

5.4.2 ロットあるいはサブロットの受け入れ

統合試料が最大基準を満たしていれば受け入れ、超過していれば拒否する。

5.5 軽度な加工食品及び複合食品

5.5.1 乳製品

5.5.1.1 サンプルング手順

殺菌乳製品(preserved milk products)を監視するために行われる化学分析のための共同体サンプルング法を規定した Commission directive 87/524/EEC に準拠したサンプルングは以下の通りである。

インクリメント試料の最小数は5である。

他の乳製品についても同等のサンプルング法を使用する。

5.5.1.2 ロットあるいはサブロットの受け入れ

統合試料が最大基準を満たしている場合には受け入れ、超過している場合には拒否する。

5.5.2. 小麦粉、イチジクペースト、ピーナッツバターのような、粒子の重量が非常に小さいその他の軽度の加工食品(アフラトキシン汚染の分布が均質なもの)

5.5.2.1 サンプルング手順

インクリメント試料の数は100。50トン以下のロットについては、インクリメント試料の数はロットの重量に応じて10~100とする。

インクリメント試料の重量は、約100gとする。小売り包装ロットの場合には、インクリメント試料の重量は、小売り包装の重量に依存する。

統合試料の重量は、1-10kgとし、十分に混合する。

5.5.2.2 採取する試料の数

ロットの重量に応じた数の統合試料を採取する。大きなロットのサブロットへの分割は、5.2に規定した穀物類の場合と同様に実施する。

それぞれのサブロットは、別々にサンプルングする。

5.5.2.3 ロットあるいはサブロットの受け入れ

統合試料が最大基準を満たしている場合は受け入れ、超過している場合は拒否する。

5.6 比較的大きな粒子からなるその他の軽度の加工食品 (アフラトキシン汚染の分布が

不均質なもの)

農産品に対し規定された 5.2 及び 5.3 のサンプリング手順及び受け入れ基準に従う。

Commission directive 2001/22/EC

「laying down the sampling methods and the methods of analysis for the official control of the levels of lead, cadmium, mercury and 3-MCPD in foodstuffs」

Annex I 「Methods of sampling for official control of the levels of lead, cadmium, mercury and 3-MCPD in certain foodstuffs」

1. 目的とスコープ

食品中の鉛、カドミウム、水銀、3-MCPD 含有量の公的な管理を意図した試料は、以下の方法に基づき採取されなければならない。そのようにして採取された統合試料は、ロットあるいはサブロットを代表するものとして考えられなければならない。

Commission Regulation (EC)No 466/2001 により定められた最大基準への適合は、試験室試料中濃度に基づき確認されなければならない。

2. 定義

割愛

3. 一般規定

3.1 人員

加盟各国によって特定されるといったように、公認され、資格を持った人員によりサンプリングされなければならない。

3.2 サンプリングの対象

検査の対象となる個々のロットは、独立してサンプリングされなければならない。

3.3 サンプル採取時の注意

試験室試料を採取そして調製する過程において、鉛、カドミウム、水銀、3-MCPD 含量に影響する、また分析に不都合を生じる影響する、あるいは統合試料の代表性を失わせるような、いかなる変化も避けるように注意を払わなければならない。

3.4 インクリメント試料

可能な限り、インクリメント試料は、ロットあるいはサブロットの全体を通じて様々な箇所から採取されるべきである。この手順からの逸脱は、3.8.に与えられる様式に従い記録されなければならない。

3.5 統合試料の調製

統合試料は、全てのインクリメント試料を合わせ調製する。例えば単一の包装がサンプリングされるなど、実際上の問題が無ければ、統合試料の重量は少なくとも 1 kg でなければならない。

3.6 実施、貿易(抗弁)、調停を目的とした試験室試料への統合試料の分割

サンプリングに関する加盟各国の規則と衝突しない限り、実施、貿易(抗弁)、調停を目的とした試験室試料を均質な統合試料から採取しなければならない。

3.7 統合試料と試験室試料の包装と輸送

それぞれの統合試料と試験室試料は、容器内壁に吸着することによる分析対象物質の損失や、コンタミネーション、輸送中の損傷から適切に保護するために、清潔で不活性な容器に入れられなければならない。輸送あるいは保管期間中に起こる可能性のある統合試料と試験室試料中の組成のいかなる変化も避けるために必要な全ての予防策が採られなければならない。

3.8 統合試料と試験室試料の密封及びラベリング

公的な目的の下に採取されたそれぞれの試料は、サンプリングされた場所で密封され、加盟各国の規制に従うことを特定されなければならない。それぞれのロットを明確に特定するための記録、また、分析者の手助けとなるような付帯情報とともにサンプリングの実施日と場所を示す記録は、サンプリング毎に保管されなければならない。

4. サンプリング計画

理念的には、サンプリングは食品がフードチェーンに入るそのポイントで採取されるべきであり、不連続ロットは特定可能となる。適用されるサンプリング法は、その方法によって調製される統合試料が、管理対象であるロットを代表することを確かなものにしなければならない。

4.1 インクリメント試料の数

対象となるロット中で、問題となっている汚染物質が均質に分布していることが仮定できる液状製品の場合には、統合試料を調製するために採取するインクリメント試料の数は、ロットあたり 1 つで十分である。ロット番号の照会がされるべきである。加水分解された植物性タンパク質あるいは液状の醤油を含む液状製品は、インクリメント試料を採取する前に、良く振るあるいは適切な手段によって均質化されなければならない。

その他の製品について、ロットから採取するインクリメント試料の最小数を表に示し

た。インクリメント試料は、ほぼ同じ重量にしなければならない。このサンプリング手順からの逸脱は3.8に規定されている様式に従って記録されなければならない。(報告書本文に含めた表を参照のこと)

ロットが個別包装された製品で構成されている場合に、統合試料を調製するために採取すべき包装の数を表に示した。(報告書本文に含めた表を参照のこと)

5. ロットあるいはサブロットの規格への適合

管理試験室は、実施のために、試験室試料を少なくとも2回独立して分析し、分析結果の平均を計算する。平均値が Regulation (EC) No 466/2001 に規定された個々の最大基準を満たしていることが確認された場合にロットは受け入れられ、個々の最大基準値を超過していた場合には拒否される。

Commission directive 2002/63/EC

「establishing community methods of sampling for the official control of pesticide residues in an on products of plant and animal origin and repealing Directive 79/700/EEC」

Annex 「Methods of sampling products of plant and animal origin for the determination of pesticide residues for checking compliance with MRLs」

1. 目的

果実及び野菜中もしくはその表面、動物性食品中の残留農薬濃度の公的な管理を意図した試料は、下記の方法によって採取されなければならない。

これらサンプリング手順の目的は、Council Directives 76/895/EC、86/362/EC、86/363/EEC、90/642/EEC、の附帯文書中で設定されている農薬等の最大残留基準値、または共同体最大残留基準値のない場合に設定されている最大残留基準値、Codex 委員会が設定するようなその他の最大残留基準値への適合を判断するための分析が行われる際に、ロットからの代表試料採取を可能にすることである。本文書に示す方法や手順は、Codex 委員会により示された内容を合わせて設定されている。

2. 原則・原則

共同体最大残留基準値は、農業生産工程管理データに基づき、最大残留基準値に適合している原材料とそれを起源とする食品は毒性学的に許容可能であることを意味している。

植物性食品、卵、あるいは乳製品に対する最大残留基準値は、コンポジット試料中に期待される農薬等の最大濃度を考慮している。コンポジット試料中に期待される農薬等の最大濃度は、対象となる食品の複数のユニットに由来するものであり、ロット中の平

均残留濃度を代表させることが意図されている。肉及び家禽の肉に対する最大残留基準値は、対象となる個々の動物あるいは鳥類の組織中で期待される農薬等の最大濃度を考慮している。

その結果、植物性食品、卵、及び乳製品の最大残留基準値が1～10個の一次試料から調製されたコンポジットバルク試料に適用されるのに対し、肉及び家禽の肉に対する最大残留基準値は、単一の一次試料から調製されるバルク試料に適用される。

3. 用語の定義

割愛

4. サンプルング手順

4.1 試料採取時の注意

分析結果に影響する可能性があるため、どの段階においても、試料のコンタミネーションや変質は防がなければならない。

4.2 一次試料の採取

肉及び家禽の肉のロットから採取する一次試料の最小数を表1に定めた。また、表2には、最大残留基準値を超える残留が疑われる、肉及び鶏肉のロットに対し、当該ロットから採取する一次サンプルの最小数を定めた。(報告書本文に含めた表を参照のこと)

4.3 バルク試料の調製

肉及び家禽の肉に対する手順は表3に示した。個々の一次試料は、独立したバルク試料だと考える。

植物性食品、卵、乳製品に対する手順は表4ならびに5に示した。一次試料は、可能であれば、統合しよく混合して、バルク試料を調製する。

バルク試料を調製するための混合が不適切あるいは実際的ではない場合、以下の代替の手順に従う。バルク試料の混合あるいは分割の過程によって、ユニットが破損する(それによって残留農薬等が影響を受ける)可能性がある場合、あるいは残留農薬等の分布をより均一にするために、大きなユニットを混合することができない場合には、一次試料を採取する際に、そのユニットを、試験室試料を複製するために無作為に割りつけるべきである。この場合に使用される結果は、それら試験室サンプルを分析して得られる妥当な結果の平均であるべきである。

4.4 試験室試料の調製

バルクサンプルが要求される試験室サンプルに比べ多量である場合には、代表ポーションを得るために、分割されるべきである。サンプルング器具、四分器、その他適切な原料の過程が利用されるだろう。しかし、生鮮野菜製品や全卵のユニットは切断又は破

損させるべきではない。必要な場合には、試験室サンプルの複製は、この段階で採取すべきである。あるいは、上記の手順の代替となる手段によって調製されるだろう。試験室サンプルに要求される最小量は、表 3、4、5 に示した(報告書本文に含めた表を参照のこと)

4.5 サンプリングの記録

サンプリング係官はロットの特徴と起源(ロットの所有者、供給者、運搬者)、サンプリングの日時と場所、その他適切な情報を記録しなければならない。推奨されるサンプリングの方法からのいかなる逸脱も、記録されなければならない。署名された記録のコピーは、試験室サンプルの複製のそれぞれに付随させなければならない。また、サンプリング係官によっても保持されるべきである。サンプリングの記録のコピーは、それが試験室試料とともに提供されるものであるか否かによらず、ロットの所有者、あるいはロット所有者の代表者に渡されるべきである。サンプリングの記録がコンピュータ化された様式で作成されている場合にも、当該記録は上記と同じ受取人に渡されるべきであり、類似の方法により事後検証を可能にしておかなければならない。

4.6 試験室試料の包装と輸送

試験室試料はコンタミネーション、損壊及び漏出を防ぐために厳重に保護された不活性容器に入れて清潔に保存しなければならない。容器は密封の上、正確にラベルし、サンプリング記録を添付しなければならない。バーコードが使用される場合には、文字・数字の情報も付記させることが推奨される。実行可能な限り速やかに試料を試験室に送付する。輸送中の腐敗は避けなければならない。たとえば、生鮮品の試料は冷蔵すべきであり、冷凍品の試料は冷凍状態を保たなければならない。腐敗する以前に試験室に輸送される場合を除き、肉ならびに家禽の肉の試料は、送付前に凍結すべきである。

4.7 分析用サンプルの調製

試験室試料には、単一の識別子をふり、受領日時とサンプルサイズに併せて、これらを試料の記録に付け加えるべきである。分析に供される食品の一部、すなわち分析用試料は、実行可能な限り速やかに分別されるべきである。分析されない部位も含めて、残留農薬の濃度を計算しなければならない場合には、分別された部位の重量を記録しなければならない。

4.8 分析ポーションの調製と保存

代表する分析ポーションを採取するために、分析用試料を粉砕し、もし適切であればよく混合すべきである。分析ポーションの量は、分析方法及び混合の効率によって決めなければならない。粉砕と混合の方法は記録すべきであり、またその方法が分析用試料

に含まれている残留農薬に影響を与えてはならない。適切な場合には、望ましくない影響を最小に抑えるために、分析用試料を特別な条件下たとえば氷点下など処理すべきである。調製作業が残留農薬に影響を与える可能性がある場合や、実行可能な代替え手順がない場合には、ユニットの全量あるいは、ユニットの全量から得る一部を分析ポーションとする。このように、分析ポーションが極めて少ない数のユニットあるいはその一部から調製されている場合には、分析用試料を十分に代表させることは難しい。そのような場合には、平均値の不確かさを示すために、十分な数の分析ポーションの複製を分析しなければならない。分析の前に、分析ポーションを保存する場合には、本来含まれていた残留農薬の濃度に影響しない保存方法や保存期間としなければならない。要求があれば、複製そして確認分析のために、追加の分析ポーションを分取しなければならない。

4.9 上で説明したサンプリング手順の流れ図は、30 ページの脚注 8 に参照した文書中に示されている。

5. 適合判定のためのクライテリア

ロットから採取され、分析の目的に適した状態で受け取られた一つ以上の試験室試料から分析結果を得なければならない。分析結果は、満足できる品質管理データにより支持されていなければならない。残留濃度が最大残留基準値を超過している場合には、その一致性を確認すべきであり、その濃度は、同じ試験室試料から分取した 1 つ以上の分析ポーションを追加分析することによって確認されなければならない。

最大残留基準値は、バルク試料に適用される。

分析結果が最大残留基準値を超過しない場合には、そのロットは最大残留基準値に適合している。

バルク試料の分析結果が最大残留基準値を超過している場合には、当該ロットを不適合であるとする決定に次のことを考慮しなければならない。

- (i) 可能であれば、1 つ以上の試験室試料から得られた結果である。
- (ii) 分析の精確さが品質管理データによる支持によって示されている。

Ⅱ. 分 担 研 究 報 告

食品中放射性物質濃度データ解析による効率的検査計画の検討

松田 りえ子

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

食品中放射性物質濃度データ解析による効率的検査計画の検討

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 松田りえ子 国立医薬品食品衛生研究所食品部第二室長

研究要旨

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 115、569 件を集計し、産地、採取点、食品カテゴリ別等により放射性セシウム検出率、濃度等を求めた。平成 23 年、24 年共に流通する食品では、100 Bq/kg を超える食品の割合は非常に低いが、非流通食品では検出割合が高く、高濃度の試料が見られる。このことから、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。多くの食品カテゴリにおいて、濃度分布ヒストグラムは濃度の低い側から単調に減少する類似した形状となっており、中央値も近いことは、放射性セシウムが動植物の特定の組織に蓄積することではなく、同程度の濃度で広く広がっていることを示唆している。一方、山林にその起源をもつ天然品である、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉は単調減少ではなく、特定の濃度付近にピークを示すヒストグラムとなった。現在有効に機能している、基準値を超える食品を流通させないための監視に加えて、環境中の放射性セシウム濃度の変化の指標として、山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉のような天然の食品中の放射性セシウムの測定を増加させていくことが重要と考えられる。

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。関係自治体は、厚生労働省が定めたガイドラインに基づいて検査計画を策定して検査を実施しており、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ている。これらの検査結果は、厚生労働省ホームページに公表されている。

本研究では、食品中の放射性セシウム

濃度の経年的変動、食品間での濃度差等を見出すことにより、今後の放射性物質モニタリングを効率的に進める方法を検討することを目的として、公表されたデータの解析を行った。

B. 方法

厚生労働省ホームページに公表された、平成 23 年 3 月から平成 24 年 3 月まで（以下平成 23 年）及び平成 24 年 4 月から平成 25 年 3 月まで（以下平成 24 年）のデータを用い、産地、採取点、食品カ

テゴリ別等により放射性セシウム検出率、濃度等を集計した。

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

C. 結果

試料数

Table 1 に解析の対象とした試料数を示す。平成 23 年の総試料数は 45,925 あり、その内 11,715 が流通段階で採取された食品（流通品）、31,143 が流通前の段階で収集された食品（非流通品）、3,067 が採取点の不明な食品であった。平成 24 年度の総試料数は 69,644 あり、その内 19,355 が流通品、50,289 が非流通品であった。平成 24 年の検査総数は、平成 23 年度の 1.5 倍程度に増加しており、全試料中の流通品の割合は、平成 23 年が 25.5%、平成 24 年が 27.8%であった。現時点では、流通する食品の検査よりも、流通前に採取された食品の検査が主である。

報告主体

平成 23 年に厚生労働省に報告を行った主体は、地方自治体 83 と、緊急時モニタリング及び国立医薬品食品衛生研究所の 85 か所であった。自治体中、都道府県が 42、市町村（特別区を含む）が 41 であった。平成 24 年の報告主体は、自治体 88 と、緊急時モニタリング及び国立医薬品食品衛生研究所の 87 か所であった。自治体中、都道府県が 38、市町村（特別区を含む）が 50 であった。平成 24 年には

食品中の放射性物質検査を実施する市町村が増加している。

平成 23 年に緊急時モニタリングにより検査された試料数は 13,893 で、全体（45,925）の 30%を占めた。平成 24 年に緊急時モニタリングにより検査された試料数は 14,876 で全体（69,644）の 21%であった。24 年度には緊急時モニタリングの比率が減少し、それ以外の主体による検査数が顕著に増加している。平成 23 年に都道府県で検査された試料数は 26,742、市町村で検査された試料数は 3,771 であり、平成 24 年に都道府県で検査された試料数は 45,164、市町村で検査された試料数は 8,217 であった。市町村による検査数は増加しているが、都道府県による検査がなお大部分を占めている。検査試料数の全体としての増加は、都道府県における検査数の増加によるところが大きい。

平成 23 年に市町村で検査された試料は、その 93%が流通品であった。平成 24 年に市町村で検査された試料中の流通品の割合は 97%であった。これに対して、都道府県の検査試料の流通品の割合は、平成 23 年は 25%、平成 24 年は 22%であった。都道府県は出荷前の検査に注力し、市町村は流通品の検査を実施する状況にある。

検査法

Table 2 に、使用された検査法を示す。食品中の放射性セシウムの検査は、NaI(Tl)シンチレーションカウンターによる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。スクリーニング法は平成23年10月から米・麦における使用が、11月から一般食品における使用が可能となった。しかし、平成24年度においてもスクリーニング法で検査された試料の割合は10%にとどまっており、検査の大部分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。

試料産地

Table 3 に平成23年の産出地別の試料数、検出数等を示す。平成23年に最も試料数が多かったのは、福島県産の食品で15,870試料が検査された。この内、13,982は緊急時モニタリングによる検査である。Fig.1 に、緊急時モニタリングによる試料を除いた試料数を産出地別に示した。福島県を含む東北地方から関東地方の県産の食品の検査数が多い。富山県・岐阜県・愛知県以西の府県産食品の検査数は100程度あるいはそれ以下であり、福島第一原子力発電所に近い県産で、放射性物質を含む可能性の高い食品を選択した検査が行われている。

産出県が不明な食品は国内あるいは（不明）として分類されている。これら1,404試料中の1,310試料が流通品であった。食品カテゴリとしては、乳・乳製品が516試料、乳児用食品が199試料、加工品が379試料であった。国外の食品も133試料が検査されている。

Fig.2 の A は、平成23年の産出地別の検出率を示し、B は流通品と非流通品別の検出率を示している。検査機関毎に検出限界は異なっているため、検出率が高

いことが食品中の放射性物質濃度が高いことにはならない。また、富山県以西の県産の食品は、母数が非常に少ないことにも留意が必要である。東北地方、関東地方においては、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、埼玉県産食品において30%の検出率であった。その他の地方では、静岡県、岐阜県、大阪府、島根県、沖縄県産食品が30%以上の検出率であった。

静岡県産の食品の試料数は538で、311試料から放射性セシウムが検出されている。そのうちの185試料が茶であり、176が検出試料であった。平成23年は乾燥した茶葉の状態での検査であったため検出率が高かったと思われる。

岐阜県産試料107中、38試料から放射性セシウムが検出されている。3試料が野生獣肉、その他が流通品の牛肉であった。ただし、平成23年の暫定規制値を超過した試料は無かった。島根県の試料は77中73が牛肉であり、1Bq/kg程度の低レベルまでの測定を行った結果、検出率が高くなったと考えられる。

大阪府の5試料中のシイタケ2試料から、放射性セシウムが検出されている。沖縄県の試料は、放射線量の高い薪の灰をろ過した水をかんすい代わりに添加したそばであり、食品検査というよりは実験的な意味が強いと思われる。

Table 4 に平成24年の産出地別の試料数、検出数等を示す。平成24年に最も試料数が多かったのは、平成23年と同じく、福島県産の食品で17,334試料が検査された。福島県産試料中14,876試料は緊急時モニタリングによるものであった。Fig.3

に、緊急時モニタリングを除いた試料数を産出地別に示した。全体的な傾向は平成 23 年と同様で、福島県を含む東北地方から関東地方の県産の食品の検査数が多い。また、産出県が特定されない試料数が増加していることが、平成 24 年の特徴的である。このような試料は 6,165 あり、その 94% が流通品であった。原材料産地が特定できない加工品（ジャム、ジュース、飲料、菓子、パン、めん類、漬物、惣菜、調味料、豆腐等の豆製品、食肉製品等）、給食、牛乳、乳児用食品が含まれている。平成 24 年となって、検査の範囲が生鮮食品から加工食品に広がってきたことが伺える。

Fig.4 の A は、平成 23 年の産出地別の検出率を示し、B は流通品と非流通品別の検出率を示した。東北地方、関東地方においては、岩手県、福島県、茨城県、栃木県において 30% を超える検出率であった。その他の県では、大分県産の食品で 30% を超える検出があった。検出された試料は全て原木栽培の乾しシイタケであり、乾燥状態で測定したため検出率が高くなったと考えられる。

Fig.2 と Fig.4 を比較すると、全体的に平成 24 年の検出率が低下していることが分かる。Fig.2 B 及び Fig.4B に示すように、多くの県産食品において、非流通品の検出率は流通品の検出率よりも高い。また、平成 24 年の検出率は、流通品・非流通品共に平成 23 年より大きく低下している。

全国では、平成 23 年の流通品と非流通品の検出率はそれぞれ 18% と 38%、平成

24 年の流通品と非流通品の検出率はそれぞれ 7% と 32% であった。両年において、流通品の検出率の方が低い。また、それぞれの検出率は平成 23 年から 24 年にかけて低下しているが、特に流通品における検出率は大きく低下している。

緊急時モニタリングを含む非流通品の検査は、産出地で出荷前に実施され、その結果に基づいて出荷が制限される。従って、流通品の検出率および濃度は非流通品に比較して低くなることが期待される。仮に両者に差がなければ、緊急時モニタリング及び産地における検査は有効に機能していないことになる。公表されたデータから、出荷前の検査は、流通品からの放射性セシウム検出率低下につながったことが確認された。

放射性物質濃度

Table 5 に、放射性セシウムが検出された試料中の濃度の統計値を示した。前述のように、検出されていない試料の率が大きいため、全体としての平均値及び中央値、75% タイル値は 0 となってしまうために、検出され濃度が報告された試料のみの解析を行った。

全ての統計量が、平成 23 年から平成 24 年にかけて低下しており、食品全体の放射性物質濃度分布が低濃度側にシフトしたことが分かる。流通品と非流通品を比較すると、平成 24 年の平均値のみ流通品の方が高いが、他は非流通品の方が高い結果であった。

Fig.5 及び 6 は、各年の流通品と非流通品の検出値の分布を示している。500

Bq/kg の暫定基準値で放射性セシウムが規制されていた平成 23 年においても、100 Bq/kg を越えた流通食品は全体の 0.23%に過ぎなかった。非流通食品では、100 Bq/kg を超過した試料が 14%、500 Bq/kg を超過した試料が 2.5%あった。ヒストグラムには 100-500 Bq/kg の範囲に、ピークがあるが、横軸の幅が均等ではないためであり、均等幅とした場合 (Fig.5C,D) にはなだらかな減少が見られる。出荷前検査と出荷制限により、放射性セシウムを高濃度に含む食品の流通が抑止され、流通品の放射性物質濃度がコントロールされたと考えられる。

放射性セシウムの基準値として 100 Bq/kg が設定された平成 24 年の非流通品のヒストグラム (Fig.6) では、平成 23 年に見られた 100-500 Bq/kg の範囲のピークも見られず、全体として濃度が低濃度側にシフトしたと考えられるが、10,000 Bq/kg を越えるような試料も残っている。非流通品で 100 Bq/kg を超える試料の割合は、平成 23 年の 14%から 3.8%に低下した。流通品において基準値である 100 Bq/kg を超過した試料の割合は 0.14%となった。本研究の分担課題である「食品中放射性物質濃度データ解析による効率的検査計画の検討」でも、流通品の買い上げ調査を実施している。その結果、基準値を超過した試料の割合は 0.3%であった。この分担課題では、検出率の高いと予想される食品を重点的に選択し、測定しているため、本課題で求められた基準値超過割合よりやや高くなった可能性がある。

食品カテゴリごとの濃度分布

Table 6 及び Table 7 は、平成 23 年及び平成 24 年に検査された食品試料のカテゴリ別の数と、検出率を示す。単一原料から製造された単純な加工品は原料が属するカテゴリに含め、多数の原材料からつくられる菓子、惣菜、給食、調味料はその他に含めた。平成 23 年は野菜、きのこ、海水魚の試料が多く検査されていたが、平成 24 年は、穀類、野菜と海水魚の試料数が増加する一方、肉及び茶の試料数が減少した。また、平成 24 年には、その他の試料数が増加している。平成 23 年に検出率が 50%以上となったカテゴリは、茶、海水魚、淡水魚、肉、野生鳥獣肉、平成 24 年は、きのこ、海水魚、淡水魚、野生鳥獣肉であった。海水魚、淡水魚、野生鳥獣肉の検出率は高い状態が続いている。肉の検出率は平成 24 年には 2.2%に激減したが、茶の検出率はまだ高い。また、きのこの検出率は平成 24 年に増加した。

検査数と検出率を比較すると、きのこ、海水魚は検査数が多く、検出率も高いが、検査数の多い野菜、穀類は必ずしも検出率が高いわけではない。淡水魚は検出率が高いが、検査数は少ない。検査試料の選択においては、検出率だけでなくその食品カテゴリが実際に摂取される量も考慮されていると思われる。

Table 8 及び Table 9 に平成 23 年と 24 年の食品カテゴリ別中央値、90%tile 値、95%tile 値、99%tile 値、及び最大値を示す。これらの値は放射性セシウム濃度が

得られた試料についての値であり、ND となった試料を含めた場合には、表の値よりもかなり低くなる場合がある。ND となった試料を含めて計算した場合、パーセンタイル値の多くが ND となるカテゴリもあるため、このような値を示した。Fig.7～Fig.22 は、ND となった試料を除いた、食品カテゴリごとの濃度分布をヒストグラムとして示す。

穀類から検出された放射性セシウム濃度の中央値は平成 23 年には 34 Bq/kg、平成 24 年には 8 Bq/kg で大きく低下した。他のパーセンタイル値も同じく低下している。Fig.7 のヒストグラムに示すように、平成 24 年には濃度が報告された試料であっても 25 Bq/kg 以下が大部分でとなった。平成 23 年の暫定規制値は 500 Bq/kg であり、これを超える試料は、小麦（福島県、7 月採取）、ナタネ（福島県、8 月採取）玄米（福島県、11 月採取）、米ぬか（宮城県、10 月採取）の 4 件であった。平成 24 年には基準値が 100 Bq/kg と定められた。平成 24 年に 100 Bq/kg を越えた穀類試料は 24 で、米が 14、ソバが 10 であった。

豆類から検出された濃度の中央値は平成 23 年には 37 Bq/kg、平成 24 年には 12 Bq/kg で、穀類と同様に大きく低下した。他のパーセンタイル値も同様に低下しているが、最大値は平成 24 年の方が高くなっている。Fig.8 に示すヒストグラムからは、穀類と同様の傾向が認められ、平成 24 年には濃度が報告された試料であっても 25 Bq/kg 以下が大部分である。平成 23 年には暫定規制値を超えた試料はな

く、最高値の 490 Bq/kg となったのはダイズ（福島県、2 月採取）であった。平成 24 年に 100 Bq/kg を越えた穀類試料は 11（ダイズ 10 試料、アズキ 1 試料）で、全て福島県産であった。

根菜類から検出された濃度の中央値は平成 23 年には 69 Bq/kg、平成 24 年には 12 Bq/kg であった。平成 24 年は、他のパーセンタイル値及び最大値も半分以下に減少している。Fig.9 に示すように、穀類・豆類と異なり、平成 24 年にも、濃度が報告された試料中の 25 Bq/kg 以下の比率はあまり変化していない。平成 23 年に 500 Bq/kg を超過した試料は 65 あり、最大濃度の 4,100 Bq/kg となったのはカブ（福島県、4 月採取）であった。この試料からは I-131 も 1,000 Bq/kg 検出されている。その他の 500 Bq/kg を超過した試料の大部分（56 試料）はタケノコで、5 月から 6 月に採取されている。タケノコ以外では、上記の最大値の試料を含むカブ 3 試料（福島県、平成 23 年 3-5 月採取）、ワサビ 3 試料（福島県、11 月採取）、乾燥ダイコン 3 試料（福島県、1-2 月採取）が 500 Bq/kg を超過した。平成 24 年に 100 Bq/kg を越えた根菜試料は 54 あった。その内 52 がタケノコであり、最大値の 1,300 Bq/kg の放射性セシウムを含む試料もタケノコであった。その他に 100 Bq/kg を超過した試料は、クワイ（岩手県、12 月採取）とレンコン（茨城県、12 月採取）であった。放射性セシウムが検出された根菜試料中、タケノコは、平成 23 年には 40%、平成 24 年は 65% を占めていた。

野菜類の放射性セシウム濃度の中央値は平成23年には45 Bq/kg、平成24年には27 Bq/kgであった。他のパーセンタイル値及び最大値も減少しており、特に99%タイル値、最大値は大きく減少している。100 Bq/kgを越える試料の率は平成24年にもあまり変化していない。平成23年に500 Bq/kgを超過した試料は145あり、最大濃度の82,000 Bq/kgとなったのはクキタチナ（福島県、3月採取）、2番目の20,000 Bq/kgとなったのはハウレンソウ（福島県、3月採取）であった。事故直後から4月初旬にかけて福島県で採取された野菜類には10,000 Bq/kgを超える試料が16あった。しかし、5月以降は1,000 Bq/kgを超える野菜は見られなくなり、これ以降で500 Bq/kgを超過したのは乾燥品のみである。平成24年に100 Bq/kgを超過した試料は146あり、最大は2,900 Bq/kgの濃度となったコシアブラ（栃木県、5月採取）であった。コシアブラは11試料で1,000 Bq/kgを越えている。その他に1,000 Bq/kgを越えた試料はゼンマイと花ワサビであった。平成23年には、通常の農作物において1,000 Bq/kgを越える濃度となる試料が見られたが、平成24年には天然の山菜においてのみ高濃度の試料が見られた。基準値である100 Bq/kgを越えた試料も、クサソテツ、ゼンマイ、タラノ芽、フキノトウ、ワラビのような天然山菜が多く見られ、通常の農作物は少数であった。放射性セシウムを高濃度に含む野菜の率は、平成23年と平成24年で大きく変わっていないが、平成23年が事故直後のフォールア

ウトに由来する一般的な野菜であるのに対し、平成24年は天然の山菜が主であるように、その内容は変化している。

果実中の放射性セシウム濃度の中央値は平成23年には34 Bq/kg、平成24年には13 Bq/kgであった。他のパーセンタイル値及び最大値も減少している。平成23年に500 Bq/kgを超過した試料は28あり、最大濃度の2,400 Bq/kgとなったのはユズ（福島県、8月採取）、2,040 Bq/kgとなったのはクリ（福島県、9月採取）であった。500 Bq/kgを越えた試料は全て福島県産で、ウメ11試料、ユズ7試料、キウイフルーツ4試料等であった。24年に100 Bq/kgを超過した試料は71あり、最大濃度の700 Bq/kgとなったのはクルミ（福島県、10月採取）であった。100 Bq/kgを超過した試料は、カキ（干し柿、あんぼ柿）、ウメ、クリ等であった。

きのこ類は、平成23年、平成24年共に検出される率が高く、天然品、乾燥品も多く含まれている。そのため、天然きのこ、原木栽培きのこ、その他のきのこに分けた集計を行った。平成23年は、きのこ1571試料中、天然きのこが41(2.6%)、原木栽培きのこ850(54.1%)、乾燥きのこ238(15.1%)、平成24年は、きのこ2221試料中、天然きのこが175(7.9%)、原木栽培きのこ1016(45.7%)、乾燥きのこ292(13.1%)であった。

天然きのこ中の放射性セシウム濃度の中央値は、平成23年には37 Bq/kg、平成24年には46 Bq/kgであった。平成23年よりも平成24年に中央値～最大値まで全てが高くなっており、他の食品カテゴ

りとは異なる傾向となっている。平成23年の天然きのこの試料数41のみであったが、平成24年には試料数が増加し、広範囲から採集されたことが、平成24年に放射性セシウム濃度が増加した原因の一つである可能性がある。平成23年の最高濃度の1,320 Bq/kgはチャナメツムタケ（長野県、10月採取）であり、他に500 Bq/kgを越える試料はなかった。平成24年には100 Bq/kgを超過する試料は47あり、10,000 Bq/kgを超過した試料も2あった。この2試料は栃木県産のチチタケであった。放射性セシウムが検出された天然きのこ試料175中、チチタケは21試料であったが、このうち15試料が100 Bq/kgを超過しており、チチタケは他の天然きのこに比較して、放射性セシウム濃度が高い可能性がある。

原木栽培きのこから検出された放射性セシウム濃度の中央値は、平成23年には83 Bq/kg、平成24年には36 Bq/kgであった。他のパーセンタイル値及び最大値も平成24年に低下した。平成23年度の最高値である7,200 Bq/kgとなった試料は、シイタケ（福島県、4月採取）であった。平成23年に500 Bq/kgを超過した試料は75あり、大部分がシイタケであった。平成24年の最高濃度の2,300 Bq/kgとなった試料は、原木栽培シイタケ（岩手県、4月採取）であった。100 Bq/kgを超過した試料は214あり、大部分がシイタケであった。

天然きのこ及び原木栽培きのこを除いたきのこの放射性セシウム濃度の中央値は、平成23年には35 Bq/kg、平成24年

には12 Bq/kgで、天然きのこあるいは原木栽培きのこよりも低い結果であった。しかし、平成23年の90%タイル値～最大値は天然きのこよりも高くなった。平成23年の試料で1,000 Bq/kgを越えたものは、露地栽培シイタケ3試料（福島県、4月採取）、チチタケ6試料（福島県、8-9月採取）、チチタケ（茨城県、9月採取）、ハツタケ6試料（福島県、9月採取）、マイタケ2試料（福島県、10月採取）、マツタケ（福島県、9月採取）、コウタケ（福島県、9月採取）であった。4月採取のシイタケは事故によるフォールアウトのために高濃度となった可能性が高い。また、チチタケ、ハツタケは天然であった可能性も高い。暫定規制値である500 Bq/kgを超過した試料は32あった。平成24年の最高濃度の5,600 Bq/kg及び2番目の4,100 Bq/kgとなった試料は、チチタケ（福島県、8月採取）であった。100 Bq/kgを越えた試料数は28であった。

平成23年の乾燥きのこ中の放射性セシウム濃度の中央値は155 Bq/kg、平成24年は46 Bq/kgであった。しかし、乾燥きのこの検査法は、平成23年と24年で変更されている。平成24年は食するときの状態での濃度が基準値と比較されることとされ、乾燥状態で試験した結果を係数で除した値が報告されることとなった。このため、平成23年と24年の濃度を直接比較することはできない。平成24年の報告値には、乾燥状態での結果と、水戻しに換算した結果が混在しており、解釈は困難である。平成23年の最高濃度6,940 Bq/kgとなった試料は乾燥シイタ

ケ(栃木県、11月採取)であり、1,000Bq/kg以上となった試料は全て乾燥シイタケであった。産地は、岩手県、福島県、茨城県、群馬県、神奈川県、栃木県にわたっている。平成24年の最高濃度2,200 Bq/kgとなった試料も乾しシイタケ(茨城県、4月採取)であった。

海水魚中の放射性セシウム濃度の中央値は平成23年には35 Bq/kg、平成24年には18 Bq/kgであった。他のパーセント値及び最大値も平成24年に減少している。平成23年の最高値である14,400 Bq/kg及び2番目の12,500 Bq/kgとなったのは、イカナゴ稚魚(福島県、4月採取)であった。1,000 Bq/kgを越えた試料の大部分は福島県産で上記のイカナゴ稚魚の他に、アイナメ、コモンカスベ、メバル等が含まれる。平成24年の最高値は3,300 Bq/kgで、クロダイ(宮城県、7月採取)から検出された。1,000 Bq/kgを越えた試料の大部分は福島県産で、アイナメ、メバル、カレイ類から検出されている。

淡水魚中の放射性セシウム濃度の中央値は平成23年には83 Bq/kg、平成24年には29 Bq/kgであり、他のパーセント値も、平成24年にはかなり低くなっている。平成23年には、全てのパーセント値が海水魚よりも高いが、平成24年には95%タイル値以上は海水魚の方が高い。平成24年には高濃度試料は見られなくなり、25 Bq/kg以下の割合が増大した。平成23年の最高濃度である18,700 Bq/kgはヤマメ(福島県、平成24年3月採取)から検出された。500 Bq/kgを越え

る試料は大部分が福島県産で一部は群馬県産であった。魚種はアユ、イワナ、ヤマメ、ホンモロコ、ワカサギであった。平成24年に1,000Bq/kgを超えた試料は福島県産ヤマメ(4月採取)であった。100 Bq/kgを超えた試料は200以上あり、広範囲の県と魚種にわたっている。

魚以外の水産物には海水魚・淡水魚ほどの高濃度の試料は見られなかった。平成23年に500 Bq/kg以上となったのは、福島県産のウニ、貝、カニであったが、平成24年には500 Bq/kg以上の試料は無くなり、100 Bq/kgを越えたものもウニ4試料のみであった。

平成23年の肉類中の放射性セシウム濃度の中央値は93 Bq/kg、24年は4 Bq/kgで大きく低下している。他のパーセント値も同様である。平成23年に500 Bq/kgを超過したのは牛肉がほとんどであり、他はイノシシ肉及びクマ肉であった。牛肉以外は野生鳥獣肉である可能性もある。一方、豚肉の最高濃度は270 Bq/kgであった。前述のように、本解析では屠畜場における検査結果は除いており、牛肉は全て流通品である。放射性セシウムで汚染された牛肉が広く流通していたことが分かる。平成24年には、放射性セシウムが検出された肉試料数が35にまで減少し、最高濃度は110 Bq/kg(福島県産豚肉)となった。

野生鳥獣肉の放射性セシウム濃度の平成23年の中央値は183 Bq/kg、平成24年が74 Bq/kgであった。これらの値は、乾燥品である茶・飲料を除いた全食品カテゴリ中で最高値である。その他のパー

センタイル値も非常に高い。平成 24 年にも高濃度の試料が平成 23 年と同程度に存在している。平成 23 年に 1,000 Bq/kg を越えたのは、福島県及び栃木県産のイノシシ肉、ウサギ肉、クマ肉、シカ肉であり、特にイノシシ肉が多い。平成 24 年に 1,000 Bq/kg を越えた試料は、福島県産イノシシ肉 22 試料とカルガモ肉 1 試料であった。通常の肉の結果と比較すると、飼料を管理できる家畜においては、放射性セシウム濃度が急速に低下しているが、野生肉ではその減少はかなり遅いようである。

乳は基準値設定の際に乳幼児への影響を考慮して、放射性セシウムの基準値は一般食品の半分である 50 Bq/kg と設定された。乳及び乳製品は検査された数は多いが、濃度の中央値は平成 23 年が 3 Bq/kg、平成 24 年は 1 Bq/kg で、全食品カテゴリ中最低であった。平成 23 年に 100 Bq/kg を超過した試料は 1 のみで、事故直後の 3 月に採取された福島県産の原乳であった。平成 24 年には基準値を超える試料は無かった。

茶は平成 23 年に多数の検査が行われた。平成 23 年の放射性セシウム濃度の中央値は 200 Bq/kg であった。平成 24 年の中央値は 3 Bq/kg に低下し、パーセンタイル値も同様に低下した。乾燥きのこと同様に、平成 24 年に飲用に供する茶の検査法が変更され、浸出した液の濃度が飲料水の基準値である 10 Bq/kg と比較されることとなり、浸出液濃度が報告されるようになったための低下である。暫定規制値である 500 Bq/kg を超過した試料は

193 あった。その内 127 が埼玉県産であった。平成 24 年からは 30 倍の湯で浸出した液を測定することにより、濃度は 30 分の 1 以下となるため、ヒストグラムの横軸を変更している。この状態でも、最も低い 5 Bq/kg 以下に大部分の値が集中している。基準値である 10 Bq/kg を超過した試料は 20 あり、この内 2 試料は一般食品の基準値が適用される抹茶であった。基準値を超過した飲用茶には、平成 23 年に多くの基準値超過があった埼玉県産は含まれておらず、放射性セシウム濃度を低下するための方策の効果があつたと考えられる。茶以外の飲料は数が少ないが、平成 23 年にはニガウリ茶（福島県）から 1,020 Bq/kg、杜仲茶（福島県）から 500 Bq/kg を越える放射性セシウムが検出されている。平成 24 年は宮城県産ヤーコン茶から 10,000 Bq/kg を超える放射性セシウムが検出されたほか、桑茶にも 100Bq/kg を超過した試料があつた。

その他には惣菜、給食を含む加工品等が含まれるが、放射性セシウムの検出数は少ない。平成 23 年には 500 Bq/kg を超える試料はなく、平成 24 年は桑の葉の粉末がわずかに基準値を超過したのみである。

D. 考察

Fig.5 及び Fig.6 の流通食品の濃度分布では、平成 23 年、24 年共に 100 Bq/kg を超える食品の割合は非常に低いが、非流通食品には高濃度の試料が見られる。このことから、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。

食品中の放射性セシウム濃度全体として、平成24年は平成23年に比較して、大きく低下している。特に流通品においては、平成23年にも放射性セシウム濃度の95%値が暫定規制値に近い514 Bq/kgであった。平成24年の放射性セシウムが検出された流通品の95%タイル値は基準値以下の54 Bq/kgであった。平成24年の流通品の検出率は7%であり、その中の95%タイル値が54 Bq/kgということは、全流通品の99.5%が54 Bq/kgを下回ることになり、流通品においては大部分が基準値以下にコントロールされたと考えられる。非流通品においては、平成23年から平成24年にかけて、中央値等が低下しているが、流通品よりは高濃度であり、監視の継続が必要と考えられる。

Fig.7～Fig.22の、放射性セシウムが検出された試料の濃度のヒストグラムを、平成23年と24年間で比較すると、大部分の食品カテゴリはFig.5及びFig.6の全体のヒストグラムと類似した形状となっている。前述のように平成23年には、100-500 Bq/kg付近に横軸の目盛に起因するピークが見られているが、穀類、豆類、乳・乳製品にはこのようなことがなく、非常に低濃度側によった分布であることが分かる。穀類試料の大部分は米であり、事故直後の試料が少ないこと、土壌中の放射性セシウム濃度等の測定により、作付を制限したことから、他の作物とは異なる状況にあったものと考えられ

る。乳は乳牛の飼料が管理され、事故の影響を強く受けなかったと考えられる。その他の食品カテゴリにおいて、同じような形状のヒストグラムとなっていることは、放射性セシウムが動植物の特定の組織に蓄積することではなく、同程度の濃度で広く広がっていることを示唆している。

きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉では、この100-500 Bq/kgピークは平成23年に特に顕著であった。これらの食品について横軸を等幅としたヒストグラムをFig.23に示した。ヒストグラムは単調な現象パターンではなく、きのこ及び野生鳥獣肉は250-300 Bq/kg付近に、淡水魚では400 Bq/kg付近に単調な減少とは異なるピークが認められる。きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉は、山林にその起源をもつ天然品であり、これらの食品では、事故により広がった放射性セシウムがそのまま存在する状態が継続していると考えられる。タケノコ、山菜でもこの状況は同じと考えられる。環境中の放射性セシウム濃度の推移をみるためには、淡水魚、天然きのこ、山菜、タケノコのような食品の測定を継続していくことが重要と考えられる。しかし、これらの食品の検査頻度は必ずしも高くない。現在有効に機能している、基準値を超える食品を流通させないための監視に加えて、環境中の放射性セシウム濃度の変化の指標として、山菜、きのこ、淡水魚、野生鳥獣肉のような天然の食品中の放射性セシウムの測定を増加させていくことが重要と考えられる。

E. 研究発表

なし

F. 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