるNDA」は、準備時間を短縮可能とします。

	「そのままはかるNDA」	「従来式装置」
ウォーミングアップ	電源投入後 10 分	電源投入後 30 分程度
エネルギー校正	K-40 のチェックサンプルを使用し、ピークが大幅にずれていないか確認し、調整します。	同左
バックグラウンド測定	納入時に測定した値と変化がないことをウォーミングアップ時に自動的に確認します。	手動にて毎日必要 数十分から数時間

「そのままはかるNDA」ではスペクトルから放射能濃度を計算します。ゲルマニウム半導体検出器と同様な核種分析を行います。測定スペクトルを用いて解析時に再エネルギー校正を行うため、多少のピークのズレは解析に問題ありません。

(5) 測定結果の表示について

従来型操作ソフトウェア	タッチパネル対話式操作ソフトウェア
<p>放射能測定結果</p> <p>試料名: 葉菜類 - キャベツ 試料形態: 散状または粉状 (ゼリウム線、ゲル使用) 試料重量: 614 g コモン1: 514 g コモン2: 514 g</p> <p>測定者: 久保田 康子 測定機関: 株式会社アドフューテック 測定日時: 2014年10月09日 09時49分21秒 測定器型式: AFT-80A2</p> <p>測定モード: スクリーニング法 検出下限値: 25.0 Bq/kg</p> <p>放射能濃度: 48.5 ± 7.1 Bq/kg 放射能濃度: 25.1 ± 5.0 Bq/kg 放射能濃度: 388.9 ± 58.0 Bq/kg</p> <p>セシウム合計: &lt; 25.0 Bq/kg</p>	<p>そのままはかるNDA 測定結果</p> <p>測定下限値: 25.0 Bq/kg スクリーニングレベル: 50.0 Bq/kg</p> <p>セシウム合計: &lt; 25.0 Bq/kg</p> <p>核種: 放射能濃度 Cs-137: 否検出 Cs-134: 否検出</p> <p>スペクトル表示</p> <p>強制停止: 試料種類: 葉菜類 試料名: はくさい 容器大: 高さ 10.0cm 重さ 100g 現在日時: 2014年02月18日 10時29分</p> <p>***** 食品放射能測定結果 *****</p> <p>測定日時: 2014/02/18 10:59 測定場所: AFT測定室 検出器: NaI(Tl)シンチレーション 試料種類: 葉菜類 試料名称: はくさい 重量: 600 g 測定番号: 201402181059</p> <p>測定時間: 60.0 秒 スクリーニングレベル: 50.0 Bq/kg 検出下限: 25.0 Bq/kg</p> <p>測定結果: ○ [測定下限値未満]</p> <p>Cs合計: &lt; 25.0 Bq/kg Cs-137: 否検出 Cs-134: 否検出</p> <p>㈱アドフューテック *****</p>

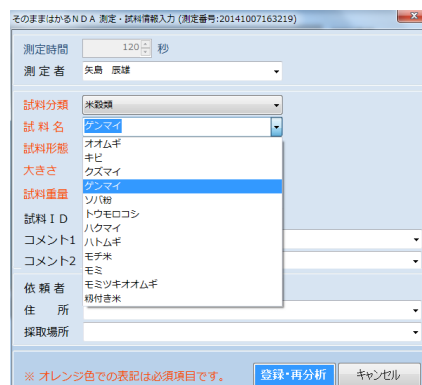
測定番号	測定日時	試料分類	試料名称	結果	Cs合計(Bq/kg)	Cs-137(Bq/kg)	検出限界(Bq/kg)	Cs-134(Bq/kg)	検出限界(Bq/kg)
20140717101320	2014/07/17 10:13:28	米穀類	交 米: 0.95(g/cm <sup>3</sup> )	スクリーニング超過	57.0 ± 9.1	49.0 ± 7.4	10.7	19.9 ± 4.3	23.3
20140717102737	2014/07/17 10:27:37	米穀類	クヌマイ	スクリーニング超過	73.6 ± 10.7	48.5 ± 7.1	5.7	25.1 ± 5.0	8.5
20140717111945	2014/07/17 11:19:45	果菜類	ジャガイモ: 0.95(g/cm <sup>3</sup> )	測定下検出未満	<25.0		14.9		否検出
20140717113609	2014/07/17 11:36:09	その他	その他: 1.00(g/cm <sup>3</sup> )	測定下検出未満	<25.0		3.9		否検出
20140717194729	2014/07/17 19:47:29	米穀類	交 米	スクリーニング超過	55.4 ± 9.7	40.5 ± 7.0	11.1	14.8 ± 4.5	22.8
20140717154450	2014/07/17 15:44:50	果菜類	ジャガイモ	測定下検出未満	<25.0		15.4		否検出
20140718009522	2014/07/18 00:05:22	果菜類	キュウリ	測定下検出未満	<25.0		16.0		否検出
20140718100945	2014/07/18 10:09:45	果菜類	キュウリ	測定下検出未満	<25.0		11.6		否検出
20140718103224	2014/07/18 10:32:24	果菜類	キュウリ	測定下検出未満	<25.0		5.9	4.3 ± 2.4	12.0
20140718110614	2014/07/18 11:06:14	果菜類	ジャガイモ	測定下検出未満	<25.0	6.0 ± 2.4	7.7	5.3 ± 2.9	15.9
20140718141444	2014/07/18 14:14:44	芋類	ジャガイモ	測定下検出未満	<25.0		5.7	1.6 ± 1.6	11.0
20140718145004	2014/07/18 14:50:04	芋類	ジャガイモ	測定下検出未満	<25.0	3.6 ± 1.7	6.1	2.3 ± 2.0	12.8
20140718152554	2014/07/18 15:25:54	果菜類	カマズキ	測定下検出未満	<25.0	2.9 ± 1.5	5.8		否検出
20140722102925	2014/07/22 10:29:25	果菜類	キュウリ	測定下検出未満	<25.0		8.3	6.5 ± 3.3	10.8
20140722110744	2014/07/22 11:07:44	芋類	ジャガイモ	測定下検出未満	<25.0		10.4		否検出
20140722114532	2014/07/22 11:45:32	菜類	ジャガイモ	測定下検出未満	<25.0		5.6		否検出

- 従来型のソフトウェアには、分析結果一覧を表示する機能を有しています。その結果は、週別、月別等で検索することが可能です。
- また、これら一覧のデータは、CSVへ出力する機能を有しておりますので、ホームページに分析結果を掲載する際に有効な機能となります。

### (6)その他の機能

- 試料情報入力画面について

「そのままはかるNDA」従来型操作ソフトウェアの測定・試料情報入力画面には、一度入力した測定者、試料名、コメント、依頼者、住所、採取場所等は、ソフトウェアに保存され、次回からは、プルダウンリストから選択することが可能です。



- 試料室の汚染防止について

住民が自ら測定を行う場合、装置が常に正常の状態を維持していることが重要です。「そのままはかるNDA」は、試料を測定していない間、自動でスペクトル収集を行い、試料室内の汚染の有無を確認し、汚染があった場合、ソフトウェアによる注意喚起を行います。

- 天然核種の影響について

「そのままはかるNDA」は、スペクトル解析を行い、天然核種(Pb-214,Bi-214)の定性が可能となります。そのため、天然核種によるセシウム誤検出防止に対応しています。



本社：〒101-0021 東京都千代田区外神田5-6-3 殿塚ビル2F  
TEL：03-6803-0177 FAX：03-3839-0177  
URL http://www.adfutech.com

# 前処理不要！ 非破壊方式の放射性セシウム測定装置

FD-08Cs1000

## Legumes (レギューム) シリーズ

日本アイソトープ協会  
「食品中の放射性セシウムスクリーニング法に対応可能な機種」に掲載



Legumes  
(レギューム)

前処理なしでそのまま測定する放射性セシウム測定装置です。  
測定した検体をそのまま消費できますので、抜き取り検査よりも安心・安全です。

- 前処理不要で人件費や作業時間を大幅に短縮できます。試料廃棄の必要もありません。
- 最新型の日本製 CsI 検出器を搭載し、少ない試料量で高感度測定が可能です。
- レギューム・スーパーは4個の検出器を搭載。試料形状による測定時間の差を抑えられます。
- 複数検体を同時に測定しても、濃度分布で検体毎の汚染状況を把握できます。\*3
- レギューム・ライトは、約100秒の測定時間で10 Bq/kg の下限値を実現(1000g)。\*1
- 日本語ソフトウェアで簡単測定。測定結果を自動保存。
- 日本語集計印字、CSV ファイルに変換・編集・保存可能です。
- 純国産品で万全なサポート体制。機器校正(年1回以上必要)や保守点検もお任せ下さい。
- 厚生労働省「食品中の放射性セシウムスクリーニング法」に準拠。

非破壊方式 放射性セシウム測定装置 Legumes シリーズ 仕様一覧

装置名	FD-08Cs1000-4 レギューム・スーパー	FD-08Cs1000-2 レギューム・スタンダード	FD-08Cs1000-1 レギューム・ライト
測定原理	γ (ガンマ) 線分析法		
測定対象	固体・液体・粉体 (形状問いません)		
ピーク同定検出範囲	Cs-137、Cs-134 (I-131、K-40) 100keV~2000keV		
検出器	γ線シンチレーションカウンター 大型 CsI (TI) 検出器		
	4 個	2 個	1 個
計数方式/電源	デジタル計測処理/100V 1A		
エネルギー分解能	Cs-137 において 10%以内		
測定器雰囲気	大気		
LLD (検出限界値) *1 測定時間 (1000g)	25Bq/kg 以下 約 15 秒	25Bq/kg 以下 約 25 秒	25Bq/kg 以下 約 30 秒
	10Bq/kg 以下 約 75 秒	10Bq/kg 以下 約 90 秒	10Bq/kg 以下 約 100 秒
遮蔽体	鉛 50mm (30mm オプション)		
自動秤量	標準 (外部接続)		オプション
濃度分布	16 分割 (4×4) 表示	8 分割 (2×4) 表示	なし
試料室内寸	320(W)×240(D)×150(H)mm		
本体寸法	560(W)×550(D)×870(H)mm (キャスター付専用設置台含む)		
本体重量	約 750kg *2	約 720kg *2	約 680kg *2
操作部 (PC)	Windows ノート型 PC 付属 (タッチパネル入力対応 PC はオプション)		
付属品	制御解析ソフトウェア、A4 インクジェットプリンター、精度管理用試料		

\*1: LLD (検出限界値) は、弊社標準物質を用いて算出。試料形状、装置の設置環境と測定時間によって変わります

\*2: 専用架台 (キャスター付)、PC およびプリンター等を含みます。


\*3: レギューム・スーパーおよびスタンダードに搭載

内容は予告なしに変更されることがあります。

試料室	ソフトウェア			報告書
広いスペース 	条件選択画面 	結果判定画面 	濃度分布表示 	個別・CSV 

2016年8月1日改訂

<製造・販売>

 **株式会社 テクノエックス**

本社: 大阪市東淀川区東中島 5-18-20 〒533-0033

TEL 06-6323-1100 FAX 06-6323-7770

東京営業所: 東京都中央区八丁堀 3-17-13 〒104-0032

TEL 06-6228-3230 FAX 06-6228-3281

福島事業所: 福島県南相馬市小高区飯崎字南原 65-1 〒979-2162

TEL 0244-32-1026

e-mail info@techno-x.co.jp http://www.techno-x.co.jp



# 非破壊（まるごと）放射能測定装置

食品を刻むことなく、まるごと放射能の測定が可能  
放射性セシウムスクリーニング法に対応

非破壊放射能測定装置は、食品に含まれる放射能を非破壊で測定するという  
コンセプトで開発されました。

一般食品に対して20Bq/kg(基準値の1/4以下)を5分で測定できます。




## 特長

- ・測定試料は一般食品が対象
- ・平底容器に試料を入れ、測定ボタンを押すだけの簡単操作
- ・試料を刻むことなくまるごと測定
- ・ $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{134}\text{Cs}$ の放射能を合算測定
- ・放射能が部分的に高いものも判定

## 機 器 仕 様

製 品 名	非破壊式放射能測定装置
型 名	FF1
検 出 器	φ2×2インチ NaI(Tl)シンチレーション検出器 × 7個
分 解 能	7.3%以下 ( $^{137}\text{Cs}$ 662keV)
測定エネルギー範囲	200keV～2000keV
対 象 核 種	$^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ (オプションとして $^{40}\text{K}$ )
測 定 試 料	一般食品
測 定 誤 差	±14%以内 (46Bq/kg、1kgの標準試料に対して)
校 正	$^{137}\text{Cs}$ 及び $^{40}\text{K}$ によるエネルギー校正
検 出 限 界 (放射性セシウムとして) ( $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 合算値)	12Bq/kg (試料1kg、5分測定時)
不 均 一 判 定	7つの検出器により放射能分布の不均一さを判定
測 定 時 間	5分
試料計測室サイズ	幅330mm×奥行き330mm×高さ220mm
外 形 寸 法	約1240(W)×720(D)×830(H)
鉛 遮 蔽 厚	約50mm
鉛 遮 蔽 体 質 量	約600kg
質 量	約750kg
パ ソ コ ン	OS : Windows7 64Bit
印 字 データ	測定日時、放射能濃度、サンプル重量
電 源 電 圧	AC100V ±2% (50/60Hz)
消 費 電 力	1000W以下
動 作 環 境	10°C～35°C 湿度15～80%(非結露)

 日栄工業株式会社福島工場

福島市下鳥渡字新町西33-1

TEL : 024-545-5692 FAX : 024-544-2728

## Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

食品中放射性物質濃度データ解析

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29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 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 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濃度データのうち、非流通品/牛肉を除く 51,615 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 0.39%であった。流通する食品の基準値超過率は 0.06%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 0.54%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。山菜、きのこ、野生鳥獣肉、淡水魚は、複数の基準値超過が見られた食品分類であり、いずれも山林にその起源をもつことが特徴である。これらの食品が生育する山林では、事故により広がった放射性セシウムがそのまま存在する状態が継続していると考えられる。現在有効に機能している、基準値を超える食品を流通させないための監視において、山菜、きのこ、野生鳥獣肉、淡水魚のような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

研究協力者 曾我慶介 国立医薬品食品衛生研究所生化学部研究員

### 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。本研究では、これに引き続き、平成29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た。

## B. 方法

厚生労働省ホームページに公表された、平成29年4月から平成30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、食品分類別に集計し、放射性セシウムの検出率、濃度等を求めた。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。

集計は、公表されたデータから、始めに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食品の牛肉のデータを除いたものを対象とした。最後に除外した牛肉の検査データのみを解析した。

## 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51,615であり、そのうち35,488が流通前の段階で収集された食品（非流通品）、16,127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 以上の場合を検出とした。このように計算したときの検出試料数は1,396、検出率は2.7%となった。非流通品の検出率は3.8%、流通品の検出率は0.40%で、流通品の検出率は非流通品の約10分の1であった。

基準値を超過した試料数は200であり、全試料中の基準値超過試料の割合は0.39%、非流通品においては0.54%、流通品では0.06%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

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、海藻、牛乳、乳児用食品、加工食品、飲料水とした。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ものは、ここでは、農産物、水産物、畜産物に分類した。Table 1A に示すように、試料数は魚介類が17,785（全体の34%）、農産物が14,288（28%）、きのこ4,716（9%）、加工食品4,258（8%）、山菜3,171（6%）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（8.5%）、きの

こ (8.2%) であった (Table 1B)。流通品では、きのこ (7.3%)、山菜 (6.4%) であった (Table 1C)。流通品における野生鳥獣肉の検出率は 2.6% 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 0.06%、0.38%、1.0%、7.7%、0.07% 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、山菜で、超過率はそれぞれ 0.75%、1.5% であった (Table 1C)。

海藻、牛乳、乳児用食品、飲料、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 3,998 件であり、全体の 7.7% 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、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 97 Bq/kg、中央値は 41 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

41 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。

検出された食品群である、農産物、きのこ、山菜、野生鳥獣、魚介類の 5 群についても同様に統計量を求めた。畜産物、加工食品は検出数が 3 および 1 と少なかったため、解析対象から外した。解析を行った 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が同程度で、野生鳥獣が高濃度側に分布していた。特に、野生鳥獣は、全ての統計値において高濃度となった。最大値は、野生鳥獣以外は 500 Bq/kg 以下であったが、野生鳥獣では 14,000 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、基準値超過数及びその内容を示す。

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、きのこ及び山菜を除いた農産物について記載する。

農産物の検査総数は 14,288 で、非流通品の検査数は 8,311 (58%)、流通品の検査数は 5,977 (42%) である。Table 3 に農産物の小分類ごとの検出数及び基準値超過数を、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 55 の内訳は、あんぼ柿 16、干し柿 21、クリ 5、クルミ 1、ユズ 3、大豆 4、サトイモ、サツマイモ、玄米、梅干し、切り干し大根各 1 であった。基準値を超過したものは、あんぼ柿 2 (150、350

Bq/kg)、干し柿 2 (260、410 Bq/kg)、クリ 1 (110 Bq/kg) であった。流通品で検出されたものはクリ 1 件で、基準値を超過したものはなかった。農産物分類では、検査総数は 14,288 と全体の 28% を占め、多くの品目が検査されているものの、検出率は前述のように 0.4% であり、放射性セシウムが検出される品目は、大豆や果実類など一部の品目と、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、あんぽ柿、干し柿において複数の基準値超過が見られた。

きのこの検査総数は 4,716 で、非流通品の検査数は 4,184 (89%)、流通品の検査数は 532 (11%) 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及び基準値超過数を、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 343 試料の内訳は、乾シイタケを含むシイタケ類が 229 と 67% を占めた。次いで、ナメコ 22、ムキタケ 17、マツタケ 14、コウタケ 8、シヨウゲンジ 7、ハナイグチ 7、チャナメツムタケ 5、チチタケ 5、そのほか 20 種類のきのこ 36 であった。基準値超過数は 16 であり、内訳はシヨウゲンジ 5 (150-470 Bq/kg、野生)、チャナメツムタケ 2 (110、470 Bq/kg、いずれも野生)、シイタケ (150 Bq/kg、原木)、アカモミタケ (110 Bq/kg、野生)、アンズタケ (130 Bq/kg、野生)、キノボリイグチ (210 Bq/kg、野生)、シロヌメリイグチ (130 Bq/kg、野生)、チチタケ (110 Bq/kg、野生)、ハ

ナイグチ (150 Bq/kg、野生)、ムキタケ (110 Bq/kg、腐生菌)、ムラサキシメジ (130 Bq/kg、野生) 各 1 であった。

流通品では検査数が 532、検出数が 39 であり、検出された試料の内訳はシイタケ 29、マイタケ 4、コウタケ 2、コナラ、ナラタケ、ホキタケ各 1 であり、基準値を超過した 4 試料の内訳は、シイタケ 3 (160、120、120 Bq/kg、いずれも原木)、コウタケ 1 (120 Bq/kg、天然) 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、きのこの検査の約半数がシイタケであり、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 258 件は、ほぼ全て原木栽培であり、原木と明記されていないものは 12 試料のみで、その全て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おり、栽培・飼養管理が困難な品目群としての検査が主であった。

山菜の検査総数は 3,171 で、非流通品の検査数は 2,844 (90%)、流通品の検査数は 327 (10%) 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及び基準値超過数を、Fig.3 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 236 の内訳は、タケノコ 98、タラの芽 39、コシアブラ 35、クサソテツ 21、ワラビ 19、ウワバミソウ 8、ゼンマイ 6、ネマガリタケ 5 などであった。基準値を超過した 29 件の内訳は、タケノコ 17 (110-450 Bq/kg)、コシアブラ 8 (120-410

Bq/kg)、クサソテツ 2 (120、160 Bq/kg)、タラの芽 1 (230 Bq/kg)、モミジガサ 1 (180 Bq/kg) であった。

流通品の検出数 21 の内訳は、コシアブラ 15、タラの芽 3、ウワバミソウ 2、ワラビ 1 であり、基準値を超過した 5 件はいずれもコシアブラ (130-300 Bq/kg) であった。

タケノコは、非流通品と流通品を併せて 895 件と検査数が多く、検出件数も多くなっている。コシアブラは検出率、基準値超過率が高い品目と考えられる。検出された山菜類は、ワラビの 17 件で栽培と記載されているが、他の品目はおよそ 9 割が野生、自生または天然となっている。

畜産物に関しては、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は肉類の解析から除いた。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 1,609 で、非流通品の検査数は 760 (47%)、流通品の検査数は 849 (53%) であった。Table 6 に畜産物の検出数及び基準値超過数を示す。非流通品において検出された 3 件はいずれも豚肉であり、スクリーニング検査による参考値によれば全て 30 Bq/kg 以下であった。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と考えられる。

野生鳥獣肉の検査総数は 1,719 で、非流通品の検査数は 1,680 (98%)、流通品の検査数は 39 (10%) 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を反映しているものと思われる。Table 7 に野生鳥獣の小分類ごとの検出数及び基準値超過数を、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 477 の内訳は、イノシシ 326、クマ 75、シカ 59、ヤマドリ 15、カルガモ 2 であり、基準値を超過したものは、イノシシ 85 (110-14,000 Bq/kg)、クマ 24 (110-650 Bq/kg)、シカ 17 (110-340 Bq/kg)、ヤマドリ 3 (110-160 Bq/kg)、カルガモ 1 (1,300 Bq/kg) であった。流通品で検出されたものはシカの 1 検体 (32 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 29 年度の検査において 500 Bq/kg 以上となったものは野生鳥獣肉のみで、20 件であった。そのうち 1,000 Bq/kg 以上の試料は 6 件 (イノシシ 5、カルガモ 1) であり、最高濃度のものは 14,000 Bq/kg のイノシシ肉であった。

ハチミツは検査総数 71 件、非流通品の検査数は 50 (70%)、流通品の検査数は 21 (30%) であり、検出されたものはなかった。

水産物は、海藻を別分類とし、それ以外を、クジラを含めて便宜上魚介類とし



た。

魚介類の検査総数は 17,785 で、非流通品の検査数は 15,773 (89%)、流通品の検査数は 2,012 (11%) であり、きのこと同程度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及び基準値超過数を、Fig.5 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 212 の内訳は、淡水魚介類 203、海水魚 9 であり、95%が淡水魚介類であった。海水魚介類の内訳は、イワナ 79、ヤマメ 36、ブラウントラウト 2、アユ 32、アメリカナマズ 12、ギンブナ 12、ヒメマス 7、ウグイ 6、ウナギ 5、コイ 4、ワカサギ 3、スジエビ 3、ニジマス 2 であった。海水魚ではスズキ 6、コモンカスベ、ナガレメイタガレイ、マコガレイ各 1 であった。基準値を超過したものは、いずれも淡水魚であり、ヤマメ 5 (110-480 Bq/kg)、イワナ 4 (120-250 Bq/kg)、ブラウントラウト 2 (110、160 Bq/kg) であった。流通品で検出されたものは淡水魚のヤマメの 2 件 (30、44 Bq/kg) であった。

くじら類は検査総数 16 件、非流通品の割合 44%、海藻は総数 581 件、非流通品の割合 67% であり、いずれも検出されたものはなかった。

牛乳試料数は 1,887 あり、非流通品が 867 (46%)、流通品が 1,020 (54%) であった。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、検出された試料はなかった。

乳児用食品も基準値は 50 Bq/kg のため、同様に 10 Bq/kg 以上を検出とした。乳児用食品の試料数 485 のうち、非流通品が 4 (1%)、流通品が 481 (99%) であったが、検出された試料はなかった。

加工食品の検査総数は 4,258 であり、非流通品の検査数は 289 (7%)、流通品の検査数は 3,969 (93%) であり、非流通品の割合は低くなっている。Table 8 に加工食品の検出数及び基準値超過数を示す。検出は非流通品のトチモチ 1 件のみで 57 Bq/kg であった。

また、飲料水 (茶・氷を含む) は、一般食品の 1/10 の 10 Bq/kg の基準が適用されるため 2 Bq/kg を検出としたが、総数 734 件において、放射性セシウムが検出された試料はなかった。

食事試料の検査総数は 311 で、非流通品の検査数は 247 (79%)、流通品の検査数は 64 (21%) であったが、検出された試料はなかった。

## 産地

Table 10 に検出数の多い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 29 年度において、「栽培／飼養管理が困難な品目群及び栽培／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 56 件であり、そのうち福島県産が 51 件 (91%) であった。基準値超過は 5 件でいずれも福島県産であった。なお、基準値超過 5 件のうちの 4 件が干し柿・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 14 県で検出された。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る。そのうち 8 県 (宮城県、山形県、福島県、埼玉県、千葉県、山梨県、長野県、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く、北関東及び東北太平洋側が主である 8 県であり、基準値超過は 3 県 (岩手県、茨城県、群馬県) であった。山菜及び野生鳥獣肉は、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。

## 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 29 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及び 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全検査数の 15% であった。Table 1 に示したように野生鳥獣肉を除く一般食品の 9 割以上が 25Bq/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る。

## 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 254,975 件であり、流通品/牛肉として報告のあった、全頭検査またはモニタリング記載の 142 件を加えると、平成 29 年度に報告された検査総数 306,585 件のうち、83% 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 58%、CsI シンチレーションカウンター 38%、ゲルマニウム半導体検出器のスクリーニング機器使用 0.3% であり、スクリーニングによるものが 97% となった。これは、前述したように非流通食品/牛肉以外の検査においては 15% がスクリーニング機器で行われていることと大きく異なる。

検査の結果、25Bq 以上の件数は 10 件、検出率は 0.004% であった。それらの放射性セシウム濃度は、いずれもスクリーニング検査による参考値ではあるものの、最大値は 45 Bq/kg となっており、基準値を超過したものはなかった。検出された牛肉の産地は、宮城県 7、岩手県 1、群馬県 1 であった。食肉用の牛は、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る。

## 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 2.7%であった。内訳としては、非流通品の検出率は 3.8%、流通品の検出率は 0.40%であった。流通品の基準値超過率は 0.06%で、非流通品の基準値超過率である 0.54%に比べても十分に低いものであった。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る。ただし、流通品の基準値を超過した 9 試料は 1 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 28 年度の検査と比較すると、非流通品は 20%減、流通品は 13%減で、全体では 18%減であった。検出数は、非流通品で 37%減、流通品で 32%増、全体で 35%減であり、基準値超過件数は、非流通品で 58%減、流通品で 30%増、全体で 57%減となっている。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 4.7%から 3.8%に減少し、流通品では 0.35%から 0.40%と微増となった。これらの数字は検査試料の影響を受け、平成 28 年度と 29 年度では検査試料の選択が同じではないことから一概に比較することはできないが、濃度分布の状況も考慮すると、非流通品での検出率の減少は全体的な濃度減少傾向を反映していると考えられる。流通品での検出率の微増は、検出数が少なく変動しやすいため、さらに

解釈は困難であるが、検査対象試料に放射性セシウムがより検出されやすい食品を選択するように変化したこと、すなわち検査が効率的になったことも一因と考えられる。引き続き、検出される食品、産地、濃度などを解析し、経時変化を追うことで評価していく必要がある。

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、野生鳥獣肉が主であった。農作物では、一部の種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。水産物では、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野生鳥獣肉、淡水魚、きのこ、山菜を重点的に検査すべきと考えられる。

以前のデータでも示されているように、これら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肉は、検出率及び基準値超過率が高くなりやすく、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 29 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は重要と考えられる。

## 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、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。

## F. 研究発表

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

Table 1 食品カ分類別の試料数、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		
		数	率(%)	数	率(%)	
農産物	14288	27.7	56	0.39	5	0.03
きのこ	4716	9.1	382	8.1	20	0.42
山菜	3171	6.1	262	8.3	34	1.07
畜産物	1609	3.1	3	0.19		
野生鳥獣肉	1719	3.3	478	27.8	130	7.56
ハチミツ	71	0.1				
魚介類	17785	34.5	214	1.20	11	0.06
海藻	581	1.1				
牛乳	1887	3.7				
乳児用食品	485	0.9				
加工食品	4258	8.2	1	0.02		
飲料	734	1.4				
食事試料	311	0.6				
合計	51615		1396	2.70	200	0.39

## B. 非流通品

食品分類	総数	検出		基準値超過	
		数	率(%)	数	率(%)
農産物	8311	55	0.66	5	0.06
きのこ	4184	343	8.20	16	0.38
山菜	2844	241	8.47	29	1.02
畜産物	760	3	0.39		
野生鳥獣肉	1680	477	28.4	130	7.74
ハチミツ	50				
魚介類	15773	212	1.34	11	0.07
海藻	391				
牛乳	867				
乳児用食品	4				
加工食品	289	1	0.35		
飲料	88				
食事試料	247				
合計	35488	1332	3.75	191	0.54

## C. 流通品

食品分類	総数	検出		基準値超過	
		数	率(%)	数	率(%)
農産物	5977	1	0.02		
きのこ	532	39	7.33	4	0.75
山菜	327	21	6.42	5	1.53
畜産物	849				
野生鳥獣肉	39	1	2.56		
ハチミツ	21				
魚介類	2012	2	0.10		
海藻	190				
牛乳	1020				
乳児用食品	481				
加工食品	3969				
飲料	646				
食事試料	64				
合計	16127	64	0.40	9	0.056

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)

	全体	非流通品	流通品
試料数	1396	1332	64
平均値	97	99	64
25%tile値	31	31	31
中央値	41	41	44
75%tile値	69	68	88
90%tile値	140	140	123
95%tile値	212	220	167
最大値	14000	14000	300

	農産物	きのこ	山菜	野生鳥獣	魚介類
試料数	56	382	262	478	214
平均値	64	46	65	181	50
25%tile値	28	29	31	35	30
中央値	40	35	41	59	38
75%tile値	77	45	69	110	56
90%tile値	95	64	130	240	77
95%tile値	274	110	189	451	110
最大値	410	470	450	14000	480

Table 3 農産物（きのこ、山菜を除く）の小分類ごとの検出数及び基準値超過数

	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
あんぽ柿	16	2		
干し柿	21	2		
クリ・クルミ	6	1	1	
ユズ	3			
その他	9			
計	55	5	1	0

Table 4 きのこの小分類ごとの検出数及び基準値超過数

	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	229	1	29	3
ナメコ	22		1	
マイタケ	3		4	
マツタケ	14			
ショウゲンジ	7	5		
その他	68	10	5	1
計	343	16	39	4

Table 5 山菜の小分類ごとの検出数及び基準値超過数

	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
コシアブラ	35	8	15	5
タラの芽	39	1	3	
タケノコ	98	17		
クサソテツ	21	2		
ウワバミソウ	8		2	
ワラビ	19		1	
ゼンマイ	6			
その他	15	1		
	241	29	21	5

Table 6 畜産物の小分類ごとの検出数及び基準値超過数

	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
豚肉	3			

Table 7 野生鳥獣の小分類ごとの検出数及び基準値超過数

	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	326	85		
クマ	75	24		
シカ	59	17	1	
鳥類	17	4		

Table 8 水産物の小分類ごとの検出数及び基準値超過数

	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	79	4		
ヤマメ	36	5	2	
ブラウントラウト	2	2		
アユ	32			
スジエビ	3			
淡水魚	51			
海水魚	9			

Table 9 加工食品の小分類ごとの検出数及び基準値超過数

	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
トチモチ	1			

Table 10 産地・食品分類別の検出数と基準値超過数

	農産物				きのこ				山菜			
	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					6							
岩手県					62	9		1		4		1
宮城県	1				27	1	1		97	1	20	
秋田県						1				3		
山形県					5		1		18	5		1
福島県	51		5		66	3	1		49		1	
茨城県					28	13		1	22	1		
栃木県	4				50	1			14			
群馬県					12	9		2	14	3		2
埼玉県					6		1					
千葉県					33	2	1		5			
東京都												
神奈川県												
新潟県					2				8	3	2	1
山梨県					27		7					
長野県					6		1		11	4	6	
静岡県					13		3					
計	55	1	5	0	343	39	16	4	241	21	29	5

	野生鳥獣肉				魚介類			
	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
青森県								
岩手県	25		2		13			
宮城県	83		28		23			
秋田県								
山形県	4							
福島県	145		61		117	2	8	
茨城県	15		1		17			
栃木県	101		6		11		2	
群馬県	83		31		15		1	
埼玉県								
千葉県	17	1			16			
東京都								
神奈川県								
新潟県	1							
山梨県								
長野県	3		1					
静岡県								
計	477	1	130	0	212	2	11	0



Fig.1 放射性セシウムが検出された試料の濃度分布 農産物（きのこ、山菜を除く）

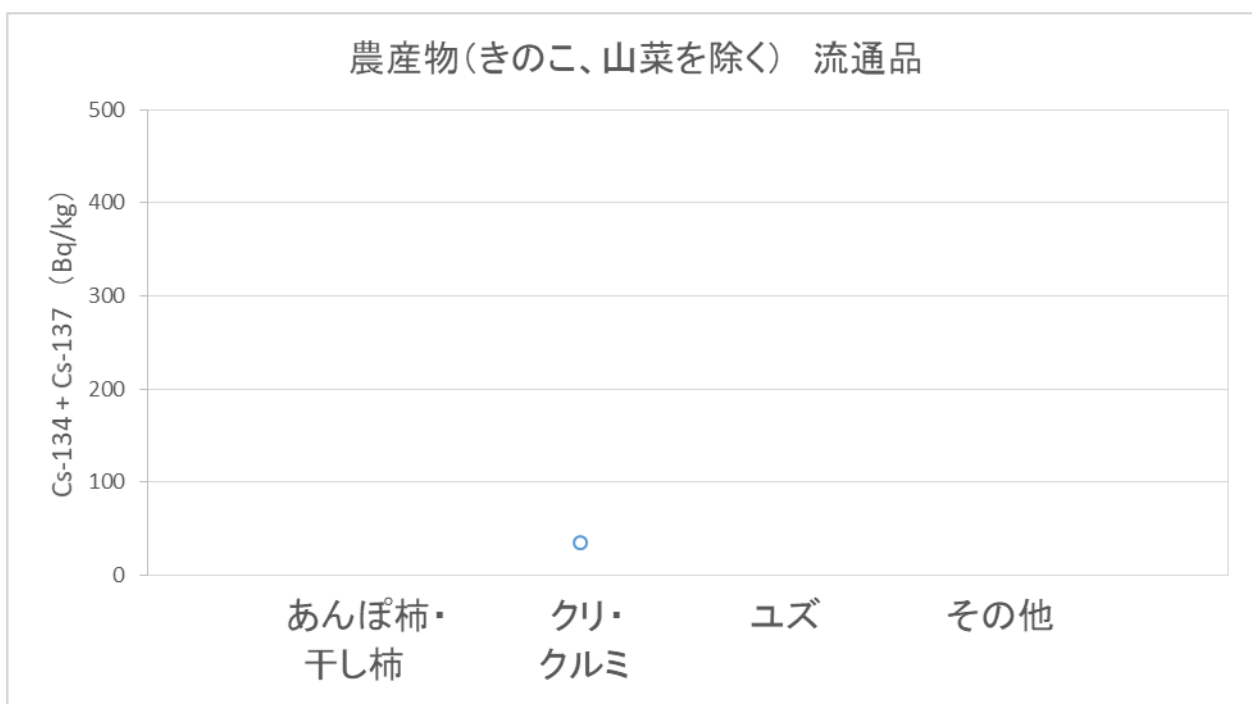
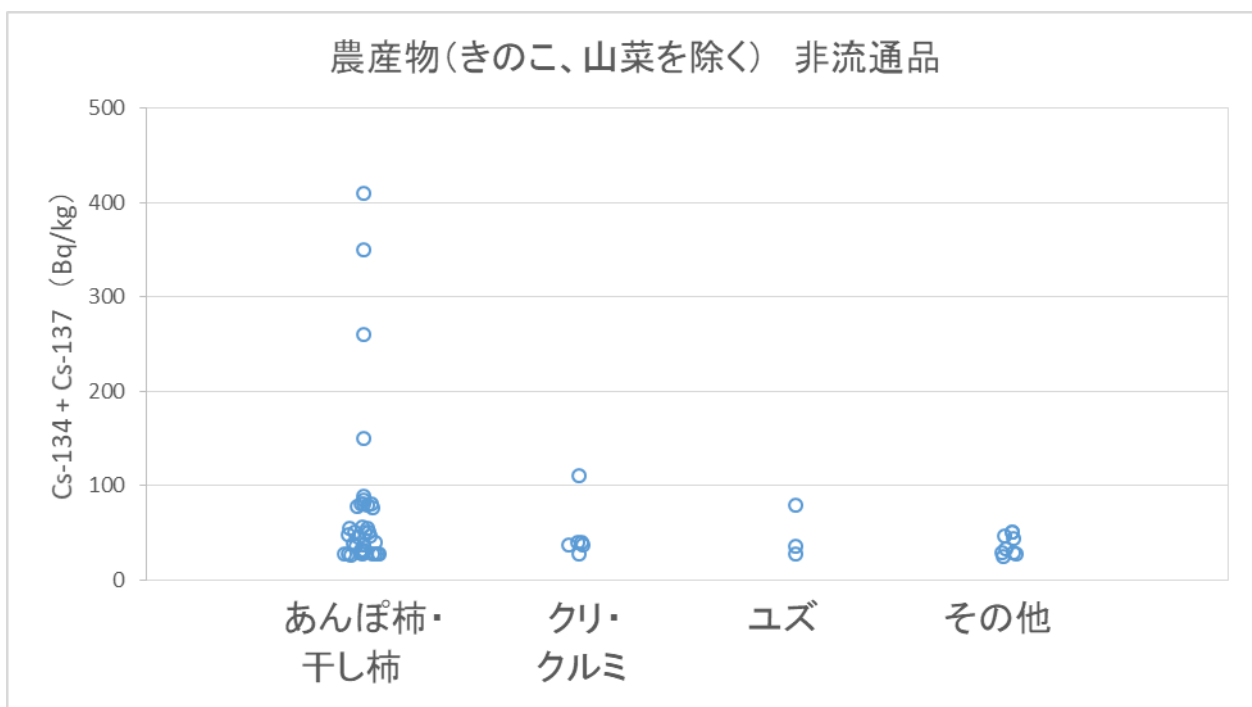


Fig.2 放射性セシウムが検出された試料の濃度分布 きのこ

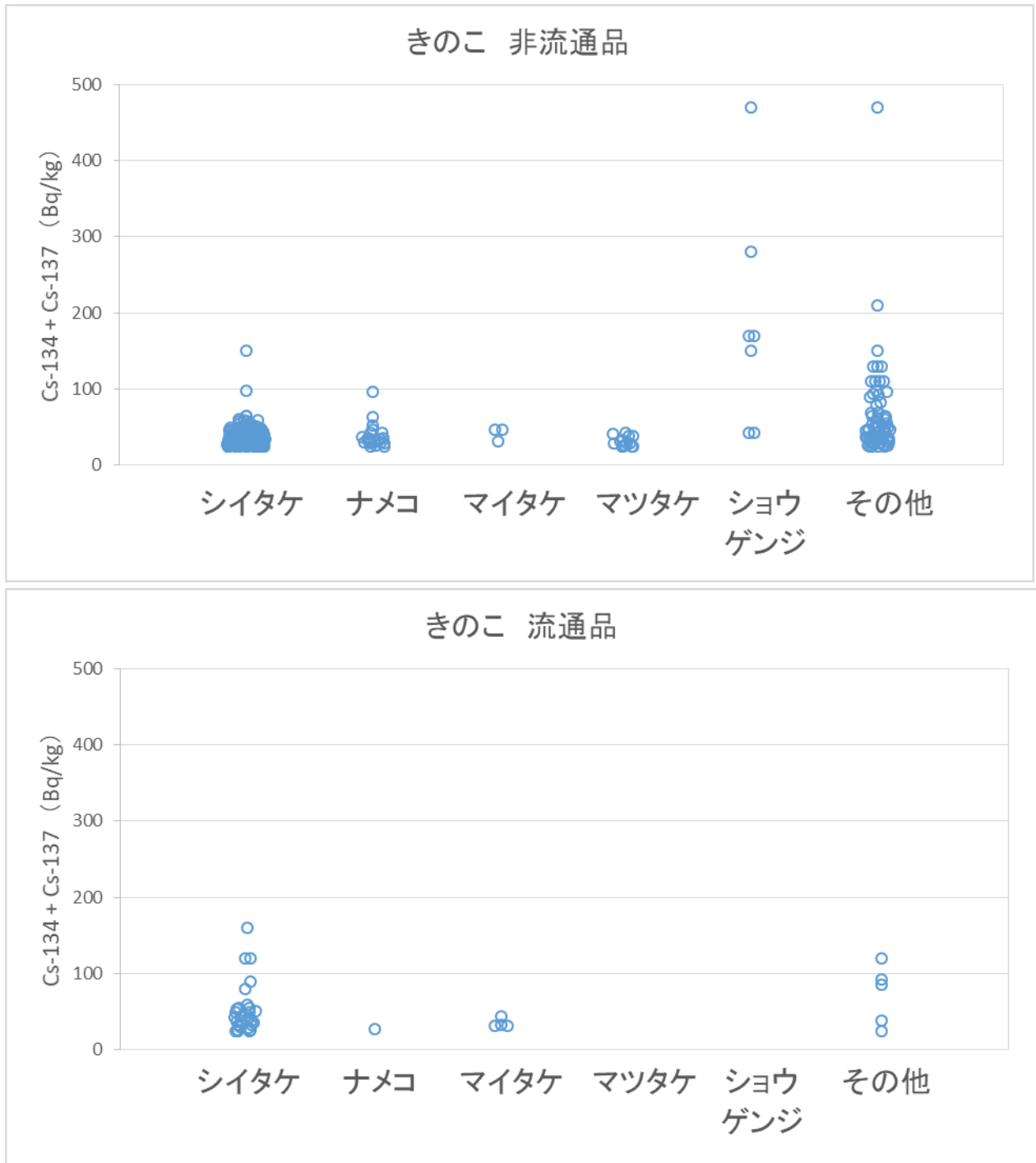


Fig.3 放射性セシウムが検出された試料の濃度分布 山菜

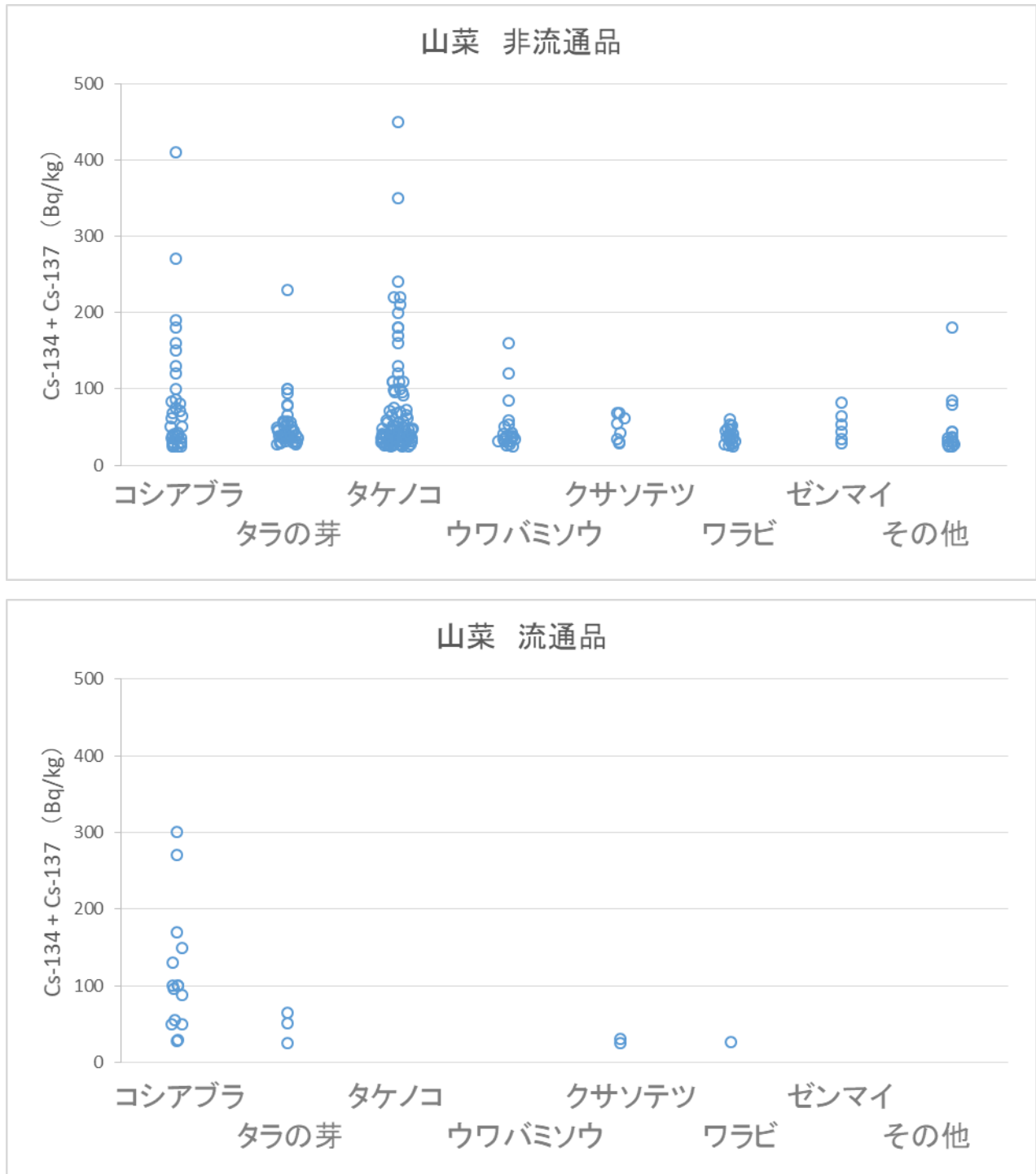


Fig.4 放射性セシウムが検出された試料の濃度分布 野生鳥獣肉

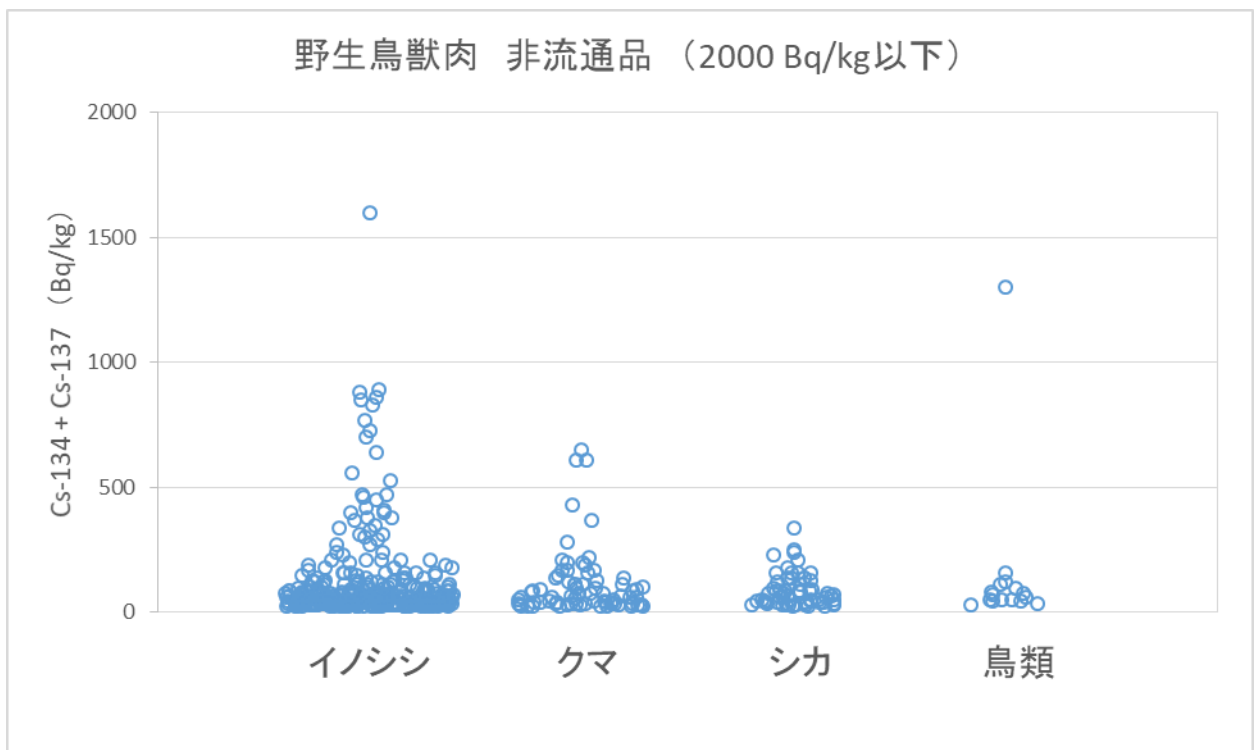
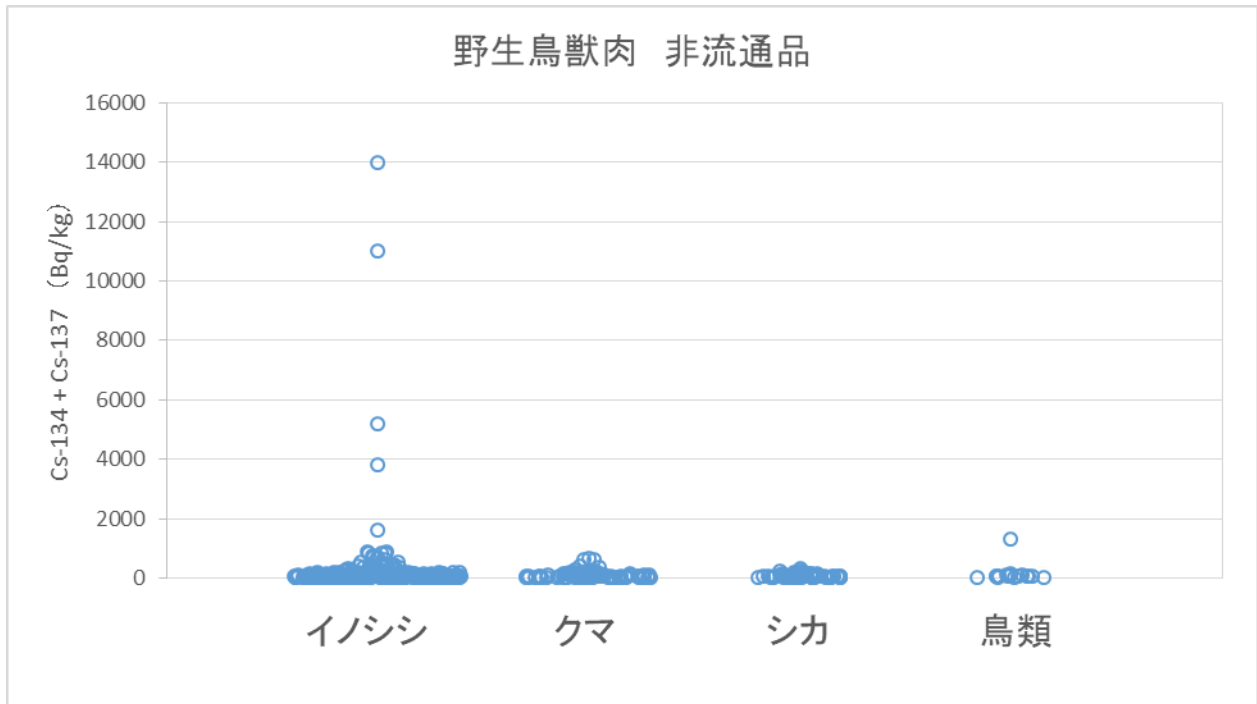
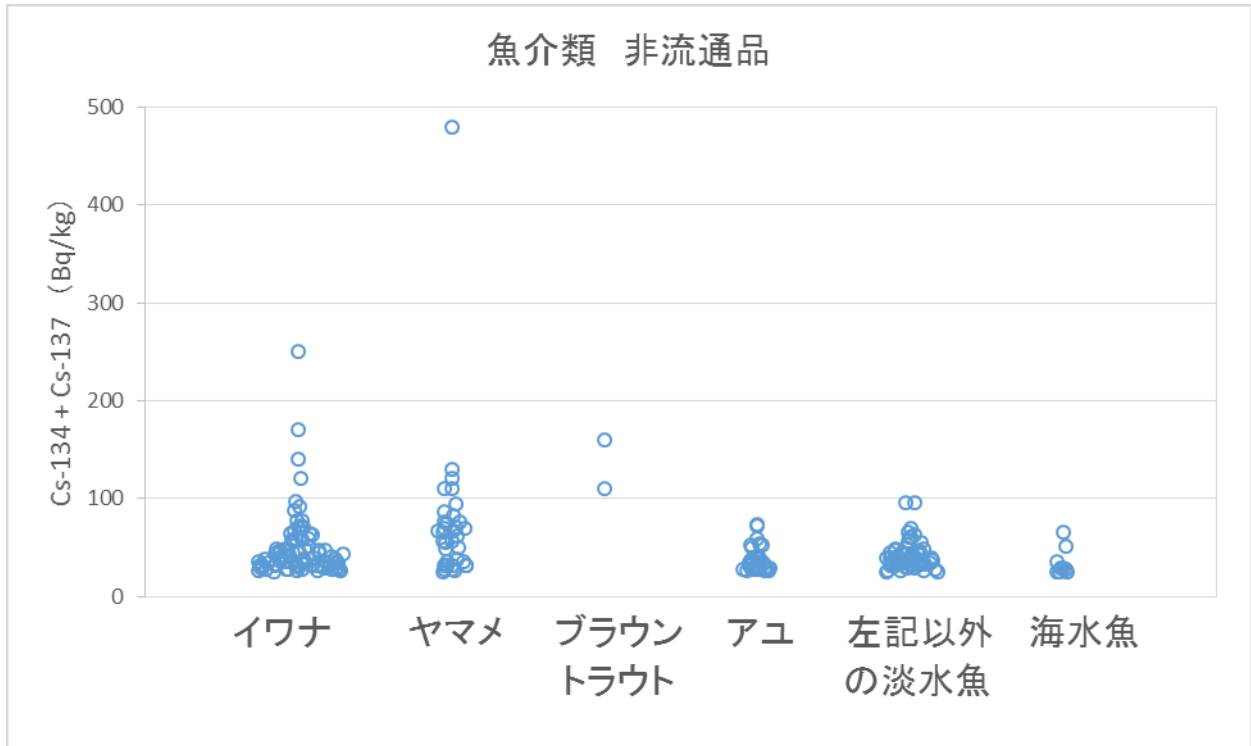


Fig.5 放射性セシウムが検出された試料の濃度分布 魚介類



## Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

食品中放射性物質等有害物質調査

曾我 慶介

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 29 年度研究分担報告書

分担研究課題：食品中放射性物質等有害物質調査

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：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、放射性物質や化学物質が環境中に放出され、食品に移行したことは食品衛生面で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含まれている。そこで本研究では事故等により環境汚染を引き起こす放射性核種を中心に、今後新たに検討すべき核種等を探索することを目的に食品中放射性核種等について調査を行う。平成 29 年度は、学術論文、国連科学委員会（UNSCEAR）報告書を中心に、過去の原子力災害情報や人工または天然放射性核種に関連した近年の食品摂取量調査について文献調査を行った。原子力災害について調べた結果、原発事故時の原子炉の温度・圧力の状態や燃料の種類によって放出核種の性質や種類が異なることや、また事故の時期によって食品への移行の度合いが異なるなどの特徴が見られた。また、近年の摂取量調査では天然放射性核種であるポロニウム 210 やカリウム 40 の内部被ばく線量が、福島原発事故等の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。特に、現在の日本の国民一人あたりのポロニウム 210 からの内部被ばくは年間 0.73 mSv と見積もられており、世界的に見ても高い値であった。しかし、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。その原因の一つに分析法が煩雑なことが挙げられた。ポロニウム 210 は純  $\alpha$  線放出核種なため、適切な前処理が必要であるが、食品中ポロニウム 210 の公定法は存在せず、土壌などの環境試料用の方法が流用されている。そこで、本研究では食品に焦点をあて、より実用的なポロニウム 210 分析法の開発を目的に、半減期の長いポロニウム 209 を用いて分析条件の検討を行った。ポロニウムを金属板に沈着するステップにおいて、化学分離後ステンレス板電着法、直接ステンレス板電着法と銀板自然析出法の 3 種類の方法の利便性を検証した。様々な食品マトリクスに対し、各手法を適宜使い分けることで、時間と価格コストを抑えたポロニウム分析が可能なが示唆された。

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、食品衛生面で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

性物質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データから、近年の食品に含まれる放射性物質の実態調査までを多面的かつ広範囲に文献調査を行い、人体に影響が大きい放射性核種として今後新たに検討すべき核種等を探索することを目的とした。また、探索した結果、その放射性核種の分析法が必要であれば、その開発に着手することとした。

## B. 研究方法

### 1. 文献調査

PubMed、Google Scholar といった文献検索エンジンを使用して関連する学術論文を探索した。United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR)など国連関連のレポートは各機関のホームページより入手した。

### 2. ポロニウム分析

#### ・食品試料と放射能標準溶液

食品を 11 群（米、米以外の穀、菓子、豆、果物、緑黄色野菜、その他野菜、魚、肉、乳製品、調味料類）に分類し、群ごとに混合・均一化した混合試料を用いた（表 4）。食品認証試料として NIST-4358（海洋甲殻類）と NIST-4359（海藻）を米国国立標準技術研究所 (NIST) から購入した。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%）は Eckert&Ziegler 社から日本アイソトープ協会を通じて購入した。

#### ・湿式分解

食品試料は生試料 50 g を、80°C で一晩乾燥させた。1L ビーカーに上記乾燥試料

を加え、内部標準物質ポロニウム 209 硝酸溶液を 0.04Bq 添加後、硝酸と過酸化水素水を用いて 120°C で湿式分解を行った。分解終了点は分解反応時に褐色のガスの発生がなくなる時点とした。湿式分解液を乾固直前まで加熱濃縮し、6M 塩酸 10 mL を加えさらに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 20 mL を加え加熱し、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 で予めコンディショニング後、ろ過液を添加した。4M 塩酸 20 mL、続いて 6M 硝酸 4 mL を負荷してカラムを洗浄後、6M 硝酸 20 mL を負荷してその溶出液をポロニウム溶液として回収した。金属板沈着前に硝酸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）、次の沈着ステップへと進んだ。

#### ・ポロニウムの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) にポロニウムを沈着させるために、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乾固直前試料に 0.5M 塩酸 10 ml、アスコルビン酸を加え、白金電極 (陽極) を浸し、電解分析装置 ANA-2 (東京光電社) を用いて 1~3 時間通電した (以下、電着と表記) (図 1 左)。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、洗浄後、自然乾燥させて測定試料とした。

#### ・ポロニウムの銀板自然析出法

銀板（純度 99.99%、Φ25.0 mm、薄さ 1.0 mm）（メジャーワークス社）にポロニウムを析出するため、ビーカーにポロニウム塩化物フォームの試料を移し、アスコルビン酸を加え、0.5M HCl で 200 mL とした。図 1（右）に示すように、テフロン製ディスクホルダー（Tracerlab GmbH）に銀板を取り付け、塩化物フォームの溶液に浸け、攪拌しながら 90°C で 2~16 時間析出させた。その後、銀板を取り出し、洗浄後、自然乾燥させて測定試料とした。

#### ・α線測定

ポロニウム電着板を測定試料とし、450 mm<sup>2</sup> シリコン半導体検出器 PIPS（ミリオンテクノロジー・キャンベラ社）によって 160,000 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・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は、ISO 11929-7 に基づき、試料量 50 g、計数効率 21%、ポロニウム回収率 75%、k=1.625 として、0.004 Bq/kg と算出された。

各検討におけるポロニウム回収率は標準硝酸溶液ポロニウム 209 の回収率により評価した。回収率を求めるために、α線スペクトロメトリーにおける 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ーの関係が異なるため、ステンレス板と銀板では別々に計数効率を求めた。計数効率を求めるための線源としてポロニウム 209 を電着あるいは自然析出させた α線源を用いた。PR ガスを流通させながら測定する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）によって金属板上のポロニウム 209 放射能を定量した。次に、その線源をシリコン半導体検出器において測定し、その正味計数率を放射能定量値で除することで計数効率を求めた。ポロニウム回収率は以下に示す式で算出した。R<sub>Po</sub>：ポロニウム回収率、n<sub>add</sub>：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 の正味計数率（cps）

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

認証試料を用いたポロニウム 210 分析法の評価では、ポロニウム 210 放射能濃度及びその不確かさを以下の式を用いて算出した。A<sub>Po</sub>：ポロニウム 210 放射能（Bq/kg）、u：不確かさ、n<sub>Po</sub>：ポロニウム 210 の正味計数率（cps）、D：添加したポロニウム 209 の放射能（Bq/kg）、n<sub>add</sub>：ポロニウム 209 の正味計数率（cps）、W：試料重量（g）

$$A_{Po} \pm u(A_{Po}) = n_{Po} \cdot \frac{D}{n_{add}} \cdot \frac{1000}{W} \pm A_{Po} \sqrt{\left(\frac{\sqrt{n_{Po}}}{n_{Po}}\right)^2 + \left(\frac{\sqrt{n_{add}}}{n_{add}}\right)^2 + \left(\frac{u(D)}{D}\right)^2}$$

放射能濃度は認証試料の認証日に減衰補

正を行った。

## C. 結果と考察

### 1. 文献調査

#### ・過去の原子力施設事故と福島第一原発事故の比較

UNSCEAR 報告書 (2008) を参考に、福島第一原発事故以前の原子力災害で、重大な被害をもたらしたものをピックアップした。この報告書には核施設、工業施設、身元不明線源、大学または研究機関、医療機関での事故で主要なものが取り上げられている。今回は特に、核施設関連の事故で環境中に大量の放射性核種を放出した事例を取り上げた (表 1)。核兵器施設関連では、ソ連 (現ロシア) のマヤーク核技術施設 [国際原子力事象評価尺度 (INES) : 5]、英国のウィンズケール原子炉 (INES : 5)、米国のウラン燃料加工工場、ロシアのシベリア化学コンビナート (INES : 4) の 4 件、非核兵器施設では米国のスリーマイル島原発 (INES : 5)、ソ連のチェルノブイリ原発 (INES : 7)、日本の東海村核燃料加工施設 (INES : 4) の 3 件の計 7 件の事故が、大きな環境汚染をもたらしたとして示されている。この中でも特に重篤な被害をもたらしたのがチェルノブイリ原発事故とされる。そこで、2011 年に日本で起こった福島第一原発事故とチェルノブイリ原発事故によって放出された放射性核種を、Review (Steinhauser et al. 2014) と UNSCEAR 報告書 (2013) および原子力安全・保安院発表のデータ (平成 23 年 10 月 20 日) を基に比較した (表 2)。

全体的にみると、福島第一原発事故で飛

散した放射性核種の放射能は、チェルノブイリ原発事故の 1/10 程度であった。性質ごとに見てみると、希ガスの放出量は福島第一原発事故の方が多く、揮発性元素はチェルノブイリ原発事故の方が同程度から 10 倍以上多かった。一方で、福島第一原発事故では非揮発性核種の放出量は比較的少なく、対して、チェルノブイリ原発事故では半揮発性・難揮発性物質も多く放出しており、100 km 離れた地域までそれらを沈着させた。この原因として、福島原発の事故の際には、地震により緊急停止措置が取られ、環境放出時臨界状態にはなく、多くの非揮発性核種が大気中には飛散しなかったと考察されている。原子炉施設事故による放射性核種の放出パターンは、事故時の温度、圧力などの状況によって、揮発性または非揮発性など核種に違いが出ると考えられる。

また、セシウム 134/セシウム 137 の比率は、福島第一原発事故の際は約 1 であったが、チェルノブイリ原発事故では約 0.5 であった。これは原子炉の形式とその燃料の違いによって説明されうる。チェルノブイリ原発は当時ソ連が独自で開発した黒鉛減速沸騰軽水圧力管型原子炉 (RBMK) を採用しており、東京電力の採用する沸騰水型原子炉 (BWR) とでは用いる燃料のウランの濃縮程度が異なるためと推測される (RBMK では約 2%、BWR では 3-4%)。ウラン濃縮程度が高いと、セシウム 137 量に対して、安定同位体セシウム 133 の中性子捕獲により生成するセシウム 134 量が多くなるため、結果的に放出割合もそれに起因して大きくなると考えられた。

食品の放射性物質による汚染を考える

場合、原子力施設からの放射性核種の放出割合のほか、放出された核種の食品への移行のしやすさも影響する。福島原発事故が発生した3月11日は日本では主な作物の栽培前であったことから、作物の栽培が始まっていたチェルノブイリ原発事故の4月26日と比べて直接汚染された作物の量は少なかったと推測される。

福島第一原発事故では核分裂により生じた希ガス・揮発性物質である放射性キセノン、ヨウ素、セシウム、テルルが主に環境中に放出され、次いで揮発性の低い放射性ストロンチウム、プルトニウムなどが放出されている。UNSCEARの委員会では、キセノンは放出量は多いものの、半減期および化学的性質から放射線影響の点では無視できるとされた。半減期が一年未満と短い放射性ヨウ素、テルル等は現在の食品放射性物質の基準値に含まれていないが、減衰速度が速いため、食品に残留することによる長期的影響は少ないとされる。大気と陸域環境において、地表に沈着したストロンチウムのレベルは、セシウムのそれより大幅に低いため、UNSCEARの委員会は評価に含めていない。また、地表に沈着したプルトニウムのレベルは非常に低く、ほとんどが検出限界以下であった。

日本では平成24年4月に、半減期一年以上の8核種(セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90、プルトニウム238、プルトニウム239、プルトニウム240、プルトニウム241、ルテニウム106)からの被ばくが年間1mSv以下になるように、食品中放射性セシウム(セシウム134および137)の基準値が設定された。放射性セシウム以外の6核種はほとんど検出されな

いことから、食品中放射性セシウム濃度によって原発事故により飛散した放射性物質の食品からの影響を評価することが可能である(薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会、放射性物質対策部会報告書、平成24年2月23日)。福島原発事故以後のセシウムの摂取量調査では、いずれの報告でもセシウムの影響は「1mSv/年」を大きく下回っており、2012年でも0.1 mSv/年以下であったことから、食品検査に基づく出荷制限等の流通規制の施策が効果的に機能していることを裏付けていると考えられた(Sato et al. 2013, Uekusa et al. 2014, Hirokawa et al. 2016, 2016年度 Coop Press Release)。今後も食品中放射性核種濃度に関する調査は継続し、結果を注視していく予定である。

#### ・天然放射性核種の調査

天然放射性核種のデータに着目すると、ポロニウム210による内部被ばくは、UNSCEARの公表する世界平均の年間実効線量は0.07 mSvであったが、2009年に発表された学術論文(Ota et al. 2009, Sugiyama et al. 2009)によると日本国民の平均は0.73 mSvまたは0.15-0.81 mSvと見積もられ、食品中放射性物質としてポロニウム210は人工核種である放射性セシウム等と比較しても被ばく寄与の大きい核種であることが示唆された(表3)。一方、カリウム40はUNSCEARによると世界平均では0.17 mSv、Sugiyamaらによると国内の各地域では0.1~0.2 mSvと推定され、地域差は見られなかった。ポロニウム210は最も毒性の高い放射性核種の1つと考えられており、国際放射線防護委員会

(ICRP)によると、経口摂取による成人の実効線量係数は0.0012 mSv/Bqとされ、放射性セシウムより約100倍高い(ICRP Publication 72)(表2)。しかし、既報の摂取量調査による食品中ポロニウム 210濃度は食品種や地域によって大きく偏りが見られることから、精度の良い摂取量推定のためには今後さらに多数の試料を用いた調査が必要と考えられる。

## 2. ポロニウム分析法の検討

ポロニウム 210は他の核種と比較して内部被ばく寄与が大きい、純アルファ線放出核種で測定が困難なことが問題として挙げられる。例えば、近年の食品中ポロニウム 210分析法は土壌や生物試料など環境試料を標的とした手法が主に利用されているが、操作は煩雑でコストのかかるものが多い。比較的簡便な手法も報告されているが(Lin et al. 2009)、食品全体に適用可能かどうかの詳細な検討はなされていない。これまでに日本学術振興会(研究課題:15K18914)の助成を受けて、ポロニウム分析法について、ポロニウム 209を標的とした基礎的な検討を行ってきたが、本研究では分析精度についてさらに多面的に、かつ詳細に検証し、高精度でかつ実用的な食品中ポロニウム 210分析法に資することを目的とした。

### ・ポロニウムの金属板への沈着法の検討

一般的に、金属板として銀板、ニッケル板、銅板、ステンレス板が使用されるが、既報で効率の良いとされるステンレス板にポロニウムを電着する方法(ステンレス板電着法)(Miura et al. 1999, Uesugi et al.

2010)と、海外で報告例の多い銀板にポロニウムを自然析出させる方法(銀板自然析出法)(Lin et al. 2009, Lee et al. 2014, Prabhath et al. 2015)の2種類の手法について標準硝酸溶液で検討した。ステンレス電着法では開始2時間で、銀板自然析出法では8時間でポロニウム回収率が約90%に達した(図2)。ステンレス板電着法は、既存の報告でも同程度であったことから、再現性が高く、時間効率も良い手法と考えられた。よって、ステンレス板電着法は銀板自然析出法よりも迅速でかつ金属板の価格コストが低く、有用と考えられた。

### ・食品群別混合試料を用いた検討

各食品群別の混合試料(表4)を用いて、湿式分解から $\alpha$ 線測定までの流れを検討した。最初に湿式分解条件について、既報を基に検討した。ポロニウムは高温で揮発しやすい性質を有するが、試料の穏やかな加熱乾燥中のポロニウム揮発は無視できると報告されているため(Ham et al. 1997)、食品の水分を除いて湿式分解を効率よく進めるために、80°Cで一晩試料を乾燥させた。土壌や石膏等の難分解性マトリクスの灰化においてはフッ化水素酸や王水などの強力な酸が用いられるが、食品のマトリクス組成および操作の安全面を考慮し、硝酸と過酸化水素水による湿式分解を行った。湿式分解温度は、150°C以上の加熱でポロニウムの揮発による損失が認められているため(Martin et al. 1969)、120°Cで行った。食品群別に、50g生試料の分解に要する時間を調べると、米、果実、野菜類は短く、約2日間で分解が終了した。一方で、菓子、豆、魚、肉、乳製品、調味料

類は長い時間を要した。分解に要する時間は、試料に含まれる脂分の量に依存していると考えられた。マイクロウェーブ分解装置を使う方法は、分解時間を短縮することができるが、供する試料量が数 g 単位と限られるため、今回は使用しなかった。

次に酸分解液からポロニウムを金属板へ沈着させる方法を評価した。以前の検討において、直接ステンレス板に電着する方法が簡便な手法として示唆されていたため、今回、さらにその手法につき詳細に検証した。各食品群について、ポロニウム 209 の回収率を求めた結果を表 5 に示した。米、穀、菓子、果実、野菜、乳製品類は 70% 以上、豆、魚、肉類は 50-70% の回収率であった。得られた  $\alpha$  線スペクトルの一例として、ポロニウム 210 が検出された魚類を例に示した (図 3)。一方で、しょう油や味噌を含む調味料類ではポロニウムを全く検出することができなかった。食品群別混合試料に含まれる食材中のミネラル分の平均値を「日本食品標準成分表 2015 年版」を参考に算出し、比較したところ、調味料類は他の食品分類と比較してナトリウムを多く含むことがわかった (図 4)。ナトリウムなどの電解質は、電着中にポロニウムがステンレス板に沈着するのを大きく阻害すると考えられた。そこで、調味料類に限り、他のミネラルなどからポロニウムを化学的に分離するために、酸分解液から Sr カラムを用いてポロニウムを化学分離し、電着を行うと回収率は約 80% に向上した (表 5)。よって、電解質を多く含む試料の場合は、化学分離を行う必要性があることが示唆された。また、分解時間の長さ (2~14 日間) によるポロニウムの

損失は見られなかったことから、湿式分解によってポロニウムは適切に処理にされていると考えられた。

$\alpha$  線は他の放射線と比較して、物質との相互作用によりエネルギー損失を起こしやすく、試料の精製度が悪い場合には自己吸収によって  $\alpha$  線スペクトロメトリーにおけるスペクトルの低エネルギー側へのシフトが見られる。国際原子力機関の刊行物 (IAEA series No. 34. 2014) では、他核種との分離精度を保つために、スペクトル半値幅は 30~60 keV が推奨されている。表 5 におけるポロニウム 209 の半値幅は豆類を除いて許容範囲であったが、豆類は半値幅 66.9~88.3 keV、1/10 値幅 127.0~187.4 keV と高値であったことから核種エネルギー分別の解釈には注意が必要である。また、魚類、肉類も比較的半値幅および 1/10 値幅が大きいので、分析する食品によっては気をつけるべきである。今回の結果は従来より検討してきた結果をよく反映していると考えられたが、今後これらの  $\alpha$  線スペクトルのエネルギー分別への影響や食品群別のポロニウム 210 分析精度を調べるためには、ポロニウム 210 添加回収実験により検証を行う必要がある。

また、今回の検討結果では回収率のバラツキは大きく、その他野菜類の場合では 54.8~93.4% となった。他の報告でもこのような現象は確認されており (Uesugi et al., 2010)、金属板へのポロニウム沈着ステップ時の微妙な pH や金属イオン濃度の違いが影響すると考察されている。

#### ・認証試料を用いたポロニウム 210 分析法の評価

次に上記で検討したポロニウム 210 の分析法を評価するため、NIST 認証試料を用いて直接ステンレス板電着法により分析を行った(表6)。4 併行で行った結果、海洋甲殻類である NIST-4358 は  $7.6 \pm 0.4$  Bq/kg [真度 110% (103-116%)、併行精度 5%] と良好な結果が得られたが、海藻である NIST-4359 はポロニウムを検出できなかった。海藻も大量のミネラルが含まれると考えられるため、Sr カラムによってポロニウムを化学分離し、ステンレス板電着法で試料調製した後に分析を行うと、NIST-4358 は  $6.9 \pm 0.4$  Bq/kg [真度 100% (91-107%)、併行精度 6%]、NIST-4359 は  $22.3 \pm 1.8$  Bq/kg [真度 108% (100-120%)、併行精度 8%] と海藻試料でも良好な結果が得られた。また、銀板自然析出法によって、直接ステンレス板電着法で分析できなかった NIST-4359 の分析を 2 併行で行ったところ、 $23.6 \pm 0.7$  Bq/kg [真度 115% (112-117%)、併行精度 3%] と良好な結果が得られた。化学分離無しで行う直接ステンレス板電着法では分析不可能な試料においても、銀板自然析出法では化学分離無しで分析可能であった。銀板自然析出法は銀板のコストがかかることと、時間がかかることが問題であったが、化学分離で使用する Sr カラムも高価で化学分離の時間を必要とするので、化学分離無しで行う直接銀板自然析出法もミネラルを多く含む食品を標的とした場合は有用な方法と考えられた。

以上、検討した 3 種の前処理法の NIST 認証試料を用いた評価結果をまとめると、真度 91-120%、併行精度 10% 以下となり、良好な真度と精度が得られた。一般的な食

品には、金属板にポロニウムを沈着させる際に、主に直接ステンレス板電着法を使用し、場合によって Sr カラムを用いた化学分離を追加する手法または銀板自然析出法を行うことが食品の分析法として実用的と考えられる。

#### D. 結論

UNSCEAR の報告書および学術論文を参考に、特に大きな被害をもたらしたチェルノブイリ原発事故と福島原発事故の放出核種と汚染状況を比較調査した。事故時の原子炉の状態(温度や圧力など)や燃料の種類によって、放出核種の性質や種類が異なり、また事故の時期によって食品への移行が異なると考えられた。近年の食品の摂取量調査では、福島第一原発事故によって飛散した放射性核種よりも、天然放射性核種の内部被ばく寄与が一般的に大きいことが報告されていた。中でもポロニウム 210 からの寄与は大きいことが推定されるが、分析にコストがかかり、煩雑なため、食品分析結果が少ないのが現状であった。そこで、食品中ポロニウム分析法について、以前より検討を始めていた前処理を簡便化するための手法の検討を詳細に行うこととした。その結果、化学分離を行わない直接ステンレス電着法によって、米、穀、菓子、果物、野菜、肉、魚、乳製品等の一般的な食品はポロニウムの分析が可能と考えられる。しかし、調味料類などミネラル分を多く含む食品では直接ステンレス電着法では分析が困難なため、Sr カラムなどの化学分離を行うか、または銀板直接自然析出法による試料調製が必要である。今後、今回検討した基本的な手法結果に基

づき、ポロニウム 209 を内部標準物質として、様々な食品中ポロニウム 210 の分析精度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。

- ・日本食品標準成分表 2015 年版（七訂）  
文部科学省
- ・薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会、  
放射性物質対策部会報告書、平成 24 年 2 月  
23 日
- ・原子力安全・保安院「東京電力株式会社  
福島第一原子力発電所の事故に係る 1 号機、  
2 号機及び 3 号機の炉心の状態に関する評  
価について」平成 23 年 10 月 20 日
- ・2016 年度 Coop Press Release 家庭の食  
事からの放射性物質摂取量調査 結果につ  
いて 2017 年 3 月 7 日 日本生活協同組合  
連合会
- ・ A Procedure for the Sequential Determination  
of Radionuclides in Phosphogypsum. IAEA  
Analytical Quality in Nuclear Applications  
Series No. 34 (2014)
- ・ Ham GJ, Ewers LW, Clayton RF. (1997)  
Improvements on lead-210 and polonium-210  
determination in environmental materials. *J  
Radioanal Nucl Chem.* 226:61-65
- ・ Hirokawa D, Omori S, Nishimura N, Yoshida  
K, Wada I, Yamakoshi A. (2016) Survey of  
Radioactive Cesium and Potassium Intake from  
Food Using Duplicate Diet (Fiscal Years  
2011-2014) *Shokuhin Eiseigaku Zasshi* 57:7-12
- ・ 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.
- ・ Lee HM, Hong GH, Baskaran M, Kim SH,  
Kim YI. (2014) Evaluation of plating conditions  
for the recovery of  $^{210}\text{Po}$  on a Ag planchet. *Appl  
Radiat Isot.* 90:170-176
- ・ Lin Z, Wu Z. (2009) Analysis of polonium-210  
in food products and bioassay samples by  
isotope-dilution alpha spectrometry. *Appl  
Radiat Isot.* 67:907-912
- ・ Martin A, Blanchard RL. (1969) The thermal  
volatilisation of caesium-137, polonium-210  
and lead-210 from in vivo labelled samples.  
*Analyst* 94:441-446
- ・ Matthews KM, Kim CK, Martin P. (2007)  
Determination of  $^{210}\text{Po}$  in environmental  
materials: a review of analytical methodology.  
*Appl Radiat Isot.* 65:267-279
- ・ Miura T, Hayano K, Nakayama K. (1999)  
Determination of  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{210}\text{Po}$  in  
environmental samples by alpha ray  
spectrometry using an extraction  
chromatographic resin. *Analytical sciences*  
15:23-28
- ・ Ohtsuka Y, Kakiuchi H, Akata N, Takaku Y,  
Hisamatsu S. (2013) Daily Radionuclide  
Ingestion and Internal Radiation Doses in  
Aomori Prefecture, Japan. *Health Phys.*  
105:340-350
- ・ 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

• Prabhath RK, Sreejith SR, Nair MG, Rao DD, Pradeepkumar KS. (2015) Determination of  $^{210}\text{Po}$  concentration in commercially available infant formulae and assessment of daily ingestion dose. *Journal of Radiation Research and Applied Science* 8:470-476.

• Sato O, Nonaka S, Tada JI. (2013) Intake of radioactive materials as assessed by the duplicate diet method in Fukushima. *J. Radiol. Prot.* 33: 823-838.

• Steinhauser G, Brandl A, Johnson TE. (2015) Comparison of the Chernobyl and Fukushima nuclear accidents: a review of the environmental impacts. *Sci. Total Environ.* 470-471:800-817.

• Sugiyama H, Terada H, Isomura K, Iijima I, Kobayashi J, Kitamura K. (2009) Internal exposure to  $^{210}\text{Po}$  and  $^{40}\text{K}$  from ingestion of cooked daily foodstuffs for adults in Japanese cities. *J Toxicol Sci.* 34:417-425

• Uekusa Y, Nabeshi H, Tsutsumi T, Hachisuka A, Matsuda R, Teshima R. (2014) Estimation of dietary intake of radioactive materials by total diet methods. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi* 55:177-182

• Uesugi M, Noguchi M, Yokoyama A, Nakanishi T. (2010) Improvements on the method for determining of  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{210}\text{Po}$  in lead. *J Radioanal Nucl Chem.* 283:577-584

• United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). (1993) Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, Sources and Effects and of Ionizing Radiation, United Nations, New York

• United Nations Scientific Committee on the

Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). (2000) Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, Sources and Effects and of Ionizing Radiation, United Nations, New York

• United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). (2008) Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, Sources and Effects and of Ionizing Radiation, United Nations, New York

• United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR). (2013) Report to the General Assembly, with Scientific Annexes, Sources and Effects and of Ionizing Radiation, United Nations, New York

• Yamamoto M, Sakaguchi A, Tomita J, Imanaka T, Shiraishi K. (2009) Measurements of  $^{210}\text{Po}$  and  $^{210}\text{Pb}$  in total diet samples: Estimate of dietary intakes of  $^{210}\text{Po}$  and  $^{210}\text{Pb}$  for Japanese. *J Radioanal Nucl Chem.* 279:93-103

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

なし

### 2. 学会発表

SOGA, K., NISHIMAKI-MOGAMI, T., KONDO, K., HACHISUKA, A. : Practical improvement of tritium analysis in foods using a liquid scintillation counting after azeotropic distillation method. 2017 Health Physics Society, Radiation Safety Conference, Raleigh, North Carolina, July 2017

### 3. その他

曾我慶介、亀井俊之、近藤一成、最上(西巻)知子、蜂須賀暁子

「食品中自由水のトリチウム汚染に対す



る実用的な簡便検査法の検討」 *Isotope*  
*News* 751, (2017) 72-74

**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 環境中に放射性核種を放出した重大な核施設関連事故7件(UNSCEAR2008 報告書参照)と福島第一原発事故

核施設	年	国	施設	事故内容	核種	INES*
核兵器 施設	1957	ソ連	マヤーク 核技術施設 (クイシトウイム)	放射性廃棄 物貯蔵容器 爆発 (キシユテム 事故)	Cs-137、 Pu-239、Sr-90	5
	1957	英国	ウィンズケール 原子炉	火災	I-131、Cs-137、 Ru-106、 Xe-133、Po-210	5
	1986	米国	ウラン燃料加工工場	ウランタンク 破壊	U	-
	1993	ロシア	シベリア化学コンビナ ート (軍用再処理施設)	燃料タンク爆 発	Pu-239	4
非核兵 器施設	1979	米国	スリーマイル島 原子力発電所	原発事故	希ガス(主に Xe-133)、I-131、	5
	1986	ソ連	チェルノブイリ 原子力発電所	原発事故	I-131、Cs-137、 Xe-133、Sr-90、 Pu	7
	1999	日本	東海村 核燃料加工施設	臨界事故		4
	2011	日本	福島 原子力発電所	原発事故	I-131、Cs-137、 Xe-133、Sr-90	7

\*INESとは国際原子力・放射線事象評価尺度であり、各事故について、それが安全上どの程度のものかを表す国際的な指標である。チェルノブイリ原発事故と福島第一原発事故の「7」が最大である。

表2. 各原発事故で大気中に放出された主要放射性核種のデータ（推定値）

（参考：Steinhauser et al, ICRP Publication 72, 原子力安全・保安院公開データ）

核種	半減期	元素沸点* (°C)	成人/経口摂取 実効線量係数 (Sv/Bq)	放射能(PBq)	
				チェルノブイリ 原発事故	福島第一原発事故
希ガス					
Kr-85	10.75年	-153.4		33	44
Xe-133	5.25日	-108.1		6500	11000
揮発性元素					
I-129	1.57E7年		1.10E-07	$4 \times 10^{-5}$ - $4.8 \times 10^{-5}$	$5.5 \times 10^{-5}$
I-131	8.03日	184.4	2.20E-08	1760以下	160
I-133	20.8時間		4.30E-09	910	42
Cs-134	2.07年		1.90E-08	47以下	18
Cs-136	13.0日	658	3.00E-09	36	2.6
Cs-137	30.1年		1.00E-08	85	15
Te-129m	33.6日		3.00E-09	240	3.3
Te-132	3.20日	991	3.80E-09	1150以下	88
半揮発性元素					
Sr-89	50.5日		2.60E-09	115以下	2
Sr-90	28.9年	1414	2.80E-08	10以下	0.14
Ru-103	39.2日		7.30E-10	168以上	$7.5 \times 10^{-6}$
Ru-106	373.6日	4155	7.00E-09	73以上	$2.1 \times 10^{-6}$
Ba-140	12.8日	1898	2.60E-09	240	3.2
難揮発性元素					
Zr-95	64.0日	4361	9.50E-10	84	0.017
Mo-99	66.0時間	4682	6.00E-10	72以上	$6.7 \times 10^{-6}$
Sb-125	2.76年	1587	1.10E-09	0.23	N.A.**
Ce-141	32.5日		7.10E-10	84	0.018
Ce-144	285日	3426	5.20E-09	50以下	0.011
Eu-154	8.60年	1529	2.00E-09	0.13	N.A
Np-239	2.36日	4000	8.00E-10	400	0.076
Pu-238	87.7年		2.30E-07	0.015	$1.9 \times 10^{-5}$
Pu-239	24100年		2.50E-07	0.013	$3.2 \times 10^{-6}$
Pu-240	6560年	3231	2.50E-07	0.018	$3.2 \times 10^{-6}$
Pu-241	14.3年		4.80E-09	2.6以下	$1.2 \times 10^{-3}$
Pu-242	3.76E5年		2.40E-07	$4 \times 10^{-5}$	N.A
Am-241	433年	2607	2.00E-07	0.0024	N.A
Cm-242	163日		1.20E-08	0.4以下	$1.0 \times 10^{-4}$
Cm-244	18.1年	3110	1.20E-07	0.0027	N.A
(参考)天然核種					
K-40	1.25E9年	765	6.20E-09	N.A	N.A
Po-210	138.4日	962	1.20E-06	N.A	N.A

\*元素沸点は参考までに示したが、酸化物など化合物の場合は大きく異なる場合がある

\*\*N.A は調査データが公開されていなかったことを指す

表3 ポロニウム 210 の摂取量調査

国	Po-210 実効線量 (mSv/年)	調査方法	調査期間	備考	参考文献
日本	0.73	137 種類の食品	1989-2005		Ota T et al. (2009) . Jpn J Health Phys 44:80-88
日本	0.15-0.81	153-174 種類の 食品を用いたトータル ダイエットスタ ディ	2007-2008	調査地域 :札幌、仙台、 新潟、横浜、大 阪、高知、福岡	Sugiyama H et al.(2009) J Toxicol Sci 34:417-425
日本	0.053	陰膳 240 試料	1990-1992	調査地域 :石川	Yamamoto M et al. (2009) J Radioanal Nucl Chem 279:93-103
日本	0.23-0.57	陰膳 80 試料	2006-2010	調査地域 :青森	Ohtsuka Y et al.(2013) Health Phys 105:340-350
世界	0.07	UNSCEAR 報告 書データより抜粋		世界レンジ: 0.02-0.26 mSv	UNSCEAR2000

表4 食品群別混合試料の内訳

食品群	主な食材
米類	米、米加工品
穀類	パン、麺、芋
菓子類	佐藤、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
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5 食品群別の湿式分解に要する時間、ポロニウム 209 回収率と半値幅、1/10 値幅

食品カテゴリー	施行*	方法	分解時間 (日数**)	Po 回収率 (%)	半値幅 (keV)	1/10 値幅 (keV)
米類	1		2.5	69.0	35.3	81.4
	2		2.5	79.1	25.1	57.3
穀類	1		4	77.6	34.7	65.7
	2		3	73.8	20.5	47.9
菓子類	1		7.5	87.9	29.3	66.7
	2		6.5	76.4	22.2	58.8
豆類	1		5	67.1	66.9	127.0
	2		5.5	68.1	88.3	187.4
果実類	1		1.5	89.4	25.6	50.9
	2		2	84.0	21.7	47.1
緑黄色野菜類	1	ステンレ	3	70.3	30.9	67.4
	2	ス板電着	2	84.6	22.9	46.0
その他野菜類	1	法	2	54.8	22.0	45.3
	2		2.5	93.4	22.6	53.8
魚類	1		6.5	50.2	46.3	115.3
	2		6.5	66.3	42.2	94.8
	3		6.5	58.9	49.3	115.2
肉類	1		8.5	67.2	57.8	129.6
	2		7.5	69.5	48.3	115.2
乳製品	1		6	89.3	20.9	44.7
	2		6	88.8	20.9	45.2
調味料類	1		10	0.0	N.D.***	N.D.
	2		9	0.0	N.D.	N.D.
	1	Sr カラム とステン	8.5	84.0	74.0	177.4
	2	レス板電 着法	14	75.8	22.6	45.0

\*50 g のサンプルで行った

\*\* この場合、1 日間は約 8 時間とする

\*\*\*N.D は α 線スペクトルが検出されなかったことをさす

表 6 認証試料分析結果

認証試料	認証値* (Bq/kg)	ステンレス板電着法 (Bq/kg)		化学分離後 ステンレス板電着法 (Bq/kg)		銀板自然析出法 (Bq/kg)	
		分析値**	平均値***	分析値	平均値	分析値	平均値
NIST-4358 海洋甲殻類	6.9±1.1****	7.6±0.5	7.6±0.4	7.0±1.0	6.9±0.4	N/A	-
		8.0±1.3		6.3±0.5			
		7.6±0.5		6.9±0.5			
		7.1±0.5		7.4±0.5			
NIST-4359 海藻	20.6±1.5	N.D.	-	24.8±1.6	22.3±1.8	24.1±1.3	23.6±0.7
		N.D.		22.3±1.5		23.1±1.3	
				21.7±2.5			
				20.5±1.2			

\*95%信頼区間

\*\*分析値±不確かさ

\*\*\*平均値±標準偏差

\*\*\*\*ポロニウム 210 と放射平衡にある鉛 210 の認証値から推定

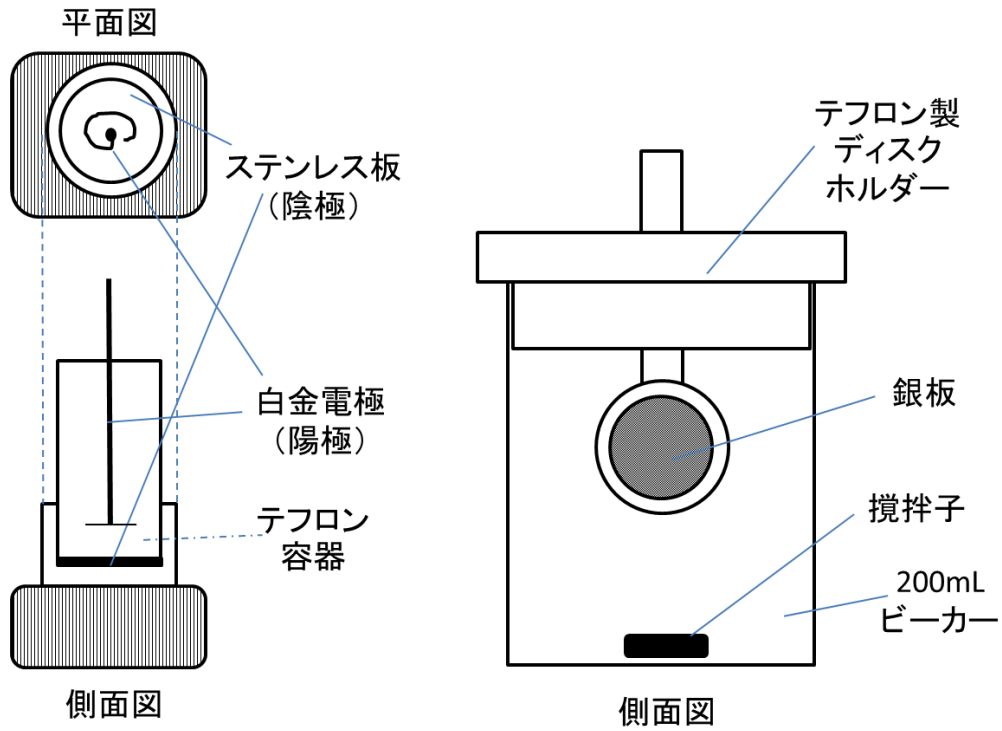


図1 ステンレス板電着法（左），または銀板自然析出法（右）の器具の概略図

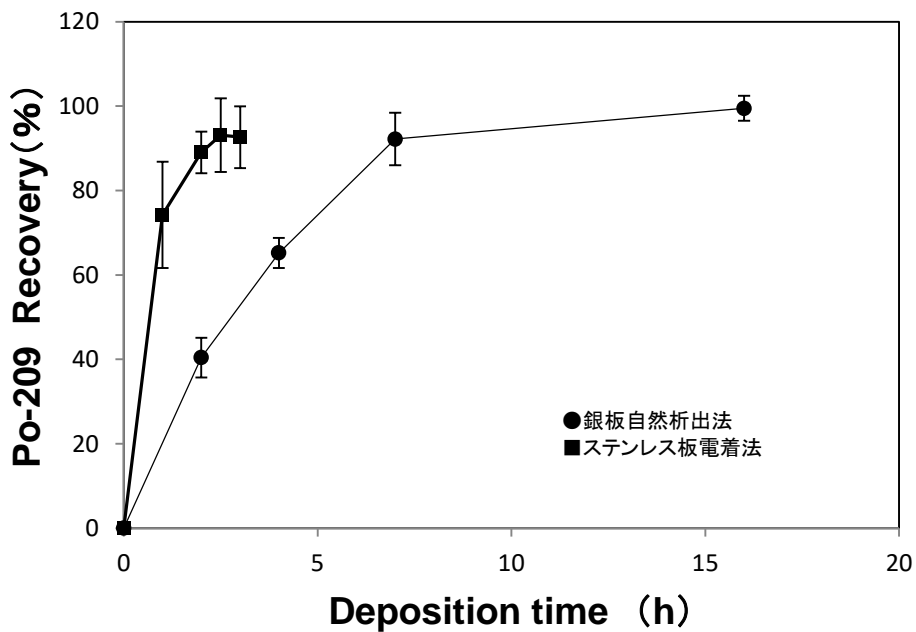


図2 ポロニウムはステンレス板電着法および銀板自然析出法の効率

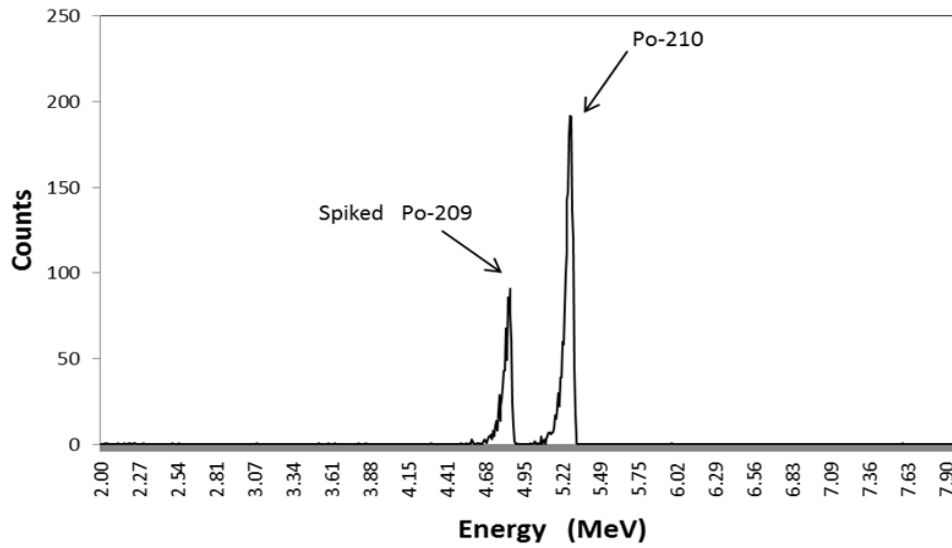


図3 魚類混合試料から得られた  $\alpha$  スペクトル

このときのポロニウム 209 の半値幅は 49.3 keV, 1/10 値幅は 115.2 keV. ポロニウム 210 の半値幅 55.8 keV, 1/10 値幅 126.1 keV.

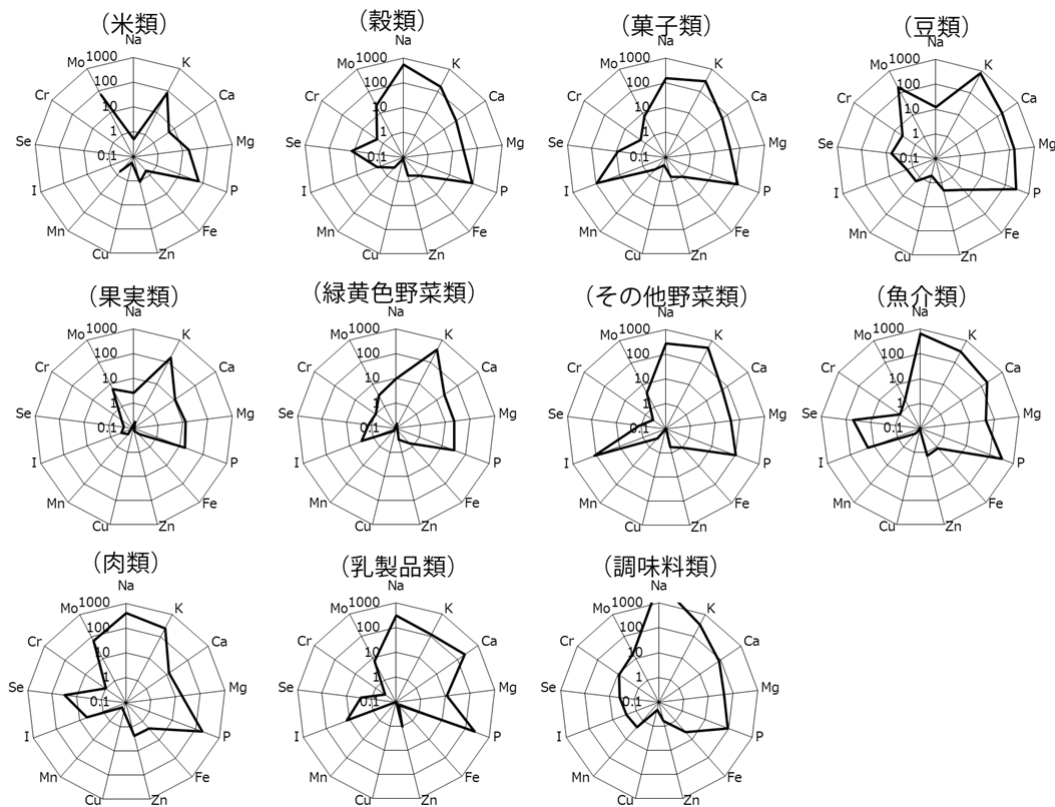


図4 各食品群に含まれる食材の可食部 100 g あたりのミネラル含有量 (mg) の平均値

「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。



## 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

平成29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 国立医薬品食品衛生研究所安全情報部長

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「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た。さらに適切な情報提供があれば理解が進む可能性を示し、食品の安全性確保と風評被害対策のためには放射性物質に限定しない適切な情報提供の重要性を再確認した。

研究協力者 登田美桜 国立医薬品食品衛生研究所安全情報部第三室  
畠那覇ひとみ 国立医薬品食品衛生研究所安全情報部第三室

### 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に示す。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をしていない。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線への不安やリスク受容の程度が変わる場合もある、ことを踏まえて、食品リスクを全体的に提示する内容である。放射線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。29年度に最も要望が多く関心が高かった話題は「健康食品」であり、放射能への関心は基本的に薄い。

### C. 研究結果

アンケート結果は資料2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3に添付する。

協力頂いたのは私立および国公立の共学および女子大学、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3)。このことは大きな問題で、食品の安全を確保するためのしぐみの基本があまり理解されていないことを示す。特に食品企業の従業員であっても理解していない場合があるというのは、たとえ日常業務が安全性確保とは直接関係しないものだったとしても、心許ない。食品中に含まれる重金属や放射性物質のような汚染物質に由来する健康リスクがある場合に、そのリスクを一定レベル以下にするための管理方法の一つが「基準値」を定めて検査し、それを超えるものが市場に出回らないようにする、ということである。しかしこれは数あるリスク管理方法のうちの一つでしかなく、常に最良の方法でもない。もともとの汚染によるリスクが十分小さければ基準値を設定して定期的に検査してもリスクが下がる効果は得られないだろう。そういう場合の検査の目的は監視(モニタリング)になる。検査をして濃度の高いものを排除するよりリ

スクの高い特定のものへの注意喚起のほうが好ましい場合もある。例えば魚中のメチル水銀に関して、FDAはマグロなどの水銀濃度の高い魚に水銀基準を設定して高濃度のものを廃棄するという方法ではなく、妊婦や乳幼児向けに魚摂取に関する助言を提供する方法を選んでいる。これは仮に魚の水銀基準を1ppmに設定してそれ以上のものを捨てたとしても、0.5ppmの魚を多く食べれば摂取量が多くなってしまいうために暴露量を削減する効果があまりなく、費用と水産資源の無駄を考えると良い方法ではないと判断されたためである。この管理方法は日本でも基本的には同様で、水銀濃度の高い魚に対しては妊婦向けに助言を提供することを主な対策としており、水揚げされたマグロの水銀を全て検査するというような方法はとられていない。現在の日本の食品中の放射性物質検出状況にあてはめると、野生のキノコや山菜、野生の獣(ジビエ)に注意喚起することに相当するだろう。基準を設定して検査するのはリスクを下げるためである、という本来の目的をしっかりと周知させる必要があるだろう。

2. 予想された通りであるが食品事業者の方が放射性物質を含めて汚染物質の基準は国際基準にあわせた方がいいという意見が他の人たちより多かった。国際基準の目的が貿易促進なのでビジネスとしては当然である。学生はよくわからない、初めて聞く、という場合が多かったため、「現状維持」を選ぶ傾向があった。消費者団体の関係者には、コメのヒ素とセシウムについて特に顕著であるが、数値が小さいものを望む傾向があった。特にコメのヒ素基準については、選択肢の最小値であるEUの乳幼児用向けの基準である0.1ppmは、日本のコメの平均的ヒ素濃度が0.2ppm程度であることを考えると現実的には不可能な値である。そのことについてアンケートのその項目に注意書きがあれば回答は変わったかもしれない。この、特に説明することなく世界中で採用されている何らかの基準値(指標値)の中で最も小さい数字を提示してそれを選ばせるという手法は、通常消

費者団体等が規制強化を求める際に良く使われている。不安を感じている消費者のような「規制は厳しいほうが良い」と考えがちな人を対象にした場合には意図的に世論を操作できる。

この結果から言えることは、一度「基準値」を決めてしまうと、圧倒的多数を占めるだろうその数値の意味にあまり詳しくない人たちにとっては、それが判断の基準になってしまうために世論調査などで意見を聞いていたら変えるのが難しくなるだろう、ということである。多数決では現状維持になる。リスクは変動するものであることを前提に、リスク管理方法もそれにあわせて常に更新されるべきものであることを共通理解にする努力が必要であろう。

3. 全体として食品の基準だけではなく食品安全の基本的知識が不足している。学生はともかく、食品企業で働く人たちの食品リスクに関する知識はもっと改善できるであろう。放射能についての知識が足りないために風評被害があると認識されている場合があるが、もともと食品安全に関する知識が不足あるいは偏っていて残留農薬や食品添加物などが常に必要以上に悪者扱いされていた（風評被害に遭っていた）のが現実である。1999年の所沢ダイオキシン騒動でも風評被害が問題になったが、解決されたというより忘れ去られただけである。食品を巡るこれまでの風評被害問題を解決できていないのに、放射能汚染の問題だけは解決できるはずはない。放射能の問題に限定せず、食品安全の基本であるリスクアナリシスの理解を広める必要がある。

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

1) 畝山智香子 食品安全のためのリスクコミュニケーション, 食品衛生研究, 68(1), 9-17(2018)

2) 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ー、調理食品と技術, 23(4), 1-7 (2017)

3) 畝山智香子, 食品安全を確保するためのリスクコミュニケーション, FFI ジャーナル, 223(1),36-43 (2018)

## 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いい、食べるものが減るのでない方が良く、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	52	587	86	24	118	396	236
%	7	78	11	3	16	53	31

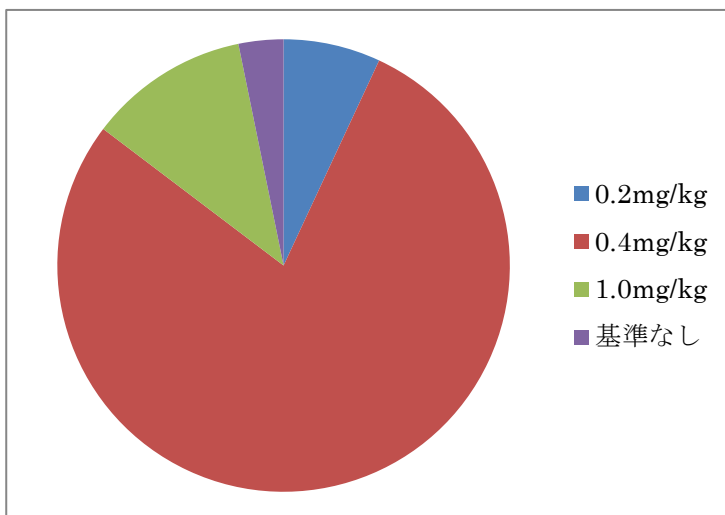
食品中の放射性セシウム					
検出限界未満	100Bq/kg以下	370Bq/kg以下	500Bq/kg以下	1000Bq/kg以下	基準なし
43	394	59	65	165	15
6	53	8	9	22	2

全体として796人が回答した。

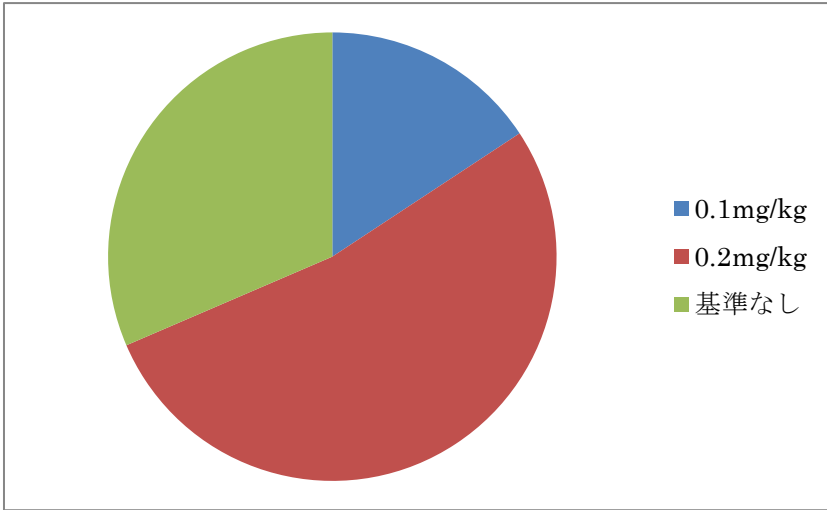
学生399、企業の人317、消費者80

項目により無回答部分があるので合計数は一致しない。

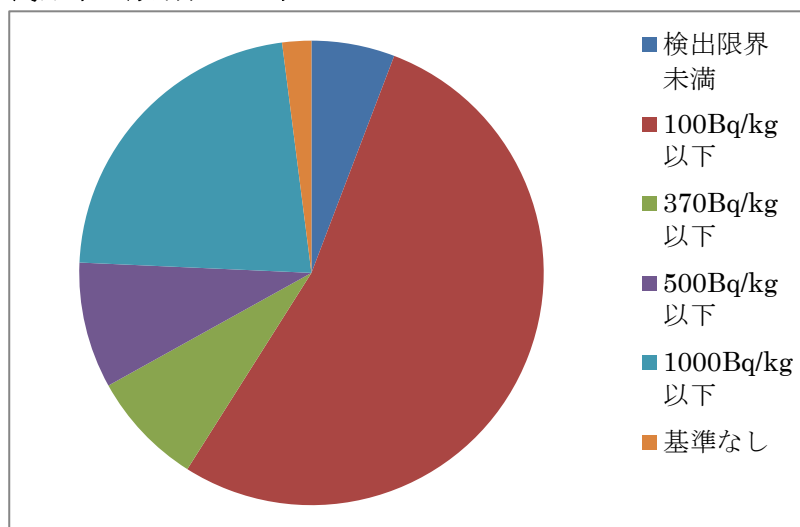
コメのカドミウム



コメのヒ素



### 食品中の放射性セシウム

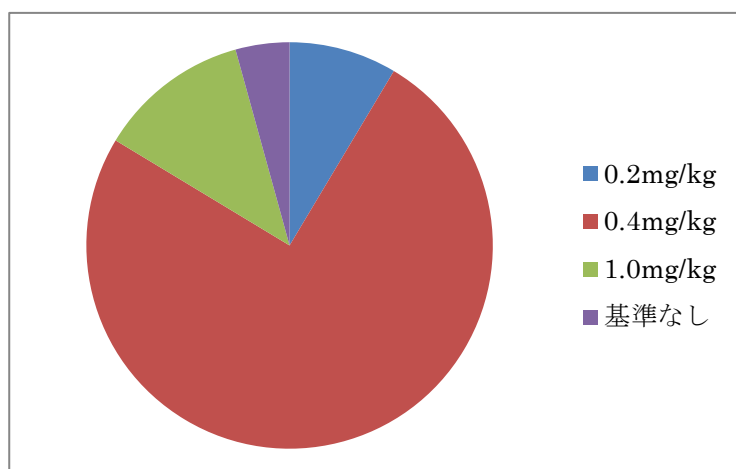


### 学生

	コメのカドミウム				コメのヒ素		
	0.2mg/kg	0.4mg/kg	1.0mg/kg	基準なし	0.1mg/kg	0.2mg/kg	基準なし
数	32	280	45	16	64	163	148
%	9	75	12	4	17	43	39

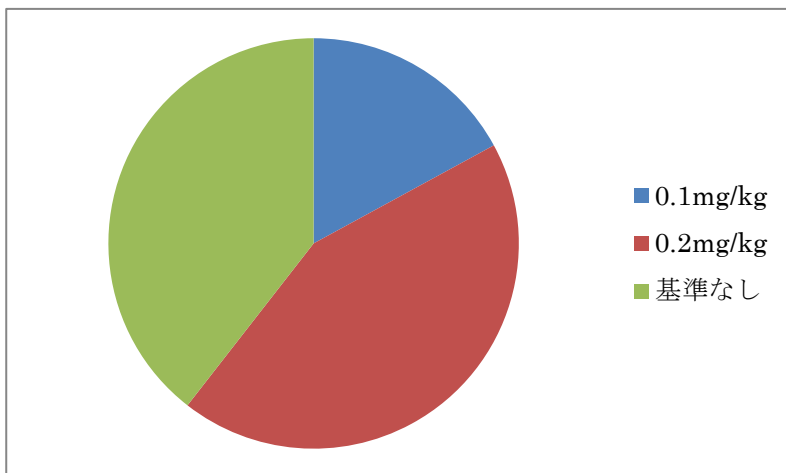
食品中の放射性セシウム					
検出限界未満	100Bq/kg以下	370Bq/kg以下	500Bq/kg以下	1000Bq/kg以下	基準なし
18	229	34	39	41	10
5	62	9	11	11	3

### コメのカドミウム

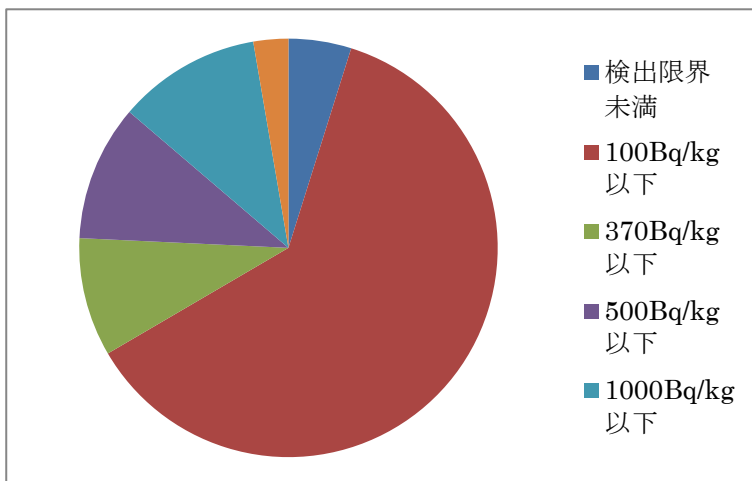




### コメのヒ素



### 食品中の放射性セシウム

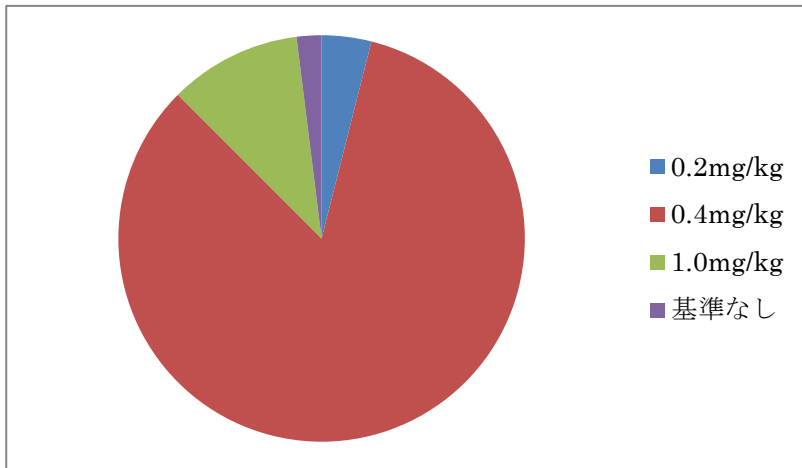


### 企業の人

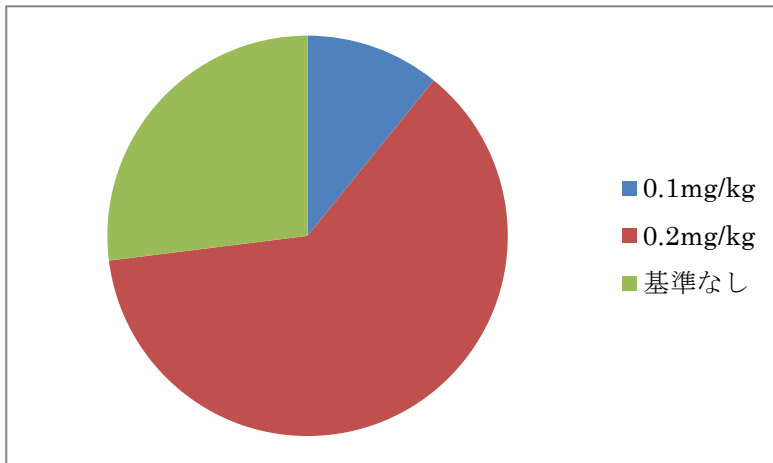
	コメのカドミウム				コメのヒ素		
	0.2mg/kg	0.4mg/kg	1.0mg/kg	基準なし	0.1mg/kg	0.2mg/kg	基準なし
数	12	254	32	6	33	189	82
%	4	84	11	2	11	62	27

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
14	118	22	26	117	3
5	39	7	9	39	1

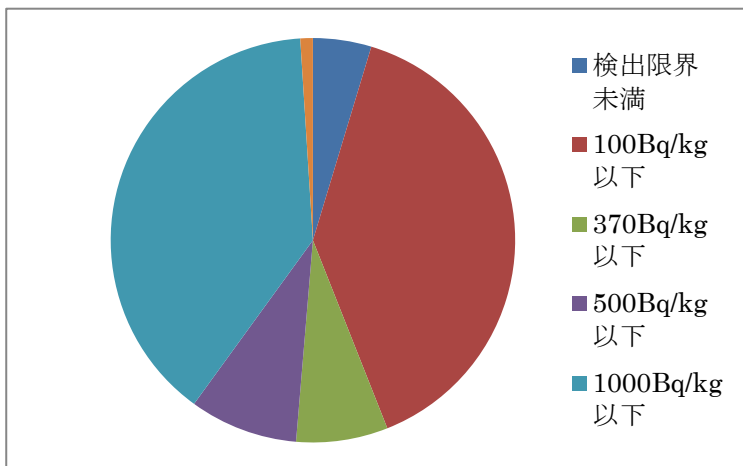
### コメのカドミウム



### コメのヒ素



### 食品中の放射性セシウム

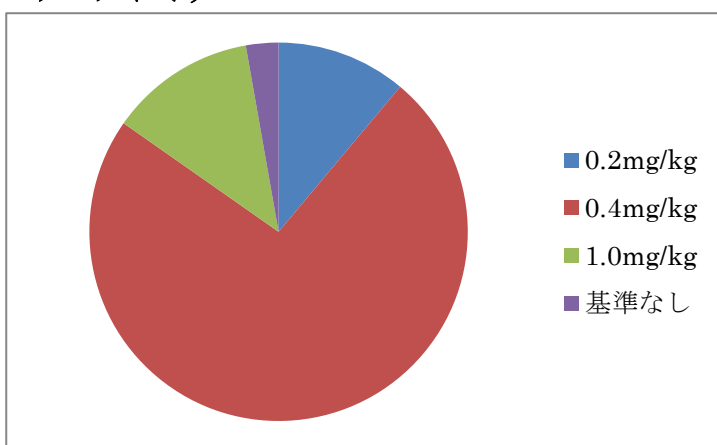


消費者

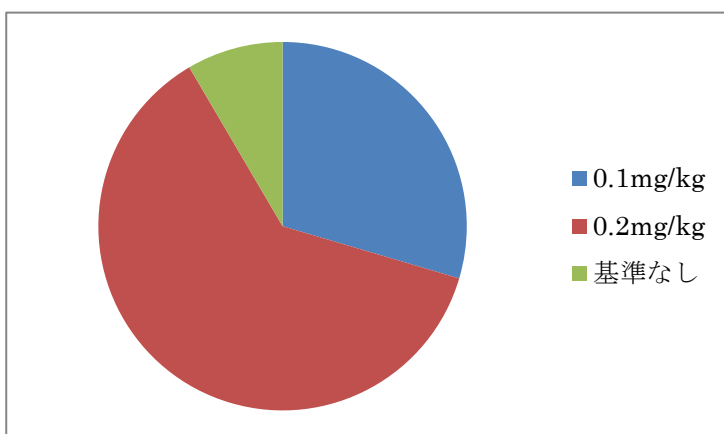
	コメのカドミウム				コメのヒ素		
	0.2mg/kg	0.4mg/kg	1.0mg/kg	基準なし	0.1mg/kg	0.2mg/kg	基準なし
数	8	53	9	2	21	44	6
%	11	74	13	3	30	62	8

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
11	47	3	0	7	2
16	67	4	0	10	3

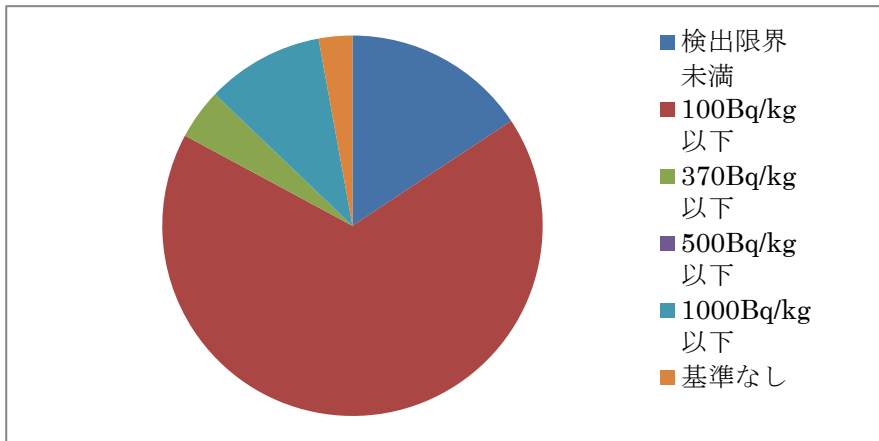
コメのカドミウム



コメのヒ素



## 食品中の放射性セシウム



### 資料3 アンケートでの自由記述意見

#### 学生

基準値を高くすると、食べられるものが減るだけだなと思った。

暴露量が重要だと知った。

基準値は厳しくなくてもよいと思うが、新しい化学物質など消費者の不安などを考えると今のままでよいと思う。

あまり厳しすぎるのもよくないのではないかと思う。

食糧難などの際は、フレキシブルに対応できるようにしておくのが良いと思う。ex)基準を緩く知らなかった。

基準値が厳しいからと安心につながりやすいと率直に思ってたけど、決めるのには色々な問題があるのだと思った。

知らなかったです。

難しい。

基準値は厳しいほうがよい。

知らなかった。

今の日本の基準値で、どれ程の食料が無駄になっているのか分からないが、日本は少し厳しすぎると思っていた。

実際、日本の基準は海外の基準を満たしていないと聞き、生涯、日本の基準値以下で暮らせば問題ないようなので、無理に海外に合わせる必要もないと思う。"

原発事故が起こったり、各国の食生活の違いによって元々算出されている基準値を引下げたり、安全係数を変えることに違和感を感じます。

今の基準値でよいと思います。

基本的には厳しめでよいが、毒性が出ないならば（安全水準は）低くてもいい。

基準値は安全係数によって非常に低い値になっているので、少し超えただけで騒ぐ日本人の意識を変える必要があると思う。

ヒ素の基準値についてですが、欧州と日本での差が予想よりも大きかったのが印象に残りました。自分はパンよりもご飯派なので、米が食べられなくなるのは困ります。「食べられるもの」の種類は多いに越したことはないと思いました。

知らなかったです。

国際基準を満たしていれば安全だと思った。

基準値は厳しいほうがいい。

米に関して国際基準と日本の基準が異なるのは知らなかった。だが、米が主食の日本で食べるものが減るのは困ると思う。

ADIが1/100は低すぎると思う。

厳しすぎても食べられるものが減るが、ある程度の基準がないと健康が心配になる。

米のカドミウムの基準値が世界の基準と比べて高いことに驚いた。

厳しすぎず、かといってないと毒性物の摂取量が気付かぬうちに多くなってしまうので、中間をとるのがいいと思います。

基準値は国際流通も考えて作ったほうが良いが、少しでも安全をとる日本人が多いと思うの

で、国際基準から少し厳しいくらいでよいと思うし、それで世間が妥協してくれるのではないかなと思う。

知らなかった。

現在の日本では、神経質な人も増えているが、リスクコミュニケーションをしっかりと行ったらうで基準はこのままでよいと思う。基準を上げる（厳しくすると）廃棄や食糧不足が増えると思う。

無機ヒ素など、世界の基準と日本の基準は大きく異なり、日本で危険だと思っていなかった食品が海外ではあまり食べない方がよいとされている事実を初めて知りました。

低すぎると制限され食べられるものが少なくなってしまうため、害がないぐらいに基準値を設定すべき。

今まであまり知らず、基準値は厳しめにすればより安全になると考えていたが、自分の好きなお米の食べる量を制限されたり、食べたいものが食べられなくなるのは嫌なので、むやみに厳しくするべきではないと思った。米を主食にして健康で長生きの日本人の人もいるから、厳しくしすぎるのは米のメリット、他の機能性もあまりよくないのではないかな。

食べられるものが少なくなってしまうのは嫌なので、国の食文化に合わせて決めるのが良いと思いました。

基準値は厳しいほうがいいが、時代と世代に合わせて、作り直すべきだと思った。

食べるものが減らず安全である値を設定してほしいと思った。基準値を超えるとニュースになり”安全ではない”というように、社会に知れ渡ってしまうが、もっと一般の人にも食品についての知識を増やしてほしいと思った。

多少減ってしまうとしても、基準値は厳しいほうが良いと思う。身体の安全が一番。

基準値を緩くして食べられるものが増えても、体調を崩したりしては意味がない。

基準が厳しければ厳しいほどいいという訳ではないが、基準値がないというのも不安。

3.11の東日本大震災から放射性セシウムの基準値に関する問題がニュースにおいて報道されていた。一般の人たちは、ニュースや新聞などで食品中の基準値問題が公表されるとその度に、その食品に手が出せなくなるという不安に陥る。”基準を守っていない”と”安全ではない”と思われるので、その誤解を減らしていく必要があると思います。

食べるものが減ってしまうのは困るので、今のままでも十分であるとも思った。

あまりにも基準値を厳しくすると食品の数が減ってしまうし、万が一の時の耐性を持てなくなると思う。

基準値は厳しいほうが良いと思います。

健康に影響しない範囲ならば食に自由の方が大切にあいたいので、そこまで厳しすぎない方がよいと思う。もし基準値を厳しくしすぎて食品が減り値段が上がったりしたらそれが一番つらい。国際基準が決まっているなら、それに従うべきと思う。しかし外人と日本人では体格など異なるので、国際基準と現在の日本の基準を比較して日本の基準の方が厳しいときは日本の基準にするべきだと思う。

程よい値を定める必要がある。

心情としては厳しい方が望ましいが、ある程度の安全性が確保されれば問題ない。

よくニュースで聞くけれども、知識があると同時に印象が変わりました。

日本人では、日本産は安全と思っている人が多いですが、日本食の方がむしろリスクが高いものもあることは驚き。食習慣や研究結果に基づいて基準値を設定すべきだと思いました。

日本の基準が海外の基準よりも高いなんて知らなかった。  
特にコメのカドミウムなどは、これよりも下げてしまうと、お米を食べる量が減ってしまうため、今の値のままでよいと考えます。  
基準値について初めて知るものが多かった。  
このようなことは知らなかった。基準が極度に緩いのは良くないが、死ななければよいと思う。安全のために厳しくしてほしい。  
コメは多くの日本人が長年食べ続けていても病気になったという事件は起きていないと思うので、より厳しくする必要はないと思う。セシウムの暴露量については、浴び続けなければ大丈夫なのか分からないように、未知の基準はたくさんあるが、今の基準で問題が起こっていないので、このままで良いのではないかと思う。  
基準値は食習慣や文化的なこととかも含めて、安全を考慮して設定するべきであると思う。普通にお米を食べていたが、細かい基準があることを知った。お米をよく食べるが体に悪いことは起こっていないので、今のままの日本の基準でよいと思う。  
全て知りませんでした。  
厳しい方がいいと思いました。  
日本は自国の食スタイルにあった基準値を設定していると思うので信用したい。  
コメなどのよく食べるものに関しては基準を設けないのではなく、緩めの基準値を設けるべきだと思った。  
各国の基準値の差が激しいと感じた。  
基準値が低すぎるのはよくないと思う。特定の人に向けた注意喚起、正しい情報の拡散ができればいいなと思った。  
消費者やメディアは「基準値を超えれば危険」という誤解があるので、もっと基準値の定義を理解すべきだと思う。  
知らなかったです。もともとリスクは承知だから基準値はあくまでも目安ととらえたい。  
基準は国際的に統一しなくても良いのではないかと思います。理由として国によって環境や体質が異なると思うので、各国で決めた基準値で良いと思いました。  
基準値を決めるというのは非常に難しいものであるように思えた。人によって、食べるもの、量、寝る時間など、生活環境は千差万別なので、今日の話に合ったように食べ過ぎないようにすることが、とりあえずは大切なのではないかと考えた。  
食の多様性を狭ませるのが嫌なので、基準値に関してはある程度緩和すべきだと生涯食べ続けても影響が出ない量ならいいと思う。  
今の基準のままで良いと思いました。  
ひとつひとつに基準値があったことは知りませんでした。ひじきご飯が怖くなりました。  
基準値は定めてほしい。  
こんなにあるのは知らなかった。基準値は厳しい方がリスクが減るからいいと思う。  
何も知らなかったが、基準値は安全性のためにも厳しい方がいい。  
それぞれの国や時代によって、文化や風習があると思うので、それにともなって決めるべき。  
望ましくない成分の摂取量は食文化に依存するため、国々でそれぞれの基準値があつて良いと思う。  
存在を知ってはいたが詳しくは知らなかった。  
現在の日本基準で、多大な被害がないからいいと思った。

乳幼児基準が良いと思った。

知らなかった。

今まで基準値についてよく知らなかったです。

基準値は高い方が危険度が低いと思う。

無毒性量の知識を消費者に伝えるべき。必ずしも無添加が良いというわけではないという認識が必要。

日本の基準は厳しいと思っていたが、そうでもないことに驚いた。いろいろな事情があるのだとわかった。

日本人が主食とする米に多くカドミウムが含まれているが、国によって基準値が異なることは知らなかった。

国や地域によって食文化が違うため、一概に基準値を緩く厳しくするのは難しいということを受業を通じて感じた。

知らなかった。

基準値は、食べるものが減るから出来るだけ緩い方が良いとは思いますが、体に悪影響を及ぼさない程度に緩い方が良いと思う。

コメは日本の基準値だと有害影響にギリギリラインと言っていたが、日本人にとっては主食なので変える必要はないと思った。

安全を守るために基準は必要だが、逆に食べられるものが減るのではないか。

日本で長年適用されている基準については、ある程度国内における信頼ができると思うが、それが本当に安全かどうかは現時点では分かるものではないので、このまま検証を続ければよいのではないかと思う。

乳幼児への影響が心配だから、基準値は厳しい方がいい。

基準値は厳しい方が安心して食べられるので、そうあるべきだと思います。

基準値はあくまでも基準であるため、自分で意味を知っておくべきであると思いました。

安全に越したことはないが、あまり厳しすぎても生産者がかわいそう。そんなに安全にしたいなら、完全に密閉された空間で空気まで管理して作れば良いと思うけど、そんなことしたら物価が上がるだろうし、生産者と消費者がお互い妥協できる場所でいいと思う。

基準値に違反しているからといって、人体に影響がないのに処分してしまうのはもったいないと感じた。もっとたくさんの人が基準値について学ぶ必要があると思った。

今まで生活してきた中で、食べ物で体調を崩した病気になったなどなかったため、基準値はそのままでもいいと思います。(食べるものが減るというのも一理あります。)

初めて知ったことが多かったです。”安全”とは何かもう一度見つめ直していきたいです。

日本は厳しすぎて輸入するのも大変なので少し緩めるべき。でないと、輸入にお金をかけ過ぎて無駄な金が増えるだけ。

基準値というのを気にしたことがなかった。

詳しくは知りませんでした。

難しくてよくわからない。

基準値はないと困るけど、あったらあったで食べられるものが減るから複雑。

基準値を今以上に厳しい方がより安全に暮らせるかなと思ったが、それにより食べる物が制限されるのも嫌だから、今のままでいい。

厳しい方がいいと思う。



人の健康のために厳しい方がいいと思う。

原子力発電所の事故（福島）が起こってから、国民も関心を持つようになった基準値。特に放射性物質は体内に蓄積され、忘れたころに病気を発症することが多いと思うので、基準はできるだけ厳しくした方がいいと思います。

売られている食品は安全だと思っていたので基準値を気にしたことがなかった。

知らなかった。

知らないことが多かった。基準値を厳しくして食べる物を減らすよりも、自分達でなるべく量を減らしたり、気を付けるなどすれば良いのではないかと思う。

日本の米が体に害を与えると初めて知りました。体に悪いとはいえ、たくさん食べられる今現在は良いと思うので、このままでも良いかと思いました。

摂取し続けることで体に影響があると思うので、厳しい方がいいと私は思います。

基準値は厳しい方がいいとは思いますが、それらの成分がある程度含まれていても、身体に影響がないのならば今のままでいいと考える。

厳しすぎても食べる自由があまりなくなってしまうし、緩すぎても健康に問題が出る恐れがあるため、今の状態が問題なくよい数値であると考えられる。

基準値の数値まで知らなかった。あまり厳しくし過ぎると出回らず値上げされてしまうから、今のままで問題ないと思う。

基準値は厳しすぎでは生産が難しくなると考えられ、生産量が落ちるのではないかと思う。また、どんなに人が努力しても含まれてしまうものは含まれてしまうので、基準値は厳しすぎない方がいいと思った。

普段、栄養学について学んでいますが、全然知らなかったことが多くて驚きが大きかったです。私は食べられるものが減ると、アレルギーや持病を持つ人にとって食事の楽しみが半減してしまうので、今回のような機会に情報を共有することが何よりも大事だと思います。

基準値は厳しくして安心したいです。

知らなかった。今の基準値のままでいいと思う。

知りませんでした。

今回の授業を受けて、初めて基準値というものを知りました。基準値は美味しいものが食べれないくらいなら厳しくない方がいいと思いました。

あまり海外系のお米ではないのが安全で良いと思います。日本のちゃんとしたお米が一番良いです。

あまり深くお米の成分について考えたことがなかったなので、今色々知れて良かったです。安心しました。

基準値は一部の物質は知っていましたが、ほとんど知らなかったです。

健康のことを考えると基準値は厳しい方がいいと思うが、はっきり言って「本当に危ないの？」とか「大丈夫でしょ」なんていう甘い考えを捨てきれません。知らぬが仏とはこのことかと思いましたが、現実には健康被害が出ているので、私自身も少しは気を付けないと思いました。しかし、健康のことを考え過ぎて、食べたいものを好きなだけ食べれないのはストレスになりそうです。

体に有害なものは、基準値は厳しい方がいいと思う。

知らなかった。健康に害が出ない程度で良いのではないかと思いました。

厳しすぎるとよくない。体に影響が出ないくらい。

食べ物が減り価格は上がるかもしれないけど、健康のために基準値は厳しい方がよい。  
基準値が定められても絶対に安全ではないので、ある程度基準値を設定しているという事実で分かりやすく国民を安心させた方がよい。

昔と今は違うから「昔は平気だったから今も平気」は通用しないけれど、日常的に食べていたものが原因で病気になるにしても、これだけ基準がしっかりと設けられているなら高齢になってからにことだと思ふし、食べていたものが原因で病気になるのが嫌なら、一体どんな発病理由なら納得するのだろう。

でも、キクラゲの話では安全性の確保できる値と設定されている値に、あんなにもギャップがあることが疑問だった。知らなかったことばかりで、自分の持っている情報にはこんなにも偏りがあるのだと知りました。

全てにおいて基準値は厳しくあった方がよいと思う。

基準値があまり厳しくなってしまうと、食物が自由に食べれなくなってしまうため厳しくない方がよい。

このままでよいと思う。

今あるものを使い続けるのがよいと思います。

もっと日本は厳しい方がいいと思った。

食品自体にリスクがあることを、もっと広めた方がいい。

生産者、消費者ともに、顔の見えない相手との間で信頼を築くのに有効な手段のひとつ。

なぜ基準値が国によって違うのか知りたい。

知りませんでした。

はっきり知らなかった。

基準値は、よっぽど食品が減らない限り低い方がよい。

特に問題がないから、基準値は今のままでいいと思う。

基準値ごとに食料を並べ、消費者が自分でどの基準値の食料を買うかどうかを決めればよいと思う。

基準が統一されていないことを知らなかった。

あまり基準を厳しくし過ぎると大量の食品が破棄されてしまうので、あまり厳しくしないようにしたほうがよいと思います。

口に入れる物なので、基準値は厳しめがいい。

基準値は出来るだけ全世界で共通の方がよい。

ジャガイモはソラニンやチャコニンなどの毒性が含まれており、実際に食中毒で死亡している例もあるので基準値は厳しい方がよい気もするが、厳しすぎても消費者を不安にさせてしまうので判断するのは難しいと思った。

基準が厳しすぎても実際には問題がないのに、食べられる量が減ってしまったり、緩すぎても危険が増してしまうので、結構厳しいと思いました。

厳しくし過ぎると、せっかくの美味しい食べ物が食べられなくなってしまう。

知らなかった。

ヒジギご飯が無機ヒ素の多い食べ物だと初めて知った。日本の食べ物は安全という思い込みを持ってはいけなと感じた。

現在の基準のままで大丈夫だと思います。

知らない基準値がすごく多かった。

基準値はあった方がいいが、厳しすぎるとそんなに害はないのに捨てなければならないものも出てくるので、もう少し緩和してもいいと思う。

それぞれの国の食文化がありそれぞれの特有の味があるので、それらを無くさないためにも多少基準値を厳しくしなくても良いと思う。

食の安全とは生産者、消費者次第で変わるのだとわかった。

成分では目で見て判断できないし、一般人では把握しきれないので基準値を設けるべきだと思う。

ある程度、健康に害がない基準値がいい。

米のヒ素の基準値を設定して、もしそれのおかげでガンによる死亡者が減るのならば設定した方がいいと思う。

大量に食べなければ、安全な程度であればいいと思う。あまり厳しすぎるのもよくないと思う。世界の国々によって多く食べるものが変わってくるから（アジアなら米、ヨーロッパならパンなど）、その国々の特色を考えながら決めていけばよいと思う。

消費者は持っている情報が偏っているので、基準値は厳しい方がよいと思う。

基準値は厳しい方がいい。

日本人の食生活に合わせて基準値を設けてほしいと思いました。私はお米が好きなので、国際基準値になってしまうと悲しいです。

知らなかった。

知らなかった。

基準値については全く知らなかった。今日の講義を聞いて、上記の食品以外にも毒性を含む食品が多い。だから、基準値がどうこう以前に食品やそれに関わる薬品の正しい知識を浸透させる方がよいと思う。

基準値は厳しい方がよい。特に福島原発の放射能など。

基準値は厳しい方がよいと思っていたけど、ただ単に厳しくすればいいということでもないということを知ることができた。

安全に食べることでさえできればよいから、基準値にうるさくする必要はない。

厳しければ厳しい方がよいと思っていたが、食生活が変わってしまうと知って考え直す機会になった。

知らなかった。

知らなかった。

自分が思っているよりも基準値を決めるのは厳しく、そのおかげで安心してご飯を食べれるのかもしれない。しかし、基準の厳しさは様々なものに影響を与えるため、基準の付け方というものを考え直さなければならぬと感じた。また、まだまだ情報の伝達がうまくいっていないのを知り、自ら知る姿勢が重要だと思った。

コメは日本の主食であるため、基準を厳しくすることは難しいと思う。ただし、コメのヒ素に対する基準は乳幼児にのみ設けた方がよいと思う。国際基準より基準を低く定めている食品があるということを知り、普段の食事で摂っている食品は必ずしも安全ではないということが分かった。

予想以上に厳しく設定されているものもあり安心した。

基準値は厳しい方がいい。

前回の講義で教わったので基準値は厳しく決められていないことは知っていたので、これほど考

えられて基準が作られていたことを知りとても安心した。

厳しい方がいい。

日本の食品が最も安全だと想像していたため、国際基準より緩い基準にある食品が多く存在していることにとても驚きました。

全く知りませんでした。知ろうとも思っていないでました。個人的には現状維持が良いと思いましたが。

そんなに気にしだしたら何も食べられなくなりそうだから、このままでいい。

基準値は初めて知りました。日本は基準値が厳しいものと緩いものの差が大きいと感じました。

基準は厳しい方がいいと思います。できれば食品に含まれる望ましくない成分を制限されたいです。

基準値が厳しくなくても危険でないなら、厳しくしなくても良いと思う。

厳しい方がいいと思う。

安全のためにも基準値は厳しい方がいいと思う。

海外と日本の食糧事情はいろいろ違い過ぎる。(古来より米食、海藻もしかり)

何でも国際基準にすべきではない。今のままで良いと思う。

あまり考えたことがなかった。厳しい方が安心できると思っていた。栄養面だけでなく安全面のためにも偏った食事がよくないと知った。

放射線セシウムの基準値に関しては、日本は過敏過ぎると思います。確かに、過去に日本は放射性による被害を多く受けています。ですが、国際基準の100分の1である必要は無いと思います。きちんと放射性が身体に及ぼす量を理解する人が増えればよいと思います。

基準値が世界で統一されず、国ごとに設けられているのはなぜだろうと思っていた。例えば米の場合、日本人の主食であるからといった国ごとに異なる食文化などが関係しているとわかった。知らなかった。

ものによって国ごとに異なることに驚いた。

厳しい方が食の安全につながる。

詳しくは知らなかった。コメのヒ素に関しては、日本人がガンで死ぬ率が高いのはそのせいじゃないかと思ったので、基準を少し設けるべきかなと思いました。それ以外に日本を信頼しているので、今まで通りで良いと思いたいです。

あまり知らなかった。

ひじきは、日本ではどちらかというと身体に良いものというイメージがあると思うので、海外で禁止している国もあると知りとても驚きました。

基準値を厳しくすると捨てなければいけない食品が増えてしまうので、あまり厳しくし過ぎるべきではないと思った。バランスよく食事を取ることが大切だとわかった。

細かく基準値があることを知らなかった。

知らなかったので、何がいいのかよくわからない。

基準値は厳しい方がいい。

コメのヒ素に関して、日本では基準がないのに驚いた。

基準値が年々引き上げられていることが分かったが、現在のままで十分だと思う。

どのようなものも過不足なく摂ることが大切なので、限度の提示はあったほうが良い。書いてないより、書いてある方がいい。

基準値の判断は難しいと思いました。メリットもデメリットもあるので、その中間が良いと思

ます。知らないことが多かったので勉強になりました。

厳しい方がいい。

基準値はただ厳しければ良いということではないことを初めて知った。あまりにも高い基準値は、食べ物が減るだけでなく人々の不安をあおってしまい逆効果であると思う。

基準値を置くのは大切だと思うのですが、地域によっても差が多いので難しいと思います。今ある基準も何かしらの実験で決めたものが多いと思うので、そんなに厳しくしなくても良いのではないかと思います。あまり厳しくすることで、消費者の方の不安をあおるのなら緩めでよいと思います。

メディアや本などでも取り上げられていても、その内容をそのまま鵜呑みにしてはいけないと思いました。ただ、正しい知識、情報を知らなければそのような情報に踊らされてしまうので、これからもっと情報を自ら求めていかなければならないと感じました。

食べるものが減るのでない方がいいと思いました。ADIなど”毎日気にせず摂取したところで、そこまで健康に影響はない”ということをもっと国民に知ってもらおう方法を考えてらよいと思いました。

危険性に敏感な消費者の安心を得るためにも、基準値は設けるべきだと思います。ですが、放射線など、危険のみの浸透で食物を売る生産者や食品の廃棄に悪影響が出るのであれば、必要以上に基準値を高めるべきではないと思います。

基準値はあるべきだと思うが、本当に安全といえる値であるならば厳しくしすぎなくても良いと思う。

コメのヒ素について、日本では基準がないことを知りませんでした。日本の基準値を信じているので、今までも問題ないと考えています。

コーデックス委員会は、様々なデータに基づいてその食品の基準値を定めているので、それに従って統一することがよいと思う。外国の基準値が緩いものもあるが、日本の緑茶の茶葉のように日本の方が基準値が緩いものもあるが、国際基準に従うのが両国にとって良く、輸出入も行いやすくて良いのではないかと思います。

食べるものは減ってしまうが、望ましくない成分であることには変わらないので基準値はあった方がよい。日本の基準値や外国との違いを知らなかったこともあり、厳しくしてほしいとも、ない方がよいとも言えない。

成分の基準値が国際基準と日本の基準で大きく違うことを知らなかった。地域によって食べるものが違うことや、昔からその場でそれらが食べられていることを考慮して基準値を決めるのが最善だと思う。ただ、本当は食べても害のない食べ物を基準値によって処分してしまうのは問題だと思う。

日本の農業のことを考えると、基準値は甘い方がいいと思うが、実際に自分が食べることを考えると少しでも安全なものを食べたいので厳しい方がいいと思った。

地域によって環境が異なれば求められる基準値も変わってくることを講義を通して学びました。

厳しすぎるのも問題だが、もう少し基準を設けた方がいいと思う。

健康被害にあつてまで、その食品を食べたいと思うことはないし、食料がまかなえる程度に基準は厳しい方がいいと思う。

基準値があると、安全性を満たしていると保証されたものだけが流通するので、基準値を明確に決めた方がいい。基準値がないと、どこまで安全なのか分からないので基準値以下の食品ですらイメージだけで避ける人がいるのに、ますます不安や偏見が広がると思う。また、基準値を厳し

くすると、食文化にそぐわないものもあるから柔軟に対応した基準を設けるべきだと思う。原発事故後に日本は食品中の放射性セシウムの上限值を小さくしたが、このように頻繁に基準値を変えるべきではないと思いました。重大な病気が発生した場合を除き、何か事件が起きるたびに（例えば原発事故）基準値を変動させると、かえって不信感を生みメディアによる印象操作などが起きて間違ったイメージが人々に定着してしまうからです。

初めて知った。健康のためには厳しい方がいいのかもしれないが、食べるものが減ってしまっただけは様々な分野に影響が出るので難しいバランスだと思った。

基準値については全てを知らないので強くは言えないが、多くが健康に被害の出ないような事情に厳しい基準となっているというのが私の考えのため、このままでよいのではないだろうかと思う。寧ろ基準値をその値にした経緯や根拠が広く知られるべきだと思う。

特に今の基準値で問題が世論を除いて出ていないなら、現状維持で、問題が出しだい直していけばよいと思います。

別に今のままでいいと思う。

コメのカドミウムの基準値が、中国の方が日本より厳しいということを初めて知りました。「中国産は危ない」と言うけれど、それは間違いなのだとわかりました。今まで基準値は厳しい方がいいと思っていましたが、話を聞いたら、厳しすぎると何も食べれないんだなと思いました。

今の基準のままでいい気がする。しかし、コメのヒ素は基準がないということで驚いた。厳しすぎるのはよくないが、少しは基準があった方がいいと思う。

感覚的には、今、国際基準より日本の基準が緩いものに、国際基準に沿いそうでないものは現状のままでよいと思ってしまいます。正直なところ基準値の存在自体は知っていても、それがどの程度の値かは知らなかったので知る努力が必要だと思いました。

今の日本の基準について不満はありません。ただ、ひじきをよく食べていたので、それについてもう少し基準値などがほしいなと思いました。

基準値は実際に害があったものだけ設定すればよいと思った。

日本のコメやひじきなどの古くから食べられている食品が制限されることの問題も大きそうなので、簡単に厳しい方がよいとは言えません。

もう少し厳しくしてもいいと思う。

今の状態で問題を感じていないので変える必要がないように思える。

その食品、食材を常識的な範囲で摂取したときに健康被害はほとんどないとされるものを基準値にして、過剰に厳しくせず無駄を減らすのがよいと思った。それを皆が理解して、つまらないことで騒がなければいいのになあと切に思う。

ある程度は必要だと思うが、厳しすぎて需要とつり合いが取れなくなるのはよくない。

一般の人に知らせるべきでない。

基準値を厳しくすることで食べられる物が減るのはよくないと思う。特にコメについてそう思った。

基準値について、まず詳細に知らなかったことが分かりコメのカドミウムは中国の方が厳しいということに驚くと同時に、自分の中で中国への偏見が分かった。以前よりも放射性セシウムへの基準を厳しくしているのに風評被害が生まれてしまうのは、もうどうしようもないのではないかと思った。

各地域の食習慣によって基準値が異なるということを初めて知りましたが、しょうがないことだと思いました。基準値はある程度の安全性が現在の理解である以上、安全性が決定されればよい

と思います。

基準がないものは少し怖い。安全基準はかなり低いところに決めてあると思うので、基準値は変える必要はないと思う。食べ物を捨てるのはとてももったいない。

基準値については、どの食品にも一応の目安としてあるべきだと思う。

数字の意味もわからないが、その大きさに影響されている感がある。

米は日本の主食だから基準値をどうするか難しいところであると思うが、コメのヒ素に基準がないのは、毎日食べるものなので少し怖いと思った。

基準値の具体的な数値について知らなかった。国によって食生活は異なるので、必ずしも国際基準を採用すればよいということではないと思う。

国がしっかり調査して算出した値だと思うので、今の基準が徹底されていればよいと思う。基準値を厳しくするというよりも、どれだけ危険なのかということをしっかり宣伝することの方が重要だと考える。

考えたこともなかった。

僕は大学の地学サークルに所属していて、日本国内の鉱山跡を訪れることが度々あるが、宮城県内でも農業用の用水路の壁がヒ素鉱物を大量に含む露頭である場所や、水田まで100m程のところに大量のヒ素鉱物を含む石が捨ててあるのを見たことがある。このような場所は、日本国内の他の場所にも存在していると思うので、ヒ素の基準値は設けるべきだと思う。

日本は食の安全基準を厳しく定めているイメージがあったけれど、コメに関しては世界の基準より高い値を採用していて驚きました。コメの安全基準が世界に合わせて厳しくなると、日本の食文化が損なわれてしまうので、特に重大な問題が起きた訳でもないためそのままの基準でいいのではないかと思います。また、基準を厳しくすると、偽りの値を報告したり、安全性が確認されていない代用のものを使用したりする悪い人が出てくるかもしれないので、ただ基準を厳しくするのはよくないと思います。

知らなかった。今もよくわからないのでもう一度考えてみたい。

世界と日本の基準は食品によって大きく異なっているということに驚きました。

まず知らなかった。そして現在の日本の状況で、特に困っていないので、特に変化させなくてもよいのではと思った。

「基準値」というワードに絞られるのは本当に良いことなのか疑問に思った。

知らなかった。特にヒ素について、基準がないのは驚きである。

基準値を上げてても下げても、うわさを信じて込んで自分で調べようとしないう人々は一定数いると思う。そのため、表示の仕方をむしろ工夫した方がよいように思う。例えば、チェルノブイリ後の基準値などを並記すると、現在の基準値が厳しいことが分かるのではないかと思います。

食品の安全は第一に考えていけばいいと思うが、あまりに規制をし過ぎると食べ物が流通しなくなると考えられるから、基準値に関しては必要であるが、少し基準を緩くすることも必要ではないかと思った。

初めて知ったけれど、コメの基準値が国際基準を超えているのはびっくりした。でもお米は食べたいのであまり基準値を厳しくしないでほしい。

毎日同じものを大量に食べ続ける訳ではないので、余裕があつていいと思う。

全く知らなかったです。そこまで厳しくする必要はないのかなと思います。

ほぼ全ての健康食品が消滅するくらいには厳しくしてほしいと思う。

基準値とかテレビでしか聞くことがなかったので、こんな感じだったんだと思いました。少ない

のに越したことはないのですが、難しいものであれば人に大きな影響を与えない程度であれば別にいい。

基準は厳しい方がよいのかと思っていたが、もう十分安全な基準を設けているらしいものも多かったので、これ以外厳しい必要はないようなものもあるとわかった。

特にありません。

知らなかった。

基準値を気にしすぎるのは良くないと思う。安全性を担保できる範囲で基準を緩めて良いと思う。

正直、どのくらいの量のカドミウムやヒ素やセシウムが身体に対して有害になるかは分からないので、何とも言えないと思うが、私はすぐに有害な影響が出ないということが分かっている量なら納得して摂取できると思う。

毎日食べ続けた場合の基準値であり、かなり偏った数値だと思うので、基準値は緩めて良いと思う。

教えてもらっていても基準値は分かりにくいと感じるので、普通の母さんとかでも分かるようにしてほしいです。日本に入るときにしっかり管理してくれて、食品を入れることや販売するときに適量食べれば大丈夫なもの売ってくれればそれでいいです。

日本と海外で基準が異なるという話は聞いたことがあったが、実際にどのような食品が、どの数値なのか知ったのは初めてだった。海外では乳幼児用食品向けでも基準値が異なるのだなあと感じた。

基準値は詳しくは知らなかったが、子供に対するリスクは知りたい。

基準値について知らず、特に何も思っていないんですが、今回のお話を聞いて、基準値で制限するのではなく、どれくらいの値でどれくらいの影響が出るのかをしっかりと学び、自らで自分の基準を決められると思いました。

死に至らないのであれば、それほど厳しくなくても良いと思う。

コメのヒ素の基準を作ってしまうと、コメをよく食べる日本人にとって大変だという事でしたが、国際基準と比べ緩くても良いから作成した方が良いと考えました。

基準値を厳しくすることによって、米の消費量が減ったりするのではないかとということが心配です。

国際基準よりも多い基準値はやめた方がいいと思います。

基準値はあまり厳しくなくて良いと思う。食べられる物が減るということもあるが、食べ過ぎなければ大きな影響はないし、基準のことを気にしないで美味しく食べたい。

基準値は厳しい方が安心できる気がします。

食べるものが減らないような基準がいいと思います。

厳しい方が良いと思うが、現在の基準で問題がないのならそのままがいいと思う。

いくら安全であるとしても、これらの基準値は低い方が安心して食べられると思います。

カドミウムとヒ素については知らなかった。放射性セシウムは言葉や基準があることは知っていたが、具体的な数値までは知らなかった。

知らなかった。何も食べれなくなってしまうのでは、厳しいほどいいという訳ではないと思う。

厳しすぎるのは良くないと思う。完全に安全な食べ物も基準もないので、今決められてるぐらいで問題はなさそう。

基準値は厳しい方が良い。



基準値の値が国際基準と日本の基準で割と異なる部分が多く、何も知らない自分が恥ずかしくなった。

消費者も「基準値」について、もっと関心を持つべきであると思う。

基準値が定められていないことを初めて知りました。

基準値を数値で見てもイメージし辛いため、どれがいいと思うか決めるのは難しいと感じました。

食品に含まれる成分の基準値について、今まで詳しく知らなかった。

基準値はもっと厳しい方がいいと思います。

基準値についてほとんど知らなかったです。日本は安全なものが多いと思われがちなのに、基準がないのに驚きました。もっと基準があってもいい気がします。

知らない基準値も多く、知ってても忘れていたりするので知識を深めたい。また、適切な基準値が選択されているという根拠も併せて把握している方が良いと思いました。

基準が厳しすぎても緩すぎてもダメというお話をうかがって、多くの人の意見が必要だろうと感じた。

基準は程々で良いと思う。健康に被害が出ない量が分かっているのなら、それをさらに厳しく擦るのは正しい情報を知らない一般消費者に知識をしっかりと広めてからの方が考え方も変わると思う。

統一すべきだと思いました。

コメも食べ過ぎると成分を摂り過ぎてしまうというのがショックでした。

知らなかったです。基準があると思っていました。ただ、日本人はコメをよく食べていて、基準なしでも大きな問題が起こっていないため、あえて厳しくする必要はないと思います。

詳しくは知らなかった。基準値が厳しいのは良いと思うけど、何でも危ないものと決めつけるのもどうかと思う。

長生きするため害を避けたいので、基準値はある程度厳しい方がいいです。

あまり知りませんでした。

食べられる量が減っても、人の安全を守るためには厳しい基準値が必要だと思う。

話を聞いていると本当に安全な値で厳しく設定しているのかなと思うので、そこまで厳しくしなくてもいいのではないかと思うこともあります。しかし、リスクは少ない方がいいですかね。

全然知らなかったです。今の日本の基準で良いと思います。

よく分からないので安全なら良いと思う。

## 企業の人

日本の基準値は十分厳しく、少し超えた程度で危険という訳ではない。また、食の安全とはどういうことなのかということ、今回分かりやすく理解することができました。

今の仕組みの中で、無理せず避けられるものは避けたい。特に放射性物質については、様々なことが後出しで発表されるので未知に感じる。そこについては厳しくあってほしい。(気持ちがついていかない) 大人の自分以上の世代には緩くあってももはや良い気がするが、子供の世代にはやはり基準は厳しくありたい。

一般的に消費者は「基準値は厳しい方がいい」と考える傾向があるのですが、適切に基準値が設定されることの重要性を痛感しました。また、リスクコミュニケーションをきちんとしていくことも通じ、将来食糧が不足せず、多くの食品がバランスよく食べられる世界を作っていくことが

大切だと思います。

厳しすぎるのもどうかと思うが、基準がないのも怖い気がする。

基準値はあった方がいいと思うが、それだけに囚われずいろいろな食品をとる中での安全性を考えたい。

将来の食糧問題を考えると適切な国際基準に基づく安全性を重視したいと思いました。

コメのヒ素については日本人の消費量も減っているのだから、国際基準よりやや高くても許容できるのでは。

一言で基準値といっても人での意味のある値であるか考える機会、情報が限られている現状があると思いました。

基準値が厳しいことがよいということではないとわかった。

安心、安全の基準を求めることの難しさが理解できました。

一定の基準は必要だが、その意味を知る必要があると思いました。基準超え＝危険では必ずしもない。マスコミなどの報道にも以前から疑問がありましたが、今回の講演で少しすっきりしました。

基準値は必要だが、安全性以外の考え方（自国の産業保護など）を含ませる場合が多いのが問題と考える。

リスクのあるものは基準があってしかるべき。ただし、長年の食生活で経験的に大丈夫というものも文化として重視すべき。

基準値の持つ意味を相対的に見えるようにコミュニケーションした方がよいのでは。

法律はサイエンティフィックでないので一番公的なものに従う。（国内の産業を守るための基準が設定されている等）サイエンティフィックリテラシーの教育が主要

基準値は科学的データに基づいて客観的に決定するのがよい。基準値は厳しい方がよいというのは考えものである。

知らなかった。

エビデンスに基づいた基準であれば、やみくもに厳しくする必要はないと思う。ただ、一概に体重あたりとするのは、日本人と欧米人との体格差があるのでいかがかだと思います。

知識として持つておくべき。ただし、神経質になるものではない。

消費者の立場では、安心のために何らかの数値情報は必要と思うが、本質的には好き嫌いなく多様な食品を食べるのが良いということをよく理解できた。

基準値は低すぎて食べるものが減るのではない方がよいと思います。健康食品がリスクが高く、食品添加物などの基準値よりもよっぽどリスクを考えるべきであることを初めて知りました。

よくわかりませんが少ない方がよいと思います。「比較して」とのお話でしたが、それぞれリスクが最小の方が良いのではと思います。

政治的理由で基準値を変更しない方がよいと思います。例えば、0.4mg/kgと0.2mg/kgの上限値を設定した2つがあって、0.4mg/kgで何の問題もおきていないのに、ハーモナイゼーションの為に0.2mg/kgになるのはよくない。

単に基準値の値だけを気にするのではなく、その意味を理解する必要があると思う。決して基準値があるものが危険なのではなく、ないものは分かっていないだけ（調べられていない）、ということが、もっと知られるべきだと感じた。消費者にも責任がある、ということを伝えていかなければと思う。

あまり意識していなかったというのが正直なところです。食の楽しみを奪うような不安を増長す

るような、厳しすぎる基準値設定はしない方がよい。

科学的に評価された基準に従って設定してもらえばよい。

対象となる物質・毒性の質に応じた基準が必要かと思う。考え方も含めたリスクコミュニケーションが重要と再認識した。必要以上の（過剰な）安全性は不要かと思う。

基準値を厳しくし過ぎると、食品の値段が高くなるで良くない。科学的に安全なレベルにすべき。

基準値は大切な指標だが、厳しければよいとは思わない。被災地の風評被害はひどい。ただ、小さい子供を持つ親はとても敏感。感度の高い母親の皆さんに、正しい知識を得られる機会があるとよい。

グローバルな時代において、ハーモナイズされた値を使用することは重要と考えます。正し、地域ごとにナーバスになるものが異なるので、地域ファクターのような考え方は大切だと思います。

本日のような話は中高生ぐらいにして、早期の教育プログラムが組めるとよいのですが、実際には難しいでしょうね。非常に有利なお話ありがとうございました。

日本の風土として「ゼロリスク」がある限り、基準値が厳しくなる方向は変えられないと思う。

（個人的には残念）話は変わってしまうが、子供の教育に「ゼロリスク」はないことを産官学で教育していく環境を望む。

基準値は食経験から（よりたくさん摂っている地域に合わせる）低い設定に世界的に合わせることで良いと考える。（日本のコメや海外の放射など）

一定の安全係数を考慮したうえで、より実質的な根拠のある基準が設定されるべき。

今日伺ったお話は、一般向けとしてもっと広く話して頂きたいと思いました。とても説得力がありましたし、もっと発信して頂きたいと思いました。

科学的に妥当な数値を設定すべき。暴露量は地域によって変わるので地域差があって妥当。

アルコールをむやみにすすめる人は、エタノールの発がん性の高さを知ってほしい。

科学的に正しく生きる。ということの難しさを再認識しました。

基準に関してはサイエンスも功策も含めて「合意」することが重要かと思います。一方、「安心、安全」とか流行しましたが、「安心」をいかに広めるかは、国策的にも必要かと思います。安全を信じない、あるいは意図的に歪める風潮はなかなか修正できない気がします。（個人ベースの説得ではなく）

リスク分散のための、バランスの取れた食事について考えるきっかけになりました。

厳しければよいというのではなく、現実には則した基準値であってほしいです。食糧確保が時事的に難しくなる世の中であると思います。そうなった時に、国民全体が冷静な判断ができるようリスクアナリストの考え方について、全ての人が学ぶ仕組みが必要だと思います。

先日、農水省の方とお会いし、彼らが驚くほど食の安全性について知識をお持ちでないことを知りました。ぜひリーダー層に学んでいただきたいです。そうでないと、我々民間がいくら情報発信に努めても報われません。

玉ねぎの話は全く知らなかったもので、とても驚きました。

何かしらの（根拠ある）基準を設けることで、理解が得られることがあると考えます。基準なし＝何でもあり、を想定してしまうのではないのでしょうか。

独自の理由があるのは理解できるが、可能な限り国際基準に近づけた方がよい（輸出入の観点から）

基準値は各国同じが良い。同じ人間で安全基準が違うのは科学的に証明できるのでしょうか。必要以上に厳しくする必要はないと思います。

幅があってもいいかげんだと思います。検出限界値の値がポイントであり大切だと思います。

現状の基準値の設定の仕方でよい。ADIの考え方でよい。

放射性Csはよく分からないが、現状維持でよいと思う。

基準値で決めずに、TDI、TWI、MOEで計算して決める（評価する）方がよいと思う。国や地域の特徴があるので、それも考慮してよいと思う。

生きている間、害がないレベルであればよい。

日本人は基準値による合否判断が好きで、厳しさを求めるが、サンプル分析の難しさや精度を理解していない。

基準値は安全が担保されているもので十分と思える。

政治的な背景で基準値を決めるのは時代に合っていないように思う。実験データを基に決めてほしい。とはいえ、いくら根拠があっても現行より基準値を高くするのは感情的に受け入れ難い。なかなか難しいですね。

国によってこれほど基準値が違うことを知らなかった。結局は人が定めたものなので、リスクと達成可能範囲の兼ね合いで決められるものなのかなと思う。

基準値のアップデート大切だと思いました。

Cs134.137の現行基準を設定された際の国内流通食品の汚染割合50という値は、見直しされるとよいと考えています。

基準値の持つ意味を理解する。特に学校教育の問題が大きい。消費者団体にも勉強してもらいたい。

一律基準は適用方法を考えないと無駄な回収なくなる。

基本的には国際基準にハーモナイズさせるべきと考える。（日本の食文化、食生活の独自性を鑑みることもちろん重要だが。）

実行できる基準値が良いと思う。将来的に厳しくできるならそうすればよい。

知らなかった。基準値は幅があってもよい。他のリスクのヘッジのために。

基準値が厳しいほど食べるものがなくなる。しかし、基準値はあったほうがよい。

国際的に輸出やEPAを考えるなら、CODEXに合わせるのが良いと思いますが、日本の土壌特性を考えると、特にヒ素、カドミウムは難しいかなと思います。

Cs134や137は、日本は感情論に配慮してしまったので、1000Bg/kgで現在の状況なら良いと思いますが、照射殺菌と同じでし、消費者の一部が反対するだろうという事からすると、改正は難しいかと思われます。科学的に正しくない情報がネット上に多過ぎていつもびっくりします。"

疾患構造も含めて決めるべきと思いました。「基準」においても（国単位の）価値観によるところがあるのでとも思いました。もちろん地理的・文化的条件も異なりますが。

基準値が厳しいと危険であるという防衛本能が働いて、リスクに関する勘違いが発生してしまうと思います。健康でいられる範囲内で、出来るだけ緩くした方が良いのではないのでしょうか。

厳しい方がよい。

根拠が明確であれば厳しい基準であっても良いのでは。

国、地域による食文化を考慮した基準値を作ればよいが、食品を無駄にしないためにもあまり厳しくしない方がよい。

特に詳しくは分からないけれど、食品に限られた資源であるので有効に活用できていけて、更に

守られれば良いかと思う。

消費者も感覚だと問題ある化学物質は出来る限り厳しい方がよいと思われてしまう。基準の値のみが認識され摂取量の認識はない。国の施策としては「できる限り厳しい」が、一つの判断になるのでは。本日のリスクの考え方は、食品業者としてはよくわかります。ただ、消費者（組合員）には、どう説明し分かってもらうかは悩みます。

基準には、毒性の評価から食して安全な量をみて設定されると思うが、日本と諸外国の食経験（習慣）が異なることもあり、参考にする国際基準と国内基準とギャップがあったりする。食品には膨大な種類があり、リスク評価が追いつかないものが多いのも理解するが、海外で全く問題がないレベルのものが、日本の基準では食経験が乏しいことから基準が厳しくNGになることも多い。輸入事業者としては、このあたりの改善を急いでほしく適切な基準を設定してほしいです。ですので、基準が厳しければよいというものではない。

基準値があると物事を判断しやすくなるが、厳しいのも供給側としては困る。面倒でも実態に合った基準値（測定方法を含む）を設定するようにして頂きたい。

基準はあった方がよいと思うも、厳しすぎるのは（例えば、コーデックスやEU等の基準に対して）よくないと思う。

そもそも含まれることが望ましくない成分が入ってもよいと判断するための基準値なのであれば、その基準値の設定は意味をなさないと思う。目的をもって含ませているものに対して基準値を策定すべきと考えます。

食生活の実態に合わせ設定するしかないが、考え方について普及させることが必要。

ある程度基準があったほうがよいと思いますが、あまりヒステリックになり過ぎることもよくないとは思いますが。ある一点のリスクだけ見るのではないという先生のお言葉が世の中の一般の人にもっと広まるといいなと思いました。

何ごとも過不足ない程度が良いと改めて感じました。基準値は地域によって定め、極度に意識はせず、それよりもバランスを気にする方がリスクを減らせるのかと思います。

基本的に国際、標準の基準がある方が何かと便利かと思う。しかしながら国や地域によって物の摂取量や成分含有量、体格差など違いがあるので、国際基準とは違う基準が必要であればそれを指標とすればよい。

全世界統一基準で食品流通（選択の幅）を広げた方が、人類にとっては有益であると考えます。基準値は設定すべきであるが、厳しすぎる基準値は食べるものの選択技を減らしてしまうので設定すべきではないと思う。

国際基準になるべく合わせる。リスクについて学校教育で学ぶことをしないと、食品産業のコストロス（無駄な回収、廃棄など）が生じる。

各国で基準値が違うことはわかっているが、どの程度違うかの情報開示がされていないか、開示された情報へのアクセスができていないので、分かりやすい公的なガイドラインがあれば顧客への周知も簡単だと思うこともある。

あまり厳しい必要はないと思う。必要でも分かりやすいのが大事だと思う。

緩和する側の変更も必要だと思う。

TPP、EUのFTAなど考えると、基準値は日本基準よりも国際基準に合わせる方がよいと思う。現行の日本の基準で問題がないと思うので（日本の生活に合っているのでは）このままでよい。得に気にならない。

安全と食の選択の幅のバランスを取ることが重要と思う。

いたずらに危険をあおるもの。

その食品を食べ続けることによってどのようなリスクが生じてくるのか、それが分からない限り何も言えない。人間の健康が保てればしれでよい。

食品の廃棄が増えるので厳しくしない方がよい。漠然とした不安があるので厳しめの基準を望んでしまう。

基準は可能な限りひとつにすべきと考えます。

あまり詳しくありません。

人体に影響が出ないのであれば出来るだけ低い基準にして、食べるものの選択肢があった方がいいと思う。

基本的に世界基準に合わせるべき。

こういうことは知りませんでした。

国際的な統一基準を整備し、食の安定供給、更には食産業の発展に役立つ物差しであるべきと思います。

基準値が厳しすぎると食品の廃棄が増えてもったいないと思う。

汚染物質の基準は決めてほしい。残留農薬の一律 0.01ppm 以下は厳しいと思います。0.01 以下であるべきものもあると思うが、そうでないものもあると思う。

基準値は必要だが、ただ厳しくするものではない。

国際的に共通の基準が望ましい。

人でも人種間差があると思うので、一概にいくつという値は決められないと思う。

全世界で統一した方がよいと思う。

日本は輸入食品に頼らざるを得ないので、コーデックスに合わせた基準を定めるべきだと思います。

過剰もよくない。説明するリスク分析結果を基に決めてほしい。

そのまま食することになる食品については安全性の意味で基準値があることが望ましいが、必ず加熱処理後に食することになることで、健康に害がないことが明らかなものについても残留農薬などの規制が厳しいことに疑問を感じる。

個人的には様々な項目で基準があった方がよいと思うが、過度の基準、規制は選択の幅を狭めるだけでなく、生産、加工者にとっても負担が大きくなるので厳しくし過ぎる必要はないと思う。

(国際基準から著しく外れていない程度)

基準についてあまり知識がないためどれがいいという選択は出来ませんが、コメに関しては日本の主な主食として食べられているため、全ての基準を無理に国際基準にあわせることは難しいと思う。

全世界が同じ基準を持てた方が、食品の国際的な流通を円滑にすすめることにつながると思うが、主食の違い趣向性があり難しい課題だと考える。

同じ添加物でも、食品によって基準が変わったりするのがよく分からない。ある程度どんな国でも、どんな食品でも統一の数値にしてほしい。日本の基準が一番正しいと思っていたので、今日のお話がとてもよかったです。

設定内容が分からないので厳しい基準値がいいという印象を持ってしまう。

今日のお話を伺うまでは、ぼんやり基準値は厳しい方がいいと思っておりましてので、ただ厳しくすればよいというものではないことが分かりました。性善説であればなくてもよいものだとは思いますが難しいですね。

基準値は厳しい方が良い。

一つの食品に対し一つの基準値で足りりしないで、摂取量別の目安で消費者が判断できる制度があればよいと思う。

サイエンスに基づいた基準値で管理することが必要だと考えていますが、今日のお話を聞いて、同じデータを土台にしても流通の確保や食生活の違いで国によって異なる基準値が導かれることがわかり勉強になりました。

あまり基準値ばかり気にしていると、本当はその物が食べられるのに食べられなくなってしまうので、基準値を上げ過ぎるのはよくないと思う。

基本的には CODEX の基準に合わせた方が今後の輸出業にとって良いと思われるが、セシウムについては今のままで良いのではと思う。もしくは CODEX より厳しい基準でも。

意外と世界の基準と比べると、日本は厳しくないものが多いことが分かった。

基準値は適切な値にすべき。

世界中の国と地域で食べるもの（主食等）が違うのに、一律に合わせるのは輸出品でない限り必要性が低いと思う。関税率のようにできないか？

特に日本は輸入に依存していることから、国内の食品を出来るだけ廃棄しない(食品ロスの問題も含めて) 取り組みが必要だと思う。このためには講義の中にあつたように、消費者に理解してもらう（誤解しないように、また選択できるように）国としての仕組み作りが必要。消費者への情報を食品メーカー、海外サプライヤー（輸入品）に携わっている人との差があり過ぎて（消費者に情報を発行しなすぎで）、ますます根拠のない、リスクの高低のない、規制や食品回収対象が広がってってしまう。恐ろしい。

基準は厳しい方が良いと思うが、厳し目にするると食べる物の選択肢が減る。業務柄、輸入を行っているので、どこの国とやり取りするか、どこからの輸入が多いのかで、基準を定めるのが良いと思った。大切な食品なので、捨てる事になってしまうのは勿体ないです。

厳しすぎるのはやめた方がよいと思う。

基準値の設定の仕方や条件が分かりやすく説明してあれば（情報を読む側も理解できる状態ならば）、有識者が設定する常識的値でよいと思います。

科学的根拠に基づいた値の設定をお願いしたい。マスコミにもきちんと説明しないと誤解された（される様子）報道が行われてしまうので、行政の方も「判りやすく説明」してほしい。地方の自治体担当者へも教育を行ってもらいたい。理解していない方が多すぎます。

基準値の背景を知ったのは、食品会社の品質管理を担当しているから。安全と安心の混同、科学的根拠と感情、やはり食育として幼少期から確率、ゼロリスクはないなどを教えないと正しい事実と科学的根拠に基づく判断はできないのではないかと。その意味でも、リスコミに文科省が入ることを強く望みます。

お客様相談室を担当している中で、消費者の方から当社の商品の放射能検査とその結果についての問い合わせが一時大変多くあった。その際、消費者の方も細かく調べてきている方もいて、何故、日本と他国で基準が違うのか？日本はそれでいいのか？という声もありました。コーデックスなど国際基準を基軸にするなど、統一性があってもいいのかなと思いました。

これら基準値は知りませんでした。厳しくて食べるものが減ると思う。また、基準値を厳しくすることで食の選択が減ることに繋がると思うので、現状より厳しくする必要はないと思う。

必要なものには基準値を設定した方がよい。食文化により違いもあるので、その点を考えて設定すべし。

科学的なデータに基づき、出来ればシンプルなものにするべき。

コーデックスによる国際基準が良いと思う。

基本はコーデックスに合わせ、日本の特殊な事情があるものについては、日本で独自に設定する。

長期に渡る摂取による健康への影響については、10年～30年間で何らかの影響が発現した場合にのみ基準値の見直しを図ることが考え方とはならないのでしょうか。

基準はなるべく厳しくあってほしいが、本当に安全であるならば根拠を示して声を大にしてほしい。

国際化を考慮してCODEXなどの国際基準に近付けるか同じにするという流れもあるが、添加物などはそれでもいいかもしれませんが、特に輸入食品流通にとって食品中に自然に含まれる物質については、各国の特性に合わせた基準でいいのかなと思いました。今回の畝山先生のお話は「目から鱗」の部分もあり正確な（正しい）知識の重要性を改めて考えました。

少ない方が良いに越したことはないが、食べるものがなくなるのも困るので（安全重視で）バランスかと思う。

「CODEX」に照らし、日本の食文化特性に基づき基準を設定すべきと考えます。論理的に「米＝世界平均の摂取量と日本の平均比較」を基に、上限、標準と一概に「以下」だけでなく、標準値、もの指しとすることで、広く関心と取り組みができるのかと考えます。米と対局とも考えられる「小麦」には、カドミウムや砒素のようなリスクはないのでしょうか。小麦ではなくジャガイモなのかも知れませんが。

多くのことで知らないことが多く大変参考になる内容でした。個人的に基準値は、なるべく厳しくあるべきだと思います。今後、TPP日欧EPAが適用されることにより、日本に海外からの食料品が輸入されると思われます。そのような食料品を消費者に安全に提供するためには、基準値の厳格化が必須であると考えております。

知らなかった。

物質によって、食文化によって、各国の基準が違ふのは当然だと思う。ただ、出来る限り国際基準を一つの基準として（違反をしない）考慮する。日本の基準が厳しい場合、食品を無駄にしないこともルールに組み入れられたらいいかでしょうか。

あまりよく知らなかった。安全性に関する危険度が高いとわかっている必要な基準は厳しい方が良く思う。食べるものがなくなるなどの問題が発生するなら、適度な基準で良いのではないかと思う。

基準値について知らなかった。

基準値は厳しい方が良い。基準値について一般の人に広く情報が伝わるようにしてほしい。また、その基準値の設定根拠も伝わるように。今回聞いたような話が、一般の人にも伝わるようにしてほしい。

知らなかった。

知りませんでした。

CODEXについての基準値はよく知っているが、セシウムについては実際よくわかりません。特にセシウムは、原発問題を直接抱える国（日本やチェルノブイリ）と、そうでない国とでは、感覚が異なるのだと思います。

国際基準になるべく合わせる。輸出入が容易になるため。

各国で主食となる食品は基準を低くするべき。



MOEの手法でランク付けをすると、優先的に何をすべきかが明確になる。基準値+MOEの組み合わせで消費者に訴求していくとわかりやすいかもしれないと思った。

実行可能性を踏まえた、現行の基準で良いと思う。消費者団体などが自分たちの価値観だけで食品の安全性やリスクを正確に把握せず、基準を厳しくするよう圧力をかけるには、食の確保や豊かな食生活を阻害する行為なので悪であると考えます。

国際基準に合わせた方がよい。

厳しい基準値を設けるのは、食べられる物が減るのでよくない。基準なしについても、求めるものがあがっていくのでよくないと思いました。

知らなかった。

基準値は厳しい方がよい。

日本の基準はわけもなく厳しいものがあったり、逆に緩いものがある。CODEXを基準とし、日本の食生活を考慮した設定が望ましい。

エビデンスが取れるといいと思いますが、動物と人間では代謝の仕組みも違うので、どう考えればよいのかと思います。

内部被爆など未知の分野が多い。

国際基準に合わせるべき。基準の意味するところをきちんと説明する。

個人でリスクを管理できるようになるといいと思います。ひじきはやめます。(ひじきを減らします。)

セシウムの基準について、10Bq/kgは業界自身が首を絞める事になりかねない。成人1人7000Bq/kg程度有している(40K由来)気にしすぎるのはよくない。

メリットとデメリットのバランスを考慮すべき。

重金属については歴史的に見ても分析限界がどんどん低くなっていて、食品の種類によっても対応が異なっている。低い方がよい(核種)放射性物質は半減期の値によっても異なるが、長いものについては限りなく次の時代の不検出という対応が必須。

エビデンスを優先しながら、多少の地域性を考慮。

知らなかった。

基準は必要だと思うが、まず自分を含め消費者が勉強すべきだと思いました。

食べるものが減るのでない方がいい。

ある程度の基準は必要だと思いますが、厳しすぎても食べるものがなくなってしまう。場合によっては、子供や特定の人など、人によって変えるのもあるという気がしました。

基準値はあった方がよい。実績として使われていた方がよい。

基準の意味について国民の理解がない。安全と安心が混同されている。

セシウムについて、国際基準が現在の日本の基準の10倍であったことは知らなかった。基準、基準値は厳しい方がよいが、その根拠を明らかにしてほしい。

適正/(リスク・ベネフィットのバランス)が量であること。意味を正しく理解するor理解してもらう事が大事であると思います。

なるべくコーデックスによる国際基準をスタンダードにした方がよいとおもいます。国際的な物流の活性化につながります。

乳幼児用などの区分けは実生活上意味がないので、少ないレベルに合わせるべき。(乳幼児保護) 閾値を上げるのは現実的ではない。(精神的)

基準値は知らなかった。

誰が見てもわかりやすい表示や色なら受け入れやすいのかもしれない。数字となると？ 基準値はあった方がよい。年々、安全・安心が不安になっているため。

基準値はある程度あった方がよいと思うけど、こだわり過ぎるのは違うと思う。

基準値は必要だと思うが過敏になり過ぎるのも問題だと思う。

安全な食品がない。びっくりしました。

基準値にこだわり過ぎて食べるものが減ると、かえってリスクが高くなるという話を聞いて目から鱗でした。そこまで数値にこだわらなくてもよいというのが分かった。

知らなかったし、実際基準を上げた食品を取り入れた場合、生活上のリスクが増える。

国によってこんなにも値が違うものかと思いました。

知らなかった。世界各国で数値の違いがあり、すべて日本に当てはまるわけではないことが分かった。

必要だと思います。

基準値は厳しい方がいい。

報道等に惑わされず、それほど基準値にこだわらなくてもよいかと。今一度考えて、見直しをしていきたいです。

食の安全考えさせられました。ジャガイモの数値にもびっくり。サプリメント明解。イギリス方式適用すればよい。

子供のことを考えると、基準値は厳しい方がよい。

基準値は厳しい方がよいが、食べるものがなくなってしまいゴミになってしまう。基準は必要であることは確かであるが、それよりバランスの取れた食事をしてしっかりした体を作ることだと思う。

土壌中カドミウム濃度の地理的分布、なるほどと思った。空気中の方が発がん物質が多いですか？

基準値はある程度厳しい方がよい。

お米は毎日食べるもので日本人には欠かせないと思うので、基準値を厳しくして食べることができなくなるのは、食の楽しみという観点からは困ると思いました。リスクも理解したうえで判断することが大事だとわかりました。

基準ありきで100%捉えるのではなく、柔軟な考え方、参考に判断材料として活用すればよいと思う。

「基準値」に対して「違反」という判断の仕方がなくなったらいいと思いました。私が理想とする形は、例えば一つの商品に対して「何種類もの基準値」を表示するという形です。情報は全て提供しあとは消費者に選んでもらうという形です。消費者は勉強しなければいけません、食品の廃棄は減るのではないかと思います。

あまり詳しく知らなかった。

検出限界以上の検出で大騒ぎになる時代。どんどん技術が進む中で、安全レベルを定めないとパンデミックになり兼ねない。飲料を製造するメーカーとして、国の基準が世界の貿易のレベルに合っている場合はよいが、消費者が安心できる理屈をもって定めてもらいたい、いろいろな定義の評価尺度のある中で難しそうですが。結局は「リスクを知って食品を食べる」

絶対悪の化学物質、絶対良の化学物質、どちらもないのでは。そうすると、バランスが大事であり明らかに悪い濃度は避けるべきと考える。基準値は、その明らかに悪い濃度に関連付けられるべきと考えます。現実的というのも重要な要因であります。米を食べて、今の平均寿命があるの

で、過去の経緯を尊重するので良いと思う。

科学的に評価された上で（ある確率で毒性があるとしても、その確率が低いのであれば）、食品が供給される量との関係を考慮して基準値を決めればよい。必ずしも、基準値が厳しいほど良いとは思わない。国民への食の安全に関する教育が遅れていることが一番の問題だと思う。

米のヒ素について、目的や事情により異なるように思う。

詳細な数字までは覚えきれていないが、基準は目的に応じて決めるべき。また決めたことによる影響も評価されるべき。基準の設定根拠が明示され、対象者が明らかで、消費者が自分の生活に照らして、安全リスクが判断できる状況を作っていきたい。

基準があることは知っていたが、どんな考え方で設定されているのかは知らなかった。いずれにせよ、知ること、そのうえで自分の考えを持つことが重要と感じました。その為にもリスクコミュニケーションが大切であることが分かりました。ぜひ今後もリードして頂きたいと思います。科学的エビデンスに基づいた基準に（世界的に）合わせていくべきと考えますが、一方で国による摂取量は例外的に認めたいうえでの基準を（各国の実状に合わせて）設定させるを得ないと思います。

厳しい方が良い。

コメの Cd、As は従来通り。日本の土壌を考えるとこれしかない。長い経験あり。セシウム 134、137 で、現在の日本の基準は厳しすぎる。魚の基準なども同じかな？（話を聞く前に記入しました。）

現時点で「科学的な安全計算値」と「社会的、歴史的背景」を考慮して合意（妥協）できるレベルを基準値としたい。例えば CODEX 基準。ただし、CODEX 適用の社会的コンセンサスが困難な場合は、通常状態で管理可能なレベルでの基準はあり得る。例えば、コメのヒ素。

世界のボーダーレス、TPP、EPA 発行する時代に、ひとつは国際基準をクリアすることが利得性がある。

数字だけでなく、その裏にある根拠をより明確にすべき。

基準値そのものは知らなかった。日本の値の方が厳しいと思っていた。基準は過去の「食経験」から「食文化」から設定すべき。但し、基準値がない、というのは問題ありと感じる。

ほとんどの基準が、ほぼ安全＝リスクがほとんどない、ということが良く分かりました。

成人、小人など対象によって、基準も異なると思うので、それに関する情報を整理して、消費者が判断することも必要だと思う。

国際基準に合わせるのが良いと思います。

子供にとって安全な基準値を設定してほしいが、過剰ではない方が良いです。

基準値は一つが望ましいと思います。

食品に加えて、大気汚染や合成界面活性剤・心的ストレスなど体への複合的ダメージ観点から、こういった話を聞いてみたいと思った。

主食であるコメの基準が甘いように感じました。主食であるからこそ厳しい方が良いと思います。

食の安全、安心という観点から、基準値は厳しい方が良いと思います。

確率の問題で絶対が無いから、どこを基準にするかは厳しい話だと思いました。ただ、メディアに踊らされず、冷静に判断するようには心がけたいです。

基準値は厳しい方が良い。

具体的な数値について知らなかった。

このような情報は広く伝わった方が良いと思います。目からウロコでした。本当にありがとうございました。

食品輸入の仕事をしている立場として、国際基準と日本の基準が同じである方が良いと思います。

基準値を過度に厳しくすることは、経済的な回り方において多くの弊害が発生するため見直しが必要だと思う。

各国の食生活に合わせて、基準値を設定するべきだと思いました。一方で、食べ物が増えた分、リスクを減らす消費者への注意喚起の意味として、国際基準は厳しくても良いかと思います。冷凍ビルベリー、リンゴンベリーをチェルノブイリ事故の影響のあった北欧（フィンランド産）より輸入しているが、現在の日本の基準とEUの基準（500Bq/kg）が、あまりに差があり過ぎていると思う。

コメのヒ素について（主食故？）国際基準があって、日本には基準値がないことを初めて知りました。

基本的に国際基準に合わせることで、世界的に統一感が取れるのではと感じる。しかし、成人には問題ないが乳幼児には問題がある場合は、乳幼児に合わせる方が好ましいのではないかと感じる。

基準値が曖昧で、かつ、厳しすぎると思います。また、法律の一人歩きが目立つ。

基準値だけでは分からない。専門家の判断が簡単に入手できれば良いと思う。

乳幼児が食べれる物が明確に分かると安心。ヒジキ等、子供がふりかけで食べているので少し心配になりました。

考えすぎのものも良くないが、考えないのも良くないので一度、改めて勉強しようと思った。

できるだけ広い範囲で考えられる基準値が良いと思う。

基準値については、新しい事実が発見されるまでは現状を維持するのがベターであると考えます。毎年基準を変えるのは混乱を助長する。

今回の基準値について、正直、今まで意識した事がなく知識もありませんでした。食品業界で働くものとして、今後、意識していきたいと思いました。

放射性物質の基準値は、まだまだ福島県産のものはダメ！という流れが多いので、もっと厳しくした方が良いのでは？と思いますが、今日の話聞いて、安全性についての広報をもっとしっかりやって頂くことも大切かと思いました。

判断基準としての「基準値」と考え、国際基準が目安になると思います。

基準値は統一の方（国際基準）が対応がしやすいと思います。ADIの設定に意味がないとは言いませんが、設定の基準に無理があるのでは？基準値は緩い方が良いと思われます。（下限値というよりは上限値）

リスクが明確でない限り、基準値はできるだけ緩い方が好ましい。

いろいろ知らないことが多く勉強になりました。

## 消費者

リスクコミュニケーションの立場から、国際基準に合わせる方がグローバル化の現在に適応していると思う。セシウムに関しては、長期間の潜在期間があるため少し厳しく。

知らなかった。コメについてはショックだった。

意図して混入することにメリットが有るか無いかで判断する。基準は定めず、表示義務を課す。

消費者の意識向上を促す。

基準値は厳しい方がいい。

答えられない。分からない。お話、驚きました。全く知らないことでした。もう一度よく考えてみたいと思う。

詳しい数字は初めて聞きました。

初めて聞いたので分からない。

ある方がよい。何十年食べ続けても大丈夫なのか気になります。

厳しい方がよいと思うが、現実は無理でもあり難しい問題とは思う。

いろいろな物が多くあるので基準値はより厳しくしてほしい。

情報に振り回されないようにしたい。今日は真実を知れてよかった。

知らなかった。日本人だからお米を食べようと思っていました。これらが含まれるのは土壌中に含まれるからでしょうか？それらを低減させる方法があるのかないのか？知りたいです。

知りませんでした。

不安に思う人はいると思う。健康なシニアが食する社会的雰囲気作りが大事（DNAから外れ、単純に個体として扱えるか）

海外が止めているものを、日本は使用している場合があります。日本の基準は甘すぎます。

いくら少量とはいえ、なぜ、日本人にがん患者が多いのか？！年をとってからなるもの、と話されてきましたがそうでもありません。そこを見直し使用しない方へ導いてください。

基準は厳しい方がよい。

最終的結論として何でも食べる、偏った食事はしないということなのでは。そうでないと食べるものが限りなく少なくなり豊かな食生活は望めない。また、私たちが情報をよく精査することが大切なのでは。

基準は厳しい方がいい。

基準は厳しい方がいい。

食品としては基準値は厳しい方がよいが、工業産業レベルでは必要な材料である。

食べるものが減るので厳しくない方がよい。

厳しい方がよいと思いますが、消費者にもっとわかりやすい情報でおろしていくのがいいかと思っています。情報が多すぎて、どの情報を選んだらいいか分からないのが正直なところです。

可能な限り基準値は厳しい方がよい。

聞くまで基準は厳しい方がいいと思っていましたが、本当に食べるものがなくなってしまうんだなと思い、今は基準なしでいいかなと思います。被害が出てから考える。でも、それでは遅いのか？

日本は米を食べるので基準が低いんだなと思った。個人的には、必要なリスクなのかもしれないが、国際基準に合わせる方がよいかと思う。

厳しすぎて食の豊かさが減るのも残念。食べ方に工夫をすることも大事。

"食べ方によって数値が下げられるもの（例、玄米→精米）その他の栄養価とのバランスもあるので、総摂取量という考え方の方がよいと思います。

例）玄米を毎日（毎食）食べる人は過剰摂取になるのか知りたいです。"

科学的根拠と、その基準値での運用の実行可能性とのバランスを見極めて設定するのがよいと思います。

他国との貿易を考えると、国際整合性のとれた基準を用いる方がよいのではないかと思います。

物質によってここまで細かく基準値が決められていることは知りませんでした。各国によって基準値が大きく違い、何がどこまで入っていることが安全とみなせるのか？分からないと思いました。基準値は厳しくても安全ではない。

基準値を知りませんでした。詳しい知識を持ち合わせていないため、判断基準を持っていないのに等しいのですが、基本的には国際基準を満たしていれば良いと考えています。

食品中の放射性セシウムについては、確か東日本大震災以降引き上げられたと記憶しており、その基準に戻すべきなのではと思います。"

あった方が良くと思うが、今のままで問題ないと思う。

基準についての知識はほとんどなかったけど、問題が起きる前に厳しい基準値は必要だと思います。

知りませんでした。基準は厳しい方が良いが、生産効率を考えると難しいのかもしれませんが。

国際基準と日本の基準が異なる場合の「理由」が分からないので周知してほしい。

日本人の日常の食生活習慣から判断すべき。何でも国際基準に合わせるべきではない。伝統的な食生活を基準にすべき。人間の身体が、そう簡単に国際化するものではない。

現在の運用で、特に問題がないのであれば基準を厳しくする必要はないのでは？と考えます。

国際基準を目安に。

現状に不足があると感じないので、このままで良いのではないのでしょうか？日本でのこれまでの食経験と、現在の状況の中でコンセンサスの取れる方が良いと思います。

基準値があることは知らなかった。確かに食べるものは少なくなってしまうが、安心安全のものを口にしたいので基準値は厳しい方が良い。

"ある程度、毒性があるとわかっている成分については何らかの基準がないと心配。基準を作るのであれば意味があるもの出ないと作る必要がないので、厳しくすればいいものではないと思う。

基準があると安心する（高い低い判断できると思えるようになる）というのはある。"

基準値は厳しい方が良いが現実的に判断としても、また総体的に考えると、現在の日本の基準、EUの基準は信頼したいと思う。今後、様々な要因で基準が緩和される際には注意していきたいと思う。

基準値については全く知識がないが、概ね国際基準と揃えるのが良いのではないかと思う。食品ロスの問題も出てくるのならば見当が必要だ。

一般消費者にとっては、有害な物質は摂りたくないで基準は0が望ましいと考えてしまう。しかし、ヒ素などは、ひじきにも含まれているし昔のシロアリ駆除などにも使われていて、井戸水などにも含まれていると聞きます。米だけの含有量を気にしていてもだめなのですね。リスク管理において、全体を見るということは大切なことだと思いました。

原発事故の後に無用な検査合戦のようになり、本当のリスクと風評が完全に混同された。正しく捉えるための科学的根拠に基づく基準と、その情報公開が必要。

農薬や食品添加物のリスクは低いという話でしたが、本当にそうなのでしょう？経験という意味では短いと思いますが。また、地産地消もリスクで世界中のものを食べた方が良いというものも疑問に思いました。国内のものを食べた方が輸送中の防カビ剤などのリスクが減るか、国内の生産者を守る意味もあります。

基準値は何ら政治的、経済的、その他の意図が介入することなく正しく（純粋に人間の身体に悪影響を及ぼさない範囲で）設定されるべき。

健康にとってリスクが小さい方がよいが、健康被害がどの程度の基準から出るのかよく分からな

いので、そこを明確にしていきたい。

基準値を定め公表すると、どうしてもそれが危険というようにとられがちです。設定に際しては、ぜひ周辺のことを含めて広く説明を行ってほしい。

基準値は厳しい方がよい。安全は複合的要因が複雑に絡むので、できるものから基準を厳しくしていくことが望ましい。地球の未来の為に！

リスクアナリシスの枠組みの中で、リスク評価に基づいて設定された基準値であれば必要であろう。

味に支障が出ても基準値は低い方がよい。

基準値について詳しく知らないが、厳しい方が安心感が得られるように感じる。

身体に害がないことが100%立証してある範囲であれば、それよりも基準値を高くするという様な必要はないと思う。

基準値は必要。その基準値は適正なもの（科学的による）である必要がある。

基準値は厳しい方がいい。0という意見もありますが、CODEXの検査結果を納得できれば十分だと思ってます。

カドミウム、ヒ素など重金属はできるだけない方がよい。放射性セシウムも今の日本の基準では甘いように感じる。あまり知りませんが、このぐらいしか分かりません。

基準値を厳しくすればするほど良いとは思わない。特に全ての食品について測定することができるのか？という疑問もある。合意のできる場所を見つけるのが大切。

CODEX 国際基準と日本の基準を比べて厳しい方。

それで管理ができていたら基準値は厳しい方が良い。現実とかけ離れた基準値を設定しても実効性は疑問。コメのヒ素についてはCODEX基準の妥当性は知識不足のためよくわかりません。

基準値は一定の期間で見直した方がよいと思います。

科学的根拠に従って決められれば良いが、国内で収穫される食品の廃棄量が多すぎるのは不安になるので、そういったことのバランスも考えてほしい。

乳幼児対象のものについては、身体が小さいので低い方が影響が少ないと思われるので、厳しい方が良いと考えます。あとは、個体差もありバランスなので、国際基準が良いのでは？何が大切かと考えるか？だと思います。

知りませんでした。基準値は厳しい方が安心できるが、それにより食べるものが減ったり価格が高騰、風評被害が発生してしまうのも問題なので折り合いをつける必要があると思う。

基準値はあった方が良い。現実を知るとして、基準値についての啓発はとても大事だと思う。

科学的に妥当なのか説明できる数値、子供や妊婦など特定の人への影響がある場合はその数値を基準値とすべきであると思う。

基本的には国際基準が良いと思いますが、日本で特に多く食べられているものは、その量と比較して決められると良いかと思います。

厳しければ良いとは思わないが、できるだけリスクが少ないものがよい。リスクが少ないものを選ぶことができるようにしてほしい。

基準値は確証が得られて無理のないところで厳しい方が良いです。人間の安全性が確保できる基準の閾値などをきちんと分かりやすく広報してほしいと思います。

日本独自の基準で、国際基準より厳しい値を定めるには相当の理由が必要だと思う。そうでないと、安心度は増しても、コスト増、廃棄増、食品不足など不利益の方が、それ以上にあると思

う。

十分な安全係数で決められた基準値が、適切に運用されることが望ましい。





### 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
畝山智香子	食品安全のためのリスクコミュニケーション	食品衛生研究	68(1)	9-17	2018
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－、	調理食品と技術	23(4)	1-7	2017
畝山智香子	食品安全を確保するためのリスクコミュニケーション	FFIジャーナル	223(1)	36-43	2018