

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 29 日現在

機関番号：82514

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24561052

研究課題名(和文) 子供一人あたりの食品(給食)摂取による内部被ばく線量評価

研究課題名(英文) Evaluation of Committed effective dose for children due to ingestion of school lunch

研究代表者

太田 智子(Ohta, Tomoko)

公益財団法人日本分析センター・その他部局等・研究員

研究者番号：60601797

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：福島原発事故を境に、食品の放射能汚染に対する不安が高まった。そこで、子供の食生活に直結する給食中の放射能濃度を調査し、給食摂取による内部被ばく線量評価をおこなった。本研究では、ストロンチウム90、セシウム134、セシウム137、プルトニウム239+240、ウラン238、トリウム232、ラジウム226、鉛210、ポロニウム210の放射能濃度の調査を実施した。試料は全国11都道府県の保育園(11園)及び小学校(2校)から調理済みの給食(牛乳を含む)を四半期ごとに採取した。採取した試料の放射能濃度を分析し、得られたデータを用いて、預託実効線量を算出し、給食摂取による内部被ばく線量評価を行った。

研究成果の概要(英文)：In 2009, we evaluated the committed effective dose for Japanese adults due to food ingestion was 0.80mSv. This result was based on the radioactivity concentrations of ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{90}Sr , ^{137}Cs and $^{239+240}\text{Pu}$ in foodstuffs. After the Fukushima Nuclear accident, there has been an urgent need to evaluate the committed effective dose for children. We focused on school lunch. Samples were collected quarterly at 11 nursery schools and 2 elementary schools from 11 local regions. We collected prepared lunch samples, not foodstuffs. The committed effective dose was evaluated by using the radioactivity concentrations in samples. The evaluated radionuclides were ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{232}Th , ^{238}U , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po , and $^{239+240}\text{Pu}$. ^{134}Cs originated from Fukushima power plant was detected in the samples, however, no significant increase of dose due to Fukushima accident was found. The committed effective dose due to food intake was dominated by natural nuclides mainly consist of ^{210}Po .

研究分野：環境放射能 内部被ばく

キーワード：子供 給食 内部被ばく線量

1. 研究開始当初の背景

(1)東京電力福島第一原子力発電所の事故を境に、わが国における放射能調査研究を取り巻く環境は一変した。“ヨウ素 131”“セシウム 137”“半減期”といった言葉を小学生でさえ口にする。これほど多くの国民が放射能・放射線に関心を示したことが今まであっただろうか。空間放射線量率は勿論、食品中の放射能濃度への国民の関心は高い。食品を摂取することによって、どの程度の内部被ばくをするのか知見が求められている。とりわけ、子供への影響を心配する声大きい。

(2)日本人一人当たりの食品摂取による預託実効線量については、2009年にまとめた研究結果がある。日本国内に流通している137種類の食品について人工放射性核種として3核種(ストロンチウム90,セシウム137,プルトニウム239+240)、自然放射性核種として5核種(ウラン238,トリウム232,ラジウム226,鉛210,ポロニウム210)の放射能濃度を測定し、食品摂取による預託実効線量の評価を行った。その結果、日本人一人当たりの食品摂取による預託実効線量は0.80mSvと見積もられた。人工放射性核種に起因する預託実効線量は、自然放射性核種と比較して非常に小さい値となった。預託実効線量はポロニウム210の寄与が大きく約90%を占めており、ポロニウム210の線量は主に魚介類に起因していた。従来から魚介類中のポロニウム210の濃度が高いことは知られているが(UNSCEAR2000)、日本人は魚介類の摂取量が特に多いので、ポロニウム210預託実効線量が大きくなっているといえる。

日本人一人当たりの食品摂取による預託実効線量0.80mSvは世界平均の値(0.12mSv)よりも高い。これは欧米諸国に比べて、日本人は魚介類の摂取量が多く、それに伴いポロニウム210による預託実効線量が大きくなっていることに起因しており、日本人特有の食生活を反映したものである。このように、食

品摂取による内部被ばくを評価するには、実際に則した調査研究が必要である。これまでの研究成果を踏まえて、実際に子供が食する給食について放射能濃度を調査し評価していくことが、より正確に子供の内部被ばくを把握する上で重要である。

表1 日本人一人あたりの食品摂取による預託実効線量

核種	摂取量 (Bq/年)	預託実効線量(mSv)	
		日本	UNSCEAR2000
Sr90	59	0.0017	
Cs137	60	0.00078	
Pu239+240	0.039	0.0000097	
U238	15	0.00067	0.00025
Th232	1.7	0.00039	0.00038
Ra226	43	0.012	0.0063
Pb210	85	0.058	0.021
Po210	610	0.73	0.070
計	870	0.80	

* UNSCEAR(United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)

2. 研究の目的

福島第一原子力発電所事故を機に、国民の食品の放射能汚染に対する不安が高まった。とりわけ子供への影響を懸念する声大きい。そこで、子供の食生活に直結する給食中の放射能濃度について調査し、給食摂取による内部被ばく線量評価を行うことを目的として研究を実施した。その際、人工放射性核種のみならず、自然放射性核種についても調査研究を行うことにより、内部被ばくに関する総合的な知見を得ることを目指した。また、実生活に即した研究成果を得るために試料採取方法に陰膳方式を採用した。

3. 研究の方法

(1)試料採取期間(四半期ごとに採取)

第1期間:平成25年1月~3月

第2期間:平成25年4月~6月

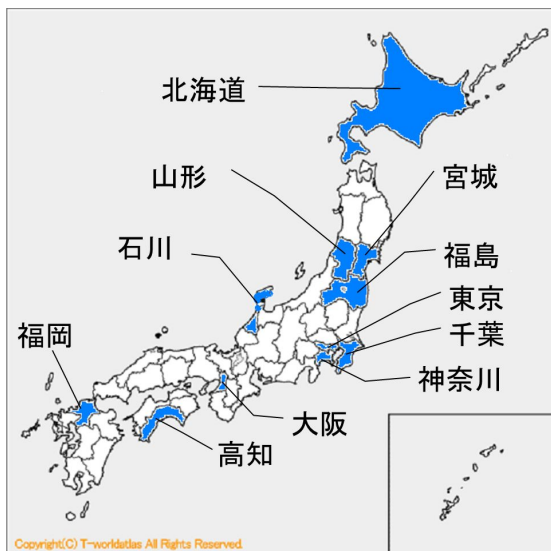
第3期間:平成25年7月~9月

第4期間:平成25年10月~12月

(2)採取地点

北海道、宮城、山形、福島、東京、千葉、神奈川、石川、大阪、高知、福岡

保育園（11園）、小学校（2校）



(3)試料採取方法

各採取期間において、数名分×5日分を採取（計10kg）

調理済みの給食を採取（牛乳を含む）

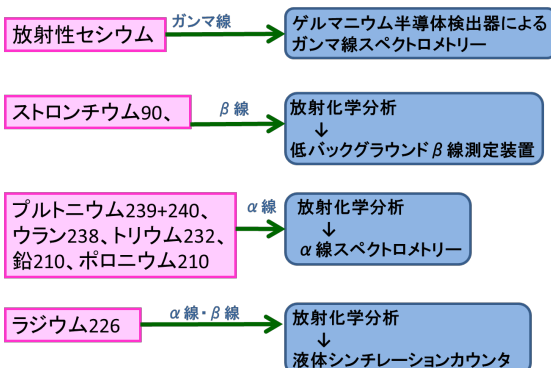
(4)対象核種

・人工放射性核種 ストロンチウム90、放射性セシウム、プルトニウム

・自然放射性核種 ウラン238、トリウム232、ラジウム226、鉛210、ポロニウム210

(4)分析方法

核種ごとに分析・測定方法を選択し、給食中の放射能濃度を分析した。



ポロニウム210（鉛210）を除く核種については、試料を灰化した後、分析・測定をおこなった。灰化処理については、文部科学省放射能測定法シリーズ13「ゲルマニウム半導体

検出器等を用いる機器分析のための試料の前処理法(昭和57年)」に準じておこなった。

（核種ごとの分析方法）

ストロンチウム90: 文部科学省放射能測定法シリーズ2「放射性ストロンチウム分析法(平成15年改訂)」に準じておこなった。

放射性セシウム: 文部科学省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(平成4年改訂)」に準じておこなった。

プルトニウム239+240: 文部科学省放射能測定法シリーズ12「プルトニウム分析法(平成2年改訂)」に準じておこなった。

ウラン238: 文部科学省放射能測定法シリーズ14「ウラン分析法(平成14年改訂)」に準じておこなった。

トリウム232、鉛210、ポロニウム210: Determination of ^{210}Pb , ^{210}Po , ^{232}Th , ^{230}Th , ^{228}Th , ^{238}U , ^{235}U and ^{234}U with alpha ray spectrometry in manganese nodule standard rock sample JMn-1: 分析化学 52 T.Miura (2003) に準じておこなった。

ラジウム226: 文部科学省放射能測定法シリーズ19「ラジウム分析法(平成2年)」に準じておこなった。

(5)結果の評価

得られた分析結果を用いて預託実効線量を算出した。

$$D = \sum_j C_j \cdot M \cdot H_j$$

D : 預託実効線量(mSv)

C_j : 給食中の放射性核種 j の濃度(Bq/人・食)
j : ^{90}Sr , ^{134}Cs , ^{137}Cs , $^{239+240}\text{Pu}$, ^{238}U , ^{232}Th , ^{226}Ra , ^{210}Pb , ^{210}Po

M : 1年間を365日とした

H_j : 線量換算係数(mSv/Bq) ICRP Publ.72 (1996) の値を引用。実効線量への換算係数は保育園児については「5歳児」の、小学校児童については「10歳児」に対する値を用いた。

表 2 線量換算係数

核種	線量換算係数 (mSv/Bq)	
	5 歳	10 歳
Sr90	0.000047	0.000060
Cs137	0.0000096	0.000010
Cs134	0.000013	0.000014
Pu239+240	0.00033	0.00027
U238	0.000080	0.000068
Th232	0.00035	0.00029
Ra226	0.00062	0.00080
Pb210	0.0022	0.0019
Po210	0.0044	0.0026

4. 研究成果

(1)分析結果

各核種の給食中の放射能濃度範囲を採取期間ごとに示す。

表 3 放射能濃度範囲 (人工放射性核種)

核種	期間	放射能濃度範囲	
		Bq/kg	Bq/人・食
Sr90	第 1	N.D. ~ <u>0.028</u>	N.D. ~ 0.012
	第 2	N.D. ~ 0.018	N.D. ~ 0.011
	第 3	N.D. ~ 0.019	N.D. ~ 0.011
	第 4	N.D. ~ 0.018	N.D. ~ 0.011
Cs137	第 1	N.D. ~ <u>0.16</u>	N.D. ~ 0.097
	第 2	0.021 ~ 0.095	0.0069 ~ 0.051
	第 3	0.020 ~ 0.13	0.0051 ~ 0.079
	第 4	N.D. ~ 0.15	N.D. ~ 0.061
Cs134	第 1	N.D. ~ <u>0.080</u>	N.D. ~ 0.048
	第 2	N.D. ~ 0.041	N.D. ~ 0.029
	第 3	N.D. ~ 0.061	N.D. ~ 0.033
	第 4	N.D. ~ 0.054	N.D. ~ 0.022
Pu239 +240	第 1	N.D.	N.D.
	第 2	N.D.	N.D.
	第 3	N.D.	N.D.
	第 4	N.D.	N.D.

* N.D. : 不検出

* 下線は最大値を示す。

表 4 放射能濃度範囲 (自然放射性核種)

核種	期間	放射能濃度範囲	
		Bq/kg	Bq/人・食
U238	第 1	0.0022 ~ 0.011	0.0010 ~ 0.0074
	第 2	0.00092 ~ <u>0.015</u>	0.00040 ~ 0.0091
	第 3	0.00071 ~ 0.014	0.00032 ~ 0.0084
	第 4	0.0016 ~ 0.0096	0.00067 ~ 0.0055
Th232	第 1	N.D. ~ 0.0011	N.D. ~ 0.00059
	第 2	N.D.	N.D.
	第 3	N.D. ~ <u>0.0016</u>	N.D. ~ 0.00097
	第 4	N.D.	N.D.
Ra226	第 1	N.D. ~ 0.026	N.D. ~ 0.012
	第 2	N.D. ~ 0.020	N.D. ~ 0.012
	第 3	0.0090 ~ <u>0.028</u>	0.0044 ~ 0.010
	第 4	N.D. ~ 0.018	N.D. ~ 0.011
Pb210	第 1	N.D. ~ 0.19	N.D. ~ 0.12
	第 2	N.D. ~ <u>0.23</u>	N.D. ~ 0.095
	第 3	N.D. ~ 0.15	N.D. ~ 0.075
	第 4	N.D. ~ 0.049	N.D. ~ 0.020
Po210	第 1	0.022 ~ 0.17	0.0063 ~ 0.10
	第 2	0.025 ~ <u>1.0</u>	0.010 ~ 0.46
	第 3	N.D. ~ 0.42	N.D. ~ 0.26
	第 4	0.024 ~ 0.38	0.012 ~ 0.10

* N.D. : 不検出

* 下線は最大値を示す。

給食中からセシウム 134 が検出されたが、これは事故由来といえる。本研究では、事故前のデータと比較するために、事故前におこなった調査と同程度の精度の分析を実施した。線スペクトロメトリーによる放射性セシウムの分析は生試料ではなく、試料を灰化して、得られた灰試料を測定容器に詰め、線を測定した(検出下限値:セシウム 137 は 0.015Bq/kg 程度、セシウム 134 は 0.025Bq/kg 程度)。採取地点ごとの放射性セシウムの検出状況を示す。

表5 採取地点ごとの放射性セシウム検出状況

採取地点	Cs137				Cs134			
	第1	第2	第3	第4	第1	第2	第3	第4
北海道					N		N	N
山形								
宮城							N	N
福島								
東京						N		N
神奈川 (川崎)							N	N
神奈川 (小田原)								
石川					N	N	N	N
大阪					N		N	N
高知					N	N	N	N
福岡	N			N	N	N	N	N
福島								
千葉						N		N

* : 検出 N : 不検出

* 上覧は保育園、下欄は小学校を示す。

分析結果を用いて、子ども一人あたりの預託実効線量を算出した（預託実効線量は園児と児童について算出）。第1期間における各核種の預託実効線量と寄与率を表6に示す。また、期間ごとの預託実効線量を表7に示す。
(2)まとめ

第1期間～第4期間に採取した給食の放射能濃度の結果が得られた。東日本から採取した給食からセシウム134が検出される傾向があったが、これは事故由来といえる。セシウム134以外の核種については、核種の検出パターンに地域による差は認められなかった。ポロニウム210は1試料を除き殆どの試料か

ら検出され、預託実効線量に対する寄与も大きかった。放射能濃度(N.D.～1.0 Bq/kg)は過去の日常食調査の結果と同程度であった。

(Sugiyama, Terada, *et al*)

表6 子ども一人当たりの預託実効線量（第1期間）

核種	保育園	
	預託実効線量(mSv)	寄与率(%)
Sr90	0.000075	0.1
Cs137	0.000093	0.1
Cs134	0.000054	0.1
Pu239+240	-	-
U238	0.000074	0.1
Th232	0.000016	0.02
Ra226	0.0012	2
Pb210	0.014	20
Po210	0.054	78
計	0.070	100
核種	小学校	
	預託実効線量(mSv)	寄与率(%)
Sr90	0.00013	0.1
Cs137	0.00021	0.2
Cs134	0.00012	0.1
Pu239+240	-	-
U238	0.00012	0.1
Th232	-	-
Ra226	0.0031	3
Pb210	0.052	52
Po210	0.044	44
計	0.10	100

表7 採取期間ごとの預託実効線量

採取期間	預託実効線量 (mSv)	
	保育園	小学校
第1	0.070	0.10
第2	0.16	0.087
第3	0.050	0.20
第4	0.057	0.065

<引用文献>

1) T. Ota, T. Sanada, Y. Kashiwara, T. Morimoto, K. Sato: Evaluation for committed effective dose due to dietary foods by the intake for Japanese adults, Jpn. J. Health Phys. 44, 80-88 (2009)

2) H. Sugiyama, H. Terada, K. Isomura, I. Iijima, J. Kobayashi, K. Kitamura, Internal exposure to 210Po and 40K from ingestion of cooked daily foodstuffs for adults in Japanese cities, Journal of toxicological sciences. 34(4), 417-425, 2009.

5. 主な発表論文等

[学会発表](計 3 件)

・ 太田智子、渡邊右修、岸本武士、越川昌義、小島健治、松田秀夫、大平智章、榎原陽子、早野和彦、寺田明子、「Evaluation of the committed effective dose due to food intake for Japanese adults before Fukushima nuclear plant accident and ongoing dose evaluation for children in post-Fukushima era.」 ISTERH 2013 in Tokyo, 2013年11月22日、京王プラザホテル(東京都) [口頭発表]

・ 太田智子、「全国保育園給食を対象とした放射性物質の存在量と被ばく線量の実態」日本公衆衛生学会、第73回日本公衆衛生学会総会、平成26年11月7日、栃木県総合文化センター(栃木県) [口頭発表]

・ 太田智子、渡邊右修、太田裕二、岸本武士、越川昌義、小島健治、松田秀夫、太田博、榎

原陽子、「福島原発事故後の調査による子供一人あたりの給食摂取による内部被ばく線量評価」日本衛生学会、第86回日本衛生学会学術総会、平成28年5月13日、旭川市民文化会館(北海道) [ポスター発表]

[その他]

・ 太田智子「食品摂取による内部被ばく線量評価(ポロニウム210からのアプローチ)」第10回米国Eichrom Technologies社ユーザーズミーティング、平成26年4月15日、KKRホテル(東京都)

・ 太田智子、特集「放射能分析の最新動向」食品摂取による内部被ばく線量評価について、月間「産業と環境」(5月号)1-8(2014) [雑誌、査読無し]

・ 太田智子「食品摂取による内部被ばく線量～バックデータを知る～」福島県農林水産部環境保全農業課、平成27年度28年度農林水産物の放射性物質分析に関する研修会、平成27年7月8日、平成28年6月10日福島県農業総合センター(福島県) [講演]

・ 太田智子「放射線と食品に関するミニ講演会」一般財団法人日本原子力文化財団、平成27年11月10日、スキップキッズ武蔵小山店(神奈川県) [講演]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

太田 智子 (Tomoko Ohta) 公益財団法人日本分析センター・その他部局等・研究員
研究者番号：60601797

(2) 研究分担者

渡邊 右修 (Yushu Watanabe) 公益財団法人日本分析センター・その他部局等・研究員
研究者番号：10544372

太田 裕二 (Yuji Ohta) 公益財団法人日本分析センター・その他部局等・研究員
研究者番号：00544371

越川 昌義 (Masayoshi Koshikawa) 公益財団法人日本分析センター・その他部局等・研究員
研究者番号：10627037

岸本 武士 (Takeshi Kishimoto) 公益財団法人日本分析センター・その他部局等・研究員
研究者番号：20544430

小島 健治 (Kenji Kojima) 公益財団法人日本分析センター・その他部局等・研究員
研究者番号：20627038

松田 秀夫 (Hideo Matsuda) 公益財団法人日本分析センター・その他部局等・研究員
研究者番号：60627040

太田 博 (Hiroshi Ohta) 公益財団法人日本分析センター・その他部局等・研究員
研究者番号：10742041

榎原 陽子 (Yoko Kashiwara) 公益財団法人日本分析センター・その他部局等・研究員
研究者番号：80627042