

研究課題名 底魚資源の管理手法に関する研究  
小課題名 沿岸漁業の操業自粛によるヤナギムシガレイ資源への影響  
研究期間 2011～2015 年

岩崎高資・早乙女忠弘

## 目 的

東京電力（株）福島第一原子力発電所の事故以降、福島県沿岸では相馬双葉漁業協同組合が実施しているヤナギダコ、ミギガレイ等 13 魚種を対象とした底びき網漁業、かご漁業を除き操業自粛が継続しており、再開に当たっては操業自粛による沿岸底魚資源の増加、大型化といった資源状況の改善が期待される。そこで、沿岸漁業の漁獲対象となっているヤナギムシガレイについて、VPA（Virtual Population Analysis）により 2010 年までの福島県沿岸域における年齢別資源量を推定するとともに、VPA の前進法により 2012 年、2013 年当初の資源状況を試算し、操業自粛に伴い保護される資源尾数および資源量を推定した。

## 方 法

2002～2010 年に毎月 1 回の頻度で、相馬双葉漁業協同組合相馬原釜地方卸売市場及びいわき市漁業協同組合久之浜地方卸売市場において水揚げ物の全長測定を実施し、県全体の月別全長組成を求めた。また、市場購入個体（2002～2010 年）と調査船採集物（2004～2010 年）の精密測定結果から、雌雄別に Bertalanffy の成長式を推定し Age-length-key（1～6 月、7～12 月）を作成した。また、全長を 4cm 毎に区切り全長階級別の性比を求め、全長組成に乗じて雌雄別全長組成を求めた。さらに、Age-length-key を雌雄別全長組成に当てはめることにより、雌雄別・年齢別漁獲尾数を算出した。

資源量は年齢別漁獲尾数に基づいて VPA により推定した。年齢は 1 歳～4 歳まで識別し、5 歳以上をプラスグループ（5+）とした。また、寿命を 10 歳とし、田内・田中の式から自然死亡係数（M）を 0.25 として解析に用いた。解析は Pope の近似式を用い、漁期中盤にパルス的な漁獲があると仮定して行った。最近年の F は過去 3 年の同一年齢の F の平均とし、5+グループと 4 歳の F が等しいと仮定し、これを達成する最近年のターミナル F をエクセルソルバーを用いて探索した。計算式は表 1 のとおり。

VPA により推定した 2010 年の年齢別資源尾数・漁獲尾数を用い、VPA の前進法により、2011 年の年齢別資源尾数・漁獲尾数を求め、2012 年当初の年齢別資源尾数を操業自粛がある場合と無い場合でそれぞれ求め、2012 年当初の操業自粛に伴う効果（以下、休漁効果）を試算した。計算式は表 2 のとおり。なお、この方法では、2010 年級以降の資源尾数が推定できないため過去 5 年間の平均値を用いた。さらに、2012 年当初の年齢別資源尾数をもとに、表 2 の計算式を用いて 2013 年当初の年齢別資源尾数を操業自粛がある場合と無い場合でそれぞれ求め、その差から 2013 年当初の休漁効果を求めた。

## 結 果 の 概 要

VPA により推定された年齢別資源尾数は 2002 年に 4,096 千尾であったものが増加し、2009 年には最大値の 11,575 千尾となり、2010 年も 10,161 千尾と高水準で推移した。資源量は 2002 年に 323 トンであったものが、2010 年には 842 トンまで増加した（図 1）。また、VPA により推定された年齢別漁獲死亡係数（F）は 1 歳魚で低く、3 歳以上では 0.22～0.51 と高い値となった（図 2）。操業自粛の有無による資源尾数・資源量の推移を図 3 に示した。資源尾数は自粛無しでは 2011 年から 2013 年にかけて微減傾向で推移したが、自粛有りでは増加傾向で推移した。資源量は自粛無しでは 2011 年から 2013 年にかけて、ほぼ横ばい傾向で推移したが、自粛有りでは増加傾向で推移した。休漁効果は 2012 年当初で 1,243 千尾・194 トン、2013 年当初で 2,440 千尾・429

トンと推定された(表1,2)。また、年齢別の休漁効果は3歳魚以上で高く、高齢魚ほど効果が高いものと考えられた。

表1 VPA 計算式

推定値	計算式
$N_{y,a}$ : y年におけるa歳の資源尾数	$N_{y,a} = N_{y+1,a+1} \exp(M) + C_{y,a} \exp(M/2)$
$F_{y,a}$ : y年におけるa歳の漁獲係数	$F_{y,a} = -\ln(1 - C_{y,a} \exp(M/2) / N_{y,a})$
$N_{y,4}$ : y年における4歳の資源尾数	$N_{y,4} = C_{y,4} / (C_{y+1,5} + C_{y,4}) \times N_{y+1,5} \exp(M) + C_{y,4} \exp(M/2)$
$N_{y,5+}$ : y年における5+歳の資源尾数	$N_{y,5+} = C_{y,5} / C_{y,4} \times N_{y,4}$

※ M: 自然死亡係数、 $F_{y,a}$ : y年におけるa歳の漁獲係数、 $C_{y,a}$ : y年におけるa歳の漁獲尾数

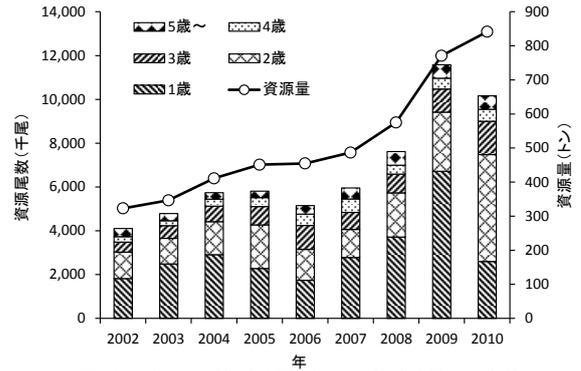


図1 年齢別資源尾数及び資源量の推移

表2 休漁効果計算式

推定値	計算式
$N_{2011,a}$ : 2011年におけるa歳の資源尾数	$N_{2011,a} = N_{2010,a-1} \exp(M) + C_{2010,a-1} \exp(M/2)$
$C_{2011,a}$ : 2011年におけるa歳の漁獲尾数 (従前の操業が続いた場合)	$C_{2011,a} = (F_{ave5yr} / (F_{ave5yr} + M)) \times (1 - \exp(-F_{ave5yr} - M)) \times N_{2011,a}$
$N_{2012,a+1}$ : 2012年におけるa+1歳の資源尾数 (従前の操業が続いた場合)	$N_{2012,a+1} = N_{2011,a} \exp(M) + C_{2011,a} \exp(M/2)$
$N_{2013,a+1}$ : 2013年におけるa+1歳の資源尾数 (従前の操業が続いた場合)	$N_{2013,a+1} = N_{2012,a} \exp(M) + C_{2012,a} \exp(M/2)$
$C_{2011,1-2,a}$ : 2011年1~2月におけるa歳の漁獲尾数	$C_{2011,1-2,a} = (F_{ave5yr,a} / (F_{ave5yr,a} + M)) \times (1 - \exp(-M/6 - F_{ave5yr,a}/6)) \times N_{2011,a}$
$n_{2012,a+1}$ : 2012年におけるa+1歳の資源尾数 (2011年3月以降に操業自粛)	$n_{2012,a+1} = (N_{2011,a} - C_{2011,1-2,a} - N_{2011,a} \times (1 - \exp(-M/6))) \times \exp(-5M/6)$
$N_a$ : 2012年において2011年3月以降の操業自粛で増加したa歳魚の資源尾数	$N_a = n_{2012,a} - N_{2012,a}$
$n_{2013,a+1}$ : 2013年におけるa+1歳の資源尾数 (2011年3月以降に操業自粛)	$n_{2013,a+1} = n_{2012,a} \exp(-M)$

※ M: 自然死亡係数、 $F_{ave5yr,a}$ : 過去5年間のa歳の漁獲死亡係数の平均、 $C_{y,a}$ : y年におけるa歳の漁獲尾数

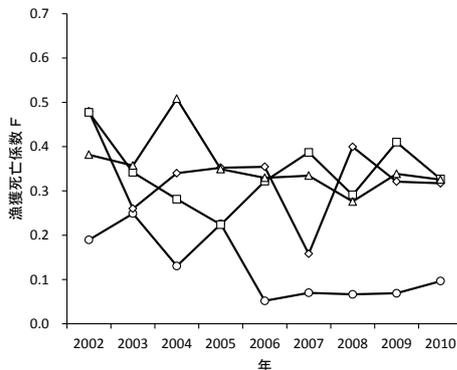


図2 年齢別漁獲死亡係数の推移

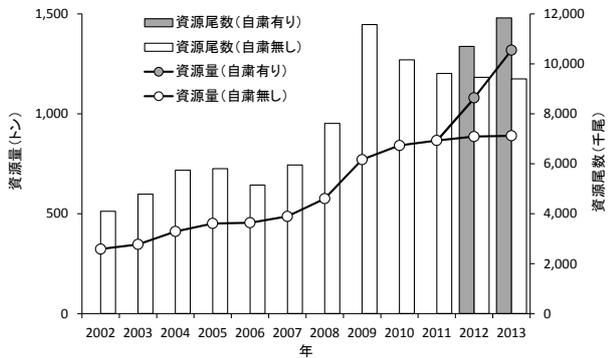


図3 操業自粛の有無による資源尾数・資源量の変化

表3 操業自粛の有無による年齢別資源尾数の変化

年齢/年	2010年	2011年	2012年				2013年			
			自粛無し	自粛有り	効果	効果(%)	自粛無し	自粛有り	効果	効果(%)
1歳	2,596	3,505	3,505	3,505	-	-	3,505	3,505	-	-
2歳	4,878	1,836	2,543	2,697	154	6	2,543	2,730	187	7
3歳	1,528	2,767	1,045	1,356	311	23	1,448	2,101	653	31
4歳	544	858	1,516	2,031	515	25	573	1,056	483	46
5歳~	615	652	850	1,114	263	24	1,333	2,449	1,116	46
合計	10,161	9,618	9,460	10,703	1,243	12	9,401	11,841	2,440	21

表4 操業自粛の有無による年齢別資源量の変化

年齢/年	2010年	2011年	2012年				2013年			
			自粛無し	自粛有り	効果	効果(%)	自粛無し	自粛有り	効果	効果(%)
1歳	96	130	130	130	-	-	130	130	-	-
2歳	358	135	187	198	11	6	187	200	14	7
3歳	177	320	121	157	36	23	167	243	76	31
4歳	87	137	242	324	82	25	91	168	77	46
5歳~	148	145	207	271	64	24	315	578	263	45
合計	866	866	886	1,080	194	18	890	1,319	429	33

結果の発表等 H24 年度普及にうつす成果

登録データ 12-05-001 「2012 沿岸漁業操業自粛によるヤナギムシガレイ資源への影響」 (04-45-0210)

研究課題名 松川浦の増養殖の安定化に関する研究  
小課題名 アサリ資源増殖技術の開発  
研究期間 2011～2015 年

岩崎高資

## 目 的

東日本大震災に伴う津波により松川浦の物理環境が大きく変化したため、増養殖対象種のアサリの発生・成長・生残に大きな影響を与えたものと推測される。そこで、アサリ稚貝の分布状況を明らかにし、震災後のアサリ発生状況の変化を把握した。また、各漁場でアサリ種苗の標識放流試験を実施し、漁場間での成長・生残の差異を明らかにすることで移植適地の検討を行った。

## 方 法

### 1 アサリ稚貝分布調査

浦内の 13 定点（図 1）において毎月 1 回の頻度でスコップと鋤簾を使用してアサリ稚貝（殻長 15mm 未満）の枠取り調査（25cm×25cm×5cm×4 箇所）を実施し、1mm 目合で篩った後に稚貝を計数し、殻長を測定した。

### 2 アサリ漁場別成長調査

2012 年 2 月に浦内 6 箇所（図 1）で標識放流したアサリを 2013 年 2 月にかけて定期的に（1, 3, 6, 9, 12 ヶ月）再捕し、成長と肥満度の変化を調べた。

## 結 果 の 概 要

### 1 アサリ稚貝分布調査

1997 年以降密度調査を継続して実施してきた 6 定点（和田・川口前・揚汐・瀬方南・地島南・大洲東）における 6 月～7 月の稚貝（殻長 15mm 未満）の平均密度の推移を図 2 に示した。2010 年級の密度は 4.9 個体/m<sup>2</sup> と過去 15 年級で最も低く津波により減耗したものと考えられた。一方、2011 年級の密度は 126 個体/m<sup>2</sup> と過去 15 年級で 9 番目の密度であり、発生水準は低～中水準と考えられた。2011 年級の密度は 2008, 2009 年級を上回っており、松川浦におけるアサリ再生産への津波の影響は少なく、発生水準は平年並みまで回復したものと考えられた。2011 年級と考えられる稚貝密度の月変化を図 3 に示す。殻長 1mm 以上の 2011 年級の密度は 2011 年 12 月から増加し、2012 年 2 月に最も高く 567.6 個体/m<sup>2</sup> となった。2012 年 3 月～5 月は 326.2～365.3 個体/m<sup>2</sup> と安定して推移したが、2012 年 6～7 月にかけて低下し、7 月には 92.7 個体/m<sup>2</sup> となった。2011 年級は 2012 年の 6～7 月にかけて大きく減耗したものと考えられた。2011 年級の稚貝密度は例年通り湾口部付近の定点で高く、西部・南部の定点で低かった（図 4）。

### 2 アサリ漁場別成長調査

標識放流を行った 6 定点のうち、大洲東では 1 年後まで再捕できたが、宇多川河口では 9 ヶ月後、棚脇前・川口前では 3 ヶ月後、和田・瀬方南では 1 ヶ月後までしか再捕出来なかった。採集した個体の平均殻長・肥満度の推移を図 5 に示す。平均殻長は標識放流時に約 26mm であったものが、大洲東では 1 年後に約 36mm となり約 10mm の成長が見られた。9 ヶ月後まで再捕出来た宇多川河口と大洲東で平均殻長の推移に差は見られず、漁場間での成長量に大きな差は無いものと考えられた。また、2009 年 8 月～2010 年 4 月に行ったケージ試験では、試験開始時に平均殻長 27mm であったものが平均 3.4mm 成長した。今回の大洲東における 2012 年 8 月～2013 年 2 月にかけての成長量は 3.3mm と震災前の結果と大きな差は見られなかつ

た。肥満度は5月再捕時に最も高くなった後低下した。5月の肥満度は身入りの良い漁場とされる松川浦北部の3定点で高く、松川浦中部の大洲東で低くなった(図6)。5月以降の推移は不明だが、好適な漁場位置は変化していない可能性が示唆された。

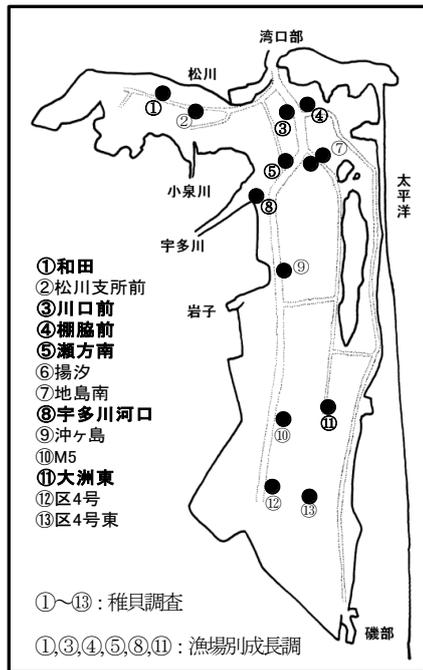


図1 調査定点図

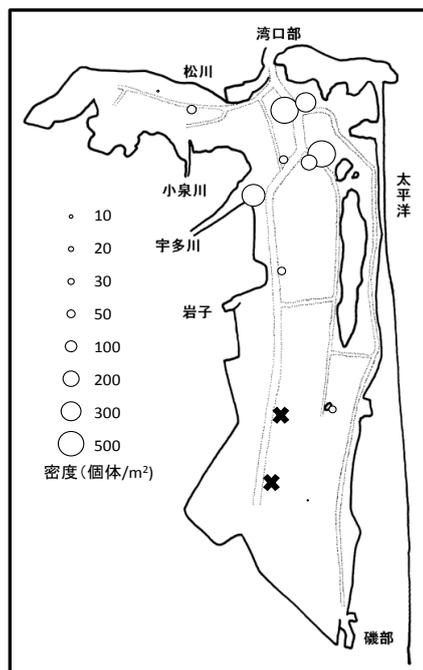


図4 定点別稚貝密度  
(2011年11月~2012年7月平均)

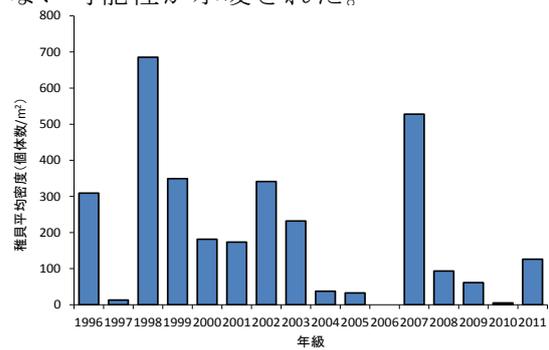


図2 年級別稚貝平均密度

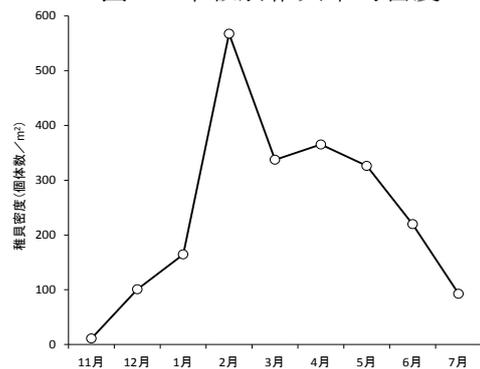


図3 稚貝密度の月変化  
(2011年11月~2012年7月)

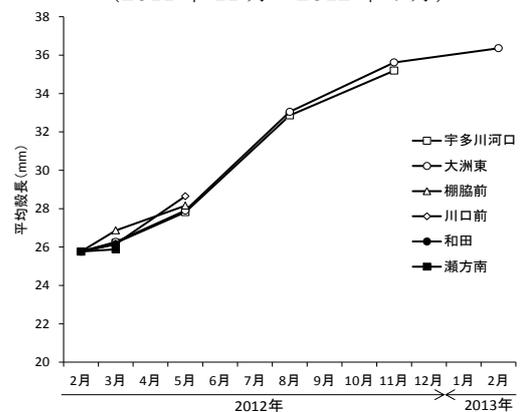


図5 平均殻長の推移

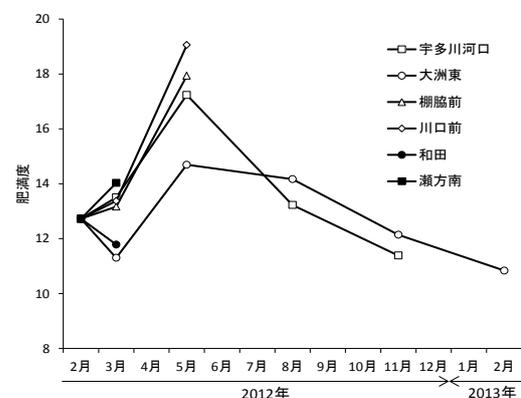


図6 肥満度の推移

結果の発表等 平成24年度被害漁場環境調査事業  
登録データ 12-05-002「12 松川浦アサリ」(99-54-1212)

研究課題名 松川浦の増養殖の安定化に関する研究  
小課題名 松川浦における幼稚魚生息状況調査  
研究期間 2012～2015 年

岩崎高資

## 目 的

松川浦に出現する幼稚魚の種類・分布量の変動をモニタリングする。このうち、水産上有用なイシガレイ、マコガレイ、シロメバル、アイナメの稚魚の出現状況から、2012年における発生水準を把握し、今後の資源動向を予測し、漁業再開に向けて資源の適切な利用方法を検討・提言する。

## 方 法

2012年5月～12月にかけて松川浦の6調査定点(図1)において、幅2m・高さ1.5m・袋網目合2mmのビームトロール5分曳による採集調査を実施し過去に行われてきた調査結果と比較した。st1～st4、st6は2010年度までと同じ調査位置であるが、st4の南側の航路上に設定されていた定点には瓦礫が散在していたため、st5を新たに設定した。津波により2010年度調査まで使用してきたビームトロールを流失したため、過去の漁具形態、漁獲効率と同等になるように新調したものを使用した。2011年は瓦礫により本調査を実施できなかった。

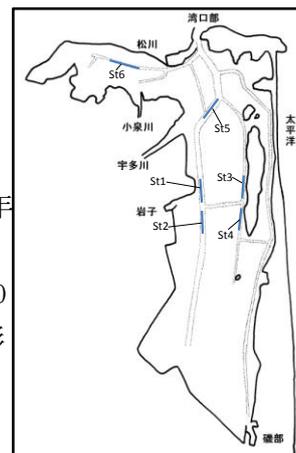


図1 調査定点図

## 結果の概要

### 1 魚類相

2012年の5月～2013年3月の調査では魚類29種211個体、無脊椎動物8種94個体(小型甲殻類等除く)が採集された(表1)。魚類で最も多かったのはイシガレイ、次いでアサヒアナハゼ、アイナメであった。無脊椎動物ではイシガニ、ガザミ、マナマコが多かった。採集された種数及び1曳網あたりの個体数を月別に整理した(図2)。種数、1曳網あたりの個体数ともに5月～7月に多かったが、8月以降は減少傾向で推移し11～12月には極めて少なくなった。これは、過去の調査における出現傾向と同様であった。また、出現魚種組成を過去の結果と比較すると、種数に大きな減少は見られず、イシガレイ・アイナメ・ハゼ類・タケギンボ等の密度が高い傾向は同じであったが、過去に密度の高かったシロメバル・タケノコメバル・マゴチ・マハゼ等の密度はいずれも低かった。さらに、過去の調査で採集されなかったカタクチイワシやマアジが採集された。

### 2 幼稚魚発生状況

6月～10月の当歳魚採集個体数は、イシガレイ25個体、アイナメ9個体、マコガレイ5個体、シロメバル4個体であった。当歳魚の採集密度(採集個体数/1曳網)の推移を図3に示した。2012年級の採集密度は、イシガレイで発生が悪かった2009～2010年級を上回ったが2008年級を大きく下回っており、発生水準は中水準と考えられた。マコガレイでは発生の良い2010年級を大きく下回り、発生が悪い2007、2009年級並であったことから低水準と考えられた。シロメバルでは発生が悪い2010年級並であったため低水準と考えられた。アイナメの採集密度は安定して推移しており中水準と考えられた。当歳魚の魚種別月別CPUEの推移を図4に示した。イシガレイは、5月に最もCPUEが高く8月にかけて低下し9月以降は採集されなかった。イシガレイ当歳の平均全長は5月に54mmで8月末にかけて88mmまで成長した(図5)。CPUEの季節変化、成長と

もに平年と大きな差は無いものと考えられた。アイナメとマコガレイも5月に最もCPUEが高く8月にかけて低下し9月以降は採集されなかった。シロメバルは7月～9月にかけて採集されたが、CPUEはいずれの月も低く、明瞭な季節変化は見られなかった。

表1 採集魚種リスト

魚種名	月日 曳網数	単位:尾											計	
		5月30日	6月18日	7月11日	8月7日	9月24日	10月26日	11月26日	12月14日	1月22日	2月22日	3月18日		
アイナメ	11	1	4	4										20
アカオビシマハゼ	6		5			1			1	1			1	15
アサヒアナハゼ	3	8	10					1						22
アシンロハゼ			4											4
インガレイ	25	12	7	6										50
ウミタナゴ			4											4
ウマヅラハギ			4											4
カタクチイワシ			5					1						1
ギスカジカ				1										1
クサウオ	1													1
クロダイ						1		2						3
サッパ						1								1
サングタツ	1	1												2
シモフリシマハゼ	1	1		2					1	3				8
シラウオ	1													1
シロメバル			2	1	1									4
スジハゼ		4	2			1		1		1		2		12
タケギンボ	4	1	2	1	1	3	1	2						15
タケノコメバル						1								1
ハタタテヌメリ		1		2	2	3								8
ヒガンフグ	2		1											3
ヒメジ				1	2									3
ヒメハゼ			3											3
マアジ				1	3									4
マコガレイ	4	2	1	2										9
マゴチ					1									1
マハゼ	1													1
ムスジガジ		1				3			1					5
ハゼ類									1	1	1	1		4
魚類合計	60	37	46	20	15	14		2	6	6	3	2		211
インガニ	4	3	13	9	11	7	4	1						52
ガザミ		2		1	5	3	1		1					13
ジンドウイカ				1	1									2
シャコ			1											1
スルメイカ	1													1
ヒメダンゴイカ					1									1
マナモコ	2		5		1	2		3	5	2	3			23
モクズガニ			1											1
無脊椎動物合計	7	5	20	11	19	12	5	4	6	2	3			94

※5～9月はst5を除く5定点を調査

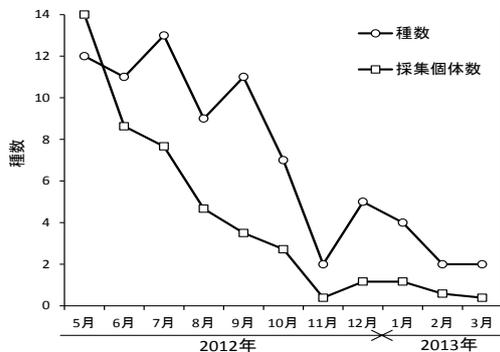


図2 種数・採集個体数の月変化

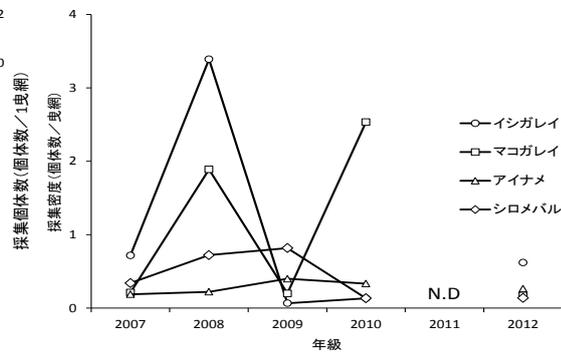


図3 当歳魚採集密度の推移

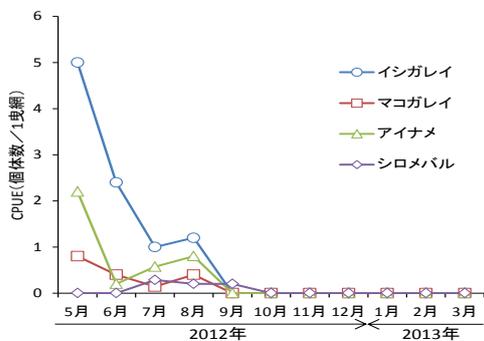


図3 当歳魚採集密度の月変化

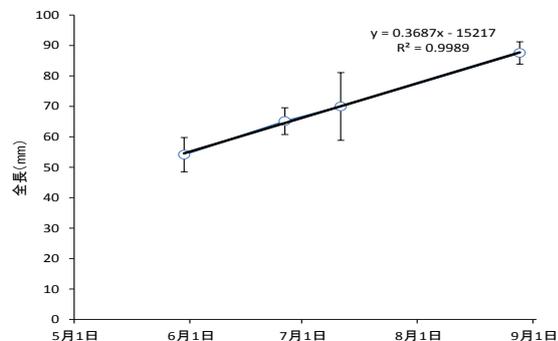


図4 イシガレイ当歳魚平均全長の推移

結果の発表等 平成24年度被害漁場環境調査事業  
登録データ 12-05-003「12 松川浦幼稚魚」(04-41-1212)

研究課題名 松川浦の増養殖の安定化に関する研究

小課題名 松川浦の水質調査

研究期間 2011～2015

和田敏裕

## 目 的

東日本大震災及び津波被害に伴う砂洲の一部決壊（2011年10月に修復）や地盤沈下等により松川浦の水質が変化した可能性が考えられる。本課題では、従前から実施している水質モニタリング調査を拡充して実施し、震災後の水質の変化を把握する。

## 方 法

2012年4月～2013年3月に毎月1回、図1の定点で水質測定調査を行った。調査では、携帯式観測機器により透明度及び表層・底層の水温、塩分、溶存酸素量（以下DO）を測定した。また、ノリ養殖場となっている水域を中心とした定点において栄養塩分析を季節毎（2012年7,9,11月、2013年1月）に行い、過去データとの比較を行うとともに、（社）日本水産資源保護協会の水産用水基準との比較により各地点栄養塩濃度を評価した。以上により、松川浦における水質の季節変化の特徴を震災前後で明らかにした。

## 結果の概要

過去の調査定点であり、宇多川河口域東部に位置するM3における2008～2012年度の底層の水温、塩分、DOの季節変化を図2に示す。2012年度の各項目の季節変化は概ね近4年の変動の範囲にあった。震災前の他の定点の各項目の季節変化も概ね近4年の変動の範囲にあり、水質の季節変化の特徴は震災による影響が小さいものと考えられた。

栄養塩濃度のうち、全チッソは全ての定点で水産用水基準（水産3種、1.0 mg/L）を下回り、淡水域となる宇多川及び湾奥部の磯部を除いた地点で0.03 mg/L（水産1種）を下回った（図3）。また、全リンは、すべての定点で水産用水基準（水産1種、0.03 mg/L）を下回った（図3）。全体の数値は、概ね過去の数値の範囲内にあり、震災前後で大きな変化はみられなかった。無機態チッソ及び無機態リンの濃度は、ノリ（ヒトエグサ）が繁茂する11月以降、松川浦北東部の十二本松を除き、概ねノリ養殖場の水産用水基準の範囲内であった（図4）。基準を下回った十二本松においてもノリの繁茂状況が良好であることから、震災後の松川浦の栄養塩の状況は、ノリ養殖を行う上で問題ないと考えられた。

以上のように、東日本大震災から1年以上が経過した松川浦の水質は、震災前と比べて大きく変化していないと考えられた。今後とも、松川浦の水質評価のため水質のモニタリングを継続する必要がある。

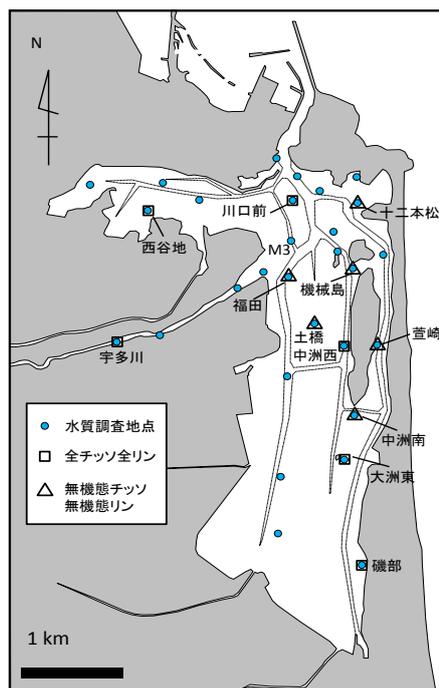


図1 調査定点図

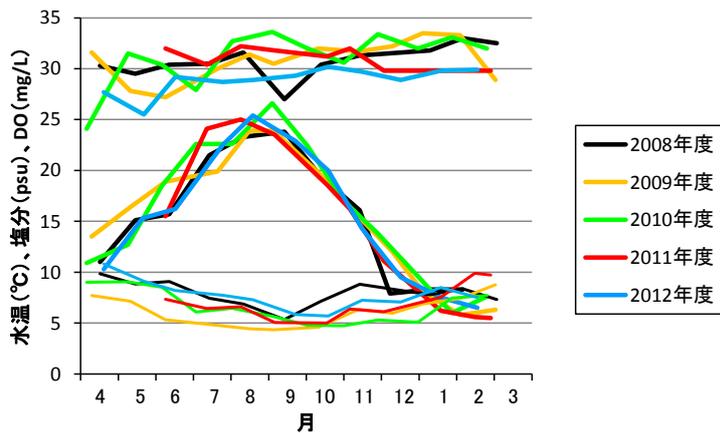


図2 M3における底層の水温・塩分・DOの季節変化

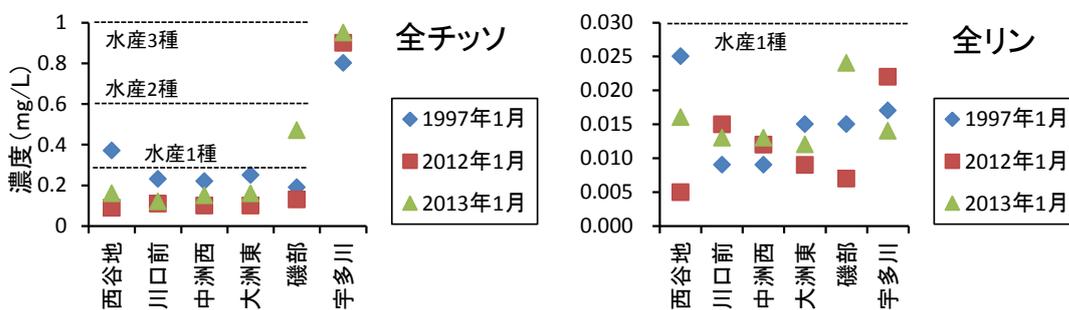


図3 松川浦定点における全チツ（左）全リン（右）濃度（1997、2012、2013年1月）

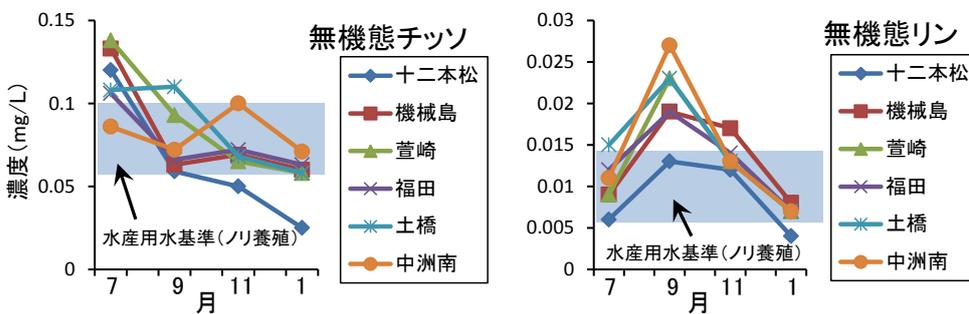


図4 松川浦定点における無機態チツ（左）無機態リン（右）濃度の推移（2012年7月～2013年1月）

結果の発表等 平成24年度被害漁場環境保全調査結果報告会

登録データ 12-05-004 「2012 松川浦水質」 (99-11-1212)

研究課題名 松川浦の増養殖の安定化に関する研究  
小課題名 松川浦の底質水平分布調査  
研究期間 2011～2015 年

和田敏裕・齋藤 肇\*

## 目 的

2011 年度の調査により、東日本大震災により松川浦の底質の一部で粒度組成や含水率が大きく変化したことが明らかにされた。本年度も引き続き松川浦の底質調査を継続し、震災前後での推移を明らかにすることを目的とした。

## 方 法

図 1 に示す定点で、2012 年 7 月、2013 年 1 月にエクマンバージ採泥器を用いて、深さ約 3cm までの底土を採取し、レーザー回折式粒度分析装置により粒度分析を行った。また、松川浦でアサリの生息不適地と考えられる含泥率 10%以上域について、1996 年 9 月、2011 年 9 月及び本調査 (2012 年 7 月、2013 年 1 月) で比較した。

## 結果の概要

図 2 に、1996 年 9 月、2011 年 9 月、2012 年 7 月及び 2013 年 1 月の含泥率の水平分布を示した。

2011 年以前の分析は篩分法で行っている。そこで、2011 年 9 月と 2012 年 7 月の結果を比較すると、松川浦北西部及び南西部で含泥率が高いことや、北東部では含泥率が低い傾向が同様に見られた。このことから、手法の違いによって結果は大きく異ならないと推察され、効率的に分析を行えるレーザー回折式粒度分析装置による分析は有効であると考えられた。

震災後は、震災前と異なり、松川浦南西部において含泥率が高い一方で、松川浦中部における含泥率が低い傾向が見られる。一方、松川浦北西部の含泥率は徐々に増加しており、震災前の状況に近づいている可能性も考えられる。今後とも長期的なモニタリングを通じて、震災前後での松川浦底質の推移について明らかにする必要がある。

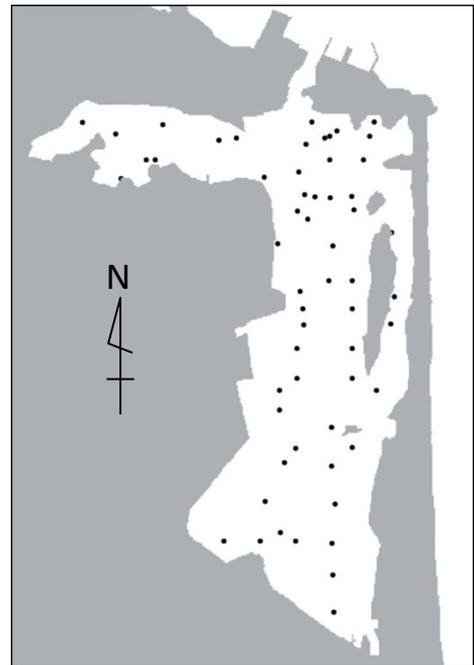


図 1 調査定点図

\* (独) 水産総合研究センター水産工学研究所

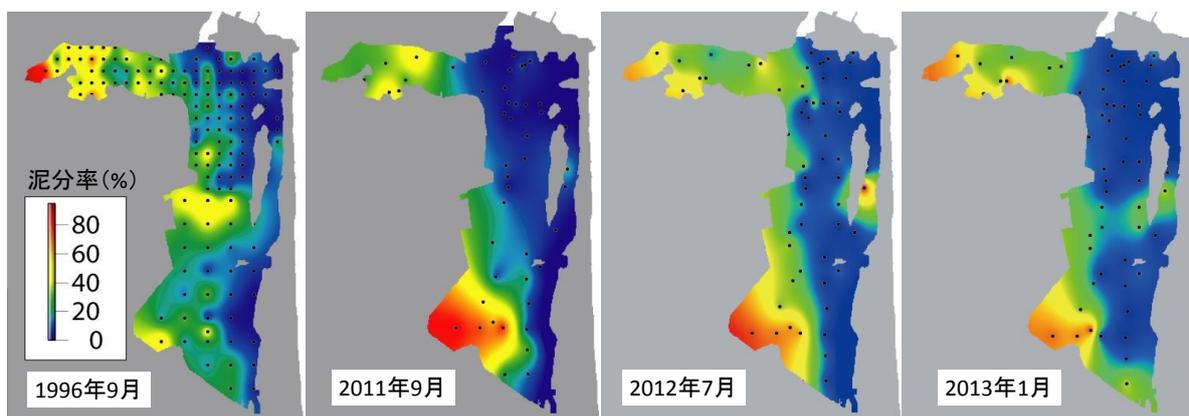


図2 松川浦における底質の含泥率(%)の推移

結果の発表等 平成24年度被害漁場環境保全調査結果報告会

登録データ 12-05-005 「2012 松川浦底質」 (99-11-1212)

研究課題名 松川浦の増養殖の安定化に関する研究  
小課題名 松川浦のアマモ場調査  
研究期間 2011～2015 年

和田敏裕

## 目 的

平成 23 年 3 月 11 日の大津波により、松川浦では地盤沈下や瓦礫の堆積などの変化がみられ、アマモ場も影響を受けたことが懸念される。

平成 23 年度に既往の知見がある十二本松のアマモ場で調査を行って大津波前後の生息密度を比較したが、衰退期（冬期）の比較にとどまった。そこで平成 24 年度は繁茂期（夏期）に調査を行った。また、過去の調査でアマモの生息が確認されている定点においても調査を行った。

## 方 法

平成 24 年 8 月に、過去にアマモの繁茂が確認されている定点（十二本松、棚脇、図 1）において、アマモの生息を確認するとともに、生息密度を評価した。特にアマモの繁茂が確認された松川浦北東部の定点（棚脇）においては、100 m ライン（幅 2 m）を 3 本引き、ライントランセクト法によりアマモの被度を明らかにした。また、アマモがパッチ状・帯状に繁茂している箇所ですり取り法（25×25 cm）により単位面積当たりの株数を明らかにした。すり取りのアマモを採取し、実験室において葉長、葉数を計測するとともに、花枝の有無を確認した。

## 結 果 の 概 要

平成 23 年度の調査（平成 24 年 1 月）でアマモを確認できなかった十二本松では、昨年度に引き続きアマモは観察されなかった。十二本松は津波による砂州の決壊場所（2011 年 10 月に閉鎖）に近く（図 1）、津波によるアマモ場の物理的な流出、およびその後の復旧工事（洗掘を改善するための土砂の埋設）による影響と考えられた。

松川浦北東部の棚脇では、アマモ場が帯状あるいはパッチ状に繁茂していた（図 2）。平均被度（±SD）は  $19.0 \pm 12.5\%$ 、平均密度は  $456 \pm 161$  本/m<sup>2</sup>、平均最大葉長は  $45.6 \pm 20.9$  cm（図 3）、平均葉数は  $4.6 \pm 1.3$  本であった。観察した 177 株のうち、花枝が認められた生殖株は 1 株、その他は全て栄養株であった。以上により、松川浦北東部におけるアマモ場の繁茂状況は良好であることが確認された。過去にアマモ場が確認されている他の地点においてもアマモの繁茂が確認されていることから、松川浦全体のアマモ場の状況は、津波被害等を受けた一部を除き、確実に回復傾向にあると思われる。

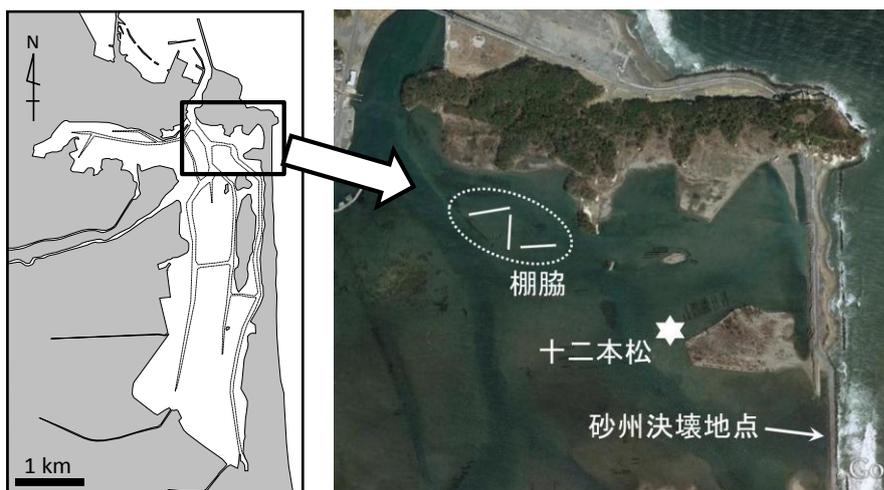


図 1 松川浦アマモ調査定点図（十二本松；星印、棚脇；楕円点線、実線；調査ライン）



図 2 棚脇におけるアマモ場の様子

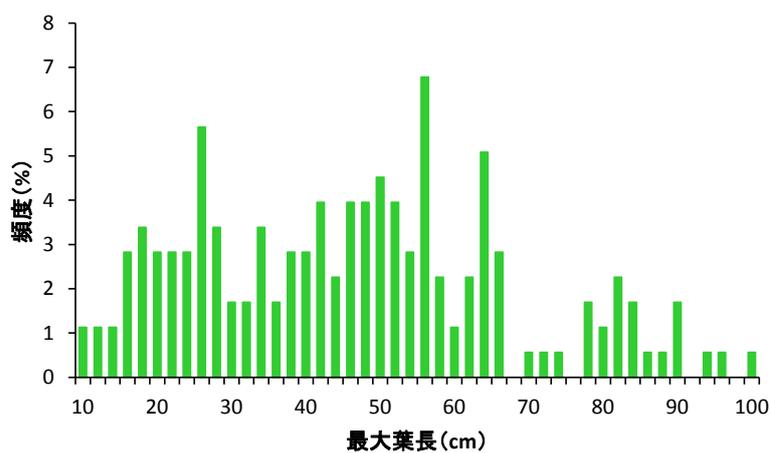


図 3 アマモの最大葉長（177 株）

結果の発表等 平成 24 年度被害漁場環境保全調査結果報告会

登録データ 12-05-006 「2012松川浦アマモ」 (99-11-1212)

研究課題名 松川浦の増養殖の安定化に関する研究

小課題名 ヒトエグサ天然採苗調査

研究期間 2011年～2015年

神山享一

## 目 的

東日本大震災後に漁業者が松川浦内で行ったヒトエグサの天然採苗の結果を評価し、ヒトエグサ養殖の復興に資する。

## 方 法

### 1 天然採苗調査

2012年9月9日に松川浦内の漁場に漁業者が張り込んだ種網の網地糸の一部を10月16日に切り取ったものを倍率10倍の実体顕微鏡で検鏡した。網地糸に着生したヒトエグサ葉体の数を計数するとともに、葉体長を測定した。着生数は網地糸3cm当たりのヒトエグサ葉体数として整理し、葉体長は各漁場ごとに平均長を算出した。

### 2 採苗器試験

松川浦内の5ヶ所に小型の採苗器を設置して、張り込み場所、高さ、時期の違いによるヒトエグサ着生数を調査した(図2)。採苗器は60cm×30cmの木枠にφ1.5mmのクレモナ糸を2cm間隔で28本張ったものとし、気象庁が公表している相馬港の潮位をもとに、直近の大潮の平均潮位から30cm低い位置が採苗器の中央(基準面)になるように設置した。

試験は9月11日～9月26日と9月26日～10月12日の2回実施し、それぞれ期間終了後に取り上げて採苗器のクレモナ糸を検鏡し、3cm当たりのヒトエグサ着生数を整理した。

## 結 果 の 概 要

### 1 天然採苗状況調査

調査した漁場は15漁場であり、全ての漁場でヒトエグサの着生がみられた。ヒトエグサの網地糸3cmあたりの着生数は松川地区では3.0～11.0株(平均6.7株)、和田地区では3.0株と5.5株(平均4.3株)、岩子地区で2.0～6.5株(平均3.6株)であった(表1、図1)。

このうち着生が良好であった漁場は松川浦北東部に位置する十二本松北(東)が11.0株/3cm、人工島松川が10.5株/3cm、十二本松北(西)が8.5株/3cmであった。他の漁場においても東日本大震災直後の2011年の調査結果と比較するとヒトエグサの着生数が多くなっており、種場が回復傾向にあると思われた。

葉体長は、肉眼では確認できない程度の微少なものから15mmまでの範囲であった。葉体長の平均は松川地区で1.7～6.7mm、和田地区で1.8mmと2.7mm、岩子地区で2.8～6.0mmであった。

### 2 採苗器試験

採苗器を設置した5漁場のうち、着生数が最も多かったのは2回の試験ともに十二本松北であり、次いで人工島北、南萱崎であった。着生数は最大9.0株/3cmであり、前年の試験と比較すると大幅に増加した。

採苗時期による着生数の差については、全ての漁場で1回目の方が着生数が多く、9月11日設置の方が9月26日設置と比較して採苗時期として適当であった。

採苗高さについては、基準面より上方で着生が多い傾向がみられ、特に基準面より7～17cm上方で着生数が多かった。

表 1 天然採苗状況調査結果

設置場所	設置日	調査日	着生数(株/3cm)		葉体長最大(mm)	葉体長平均(mm)	
			2012年	2011年			
松川地区	人工島松川①	9/9	10/16	8.0	5.5	15.0	4.3
	人工島松川②	9/9	10/16	10.5	3.0	12.0	4.8
	人工島東	9/9	10/16	7.0	8.0	8.0	5.5
	十二本松北(西)	9/9	10/16	8.5	6.5	11.0	6.7
	十二本松北(東)	9/9	10/16	11.0	7.5	8.0	5.7
	十二本松南	9/9	10/16	3.5	0.8	6.0	2.7
	北萱崎	9/9	10/16	4.0	0.0	5.0	2.0
	南萱崎①	9/9	10/16	4.5	1.3	4.0	1.7
	南萱崎②	9/9	10/16	3.0	0.5	5.0	2.5
	和田区	和田①	9/9	10/16	5.5		4.0
和田②		9/9	10/16	3.0		3.0	1.8
岩子地区	揚汐	9/9	10/16	3.5	0.2	6.0	2.8
	南萱崎③	9/9	10/16	6.5	0.7	5.0	3.3
	株釜(北)	9/9	10/16	2.0	2.8	9.0	4.9
	株釜(南)	9/9	10/16	2.5	1.2	8.0	6.0

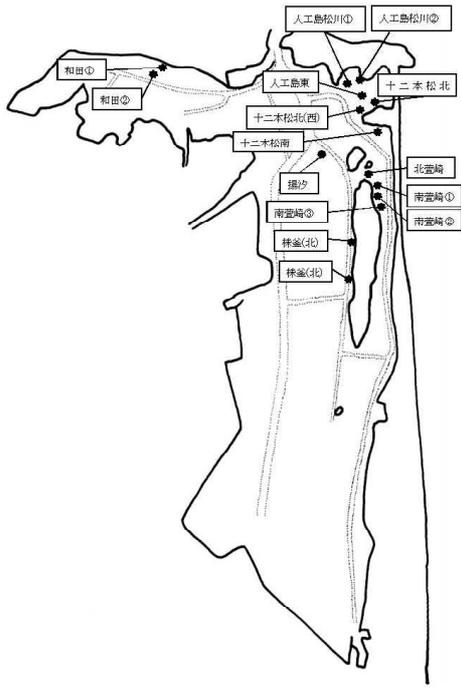


図 1 天然採苗状況調査位置

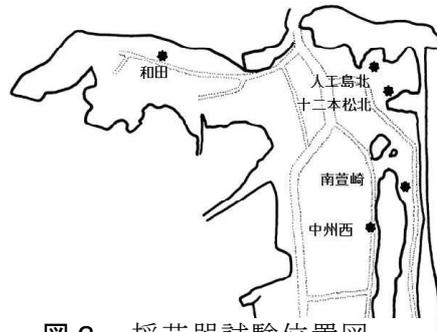


図 2 採苗器試験位置図

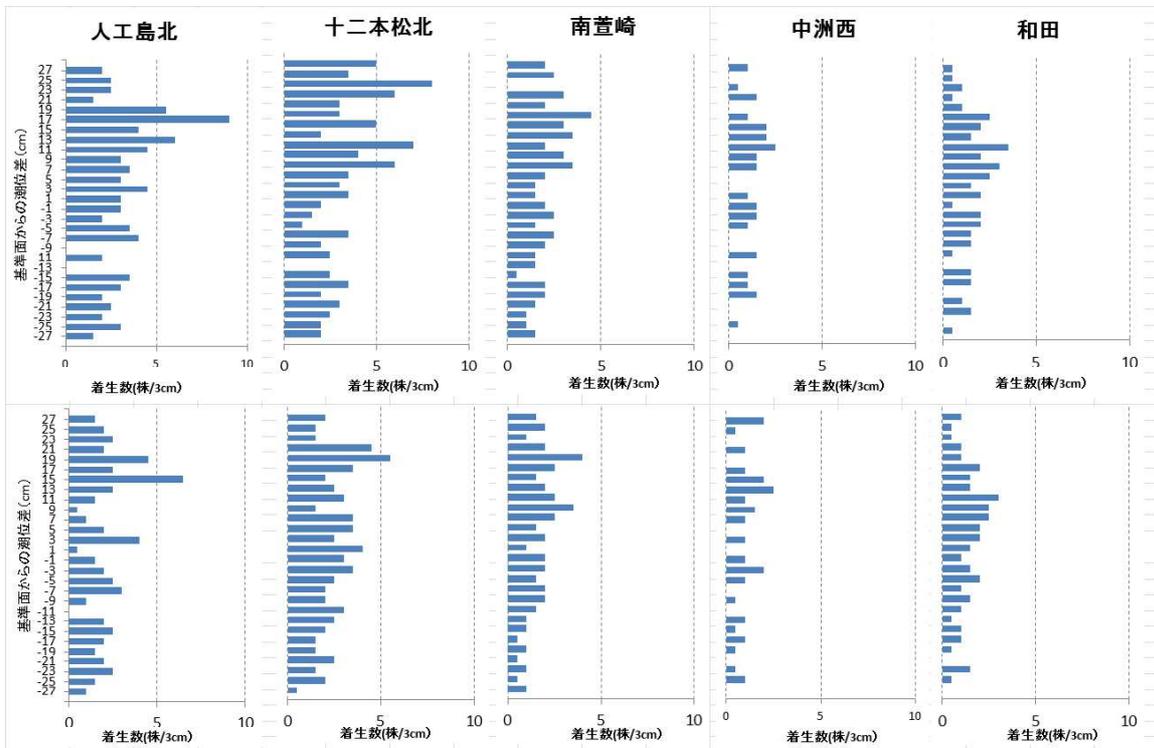


図 3 採苗器試験結果 (上段: 1回目、下段: 2回目)

結果の発表等 なし

登録データ 12-05-007 「12ヒトエグサ」(01-56-1111)

研究課題名 生態特性応じた蓄積過程の解明  
小課題名 松川浦の底質の放射性セシウム調査  
研究期間 2011年～2015年

神山享一・島村信也

## 目 的

松川浦の漁業再開へ向けた基礎資料とするため、アサリやヒトエグサなどの漁業生産物への影響が懸念される海底土に含まれる放射性セシウムの分布特性と経時変化を把握する。

## 方 法

2012年1月から松川浦内及び流入河川において、毎月1回エクマンバージ採泥器による海底土の採取を行った。調査定点は2012年1月の11点から順次追加し、5月以降は流入河川の1点を含む19点とした（図1）。

また、2011年6月に別調査で採取し、保管してあった5点についてもサンプルとした。

採取した海底土のうち、表層5cm程度を放射性セシウム測定用の試料とした。採取した試料は吸引ろ過による脱水処理を行った後、U-8容器に充填して水産試験場に設置しているゲルマニウム半導体検出器を用いて測定時間を2000秒または5000秒で放射性セシウムを測定した。得られた測定値を水分含量で補正して乾土1kgあたりの放射性セシウム濃度を算出し、松川浦内における水平分布と経時変化を整理した。

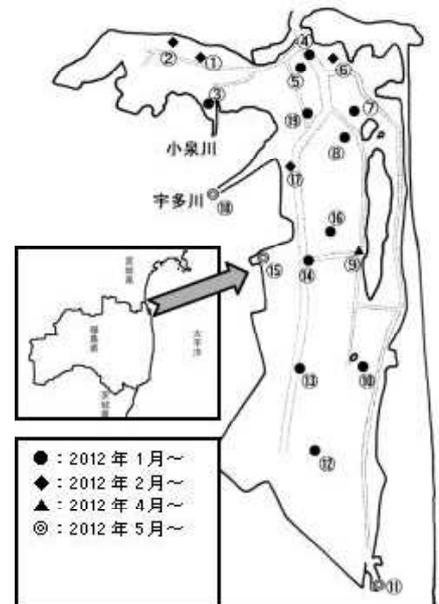


図1 調査定点

## 結果の概要

### 1 分布特性

定点別、月別の海底土の放射性セシウム濃度（ $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ の合計値）の測定結果を表1に示す。調査期間における最大値は、2012年2月に松川浦流入河川である小泉川河口に設定した定点3の13,000Bq/kg dryであり、最小値は6月、7月、8月に湾口部に近い定点4の不検出（検出下限値13.5～16.0Bq/kg）であった。定点別に放射性セシウム濃度をみると、定点3や松川浦北西部の和田地区に設定した定点2で高い値を示した。次に高い値を示すのは、松川浦南部の松川浦漁港磯部地区に設定した定点11をはじめ、湾奥部に設定した9～15の各定点であった。それに対して、湾口部に設定した定点4～8では全般に低い値を示した。

### 2 経時変化

放射性セシウム濃度は多くの定点で調査月による変動が大きいが、半数以上の定点では時間の経過とともに低下する傾向がみられた。特に濃度の低下が著しいのは外海との海水交流が頻繁な湾口部の航路内に設定した定点4であり、2012年1月の時点で200Bq/kg dryであったものが4月以降は10Bq/kg dry前後の値となった。比較的放射性セシウム濃度が高い定点3についても、増減が非常に激しいものの、全体としては低下傾向にある。

一方、定点10、15では上昇傾向が見られ、定点2、13、17、19などでは月毎の測定値のばらつき

が大きく、特定の月だけ突出して高い濃度が検出されるなど、明確な低下傾向はみられなかった。

また、2011年6月に採取、保管してあった5定点については、同じ定点で2012年1月以降の測定結果と比較すると放射性セシウム濃度が大きく低下しており、このことから原発事故から間もない時期と比較すると松川浦内のセシウム濃度は経時的に低下していると思われる。

表 1 松川浦海底土の放射性セシウム濃度

		セシウム合計 134Cs+137Cs(Bq/kg dry)							
定点No	定点名	2011年		2012年					
		6月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	
01	和田	5,744		440	412	438	887	421	
02	和田県道脇			3,579	2,552	4,241	1,730	3,034	
03	小泉川河口		3,927	13,307	2,713	9,471	980	2,275	
04	1号水路(M2)		201	36	98	10	6	ND	
05	川口前	281	30	76	244	244	369	265	
06	棚脇前			149	419	371	227	146	
07	地島南		124	51	53	48	63	66	
08	揚汐		289	165	149	97	266	149	
09	7号水路					583	1,179	1,481	
10	大洲島東		450	403	282	293	573	555	
11	磯部漁港						2,839	76	
12	区4号(広浦)		1,895	1,069	2,725	710	1,361	1,347	
13	3号水路航路東(M5)		298	795	525	423	1,274	425	
14	作業航路西交点(M4)	2,531	1,580	699	1,140	989	1,099	1,166	
15	岩子漁港						168	861	
16	沖ヶ島南	1,871	304	167		165	363	388	
17	宇多川河口南			389	564	454	465	2,512	
18	宇多川築場						104	174	
19	瀬方南(M3)	200	15	40	25	20	1,880	164	

		2013年						
定点No	定点名	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
		01	和田	457	446	279	273	211
02	和田県道脇	3,509	1,071	2,070	2,863	1,489	1,829	1,382
03	小泉川河口	1,588	3,026	1,234	2,921	3,186	1,399	3,023
04	1号水路(M2)	ND	ND	15	11	35	13	7
05	川口前	147	117	166	164	132	188	121
06	棚脇前	201	216	168	140	205	68	26
07	地島南	57	48	33	63	26	27	43
08	揚汐	109	113	96	205	109	82	37
09	7号水路	1,308	598	596	609	518	450	341
10	大洲島東	173	128	518	1,431	219	346	371
11	磯部漁港	133	1,391	1,685	854	1,055	1,393	1,523
12	区4号(広浦)	3,069	861	988	878	1,204	830	986
13	3号水路航路東(M5)	639	614	517	365	306	499	373
14	作業航路西交点(M4)	681	537	654	617	551	594	551
15	岩子漁港	512	757	843	978	887	949	1,074
16	沖ヶ島南	298	134	65	81	114	119	107
17	宇多川河口南	928	1,091	418	502	377	385	623
18	宇多川築場	103	145	116	157	28	338	486
19	瀬方南(M3)	74	68	96	46	63	47	11

結果の発表等 なし

登録データ 12-05-008 「松川浦海底土の放射性セシウム」(99-99-1111)

**研究課題名** 生態特性に応じた蓄積過程の解明  
**小課題名** 松川浦における放射性物質の移行、蓄積及び潜在的生物影響に関するモニタリング調査  
**研究期間** 2011年～2015年

神山享一・和田敏裕・岩崎高資

## 目 的

相馬市松川浦における放射性物質の移行及び蓄積等を明らかにするためのモニタリング調査を行う。

## 方 法

図1に示す松川浦内の12定点（A1～A6、T1～T6）において毎月1回、水質試料、底質試料及び生物試料を採集した（表1）。水質試料は調査定点において海水5Lを採取し実験室に持ち帰り、セシウムを対象とした固相抽出ディスクを用いて濃縮した後、（独）国立環境研究所（以下、NIES）に冷蔵で送付する。底質試料は調査定点においてエクマンバージ採泥器を用いて海底土を採取し、表面5cm程度を試料とした。吸引ろ過により水分を除去した後、U-8容器に充填してNIESに冷蔵で送付するとともに、乾土補正のため定温乾燥器により水分測定を行った。生物試料は、分類ごとに分布量（密度）及びサイズ組成を調査した後、NIESに冷凍で送付した。

定点A1～A6においてはジョレンを用いてアサリを直接採集するとともに、底生魚類やカニ類、ニナ類等を対象とした陥穽漁具（モンドリ）による採集調査を行った。各定点ごとに2個のモンドリ（全長60cm、目合い9mm目）を設置し、約24時間後に回収して生物を採集した。モンドリの餌には冷凍サバを用いた。

黒線で示す定点T1～T6では幼稚魚を対象に網口2mのビームトロール網を5分間曳網して採集を行うとともに、餌生物としてのベントス試料も採集した。ベントスの採集は各定点でエクマンバージ採泥器による採泥を3回行い、採取した海底土を目合い1mmの篩上で泥分を洗い流し、篩上に残った生物を試料とした。

## 結 果 の 概 要

2012年10月から2013年3月まで、月一回水質試料と底質試料を採取し、放射能測定のための前処理を行った後に、NIESへ送付した。

A1～A6の定点において2012年の10月～2013年3月に採取したアサリの月別、定点別に生息密度を整理したうえ、サンプルをNIESへ送付した（生息密度の調査結果は本書 ページに記載）。

モンドリ調査では A1～A6の定点において2012年の10月～2013年3月の調査で10種310個体の生物が採取された。月毎の採取個体数は10月が111個体、11月が67個体、12月が20個体、1月が35個体、2月が48個体、3月が29個体であった。種組成は月により大きく異なり、10月、11月はイシガニとアナゴが優占し、2種でそれぞれ98%、85%を占めた。12月になると採集個体数の減少とともに種組成も変化し、マアナゴは採取されず、イシガニも15%まで減少した変わってケフサイソガニが50%を占めた。1～3月はケフサイソガニに加えてヤドカリ類が優占種となった。また1～2月はイシガレイの稚魚も採取された。種組成調査後のサンプルはNIESへ送付した。

ビームトロール網調査ではT1～T6の定点において2012年の10月～2013年3月に採取した幼稚魚等の種組成月ごとに整理したうえ、サンプルをNIESへ送付した（種組成等の調査結果は本書ページに記載）。

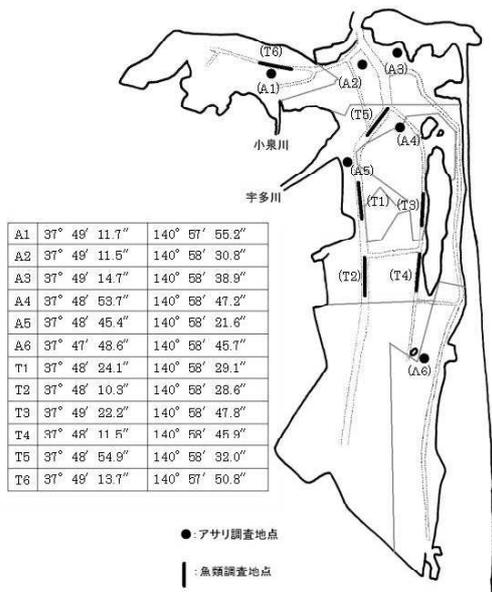


図1 調査定点

表1 調査の実施状況

年月	採水	採泥	アサリ	モンドリ	ビーム トロール	ベントス
2012年10月	10/25	10/25	10/26	10/26	10/26	10/26
2012年11月	11/20	11/20	11/12	11/13	11/26	11/26
2012年12月	12/20	12/11	12/20	12/20	12/14	12/20
2013年1月	1/23	1/16	1/17	1/18	1/22	1/22
2013年2月	2/22	2/22	2/6	2/6	2/22	2/22
2013年3月	3/8	3/8	3/13	3/14	3/18	3/18

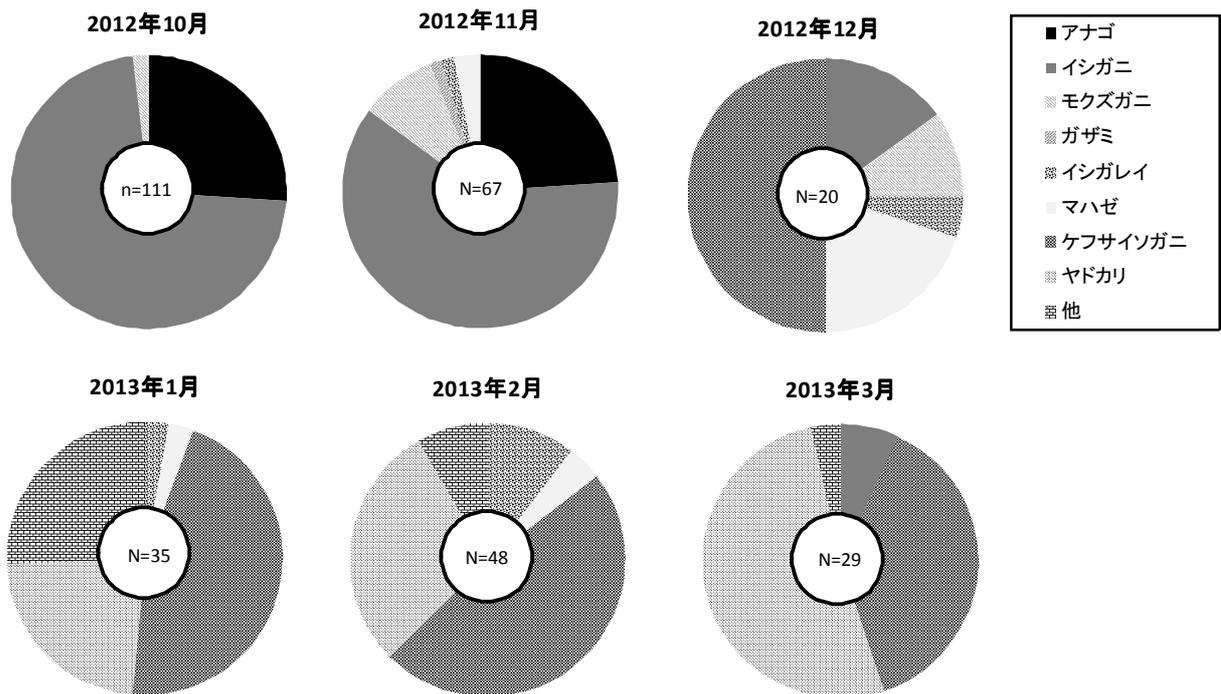


図2 モンドリ調査の魚種組成

結果の発表等 なし

登録データ 12-05-009 「松川浦の放射能モニタリング」(99-99-1111)

**研究課題名** 加工処理による放射性物質低減技術の開発  
**小課題名** ヒトエグサの加工に伴う放射性セシウムの動態  
**研究期間** 2011年～2015年

神山享一

## 目 的

松川浦のヒトエグサ養殖では主として乾燥品として出荷されることから、藻体の洗浄や乾燥に伴う放射性セシウムの動態を把握し、ヒトエグサの放射性物質低減化技術開発に資する。

## 方 法

生産現場におけるヒトエグサの加工に伴う放射性セシウムの動態を把握するため、加工工程ごとに放射性セシウムの測定を行った。試験は2回実施した。

試験1は2012年5月23日に漁業者が松川浦で採取（手摘み）したヒトエグサを加工工程毎に生のヒトエグサ（①無洗浄・無脱水のもの、②漁業者が通常行う1回洗浄・脱水したもの、③入念に8回洗浄・脱水したもの）、④～⑦洗浄水、⑧乾燥品をサンプルとし、放射性セシウムの測定を行った。乾燥品は漁業者が8回洗浄したものを漁業協同組合の建物2階（外気の流入有り）で乾燥させた。

放射性セシウムの測定は、生のヒトエグサ、洗浄水については1Lマリネリ容器を使用し、乾燥品については粉碎後にU-8容器に充填して、それぞれゲルマニウム半導体検出器を用いて測定時間2,000秒で行った。

試験2は2012年5月31日に漁業者が松川浦で採取（機械による収穫）したヒトエグサを漁業者が通常出荷程度に1回洗浄したものと、入念に3回洗浄したものを、漁業者宅の敷地内（屋外）と水産試験場相馬支場（農業総合センター浜地域研究所内の仮事務所）の室内でそれぞれ乾燥させ、試験1と同様に加工工程ごとに放射性物質の測定を行った。併せて、ヒトエグサの生と乾燥品の重量比を把握するため、生のヒトエグサ約300gを2組用意し、水産試験場で行った乾燥条件で乾燥させ、乾燥前後での重量測定を行った。

## 結 果 の 概 要

試験1では無洗浄のヒトエグサの放射性セシウム濃度は17Bq/kgであったのに対して、通常生産現場で洗浄する程度に1回洗浄したヒトエグサでは25Bq/kg、入念に8回洗浄したヒトエグサでは30Bq/kgとなった。水分含量は測定していないが乾燥を想定して強めに脱水した念入り洗浄後で放射性セシウム濃度が高くなった。ヒトエグサの洗浄水については、初回が4.0Bq/kg、2回目が1.4Bq/kgであったが、それ以降は不検出となった。洗浄水からも放射性セシウムが検出されたことから、洗浄により一定の除去効果はあると思われるが、生産現場で行う従来どおりの1回洗浄では放射性セシウムを除去しきれないものと思われた。

8回洗浄したヒトエグサを用いて漁業者が試作した乾燥品の放射性セシウム濃度は1,400Bq/kgとなり、乾燥後には放射性セシウム濃度の大幅な上昇がみられた。

試験2では無洗浄のヒトエグサの放射性セシウム濃度は11Bq/kgであったのに対して、1回洗浄したヒトエグサでは22Bq/kg、3回洗浄したヒトエグサでは18Bq/kgとなった。試験1と同様に、脱水による水分含量の変化が放射性セシウム濃度に影響したと思われた。ヒトエグサの洗浄水については、初回が2.3Bq/kgであったが、それ以降は不検出となった。

ヒトエグサを乾燥させた製品の放射性セシウム濃度は、1回洗浄したものを漁業者が乾燥したものは640Bq/kgであったのに対して、水産試験場で乾燥したものは160Bq/kgであった。また、3

回洗浄したものを漁業者が乾燥したものは600Bq/kgであったのに対して、水産試験場で乾燥したものは170Bq/kgであった。同時に行ったヒトエグサの生と乾燥品の重量測定では、生でそれぞれ321.4g、308.2gであったものが、乾燥後には39.0g、40.4gとなり重量比は8.24：1および7.63：1であった。

水産試験場で室内乾燥したヒトエグサの放射性セシウム濃度の増加倍率は乾燥重量比に近い値となったことから、外気の影響が少ない室内乾燥での放射性セシウム濃度の増加要因は乾燥に伴う濃縮が主であり、屋外乾燥した場合には、乾燥に伴う濃縮に加え、空気中の放射性物質を含んだ塵や、周囲のホコリ、乾燥に用いた器具など、外部環境から放射性セシウムを吸着するなどの影響も大きいことが考えられる。

表 1 ヒトエグサの乾燥による放射性セシウムの変化（試験 1）

サンプル	測定容器	測定時間 (秒)	Cs合計 (Bq/kg)	備考
①ヒトエグサ(無洗浄)	1Lマリネリ	2000	17	
②ヒトエグサ(1回洗浄後)	1Lマリネリ	2000	25	
③ヒトエグサ(8回洗浄後)	1Lマリネリ	2000	30	
④洗浄水(1回目)	1Lマリネリ	2000	4.0	
⑤洗浄水(2回目)	1Lマリネリ	2000	1.4	
⑥洗浄水(4回目)	1Lマリネリ	2000	不検出<2.2	
⑦洗浄水(6回目)	1Lマリネリ	2000	不検出<2.5	
⑧ヒトエグサ乾燥品	U8	2000	1400	③を外気が流入する屋内で乾燥

表 2 ヒトエグサの乾燥による放射性セシウムの変化（試験 2）

サンプル	測定容器	測定時間 (秒)	Cs合計 (Bq/kg)	備考
①ヒトエグサ(無洗浄)	1Lマリネリ	2000	11	
②ヒトエグサ(1回洗浄後)	1Lマリネリ	2000	22	
③ヒトエグサ(3回洗浄後)	1Lマリネリ	2000	18	
④洗浄水(1回目)	1Lマリネリ	2000	2.3	
⑤洗浄水(3回目)	1Lマリネリ	2000	不検出<2.5	
⑥ヒトエグサ乾燥品	U8	2000	640	②を屋外で乾燥(漁業者)
⑦ヒトエグサ乾燥品	U8	2000	160	②を室内で乾燥(水産試験場)
⑧ヒトエグサ乾燥品	U8	2000	600	③を屋外で乾燥(漁業者)
⑨ヒトエグサ乾燥品	U8	2000	170	③を室内で乾燥(水産試験場)

結果の発表等 なし

登録データ 12-05-010 「ヒトエグサの放射性セシウム」(99-99-1111)