

鹿児島海藻パーク推進事業 - 海藻バンク造成事業

猪狩忠光，東條智仁，平江多績

【目 的】

新たな藻場造成技術の開発等による藻場の回復と，市場価値の高い有用藻類増養殖技術の開発による漁家経営の改善を図る。

1 藻場造成技術開発及び藻場回復指導

【方 法】

外海域に位置するいちき串木野市土川・羽島地区，肝付町高山地区及び南さつま市笠沙町崎ノ山地区において，藻場造成試験，藻場分布調査及び食害防止試験を行った（図1）。

(1) いちき串木野市

1) 土川地区でのヒジキ造成試験

試験実施場所は，土川港内外の転石帯で（図2），ヒジキを対象種として造成試験を行った。なお，港外は潮間帯付近にのみソゾ類やテングサ類など比較的小型の藻類が生育していたが，それ以深はムラサキウニ，クボガイ，アメフラシが多く，磯焼け様を呈していた。

4月16日：あらかじめ接着剤でヒジキ付着器を接着して，水槽で2週間以上育成した石及びコンクリート製プレートを，港の内外に4個ずつ設置した。

5月14日：同様，付着器を接着させ，33日水槽内で育成した石を港の内外に5個ずつ，また，港内には同様に約3ヶ月育成したコンクリート製プレートを2枚設置した。港内の設置場所は潮位が約40cmのところであった。

5月27日：24時間以内に放出された幼胚を採集し，エアレーションを施して運搬した後，港外の潮位20cm前後の窪みなどがある転石上（干潮時で海面上にあった）に散布した。

5月27日：母藻1～3株を1組として，3組を検束バンドで鉄筋にくくりつけ，それらを潮位20cm前後のところに打ち込んだ（図3）。

5月27日：約30cm×30cmのネットの四隅に母藻を結束バンドでくくりつけ，ネットの中央に石を載せて固定した（図3）。港の内外に6枚ずつ潮位20cm前後の場所に設置した。



図1 試験地位置図

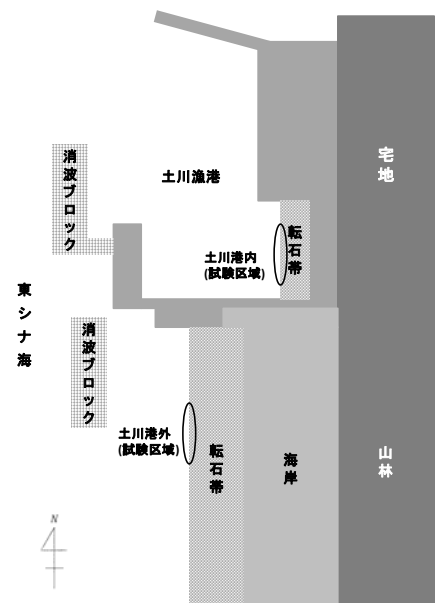


図2 土川地区試験実施場所

2) 羽島地区での藻場分布調査

外海域に面し藻場の減少が継続している，いちき串木野市羽島地区の藻場分布調査を実施した。調査は5月中旬～6月上旬に実施し，土川漁港から串木野市漁協との境界間の沿岸をシュノーケリングにより観察し，現状把握と藻場形成阻害要因を調査した。



図3 ヒジキ母藻設置方法
左：鉄筋による方法
右：ネットによる方法

(2) 肝付町高山地区

試験は，比較的開放的な海域である東風泊漁港周辺で行った（図4）。

東風泊漁港西側防波堤の外側の基礎部分（St.1）に長期間ガラモ場を維持させるため，温帯性種及び亜熱帯性種混成藻場の造成試験を行った。

5月7日にヤツマタモク母藻を2m×2mのネットへ3本1組として25組を結束バンド（幅2.5mm）によりくくりつけ中層網方式で設置した。また，6月9日にはオープンスポアバッグ方式でマジリモク母藻を設置した。さらに，7月17日にはコブクロモク母藻を先に設置していたネットに結束バンドでくくりつけた。

平成19年度に水深約10mに設置された藻場礁（正八角形で向かい合う辺間が2m，高さが0.7m）2基（St.2）にホンダワラ類を生育させるため，亜熱帯性種で造成を試みた。

6月9日に藻場礁表面に付いたフジツボ等をスクレーパーで，全体の1/2及び1/8を削り取り，コンクリート基質を露出させた。「1/2露出藻場礁」には2m×2mのネットをかぶせ，マジリモク母藻を結束バンドでネットにくくりつけた。もう一方の「1/8露出藻場礁」には，マジリモク母藻をつめたスポアバッグを藻場礁横に設置した。さらに，7月17日には，同じ藻場礁2基にコブクロモク母藻を同様に設置した。

St.3は巨石の転石地帯であり，漁業者グループ等が平成23年度から食害動物であるウニの駆除と母藻設置による藻場造成活動を実施している場所であり，平成25年度に母藻種をこれまでのヨレモクモドキからコブクロモク主体（コナフキモクが若干混じり）へ換え，継続的に育生状況を調査した。

母藻については，ヤツマタモク及びマジリモクは当センター周辺で採取し，コブクロモクは指宿市山川町浜兎ヶ水地先で採取したものを使用した。なお，コブクロモクについては時期的に遅れたため，卵がすでに半分ほど放出したものを使用した。

(3) 南さつま市笠沙地区

4月21日及び5月12日に，栈敷島の南東側及び小浦から崎ノ山までをシュノーケリングにより観察し，ホンダワラ類の分布及び藻場の形成状況を調査した。

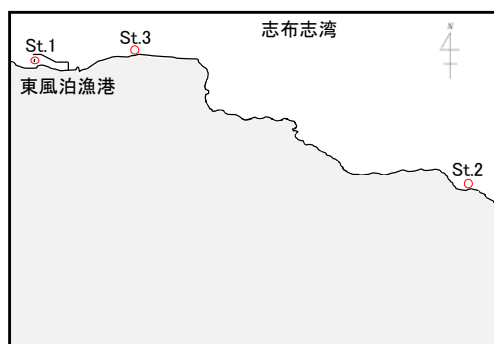


図4 高山地区試験実施場所

【結果及び考察】

(1)いちき串木野市

1)土川地区でのヒジキ造成試験

4月16日設置の石及びコンクリート製プレート

5月14日には港内の基質はひっくり返っており、プレートにのみ付着器が残っていた。また、港外は2つの石に2個体ずつ残っていただけであったが、そこから新たな幼芽が確認された。以降、時化等で調査はできなかったが、翌年3月20日には設置場所周辺にヒジキの藻体は確認されなかった。

5月14日設置の石及びコンクリート製プレート

5月27日には港内に設置した石及びプレートはすべて乾燥のため枯死していた。港外に設置した石は一部茎が残っているものはあったものの、ほとんどが付着器のみになっていた。以降、時化等で調査はできなかったが、翌年3月20日には設置場所周辺にヒジキの藻体は確認されなかった。

5月27日幼胚播種

8月11日及び翌年3月20日には播種を行った周辺には藻体は確認されなかった。

・ 5月27日鉄筋・ネットによる母藻設置

6月5日には港外の母藻はすでに流失していた。8月11日及び翌年3月20日には母藻を設置した周辺には藻体は確認されなかった。

羽島土川地区での試験では、藻体を基質ごと移設し、その後の藻体の伸長及びそれらからの幼胚添加を期待したが、設置数週間後には付着器のみになり、その後消失してしまうという繰り返しであった。これは、この試験地には、植食性魚類が多いうえ、波浪も激しく、さらにヒジキが生息する潮間帯前後にムラサキウニをはじめクボガイ等の巻貝類等の食害生物が非常に多いことが主原因と考える。藻体設置や幼胚添加を行う場合には、あらかじめ食害生物の除去を行い、継続的な除去活動が必要である。また、母藻設置については、母藻が波浪等により流されない方法、例えば壊れにくい囲いなどを固定する方法などで行わないと目的地に幼胚が添加されないと考えられる。さらに、幼胚の直接播種については、干潮時に散布する手法は、満潮に向かう際の波によって幼胚が流されることが考えられることから、目的基質が海面下にあり、いわゆる風のタイミングを見計らって散布する手法が、より幼胚の着定率が高いと考える。

2)羽島地区での藻場分布調査

前年までの調査同様、波の影響を受ける潮間帯前後には、テングサ類、ソゾ類、有節石灰藻類、アミジグサ類がほぼ全域に見られ、一部にはカゴメノリ、マクリが比較的多く見られた。それ以深の岩礁域には主にムラサキウニが多く磯焼け様を呈していた。また、転石域も磯焼け様を呈しているところが多く、そこにはクボガイが多く見られた。

ホンダワラ類は、羽島崎周辺の岩礁域にヒイラギモク（以前のフタエモク、トサカモク）の群落が潮位0cm前後の同水深に帯状に見られたが、羽島神社前は食害を受けた短いヒイラギモク、キレバモクの藻体が散見されるのみであった。また、羽島旧港周辺には、ヤツマタモク、マメタワラ、ヒイラギモク、キレバモク、コナフキモク混成の小規模藻場が見られた



図5 羽島地区沿岸のホンダワラ類の状況

(図5)。旧港以南の岩礁域には、イソモク、ヒイラギモクが比較的多く見られたが食害を受けた短い藻体がほとんどであった。旧港近くの消波ブロック付近には、ウミウチワを主体にキレバモクが混成した小規模藻場が見られた。ヒジキは付着器と1cm程度の短い藻体が少ないながら岩礁の隙間に点在したが、旧港以南ではイソモクと混成して比較的多く見られ、20cm程度の長めの藻体も確認された(図5)。

羽島海域には広範囲かつ高密度にウニ類やクボガイ等の巻き貝が分布し、ニザダイ、イスズミ等の植食性魚類も多く見られ、それら植食性生物の食害によってホンダワラ類が伸長できないものと考えられた。土川と同様、ウニ類、クボガイやカサガイ等巻き貝類を除去することが必要で、それによりある程度潮間帯に豊富なテングサ類やソゾ類をはじめとする小型海藻を増やすことは可能と考えられる。また、それらを増やすことにより、その後ホンダワラ類の伸長が期待できると考える。

(2)肝付町高山地区

東風泊漁港 (St.1)

平成27年2月の調査で、港外の中層網周辺には、ホンダワラは網の端に1本見られたのみで、種の判別はできなかった。

試験地は志布志湾内ではあるが、湾口近くであり、比較的波の影響もあることから、中層網やオープンスポアバッグ方式といった、母藻をくくりつけるタイプでは、母藻の維持が困難であったと考えられた。波当たりの比較的激しいところでは、スポアバッグ方式による播種が適当であると考えられる。また、周辺にウニ類が見られることからその除去も必要と考える。

藻場礁 (St.2)

平成27年2月の調査では、両藻場礁ともホンダワラ藻体は確認されなかった。

「1/2露出藻場礁」にはネットに母藻をくくりつける方式で播種を行ったが、同様波浪等により母藻が維持されなかったと考えられ、スポアバッグ方式で行う必要があると考える。

「1/8露出藻場礁」については、スポアバッグに入れた母藻量が少なかったことなどが原因の一つと考えられたが、この藻礁周辺は懸濁物が多く、基質上に浮泥が堆積していたうえに光量も少ないことから、そういった環境に耐えられる種を選択する必要もあると考える。

漁業者グループとともにスポアバッグを設置した場所 (St.3)

6月9日には藻体は50cmを超え、小規模な藻場が形成された。構成種は既存種のヒイラギモク(フタエモク)が主体であったが、母藻として使用したコブクロモクが多数、コナフキモクも若干確認された。母藻種をヨレモクモドキからコブクロモク主体に変更したことで定着させることに成功したが、ホンダワラは種により生育環境が異なることが知られており、今後、藻場回復を進めるにあたり、種類毎の生育環境特性を把握し、回復地の環境にあった種類を選定することが大切と考えられた。本年度は母藻の添加は行わなかったが、平成27年2月の時点で藻場が形成された場所に多数の幼芽が確認された(図6)。



図6 高山地区 St.3 の 2 月の状況

2 食害防除対策

【方 法】

試験地の南さつま市笠沙町崎ノ山は、かつてはガラモ藻場が形成されていたところであった。現在も藻体は残っているものの、食害により伸長できない状況にある。海底から高さ10～20cmに水平に食害防除網を張ることによるガンガゼ及び植食性魚類の食害防止試験を行った。

平成25年12月26日、目合いが角目2cmの2m×2m網2枚をそれぞれ海底から約10cm及び20cmの高さに張り、中心に浮子を付けた。設置後、時化等により網を固定していたブロックが寄ってしまい、網の高さが確保されていなかったため、1月20日にサンドバッグを用いて2枚の網とも四辺の高さを約20cmにした。

この地区での最低水温は2月に見られることから、今年度は2月4日に2×2mの角目約2cmの網を4枚、1.8×1.8mの角目約10cmの網を4枚をサンドバッグを用いて、四辺を海底から約20cmの高さに設置した。なお、網の直下に確認されたホンダワラ類の平均藻体数及び長さは、角目2cmの方が、8本（7，9本），34.6mm（17～54mm），角目10cmの方が、平均18本（12，23本），44.6mm（28～65mm）で、若干食害が確認された。

【結果及び考察】

5月12日に網を撤去した時にはヒイラギモク（フタエモク）33個体（8本/m²）が藻体長50cm前後に伸長していた。なお、設置時には1m²あたり平均16個体のホンダワラ類幼体が確認された。

網をかけていない場所では、網の直近で伸長が見られるものもあったが、網から離れた場所では伸長は見られなかった（図7）。その後、9月2日にはヒイラギモクは長めの茎のみが1本確認されただけであった。試験地付近にガンガゼは確認されなかったため、今回の手法がガンガゼに対して有効であるかは確認できなかった。しかし、密度の低下は見られたものの、藻体は伸長していたことから、植食性魚類に対しては有効であることが確認された。

3月16日に両角目の網とも2枚ずつ一部サンドバッグとつないでいたひもが切れてめくれ上がっていたため修復した。その時点では、網の内外で藻体に若干の食害痕を見られたものの、藻体長に大きな差は見られなかった。

網設置後の試験地の日間平均水温の推移を図8に示したが、網設置後から3月16日まで水温が17℃を上回った日数は1日のみで、比較的低水温が保たれていたことにより食害が少なかったと考える。



図7 食害防除試験結果

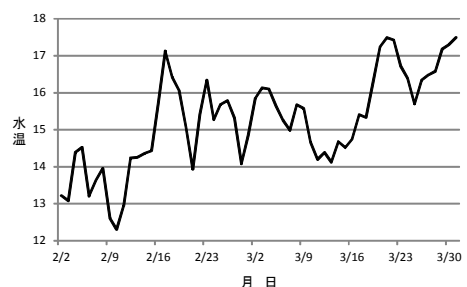


図8 食害防除試験地の水温推移

3 有用藻類増養殖技術開発

【方 法】

(1) ヒジキ種苗量産試験

平成23年度にヒジキ人工種苗の量産技術の開発に着手し、これまで種苗培養シート(以下「シート」という。)選定、幼胚の採集法及び育生管理などについて、ある程度の知見が得られた。しかしながら、夏期のシート管理には多大な労力を要することから、幼胚の冷蔵保存による省力化及びコケムシ対策として実施した60分以上の淡水浸漬による生長不良についての検証を行った。

夏期管理の省力化(幼胚冷蔵試験)

採苗は、放出後48時間以内の幼胚を用い、幼胚の量が少なかったため、同一シートに5月28日及び30日の2度行った。採苗方法は、前年度までに開発した方法で行った。まず、母藻を水槽に収容し底面に落ちた幼胚を排水とともに、目開きが1.5mm、0.3mm及び0.1mmの3種のネットを通し、最終的に0.1mmのネットで受けることにより夾雑物を除去した後、洗浄瓶に収容し、シート下面から吸引することにより、シート表面を陰圧にしたところへ洗浄瓶内の幼胚を散布した。刷毛である程度幼胚密度を均一にした後、止水下の水槽で30日の採苗7時間後まで静置・養生した。

幼胚冷蔵については、50×100cmのシート2枚を静置・養生後、ノリシードを適量添加した海水中に収容し、約5 日の冷蔵庫内に静置した。対照区として50×200cmのシート1枚を通常方法で育成した(静置・養生後弱流水とし、5日後の6月4日に海面に展開)。

冷蔵シートは9月1日に1枚を冷蔵庫から屋外水槽の弱流水中(水温27.0℃、遮光膜なし)に、その2日後の9月3日に海面に展開した。また、もう1枚の冷蔵シートは9月3日に冷蔵庫から屋外水槽の弱流水中(6日間遮光膜なし後遮光)に、台風の接近があったため約1ヶ月後の10月4日に海面に展開した。

淡水浴影響試験

平成25年度に60分以上の淡水浴が汚損生物であるコケムシ類の防除策として有効であることを示したが、同時に淡水浴によりヒジキの生育に支障をきたすことが示唆されたため、その検証を行った。

藻体長が25cm以上の天然ヒジキを25cmに切りそろえて、60分水道水で淡水浴した後、3本1組として5cmの間隔を空けて20組をロープに挟み込み、海面で育成した。同時に淡水浴をしないものを同じロープに15組挟み込んだ。淡水浴をしたものをヒジキ育生によりよい環境である波の影響を受ける側に置いた。試験は2月6日に開始し、その後の生長は3本組の内の最も長い藻体を測定した。

コケムシ着生時期の検討

コケムシ類の防除対策の一つとして、コケムシ類が藻体に着生する時期を特定すること目的とした。10×10cmの塩化ビニル板(厚さ0.5mm)を5枚1組として縦に並べ海面下に垂下し、垂下後1ヶ月程度のコケムシ類の着生状況を確認した。なお、塩化ビニル板の表面は紙ヤスリで平滑さをなくした後使用し、平成26年12月2日、11日、22日、翌年1月5日、19日、2月3日、18日、3月10日、24日に垂下した。

(2) アサクサノリ種苗生産

八代海出水地区のノリ養殖生産者グループがH18年からアサクサノリ(*Pyropia tenera*)の養殖に取り組んでいるが、種苗(のり網に付ける胞子を出すカキ殻穿孔糸状体)の安定培養や乾海苔中のアサクサノリ割合の向上が課題となっている。このことから、北薩地域振興局と連携し、フリー糸状体を用いた種苗培養技術の指導やPCR法による種の判別(養殖したノリがアサクサノリであるか近隣の漁場から移入したスサビノリであるかを判定)等を実施し、生産者グループの取り組みを支援した。

PCR法の分析方法及び種の判別は、二羽(兵庫県2005年)に従った。試料の採取については、生ノリの場合はノリ網からノリ葉体を採取して試料とし、乾海苔製品の場合は乾海苔を水で戻して葉体片

とした後にランダムに採取したものを試料とし、種判別を行った。

【結果及び考察】

(1) ヒジキ種苗量産試験

夏期管理の省力化（幼胚冷蔵試験）

9月3日に水槽に展開した冷蔵シート及び通常育生シートの生長の推移を図9に、1月7日の両者の写真を図10に示す。海面展開当初から藻体長に差は見られたが、通常育生シートの平均が20cmを超えた頃には、冷蔵シートはまだ5cm程度で、40日程度の成長の遅れが見られた。

種苗として使用できる藻体（20cm）数は、通常シートが2月6日で1,075本で、冷蔵シートが3月24日で356本（ m^2 換算の本数は712本）であった。なお、通常シートは夏期シート上にアオサ類が大量に繁茂し、それによって藻体数が減少したと考えられた。

冷蔵シートで生長遅延及び密度減少が見られたが、5℃という低温での保存自体が悪影響を与えたことが考えられ、さらに、水槽に展開する際に、冷蔵から一気に常温（27℃前後）の海水へ入れてしまったことから、その温度差による障害が発生し、生長や密度に影響したことも考えられる。

ヒジキの葉がよく生長する温度帯は20～25℃と報告されており（森田ら，2014），冷蔵から常温に戻す時期を海水温が25℃近辺にし、常温に戻すまでの昇温に時間をかけるなどすることにより、防止できるかを検討する必要があると考える。また、密度減少については、あらかじめ幼胚を多めに採苗することである程度防止できると考える。

淡水浴影響試験

淡水浴をしたヒジキとしていないヒジキの挟み込み後の生長の推移を図11に示す。

4月1日には、淡水浴をしたヒジキが平均1,284mm（1,000～1,525， $n=19$ ）であったのに対し、無処理区は1,528mm（986～1,996mm， $n=15$ ）であった。有意水準0.05で有意差が認められ、コケムシ類を死滅させる60分の淡水浴は、ヒジキに生長障害を与えることが確認された。

ヒジキ幼体に対しては、60分の真水浸漬で藻体

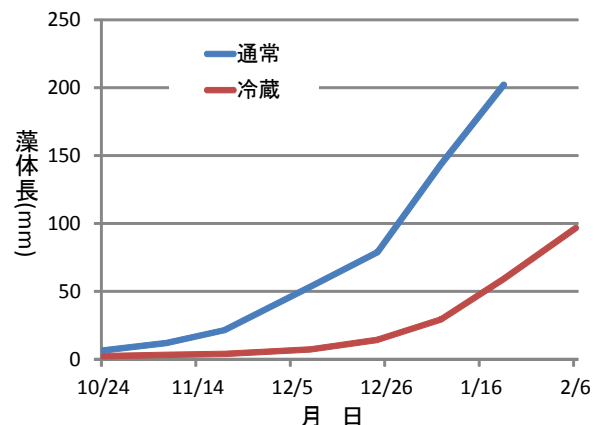


図9 通常及び冷蔵シートの生長の推移



図10 通常(上)及び冷蔵シート(下)の比較

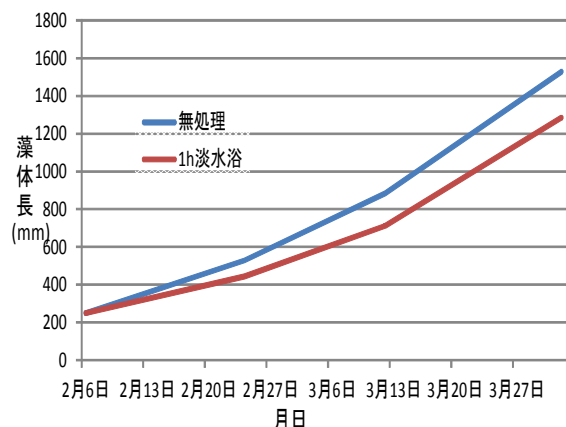


図11 淡水浴及び無処理の生長の推移

色が変化したが、40分では変化がなかったことが報告されている（井上，2014）。

種苗に汚損生物が多い時は、幼体に影響が出ないとされている40分以内の淡水浴にとどめて拡大防止を期待するのがよいと思われる。状態のよいヒジキはコケムシ等の汚損生物の付着は少なく、あっても付着器に近い部分、いわゆる古い部分に限られることが多い。さらに、4月以降の養殖後半の藻体はかなり伸びきった頃に広範囲に広がっていく傾向が見られる。

したがって、種苗は、付着器からなるべく高い位置で切って使用し、コケムシ等が付着している部位や藻体は使用しないようにすることが、挟み込み時の注意点と考える。

コケムシ着生時期の検討

25年度はホンダワラ藻体を用いて行ったが、藻体が食害にあうなどしたため、今年度は塩化ビニル板（以下「プレート」という。）を使用した。プレートの確認状況を図12に示す。

コケムシ類の付着は、12月2日設置のプレートでは12月26日に、12月11日設置のプレートでは12月26日に確認されなかったが翌年1月5日に、また、1月19日設置のプレートが4月1日に確認され、他のプレートには確認されなかった。

コケムシ類の付着が、単純にコケムシ類が確認された日とその前の確認されなかった日の間に起ったし、その他の時期は付着できる幼生がいなかったとした場合、1月5日～3月10日が幼生がいなかった時期となる。この時期は、この海域が16℃以下になる最も水温が下がる時期に当たる（図13）。昨年度の試験においても、1月27日以降にはコケムシ類の付着が見られず、ほぼ同様の傾向が見られた。この時期にコケムシ類の付着がないということは、天然ヒジキにコケムシ類がほとんど見られないことや一般的に言われている水温低下とともにコケムシ類が消滅するという事実とも一致する。しかし、水温が上昇してくる3月以降に再びコケムシ類の付着が見られたことは、種苗の淡水浴のみで防除することは不可能であることを示しており、で記したように、良好な環境下で養殖することによって、藻体をよい状態に保ち、コケムシ類の付着を最小限にすることが大切と考える。また、収穫時期を水温が上がって藻体の状態が悪くなる前にすれば、ある程度汚損生物の被害は防げると考える。

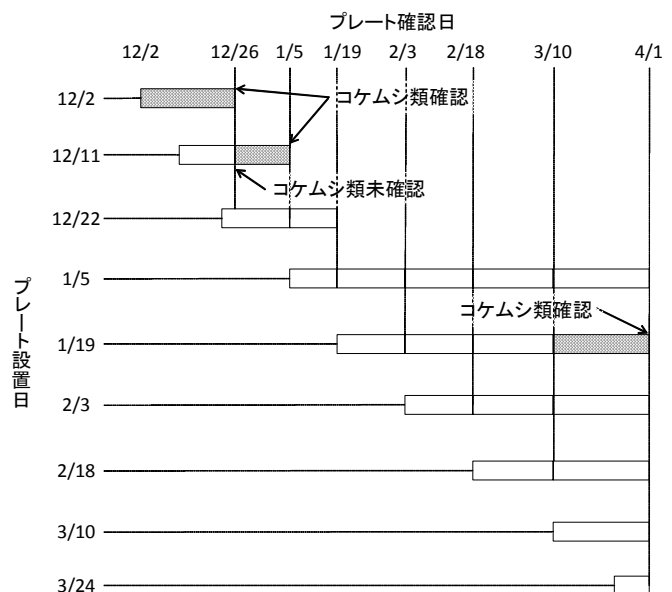


図12 プレートへのコケムシ類の付着状況

*コケムシ類が確認された場合、その前の確認日との間を  で示した。

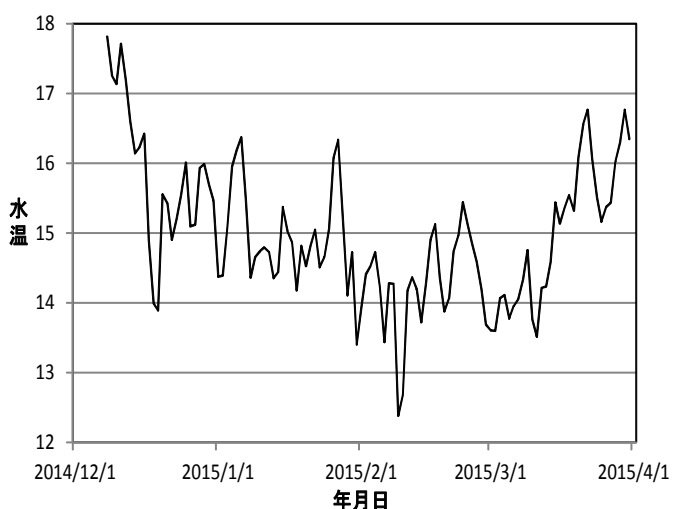


図13 試験地地先の水温推移

(2) アサクサノリ種苗生産

平成24年度から、出水地区のノリ養殖グループが生産地におけるカキ殻穿孔糸状体の平面式培養に取り組んできており、前年度(26年)3月に北薩地域振興局とともに指導したカキ殻へのフリー糸状体播種後の種苗育成・管理については、グループ及び北薩地域振興局が行い、それらグループ育生カキ殻によりのり網40枚の陸上採苗を行った。

また、当センターにおいても、カキ殻穿孔糸状体の培養(5~10月、カキ殻4000枚)を行った。培養期間中、カキ殻に付着した珪藻除去のための洗浄などの管理を、生産者グループとともに2回実施し、海上採苗用として提供した。なお、5月13日から平面培養で行い、8月6日から12日に50Lパンプライト水槽による垂下培養に移したが、9月16日殻表面に黄緑色の変色が確認されたため、再度平面培養に戻した。10月20日、殻胞子の放出が確認されたため抑制処理を行い、10月21日に配布した。

27年度期養殖分のカキ殻へのフリー糸状体播種を、27年3月中旬に北薩地域振興局とともに指導し、播種後の種苗育成・管理については、グループ及び北薩地域振興局が行った。

PCR分析方法による種の判別は、乾海苔製品について2回(32試料)行い、アサクサノリの割合は平均で32%であった。

文献

森田晃央・小黒敏行・斉藤洋一・井上美佐・松田浩一・神谷直明・倉島彰・前川行幸(2014), ヒジキ発芽体の生長および仮根伸長におよぼす水温と光の影響, 藻類, 62, 88-92

井上美佐(2014), 環境創造型養殖推進事業人工採苗によるヒジキ養殖技術開発, 平成24年度三重県水産研究所事業報告書, 27-28