

話 題

福島県における水産生物等への放射性物質の影響

根本芳春, 島村信也, 五十嵐 敏
福島県水産試験場

Influence of radioactive substances on the marine organisms and fishing areas off Fukushima Prefecture
YOSHIHARU NEMOTO, SHINYA SHIMAMURA
AND SATOSHI IGARASHI
Fukushima Prefectural Fisheries Experimental Station,
Iwaki, Fukushima 970-0316, Japan

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災と、それに伴う東京電力福島第一原子力発電所（以下福島第一）の事故により、福島県の漁業は甚大な被害を受けた。特に放射性物質の漏洩は水産生物や漁場へ大きな影響を与え、事故から9か月を経過した現在も多くの水産生物から放射性物質が検出され、国の放射性セシウムの暫定規制値である500 Bq/kgを超えるものも確認されていることから、福島県の沿岸漁業は再開出来ない状況が続いている。

今回は、原子力災害対策特別措置法に基づき、福島県が実施してきた緊急時モニタリング検査及び環境放射線モニタリングについて、これまで得られた調査結果の概要について報告する。

2. 緊急時モニタリング検査（水産生物）

水産生物を対象とした緊急時モニタリング検査については、いわき海域では2011年4月から、相双海域では2011年7月から検査を開始した。検査に供した水産生物は、福島県水産試験場の調査船及び福島県の各漁業協同組合に所属する漁船により採取し、概ね50～100検体/週の検査を行った。対象種については、その時期に漁獲される水産生物を中心とし、調査海域は福島県沖合を9つのエリアに分け（図1）、各エリアから採取出来るようにした。得られた検体については、福島県水産試験場において魚体測定や胃内容物の確認等を行った上で、魚種毎に食べ方を考慮した可食部のみに処理し分析機関に送付した。検査は、当初財団法人日本分析センターに依頼し、県の検査体制が整った6月以降は福島県農業総合センターにおいて実施した。なお、検査は厚生労働省の定める公定法に則り、ゲルマニウム半導体検

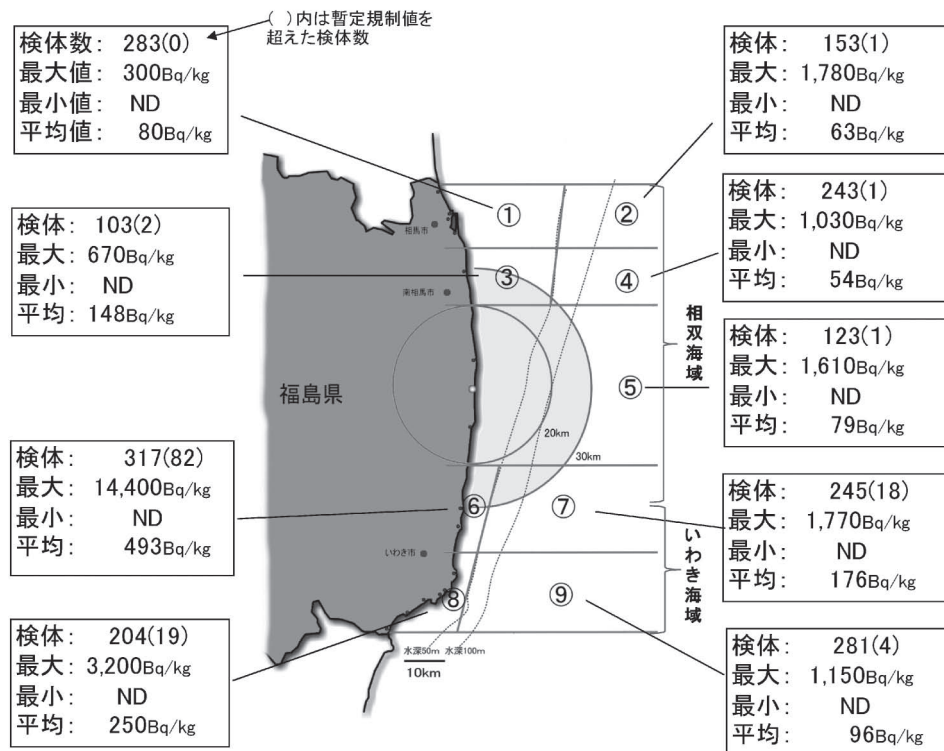


図1 調査海域及びエリア別放射性セシウム濃度（2011年12月28日現在）
数値は放射性セシウム134、137の合計値

出器を使用して実施した。

2011 年 12 月までの間に検査した水産生物は、142 種類、1,952 検体であり、この内、国が定める放射性セシウムの暫定規制値を超えたものは 128 検体であった（表 1）。半減期が短い放射性ヨウ素 131 については、2011 年 4 月に検査したイカナゴの仔魚（地方名コウナゴ）、5 月に検査したヒジキで暫定規制値を超えたのみであり、7 月以降は海藻で若干の数値が検出された以外は不検出であった。

これ以降は、現在も影響が続いている放射性セシウムについて、これまでに見られている傾向を紹介する。なお、数値は放射性セシウム 134、137 の合計値で示す。

海域別では、エリア 6 で 317 回検査を行い、この内 82 検体で暫定規制値を超え、最大値で 14,400 Bq/kg、

表 1 水産生物の放射性セシウム検査結果概要
(2011 年 12 月 28 日現在)

海 域	魚種数	検体数	内規制値超過数 ^{*1}
相双海域 ^{*2}	113	1,024	30
いわき海域 ^{*2}	107	928	98
合計	142	1,952	128

^{*1} 暫定規制値 放射性セシウム 134、137 の合計 500 Bq/kg

^{*2} 図 1 参照

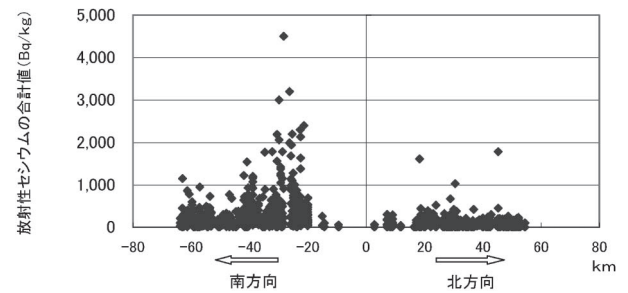


図 2 福島第一原子力発電所からの南北方向距離と底魚類の放射性セシウム濃度（2011 年 12 月 28 日現在）

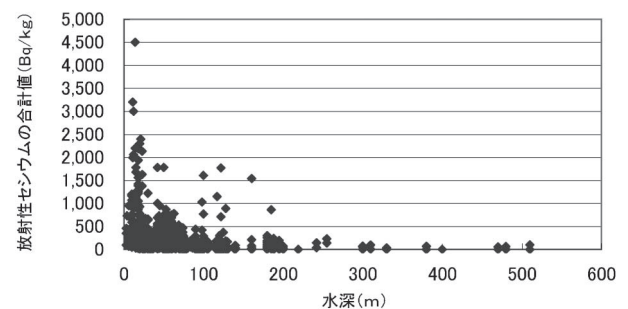


図 3 水深と底魚類の放射性セシウム濃度（2011 年 12 月 28 日現在）

表 2 放射性セシウムの暫定規制値を超えた水産生物（2011 年 12 月 28 日現在）

種 類	最大値 ^{*1} (Bq/kg)	最小値 ^{*1} (Bq/kg)	平均値 ^{*2} (Bq/kg)	検査回数 () 内規制値超え	%
魚類					
コモンカスベ	1,560	51	399	100(32)	32
アイナメ	3,000	ND	360	111(19)	17
シロメバル	3,200	36	758	31(12)	39
エゾイソアイナメ（ドンコ）	1,770	ND	231	50(7)	14
イシガレイ	1,220	25	247	61(6)	10
イカナゴ（コウナゴ）	14,400	320	3,486	11(6)	55
ウスメバル	1,630	70	456	15(5)	33
ヒラメ	4,500	ND	183	175(5)	3
マコガレイ	1,380	ND	175	97(5)	5
シラス	850	ND	103	59(4)	7
クロソイ	2,190	134	735	6(2)	33
ババガレイ（ナメタガレイ）	1,140	ND	115	79(2)	3
キツネメバル	910	ND	329	4(1)	25
スズキ	670	46	164	31(1)	3
ムラソイ	870	142	345	4(1)	25
その他					
ホッキガイ	940	41	261	31(4)	13
ムラサキイガイ	650	30	271	4(1)	25
キタムラサキウニ	1,660	42	498	21(7)	33
アラメ	970	29	385	19(6)	32
ヒジキ	1,100	110	605	2(1)	50
ワカメ	1,200	41	284	6(1)	17

^{*1} 平均値において不検出は 0 として計算

^{*2} 数値は放射性セシウム 134、137 の合計値

表3 放射性セシウム濃度が低い水産生物 (2011年12月28日現在)

魚 類					そ の 他				
種 類	最大値*1 (Bq/kg)	最小値*1 (Bq/kg)	平均値*2 (Bq/kg)	検査 回数	種 類	最大値*1 (Bq/kg)	最小値*1 (Bq/kg)	平均値*2 (Bq/kg)	検査 回数
スケトウダラ	97	ND	20	6	アサリ	96	ND	48	2
イシカワシラウオ	94	58	73	3	ジンドウイカ	82	ND	14	9
チダイ	91	ND	26	26	イワガキ	61	61	61	1
ヤナギムシガレイ	88	ND	26	33	ガザミ	55	ND	15	11
マダイ	83	12	44	7	キシエビ	55	19	37	2
ナガレメイタガレイ	80	ND	36	12	シャコ	50	20	35	2
アカガレイ	79	ND	33	6	スルメイカ (マイカ)	49	ND	3	18
シログチ	79	12	48	12	ヤナギダコ	40	ND	5	20
カンパチ	73	ND	26	5	オキナマコ	34	ND	7	5
ギンザケ	73	73	73	1	マナマコ	29	ND	4	11
ユメカサゴ	72	9	40	5	マダコ	27	ND	4	16
ゴマサバ	68	ND	39	8	ケンサキイカ	23	ND	3	9
アブラツノザメ	62	12	39	3	ホタテガイ	19	19	19	1
オオクチイシナギ	55	13	40	3	クルマエビ	12	12	12	1
サブリウ	54	54	54	1	エゾハリイカ(コウイカ)	ND			6
ギス	53	ND	28	5	ヤリイカ	ND			6
アカカマス	50	50	50	1	イイダコ	ND			1
クロマグロ(メジマグロ)	41	24	30	5	ケガニ	ND			4
クサウオ	39	ND	21	4	ズワイガニ (オス)	ND			1
チカメキントキ	32	32	32	1	ズワイガニ (メス)	ND			1
ミギガレイ (ニクモチ)	31	ND	9	26	ヒゴロモエビ (ブドウエビ)	ND			1
アカムツ	30	ND	12	4	ベニズワイガニ	ND			1
マイワシ	30	ND	14	3	ホッコクアカエビ	ND			2
ヒレグロ	29	ND	10	3	エゾボラモドキ	ND			1
ソウハチ	28	28	28	1	シライトマキバイ	ND			3
ガンゾウビラメ	27	27	27	1	チヂミエゾボラ	ND			2
ウルメイワシ	23	23	23	1	ナガバイ	ND			1
メダイ	22	ND	9	6	ネジスキバイ	ND			1
テナガダラ	22	22	22	1	ヒメエゾボラ	ND			1
ウマヅラハギ	12	12	12	1	マガキ	ND			1
アブラガレイ	7	7	7	1	マボヤ	ND			1
カワハギ	7	ND	2	3	ヒトエグサ (アオノリ) (養殖)	ND			1
イラコアナゴ	ND			1					
ウスバハギ	ND			1					
カツオ	ND			1					
カンテンゲンゲ	ND			1					
キチジ	ND			2					
コブシカジカ	ND			1					
サンマ	ND			1					
シイラ	ND			1					
シロザケ (筋肉)	ND			12					
シロザケ (精巢)	ND			3					
シロザケ (卵巣)	ND			9					
トラフグ	ND			1					
ナガツカ	ND			1					
ニギス	ND			1					
ハガツオ	ND			1					
ホッケ	ND			1					

*1 平均値において不検出は0として計算

*2 数値は放射性セシウム 134,137 の合計値

平均値（不検出は0として計算）で493 Bq/kg と他のエリアに比べて非常に高く、次いでエリア8, 7, 9の順となっている。一方、福島第一の沖合20 km 以遠を含め北側のエリアは低い傾向にある（図1）。底魚類全ての分析結果について、福島第一からの南北方向への距離との関係を見ると、福島第一の南側では、近いほど高い数値の個体が多くなり、遠ざかるほど高い数値の個体が減る傾向がみられる。一方、北側では距離との関係は明確でなく、全体的に低い個体が多い（図2）。また、水深との関係では水深が浅いほど高い個体が多くみられ、深くなるほど高い個体が少なくなる（図3）。以上のことから、福島第一の南側の方が北側よりも高く、また、南側の海域では水深の浅い海域でかつ福島第一に近いエリアほど放射性物質の影響が大きいことが推測される。

魚種別にみると、検査を行った142種類の水産生物の内、暫定規制値を超えたのは魚類で15種類、その他の生物で6種類、計21種類であった（表2）。水産上重要な魚種を中心に1種類につき複数回の検査を行っているが、放射性セシウムの濃度が比較的高く、暫定規制値を超えやすい魚種とそうでない魚種がみられる。検査回数に対する暫定規制値を超えた割合をみると、魚類では、事故直後の3～4月が漁期であったコウナゴで55%と高く、その他ではコモンカスベ、シロメバルやウスメバルをはじめとしたメバル属の魚類が30%を超える割合で暫定規制値を超えている。また、その他の生物ではキタムラサキウニやその餌料となる海藻類で暫定規制値を超えている（表2）。一方、検査回数が多いにもかかわらず、比較的低放射性セシウムの濃度が低い、あるいは不検出の水産生物もみられる。回遊魚については全般に低い傾向にあり、また、深い水深に生息するものは、底魚類においても最大値で100 Bq/kgを下回るものが多く、特に頭足類やアワビを除く巻貝、ナマコ類などは、他の生物で高い数値が検出される海域においても非常に小さいかもしくは不検出となっている（表3）。

事故からの経過日数との関係では、明らかに低下傾向を示しているものがみられる。アワビは福島第一南側のいわき海域に漁場が点在しており、事故直後の早い時期には、暫定規制値は超えていないものの500 Bq/kg 近い数値が検出されていた。これが時間の経過とともに低下し、250日以降はほとんどの地区で100 Bq/kgを下回っている（図4）。アワビの餌料であるアラメについても同様に低下している（図5）。ホッキガイは、いわき海域北部の四倉とその南側の沼之内地先で調査を行い、両地先とも事故直後は暫定規制値を超えていたが、事故から150日までの間は急激に低下し、その後は緩やかではあるが低下傾向を示している（図6）。魚類では、カタクチイワシの仔魚（以下シラス）において低下

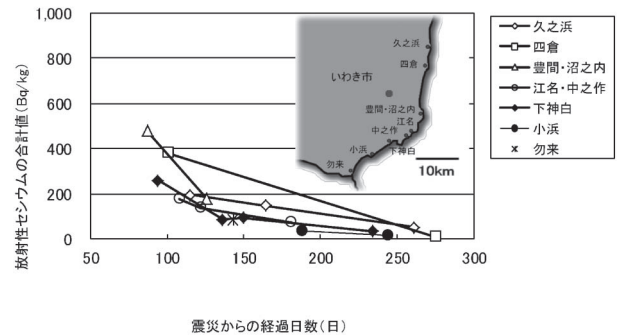


図4 アワビの放射性セシウム濃度（2011年12月28日現在）

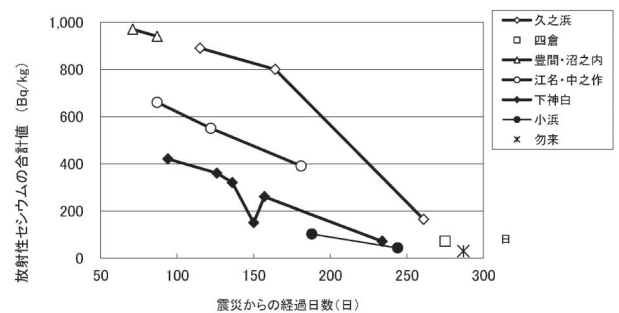


図5 アラメの放射性セシウム濃度（2011年12月28日現在）

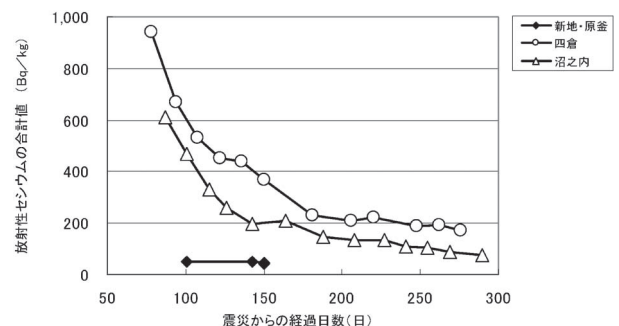


図6 ホッキガイの放射性セシウム濃度（2011年12月28日現在）

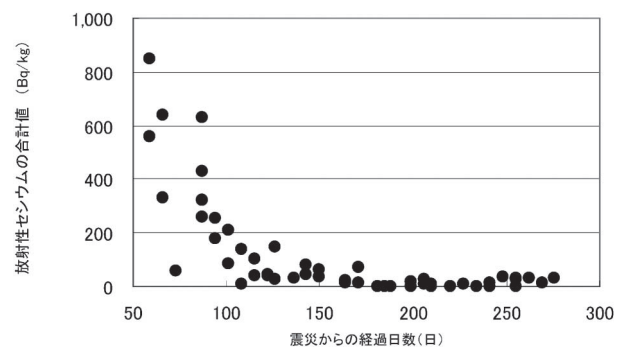


図7 カタクチイワシ（シラス）の放射性セシウム濃度（2011年12月28日現在）

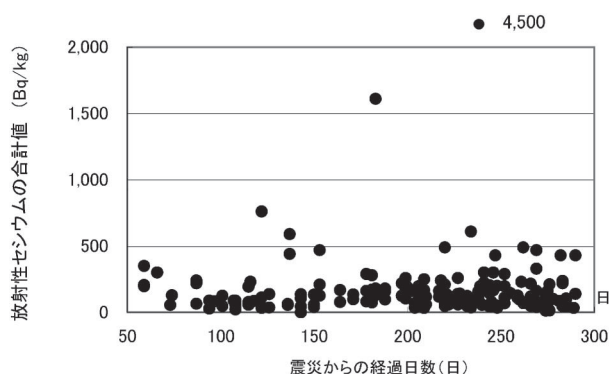


図8 ヒラメの放射性セシウム濃度（2011年12月28日現在）

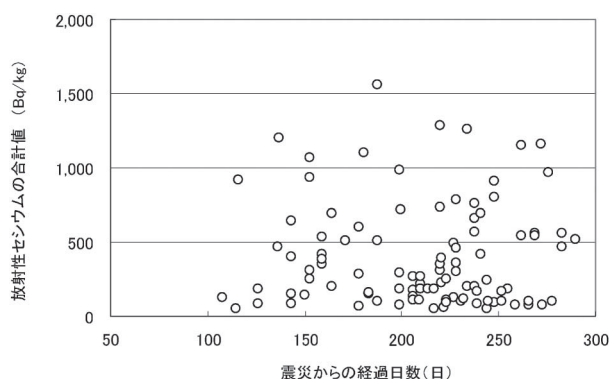


図9 コモンカスベの放射性セシウム濃度（2011年12月28日現在）

傾向が見られているが（図7）、福島県沖のシラスは、孵化から2か月程度のものであり、春から秋の漁期間中に順次新しい群れを漁獲の対象とする。このため、シラスについては、見かけ上数値が低下していると考えられる。

以上のように明らかに数値が低下している種類はあるものの、魚類の多くでは明確な増減の傾向を示しているものはなく、ヒラメでは事故から250日を経過し4,500 Bq/kgという極めて高い数値が確認され（図8）、コモンカスベでは1,000 Bq/kgを超えるものがしばしば確認されている（図9）。

3. 環境放射線モニタリング（海水、海底土）

海水、海底土等については、事故直後から文部科学省や東京電力がモニタリングを実施しているが、水産生物への直接的な影響の他、漁業活動や市場での海水の使用など、水産関係者等から詳細な調査が求められたことから、2011年5月以降から福島県水産試験場においても沿岸域を中心にモニタリングを開始した。海水については、各漁港、磯根漁場の他、水深7、10、20mの浅海域に6定線を設け各月1回採水を行った。採水は北原

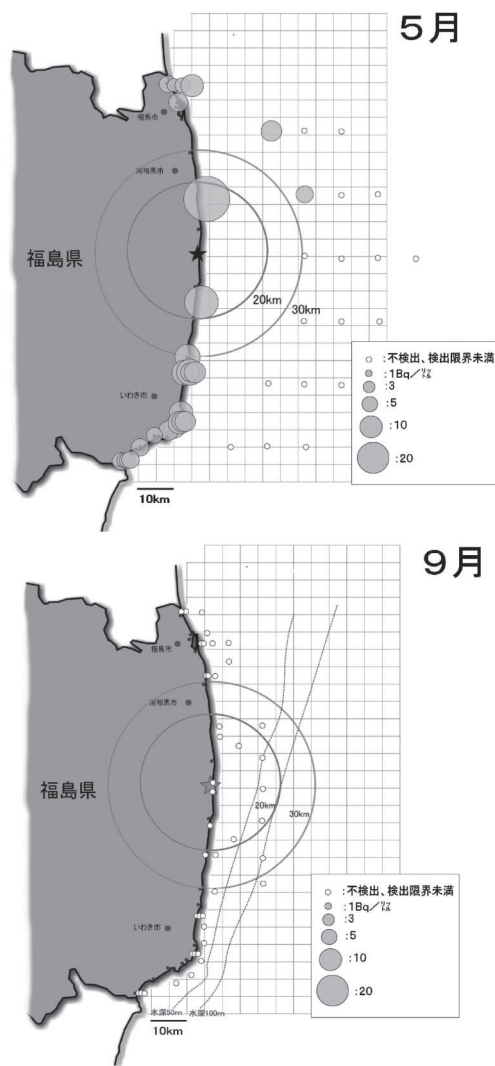


図10 海水の放射性セシウム濃度

文部科学省、東京電力、福島県の調査結果を基に作成、県の調査は定線調査結果を使用し、表層、底層の調査がある場合は表層の結果のみを使用、数値は放射性セシウム134、137の合計値

式採水器を用い表層と海底直上水を採取した。海底土については、スミスマッキンタイヤ型採泥器を用い、海水と同じ水深7、10、20mの6定線に加え、いわき市四倉沖（以下四倉沖）については水深30～125mの5地点で調査を行うとともに、各調査地点を補完するため必要に応じて採泥を行った。得られた検体は、福島県水産試験場において、海水についてはゴミ等を除去し、海底土については吸引器で水分を除いた後に福島県原子力センター福島支所に送付し、ゲルマニウム半導体検出器で検査した。なお、海底土については同じ検体を乾燥機で恒量となるまで乾燥させ、乾土率を算出して検査結果を乾泥中の濃度に換算した。

海水については、事故直後の5月には、福島第一の南側の浅い水深帯で10 Bq/L前後の放射性セシウムが

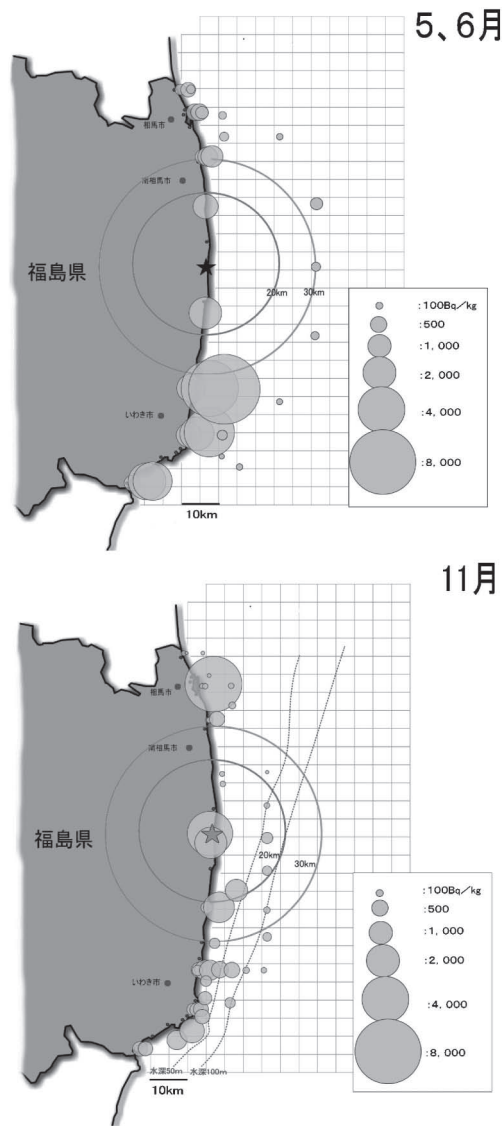


図 11 海底土の放射性セシウム濃度
文部科学省，東京電力，福島県の調査結果を基に作成，東京電力の値は湿重量当たりの数値，他は乾燥重量当たりの数値，県の調査は定線調査結果を使用，数値は放射性セシウム 134，137 の合計値

検出されていたが，8 月には不検出の地点が多くなり，9 月には全ての地点で不検出となった（図 10）。海底土は 5，6 月に福島第一の南側の浅い水深で，数千 Bq/kg の高い値が検出された。その後は沿岸域を中心に減少傾向が見られているが，事故から 8 か月を経過した 11 月現在でも数百 Bq/kg の地点も見られている（図 11）。また，沿岸域が減少傾向にあるのに対して，四倉沖では，それ以前は不検出であった水深 125 m などの沖合で一時 3,000 Bq/kg 以上の数値が検出されるなど，沖合で高くなる傾向もみられている（表 4）。

4. ま と め

今回の福島第一の事故により，水産生物や漁場環境に対して放射性物質の大きな影響が確認された。事故から 9 か月が経過し，アワビやアラメ，ホッキガイ，シラスなどで放射性セシウムが低下傾向にあることは明るい情報といえるが，多くの魚類においては明確な減少傾向はみられておらず，暫定規制値を超えるものも散見される。季節や成長に伴い移動する水産生物は，いつどこで暫定規制値を超える魚種が漁獲されるかわからないため，漁業の再開は難しいのが現状である。今後，漁業が再開されるためには，モニタリングの継続による安全性の確認を行うとともに，環境から水産生物に至る放射性物質の取り込みと排出のメカニズムを明らかにし，科学的根拠をもって消費者に安全安心を訴える必要がある。このため，福島県水産試験場では，放射性物質の移行の解明や個体差，部位別の蓄積，放射性物質の低減技術等，独立行政法人水産総合研究センターや大学等と協力し様々な研究を行っているところである。

最後に，一日も早く放射性物質の影響が無くなり，福島県の水産業が復興し，安全で美味しい福島の魚が店頭と並ぶことが願われる。

表 4 四倉沖における海底土の放射性セシウム濃度（放射性セシウム 134，137 の合計値）

離岸距離 水深	Bq/乾泥 kg							
	約 0.5 km 7 m	約 1.2 km 10 m	約 2.6 km 20 m	約 3.7 km 30 m	約 6.5 km 50 m	約 10 km 75 m	約 13.6 km 100 m	約 20.2 km 125 m
5 月 26 日	1,503	6,003	9,271	—	—	—	—	—
7 月 14 日	815	1,527	2,386	462	663	347	183	ND
7 月 26 日	124	1,586	905	—	—	—	—	—
8 月 23 日	625	933	992	1,227	1,734	851	235	306
9 月 12 日	1,142	687	943	8,189	679	470	272	136
10 月 3 日	88	804	664	2,916	1,593	395	647	3,571
11 月 1 日	213	465	785	794	523	486	89	72