1・2・3月号
第47号
平成元年３月15日発行

青森県水産増殖センター

センターだより



☆今、注目のコペポーダ！

左はユーリテモーラ・パシフィカのノープリウス。右は同種の幼生
①：ふ化したてのノープリウス　②：最後のノープリウス　③：コペポダイト

平成元年度の新規事業について



所長　高橋邦夫

当所の平成元年度予算は、前年度比三三%増と大巾に伸びましたが、これは、陸奥湾に設置されている海況自動観測ブイが、設置五年目の上架修理の年に当っていて、この臨時的経費が突出したためです。新規事業としては次の二事業が認められ、実施することになりました。

一、青森県水産増殖センター施設整備事業

当所は、前身である陸奥湾水産増殖研究所施設の老朽化と増養殖事業の発展に伴い、ホタテガイなど主として貝類の種苗生産を目的にして、昭和四三年に開設されました。翌四四年には、これまでの陸奥湾を対象にした増養殖研究から、県下全沿岸域を所轄担当することとなり、現在に至っています。この間に研究需要の変化に伴い、研究組織も二課から五部に増加していますが、施設は改造や継ぎ足しで凌いできており、建設以来二一年を経過して、老朽化、狭隘化が進み、慢性的な濾過海水、調温海水の不足など、業務にも支障をきたす状況で、抜本的な施設整備が必要な時期にきています。このようなことで、水産部では施設整備検討委員会を設けて検討を重ねてきました。また、業界からも早期整備の要望が出されるなど、機は熟し、予算要求の運びとなりました。

おかげさまで、本事業は認められ永年の懸案であった施設整備が軌道に乗ることになりました。四ケ年計画で進める予定（案）になっており、二一世紀に向けた『つくり育てる漁業』の推進拠点として、立派な施設にしたいものと考えています。

二、ヒラツメガニ増殖試験

ヒラツメガニは、本県沿岸の砂浜域に広く分布している暖水性のカニで、ガザミの仲間です。主に太平洋岸の南浜から泊にかけて、刺網で漁獲され、独特の風味で南部地方の人々に親しまれてきました。近年の漁獲量は、太平洋側六市町村の合計で、四〇トン台から二〇トン台へと急激に減少していて、県水産振興審議会からも、資源保護対策について提言されています。このようなことから、生態調査と種苗生産試験を実施して、資源増大策を検討することになりました。

発行　青森県水産増殖センター　青森県東津軽郡平内町茂浦☎0177－55－2155／印刷　㈱コーセイ印刷

育てよ、マダラ

低温性新餌料の開発研究

魚類部主任研究員　塩垣　優



当センターでは陸奥湾の冬の重要資源であるマダラの増殖対策の一つとして、その種苗生産研究を昭和五四年度に着手しました。以来、今年度で十年目を迎えました。この間、何人もの研究者が取組んできたのですが、結論からいいますと、生残歩留一%前後の極めて不振な成績に終始してきました。

しかし、今年度は新たに開発した新餌料生物を用いることによってようやく一歩前進がみられました。この間の考え方や、将来の展望といったことにも触れてみたいと思います。

まずは、これ迄の経過を簡単にまとめてみます。マダラは受精後、水温五～七度で、約十二日でふ化し（全長四・五㎜）、四～六日後には開口し、摂餌するようになります（全長五㎜）。餌料として海産クロレラや油脂酵母等で栄養強化したシオミズツボワムシ（ワムシと略す）を用います。こうして、三週間ほど飼育しますと七～八㎜に成長します。しかし、この直後から大量の仔魚が水面に浮上し、へい死してしまうのです。生理活力の低下により、鰾が異常に膨大しているのが特徴です。これを毎年繰返してきたのです。

低温性餌料生物培養研究の開始

昭和六〇年度から、国の補助事業「初期餌料生物培養技術開発研究」の仲間入りし、マダラなどの冬季に産卵する重要資源の種苗生産になくてはならない低温性の餌料生物培養研究に本格的に着手しました。

当初は、現在用いられているワムシに替る低温性のワムシ類の探索・培養技術の開発という方向で研究を進めました。ところが、もともとワムシ類というのは淡水起源の動物なので海辺（汽水）に生息する種は非常に少なく、また海水馴致がまず絶望的であること、さらには、淡水起源であることから全ての海産魚類の要求する栄養価を十分に満足させるには限界があることが分ってきました。

右にのべた事柄は、マダラという種苗生産が世界的にみて難しい魚を相手にしてきたことから初めて分かってきたのです。そこで、今年度は全く新しい視点から研究開発に取組んだのです。

海産仔魚のミルク「コペポーダ」

海の中で、魚の仔はどう育っているのでしょうか？我々は海から学ばなければなりません。

海の中では、海産仔魚は全てコペポーダ類のノープリウス幼生（写真）を摂餌しているといっても過言ではありません。コペポーダといいますのはエビを小さくしたような形態をしています。胸部に五対の脚をもち、これをボートを漕ぐ櫂のように動かすことから橈脚類と呼ばれておりますが、実際には脚とアンテナのように左右対をなす第一触角を上下に瞬間的に動かし運動する場合が多い。

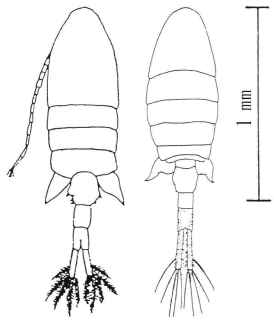


図1　白糠産コペポーダ2種
右　ユーリテモーラ・アメリカーナ
左　ユーリテモーラ・パシフィカ

多くは成体で一～二㎜と小さい。この子供は親とは全く形態が異なり、体に節がなく、ただ三対の肢をもっているだけです。大きさは生まれてすぐで一〇〇ミクロン前後と我々が用いているワムシよりも小さく、六回の脱皮をしてワムシよりも大きい七期のノープリウスになり三五〇ミクロン前後に成長します。仔魚期の餌料としてそのサイズは最適であり、かつ、運動性に乏しく、時々直線的にピッと動くだけで、通常は静止したままであるのも仔魚の摂餌を容易にしています。やはり、自然のしくみというのはうまく出来ていると感心させられます。仔魚が成長して七～八㎜前後となりますと、ノープリウス幼生ではサイズが小さく、次のステージのコペポダイトを、さらには成体を餌料とし、五㎝前後までの重要な餌料となっているのです。

このように、海産仔魚の餌料として、コペポーダのノープリウス幼生は欠くべからざる生物なのです。

ところで、この仲間は海の中の微細藻類を餌料としているとされ、特に珪藻類は重要なものとされています。しかし、その実態はあまりよくわかっていません。

よく言われるように、珪藻類は「海の米ビツ」であり、これを食べてコペポーダ類が増殖し、さらにこれで魚類の再生産につながるという具合です。

一方、これ迄の研究から、冬場の低水温・低日照下で最も培養が簡単で、かつ、海産仔魚が要求する脂肪酸などを満たす餌料藻は珪藻の一種フェオダクチラム・トリコルヌトムしかないとの考えがあり、これをコペポーダ用餌料藻として有効に活用しない手はないと考えた訳です。

コペポーダ類の効率的な培養が可能となれば、種苗生産が最も困難な魚種の一つであるマダラの飼育も可能となろう－との期待から、低温性コペポーダ類の培養に挑戦したのです。

コペポーダ類培養技術の現状

コペポーダ類は大きく、浮遊性のカラノイダと匍匐性のハルパクチコイダなど数群に分類されます。現在、実際に種苗生産用餌料として用いられているのは匍匐性のチグリオプスという潮溜に生息する種で、環境に対する耐忍性に優れており、その成体（一㎜前後）が稚魚期の補助餌料として用いられています。しかし、ノープリウスは強い匍匐性を示すことから仔魚の餌料として用いること

ができないこと、逆にヒラメ・カレイ類などでは有害であることなどの欠点があります。なお、マダラ稚魚は見向きもしないなど、魚種によって利用できない欠陥があります。

このようなことで、マダラを目標とする限り、浮遊性のコペポーダであることがまず必要と考えられました。しかし、浮遊性コペポーダの培養技術は小容器による手間暇をかけた方法でようやく一ケ月とか二ケ月の培養に成功しているだけで、大量生産ということになると全く未開の分野でした。

そこで冒頭にのべたフェオダクチラム（以降、単にフェオと称す）を用い、これで浮遊性コペポーダの培養ができないのであれば断念の他はあるまいとの悲壮な決意で臨んだのです。

浮遊性コペポーダの探索

浮遊性コペポーダ（以降、単にコペと称す）のうち、低温下でよく増殖し、培養に適した種の探索から着手した訳です。幸い、下北半島沿岸（主として、内湾、漁港内など）で、数年前に実施したプランクトンの夜間採集により、白糖漁港内で五月に大量のコペが採集されたことを思い出し、この種に注目したのです。水温十二度とまだ冷たい海の中で盛んに増殖中であり、おびただしいノープリウスが出現しておりました。これらのコペは、北海道大学水産学部浮遊生物学講座の大学院生伴氏により九九%はユーリテモーラ・パシフィカとユーリテモーラ・アメリカーナの二種からなると同定とされました（図1）。これらは主として寒冷域に生息する種で、北は北極海、ベーリング海、オホーツク海の沿岸、北海道の親潮域から知られています。後の培養結果から、最低水温は結氷寸前のマイナス〇・七度から最高二五度位までは生育し、温度適応範囲が非常に大きいという利点があることも判明しました。

一般に、培養に適する種とは、環境の悪化に対して強い耐忍力がある汽水ないしは沿岸性のものが優れており、沖合性のものは弱いとされています。この点からも漁港などで繁殖できるものは当然強い筈であるとの感触を得、まずは幸先のよいスタートを切れたのは幸運であったといえます。

培養試験結果

昨年七月から、試験的に屋外八トン槽を用いて培養を試みました。一ℓとか二ℓの小容器での培養ではなく、いきなり八トン槽での培養を試みたのは、ある程度粗放的な培養でうまくいかなければ実用的可能性は薄いと考えられたからです。

とも角、試行錯誤で培養を進めましたが、当初考えていたよりも培養が簡単のようであること、さらに増殖速度も速いことなどが分ってきました。又、最高密度も一ℓ当り四、〇〇〇個体（九〇%以上はノープリウス）にも達し、コペの粗放的培養では最高記録を達成できました。しかし、この頃の培養は、海水にパン酵母を投入し、エアレーションを一～二ケ月間行い、その間にいろいろの藻類、バクテリア、原生動物が発生してくるのを待ち（水作りという）、その後コペの元種を投入するという原始的方法でした。何が餌料として有効であったのかなどの点は不明でした。そして、元種を投入して二～三週間で大増殖を示し、高密度となってからすぐ、ノープリウスが急激に死滅するという現象が繰返されました。アンモニアの蓄積など水質の悪化が原因と考えられました（図2）。

ともかく、この間にノープリウスからコペポダイト、さらに成体に変態していく形態変化などの勉強ができました。

いよいよフェオを餌料藻として活用する培養を秋口から始めました。ところが、残念なことにフェオ単独餌料ではさっぱり増殖しないのです。卵からⅠ期のノープリウスはでてくるのですが、これが脱皮してⅡ、Ⅲ

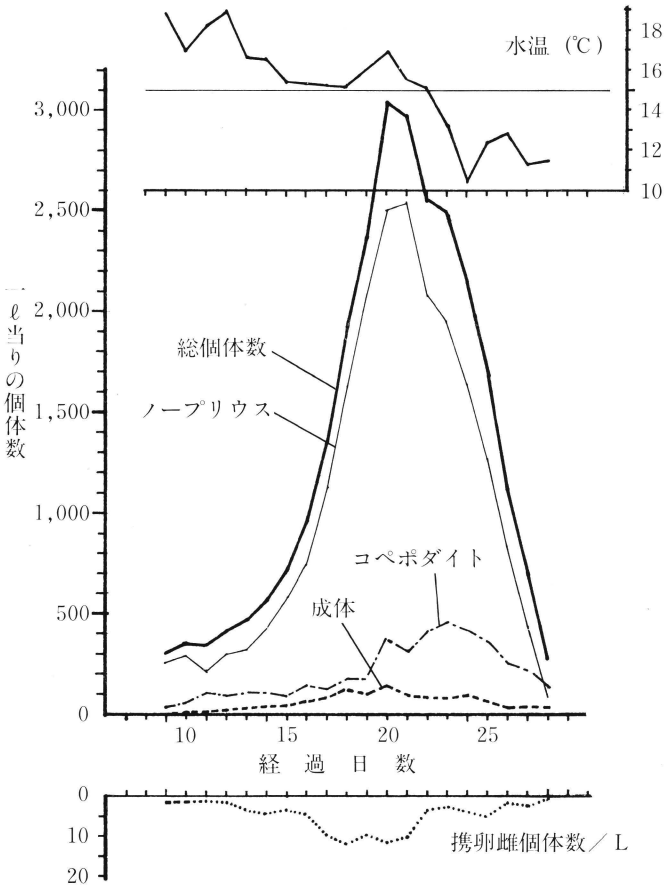


図2　コペポーダ培養の一例

パン酵母による水作りを約1ヶ月行ったあと、コペ元種を投入した場合の増殖。屋外8トン水槽（試験期間：1988.9.20～10.18）

表1．餌料効果試験結果（39日後）

試験区		給餌生物名	取上げ尾数（A）	総衰弱浮上尾数(B)	A＋B	生残率（%）	
						A/3,000*	A/A＋B
A	1	ワムシ→35日目からブラインに切替	162	349	511	5	32
	2		736	591	2,063	25	36
B	1	ワムシ→18日目からコペ・ノープリウスに切替→31日目からブラインに切替	2,051	424	2,475	68	83
	2		1,476	257	1,733	49	85
C	1	コペ・ノープリウス→34～35日目からブラインに切替	2,342	362	2,704	78	87
	2		2,015	302	2,317	67	87
D	1	同　上	2,082	294	2,376	69	88
	2		2,901	778	3,679	97	79

※0.5ｔパンライト、3000尾収容。しかし、容量法によって収容したため実数にかなりの差を生じた(特にD₂)。

期のものに成育しなければならないのですが、それがでてこないのです。これで終りかと思っていたある日、培養水のPH調整用に酢酸を用いることを考え、フェオ培養水に投入してみたところ、ノープリウスの成育が順調となることに気付きました。検鏡してみますと、フェオ細胞表面に多くのバクテリア（細菌）の付着が認められたのです。フェオの培養水は活発に増殖中のものではPHは高く、九～一〇を示します（海水は八前後です）。それに酢酸を五〇㏄程度添加することによりPHをドーンと六台に下げますと、フェオ細胞の活力が低下し、バクテリアの攻撃を受けるようになると理解されました。事実、この処理を行ったフェオの増殖はピタリと停止してしまいます。そして、コペポーダがうまく成育するのは、フェオ自身の栄養の他に、付着した細菌由来の微量成分（特に、発育に関与するビタミンB12などが考えられます）によって補なわれるためであろうと考えられました。このことは、八トン槽により繰返し再現実験を行い、有効であることが確認されました。

フェオ単独ではうまくいかなかったものがPHを下げるというちょっとしたヒラメキで成功したのです。

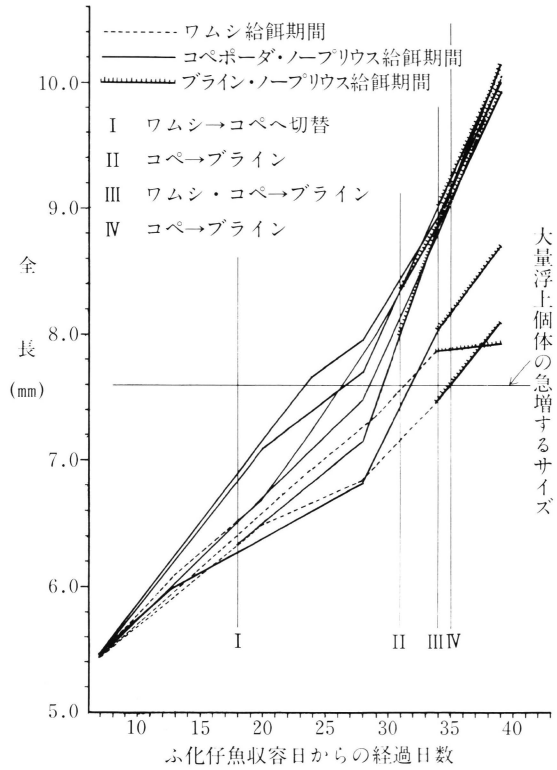


図3．餌料別マダラ仔魚の成長
（試験期間　1989.1.7～2.15）

培養コペのノープリウスを用いたマダラ仔魚飼育実験結果

これまでのべてきた方法により、マダラ種苗生産期までに、天然元種から得られたノープリウス、コペポダイトを十二月上旬、屋内一〇トン槽二面に一㎖当り二～三個体の密度で植つぎ、マダラ仔魚飼育開始の一月上旬までに大量の成体をストックすることに成功しました。しかし、培養に必要な餌料藻のフェオは、冬場の降雪時の低日照を人工光源で補う必要のある茂浦のセンターでは施設面で非常な制約があり、一トン槽六面の培養が限界です。これで三〇トン分のコペ培養を維持するのは並大抵のことではなく、慢性的な餌料不足に悩まされたのです。

脇野沢村漁協で水揚げされたマダラ親魚から得られた受精卵からは、本年一月四日から七日にかけてふ化がみられ、〇・五トン槽八面分の仔魚二四、〇〇〇尾が一月七日に収容されました。試験区の設定はワムシ単独給餌区（A）、全長七～八㎜少し前にワムシからコペのノープリウスに切替える区（B）、ノープリウス単独区（C）、ノープリウスからブラインに切替える区（D）と二面ずつ四試験区を組みました。

実際には、ノープリウス不足から設定通りにはいきませんでしたが二

月十五日には図・表のような結果が得られ、ノープリウスの餌料生物としての有効性が確認されました（図3、表1）。すなわち、これまでは七㎜台で大量浮上へい死がみられたが、この時期を高い歩留で乗り切り、全長一〇㎜に達した時点で凡そ七～八割の歩留が得られたことです。それに対して、ワムシ単独給餌区では成長もはるかに悪く、生残仔魚の活力は低く例年通りの低い歩留となりました。

この中で注目したいのは全長六・五㎜台までワムシを与え、その後の十三日間だけノープリウスを与えたB区でますますの歩留と良い成長がみられていることです。

このように、大量供給が困難なノープリウスの供給期間をできるだけ短縮できれば今後のマダラ種苗の大量生産に有利となり、展望が開けていきます。

今後の課題

コペの培養技術の開発は青森県が全国に先駆けて進めてきました。しかし、その技術段階はまだまだ実用の域には遠く、山積した問題が残されているのが実状です。最高密度を現在の一桁上の一ℓ当り数万とする技術開発、培養の安定化のための水質管理法の確立、効率的な収穫法の開発などなど。又、シーズンオフを利用してのノープリウス等の冷凍保存と、その有効性の確認といったこともあります。

最後に、耐久卵による種の保存とその大量生産が最も魅力ある技術開発と思われます。現在、重要な生物餌料の一つ、ブラインシュリンプは耐久卵であるゆえに世界中で重宝されています。最も栄養価が高いコペポーダを耐久卵から効率よく生産することができれば、海産魚類の種苗生産技術開発の中で最も貢献できるものになることでしょう。

一方、現在用いられているワムシも、その高い増殖率から捨て難い魅力をもつゆえ、現在、重要な地位を維持し広く利用されています。このワムシに全く新しい視点からノープリウス並の餌料価値を付加する技術の開発もまた重要な課題として残されています。

これらの課題についての研究も、今後並行して進めていきたいと考えています。

おわりになりましたが、コペ採集では毎度、白糠漁業協同組合販売部の職員の皆様には、夜遅く迄つき合って頂きました。お礼申し上げます。

エゴノリの人工採苗について

海草部技師　桐原慎二



エゴノリは鉤状の体を持つ紅藻の一種で、その鉤でホンダワラ類などの海藻にからまって成育します。本県の全沿岸に分布しておりますが、特に、日本海から下北半島の津軽海峡沿岸に至る海域に多く、これら地域において夏期に漁獲されています。漁獲されたエゴノリは天日で乾燥後、主に、北陸、中部地方の業者に引き取られ、高級和菓子などの原料になっています。

エゴノリはその寒天質が良く、キロ当たり三千円から六千円前後と価格が高く、また、生育水深が二～五m前後と浅いため容易に漁獲することができ、加えて、加工の手間も余りかからないなどの利点を有する水産資源です。本年度の生産量百一t、金額にして三億八千万円であることからも、本県の重要な磯根資源であることが分かります。ちなみに、本県は全国の二～三割を生産する主要産地でもあります。

反面、エゴノリ漁業には資源量の変動が著しい、漁場となる磯のホンダワラ場が護岸工事などにより減少している等の問題があります。このため、天然資源の影響を受けず、かつ、漁場を有効に利用できる方法、即ち養殖技術の確立が強く期待されています。

そこで、当所では『エゴノリ養殖試験』として、養殖技術開発に取り組んできましたが、このほど人工種苗を養成しましたので、その結果をお話します。

これまで、エゴノリ人工種苗は作成されたことがないため、採苗法について、まず検討しました。エゴノリは図1に示す生活史のとおり、水温が高くなり八～九月頃、葉のうえに胞子（四分胞子）が四個ずつ入った直径一㎜ほどの塊（四分胞子嚢）を作ります。この四分胞子は発芽しそれぞれ二個ずつ雄及び雌の株（配偶体）となります。雌は受精毛を出し、これに雄の作った精子が付着し、受精します。すると、雌の上に果胞子が入った袋（果胞子嚢）が作られます。そして、果胞子が発芽すると四分胞子体と呼ばれるエゴノリとなって、翌年漁獲されます。

従って、人工種苗を得るにはこの果胞子をロープ等の採苗糸に付着させれば良いわけです。しかし、一個の果胞子嚢から放出される果胞子の数は数十個と少なく、このため大量の種苗、即ち果胞子を得るためには雌の株を大量に作らなくてはなりません。そこで、雌の株がもっとも生

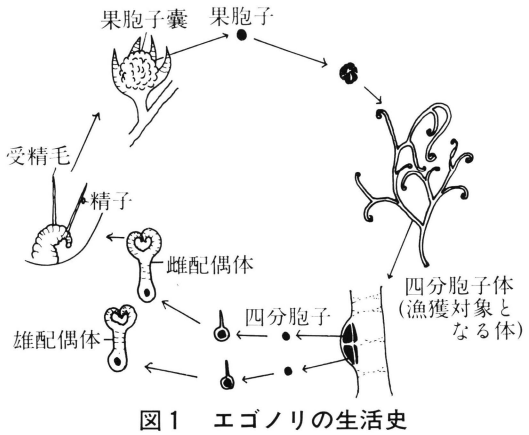


図1　エゴノリの生活史

育する条件を知ることを目的に、一五、二〇、二五、三〇℃の培養温度及び長日（一四時間明期、一〇時間暗期）、中日（一二同、一二同）、短日（一〇同、一四同）の光周期の各条件を、一二通りに組み合わせて培養しました。この結果、一五～二五℃、長日でよく生長することが分かりました。なお、雌の株は天然ではきわめて小さく、稀にしか見付かりませんが、培養するとひとかかえほどの塊までにふやすことが可能です。培養した雌に、雄の株を混ぜて二五℃、長日条件下で培養すると、雌は数日のうちに成熟し、果胞子を放出しました。

果胞子を得る条件が分かりましたので、次に、四分胞子体の生育条件を調べました。培養試験に用いた四分胞子体（普通漁獲されるエゴノリのこと）は発芽したばかりの一㎝前後のものを用いました。培養条件は前述の組み合わせと同じです。この結果、二〇～二五℃では一～二週間で成熟し、殊に二五℃、長日条件下では数日で四分胞子を放出し、枯死してしまいました。これに対し、一五℃では成熟せず、生長し続けました。これらから、四分胞子体から雄、雌の株を得るには二五℃、長日条件が適していること、また、採苗の際、果胞子が発芽し四分胞子体になったら、枯死を防ぎ、生長を早めるため一五℃、長日条件に置くことが好ましいことが分かりました。

以上の、生活史の各段階における生長、成熟条件の結果を基に、図2に採苗法をまとめました。この方法で四～六週間で、二㎝前後のエゴノリの種苗を作ることができました。

このようにして作成した人口種苗を、本年五月に、東通村白糠地先に沖出ししました。ホタテガイ養殖用の丸籠（一〇段）及びパールネット（四段）の各段に四か所ずつに五㎝に切った種糸数本を挟み込み、これを延縄式施設に垂下して養成しました。六～九月の各月毎に各々一個ずつ採取して、これに着生したエゴノリ重量を測定しました。

この結果、エゴノリは写真に示すとおり、丸籠の網目に絡まって生育し、六月に〇、五㎏、七月に一、四㎏で最大になりました。しかし、八月以降、体上に四分胞子嚢が認められるようになり、枯れ始め、着生重量は減少しました（図3）。

一方、パールネットに着生したエゴノリの重量は丸籠のものの一〇分の一以下と少なく、目合いの粗い丸籠をエゴノリ養殖に、より適することが分かりました。

今後、種苗の沖出し時期や、養成施設を検討し、効率的養成法を開発するとともに、養殖エゴノリの品質についても調べる予定です。また、本試験により人工採苗法をほぼ確立出来たので、さらに、各漁協でも行える大量採苗法を開発したいと考えております。

終りに、調査に協力頂いた白糠漁協伊勢田研究会長に感謝します。

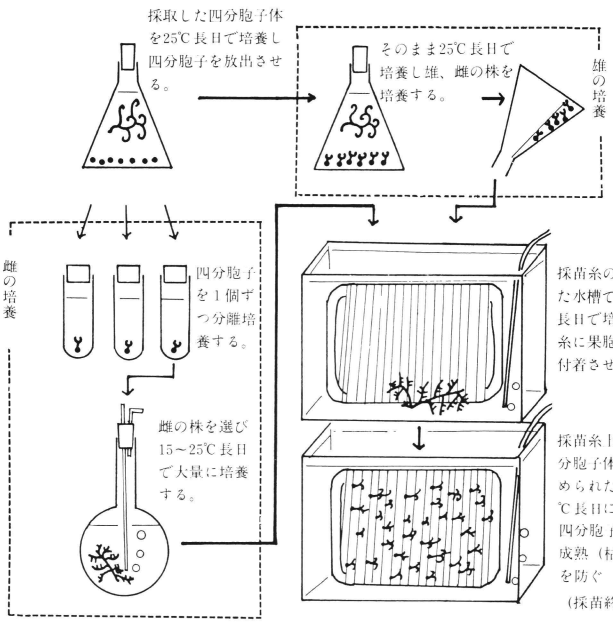


図2　エゴノリの人工採苗法



7月調査で丸篭に着生したエゴノリ

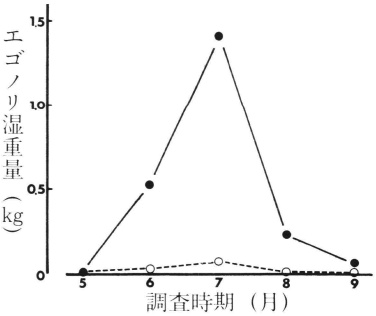


図3　養成されたエゴノリ重量（湿重量）変化
●：丸篭で養成したエゴノリ
○：パールネットで養成したエゴノリ