

I. 總括研究報告

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(FD1NPS)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(Cs)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(当時)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年以上であるストロンチウム-90(^{90}Sr)、ルテニウム-106(^{106}Ru)、プルトニウム-238(^{238}Pu)、プルトニウム-239(^{239}Pu)、プルトニウム-240(^{240}Pu)及びプルトニウム-241(^{241}Pu)を評価対象核種として、放射性 Cs 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 Cs 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 Cs とその他の長半減期放射性核種濃度及び調理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 Cs の寄与率の推定から、食品中の放射性 Cs 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及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。

FD1NPS 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 FD1NPS から流出した放射性核種の影響を確認する必要もある。そこで市場流通する福島産水産食品と FD1NPS から 30km 圏内の海域で採取した魚介類について調査した。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なかった。また調理加工に伴い、可食部の放射性 Cs 濃度が 50%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 Cs 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。⁹⁰Sr 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 ⁹⁰Sr / ¹³⁷Cs 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。また、安定元素濃度を利用して放射性 Cs 及び ⁹⁰Sr による内部線量評価を試みた結果、いずれについても介入線量レベルとして設定された年間1mSv よりも極めて低い値であり、本基準値による規制が十分妥当であることが示された。

研究分担者

青野 辰雄 放射線医学総合研究所
塚田 祥文 福島大学環境放射能研究所
兼うつくしまふくしま未来支援センター
高橋 知之 京都大学原子炉実験所

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

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(FD1NPS)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(Cs)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(当時)が2011年6月に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年以上であるストロンチウム-90(⁹⁰Sr)、ルテニウム-106(¹⁰⁶Ru)、プルトニウム-238(²³⁸Pu)、プルトニウム-239(²³⁹Pu)、プルトニウム-240(²⁴⁰Pu)及びプルトニウム-241(²⁴¹Pu)を評価対象核種として、放射性Cs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、

これらの評価対象核種以外は、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Csに比べて線量の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Cs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、食品について測定及び評価を行い、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Cs及びその他の長半減期放射性核種濃度及び調理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Csの寄与率の推定から、介入線量を年間1mSvとした食品中の放射性Cs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 FD1NPS 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 FD1NPS 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、FD1NPS から 30km 圏内の海域の魚介類を採取し、その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. 農畜産物中放射性核種の測定及び低減化に関する研究

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することにより、基準値策定時に検討した農作物中⁹⁰Sr/¹³⁷Cs濃度比の妥当性について検討した。山菜や野獣肉も地域の季節食材として流通することから、それらの放射性Cs濃度と調理加工による低減割合について求めた。

3. 食品中放射性Cs濃度基準値の妥当性検証

平成 24～25 年度の食品試料中安定元素濃度を測定した。この結果と、安定カリウム(K)及び安定カルシウム(Ca)の摂取量を用いて、農畜産物の経口摂取による放射性Cs及び⁹⁰Srに起因する内部被ばく線量を評価し、⁹⁰Srを考慮した内部被ばく線量と介入線量レベルを比較検討した。

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

調査を行った 32 試料中で最も高い¹³⁷Cs濃度は、13.5 Bq/kg-生重量(コモンカスベ可食部)で、

食品中の基準値を超えた試料はなかった。またコモンカスベ、サバ、アイナメ及びサンマの可食部において⁹⁰Sr及びプルトニウム-239+240(²³⁹⁺²⁴⁰Pu)濃度は検出下限値以下で、事故の影響が明確に見られた試料はなかった。調理加工に伴い、可食部の¹³⁴Cs+¹³⁷Cs濃度とカリウム-40(⁴⁰K)が50-90%程低下することが明らかとなった。

2. 農畜産物中放射性核種の測定及び低減化に関する研究

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とから、平成 25 年度に9種類の試料について、供試量を約 10 kg に増量して⁹⁰Sr濃度を定量した。この結果、調理加工前の玄米、キュウリ、ジャガイモ及び大豆中⁹⁰Sr濃度は、0.0047～0.30 Bq/kg-生重量の範囲であった。山菜については、その種類や調理加工方法によって放射性Csの低減割合は異なった。また、イノシシ肉の血抜きでは、放射性Cs濃度が約5分の1に低減した。

3. 食品中放射性Cs濃度基準値の妥当性検証

平成24～25年度の食品試料中安定ストロンチウム(Sr)濃度は16～6600 μg/kgと、その範囲は二桁にわたっていた。また安定Ca濃度も16～3900 mg/kgとその範囲は二桁にわたっていた。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ND～5.7 μg/kgであった。安定K濃度は比較的変動範囲が小さく、1.2～7.5g/kg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、FD1NPSの港湾外では高い放射性Cs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やプランクトン中の放射性Cs濃度は事故前のレベルに近い濃度に下がっている。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に、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Cs濃度は高い傾向にあることが考えられた。また可食部から ^{90}Sr 及び $^{239+240}\text{Pu}$ は検出されなかった。つまり ^{90}Sr 及び $^{239+240}\text{Pu}$ 濃度は基準値の導出の考え方による $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 及び $^{239+240}\text{Pu}/^{137}\text{Cs}$ 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。

2. 農畜産物中放射性核種の測定及び低減化に関する研究

本研究で検出された ^{137}Cs 濃度及び ^{90}Sr 濃度の検出下限値と、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、 ^{90}Sr について、本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 ^{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。

2011年の土壌モニタリングで、原発周辺で採取された土壌からは事故放出によるストロンチウム-89(^{89}Sr)と ^{90}Sr が検出された¹⁾。今回、FD1NPSから西5kmの帰還困難区域内にある大熊町の試験圃場で栽培された農作物中の $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ 濃度

の比は、基準値策定時に用いられたこの比より低かった。また、本事故由来のPuは認められなかった。調理加工により山菜や野獣肉中放射性Cs濃度は減少し、特にイノシシ肉は血抜きによって大きく減少した。これは、植物細胞(細胞壁)と動物細胞(細胞膜)の構造上の違いがあると推測される。

3. 食品中放射性Cs濃度基準値の妥当性検証

年間内部被ばく線量推定値を男女別、年齢階層別に評価した結果、年間内部被ばく線量は放射性Cs、 ^{90}Sr ともに 1×10^{-3} 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1mSvを大幅に下回っていた。なお、今回、検出された食品中の ^{90}Sr の大部分は大気圏核実験由来と考えられ、本事故由来の ^{90}Sr による被ばく線量はより小さいと考えられる。ただし、 ^{90}Sr に関する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。

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

採取した魚介類のうち、可食部中の基準値を超えた試料はなかった。また ^{90}Sr 及び $^{239+240}\text{Pu}$ は検出されなかった。流通水産食品だけでなく、福島沖で採取された魚介類については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。

2. 農畜産物中放射性核種の測定及び低減化に関する研究

約10kgの大量の試料を灰化減容し分析した試料について、過去の農作物中 ^{137}Cs 及び ^{90}Sr 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。なお、帰還困難区域内の大熊町の試験圃場の農作物でも、本事故由来の Pu は認められなかった。調理加工によって農畜産物中放射性 Cs 濃度は減少した。

3. 食品中放射性 Cs 濃度基準値の妥当性検証

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 ^{90}Sr 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。また、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、 ^{90}Sr 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た。

F. 引用文献

1) 文部科学省、農林水産省：東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故に伴い放出された放射性物質の分布状況等に関する調査研究結果、平成 23 年度科学技術戦略推進費「重要政策課題への機動的対応の推進及び総合科学技術会議における政策立案のための調査」、「放射性物質による環境影響への対策基盤の確立」、1-82-1-88、2012。

G. 研究業績

論文発表

1. 青野辰雄, 福田美保, 山崎慎之介, 吉田聡, 伊藤友加里, 石丸隆, 神田穰太, 早乙女忠弘: 福島沿岸域における海水とプランクトン試

料中の放射性 Cs の濃度変動 について, Proceedings of the 15th Workshop on Environmental Radioactivity (KEK proceedings), 2014-7, 206-209, 2014.

2. T. Aono, M. Fukuda, S. Yoshida, T. Sotome, T. Mizuno, S. Igarashi, Y. Ito, J. Kanda and T. Ishimaru: Activities of radionuclides in the Pacific coastal area of Fukushima since the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident, Proceedings of International Conference on Radioecology & Environmental Radioactivity, COMUNICACION_0_1405422310789.docx.pdf, 2014.

3. 塚田祥文: 土壤中放射性セシウムの経時的な変化, 日本土壤肥科学雑誌 85, 77-79, 2014.

4. 山口克彦, 河津賢澄, 塚田祥文: 福島大学における震災復興への取り組み - 住民の視点からの放射線問題への取り組み -, 土木学会誌 99, 50-53, 2014.

5. 塚田祥文, 小山良太: なすびのギモン(食品編), 1-33, 環境省, http://josen-plaza.env.go.jp/nasubinogimon/pdf/nasu-gimo_vol3_2pver.pdf, 2014.

H. 知的財産権の出願・登録状況
なし

I. 健康危険情報

なし

