

厚生労働行政推進調査事業費補助金 (食品の安全確保推進研究事業)

営農再開地域における農作物中の放射性物質の濃度測定に関する研究 分担研究報告

分担研究者 塚田祥文 福島大学環境放射能研究所

研究要旨

東京電力福島第一原子力発電所(FDNPS)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対応して設定された飲食物中放射性核種濃度の基準値は、放射性セシウム(Cs)について「一般食品」については 100 Bq/kg、「乳児用食品」および「牛乳」については、より安全側に 50 Bq/kg とすることが妥当であると示された。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 Cs 以外の核種の寄与も考慮されている。FDNPS 周辺環境では、営農を再開した地域、および営農再開に向けた準備を進めている地域があるが、作物中放射性 Cs の他に、特にガンマ線測定によるモニタリングでは測定が困難なストロンチウム-90 (^{90}Sr)についての不安の声が大きい。そこで、FDNPS から北西に位置する市場流通作物、ここ数年の内に営農再開が予定されている地域を対象に、農作物中の放射性 Cs 濃度と ^{90}Sr 濃度を求め、これまでに求めたデータと比較すると共に、全国のモニタリング結果と比較・検証した。その結果、市場流通品および営農再開前の作物中放射性 Cs 濃度は、全て基準値を下回り、福島県を除く日本全国調査によって得られた作物中放射性 Cs 濃度の範囲内にあった。また、作物中 ^{90}Sr 濃度も、日本全国調査で得られた範囲内にあり、今回の調査で採取した試験圃場から採取した作物中放射性 Cs と ^{90}Sr 濃度は、市場流通で採取した作物中濃度と同様であった。

A. 研究目的

薬事・食品衛生審議会食品衛生分科会は、東京電力福島第一原子力発電所(FDNPS)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 mSv に引き下げた。この線量に相当する食品中放射性核種について、放射性セシウム(Cs)、ストロンチウム-90 (^{90}Sr)、ルテニウム-106(^{106}Ru) およびプルトニウム-238(^{238}Pu)、プルトニウム-239(^{239}Pu)、プルトニウム

-240(²⁴⁰Pu)およびプルトニウム-241(²⁴¹Pu) を考慮した放射性 Cs 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 と設定した。また、「乳児用食品」および「牛乳」については、流通する全ての食品が基準値上限の放射性物質が含まれる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Csを対象とした。放射性Cs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Cs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Cs濃度で規制を行うこととした。

福島県においては全ての圃場において低減化対策が取られている。これまでの成果からも明らかのように、事故からの時間経過と共に、福島県内で市場流通している作物中放射性Cs濃度は減少している。しかしながら、FDNPSから北西地域の放射性Cs沈着量が比較的高い地域や居住制限区域、避難指示解除準備区域等では、未だに一部の作物では基準値を超え出荷停止されているものがあり、住民の不安の声は大きい。更に、帰還困難区域内で営農再開に向けた準備を進めている地域では、住民の不安は解消されていない。特に、これらの地域では、⁹⁰Srのデータが十

分に示されていないため、風評被害の払拭には至っていない。

そのため本研究では、FDNPS周辺の浜通り地域で市場流通している農作物、および居住制限区域、避難指示解除準備区域で試験作付されている福島県内産農産物を採取し、作物中の放射性Csおよび⁹⁰Sr濃度等を測定し、その測定結果を比較・検証した。また、福島県以外の日本全国の放射性Csおよび⁹⁰Sr濃度調査結果と比較・検証した。

B. 研究方法

1. 市場流通および試験圃場からの農作物採取

FDNPS周辺で営農が再開されている浜通り地域の南相馬市から市場流通作物(27試料)を購入した。また、平成29年度から帰還の規制を解除した浪江町で試験栽培された作物(4試料)を採取し、分析試料とした(表1)。また、⁹⁰Srについては、市場流通作物を11試料、試験圃場作物を4試料について分析対象とした(表2)。⁹⁰Srの分析結果を得るには、作物を灰化・減容し、大量の試料を用いる必要から、原則5kg以上(放射性Csのみ)の分析対象試料は原則1kg)を採取した。

2. 試料の前処理

採取した作物は実験室に持ち帰った後、速やかに洗浄し土壌を除去し、皮むき、根、腐敗部の非可食部の除去等を行い可食部とした後、70℃で3日間以上乾燥した。新鮮重量に対する乾燥重量の割合を表1に示した。放射性Cs分析用試料は、ステンレススチール製カッターブレンダーで粉碎し、均一な試料を作成した。⁹⁰Srの分析試料は、乾燥後450℃以下で灰化、粉碎し均一な試料を作製した。

3. 放射性 Cs 濃度の測定

乾燥粉末試料をプラスチック容器(U-8)に詰め、Canberra 社製の Ge 半導体検出器(GC2020、GC3020 および GC4020)で、放射性 Cs 濃度を測定した。セシウム-134 (^{134}Cs)およびセシウム-137 (^{137}Cs)の定量には、それぞれ 604.7 keV および 661.7 keV の線を用い、56,000~1,550,000 秒測定した。また、同時にカリウム-40 (^{40}K) (1,460 keV)の測定も実施した。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)の標準試料を用いて効率曲線を作成した。なお、年々作物中濃度が減少しており、試料によっては Ge 検出器による測定時間は、1,550,000 秒(18 日間)もの長時間を要した(表 2)。

4. ^{90}Sr 濃度の測定

灰化した作物試料 10~95 g(1,600~8,100 g 生重量)に安定 Sr キャリアを添加し、硝酸、過酸化水素水で溶液に分解後、水酸化ナトリウム溶液で pH 10 以上とし、炭酸 Sr 沈殿を作製し、分離した。炭酸 Sr 沈殿を塩酸で溶解し、シュウ酸塩沈殿を生成する。沈殿を灰化後、塩酸に溶解し、陽イオン交換樹脂でカルシウム(Ca)を除去した。更に、ラジウム(Ra)を除去するためイットリウム-90 (^{90}Y)をミルクングし、低バックグラウンドガスフローカウンターで 100 分間の計測をした。 ^{90}Sr 濃度の測定方法は、原則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)等²⁻⁴⁾に拠った。

C. 研究結果

浜通り地域南相馬市内の圃場で栽培され、市場流通していた作物中放射性 Cs 平均濃度は、 2.2 ± 4.9 (0.03~22、n=27) Bq/kg-生重量であり、

基準値を下回った(表 3 および表 4)。この中で、キュウリが最も低い値(0.03 Bq/kg-生重量)、サツマイモが最も高い値(22 Bq/kg-生重量)を示した。福島県を除く全国農作物中放射性 Cs 濃度モニタリング結果(2015 年)は、検出限界値以下~2.3 Bq/kg 生重量の範囲(茶を除く、n=413)⁵⁾にあった。

^{90}Sr の平均濃度は、 0.08 ± 0.13 (0.01~0.45、n=11) Bq/kg-生重量であった。ナスビが最も低く、カブ(葉)が最も高い値であった(表 3)。福島県を除く全国農作物中 ^{90}Sr 濃度モニタリング結果(2015 年)は、検出限界値以下~0.56 Bq/kg 生重量の範囲(茶を除く、n=213)⁵⁾にあり、本課題での測定結果はその範囲内であった。なお、カブ(葉)で比較的高い ^{90}Sr 濃度が検出されたのは、安定 Sr 濃度も他の作物に比べ比較的高い濃度(0.0035 mg/g 生重量)であることから、土壌からカブ(葉)への Sr 移行係数が高いためと考えられる。

一方、平成 29 年度から営農再開を計画している浪江町の試験圃場から採取した 4 試料の農作物中放射性 Cs 濃度は 0.77 ± 0.43 (0.37~1.3、n=4) Bq/kg-生重量であり、基準値を下回った(表 3)。この中で、玄米が最も高い値(1.3 Bq/kg 生重量)、バレイショで最も低い値(0.37 Bq/kg 生重量)であった。また、 ^{90}Sr 濃度は 0.04 ± 0.04 (0.008~0.099、n=4) Bq/kg-生重量であり、バレイショで最も低い値(0.008 Bq/kg 生重量)、サツマイモ最も高い値(0.099 Bq/kg 生重量)を示した。

D. 考察

市場流通と試験圃場から採取した作物中放射性 Cs 濃度は、両者とも基準値を大きく下回り、概ね同様な濃度範囲にあった。FDNPS 周辺および北

西地域の居住制限区域および避難指示解除準備区域等土壤中放射性 Cs 濃度が比較的高い地域であっても、カリウム施用などの土壤管理によって作物中放射性 Cs 濃度を基準値以下に低減できていることを示唆する結果であると考えられる。平成 25 年度および平成 27 年度の市場流通作物の放射性 Cs 濃度の平均値は、それぞれ 2.0 および 1.9 Bq/kg・生重量であり、採取場所が異なったこともあるが、平成 28 年度の調査結果は明らかな減少は見られず、変動範囲を考慮すると概ね同等と考えられる。

市場流通と試験圃場から採取した作物中 ^{90}Sr 濃度を比較すると、両地域から採取された作物中 ^{90}Sr 濃度も、同様な濃度範囲あった。更に、福島県を除く全国調査の作物中 ^{90}Sr 濃度範囲内にあり、浜通り地域で採取した農作物から検出された ^{90}Sr 濃度は大気圏核実験に由来する濃度と同程度であると考えられる。

E. 結論

本研究では、FDNPS 周辺の浜通り地域において、市場流通作物を南相馬市から採取し、放射性 Cs と ^{90}Sr 濃度を測定した。また、平成 29 年度から営農再開を予定している浪江町において試験圃場から作物を採取し、放射性 Cs と ^{90}Sr 濃度を測定した。浜通り地域、居住制限区域等を含む地区から採取した作物中放射性 Cs 濃度は全て基準値を大きく下回った。また、作物中 ^{90}Sr 濃度も福島県を除く全国調査の範囲内にあり、事故由来による作物中 ^{90}Sr 濃度の明らかな増加は認められなかった。

引用文献

1) 福島県農産物等の放射性物質モニタリングQ

& A
<http://www.pref.fukushima.lg.jp/site/portal/nou-san-qa.html>

- 2) 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)
- 3) H. Tsukada, A. Takeda, T. Takahashi, H. Hasegawa, S. Hisamatsu and J. Inaba: Uptake and distribution of ^{90}Sr and stable Sr in rice plants. *Journal of Environmental Radioactivity* 81, 221-231, 2005.
- 4) H. Tsukada, A. Takeda and H. Hasegawa: Uptake and distributions of ^{90}Sr and ^{137}Cs in rice plants, 16th Pacific Basin Nuclear Conference, Aomori, Japan, P16 P1121, 2008.
- 5) 環境放射線データベース , <http://search.kankyo-hoshano.go.jp/>

G. 研究業績

1. L. Cao, J. Zheng, H. Tsukada, S. Pan, Z. Wang, K. Tagami and S. Uchida (2016) Simultaneous determination of radiocesium (^{135}Cs , ^{137}Cs) and plutonium (^{239}Pu , ^{240}Pu) isotopes in river suspended particles by ICP-MS/MS and SF-ICP-MS. *Talanta* 159, 55-63.
2. K Kitayama, K. Ohse, N. Shima, K. Kawatsu and H. Tsukada (2016) Regression model analysis of the decreasing trend of cesium-137 concentration in the atmosphere since the Fukushima accident. *J. Environ. Radioactivity* 164, 151-157.
3. A. Takeda, H. Tsukada, Y. Takaku, N. Satta, M. Baba, T. Shibata, H. Hasegawa, Y. Unno, and S. Hisamatsu (2016) Measurement of iodide, iodate and total iodine concentration in environmental water samples by HPLC with electrochemical

- detection and post-column reaction method. Anal. Sci. 32, 839-845.
4. N. Akata, H. Tsukada, H. Kakiuchi, T. Takahashi and S. Fukutani (2016) A simple method for sampling and analysis of particulate, inorganic gaseous and organic gaseous halogens in the atmosphere. Radiat. Environ. Med. 5, 29-32.
 5. H. Tsukada and K. Ohse (2016) Concentration of radiocaesium in rice and irrigation water, and soil management practices in Oguni, Date, Fukushima. Int. Environ. Assess. Manage. 12, 659-661.
 6. 三上剛史, 眞家永光, 嶋田浩, 塚田祥文, 柿崎竹彦, 馬場光久, 高松利恵子, 丹治肇 (2016) 阿武隈川支流の堤外地における ^{137}Cs 蓄積量の経時的変化. 水環境学会誌 39, 171-179.
 7. A. Nakao, S. Sugihara, Y. Maejima, H. Tsukada and S. Funakawa (2017) Ferralsols in the Cameroon plateaus, with a focus on the mineralogical control on their cation exchange capacities, Geoderma 285, 206-216.
 8. H. Tsukada, T. Takahashi, S. Fukutani and M. Akashi (2016) Concentrations of radiocesium and ^{90}Sr , and the concentration ratio of $^{90}\text{Sr}/^{137}\text{Cs}$ in agricultural plants collected in Fukushima Prefecture (14th International Congress of the International Radiation Protection Association, IRPA 14, Cape Town, South Africa).
 9. 塚田祥文, 高橋知之, 福谷哲, 明石真言 (2016) 福島県産農作物中放射性 Cs および ^{90}Sr 濃度とそれら摂取による被ばく線量評価 (第 49 回日本保健物理学会, 弘前)
 10. 塚田祥文, 山口裕顕, 太田誠一, 梅原孝之 (2016) 固相ディスクを用いた陸水中放射性 Cs 濃縮分離法 (アイソトープ・放射線研究発表会, 東京)
 11. H. Tsukada, S. Nihira, T. Watanabe, S. Takeda (2016) Concentration of ^{137}Cs in dissolved and suspended fractions in agricultural waters collected from 80-km zone around TEPCO's Fukushima Daiichi Nuclear Power Station (The 14th Biennial Conference of the South Pacific Environmental Radioactivity Association, SPERA2016, Bali, Indonesia).
 12. F. Carini, M. Sato, D. Takata, K. Tagami, H. Tsukada, B. J. Howard (2016) The transfer of radiocaesium to fruit trees after the Fukushima Daiichi accident (II International Conference on Radioecological Concentration Processes, Seville, Spain).
 13. 塚田祥文, 大瀬健嗣, 島長義, 武田晃 (2016) 福島県農業用水における存在形態別 ^{137}Cs の経時変化 (日本土壌肥料学会, 佐賀)
 14. 塚田祥文 (2016) 福島県における農作物中放射性セシウムとストロンチウム-90 濃度および作物摂取による被ばく線量評価 - 福島県農作物の現状 - (日本土壌肥料学会「2016 年佐賀大会公開シンポジウム」)
 15. H. Tsukada, SPERA Keynote Lecture, "Research Activities of the Institute of Environmental Radioactivity at Fukushima University, Five Years after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Accident" (2016.9.5-9, Bali)
 16. H. Tsukada, SPERA Trends in Environmental Sample Preparation, Lecture, "Soil and

- suspended matter sampling and processing following Fukushima accident” (2016.9.5-9, Bali)
17. 塚田祥文, 日本影響学会第59回大会特別シンポジウム招待講演「陸域環境における放射性セシウムの濃度および存在形態と作物への移行」(2016.10.26-28, 広島)
18. 塚田祥文, 環境創造センター環境動態部門セミナー: 陸水環境における放射性セシウムの動態について「東電福島第一原発から80 km圏内における農業用水中懸濁態および溶存態 ^{137}Cs 」(2017.1.23, 三春)
19. 塚田祥文, 食糧庁からの依頼講演(2017.2.5, 本宮)
- 「食と放射能に関する説明会」
20. H. Tsukada, Invited Seminar, “Radiocaesium in the agricultural environment and internal radiation dose from foods in Fukushima after the nuclear accident of 2011”(2017.3.20, KU Leuven)
- H. 知的財産権の出願・登録状況
なし

表1 市場流通および試験栽培作物

試料名	試料番号	採取地点	試料採取日	採取試料重量	乾物割合
				g	
キャベツ	2016AP-1	南相馬市	2016年6月1日	3200	0.068
ナガネギ	2016AP-2	南相馬市	2016年6月1日	3600	0.082
ダイコン	2016AP-3	南相馬市	2016年6月1日	6600	0.055
カブ	2016AP-4	南相馬市	2016年6月1日	6600	0.067
カブ(葉)	2016AP-4L	南相馬市	2016年6月1日		0.062
タマネギ	2016AP-5	南相馬市	2016年6月1日	6800	0.096
カボチャ	2016AP-6	南相馬市	2016年6月15日	4100	0.200
パレイショ	2016AP-7	南相馬市	2016年6月15日	5000	0.286
トマト	2016AP-8	南相馬市	2016年7月20日	5300	0.059
ナスビ	2016AP-9	南相馬市	2016年7月20日	5000	0.061
イネ	2016AP-10	南相馬市	2016年9月28日	5000	0.891
パレイショ	2016AP-12	浪江町	2016年7月4日	9700	0.186
カボチャ	2016AP-13	浪江町	2016年8月8日	10000	0.235
サツマイモ	2016AP-14	浪江町	2016年11月6日	6000	0.260
イネ	2016AP-15	浪江町	2016年10月26日	7000	0.877
コマツナ	2016P-1	南相馬市	2016年6月1日	1460	0.064
アスパラガス	2016P-2	南相馬市	2016年6月1日	1100	0.062
キュウリ	2016P-3	南相馬市	2016年6月1日	2150	0.045
インゲン	2016P-4	南相馬市	2016年9月5日	460	0.070
ニンジン	2016P-5	南相馬市	2016年9月5日	1260	0.100
トマト	2016P-6	南相馬市	2016年9月5日	1230	0.055
長ねぎ	2016P-7	南相馬市	2016年9月5日	1290	0.070
長ねぎ(葉)	2016P-7L	南相馬市	2016年9月5日		0.059
ニラ	2016P-8	南相馬市	2016年10月11日	840	0.072
ピーマン	2016P-9	南相馬市	2016年10月11日	950	0.043
ゴボウ	2016P-10	南相馬市	2016年10月11日	500	0.239
サトイモ	2016P-11	南相馬市	2016年10月11日	870	0.152
サツマイモ	2016P-12	南相馬市	2016年10月11日	1000	0.281
ウリ	2016P-13	南相馬市	2016年10月11日	3800	0.038
かぼす	2016P-14	南相馬市	2016年10月11日	710	0.145
落花生(豆)	2016P-15	南相馬市	2016年10月11日	630	0.770
試料数	31				

表2 農作物中放射性セシウムおよび⁹⁰Sr濃度(乾燥重量)(1)

試料名	試料番号	Ge測定時間	放射性核種濃度(乾燥重量)							
			¹³⁴ Cs*		¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	⁴⁰ K		
s			Bq/kg 乾燥							
キャベツ	2016AP-1	113,682	ND		4.6 ±	0.4	1.72	± 0.10	1049 ±	16
ナガネギ	2016AP-2	117,665	ND		11.1 ±	0.8	0.79	± 0.050	894 ±	24
ダイコン	2016AP-3	315,904	ND		4.0 ±	0.4	0.57	± 0.039	1886 ±	20
カブ	2016AP-4	605,976	ND		3.1 ±	0.3	0.85	± 0.049	1547 ±	14
カブ(葉)	2016AP-4L	401,618	2.3 ±	0.4	14.4 ±	0.5	7.21	± 0.19	2960 ±	23
タマネギ	2016AP-5	401,709	ND		1.7 ±	0.2	0.34	± 0.021	387 ±	2
カボチャ	2016AP-6	606,248	0.7 ±	0.1	1.3 ±	0.1	0.10	± 0.011	555 ±	1
バレイショ	2016AP-7	333,688	7.8 ±	0.3	39.7 ±	0.5	0.06	± 0.007	596 ±	8
トマト	2016AP-8	85,932	3.5 ±	0.5	19.8 ±	0.8	0.20	± 0.025	1471 ±	22
ナスビ	2016AP-9	321,818	ND		4.6 ±	0.4	0.24	± 0.030	1468 ±	19
イネ	2016AP-10	241,560	0.7 ±	0.1	2.9 ±	0.2	0.019	± 0.0020	98 ±	4
バレイショ	2016AP-12	1,554,074	ND		2.0 ±	0.1	0.041	± 0.006	780 ±	6
カボチャ	2016AP-13	230,606	ND		3.5 ±	0.3	0.13	± 0.007	724 ±	12
サツマイモ	2016AP-14	259,498	ND		2.0 ±	0.2	0.38	± 0.012	587 ±	7
イネ	2016AP-15	327,453	ND		1.5 ±	0.1	0.013	± 0.0014	81 ±	3
コマツナ	2016P-1	117,576	3.3 ±	0.5	18.5 ±	0.8	-	-	2568 ±	31
アスパラガス	2016P-2	348,505	ND		2.3 ±	0.2	-	-	1417 ±	12
キュウリ	2016P-3	800,000	ND		0.59 ±	0.06	-	-	1429 ±	5
インゲン	2016P-4	78,719	ND		4.6 ±	0.4	-	-	1032 ±	17
ニンジン	2016P-5	100,000	1.4 ±	0.2	7.7 ±	0.3	-	-	1594 ±	15
トマト	2016P-6	56,452	4.2 ±	0.4	21.0 ±	0.7	-	-	916 ±	17
長ねぎ	2016P-7	109,969	ND		5.0 ±	0.5	-	-	730 ±	16
長ねぎ_葉	2016P-7L	231,787	2.7 ±	0.3	14.1 ±	0.4	-	-	801 ±	12
ニラ	2016P-8	231,644	1.5 ±	0.2	7.0 ±	0.3	-	-	1800 ±	16
ピーマン	2016P-9	233,492	ND		5.3 ±	0.4	-	-	1732 ±	19
ゴボウ	2016P-10	347,430	ND		1.0 ±	0.1	-	-	391 ±	4
サトイモ	2016P-11	230,105	6.4 ±	0.2	35.7 ±	0.4	-	-	708 ±	7
サツマイモ	2016P-12	230,088	11.8 ±	0.2	67.7 ±	0.5	-	-	402 ±	6
ウリ	2016P-13	83,077	ND		5.4 ±	0.3	-	-	1271 ±	14
かぼす	2016P-14	85,821	5.5 ±	0.4	34.0 ±	0.9	-	-	487 ±	14
落花生(豆)	2016P-15	518,130	ND		1.1 ±	0.1	-	-	232 ±	4
試料数	31									
最小値		56,452	0.7		0.6		0.01		81	
最大値		1,554,074	11.8		67.7		7.21		2960	
算術平均値			4.0		11.2		0.84		1051	

* 604.7 keVの定量結果

表2 農作物中放射性セシウムおよび⁹⁰Sr濃度(乾燥重量)(2)

試料名	試料番号	Ge測定時間 s	放射性核種濃度(乾燥重量)						
			¹³⁴ Cs*		¹³⁷ Cs		⁹⁰ Sr	⁴⁰ K	
			Bq/kg 乾燥						
キャベツ	2016AP-1	113,682	ND		4.6 ± 0.4		1.72 ± 0.10	1049 ± 16	
ナガネギ	2016AP-2	117,665	ND		11.1 ± 0.8		0.79 ± 0.050	894 ± 24	
ダイコン	2016AP-3	315,904	ND		4.0 ± 0.4		0.57 ± 0.039	1886 ± 20	
カブ	2016AP-4	605,976	ND		3.1 ± 0.3		0.85 ± 0.049	1547 ± 14	
カブ(葉)	2016AP-4L	401,618	2.3 ± 0.4		14.4 ± 0.5		7.21 ± 0.19	2960 ± 23	
タマネギ	2016AP-5	401,709	ND		1.7 ± 0.2		0.34 ± 0.021	387 ± 2	
カボチャ	2016AP-6	606,248	0.7 ± 0.1		1.3 ± 0.1		0.10 ± 0.011	555 ± 1	
パレিশヨ	2016AP-7	333,688	7.8 ± 0.3		39.7 ± 0.5		0.06 ± 0.007	596 ± 8	
トマト	2016AP-8	85,932	3.5 ± 0.5		19.8 ± 0.8		0.20 ± 0.025	1471 ± 22	
ナスビ	2016AP-9	321,818	ND		4.6 ± 0.4		0.24 ± 0.030	1468 ± 19	
イネ	2016AP-10	241,560	0.7 ± 0.1		2.9 ± 0.2		0.019 ± 0.0020	98 ± 4	
パレিশヨ	2016AP-12	1,554,074	ND		2.0 ± 0.1		0.041 ± 0.006	780 ± 6	
カボチャ	2016AP-13	230,606	ND		3.5 ± 0.3		0.13 ± 0.007	724 ± 12	
サツマイモ	2016AP-14	259,498	ND		2.0 ± 0.2		0.38 ± 0.012	587 ± 7	
イネ	2016AP-15	327,453	ND		1.5 ± 0.1		0.013 ± 0.0014	81 ± 3	
コマツナ	2016P-1	117,576	3.3 ± 0.5		18.5 ± 0.8		-	2568 ± 31	
アスパラガス	2016P-2	348,505	ND		2.3 ± 0.2		-	1417 ± 12	
キュウリ	2016P-3	800,000	ND		0.59 ± 0.06		-	1429 ± 5	
インゲン	2016P-4	78,719	ND		4.6 ± 0.4		-	1032 ± 17	
ニンジン	2016P-5	100,000	1.4 ± 0.2		7.7 ± 0.3		-	1594 ± 15	
トマト	2016P-6	56,452	4.2 ± 0.4		21.0 ± 0.7		-	916 ± 17	
長ねぎ	2016P-7	109,969	ND		5.0 ± 0.5		-	730 ± 16	
長ねぎ(葉)	2016P-7L	231,787	2.7 ± 0.3		14.1 ± 0.4		-	801 ± 12	
ニラ	2016P-8	231,644	1.5 ± 0.2		7.0 ± 0.3		-	1800 ± 16	
ピーマン	2016P-9	233,492	ND		5.3 ± 0.4		-	1732 ± 19	
ゴボウ	2016P-10	347,430	ND		1.0 ± 0.1		-	391 ± 4	
サトイモ	2016P-11	230,105	6.4 ± 0.2		35.7 ± 0.4		-	708 ± 7	
サツマイモ	2016P-12	230,088	11.8 ± 0.2		67.7 ± 0.5		-	402 ± 6	
ウリ	2016P-13	83,077	ND		5.4 ± 0.3		-	1271 ± 14	
かぼす	2016P-14	85,821	5.5 ± 0.4		34.0 ± 0.9		-	487 ± 14	
落花生(豆)	2016P-15	518,130	ND		1.1 ± 0.1		-	232 ± 4	
試料数	31								
最小値		56,452	0.7		0.6		0.01	81	
最大値		1,554,074	11.8		67.7		7.21	2960	
算術平均値			4.0		11.2		0.84	1051	

* 604.7 keVの定量結果

表3 福島県浜通り地域における市場流通および試験圃場農作物中放射性セシウムおよび⁹⁰Sr濃度（生重量）

試料名	試料番号	放射性核種濃度(新鮮重量)				放射性Cs濃度合計		放射能比	
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr	⁴⁰ K	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs/ ¹³⁷ Cs	⁹⁰ Sr/ ¹³⁷ Cs	
		Bq/kg 生				Bq/kg 生			
キャベツ	2016AP-1	ND	0.31 ± 0.03	0.117 ± 0.007	71 ± 1	0.31 ± 0.03	-	0.37 ± 0.04	
ナガネギ	2016AP-2	ND	0.91 ± 0.07	0.065 ± 0.004	73 ± 2	0.91 ± 0.07	-	0.071 ± 0.007	
ダイコン	2016AP-3	ND	0.22 ± 0.02	0.031 ± 0.002	103 ± 1	0.22 ± 0.02	-	0.14 ± 0.02	
カブ	2016AP-4	ND	0.21 ± 0.02	0.0563 ± 0.0033	103 ± 1	0.21 ± 0.02	-	0.27 ± 0.03	
カブ(葉)	2016AP-4L	0.15 ± 0.03	0.89 ± 0.03	0.448 ± 0.012	184 ± 1	1.04 ± 0.04	0.16 ± 0.0	0.50 ± 0.02	
タマネギ	2016AP-5	ND	0.16 ± 0.01	0.0326 ± 0.0020	37 ± 0	0.16 ± 0.01	-	0.20 ± 0.02	
カボチャ	2016AP-6	0.14 ± 0.02	0.26 ± 0.02	0.0203 ± 0.0021	111 ± 0	0.40 ± 0.03	0.54 ± 0.1	0.078 ± 0.011	
ハレイショ	2016AP-7	2.22 ± 0.08	11.3 ± 0.1	0.0172 ± 0.0020	170 ± 2	13.56 ± 0.16	0.20 ± 0.0	0.0015 ± 0.0002	
トマト	2016AP-8	0.21 ± 0.03	1.16 ± 0.04	0.012 ± 0.001	86 ± 1	1.37 ± 0.05	0.18 ± 0.0	0.010 ± 0.001	
ナスビ	2016AP-9	ND	0.28 ± 0.03	0.01 ± 0.002	89 ± 1	0.28 ± 0.03	-	0.051 ± 0.008	
イネ	2016AP-10	0.65 ± 0.10	2.55 ± 0.17	0.0174 ± 0.0017	87 ± 3	3.19 ± 0.20	0.26 ± 0.0	0.0068 ± 0.0008	
ハレイショ	2016AP-12	ND	0.37 ± 0.03	0.0077 ± 0.0010	145 ± 1	0.37 ± 0.03	-	0.021 ± 0.003	
カボチャ	2016AP-13	ND	0.82 ± 0.08	0.0299 ± 0.0016	170 ± 3	0.82 ± 0.08	-	0.036 ± 0.004	
サツマイモ	2016AP-14	ND	0.53 ± 0.05	0.099 ± 0.003	153 ± 2	0.53 ± 0.05	-	0.19 ± 0.02	
イネ	2016AP-15	ND	1.34 ± 0.12	0.0115 ± 0.0012	71 ± 2	1.34 ± 0.12	-	0.0086 ± 0.0012	

表 4 福島県浜通り地域における市場流通農作物中放射性セシウム濃度（生重量）

試料名	試料番号	放射性核種濃度(新鮮重量)				放射性Cs濃度合計		放射能比 $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$
		^{134}Cs	^{137}Cs	^{40}K	$^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$			
		Bq/kg 生		Bq/kg 生				
コマツナ	2016P-1	0.2 ± 0.0	1.2 ± 0.1	165 ± 2	1.40 ± 0.06	0.18 ± 0.0		
アスパラガス	2016P-2	ND	0.1 ± 0.0	88 ± 1	0.14 ± 0.01	-		
キュウリ	2016P-3	ND	0.0 ± 0.0	64 ± 0	0.03 ± 0.00	-		
インゲン	2016P-4	ND	0.3 ± 0.0	72 ± 1	0.32 ± 0.03	-		
ニンジン	2016P-5	0.1 ± 0.0	0.8 ± 0.0	159 ± 2	0.91 ± 0.04	0.18 ± 0.0		
トマト	2016P-6	0.2 ± 0.0	1.2 ± 0.0	50 ± 1	1.39 ± 0.04	0.20 ± 0.0		
長ねぎ	2016P-7	ND	0.4 ± 0.0	51 ± 1	0.35 ± 0.03	-		
長ねぎ_葉	2016P-7L	0.2 ± 0.0	0.8 ± 0.0	47 ± 1	0.99 ± 0.03	0.19 ± 0.0		
ニラ	2016P-8	0.1 ± 0.0	0.5 ± 0.0	130 ± 1	0.61 ± 0.03	0.22 ± 0.0		
ピーマン	2016P-9	ND	0.2 ± 0.0	74 ± 1	0.23 ± 0.02	-		
ゴボウ	2016P-10	ND	0.2 ± 0.0	93 ± 1	0.24 ± 0.02	-		
サトイモ	2016P-11	1.0 ± 0.0	5.4 ± 0.1	108 ± 1	6.40 ± 0.07	0.18 ± 0.0		
サツマイモ	2016P-12	3.3 ± 0.1	19.0 ± 0.1	113 ± 2	22.36 ± 0.16	0.17 ± 0.0		
ウリ	2016P-13	ND	0.2 ± 0.0	48 ± 1	0.21 ± 0.01	-		
かぼす	2016P-14	0.8 ± 0.1	4.9 ± 0.1	71 ± 2	5.72 ± 0.15	0.16 ± 0.0		
落花生(豆)	2016P-15	ND	0.9 ± 0.1	178 ± 3	0.85 ± 0.07	-		
最小値		0.1	0.03	47	0.03	0.2		
最大値		3.3	19.0	178	22.4	0.2		
算術平均値		0.7	2.3	95	2.6 ± 5.60	0.2		