

より安全側に 50 Bq/kg の基準値を設定することが妥当とした。

基準値の設定にあたっては、最も内部被ばく線量に対する影響が大きいと推定され、迅速にかつ比較的容易に多数の食品について測定可能なセシウム-134 (^{134}Cs) 及びセシウム-137 (^{137}Cs) を対象とした。放射性 Cs 以外の核種の影響については、検査の実効性を確保する観点から、放射性 Cs による被ばく線量に対する当該放射性核種の被ばく線量の比を推定することにより管理し、放射性 Cs 濃度で規制を行うこととした。このため、食品の摂取による内部被ばくに対する放射性 Cs の寄与について評価を実施した。すなわち、食品への移行経路毎に放射性核種移行評価を実施して食品中の放射性核種濃度比を推定することにより、放射性 Cs に対する基準値に反映させた。食品中の放射性核種濃度比は、土壤中放射性核種濃度の比や、環境移行モデル及びパラメータにより推定した。

そのため本研究は、市場流通している農畜産物から、福島県産に限定して作物中の放射性核種濃度等を測定し、その測定結果を比較検討することにより、基準値の導出の際に評価した放射性 Cs に対する核種濃度比の妥当性について検討することを目的としている。しかしながら、これまでの研究において、平成 24 年に測定した試料において、食品中のストロンチウム-90 (^{90}Sr) 濃度は全て検出下限値未満であった。その検出下限値は、葉菜類、豆類、果菜類等については、フォールアウトによる ^{90}Sr が含まれている可能性を考慮しても、 ^{90}Sr 濃度は基準値の導出の考え方による $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比よりも低く、基準値導出における推定方法が妥当であることが示唆された。

しかしながら、 ^{90}Sr の実際の濃度が測定されて

いないため、線量の評価は困難であった。このため、平成 25 年度～26 年度において、供試量を約 10 kg として ^{90}Sr 濃度を分析した値を用いて、 ^{137}Cs 濃度と ^{90}Sr 濃度の相関、及び基準値の導出の考え方による $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比を評価した。この結果、これらの試料の多くは ^{137}Cs 濃度が 1 Bq/kg-生重量を超えており、事故の影響が示唆された。これに対し、 ^{90}Sr 濃度は、過去のフォールアウトによる農作物中 ^{90}Sr 濃度の範囲内であり、検出された ^{90}Sr が事故による影響であると同定することはできなかった。なお、これらの試料の多くは、フォールアウトによる ^{90}Sr が含まれている可能性を考慮しても、 ^{90}Sr 濃度は基準値の導出の考え方による $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比よりも低かった。また、測定値が基準値の導出の考え方による $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比を上回った試料についても、土壤中の ^{90}Sr 濃度に事故の寄与が見られないことや、作物中の ^{90}Sr 濃度が福島県外で採取された作物中の ^{90}Sr 濃度と同様であったことから、大気圏核実験由来であったと考えられた¹⁾。これらのことから、基準値導出における推定方法が妥当であることが示唆された。

本分担研究では、このような各食品中核種濃度比に関する検討に加え、食品中安定元素濃度を測定して線量評価に利用することにより、食品摂取による実際の内部被ばく線量を推定し、現行の規制値による食品規制が十分に妥当であることを検証した。

B. 研究方法

1. 食品試料の入手

本研究で対象とする食品は、福島県内で生産された農畜産物であり、かつ市販品として流通しているものとした。このため、福島県内の JA 農作物直売所

等で、福島県産品であることを確認した上で購入した。試料の購入は、平成 24 年度は、7 月から 12 月にかけて 40 試料の農畜産物を購入した。また、平成 25 年度は、4 月から 10 月にかけて、42 試料の農作物を購入した。なお、平成 24 年度の結果から飼料中濃度が管理されている畜産物について放射性 Cs 濃度が既に検出限界値以下であったことから、平成 25 年度は農作物のみを対象とした。

2. 放射性 Cs 濃度の測定

福島大学において、購入した農作物試料は、食事に供される状態を前提とし、作物の種類に応じて、水洗い、皮やへたの除去等の前処理を行った。その後、80 °C 乾燥し、カッター・ブレンダーで粉碎・混合して測定試料とした。試料をプラスチック製の U-8 容器に詰め、Canberra 社製の Ge 半導体検出器 (GC2020、GC3020 及び GC4020) で、放射性 Cs 濃度を測定した。¹³⁴Cs 及び ¹³⁷Cs の定量には、それぞれ 604.7 keV 及び 661.7 keV の γ 線を用いた。測定時間は約 9,400 秒から約 310,000 秒とした。また、同時に ⁴⁰K (1460 keV) の定量も実施した。なお、日本アイソトープ協会製の 5 種類 (5~50 mm、9.5~95.0 g) の標準試料で効率曲線を作成した。

3. ストロンチウム-90 (⁹⁰Sr) 濃度の測定

福島大学において放射性 Cs の測定を終了した試料は、京都大学原子炉実験所に送付し、⁹⁰Sr 濃度の測定に供した。まず、試料を灰化 (500°C、6 時間) 減容した。灰化試料を硝酸、過酸化水素水で分解し、その後マイクロウェーブ試料分解装置 (TOPWave、アナリティクイエナ社製) でほぼ完全に溶液化した。溶液を加熱乾固し、0.1M 硝酸で再溶解して陽イオン交換樹脂 (Dowex 50WX8 など) に通し、その後 8M 硝酸で Sr を含む分画を回収した。回収した Sr 含有

試料をさらに Sr レジン (Eichrom Technologies 社製) に通し、0.05M 硝酸で Sr を選択的に回収した。Sr の回収率は操作前後の溶液中 Sr 濃度を ICP-AES (iCap Duo 6300、サーモサイエンティフィック社製) で測定して算出した。

Sr を単離した溶液は 20 mL 容量のガラスバイヤルに入れ、直ちに液体シンチレーションカウンター (Tri Carb 2700 あるいは Tri Carb 2750、パッカード社製) でチェレンコフ光を測定した。その後断続的に測定して、⁹⁰Sr の娘核種であるイットリウム-90 (⁹⁰Y) の増加を確認した上で、⁹⁰Sr を定量した。

4. 安定元素濃度の測定

平成 24 年度及び平成 25 年度の採取した食品試料について、安定元素濃度の測定を実施した。測定方法を以下に示す。

(1) 安定カリウム (K) 及び安定 Cs の測定

溶液化したサンプルを採取し、安定 K 及び安定 Cs 濃度の測定に供した。測定はファーンエス原子吸光 (contrAA 700, Analytik Jena) あるいは (HP-4500, Yokogawa)、ICP-AES (iCAP-6300, Thermo Fisher Scientific) を用いて行い、濃度既知の標準溶液で検量線を作成し定量した。

(2) 安定 Sr 濃度及び安定カルシウム (Ca) 濃度の測定

溶液化したサンプル (陽イオン交換樹脂処理前のもの) を採取し、安定 Sr 濃度及び安定 Ca 濃度の測定に供した。測定は ICP-MS (HP-4500, Yokogawa) あるいは ICP-AES (iCAP-6300, Thermo Fisher Scientific) を用いて行い、濃度既知の標準溶液で検量線を作成し定量した。

5. 過去の大気圏内核実験によるフォールアウト影響の調査

人工放射性核種である ¹³⁷Cs と ⁹⁰Sr は、主に 1950

～1960年代の大気圏内核実験によって大気中に放出されて、地表面に沈着したことから、本事故の前に既に環境中に存在し、農畜産物からも検出されている。このため、本研究で測定された農畜産物中放射性核種濃度には、このフォールアウトの寄与も含まれており、特に本事故による放射性核種の影響が少ない場合には、核種濃度比もその影響が顕著に現れると考えられる。よって、過去のフォールアウトの影響を把握するために、環境放射線データベース¹⁾から、本事故が発生する前の平成12年～平成22年の間の農畜産物中¹³⁷Cs濃度及び⁹⁰Sr濃度のデータを検索した。本研究では核種濃度比の考察が重要となることから、検索されたデータの内、試料の種類、試料採取日及び試料採取場所が同一である試料について「同一試料」と見なし、その同一試料において¹³⁷Cs及び⁹⁰Srの両方が検出されているデータを抽出して、今回の食品試料の結果と比較検討することとした。なお、¹³⁷Cs濃度の測定値が日本分析センターと地方自治体機関の両方に存在する場合は、⁹⁰Sr濃度の測定機関である日本分析センターによる測定値を採用することとした。

6. 安定元素の摂取量の調査

食品中放射性Cs及び⁹⁰Sr濃度の測定は平成24年度～25年度にかけて実施したが、試料が購入できる期間や種類が限られているため、一般に摂取されている食品を網羅的に測定することは困難である。あわせて、⁹⁰Srについては、大量の試料を用いなければ検出ができないため、その試料数及び種類は非常に限定的となる。このため、これらの放射性物質濃度と、その食品に含まれている安定元素の濃度を比較し、一般的な安定元素の摂取量を用いることで、内部被ばく線量を推定することを試みる。公衆による安定元素(K、Ca)の摂取量は、平成25年国

民健康・栄養調査報告²⁾を用いることとした。

C. 研究結果

1. 一般試料中放射性核種濃度及び安定元素濃度の測定結果

平成24年度に購入した一般流通食品(農畜産物)中放射性核種濃度、安定Sr及び安定Ca濃度の測定結果を表1に示す。また、平成25年度に購入した一般流通食品(農産物)中放射性核種濃度、安定Cs、安定K、安定Sr及び安定Ca濃度の測定結果を表2に示す。平成24年度の放射性Cs濃度は検出下限値未満から40.2 Bq/kg-生重量であった。このうち、畜産物であるシャモ肉、鶏肉、豚肉、タマゴはいずれも検出下限値未満であった。このため、「D. 考察」においては、農作物のみを考察の対象とする。平成25年度の放射性Cs濃度は検出下限値未満から14.0 Bq/kg-生重量であった。このように、平成24年度、平成25年度ともに、一般食品の基準値である100 Bq/kgを超える農畜産物はなかった。また、平成25年度の試料は平成24年度の試料に比べ放射性Cs濃度が全体的に減少していた。¹³⁴Csについては放射性崩壊による減少が考えられるが、放射性崩壊の影響が小さい¹³⁷Cs濃度も全体的に減少しており、農作物への吸収抑制措置、土壌から農作物への移行が経時的に減少するエイジング、農耕地からの¹³⁷Csの溶脱等の影響が現れていることが考えられる。

一方、表1に示したように、平成24年度の試料中⁹⁰Sr濃度は、試料全てにおいて、検出下限値未満であった。このため、平成25年度の一般流通食品の⁹⁰Sr濃度測定は実施していない。

安定Cs及び安定K濃度は平成25年度の試料のみ測定を行った。安定Cs濃度は検出下限値未満の試料が多く、濃度の範囲は出下限値未満～5.7 μ

g/kg であった。安定 K 濃度は比較的変動範囲が小さく、1.2～7.5 g/kg であった。

平成 24～25 年度の食品試料中安定 Sr 濃度は 16～6600 μ g/kg と、その範囲は二桁にわたっている。また、安定 Ca 濃度は、16～3900 mg/kg であり、安定 Sr 濃度と同様に、濃度の範囲は二桁にわたっている。平成 24 年度に調査した方法では ^{90}Sr を検出することができなかったため、平成 25 年度には一部試料について供試量を約 10 kg に増量して ^{90}Sr 濃度を定量した（「分担報告書 2。」参照）。これらの試料について、安定 Sr 濃度を測定した結果を表 3 に示す。安定 Sr 濃度最も濃度の低いシイタケから濃度の高いダイズまで、表 1～表 2 と同程度の範囲となっている。

2. 安定元素濃度の摂取量調査

厚生労働省による平成 25 年国民健康・栄養調査報告に記載された安定 K 及び安定 Ca の一日平均摂取量を表 4 に示す。このデータは男女別、年齢階層別に調査されていることから、線量評価もこれらの区分に応じて行うこととする。

D. 考察

1. 基準値の導出の考え方による農作物核種濃度比の評価

基準値の導出にあたり、農作物に関しては、長期的には、耕作土壌から吸収された放射性核種による汚染が支配的となってくると考えられることから、この経路（経根吸収経路）を評価している³⁾。すなわち、ある時点を起点とする1年間の、農作物における各放射性核種の ^{137}Cs に対する濃度比は、以下の式で与えられる。

$$RCc_n(t) = RCs_n^0 \cdot RTFc_n \int_{t'}^{t'+1} \frac{\exp(-\lambda_n t)}{\exp(-\lambda_{cs-137} t)} dt$$

ここで、

$RCc_n(t)$: 農作物における評価年 t の核種 n の年間平均濃度比(-)

RCs_n^0 : 核種 n の耕作土壌中初期濃度比(-)

$RTFc_n$: 核種 n の土壌から農作物への移行係数比(-)

である。農作物への移行係数比は農作物の種類によって異なるため、農作物における評価は、農作物分類毎に行っている。

土壌における放射性核種の初期濃度比は、文部科学省が実施している放射線量等分布マップの作成のために測定されたモニタリングデータが存在する場合は、そのデータを用いることとしている。文科省モニタリングデータによる ^{137}Cs に対する ^{90}Sr の土壌中濃度の比率は、0.00016～0.058 であり、算術平均は 0.0026 であることから、地表面に沈着した ^{90}Sr の ^{137}Cs に対する土壌中濃度比として、0.0026 を高い値に丸めた 0.003 (平成 23 年 6 月 14 日時点) から換算して用いている。

一般に土壌から農作物への移行を評価する場合、農作物中の放射性核種濃度が土壌中濃度に比例するモデルが用いられる。このモデルの比例係数が、土壌－農作物間の移行係数である。基準値の導出では、独立行政法人（現：国立研究開発法人）放射線医学総合研究所、公益財団法人環境科学技術研究所及び独立行政法人（現：国立研究開発法人）農業環境技術研究所において得られた放射性核種及び安定元素による移行係数データと、IAEA が平成 22 年に取りまとめたテクニカル・レポート・シリーズ (TRS) No. 472 に示された放射性核種の移行係数を参照し、4 機関のデータを比較し、最も高い比を示す値を選択し、過小評価とならないように選択してい

る。なお、コメについては、玄米と白米の両方のデータを比較し、玄米の方が、Sr の Cs に対する移行係数の比が高いことから、玄米だけを食する人でも安全が担保できるよう、コメの移行係数比として玄米の移行係数比を採用している。評価に用いられた移行係数の Cs に対する比を表 5 に示す。

平成 24 年度の食品試料の採取が平成 24 年 7 月から 12 月に実施していることから、そのほぼ中間である平成 24 年 9 月 30 日を評価日とし、上述した基準値の導出の考え方による農作物の ^{137}Cs 濃度に対する ^{90}Sr の濃度比を評価した結果を表 6 に示す。なお、平成 25 年 9 月 30 日を評価日とした評価結果もあわせて表 6 に示す。 ^{137}Cs の半減期は約 30 年、 ^{90}Sr の半減期は約 29 年であり、この 2 核種の半減期は比較的近い値であることから、若干の期間設定の差異は核種濃度比の評価結果に大きな影響を及ぼさない。

2. 基準値の導出の考え方による農作物核種濃度比の評価結果及び過去のフォールアウトによる濃度との比較

平成 24 年度に採取した試料を対象として、基準値の導出の考え方による農作物核種濃度比の評価結果及び過去のフォールアウトによる濃度との比較を行う。基準値の導出の考え方による農畜産物中の核種間の濃度比はその種類によって異なることから、農作物中放射性核種濃度実測値と、基準値の導出の考え方による農作物核種濃度比の評価結果との比較は、農作物の種類毎に行う必要があるが、本研究(平成 24 年度)で採取した試料は、表 4 に示した農作物の評価に用いられた分類を網羅していない。また本事故以前に放射性核種の濃度が測定されていた農作物試料(つまり、フォールアウトによる影響があるもの)も同様に、表 4 の農作物分類を網羅して

いない。このため、コメ(図 1)、根菜類及び芋類(図 2)、葉菜類・豆類・果菜類(図 3)に分類して図示し、考察することとする。

(1) コメ

コメ中の ^{137}Cs 濃度と ^{90}Sr 濃度の検出下限値、平成 12 年～平成 22 年においてコメ中の ^{137}Cs 濃度と ^{90}Sr 濃度の両方が検出されているデータ、及び基準値の導出の考え方による、コメ中 $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比を評価した結果を図 1 に示す。本研究ではコメについては玄米を対象として 3 試料測定しており、 ^{137}Cs 濃度の範囲は 1.4～4.9 Bq/kg 生であった。なお、平成 12 年～平成 22 年において ^{137}Cs 濃度及び ^{90}Sr 濃度の両方が検出されているデータは全て対象が白米であり、玄米は含まれていない。また、図 1 のプロットは ^{137}Cs 濃度及び ^{90}Sr 濃度の両核種が検出された試料であり、どちらか一方あるいは両方が検出下限値未満とされているものはプロットされていないため、実際の濃度範囲は、図にプロットされている範囲より低い方に広がっていると考えるべきである。これは後述する図 2、図 3 でも同様である。図 1 に見られるように、今回検出された玄米中 ^{137}Cs 濃度は、玄米と白米の差異を考慮しても明確に高く、今回の事故の影響が現れていることが明らかである。これに対し、平成 24 年度試料の測定では数百 g の試料を用いたものの、 ^{90}Sr を検出することはできなかった。

(2) 根菜類及び芋類

平成 24 年度に採取した根菜類及び芋類の ^{137}Cs 濃度と ^{90}Sr 濃度の検出下限値、大気圏核実験由来のフォールアウトによる根菜類中の ^{137}Cs 濃度と ^{90}Sr 濃度の相関、及び基準値の導出の考え方による $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比を評価した結果を図 2 に示す。今回の測定では ^{90}Sr 濃度を検出することができなかった。

^{90}Sr の検出下限値は 0.1 Bq/kg 生重量程度であり、芋類における基準値の導出の考え方による $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比も高いが、仮に検出下限値をこれより低くしても、フォールアウトによる ^{90}Sr が検出される可能性がある。

(3) 葉菜類・豆類・果菜類

葉菜類、豆類、果菜類中の ^{137}Cs 濃度と ^{90}Sr 濃度の検出下限値、フォールアウトによる葉菜類中の ^{137}Cs 濃度と ^{90}Sr 濃度の相関、及び基準値の導出の考え方による $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比を評価した結果を図3に示す。過去のフォールアウトによる豆類及び果菜類中 ^{137}Cs 濃度と ^{90}Sr 濃度の範囲は、今回の調査では不明である。葉菜類、豆類、果菜類のいずれについても、比較的 ^{137}Cs 濃度が高い試料においても ^{90}Sr は検出下限値未満であり、その検出下限値は基準値の導出の考え方による $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比よりも低い。すなわち、葉菜類、豆類、果菜類については、フォールアウトによる ^{90}Sr が含まれている可能性を考慮しても、 ^{90}Sr 濃度は基準値の導出の考え方による $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 濃度比よりも低く、基準値導出における推定方法が妥当であることが示唆される。

3. 農畜産物毎のデータを用いた放射性 Cs による内部被ばく線量の試算

内部被ばく線量評価のための線量係数は、ICRP Publication No.72²⁾に記載されている経口摂取に係る内部被ばく線量係数を用いる。内部被ばく線量係数を表7に示す。平成24年度及び25年度の放射性Cs濃度のデータからこれらの食品の摂取による内部被ばく線量の推定を試みる。なお、本研究では、実際に福島県内で生産され、食品として販売されている農畜産物を対象としていることから、淡水産物及び海産物はこの評価では対象としないこととする。

食品の分類は基準値の導出の差異に用いられたカテゴリーに従う。農作物については、本研究において採取した試料を各カテゴリーに分類し、 ^{137}Cs が検出された試料の濃度を平均して、各カテゴリーの濃度とする。ただし「穀類」は本研究では玄米濃度のみを測定しているため、玄米と同一の濃度とする。畜産物は、平成24年度の測定で全て検出下限値未満であったため、卵については平成24年度の卵の検出下限値、その他の畜産物については平成24年度の肉類の検出下限値を平均濃度として用いる。「その他」については、キノコ類、菓子類、酒類、嗜好飲料、調味料等、広範囲な食品が含まれることから、上記に分類された農産物も含め、 ^{137}Cs が検出された全ての試料の平均値を「その他」の濃度として代表することとした。

^{134}Cs 濃度については、検出されていない試料も多く、誤差も大きいと考えられることから、平成23年3月11日における $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 比を 1:1 とし、各年度9月30日における ^{134}Cs 濃度との比を算出し、 ^{137}Cs 濃度に乗じることによって推定した。

平成24年度及び平成25年度採取試料の濃度から推定した19歳以上の男女に対する線量の評価結果を表8及び表9に示す。内部被ばく線量係数は表7の成人の値を用いる。平成24年度及び平成25年度ともに年間1 mSvを大幅に下回っており、平成25年度は平成24年度よりも線量が低くなっていることが明らかになった。しかしながら、これらの結果は、一般的なマーケットバスケットや陰膳方式によって推定された結果³⁾よりも高くなっている。その理由として以下のことが考えられる。

- ・ 本研究では、福島県内で生産された農畜産物を対象とし、福島県内のJA農作物直売所等で、福島県産品であることを確認した上で購入している。すなわち、本推定結果は、一年間に摂取する食

品を全て福島県内で生産された食品と仮定した場合となる。実際に摂取される食品はより広範囲から購入されるため、市場希釈の効果が働き、この結果よりもかなり低くなると考えられる。

- ・本推定では、検出下限値未満の試料は食品中濃度の推定に含めていない。実際には検出下限値未満の試料も多く存在するため、食品中平均濃度はもっと低くなると考えられる。
- ・放射性 Cs の摂取量の寄与が最も大きいのは「その他」であり、この中にはキノコ類、菓子類、酒類、嗜好飲料、調味料等が含まれる。本推定では、キノコ類等を含め、 ^{137}Cs が検出された全ての試料の平均値を「その他」の濃度として代表している。しかしながら実際には、酒類、嗜好飲料等のように濃度は低いが摂取量の比較的多いと考えられる食品も多く、「その他」のカテゴリーの放射性 Cs 濃度平均値は、推定値よりも低いと考えられる。

これらのことから本推定値は保守的な仮定に基づく過大評価となっていると考えられる。よって、より現実的な被ばく線量の評価方法について検討する必要がある。

4. 安定元素濃度を用いた内部被ばく線量の試算

(1) 放射性 Cs と安定 K との相関

表2に示したように、安定 Cs 濃度は検出下限値未満となった試料が多かったことから、放射性 Cs 濃度については、同じアルカリ金属であり、Cs と似通った挙動を示すと考えられる安定 K 濃度との相関について検討した。平成 25 年度の食品試料中安定 K 濃度と ^{137}Cs 濃度との相関を図 4 に示す。 ^{137}Cs 濃度が高い試料は比較的安定 K 濃度が高い傾向があることが示唆される。すなわち、 ^{137}Cs 濃度が高い試料は、当該食品が生産された地域の ^{137}Cs 沈着量が比較的高く、かつ、K 濃度が高い食品であることが推定

できる。 ^{137}Cs 濃度/安定 K 濃度比の平均値 (Bq/gK) は 0.39 であった。また、最大値は 19 で、平均値の 5 倍程度であった。

(2) ^{90}Sr と安定 Sr 及び安定 Ca との相関

平成 24 年度及び平成 25 年度に採取した一般流通食品中安定 Sr 濃度及び安定 Ca 濃度の関係を図 5 に示す。安定 Sr 濃度及び安定 Ca 濃度は正の相関関係にあり、安定 Ca 濃度が高い食品ほど、安定 Sr 濃度が高く、 ^{90}Sr 濃度も高くなる可能性があることが示唆された。なお、安定 Sr 濃度/安定 Ca 濃度比の平均値は $3.0 (\mu\text{g-Sr}/\text{mg-Ca})$ であった。

表 3 に示した大量試料について、安定 Sr 濃度と ^{90}Sr 濃度との相関を図 3 に示す。安定 Sr 濃度と ^{90}Sr 濃度は正の相関関係があり、安定 Sr 濃度が高いほど ^{90}Sr 濃度の高くなる傾向にある。 ^{90}Sr 濃度/安定 Sr 濃度比の平均値は $0.00011 (\text{Bq}/\mu\text{g-Sr})$ であった。よって、前述した安定 Sr 濃度/安定 Ca 濃度比の平均値を用いると、 ^{90}Sr 濃度/安定 Ca 濃度比の平均値は $0.00033 (\text{Bq}/\text{mg-Ca})$ となる。

(3) 内部被ばく線量評価

内部被ばく線量係数は表 7 に示した値を用いる。なお、表4の区分に従い、1～6 歳は 5 歳、7～14 歳は 10 歳、15～19 歳は 15 歳、20 歳以上の各区分は成人の線量係数を用いることとする。

^{137}Cs の年間摂取量は、安定 K の年間摂取量に ^{137}Cs 濃度/安定 K 濃度比の平均値を乗じることによって求めた。また、 ^{134}Cs の摂取量は平成 23 年 3 月 11 日における $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 比を 1:1 とし、平成 25 年 9 月 30 日の比を求めて、 ^{137}Cs 摂取量に乘じるによって求めた。

^{90}Sr の年間摂取量は、安定 Ca の年間摂取量に ^{90}Sr 濃度/安定 Ca 濃度比の平均値を乗じることに

って求めた。

各核種の年間摂取量推定値を男女別、年齢階層別に表 10 に示す。また、各核種による年間内部被ばく線量推定値を男女別、年齢階層別に表11に示す。

年間内部被ばく線量は放射性 Cs、⁹⁰Sr ともに 0.001 mSv/y のオーダーであり、合計しても介入線量レベルである年間 1 mSv を大幅に下回っていた。なお、「分担研究2.」において記述されているように、今回検出された⁹⁰Srは大気圏核実験由来と考えられ、事故由来の⁹⁰Srによる被ばく線量はより小さいと考えられる。ただし、今回の試料数は 9 試料であるのに対し、食品中安定 Sr 濃度や安定 Ca 濃度の範囲は二桁にわたっているため、今回の推定結果については不確実性が大きく、より精度の高い推定を行うためには、試料数を増やすなどのより詳細な検討が必要と考えられる。

なお、「分担研究2.」において記述されているように、帰還困難地域における試料においても本事故由来のプルトニウム(Pu)は検出されなかったこと、本研究も含めこれまでの食品試料の測定においてルテニウム-106 (¹⁰⁶Ru)が検出された事例がないことから、これらの核種による影響は無いと考えられる。

E. 結論

本研究では、福島県内において福島県産品の食品(農畜産物)を平成 24 年度及び平成 25 年度にそれぞれ 40 個及び 42 個購入し、放射性 Cs 濃度、⁹⁰Sr 濃度及び安定元素濃度を測定した。その結果、平成 24 年度の試料中放射性 Cs 濃度は検出下限値未満から 40.2 Bq/kg-生重量であり、一般食品の基準値である 100 Bq/kg を超える農畜産物はなかった。なお、⁹⁰Sr 濃度は、測定を実施した平成 24 年度の試料において、全て検出下限値未満であった。

本研究において測定された¹³⁷Cs 濃度及び⁹⁰Sr 濃度の検出下限値を、過去の大気圏内核実験によるフォールアウトに起因する、平成 12 年～平成 22 年における農作物中¹³⁷Cs 及び⁹⁰Sr の濃度の範囲、及び食品中放射性 Cs 基準値の導出の際に評価した核種濃度比と比較検討した。その結果、葉菜類・豆類・果菜類については、¹³⁷Cs 濃度が比較的高い試料においても⁹⁰Sr 濃度は検出下限値未満であり、基準値導出における推定方法が妥当であることが示唆された。

本研究によって得られた¹³⁷Cs 濃度から農畜産物摂取による被ばく線量を試算した結果、極めて保守的な仮定であっても年間 1 mSv を大幅に下回っており、なおかつ平成 25 年度は平成 24 年度に比べて減少していることが明らかとなった。

また、安定元素濃度を利用して、平成 25 年度採取試料の濃度から推定した内部被ばく線量の評価結果は、フォールアウトによる⁹⁰Sr の寄与を含めても、介入線量レベルである年間 1 mSv を大幅に下回っていた。帰還困難地域における試料においても本事故由来の Pu は検出されなかったこと、本研究も含めこれまでの食品試料の測定において¹⁰⁶Ru が検出された事例がないことから、これらの核種による影響はほとんど無いと考えられる。

これらの結果から、事故に起因する放射性 Cs 以外の核種の影響は極めて小さく、⁹⁰Sr 等の他の放射性核種の寄与を安全側に考慮した放射性 Cs に対する基準値の算定値は、妥当であったと考えられる。

F. 引用文献

- 1) 環境放射線データベース, <http://search.kankyo-hoshano.go.jp/>.
- 2) 厚生労働省:平成 25 年国民健康・栄養調査報告

(2015).

3) 厚生労働省ホームページ : H. 知的財産権の出願・登録状況
<http://www.mhlw.go.jp/> なし

4) ICRP: Publication 72(1996).

G. 研究業績

なし

I. 健康危険情報

なし

表1 食品中放射性核種濃度等の測定結果（平成24年度採取試料）

| 試料名 | ¹³⁴ Cs | ¹³⁷ Cs | ⁴⁰ K | ⁹⁰ Sr | ¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs | 安定Sr | 安定Ca |
|---------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------|--------------------------------------|---------|---------|
| | Bq/kg 生 | Bq/kg 生 | Bq/kg 生 | Bq/kg 生 | Bq/kg 生 | μg/kg 生 | mg/kg 生 |
| エダマメ | 5.9 ± 0.2 | 10.0 ± 0.2 | 160 ± 4 | < 0.14 | 15.9 ± 0.3 | 3.5E+02 | 5.5E+02 |
| シャモ肉 | < 0.6 | < 0.5 | 65 ± 4 | < 0.29 | - | 4.0E+01 | 6.5E+01 |
| コマツナ | 0.9 ± 0.0 | 1.4 ± 0.1 | 112 ± 2 | < 0.04 | 2.2 ± 0.1 | 2.4E+03 | 8.4E+02 |
| ツルムラサキ | 1.0 ± 0.0 | 1.6 ± 0.0 | 129 ± 2 | < 0.04 | 2.6 ± 0.1 | 1.8E+03 | 5.8E+02 |
| アオマメ | 15.0 ± 0.5 | 25.2 ± 0.5 | 558 ± 11 | - | 40.2 ± 0.7 | - | - |
| キュウリ | 0.4 ± 0.0 | 0.6 ± 0.0 | 68 ± 1 | < 0.02 | 1.0 ± 0.0 | 1.8E+02 | 1.5E+02 |
| トマト | < 0.1 | < 0.1 | 48 ± 1 | < 0.02 | - | 7.3E+01 | 6.0E+01 |
| ピーマン | 0.4 ± 0.0 | 0.7 ± 0.0 | 73 ± 1 | < 0.06 | 1.0 ± 0.0 | 3.7E+01 | 5.7E+01 |
| ナス | < 0.1 | < 0.2 | 66 ± 2 | < 0.09 | - | 1.0E+02 | 1.2E+02 |
| サヤインゲン | 0.1 ± 0.0 | 0.2 ± 0.0 | 60 ± 1 | < 0.03 | 0.3 ± 0.0 | 1.4E+03 | 3.8E+02 |
| プラム | 10.6 ± 0.1 | 16.3 ± 0.1 | 37 ± 1 | - | 26.8 ± 0.1 | - | - |
| ジャガイモ | 0.4 ± 0.1 | 0.6 ± 0.1 | 118 ± 2 | < 0.09 | 1.0 ± 0.1 | 2.1E+02 | 5.6E+01 |
| 鶏肉 | < 0.8 | < 0.7 | 350 ± 6 | < 0.24 | - | 2.2E+01 | 5.0E+01 |
| エゴマ豚肉 | < 0.8 | < 0.7 | 347 ± 6 | < 0.53 | - | 1.6E+01 | 5.9E+01 |
| モモ | 2.3 ± 0.1 | 3.6 ± 0.1 | 53 ± 1 | - | 5.9 ± 0.1 | - | - |
| ブルーベリー | 13.1 ± 0.3 | 22.7 ± 0.5 | 139 ± 8 | < 0.17 | 35.9 ± 0.6 | 1.8E+02 | 1.1E+02 |
| キクラゲ | 4.2 ± 0.1 | 6.4 ± 0.1 | 18 ± 1 | < 0.10 | 10.6 ± 0.1 | 3.1E+02 | 1.1E+02 |
| タマネギ | 0.2 ± 0.0 | 0.3 ± 0.0 | 39 ± 1 | < 0.06 | 0.5 ± 0.0 | 1.4E+02 | 1.1E+02 |
| カボチャ | 2.3 ± 0.1 | 3.6 ± 0.1 | 179 ± 3 | < 0.10 | 5.9 ± 0.2 | 2.9E+02 | 9.6E+01 |
| ササギマメ | 8.0 ± 0.3 | 12.8 ± 0.3 | 361 ± 7 | < 0.25 | 20.8 ± 0.4 | 2.3E+03 | 7.6E+02 |
| キャベツ | 0.2 ± 0.0 | 0.4 ± 0.0 | 66 ± 1 | < 0.03 | 0.7 ± 0.0 | 1.1E+03 | 1.7E+02 |
| シシトウ | < 0.2 | 0.2 ± 0.0 | 96 ± 2 | < 0.06 | - | 2.5E+02 | 1.3E+02 |
| ナガネギ | 0.2 ± 0.0 | 0.4 ± 0.0 | 59 ± 1 | < 0.04 | 0.6 ± 0.0 | 1.3E+03 | 1.9E+02 |
| オクラ | 0.2 ± 0.0 | 0.4 ± 0.0 | 78 ± 1 | < 0.07 | 0.6 ± 0.0 | 6.2E+02 | - |
| シイタケ | 4.4 ± 0.1 | 7.8 ± 0.1 | 73 ± 2 | < 0.07 | 12.2 ± 0.1 | 2.4E+01 | 1.6E+01 |
| ナシ | 1.8 ± 0.0 | 3.0 ± 0.0 | 45 ± 1 | < 0.04 | 4.8 ± 0.0 | 3.1E+01 | 2.3E+01 |
| サツマイモ | 2.8 ± 0.1 | 4.4 ± 0.1 | 150 ± 3 | < 0.13 | 7.2 ± 0.2 | 1.0E+03 | 3.6E+02 |
| キャベツ | 2.0 ± 0.2 | 3.8 ± 0.2 | 781 ± 13 | < 0.03 | 5.8 ± 0.3 | 1.2E+03 | 1.7E+02 |
| タマゴ | < 0.3 | < 0.4 | 596 ± 5 | < 0.33 | - | 2.3E+02 | 2.9E+02 |
| ニラ | 0.1 ± 0.0 | 0.2 ± 0.0 | 138 ± 2 | < 0.24 | 0.3 ± 0.0 | 6.7E+02 | 4.3E+02 |
| ブロッコリー | 0.7 ± 0.0 | 1.3 ± 0.0 | 132 ± 2 | < 0.08 | 1.9 ± 0.1 | 9.8E+02 | 2.1E+02 |
| サトイモ | 0.2 ± 0.0 | 0.5 ± 0.0 | 191 ± 2 | < 0.07 | 0.8 ± 0.1 | 2.4E+02 | 6.9E+01 |
| マイタケ | 1.4 ± 0.1 | 2.4 ± 0.1 | 104 ± 2 | < 0.07 | 3.8 ± 0.1 | 4.7E+01 | 2.8E+01 |
| リンゴ | 4.0 ± 0.1 | 6.9 ± 0.2 | 26 ± 2 | < 0.07 | 10.9 ± 0.2 | 6.1E+01 | 3.6E+01 |
| 玄米 | 2.5 ± 0.2 | 4.9 ± 0.2 | 55 ± 4 | < 0.24 | 7.4 ± 0.3 | 2.3E+02 | 1.6E+02 |
| 食用菊 | 5.4 ± 0.1 | 8.8 ± 0.1 | 63 ± 2 | < 0.07 | 14.1 ± 0.1 | 1.1E+02 | 1.7E+02 |
| カキ | 3.6 ± 0.1 | 6.3 ± 0.1 | 32 ± 1 | < 0.06 | 9.9 ± 0.1 | 1.4E+02 | 8.6E+01 |
| ハックルベリー | 0.2 ± 0.0 | 0.3 ± 0.1 | 165 ± 3 | < 0.08 | 0.4 ± 0.1 | 5.4E+02 | 2.1E+02 |
| 玄米 | 1.5 ± 0.3 | 2.7 ± 0.3 | 34 ± 7 | < 0.24 | 4.2 ± 0.4 | 2.6E+02 | 1.0E+02 |
| 玄米 | 1.0 ± 0.2 | 1.4 ± 0.3 | 48 ± 8 | < 0.29 | 2.4 ± 0.4 | 1.9E+02 | 1.6E+02 |

表2 食品中放射性核種濃度等の測定結果（平成25年度採取試料）

| 試料名 | ¹³⁴ Cs | ¹³⁷ Cs | ⁴⁰ K | ¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs | 安定Cs | 安定K | 安定Sr | 安定Ca |
|-------------|-------------------|-------------------|-----------------|--------------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | Bq/kg 生 | Bq/kg 生 | Bq/kg 生 | Bq/kg 生 | μg/kg 生 | g/kg 生 | μg/kg 生 | mg/kg 生 |
| ブロッコリー | 0.5 ± 0.1 | 1.1 ± 0.1 | 129 ± 3 | 1.6 ± 0.1 | < | 2.7E+00 | 2.5E+03 | 6.9E+02 |
| ホウレンソウ | 0.7 ± 0.0 | 1.3 ± 0.0 | 149 ± 2 | 2.0 ± 0.1 | 2.6E-01 | 3.1E+00 | 1.9E+03 | 4.7E+02 |
| ウド | 1.6 ± 0.1 | 3.1 ± 0.1 | 131 ± 2 | 4.7 ± 0.1 | 3.4E+00 | 2.8E+00 | 1.8E+02 | 1.9E+02 |
| ミツバ | 0.4 ± 0.1 | 0.7 ± 0.1 | 110 ± 3 | 1.1 ± 0.1 | 9.9E-01 | 3.0E+00 | 7.1E+02 | 4.6E+02 |
| カブ(茎・葉) | < 0.1 | < 0.1 | 116 ± 3 | - | < | 3.6E+00 | 4.4E+03 | 9.2E+02 |
| カブ(根) | < 0.1 | < 0.1 | 78 ± 1 | - | < | 2.0E+00 | 8.4E+02 | 2.1E+02 |
| アブラナ | 0.4 ± 0.0 | 0.8 ± 0.1 | 147 ± 2 | 1.2 ± 0.1 | < | 4.3E+00 | 3.7E+03 | 1.3E+03 |
| フキ | 0.3 ± 0.0 | 0.5 ± 0.0 | 128 ± 1 | 0.8 ± 0.0 | < | 4.0E+00 | 7.0E+02 | 3.7E+02 |
| ヨモギ | 2.8 ± 0.3 | 4.7 ± 0.3 | 173 ± 8 | 7.4 ± 0.4 | 5.7E+00 | 4.2E+00 | 2.9E+03 | 5.8E+02 |
| アスパラガス | 0.1 ± 0.0 | 0.1 ± 0.0 | 74 ± 1 | 0.2 ± 0.0 | 6.2E-01 | 2.0E+00 | 7.8E+01 | 2.4E+02 |
| キュウリ(ハウス) | < 0.0 | 0.1 ± 0.0 | 71 ± 1 | 0.1 ± 0.0 | < | 2.6E+00 | 6.7E+02 | 2.3E+02 |
| ホウレンソウ | 0.1 ± 0.0 | 0.2 ± 0.0 | 282 ± 4 | 0.3 ± 0.1 | < | 7.5E+00 | 6.7E+02 | 4.7E+02 |
| ハタマネギ | 0.1 ± 0.0 | 0.1 ± 0.0 | 72 ± 1 | 0.3 ± 0.0 | < | 1.8E+00 | 2.0E+03 | 3.5E+02 |
| ウド | 1.2 ± 0.1 | 2.1 ± 0.1 | 94 ± 3 | 3.2 ± 0.2 | 1.2E-01 | 2.4E+00 | 2.8E+02 | 1.6E+02 |
| ニラ | < 0.1 | < 0.1 | 108 ± 1 | - | < | 2.4E+00 | 1.9E+03 | 2.0E+02 |
| サンショウ(葉) | 1.1 ± 0.3 | 2.1 ± 0.3 | 109 ± 8 | 3.2 ± 0.4 | < | 3.5E+00 | 3.4E+03 | 1.0E+03 |
| ゴボウ | 0.4 ± 0.0 | 0.8 ± 0.0 | 144 ± 1 | 1.2 ± 0.0 | 1.9E+00 | 4.9E+00 | 2.1E+03 | 3.2E+02 |
| ダイコン | < 0.0 | < 0.0 | 96 ± 1 | - | < | 2.3E+00 | 7.1E+02 | 9.9E+01 |
| タマネギ | < 0.1 | < 0.1 | 42 ± 1 | - | < | 1.2E+00 | 4.8E+02 | 1.4E+02 |
| タマネギ | < 0.1 | < 0.1 | 50 ± 2 | - | 9.2E-02 | 1.4E+00 | 2.4E+02 | 1.3E+02 |
| スナックエンドウ | < 0.1 | < 0.1 | 53 ± 1 | - | < | 1.5E+00 | 1.6E+03 | 3.5E+02 |
| キャベツ | 0.1 ± 0.0 | 0.1 ± 0.0 | 74 ± 1 | 0.2 ± 0.0 | < | 2.5E+00 | 4.8E+02 | 2.9E+02 |
| シドケ | 4.4 ± 0.2 | 9.6 ± 0.4 | 160 ± 6 | 14.0 ± 0.4 | < | 5.1E+00 | 6.6E+03 | 8.8E+02 |
| スモモ(ソルダム) | 0.8 ± 0.0 | 1.6 ± 0.1 | 45 ± 1 | 2.3 ± 0.1 | 7.2E-01 | 1.6E+00 | 3.9E+02 | 1.5E+02 |
| ニンジン | 0.2 ± 0.0 | 0.4 ± 0.0 | 140 ± 2 | 0.5 ± 0.0 | < | 3.9E+00 | 1.2E+03 | 2.3E+02 |
| アスパラガス | 0.0 ± 0.0 | 0.2 ± 0.0 | 67 ± 1 | 0.2 ± 0.0 | < | 2.0E+00 | 6.2E+01 | 1.2E+02 |
| シントウ | 0.1 ± 0.0 | 0.2 ± 0.0 | 82 ± 2 | 0.4 ± 0.0 | < | 2.0E+00 | 4.0E+02 | 1.1E+02 |
| キュウリ | 0.1 ± 0.0 | 0.1 ± 0.0 | 53 ± 1 | 0.1 ± 0.0 | < | 1.5E+00 | 5.2E+02 | 1.1E+02 |
| ピーマン | 0.1 ± 0.0 | 0.1 ± 0.0 | 60 ± 1 | 0.2 ± 0.0 | < | 5.6E+00 | 1.4E+02 | 1.6E+02 |
| ミョウガ | 1.2 ± 0.0 | 2.4 ± 0.1 | 130 ± 2 | 3.6 ± 0.1 | < | 3.3E+00 | 4.6E+02 | 1.2E+02 |
| クロマメ | 1.1 ± 0.2 | 2.2 ± 0.2 | 207 ± 7 | 3.4 ± 0.3 | < | 7.1E+00 | 2.1E+03 | 7.1E+02 |
| ズッキーニ | 0.1 ± 0.0 | 0.2 ± 0.0 | 68 ± 1 | 0.3 ± 0.0 | < | 1.8E+00 | 2.3E+03 | 1.7E+02 |
| モモ(あかつき) | 0.9 ± 0.1 | 2.1 ± 0.1 | 47 ± 1 | 3.0 ± 0.1 | < | 3.9E+00 | 4.2E+02 | 1.8E+02 |
| カボチャ | 0.9 ± 0.1 | 2.1 ± 0.1 | 180 ± 4 | 2.9 ± 0.2 | < | 4.8E+00 | 4.4E+02 | 3.2E+02 |
| タマネギ | 0.2 ± 0.0 | 0.4 ± 0.0 | 47 ± 1 | 0.6 ± 0.0 | < | 1.6E+00 | 6.0E+02 | 2.0E+02 |
| コマツナ | 0.1 ± 0.0 | 0.2 ± 0.0 | 149 ± 2 | 0.4 ± 0.0 | < | 3.4E+00 | 3.5E+03 | 7.1E+02 |
| トウガン | 0.1 ± 0.0 | 0.3 ± 0.0 | 67 ± 1 | 0.4 ± 0.0 | < | 2.7E+00 | 2.0E+03 | 2.8E+02 |
| ダイコン | < 0.1 | < 0.1 | 89 ± 1 | - | < | 2.1E+00 | 5.8E+02 | 2.0E+02 |
| ジャガイモ(キタアカ) | 0.6 ± 0.0 | 1.2 ± 0.0 | 137 ± 1 | 1.8 ± 0.0 | < | 3.9E+00 | 1.1E+02 | 1.5E+02 |
| サツマイモ(ベニアズ) | 1.6 ± 0.1 | 3.5 ± 0.1 | 108 ± 2 | 5.1 ± 0.1 | 2.2E+00 | 3.3E+00 | 1.4E+03 | 4.0E+02 |
| サトイモ | 0.4 ± 0.0 | 0.9 ± 0.0 | 156 ± 1 | 1.3 ± 0.0 | < | 4.4E+00 | 1.2E+03 | 7.1E+02 |
| 玄米(コシヒカリ) | < 0.6 | 0.7 ± 0.2 | 82 ± 5 | 0.7 ± 0.6 | < | 1.3E+00 | 2.9E+02 | 3.9E+03 |

表3 大量試料による食品中放射性核種濃度の測定結果
(平成25年度採取試料)

| 試料名 | ¹³⁴ Cs | | ¹³⁷ Cs | | ⁴⁰ K | | ⁹⁰ Sr | | 安定Sr |
|-------|-------------------|--------|-------------------|--------|-----------------|------|------------------|---------|---------|
| | Bq/kg 生 | | Bq/kg 生 | | Bq/kg 生 | | Bq/kg 生 | | μg/kg 生 |
| コマツナ | 0.030 ± | 0.0036 | 0.055 ± | 0.0044 | 100 ± | 0.34 | 0.054 ± | 0.0027 | 1.1E+03 |
| キュウリ | 0.063 ± | 0.0074 | 0.11 ± | 0.008 | 66 ± | 0.57 | 0.013 ± | 0.0011 | 2.1E+02 |
| 玄米 | 0.74 ± | 0.054 | 1.6 ± | 0.077 | 65 ± | 1.9 | 0.013 ± | 0.0018 | 1.2E+03 |
| パレিশョ | 1.7 ± | 0.026 | 3.9 ± | 0.039 | 130 ± | 0.88 | 0.012 ± | 0.00093 | 3.2E+01 |
| ニンジン | 0.36 ± | 0.032 | 0.78 ± | 0.040 | 130 ± | 1.7 | 0.031 ± | 0.0022 | 1.6E+03 |
| ダイズ | 3.7 ± | 0.32 | 8.8 ± | 0.47 | 540 ± | 14 | 0.30 ± | 0.014 | 8.0E+03 |
| 柿 | 1.5 ± | 0.047 | 3.6 ± | 0.074 | 56 ± | 1.2 | 0.0086 ± | 0.00050 | 2.3E+02 |
| 食用菊 | 0.072 ± | 0.0040 | 0.17 ± | 0.0059 | 86 ± | 0.32 | 0.044 ± | 0.0039 | 3.2E+02 |
| シイタケ | 2.2 ± | 0.093 | 5.1 ± | 0.14 | 85 ± | 2.3 | 0.0047 ± | 0.00032 | 1.9E+01 |

表4 安定K及び安定Caの摂取量
(一日あたりの平均摂取量、単位：mg/日)

| 年齢区分 | | 1-6歳 | 7-14歳 | 15-19歳 | 20-29歳 | 30-39歳 | 40-49歳 | 50-59歳 | 60-69歳 | 70歳以上 |
|------|-------|------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 男 | カリウム | 1450 | 2259 | 2225 | 1995 | 2119 | 2121 | 2323 | 2606 | 2703 |
| | カルシウム | 421 | 667 | 502 | 445 | 454 | 443 | 473 | 550 | 590 |
| 女 | カリウム | 1442 | 2047 | 1850 | 1770 | 1893 | 1874 | 2246 | 2506 | 2372 |
| | カルシウム | 413 | 607 | 431 | 405 | 441 | 420 | 490 | 540 | 521 |

表5 規格基準の設定に用いられた農作物に関する環境移行パラメータ
(移行係数のCsに対する比)

| 元素 | 穀類 | コメ | 芋類 | 葉菜類 | 根菜類 | 豆類 | 果菜類 |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Sr | 2.0E+01 | 3.4E+00 | 4.8E+00 | 4.1E+01 | 6.7E+01 | 3.5E+01 | 1.7E+01 |
| Ru | 1.1E+00 | 1.1E+00 | 8.9E-02 | 1.5E+00 | 2.4E-01 | 3.8E-01 | 9.5E-01 |
| Pu | 3.3E-04 | 3.3E-04 | 2.0E-03 | 1.4E-03 | 9.3E-03 | 1.6E-03 | 3.1E-03 |

表6 規格基準設定のパラメータより導出した⁹⁰Sr /¹³⁷Cs比の評価結果
(各年度9月30日を評価日とする)

| | 穀類 | コメ | 芋類 | 葉菜類 | 根菜類 | 豆類 | 果菜類 |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 平成24年度 | 6.0E-02 | 1.0E-02 | 1.4E-02 | 1.2E-01 | 2.0E-01 | 1.0E-01 | 5.1E-02 |
| 平成25年度 | 6.0E-02 | 1.0E-02 | 1.4E-02 | 1.2E-01 | 2.0E-01 | 1.0E-01 | 5.1E-02 |

表7 内部被ばく線量係数 (Sv/Bq)

| 放射性核種 | 3月児 | 5歳 | 10歳 | 15歳 | 成人 |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Cs-134 | 2.6E-08 | 1.3E-08 | 1.4E-08 | 1.9E-08 | 1.9E-08 |
| Cs-137 | 2.1E-08 | 9.6E-09 | 1.0E-08 | 1.3E-08 | 1.3E-08 |
| Sr-90 | 2.3E-07 | 4.7E-08 | 6.0E-08 | 8.0E-08 | 2.8E-08 |

表8 農畜産物摂取による線量推定結果 (平成24年度採取試料)

| | 19歳以上【男子】 一日摂取量 (g/day) | 19歳以上【女子】 一日摂取量 (g/day) | Cs137平均濃度 (Bq/kg) | 19歳以上【男子】 一日摂取 量(Bq/day) | 19歳以上【女子】 一日摂取 量(Bq/day) |
|------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 穀類 | 127.5 | 110.9 | 3 | 0.38 | 0.33 |
| コメ | 424 | 292 | 3 | 1.27 | 0.88 |
| 芋類 | 60 | 55.8 | 1.9 | 0.11 | 0.11 |
| 葉菜類 | 142.9 | 130.2 | 1.2 | 0.17 | 0.16 |
| 根菜類 | 85.2 | 78.1 | 0.3 | 0.03 | 0.02 |
| 豆類 | 64.3 | 61.7 | 16 | 1.03 | 0.99 |
| 果菜類 | 229.7 | 243.1 | 5.4 | 1.24 | 1.31 |
| 乳製品 | 30.6 | 38.9 | 0.6 | 0.02 | 0.02 |
| 牛肉 | 17.7 | 12.1 | 0.6 | 0.01 | 0.01 |
| 豚肉 | 46.6 | 36.1 | 0.6 | 0.03 | 0.02 |
| 鶏肉 | 22.1 | 16.2 | 0.6 | 0.01 | 0.01 |
| 鶏卵 | 39.6 | 34.5 | 0.4 | 0.02 | 0.01 |
| その他* | 623.8 | 374 | 4.8 | 2.99 | 1.80 |
| 牛乳 | 82.3 | 87 | 0.6 | 0.05 | 0.05 |
| | | | Cs137摂取量合計 (Bq/y) | 2.7E+03 | 2.1E+03 |
| | | | Cs134摂取量合計 (Bq/y) | 1.7E+03 | 1.3E+03 |
| | | | Cs137線量(mSv/y) | 3.5E-02 | 2.7E-02 |
| | | | Cs134線量(mSv/y) | 3.1E-02 | 2.4E-02 |
| | | | 線量合計(mSv/y) | 6.6E-02 | 5.2E-02 |

*その他にはキノコ類、菓子類、酒類、嗜好飲料、調味料等が含まれる

表9 農畜産物摂取による線量推定結果（平成25年度採取試料）

| | 19歳以上【男子】 一日摂取量 (g/day) | 19歳以上【女子】 一日摂取量 (g/day) | Cs137平均濃度 (Bq/kg) | 19歳以上【男子】 一日摂取量 (Bq/day) | 19歳以上【女子】 一日摂取量 (Bq/day) |
|----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| 穀類 | 127.5 | 110.9 | 0.7 | 0.09 | 0.08 |
| コメ | 424 | 292 | 0.7 | 0.30 | 0.20 |
| 芋類 | 60 | 55.8 | 1.9 | 0.11 | 0.11 |
| 葉菜類 | 142.9 | 130.2 | 1 | 0.14 | 0.13 |
| 根菜類 | 85.2 | 78.1 | 0.5 | 0.04 | 0.04 |
| 豆類 | 64.3 | 61.7 | 2.2 | 0.14 | 0.14 |
| 果菜類 | 229.7 | 243.1 | 0.7 | 0.16 | 0.17 |
| 乳製品 | 30.6 | 38.9 | 0.6 | 0.02 | 0.02 |
| 牛肉 | 17.7 | 12.1 | 0.6 | 0.01 | 0.01 |
| 豚肉 | 46.6 | 36.1 | 0.6 | 0.03 | 0.02 |
| 鶏肉 | 22.1 | 16.2 | 0.6 | 0.01 | 0.01 |
| 鶏卵 | 39.6 | 34.5 | 0.4 | 0.02 | 0.01 |
| その他* | 623.8 | 374 | 1.4 | 0.87 | 0.52 |
| 牛乳 | 82.3 | 87 | 0.6 | 0.05 | 0.05 |
| *その他にはキノコ類、菓子類、酒類、嗜好飲料、調味料等が含まれる | Cs137摂取量合計 (Bq/y) | | | 7.3E+02 | 5.5E+02 |
| | Cs134摂取量合計 (Bq/y) | | | 3.3E+02 | 2.5E+02 |
| | Cs137線量(mSv/y) | | | 9.5E-03 | 7.2E-03 |
| | Cs134線量(mSv/y) | | | 6.2E-03 | 4.7E-03 |
| | 線量合計(mSv/y) | | | 1.6E-02 | 1.2E-02 |

表10 各核種の年間摂取量推定値（単位：Bq/y）

| 年齢区分 | 1-6歳 | 7-14歳 | 15-19歳 | 20-29歳 | 30-39歳 | 40-49歳 | 50-59歳 | 60-69歳 | 70歳以上 | |
|------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 男 | Cs-134 | 9.3E+01 | 1.4E+02 | 1.4E+02 | 1.3E+02 | 1.4E+02 | 1.4E+02 | 1.5E+02 | 1.7E+02 | 1.7E+02 |
| | Cs-137 | 2.1E+02 | 3.2E+02 | 3.2E+02 | 2.8E+02 | 3.0E+02 | 3.0E+02 | 3.3E+02 | 3.7E+02 | 3.9E+02 |
| | Sr-90 | 5.1E+01 | 8.0E+01 | 6.1E+01 | 5.4E+01 | 5.5E+01 | 5.3E+01 | 5.7E+01 | 6.6E+01 | 7.1E+01 |
| 女 | Cs-134 | 9.2E+01 | 1.3E+02 | 1.2E+02 | 1.1E+02 | 1.2E+02 | 1.2E+02 | 1.4E+02 | 1.6E+02 | 1.5E+02 |
| | Cs-137 | 2.1E+02 | 2.9E+02 | 2.6E+02 | 2.5E+02 | 2.7E+02 | 2.7E+02 | 3.2E+02 | 3.6E+02 | 3.4E+02 |
| | Sr-90 | 5.0E+01 | 7.3E+01 | 5.2E+01 | 4.9E+01 | 5.3E+01 | 5.1E+01 | 5.9E+01 | 6.5E+01 | 6.3E+01 |

表11 各核種による年間内部被ばく線量推定値（単位：mSv/y）

| 年齢区分 | 1-6歳 | 7-14歳 | 15-19歳 | 20-29歳 | 30-39歳 | 40-49歳 | 50-59歳 | 60-69歳 | 70歳以上 | |
|------|--------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 男 | Cs-134 | 1.2E-03 | 2.0E-03 | 2.7E-03 | 2.4E-03 | 2.6E-03 | 2.6E-03 | 2.8E-03 | 3.2E-03 | 3.3E-03 |
| | Cs-137 | 2.0E-03 | 3.2E-03 | 4.1E-03 | 3.7E-03 | 3.9E-03 | 3.9E-03 | 4.3E-03 | 4.8E-03 | 5.0E-03 |
| | Cs-(134+137) | 3.2E-03 | 5.2E-03 | 6.8E-03 | 6.1E-03 | 6.5E-03 | 6.5E-03 | 7.1E-03 | 8.0E-03 | 8.3E-03 |
| | Sr-90 | 2.4E-03 | 4.8E-03 | 4.8E-03 | 1.5E-03 | 1.5E-03 | 1.5E-03 | 1.6E-03 | 1.9E-03 | 2.0E-03 |
| 女 | Cs-134 | 1.2E-03 | 1.3E-03 | 1.5E-03 | 1.5E-03 | 1.6E-03 | 1.6E-03 | 1.9E-03 | 2.1E-03 | 2.0E-03 |
| | Cs-137 | 2.0E-03 | 2.9E-03 | 3.4E-03 | 3.3E-03 | 3.5E-03 | 3.5E-03 | 4.2E-03 | 4.6E-03 | 4.4E-03 |
| | Cs-(134+137) | 3.2E-03 | 4.2E-03 | 5.0E-03 | 4.7E-03 | 5.1E-03 | 5.0E-03 | 6.0E-03 | 6.7E-03 | 6.4E-03 |
| | Sr-90 | 2.3E-03 | 4.4E-03 | 4.2E-03 | 1.4E-03 | 1.5E-03 | 1.4E-03 | 1.7E-03 | 1.8E-03 | 1.8E-03 |

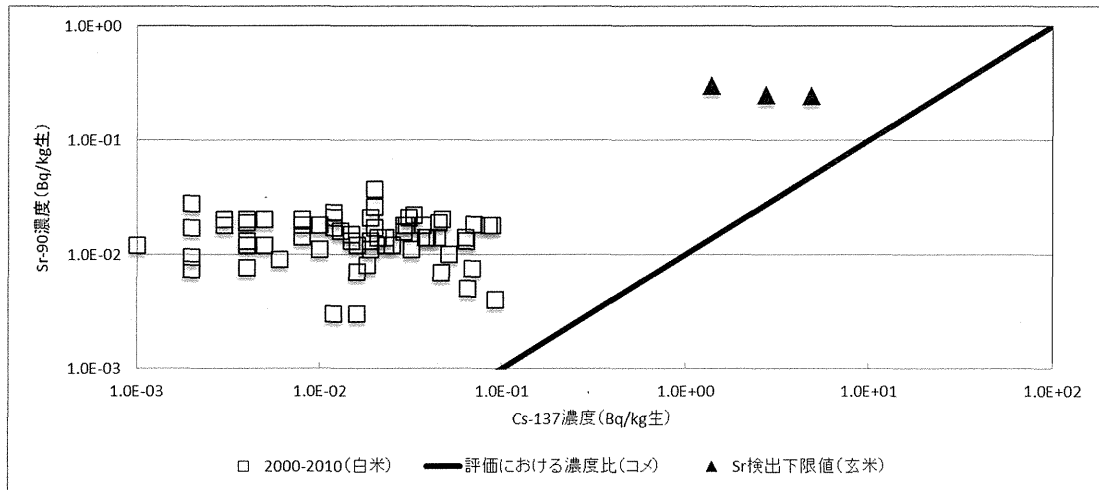


図1 食品中核種濃度実測値と規格基準設定における濃度比
(平成24年度採取：コメ)

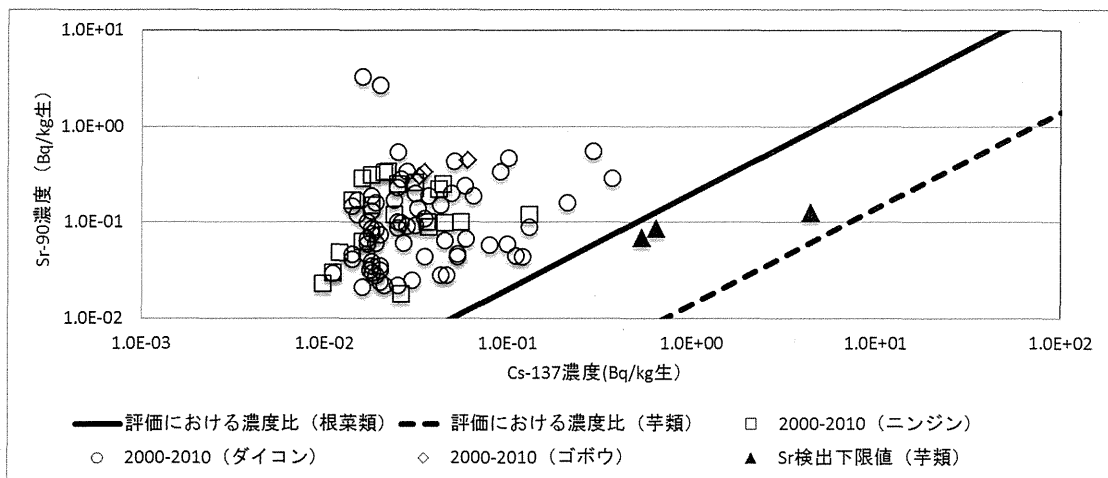


図2 農作物中核種濃度実測値と規格基準設定における濃度比
(平成24年度採取：芋類・根菜類)

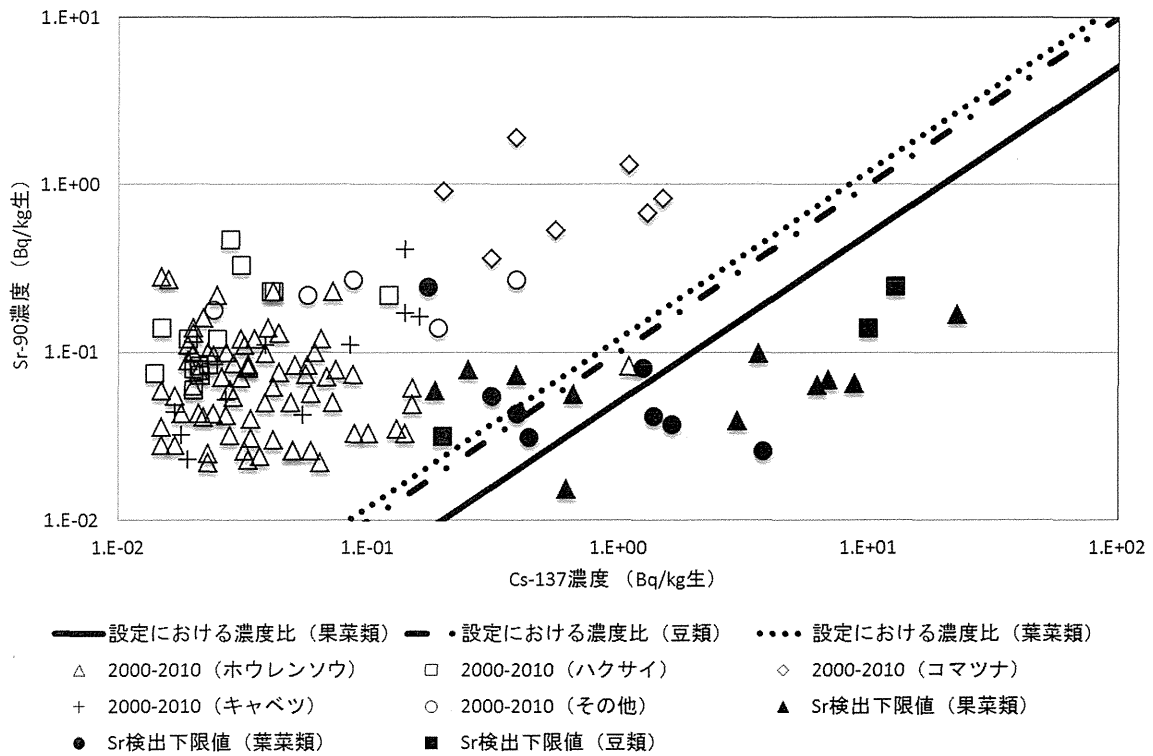


図3 農作物中核種濃度実測値と規格基準設定における濃度比
(平成24年度採取：葉菜類・豆類・果菜類)

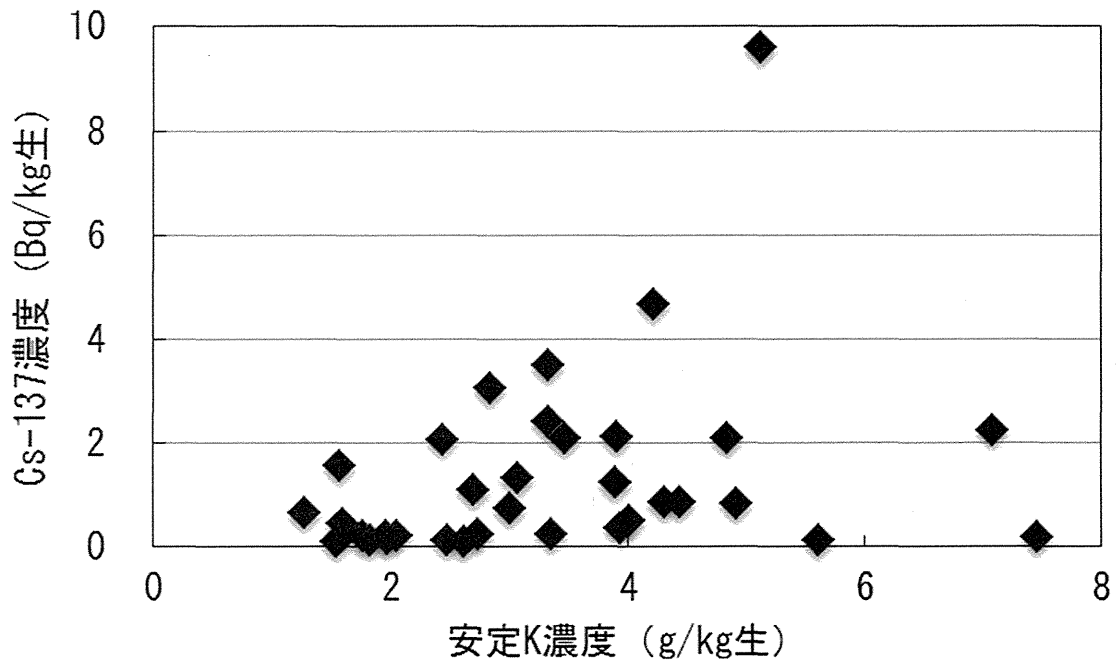


図4 食品中安定K濃度と¹³⁷Cs濃度の相関

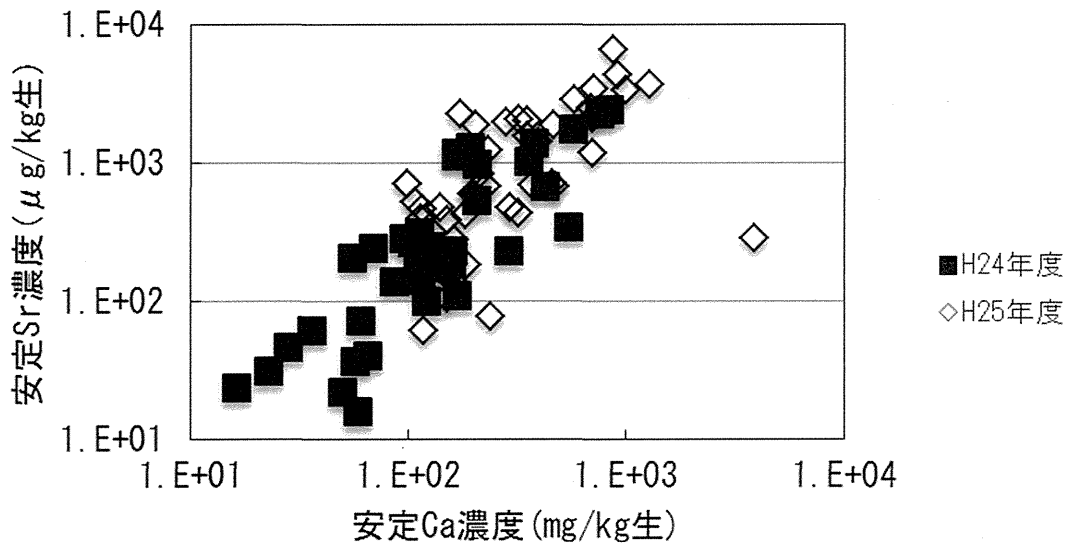
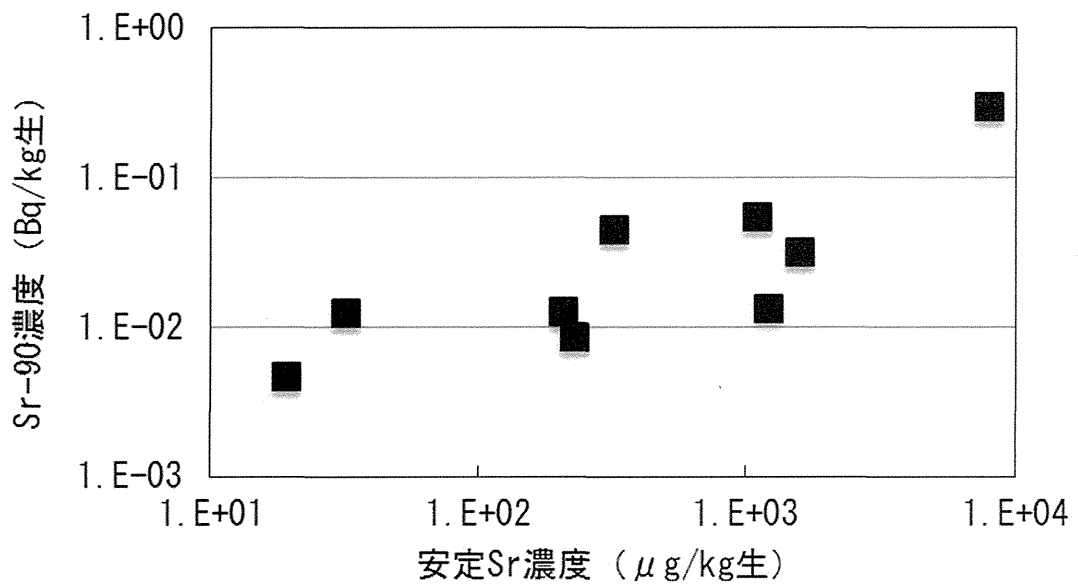


図5 食品中安定Ca濃度と安定Sr濃度の相関

図6 食品中安定Sr濃度と⁹⁰Sr濃度との相関



III. 研究成果の刊行物に関する一覧表

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

| 著者氏名 | 論文タイトル名 | 書籍全体の編集者名 | 書籍名 | 出版社名 | 出版地 | 出版年 | ページ |
|--|---|--------------|--|----------|-------|------|-----------|
| T.Aono, Y. Ito, T.Sohtome ,T.Mizuno, S. Igarashi, J. Kanda, and T. Ishimaru | Observation of Radionuclides in Marine Biota off the Coast of Fukushima Prefecture After TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident | S. Takahashi | Radiation Monitoring and Dose Estimation of the Fukushima Nuclear Accident | Springer | Tokyo | 2013 | 115 - 123 |
| 塚田祥文、 小山良太 | | 塚田祥文 小山良太 | なすびのギモン(食品) | 環境省 | | 2014 | 1-33 |

論文発表

| 発表者氏名 | 論文タイトル名 | 発表誌名 | 巻号 | ページ | 出版年 |
|--|---|---|----|-------|------|
| T. Aono, Y. Ito, T. Saotome, T. Mizuno, T. Igarashi, J. Kanda, T. Ishimaru | Observation of radionuclides in marine biota off the coast of Fukushima prefecture after TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant accident | Proceedings of the International Symposium on Environmental Monitoring and Dose Estimation of Residents | | 62-65 | 2012 |

| | | | | | |
|---|---|--|----|---------|------|
| | | After Accident of TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Stations | | | |
| 青野辰雄、鄭建、 府馬正一、久保 田善久、渡辺嘉 人、久保田正秀、 溝口雅彦、尾崎 和久、早乙女忠 弘、五十嵐敏、 伊藤友加里、神 田穰太、石丸隆、 吉田聡 | 福島沿岸における海洋 生物中の放射性核種に ついて | Proceedings of the Workshop on Environment al Radioactivity (KEK Proceedings) | | 203-205 | 2012 |
| 塚田祥文 | 環境中放射性物質の農 作物への移行と飲食物 の新しい基準値につい て | 土づくりと エコ農法 | 44 | 2-11 | 2012 |
| 高橋知之 | 食品中放射性核種濃度 の新たな規格基準 | 日本原子力 学会誌 | 54 | 602-605 | 2012 |
| 国分牧衛、南條 正巳、日塔明広、 塚田祥文、根本 圭介、Peter Slavich、島田和 彦、近藤始彦、 井上眞理 | 東日本大震災からの農 業再生と作物生産技術 | 日本作物学 会紀事 | 82 | 86-95 | 2013 |
| 高橋知之 | 食品中放射性核種濃度 基準値の設定 | 食品衛生学 雑誌 | 54 | 97-101 | 2013 |