

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)

食品中の放射性核種濃度に関する研究 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 長谷川 慎 (放射線医学総合研究所)

研究要旨

2011年3月に発生した東日本大震災に起因する東京電力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、2012年4月以降は、食品の摂取による介入線量レベルを年間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(Cs)濃度について基準値を設定し、ストロンチウム-90(⁹⁰Sr)、ルテニウム-106(¹⁰⁶Ru) およびプルトニウム-238(²³⁸Pu)、プルトニウム-239(²³⁹Pu)、プルトニウム-240(²⁴⁰Pu)およびプルトニウム-241(²⁴¹Pu)については、放射性Cs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、また放射性Cs以外の⁹⁰Srなどに対する内部被ばくの不安は依然として大きいことから、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。

海産物に比べて淡水魚は放射性Cs濃度の低下が遅く、出荷制限が多いことから、今年度は淡水魚に着目し、福島県内で流通する水産物を入手し、これら試料の測定を行ったところ、セシウム-137(¹³⁷Cs)濃度が15 Bq/kg-生重量を超えた試料はなかった。

A. 研究目的

新たな基準は、放射性セシウム(Cs)濃度について基準値を設定し、ストロンチウム-90(⁹⁰Sr)、ルテニウム-106(¹⁰⁶Ru) およびプルトニウム-238(²³⁸Pu)、プルトニウム-239(²³⁹Pu)、プルトニウム-240(²⁴⁰Pu)およびプルトニウム-241(²⁴¹Pu)については、放射性Cs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。そこで、本研

究は食品中の放射性物質の基準値を策定する際に推定された放射性Cs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。福島沖の海産物の放射性物質濃度のモニタリングでは、95%以上の水産物で放射性Cs濃度が検出下限値(約10Bq/kg-生重量)以下となっている。一方で、内陸の淡水魚に関しては依然、広域で出荷制限されている魚種が多

い¹⁾。これは海水魚に比べて淡水魚は浸透圧が低いために、生息環境中の影響を受けやすい状況にあるためである。そこで、淡水産物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、福島県内で流通する淡水魚を入手し、「食品中の放射性核種等濃度に関する研究」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

福島県内水面試験場の協力を得て情報収集¹⁾を行い、2018年度に各漁協で採取した市場流通する淡水魚を本研究の対象とした。魚種、採取場所、採取日に関する情報を表1に示す。

1.2. γ 核種の濃度の測定

魚類は、個体毎のばらつきを確認するために、体液等のドリップによる損失が少ないように速やかに処理を行った。ワカサギは個体毎の大きさが小さく、食用の場合でも全体を食べることから、そのままの状態複数の個体を一つの試料として扱った。アユについては、体長が大きくなり、体重が50g以下であったため、ワカサギ同様に全体を試料とした。ただ、測定は1個体毎に行った。ヒメマスは体重が200gを越えていたため、可食部と非可食部(内臓部とアラ部)に分割した。それぞれの試料は冷凍後に、真空凍結乾燥機を用いて乾燥を行った。乾燥試料は、ミキサー等で粉碎後に乾燥試料とした。乾燥率(生重量に対する乾燥重量の割合)は23~53%であった。この乾燥試料をU8容器またはチューブに詰めて、Canberra社製低バックグラウンド Ge 半導体検出器(GX2019)を用いて、24時間以上の γ 核種の測

定を行った。Ge 半導体検出器は、日本アイン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。セシウム-134 (^{134}Cs)(604.7 keV および796keV の加重平均値)、セシウム-137 (^{137}Cs)(661.7 keV)およびカリウム-40 (^{40}K)(1460 keV)の定量結果を記録した。 ^{134}Cs は複数のエネルギーで検出されるために、これまでガンマ線放出率が最も高い604.7 keV (97.62%)の定量結果を用いてきた。しかし、796keV のガンマ線放出率(85.5%)も他のガンマ線エネルギーより高いことから、この2つのエネルギーで検出された定量結果を加重平均したものが望ましいため²⁾、昨年度と同様に、この計算方法を用いた。なお ^{134}Cs 、 ^{137}Cs および ^{40}K 以外の γ 核種は計測されなかった。試料重量が少ない場合は検出下限値が高くなるが、 ^{134}Cs および ^{137}Cs の検出下限値は、概ね1 Bq/kg-生重量であった。また安定元素の摂取量を利用する事による内部被ばく線量評価を行うため、安定元素のKとCaはICP発光分光分析装置で、SrとCsはICP質量分析装置を用いて、既知濃度の標準溶液で検量線を作成し、定量した。

C. 研究結果

1. 水産物中の放射性物質の濃度測定

2018年に入手した水産物中の放射性Csおよび ^{40}K 濃度測定の結果を表2、3と5に示した。各部位の平均値は、検出された値を用いて算術平均したものである。

ワカサギは、 ^{134}Cs 濃度は2 Bq/kg-生重量以下で、 ^{137}Cs 濃度は13~15 Bq/kg-生重量で、加重平均値は14.3 Bq/kg-生重量(n=6)であった。 $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比は0.1であった。2011

年3月のFDNPS事故時に放出された $^{134}\text{Cs}/^{137}\text{Cs}$ 放射能濃度比は約1であり、 ^{134}Cs と ^{137}Cs の物理学的半減期を用いて2018年11-12月に減衰補正すると、この放射能比は約0.1となるため、放射性Csは本事故由来であった。 ^{40}K 濃度は、48~55 Bq/kg-生重量で、加重平均値は51.7 Bq/kg-生重量(n = 6)であった。採取したアユの全長は14~16 cm(平均15.2 cm)で、体重は31~41g(平均34.8 g)であった。アユ全体の ^{134}Cs 濃度は、検出下限値(1.5 Bq/kg-生重量)以下であった。 ^{137}Cs 濃度は3~6 Bq/kg-生重量で、平均値は4.6 Bq/kg-生重量(n = 5)であった。 ^{40}K 濃度は、114~119 Bq/kg-生重量で、加重平均値は116.1 Bq/kg-生重量(n = 5)であった。採取したヒメマスの全長は26~28 cm(平均27.1 cm)で、体重は200~240g(平均221.5 g)であった。ヒメマスの可食部と非可食部ともに、 ^{134}Cs 濃度は、検出下限値(0.5 Bq/kg-生重量)以下であった。ヒメマスの可食部の ^{137}Cs 濃度は3~4 Bq/kg-生重量で、加重平均値は3.93 Bq/kg-生重量(n = 5)であった。 ^{40}K 濃度は、113~119 Bq/kg-生重量で、加重平均値は116.3 Bq/kg-生重量(n = 5)であった。またヒメマスの非可食部の ^{137}Cs 濃度は3~4 Bq/kg-生重量で、加重平均値は2.94 Bq/kg-生重量(n = 5)であった。 ^{40}K 濃度は、81~104 Bq/kg-生重量で、平均値は94.3 Bq/kg-生重量(n = 5)であった。ワカサギ、アユ、ヒメマス可食部中の安定Cs濃度はそれぞれ0.06、0.06、0.15 mg/kg-生重量で、安定Sr濃度はそれぞれ7.4、12.0、2.17 mg/kg-生重量であった。

D. 考察

今回測定した淡水魚のCs濃度は、食品中の放射性物質の基準値100Bq/kgよりもはるかに低

い濃度であった。ワカサギ、アユとヒメマスの中で最も高い放射性Csを検出したものは、ワカサギであった。一方、アユやヒメマスでは、ワカサギに比べて2倍ほど高い ^{40}K 濃度を示した。アユは秋に沿岸に近い地域で採取されたこと、ヒメマスもマス科の魚類であることから、ワカサギと代謝プロセスが異なることも要因の一つとして考えられる。ワカサギやアユのように全体を可食部として、安定Sr濃度を測定すると可食部だけのヒメマスよりもアラ部(頭、エラや骨)を含むワカサギやアユは高い傾向にあった。K/CsとCa/Sr濃度比の範囲はそれぞれ、20~40、0.5~0.7であり、魚種による大きな差は認められなかった。安定元素の濃度比を利用した濃度推定が可能であることが示唆された。

E. 結論

福島県内の淡水魚中の放射性Cs及び ^{40}K 濃度を測定した。放射性Cs濃度は、5~15 Bq/kg-生重量の濃度範囲であり、食品中の基準値を超えた試料はなく、基準値よりも非常に低い放射性Cs濃度のものが、市場に流通していることが確認できた。

引用文献

- 1) 福島県: 内水面の採捕・出荷資源等の措置一覧
<http://www.pref.fukushima.lg.jp/uploaded/attachment/261033.pdf>
- 2) 米沢 伸四郎: Ge 検出器- γ 線スペクトロメリーによる玄米認証標準物質中 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 及び ^{40}K の分析-第1部 放射能濃度の定量-. 分析化学 65, 645-655, 2016.

F. 健康危険情報

なし

G. 研究業績

1. Tatsuo Aono (2018) How to Communicate with Consumers who are Anxious about Food Radiation and Implications of Food Radioactivity Policies in Japan since the Fukushima Nuclear Power Plant Accident in Japan, International symposium on safety management of radionuclide in food (Korea)
2. Tatsuo Aono (2018) Lessons learned from TEPCO Fukushima NPP accident, QST-KIRAMS training course on radiation emergency medicine for Korean medical professionals 2019 (Chiba)

H. 知的財産権の出願・登録状況

なし

表 1 本研究対象の福島県淡水魚について

魚種	採取場所	採取日
ワカサギ	檜原湖	2018年4月30日
アユ	鮫川	2018年10月26日
ヒメマス	沼沢湖	2018年9月30日

表 2 福島県ワカサギ中の放射性核種濃度について

番号	Cs-134		Cs-137		K-40	
	Bq/kg-生重量	± error	Bq/kg-生重量	± error	Bq/kg-生重量	± error
1	1.42	0.11	13.48	0.24	51.33	1.98
2	1.33	0.07	13.60	0.14	47.97	1.17
3	1.63	0.23	14.58	0.23	54.61	1.84
4	1.43	0.11	13.95	0.23	52.44	1.89
5	1.48	0.15	14.51	0.24	51.50	1.94
6	1.48	0.12	15.16	0.25	52.50	2.00
加重平均	1.46		14.27		51.70	

表 3 福島県アユ中の放射性核種濃度について

番号	全長	体長	体重	Cs-134	Cs-137	K-40		
	cm	cm	g	Bq/kg-生重量	Bq/kg-生重量	± error	Bq/kg-生重量	± error
1	16.0	13.5	40.58	< 1.5	5.67	0.31	114.52	2.87
2	15.2	13.3	33.25	< 1.5	5.64	0.37	116.45	2.88
3	15.2	12.9	33.21	< 1.5	3.47	0.32	119.46	2.86
4	14.8	12.6	35.82	< 1.5	4.03	0.31	113.73	2.91
5	14.8	12.2	31.23	< 1.5	3.82	0.35	116.86	2.98
平均	15.2	12.9	34.82 加重平均	-	4.57		116.09	

表 4 福島県ヒメマスの体長と体重

番号	全長 cm	体長 cm	体重 g
1	27.3	21.1	223.6
2	26.4	21.2	201.8
3	27.5	23.5	240.6
4	27.3	21.6	231.5
5	27.1	23.3	210.0
平均	27.1	22.1	221.5

表 5 福島県ヒメマス中の放射性核種濃度について

番号	部位	Cs-134	Cs-137		K-40	
		Bq/kg-生重量	Bq/kg-生重量	± error	Bq/kg-生重量	± error
1	可食部	<0.35	3.65	0.16	114.52	2.87
2	可食部	<0.35	4.22	0.17	116.45	2.88
3	可食部	<0.35	4.29	0.15	119.46	2.86
4	可食部	<0.35	3.64	0.15	113.73	2.91
5	可食部	<0.35	3.80	0.16	116.86	2.98
	加重平均		3.93		116.25	
1	内臓+アラ部	<0.52	2.94	0.16	87.48	3.69
2	内臓+アラ部	<0.52	2.54	0.19	81.86	4.68
3	内臓+アラ部	<0.52	3.55	0.17	104.16	3.70
4	内臓+アラ部	<0.52	2.66	0.17	94.72	4.19
5	内臓+アラ部	<0.52	2.81	0.17	98.89	4.17
	加重平均		2.94		94.31	