

岩手県水産技術センター一年報

平成27年度

(2015)

岩手県水産技術センター

Iwate Fisheries Technology Center

〒026-0001 釜石市大字平田第3地割75番地3

3-75-3 Heita, Kamaishi-City, Iwate 026-0001 JAPAN

はじめに

東日本大震災津波の発災から5年が経過し、漁船、養殖施設等の復旧はほぼ完成したものの、未だに応急仮設住宅等に1万6千人以上の方が暮らしておりますが(平成28年9月30日現在)、多くの皆様から御支援をいただきながら、力強く復興へ進んでおります。

さて、平成27年漁期には、岩手県の主要魚種であるサケの漁獲量が約9,500 tと前年の6割程度に、また、サンマも漁場が沖合いにあり、単価は高かったものの、漁獲量は前年の半分以下の約20,000 tであり、漁業者のみならず、地元の水産加工業者にも厳しい年でした。

一方、養殖ワカメの生産量は約15,000 t(県漁連共販)と前年並みの生産量を維持し、価格も前年よりは良く推移しました。アワビも前年の1割り増しの約290 t(県漁連共販)水揚げされ、少しは浜に活気が戻ってきた気がします。

近頃の海況は、昭和年代には10年に一度と言われた異常冷水が、頻繁に接岸し、その後急激に水温が上昇する傾向があり、放流後のサケ稚魚、アワビ資源量、海藻等々に大きな影響を与えているものと推測されます。

このような中、当センターでは、「築こう魅力あるいわての水産！心一つに技術で支援」をキャッチフレーズの下、各種モニタリング、技術開発、情報発信等々で水産業の復旧・復興を支援して参りました。

今後も、現場主義を貫き、関係者の御意見御要望を取り入れながら、他の研究機関と連携しつつ、本県水産業を担う漁業者、水産加工業者の着実な復興、更なる発展へ、技術支援を推進して参りたいと思います。

平成28年11月

岩手県水産技術センター所長

煙山 彰

目 次

I 総 括	
1 組織概要	
(1) 組織と所掌事務	1
(2) 職員の定数及び現員数	1
2 予算概要	
(1) 平成 27 年度歳入決算	2
(2) 平成 27 年度歳出決算	2
3 主要財産	
(1) 土地	3
(2) 建物	3
(3) 漁業指導調査船	3
II 試験研究業務(平成27年度の試験研究結果)	
1 水産業の経営高度化・安定化のための研究開発	
(1) ワカメ等海藻養殖の効率化システムの開発	
①ワカメ自動間引き装置の開発 (企画指導部)	5
②陸上刈取り装置の開発 (企画指導部)	12
(2) 漁業経営の体質強化のための研究 (企画指導部)	17
(3) 本県主要水産物のマーケティングに関する研究 (ホタテガイ、カキ) (企画指導部)	21
2 全国トップレベルの安全・安心を確保する技術の開発	
(1) 毒化した二枚貝の麻痺性貝毒衰退時期予測、及びシストの分布、二枚貝養殖漁場の環境評価 (漁場保全部)	23
(2) カキのノロウイルス汚染による食中毒事故の発生リスク低減に関する研究 (漁場保全部)	31
3 生産性・市場性の高い増養殖技術の開発	
(1) 秋サケ増殖に関する研究	
①増殖・管理技術の開発・改善 (漁業資源部)	34
②秋サケ回帰予測技術の向上 (漁業資源部)	40
(2) アワビ等の種苗放流に関する研究	
①種苗生産の安定・低コスト化技術の開発 (増養殖部)	47
(3) 海藻類養殖の効率生産化に関する研究	
①人工種苗生産技術に関する研究 (増養殖部)	51
②海藻類養殖における病虫害発生機構に関する研究 (増養殖部)	54
(4) 介類養殖の安定生産に関する研究	
①ホタテガイ・ホヤ等の安定生産手法の検討 (増養殖部)	60
②マガキの新しい生産技術導入の検討 (増養殖部)	73
4 水産資源の持続的利用のための技術開発	
(1) 海況変動を考慮した漁海況予測技術の開発 (漁業資源部)	81
(2) 地域性漁業資源の総合的な資源管理に関する研究	
①主要底魚類の資源評価 (漁業資源部)	87
②東日本大震災以降の漁船漁業の現状評価と、資源評価結果に基づく資源利用モデルの導入 (漁業資源部)	106
(3) 回遊性漁業資源の利用技術の開発 (漁業資源部)	110
(4) 震災による磯根資源への影響を考慮したアワビ・ウニ資源の持続的利用に関する研究 (増養殖部)	119
5 いわてブランドの確立を支援する水産加工技術の開発	
(1) 高次加工を目指した加工技術開発に関する研究	
①通電加熱技術等による省エネ・省力化型加工製造技術開発及び実証研究 (利用加工部)	126
(2) 地先水産資源の付加価値向上に関する研究	

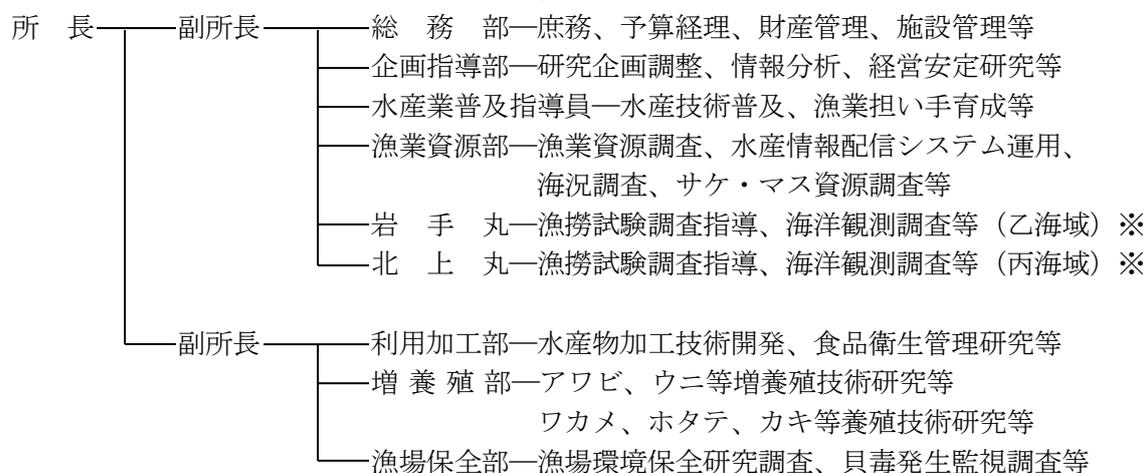
①地先水産資源を用いた加工品試作開発（利用加工部）	128
(3) 県産水産物の品質に関する研究	
①簡易・迅速品質評価技術開発（利用加工部）	130
(4) 県産水産物の素材特性に関する研究	
①原料特性に関する調査研究（ワカメ等の海藻加工関係）（利用加工部）	133
②機能性に関する研究（利用加工部）	141
6 豊かな漁場環境の維持・保全のための技術開発	
(1) 漁家所得の向上と経営安定を目指した養殖漁場の環境収容力に関する研究（漁場保全部）	142
(2) 適正な漁場利用を図るための養殖漁場の底質環境評価（漁場保全部）	149
(3) 県漁場環境保全方針に定める重点監視水域（大船渡湾・釜石湾）のモニタリング及び広報 （漁場保全部）	153
(4) 養殖ワカメ安定生産の基礎となるワカメ漁場栄養塩モニタリング及び関係者への広報 （漁場保全部）	158
III 情報・広報業務	
1 学会誌投稿	160
2 口頭発表	161
3 成果報告会	162
4 広報	163
5 新聞・テレビ・ラジオ等報道	165
6 施設利用	168
IV 指導・相談業務	
1 委員、審査員等の派遣	169
2 大学等との交流	170
3 職員派遣	171
4 講習、技術研修会等	177
5 研修受け入れ	179
6 指導、相談	180
7 水産加工開放実験室利用状況	182
8 イベント等への出展実績	182
V 水産業改良普及指導業務	
1 水産業改良普及事業の推進	183
2 漁業担い手育成推進費実施結果	183
3 普及指導員の研修	184
4 行政機関、漁業協同組合等との連携による普及活動の指導・支援	184
VI 漁業指導用通信業務	
1 沿革	185
2 平成27年度通信業務概要	185
3 平成27年度釜石無線局の通信業務取扱実績	187
資 料	
1 沿革	188
2 職員名簿	189
3 表彰	190

※平成26年3月12日に制定（平成27年7月27日に修正）した「岩手県水産試験中期計画（平成26年度～30年度）」の構成を基に編集した。

I 総括

1 組織概要

(1) 組織と所掌事務（平成27年4月1日現在）



※船舶職員及び小型船舶操縦者法施行令別表第一（第五条関係）11及び12による

(2) 職員の定数及び現員数

（平成27年4月1日現在）

所組織	職区分	定数	行政職		研究職	技能職	計	備考
			事務	技術				
所長		1 (1)			1		1	
副所長		2 (2)			2		2	
総務部		4 (3)	3				3	
企画指導部		3 (3)			3		3	
水産業普及指導員		1 (1)		1			1	
漁業資源部		7 (7)			7		7	
利用加工部		4 (4)			4		4	
増養殖部		6 (6)			6		6	
漁場保全部		4 (4)			4		4	
調査船 岩手丸		11 (11)		8		3	11	
調査船 北上丸		5 (5)		5			5	
定数計（現員計）		48 (47)	3	14	27	3	47	

2 予算概要（27年度決算概況）

（1）平成27年度歳入決算

単位：千円

歳入予算区分	決算額	備考
1 行政財産使用料	3	電柱敷地料等
2 財産収入	918	自販機設置等
3 国庫補助金	6,861	漁場生産力向上対策事業 貝毒検査新技術開発事業
4 国庫委託金	18,733	先端技術展開事業
5 受託事業収入	16,291	水産総合研究センター受託
6 諸収入	618	公舎料等
合計	43,426	

（2）平成27年度歳出決算

単位：千円

歳出予算区分	決算額	備考
1 水産技術センター費	629,358	
（1）管理運営費	486,950	
①人件費	351,172	県単（職員47人）
②人件費	25,113	県単（非常勤、臨時職員）
③事務費	110,452	県単
④新漁場環境観測ユニット整備費	211	〃
（2）試験研究費	142,407	
①漁ろう試験費	94,304	県単
②利用試験費	1,336	〃
③増殖試験費	1,830	〃
④漁場環境保全調査費	3,051	〃
⑤貝毒検査新技術開発事業費	180	国庫
⑥先端技術展開事業費	18,733	〃
⑦漁場生産力向上対策事業	6,680	〃
⑧海洋微小生物遺伝子解析調査事業費	2,422	受託
⑨資源評価調査事業費	11,692	〃
⑩太平洋サケ資源回復調査費	1,768	〃
⑪国際資源評価等推進事業費	407	〃
2 水産業振興費	21,858	
①漁業担い手確保・育成対策事業費	1,262	県単
②さけ、ます増殖費	10,587	〃
③漁場保全総合対策事業費	2,561	国庫、県単
④水産物品質管理推進事業費	782	〃
⑤栽培漁業推進事業費	1,780	県単
⑥アワビ、ウニ資源増大技術開発事業	800	〃
⑦養殖業振興事業費	1,747	〃
⑧魚病対策指導費	77	国庫
⑨水産業改良普及費	424	〃
⑩大型クラゲ出現調査費	1,087	受託
⑪海洋資源管理事業費	748	〃
3 漁港漁場整備費	791	
管理費（事務費）	791	県単
4 その他（水産業総務費ほか）	709	
合計	652,718	

3 主要財産

(1) 土地

用地区分	面積	備考
①センター施設用地	39,997.18㎡	H3.2.26 取得 借地
②旧水産試験場用地	3,361.19㎡	
③海水取水送水用地	3,092.32㎡	
計	46,450.69㎡	

(2) 建物

建物区分	面積	備考
ア センター施設	8,924.89㎡	H6.3.31 取得 3棟一括
①研究管理棟	4,215.88㎡	
②種苗開発棟	2,419.73㎡	
③漁具倉庫棟	1,078.95㎡	
④水産加工実験棟	791.98㎡	
⑤海水ろ過棟	201.73㎡	
⑥発電室等附属施設	216.62㎡	
イ 旧水産試験場施設	233.48㎡	S43.3 建設
①職員公舎	233.48㎡	
計	9,158.37㎡	

(3) 漁業指導調査船

ア 岩手丸	第3種従業制限	漁船	官公庁船	乙海域
・総トン数	154トン	(進水 平成21年12月16日)		
・船体寸法	長さ 34.40m	幅 7.00m	深さ 3.00m	
・最大速力	13.80ノット	主機関 1,029 Kw (1,400馬力)		
・乗船定員	船舶職員 12名	調査員等 5名	計 17名	
イ 北上丸	第3種従業制限	漁船	官公庁船	丙海域
・総トン数	38トン	(進水 平成26年2月22日)		
・船体寸法	長さ 25.85m	幅 5.28m	深さ 2.52m	
・最大速力	13.25ノット	主機関 809 Kw (1,094馬力)		
・乗船定員	船舶職員 7名	調査員等 5名	計 12名	

Ⅱ 試験研究業務（平成 27 年度の試験研究結果）

研究分野	1 水産業の経営高度化・安定化のための研究開発	部名	企画指導部
研究課題名	(1) ワカメ等海藻養殖の効率化システムの開発 ①ワカメ自動間引き装置の開発		
予算区分	国庫 (先端技術展開事業費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 24 年度～平成 29 年度		
担当	(主) 平嶋 正則 (副) 田中 一志		
協力・分担関係	石村工業株式会社、各漁業協同組合、沿岸広域振興局水産部		

<目的>

本県のワカメ養殖業者は、零細な個人経営体が大半を占めることに加え、高齢化や後継者不足が深刻な問題となっており、経営体数が年々減少傾向にある中で、手作業を中心としたワカメ養殖の生産システムは従来と変わらず、今後の生産維持、あるいは養殖規模を拡大していくためには、生産工程を効率化、省力化するシステムの開発が不可欠である。

養殖ワカメ生産工程のひとつである間引き作業は、厳冬期の1月から2月に行われることから、これまでもワカメ養殖業者の大きな負担となっており、当所では、平成 22 年度から石村工業株式会社と連携し、ワカメの自動間引き装置開発に着手し、震災以降は「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」において省力化システム開発の一環として実証試験に取り組んでいる。

平成 26 年度までに自動間引き装置の基本的な構造の開発は終了しているが、現場での導入に際しては、手作業に比べ不安定な間引き効果や、厳密な作業時間が比較できていないなどの課題が残っている。

本課題では平成 26 年度に引き続き、ワカメ自動間引き装置の実証を行い、現場での普及を目指すとともに、ワカメ養殖業の生産性の向上を図るものである。

<試験研究方法>

1 自動間引き装置

石村工業株式会社が平成 26 年度に開発した間引き装置を、釜石湾漁業協同組合の組合員所有船に装着し、ワカメ養殖漁場において作業を実施した。間引き装置の構造は、桁送りドラムに乗せた養殖桁と平行に張ったロープ（仮桁）を仮桁巻取りロールで巻取ることにより、2台のスリップ台（中央部分に養殖桁が通るV字状の溝が付いた箱状の台）に沿わせた桁を移動させ、後部のスリップ台に取り付けた刈取刃で養殖桁に着生するワカメの一部が自動的に刈取られる仕組みとした。

巻取りロールは、既存のネットホーラーに取り付け、フットスイッチで巻取を制御することで、手元で刈取刃を操作しながら養殖桁を移動させることができ、刈取刃は刃の先端部分を鉛直下向きにした形で可動式とし、移動中の養殖桁の側部に着生しているワカメに刃を接触させて刈取ること、ワカメの本数が減少し、刈取られたワカメはワカメ受カゴで回収できるような構造としている。

スリップ台の上を浮き玉が通過する場合は、浮き玉が上向きになるようスリップ台にガイドを付けている。

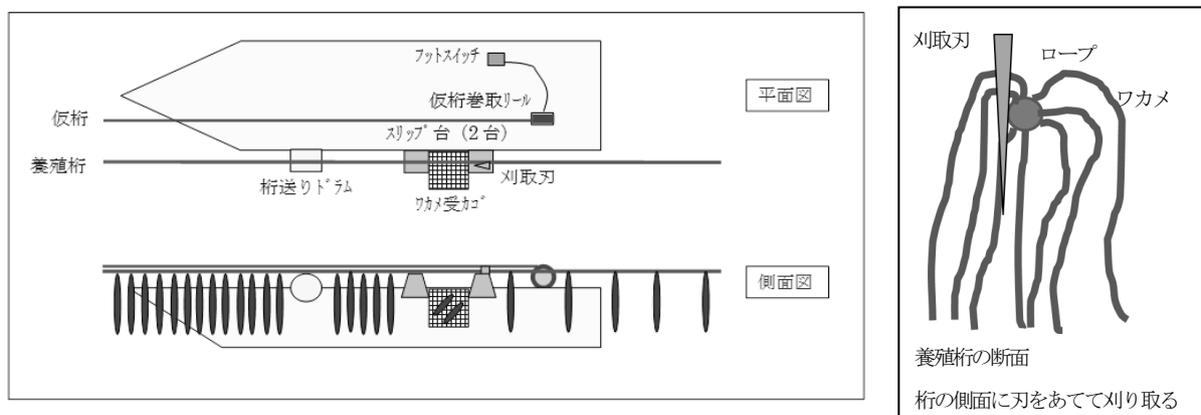


図1 ワカメ自動間引き装置の模式図

2 装置を用いた間引きと手作業による間引きの比較

釜石湾内の2箇所のワカメ養殖漁場（内湾性：白浜沖漁場 外洋性：白崎漁場）において、装置の有効性を検証するための試験を行った。

それぞれの漁場の試験用養殖桁各1台（シングル200m）で、釜石湾漁業協同組合所属の漁業者に依頼し白浜沖漁場は平成27年11月25日、白崎漁場は平成27年11月30日にワカメ種苗を巻き込み、通常の養殖作業と同様に養成した。

（1）作業時間の比較

白浜沖漁場では平成28年1月27日、白崎漁場では平成28年2月9日に、間引き試験を実施した。白浜沖漁場では養殖桁80m程度、白崎漁場では養殖桁50m程度を自動間引き装置を用いて間引きし、これを装置区とした。また、比較のため、各漁場とも養殖桁11m程度を、漁業者が通常行っている手作業によって間引きし、これを手作業区とした。刈り始めから刈り終わるまでビデオでの撮影またはストップウォッチで作業時間を計測し、その時間の作業に要した人員を乗じ、間引きした桁の長さを100mに換算し、1人当たり100mの間引き作業時間を比較した。

（2）ワカメの着生状況の比較

各漁場とも、間引き後、装置区および手作業区の養殖桁1mに着生しているワカメを採取し、全本数、全重量等を計測した。また、比較のため、間引きを行わない養殖桁10m程度を対照区とした。

また、白浜沖漁場は平成28年3月17日と4月6日、白崎漁場は平成28年3月18日と4月6日に収穫を行い、それぞれの試験区の養殖桁1mに着生しているワカメの全本数と重量を計測し、各試験区のワカメ30本の全長、重量等を計測し比較した。

3 自動間引き装置の養殖現場への普及活動

ワカメ自動間引き装置を試験漁場以外でも実際に使用してもらうため、平成26年度までの試験結果を取りまとめた運用マニュアルを作成し、漁業者等へ説明を行った。また、石村工業株式会社で1の使用装置と同様の貸出用の試験装置を製作し、養殖漁場で使用する漁業者を募集したところ、新おおつち漁業協同組合と船越湾漁業協同組合から自営養殖漁場で使用してみたいとの応募があり、平成28年2月5日に新おおつち漁業協同組合の四十八坂漁場、平成28年2月25日に船越湾漁業協同組合の深入江漁場での間引き作業に使用した。

<結果の概要・要約>

1 自動間引き装置

試験に用いた自動間引き装置は、白浜沖漁場ではスムーズに作動したものの、白崎漁場では、養殖桁が湾曲していたため、仮桁巻き取りリールが使用できず、船の動力で桁を移動しながら間引きを実施した。



図2 平成27年度間引き試験（左H28.1.27 白浜沖漁場、右H28.2.9 白崎漁場）

2 装置を用いた間引きと手作業による間引きの比較

(1) 作業時間の比較

間引きにかかる作業時間を計測し、養殖桁 100mあたりの間引き作業時間を求めた。内湾性の白浜沖漁場では、養殖桁 11m の手作業による間引きが作業員 3 名で 20 分 41 秒を要し、換算すると 564 分/100m・人、養殖桁 80m の装置による間引きが作業員 4 名で 21 分 38 秒を要し、換算すると 108 分/100m・人（手作業の作業時間の 19%）であった。

外洋性の白崎漁場では、養殖桁 11m の手作業による間引きが作業員 1 名で 14 分 19 秒を要し、換算すると 130 分/100m・人、養殖桁 50m の装置による間引きが作業員 3 名で 12 分 46 秒を要し、78 分/100m・人（手作業の作業時間の 60%）であった。

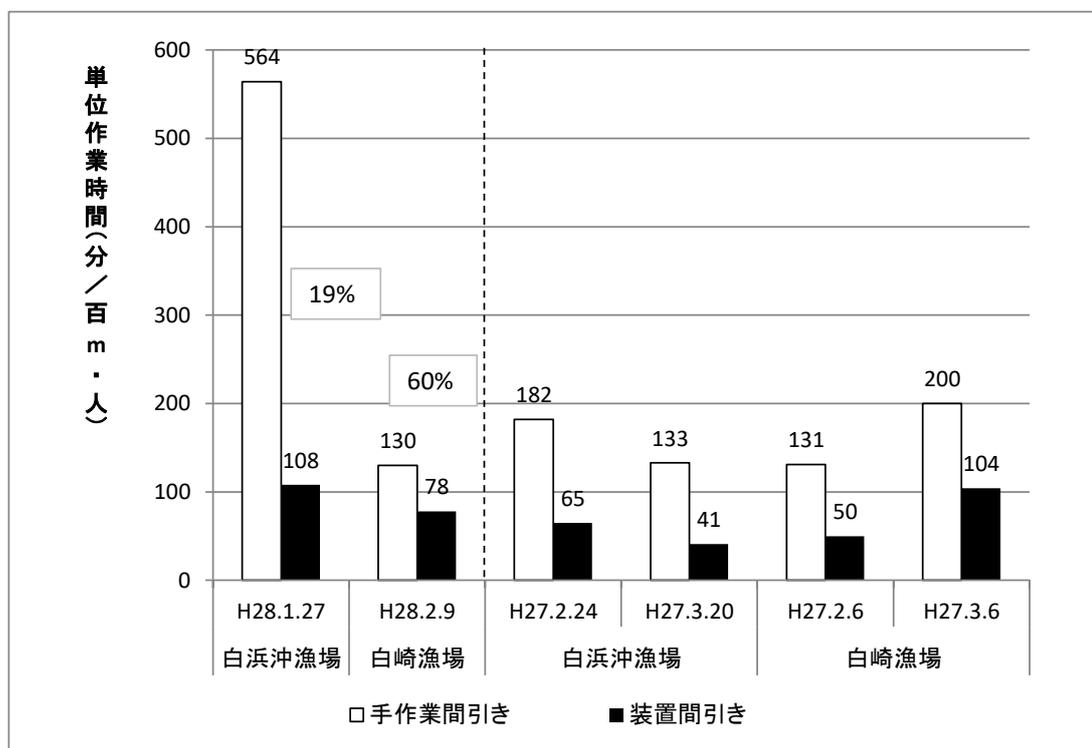


図3 間引き方法別作業時間（27年度は26年度と同装置を使用。）

白浜沖漁場での間引き(H28.1.27)時は、強風による悪条件下であること、また手作業による間引きが丁寧に行われたことから作業に長時間を要した。一方、装置による間引き作業はスムーズに行われた結果、19%まで時間短縮されることを確認した(図3)。

(2) ワカメの着生状況の比較

試験漁場のワカメ養殖桁 1m 当たりのワカメの本数を比較すると、間引き時には両漁場とも間引きをしない対照区が多く、次に装置区、手作業区の順となった。3月、4月の収穫時もワカメの本数は同じ順であり、手作業には及ばないものの、装置により本数を減らす効果はみられた。一方、全重量や葉重量で比較すると、間引きされずに残った本数の影響を受けてか、内湾性の白浜沖漁場では、対照区が多く、次に装置区、手作業区の順となっていた。一方、外洋性の白崎漁場では、手作業区がよく、装置区は対照区よりも低い値になっており、装置の間引き効果は判然としなかった(図4)。

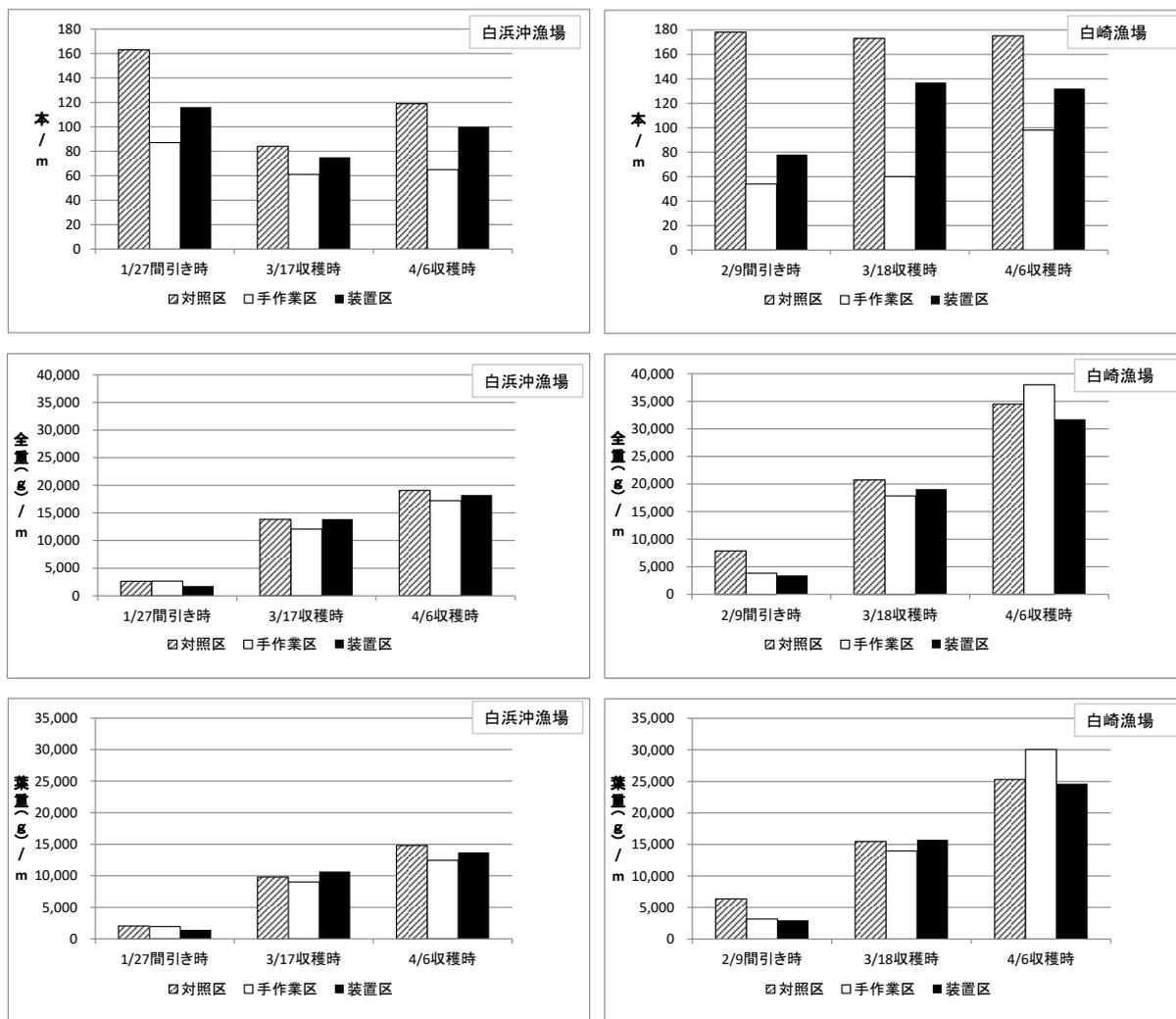


図4 ワカメ養殖桁1m当たりの着生量 (上:本数、中:全重、下:葉重)

ワカメ 1 本あたりの全長を比較すると、間引き時に選別できない装置区で短い傾向にあり、収穫時も同じような傾向がみられた。一方、全重や葉重は、間引きをしない対照区の方が多結果となり、収穫時における間引きの効果については判然としなかった。今後は、採取したワカメ全数の全長や全重の分布状況を確認する必要がある (図5)。

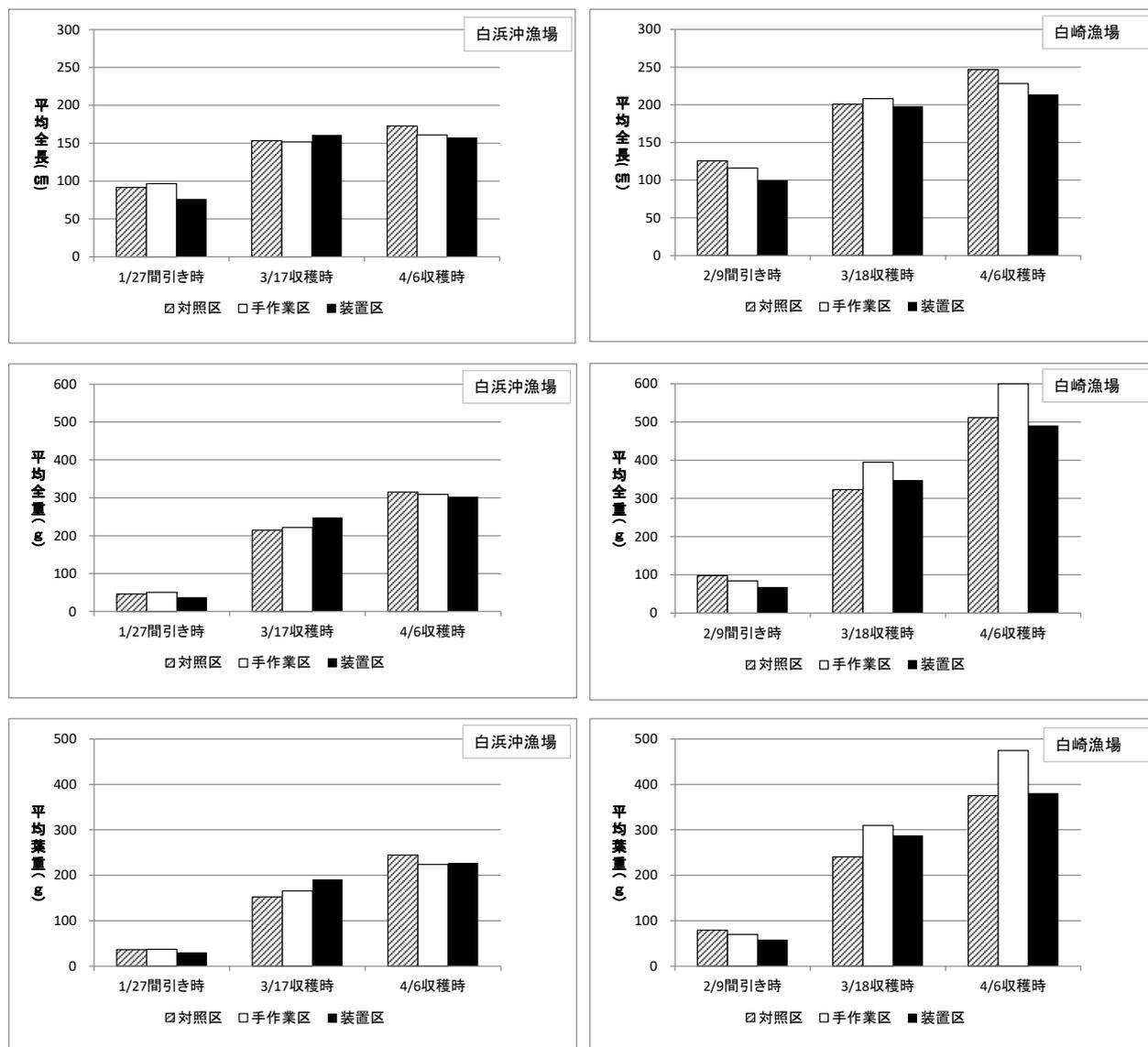


図5 着生ワカメ 1本あたりの平均の大きさ (上:全長、中:全重、下:葉重)

3 自動間引き装置の養殖現場への普及活動

(1) 新おおつち漁業協同組合での実施状況

新おおつち漁業協同組合の四十八坂漁場では、生長のよいワカメを2月に早採りワカメとして出荷をしている。養殖施設1台(シングル200m)のうち養殖桁100mを貸出用の自動間引き装置によって刈取りを行ったが、作業員4名で9分30秒を要し、換算すると38分/100m・人であった(図6)。

一方、従来の手作業による早採りワカメの収穫では、養殖桁25mの刈取りを作業員3人で6分53秒要し、換算では83分/100m・人であった。装置での刈取り作業は手作業に比べ46%に短縮されるものの、手作業では早採りワカメとして出荷販売するためには、大きさを揃えるよう選別して刈取っており、大小のワカメが混在して刈り取られる自動間引き装置の収穫では、選別作業が改めて必要であることから使いにくいとの意見があり、その後は使用されなかった。ワカメ養殖桁1m当たりのワカメの本数は、間引き前の115本が67本に減少しており間引き装置による本数の減少効果がみられた(表1)。なお、四十八坂漁場での3月収穫時のワカメの着生状況は、確認できなかった。

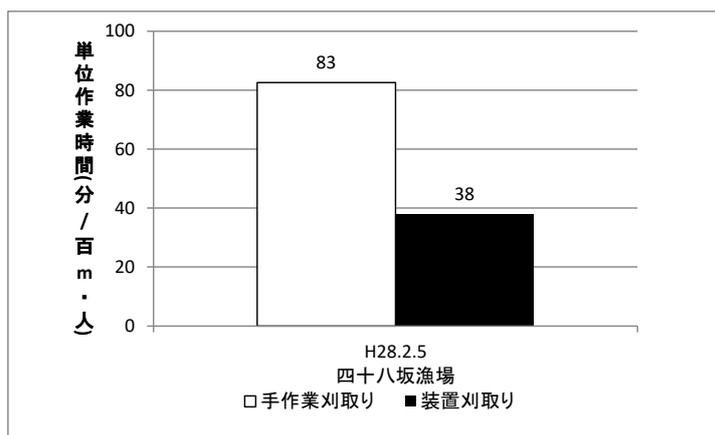


図6 四十八坂漁場での作業時間の比較

表1 四十八坂漁場での間引き結果

	本数/m	全重(kg)/m	平均全長 (cm)	平均全重 (g)
刈取り前	115	3.73	113.0	63.5
装置刈取り後	67	2.15	88.1	48.3

(2) 船越湾漁業協同組合での実施状況

船越湾漁業協同組合の深入江漁場では、平成 28 年 2 月 25 日に貸出用の自動間引き装置によって刈取りを行おうとしたが、通常の間引き時期を過ぎていたため、養殖ワカメの全長が 2m に達するものもあり、2 台のスリップ台にワカメがまたがり、刈取りがスムーズに進まず頻繁に停止し、作業時間の計測ができなかった。装置間引き後には 1m 当たりのワカメ本数 197 本が 88 本に減少したものの、間引き装置の利用は、間引き前のワカメの全長が 100cm 以下までが妥当ではないかと考えられた (表 2)。

表2 深入江漁場での間引き結果

	本数/m	全重(kg)/m	平均全長 (cm)	平均全重 (g)
間引き前	197	15.08	196.0	248.1
装置間引き後	88	5.71	141.9	124.9

<今後の問題点>

- ・自動間引き装置を用いた間引きと手作業の間引きによるワカメの成長への影響の把握。
- ・装置の普及先として想定されるワカメ養殖経営体像の設定。

<次年度の具体的計画>

- ・間引きに使用する時期を早め、既試験漁場以外での使用による間引き効果の把握。
- ・自動間引き装置の運用マニュアルを完成させ、ワカメ養殖省力化システム構成装置として完成を目指す。

<結果の発表・活用状況等>

- ・大規模ワカメ養殖における省力化・省エネルギーの開発 (平成 27 年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究」第 1 回推進会議)
- ・大規模ワカメ養殖における省力化・省エネルギーの開発 (平成 27 年度食料生産地域再生のための先端技術展

開事業「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究」第2回推進会議)

- ・ワカメ養殖の省力化・効率化システムの開発（平成 27 年度漁業士養成講座・新任普及指導員研修会）
- ・ワカメ等の大規模海洋養殖の効率化システムの実証研究（「食料生産基地再生のための先端技術展開事業」研究成果発表会 【岩手県漁業】）
- ・ワカメ養殖作業効率化へ向けた研究（平成 27 年度岩手県水産試験研究成果等報告会）
- ・ワカメ養殖作業効率化へ向けた研究（第 5 回北里大学海洋生命科学部・岩手県水産技術センター合同公開セミナー）

研究分野	1 水産業の経営高度化・安定化のための研究開発	部名	企画指導部
研究課題名	(1) ワカメ等海藻養殖の効率化システムの開発 ②陸上刈取り装置の開発		
予算区分	国庫 (先端技術展開事業費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 26～28 年度		
担当	(主) 田中 一志 (副) 平嶋 正則		
協力・分担関係	石村工業株式会社、県内養殖漁家、(国研) 水産総合研究センター水産工学研究所、沿岸広域振興局大船渡水産振興センター		

<目的>

三陸地域のワカメ養殖の生産体系は零細経営が多く、収穫から加工工程に短期集中する典型的な労働集約型の作業形態となっており、かつ、生産者の減少や高齢化が進行している。将来にわたって養殖生産量を確保するためには省力化を図る必要があることから、陸上刈取り装置による省力化を検討した。

陸上刈取り装置の使用により期待される効果は、次のとおり。

- 陸上で安全に楽な姿勢で刈取れる。また、そのことにより高齢者や女性、不慣れな者も作業に従事でき、労働力を確保しやすくなる。
- 荒天が予想される際に、養殖桁を前もって漁港内に移すことにより、荒天でも陸上で刈取り、刈取り日数の増加や、作業の平準化につながる。

<試験研究方法>

1 ワカメ陸上刈取り装置の改良

陸上刈取り装置は、養殖桁保持装置と養殖桁巻取り装置の2つの装置で構成される(図1)。前年度の試験結果を基に、それらの形状と運用方法を、各関係機関、企業及び養殖漁家で検討し、改良等を行った。なお、養殖桁掃除装置を桁巻取り装置の前面に取り付けた。

金属ローラー式養殖桁巻取り装置(AC200V 駆動)は、前年度に試作した装置に、桁掃除装置や金属ローラーの形状などに改良を加えたものである(図2)。この方式では、巻取り時の浮球を交わす作業が煩雑であったため、その解消を目的にボールローラー式養殖桁巻取り装置(油圧駆動)も試作した(図3)。

陸上刈取り試験は、陸前高田市根岬漁港で実施した。

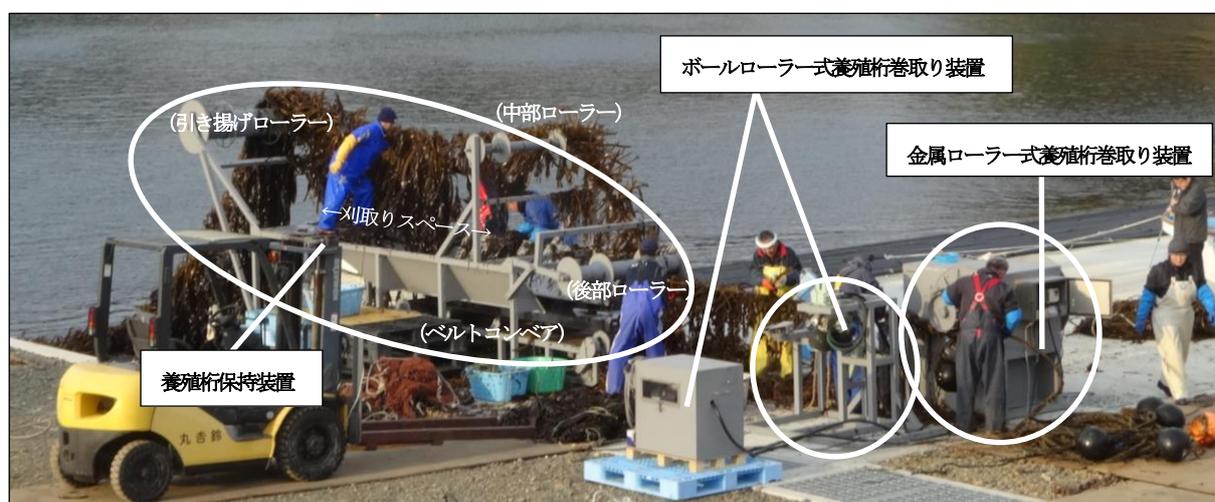


図1 陸上刈取り装置の全容

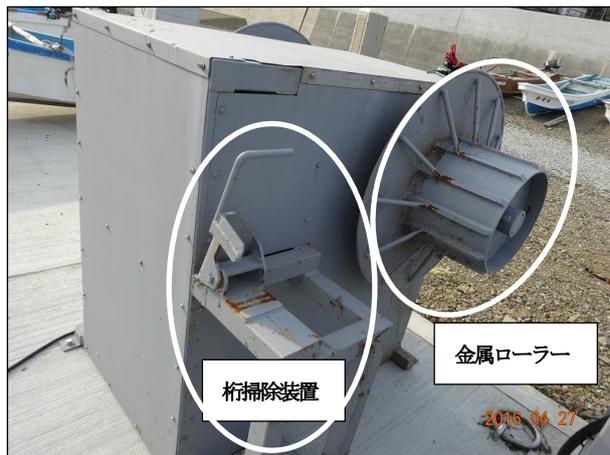


図2 金属ローラー式養殖桁巻取り装置

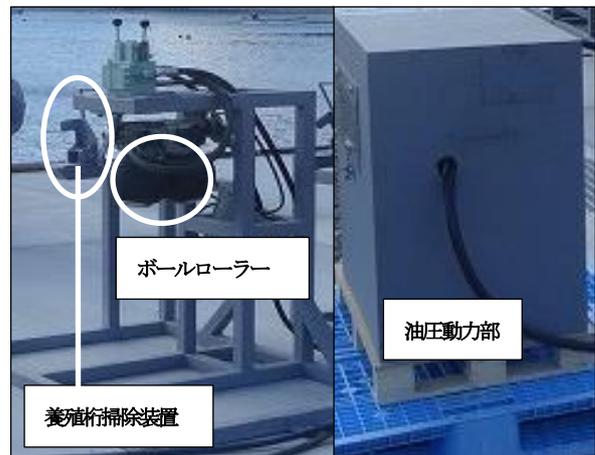


図3 ボールローラー式養殖桁巻取り装置

陸上刈取り装置の使用方法は次のとおり。

- ①引き揚げローラーから中部ローラーまでを養殖桁が通過する間にワカメを刈り取る。
- ②養殖桁を後部ローラーで低位置に誘導し、巻取り装置との間でメカブ等を刈り取る。
- ③養殖桁掃除装置で雑物を除去する。
- ④養殖桁を、養殖桁巻取り装置の後方で回収する。

2 ワカメ養殖桁の曳航試験及び港内での係留試験

平成 28 年 3 月 17 日に、陸上刈取り試験に用いるダブル養殖桁（約 150m×2）を養殖漁場から根岬漁港内まで漁船で曳航した。

前年度は、牽引ロープを船尾ビットに結わえ曳航したが、この方法では、船を旋回できるようにするために、牽引ロープに滑車を取り付ける必要があった。そこで、牽引ロープを船首ビットに結わえて曳航する方法で曳航し（図4）、滑車を使用せずに旋回できるか試験した。

養殖桁を港内に曳航した後、0.85 t の船外機船（9馬力）を用い、アンカー付浮球に固定する作業と、横木を取り外す作業時間を計測した。

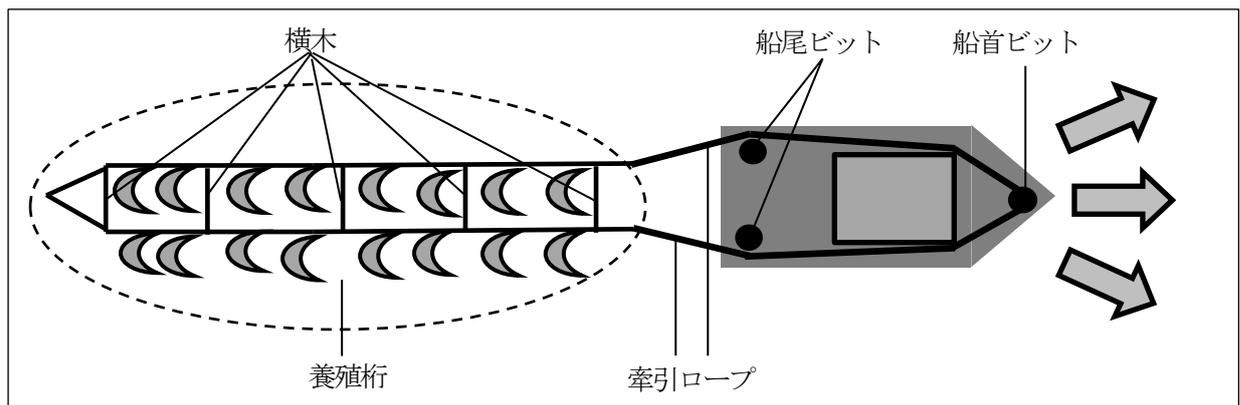


図4 養殖桁曳航方法の模式図

3 ワカメの陸上刈取り試験

平成 28 年 3 月 17 日に港内に曳航した養殖桁の片桁を対象に、平成 28 年 3 月 18 日に、ボールローラー式養殖桁巻取り装置を用いた陸上刈取り試験を行い、3月20日に、港内に曳航した養殖桁のもう一方の片桁を対象に金属ローラー式養殖桁巻取り装置を用いた陸上刈取り試験を行った。

<結果の概要・要約>

1 ワカメ養殖桁の曳航試験及び港内での固定試験（平成 28 年 3 月 17 日）

(1) 養殖桁の曳航試験

船首ビットで養殖桁を牽引することで、滑車を使用せずに養殖桁を牽引できることが分かった。

養殖桁までの往路の実航行距離は約 1,700m であったが、養殖桁を曳航する際は他の養殖施設等と接触しないよう蛇行しながら航行した（図 5）ために実曳航距離は約 1,900m となり、直線距離（約 1,300m）より 5 割程度長くなった。

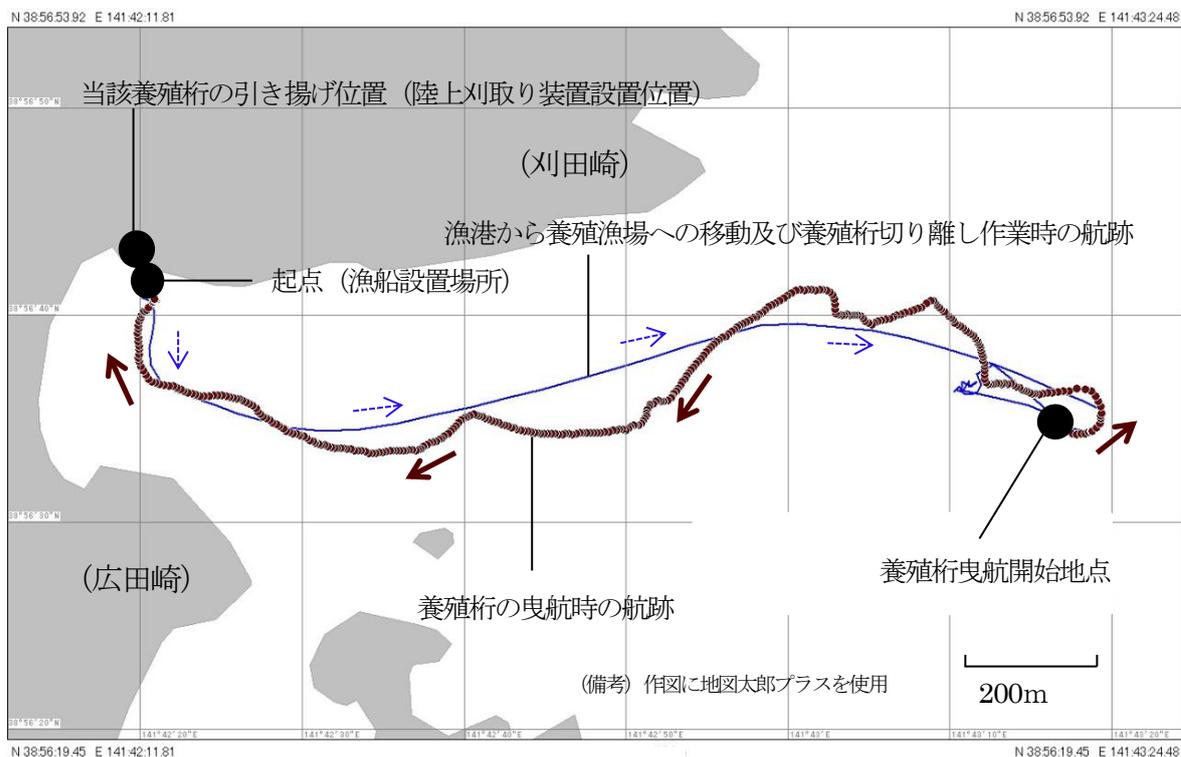


図 5 ワカメ養殖桁曳航の航跡図（3月17日）

使用した漁船は、4.2 t の船内機船（ディーゼル 201kW）で、養殖桁を曳航するための出力は十分であったが、牽引ロープや養殖桁にかかる張力を低減するためにエンジンの出力を抑えたことから、平均曳航速度は約 1.1 ノットとなった。

(2) 港内での係留試験

ア 0.85 t の船外機船（9馬力）では、ダブル養殖桁を動かすための出力が十分ではなかったことから、養殖桁を 6 箇所のアンカー付浮球（図 6）へ固定する作業に 26 分を要した。

本作業は、曳航直後に陸上刈取り作業を行う場合には不要であるが、刈取りが翌日になる場合等には必要となる。

イ 港内に固定した養殖桁から横木を取り外す作業には 51 分を要した。なお、ダブル養殖桁で同時に 2 本の桁について陸上刈取りする場合は、刈取り作業中に随時、陸上で横木を取り外す方が効率的と思われた。



図6 港内のアンカー付浮球（6箇所）に固定した養殖桁

ウ 3月20日の午前中までに順次、養殖桁を陸上に引き揚げたが、この間、港内に固定された養殖桁に目立ったトラブルはなかった。

これらの結果から、荒天が予想される際には、養殖桁を前もって漁港内に移すことにより、荒天の日でも陸上で刈り取ることができる可能性が高いと考えられた。

2 ワカメの陸上刈取り試験

(1) ボールローラー式養殖桁巻取り装置による巻取り（平成28年3月18日）は、ワカメ根等のヌメリでゴム製のボールローラーが空転し、養殖桁を巻き取ることができず、試験を中止した。

一方、金属ローラー式養殖桁巻取り装置による試験（平成28年3月20日）については、養殖桁保持装置も含め、前年度の試験で発生した装置形状に起因する課題を、装置の改良で解消できた（表1）。

表1 前年度の装置からの改良点及び効果

改良点	効果
引き揚げローラーを海側に移動	刈取りスペースに引き込まれるワカメが、常に養殖桁から垂下するようになり、刈取りやすくなった。
後部にローラーを追加	養殖桁が低位置に誘導され、メカブ等を低い位置で刈取れた。
桁掃除装置を低位置に移動	踏み台を使わず桁掃除装置を操作できるようになり、安全性や操作性が向上した。
桁掃除装置の強度を向上	桁掃除装置が故障しなくなった。
巻取りドラムにガイドを追加	巻取り時に養殖桁が絡まなくなり、作業性が向上した。
巻取りドラムの回転速度の増大	刈取り作業に適した巻取り速度に調整できた。

(2) 本試験で、約1.9tのワカメと約60kgのメカブを刈り取った。陸上での刈取り作業の所要時間は、船外機船による刈取りに比べて短かった（表2）。陸上での刈取り作業は試行段階にあるので、作業の習熟や手順等の改良により、更なる所要時間の短縮が期待できる。

陸上刈取り作業には、刈取り作業（図7A）のほかにも、刈り取ったワカメをロープで束にする作業（図7B）、桁掃除装置の操作（図7C）、桁巻取り装置の操作（図7D）が必要であり、本試験においては、

メカブの刈取り（図 7 E）や収穫したワカメの移動、残渣の掃除などに随時作業員が加わったため、最大 8 名が作業に従事した。これらを含めた総合的な効率性を検討するためにビデオ撮影を行っており、今後はその解析を進めた上で、効率的な作業手順及び人員配置について、関係者と検討していく必要がある。

表 2 陸上刈取り装置と一般船外機船との刈取作業の比較

	人員	片桁（約150m）の刈取り時間 ^{※2}	刈取り量/(刈取り時間・人)
船外機船による刈取り作業 ^{※1}	2	6時間40分	0.15 t / (時間・人)
陸上刈取り装置による刈取り作業	1	73分	1.56 t / (時間・人)

※¹ 根崎地区における一般船外機船を用いた従来の洋上刈取り作業（聞き取り）。

2日間で片桁（約150m）を刈取る。

※² 刈取り作業に要した時間のみを比較。

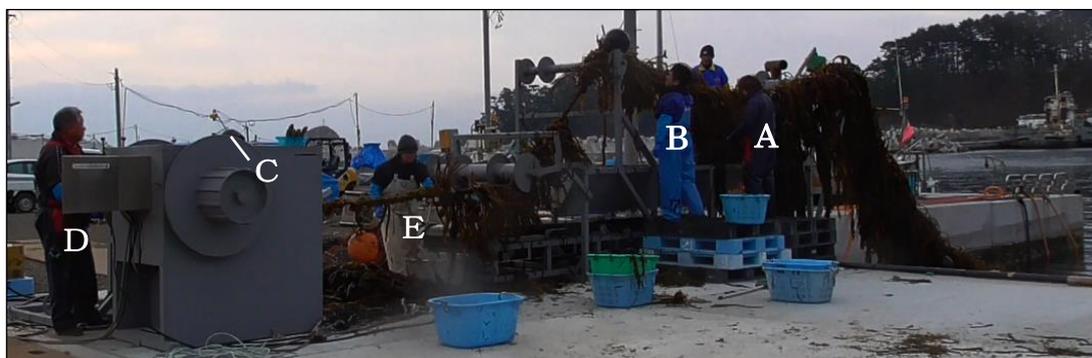


図 7 陸上刈取り作業の様子

(3) 総括

今後、改善の余地はあるものの、陸上刈取り装置の使用により、船外機船の作業と比較して安全かつ楽な姿勢で、より効率的に作業できることが実証できた。また、洋上での刈取りとは違い、刈取り直後にボイルすることによるボイルワカメの品質の安定化や、作業員の集中配置に伴う労働時間の短縮についても期待できると考えられた。

<今後の問題点>

- ・ 養殖桁の曳航や港内での係留の方法については、導入予定地区の実状に合わせて検討する必要がある。
- ・ 総合的な効率性を把握するために、効率的な作業手順及び人員配置について、調査結果の分析を進める必要がある。
- ・ 高齢者等による作業可能性や刈取り日数の増加等の期待される効果の検証が必要である。

<次年度の計画>

本試験時に撮影したビデオ画像等を解析し、協力養殖漁家等と省力化に向けた検討を行うとともにマニュアルを作成し、普及活動を行う。

<結果の発表・活用状況>

- ・ ワカメ等の大規模海藻養殖の効率化システムの実証研究（平成 27 年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究」第 2 回推進会議）

研究分野	1 水産業の経営高度化・安定化のための研究開発	部名	企画指導部
研究課題名	(2) 漁業経営の体質強化のための研究		
予算区分	国庫 (先端技術展開事業費)、県単 (水産物品質管理推進事業費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 24 年度～平成 30 年度		
担当	(主) 平嶋 正則 (副) 田中 一志		
協力・分担関係	(国研) 水産総合研究センター (中央水産研究所、水産工学研究所)、沿岸広域振興局水産部、各漁業協同組合		

<目的>

本県の漁業経営は、漁船漁業、養殖漁業、採介藻漁業等の多様な漁業形態を複合的に営んでいることが特徴であるが、その経営実態が東日本大震災以降、把握・解析されていない。

魚価低迷や燃油・資材高騰等の厳しい環境下において、東日本大震災からの復興に向けては、収益性の高い経営体質への転換が必要であり、経営実態を把握・解析するとともに、効率的な経営について課題を検討し、漁家の収益向上を図る必要がある。

ワカメ養殖漁家の収益向上については、平成 24 年度から当所で取り組んでいる「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」ではワカメ等の大規模海藻養殖の効率化システムの実証研究において、技術開発された機器等の導入による技術体系の確立や収益構造の評価を行うこととしている。

また、平成 27 年度からは、水産物品質管理推進事業において、出荷規制の影響や出荷時期の調整による経営的効果の把握の一環としてカキ養殖漁家の経営調査を行うこととしており、これらの漁業経営実態調査を通じて養殖漁家の経営実態を把握するとともに、作業の効率化による収益向上策を検討する。

<試験研究方法>

1 漁家経営調査

(1) ワカメ養殖漁家

食料生産地域再生のための先端技術展開事業において、効率化システムの導入による改善効果を検討するために実施した漁家経営調査に合わせて行った。

平成 27 年 12 月及び平成 28 年 1 月に県内の 3 地区で計 37 経営体を対象として、2 時間程度/経営体の面接での聞き取りと経営資料による調査を、水産総合研究センター中央水産研究所 (以下「中央水産研究所」) の宮田漁村振興グループ長らと共に実施した。ワカメ養殖に投下した資産、労働、経費に関する聞き取り調査を実施し、ワカメ養殖のために使用している資産の種類、数、取得年、取得金額、使用予定年数、作業工程別の作業時期、作業日数、一日当たり作業時間、作業従事者数及び作業従事者数に占める家族の人数等を尋ね、経費に関する聞き取りでは、白色申告は聞き取り、青色申告の場合は主に生産者の確定申告書類を利用したほか、漁業協同組合の発行する販売実績証明書、購買実績証明書を基に、ワカメ養殖にかかった経費と売上金額を尋ねた。

(2) カキ養殖漁家

平成 28 年 3 月 24 日から 3 月 29 日にかけて県内の 1 地区で計 5 経営体を対象として 3 時間程度/経営体の面接での聞き取りと経営資料による調査をワカメ養殖漁家に準じて行った。

2 ワカメ等の大規模海藻養殖の効率化システムの導入評価

(1) 定置船搭載型ワカメ刈取り装置の導入評価

ア 平成 27 年春季における定置船搭載型ワカメ刈取り装置の評価

効率化システム導入による作業の効率化を測定するため、平成 26 年度に開発を終了した定置船搭載型ワカメ刈取り装置を用い、新おおつち漁業協同組合自営養殖 (以下「大植」) での定置船を使用した収穫

作業と、先進地である広田湾わかめ養殖協業作業組合（以下「広田」）の専用大型刈取船による収穫作業を比較した。

小型カメラによる長時間撮影装置を用いて、平成 27 年 3 月 30 日に大槌による四十八坂漁場の定置船での収穫作業を撮影した。また、その作業時間の比較対象として平成 27 年 3 月 27 日に先進地である広田の専用大型刈取船によるワカメ収穫作業を、出港から帰港まで撮影した。

中央水産研究所で、撮影した動画に映る全作業従事者（大槌 8 名、広田 15 名）の作業内容を分類し、作業内容別延べ作業時間（人・分）を集計し、聞き取り調査によって得た調査日の水揚げ量のデータから、労働生産性（kg/人/分）を求めた。

イ 平成 28 年春季における定置船搭載型ワカメ刈取り装置の評価

大槌では、平成 28 年春季は、連続して定置船搭載型ワカメ刈取り装置を用いており、平成 28 年 3 月 16 日及び同年 3 月 24 日に四十八坂漁場での定置船による収穫作業を撮影した。

(2) ワカメ自動間引き装置の導入評価の試算

平成 26 年度にワカメ養殖漁家に対して実施した面接聞き取り調査及び経営資料調査結果から、ワカメ自動間引き装置を導入した場合の経営改善効果について試算を行った。

<結果の概要・要約>

1 漁家経営調査

(1) ワカメ養殖漁家

平成 26 年度及び 27 年度に実施した県内 7 地区のワカメ経営体の経営分析については、中央水産研究所で、地域別や主な出荷形態に分類し、平成 28 年に実施する経営体調査と併せて分析結果を取りまとめる予定である。

(2) カキ養殖漁家

平成 28 年に実施する経営体調査と併せて分析結果を取りまとめる予定である。

2 ワカメ等の大規模海藻養殖の効率化システムの導入評価

(1) 定置船搭載型ワカメ刈取り装置の導入評価

ア 平成 27 年春季における定置船搭載型ワカメ刈取り装置の評価

大槌と広田による作業を撮影した映像データを中央水産研究所で作業種類ごとに分類し、その比較を行った。基本的な工程はどちらも同じであり、刈取りを行うため、ワカメが着生した養成ロープを巻上げる刈取り準備作業、その後順次巻き上げられるワカメを刈取りながら、残滓を落とし、刈取りが終わった養成ロープを回収していた。またワカメ刈取り作業の合間に、刈取ったワカメを万丈カゴやモッコ網に移す作業が行われていた。

大槌では、開発された定置船刈取り装置の養殖桁の高さでは、刈取り位置が低いとのことから、手元の高さまでユニックで引き上げる操作が行われている。また、広田では、養殖施設 1 台を刈取る度に帰港して水揚げを行っているが、大槌では、定置船と同時に刈取りを行っている他の自営養殖漁場で収穫されているワカメを回収し、漁港へ水揚げする運搬船への積替える作業を行っている点が異なっている。これらの作業にかかった延べ時間と、調査日の水揚量、これらから計算した労働生産性を表 1 に示した。

養殖施設 1 台毎に水揚げを行った広田に比べ、加工業者へ発送する時間まで帰港しない大槌では、待機・休憩時間が長くなる結果となった。共通した作業の刈取り作業でも、広田では刈取ったワカメを網を曳いて足元に落として後で一度に回収しているが、大槌では刈り取ったワカメを一抱え毎に、後に置かれたカゴへ収容する作業を行っており、刈取り能率が低くなっていた。大槌では作業に不慣れな面も

あるが、作業の改善が必要と考えられる。

表1 先進事例(専用大型刈取船)と技術開発した定置船搭載型刈取り装置の導入比較
(中央水産研究所による分析)

	広田	大槌
	先進事例(従来)	技術開発装置
調査対象養殖施設形態・台数	150m 複列 1 台	200m 単列 2 台
調査日	H27.3.27	H27.3.30
作業時間 (分)	61	364
作業人数 (人)	15	8
水揚量 (kg)	3,510	3,936
作業種類別延べ作業時間 (人・分)		
刈取り準備	25	94
刈取り	554	975
ユニット操作	0	294
ワカメ回収	72	124
残滓処理	95	319
片づけ	19	219
その他	0	5
待機・休憩	63	441
確認できない状態	87	441
延べ作業時間 (人・分)	915	2,912
刈取能率 (kg/人・分)	6.3	4.0
労働生産性 (kg/人・分)	3.8	1.4

イ 平成 28 年春季の操業における定置船搭載型ワカメ刈取り装置の評価
大槌で、装置を導入した前後の経営調査と併せて分析を行う予定としている。

(2) ワカメ自動間引き装置を導入した場合の経営効率化試算

平成 26 年度に経営調査を行った県内 A 地区 (実証試験未実施地区) の生ワカメ出荷漁家のデータを既存生産方法としてワカメ自動間引き装置を導入した場合の効率化試算結果を表 2 に示した。

ワカメ自動間引き装置は、開発したメーカーの想定販売価格は 1 台 30 万円、想定実耐用年数 10 年とのことからこれを用いて計算した。自動間引き装置使用による間引き作業時間は、これまでの手作業との比較から約 40~60%に短縮できるとみられることから、装置使用により間引き作業時間は 50%程度と仮定し、平成 26 年度に実施した生ワカメ出荷漁家の年間養殖作業時間に占める間引き作業時間の平均割合 12.8%が 6.8%に削減されるとして、投下労働時間を試算した。

装置導入により、追加コスト発生による所得が減少するものの、投下労働時間が減少することから、投下労働時間当たりの所得が改善する可能性があり、大型船を用いて大規模な養殖生産を行うことでさらにその所得の改善が多く見込まれると考えられた。

表2 ワカメ自動間引き装置を導入した場合の経営効率化試算

(中央水産研究所による試算)

	既存生産方法 ^{*1}	技術開發生産方法	
		間引き装置導入 従来規模	間引き装置導入 大型船想定 ^{*4}
生産量(t)	33	33	240
単価(円/kg)	86	86	86
費用(千円)	1,550	1,550	11,260
追加コスト(千円) ^{*2}		30	30
所得(千円) ^{*3}	1,304	1,274	9,443
売上高所得率	0.457	0.446	0.455
投下労働時間	1,311	1,222	8,876
投下労働時間当たり所得	995	1,043	1,064
時給改善度合い		4.828%	6.956%

※1 県内 A 地区の生ワカメ出荷漁家のデータ

※2 ワカメ自動間引き装置 1 台 30 万円、耐用年数 10 年

※3 家族見積労賃を所得に含む

※4 kg 当たりの生産費用を既存生産方法と同じとし、規模の経済性は考慮していない。

<今後の問題点>

- ・ワカメ養殖経営体は規模や出荷形態で、労働時間が異なることから、開発された間引き装置や刈取り装置等の省力化機器を中心とした効率化システム導入には、経営改善効果が見込める条件等を吟味する必要がある。
- ・実証経営体で、実用規模で省力化機器導入し使用した上で、経営改善効果を実測し実証する必要がある。

<次年度の具体的計画>

- ・平成 27 年度に収集した漁家経営データや作業等の分析
- ・効率化システムの普及活動及び導入前経営調査の実施

<結果の発表・活用状況等>

- ・ワカメ等の大規模海藻養殖の効率化システムの導入評価(平成 27 年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究」第 1 回推進会議)
- ・ワカメ等の大規模海藻養殖の効率化システムの導入評価(平成 27 年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究」第 2 回推進会議)

研究分野	1 水産業の経営高度化・安定化のための研究開発	部名	企画指導部
研究課題名	(3)本県主要水産物のマーケティングに関する研究(ホタテガイ、カキ)		
予算区分	県単（水産物品質管理推進事業費）		
試験研究実施年度・研究期間	平成 26 年度～平成 30 年度		
担当	(主) 平嶋 正則 (副) 田中 一志		
協力・分担関係	広域振興局水産部・水産振興センター、漁業協同組合		

<目的>

本県の主要養殖生物であるホタテガイ、カキは、東日本大震災の被害により生産量が激減し、復旧・復興事業で漁船や施設など生産体制は回復しているものの、震災後、市場において失ったシェアや新たに得た流通体制などの状況や価格動向については把握・解析されていない。一部の養殖漁家では新たな流通販売への取組みがみられるが、経営体として脆弱な養殖漁家の所得向上には、生産部門だけではなく価格対策などの販売流通面からの経営方策が必要である。

そこで、ホタテガイ、カキの流通をモニタリングし、震災後のシェアを再確認するとともに、価格向上やニーズにあった出荷体制等を提案し、養殖漁家所得の向上を図る。

<試験研究方法>

- ・ホタテガイ、カキ市場シェア調査

平成 26 年度に引き続き、震災前後のホタテガイ、カキの流通状況について、漁業・養殖業生産統計や東京中央卸売市場年報等の既存の統計資料等を用いて、本県の震災後における生産状況やシェアについて調査し、震災の影響把握を行った。

<結果の概要・要約>

岩手県のホタテガイ、カキは、出荷まで2～3年の養殖期間を要することから、海藻類養殖と比較して震災後の生産量の回復は遅れている。震災前5ヶ年(H18～H22)の平均と平成 26 年の生産量を比較すると、ホタテガイでは55%、カキでは40%の回復に留まり、約70%程度まで回復した海藻類養殖と比べると遅れがみられる。

養殖ホタテガイや養殖カキは流通形態や仕向けが多様でありシェアを把握するのが難しいが、震災前から、ホタテガイは北海道、カキは広島県が圧倒的なシェアを占めており、漁業生産統計で国内生産への震災の影響をみると、ホタテガイは24年までに震災前の国内生産量まで概ね回復し、カキは宮城県や本県の震災による減産で国内生産量は2割程度減少となったものの、26年には1割程度の減少にまで回復している。

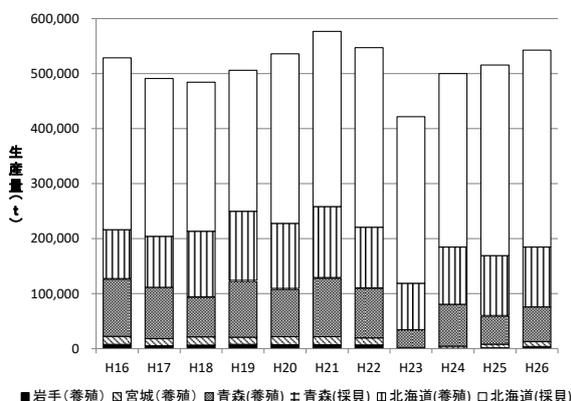


図1 ホタテガイの主産道県別生産量推移

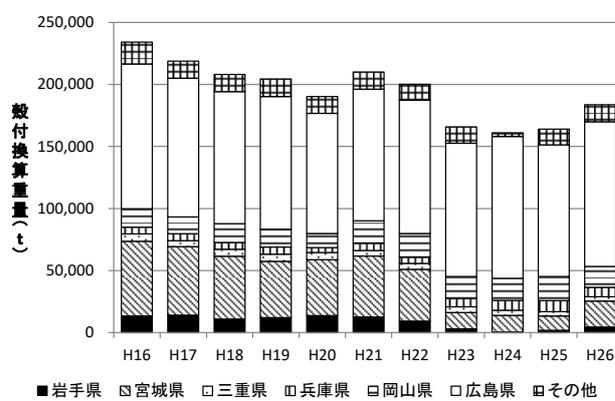


図2 養殖カキの主産県別生産量推移

(図1, 2 漁業・生産統計から作成)

シェア把握の一例を挙げると、震災前から、本県産の養殖カキは、東京都中央卸売市場で概ね10月～1月に殻付きカキとして、圧倒的なシェアを占めることが特徴であった。震災前5ヶ年(平成18～22年)と平成27年の月別上場量シェアの状況を比較したところ、殻付きカキは兵庫県、宮城県のシェアが増えたものの、岩手県の出荷量回復に伴い、引き続きこれらの生産地と競合すると考えられる(図3、4)。

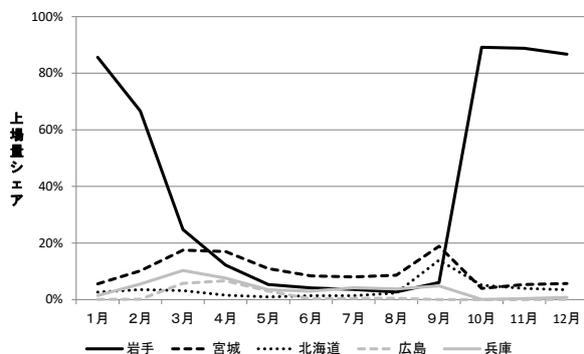


図3 殻付きカキ産地月別上場量シェア
(震災前 H18～H22 平均)

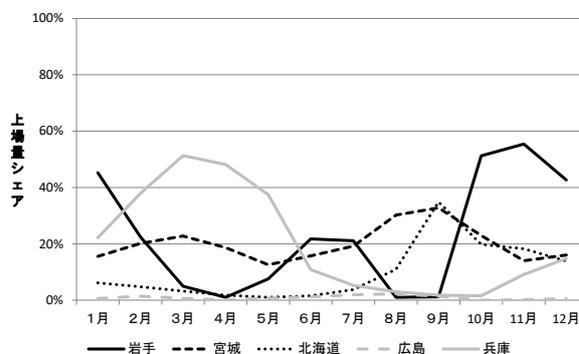


図4 殻付きカキ産地月別上場量シェア
(H27年)

(図3～4 東京中央卸売市場年報から作成)

<今後の問題点>

- ・統計等既存資料のみの分析に留まっており、具体的な事例の研究を進める必要がある。

<次年度の具体的計画>

- ・カキ・ホタテガイの市場の統計データ等によるシェアの変動調査
- ・県内業者のカキ・ホタテガイの流通等のモニタリング調査

<結果の発表・活用状況等>

研 究 分 野	2 全国トップレベルの安全・安心を確保する技術の開発	部 名	漁場保全部
研 究 課 題 名	(1) 毒化した二枚貝の麻痺性貝毒減衰時期予測、及びシストの分布と二枚貝養殖漁場の環境評価		
予 算 区 分	県単 (水産物品質管理推進事業・漁場保全総合対策事業)、国庫 (貝毒の安全性の確保)、国庫 (貝毒検査新技術開発事業)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 26 年度～平成 30 年度		
担 当	(主) 加賀 新之助 (副) 加賀 克昌、渡邊 志穂、内記 公明		
協 力 ・ 分 担 関 係	(国研) 水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所、沿岸地区漁業協同組合、県漁業協同組合連合会、長崎大学、北里大学、国土交通省		

<目的>

東日本大震災後に貝毒原因プランクトンの大量発生によりホタテガイ等の毒化現象が問題となっている。特に、大船渡湾では震災前より麻痺性貝毒でホタテガイが高毒化したため、周年にわたる出荷自主規制を余儀なくされ、復興の妨げとなっている。

そこで、出荷自主規制解除時期の予測により、計画的な出荷再開が可能となることから、毒化した二枚貝の麻痺性貝毒減衰時期予測式を作成する。また、震災後、麻痺性貝毒原因プランクトンの休眠胞子(シスト)が存在する海底が攪(かく)乱されたことから、県内5湾のシスト分布を明らかにする。さらに、国交省主催の湾口防波堤設置に関する検討会において、環境に配慮した新しい湾口防波堤の評価に係る基礎的知見(溶存酸素量(DO)、クロロフィルa量及び麻痺性貝毒原因プランクトンのシストの分布状況等)を提供する。

<試験研究方法>

1 毒化した二枚貝の麻痺性貝毒減衰時期予測(毒化したマガキ及びホタテガイの毒量減衰率の比較)

(1) マガキの毒量減衰率

マガキの毒量減衰率は、平成10～13年に大船渡湾清水定点(図1)の水深10m付近に垂下したマガキについて、機器分析法(HPLC法)により得られた可食部麻痺性貝毒データを用いて決定した。すなわち、毒量データから最高値となった日付を確定し、この日以降の毒量と最高日からの減衰時間(日)を抜き出した。既報に従って、毒量の自然対数値と減衰時間との間で回帰分析を行い、年ごとに回帰式を求めた。この回帰式よりマガキの毒量減衰率を求めた。

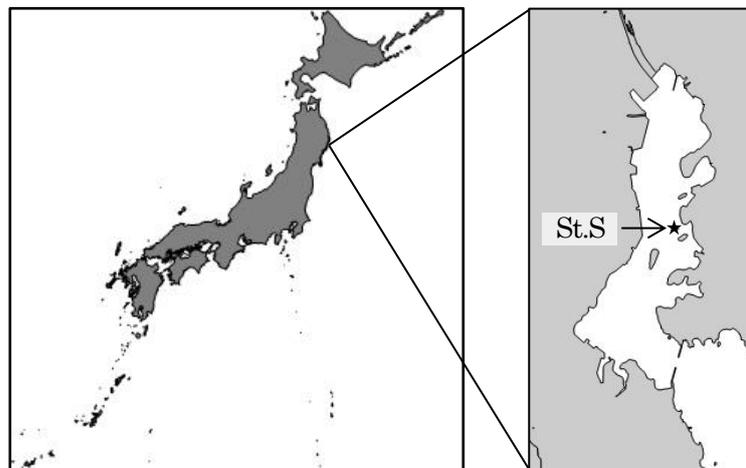


図1 大船渡湾清水定点 (St.S)

※背景図には国土地理院の基盤地図情報を使用

(2) 毒化したマガキとホタテガイの毒量減衰率の比較

大船渡湾清水定点 (図 1) において、養殖いかだの表層 3~4m に 4 月下旬に垂下したマガキ及び中層 8~12 m に 5 月中旬に垂下したホタテガイを試験に用いた。アレキサンドリウム属タマレンセ (以後、「タマレンセ」) 遊泳細胞の消滅後にマガキ及びホタテガイを月 1~5 回、それぞれ 5 個体取り上げて 1 検体とし、中腸腺麻痺性貝毒検査を実施した。検査は、機器分析法 (HPLC 法) により、マガキ 12 検体及びホタテガイ 10 検体の合計 22 検体について実施した。なお、麻痺性貝毒の機器分析は、北里大学海洋生命科学部の佐藤繁教授にご協力いただいた。

2 シスト分布 (震災直後の分布地図作成・シスト分布調査)

(1) 沿岸のシスト分布地図作成

シスト分布地図作成のための現地調査は、平成 24 年 9 月に久慈湾、山田湾、大槌湾、唐丹湾及び広田湾に設けた定点 (図 2) で実施した。なお、海底泥は、水産総合研究センター東北区水産研究所が平成 24 年度被害漁場環境調査事業 (水産庁) において、(株) いであに委託し採取した泥の一部を、同所の神山孝史博士より分与いただいた。

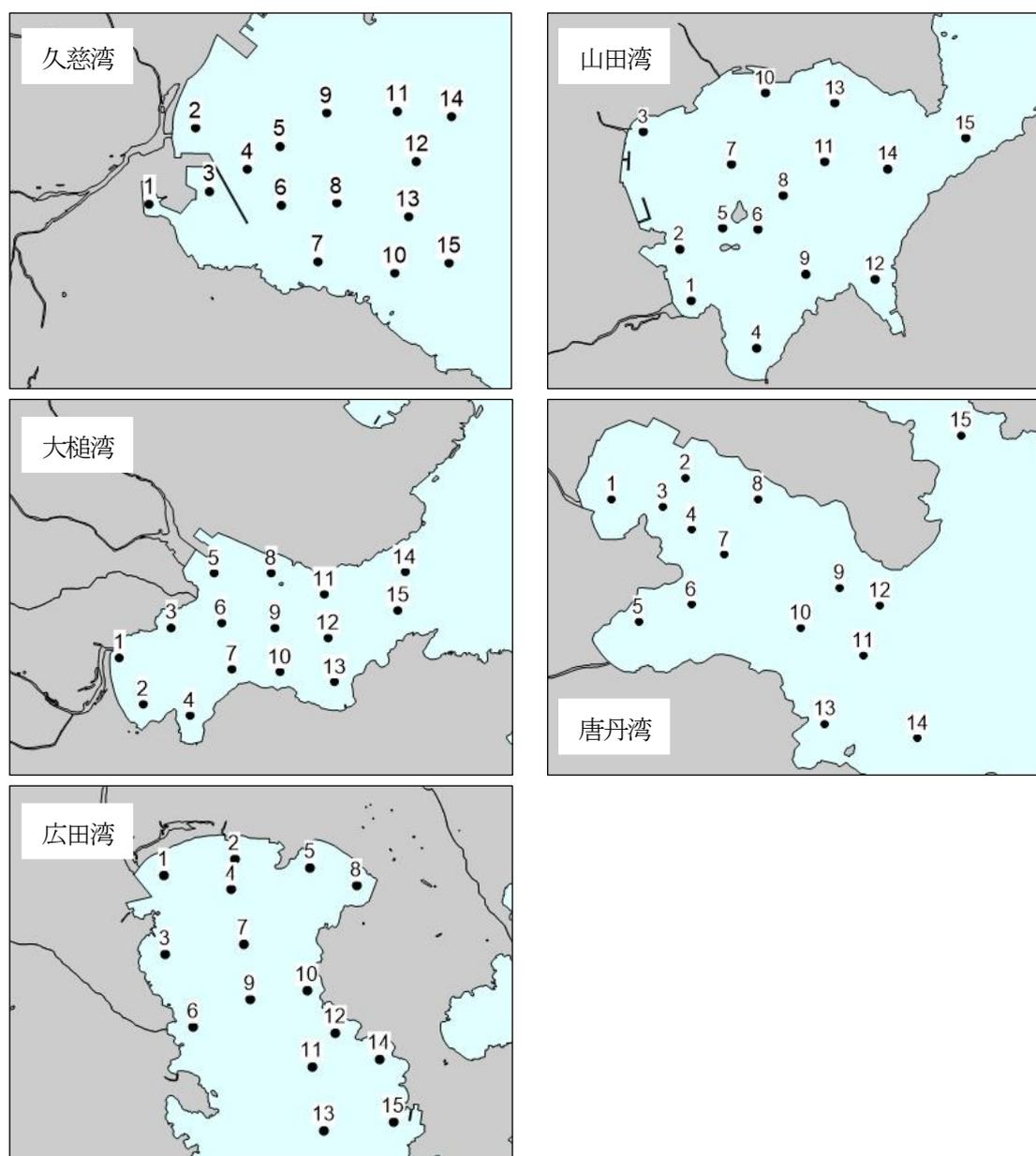


図 2 沿岸 5 湾のシスト調査定点 (図中の数字は定点番号)

※背景図には国土地理院の基盤地図情報を使用

採泥は、各定点において KK 式コア採泥器（柱状採泥器）を用いて同一定点で 2 回採取し、表層 2 cm を 1 つのサンプル瓶に入れた。船上ではこれを冷暗所で保管し、実験室において、試料をよく攪拌した後、一部（10～20 g）を容量 40～50 mL の PP 製広口容器に移し、乾燥を防ぐため、フタにシーリングを施し冷蔵保存した（2～5℃）。柱状採泥器で採取できない場合（海底が砂質）には、スミスマッキンタイヤー型採泥器あるいは、エクマンバージ型採泥器を用い、1 回の採取で得られた堆積物試料に内径 30 mm のアクリル製の円筒を上部から 3 回以上差し込み、表層 2 cm の試料を同一のサンプル瓶に入れ、上述のとおり保存した。

海底泥試料は、Yamaguchi et al. (1995) に従い、プリムリン溶液で染色し、落射蛍光顕微鏡下でタマレンセとアレキサンドリウム属カテナラ（以後、カテナラ）の特徴である長楕円形のシストを計数した。計数は 3 回行い、平均値を算出した。また、Kamiyama (1996) に従い、泥の比重を測定し、単位体積（ cm^3 ）当たりのシスト密度を算出した。さらに、底泥乾燥重量当たりのシスト密度も併せて算出した。なお、沿岸 5 湾のシスト分布地図作成には水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所の山口峰生博士にご協力いただいた。

（2）大船渡湾シスト分布調査（長崎大学、北里大学との共同研究）

平成 27 年 9 月 7 日に大船渡湾（14 定点）でエクマンバージ型採泥器を用い、1 回の採取で得られた堆積物試料の表層底泥（0～3 cm 程度）を採取した。海底泥試料は、濃塩酸とフッ化水素酸を用いる Matsuoka and Fukuyo (2000) の方法に従い試料を調製した後、一定量を光学顕微鏡下で観察してタマレンセタイプのシストを計数した。その後、底泥乾燥重量当たりのシスト密度を算出した。

3 二枚貝養殖漁場の環境評価

国土交通省が主催している平成 24～25 年度大船渡港湾口防波堤復旧に係る環境保全効果検証検討会において、漁協や漁業関係者から震災後の貝毒による出荷自主規制期間長期化の原因や沈静化時期について事務局に質問があった。そこで、平成 24～26 年度に引き続き、長崎大学、北里大学及び当センターが上記 2（2）の大船渡湾シスト分布調査で実施した 4 年分（平成 24～27 年度）の結果について取りまとめた。

<結果の概要・要約>

1 毒化した二枚貝の麻痺性貝毒減衰時期予測（毒化したマガキ及びホタテガイの毒量減衰率の比較）

（1）マガキの毒量減衰率

毒量と減衰時間との相関関係を調べたところ、平成 10～12 年の 3 年間に有意な負の相関関係が認められた（ $p < 0.05$ ）（表 1）。各年の回帰分析を行ったところ、回帰係数が有意で、精度の高い（ $r^2 = 0.853 \sim 0.995$ ）回帰式が得られた（図 3）。これにより、マガキの毒量減衰率が 1 日当たり $10.8 \pm 2.4\%$ （平均値±標準偏差）であることを示した。なお、本研究結果については、平成 27 年 11 月 19 日に宮城県塩釜市で開催された第 16 回日仏海洋学会シンポジウムにおいて口頭発表した。

表 1 毒量と減衰時間の相関分析

年	データ数 (n)	ピアソン相関係数 (r)	有意性 (P)
1998	5	-0.990	**
1999	3	-0.998	*
2000	6	-0.924	**
2001	3	-0.920	NS

NS 有意差なし, * $0.01 \leq P < 0.05$, ** $0.001 \leq P < 0.01$

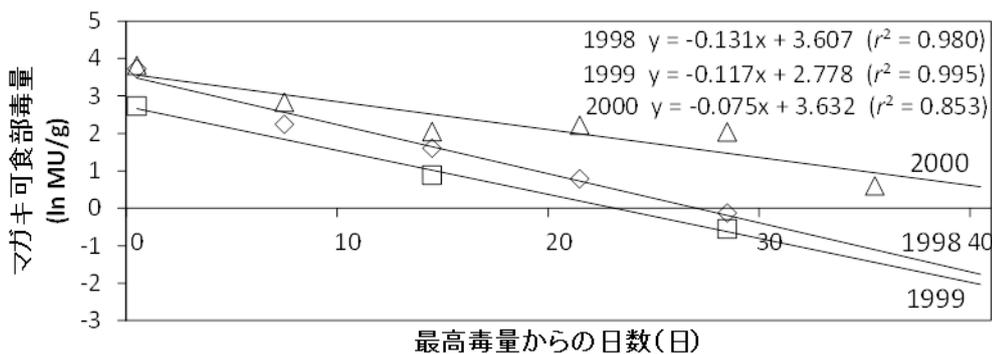


図3 各年の毒量減衰（回帰分析）

(2) 毒化したマガキとホタテガイの毒量減衰率の比較

表2及び表3に貝毒分析結果を示す。マガキ及びホタテガイの毒量は、期間を通して出荷自主規制値未満であり、毒化しなかったことから、マガキとホタテガイの毒量減衰率の比較はできなかった。毒化しなかった原因は、マガキを垂下した時期（4月下旬）はタマレンセのピーク時期と重なったが、図4に示したとおり、マガキの垂下層では、タマレンセの出現数が非常に少なかったためと考えられた。一方、ホタテガイは垂下した時期（5月中旬）が、タマレンセの消滅時期であったため毒化しなかったものと考えられた。

表2 大船渡湾におけるマガキの麻痺性貝毒検査結果（HPLCによる機器分析）

番号	採取場所	採取水深	採取年月日	計測値				中腸腺(g)	検査年月日	麻痺性貝毒(MU/g)		中腸腺割合(%)	備考
				個体数	平均殻長(cm)	平均殻高(cm)	可食部重量(g)			中腸腺	可食部(換算値)		
1	清水定点	3-4m	H27.5.25	5	66.4	104.9	150.0	6.4	H28.1.21-22	31.6	1.3	4.2	
2	清水定点	3-4m	H27.6.1	5	68.0	111.2	174.6	7.0	H28.1.21-22	35.7	1.4	4.0	
3	清水定点	3-4m	H27.6.5	5	72.3	111.2	156.3	6.0	H28.1.21-22	29.4	1.1	3.8	
4	清水定点	3-4m	H27.6.15	5	72.9	117.9	191.2	4.7	H28.1.21-22	33.0	0.8	2.5	
5	清水定点	3-4m	H27.6.22	5	73.2	117.6	217.6	4.2	H28.1.21-22	24.8	0.5	1.9	
6	清水定点	3-4m	H27.6.29	5	73.6	111.5	155.3	2.6	H28.1.21-22	30.0	0.5	1.7	
7	清水定点	3-4m	H27.7.3	5	68.4	122.4	140.6	1.9	H28.1.21-22	29.9	0.4	1.3	
8	清水定点	3-4m	H27.7.13	5	71.4	115.4	180.2	2.3	H28.1.21-22	29.5	0.4	1.3	
9	清水定点	3-4m	H27.7.21	5	73.8	117.8	158.0	2.2	H28.1.21-22	42.4	0.6	1.4	
10	清水定点	3-4m	H27.8.17	5	70.0	110.9	105.0	3.3	H28.1.21-22	5.5	0.2	3.1	
11	清水定点	3-4m	H27.8.24	5	65.4	113.1	98.5	3.6	H28.1.21-22	26.7	1.0	3.6	
12	清水定点	3-4m	H27.8.31	5	70.3	112.8	105.9	3.3	H28.1.21-22	12.0	0.4	3.1	

表3 大船渡湾におけるホタテガイ麻痺性貝毒検査結果（HPLCによる機器分析）

番号	採取場所	採取水深	採取年月日	計測値				中腸腺(g)	検査年月日	麻痺性貝毒(MU/g)		中腸腺割合(%)	備考
				個体数	平均殻長(cm)	平均殻高(cm)	可食部重量(g)			中腸腺	可食部(換算値)		
1	清水定点	8-12m	H27.5.25	5	71.8	70.3	65.1	5.7	H28.1.21-22	27.1	2.4	8.8	
2	清水定点	8-12m	H27.6.1	5	78.9	80.1	98.9	8.6	H28.1.21-22	19.7	1.7	8.7	
3	清水定点	8-12m	H27.6.5	5	79.2	77.7	98.8	7.3	H28.1.21-22	13.5	1.0	7.4	
4	清水定点	8-12m	H27.6.15	5	88.7	85.4	118.6	7.3	H28.1.21-22	11.1	0.7	6.2	
5	清水定点	8-12m	H27.6.22	5	85.9	83.8	115.5	6.2	H28.1.21-22	6.4	0.3	5.4	
6	清水定点	8-12m	H27.6.29	5	88.1	86.0	116.9	6.8	H28.1.21-22	16.2	0.9	5.8	
7	清水定点	8-12m	H27.7.3	5	88.4	86.2	127.2	6.4	H28.1.21-22	9.8	0.5	5.1	
8	清水定点	8-12m	H27.7.13	5	94.9	91.9	149.2	8.9	H28.1.21-22	28.9	1.7	5.9	
9	清水定点	8-12m	H27.8.17	5	100.3	99.1	184.2	9.5	H28.1.21-22	12.1	0.6	5.1	
10	清水定点	8-12m	H27.8.24	5	100.2	98.0	183.7	11.2	H28.1.21-22	12.9	0.8	6.1	

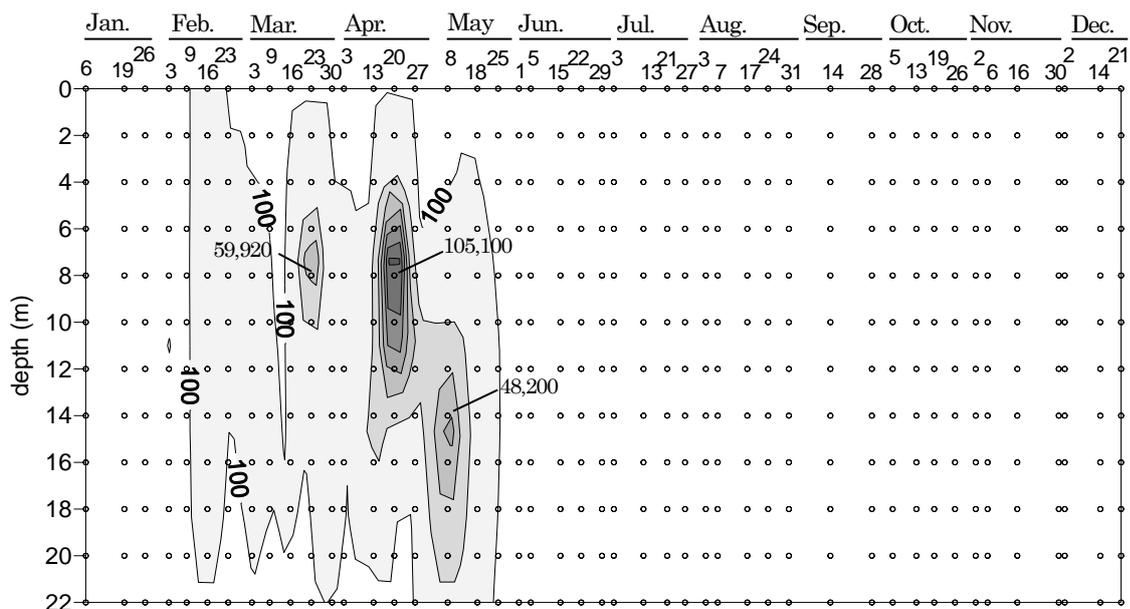


図4 平成 27 年の大船渡湾清水定点におけるタマレンセ鉛直分布の時系列変化

2 シスト分布（震災直後の分布地図作成・シスト分布調査）

(1) 沿岸のシスト分布地図作成

図5にタマレンセ/カテネラシストの分布地図を示す。また、表4に検査結果について、cysts/cm³及びcysts/乾重gの単位でまとめた。5湾のそれぞれ15定点で調査を行った結果、0~41 cysts/cm³(0~46 cysts/乾重g)の範囲であった(表4)。また、20 cysts/cm³を超えるシストの密度域は久慈湾のSt.1及びSt.3、大槌湾のSt.3、唐丹湾のSt.2及びSt.4、広田湾のSt.8で見られた(表4)。各湾の高密度域は久慈湾、大槌湾、唐丹湾及び広田湾は湾奥部、山田湾は湾口部に認められた(図5)。一般的にシストの分布密度は、湾中央部で低い傾向が見られた。

表4 沿岸5湾アレキサンドリウム属タマレンセ/カテネラのシスト計数結果(単位:cysts/cm³及びcysts/乾重)

定点	久慈湾		山田湾		大槌湾		唐丹湾		広田湾	
	cysts/cm ³	cysts/乾重g								
St1	20	21	0	0	0	0	0	0	0	0
St2	0	0	0	0	13	8	23	17	12	7
St3	36	46	0	0	22	19	11	9	0	0
St4	0	0	0	0	11	9	41	37	0	0
St5	0	0	0	0	18	24	0	0	13	10
St6	13	7	0	0	0	0	0	0	13	9
St7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St8	0	0	0	0	0	0	0	0	24	21
St9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St12	0	0	0	0	8	13	8	15	0	0
St13	0	0	9	10	12	8	0	0	0	0
St14	0	0	8	14	0	0	0	0	0	0
St15	0	0	0	0	0	0	25	15	0	0

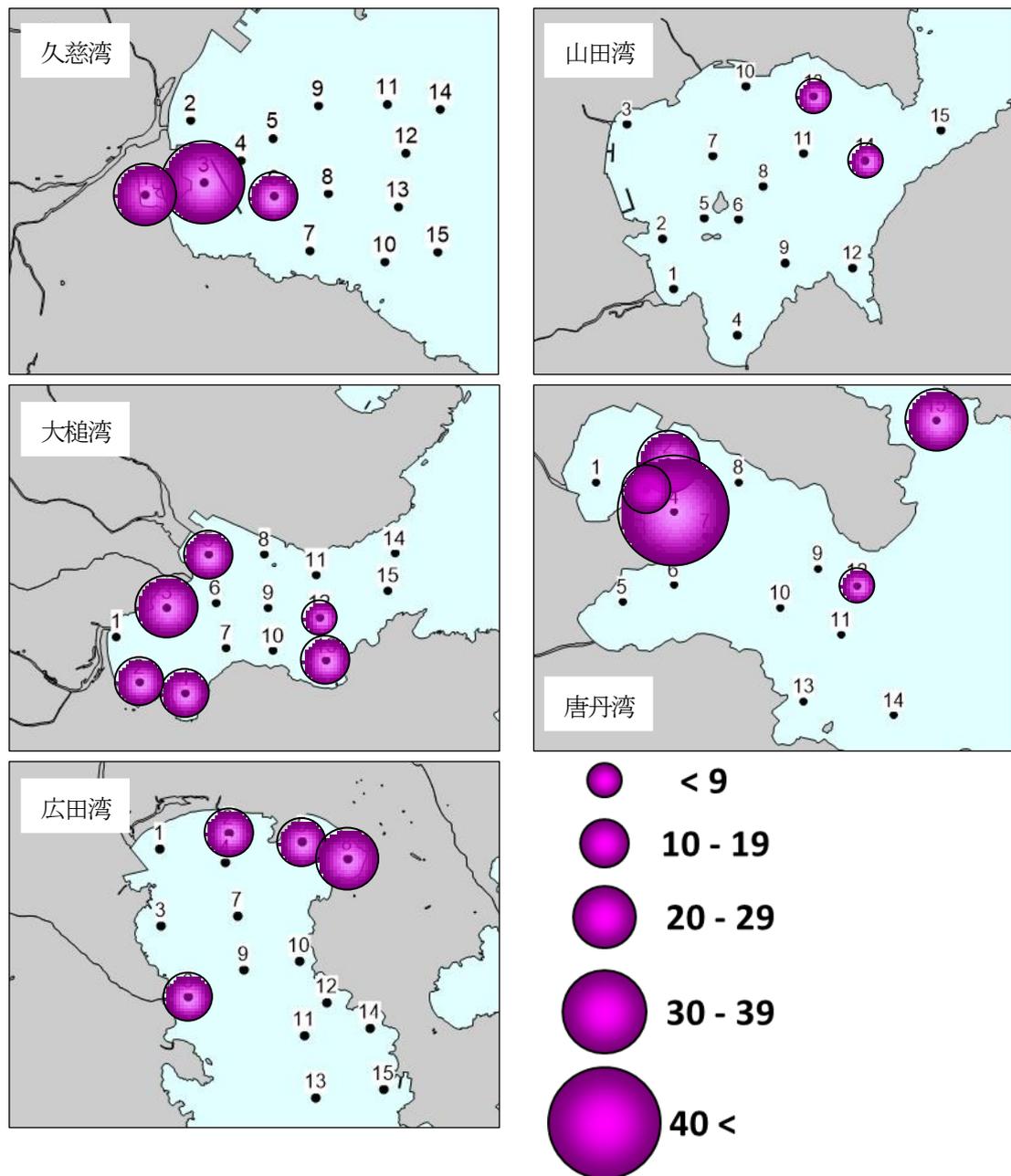


図5 沿岸5湾のアレキサンドリウム属タマレンセ/カテネラのシスト分布地図 (単位 : cysts/cm³)

※背景図には国土地理院の基盤地図情報を使用

(2) 大船渡湾のシスト分布調査

現在、北里大学にてシスト計数を実施中であり、結果がまとまり次第4年分の分布地図を掲載予定である。

なお、3年分の研究成果については、平成27年9月21日に開催された平成27年度日本水産学会理事会特別シンポジウムと平成28年3月12日に開催された北里大学海洋生命科学部・岩手県水産技術センター合同公開セミナーにて報告した。

3 二枚貝養殖漁場の環境評価

平成27年度大船渡港湾口防波堤復旧に係る環境保全効果検証検討会専門部会(平成28年2月15日盛岡市)及び検証検討会(平成28年3月10日大船渡市)において、上記2(2)のこれまでの成果を手持ち資料とした。

<今後の問題点>

1 毒化した二枚貝の麻痺性貝毒減衰時期予測（毒化したマガキの毒量減衰式作成）

マガキの毒量減衰式作成には各年の最高毒量と最高毒量から規制値付近に減衰するまでの日数を用いて回帰分析を行うため、4年以上のデータの蓄積が不可欠である。従って、今年度算出したマガキの減衰率の試験と同様の調査を実施し、減衰式作成を早急に行う必要がある。

2 シスト分布（震災直後の分布地図作成・シスト分布調査）

(1) 沿岸のシスト分布地図作成

シスト分布を考慮した漁場設置に役立てるため、得られた成果を現場に普及することが必要である。

別事業で実施した宮古湾、釜石湾についても海底泥を用いてシスト分布地図を作成するほか、今回取りまとめた久慈湾、大船渡湾、広田湾について、平成 25 年度以降の調査結果をまとめて、シスト分布状況を比較し、関係機関へ報告することが必要である。

(2) 大船渡湾のシスト分布調査

引き続き大船渡湾のシスト分布状況の推移を把握することが必要である。

3 二枚貝養殖漁場の環境評価

引き続き大船渡湾を対象として、シストを含む環境データ（底質等）を調査・解析し、シスト分布に基づく湾口防波整備前後の推移及び比較による環境評価を行うことが必要である。

<結果の発表・活用状況等>

- ・ホタテガイに蓄積した麻痺性貝毒の現場における減衰予測（Fish Sci）
- ・岩手県沿岸内湾域の底質変化（日本水産学会誌）
- ・大船渡湾における震災前後の水質環境（J Oceanogr）
- ・大船渡湾の長期水質変動特性の把握（土木学会論文集）
- ・大船渡湾における植物プランクトン群集組成の変化（J Oceanogr）
- ・岩手県沿岸域における有毒プランクトンの挙動と貝毒の問題（平成 27 年度秋季水産学会水産環境保全委員会企画研究会 日本水産学会秋季大会講演要旨集）
- ・岩手県大船渡湾における有毒渦鞭毛藻アレキサンドリウム属タマレンセにより毒化したマガキの毒量減衰について（第 16 回日仏海洋学シンポジウム）
- ・岩手県における麻痺性貝毒の問題について（平成 27 年度岩手県三陸研究論文）
- ・岩手県沿岸域における麻痺性貝毒原因プランクトンの挙動と貝毒の問題（東北ブロック水産業関係研究開発推進会議 貝毒研究分科会）
- ・東日本大震災が岩手県大船渡湾における麻痺性貝毒原因渦鞭毛藻の発生・増殖に与えた影響（平成 27 年度日本水産学会理事会特別シンポジウム）
- ・東日本大震災・津波が麻痺性貝毒原因渦鞭毛藻の発生・分布に及ぼした影響（第 5 回北里大学海洋生命科学部・岩手県水産技術センター合同公開セミナー）
- ・大船渡湾における震災前後の水質環境（東北マリンサイエンス拠点形成事業 TEAMS 国際シンポジウム）
- ・大船渡湾の水質は震災前後でどう変化したか（第 5 回北里大学海洋生命科学部・岩手県水産技術センター合同公開セミナー）
- ・貝毒リスク管理措置の見直しに向けた研究（平成 27 年度レギュラトリーサイエンス新技術開発事業に係る研究報告書）
- ・岩手県沿岸における麻痺性貝毒原因プランクトンの挙動と貝毒の問題（平成 27 年度東北ブロック水産業関係研究開発推進会議沿岸漁業資源部会・分科会報告書）
- ・貝毒原因プランクトンの調査結果（県水産関係者、県漁連、関係漁協等に情報提供。的確な貝毒の監視及び

安全な貝類の流通に活用)

- 自家消費者に向けても情報を提供し注意を促すとともに、生産者による貝毒検査と毒化に伴う二枚貝の出荷自主規制措置により有効に活用
- 麻痺性貝毒減衰時期予測（関係漁協で説明。中毒事故の未然防止及び計画生産に活用)

研究分野	2 全国トップレベルの安全・安心を確保する技術の開発	部名	漁場保全部
研究課題名	(2) カキのノロウイルス汚染による食中毒事故の発生リスク低減に関する研究		
予算区分	国庫（水産物品質管理推進事業）		
試験研究実施年度・研究期間	平成 23 年度～平成 30 年度		
担当	(主) 加賀 克昌 (副) 内記 公明		
協力・分担関係	関係漁業協同組合、岩手県環境保健研究センター		

<目的>

ノロウイルス（以下、「NV」）による食中毒は、食中毒原因のトップとされる。その感染原因の一つとして、NVに汚染されたマガキ等二枚貝類の生食、あるいは不十分な加熱調理後の摂食が挙げられ、マガキ（以下、「カキ」）の生産段階におけるNVに由来するリスク管理が求められている。

このため、カキ養殖漁場におけるNVの分布実態を把握するとともに、カキ養殖漁場におけるNVの汚染予測手法を開発し、NVによるカキの汚染リスク低減のための漁場管理方法を提示することを目的とする。

<試験研究方法>

- ・湾奥に流入河川のある漁場において、カキに蓄積するNVの動態と漁場環境の関係を明らかにするため、1 定点（河口から漁場までの距離は約 3km）を設定した。
- ・平成 27 年 9 月にカキを収容した籠を各定点の上層（水深 2m 層）、下層（10m 層）に 10 籠ずつ垂下し、その後、平成 28 年 2 月まで、月に 2 回、毎回 1 籠ずつ取り上げ、NV 検査の検体とした。検体採取と同時に、水温、塩分、溶存酸素を多項目水質計（AAQ176-RINKO、JFE アドバンテック）を用い、現場で船上から鉛直観測を行った。
- ・採取したカキは、脱落またはへい死した個体を除き 1 検体につき 3 個とし、カキ中腸腺内の NV を検査した。検査は nested PCR 法（以下、「定性法」）と realtime PCR 法（以下、「定量法」）により、岩手県環境保健研究センターが実施した。なお、NV は遺伝子配列の類似性から I～V の 5 つの遺伝子グループに分類されており、本調査では人間への感染で主流となる G I と G II についてのみ検査を実施した。
- ・これまでの岩手県環境保健研究センターの調査結果から、冬季から春季にかけての感染性胃腸炎の原因の多くは NV であることが知られており、陸上における NV 流行の目安として感染性胃腸炎の定点患者数（地域において指定された医療機関 1 機関あたりの平均患者数）とカキに含まれる NV の推移を比較検討した。

<結果の概要・要約>

1 養殖カキに含まれる NV 検査結果

養殖カキの NV は 2 月 16 日に 2 m 層で 1 回のみ検出された。調査期間を通じて、汚染度合は低調傾向であったが、昨年度と同様に表層のみで検出されていることから、鉛直混合の発達する冬期間であっても比重の軽い陸水の影響を受けてカキが汚染されていると考えられた。

表 1 カキの NV 検査結果（検出率：陽性個体数／検査個体数）

採取年月日	G I		G II	
	2 m 層	10 m 層	2 m 層	10 m 層
H 2 7 . 1 0 . 0 5	0 / 3	0 / 3	0 / 3	0 / 3
H 2 7 . 1 0 . 1 9	0 / 3	0 / 3	0 / 3	0 / 3

H27. 11. 05	0/3	0/3	0/3	0/3
H27. 11. 16	0/3	0/3	0/3	0/3
H27. 11. 30	0/3	0/3	0/3	0/3
H27. 12. 14	0/3	0/3	0/3	0/3
H28. 01. 04	0/3	0/3	0/3	0/3
H28. 01. 18	0/3	0/3	0/3	0/3
H28. 02. 01	0/3	0/3	0/3	0/3
H28. 02. 16	0/3	0/3	1/3	0/3

2 漁場環境調査結果（水温、塩分等）

調査開始時の 10 月上旬の表層（0m）は 17℃台で、その後は平年並からやや高めに推移する傾向が見られ、調査終了時の 2 月中旬には 0～10m 層で 6～8℃台となった。表層の塩分は昨年度と同様に 33 を下回ることが多く、陸水の影響を受けて塩分が低下する漁場であることが示唆された。

3 陸上における感染胃腸炎の流行とカキに含まれる NV の関係について

対象海域の後背地を含む地域における感染性胃腸炎の定点患者数は、調査開始時の 10 月上旬から何度か増加・減少を繰り返しながら増加し、例年同様に冬季に流行する傾向が見られた。カキとの関係では、昨年度の調査結果から、定点患者数が 2 週連続して 5 人を超えてから 1 ヶ月後を目安として関係者に貝の汚染に関する注意情報を提供していたが、今年度の調査では約 1 ヶ月半後に NW が検出された。対象海域では、陸上の定点患者数の推移が地域全体の NV の流行を反映し、その NV が陸水を通じて湾内に入ることにより、陸水の影響を受けやすい養殖漁場の 2m 層のカキに蓄積したと考えられた。

表 2 感染性胃腸炎の流行、漁場環境とカキ（水深 2m 層）の NV 検査結果

採取年月日	直近の感染性胃腸炎患者数(人)	表層水温(℃)	表層塩分	NV 検出率 (陽性個体数/検査個体数)	
				G I	G II
H27. 10. 05	3.75	17.9	30.07	0/3	0/3
H27. 10. 19	3.75	18.0	32.34	0/3	0/3
H27. 11. 05	3.50	15.5	33.24	0/3	0/3
H27. 11. 16	5.50	15.4	31.85	0/3	0/3
H27. 11. 30	3.75	13.1	31.49	0/3	0/3
H27. 12. 14	6.25	11.3	29.82	0/3	0/3
H28. 01. 04	7.25	8.9	31.64	0/3	0/3
H28. 01. 18	7.50	9.0	33.09	0/3	0/3
H28. 02. 01	9.00	8.3	33.11	0/3	0/3
H28. 02. 17	8.75	6.8	32.19	0/3	1/3

<今後の問題点>

対象海域では、養殖漁場のカキに含まれる NV の動態と陸域における人間の感染性胃腸炎の流行との関連が認められ、定点患者数の推移はカキの NV 汚染リスクを予測する有効な指標と考えられた。しかし、NV は年によって流行が大きく異なるため、今後も調査を継続し、NV 汚染の指標となる定点患者数の推移とカキから NV が検出されるまでの期間を検討する必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

当該海域の調査は平成 27 年度で終了するが、感染性胃腸炎の定点患者数に基づく注意情報については、引き続き漁業関係者に提供する。また、他の海域において、漁業関係者、関係機関と協議のうえ、平成 27 年度と同様の調査を実施する予定。

＜結果の発表・活用状況等＞

- ・漁場環境調査結果（県水産関係者、関係漁協へ報告。計画的かつ安全なカキの出荷の参考資料として活用）
- ・感染性胃腸炎流行状況（県水産関係者、関係漁協へ報告。計画的かつ安全なカキの出荷の参考資料として活用）

研 究 分 野	3 生産性・市場性の高い増養殖技術の開発	部 名	漁業資源部
研 究 課 題 名	(1) 秋サケ増殖に関する研究 ①増殖・管理技術の開発・改善		
予 算 区 分	県単 (さけ・ます増殖事業)、国庫委託 (食料生産地域再生のための先端技術展開事業)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 24 年度～平成 30 年度		
担 当	(主) 小川 元、山根 広大、川島 拓也		
協 力 ・ 分 担 関 係	水産振興課、(国研) 水産総合研究センター (北海道区水産研究所、東北区水産研究所、水産工学研究所)、北海道さけます内水試、北里大学、北海道大学、東京大学、岩手県さけ・ます増殖協会、唐丹町漁業協同組合		

<目的>

岩手県の秋サケ回帰尾数は、平成 8 年度をピークに今日まで低迷しており、その回復が急務の課題となっている。一方、サケの生活史において、人為的に関与できる時期は種苗生産および稚魚放流の時期のみであることから、同時期の人為的対応策が求められているところである。

本研究では、人為的に関与できる種苗生産・放流技術について、民間ふ化場の事業規模で試験・研究が可能な大規模実験施設を整備し、最適飼育環境の検証を行うとともに、低回帰率時代の海洋環境に対応した放流時期、放流サイズ等に関する最適放流手法の検証を行う。さらに、稚魚放流後の初期減耗を緩和するための海水馴致放流技術の有効性の検証やふ化場の生産能力に依存しない放流手法の検証を行う。これらの種苗生産・放流の改良・開発により得られた技術を民間ふ化場に移転することにより、秋サケ回帰尾数回復を図ることを目的とする。

<試験研究方法>

1 サケ大規模実証試験施設での種苗生産・放流技術の開発

平成 27 年度は、唐丹湾に放流された平成 26 年級の稚魚の成長・生残状況を調べ、最適飼育密度の検証を試みたほか、平成 26 年度に引き続き、飼育密度が回帰率に与える影響を調べるため、耳石温度標識を施した後に異なる 3 つの飼育密度下での飼育を行い、放流した。

(1) 平成 26 年級稚魚の追跡調査

平成 26 年級稚魚の放流後の成長・生残等を比較するため、唐丹湾で平成 27 年 3 月 6 日から旬に 1 回の頻度で漁業指導調査船北上丸による火光利用敷網調査を実施し、幼稚魚を採集した。得られた幼稚魚サンプルは尾叉長・体重を測定後、耳石を採取し、耳石温度標識から低密度区 (10 kg/m³)、密度対照区 (20 kg/m³)、高密度区 (30 kg/m³) の個体を判別した。

(2) サケ大規模実証試験施設での標識魚の飼育・放流

○ 卵管理

唐丹町漁協が平成 27 年 11 月 16 日 (第 1 期群) と 12 月 14、16、18、21 日 (第 2 期群) に採卵し、片岸第三ふ化場で発眼期まで管理し、検卵機で一度検卵した群を用いた。

第 1 期は、平成 27 年 12 月 10 日に積算水温 296.7℃の発眼卵を 635,000 粒搬入し、それぞれ 159,000 粒 (稚魚飼育で 15kg/m³区、以下「低密度区」とする)、212,000 粒 (20kg/m³区、「密度対照区」)、265,000 粒 (25kg/m³区、「高密度区」) の 3 群に分けて卵管理した。低密度区、密度対照区の卵はそれぞれを直接 1 つの 50 万粒用ボックス型ふ化槽に、高密度区の卵は浮上槽 2 つにほぼ均等にして収容し、それぞれ耳石温度標識を施した。低密度区、密度対照区は耳石温度標識処理が終了後それぞれ 2 つの浮上槽にほぼ均等に分けて収容した。

第 2 期は、平成 28 年 1 月 15、18、23 日にそれぞれ積算水温 282.7℃、284.4℃・304.9℃・312.9℃、287.5℃・326.2℃の発眼卵を 635,000 粒搬入し、それぞれ 212,000 粒 (稚魚飼育で 20kg/m³区、以下「密度対照区」とする)、265,000 粒 (25kg/m³区、高密度区)、159,000 粒 (15kg/m³区、低密度区) の 3 群に分けて卵管理した。

低密度区、高密度区の卵はそれぞれを直接 1 つの 50 万粒用ボックス型ふ化槽に、低密度区の卵は半数ずつ 2 つの浮上槽に収容して耳石温度標識を施した。密度対照区、高密度区の卵は耳石温度標識処理の終了後それぞれ 2 つの浮上槽にほぼ均等に分けて収容した。また、第 2 期は卵の収容後にミズカビが発生し、卵の数が設定した密度と異なってしまったため、15 kg/m³区（低密度区）を 20 kg/m³区（密度対照区）に、20 kg/m³区（密度対照区）を 12kg/m³区（低密度区）に、25kg/m³区（高密度区）を 22kg/m³区（高密度区）に変更した（表 1、2）。

表 1 サケ大規模実証試験施設の卵管理

	採卵日	搬入日	収容 卵数(粒)	積算 水温(°C)	収容場所	試験区名	収容密度 (kg/m ³)	ハッチコード
第 1 期	平成27年11月16日	平成27年12月10日	159,000	296.7	ボックス型ふ化槽	低密度区	15	2,2,4H
			212,000	296.7	ボックス型ふ化槽	密度対照区	20	2,4,3H
			265,000	296.7	浮上槽	高密度区	25	2,4H2
第 2 期	平成27年12月14日	平成28年1月18日	55,250	312.9	ボックス型ふ化槽	高密度区	22	2,4H
	平成27年12月16日	平成28年1月15日	212,000	282.7	ボックス型ふ化槽	低密度区	12	2,2,3,2H
	平成27年12月16日	平成28年1月18日	15,470	304.9	ボックス型ふ化槽	高密度区	22	2,4H
	平成27年12月18日	平成28年1月18日	194,280	284.4	ボックス型ふ化槽	高密度区	22	2,4H
	平成27年12月18日	平成28年1月23日	38,355	326.2	浮上槽	密度対照区	20	2,2,4H2
	平成27年12月21日	平成28年1月23日	120,645	287.5	浮上槽	密度対照区	20	2,2,4H2

○ 耳石温度標識

耳石温度標識処理はタカツ電機商会製耳石温度標識システム TR-H200DCHAS を用いた。耳石温度標識は原水温から一定時間、約 4°C 下げた水に浸漬することで施標した。

第 1 期の標識処理方法は、積算水温 296.7°C から開始し、低密度区が 2, 2, 4H、密度対照区が 2, 4, 3H、高密度区が 2, 4H2 とした。高密度区のみふ化後の処理は、ふ化後 6 日目の積算温度 624.8°C から施した。

第 2 期の標識処理方法は、密度対照区を積算水温 282.7°C、低密度区を積算水温 287.5°C、326.2°C、高密度区を積算水温 284.4°C、304.9°C、312.9°C から開始し、低密度区が 2, 2, 3, 2H、密度対照区が 2, 2, 4H2、高密度区が 2, 4H とした。密度対照区のみふ化後の処理は、ふ化後 3 日目の積算水温 564.7°C、603.4°C から施した。

卵搬入から池出しまでの原水の飼育水温は、第 1 期では 13.4~12.5°C、第 2 期では 12.9~10.9°C だった。

○ 池出し

第 1 期の池出しは平成 28 年 1 月 28 日に行い、低密度区が 158,870 尾、密度対照区が 211,597 尾、高密度区が 265,419 尾だった。

第 2 期の池出しは低密度区、高密度区を平成 28 年 3 月 9 日、密度対照区を平成 28 年 3 月 17 日に行い、低密度区は 127,378 尾、密度対照区は 99,380 尾、高密度区は 226,057 尾だった。

2 山田湾における馴致放流群等の有効性の検証

山田湾において、夜間照明を用いて天然プランクトンを集めてサケ稚魚に摂餌させることにより海水順応を促す「馴致放流群」、対照区である「河川放流群」及び海水馴致を促す餌料を与えた「塩餌放流群」の 3 群をそれぞれ約 40 万尾、合計約 120 万尾を放流した。それぞれの群の放流後の成長・生残等を比較するため、巻き網、火光利用敷網および定置網でサケ幼稚魚を採集した。尾叉長・体重を測定後、耳石を採取し、耳石温度標識から馴致放流群、河川放流群、塩餌放流群の個体を区別した。

<結果の概要・要約>

1 サケ大規模実証試験施設での種苗生産・放流技術の開発

(1) 平成 26 年級稚魚の追跡調査

平成 27 年 3 月 6 日～5 月 25 日までの期間に、537 尾のサケ幼稚魚が採捕され、そのうち 27 尾がサケ大規模実証試験施設で飼育・放流された幼稚魚であった。耳石温度標識から試験区を判別すると、第 1 期は対照区の

1 尾のみ、第 2 期は 26 尾で、その内訳は高密度区が 14 尾、対照区が 7 尾、低密度区が 5 尾であった (図 1)。また、採捕された第 2 期のサンプルの尾叉長・体重を調べたところ、試験区間で顕著な成長の差は見られなかった (図 2、3)。第 1 期の幼稚魚の採捕尾数が第 2 期と比べて少なかった要因として、放流時に本県沿岸に沿岸親潮が接岸し、表面水温が生息適水温下限である 5℃を下回っていたため、その影響を受けていた可能性が考えられる。

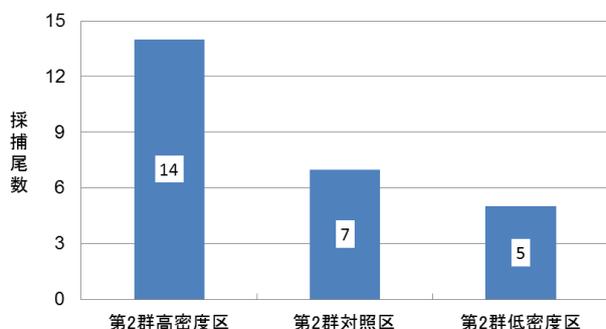


図 1 平成 26 年級における採捕尾数

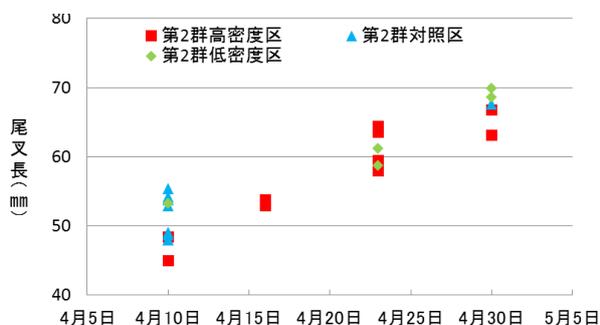


図 2 平成 26 年級の第 2 期における採捕日別・試験区別の尾叉長分布

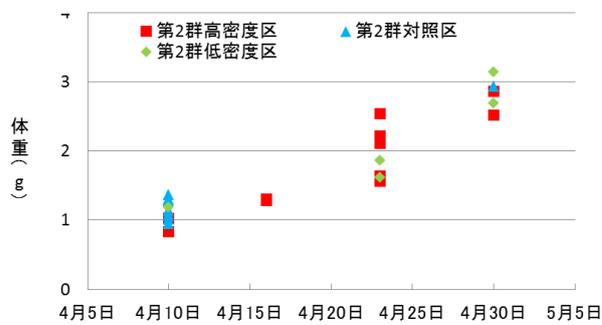


図 3 平成 26 年級の第 2 期における採捕日別・試験区別の体重分布

(2) サケ大規模実証試験施設での標識魚の飼育・放流

施設の平成 27 年 12 月 7 日から平成 28 年 4 月 14 日までの原水温を図 4 に示す。水温は 12 月 7 日の 13.4℃から 2 月 18 日の 10.9℃まで緩やかに低下した。その後、水温は上昇し、2 月 29 日に 12.2℃まで上昇した。その後、水温は上昇と低下を繰り返しながら低下し、3 月 26 日に 10.1℃となった。その後、水温は再度上昇と低下を繰り返しながら上昇し、4 月 14 日に 12.5℃になった。

稚魚の尾叉長、体重、肥満の変化を図 5 に、放流尾数を表 1 示す。第 1 期および第 2 期ともに成長は区間に差が見られず、第 1 期の放流時の低密度区、密度対照区、高密度区の平均尾叉長はそれぞれ 55.2mm、53.9mm、53.4mm、平均体重は 1.14g、1.09g、1.11g、肥満度は 6.7、6.8、7.3 だった。第 2 期の放流時の低密度区、密度対照区、高密度区の平均尾叉長はそれぞれ 52.8mm、52.6mm、52.6mm、平均体重は 1.04g、1.03g、1.06g、肥満度は 7.1、7.0、7.2 だった。放流時の飼育密度は第 1 期が 17.75kg/m³、22.57kg/m³、28.12kg/m³、第 2 期が 12.95kg/m³、20.00kg/m³、23.29kg/m³だった。放流時の海水適応能 (48 時間) は第 1 期が 100%、100%、99%、第 2 期が 99%、100%、99%だった。



図 4 サケ大規模実証試験施設原水の水温変化

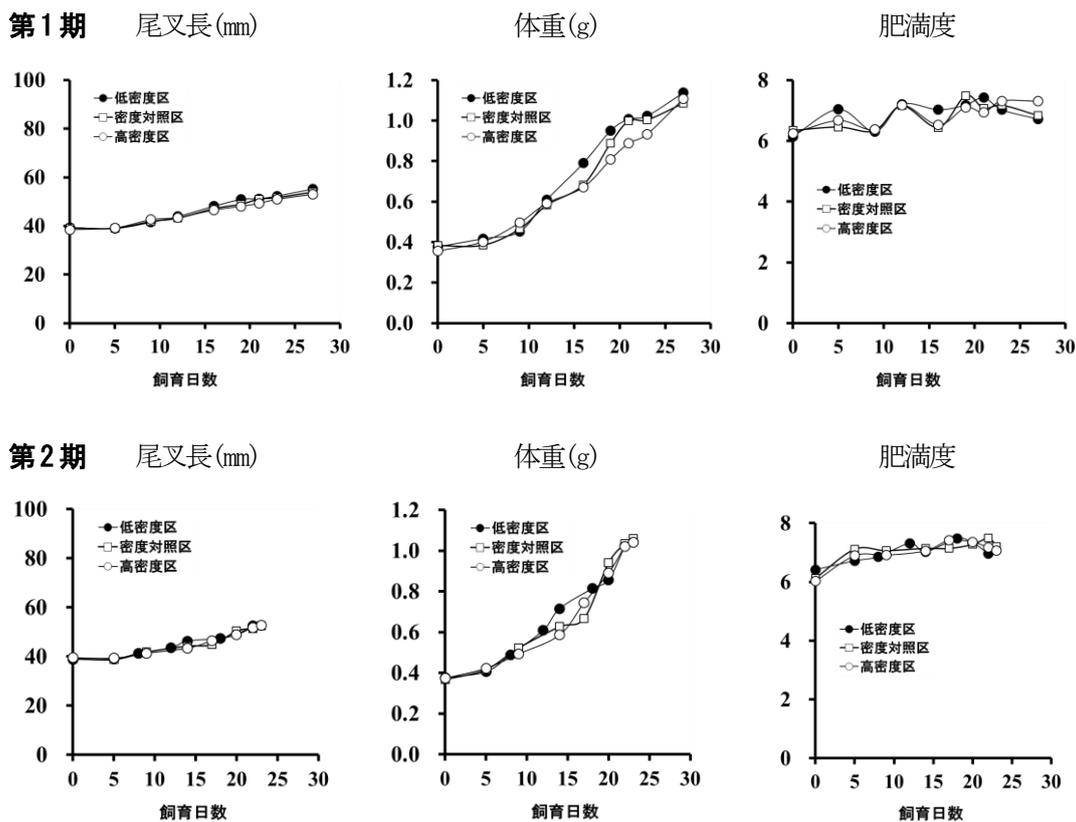


図5 サケ大規模実証試験施設で飼育された稚魚の尾叉長、体重および肥満度

稚魚について、第1期は計画通り生産されたが、第2期はミズカビの繁殖により死卵が発生し、計画を下回る生産尾数となった。平成27年度の放流尾数は計1,069,581尾だった。

表2 サケ大規模実証試験施設の稚魚放流数

	採卵日	試験区名	收容密度 (kg/m ³)	ハッチコード	放流年月日	平均尾叉長 (mm)	平均体重 (g)	肥満度	放流尾数	飼育重量	飼育密度
第1期	平成27年11月16日	低密度区	15	2.2,4H	2016年2月23日	55.16	1.14	6.7	157,476	179.52	17.75
		密度対照区	20	2.4,3H	2016年2月23日	53.90	1.09	6.8	209,471	228.32	22.57
		高密度区	25	2.4H2	2016年2月23日	53.40	1.11	7.3	256,247	284.43	28.12
第2期	平成27年12月16日 平成27年12月18、21日 平成27年12月14、16、18日	低密度区	12	2.2,3,2H	2016年4月1日	52.79	1.04	7.1	125,934	130.97	12.95
		密度対照区	20	2.2,4H2	2016年4月8日	52.57	1.03	7.0	98,217	101.16	20.00
		高密度区	22	2.4H	2016年4月1日	52.58	1.06	7.2	222,236	235.57	23.29

2 山田湾における馴致放流群等の有効性の検証

山田湾において、主要な餌生物の来遊時期にあわせた早期放流群を2月16日に、放流直前での海水への馴致を促した馴致放流群、飼育環境での海水適応能向上をねらいとした塩餌放流群及び対照群の河川放流群の3群を4月13日に放流した。それらの追跡調査では、タモ網調査3定点、巻き網調査13定点および火光利用敷網調査4定点を設定し、合計2,059尾のサケ幼稚魚を採集した。

タモ網調査では、2月17日～3月11日までの期間に、568尾の幼稚魚が採捕され、うち20尾が早期放流群であった。採捕された早期放流群の尾叉長・体重を調べたところ、採捕期間を通じて顕著な成長は見られなかった。しかし、サンプルの肥満度は9～7程度であり、放流前のばらつきの範囲内であることから、問題ない状態であると考えられた。なお、3月11日以降、早期群の採捕はみられなかったため、湾外へ移動した可能性が考えられた。採集されたサンプルの胃充満度と胃内容を解析したところ、胃充満度は採集時期にしたがって約4%近くまで上昇し、胃が餌で満たされていたことがわかった。なお、胃内容物の多くはテ

ミスト・ジャポニカで占められていた。

まき網および火光利用敷網調査では、4月15日～5月15日までの期間に、1,491尾の幼稚魚が採捕され、うち302尾が耳石温度標識魚であった。標識魚は4月15日から5月11日までの約1カ月の期間にわたって採捕された。標識から試験群を判別すると、河川放流群が92尾、馴致群が114尾、塩餌群が96尾であり、馴致群の採捕数が最も多かった。採捕された期間における各試験群の尾叉長の推移をみると、いずれの群でも順調な成長がみられた。放流直後のサンプル（4月15日）では、馴致群が最も大きく塩餌群が小さかったが、放流から約1ヶ月後（5月11日）のサンプルでは塩餌群が最も大きかった。採捕されたサンプルの胃内内容を調べたところ、親潮系冷水性プランクトンの大型種（テミスト、ネオカラヌス、ユウカラヌス）および小型種（シュードカラヌス）の割合が低かったのに対し、ソコミジンコ類に対する捕食が活発であった。この結果は、親潮系冷水性プランクトンの割合が高かった平成26年の結果とは対照的であった。平成27年においては2月から3月にかけて沿岸親潮が接岸したが、4月以降は親潮系が弱勢であったことが関係している可能性が考えられた。

織笠川における標識親魚（3年魚 平成24年級）の出現状況を調べるため、11月下旬から1月上旬にかけて454尾の親魚の年齢査定を行ったところ、3年魚尾数は73尾であり、調査尾数に占める割合16%であった。3歳親魚の耳石温度標識を調べたところ、73尾中16尾が標識魚であり、3年魚に占める割合22%であった。標識から試験群を判別すると、馴致群が5尾、海中飼育群が6尾、河川放流群が5尾であり、試験群間で大きな差は見られなかった。ただし、いずれの試験群においても親魚での標識魚が確認できたことから、主群である4歳魚での検証にむけて期待が持てる結果である。

<今後の問題点>

1 サケ大規模実証試験施設での種苗生産・放流技術の開発

平成28年度も飼育試験を行うことから、試験魚生産用種卵を確保するとともに、試験魚生産及び施標を行う必要がある。さらに、飼育期間中に給餌する配合飼料の違いによる放流後の成長・生残や親魚での回帰率に及ぼす影響についての知見が少ないことから、栄養組成の異なる餌料による餌料試験を行う必要がある。また、平成29年度からの回帰親魚調査体制（魚体測定及び耳石施標確認の人員確保）を構築する必要がある。

2 山田湾における馴致放流群等の有効性の検証

平成28年においても試験群が山田湾に放流されたことから、春季の調査で十分なサンプル数を確保する必要がある。また、平成25年に放流された稚魚（平成24年級）が4歳魚として回帰することから、織笠川で回帰親魚を採集し、耳石温度標識からどの放流群が多く回帰したか調べる必要がある。

<次年度の具体的計画>

1 サケ大規模実証試験施設での餌料試験選定用の標識魚の飼育・放流

- ・成長・回帰率向上が期待される餌料の選定及び餌料の成分分析
- ・従来の餌料と回帰率向上が期待される餌料2種の3群への耳石温度標識の施標と飼育・放流
- ・唐丹湾での火光利用敷網調査による幼稚魚の採集と耳石温度標識の判別

2 山田湾におけるH27年級（幼稚魚）の試験放流群とH24年級（4歳魚）の評価

- ・巻き網調査及び火光利用敷網調査による幼稚魚の採集と耳石温度標識の判別
- ・採捕された幼稚魚の耳石輪紋に基づく成長解析
- ・織笠川における4歳魚の採集と耳石温度標識の判別

<結果の発表・活用状況等>

各種会議・研修会・セミナーにおいて研究結果の報告を行うとともに、適宜ホームページ等を通じて情報を発信

- ・岩手県におけるサケ資源動態について（さーもん・かふえ 2015）
- ・回遊経路と魚体サイズの解明（太平洋サケ資源回復調査第 1 回検討会）
- ・サケ稚魚の移動時期、回遊経路と魚体サイズの解明（太平洋サケ資源回復調査第 2 回検討会）
- ・サケ稚魚の回遊と生残に影響を与える要因の検証（太平洋サケ資源回復調査第 1 回検討会）
- ・サケ稚魚の回遊と生残に影響を与える要因の検証（太平洋サケ資源回復調査第 2 回検討会）
- ・比較放流による初期生残率の評価技術の検証（平成 27 年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究」第 1 回推進会議）
- ・比較放流による初期生残率の評価技術の検証（平成 27 年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究」第 2 回推進会議）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（平成 27 年度定置網大謀交流会）
- ・岩手県の秋サケ漁業について（漁業士育成講座・新任普及指導員研修会）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（サケ増殖技術検討会）
- ・平成 27 年春ふ化場実態調査結果（サケ増殖技術検討会）
- ・平成 26 年度年齢査定結果について（サケ増殖技術検討会）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（岩手県さけ・ます増殖協会理事会）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（定置講習会）
- ・平成 27 年度秋サケ回帰予報について（ぎょれん情報 9 月号）
- ・今期の秋サケ漁獲状況と来年度の見通し（岩手県さけ放流事業復興検討会）
- ・平成 27 年度秋サケの来遊予測と回帰の状況について（久慈地区海漁況相談会）
- ・平成 27 年度秋サケの来遊予測と回帰の状況について（第 5 回北里大学海洋生命科学部・岩手県水産技術センター合同セミナー）
- ・平成 27 年度秋サケの来遊予測と回帰の状況について（成果報告会）
- ・サケについて（盛岡大学地域食材資源論講義）
- ・平成 27 年秋サケ回帰状況について（海区漁業調整委員会研修会）
- ・平成 27 年度岩手県秋サケ回帰予報（水技ホームページ）
- ・秋サケ回帰情報（水技ホームページ（延べ 3 回））
- ・サケ稚魚放流情報（水技ホームページ（延べ 5 回））

研究分野	3 生産性・市場性の高い増養殖技術の開発	部 名	漁業資源部
研究課題名	(1) 秋サケ増殖に関する研究 ②秋サケ回帰予測技術の向上		
予算区分	県単 (さけ・ます増殖事業)、国庫委託 (太平洋サケ資源回復調査委託事業)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 24～30 年度		
担 当	(主) 小川 元、山根 広大、川島 拓也		
協力・分担関係	(国研) 水産総合研究センター (東北区水産研究所、北海道区水産研究所)、北海道さけ・ます内水面水産試験場、社団法人岩手県さけ・ます増殖協会、岩手県内水面水産技術センター		

<目的>

岩手県の秋サケ回帰尾数は、平成 8 年度をピークに今日まで低迷しており、回帰尾数減少の要因究明と回帰尾数回復の対策が求められている。本研究では、津軽石川、織笠川及び片岸川のそ上親魚調査を実施し、年齢組成、体サイズ及び繁殖形質等の長期的なモニタリング結果に基づいて、レジームシフトや気候変動等がサケ生息環境変化に及ぼす影響を評価する。また、漁業指導調査船岩手丸・北上丸を用い、岩手県・北海道太平洋沿岸における幼稚魚期の分布状況や成長を把握し、環境要因との総合的な評価を行う。さらに、河川そ上親魚と幼稚魚の調査結果を用いて秋サケの回帰予測を行い、安定した増殖事業の実践に資することに加え、近年の資源変動要因の解明に寄与することを目的とする。

<試験研究方法>

1 岩手県沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況

岩手県沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況を明らかにするため、漁業指導調査船岩手丸により、表層トロール (ニチモウ製 LC ネット、袖網間隔 10m、袖口高さ 7m) を用いて採集調査を実施した。採集調査と併せて、CTD (シーバード社 SBE9 plus) による水温・塩分の測定と動物プランクトンの採集を行った。湾外の調査点として八木、黒崎、熊の鼻、閉伊埼、トドヶ埼及び尾崎の 5 地点の距岸距離 5 マイル以内の海域、及び湾口付近の調査点として野田湾、宮古湾、山田湾、大槌湾、釜石湾、唐丹湾及び吉浜湾の 6 地点を設定した。表層トロールは、3 ノットで 30 分間曳網し、採捕尾数と曳網面積から分布密度を算出した。

2 北海道太平洋沿岸・沖合におけるサケ幼稚魚の分布状況

平成 27 年 6 月 23 日から 6 月 30 日の期間に、襟裳岬より東側の北海道太平洋沿岸から沖合の 19 地点 (図 1) において、漁業指導調査船岩手丸により採集調査を実施した。採集地点に到着後、まず海洋観測 (水温及び塩分の測定) と動物プランクトンの採集を行い、その後サケ幼稚魚の採集調査を実施した。水温と塩分は、CTD (シーバード社 SBE9 plus) により、水深 300 m まで (300 m 以浅であれば海底直上から) の水温と塩分を測定した。動物プランクトンはノルパックネットを用いて水深 20 m から鉛直的に採集し、ただちに 5% 中性ホルマリンで固定した。サケ幼稚魚は、昼間の表層トロール調査と夜間のタモ網調査

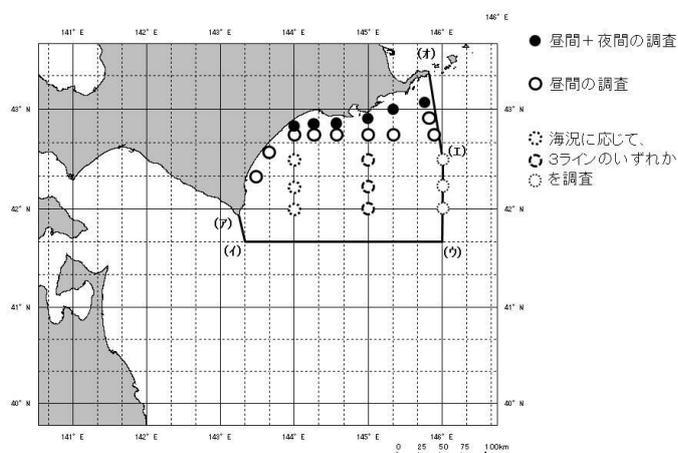


図 1 北海道太平洋沿岸・沖合での調査定点

による採集を試みた。

3 北海道太平洋沿岸の定置網で採集された岩手産サケ幼稚魚の海水移行時期・成長履歴

平成 26 年及び 27 年において北海道太平洋沿岸の定置網で採集された幼稚魚をサンプルとして用いた。耳石を樹脂で包埋後、サンドペーパー（#1500）とラッピングフィルム（#2000、#8000）を用いて核が露出するまで研磨を行った。既往研究（Saito et al. 2007、Saito et al. 2009）にしたがって、耳石の海水移行チェックの外側から縁辺までの日輪・日輪間隔を調べ、個体の海水移行時期と海水移行サイズを推定した。

4 回帰親魚の資源水準の評価

県内の沿岸河川にそ上したサケ親魚から鱗を採取し、年齢を査定した。特に、津軽石川、織笠川及び片岸川にそ上した親魚については、それぞれの河川で盛期を中心に雌雄各 600 尾程度を対象に魚体測定と年齢査定を行ったほか、100 尾の繁殖形質調査（孕卵数、卵体積、卵径及び卵重）を行った。

<結果の概要・要約>

1 岩手県沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況

平成 27 年春季（平成 26 年級）の分布密度は、平成 25 年春季よりは低いものの、近年では比較的高い水準にあった（図 2）。平成 27 年春季に採捕されたサケ幼稚魚の尾叉長は $74.9 \pm 18.8\text{mm}$ であり、平成 26 年度に比べて若干大きかった（図 3）。なお、分布密度のデータは、回帰予測における 3 歳魚の回帰尾数の算出にも使用する。

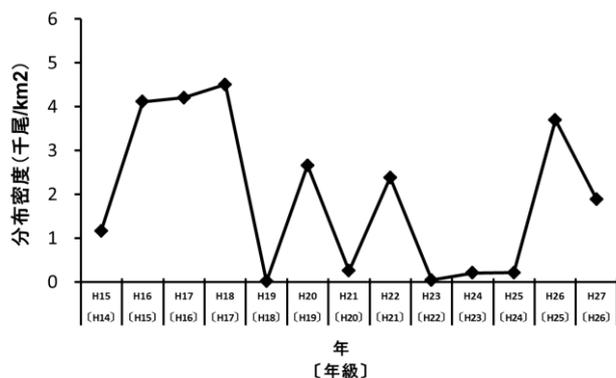


図 2 表層トロールによる分布密度の経年変化

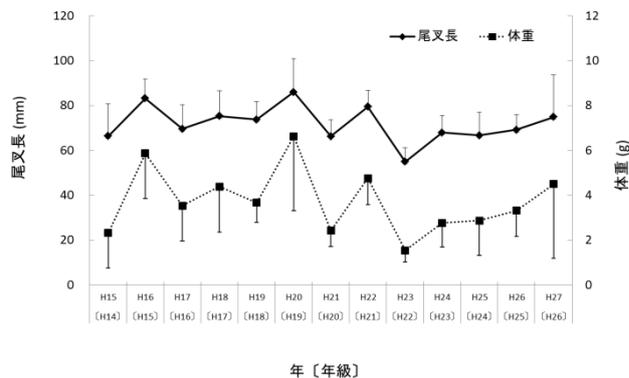


図 3 採集された幼稚魚のサイズの経年変化

2 北海道太平洋沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況

タモ網調査により霧多布沖合、厚岸沖合及び白糠沖合で合計 15 尾の幼稚魚が採捕され、いずれも岸よりの地点であった。耳石温度標識を調べたところ、15 尾のうち 2 尾に標識がみられ、静内及び八雲ふ化場由来の個体であった。海洋観測の結果、沖合域では水温が高かったが、岸よりではサケ幼稚魚の適水温の範囲内であった（図 4）。海水のプランクトン密度・組成を調べたところ、多くの地点で *Pseudocalanus newmani* が優占しており、沖合よりも岸よりで密度が高い傾向にあった。採捕されたサンプルの胃内容物をみると、霧多布沖合・厚岸沖合で採捕されたサンプルは *Acartia tumida* と *Themisto japonica* をよく捕食していた一方で、白糠沖合のサンプルは *Pseudocalanus* 属をよく捕食しており、採捕場所で組成が異なっていた。これらのことから、襟裳岬より東側の北海道太平洋沿岸から沖合の海域においては、サケ幼稚魚は水温が比較的低く餌密度が高い岸寄りに分布していた可能性が高いと考えられた。

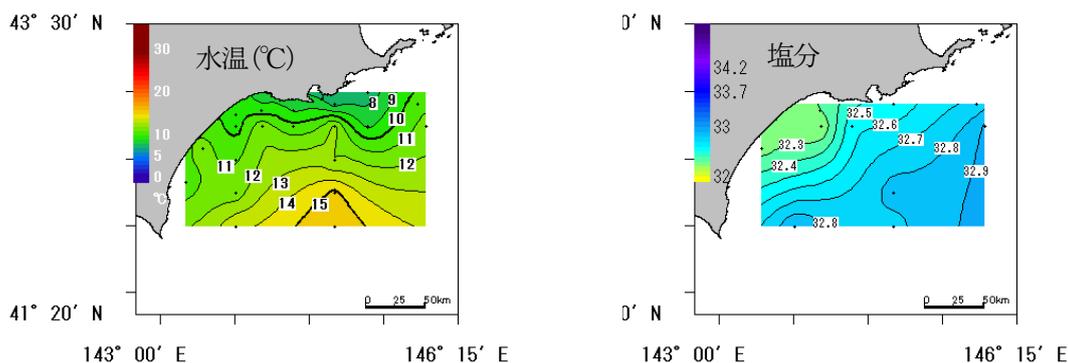


図4 北海道太平洋沿岸・沖合における水温・塩分

3 北海道太平洋沿岸の定置網で採集された岩手産サケ幼稚魚の海水移行時期・サイズ

平成 26 年と 27 年において北海道太平洋沿岸の春定置網に混入した岩手産のサケ幼稚魚の耳石微細構造を調べ、個体の海水移行時期・サイズと移行後の成長を推定した。

平成 26 年の 6 月中旬に採捕されたサンプルは、4 月中旬に 54～56mm で海水移行し、平均 1.00mm/day で成長していた。また、平成 27 年の 6 月上旬～中旬に採捕されたサンプルは、3 月上旬～4 月中旬に 48～63mm で海水移行し、平均 0.82mm/day で成長していた。海水移行時期を過去のデータ（平成 24～27 年）と比較すると、平成 24 年は海水移行時期が比較的長い期間にわたっているのに対し、平成 27 年では限られた時期のみであり、海水移行時期は年によって異なることがわかった。

また、平成 24～27 年における海水移行後の成長速度の範囲は 0.82-1.00mm/day にあり、北海道産のサケ幼稚魚よりも早い傾向にあった。このことは、北海道沿岸と岩手県沿岸の水温の違いや北海道太平洋沿岸に至るまでの生残過程の違いが影響している可能性が推察された。

4 回帰親魚の資源水準の評価

(1) 平成 27 年度の回帰状況

平成 27 年度の沿岸漁獲（海産親魚捕獲含む）及び河川捕獲を合わせた回帰尾数は 3,102 千尾（対前年比 59.0%）と、平成 21 年度以降では震災翌年度の平成 23 年度を除き最も低い値となった。単純回帰率（回帰尾数/4 年前放流数×100）も 1.06%と低い値となった（図 5）。

回帰尾数の内訳は、沿岸漁獲が 2,733 千尾（対前年比 57.0%）、河川捕獲が 326 千尾（対前年比 74.6%）、海産親魚捕獲が 43 千尾であり、河川そ上率は前年度を若干上回る 10.5%となった。

平成 27 年度の回帰は、前年度同様に 11 月下旬がピークとなったが、本来の盛期である 10 月下旬から 12 月上旬の回帰尾数が平成 25 年度及び 26 年度の 4 割～6 割程度と低調であった（図 6）。また、地区別漁獲割合では、平成 23 年度の放流割合（県北：県央：県南＝29：42：29）に対し、県北の漁獲割合が 42%と高く県南で 21%と低くなった（図 7）

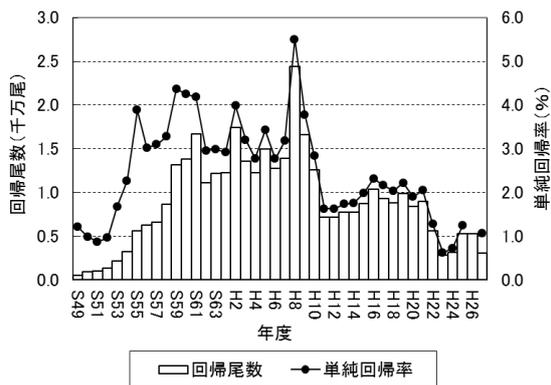


図5 回帰尾数と単純回帰率

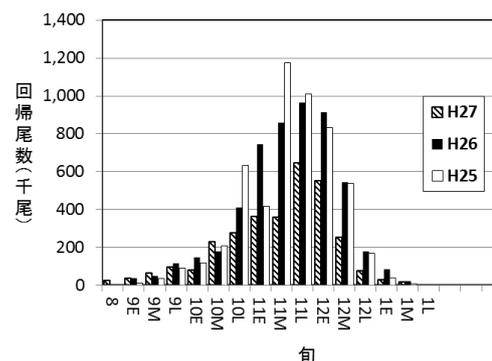


図6 旬別回帰尾数

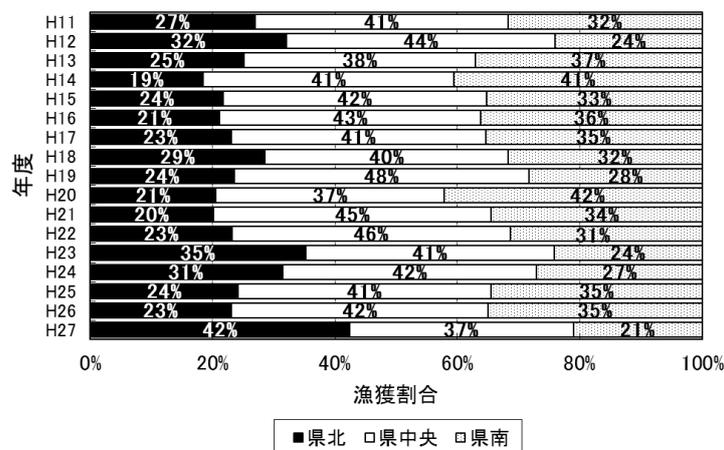


図7 地区別放流割合と漁獲割合の推移

県北：種市～普代市場 県中央：田野畑～船越市場 県南：大槌～大船渡市場

※ 放流割合は4年前放流割合と5年前放流割合の平均値。但し、平成27年度は5年前放流数である平成22年度放流数が不明なため、4年前放流数である平成23年度放流割合のみを使用。

(2) 年齢構成、体サイズ及び繁殖形質調査結果

平成 25 年級（平成 26 年春放流）までの年級別年齢別回帰率を図 8 に示した。6 年魚までの回帰が低調な平成 18 年級以降では、震災前の平成 21 年級が 1.67% と平成 12 年級と同様の回帰率となった。4 年魚までが回帰した平成 23 年級の回帰率（累計）は 0.71% となり、平成 21 年級の 1.67% に次ぐ高い回帰率となった。

津軽石川、織笠川、片岸川に回帰した雌 4 年魚の平均体重は平成 13～14 年度以降は減少傾向であるが、平成 27 年度は、津軽石川 3,919g、織笠川 3,270g、片岸川 3,193g となり、津軽石川及び片岸川で平成 26 年度を上回り、織笠川で下回った（図 9）。

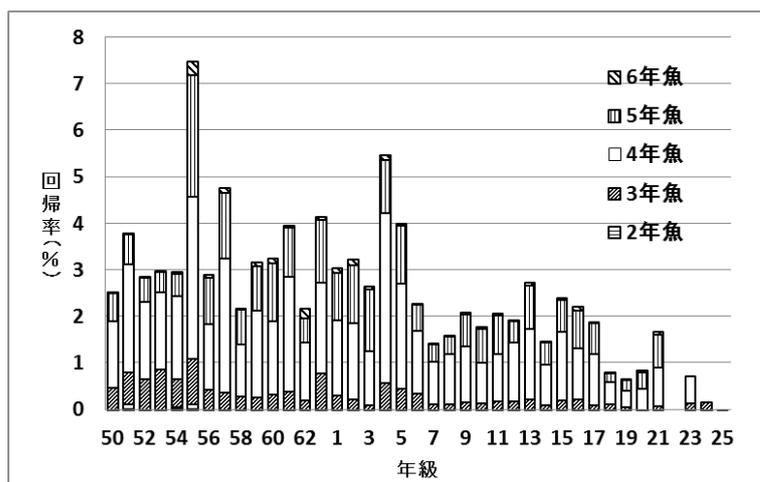


図8 年級別年齢別回帰率の推移

※平成 22 年級は、震災により放流数が不明なため、示していない。

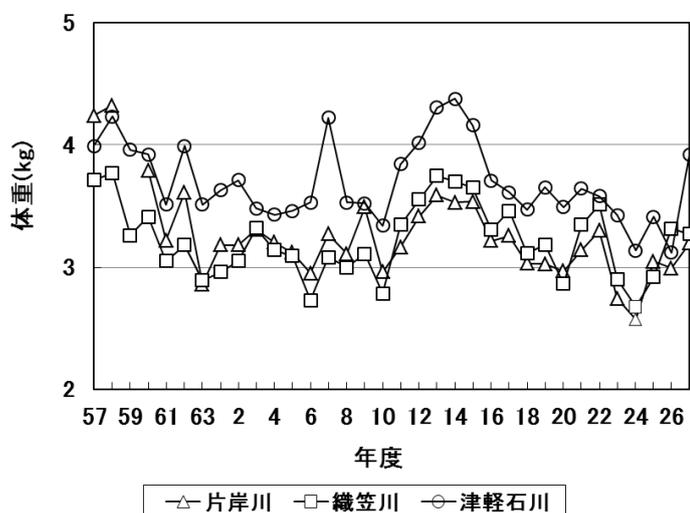


図9 4年魚雌親魚の体重の推移

4年魚の平均孕卵数は、津軽石川では2,575粒(平成11年度)～3,534粒(平成27年度)、織笠川では2,354粒(平成9年度)～3,181粒(平成22年度)、片岸川では2,453粒(平成24年度)～3,141粒(平成27年度)の範囲で変動した。平成27年度は、前年度に比べて津軽石川及び片岸川では増加、織笠川では減少し、雌4年魚の平均魚体重と同じ傾向を示した。また、4年魚の平均卵容積は、平成8～15年度は概ね0.3mlよりも小さく、平成16年度以降は0.3mlよりも大きい傾向を示していたが、平成27年度は、津軽石川及び織笠川では0.28ml、片岸川では0.27mlであった(図10)。

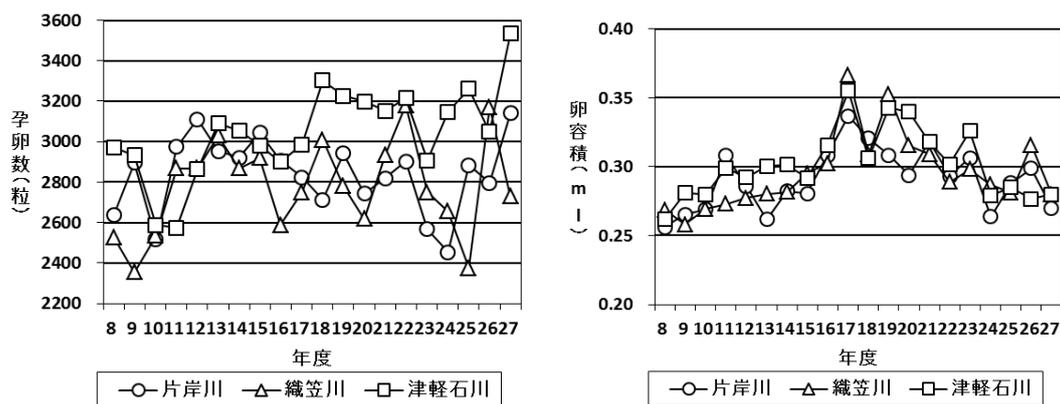


図 10 4 年魚の孕卵数 (左) と卵容積 (右) の推移

<今後の問題点>

- 1 岩手県沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況
初期減耗要因解明と回遊予測における重要な基礎資料であり、モニタリングの継続が必要である。
- 2 北海道太平洋沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況
昼間の表層トロール調査と夜間の調査を併せて実施し、北海道沿岸で採集した岩手県産サケ幼稚魚の耳石を解析し、岩手県から北海道へ至るまでの成長履歴・生残過程を明らかにする必要がある。
- 3 北海道太平洋沿岸の定置網で採集された岩手産サケ幼稚魚の海水移行時期・成長履歴
採集年が異なるサンプルを解析するとともに、北上回遊前の岩手県沿岸で採集されたサンプルと海水移行時期や成長履歴を比較し、生残過程を明らかにする必要がある。
- 4 回帰親魚の資源水準の評価
岩手県の回帰資源状態を把握することと採卵に必要な回帰予測を行うために、モニタリングの継続が必要である。

<次年度の具体的計画>

- 1 岩手県沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況
 - ・岩手丸の表層トロール、北上丸の火光利用敷網による分布調査
 - ・採捕したサンプルの耳石日周輪紋による成長解析
- 2 北海道太平洋沿岸におけるサケ幼稚魚の分布状況
 - ・岩手丸の表層トロール等による北海道太平洋沿岸における分布調査
 - ・採捕したサンプルの耳石日周輪紋による成長解析
- 3 北海道太平洋沿岸の定置網で採集された岩手産サケ幼稚魚の海水移行時期・成長履歴
 - ・採集年・採集場所が異なるサンプルの解析
- 4 H27 回帰親魚の資源水準の評価
 - ・片岸川、織笠川、津軽石川における年齢組成、魚体と繁殖形質のモニタリング
 - ・県内各河川の年齢組成から、年級別年齢別回帰尾数を求め、資源状態を把握

<結果の発表・活用状況等>

各種会議・研修会・セミナーにおいて研究結果の報告を行うとともに、適宜ホームページ等を通じて情報を発信

- ・岩手県におけるサケ資源動態について (さーもん・かふえ 2015)
- ・サケ稚魚の移動時期、回遊経路と魚体サイズの解明 (太平洋サケ資源回復調査第 1 回検討会)
- ・サケ稚魚の移動時期、回遊経路と魚体サイズの解明 (太平洋サケ資源回復調査第 2 回検討会)

- ・サケ稚魚の回遊と生残に影響を与える要因の検証（太平洋サケ資源回復調査第 1 回検討会）
- ・サケ稚魚の回遊と生残に影響を与える要因の検証（太平洋サケ資源回復調査第 2 回検討会）
- ・比較放流による初期生残率の評価技術の検証（平成 27 年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究」第 1 回推進会議）
- ・比較放流による初期生残率の評価技術の検証（平成 27 年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業「天然資源への影響を軽減した持続的な漁業・養殖業生産システムの実用化・実証研究」第 2 回推進会議）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（平成 27 年度定置網大謀交流会）
- ・岩手県の秋サケ漁業について（漁業士育成講座・新任普及指導員研修会）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（さけサケ増殖技術検討会）
- ・平成 27 年春ふ化場実態調査結果（サケ増殖技術検討会）
- ・平成 26 年度年齢査定結果について（サケ増殖技術検討会）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（岩手県さけ・ます増殖協会理事会）
- ・平成 27 年度岩手県秋さけ回帰予報（定置講習会）
- ・平成 27 年度秋サケ回帰予報について（ぎょれん情報 9 月号）
- ・今期の秋サケ漁獲状況と来年度の見通し（岩手県さけ放流事業復興検討会）
- ・平成 27 年度秋サケの来遊予測と回帰の状況について（久慈地区海漁況相談会）
- ・平成 27 年度秋サケの来遊予測と回帰の状況について（第 5 回北里大学海洋生命科学部・岩手県水産技術センター合同セミナー）
- ・平成 27 年度秋サケの来遊予測と回帰の状況について（平成 27 年度岩手県水産試験研究等成果報告会）
- ・サケについて（盛岡大学地域食材資源論講義）
- ・平成 27 年秋サケ回帰状況について（海区漁業調整委員会研修会）
- ・東日本大震災で失われたサケの 4 年魚の推定（平成 28 年度日本水産学会春季大会）
- ・平成 27 年度岩手県秋サケ回帰予報（水技ホームページ）
- ・秋サケ回帰情報（水技ホームページ（延べ 3 回））
- ・サケ稚魚放流情報（水技ホームページ（延べ 5 回））

研 究 分 野	3 生産性・市場性の高い増養殖技術の開発	部 名	増養殖部
研 究 課 題 名	(2) アワビ等の種苗放流に関する研究 ①種苗生産の安定・低コスト化技術の開発		
予 算 区 分	国庫 (先端技術展開事業費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 23 年度～30 年度		
担 当	(主) 西洞 孝広		
協 力 ・ 分 担 関 係	岩手県栽培漁業協会		

<目的>

岩手県沿岸はアワビの好漁場であり、アワビの漁獲量(平成 22 年度)は都道府県別で最も多い 283 トン、全国漁獲量 1,461 トンのおよそ 2 割を占めていた。岩手県では、この漁獲量を維持、増大するため、年間 800 万個の種苗放流と漁獲規制などの資源管理を実施してきたが、東日本大震災の大津波によりアワビ資源は大きな被害を受けた。震災後の調査結果から、平成 22 年生まれ(震災時の年齢は 0 歳)の天然稚貝が全県的に壊滅的な被害を受けたことが明らかとなり、さらに、県内のアワビ種苗生産施設が全壊し、平成 23 年以降当面の間、種苗放流を実施できない状況であることから、今後アワビ資源の減少、低迷を招くことが危惧されている。

このような状況から、アワビ種苗生産・放流の再開によるアワビ資源の増強が強く求められており、その一方で放流を行う各沿海漁協では復旧・復興のための経済的な負担が膨らんでいることから、震災前の種苗生産体制への単なる復旧ではなく、最先端の技術を活用し、従来以上に効率的な体制を構築することが急務である。

本研究では、事業規模での導入例のない再成熟採卵方式によるアワビの増殖技術の実証研究を行い、併せて、アワビ初期稚貝の好適餌料である針型珪藻およびワカメ幼芽を用いた飼育技術の導入により、従前より飛躍的に生産効率の高い種苗生産技術の開発を行う。

<試験研究方法>

1 二次成熟卵安定確保のための飼育条件の検討

前年度までの研究において、二次成熟卵を得る際の産卵誘発率や平均産卵数が低い事例が認められたことから、安定的に二次成熟卵を得るための飼育方法について検討を行った。前年度までの研究では、初回成熟卵から二次成熟卵までの期間を、成熟有効積算温度 500℃・日を目安としてしたものを、今年度は 700～800℃・日程度まで長くすることで安定的に二次成熟卵が得られるか試験を実施した。前年度親貝として使用したアワビを二つの試験区に分け、それぞれ水温 20℃で加温飼育して成熟させ、産卵誘発を行った。産卵誘発は、試験区①では、成熟有効積算温度 878℃・日で第 1 回目(初回成熟卵)を、1,597℃・日で第 2 回目(二次成熟卵)を、試験区②では、成熟有効積算温度 1,051℃・日で第 1 回目(初回成熟卵)を、1,832℃・日で第 2 回目(二次成熟卵)をそれぞれ行い、産卵誘発率、産卵数の比較を行った。

2 二次成熟卵と好適餌料を用いた種苗生産技術の実証

事業規模の種苗生産において、二次成熟卵と針型珪藻を用いることによる生産効率向上の効果を確認するため、岩手県栽培漁業協会大船渡事業所において、初回成熟卵及び二次成熟卵からそれぞれ種苗生産を行い、好適餌料である針型珪藻を給餌して飼育し、採卵数や採苗率、採苗後の生残率、成長速度等を比較した。また、針型珪藻と同様に、アワビ稚貝の好適餌料であることが確認されているワカメの芽胞体(幼芽)について、効率良く培養し、餌として給餌する方法について検討を行った。

<結果の概要・要約>

1 二次成熟卵安定確保のための飼育条件の検討

試験区①及び②の産卵誘発結果を表 1 に示した。試験区①では、1 回目の誘発で雌 7 個体中 5 個体が産卵し、さらにそのうち 4 個体が 2 回目も産卵した。試験区②については、1 回目の誘発で雌 7 個体中 2 個体が産卵し、

さらにその2個体ともに2回目も産卵した。1回目の産卵割合はばらつきがあったが、そのうち2回目も産卵した個体の割合は高かった。また、1個体当りの平均産卵数は1回目よりも2回目の方が多かった。

昨年度までの研究結果（産卵の間隔 500℃・日）では、二次成熟卵の産卵誘発率は 39～78%とばらつき、平均産卵数も 453 千粒～774 千粒と少なかったのに対し、今年度の結果（産卵の間隔 700℃・日）では産卵誘発率は 80～100%と高く、平均産卵数も 1,609 粒～2,090 粒と多かったことから、産卵の間隔を 700℃・日程度に延長することで安定的に二次成熟卵が得られると考えられた。

表1 初回成熟卵及び二次成熟卵の産卵誘発結果

	産卵回次	産卵誘発年月日	成熟有効積算水温(℃・日)	供試雌個体数	産卵個体数	産卵誘発率(%)	平均産卵数
試験区①	1回目	H27. 4. 28	878	7	5	71.4	273, 666
	2回目	H27. 6. 25	1, 597	5	4	80.0	2, 090, 250
試験区②	1回目	H27. 5. 12	1, 051	7	2	28.6	614, 250
	2回目	H27. 7. 14	1, 832	2	2	100.0	1, 609, 500

2 二次成熟卵と好適餌料を用いた種苗生産技術の実証

岩手県栽培漁業協会において事業規模で実施した採卵結果を表2に示した。初回成熟卵、二次成熟卵ともに放卵放情は順調に行われたものと考えられた。平均産卵数は、初回成熟卵に比べて二次成熟卵で少なく、親貝1個体当たり約300千個程度であったが、採苗に必要な卵数は十分に確保できた。採苗率は各産卵回次とも高く、良好な状態であった。

表2 初回成熟卵及び二次成熟卵の採卵・採苗結果

	産卵誘発日	EAT(℃・日)	総産卵数(千粒)	平均産卵数(千粒)	採苗率(%)
初回成熟卵	H27. 4. 13	1, 264	34, 158	949	98.6
	H27. 4. 27	1, 455	30, 120	837	99.2
	H27. 5. 11	1, 281	27, 798	842	97.0
二次成熟卵	H27. 5. 25	1, 464	11, 650	333	98.2

平成27年度は、4月8日から7月10日までの間、毎週針型珪藻を2トン型アルテミアふ化槽を用いて培養し、初期稚貝の餌料として巡流水槽に投入した。

岩手県栽培漁業協会では採苗し、巡流水槽で飼育した稚貝の成長・生残状況を表3に示した。採苗後の生残率は、平成26年度の初回成熟卵では23.3%であったのに対し、平成27年度は初回成熟卵で33.5%、二次成熟卵では43.7%と高い結果であった。平成26年度は、一部の飼育群に針型珪藻を供給したがその量はあまり多くなかったことから、針型珪藻による成長や生残率の向上はほとんどなかったと考えられるが、平成27年度の各飼育群では、採苗直後から適宜針型珪藻を給餌して飼育したことから、初回成熟卵の飼育結果でも生残率の向上が認められたと考えられた。さらに、二次成熟卵からの採苗群については、針型珪藻の給餌と卵質の優れている二次成熟卵から採苗を行った効果により、さらに生残率が高かったものと考えられた。ただし、このような生残率の向上効果については、繰り返し実験を行って、その再現性について確認を行う必要がある。

表 3 事業規模で採苗したアワビ稚貝の成長・生残

	採苗後日数 (計測時)	平均殻長(mm)	生残率(%)	給餌状況
H26初回成熟卵 H26.4.7~5.19採卵	85~120日	8.2	23.3	針型珪藻 一部給餌
H27初回成熟卵 H27.4.27採卵	110~167日	10.6	33.5	針型珪藻 給餌
H27二次成熟卵 H27.5.25採卵	133~145日	9.5	43.7	針型珪藻 給餌

これまでの研究において、初期稚貝飼育では針型珪藻が有効な餌料であることが確認されたが、稚貝の成長に伴い十分な量の針型珪藻を供給することが難しくなることから、その後の餌料としてワカメの幼芽を利用する方法について検討を行った。ワカメ養殖用の種苗生産に用いるために培養したワカメ配偶体(3リットルフラスコ、22℃の恒温室で培養)を、予め15℃のインキュベータで2~4週間成熟させ、ミキサーで配偶体を細断してから通気培養した。ワカメは、成長に伴って大きな水槽に移して密度を調整しながら培養し、最後は2トン型アルテミアふ化槽(針型珪藻の培養に使用していたもの)に収容して通気・流水培養を行い、ワカメが2~3cmの大きさになった頃から1回当たり全体の20%程度を週2回程度回収しながら培養を継続し、回収されたワカメの総重量を計測した。試験は10月から1月までの間に2回行い、その結果を表4に示した。回収されたワカメの総重量は、1回目が約15kg、2回目が約20kgであり、稚貝の餌料として十分に利用できると考えられた。今後は、さらに培養方法の効率化について検討するとともに、稚貝への効果的な給餌方法と給餌の効果について確認することが必要である。

表 4 流水培養したワカメ幼芽の回収量

1回目(培養開始10月15日)			2回目(培養開始11月6日)		
回収月日	回収水量(ℓ)	回収重量(g)	回収月日	回収水量(ℓ)	回収重量(g)
11月13日	400	2,180	12月7日	400	2,200
11月17日	400	1,680	12月11日	400	2,280
11月20日	400	1,700	12月14日	400	2,480
11月24日	400	1,560	12月18日	400	1,320
11月27日	500	1,025	12月22日	400	600
11月30日	500	2,875	12月28日	400	2,580
12月4日	2,000	4,600	1月4日	400	760
計	—	15,620	1月8日	2,000	7,700
			計	—	19,920

これまでの研究結果では、従来の採苗・飼育方法において採苗後から3カ月後以降に行う1回目の剥離計測時の稚貝の生残率は20%程度であったものが、針型珪藻の給餌により10%程度向上し、二次成熟卵を用いて採苗し、針型珪藻を給餌した群では、さらに10%程度の生残率向上が認められた。岩手県栽培漁業協会における種苗生産では、巡流水槽を用いた採苗で約400万個体程度の稚貝の生産を見込んでおり、採苗後の生残率が20%の場合には、表5のとおり採卵・採苗を5回行い、その後の飼育には巡流水槽を18基使用することになる。これに対し、採苗後の生残率が40%まで向上した場合、採卵・採苗を3回、巡流水槽の使用は10

水槽程度で十分まかなえることになる。また、採苗回数が少なく済むことから、採苗の開始時期を 1 カ月程度遅らせても必要な稚貝の生産が可能であり、これを基に初期稚貝飼育時の飼育水の加温に必要な燃油に係る経費の削減量を試算すると、重油単価が 64 円/ℓ（資源エネルギー庁石油製品価格調査、H27 年平均）の場合、およそ 10 百万円となり、殻長 25 mm サイズの稚貝 400 万個の販売価格 190 百万円の 5.5% に相当する。

表 5 初期稚貝飼育時の生残率向上による飼育水槽数の削減

現状	生残率	20 %									
月	4月前半	4月後半	5月前半	5月後半	6月前半	6月後半	7月前半	7月後半	8月前半	8月後半	
水温	7	8	9	10.5	12	13.5	15	17	19		
昇温幅	13	12	11	9.5	8	6.5	加温終了				
加温水槽数	4	8	12	16	18	18					
採苗後收容巡流水槽											
	4水槽										
		4水槽									
			4水槽								
				4水槽							
					2水槽						

↓

効率化後	生残率	40 %									
月	4月前半	4月後半	5月前半	5月後半	6月前半	6月後半	7月前半	7月後半	8月前半	8月後半	
水温	7	8	9	10.5	12	13.5	15	17	19		
昇温幅	13	12	11	9.5	8	6.5	加温終了				
加温水槽数	0	0	4	8	10	10					
採苗後收容巡流水槽											
		4水槽									
			4水槽								
				2水槽							

<今後の問題点>

今年度の試験結果から、二次成熟卵および針型珪藻の利用により、採苗後の生残率向上が認められたが、引き続き同様の試験を行って、再現性を確認する必要がある。また、針型珪藻と同様に、アワビ稚貝の好適な餌料であるワカメの培養方法について確認したが、今後は稚貝の餌料として利用した場合の効果について確認する必要がある。

<次年度の具体的計画>

前年度に引き続き岩手県栽培漁業協会において、再成熟と初回成熟によって得られた種苗に針型珪藻を給餌して飼育し、採苗後の生残率、成長速度等を比較することにより二次成熟卵と針型珪藻活用の効果について再現性を確認する。また、ワカメ無基質配偶体を用いて餌料用に芽胞体を培養、給餌し、アワビ稚貝の成長等への効果を確認する。

<結果の発表・活用状況等>

ワカメ幼芽等のアワビ種苗生産用餌料としての利用方法の検討（アワビ種苗生産に関する研修会）

研 究 分 野	3 生産性・市場性の高い増養殖技術の開発	部 名	増養殖部
研 究 課 題 名	(3) 海藻類養殖の生産効率化に関する研究 ①人工種苗生産技術に関する研究		
予 算 区 分	県単 (養殖業振興事業費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 27 年度～30 年度		
担 当	(主) 西洞 孝広		
協 力 ・ 分 担 関 係			

<目的>

本県のワカメ養殖については、色の良さや葉の厚み等の品質を重視するとともに、病虫害による被害の発生を防ぐ観点から、収穫時期を3月から4月に限定して比較的若い葉体を収穫しているため、養殖施設当たりの生産量が比較的少なくなっている。しかし、養殖施設当たりの生産量の多寡は漁家の収益に直結していることから、県内の養殖関係者からは、より早く大きくなるワカメ種苗の開発が求められている。また、近年出荷量が増加している、間引いたワカメを生出荷する「早採りワカメ」については、出荷時期を早めることや、早採りワカメを専用の施設で繰り返し生産することによる生産量の増加などにより、漁家の増収への寄与が期待できる。このことから、本研究ではより早く沖出し可能な種苗生産技術について検討するとともに、より成長が早いワカメ種苗の開発に取り組み、養殖施設当たりの収穫量を増加させると同時に、早採りワカメの生産量増大、効率化のための手法についても検討を行う。

<試験研究方法>

県内の磯根漁場から採取したワカメから遊走子を採り、培養液を添加した滅菌海水中で配偶体を培養、増殖させたものを用いて人工種苗を作出し、養殖試験を行った。配偶体は、30フラスコを用いて22℃に調温した恒温室内で、照度約2,000ルクス、明期12時間暗期12時間の条件で培養、増殖させ、人工種苗生産に用いる際に、温度15℃に調温したインキュベータ内で照度約3,000ルクス、明期10時間暗期14時間の条件で約2～4週間ほど成熟を促してから用いた。成熟した配偶体を、ミキサーで3分程度細断し、糸等の基質には付着させない状態でフラスコに戻して通気培養し（フリー培養）、さらに3週間後からは18℃に調整したウォーターバス中でパンライト水槽により通気培養を行った。その後、葉長数mm程度に生長したところで、アルテミアふ化槽に移し、ろ過海水による流水中で通気培養し、数cmまで生長させて養殖試験に用いた。

<結果の概要・要約>

流水培養により生長させたワカメ（以後フリー種苗）は、数枚から20枚程度が一株となり、これを撚糸に1カ所あたりの幼芽の枚数が10～20枚程度になるように調整して挟み込んだ（写真1左）。これを越喜来湾の養殖施設に巻き込んで、その後の育成状況を調べた。



写真1 左：撚糸に挟み込んだワカメ種苗，右：本養成開始から2カ月後の育成状況

フリー培養種苗の全長、重量の推移を図1に示した。フリー種苗は本養成開始から2カ月後にはおよそ40 cm程度まで生長し（写真1右）、養殖ワカメの収穫開始時期である3月には平均全長約170 cm、平均重量300 g以上に生長しており、十分に収穫可能なサイズとなった。



写真2 左：フリー種苗の育成状況（3月）、右：フリー種苗を養成したワカメの形体

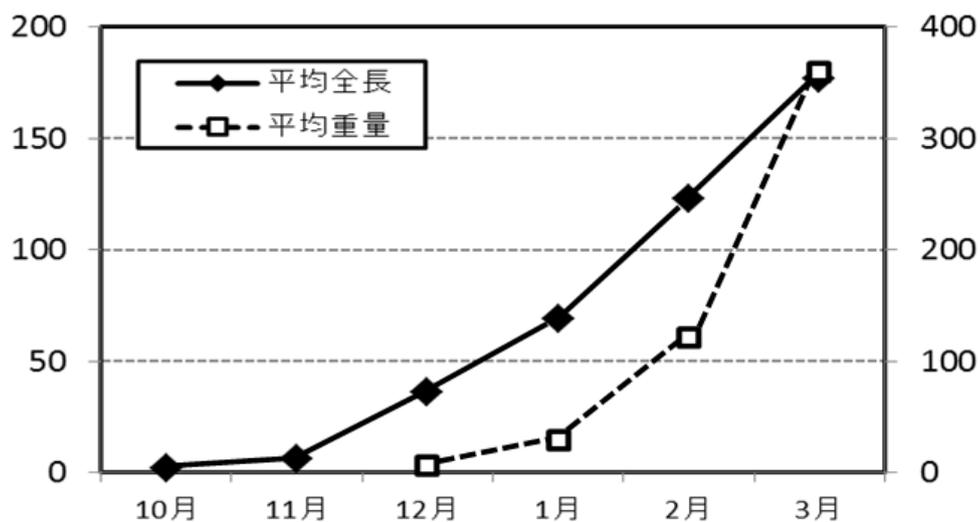


図1 フリー培養した種苗の全長と重量

試験の結果から、フリー培養により従来よりも大きくした種苗を用いることで、海中育苗を行わずに直接本養成を行うことが可能であり、本県の養殖ワカメの収穫開始時期である3月までに十分な大きさに生長することが確認された。従来の促成採苗種苗、あるいは無基質人工種苗では、本養成前に海中育苗による中間育成を行わなければならない、さらに、この際に芽落ちが起きやすいことから、ほとんど普及してこなかったが、本試験の方法により陸上水槽で数cmサイズまで種苗を生長させてから用いることで、安定的に本養成できることが確認された。また、従来の人工種苗生産のように、基質となるクレモナ糸やそれを固定するための塩ビパイプを用いる必要もなく、効率的な種苗生産ができる可能性が示唆された。また、この方法では、本養成開始時に養殖網1m当りのワカメの本数を調整することが容易であり、間引き作業を行わずに適正な密度のワカメを養成、収穫できる可能性が示唆された。

＜今後の問題点＞

フリー培養種苗について、養成開始時の全長を大きくすることにより、どの程度まで成長を早めることが可能か確認する必要がある。また、フリー培養種苗を早採りワカメ生産に用いた場合に、1シーズンに2回以上の収穫を行うことができるか確認する必要がある。

＜次年度の具体的計画＞

前年度に引き続き、フリー培養種苗を生産し、その成長について調べる。また、早採りワカメとして収穫する場合、一度収穫を行った養殖綱に再度種苗を巻き込み、養成することで1シーズン中に同一施設で2回以上の収穫が可能かを確認する。

＜結果の発表・活用状況等＞

ワカメ養殖用種苗生産技術の改良について（海藻類人工種苗生産担当者会議）

研究分野	3 生産性・市場性の高い増養殖技術の開発	部 名	増養殖部
研究課題名	(3) 海藻類の養殖の生産効率化に関する研究 ②海藻類養殖における病虫害発生機構に関する研究		
予算区分	県単 (養殖業振興事業費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 23～30 年度		
担 当	(主) 堀越 健 (副) 西洞 孝広、大村 敏昭		
協力・分担関係	田老町漁協、新おおつち漁協、沿岸広域振興局水産部、岩手県養殖わかめ対策協議会		

<目的>

ワカメ、コンブは本県を代表する養殖種目である。これらの養殖種は、病虫害の発生や生理活性の低下等により減産や品質低下など大きな被害を及ぼす年があるが、有効な防除手段が確立されておらず、早期刈り取り指導などを通じて品質低下を水際で防いでいる状況にある。本研究では、ワカメ性状調査などの基礎的研究を積み重ね、病虫害発生の早期発見や出現傾向を把握することでワカメの品質維持に努めるとともに、知見の積み上げによる将来的な病虫害発生機構解明を目的とするものである。

<試験研究方法>

1 養殖ワカメの性状調査

県産ワカメの藻体群としての生長や形態的特徴等を把握するため、宮古市田老真崎地先（以下、「田老」という。）において平成 27 年 2 月上旬から 4 月中旬まで、大槌町吉里吉里地先（以下、「吉里吉里」という。）においては 2 月上旬から 4 月上旬までの間、隔週で性状調査を実施した。

調査は、養殖網 1 m に着生している養殖ワカメを全量採取し、本数及び全重量を測定後、その中の大きいもの 30 個体を抽出して全長、葉長、葉幅、欠刻幅、葉厚、葉重、芽株重、全重を測定した。

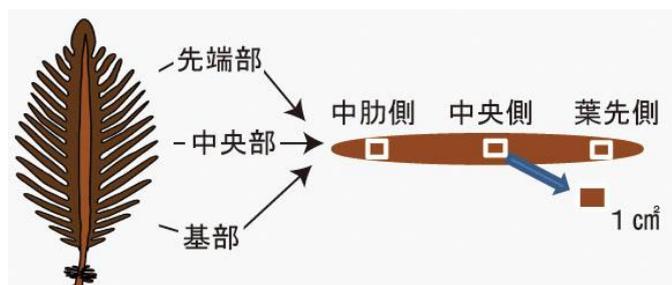


図 1 サンプル切り取り部位

2 養殖ワカメの病虫害発生状況調査

ワカメ漁期中の 3 月中旬から 4 月中旬にかけて、隔週で県内 A 及び B 漁場において生ワカメ藻体 5 本を採取し、各藻体の片側裂葉から先端部、中央部、基部（元葉付近）の裂葉を、それぞれ 1 枚切り取り、それぞれについて、切り取った葉体の中肋（中芯）側、中央側、葉先側から各々 1 × 1 cm を切り取り（図 1）、エフェロータ・ギガンティア及びアクティネータ・コリーニ（ツリガネムシ）の付着数を計測した。

観察に際しては、切り取った葉体をメチレンブルー溶液に 1 分程度浸して付着物を染色し、実体顕微鏡で葉体の表裏面（計 2 cm²）に付着した虫体数を計測し、その平均を葉体 1 cm²あたりの付着数とした。

3 エフェロータ・ギガンティアのモニタリング調査

(1) ワカメ漁期後の 4 月下旬から 7 月中旬にかけて、県内 C 漁場におけるエフェロータ・ギガンティア発生時期のモニタリング調査を実施した。

漁場の北側及び南側の養殖桁に自生するワカメ藻体 3 本について、5 月下旬までは隔週、6 月上旬以降は毎週採取し、2 の養殖ワカメの病虫害発生状況調査と同様の方法でエフェロータ・ギガンティアの付着数を計測した。

また、北側漁場には水深 1.5 m に自動水温記録計を設置し、水温の変化を記録した。

- (2) 7月上旬から10月中旬にかけて、県内の大規模増殖場等における4回の潜水調査で採取した海藻類について、2の養殖ワカメの病虫害発生状況調査と同様の方法でエフェロータ・ギガンティアの付着数を計測した。

<結果の概要・要約>

1 養殖ワカメの性状調査

田老の測定結果を図2に、吉里吉里の測定結果を図3に示す。

なお、吉里吉里は平成23年3月11日に発生した「東日本大震災津波」による養殖施設の被災で平成24年産が欠測となっている。

平均葉長は、調査開始時(田老：2月4日、吉里吉里：2月10日)には田老は107.5cm、吉里吉里は137.7cmだった。

調査終了時(田老：4月13日、吉里吉里：4月7日)には、田老は256.1cmで平成26年産並み、吉里吉里は224.4cmで平成26年産を下回った。

平均葉重は、調査開始時には、田老51.9g、吉里吉里115.1gだった。調査終了時には、田老は555.3g、吉里吉里は638.9gで、平成26年産をそれぞれ上回った。

平均葉厚は、調査開始時には田老は0.23mm、吉里吉里は0.27mmであった。調査終了時は、田老、吉里吉里ともに0.31mmで、平成26年産並みであった。

平均葉幅は、調査開始時には田老は50.2cm、吉里吉里は73.8cmだった。調査終了時には、田老は125.1cm、吉里吉里は133.1cmで、平成26年産をそれぞれ上回った。

芽株の平均重量は、田老は調査開始時には3.0g、吉里吉里は1.9gであった。調査終了時には、田老44.7g、吉里吉里は95.4gで、平成26年産をそれぞれ上回った。

養殖網1m当たりの生産量は、調査開始時には田老は5.1kg/m、吉里吉里は11.0kg/mだった。その後、生産量は順調に増加し、調査終了時には田老は38.5kg/mで平成26年産並み、吉里吉里は34.7kg/mで平成26年産を下回った。

2 養殖ワカメの病虫害発生状況調査

漁場A及びBにおける虫体付着数を図4、図5に示す。

はじめに、エフェロータ・ギガンティアの付着は、両漁場ともに調査期間を通じて確認されなかった。

アクティネータ・コリーニの付着数は、漁場Aにおける調査期間中の付着は、基部、中央部の付着は見られず、先端部で0.1~0.8個/cm²であった。

漁場Bにおいては、先端部で0.3~197個/cm²、中央部で0.5~10.8個/cm²、基部で0.1個/cm²で、4月上旬に付着数が最大となった。

葉体の部位別の付着は、昨年同様に先端部で多く確認され、元葉付近の基部では僅かな確認か、または確認されなかった。

以上のことから、B漁場では3月下旬から4月上旬にかけてアクティネータ・コリーニの付着数が大きく増加したものと推察された。

3 エフェロータ・ギガンティアのモニタリング調査

- (1) 漁場Cの水温及びエフェロータ・ギガンティア最大付着数の推移を図6(北側漁場)及び図7(南側漁場)に示した。

付着は、北側・南側ともに6月1日に確認された。水温は12.8℃だった。

南側漁場では、6月1日に最大付着数3.6個/cm²だったが、その後は減衰し、7月6日の調査では付着は確認されなかった。

北側漁場では、6月22日に最大付着数77個/cm²(水温15.4℃)となり、その後は減衰したが、基部への付

着は7月13日の調査最終日（水温16.3℃）まで継続していた。

以上のことから、従来、室内無給餌飼育試験においては本種の増殖に適した水温は10℃以下であり、水温13℃前後に再生産の有無の境界があるものと推察されていた（2010 岩手県水産技術センター年報 92-97）が、天然海域においては、水温が10℃以上から付着が始まることもあり、水温15℃前後でも再生産されるが、同じ湾内であっても場所によって消長が大きく異なる場合もあることが示唆された。

(2) 7月9日のD漁場における潜水調査において、水深約6mから採取したワカメにエフェロータ・ギガンティアが1.8個/cm²付着していた。水温は15.7℃だった。

その他、9～10月における3回の潜水調査で採取した海藻からは付着が確認されなかった。

以上のことから、同種は水温が15～16℃前後となる7月頃までは沿岸漁場にとどまっておられ、水温が20℃前後となる9月頃までには消失するものと推察された。

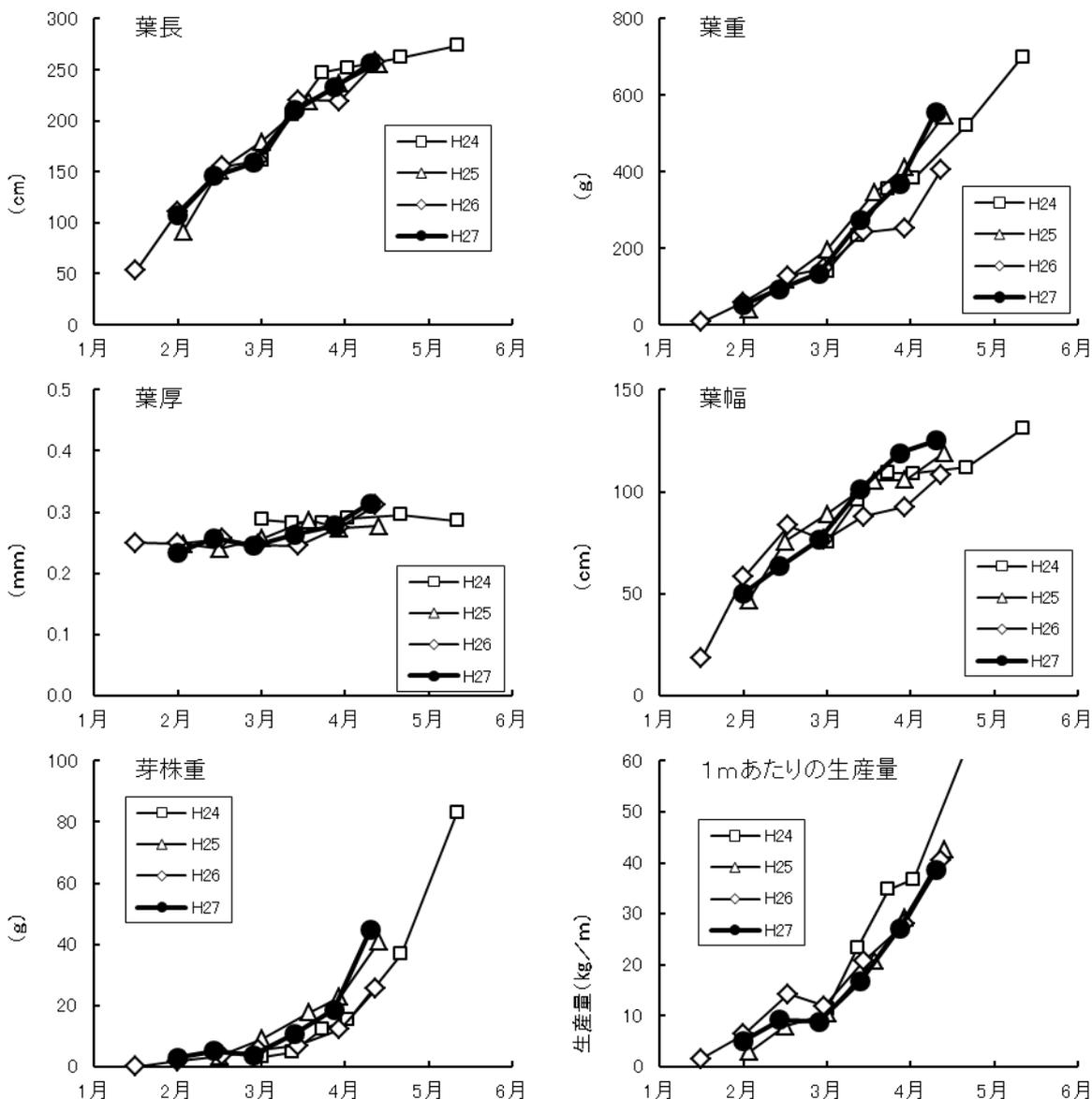


図2 調査定点における養殖ワカメの生育状況（田老）

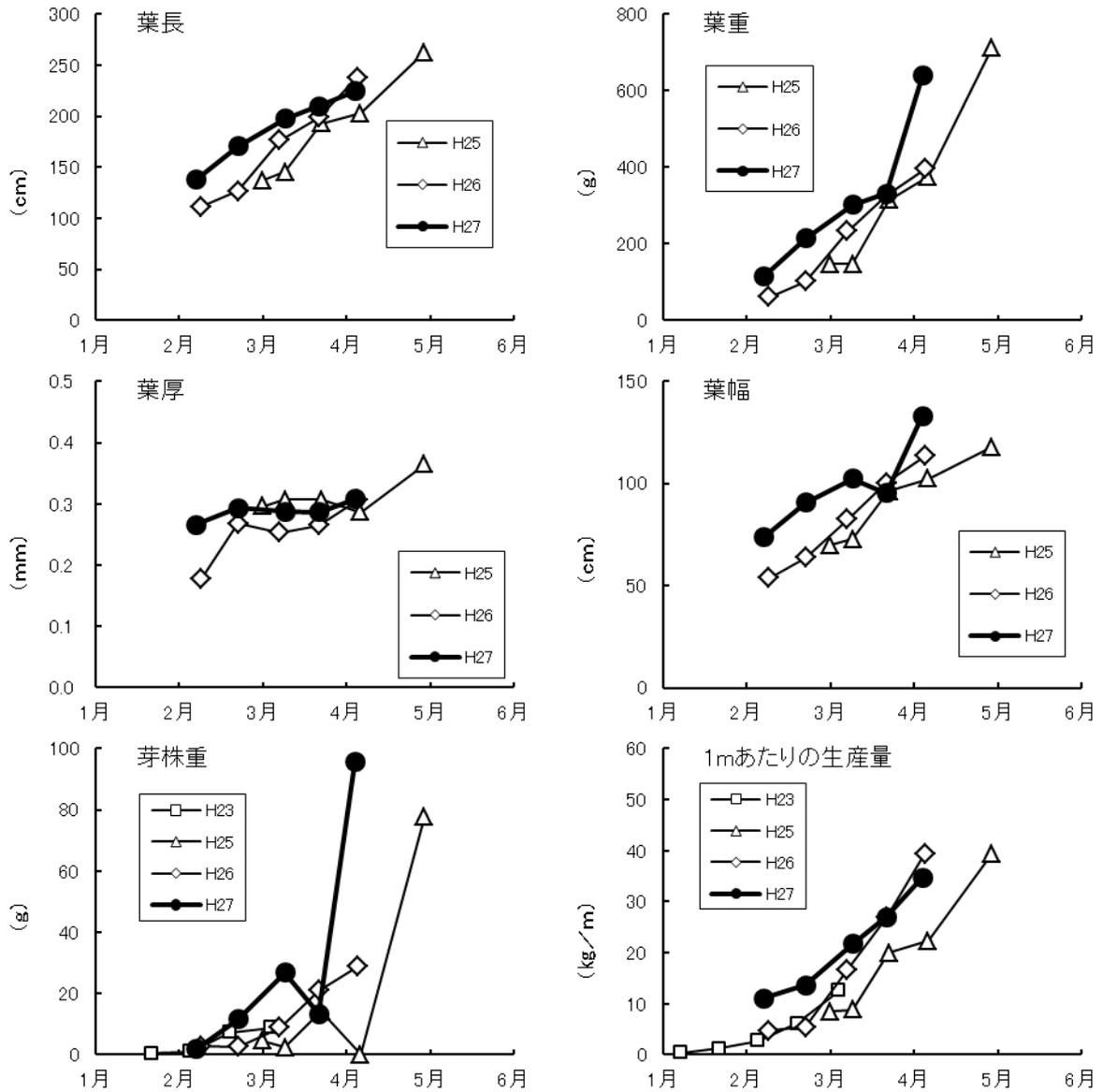


図3 調査定点における養殖ワカメの生育状況 (吉里吉里)

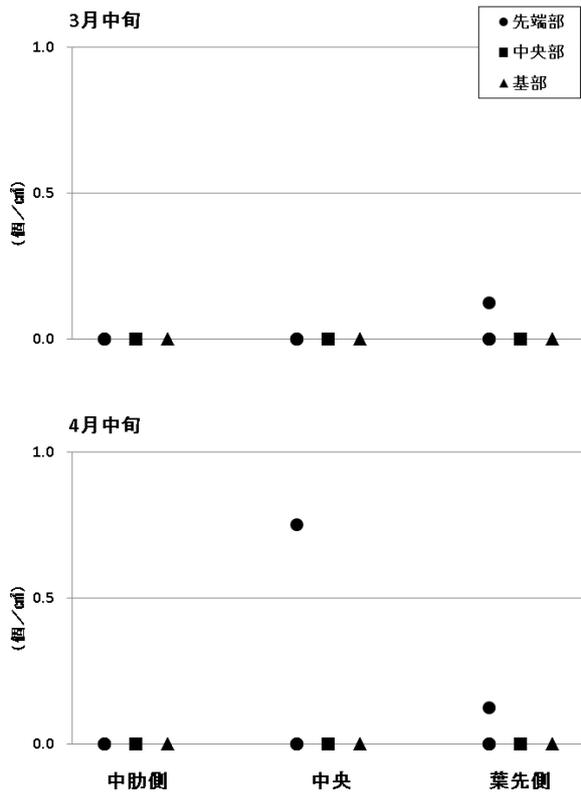


図4 葉体部位別の虫体付着数 (漁場A)

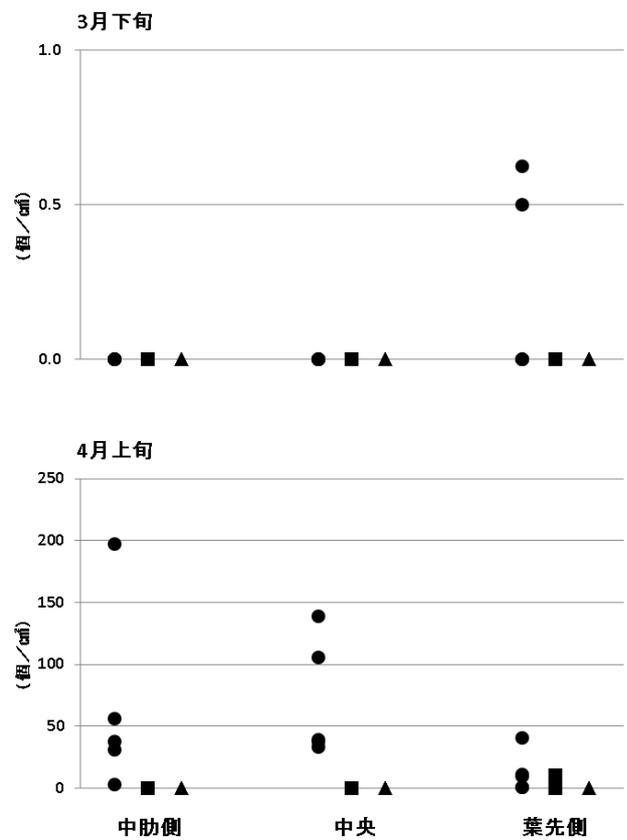
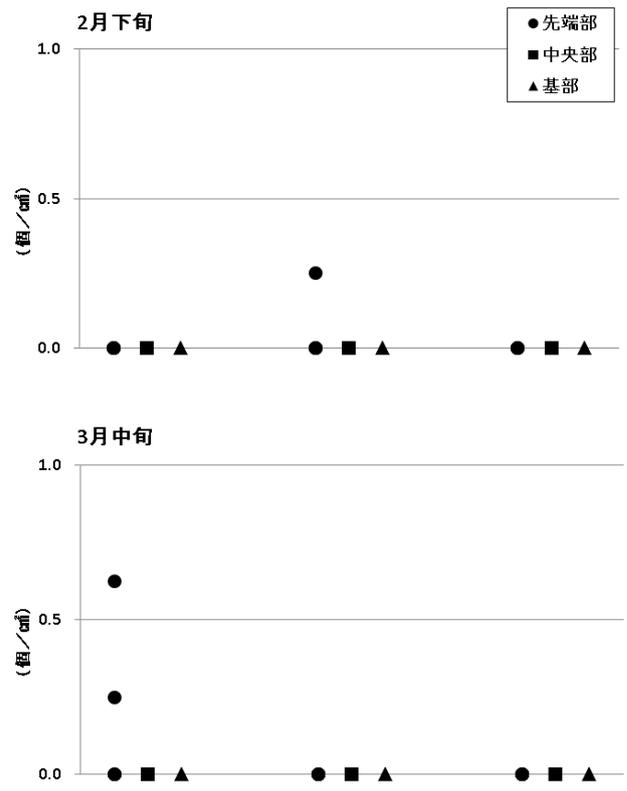


図5 葉体部位別の虫体付着数 (漁場B)

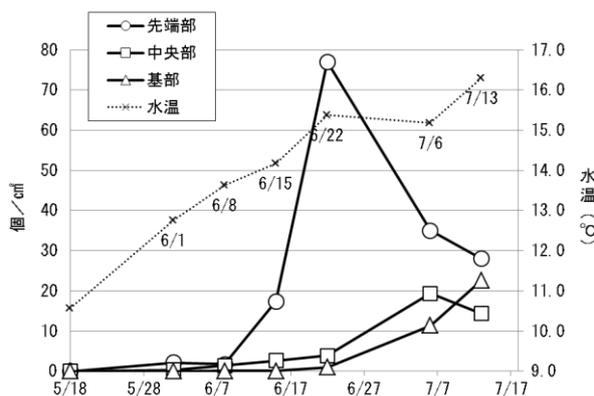


図6 水温及びエフェロータ・ギガンティア最大付着数の推移 (北側漁場)

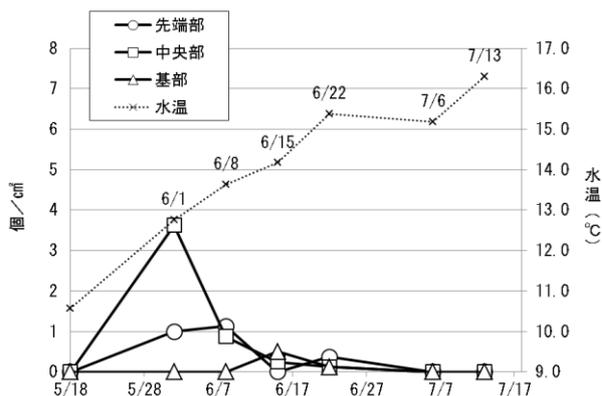


図7 水温及びエフェロータ・ギガンティア最大付着数の推移 (南側漁場)

<今後の問題点>

- 1 養殖ワカメの病虫害は、発生が突発的かつ不定期であり、その発生機構は十分に解明されていない。
- 2 エフェロータ・ギガンティアについては、生態を把握するための飼育技術が確立されていない。

<次年度の具体的計画>

- 1 東北大学と連携し、エフェロータ・ギガンティアの生態解明に向けた調査を実施する。
- 2 東日本大震災津波により養殖施設が壊滅的な被害を受けたため、復興の状況にあわせながら病虫害の発生状況を把握する。

<結果の発表・活用状況等>

平成 27 年漁期のワカメ性状調査について (浅海増養殖技術検討会、わかめ養殖組合代表者研修会、岩手県養殖わかめ対策協議会、水産技術センター出前フォーラム)