

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	(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		
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 26 年度～30 年度		
担 当	(主) 田老 孝則 (副) 西洞 孝広		
協 力 ・ 分 担 関 係	関係各漁業協同組合、県北広域振興局水産部、沿岸広域振興局宮古水産振興センター、沿岸広域振興局水産部、沿岸広域振興局大船渡水産振興センター		

<目的>

ホタテガイは、本県の重要な養殖対象種の一つであるが、年により大規模な斃死が起きるほか、生物の大量付着による成長の悪化や養殖管理に係る作業量の増大が課題となっており、本調査試験は、次の目的で実施した。①安定生産に向けて良質な地場種苗を確保するため、浮遊幼生(ラーバ)と付着稚貝の出現状況を調査し、採苗器の適期投入に係る情報を提供する。②(独)青森県水産総合研究所が養殖ホタテガイの斃死を軽減するために開発した施設振動の軽減化技術の効果を本県においても検証する。③ヨーロッパザラボヤ(以下、「ザラボヤ」)等の付着生物の付着状況を把握するとともに、その付着軽減方策を検討する。

マボヤ養殖については、疾病の発生を防ぐ観点から、県内で種苗を確保するために人工種苗生産の取り組みが広がっているが、沖出し後に減耗する事例があることから、その減耗要因の解明を行った。

<試験研究方法>

1 浮遊幼生出現状況等のモニタリング調査

唐丹湾湾口部の水深約 60m の地点を調査定点とし、毎週 1 回、プランクトンネット垂直引き(20m)によりラーバの出現数を調べた。また、同定点の水深 10m 層には試験採苗器(タマネギ袋に幅 0.5m×長さ 1m のネットロケット 2 枚を収容したもの)を設置し、1 週間毎の稚貝の付着数を調べた。

2 ホタテガイ養殖施設の振動軽減効果の検討

試験は野田湾の養殖施設 2ヶ所で行い、1ヶ所はショックコード(マーロー社製、太さ 10mm)を幹綱に取り付け(試験区)、1ヶ所は従来施設(対照区)とした。表 1 にホタテガイの収容密度を、図 1 及び図 2 に試験区の施設概要を示した。試験期間中は、時宜施設の幹綱の最端に位置する垂下連の上側 2 籠と下側 2 籠からホタテガイを取り上げ、殻長、体重及び斃死等の個体数を計測・計数し、元の籠に戻した。また、施設の振動は、幹綱の最端に位置する垂下連の下側の籠の下に重力加速度ロガーを固定し、5 分間隔で測定した。水温のデータは、上記試験施設周辺の養殖施設に取り付けた温度ロガーのものを利用した。

表 1 ホタテガイの収容密度

期間	ホタテガイの成育段階	収容密度
H26.8/4～12/24	稚貝	50個／籠(パールネット)
H26.12/24～H27.5/16	稚貝～半成貝	15個／籠(パールネット)
H27.5/17～H27.9/24	半成貝～成貝	15個／籠(丸籠)

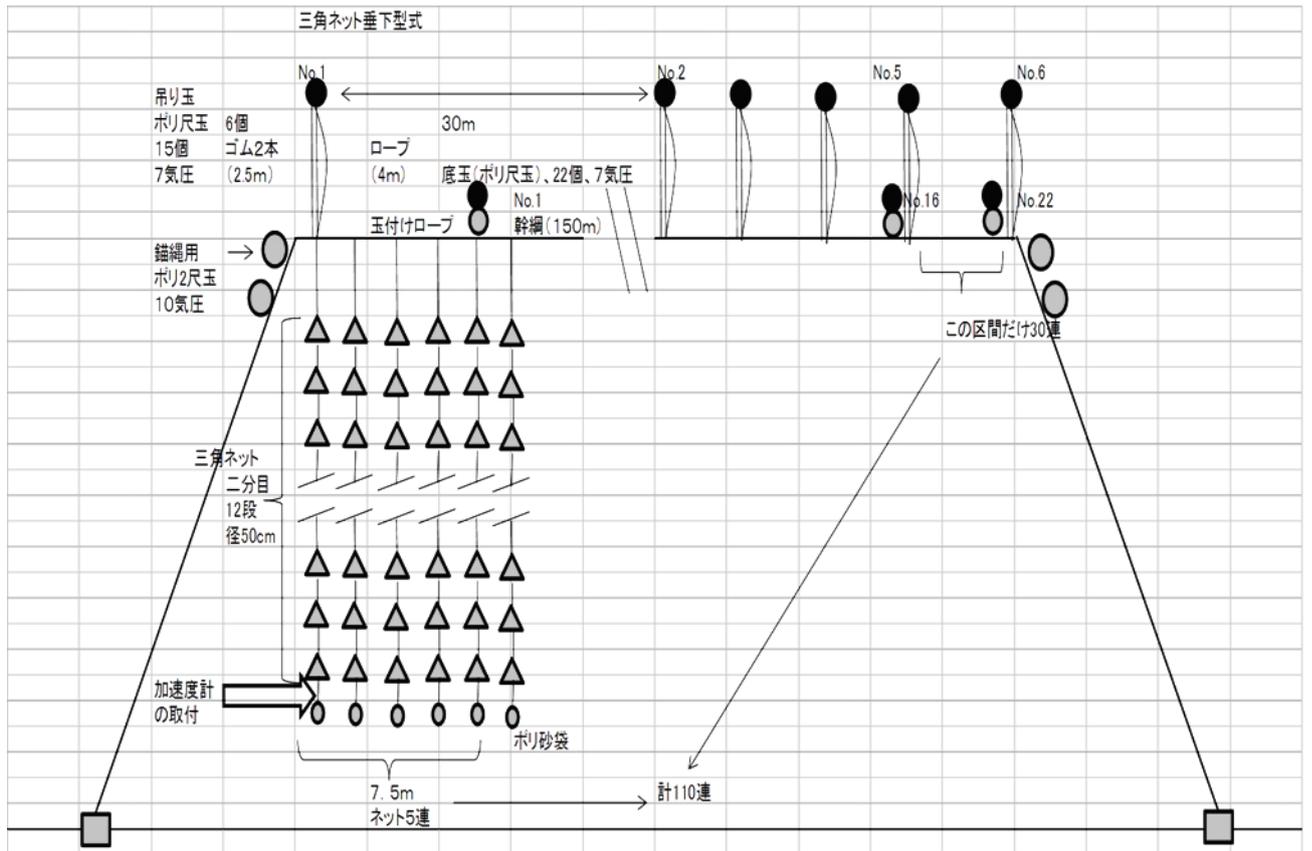


図1 稚貝から半成貝までの養殖施設 (H26. 8. 4~H27. 5. 16)

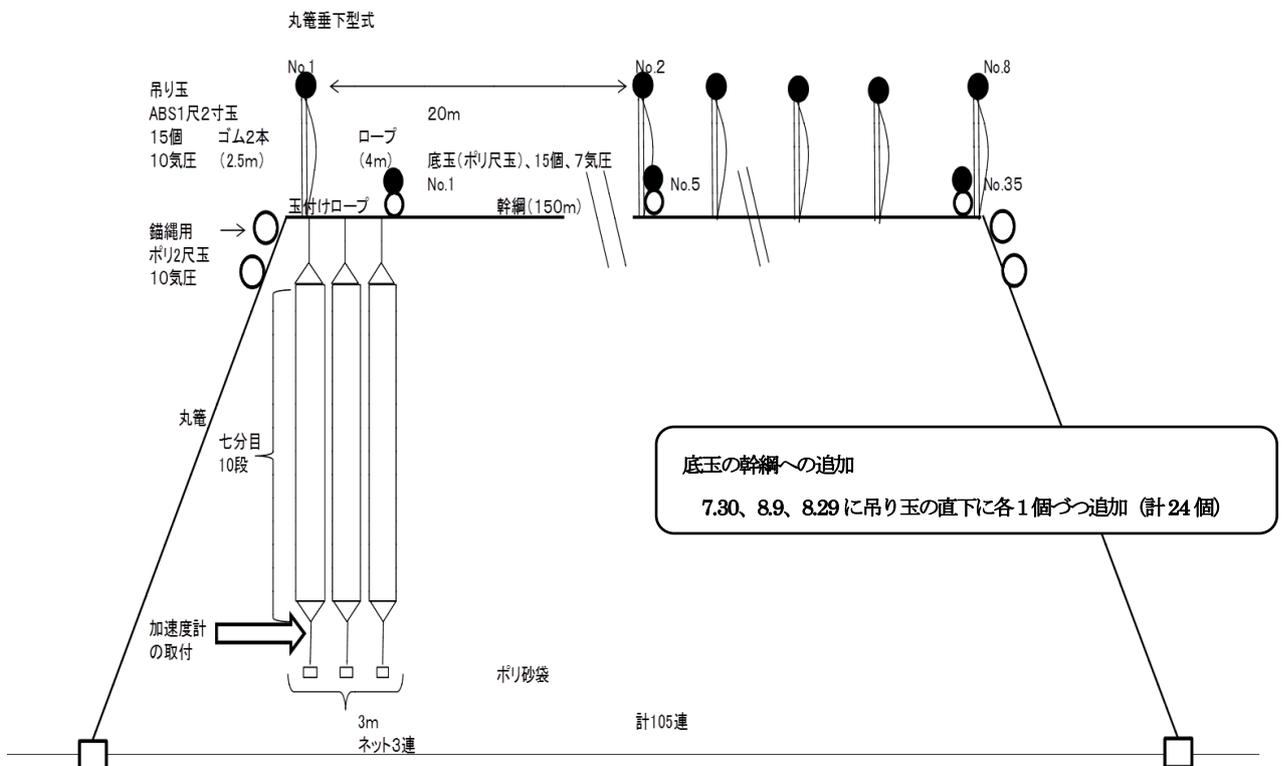


図2 半成貝から成貝までの養殖施設 (H27. 5. 17~9. 24)

3 シリコン系塗料等を利用した付着生物の防除方法の検討

近年、シリコン系塗料（以下、「塗料」）がアコヤガイやタイラギ等の養殖用の籠やネットの防汚に効果があるとされている。本県でのムラサキイガイやヨーロッパザラボヤ等の大量に付着する生物を防除する効果を把握するため、次のとおり試験を行った。

(試験1)

試験には太さ8mmの化学合成繊維ロープ（以下、垂下ロープ）の水深5mと10m部分にホタテガイ貝殻（以下、「貝殻」）2枚1組を20cm間隔で各5組を取り付けた連を用いた。垂下連は、ロープと貝殻のどちらにも塗料を塗布しないものを対照区、ロープのみに塗料を塗布したものをロープ塗布区、ロープと貝殻の両方に塗料を塗布したものを貝殻・ロープ塗布区とし、各区とも2連ずつ作製した。平成26年9月1日にA湾の養殖筏に垂下連を垂下し、垂下後は適宜各水深の貝殻1組を抜き取り、付着生物別（ウズマキゴカイを除く）に重量を測定した。試験が終了した平成27年6月15日には、表層から水深10m部分までのロープに付着した生物の重量を測定した。

(試験2)

試験1と同様の連を作製し、ロープそのままのものを対照区、ロープにシリコン接着剤を塗布したものをシリコン接着剤区、シリコンチューブにロープを挿入したものをシリコンチューブ区（アゲピン挿入部分は、チューブを切除）とした。垂下連は平成27年2月23日にA湾の養殖筏に垂下し、一定期間後、ロープの上層部分（水深0～5m）と下層（水深5～10m）の付着生物の重量を測定するとともに主な付着生物の種類を確認した。

4 シリコン系塗料を利用した採苗器の改良効果の検討

ホタテガイの地場採苗においては、採苗器の投入後、日数の経過に伴い玉ネギ袋に珪藻等が付着し目詰まりすることが問題となっている。このため、玉ネギ袋にシリコン系塗料を塗布することにより目詰まりを防止できれば、採苗器の投入適期を判断することなく、早期に投入できるものと考えられることから、本試験を行った。通常の採苗器（玉ネギ袋に0.5m×1mのネトロンネット2枚を収容したもの、対照区）と玉ネギ袋をシリコン系塗料で塗装した採苗器（試験区）を作製し、平成27年4月27日（早期投入）と5月18日（適期投入）に唐丹湾のラーバ調査定点の水深10m層に設置し、一定期間後、殻長別に付着稚貝を計数した。

5 ヨーロッパザラボヤの温湯駆除の検討

マガキ養殖におけるヨーロッパザラボヤの温湯駆除の条件を把握するための試験を行った。ザラボヤ及びマガキそれぞれ10個体を表2に示す条件の5ℓ海水に投入した後、濾過海水をかけ流した25ℓ水槽に移し、生残個体を確認した。また、温湯処理を行わない10個体も濾過海水に投入し、対照区とした。ザラボヤとマガキの斃死は、前者が入水孔と出水孔のどちらも閉じた状態、後者は2つの殻の隙間が少し開いた状態（最終的には開設して身の状態を観察）によって判定した。

表2 温湯処理条件				
温湯対象の種	ヨーロッパザラボヤ			マガキ
体長又は殻長(平均)	46～66mm(57.0mm)	47～63mm(53.6mm)		36～57mm(57.0mm)
体重(平均)	12.5～27.7g(20.7g)	14.5～19.5g(19.7g)		38.0～90.4g(55.0g)
温湯温度	70℃	60℃	50℃	70℃
浸漬時間	10秒	—	—	10秒
	20秒	—	—	20秒
	30秒	30秒	30秒	30秒
	—	—	—	60秒

6 マボヤ人工種苗の減耗要因の究明

マボヤ人工種苗については、沖出し後の仮養成中の減耗が課題となっているが、減耗の実態については十分把握されておらず、その要因についても解明されていない。そこで、B 漁協青年部が試験で仮養成している人工種苗について、沖出し後の減耗状況を確認するための調査を行った。また、種苗の減耗要因の一つと想定される魚類等による食害の有無について確認するための試験を行った。

(保苗中の人工種苗の付着数調査)

平成 27 年 2 月 6 日に B 漁協青年部が長さ 8 m のロープに人工種苗(シュロ縄三つ編みの採苗器、長さ 4 m) を結びつけ、B 湾 3 ヶ所の養殖漁場の幹綱に取り付け垂下した。垂下日と垂下後に適宜採苗器の下端部分を数 cm 程度切断し、エチルアルコールで固定し、種苗の付着数を計測した。採苗器は 10 月 15 日に回収し、上部、中部、下部からそれぞれ 3 本の縄を切断して付着数を計測した。

(食害試験 1)

人工種苗に対する魚類等の害敵による食害の有無を調べるため、種苗をネットで包んで垂下し、減耗の有無を観察した。種苗(体幅 1 mm 未満)が付着したシュロ縄を約 4~5 cm 切断し、編み込みを解いて紐状としたものをトリカルネットに固定(以下、「採苗器」)し、採苗器 3 個を水深 8 m 付近に設置した。また、採苗器は、採苗器そのままのものを対照区、オクラネットで包囲したものをネット包囲区、シリコン塗料を塗布したオクラネットで包んだものをシリコンネット包囲区として B 湾の養殖漁場に垂下した。採苗器は、平成 27 年 4 月 8 日と 5 月 28 日にそれぞれ垂下し、一定期間後に取り上げて種苗付着数を計測した。

(食害試験 2)

人工種苗(体幅約 1 mm)が付着したシュロ縄を用いて、ニホンコツブムシによる食害の有無を調査した。シュロ縄の撚りをほぐし、種苗が繊維に付着した状態で試験に供した。蓋付きのプラスチック容器に海水を満たし、ホヤ種苗 15 個体と 3 日間絶食させたニホンコツブムシ 2 個体(体幅 2 mm と 5 mm)を入れた。容器を 5℃ と 10℃ で保管し、15 時間後に種苗数を計測した。

6 灰汁抜き程度が異なるシュロ縄がマボヤ人工採苗に与える影響の検討

マボヤ人工採苗の採苗器に用いられるシュロ縄の灰汁抜きについては、地区によって異なる処理方法で行われているが、灰汁抜き方法が採苗結果に及ぼす影響については明らかにされていない。このため、異なる条件で灰汁抜きを行い、幼生の発生、変態との関係を調べた。灰汁抜きは、シュロ縄 1 m と煮沸海水 100 を用意し、①無処理、②煮沸 1 時間、③煮沸 1 時間を 3 回繰り返す、④常温海水で数時間~数十時間程度程度の晒しと煮沸 1 時間を 4 回繰り返す、の 4 つの方法によって行い、煮沸は新しい海水に交換しながら行った。これらの方法で処理したシュロ縄の繊維を細断したもの 0.1 g とともにマボヤ受精卵を蓋付き 15ml 容器に入れ、水温 11℃ 前後の海水で保管し、発生、変態を観察した。なお、容器に受精卵のみを入れたものを対照区とした。

<結果の概要・要約>

1 浮遊幼生出現状況等のモニタリング調査

図 3 に唐丹湾調査定点の水深 10m の水温を示す。平成 27 年は、最近 5 年間では最も水温が高く推移した。

図 4 に唐丹湾調査定点の殻長 200 μ m 以上のラーバ(以下、「大型ラーバ」)の出現数を示す。平成 27 年は、5 月上旬に大型ラーバの数が増加した。その後、6 月上旬と下旬にも大型ラーバの数は増加したことから、最近 5 年間ではラーバの数が最も多かったものと考えられた。

図 5 に唐丹湾調査定点の付着稚貝の出現数を示す。5 月上旬に付着数が急増し、その後も付着数は近年では高い水準にあった。

以上、平成 27 年は、例年に比べて 4 月下旬以降の水温が高かったため、大型ラーバの出現が早く、稚貝が早い時期から大量に付着するなど順調であったものと推測された。

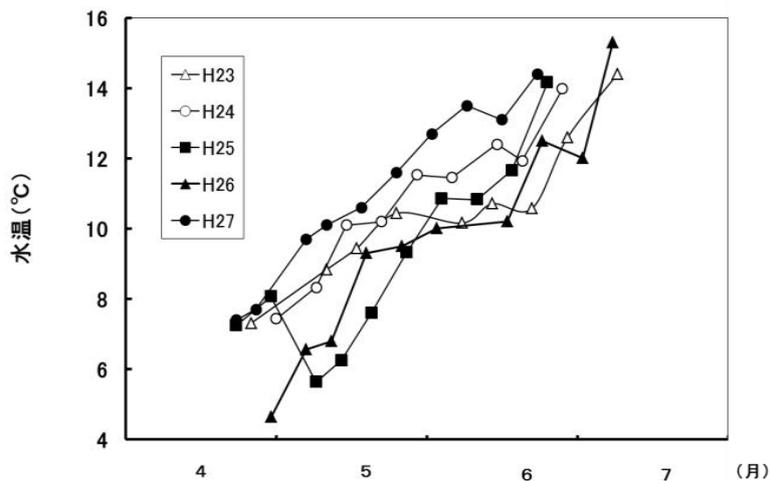


図3 唐丹湾調査定点の水温

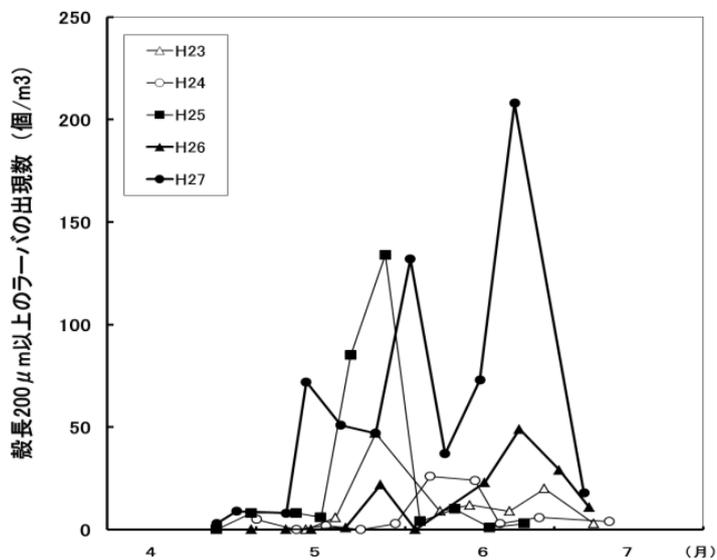


図4 唐丹湾調査定点の殻長 200 μ m 以上のラーバの出現数

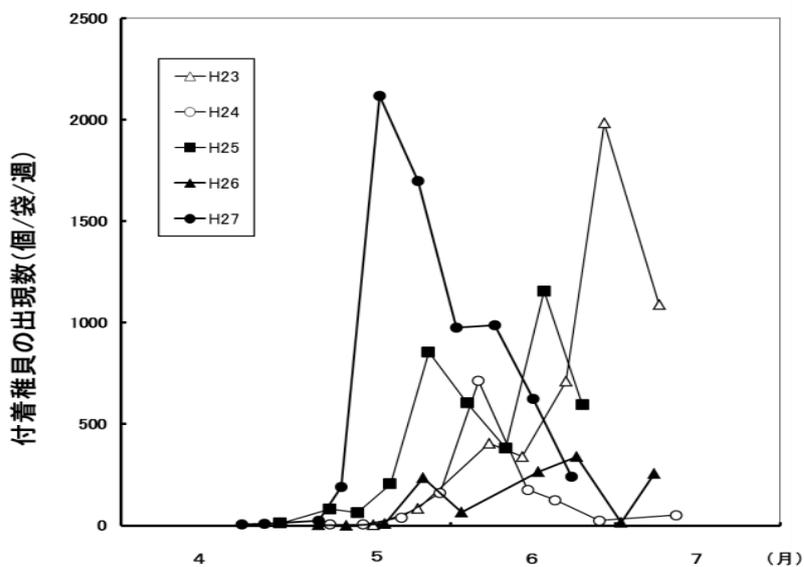


図5 唐丹湾調査定点の付着稚貝の出現数

2 ホタテガイ養殖施設の振動軽減効果の検討

図6に平成27年7～9月の振動状況を示した。振動は、垂直方向（X軸）の加速度値のみを用い、加速度差（「測定値－静止時の値（原則、1G）」）を用いて解析した。平成27年は、試験区と対照区の両区とも8月中旬から9月中旬にかけて台風の影響により大きく振動しており、その加速度差は平成26年9～12月の加速度差よりも大きかった。気象庁の宮城県唐桑沖の波高データから見ると、この時の最大波高は約4～6mに達しており、ショックコードによる振動の軽減能力を超えるものであったと考えられる。なお、平成27年1～6月は、両区とも大きな振動は観測されなかった。

図7に殻長及び体重の変化を示した。殻長は、両区に大きな差はなかった。体重は、平成27年5月以降、ホタテガイに付着したフジツボ等の重量も含まれているため、両区に差があったかは判断できなかったが、殻長からみて大きな差はなかったと考えられた。また、平成27年の試験期間中、斃死や欠刻の個体は見られなかった。

図8に平成27年の水温を示した。夏季の水温は、一時的に23℃台に達したが、ホタテガイの衰弱、斃死の危険がある高水温26℃には達していなかった。

陸奥湾の養殖ホタテガイは、高水温と振動が重なって斃死が起きると考えられており、これに対して、今回の試験結果からは、大きな振動が観測されたものの、顕著な高水温になっていなかったため、成長停滞や斃死は起きなかったと考えられた。

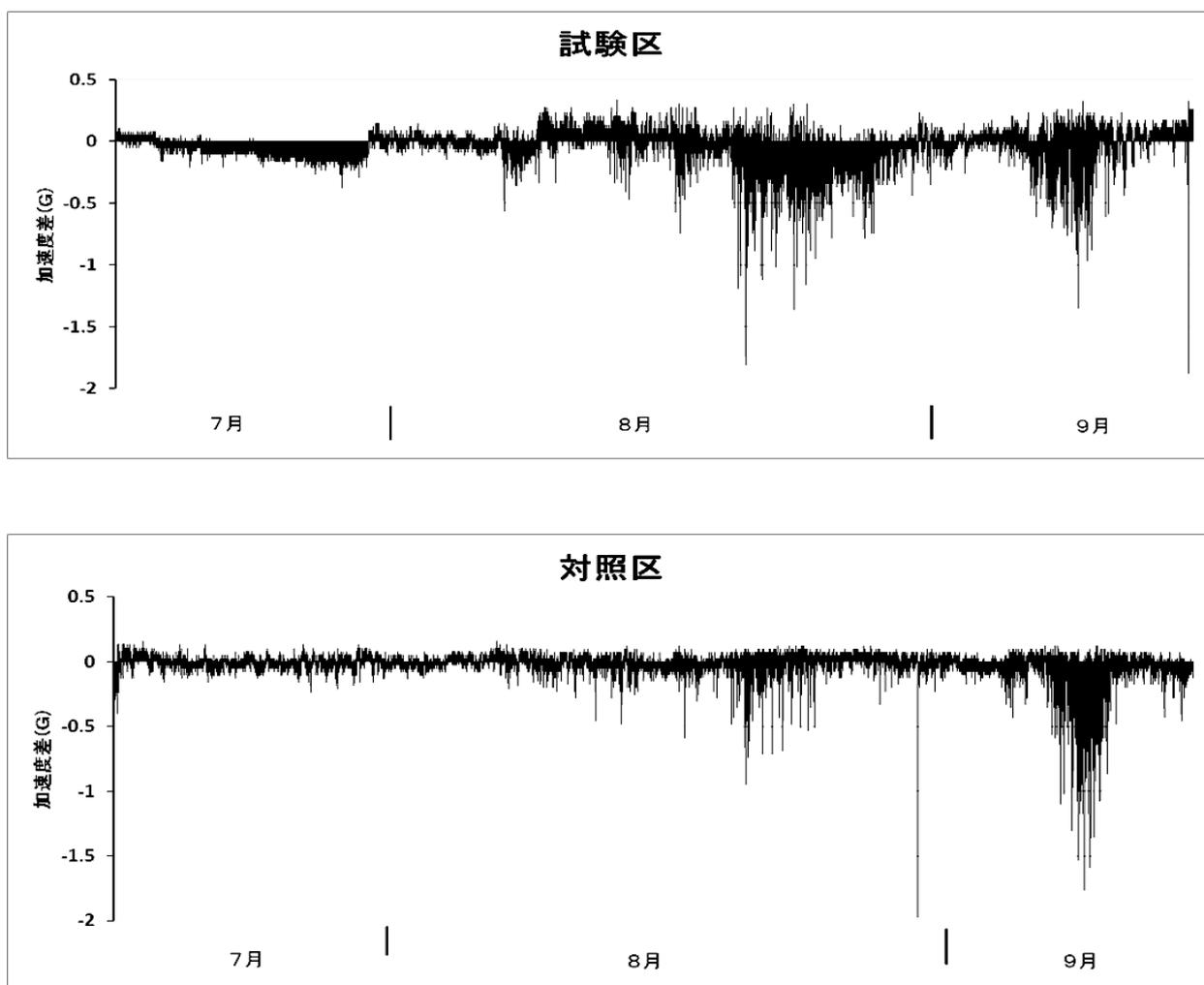


図6 平成27年7月16日から9月17日の加速度差

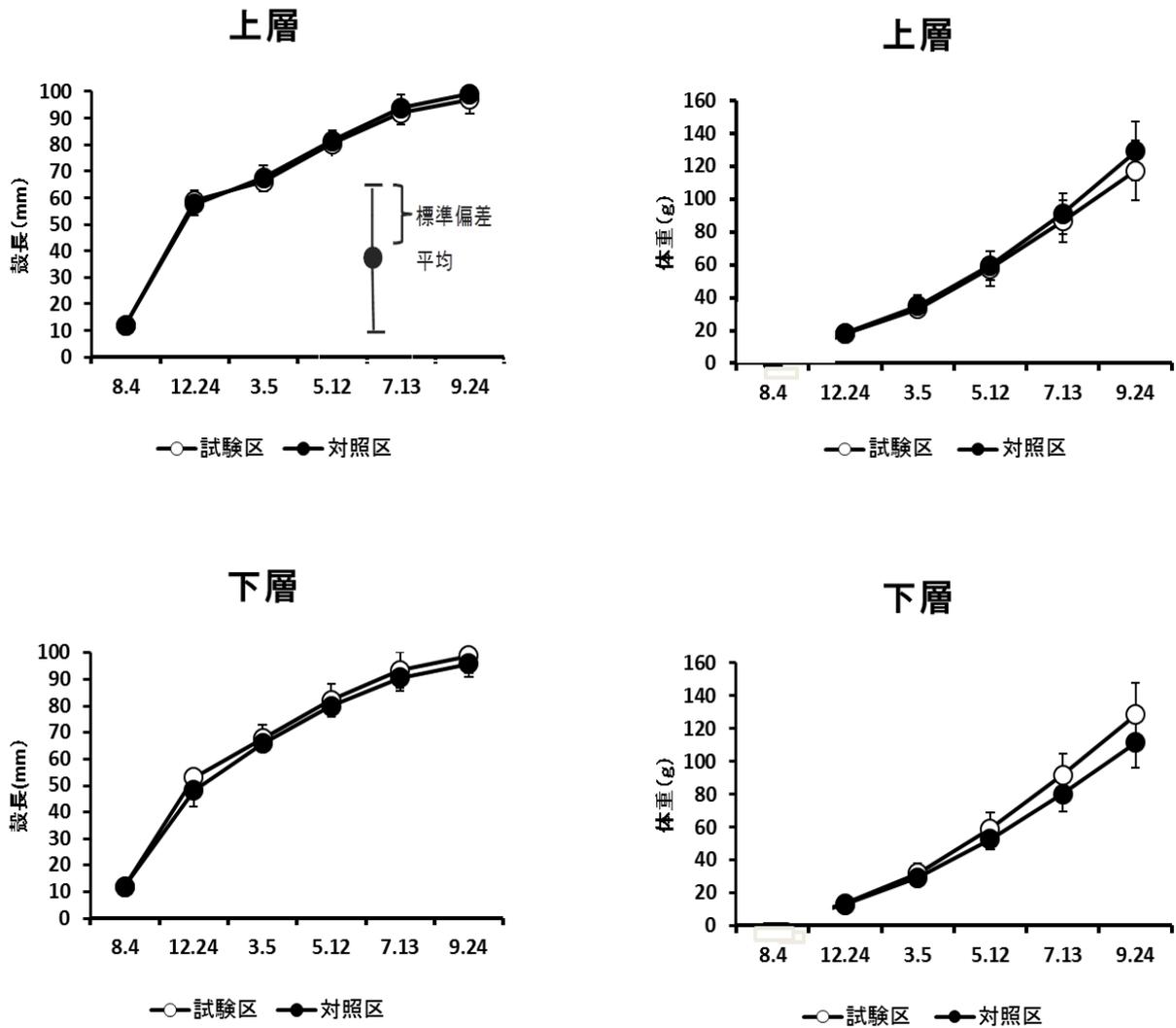
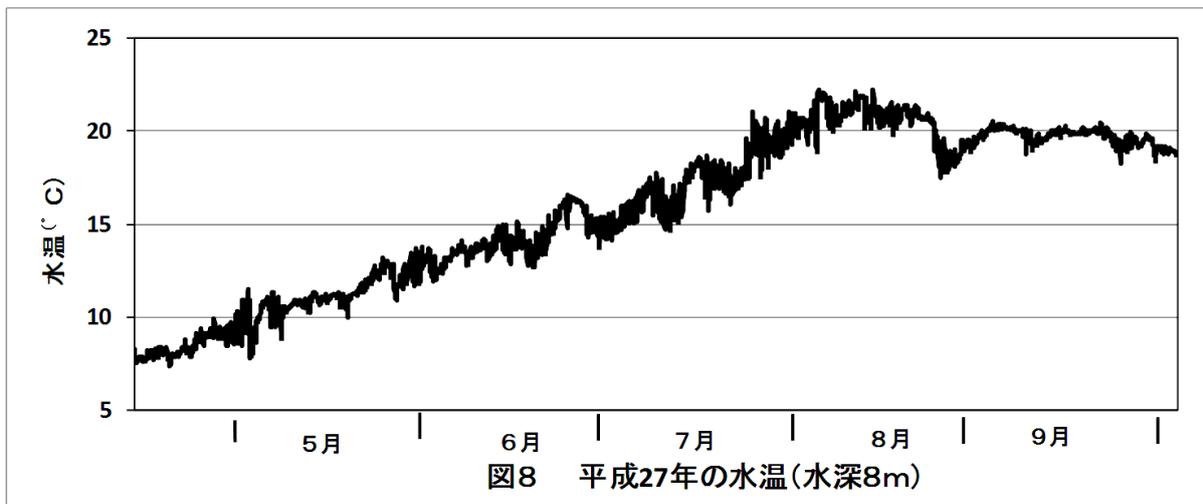


図7 殻長と体重の変化



3 シリコン系塗料を利用した付着生物の防除方法の検討

(試験 1)

図9に貝殻1組当たりの付着生物重量の割合（付着生物重量と貝殻2枚の重量の合計重量に対する付着生物重量の割合）を示した。ロープ・貝殻塗布区では、11月までは他の試験区に比べて付着生物重量の割合が低かったが、それ以降は増加した。なお、ロープ塗布区の5m層では、11月に抜き取った貝殻はカイメンで全体を覆われ、4月に抜き取った貝殻は付着量が非常に少なかったことから、見かけ上、割合が増減を繰り返したが、貝殻には塗料を塗布していないことから、対照区と同様の増加傾向を示していたと考えられる。貝殻は、主に炭酸カルシウムで構成されていることから、塗料を塗布しても塗料の一部は殻の内部に浸透するため、塗料膜が十分に形成されていないと思われる。このため、塗料の防除効果は長く続かなかったものと考えられた。

図10に貝殻1組当たりの付着生物別重量の変化を示した。貝殻・ロープ塗布区では、塗料の防除効果が高い時期の10～11月にはヨコエビの巣の付着はなかったが、カイメンやフジツボは付着していたことから、塗料の防除効果は、付着生物の種類によって異なると考えられた。

表3にロープの付着生物の重量を示した。ロープ塗布区及びロープ・貝殻塗布区は、対照区に比べて付着が少なかった。貝殻の場合とは異なり、ロープの場合には塗料を塗布した際に繊維内部に浸透しないため、塗料膜が十分に形成されていたと思われ、塗料の防除効果が高かったものと考えられた。

以上、塗料の塗布による付着生物の防除効果は、貝殻のような塗料が浸透しやすい材質ではあまり期待できないが、化学合成繊維ロープのような塗料が浸透しない材質では期待できると考えられた。

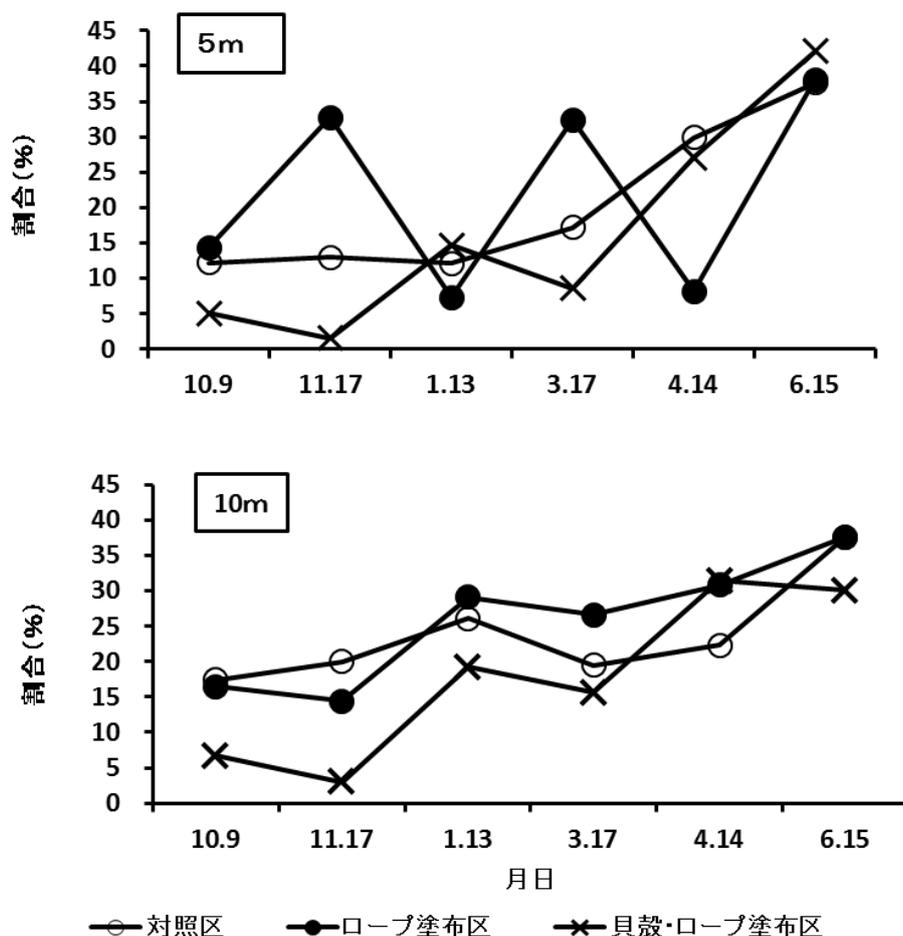


図9 貝殻1組当たりの付着生物重量の割合

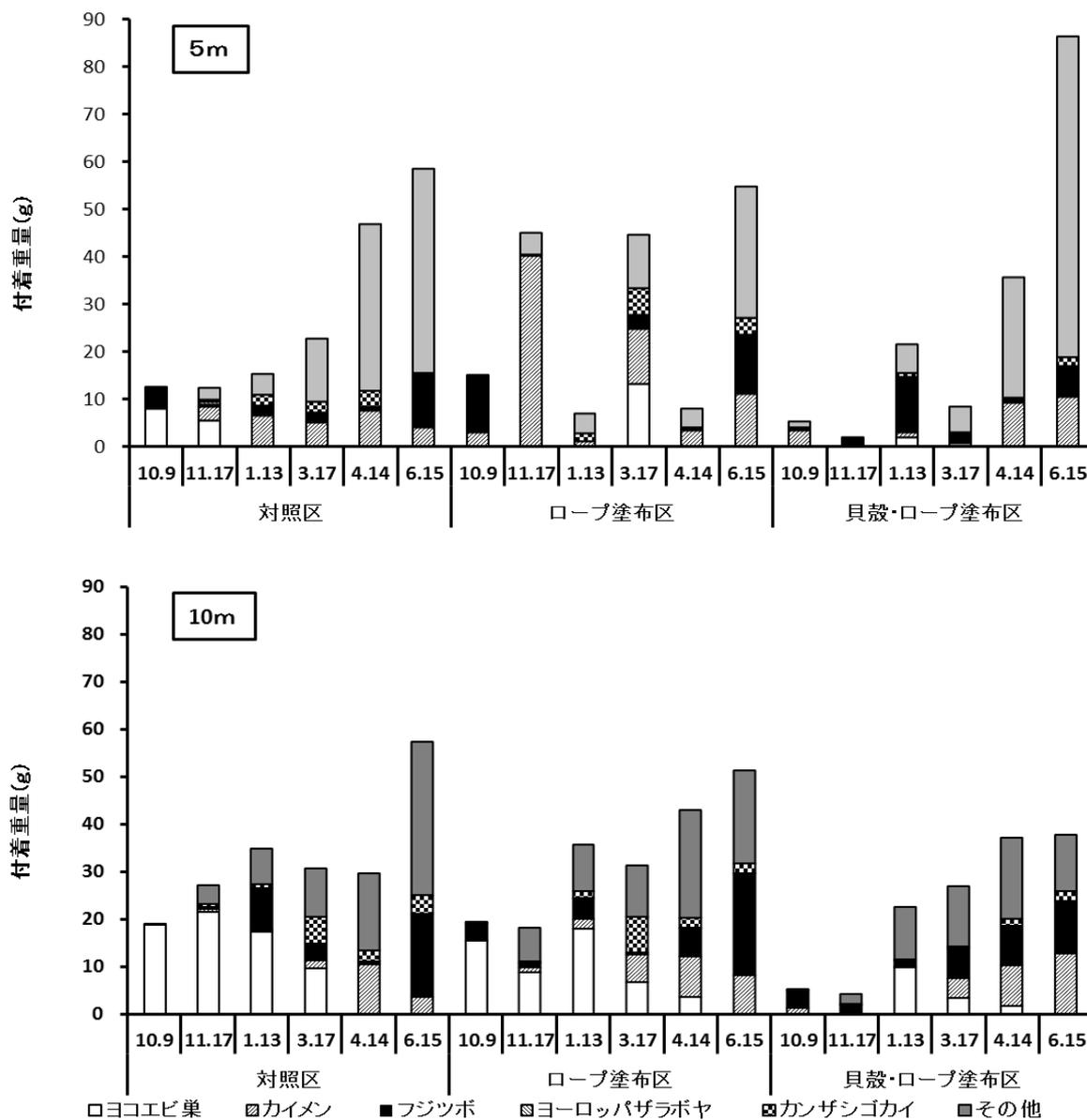


図10 貝殻1組当たりの付着生物別重量の変化

表3 ロープの付着生物の重量(H27.6.15)		
試験区	付着重量(g)	
対照区	2,536	1,245
ロープ塗布区	540	623
貝殻・ロープ塗布区	325	256

(試験 2)

図 11 に垂下ロープの付着生物重量を示した。シリコンチューブ区の重量は他の試験区に比べて 1/7～1/6 と極端に少なかった。

表 4 に垂下ロープの主な付着生物の種類を示す。対照区やシリコン接着剤区ではムラサキイガイやヨーロッパザラボヤ、シオグサが付着していたが、これらの生物はシリコンチューブ区には付着していなかった。シリコンチューブは、足糸や芽茎等を伸ばし付着する生物の防除に効果があると考えられた。

試験の結果から、シリコンチューブでロープを被覆することにより付着生物の防除効果が認められたが、チューブは養殖資材として高価であることやアゲピンを機械で刺すことができなくなることの課題もあり、今後より安価な被覆資材とその防除効果について検討する必要がある。

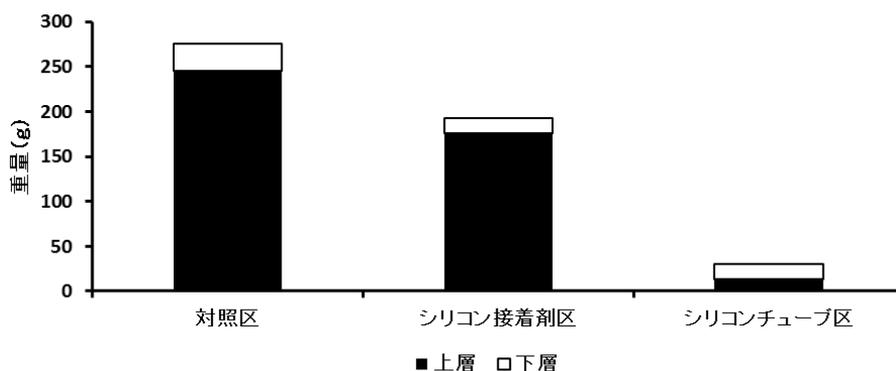


図11 垂下ロープの付着生物重量

表 4 垂下ロープの主な付着生物の種類

試験区	上層	下層
対照区	ムラサキイガイ	ムラサキイガイ
	ヨーロッパザラボヤ	ヨーロッパザラボヤ
	カイメン	カイメン
		シオグサ
シリコン接着剤区	ムラサキイガイ	ムラサキイガイ
	ヨーロッパザラボヤ	ヨーロッパザラボヤ
	カイメン	カイメン
	シオグサ	シオグサ
シリコンチューブ区	カイメン	ヨコエビ(巢含む)
	ムラサキイガイ※	カイメン

※結束バンドに付着

4 シリコン系塗料を利用した採苗器の改良効果の検討

図 12 に殻長別の付着稚貝数を示す。付着稚貝数は、投入日が異なっても、試験区の方が対照区に比べて少なかった。また、殻長 6～8mm 以上の大型の付着稚貝数についても、試験区の方が少なかった。

以上、玉ネギ袋に塗料を塗布し採苗器を早期投入する方法では付着稚貝の確保の面で有効な効果を期待できないと考えられた。

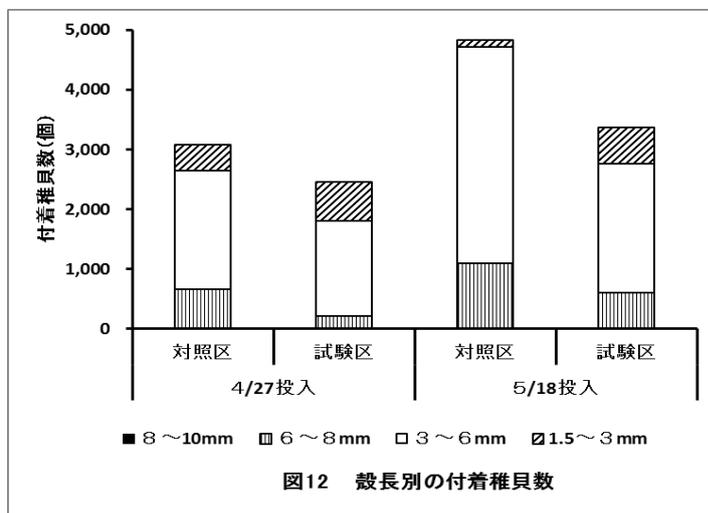


図12 殻長別の付着稚貝数

5 ヨーロッパザラボヤの温湯駆除の検討

図 13 に 70℃温湯処理ザラボヤの生残率を示した。10 秒処理では 7 日後の生残率は 80%であったが、20 秒及び 30 秒処理では 1 日後の生残率が 20%以下と低かった。

図 14 に 30 秒温湯処理の生残率を示した。1 日後の生残率は 60℃では 10%、50℃では 40%と低かった。一方、マガキを 70℃で温湯処理した試験では、全ての浸漬時間において、8 日後まで全て生残していた。以上の結果から、温湯駆除の時期にマガキが殻長 40~50mm 以上であり、ヨーロッパザラボヤが体長 50~60mm 以下であれば、湯温 60~70℃で 30 秒浸漬を目安にすれば良いと考えられる。

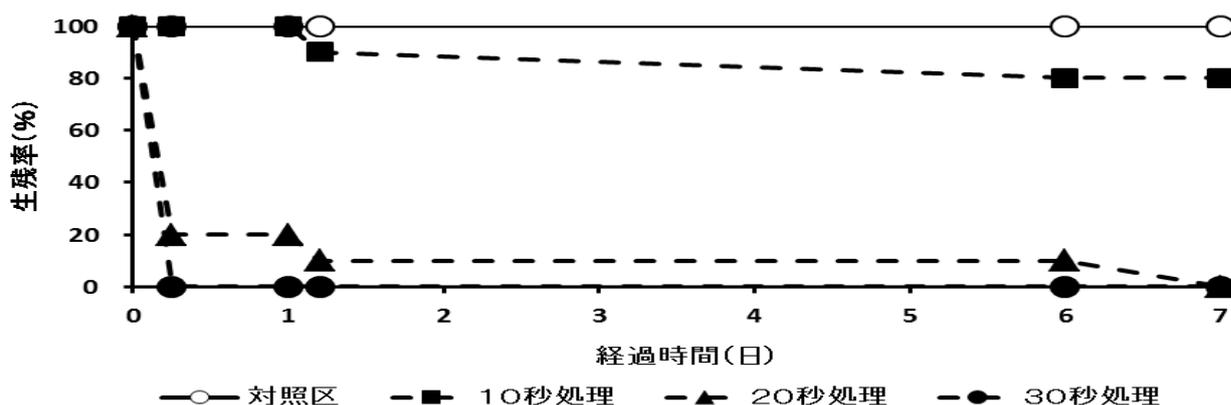


図 13 70℃温湯処理のザラボヤ生残率

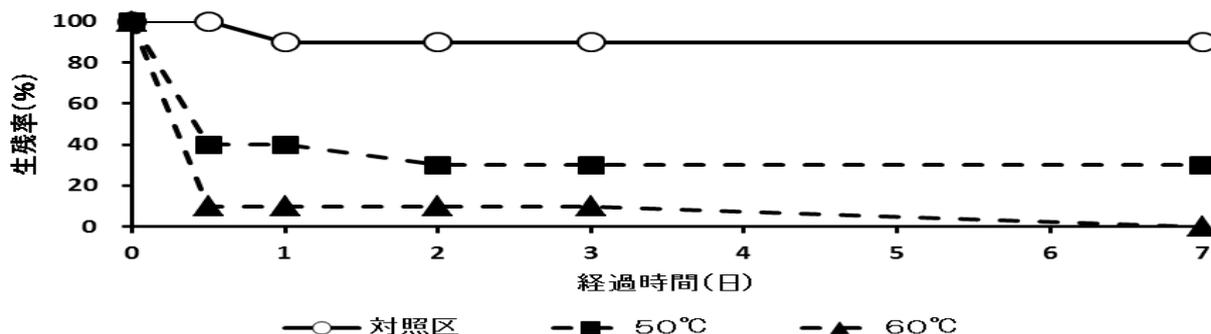


図 14 30秒温湯処理のザラボヤ生残率

6 マボヤ人工種苗の減耗要因の究明

(保苗中の人工種苗の付着数調査)

表 5 に漁場別の採苗器の種苗密度を示す。2月6日の密度は 0.7~2.4 個/cm と当初からやや低かったが、いずれの漁場も垂下 1 ヶ月後の 3 月には更に密度が低下していた。10 月も漁場 I、III の密度は低く、特に漁場 I では採苗器の下部に全く種苗がなかった。今回の調査結果からみると、垂下直後に種苗の大きな減耗が起きていたと考えられた。

また、いずれの漁場の採苗器にも 5 月までは付着生物はあまり見られなかったが、10 月に採苗器を回収した時には漁場 I ではヨーロッパザラボヤ、漁場 III ではムラ

表 5 漁場別の採苗器の種苗密度

調査日	漁 場		
	I	II	III
2月6日	0.7	0.7	2.4
3月9日	0.1	0	0.2
4月8日	0.2	0.1	0.2
5月28日	0.1	—	0.9
10月15日	上部0.4		上部0.9
	中部0.2		中部0.6
	下部0.0		下部0.9

※5月までの数値は、縄3本の平均値
 ※漁場 II の採苗器は消失。
 ※10月の数値は、縄3本の平均値

サキイガイが大量付着していた。種苗の減耗要因としてこれら付着生物の大量付着の影響が疑われるが、付着物が増大した5月から10月の種苗密度に大きな差はなく、種苗は芽茎を長く伸ばして付着生物の間で生息していたことから、付着物による種苗の減耗の可能性は低いものと思われた。

(食害試験1)

表6に採苗器の種苗数を示した。魚類等の食害を防ぐためにネットで包囲した区と包囲しなかった対照区でほぼ同様に種苗数が減少していたことから、ネットによる食害防止の効果は認められず、本試験における種苗の減耗は魚類等による食害以外の要因と考えられる。

種苗の減耗時期については、4月に垂下した採苗器では5月には種苗数の大きな減少は認められなかったが、10月には大幅に減少していた。5月に垂下した採苗器では10月には種苗がほぼ消失していた。以上の結果から、種苗数は5月以降に減少したものと考えられた。

(食害試験2)

15時間後の観察時の種苗数は、15個すべてが残っており、食害は認められなかった。なお、プラスチック

シャーレの海水とともにコツブムシと種苗を移し、コツブムシの動向を暫くの間観察したが、特に種苗に近寄ることもなかった。

この結果から、ニホンコツブムシによるマボヤ種苗の食害はないものと考えられた。

今回の食害試験では、種苗の減耗要因は究明できなかったが、5月以降に大きな減耗が起きることと、その要因は魚類やコツブムシ等による食害以外のものであることが推察された。

6 灰汁抜き程度が異なるシュロ縄がマボヤ人工採苗に与える影響の検討

図15に採苗後の受精卵、幼生、稚仔の割合を示す。対照区では46時間後にほとんどの卵がオタマジャクシ幼生まで発生しており、72時間後にはほぼ稚仔まで発生が進んでいた。一方、無処理区では72時間後でもほとんど卵の発生が進まなかった。また、シュロの灰汁抜き状態別にみると、1時間煮沸区では幼生までの発生に72時間要したのに対し、3時間煮沸区と晒し・4時間煮沸区では46時間後ではほぼ幼生まで進んでいたことから、灰汁抜きの程度が発生の進行に反映する結果となっていた。しかし、3時間煮沸区と晒し・4時間煮沸区とでは発生が変わらず、対照区では72時間後にほぼすべてが稚仔まで進行していたのに対し、稚仔まで発生したものは僅かであったことから、処理区でも灰汁抜きは十分でなかったと考えられた。

以上から、シュロ縄の灰汁抜きは、煮沸や天日晒し等に十分時間を費やして行う必要あると考えられた。

表6 採苗器の種苗数

試験区	種苗数計測日		
	4/8	5/28	10/15
対照区	44		12
ネット包囲区	46		9
シリコンネット包囲区	41		2
対照区	32	47	
ネット包囲区	45	52	
シリコンネット包囲区	62	89	
対照区		31	1
ネット包囲区		35	0
シリコンネット包囲区		31	0

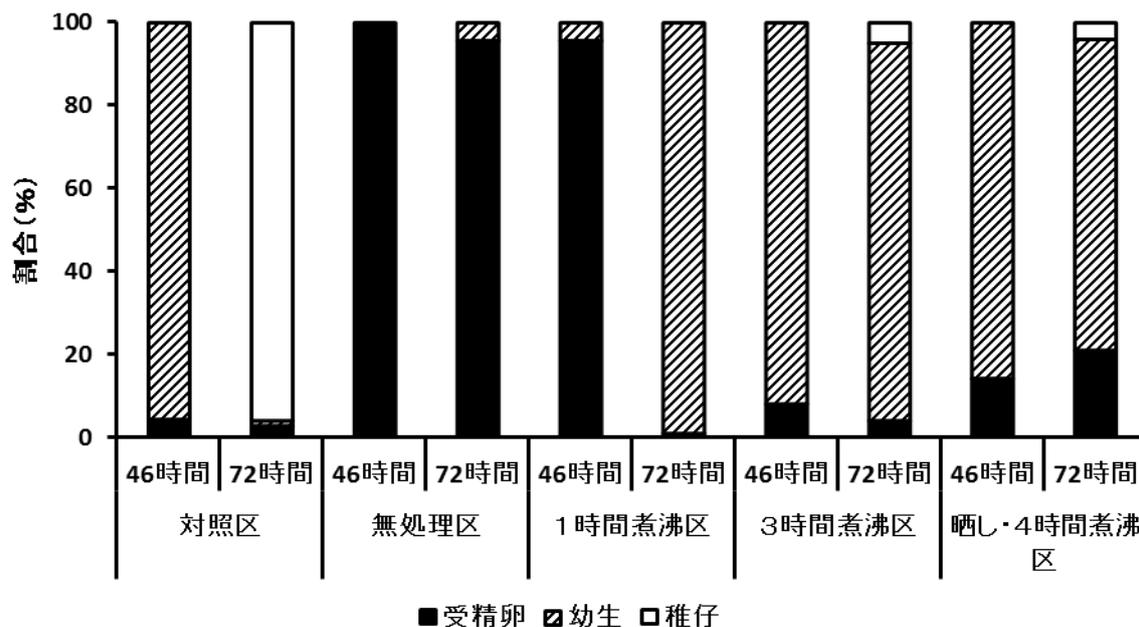


図 15 採苗の受精卵、幼生、稚仔の割合

<今後の問題点>

- ホタテガイの浮遊幼生出現状況等のモニタリング調査
浮遊幼生の出現（産卵）のピークは年によって異なることからモニタリングが必要
- 養殖ホタテガイの生残率向上のための技術開発
モニタリング調査による生残率の実態把握
- ホタテガイ養殖における付着物軽減化方法の検討
シリコン系塗料やシリコンチューブは養殖資材としては高価であることから、付着軽減効果が高く、安価な被覆材の選定。
- マボヤ人工種苗の減耗要因の究明
魚類等の害敵による食害以外の減耗要因の究明

<次年度の具体的計画>

- ホタテガイの浮遊幼生出現状況等のモニタリング調査
従前のおりモニタリング調査の継続
- 養殖ホタテガイの生残率の実態調査
水温、振動、成長、生残率のモニタリング調査を実施する。
- ホタテガイ養殖における付着物軽減化方法の検討
付着軽減効果のあるより安価な養殖ロープの被覆材の選定
- マボヤ人工種苗の減耗要因の究明
生物付着と減耗の関連性の検討

<結果の発表・活用状況等>