

環境変化に対応した砂泥域二枚貝類の増養殖生産システムの開発

(アカガイ増養殖手法開発試験)

吉田 達・伊藤 良博・東野 敏及・小谷 健二・小倉 大二郎・川村 要

目 的

陸奥湾におけるアカガイ養殖では天然で採捕した稚貝を種苗として用いることから、年によっては種苗を安定的に確保できないため、効率的に天然採苗できる技術を開発する。また、稚貝採取から出荷まで4年間も養殖しなければならないことから、養殖期間を短縮できる手法を開発するとともに、地まき増殖による生産方法を合わせて検討する。さらに、養殖アカガイは、天然アカガイに比べて、身の赤味が薄く、殻皮も少ないため、価格が安いことから、肉色や殻毛の品質改善を行う。

材料と方法

1 効率的な天然採苗技術の開発

(1) 成熟度調査

平成23年7月4日にむつ市川内町地先で漁業者が養殖していた平成18年産(5年貝)、平成19年産(4年貝)、平成20年産アカガイ(3年貝)を購入して、当研究所の川内実験漁場(図1)の養殖施設に垂下した。産卵期前後の平成23年7月25日～9月26日にかけて5回、それぞれ30個体の殻長、全重量、軟体部重量を測定した。

成熟状況を調べるために、内臓嚢を切開して、雌雄判別できない個体については、成熟ステージ¹⁾を調べるために、ブアン氏液で固定し、パラフィンで包埋後、厚さ7 μ mの組織切片を作成し、ヘマトキシリン・エオシン二重染色法により染色して顕微鏡観察を行った。

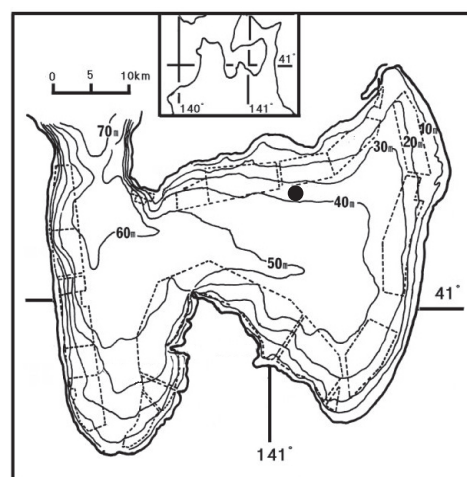


図1 成熟度調査地点(養殖貝)

(2) 浮遊幼生調査

産卵期前後の平成23年7月26日～10月14日にかけて6回、公海7地点(St. 1～7)と、むつ市川内町地先の2地点(St. 8～9)でラーバ調査を行った(図2)。公海7地点では北原式定量ネット(採水口面積0.04 m²、NXX13メッシュ)を海底上3mから鉛直曳きしてサンプルを採取した。川内町地先2地点では5m、10m、20m、30mの各層から海水200lをポンプで汲み上げて、13XXメッシュのネットでサンプルを採取した。サンプルは10%ホルマリンで固定後に、万能投影機で殻長と個体数を測定し、海水1 m³当りの出現数に換算した。

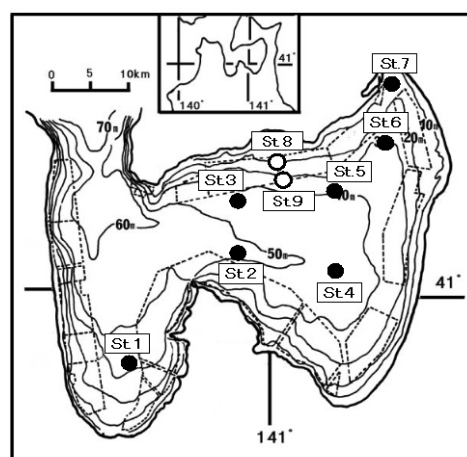


図2 浮遊幼生調査地点

(3) 付着稚貝調査

平成23年8月20日～9月11日にむつ市川内町地先の漁業者の養殖施設(陸側 St. 1、3、5の3地点、沖側 St. 2、4、6の3地点)、むつ市大湊地先の漁業者の養殖施設(St. 7)、川内実験漁場の養殖施設へ採

苗器を設置した(図 3、4)。

漁業者の採苗器は、目合 2 分(1 分は 3.03mm)、5 段のパールネットで、最下段に 100 匁(1 匁は 3.75g)の鉛の錘を取り付け、それぞれの段に付着器質としてネトロンネット(幅 38cm、長さ 70cm)を入れた。幹網水深は 10~26.8m の範囲にあった。

川内実験漁場の採苗器は、目合 2 分、12 段のパールネットで、段間隔を 1.5m に調整し、潮流で吹き流されないように偶数段に 100 匁の鉛の錘を取り付けた。それぞれの段には、付着器質としてネトロンネット(幅 38cm、長さ 70cm)を入れ、幹網水深 8m の施設に垂下した。

漁業者の採苗器を平成 24 年 2 月 22 日に、川内実験漁場の採苗器は 1 月 30 日に回収して、アカガイ稚貝の付着数と殻長を調べた。

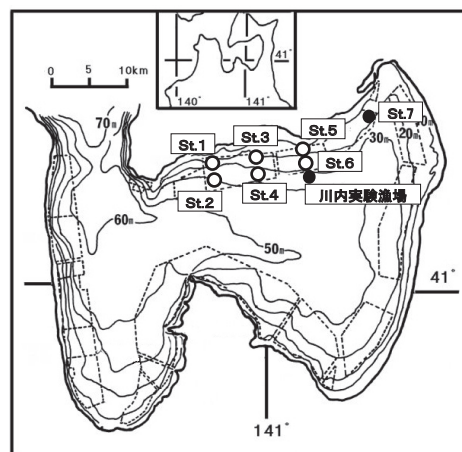
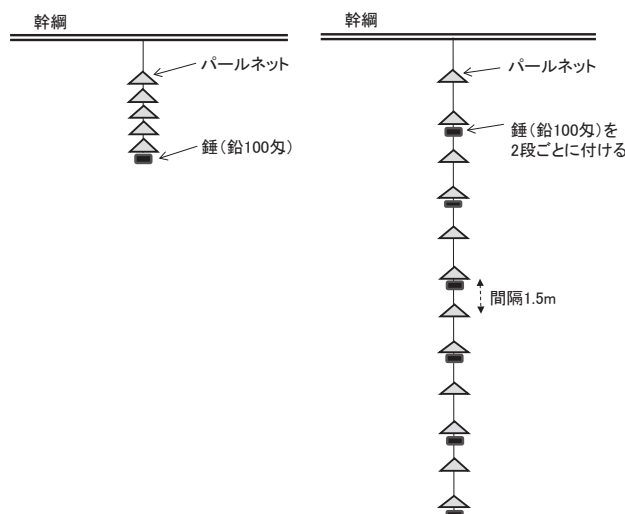


図 4 付着稚貝調査地点

図 3 アカガイ採苗器(左は漁業者、右は川内実験漁場)

2 効率的な増養殖技術の開発

(1) 養殖改良試験

籠の種類・収容密度・年齢・錘の有無、調整玉の種類や養殖水深の違いによるへい死率、成長量を調べるために、むつ市川内町地先で漁業者が養殖していたアカガイを入手して、平成 22 年 11 月 24 日に川内実験漁場(図 1、5)の養殖施設に垂下した。

使用した籠は目合 3 分 10 段のパールネットと目合 7 分 10 段の丸籠の 2 種類で、パールネットにコンクリート 2kg の錘を付けた試験区と錘を付けない試験区とした。丸籠の全てにコンクリート 2kg の錘を付けた。収容密度は 2 年貝(平成 20 年産)の場合、パールネットで 10 個体/段、20 個体/段の 2 種類、丸籠で 12 個体/段、25 個体/段の 2 種類とした。同様に 3 年貝(平成 19 年産)の場合、パールネットで 6 個体/段、12 個体/段、丸籠で 8 個体/段、15 個体/段、4 年貝(平成 18 年産)の場合、パールネットで 4 個体/段、8 個体/段、丸籠で 5 個体/段、10 個体/段とした。全ての養殖籠は幹網水深 8m の養殖施設に垂下した。

垂下水深による比較を行うため、幹網水深 15m の養殖施設に、目合 7 分 10 段の丸籠を垂下し、1 段当たり 2 年貝を 12 個体、3 年貝を 8 個体、4 年貝を 5 個体ずつ収容した。

幹網水深 8m の養殖施設には、調整玉として 1 尺 3 寸を 2 個連結(浮力 60.6kg 重)して使用し、調整玉直下の幹網には 10kg の土俵を錘として取り付けた。調整玉ロープに長さ 2m のショックコードを 2 本取り付けたものをゴム区とし、ショックコードを取り付けないものを従来区とした。それぞれの調整玉直下の幹網から 1.5m 離れた位置に、目合 7 分 10 段の丸籠を垂下し、1 段当たり 2 年貝を 25 個体、3 年貝を 15 個体、4 年貝を 10 個体ずつ収容した。

平成 23 年 5 月 26 日と 11 月 29 日に回収して、生貝数、死貝数の計数、殻長、全重量、軟体部重量を測定した。

幹綱水深 8m の施設の調整玉直下と中央付近の幹綱に、幹綱水深 15m の施設の養殖簀付近の幹綱にメモリー式加速度計 (Onset Computer 社、HOB0 G Logger) を設置し、5 分間隔で垂直方向の加速度を記録した。また、幹綱水深 8m の施設の中央付近の幹綱と、幹綱水深 15m の施設の養殖簀付近の幹綱にメモリー式深度計 (アレック電子 MDS-MkV/D) を設置し、1 分間隔で幹綱水深を記録した他、メモリー式温度計 (Onset Computer 製 HOB0 WaterTempPro) を設置し、1 時間間隔で水温を記録した。

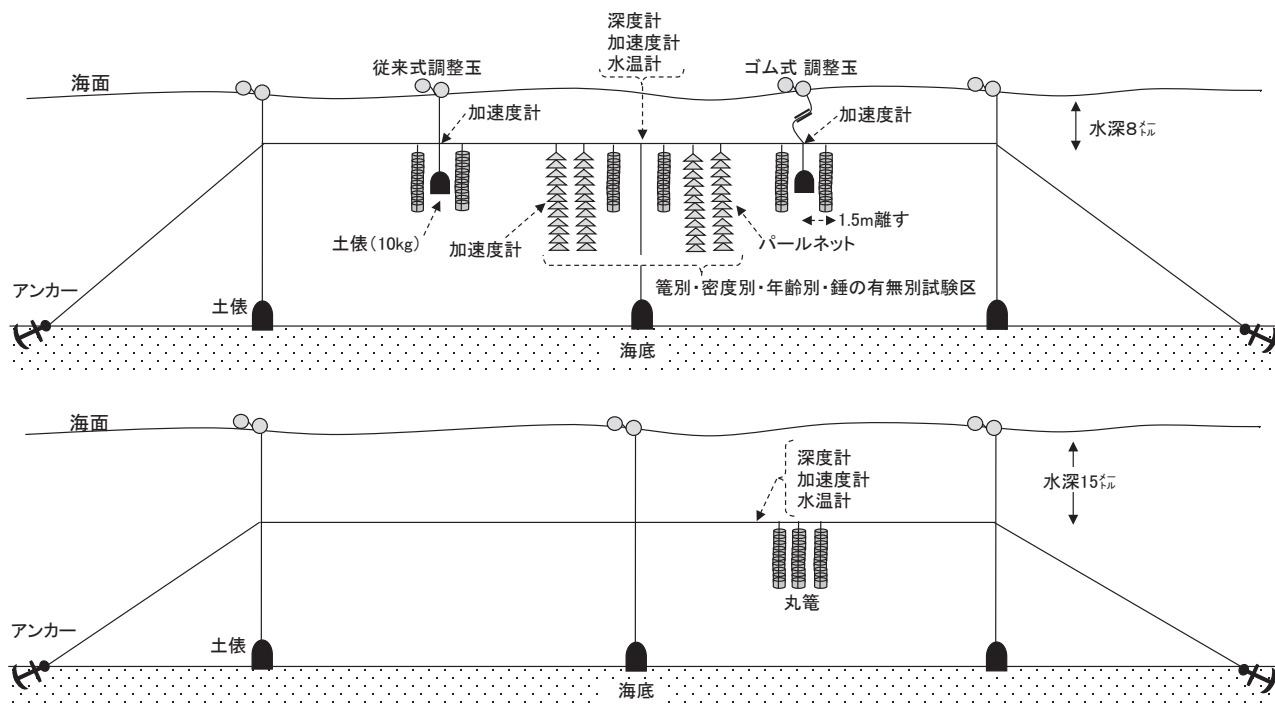


図 5 養殖改良試験における各試験区の設置状況 (上は幹綱水深 8m、下は幹綱水深 15m)

(2) 地まき増殖試験

海底に放流後の成長、生残率を調べるために、平成 22 年 11 月 16 日にむつ市川内町地先 (水深 15m、泥場) へ、漁業者が養殖していた 4 年貝 (平成 18 年産) を購入して放流した (図 6、7)。

試験には、平成 21～22 年試験で使用した 5m 四方の囲い網試験区を用いたが、餌料環境を改善するために、上網を撤去した他、ヒトデによる食害を防ぐために、試験区の周辺に目合 3.5 寸の刺網を張り巡らした。

囲い網試験区は高さ 50cm の網で 2 区画に仕切り、アカガイを一方の区画に 100 個体、もう一方の区画に倍の 200 個体放流した。

放流後は 1 ヶ月に 1 回、潜水夫を用いて、放流場所周辺のヒトデ駆除を行った。

平成 23 年 5 月 9 日と 11 月 15 日に回収して、生貝数、死貝数を計数したほか、殻長、全重量、軟体部重量を測定した。また、色彩色差計で足と内臓囊の明度 (L) と色度 (赤系 a と黄系 b) をそれぞれ測定した。

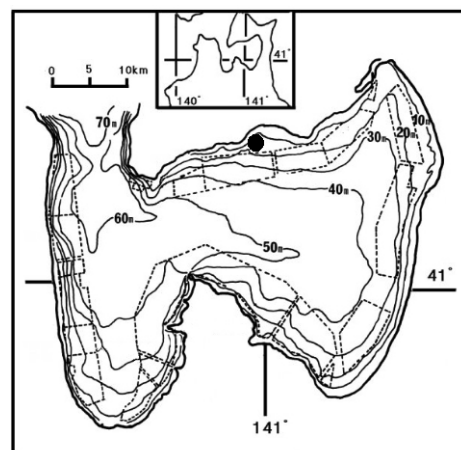


図 6 地まき増殖試験の調査地点

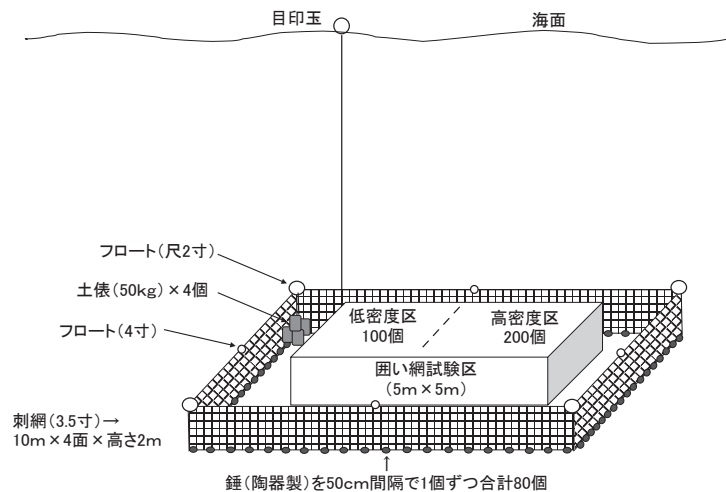


図 7 地まき増殖試験における各試験区の設置状況

(3) 環境調査

平成 23 年 4 月～平成 24 年 3 月に月 1～2 回、バンドーン採水器を用いて、川内実験漁場の水深 15m 層から海水を採取し、試水 1 リットルをワットマン GF/F フィルターでろ過した後、アセトン抽出法により蛍光分光高度計(日本分光製 FP750)でクロロフィル a 量を測定した。

3 品質改善技術の開発

泥中で蓄養したアカガイの成長、生残率、肉色を調べるため、むつ市漁業協同組合が組合前沖の水深 8m に設置している養殖施設(図 8)に以下のような海底蓄養試験区を設置した。

平成 22 年に使用した簀より大きな直径 80cm のアブラメ簀を用い、アカガイを 60 個体ずつ収容した試験区と、120 個体ずつ収容した試験区をそれぞれ 3 簀ずつ作成し、平成 23 年 7 月 4 日に養殖施設の海底に設置した。

8 月 8 日、9 月 6 日、10 月 3 日にそれぞれの簀のアカガイを回収し、生貝数、死貝数を計数し、殻長、全重量、軟体部重量を測定した他、色彩色差計により足と内臓囊の明度(L)と赤系色度(a)、黄系色度(b)を測定した。

冬期間のデータを収集するために、アカガイを 60 個体ずつ収容した試験区を 3 簀作成し、平成 23 年 11 月 2 日に設置、12 月 5 日、平成 24 年 1 月 10 日、2 月 6 日に回収して、同様に測定を行った。

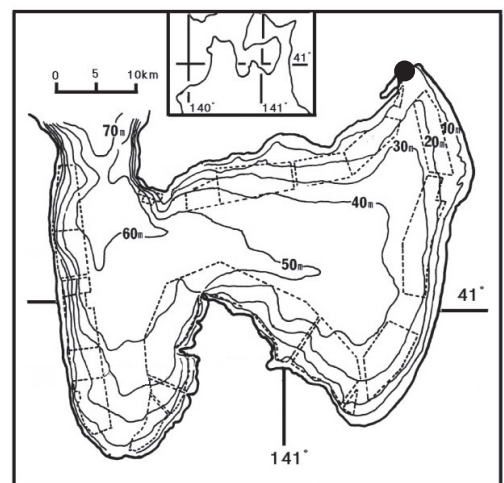


図 8 泥蓄養試験の調査地点

結果と考察

1 効率的な天然採苗技術の開発

(1) 成熟度調査

調査に用いたアカガイの平均殻長は、3 年貝(平成 20 年産貝)が 51.6～54.1mm、4 年貝(平成 19 年産貝)が 62.0～64.6mm、5 年貝(平成 18 年産貝)が 70.2～72.4mm であった(図 9)。

調査個体に占める成熟個体の割合は、3～5 年貝で 8 月 8 日にピークに達しており、産卵時期は 8 月中旬と考えられた(図 10)。平成 21 年の産卵時期は 8 月下旬、平成 22 年は 8 月中旬であり、養殖施設に設置したメモリー式水温計の 3 ヶ年のデータと合わせて考えると、陸奥湾の養殖アカガイは 22～23℃

で産卵するものと考えられた（図 11）。

また、内臓囊を切開して成熟状況を観察した結果、4～5 年貝は 8 月上旬の成熟ピーク時にほとんどの個体で成熟が見られたが、3 年貝は約 2 割の個体しか成熟を確認できなかった。3 年貝の成熟を確認できなかった 8 割の個体を組織切片で観察したところ、そのうち約 4 割しか成熟していないことが分かった。調査に用いた 3 年貝の平均殻長を比較してみると、平成 21 年には 58.1mm、平成 22 年には 56.0mm、平成 23 年には 52.6mm となっており、平成 23 年は成長の悪い個体が成熟できなかった可能性がある。

なお、軟体部歩留まりは、成熟・産卵の影響により 7 月から 9 月にかけて減少した（図 12）。

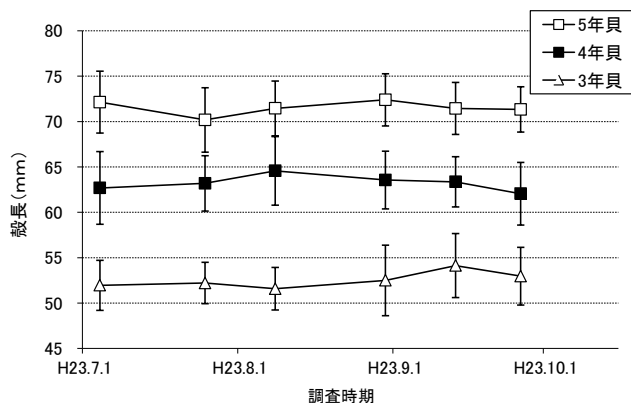


図 9 殻長の推移（バーは標準偏差）

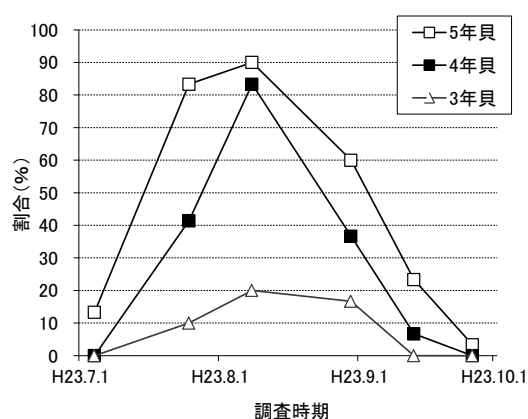


図 10 調査個体に占める成熟個体の割合

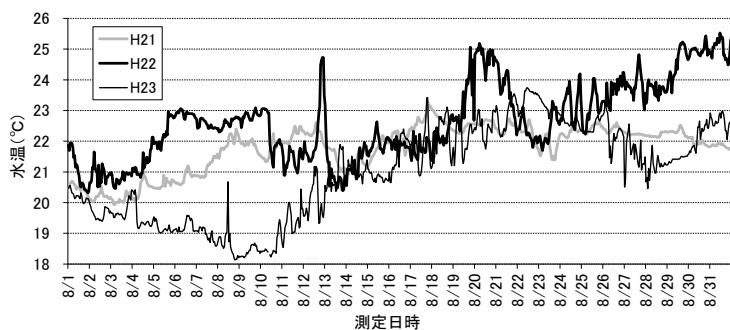


図 11 産卵期前後における川内実験漁場の養殖施設の幹網水深における毎時水温の推移

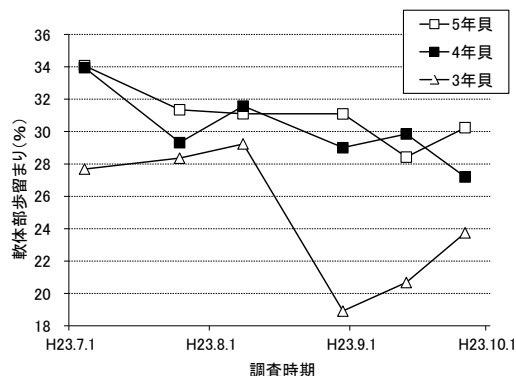


図 12 軟体部歩留まりの推移

(2) 浮遊幼生調査

浮遊幼生の出現数は、平成 21～22 年同様、西湾 (St. 1) よりも東湾 (St. 2～St. 9) で多かった（図 13）。出現数の多い東湾では、平成 21 年と同様に、9 月上旬に明瞭な出現ピークが見られた。

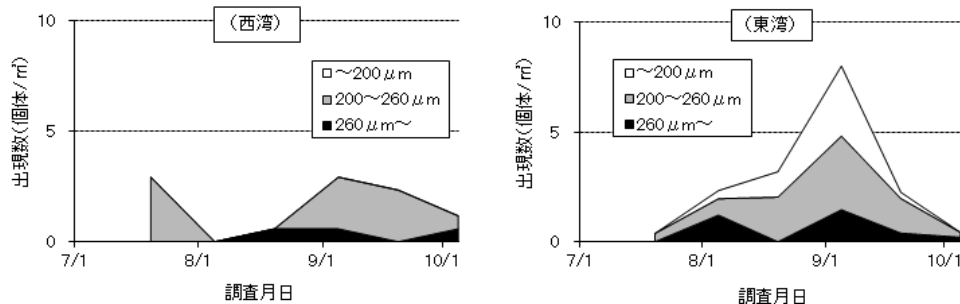


図 13 アカガイ浮遊幼生のサイズ別出現数

地点別の出現数は、東湾の St. 6 で 25.2 個/㎡と最も多く、次いで St. 8 が 18.3 個/㎡、St. 7 が 8.4 個/㎡と多く、平成 21～22 年と同様に東湾の北東部で多かった（図 14）。

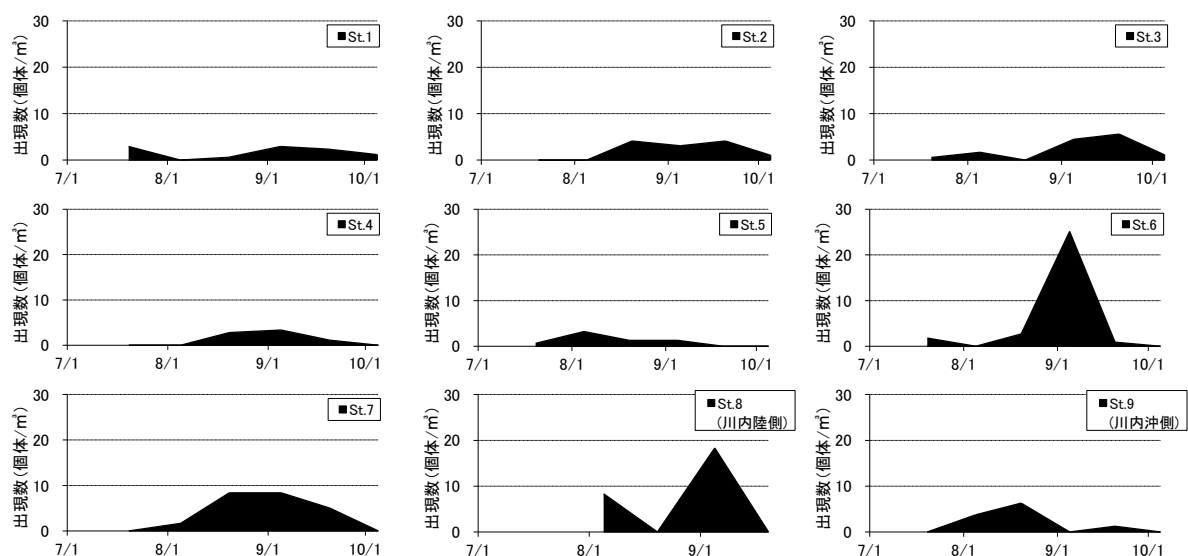


図 14 アカガイ浮遊幼生の地点別出現数

川内地先(St. 8、St. 9)の水深別出現数についても、前年同様に、陸側では水深 5～10m 層の浅い水深で多く、沖側では水深 10～30m の中～底層で多かった(表 1)。

表 1 アカガイ浮遊幼生の水深別出現数

調査 水深	8月20日		9月5日	
	St.8 (川内陸側)	St.9 (川内沖側)	St.8 (川内陸側)	St.9 (川内沖側)
5m	0	0	25	0
10m	0	15	25	0
20m	0	5	5	0
30m	—	5	—	0

(3) 付着稚貝調査

漁業者の採苗器の調査結果を表 2、図 15 に示した。

地区別に見ると、平成 21～22 年と同様に西側の蠣崎地区(陸側、St. 1)の付着数が多かった他、川内地区(沖側、St. 4)でも多い傾向を示し、1 連当たりの付着数を見ると、蠣崎地区(陸側、St. 1)で 156～250 個体、川内地区(沖側、St. 4)で 87～200 個体と、付着数の多かった平成 22 年をさらに上回った。矢幅ら²⁾は、陸奥湾東湾の北側に特徴的な渦状の流れがあることを報告しており、アカガイ浮遊幼生もこの流れに乗って移動している可能性がある。付着数の多い場所と少ない場所が存在するのは、そのためと考えられる。

時期別に見ると、8 月下旬投入分は 2～200 個体/連(平均 75.1 個体/連)、9 月上旬投入分は 1～250 個体/連(平均 72.2 個体/連)と、付着数に明瞭な差は見られなかった。殻長は8月上旬投入分が 7.2～14.1(平均 11.2mm)と、9 月上旬投入分の 7.4～12.2(平均 9.4mm)よりも大きかった。

表 2 漁業者の採苗器の調査結果

地区名	蠣崎		川内		黒崎		むつ	平均
場所	陸側 St.1	沖側 St.2	陸側 St.3	沖側 St.4	陸側 St.5	沖側 St.6	St.7	
漁場水深(m)	30	46	27	34	28	32	16	
8月投入 投入月日	8月26日	8月23日	8月21日	8月26日	8月22日	8月22日	8月20日	8月22日
幹綱水深	15m	23m	26.8m	16m	18m	20m	10m	
付着数(個体/連)	156	49	35	200	13	2	71	75.1
殻長(mm) 平均	12.4	11.1	7.2	10.0	12.5	14.1	10.9	11.2
標準偏差	2.5	3.3	1.8	2.5	5.0	3.1	3.6	3.1
9月投入 投入月日	8月31日	9月9日	9月10日	9月11日	9月9日	9月9日	9月7日	9月7日
幹綱水深(m)	15m	23m	26.8m	16m	20m	22m	10m	
付着数(個体/連)	250	—	41	87	4	1	50	72.2
殻長(mm) 平均	12.2	—	7.4	8.9	8.0	10.6	9.1	9.4
標準偏差	2.5	—	1.6	3.0	1.8	—	2.2	2.2

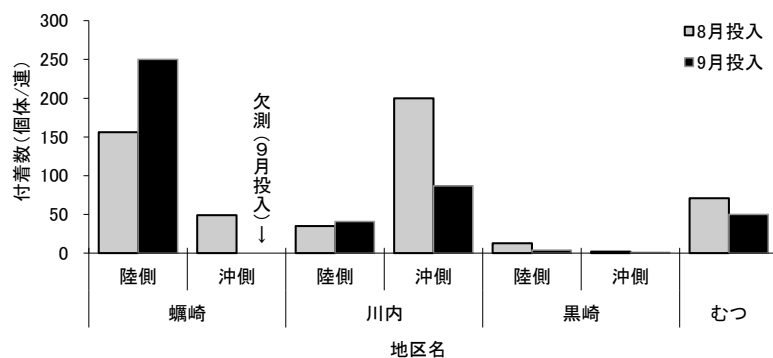


図 15 地区別・時期別の漁業者の採苗器の調査結果

川内実験漁場の採苗器の調査結果を表 3、図 16 に示した。

漁業者の採苗器と同様に平成 21～22 年と比べて付着数が多かった。段別に見ると、上段で 11.0 個体/段、中段で 13.5 個体/段、下段で 25.0 個体/段と下段の付着数が多かった他、平均殻長は上段・中段で 11.7mm、下段で 10.1mm と上段の稚貝が大きく、平成 22 年と同様の結果であった。段別の付着数の差は底層ほど付着サイズの大型ラーバが多く分布³⁾するためと考えられ、成長の差は籠内の生息密度と水深別植物プランクトン量の違いによるものと考えられた。

なお、サルボウガイの稚貝は平成 21～22 年よりも多く、1 連当たりの付着数が 0～5 個体で、上段ほど付着数が多かった。平均殻長は 9.7mm とアカガイの稚貝とほぼ同じ大きさであった。

表 3 川内実験漁場の採苗器の調査結果

投入月日	8月31日			
漁場水深(m)	33			
幹網水深(m)	8			
種類	上段 (1～4段)	中段 (5～8段)	下段 (9～12段)	平均
付着数(個体/段)	11.0	13.5	25.0	16.5
殻長(mm) 平均	11.7	11.7	10.1	11.5
標準偏差	3.1	2.8	2.1	2.5
備考	サルボウ 2～5個体/段	サルボウ 0～3個体/段	サルボウ 0～1個体/段	1.5個体/段

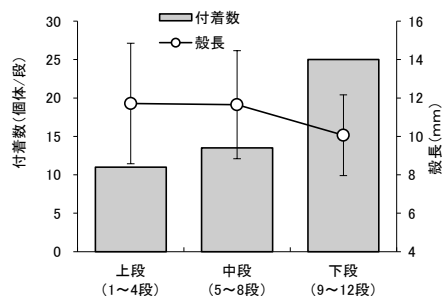


図 16 川内実験漁場の採苗器の調査結果
(バーは標準偏差)

(4) まとめ

以上のことから、3 ヶ年の調査結果を踏まえ、アカガイ天然採苗におけるポイントを以下のとおりまとめた。

- ・東湾の天然貝と養殖貝は親貝として重要であり、養殖貝の場合、殻長 5～8cm の 3～5 年貝で成熟が見られる。産卵は水温 22～23℃で始まり、産卵時期は 8 月中～下旬と年変動がある。
- ・浮遊幼生は西湾より東湾で多く、特に東湾北東部で多い。出現ピークは 8 月下旬～9 月上旬と年変動が見られる。
- ・川内地先における採苗器の投入適期は 8 月下旬である。沖側より陸側、東側よりも西側で付着が多く、水深が深いほど付着数が多い。付着基質としてはネトロンネットが適している。

2 効率的な増養殖技術の開発

(1) 養殖改良試験

① 籠の種類別、収容密度別、年齢別、鍾の有無別試験

平成 23 年 5 月 26 日の中間測定時の測定結果を表 4 に、11 月 29 日の試験終了時における測定結果を表 5 に示した。

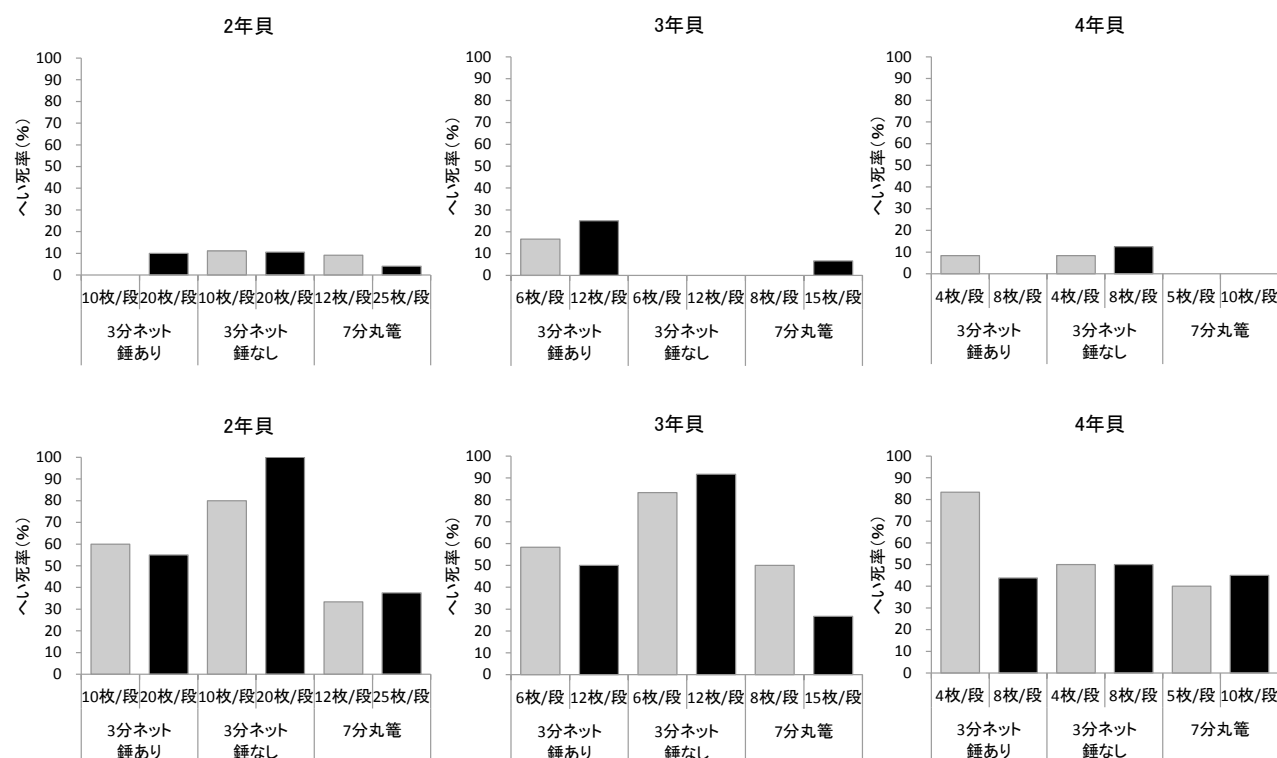
表 4 籠の種類別、密度別、年齢別、錘の有無別試験の結果(中間測定時)

年貝 種類	2年貝(平成20年産貝)						3年貝(平成19年産貝)						4年貝(平成18年産貝)					
	3分ネット 錘あり		3分ネット 錘なし		7分丸籠		3分ネット 錘あり		3分ネット 錘なし		7分丸籠		3分ネット 錘あり		3分ネット 錘なし		7分丸籠	
収容密度(個体/段)	10	20	10	20	12	25	6	12	6	12	8	15	4	8	4	8	5	10
生貝(個体)	10	18	8	17	10	24	10	9	12	12	8	14	11	16	11	14	15	20
死貝(個体)	0	2	1	2	1	1	2	3	0	0	0	1	1	0	1	2	0	0
へい死率(%)	0.0	10.0	11.1	10.5	9.1	4.0	16.7	25.0	0.0	0.0	0.0	6.7	8.3	0.0	8.3	12.5	0.0	0.0
殻長 (mm)	平均	43.3	43.2	48.6	50.9	43.4	43.8	56.2	58.6	57.7	58.5	59.5	56.6	67.9	72.6	71.2	70.4	70.7
	標準偏差	3.7	2.3	3.2	3.4	2.6	2.0	4.3	3.8	3.7	3.3	4.3	3.1	5.5	4.2	3.6	4.5	3.4
全重量 (g)	平均	22.3	20.7	30.6	32.4	21.8	22.4	48.8	51.1	51.8	49.4	52.0	46.4	81.3	89.7	88.0	91.7	86.5
	標準偏差	5.0	3.3	6.0	5.5	3.5	2.7	7.9	8.3	11.5	7.6	14.2	6.5	17.8	14.3	12.9	16.1	13.1
軟体部重量 (g)	平均	6.2	6.2	9.8	9.8	6.2	6.7	14.9	17.2	17.7	14.6	15.5	13.8	26.3	28.7	28.2	28.1	27.4
	標準偏差	1.6	1.4	2.3	2.0	1.3	1.4	3.6	3.4	3.8	2.7	4.4	2.8	7.2	5.8	5.1	6.3	4.9

表 5 籠の種類別、密度別、年齢別、錘の有無別試験の結果(試験終了時)

年貝 種類	2年貝(平成20年産貝)						3年貝(平成19年産貝)						4年貝(平成18年産貝)					
	3分ネット 錘あり		3分ネット 錘なし		7分丸籠		3分ネット 錘あり		3分ネット 錘なし		7分丸籠		3分ネット 錘あり		3分ネット 錘なし		7分丸籠	
収容密度(個体/段)	10	20	10	20	12	25	6	12	6	12	8	15	4	8	4	8	5	10
生貝(個体)	4	9	2	0	8	15	5	6	1	1	8	11	2	9	6	8	9	11
死貝(個体)	6	11	8	20	4	9	7	6	5	11	8	4	10	7	6	8	6	9
へい死率(%)	60.0	55.0	80.0	100	33.3	37.5	58.3	50.0	83.3	91.7	50.0	26.7	83.3	43.8	50.0	50.0	40.0	45.0
殻長 (mm)	平均	60.4	54.0	52.7	53.8	56.0	63.5	64.6	56.3	57.2	67.3	63.6	72.4	72.0	73.1	69.4	70.6	73.6
	標準偏差	3.0	4.7	3.1	4.1	4.7	5.4	6.1			3.9	5.2	0.3	2.9	5.2	3.6	5.0	4.2
全重量 (g)	平均	53.7	39.4	36.3	39.3	42.8	63.5	71.6	48.8	52.3	74.3	66.6	92.2	96.9	100.4	85.9	94.5	102.5
	標準偏差	6.5	7.6	3.7	7.9	8.3	13.0	14.7			11.6	14.2	6.0	8.6	25.0	10.7	18.8	15.0
軟体部重量 (g)	平均	19.0	13.7	12.4	12.5	14.7	21.0	22.7	17.2	18.3	24.7	21.8	29.4	28.4	33.1	26.2	32.0	32.7
	標準偏差	3.4	3.6	0.4	3.2	3.6	4.7	5.4			6.6	7.1	1.8	3.7	8.8	4.1	9.1	7.9

中間測定時のへい死率は2年貝が0～11.1%、3年貝が0～25.0%、4年貝が0～12.5%であったが、試験終了時には2年貝が33.3～100%、3年貝が26.7～91.7%、4年貝が40.0～83.3%と、全ての年齢群でへい死率が増加した。2年貝と3年貝は、丸籠よりもパールネットでへい死率が高く、同じパールネットでも錘なしが高かった。収容密度による差は見られなかった(図17)。

図 17 籠の種類別、密度別、年齢別、錘の有無別試験におけるへい死率
(上段は中間測定時、下段は試験終了時)

試験終了時の殻長は2年貝が52.7～60.4mm、3年貝が56.3～67.3mm、4年貝が69.4～73.6mm、軟体部重量は2年貝が12.4～19.0g、3年貝が17.2～24.7g、4年貝が26.2～33.1gであった(図18)。

パールネットについては、2年貝、3年貝とも錘ありの成長が良かった。2年貝は丸籠よりもパールネット(錘あり)の成長が良かったが、3年貝では差が見られなかった。収容密度による明瞭な差は見られなかった。

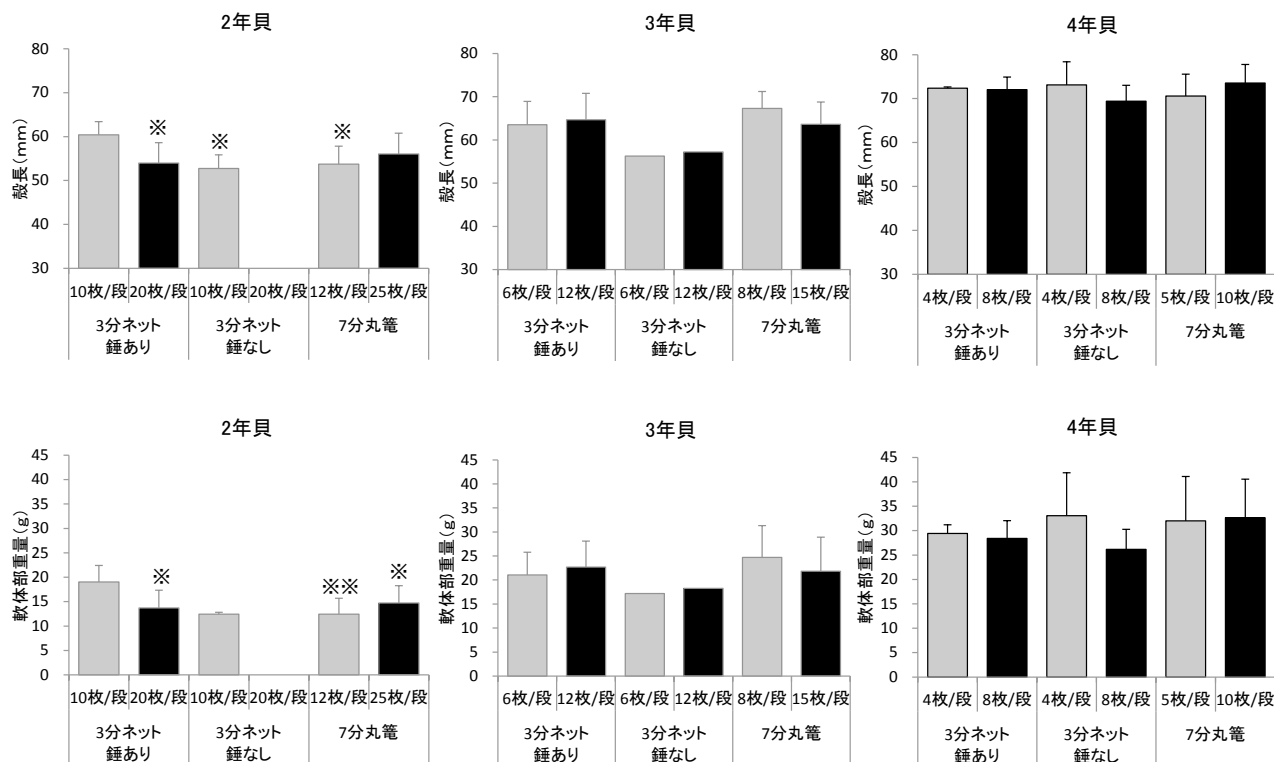


図18 籠の種類別、密度別、年齢別、錘の有無別試験の試験終了時における殻長、軟体部重量 (バーは標準偏差、※※は3分ネット錘あり・低密度と比較して $P < 0.01$ で有意差あり、※は $P < 0.05$ で有意差あり)

② 幹綱の水深別、調整玉の種類別、年齢別試験

平成23年5月26日の中間測定時の測定結果を表6に、11月29日の試験終了時における測定結果を表7に示した。

表6 調整玉の種類別、年齢別試験の結果(中間測定時)

年貝		2年貝(平成20年産貝)		3年貝(平成19年産貝)		4年貝(平成18年産貝)	
調整玉の種類		ゴム式	従来式	ゴム式	従来式	ゴム式	従来式
生貝(個体)		44	46	27	27	18	20
死貝(個体)		6	4	3	3	2	0
へい死率(%)		12.0	8.0	10.0	10.0	10.0	0.0
殻長	平均	48.2	46.8	55.8	58.7	71.3	68.8
(mm)	標準偏差	3.1	3.0	3.7	3.5	4.7	4.8
全重量	平均	29.4	26.9	46.6	52.9	92.2	84.3
(g)	標準偏差	5.2	4.9	9.0	8.8	16.1	15.5
軟体部重量	平均	8.5	7.9	13.9	15.2	28.3	25.5
(g)	標準偏差	1.9	1.7	2.8	2.8	7.2	6.7

表 7 幹綱の水深別、調整玉の種類別、年齢別試験の結果(試験終了時)

年貝 幹綱水深 調整玉の種類	2年貝(平成20年産貝)			3年貝(平成19年産貝)			4年貝(平成18年産貝)		
	水深8m		水深20m	水深8m		水深20m	水深8m		水深20m
	ゴム式	従来式	従来式	ゴム式	従来式	従来式	ゴム式	従来式	従来式
生貝(個体)	26	14	35	13	13	34	7	6	29
死貝(個体)	24	36	13	17	17	14	13	14	21
へい死率(%)	48.0	72.0	27.1	56.7	56.7	29.2	65.0	70.0	42.0
殻長 (mm)	平均 52.0 標準偏差 3.4	平均 53.6 標準偏差 2.8	平均 57.8 標準偏差 3.2	平均 58.8 標準偏差 4.3	平均 62.0 標準偏差 4.2	平均 64.9 標準偏差 4.3	平均 69.2 標準偏差 4.6	平均 71.8 標準偏差 6.0	平均 73.2 標準偏差 4.5
全重量 (g)	平均 34.7 標準偏差 6.6	平均 38.7 標準偏差 6.9	平均 48.9 標準偏差 7.5	平均 54.0 標準偏差 10.2	平均 60.8 標準偏差 13.4	平均 67.2 標準偏差 11.3	平均 92.2 標準偏差 16.3	平均 100.6 標準偏差 17.8	平均 100.9 標準偏差 13.0
軟体部重量 (g)	平均 10.7 標準偏差 2.8	平均 9.8 標準偏差 2.3	平均 15.7 標準偏差 2.6	平均 16.0 標準偏差 4.2	平均 18.2 標準偏差 5.9	平均 23.4 標準偏差 5.2	平均 26.3 標準偏差 8.6	平均 31.0 標準偏差 7.0	平均 33.9 標準偏差 6.7

幹綱水深 8m の施設における中間測定時のへい死率はゴム区が 10.0～12.0%、従来区が 0～10.0%、試験終了時はゴム区が 48.0～65.0%、従来区が 56.7～72.0%と、調整玉の種類による明瞭な差は見られなかった。幹綱水深 20m の施設における試験終了時のへい死率は 27.1～42.0%であり、幹綱水深 8m に比べて低かった(図 19)。

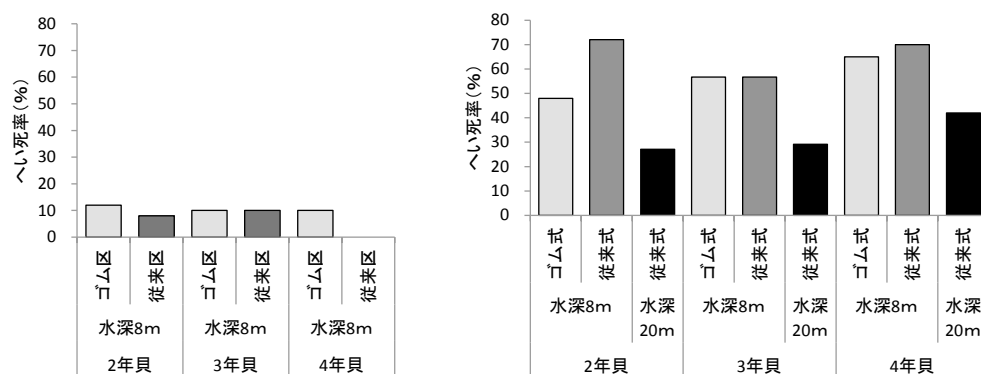
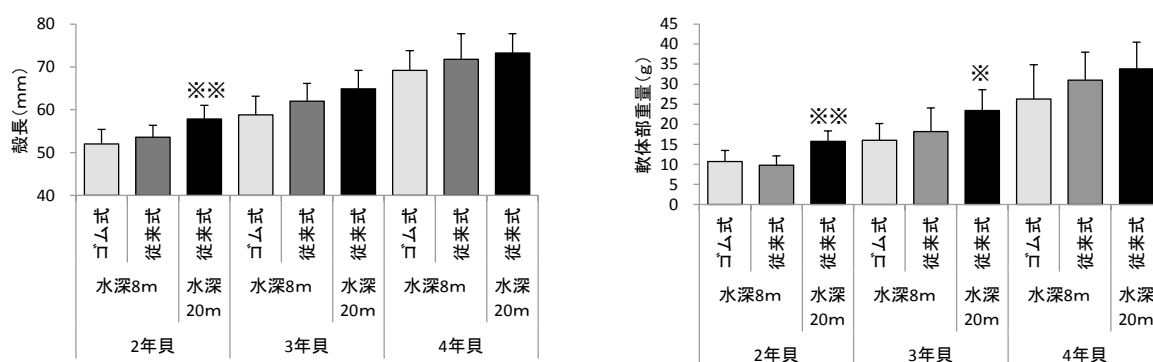


図 19 幹綱の水深別、調整玉の種類別、年齢別試験におけるへい死率(左は中間測定時、右は試験終了時)

試験終了時において、幹綱水深 8m の施設の従来区と比較して、ゴム区では殻長、軟体部重量のいずれにも差は見られなかったが、幹綱水深 20m の施設の従来区で差が見られた(図 20)。

図 20 幹綱の水深別、調整玉の種類別、年齢別試験の試験終了時における殻長と軟体部重量(バーは標準偏差、※※はそれぞれの年齢別に水深 8m 従来式と比較して $P < 0.01$ で有意差あり、※は $P < 0.05$ で有意差あり)

それぞれの養殖施設の幹綱水深の変化を図 21、幹綱の上下動を図 22 に示した。

幹綱水深 8m の施設では、試験開始当初、底玉(幹綱に取り付ける浮力調整用の浮き球)の浮力が小さすぎて、養殖施設中央の幹綱水深が約 14m と深くなっていたため、幹綱の上下動が全く見られなかった。こ

れに対して、養殖施設の中央から左右に設置されたゴム区、従来区では試験開始当初から幹綱がかなり上下動していた(図 22-1)。ゴム区、従来区とも調整玉の浮力により養殖施設の中央ほど沈降していないと考えられるが、底玉の浮力が小さすぎて、幹綱が設定水深の 8m よりも深かったものと考えられる。このため、従来区はもとより、ゴム区でもショックコードが伸びきってしまい、波浪の影響を受け、上下動したのと考えられた。なお、アカガイの成長や付着物の影響で幹綱が沈降し始める平成 23 年 3 月までは、ゴム区が従来区よりも激しい上下動を示していることから、波浪の浮力にショックコードの伸縮力が加わっている可能性が考えられた。また、平成 23 年 5 月の中間測定後に底玉を追加して、幹綱水深を 8m まで浮上させたところ、ショックコードによる波浪軽減効果が表れ、7 月下旬以降には幹綱の上下動が全く見られなくなった(図 22-2)。

幹綱水深 15m の施設では、試験開始当初、底玉の浮力が大きすぎて、幹綱水深が 7m と浅くなっていたため、平成 22 年 12 月にはシケによる上下動が見られたが、アカガイの成長や付着物の影響で幹綱が沈降した平成 23 年 1 月以降には、上下動が全く見られなくなった(図 22-3)。

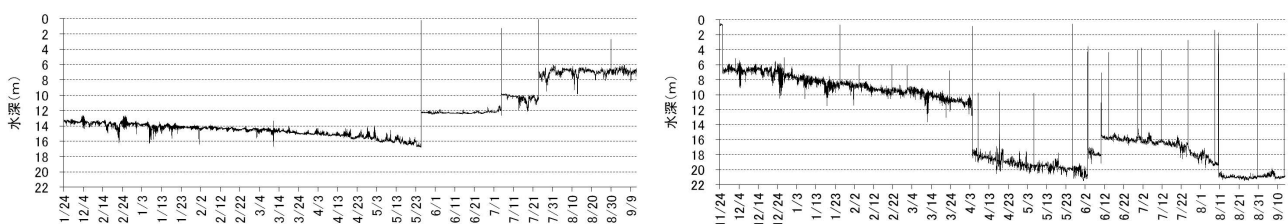


図 21 幹綱水深の推移(試験開始から平成 23 年 9 月 10 日、左が幹綱水深 8m の中央付近、右が幹綱水深 15m の養殖簀付近)

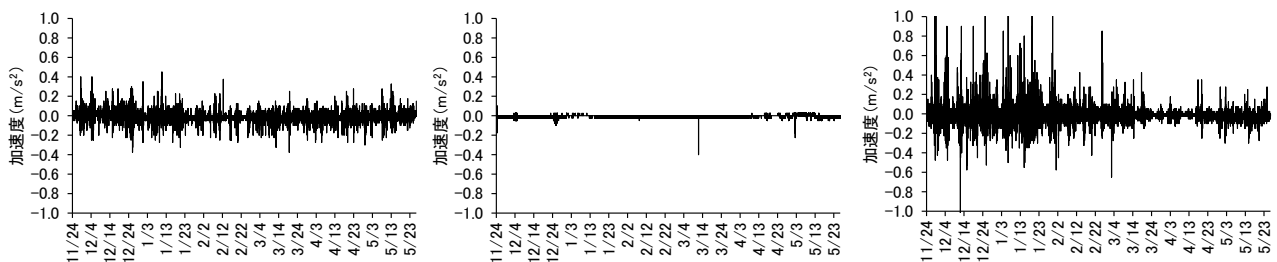


図 22-1 幹綱の上下動の推移(試験開始から平成 23 年 5 月 26 日、幹綱水深 8m の施設、左が従来区の調整玉直下、中は養殖施設の中央付近、右がゴム区の調整玉直下)

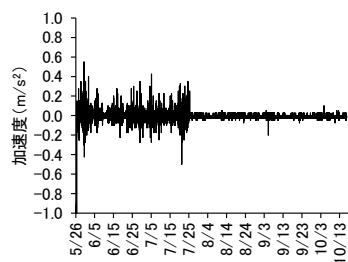


図 22-2 幹綱の上下動の推移(平成 23 年 5 月 26 日から 10 月 16 日、幹綱水深 8m の施設のゴム区の調整玉直下)

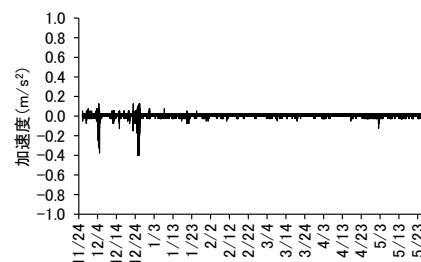


図 22-3 幹綱の上下動の推移(試験開始から平成 23 年 5 月 26 日、幹綱水深 15m の施設の養殖簀付近)

③ まとめ

2 年貝では丸簀のへい死率が高かった。養殖ホタテガイと同様に、単繊維の丸簀は、複数繊維を編みこんだクッション性の優れたパールネットよりも貝の安定性が悪く、簀内で貝同士がぶつかり合いを起こし易かったことが原因と考えられた。2 年貝、3 年貝は錘を付けないパールネットでへい死率が高く、成長も

悪かった。平成 21～22 年と同様に、錘を付けて安定させることが重要と考えられた。

ゴム区と従来区ではへい死率、成長に顕著な差が見られなかった。これは、浮力不足でゴムが伸びきったことが原因と考えられた。養殖施設の水深は 8m よりも 20m でへい死率が低く、成長も良好であった。これは、①水温は設置水温が浅いほど高い、②波浪の影響により、設置水深が浅いほど、養殖施設の上下動が激しくなるためと考えられた。

以上のことから、3 ヶ年の調査結果を踏まえ、アカガイ養殖における管理上の注意点を以下のとおりまとめた。

- ・アカガイは南方系の貝類であるが水温耐性は高くない³⁾ことから、夏季は水温の低い中層以深に養殖施設を沈める。
- ・波浪の影響により養殖簗内でアカガイがぶつかり合いを起こすため、養殖施設の設置水深や浮力調整には注意する。
- ・2 年貝には丸簗より安定性の良いパールネットを用いる。
- ・2 年貝、3 年貝のパールネットには、錘を付けて安定させる。
- ・収容密度の目安は表 8 のとおり。2 年貝については、採苗器に種苗が大量に付着した際は、過密収容にならないように特に注意する。

表 8 養殖アカガイの収容密度の目安

	パールネット	丸簗
2 年貝 (養殖 1 年目の貝)	20 枚/段	25 枚/段
3 年貝 (養殖 2 年目の貝)	12 枚/段	16 枚/段
4 年貝 (養殖 3 年目の貝)	8 枚/段	10 枚/段

(2) 地まき増殖試験

① 生残率と成長

放流半年後の生残率は高密度区が 83.0%、低密度区が 86.0%であったが、1 年後には高密度区が 26.7%、低密度区が 12.3%といずれも低下した。放流 1 年後の殻長は高密度区が 57.1mm、低密度区が 56.6mm と、放流時に比べて、それぞれ 2.5mm、2.0mm 増加した。また、軟体部重量は高密度区が 14.4g、低密度区が 13.0g と、放流時に比べて、それぞれ 4.5g、3.1g 増加した(図 23)。

なお、放流後に毎月 1 回、試験区周辺のヒトデ駆除を行ったところ、刺網には最大 10 個体のヒトデが絡まっていたものの、試験区の囲い網内へのヒトデの侵入は見られなかった。

地まき試験区内の水温データがないものの、前述のとおり、川内実験漁場における中層の水温は夏季に急上昇していることから、漁場水深が 15m と浅い地まき試験区内でも水温が高かった可能性がある。5 月から 11 月の間での急激な生残率の低下は、高水温による生息環境の悪化が原因と考えられた。

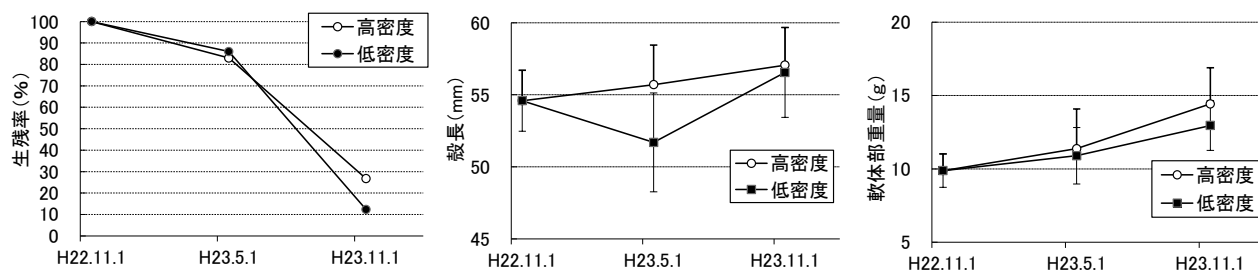


図 23 地まき試験区の生残率、殻長、軟体部重量の推移

② 肉色

地まき貝の肉色を養殖貝と比較したところ、放流後半年で足と内臓囊の明度(L)と黄系色度(b)の低下が見られた他、放流 1 年後には足の赤系色度(a)の増大も見られたことから、平成 21～22 年試験と同様に地まき放流による肉色の改善効果が確認された(図 24)。

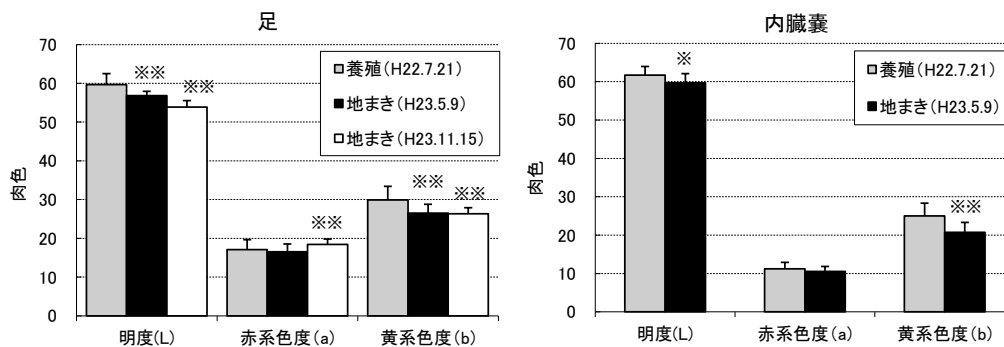


図 24 地まき貝の肉色(養殖貝と比べて、**は P<0.01、*は P<0.05 で有意差あり)

③ まとめ

以上のことから、3ヶ年の調査結果を踏まえると、地まき放流による肉色の改善効果は認められるものの、生残率や成長量の低さから、事業化は難しいと考えられた。

(3) 環境調査

川内実験漁場の水深 15m 層におけるクロロフィル a 量は、1 月に 1.94mg/m³ とピークが見られ、平成 21 年度の 2.17 mg/m³、平成 22 年度の 1.99 mg/m³ と概ね同じレベルであった(図 25)。

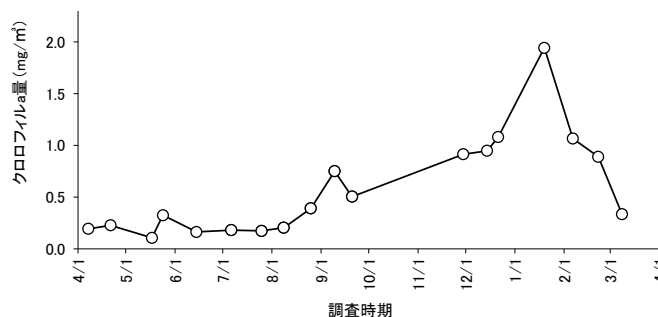


図 25 川内実験漁場におけるクロロフィル a 量の推移

3 品質改善技術の開発

(1) 生残率と成長

海底籠蓄養試験における生残率の推移を図 26 に示した。

7～10 月の試験については、60 枚区で 9 月から生残率が低下し、終了時 10 月の生残率は 65.0%であった。これに対して、120 枚区の生残率は 8 月から低下し始め、終了時 10 月の生残率は 51.7%と 60 枚区よりも低かった(図 26-1)。蓄養場所における海底の水温は 8 月から 9 月にかけて 25℃まで達しており(図 27)、前述の地まき増殖試験区と同様に高水温による生息環境の悪化が生残率低下の原因と考えられた。

11～2 月の試験については、試験開始から終了時まで生残率の低下はほとんど見られなかった(図 26-2)。

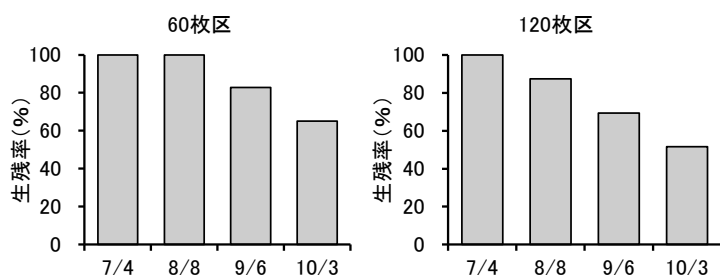


図 26-1 海底籠蓄養試験の生残率の推移(7～10 月)

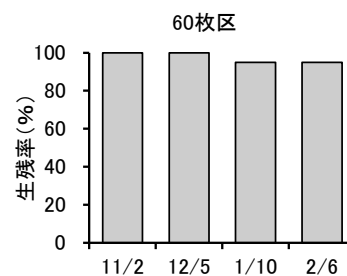


図 26-2 海底籠蓄養試験の生残率の推移(11～2 月)



図 27 海底籠蓄養試験における海底の水温の推移 (7～10 月)

試験区別の軟体部重量、軟体部歩留りの推移を図 28 に示した。

7～10 月の試験については、60 枚区、120 枚区ともに、軟体部重量は 27～28g で推移したが、軟体部歩留りは蓄養開始時から減少し、終了時には 60 枚区で 29.4%、120 枚区で 27.9% となった(図 28-1)。前述のとおり、産卵は 8 月中旬だったことから、歩留りの減少については産卵の影響によるものと考えられた。

11 月に蓄養開始した試験区については、軟体部重量、軟体部歩留りともに、蓄養開始時から増加し、終了時にはそれぞれ 35.3g、39.7% となった(図 28-2)。

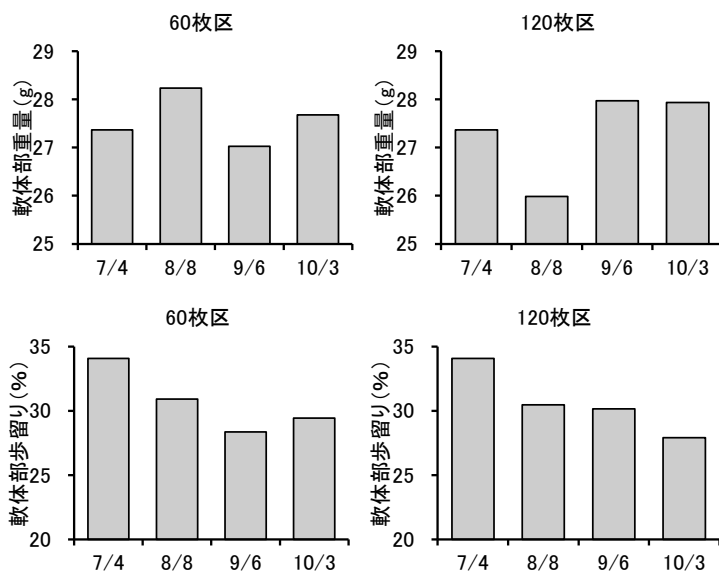


図 28-1 海底籠蓄養試験の軟体部重量、歩留りの推移 (7～10 月)

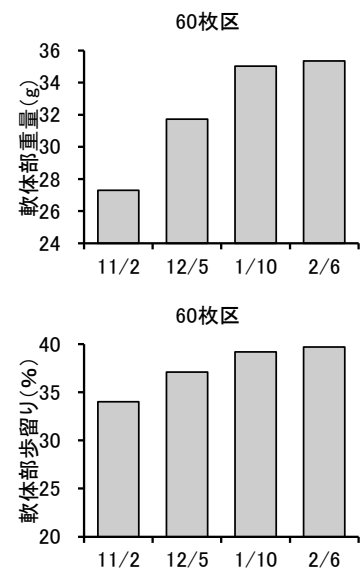


図 28-2 海底籠蓄養試験の軟体部重量、歩留りの推移 (11～2 月)

(2) 肉色

肉色の濃い足部の測定結果を図 29 に示した。

7～10 月試験では、明度(L)が 2～3 ケ月目で有意に低くなったが、赤系色度(a)は変化がなく、黄系色度(b)が 1～3 ケ月目で有意に高くなっており、肉色の改善は見られなかった。

11～2 月試験では、明度(L)が 2 ケ月目で有意に低くなった他、赤系色度(a)が 2～3 ケ月目で有意に高くなっており、肉色の改善が見られた。

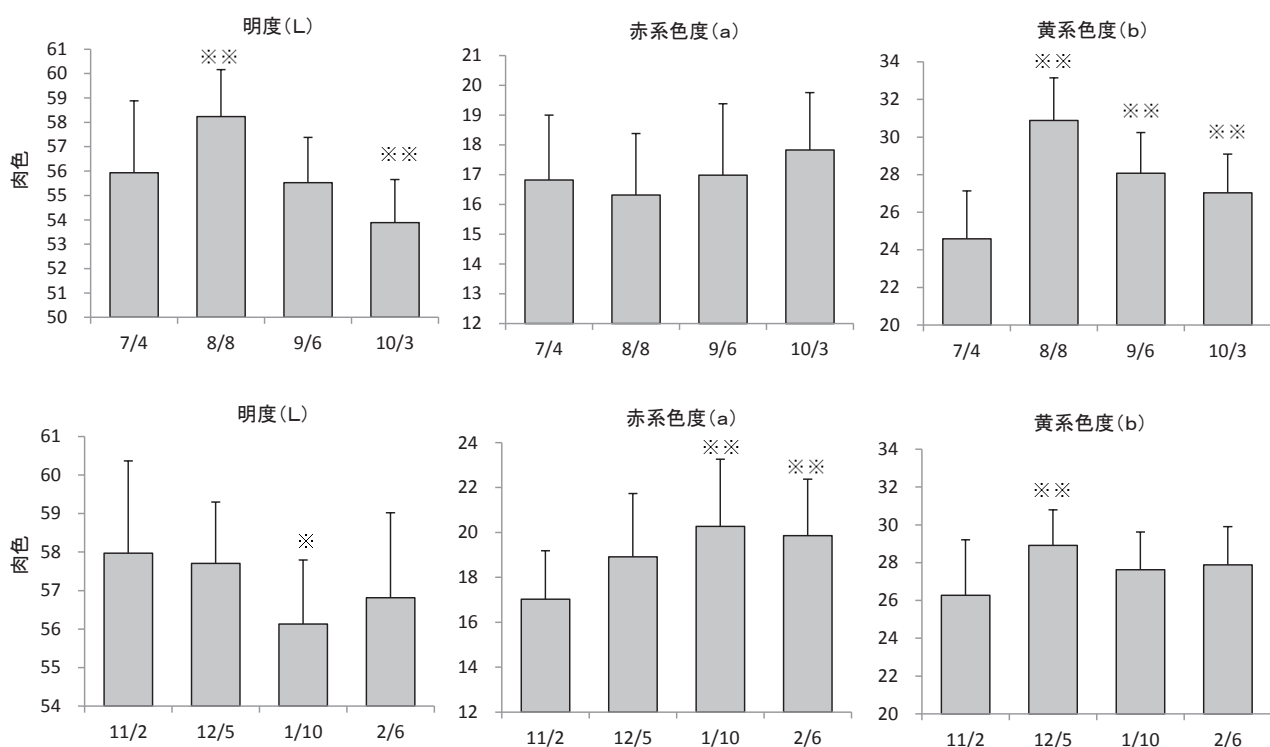


図 29 海底簀蓄養試験貝の肉色(上段は 7~10 月、下段は 11~2 月、開始時と比べて、**は $P<0.01$ 、*は $P<0.05$ で有意差あり)

(3) まとめ

以上のことから、3 ヶ年の調査結果も踏まえ、品質改善試験の結果を以下のとおりまとめた。

- ・アカガイの品質定量化技術（肉色は色彩計による明度と色度の測定、殻皮脱落率は殻長・殻高から脱落面積を算出）を開発した。
- ・市場価値の高い国内産天然アカガイの肉色は、明度(L)が 50.3~50.9、赤系色度(a)が 21.3~24.7、黄系色度(b)が 21.7~24.9 であった。
- ・出荷時において、一時的に水槽内や発泡スチロール容器内の酸素濃度を変化させても、肉色に変化は見られなかった。
- ・海底泥における 3 ヶ月の蓄養で、肉色の改善効果（明度と黄系色度の低下、赤系色度の増加）が見られるが、夏~秋にかけては、産卵や高水温の影響で、生残率や歩留りが低下することから、秋~春にかけて蓄養することが効果的と考えられた。

引用文献

- 1) 田村正・富士昭・山形実・佐々木哲郎・関野哲雄(1965)あかがいの増殖に関する調査, 陸奥湾水増研業務報告, 7, 10-17.
- 2) 矢幅寛・磯田豊・吉田達・小坂善信(2009)陸奥湾における表層水平循環流の季節変化. 北海道大学水産科学研究彙報, 59(3), 59-65.
- 3) 独立行政法人水産総合研究センター東北区水産研究所(2012)環境変化に対応した砂泥域二枚貝類の増殖生産システムの開発. 平成21~23年度総括報告書, 1-42.
- 4) 農林水産技術会議事務局(1980)マリーナランディング計画, 昭和54年度事例解析報告, 65-82.