

特集 海洋環境・水産物の放射能の推移—事故後5年を経過して—

水産物の放射能の推移

横田瑞郎^{*1§}・渡邊剛幸^{*1}・野村浩貴^{*1}・秋本 泰^{*1}・恩地啓実^{*1}

Trend of Radioactivity in Fisheries Organisms

Mizurou Yokota^{*1§}, Takayuki Watanabe^{*1}, Hirotaka Nomura^{*1}, Yutaka Akimoto^{*1}
and Hiromitsu Onchi^{*1}

要約: 福島県沖を除く我が国周辺の海域, 及び福島県を除く本州東日本の淡水域より2011年9月から2016年3月の間に入手した水産物(38,241検体, 355種)について, 放射性セシウム(^{134}Cs , ^{137}Cs)の濃度を測定した。基準値を超えた検体が検出された水域は, 海産生物では東日本太平洋側の青森県沖から千葉県沖に限定され, 淡水生物では東日本の地表の放射能汚染域と一致した。放射性セシウム($^{134+137}\text{Cs}$)濃度が基準値(100 Bq/kg-wet)を超えた検体数の検査検体数に対する割合は, 2011年3月の東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故発生時から時間の経過とともに減少し, 海産生物では2014年9月以降0%, 淡水生物では2015年10月以降1%未満となった。

キーワード: 放射性セシウム, 水産物, 海域, 淡水, 福島, 原子力発電所

まえがき

2011年3月の東京電力株式会社福島第一原子力発電所(以下, 東電福島第一原発と略す)の事故に伴い, 我が国周辺の海域への放射性物質降下や放射性物質を含む汚染水の流出により, 一部の魚介類から事故で放出された放射性セシウム(^{134}Cs , ^{137}Cs)が検出された。放射性セシウムは動物体内に入ると筋肉部等の可食部に移行しやすいことから, 食の安全面から陸海域の水産物の放射性セシウム濃度のモニタリングが急務となった。厚生労働省は一般食品中の放射性セシウム($^{134+137}\text{Cs}$)濃度の基準値を2012年4月1日から100 Bq/kg-wetに設定した(厚生労働省, 2012)。公益財団法人海洋生物環境研究所(以下, 海生研と略す)は, 事故後から沿岸漁業の操業を自粛している福島県

沖を除く本州東日本の海域, 及び福島県を除く本州東日本の陸水域で主に採取された水産物の放射性物質影響調査を2011年9月から水産庁委託事業として開始し, それ以降, 調査を継続実施している。調査結果は, 水産庁ウェブサイトで公表され(水産庁, 2016), また, 水産物の放射性セシウム($^{134+137}\text{Cs}$)濃度の2015年3月までの推移は, 横田ら(2013, 2014, 2015a, 2015b)が報告した。本報告では, 2016年3月までの結果を含めて水産物の放射性セシウム($^{134+137}\text{Cs}$)濃度の推移をとりまとめた。

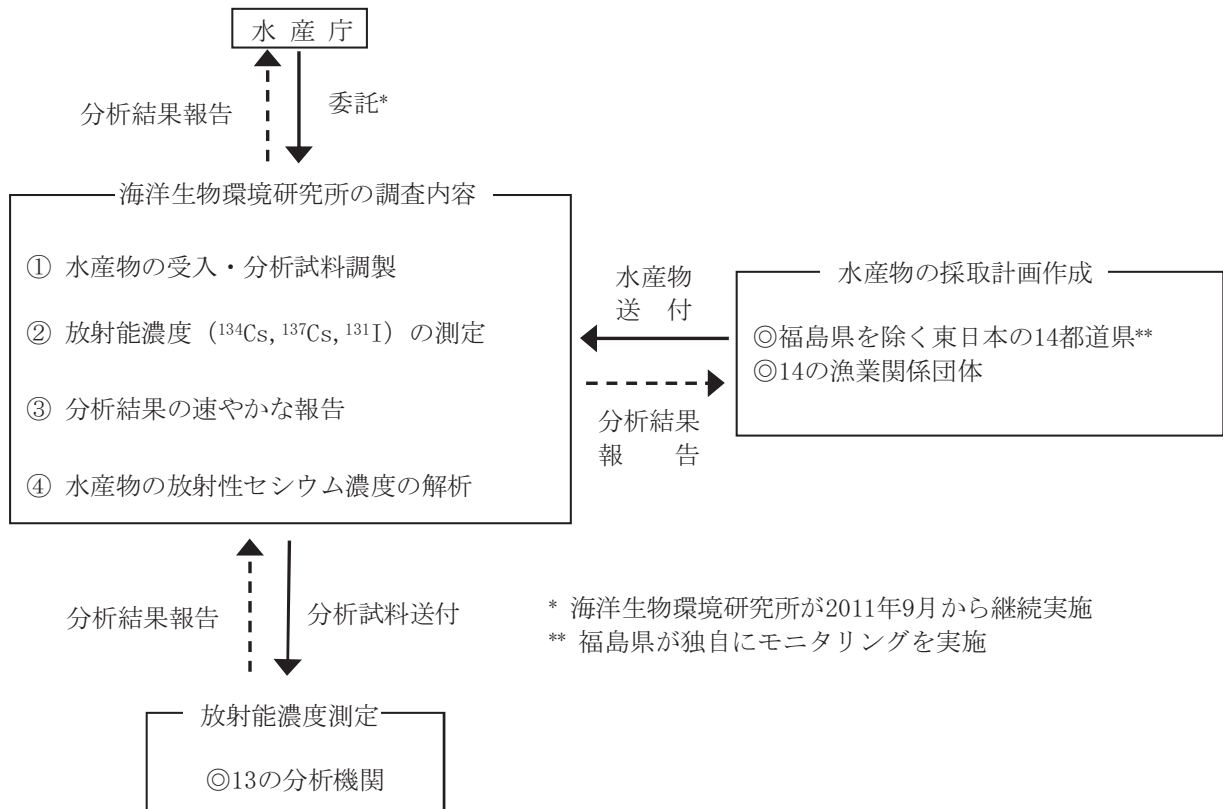
方 法

調査フロー 放射性物質分析用の水産物は, 東日本の14の都道府県, 及び14の漁業関係団体から, そ

(2016年7月27日受付, 2016年10月18日受理)

*1 公益財団法人海洋生物環境研究所 中央研究所(〒299-5105 千葉県夷隅郡御宿町岩和田300番地)

§ E-mail: yokota@kaiseiken.or.jp



第1図 放射性物質影響調査のフロー。

これらの機関の採取計画に基づいて海生研の中央研究所に送付される(第1図)。送付された水産物は、試料調製室でミンチ状に調製された後、分析用検体として中央研究所内の分析室及び外部の分析機関に送られ、放射能濃度が分析される。分析結果は海生研より関係機関に対して速やかに報告後、公表される。海生研は分析データを基に、放射性物質の水産物への影響について解析、とりまとめを行う。

分析方法 水産物の種類を同定した後、試料調製室で水産物の筋肉、肝臓、卵巣、精巣等の可食部を採取する(第2図)。採取した可食部は、原則として複数個体分を混合してミンチ状に調製し、生鮮状態で分析用検体とする。分析検体の一部は外部の分析機関に送付し、放射能濃度の分析を行う。調製量は、原則として2Lマリネリ容器用に約2,000 g とするが、2,000 g を調製できない場合には、100mL U-8容器用に約100 g とする。

放射能濃度の分析は、各分析機関がゲルマニウム半導体検出器(セイコー・イーザーアンドジー社、またはキャンベラジャパン社製)を用いたガンマ線スペクトロメトリーにより行い、検体中の

^{134}Cs (半減期: 約2年) および ^{137}Cs (半減期: 約30年) を分析し、乾燥状態で送付されたノリ類の検体を除いて原則として検体の湿重量 1 kg 当たりの放射能濃度 (Bq/kg-wet) を求める(第3図)。分析方法は、文部科学省(1992)の方法に従う。分析は、原則として分析機関への搬入後、24時間以内に実施する。測定時間は、2Lマリネリ容器、100mL U-8容器ともに1時間とする。

結果と考察

海産生物 2011年9月から2016年3月までの約5年間に放射能濃度の分析を行った30,059検体(313種)のうち、100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム($^{134+137}\text{Cs}$)濃度は、魚類の62検体(15種)の筋肉部から検出された(第1表)。魚類以外のイカ類、タコ類、エビ類、カニ類、シャコ類、貝類、ナマコ類、ウニ類、ホヤ類、オキアミ類、アミ類、海藻類、クジラ類などの海産生物については、100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム($^{134+137}\text{Cs}$)濃度は検出されなかった。

100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム($^{134+137}\text{Cs}$)濃度が検出された海産魚は、東日本太平洋側(福



① 送付された水産物の受け入れ



④ 分析部位（可食部）の取出



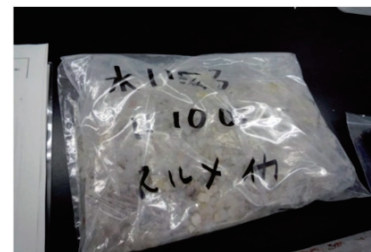
② 種名の確認



⑤ 分析部位のミンチ調製



③ 長さと言さの測定



⑥ 袋詰された分析用検体

第2図 水産物の放射能濃度を分析するための前処理。



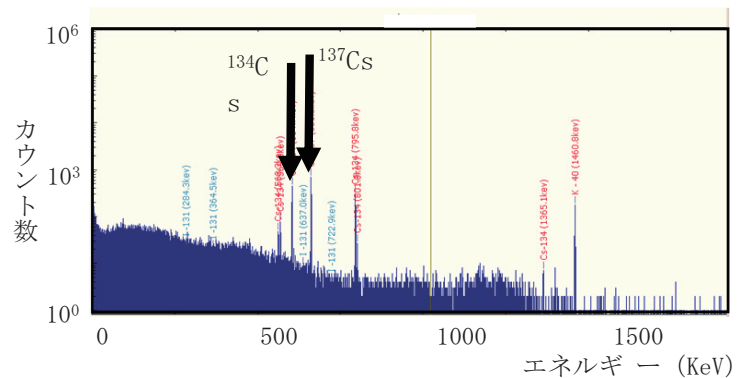
① 分析試料の容器収納



② 検出器による分析



③ 分析結果の解析



④ 分析結果の解析事例

第3図 放射能濃度の分析方法。

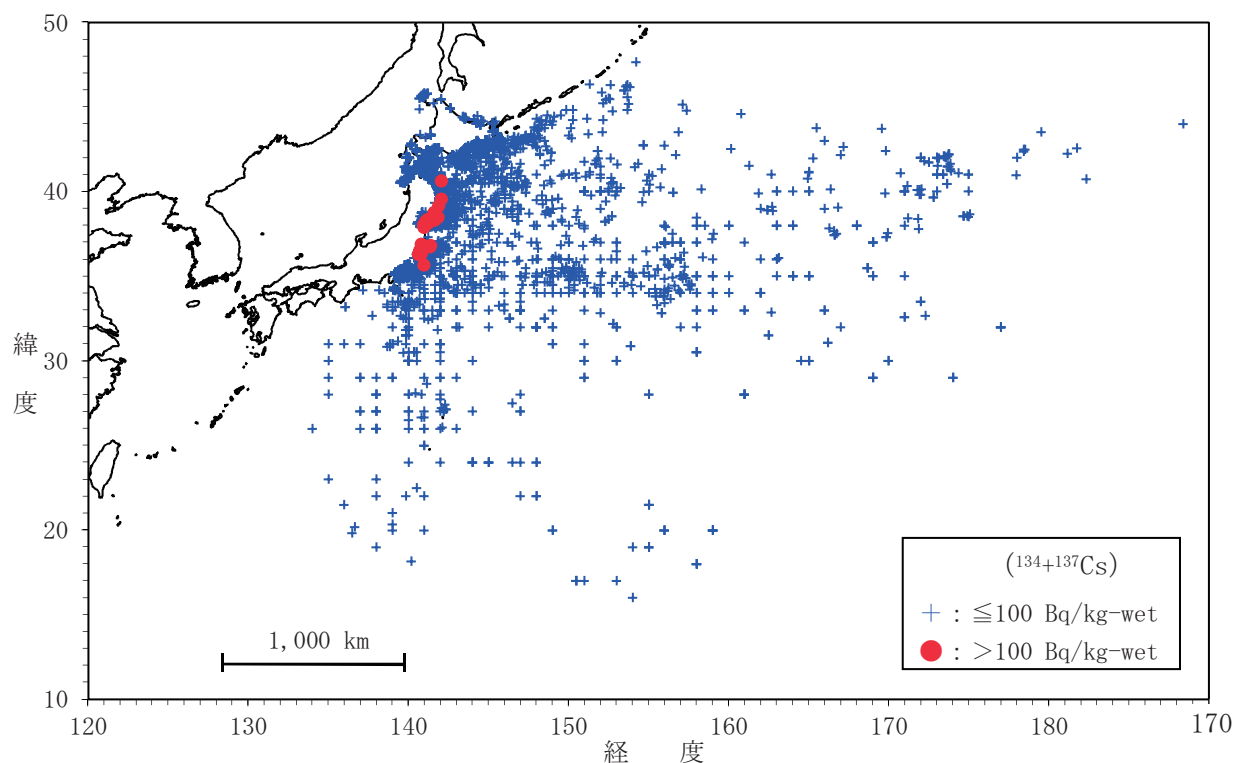
第1表 海産生物の100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度 の検体数 (福島県沖を除く, 2011年9月～2016年3月分析検体)

生物分類群	分析部位	100 Bq/kg-wet 超の検体数	5カ年間の 検査検体数
魚類	筋肉	62	23, 586
	全体	－	1, 191
	肝臓	－	890
	精巣	－	205
	卵巣	－	451
	心臓	－	3
	混合	－	54
イカ類	筋肉	－	917
	全体	－	5
	肝臓	－	81
タコ類	筋肉	－	633
エビ類	筋肉	－	117
カニ類	全体	－	7
	混合	－	187
シャコ類	筋肉	－	15
貝類	筋肉	－	210
	軟体部	－	522
ナマコ類	筋肉	－	29
ウニ類	生殖腺	－	30
ホヤ類	筋肉	－	300
オミ類	全体	－	100
アミ類	全体	－	1
海藻	全体	－	431
クジラ類	筋肉	－	84
その他	魚粉	－	6
	魚油	－	2
	煮汁	－	2
合計		62	30, 059

－ は検体数が0であることを示す。

島県沖を除く) の青森県沖, 岩手県沖, 宮城県沖, 茨城県沖, 千葉県沖で採取された (第4図)。100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度が検出された海産魚の62検体のうちの大部分の58検体は, 福島隣の宮城県沖及び茨城県沖で採取された (第2表)。100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム

($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度が検出された海産魚15種ともに水深30m以浅の沿岸域での採取が確認されている。また, 1,000 Bq/kg-wet以上の高濃度の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) が検出されたクロダイ *Acanthopagrus schlegelii* とスズキ *Lateolabrax japonicus* の2種は, 河川の汽水域にまで移動することがある。汽水域



第4図 海産生物の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の海域分布。福島県沖を除く。2011年9月～2016年3月のデータをプロットした。

第2表 100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度が検出された海産生物種 (福島県沖を除く, 2011年9月～2016年3月分析検体)

魚種名	青森県沖	岩手県沖	宮城県沖	茨城県沖	千葉県沖	魚種合計 (検査数)	最高値 (Bq/kg-wet)
クロダイ	-	-	16	-	-	16 (188)	3,300
スズキ	-	-	7	7	1	15 (1,667)	1,000
コモンカスベ	-	-	-	3	-	3 (379)	520
ヒラメ	-	-	5	2	-	7 (2,034)	400
クロソイ	-	1	-	-	-	1 (209)	400
ババガレイ	-	-	-	1	-	1 (612)	260
マコガレイ	-	-	-	2	-	2 (835)	180
アイナメ	-	-	-	1	-	1 (642)	170
シロメバル	-	-	-	1	-	1 (147)	170
マダラ	1	-	4	3	-	8 (5,367)	160
ヒガンフグ	-	-	1	-	-	1 (183)	140
ニベ	-	-	-	3	-	3 (129)	130
ウスメバル	-	-	-	1	-	1 (147)	120
ブリ	-	1	-	-	-	1 (655)	110
ギンザケ	-	-	1	-	-	1 (37)	110
海域合計	1	2	34	24	1	62 (13,231)	

- は検体数が0であることを示す。

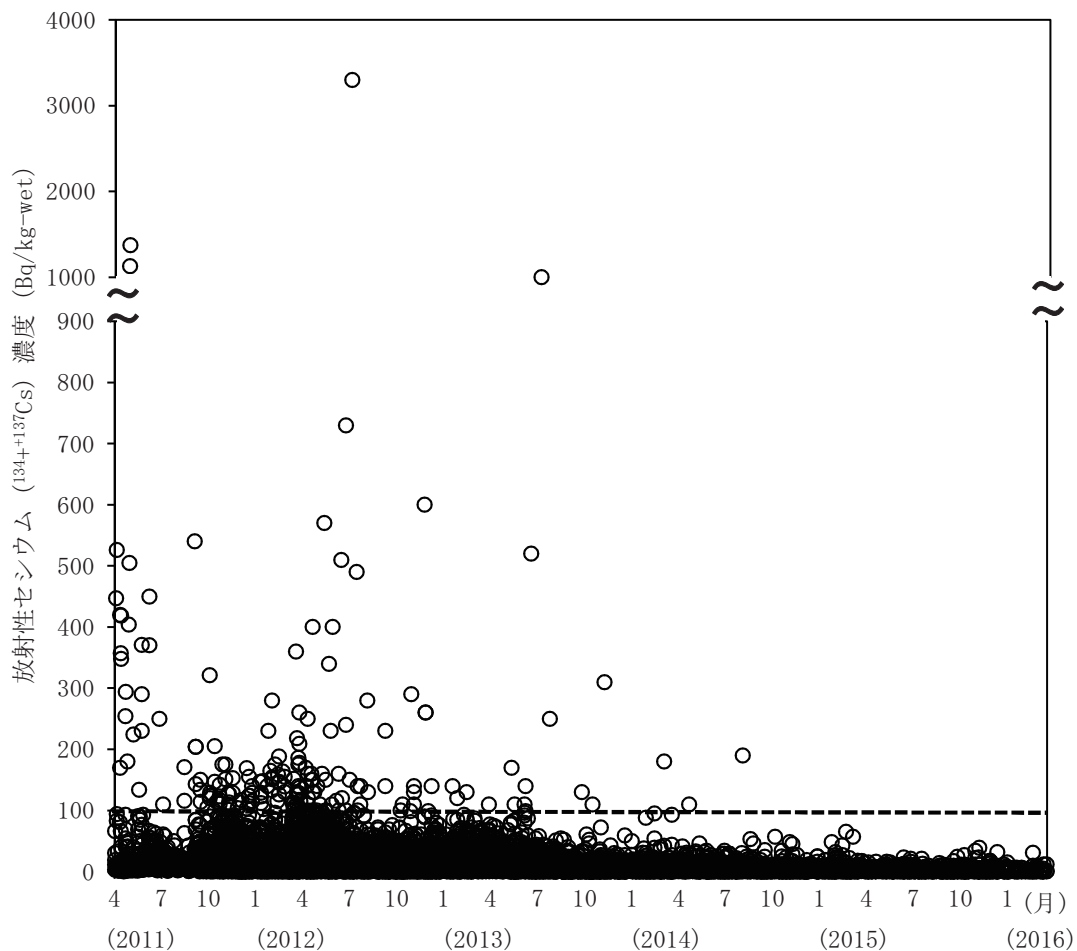
に生息可能なクロダイとスズキから高濃度の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) が検出されたことについては、淡水魚のセシウム濃縮係数は海産魚よりも25倍程度高いため (IAEA, 2010), 汽水域の魚類の放射性セシウムは排出されにくいことが影響した可能性がある。

福島県沖を除く本州東日本の太平洋側で2011年4月から2016年3月に海産生物から検出された放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の推移をみると、時間の経過とともに減少し、2014年9月以降、100 Bq/kg-wetを超える放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度は検出されず、大部分は50 Bq/kg-wet以下となった (第5図)。また、海産生物の100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の各月の検出率 (検査検体数に対する100 Bq/kg-wet超検体数の割合, 1ヶ月間の検査検体数は平均500検体) を算出した結果、事故当初には約10%程度であったが時間経過とともに減少し、2014年9月以降は

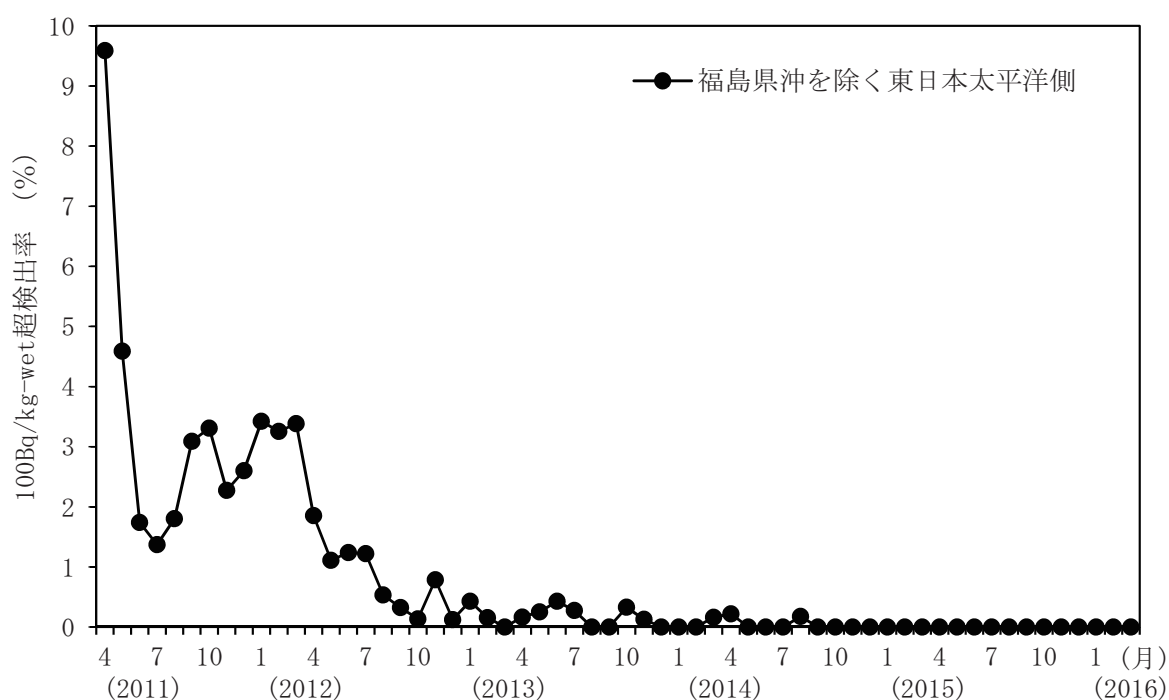
0%となった (第6図)。

淡水生物 2011年9月から2016年3月までの5カ年間に放射能濃度の分析を行った8,182検体 (42種) のうち、100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度は、魚類の209検体 (15種) の筋肉部または全体から検出された (第3表)。魚類以外のエビ類, カニ類, 貝類などの淡水生物については、100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度は検出されなかった。

東電福島第一原発の事故によって大気へ放出された放射性物質が地表に降下したことにより、事故後、東日本太平洋側の陸域では地表面から高さ1mの空間線量率が広い範囲で $0.1\mu\text{Sv/h}$ を超えた (日本地図センター・日本原子力研究開発機構, 2016)。100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度が検出された淡水魚は、東日本 (福島県を除く) の岩手県, 宮城県, 茨城県, 栃木県,



第5図 本州東日本の太平洋側で採取された海産生物の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の推移。水産庁 (2016) より作成。放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の検出限界未満のデータを除く。



第6図 本州東日本の太平洋側で採取された海産生物の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の100 Bq/kg-wet超検出率の推移。水産庁 (2016) より作成。100 Bq/kg-wet超濃度検出率(%) = [100 Bq/kg-wet超検体数] / [検査検体数] × 100。各月の検査検体数の平均値は約500検体であった。

第3表 淡水生物の100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の検体数 (福島県を除く, 2011年9月～2016年3月分析検体)

生物分類群	分析部位	100 Bq/kg-wet超の検体数	5カ年間の検査検体数
魚類	筋肉	180	5,400
	全体	29	2,236
エビ類	全体	–	163
カニ類	全体	–	35
	混合	–	6
貝類	軟体部	–	341
スッポン類	全体	–	1
合計		209	8,182

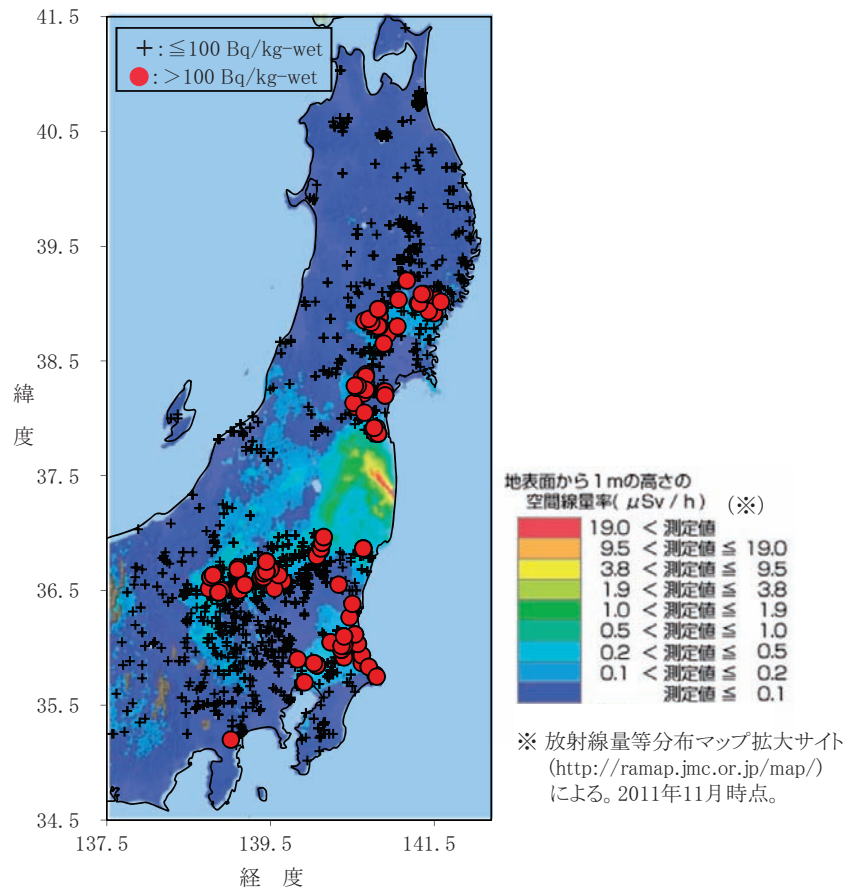
– は検体数が0であることを示す。

群馬県, 千葉県, 埼玉県, 神奈川県の一部の淡水域で採取され, 事故後の放射性物質の大気降下の影響が小さかった日本海側の県の淡水域から採取されておらず, 淡水魚の100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度と地表付近の空間線

量率の分布は概ね一致した (第7図)。

100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度が検出された淡水魚の209検体のうち66検体は, 福島隣県の宮城県及び茨城県の一部水域で採取され, 残りの143検体は福島隣県以外の水域で採取された (第4表)。100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度が検出された淡水魚15種のうち, 閉鎖性水域の湖沼で採取された種は9種, 河川で採取された種は5種, 湖沼と河川の両方で採取された種は1種であった。水産庁委託事業で採取した淡水生物の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の最高値は, 河川で採取されたヤマメ *Oncorhynchus masou* の490 Bq/kg-wetであった。

福島県を除く本州東日本の淡水域で2011年4月から2016年3月に淡水生物から検出された放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の推移をみると, 時間の経過とともに減少し, 2015年10月以降, 大部分は50 Bq/kg-wet以下となった (第8図)。また, 淡水生物の100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の各月の検出率 (検査検体数に対する100 Bq/kg-wet超検体数の割合, 1ヶ月間の検査検体数は平均150検体) を算出した結果, 事故

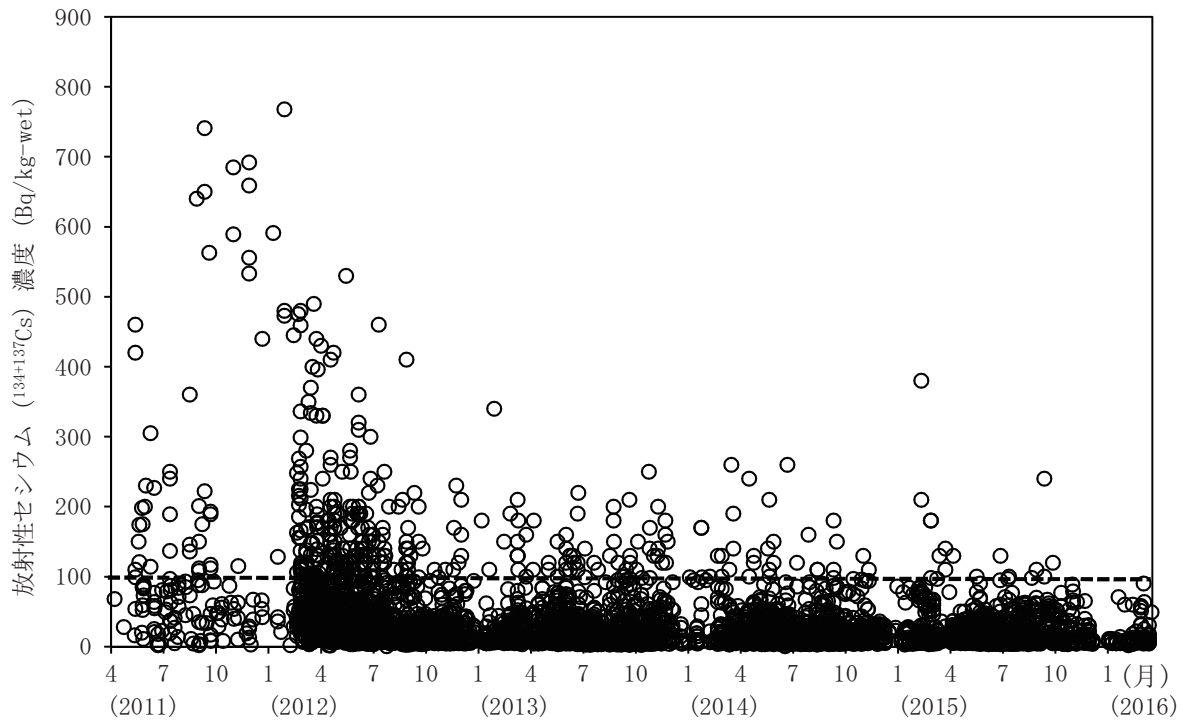


第7図 淡水生物の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の水域分布。福島県を除く。2012年4月～2016年3月のデータをプロットした。地表面からの高さ1mの空間線量率 (2011年11月時点) は日本地図センター・日本原子力開発機構 (2016) による。

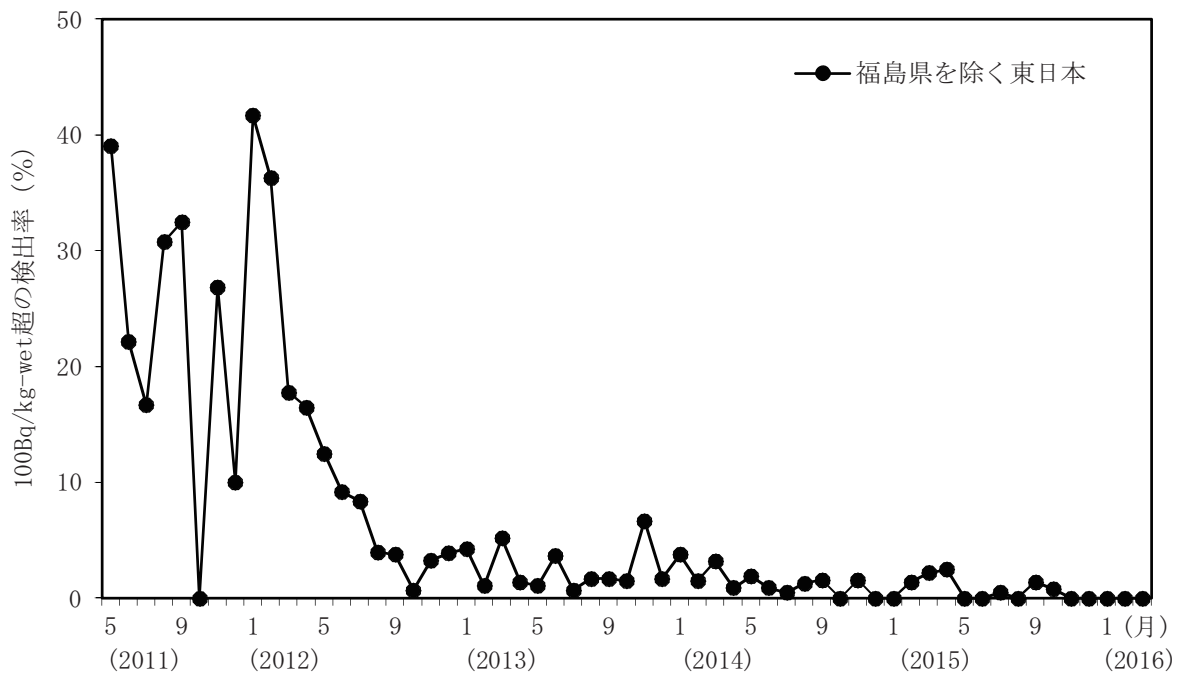
第4表 100 Bq/kg-wet超の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度が検出された淡水生物種 (福島県を除く, 2011年9月～2016年3月分析検体)

魚種名	岩手県	宮城県	茨城県	栃木県	群馬県	千葉県	埼玉県	神奈川県	魚種合計 (検査数)	最高値 (Bq/kg-wet)
ヤマメ	2	—	2	2	12	—	—	—	18 (1,536)	490
イワナ	7	18	2	14	18	—	—	—	59 (1,044)	460
ギンブナ	—	—	5	—	—	17	—	—	22 (315)	400
ワカサギ	—	—	—	—	19	—	—	—	19 (482)	370
コイ	—	—	—	—	—	10	—	—	10 (137)	330
チャネルキャットフィッシュ	—	—	20	—	—	—	—	—	20 (46)	320
ウグイ	12	1	—	4	—	—	—	—	17 (970)	310
ブラウントラウト	—	—	—	11	—	—	—	—	11 (12)	260
ウナギ	—	1	13	—	—	6	—	—	20 (1,255)	200
モツゴ	—	—	—	—	—	2	—	—	2 (143)	170
アユ	—	4	—	—	—	—	—	—	4 (894)	140
ヒメマス	—	—	—	4	—	—	—	—	4 (50)	140
ナマズ	—	—	—	—	—	—	1	—	1 (13)	130
ニジマス	—	—	—	1	—	—	—	—	1 (245)	120
オオクチバス	—	—	—	—	—	—	—	1	1 (8)	110
水域合計	21	24	42	36	49	35	1	1	209 (7,150)	

— は検体数が0であることを示す。



第8図 本州東日本の淡水域で採取された淡水生物の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の推移。水産庁 (2016) より作成。放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の検出限界未満のデータを除く。



第9図 本州東日本の淡水域で採取された淡水生物の放射性セシウム ($^{134+137}\text{Cs}$) 濃度の100 Bq/kg-wet超検出率の推移。水産庁 (2016) より作成。100 Bq/kg-wet超濃度検出率 (%) = [100 Bq/kg-wet超検体数] / [検査検体数] × 100。各月の検査検体数の平均値は150検体であった。

当初には約40%であったが、時間経過とともに減少して2015年10月以降1%未満となった(第9図)。

謝 辞

本報告は水産庁委託事業の「平成23年度水産物の放射性物質調査事業」,「平成24, 25, 26年度放射性物質影響調査推進委託事業」,「平成27年度放射性物質影響調査推進事業」の取得データを使用しており,放射性物質分析用の水産物調達にあたっては,委託元の水産庁をはじめとして,関係都道府県・漁業団体より多大なご協力を賜ったことに対し,厚く御礼申し上げます。

引用文献

- International Atomic Energy Agency (2010). Handbook of parameter values for the prediction of radionuclide transfer in terrestrial and freshwater environments. Technical reports series, **No.472**, International Atomic Energy Agency, Vienna, 1-194.
- 厚生労働省 (2012). 食品中の放射性物質の新たな基準値. http://www.mhlw.go.jp/shinsai_jouhou/dl/leaflet_120329.pdf (2016年6月1日に閲覧)
- 文部科学省 (1992). 放射能測定法シリーズ, 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, 平成4年改訂. 文部科学省,

- 東京, 1-362.
- 日本地図センター・日本原子力研究開発機構 (2016). 放射線量等分布マップ拡大サイト. <http://ramap.jmc.or.jp/map> (2016年6月1日に閲覧)
- 水産庁 (2016). 水産物の放射性物質調査の結果について. <http://www.jfa.maff.go.jp/j/housyanou/kekka.html> (2016年6月1日に閲覧)
- 横田 瑞郎・渡邊 剛幸・吉川 貴志・土田 修二 (2013). 東日本太平洋側の水産物から検出された放射性物質について—2011年9月～2012年1月の調査結果—. 海生研研報, **No.16**, 11-28.
- 横田 瑞郎・渡邊 剛幸・野村 浩貴・吉川 貴志・秋本 泰・恩地 啓実 (2014). 東日本の陸海域の水産物から検出された放射性物質について—平成23年9月～平成25年3月の調査結果—. 海生研研報, **No.19**, 17-42.
- 横田 瑞郎・渡邊 剛幸・野村 浩貴・秋本 泰・恩地 啓実 (2015a). 東日本の陸海域の水産物から検出された放射性物質について—平成23年9月～平成26年3月の調査結果—. 海生研研報, **No.20**, 67-95.
- 横田 瑞郎・渡邊 剛幸・野村 浩貴・秋本 泰・恩地 啓実 (2015b). 東日本の陸海域の水産物から検出された放射性物質について—平成23年9月～平成27年3月の調査結果—. 海生研研報, **No.21**, 33-67.