

201105003A

厚生労働科学研究費補助金  
(厚生労働科学特別研究事業)

食品の放射性物質に関する規制値についての研究

平成 23 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 明石 真言

放射線医学総合研究所

平成 24 (2012) 年 3 月

## 目次

I. 総括研究報告	
食品中の放射性物質に関する規制値についての研究 .....	3
II. 分担研究報告	
1. 放射線被ばくによる生態影響 .....	9
山口 一郎 (国立保健医療科学院 生活環境部)	
(資料) 食品中の放射性銀について教えてください	
2. 環境中における放射性物質動態の実態把握 .....	31
高橋 知之 (京都大学 原子炉実験所)	
III. 研究成果の刊行に関する一覧 .....	51

## I. 総括研究報告

## 厚生労働科学研究費補助金 (厚生労働科学特別研究事業)

### 食品の放射性物質に関する規制値についての研究 主任研究報告書

研究代表者 明石 真言 (放射線医学総合研究所)

#### 研究要旨

平成 23 年 3 月 11 日、東北地方太平洋沖地震に伴い発生した東京電力株式会社福島第一原子力発電所災害発生による、我が国で初めての原子力緊急事態の発生に伴い、緊急的な措置を講じたが、大気、土壌および海中等の環境への放出状況や食品中のモニタリング結果等を踏まえて、今後の食品中における放射性物質に関する基準値案を策定するための調査研究を行うものである。災害発生に伴い、暫定規制値が設定されたが、この暫定規制値はチェルノブイリ原子力発電所事故や過去の核実験等の影響を拝啓に策定された ICRP の勧告をもとに原子力安全委員会により取りまとめられた「飲食物摂取制限に関する指標値について」をもとに、設定されている。しかしながら、上記指標値が設定されたものが平成 10 年と古く、海中への放出を想定していなかった等、今回の状況と差異を生じていること、今回の災害は世界でも類をみない長期的なものになると考えられることなどから、現在ある情報を再整理し、新たな規制値の考え方を整理する必要性が生じている。またこれらの指標値は緊急時における防護対策指標として示されており、今後長期間の暴露に対応した規制値の策定が喫緊の課題となっている。このため、緊急に最新の地検を収集し、長期的な食の安全確保のためのリスク管理手法構築のための全般的なデータ収集点分析等の研究が必要となっている。

本研究において、これまで各種国際機関等が発出してきた勧告等を基本に、最新の知見および実際の環境および食品中の放射線モニタリングを勘案し、(1) 食品からヒトが摂取する可能性のある核種の整理、それらの体内動態、食品摂取量などを勘案した規制値を策定すべき核種、(2) 成長期にある子供、妊婦・胎児、授乳中の母子等の放射性物質に対し感受性の高い集団や特定の年齢集団など特に注意を要する集団に対する対応方針、(3) 規制値を設定するに当たって、適切な食品の分類方法などを検討した上で、食品から受ける標準的な放射線暴露量の推計や水や大気、外部被ばくを併せた全体的な放射線被ばく量の推計、シミュレーション等を実施し、現在おかれた日本の状態に最適化された食品中の放射線規制値原案の策定を行った。

#### 研究分担者

山口 一郎 国立保健医療科学院  
高橋 知之 京都大学原子炉実験所

#### 研究協力者

青野 辰雄 放射線医学総合研究所  
杉原 真司 九州大学  
長尾 誠也 金沢大学  
栗原 治 日本原子力研究開発機構  
福谷 哲 京都大学  
須賀 新一 日本原子力研究開発機構  
川口 勇生 放射線医学総合研究所  
田上 恵子 放射線医学総合研究所  
渡邊 敏明 兵庫県立大学  
塚田 祥文 (財)環境科学技術研究所  
伊藤 伸彦 北里大学

#### A. 研究目的

平成 23 年 3 月 11 日、東北地方太平洋沖地震に伴い発生した東京電力株式会社福島第一原子力発電所災害発生により、大気、土壌および海中等の周辺環境から放射性物質が検出されるとともに、農産物等からも放射能が検出されたことを受け、食品に起因する衛生上の危害の発生を防止し、国民の健康の保護を図ることを目的とする観点から、3 月 17 日に原子力安全委員会より示された「飲食物摂取制限に関する指標値」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 号に当たるものとして食用に供されることがないように規制するなど措置を講じてきた。

今回の我が国で初めての原子力緊急事態の発生に伴い、現在、緊急的な措置を講じているところであるが、今回の放射性物質の環境への放出状況や食品中のモニタリング結果を踏まえて、適宜リスク管理措

置の妥当性を検証するなど、食品中の放射性物質に関する安全性確保に万全を期すため、食品を介した放射性物質による国民の健康に及ぼす影響について、国際放射線防護委員会(ICRP)をはじめとする国際機関等において評価された各種資料とともに最新の情報等を加味し、今後の食品中における放射性物質に関する基準値案を策定するための調査研究を行うものである。

#### B. 研究方法

##### 1. 食品中の放射性物質に関する規制値を策定するための基礎的データの作成

国際機関等の発出する関連資料学術論文を参考に、環境および食品中の放射線モニタリングデータを整理するなどし、以下に示す食品中の放射性物質の規制値を策定するに当たって必要な調査研究を行う。

- (1) 環境および食品中の放射線モニタリングデータ等により食品からヒトが摂取する可能性のある核種を整理するとともに、それらの核種の体内動態、食品摂取量などを勘案し、現在暫定規制値に示されているヨウ素やセシウムその他、ストロンチウム 90 など食品中の放射性物質の規制値を策定すべき核種について調査研究を行う。
- (2) 成長期にある子供、妊婦・胎児、授乳中の母子等の放射性物質に対し感受性の高い集団や特定の年齢集団など特に注意を要する集団について、各種資料、学術論文等を用い、それらの生態影響等について調査するなどし、それぞれの集団に対する規制値の考え方及び必要な対処法について調査研究を行う。

- (3) (1) および(2)の結果及び食品摂取調査等のデータ等を考慮し、規制値を設定するに当たって、適切な食品の分類方法について調査研究を行う。

## 2. 食品中の放射性物質に関する規制値原案の策定に関する研究

食品安全委員会から通知された食品中の放射性物質に関する健康影響評価結果を踏まえ、基礎データをもとに、食品から受ける標準的な放射線暴露量の推計や水や大気、外部被ばくを併せた全体的な放射線被ばく量の推計、シミュレーション等を実施し、食品中の放射性物質に関する規制値原案を作成する。

### C. 研究成果

#### 1. 東京電力福島第一発電所の事故に起因した食品からの線量の推計

東京電力福島第一原子力発電所事故により国民が被った放射線リスク推計に資するために、厚生労働省が原発事故後にとりまとめた食品の放射能濃度のモニタリングデータとこれまで厚生労働省で行われた食品の摂取量分布データを用いて、食事摂取に由来した追加線量を推計した。

#### 2. 食品中放射性物質濃度基準値の導出に関する検討

規制対象核種と基準値の設定を行った。最も内部被ばく線量に対する影響が大きいと推定され、かつ比較的容易に多数の食品について測定可能な放射性セシウム(Cs-134及びCs-137)を対象とし、セシウム以外の核種の影響については、放射性セシウムによる被ばく線量に対する当該放射性核種の被ばく線量の比を推定するこ

とにより、放射性セシウムに対する規制を行うことで一括して管理することとし、食品への移行経路毎に放射性核種移行評価を実施して食品中の放射性核種濃度比を推定することにより、放射性セシウムに対する基準値に反映させることにした。

### D. 考察

#### 1. 東京電力福島第一発電所の事故に起因した食品からの線量の推計

暫定基準値が事故後適用されたことによる原発事故後一年間の食事摂取に由来した預託実効線量が1mSvを超えるのは、食品の放射能濃度のモニタリングされている地域の13-18歳まで集団でも0.1%程度の人口に留まると考えられた。また、食品の放射能濃度のモニタリングでの食品の放射能濃度のレベルが今後同じように推移すると仮定した場合でも、食品の新規格基準導入により、同地域の13-18歳まで集団でも99.9%の国民の一年間の食品摂取に伴う追加線量は0.5mSvを下回ると考えられた。

#### 2. 食品中放射性物質濃度基準値の導出に関する検討

「規格基準導出の考え方」を設定し、食品への放射性核種の移行評価を行い、移行経路による食品中の放射性セシウムに対する放射性核種の比率を求め、年齢等区分毎の摂取量から、放射性セシウム1Bq当たりの被ばく線量の評価を行った。限度値が最も小さくなるのは、1年目における13-18歳(男)であった。想定外の食品摂取をしても安全が確保できるよう、介入線量に一定の余裕(留保)を持たすため、基準値は、この値を安全側に切り下げて100Bq/kgと設定することが妥当とした。

また、「乳児用食品」及び「牛乳」については、流通する全ての食品が汚染されていたとしても影響がないよう、より安全側に50Bq/kgの基準値を設定することが妥当とした。

#### E. 結論

原発事故後一年間の食事摂取に由来した預託実効線量が1mSvを超えるのは、13-18歳まで集団でも0.1%程度の人口に留まると考えられた。

食品中放射性物質濃度基準値の導出を行い、「一般食品」は100Bq/kg、「乳児用食品」及び「牛乳」については、より安全側に50Bq/kgの基準値を設定することが妥当とした。この基準の導入による同地域の同集団でも99.9%の国民の一年間の食品摂取に伴う追加線量は0.5mSvを下回ると考えられた。

#### F. 研究業績

##### 論文発表

1. 明石真言：内部被曝とその考え方、医学のあゆみ、239、953-958（2011）
2. 明石真言：ヨウ化カリウム服用の適応・副作用、週刊日本医事新報、4563、61-62（2011）

3. Takako Tominaga、Misao Hachiya、Makoto Akashi：Lessons Learned from Response to the Accident at the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant：from the Viewpoint of Radiation Emergency Medicine and Combined Disaster. Radiation Emergency Medicine. 1, 56-61（2011）

4. 寺田宙、山口一郎：放射性物質による食品汚染の概要と課題、保健医療科学、60、300-305（2011）

5. 山口一郎：放射性物質との付き合い方を考える一食品からの曝露の制御、食品衛生研究、617-16（2011）

6. 山口一郎：低線量放射線の健康影響-チェルノブイリ事故の疫学調査を中心に-、公衆衛生、75830-833（2011）

7. 山口一郎：原子力災害後の現存被曝状況でのリスク・コミュニケーション、医学のあゆみ、2391050-1055（2011）

8. 山口一郎：東京電力福島第一発電所の事故に起因した食品からの線量推計、保健物理、4720-24（2012）

## II. 分担研究報告



# 厚生労働科学研究費補助金 (厚生労働科学特別研究事業)

## 放射線被ばくによる生態影響 分担研究報告

分担研究者 山口 一郎 (国立保健医療科学院 生活環境研究部)

### 要旨

東京電力福島第一原子力発電所事故により国民が被った放射線リスク推計に資するために、食事摂取に由来した追加線量を推計した。推計にあたっては、厚生労働省が原発事故後にとりまとめた食品の放射能濃度のモニタリングデータとこれまで厚生労働省で行われた食品の摂取量分布データを用いた。暫定基準値が事故後適用されたことにより、原発事故後一年間の食事摂取に由来した預託実効線量が **1mSv** を超えるのは食品の放射能濃度のモニタリングされている地域の **13-18 歳**まで集団でも **0.1%**程度の人口に留まると考えられた。また、食品の放射能濃度のモニタリングでの食品の放射能濃度のレベルが今後も同じように推移すると仮定した場合でも、食品の新規格基準導入により、同地域の **13-18 歳**まで集団でも **99.9%**の国民の一年間の食品摂取に伴う追加線量は **0.5mSv**を下回ると考えられた。

### A. 研究目的

放射線防護上、原子力災害下での食品摂取に由来した線量評価は、事後的なものとして将来予測に関するものがある。食品からの線量の事後的な推計は、ある集団や個人の放射線リスクや放射線防護対策の評価のために行われる。一方、食品からの線量の将来予測は、放射線防護対策の検討材料を得るために行われる。本研究は、事後的な評価として事故後最初の一年間に受ける線量と、将来予測に関するものとして事故一年後の食品の新規格基準適用後の線量推計を試みた。

### B. 研究方法

食品からの線量評価の方法は以下の方法がある。食品に由来した線量は、(1)食品中の放射性物質の濃度データにもとづき食事の量を考慮し摂取した放射性物質の量、(2)体外計測やバイオアッセイなどにより評価された体内に取り込まれた放射性物質の量から推計される。食事に伴い摂取した放射性物質の量は、(a)食品中の放射性物質の測定結果と摂取する食品の量の組み合わせから推計する方法、(b)トータルダイエツト研究による方法がある。トータルダイエツト研究による方法は、食事メニューに従い食材を購入し、その放射性物質の量を測定するマーケットバスケット

ット法と食事を余分に作ってもらい、それに含まれる放射性物質の量を計測する方法がある。体内に取り込まれた放射性物質の量は、体外計測やバイオアッセイなどから推計することが考えられる。

本研究では、食品中の放射性物質の濃度データと食の種類別の食事量を考慮し、摂取したあるいは摂取する可能性のある放射性物質の量から線量を推計した。

## C. 研究結果

### 1. 食品中の放射性物質の濃度

事故を起こした東京電力福島第一原子力発電所から放出された放射性物質は、2012年3月12日には東北電力女川原子力発電所のモニタリングポストでとらえられ、3月13日1時50分に空間線量率が $21 \mu\text{Sv/h}$ に達した。 $^{131}\text{I}$ の濃度が最も高かった野菜は、2011年3月18日に採取し同年3月20日に結果が公表された茨城県日立市のハウレンソウであり、その濃度は、 $54,100 \text{ Bq/kg}$ であった。茨城県では3月19日からハウレンソウの出荷が自粛されており、この試料は、同様食品の流通の可能性があるかどうかを示す流通品／非流通品カテゴリでは、非流通である。

食品中の放射性物質の濃度の推移を図1から図6に示す。食品中の放射能濃度データは、厚生労働省のウェブサイトで公開されているものを用いている。図1は放射性ヨウ素 ( $^{131}\text{I}$ ) の事故後1月間の日々の推移を示す。同様に図2は放射性セシウムを示す。日付は、試料の採取日(試料の採取日 が得られなかった場合は、検査日とした。検査日も得られなかった場合は結果公表日)としている。図3(野菜)、図4(果物)、図5(水産物)、図6(牛肉)は月別に集計したものである。食品の種類によって、

月内での濃度分布や月別の推移のパターンが異なるが、月内での濃度分布は高い方に裾を引くことが確認される。このことは、多数のより低い線量を受けるグループと少数のより高い線量をグループがありえることを示している。集団での線量分布を考える場合には食品濃度の経時的な変化だけでなく、空間的な分布特性を考慮する必要がある。

### 2. 食品摂取量

薬事・食品衛生審議会放射性物質対策部会の検討では、食品の摂取量として、2010年度に厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課の委託調査により(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」が用いられている。摂取量の食品区分は同報告書中の小分類が用いられている。摂取量分布は、国民健康栄養調査結果を国立医薬品食品衛生研究所の松田りえ子食品部長が分析した結果と青森県における乳幼児の食品摂取の実態を調査した財団法人環境科学技術研究所環境動態研究部の五代儀貴研究員の結果が用いられている。摂取量分布例として、13-18歳の年齢階級でのコメ(図7)と牛肉(図8)の例を示す。

### 3. 初期の曝露により食品から受けた線量推計

食品に由来した線量が最も多いケースとして、自家製の野菜を食べ続けた場合を想定して母乳保育される乳児と一歳児、中学生が受ける甲状腺の預託等価線量を計算してみよう。仮にハウレンソウの $^{131}\text{I}$ の濃度が $60\text{kBq/kg}$ で定常状態になっており、それを1週間食べ続けたと仮定した場合の母乳保育される乳児が受ける線量は、

母親のホウレンソウの摂取量を 20g/d とすると、ホウレンソウの摂取量は 140g/week であることから、 $^{131}\text{I}$  の経口摂取量は 8,400Bq/week となる。そのうち 1/3 が母乳に移行し、それを全量乳児が摂取すると仮定すると、乳児の  $^{131}\text{I}$  の摂取量は 2,800Bq/week となる。0 歳から 1 歳未満での甲状腺の等価線量換算係数は国際放射線防護委員会の Database of Dose Coefficients: Workers and Members of the Public によると  $3.7 \times 10^{-6}$  [Sv/Bq] であるので、母乳保育される乳児が受ける甲状腺の預託等価線量は 10mSv となる。1 歳児が毎日ホウレンソウを 10g 食べるとすると、ホウレンソウの摂取量は 70g/week なので、 $^{131}\text{I}$  の摂取量は 4,200Bq/week となり、1 歳児の甲状腺の等価線量換算係数が  $3.6 \times 10^{-6}$  [Sv/Bq] であるので甲状腺の預託等価線量は 15mSv となる。中学生は、60kBq/kg の  $^{131}\text{I}$  を含むホウレンソウを 1 週間、毎日 30g 食べるとすると甲状腺の等価線量は 13mSv となる。

同様の方法でさらに過大な推計であると考えられるが、ホウレンソウ以外の野菜全体からの線量も推計してみよう。仮に野菜全体の  $^{131}\text{I}$  の濃度が 1 週間の間 60kBq/kg であるとし、母親がそれを毎日 300g 食べるとすると、母乳保育の乳児の甲状腺の等価線量は 55mSv となる。

1 歳児が毎日野菜を 100g 食べるとすると、甲状腺の等価線量は 150mSv となる。中学生は、60kBq/kg の  $^{131}\text{I}$  を含む野菜を 1 週間、毎日 300g 食べるとすると甲状腺の等価線量は 130mSv となる。この推計は考えられる範囲で最大と思われるものであり、その推計は、体外測定結果など他の方法での推計結果とは一致しない。

その他の食品も考慮し、1 歳児の甲状腺等価線量を日々の食品濃度データの算術

平均を用いて計算すると(測定データがない場合は、測定データがある時点から遡って減衰を考慮した濃度を外挿した)、食品の摂取量として 1-6 歳を用いた場合、最初の一月間で 5mSv となる。飲食物摂取制限内のみのデータを使った場合は、1.7mSv となる。同様に中央値を用いた場合は 1.2mSv となり、飲食物摂取制限内のみのデータを使った場合は、1.1mSv となる。このように推計される線量は計算の前提に大きく依存する。

最初の一月間の食品中の放射性ヨウ素による甲状腺等価線量の分布の推計例を示す。

この推計では、2011 年 4 月 18 日までに採取した食品試料の放射能濃度を使用した。なお、採取日不明な濃度データは、2011 年 4 月 18 日までに結果公表したものを含むこととした。流通しているかどうかにかかわらず全部の食品を対象にした。すなわち、暫定規制値を超えないものでも計算の対象にした。食品濃度は毎日のデータからランダムサンプリングし線量を計算した。ヨウ素摂取に最も寄与した野菜を対象にした計算例を示す。また、日々の最大濃度と平均濃度を使用とした場合も計算した。

食品摂取量は、99 の食品区別にランダムサンプリングし野菜分を統合した。この方法では、得られた野菜の濃度を、摂取した全ての野菜の濃度に当てはめることになる。摂取量分布情報が得られなかった食品の摂取量は平均値を使用した。試行は、それぞれ 100,000 回とした。濃度データが、検出限界を超えないものは 10Bq/kg と仮定した。

19 歳以上男性の線量分布 [mSv] をモニタリング値の全てを使った場合と暫定規制値内のデータのみを使った場合、日々の最大濃度を使った場合、日々の平均濃度を使

った場合を表 1 に示す。

次に 99 分類別の濃度と摂取量データを使った場合の甲状腺等価線量の推計結果を表 2 に示す。この計算では、モニタリング値の全てを使っているため、出荷制限を考慮しないことになる。

#### 4. 今後の線量予測

2012 年 4 月以降に食品の放射線安全に関する新規格が導入される。この新規格では乳・乳製品と乳児用食品では放射性セシウムとして 50Bq/kg が、それ以外の一般食品では 100Bq/kg が規格基準として与えられ、食品からの預託実効線量が年間の摂取で 1mSv を超えないようにすることが目指されている。

新基準値案を設定した場合の規制対象とする核種 ( $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{90}\text{Sr}$ 、 $^{106}\text{Ru}$ 、 $^{238}\text{Pu}$ 、 $^{239}\text{Pu}$ 、 $^{240}\text{Pu}$ 、 $^{241}\text{Pu}$ ) からの年間被ばく線量の分布を「摂取する食品の汚染濃度」と、「食品の一日摂取量」を可変とし確率論的な方法で推計した例を示す。

(1) 摂取する食品の汚染濃度の分布：

①2011 年 8 月 1 日～11 月 16 日までに厚生労働省から公開された放射性セシウムに関する食品濃度モニタリングデータをデータクリーニングしたのち (N=43, 996)、国民健康・栄養調査の 99 の小分類に分け、暫定基準値を満たすものと新規格値を満たすデータセットをそれぞれ用意した。測定データがない食品分類の濃度は 0Bq/kg とした。

②不検出 (ND) のデータは、(1)ND が明示されているものは、その値を使用し、(2)ND が明示されていないものは、各核種 ( $\text{Cs-134}$  及び  $\text{Cs-137}$ ) をそれぞれ 10Bq/kg と仮定。ただし、60%が ND になった食品分類では、これらの半分の濃度と仮定した。

(2) 食品の一日摂取量 (13-18 歳男女)：

①決定集団となる 13-18 歳の摂取量分布 (N=2, 889) を使用。摂取量データが得られない食品分類では算術平均値を用いた。

(3) その他の設定条件：

①放射性セシウムの線量換算係数は 2012 年 4 月時点での  $\text{Cs-134}$  と  $\text{Cs-137}$  の存在比を仮定したものをを用いた。

②放射性セシウムとそれ以外の核種に由来するそれぞれの線量の比が 84:16 と仮定した。(2011 年 11 月 24 日 薬事・食品衛生審議会 放射性物質対策部会 資料 2-2)

③飲料水からの被ばく線量は、放射性セシウムの基準値案 (10Bq/kg) の濃度の飲料水を一日 2L 年間摂取すると仮定し摂取する放射性核種の量を求め、それら飲料水に含まれる対象核種に全てを考慮した線量係数である合計線量係数を用いて計算された 0.12mSv を用いた。

④お茶は茶葉の濃度が摂取時に 1/50 の濃度になると仮定した。

それぞれ 100 万回試行した結果を表 3 で示す。また、暫定基準値以下のデータを用いて年間の摂取による放射性セシウムの線量を推計した結果を図 9 に示す。

#### D. 考察

##### 1. 国民が受けた線量の概要

出荷制限では完璧でなかったが、出荷された食品のマーケットとでの抜き取り検査で暫定基準を超えたものは数点であり、ほぼ機能したと考えられる。この状況で、モニタリングされた食品の多くが検出限界を超えていないために、国民の多数が受けた線量は、暫定基準の設定のもととなった介入線量レベルよりも十分に低い線量

にできたと考えられることがこれらの推計からも裏付けられた。

推計の質をよりよくするための課題としては、食品のサンプリングと摂取パターンを一致させることが考えられる。安全側に考えるという議論では、高い濃度の食材が適切にサンプリングされているかどうかの吟味が考えられる。サンプリングと摂取パターンとの乖離が大きい可能性があるのは、食品衛生法対象外の食品をどう考えるかであろう。例えば、震災直後に被災地での流通品はインフラの破壊により止まっていたものの、命をつなぐために自家製牛乳を飲んでいた場合の推計などは個別の事情を考慮して行う必要があると思われる。

より実態に即した評価の観点からは、測定された食材の濃度を、食品カテゴリ全体の濃度としてよいかどうか吟味の対象となるであろう。高い食材を重点的にサンプリングしていると過大評価になる。また、全ての食品区分で最大量摂取することは非現実的だと思われるので、過大評価要因となる。さらに大半の検査結果が、検出限界を超えていないので、それ未満のものをどう扱うかが、線量推計の結果を大きく左右することになる。

## 2. 今後の線量予測

2012年4月以降に食品の放射線安全に関する新規格が導入され、食品からの預託実効線量が年間の摂取で1mSvを超えないようにすることが目指されている。暫定基準下でも、大半の国民が食事摂取に由来して受ける線量は、それよりも低くなると考えられるが、新規格は、それを完璧にする。

## 3. トータルダイエツト研究による線量推

計

2009年度 厚生労働科学研究. 食品中の有害物質等の摂取量の調査及び評価に関する研究(主任研究者:松田りえ子) 食品中の放射性核種の摂取量調査・評価研究(分担研究者:杉山英男)により、原発事故前に日本国内に流通する各種の食品を対象とし、人工ならびに天然 $\gamma$ 線放出核種、 $\beta$ 線放出の人工放射性核種ストロンチウム( $^{90}\text{Sr}$ )および天然放射性核種のポロニウム( $^{210}\text{Po}$ )の摂取状況が明らかにされている。この研究は、2007, 208, 2009年度に日本国内全8地域10都市(北海道:札幌市, 東北:仙台市, 関東I:東京都, 横浜市, 北陸:新潟市, 金沢市, 近畿I:大阪市, 中国:広島市, 四国;高知市, 北九州:福岡市)で実施され、その結果、自然放射性核種である $^{210}\text{Po}$ の1日摂取量が大きく、成人の預託実効線量への寄与も大きいことが明らかになっている。原発事故後に行われているトータルダイエツト研究の結果は、これらの原発事故前と比較することができるだろう。

## 4. 体外測定やバイオアッセイなどによる推計

体内に取り込まれた放射性物質の量は、体外計測やバイオアッセイにより評価されている。取り込まれた放射性物質の経路は、時間の経過とともに食事由来のもの割合が増えるだろう。これらの測定も経時的に繰り返すことで、食品からの曝露の実態把握に役立つだろう。また、この他の生体に蓄積された放射性物質を測る方法、放射線に照射されたことによる何らかの反応・応答を利用する方法も考えられるだろう。

## E. 結論

### 食品に由来した線量評価の課題

食品の放射能濃度は、空間的・時間的な分布を持つ。摂取する食品の量は、食習慣や置かれている状況に依存する。このため、食品に由来した線量は、集団の中で分布を持つ。

食品からの線量再構築での課題の一つは、事故後の早い時期での曝露量の評価である。初期は食品の汚染状況のデータが限られており、汚染食品がどの程度食卓にのぼったかを推測するか、他の情報を組み合わせて線量を推計することしかないように思われる。出荷制限が完全には実施されていないことを想定したシミュレーション計算はその一例となるだろう。さらには、検査時点から経口摂取するまでの間の追加の汚染も考慮が必要なことがあるのかもしれない。また、短半減期核種の寄与も事故後の早い時期での線量再構築の課題であると考えられる。

将来の線量予測では、環境中での放射性物質の挙動や地域別などの一次産業の再開時期などの推測が課題となるであろう。

## F. 参考文献

1. 女川原子力発電所 モニタリングホストデータ、Available at:  
<http://www.tohoku-epco.co.jp/ICSFiles/afieldfile/2011/03/28/11032816genshiryoku.pdf>  
閲覧 2012年2月1日.

## G. 研究業績

### 書籍

1. Kunugita N, Terada H, Yamaguchi I : Radioactive contamination of foods and drinking water by the nuclear power plant accident in Japan. , Proceedings of 2011 UOEH International Symposium ,

Kitakyushu (2012)

2. 樺田尚樹, 寺田宙, 山口一郎 : 飲食物の放射能モニタリング、放射線事故医療研究会、00K 医療科学 No.5 放射線災害と医療 「福島原発事故では何ができて何ができなかったのか」、00K 医療科学 No.5 放射線災害と医療 「福島原発事故では何ができて何ができなかったのか」、p. 35-41、東京 (2012)

### 論文発表

1. 寺田宙, 山口一郎 : 放射性物質による食品汚染の概要と課題、保健医療科学、60、300-305 (2011)
2. 山口一郎 : 放射性物質との付き合い方を考える一食品からの曝露の制御、食品衛生研究、617-16 (2011)
3. 山口一郎 : 低線量放射線の健康影響-チェルノブイリ事故の疫学調査を中心にして、公衆衛生、75830-833 (2011)
4. 山口一郎 : 原子力災害後の現存被曝状況でのリスク・コミュニケーション、医学のあゆみ、2391050-1055 (2011)
5. 山口一郎 : 東京電力福島第一発電所の事故に起因した食品からの線量推計、保健物理、4720-24 (2012)

### 学会等発表

1. 樺田尚樹, 寺田宙, 山口一郎. 飲食物の放射能モニタリング. シンポジウム「東京電力福島第一原発事故時の緊急被ばく医療」 第15回放射線事故医療研究会 2011.8.27; 和光. p. 11-12.

2. 寺田宙, 山口一郎, 櫻田尚樹. 食品の放射性物質による汚染の現状. 第5回保健医療科学研究会 ; 2011. 12. 1 ; 埼玉.
3. 山口一郎, 明石真言, 五代儀 貴, 角 美奈子, 川口勇生, 神田玲子, 栗原治, 吉池信男. 東京電力福島第一原子力発電所事故後の食品摂取に由来した線量推計. 第10回日本放射線安全管理学会. 2011. 11. 30-12. 2、横浜、講演予稿集. P. 53
4. 山口一郎. 東京電力福島第一原子力発電所事故後の食品摂取に由来した線量推計. 日本保健物理学会福島第一発電所事故対応シンポジウムⅢ-課題・論点の総括と今後の展望-. 2011. 12. 17、東京、同要旨集、P. 18-21
5. 山口一郎. 現存被ばく状況での食品の放射線安全の課題. 放射線医学総合研究所放射線防護研究センターシンポジウム「事故後一年:放射線防護研究の課題と今後の取り組み」. 2012. 3. 28、千葉
6. 山口一郎. 食品中の放射性物質の新たな基準値について. 第6回 食の安全・安心財団意見交換会. 2012. 2. 7、東京
7. I. Yamaguchi. Radioactive occurrence of foods caused by the Fukushima nuclear power plant disaster and new radiological standards for foodstuffs regarding the existing exposure situation in Japan after a severe nuclear accident. Workshop on Management Systems for Safe, Reliable, High-quality Food and Agricultural Products hosted by Asian Productivity Organization. 2012. 3. 29
- H. 知的財産権の出願・登録状況  
なし

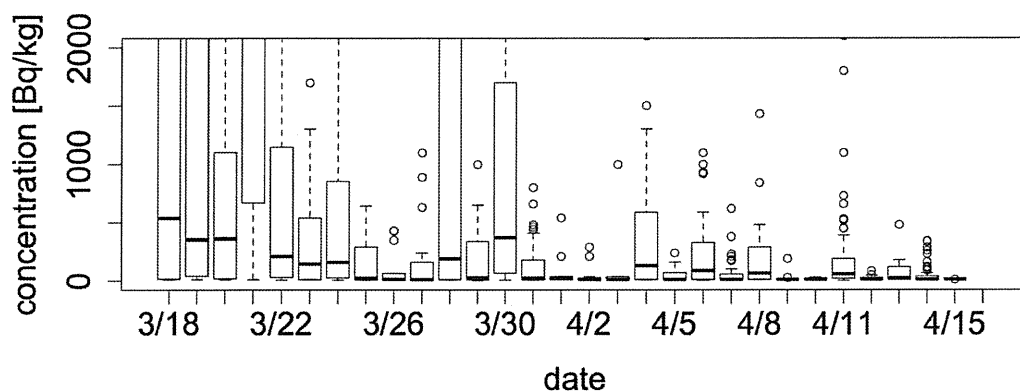


図 1. 2011 年 4 月 15 日までの野菜の放射性ヨウ素濃度の日別推移 (2kBq/kg まで分)

放射性ヨウ素の濃度が 2kBq/kg までのデータを示す。このデータには、試験的な検査を意図し、そもそも流通を想定しないサンプルの測定データも含まれる。上下のひげは、それぞれ上(下)側四分位数から、四分位範囲の 1.5 倍以内にあるデータのうちの最大(小)値まで引いている。

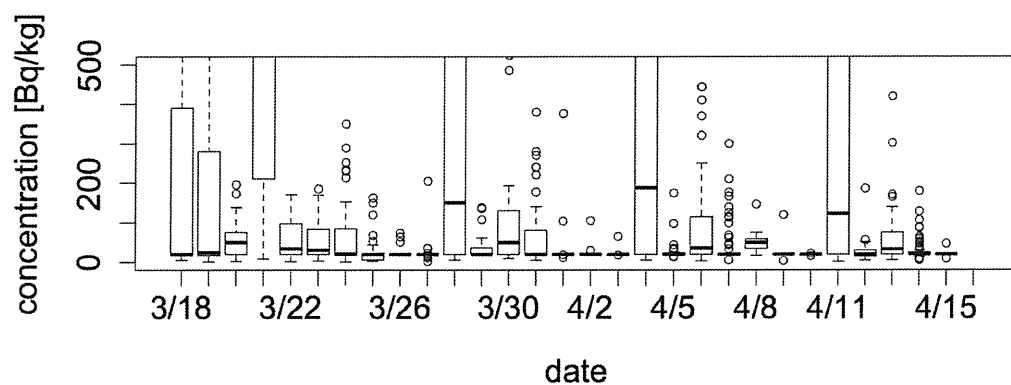


図 2. 2011 年 4 月 15 日までの野菜の放射性セシウム濃度の日別推移 (0.5kBq/Bg まで分)

放射性セシウムの濃度が 0.5kBq/kg までのデータを示す。このデータには、試験的な検査を意図し、そもそも流通を想定しないサンプルの測定データも含まれる。放射性セシウム濃度の最大値は、3 月 21 日に福島県本宮市で採取された茎立菜 (非流通品)



の 82kBq/kg であった。曜日毎の濃度の違いは、食品のモニタリング計画の影響も受けている（曜日毎に採取する食品の種類のパターンは異なっている）。

上下のひげは、それぞれ上(下)側四分位数から、四分位範囲の 1.5 倍以内にあるデータのうちの最大(小)値まで引いている。

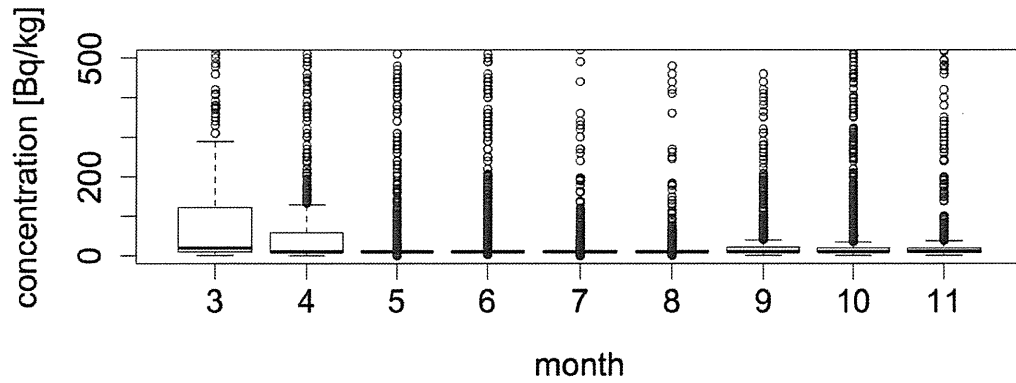


図 3. 野菜の放射性セシウム濃度の月別推移 (0.5kBq/kg まで分)

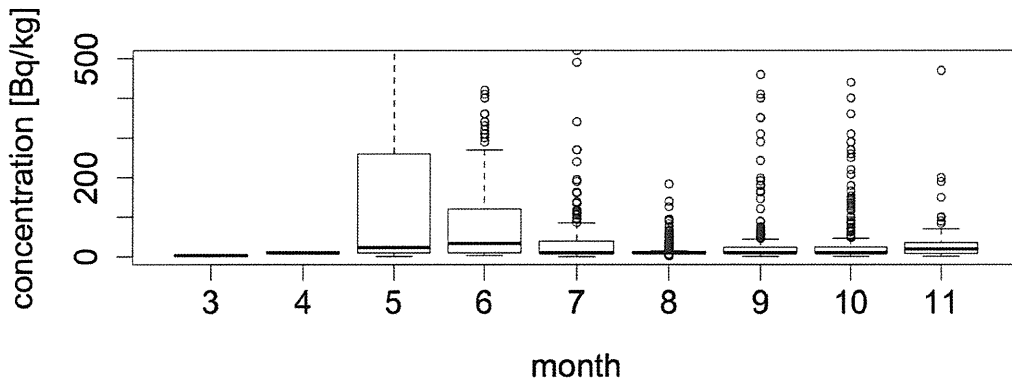


図 4. 果物の放射性セシウム濃度の月別推移 (0.5kBq/kg まで分)

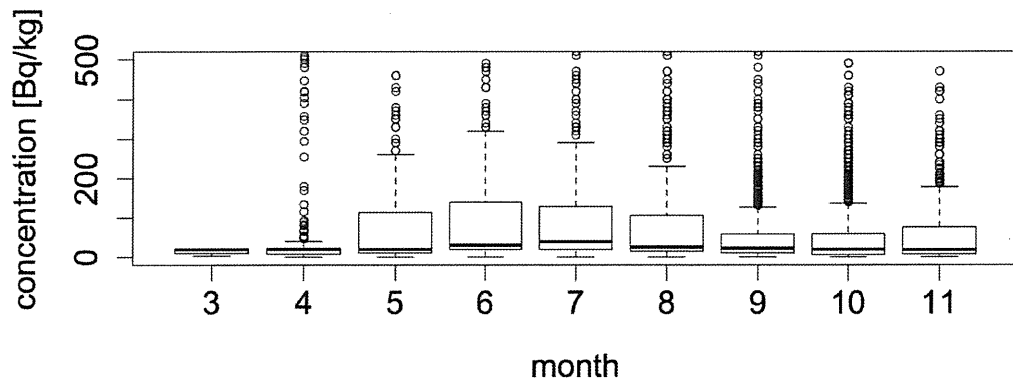


図 5. 水産物の放射性セシウム濃度の月別推移 (0.5kBq/kg まで分)

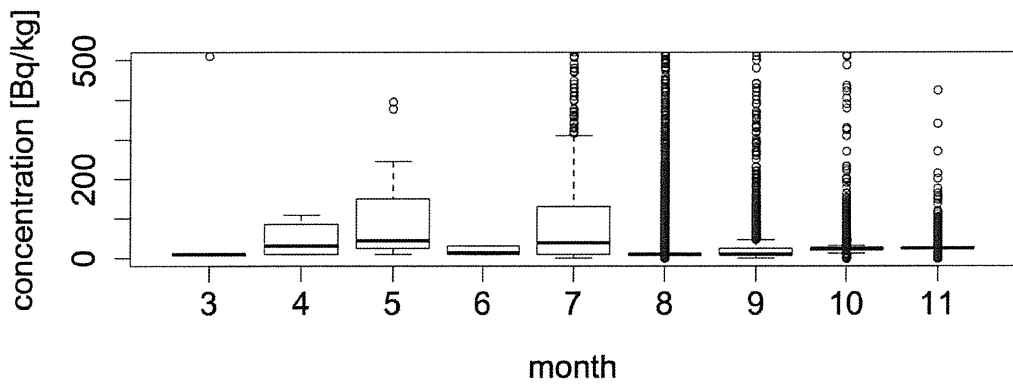


図 6. 牛肉の放射性セシウム濃度の月別推移 (0.5kBq/kg)

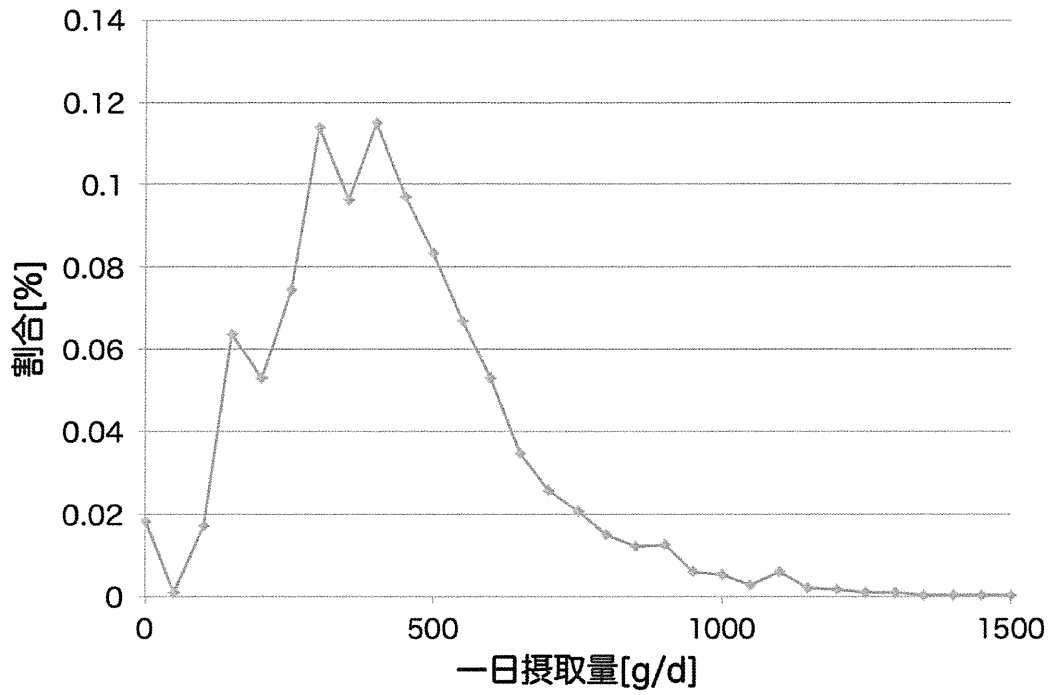


図 7. コメの一日摂取量 (13-18 歳)

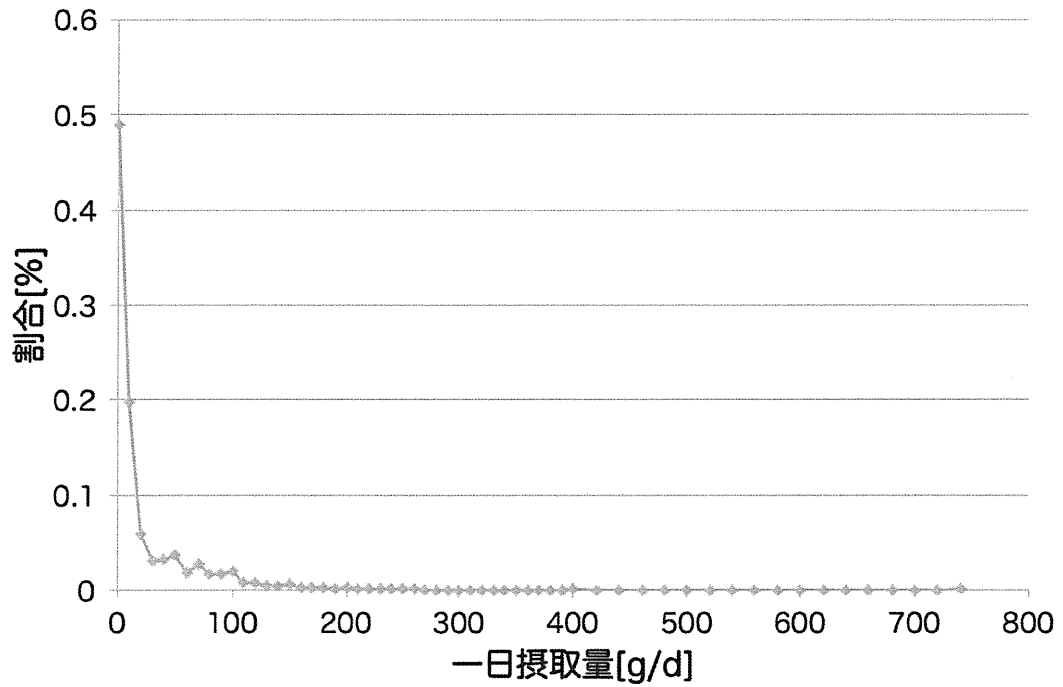


図 8. 牛肉の一日摂取量 (13-18 歳)

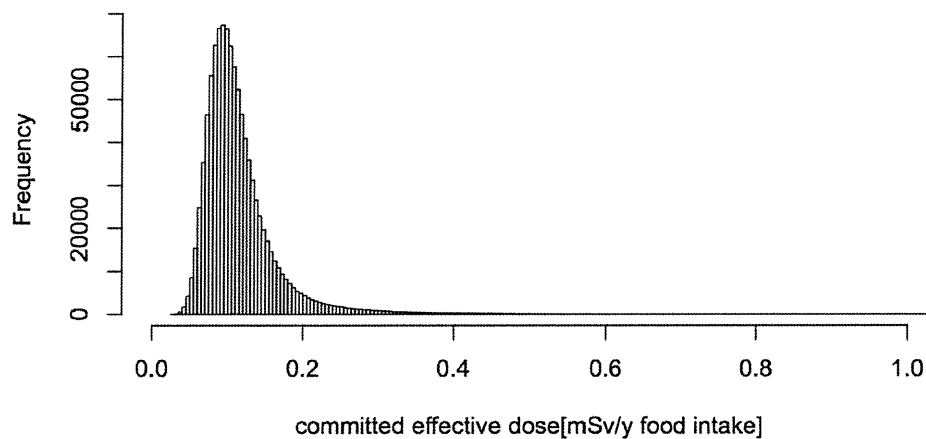


図 9. 13-18 歳での確率論的な線量推計結果 [mSv/年間摂取]

小分類別の食品の摂取量分布と食品中の放射性セシウム濃度分布を組み合わせた推計

表 1\_A. 19 歳以上男性の初期の 1 ヶ月間の野菜摂取による甲状腺の等価線量分布 [mSv] の推計結果 (モニタリング値の全てを使った場合)

%tile	50%	90%	95%	97.5%	99%	99.5%	99.9%	99.99%	100%
dose	2.8	6.2	7.8	9.6	13	15	20	25	31

表 1\_B. 19 歳以上男性の初期の 1 ヶ月間の野菜摂取による甲状腺の等価線量分布 [mSv] の推計結果 (出荷制限を考慮して暫定基準値内のデータのみを用いた場合)

%tile	50%	90%	95%	97.5%	99%	99.5%	99.9%	99.99%	100%
dose	0.9	1.4	1.6	1.7	1.9	2.0	2.3	2.7	3.5

表 1\_C. 19 歳以上男性の初期の 1 ヶ月間の野菜摂取による甲状腺の等価線量分布 [mSv] の推計結果 (日々の最大濃度を使った場合)

の線量分布 [mSv]

%tile	50%	90%	95%	97.5%	99%	99.5%	99.9%	99.99%	100%
dose	28	34	36	38	41	42	47	52	57