

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

令和3年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 明石 真言

東京医療保健大学

令和4(2022)年3月

目次

I. 総括研究報告	1
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	3
II. 分担研究報告	11
1. 農作物中 Cs と長半減期核種の濃度測定に関する研究	13
塚田 祥文 (福島大学 環境放射能研究所)	
2. 水産物食品中の放射性物質濃度等に関する研究	27
青野 辰雄 (量子科学技術研究開発機構)	
明石 真言 (東京医療保健大学)	
3. 食品中放射性 Cs 濃度基準値の妥当性検証及び被ばく線量評価	33
高橋 知之 (京都大学 複合原子力科学研究所)	
福谷 哲 (京都大学 複合原子力科学研究所)	
4. 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	41
青野 辰雄 (量子科学技術研究開発機構)	
高橋 知之 (京都大学 複合原子力科学研究所)	
明石 真言 (東京医療保健大学)	
報告書「食品中の放射性物質の基準値の検証に関する調査」	45
III. 研究成果の刊行に関する一覧	77

I. 総括研究報告

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

主任研究報告書

研究代表者 明石 真言 (東京医療保健大学)

研究要旨

東京電力福島第一原子力発電所(福島原発)事故により食品の摂取による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。この基準値は、対象となる放射性セシウム(Cs)以外の核種(ストロンチウム-90 (^{90}Sr)、ルテニウム-106 (^{106}Ru)及びプルトニウム(Pu)同位体)については、 ^{137}Cs との放射能濃度比から、これらの核種の濃度を推定し、設定された。当該事業では、食品中の放射性物質の基準値に対して、国民が安心・安全を得ることができること、そして国内の食品の安全に関する根拠を示すことを目的に、食品中の放射性物質の基準値の妥当性について検証を行なうことを目的とした。令和 3 年度は、福島県で人口が多く、放射性 Cs 沈着量が比較的高かった福島市周辺地域で栽培された作物を網羅的に採取し、平成 23 年の事故から 10 年以上を経過した作物中放射性 Cs レベルを測定し、近年の濃度の減少傾向を確認した。また、安定 Sr 濃度から予測した ^{90}Sr 濃度は、全て 0.1 Bq/kg-生重量を下回る値であった。本評価において設定した年齢性別区分の中で、農作物摂取に伴う放射性セシウム(^{134}Cs と ^{137}Cs の合計値)による年間被ばく線量の最も高い推定値は【19 歳以上男子】で、年間 0.0033mSv であった。これは保守的な条件の評価結果で、実際に摂取する放射性セシウム濃度は減少すると考えられる。 ^{90}Sr による最も高い年間被ばく線量は【13-18 歳男子】の 0.00020mSv であった。 ^{90}Sr のほとんどは大気圏核実験由来によるものと考えられる。市場を流通する福島相双海域の魚介類可食部中の ^{134}Cs 濃度は検出下限値以下で、 ^{137}Cs 濃度範囲は 0.2-0.8 Bq/kg-生重量であった。海水中 ^{137}Cs 濃度は、福島原発事故前の濃度範囲であるために、環境水を反映していることが明らかとなった。以上の結果から、福島原発事故由来に起因する年間内部被ばく線量は、 ^{90}Sr の寄与を考慮しても、年間 1 mSv の 1/1000 程度であり、かつ事故に起因する ^{90}Sr の寄与は極めて小さいため、放射性 Cs に対する基準値の算定値は妥当かつ、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。また食品中基準値の設定のプロセスの検証に関する調査等を行い、結果を資料にまとめた。

研究分担者

塚田 祥文 福島大学 環境放射能研究所
青野 辰雄 量子科学技術研究開発機構
高橋 知之 京都大学 複合原子力科学研究所

研究協力者

福谷 哲 京都大学 複合原子力科学研究所

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1mSvとして、導出された基準値を適用している。この基準値は、対象となる放射性セシウム(Cs)以外の核種(ストロンチウム-90 (^{90}Sr)、ルテニウム-106 (^{106}Ru)、プルトニウム (Pu))については、セシウム-137 (^{137}Cs)との放射能濃度比から、これらの核種の濃度を推定し、設定された。先行研究では、営農再開を予定している地域を含め福島県内で栽培された農産物や福島沖で水揚げされた水産物等の食品について測定を行ったが、放射性 Cs 濃度は全て基準値以下で、Cs 以外の放射性物質濃度(主に ^{90}Sr)は検出下限値以下や大気圏核実験由来と考えられるものが多く、流通する様々な食品から放射性 Cs 以外には事故の影響は見られなかった。さらに、測定結果を用いて内部被ばくに対する寄与率の状況を確認し、食品摂取に伴う内部被ばく線量を計算したところ、保守的な条件であっても十分に1mSv/年を下回る結果が得られた。福島県内では徐々に営農再開する地域の拡大や出荷制限解除された水産物等の流通が行われているが、すべての避難指示区域が解除された状況ではなく、食品摂取による内部被ばくに対する不安は未だに大きい。そこで、原発事故から10年が経過したことを踏まえ、福島県で栽培され流通している多種多様の農水産物を

評価対象品目として作物中放射性 Cs レベルを把握し、この10年間における放射性 Cs 濃度の減少傾向やその他の放射性核種について考察を行う。なお、年度毎に地域対象を定め、当該地域において生産・流通している食品を入手する。併せて、基準値の設定において用いられた環境パラメータや、安定 Sr 濃度から当該試料中 ^{90}Sr 濃度を推定することにより、放射性Cs及び ^{90}Sr 濃度による内部被ばく線量を評価し、食品中の放射性物質の基準値の妥当性の検証を行う。また事故後に公表された論文等の資料を収集し、取りまとめを行う。さらに食品中の放射性物質に関する理解醸成を図ることが引き続き重要であることから、基準値算出に係る経緯や根拠を改めて整理する。再び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とを目的に、食品中の放射性物質の基準値施行後の検証を行うだけでなく、福島県民や一般向けのセミナーや講演を通して理解が深まることも目的とする。

B. 研究方法

1. 農作物中 Cs と長半減期核種の濃度測定に関する研究

福島市、伊達市及び川俣町の産地直売場において102試料の作物を、令和3年4月16日から令和3年10月21日に採取した。穀類、豆類などを除く作物は、原則水洗いした後、傷んでいる部分、皮などの非可食部を取り除いた。その後、賽の目状にカットし、玄米、葉菜類、豆類などは70℃で1週間ほど熱乾燥、比較的糖分の多い果実類、果菜類などは2週間ほど凍結乾燥した後、粉碎・混合した。ハチミツは、前処理せずそのままの状態に測定した。乾燥粉碎試料をプラスチック容器(U-8)に詰め測定した。玄米は、2Lマリネリ容器に詰めて測定した。Ge 半導体検出器を用いてセシウム-134 (^{134}Cs)、 ^{137}Cs 及びカリウム-40 (^{40}K)の定量を行った。また、一部試料の ^{90}Sr は、これまでに本課題で得られている中通りで採取された作物中 $^{90}\text{Sr}/\text{Sr}$ 比から

類推した。

2. 水産物食品中の放射性物質濃度等に関する研究

福島県海洋水産研究センターの協力を得て、令和3年10月に福島沖で採取され、市場に流通する魚介類3種(マダイ、スズキ及びイシガレイ)を研究対象とした。魚の灰試料を作成し、Ge半導体検出器(GX2019)を用いて、 γ 核種の測定を行った。また周辺海域の海水中の放射性Cs濃度の調査も行った。

3. 食品中放射性Cs濃度基準値の妥当性検証及び被ばく線量評価

農作物の摂取に起因する放射性Cs及び ^{90}Sr による内部被ばく線量をそれぞれ推定し、比較検討することを目的としている。今回の研究では、農作物中 ^{90}Sr 濃度の推定のために安定Sr濃度を測定するとともに、分担研究1. 農作物中Csと長半減期核種の濃度測定に関する研究において測定された放射性Cs濃度及び推定された ^{90}Sr 濃度を用いて、農作物の種類ごとの被ばく線量を推定した。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。

4. 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

福島原発事故から10年以上が経過したが、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、基準値策定時の様々な議論の内容等について、取りまとめを行うことを目的に、食品中の放射性物質の基準値の設定の会合等の関係者に聞き取り調査を行い、また時系列で関連する会議議事録やパブリックコメント等と合わせて整理を行った。

C.研究成果

1. 農作物中Csと長半減期核種の濃度測定に関する研究

穀類(玄米)、芋類、葉菜類、根菜類、豆類、果菜類(果実類を含む)及びその他作物 ^{137}Cs 濃度は、 0.83 ± 0.26 (n=2)、 0.71 ± 0.42 (n=6)、 0.64 ± 1.08 (n=34)、 5.93 ± 13.37 (n=6)、 0.86 ± 0.76 (n=7)、 0.67 ± 1.25 (n=42)及び 1.63 ± 0.98 (n=5) Bq/kg-生重量であった。基準値を超える作物はなかったが、タケノコ(2021-P38)の ^{137}Cs 濃度が、33 Bq/kg-生重量と最も高い値であった。作物中Sr濃度から類推した ^{90}Sr 濃度は、全て0.1 Bq/kg-生重量以下(n=15)と きわめて低い濃度であった。

2. 水産物食品中の放射性物質濃度等に関する研究

令和3年10月に採取したマダイ、スズキ及びイシガレイ可食部中 ^{134}Cs 濃度は検出下限値(0.04 Bq/kg-生重量)以下で、魚種毎に加重平均した ^{137}Cs 濃度(n=5)は、それぞれ0.44 Bq/kg-生重量、0.74 Bq/kg-生重量及び0.37 Bq/kg-生重量であった。令和2年10月に同じ海域で採取したマダラ、スズキ、ババカレイ及びキアンコウの可食部の加重平均 ^{137}Cs 濃度と大きな差は認められなかった。またマダイ、スズキ及びイシガレイの魚種毎に加重平均した可食部中の ^{40}K 濃度(n=5)は、それぞれ148 Bq/kg-生重量、121 Bq/kg-生重量及び140 Bq/kg-生重量であった。令和2年10月に同じ海域で採取したマダラ、スズキ、ババカレイ及びキアンコウの可食部中の ^{40}K 濃度と大きな差は認められなかった。

3. 食品中放射性Cs濃度基準値の妥当性検証及び被ばく線量評価

本評価において設定した年齢性別区分の中で、農作物摂取による ^{134}Cs による被ばく線量の推定結果が最も高かったのは【19歳以上男子】で、その推定値は

年間 0.00017 mSv であった。 ^{137}Cs による被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【19 歳以上男子】で、その推定値は年間 0.0031 mSv であった。放射性セシウムによる被ばく線量(^{134}Cs と ^{137}Cs の合計値)被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【19 歳以上男子】で、その推定値は年間 0.0033 mSv であった。また、 ^{90}Sr による被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【13-18 歳男子】で、その推定値は年間 0.00020 mSv であった。いずれについても、介入線量レベルである年間 1 mSv を大幅に下回っていた。

4. 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

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」として、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、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」として、これまでの厚生労働科学研究で得られた調査結果をまとめた。

D. 考察

1. 農作物中 Cs と長半減期核種の濃度測定に関する研究

平成 24 年～平成 29 年に本課題で測定したデータと比較すると、自生野菜として販売されていたと考えられるタケノコを除くと、各種作物中 ^{137}Cs 濃度は、時間の経過と共に次第に減少していた。これまでも指摘されているように、圃場においては表土の剥ぎ取り除染や、K 施用による低減化対策が十分に実施されている圃場などで栽培されている作物中放射性 Cs 濃度は基準値を十分に下回るが、森林など表土の腐植除去に留まっている地点から採取される山菜などの自生植物中放射性 Cs 濃度については今後も比較的高い濃度にあるこ

とを周知しておくことが必要である。また、作物中 ^{90}Sr 濃度も極めて低い濃度であることが確認された。

2. 水産物食品中の放射性物質濃度等に関する研究

令和 3 年 10 月に採取したマダイ、スズキ及びビシガレイ可食部から検出された ^{137}Cs 濃度に対して、平成 23 年 3 月の原発事故時に環境に放出された放射性 Cs の $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能比(概ね 1)から経過時間に伴う放射能減衰を計算したこの放射能比を魚類可食部中 ^{137}Cs 濃度から ^{134}Cs 濃度を推定したが、その濃度は検出下限値以下に相当しており、現在の ^{137}Cs 濃度範囲では ^{134}Cs を検出することは難しいことが考えられる。個体重量に対する部位ごとの重量割合は、可食部が 40-60 %、アラ部が 32-52 %で、内臓部が 6-11 %であった。魚全体に対する部位ごとの ^{137}Cs 存在量比は、可食部が 51-73 %、アラ部が 22-39 %で、内臓部が 4-12 %であった。魚全身中の ^{137}Cs 濃度は、可食部中の濃度に比べて同等または2割ほど低い値であった。これらの傾向は ^{40}K の場合も同じであった。部位中の体液の存在量が影響していることが考えられる。魚類を採取した海域に近い海水中の放射性 Cs 濃度と、濃縮比(CR)から魚類中の ^{137}Cs 濃度を推定すると、それぞれ 0.5-0.9 Bq/Kg-生重量であった。魚類中のこれら放射性 Cs 濃度は生息環境の海水中濃度を反映していた。

3. 食品中放射性 Cs 濃度基準値の妥当性検証及び被ばく線量評価

^{134}Cs による被ばく線量は、 ^{137}Cs の被ばく線量に比べて 1/10 以下であり、十分に低いレベルになっている。

^{137}Cs による「穀類」と「コメ」の被ばく線量は、「根菜類」の被ばく線量とその他の種類の被ばく線量の合計が、それぞれ全体の合計の約 1/3 ずつとなった。「穀類」と「コメ」の被ばく線量は、福島県における麦類の生産量や、精米の影響を考慮すると、実際の線量は本推計値

よりも低いことが考えられる。根菜類については、33 Bq/kg-生重量と、比較的高い値を示したタケノコ(自生野菜として販売されていた可能性が高い)が含まれており、濃度の平均値が高くなったことが影響している。このような食品については、濃度の平均化や摂取量の取り扱いによって被ばく線量評価結果が大きく変動することに留意する必要がある。なお、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、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。

また、本評価では調理加工に伴う放射性Cs濃度の損失は考慮していないが、喫食時の食品中の放射性Cs濃度は減少しており、被ばく線量の低下も考えられる。

^{90}Sr による被ばく線量は、今回検出された ^{90}Sr の多くは大気圏核実験由来によるものと考えられる。よって、事故由来の ^{90}Sr による被ばく線量はこの評価結果よりも十分に低いと考えられる。

4. 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

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った。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ったが、1 mSv/年よりも低い線量であった。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。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・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た。

E. 結論

1. 農作物中 Cs と長半減期核種の濃度測定に関する研究

福島市とその周辺で栽培されている作物及び自生野菜を直販場で採取した。作物及び自生野菜の放射性Cs濃度で、基準値を超える作物はなかった。一方で、市場流通する山菜などの自生野菜については栽培作物に比べ高い濃度にあり、流通の拡大に伴い今後とも留意が必要である。

2. 水産物食品中の放射性物質濃度等に関する研究

福島相双海域で採取し、市場流通する魚介類中の部位別の放射性Csと ^{40}K を定量した結果、魚類可食部で ^{134}Cs 濃度は検出下限値以下で、 ^{137}Cs 濃度範囲は0.2 - 1.0 Bq/kg-生重量であった。魚介類が生息する福島沿岸における海水中の放射性Cs濃度から海洋生物への濃縮比を用いて魚類中の放射性Cs濃度の推定を行ったところ、 ^{137}Cs 濃度は環境水を反映していることが確認された。

3. 食品中放射性Cs濃度基準値の妥当性検証及び被ばく線量評価

農作物の摂取に起因する放射性Cs及び ^{90}Sr による内部被ばく線量をそれぞれ推定し、比較検討を実施した。いずれについても、介入線量レベルである年間1 mSvを大幅に下回っており、また、事故に起因する ^{90}Sr の寄与は極めて小さく、放射性Cs以外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。

なお、採取される山菜などの自生植物中放射性Cs濃

度については、 ^{137}Cs 濃度が比較的高い可能性があるが、このような食品については、濃度の平均化や摂取量の取り扱いによって被ばく線量評価結果が大きく変動することに留意する必要がある。

4. 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

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、現行の基準値は、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、食品中の放射性物質の基準値を算定した際の実践は科学的・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た。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究業績

(論文)

1. H. Tsukada (2021) Radiocaesium in the environment of Fukushima, Recovery after Nuclear Accidents, *Annals of the ICRP* 2021, 50(1_suppl), 44-54. <https://doi.org/10.1177/01466453211006808>.
2. H. Tsukada, D. Yamada and N. Yamaguchi (2022) Accumulation of ^{137}Cs in aggregated organo-mineral assemblage in pasture soils 8 years after the accident at Fukushima Daiichi nuclear power plant, *Science of the Total Environment* 806, 150688. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150688>.
3. N. P. Thoa, Y. Takagai and H. Tsukada (2022) Estimate the contribution of water-derived ^{137}Cs in the total ^{137}Cs in brown rice using water-to-brown rice transfer parameters and the ratio of $^{137}\text{Cs}/^{133}\text{Cs}$, *Soil Sci. Plant Nutr.* <https://doi.org/10.1080/00380768.2022.2031284>. (解説)
4. 塚田祥文 (2021) 福島における環境中放射性セシウムの変遷, *放計協ニュース* 67, 2-7.
5. 辰野宇大, 稲田文, 塚田祥文 (2021) 東電福島第一原子力発電所事故以降に福島県及び周辺地域で採取された土壌試料の整備及びデータベースシステムの構築, *Radioisotopes* 70, 323-327. (学会発表)
6. M. P. Johansen, D. Anderson, D. Child, M. Hotchkis, H. Tsukada, K. Okuda, T. G. Hinton (2021) Differentiating Fukushima and Nagasaki sourced plutonium from global fallout: Pu vs Cs in soils and biota (EGU General Assembly 2021, Online).
7. A. Takeda, H. Tsukada and Y. Takaku (2021) Speciation of spiked iodine in solid and liquid phase of forest soil (Society for Environmental Geochemistry and Health, Online)
8. 塚田祥文, 山田大吾, 山口紀子 (2021) 放射性セシウムで汚染した落葉の鋤き込みによる土壌及び牧草への影響 (日本土壌肥料学会 2021 年度北海道大会、札幌、オンライン)

9. N. P. Thoa, H. Tsukada (2021) Uptake of radiocaesium from soil and irrigation water by rice plant cultivated with pot experiment (日本土壤肥料学会 2021 年度北海道大会、札幌、オンライン)
10. 菊池美保子、塚田祥文 (2021) 避難指示解除区域における自家消費作物の放射性セシウムと内部被ばく線量 (日本土壤肥料学会 2021 年度北海道大会、札幌、オンライン)
11. H. Tsukada, T. Takahashi, S. Fukutani (2021) Activity concentrations of radiocaesium, ^{90}Sr and ^{129}I in agricultural crops collected from Fukushima and reference areas, and internal radiation dose (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, Aomori)
12. A. Takeda, Y. Unno, H. Tsukada, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2021) Soil-soil solution distribution coefficient of radioiodine in surface soils around spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, Aomori)
13. N. P. Thoa, Y. Takagai, H. Tsukada (2021) Uptake of ^{137}Cs from soil and irrigation water by rice plants cultivated with the pot experiment (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, Aomori)
14. M. Kikuchi1, H. Tsukada (2021) Activity concentration of radiocaesium in self-consumed crops collected from evacuation order cancellation preparation zone and internal radiation doses (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, Aomori)
15. 武田晃、海野佑介、塚田祥文、高久雄一、久松俊一 (2021) 六ヶ所村大型再処理施設周辺土壌におけるヨウ素の存在形態と固液分配の関係 (日本地球化学会、弘前、オンライン)
16. 廣瀬勝己、恩田裕一、塚田祥文、平山愉子、岡田往子、木川田喜一 (2021) 天然水中の溶存と懸濁物/堆積物の間の ^{137}Cs 分配係数の化学的意味について (日本地球化学会、オンライン)
17. 塚田祥文、西康一、高村昇 (2021) 浪江町の作物中放射性セシウム濃度と摂取による内部被ばく線量 (福島大学環境放射能研究所 国際シンポジウム: 原発事故から 10 年後の福島の“森・川・海”と“食”～復興に向けて残された課題～)
18. N. P. Thoa, T. Kurosawa, M. Kikuchi1, V. Yoschenko, H. Tsukada (2021) Estimation of the rooting depth by the plant uptake of radiocaesium (福島大学環境放射能研究所 国際シンポジウム: 原発事故から 10 年後の福島の“森・川・海”と“食”～復興に向けて残された課題～)
19. 菊池美保子、塚田祥文 (2021) 避難指示解除区域における自家消費作物の放射性セシウムと内部被ばく線量 (IES 第 2 回環境研地域若手交流セミナー、六ヶ所村)
20. N. P. Thoa, T. Kurosawa, M. Kikuchi1, V.

- Yoschenko, H. Tsukada (2021) Estimation of rooting depth of ^{137}Cs by plant (IES 第 2 回 環境研地域若手交流セミナー、六ヶ所村)
21. 塚田祥文、高橋知之、福谷哲 (2022) 作物中放射性 Cs と ^{129}I 濃度、及び摂取による内部被ばく線量(第 8 回福島大学環境放射能研究所成果報告会、福島)
22. 菊池美保子、塚田祥文 (2022) 避難指示が解除された浪江町における自家消費作物の放射性セシウム濃度と内部被ばく線量(第 8 回福島大学環境放射能研究所成果報告会、福島)
23. N. P. Thoa, T. Kurosawa, M. Kikuchi, V. Yoschenko, H. Tsukada (2021) Estimation of rooting depth of ^{137}Cs by plant(第 8 回福島大学環境放射能研究所成果報告会、福島)
(招待講演)
24. Hirofumi Tsukada (2021) Trends in radiocaesium and remaining issues in Fukushima after the 2011 accident (5th International Conference on Radioecology & Environmental Radioecology, Online Pre-ICRER Conference, リモート)招待講演
25. Hirofumi Tsukada (2021) Activity concentrations of radiocaesium and ^{129}I , and internal radiation doses from ingestion of crops (IAEA Technical Meeting on Radiation in Medicine Communications and Methodologies - International Perspectives and the Role of Science, Technology and Society in Low-Dose Radiation Settings, リモート) 招待講演
26. 塚田祥文(2021) 農業環境における放射性セシウムと作物摂取による内部被ばく線量(令和 3 年度放射線安全取扱部会年次大会(第 62 回放射線管理研修会)、リモート)招待講演
27. 塚田祥文(2021) はじまりは地震と共に: 成果を繋ぐ研究の進展(日本土壌肥料学会主催シンポジウム「原発事故から 10 年ーこれまで・今・これからの農業現場を考える」飯坂温泉)招待講演
28. 塚田祥文(2021) 食と放射能に関する説明会(一般社団法人福島県環境測定・放射能計測協会「農業環境における放射性セシウムと被ばく線量」郡山)招待講演
29. Tatsuo Aono (2021) Impact on marine products (The QST webinar series on radiation emergency medicine 2021: Follow-up seminoir (2), リモート講演.
- H. 知的財産権の出願・登録状況
なし

II. 分担研究報告

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)

農作物中 Cs と長半減期核種の濃度測定に関する研究

分担研究報告

分担研究者 塚田 祥文 (福島大学 環境放射能研究所)

研究要旨

東電福島第一原子力発電所事故(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が生じ、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線量を年間 1 mSv とし、導出された基準値を適用している。この基準値は、対象となる放射性 Cs 以外の核種(^{90}Sr 、 ^{106}Ru 、 Pu)については、 ^{137}Cs との放射能濃度比から、これらの核種の濃度を推定し、設定された。先行研究では、営農再開を予定している地域を含め福島県内で栽培された農産物について測定を行ったが、放射性 Cs 濃度は全て基準値以下で、Cs 以外の放射性物質濃度(主に ^{90}Sr)は大気圏核実験由来と考えられるものが多く、流通する様々な食品から放射性 Cs 以外には事故の影響は見られなかった。さらに、測定結果を用いて内部被ばくに対する寄与率の状況を確認し、食品摂取に伴う内部被ばく線量を計算したところ、保守的な条件であっても十分に年間 1 mSv を下回る結果が得られた。福島県内では営農再開する地域の拡大が行われているが、すべての地域で避難指示区域が解除された状況ではなく、解除された居住制限区域及び避難指示解除準備区域などであっても、食品摂取による内部被ばくに対する不安は未だに大きい。そこで、原発事故から 10 年が経過したことを踏まえ、福島県で栽培され流通している多種多様の農作物を評価対象として作物中放射性 Cs レベルを把握し、この 10 年間における放射性 Cs 濃度の減少傾向について考察を行った。また、作物中 ^{90}Sr 濃度は、これまでに得られた作物中 $^{90}\text{Sr}/\text{Sr}$ 比を用いて類推した。

令和 3 年度は、福島県で人口が多く、放射性 Cs 沈着量が比較的高かった福島市周辺地域を対象とし、栽培されているさまざまな作物 102 試料を網羅的に採取し、平成 23 年の事故から 10 年を経過した作物中放射性 Cs レベルを把握した。作物としては、穀類(玄米)、芋類、葉菜類、根菜類、豆類、果菜類(果実類を含む)及びその他など地物として流通している作物を対象とした。それぞれの ^{137}Cs 濃度の平均値(試料数)は、 0.83 ± 0.26 (n=2)、 0.71 ± 0.42 (n=6)、 0.64 ± 1.11 (n=34)、 5.93 ± 13.37 (n=6)、 0.86 ± 0.76 (n=7)、 0.67 ± 1.25 (n=42)及び 1.63 ± 0.98 (n=5) Bq/kg-生重量であった。これまでに得られた作物中放射性 Cs 濃度と比較し、近年の濃度の減少傾向を確認したが、山菜なども市場に出回るようになり、タケノコの ^{137}Cs 濃度が 33 Bq/kg-生重量であった。また、安定 Sr 濃度から予測した ^{90}Sr 濃度の平均値(試料数、濃度範囲)は、 0.015 ± 0.020 (n=15, 0.0013~0.079) Bq/kg-生重量と全て 0.1 Bq/kg-生重量を下回る値であった。

A. 研究目的

平成23年3月11日に発生した東日本大震災に起因する東京電力福島第一原子力発電所(FDNPS)事故により、大量の放射性物質が大気及び海洋に放出された。この事故により放出された放射性核種による食品の摂取による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。この基準値は、対象となる放射性 Cs 以外の核種(^{90}Sr 、 ^{106}Ru 及び Pu)については、 ^{137}Cs との放射能濃度比から、これらの核種の濃度を推定し、設定された。また、基準値の設定の際、規制対象核種以外の核種の影響に関しては、いずれも影響は小さいと結論づけられ、これまでに実施された本研究課題でも確認されている。

これまでに、本研究課題において営農再開を予定している地域を含め福島県内で栽培された作物の放射性 Cs や ^{90}Sr 濃度を測定してきた。その結果、放射性 Cs 濃度は、避難指示解除準備区域、居住制限区域等での試験栽培によって得られた作物も含め、福島県内の流通作物は全て基準値以下であった¹⁾。また、これまでに実施した本課題²⁻¹⁰⁾や全国モニタリング調査¹¹⁾によっても作物中 ^{90}Sr 濃度は、福島県以外で生産されている作物中濃度の範囲にあり、大気圏核実験由来と考えられた。さらに、測定結果を用いて内部被ばくに対する寄与率の状況を確認し、食品摂取に伴う内部被ばく線量を計算したところ、保守的な条件であっても十分に年間 1 mSv を下回る結果が得られた。

福島県内では表土の剥ぎ取り¹²⁾や、カリウムの追加施肥¹³⁾などの低減化対策によって、営農再開する地域は拡大したが、帰還可能となった地域であってもすべての地域で営農再開を果たしたわけではなく、試験作付けによる作物中放射性核種濃度の検査を継続している地域も多く、食品摂取による内部被ばくに対

する不安は未だに大きい¹⁾。そこで、原発事故から10年が経過したことを踏まえ、福島県で栽培され流通している多種多様の農作物を評価対象として作物中放射性 Cs レベルを把握し、この10年間における放射性 Cs 濃度の減少傾向について考察することとした。また、作物中 ^{90}Sr 濃度は、これまでに得られた作物中 $^{90}\text{Sr}/\text{Sr}$ 比を用いて類推した。

B. 研究方法

1. 作物採取

福島市、伊達市及び川俣町の産地直売場において102試料の作物を、令和3年4月16日から令和3年10月21日に採取した(表1)。作物としては、穀類(玄米 n=2)、芋類(n=6)、葉菜類(n=34)、根菜類(n=6)、豆類(n=7)、果菜類(果実類を含む n=42)及びその他(n=5)など地物として流通している作物とした。作物の採取重量は、140~10,000 g であった(表1)。

2. 試料の前処理

穀類、豆類などを除く作物は、原則水洗いした後、傷んでいる部分、皮などの非可食部を取り除いた。その後、賽の目状にカットし、玄米、葉菜類、豆類などは70°Cで1週間ほど熱乾燥、比較的糖分の多い果実類、果菜類などは2週間ほど凍結乾燥した後、ステンレススチール製のカッターブレンダー(7011 HBC, Waring Commercial)で粉碎・混合した。ハチミツは、前処理せずそのままの状態に測定した。乾燥粉碎試料をプラスチック容器(U-8)に15~110 g を詰め高さを一様にして測定試料とした。玄米は、2 L マリネリ容器に1,850~1,870 g を詰めて測定した(表1)。

3. 放射性 Cs 濃度の測定

試料の放射性 Cs 及び ^{40}K 濃度を、Ge 半導体検出器(Canberra:GC2020, GC3020 及び GC4020)で測定した。 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の定量には、それぞれ 604.7

keV 及び 661.7 keV の γ 線を用い、5,400~1,123,160 秒測定した。また、 ^{40}K は 1,460 keV の γ 線で定量した。日本アイソトープ協会製の 5 種類(5~50 mm、9.5~95.0 g)の標準試料を用いて効率曲線を作成した。なお、作物試料の一部は、3 日間以上の長時間の測定でも、放射性 Cs を検出できなかった。

4. ^{90}Sr 濃度の測定

作物中 ^{90}Sr 濃度は、平成 26 年から令和 2 年に本課題で得られた $^{90}\text{Sr}/\text{Sr}$ 比を用いて類推した⁴⁻¹⁰。 ^{90}Sr と Sr 濃度が得られている 58 試料について、玄米 (n=12)、芋類(n=12)、葉菜類(n=13)、根菜類(n=7)及び果菜類(n=14)に分け、t検定による有意差検定を行ったが、作物種間の $^{90}\text{Sr}/\text{Sr}$ 比に違いはなかった(表 3)。一方、福島県を浜通り(n=41)、中通り(n=14)及び会津(n=3)の 3 地域に分類して比較した結果、浜通りと中通りで差がみられた(表 4)。よって本課題では、中通りの作物中 Sr 濃度を ICP-質量分析装置(ICP-MS)で測定し、 $^{90}\text{Sr}/\text{Sr}$ 比 0.025 Bq/mg (令和3年に減衰補正)を用いて、作物中 ^{90}Sr 濃度を類推した。

C. 研究結果

作物中 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 及び ^{40}K 濃度を表 2 に示す。平成 23 年の FDNPS 事故から 10 年以上が経過し、4 試料を除く 98 試料で ^{134}Cs は検出限界値以下となった。穀類(玄米)、芋類、葉菜類、根菜類、豆類、果菜類(果実類を含む)及びその他作物の ^{137}Cs 濃度は、 0.83 ± 0.26 (0.6~1.0, n=2)、 0.71 ± 0.42 (0.2~1.2, n=6)、 0.64 ± 1.11 (0.04~4.9, n=34)、 5.93 ± 13.37 (0.2~33.2, n=6)、 0.86 ± 0.76 (0.4~2.5, n=7)、 0.67 ± 1.25 (0.04~6.0, n=42)及び 1.63 ± 0.98 (0.3~2.6, n=5) Bq/kg 生であった(表 5)。基準値を超える作物はなかったが、タケノコ(2021-P38)の ^{137}Cs 濃度が、33 Bq/kg 生と最も高い値であった。

作物中 Sr 濃度から類推した ^{90}Sr 濃度は、全て 0.1

Bq/kg 生以下(0.001~0.08 Bq/kg 生, n=15)ときわめて低い濃度であった(表 2)。また、作物種毎の ^{90}Sr 濃度を表 6 に示した。その中で、根菜類が最も高い 0.046 Bq/kg 生、芋類が最も低い 0.002 Bq/kg 生であった。

D. 考察

これまで平成 24 年~平成 29 年に本課題で測定してきた作物種別 ^{137}Cs 濃度と比較し、ボックスプロットを図 1 に示した。芋類、葉菜類及び果菜類の ^{137}Cs 濃度は、時間の経過と共に次第に減少していることが見て取れる。根菜類の図からはそのような傾向は見られないが、比較的高い値を示したタケノコ(自生野菜として販売されていた可能性が高い)を除くと同様の傾向にあった。これまでも指摘されているように、表土の剥ぎ取り除染や、カリウム施用による低減化対策が十分に実施されている圃場などで栽培されている作物中放射性 Cs 濃度は基準値を十分に下回るが、森林など表土の腐植除去に留まっている地点から、採取される山菜などの自生植物中放射性 Cs 濃度については今後も比較的濃度にあることを周知しておくことが必要である。

E. 結論

本課題では、福島市と周辺を対象として栽培されている作物を採取し、作物中放射性 Cs 濃度を測定した。その結果、低減化対策により作物中放射性 Cs 濃度は全て基準値を下回り、 ^{137}Cs 濃度が 5 Bq/kg 生以下の割合が 97%を占めた。一方で、圃場以外の十分な低減化対策が行われていない未除染地域などから採取したと思われる自生野菜などでは、比較的高い値を示す野菜も見受けられ、そのような作物については今後も留意する必要があるが見られた。

引用文献

- 1) 福島県農産物等の放射性物質モニタリング

- Q&A,
<http://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/nousan-ga.html>
- 2) 厚生労働省, 平成 24 年度食品中放射性セシウム濃度基準値の妥当性検証
 - 3) 厚生労働省, 平成 25 年度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
 - 4) 厚生労働省, 平成 26 年度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
 - 5) 厚生労働省, 平成 27 年度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
 - 6) 厚生労働省, 平成 28 年度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
 - 7) 厚生労働省, 平成 29 年度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
 - 8) 厚生労働省, 平成 30 年度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
 - 9) 厚生労働省, 令和元年度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
 - 10) 厚生労働省, 令和2年度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
 - 11) 環境放射線データベース,
<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/>
 - 12) 環境省, 除染情報サイト.
<http://josen.env.go.jp/>
 - 13) 福島県, 農業技術情報(原子力災害対策).
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/porta>

l/ps-nogyo-nousin-gijyutu04.html

F. 健康危険情報

なし

G. 研究業績

(論文)

1. H. Tsukada (2021) Radiocaesium in the environment of Fukushima, Recovery after Nuclear Accidents, Annals of the ICRP 2021, 50(1_suppl), 44-54.
<https://doi.org/10.1177/0146645321100680>
- 8.
2. H. Tsukada, D. Yamada and N. Yamaguchi (2022) Accumulation of ¹³⁷Cs in aggregated organo-mineral assemblage in pasture soils 8 years after the accident at Fukushima Daiichi nuclear power plant, Science of the Total Environment 806, 150688.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150688>.
3. N. P. Thoa, Y. Takagai and H. Tsukada (2022) Estimate the contribution of water-derived ¹³⁷Cs in the total ¹³⁷Cs in brown rice using water-to-brown rice transfer parameters and the ratio of ¹³⁷Cs/¹³³Cs, Soil Sci. Plant Nutr. <https://doi.org/10.1080/00380768.2022.2031284>.

(解説)

4. 塚田祥文 (2021) 福島における環境中放射性セシウムの変遷, 放計協ニュース 67, 2-7.
5. 辰野宇大, 稲田文, 塚田祥文 (2021) 東電福島第一原子力発電所事故以降に福島県および周辺地域で採取された土壌試料の整備およびデータベースシステムの構築,

- Radioisotopes 70, 323–327.
(学会発表)
6. M. P. Johansen, D. Anderson, D. Child, M. Hotchkis, H. Tsukada, K. Okuda, T. G. Hinton (2021) Differentiating Fukushima and Nagasaki sourced plutonium from global fallout: Pu vs Cs in soils and biota (EGU General Assembly 2021, Online).
 7. A. Takeda, H. Tsukada and Y. Takaku (2021) Speciation of spiked iodine in solid and liquid phase of forest soil (Society for Environmental Geochemistry and Health, Online)
 8. 塚田祥文、山田大吾、山口紀子 (2021) 放射性セシウムで汚染した落葉の鋤き込みによる土壌および牧草への影響 (日本土壌肥料学会 2021 年度北海道大会、札幌、オンライン)
 9. N. P. Thoa, H. Tsukada (2021) Uptake of radiocaesium from soil and irrigation water by rice plant cultivated with pot experiment (日本土壌肥料学会 2021 年度北海道大会、札幌、オンライン)
 10. 菊池美保子、塚田祥文 (2021) 避難指示解除区域における自家消費作物の放射性セシウムと内部被ばく線量 (日本土壌肥料学会 2021 年度北海道大会、札幌、オンライン)
 11. H. Tsukada, T. Takahashi, S. Fukutani (2021) Activity concentrations of radiocaesium, ^{90}Sr and ^{129}I in agricultural crops collected from Fukushima and reference areas, and internal radiation dose (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose–Rate Radiation, Aomori)
 12. A. Takeda, Y. Unno, H. Tsukada, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2021) Soil–soil solution distribution coefficient of radioiodine in surface soils around spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose–Rate Radiation, Aomori)
 13. N. P. Thoa, Y. Takagai, H. Tsukada (2021) Uptake of ^{137}Cs from soil and irrigation water by rice plants cultivated with the pot experiment (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose–Rate Radiation, Aomori)
 14. M. Kikuchi1, H. Tsukada (2021) Activity concentration of radiocaesium in self-consumed crops collected from evacuation order cancellation preparation zone and internal radiation doses (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose–Rate Radiation, Aomori)
 15. 武田晃、海野佑介、塚田祥文、高久雄一、久松俊一 (2021) 六ヶ所村大型再処理施設周辺土壌におけるヨウ素の存在形態と固液分配の関係 (日本地球化学会、弘前、オンライン)
 16. 廣瀬勝己、恩田裕一、塚田祥文、平山愉子、岡田往子、木川田喜一 (2021) 天然水中の溶存と懸濁物/堆積物の間の ^{137}Cs 分配係数の化学的意味について (日本地球化学会、オンライン)
 17. 塚田祥文、西康一、高村昇 (2021) 浪江町の作物中放射性セシウム濃度と摂取による内

- 部被ばく線量(福島大学環境放射能研究所国際シンポジウム:原発事故から10年後の福島の“森・川・海”と“食”～復興に向けて残された課題～)
18. N. P. Thoa, T. Kurosawa, M. Kikuchi1, V. Yoschenko, H. Tsukada (2021) Estimation of the rooting depth by the plant uptake of radiocaesium (福島大学環境放射能研究所国際シンポジウム:原発事故から10年後の福島の“森・川・海”と“食”～復興に向けて残された課題～)
19. 菊池美保子、塚田祥文 (2021) 避難指示解除区域における自家消費作物の放射性セシウムと内部被ばく線量(IES 第2回環境研地域若手交流セミナー、六ヶ所村)
20. N. P. Thoa, T. Kurosawa, M. Kikuchi1, V. Yoschenko, H. Tsukada (2021) Estimation of rooting depth of ^{137}Cs by plant (IES 第2回環境研地域若手交流セミナー、六ヶ所村)
21. 塚田祥文、高橋知之、福谷哲 (2022) 作物中放射性Csと ^{129}I 濃度、および摂取による内部被ばく線量(第8回福島大学環境放射能研究所成果報告会、福島)
22. 菊池美保子、塚田祥文 (2022) 避難指示が解除された浪江町における自家消費作物の放射性セシウム濃度と内部被ばく線量(第8回福島大学環境放射能研究所成果報告会、福島)
23. N. P. Thoa, T. Kurosawa, M. Kikuchi1, V. Yoschenko, H. Tsukada (2021) Estimation of rooting depth of ^{137}Cs by plant(第8回福島大学環境放射能研究所成果報告会、福島)招待講演
24. Hirofumi Tsukada (2021) Trends in radiocaesium and remaining issues in Fukushima after the 2011 accident (5th International Conference on Radioecology & Environmental Radioecology, Online Pre-ICRER Conference, リモート)招待講演
25. Hirofumi Tsukada (2021) Activity concentrations of radiocaesium and ^{129}I , and internal radiation doses from ingestion of crops (IAEA Technical Meeting on Radiation in Medicine Communications and Methodologies - International Perspectives and the Role of Science, Technology and Society in Low-Dose Radiation Settings, リモート)招待講演
26. 塚田祥文(2021)農業環境における放射性セシウムと作物摂取による内部被ばく線量(令和3年度放射線安全取扱部会年次大会(第62回放射線管理研修会)、リモート)招待講演
27. 塚田祥文(2021)はじめは地震と共に:成果を繋ぐ研究の進展(日本土壌肥料学会主催シンポジウム「原発事故から10年ーこれまで・今・これからの農業現場を考える」飯坂温泉)招待講演
28. 塚田祥文(2021)食と放射能に関する説明会(一般社団法人福島県環境測定・放射能計測協会「農業環境における放射性セシウムと被ばく線量」郡山)招待講演
- H. 知的財産権の出願・登録状況
なし

表1 令和3年度採取農作物一覧および前処理 (1/3)

試料番号	作物	試料情報			前処理										備考
		種類	購入日	産地	試料重量 (g)	洗浄後 (g)	非可食部	乾燥方法	可食部(生) (W, g)	可食部(乾燥) (D, g)	乾燥割合 (D/W)				
2021-P1	ニラ	葉菜類	2021/4/16	福島市	221	219	2.0	熱乾燥 70℃	217.31	17.83	0.082				
2021-P2	ニンニク	葉菜類	2021/4/16	福島市	349	360	62.8	熱乾燥 70℃	297.12	36.23	0.122				
2021-P3	ダイコン葉	葉菜類	2021/4/16	福島市	537	535	52.5	熱乾燥 70℃	482.13	37.31	0.077				
2021-P4	キュウリ	果菜類	2021/4/16	福島市	988	985	34.7	凍結乾燥	950.60	48.55	0.051				
2021-P5	ウルイ	葉菜類	2021/4/16	福島市	619	642	4.0	熱乾燥 70℃	637.56	35.57	0.056				
2021-P6	ウド	葉菜類	2021/4/16	福島市	723	728	164.8	熱乾燥 70℃	562.79	31.76	0.056				
2021-P7	カブ	根菜類	2021/4/16	福島市	1316	867	224.8	凍結乾燥	642.41	42.00	0.065	試料重量はカブ葉 (2021-P8) を含む			
2021-P8	カブ葉	葉菜類	2021/4/16	福島市	-	455	9.1	熱乾燥 70℃	445.92	23.82	0.053				
2021-P9	サトイモ	芋類	2021/4/16	福島市	1236	1242	428.4	凍結乾燥	813.15	151.97	0.187				
2021-P10	スナップエンドウ	果菜類	2021/4/16	福島市	453	453	29.1	熱乾燥 70℃	423.71	49.37	0.117				
2021-P11	タラノメ	葉菜類	2021/4/16	福島市	257	273	36.7	熱乾燥 70℃	236.12	27.14	0.115				
2021-P12	アスパラガス	葉菜類	2021/4/16	福島市	330	328	9.9	熱乾燥 70℃	318.03	20.82	0.065				
2021-P13	ナガネギ	葉菜類	2021/4/16	福島市	1108	1121	68.2	熱乾燥 70℃	1053.23	62.10	0.059				
2021-P14	ホウレンソウ	葉菜類	2021/4/16	福島市	705	720	122.3	熱乾燥 70℃	597.51	50.49	0.085				
2021-P15	キャベツ	葉菜類	2021/4/16	福島市	1249	715	87.6	熱乾燥 70℃	627.71	53.32	0.085				
2021-P16	フキ	葉菜類	2021/4/16	福島市	638	627	133.5	熱乾燥 70℃	493.05	31.61	0.064				
2021-P17	コマツナ	葉菜類	2021/4/16	福島市	733	732	46.3	熱乾燥 70℃	685.49	48.40	0.071				
2021-P18	ミツバ	葉菜類	2021/4/16	福島市	584	452	201.5	熱乾燥 70℃	250.29	24.14	0.096				
2021-P19	タマネギ	葉菜類	2021/5/13	福島市	1167	1169	67.4	熱乾燥 70℃	1101.82	79.86	0.072				
2021-P20	チンゲンサイ	葉菜類	2021/5/13	福島市	1455	1473	384.0	熱乾燥 70℃	1089.30	39.46	0.036				
2021-P21	ワラビ	葉菜類	2021/5/13	福島市	732	743	38.8	熱乾燥 70℃	703.91	57.52	0.082				
2021-P22	エンヤロット	葉菜類	2021/5/13	福島市	377	382	20.4	熱乾燥 70℃	361.65	59.10	0.163				
2021-P23	ハジレ	葉菜類	2021/5/13	福島市	427	475	131.9	熱乾燥 70℃	343.10	32.33	0.094				
2021-P24	ブロッコリー	葉菜類	2021/5/13	福島市	1000	1016	38.3	熱乾燥 70℃	977.82	76.73	0.078				
2021-P25	サニーレタス	葉菜類	2021/5/13	福島市	631	671	75.9	熱乾燥 70℃	594.80	35.01	0.059				
2021-P26	シュンギク	葉菜類	2021/5/13	福島市	903	972	42.4	熱乾燥 70℃	929.20	69.19	0.073				
2021-P27	キャベツ	葉菜類	2021/5/13	伊達市	1698	1510	172.6	熱乾燥 70℃	1337.38	63.17	0.047				
2021-P28	インゲン	果菜類	2021/5/13	伊達市	669	668	82.3	熱乾燥 70℃	586.06	38.62	0.066				
2021-P29	キヌサヤ	果菜類	2021/5/13	伊達市	626	627	55.6	熱乾燥 70℃	571.65	77.49	0.136				
2021-P30	イチゴ	果菜類	2021/5/13	伊達市	1387	1403	114.9	凍結乾燥	1287.72	164.35	0.128				
2021-P31	キュウイモ	芋類	2021/5/13	伊達市	462	459	61.6	熱乾燥 70℃	397.00	69.89	0.176				
2021-P32	サクラランボ	果実類	2021/6/10	福島市	616	614	107.3	凍結乾燥	507.03	86.95	0.171				
2021-P33	イチゴ	果菜類	2021/6/10	福島市	603	605	10.5	凍結乾燥	594.14	63.51	0.107				
2021-P34	トマト	果菜類	2021/6/10	福島市	977	977	34.9	凍結乾燥	941.99	76.69	0.081				
2021-P35	アオウメ	果実類	2021/6/10	福島市	1970	1972	244.7	凍結乾燥	1727.28	184.14	0.107				

表1 令和3年度採収農作物一覧および前処理(2/3)

2021-P36	ジャガイモ		2021/6/10	福島市	755	756	160.5	凍結乾燥	595.39	128.45	0.216
2021-P37	ジャガイモ		2021/6/10	福島市	739	740	156.2	凍結乾燥	583.63	112.55	0.193
2021-P38	タケノコ	根菜類	2021/6/10	福島市	1006	1007	553.4	熱乾燥 70℃	453.69	28.03	0.062
2021-P39	ズッキーニ	果菜類	2021/6/10	福島市	982	982	49.0	熱乾燥 70℃	933.11	37.02	0.040
2021-P40	ソラマメ(豆)	豆類	2021/6/10	福島市	1158	1162	844.3	熱乾燥 70℃	318.09	109.05	0.343
2021-P41	ソラマメ(種皮)	豆類	2021/6/10	福島市	—	—	—	熱乾燥 70℃	145.26	32.34	0.223
2021-P42	グリーンピース	豆類	2021/6/10	福島市	363	—	—	熱乾燥 70℃	362.99	110.02	0.303
2021-P43	サンショウ	その他	2021/6/10	福島市	140	143	17.1	熱乾燥 70℃	125.89	29.07	0.231
2021-P44	ダイコン	根菜類	2021/6/24	福島市	1268	1124	86.8	熱乾燥 70℃	1037.57	34.83	0.034
2021-P45	アオanson	葉菜類	2021/6/24	福島市	231	291	29.6	熱乾燥 70℃	261.28	28.73	0.110
2021-P46	ゴヤー	果菜類	2021/6/24	福島市	715	719	138.3	熱乾燥 70℃	580.72	31.81	0.055
2021-P47	ニンジン	根菜類	2021/6/24	福島市	1025	1026	132.1	熱乾燥 70℃	894.22	106.73	0.119
2021-P48	ヤーコン	根菜類	2021/6/24	福島市	811	807	158.1	熱乾燥 70℃	649.30	99.76	0.164
2021-P49	ゴボウ	根菜類	2021/6/24	福島県産	593	593	167.8	熱乾燥 70℃	425.07	86.50	0.203
2021-P50	サクランボ	果実類	2021/6/24	福島市	628	625	91.0	凍結乾燥	534.39	106.24	0.199
2021-P51	ナス	果菜類	2021/6/24	福島市	835	838	62.2	熱乾燥 70℃	775.83	44.72	0.068
2021-P52	クワ(実)	果実類	2021/6/24	福島市	403	372	34.7	凍結乾燥	336.83	35.94	0.107
2021-P53	ピー	果実類	2021/6/24	福島市	1175	1150	355.3	凍結乾燥	794.50	91.12	0.115
2021-P54	ブルーベリー	果実類	2021/6/24	福島市	397	397	0.4	凍結乾燥	397.01	60.27	0.152
2021-P55	アカシ	葉菜類	2021/6/24	福島市	1174	752	9.4	熱乾燥 70℃	742.81	65.65	0.088
2021-P56	アンズ	果実類	2021/6/24	伊達郡	1297	1296	413.6	凍結乾燥	882.32	77.32	0.088
2021-P57	コマツナ	葉菜類	2021/6/24	伊達市	927	892	4.5	熱乾燥 70℃	887.54	42.69	0.048
2021-P58	ツルムラサキ	葉菜類	2021/7/13	福島市	938	1013	26.9	熱乾燥 70℃	985.81	51.72	0.052
2021-P59	ダイコン葉	葉菜類	2021/7/13	福島市	816	838	75.8	熱乾燥 70℃	762.69	31.64	0.041
2021-P60	モロヘイヤ	葉菜類	2021/7/13	福島市	390	432	113.8	熱乾燥 70℃	318.43	34.26	0.108
2021-P61	ニンニク	葉菜類	2021/7/13	福島市	366	316	8.1	凍結乾燥	308.17	116.51	0.378
2021-P62	トウガラシ	果菜類	2021/7/13	福島市	651	652	85.9	熱乾燥 70℃	566.12	45.27	0.080
2021-P63	モモ	果実類	2021/7/13	福島市	1297	1299	388.3	凍結乾燥	910.38	120.40	0.132
2021-P64	ブラム	果実類	2021/7/13	福島市	1539	1538	92.2	凍結乾燥	1445.70	136.12	0.094
2021-P65	トウモロコシ	果菜類	2021/7/13	福島市	1509	1185	520.5	熱乾燥 70℃	664.18	137.32	0.207
2021-P66	タマネギ	葉菜類	2021/7/13	福島市	1617	1582	45.0	熱乾燥 70℃	1537.27	133.91	0.087
2021-P67	ナス	果菜類	2021/7/13	福島市	664	663	45.3	熱乾燥 70℃	617.86	29.89	0.048
2021-P68	カボチャ	果菜類	2021/7/13	福島市	1435	1433	262.3	熱乾燥 70℃	1170.85	271.37	0.232
2021-P69	ピーマン	果菜類	2021/7/13	福島市	791	792	158.2	熱乾燥 70℃	634.18	29.88	0.047
2021-P70	サヤインゲン	果菜類	2021/7/13	福島市	729	731	41.0	熱乾燥 70℃	690.33	46.97	0.068

表1 令和3年度採取農作物一覧および前処理 (3/3)

2021-P71	クワシアンサイ	福高市	2021/7/13	福高市	735	802	43.0	熱乾燥 70℃	759.35	57.33	0.075	
2021-P72	モモ	福高市	2021/7/28	福高市	1591	1590	402.4	凍結乾燥	1187.23	144.33	0.122	
2021-P73	キュウリ	福高市	2021/7/28	福高市	1110	1109	21.0	凍結乾燥	1088.49	44.73	0.041	
2021-P74	ハチミツ	福高市	2021/7/28	福高市	150	—	—	—	—	—	1.000	無処理、トチ
2021-P75	ハチミツ	福高市	2021/7/28	福高市	180	—	—	—	—	—	1.000	無処理、百花密
2021-P76	オクラ	福高市	2021/7/28	福高市	555	556	132.4	熱乾燥 70℃	423.70	37.04	0.087	
2021-P77	ミニトマト	福高市	2021/7/28	福高市	791	792	28.9	凍結乾燥	762.66	59.87	0.079	
2021-P78	エダマメ	伊達市	2021/7/28	福高市	1133	1140	696.3	熱乾燥 70℃	443.67	116.63	0.263	
2021-P79	ユウガオ	福高市	2021/8/10	福高市	3771	3763	2094.6	熱乾燥 70℃	1668.44	44.52	0.027	
2021-P80	エダマメ	福高市	2021/8/10	福高市	742	742	276.3	熱乾燥 70℃	465.81	110.08	0.236	
2021-P81	シントウ	福高市	2021/8/10	福高市	395	391	76.8	熱乾燥 70℃	314.00	27.85	0.089	
2021-P82	ブラックベリー	福高市	2021/8/10	福高市	425	413	9.8	凍結乾燥	402.95	43.02	0.107	
2021-P83	ナシ	福高市	2021/8/10	福高市	1143	1141	352.2	凍結乾燥	788.96	101.63	0.129	
2021-P84	ヤマブドウ	福高市	2021/8/10	福高市	828	840	315.7	凍結乾燥	524.26	84.45	0.161	
2021-P85	ブドウ	福高市	2021/9/7	福高市	1542	1551	364.3	熱乾燥 70℃	1186.80	212.98	0.179	
2021-P86	ミョウガ	福高市	2021/9/7	福高市	517	515	4.7	熱乾燥 70℃	510.24	19.50	0.038	
2021-P87	クリ	福高市	2021/9/7	福高市	1063	1050	332.8	熱乾燥 70℃	717.22	292.12	0.407	
2021-P88	キクラゲ	川原町	2021/9/7	川原町	595	—	1.2	熱乾燥 70℃	593.66	36.43	0.061	
2021-P89	サツマイモ	福高市	2021/9/7	福高市	710	710	27.7	熱乾燥 70℃	682.72	245.31	0.359	
2021-P90	西洋ナシ	福高市	2021/10/21	福高市	1773	1773	644.5	熱乾燥 70℃	1128.97	167.27	0.148	
2021-P91	カキ	福高市	2021/10/21	福高市	1663	1665	365.5	凍結乾燥	1299.11	222.99	0.172	刀根早生
2021-P92	ワサビ	福高市	2021/10/21	福高市	207	201	128.0	熱乾燥 70℃	72.75	17.89	0.246	
2021-P93	ヤマイモ	福高市	2021/10/21	福高市	984	981	245.7	熱乾燥 70℃	735.25	180.39	0.245	
2021-P94	ラッカセイ	福高市	2021/10/21	福高市	614	283	323.0	熱乾燥 70℃	282.55	137.89	0.488	
2021-P95	アズキ	伊達市	2021/10/21	伊達市	299	—	—	熱乾燥 70℃	298.45	260.95	0.874	無洗浄
2021-P96	玄米	伊達市	2021/10/21	伊達市	10000	—	—	熱乾燥 70℃	2307.08	2017.85	0.875	無洗浄、コシヒカリ
2021-P97	リンゴ	福高市	2021/10/21	福高市	1929	1930	400.7	凍結乾燥	1528.94	225.05	0.147	
2021-P98	カキ (甘柿 早秋)	福高市	2021/10/21	福高市	1518	1518	315.7	凍結乾燥	1202.64	189.18	0.157	
2021-P99	ハクサイ	福高市	2021/10/21	福高市	2444	2651	155.8	熱乾燥 70℃	2494.94	98.05	0.039	
2021-P100	玄米	福高市	2021/10/21	福高市	10000	—	—	熱乾燥 70℃	2271.78	2006.79	0.883	無洗浄、ヒトメボレ
2021-P101	ホボー	福高市	2021/10/21	福高市	905	903	428.0	熱乾燥 70℃	475.47	118.11	0.248	
2021-P102	ハックルベリー	福高市	2021/10/21	福高市	797	796	0.0	熱乾燥 70℃	796.36	83.35	0.105	

表2 放射能測定結果 (1/3)

試料番号	作物	測定試料		測定時間 (s)	134Cs		137Cs		40K		137Cs		40K		90Sr			
		重量 (g)	高さ (cm)		<	±	<	±	<	±	<	±	<	±		<	±	
2021-P1	ニラ	15.3618	2.70	231,500	<	2.1	6.0	±	0.5	1608	±	0.17	0.50	±	0.04	132	±	1.8
2021-P2	ニンニク	35.3092	4.60	72,300	<	1.9	28.3	±	0.9	1104	±	<	3.45	±	0.11	135	±	2.5
2021-P3	ダイコン葉	36.4189	4.55	772,000	<	0.4	<	<	0.4	2167	±	<	<	<	0.03	168	±	0.6
2021-P4	キュウリ	18.7559	4.10	600,000	<	1.2	1.2	±	0.4	1280	±	<	0.06	±	0.02	65	±	0.7
2021-P5	ウルイ	33.8910	4.20	87,300	<	1.2	5.0	±	0.4	1736	±	<	0.07	±	0.02	97	±	1.2
2021-P6	ウド	31.4595	2.40	12,900	<	3.8	16.0	±	1.4	1591	±	<	0.21	±	0.08	90	±	2.9
2021-P7	カブ	19.9380	4.10	431,600	<	0.8	3.1	±	0.2	1407	±	<	0.05	±	0.01	92	±	0.7
2021-P8	カブ葉	23.3829	3.30	86,700	<	1.6	6.9	±	0.5	2476	±	<	0.09	±	0.03	132	±	1.5
2021-P9	サトイモ	32.0292	4.10	337,801	<	0.7	2.7	±	0.2	1114	±	<	0.12	±	0.03	208	±	1.6
2021-P10	スナックエンドウ	49.2263	3.60	600,000	<	0.4	0.5	±	0.1	426	±	<	0.05	±	0.01	50	±	0.5
2021-P11	タラノメ	26.9234	2.50	15,000	<	4.2	19.6	±	1.6	1302	±	<	0.49	±	0.19	160	±	5.4
2021-P12	アスパラガス	20.8032	1.80	520,800	<	0.6	1.4	±	0.1	1132	±	<	0.04	±	0.01	74	±	0.5
2021-P13	ナガネギ	40.0282	4.25	600,000	<	0.6	0.6	±	0.1	1059	±	<	0.04	±	0.01	62	±	0.5
2021-P14	ホウレンソウ	41.2435	4.85	79,200	<	1.5	4.3	±	0.4	2749	±	<	0.13	±	0.04	232	±	0.012
2021-P15	キャベツ	52.3837	4.80	93,000	<	0.9	2.7	±	0.2	822	±	<	0.08	±	0.02	70	±	1.0
2021-P16	フキ	31.5851	2.15	68,500	<	1.4	4.8	±	0.4	1984	±	<	0.09	±	0.02	127	±	1.4
2021-P17	コマツナ	35.1484	4.60	688,001	<	0.6	<	<	0.8	1874	±	<	0.04	<	0.06	132	±	0.6
2021-P18	ミツバ	22.5305	3.40	535,200	<	0.7	1.8	±	0.2	1928	±	<	0.07	±	0.02	186	±	1.0
2021-P19	タマネギ	63.6859	4.60	600,000	<	0.4	0.9	±	0.1	557	±	<	0.03	±	0.01	40	±	0.3
2021-P20	チンゲンサイ	26.5306	4.20	151,900	<	1.3	4.6	±	0.4	3080	±	<	0.05	±	0.01	112	±	0.9
2021-P21	ワラビ	57.1018	4.50	18,501	2.1	0.5	60.5	±	1.8	1317	±	0.17	0.04	±	0.15	108	±	2.6
2021-P22	エシヤロット	58.1146	4.50	603,700	<	0.3	0.6	±	0.1	594	±	<	0.05	±	0.01	97	±	0.6
2021-P23	バジル	25.0310	4.10	603,900	<	0.7	0.0	±	0.5	1251	±	<	0.06	±	0.05	118	±	0.8
2021-P24	プロッコリー	62.4315	4.80	234,600	<	0.5	1.3	±	0.1	1437	±	<	0.04	±	0.01	113	±	0.7
2021-P25	サニーレタス	18.4045	3.80	85,200	<	3.7	8.1	±	0.7	1836	±	<	0.21	±	0.04	108	±	1.7
2021-P26	シュンギク	25.4336	4.20	84,600	<	1.8	7.1	±	0.5	2037	±	<	0.13	±	0.04	149	±	2.0
2021-P27	キャベツ	43.7655	4.80	90,200	<	1.1	3.3	±	0.3	1294	±	<	0.05	±	0.01	61	±	0.8
2021-P28	インゲン	37.9933	2.90	689,500	<	0.4	1.0	±	0.1	1216	±	<	0.02	±	0.01	80	±	0.4
2021-P29	キヌサヤ	71.3225	4.90	502,400	<	0.3	5.2	±	0.1	458	±	<	0.04	±	0.01	62	±	0.4
2021-P30	イチゴ	29.4705	3.90	660,000	<	0.6	1.6	±	0.2	520	±	<	0.08	±	0.02	66	±	0.8
2021-P31	キクイモ	68.7003	4.50	255,700	<	0.4	2.2	±	0.1	884	±	<	0.07	±	0.02	156	±	1.1
2021-P32	サクランボ	33.9233	3.60	243,400	<	0.6	7.3	±	0.2	522	±	<	0.10	±	0.04	89	±	1.2
2021-P33	イチゴ	25.0496	3.80	16,100	4.4	1.3	51.1	±	2.6	596	±	<	0.14	±	0.28	64	±	3.5
2021-P34	トマト	23.9165	4.00	677,600	<	0.6	<	<	0.5	974	±	<	0.05	±	0.04	79	±	0.6
2021-P35	アオウメ	28.9459	4.20	114,200	<	1.6	7.6	±	0.5	716	±	<	0.17	±	0.05	76	±	1.6

表2 放射能測定結果 (2/3)

2021-P36	ジャガイモ	41.6807	3.90	319.601	<	<	0.7	4.0 ±	0.2	534 ±	6	<	<	0.14	0.86 ±	0.04	115 ±	1.4	0.002
2021-P37	ジャガイモ	43.9335	4.20	93.600	<	<	1.2	6.2 ±	0.4	574 ±	11	<	<	0.23	1.19 ±	0.07	111 ±	2.2	0.001
2021-P38	タケノコ	26.6724	1.90	5.400	21.0 ±	<	2.8	537.4 ±	11.6	2364 ±	95	1.30	<	0.17	33.20 ±	0.72	146 ±	5.9	
2021-P39	ズッキーニ	30.5267	2.50	254.201	<	<	0.9	2.8 ±	0.2	1852 ±	13	<	<	0.04	0.11 ±	0.01	73 ±	0.5	0.006
2021-P40	ソラマメ(豆)	74.4316	4.60	101.700	<	<	0.5	2.3 ±	0.2	391 ±	6	<	<	0.18	0.79 ±	0.06	134 ±	2.2	0.008
2021-P41	ソラマメ(種皮)	31.2230	2.40	157.201	<	<	0.9	2.4 ±	0.2	514 ±	8	<	<	0.19	0.53 ±	0.04	115 ±	1.8	
2021-P42	グリーンピース	73.4388	4.60	112.700	<	<	0.6	1.4 ±	0.1	395 ±	6	<	<	0.17	0.41 ±	0.04	120 ±	1.9	
2021-P43	サンショウ	28.1602	3.65	72.800	<	<	2.1	7.2 ±	0.6	528 ±	16	<	<	0.49	1.66 ±	0.14	122 ±	3.7	
2021-P44	ダイコン	33.4659	2.70	85.862	<	<	1.7	6.9 ±	0.5	2239 ±	24	<	<	0.06	0.23 ±	0.02	75 ±	0.8	0.013
2021-P45	アオシソ	18.7411	4.00	264.322	<	<	1.9	0.0 ±	1.6	1131 ±	18	<	<	0.21	0.00 ±	0.17	124 ±	2.0	
2021-P46	ゴーヤ	30.8300	2.25	260.743	<	<	1.1	0.0 ±	1.2	1378 ±	12	<	<	0.06	0.00 ±	0.07	75 ±	0.7	
2021-P47	ニンジン	74.7042	4.50	232.399	<	<	0.4	2.1 ±	0.1	958 ±	7	<	<	0.05	0.25 ±	0.01	114 ±	0.8	
2021-P48	ヤーコン	74.1294	4.70	14.801	<	<	1.7	9.1 ±	0.7	426 ±	18	<	<	0.26	1.40 ±	0.11	65 ±	2.8	
2021-P49	ゴボウ	82.3741	4.70	224.742	<	<	0.5	1.3 ±	0.1	373 ±	5	<	<	0.10	0.27 ±	0.02	76 ±	1.0	0.079
2021-P50	サクラソボ	64.9170	4.15	87.700	<	<	0.7	2.8 ±	0.2	430 ±	8	<	<	0.13	0.55 ±	0.04	86 ±	1.5	
2021-P51	ナス	31.2793	4.60	283.400	<	<	1.0	2.7 ±	0.2	1317 ±	12	<	<	0.06	0.16 ±	0.01	76 ±	0.7	
2021-P52	クワ(美)	22.7181	3.30	163.700	<	<	1.6	9.1 ±	0.5	706 ±	14	<	<	0.18	0.97 ±	0.05	75 ±	1.5	
2021-P53	ピワ	35.8169	4.60	163.400	<	<	0.9	7.0 ±	0.3	360 ±	7	<	<	0.10	0.80 ±	0.04	41 ±	0.8	
2021-P54	ブルーベリー	58.3401	4.10	257.400	<	<	0.4	2.8 ±	0.1	140 ±	3	<	<	0.06	0.42 ±	0.02	21 ±	0.4	
2021-P55	アカシソ	25.7515	4.50	405.402	<	<	1.3	3.3 ±	0.3	951 ±	12	<	<	0.12	0.29 ±	0.02	84 ±	1.1	
2021-P56	アンズ	75.6794	4.60	269.500	<	<	0.4	0.9 ±	0.1	657 ±	5	<	<	0.03	0.08 ±	0.01	58 ±	0.4	
2021-P57	コマツナ	34.0570	4.10	452.461	<	<	0.9	2.0 ±	0.2	2172 ±	12	<	<	0.05	0.09 ±	0.01	104 ±	0.6	
2021-P58	ソルムラサキ	50.7457	4.70	239.697	<	<	0.9	4.5 ±	0.2	2378 ±	14	<	<	0.05	0.24 ±	0.01	125 ±	0.7	
2021-P59	ダイコン葉	28.9269	4.00	92.820	<	<	2.3	11.3 ±	0.7	2817 ±	31	<	<	0.09	0.47 ±	0.03	117 ±	1.3	
2021-P60	モロヘイヤ	27.8559	4.30	80.535	<	<	2.6	14.3 ±	0.8	1207 ±	24	<	<	0.28	1.53 ±	0.09	130 ±	2.6	
2021-P61	ニンニク	65.6603	4.70	604.500	<	<	0.3	0.5 ±	0.1	298 ±	3	<	<	0.13	0.19 ±	0.02	113 ±	1.2	
2021-P62	トウガラシ	44.1457	4.70	602.200	<	<	0.4	0.9 ±	0.1	1078 ±	6	<	<	0.03	0.07 ±	0.01	86 ±	0.5	
2021-P63	モモ	67.4809	4.50	492.200	<	<	0.3	0.6 ±	0.1	381 ±	3	<	<	0.04	0.08 ±	0.01	50 ±	0.4	
2021-P64	ブラム	80.4341	4.85	24.900	<	<	1.1	3.8 ±	0.4	380 ±	13	<	<	0.11	0.36 ±	0.03	36 ±	1.2	
2021-P65	トウモロコシ	75.8098	4.80	603.200	<	<	0.2	0.4 ±	0.0	436 ±	3	<	<	0.05	0.09 ±	0.01	90 ±	0.6	
2021-P66	タマネギ	77.3507	4.90	605.589	<	<	0.3	0.5 ±	0.1	440 ±	4	<	<	0.03	0.04 ±	0.01	38 ±	0.3	
2021-P67	ナス	23.9209	4.30	269.900	<	<	1.0	2.6 ±	0.2	1422 ±	13	<	<	0.05	0.12 ±	0.01	69 ±	0.6	
2021-P68	カボチャ	77.9169	4.75	252.471	<	<	0.5	1.2 ±	0.1	470 ±	6	<	<	0.12	0.27 ±	0.03	109 ±	1.3	
2021-P69	ピーマン	29.2306	2.75	15.100	<	<	4.1	15.4 ±	1.4	1331 ±	47	<	<	0.19	0.72 ±	0.07	63 ±	2.2	
2021-P70	サヤインゲン	46.2360	3.20	6.563	<	<	6.3	26.8 ±	2.3	1004 ±	53	<	<	0.43	1.83 ±	0.16	68 ±	3.6	

表3 作物種別⁹⁰Sr/Sr濃度比 (⁹⁰Sr濃度は令和3年に補正)

作物種	試料数	平均値	標準偏差
玄米	12	0.045	0.03
芋類	12	0.077	0.11
葉菜類	13	0.064	0.04
根菜類	7	0.070	0.03
果菜類	14	0.065	0.04

表4 地域別作物種別⁹⁰Sr/Sr濃度比 (⁹⁰Sr濃度は令和3年に補正)

地域	試料数	平均値	標準偏差
浜通り	41	0.079	0.062
中通り	14	0.025	0.015
会津	3	0.037	0.024

浜通りと中通りで有意差あり (P<0.05)

表5 令和3年度種別農作物中放射能平均濃度と標準偏差値

試料情報	試料数	¹³⁷ Cs			⁴⁰ K			¹³⁷ Cs			⁴⁰ K		
		Bq/kg 乾燥						Bq/kg 生					
種類													
玄米	2	0.9 ±	0.3	69 ±	2	0.83 ±	0.26	61 ±	2				
芋類	6	3.2 ±	1.8	648 ±	298	0.71 ±	0.42	136 ±	40				
葉菜類	34	7.8 ±	12.0	1548 ±	716	0.64 ±	1.11	114 ±	41				
根菜類	6	93.3 ±	217.6	1294 ±	868	5.93 ±	13.37	95 ±	30				
豆類	7	2.1 ±	0.7	455 ±	143	0.86 ±	0.76	168 ±	105				
果菜類 (果実類を含む)	42	5.5 ±	9.1	729 ±	468	0.67 ±	1.25	67 ±	27				
その他	5	13.1 ±	21.1	733 ±	1196	1.63 ±	0.98	56 ±	55				

表6 令和3年度種別農作物中⁹⁰Sr平均濃度

試料情報	試料数	⁹⁰ Sr
種類		Bq/kg 生
玄米	2	0.009
芋類	2	0.002
葉菜類	4	0.015
根菜類	2	0.046
豆類	2	0.016
果菜類 (果実類を含む)	3	0.008

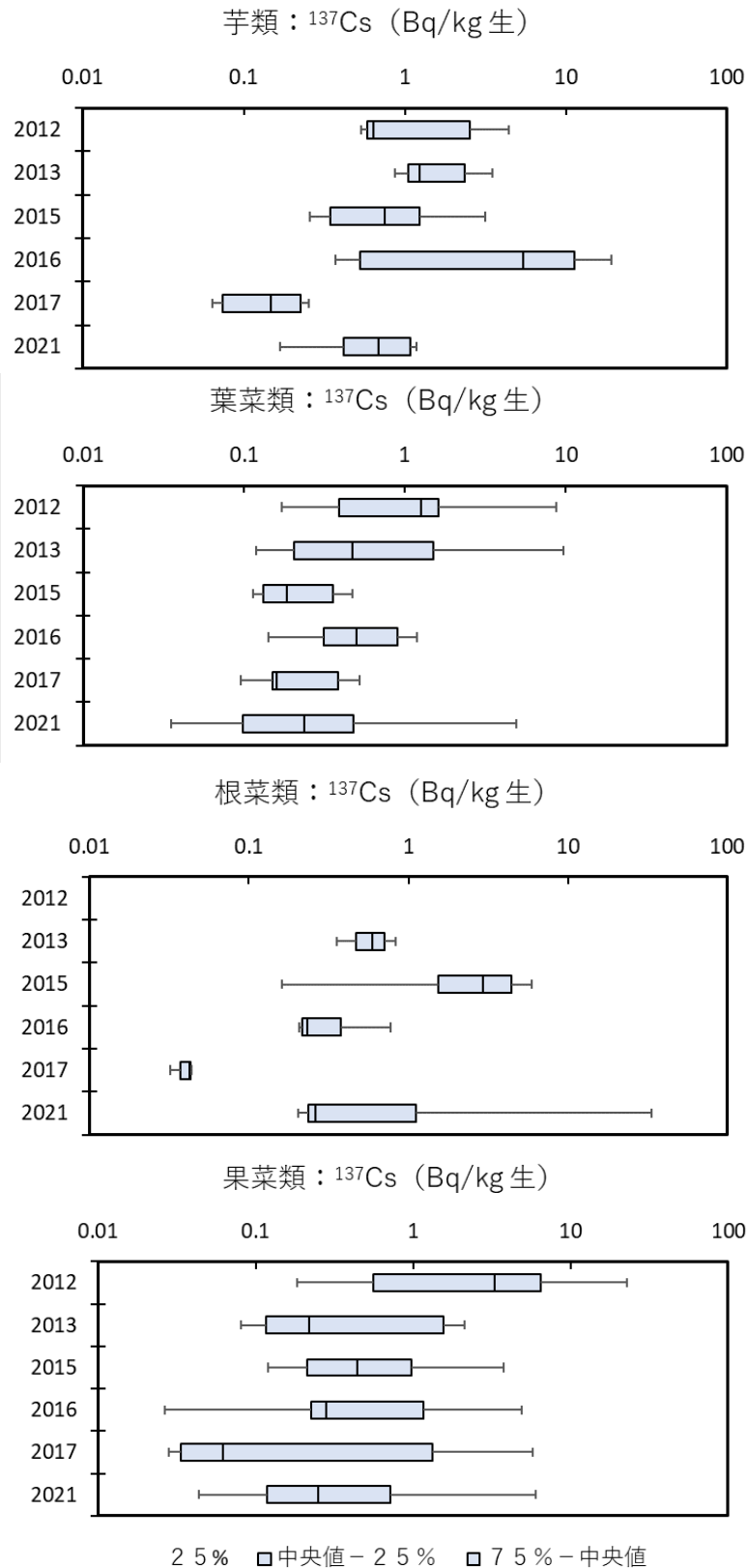


図1 平成24年から令和3年に福島県内で採取した作物中¹³⁷Cs濃度(Bq/kg 生)
 2012:平成24年-中通り;2013:平成25年-中通り;2015:平成27年-浜通り;
 2016:平成28年-浜通り;2017:平成29年-浜通り;2021:令和3年-中通り

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)

水産物食品中の放射性物質濃度等に関する研究

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)

研究代表者 明石 真言 (東京医療保健大学)

研究要旨

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福島第一原子力発電所(福島原発)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、食品の摂取による介入線量レベルを年間 1 mSv 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(Cs)濃度について基準値を設定し、ストロンチウム-90 (^{90}Sr)、ルテニウム-106 (^{106}Ru) 及びプルトニウム-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)については、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。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、また放射性 Cs 以外の ^{90}Sr などに対する内部被ばくの不安は依然として大きいことから、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。今年度は福島県水産海洋研究センターと相馬双葉漁業協同組合の協力を得て、福島沖で採取され、県内に流通する魚類 3 種を入手し、個体ごとに部位別の分別を行い、試料減容のために乾燥と灰化を行い、測定試料の作成を行った。魚類 3 種の可食部位中のセシウム-134 (^{134}Cs)濃度は検出下限値以下で、セシウム-137 (^{137}Cs)濃度は、福島県が実施しているモニタリングの検出下限値の 1 Bq/kg-生重量よりも十分に低い濃度であった。個体間による大きな濃度のばらつきも認められなかった。魚類を採取した海域の海水中の放射性 Cs を測定した結果、 ^{134}Cs 濃度は検出下限値以下で、 ^{137}Cs 濃度も福島原発事故以前に近い濃度(1-7 mBq/L) であった。この結果を用いて、すでに報告されている海水と魚類の濃縮比(CR)から魚類中の推定した ^{137}Cs 濃度範囲は、0.5-0.9 Bq/kg-生重量で、概ね一致しており、魚類中の ^{137}Cs 濃度範囲は生息環境の海水中濃度を反映してい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(Cs)濃度について基準値を設定し、ストロンチウム-90 (^{90}Sr)、ルテニウム-106 (^{106}Ru) 及びプルトニウム-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)については、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。そこで、本研究は食品中の放射性物質の基準値を策定する際に推定された放射性Cs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。福島沖の海産物の放射性物質濃度のモニタリングでは、95%以上の水産物で放射性Cs濃度が検出下限値(約10Bq/kg-生重量)以下となっている^{1,2)}。今年度は福島第一原発事故から約11年が経過した福島県沖で漁獲された食品として流通する魚類について、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、「水産物食品中の放射性物質濃度等に関する研究」を実施した。これまで、魚類中の可食部中の ^{90}Sr やPu同位体の濃度に関して調査を行ってきた。しかし、 ^{90}Sr やPu同位体の測定を行うためには、灰試料重量として約20-40gが必要で、個体毎の定量はできない。そこで、魚種毎の部位ごとに定量が可能となる試料の収集も行った。

B. 研究方法

1. 水産物中の放射性物質の濃度測定

1.1. 調査協力と水産物試料入手

福島県水産海洋研究センターと相馬双葉漁業協同組合の協力を得て、情報収集²⁾を行い、令和3年10月6日~29日に福島相双海域で採取し、市場に流通する魚介類3種(マダイ、スズキ及びイシガレイ)を本研究の対象とした。魚種、体長や重量などの試料に関する情報を表1に示す。調査を行った3種では、同種間で個体ごとの体長や重量に大きな差がでないように試料を選別した。また、海水中の放射性Cs濃

度についても調査するために、採水を行なった。

1.2. γ 核種の濃度の測定

魚類は、個体毎のばらつきを確認するために、体液等のドリップによる損失が少ないように速やかに、体長や重量等の計量を行い、可食部、内臓部、アラ部(可食部と内臓部以外)に分別処理を行った。110度で恒量になるまで乾燥し、450度で灰化を行なった。この灰試料をU8容器またはチューブに詰めて、Canberra社製低バックグラウンドGe半導体検出器(GX2019)等を用いて、24時間以上の γ 核種の測定を行った。Ge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。 ^{134}Cs (604.7keV及び796keVの加重平均値)、 ^{137}Cs (661.7keV)及びカリウム-40(^{40}K)(1460keV)の定量結果を記録した。 ^{134}Cs は複数のエネルギーで検出されるために、これまでガンマ線放出率が最も高い604.7keV(97.62%)の定量結果を用いてきた。しかし、796keVのガンマ線放出率(85.5%)も他のガンマ線エネルギーより高いことから、この2つのエネルギーで検出された定量結果を加重平均したものが望ましいため³⁾、従来と同様に、この計算方法を用いた。なお ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 及び ^{40}K 以外の γ 核種は計測されなかった。試料重量が少ない場合は検出下限値が高くなるが、 ^{134}Cs 及び ^{137}Cs の検出下限値は、概ね10mBq/kg-生重量であった。海水試料は孔径0.45 μm のフィルターを用いてろ過を行い、溶存態放射性Csはリンモリブデン酸アンモニウム(AMP)法⁴⁾を用いて処理を行い、ゲルマニウム半導体検出器で測定を行った。検出下限値は、概ね1mBq/Lであった。

C. 研究結果

1. 水産物及び海水中の放射性物質の濃度測定

令和3年10月に入手した水産物中の放射性

Cs 及び ^{40}K 濃度測定の結果を表 2 と表 3 に示した。各部位の平均値は、検出された値と部位の重量を用いて加重平均したものであり、魚類全身(1 個体)の濃度も同様に計算をして求めた。マダイ、スズキ及びイシガレイから ^{134}Cs は検出されなかった。マダラ、スズキ及びイシガレイの可食部の ^{137}Cs 濃度平均(濃度範囲)は、それぞれ 0.44 Bq/kg-生重量(0.24-0.67 Bq/kg-生重量)、0.74 Bq/kg-生重量(0.56-0.95 Bq/kg-生重量) 及び 0.39 Bq/kg-生重量(0.22-0.63 Bq/kg-生重量) で、またマダイ、スズキ及びイシガレイの可食部の ^{40}K 濃度平均(濃度範囲)は、それぞれ 148 Bq/kg-生重量(141-159 Bq/kg-生重量)、121 Bq/kg-生重量(113-125 Bq/kg-生重量) 及び 140 Bq/kg-生重量(130-149 Bq/kg-生重量)であった。これらの値は、海洋環境における放射能調査及び総合評価事業で令和 3 年 9 月と令和 4 年 1 月に福島沖で採取された魚類の濃度と近似していた⁵⁾。

魚類が生息する海水中の放射性 Cs 濃度の結果を表 4 に示した。海水中の ^{134}Cs 濃度は検出下限値以下であった。 ^{137}Cs 濃度は、1-7 mBq/L であった。福島第一原発近傍から、または河川水の流入による影響と考えられる。

D. 考察

1. 福島沖海産生物中の放射性核種濃度について

令和 3 年 10 月に福島相双海域で採取したマダイ、スズキ、及びイシガレイから ^{134}Cs は検出されなかった。福島原発事故時に環境へ放出された ^{134}Cs と ^{137}Cs の放射能比は概ね 1:1 であったことが報告されている⁹⁾が、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の物理学的半減期はそれぞれ約 2 年と 30 年であり、福島原発事故から約 11 年を経過した令和 4 年 1 月の時点では、計算上の ^{134}Cs / ^{137}Cs 放射能比は約 0.06 となる。試料中の放射性 Cs 濃度は低いことが予想されたため、検出下限値を下げるために、可食部、内臓部やアラ部の試料を灰

にすることで重量を約数%まで減容した。このいわゆる濃縮した試料中から検出された ^{137}Cs 濃度に、 ^{134}Cs / ^{137}Cs 放射能比を用いて計算した ^{134}Cs の推定濃度は検出下限値に相当した。つまり、今回得られた ^{137}Cs 濃度(数十 mBq/kg-生重量)の傾向が続く場合、さらに試料の前処理や濃縮操作を行わない限り ^{134}Cs を正確に検出することは難しいことが考えられる。

魚の部位ごとの重量と ^{137}Cs 濃度の比較を行った。個体重量に対する部位ごとの重量割合は、キアンコウを除き可食部が 40-50%、アラ部が 30-40%で、内臓部が 10-30%であった。魚全体に対する部位ごとの ^{137}Cs 存在量比は、可食部が 50-60%、アラ部が 20-30%で、内臓部が 15-25%であった。つまりアラ部は主として骨などの硬組織が含まれているために魚全体に占める重量の割合は約 50%であるが、体液など水分量が他の 2 つの組織に比べて低いために、アラ部中の ^{137}Cs 濃度が低いことが考えられる。魚全身中の ^{137}Cs 濃度は、可食部中の濃度に比べて 20-30%ほど低い値であった。これらの傾向は ^{40}K の場合も同じで、部位中 Cs および K 濃度は体液等に影響していることが考えられる。

魚類を採取した海域に近い沿岸における海水中の放射性 Cs 濃度は、 ^{134}Cs 濃度は検出下限値以下、 ^{137}Cs 濃度は 1-7 mBq/L であった。海産魚類の Cs の濃縮比(CR)⁹⁾を用いて、海水中の ^{137}Cs 濃度から魚類中の ^{137}Cs 濃度を推定すると、0.5-0.9 Bq/Kg-生重量と推定される。今回、分析した魚類中の ^{137}Cs 濃度範囲以下であり、概ね魚類中の放射性 Cs 濃度は環境水濃度を反映していたことが考えられる。

E. 結論

福島相双海域で採取し、市場流通する魚介類中の部位別の放射性 Cs と ^{40}K を定量した結果、魚類可食部で ^{134}Cs は検出下限値以下で、 ^{137}Cs 濃度範囲は検出下限値以下から 1.0 Bq/kg-生重量であった。魚

介類が生息する福島沿岸における海水中の放射性 Cs から海洋生物への濃縮比を用いて魚類中の放射性 Cs 濃度の推定を行ったところ、¹³⁷Cs 濃度は環境水を反映していることが確認された。

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、明石 真言(量子科学技術研究開発機構)、2018.

引用文献

引用文献

- 1) 福島県: 海産魚介類に関する出荷制限等の措置一欄
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/ps-suisanka-monita-top.html>(2022 年 3 月アクセス)
- 2) 魚介類の放射線モニタリング検査に関する結果:
<https://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/monitoring.html>(2022 年 3 月アクセス)
- 3) 米沢 伸四郎 他:Ge 検出器-γ 線スペクトロメトリによる玄米認証標準物質中 ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs 及び ⁴⁰K の分析-第 1 部 放射能濃度の定量-. 分析化学 65、645-655、2016.
- 4) Aoyama, M. and Hirose, K. (2008) Radioact. in the Environ. 11, 137-162.
- 5) 公益財団法人海洋生物環境研究所、令和 3 年度原子力施設等防災対策等委託費(海洋環境における放射能調査及び総合評価)事業 調査報告書、令和 4 年 3 月.
- 6) 小森 昌史 他:¹³⁴Cs/¹³⁷Cs 放射能比を指標とした福島第一原子力発電所事故に由来する放射性核種の放出原子炉別汚染評価、BUNSEKI KAGAKU 62、475-483、2013.
- 7) 立田 穰、海産生物への放射性セシウム移行に関するモデル解析について、Isotope News No.719、32-36、2014.
- 8) IAEA, Technical Reports Series No.422: Sediment Distribution Coefficients and Concentration Factors for Biota in the Marine Environment, p.36, 2004
- 9) 厚生労働行政推進調査事業費補助金(食品の安

F. 健康危険情報

なし

G.研究業績

1. Tatsuo Aono (2021) Impact on marine products (The QST webinar series on radiation emergency medicine 2021: Follow-up seminoir (2), リモート講演.

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表1 福島相双海域で採取した魚介類のリスト

魚種	番号	全長	体長	個体		部位別生重量		
				生重量	可食部	アラ部	内臓部	
								cm
マダイ	採取日 令和3年10月6日							
	RSB-1	46.0	42.0	1.19	0.51	0.61	0.07	
	RSB-2	49.0	45.0	1.19	0.52	0.58	0.09	
	RSB-3	48.0	44.0	1.49	0.63	0.73	0.13	
	RSB-4	46.0	42.0	1.15	0.49	0.60	0.07	
	RSB-5	47.0	42.5	1.39	0.61	0.68	0.10	
スズキ	採取日 令和3年10月6日							
	SB-1	56.5	48.0	1.56	0.68	0.71	0.16	
	SB-2	51.0	44.0	1.33	0.59	0.63	0.11	
	SB-3	52.0	45.0	1.44	0.69	0.66	0.09	
	SB-4	44.5	39.0	1.53	0.76	0.62	0.15	
	SB-5	49.0	41.5	1.16	0.52	0.52	0.12	
イシガレイ	採取日 令和3年10月29日							
	SF-1	43.0	37.0	1.47	0.84	0.50	0.13	
	SF-2	36.0	30.0	1.00	0.52	0.38	0.11	
	SF-3	37.0	32.0	1.48	0.60	0.73	0.15	
	SF-4	40.5	35.5	1.57	0.88	0.51	0.18	
	SF-5	42.5	37.5	1.26	0.65	0.49	0.12	

表2 福島相双海域で採取した魚介類中のCs-137濃度

魚種	番号	全身 ¹⁾		可食部		アラ部		内臓部	
		Bq/kg-生重量	err	Bq/kg-生重量	err	Bq/kg-生重量	err	Bq/kg-生重量	err
マダイ	RSB-1	0.24	± 0.02	0.31	± 0.02	0.17	± 0.01	0.39	± 0.04
	RSB-2	0.20	± 0.05	0.24	± 0.03	0.16	± 0.02	0.29	± 0.37
	RSB-3	0.27	± 0.02	0.33	± 0.02	0.21	± 0.02	0.37	± 0.03
	RSB-4	0.51	± 0.03	0.67	± 0.04	0.38	± 0.02	0.50	± 0.07
	RSB-5	0.45	± 0.03	0.64	± 0.03	0.30	± 0.02	0.35	± 0.05
	平均値 ²⁾	0.33	± 0.03	0.44	± 0.03	0.24	± 0.02	0.37	± 0.11
スズキ	SB-1	0.39	± 0.02	0.56	± 0.03	0.27	± 0.02	0.20	± 0.02
	SB-2	0.64	± 0.03	0.89	± 0.04	0.47	± 0.03	0.30	± 0.04
	SB-3	0.48	± 0.02	0.65	± 0.02	0.33	± 0.01	0.29	± 0.03
	SB-4	0.73	± 0.02	0.95	± 0.02	0.52	± 0.02	0.42	± 0.02
	SB-5	0.43	± 0.03	0.62	± 0.04	0.28	± 0.02	0.21	± 0.04
	平均値 ²⁾	0.52	± 0.02	0.74	± 0.03	0.35	± 0.02	0.28	± 0.03
イシガレイ	SF-1	0.19	± 0.01	0.22	± 0.01	0.12	± 0.02	0.19	± 0.02
	SF-2	0.23	± 0.02	0.29	± 0.02	0.16	± 0.01	0.17	± 0.02
	SF-3	0.32	± 0.02	0.43	± 0.03	0.23	± 0.01	0.32	± 0.03
	SF-4	0.49	± 0.02	0.63	± 0.02	0.34	± 0.01	0.17	± 0.02
	SF-5	0.26	± 0.01	0.34	± 0.01	0.16	± 0.01	0.17	± 0.03
	平均値 ²⁾	0.30	± 0.02	0.39	± 0.02	0.21	± 0.01	0.21	± 0.02

1) 全身中のCs-137濃度は、可食部、アラ部および内臓部中のCs-137合計量と個別重量から計算した。

2) 平均値は、全身中のCs-137濃度と個体重量のから加重平均により計算した。

表3 福島相双海域で採取した魚介類中の⁴⁰K濃度

魚種	番号	全身 ¹⁾		可食部		アラ部		内臓部	
		Bq/kg-生重量	err	Bq/kg-生重量	err	Bq/kg-生重量	err	Bq/kg-生重量	err
マダイ	RSB-1	110.5	± 0.9	148.9	± 1.2	81.2	± 0.6	83.7	± 1.4
	RSB-2	118.8	± 1.3	158.5	± 1.7	88.6	± 0.9	82.4	± 2.2
	RSB-3	107.4	± 1.2	145.4	± 1.4	78.9	± 1.0	82.9	± 1.1
	RSB-4	110.8	± 1.2	141.7	± 1.5	86.5	± 0.8	104.4	± 1.6
	RSB-5	114.4	± 1.2	145.0	± 1.5	91.2	± 0.8	87.2	± 1.9
	平均値 ²⁾	112.2	± 1.2	147.8	± 1.5	85.1	± 0.8	87.1	± 1.6
スズキ	SB-1	88.2	± 1.0	116.9	± 1.2	70.5	± 0.9	44.9	± 0.7
	SB-2	103.4	± 1.2	113.2	± 1.3	66.0	± 1.2	51.9	± 1.2
	SB-3	96.1	± 0.8	124.3	± 1.0	72.9	± 0.6	53.1	± 1.0
	SB-4	99.9	± 0.9	125.1	± 1.0	72.4	± 0.7	84.0	± 0.9
	SB-5	87.7	± 1.2	121.7	± 1.5	65.1	± 0.8	36.8	± 1.0
	平均値 ²⁾	100.0	± 1.0	120.5	± 1.2	69.6	± 0.9	55.0	± 0.9
イシガレイ	SF-1	126.9	± 1.0	149.4	± 1.0	96.4	± 0.9	96.6	± 1.1
	SF-2	117.0	± 1.0	139.8	± 1.2	90.5	± 0.7	98.2	± 1.0
	SF-3	94.6	± 0.7	130.1	± 0.7	68.2	± 0.5	81.4	± 1.2
	SF-4	121.2	± 0.9	149.0	± 1.0	93.3	± 0.6	62.3	± 0.8
	SF-5	121.7	± 0.8	149.4	± 0.8	88.3	± 0.6	107.9	± 1.2
	平均値 ²⁾	116.1	± 0.8	140.1	± 1.1	81.0	± 0.7	74.1	± 1.0

1) 全身中の⁴⁰K濃度は、可食部、アラ部および内臓部中の⁴⁰K合計量と個別重量から計算をした。

2) 平均値は、全身または各部中の⁴⁰K濃度と個別重量から加重平均により計算をした。

表4 福島沿岸における海水中の放射性Cs濃度

試料番号	採取点	位置 北緯	東経	採取日時	Cs-134 ¹⁾	Cs-137	mBq/L
1	NO-1 水深 5m	37° 30'	141° 30'	令和3年10月20日	検出下限値以下	1.14 ±	0.09
2	NO-1 水深 50m	37° 30'	141° 30'	令和3年10月20日	検出下限値以下	1.13 ±	0.09
3	NO-1 水深 126m	37° 30'	141° 30'	令和3年10月20日	検出下限値以下	1.50 ±	0.11
4	福島原発近傍沖	37° 26'	141° 03'	令和3年5月7日	検出下限値以下	4.87 ±	0.35
5	福島原発近傍沖	37° 26'	141° 03'	令和3年6月9日	検出下限値以下	2.93 ±	0.28
6	福島原発近傍沖	37° 26'	141° 03'	令和3年9月15日	検出下限値以下	2.50 ±	0.36
7	福島原発近傍沖	37° 26'	141° 03'	令和3年10月28日	検出下限値以下	6.91 ±	0.40
8	いわき市四倉沖	37° 03'	141° 01'	令和3年4月12日	検出下限値以下	2.06 ±	0.24
9	いわき市四倉沖	37° 03'	141° 01'	令和3年5月7日	検出下限値以下	2.97 ±	0.27
10	いわき市四倉沖	37° 03'	141° 01'	令和3年6月7日	検出下限値以下	2.56 ±	0.28
11	いわき市四倉沖	37° 03'	141° 01'	令和3年7月2日	検出下限値以下	2.99 ±	0.35
12	いわき市四倉沖	37° 03'	141° 01'	令和3年8月20日	検出下限値以下	2.38 ±	0.32
13	いわき市四倉沖	37° 03'	141° 01'	令和3年9月3日	検出下限値以下	1.72 ±	0.29
14	いわき市四倉沖	37° 03'	141° 01'	令和3年10月8日	検出下限値以下	6.68 ±	0.39
15	いわき市四倉沖	37° 03'	141° 01'	令和3年11月5日	検出下限値以下	3.59 ±	0.37
16	いわき市四倉沖	37° 03'	141° 01'	令和3年12月2日	検出下限値以下	2.31 ±	0.37

1) ¹³⁴Csの検出下限値は、1.5-1.9 mBq/Lである。

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 Cs 濃度基準値の妥当性検証及び被ばく線量評価

分担研究報告

分担研究者 高橋 知之 (京都大学 複合原子力科学研究所)

研究協力者 福谷 哲 (京都大学 複合原子力科学研究所)

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が生じ、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線量を年間 1 mSv として、導出された基準値を適用している。この基準値は、対象となる放射性 Cs 以外の核種(^{90}Sr 、 ^{106}Ru 、 Pu)については、 ^{137}Cs との放射能濃度比から、これらの核種の濃度を推定し、設定された。先行研究では、営農再開を予定している地域を含め福島県内で栽培された農産物について測定を行ったが、放射性 Cs 濃度は全て基準値以下で、Cs 以外の放射性物質濃度(主に ^{90}Sr)は大気圏核実験由来と考えられるものが多く、流通する様々な食品から放射性 Cs 以外には事故の影響は見られなかった。さらに、測定結果を用いて内部被ばくに対する寄与率の状況を確認し、食品摂取に伴う内部被ばく線量を計算したところ、保守的な条件であっても十分に年間 1 mSv を下回る結果が得られた。福島県内では営農再開する地域の拡大が行われているが、すべての地域で避難指示区域が解除された状況ではなく、解除された居住制限区域及び避難指示解除準備区域などであっても、食品摂取による内部被ばくに対する不安は未だに大きい。そこで、原発事故から 10 年が経過したことを踏まえ、福島県で栽培され流通している多種多様の農作物を評価対象として、作物中放射性 Cs レベルの測定値から、農作物摂取に起因する放射性 Cs による内部被ばく線量の評価を行った、また、作物中安定 Sr 濃度を測定し、これまでに得られた作物中 $^{90}\text{Sr}/\text{Sr}$ 比を用いて推定された作物中 ^{90}Sr 濃度を用いて、 ^{90}Sr による内部被ばく線量の評価もあわせて行った。

令和 3 年度は、福島県で人口が多く、放射性 Cs 沈着量が比較的高かった福島市周辺地域を対象とした。本評価において設定した年齢性別区分の中で、農作物摂取による放射性セシウムによる被ばく線量(^{134}Cs と ^{137}Cs の合計値)被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【19 歳以上男子】で、その推定値は年間 0.0033 mSv であった。また、 ^{90}Sr による被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【13-18 歳男子】で、その推定値は年間 0.00020m Sv であった。いずれについても、介入線量レベルである年間 1 mSv を大幅に下回っていた。採取される山菜などの自生植物中放射性 Cs 濃度については、 ^{137}Cs 濃度が比較的高い可能性があり、このような食品については、濃度の平均化や摂取量の取り扱いによって被ばく線量評価結果が大きく変動することに留意する必要がある。

A. 研究目的

平成23年3月11日に発生した東日本大震災に起因する東京電力福島第一原子力発電所(福島原発)事故により、大量の放射性物質が大気及び海洋に放出された。この事故により放出された放射性核種による食品の摂取による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。この基準値は、対象となる放射性Cs以外の核種(⁹⁰Sr、¹⁰⁶Ru及びPu)については、¹³⁷Csとの放射能濃度比から、これらの核種の濃度を推定し、設定された¹⁾。また、基準値の設定の際、規制対象核種以外の核種の影響に関しては、いずれも影響は小さいと結論づけられ、これまでに実施された本研究課題でも確認されている。

これまでに、本研究課題²⁾において、営農再開を予定している地域を含め福島県内で栽培された作物の放射性Csや⁹⁰Sr濃度を用いて、内部被ばく線量評価を実施してきた。その結果、保守的な条件であっても十分に1 mSv/年を下回る結果が得られた。

本研究では、分担研究1で測定された多種多様の作物中放射性Csレベルから、農作物摂取に起因する放射性Csによる内部被ばく線量の評価を行う。また、作物中安定Sr濃度を測定し、分担研究1において推定された作物中⁹⁰Sr濃度を用いて、⁹⁰Srによる内部被ばく線量の評価もあわせて行う。

A. 研究方法

1. 安定Sr濃度の測定

作物中の⁹⁰Sr濃度の推定のため、安定Sr濃度を測定する。測定試料は分担研究1で採取された作物のうち、作物に種類を考慮して、15試料を選択する。測定はICP質量分析装置(Plasma Quant MS, Analytik Jena)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する。

2. 内部被ばく線量評価

食品摂取による内部被ばく線量は、各食品中放射性核種濃度に、当該食品の摂取量及び当該放射性核種の内部被ばく線量係数を乗じて、対象食品及び核種について合計することによって求めることができる。本研究では分担研究1において測定された放射性Cs濃度及び推定された⁹⁰Sr濃度を用いて、農作物の種類毎の被ばく線量を推定する。

なお、内部被ばく線量評価のための線量係数は、ICRP Publication No.72³⁾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(表1参照)。また、農作物の各種類後の摂取量は、基準値の設定において用いられた各年齢性別区分における、食品区分毎の食品摂取量¹⁾を用いる(表2参照)。

年齢区分「1-6歳」には5歳、「7-12歳」には10歳、「13-18歳」には15歳、「19歳以上」及び「妊婦」には成人の線量係数を用いる。なお、1歳未満は調整粉乳からの摂取量が大いことから、本評価からは除外する。また、基準値の設定における想定と同様に、当該放射性核種が含まれる食品は、摂取する食品の1/2と仮定する

なお、表2における「その他」には「キノコ類」等一部の農作物が含まれるが、「菓子類」、「酒類」、「嗜好飲料」、「調味料」等、農作物値でないものも多く含まれ、分担研究1の表5における「その他」と意味合いが異なるため、評価に用いないこととする。

B. 研究結果

1. 安定Sr濃度の測定

安定Sr濃度の測定に供した15試料の測定結果を表3に示す。この測定結果は分担研究1における⁹⁰Sr濃度の推定に用いられた。

2. 内部被ばく線量評価

内部被ばく線量評価に用いる¹³⁷Cs濃度及び⁹⁰Sr濃

度は、分担研究1において集計された、農作物の種類ごとの作物中¹³⁷Cs 平均濃度及び⁹⁰Sr 平均濃度を用いる。(表4参照)。¹³⁴Cs 濃度については、ほとんどの試料において検出されなかったことから、全ての試料について、平成23年3月11日における¹³⁴Cs/¹³⁷Cs 放射能濃度比を1:1とし、令和2年9月30日における¹³⁴Cs 濃度との比を算出し、¹³⁷Cs 濃度に乗じることによって推定する。

農作物の摂取に起因する¹³⁴Cs、¹³⁷Cs 及び⁹⁰Sr による年間内部被ばく線量推定値を、表5-1～表5-3に示す。ここで、「コメ」については精米による濃度変化を考慮せず、玄米中濃度を用いている。また、「穀類」は、小麦等が、測定試料として採取されていないことから、線量評価においては玄米中濃度を用いている。なお、合計については「穀類」を除いた場合もあわせて記載している。」

本評価において設定した年齢性別区分の中で、農作物摂取による¹³⁴Cs による被ばく線量の推定結果が最も高かったのは【19歳以上男子】で、その推定値は年間0.00017mSvであった。¹³⁷Cs による被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【19歳以上男子】で、その推定値は年間0.0031mSvであった。放射性セシウムによる被ばく線量(¹³⁴Csと¹³⁷Csの合計値)被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【19歳以上男子】で、その推定値は年間0.0033mSvであった。また、⁹⁰Sr による被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【13-18歳男子】で、その推定値は年間0.00020mSvであった。いずれについても、介入線量レベルである年間1mSvを大幅に下回っていた。

C. 考察

1. 安定 Sr 濃度の測定

15 試料の安定 Sr 濃度の生重量当たりの安定 Sr 濃度は 52 μg/kg 生(ジャガイモ)～3200 μg/kg 生(ゴ

ボウ)であり、その範囲は約2桁に及んでいる。根菜類は濃度が高い傾向が見られ、芋類は濃度が低い傾向が見られる。葉菜類は、作物によって濃度の幅が大きいと考えられる。

2. 内部被ばく線量評価

¹³⁴Cs による被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【19歳以上男子】で、その推定値は年間0.00017mSvであった。半減期の5倍以上の期間が過ぎて物理的壊変が進んだことにより、¹³⁷Cs に比べて1/10以下であり、十分に低いレベルになっている。

¹³⁷Cs による被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【19歳以上男子】で、その推定値は年間0.0031mSvであった。農作物の種類ごとに検討すると、年間、「穀類」と「コメ」の合計が0.0011mSv、「根菜類」が0.0012mSv、その他の種類の合計が0.00082mSvで、それぞれ合計の約1/3ずつとなっている。

「穀類」と「コメ」について、「穀類」の多くは輸入された小麦と考えられ、また国内産の麦類に占める福島県産の割合は極めて小さい⁴⁾。このため事故に起因する穀類の摂取による被ばく線量は極めて低いと考えられる。また、本評価では玄米中濃度を使用しているが、精米により放射性セシウム濃度は減少するため、白米を摂取した場合には被ばく線量は本評価よりも低くなる。

また、根菜類については、33 Bq/kg 生と、比較的高い値を示したタケノコ(自生野菜として販売されていた可能性が高い)が含まれており、濃度の平均値が高くなったことが影響している。分担研究1で記されたように、採取される山菜などの自生植物中放射性Cs濃度については、¹³⁷Cs 濃度が比較的高い可能性があるが、このような食品は個人的嗜好等による摂取量の違いが大きいと考えられる。よって、このような食品につい

ては、濃度の平均化や摂取量の取り扱いによって被ばく線量評価結果が大きく変動することに留意する必要がある。本評価においてはタケノコを根菜類として濃度平均値を算出しているが、根菜類の試料数は6であり、実際の根菜類の摂取量に占めるタケノコの摂取量を考えると、過大評価となっている可能性が高いと考えられる。なお、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、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。また、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は減少する影響も考えられる。

^{90}Sr による被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【13-18 歳男子】で、その推定値は年間 0.00020mSv であった。これまでの本研究課題²⁾において記述されているように、今回検出された ^{90}Sr の多くは大気圏核実験由来と考えられる。よって、事故由来の ^{90}Sr による被ばく線量はこの評価結果よりも十分に低いと考えられる。

E. 結論

本研究では、分担研究1で測定された多種多様の作物中放射性 Cs レベルから、農作物摂取に起因する放射性 Cs による内部被ばく線量の評価を行った。また、作物中安定 Sr 濃度を測定し、分担研究1において推定された作物中 ^{90}Sr 濃度を用いて、 ^{90}Sr による内部被ばく線量の評価もあわせて行った。

農作物摂取による放射性セシウムによる被ばく線量 (^{134}Cs と ^{137}Cs の合計値)被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【19 歳以上男子】で、その推定値は年間 0.0033mSv であった。また、 ^{90}Sr による被ばく線量の推定結果が最も高かった年齢性別区分は【13-18 歳男子】で、その推定値は年間 0.00020mSv であった。いずれについても、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、福島原発

事故に起因する ^{90}Sr の寄与は極めて小さく、放射性 Cs 以外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。

採取される山菜などの自生植物中放射性 Cs 濃度については、 ^{137}Cs 濃度が比較的高い可能性があるが、このような食品は個人的嗜好等による摂取量の違いが大きいと考えられる。よって、このような食品については、濃度の平均化や摂取量の取り扱いによって被ばく線量評価結果が大きく変動することに留意する必要がある。

F. 引用文献

- 1) 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資料(平成23年12月22日開催)(2011).
- 2) 明石真言: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 年度総括・分担研究報告書 (2021).
- 3) ICRP: Publication 72(1996).
- 4) 総務省統計局:作物統計調査 作況調査(水陸稲、麦類、豆類、かんしょ、飼料作物、工芸農作物) 確報 令和2年産作物統計(普通作物・飼料作物・工芸農作物).

G. 研究業績

(学会発表)

1. H. Tsukada, T. Takahashi, S. Fukutani (2021) Activity concentrations of radiocaesium, ^{90}Sr and ^{129}I in agricultural crops collected from Fukushima and reference areas, and internal radiation dose (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low

Dose-Rate Radiation, Aomori).

2. 塚田祥文、高橋知之、福谷哲 (2022) 作物
中放射性 Cs と ^{129}I 濃度、および摂取による内
部被ばく線量(第 8 回福島大学環境放射能
研究所成果報告会、福島)

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 評価に用いた内部被ばく線量係数(mSv/Bq)

放射性核種	5歳	10歳	15歳	成人
Cs-134	1.3E-05	1.4E-05	1.9E-05	1.9E-05
Cs-137	9.6E-06	1.0E-05	1.3E-05	1.3E-05
Sr-90	4.7E-05	6.0E-05	8.0E-05	2.8E-05

表2 食品区分ごとの平均1日摂取量(g/日)¹⁾

	1歳未満	1-6歳 【男子】	1-6歳 【女子】	7-12歳 【男子】	7-12歳 【女子】	13-18歳 【男子】	13-18歳 【女子】	19歳以上 【男子】	19歳以上 【女子】	妊婦
穀類	20.8	82.7	82.1	127.5	110.9	127.5	110.9	127.5	110.9	141.6
コメ	69.3	195.5	168.2	319.4	276.3	499.4	323.8	424.0	292.0	228.0
芋類	13.0	36.8	34.1	85.0	78.2	79.2	67.6	60.0	55.8	57.7
葉菜類	5.7	68.9	61.8	125.1	122.1	139.9	128.3	142.9	130.2	128.3
根菜類	4.5	37.0	35.2	69.3	67.9	77.1	68.4	85.2	78.1	67.1
豆類	10.0	29.1	28.4	66.0	63.0	64.4	61.9	64.3	61.7	48.4
果菜類	66.8	174.9	178.7	151.6	161.2	149.4	156.1	229.7	243.1	230.3
乳製品	22.0	52.6	47.4	28.0	35.4	25.8	35.5	30.6	38.9	47.3
牛肉	0.1	10.2	7.9	15.5	15.0	27.3	19.1	17.7	12.1	21.2
豚肉	0.7	36.8	31.6	51.4	42.5	68.0	50.5	46.6	36.1	43.8
鶏肉	2.0	14.1	14.1	23.6	23.2	39.1	30.7	22.1	16.2	21.7
鶏卵	2.9	28.0	24.3	35.5	32.1	51.4	47.4	39.6	34.5	39.2
淡水産物	3.0	3.2	3.5	5.2	4.7	6.1	5.5	9.4	7.6	4.5
海産物	9.7	38.0	39.5	75.9	67.1	82.3	71.9	111.1	89.9	53.6
その他*	22.6	292.9	310.0	395.2	331.6	398.5	332.7	623.8	374.0	533.6
牛乳	5.8	159.7	139.2	308.2	259.9	216.2	152.2	82.3	87.0	100.2
調製粉乳(粉状)	114.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
摂取量合計	372.9	1260.4	1206.0	1882.4	1691.1	2051.6	1662.5	2116.8	1668.1	1766.5

* 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3 作物中安定 Sr 濃度測定値

試料番号	作物	種類	μg/kg 乾燥		μg/kg 生	
2021-P12	アスパラガス	葉菜類	1486	± 60	97	± 4
2021-P14	ハウレンソウ	葉菜類	5979	± 145	505	± 12
2021-P17	コマツナ	葉菜類	21266	± 1182	1502	± 83
2021-P19	タマネギ	葉菜類	3744	± 109	271	± 8
2021-P28	インゲン	果菜類	7249	± 165	478	± 11
2021-P34	トマト	果菜類	2897	± 34	236	± 3
2021-P36	ジャガイモ	芋類	404	± 7	87	± 2
2021-P37	ジャガイモ	芋類	272	± 10	52	± 2
2021-P39	ズッキーニ	果菜類	6006	± 188	238	± 7
2021-P40	ソラマメ(豆)	豆類	1005	± 19	345	± 6
2021-P44	ダイコン	根菜類	15222	± 413	511	± 14
2021-P49	ゴボウ	根菜類	15723	± 211	3200	± 43
2021-P78	エダマメ	豆類	3571	± 102	939	± 27
2021-P96	玄米	玄米	451	± 14	394	± 13
2021-P100	玄米	玄米	413	± 12	365	± 10

表 4 種別農作物中 ^{137}Cs 平均濃度及び ^{90}Sr 平均濃度 (Bq/kg-生重量)

種類	^{137}Cs	^{90}Sr
玄米	0.83	0.009
芋類	0.71	0.002
葉菜類	0.64	0.015
根菜類	5.93	0.046
豆類	0.86	0.016
果菜類 (果実類を含む)	0.67	0.008

表 5-1 農作物摂取に伴う ^{134}Cs からの年間内部被ばく線量推定値 (単位:mSv/y)

	1-6歳 【男子】	1-6歳 【女子】	7-12歳 【男子】	7-12歳 【女子】	13-18歳 【男子】	13-18歳 【女子】	19歳以上 【男子】	19歳以上 【女子】	妊婦
穀類	6.0E-06	5.9E-06	9.9E-06	8.6E-06	1.3E-05	1.2E-05	1.3E-05	1.2E-05	1.5E-05
コメ	1.4E-05	1.2E-05	2.5E-05	2.1E-05	5.3E-05	3.4E-05	4.5E-05	3.1E-05	2.4E-05
芋類	2.3E-06	2.1E-06	5.6E-06	5.2E-06	7.1E-06	6.1E-06	5.4E-06	5.0E-06	5.2E-06
葉菜類	3.8E-06	3.4E-06	7.5E-06	7.3E-06	1.1E-05	1.0E-05	1.2E-05	1.1E-05	1.0E-05
根菜類	1.9E-05	1.8E-05	3.8E-05	3.8E-05	5.8E-05	5.1E-05	6.4E-05	5.9E-05	5.0E-05
豆類	2.2E-06	2.1E-06	5.3E-06	5.1E-06	7.0E-06	6.8E-06	7.0E-06	6.7E-06	5.3E-06
果菜類	1.0E-05	1.0E-05	9.5E-06	1.0E-05	1.3E-05	1.3E-05	2.0E-05	2.1E-05	2.0E-05
合計	5.8E-05	5.4E-05	1.0E-04	9.5E-05	1.6E-04	1.3E-04	1.7E-04	1.4E-04	1.3E-04
合計 (穀物を除く)	5.2E-05	4.8E-05	9.1E-05	8.7E-05	1.5E-04	1.2E-04	1.5E-04	1.3E-04	1.1E-04

表 5-2 農作物摂取に伴う ^{137}Cs からの年間内部被ばく線量推定値 (単位:mSv/y)

	1-6歳 【男子】	1-6歳 【女子】	7-12歳 【男子】	7-12歳 【女子】	13-18歳 【男子】	13-18歳 【女子】	19歳以上 【男子】	19歳以上 【女子】	妊婦
穀類	1.2E-04	1.2E-04	1.9E-04	1.7E-04	2.5E-04	2.2E-04	2.5E-04	2.2E-04	2.8E-04
コメ	2.8E-04	2.4E-04	4.8E-04	4.2E-04	9.8E-04	6.4E-04	8.4E-04	5.8E-04	4.5E-04
芋類	4.6E-05	4.2E-05	1.1E-04	1.0E-04	1.3E-04	1.1E-04	1.0E-04	9.4E-05	9.7E-05
葉菜類	7.7E-05	6.9E-05	1.5E-04	1.4E-04	2.1E-04	1.9E-04	2.2E-04	2.0E-04	1.9E-04
根菜類	3.8E-04	3.7E-04	7.5E-04	7.4E-04	1.1E-03	9.6E-04	1.2E-03	1.1E-03	9.4E-04
豆類	4.4E-05	4.3E-05	1.0E-04	9.9E-05	1.3E-04	1.3E-04	1.3E-04	1.3E-04	9.9E-05
果菜類	2.1E-04	2.1E-04	1.9E-04	2.0E-04	2.4E-04	2.5E-04	3.7E-04	3.9E-04	3.7E-04
合計	1.2E-03	1.1E-03	2.0E-03	1.9E-03	3.0E-03	2.5E-03	3.1E-03	2.7E-03	2.4E-03
合計 (穀物を除く)	1.0E-03	9.8E-04	1.8E-03	1.7E-03	2.8E-03	2.3E-03	2.8E-03	2.5E-03	2.2E-03

表 5-3 農作物摂取に伴う ^{90}Sr からの年間内部被ばく線量推定値 (単位:mSv/y)

	1-6歳 【男子】	1-6歳 【女子】	7-12歳 【男子】	7-12歳 【女子】	13-18歳 【男子】	13-18歳 【女子】	19歳以上 【男子】	19歳以上 【女子】	妊婦
穀類	6.4E-06	6.3E-06	1.3E-05	1.1E-05	1.7E-05	1.5E-05	5.9E-06	5.1E-06	6.5E-06
コメ	1.5E-05	1.3E-05	3.1E-05	2.7E-05	6.6E-05	4.3E-05	2.0E-05	1.3E-05	1.0E-05
芋類	6.3E-07	5.9E-07	1.9E-06	1.7E-06	2.3E-06	2.0E-06	6.1E-07	5.7E-07	5.9E-07
葉菜類	8.9E-06	8.0E-06	2.1E-05	2.0E-05	3.1E-05	2.8E-05	1.1E-05	1.0E-05	9.8E-06
根菜類	1.5E-05	1.4E-05	3.5E-05	3.4E-05	5.2E-05	4.6E-05	2.0E-05	1.8E-05	1.6E-05
豆類	4.0E-06	3.9E-06	1.2E-05	1.1E-05	1.5E-05	1.4E-05	5.3E-06	5.0E-06	4.0E-06
果菜類	1.2E-05	1.2E-05	1.3E-05	1.4E-05	1.7E-05	1.8E-05	9.4E-06	9.9E-06	9.4E-06
合計	6.2E-05	5.8E-05	1.3E-04	1.2E-04	2.0E-04	1.7E-04	7.2E-05	6.2E-05	5.7E-05
合計 (穀物を除く)	5.5E-05	5.2E-05	1.1E-04	1.1E-04	1.8E-04	1.5E-04	6.6E-05	5.7E-05	5.0E-05

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

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、楡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

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

原著論文

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
H. Tsukada	Radiocaesium in the environment of Fukushima, Recovery after Nuclear Accidents	Annals of the ICRP 2021	50 (1_s uppl)	44-54	2021
H. Tsukada, D. Yamada and N. Yamaguchi	Accumulation of ¹³⁷ Cs in aggregated organo-mineral assemblage in pasture soils 8 years after the accident at Fukushima Daiichi nuclear power plant	Science of the Total Environment	806	150688	2021
N. P. Thoa, Y. Takagai and H. Tsukada	Estimate the contribution of water-derived ¹³⁷ Cs in the total ¹³⁷ Cs in brown rice using water-to-brown rice transfer parameters and the ratio of ¹³⁷ Cs/ ¹³³ Cs	Soil Sci. Plant Nutr.	68	2031284	2022

プロシーディング、年報、総説、解説、紹介記事

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
塚田祥文	福島における環境中放射性セシウムの変遷	放計協ニュース	67	2-7	2021
辰野宇大, 稲田文, 塚田祥文	東電福島第一原子力発電所事故以降に福島県および周辺地域で採取された土壌試料の整備およびデータベースシステムの構築	Radioisotopes	70	323 - 327	2021

学会発表等

1. M. P. Johansen, D. Anderson, D. Child, M. Hotchkis, H. Tsukada, K. Okuda, T. G. Hinton (2021) Differentiating Fukushima and Nagasaki sourced plutonium from global fallout: Pu vs Cs in soils and biota (EGU General Assembly 2021, Online).
2. A. Takeda, H. Tsukada and Y. Takaku (2021) Speciation of spiked iodine in solid and liquid phase of forest soil (Society for Environmental Geochemistry and Health, Online)

3. 塚田祥文、山田大吾、山口紀子 (2021) 放射性セシウムで汚染した落葉の鋤き込みによる土壌および牧草への影響(日本土壌肥料学会 2021 年度北海道大会、札幌、オンライン)
4. N. P. Thoa, H. Tsukada (2021) Uptake of radiocaesium from soil and irrigation water by rice plant cultivated with pot experiment (日本土壌肥料学会 2021 年度北海道大会、札幌、オンライン)
5. 菊池美保子、塚田祥文 (2021) 避難指示解除区域における自家消費作物の放射性セシウムと内部被ばく線量(日本土壌肥料学会 2021 年度北海道大会、札幌、オンライン)
6. H. Tsukada, T. Takahashi, S. Fukutani (2021) Activity concentrations of radiocaesium, ^{90}Sr and ^{129}I in agricultural crops collected from Fukushima and reference areas, and internal radiation dose (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, Aomori)
7. A. Takeda, Y. Unno, H. Tsukada, Y. Takaku, S. Hisamatsu (2021) Soil-soil solution distribution coefficient of radioiodine in surface soils around spent nuclear fuel reprocessing plant in Rokkasho, Japan (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, Aomori)
8. N. P. Thoa, Y. Takagai, H. Tsukada (2021) Uptake of ^{137}Cs from soil and irrigation water by rice plants cultivated with the pot experiment (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, Aomori)
9. M. Kikuchi¹, H. Tsukada (2021) Activity concentration of radiocaesium in self-consumed crops collected from evacuation order cancellation preparation zone and internal radiation doses (International Symposium 2021: Environmental Dynamics of Radionuclides and Biological Effects of Low Dose-Rate Radiation, Aomori)
10. 武田晃、海野佑介、塚田祥文、高久雄一、久松俊一(2021) 六ヶ所村大型再処理施設周辺土壌におけるヨウ素の存在形態と固液分配の関係(日本地球化学会、弘前、オンライン)
11. 廣瀬勝己、恩田裕一、塚田祥文、平山愉子、岡田往子、木川田喜一(2021) 天然水中の溶存と懸濁物/堆積物の間の ^{137}Cs 分配係数の化学的意味について(日本地球化学会、オンライン)
12. 塚田祥文、西康一、高村昇(2021) 浪江町の作物中放射性セシウム濃度と摂取による内部被ばく線量(福島大学環境放射能研究所 国際シンポジウム: 原発事故から 10 年後の福島の“森・川・海”と“食”～復興に向けて残された課題～)
13. N. P. Thoa, T. Kurosawa, M. Kikuchi¹, V. Yoschenko, H. Tsukada (2021) Estimation of the rooting depth by the plant uptake of radiocaesium (福島大学環境放射能研究所 国際シンポジウム: 原発事故から 10 年後の福島の“森・川・海”と“食”～復興に向けて残された課題～)
14. 菊池美保子、塚田祥文 (2021) 避難指示解除区域における自家消費作物の放射性セシウムと内部被ばく線量(IES 第 2 回環境研地域若手交流セミナー、六ヶ所村)
15. N. P. Thoa, T. Kurosawa, M. Kikuchi¹, V. Yoschenko, H. Tsukada (2021) Estimation of rooting depth of ^{137}Cs by plant (IES 第 2 回環境研地域若手交流セミナー、六ヶ所村)
16. 塚田祥文、高橋知之、福谷哲 (2022) 作物中放射性 Cs と ^{129}I 濃度、および摂取による内部被ばく線量(第 8 回福島大学環境放射能研究所成果報告会、福島)
17. 菊池美保子、塚田祥文 (2022) 避難指示が解除された浪江町における自家消費作物の放射性セシウム濃度と内部被ばく線量(第 8 回福島大学環境放射能研究所成果報告会、福島)

18. N. P. Thoa, T. Kurosawa, M. Kikuchi, V. Yoschenko, H. Tsukada (2021) Estimation of rooting depth of ^{137}Cs by plant (第 8 回福島大学環境放射能研究所成果報告会、福島)
19. Tatsuo Aono (2021) Impact on marine products (The QST webinar series on radiation emergency medicine 2021: Follow-up seminoir (2), リモート講演).

(招待講演)

1. Hirofumi Tsukada (2021) Trends in radiocaesium and remaining issues in Fukushima after the 2011 accident (5th International Conference on Radioecology & Environmental Radioecology, Online Pre-ICRER Conference, リモート)
2. Hirofumi Tsukada (2021) Activity concentrations of radiocaesium and ^{129}I , and internal radiation doses from ingestion of crops (IAEA Technical Meeting on Radiation in Medicine Communications and Methodologies – International Perspectives and the Role of Science, Technology and Society in Low-Dose Radiation Settings, リモート)
3. 塚田祥文 (2021) 農業環境における放射性セシウムと作物摂取による内部被ばく線量 (令和 3 年度放射線安全取扱部会年次大会 (第 62 回放射線管理研修会)、リモート)
4. 塚田祥文 (2021) はじまりは地震と共に: 成果を繋ぐ研究の進展 (日本土壌肥料学会主催シンポジウム「原発事故から 10 年ーこれまで・今・これからの農業現場を考える」飯坂温泉)
5. 塚田祥文 (2021) 食と放射能に関する説明会 (一般社団法人福島県環境測定・放射能計測協会「農業環境における放射性セシウムと被ばく線量」郡山)

令和4年 3月 31日

厚生労働大臣 殿

機関名 東京医療保健大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 亀山 周二

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 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）
2. 研究課題名 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
3. 研究者名 (所属部署・職名) 東が丘・立川看護学部看護学科 大学院 看護学研究科・教授
(氏名・フリガナ) 明石 真言 (アカシ マコト)

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無 有 無	左記で該当がある場合のみ記入 (※1)		
		審査済み	審査した機関	未審査 (※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針 (※3)	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他 (特記事項)

- (※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。
(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合は委託先機関:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> (有の場合はその内容:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和4年 3月 31日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立研究開発法人
量子科学技術研究開発機構

所属研究機関長 職 名 理事長

氏 名 平野 俊夫

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 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）

2. 研究課題名 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

3. 研究者名 （所属部署・職名）量子生命・医学部門 放射線医学研究所 福島再生支援研究部

グループリーダー

（氏名・フリガナ）青野 辰雄 （アオノ タツオ）

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無		左記で該当がある場合のみ記入（※1）		
	有	無	審査済み	審査した機関	未審査（※2）
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針（※3）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること （指針の名称：）	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

（※1）当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他（特記事項）

（※2）未審査の場合は、その理由を記載すること。

（※3）廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況 受講 未受講

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由：
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合は委託先機関：
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由：
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> （有の場合はその内容：

（留意事項） ・該当する□にチェックを入れること。

・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和4年 3月 31日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人京都大学

所属研究機関長 職名 総長

氏名 湊 長博

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 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）
2. 研究課題名 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
3. 研究者名（所属部署・職名） 複合原子力科学研究所・准教授
（氏名・フリガナ） 高橋 知之（タカハシ トモユキ）

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無 有 無	左記で該当がある場合のみ記入（※1）		
		審査済み	審査した機関	未審査（※2）
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針（※3）	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
その他、該当する倫理指針があれば記入すること （指針の名称：）	<input type="checkbox"/> 有 <input checked="" type="checkbox"/> 無	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

（※1）当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他（特記事項）

（※2）未審査の場合は、その理由を記載すること。

（※3）廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 <input checked="" type="checkbox"/> 未受講 <input type="checkbox"/>
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由：
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合は委託先機関：
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 <input checked="" type="checkbox"/> 無 <input type="checkbox"/> （無の場合はその理由：
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 <input type="checkbox"/> 無 <input checked="" type="checkbox"/> （有の場合はその内容：

（留意事項） ・該当する□にチェックを入れること。
・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。

令和4年 3月 31日

厚生労働大臣 殿

機関名 国立大学法人福島大学

所属研究機関長 職名 学長

氏名 三浦 浩喜

次の職員の令和3年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 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）

2. 研究課題名 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

3. 研究者名（所属部署・職名） 環境放射能研究所・教授

（氏名・フリガナ） 塚田 祥文（ツカダ ヒロフミ）

4. 倫理審査の状況

	該当性の有無 有 無	左記で該当がある場合のみ記入（1）		
		審査済み	審査した機関	未審査（2）
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針（3）				
遺伝子治療等臨床研究に関する指針				
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針				
その他、該当する倫理指針があれば記入すること （指針の名称： ）				

（1）当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他（特記事項）

（2）未審査の場合は、その理由を記載すること。

（3）廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講	未受講
-------------	----	-----

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 無	（無の場合はその理由：
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 無	（無の場合は委託先機関：
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 無	（無の場合はその理由：
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 無	（有の場合はその内容：

（留意事項） ・該当する にチェックを入れること。

・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。