

Sr-90 濃度を測定した。なお、キュウリ、ジャガイモ、ダイズについては、加工による濃度比の変化を検討するため、それぞれキュウリの塩漬け、茹でイモ、茹でダイズに加工した状態での濃度の測定も実施した。残りの試料の Sr-90 濃度については平成 26 年度に測定予定である。

試料は熱風乾燥 (105℃) 及び凍結乾燥後に乾燥試料の灰化 (450℃以下) を行った。灰化試料の Sr-90 濃度の測定方法は、“文部科学省放射能測定シリーズ 2 「放射性ストロンチウム分析法」 (平成 15 年改定)” に拠った。

なお、灰化試料の作成は (株) 環境総合テクノス、Sr-90 濃度の分析は (一財) 九州環境管理協会に委託して実施した。放射性セシウム濃度の測定は福島大学で実施した。

## 5. 安定ストロンチウム濃度及びカルシウム濃度の測定

「3. Sr-90 濃度の測定」で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、安定ストロンチウム濃度及びカルシウム濃度の測定に供した。測定は ICP-MS (HP-4500, Yokogawa) 及び 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。

## 6. 過去の大気圏内核実験によるフォールアウトの影響の調査

人工放射性核種である Cs-137 と Sr-90 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 年間の農畜産物中 Cs-137 濃度及び Sr-90 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 Cs-137 及び Sr-90 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、Cs-137 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、Sr-90 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。

## 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 年度及び平成 25 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、及び安定ストロンチウム、カルシウム濃度の測定結果を表 1 及び表 2 にそれぞれ示す。なお、平成 24 年度に調査した試料の放射性セシウム濃度については既に報告済みであるが、Sr-90 の分析結果と対比させるため併せて表示した。

平成 24 年度の放射性セシウム（Cs-134+Cs-137）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 年度の放射性セシウム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セシウム濃度が全体的に減少していた。Cs-134 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 Cs-137 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 Cs-137 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 Sr-90 濃度は、試料全てにおいて、検出下限値未満であった。平成 25 年度に採取した試料の Sr-90 濃度は現在測定中である。

なお、平成 24～25 年度の食品試料中安定ストロンチウム濃度は 16～6600  $\mu\text{g}/\text{kg}$  と、その範囲は二桁にわたっていた。

### 2. 大量試料中放射性核種濃度の測定結果

平成 24 年度に調査した方法では Sr-90 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 Sr-90 濃度を定量することを試みた結果を表 3 に示す。ここで用いた試料は玄米、キュウリ、ジャガイモ、大豆、コマツナ、シイタケ、食用菊、ニンジン、柿であり、このうち、キュウリ、ジャガイモ、大豆、柿は調理加工後の濃度も測定し、放射性セシウムの濃度も合わせて調理加工による放射性核種の溶脱について調査した。

調理加工前の作物中放射性セシウム濃度は、0.085～13 Bq/kg-生重量の範囲

であった。調理加工後の放射性セシウム濃度を調理加工前と比較した。キュウリ中濃度は、生重量当たりで比較すると調理加工前後で変化は見られなかったが、乾物重量当たりで比較すると濃度が減少しており、塩漬けにより放射性セシウムが溶脱していると考えられる。一方、ジャガイモについては生重量当たり及び乾物重量当たりとも濃度に変化がなく茹でることによる溶脱は見られなかった。大豆については、生重量当たり及び乾物重量当たり共に放射性セシウム濃度が減少しており、茹でることにより溶脱していることが確認された。

調理加工前の玄米、キュウリ、ジャガイモ、大豆中 Sr-90 濃度は、0.012~0.30 Bq/kg-生重量の範囲であった。キュウリ中濃度は、生重量当たりで比較すると加工することで若干増加しているが、乾物重量当たりで比較すると減少している。ジャガイモについては、生重量当たり及び乾物重量当たり共に減少しており、調理加工に伴い Sr-90 が溶脱することが明らかになった。ダイズについては、生重量当たりの濃度では調理加工後の濃度で減少しているが、乾物重量当たりでの変化が少ないことから、溶脱量は少ないと考えられる。

#### 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<sup>2)</sup>

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。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 Cs-137 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 Cs-137 に対する Sr-90 の土壤中濃度の比率は、 $1.6 \times 10^{-4} \sim 5.8 \times 10^{-2}$  であり、算術平均は  $2.6 \times 10^{-3}$  であることから、地表面に沈着した Sr-90 の Cs-137 に対する土壤中濃度比として、 $2.6 \times 10^{-3}$  を高い値に丸めた  $3 \times 10^{-3}$  (平成 23 年 6 月 14 日時点) から換算して用いている。

一般に土壤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壤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、土壤－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、過小評価とに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、ストロンチウムのセシウム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。基準値の導出に用いられた土壤から農作物への移行

平成 24 年度の食品試料の採取は平成 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 日における、上述した基準値の導出の考え方による農作物核種濃度比を評価した結果を表 5 に示す。なお、平成 25 年 9 月 30 日における評価結果もあわせて表 5 に示す。Cs-137 の半減期は約 30 年、Sr-90 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および過去のフォールアウトによる濃度との比較

平成 25 年度に採取した試料の Sr-90 濃度は全て測定中であることから、平成 24 年度に採取した試料を対象として評価を行う。

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。ただし、本研究におけるサンプリング試料と、平成 12 年～平成 22 年におけるサンプリング試料は、いずれも表 4 に示した農作物の評価にお

いて用いられた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 Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の検出下限値、平成 12 年～平成 22 年においてコメ中の Cs-137 濃度と Sr-90 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 Sr-90/Cs-137 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、Cs-137 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 Cs-137 濃度及び Sr-90 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 Cs-137 濃度及び Sr-90 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 Cs-137 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、Sr-90 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 Cs-137 濃度と Sr-90 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 Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の相関、及び基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 濃度比を評価した結果を図 2 に示す。今回の測定では Sr-90 濃度を検出することができなかった。Sr-90 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 Sr-90/Cs-137 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 Sr-90 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 Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の検出下限値、フォールアウトによる葉菜類中の Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の相関、及び基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 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 Cs-137 濃度と Sr-90 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 Cs-137 濃度が高い試料においても Sr-90 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 Sr-90/Cs-137 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 Sr-90 が含まれている可能性を考慮しても、Sr-90 濃度は基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 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. 大量試料による農作物核種濃度比の評価結果

供試量を約 10 kg として Sr-90 濃度を分析した値を用いて、Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の相関、及び基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 濃度比を評価した結果を図 4 に示す。キュウリを除く 5 試料は Cs-137 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る。一方、Sr-90 濃度は、図 1～図 3 に示したように、過去のフォールアウトによる農作物中 Sr-90 濃度の範囲内であり、検出された Sr-90 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、これらの試料については、フォールアウトによる Sr-90 が含まれている可能性を考慮しても、Sr-90 濃度は基準値の導出の考え方

による Sr-90/Cs-137 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。キュウリについては Cs-137 濃度が低く、事故の影響が限定的であると考えられ、検出された Sr-90 もフォールアウトによるものと考えられる。

### 4. 安定ストロンチウム濃度及びカルシウム濃度

表 1 に示したように、平成 24 年度に採取した一般流通食品（農畜産物）中安定ストロンチウム濃度は 16～2400  $\mu$ g/kg とその範囲は二桁にわたっており、特にコマツナで高かった。特に葉菜類や豆類では安定ストロンチウム濃度が高い傾向にあり、畜産物や果菜類では低い傾向にある。すなわち、ストロンチウムは葉菜類や豆類では蓄積しやすい傾向があるため、これらの種類では Sr-90/Cs-137 濃度比が高くなる可能性がある。なお、同じ葉菜でもコマツナ等は特に濃度比が高くなる可能性がある。

平成 24 年度に採取した一般流通食品中安定ストロンチウム濃度及びカルシウム濃度の関係を図 5 に示す。安定ストロンチウム濃度及びカルシウム濃度は正の相関関係にあり、カルシウム濃度が高い食品ほど、安定ストロンチウム濃度が高く、Sr-90 濃度も高くなる可能性があることが示唆された。よって、

食品成分表等に示されている食品中カルシウム濃度も、食品中 Sr-90 濃度の推定に有用な知見を提供する可能性があることが示された。

## 5. 食品摂取による内部被ばく線量の試算

前述したように、食品中 Sr-90 濃度を検出した試料は、大量の試料を用いた4種類7試料のみであり、平成26年度のデータの蓄積を待つて解析する予定であることから、今年度は放射性セシウム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今回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、Cs-137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、Cs-137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。

Cs-134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、各年度9月30日におけるCs-137濃度との比を算出し、Cs-137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6及び表7に示す。いずれの年も年間1mSv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<sup>2)</sup>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。
- ・放射性セシウム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、Cs-137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セシウム濃度平均値は、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。

なお、Sr-90による被ばく線量は、実測値及び安定元素濃度を用いて評価する方法を次年度検討することとする。

## 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、放射性セシウム濃度とSr-90濃度を測定した。その結果、平成24年度の試料中放射性セシウム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、Sr-90濃度は、測定が終了した平成24年度の試料において、全て検出下限値未満であった。また、検出下限値を下げるため、約10 kgの大量の試料を灰化減容し分析したSr-90の分析結果は、0.012～0.30 Bq/kg-生重量であった。

本研究において測定されたCs-137濃度を、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Cs-137及びSr-90の濃度の範囲、及び食品中放射性セシウム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、Cs-137濃度が比較的高い試料においてもSr-90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。また、大量の試料を用いることによってSr-90を検出した試料では、過去の大気圏核実験由来のフォールアウトの寄与と同程度であることが明らかになった。

本研究によって得られたCs-137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。

本研究ではデータ数が限られているため、今後更に作物や地点を変えて、広く影響が現れている可能性がある試料について、放射性核種濃度等の調査を継続することが必要である。

#### F. 引用文献

1) 環境放射線データベース,  
<http://search.kankyo-hoshano.go.jp>

／

2) 厚生労働省ホームページ：  
<http://www.mhlw.go.jp/>

3) Hirofumi Tsukada, Akira Takeda and Hidenao Hasegawa (2008) Uptake and distributions of  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in rice plants, 16th Pacific Basin Nuclear Conference, Aomori, Japan. P16P1121.

#### G. 研究業績

なし

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

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	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	<sup>90</sup> Sr	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs	安定Sr	安定Ca
	Bq/kg <sub>生</sub>	Bq/kg <sub>生</sub>	Bq/kg <sub>生</sub>	Bq/kg <sub>生</sub>	Bq/kg <sub>生</sub>	μg/kg <sub>生</sub>	mg/kg <sub>生</sub>
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
シントウ	< 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
プロッコリー	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	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	<sup>90</sup> Sr	<sup>134</sup> Cs+ <sup>137</sup> Cs	安定Sr	安定Ca
	Bq/kg <sub>生</sub>	Bq/kg <sub>生</sub>	Bq/kg <sub>生</sub>	Bq/kg <sub>生</sub>	Bq/kg <sub>生</sub>	μg/kg <sub>生</sub>	mg/kg <sub>生</sub>
ブロッコリー	0.5 ± 0.1	1.1 ± 0.1	129 ± 3	測定中	1.6 ± 0.1	2.5E+03	測定中
ホウレンソウ	0.7 ± 0.0	1.3 ± 0.0	149 ± 2	測定中	2.0 ± 0.1	1.9E+03	測定中
ウド	1.6 ± 0.1	3.1 ± 0.1	131 ± 2	測定中	4.7 ± 0.1	1.8E+02	測定中
ミツバ	0.4 ± 0.1	0.7 ± 0.1	110 ± 3	測定中	1.1 ± 0.1	7.1E+02	測定中
カブ(茎・葉)	< 0.1	< 0.1	116 ± 3	測定中	-	4.4E+03	測定中
カブ(根)	< 0.1	< 0.1	78 ± 1	測定中	-	8.4E+02	測定中
アブラナ	0.4 ± 0.0	0.8 ± 0.1	147 ± 2	測定中	1.2 ± 0.1	3.7E+03	測定中
フキ	0.3 ± 0.0	0.5 ± 0.0	128 ± 1	測定中	0.8 ± 0.0	7.0E+02	測定中
ヨモギ	2.8 ± 0.3	4.7 ± 0.3	173 ± 8	測定中	7.4 ± 0.4	2.9E+03	測定中
アスパラガス	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	74 ± 1	測定中	0.2 ± 0.0	7.8E+01	測定中
キュウリ(ハウス)	< 0.0	0.1 ± 0.0	71 ± 1	測定中	0.1 ± 0.0	6.7E+02	測定中
ホウレンソウ	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	282 ± 4	測定中	0.3 ± 0.1	6.7E+02	測定中
ハタマネギ	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	72 ± 1	測定中	0.3 ± 0.0	2.0E+03	測定中
ウド	1.2 ± 0.1	2.1 ± 0.1	94 ± 3	測定中	3.2 ± 0.2	2.8E+02	測定中
ニラ	< 0.1	< 0.1	108 ± 1	測定中	-	1.9E+03	測定中
サンショウ(葉)	1.1 ± 0.3	2.1 ± 0.3	109 ± 8	測定中	3.2 ± 0.4	3.4E+03	測定中
ゴボウ	0.4 ± 0.0	0.8 ± 0.0	144 ± 1	測定中	1.2 ± 0.0	2.1E+03	測定中
ダイコン	< 0.0	< 0.0	96 ± 1	測定中	-	7.1E+02	測定中
タマネギ	< 0.1	< 0.1	42 ± 1	測定中	-	4.8E+02	測定中
タマネギ	< 0.1	< 0.1	50 ± 2	測定中	-	2.4E+02	測定中
スナックエンドウ	< 0.1	< 0.1	53 ± 1	測定中	-	1.6E+03	測定中
キャベツ	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	74 ± 1	測定中	0.2 ± 0.0	4.8E+02	測定中
シドケ	4.4 ± 0.2	9.6 ± 0.4	160 ± 6	測定中	14.0 ± 0.4	6.6E+03	測定中
スモモ(ソルダム)	0.8 ± 0.0	1.6 ± 0.1	45 ± 1	測定中	2.3 ± 0.1	3.9E+02	測定中
ニンジン	0.2 ± 0.0	0.4 ± 0.0	140 ± 2	測定中	0.5 ± 0.0	1.2E+03	測定中
アスパラガス	0.0 ± 0.0	0.2 ± 0.0	67 ± 1	測定中	0.2 ± 0.0	6.2E+01	測定中
シシトウ	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	82 ± 2	測定中	0.4 ± 0.0	4.0E+02	測定中
キュウリ	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	53 ± 1	測定中	0.1 ± 0.0	5.2E+02	測定中
ピーマン	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	60 ± 1	測定中	0.2 ± 0.0	1.4E+02	測定中
ミョウガ	1.2 ± 0.0	2.4 ± 0.1	130 ± 2	測定中	3.6 ± 0.1	4.6E+02	測定中
クロマメ	1.1 ± 0.2	2.2 ± 0.2	207 ± 7	測定中	3.4 ± 0.3	2.1E+03	測定中
ズッキーニ	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	68 ± 1	測定中	0.3 ± 0.0	2.3E+03	測定中
モモ(あかつき)	0.9 ± 0.1	2.1 ± 0.1	47 ± 1	測定中	3.0 ± 0.1	4.2E+02	測定中
カボチャ	0.9 ± 0.1	2.1 ± 0.1	180 ± 4	測定中	2.9 ± 0.2	4.4E+02	測定中
タマネギ	0.2 ± 0.0	0.4 ± 0.0	47 ± 1	測定中	0.6 ± 0.0	6.0E+02	測定中
コマツナ	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	149 ± 2	測定中	0.4 ± 0.0	3.5E+03	測定中
トウガン	0.1 ± 0.0	0.3 ± 0.0	67 ± 1	測定中	0.4 ± 0.0	2.0E+03	測定中
ダイコン	< 0.1	< 0.1	89 ± 1	測定中	-	5.8E+02	測定中
ジャガイモ(キタアカリ)	0.6 ± 0.0	1.2 ± 0.0	137 ± 1	測定中	1.8 ± 0.0	1.1E+02	測定中
サツマイモ(ベニアズマ)	1.6 ± 0.1	3.5 ± 0.1	108 ± 2	測定中	5.1 ± 0.1	1.4E+03	測定中
サトイモ	0.4 ± 0.0	0.9 ± 0.0	156 ± 1	測定中	1.3 ± 0.0	1.2E+03	測定中
玄米(コシヒカリ)	< 0.6	0.7 ± 0.2	82 ± 5	測定中	0.7 ± 0.6	2.9E+02	測定中

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	<sup>134</sup> Cs	<sup>137</sup> Cs	<sup>40</sup> K	<sup>90</sup> Sr
	Bq/kg <sup>生</sup>	Bq/kg <sup>生</sup>	Bq/kg <sup>生</sup>	Bq/kg <sup>生</sup>
キュウリ	0.06 ± 0.01	0.11 ± 0.01	66 ± 0.6	0.013 ± 0.001
キュウリ(加工)	0.06 ± 0.01	0.11 ± 0.01	74 ± 0.4	0.014 ± 0.001
玄米	0.74 ± 0.05	1.62 ± 0.08	65 ± 1.9	0.013 ± 0.002
ジャガイモ	1.72 ± 0.03	3.95 ± 0.04	130 ± 0.9	0.012 ± 0.001
ジャガイモ(加工)	1.66 ± 0.02	4.06 ± 0.03	128 ± 0.7	0.009 ± 0.001
ダイズ	3.75 ± 0.32	8.82 ± 0.47	540 ± 13.7	0.300 ± 0.014
ダイズ(加工)	1.18 ± 0.13	3.17 ± 0.19	179 ± 5.8	0.130 ± 0.006
コマツナ	0.03 ± 0.00	0.06 ± 0.00	105 ± 0.3	平成26年度測定
シイタケ	2.17 ± 0.09	5.07 ± 0.14	85 ± 2.3	平成26年度測定
食用菊	0.07 ± 0.00	0.17 ± 0.01	86 ± 0.3	平成26年度測定
ニンジン	0.36 ± 0.03	0.78 ± 0.04	127 ± 1.7	平成26年度測定
柿	1.49 ± 0.05	3.59 ± 0.07	56 ± 1.2	平成26年度測定
あんぼ柿	5.51 ± 0.25	13.78 ± 0.38	146 ± 5.1	平成26年度測定

表4 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  
(移行係数のセシウムに対する比)

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5 規格基準設定のパラメータより導出した Sr-90/Cs-137 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6 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
*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)			2.7E+03	2.1E+03
	Cs134摂取量合計 (Bq/y)			1.8E+03	1.4E+03
	Cs137線量(mSv/y)			3.5E-02	2.7E-02
	Cs134線量(mSv/y)			3.4E-02	2.6E-02
	線量合計(mSv/y)			6.9E-02	5.4E-02

表7 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)			3.6E+02	2.7E+02
	Cs137線量(mSv/y)			9.5E-03	7.2E-03
	Cs134線量(mSv/y)			6.8E-03	5.1E-03
	線量合計(mSv/y)			1.6E-02	1.2E-02

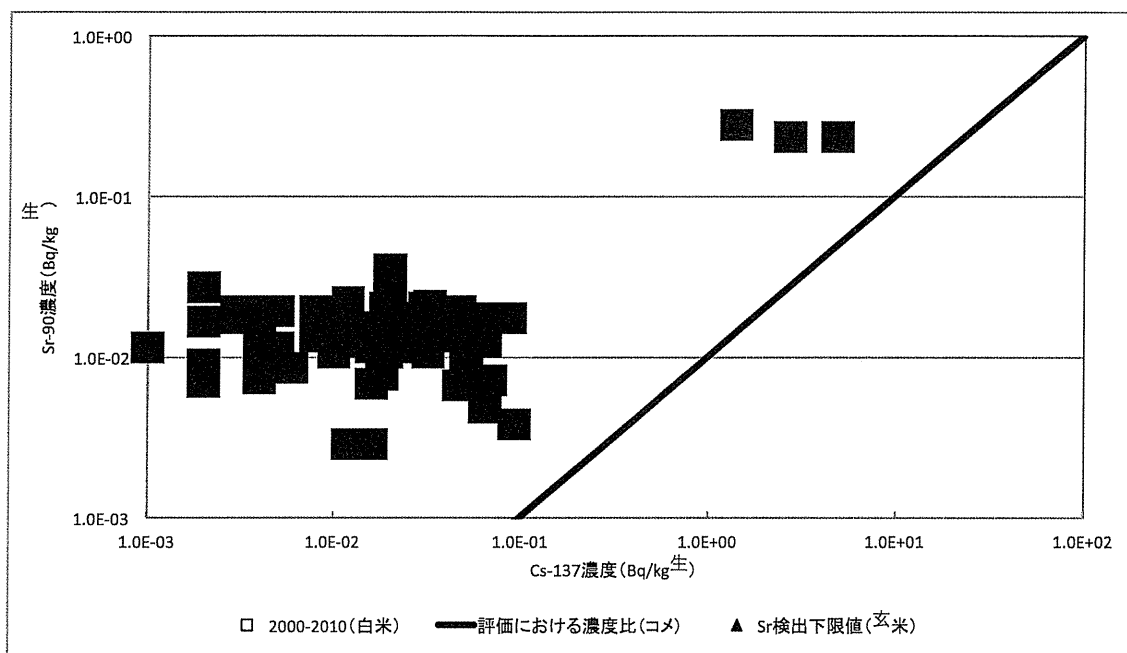


図1 食品中核種濃度実測値と規格基準設定における濃度比  
(平成24年度採取：コメ)

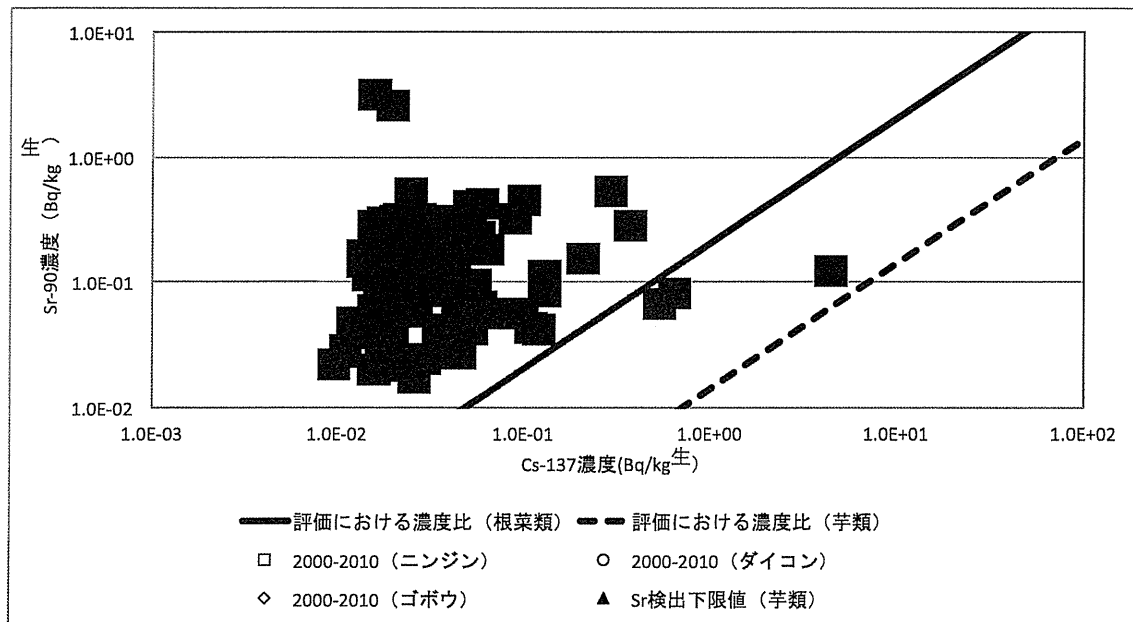


図2 農作物中核種濃度実測値と規格基準設定における濃度比  
(平成24年度採取：芋類・根菜類)

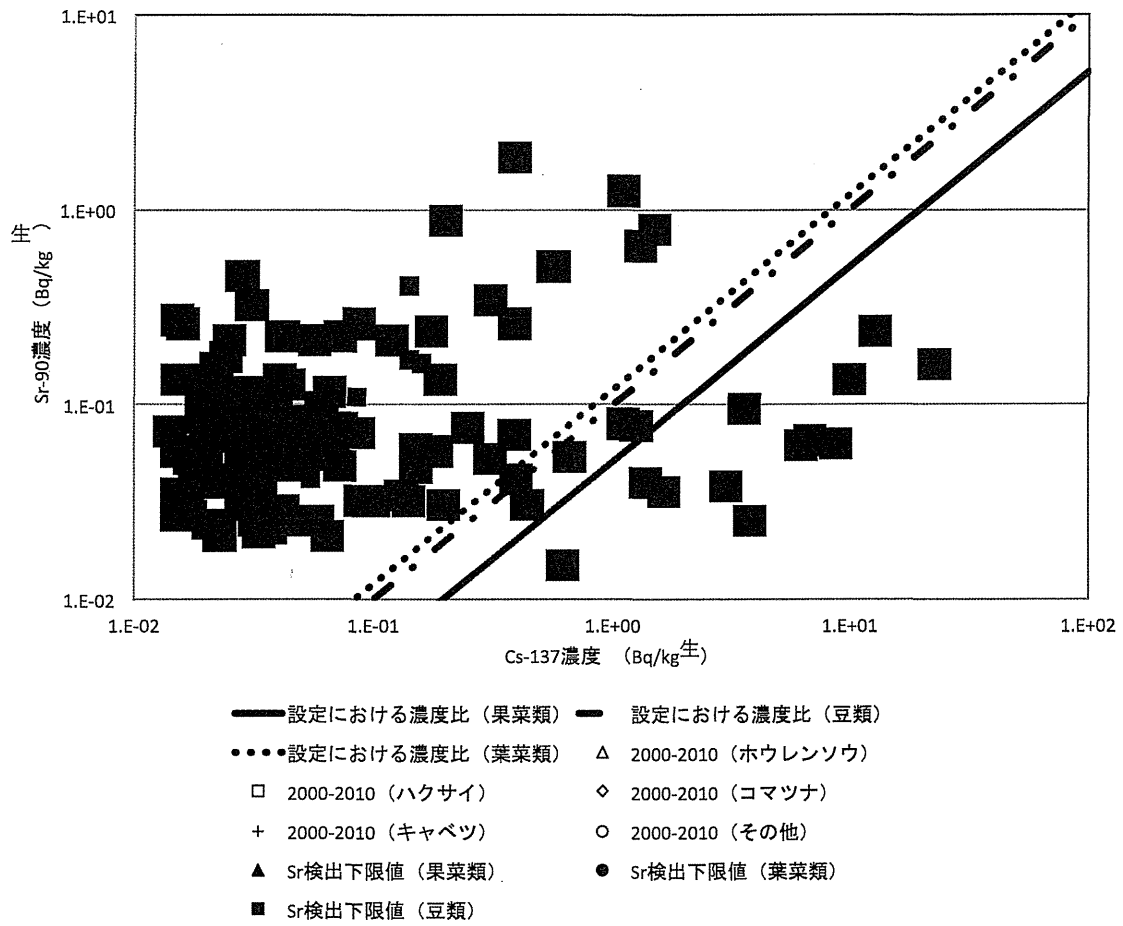


図3 農作物中核種濃度実測値と規格基準設定における濃度比  
 (平成24年度採取：葉菜類・豆類・果菜類)

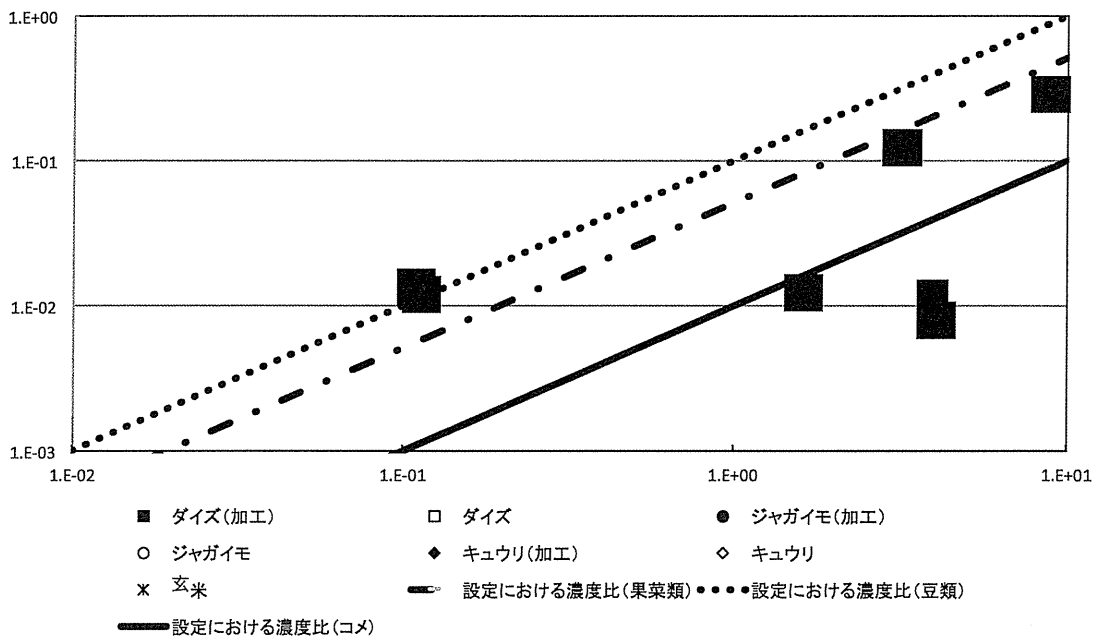


図4 農作物中核種濃度実測値と規格基準設定における濃度比  
(大量試料による測定値)

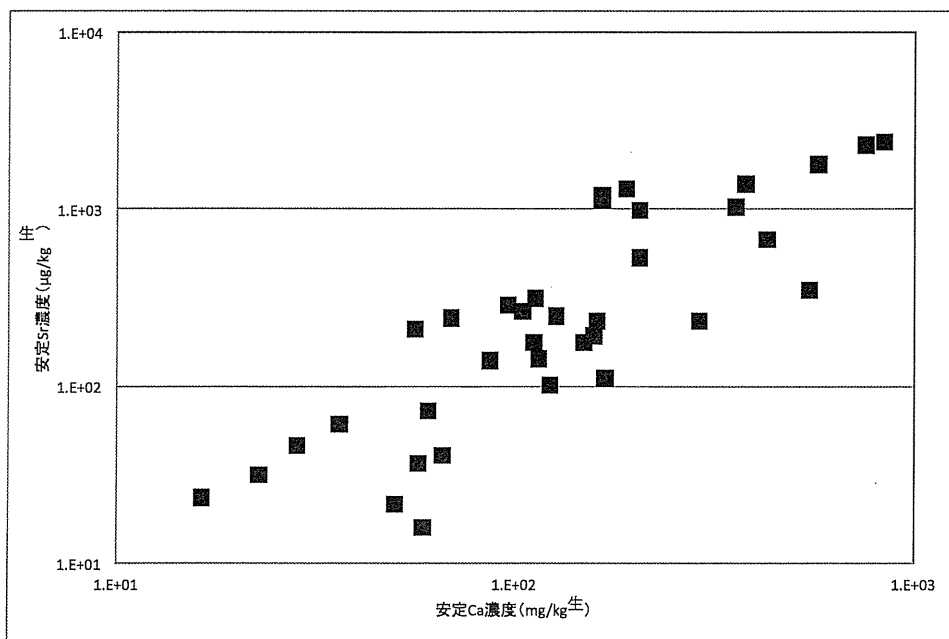


図5 食品中安定Ca濃度と安定Sr濃度の相関 (平成24年度採取試料)



### 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
Tatsuo Aono, Yukari Ito, Tadahiro Sohtome, Takuji Mizuno, Satoshi Igarashi, Jota Kanda, and Takashi 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

### 論文

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
青野 辰雄、石丸 隆、神田 穰太、伊藤 友加里、早乙女 忠弘、五十嵐 敏、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 Environmental Radioactivity (KEK Proceedings)		261-264	2013

### 学会発表等

1. Tatsuo Aono, Satoshi Yoshida, Tadahiro Saotome, Takuji Mizuno, Yukari Ito, Jyota Kanda, Takashi Ishimaru: Annual variation of radioactivity in marine

biota in the Pacific off Fukushima after TEPCOs Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident, 5th Asia-Pacific Symposium on radiochemistry (APSORC 13), Kanazawa, 2013-09-27

2. 青野 辰雄、海洋における放射性核種の拡散とその影響: 第 50 回霞ヶ関環境講座、地球化学研究協会、東京、2013-12-07
3. 青野 辰雄, 福田 美保, 吉田 聡, 石丸 隆, 神田 穰太, 伊藤 友加里, 早乙女 忠弘, 水野 拓治: 福島沿岸における海産生物中の放射性核種の濃度変動について、2013 年日本海洋学会秋季大会、札幌、2013-09-21

