

栽 培 漁 業 部

**研究課題名** 栽培漁業対象種の放流技術に関する研究

**小課題名** 放流マツカワの産卵生態解明と「産ませて獲る」を実践する栽培漁業体系の確立

**研究期間** 2010～2013年

佐藤利幸・和田敏裕

## 目 的

かつて絶滅が危惧されるほど減少したマツカワの漁獲量は、近年北海道での種苗放流事業により急激に回復しつつある。一方、現在でも漁獲物はほぼ全て人工種苗放流魚である。従って、今後は放流魚の生態的知見をより明らかにし、放流魚を起点とした天然再生産による資源の回復が望まれる。本課題では、東北海域の主要漁場を要する福島県における本種の漁獲実態を明らかにすることを目的とした。

## 方 法

2012年度に福島県所属の沖合底びき網漁船の操業記録（以下、標本船データ）の解析で明らかにした放流マツカワの産卵場について、その形成過程を明らかにするため、2010年1月～5月の標本船データを月毎・5分メッシュ毎に整理し、放流マツカワのC P U E（曳網1時間当りの漁獲量）を算出した。

さらに、2012年と同様に沖合底びき網漁船による放流マツカワの漁獲調査（以下、備船調査）を実施した。2013年2月22日と2月28日に茨城県境沖水深270～293mの海域で、それぞれ90分ずつ2回曳網した。それぞれの調査で1回目の曳網では、マツカワ以外の生物についても総漁獲量を目視で把握したうえで一部を抽出し、生物種類毎の尾数（個体数）及び重量を測定した。抽出した生物の重量から総漁獲量に換算し、生物組成を求めた。

なお、備船調査で漁獲した放流マツカワは、水産試験場の飼育水槽で一時畜養し長崎大学が担当する標識放流に供した。

## 結 果 の 概 要

標本船データを解析した結果、マツカワの漁場は1月に常磐南部海域の南部から形成され、産卵盛期の2月、3月には常磐南部海域の全域に拡大した。盛期が過ぎる4月に分布域は徐々に縮小し、5月には分布域はなくなった（図1）。

備船調査では、2月22日の1回目曳網でのみ放流マツカワ雄が2尾（全長394mm、428mm）採捕された。この曳網で採捕された放流マツカワ以外の生物は合計20種類であった。ギスが最も優占し、尾数及び重量とも3割以上を占めた。ギス以外で優占度の高い生物はマダラ、イソギンチャク目、ヤナギダコ等、いずれも大陸棚縁辺部～大陸斜面を主分布域とする生物であり、上位10種類で個体数、重量ともに9割以上を占めた（表1）。2012年の調査と比較するとマダラの優占度が低く、生物種類数も少なかった。なお、放流マツカワが採捕されなかった曳網で採捕された生物は、マダラ、エゾイソアイナメ及びスケトウダラの3種類のみであった（表2）。

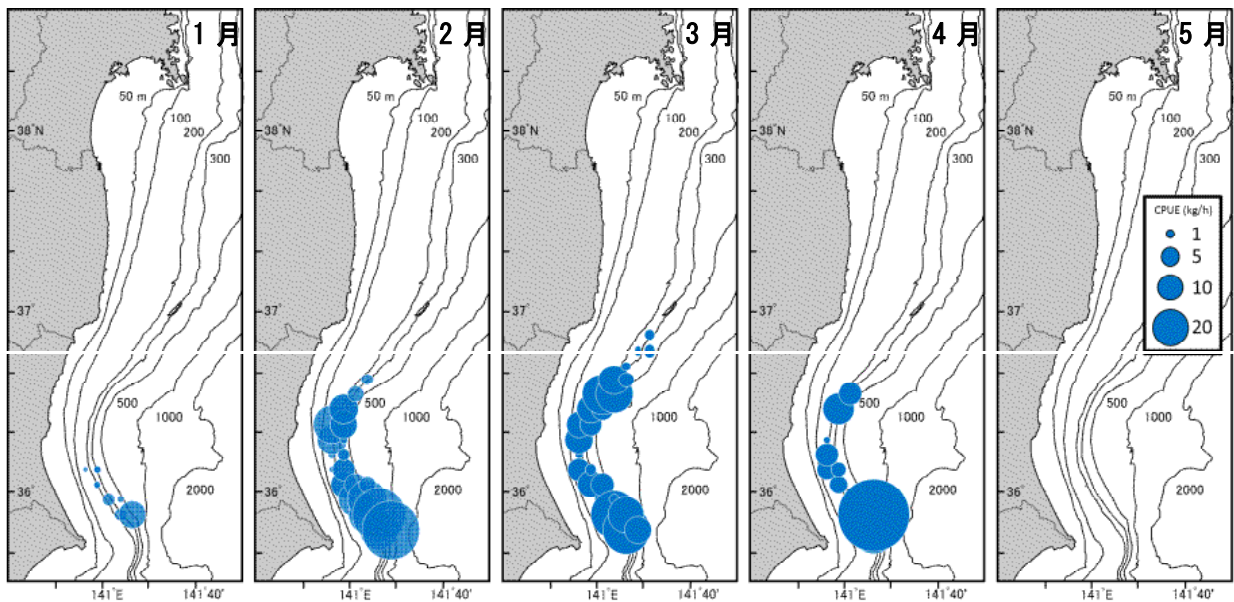


図1 マツカワの5分メッシュ毎CPUE (kg/h) (2010年1月～5月)

表1 備船調査で採捕された生物組成 (マツカワ除く)

		2013年2月22日調査			
No.	生物種類名	推定漁獲尾数・重量			
		尾数(個体数)	尾数(%)	重量(kg)	重量(%)
1	ギス	6,583	37.6	694.75	34.7
2	マダラ	736	4.2	508.47	25.4
3	イソギンチャク目 sp. B	1,689	9.7	296.11	14.8
4	ヤナギダコ	87	0.5	120.00	6.0
5	イソギンチャク目 sp. A	693	4.0	111.23	5.6
6	アオメエソ	5,543	31.7	87.71	4.4
7	ババガレイ	87	0.5	52.00	2.6
8	エゾイソアイナメ	780	4.5	51.28	2.6
9	ユメカサゴ	87	0.5	14.47	0.7
10	ナガヅカ	43	0.2	12.06	0.6
上位10種類合計		16,327	93.3	1,948.08	97.4
その他の生物(10種類)		1,169	6.7	51.92	2.6
合計		17,497	100.0	2,000.00	100.0

表2 備船調査で採捕された生物組成 (マツカワ採捕なし)

		2013年2月28日調査			
No.	生物種類名	推定漁獲尾数・重量			
		尾数(個体数)	尾数(%)	重量(kg)	重量(%)
1	エゾイソアイナメ	4,068	20.8	1,188.87	59.4
2	マダラ	15,254	77.9	803.09	40.2
3	スケトウダラ	254	1.3	8.03	0.4
合計		19,576	100.0	2,000	100.0

結果の発表等

登録データ 13-01-001 「25マツカワ漁獲実態」 (05-45-1212)

研究課題名 漁場環境保全技術に関する研究  
小課題名 被害漁場環境調査（いわき市沿岸磯根調査）  
研究期間 2011～2014年

平川直人・佐藤利幸・松本育夫

## 目 的

福島県では福島第一原発事故の影響により、震災以降、沿岸漁業は自粛され、アワビの漁獲は行われていない。また、震災の影響によって2011～2012年のアワビ種苗放流は停止され、本年度からアワビの種苗放流が再開されたが、その数は震災以前の1/10となっている。これら漁獲の自粛、放流の停止はアワビ資源に大きな影響を及ぼすことが想定されるが、十分な評価が行われていない。そこで、本研究は、主要磯根漁場における生物分布量調査とアワビ資源解析を行い、震災が磯根資源や岩礁生態系に与えた影響や震災後の遷移過程を把握することを目的とした。

## 方 法

### 1 潜水による目視観察、生物採集調査

震災以前より継続的に調査を行ってきたいわき市永崎地先と下神白地先において、潜水による目視観察（ライトランセクト法）や生物採集等を行い、震災が生態系へ与えた影響について評価を行った。なお、永崎地先と下神白地先ではウニの被食による藻場の減少が懸念され、2013年11～12月に漁業者によって漁場からウニが除去された。このため、ウニ密度調査はウニ除去前後で実施した。また、アワビ着底稚貝調査として、2013年8月～11月に永崎地先にて、潜水土1人が1時間に発見できたアワビ稚貝の個体数を計数した。

### 2 アワビの資源量推定

資源量推定は震災以前から調査記録を有する福島県いわき市沿岸の6つのアワビ漁場（豊間、薄磯、江名、永崎、下神白及び小浜）において実施した。震災以降に採取されたアワビ年齢査定を行い、漁場毎にAge-length-keyを作成し、年齢別漁獲個体数を算出した。さらに算出された年齢別漁獲個体数に放流種苗混入率を乗じ、天然・放流別年齢別漁獲個体数を算出した。これをもとにPopeの近似式を用い、Virtual Population Analysis（VPA）により6漁場における天然・放流別アワビ資源個体数を算出した。

## 結 果 の 概 要

### 1 潜水による目視観察、生物採集調査

下神白地先におけるウニ除去前（2013年11月）のウニ個体数密度は5.45 個/㎡であり、2012年のウニ除去前密度と同程度であった（図1）。永崎地先におけるウニ除去前（2013年10月）のウニ個体数密度は0.63 個/㎡であり、2012年のウニ除去前密度（2.34）よりも低下していた。しかし、ウニ除去後の2014年1月のウニ個体数密度は除去前よりも増加し、1.25 個/㎡であった。漁場におけるウニ平均殻径（±S.D.）は下神白地先、永崎地先でそれぞれ、41.9（±6.2）mm、66.6（±7.2）mmであり分布するウニの殻径は永崎地先の方が大型であった（図2）。

2013年8月に永崎地先において実施したアワビ着底稚貝調査の結果、潜水土1人1時間あたりの発見個体数は9.0個体であった。2013年9～11月も調査を実施したがアワビ稚貝を発見することが出来なかった。

### 2 アワビの資源量推定

天然個体と放流個体を合わせたアワビ資源個体数は小浜以外の5漁場では、1990年代後半から2000年代前半に最大となり、その後減少傾向にあった（図3）。しかし、小浜では2007年まで資源

個体数が増加していた。2002～2010年における漁獲物の平均殻長は小浜以外の5漁場では横ばいもしくは小型化していた（図4）。しかし、小浜では漁獲物平均殻長が大型化していた。6つの漁場は直線距離で15kmと狭い範囲にあり、アワビの初期生残や加入機構は同様であると考えられる。したがって、大型個体の選択的な漁獲等の適切な資源管理によってアワビ資源の維持・増加が図れる可能性が示唆された。

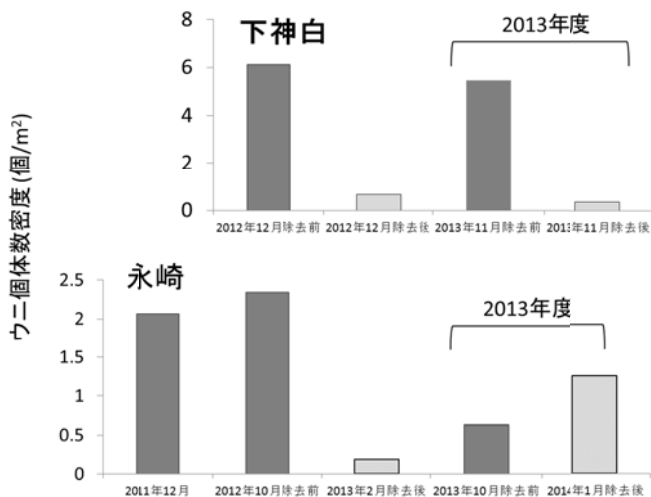


図1 下神白地先（2012～2013年）と永崎地先（2011～2014年）におけるウニ個体数密度

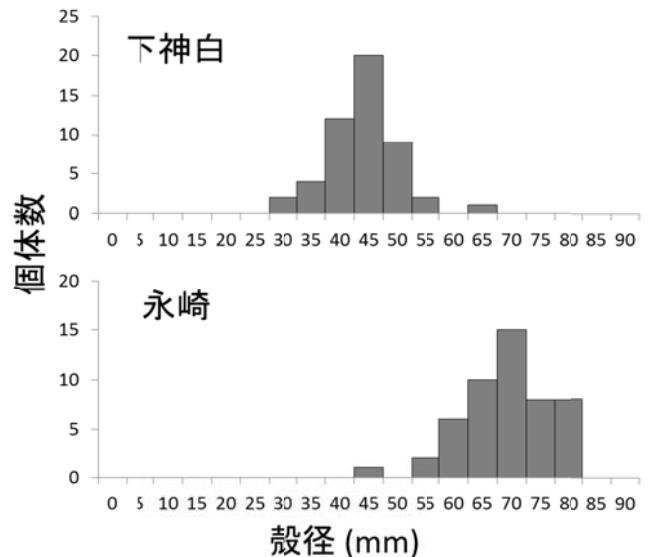


図2 下神白地先と永崎地先において採取されたウニ殻径組成

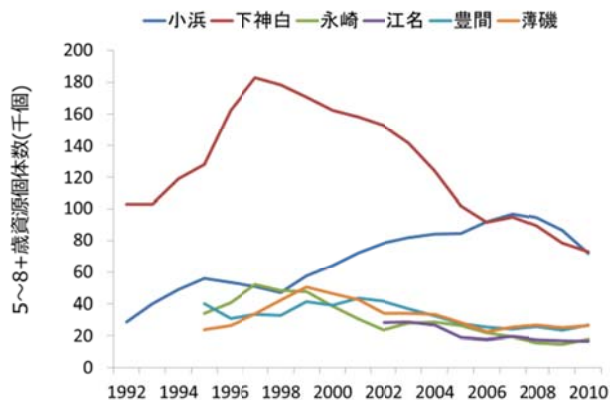


図3 VPAによって推定された薄磯、豊間、江名、永崎、下神白および小浜における5～8歳アワビ資源個体数

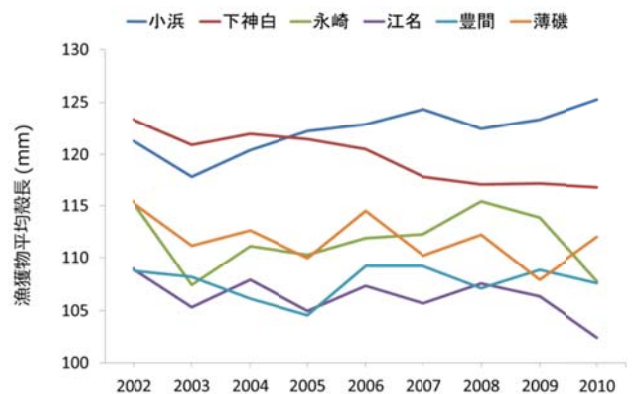


図4 2002～2010年における薄磯、豊間、江名、永崎、下神白および小浜のアワビ漁獲物平均殻長

結果の発表等 なし

登録データ 12-01-002 「25 被害漁場環境調査事業」 (05-11-1111)

**研究課題名** 水産物における放射性物質低減技術の開発

**小課題名** ヒラメ等海産物の放射性セシウムの取り込み、排出過程の解明（ヒラメケージ試験）

**研究期間** 平成25年～平成26年

佐藤利幸・平川直人・松本育夫

## 目 的

平成23年3月11日に発生した東日本大震災およびそれに伴う津波により、福島第一原子力発電所の事故が発生した。それに伴い高濃度の放射性物質を含んだ汚染水が海洋に流出し、海産物は汚染された。平成25年現在、海洋環境中および海産物の放射性物質濃度は経時的に減少しているが、今後の海産物の汚染状況を把握するため、震災後に生まれた海産物が受ける影響を調査する必要がある。

また、震災によって種苗生産施設が被災し、中断していたヒラメの種苗放流が平成24年から再開された。福島県水産試験場では調査船で放流後の人工種苗を採捕し、摂餌状況及び放射性物質による影響を調査しているが、外洋域では放流した人工種苗の分散が速く追跡は短期間に留まっている。

そこで、摂餌状況及び放射性物質の影響を長期間調査することを目的に、ヒラメの人工種苗を収容したケージを天然海域へ設置し追跡調査を実施した。

## 方 法

### 1 ケージ試験

ケージ試験は平成25年9月3日～10月18日までの45日間、平成25年11月15日～平成26年3月18日までの123日間の合計2回、小名浜港内で実施した（図1）。それぞれの試験で小型ケージ（かご漁具、縦0.9×横0.6×高さ0.5m）4個と大型ケージ（縦1.2×横1.2×高さ0.5m）1個を用いた。11月15日に開始した試験では、対照区として福島県水産試験場の飼育水槽での飼育も実施した。開始試験に供したヒラメの人工種苗（以下、供試魚）は、山形県で生産されたものを用いた。また、供試魚は試験開始前に、無眼側体色を撮影し個体識別ができるようにした。

9月3日開始の試験では供試魚（平均全長139mm、平均体重24.6g）を小型ケージに10尾/個、大型ケージに40尾収容し、浮棧橋上から海底に設置した。11月15日開始の試験では供試魚（平均全長180mm、平均体重51.2g）を小型ケージに6尾/個、大型ケージに20尾収容し、9月の試験と同じ場所に設置した。飼育水槽には40尾収容した。ケージから定期的に供試魚を取り出し、魚体測定（全長、体長、体重）及び胃内容物査定後、個体毎に放射性セシウム（Cs-134およびCs-137）を測定する試料とした。

### 2 環境調査

ケージ試験と併せてケージ設置箇所の表層海水、海底土及び餌料生物を採取した。海水はこし網（目合約500 $\mu$ m）でろ過した後、ポリ容器（20 $\ell$ ）に入れ硝酸40mlを添加し放射性Cs濃度測定用の試料とした。海底土はエクマンバージ採泥器（採泥面積0.0225 $\text{m}^2$ ）で採取し、貝殻、ゴミ、大型生物を取り除いた後、凍結保存し放射性Cs濃度測定用の試料とした。餌料生物の採取では広田式ソリネットを浮棧橋上から海中に入れ、対岸から30m曳網した。採取物から海藻、ゴミ等を取り除き、10%ホルマリンで固定した後、生物を選別・査定した。

供試魚、海水及び海底土の放射性セシウム（Cs-134とCs-137の合計値）の測定は（独）水産総合研究センター中央水産研究所が行った。

## 結果の概要

### 1 ケージ試験

9月3日開始の試験では、供試魚を30日後の10月3日に10尾、45日後の10月18日に12尾を取り上げた。平均体重は30日後で3.6g、45日後で4.4g減少していた。胃内容物を調べた結果、30日後の1尾からアミ類を確認できたが他は全て空胃であった（表1）。

11月15日開始の試験では、供試魚を28日後の12月13日に8尾、53日後の2014年1月7日に9尾、81日後の2月4日に10尾、123日後の3月18日に9尾取り上げた。飼育水槽では、ほぼ毎日飽食給餌し、11月15日、12月13日、1月7日、2月4日にそれぞれ10尾ずつ取り上げた。飼育水槽ケージ試験での平均体重は28日後で5.0g、54日後で6.1g、81日後で8.6g、123日後で9.9g減少していた。胃内容物を調べた結果、54日後の2尾からアミ類とエビジャコ類、81日後の1尾からテナガエビ科の小型甲殻類を確認できたが他は全て空胃であった（表2）。

個体別に放射性Cs濃度を測定した結果では飼育水槽の1個体のみからCs-137が3.49Bq/kg検出され、残りの個体はすべて検出下限値未満であり、移行はほとんど見られなかった（表1、表2）。

### 2 環境調査

ケージ設置箇所付近の海底土の放射性Cs濃度は408～645（Bq/kg-dry）であった（図2）。海水の放射性Cs濃度は36～106（mBq/kg）であった（図3）。また、生物を査定した結果、優占生物は期間を通して小型甲殻類と多毛類であり、採取された全生物の分布密度は26.6～69.3個体/m<sup>2</sup>と過去に実施されたホシガレイの餌料環境調査と比較すると低い値で推移した。（図3）。特にこれまでの調査事例でヒラメ消化管から多く出現しているアミ類は11月以降大きく減少した（図4）。今回の試験で500Bq/kg-dryレベルの海底土上に2か月程度ヒラメ稚魚を放置しても、放射性Cs移行は飼育水槽のものと同程度であり、海底土からの移行は極めて少ないことが明らかになった。

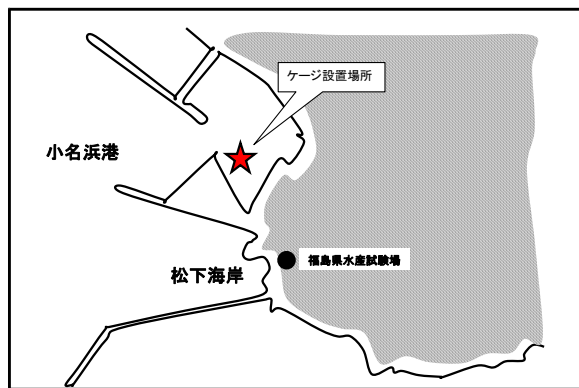


図1 調査海域

表1 ケージ試験で用いた供試魚の測定結果（2013年9月3日開始）

経過日数\測定項目	測定尾数 (尾)	試験開始時			試験終了時			測定尾数 (尾)	摂餌尾数 (尾)	摂餌物の 種類	放射性Cs測定結果	
		平均全長 (mm)	平均体長 (mm)	平均体重 (g)	平均全長 (mm)	平均体長 (mm)	平均体重 (g)				Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)
30日	10	138.7±7.2	117.5±6.9	24.2±4.3	140.0±8.1	118.6±7.7	20.6±3.9	10	1	アミ類	検出下限値未 満<5.8~<15.0	検出下限値未 満<6.7~<18.0
45日	12	137.5±11.3	116.9±9.9	24.2±6.8	138.9±12.7	115.8±9.9	19.8±5.9	12	0	—	検出下限値未 満<2.9~<12.8	検出下限値未 満<3.4~<14.2

表2 ケージ試験で用いた供試魚の測定結果 (2013年11月15日開始)

経過日数\測定項目	測定尾数 (尾)	試験開始時			試験終了時			測定尾数 (尾)	摂餌尾数 (尾)	摂餌物の 種類	放射性Cs測定結果	
		平均全長 (mm)	平均体長 (mm)	平均体重 (g)	平均全長 (mm)	平均体長 (mm)	平均体重 (g)				Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)
28日	8	177.5±10.8	150.9±10.0	50.3±10.3	177.3±11.3	150.5±8.2	45.3±10.1	8	0	—	検出下限値未 満<1.27~<3.50	検出下限値未 満<1.91~<3.30
54日	9	184.8±11.6	156.7±11.6	55.3±10.3	184.4±11.3	153.1±10.4	49.2±8.7	9	2	アミ類、エビ シヤコ類	検出下限値未 満<1.24~<2.28	検出下限値未 満<1.76~<2.98
81日	10	180.4±8.5	153.7±6.2	52.4±7.77	181.1±9.4	151.5±8.4	43.8±5.4	10	1	テナガエビ科	検出下限値未 満<1.35~<2.29	検出下限値未 満<1.61~<2.57
123日	9	187.1±12.6	158.3±11.5	60.4±10.2	190.3±13.0	162.9±11.6	50.6±8.9	9	0	—	検出下限値未 満<1.38~<2.17	検出下限値未 満<1.80~<2.80

表3 飼育水槽(対照区)で用いた供試魚の測定結果 (2013年9月3日開始)

経過日数\測定項目	測定尾数 (尾)	試験終了時			放射性Cs測定結果	
		平均全長 (mm)	平均体長 (mm)	平均体重 (g)	Cs-134 (Bq/kg)	Cs-137 (Bq/kg)
0日	10	173.6±17.6	144.4±14.0	44.3±15.5	検出下限値未 満<0.95~<2.97	検出下限値未 満<1.26~<3.87
28日	10	174.4±15.1	146.6±13.5	48.5±11.8	検出下限値未 満<0.80~<1.93	検出下限値未 満<1.35~<2.49
54日	10	184.8±18.1	154.1±14.1	57.4±18.7	検出下限値未 満<1.05~<2.75	3.49±0.85検出(1個体) 検出下限値未 満<1.42~<2.47(残り9個)
81日	10	181.7±8.2	153.9±7.0	55.31±9.3	検出下限値未 満<1.35~<2.28	検出下限値未 満<1.62~<2.61

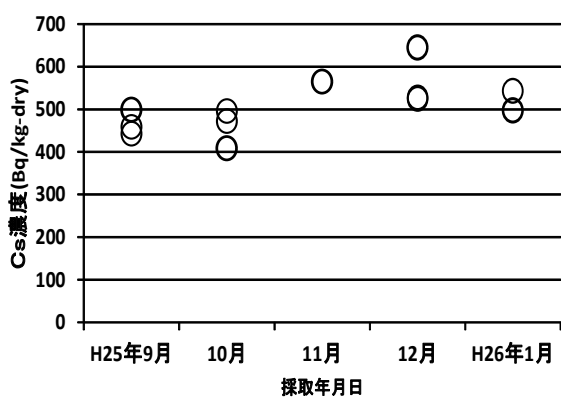


図2 海底土の放射性Cs濃度

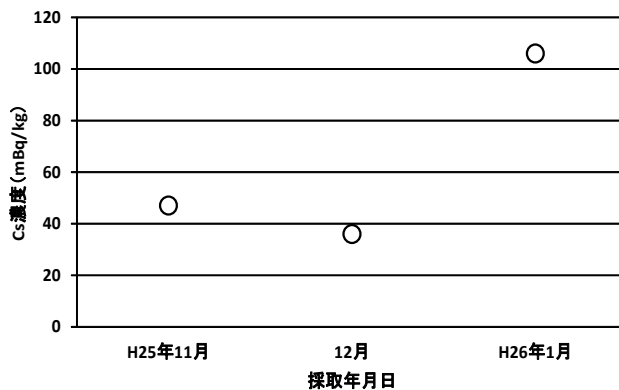


図3 海水の放射性Cs濃度

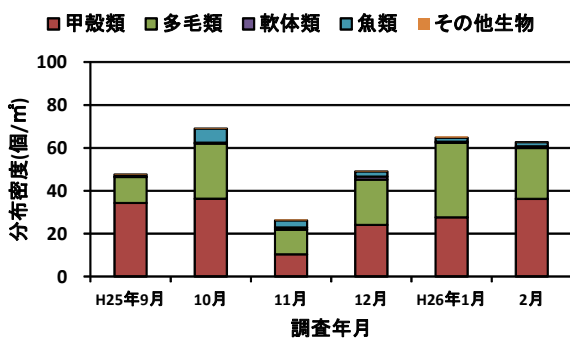


図4 生物の月別分布密度

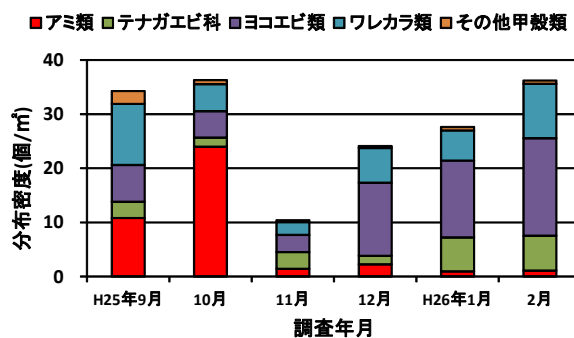


図5 小型甲殻類の月別分布密度

結果の発表等 なし

登録データ 13-01-004 「25ヒラメケージ試験」 (05-40-1212)



研究課題名 水産物における放射性物質低減技術の開発  
小課題名 放射性物質影響解明調査（ヒラメ放流種苗追跡調査）  
研究期間 2013年

佐藤利幸・松本育夫

## 目 的

2012年に続き2013年もヒラメの放流事業が実施された。新潟県で生産されたヒラメの人工種苗（表1）が2013年7月17日に相馬市磯部沖へ、7月19日に南相馬市真野川沖へそれぞれ5万尾ずつ放流された。放流後の人工種苗（以下、放流種苗）の摂餌状況及び放射性物質への影響を把握するため、各放流海域において追跡調査を実施し採捕した放流種苗の胃内容物の査定と放射性セシウム濃度（ $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ の合計値、以下、放射性Cs）の測定を行った。

表1 2013年に放流されたヒラメ人工種苗の測定情報

放流種苗名	放流年月日	測定尾数	日齢	最大値(mm)	最小値(mm)	平均値(mm)	平均体重(g)
相馬市磯部沖	2013年7月17日	50	66	81	56	67	2.4
南相馬市真野川沖	2013年7月19日	50	68	86	59	70	2.8

資料：公益財団法人 福島県栽培漁業協会  
測定は放流の前日に実施

## 方 法

調査は2013年7月22日、7月29日及び8月8日の合計3回実施した。調査海域は放流地点付近（図1）の相馬市磯部沖水深7m及び15m、南相馬市真野川沖水深10mの3定線において、漁業調査指導船拓水で水工研Ⅱ型ソリネットを1定線につき15分間曳網し生物を採捕した。採捕した生物から放流種苗を選別し水産試験場へ持ち帰った。

持ち帰った放流種苗は精密測定（全長、体重、胃内容物）後、Ge半導体検出器で各海域の試料毎に放射性Cs濃度を測定した。

## 結 果 の 概 要

### 1 放流種苗の採捕状況及び摂餌状況（表2）

7月22日の調査では、相馬市磯部沖水深7mで5尾、南相馬市真野川沖10mで4尾の人工種苗が採捕された。7月29日及び8月8日の調査では両海域とも採捕されなかった。

採捕した放流種苗の全長及び体重は、相馬市磯部沖の個体で53～86mm、1.26～5.40g、南相馬市真野川沖の個体で52～68mm、1.16～2.59gであった。

胃内容物を測定した結果では、相馬市磯部沖の5尾のうち4尾で、南相馬市沖の4尾全てで摂餌が確認された。胃内容物種類は全個体ともアミ類であり、餌料環境は比較的良いと推察された。

### 2 放流種苗の放射性Cs濃度（表3）

相馬市磯部沖1検体（5尾）、南相馬市真野川河口沖1検体（4尾）について、内臓を除く全てを試料としてゲルマニウム半導体検出器によりそれぞれ54,000秒間測定した。その結果、2試料とも検出下限値未満であり、放射性Csの蓄積は確認されなかった。

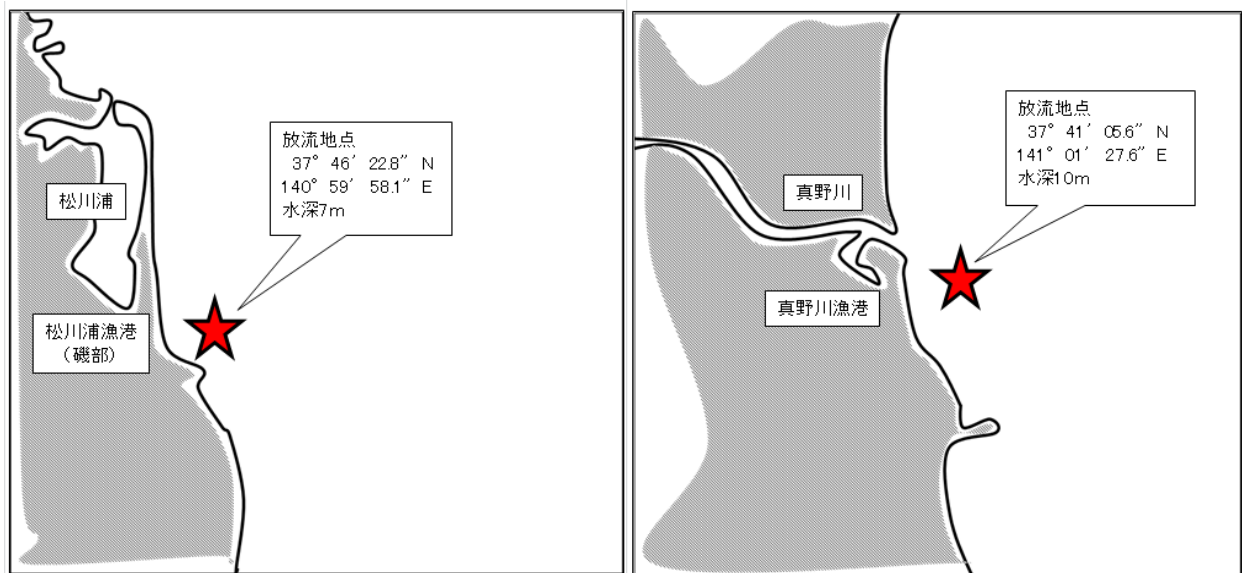


図1 放流地点及び調査海域

表2 採捕された放流種苗の精密測定結果

海域名	水深(m)	種苗採捕尾数(尾)	全長(mm)	体重(g)	胃内容物種類	胃内容物重量(g)	備考
相馬市磯部沖 (放流5日後)	7	5	86	5.40	空胃	—	
			71	3.28	ミツクリハマミ	0.03	
			64	2.16	ミツクリハマミ	0.01	
			71	2.95	消化物	0.05	ミツクリハマミ
			53	1.26	消化物	0.02	ミツクリハマミ
南相馬市真野川沖 (放流3日後)	10	4	53	1.16	ミツクリハマミ	0.02	
			52	1.28	ミツクリハマミ	0.03	
			68	2.59	ミツクリハマミ	0.01	
			68	2.77	ミツクリハマミ	0.06	

採捕年月日: 2013年7月22日

表3 採捕された放流種苗の放射性Cs測定結果

検体名	<sup>134</sup> Cs(Bq/kg-wet)	<sup>137</sup> Cs(Bq/kg-wet)	測定時間(秒)
相馬市磯部沖	検出下限値未満(<4.86)	検出下限値未満(<4.48)	54,000
南相馬市真野川沖	検出下限値未満(<8.59)	検出下限値未満(<8.47)	54,000

採捕年月日: 2013年7月22日

結果の発表等 なし

登録データ 13-01-005 「25ヒラメ放流種苗追跡調査」(05-40-1212)

**研究課題名** 海洋生物への移行に関する調査・研究  
**小課題名** 沿岸生態系における放射性物質の拡散過程の解明  
**研究期間** 2012-2014年

平川直人

## 目 的

福島県沿岸の岩礁域及び砂浜域に観測域を設定し、海水、海底粒子、微細藻類、海藻類、無脊椎動物、魚類に至るまで放射性物質の分布やその拡散過程を明らかにする。さらにそれぞれの生物種の体内における放射性物質の変化について検討する。そのため、各生物種の放射性物質濃度分析と安定同位体比分析による捕食被食関係把握、標識放流やバイオテレメトリーによる生物の移動。行動解析を実施し、それら研究結果を総合的に解析し放射性物質の拡散過程を詳細に検討する。

本研究は、2012～2014年に東京海洋大学が中核機関となり、東北大学、福島県水産試験場が共同で実施する。この内、福島県水産試験場は、生物の移動による放射性物質の拡散を把握するため、バイオテレメトリー的手法を用いた生物の移動に関する調査を担当する。なお、本研究の結果は、平成25年度環境総合推進費「沿岸生態系における放射性物質の拡散過程の解明」による研究委託業務委託業務報告書で報告する。

**結果の発表等** 平成25年日本水産学会秋季大会  
**登録データ** 12-01-009 「25 放射能事業（移行・拡散）」 (05-48-1111)