## 資料

# 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 -

横田瑞郎\*18・渡邉剛幸\*1・野村浩貴\*1・秋本 泰\*1・恩地啓実\*1

Radioactive Substances Detected from Fisheries Organisms
Caught in the Fresh Water Area and the Pacific Ocean on Eastern Japan
- Survey Results from September 2011 to March 2014 -

Mizurou Yokota<sup>\*1 §</sup>, Takayuki Watanabe<sup>\*1</sup>, Hirotaka Nomura<sup>\*1</sup>, Yutaka Akimoto<sup>\*1</sup> and Hiromitsu Onchi<sup>\*1</sup>

要約:平成23年9月~平成26年3月の間に東日本の海域(福島県を除く太平洋側)及び淡水域より入手した水産物(22,230検体,329種)について、放射能濃度(I-131, Cs-134, Cs-137)の測定を行い、データ解析を行った。海洋生物では、放射性セシウム濃度が基準値(100Bq/kg-wet)を超えた種の数は事故後1年目が11種(18検体)、2年目が8種(31検体)、3年目が5種(11検体)で時間の経過とともに減少し、検査検体数に対する基準値超の検体数の割合は事故後3年目には1%未満となった。淡水生物では、放射性セシウム濃度が基準値(100Bq/kg-wet)を超えた種の数は事故後1年目が6種(24検体)、2年目が14種(105検体)、3年目が12種(50検体)であり、基準値を超えた検体の割合は事故後3年目には2%程度となった。

キーワード:放射性物質、水産物、東日本、太平洋、淡水、福島、原子力発電所

Abstract: Concentration of radionuclides such as I-131, Cs-134 and Cs-137 was determined for a total of 22,230 samples of fishery products (329 species) caught in the inland water and in the Pacific Ocean on eastern Japan (except Fukushima Prefecture) from September 2011 to March 2014. The marine fishes in which radioactive cesium concentrations were detected higher than 100 Bq/kg-wet (restriction level of radioactive cesium concentration of consumption for general food) decreased with time (11 species in the first year after the accident, 8 species in the second year, 5 species in the third year). The ratio of marine fish specimens in which radioactive cesium concentrations were detected higher than 100 Bq/kg-wet were less than 1% in the third year after the accident. The number of species in freshwater fishes in which radioactive cesium concentrations were detected higher than 100 Bq/kg-wet were 6 species in the first year after the accident, and 14 species in the second year, 12 species in the third year. The ratio of freshwater fish specimens in which radioactive cesium concentrations were detected higher than 100 Bq/kg-wet were approximately 2% in the third year after the accident.

**Key words**: radioactive substance, marine product, eastern Japan, Pacific Ocean, freshwater, Fukushima, nuclear power plant

## まえがき

福島第一原子力発電所の地震被災事故(2011年 3月)の後,大気から陸海域への放射性物質の降 下や放射性物質を含む汚染水の海域流出により, 東日本では一部の淡水・海水魚介類から事故前の 濃度レベルを超える放射性物質が検出された。こ のような状況を踏まえ、水産庁は福島第一原子力 発電所の事故に伴う放射能汚染に対して魚介類の 安全性を確保するため、水産物の放射性物質濃度

(2014年12月22日受付, 2015年1月22日受理)

<sup>\*1</sup> 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)

<sup>§</sup> E-mail: yokota@kaiseiken.or.jp

の測定を事故後に検査事業として立ち上げ,2011年9月から公益財団法人海洋生物環境研究所(以下,海生研と記す)が受託している。これらの測定結果について海生研は,水産庁及び関係する地方公共団体(都・道・県),漁業団体に対して速やかな報告を行っている。ここでは海生研が水産庁より受託,実施した2011~2013年度事業の結果について,横田ら(2013,2014)に引き続き,概要を報告する。

#### 方 法

放射能濃度測定用水産物の採取・調製 水産物放 射能濃度の検査計画(検査対象種,検体数等)に ついては、東日本の都道県、及び東日本太平洋側 で操業している水産関係団体が水産庁と連携して 策定した。ただし、福島県については本事業とは 別の枠組みで検査が実施されたので,以下,特に 言及しない限り, 福島県を除いた検査の内容につ いて述べる。この検査で第一に求められることは、 消費者が食する魚介類の安全性を確認することな ので、市場において主力商品となる魚介類や水産 関係団体が扱う魚介類を中心に検査を行った。検 査を行う魚介類は、都道県・水産関係団体から依 頼を受けた東日本各地の漁業協同組合, 魚市場, 研究機関などによって採取・確保され、冷蔵ある いは冷凍された状態で海生研の中央研究所(千葉 県夷隅郡御宿町)に送付された。それらの水産物 を中央研究所の実験室にて測定用試料に調製し た。なお,調製手順の詳細については,前報告(横 田ら,2014) に示された内容と同様である。

放射能濃度の分析方法 分析方法については文部 科学省(1992)に従い、海生研が実施するとともに、他の機関(一般財団法人日本食品分析センター、公益財団法人日本分析センター、一般財団法人日本冷凍食品検査協会、一般財団法人九州環境管理協会、いであ株式会社、東北緑化環境保全株式会社、株式会社総合水研究所、株式会社静環検査センター)にも依頼し、ゲルマニウム半導体検出器(セイコー・イージーアンドジー社、及び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、検体中のI-131(半減期:約8日)、Cs-134(半減期:約2年)およびCs-137(半減期:約30年)を分析し、検体1kg(湿重量)当たりの放射能濃度(Bq/kg-wet)を求めた。分析は、

原則として分析機関への搬入後,24時間以内に実施した。測定時間については,2Lマリネリ容器の場合には1時間,100mLU-8容器の場合には1時間または4時間とした。

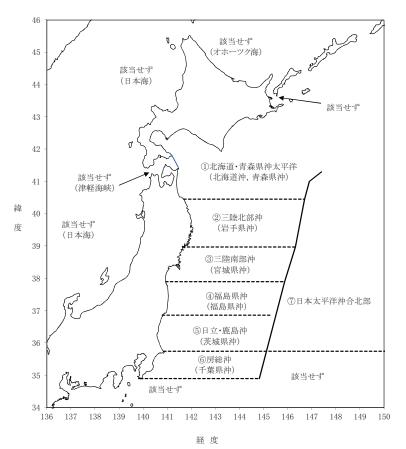
データ解析 2011年9月から2014年3月までの期間に放射能濃度(I-131, Cs-134, Cs-137)の測定を行った計22,230検体(海洋生物18,036検体,淡水生物4,194検体)の水産物を対象に放射能濃度の検出結果を解析した。対象とした水産物の種数は、事故後1年目が202種(海洋生物190種,淡水生物12種)、2年目が265種(海洋生物235種,淡水生物30種)、3年目が258種(海洋生物229種,淡水生物29種)であった。3年間の総種数は海洋生物295種,淡水生物34種であった。また、水産物の採取場所が報告された検体は、採取水深や離岸距離についても解析した。

解析にあたり、海域区分及び生物対象種の生活様式(回遊性、底着・非底着性)のタイプ分けを行った。海域区分については、「東日本太平洋における生産水域名の表示方法について(平成23年10月5日、水産庁課長通知23水漁第73号)」に従った(第1図)。また、生物対象種の生活様式のタイプ分けについては、前報告(横田ら、2014)に示された内容と同様である。

## 結果と考察

水産物における放射性物質の検出状況 2011年9 月~2014年3月に測定した検体 (22,230検体)の 検出下限値は測定容器の容量によって異なり、 2Lマリネリ容器使用時にはI-131, Cs-134, Cs-137ともに約99%の検体が0.20~0.99Bq/kg-wetの 範囲にあり、また、100mL U-8容器使用時には I-131, Cs-134, Cs-137ともに約99%の検体が2.0 ~9.9Bq/kg-wetの範囲にあった (第1表)。

放射性セシウム (Cs-134, Cs-137) の検出下限値を上回った検体数は22,230検体のうちの10,334検体であった。それらの10,334検体のうち7,631検体ではCs-134が検出されており、また、Cs-134が検出されていない2,703検体ではCs-137濃度が0.30Bq/kg-wet以上であった。2011年3月の事故以前の10年間ではCs-134の存在が確認されていないことが知られており、さらに事故以前の魚介類中のCs-137濃度レベルが0.20Bq/kg-wet以下で推移していたことから(海生研、2012)、検出さ



第1図 回遊性種の生産水域区分。「東日本太平洋における生産水域名の表示方法について」 (平成23年10月5日,水産庁課長通知23水漁第73号)による。回遊性種は、ネズミザメ、 ヨシキリザメ、アオザメ、イワシ類、サケ・マス類、サンマ、ブリ、マアジ、カジキ類、 サバ類、カツオ・マグロ類、スルメイカ、ヤリイカ、アカイカを示す。括弧内の水域 名は、本報告で沿岸性種に適用する場合の表記を示す。

れた放射性セシウムの大部分が福島第一原子力発 電所事故に由来すると考えられる。なお、半減期 の短いI-131(約8日)は全く検出されなかった。

生物分類群・生活様式による検出状況の違い 放射性セシウム濃度が一般食品中の放射性物質の基準値である100Bq/kg (厚生労働省,2012)を超えた種の数は、海洋生物では事故後1年目が11種、2年目が8種、3年目が5種であり、時間の経過とともに減少した(第2表)。海洋生物の検出最高値は、1年目がババガレイ Microstomus achne (茨城県沖)の260Bq/kg-wetであり、また、検査検体数が1年目(2,796検体)の約3倍に増えた2年目(9,278検体)についてはクロダイ Acanthopagrus schlegelii (宮城県沖)の3,300Bq/kg-wet、3年目(10,156検体)についてはスズキ Lateolabrax japonicus (茨城県沖)の1,000Bq/kg-wetであり、基準値を大きく超える濃度が検出された。海域別には、1年目、2年目、3年目ともに福島の隣県(宮城,茨城)の海

第1表 放射性物質の検出下限値\*

測定容器	検出下限値		検体数	
	(Bq/kg-wet)	I-131	Cs-134	Cs-137
2Lマリネリ容器	<0.2	1	1	1
(1時間測定)	0.20~0.39	2, 311	1,747	1,655
	0.40~0.59	6, 225	6, 311	5, 977
	0.60~0.79	1, 180	1,688	2, 181
	0.80~0.99	199	196	145
	≧1.0	81	54	38
	(合計)	9, 997	9, 997	9, 997
100mL U-8容器	<2.0	153	35	68
(1時間または	2.0~3.9	3, 036	2, 410	2, 326
4時間測定)	4.0~5.9	8, 157	6, 265	6, 384
	6.0~7.9	823	3, 330	3, 200
	8.0~9.9	53	134	216
	<b>≧</b> 10	11	59	39
	(合計)	12, 233	12, 233	12, 233

<sup>\* 2011</sup>年9月~2014年3月分析検体

**第2表** 放射性セシウム (Cs-134+Cs-137) の基準値 (100Bq/kg) を超える濃度が検出された海洋生物種 (福島県沖を除く)

海洋生物

古北※	種名(測定語	37 (去 )		100Bq	/kg超 (Cs-	-134 + Cs-	-137) の検	体数	検 査
事故後*	性石 (側足)	101 <u>17</u> .)	青森県沖	岩手県沖	宮城県沖	茨城県沖	千葉県沖	計 (濃度 Bq/kg)	検体数
1年目	アイナメ	(筋肉)	-	-	-	1	-	1 ( 170 )	26
	ウスメバル	(筋肉)	_	_	_	1	_	1 ( 120 )	4
	ギンザケ	(筋肉)	_	_	1	_	_	1 ( 110 )	4
	コモンカスベ	(筋肉)	_	_	_	2	_	2 ( 180~190 )	10
	スズキ	(筋肉)	_	_	1	2	_	3 ( 120~210 )	33
	ニベ	(筋肉)	-	-	-	1	-	1 ( 110 )	(
	ババガレイ	(筋肉)	-	-	-	1	-	1 ( 260 )	58
	ヒラメ	(筋肉)	-	-	-	1	-	1 ( 140 )	109
	ブリ	(筋肉)	-	1	-	-	-	1 ( 110 )	75
	マコガレイ	(筋肉)	_	_	_	2	_	2 ( 140~180 )	77
	マダラ	(筋肉)	1	_	3	_	-	4 ( 120~160 )	209
	計		1	1	5	11	0	18	609
2年目	クロソイ	(筋肉)	-	1	-	-	-	1 ( 400 )	80
	クロダイ	(筋肉)	_	_	9	_	-	9 (140~3300)	2'
	シロメバル	(筋肉)	_	_	_	1	_	1 ( 170 )	20
	スズキ	(筋肉)	-	-	5	3	1	9 ( 110~280 )	308
	ニベ	(筋肉)	-	-	-	2	-	2 ( 110~130 )	19
	ヒガンフグ	(筋肉)	_	_	1	_	-	1 ( 140 )	60
	ヒラメ	(筋肉)	-	-	4	1	-	5 ( 140~400 )	518
	マダラ	(筋肉)	_	_	1	2	-	3 ( 110~140 )	1, 488
	計		0	1	20	9	1	31	2, 532
3年目	クロダイ	(筋肉)	_	_	6	_	_	6 ( 110~310 )	60
	コモンカスベ	(筋肉)	_	_	_	1	-	1 ( 520 )	8
	スズキ	(筋肉)	_	_	_	2	_	2 (180~1000)	47
	ヒラメ	(筋肉)	_	_	1	_	_	1 ( 110 )	599
	マダラ	(筋肉)	-	_	-	1	-	1 ( 130 )	1, 716
	計		0	0	7	4	0	11	2, 92

\* 1年目: 2011年9月~2012年3月分析検体 2年目: 2012年4月~2013年3月分析検体

3年目:2013年4月~2014年3月分析検体

域で基準値を超える検体数が多かった。次に淡水 生物では、基準値を超えた種の数は、事故後1年 目が6種、2年目が14種、3年目が12種であった(第 3表)。淡水生物の検出最高値は、1年目がヤマメ Oncorhynchus masou masou(群馬県)の490Bq/ kg-wet、2年目がイワナ Salvelinus leucomaenis(宮 城県)の460Bq/kg-wet、3年目がイワナ(群馬県) の260Bq/kg-wetであり、時間の経過とともに下が る傾向がみられた。水域別には、事故後2年目に は東日本の8県(岩手、宮城、茨城、群馬、栃木、 千葉、埼玉、神奈川)の水域で基準値を超える濃 度が検出されたが、事故後3年目には5県(宮城、 茨城、群馬、栃木、千葉)に減少した。なお、淡 水の養殖魚と天然・放流魚の検出状況を比べる と,事故後3年間で養殖魚からは基準値を超える 濃度は1検体もみられなかった(第4表)。

放射性セシウム濃度 (Cs-134 と Cs-137の合計) の最高値をみると、事故後1年目、2年目、3年目 ともに、魚類は他の分類群 (イカ類、タコ類、エビ類、カニ類、貝類等) と比べて高く、また、魚類の筋肉部は他の部位 (肝臓、卵巣、精巣部等) と比べて高い傾向がみられた (第5表)。また、本調査で検査を行った22,230検体 (2Lマリネリ容器と100mLU-8容器の合計) の中で検出下限値が10Bq/kg-wetを超えた検体の数はCs-134が59検体、Cs-137が39検体であり、検査検体数に対す

**第3表** 放射性セシウム (Cs-134+Cs-137) の基準値 (100Bq/kg) を超える濃度が検出された 淡水生物種 (福島県沖を除く)

淡水生物

次水生物		/1 知(字如(字)		100B	q/kg超	(Cs-)	134 + (	Cs=137	)の検	体数			検査
事故後*	種名(>100Bq	/Kg側走部似)	岩手県	宮城県	茨城県	群馬県	栃木県	千葉県	埼玉県	神奈川県	計 (渡	農度 Bq/kg)	検体数
1年目	イワナ	(筋肉,全体)	3	_	1	2	-	_	-	-	6 (	140~440)	30
	ウグイ	(筋肉)	6	_	_	_	-	-	_	-	6 (	150~240)	17
	ギンブナ	(筋肉)	_	_	_	_	-	1	-	-	1 (	400 )	2
	モツゴ	(全体)	_	_	_	_	-	1	_	_	1 (	170 )	4
	ヤマメ	(筋肉,全体)	2	_	1	6	_	_	_	=	9 (	110~490)	60
	ワカサギ	(全体)	_	_	_	1	-	_	-	-	1 (	370 )	4
	計		11	0	2	9	0	2	0	0	24		117
2年目	アユ	(全体)	_	1	_	_	_	_	_	_	1 (	110 )	342
	イワナ	(筋肉)	2	11	1	1	13	_	_	=	28 (	110~460)	181
	ウグイ	(筋肉,全体)	6	_	_	_	4	-	-	=	10 (	110~310)	248
	ウナギ	(筋肉)	_	1	13	_	-	1	_	=	15 (	110~200)	76
	オオクチバス	(筋肉)	_	_	_	_	-	_	_	1	1 (	110 )	7
	ギンブナ	(筋肉)	_	_	5	_	-	5	-	=	10 (	110~240)	67
	コイ	(筋肉)	_	_	_	_	-	1	-	=	1 (	330 )	30
	チャネルキャットフィッシュ	(筋肉)	_	_	19	-	-	_	_	-	19 (	110~320)	24
	ナマズ	(筋肉)	_	_	_	_	-	_	1	-	1 (	130 )	6
	ヒメマス	(筋肉)	_	_	_	-	3	_	_	-	3 (	120~140)	16
	ブ゛ラウントラウト	(筋肉)	_	_	_	-	3	_	_	-	3 (	140~210)	3
	モツゴ	(全体)	_	_	_	_	-	1	_	-	1 (	110 )	62
	ヤマメ	(筋肉)	_	_	1	3	2	_	_	-	6 (	140~260)	377
	ワカサギ	(全体)	_	_	_	6	-	_	_	-	6 (	160~340)	118
	計		8	13	39	10	25	8	1	1	105		1, 557
3年目	アユ	(全体)	_	3	_	_	_	_	_	-		110~140)	196
	イワナ	(筋肉)	_	3	_	11	_	_	_	-	14 (	110~260)	261
	ウグイ	(筋肉)	_	1	_	_	_	_	_	-	1 (	110 )	262
	ウナギ	(筋肉)	_	_	_	_	_	4	_	-		130~150)	663
	ギンブナ	(筋肉)	_	_	_	_	_	6	_	-		120~210)	65
	コイ	(筋肉)	_	_	-	_	-	5	_	_	5 (	170~220)	35
	チャネルキャットフィッシュ	(筋肉)	-	_	1	-	-	-	-	_	1 (	150 )	8
	ニジマス	(筋肉)	_	_	_	-	1	_	_	-	1 (	120 )	67
	ヒメマス	(筋肉)	_	-	_	_	1	_	_	-	1 (	110 )	13
	フ゛ラウントラウト	(筋肉)	_	_	-	_	2	-	-	=		130~190)	2
	ヤマメ	(筋肉)	_	_	_	2	_	_	_	-	2 (	120~120)	414
	ワカサギ	(全体)	_	-	-	10	-	-	-	-	10 (	110~200)	110
	計		0	7	1	23	4	15	0	0	50		2,096

\* 1年目:2011年9月~2012年3月分析検体 2年目:2012年4月~2013年3月分析検体

3年目:2013年4月~2014年3月分析検体

横田ら:東日本陸海域の水産物の放射能濃度

第4表 淡水魚の放射性セシウム検出状況 (養殖魚と天然・放流魚との比較)

				養殖	(Cs-134+Cs	s-137)	天然・方	女流 (Cs−134	+Cs-137
事故後*	魚種名	(測定部位)		検体数	>100Bq/kg 検出数	最高値 (Bq/kg)	検体数	>100Bq/kg 検出数	最高值 (Bq/kg
1年目	ギンヒカリ**	(筋肉)		3	0	不検出	0		
	ヤマメ	(筋肉,	全体)	1	0	不検出	59	9	490
2年目	アマゴ	(筋肉,	全体)	4	0	不検出	8	0	不検出
	アユ	(全体)		8	0	不検出	334	1	110
	イワナ	(筋肉,	全体)	27	0	9.1	154	28	460
	ウナギ	(筋肉)		1	0	不検出	75	15	200
	ギンヒカリ	(筋肉)		17	0	2.8	0		
	ギンブナ	(全体)		1	0	17	66	10	240
	ゲンゴロウブナ	(筋肉)		1	0	30	11	0	100
	コイ	(筋肉)		10	0	16	20	1	330
	シナノユキマス	(筋肉)		1	0	不検出	0		
	スッポン	(全体)		1	0	不検出	0		
	チャネルキャットフィッシュ	(筋肉)		3	0	8. 7	21	19	320
	ナマズ	(筋肉)		4	0	7.6	2	1	130
	ニジマス	(筋肉,	全体)	32	0	不検出	51	0	100
	フナ類	(筋肉,	全体)	2	0	不検出	5	0	67
	ホンモロコ	(全体)		20	0	19	0		
	ヤマメ	(筋肉,	全体)	15	0	不検出	362	6	260
	信州サーモン***	(筋肉)		3	0	不検出	0		
3年目	アマゴ	(筋肉)		3	0	不検出	0		
	アユ	(全体)		6	0	4.2	190	3	140
	イワナ	(筋肉,	全体)	38	0	不検出	223	14	260
	ギンヒカリ	(筋肉)		14	0	不検出	0		
	コイ	(筋肉)		13	0	6. 1	22	5	220
	チャネルキャットフィッシュ	(筋肉)		3	0	7. 9	5	1	150
	ナマズ	(筋肉)		3	0	不検出	0		
	ニジマス	(筋肉,	全体)	47	0	不検出	20	1	120
	ホンモロコ	(全体)		22	0	不検出	0		
	ヤマメ	(筋肉,	全体)	22	0	不検出	392	2	120

<sup>\* 1</sup>年目:2011年9月~2012年3月分析検体 2年目:2012年4月~2013年3月分析検体

<sup>3</sup>年目:2013年4月~2014年3月分析検体 \*\* ニジマスの選別育種であり、3年で成熟(通常は2年で成熟) \*\*\* ニジマスとブラウントラウトの交雑種

**第5表** 生物分類群別・測定部位別の放射性セシウム(Cs-134 + Cs-137)の20Bq/kg超検出率と最高値 (福島県沖を除く)

			事故後1	年目*		事故後2	年目*		事故後3	年目*	
	分類群	測定 部位	20Bq/kg 超数 / 検体数		最高値 (Bq/kg)	20Bq/kg 超数 / 検体数		最高値 (Bq/kg)	20Bq/kg 超数 / 検体数		最高値 (Bq/kg)
海洋	魚類	筋肉	325 / 1,854	(17. 5)	260	930 / 5, 983	(15. 5)	3, 300	241 / 6, 258	(3. 9)	1,000
生物		全体	1 / 223	(0.4)	26	17 / 349	(4.9)	38	3 / 311	(1.0)	26
		肝臓	0 / 31	(0.0)	19	0 / 149	(0.0)	18	0 / 256	(0.0)	6. 1
		精巣	1 / 2	(50.0)	36	9 / 65	(13.8)	34	0 / 78	(0.0)	9. 2
		卵巣	0 / 38	(0.0)	不検出	1 / 102	(1.0)	21	0 / 141	(0.0)	不検出
		心臟	0 / 1	(0.0)	不検出	0 / 1	(0.0)	11	- / -	-	_
		混合	6 / 16	(37. 5)	73	4 / 27	(14.8)	49	0 / 4	(0.0)	不検出
•	イカ類	筋肉	0 / 138	(0.0)	1. 7	0 / 200	(0.0)	1.0	0 / 193	(0.0)	不検出
		全体	- / -	-	-	0 / 2	(0.0)	不検出	- / -	-	_
		肝臓	0 / 29	(0.0)	不検出	0 / 15	(0.0)	不検出	0 / 12	(0.0)	不検出
•	タコ類	筋肉	0 / 83	(0.0)	2.6	0 / 145	(0.0)	2.5	0 / 168	(0.0)	0.42
•	エビ類	筋肉	0 / 13	(0.0)	1. 7	0 / 23	(0.0)	不検出	0 / 21	(0.0)	不検出
		全体	0 / 1	(0.0)	3. 3	- / -	-	-	- / -	-	-
•	カニ類	筋肉	- / -	-	-	0 / 2	(0.0)	不検出	- / -	-	_
		混合	0 / 25	(0.0)	6.6	0 / 45	(0.0)	1.6	0 / 45	(0.0)	不検出
•	シャコ類	筋肉	0 / 1	(0.0)	5. 7	0 / 4	(0.0)	不検出	0 / 7	(0.0)	不検出
•	貝類	筋肉	0 / 10	(0.0)	不検出	0 / 26	(0.0)	不検出	0 / 57	(0.0)	1.6
		全体	0 / 1	(0.0)	不検出	- / -	_	_	- / -	_	_
		軟体部	0 / 49	(0.0)	8.0	0 / 190	(0.0)	3.4	0 / 198	(0.0)	20
		足	0 / 1	(0.0)	不検出	- / -	-	-	- / -	-	_
	ナマコ類	筋肉	0 / 2	(0.0)	不検出	0 / 2	(0.0)	不検出	0 / 3	(0.0)	不検出
		軟体部	- / -	-	-	0 / 3	(0.0)	1.3	- / -	-	-
	ウニ類	生殖腺	- / -	-	-	0 / 7	(0.0)	不検出	0 / 6	(0.0)	不検出
	ホヤ類	筋肉	- / -	-	-	0 / 2	(0.0)	不検出	0 / 1	(0.0)	不検出
	オキアミ類	全体	0 / 15	(0.0)	2.9	0 / 34	(0.0)	1.1	0 / 23	(0.0)	不検出
•	海藻	全体	2 / 129	(1.6)	27	0 / 99	(0.0)	不検出	0 / 77	(0.0)	不検出
•	クジラ類	筋肉	- / -	-	-	0 / 1	(0.0)	0.31	0 / 29	(0.0)	3. 5
•	その他	魚粉	0 / 1	(0.0)	不検出	0 / 5	(0.0)	17	- / -	-	_
		魚油	0 / 1	(0.0)	不検出	0 / 1	(0.0)	不検出	- / -	_	_
		煮汁	- / -	_	-	1 / 2	(50.0)	25	- / -	_	_
淡水	魚類	筋肉	56 / 109	(51.4)	490	394 / 1,096	(35.9)	460	305 / 1,835	(16.6)	260
生物		全体	16 / 21	(76. 2)	370	123 / 627	(19.6)	340	85 / 393	(21.6)	200
•	エビ類	全体	2 / 2	(100.0)	95	26 / 58	(44.8)	93	9 / 31	(29.0)	71
•	カニ類	全体	- / -	-	-	1 / 10	(10.0)	25	0 / 7	(0.0)	10
		混合	- / -	_	_	0 / 2	(0.0)	不検出	0 / 2	(0.0)	不検出
•	スッポン類	全体	- / -	_	_	0 / 1	(0.0)	不検出	- / -	_	_

<sup>\* 1</sup>年目:2011年9月~2012年3月分析検体 2年目:2012年4月~2013年3月分析検体

3年目:2013年4月~2014年3月分析検体

る割合はともに1%未満であった(第1表)。従って、 放射性セシウム濃度 (Cs-134 と Cs-137の合計) が20Bg/kg-wetを超えるとほとんどのケースで放 射性セシウムが検出されることを踏まえ,放射性 セシウム濃度が20Bq/kg-wetを超えた割合(= [20Bq/kg-wet超の検体数] / [検査検体数],以 下「20 Bg/kg-wet超の検出率」と記す)をみると, 魚類の検出率は他の分類群よりも高いが、事故後 3年間で時間の経過とともに下がる傾向がみられ た (第5表)。海水から海洋生物への放射性核種の 移行・蓄積の指標となる濃縮係数(CF)をセシ ウム元素(安定CsまたはCs-137)についてみると、 甲殻類(エビ・カニ類等)や二枚貝(軟体部), 巻貝(軟体部),頭足類(イカ・タコ類等)は魚 類(軟組織)と比べて低いことが把握されており (原子力環境整備センター,1996),事故後3年間 の検出状況は、それらの既往知見と良く一致して いる。

次に、放射性セシウム濃度を魚介類の生活様式別にみると、回遊性種では事故後1年目には基準値を超える値が検出されたが(最高値110 Bq/kg-wet)、2年目は最高値36 Bq/kg-wet, 3年目は最高値6.6 Bq/kg-wetとなり、また、20Bq/kg-wet超及び100Bq/kg-wet超の検出率は時間の経過ととも

に低くなり、3年目には0%となった(第6表)。非 底着性種と底着性種の検出率は回遊性種よりも高 いが、20Bg/kg-wet超の検出率は事故後1年目と2 年目の20%前後から3年目には10%未満に下がり、 また, 100Bq/kg-wet超の検出率は3年目には1%未 満に下がった。検出最高値については、事故後1 年目は非底着性では 210Bq/kg-wet, 底着性では 260Bq/kg-wetであり、事故後2年目は非底着性で は3,300Bq/kg-wet, 底着性では400 Bq/kg-wet, 3 年目は非底着性では1,000 Bg/kg-wet, 底着性で は520Bq/kg-wetであった。淡水生物の検出率は海 洋生物よりも高いが、時間の経過とともに減少し ており、20Bq/kg-wet超の検出率は1年目の56.1% から3年目には17.6%まで下がり、また、100Bq/ kg-wet超の検出率は1年目の18.2%から3年目には 2.2%まで下がった(第6表)。なお,20Bq/kg超を 検出した種の数は、事故後3年間で海洋生物が67 種(検査種数295種)、淡水生物が22種(検査種数 34種) であった (第7,8表)。

放射性セシウムの濃度別の出現頻度を海域ごとにみると、各海域ともに20Bq/kg-wet以下が最も高かった(第2図)。20Bq/kg-wetを超える濃度に着目すると、福島県隣県の海域(宮城県沖、茨城県沖)では、非底着性及び底着性種の出現頻度が

第6表	魚介類の生活様式別の放射性~	セシウム濃度	(全種,	福島県沖を除く)

- 上江	様式	<b>事</b> 北级*		(Cs	s-134+	Cs-137	')の濃	度階級	及(Bq/	/kg) 另	検出数	女**		検出率	(%)	検出最高値
生伯	你工人	事故後*	≦20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	>100	合計	>20Bq/kg	>100	(Bq/kg)
海洋	回遊性	1年目	838	20	12	4	2	-	-	=	-	2	878	4. 6	0.2	110
生物		2年目	1,616	4	2	_	-	-	_	_	_	_	1,622	0.4	0	36
		3年目	1, 414	-	_	_	-	-	_	_	_	_	1, 414	0	0	6.6
	非底着性	1年目	445	31	13	12	6	10	3	4	6	5	535	16.8	0.9	210
		2年目	1, 289	97	62	47	31	24	12	16	14	22	1,614	20. 1	1. 4	3, 300
		3年目	1,806	55	30	5	2	1	3	1	2	8	1, 913	5. 6	0.4	1,000
	底着性	1年目	917	94	43	21	8	12	7	6	1	11	1, 120	18. 1	1.0	260
		2年目	3, 510	319	150	66	33	25	13	7	8	9	4, 140	15. 2	0.2	400
		3年目	4, 318	63	28	21	12	4	2	2	2	3	4, 455	3. 1	0.1	520
	その他	1年目	129	2	-	_	-	-	-	-	-	-	131	1. 5	0	27
		2年目	107	1	-	_	-	-	-	-	-	_	108	0.9	0	25
		3年目	106	-	-	_	-	-	-	-	-	_	106	0	0	3. 5
淡水		1年目	58	6	8	7	2	3	5	8	11	24	132	56. 1	18. 2	490
生物		2年目	1, 250	171	78	52	34	27	26	20	31	105	1, 794	30. 3	5. 9	460
		3年目	1,869	132	72	41	32	23	16	12	21	50	2, 268	17. 6	2. 2	260

<sup>\* 1</sup>年目:2011年9月~2012年3月分析検体 2年目:2012年4月~2013年3月分析検体 3年目:2013年4月~2014年3月分析検体 \*\*可食部(筋肉,肝臓,卵巣,精巣等)の検出数

第7表 海洋生物の事故後経過年別の放射性セシウム濃度(事故後3年間の20Bq/kg超検出種,福島県沖を除く)

貝群	種名	事故後 経過年*	≦20	(Cs 21-30	-134 + 31-40	Cs-137 41-50	) (Bq/k 51-60			別検出 81-90		>100	計	最高 (Bq/k
類	アイナメ	1	19	2	2	-	2	-	-	-	-	1	26	1
		2	134	6	5	3	1	1	1	-	-	-	151	
	アオザメ	<u>3</u>	161 3	2 1		1							164 4	
	7 4 9 7	2	18	1	1	_	_	_	_	_	_	_	20	
		3	8	_	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3
	アカエイ	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	_	1	
		2	14	1	3	2	1	2	1	-	-	_	24	
	アカガレイ	<u>3</u> 1	27 34	<u> </u>			1						29 35	
	7 2 2 2 1	2	33	_	_	_	_	_	_	_	_	_	33	
		3	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	6
	アカシタビラメ	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	
		2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	_	5	8
	アブラツノザメ	3	10 10		1								10 11	
		2	16	1	_	_	_	_	_	_	_	_	17	
		3	4	_	_	_	_	_	_	_	_	_	4	4
	アンコウ	1	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	6	
		2	_	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
	 イシガレイ	3	3	-	_	_			_		- 1		3	ę
	インガレイ	$\frac{1}{2}$	15 91	8 8	3	3	$\frac{1}{2}$	_	_	_	1	_	25 107	
		3	127	3	1	-	_	_	_	_	_	_	131	
	ウスメバル	1	-	-	1	-	1	_	_	-	1	1	4	]
		2	27	6	2	1	1	1	1	2	-	-	41	
	12 . 12	3	24	_	-	-	-	-	-	-	-	_	24	
	ウマヅラハギ	1	2	1	_	_	_	_	_	_	_	_	3	
		2 3	13 17	1	_	_	_	_	_	_	_	_	14 17	0.
	エゾイソアイナメ	1	16	2	1	_	_	_	_	_	_	_	19	0.
		2	65	_	1	1	-	-	-	-	-	-	67	
		3	58	_	-	-	-	-	-	-	-	-	58	(
	カガミダイ	1	2	4	-	-	-	-	-	-	-	_	6	→ 1V
		2 3	9 6	_	_	_	_	_	_	_	_	_	9 6	不検 不検
	カナガシラ	<u> </u>	6	11									17	117月
	74 7 74 7 7	2	62	7	1	_	_	1	_	_	_	_	71	
		3	86	_	-	-	_	-	-	-	-	_	86	8
	カンパチ	1	4	_	-	-	1	-	-	-	-	-	5	
		2	17	-	-	_	_	_	-	_	_	-	17	;
	キアンコウ	<u>3</u> 1	6 30	2	1	1							6 35	0.
	1/2-/	2	59	4	_	1	_	_	_	_	_	_	64	
		3	33	_	-	_	-	-	-	-	-	-	33	
	キツネメバル	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	4
		2	57	1	-	-	1	-	-	1	-	_	60	
	ギンザケ	3	<u>55</u>				1			_		1	56	
	インリク	$\frac{1}{2}$	1 14	_	_	_	_	_	_	_	_	1	2 14	0.
		3	9	_	_	_	_	_	_	_	_	_	9	不楨
	クロウシノシタ	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	_	2	
		2	10	_	-	-	-	-	-	-	-	_	10	
	クロソイ	<u>3</u>	9							_			9	0.
	クロノイ	2	9 73	4	1	_	1	_	_	_	_	1	80	2
		3	50	_	_	_	_	_	_	_	_	_	50	Ç
	クロダイ	1	1	1	-	-	-	-	-	-	_	_	2	
		2	10	5	-	-	-	-	-	1	2	9	27	33
	クロマグロ	3	43	4	4		1	1	1			6	60	
	クロマクロ	$\frac{1}{2}$	- 14	1	_	_	_	_	_	_	_	_	1 14	
		3	7	_	_	_	_	_	_	_	_	_	7	0.
	クロメバル	1	1	1	_	1	_	_	_	1	_	_	4	· ·
		2	1	_	-	_	1	_	-	_	-	-	2	
		3	4	_	_	-	_	_	_	_	_	_	4	
	ケムシカジカ	1	6	_	-	_	-	_	-	_	_	-	6	
		2 3	18 20	4	1	_	_	_	_	_	_	_	23 20	
	コノシロ	1	<u> 20</u> –	1									<u> 20</u>	
	/ <b>~</b> =	2	7	_	_	_	_	_	_	_	_	_	7	
		3	13										13	0.

<sup>\* 1:2011</sup>年9月~2012年3月分析検体,2:2012年4月~2013年3月分析検体,3:2013年4月~2014年3月分析検体

<sup>\*\*</sup> 可食部 (筋肉, 肝臓, 卵巣, 精巣等) について測定し, 検出された検体数

第7表(継続)海洋生物の事故後経過年別の放射性セシウム濃度(事故後3年間の20Bq/kg超検出種,福島県沖を除く)

镇群	種名	事故後							農度階級					最高
		経過年*	≦20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100		計	(Bq/k
類	コモンカスベ	1	3	1	3	1	_	-	_	-	-	2	10	1
		2	25	16	8	5	1	1	2	3	-	_	61	_
	コエンノフガ	3	68	3	1	1	3	3	1	-		<u>l</u>	81	5
	コモンフグ	1	11		_	1	1	_		1	_	_	2	
		2 3	11 35	1		1 -	_		1				14 35	8
	ゴマサバ	<u>3</u>	83	1			_						84	(
	- x y/.	2	139	_	_	_	_	_	_	_	_	_	139	
		3	113	_	_	_	_	_	_	_	_	_	113	0.
	サワラ	1	2	_		1	_	_	_	_	_	_	3	0.
	, , ,	2	28	1	_	1	_	_	_	_	_	_	30	
		3	32	_	_	_	_	_	_	_	_	_	32	4
	シイラ	1	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	6	
		2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	
		3	4	-	-	-	-	_	-	_	-	-	4	不楨
•	ショウサイフグ	1	2	2	1	5	2	1	-	_	-	-	13	
		2	48	-	1	1	1	_	-	_	-	-	51	
		3	109	_	_	-	-	-	-	-	-	-	109	,
	シラウオ	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
		2	34	13	3	-	-	_	-	-	-	-	50	
		3	32	3	_	-	-	_	-	_	-	-	35	
	シログチ	1	4	3	1	1	-	-	-	-	-	-	9	
		2	23	5	-	1	-	_	-	-	-	-	29	
		3	48	_	_	_	_	_	_	_	_	_	48	- 1
	シロメバル	1	_	_	_	_	_	1	_	_	_	_	1	
		2	8	4	3	1	3	1	1	2	2	1	26	
	-1.1 - 11-	3	14		1	_	_	_		_	-	_	15	
	スケトウダラ	1	152	1	1	-	-	_	_	_	-	_	154	
		2	205	-	-	_	-	_	_	_	-	_	205	
	スズキ	3	195			- 2			- 0	2	- 2	- 2	195	-
	人人十	1	12 139		3 37	3 28		5 12	2 6		3	3	33 308	4
		2		42			19 -	12		10	6	9		1/
	ソウハチ	3	392 10	44	23	<u>5</u> -			2	1	2	2	471 10	10
	ノリハラ	$\frac{1}{2}$	15	2	_	_	_	_		_	_		17	
		3	28	_	_	_	_	_		_	_	_	28	不楨
	チダイ	<u>3</u>	3	3	_	_	_	_			_	_	6	1119
	7 7 1	2	87	_	1	_	_	_	_	_	_	_	88	
		3	66	_	_	_	_	_	_	_	_	_	66	8
•	ツマリカスベ	1	1	_	_	_	_	_	_	_	_	_	1	不楨
	2 . 2 /*	2	_	1	_	_	_	_	_	_	_	_	1	1 12
		3	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	0	
•	トラフグ	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
		2	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	7	
		3	2	-	-	-	-	_	-	_	-	-	2	
	ニベ	1	-	-	_	1	-	3	-	-	1	1	6	
		2	4	_	2	5	1	3	-	-	2	2	19	
		3	62	-	_	-	-	_	-	_	-	-	62	
	ヌマガレイ	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	不楨
		2	7	3	2	-	-	-	-	-	-	-	12	
		3	22	-	1	-	-	-	-	-	-	-	23	
	ネズミザメ	1	3	-	2	-	-	_	-	-	-	-	5	_
		2	26	1	-	-	-	_	-	-	-	-	27	
		3	11	_	_	_	_	_	_	_	_	-	11	(
	ババガレイ	1	56	-	1	-	-	_	-	-	-	1	58	4
		2	144	4	2	1	-	-	-	-	-	-	151	
	. 18	3	127	_	-	1	_	-	_	-	_	-	128	
	ヒガンフグ	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	2	
		2	28	8	8	7	2	7	3	-	2	1	66	
	14 = 2	3	82	4	11		- 1	-	-	-		- 1	87	
	ヒラメ	1	61	24	15	4	1	1	1	1	- 1	1	109	
		2	425	44	22	6	5	6	3	1	1	5	518	
	-i'11	3	572	12	5	4	3	1		1		1	599	
	ブリ	1	59	7	6	2	-	_	_	-	-	1	75	
		2	203	2	-	-	-	-	_	-	-	-	205	
	나 나 나 나 나	3	142	- C	-	-	-				_		142	
	ホウボウ	1	11	6	1	1	2	-	_	_	-	-	21	
		2	53	9	5	3	-	_	_	_	-	-	70	
	ホシザメ	3	81				_				_		81	
	ルンサメ	$\frac{1}{2}$	_	- 1	_				_	-	-		0 2	
				1	1	_	_	_	_	_	_	_		

<sup>\* 1:2011</sup>年9月~2012年3月分析検体,2:2012年4月~2013年3月分析検体,3:2013年4月~2014年3月分析検体

<sup>\*\*</sup> 可食部 (筋肉, 肝臓, 卵巣, 精巣等) について測定し, 検出された検体数

第7表(継続)海洋生物の事故後経過年別の放射性セシウム濃度(事故後3年間の20Bq/kg超検出種,福島県沖を除く)

分類群	種名	事故後					) (Bq/k			別検出	数**			最高
		経過年*	≦20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	>100	計	(Bq/k
魚類	ボラ	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
		2	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	3	
		3	1		11			_	_	_	_	_	2	
	マアジ	1	17	9	4	2	2	-	-	-	-	-	34	
		2	87	-	1	-	-	-	-	-	-	-	88	
		3	72	_		_	_	_	_	_	_	_	72	2
	マアナゴ	1	12	2	1	-	-	-	-	_	-	-	15	
		2	70	2	1	_	-	-	_	_	-	_	73	
		3	52	-	1				_		_	_	53	
	マイワシ	1	53	1	-	_	-	-	_	-	-	-	54	
		2	82	_	_	_	-	_	_	_	-	_	82	3
	. 18 2	3	75		_								75	0.
	マガレイ	1	24	1	1	_	_	_	_	-	-	-	26	
		2	70	2	1	_	_	_	_	-	_	_	73	
	マコガレイ	3	50	1.0	-							-	50 77	1
	マコルレイ	1	63	10	2	_		_	_	_	_	2		1
		2 3	197	13	3	_	1	_	_	_	_	_	214	
	マゴチ		209				1						210	
	マコナ	1	-				- 0	_	_	_	_		0	
		2	3	6	6	1	2	_	_	_	_	_	18	
	マダイ	3	40 7	<u>2</u> 8	4								42 19	
	Y 9 1	1	43	3		_	_	_	_	_	_	_	48	
		2 3	43 49	ى _	2		_						48	8
	マダラ	<u> </u>	147	14	11	11	2	10	5	5		4	209	
	マグノ	2	1138	$\frac{14}{177}$	81	40	2 19	10	о 6	о 3	7	3	1488	
		3	1638					-	1					
	マトウダイ	<u> </u>	1030	40 3	18 1	13	3		1	1	1	1	1716 6	-
	マトワクイ	2	65	4	_		_		1				69	
		3	87	-	_	_		_		_	_	_	87	
	マハゼ	1	-	_									0	
	Y / ' E	2	4	1	_	_	_	_	_	_	_	_	5	
		3	-	_	_	_	_	_	_	_	_	_	0	
	マルアオメエソ	1	13	1									14	
	(10) 4 / 4 /	2	12	_	_	_	_	_	_	_	_	_	12	
		3	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	0	不楨
	マルアジ	1	2				_	_			_	_	2	0.
	( ) ( )	2	10	_	_	_	1	_	_	_	_	_	11	0.
		3	4	_	_	_	_	_	_	_	_	_	4	不格
	ムシガレイ	1	16	9	1	_	_	_			_	_	26	不楨
	20,000	2	63	3	1	_	_	_	_	_	_	_	67	
		3	79	_	_	_	_	_	_	_	_	_	79	
	ムラソイ	1	2	_	1	_				_	_	_	3	
	4771	2	1	_	3	_	_	_	_	_	_	_	4	
		3	11	_	1	1	1	_	_	_	1	_	15	
	ヤナギムシガレイ	1	7	_	1								8	
	17-12000-1	2	30	1	_	_	_	_	_	_	_	_	31	
		3	29	_	_	_	_	_	_	_	_	_	29	(
	ユメカサゴ	4			1	1	_	_	_	_	_	_	1.0	
		2	8 6	_	_	_	_	_	_	_	_	_	10 6	
		3	14	_	_	_	_	_	_	_	_	_	14	
海藻	ノリ	<u> </u>	73	2									75	(
(	/ //		73 56	_	_	_	_	_	_	_	_	_		7. H
		2 3		_	_	_	_	_	_	_	_	_	56 45	不検 不検
- D/4	魚煮汁		45										45 0	/下供
こ・レノガル	思想任	$\frac{1}{2}$	_	1	_	_	_	_	_	_	_	_	1	
—														

<sup>\* 1:2011</sup>年9月~2012年3月分析検体, 2:2012年4月~2013年3月分析検体, 3:2013年4月~2014年3月分析検体

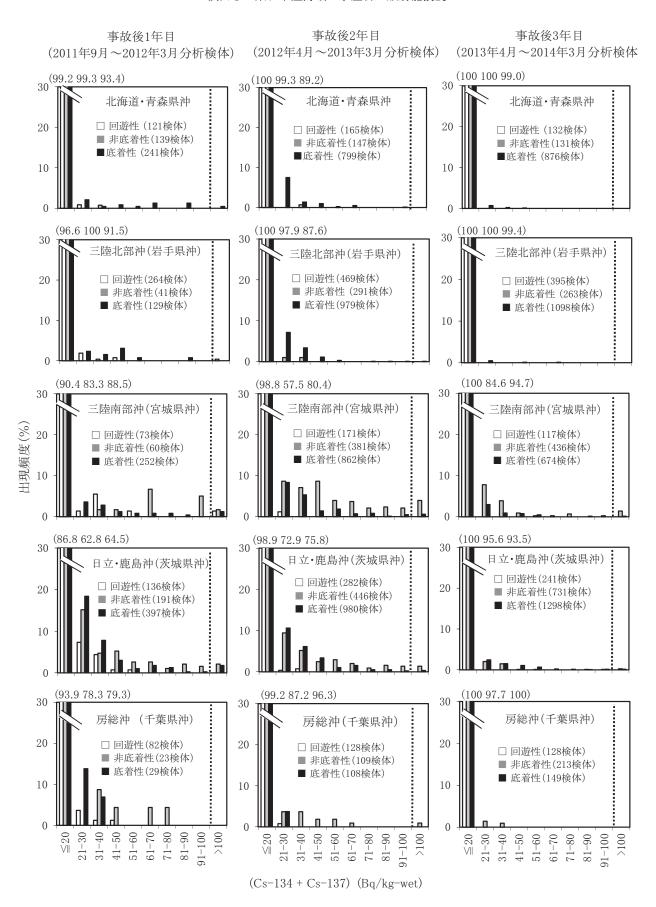
<sup>\*\*</sup> 可食部 (筋肉, 肝臓, 卵巣, 精巣等) について測定し, 検出された検体数

第8表 淡水生物の事故後経過年別の放射性セシウム濃度(事故後3年間の20Bq/kg超検出種,福島県沖を除く)

類群	種名	事故後			-134 +			(g) の濃						最高信
· NOT		経過年*	≦20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	81-90	91-100	>100	計	(Bq/kg
類	アユ	1	1	1.7	- c	-	- 7	_	- 1	-	_	- 1	1	11
		2 3	304 159	17 24	6 5	2 2	7 -	_	1	3 1	1 2	1 3	342 196	1.
	イワナ	1	11	3	3	3	1	_	_	2	1	6	30	4
	127	2	128	8	4	2	2	2	4	1	2	28	181	40
		3	188	12	15	8	11	2	5	3	3	14	261	20
	ウグイ	1	2	1	1	2	1	2	-	1	1	6	17	2
		2	137	40	18	15	8	7	4	4	5	10	248	3
		3	241	12	3	2	1	2	_	_	_	1	262	1
	ウナギ	1	-	-	-	-	_	-	-	-	_	-	0	0.
		2 3	16 601	11 15	3 12	4 8	1 6	7 7	7 6	7 2	5 2	15	76 663	2
	オオクチバス	1	- 001	- 10	12	-	-		-			4	003	13
	4477//	2	_	_	_	_	_	_	1	_	5	1	7	1
		3	_	_	_	_	1	_	_	_	-	_	1	1
	ギンブナ	1	-	_	_	_	_	_	1	_	_	1	2	4
		2	18	11	7	7	2	4	1	3	4	10	67	2
		3	15	12	15	6	5	3	3	-	-	6	65	2
	ゲンゴロウブナ	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
		2	5	2	_	_	2	-	-	1	2	-	12	1
		3	5	5	6	1	3			_	_		20	
	コイ	1	2	-	-	-	-	_	_	1	-	_	3	0
		2	19	3	2	1	3 1	1	1	1	_	1 5	30 35	3
	サクラマス	3	23	2		2	1		1			- 5	0	2
	y	2	2	1	_	_	_	_	_	_	_	_	3	
		3	17	_	_	_	_	_	_	_	_	_	17	3
	チャネルキャットフィッシュ	1	-	_	_	_	_	_	_	_	_	_	0	
	711.1171.17.	2	3	_	_	_	_	_	1	_	1	19	24	3
		3	3	-	-	-	-	2	-	-	2	1	8	1
	ナマズ	1	-	-	-	_	-	-	-	-	-	-	0	
		2	5	-	-	-	_	-	-	-	-	1	6	]
		3	3	_	_	_	_	_	_	_	_	-	3	不検
	ニジマス	1	5	-	-	-	_	-	-	-	_	-	5	5
		2	80	-	-	-	1	_	_	-	2	-	83	1
	ヌマチチブ	3	66								_	1	67	1
	メマナナノ	1 2	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	0	
		3	_	2	_	_	_	_	_	_	_	_	2	
	ヒメマス	1	_		_	_	_	_	_	_	_	_	0	
		2	13	_	_	_	_	_	_	_	_	3	16	1
		3	11	_	_	_	_	_	_	1	_	1	13	1
	フナ類	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	
		2	5	-	1	-	-	1	-	_	-	-	7	
		3	-	-	1	-	-	-	-	-	_	-	1	
	ブラウントラウト	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	
		2	-	-	-	_	-	_	-	_	-	3	3	2
	- 111. 8	3								-	_	2	2	
	モツゴ	1	- 27	1	- 7	-	_	_	-	1	1	1	4	]
		2 3	37 26	13 1	7	1 6	1	2	2	_	_	1	62 36	1
	ヤマメ	1	32	1	3	1		1	4	3	6	9	60	4
	1 1 /	2	304	21	16	15	6	3	3	1	2	6	377	2
		3	350	39	12	5	1	4	_	1	_	2	414	1
	ワカサギ	1	2	-		1	_	_	_	_	-	1	4	3
		2	69	30	10	1	1	-	1	-	_	6	118	3
		3	78	3	2	_	1	1	_	3	12	10	110	2
ビ類	スジエビ	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2	
		2	25	5	-	-	-	2	1	-	1	-	34	
	- 1 10 · ·	3	17	2		1	2	_	1	_	-	_	23	
	テナガエビ	1	-	-	_	_	-	_	_	_	_	-	0	
		2	7	8	4	4	-	_	_	_	1	_	24	
	モクズガニ	3	5	3									8	
- *	セッ ムガニ	1	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	U	
二類	- / · /*	2	11	1	_	_	_			_	_	_	12	

<sup>\* 1:2011</sup>年9月~2012年3月分析検体, 2:2012年4月~2013年3月分析検体, 3:2013年4月~2014年3月分析検体

<sup>\*\*</sup> 可食部 (筋肉, 肝臓, 卵巣, 精巣等) について測定し, 検出された検体数



第2図 放射性セシウム濃度の採取海域別・生活様式別の頻度分布(福島県沖を除く)。 点線は,一般食品中の放射性物質の基準値「100Bq/kg」(厚生労働省)を示す。

回遊性種と比べて高かったが、時間の経過にともなって20Bq/kg-wet超の頻度は下がった。

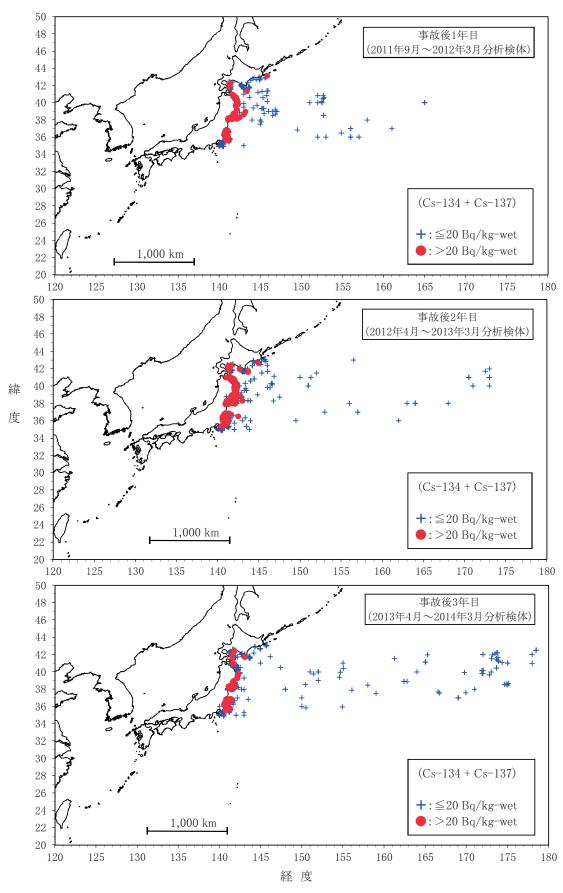
水深・距離による検出状況 海洋生物について, 東日本太平洋側における放射性セシウムの濃度分 布を事故後の経過年ごとにみると,事故後1年目 については分析期間が7ヶ月間(2011年9月~2012 年3月) と2年目(2012年4月~2013年4月), 3年目 (2013年4月~2014年3月) よりも短く, 分析検体 数が約1/3程度であったものの、1年目、2年目、3 年目ともに岸沖方向の分布に同様の特徴がみら れ,20Bq/kg-wet超の濃度が検出される海域は沿 岸域に限定されていた(第3図)。また、沿岸域に 着目すると, 基準値 (100Bq/kg-wet) を超える放 射性セシウム濃度は陸域に近い海域で採取された 検体から検出されており、その範囲は事故後1~2 年目には青森県~千葉県の広い海域に及んでいた が、3年目には福島の隣県(茨城、宮城)に縮小 した (第4図)。また, 基準値 (100Bq/kg-wet) 未 満の濃度分布について、分析検体数が同等の2年 目と3年目を比べると、3年目には濃度分布範囲が 縮小しており、特に51~100Bq/kg-wetで顕著で あった。次に、淡水生物について放射性セシウム の濃度分布をみると、50Bq/kg-wetを超えた検体 の採取場所は、事故後2年目、3年目ともに地表の 放射能汚染分布域(2011年12月時点)と良く一致 していた (第5,6図)。

海洋生物の放射性セシウム濃度と福島第一原子 力発電所からの距離との関係を本調査の範囲でみ ると,事故後1年目,2年目,3年目ともに,福島 第一原子力発電所から遠ざかるに従って濃度は下 がり、1,000km以上離れた海域では20Bq/kg-wetを 超える濃度は検出されなかった(第7図)。また, 福島第一原子力発電所から最も離れた距離で放射 性セシウムを検出した種は、底着性種では1年目 が約760km (北海道沖) のマダラ (31Bq/kgwet), 2年目が約750km (北海道沖) のマダラ (7.0Bq/kg-wet), 3年目が約750km (北海道沖) の マダラ (2.0Bq/kg-wet) であった。また, 非底着 性種では1年目が約3,300km (太平洋沖) のシイラ Coryphaena hippurus (4.2Bq/kg-wet), 2年目が約 2,800km (太 平 洋 沖) の キ ン メ ダ イ Beryx splendens (0.60Bq/kg-wet), 3年目が約670km (北 海道沖)のスケトウダラ Theragra chalcogramma (0.38Bq/kg-wet) であり, 回遊性種では1年目が 約3,300km (太 平 洋 沖) の キ ハ ダ Thunnus

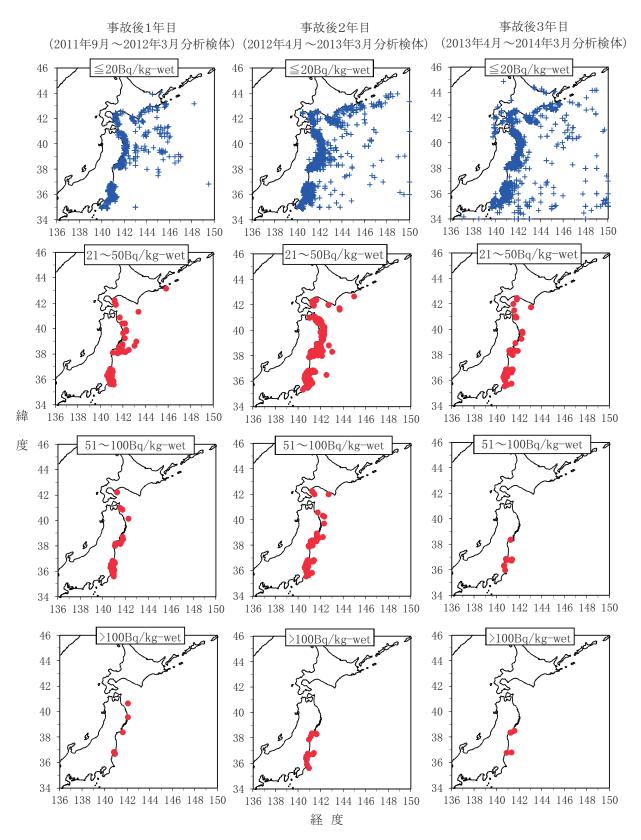
albacares (0.75 Bq/kg-wet), アオザメ Isurus oxyrinchus (1.2Bq/kg-wet), ヨシキリザメ Prionace glauca (0.61Bq/kg-wet) であり、2年目 が約2,800km (太平洋沖) のアオザメ (1.2 Bq/ kg-wet), 3年目が約3,200km (太平洋沖) のビン ナガ Thunnus alalunga (0.61Bq/kg-wet) であった。 福島第一原子力発電所から1,000km以上離れた地 点で放射性セシウムを検出した種の数は、事故後 1年目が10種,2年目が11種,3年目が10種であっ た (第9表)。 検出最高値は、1年目がカツオ Katsuwonus pelamisの15 Bq/kg-wet, 2年目がアオ ザメの14 Bq/kg-wet, 3年目がアオザメの3.0 Bq/ kg-wetで減少傾向を示した。福島第一原子力発電 所事故前の魚介類中のCs-137濃度は0.20Bq/kgwet以下で推移していたので(海生研, 2012), 福 島第一原子力発電事故に由来した放射性セシウム が、福島第一原子力発電所から1,000km以上離れ た太平洋沖の魚類からも事故後3年経過した時点 で検出されたと考えられる。

海洋生物の漁獲水深と放射性セシウム濃度との関係を本調査の範囲でみると、事故後1年目、2年目、3年目ともに同様の傾向がみられ、水深が深くなるに従って検出濃度は低くなり、600mを超える水深では20Bq/kg-wetを超える濃度は検出されなかった(第8図)。最も深い地点で放射性セシウムを検出した種は、1年目が茨城県沖700mのキチジ Sebastolobus macrochir(2.2Bq/kg-wet)、2年目が茨城県沖775mのアブラガレイ Verasper moseri(2.8Bq/kg-wet)、3年目が宮城県沖730mのイラコアナゴ Synaphobranchus kaupii(0.39Bq/kg-wet)であった。

マダラと放射性セシウム マダラ (筋肉部) から 検出される放射性セシウム濃度は、東日本太平洋 側の海産魚の中では特異的であり、事故後1年目、 2年目、3年目ともに、東日本太平洋側のすべての 海域 (北海道、青森、岩手、宮城、茨城) でマダラの20Bq/kg-wet超の検出率はマダラ以外の底着 性種よりも高い値を示した (第10表)。特に事故 後1年目、2年目には、福島県から北に離れた海域 (岩手、青森、北海道) では、マダラ以外の底着 性種は10%未満であったのに対して、マダラは 10%以上であった。しかし、マダラの20Bq/kg-wet超の検出率は事故後3年目には顕著に下がり、 茨城県沖以外のすべての海域で10%未満となっ た。底着性種の放射性セシウム濃度は水深が深く

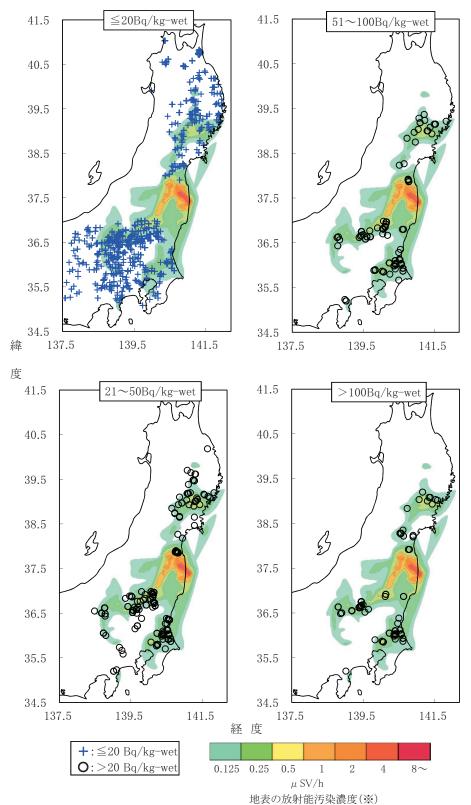


第3図 放射性セシウムが検出された水産物 (海洋生物) の漁獲位置 (福島県沖を除く全体分布)。 本調査の測定では, 放射性セシウム濃度 (Cs-134とCs-137の合計) が20Bq/kg-wetを超える場合にほとんどが検出されるため (第 1表), 20Bq/kg-wet以下とそれを超える濃度で分けて整理した。



第4図 水産物 (海洋生物) の漁獲位置と放射性セシウム濃度 (福島県沖を除く濃度別分布)。 本調査の測定では, 放射性セシウム濃度 (Cs-134とCs-137の合計) が20Bq/kg-wetを超える場合にほとんどが検出されるため (第 1表), 20Bq/kg-wet以下とそれを超える濃度で分けて整理した。

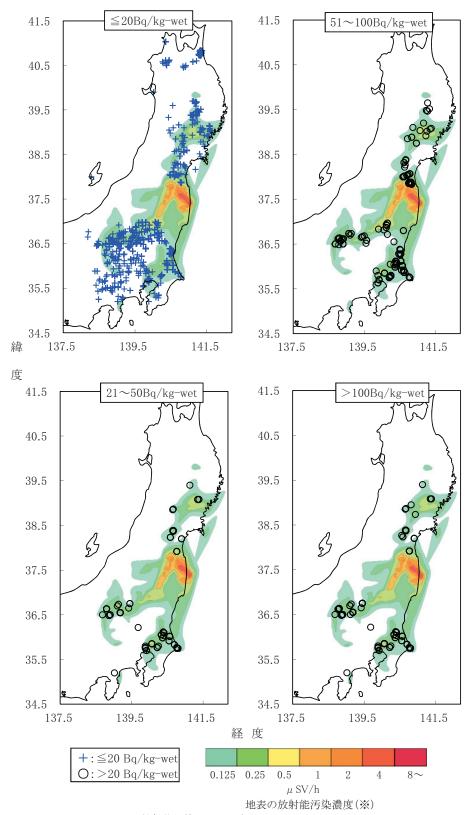
#### 事故後2年目(2012年4月~2013年3月分析検体)



※ 放射能汚染地図六訂版 (http://kipuka.blog70.fc2.com/blog-entry-473.html) による。 2011年12月時点での高さ1mの測定結果を示す。

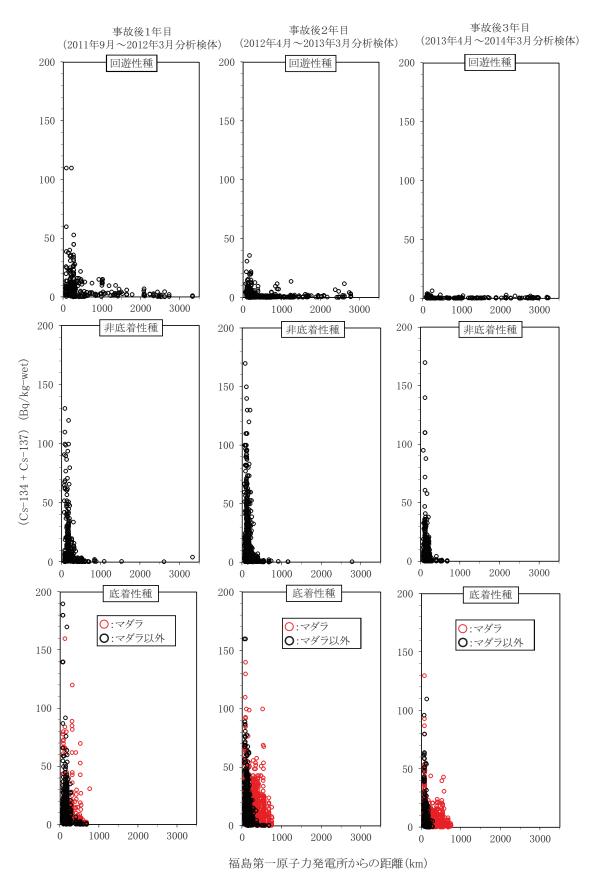
第5図 水産物 (淡水生物) の漁獲位置と放射性セシウム濃度 (2012年4月~2013年3月分析検体, 福島県を除く濃度 別分布)。 事故後1年目については分析数が少ないため除外した。本調査の測定では, 放射性セシウム濃度 (Cs-134とCs-137の合計) が20Bq/kg-wetを超える場合にほとんどが検出されるため (第1表), 20Bq/kg-wet 以下とそれを超える濃度で分けて整理した。

# 事故後3年目(2013年4月~2014年3月分析検体)



※ 放射能汚染地図六訂版 (http://kipuka.blog70.fc2.com/blog-entry-473.html) による。 2011年12月時点での高さ1mの測定結果を示す。

第6図 水産物 (淡水生物) の漁獲位置と放射性セシウム濃度 (2013年4月~2014年3月分析検体, 福島県を除く濃度 別分布)。 本調査の測定では, 放射性セシウム濃度 (Cs-134とCs-137の合計) が20Bq/kg-wetを超える場合にほとんどが検出されるため (第1表), 20Bq/kg-wet以下とそれを超える濃度で分けて整理した。



第7図 水産物の漁獲位置(福島第一原子力発電所からの距離)と放射性セシウム濃度(Cs-134 + Cs-137, 福島県沖を除く)。

第9表 福島第一原子力発電所から1,000km以上離れた地点で漁獲された魚類から検出された放射性セシウム濃度

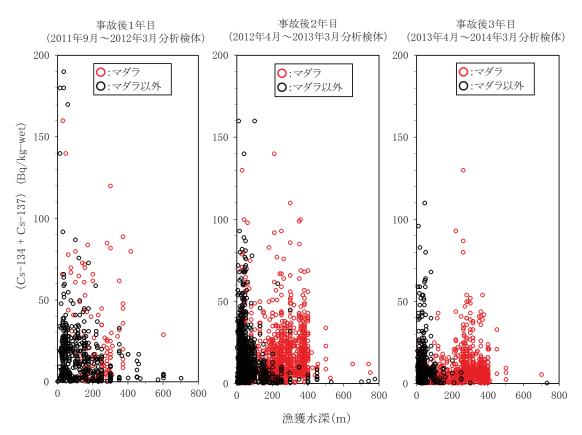
事故後*	種名(測定	(部位)		+ Cs-137)	全長	体重	福島第一原発かり
争议俊	性石 (側足	一种(工作)	検出数(検査数)	検出濃度(Bq/kg)	(cm)	(g)	の距離(km)
1年目	アオザメ	(筋肉)	2 (2)	$0.84 \sim 1.2$	_	-	$2,474 \sim 3,326$
	カツオ	(筋肉)	11 (15)	$1.4 \sim 15$	$43 \sim 81$	$1,427 \sim 11,583$	$1,001 \sim 1,275$
	キハダ	(筋肉)	7 (12)	$0.43 \sim 10$	$75 \sim 98$	4,840 ∼ 6,387	$1,303 \sim 3,326$
	シイラ	(筋肉)	3 (3)	$0.54 \sim 4.2$	$105 \sim 121$	$5,309 \sim 7,707$	$1,521 \sim 3,326$
	ハマダイ	(筋肉)	1 (1)	0.68	69	1,745	1,082
	ビンナガ	(筋肉)	10 (13)	$0.53 \sim 4.5$	$73 \sim 112$	$5,850 \sim 12,810$	$1,079 \sim 2,605$
	マカジキ	(筋肉)	7 (9)	$0.99 \sim 4.8$	$124 \sim 146$	$12,660 \sim 12,660$	$1,326 \sim 2,723$
	メカジキ	(筋肉)	2 (4)	$0.75 \sim 1.7$	$205 \sim 270$	_	$1,404 \sim 2,517$
	メバチ	(筋肉)	16 (17)	$0.48 \sim 9.9$	$72 \sim 150$	$4,976 \sim 5,352$	$1,021 \sim 2,723$
	ヨシキリザメ	(筋肉)	3 (5)	$0.44 \sim 2.3$	$139 \sim 151$	_	$1,768 \sim 3,326$
2年目	アオザメ	(筋肉)	9 (9)	$1.2 \sim 14$	-	_	$1,231 \sim 2,777$
	カツオ	(筋肉)	6 (9)	$0.42 \sim 1.0$	$47 \sim 81$	$1,661 \sim 10,597$	$1,045 \sim 1,455$
	カマスサワラ	(筋肉)	1 (1)	0.45	120	8, 509	1, 150
	キハダ	(筋肉)	1 (8)	0. 59	86	8,600	1,929
	キンメダイ	(筋肉)	1 (1)	0.60	_	570	2,772
	ハマダイ	(筋肉)	1 (2)	0.58	58	1, 423	1, 152
	ビンナガ	(筋肉)	25 (27)	$0.48 \sim 2.2$	$64 \sim 105$	$3,578 \sim 16,575$	$1,031 \sim 1,92$
	マカジキ	(筋肉)	2 (3)	$0.73 \sim 5.5$	-	_	$2,019 \sim 2,45$
	メカジキ	(筋肉)	4 (10)	$0.39 \sim 1.2$	-	_	$1,221 \sim 2,60$
	メバチ	(筋肉)	19 (30)	$0.39 \sim 2.9$	$69 \sim 102$	_	$1,053 \sim 2,45$
	ヨシキリザメ	(筋肉)	6 (10)	$0.61 \sim 2.2$	_	_	$1,061 \sim 2,77$
3年目	アオザメ	(筋肉)	4 (4)	$2.4 \sim 3.0$	-	_	$1,023 \sim 2,750$
	イワシクジラ	(筋肉)	5 (5)	$0.79 \sim 2.2$	-	_	$1,500 \sim 2,49$
	カツオ	(筋肉)	42 (74)	$0.39 \sim 1.2$	$51 \sim 55$	$2,363 \sim 3,035$	$1,201 \sim 3,18$
	ゴマサバ	(筋肉)	1 (1)	0.40	37	441	2, 694
	ニタリクジラ	(筋肉)	4 (4)	$0.69 \sim 1.1$	-	_	$1,326 \sim 1,90$
	ビンナガ	(筋肉)	27 (59)	$0.36 \sim 1.1$	$53 \sim 96$	$2,683 \sim 13,875$	$1,015 \sim 3,22$
	ミンククジラ	(筋肉)	1 (1)	2. 1	-	_	1,593
	メカジキ	(筋肉)	2 (3)	$1.1 \sim 1.1$	-	_	$2,138 \sim 2,75$
	メバチ	(筋肉)	5 (7)	$0.47 \sim 1.1$	$80 \sim 97$		$1,491 \sim 2,138$
	ヨシキリザメ	(筋肉)	2 (6)	$0.52 \sim 0.68$	_	_	$2,138 \sim 2,756$

<sup>\* 1</sup>年目: 2011年9月~2012年3月分析検体 2年目: 2012年4月~2013年3月分析検体 3年目: 2013年4月~2014年3月分析検体 ーは不明を示す。

なるほど低くなる傾向にあるが、事故後1年目、2年目、3年目ともにマダラの放射性セシウム濃度は他の底着性種と比べて明らかに高かった(第8図)。また、マダラの筋肉部から検出される放射性セシウム濃度を体重(全長)別にみると、体重4kg未満(全長80cm未満)では時間の経過にともなって20Bq/kg-wetを超える濃度の検出頻度は下がっているが、体重4kg以上(全長80cm以上)では事故後3年目になっても20Bq/kg-wetを超える濃度の検出頻度が明確に下がっていなかった。事故後3年間で基準値(100Bq/kg-wet)を超える値

は, 体重2kg以上(全長60cm以上)の検体でのみ 検出された(第9,10図)。

放射性セシウムが検出されたマダラの漁獲位置を季節別,海域別(福島県沖は検査対象外のためデータなし)にみると,事故後2年目まで(2013年3月まで)は20Bq/kg-wetを超えるマダラが青森県沖から茨城県沖の広範囲で漁獲されていた(第11図)。しかし,時間の経過とともにその漁獲範囲は縮小し,事故後3年目の2014年1月~3月には茨城県沖(福島県との県境付近)で漁獲されるに留まり,放射性セシウム濃度の高いマダラの漁獲

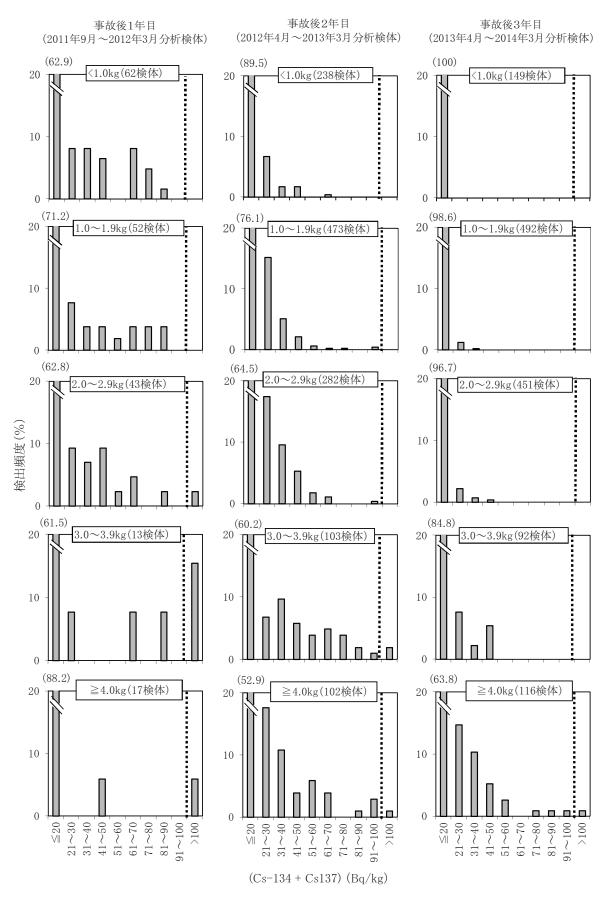


第8図 底着性種の漁獲水深と放射性セシウム濃度 (Cs-134 + Cs-137, 福島県沖を除く)。

第10表 マダラ及び底着性種から検出された放射性セシウム(Cs-134 + Cs-137)の海域別検出率

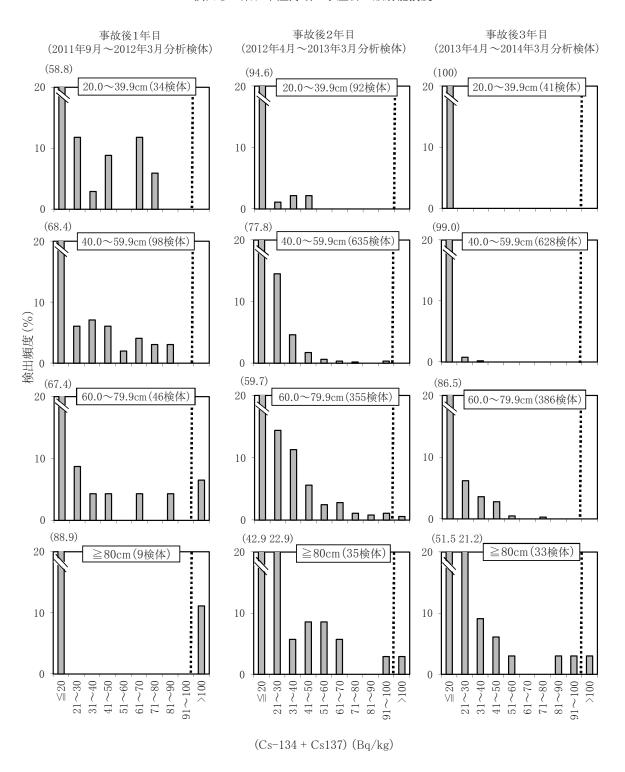
	生産水域	事故後1年目		事故後2年目		事故後3年目	
		20Bq/kg-wet超	検出数/検査数	20Bq/kg-wet超	検出数/検査数	20Bq/kg-wet超	検出数/検査数
		検出率 (%) *		検出率 (%) *		検出率 (%) *	
マダラ	北海道沖	9. 2	(7/76)	14. 1	(27/192)	2.5	(5/198)
(筋肉部)	青森県沖	50. 0	(9/18)	23. 4	(47/201)	1.9	(4/216)
	岩手県沖	28.9	(11/38)	26.8	(109/406)	0.9	(4/423)
	宮城県沖	52.6	(20/38)	35. 2	(62/176)	9.5	(7/74)
	茨城県沖	100	(14/14)	55. 7	(83/149)	18. 1	(58/320)
マダラ以外	北海道沖	0	(0/93)	0	(0/107)	0	(0/52)
底着性種	青森県沖	0	(0/29)	2.0	(2/98)	0	(0/57)
(筋肉部)	岩手県沖	0	(0/82)	2. 1	(12/565)	0.4	(3/667)
	宮城県沖	4.0	(8/201)	16.6	(107/645)	5. 1	(29/569)
	茨城県沖	34. 1	(122/358)	19. 2	(151/788)	2.9	(27/939)
	千葉県沖	23. 1	(6/26)	3. 9	(4/102)	0	(0/143)

<sup>\*</sup> 本調査の測定では、検出下限値からみて放射性セシウム濃度 (Cs-134とCs-137の合計) が20Bq/kg-wetを超える場合には、ほとんどが検出されるため(第1表)、20Bq/kg-wet以下とそれを超える濃度で分けて整理した。■は検出率が10%以上を示す。



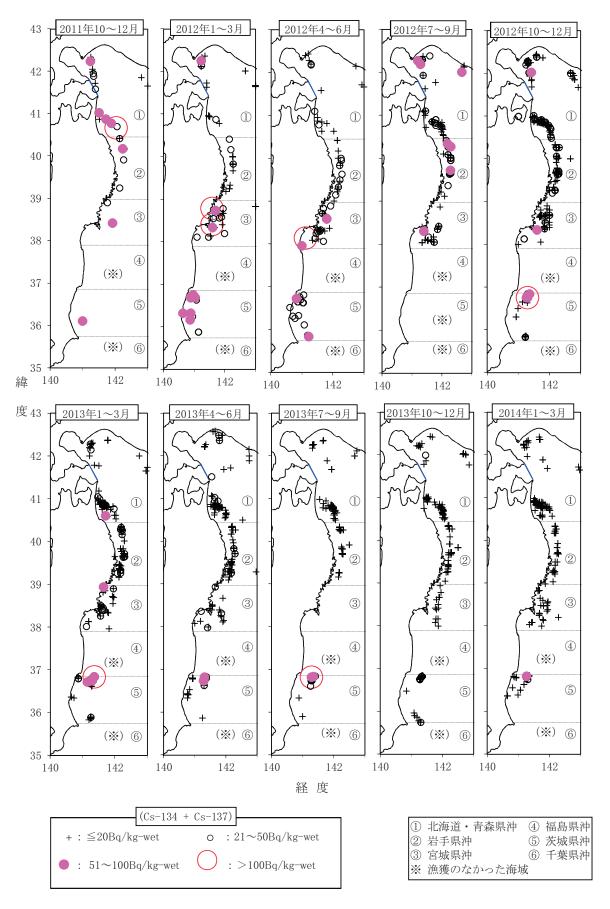
第9図 マダラ (筋肉部) から検出された放射性セシウムの体重別濃度分布 (福島県沖を除く)。 点線は、一般食品中の放射性物質の基準値 [100Bq/kg] (厚生労働省) を示す。

横田ら:東日本陸海域の水産物の放射能濃度

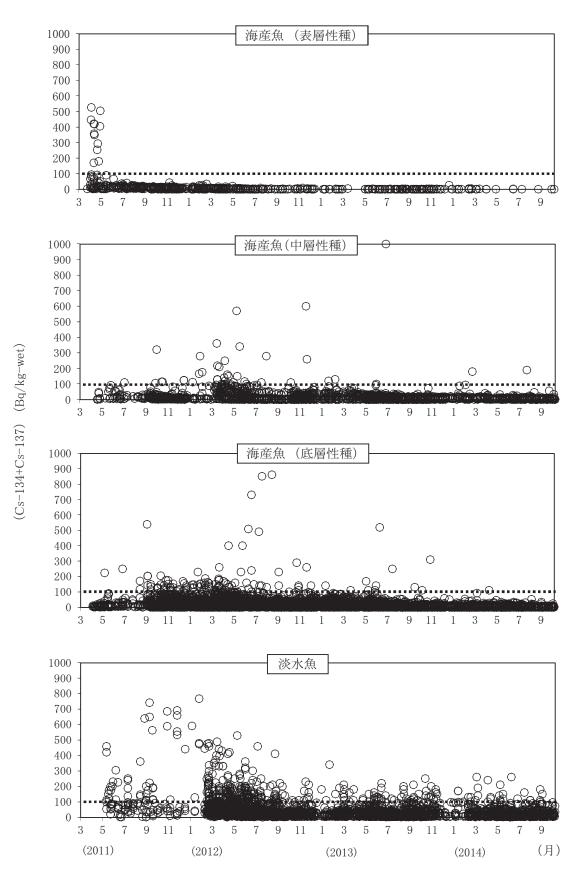


第10図 マダラ (筋肉部) から検出された放射性セシウムの全長別濃度分布 (福島県沖を除く)。 点線は、一般食品中の放射性物質の基準値 [100Bq/kg] (厚生労働省) を示す。

横田ら:東日本陸海域の水産物の放射能濃度

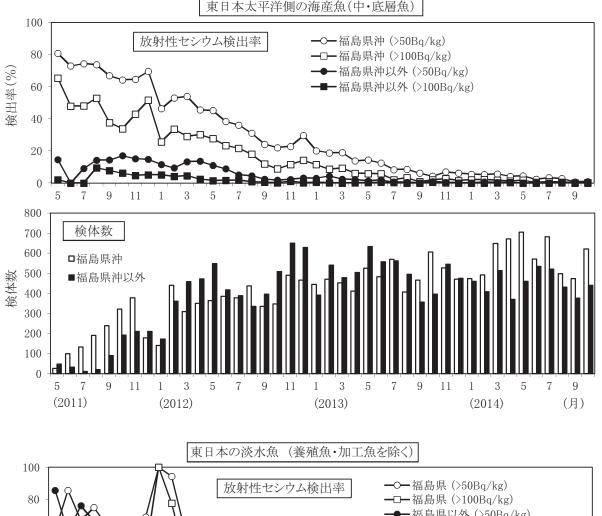


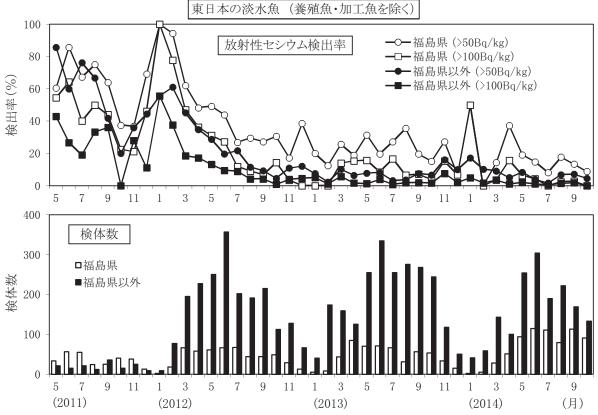
第11図 マダラの漁獲位置と放射性セシウム濃度(福島県沖を除く)。



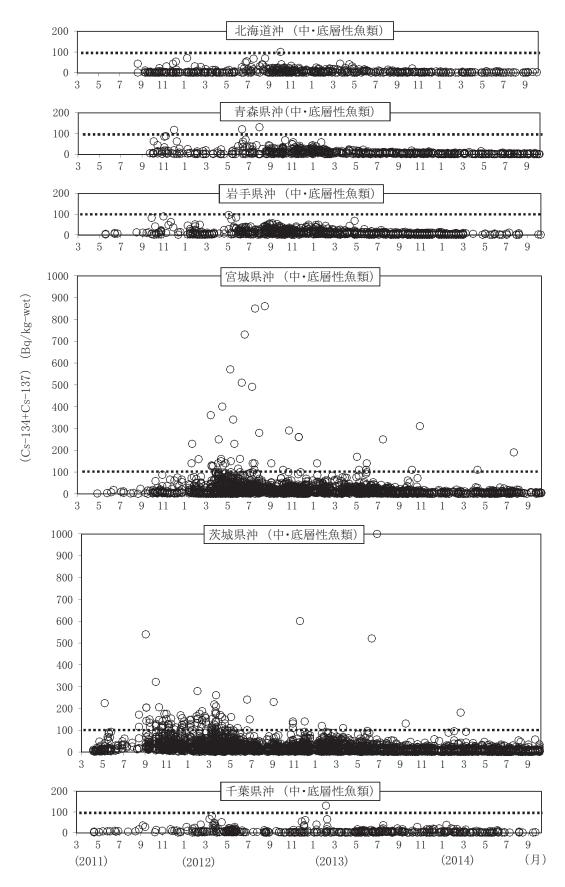
第12図 生活様式の異なる魚類の放射性セシウム濃度 (Cs-134 + Cs-137) の時系列推移 (2011年4月~2014年10月)。 水産庁ホームページのデータ (水産物の放射性物質調査の結果について) より作成し、検出限界未満の検体 は除外した。点線は、一般食品中の放射性物質の基準値 [100Bq/kg] (厚生労働省) を示す。海産魚は、北 海道、青森県、岩手県、宮城県、茨城県、千葉県の海域で漁獲された魚類。淡水魚は、北海道、東北5県、 関東1都6県、長野県、山梨県、新潟県の水域で漁獲された魚類。

# 東日本太平洋側の海産魚(中・底層魚)

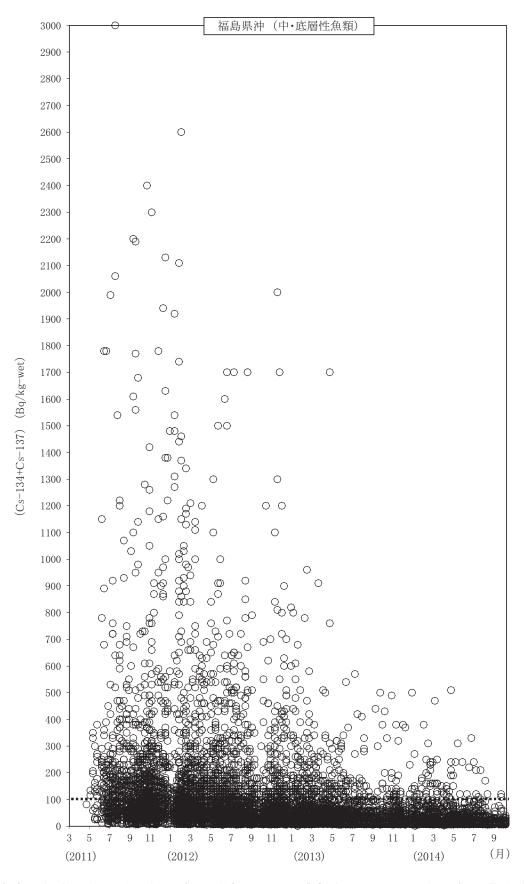




第13図 東日本で採取された魚類の放射性セシウム (Cs-134 + Cs-137) 検出率の月推移。 福島県沖以外 (海産魚) は北海道,青森県,岩手県,宮城県, 茨城県,千葉県の海域。福島県以外 (淡水魚) は,北海道,東北5県, 関東1都6県,長野県,山梨県,新潟県。 水産庁ホームページのデータ (水産物の放射性物質調査の結果に ついて)より作成。



第14図 東日本太平洋側の各海域(福島県を除く)で採取された中・底層性魚類の放射性セシウム濃度(Cs-134+Cs-137)の時系列推移(2011年4月~2014年10月)。 水産庁ホームページのデータ(水産物の放射性物質調査の結果について)より作成し、検出限界未満の検体は除外した。点線は、一般食品中の放射性物質の基準値[100Bg/kg](厚生労働省)を示す。



第15図 福島県沖で採取された中・底層性魚類の放射性セシウム濃度 (Cs-134 + Cs-137) の時系列推移 (2011年4月 ~2014年10月)。 水産庁ホームページのデータ (水産物の放射性物質調査の結果について) より作成し,検出限界未満の検体は除外した。点線は,一般食品中の放射性物質の基準値[100Bq/kg] (厚生労働省)を示す。

範囲の縮小及び検出濃度の低下が明確になった。

**調査のまとめ** 水産物から検出される放射性セシ ウムの濃度や, 基準値 (100 Bq/kg-wet) を超え る放射性セシウムが検出される検体の数, 検出率 ともに, 地震被災事故から時間の経過とともに着 実に減少した。また事故後, 東日本太平洋側の広 範囲で50Bq/kg-wetを超える放射性セシウムが検 出されていたマダラについても、事故後3年目に なってその分布範囲が縮小した。また、本事業で の水産物の放射能濃度データに加えて, 各都道府 県や漁業関係団体が独自に行った調査での水産物 の放射能濃度データについても掲載している水産 庁ホームページ公表データにより, 福島県を除く 東日本の太平洋側と陸水域で採取された魚類の放 射性セシウム濃度の事故後の推移(2011年4月~ 2014年10月) をみると、表層性海産魚については 福島第一事故直後の2011年5月以降には基準値 (100 Bq/kg-wet) を超える値は検出されなくなっ た(第12図)。また、中層性・底層性海産魚につ いては, 時間の経過とともに基準値を超える検体 は着実に減少し、2014年になると基準値を超える 値はほとんど検出されなくなった(第13図)。福 島県沖やその隣接の宮城県沖、茨城県沖の中底層 性魚においても、事故後3年目には2年目までと比 べて基準値を超えた検体の数が明確に減少した (第14,15図)。従って、海産魚(福島県沖を除く 東日本太平洋側で採取されたもの) については, 食の安全という点では問題のないレベルになりつ つあるといえる。しかし,一部の魚種でごく少数 ながら100Bg/kg超の検体がまだ出現することや, 福島第一原子力発電所から遠く離れた地点(約 3,000km) で採取された魚類から発電所由来と考 えられる放射性セシウムが, 低濃度ではあるが事 故後3年目に検出されていることなどから、安心 を担保するには,放射能濃度の事故後の空間的広 がりと時系列的推移を把握するための調査を継続 していくことが必要である。一方、淡水魚につい ても時間の経過とともに基準値を超える検体は着 実に減少しているものの(第12,13図),セシウ ム元素の濃縮係数が海産魚よりも25倍程度高く, 放射性セシウムが排出されにくいことが示唆され ており (IAEA, 2010), 3年以上経過した時点で 一部の水域で基準値を超える濃度が検出されてい る状況も踏まえると、食の安全及び安心の点から 検査を継続することが必要である。

#### 謝辞

本報告は水産庁委託事業(平成23年度水産物の 放射性物質調査事業,平成24,25年度放射性物質 影響調査推進委託事業)で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 県・漁業団体より多大なご協力を賜ったことに対 し,厚く御礼申し上げる。

#### 引用文献

- 原子力環境整備センター (1996). 環境パラメータシリーズ6 海生生物への放射性物質への移行. 原子力環境整備センター,東京, 222-226
- 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.
- 海洋生物環境研究所(2012). 漁場を見守る海洋環境放射能総合評価事業海洋放射能調査(平成22年度). 海洋生物環境研究所,東京,1-31.
- 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 (2014年12月1日)
- 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.
- 横田瑞郎・渡邉剛幸・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・渡邉剛幸・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一平成23年9月~平成25年3月の調査結果-. 海生研研報, No.19, 17-42.