

厚生労働行政推進調査事業費補助金 (食品の安全確保推進研究事業)

食品中放射性物質濃度と食品摂取に伴う
内部被ばく線量の評価等に関する知見の評価検討

分担研究報告

分担研究者 青野 辰雄 (量子科学技術研究開発機構)
分担研究者 高橋 知之 (京都大学 複合原子力科学研究所)
研究代表者 明石 真言 (東京医療保健大学)

研究要旨

東電福島第一原子力発電所(福島原発)事故により環境へ放出された放射性物質の影響を受け、食品へ放射性物質による汚染から、食品の摂取に伴う内部被ばくが懸念され、厚生労働省は平成 24 年 4 月以降、食品からの内部被ばくを年間線量 1 mSv として、導出された基準値を適用している。福島原発事故から 11 年が経過したが、平成 23 年から平成 24 年の食品中の放射性物質の規制値や基準値の設定の議論や決定プロセスを、完全な履歴で追うことが難しい状況にある。そこで、国内の食品の安全に関する根拠を示し、国民が安心・安全を得ることができることを目的に、基準値策定時の薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会における様々な議論の内容等に関する資料の取りまとめ、時系列で関連する会議議事録と合わせて整理を行い、調査資料「食品中の放射性物質の基準値の検証に関する調査」を作成した。資料の第 1 部では「食品中の放射性物質の基準値の設定に関わるプロセスの検証」として、当該部会等の議事録や寄せられたパブリックコメントを中心に整理した。第 2 部では「食品中の放射性物質の基準値の運用に関わる検証」としてこれまでの厚生労働科学研究で得られた調査の結果をまとめた。

国際機関により提唱されている十分に安全側の年間線量率を採用し、法令に基づき調査されているデータを引用し、かつリスクを考慮した結果を基準値に適用し、さらに放射性セシウム以外の放射性核種についても実測の結果を用いて基準値の妥当性について科学的な検証が行われており、現行の基準値によって食品中の放射性物質については安全性が十分に確保されていることが確認された。すなわち食品中の放射性物質の基準値を算定した際の考え方は科学的根拠に基づいた合理的なものであった。

A. 研究目的

東電福島第一原子力発電所(福島原発)事故により環境へ放出された放射性物質の影響を受け、食品へ放射性物質による汚染から、食品の摂取に伴う内部被ばくが懸念され、厚生労働省は平成 24 年 4 月以降、食品からの内部被ばくを年間線量 1 mSv として、導出された基準値を適用している。福島原発事故から 11 年が経過したが、平成 23 年から平成 24 年の食品中の放射性物質の規制値や基準値の設定の議論や決定プロセスを、完全な履歴で追うことが難しい状況にある。そこで、国内の食品の安全に関する根拠を示し、国民が安心・安全を得ることができることを目的に、基準値策定時の様々な議論の内容等に関する資料の取りまとめ、調査資料を作成する。資料の第 1 部では、食品中の放射性物質の基準値の設定に関わるプロセスの検証を行い、第 2 部では、食品中の放射性物質の基準値の運用に関わる検証を行うことを目的とした。

B. 研究方法

食品中の放射性物質の基準値の設定に関わるプロセスの検証を行うために、当時の薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会の関係者の聞き取りを実施し、当該部会等の議事録や寄せられたパブリックコメントを中心に整理した。

また、食品中の放射性物質の基準値の運用に関わる検証として、現行の基準値に対する影響等について、平成 24 年度から令和 2 年度に厚生労働科学研究において実施した検証結果についてまとめた。

C. 研究結果

関連する会議の資料や議事録を整理し、食品摂取量の考え方について、流通する食品の食品区分の考え方について、流通する食品の汚染割合(50%)の考え方について、放射性セシウムと他の放射性核種の

濃度の関連性の考え方について(環境移行パラメータの考え方を含む)および規制対象核種(半減期 1 年以上)の考え方についての 5 項目についてまとめた。また「食品中の放射性物質の基準値の運用に関わる検証」としてこれまでの調査の結果をまとめた。これらを「食品中の放射性物質の基準値の検証に関する調査資料」(資料-1)として作成した。

D. 考察

第 1 部では、食品中の放射性物質の基準値が決定された経緯についての議事録や寄せられたパブリックコメントを中心に整理したところ、当時、放射性物質対策部会は様々な点について議論していたが、規制対象の放射性核種、特にヨウ素に対する考慮という点について重点的に議論していたことが確認できた。第 2 部では、食品中の放射性物質の基準値は、福島原発事故発生から約 1 年が経過した平成 24 年 4 月 1 日に施行される関係で、半減期が 1 年未満の核種については食品摂取に伴う内部被ばくの影響はないことを確認した上で、半減期が 1 年以上の環境に放出された放射性核種について、その影響を考慮した実効線量係数を用いて試算を行なった。またその際に放出量は多くないが注視すべき放射性核種としてヨウ素-129 を報告した。このヨウ素-129 やストロンチウム-90 については福島のみならず、福島原発事故の影響がない地域の土壌と作物について比較調査を行い、この作物のみを食べ続けた場合の内部被ばく線量の推定を行なったが、1 mSv/年よりも低い線量であった。一方で事故から 11 年が経過しても、未だに福島県を含む東北地方や北関東において出荷制限がかかる食品があるが、これらの影響を考慮した場合でも安全かつ安心できる環境であることが評価できる。預託線量において大人の 50 年の預託期間について ICRP 2007 年勧告に、「50 年の預託期間は、委員会によって、労働人口に入る若い人の平均余命

と考えられている丸められた値である。」と記載されている。つまり放射線防護の立場で計算される被ばくする放射線量が線量限度より低く抑えることも確認できた。

E. 結論

食品中の放射性物質の基準値の策定時の検証を行った。この検証は科学技術がもたらす便益とリスクの大きさを予測し、安全性や危険性の評価の根拠を提供し、実際の規制のためのデータの作成とその評価などを行うレギュラトリーサイエンスを目的とした検証である。国際機関により提唱されている十分に安全側の年間線量率を採用し、法令等に基づき調査されているデータを引用し、かつリスクを考慮した結果を基準値に適用し、さらに放射性セシウム以外の放射性核種についても実測の結果を用いて基準値の妥当性について科学的な検証が行われていた。現行の基準値によって食品中の放射性物質については安全性が十分に確保されていることを主眼においたものと考えられる。すなわち食品中の放射性物質の基準値を算定した際の考え方は科学的・合理的根拠に基づいて決定されたものであることが確認できた。

F. 引用文献

なし

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

食品中の放射性物質の基準値の検証に関する調査資料

令和3年度厚生労働行政推進調査事業費補助金（食品の安全確保推進研究事業）
食品中の放射性物質の基準値施行後の検証とその影響評価に関する研究

(1)

食品中の放射性物質の基準値の検証に関する調査資料

目次

第1部 食品中の放射性物質の基準値の設定に関わるプロセスの検証

1. 目的 (4)
2. 関連会議の開催日時とその議題 (5)
 - 2.1. 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会
 - 2.2. 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会及び薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会・放射性物質対策部会合同会議
 - 2.3. 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会
 - 2.4. 内閣府食品安全委員会
3. 調査によってわかったこと (6)
 - 3.1. 食品摂取量の考え方について
 - 3.2. 流通する食品の食品区分の考え方について
 - 3.3. 流通する食品の汚染割合（50％）の考え方について
 - 3.4. 放射性セシウムと他の放射性核種の濃度の関連性の考え方について（環境移行パラメータの考え方を含む）
 - 3.5. 規制対象核種（半減期1年以上）の考え方について
4. 結論 (12)
 - 付録 (13)
 - 関連する会議議事録
 - (1) 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会
 - (2) 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会
 - (3) 内閣府食品安全委員会
 - (4) 放射性物質の食品健康影響評価に関するワーキンググループ（食品安全委員会）
 - パブリック・コメント

第2部 食品中の放射性物質の基準値の運用に関わる検証

1. 目的 (16)
2. 方法 (16)
 - 2.1. 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
 - 2.2. 農畜産物中放射性核種の測定及び低減化に関する研究
 - 2.3. 食品中放射性セシウム濃度基準値の妥当性検証
 - 2.4. 営農再開地域における農作物中の放射性物質の濃度測定に関する研究
 - 2.5. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(I)
 - 2.6. 内部被ばく線量に対する放射性セシウムの寄与率等の推定
 - 2.7. 農作物中セシウムと長半減期核種の濃度測定に関する研究
(2)

2.8. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(II)

2.9. 内部被ばく線量の推計に関する研究

3. 結果及び考察 (18)

3.1. 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

3.2. 農畜産物中放射性核種の測定及び低減化に関する研究

3.3. 食品中放射性セシウム濃度基準値の妥当性検証

3.4. 営農再開地域における農作物中の放射性物質の濃度測定に関する研究

3.5. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(I)

3.6. 内部被ばく線量に対する放射性セシウムの寄与率等の推定

3.7. 農作物中セシウムと長半減期核種の濃度測定に関する研究

3.8. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(II)

3.9. 内部被ばく線量の推計に関する研究

4. まとめ (24)

4.1. 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

4.2. 農畜産物中放射性核種の測定及び低減化に関する研究

4.3. 食品中放射性セシウム濃度基準値の妥当性検証

4.4. 営農再開地域における農作物中の放射性物質の濃度測定に関する研究

4.5. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(I)

4.6. 内部被ばく線量に対する放射性セシウムの寄与率等の推定

4.7. 農作物中セシウムと長半減期核種の濃度測定に関する研究

4.8. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(II)

4.9. 内部被ばく線量の推計に関する研究

資料

総括 (29)

第1部 食品中の放射性物質の基準値の設定に関わるプロセスの検証

1. 目的

平成23年4月8日に開催された薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会（以下「放射性物質対策部会」という。）では「食品衛生法における放射性物質を含む魚介類の暫定規制値」について、「平成23年3月11日に発生した東京電力福島第一原子力発電所における災害（以下「福島原発事故」という。）により、周辺環境から通常より高い程度の放射能が検出され、厚生労働省は、平成23年3月17日に緊急的な措置として原子力安全委員会により示された「飲食物摂取制限に関する指標」を暫定規制値とし、これを上回る食品については食品衛生法第6条第2号に基づき規制を行うこととし、各自治体に対して通知をした。この規制は、食品安全基本法第24条第3項に基づき、厚生労働省より内閣府食品安全委員会（以下「食品安全委員会」という。）に対し、食品健康影響評価を要請したことを受け、平成23年3月29日に食品安全委員会より「放射性物質に関する緊急とりまとめ」が厚生労働大臣に通知された。平成23年3月31日に原子力安全委員会が原子力災害対策本部に対して行った助言を踏まえ、平成23年4月1日、原子力対策本部より厚生労働省に対し、我が国で初めての原子力緊急事態の発生に伴う放射性物質の放出が依然として終息していないこと等に鑑み、当分の間、食品中の放射性物質の規制の内容を現行のとおり維持する旨の見解が示された。」と説明されている。

平成23年7月12日に開催された同部会では、中長期的課題として、食品安全委員会による食品健康影響評価を踏まえた規制値の設定のあり方、長期的視点に立った規制値の設定のあり方、放射性物質の長期的影響を検討するために実施すべき研究課題が今後の検討課題と示され、平成23年10月31日の薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会及び薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会・放射性物質対策部会合同会議において、一定の方向性が示され、食品中の放射性物質の基準値の設定について、議論がなされた。また食品安全委員会委員長は平成23年3月29日に「放射性物質に関する緊急とりまとめ」を厚生労働大臣に通知するとともに、継続して審議を行い、平成23年10月27日に食品健康影響評価の答申がなされた。平成23年12月22日に開催された放射性物質対策部会では、放射性物質の基準値の見直しは、とりまとめた規格基準案を基に、WTO 通報及びパブリックコメントの手続きに入り、文部科学省放射線審議会への諮問の手続きを進め、平成24年2月24日に開催された薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会では、2月16日に上述の審議会から最終的な答申をいただいたことを報告している。また、並行して、パブリック・コメント、WTO への通報、リスクコミュニケーションを実施している。このパブリック・コメントは、平成23年12月28日から平成24年1月27日に「水道水中の放射性物質に係る指標の見直し案に関する意見募集」が行われ、また平成24年1月6日から平成24年2月4日に「乳及び乳製品の成分規格等に関する省令の一部を改正する省令及び食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件(食品中の放射性物質に係る基準値の設定)(案)等に関する意見募集」が行われ、結果は公表されている。

現在、福島原発事故から10年以上が経過したが、当時の食品中の放射性物質の暫定規制値や基準値設定の議論や決定プロセスは、放射性物質対策部会で議論されているがその内容は多岐にわたっており、それに対する意見公募手続の際にも様々な意見が寄せられている。また、決定のプロセスに

(4)

についても文部科学省放射線審議会、内閣府食品安全委員会での議論等を経て決定されており様々なプロセスを経ている。そこで、第一部では食品中の放射性物質の基準値の設定に関して、当時の放射性物質対策部会の関係者の聞き取りを実施し、当該部会等の議事録や寄せられたパブリックコメントを中心に整理した。

2. 関連会議の開催日時とその議題

2.1. 薬事・食品審議会食品衛生分科会

- 1) 平成 23 年 4 月 4 日

議題：食品衛生法における放射性物質を含む食品の規制について

- 2) 平成 24 年 2 月 24 日

議題：食品中の放射性物質の規格基準（案）について

2.2. 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会及び薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会合同会議

- 1) 平成 23 年 10 月 31 日

議題：食品中の放射性物質に係る食品健康影響評価結果と今後の検討課題について

2.3. 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会

- 1) 平成 23 年 4 月 8 日

議題：食品衛生法における放射性物質を含む魚介類の暫定規制値について

- 2) 平成 23 年 5 月 13 日

議題：食品衛生法における放射性物質を含む食品の規制について

- 3) 平成 23 年 7 月 12 日

議題：食品衛生法における放射性物質を含む食品の規制について

- 4) 平成 23 年 11 月 24 日

議題：食品衛生法における放射性物質を含む食品の規制について

- 5) 平成 23 年 12 月 22 日

議題：食品衛生法における放射性物質を含む食品の規制について

- 6) その他（放射性物質部会作業グループ（WG））

平成 23 年 5 月 13 日の放射性物質対策部会で、中長期的課題を検討するためには本部会だけでは難しいところがあるため専門グループを立ち上げて詳細な検討が必要であることが必要と部会長の提案があり、了承された。そして食品健康影響評価を踏まえた暫定規制値の設定のあり方を検討するにあたり、作業グループ毎で検討を進めていた。グループは作業グループ（線量計算等）及び作業グループ（食品分類等）があり、核種の放出から環境への移行、農水畜産物への移行という流れを考慮した形で、対象核種を選定した。それから食品のカテゴリーをどのようにしていくか、また最終的にはどのような線量を食品カテゴリーごとにどのように区分するかといった

(5)

ことについて、及びモニタリングデータから得られる食品中の放射性物質濃度と摂取量調査の値を用いて、国民の食事による被曝量をどのように考えることができるのかということについてそれぞれ検討され、検討結果は平成23年7月12日の部会等で報告されている。

2.4. 内閣府食品安全委員会

平成23年3月20日に厚生労働大臣より食品安全委員会委員長に食品健康影響評価の諮問がなされた。これを受けて、食品安全委員会委員長は3月29日に「放射性物質に関する緊急とりまとめ」を厚生労働大臣に通知するとともに、継続して審議を行い、10月27日に食品健康影響評価の答申がなされた。

1) 平成23年3月22日 食品安全委員会第371回会合

議事：食品安全基本法第24条に基づく委員会の意見の聴取に関するリスク管理機関からの説明について・食品衛生法に基づき放射性物質について指標値を定めること

2) 平成23年3月23日 食品安全委員会第372回会合

議事：「食品衛生法に基づき放射性物質について指標値を定めること」に関する食品健康影響評価について

3) 平成23年3月25日 食品安全委員会第373回会合

議事：「食品衛生法に基づき放射性物質について指標値を定めること」に関する食品健康影響評価について

4) 平成23年3月28日 食品安全委員会第374回会合

議事：「食品衛生法に基づき放射性物質について指標値を定めること」に関する食品健康影響評価について

5) 平成23年3月29日 食品安全委員会第375回会合

議事：「食品衛生法に基づき放射性物質について指標値を定めること」に関する食品健康影響評価について

6) 平成23年7月26日 食品安全委員会第392回会合

議事：放射性物質の食品健康影響評価について

3. 調査によってわかったこと

3.1. 食品摂取量の考え方について

食品摂取量に関して放射性物質対策部会の議論としては、平成23年11月24日に放射性物質対策部会では「13歳～18歳、19歳以上の年齢区分につきましては、男女差による摂取量の差が非常に大きくなってまいります。こうしたことを踏まえて、13歳～18歳、19歳以上につきましては摂取量の男女差についても考慮してはどうか」という事が提案され、この方針が了承されたことが議事録に記載されている。また、平成23年12月22日に開催された放射性物質対策部会では「放射性物質のような長期的なばく露を考慮することが必要な物質につきましては、長期間毎日摂取を続けても安全であるかどうかということを評価する必要があります。これまで、残留農薬等の長期的なばく露に対する影響を評価

する際には、食品の平均摂取量を用いるという考え方が採用されております。また、この考え方は、我が国のみならず、国際的にも一般的なものと言えることから、こうした考え方にに基づき、今回の基準値の誘導で用いる飲料水以外の1日摂取量、これは、国民の平均値を使うことといたしました。ただし、性差あるいは年齢区分、こういうものに明確に差が見られますので、このようなものを厳密に行うために、それぞれ先ほど申しましたような年齢区分、性差を考慮することといたしております。」と報告されており、食品摂取量については摂取量の年齢区分、性差等を考慮したうえで決定していたことが確認できる。

この点に関してはパブリックコメントに以下の内容が寄せられており、食品摂取量については元となったデータの母数が十分でないこと、平均より偏った食事をする場合に関する考慮をすべきであるといった意見を確認できる。

【摂取量に関する御意見】

- ・ 食品摂取量の調査対象は4,510名で十分な数とは言えない。また、食品の平均摂取量を用いる点で、平均よりも偏った食事をする場合の危険性について全く考慮されない。

これに対して当時は以下の回答を行っており、食品摂取量の母数としては十分な母数が確保できていると考えていること、慢性毒性評価を行う際には平均値を用いることが妥当であったということも回答している。

【摂取量に関する回答】

食品の平均摂取量は、年齢区分別の平均的な値をできるだけ正確に把握できるように、(独)国立健康・栄養研究所がとりまとめた「食品摂取頻度・摂取量調査の特別集計業務・報告書」のほか、「国民健康・栄養調査」及び(財)環境科学技術研究所が青森県において実施した「乳幼児の食品摂取実態調査」を参照しました。国民の平均的な食品摂取量を把握するためには、十分な母数の調査対象者数であると考えています。

また、長期間毎日摂取し続けても安全であるかどうかを評価するためには、時には平均を上回る量の食事をする場合もあれば、また平均を下回る量の食事をする場合もあるため、一時的な平均を上回る摂取量よりも長期間における平均値を用いた方が、慢性毒性評価を行う上では適切とする考え方が、我が国のみならず、WHOを初め国際的にも一般的です。

さらに、新しい基準値に基づく食品からの放射性セシウムによる実際の被ばく線量の推計結果からは、中央値濃度で年間0.043ミリシーベルトが仮に平均摂取量の2倍を摂取される方であっても、中央値濃度の食品を食べ続けた場合で、年間の被ばく線量は0.086ミリシーベルトとなり、介入線量レベル(年間1ミリシーベルト)に対して十分に小さい値に留まると考えられます。

3.2. 流通する食品の食品区分の考え方について

平成23年11月24日に開催された放射性物質対策部会の議事録では食品区分について暫定規制値では、全食品を5つの食品区分、すなわち「飲料水」「牛乳・乳製品」「野菜類」「穀物」「肉・卵・魚・その他」に分けていたものを、特別な配慮が必要と考えられる「飲料水」「乳児用食品」

(7)

「牛乳」の独立した区分を設け、それ以外の食品全体を1つの区分（一般食品）として管理されることが提案されている。

その理由として、1点目として個人の食習慣の違い、すなわち摂取する食品の偏りの影響を最小限にすることがこうした考え方で可能になること、2点目として、国民にとって単純でわかりやすい規制となること、3点目として、食品の国際規格を策定しているコーデックス委員会なども、同様の考え方を採用しているということが説明されている。それに対して当時の部会委員より、「ある種の食品で単価が高くて余り食べないものに関して少し高くしてほしいという要望があるのであれば、そういったことに対する配慮が必要になるのではないかと思います。」との発言があり、特定の種の食品に対する規制値を高くすることが提案されている。それに対して当時の部会長として「なかなかこれを高くしても大丈夫ということがわかっていたとしても、一つだけ規制値を緩めたような形で設けるというのは、難しい。」と回答されており、最終的に食品区分は4区分として、「飲料水」「乳児用食品」「牛乳」「一般食品」とすることが了承された。

続く平成23年12月22日の放射性物質対策部会において、その区分に含まれる食品の具体的な範囲について最終的な整理がなされたことが確認できる。

この点に関してはパブリックコメントに以下の内容が寄せられており、より細分化した食品区分を設けるべきであるという意見があったことが確認できる。

【食品区分に関する御意見】

- ・ 「一般食品」の中においても一部を「乳幼児用一般食品」として区別する規制が必要。
- ・ 主食には厳しい基準値にするなど、食習慣に合わせた基準にすべき。
- ・ 一般食品の区分を細分化し、嗜好品や摂取量の少ないものは基準緩和を求める。
- ・ 汚染を低減できた農作物と汚染を低減できない農・水産物を「一般食品」というくくりで同じ区分として扱うのは適切ではない。
- ・ 淡水魚やキノコ類、日本では例えば山菜のように一般消費量が少ない食品については別途分類した方が良い。

これに対して当時は以下の回答を行っており、①個人の食習慣の違い（摂取する食品の偏り）の影響を最小限にすることが可能であること、②国民にとって分かりやすい規制となること、③食品の国際基準を策定するFAOとWHOの合同会議であるコーデックス委員会などの国際的な考え方と整合することを考慮して、食品全体（一般食品）を1つの区分とすることを基本としたということを回答している。

【食品区分に関する回答】

食品区分の設定に当たっては、①個人の食習慣の違い（摂取する食品の偏り）の影響を最小限にすることが可能であること、②国民にとって分かりやすい規制となること、③食品の国際基準を策定するFAOとWHOの合同会議であるコーデックス委員会などの国際的な考え方と整合することを考慮して、食品全体（一般食品）を1つの区分とすることを基本としました。ただし、飲料水については、すべての人が摂取し代替がきかず、その摂取量が大きいこと、WHOが飲料水中の放射性物質のガイダンスレベルを示していること、水道水中の放射性物質は厳格な管理が可能で

(8)

あることを踏まえ、独立した区分としています。また、子どもの摂取量が特に多い牛乳及び乳児が食べる乳児用食品については、食品安全委員会が、「小児の期間については、感受性が成人より高い可能性」を指摘していることを踏まえ、独立した区分としています。

3.3. 流通する食品の汚染割合（50％）の考え方について

食品の汚染割合に関しては、平成23年12月22日に開催された放射性物質対策部会の議事録で「すべての流通食品が基準値濃度の上限値の放射性物質を含むと考えるのはちょっと妥当とは言えないというところから、現在のモニタリング検査等から得られている実測値、あるいは流通食品に輸入食品が多く含まれているという実態から、流通する食品の汚染割合を一般食品につきましては50%であるという仮定を置いて計算しております。」と記載されており、この意見に対する質疑等は確認できなかった。さらに平成24年2月24日の薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会で、平成24年2月16日に文部科学省の放射線審議会からの答申が紹介されている。放射線審議会において、基準値を計算する際の占有率の50%に関する部会での議論が報告されている。すなわち、コーデックス委員会の放射性物質のガイドラインで取り入れられている占有率という考え方を取り入れたこと、占有率については我が国の食糧需給率等の関係から輸入割合は安全側に50%と設定したこと、その考えをもとにして流通する食品の半分が基準値上限で汚染されているという想定で基準値を計算したことが報告されている。一般食品について流通する食品の汚染割合（50%）の考え方について、薬事・食品衛生食品審議会食品衛生分科会として占有率という考え方が取り入れられ、食品の汚染率が50%として決定したことが確認できる。

この点に関してはパブリックコメントに以下の内容が寄せられており、汚染割合の50%については厳しくすべきという意見と、緩めるべきという意見の両論があった事が確認できる。

【汚染割合に関する御意見】

- ・ 汚染割合50%の根拠が見えず、大雑把な基準に納得がいかない。安全側に立って、100%と想定すべき。
- ・ 汚染割合50%、大人100ベクレル/kgに切り下げ、子どもは大人の半分の50ベクレル/kgと、計算の根拠がないように感じられる。すでに汚染物質の含まれた食品が流通していることも踏まえ、厳格な基準を望む。
- ・ 汚染割合は、食品衛生法上の従来の考え方を踏襲して100%とすべき。生鮮食品などは地元野菜が主流となるし、福島周辺の野菜を日常的に摂取しても安心が担保される基準値の設定をするべき。
- ・ 学校の給食を始め、子供たちには、そうした食品を与えないようにしている現実に対して、無茶苦茶に安全率を上げた決定法と言わねばならない。実態を調査すれば、汚染率は、10%を遥かに下回る。

これに対して当時は以下のように返答を行っており、コーデックス委員会で定められている放射線のガイドラインにおいて取り入れられている占有率という考えをもとに決定したことを回答している。

(9)

【汚染割合に関する回答】

流通食品の汚染割合については、コーデックス委員会で定められている放射性物質に関するガイドラインにおいて、すべての食品が汚染されていると仮定せず、代わりに占有率（流通する食品のうち、汚染国からの輸入される食品の割合）という考え方が取り入れられていることから、これを採用しました。「一般食品」では、我が国の食料自給率（2010年度はカロリーベースで39%、2020年度までに50%を目標）等との関係から、流通する食品の半分が汚染されているという安全側の想定の下に、基準値を100ベクレル/kgに設定しています。

3.4. 放射性セシウムと他の放射性核種の濃度の関連性の考え方について（環境移行パラメータの考え方を含む）

平成23年7月12日に開催された放射性物質対策部会議事録に放射性セシウムと他の放射性核種の濃度の関連性の考え方等について説明がなされ、これに関する議論が記載されている。放射性セシウムで代表させることと放射性セシウムに対する放射性ストロンチウム濃度比に関する回答が確認された。放射性セシウムはガンマ核種で比較的容易に測定できる一方で放射性ストロンチウムは分析に時間を要することで、暫定規制値の場合も放射性セシウム濃度に一定の放射性ストロンチウム濃度が加わっても対応できるようになっていることが説明されている。

3.5. 規制対象核種（半減期1年以上）の考え方について

平成23年4月8日に開催された放射性物質対策部会では、当時の部会委員より「今は原発からどんどん放水されていますのでどんどん放射性ヨウ素は供給されていくわけです。つまり、次から次へと摂取する可能性というのは続いているということです。内部被ばくの線量は1回だけでなく、どんどん補充されていくのですが、それはどういうふうに考慮されているのでしょうか。」と質疑がなされている。これに対して平成23年5月13日に開催された放射性物質対策部会では「ヨウ素につきましては、（略）既に炉の中の臨界が続いておりませんので、炉の中で既にもう7半減期くらい過ぎておりますので、初期の量の100分の1以下になっていると思われま。そうしますと、セシウムはその分は減っておりませんので、今もし同じような形で炉から出てきますと、どちらかという、直接沈着という意味ではセシウムの方がクリティカルになるのではないかと。」と参考人が発言した。また、平成23年7月12日に開催された放射性物質対策部会にて改めて「放射性ヨウ素ですが、こちらにつきましてはかなり既に減少していると考えられますけれども、まだ6月段階でも海草等で検出されている事例もございます（必ずしも東京電力福島第一原発事故に起因しないが）ので、このヨウ素につきましても取扱いについて議論を行う必要があるというふうに考えております。」と発言があり、引き続き議論があったことが確認される。この点に関しては、平成23年11月24日に開催された放射性物質対策部会において「放射性ヨウ素につきましては、先ほども申しましたように半減期が短いということがございます。現在、混合核種の代表核種としてヨウ素131が、暫定規制値が設定されておりますけれども、半減期が最も長いヨウ素131でも約8日間である。平成23年7月15日以降は検出された報告はないということもございますので、規制値を設定する対象とはしないというふう

に考えています。」と提案され、ヨウ素は規制を設定する対象外とすることが了承された。他にも同日に開催された放射性物質対策部会では半減期1年未満の放射性核種に対する考え方等について説明がなされ、半減期1年未満の放射性核種も含めて計算した場合、時間の経過と共にスクーリングファクターや安全係数の見直しの必要性の有無などが記録されている。この議論を元に放射性物質対策部会の1年以上の半減期を有する核種（ストロンチウム90、プルトニウム、ルテニウム106）が了承された。

放射線の規制対象核種についてはパブリックコメントに以下の内容が寄せられており、セシウム以外の核種に対する懸念があった事が確認できる。

【規制対象核種に関する御意見】

- ・ 放射性セシウム以外の核種（ヨウ素、ストロンチウム、プルトニウム、アメリシウム等）についても検査対象とすべき。
- ・ 乳製品にはストロンチウムが多く含まれると考えられるため基準を設定すべき。
- ・ 海洋汚染の程度が不明であり、海産物については、セシウム以外の基準値が必要ではないか。
- ・ セシウム以外の核種については、国が計画的に調査と情報公開をすべき。
- ・ セシウム以外の規制対象核種はどの地域における比率を用いたのか、どのような移行係数を用いたのか示すべき。
- ・ セシウム以外の核種の比率をベクレルで示すべき。

放射線対象核種に関してヨウ素については半減期が短く、平成23年7月15日以降に食品からの検出報告がないことから規制対象としておらず、放射線半減期が1年以上の核種すべて（セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90、プルトニウム、ルテニウム106）を規制対象核種としていると述べている。また、セシウム以外の対象核種の比率については穀類、乳製品といった食品分類毎に比率の計算を行っているものの海産物については情報が十分でないため安全側の想定に立って、セシウム以外の核種の寄与率を計算したことが回答されている。

【規制対象核種に関する回答】

規制の対象とする放射性核種については、新基準値は、福島原発事故を受け、事故後の長期的な状況に対応するものであることから、比較的半減期が長く、長期的な影響を考慮する必要がある核種としています。

そこで、原子力安全・保安院の評価に基づき大気中に放出されたと考えられる核種のうち、半減期が1年以上の核種すべて（セシウム134、セシウム137、ストロンチウム90、プルトニウム、ルテニウム106）を規制対象核種としました。なお、放射性ヨウ素については、半減期が短く、平成23年7月15日以降に食品からの検出報告がないことから、規制の対象とはしていません。規制対象の核種のうち、セシウム以外の核種については測定に非常に時間がかかることから、移行経路ごとに放射性セシウムとの比率を算出し、合計して年間1ミリシーベルトを超えないように放射性セシウムの基準値を設定しています。放射性セシウムとの比率の計算

は、穀類、乳製品といった食品分類ごとに行っているため、放射性物質の移行に関する食品ごとの特性も考慮されています。

ただし、海産物については、海水中での生態等の情報が十分ではなく、陸域のように環境モニタリングデータを用いて比率を評価することが困難であるため、余裕を持たせた安全側の想定に立ち、海産物中における放射性セシウム以外の核種（ストロンチウム 90 など）の寄与率を 50%と仮定して基準値を計算しています。このように新基準値は、放射性セシウム以外の核種の影響も考慮したものとなっています。また、施行後においても、基準値設定の際に用いた前提等は検証をしていく予定です。さらに、食品中に含まれるストロンチウム、プルトニウム及びルテニウムについては国による買い上げ調査を通じて、濃度推移を把握していくこととしております。

4. 結論

今回の調査では、平成 23 年度の放射性物質対策部会を中心とした議論について議事録等を中心に再整理した。これらの議事録だけでなく、食品安全委員会などの議事録は開示されている。食品中の放射性物質の基準値が決定された経緯について再検証を行ったところ、当時、放射性物質対策部会は様々な点について議論していたが、規制対象核種、特にヨウ素に対する考慮という点について平成 23 年 4 月 8 日から議題になり、平成 23 年 11 月 24 日の放射性物質対策部会にて対象各種が了承されるまで重点的に議論していたことが確認できる。この点に関しては、半減期が 1 年以上の核種すべて（セシウム 134、セシウム 137、ストロンチウム 90、プルトニウム、ルテニウム 106）を規制対象核種とすること。なお、放射性ヨウ素については、半減期が短く、平成 23 年 7 月 15 日以降に食品からの検出報告がないことから、規制の対象とはしては外されたことが確認できる。

上述の結論に対して、食品中の放射性物質の新基準値については、当時、社会的に関心が高いことから、多数のパブリックコメントが寄せられており、これらについて合理的な説明を行っている。一方で、規制対象核種の寄与率に関しては、「食品中に含まれるストロンチウム、プルトニウム及びルテニウムについては国による買い上げ調査を通じて、濃度推移を把握していく」とパブリックコメントで回答しており、継続的な注視が必要であった部分だと認識していたことが確認できる。この点に関しては、平成 24 年以降に国立医薬品食品衛生研究所において放射線セシウム、ストロンチウム、プルトニウムを計測している。一方で、この調査についてはマーケットバスケット方式で実施しており、個別の食品分類毎に計測することを目的としているものではない。以上を踏まえ、本研究の第 2 部では、現行の基準値を策定した際に推計した放射性セシウムに対する、その他の長半減期放射性核種の寄与率を食品分類ごとにその妥当性の検証を行うこととする。

付録

- 関連する会議議事録

(1) 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会

- 1) 平成 23 年 4 月 4 日薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会:

<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002c30f.html>

- 2) 平成 23 年 10 月 31 日薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会及び薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会・放射性物質対策部会合同会議:

<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002452q.html>

- 3) 平成 24 年 2 月 24 日薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会及び薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質対策部会合同会議:

<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002bzxb.html>

(2) 薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会放射性物質部会

- 1) 平成 23 年 4 月 8 日開催: <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001df7o.html>

- 2) 平成 23 年 5 月 13 日開催: <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001jhc0.html>

- 3) 平成 23 年 7 月 12 日開催: <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000001ml2y.html>

- 4) 平成 23 年 11 月 24 日開催: <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000024foy.html>

- 5) 平成 23 年 12 月 22 日開催: <https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r98520000024g9a.html>

(3) 内閣府食品安全委員会

- 1) 平成 23 年 3 月 22 日 食品安全委員会第 371 回会合:

<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110322sfc>

- 2) 平成 23 年 3 月 23 日 食品安全委員会第 372 回会合:

<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110323sfc>

- 3) 平成 23 年 3 月 25 日 食品安全委員会第 373 回会合:

<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110325sfc>

- 4) 平成 23 年 3 月 28 日 食品安全委員会第 374 回会合:

<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110328sfc>

- 5) 平成 23 年 3 月 29 日 食品安全委員会第 375 回会合:

<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110329sfc>

- 6) 平成 23 年 7 月 26 日 食品安全委員会第 392 回会合:

<http://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110726sfc>

(4) 放射性物質の食品健康影響評価に関するワーキンググループ（食品安全委員会）

- 1) 平成 23 年 4 月 21 日 第 1 回会合結果:

<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110421so1>

- 2) 平成 23 年 4 月 28 日 第 2 回会合結果:
<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110428so1>
- 3) 平成 23 年 5 月 12 日 第 3 回会合結果:
<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110512so1>
- 4) 平成 23 年 5 月 25 日 第 4 回会合結果:
<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110525so1>
- 5) 平成 23 年 6 月 16 日 第 5 回会合結果:
<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110616so1>
- 6) 平成 23 年 6 月 30 日 第 6 回会合結果:
<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110630so1>
- 7) 平成 23 年 7 月 13 日 第 7 回会合結果:
<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110713so1>
- 8) 平成 23 年 7 月 21 日 第 8 回会合結果:
<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110721so1>
- 9) 平成 23 年 7 月 26 日 第 9 回会合結果:
<https://www.fsc.go.jp/fsciis/meetingMaterial/show/kai20110726so1>

- パブリックコメント

- 1) 乳及び乳製品の成分規格等に関する省令の一部を改正する省令及び食品、添加物等の規格基準の一部を改正する件（食品中の放射性物質に係る基準値の設定）（案）等に関する御意見の募集について：<https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/Public?CLASSNAME=PCM1040&id=495110333&Mode=2>
- 2) 水道水中の放射性物質に係る指標の見直し案に関する意見の募集について：<https://public-comment.e-gov.go.jp/servlet/Public?CLASSNAME=PCM1040&id=495110329&Mode=2>

第2部 食品中の放射性物質の基準値の運用に関わる検証

1. 目的

第1部では食品中の放射性物質の基準値の設定に関わる当時のプロセスに関する検証についてまとめた。第2部では、平成24年4月から運用された食品中の放射性物質の現行の基準値に対する影響等について検証を行なった結果についてまとめることとする。

平成23年3月の東京電力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1mSv/年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年以上であるストロンチウム-90、ルテニウム-106、プルトニウム-238、プルトニウム-239、プルトニウム-240、プルトニウム-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。まず、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及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1mSv/年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。

2. 方法

2.1. 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

FDNPS から30km圏内の海域の魚介類の採取を行い、これらの可食部の放射性核種の測定を行った。また市場に流通する福島産水産物及び水産加工物を入手し、原材料及び加工品と放射性核種濃度の比較や調理加工に伴う放射性核種濃度の低減率について調査を行った。また農産物ではシイタケについて、乾燥シイタケを作り、原材料との濃度比較を行った。

2.2. 農畜産物中放射性核種の測定及び低減化に関する研究

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一般流通食品（農畜産物）試料を購入して、放射性セシウム、ストロンチウム-90及びプルトニウムを測定した。また、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濃度の調査を行い、その濃度レベルや、規格基準値導出に用いられた濃度比と比較検討した。ま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、それらの放射性セシウム濃度と調理加工による低減割合について求めた。

2.3. 食品中放射性セシウム濃度基準値の妥当性検証

食品試料中安定元素濃度を測定し、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。また安定カリウム及び安定カルシウムの摂取量を用いて、農畜産物の経口摂取による放射性セシウム及びストロンチウム-90 に起因する内部被ばく線量を評価し、ストロンチウム-90 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。

2.4. 営農再開地域における農作物中の放射性物質の濃度測定に関する研究

FDNPS の周辺でも営農再開地域が徐々に増加しているが、そのような地域における作物中放射性核種濃度に関して、住民の不安は解消されていない。特に、浜通りの FDNPS 周辺及び FDNPS から北西地域で営農再開に向け準備を進めている市町村等にとって、ガンマ線測定によるモニタリングで結果を出せないストロンチウム-90 についての不安の声が大きい。FDNPS から北西に位置する地域と営農再開を準備している地域、営農が再開されている浜通りの南相馬市と帰還の規制を解除した浪江町の試験圃場、主に福島県で最も人口の多い浜通りのいわき市から市場流通作物や試験栽培された農作物を採取し、放射性セシウム濃度とストロンチウム-90 濃度を求め、これまでに求めたデータと比較すると共に、全国のモニタリング結果と比較・検証し、住民の安心・安全の醸成に資するための研究を行った。

2.5. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(I)

水産物は、福島沖で採取され市場に流通する水産物とした。福島県水産試験場の協力を得て情報収集を行い、福島県沖合で採取され市場に流通する水産物を各漁協から購入し、放射性物質の濃度測定を行った。また福島県養殖業者から水産物を購入し、放射性物質（放射性セシウム、ストロンチウム-90、プルトニウム-239+240）と安定元素（カリウム及びカルシウム）の測定を行った。

2.6. 内部被ばく線量に対する放射性セシウムの寄与率等の推定

「2.4 営農再開地域における農作物中の放射性物質の濃度測定に関する研究」で測定した農作物中放射性セシウム濃度及びストロンチウム-90 濃度、及び「2.5 食品中の放射性核種濃度等に関する研究」で測定した海産物中放射性セシウム濃度を用いて、放射性セシウム及びストロンチウム-90 による内部被ばく線量を推定した。放射性セシウムによる内部被ばく線量の推定については、全ての食品がこの農作物や水産物に相当すると仮定する極めて保守的な方法と、安定カリウムの摂取量を用いる方法で評価を実施した。ストロンチウム-90 による内部被ばく線量の推定については、安定カルシウムの摂取量を用いる方法で評価を実施した。これらの内部被ばく線量の評価結果と介入線量レベルを比較検討した。

2.7. 農作物中セシウムと長半減期核種の濃度測定に関する研究

(17)

土壌及び作物（ハウレンソウ・ジャガイモ・玄米）を、福島県の浜通り、中通り（2地点）、会津の4地点、福島周辺地域として宮城県と栃木県、並びに FDNPS 事故の影響が限定されている愛知県の計7地点で採取した。採取した作物や土壌は乾燥や灰化を行い、放射性核種測定用試料を作成した。試料をプラスチック容器（U-8）または2Lマリネリ容器に詰め、ゲルマニウム半導体検出器を用いてセシウム-134、セシウム-137及びカリウム-40の定量を行った。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）を用いて福島県で採取した作物中のストロンチウム-90濃度測定を行った。さらに、加速器質量分析装置（AMS）を用いて作物と土壌中のヨウ素-129濃度を求めた。

2.8. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(II)

市場流通する淡水魚、福島沖で採取され、市場に流通する魚介類4種（スズキ、マダラ、マコガレイ及びババカレイ）及び福島相双海域で採取し、市場に流通する魚介類4種（マダラ、スズキ、ババカレイ及びキアンコウ）を本研究の対象とした。魚の灰試料を作成し、ゲルマニウム半導体検出器（GX2019）を用いて、 γ 核種の測定を行った。また海水やこれまでに採取した魚介類灰試料を用いて、ストロンチウム-90やプルトニウム-239+240の定量を行い、放射性セシウムに対する濃度比について調査を行った。

2.9. 内部被ばく線量の推計に関する研究

食品中放射性セシウム、ストロンチウム-90及びヨウ素-129による内部被ばく線量をそれぞれ推定し、比較検討するところを目的としている。食品の種類を3種類の農作物（ハウレンソウ・ジャガイモ・玄米）に限定して福島県内外で採取し、それぞれの同一試料中放射性セシウム、ストロンチウム-90及びヨウ素-129濃度を測定することにより、それぞれの核種による内部被ばく線量を推定することを試みた。なお、内部被ばく線量評価のための線量係数は、ICRP Publication No.72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た。

3. 結果及び考察

3.1. 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

水産加工物については、生試料を乾燥して干物にしてもカリウム-40濃度は増加したが放射性セシウムは検出されなかった。生試料を煮だし実験を行った結果、放射性セシウムとカリウム-40が50-90%減少し、調理加工に伴い放射性核種濃度の低減が確認された。食品中の基準値を超えた試料は、橈葉町沖合で採取したコモンカスベのみで、その放射性セシウム濃度は109Bq/kg-生重量であった。同海域では平成25年度に比べて平成26年度の魚介類中の放射性セシウム濃度は約1割までに減少する傾向にあった。魚介類可食部中のストロンチウム-90及びプルトニウム-239+240濃度は検出下限値未満であった。また、シイタケは商業的に生産される過程に準じた方法で乾燥を行ったところ、実験室レベルでは乾燥キノコへの加工に伴い製品当たりの放射性セシウム濃度が平均で9倍程高くなった。水産加工物については、原材料(生魚の状態)からすべて内臓等が取り除かれ、機械乾燥や外干し

が行われており、水分量の減少による濃縮よりも、加工工程における内臓部等の除去や洗いによって放射性物質が流出したと考えられた。また煮だし調理加工に伴い、体液と共に放射性物質が流出したと考えられる。FDNPS から 30km 圏内の海域の魚介類中の放射性セシウム濃度の低下は、海水や餌となるプランクトン類中の放射性セシウム濃度が事故前のレベルまで下がっていることや堆積物中の濃度も年々低下していることが要因と考えられる。中層魚に比べて、底層魚は底生生物を捕食する影響で放射性セシウム濃度が他よりも高い傾向にあることが考えられる。採取した魚介類可食部中のストロンチウム-90 及びプルトニウム-239+240 は検出されなかったことから、福島県沖の魚介類についてもフォールアウトによるストロンチウム-90 及びプルトニウム-239+240 が含まれている可能性を考慮しても、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。シイタケはセシウムを吸収・蓄積するのに対してストロンチウム濃度は低いことから、食品として放射性セシウムに対する放射性ストロンチウムの寄与率は基準値導出における推定方法よりも低いと考えられる。

3.2. 農畜産物中放射性核種の測定及び低減化に関する研究

試料の一部は供試量を約 10 kg に増量し、ストロンチウム-90 濃度を定量することを試みた。その結果、帰還困難区域外の農作物中ストロンチウム-90 濃度は、0.0047~0.30 Bq/kg-生の値であった。また、帰還困難区域内から採取した作物中濃度は、0.21 及び 0.31 Bq/kg-生であった。これらの値は、平成 25 年の福島県を除く国内から採取された作物中濃度（検出限界値以下~0.91 Bq/kg-生）と比較しても、範囲内にあることが確認された。農作物中プルトニウム濃度は、きわめて低濃度であり、検出限界値以下~0.000085 Bq/kg-生であった。山菜、野獣肉の調理加工による放射性セシウム濃度を求めた結果、多くの試料で低下した。特に、イノシシ肉の血抜き処理では約 5 分の一に低下した。土壤中に事故由来のストロンチウム-90 が若干見受けられた帰還困難区域内で採取したカボチャとキャベツについては、実測値が評価値を下回り評価が妥当であったことが示された。一方、帰還困難区域外で採取した試料についても、3 試料（コマツナ、キュウリ、食用菊）を除く評価値が実測値を下回り妥当性が示された。一方、評価値が実測値を上回った 3 試料については、土壤中ストロンチウム-90 濃度に事故の寄与が見られないこと、作物中ストロンチウム-90 が福島県外で採取された作物中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。また、農作物中プルトニウムについては、濃度が極めて低かったために、事故由来の判断基準となるプルトニウム-240/プルトニウム-239 原子数比を確定することができなかった。事故由来によるプルトニウム-240/プルトニウム-239 原子数比は 0.323~0.330 と報告されているが、本研究で求めた土壤中プルトニウム-240/プルトニウム-239 原子数比はその値とは異なり、帰還困難区域内から採取した土壌試料も含め、0.171~0.197 と大気圏核実験由来 (0.180 ± 0.007) の値と一致した。

3.3. 食品中放射性セシウム濃度基準値の妥当性検証

平成 24 年度に福島県内産で一般流通食品（農畜産物）試料を 40 試料購入して測定した結果、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。また、食品中のセシウム-137 濃度は検出下限値未満から 25.2 Bq/kg-

生重量であった。ストロンチウム-90 濃度はすべて検出下限値未満であった。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。また平成 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。また安定カルシウム濃度も 16~3900 mg/kg とその範囲は二桁にわたっていた。安定セシウム及び安定カリウム濃度は平成 25 年度の試料のみ測定を行った。安定セシウム濃度は検出下限値未満の試料が多く、濃度の範囲は検出下限値未満~5.7 $\mu\text{g}/\text{kg}$ であった。安定カリウム濃度は比較的変動範囲が小さく、1.2~7.5 g/kg であった。本研究で検出されたセシウム-137 濃度及びストロンチウム-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、ストロンチウム-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ストロンチウム-90 が含まれている可能性を考慮しても、ストロンチウム-90 濃度は基準値の導出の考え方によるストロンチウム-90/セシウム-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。

本研究によって得られたセシウム-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 1mSv/年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ストロンチウム-90 の寄与を含めても、介入線量レベルである 1mSv/年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事故由来のプルトニウム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 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。

3.4. 営農再開地域における農作物中の放射性物質の濃度測定に関する研究

平成 27 年度に実施した結果では、FDNPS から北西に位置する放射性セシウムの沈着量が比較的高かった福島市、伊達市（平成 23 年度に作付したイネが 500 Bq/kg-生重量を超えた地区）、及び川俣町から市場流通している農作物を購入し、放射性セシウム濃度を求めた結果、 1.9 ± 2.1 (0.12~7.3) Bq/kg-生重量であった。また、ストロンチウム-90 濃度は、 0.0092 ± 0.0066 (0.0019~0.018) Bq/kg-生重量であった。一方、営農再開を計画している飯舘村、浪江町及び川俣町の試験圃場から採取した農作物中放射性セシウム濃度は 0.44 ± 0.43 (0.11~1.6) Bq/kg-生重量、またストロンチウム-90 濃度は 0.0026 ± 0.0030 (0.0036~0.10) Bq/kg-生重量であり、市場流通品中濃度と同様な値であった。更に、これらの値は、福島県を除く日本全国の放射性セシウム濃度（検出限界値以下~15 Bq/kg-生重量）及びストロンチウム-90 濃度（検出限界値以下~0.91 Bq/kg-生重量）とも同程度にあった。平成 28 年度に実施した結果では、浜通りの南相馬市内で栽培され、市場流通していた作物中放射性セシウム平均濃度は、 2.2 ± 4.9 (0.03~22、n=27) Bq/kg-生重量であり、基準値を下回った。ストロンチウム-90 濃度は、 0.08 ± 0.13 (0.01~0.45、n=11) Bq/kg-生重量であった。これらの濃度は福島県を除く全国農作物中放射性セシウムやストロンチウム-90 濃度モニタリング結果（2015 年）の範囲にあった。営農再開を計画している浪江町の試験圃場から採取した 4 試料の農作物中放射性セシウ

ム濃度は 0.77 ± 0.43 ($0.37 \sim 1.3$, $n=4$) Bq/kg-生重量であり、基準値を下回った。また、ストロンチウム-90 濃度は 0.04 ± 0.04 ($0.008 \sim 0.099$, $n=4$) Bq/kg-生重量であった。

平成 29 年度に実施した結果では、浜通りいわき市内の圃場で栽培され、市場流通していた作物中放射性セシウム平均濃度は、 0.78 ± 1.69 (検出限界値以下 ~ 6.6 , $n=27$) Bq/kg-生重量であり、基準値を下回り、一般的なモニタリングでは検出できないほど低濃度になっていることが明らかになった。また、セシウム-134 は時間経過に伴い物理的半減期 (2.1 年) で減衰し、セシウム-134/セシウム-137 濃度比は 0.13 まで減少した。いわき市における作物中ストロンチウム-90 濃度は、 0.019 ± 0.017 ($0.0050 \sim 0.059$, $n=10$) Bq/kg-生重量であり、福島県を除く全国農作物中放射性セシウムやストロンチウム-90 濃度モニタリング結果と同様な範囲にあった。

市場流通と試験圃場から採取した作物中放射性セシウム濃度は、概ね同様な濃度範囲にあり、両者とも基準値を下回った。これらの値は、福島県を除く日本全国の放射性セシウム濃度 (検出限界値以下 ~ 15 Bq/kg-生重量) の範囲にあった。また、平成 24 年度に調査した作物中放射性セシウム濃度に比べ、平成 25 年度に調査した作物中放射性セシウム濃度は減少したが、平成 25 年度と平成 27 年度の調査結果を比較すると明らかな減少は見られなかった。福島県浜通りに位置し県内で最も人口の多いいわき市で栽培され、市場流通している作物中放射性セシウム濃度は基準値を大きく下回り、他県と比較しても同程度のレベルにまで低下していることを確認した。市場流通と試験圃場から採取した作物中ストロンチウム-90 濃度を比較すると、両地域から採取された作物中濃度も、同様な濃度範囲あり、更に福島県を除く全国調査の作物中濃度範囲 (検出限界値以下 ~ 0.91 Bq/kg-生重量) にあり、本研究で検出されたストロンチウム-90 濃度は大気圏核実験に由来する濃度と同程度であると考えられる。更に、いわき市の市場流通作物中ストロンチウム-90 濃度も、福島県を除く全国調査の作物中ストロンチウム-90 濃度範囲内にあり、農作物から検出されたストロンチウム-90 濃度は大気圏核実験に由来する濃度と同程度であると考えられる。

3.5. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(I)

平成 27 年度に購入した水産物可食部の 1 個体ごとの放射性セシウム濃度は、すべての個体のセシウム-134 濃度は検出下限値 (0.5 Bq/kg-生重量) 以下で、セシウム-137 濃度は $0.4 \sim 1.7$ Bq/kg-生重量の範囲であった。またサバ、アジ及びイカ可食部中のストロンチウム-90 及びプルトニウム-239+240 濃度はいずれも検出下限値 (ストロンチウム-90 : 0.2 Bq/kg-生重量、プルトニウム-239+240 : 0.01 Bq/kg-生重量) 未満であった。平成 28 年に入手した水産物中の放射性セシウム及びカリウム-40 濃度の測定の結果は、セシウム-137 濃度及びカリウム-40 濃度は、アラ部に比べて可食部でわずかに高い傾向を示した。これはアラ部には有機物よりも骨格部分が多いため灰試料中にカルシウムが残ったことが要因と考えられる。また、すべての魚種の可食部中のストロンチウム-90 及びプルトニウム-239+240 濃度はいずれも検出下限値 (ストロンチウム-90 : 0.2 Bq/kg-生重量、プルトニウム-239+240 : 0.1 Bq/kg-生重量) 未満であった。平成 29 年度に入手した、養殖鯉可食部中のセシウム-134 濃度範囲 (Bq/kg-生重量) は $0.12 \sim 0.31$ ($n=4$) であった。セシウム-137 濃度範囲 (Bq/kg-生重量) は、可食部で $1.2 \sim 2.6$ ($n=4$)、アラ部で $0.12 \sim 0.19$ ($n=3$) 及び内臓部で $0.3 \sim 0.8$ ($n=4$) であった。セシウム-134 と セシウム-137 が検出された可食部とアラ部 (1 検体) のセシウム-134/セシウム-137 放射能

(21)

濃度比は 0.11-0.12 で、これは FDNPS 事故由来であった。内臓部では $^{137}\text{セシウム}$ 濃度が低いために、このセシウム-137 が FDNPS 事故由来か判断することはできなかった。アラ部の高いセシウム-137 濃度は周辺環境からの影響と考えられる。セシウム-137 濃度及びカリウム-40 濃度は、アラ部(1 検体を除き)や内臓に比べて可食部で高い傾向を示した。これはアラ部には有機物よりも骨格部分が多いため灰試料中にカルシウムが残ったことが要因と考えられる。平成 27 年度に採取したサンマ可食部では、セシウム-137 濃度が検出された 3 個体の平均値が 0.8 Bq/kg-生重量であったが、生重量約 1kg の複数個体を合わせた合算試料の場合は 1.1 Bq/kg-生重量であった。サンマ可食部のカリウム-40 濃度 (n=5) についても 73~85 Bq/kg-生重量の範囲であり、個体差による影響はあるものの、個別の測定結果の算術平均値と複数個体の合算試料の測定結果に大きな差は認められなかった。購入した水産物からストロンチウム-90 及びプルトニウム-239+240 が検出されなかったことから、ストロンチウム-90 及びプルトニウム-239+240 濃度は基準値の導出の考え方によるストロンチウム-90/セシウム-137 濃度比及びプルトニウム-239+240/セシウム-137 よりも低いあるいは、大気圏内核実験由来の濃度レベルにあることが考えられた。

平成 28 年度に採取した魚介類から、食品中の放射性物質濃度 100Bq/kg-生重量の基準値を超える試料はなく、採取した魚種の可食部については、セシウム-134 濃度は検出下限値以下または検出下限値に近い濃度であった。各部位ごとのセシウム-137 濃度及びカリウム-40 濃度から、各部位の生重量を加味した魚類試料 1 匹あたりの放射性濃度を求めた。また魚種ごとのセシウム-137 及びカリウム-40 の平均濃度と各部位ごとのこれらの濃度を比較すると、魚種ごとの平均濃度に対して、アラ部中の濃度は低く、可食部濃度は高い傾向にあった。これはアラ部に比べて可食部は軟組織であることが原因と考えられる。

平成 29 年度に採取した試料から、食品中の放射性物質濃度 100Bq/kg-生重量の基準値を超える試料はなく、採取した魚種の可食部については、セシウム-134 濃度は検出下限値以下または検出下限値に近い濃度であった。各部位の生重量を加味した養殖鯉 1 匹あたりの放射性濃度を求めたところ、各部位ごとのセシウム-137 濃度及びカリウム-40 濃度範囲 (Bq/kg-生重量) は、0.5-8.5 と 56.1-62.7 であった。安定元素のカルシウムとストロンチウム濃度はアラ部で高い傾向にあった。カリウム/セシウムとカルシウム/ストロンチウム濃度比は部位や個体による大きな差は認められなかった。安定元素の濃度比を利用した濃度推定が可能であることが示唆された。

3.6. 内部被ばく線量に対する放射性セシウムの寄与率等の推定

農畜産物と海産物の摂取に起因する放射性セシウムによる、極めて保守的な方法を用いた内部被ばく線量の評価結果は、各年度での変動はあるものの、0.01mSv 程度かそれ以下であり、介入線量レベルである 1mSv/年を大幅に下回っていた。安定カリウムの摂取量を用いる方法で評価した結果は 0.001 mSv のオーダーであり、介入線量レベルである 1mSv/年を大幅に下回っていた。ストロンチウム-90 による内部被ばく線量の推定について、安定カルシウムの摂取量を用いる方法で評価した結果は、0.001mSv/年のオーダー以下であった。農畜産物と海産物の摂取に起因する放射性セシウムによる、極めて保守的な方法を用いた内部被ばく線量の評価結果は、0.01mSv/年程度かそれ以下であり、介入線量レベルの 1 mSv/年を大幅に下回っていた。しかしながら、マーケットバスケット法による年

間放射線量を一桁程度上回っていた。その理由として、摂取する全ての食品について、原材料も含め全て福島県浜通り地域（海産物についてはFDNPSの30km圏内の海域）から産出されたものとし、市場希釈の効果を考慮していないこと、「その他」のカテゴリーの放射性セシウム濃度は、評価に用いた濃度よりも低いと考えられること、調理加工に伴う放射性セシウム濃度の減少を考慮していないこと等があげられ、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。

ストロンチウム-90による内部被ばく線量の評価結果は0.001 mSv/年オーダーかそれ以下であったが、今回検出されたストロンチウム-90は大気圏核実験由来と考えられるよって、事故由来のストロンチウム-90による被ばく線量はこの評価結果よりも十分に低く、事故に起因する放射性セシウムによる被ばく線量と比べても十分に低いと考えられる。

3.7. 農作物中セシウムと長半減期核種の濃度測定に関する研究

2011年の事故からの経過時間に伴い、土壌中のセシウム-134濃度は、物理半減期によってセシウム-137濃度の10%程度まで減少した。福島県内の浜通り及び中通りでは表土剥ぎ取りによる除染が行われ、放射性セシウム濃度の低減化が進んだ。愛知県の土壌では、セシウム-134が検出されず、主に核実験由来によるセシウム-137であることが明らかになった。浜通りの圃場土壌中ヨウ素-129濃度は0.4~1.1 mBq/kgと、福島県の他地域と比較しても高い値にあるが、セシウム-137濃度に比べ6桁以上低い値であった。作物中放射性セシウム濃度は、浜通りと中通りで採取した作物で他地域より若干高い値であったが、基準値を大きく下回る値（最も高い値は浜通りで採取した玄米：2.0 Bq/kg-生重量）であった。福島県内で採取した作物中ストロンチウム-90濃度は、0.1 Bq/kg-生重量以下であり、福島県以外から採取された作物中濃度と同様であった。作物中のヨウ素-129濃度は、土壌中濃度が高かった浜通りで0.00036~0.062 mBq/kg-生重量と他地域でより高い値であった。葉菜類・根菜類・コメの放射性セシウム濃度は、基準値を大きく下回ることをあらためて確認した。また、作物種ごとに、土壌中セシウム-137濃度と作物中セシウム-137濃度は正の相関を示し、FDNPSから放出された放射性セシウムの作物への移行は、作物種が同様であれば、土壌中濃度に対する作物中濃度の比で示される「移行係数」で類推できることがあらためて示された。福島県内における作物中ストロンチウム-90濃度は、福島県外で採取された値と比較しても同程度にあり、大気圏核実験由来と考えられた。

作物中ヨウ素-129濃度は、浜通りで他地点より若干高いものの、土壌中ヨウ素-129濃度と玄米中ヨウ素-129濃度は正の相関を示し、移行係数による類推が可能であることが明らかになった。また、作物中ヨウ素-129濃度は、作物中セシウム-137濃度より6桁以上低い濃度であった。

3.8. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(II)

2018年の淡水魚中の可食部のセシウム-137濃度範囲は、2~15 mBq/kg-生重量で、2020年~2021年の海水魚の可食部のセシウム-137濃度範囲は、1 mBq/kg-生重量以下であった。魚類アラ部中のストロンチウム-90濃度範囲は、海水魚は検出下限値以下~0.08 Bq/kg-生重量に対して、淡水魚は0.26-0.62 Bq/kg-生重量であった。また魚類内臓部中のプルトニウム-239+240濃度範囲は、検出下限値以下~0.016 Bq/kg-生重量であった。2018年に測定した淡水魚のセシウム濃度は、食品中の放射性物質

の基準値 100Bq/kg よりもはるかに低い濃度であった。2020～2021 年に福島相双海域で採取した魚類からセシウム-134 は検出されなかった。魚類中セシウム-137 濃度から事故由来のセシウム-134 を推定しても検出下限値以下であった。魚全体に対する部位ごとのセシウム-137 存在量比は、可食部が 40～60%、アラ部が 20～40%で、内臓部が 10-30%であった。水分量が少ないアラ部中のセシウム-137 濃度が低いことが考えられる。魚類を採取した海域の海水中のセシウム-137 濃度と濃縮比を用いて魚類中のセシウム-137 濃度を推定すると、0.2～1.5 Bq/Kg-生重量の範囲で、概ね魚類中の放射性セシウム濃度が環境水中濃度を反映していることが考えられる。海水中のストロンチウム-90 濃度と濃縮比を用いて魚類中のストロンチウム-90 濃度を推定すると、検出下限値以下であった。魚類内臓部中のプルトニウム-239+240 濃度から海産魚類（全身）中のプルトニウム-239+240 濃度を計算した結果、検出下限値に近い値で、放射性セシウムに対するプルトニウム-239+240 放射能比は極めて低いことが明らかになった。

3.9. 内部被ばく線量の推計に関する研究

農作物の摂取による各核種による内部被ばく線量を推定したところ、最も高いセシウム-137 による被ばく線量推定値は、福島県浜通りの 13-18 歳男子の 0.0029 mSv/年であった。ストロンチウム-90 による被ばく線量は、性別年齢区分によって異なるが、0.0001mSv/年前後であった。ヨウ素-129 による被ばく線量推定値が最も高かったのは、福島県浜通りの 7-12 歳女子で、0.00000077 mSv/年であった。いずれについても、介入線量レベルである 1 mSv/年を大幅に下回っている。また、農作物摂取による内部被ばく線量推定値のヨウ素-129/セシウム-137 比の最大値は福島県中通り北部の 7-12 歳の女子の 0.00060 mSv/年であり、I-129 による被ばく線量は、放射性セシウム による被ばく線量に比べ十分に低いことが示唆された。2020 年 2 月～3 月に調査されたマーケットバスケット法による、放射性セシウムから受ける被ばく線量は、福島（浜通り）で 0.0007 mSv/年、福島（中通り）で 0.0008 mSv/年、福島（会津）で 0.0009 mSv/年であり、また福島県以外では 0.0005～0.0014 mSv/年であることから、地域による差異はほぼ見られなくなっている。本評価における線量は、福島県浜通り以外ではほとんど 0.0001mSv/年のオーダーであり、この線量評価が農作物摂取を対象としていることを考えると、妥当な評価であると考えられる。また、福島県浜通りではマーケットバスケット法による評価よりも高い推定値となっているが、実際に消費される食品はより広範囲の産地から購入されるため、実際の被ばく線量は本評価値より低くなっていると考えられる。なお、本評価では調理加工に伴う放射性セシウム濃度の減少は考慮していないが、調理加工によって実際に摂取する放射性セシウム濃度が減少する影響も考えられる。上記の手法に加え、安定元素の摂取量を用いて内部被ばく線量の試算を実施した。この試算では、農作物の摂取による各核種による内部被ばく線量よりも高い試算結果が得られたが、介入線量レベルである 1mSv/年を大幅に下回っていた。また、本試算においても、ヨウ素-129 による被ばく線量は、放射性セシウムによる被ばく線量に比べ十分に低いことが示唆された。

4. まとめ

4.1. 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

魚類については丸干しや開きの加工処理を行うことによって放射性セシウムの濃度が増加することではなく、煮だし調理加工によってその濃度が減少することが明らかとなった。福島沖の試験操業海域で採取した魚介類について、年々放射性セシウム濃度は減少していることが明らかとなった。魚類可食部に本事故由来のストロンチウム-90 及びプルトニウム-239+240 は検出されなかった。つまり本事故による影響は確認できなかったことから、水産物に対する基準値導出における推定方法も妥当であることが示唆された。シイタケは実験室レベルで試験用の乾燥キノコに加工することで放射性セシウムが9倍ほど高くなった。いずれの食品共に放射性セシウムに対する放射性ストロンチウムの寄与率は基準値導出に用いたものよりも低いことが明らかになった。

4.2. 農畜産物中放射性核種の測定及び低減化に関する研究

本研究では、福島県において福島県産農畜産物に限定し、一部帰還困難区域内の試験圃場で栽培された作物についても測定を行うことにより、基準値策定時の妥当性について検証した。FDNPS から西 5 km の帰還困難区域内にある大熊町の試験圃場の土壌で栽培された農作物中ストロンチウム-90/セシウム-137 濃度比については、評価値よりも低く、その妥当性を検証した。大気圏核実験由来のストロンチウム-90 と考えられる一部試料で評価値を上回ったが、多くは評価値より低いストロンチウム-90/セシウム-137 濃度比であった。プルトニウムについては作物中濃度がきわめて低濃度のため、大気圏核実験か事故由来のプルトニウムかの由来を判定することができなかった。しかしながら、作物中プルトニウムは土壌から移行するため、精度良く測定することができる土壌中プルトニウム-240/プルトニウム-239 原子数比について確認した。その結果、土壌中プルトニウムは事故由来ではなく大気圏核実験由来であった。よって、作物中プルトニウムも大気圏核実験由来であると考えられる。山菜や野獣肉は、調理加工により放射性セシウム濃度が低減化するため、それら食品中濃度を直接測定した結果より調理加工後の値は、低くなる。そのため、食品中濃度から評価される被ばく線量より、調理加工された食品を摂取することによる被ばく線量は小さな値になると考えられる。調理加工により山菜や野獣肉中放射性セシウム濃度は減少し、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。

4.3. 食品中放射性セシウム濃度基準値の妥当性検証

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、ストロンチウム-90 濃度及び安定元素濃度を測定した。その結果、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、ストロンチウム-90 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。測定されたセシウム-137 濃度及びストロンチウム-90 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セシウム-137 及びストロンチウム-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、セシウム-137 濃度が比較的高い試料においてもストロンチウム-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。得られた測定結果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ストロンチウム-90 の寄与等他の核種の影響を含めても、介入線量レベルである 1mSv/年を大幅に下回っていた。チェルノブイリ原発事故では比較的沸点の高い放射性核種（ルテニウム等）が原発周辺で検出されているが、福島原発事故では検出されていない。これらの結果から、事故に起因する放射性セシウム以外の核種の影響は極めて小さく、ストロンチウム-90 等の他の放射性核種の寄与を安全側に考慮した放射性セシウムに対する基準値の算定値は、妥当であったと考えられる。

4.4. 営農再開地域における農作物中の放射性物質の濃度測定に関する研究

FDNPS から北西に位置する比較的放射性セシウム沈着量が高い地域、及び、平成 28 年度から営農再開を予定している居住制限区域、帰還困難区域を含む地区において試験圃場から作物を採取し、放射性セシウムとストロンチウム-90 濃度を測定した。採取した作物中放射性セシウム濃度は全て基準値を大きく下回った。また、作物中ストロンチウム-90 濃度も福島県を除く全国調査の範囲内にあり、事故由来による作物中ストロンチウム-90 濃度の明らかな増加は認められなかった。

浜通りにおいて、平成 28 年度には FDNPS から北に位置する南相馬市、平成 29 年度には南に位置するいわき市から農作物を採取し、放射性セシウムとストロンチウム-90 濃度を測定した。南相馬市から採取した作物中放射性セシウム濃度は全て基準値を大きく下回った。また、作物中ストロンチウム-90 濃度も福島県を除く全国調査の範囲内にあり、事故由来による作物中ストロンチウム-90 濃度の明らかな増加は認められなかった。いわき市において採取した作物中放射性セシウム濃度は全て基準値を大きく下回り、一般的なモニタリングでは検出が困難な程度まで減少し、2011 年の事故による放射性セシウム沈着量も他の浜通り地域と比べて低く、作物中濃度も FDNPS より北に位置する地域より低い傾向にあった。また、作物中ストロンチウム-90 濃度も福島県を除く全国調査の範囲内にあり、事故由来による作物中ストロンチウム-90 濃度の明らかな増加は認められなかった。

4.5. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(I)

平成 27 年度に福島県内の海域において採取され市場に流通する水産物中放射性セシウム濃度は、検出下限値から 1.7 Bq/kg-生重量の濃度範囲で、食品の基準値より 2 桁も低い濃度であった。ストロンチウム-90 及びプルトニウム-239+240 は検出下限値以下であり、本事故による影響は確認できなかった。また平成 28 年度に採取された魚類中の放射性セシウム、カリウム-40、ストロンチウム-90 及びプルトニウム-239+240 濃度を測定した。採取された魚類中の放射性セシウム濃度は、0.4-1.6 Bq/kg-生重量の濃度範囲であり、食品中の基準値を超えた試料はなかった。またストロンチウム-90 及びプルトニウム-239+240 は検出下限値以下であり、本事故による影響は確認できなかったことから、水産物に対する基準値導出における推定方法も妥当であることが示唆された。平成 29 年に福島県内の養殖鯉中の放射性セシウム、カリウム-40 及び安定元素濃度を測定した。養殖鯉 1 匹中の放射性セシウム濃度は、0.5-8.5 Bq/kg-生重量の濃度範囲であり、基準値を超えた試料はなく、本事故による影響は確認できなかった。

4.6. 内部被ばく線量に対する放射性セシウムの寄与率等の推定

(26)

平成 27～29 年度に採取された農産物、海産物中放射性セシウム濃度、農産物中ストロンチウム-90 濃度及び安定元素濃度を用いて年間内部被ばく線量を試算した結果、極めて保守的な仮定、すなわち、摂取する全ての食品について、原材料も含め全て福島県浜通り地域（海産物については FDNPS の 30km 圏内の海域）から産出されたものとし、過去の大気中核実験等のフォールアウトによるストロンチウム-90 の寄与を含めた場合であっても、介入線量レベルである 1 mSv/年を大幅に下回っていた。

すなわち、事故に起因する年間内部被ばく線量は、ストロンチウム-90 の寄与を考慮しても、1 mSv/年の 1/100 を下回っており、現行の規準値によって食品中の放射性物質について安全性が十分に確保されていることを確認した。また、事故に起因するストロンチウム-90 の寄与は極めて小さく、放射性セシウム以外の放射性核種の寄与を安全側に考慮した放射性セシウムに対する基準値の算定値は、妥当であったと考えられる。

4.7. 農作物中セシウムと長半減期核種の濃度測定に関する研究

福島県内、周辺地域と比較対象地域における作物（葉菜類・根菜類・コメ）中放射性セシウム、ストロンチウム-90 及びヨウ素-129 濃度を調査した。採取した作物中放射性セシウム濃度は全て基準値を大きく下回り、一般的なモニタリングでは検出が困難なレベルにまで低下していた。作物中ストロンチウム-90 濃度は福島県を除く全国調査の範囲内にあり、事故由来によるストロンチウム-90 濃度の増加は認められなかった。作物中ヨウ素-129 濃度は浜通りで他の地点より高い傾向にあるが、セシウム-137 濃度に比べ 6 桁以上低い濃度であり、被ばく線量への影響は極めて限定的であると考えられた。

4.8. 食品中の放射性核種濃度等に関する研究(II)

福島県内の淡水魚中の放射性セシウム濃度は、基準値よりも非常に低い放射性セシウム濃度のものが、市場に流通していることが確認できた。福島相双海域で採取し、市場流通する魚介類中の放射性セシウムとカリウム-40 を定量した結果、魚類可食部でセシウム-134 は検出下限値以下で、セシウム-137 濃度は 0.08-1.12 Bq/kg-生重量であった。魚介類が生息する海水中の放射性セシウムとストロンチウム-90 濃度から海洋生物への濃縮比を用いて魚類中の放射性セシウムとストロンチウム-90 濃度の推定を行ったところ、セシウム-137 濃度は環境水を反映しているが、ストロンチウム-90 濃度は検出下限値になることが推定された。魚類アラ部中のストロンチウム-90 濃度を測定し、魚類（全身）中のストロンチウム-90 濃度を推定した結果、海産魚類（全体）中のセシウム-137 濃度に対するストロンチウム-90 濃度の割合は、0.2-1%程度であり、食品の基準値の算出基準の考え方に対して影響を与えないものであることが確認した。さらに魚類では内臓部に濃縮されやすいプルトニウムについては、魚類内臓部中のプルトニウム-239+240 濃度より魚類全身中のプルトニウム-239+240 濃度を推定したが、検出下限値以下であった。

4.9. 内部被ばく線量の推計に関する研究

FDNPS 事故由来に起因する年間内部被ばく線量は、ストロンチウム-90 及びヨウ素-129 の寄与を考慮しても、1mSv/年を十分に下回っており、現行の基準値によって食品中の放射性物質について安

全性が十分に確保されていることを確認した。なお、事故に起因するストロンチウム-90 の寄与は極めて小さく、放射性セシウム以外の放射性核種の寄与を安全側に考慮した放射性セシウムに対する基準値の算定値は、妥当であったと考えられる。

資料

- ・ 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 24-26 年度総合研究報告書
- ・ 厚生労働行政推進調査事業費補助金（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と評価手法に関する研究」平成 27-29 年度総合研究報告書
- ・ 厚生労働行政推進調査事業費補助金（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放射性核種濃度比の検証とその影響評価に関する研究」平成 30-令和 2 年度総合研究報告書

総括

本研究では食品中の放射性物質の基準値の策定時の検証を行った。この検証は科学技術がもたらす便益とリスクの大きさを予測し、安全性や危険性の評価の根拠を提供し、実際の規制のためのデータの作成とその評価などを行うレギュラトリーサイエンスを目的とした検証である。

線量 1mSv/年とした根拠は、ICRP pub 63 (1992)の正当化される介入レベルは 10mSv/年、さらに安全側の指標として 5mSv/年であったが、「生涯 100mSv 以下の追加被ばくの影響は認められない」との食品安全委員会の評価結果を受けて、ICRP pub 82 (1999)から採用しているコーデックスの 1mSv/年を超えないというガイドラインを意識していたように考えられる。加えて、放射線防護を講じる際の ICRP の基本的な考え方に、「公衆被ばくを通常と考えられるレベルに近いかあるいは同等のレベルまで引き下げするため、年間 1~20 ミリシーベルトの範囲の下方部分から、状況に応じて適切な「参考レベル」を選択し、長期目標として参考レベルを年間 1 ミリシーベルトとする」とある。参考レベルとは、経済的及び社会的要因を考慮し、被ばく線量を合理的に達成できる限り低くする「最適化」の原則に基づいて措置を講じるための目安とされており、線量 1mSv/年の根拠は、この考え方にも準ずるものでもある。

基準値の策定時に使用した年間摂取量は健康増進法(平成 14 年法律第 103 号)に基づき毎年実施される国民健康・栄養調査等をもとに、国民の身体の状態、栄養摂取量及び生活習慣の状態を明らかにし、国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基礎資料を得ることを目的として、実施している信頼性が高い正当なデータを用いており、摂取量が多い年代や性別を選択した点も、リスクの大きさを考慮し、安全側に評価が行われている。

占有率 50%については、放射線審議会において基準値を計算する際の汚染割合は何%が妥当かという議論があったが我が国の食料自給率等の関係から食品の輸入における割合は安全側に 50%と設定し、基準値は計算されたことが報告されている。この決定については茶葉や椎茸のような乾燥して保存された食材があり、さらに加工されて利用されることも勘案し、当時の状況を考慮すると十分な安全性を確保するための妥当な選択と言える。

食品中の放射性物質の基準値は、福島原発事故発生から約 1 年が経過した平成 24 年 4 月 1 日に施行される関係で、半減期が 1 年以下の核種については食品摂取に伴う内部被ばくの影響はないことを確認した上で、半減期が 1 年以上の環境に放出された放射性核種について、その影響を考慮した実効線量係数を用いて試算を行なった。またその際に放出量は多くないが注視すべき放射性核種としてヨウ素-129 を報告した。このヨウ素-129 やストロンチウム-90 については福島のみならず、福島原発事故の影響がない地域の土壌と作物について調査を行い、この作物のみを食べ続けた場合の内部被ばく線量の推定を行なったが、1mSv/年よりも低い線量であった。一方で事故から 11 年が経過しても、未だに福島県を含む東北地方や北関東において出荷制限がかかる食品があるが、これらの影響を考慮した場合でも安全かつ安心できる環境であることが評価できる。預託線量において大人の 50 年の預託期間について ICRP 2007 年勧告に、「50 年の預託期間は、委員会によって、労働人口に入る若い人の平均余命と考えられている丸められた値である。」と記載されている。つまり放射線防護の立場で計算される被ばくする放射線量が線量限度より低く抑えることもできている。

結論として、国際機関により提唱されている十分に安全側の年間線量を採用し、法令に基づき調査

されているデータを引用し、かつリスクを考慮した結果を基準値に適用し、さらに放射性セシウム以外の放射性核種についても実測の結果を用いて基準値の妥当性について科学的な検証が行われており、現行の基準値によって食品中の放射性物質については安全性が十分に確保されることを主眼に考えていたと考えられる。すなわち食品中の放射性物質の基準値を算定した際の考え方は科学的・合理的な根拠に基づいて決定されたものであることが確認できる。基準値の検証作業は継続して実施する予定である。

以上

