

地域先端技術共同研究開発促進事業 —DNA解析等によるアマノリ品種の識別技術の開発—

瀬上 哲・岩瀬 光伸

昨年度はDNAの効率的な抽出方法について検討を行った。その結果、プロトプラスト法を用いてDNAを抽出することができたが、抽出効率は悪く、また純度も低いものであった¹⁾。そこで、本年度は短時間でのDNA抽出が可能な市販キットを利用した抽出法について検討を行った。

また、DNA解析法の一つとしてPCR技術を用いる方法があるが、PCR法は極めて鋭敏に差異を検出できる反面、条件の設定によっては結果が変わり、実験の再現性に問題がある。そこで、本年度は最適なPCR条件について検討を行った。

1. 市販DNA抽出キットについての検討

現在、多くのDNA抽出キットが各社から発売されている。その中にはイネやタバコなどの葉から短時間でPCRに使用できる純度のDNAを抽出可能なものもある。アマノリからDNAを抽出する場合は、CTAB法では数日、プロトプラスト法でも2日以上を要しているのが現状であり、これらのキットを応用することができれば抽出時間を大幅に短縮することができる。そこで、今年度は市販キット応用の可能性を調べるため検討を行った。

1) 葉体からの抽出

材料および方法

試料として1996年10月1日に有明海で採苗し、25日後に-20℃で冷凍保存した葉体を用いて、福岡1号、FA89、HAの3品種について検討した。市販DNA抽出キットは、ニッポンジーン社のISOPLANTおよびISOGENを用いた。

実験1 ISOPLANT法

試料はそれぞれ湿重量で0.04~0.05gを用い、ISOPLANTのプロトコルに従って抽出を行った。抽出法は図1に示した。抽出したDNAは電気泳動によって収量および質を確認した。電気泳動はコスモバイオ社のミニゲル泳動槽MUPID-2を用いて行い、泳動条件は1%アガロースゲル、TAEバッファ、50V、1時間とした。また、

収量の確認は濃度マーカーとしてλDNAを用い、バンド濃淡の比較推定法によって行った。

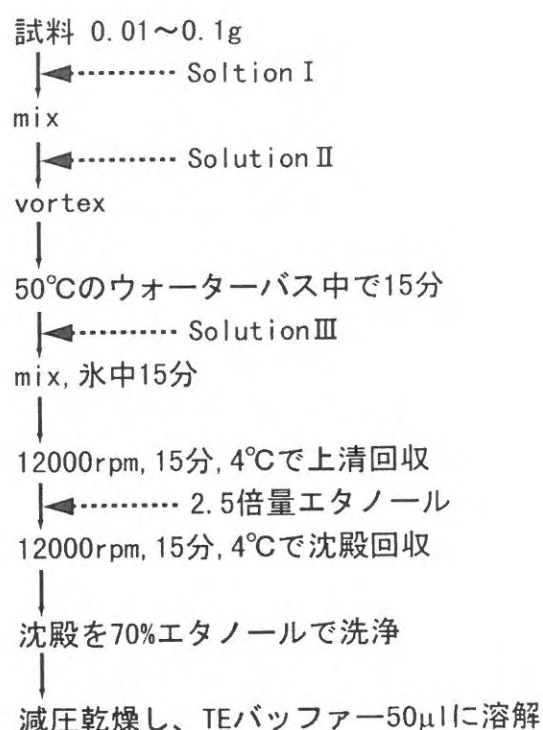


図1 ISOPLANTのプロトコル

実験2 プロトプラスト-ISOPLANT法

試料はそれぞれ湿重量で0.1gを用い、定法に従ってプロトプラストを作成したのち、ISOPLANTのプロトコルに従って抽出を行った。抽出したDNAは電気泳動によって収量および質を確認した。

実験3 プロトプラスト-ISOGEN法

試料はそれぞれ湿重量で0.1gを用い、定法に従ってプロトプラストを作成したのち、ISOGENのプロトコルに従って抽出を行った。抽出法は図2に示した。抽出したDNAは電気泳動によって収量および質を確認した。

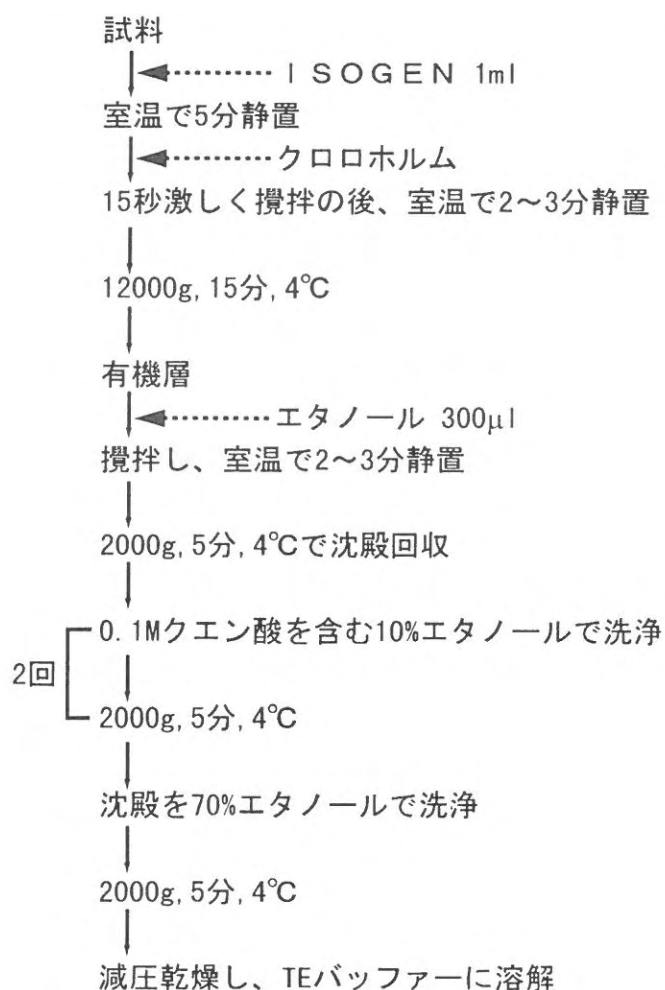


図2 ISOGENのプロトコル

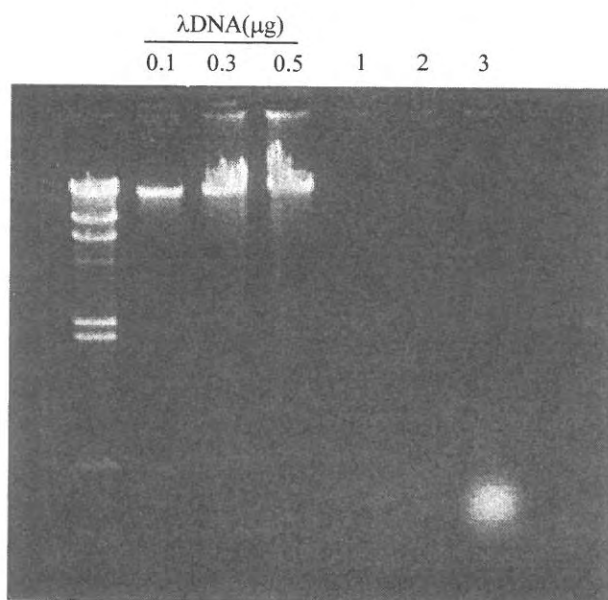
結果および考察

実験1 ISOPLANT法

電気泳動の結果は図3に示した。各試料ともDNAのバンドは検出されず、少量のRNAのみが認められた。これは、試料がわずか0.05gであったことに加えて、細胞溶解液であるSolution IIを添加した後も細胞内色素の溶出がほとんどみられなかったことから、細胞の破壊が不十分であったことが原因と考えられる。

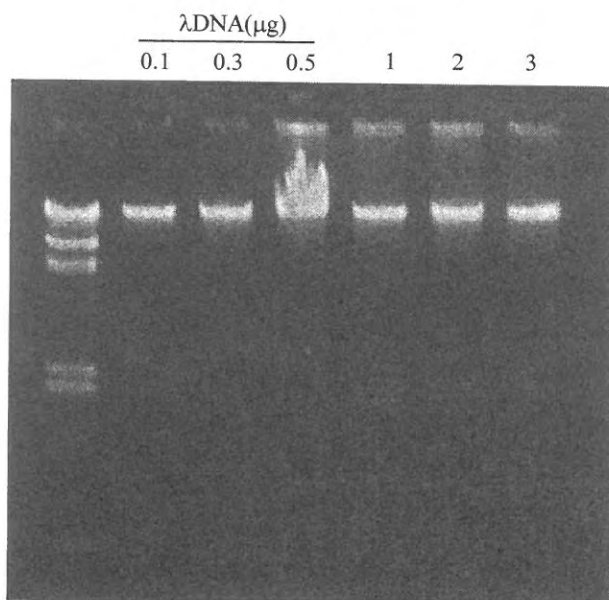
実験2 プロトプラスト-ISOPLANT法

電気泳動の結果は図4に示した。全ての試料でDNAが検出され、低分子側には大量のRNAが認められた。DNAのバンドはスミアになっておらず、DNAの断片化はみられなかった。推定された抽出量は表1に示した。試料1g当たりの抽出量は、HAが150μgで最も多く、次いでFA89が100μg、福岡1号が50μgであり、いずれの品種も昨年度行ったプロトプラスト法による抽出量



1: 福岡1号、2: FA89、3: ナラワレッド

図3 ISOPLANT法で抽出した葉体のDNA



1: 福岡1号、2: FA89、3: ナラワレッド

図4 プロトプラスト-ISOPLANT法で抽出した葉体のDNA

を大幅に上回った。ただし、抽出DNA溶液は赤く着色しており、このことから色素タンパクが混入しているものと考えられた。

この結果から、市販キットがアマノリDNAの抽出にも十分使用可能であることが示されたといえる。また、抽出に要する時間も約5時間であり、昨年行ったプロトプラスト法に比較して極めて短時間であった。この方法では葉体をプロトプラスト化して用いるため、葉体をそのまま使用するISOPLANT法と比較して約2倍量の試料を用いることが可能である。また、細胞壁を取り除く

ことで細胞の破壊が容易になるため、効率の良い抽出が可能であると考えられた。今後は色素タンパク等の夾雑物の除去について検討する必要がある。

実験3 プロトプラスト-ISOGEN法

電気泳動の結果を図5に示した。全ての試料でDNAが検出されたもののバンドは薄く、抽出量はわずかであった。また、低分子側にはRNAが認められた。推定された抽出量は表1に示した。

この方法では、抽出の全ステップを1チューブ内で行うため細胞の残骸が除去できず、DNA溶液に大量の夾雑物が混入した。また、マニュアルではDNAとRNAの単離が可能とされているが、今回の実験ではRNAの混入がみられた。この結果から、ISOGENによるアマノリ葉体からのDNA抽出は可能であることが示唆されたが、問題点も多く、手順の再検討が必要である。

2) 糸状体からの抽出

材料および方法

試料としてナラワグリーンのフリー糸状体0.06gを用い、ISOPLANTのプロトコルに従って抽出を行った。抽出したDNAはRNase処理を行った後、電気泳動によって収量および質を確認した。

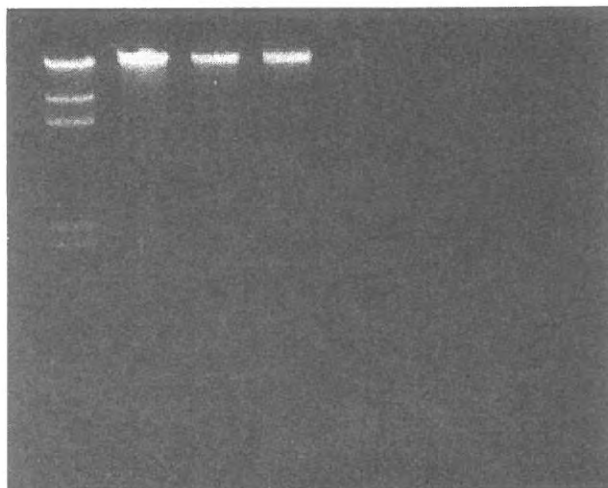
表1 DNA抽出量

品種	試料	抽出法	試料重量	抽出量	1g当たり 抽出量(μ g)
福岡1号	葉体	ISOPLANT法	0.046	—	—
FA89	葉体	ISOPLANT法	0.044	—	—
HA	葉体	ISOPLANT法	0.049	—	—
福岡1号	葉体	プロトプラスト-ISOPLANT法	0.1	5	50
FA89	葉体	プロトプラスト-ISOPLANT法	0.1	10	100
HA	葉体	プロトプラスト-ISOPLANT法	0.1	15	150
福岡1号	葉体	プロトプラスト-ISOPLANT法	0.1	0.01	0.1
FA89	葉体	プロトプラスト-ISOPLANT法	0.1	0.01	0.1
HA	葉体	プロトプラスト-ISOPLANT法	0.1	0.01	0.1
ナラワグリーン	糸状体	ISOPLANT法	0.06	0.05	0.83

結果および考察

電気泳動の結果は図6に示した。電気泳動の結果、DNAが検出され、断片化は全くみられなかった。また、DNA溶液の着色もみられなかったことから、DNAの純度は高いものと考えられた。これにより、フリー糸状体からのDNA抽出にもISOPLANTを使用できることが示唆された。今後はさらに多くの品種について検討を行う必要がある。

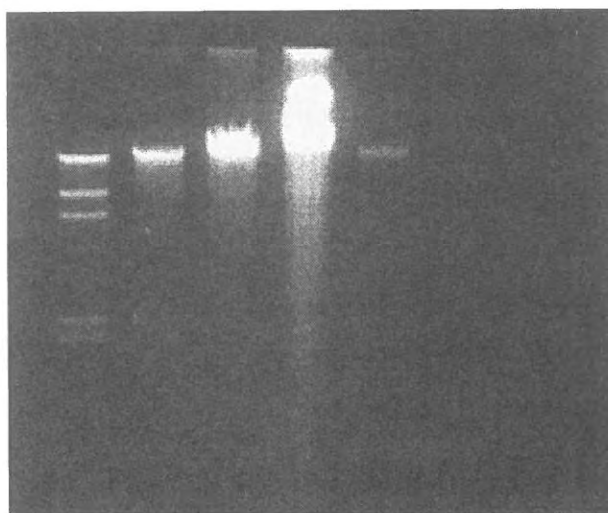
λ DNA(μ g)
0.1 0.3 0.5 1 2 3



1: 福岡1号、2: FA89、3: ナラワレッド

図5 ISOGEN法で抽出した葉体のDNA

λ DNA(μ g)
0.1 0.3 0.5 1



1: ナラワグリーン

図6 ISOPLANT法で抽出した糸状体のDNA

2. PCR条件の検討

1) Taqポリメラーゼの検討

①Gene taq

材料および方法

Taqポリメラーゼはニッポンジーン社のGene Taq, PCRバッファーおよびdNTP混合液は添付のものを使用した。プライマーはオペロン社のA-3を用い、酵素濃度2.5U/100 μ l, dNTP濃度0.2mM, プライマー濃度0.5 μ M, サンプルDNA溶液0.5 μ l, 反応系の容量は

25 μ lとした。サンプルDNAはプロトプラスト-ISOPLANT法で抽出したものをを用いた。福岡1号、FA89、HAおよびナラワレッドのDNAを用いた。また、これら4品種それぞれについて、サンプルと抽出日の違うものを使用した。遺伝子増幅装置はパーキンエルマー社のGeneAmp PCR System2400を用い、反応条件は図7に示す通りとした。PCR終了後、反応液各5 μ lを電気泳動して増幅パターンを確認した。

結果および考察

電気泳動の結果を図8に示した。全ての試料で増幅産物が確認されたが、バンドは低分子側に多く、0.56kbp以下のものがみられた。また、同じ品種であっても、抽出日によって増幅パターンに違いがみられ、むしろ同じ抽出日のもの同士が似たパターンを示した。このことから、サンプルDNAの精製がまだ不十分であり、夾雑物の混入により増幅パターンが変わったものと考えられた。さらに、鋳型DNAを入れないネガティブコントロールにおいてもバンドが検出された。これによりコンタミネーションの可能性が疑われたため、器具や試薬類を再度滅菌して実験を繰り返したが、バンドは消失しなかった。このことから、ネガティブコントロールで検出されたバンドは、プライマー同士がアニーリングすることによって生成されるプライマーダイマーであると考えられた。一般に、プライマーダイマーの生成や非特異的増幅を抑

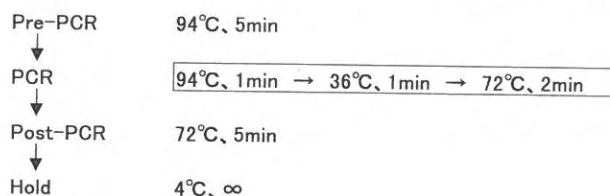
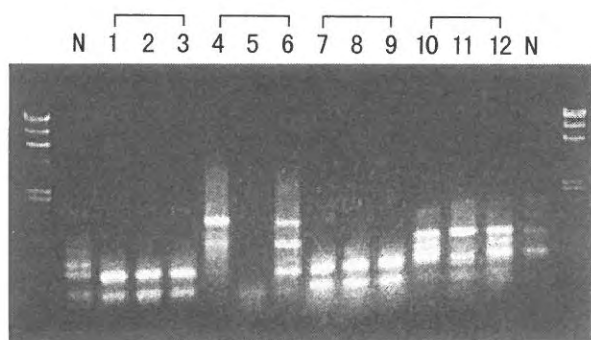


図7 Gene Taq のPCR プログラム



N:ネガティブコントロール、1:福岡1号、2:FA89、3:HA、4:福岡1号、5:FA89、6:HA、7:福岡1号、8:FA89、9:ナラワレッド、10:福岡1号、11:FA89、12:ナラワレッド

図8 Gene Taq の増幅パターン

えるためにはホットスタート法が有効であるとされることから、次にホットスタート用のTaqポリメラーゼについて検討を行った。

②AmpliTaq Gold

材料および方法

Taqポリメラーゼはホットスタート用として販売されているパーキンエルマー社のAmpliTaq Goldを用い、PCRバッファーおよびdNTP混合液は添付のものを使用した。サンプルDNAおよび反応液組成はGene Taqの場合と同様にし、図9に示す反応条件で実験を行った。PCR終了後、反応液各5 μ lを電気泳動して増幅パターンを確認した。

結果および考察

電気泳動の結果を図10に示した。レーン5、7、10および11において比較的高分子のバンドが確認され、ネガティブコントロールではバンドは検出されなかった。ただし、増幅パターンはGeneTaqの場合と同様、同じ抽出日で似たパターンを示した。また、Gene Taqの場合にみられたような0.56kbp以下の低分子のバンドは確認されなかった。このことから、ホットスタート法はRAPD解析においても非特異的増幅を減らし、バンドの特異性を高めるのに有効であると考えられた。

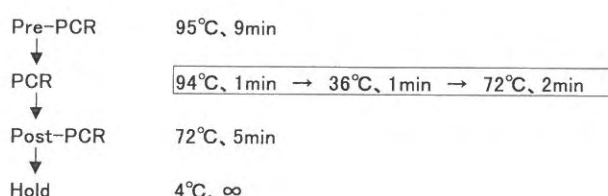
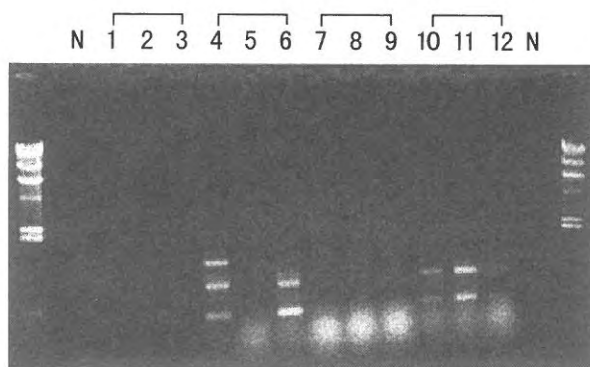


図9 AmpliTaq Gold のPCR プログラム



N:ネガティブコントロール、1:福岡1号、2:FA89、3:HA、4:福岡1号、5:FA89、6:HA、7:福岡1号、8:FA89、9:ナラワレッド、10:福岡1号、11:FA89、12:ナラワレッド

図10 AmpliTaq Gold の増幅パターン

2) アニーリング温度の検討

材料および方法

TaqポリメラーゼはAmpliTaq Goldを用い、PCRバッファーおよびdNTP混合液は添付のものを使用した。サンプルDNAはプロトプラスト-ISOPLANT法により抽出した、HA、福岡1号、FA89およびナラワレッドのDNAを用いた。反応液組成は1)と同様にした。プライマーはA-1、A-2およびA-3を用いた。アニーリング温度は通常プライマーのT_m値よりも1～2℃低い温度に設定するため⁵⁾、次式により各プライマーのT_m値を求めた。

$$T_m(^{\circ}\text{C}) = 60.8 + 0.41 \times (\%GC) - (500/n)$$

(%GC): オリゴヌクレオチド中のGC含量(%)

n: オリゴヌクレオチドの長さ(bp)

この式から求められるT_m値は、A-1およびA-2が39.5℃、A-3が35.4℃であった。そこで、図9に示す反応条件でアニーリング温度を32、34、36および38℃に設定して実験を行った。PCR終了後、反応液各5μlを電気泳動して増幅パターンを確認した。

結果および考察

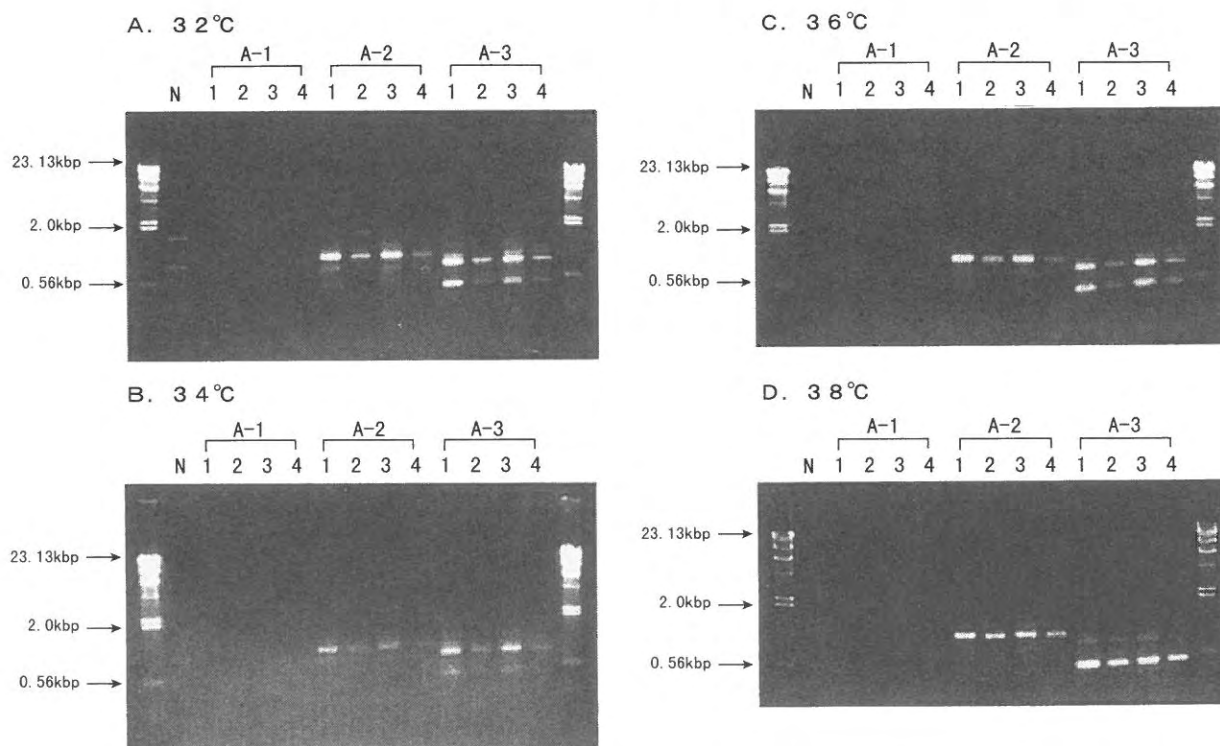
電気泳動の結果を図11に示した。実験の結果、全ての温度区でA-2およびA-3においてバンドが検出された。バンドの数はアニーリング温度が高くなるほど減少し、パターンはより鮮明となった。パターンは同じプライマー同士で似たものとなり、品種間においてはわずかに差異がみられた。また、32℃区および34℃区では高分子側にややスミアとなったバンドがみられたが、36℃区および38℃区ではみられなかった。さらに、32℃区ではネガティブコントロールにおいてもバンドが検出された。

このことから、いずれのプライマーも34℃以下のアニーリング温度では非特異的増幅が発生しやすいと考えられ、36℃以上に設定するのが適当であると判断された。

3) サイクル数の検討

材料および方法

一般的にはサイクル数を増やすと非特異的増幅も増えるため、通常のPCRは30～40サイクルで行われている。しかし、AmpliTaq Goldは、サイクルの前半は酵素活性が低く、反応が進むにつれて次第に酵素活性が増大する特性を持っているため非特異的増幅が少なく、サイクル数を通常よりも増やすことが可能となっている。そこ



N: ネガティブコントロール、1: HA、2: 福岡1号、3: FA89、4: ナラワレッド

図11 アニーリング温度別の増幅パターン

で、サイクル数を増やすことで増幅パターンにどのような変化があるか検討を行った。

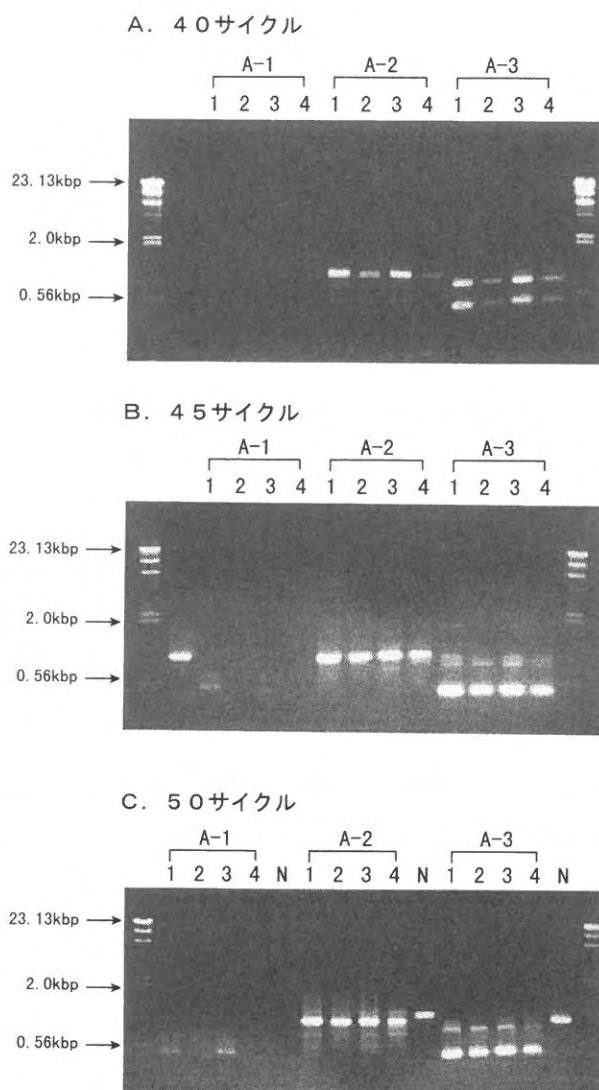
TaqポリメラーゼはAmpliTaq Goldを用い、PCRバッファーおよびdNTP混合液は添付のものを使用した。サンプルDNAおよび反応液組成は1)と同様にした。プライマーはA-1、A-2およびA-3を用いた。反応条件は図8に示す通りとし、サイクル数を40、45および50サイクルに設定して実験を行った。PCR終了後、反応液各5 μ lを電気泳動して増幅パターンを確認した。

結果および考察

電気泳動の結果を図12に示した。実験の結果、A-1は45および50サイクルにおいてバンドがわずかに検出された。A-2およびA-3は全ての実験区においてバンドが検出されたが、40サイクルではバンドが薄く、45サイクル以上でより明瞭なバンドが得られた。ただし、45および50サイクルについてはネガティブコントロールにおいてもバンドが検出された。これについては再検討の必要があるが、少なくとも今回の実験結果から、AmpliTaq Goldを用いた場合のサイクル数は40サイクルでは不十分であり、45サイクル以上行った方がよいと判断された。

文 献

- 1) 瀧上 哲, 岩瀧光伸: DNA解析等によるアマノリ品種識別技術の開発, 平成8年度地域先端技術共同研究開発促進事業報告書, (1997)
 - 2) 中山広樹, 西方敬人: バイオ実験イラストレイテッド
- ③本当にふえるPCR, 秀潤社 (1996)



N: ネガティブコントロール, 1: H A, 2: 福岡1号, 3: F A 8 9, 4: ナラワレッド
図12 サイクル数別の増幅パターン

水産生物育種の効率化基礎技術の開発

—低塩分耐性アマノリ類の作出と遺伝性に関する研究—

藤井 直幹

アマノリ類の品種改良は選抜育種により従来から行われ、生長の良い品種が選抜されてきた。その結果、ノリの生産は数量的には安定している。しかし、本県の河川水の影響を受ける岸よりの漁場は恒常的な低塩分のためノリ芽の流出や病害による製品の品質低下が毎年見られている。

本県では地域バイオテクノロジー実用化促進事業においてプロトプラスト再生系を利用した細胞育種に関する基礎的研究を行い¹⁾、短期間での選抜育種を可能とした。試験的に低塩分耐性株1系統を作出したが色調、硬さの面に課題が残り、作出株は実用化には至っていない。

本事業は地域バイオテクノロジー実用化促進事業で得られた基礎的知見を基に、多くの系統で低塩分に強く高品質の新品種を作出し、それらの特性の評価技術の開発を行う。

研究初年度は既存品種の低塩分感受性の分析、プロトプラスト再生系の利用による低塩分耐性を備えた系統株の作出を行う。

既存品種の低塩分感受性の分析

方 法

室内採苗によって得られた殻胞子をジャマリンUを基本海水とし、蒸留水を用いて70、60、50%に希釈したSWM-Ⅲ改変培地（塩分21、18、15）で培養した。培養には11枝付フラスコを用い35日後に葉長と最大葉幅を測定した。培養条件は温度18℃、照度白色蛍光灯下8000 lux 日長周期11L:13Dとした。採苗基質にはクレモナ糸を用いた。各試験区の最大葉長個体を選抜しプロトプラスト化を行った。

供試品種：福岡1号、福岡1号選抜株、FA89、ナラワグリーン、オオバグリーン選抜株

※福岡1号選抜株、オオバグリーン選抜株は平成8年度新品種作出基礎技術開発事業²⁾にて従来の選抜育種法により、福岡1号、オオバグリーンの低塩分耐性の系統株として作出

結果及び考察

図1に各品種の低塩分感受性を示した。

50%海水で培養した福岡1号の葉体からはプロトプラストを得ることができなかった。福岡1号からプロトプラスト作出可能な葉体を得るための海水の希釈濃度は60%であった。

福岡1号選抜株、オオバグリーン選抜株は70~50%海水の試験区からプロトプラストを得ることができた。

FA89、ナラワグリーンは60、50%海水で培養した葉体からはプロトプラストを得ることができなかった。FA89、ナラワグリーンからプロトプラスト作出可能な葉体を得るための海水の希釈濃度は70%であった。

50%海水で培養した福岡1号と60、50%海水で培養したFA89、ナラワグリーンの葉体からプロトプラストを得られなかった理由として、葉体の細胞が多層化していたためプロトプラスト化を行う際に細胞壁が分解されなかったことが原因と考えられた。

プロトプラスト再生系の 利用による低塩分耐性株の作出

方 法

既存品種の低塩分感受性分析を行った各試験区で最大葉長を示した個体を選抜し、常法に従ってプロトプラスト化し10日間アガロースゲル中で培養した後、ジャマリンUを基本海水とし、蒸留水を用いて70、60、50%に希釈したSWN-Ⅲ改変培地（塩分21、18、15）を用いて11の枝付フラスコで40日間通気培養を行い葉長と最大葉幅を測定した。培養条件は温度18℃、照度白色蛍光灯下8000lux 日長周期11L:13Dとした。

FA89とナラワグリーンについては同じ操作を2回行いプロトプラスト第二世代の作出を行った。

各試験区で葉長と最大葉幅を測定した後、最大葉長個体を選抜し、糸状体を分離した。

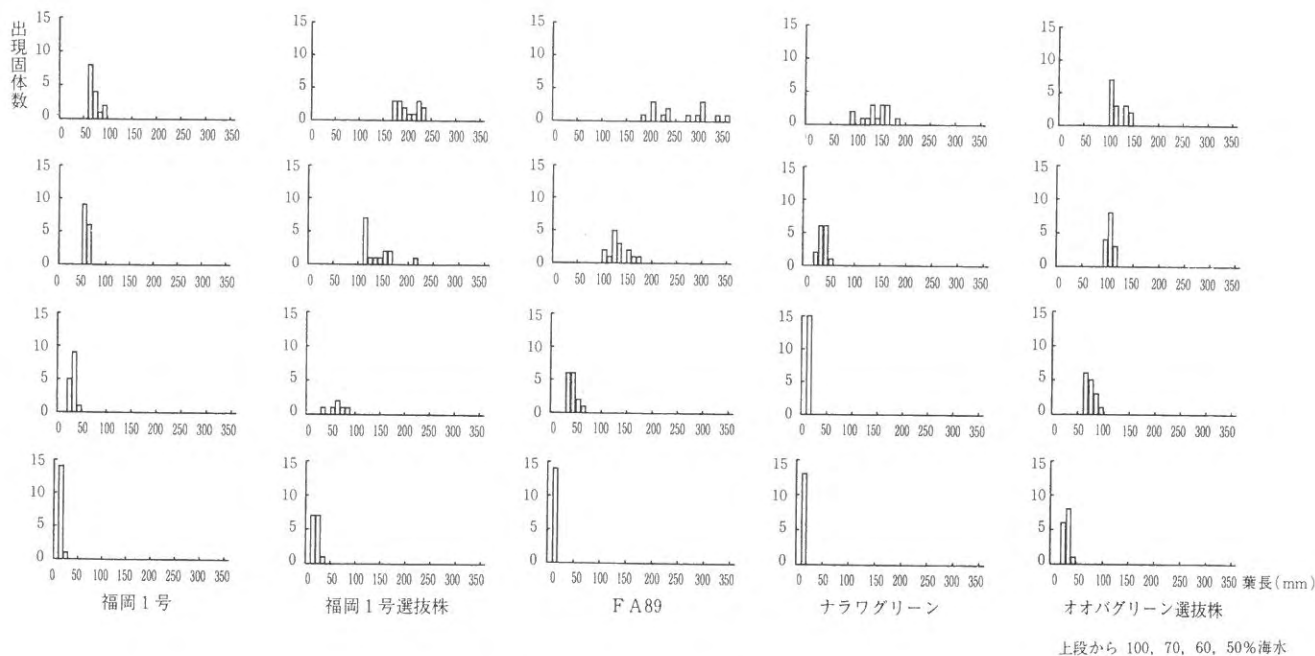


図1 各品種の低塩分感受性

結果及び考察

図2に福岡1号のプロトプラス第一世代の葉長組成を示した。

70%海水区の選抜個体のプロトプラス第一世代は70, 60%海水の試験区で高生長を示す個体が出現した。高生長を示した個体は低塩分耐性の形質を獲得していると推察された。60%海水区の選抜個体のプロトプラス第一世代は各試験区で高生長を示す個体は出現しなかったことから低塩分耐性の形質を獲得していないと推察された。

図3に福岡1号選抜株のプロトプラス第一世代の葉長組成を示した。

70%海水区の選抜個体のプロトプラス第一世代は70, 60%海水の試験区で高生長を示す個体が出現した。60%海水区の選抜個体のプロトプラス第一世代は70%海水の試験区で高生長を示す個体が出現した。50%海水区の選抜個体のプロトプラス第一世代は50%海水の試験区で高生長を示す個体が出現した。高生長を示した個体は低塩分耐性の形質を獲得していると推察された。

図4にFA89, ナラワグリーンのプロトプラス第一世代の葉長組成を示した。

FA89: 70%海水区の選抜個体のプロトプラス第一世代は各試験区で高生長を示す個体は出現しなかったことから低塩分耐性の形質を獲得していないと推察された。50%海水の試験区は再生した葉体が小さいため計測不能であった。

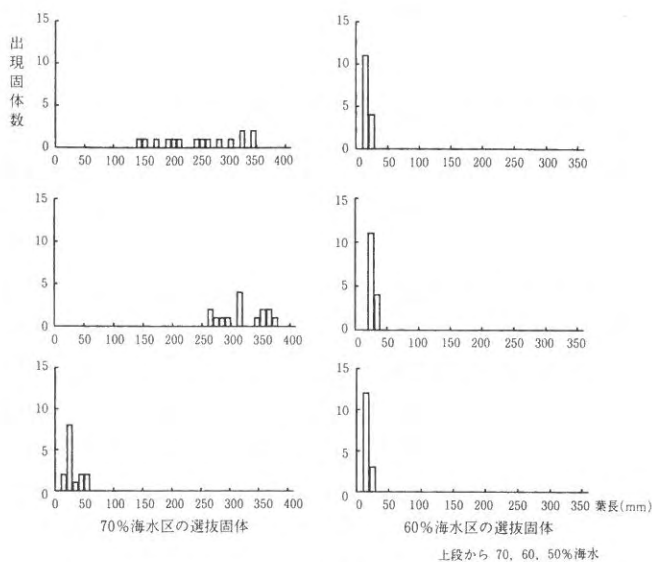


図2 福岡1号プロトプラス第一世代の葉長組成

ナラワグリーンの70%海水区の選抜個体のプロトプラス第一世代の60%海水の試験区は70%海水の試験区と比較すると高生長を示したことから低塩分耐性の形質を獲得していると推察された。50%海水の試験区は再生した葉体が小さいため計測不能であった。

図5にオオバグリーンのプロトプラス第一世代の葉長組成を示した。

70%海水区の選抜個体のプロトプラス第一世代は60%海水の試験区で高生長を示す個体が出現した。60%海水

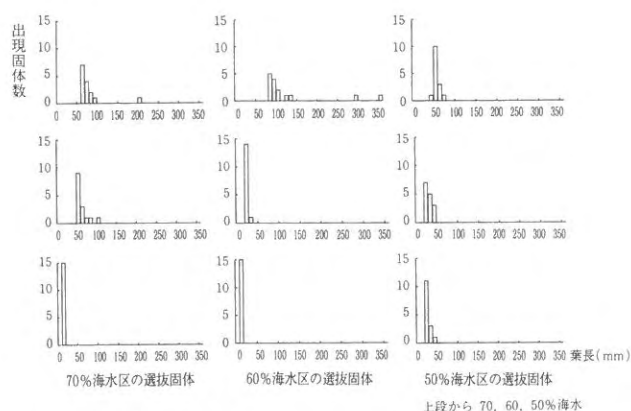


図3 福岡1号選抜株プロトプラスト第一世代の葉長組成

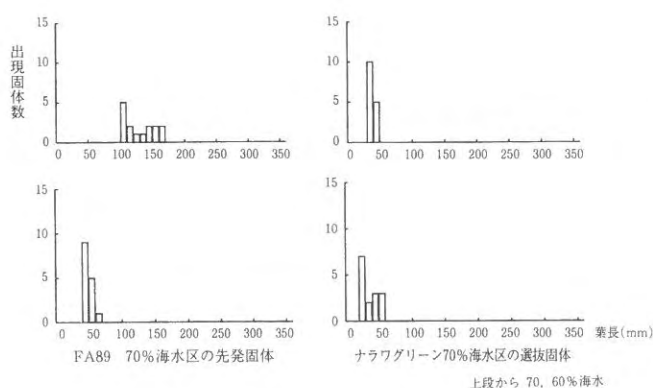


図4 FA89, ナラワグリーン プロトプラスト第一世代の葉長組成

区の選抜個体のプロトプラスト第一世代は全ての試験区で高生長を示す個体が出現した。50%海水区の選抜個体のプロトプラスト第一世代は全ての試験区で高生長を示す個体が出現し、70%海水と60%海水の試験区では葉長組成に大きな差が見られなかった。そして、50%海水の試験区は100mmを越す葉体が出現した。高生長を示した個体は低塩分耐性の形質を獲得していると推察された。

図6にFA89のプロトプラスト第一世代の各試験区で選抜を行った生長優良個体から作出したプロトプラスト第二世代の葉長組成を示した。

70%海水区の選抜個体のプロトプラスト第二世代は70, 50%海水の試験区で高生長を示す個体が出現した。60%海水区の選抜個体のプロトプラスト第二世代は全ての試験区で高生長を示す個体は出現しなかった。50%海水区の選抜個体のプロトプラスト第二世代は70, 60%海水の試験区で高生長を示す個体が出現した。高生長を示した個体は低塩分耐性の形質を獲得していると推察された。

図7にナラワグリーンのプロトプラスト第一世代の各

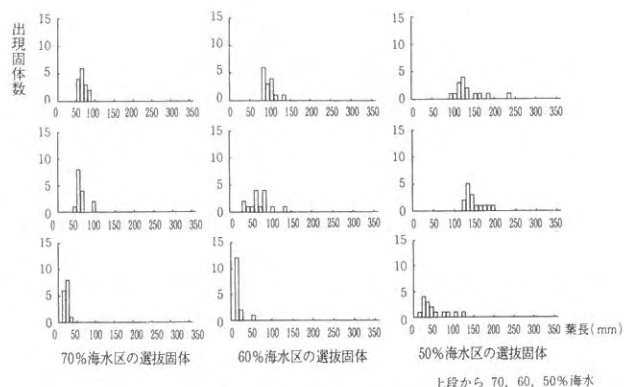


図5 オオバグリーン選抜株プロトプラスト第一世代の葉長組成

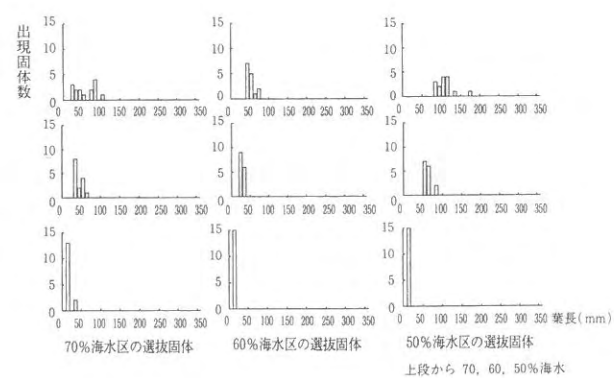


図6 FA89 プロトプラスト第二世代の葉長組成

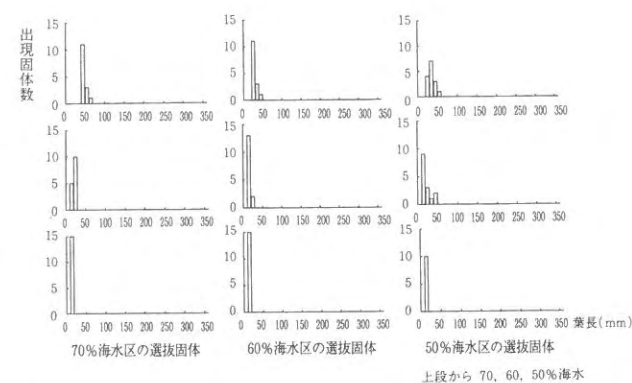


図7 ナラワグリーン プロトプラスト第二世代の葉長組成

試験区で選抜を行った生長優良個体から作出したプロトプラスト第二世代の葉長組成を示した。

70%, 60%海水区の選抜個体のプロトプラスト第二世代は各試験区で高生長を示す個体は出現しなかった。50%海水区の選抜個体のプロトプラスト第二世代の60%海水の試験区は70%海水の試験区と比較すると高生長を示

した。高生長を示した個体は低塩分耐性の形質を獲得していると推察された。プロトプラスト第二世代を作出した結果からプロトプラスト第一世代で生長優良個体が出現しなかった場合には第二世代において生長優良個体が出現する可能性が示唆された。

文 献

- 1) 岩渕光伸, 小谷正幸: 平成7年度地域バイオテクノロジー実用化技術研究開発促進事業報告書
- 2) 藤井直幹: 平成8年度新品種作出基礎技術開発事業報告書

海面養殖業高度化推進対策事業

－有明海ノリ養殖業活性化促進事業－

岩渕 光伸・藤井 直幹

本県有明海におけるノリ生産額は約180億円にもおよび、単一漁業としては本県最大であるばかりでなく、全国的にみてもノリの主産地として重要な地位を占めている。

ところが養殖に要する経費は年々増加する一方で、ノリの生産者価格はノリ養殖が盛んになった昭和30年代と変わっていないだけでなく、有明海における支柱養殖特有の過酷な労働体系が後継者の参入を拒み、経営体数は減少の一途をたどっている。

本事業ではこのような状況を打開しノリ養殖業が抱える問題点を解決するため、生産コストの低減ならびに労働条件の改善を目指した方策を検討するものである。当研究所では品質の向上を図るための乾燥加工条件の改善を目指した調査と指導、ならびにコストの削減、労働の軽減および漁村環境の改善を図るための加工排水処理技術の開発について検討を加えた。

1. ノリ加工の乾燥技術改善

方 法

摘採した原藻の質に比較して全自動乾燥機から出てきた製品の品質が悪くて困っているという生産者の要請に基づき、乾燥機内外の10～15箇所程度の乾球温度、湿球温度、相対湿度、絶対湿度等を調査する事によって乾燥条件の不良箇所および乾燥小屋の構造上の欠陥を明らかにし、乾燥加工工程の改善を図った。なお絶対湿度は、湿り空気線図から求めた。

結 果

平成9年度はモデル協業体2軒を含む延べ12回の調査を行った。調査依頼理由としては昨年と同様、製品がくもるといふものが最も多く、他には面がきれいでない、等級が低い等が多かった。

平成9年度の冷凍生産では原藻が例年に比較してかたく、くもり難かったが、くもりが出た乾燥小屋はいずれも乾燥時の温度湿度が高く、排気と吸気が不十分であることが明らかであった。

一方、面がきれいにならない小屋では、湿度が低すぎて面ががさついてしまうことが調査結果から示唆され、排気量を減少させること、2次空気を利用することを指導した。

また特に乾燥小屋用の土地を確保できない生産者では、古くて狭い乾燥小屋に無理をして全自動乾燥機を入れているところも多く、乾燥加工条件を思うように改善できない問題を抱えており、品質の向上には協業化や加工団地の整備が必要である。

2. ノリ加工排水の処理技術開発

方 法

加工排水中に含まれるノリの切れ端等SS除去のためのセルロース製のろ材と、ノリの色素を除去するための活性炭を組み合わせた加工排水再使用設備のモデル機(M社製)の使用を一漁家に委託し、ろ過前後の加工排水のCODを調べその浄化能力、耐久性を調査した。さらに、再使用した海水がノリの製品に与える影響について聞き取り調査を行った。

結 果

調査開始当日の原藻貯留開始前の海水のCODは2.0mg/Lであった。原藻を貯留した後、排水となった海水のCODは12.2mg/Lと上昇した。

排水をモデル機に通した結果、排水のCODは1.0mg/Lに減少した。モデル機のろ過能力は2.4トン/時間であった。

モデル機のSS除去用フィルターは、ノリの切れ端が原因の目詰まりにより流量が低下するため1週間ごとの交換が必要であった。活性炭についてはろ過能力の低下はみられなかった。

原藻貯留海水を10日間ろ過を行い繰り返し使用した結果、海水中の有機物が増加しCODの値が高くなったが、ノリの品質に変化はみられなかった。

モデル機を漁期中継続使用した結果、海水使用量はモデル機を使用していないときと比較して約半分の量になっ

た。海水使用量が減った結果に伴い、海水を汲みにいく回数も減り労働量は軽減された。さらに、クリークに排出される海水量は減少し、周辺環境の改善も図られた。

モデル機のイニシャルコスト、ランニングコストの算出は次年度の課題である。

有明海沿岸漁業総合振興対策事業

—新支柱式養殖試験—

小谷正幸・岩渕光伸・藤井直幹・渕上 哲

福岡県有明海区においては、10月から3月にかけて支柱式によるノリ養殖業が盛んに行われ、全国有数の生産地となっている。養殖技術の向上により、近年、生産量は15億枚前後と安定してきているが、ここ数年の平均単価の低迷により生産金額は160～170億円で頭打ち状態であり、漁家経営が圧迫されてきている。

漁業免許面積は、昭和58年以降4,015ha(22,210.5小間：小間はノリ養殖区画の単位で、広さは20間×10間)と変化していないが、漁業免許内沖側は地盤の低下等により水深が深くなったため、現行の支柱式養殖が行えない漁場や支柱の打ち込み作業が非常に困難である漁場があり、海区全体として漁場価値が低下している。

また、他種漁業との調整問題や沖側は水深が深いこと等から現在の漁場の沖側に支柱式養殖漁場を拡大することは非常に困難である。

労働条件においても10月下旬から2月にかけて行われる夜間の摘採作業、漁期前の8月から9月の猛暑の中行われる支柱の打ち込み作業及び漁期終了後行われる撤去作業など過酷である。

今回実施した調査は、平成8年度からの継続調査である。現行の免許漁場内で、水深が深いため支柱式養殖漁場としての価値が低下している沖側漁場において、漁場行使面積を変えずに支柱式養殖方式の生産性・作業性を維持しつつ、労働負担が軽く、低コストな新支柱式養殖方式（支柱の少数化）の開発を目的とし、養殖導入試験を昨年度に引き続き実施した。特に、今年度は昨年度に実施できなかった秋芽網生産期（11月）を加えることで、全ての生産期を通した試験を実施した。

養殖施設の設置及び試験網の管理は、有明海漁業協同組合連合会に委託し、調査は有明海研究所が実施した。

方 法

1. 施設の概要

(1) 試験位置

本年度は、図1に示したとおり、試験区Bに2基（B-1、B-2）を設置し、養殖試験を実施した。また、近辺の支柱式養殖漁場を育成状況・病害状況等の対照区と

した。

(2) 施設の概要

図2に支柱式養殖と新支柱式養殖方式の支柱、網、ノリ網等の配置状況を示した。なお、施設は昨年度と同条件とした。

支柱式養殖は、漁場の深さに応じて長さ8～13m、外径45～57mmのFRP支柱を地盤に約1～1.5m打ち込み、網の方向に11本、5列の計55本を用いる。ノリ網を2枚繋いだものを1列として、計4列を支柱から伸ばした吊り網によりノリ網を潮汐に応じて浮動させて養殖を行う。

新支柱式養殖方式では、4本の鋼製支柱（長さ21m、外径318.5mm、肉厚10.3mm）及び4本のFRP支柱（長さ20m、外径148.0mm、肉厚9.0mm）で4列のノリ網



図1 施設設置位置

を支える。ノリ網を浮動させるため、小間の両端と中央部に地盤高+1.5mから+6.0m（海図基本水準面）の位置に網で繋いだ補助支柱（FRP製、長さ4.5m、外径40mm）を5本ずつ設置し、補助支柱に通したリングにノリ網固定用セットロープを繋いだ。

従来の支柱式養殖方法では、吊り網の長さの調節により干潮時に2時間程度の網の干出を行うが、新支柱式養殖方式では、ノリ網の最低位置は地盤高+1.5mであるため、小潮の干潮時には干出しない。また、ノリ網の自重により+1.5mよりも網が下がるため干出しにくい点が大きな相違点である。

新支柱式養殖施設の概要を図3に示した。試験区Bは地盤高は-6.5mであり、各支柱は図2に示した間隔・位置により地盤下7.5m打ち込まれている。四角の鋼製支柱上部には安全対策として標識灯を設置した。

2. 養殖調査

ノリ網張り込み後、週2～3回試験区及び対照区でのノリ葉体の観察と実験室での検鏡を行い、生育状況・病害の感染状況等の調査を実施した。本年度は、活性処理について、通常行われる浸漬法と浮き流し式養殖で行われる引き通し法を用い、処理方法の違いによる病害防止効果及び作業の軽減策についても検討を行った。

ノリ網は試験区、対照区ともに4列張り（8枚）とした。

3. 生産調査

有明海漁業協同組合連合会より委託された1名の研究連合会会員が試験区及び対照区で同一品種を用いて養殖試験を実施し、摘採回数ごとの生産枚数、等級、平均単価を記録した。これに基づき海区平均との生産性を比較した。

結果及び考察

1. 養殖調査

(1) 生育状況

生長及びノリ葉体の形状：海水の交換がよいこととノリ網が完全に干出しないことから8年度と同様に生育状況は伸びがよく、形状も葉体にちぢれやくびれもなく順調に生長した。

(2) 色

試験区は、対照区に比べて、色は濃く、良好であった。本年度は、海水中の栄養塩（窒素量）が漁期を通じて豊

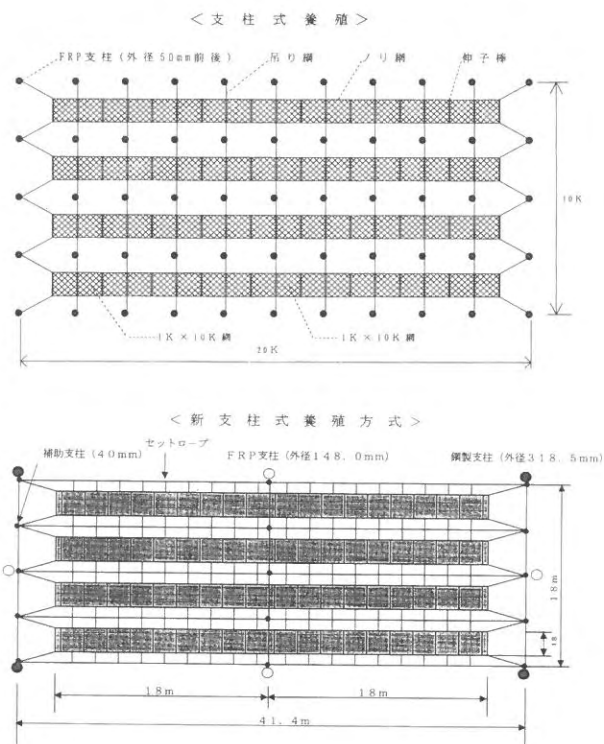


図2 新支柱式養殖方式と支柱式養殖の1小間の支柱、ノリ網等の配置

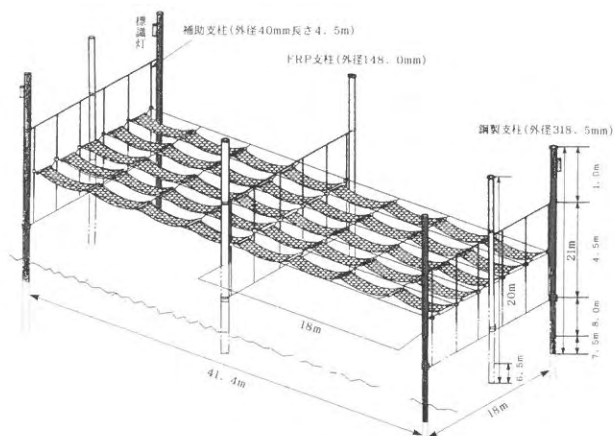


図3 新支柱式養殖方式模式図

富な状況であった。

(3) 原藻のかたさ

ノリ原藻のかたさを耐針圧法（ノリ葉体に針が貫通するときの針の重さを測定する方法）により測定した。昨年度は試験区の方が対照区及び漁場9点平均に比べてやややわらかかったが、本年度は漁場9点平均と比べて、ほぼ同じか若干かためであった。

(4) 病害対策及び病害状況

一般に、当海区において、養殖期間中にノリ原藻に発生する主な病害としては、あかぐされ病と壺状菌病があげられる。

あかぐされ病は例年10月下旬頃初認され、その後漁期を通して大小の被害を与えるが、菌糸は乾燥に弱いため網の干出と活性処理により被害の拡大を防止することが可能である。特に水温の高い秋芽網生産期には感染速度が速いため被害が拡大することが多く、この被害により品質低下、さらには葉体が流失するなど、製品の質・量の低下被害をもたらす。

壺状菌病は、寄生様態の相違によって蔓延速度はあかぐされ菌ほど速くはないが、水温の低下とともにノリ葉体の伸長が悪くなるため慢性的被害（品質低下）を生じる。摘採を早めに行うこと以外に対策はない。

以上二つの病害のうち、あかぐされ病の対策である活性処理作業の省力化について、検討した。

①活性処理作業の省力化

図4にノリ養殖作業の流れを示した。

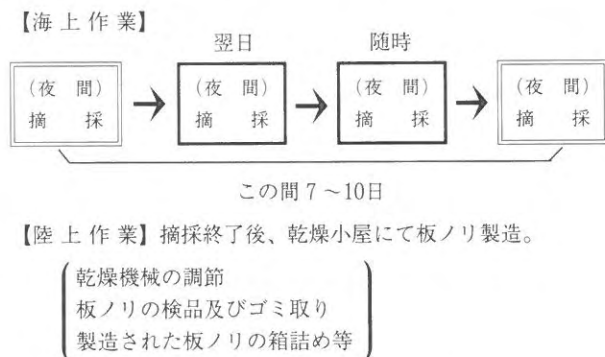


図4 ノリ養殖作業の流れ

海上作業のうち本方式により網の水位調節作業が不要となることは、昨年度報告したが、摘採とともに海上作業の主要な部分をなすのは、活性処理作業である。

活性処理は、支柱式養殖ではあかぐされ病の感染被害を防止するために網の推移調節（干出操作）とともに必要不可欠な作業である。しかしながら、その効果を有効にするためには、ノリの摘採の翌日に作業を行うことが必要である。夜間に摘採を行い、直後から板ノリ製造に取りかかり、その完了後活性処理という一連の作業は過酷な労働であり、このことが後継者不足の要因となっている。活性処理作業を軽減するために漁期中試験区において、浮き流し養殖で行われている引通し法（pH 1.8前後の海水にノリ網を20秒程度つけ込む方法）と現行の浸漬法（pH 2前後の海水にノリ網を5分程度つけ込む

方法）を1小間ずつ行い、作業時間の比較を表1に示した。

表1 活性処理方法による作業時間の比較

処理方法/作業時間	1列（分）	1小間（分）	作業人員（人）
浸漬法	4.2	26	必ず2
引通し法	2.6	14	2または1

※4列張り（網8枚）の場合

引通し法で活性処理を行った場合、浸漬法に比べて1小間当たり6割弱の時間で作業ができ、1人用の処理船を使用すれば、現行では必ず2人必要な活性処理が1人でも可能となり、大幅な労働の軽減となった。

②秋芽網生産期の病害対策

試験区では、網の干出がほとんど行われないため、あかぐされ病対策として、活性処理のみで被害防止を行った。活性処理の方法として当海区で通常行われる浸漬法を対照区と試験区B-2で、浮き流し養殖で行われる引通し法を試験区B-1でそれぞれ行い、その結果を表2に示した。

表2 秋芽網生産期のあかぐされ病の活性処理効果

区分	月日	活性処理 観察 活性処理				
		11/19	21	22	24	26
試験区	浸漬法 処理前 (B-2)	±		+++		摘採
	処理後	-	++	±		+++
	引通し法 処理前 (B-1)	±		+++		摘採
	処理後	-	++	±		+++
対照区 (支柱式)	浸漬法 処理前	±		未処理		摘採
	処理後	-	++	++		++

※表中の-~+++は、感染程度を表す。

-: 感染なし ±: 軽度 ++, +++, 中度 ++++, +++++: 重度

秋芽網生産期終盤のあかぐされ病が蔓延した時期には、活性処理によりあかぐされ菌は枯死しても2日経過後には中度の感染がみられた。3日後に再度活性処理を行ったが、4日経過後の摘採時には再び中度の感染となった。活性処理を1回行った支柱式の対照区でも5日経過後の摘採時には中度の感染となったが、毎日の干出が行われたため試験区よりは感染程度は若干軽い状況であった。

このことから秋芽網生産期終盤のあかぐされ病が蔓延する時期に本方式で養殖を行うには、摘採後1回の活性処理ではあかぐされ病対策としては不十分であり、最低2回の活性処理が必要であるといえる。

③冷凍網生産期

冷凍網期の試験区及び対照区における病害感染状況を表3に示した。

あかぐされ病は、いずれの区でも感染が認められたが、他地区また対照区と比較して被害は比較的軽い状態で推移した。試験区での浸漬法と引き通し法で比較すると浸漬法の方が感染が軽い状態で推移した。壺状菌病は、いずれの区でも認められ、感染程度は同程度であった。この結果、試験区では双方の病害による生産量の低下や製品の質低下はみられなかった。

新支柱式養殖試験区においては網の干出がほとんど行われないことから、あかぐされ病の蔓延のおそれが考えられたが、水温・比重等環境が安定し、海水の交換がよいこと、ノリ原藻を伸ばしすぎず早めに摘採を行ったこと、摘採後速やかに活性処理を行ったこと等適切な管理により病気の感染拡大が防止されたと考えられる。

本方式での活性処理の効果については、あかぐされ病の蔓延する秋芽生産期の終盤では摘採後2回の作業が必要となるが、水温の低下する冷凍生産期においては、浸漬法より若干効果は劣るものの摘採後通常1回の作業でよいものと考えられた。

(5) 施設の強度・問題点

表3 冷凍網生産期の病害感染状況 上段：あかぐされ病
下段：壺状菌病

区分	／	月日	12/12	15	19	26	30	1/5	13	16	27	2/2
試験区	浸漬法	処理前	—	—	±	±	—	±	+	—	—	—
		(B-2) 処理後	—	±	±	++	—	+	+++	++++	++++	±
	引き通し法	処理前	—	—	—	—	±	—	++	—	+	±
		(B-1) 処理後	—	—	+	+++	+	++	+++	+	+	+
対照区	浸漬法	処理前	—	—	—	—	—	—	++	—	+	—
		処理後	—	±	+	++	++	++	++	++	+	+

※表中の—～++++は、感染程度を表す。

—：感染なし ±、+：軽度 ++、+++、中度 ++++、+++++：重度

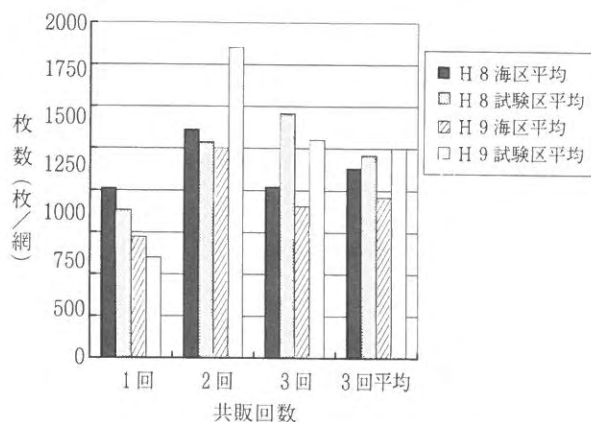


図5 共取回数別生産枚数の推移

四角に設置した鋼製支柱は潮流および波浪に対して十分な強度があり、セッロープ及びノリ網の負荷に対しても安定しており、曲り、傾き等はみられていない。

一方、鋼製支柱の中央部に設置したFRP支柱は、その特性から潮流、波浪に対して多少の揺れを生じるが、十分な復元性があるため、2カ年を通じて変形、損傷は確認されていない。本年度も1月中旬に非常に強い風と波浪を受けたが、支柱、セッロープ、ノリ網に被害は生じなかった。

また、潮汐による網の上下浮動はスムーズであった。網がほとんど干出しないため、網支え網に珪藻等の汚れが多量に付着し、ノリ原藻摘採時にその汚れがノリ原藻に混入する可能性を昨年度指摘したが、引き通し式活性処理を行うことで、網支え網には珪藻等の付着を最小限に防止できることが結果として得られた。

(6) 養殖時の作業性等

作業性は、網4列張りでは支柱式養殖と比べて遜色なく、スムーズであった。昨年度実施した5列張りでは、網支え網を4列張りと同じ長さにする事で同等の作業性が得られた。

2. 生産調査

(1) 生産枚数及び生産金額

各試験区の本年度の共取回数ごとの生産枚数、平均単価を表4に、2カ年の生産枚数、生産金額の推移比較を図5、図6にそれぞれ示した。

支柱式養殖は、網が干潮時に干出されるため1日のうちで2時間程度は生長が抑制されるため、本方式の方が生長がよいものと考えられる。

共取回数別網当たり生産枚数は、試験区では、第1回は海区平均を若干下回ったものの、第2回、第3回共に海区平均を大きく上回り、3回平均でも海区平均の

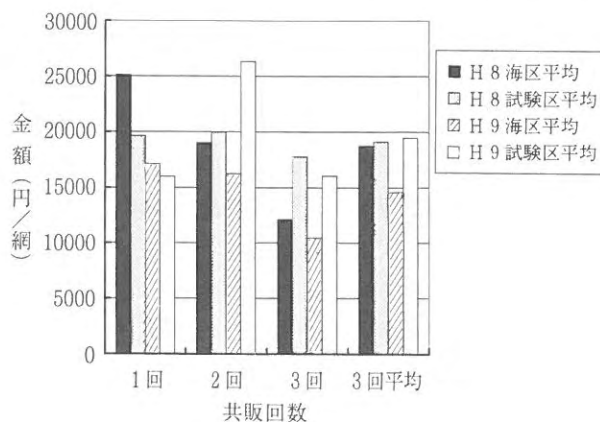


図6 共取回数別生産金額の推移

約1.3倍となった。また、2カ年とも3回平均では、試験区平均が海区平均を上回る結果となった。

摘採間隔を適切に行えば、新支柱式養殖方式では網当たりの生産枚数は支柱式養殖に比べて上回ることが明らかになった。

また、生産金額は、試験区は第1回では海区平均を下回ったものの、第2回、第3回とも大きく上回り、3回平均でも海区平均の約1.3倍となった。

(2) 製品の品質

摘採回数毎の製品の等級・単価について表4に示した。

表4 各試験区の共販回数別生産枚数と平均単価

共販回数	第1回	第2回	第3回
試験区	600	1,850	1,300
	26.69	13.23	12.48
海区平均	722	1,250	906
	24.82	12.99	11.52

上段：生産枚数（枚／ノリ網1枚）
下段：平均単価（円／枚）

本年度も昨年度の試験と同様に2回目摘採までは製品に小穴があいたが、総じて色が黒く光沢のある製品が生産されたため、海区平均単価を上回った。

3. 新支柱式養殖方式の成果と課題

(1) 成育状況

本方式では、ノリ網がほとんど干出しないため、日中はノリ原藻が常に生長状態にあり、支柱式養殖に比べ生長が良く、生産枚数の増加となった。

(2) 製品の品質

支柱式養殖においては、網の干出によりノリ原藻が乾燥することから製品の色が若干赤みを帯びるため、入札業者の色に関しての評価が多少低い傾向にある。

新支柱式養殖では、網の干出がほとんどないことから干出過多による死細胞も発生せず、各試験区とも色が黒く、光沢のある製品が2年度ともコンスタントに製造され、色に関する改善が図られた。

一方、支柱式養殖の特徴といわれる、「やわらかさ」「味がよい」点については、官能的には同等の製品が製造された。1～2回摘採製品に穴があきやすい傾向が見られた点は、生産金額の向上のためにも改善すべき点であり、今後の課題である。

(3) 病害状況

あかぐされ病対策としては、感染が蔓延しやすい秋芽網生産期の終盤を除いては、支柱式と同様に摘採後1回の活性処理を行うことで対応可能であった。

壺状菌病については、支柱式と比較して若干軽い状態で推移し、生産量の低下や製品の質低下はみられなかった。

(4) 労働及び作業条件

支柱式養殖ではノリ網の干出を行うため、潮汐に応じて数日おきに網の水位調節を行っているが、この作業が削減できる。

また、ノリ網が上下に浮動可能であるため、瀬戸内海域等で使用されている1人用の摘採船を使用すれば、現在2人で行っている摘採も1人で行うことも可能である。活性処理についても、引通し法を用いれば作業時間の短縮が図られる。

特に改善の図られる点は、夏場の炎天下での支柱の打ち込み作業や漁期終了後の支柱撤去作業が削減でき、従事者の漁期における労働負担の軽減と養殖労働期間の短縮により、引退年齢の引き上げや兼業（他種漁業又は漁業以外）収入の増加も見込まれるものと考えられる。

(5) 施設の強度及び経費

施設の設置対象域となる深所域は、潮の流れが速く、波浪を受けやすい環境にあるが、新支柱式養殖施設の強度及び耐久性については問題はなく、支柱は長期間使用可能であると考えられた。

1小間当たりの経費については、支柱及び打ち込み費用は別途と考えるとセットロープ及びノリ網浮動用の補助支柱が必要経費（約21万円）となり、現在の深所での支柱式養殖方式との経費（約98万円：13m支柱66本分）に比べて、初期投資は少額となる。

(6) 新支柱養殖方式による展望と課題

新支柱式養殖方式は、ノリ網が無干出となる浮き流し式養殖の利点と漁場の一定面積で最大の網を収容することができる支柱式養殖方式の利点とを兼ね備えた養殖方法と考えられた。また、深所漁場において十分な成果が得られたことから、将来的に新支柱式養殖方式を深所域に展開することにより、漁場の再生や生産性の低い漁場の再整理が図られる。加えて、労働負担の軽減等により、経営体の協業化への推進力となり、今後のノリ養殖業に新たな展望が開けるものと考えられる。

表5 各試験区の摘採回数別等級と平均単価

単位：円／枚						
摘採回数	第1回	第2回			第3回	
等級	○2等	○2等	上5等	5等	5等	○5等
試験区 単価	26.69	16.89	13.20	12.70	12.70	11.99
平均単価	26.69	13.23			12.48	
海区平均単価	24.82	12.99			11.52	

○：製品としては色・光沢ともに十分であるが、小穴のあるもの

水産業関係地域重要新技術開発促進事業

—ノリ養殖生産管理技術に関する研究—

(ノリ養殖における生産阻害因子の動態の究明および制御技術に関する研究)

小谷 正幸・岩渕 光伸・藤井 直幹・渕上 哲

1. 平成9年度漁期におけるあかぐされ病の動態

支柱式養殖法である福岡県有明海区では、あかぐされ病の被害を最小限に抑えるためには漁業者による集団的な網管理（網の水位調節によるノリ葉体の干出）が必要不可欠であり、長年この方法を実行してきている。当研究所では、定期的に漁場の網とノリ葉体の十分な観察を行うことにより、定期的あるいは緊急に情報を伝達し、被害防止につとめている。

ここでは、9年度漁期に漁場調査及びノリ葉体の顕微鏡観察結果から得られたあかぐされ病の病状推移についてまとめた。

方 法

図1に示した19調査点について、10月から3月まで週に2～3回の頻度で昼間満潮時にあかぐされ病の調査と水温、比重等の測定を行った。海上ではノリ原藻の病状の肉眼的観察を行うとともにノリ葉体を持ち帰り、顕微鏡下で病状評価を行った。病状評価は、半田¹⁾の方法に従った。

結果及び考察

漁期中の水温、比重、栄養塩及びプランクトン沈殿量の推移を図2に示した。

1) 秋芽網生産期の海況の推移とあかぐされ病の動態

10月4日から採苗が開始され、採苗日の水温は23℃台と平年並で、育苗期の10月中旬まで平年並みに推移したが、10月21日から25日までは平年を1～2℃上回る22℃台が続いた。26日以降強い寒波の影響によって水温は降下し、11月上旬にかけて平年より1℃低めで経過した。11月中旬から下旬にかけては平年並からやや高めで推移した。

比重は、採苗当日は24.4とやや高めで、育苗期と秋芽網生産期は10月24日から28日にかけて23前後と平年並みであったのを除いて平年よりやや高めの23台後半から24台前半で推移した。

秋芽網生産期の10月下旬から11月中旬までの調査点におけるあかぐされ病の病状の推移を表1に示した。

あかぐされ病は、採苗日から13日経過後の10月27日に19調査点中大牟田地先を除く8点で初認されたが、その後の大潮と寒波の影響で病勢は一旦弱まった。その後11月6日には全調査点で確認され、小潮であったことから病勢拡大の兆しも見られたが手際の良い摘採により網が軽くなったことと強風により干出が十分図られたことにより被害は免れた。しかし、13日からの降雨により病勢は次第に拡大し、17日には柳川地先を中心に生産不能の網もみられるようになった。最終摘採後順次網揚げが行われ、11月25日には全ての網の撤去が完了した。

秋芽網生産の共販枚数は3億4,000万枚（前年比297%、過去5年平均比117%）、共販金額53億7,000万円（前年比370%、過去5年平均比140%）、平均単価15.82円（前

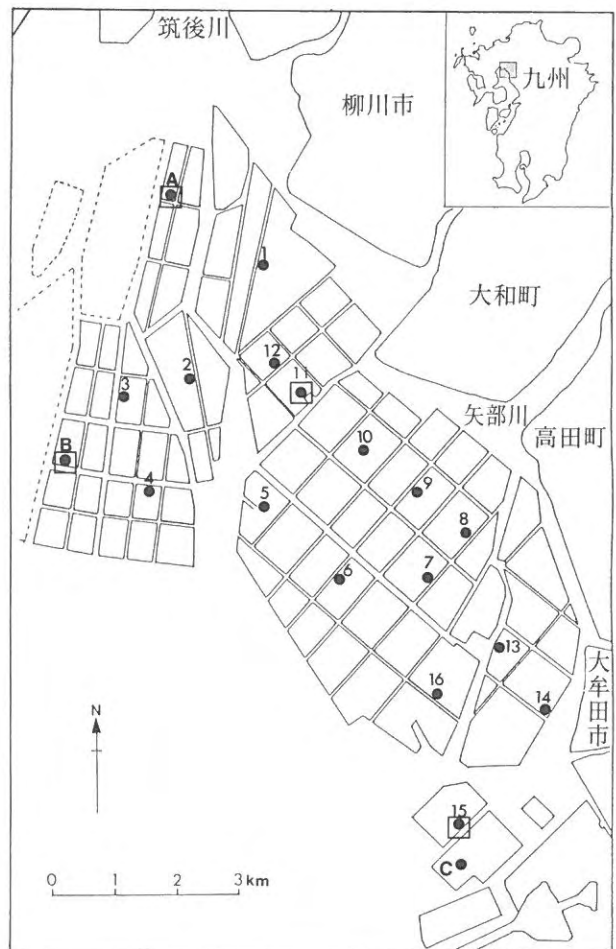


図1 ノリ養殖漁場と調査定点

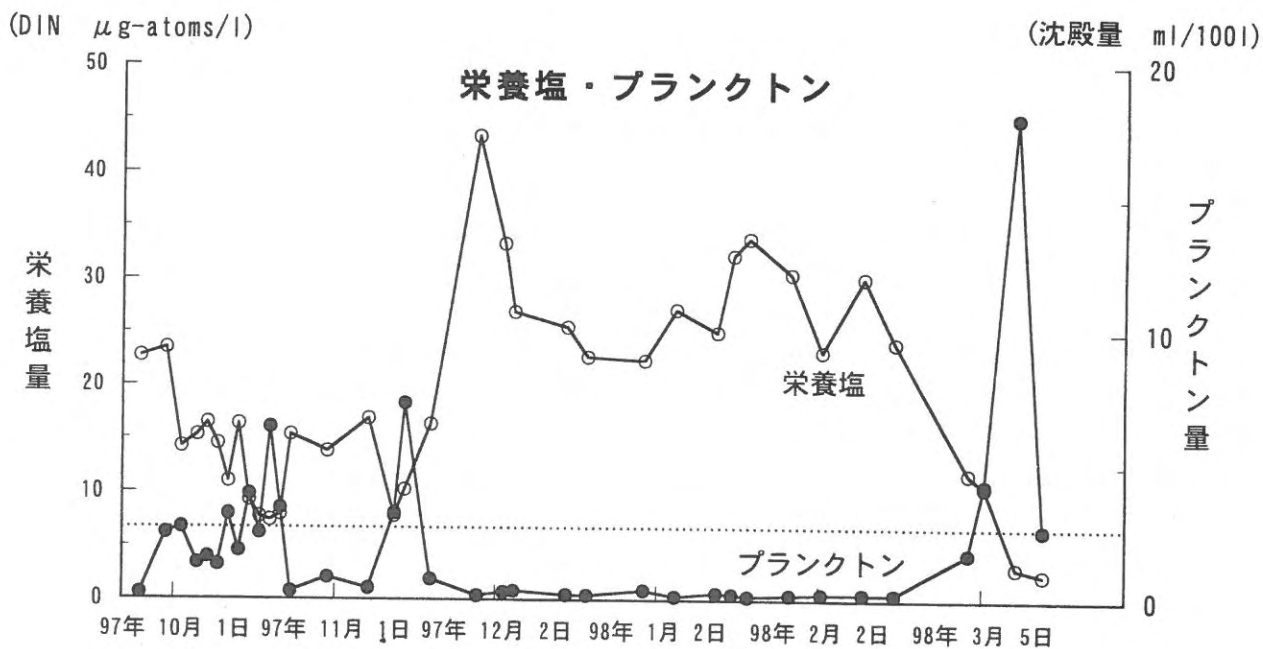
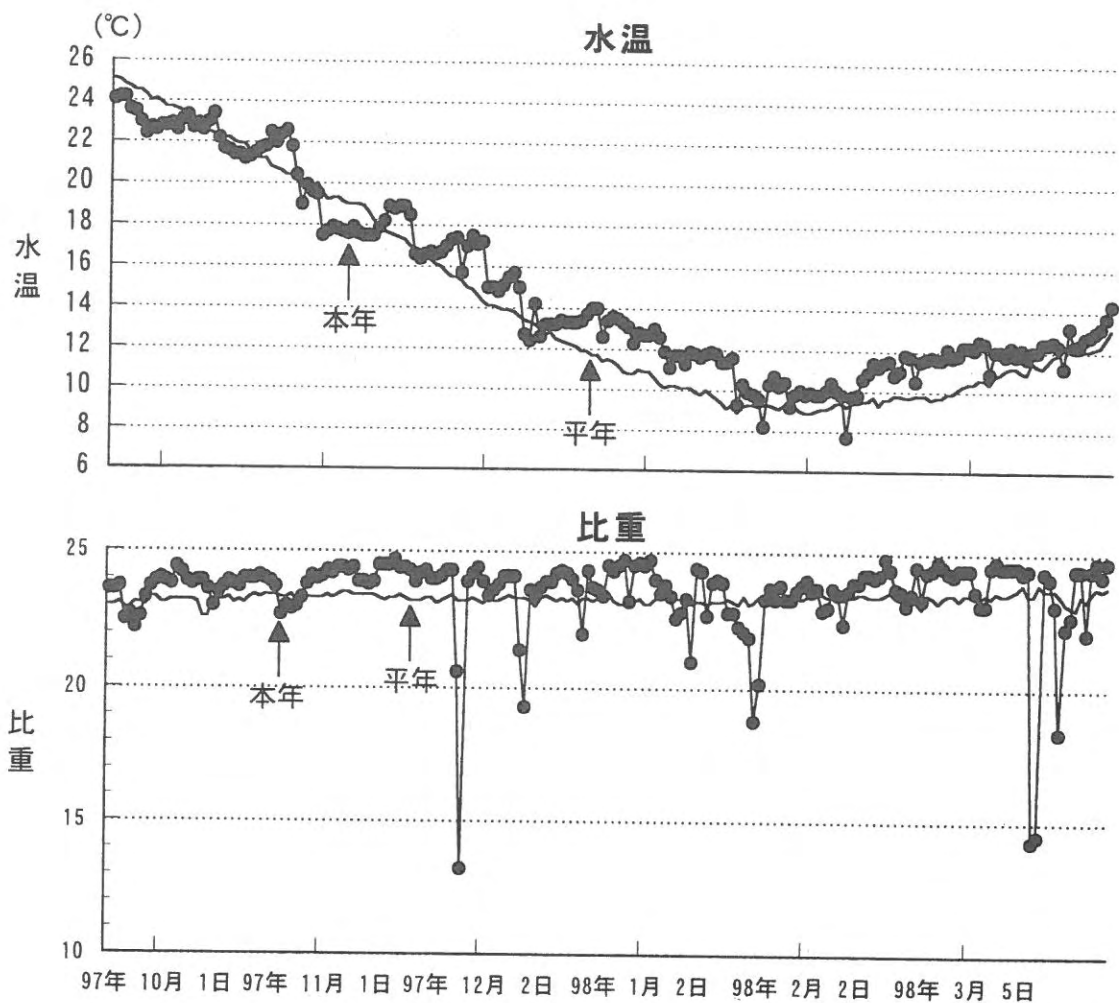


図2 平成9年度ノリ漁期における水温、比重、栄養塩及びプランクトン沈殿量の推移

表1 漁場調査点におけるあかぐされ病の病状評価の推移

月 日	10.23	27	30	11. 4	6	7	10	12	13	14	19
St. 1	—	±	—, ±	±	±	—	+, +, +, +	+, +, +, +	++	+, +, +, +	+++
2	—	—	—	—	++	+, +, +	+, +, +	+, +, +, +	±	+, +, +, +	—, ++
3	—	±	—	±	±	+	—, +, +, +	+, +, +, +	+	+, +, +, +	++
4	—	—	±	—	±	++	+, +, +	+, +, +, +	±	±, ++	±, +, +, +
5	—	±	—	—	±	++	±, +, +	+, +, +, +, +	+, +, +, +	+, +, +, +	+, +, +, +
6	—	—	—	—	±	±	±, +	+, +, +, +	±	±, ++	+, +, +, +
7	—	±	—	±	±	+	—, +, +, +	+, +, +, +	±	+, +, +, +	+, +, +, +, +
8	—	—	—	—	±	+	±, +, +	+, +, +, +	+, +, +, +	+, +, +, +	+, +, +, +, +
9	—	±	—	±	±	++	+, +, +, +	+, +, +, +	±	+, +, +, +	—
10	—	—	—	±	+	+, +, +	±, +, +, +	±, +, +	±	±, +	+
11	—	—	—	±	±	+	±, +, +	+, +, +, +	±	+, +, +	網撤去
12	—	±	—	—	+	+	—, +	+, +	±	—, +	+
13	—	—	—	—	±	++	+, +, +, +	+, +, +, +	±	+, +, +	++
14	—	—	—	±	++	+, +, +	+, +, +, +, +	+, +, +, +, +	±	—, +, +, +	±
15	—	—	—	—	±	±	+, +, +	+, +, +	—	—, +, +	±
16	—	—	—	±	±	++	+, +, +, +, +	±, +, +	—	+, +	+
A	—	±	—	±	±	±	—	+, +, +, +, +	+	+, +, +, +	++
B	—	±	—, ±	—	±	—	+, +, +, +	+, +, +, +, +	+, +, +, +	+, +, +, +	++
C	—	—	—	—	±	—	+, +, +, +	±, +, +, +	—	—, +, +	+

— : 感染なし
 ± : 感染数 1 個検出の150倍視野数20個以上
 + : 感染数 1 個検出の150倍視野数10個以上
 ++ : 感染数 1 個検出の150倍視野数 1 個以上
 +++ : 150倍視野中の感染 1 個以上
 ++++ : 150倍視野中の感染 5 個以上
 +++++ : 150倍視野中の感染10個以上
 V : ノリ芽の流失
 +++ : 枯死したあかぐされ菌

年比+3.1円、過去5年平均比+2.5円)と平年と比べても豊作であった。

2) 冷凍網生産期の海況の推移とあかぐされ病の動態

冷凍網の出庫は12月4日から開始された。栄養塩は出庫後から平均 $20 \mu\text{g} \cdot \text{atms} / 1$ 以上と豊富な状態で推移したが、曇天降雨の日が多く、生長は平年より遅れた。この傾向は天候が回復した2月中旬まで続いた。

水温は、出庫時は、15℃台と平年より約1℃高めで、その後9日には寒波により平年並みに低下したが、その後は暖冬傾向で1月中旬まで平年を約2℃以上上回って推移した。1月下旬には平年並みにもどり、2月上旬には再び平年より高めとなり、3月の終了まで平年を1～2℃上回る高水温で経過した。

比重は、秋芽網一斉撤去期間中の11月下旬は大雨による比重の著しい低下が見られたが、冷凍網出庫日は23台と平年並みに回復した。冷凍網生産期は降雨量が多く、小潮時には平年を大きく下回ったが、概ね平年並みかやや高めで推移した。

あかぐされ病は出庫日から11日経過後の12月15日に軽微に認められた後、降雨と高水温のため12月24日には大量感染の網が一部認められ、年末にかけて被害が発生した。1月に入っても降雨日が多かったため、大潮時でも感染は消失せず、管理不足の網ではノリ葉体の流失がみ

られた。特に2月20日の小潮時には降雨も重なって大きな被害となった。

プランクトンの増殖は3月初旬から始まり、それに伴って栄養塩は低下したが、色落ちは発生せず、1月中旬から2月中旬にかけて壺状菌病やあかぐされ病による生産不能の網が張り替えられていたこともあり、全体として3月中旬、岸よりの漁場では3月下旬まで生産が行われた。

2. 漁場における海水中的あかぐされ菌遊走子数の推移

三重大の天野ら²⁾による蛍光抗体を用いた海水中的あかぐされ菌の識別法により漁場の海水中的あかぐされ菌の推移を調査した。

方 法

調査地点として、図1のSt.A、St.B、St.11、St.15の4点で、採苗日の5日前の9月29日から冷凍網生産期途中の12月30日まで合計18回の海水を採取し、8年度と同様の方法によりモノクローナル抗体を用いてあかぐされ菌の遊走子数を計測した。

海水は、調査地点ごとにノリ網から3～4m手前の地点の表層水を3L採取し、分析時にはよくふった後1Lを使用した。また、採水時に試験網のノリ原藻の病害状

況を肉眼的に観察するとともに原藻を持ち帰り、顕微鏡下であかぐされ病の評価を行った。

あかぐされ菌の検出手順は以下に示した。

(あかぐされ菌の検出手順)

海水 1 L を振とう後 40 μ m のナイロンメッシュで濾過



濾液を 3 μ m メンブランフィルター (ADVANTEC) で吸引濾過しフィルター上に菌糸と遊走子を集める。この際、約 10 ml 海水をフィルター上に残す。



フィルターをこの海水でよくピペティング後、40 ml 半海水と上記 10 ml 海水とフィルターを 100 ml 三角フラスコに入れ、18℃、24 時間 (8 時間以上) 培養



海水及びフィルターをよくピペティング後、遠心分離 (500 x g、5 分)。10 ml スピッツ管使用



沈澱を PBS(-)・T_{WEEN} で洗浄・遠心分離 (500xg、5 分)。約 1 ml 残して遠心を繰り返す。2 回。



5 ml の PBS(-) に 100 μ l のモノクローナル抗体を加えて 1 時間反応。

(スピッツ管を寝かせてロータリーシェーカー使用)



反応後 PBS(-)・T_{WEEN} で洗浄・遠心分離 (500xg、5 分)。3 回。



2 次抗体を PBS(-) で 50 倍希釈したもの 5 ml 中で 1 時間反応

(スピッツ管を寝かせてロータリーシェーカー使用。この時光は当てない)



反応後 PBS(-)・T_{ween} で洗浄・遠心分離 (500xg、5 分)。5 回。



静かに上澄み液をとり正確にスピッツ管に底の 1 ml を残す。



ピペティング後その一部 (100 μ l) を血球算定板を使い、蛍光顕微鏡でカウント後、1 l 当たりの菌数に換算する。

結果及び考察

1) 漁期中のあかぐされ菌遊走子数の推移

調査地点におけるあかぐされ菌遊走子数の推移を図 3 に示した。

調査期間中採取された海水 1 L 当たりから 44~2325 個の遊走子が検出された。

①秋芽網生産期

期間中海水 1 L 当たりから 44~2325 個の遊走子が検出された。

調査が開始された採苗日 5 日前の 9 月 29 日には遊走子は確認されなかった。遊走子が初認されたのは採苗日から 13 日経過後の 10 月 17 日に 4 調査地点とも確認された。その後徐々に遊走子数は増加し、そのピークがみられたのは降雨のあった 11 月 13 日の翌日の 14 日であった。その後は減少し、秋芽網は一斉撤去された。

潮候と遊走子数の関係をみると昨年度と同様に遊走子数は小潮前後に増加し、大潮前後に減少する傾向が認められた。

漁場における肉眼及び顕微鏡観察による調査では 10 月 27 日にノリ葉体への感染が初認されており、遊走子は感染初認より 10 日早く海水中に存在していたことが確認された。あかぐされ菌遊走子がノリ葉体へ感染する条件として海水中の遊走子数の濃度 (1 L 当たりの個数) とノリ網のノリ葉体の現存量 (ノリ葉体の長さ) との関係が考えられる。

4 調査点でのノリ葉体の最大葉長は、10 月 17 日で 1.0~2.5 mm、23 日で 1.5~4.6 cm であり、いずれも遊走子は確認されたが葉体への感染がみられなかった。感染の初認された 27 日の最大葉長は 6.0~9.0 cm と本県海域での冷凍入庫サイズであった。ノリ葉体の感染が認められなかった 17 日及び 23 日と感染初認の 27 日とでは遊走子数の著しい増加は認められなかったが、海水中の遊走子を取りまく環境条件としては、17 日から 23 日にかけては平均潮差が 492 cm から 240 cm と干出がとりやすい潮から、23 日から 27 日にかけては平均潮差が 144 cm から 210 cm と干出のとりにくい潮へ変わったことと感染対象となるノリ葉体が伸長したことが挙げられる。

漁場において漁業者は潮汐表の干出水位をもとに網の干出時間が 2 時間程度となるよう網の水位調節を数日おきに行っている。干出時間がほぼ一定の 2 時間程度とられていたと考えると、海水中に遊走子が確認されてもノリ葉長が小さくその現存量が小さければノリ葉体は乾燥しやすいため遊走子が感染して発芽する前に乾燥により

その活動を停止させ、感染は発現し難く、葉長が大きくなり葉体の現存量が増加すれば葉体自体が乾燥し難くその部分での遊走子の発芽がおこりやすく感染が発現するのではないかと考えられた。

このことから海水中の遊走子の存在が確認された直後の潮回りや天気と特にノリ葉体の現存量（ノリ葉体の長さ）の増大によりあかぐされ菌遊走子の感染する機会が大きくなることにより、あかぐされ病の発現（初認）時期が決まるのではないかと考えられた。

②秋芽網一斉撤去期間

秋芽網の撤去は11月19日から徐々に始まり、一斉撤去日の25日までに全て撤去された。網の全くなかった11月28日と12月3日及び冷凍網出庫翌日の12月5日の遊走子数をみると11月28日のSt. Aを除き全て前回の調査日より遊走子数が減少しており、網撤去から最大日数の経過した特に12月5日が最も遊走子の数が減少した。冷凍網生産期では水温の降下にもかかわらず遊走子数は増加しているため、遊走子数の減少は8日間ノリ網がなかったことによるノリ葉体の現存量の急激な減少によるものと考えられた。

秋芽網生産期から冷凍網生産期の間に行われる網の一斉撤去は、海水中のあかぐされ菌遊走子の減少を図る効

果があると推察された。

③冷凍網生産期（12月末まで）

期間中海水1 L当たりから186～1615個の遊走子が検出された。

出庫翌日の12月5日の遊走子数は186～624個であり、その後増減を繰り返し、12月30日には著しく増加した。この時期が年内生産の感染拡大時期であり、感染拡大により菌数が増加したものと考えられた。出庫翌日を秋芽網感染初認日と比べると最大葉長は7～12cmでわずかに大きく、海水中の遊走子数も各調査地点とも多かったが、12月19日まではあかぐされ病の感染は認められなかった。これは出庫日の水温が秋芽網感染初認日の水温と比べて約4℃低い14℃台でありその後も著しい水温の上昇がなかったことによりあかぐされ菌遊走子の活性の低下によるものと考えられた。

潮候と遊走子数の関係をみると遊走子数は小潮後に増加し、大潮後に減少する傾向が認められた。

2) 調査地点別あかぐされ菌遊走子数の推移

調査地点におけるあかぐされ菌遊走子数と昼間満潮時の比重及びノリ葉体のあかぐされ病病状の推移を図4に示した。

St. Aは筑後川河口域に位置し、河口水の影響を受け

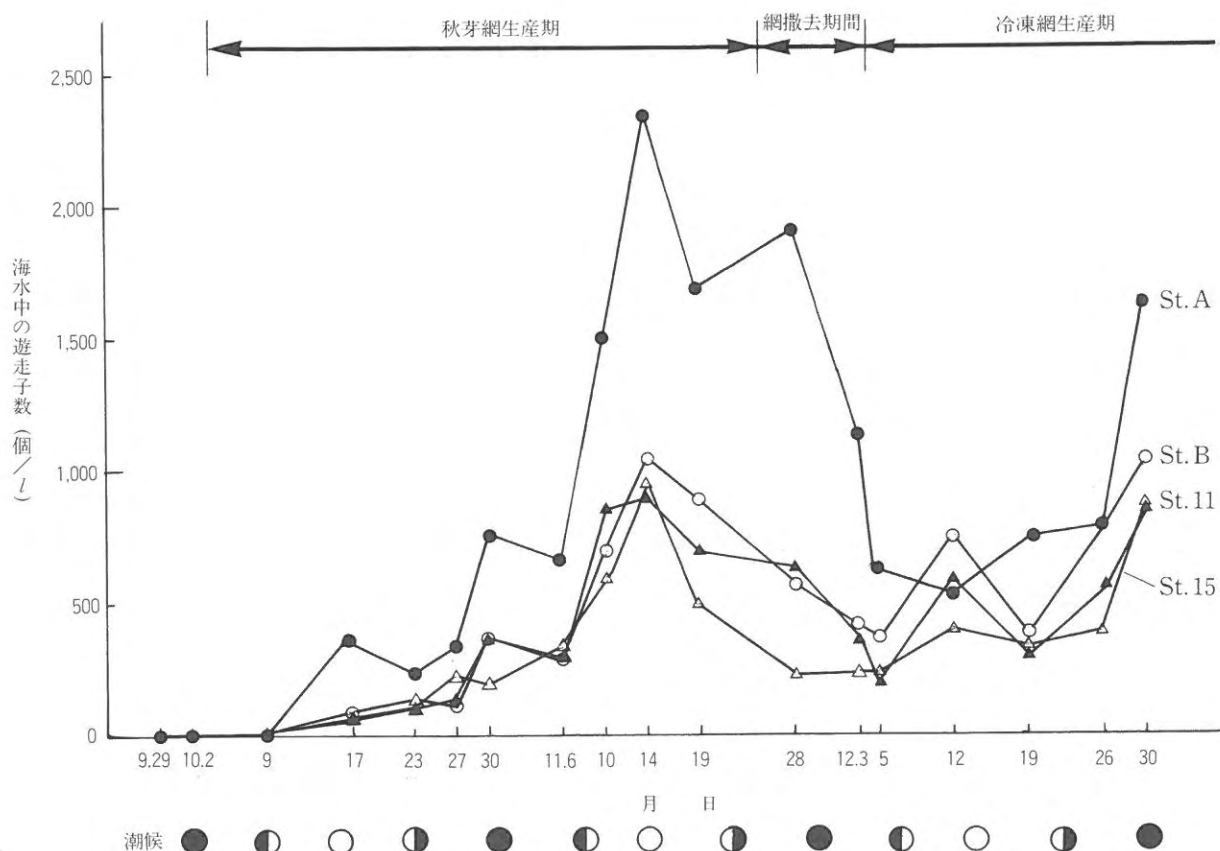


図3 あかぐされ菌遊走子数の推移

やすく、調査地点中最も比重の低い漁場である。比重は、20前後で推移し、河川水の流入が多いときには、15前後まで低下した。

St.Bは、調査地点中最も西に位置し、佐賀県漁場に最も近い漁場である。河口域からは遠いが河川水の影響域であるため比重は22前後で河川水の流入が多いときには16まで低下した。

St.11は、河川水の影響をある程度に受ける中間的な漁場である。比重は22～24前後で安定し、河川水の影響で16まで低下した。

St.15は、筑後川河口から最も遠く、河川水の影響を受け難く比重が22～25で安定し、河川水の影響があっても17であった。また、海水の交換の良い漁場である。

調査点別で遊走子数が高レベルで推移し、著しい増加も認められたのは、比重が低めで推移したSt.Aであった。一方比重が高めで安定し、海水交換の良いSt.15での遊走子数は比較的低レベルで推移した。遊走子数の増加および高レベルで推移する条件として比重が低めで推移したことがその要因ではないかと推察された。

病状と遊走子数の関係をみると海水中的遊走子数が最も少ない時に感染が見られたのは10月27日のSt.Bの115

個であった。また感染がみられなかった時の遊走子数が最も多いのは11月10日のSt.Aの1534個であった。感染状況が急激に悪化したのは、比重の低いSt.Aで、遊走子数の激増がみられた。また、秋芽網生産期、冷凍網生産期とも遊走子数が500個から1000個前後へ増加する時期に感染状況が悪化する傾向がみられた。

全点とも秋芽網生産期の11月14日と冷凍網生産期の12月30日にはほぼ同程度の遊走子数の増加がみられた。水温の降下した12月30日の感染状況は、11月14日とはほぼ同程度であり、水温の降下が感染程度を軽くするとはいえず、遊走子数の増加が感染に大きく関与していると考えられた。

比重と遊走子数との関係をみると秋芽網生産期にはSt.AとSt.11で比重の低下した調査日の直後の調査日に遊走子数の増加がみられた。冷凍網生産期では、比重が低下すると遊走子数の増加がみられた。このことから、秋芽網生産期、冷凍網生産期とも比重の低下が認められると遊走子数はその直後から数日後にかけて海水中的遊走子数を増大させる要因となることが示唆された。

また、本県漁場の西に位置する佐賀県の秋芽網一斉撤去は11月30日と本県より5日遅れたが、佐賀県に最も近

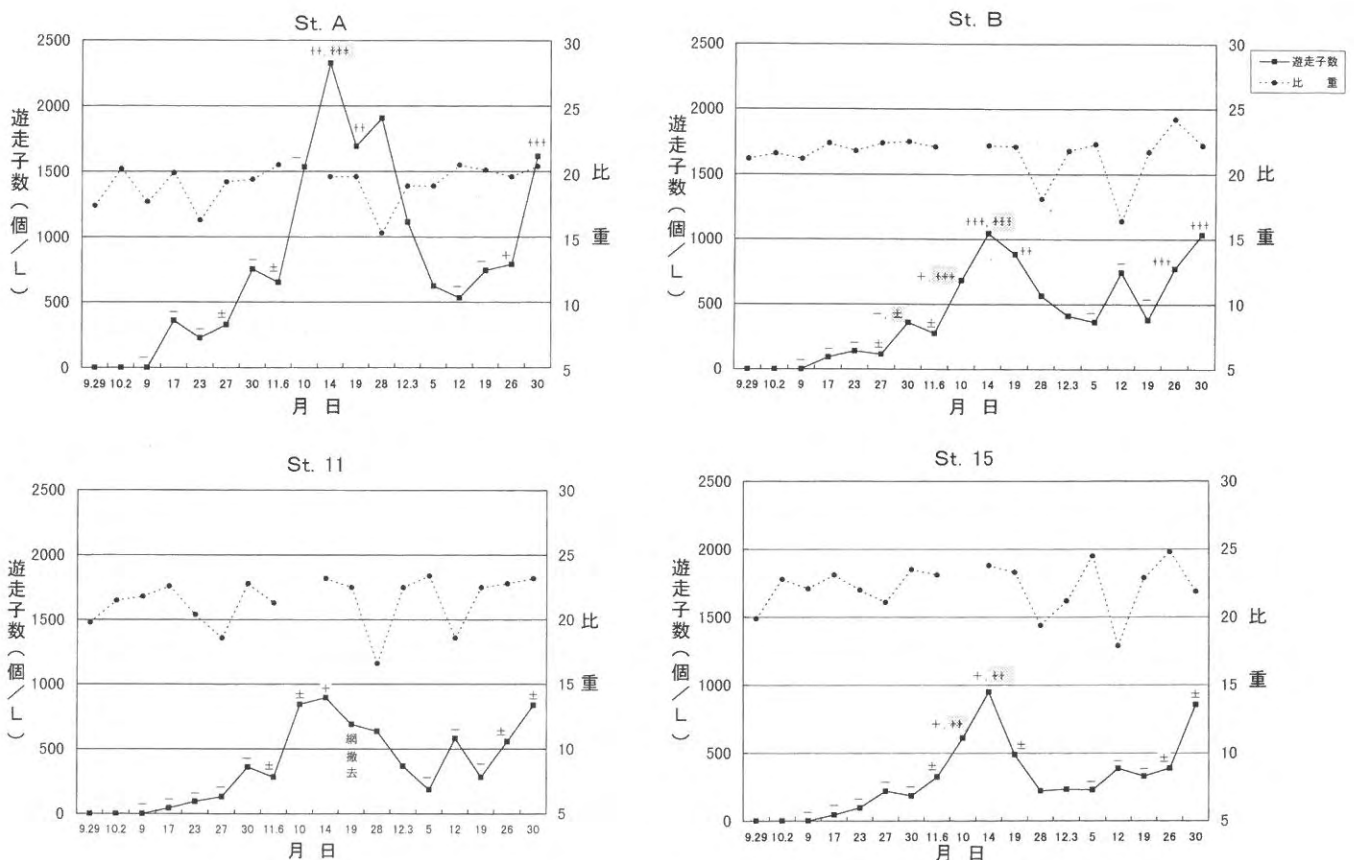


図4 調査点別あかぐされ菌遊走子数、昼間満潮時の比重、病状の推移

いSt.Bでは11月28日の調査ではあかぐされ菌遊走子数は減少しており、近辺にノリ網が張られていることの影響は比較的少ないのではないかと考えられた。

3. 漁場管理に関する検討

秋芽網生産の安定化を図るための方策を2ヶ年間の漁期中のあかぐされ病の動態と遊走子数の推移から検討を行った。また、漁期を有効に使うため、秋芽網の一斉撤去期間の検討を行った。

結果及び考察

1) 秋芽網生産の安定を図るための方策の検討

8年度報告でまとめたあかぐされ病による病害発生機序を図5に示した。

9年度秋芽網生産期は、図5に示した病害が軽度になる誘因条件に当てはまり、病害は比較的軽い状態で推移した。具体的には、気象では降雨がなく晴天の日が多かったこと、海況では寒波の到来による水温の降下がみられたこと等である。

8年度のような大被害をもたらした気象、海況のもとではその被害を最小限に食い止めるには、網を一旦冷凍入庫することが最適であると考えられたが、9年度では網の高吊りによる十分な干出と摘採後の活性処理を行ったことにより生産の続行が可能であったと考えられた。

あかぐされ病の被害を軽減する方策として、病害が軽度になる誘因条件のもとでは網の高吊りにより干出時間を多くとることと摘採後活性処理を行うこと、病害が重度になる誘因条件のもとでは、網を一旦冷凍入庫してその誘因条件が取り除かれ次第出庫することが考えられる。

また、採苗日を遅らせることにより、秋芽網生産が安

定するかの検討を行った。本県では採苗日を10月初旬の適期と定めている。冷凍網入庫開始時期は現在採苗日から約23日目である。採苗日を遅らせることで海況の安定、特に水温の降下が期待でき、秋芽網のあかぐされ病による被害を軽減する可能性が高まる。また、あかぐされ菌遊走子は葉体への感染前から存在しているものの、感染初認はノリ葉体の現存量の増大によるとの推察でありであれば、採苗日を遅く設定することで早期の感染が起こりにくいと考えられる。

冷凍網入庫の面から考えると遅い採苗は、特に問題はないと考えられるが、大幅に遅い（10月10日以降の）採苗は入庫時期がその分遅くなるため入庫網への壺状菌感染の可能性が高くなると考えられる。

このことから、水温降下が期待される遅い採苗は、秋芽網生産の安定を図るには有効ではないかと考えられる。ただし、採苗日は、壺状菌感染を防ぐためにも冷凍入庫の開始日が10月末日前後となる10月7日前後までが適当ではないかと考えられる。

2) 漁期の効率的運用方法の検討

—秋芽網の一斉撤去期間の検討—

過去5年間の秋芽網撤去期間を表2に示した。

秋芽網の一斉撤去日から冷凍網出庫まで平年約1週間の期間を設けている。冷凍網出庫時期に当たる12月初旬は水温も低めで安定し、ノリ生産に最も適した時期と考えられている。

冷凍網生産期は栄養塩の低下をもたらす珪藻プランクトンの増殖がいつ始まるか現在のところ予想ができないため、生産の不安定要因となっている。プランクトンの増殖は過去10年でみると早くても1月初旬遅くとも2月末である。このため、出庫日を早めに設定できれば冷凍網

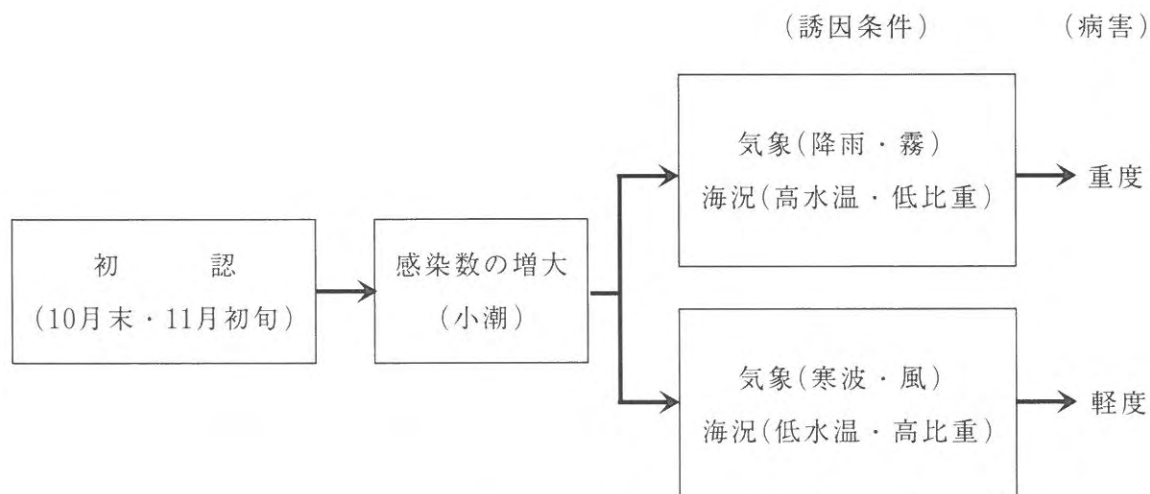


図5 あかぐされ病による病害発生機序

表2 過去5年間の秋芽網撤去期間

年度	網撤去期間(日間)	出庫日	秋芽作柄
5	7	12月7日	不作
6	6	12月7日	大豊作
7	6	12月2日	平年作
8	12	12月3日	大不作
9	8	12月4日	豊作

網撤去期間：秋芽網最終撤去日の翌日から冷凍網出庫日の
前日までの日数

生産期の期間を有効に活用できる。出庫日を決めるに当たり、潮回り、水温降下・比重の安定等が主要な条件と考えられている。海水中の遊走子数の推移結果を数年にわたり把握し、遊走子数の減少がみられた時点でその他の要因を総合的に判断し、現在よりも早い時期の出庫や8年度漁期にみられたような長期間の網撤去期間の短縮を行う可能性が考えられる。

本年度と昨年度の結果から秋芽網一斉撤去後海水中の遊走子数が500個を下回るレベルに減少した場合、早急な感染はみられなかったことから、この時期が冷凍網出庫の適期ではないかと推察された。

文 献

- 1) 半田亮司：ノリ病害データの指数化について，西海区ブロック藻類・貝類研究会報第6号，水産庁西海区水産研究所（1989）
- 2) H.Amano, K.Sakaguchi, M.Maegawa, and H.Noda: The use of monoclonal antibody for the detection of fungal parasite, *Pythium* sp., the causative organism of red rot disease, in seawater from *Porphyra* cultivation farms. *Fisheries Sci.*, 62, 556-560 (1996)

ノリ養殖の高度化に関する調査

岩渕 光伸・小谷 正幸・藤井 直幹・渕上 哲

平成9年度のノリ養殖は、集団管理体制が整って以来初めて、佐賀県漁場よりも採苗日を遅らせて始まった。育苗期は栄養塩の低下、冷凍入庫時には赤腐れの拡大が見られたが、秋芽生産はほぼ順調に推移した。

冷凍生産では、天候不順のため生長が悪く、赤腐れ、壺状菌とともに被害が見られた。特に壺状菌の拡大は速く、1月上旬には製品の品質低下が見られるようになった。3月に入ると珪藻プランクトンの増殖にともなう栄養塩量の減少によって色落ちが発生し、自主撤去が順次行われ、3月一杯で終漁した。

一方全国的な不作傾向のために相場は堅調となり、最終的な生産金額は188億円余りと平成5年度以来の高生産となった。

方法および資料

1. 気象・海況調査

図1に示した19点について、9月から翌年3月まで週2回昼間満潮時に調査した。調査項目は、水温、比重、無機三態窒素量（栄養塩量）、およびプランクトン沈殿量である。無機三態窒素量は既報¹⁾の方法により測定した。プランクトン沈殿量は図1の奇数点およびB点の9定点について既報²⁾の方法により測定した。

気象資料は農水省九州農試（筑後市羽犬塚）資料を用いた。

2. ノリ生長・病害調査

図1に示した19定点について、海況調査に合わせてノリを採集し、葉長、芽付き、色調および病害程度について観察した。病状評価については既報³⁾の方法に従った。

3. ノリ生産統計

柳川大川、大和高田および大牟田共販漁連の共販結果を用いた。

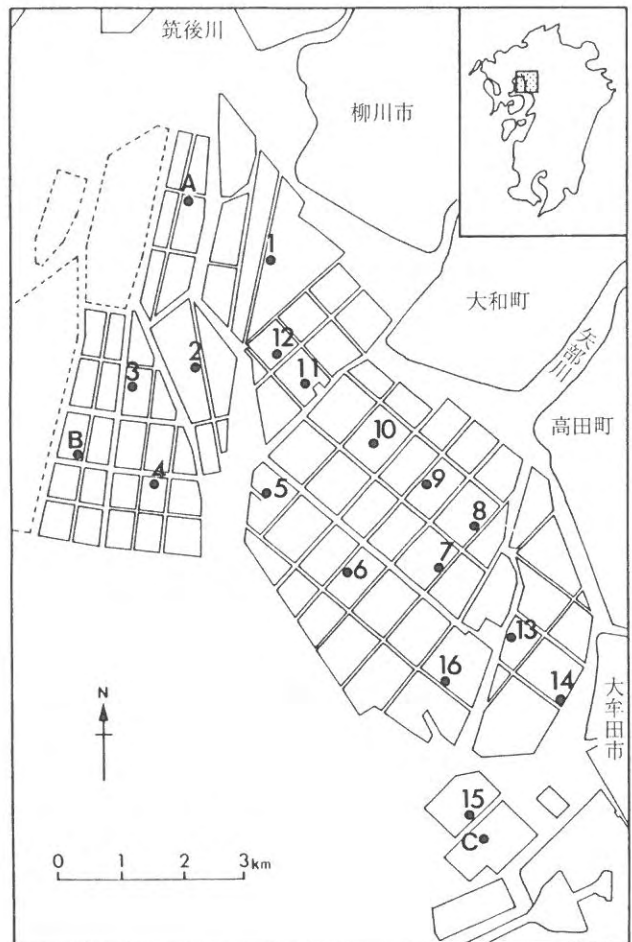


図1 ノリ養殖漁場と調査定点

結果および考察

1. 気象・海況調査

1) 漁期前

気温：月平均気温は、8月が27.5℃とほぼ平年並みだったのに対し、7月26.2℃、9月22.8℃と平年を下回った。

日照時間：7月は平年よりやや少なかったが、8月9月は平年よりも多くなった。

降水量：7月から9月までの合計は1220mmと平年を約500mm上回った。

水温：月平均水温は、7月25.7℃、8月27.3℃、9月25.2℃といずれの月も平年をやや下回った。

比重：月平均比重は、7月16.0、8月20.4と平年より低めとなったが、9月は22.8と平年並みであった。

栄養塩量：大潮時の調査では、7月は平均 $31.6\mu\text{g at/l}$ と非常に高く、8月も $13.8\mu\text{g at/l}$ と平年を上回ったが、9月は $11.0\mu\text{g at/l}$ とほぼ平年並みとなった。

2) 秋芽生産

水温、比重、栄養塩量、プランクトン沈殿量の推移を図2と図3に示した。

水温：10月4日は 23°C 台で平年並み、その後は10月中旬まで平年並みで推移した。10月下旬から11月上旬にかけては平年より 1°C 以上高めで推移した。11月中旬から下旬にかけては平年並みで推移した。

比重：採苗当日は24.4とやや高めであった。その後は、10月24日から28日にかけて23前後と平年並みだったのを除いて、平年並みよりやや高めの23台後半から24台前半で推移した。

栄養塩量：10月2日には $12.9\mu\text{g at/l}$ とやや少なめであった。採苗後は徐々に減少し、10月19日には $7.4\mu\text{g at/l}$ まで低下した。その後はプランクトンの減少に伴い増加した。

プランクトン：採苗前から珪藻プランクトン (*Chaetoceros* spp.) は確認されていたが、10月11日より増殖が始まり、19日には平均 $6.5\text{ml}/100\text{L}$ とピークになった。その後は減少した。

3) 冷凍生産

水温：冷凍出庫日の12月4日は 15°C 台と平年より約 1°C 高めであった。12月9日には寒波の到来で平年並みに低下したが、その後は暖冬の影響で1月中旬まで平年を約 2°C 以上上回って推移した。1月下旬は一時的に平年並みで経過したが、2月上旬には平年より高めとなり、その後は3月の終漁まで平年を約 2°C 上回る高水温で経過した。

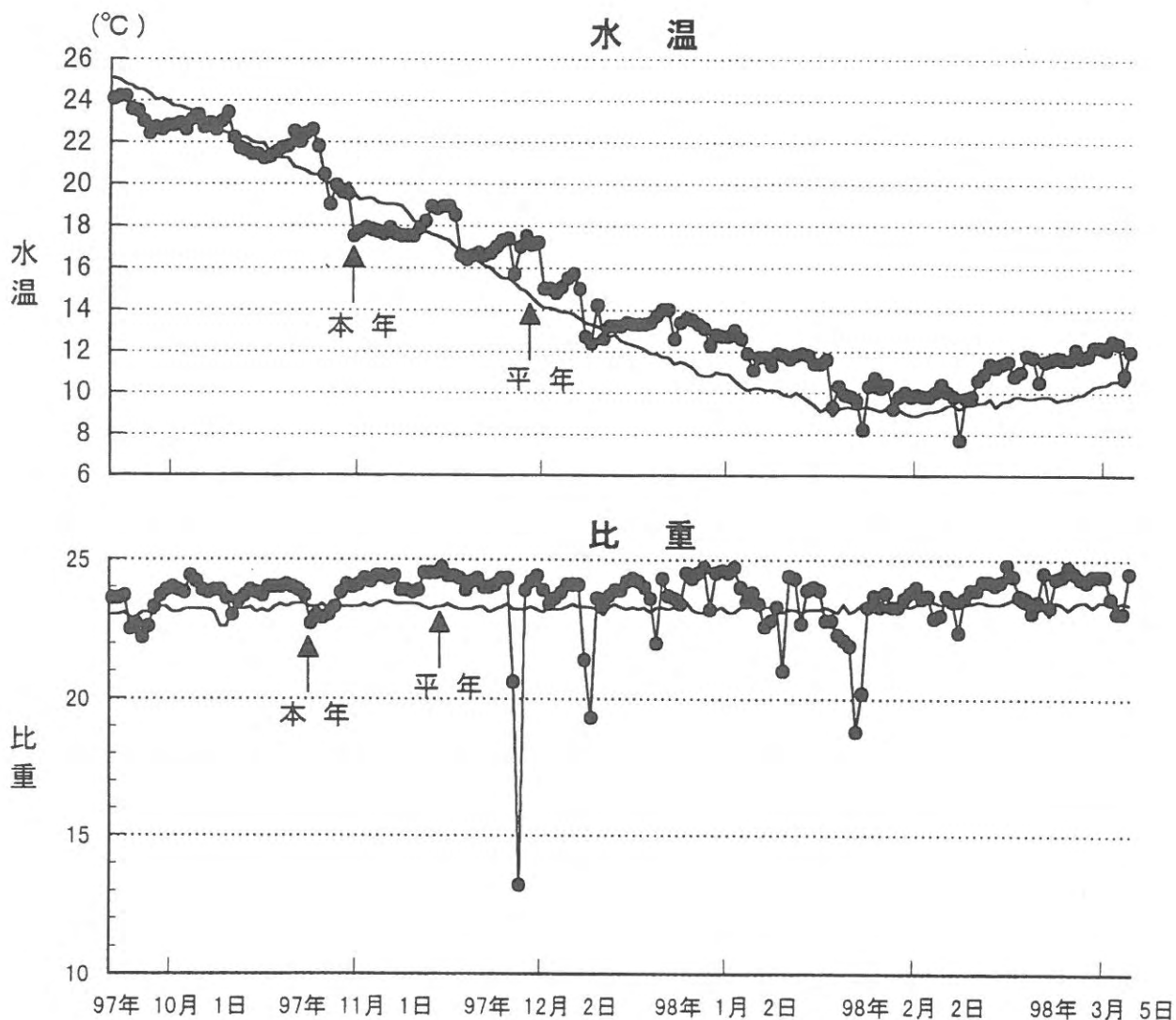


図2 平成9年度ノリ漁期における水温と比重の推移（大牟田昼間満潮時）

比重：一斉撤去期間中の11月下旬は大雨による比重の低下が見られたが、冷凍網出庫の12月4日は23台と平常並みであった。冷凍網生産中は降雨量が多く、小潮時には平常を大きく下回ったが、概ね平常並みで推移した。

栄養塩量：冷凍網出庫から2月末までは $20\mu\text{g at/l}$ 以上の高水準で推移した。3月に入ると減少し、11日には $3.1\mu\text{g at/l}$ となった。

プランクトン：12月上旬から2月下旬にかけて増殖は見られなかったが、2月27日に珪藻プランクトン(*Chaetoceros* spp.)が確認され、次第に増殖して3月5日には色落ちが始まった。

2. 養殖経過

1) 秋芽生産

採苗は10月4日(午前6時出港)から開始された。ラッカサンの撤収は翌5日から始まり、6日から7日に集中し、8日にはほぼ完了した。網洗いは8日から始まった。網数を半分とする大割展開は11日、3枚とする本展開は18日から開始され、20日には本格的となった。冷凍入庫は26日から一部で開始され、28日から本格化、31日にはほぼ完了した。摘採は早い人で11月2日から開始されたが、全般的には4日より始まった。2回目の摘採は8日から始まり、秋芽生産は概ね3～4回摘採して終漁した。

2) 冷凍生産

冷凍網の出庫は12月4日午前7時から開始され、5日にはほぼ完了した。摘採は早い人で11日から始まったが、生長が悪い場合全域的に開始されたのは16日からとこの数年来で最も遅れた。12月中に2～3回の摘採が行われ

た。

壺状菌による品質低下のため、1月中旬より網の自主的な張り替えが順次行われた。冷凍網の摘採は概ね8～10回行われ、替え網の摘採は2～4回行われた。

3月上旬から色落ちが認められるようになり、生産見込みのない網から自主撤去が行われ、3月31日までに網の撤去は完了した。

3. ノリの生長, 病害

1) 秋芽生産

採苗時の芽付きは、網糸1cmあたり20個以下の網が3日目でも45%見られ、平成7、8年に比べてやや遅れ気味となったが、最終的にはややあつめ程度と判断された。二次芽は10月11日から確認され、着生量は次第に増加したが、例年より少なめであった。

最大葉長の平均は20日令で平均28mm、最大46mmと平常並みであった。また冷凍入庫が採苗後23日令で開始されたことから、生長は順調であった。

アオノリは10月13日に初認され、多くの地点で肉眼視されたが着生量は少なかった。採苗直後からボドフィリアが例年になく多数付着し、二次芽着生量が少なかった一因となった。付着珪藻は全体的に少なかった。

赤腐れは10月27日に大牟田地先を除く漁場で初認されたが、大潮と寒波の影響で病勢は一旦弱まった。その後11月6日には全調査点で確認され、小潮であることから病勢拡大の兆しも見られたが、手際の良い摘採と強風により被害化は免れた。しかし、13日からの降雨により病勢は次第に拡大し、17日には柳川地先を中心に生産不能

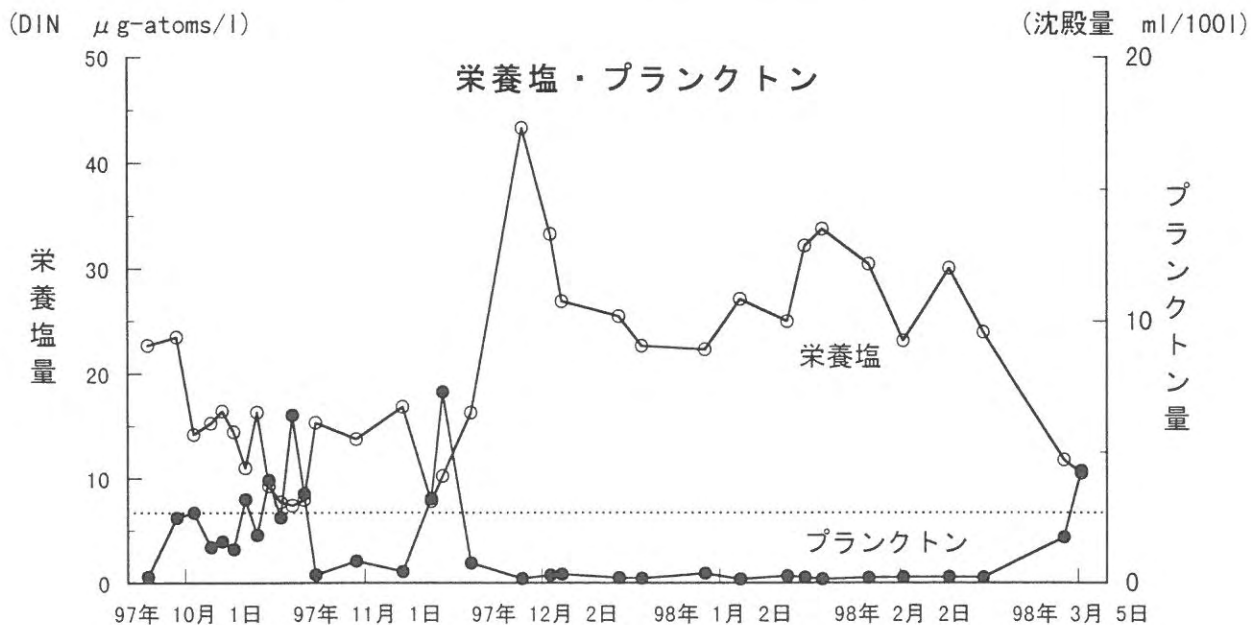


図3 平成9年度ノリ漁期における栄養塩濃度とプランクトン量の推移

の網も見られようになった。

壺状菌は11月6日にせいどまり、たかつで初認された。その後の感染速度は速く、12日には19調査点中18地点で確認され、翌13日には肉眼視された。

2) 冷凍生産

冷凍のもどりは極めて良好であった。しかし、出庫後は曇天降雨の日が多く、生長は平年より大幅に遅れた。この傾向は天候が回復した2月中旬まで続いた。

壺状菌は12月9日に19調査点中4地点で確認された後、平年より早い蔓延速度で広がり、12月19日には一部で肉眼視された。24日にはほぼ全域で肉眼視されるようになり、1月上旬には一部の製品で品質低下が見られるようになった。壺状菌の被害は大和高田地先で早く現れ、1月中旬には生産不能の網も見られるようになり、網の張り替えも順次行われた。比較的感染速度が緩慢であった柳川大川地先においても、2月中旬には生産不能の網が多く見られるようになり、網の張り替えが進んだ。

赤腐れは12月15日に軽微に認められた後、降雨と高水

温のため12月24日には大量感染の網が一部認められ、年末にかけて被害が発生した。1月に入っても降雨日が多いために大潮時でも感染は消失せず、管理不足の網では葉体の流失が見られた。特に2月20日の小潮時には降雨も重なって大きな被害となった。

1月中旬から順次張り替えられた網は、色調はやや赤めであったが比較的品質の高い製品が生産された。しかし2回の摘採後には壺状菌が肉眼視されるようになった。

4. 共 販

結果を表1に示した。

1) 秋芽生産

総共販枚数は3.4億枚（昨年比297%、過去5年平均比117%）となり、平成6年度以来の豊作となった。品質は摘採前の強風によるヒアカの影響のため赤めだがさついたものが多くなった。平均単価は15.82円（昨年比+3.1円、過去5年平均比+2.5円）と堅調であった。このため総金額は53.7億円（昨年比370%、過去5年平均

表1 平成8年度 ノリ共販実績

	第1回	第2回	第3回	第4回	第5回	第6回	第7回	第8回	第9回
柳 川 大 川	11.18	12.3	12.23	1.9	1.25	2.11	2.25	3.11	3.25
大 和 大 牟 田	11.19	12.4	12.24	1.10	1.26	2.12	2.26	3.12	3.26
柳 枚 数	108,296,100	28,924,000	55,772,700	107,653,500	79,914,600	87,135,400	77,732,500	48,494,000	20,027,700
単 価	15.37	10.25	24.82	13.18	11.45	10.24	8.41	6.99	5.96
金 額	1,664,328,315	398,890,163	1,384,223,537	1,418,536,057	914,622,619	892,313,598	654,041,990	338,845,093	119,386,987
大 累	108,296,100	147,220,100	202,992,800	310,646,300	390,560,900	477,696,300	555,428,800	603,922,800	623,950,500
川 計	15.37	14.01	16.98	15.66	14.80	13.97	13.19	12.69	12.48
	1,664,328,315	2,063,218,478	3,447,442,015	4,865,978,072	5,780,600,691	6,672,914,289	7,326,956,279	7,665,801,372	7,785,188,359
大 枚 数	131,070,600	32,286,500	85,750,300	137,526,600	96,050,300	98,169,200	81,889,300	52,081,000	4,789,700
和 単 価	18.47	11.48	22.75	12.67	11.48	9.01	7.68	6.33	5.21
金 額	2,420,976,064	370,498,314	1,950,936,063	1,742,399,958	1,103,136,009	884,435,183	629,078,245	329,469,230	24,968,645
高 累	131,070,600	163,357,100	249,107,400	386,634,000	482,684,300	580,853,500	662,742,800	714,823,800	719,613,500
田 計	18.47	17.09	19.04	16.77	15.72	14.59	13.73	13.19	13.14
	2,420,976,064	2,791,474,378	4,742,410,441	6,484,810,399	7,587,946,408	8,472,381,591	9,101,459,836	9,430,929,066	9,455,897,711
大 枚 数	21,391,600	7,753,500	11,105,500	19,317,200	15,755,100	14,324,900	14,928,400	9,643,000	1,185,200
牟 単 価	19.73	12.65	25.87	14.13	12.07	10.49	8.83	7.21	5.41
田 金 額	422,050,530	98,082,778	287,248,969	272,927,295	190,204,154	150,312,598	131,770,478	69,550,592	6,407,651
累	21,391,600	29,145,100	40,250,600	59,567,800	75,322,900	89,647,800	104,576,200	114,219,200	115,404,400
田 計	19.73	17.85	20.06	18.14	16.87	15.85	14.85	14.20	14.11
	422,050,530	520,133,308	807,382,277	1,080,309,572	1,270,513,726	1,420,826,324	1,552,596,802	1,622,147,394	1,628,555,045
海 枚 数	260,758,300	78,964,000	152,628,500	264,497,300	191,720,000	199,629,500	174,550,200	110,218,000	26,002,600
区 単 価	17.29	10.99	23.73	12.98	11.52	9.65	8.11	6.69	5.80
金 額	4,507,354,909	867,471,255	3,622,408,569	3,433,863,310	2,207,962,782	1,927,061,379	1,414,890,713	737,864,915	150,763,283
合 累	260,758,300	339,722,300	492,350,800	756,848,100	948,568,100	1,148,197,600	1,322,747,800	1,432,965,800	1,458,968,400
計 計	17.29	15.82	18.27	16.42	15.43	14.43	13.59	13.06	12.93
	4,507,354,909	5,374,826,164	8,997,234,733	12,431,098,043	14,639,060,825	16,566,122,204	17,981,012,917	18,718,877,832	18,869,641,115
前 累	94,223,700	114,373,400	328,361,500	616,273,700	832,494,700	1,045,787,300	1,147,886,200	1,269,691,700	1,275,702,200
年 単 価	13.54	12.69	20.59	17.50	16.04	14.79	14.14	13.54	13.49
度 計	1,275,412,559	1,451,050,346	6,761,753,255	10,785,589,823	13,351,632,561	15,463,513,299	16,235,080,582	17,187,531,893	17,211,406,168

比140%)となり、平成6年度以来の高水準となった。

2) 冷凍生産

冷凍生産の総共販枚数は11.2億枚(昨年比96%, 過去5年平均比96%)とほぼ平年並みとなり、平均単価も12.06円(昨年比-1.5円, 過去5年平均比+0.4円)とほぼ平年並みとなったことから、総金額は135億円(昨年比85%, 過去5年平均比99%)と昨年を下回ったものの、ほぼ平年並みとなった。

3) 平成8年度総生産

総共販枚数は14.6億枚(昨年比115%, 過去5年平均比100%)と平年並みであった。平均単価は12.93円(昨年比-0.6円, 過去5年平均比+0.9円)とやや高めであったことから、総共販金額は188.7億円(昨年比110%, 過

去5年平均比108%)と平成5年度以来4年ぶりに180億円を上回り、史上第5位の高水準となった。

文 献

- 1) 半田亮司ら:ノリ養殖高度化に関する調査,福岡県水産海洋技術センター事業報告,165-169(平成5年度)
- 2) 半田亮司:有明海湾奥における植物プランクトンの季節的消長,福岡県有明水試研究業務報告,93-97(1986)
- 3) 半田亮司:ノリ病害データの指数化について,西海区ブロック藻類・介類研究会報第6号,水産庁西海区水産研究所(1989)

新漁業管理制度推進情報提供事業

— 浅海定線調査 —

尾田 成幸・小谷 正幸・山本 千裕・恵崎 撰

I 有明海湾奥部の海況と水中栄養成分の消長

この調査は、有明海福岡県地先の海況を把握することによって漁場保全及び漁業生産の安定を図り、また、海況の長中期変動を把握し漁業生産の向上を図るための基礎資料を得ることを目的とする。

ここに、平成9年度調査結果を報告する。

方 法

調査は、毎月1回原則として朔の大潮時（旧暦の1日）の昼間満潮時に実施した。観測地点は図1に示す10地点で、観測層は表層と底層の2層で、沖合域の3地点（ L_5 、 L_7 、 L_9 ）では、表層、5 m層、底層の3層である。

観測項目は一般気象および一般海象である。分析項目は、塩分、化学的酸素要求量（COD）、溶存酸素（DO）、亜硝酸態窒素（ $\text{NO}_2\text{-N}$ ）、硝酸態窒素（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）、アンモニア態窒素（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ）、珪酸塩（ $\text{SiO}_2\text{-Si}$ ）、磷酸塩（ $\text{PO}_4\text{-P}$ ）の8項目である。珪酸塩、磷酸塩、

亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、アンモニア態窒素および塩分は海洋観測指針¹⁾の方法、CODおよびDOは新編水質汚濁調査指針²⁾の方法に従った。

調査結果

全点全層平均値と平年値（昭和57年度から平成8年度までの15年間の平均値とする）の変動を図2、表層と底層の全点平均値の変動を図3、地点別水温、塩分、栄養塩類の変動を図4-1～図4-10、九州農業試験場が観測した筑后市羽犬塚の気温および降水量の旬変動を図5に示した。

水 温

気温の影響を受け夏季に高く冬季に低い傾向で推移した。全点平均値は、平年値と比べると5月に高め、6月にやや低め、9月に高め、10月にやや高め、12、2月に著しく高め、3月に高めであった。

最高値は9月に S_1 の表層で30.0℃、最低値は1月に S_1 の表層で8.9℃であった。

塩 分

本年度は5、6、2月を除くと平年値と比べて低め基調で推移した。全点平均値は、平年値と比べると5月にやや高め、7～9月にやや低め、1月に低めであった。

最高値は2月に L_9 の底層で32.01、最低値は7月に S_1 の表層で0.70であった。

透明度

全点平均値は、平年値と比べると7月に著しく低め、8、9月にやや高め、12、1月にやや低めであった。

最高値は4、3、8月に L_7 で4.0m、最低値は7月に S_1 で0.1mであった。

D O

夏季に低く、冬季に高い傾向で推移した。全点平均値は、平年値と比べると4月に著しく高め、8月にやや高め、12月に著しく低め、1、3月にやや低めであった。

最高値は2月に S_6 の表層で10.4mg/l、最低値は8月に L_9 の底層で4.3mg/lであった。

COD

全点平均値は、平年値と比べると4月にやや低め、7

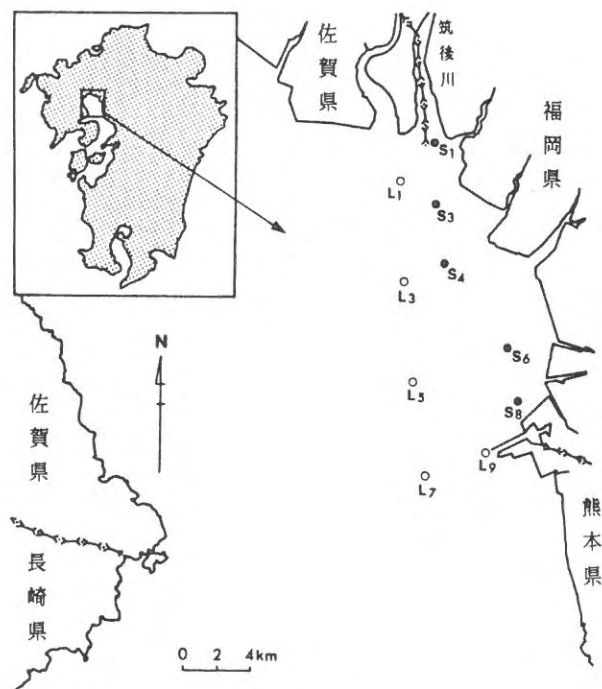


図1 調査地点図

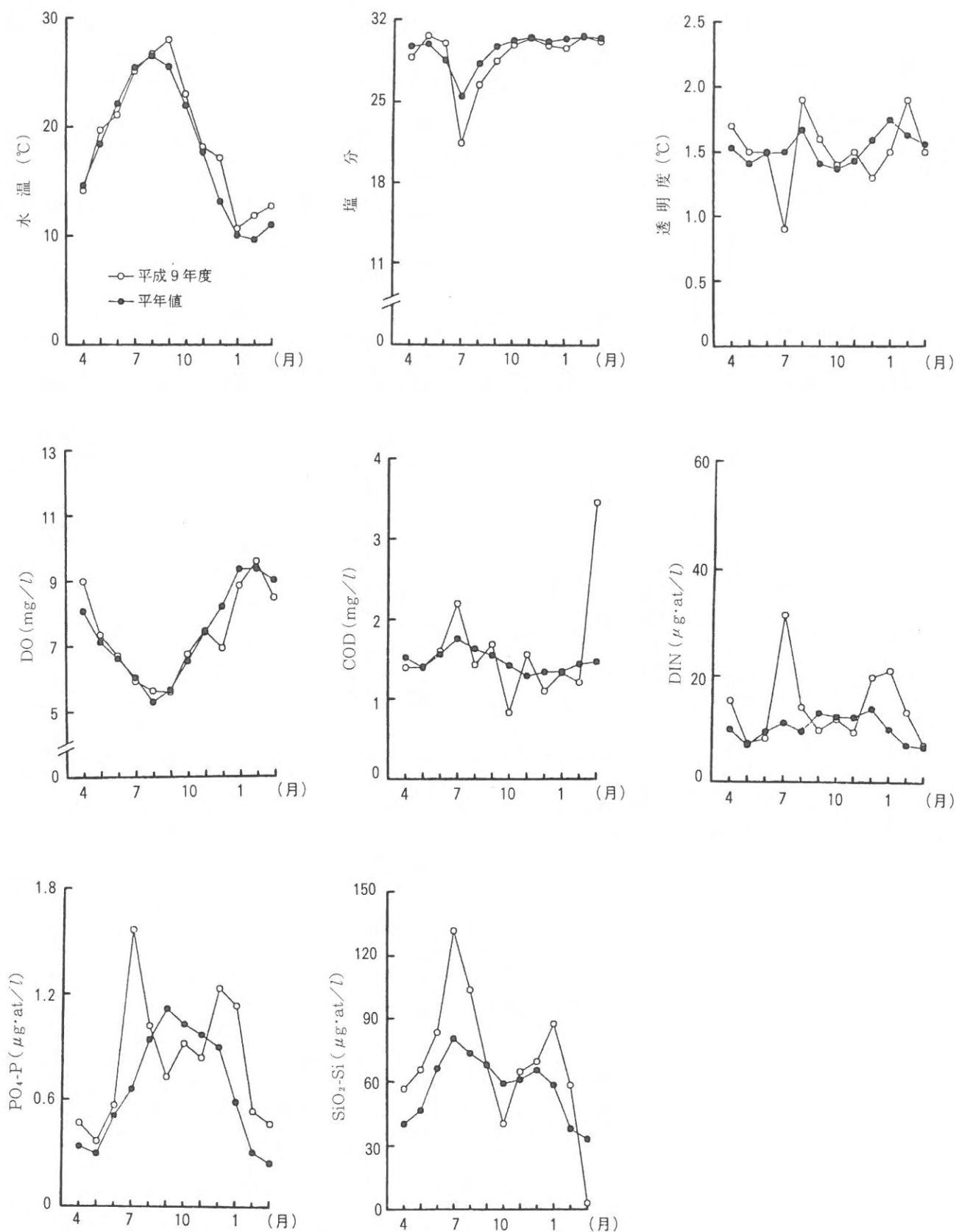


図2 平成9年度全点平均と平年値の変動
(平年値は昭和57年度から平成8年度までの15年間の平均値とした。)

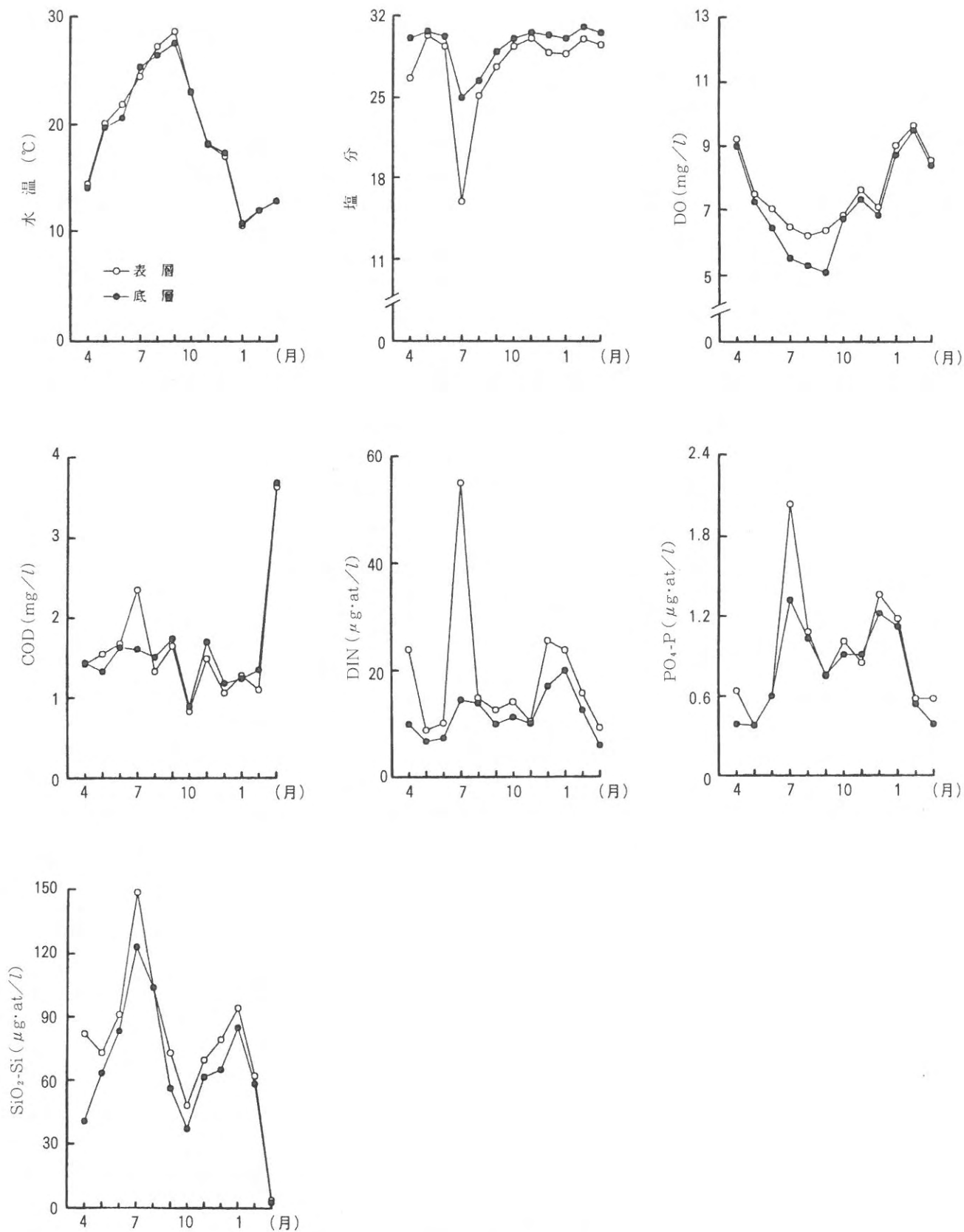


図3 平成9年度 表層および底層の海況変動

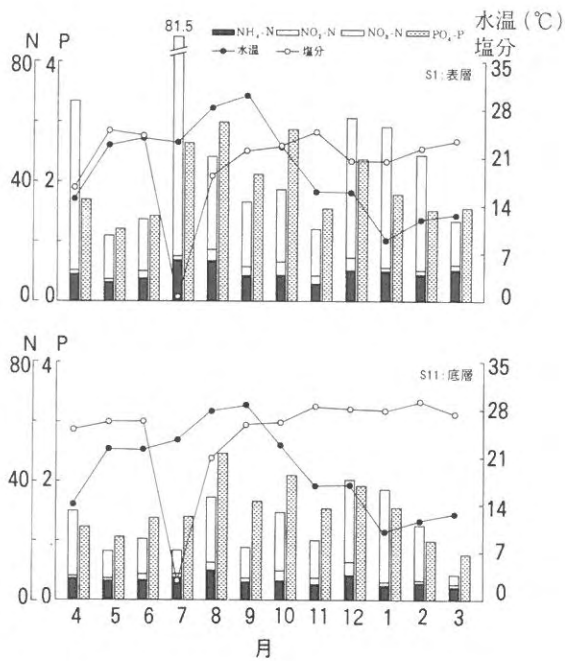


図4-1 地点別栄養塩等水質変動(S1)
(N, P単位: $\mu\text{g} \cdot \text{at}/\text{l}$)

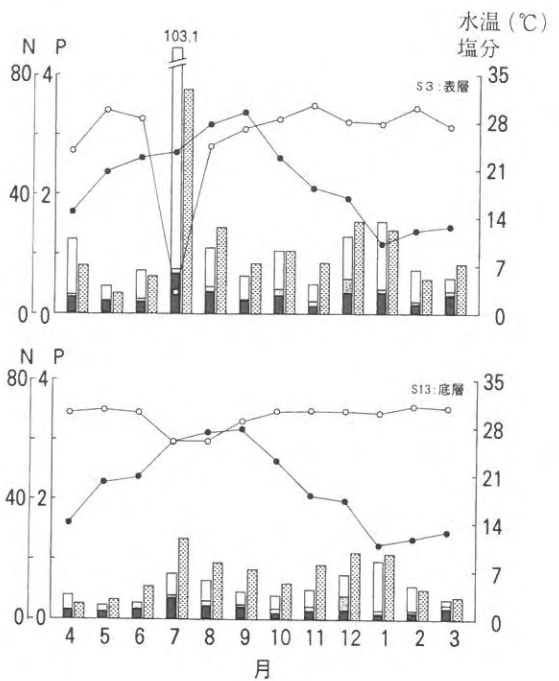


図4-2 地点別栄養塩等水質変動(S3)
(N, P単位: $\mu\text{g} \cdot \text{at}/\text{l}$)

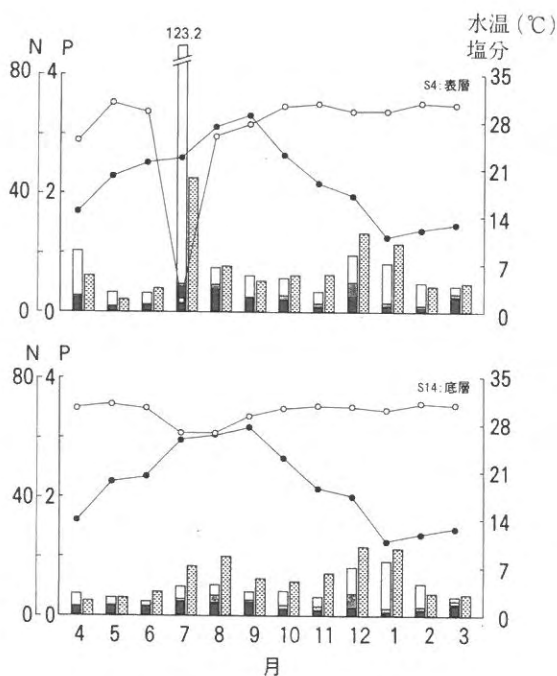


図4-3 地点別栄養塩等水質変動(S4)
(N, P単位: $\mu\text{g} \cdot \text{at}/\text{l}$)

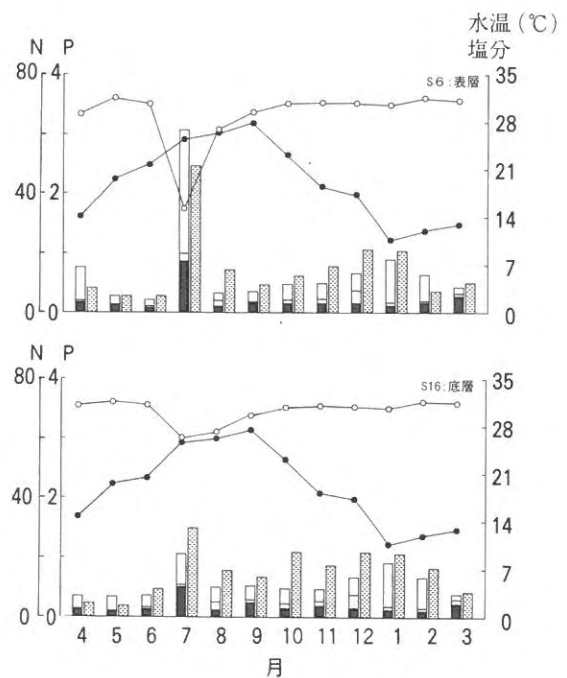


図4-4 地点別栄養塩等水質変動(S6)
(N, P単位: $\mu\text{g} \cdot \text{at}/\text{l}$)

月にやや高め, 8月にやや低め, 10月に著しく低め, 11
やや高め, 12月にやや低め, 3月に著しく高めであった。

最高値は3月にS₁の底層で6.23mg/l, 最低値は8月
にL₉の底層で0.44mg/lであった。

DIN

全点平均値は, 平年値と比べると7月に著しく高め,
9, 11月にやや低め, 12月にやや高め, 1月に著しく高
め, 2月にやや高めであった。

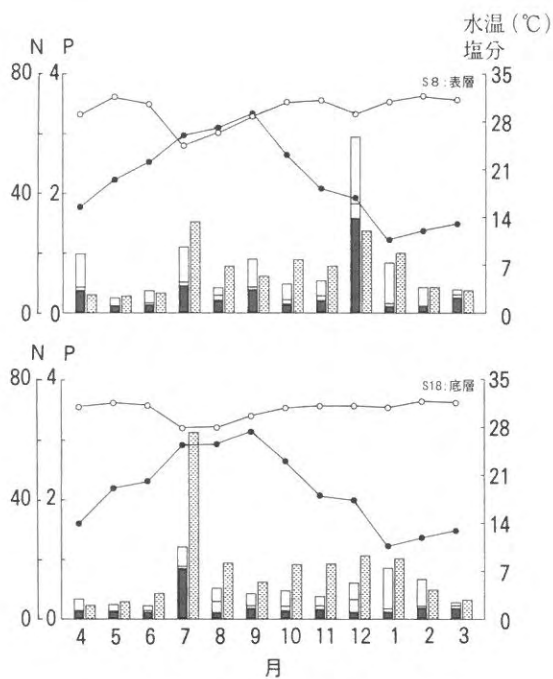


図4-5 地点別栄養塩等水質変動(S8)
(N, P単位: $\mu\text{g} \cdot \text{at/l}$)

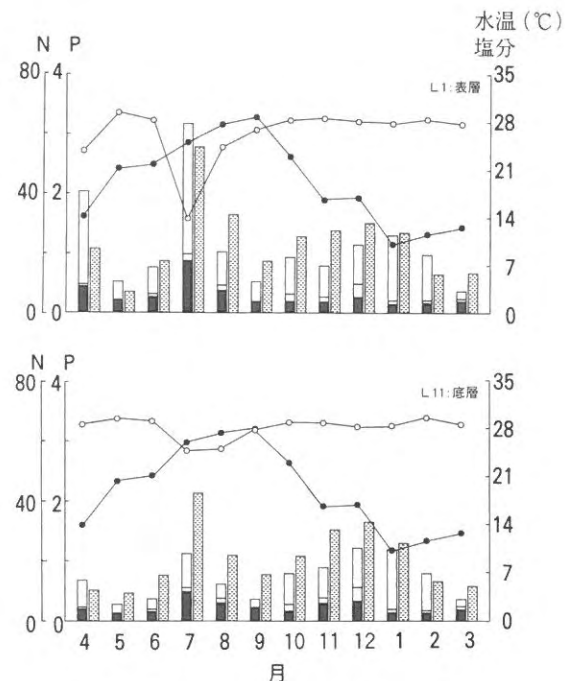


図4-6 地点別栄養塩等水質変動(L1)
(N, P単位: $\mu\text{g} \cdot \text{at/l}$)

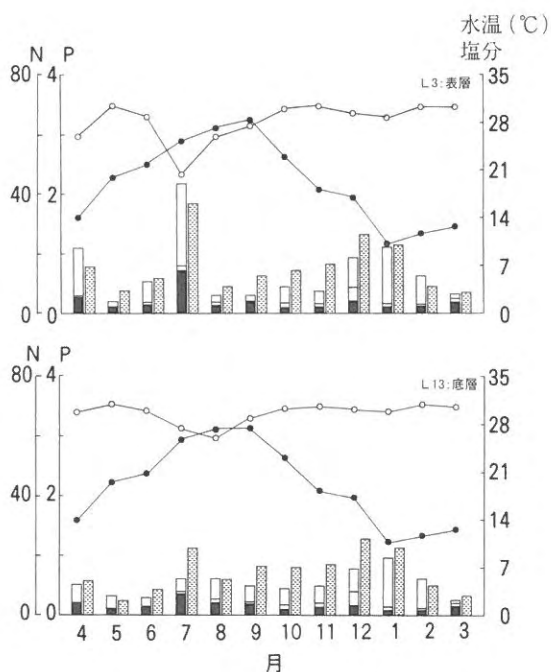


図4-7 地点別栄養塩等水質変動(L3)
(N, P単位: $\mu\text{g} \cdot \text{at/l}$)

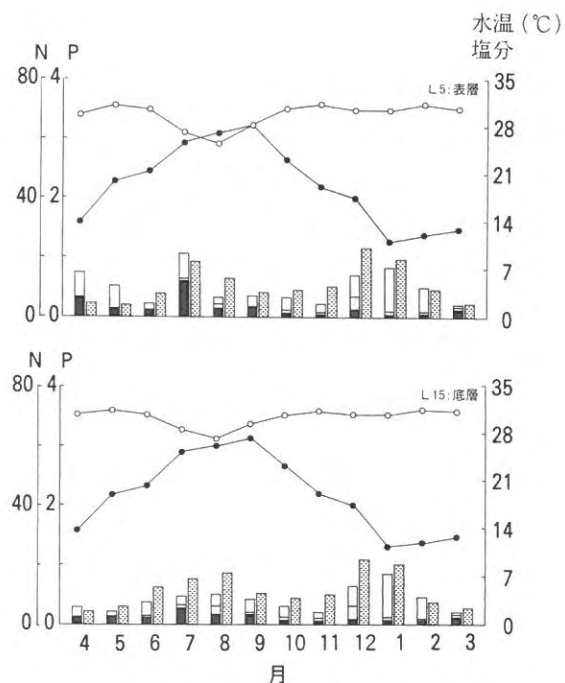


図4-8 地点別栄養塩等水質変動(L5)
(N, P単位: $\mu\text{g} \cdot \text{at/l}$)

最高値は7月にS₄の表層で123.2 $\mu\text{g} \cdot \text{at/l}$, 最低値は11月にL₅の5 m層で3.17 $\mu\text{g} \cdot \text{at/l}$ であった。

PO₄-P

全点平均値は, 平年値と比べると, 5月にやや高め, 7月に著しく高め, 9月に低め, 12月にやや高め, 1月に著しく高め, 2, 3月にやや高めであった。

最高値は7月にS₈の底層で3.12 $\mu\text{g} \cdot \text{at/l}$, 最低値は4月にL₇の5 m層で0.17 $\mu\text{g} \cdot \text{at/l}$ であった。

SiO₂-Si

全点平均値は, 平年値と比べると, 4月にやや高め, 5月に高め, 6月にやや高め, 7月に著しく高め, 8月に高め, 10月に低め, 1, 2月に高め, 3月に低めで

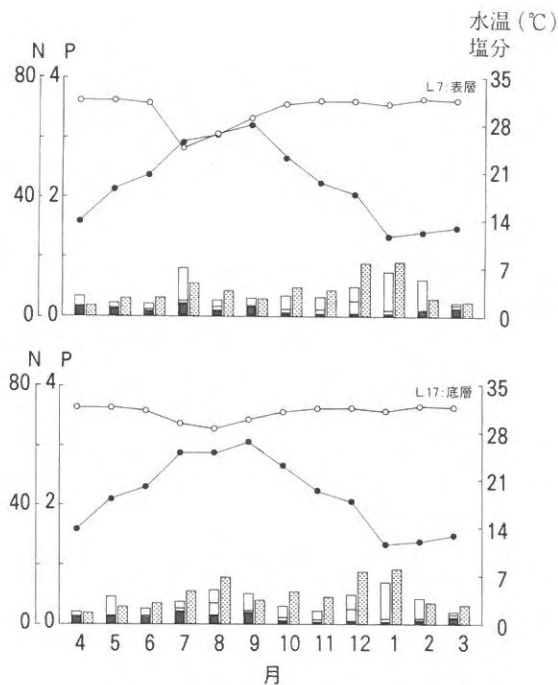


図4-9 地点別栄養塩等水質変動(L7)
(N, P単位: $\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$)

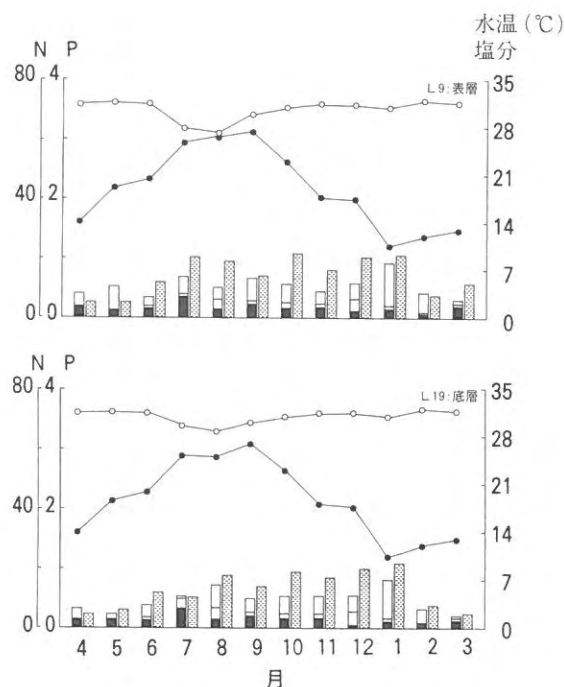


図4-10 地点別栄養塩等水質変動(L9)
(N, P単位: $\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$)

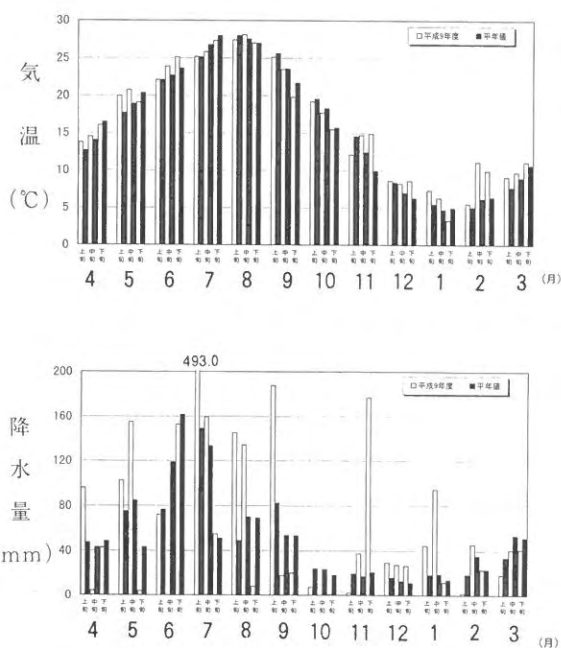


図5 平成9年度、気温(上図)、降水量(下図)
(平年値は昭和57年～8年度までの15年間の平均値とした)

あった。

最高値は4月にS₁の表層で213.0 $\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ 、最低値は3月にL₇の表層で1.6 $\mu\text{g}\cdot\text{at/l}$ であった。

気 温

羽犬塚の気温は、平年値と比べると4月から6月にかけては高め、7月から9月の中旬にかけてはやや低めもしくは平年並み、9月下旬から11月上旬にかけては低め、11月中旬から3月にかけては高めで推移した。

平年値との差をみると、5月上、中旬にそれぞれ2.3, 1.9℃高め、9月下旬に1.9℃低め、11月上旬に2.5℃低め、11月中、下旬にそれぞれ2.0, 4.9℃高め、12月下旬に2.2℃高め、2月の中、下旬にそれぞれ4.8, 3.7℃高めを記録した。冬季に著しく高めであった。

降 水 量

羽犬塚の降水量は、平年値と比べると4月上旬と5月上、中旬、7月上旬、8月上、中旬、9月上旬に多めで、その後は11月上旬まで少なめで推移し、11月から2月にかけては多い傾向であった。

年間総降水量は、2,414mmと平成5年度の年間総降水量2,461mmに匹敵し、平年値1,839mmよりも575mm多かった。本年度はエルニーニョ現象の影響もあり、多雨の年であった。

II 有明海湾奥における植物プランクトンの季節的消長

有明海湾奥におけるプランクトンの季節的消長は、一般に春季に少なく、冬季から春季にかけて珪藻の大規模なブルームの形成がみられることが多い。

この珪藻ブルームが形成・維持された場合、海水の栄養塩濃度は急激に減少するため、ノリ生産は大きな被害を受ける。

ここでは、漁場環境の生物要素を把握するために、プランクトン量および種組成について調査したので報告する。

方 法

プランクトン量

調査は毎月1回、朔大昼間満潮時に、図1に示した18定点について行った。プランクトンは、xx13（孔径100 μ m）のネットを使用して水面から1.5層を鉛直にひいて採集した。

試料は現場で10%ホルマリンで固定して実験室で沈殿管に移し、24時間後の沈殿量を測定した。

種組成

調査点S₄を代表として、沈殿物の上澄みを捨て、20mlに定容後、0.1mlの種組成を調べた。

結 果

プランクトン量

プランクトン量は、8月～10月を除いて平年より少ない状態で推移した。

8月は、平均3.22ml/100lと平年よりも多く、地理

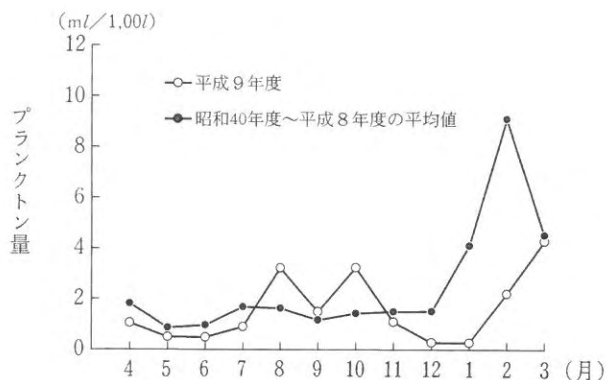


図6 プランクトン沈殿量の推移

的には岸側の方がやや多い傾向がみられた。

9月は、平均1.49ml/100lと平年よりもやや多かった。

10月は、平均3.24ml/100lと平年よりも多く、地理的には沖側でやや多い傾向がみられた。

特徴として、1月、2月のプランクトン量が平年より少なかったため海水中の栄養塩の減少がみられず、ノリ養殖が3月まで行われたことが挙げられる。

種組成

Coscinodiscus spp.は周年みられた。

Nitzschia spp.は、8月と3月の優占種であった。

文 献

- 1) 気象庁：海洋観測指針。第5版，日本海洋学会，東京，1985，pp. 149-187.
- 2) 日本水産資源保護協会：水質汚濁調査指針。第1版，恒星社厚生閣，東京，1980，pp. 154-162.

付表1 プランクトン沈殿量 (ml/100l)

		調 査 定 点												
年・月		S 1	S 3	S 4	S 6	S 8	S	L 1	L 3	L 5	L 7	L 9	L	S L
1997	4	0.50	1.30	0.90	0.65	1.00	0.87	0.95	0.95	2.05	1.15	0.95	1.21	1.04
	5	0.43	0.50	0.54	0.38	0.10	0.39	0.70	0.98	0.37	0.40	0.47	0.58	0.49
	6	0.65	0.55	0.30	0.35	0.50	0.47	0.50	0.40	0.40	0.80	0.35	0.49	0.48
	7	0.35	0.50	0.95	0.85	1.00	0.73	1.85	1.10	0.95	0.80	0.50	1.04	0.89
	8	1.50	4.00	3.55	3.30	4.95	3.46	5.60	2.00	1.95	3.20	2.15	2.98	3.22
	9	0.40	1.25	1.80	2.95	1.00	1.48	1.00	1.40	2.95	0.80	1.30	1.49	1.49
	10	0.50	2.65	3.80	3.80	2.70	2.69	2.85	4.85	5.35	4.20	1.70	3.79	3.24
	11	0.10	0.95	1.70	1.10	0.55	0.88	0.20	1.00	2.35	2.35	0.50	1.28	1.08
	12	0.20	0.20	0.50	0.20	0.15	0.25	0.20	0.35	0.30	0.25	0.40	0.30	0.28
1998	1	0.15	0.80	0.30	0.35	0.30	0.38	0.15	0.20	0.15	0.20	0.10	0.16	0.27
	2	0.50	1.50	2.10	2.25	2.60	1.79	1.70	2.05	1.90	3.25	4.15	2.61	2.20
	3	1.40	2.90	5.95	4.00	3.05	3.46	2.20	6.45	7.70	6.65	2.40	5.08	4.27

付表2 プランクトン沈殿量 (SL) の年度推移

単位 (ml/100l)

年/月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10月	11月	12月	1 月	2 月	3 月	平均値
昭和40年度	0.10	0.18	0.42	1.88	0.89	1.12	0.31	0.36	0.24	0.13	0.60	1.07	0.61
昭和41年度	1.64	0.24	0.31	1.61	0.36	0.41	4.22	0.19	0.24	1.89	1.71	0.95	1.15
昭和42年度	0.54	0.22	0.41	0.34	0.24	0.24	0.54	0.16	0.10	2.11	3.34	1.09	0.78
昭和43年度	0.40	0.20	0.48	0.54	0.38	0.19	0.31	0.12	0.12	0.23	0.60	0.57	0.35
昭和44年度	0.75	0.31	0.43	1.10	1.32	1.47	2.23	0.37	0.22	23.69	5.00	7.74	3.72
昭和45年度	0.86	0.36	1.78	2.85	1.78	1.48	1.21	6.89	1.48	0.63	4.17	4.58	2.34
昭和46年度	0.83	0.65	1.57	2.61	8.29	1.26	1.02	0.79	0.73	0.38	0.16	8.39	2.22
昭和47年度	0.51	0.43	0.39	1.27	1.94	2.57	0.45	0.22	0.22	10.81	12.66	2.48	2.83
昭和48年度	2.13	2.05	0.74	2.57	1.99	0.63	2.52	8.06	3.68	3.77	2.40	1.56	2.68
昭和49年度	1.11	0.73	2.00	1.82	1.95	1.88	0.73	0.59	0.94	0.82	7.37	2.94	1.91
昭和50年度	4.67	0.81	0.70	1.61	1.69	1.27	0.42	1.53	9.08	8.95	15.24	1.92	3.99
昭和51年度	5.16	0.73	1.44	0.69	2.05	0.51	3.03	1.22	0.31	1.15	60.54	4.31	6.76
昭和52年度	3.15	6.28	1.35	1.69	0.97	1.77	2.95	2.97	1.97	4.92	13.15	28.13	5.78
昭和53年度	1.55	0.99	0.83	4.04	2.84	0.60	3.13	0.51	2.37	16.09	7.71	0.88	3.46
昭和54年度	2.79	0.58	2.50	8.75	1.40	4.05	1.42	0.58	3.79	14.58	10.16	2.48	4.42
昭和55年度	0.26	0.38	0.51	1.38	1.11	0.79	1.62	1.21	0.37	2.34	54.17	13.46	6.47
昭和56年度	0.82	0.52	0.43	1.40	1.39	3.99	0.75	1.35	3.62	14.65	37.35	1.07	5.61
昭和57年度	4.46	1.10	0.76	0.72	1.86	2.66	1.25	0.32	0.40	2.09	9.59	5.21	2.54
昭和58年度	1.15	2.19	0.76	1.00	1.11	0.94	0.50	5.08	15.02	3.06	4.75	6.57	3.51
昭和59年度	6.22	0.43	1.28	1.16	1.42	0.93	6.36	0.75	0.29	3.96	5.79	4.32	2.74
昭和60年度	0.76	0.43	0.83	1.72	0.72	0.63	0.50	0.72	0.57	0.57	8.56	11.86	2.32
昭和61年度	1.57	0.74	0.52	0.83	0.70	1.34	0.54	0.50	0.22	2.58	1.87	0.78	1.02
昭和62年度	0.57	0.44	0.31	0.46	0.88	0.55	0.74	0.41	0.52	1.01	5.22	3.97	1.26
昭和63年度	0.69	0.39	1.28	1.08	1.15	0.81	0.58	7.34	0.41	0.49	0.27	0.35	1.24
平成元年度	10.93	1.50	0.48	0.61	0.94	0.83	1.01	0.51	0.46	1.12	0.59	0.44	1.62
平成2年度	0.38	0.57	2.31	1.96	0.35	0.33	1.96	0.28	0.24	2.09	10.09	6.66	2.27
平成3年度	0.51	0.63	1.72	1.40	1.02	1.89	0.90	1.15	0.55	0.19	0.20	1.53	0.97
平成4年度	0.40	2.05	0.61	1.36	0.50	0.47	0.73	0.17	0.18	0.26	1.97	2.32	0.92
平成5年度	2.84	0.78	0.95	1.90	0.90	0.23	0.33	0.18	0.14	0.16	1.04	10.07	1.63
平成6年度	0.50	0.39	—	1.22	0.64	0.35	0.24	0.37	0.17	7.72	5.81	0.73	1.51
平成7年度	0.29	0.35	0.83	0.85	6.87	0.28	0.50	2.40	0.24	0.15	1.37	0.50	1.22
平成8年度	0.22	0.22	0.90	1.74	0.50	0.33	0.62	0.71	0.21	2.48	4.71	5.92	1.55
平成9年度	1.04	0.49	0.48	0.89	3.22	1.49	3.24	1.08	0.28	0.27	2.20	4.27	1.58
最 大 値	10.93	6.28	2.50	8.75	8.29	4.05	6.36	8.06	15.02	23.69	60.54	28.13	6.76
最 小 値	0.10	0.18	0.31	0.34	0.24	0.19	0.24	0.12	0.10	0.13	0.16	0.35	0.35
平 均 値	1.81	0.86	0.95	1.67	1.62	1.16	1.42	1.49	1.50	4.10	9.10	4.52	2.52