

# 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 ( $^{90}\text{Sr}$ )、ルテニウム-106 ( $^{106}\text{Ru}$ )及びプルトニウム(Pu)同位体)については、 $^{137}\text{Cs}$  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  $^{90}\text{Sr}$  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( $^{134}\text{Cs}$ と  $^{137}\text{Cs}$  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。 $^{90}\text{Sr}$  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。 $^{90}\text{Sr}$  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  $^{134}\text{Cs}$  濃度は検出下限値以下で、 $^{137}\text{Cs}$  濃度範囲は 0.2-0.8 Bq/kg-生重量であった。海水中  $^{137}\text{Cs}$  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、 $^{90}\text{Sr}$  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  $^{90}\text{Sr}$  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 ( $^{90}\text{Sr}$ )、ルテニウム-106 ( $^{106}\text{Ru}$ )、プルトニウム (Pu))については、セシウム-137 ( $^{137}\text{Cs}$ )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  $^{90}\text{Sr}$ )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 $^{90}\text{Sr}$ 濃度を推定することにより、放射性Cs及び $^{90}\text{Sr}$ 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 ( $^{134}\text{Cs}$ )、 $^{137}\text{Cs}$  及びカリウム-40 ( $^{40}\text{K}$ )の定量を行った。また、一部試料の $^{90}\text{Sr}$ 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、 $\gamma$ 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 $^{90}\text{Sr}$ 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 $^{90}\text{Sr}$ 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 $^{90}\text{Sr}$ 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 $^{137}\text{Cs}$ 濃度は、 $0.83 \pm 0.26$  (n=2)、 $0.71 \pm 0.42$  (n=6)、 $0.64 \pm 1.08$  (n=34)、 $5.93 \pm 13.37$  (n=6)、 $0.86 \pm 0.76$  (n=7)、 $0.67 \pm 1.25$  (n=42)及び $1.63 \pm 0.98$  (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 $^{137}\text{Cs}$ 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 $^{90}\text{Sr}$ 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 $^{134}\text{Cs}$ 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 $^{137}\text{Cs}$ 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 $^{137}\text{Cs}$ 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 $^{40}\text{K}$ 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 $^{40}\text{K}$ 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 $^{134}\text{Cs}$ 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。 $^{137}\text{Cs}$  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( $^{134}\text{Cs}$ と  $^{137}\text{Cs}$  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、 $^{90}\text{Sr}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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

とを周知しておく必要がある。また、作物中  $^{90}\text{Sr}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  濃度から  $^{134}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  濃度範囲では  $^{134}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{40}\text{K}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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

$^{134}\text{Cs}$  による被ばく線量は、 $^{137}\text{Cs}$  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。

$^{137}\text{Cs}$  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。

$^{90}\text{Sr}$ による被ばく線量は、今回検出された $^{90}\text{Sr}$ 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 $^{90}\text{Sr}$ 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 $^{40}\text{K}$ を定量した結果、魚類可食部で $^{134}\text{Cs}$ 濃度は検出下限値以下で、 $^{137}\text{Cs}$ 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、 $^{137}\text{Cs}$ 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 $^{90}\text{Sr}$ 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 $^{90}\text{Sr}$ 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、 $^{137}\text{Cs}$  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的な考え方は科学的・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。

#### 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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  in the total  $^{137}\text{Cs}$  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,  $^{90}\text{Sr}$  and  $^{129}\text{I}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{129}\text{I}$  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  $^{137}\text{Cs}$  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  $^{129}\text{I}$ , 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 seminar (2), リモート講演.
- H. 知的財産権の出願・登録状況  
なし