

エゴノリ養殖管理技術開発事業

山口 伸治・今井美代子・宮木 博¹⁾

エゴノリは日本海沿岸に広く分布するイギス科の一年生の紅藻で、寒天の原料として利用されており、佐渡、能登では「エゴテン」あるいは「エゴモチ」、福岡では「おきうと」に加工されている。青森県では岩崎村から風間浦村蛇浦沿岸に至る海域で天然に生息する藻体が漁獲されているが、その漁獲量は年変動が大きいうえに、近年、漸減の傾向が認められる。このため、漁業者から人工種苗を用いた養殖技術の開発が求められている。

当センターではこれまで、エゴノリ増殖試験（昭和57年～平成元年度）で、人工採苗技術の開発を試み、雌性配偶体を分離培養後に、雄性配偶体と混合培養することによって種苗を得ることができた。さらにエゴノリ養殖実証試験（平成2～4年度）では、人工種苗の生長特性から、人工種苗の沖出し適期が12月であること、中間育成（仮殖）と本養殖の2つの段階に分けることにより効率的に養殖できることを明らかにできた。

これらの試験を経て人工種苗を用いてのエゴノリ養殖の実用化の見通しが得られたので、平成5年度から採苗の技術移転と青森県の各々の海域特性に適した養殖技術を開発するため、エゴノリ養殖管理技術開発事業を実施している。平成7年度は、昨年度に引き続いて、人工種苗技術研修並びに日本海及び津軽海峡海域において人工種苗を用いた中間育成、本養殖試験を行ったので、その結果を報告する。

1. エゴノリ人工採苗技術研修

エゴノリ人工採苗の技術移転を目的に、表1に示した研修者に対して、平成7年9月19日から12月11日にかけて、エゴノリ人工採苗に係る一連の採苗技術、即ち、種糸・種枠の作成から始まって、雌性配偶体の大量培養に必要なキャピラリー（ガラス細管）による四分胞子の採取方法、雌性配偶体の分離とその増殖、雄性配偶体との受精、採苗（果胞子の採苗糸への付着）、並びに種苗の保存に必要な果胞子の採取方法とその増殖、四分胞子体の成熟等の一連の採苗技術の実施研修を行った。研修を通じて生産した約3,000mの人工種苗糸は、後述の中間育成試験に使用した。

表1 エゴノリ人工採苗研修の研修者及び研修期間

研修氏名	所属	研修期間	研修日数
工藤 宏昭	深浦町役場	平成7年9月19日から12月11日まで	うち 10日間
三橋 正孝	小泊漁協	同 上	うち 5日間
内海 俊美	下前漁協	同 上	うち 26日間
太田 一男	同 上	同 上	うち 36日間
最上 勇人	今別町東部漁協	同 上	うち 9日間
大石 光仁	佐井村漁協	同 上	うち 27日間
内藤 要	同 上	同 上	うち 32日間

2. 中間育成試験

平成7年12月18日から平成8年1月14日にかけて、エゴノリ人工種苗を図1に示す日本海沿岸の麁木地区および下前地区並びに津軽海峡沿岸の今別町東部及び佐井村地区の県内4地先に沖出しし、中間育成を開始した。昨年度の中間育成試験結果で、ある程度の海水交換が認められる水域が中間育成場所と

1) 青森県水産物加工研究所

して優れていることが確かめられたことから、本年度はその点を考慮して試験場所を選定したが、全地区で人工種苗からのエゴノリの生長は確認されたものの、その後の生育は種糸や網地に大量の付着珪藻が繁茂し、総じてエゴノリの生育があまり良くなかった。なお、施設の形状についても、昨年度において最も生長がよかったはえなわ方式も刺網方式と同様あまり良くなかった。この原因としては、沖出しした人工種苗が昨年度と比べてあまり良くなかったことが大きく影響したものと思われた。また、事業区とは別に試験的に沖出しを行った三厩地区においては、人工種苗の生育が順調であつたことを考え合わせると、人工種苗以外の何らかの別の要因が影響した可能性も考えられた。なお、各地区における中間育成の種苗沖出時期及び施設の形状等は、表2に示したとおりである。

E 1 4 1 °

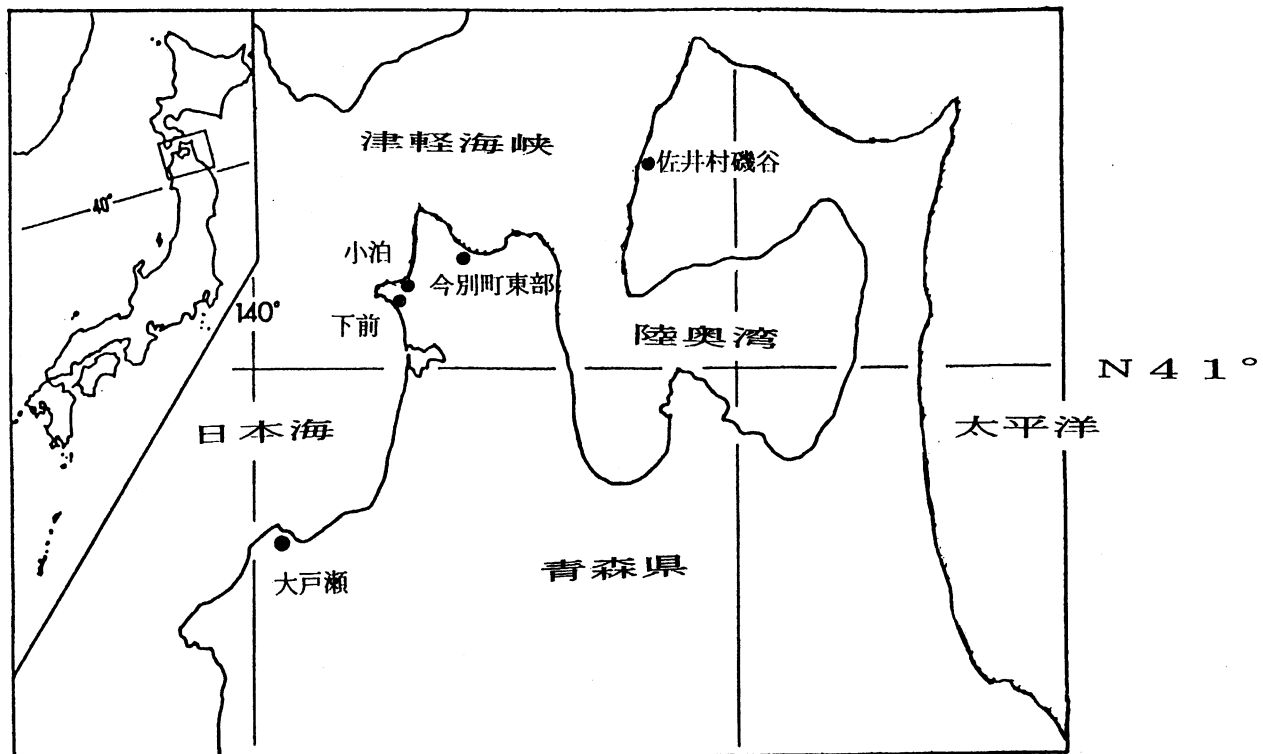


図 1 事業実施位置図

3. 本養成試験

平成8年3月29日から5月13日にかけて、藻体を各地先沖合海域に出し、本養成を開始した。なお、中間育成でのエゴノリの生育があまり良くなかったことから、下前地区では中間育成をそのまま本養成に移行し、その他の地区では人工種苗のほかに天然に生育した藻体を加える方式での本養成を行った。その結果、途中まで順調に生育していた藻体が短期間のうちに流出してしまった麴木地区以外の地区でエゴノリを収穫することが出来た。しかし、その収穫量に差が見られ、今別町東部地区では生長が良好で、収穫量が多かったのに対し、その他の地区では網地にカギノリ、ケウルシグサ等の雑海藻やヒドロゾアが繁茂し、エゴノリの生育に大きく影響し、収穫量は少なかった。

また、昨年度の試験結果で、共生する雑海藻がエゴノリの生長に大きな影響を与えることが確かめられており、雑海藻の増殖を少なくする網地素材を検討するため、テグス網による本養成試験を行った。その結果、ハイゼックス網と比較して雑海藻の生育に明瞭な違いは認められなかった。なお、今別町東部地区において藻体をホンダワラ類と一緒に結着した施設が雑海藻の付着が少なかった。各地区における本養成の沖出時期及び施設の形状等は、表3に示したとおりである。

4. 成分分析および物性

エゴノリは、藻体に含まれる寒天分を利用しており、品質は藻体の寒天分によって決められている。また、テングサ等による製品と異なり、粘り（こし）が強いことが知られている。平成7年産の大戸瀬、小泊、今別町東部及び佐井地区における天然及び養殖エゴノリ藻体について、寒天製造時に全糖および非還元糖（注1）の量をソモギー変法により定量するとともに、レオメーターを使用して破断強度を測定した。全糖、非還元糖の割合等を表4、物性測定結果を表5にそれぞれ示した。

（注1）通常、寒天分と呼ばれるものには寒天とガラストースが含まれる。ソモギー変法は糖類全てに反応してしまい、「糖質」がガラストースでなくても数字として出てしまうので、「寒天」の量としては非還元糖の数字のほうがより近い。

天然藻体における非還元糖は、35.3～46.8%で地域差が認められるものの、採取場所や採取時期に違いがあり、一概にどこの地先のものがよいとは判断できないが天然と養殖藻体の比較では、大戸瀬地区では、全糖の差は小さいが非還元糖としては大きな差がみられた。これは養殖藻体が天然藻体と比べて枝が細く、藻体の色も鮮紅色で、所謂「みいり」が明らかに劣っていたことによると思われる。なお、小泊地区では大きな差はみられなかった。

このことは、大戸瀬地先では成熟藻体が1個体も観察されなかったのに対して、小泊地先ではほとんどの藻体が成熟していたことと符号し、収穫を適期に行うことが天然藻体と同様の品質が得られるものと推察された。

表4 天然藻体及び養殖藻体の成分の割合（単位：％）

生産地	水分	全糖	非還元糖	粗灰分	粗タンパク質	粗脂肪
大戸瀬（天然）	21.1	47.1	42.2	14.2	10.8	0.02
“（養殖）	21.6	47.0	35.3	20.5	12.4	0.04
小泊（天然）	19.8	49.9	46.8	17.7	13.4	0.06
“（養殖）	15.8	47.8	43.3	18.8	9.8	0.06
今別東（養殖）	13.9	40.2	39.5	22.9	19.0	tr
佐井（養殖）	16.4	45.1	44.5	20.8	23.9	0.03

全糖及び非還元糖は無水物換算値。

破断強度は、25.6～207.6gと地域によって大きな差がみられた。中でも大戸瀬及び佐井の養殖が低い値であった。

表5 物性測定結果（単位：g）

生産地	破断強度	全糖質量(概値)
大戸瀬（天然）	207.6	4.9
“（養殖）	60.7	4.9
小泊（天然）	100.1	5.2
“（養殖）	146.1	5.0
今別東（養殖）	135.3	4.2
佐井（養殖）	25.6	4.7

エゴノリの品質や糖質や破断強度等で評価することは難しいと考えられることから、今後は寒天分を精製し、その重量やジェリー強度等を比較して、製品歩留りの評価に結び付けていきたいと考える。なお、福岡県の「おきうと」の製造業者に製品歩留まり等を評価してもらった結果は、次のとおりであった。小泊産以外の養殖は天然に比べて水に流れやすく粘りも足りず、製品歩留りも悪かったが、小泊産の養殖は、天然藻体と比べて何ら遜色がないという高い評価を得た。養殖でも、収穫を適期に行うことによって天然に劣らない製品を生産出来ることが確かめられた。

小泊産	(天然)	藻体の色→良、	太さ→良、	製品歩留り→良
◎ "	(養殖)	藻体の色→良、	太さ→良、	製品歩留り→良

大戸瀬産	(天然)	藻体の色→良、	太さ→良、	製品歩留り→良
今別東産	(養殖)	藻体の色→良、	太さ→不可、	製品歩留り→不可
佐井産	(養殖)	藻体の色→不可、	太さ→不可、	製品歩留り→不可

5. 養殖施設周辺の海況

試験地の海況を調べるため、試験施設設置海域において、1995年12月から1996年7月までの間、原則として毎月1回、バンドン採水器を用いて採水し、同時に水温も測定した。採水した水を水産増殖センターに搬入後、オートラボ塩分計 (MODEL 601MKⅢ) を用いて塩分を測定するとともに、0.45 μmメンブランフィルターで濾過した後、無機栄養塩分析時まで凍結保存した。無機栄養塩の分析は、ブランルーベ社製オートアナライザーを用いて、亜硝酸態及び硝酸態窒素 ((NO₂+NO₃)-N)、アンモニア態窒素 (NH₄-N)、リン酸塩 (PO₄-P)、ケイ酸塩 (SiO₂-Si) を測定した。

試験施設が入っていた12月中旬から翌年の7月中旬までの各地先の水深5m層における水温及び塩分は、図2、3に示したとおりである。室内実験でエゴノリ四分孢子体は20~25℃で成熟し、四分孢子放出後枯死するが、15℃以下ではほとんど成熟することなく生長することが確かめられている。日本海側ではおおむね5月末頃までが、それ以外の地区では6月末頃までが生長期間と思われた。塩分については、日本海側の麩木、小泊及び下前地区で6月にかなり低くなっていた。

また、水深5m層栄養塩は図4に溶存無機窒素、図5にケイ酸態ケイ素、図6にリン酸態リンの変化をそれぞれ示したが、地域によってかなりの差が見られた。溶存無機窒素及びリン酸態リンは12月から3月下旬にかけて高かったが、4月以降低かった。なお、ケイ酸態ケイ素についても、同様の傾向がみられたものの昨年 (8~16 μmol/l) に比べて低く推移した。

水温は6月初旬まで15℃以下で推移しており、沖出したエゴノリ種苗は成熟することなく生長したものと考えられた。また、栄養塩の中のケイ酸態ケイ素は、昨年と同様に高い値が予想されたが、かなり低いレベルで推移した。本年度の中間育成時の養殖網地での珪藻類の旺盛な繁殖があったことと矛盾する結果となっており、栄養塩以外の何らかの要素が関与した可能性が考えられた。エゴノリの生長には室内試験で水温や光が大きく影響していることが判っているが、栄養塩も関係すると思われるので、今後、更にデータを積み重ねて検討していく必要があると思われた。

6. 考 察

養成試験では、本年も人工種苗の生育は良くなかった。人工種苗の生育が不良であった原因の一つとして、養殖網に結着する種糸の量に問題があると思われた。即ち、養殖網へ結着する種糸の量としては、1箇所25cmで、網地1㎡当たり10箇所程度が適当であるといわれてきたが、観察の結果、珪藻の繁茂等によりエゴノリの生長が妨げられる様子がみられたことから、網地に結着する種糸の量が少ないことが考えられた。昨年度までの例では中間育成段階まで良好な生長を示していた人工藻体を本養成施設に移

し替えた後、生長が停滞した事例が多く観察されたことから、今後は網地に結着する種糸の量を従来より増やし、移し替えをせずにそのまま本養成に移行させる試験を行う予定である。また、中間育成時の沖出し作業方法にも問題があるように思われる。沖出し時期は11～12月頃であるため、作業時間が長くなると種苗の活力が低下したり、場合によっては凍って枯死する恐れがある。また、種糸の結着作業を陸上で行い、その後沖合へ運搬する地区が多いが、運搬時に種糸が擦れて種苗が脱落する可能性がある。今後は沖出し作業時間の短縮化を図り、船上で網地に結着し、直ちに海中へ敷設するなどの方策を徹底していきたいと考えている。

エゴノリ収穫量は昨年度を下回ったが、その原因の一つとしてヒドロゾアの繁殖が挙げられる。本年はヒドロゾアが養殖施設に大繁殖し、エゴノリの生長が妨げられた。例年であれば収穫時期には消失するヒドロゾアが8月になっても繁殖を続けており、例年とは異なる水質環境であったと考えられた。麩木地区の本養成試験では収穫前にエゴノリが流失しているが、これはこの地区で繁雑に観察される流砂の影響が考えられた。今後、沖出し場所を十分に選定する必要がある。

麩木地区ではエゴノリの生育に大きな影響を与える雑海藻が繁茂を防止するため養殖網地素材としてハイゼックス網と並行してテグス網を用いた養殖試験を試みたが、雑海藻の付着や生育量には差がなかった。なお、流失するまでの間、エゴノリの生長に差がみられなかったことから、資材費の軽減面とかからテグス網の使用の可能性が示唆された。また、雑海藻の繁茂を防止する方策のひとつとして、今別町東部地区で行っているホンダワラ類の利用が考えられる。

エゴノリ養殖では、養殖施設の保守・維持管理はもとより雑海藻が繁茂した場合の除去作業の実施等が収穫量を左右することから養殖管理が重要となる。養殖技術の開発と並行して、養殖漁業者が抱いているコンブやワカメ養殖のようにあまり手をかけなくても生育するという安易な意識を転換することもまた極めて重要と思われる。

表2 各地区における中間育成試験の結果

場所	沖出 時期	沖出 水深	施設の構造 (網地等も記載)	大きさ	基数	種系結着方法	種糸量	1 m当たりの 結着箇所数	1箇所当たりの 結着種糸の長さ	施設の耐波性	回収 年月日	収穫量等その他 (評価)
(大戸瀬漁業協同組合) 轟木 漁港 沖合	7. 1. 17	7m	垂直張り施設(刺網方式) (ハイゼックス4寸目16号)	3m×10m	2基	横には張ったハイ クろ糸に挟み込 み	230m	10~20箇所	25cm	良好	8. 3. 28	種糸からの藻体の生育は認 められたものの、重りが軽 かったため、網地が幹繩に のり巻き状に絡み収穫に至 らなかった。網地の横触れ させるため、重りを加減し たことが原因と思われた。
(下前漁業協同組合) 漁港外	7. 12. 19	6~9m	垂直張り施設(刺網方式) (ハイゼックス5寸目16号)	3m×22.5m	2基	横に張ったハイク ロ-プに挟み込み	150m	5箇所	20cm	良好	-	多量の珪藻類や浮泥が付着 していたが、一部に種糸か ら生長する藻体が観察さ れた。(そのまま本養殖に移 行)
	7. 12. 20		延縄施設(のれん方式) (ハイゼックス5寸目16号)	3m× 50m	1基	ハイクロープに挟み込 み	200m	17箇所	25cm	良好	-	
(今別町東部漁業協同組合) 襲月漁 港周辺	7. 12. 19	7~8m	垂直張り施設(刺網) (ハイゼックス5寸目12号)	2.7m×27m 4.5m×27m	1基 2基	被覆性針金と クロー糸で直接 結着	800m	10箇所	25cm	良好	-	多量の珪藻類等が付着し、 一部の種糸から生長する藻 体が観察されたものの、量 的にはほとんど皆無に等し かった。
(佐井村漁業協同組合) 磯谷漁 周辺	7. 12. 18	5~6m	垂直張り施設(刺網方式) (ハイゼックス4寸目12号)	3 m×25m	1基	横に張ったハイク ろ糸に挟み込み	300m	15箇所	25cm	良好	-	多量の珪藻類や雑海藻が 付着し、一部の種糸から生 長する藻体は観察されたも の、量的にはほとんど皆 無に等しかった。
			延縄施設(のれん方式)	1.5m×50m	2基		130m	10箇所 (1本当たり)	25cm	良好		

表3 各地区における本養成試験の結果

NO 1

場所	沖出 時期	沖出 水深	施設の構造 (網地等も記載)	大きさ	基数	種糸結着方法	藻体量	1㎡当たりの 結着箇所数	1箇所当たりの 結着藻体の量	施設の耐波性	回収 年月日	収穫量等その他 (評価)
(大戸瀬漁業協同組合) 轟木 漁港 沖合	8. 3. 29	7m	垂直張り施設(刺網方式) (ハイゼックス4寸目16号) 垂直張り施設(刺網方式) (テグス4寸目2号)	3m×10m 3m×10m	2基 1基	横には張ったハイクレ岩糸に天然藻体を挟み込み	約20kg	20~25箇所	5~10g	良好	8. 9. 18	両施設とも網地全体に雑海藻が付着していたが、結着した藻体は網地に絡み付きながら伸長しているのが観察されたが、7月初旬頃に雑海藻と共々流失した。なお、流失するまでの間両施設のエゴノリの生育に差はなかった。(収穫量・・・なし)
(小泊漁業協同組合) 漁港 沖合	8. 5. 1 8. 5. 2 8. 5. 13	15m	水平張り施設(刺網方式) (ハイゼックス5寸目12号)	7m×77. 4m 7m×59. 4m	1基 1基	天然藻体を被覆性針金で結着	不明	10~20箇所	5g	良好	8. 7. 18	網地全体に雑海藻がかなり付着していたが、薄く絡み付いた藻体は生長し、所々塊となっていた。藻体の色は茶褐色でそれなりに実入りしていた。 収穫量・105. 6kg(湿重量) 1㎡当たり・12g(乾重量)
(下前漁業協同組合) 漁港外	7. 12. 19 7. 12. 20	6~9m	垂直張り施設(刺網方式) (ハイゼックス5寸目16号) 延縄施設(のれん方式) (ハイゼックス5寸目16号)	3m×22. 5m 3m× 50m	2基 1基	横に張ったハイクロ-プに挟み込み ハイクロ-プに挟み込み	- -	5箇所 17箇所	- -	良好 良好	8. 7. 21 8. 7. 21	網地全体に多量の浮泥や雑海藻が付着し、藻体は5月以降ほとんど生長しなかった。 収穫量・2. 6kg(湿重量) 1㎡当たり・9g(乾重量)

場所	沖出 時期	沖出 水深	施設の構造 (網地等も記載)	大きさ	基数	種系結着方法	藻体量	1 m ² 当たりの 結着箇所数	1 箇所当たりの 結着藻体の量	施設の耐波性	回 収 年月日	収穫量等その他 (評価)
(今別町東部漁業協同組合)												
高野 崎地 先沖合	8. 3. 29	18m	垂直張り施設(刺網) (ハイゼックス5寸目12号)	1.5m×27m 2.5m×27m 3.0m×27m	5基 15基 3基	被覆性針金とク マ糸で直接結着	不明	4~5箇所	30g	良好	8. 8. 17	網地全体に雑海藻が付着し ていたが、藻体は網地に 絡み付きながら伸長し、所 々大きな塊となっていた。 しかし、ヒドロゾアが多か ったためか、昨年のように 網地一面に生長していなか かった。その結果、量的には 昨年よりかなり少なかった 。また、ホンダワラ類と一緒 に結着した施設は雑海藻が 少なかった。 収穫量・1300kg(湿重量) 1m ² 当たり・47g(乾重量)
(佐井村漁業協同組合)												
磯谷地 先沖合	8. 4. 26	15m	垂直張り施設(刺網方式) (ハイゼックス4寸目20号)	3.0m×25m	2基	被覆性針金で結 着	42kg	10箇所	30g	良好	8. 7. 26	網地全体に雑海藻が付着し ていたが、藻体は網地に 絡み付きながら伸長し、数 箇所が大きな塊となってい た。ヒドロゾアとワレカラ が多く、生長に影響したと 思われた。量的には昨年と 同じ程度であった。 収穫量・81.3kg(湿重量) エゴノリ+アミクサ 1m ² 当たり・45g(乾重量)

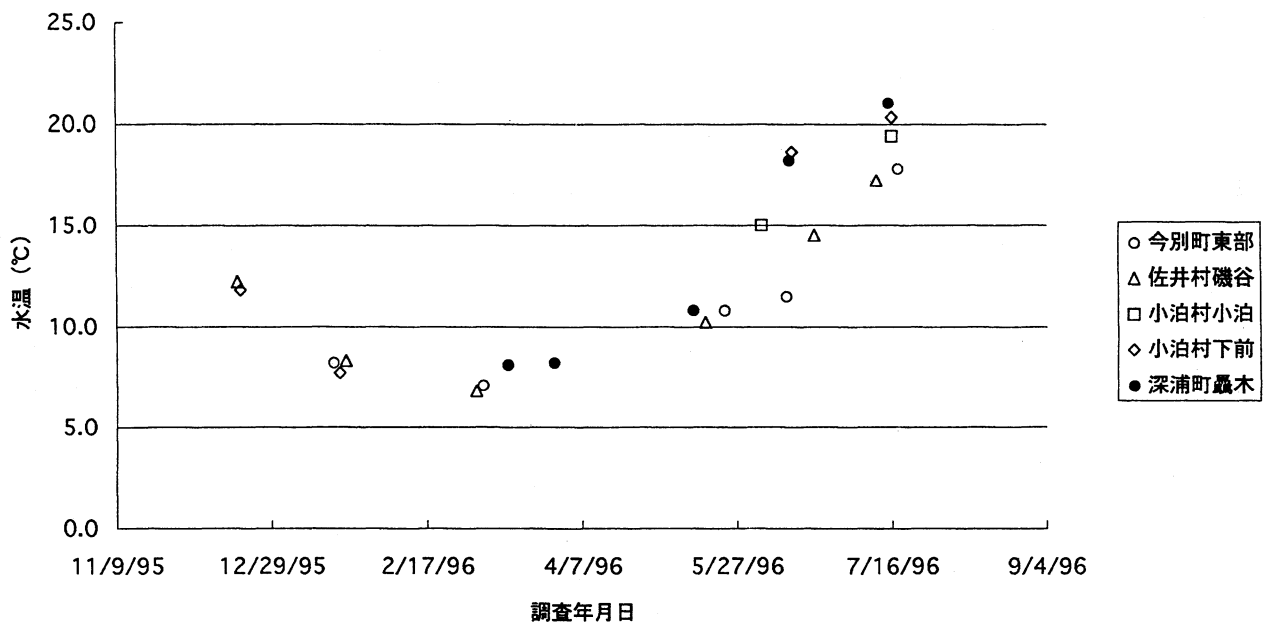


図2 水温の変化 (水深5m)

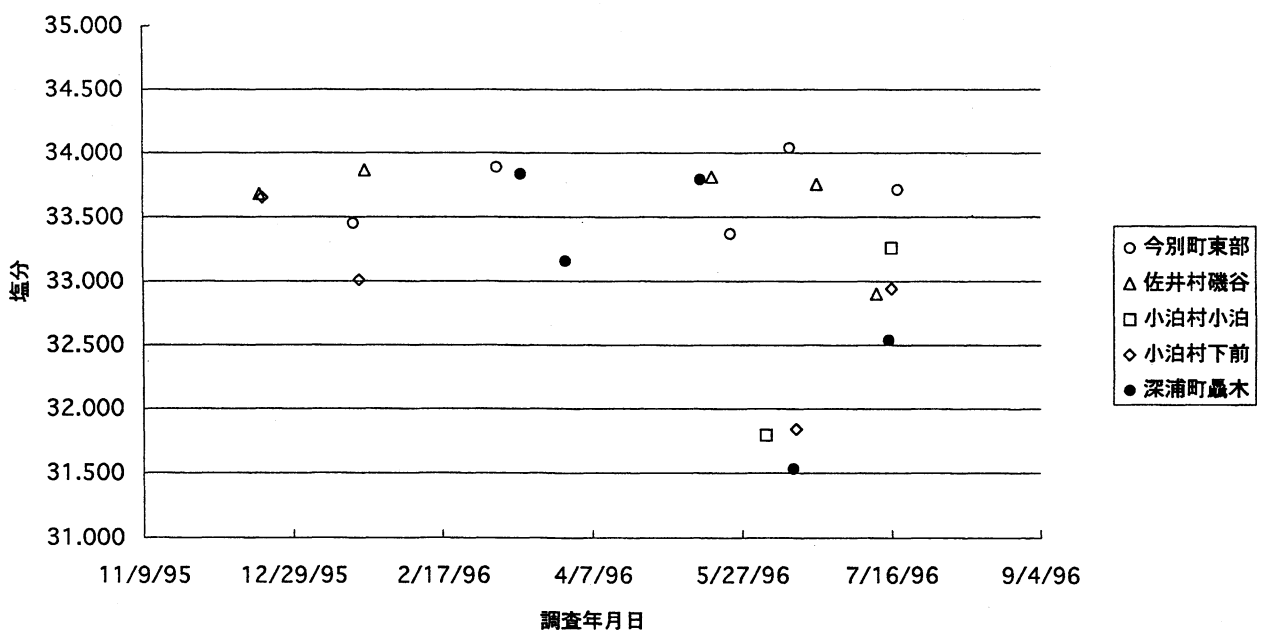


図3 塩分の変化 (水深5m)

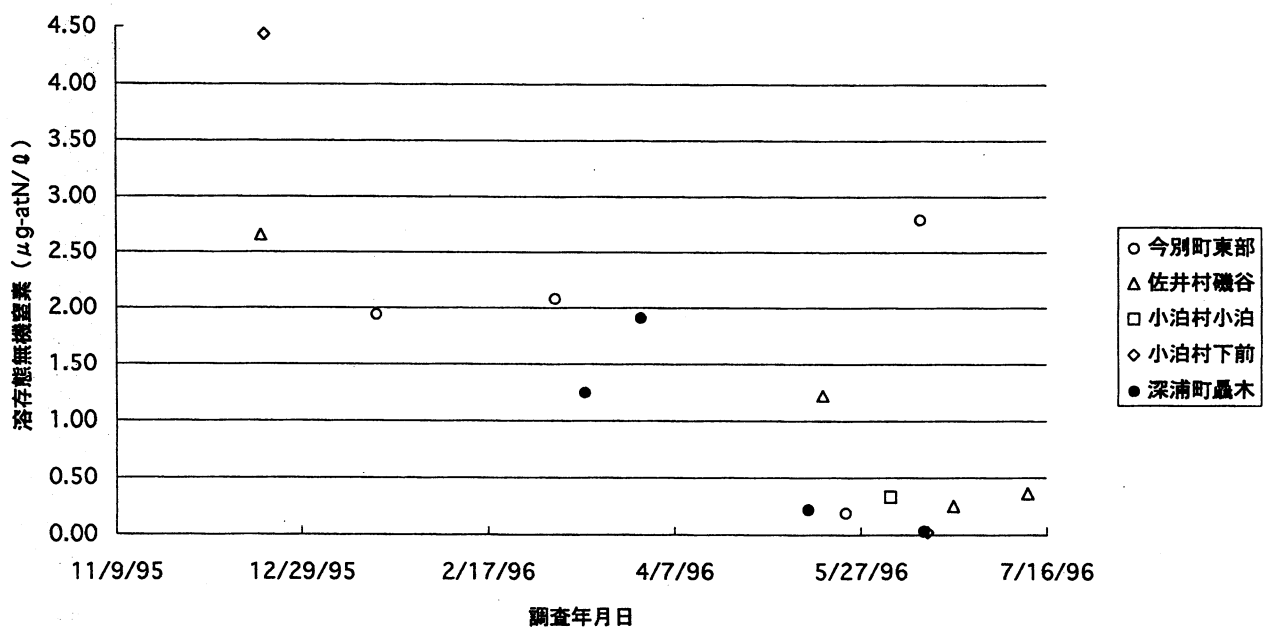


図4 溶存態無機窒素の変化 (水深 5m)

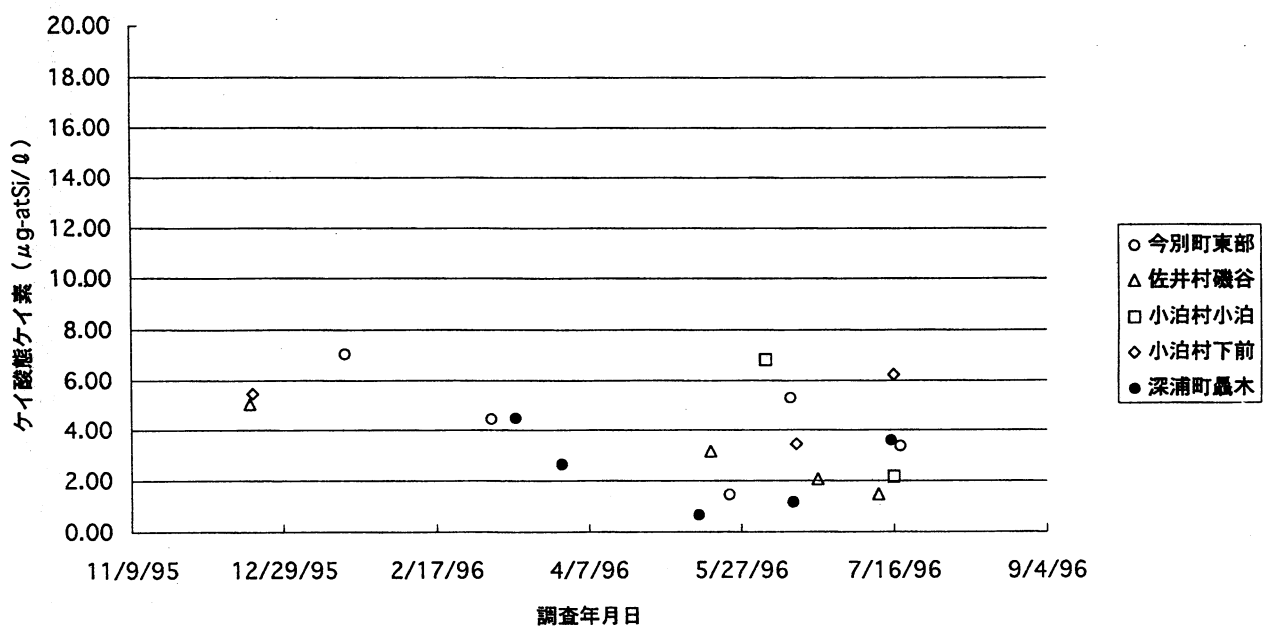


図5 ケイ酸態ケイ素の変化 (水深 5m)

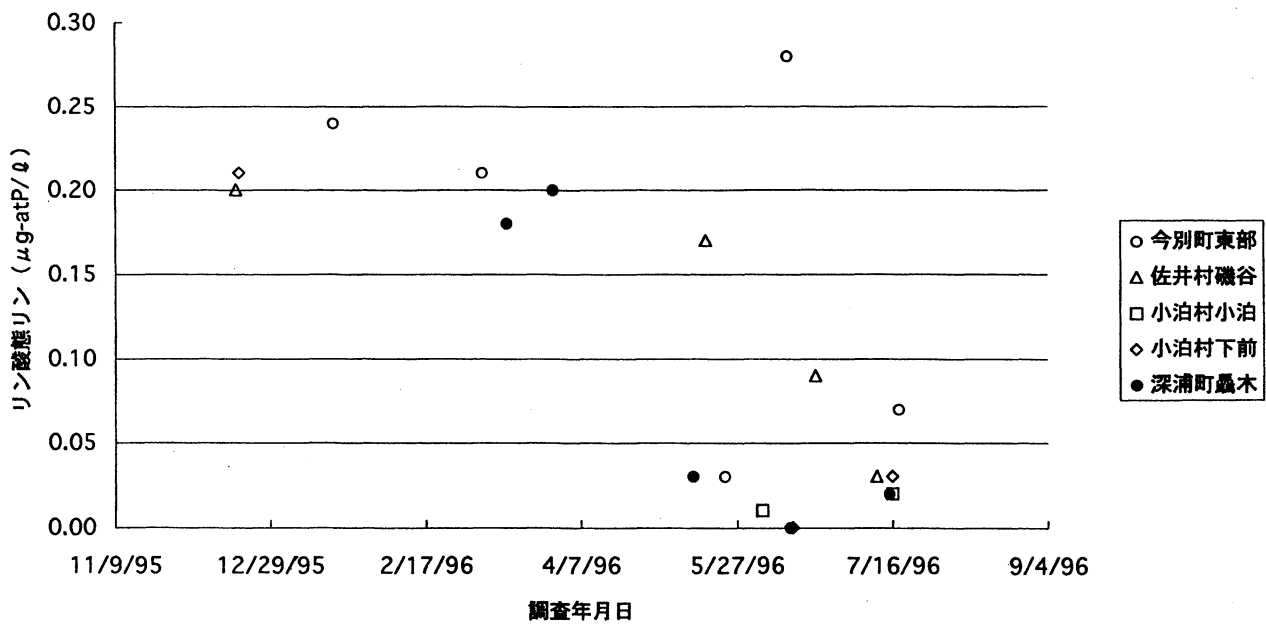


図6 リン酸態リンの変化 (水深5m)

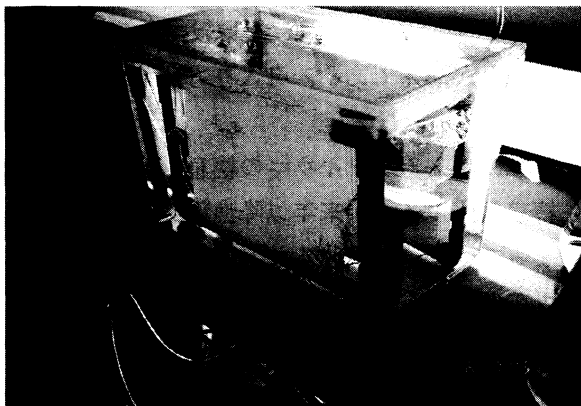


写真1 水槽での採苗

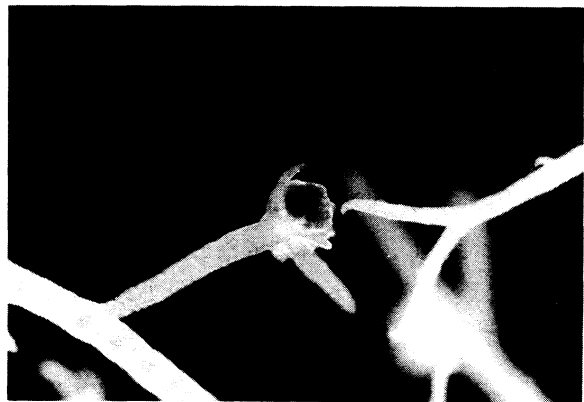


写真2 果胞子



写真3 種糸から生長しているエゴノリ種苗



写真4 養殖エゴノリ