

## マーケットバスケット方式による東京都民の 放射性セシウム等による内部被ばく線量の推定

横山 知子<sup>a</sup>, 森内 理江<sup>a</sup>, 松島 ゆき子<sup>a</sup>, 萩野 賀世<sup>a</sup>, 藤沼 賢司<sup>b,c</sup>,  
小澤 秀樹<sup>a</sup>, 平山 いずみ<sup>a</sup>, 嵩本 希望<sup>a</sup>, 吉川 光英<sup>a</sup>, 門間 公夫<sup>a</sup>,  
大石 充男<sup>a</sup>, 田端 節子<sup>a</sup>

平成23年3月11日の東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故発生から1年8ヶ月が経過した平成24年11月から平成25年2月に、東京都民の食品の一日摂取量に基づき、マーケットバスケット方式により調製したトータルダイエット試料について、ゲルマニウム半導体核種分析装置を用いて放射性ヨウ素 (I-131)、放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) 及び放射性カリウム (K-40) を測定した。その検査結果を基に都民の内部被ばく線量を推定した。検査の結果、放射性ヨウ素 (I-131) は検出されなかった。放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) については、Cs-134は14食品群中5食品群から、Cs-137は14食品群中10食品群から検出された。自然放射性核種である放射性カリウム (K-40) は、14食品群中飲料水を除く13食品群から検出された。Cs-134及びCs-137の預託実効線量の合計は、0.0013 mSv/yearと算出され、厚生労働省が定めた放射性物質を含む食品からの被ばく線量の上限である1 mSv/yearを大幅に下回る結果となった。

**キーワード**：放射性セシウム，放射性カリウム，トータルダイエットスタディ，マーケットバスケット法，一日摂取量，預託実効線量，

### はじめに

平成23年3月11日に発生した東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故により、放射性物質に汚染された食品の流通が危惧される事態となった。食品成分研究科は食品監視部門と連携し、事故発生直後から平成24年3月までの間、都民の食の安全・安心を確保するため緊急時の検査体制を整え、厚生労働省が示した暫定規制値<sup>1,2)</sup>を上回る食品が流通し食用に供されることのないよう、食品中の放射性物質の検査を行い、その結果を報告した<sup>3)</sup>。

平成24年3月、厚生労働省は、より一層の食品の安全と安心を確保するために、事故後の緊急的な対応ではなく長期的な観点から、放射性物質を含む食品からの被ばく線量の上限を年間5ミリシーベルトから年間1ミリシーベルトに引き下げた。これを基に放射性セシウム (Cs-134及びCs-137) の新たな基準値<sup>4)</sup>が設定され、平成24年4月1日から施行された。食品成分研究科では、平成24年4月から平成25年3月までの1年間に都内流通食品823検体について放射能検査を行い、国産品723検体中6検体、輸入品100検体中2検体から放射性セシウムが検出されたが、基準値を超える食品はなかったとの検査結果を報告した<sup>5)</sup>。

一方で、食品を調理・加工する過程で食品中の放射性セシウムの量に変化することが、原子力環境整備促進・資金管理センターが収集したデータ<sup>6)</sup>や鍋師らの研究<sup>7)</sup>で報告

されており、食事から受ける被ばく線量を把握するには、個別の食品だけでなく、通常の食事形態に従い調理した食事全体を調査することが必要である。日常の食生活における特定の化学物質の摂取量を推定する方法には、トータルダイエットスタディがあり、市場に流通している食品を収集して行うマーケットバスケット方式はその一つである。

そこで、食品成分研究科は福祉保健局健康安全部環境保健衛生課と共同で、マーケットバスケット方式により日常の食事の放射性物質 (γ線放出核種：放射性ヨウ素 (I-131)、放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) 及び放射性カリウム (K-40)) を調査し、内部被ばく線量を推定するトータルダイエットスタディを実施した。

本報では、平成24年11月から平成25年2月までの期間にマーケットバスケット方式により調製した都民の日常的な食事の放射性ヨウ素 (I-131)、放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) 及び放射性カリウム (K-40) について放射能検査を行い、預託実効線量の推定を行った結果を報告する。

### 実験方法

#### 1. 試料及び試料の調製方法

平成24年11月から平成25年1月に東京都内の小売店で購入した食品 (96種類308品目) を、「平成22年東京都民の健康・栄養状況」<sup>8)</sup>における「食品群別摂取量」に基づき、

<sup>a</sup> 東京都健康安全研究センター食品化学部食品成分研究科  
169-0073 東京都新宿区百人町 3-24-1

<sup>b</sup> 東京都健康安全研究センター食品化学部食品成分研究科 (当時)

<sup>c</sup> 退職

13食品群に分類・採取し、生で食するものはそのまま、調理を要するものは焼く・茹でるなど通常の調理を行い計量した後、食品群ごとに混合・均質化し分析試料とした。混合・均質化の際は、添加水は用いなかった。食品の購入にあたっては産地を特定せず、一般的な食品を選択するようにした。第14群（飲料水）については、平成25年2月に東京都内1ヶ所で採取した水道水を使用した。各食品群の分類及び一日摂取量について、表1に示した。

表1. マーケットバスケット方式による食品群の一日摂取量

食品群	食品の種類*	一日摂取量 (g/day)
第1群	米・米加工品	313.1
第2群	その他穀類・種実類・いも類	172.6
第3群	砂糖類・甘味料類・菓子類	37.6
第4群	油脂類	19.0
第5群	豆類	57.9
第6群	果実類	102.5
第7群	緑黄色野菜	84.4
第8群	その他の野菜・きのこ・海藻類	212.2
第9群	調味料・嗜好飲料	661.0
第10群	魚介類	73.4
第11群	肉・卵類	125.6
第12群	乳類	124.8
第13群	その他の食品	6.0
第14群	飲料水	600.0

\*：一部の食品（ジャム、マヨネーズ、味噌類）については、「平成12年国民栄養調査」の分類に従った。

## 2. 実施期間

平成24年11月～平成25年2月

## 3. 検査機器・試薬・器具

ゲルマニウム半導体核種分析装置（以下、Ge半導体検出器）：キャンベラ社製GC3018型（相対効率37.0%）

標準線源：日本アイソトープ協会製9核種混合放射能標準ガンマ体積線源（U-8容器）

測定容器：2Lマリネリ容器，2Lマリネリ容器専用内袋  
測定データの解析：スペクトルエクスプローラ

## 4. 測定方法

厚生労働省通知「食品中の放射性物質の試験法について」<sup>9)</sup>に準拠し、放射性ヨウ素（I-131）、放射性セシウム（Cs-134, Cs-137）及び放射性カリウム（K-40）の測定を行った。

### 1) バックグラウンド補正

Ge半導体検出器の遮へい体内に、何も入れない状態で210,000秒測定して作成したバックグラウンドファイルによりバックグラウンド補正を行った。

## 2) 試料の測定

食品群ごとに、専用内袋を挿入した2Lマリネリ容器に調製した試料を空隙がないように充填し、86,400秒測定した。試料の母材は水・寒天に設定し、自己吸収補正を行った。また、試料購入日を基に減衰補正を行った。検出限界値の算出についてはCooper<sup>10)</sup>の方法によった。

## 3) 各食品群の一日摂取量中に含まれる放射性物質の放射能強度の計算

各食品群の測定結果（Bq/kg）に当該食品群の都民の調理後の一日摂取量（g/day）及び $10^3$ を乗じて各食品群の一日摂取量中に含まれる放射性物質の強度（Bq/day）を計算した。ただし、測定結果が不検出（以下NDと略す。）の場合は0 Bq/kgとして算出した。

## 4) 1年当たりの預託実効線量の計算

各食品群の一日摂取量中に含まれる放射性物質の放射能強度（Bq/day）に、放射線ごとの実効線量係数（Sv/Bq）、365（日）及び $10^3$ を乗じて1年間継続して平均的な食事をしたときの預託実効線量（mSv/year）を求めた。実効線量係数は、国際放射線防護委員会（ICRP）による食物摂取の場合の成人の実効線量係数<sup>11)</sup>（Cs-134： $1.90 \times 10^{-8}$ ，Cs-137： $1.30 \times 10^{-8}$ ，K-40： $6.20 \times 10^{-9}$ ）を用いた。

## 結果及び考察

### 1. 各食品群の放射能検査結果

放射性ヨウ素（I-131）については、全ての食品群で検出されなかった。

表2に各食品群の放射性セシウム（Cs-134, Cs-137）及び放射性カリウム（K-40）の放射能検査の結果を示した。

Cs-134は、14食品群中5食品群から検出された。「その他の野菜・きのこ・海藻類」が0.11 Bq/kgで最も高く、次いで「魚介類」と「豆類」が0.08 Bq/kg、「肉・卵類」が0.07 Bq/kg、「米・米加工品」0.06 Bq/kgであった。

Cs-137は14食品群中10食品群から検出された。「その他の野菜・きのこ・海藻類」が0.28 Bq/kgで最も高く、次いで「魚介類」が0.24 Bq/kg、「肉・卵類」が0.20 Bq/kg、「乳類」が0.16 Bq/kg、「豆類」が0.12 Bq/kgであった。「米・米加工品」、「砂糖・甘味料類・菓子類」、「緑黄色野菜」、「調味料・嗜好飲料」及び「その他の食品」の食品群は0.05～0.09 Bq/kgの範囲であった。

厚生労働省が示した放射性セシウムの一般食品の基準値100 Bq/kgと比較すると、全ての食品群において極めて低い値であった。

放射性カリウム（K-40）については、14食品群中飲料水以外の13食品群から検出され、5.6～95 Bq/kgの範囲であった。

表2. 各食品群中の放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) 及び  
放射性カリウム (K-40) の放射能強度

食品群	食品の種類	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)	K-40 (Bq/kg)
第1群	米・米加工品	0.06	0.09	5.6
第2群	その他穀類・種実類・いも類	ND (0.05)*	ND (0.06)*	36
第3群	砂糖類・甘味料類・菓子類	ND (0.06)*	0.06	39
第4群	油脂類	ND (0.06)*	ND (0.06)*	7.4
第5群	豆類	0.08	0.12	88
第6群	果実類	ND (0.05)*	ND (0.06)*	53
第7群	緑黄色野菜	ND (0.06)*	0.09	80
第8群	その他の野菜・きのこ・海草類	0.11	0.28	90
第9群	調味料・嗜好飲料	ND (0.05)*	0.07	32
第10群	魚介類	0.08	0.24	95
第11群	肉・卵類	0.07	0.20	92
第12群	乳類	ND (0.06)*	0.16	47
第13群	その他の食品	ND (0.05)*	0.05	69
第14群	飲料水	ND (0.05)*	ND (0.05)*	ND (1.0)*

\*： ( )内は検出限界値

表3. 各食品群の一日摂取量中に含まれる放射性セシウム  
(Cs-134, Cs-137) の放射能強度\*

食品群	食品の種類	Cs-134 (Bq/day)	Cs-137 (Bq/day)
第1群	米・米加工品	0.019	0.028
第2群	その他穀類・種実類・いも類	0	0
第3群	砂糖類・甘味料類・菓子類	0	0.0023
第4群	油脂類	0	0
第5群	豆類	0.0046	0.0069
第6群	果実類	0	0
第7群	緑黄色野菜	0	0.0064
第8群	その他の野菜・きのこ・海草類	0.021	0.054
第9群	調味料・嗜好飲料	0	0.046
第10群	魚介類	0.0053	0.016
第11群	肉・卵類	0.0068	0.019
第12群	乳類	0	0.020
第13群	その他の食品	0	0.00030
第14群	飲料水	0	0
計		0.06	0.20

\*：測定結果がNDの場合は0 Bq/kgとして算出

表4. 放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) の預託実効線量

食品群	食品の種類	Cs-134 (mSv/year)	Cs-137 (mSv/year)	Cs-134+Cs-137 (mSv/year)
第1群	米・米加工品	0.00013	0.00013	0.00026
第2群	その他穀類・種実類・いも類	0	0	0
第3群	砂糖類・甘味料類・菓子類	0	0.000011	0.000011
第4群	油脂類	0	0	0
第5群	豆類	0.000032	0.000033	0.000065
第6群	果実類	0	0	0
第7群	緑黄色野菜	0	0.000031	0.000031
第8群	その他の野菜・きのこ・海草類	0.00015	0.00025	0.00040
第9群	調味料・嗜好飲料	0	0.00022	0.00022
第10群	魚介類	0.000037	0.000075	0.00011
第11群	肉・卵類	0.000047	0.000092	0.00014
第12群	乳類	0	0.000095	0.000095
第13群	その他の食品	0	0.0000014	0.0000014
第14群	飲料水	0	0	0
計		0.00039	0.00095	0.0013

表5. 各食品群の一日摂取量中に含まれる放射性カリウム  
(K-40) の放射能強度及び預託実効線量

食品群	食品の種類	K-40 (Bq/day)	K-40 (mSv/year)
第1群	米・米加工品	1.8	0.0040
第2群	その他穀類・種実類・いも類	8.3	0.019
第3群	砂糖類・甘味料類・菓子類	1.5	0.0033
第4群	油脂類	0.14	0.00032
第5群	豆類	5.1	0.012
第6群	果実類	5.4	0.012
第7群	緑黄色野菜	5.7	0.013
第8群	その他の野菜・きのこ・海草類	17.3	0.039
第9群	調味料・嗜好飲料	21.2	0.048
第10群	魚介類	6.3	0.014
第11群	肉・卵類	8.9	0.020
第12群	乳類	5.9	0.013
第13群	その他の食品	0.41	0.00094
第14群	飲料水	0*	0
計		88	0.20

\* : 測定結果がNDの場合は0 Bq/kgとして算出

## 2. 預託実効線量の推定

各食品群の一日摂取量中に含まれる放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) の放射能強度 (Bq/day) を表3に示した。これを基に放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) の預託実効線量を算出した結果を表4に示した。また、各食品群の一日摂取量中に含まれる放射性カリウム (K-40) の放射能強度 (Bq/day) 及び預託実効線量を算出した結果を表5に示した。

Cs-134及びCs-137の預託実効線量の合計は、0.0013 mSv/yearであり、厚生労働省が定めた放射性物質を含む食品からの被ばく線量の上限である1 mSv/yearを大きく下回る結果となった。また、自然放射性核種であるK-40の預託実効線量は0.20 mSv/yearであった。

Cs-134及びCs-137の預託実効線量の合計値を食品群別に見てみると、「その他の野菜・きのこ・海草類」に由来するものが0.00040 mSv/year、「米・米加工品」由来が0.00026 mSv/yearであり、「調味料・嗜好飲料」由来が0.00022 mSv/yearであった。この3食品群で預託実効線量の約2/3を占めた。「米・米加工品」と「調味料・嗜好飲料」は食品群ごとの放射能検査では「魚介類」や「肉・卵類」より放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) の放射能強度は低い、一日当たりの食品摂取量が多いため預託実効線量が高くなった。

堤らは平成23年9月に東京都及び宮城県、同年11月に福島県で収集した食材でマーケットバスケット方式によるトータルダイエツト試料を調整後、放射能を測定し、放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) と放射性カリウム (K-40) についてNDを0 Bq/kgとした場合と検出下限値の1/2とした場合の2通りの預託実効線量の推定を行っている<sup>12)</sup>。その調査でのCs-134とCs-137の預託実効線量の合計値は、東京都の試料では0.0021 (0.0024) mSv/yearであり、宮城県の試

料では0.017 (0.018) mSv/year、福島県の試料では0.019 (0.019) mSv/yearであった (括弧内はNDについて検出下限値の1/2として計算した場合)。また、放射性カリウム (K-40) の預託実効線量については、東京都の試料では0.17 (0.18) mSv/year、宮城県の試料では0.20 (0.20) mSv/year、福島県の試料では0.19 (0.19) mSv/yearであったと報告している。我々が今回報告した調査のCs-134とCs-137の預託実効線量の合計値の0.0013 mSv/yearは、堤らが宮城県及び福島県で行った調査の結果と比較すると1/10以下、堤らの東京都の結果と比較するとやや低めであった。これら全ての調査で、放射性カリウム (K-40) の預託実効線量は同程度であった。

厚生労働省は平成24年9月から10月に全国15地域でマーケットバスケット方式により、食品に含まれる放射性物質からの預託実効線量の推定を行っている<sup>13)</sup>。東京都の試料については、放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) の預託実効線量は0.0022 mSv/year、放射性カリウム (K-40) の預託実効線量は0.188 mSv/year (いずれも測定値がNDの場合に検出限界値の1/2として計算) と報告されている。

このように放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) の預託実効線量については、我々の得た結果は堤らや厚生労働省の結果と同様に、厚生労働省が定めた放射性物質を含む食品からの被ばく線量の上限である1 mSv/yearを大幅に下回るものであった。

## ま と め

平成23年3月11日に発生した東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故から1年8ヶ月が経過した平成24年11月から平成25年2月に、東京都民の食品の一日摂取量に基づき、マーケットバスケット方式により調製したトータルダイエツト試料について、Ge半導体検出器を用

いて放射性ヨウ素 (I-131), 放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) 及び放射性カリウム (K-40) を測定し, 都民の日常の食事からの被ばく線量を推定した。

その結果, 放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) の預託実効線量は, 0.0013 mSv/yearと算出され, 放射性物質を含む食品からの被ばく線量の上限の1 mSv/yearを大幅に下回ることが判明した。また, 自然放射性核種であるK-40の預託実効線量は0.20 mSv/yearであった。

特にCs-137は半減期が約30年と長いので, 個々の食品の放射能検査を継続して行うとともにトータルダイエツトスタディによる被ばく線量の推定を行っていくことは, 都民の食の安全・安心を確保するために重要であると考えられる。

### 謝 辞

トータルダイエツト試料の収集・調製にご協力いただきました東京都福祉保健局健康安全部環境保健衛生課及び東京都健康安全研究センター企画調整部健康危機管理情報課の方々に深謝いたします。

### 文 献

- 1) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長：放射能汚染された食品の取り扱いについて, 食安発0317第3号, 平成23年3月17日。
- 2) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長：魚介類中の放射性ヨウ素に関する暫定規制値の取扱いについて, 食安発0405第1号, 平成23年4月5日。
- 3) 森内理江, 藤沼賢司, 小澤秀樹, 他：東京健安研七 年 報, 63, 181-187, 2012。
- 4) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長：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, 乳及び乳製品の成分規格等に関する省令別表の二の

(一) の (1) の規定に基づき厚生労働大臣が定める放射性物質を定める件及び食品, 添加物の規格基準の一部を改正する件について, 食安発0315第1号, 平成24年3月15日。

- 5) 平山いずみ, 門間公夫, 船山恵市, 他：東京健安研七 年 報, 64, 107-111, 2013。
- 6) 公益財団法人 原子力環境整備促進・資金管理センター：環境パラメータ・シリーズ4増補版 (2013年) 食品の調理・加工による放射性核種の除去率—我が国の放射性セシウムの除去率データを中心に—, 平成25年9月, 平成25年12月改訂。
- 7) 鍋師裕美, 堤 智昭, 蜂須賀暁子, 他：食衛誌, 54(1), 65-70, 2013。
- 8) 東京都福祉保健局：東京都民の健康・栄養状況 (平成22年国民健康・栄養調査 東京都・特別区・八王子市・町田市実施分集計結果), 平成24年8月。
- 9) 厚生労働省医薬食品局食品安全部長：食品中の放射性物質の試験法について, 食安発0315第4号, 平成24年3月15日。
- 10) Cooper, J. A.: *Nuclear Instruments and Methods* 82, 273-277, 1970。
- 11) International Commission on Radiological Protection: *Ann. ICRP*, 26(1), 16, 27, 1996。
- 12) 堤 智昭, 鍋師裕美, 五十嵐敦子, 他：食衛誌, 54(1), 7-13, 2013。
- 13) 厚生労働省医薬食品局食品安全部基準審査課：食品から受ける放射線量の調査結果 (平成24年9～10月調査分), <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r98520000034z6e.html> (2014年7月15日現在, なお本URLは変更または抹消の可能性があるので)

**Estimation of Internal Exposure to Radioactive Cesium of Tokyo Metropolitan Residents  
by Means of the Market Basket Method**

Tomoko YOKOYAMA <sup>a</sup>, Rie MORIUCHI <sup>a</sup>, Yukiko MATSUSHIMA <sup>a</sup>, Kayo HAGINO <sup>a</sup>,  
Kenji FUJINUMA <sup>b</sup>, Hideki OZAWA <sup>a</sup>, Izumi HIRAYAMA <sup>a</sup>, Nozomi TAKEMOTO <sup>a</sup>,  
Mitsuhide YOSHIKAWA <sup>a</sup>, Kimio MONMA <sup>a</sup>, Mitsuo OISHI <sup>a</sup> and Setsuko TABATA <sup>a</sup>

From November 2012 to February 2013, we surveyed the dietary intake of artificial radioactive nuclides, I-131, Cs-134, and Cs-137, and that of the natural nuclide, K-40, in Tokyo residents. 1 year and 8 months after the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station. The radionuclides were quantified by using a germanium semiconductor detector, and the committed effective doses were estimated using a total diet study based on the market basket method. I-131 was not detected in any of the 14 food groups studied. Cs-134 and Cs-137 were detected in 5 food groups and 10 food groups, respectively, and K-40 was detected in all food groups with the exception of drinking water. The annual total committed effective dose attributable to dietary Cs-134 and Cs-137 was found to be 0.0013 mSv/year, much less than the annual limit on intake (1 mSv/year) according to the Ministry of Health, Labour and Welfare.

**Keywords:** radioactive cesium, radioactive potassium, total diet study, market basket method, daily intake, committed effective dose

---

<sup>a</sup> Tokyo Metropolitan Institute of Public Health,  
3-24-1, Hyakunin-cho, Shinjuku-ku, Tokyo 169-0073, Japan

<sup>b</sup> Tokyo Metropolitan Institute of Public Health, at the time when this work was carried out.