

II. 分担研究報告

厚生労働科学研究費補助金 (食品の安全確保推進研究事業)

食品加工や調理に伴う食品中の放射性物質の濃度変化に関する研究 分担研究報告

分担研究者 青野 辰雄 放射線医学総合研究所
研究協力者 吉田 聡 放射線医学総合研究所

要旨

平成 23 年 3 月に発生した東日本大震災に起因する東京電力(株)福島第一原子力発電所(FDNPS)事故によって大量の放射性物質が施設外の環境へ放出されたことにより、食品の摂取による内部被ばくが懸念された。このため、厚生労働省は、平成 24 年 4 月以降は、介入線量を年間 1mSv とし、新たな基準値を適用した。

新たな基準は、放射性セシウム濃度について基準値を設定し、その他の核種については、放射性セシウムとの濃度比を推定することにより、その線量への寄与を考慮している。その寄与率は、環境モニタリングや環境移行パラメータにより推定されており、食品を測定した結果に基づくものではない。食品中の放射性核種濃度を測定することにより、安全が担保されていることを検証することが必要不可欠である。さらに加工や調理等に伴う放射性核種濃度比の変化を把握することは、この妥当性を検証の上でも重要である。そこで、調理加工に伴う食品中の放射性物質の濃度変化に関する研究を実施した。FDNPS から 20km 圏内の海域の魚介類を採取し、これらの可食部の測定を行ったところ、食品中の基準値を超えた試料は、榎葉町沖合のコモンカスベの 109Bq/kg-生重量だけであった。また調理加工に伴い、可食部の放射性セシウムと ^{40}K 濃度が 40%程低下することが明らかとなった。

A. 研究目的

新たな基準は、放射性セシウム濃度について基準値を設定し、その他の核種については、放射性セシウムとの濃度比を推定することにより、その線量への寄与を考慮している。食品の摂

取に起因する内部被ばく線量に対する放射性セシウムの寄与を精度良く評価するためには、食品加工や調理における放射性核種濃度比の変化についても把握する必要がある。そこで食品中の放射性核種濃度の基準値を策定する際

に推定された放射性セシウムの線量への寄与率について、その妥当性を確認するために実施するものである。福島県を含め国内で流通している魚介類は放射性セシウムが 100Bq/kg-生重量以下であり、放射性セシウムに対する他の核種の寄与率を比較することが非常に難しい状況にある。一方で、東京電力(株)(TEPCO)福島第一原発電所(FDNPS)内では、タンク等に貯蔵した汚染水等の漏洩に関する報告が続いた。処理された汚染水は、90%以上の放射性セシウムが除去されるが、放射性ストロンチウム等については処理水に残存した状態でタンク等に保管されている。平成23年3月の水素爆発等で大気に放出されたものや FDNPS の2号機サブドレインからの高濃度汚染水の海洋への直接流出時における放射性核種の比に対して、放射性セシウムを除去した高濃度の放射性ストロンチウムを含む汚染水が海洋へ流出した可能性が指摘されている。さらに放射性ストロンチウムは水産生物のカルシウムを多く含む骨に濃縮されることが知られている。そこで、魚介類中の部位毎の放射性核種の濃度比を明らかにすることを目的に、今年度は、FDNPS からの影響を確認しやすく、また魚介類が採取可能な FDNPS 沖合 20km 圏内のモニタリング海域において魚介類を採取し、「調理加工に伴う水産物中の放射性物質の濃度

変動に関する研究」を実施した。

B. 研究方法

1. 水産物中の放射性物質の濃度測定

1.1. 調査協力と試料入手

本研究で対象とする水産物は、FDNPS から 20km 圏内で採取される魚類とした。福島県水産試験場の協力を得て情報収集¹⁾を行い、TEPCO による水産物モニタリングで、多くの種類の魚類が採取できるモニタリング測点²⁾を選択し、平成25年11月に FDNPS 北側の小高区村上(南相馬郡)沖合(北緯 37 度 33 分、東経 141 度 03 分)で相馬双葉漁業協同組合の漁船で刺し網により、また FDNPS 南側の木戸川(楢葉町)沖合(北緯 37 度 15 分、東経 141 度 02 分)でいわき市漁業協同組合の漁船で刺し網により魚介類を採取した。採取した魚類を Table 1 に示す。

1.2. 核種の濃度の測定

採取した魚介類は、体液等のドリップによる損失が少ないように速やかに、可食部、内臓部とアラ部(皮、骨、鰓、頭、尾等の可食部及び内臓部以外)に分割し、冷凍保存した。可食部とアラ部について、真空乾燥を行い、ミキサー等で粉碎後に乾燥試料とした。この一部はマイクロ波灰化装置を用いて灰化試料の作成を行った。生重量に対する灰化率は 8%以下であった。この灰試

料を U8 容器に詰めて、Canberra 社製低バックグラウンドゲルマニウム半導体検出器 (GX2019) を用いて、24 時間以上の核種の測定を行った。ゲルマニウム半導体検出器は、日本アイソトープ協会製の標準体積線源 (5~50mm、9.5~95g、アルミナ) を用いて効率曲線を作成したものをを用いた。Cs-134 (604.7 keV)、Cs-137 (661.7 keV)、K-40 (1460 keV) の定量結果を記録した。これ以外の核種は計測されなかった。測定結果を Table 2 に示す。

2. 調理加工に伴う魚類中の放射性物質濃度変動に関する研究

2.1. 魚類の調理法

福島沖で採取した魚類の可食部について、一定重量を充填した調理用パックに生重量と同じ状態になるように純水を加えた。これをビーカーに入れ、魚類の煮物を想定し、150mL の純水をパックが入ったビーカーに加え、これを 80~90 の湯浴で 30 分加温した。加温後パックをビーカーから取り出し、軽く絞り、一度冷却した。このパックより取り出した試料は真空乾燥を行い、ミキサー等で粉碎後に乾燥試料とした。

2.3. 核種の濃度の測定

乾燥試料は U8 容器に詰めて、Canberra 社製低バックグラウンドゲルマニウム半導体検出器 (GX2019) を用

いて、24 時間以上の核種の測定を行った。測定結果を Table 3 に示す。

C. 研究結果

1. 水産物中の放射性物質の濃度測定

平成 25 年 11 月に採取した魚介類は、FDNPS 北側の小高区村上 (南相馬郡) 沖合で、ヒラメ、イシガレイ、コモンカスベ、ケムシカジカとガザミ (甲殻類) の 5 種類と FDNPS 南側の木戸川 (楢葉町) 沖合でヒラメ、アイナメ、コモンカスベ、ブリ、ニベとトラザメであった。いずれの魚介類も複数の試料を用いて、分析を行った。南相馬沖合では、魚介類可食部中の放射性セシウム ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) 濃度 (Bq/kg-生重量) は、高い順にコモンカスベ (67)、ヒラメ (66)、ケムシカジカ (34) とイシガレイ (14) であった。楢葉町沖合では、魚介類可食部中の放射性セシウム ($^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$) 濃度 (Bq/kg-生重量) は、高い順にコモンカスベ (109)、ヒラメ (40)、アイナメ (23)、ニベ (11)、ブリ (7) とトラザメ (6) であった。コモンカスベは可食部で基準値の 100 Bq/kg-生重量を超えた。アラ部中の放射性セシウム濃度は、南相馬沖合のコモンカスベ以外は可食部中の放射性セシウム濃度の半分以下であったが、コモンカスベの場合、可食部濃度の半分以上であった。これはコモンカスベの総重量の 30% が可食部に対して、60%

以上がアラであるためと考えられる。天然放射性核種 ^{40}K 濃度 (Bq/kg-生重量) については、アラ部では 53~85 と魚種による違いは認められなかった。可食部では檜葉町沖合ヒラメで 417 が最も高く、他は 86~160 の範囲にあった。

2. 調理加工に伴う魚類中の放射性物質濃度変動について

調理加工に伴う魚類可食部中の放射性セシウムと ^{40}K 濃度の変動を Table 3 に示す。

今回は乾燥試料を乾燥率から生重量と同じ状態になるように戻し、その試料を用いて、煮物を想定して実験を行った。一部の魚類(檜葉町沖合のヒラメ、コモンカスベとトラザメ)では濃度の減少が確認できなかったが、残りのほとんどの試料で生重量時の濃度に対して、調理後の濃度は放射性セシウムと ^{40}K は共に 40%以上減少した。

D. 考察

今回採取された魚介類のうち、食品中の基準値を超えた試料は、檜葉町沖合のコモンカスベだけであった。TEPCO のモニタリング結果でも、FDNPS の港湾外では高い放射性セシウム濃度の魚介類は検出され難い状態にある²⁾。これはサンプリングを行った海域での海水中の放射性セシウム濃度は数~数十 mBq/L で、これは事故前の海水中の放射

性セシウム濃度の約 2 mBq/L に対して数倍から十倍程度のレベルまで海水中の放射性セシウム濃度が下がっていること、また平成 25 年には同海域におけるプランクトン試料中の濃度が、事故前の濃度レベルまで下がっている³⁾こと、海底堆積物中の濃度は底質組成により海域によって濃度差が大きい⁴⁾ことがあげられる。そのため回遊魚に比べて、底層に生息し、底生生物⁵⁾を捕食するヒラメやコモンカスベのような底層魚では放射性セシウム濃度は高い傾向にあることが考えられる。

調理加工に伴う魚介類の溶出実験を行ったところ、ほとんどの試料で調理後に放射性セシウムと ^{40}K 濃度が 40%以上減少する結果が得られた。魚種毎の両核種濃度の低減率がほぼ同じであり、加工に伴い体液等の流出した結果、減少したことが考えられる。今回は乾燥試料を純水で生試料と同じ状態に戻し実験を行った。乾燥後の試料は塊状態であった。そのため乾燥試料を均一にするため、ミキサーで粉碎し、乾燥粉末試料とした。実験にはこれを用いたため、煮出し中に一部試料の流出があった。試料中の放射性セシウムと ^{40}K 濃度比に変化がないことから、試料の損失に伴い、放射性核種濃度の低減が確認されなかった魚種もあることが考えられる。

E. 結論

TEPCO FDNPS 20km 圏内の海域において刺し網で採取した魚介類中の放射性セシウムと⁴⁰K濃度を測定した。採取された魚介類のうち、可食部で食品中の基準値を超えた試料は、楢葉町沖合のコモンカスベの109 Bq/kg-生重量だけであった。調理加工に伴い、ほとんどの試料で可食部の放射性セシウムと⁴⁰K濃度が40%程低下することが明らかとなった。今後、灰化した試料を用いて、放射性ストロンチウムとプルトニウムの測定を実施する。

F. 引用文献

- 1) 福島県水産試験場、基準値(100Bq/kg)を超えた海産魚介類(月別海域別)、2014年5月22日、<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/65869.pdf>
- 2) TEPCO, 魚介類の核種分析結果<福島第一原子力発電所 20km 圏内海域>,2013年10月18日、http://www.tepco.co.jp/nu/fukushima-np/f1/smp/2013/images/fish02_131018-j.pdf
- 3) 青野 辰雄、鄭 建、府馬 正一、久保田 善久、渡辺 嘉人、久保田 正秀、溝口 雅彦、尾崎 和久、早乙女 忠弘、五十嵐 敏、伊藤 友加里、神田 穰太、石丸 隆、吉田 聡：福島沿岸における海洋生物中の

放射性核種について、Proceedings of the Workshop on Environmental Radioactivity (KEK Proceedings), 203-205、2012.

- 4) S. Otsuka, T. Kobayashi, Sedimentation and remobilization of radiocesium in the coastal area of Ibaraki, 70 km south of the Fukushima Dai-ichi Nuclear Power Plant, Environ Monit Assess, DOI 10.1007/s10661-012-2956-7, 2012
- 5) 福島県水産試験場、魚介類の餌料生物等の放射性セシウム濃度検査結果、2012年12月28日、<https://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/37752.pdf>

G. 研究業績

1. Observation of Radionuclides in Marine Biota off the Coast of Fukushima Prefecture After TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident, Tatsuo Aono, Yukari Ito, Tadahiro Sohtome, Takuji Mizuno, Satoshi Igarashi, Jota Kanda, and Takashi Ishimaru, Radiation Monitoring and Dose Estimation of the Fukushima Nuclear Accident, S. Takahashi (ed.), 115 - 123, 2014-01, DOI: 10.1007/978-4-431-54583-5_11, Springer

2. 青野 辰雄、石丸 隆、神田 穰太、
伊藤 友加里、早乙女 忠弘、五十
嵐 敏、吉田 聡：福島沿岸におけ
る海洋生物中の放射性核種について、
Proceedings of the Workshop on
Environmental Radioactivity (KEK
Proceedings), 261-264、2013.

H. 知的財産権の出願・登録状況
なし

I. 健康危険情報
なし

Table 1 TEPCO FDNPS 20km圏内の海域で採取した魚介類

(1) 2013年11月6日に南相馬郡小高区村上沖合(北緯37度33分、東経141度03分)で採取した魚介類

魚種名	数	平均全長(mm)	平均重量(kg)
ヒラメ	5	546	1.60
イシガレイ	2	425	0.95
コモンカスベ	5	502	1.10
ケムシカジカ	8	366	1.04
ガザミ	7	184	0.38

(2) 2013年11月13日に楢葉町木戸川沖合(北緯37度15分、東経141度02分)で採取した魚介類

魚種名	数	平均全長(mm)	平均重量(kg)
ヒラメ	5	536	1.50
アイナメ	10	345	0.52
コモンカスベ	10	466	0.83
ブリ	7	391	0.63
ニベ	28	281	0.25
トラザメ	5	423	0.35

Table 2 TEPCO FDNPS 20km圏内の海域で採取した魚介類中の放射性核種濃度

(1) 2013年11月6日に南相馬郡小高区村上沖合で採取した魚介類

部位 魚種名	筋肉 Bq/kg-生重量				アラ Bq/kg-生重量			
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
ヒラメ	18.51	47.50	66.01	417.14	2.87	7.26	10.13	85.47
イシガレイ	4.54	9.84	14.38	133.20	1.58	4.20	5.78	80.97
コモンカスベ	20.64	47.01	67.65	98.18	13.82	31.43	45.25	75.97
ケムシカジカ	10.38	23.94	34.32	127.92	2.35	5.74	8.09	76.00
ガザミ	0.22	0.53	0.75	97.98	-	-	-	-

(2) 2013年11月13日に檜葉町木戸川沖合で採取した魚介類

部位 魚種名	筋肉 Bq/kg-生重量				アラ Bq/kg-生重量			
	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	⁴⁰ K
ヒラメ	18.80	46.74	65.54	159.79	5.18	12.22	17.40	76.66
アイナメ	11.23	27.93	39.16	135.38	-	-	-	-
コモンカスベ	29.84	79.13	108.97	86.35	14.11	37.49	51.60	76.26
ブリ	2.15	5.01	7.16	140.55	-	-	-	-
ニベ	3.25	7.73	10.98	124.58	-	-	-	-
トラザメ	4.12	9.54	13.66	93.38	0.70	1.68	2.38	53.44

Table 3 調理加工に伴う魚類可食部中の放射性核種濃度の変動

放射性核種		$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$			^{40}K		
採取海域	魚種名	生試料	調理後試料	低減率	生試料	調理後試料	低減率
		Bq/kg-生	Bq/kg-生	%	Bq/kg-生	Bq/kg-生	%
南相馬郡	ヒラメ	66.01	18.75	72	417.14	104.40	75
	イシガレイ	14.38	7.88	45	133.20	67.08	50
	コモンカスベ	67.65	40.92	40	98.18	75.28	23
	ケムシカジカ	34.32	19.76	42	127.92	71.54	44
	ガザミ	0.75	0.40	47	97.98	36.73	63
檜葉町	ヒラメ	65.54	66.81	-	159.79	166.27	-
	アイナメ	39.16	22.51	43	135.38	82.74	39
	コモンカスベ	108.97	110.70	-	86.35	86.97	-
	ブリ	7.16	2.57	64	140.55	42.93	69
	ニベ	10.98	6.87	37	124.58	67.52	46
	トラザメ	13.66	17.20	-	93.38	110.27	-

厚生労働科学研究費補助金

(厚生労働科学特別研究事業)

食品中放射性セシウム濃度基準値の妥当性検証 分担研究報告

分担研究者 高橋 知之 京都大学 原子炉実験所
研究協力者 塚田 祥文 福島大学 うつくしまふくしま未来支援センター
研究協力者 福谷 哲 京都大学 原子炉実験所

研究要旨

東京電力(株)福島第一原子力発電所事故直後に設定された暫定規制値に代わり、平成24年4月以降の長期的な状況に適用された食品中放射性核種濃度の基準値は、放射性セシウムについて「一般食品」については100Bq/kg、「乳児用食品」及び「牛乳」については、より安全側に50Bq/kgとすることが妥当であると考えられた。この基準値の導出には、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、放射性セシウム以外の核種の寄与も考慮されている。本研究では、福島県内で生産された食品を購入し、その放射性セシウム(Cs-134及びCs-137)濃度、及びSr-90濃度等を測定することにより、基準値の設定において用いられた放射性核種の移行評価及びその結果導出された核種濃度比の妥当性について検討し、基準値の導出が妥当であったことを確認した。

A. 研究目的

薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会は、東京電力(株)福島第一原子力発電所事故直後に設定された暫定規制値に代わり、平成24年4月以降の長期的な状況に適用する食品中の放射性物質の基準値について、合理的に達成できる限り線量を低く保つという考えに立ち、より一層、国民の安全・安心を確保する観点から、介入線量レベルを

年間1ミリシーベルトに引き下げることが妥当と判断し、この線量に相当する食品中放射性セシウムの限度値を導出することにより、基準値を設定した。その際、農畜産物等への放射性核種の移行評価を行うことにより、食品の摂取に起因する内部被ばく線量評価を実施した。その結果、限度値が最も小さくなるのは、1年目における13-18歳(男)であり、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を持たすため、基準値は、この値を安全側に切り下げて 100 Bq/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 50 Bq/kg の基準値を設定することが妥当とした。

基準値の設定にあたっては、最も内部被ばく線量に対する影響が大きいと推定され、迅速に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) を対象とした。放射性セシウム以外の核種の影響については、検査の実効性を確保する観点から、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管理し、放射性セシウム濃度で規制を行うこととした。このため、食品の摂取による内部被ばくに対する放射性セシウムの寄与について評価を実施した。すなわち、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た。食品中の放射性核種濃度比は、土壌中放射性核種濃度の比や、環境移行モデル及びパラメータにより推定した。

そのため本研究は、市場流通してい

る農畜産物から、福島県産に限定して作物中の放射性核種濃度等を測定し、その測定結果を比較検討することにより、基準値の導出の際に評価した放射性セシウムに対する核種濃度比の妥当性について検討し、あわせて内部被ばく線量を評価した。

B. 研究方法

1. 食品試料の入手

本研究で対象とする食品は、福島県内で生産された農畜産物であり、かつ市販品として流通しているものとした。このため、福島県内の JA 農作物直売所等で、福島県産品であることを確認した上で購入した。試料の購入は、平成 24 年度は、7 月から 12 月にかけて 40 試料の農畜産物を購入した。また、平成 25 年度は、4 月から 10 月にかけて、42 試料の農作物を購入した。なお、平成 24 年度の結果から飼料中濃度が管理されている畜産物について放射性セシウム濃度が既に検出限界値以下であったことから、平成 25 年度は農作物のみを対象とした。

あわせて、平成 24 年度の試料中 Sr-90 濃度が全て検出下限値未満であったことから、平成 25 年度は、いくつかの試料について、検出下限値を下げるために、試料 10~20 kg 程度灰化処理を行い、Sr-90 を検出することを試みた。更に、キュウリ、ジャガイモ及びダイズ

については調理加工に伴う放射性セシウム及び Sr-90 濃度を測定した。調理加工については、キュウリは塩漬け、ジャガイモとダイズについては茹でる調理加工を実施した。

2. 放射性セシウム濃度の測定

福島大学において、購入した農作物試料は、食事に供される状態を前提とし、作物の種類に応じて、水洗い、皮やへたの除去等の前処理を行った。その後、80℃で乾燥し、カッター・ブレンダーで粉碎・混合して測定試料とした。試料をプラスチック製の U-8 容器に詰め、Canberra 社製の Ge 半導体検出器 (GC2020、GC3020 及び GC4020) で、放射性セシウム濃度を測定した。Cs-134 及び Cs-137 の定量には、それぞれ 604.7 keV 及び 661.7 keV の線をを用いた。測定時間は約 9,400 秒から約 310,000 秒とした。また、同時に K-40 (1460 keV) の定量も実施した。なお、日本アイソトープ協会製の 5 種類 (5~50 mm、9.5~95.0 g) の標準試料で効率曲線を作成した。

3. Sr-90 濃度の測定

福島大学において放射性セシウムの測定を終了した試料は、京都大学原子炉実験所に送付し、Sr-90 濃度の測定に供した。まず、試料を灰化 (500℃、6 時間) 減容した。灰化試料を硝酸、過

酸化水素水で分解し、その後マイクロウェーブ試料分解装置 (TOPWave、アナリティクイエナ社製) でほぼ完全に溶液化した。溶液を加熱乾固し、0.1M 硝酸で再溶解して陽イオン交換樹脂 (Dowex 50Wx8 など) に通し、その後 8M 硝酸でストロンチウムを含む分画を回収した。回収したストロンチウム含有試料をさらに SrResin (EiChrom 社製) に通し、0.05M 硝酸でストロンチウムを選択的に回収した。ストロンチウムの回収率は操作前後の溶液中ストロンチウム濃度を ICP-AES (iCap Duo 6300、サーモサイエンティフィック社製) で測定して算出した。

ストロンチウムを単離した溶液は 20 mL 容量のガラスバイヤルに入れ、直ちに液体シンチレーションカウンター (Tri Carb 2700 あるいは Tri Carb 2750、パッカー社製) でチェレンコフ光を測定した。その後断続的に測定して、Sr-90 の娘核種である Y-90 の増加を確認した上で、Sr-90 を定量した。

4. 大量試料による Sr-90 濃度の測定

今年度は、供試量を約 10kg 程度調達した 10 個の試料について、放射性セシウムを測定するとともに、玄米、キュウリ、ジャガイモ、ダイズについて Sr-90 濃度を測定した。なお、キュウリ、ジャガイモ、ダイズについては、加工による濃度比の変化を検討するため、

それぞれキュウリの塩漬け、茹でイモ、茹でダイズに加工した状態での濃度の測定も実施した。残りの試料の Sr-90 濃度については平成 26 年度に測定予定である。

試料は熱風乾燥（105℃）及び凍結乾燥後に乾燥試料の灰化（450℃以下）を行った。灰化試料の Sr-90 濃度の測定方法は、“文部科学省放射能測定シリーズ 2「放射性ストロンチウム分析法」（平成 15 年改定）」に拠った。

なお、灰化試料の作成は（株）環境総合テクノス、Sr-90 濃度の分析は（一財）九州環境管理協会に委託して実施した。放射性セシウム濃度の測定は福島大学で実施した。

5. 安定ストロンチウム濃度及びカルシウム濃度の測定

「3. Sr-90 濃度の測定」で溶液化したサンプル（陽イオン交換樹脂処理前のもの）を採取し、安定ストロンチウム濃度及びカルシウム濃度の測定に供した。測定は ICP-MS（HP-4500, Yokogawa）及び ICP-AES（iCAP-6300, Thermo Fisher Scientific）を用いて行い、濃度既知の標準溶液で検量線を作成し定量した。

6. 過去の大気圏内核実験によるフォールアウトの影響の調査

人工放射性核種である Cs-137 と

Sr-90 は、主に 1950～1960 年代の大気圏内核実験によって大気中に放出されて、地表面に沈着したことから、本事故の前に既に環境中に存在し、農畜産物からも検出されている。このため、本研究で測定された農畜産物中放射性核種濃度には、このフォールアウトの寄与も含まれており、特に本事故による放射性核種の影響が少ない場合には、核種濃度比もその影響が顕著に現れると考えられる。よって、過去のフォールアウトの影響を把握するために、環境放射線データベース 1) から、本事故が発生する前の平成 12 年～平成 22 年の間の農畜産物中 Cs-137 濃度及び Sr-90 濃度のデータを検索した。本研究では核種濃度比の考察が重要となることから、検索されたデータの内、試料の種類、試料採取日及び試料採取場所が同一である試料について「同一試料」と見なし、その同一試料において Cs-137 及び Sr-90 の両方が検出されているデータを抽出して、今回の食品試料の結果と比較検討することとした。なお、Cs-137 濃度の測定値が日本分析センターと地方自治体機関の両方に存在する場合は、Sr-90 濃度の測定機関である日本分析センターによる測定値を採用することとした。

C. 研究結果

1. 一般試料中放射性核種濃度及び安

定元素濃度の測定結果

平成 24 年度及び平成 25 年度に購入した一般流通食品（農畜産物）中放射性核種濃度、及び安定ストロンチウム、カルシウム濃度の測定結果を表 1 及び表 2 にそれぞれ示す。なお、平成 24 年度に調査した試料の放射性セシウム濃度については既に報告済みであるが、Sr-90 の分析結果と対比させるため併せて表示した。

平成 24 年度の放射性セシウム（Cs-134+Cs-137）濃度は検出下限値未満から 40.2 Bq/kg-生重量であった。このうち、畜産物であるシャモ肉、鶏肉、豚肉、タマゴはいずれも検出下限値未満であった。このため、「D.考察」においては、農作物のみを考察の対象とする。

平成 25 年度の放射性セシウム濃度は検出下限値未満から 14.0 Bq/kg-生重量であった。このように、平成 24 年度、平成 25 年度ともに、一般食品の基準値である 100 Bq/kg を超える農畜産物はなかった。また、平成 25 年度の試料は平成 24 年度の試料に比べ放射性セシウム濃度が全体的に減少していた。Cs-134 については放射性崩壊による減少が考えられるが、放射性崩壊の影響が小さい Cs-137 濃度も全体的に減少しており、農作物への吸収抑制措置、土壌から農作物への移行が経時的に減少するエイジング、農耕地からの Cs-137

の溶脱等の影響が現れていることが考えられる。

一方、表 1 に示したように、平成 24 年度の試料中 Sr-90 濃度は、試料全てにおいて、検出下限値未満であった。平成 25 年度に採取した試料の Sr-90 濃度は現在測定中である。

なお、平成 24～25 年度の食品試料中安定ストロンチウム濃度は 16～6600 $\mu\text{g}/\text{kg}$ と、その範囲は二桁にわたっていた。

2. 大量試料中放射性核種濃度の測定結果

平成 24 年度に調査した方法では Sr-90 を検出することができなかったため、平成 25 年度には一部試料について供試量を約 10 kg に増量して Sr-90 濃度を定量することを試みた結果を表 3 に示す。ここで用いた試料は玄米、キュウリ、ジャガイモ、大豆、コマツナ、シイタケ、食用菊、ニンジン、柿であり、このうち、キュウリ、ジャガイモ、大豆、柿は調理加工後の濃度も測定し、放射性セシウムの濃度も合わせて調理加工による放射性核種の溶脱について調査した。

調理加工前の作物中放射性セシウム濃度は、0.085～13 Bq/kg-生重量の範囲であった。調理加工後の放射性セシウム濃度を調理加工前と比較した。キュウリ中濃度は、生重量当たりで比較す

ると調理加工前後で変化は見られなかったが、乾物重量当たりで比較すると濃度が減少しており、塩漬けにより放射性セシウムが溶脱していると考えられる。一方、ジャガイモについては生重量当たり及び乾物重量当たりとも濃度に変化がなく茹でることによる溶脱は見られなかった。大豆については、生重量当たり及び乾物重量当たり共に放射性セシウム濃度が減少しており、茹でることにより溶脱していることが確認された。

調理加工前の玄米、キュウリ、ジャガイモ、大豆中 Sr-90 濃度は、0.012～0.30 Bq/kg-生重量の範囲であった。キュウリ中濃度は、生重量当たりで比較すると加工することで若干増加しているが、乾物重量当たりで比較すると減少している。ジャガイモについては、生重量当たり及び乾物重量当たり共に減少しており、調理加工に伴い Sr-90 が溶脱することが明らかになった。ダイズについては、生重量当たりの濃度では調理加工後の濃度で減少しているが、乾物重量当たりでの変化が少ないことから、溶脱量は少ないと考えられる。

D. 考察

1. 基準値の導出の考え方による農作物核種濃度比の評価²⁾

基準値の導出にあたり、農作物に関しては、長期的には、耕作土壌から吸

収された放射性核種による汚染が支配的となってくると考えられることから、この経路（経根吸収経路）を評価している。すなわち、ある時点を開始とする1年間の、農作物における各放射性核種の Cs-137 に対する濃度比は、以下の式で与えられる。

$$RCc_n(t) = RCs_n^0 \cdot RTFc_n \int_{t'}^{t'+1} \frac{\exp(-I_n t)}{\exp(-I_{cs-137} t)} dt$$

ここで、

$RCc_n(t)$: 農作物における評価年 t の核種 n の年間平均濃度比(-)

RCs_n^0 : 核種 n の耕作土壌中初期濃度比(-)

$RTFc_n$: 核種 n の土壌から農作物への移行係数比(-)

である。農作物への移行係数比は農作物の種類によって異なるため、農作物における評価は、農作物分類毎に行っている。

土壌における放射性核種の初期濃度比は、文部科学省が実施している放射線量等分布マップの作成のために測定されたモニタリングデータが存在する場合は、そのデータを用いることとしている。文科省モニタリングデータによる Cs-137 に対する Sr-90 の土壌中濃度の比率は、 $1.6 \times 10^{-4} \sim 5.8 \times 10^{-2}$ であり、算術平均は 2.6×10^{-3} であることが

ら、地表面に沈着した Sr-90 の Cs-137 に対する土壤中濃度比として、 2.6×10^{-3} を高い値に丸めた 3×10^{-3} (平成 23 年 6 月 14 日時点) から換算して用いている。

一般に土壤から農作物への移行を評価する場合、農作物中の放射性核種濃度が土壤中濃度に比例するモデルが用いられる。このモデルの比例係数が、土壤 - 農作物間の移行係数である。基準値の導出では、独立行政法人放射線医学総合研究所、公益財団法人環境科学技術研究所及び独立行政法人農業環境技術研究所において得られた放射性核種及び安定元素による移行係数データと、IAEA が平成 22 年に取りまとめたテクニカル・レポート・シリーズ (TRS) No. 472 に示された放射性核種の移行係数を参照し、4 機関のデータを比較し、最も高い比を示す値を選択し、過小評価とならないように選択している。なお、コメについては、玄米と白米の両方のデータを比較し、玄米の方が、ストロンチウムとセシウムに対する移行係数の比が高いことから、玄米だけを食する人でも安全が担保できるよう、コメの移行係数比として玄米の移行係数比を採用している。基準値の導出に用いられた土壤から農作物への移行平成 24 年度の食品試料の採取は平成 24 年 7 月から 12 月に実施していることから、そのほぼ中間である平成 24 年 9 月

30 日における、上述した基準値の導出の考え方による農作物核種濃度比を評価した結果を表 5 に示す。なお、平成 25 年 9 月 30 日における評価結果もあわせて表 5 に示す。Cs-137 の半減期は約 30 年、Sr-90 の半減期は約 29 年であり、この 2 核種の半減期は比較的近い値であることから、若干の期間設定の差異は核種濃度比の評価結果に大きな影響を及ぼさない。

2. 基準値の導出の考え方による農作物核種濃度比の評価結果および過去のフォールアウトによる濃度との比較

平成 25 年度に採取した試料の Sr-90 濃度は全て測定中であることから、平成 24 年度に採取した試料を対象として評価を行う。

基準値の導出の考え方による農畜産物中の核種間の濃度比はその種類によって異なることから、農作物中放射性核種濃度実測値と、基準値の導出の考え方による農作物核種濃度比の評価結果との比較は、農作物の種類毎に行う必要がある。ただし、本研究におけるサンプリング試料と、平成 12 年～平成 22 年におけるサンプリング試料は、いずれも表 4 に示した農作物の評価において用いられた分類を網羅していない。このため、コメ (図 1)、根菜類及び芋類 (図 2)、葉菜類・豆類・果菜類 (図 3) に分類して図示し、考察すること

とする。

(1) コメ

コメ中の Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の検出下限値、平成 12 年～平成 22 年においてコメ中の Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の両方が検出されているデータ、及び基準値の導出の考え方による、コメ中 Sr-90/Cs-137 濃度比を評価した結果を図 1 に示す。本研究ではコメについては玄米を対象として 3 試料測定しており、Cs-137 濃度の範囲は 1.4～4.9 Bq/kg 生であった。なお、平成 12 年～平成 22 年において Cs-137 濃度及び Sr-90 濃度の両方が検出されているデータは全て対象が白米であり、玄米は含まれていない。また、図 1 のプロットは Cs-137 濃度及び Sr-90 濃度の両核種が検出された試料であり、どちらか一方あるいは両方が検出下限値未満とされているものはプロットされていないため、実際の濃度範囲は、図にプロットされている範囲より低い方に広がっていると考えるべきである。これは後述する図 2、図 3 でも同様である。

図 1 に見られるように、今回検出された玄米中 Cs-137 濃度は、玄米と白米の差異を考慮しても明確に高く、今回の事故の影響が現れていることが明らかである。これに対し、平成 24 年度試料の測定では数百 g の試料を用いたものの、Sr-90 を検出することはできな

った。

(2) 根菜類及び芋類

平成 24 年度に採取した根菜類及び芋類の Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の検出下限値、大気圏核実験由来のフォールアウトによる根菜類中の Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の相関、及び基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 濃度比を評価した結果を図 2 に示す。今回の測定では Sr-90 濃度を検出することができなかった。Sr-90 の検出下限値は 0.1 Bq/kg 生重量程度であり、芋類における基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 濃度比も高いが、仮に検出下限値をこれより低くしても、フォールアウトによる Sr-90 が検出される可能性がある。

(3) 葉菜類・豆類・果菜類

葉菜類、豆類、果菜類中の Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の検出下限値、フォールアウトによる葉菜類中の Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の相関、及び基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 濃度比を評価した結果を図 3 に示す。過去のフォールアウトによる豆類及び果菜類中 Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の範囲は、今回の調査では不明である。葉菜類、豆類、果菜類のいずれについても、比較的 Cs-137 濃度が高い試料においても Sr-90 は検出下限値未満であり、その検

出下限値は基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 濃度比よりも低い。すなわち、葉菜類、豆類、果菜類については、フォールアウトによる Sr-90 が含まれている可能性を考慮しても、Sr-90 濃度は基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 濃度比よりも低く、基準値導出における推定方法が妥当であることが示唆される。

3. 大量試料による農作物核種濃度比の評価結果

供試量を約 10 kg として Sr-90 濃度を分析した値を用いて、Cs-137 濃度と Sr-90 濃度の相関、及び基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 濃度比を評価した結果を図 4 に示す。キュウリを除く 5 試料は Cs-137 濃度が 1 Bq/kg-生重量を超えており、事故の影響が示唆される。一方、Sr-90 濃度は、図 1～図 3 に示したように、過去のフォールアウトによる農作物中 Sr-90 濃度の範囲内であり、検出された Sr-90 が事故による影響であると同定することはできなかった。なお、これらの試料については、フォールアウトによる Sr-90 が含まれている可能性を考慮しても、Sr-90 濃度は基準値の導出の考え方による Sr-90/Cs-137 濃度比よりも低く、基準値導出における推定方法が妥当であることが示唆される。キュウリについては Cs-137 濃度が低く、事故の影響

が限定的であると考えられ、検出された Sr-90 もフォールアウトによると考えられる。

4. 安定ストロンチウム濃度及びカルシウム濃度

表 1 に示したように、平成 24 年度に採取した一般流通食品（農畜産物）中安定ストロンチウム濃度は 16～2400 μ g/kg とその範囲は二桁にわたっており、特にコマツナで高かった。特に葉菜類や豆類では安定ストロンチウム濃度が高い傾向にあり、畜産物や果菜類では低い傾向にある。すなわち、ストロンチウムは葉菜類や豆類では蓄積しやすい傾向があるため、これらの種類では Sr-90/Cs-137 濃度比が高くなる可能性がある。なお、同じ葉菜でもコマツナ等は特に濃度比が高くなる可能性がある。

平成 24 年度に採取した一般流通食品中安定ストロンチウム濃度及びカルシウム濃度の関係を図 5 に示す。安定ストロンチウム濃度及びカルシウム濃度は正の相関関係にあり、カルシウム濃度が高い食品ほど、安定ストロンチウム濃度が高く、Sr-90 濃度も高くなる可能性があることが示唆された。よって、食品成分表等に示されている食品中カルシウム濃度も、食品中 Sr-90 濃度の推定に有用な知見を提供する可能性があることが示された。

5. 食品摂取による内部被ばく線量の試算

前述したように、食品中 Sr-90 濃度を検出した試料は、大量の試料を用いた4種類7試料のみであり、平成26年度のデータの蓄積を待って解析する予定であることから、今年度は放射性セシウムの摂取による内部被ばく線量の推定を試みる。なお、本研究では、実際に福島県内で生産され、食品として販売されている農畜産物を対象としていることから、淡水産物及び海産物は今回の評価では対象としないこととする。

食品の分類は基準値の導出の差異に用いられたカテゴリーに従う。農作物については、本研究において採取した試料を各カテゴリーに分類し、Cs-137が検出された試料の濃度を平均して、各カテゴリーの濃度とする。ただし「穀類」は本研究では玄米濃度のみを測定しているため、玄米と同一の濃度とする。畜産物は、平成24年度の測定で全て検出下限値未満であったため、卵については平成24年度の卵の検出下限値、その他の畜産物については平成24年度の肉類の検出下限値を平均濃度として用いる。「その他」については、キノコ類、菓子類、酒類、嗜好飲料、調味料等、広範囲な食品が含まれることから、上記に分類された農産物も含め、

Cs-137 が検出された全ての試料の平均値を「その他」の濃度として代表することとした。

Cs-134 濃度については、検出されていない試料も多く、誤差も大きいと考えられることから、各年度9月30日におけるCs-137濃度との比を算出し、Cs-137濃度に乗じることによって推定した。

平成24年度及び平成25年度採取試料の濃度から推定した19歳以上の男女に対する線量の評価結果を表6及び表7に示す。いずれの年も年間1mSvを大幅に下回っており、平成25年度は平成24年度よりも線量が低くなっていることが明らかになった。しかしながら、これらの結果は、一般的なマーケットバスケットや陰膳方式によって推定された結果²⁾よりも高くなっている。その理由として以下のことが考えられる。

- ・本研究では、福島県内で生産された農畜産物を対象とし、福島県内のJA農作物直売所等で、福島県産品であることを確認した上で購入している。すなわち、本推定結果は、一年間に摂取する食品を全て福島県内で生産された食品と仮定した場合となる。実際に摂取される食品はより広範囲から購入されるため、市場希釈の効果が働き、この結果よりもかなり低くなると考えられる。
- ・本推定では、検出下限値未満の試料

は食品中濃度の推定に含めていない。実際には検出下限値未満の試料も多く存在するため、食品中平均濃度はもっと低くなると考えられる。

- ・放射性セシウムの摂取量の寄与が最も大きいのは「その他」であり、この中にはキノコ類、菓子類、酒類、嗜好飲料、調味料等が含まれる。本推定では、キノコ類等を含め、Cs-137が検出された全ての試料の平均値を「その他」の濃度として代表している。しかしながら実際には、酒類、嗜好飲料等のように濃度は低いが摂取量の比較的多いと考えられる食品も多く、「その他」のカテゴリーの放射性セシウム濃度平均値は、推定値よりも低いと考えられる。

これらのことから本推定値は保守的な仮定に基づく過大評価となっていると考えられる。よって、より現実的な被ばく線量の評価方法について検討する必要がある。

なお、Sr-90による被ばく線量は、実測値及び安定元素濃度を用いて評価する方法を次年度検討することとする。

E. 結論

本研究では、福島県内において福島県産品の食品（農畜産物）を平成24年度及び平成25年度にそれぞれ40個及び42個購入し、放射性セシウム濃度とSr-90濃度を測定した、その結果、平成

24年度の試料中放射性セシウム濃度は検出下限値未満から40.2 Bq/kg-生重量であり、一般食品の基準値である100 Bq/kgを超える農畜産物はなかった。

なお、Sr-90濃度は、測定が終了した平成24年度の試料において、全て検出下限値未満であった。また、検出下限値を下げるため、約10kgの大量の試料を灰化減容し分析したSr-90の分析結果は、0.012～0.30 Bq/kg-生重量であった。

本研究において測定されたCs-137濃度を、過去の大気圏内核実験によるフォールアウトに起因する、平成12年～平成22年における農作物中Cs-137及びSr-90の濃度の範囲、及び食品中放射性セシウム基準値の導出の際に評価した核種濃度比と比較検討した。その結果、葉菜類・豆類・果菜類については、Cs-137濃度が比較的高い試料においてもSr-90濃度は検出下限値未満であり、基準値導出における推定方法が妥当であることが示唆された。また、大量の試料を用いることによってSr-90を検出した試料では、過去の大気圏核実験由来のフォールアウトの寄与と同程度であることが明らかになった。

本研究によって得られたCs-137濃度から農畜産物摂取による被ばく線量を試算した結果、極めて保守的な仮定であっても年間1 mSvを大幅に下回っており、なおかつ平成25年度は平成24

年度に比べて減少していることが明らかとなった。

本研究ではデータ数が限られているため、今後更に作物や地点を変えて、広く影響が現れている可能性がある試料について、放射性核種濃度等の調査を継続することが必要である。

F. 引用文献

- 1) 環境放射線データベース ,
<http://search.kankyo-hoshano.go.jp/>
- 2) 厚生労働省ホームページ :
<http://www.mhlw.go.jp/>
- 3) Hirofumi Tsukada, Akira Takeda and

Hidenao Hasegawa (2008) Uptake and distributions of ^{90}Sr and ^{137}Cs in rice plants, 16th Pacific Basin Nuclear Conference, Aomori, Japan. P16P1121.

G. 研究業績

なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

I. 健康危険情報

なし

表1 食品中放射性核種濃度等の測定結果（平成24年度採取試料）

試料名	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	安定Sr	安定Ca
	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生	μg/kg 生	mg/kg 生
エダマメ	5.9 ± 0.2	10.0 ± 0.2	160 ± 4	< 0.14	15.9 ± 0.3	3.5E+02	5.5E+02
シャモ肉	< 0.6	< 0.5	65 ± 4	< 0.29	-	4.0E+01	6.5E+01
コマツナ	0.9 ± 0.0	1.4 ± 0.1	112 ± 2	< 0.04	2.2 ± 0.1	2.4E+03	8.4E+02
ツルムラサキ	1.0 ± 0.0	1.6 ± 0.0	129 ± 2	< 0.04	2.6 ± 0.1	1.8E+03	5.8E+02
アオマメ	15.0 ± 0.5	25.2 ± 0.5	558 ± 11	-	40.2 ± 0.7	-	-
キュウリ	0.4 ± 0.0	0.6 ± 0.0	68 ± 1	< 0.02	1.0 ± 0.0	1.8E+02	1.5E+02
トマト	< 0.1	< 0.1	48 ± 1	< 0.02	-	7.3E+01	6.0E+01
ピーマン	0.4 ± 0.0	0.7 ± 0.0	73 ± 1	< 0.06	1.0 ± 0.0	3.7E+01	5.7E+01
ナス	< 0.1	< 0.2	66 ± 2	< 0.09	-	1.0E+02	1.2E+02
サヤインゲン	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	60 ± 1	< 0.03	0.3 ± 0.0	1.4E+03	3.8E+02
プラム	10.6 ± 0.1	16.3 ± 0.1	37 ± 1	-	26.8 ± 0.1	-	-
ジャガイモ	0.4 ± 0.1	0.6 ± 0.1	118 ± 2	< 0.09	1.0 ± 0.1	2.1E+02	5.6E+01
鶏肉	< 0.8	< 0.7	350 ± 6	< 0.24	-	2.2E+01	5.0E+01
エゴマ豚肉	< 0.8	< 0.7	347 ± 6	< 0.53	-	1.6E+01	5.9E+01
モモ	2.3 ± 0.1	3.6 ± 0.1	53 ± 1	-	5.9 ± 0.1	-	-
ブルーベリー	13.1 ± 0.3	22.7 ± 0.5	139 ± 8	< 0.17	35.9 ± 0.6	1.8E+02	1.1E+02
キクラゲ	4.2 ± 0.1	6.4 ± 0.1	18 ± 1	< 0.10	10.6 ± 0.1	3.1E+02	1.1E+02
タマネギ	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.0	39 ± 1	< 0.06	0.5 ± 0.0	1.4E+02	1.1E+02
カボチャ	2.3 ± 0.1	3.6 ± 0.1	179 ± 3	< 0.10	5.9 ± 0.2	2.9E+02	9.6E+01
ササギマメ	8.0 ± 0.3	12.8 ± 0.3	361 ± 7	< 0.25	20.8 ± 0.4	2.3E+03	7.6E+02
キャベツ	0.2 ± 0.0	0.4 ± 0.0	66 ± 1	< 0.03	0.7 ± 0.0	1.1E+03	1.7E+02
シシトウ	< 0.2	0.2 ± 0.0	96 ± 2	< 0.06	-	2.5E+02	1.3E+02
ナガネギ	0.2 ± 0.0	0.4 ± 0.0	59 ± 1	< 0.04	0.6 ± 0.0	1.3E+03	1.9E+02
オクラ	0.2 ± 0.0	0.4 ± 0.0	78 ± 1	< 0.07	0.6 ± 0.0	6.2E+02	-
シイタケ	4.4 ± 0.1	7.8 ± 0.1	73 ± 2	< 0.07	12.2 ± 0.1	2.4E+01	1.6E+01
ナシ	1.8 ± 0.0	3.0 ± 0.0	45 ± 1	< 0.04	4.8 ± 0.0	3.1E+01	2.3E+01
サツマイモ	2.8 ± 0.1	4.4 ± 0.1	150 ± 3	< 0.13	7.2 ± 0.2	1.0E+03	3.6E+02
キャベツ	2.0 ± 0.2	3.8 ± 0.2	781 ± 13	< 0.03	5.8 ± 0.3	1.2E+03	1.7E+02
タマゴ	< 0.3	< 0.4	596 ± 5	< 0.33	-	2.3E+02	2.9E+02
ニラ	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	138 ± 2	< 0.24	0.3 ± 0.0	6.7E+02	4.3E+02
ブロッコリー	0.7 ± 0.0	1.3 ± 0.0	132 ± 2	< 0.08	1.9 ± 0.1	9.8E+02	2.1E+02
サトイモ	0.2 ± 0.0	0.5 ± 0.0	191 ± 2	< 0.07	0.8 ± 0.1	2.4E+02	6.9E+01
マイタケ	1.4 ± 0.1	2.4 ± 0.1	104 ± 2	< 0.07	3.8 ± 0.1	4.7E+01	2.8E+01
リンゴ	4.0 ± 0.1	6.9 ± 0.2	26 ± 2	< 0.07	10.9 ± 0.2	6.1E+01	3.6E+01
玄米	2.5 ± 0.2	4.9 ± 0.2	55 ± 4	< 0.24	7.4 ± 0.3	2.3E+02	1.6E+02
食用菊	5.4 ± 0.1	8.8 ± 0.1	63 ± 2	< 0.07	14.1 ± 0.1	1.1E+02	1.7E+02
カキ	3.6 ± 0.1	6.3 ± 0.1	32 ± 1	< 0.06	9.9 ± 0.1	1.4E+02	8.6E+01
ハックルベリー	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.1	165 ± 3	< 0.08	0.4 ± 0.1	5.4E+02	2.1E+02
玄米	1.5 ± 0.3	2.7 ± 0.3	34 ± 7	< 0.24	4.2 ± 0.4	2.6E+02	1.0E+02
玄米	1.0 ± 0.2	1.4 ± 0.3	48 ± 8	< 0.29	2.4 ± 0.4	1.9E+02	1.6E+02

表2 食品中放射性核種濃度等の測定結果（平成25年度採取試料）

試料名	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	⁹⁰ Sr	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	安定Sr	安定Ca
	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生	μg/kg 生	mg/kg 生
ブロッコリー	0.5 ± 0.1	1.1 ± 0.1	129 ± 3	測定中	1.6 ± 0.1	2.5E+03	測定中
ホウレンソウ	0.7 ± 0.0	1.3 ± 0.0	149 ± 2	測定中	2.0 ± 0.1	1.9E+03	測定中
ウド	1.6 ± 0.1	3.1 ± 0.1	131 ± 2	測定中	4.7 ± 0.1	1.8E+02	測定中
ミツバ	0.4 ± 0.1	0.7 ± 0.1	110 ± 3	測定中	1.1 ± 0.1	7.1E+02	測定中
カブ(茎・葉)	< 0.1	< 0.1	116 ± 3	測定中	-	4.4E+03	測定中
カブ(根)	< 0.1	< 0.1	78 ± 1	測定中	-	8.4E+02	測定中
アブラナ	0.4 ± 0.0	0.8 ± 0.1	147 ± 2	測定中	1.2 ± 0.1	3.7E+03	測定中
フキ	0.3 ± 0.0	0.5 ± 0.0	128 ± 1	測定中	0.8 ± 0.0	7.0E+02	測定中
ヨモギ	2.8 ± 0.3	4.7 ± 0.3	173 ± 8	測定中	7.4 ± 0.4	2.9E+03	測定中
アスパラガス	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	74 ± 1	測定中	0.2 ± 0.0	7.8E+01	測定中
キュウリ(ハウス)	< 0.0	0.1 ± 0.0	71 ± 1	測定中	0.1 ± 0.0	6.7E+02	測定中
ホウレンソウ	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	282 ± 4	測定中	0.3 ± 0.1	6.7E+02	測定中
ハタマネギ	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	72 ± 1	測定中	0.3 ± 0.0	2.0E+03	測定中
ウド	1.2 ± 0.1	2.1 ± 0.1	94 ± 3	測定中	3.2 ± 0.2	2.8E+02	測定中
ニラ	< 0.1	< 0.1	108 ± 1	測定中	-	1.9E+03	測定中
サンショウ(葉)	1.1 ± 0.3	2.1 ± 0.3	109 ± 8	測定中	3.2 ± 0.4	3.4E+03	測定中
ゴボウ	0.4 ± 0.0	0.8 ± 0.0	144 ± 1	測定中	1.2 ± 0.0	2.1E+03	測定中
ダイコン	< 0.0	< 0.0	96 ± 1	測定中	-	7.1E+02	測定中
タマネギ	< 0.1	< 0.1	42 ± 1	測定中	-	4.8E+02	測定中
タマネギ	< 0.1	< 0.1	50 ± 2	測定中	-	2.4E+02	測定中
スナックエンドウ	< 0.1	< 0.1	53 ± 1	測定中	-	1.6E+03	測定中
キャベツ	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	74 ± 1	測定中	0.2 ± 0.0	4.8E+02	測定中
シドケ	4.4 ± 0.2	9.6 ± 0.4	160 ± 6	測定中	14.0 ± 0.4	6.6E+03	測定中
スモモ(ソルダム)	0.8 ± 0.0	1.6 ± 0.1	45 ± 1	測定中	2.3 ± 0.1	3.9E+02	測定中
ニンジン	0.2 ± 0.0	0.4 ± 0.0	140 ± 2	測定中	0.5 ± 0.0	1.2E+03	測定中
アスパラガス	0.0 ± 0.0	0.2 ± 0.0	67 ± 1	測定中	0.2 ± 0.0	6.2E+01	測定中
シシトウ	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	82 ± 2	測定中	0.4 ± 0.0	4.0E+02	測定中
キュウリ	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	53 ± 1	測定中	0.1 ± 0.0	5.2E+02	測定中
ピーマン	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	60 ± 1	測定中	0.2 ± 0.0	1.4E+02	測定中
ミョウガ	1.2 ± 0.0	2.4 ± 0.1	130 ± 2	測定中	3.6 ± 0.1	4.6E+02	測定中
クロマメ	1.1 ± 0.2	2.2 ± 0.2	207 ± 7	測定中	3.4 ± 0.3	2.1E+03	測定中
ズッキーニ	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	68 ± 1	測定中	0.3 ± 0.0	2.3E+03	測定中
モモ(あかつき)	0.9 ± 0.1	2.1 ± 0.1	47 ± 1	測定中	3.0 ± 0.1	4.2E+02	測定中
カボチャ	0.9 ± 0.1	2.1 ± 0.1	180 ± 4	測定中	2.9 ± 0.2	4.4E+02	測定中
タマネギ	0.2 ± 0.0	0.4 ± 0.0	47 ± 1	測定中	0.6 ± 0.0	6.0E+02	測定中
コマツナ	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0	149 ± 2	測定中	0.4 ± 0.0	3.5E+03	測定中
トウガン	0.1 ± 0.0	0.3 ± 0.0	67 ± 1	測定中	0.4 ± 0.0	2.0E+03	測定中
ダイコン	< 0.1	< 0.1	89 ± 1	測定中	-	5.8E+02	測定中
ジャガイモ(キタアカリ)	0.6 ± 0.0	1.2 ± 0.0	137 ± 1	測定中	1.8 ± 0.0	1.1E+02	測定中
サツマイモ(ベニアズマ)	1.6 ± 0.1	3.5 ± 0.1	108 ± 2	測定中	5.1 ± 0.1	1.4E+03	測定中
サトイモ	0.4 ± 0.0	0.9 ± 0.0	156 ± 1	測定中	1.3 ± 0.0	1.2E+03	測定中
玄米(コシヒカリ)	< 0.6	0.7 ± 0.2	82 ± 5	測定中	0.7 ± 0.6	2.9E+02	測定中

表3 大量試料による食品中放射性核種濃度の測定結果
(平成25年度採取試料)

試料名	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁴⁰ K	⁹⁰ Sr
	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生	Bq/kg 生
キュウリ	0.06 ± 0.01	0.11 ± 0.01	66 ± 0.6	0.013 ± 0.001
キュウリ(加工)	0.06 ± 0.01	0.11 ± 0.01	74 ± 0.4	0.014 ± 0.001
玄米	0.74 ± 0.05	1.62 ± 0.08	65 ± 1.9	0.013 ± 0.002
ジャガイモ	1.72 ± 0.03	3.95 ± 0.04	130 ± 0.9	0.012 ± 0.001
ジャガイモ(加工)	1.66 ± 0.02	4.06 ± 0.03	128 ± 0.7	0.009 ± 0.001
ダイズ	3.75 ± 0.32	8.82 ± 0.47	540 ± 13.7	0.300 ± 0.014
ダイズ(加工)	1.18 ± 0.13	3.17 ± 0.19	179 ± 5.8	0.130 ± 0.006
コマツナ	0.03 ± 0.00	0.06 ± 0.00	105 ± 0.3	平成26年度測定
シイタケ	2.17 ± 0.09	5.07 ± 0.14	85 ± 2.3	平成26年度測定
食用菊	0.07 ± 0.00	0.17 ± 0.01	86 ± 0.3	平成26年度測定
ニンジン	0.36 ± 0.03	0.78 ± 0.04	127 ± 1.7	平成26年度測定
柿	1.49 ± 0.05	3.59 ± 0.07	56 ± 1.2	平成26年度測定
あんぼ柿	5.51 ± 0.25	13.78 ± 0.38	146 ± 5.1	平成26年度測定

表4 規格基準の設定に用いられた農作物に関する環境移行パラメータ
(移行係数のセシウムに対する比)

元素	穀類	コメ	芋類	葉菜類	根菜類	豆類	果菜類
Sr	2.0E+01	3.4E+00	4.8E+00	4.1E+01	6.7E+01	3.5E+01	1.7E+01
Ru	1.1E+00	1.1E+00	8.9E-02	1.5E+00	2.4E-01	3.8E-01	9.5E-01
Pu	3.3E-04	3.3E-04	2.0E-03	1.4E-03	9.3E-03	1.6E-03	3.1E-03

表5 規格基準設定のパラメータより導出した Sr-90/Cs-137 比の評価結果
(各年度9月30日を評価日とする)

	穀類	コメ	芋類	葉菜類	根菜類	豆類	果菜類
平成24年度	6.0E-02	1.0E-02	1.4E-02	1.2E-01	2.0E-01	1.0E-01	5.1E-02
平成25年度	6.0E-02	1.0E-02	1.4E-02	1.2E-01	2.0E-01	1.0E-01	5.1E-02

表6 農畜産物摂取による線量推定結果（平成24年度採取試料）

	19歳以上[男子] 一日摂取量 (g/day)	19歳以上[女子] 一日摂取量 (g/day)	Cs137平均濃度 (Bq/kg)	19歳以上[男子] 一日摂取 量Bq/day	19歳以上[女子] 一日摂取 量(Bq/day)
穀類	127.5	110.9	3	0.38	0.33
コメ	424	292	3	1.27	0.88
芋類	60	55.8	1.9	0.11	0.11
葉菜類	142.9	130.2	1.2	0.17	0.16
根菜類	85.2	78.1	0.3	0.03	0.02
豆類	64.3	61.7	16	1.03	0.99
果菜類	229.7	243.1	5.4	1.24	1.31
乳製品	30.6	38.9	0.6	0.02	0.02
牛肉	17.7	12.1	0.6	0.01	0.01
豚肉	46.6	36.1	0.6	0.03	0.02
鶏肉	22.1	16.2	0.6	0.01	0.01
鶏卵	39.6	34.5	0.4	0.02	0.01
その他*	623.8	374	4.8	2.99	1.80
牛乳	82.3	87	0.6	0.05	0.05
*その他にはキノコ類、菓子類、酒類、嗜好飲料、調味料等が含まれる	Cs137摂取量合計 (Bq/y)			2.7E+03	2.1E+03
	Cs134摂取量合計 (Bq/y)			1.8E+03	1.4E+03
	Cs137線量(mSv/y)			3.5E-02	2.7E-02
	Cs134線量(mSv/y)			3.4E-02	2.6E-02
	線量合計(mSv/y)			6.9E-02	5.4E-02

表7 農畜産物摂取による線量推定結果（平成25年度採取試料）

	19歳以上[男子] 一日摂取量 (g/day)	19歳以上[女子] 一日摂取量 (g/day)	Cs137平均濃度 (Bq/kg)	19歳以上[男子] 一日摂取 量Bq/day	19歳以上[女子] 一日摂取 量(Bq/day)
穀類	127.5	110.9	0.7	0.09	0.08
コメ	424	292	0.7	0.30	0.20
芋類	60	55.8	1.9	0.11	0.11
葉菜類	142.9	130.2	1	0.14	0.13
根菜類	85.2	78.1	0.5	0.04	0.04
豆類	64.3	61.7	2.2	0.14	0.14
果菜類	229.7	243.1	0.7	0.16	0.17
乳製品	30.6	38.9	0.6	0.02	0.02
牛肉	17.7	12.1	0.6	0.01	0.01
豚肉	46.6	36.1	0.6	0.03	0.02
鶏肉	22.1	16.2	0.6	0.01	0.01
鶏卵	39.6	34.5	0.4	0.02	0.01
その他*	623.8	374	1.4	0.87	0.52
牛乳	82.3	87	0.6	0.05	0.05
*その他にはキノコ類、菓子類、酒類、嗜好飲料、調味料等が含まれる	Cs137摂取量合計 (Bq/y)			7.3E+02	5.5E+02
	Cs134摂取量合計 (Bq/y)			3.6E+02	2.7E+02
	Cs137線量(mSv/y)			9.5E-03	7.2E-03
	Cs134線量(mSv/y)			6.8E-03	5.1E-03
	線量合計(mSv/y)			1.6E-02	1.2E-02

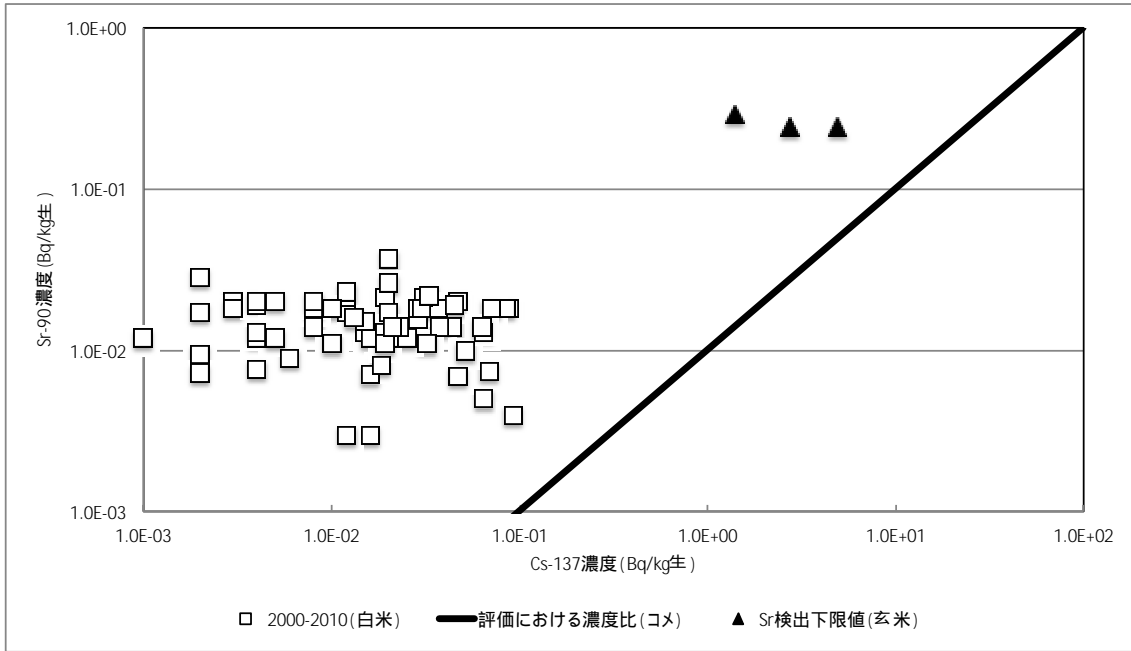


図1 食品中核種濃度実測値と規格基準設定における濃度比
(平成24年度採取：コメ)

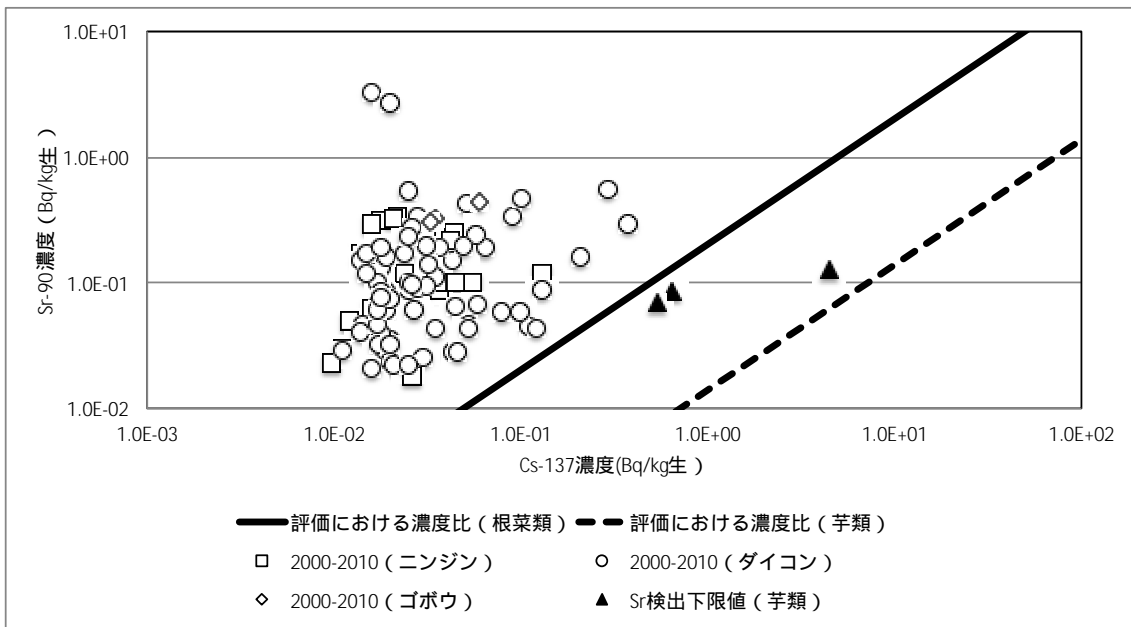


図2 農作物中核種濃度実測値と規格基準設定における濃度比
(平成24年度採取：芋類・根菜類)

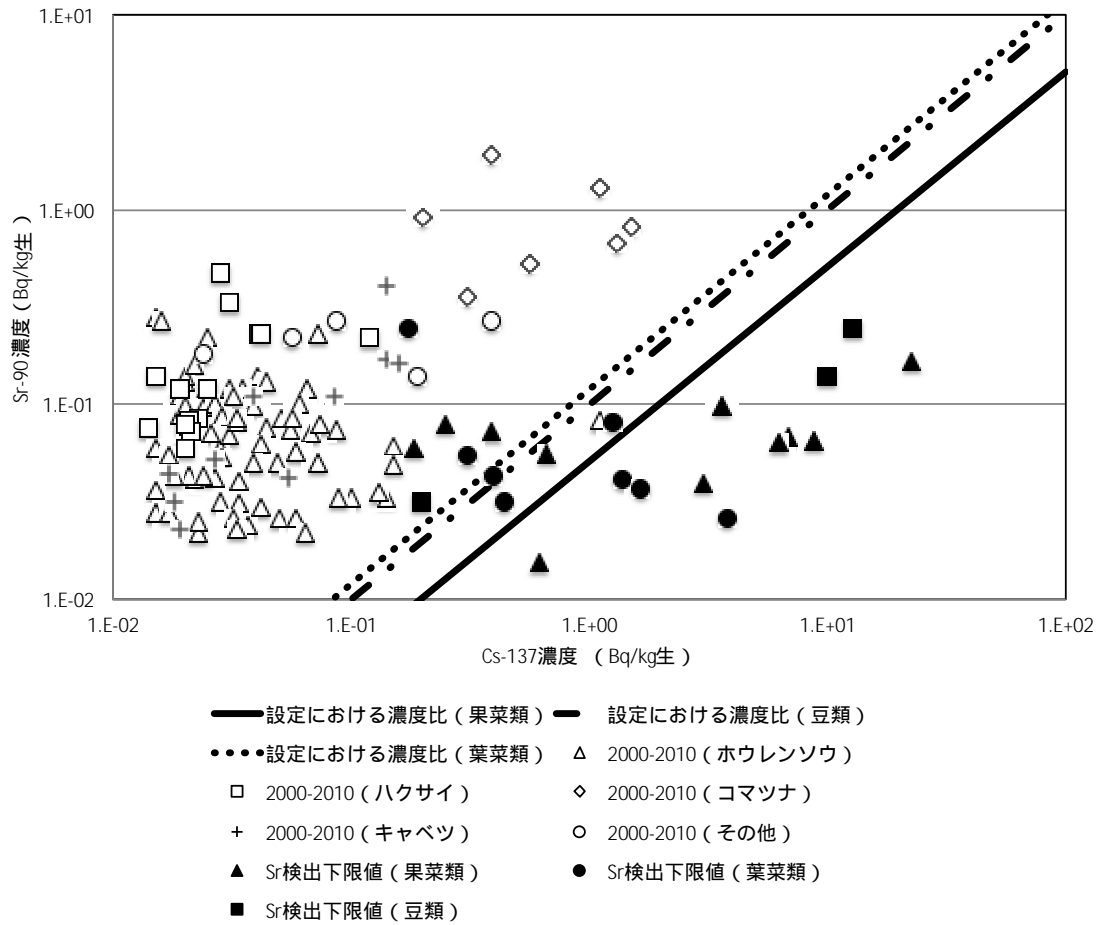


図3 農作物中核種濃度実測値と規格基準設定における濃度比
 （平成24年度採取：葉菜類・豆類・果菜類）

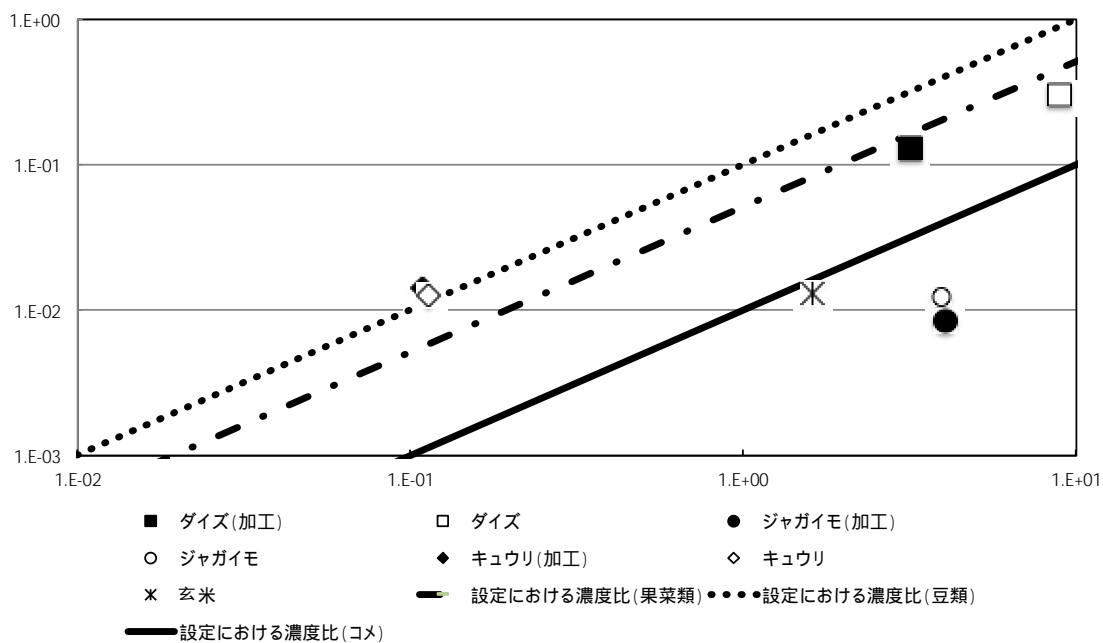


図4 農作物中核種濃度実測値と規格基準設定における濃度比
(大量試料による測定値)

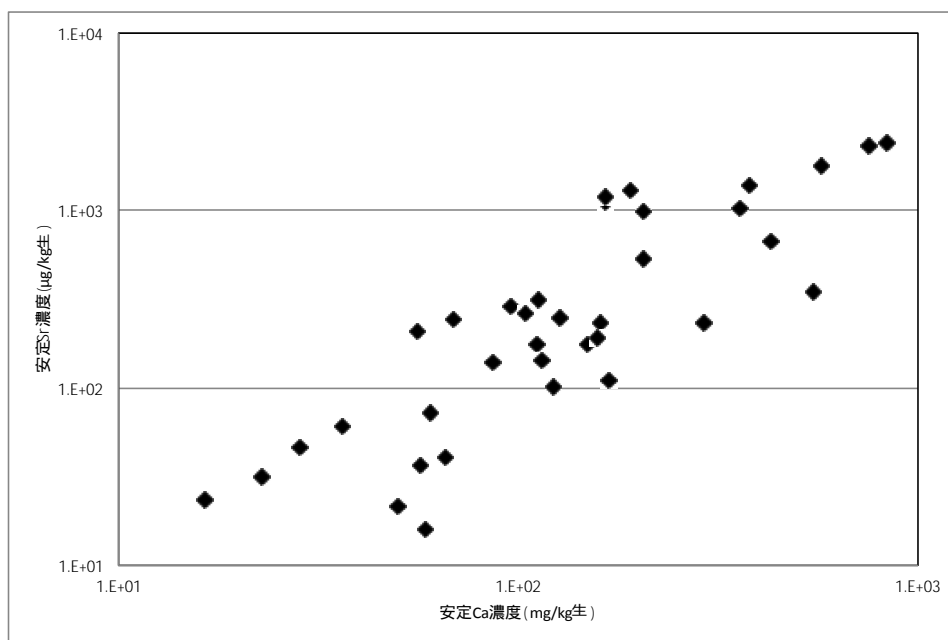


図5 食品中安定Ca濃度と安定Sr濃度の相関(平成24年度採取試料)