

Fig.19 放射性セシウムが検出された肉試料中濃度分布 A:平成23年; B:平成24年

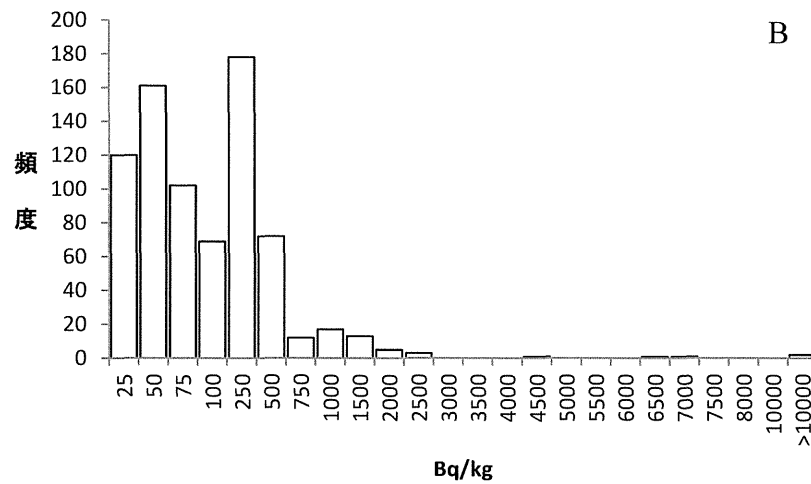
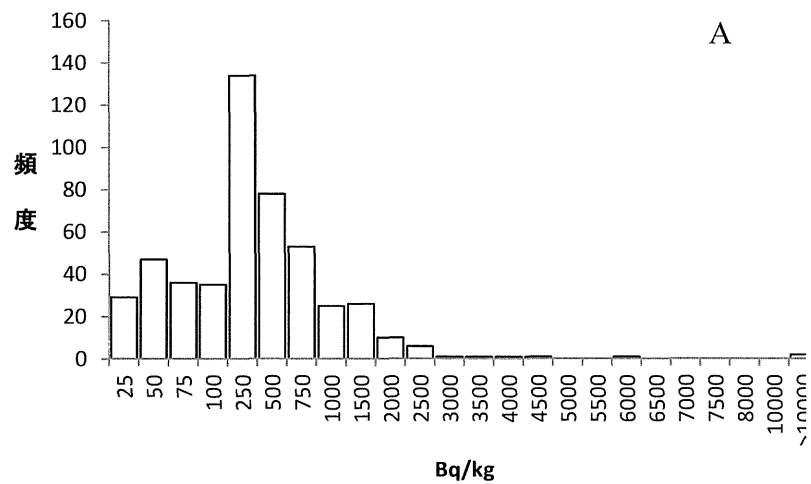


Fig.20 放射性セシウムが検出された野生鳥獣肉試料中濃度分布 A:平成23年; B:平成24年

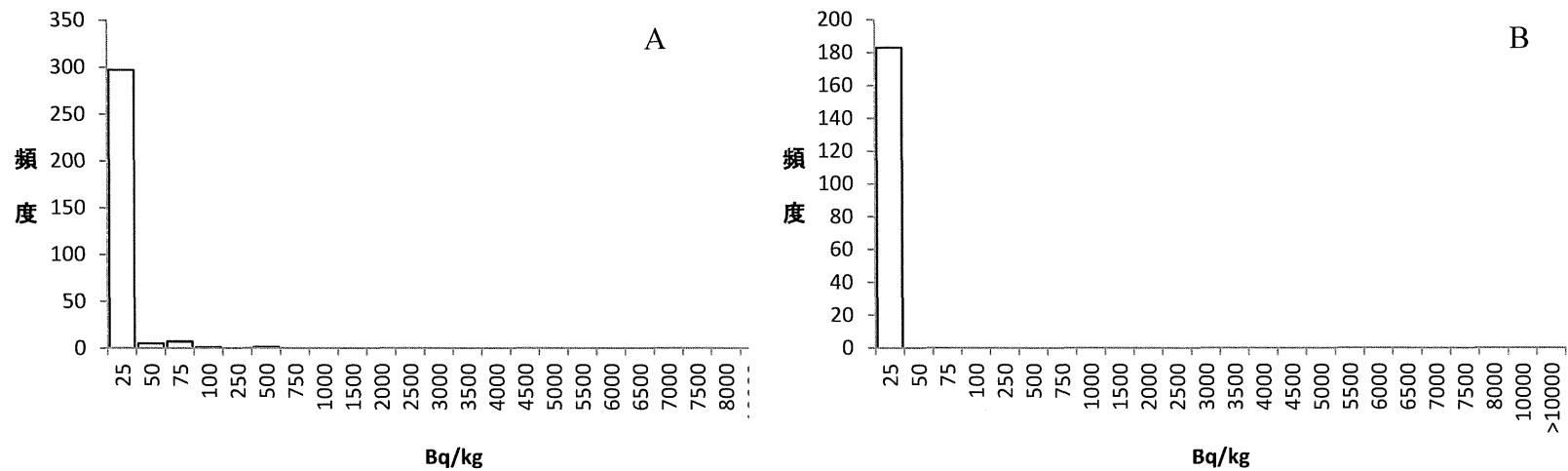


Fig.21 放射性セシウムが検出された乳・乳製品試料中濃度分布 A:平成23年; B:平成24年

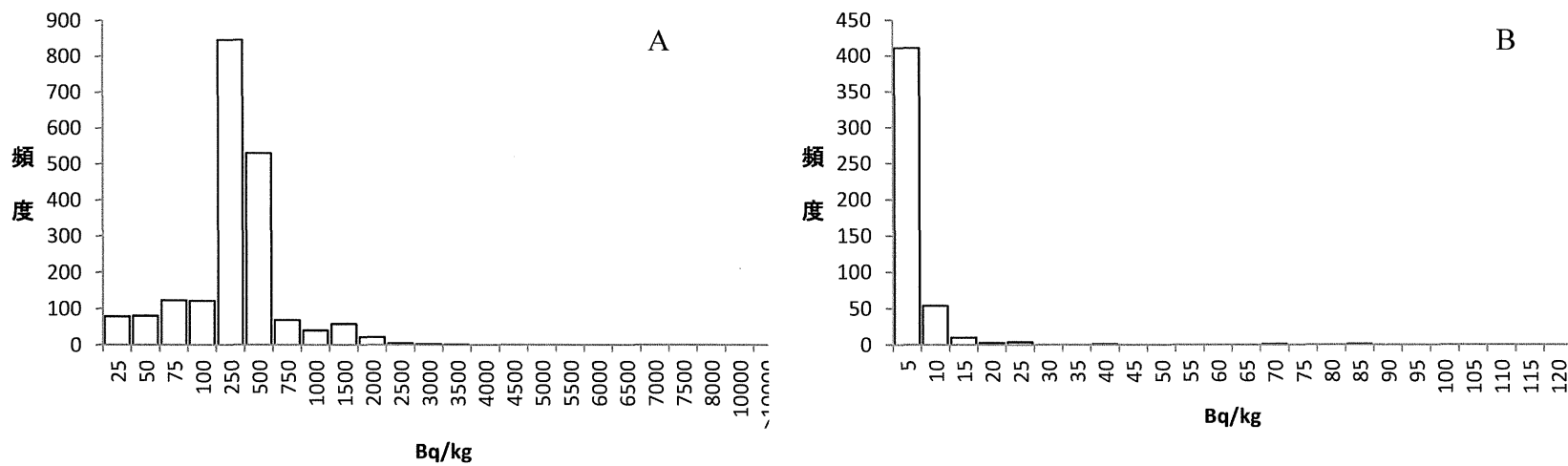


Fig.22 放射性セシウムが検出された茶試料中濃度分布 A:平成23年; B:平成24年

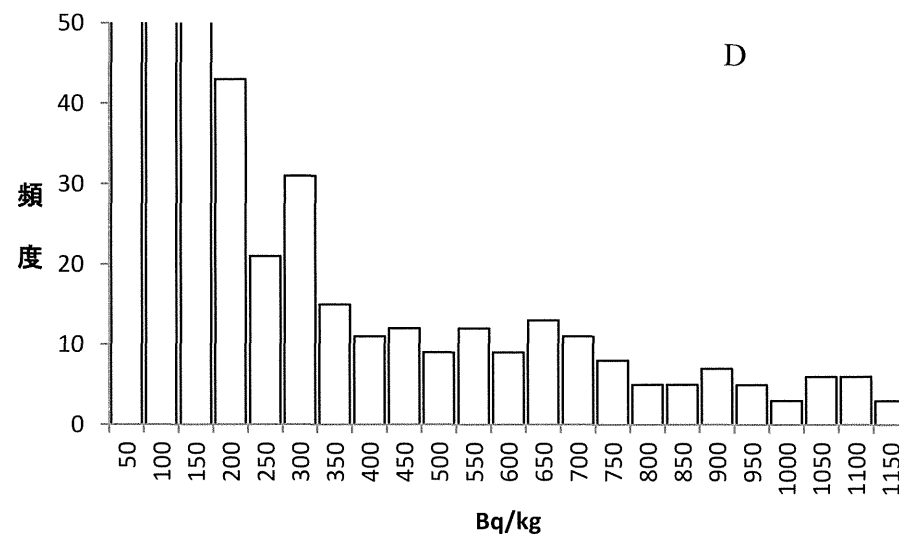
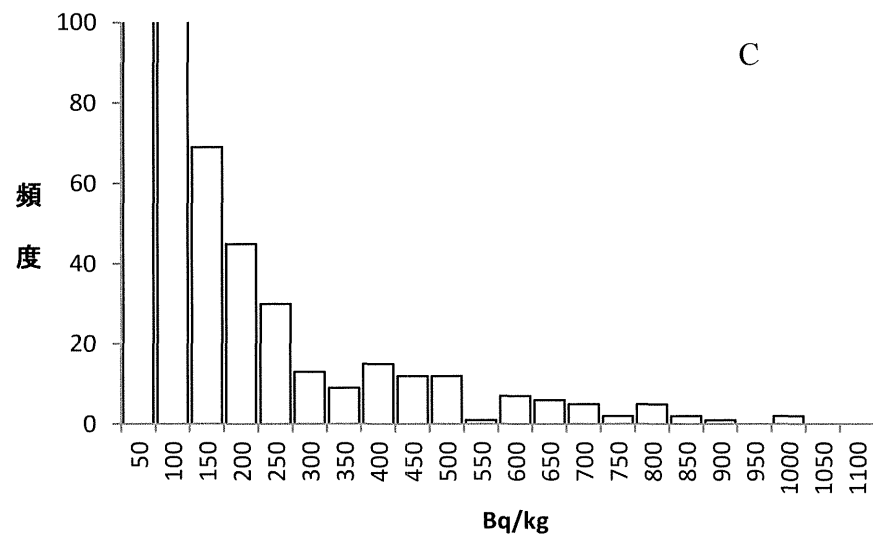
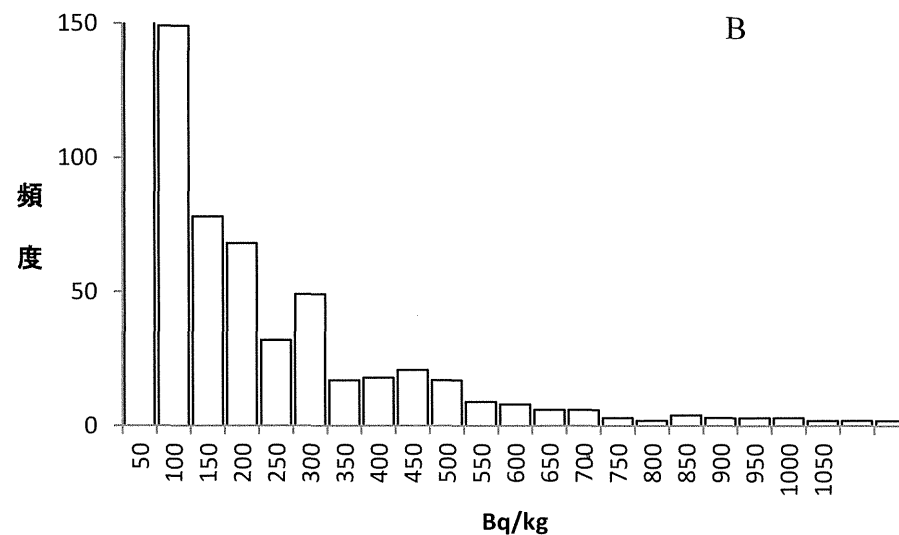
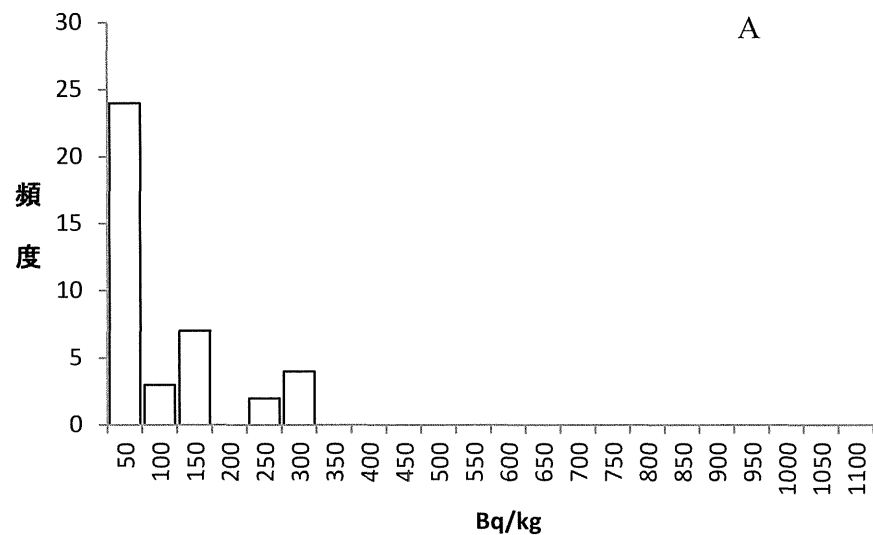


Fig.23 放射性セシウムが検出された試料中の放射性セシウム濃度分布 (平成 23 年)  
A:天然きのこ； B:原木栽培きのこ； C:淡水魚； D:野生鳥獣肉

## Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

食品中の放射性物質の検査に係る信頼性評価手法の検討

蜂須賀 暁子

## 平成 24 年度厚生労働科学研究補助金 食品の安全確保推進研究事業

### 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 分担研究報告書

#### 食品中の放射性物質の検査に係る信頼性評価手法の検討

研究代表者 蜂須賀暁子 国立医薬品食品衛生研究所代謝生化学部第一室長  
研究分担者 蜂須賀暁子 国立医薬品食品衛生研究所代謝生化学部第一室長

#### 研究要旨

福島第一原子力発電所事故を起因とした食品中放射能検査では、放射能測定  
の知識を有した人員の絶対数が不足していたため、検査の信頼性という観  
点からは問題と思われる一面もある。そこで、放射能検査における信頼性確  
保の一環として、本年度は、検査において重要な役割を担っているスクリー  
ニング測定機器に注目し、スクリーニング検査対応と称する測定機器販売業  
者に対し、事務連絡記載事項への対応についてアンケート調査を行った。そ  
の結果、事務連絡記載事項全般について、必ずしも妥当性確認がなされてい  
るとは見なせない測定機器・解析法もあった。その原因として、スクリーニ  
ング法が正しく理解されていないこと、特に校正の必要性の認識が甘いこと  
が考えられた。また、使用者の検査における信頼性に対する無関心、放射能  
測定に関する知識の不足が、根底に存在すると思われた。検査の信頼性を確  
保するためには、検査に関与する人々が検査法を正しく認識理解することが  
必須である。

研究協力者 松田りえ子 国立医薬品食品衛生研究所食品部長  
堤 智昭 国立医薬品食品衛生研究所食品部第二室長  
鍋師 裕美 国立医薬品食品衛生研究所食品部  
中村 里香 国立医薬品食品衛生研究所代謝生化学部

#### A. 研究目的

行政検査として行われる食品中放射性  
物質の測定において、信頼性が重要なこ  
とは論をまたない。食品中の放射性セシ  
ウムの検査では、下記のように、サンプ  
リング・分析・判定の各段階が信頼性に  
関わっている。

#### I. サンプルング

一次試料の抜き取りから  
試験室輸送まで

#### II. 分析

分析用試料調整（均一性、密度）  
測定：機器選定、機器性能維持管理  
測定容器・測定条件設定  
測定値の基準値単位への変換

#### III. 判定 基準値との比較判定

この中で、試料のサンプルングは、非  
常に大きな問題であるため別の課題に譲  
ることとし、ここではそれ以外の項目を  
扱うこととする。食品中の放射性セシウ

ムの検査における試料の前処理は、水戻し作業が必要になるような乾物もあるが、多くは細切等により測定容器に均一に詰めることのみであり、試料調整に関する注意事項は、取り違いや相互汚染など、一般的な検査の注意と同じである。そのため、放射能検査における信頼性を考える場合、試料以外の項目である測定及び測定値の取扱いが相対的に重要になると予想される。

本来であれば、検査全体を熟知した検査者が、検査を遂行できる能力を有する機器を選定し、その性能を維持管理し、検査要求項目を順守した測定により得られた測定値を基準値単位に換算したのち、最終判定を行うことによって、検査全体の水準を維持し、検査の信頼性を保証することになる。しかしながら、福島第一原子力発電所事故を起因とした食品中放射能検査では、放射能測定の知識を有した人員の絶対数が不足していたため、検査知識の乏しい者が選定した機器が配備され、その機器の使用においても放射能測定の知識が乏しい者が担当せざるを得ない状況も少なからずあり、検査の信頼性という観点からは、問題と思われる面もあった。

現在の放射能食品検査においては、ゲルマニウム半導体検出器を代表とする確定法と NaI(Tl)シンチレーション検出器を代表とするスクリーニング法の2種類が通達され、検査の流れは図1のようになっている。確定法では、現実的に使用される検出器はゲルマニウム半導体検出器のみと考えられ、国内での購入先は数社になる。我が国の環境試料中の放射能

測定は、文部科学省の放射能測定法シリーズが基準となっており、国内で販売されている機器及びデータ解析ソフトはその方法に準拠している。そのため、これらの機器及び解析ソフトを使用している限り、測定に関して大きな逸脱はないものと予想される。

一方、平成23年度に定められたスクリーニング法は新しい概念が取り入れられており、経験も浅く、また、ゲルマニウム半導体検出器を使用する確定法と比べて、機器性能及び解析手法において自由度が高い。更に、放射能測定機器は、輸入品の割合も大きい。日本の現在の放射性セシウム(Cs-134とCs-137の総和)の基準値は一般食品において100 Bq/kgであるのに対し、CodexではCs-137単独で1000 Bq/kgなど、必ずしも同じレベルではない。そのため、海外で食品検査に使用されている測定機器及び解析ソフトが、日本での食品検査に使用できるかどうかは無条件では保証されていない。

本研究では、放射能検査における信頼性確保の一環として、まず、検査において重要な役割を担うスクリーニング測定機器に注目した。スクリーニング検査対応と称する測定機器販売業者に対し、食品検査項目についてのアンケート調査を行い、機器供給側の信頼性保証に関する情報収集を行い、問題点を検討した。

## B. 研究方法

食品中放射能濃度のスクリーニング法は、平成23年7月29日に事務連絡され、その後、数回の改訂が行われた。更に、平成24年4月の新しい基準値に対

応するものとして、平成24年3月1日に通達された。公益社団法人日本アイソトープ協会は、初回の平成23年8月から食品検査対応機器の情報を取りまとめ、その結果をネット上に公開してきた。新基準値対応機器情報についても、平成23年3月から開始している。現在、食品中放射能セシウム検査対応を自称している測定機器は数多く供給されているが、まずは、日本アイソトープ協会のホームページ上で情報を提示している機器販売業者に対してアンケートの協力を依頼した。アンケート調査票を資料1に示すが、調査内容は、測定機器の概要についてと、スクリーニング法の事務連絡記載事項への対応についての2点である。

## C. 結果及び考察

### 1. アンケート調査結果について

日本アイソトープ協会のホームページ上の機器情報提示は順次更新されているが、平成24年度前期に掲載されていた製造販売業者を中心に調査協力を依頼した。その応答の結果を表1に示す。調査票回答並びに現地調査に協力して頂けた5社、5機種について調査内容を以下に報告する。

なお、調査票は、2社については1回、残り3社は2回の回答を頂いた。

**問1. 機器情報：**検出器は、NaI(Tl)シンチレーションが3社であり、シンチレータの大きさは $\phi 3'' \times 3''$ が2社、 $\phi 2.5'' \times 2.5''$ が1社であった。また、CsIシンチレーション(57.8 cm<sup>2</sup>、2.5 cm厚)、BGO(検出器面 282 cm<sup>2</sup>×2、3 cm厚)が各1社

ずつであった。いずれも検出部周囲に遮へい体として3~5cm程度の鉛を配置した構造であった。

**問2. 測定下限値：**平成24年3月1日厚生労働省食品安全部監視安全課発事務連絡「食品中の放射性セシウムスクリーニング法の一部改正について」別添「食品中の放射性セシウムスクリーニング法(以下事務連絡)」に示された、測定下限値の式はシングルチャンネル計数測定を基本としている。

1) 測定方式は事務連絡に示された方式を取っているとの回答が4社であった。しかし、そのうちの1社は2種類の解析法を提示しており、いずれも個別定量を行っており、他1社においても個別定量をしているため、事務連絡準拠は2社と考えられた。

2) 事務連絡に準拠していない場合は、測定方式と、測定下限値が25 Bq/kg以下であることを示すための計算式の提示をお願いした。1社は、2核種個別定量法を説明し、測定下限値が計数効率を用いた計算式で25Bq/kgであることを示した。しかし、他の2社は、約50Bq/kg及び60Bq/kgの線源の実測値等から求めている。特に1者は、初回は計算で求めているものが、2回目には実測による説明に変わっていた。

**問3. 校正：**事務連絡では、「適切な標準線源を用いて計数効率が校正されていること」を求めている。校正に標準線源を用いているかとの質問に対しては、最終的に5社とも標準線源を使用している

との回答になった。1社は、調査時点で既に販売数ヶ月が経過していたが、トレーサビリティの取れた線源ではなく、独自に値付けした線源を用いていた。結果的に、この調査がきっかけに国家標準線源を入手し、適切な対応が行われたと思われた。また、他の1社については、出荷時の校正証明書のみであり、調査時点で標準線源を保有していないと思われた。事務連絡では1年に1回以上の校正が要求されており、標準線源の社会における氾濫を避けるために販売者による定期的なメンテナンスが望まれるが、販売後の対応を保証しないのであれば、その旨を使用者に明示することが望まれる。新規に線源を入手した販売者も含め、他4社は、定期メンテナンスを実施すると回答した。

**問4. スクリーニングレベル：**事務連絡では、「スクリーニングレベルが基準値の1/2以上であること」を求めている。

1) スクリーニングレベル確認のための線源をユーザーに提供する、あるいはメンテナンスの一部として定期的に保証しているかとの質問に対しては、3社が日本アイソトープ協会製の線源を用意していた。メンテナンス保証は4社がするとの回答であったが、1社はしないとのことであった。

**問5. 個別定量：**事務連絡では、「Cs-134とCs-137を個別定量する場合には、結果の真度及び精度は、使用した解析のアルゴリズムに依存するので、混合標準線源あるいは濃度既知の資料等を用いて、解

析結果に推定される変動範囲を超えた負のバイアスが生じないことを確認する必要がある」としている。

1) 個別定量しているかとの質問には、3社がしていると答えた。

2) その場合には、個別定量のアルゴリズムと、負のバイアスが生じないことを確認したデータの提示をお願いした。1社は、定量法の概要を示し、スクリーニングレベル確認用線源を10回測定した数値を持って証明した。同様に他の1社も1つの解析法について、解析方法を示し、スクリーニングレベル確認用線源を2回測定して測定結果が小さくないことを示した。しかし、2回の実験のみでは証明とは見なされない。残り1社は線源の濃度情報が不備なため、評価不能であった。

**問6. 補正：**事務連絡では、「コンプトン効果の補正を行う場合は、測定下限値の確認と、補正が過大となり負のバイアスが生じないことを確認する必要がある」としている。

1) コンプトン効果の補正を行っていたのは、調査当初2社であった。

2) その場合には、補正のアルゴリズム、測定下限値の確認方法、負のバイアスが生じないことを確認したデータの提示をお願いしたが、1社は検証予定計画を示した後、補正を行わないことに変更した。他の1社は、数カ月後、約50Bq/kgの土にKCl添加の有無により、両者間に差がないことを実測により証明しようとしたが、線源情報が不備なため、評価不能であった。



## 問7. その他

1) 測定容器の形状、容量、材質については、U8 容器のみ、1L 容器のみ、30 kg (米袋) のみが1社ずつあり、ほかの2社は、100ml、500ml、1L の3種、630ml、1L の2種の測定容器が選択可能であった。米袋以外は、プラスチック容器であったが、1社において蓋のない測定容器を指定容器としており、測定条件の担保だけでなく、内袋の使用など測定環境汚染対策に注意を要する容器があった。

2) 測定条件として設定できるものとして、5社とも測定時間をあげ、測定容器を用いる機器では試料重量(比重)が設定可能であったが、測定エネルギー範囲(ROI)を回答したものはなかった。スペクトロメーターであるため、管理者モードでは変更可能と思われるが、計数効率等の設定と関連するため、使用者には変更させない方針を取っていると思われた。

3) 結果として出力できるものとしては、5社とも放射能濃度(Bq/kg)を挙げ、スペクトルが4社、加えて計数率、計数値が各々1社であった。

4) エネルギー校正方法としては、Cs-137による校正が2社、K-40が1社、K-40とCs-137の2核種による校正が1社、残りの1社は、K-40または2核種のどちらかを選択であった。

## 2. スクリーニング検査法における性能要件について

スクリーニング法の性能要件で挙げられているものは、真度(校正)、感度(測定下限値)、精度(スクリーニングレベル)

である。スクリーニング法は、真値を求める分析法ではないが、決して適当な分析法ではない。ここでは、基準適合または適否不明の判定に用いられる行政検査法である。従って、正のバイアスを許容すること以外は、真値を求める分析法と基本的には同じ性能が要求される。しかし、その認識が社会的に弱いように感じられる。今回、調査に協力して頂いた販売業者は、知識力も高く、真摯に取り組んでいる企業グループに属すると思われたが、それでも、一部認識の甘さが見られたところがあった。以下、事務連絡で挙げている性能要件を中心に、調査で気がついた点を記す。

### 1) 校正について

放射能測定において、生データである計数値と測定核種の濃度とを関連付ける係数は、最重要項目である。測定容器、容量、解析アルゴリズムを定めた後、機器換算係数を、国家標準にトレーサブルな標準体積線源により求めることになる。今回の調査で、どの販売業者からも「使用者は、簡便に放射能濃度が知りたいだけであり、分析法には興味はなく、その真度や精度などに関する質問はほとんどない」という言葉を聞いた。しかし、食品検査を行うのであれば、校正が行われていない機器での測定は論外である。販売業者には、販売機器の校正についての情報提供を是非ともお願いしたい。

なお、標準線源は日本アイソトープ協会が提供を行なっている。また、スクリーニングレベル検証用の線源についても同協会が主に機器販売業者に対して供給

している。その線源については、「国家標準にトレーサブルな校正が行われた放射能標準溶液をもとに値付けられた認証値であり、国際単位系 (SI) にトレーサブルである。本標準物質は環境試料等に含まれる放射性セシウム分析方法や分析装置の妥当性確認、機器の精度管理等に用いることができる。なお、本標準物質は機器の校正には適していない。」と記されている。しかしながら、この線源を用いて機器換算係数を算出していた業者も見られた。機器換算係数を求めるための標準体積線源による校正と、日常の精度管理等の確認校正との間に、一部混乱が見られるようで、注意が必要と思われた。

## 2) 測定下限値について

事務連絡では、計数誤差による標準偏差の3倍 (3σ)、いわゆる Kaiser の検出下限値を、数式と言葉により定義して、「測定下限値」という造語を当てている。分析における検出下限、検出限界は、考え方によりいくつかの定義がある。事務連絡で用いられている3σは、放射能測定法シリーズで検出下限として採用されている定義であるが、そのほかに、2σや、1.645x2σとする Currie 法なども一般的に用いられ、市販データ解析ソフトでは、それぞれの考え方によって算出された検出下限値が示される。このように多種の定義を有する「検出下限値」という語句による混乱を避けるため、事務連絡では「測定下限値」という法律用語を数式で規定して用いている。今回、調査した中には、食品検査対応として「測定下限値」という用語を使用しているものもあった

が、輸入ソフトを始め、検査以前から用いられている解析ソフトなどでは通常「検出下限値」表示になっている。検査においては「測定下限値が25 Bq/kgであること」は必須性能要件であるため、帳票の検出下限値がどのように算出された値であるか、測定下限値と読み替えることができるか否か、の確認が必要ある。今回、調査したものにおいて、2σの検出下限値を打ち出していたものがあった。3σとは異なることを使用者が認識している必要がある。

また、「測定下限値が25 Bq/kgであること」は、機器換算係数から算出した25Bq/kg 正味計数効率と、実測によるバックグラウンド計数率、及び測定時間から求める (次式)。

$$n_{s25} - n_b > 3 \sqrt{\frac{N_{s25}}{t_s^2} + \frac{N_b}{t_b^2}} = 3 \sqrt{\frac{n_{s25}}{t_s} + \frac{n_b}{t_b}}$$

$$n_{s25} = n_{n25} + n_b$$

$N_{s25}, n_{s25}$  : 25 Bq/kg の計数値及び計数率

$N_b, n_b$  : バックグラウンドの計数値及び計数率

$t_s, t_b$  : 試料及びバックグラウンドの測定時間

$n_{n25}$  : 25 Bq/kg の正味計数率

しかし、実測により求めた業者も数社あった。一般に、検出下限値付近の実測値を証明に用いるのは困難であるため、検出下限値は計算によって求める。

ところで、「水道水等の放射能測定マニュアル(厚生労働省、平成23年10月)」には、上記不等式を等式にした場合の検出下限計数率  $n_{DL}$  とバックグラウンド計数率  $n_B$  及び測定時間  $t$  との関係が記載さ

れている(図2)。これはゲルマニウム半導体検出器の資料データであるため、測定時間は試料及びバックグラウンドともに同じ測定時間  $t$  を用いているが、基本的にこれら3者の関係は普遍であり、2種の測定時間を用いる場合も、同じ様な図表が描ける。

一般的には、測定下限値の定義が  $3\sigma$  であるので、次式の  $k$  に3を代入すれば、試料及びバックグラウンドの測定時間 ( $t_S$ 、 $t_B$ ) とバックグラウンド計数率 ( $n_B$ ) より測定下限値の計数率 ( $n_{dl}$ ) は求められる。

$$n_{dl} = k\sigma$$

$$= \frac{k^2}{2t_S} + \frac{k}{2} \sqrt{\frac{k^2}{t_S^2} + 4n_B \left( \frac{1}{t_S} + \frac{1}{t_B} \right)}$$

これに、機器各々の測定条件である測定容器情報 (L)、そのときの機器換算係数 (Bq/cps) を用いて測定下限計数率 (cps) を測定下限濃度 (Bq/L)、さらに比重 (g/ml) を1と仮定すれば測定下限濃度 (Bq/kg) に変換することができる。つまり、機器の推奨測定条件ごとに、「測定下限値が 25 Bq/kg」であるときの、バックグラウンド計数率  $n_B$  と測定時間  $t$  は計算により求めることができる。測定下限値を担保する場合の、比重と測定時間の変動についても、この関係式から導くことができる。これらの情報を説明書や機器添付資料に記載している販売業者も数社あったが、説明が不十分であり、有用な情報提供にまで至っていないと思われた。

### 3) スクリーニングレベルの検証について

て

スクリーニング法において重要な性能要件である。しかしながら、その線源の入手が困難なため、一般の使用者が自由に確認することは難しく、販売業者による機器付随としての情報提供、あるいはスクリーニングレベル検証用線源の提供が望まれる。校正とともに、販売業者の協力を是非ともお願いしたい項目である。

検証の方法としては、事務連絡では実測に基づくスクリーニングレベルでのバラツキと、基準値(理論値)との比較により、判断することとしている。しかし、実測値同士の比較を行っていた業者もあった。

本来であれば、試料の前処理操作等も含めて評価すべき事項であるが、放射能測定においては、前処理が概ね簡便であり、計数誤差に比較して不確かさの寄与が小さいと予想されることから、それらの操作を省略した形での検証も可としている。

前処理については、測定試料の均一性と、決められた容量に揃えることが重要である。放射線測定では、線源と検出器の位置関係であるジオメトリー、自己吸収等が関与するが、校正に用いた標準線源との差が少ないほど、精確な測定値が期待される。均一性や試料マトリックスについては、試料により標準線源と同じにすることに限界がある場合もあるが、容量に関しては測定者が制御できる項目である。遮へい体により制限される試料空間などから、測定容器が決まれば、操作性や試料のもれによる測定環境の汚染の可能性などにより、適切な試料高さ、

容量が決まるものと思われる。測定容器に試料充填高さの線を表示したり、取扱説明書に一定量を測定するための操作手順が丁寧に記載されていたりするものもあった。

#### 4) エネルギー及び確認校正における K-40 の代用について

主測定核種は Cs-137 であるので、Cs-137 を用いてエネルギー校正、確認校正をすることが望ましいが、下限数量以下の密封線源とはいえ、放射性物質である Cs-137 が数多く一般社会に存在することも好ましいこととは言えない。K-40 を用いた間接的確認も現実的方法と考えられる。しかし、K-40 で行うことを通常操作とするのであれば、販売者は Cs-137 との関連情報の用意が必要である。

#### 5) 個別定量について

基準値は Cs-134 と Cs-137 の合算値であるため、個別定量する必要はなく、事務連絡では 2 核種をシングルチャンネルで測定する簡便な方法、つまり、Cs-134 と Cs-137 両方のピーク領域を Cs-137 単独の機器換算計数を用いて、放射性セシウムとして換算する方法を推奨している。この場合、Cs-134 の計数効率が Cs-137 のそれより大きくなるように ROI を定め、負のバイアスが掛からないようにする。調査した中には、シングルチャンネルではあるが、混合核種の機器換算係数を用いて算出していたところがあった。この場合は、Cs-134 が Cs-137 に比べて半減期が短く、核種比率が時間とともに変化するため、負のバイアスにならないよう

に、機器換算係数を経時的に管理することが必要である。また、放射性セシウムが想定している比率と異なる場合、例えば福島原子力発電所事故に由来せず、Cs-134 の寄与が小さい場合には、負のバイアスになることに注意する。

個別定量する方法としては、①Cs-134 の高エネルギー側のピークから Cs-134 を定量し、Cs-134 と Cs-137 の混合ピークから Cs-134 の寄与分を差し引き Cs-137 を定量する方法、②Cs-134 の高エネルギー側のピークから Cs-134 を定量し、Cs-137 のピーク領域から Cs-134 の増加分は正のバイアスとして無視して Cs-137 の定量をする方法があった。

①の方法は理論的には問題はないが、Cs-134 の測定誤差が Cs-137 に伝搬するため、精度に問題が生じやすい。市販ソフトで Cs-134 と Cs-137 の比率が極端にずれているものがあるが、この方法で各種係数の設定に不備がある可能性が高い。例えば、エネルギーによる計数効率の変化を考慮せずに放出比のみで計数値を比例配分したり、Cs-134 のサム効果の影響を正しく評価できていなかったり、トレーサビリティの取れていない線源による換算係数を基準にして実測で確認せずに係数を決めた可能性などが考えられた。②の方法は、Cs-134 が高濃度の時期は、Cs-137 が真の値より高めとなるが、Cs-134 の減衰後には、Cs-137 単独の定量法としては優れた方法となる。

必ずしも事務連絡で推奨している方法を用いる必要はないが、その場合には採用した解析アルゴリズム、それに伴う精度、感度の説明が必要である。複数の解

析法を用いるのであれば、各々について個別に説明が必要である。機器に付属して市販されている解析ソフトは、説明が不十分なものも見受けられ、方法論について妥当性確認済みとは見なせないものもあった。

## 6) 測定条件の変更について

証明している項目ごとに測定時間を変える業者がいた。これは、カタログ等でも散見されるが、測定下限値の証明を1時間測定で行い、検査推奨測定時間を10分とするようなものである。放射能測定においては、測定時間は重要な測定条件であり、推奨測定時間での各種性能要件の証明をお願いしたい。

## 7) IEC と JIS について

「IEC 61563:2001、Equipment for measuring specific activity of gamma-emitting radionuclides in foodstuffs」を対応国際規格とした「JIS Z4342 シンチレーション式放射能測定器—食品中のγ線放出核種」が平成25年3月に公示された。このJIS規格は、あくまでも測定器の性能、製品規格として制定された。JIS規格あるいはIEC規格取得機器は、一定製品基準を満たしていることの証明にはなるが、その機器を用いさえすれば食品検査法に示されている要件が自動的に満たされるわけではないことを、検査者は認識する必要がある。放射能検査において測定機器は重要ではあるが、検査は機器で決まるものではなく、むしろ、機器の使い方決まるものである。校正を含めた性能要件が満たされ、信頼性管

理がなされて始めて検査法として成立する。機器販売業者及び測定者の双方に誤解が生じないように、当該JIS規格が社会に根付いていくことを、注意して見守っていく必要がある。

## D. 結論

行政検査として行われる食品中放射性物質の測定において、信頼性確保は重要であり、検査において重要な役割を担う測定機器の販売業者に対してアンケート及び聞き取り調査を行った。その結果、事務連絡記載事項全般について、必ずしも妥当性確認がなされているとは見なせない測定機器・解析法も一部見受けられた。その原因として、スクリーニング法が正しく理解されていないこと、特に校正の必要性の認識が甘いことが考えられた。また、販売業者もさることながら使用者の検査における信頼性に対する無関心、放射能測定に関する知識の不足が、根底に存在すると思われた。検査の信頼性を確保するためには、検査に関与する人々が検査法を正しく認識理解することが必須である。

## E. 健康危険情報

なし

## F. 研究発表

### 1. 論文発表

- 1) 蜂須賀暁子:食品中の放射能測定法. 雑誌放射線、38(3)、129-136 (2012)
- 2) 蜂須賀暁子:平成23年度厚生労働科学研究(食品の安心・安全確保推進研究)食品中の放射性物質に関する研究.

食品衛生研究、62(12)、15-21 (2012)  
3) 蜂須賀暁子：食品中放射性物質の分析と検査. 食品衛生雑誌、54(2)、印刷中 (2013)

## 2. 学会発表

- 1) 蜂須賀暁子：食品中の放射性物質調査の方法. 日本食品衛生学会第 103 会 学術講演会シンポジウム I 食と放射能を考える (2012.5)
- 2) 蜂須賀暁子：食品放射能検査の測定スキームと考え方 ～スクリーニング検査・確定検査～. 第 49 回アイソトープ・放射線研究発表会 放射線計測分科会イブニングセミナー (2012. 7)
- 3) 松田りえ子、堤 智昭、蜂須賀暁子：食品中の放射性セシウム試験法について. 第 49 回全国衛生化学技術協議会年会 (2012. 11)

## 3. その他

### (1) 講義

- 1) 蜂須賀暁子：放射性物質測定値の統計的特徴と不確かさについて.  
松田りえ子：食品中の放射性物質試験法について.  
堤智昭：食品中の放射性物質のスクリーニング法の考え方について. 平成 24 年度食品安全行政講習会 (2012. 4)

### (2) 講演

- 1) 蜂須賀暁子：放射性物質測定値の統計的特徴と不確かさについて.  
松田りえ子：食品中の放射性物質試験

法について.

堤智昭：食品中の放射性物質のスクリーニング法の考え方について.

平成 24 年度 (一社) 食品衛生登録検査機関協会 放射性物質検査にかかわる研修会実施プログラム (2012.4)

- 2) 蜂須賀暁子：放射性物質測定値の統計的特徴と不確かさについて.

松田りえ子：食品中の放射性物質試験法について.

堤智昭：食品中の放射性物質のスクリーニング法の考え方について.

放射性物質検査に関わる研修会、(一社) 食品衛生協会主催 (社) 福島県食品衛生協会共催 (2012.6)

- 3) 蜂須賀暁子：食品中の放射性物質の摂取量調査. 平成 24 年度厚生労働科学研究 (食品の安全確保推進研究) シンポジウム (社) 日本食品衛生学会公開講演会 (2012.11)

- 4) 蜂須賀暁子：放射性物質測定値の統計的特徴と不確かさおよび放射性セシウム摂取量推定. (一社) 全国清涼飲料工業会 放射性物質についての研修会 (2013.2)

## 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

## 資料1：アンケート調査票

1. 機器について
  1. 1 名称
  1. 2 検出器 A. NaI サイズ、B. その他
  1. 3 その他特記事項
  
2. 平成24年3月1日厚生労働省食品全部監視安全課発事務連絡「食品中の放射性セシウムスクリーニング法の一部改正について」別添「食品中の放射性セシウムスクリーニング法（以下事務連絡）」に示された、測定下限値の式はシングルチャンネル計数測定を基本としています。
  2. 1 測定方式は事務連絡に示された方式でしょうか。 はい/いいえ
  2. 2 「いいえ」の場合には、測定の方式と、測定下限値が25 Bq/kg以下であることを示すための計算式をご回答ください。
  
3. 事務連絡では、「適切な標準線源を用いて計数効率が校正されていること」を求めています。
  3. 1 標準線源を用いているでしょうか。 はい/いいえ
  3. 2 「はい」の場合には、使用している線源のスペック（放射性物質の種類、濃度、製造者等）をご回答ください。
  3. 3 3. 1が「いいえ」の場合には、機器換算係数の決定をどのように行っているのかを、ご回答ください。
  3. 4 計数効率の校正のための線源をユーザーに提供する、あるいはメンテナンスの一部として定期的に校正しているでしょうか。 はい/いいえ
  3. 5 「いいえ」の場合には、真度を保証するために行っている方法をご回答ください。
  
4. 事務連絡では、「スクリーニングレベルが基準値の1/2以上であること」を求めています。
  4. 1 スクリーニングレベル確認のための線源をユーザーに提供する、あるいはメンテナンスの一部として定期的に保証しているでしょうか。 はい/いいえ
  4. 2 「いいえ」の場合には、スクリーニングレベルを保証するために行っている方法をご回答ください。
  
5. 事務連絡では、「Cs-134とCs-137を個別定量する場合には、結果の真度及び精度は、使用した解析のアルゴリズムに依存するので、混合標準線源あるいは濃度既知の資料等を用いて、解析結果に推定される変動範囲を超えた負のバイアスが生じないことを確認する必要がある」としています。
  5. 1 Cs-134とCs-137を個別定量していますか。 はい/いいえ
  5. 2 「はい」の場合には、個別定量のアルゴリズムと、負のバイアスが生じないことを確認したデータをご回答ください。
  
6. 事務連絡では、「コンプトン効果の補正を行う場合は、測定下限値の確認と、補正が過大となり負のバイアスが生じないことを確認する必要がある」としています。
  6. 1 コンプトン効果の補正を行っていますか。 はい/いいえ
  6. 2 「はい」の場合には、補正のアルゴリズム、測定下限値の確認方法、負のバイアスが生じないことを確認したデータをご回答ください。
  
7. その他
  7. 1 測定容器の形状、容量、材質（複数使用可能な場合は全て記入して下さい）
  7. 2 測定条件として設定できるものを下記から選択して下さい。
    - A. 測定エネルギー範囲(ROI)、B. 測定時間、C. その他
  7. 3 結果として出力できるものを下記から選択して下さい。
    - A. 試料中量 Bq、B. 試料中濃度 Bq/kg、C. 計数 count、D. 計数率 count/s
    - E. スペクトル、F. その他
  7. 4 エネルギー校正方法をお示し下さい。

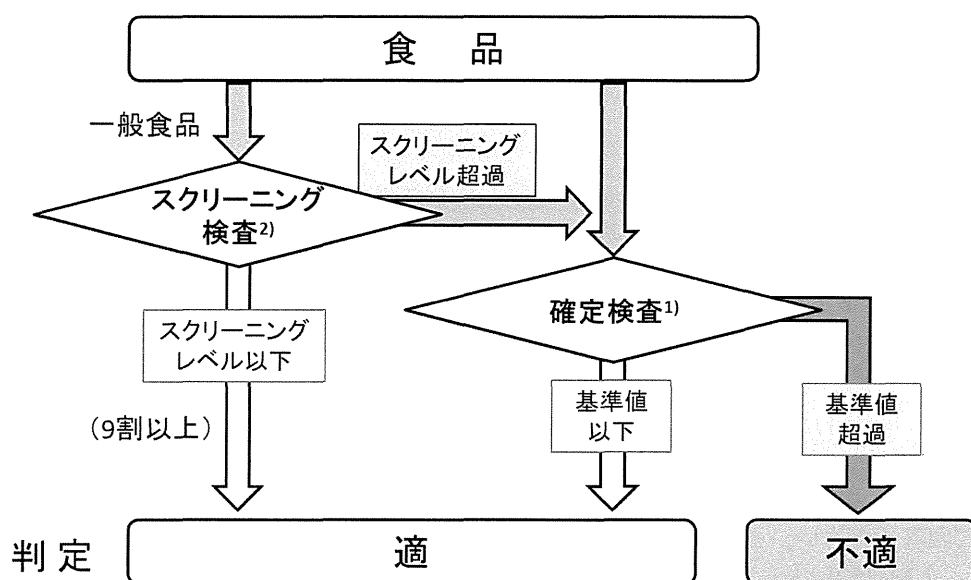


図1 食品中の放射性セシウムの検査の流れ

- 1) 食安発0315第4号 平成24年3月15日
- 2) 事務連絡 厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課 平成24年3月1日  
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

表1 放射線測定機器販売業者への調査協力依頼状況

会社名	調査協力 依頼	調査票 送付	調査票 回収	面談
EMF ジャパン株式会社	○	○	※3	
株式会社アドフューテック	○	○	○	○
株式会社テクノエックス	○	○	○	○
応用光研株式会社	○	○	○	○
株式会社サードウェーブ	○	○		
株式会社島津製作所	○	○	○	○
セイコー・イージーアンドジー株式会社	○			
株式会社テクノエーピー	○	○	○	○
日本サードパーティー株式会社	○	○		
ベルトールドジャパン株式会社	○	○		
ポニー工業株式会社	※1			
株式会社パーキンエルマー・ジャパン	※2			
日立アロカメディカル株式会社	※2			

※1：担当者不在のため未連絡。

※2：平成24年度国立医薬品食品衛生研究所において検出器（解析ソフトは含まず）の性能を確認済みであるため、今年度は調査を省略。

※3：アルゴリズム非公開のため評価できず。



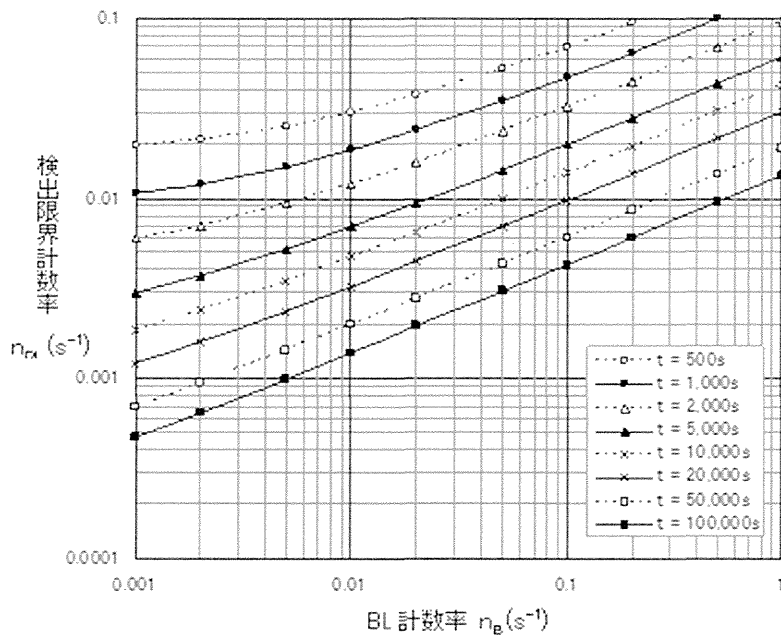


図2 バックグラウンド計数率  $n_B$  及び測定時間  $t$  と検出限界計数率  $n_{DL}$  の関係  
 水道水等の放射能測定マニュアル 平成 23 年 10 月より

## Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

震災・津波による食品の化学物質汚染実態の調査

渡邊 敬浩

## 平成 24 年度厚生労働科学研究補助金 食品の安全確保推進研究事業

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

### 研究分担報告書

#### 震災・津波による食品の化学物質汚染実態の調査

研究代表者 蜂須賀 暁子 国立医薬品食品衛生研究所代謝生化学部第一室長

研究分担者 渡邊 敬浩 国立医薬品食品衛生研究所食品部第三室長

#### 研究要旨

2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震を原因とする津波は、東北地方を中心に、太平洋沿岸部の広い地域に甚大な被害をもたらした。この被害の内には、医療施設や工場といった特定化学物質を保管・管理する施設の損壊も含まれる。施設が損壊することによって、厳重に管理されていた各種特定化学物質が環境中に放出され、津波による潮の満ち引きに合わせて広範に拡散することで、様々な食品を汚染した可能性もある。仮に、津波が原因となり食品が新たに汚染され、健康危害上のリスクとなるのであれば、同じく地震と津波を原因として社会的な問題となった放射性物質同様、何らかの措置を検討する必要がある。

本研究では、東北地方太平洋沖地震を原因とする津波による、新たな食品汚染の発生の有無を明らかにすることを目的に、各種有害化学物質の実態調査を実施する。本年度は、工業用にも用いられる事を考慮し、15 種の金属類(鉛、水銀、バナジウム、アンチモン、スズ、カドミウム、モリブデン、セレン、ヒ素、ニッケル、コバルト、クロム、バナジウム、アルミニウム、ホウ素)を対象に、津波被災地から買い上げた約 10 種類の食品、計 510 試料を分析し、実態を調査した。

研究協力者 国立医薬品食品衛生研究所食品部 片岡洋平、石川智子

#### A. 研究目的

2011 年に発生した東北地方太平洋沖地震に伴う福島第一原子力発電所の事故を原因として、環境中に放出された放射性物質による食品汚染が社会的な問

題となった。事故後約 2 年が経過した現在までには、放射性物質を項目とする食品一般の成分規格が新規設定されるとともに、重点的な検査、生産管理や出荷制限など、様々な対策がとられた。対策

は現在も継続して行われ、また同時にその効果が評価されているところであるが、2013年現在では、市場流通する食品から成分規格に不適合となる量の放射性物質が検出されることも希となってきた。

多様な食品が放射性物質に汚染された事実があり、また、放射性物質であること自体が消費者の心情的にも極めて大きな不安感をもたらした。これらが複合的な要因となって、放射性物質による食品汚染に強い関心が寄せられているのだろう。しかし、その一方で、同じく東北地方太平洋沖地震を原因とする津波によって、有害性や毒性の高い化学物質等が環境中に放出され食品を汚染している可能性については、一部の学会等で指摘されているものの、その可能性を検証するための科学的知見はほぼ得られていない。津波により損壊した医療施設や工場から、特定の有害化学物質が環境中に放出され、新たに食品を汚染しているのであれば、放射性物質同様、それら有害化学物質の食品を通じた摂取による健康危害リスクを管理するために、何らかの措置を検討する必要がある。

本研究では、東北地方太平洋沖地震を原因とする津波により、有害化学物質による新たな食品汚染の発生の有無を明らかにすることを目的に、複数種の食品

における各種有害化学物質濃度の実態を調査する。本年度は、工業用にも用いられる事を考慮し、15種の金属類(ホウ素:B、アルミニウム:Al、バナジウム:V、クロム:Cr、コバルト:Co、ニッケル:Ni、ヒ素:As、セレン:Se、モリブデン:Mo、カドミウム:Cd、スズ:Sn、アンチモン:Sb、バリウム:Ba、水銀:Hg、鉛:Pb)を対象に、津波被災地である青森県、岩手県、宮城県、茨城県の太平洋沿岸地域で販売されていた約10種類、計510食品を買い上げ分析し、実態を調査したので報告する。

## B. 研究方法

### 1. 食品と分析用試料

#### 1-1)調査地域及び食品種の選択

日本地理学会が作成した津波被災マップを参考に、青森、岩手、宮城、茨城各県の津波被災地域及び津波被災地域に隣接する地域を実態調査の対象地域に選択した。調査する食品の種類(食品種)には、購入地域での流通の状況も勘案し、魚介類としてアイナメ、カレイ、ヒラメ、サバ、イカ、タコ、エビ、カニ、貝類、植物性農産品としてコメ、ダイズ、サトイモ、ゴボウ、キノコ類、また畜産品としてトリ肉とブタ肉を選択した。なお、魚介類に分類した一部の食品は、当初計画した茨城県において流通していないことが調査の結果明