

201327047A

厚生労働科学研究費補助金
(食品の安全確保推進研究事業)

食品中の放射性物質濃度の基準値に対する
影響に関する研究

平成 25 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 明石 真言

放射線医学総合研究所

平成 26 (2014) 年 3 月

目次

I. 総括研究報告	
食品中の放射性物質濃度の基準値に対する影響に関する研究	3
II. 分担研究報告	
1. 食品加工や調理に伴う食品中の放射性物質の濃度変化に関する研究	10
青野 辰雄（放射線医学総合研究所 福島復興支援本部）	
2. 食品中放射性セシウム濃度基準値の妥当性検証.....	18
高橋 知之（京都大学 原子炉実験所）	
III. 研究成果の刊行に関する一覧	37

I. 総括研究報告

厚生労働科学研究費補助金 (食品の安全確保推進研究事業)

食品中の放射性物質濃度の基準値に対する影響に関する研究 主任研究報告書

研究代表者 明石 真言 (放射線医学総合研究所)

研究要旨

平成 23 年 3 月の東京電力 (株) 福島第一原子力発電所 (FDNPS) 事故により食品の摂取による内部被ばくが懸念された。厚生労働省は平成 24 年 4 月以降、介入線量を年間 1mSv として、新たな基準値を適用している。これは放射性セシウム濃度について基準値を設定し、その他の核種については、原子力安全・保安院が公表した放出量試算値のリストに掲載された核種のうち、半減期が 1 年以上である Sr-90、Ru-106、Pu-238、Pu-239、Pu-240、Pu-241 を評価対象核種として、放射性セシウムとの濃度比を推定することにより、その線量への寄与を考慮している。また、その他の核種は、モニタリング結果や核分裂収率、物理的半減期等から、放射性セシウムに比べて線量寄与が無視し得る程十分に小さいと考えられ、評価対象核種には含まれていない。つまり、濃度基準値の妥当性を評価するためには、食品について、内部被ばくに対する核種の寄与率の状況を把握する必要がある。

本研究では食品 (農畜水産物等) 中の放射性セシウム及びその他の長半減期放射性核種濃度および調理や加工に伴う濃度変化について調査を行い、基準値作成に用いられた濃度比との比較や食品の摂取に起因する内部被ばく線量に対する放射性セシウムの寄与率の推定から、食品中の放射性セシウム濃度基準値の妥当性の検証を行うこととした。そこで食品中の放射性物質濃度の基準値に対する影響に関する研究を行うために、食品加工や調理に伴う食品中の放射性物質の濃度変化に関する研究および環境中における放射性物質動態の実態把握に関する研究を実施した。

FDNPS の水素爆発や高濃度汚染水流出の事故由来の放射性物質だけでなく、その後に FDNPS から流出した放射性核種の影響を確認する必要もあり、FDNPS から 20km 圏内の海域の魚介類を採取し、これらの可食部の測定を行ったところ、食品中の基準値を超えた試料は、檜葉町沖合のコモンカスベの 109Bq/kg-生重量だけであった。また調理加工に伴い、可食部の放射性セシウム濃度が 40%程低下することが明らかとなった。

福島県産品の食品 (農畜産物) の放射性セシウム濃度は、一般食品の基準値である 100

Bq/kg を超えた試料はなかった。また、Sr-90 濃度は、事故の影響が明確に見られた試料はなく、基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 濃度比よりも低いか、大気圏内核実験由来の濃度レベルにあり、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。

研究分担者

高橋 知之 京都大学原子炉実験所
青野 辰雄 放射線医学総合研究所

研究協力者

福谷 哲 京都大学原子炉実験所
吉田 聡 放射線医学総合研究所
塚田 祥文 福島大学うつくしま福島
未来支援センター

A. 研究目的

平成 23 年 3 月の東京電力(株) (TEPCO) 福島第一原子力発電所(FDNPS) 事故により食品の摂取による内部被ばくが懸念された。厚生労働省は平成 24 年 4 月以降、介入線量を年間 1mSv として導出された新たな基準値を適用した。新たな基準値の導出においては、放射性セシウム濃度について基準値を設定し、その他の核種については、原子力安全・保安院が公表した放出量試算値のリストに掲載された核種のうち、半減期が 1 年以上である Sr-90、Ru-106、Pu-238、Pu-239、Pu-240、Pu-241 を評価対象核種として、放射性セシウムとの濃度比を推定することにより、その線量への寄与を考慮している。また、その他の核種は、モニタリング結果や核分裂収率、物理的半減期等から、放射性セシウムに比べて線量寄与が無視し得る程十分に小さいと考えられ、評価対象核種には含まれていない。

内部被ばく線量に対する放射性セシウム及びその他の核種の寄与率は、環境モニタリングによる土壤中放射性核種濃度や、これまでの環境移行パラメータによって推定されており、その評価は十分安全側と考えられるが、実際に食品中濃度を測定した結果に基づくものではない。そのため、食品について測定・評価を行い、内部被ばくに対する主要核種の寄与率の状況を把握する必要がある。

本研究では食品(農畜水産物等)中の放射性セシウム及びその他の長半減期放射性核種濃度および調理や加工に伴う濃度変化について調査を行い、基準値作成に用いられた濃度比との比較や食品の摂取に起因する内部被ばく線量に対する放射性セシウムの寄与率の推定から、介入線量を年間 1mSv とした際の食品中の放射性セシウム濃度基準値の妥当性の検証を行うことを目的とした。

B. 研究方法

1. 食品加工や調理に伴う食品中の放射性物質の濃度変化に関する研究

平成 23 年 3 月の FDNPS における水素爆発や高濃度汚染水流出の事故由来の放射性物質だけでなく、その後に FDNPS から流出された放射性核種の影響を確認する必要もあり、FDNPS から 20km 圏内の海域の魚介類を採取し、可食部について放射性核種濃度を測定した。また調理加工に伴う濃

度の減少について検討した。

2. 環境中における放射性物質動態の実態把握に関する研究

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、その結果を、基準値導出に用いられた濃度比や、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農作物中放射性核種の濃度レベルと比較検討した。あわせて、農畜産物の経口摂取による放射性セシウムに起因する内部被ばく線量を評価した。

C. 研究成果

1. 食品加工や調理に伴う食品中の放射性物質の濃度変化に関する研究

食品中の基準値を超えた試料は、楡葉町沖合のコモンカスベの 109 Bq/kg-生重量だけであった。また調理加工に伴い、可食部の放射性セシウム濃度と⁴⁰Kが40%程低下することが明らかとなった。

2. 環境中における放射性物質動態の実態把握に関する研究

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(昨年度報告済)、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。測定が終了している平成 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、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。

D. 考察

1. 食品加工や調理に伴う食品中の放射性物質の濃度変化に関する研究

TEPCO のモニタリング結果でも、FDNPS の港湾外では高い放射性セシウム濃度の魚介類は検出され難い状態にある。サンプリングを行った海域の海水中の放射性セシウム濃度は数~数十 mBq/L で、これは海水中の放射性セシウム濃度が事故前のレベルに近い濃度になっていること、また餌となるプランクトン中の濃度が、事故前の濃度レベルまで下がっている。一方で海底堆積物中の濃度は底質組成により海域によって濃度差が大きいため回遊魚に比べて、底生生物を捕食するヒラメやコモンカスベのような底層魚では放射性セシウム濃度は高い傾向にあることが考えられた。

2. 環境中における放射性物質動態の実態把握に関する研究

本研究で検出された Cs-137 濃度及び Sr-90 濃度検出下限値と、過去のフォールアウトの影響、及び評価に用いられた核種濃度比の比較検討を行った。その結果、Sr-90 濃度は過去の大気圏内核実験由来の濃度レベル以下と推定されたが、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た。

大量試料による農作物核種濃度比の評

評価結果においても、事故の影響が明確に見られた試料はなく、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 濃度比よりも低いか、大気圏内核実験由来の濃度レベルにあり、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。

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農畜産物摂取に起因する 19 歳以上の男女に対する線量の評価結果は、平成 24 年度はそれぞれ 0.069 mSv 及び 0.054 mSv、平成 25 年度は 0.016 mSv 及び 0.012 mSv であり、いずれも年間 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 年度よりも線量が低くなっていることが明らかとなった。なお、これらの推定値は保守的な仮定に基づく過大評価となっており、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。

E. 結論

1. 食品加工や調理に伴う食品中の放射性物質の濃度変化に関する研究

採取された魚介類のうち、可食部で食品中の基準値を超えた試料は、檜葉町沖合のコモンカスベの 109 (Bq/kg-生重量) だけであった。調理加工に伴い、可食部の放射性セシウム濃度が 40%程低下することが明らかとなった。

2. 環境中における放射性物質動態の実態把握に関する研究

福島県内の福島県産品の食品(農畜産物)の放射性セシウム濃度と Sr-90 濃度を測定した結果、放射性セシウム濃度が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。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。

本研究の結果を過去の農作物中 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結果、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、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 1mSv 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。

F. 研究業績

論文発表

1. 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, Radiation Monitoring and Dose Estimation of the Fukushima Nuclear Accident, S. Takahashi (ed.), 115 - 123, 2014-01, DOI:10.1007/978-4-431-54583-5_11, Springer
2. 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.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

I. 健康危険情報

なし

II. 分担研究報告

厚生労働科学研究費補助金 (食品の安全確保推進研究事業)

食品加工や調理に伴う食品中の放射性物質の濃度変化に関する研究 分担研究報告

分担研究者 青野 辰雄 放射線医学総合研究所
研究協力者 吉田 聡 放射線医学総合研究所

要旨

平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災に起因する東京電力（株）福島第一原子力発電所(FDNPS)事故によって大量の放射性物質が施設外の環境へ放出されたことにより、食品の摂取による内部被ばくが懸念された。このため、厚生労働省は、平成 24 年 4 月以降は、介入線量を年間 1mSv とし、新たな基準値を適用した。

新たな基準は、放射性セシウム濃度について基準値を設定し、その他の核種については、放射性セシウムとの濃度比を推定することにより、その線量への寄与を考慮している。その寄与率は、環境モニタリングや環境移行パラメータにより推定されており、食品を測定した結果に基づくものではない。食品中の放射性核種濃度を測定することにより、安全が担保されていることを検証することが必要不可欠である。さらに加工や調理等に伴う放射性核種濃度比の変化を把握することは、この妥当性を検証の上でも重要である。そこで、調理加工に伴う食品中の放射性物質の濃度変化に関する研究を実施した。FDNPS から 20km 圏内の海域の魚介類を採取し、これらの可食部の測定を行ったところ、食品中の基準値を超えた試料は、檜葉町沖合のコモンカスベの 109Bq/kg-生重量だけであった。また調理加工に伴い、可食部の放射性セシウムと ^{40}K 濃度が 40%程低下することが明らかとなった。

A. 研究目的

新たな基準は、放射性セシウム濃度について基準値を設定し、その他の核種については、放射性セシウムとの濃度比を推定することにより、その線

量への寄与を考慮している。食品の摂取に起因する内部被ばく線量に対する放射性セシウムの寄与を精度良く評価するためには、食品加工や調理における放射性核種濃度比の変化についても

把握する必要がある。そこで食品中の放射性核種濃度の基準値を策定する際に推定された放射性セシウムの線量への寄与率について、その妥当性を確認するために実施するものである。福島県を含め国内で流通している魚介類は放射性セシウムが 100Bq/kg-生重量以下であり、放射性セシウムに対する他の核種の寄与率を比較することが非常に難しい状況にある。一方で、東京電力（株）（TEPCO）福島第一原発発電所（FDNPS）内では、タンク等に貯蔵した汚染水等の漏洩に関する報告が続いた。処理された汚染水は、90%以上の放射性セシウムが除去されるが、放射性ストロンチウム等については処理水に残存した状態でタンク等に保管されている。平成 23 年 3 月の水素爆発等で大気に放出されたものや FDNPS の 2 号機サブドレインからの高濃度汚染水の海洋への直接流出時における放射性核種の比に対して、放射性セシウムを除去した高濃度の放射性ストロンチウムを含む汚染水が海洋へ流出した可能性が指摘されている。さらに放射性ストロンチウムは水産生物のカルシウムを多く含む骨に濃縮されることが知られている。そこで、魚介類中の部位毎の放射性核種の濃度比を明らかにすることを目的に、今年度は、FDNPS からの影響を確認しやすく、また魚介類が採取可能な FDNPS 沖合 20km 圏内のモニタリング

海域において魚介類を採取し、「調理加工に伴う水産物中の放射性物質の濃度変動に関する研究」を実施した。

B. 研究方法

1. 水産物中の放射性物質の濃度測定

1.1. 調査協力と試料入手

本研究で対象とする水産物は、FDNPS から 20km 圏内で採取される魚類とした。福島県水産試験場の協力を得て情報収集¹⁾を行い、TEPCO による水産物モニタリングで、多くの種類の魚類が採取できるモニタリング測点²⁾を選択し、平成 25 年 11 月に FDNPS 北側の小高区村上（南相馬郡）沖合（北緯 37 度 33 分、東経 141 度 03 分）で相馬双葉漁業協同組合の漁船で刺し網により、また FDNPS 南側の木戸川（楢葉町）沖合（北緯 37 度 15 分、東経 141 度 02 分）でいわき市漁業協同組合の漁船で刺し網により魚介類を採取した。採取した魚類を Table 1 に示す。

1.2. γ 核種の濃度の測定

採取した魚介類は、体液等のドリップによる損失が少ないように速やかに、可食部、内臓部とアラ部（皮、骨、鰓、頭、尾等の可食部及び内臓部以外）に分割し、冷凍保存した。可食部とアラ部について、真空乾燥を行い、ミキサー等で粉碎後に乾燥試料とした。この一部はマイクロ波灰化装置を用いて灰

化試料の作成を行った。生重量に対する灰化率は8%以下であった。この灰試料をU8容器に詰めて、Canberra社製低バックグラウンドゲルマニウム半導体検出器(GX2019)を用いて、24時間以上の γ 核種の測定を行った。ゲルマニウム半導体検出器は、日本アイソトープ協会製の標準体積線源(5~50mm、9.5~95g、アルミナ)を用いて効率曲線を作成したものをを用いた。Cs-134(604.7 keV)、Cs-137(661.7 keV)、K-40(1460 keV)の定量結果を記録した。これ以外の γ 核種は計測されなかった。測定結果をTable 2に示す。

2. 調理加工に伴う魚類中の放射性物質濃度変動に関する研究

2.1. 魚類の調理法

福島沖で採取した魚類の可食部について、一定重量を充填した調理用パックに生重量と同じ状態になるように純水を加えた。これをビーカーに入れ、魚類の煮物を想定し、150mLの純水をパックが入ったビーカーに加え、これを80~90°Cの湯浴で30分加温した。加温後パックをビーカーから取り出し、軽く絞り、一度冷却した。このパックより取り出した試料は真空乾燥を行い、ミキサー等で粉碎後に乾燥試料とした。

2.3. γ 核種の濃度の測定

乾燥試料はU8容器に詰めて、

Canberra社製低バックグラウンドゲルマニウム半導体検出器(GX2019)を用いて、24時間以上の γ 核種の測定を行った。測定結果をTable 3に示す。

C. 研究結果

1. 水産物中の放射性物質の濃度測定

平成25年11月に採取した魚介類は、FDNPS北側の小高区村上(南相馬郡)沖合で、ヒラメ、イシガレイ、コモンカスベ、ケムシカジカとガザミ(甲殻類)の5種類とFDNPS南側の木戸川(檜葉町)沖合でヒラメ、アイナメ、コモンカスベ、ブリ、ニベとトラザメであった。いずれの魚介類も複数の試料を用いて、分析を行った。南相馬沖合では、魚介類可食部中の放射性セシウム($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$)濃度(Bq/kg-生重量)は、高い順にコモンカスベ(67)、ヒラメ(66)、ケムシカジカ(34)とイシガレイ(14)であった。檜葉町沖合では、魚介類可食部中の放射性セシウム($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$)濃度(Bq/kg-生重量)は、高い順にコモンカスベ(109)、ヒラメ(40)、アイナメ(23)、ニベ(11)、ブリ(7)とトラザメ(6)であった。コモンカスベは可食部で基準値の100 Bq/kg-生重量を超えた。アラ部中の放射性セシウム濃度は、南相馬沖合のコモンカスベ以外は可食部中の放射性セシウム濃度の半分以下であったが、コモンカスベの場合、可食部濃度の半分

以上であった。これはコモンカスベの総重量の 30%が可食部に対して、60%以上がアラであるためと考えられる。天然放射性核種 ^{40}K 濃度 (Bq/kg-生重量) については、アラ部では 53~85 と魚種による違いは認められなかった。可食部では檜葉町沖合ヒラメで 417 が最も高く、他は 86~160 の範囲にあった。

2. 調理加工に伴う魚類中の放射性物質濃度変動について

調理加工に伴う魚類可食部中の放射性セシウムと ^{40}K 濃度の変動を Table 3 に示す。

今回は乾燥試料を乾燥率から生重量と同じ状態になるように戻し、その試料を用いて、煮物を想定して実験を行った。一部の魚類 (檜葉町沖合のヒラメ、コモンカスベとトラザメ) では濃度の減少が確認できなかったが、残りのほとんどの試料で生重量時の濃度に対して、調理後の濃度は放射性セシウムと ^{40}K は共に 40%以上減少した。

D. 考察

今回採取された魚介類のうち、食品中の基準値を超えた試料は、檜葉町沖合のコモンカスベだけであった。TEPCO のモニタリング結果でも、FDNPS の港湾外では高い放射性セシウム濃度の魚介類は検出され難い状態にある²⁾。これはサンプリングを行った海域での海水中

の放射性セシウム濃度は数~数十 mBq/L で、これは事故前の海水中の放射性セシウム濃度の約 2 mBq/L に対して数倍から十倍程度のレベルまで海水中の放射性セシウム濃度が下がっていること、また平成 25 年には同海域におけるプランクトン試料中の濃度が、事故前の濃度レベルまで下がっている³⁾こと、海底堆積物中の濃度は底質組成により海域によって濃度差が大きい⁴⁾ことがあげられる。そのため回遊魚に比べて、底層に生息し、底生生物⁵⁾を捕食するヒラメやコモンカスベのような底層魚では放射性セシウム濃度は高い傾向にあることが考えられる。

調理加工に伴う魚介類の溶出実験を行ったところ、ほとんどの試料で調理後に放射性セシウムと ^{40}K 濃度が 40%以上減少する結果が得られた。魚種毎の両核種濃度の低減率がほぼ同じであり、加工に伴い体液等の流出した結果、減少したことが考えられる。今回は乾燥試料を純水で生試料と同じ状態に戻し実験を行った。乾燥後の試料は塊状態であった。そのため乾燥試料を均一にするため、ミキサーで粉碎し、乾燥粉末試料とした。実験にはこれを用いたため、煮出し中に一部試料の流出があった。試料中の放射性セシウムと ^{40}K 濃度比に変化がないことから、試料の損失に伴い、放射性核種濃度の低減

が確認されなかった魚種もあることが考えられる。

E. 結論

TEPCO FDNPS 20km 圏内の海域において刺し網で採取した魚介類中の放射性セシウムと ^{40}K 濃度を測定した。採取された魚介類のうち、可食部で食品中の基準値を超えた試料は、檜葉町沖合のコモンカスベの 109 Bq/kg-生重量だけであった。調理加工に伴い、ほとんどの試料で可食部の放射性セシウムと ^{40}K 濃度が 40%程低下することが明らかとなった。今後、灰化した試料を用いて、放射性ストロンチウムとプルトニウムの測定を実施する。

F. 引用文献

- 1) 福島県水産試験場、基準値(100Bq/kg)を超えた海産魚介類(月別海域別)、2014年5月22日、<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/65869.pdf>
- 2) TEPCO, 魚介類の核種分析結果<福島第一原子力発電所 20km 圏内海域>, 2013年10月18日、http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/f1/smp/2013/images/fish02_131018-j.pdf
- 3) 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 Environmental Radioactivity (KEK Proceedings), 203-205, 2012.

- 4) S. Ootosaka, T. Kobayashi, Sedimentation and remobilization of radiocesium in the coastal area of Ibaraki, 70 km south of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, Environ Monit Assess, DOI 10.1007/s10661-012-2956-7, 2012
- 5) 福島県水産試験場、魚介類の餌料生物等の放射性セシウム濃度検査結果、2012年12月28日、<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/37752.pdf>

G. 研究業績

1. Observation of Radionuclides in Marine Biota off the Coast of Fukushima Prefecture After TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident, Tatsuo Aono, Yukari Ito, Tadahiro Sohtome, Takuji Mizuno, Satoshi Igarashi, Jota Kanda, and Takashi Ishimaru, Radiation Monitoring and Dose Estimation of the Fukushima Nuclear Accident, S. Takahashi

(ed.), 115 - 123, 2014-01, DOI:
10.1007/978-4-431-54583-5_11, Springer

2. 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.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

I. 健康危険情報

なし

Table 1 TEPCO FDNPS 20km圏内の海域で採取した魚介類

(1) 2013年11月6日に南相馬郡小高区村上沖合(北緯37度33分、東経141度03分)で採取した魚介類

魚種名	数	平均全長(mm)	平均重量(kg)
ヒラメ	5	546	1.60
イシガレイ	2	425	0.95
コモンカスベ	5	502	1.10
ケムシカジカ	8	366	1.04
ガザミ	7	184	0.38

(2) 2013年11月13日に檜葉町木戸川沖合(北緯37度15分、東経141度02分)で採取した魚介類

魚種名	数	平均全長(mm)	平均重量(kg)
ヒラメ	5	536	1.50
アイナメ	10	345	0.52
コモンカスベ	10	466	0.83
ブリ	7	391	0.63
ニベ	28	281	0.25
トラザメ	5	423	0.35

Table 2 TEPCO FDNPS 20km圏内の海域で採取した魚介類中の放射性核種濃度

(1) 2013年11月6日に南相馬郡小高区村上沖合で採取した魚介類

魚種名	筋肉 Bq/kg-生重量				アラ Bq/kg-生重量			
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
ヒラメ	18.51	47.50	66.01	417.14	2.87	7.26	10.13	85.47
イシガレイ	4.54	9.84	14.38	133.20	1.58	4.20	5.78	80.97
コモンカスベ	20.64	47.01	67.65	98.18	13.82	31.43	45.25	75.97
ケムシカジカ	10.38	23.94	34.32	127.92	2.35	5.74	8.09	76.00
ガザミ	0.22	0.53	0.75	97.98	-	-	-	-

(2) 2013年11月13日に檜葉町木戸川沖合で採取した魚介類

魚種名	筋肉 Bq/kg-生重量				アラ Bq/kg-生重量			
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
ヒラメ	18.80	46.74	65.54	159.79	5.18	12.22	17.40	76.66
アイナメ	11.23	27.93	39.16	135.38	-	-	-	-
コモンカスベ	29.84	79.13	108.97	86.35	14.11	37.49	51.60	76.26
ブリ	2.15	5.01	7.16	140.55	-	-	-	-
ニベ	3.25	7.73	10.98	124.58	-	-	-	-
トラザメ	4.12	9.54	13.66	93.38	0.70	1.68	2.38	53.44

Table 3 調理加工に伴う魚類可食部中の放射性核種濃度の変動

放射性核種		$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$			^{40}K		
採取海域	魚種名	生試料	調理後試料	低減率	生試料	調理後試料	低減率
		Bq/kg-生	Bq/kg-生	%	Bq/kg-生	Bq/kg-生	%
南相馬郡	ヒラメ	66.01	18.75	72	417.14	104.40	75
	イシガレイ	14.38	7.88	45	133.20	67.08	50
	コモンカスベ	67.65	40.92	40	98.18	75.28	23
	ケムシカジカ	34.32	19.76	42	127.92	71.54	44
	ガザミ	0.75	0.40	47	97.98	36.73	63
檜葉町	ヒラメ	65.54	66.81	-	159.79	166.27	-
	アイナメ	39.16	22.51	43	135.38	82.74	39
	コモンカスベ	108.97	110.70	-	86.35	86.97	-
	ブリ	7.16	2.57	64	140.55	42.93	69
	ニベ	10.98	6.87	37	124.58	67.52	46
	トラザメ	13.66	17.20	-	93.38	110.27	-

厚生労働科学研究費補助金

(厚生労働科学特別研究事業)

食品中放射性セシウム濃度基準値の妥当性検証 分担研究報告

分担研究者 高橋 知之 京都大学 原子炉実験所
研究協力者 塚田 祥文 福島大学 うつくしまふくしま未来支援センター
研究協力者 福谷 哲 京都大学 原子炉実験所

研究要旨

東京電力（株）福島第一原子力発電所事故直後に設定された暫定規制値に代わり、平成 24 年 4 月以降の長期的な状況に適用された食品中放射性核種濃度の基準値は、放射性セシウムについて「一般食品」については 100Bq/kg、「乳児用食品」及び「牛乳」については、より安全側に 50Bq/kg とすることが妥当であると考えられた。この基準値の導出には、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、放射性セシウム以外の核種の寄与も考慮されている。本研究では、福島県内で生産された食品を購入し、その放射性セシウム（Cs-134 及び Cs-137）濃度、及び Sr-90 濃度等を測定することにより、基準値の設定において用いられた放射性核種の移行評価及びその結果導出された核種濃度比の妥当性について検討し、基準値の導出が妥当であったことを確認した。

A. 研究目的

薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会は、東京電力（株）福島第一原子力発電所事故直後に設定された暫定規制値に代わり、平成 24 年 4 月以降の長期的な状況に適用する食品中の放射性物質の基準値について、合理的に達成できる限り線量を低く保つという考えに立ち、より一層、国民の安全・安心を

確保する観点から、介入線量レベルを年間 1 ミリシーベルトに引き下げることが妥当と判断し、この線量に相当する食品中放射性セシウムの限度値を導出することにより、基準値を設定した。その際、農畜産物等への放射性核種の移行評価を行うことにより、食品の摂取に起因する内部被ばく線量評価を実施した。その結果、限度値が最も小さ

くなるのは、1年目における13-18歳（男）であり、想定外の食品摂取をしても安全が確保できるよう、介入線量に一定の余裕を持たすため、基準値は、この値を安全側に切り下げて100 Bq/kgと設定することが妥当とした。また、「乳児用食品」及び「牛乳」については、流通する全ての食品が汚染されていたとしても影響がないよう、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放射性セシウム（Cs-134及びCs-137）を対象とした。放射性セシウム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、放射性セシウム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、放射性セシウム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セシウム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、放射性セシウム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セシウムに対する核種濃度比の妥当性について検討し、あわせて内部被ばく線量を評価した。

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セシウム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。

あわせて、平成24年度の試料中Sr-90濃度が全て検出下限値未満であったことから、平成25年度は、いくつかの試料について、検出下限値を下げるために、試料10~20 kg程度灰化処理を行

い、Sr-90 を検出することを試みた。更に、キュウリ、ジャガイモ及びダイズについては調理加工に伴う放射性セシウム及び Sr-90 濃度を測定した。調理加工については、キュウリは塩漬け、ジャガイモとダイズについては茹でる調理加工を実施した。

2. 放射性セシウム濃度の測定

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、放射性セシウム濃度を測定した。Cs-134 及び Cs-137 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 K-40 (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. Sr-90 濃度の測定

福島大学において放射性セシウム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、Sr-90 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 硝酸でストロンチウムを含む分画を回収した。回収したストロンチウム含有試料をさらに SrResin (EiChrom 社製) に通し、0.05M 硝酸でストロンチウムを選択的に回収した。ストロンチウムの回収率は操作前後の溶液中ストロンチウム濃度を 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。

ストロンチウムを単離した溶液は 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、Sr-90 の娘核種である Y-90 の増加を確認した上で、Sr-90 を定量した。

4. 大量試料による Sr-90 濃度の測定

今年度は、供試量を約 10kg 程度調達した 10 個の試料について、放射性セシウムを測定するとともに、玄米、キュウリ、ジャガイモ、ダイズについて