

## 報 文

## 陰膳方式によるトータルダイエット試料中放射性セシウムおよび放射性カリウム摂取量推定および経年変化（2011～2014年度）

(平成27年9月30日受理)

廣川大志郎 大森聖太 西村紀明  
吉田和郎 和田伊知朗 山越昭弘\*

## Survey of Radioactive Cesium and Potassium Intake from Food Using Duplicate Diet (Fiscal Years 2011–2014)

Daishiro HIROKAWA, Shota OMORI, Noriaki NISHIMURA,  
Kazuo YOSHIDA, Ichirou WADA and Akihiro YAMAKOSHI\*

Laboratory of Japanese Consumers' Co-Operative Union:  
1-17-18 Nishiki-cho, Warabi-shi, Saitama 335-0005, Japan; \*Corresponding author

Dietary intake of radioactive substances ( $^{134}\text{Cs}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) from food in fiscal 2011–2014 was surveyed using the duplicate diet method. 1,612 diet samples were collected from general households of 18 prefectures.  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$  were detected in samples from Fukushima Prefecture, Miyagi Prefecture and Tokyo Prefecture.  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$  were detected in 11 samples in fiscal 2011, 12 samples in fiscal 2012, and 7 samples in fiscal 2013, but none was detected in fiscal 2014. The largest radioactivity in a sample was 12 Bq/kg in Fukushima Prefecture in fiscal 2011. The detected levels gradually decreased and were less than 1.0 Bq/kg in fiscal 2014. The maximum estimated dose of radioactive cesium was 0.14 mSv/year in fiscal 2011. Radioactive potassium was detected in every meal, and showed little change through the four years (median around 30 Bq/kg).

(Received September 30, 2015)

**Key words:** 放射性セシウム radioactive cesium; 放射性カリウム radioactive potassium; 日常食 total diet; 摂取量 intake; 陰膳法 duplicate diet method; 預託実効線量 committed effective dose

## 緒 言

2011年3月、東日本大震災が発生し、東京電力福島第一原子力発電所（以下、福島原発）の事故により放出された放射性物質が大気中に拡散した。これら放射性物質の一部は農畜水産物を汚染し、食事を介して摂取され、健康への影響が危惧された。事故直後から食品の生産・流通・販売にかかわるあらゆる段階で、行政はもとより多くの機関で大規模に放射性物質の検査が実施された。筆者らも、2011年より市販生鮮食品や飲料、加工食品およびその原料を中心に、2014年までに合計14,000件以上の検査を実施し、茶葉や乾燥したきのこ類など一部特定の食品から、基準値以内ではあるが放射性セシウムを検出した<sup>\*1</sup>。

個々の市販品等の実態把握と対策が進み、ほとんどの市販品中の放射性物質量は低レベルの検出であることが判明している<sup>\*2, 1), 2)</sup>。しかし、微量の放射性物質を含む食品の喫食による内部被ばくに対する社会的な不安は当初から大きく、

使用原料の生産時期、生産地域および検査の有無などへの関心は高かった。実際に食べている食事等への漠然とした不安感を抱えている状況を変えていくためには、信頼性の高い具体的な情報の提供が必要であり、摂取状況をより正確に把握できるトータルダイエットスタディを用いた広範囲な調査が有用である。これまで、東日本大震災にかかわるこれら調査は、主要な摂取源が分かるマーケットバスケット方式によるものが多く、地域や調査数も比較的限定的なものが多<sup>\*3, 3)~8)</sup>。一方、「家庭の食事」には、市販流通品だけでなく、自家菜園や野生から収穫した非流通品も含まれており、実際に摂取している食事での実情を知りたいという希望も多い。そこで今回、全国にある消費生活協同組合（以下、生協）の協力を得て、非流通品を含む日常の食事における実態とともに、各地域に則した摂取状況を的確に把握するため、多数の試料を対象とした陰膳方式による摂取

\* 連絡先 akihiro.yamakoshi@jccu.coop  
日本生活協同組合連合会 商品検査センター：〒335-0005  
埼玉県蕨市錦町1-17-18

\*1 <http://jccu.coop/products/safety/radiation/result.html>

\*2 <http://www.mhlw.go.jp/stf/kinkyu/0000045250.html>

\*3 [http://www.mhlw.go.jp/shinsai\\_jouhou/shokuhin.html](http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/shokuhin.html)

\*4 <http://www.radioactivity-db.info/>

量調査を企画した。生協組合員の家庭で調理された2日分の食事を収集した試料中の放射性物質セシウム<sup>134</sup> (<sup>134</sup>Cs)、セシウム<sup>137</sup> (<sup>137</sup>Cs)、および天然放射性核種であるカリウム<sup>40</sup> (<sup>40</sup>K) を測定した。得られた測定結果および食品摂取重量から、1年当たりの預託実効線量 (mSv/year) を推定し、その経年変化等の検出傾向も検討した。

## 調査方法

### 1. 試料

調査は、放射性物質に違いがあるかの確に判断できるように、事故による強い影響が危惧される福島原発から近い福島県（避難区域を除く福島市、郡山市、伊達市など）と比較的離れた東北～九州にわたる全国17都県（岩手県、宮城県、群馬県、栃木県、茨城県、埼玉県、東京都、千葉県、神奈川県、山梨県、長野県、新潟県、静岡県、愛知県、岐阜県、三重県、福岡県）にある生協の組合員より収集した計1,612試料を用いた。また、併せて試料情報として各食事の写真と使用した原料やその産地情報を可能な範囲で収集した。

収集した間食・飲料を含む2日間分の飲食物（葉・サプリメントを除く）は、不可食部位を除いた後、均質化した。

### 2. 分析対象物質

<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Csおよび<sup>40</sup>Kを分析した。

### 3. 実施時期

2011年11月～2015年2月に実施した。

### 4. 装置

ゲルマニウム半導体検出器ガンマ線スペクトロメータ（Canberra社製あるいはOrtec社製）（相対効率16～30%、分解能1.6～1.8 keV）を使用した。

### 5. 分析方法

放射能測定シリーズ7「ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメトリー」<sup>9)</sup>、および「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）に準じた。試料は、アクリル樹脂製2Lまたは1Lマリネリ容器に充填し、測定した。

<sup>134</sup>Csの定量には605 keVのピークを用いたが、ほかのピークが疑われる場合は796 keVのピークを用いた。<sup>137</sup>Csの定量には662 keVのピークを用いた。<sup>40</sup>Kの定量には1,461 keVのピークを用いた<sup>10)</sup>。

測定は、日本生活協同組合連合会、生活協同組合コープ東北サンネット事業連合、生活協同組合コープネット事業連合、生活協同組合ユーコープ、生活協同組合連合会東海コープ事業連合、生活協同組合コープこうべ、エフコープ生活協同組合で分担して実施した。放射性セシウムを検出した同一試料を各検査室で測定し、測定値に差がないこと（測定値のRSD 6%未満）を確認した。また各検査室では、定期的に標準線源や標準試料を測定し、測定結果に変化がないことを確認した。

複数の検査室で性能の異なるゲルマニウム半導体検出器を使用しているため、検出限界値は<sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Csそれぞれ

1.0 Bq/kgとし、測定時間はこれを十分担保できる50,000秒を基本とし、2011年度実施の一部試料は36,000秒で実施した。各放射性物質の濃度は、試料採取日に減衰補正した。

## 6. 預託実効線量の推定

放射性セシウムを検出した試料について、同じ食事を1年間摂取したと仮定して算出した。<sup>134</sup>Csが検出限界未満となった試料は、参考値として<sup>137</sup>Csからの預託実効線量を算出した。試料中の放射性セシウム、放射性カリウム (Bq/kg) に一日の喫食量 (kg/day) を乗じ、1日に摂取する量を算出した。これに放射性物質ごとの実効線量係数、および365を乗じて1年間の預託実効線量とした。実効線量係数は、ICRP Publ.72<sup>11)</sup>に掲載された、成人が経口摂取した場合の値 (<sup>134</sup>Cs:  $1.9 \times 10^{-5}$  mSv/Bq, <sup>137</sup>Cs:  $1.3 \times 10^{-5}$  mSv/Bq, <sup>40</sup>K:  $6.2 \times 10^{-6}$  mSv/Bq) を用いた。

## 結果および考察

### 1. 試料

陰膳方式によるトータルダイエット試料は、実際に摂取した放射性物質の量を測定することが可能であるが、その反面、調査目的が、子どものいる家族の不安解消や家庭菜園など非流通品の実態を知りたいという想いから、普段の食事と異なりバイアスがかかる可能性がある。このような試料の場合、通常の食生活における食事内容とかけ離れた食事となり、正しい評価ができなくなる。そこで、試料とともに送付された食事の写真や原料・産地情報により地域の食文化や家族構成による食事内容の偏りを確認したが、当該地域における食事内容に顕著な差は見られなかった。また、2日分の食事を対象としたことや、1回の調査実施数を200～300件にしたことにより、通常の食生活との乖離を極力低減できたと考える。

### 2. 放射性セシウムの検出状況

#### 1) 放射性セシウム濃度の地域別比較

Table 1に放射性セシウム調査結果の概要を示した。調査した1,612試料中30試料（調査件数に対する検出件数の割合、以下「検出率」: 1.9%）から1.0～12 Bq/kgの範囲で検出された。県別では、福島県で600試料中25試料（4.2%）、宮城県で205試料中4試料（2.0%）、東京都で48試料中1試料（2.1%）であり、他の15県ではすべて検出限界未満であった。事故の起こった福島原発のある福島県、およびその近隣である宮城県で複数回の検出例が見られた。2012年度の東京都での検出事例は、比較的離れた地域でも少数ではあるが一定程度の放射性物質を含んでいたことを示唆すると考える。しかし陰膳調査のため使用されたどの食材が結果に寄与したかは特定できなかった。理論上は2日分の食事に<sup>137</sup>Csで10 Bq/kg汚染された米200～300 gが含まれていれば1 Bq/kgの測定結果が得られる可能性がある。各家庭から収集した原料・産地情報によると、2011年度に検出した試料には、厚生労働省HPに公表された食品中放射性セシウムの検査データに検出事例があり\*4、比較的高濃度の放射性セシウムを含んでいるとされている

Table 1. Contents of total of  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in total diet

Area	2014				2013				2012				2011			
	Samples	Detected-samples*	%**	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	Samples	Detected-samples	%	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	Samples	Detected-samples	%	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	Samples	Detected-samples	%	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)
Iwate	20	0	0	ND***	20	0	0	ND	40	0	0.0	ND	10	0	0	ND
Miyagi	33	0	0	ND	54	1	1.9	ND-1.8	107	2	1.9	ND-1.4	11	1	9.1	ND-1.0
Fukushima	100	0	0	ND	200	6	3.0	ND-3.7	200	9	4.5	ND-3.7	100	10	10	ND-12
Ibaraki	10	0	0	ND	15	0	0	ND	30	0	0	ND	10	0	0	ND
Tochigi	10	0	0	ND	15	0	0	ND	27	0	0	ND	10	0	0	ND
Gunma	10	0	0	ND	15	0	0	ND	30	0	0	ND	10	0	0	ND
Saitama	7	0	0	ND	10	0	0	ND	22	0	0	ND	10	0	0	ND
Chiba	7	0	0	ND	15	0	0	ND	30	0	0	ND	11	0	0	ND
Tokyo	7	0	0	ND	10	0	0	ND	21	1	4.8	ND-4.2	10	0	0	ND
Kanagawa	7	0	0	ND	10	0	0	ND	20	0	0	ND	10	0	0	ND
Niigata	10	0	0	ND	20	0	0	ND	40	0	0	ND	9	0	0	ND
Yamanashi	7	0	0	ND	10	0	0	ND	20	0	0	ND	9	0	0	ND
Nagano	7	0	0	ND	10	0	0	ND	20	0	0	ND	10	0	0	ND
Gifu	2	0	0	ND	2	0	0	ND	4	0	0	ND	2	0	0	ND
Shizuoka	7	0	0	ND	10	0	0	ND	20	0	0	ND	10	0	0	ND
Aichi	5	0	0	ND	6	0	0	ND	14	0	0	ND	5	0	0	ND
Mie	2	0	0	ND	3	0	0	ND	6	0	0	ND	3	0	0	ND
Fukuoka	5	0	0	ND	10	0	0	ND	20	0	0	ND	10	0	0	ND
Total	256	0	0	ND	435	7	1.6	ND-3.7	671	12	1.8	ND-4.2	250	11	4.4	ND-12

\* Radioactive cesium was detected.

\*\* Percentage of detection

\*\*\* ND: Not determined

Detection limit:  $^{134}\text{Cs}$ , 1.0 Bq/kg;  $^{137}\text{Cs}$ , 1.0 Bq/kg

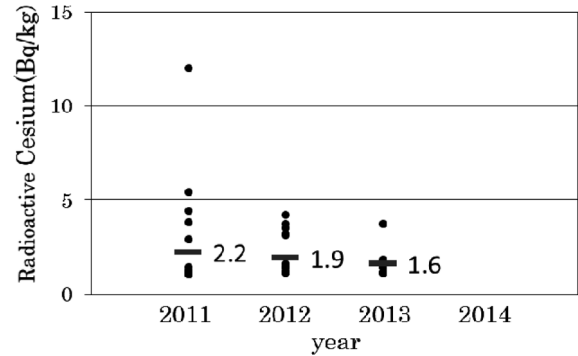
柿・米・きのこなどの自家栽培品や野山での採取品が含まれていた。

## 2) 放射性セシウム濃度の経年変化

Table 2に放射性セシウムを検出した試料の $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 濃度の内訳を示した。トータルダイエツト試料からの検出率は、調査を開始した2011年度の4.4% (250試料中11試料) から、2012年度は1.8% (671試料中12試料)、2013年度は1.6% (435試料中7試料)、2014年度は全試料検出限界未満 (256試料) と徐々に減少した (Table 1)。福島原発の事故以来早い段階から市場流通品の放射能汚染の管理が進められたことによると推察された。2014年度に、一般家庭の食事256件全ての放射性セシウムが検出限界未満という結果になったことは、日常の食事に対する不安を大きく減じるものと考ええる。

検出した値の最大値は、2011年度12 Bq/kg、2012年度4.2 Bq/kg、2013年度3.7 Bq/kgと、徐々に減少した。検出した放射性セシウムの幾何平均値も、2011年度2.2 Bq/kg、2012年度1.9 Bq/kg、2013年度1.6 Bq/kgと最大値と同様に経時的に減少している (Fig. 1)。

また、 $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ を共に検出した試料の $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ の比率 (平均) は、2011年度0.76、2012年度0.60、2013年度0.42と $^{134}\text{Cs}$ の比率が減少し、半減期30.17年の $^{137}\text{Cs}$ に比較して半減期が2.06年と短い $^{134}\text{Cs}$ が速やかに減衰していることが示された (Table 2)。



Detection limit:  $^{134}\text{Cs}$ , 1.0 Bq/kg;  $^{137}\text{Cs}$ , 1.0 Bq/kg

■ No.: geometric mean

Fig. 1. Changes of total detected  $^{134}\text{Cs}$  and  $^{137}\text{Cs}$  in diet

Table 2. Detection of radioactive Cs and estimation of the committed effective dose in total diet

Samples		Weight (kg/day)	$^{134}\text{Cs}$ (Bq/kg)	$^{137}\text{Cs}$ (Bq/kg)	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$		$^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$
Year	No.				(Bq/kg)	(mSv/year)**	
2011	1	1.7	ND*	1.0	1.0	(0.008)	—
	2	2.0	ND	1.0	1.0	(0.009)	—
	3	2.0	ND	1.1	1.1	(0.010)	—
	4	2.0	ND	1.2	1.2	(0.011)	—
	5	1.5	ND	1.2	1.2	(0.009)	—
	6	1.7	ND	1.4	1.4	(0.011)	—
	7	1.4	1.2	1.7	2.9	0.023	0.71
	8	1.8	1.7	2.2	3.9	0.040	0.77
	9	1.7	2.0	2.4	4.4	0.043	0.83
	10	4.4	2.4	3.0	5.4	0.14	0.80
	11	0.9	5.0	6.7	12	0.057	0.75
2012	1	1.5	ND	1.1	1.1	(0.008)	—
	2	3.9	ND	1.1	1.1	(0.020)	—
	3	2.4	ND	1.1	1.1	(0.012)	—
	4	2.9	ND	1.2	1.2	(0.016)	—
	5	1.4	ND	1.4	1.4	(0.010)	—
	6	2.3	ND	1.4	1.4	(0.015)	—
	7	2.4	ND	1.6	1.6	(0.018)	—
	8	1.2	1.1	2.0	3.1	0.021	0.55
	9	2.1	1.3	1.9	3.2	0.037	0.68
	10	2.7	1.3	2.2	3.5	0.053	0.59
	11	2.1	1.3	2.4	3.7	0.042	0.54
	12	1.8	1.6	2.6	4.2	0.041	0.62
2013	1	1.7	ND	1.1	1.1	(0.009)	—
	2	1.4	ND	1.1	1.1	(0.007)	—
	3	3.0	ND	1.4	1.4	(0.020)	—
	4	1.2	ND	1.6	1.6	(0.009)	—
	5	2.7	ND	1.6	1.6	(0.020)	—
	6	3.3	ND	1.8	1.8	(0.028)	—
	7	1.6	1.1	2.6	3.7	0.032	0.42

Detection limit:  $^{134}\text{Cs}$ , 1.0 Bq/kg;  $^{137}\text{Cs}$ , 1.0 Bq/kg

\* ND: Not determined

\*\* The values in brackets were calculated at ND=0.

Table 3. Contents of  $^{40}\text{K}$  in total diet

Area	2014			2013			2012			2011		
	Samples	Detected-samples*	%**	$^{40}\text{K}$ (Bq/kg)	Samples	Detected-samples	%	$^{40}\text{K}$ (Bq/kg)	Samples	Detected-samples	%	$^{40}\text{K}$ (Bq/kg)
Iwate	20	20	100	24-36	20	20	100	20-38	40	40	100	21-47
Miyagi	33	33	100	14-49	54	54	100	8.8-46	107	107	100	9.9-46
Fukushima	100	100	100	17-59	200	200	100	14-68	200	200	100	13-55
Ibaraki	10	10	100	20-37	15	15	100	11-44	30	30	100	10-46
Tochigi	10	10	100	17-40	15	15	100	20-43	27	27	100	20-41
Gunma	10	10	100	23-48	15	15	100	23-50	30	30	100	17-49
Saitama	7	7	100	23-38	10	10	100	21-34	22	22	100	20-54
Chiba	7	7	100	20-39	15	15	100	22-42	30	30	100	15-44
Tokyo	7	7	100	14-36	10	10	100	17-30	21	21	100	14-48
Kanagawa	7	7	100	23-40	10	10	100	21-41	20	20	100	14-46
Niigata	10	10	100	25-40	20	20	100	20-50	40	40	100	21-45
Yamanashi	7	7	100	20-49	10	10	100	21-42	20	20	100	18-40
Nagano	7	7	100	25-36	10	10	100	20-35	20	20	100	18-46
Gifu	2	2	100	27-34	2	2	100	21-37	4	4	100	26-27
Shizuoka	7	7	100	24-33	10	10	100	19-33	20	20	100	16-38
Aichi	5	5	100	14-34	6	6	100	26-42	14	14	100	16-35
Mie	2	2	100	26-33	3	3	100	25-48	6	6	100	23-44
Fukuoka	5	5	100	15-29	10	10	100	23-48	20	20	100	16-37
Total	256	256	100	14-59 (31) ***	435	435	100	8.8-68 (30)	671	671	100	9.9-55 (30)
Committed effective doses****				0.12				0.12				0.12

\* Radioactive potassium was detected.

\*\* Percentage of detection

\*\*\* Values in parentheses shows median of  $^{40}\text{K}$ \*\*\*\* Median of the estimates of committed effective doses of  $^{40}\text{K}$  (mSv/year)Detection limit:  $^{40}\text{K}$ , 5.0 Bq/kg

2011年度の調査で放射性セシウムが検出された家庭で、その後も調査を継続した9家庭での食事の経時変化を調べたところ、1家庭のみが2012年度に1.1 Bq/kg (2011年度は5.4 Bq/kg) を検出したが、残りの8家庭は検出限界未満と減衰傾向が見られた。

### 3. 放射性セシウムからの預託実効線量の推定

放射性セシウムを検出した試料を1年間食べ続けた場合の預託実効線量の推定値を算出した (Table 2)。年度ごとの最大値は2011年度0.14 mSv/year, 2012年度0.053 mSv/year, 2013年度0.032 mSv/yearと、年々減少していた。介入線量レベル1 mSv/yearと比較しても最大で1/7未満と、低い値であった。前項で示したとおり、今回の調査では放射性セシウムが検出限界未満となった試料が大多数を占めている。そのため実際の平均的な預託実効線量は、ほかのトータルダイエツスタディの結果からも<sup>3), 8)</sup>、これらの値よりもかなり低いと推定される。

なお預託実効線量の算出は、放射性セシウム濃度と1日の食事量によるため、放射性セシウム濃度が高い食事を食べた人の預託実効線量よりも、より低い値の食事を食べた人の線量が高くなるケースもあった。

### 4. 放射性カリウムの検出状況および放射性セシウムとの比較

本調査では放射性セシウムの健康影響を評価するうえで、食品からの自然放射線被ばくへの寄与が大きいとされる天然放射性核種<sup>40</sup>Kの分析を実施、比較した (Table 3)。<sup>40</sup>Kは2011~2014年度に分析したすべての試料から検出され、年度ごとの中央値に大きな差はなく、ほかの陰膳調査結果<sup>4)</sup>と同等であった。

提出された食事を1年間食べ続けた場合に放射性カリウムから受ける預託実効線量を推定したところ、各年度の中央値は0.12 mSv/yearとなり、年度による変化は見られなかった (Table 2)。

放射性カリウムからの預託実効線量に対する放射性セシウムからの預託実効線量の割合は、2012年の調査で2%以下と報告されている<sup>8)</sup>。放射性カリウムからの預託実効線量に変化せず、放射性セシウムからの預託実効線量は年々減少しているため、その割合も減少していると推察された。

## 結 論

2011年の福島原発の事故以降、福島県を中心に陰膳方式による家庭の食事からの放射性物質摂取量調査を実施した。事故発生の2011年度は放射性セシウムを250件中11件検出し、最大12 Bq/kg検出した。しかし、256件実施した3年後の2014年度には、検出限界1 Bq/kg以上の放射性セシウムは検出されなかった。放射性セシウムを検出した試料の幾何平均値は、2011年度の2.2 Bq/kgから徐々に継続的に減少し、2013年度には1.6 Bq/kgとなった。放射性セシウムの経口摂取による被ばく量の最大値は、2011年度の0.14 mSv/yearであり、その後年々減少していると推察された。

## 謝 辞

本調査を行うにあたり、協力いただいた生協組合員、生活協同組合コープふくしま 野中俊吉氏、宍戸義広氏ならびに各生協のご担当者の皆さま、企画・立案に協力いただいた当センター技術アドバイザー斎藤 勲氏に深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) Nabeshi, H., Tsutsumi, T., Ikarashi, A., Hachisuka, A., Matsuda, R. Surveillance of radioactive cesium in foods. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (Food Hyg. Saf. Sci.)*, **54**, 131-150 (2013).
- 2) Uekusa, Y., Nabeshi, H., Nakamura, R., Tsutsumi, T., Hachisuka, A., Matsuda, R., Teshima, R. Surveillance of radioactive cesium in domestic foods on the Japanese market (fiscal years 2012 and 2013). *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (Food Hyg. Saf. Sci.)*, **56**, 49-56 (2015).
- 3) Tsutsumi, T., Nabeshi, H., Ikarashi, A., Hachisuka, A., Matsuda, R. Estimation of the committed effective dose of radioactive cesium and potassium by the market basket method. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (Food Hyg. Saf. Sci.)*, **54**, 7-13 (2013).
- 4) Ichihashi, D., Aoyanagi, N., Sato, C., Uchino, E., Itoh, Y., Katsura, E. Radioactive cesium in total diet in Hokkaido (2011-2012). *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (Food Hyg. Saf. Sci.)*, **54**, 117-120 (2013).
- 5) Miyazaki, H., Kato, H., Kato, Y., Tsuchiyama, T., Terada, H. Estimation of the intake of radioactive cesium based on analysis of total diet samples in Nagoya. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (Food Hyg. Saf. Sci.)*, **54**, 151-155 (2013).
- 6) Sato, O., Nonaka, S., and Tada J. I. Intake of radioactive materials as assessed by the duplicate diet method in Fukushima. *J. Radiol. Prot.*, **33**, 823-838 (2013).
- 7) Kouji H. Harada, Yukiko Fujii, Ayumu Adachi, Ayako Tsukidate, Fumikazu Asai, Akio Koizumi. Dietary intake of radiocesium in adult residents in Fukushima prefecture and neighboring regions after the Fukushima nuclear power plant accident: 24-h food-duplicate survey in December 2011. *Environ. Sci. Technol.*, **47**(6), 2520-2526 (2013).
- 8) Uekusa, Y., Nabeshi, H., Tsutsumi, T., Hachisuka, A., Matsuda, R., Teshima, R. Estimation of dietary intake of radioactive materials by total diet methods. *Shokuhin Eiseigaku Zasshi (Food Hyg. Saf. Sci.)*, **55**, 177-182 (2014).
- 9) 文部科学省科学技術・学術政策局原子力安全課防災環境対策室. 放射能測定法シリーズ7ゲルマニウム半導体検出器によるガンマ線スペクトロメリー. 財団法人日本分析センター, 千葉, 1992改訂.
- 10) 社団法人日本アイソトープ協会. アイソトープ手帳11版. 社団法人日本アイソトープ協会. 東京, 2011, p. 24, 63-64.
- 11) ICRP, 1995. Age-dependent Doses to the Members of the Public from Intake of Radionuclides Part 5 Compilation of Ingestion and Inhalation Coefficients. ICRP Publication 72. *Ann. ICRP* 26 (1).