

(1981)も乾製品スミノリで細胞壁が破れ、ノリ葉体の表面に凹凸が激しく、光を乱反射させテリのない状態を観察している。この死細胞の凝固は、本病で観察される原形質吐出したのちの細胞の状態である解膠、すなわち、原形質が凝固し色素は溶出し、細胞は完全に死にいたっている状態と同じであろう(野沢・野沢, 1955)。本研究においても、乾製品スミノリは、右田(1979)および鬼頭(1981)の観察結果とよく一致していた。しかし、原形質吐出を起こしても細胞膜や細胞壁が強ければ、凹凸は起きないようにも思われる。本研究では乾燥する過程において、原形質が吐出したところが、どのような機作で、凹凸となるのか明らかにできなかった。今後、さらに検討すべきであると思われる。

以上のことから、原形質吐出によって生じる乾製品スミノリは、表面の凹凸によって、光沢のない乾製品となり(片山ら, 1973; 片山, 1981), その品質評価としては「別」等級に格付けされる。また、あかぐされ病、壺状菌病のノリ葉体を製造した乾製品ノリの表面においても、凹凸が観察され「別」等級の製品になる(佐賀県有明水産試験場, 1991)。したがって、本病によって起こる乾製品スミノリは、原形質吐出に起因するものと思われ、ほかの病気によって起きる乾製品スミノリとは区別されると考えられる。

第4節 摘要

本章においては、本病ノリ葉体の病徴を、肉眼および光学顕微鏡によって発生初期から末期まで連続的に観察した。そして、本病の程度が乾製品にどのような症状として表れるかを検討した。さらに、本病ノリ葉体およびこれを製造してできる乾製品スミノリの症状を走査型電子顕微鏡によって観察した。

すなわち、肉眼観察によると、初めは、若令ノリ葉体に多い表面粘質物が少なくなる、全体にひきが弱くなって手でつかむと葉体が網糸から摘み取れる、表面は光沢がなく、淡い赤色を呈する、徒長気味などの症状がみられ、徐々にそれぞれの症状が進行することが明らかとなった。このようなノリ葉体を製造すると、製造の過程で赤い汁が出て、製造後には「別」等級の乾製品ノリになった。本研究では1990年度のように最初、本病ノリ葉体と正常ノリ葉体とを区別できない年があった。

光学顕微鏡観察によると、細菌が付着している、縁辺部は凹凸がひどく、波状を呈している、本病の細胞は色素体や液胞が不明瞭でくすんだ茶色を呈し、細胞の配列は不整で細胞間隙も広くなるなどが明らかとなった。本

病で共通して観察される症状は、葉体を淡水に浸漬したときにみられる原形質の吐出であり、それらはPP, CN, BC型の3つの型にわけられ、この症状が本病に共通してみられることが確認された。したがって、本病はノリ葉体を淡水に浸漬したときに原形質吐出が起こるかどうかで判断できると考えられる。

原形質吐出をひき起こす要因が、3つの型それぞれで異なると考えられたことから、なんらかの誘因と主因が複雑に影響しあっていることが示唆される。また、原形質吐出率と乾製品ノリに表れる品質の間には相関関係が認められたことから、原形質吐出率で本病の程度を把握できると考えられる。

SEM観察によると、本病ノリ葉体の表面は、正常ノリ葉体と比べて、やや凹凸が著しかった。本病ノリ葉体で原形質吐出症状を示したところは、乾燥されると、凹凸のある形態になったことから、乾製品スミノリは、表面にできる凹凸によって乱反射が生じ、その結果、光沢のない製品に見えるものと考えられる。

第3章 発生および被害状況

ノリ養殖における病気の発生を疫学的に検討した研究としては、あかぐされ病(木下・中尾, 1973; 山下ら, 1979a, b, c)および壺状菌病(山下ら, 1979a, b, c; 山下, 1979; 中尾ら, 1980, 1983)に関するものがある。

本病の発生については、片山ら(1973)、鬼頭(1981)、木下(1981)および山下(1983)の研究がある。それらによると、片山らは岡山県下の本病は、1972年12月中旬から2月上旬までに、20日以上期間、冷凍網で発生したとしている。鬼頭はアンケート調査結果から、発生時期は秋芽網期(有明海では10月上旬から11月下旬まで、採苗、育苗、生産と継続して養殖する期間)の初摘採および冷凍網の初摘採のものであり、1980年度の発生時期は12月下旬から1月中旬にかけてであるとしている。また、発生場所は浮き流し養殖場で、発生の現れかたとしては、広域的で同時的であったとし、その後の蔓延拡大は認められなかったとしている。木下は佐賀県有明海における本病の発生場所は、筑後川流域で淡水の影響を受ける沖合いの低吊り養殖網に、1980年12月30日から翌年1月6日に集中したとしている。山下は1978年では12月下旬、1980年度は1月上旬に発生し、1月中旬に向かって急性に蔓延したとしている。とくに、有明海湾奥部のノリ養殖場における本病は、冷凍網期(冷凍網を11月下旬から12月上旬に養殖場に一齐に張り

込んで養殖し生産する期間)にのみ発生することが知られている(木下, 1981; 山下, 1983)。いずれの研究も1, 2年間に限って行われているため, 発生の記事も断片的なものである。

第2章において, 本病の病徴を明らかにし, 本病ノリ葉体に長桿菌状の細菌が付着していたことから, 本病の発生には細菌が関与しているのではないかと考えられた。また, 本病の程度は原形質吐出を調べることによって把握できることを明らかとした。

そこで, 本章では病徴や原形質吐出率をもとに, 本病の発生経過をまとめ, 被害の拡大について検討した。さらに, 発生および蔓延状況から本病が細菌性疾病であるかどうかを検討するとともに, 本病の発生によってどのような被害が表れるかを検討した。

第1節 発生および蔓延

本病が養殖場のどこから発生し, どのように蔓延して行くかを把握することは, 本病の原因を解明し, 防除方法を考えるうえで重要である。

そこで, 本節では本病の発生が知られている冷凍網期において, 本海域ノリ養殖場における本病の発生および蔓延状況を, 病徴と原形質吐出率を調べ, 被害の拡大について検討した。そして, それらの結果から, 本病が細菌性疾病であるかどうかについて考察した。

材料および方法

試料は Fig. 13 に示す佐賀県ノリ養殖場の20~40の不定点において, 1981年度から1991年度までの冷凍網期にセンターが, 原則として週2回実施した養殖場調査結果を, Table 2 に示す基準にもとづき整理したものである。なお, Table 2 に示されている原形質吐出率は, 採集してきたノリ葉体を室温で5~10分間淡水に浸漬したのち, 前述と同じようにして求めた値で, 病気の程度を表したものである。発生経過は, 調査地点ごとの原形質吐出率を調査日ごとにプロットして, 発生域の範囲を求めて図示した。病気の程度と蔓延の割合を同時に検討するため, Table 2 に示す全調査地点数に対する発病指数ごとの地点数の割合(%)を求め, 蔓延度(%)として表した。

結 果

各年度のスミノリ病の発生経過および蔓延度は, Fig.

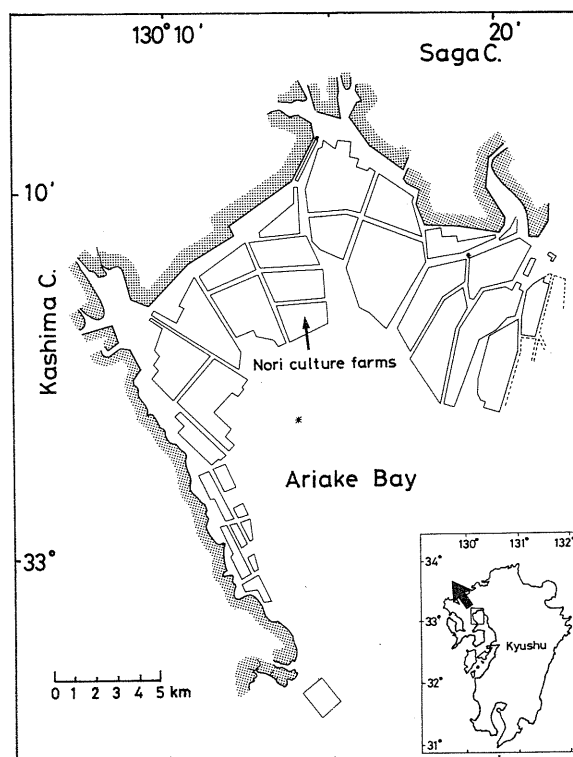


Fig. 13. Map of the inner part of Ariake Bay, showing the nori culture farms at Saga Prefecture.

Table 2. Index scale of "Suminori" disease

Burst and discharge ratio of protoplasm	Quality of dried nori	Index of disease	Number of survey station
0%	Good	0	n_0
< 9	Bad	1	n_1
10-29	Worse	2	n_2
> 30	Worst	3	n_3

14 に示すとおりである。すなわち, 1981年度は, 東部養殖場の沖合いで冷凍網を張込んで10日後に本病を初認し, 東部養殖場から西部養殖場へと発生域が広がった。蔓延度は25日後に最大で57%となった。1982, 1984, 1985, 1986年度には, 東・西部養殖場の沖合いで8日から11日後に初認し, 東部養殖場から西へ, 西部養殖場から東および南へと発生域が広がった。蔓延度はそれぞれ22, 27, 18, 17日後に最大で93, 100, 82, 94%であった。1989年度は西・南部養殖場を中心に発生し, 蔓延度も一時的には81%と大きくなったが, 短期間で回復した。1990年度は東部の沖合い養殖場で3日後に初認し, その後, 4日間という短期間でほぼ全養殖場に蔓延した。

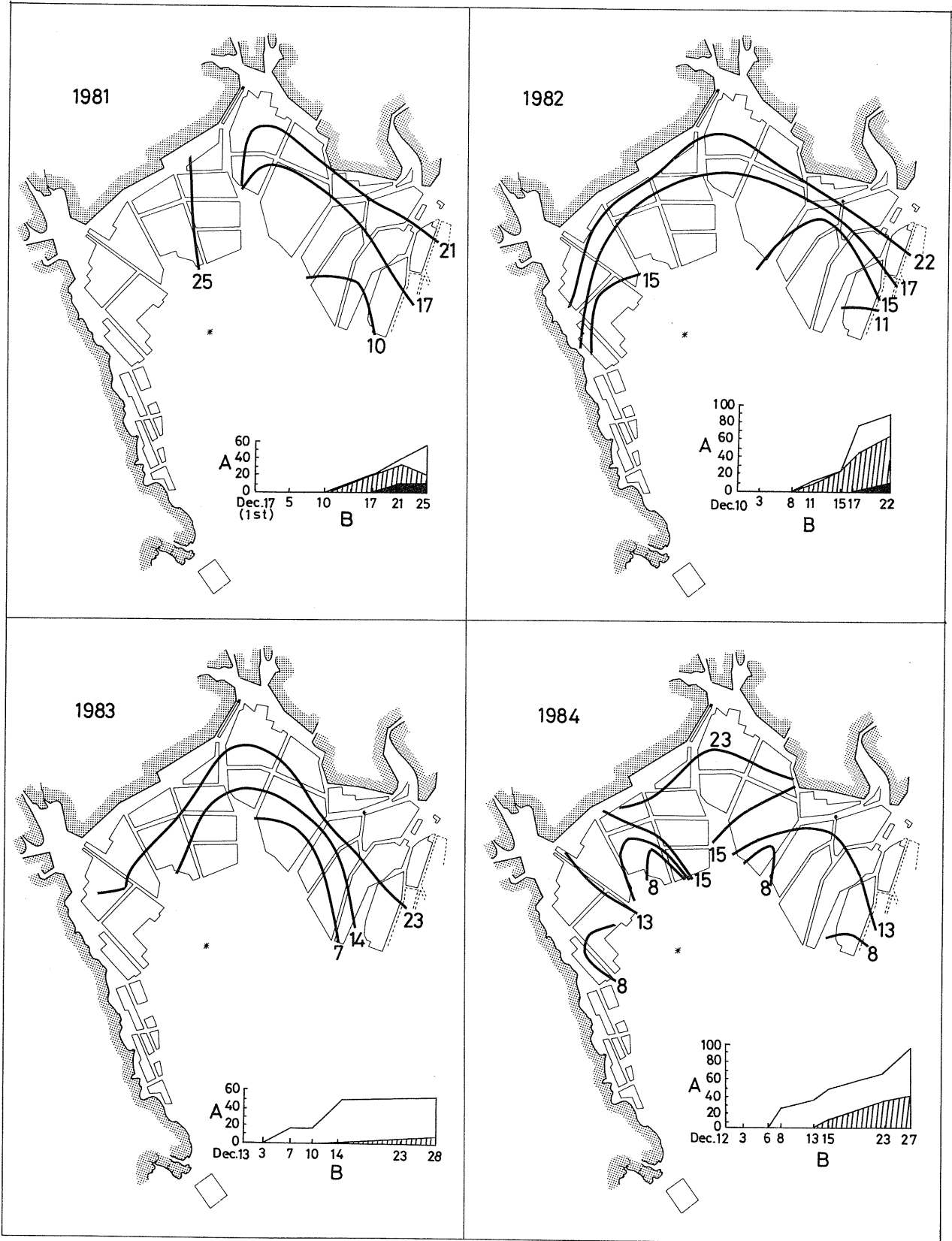


Fig. 14. Development of "Suminori" disease and changes in the prevalence of "Suminori" disease during 1981 to 1991. Number and lines on the map show days and affected area of the disease, respectively. Insets below the map indicate changes in the prevalence of "Suminori" disease. Date is beginning day of frozen-nets period. A, Prevalence (%); B, Days; □, < 9%; ▨, 10-29%; ■, > 30%.

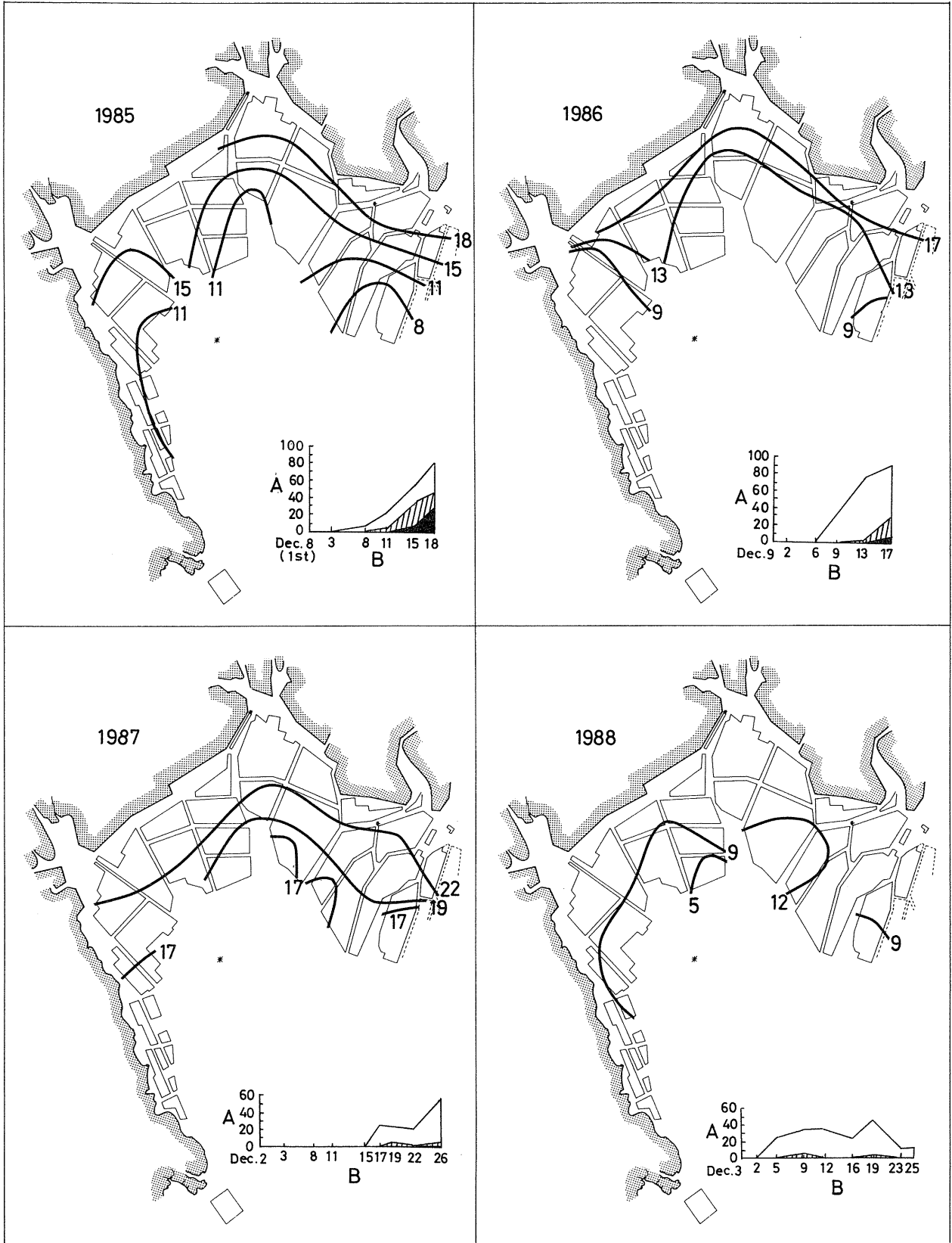


Fig. 14. (Continued)

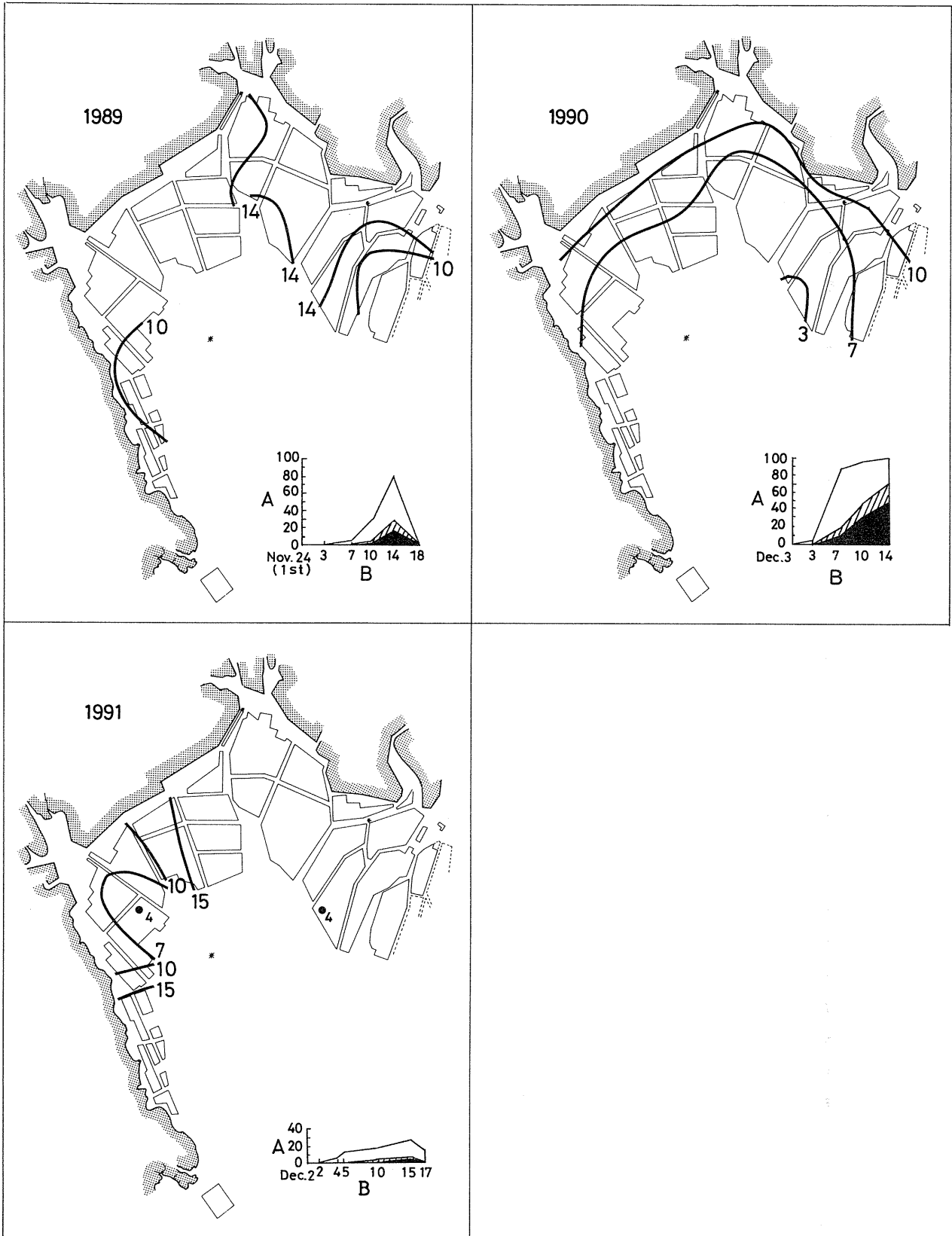


Fig. 14. (Continued)

張り込み14日後には蔓延度が100%となり、11年間で最も早く蔓延した。1991年度は、西部養殖場で4日後に初認し、15日後には西部養殖場全域に蔓延したものの、東部養殖場全域への拡大はなく、蔓延度は25%と小さかった。1983, 1987, 1988年度は、原形質吐出はところどころで観察されたが、程度が軽く養殖場全域へも拡大しないで、蔓延度も小さかった。

このように、本病は毎年度張り込み後の3～17日の間に、程度の差はあるものの発生が認められ、その初認日は年々早くなる傾向がうかがえた。発生経過としては、東部あるいは西部の沖合い養殖場で初認され、そこから中央部と岸寄りに向かって発生域が広がっていくパターンがみられた。

なお、1984年度以降、蔓延度が最大となったのち、原形質吐出は観察されなくなるものの、しろぐされ症状へと移行するという発生のパターンがみられるようになった。

考 察

スミノリ病は12月上旬以降、冷凍網として張り込み養殖されているノリ葉体に張り込み後17日以内に発生した。発生は、東部あるいは西部養殖場の沖合い部で初認された。沖合い部では養殖管理の面から必然的に養殖水位が低くなるため、ここでの発生が早くなると考えられる。そののち、被害を拡大し、年によっては全養殖場に蔓延した。冷凍網に発生することから冷凍入庫前後のノリ葉体の生理状態との関係が指摘されており(川村, 1992), 冷凍入庫によって罹病性を増大するものと思われる。また、本病が発生している海域に正常な網を張り込むと、5日くらいでその網が本病になることを経験している(川村ら, 1989)。

以上のことから、罹病性を増した葉体に付着していた細菌が、なんらかの原因で急激に病原性を増し徐々に発病して行くように推測される。したがって、本海域の本病の発生経過は、農家圃場でみられるような栄養生理障害が病害の発生を誘発し被害を拡大しているケースにも似ている(浅川, 1987)。しかし、藤田ら(1973)が異常ノリ葉体すなわち傷害部や軟弱～劣化ノリ葉体葉面に一次的に着生増殖あるいは遷移過程で優先した病害関連細菌が主導的に葉面をおかし、その際ほかの着生細菌類も共同的ないしは付随的に作用し、被害を拡大するとしている細菌性疾病に近いものと考えられる。

第2節 被害状況

本病は第1節で述べたように年によって発生の経過や蔓延度に違いがみられ、乾製品ノリに及ぼす本病の影響は年によって異なると考えられた。

そこで、本節では本病が生産量に与える影響について検討し、被害型から本病を類別した。

材料および方法

各年度ごとの被害の程度を把握するため、Table 2と次式によって定義した被害度(%)を求めた。

$$\text{被害度}(\%) = \frac{(n_1 \times 1 + n_2 \times 2 + n_3 \times 3)}{(n_0 + n_1 + n_2 + n_3) \times 3} \times 100$$

なお、各年度で最大値を示した被害度を最大被害度(%)として表した。生産量は佐賀県有明海漁業協同組合連合会で行われた乾製品ノリの入札資料を用いて、冷凍網張り込みから25日後までの乾製品ノリの生産枚数で表した。

結 果

本病が実際の乾製品ノリの生産量にどのくらいの影響を及ぼすかを検討した。本病による被害度の変化と乾製品ノリの生産枚数は、Fig. 15に示すとおりである。すなわち、1981年度は被害度が徐々に増加し、25日後に24%となり、生産量は189百万枚であった。1982, 1985, 1986年度は、被害度が10日後以降急増し、それぞれ、22, 18, 17日後に最大となり57, 51, 43%となった。このために生産量は174～251百万枚であった。1984年度の被害度は徐々に増加し、27日後には46%となった。ただ、東部での被害の程度が軽く、蔓延も遅かったために、生産量は212百万枚であった。1990年度は、被害度が7日後に急増し、14日後に72%と最大となり、11年間で最も被害度が大きかった。このために生産量も184百万枚と少なかった。

いっぽう、1983, 1987, 1988, 1989, 1991年度については、1989年度のように被害度が一時的に大きくなった年もあったが、全般的には最大被害度は15～26%となり平均して小さかった。生産量も230～357百万枚と多く、外観的に病徴が表れても実質的には本病が生産量に及ぼした影響は少なかった。

つぎに、生産枚数で表される生産量と最大被害度の関

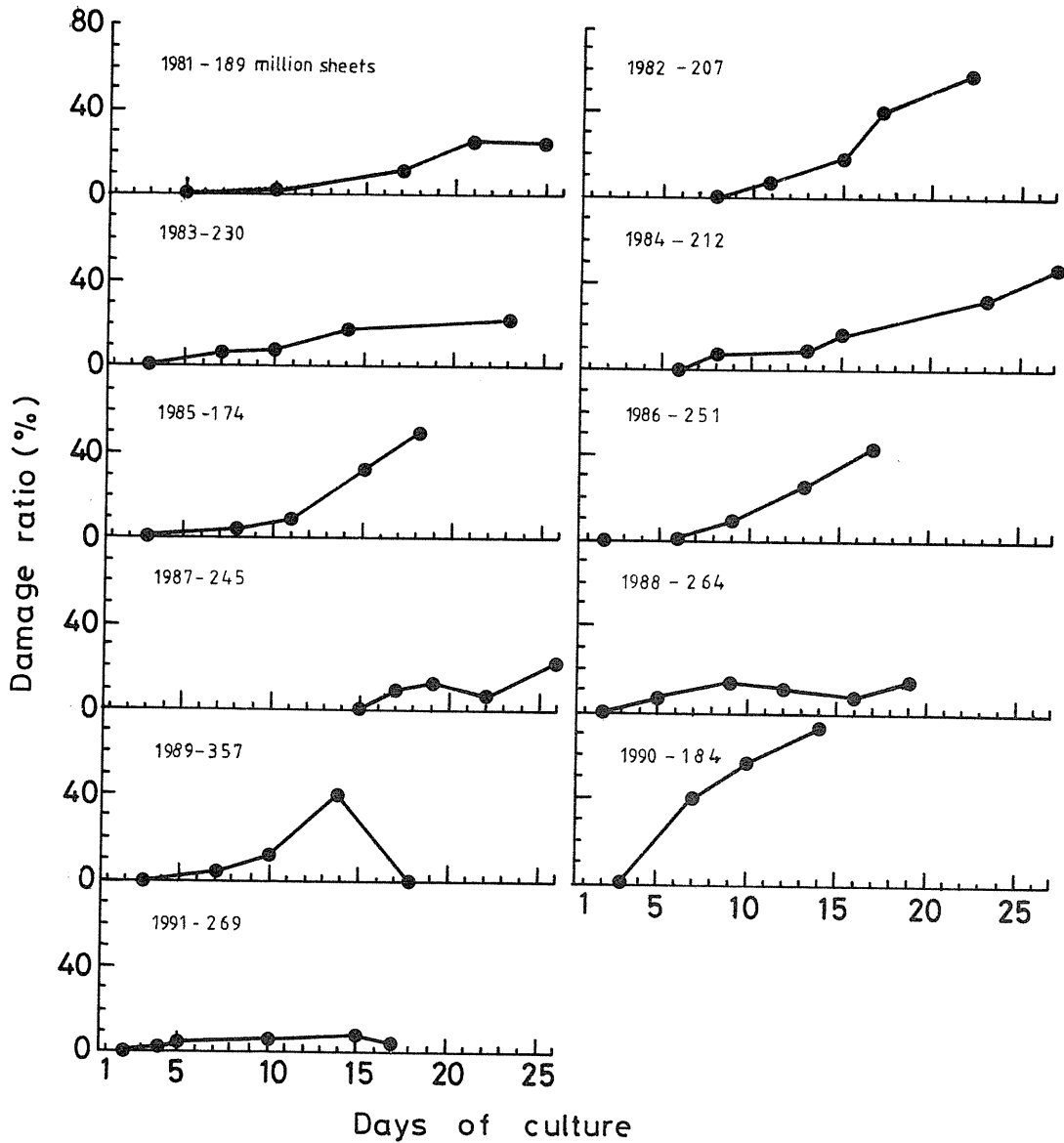


Fig. 15. Changes in the percent damage ratio (●) caused by "Suminori" disease. The number on the top of the figure shows the number of dried nori during 1981 to 1991.

係は、Fig. 16 に示すとおりである。1989年度の最大被害度については、一時的に大きい値を示したのち、急激に回復したので、最大値を示した調査日の前後計3回の調査日の平均値で表した。

生産量と被害度との間には、被害度が増大すれば生産量は減少するといった負の相関 ($r = -0.663$, $p < 0.05$) が認められ、回帰式 $Y = -1.72 X + 294.43$ (Y , 張り込み25日後の生産量 (百万枚); X , 最大被害度 (%)) が得られた。

本病の被害の程度は、前項で述べた被害の拡大、最大被害度、生産量の結果から、次に示すI型からIV型まで

の4つの被害型 (Type of damage) で類別された。

I型 (Type I)

・・・大被害年型・・・1985, 1990年度

東・西部の沖合いで初認され、東部から西、西部から東へと拡大する発生型。蔓延度、被害度ともに大きく、生産量にも多大の影響を及ぼす。

平均最大被害度 61%
平均生産量 179百万 (対IV型比65%)

II型 (Type II)

・・・被害年度・・・1981, 1982, 1986年度

I型と同じ様な発生型。蔓延度はI型と大差な

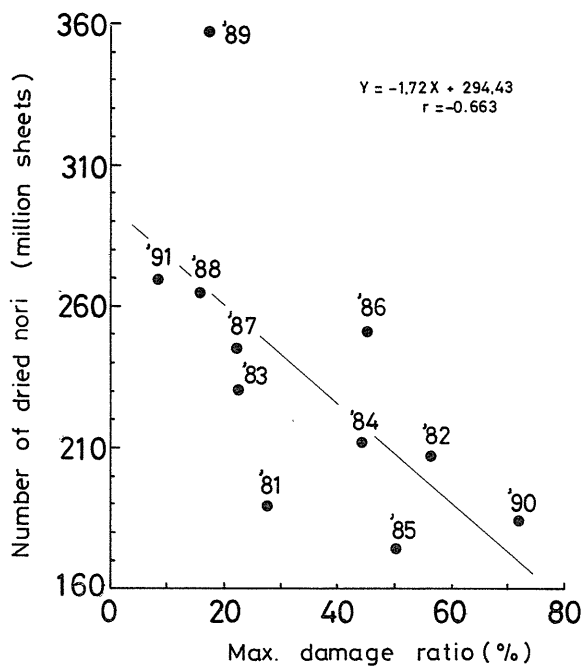


Fig. 16. Relationship between the number of dried nori and the maximum damage ratio caused by "Suminori" disease.

いが、被害は少ない。

平均最大被害度 42%

平均生産量 216百万枚 (対IV型比79%)

III型 (Type III)

・・・西部被害年度・・・1984, 1991年度

西南部が被害の中心である発生型。蔓延度、被害度ともに小さく、西・南部中心の発生であるため被害は少ない。

平均最大被害度 27%

平均生産量 240百万枚 (対IV型比88%)

IV型 (Type IV)

・・・小被害年度・・・1983, 1987, 1988, 1989年度

発生がほとんどないか、あっても散發する発生型。蔓延度、被害度ともに小さく、本病による被害はほとんどない。

平均最大被害度 20%

平均生産量 274百万枚

考 察

乾製品ノリの生産量に与える本病の影響は、毎年度少なからず存在し、本病が早くから発生し、被害度が急激

に大きくなった年に著しいことが明らかとなった。しかも、冷凍網期における乾製品ノリの入札単価は、1回目が最も高く、回を重ねるごとに安くなっていくので、本病の早期発生は、生産額に大きく影響し、ノリ養殖漁家の経営を圧迫する。本病の早期発生の予測技術と効率的な防除技術の確立が重要な課題であると考えられる。

なお、本病は4つの被害型に分類された。今後、被害型と病原菌の種類、細菌量、環境条件などとの関係を検討し、その年の被害型を予測することによって、被害型に応じた効率的な防除技術を開発し普及することができると思われる。

第3節 摘要

本章では病徴や原形質吐出率をもとに、本病の発生経過をまとめ、被害の拡大を比較検討した。そして、発生および蔓延状況から本病が細菌性疾患であるかどうかを検討した。さらに、本病が発生するとどのような被害が表れるかを検討した。

本病は12月上旬以降、冷凍網として張り込み養殖されているノリ葉体に張り込み後17日以内に発生する。発生は東部あるいは西部養殖場の沖合い部で初認され、そののち、被害を拡大し、年によっては全養殖場に蔓延する。本病は発生経過から細菌性疾患に近いものと考えられる。

乾製品ノリの生産量に与える本病の影響は、毎年度少なからず存在し、本病が早くから発生し、被害度が急激に大きくなった年に著しいことが明らかとなった。本病の早期発生は、生産額に大きく影響し、ノリ養殖漁家の経営を圧迫する。本病の早期発生の予測技術と効率的な防除技術の確立が重要な課題であると考えられる。なお、本病は以下の4つの被害型に分類された。

I型、大被害年型；II型、被害年型；III型、西部被害年型；IV型、小被害年型。

第4章 発生と養殖環境に関する研究

後藤(1990)は陸上植物では細菌病の流行は病原細菌(主因)、宿主植物の集団(素因)および両者に影響を及ぼす環境要因(誘因)の3者の相互作用に、時間の要因が加わって起こるとしている。すなわち、環境は病原細菌と植物の双方に作用して病気の流行に複雑に影響を与えるとしている。また、浅田ら(1991)は伝染病の場合でも、単に病原体が存在しただけでは、発病に至らないのが普通であって、環境条件によって病気が起こったり

起こらなかつたりするとしている。このような陸上栽培種の疾病の発生に関する理論は、同じ光合成によって生長するノリ葉体の場合にも共通するものと考えられる。ところで、ノリ養殖においては、病気の発生を養殖環境との関係から検討した研究は、あかぐされ病（木下・中尾, 1973; 山下ら, 1979a, b, c) および壺状菌病（山下ら, 1979a, b, c; 山下, 1979; 中尾ら, 1980, 1983) に関するものがみられる。

本病の発生時の養殖環境については、鬼頭(1981), 木下(1981) および山下(1983) の研究がある。鬼頭はアンケート調査結果から、発生時の環境について、真水の影響を指摘するものが多く、高水温、低水温、高塩分、低塩分、日射量が多い、貧栄養などがあげられるとしている。木下は発生時には塩分が著しく低下したとしている。山下は発生時の海況は発生直前に急激な水温降下と10°C以下の低水温を示したことが共通しているとしている。これらのように、発生と養殖環境との関係は明らかでなく、研究例も少ない。

発生時の養殖管理については、片山ら(1973), 鬼頭(1981) および山下(1983) の研究がある。片山らは出庫後、浮き流し養殖されたもので発生がみられたとしている。鬼頭はアンケート調査結果から、低吊り養殖や無干出養殖したもので発生したとしている。山下は有明海でみられる本病について、発生時の潮候が小潮過ぎであったことから干出不足との関係を指摘している。

そこで、本章では養殖環境として水温、塩分、全天日射量およびノリ葉体の空中への干出時間を取りあげ、発生との関係を検討した。また、第3章において、本病の発生経過から細菌性疾病であると考えられたことから、ノリ葉体付着細菌数と海水中の細菌数を調べ、発生との関係を検討した。

第1節 発生と水温、塩分、全天日射量との関係

第3章において、本海域の本病は冷凍網期に発生することが明らかとなった。したがって、冷凍保存されるノリ葉体に影響を受ける秋芽網期および冷凍網期、さらには、発生危険期におけるそれぞれの養殖環境が、本病の発生に大きく関与すると考えられる。

そこで、本節ではノリ葉体に大きな影響を及ぼすと考えられる養殖環境のうち、水温、塩分、全天日射量と発生との関係について検討した。

材料および方法

1. 発生と水温との関係

水温は佐賀県ノリ養殖場のほぼ中央に位置し、本海域の環境を代表する Fig. 17 に示す早津江川自動観測塔 (St. 1) における観測値を利用した。その日の値は毎正時に測定される値の平均値とした。

2. 発生と塩分との関係

塩分は前述と同じ観測塔における観測値を利用し、その日の値は、毎正時に測定される値の平均値とした。また、有明海湾奥部では環境の変化が著しく、これを表すために毎正時読み取り値について1日の標準偏差を求めた。

3. 発生と全天日射量との関係

全天日射量は、Fig. 17 に示す佐賀地方気象台 (St. 2) において観測されている気象月報値を用いた。なお、期間中の平均値は、水温、塩分、全天日射量の値を期間の日数で平均して求めた。

なお、Fig. 18, 19, 21 には採苗開始日および冷凍網張り込み日を揃えて表示し、本病の発生は第3章で分類された4つの被害型に分けて表示した。

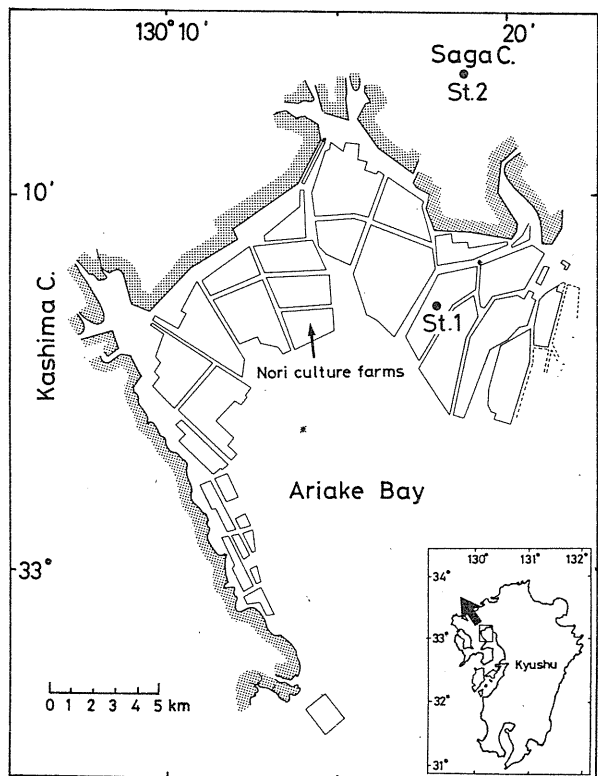


Fig. 17. Map of the inner part of Ariake Bay, showing the nori culture farms at Saga Prefecture, the locations of Hayatsue automatic environment survey system (St. 1) and the Saga meteorological observatory (St. 2).

結 果

1. 発生と水温との関係

1981年度から1991年度までのノリ養殖期の水温の変化は、Fig. 18 に示すとおりである。育苗期の水温の変化は、各年度同じような傾向がみられた。育苗期の平均水温は、I からIII型年度の平均値で21.3°Cを示し、IV型年度の21.7°Cに比べてやや低い値であったものの大差はなかった。冷凍網期でも各年度同じような傾向がみられた。とくに、発生危険期の平均水温は、10.4~14.4°Cの範囲にあり、I 型年度の1985年度では平均値が10.9°C、同じく1990年度では平均値が14.4°Cと著しく異なる値であった。

2. 発生と塩分との関係

1981年度から1991年度までのノリ養殖期の塩分の変化は、Fig. 19 に示すとおりである。育苗期の塩分の変化は、各年度で差がみられ、I からIV型にわけた場合、平均塩分値は、それぞれ27.32, 28.16, 29.01, 28.18‰を示し、I, II型年度で低い傾向がみられた。また、I からIII型年度のうちの3か年は、育苗の過程において一時

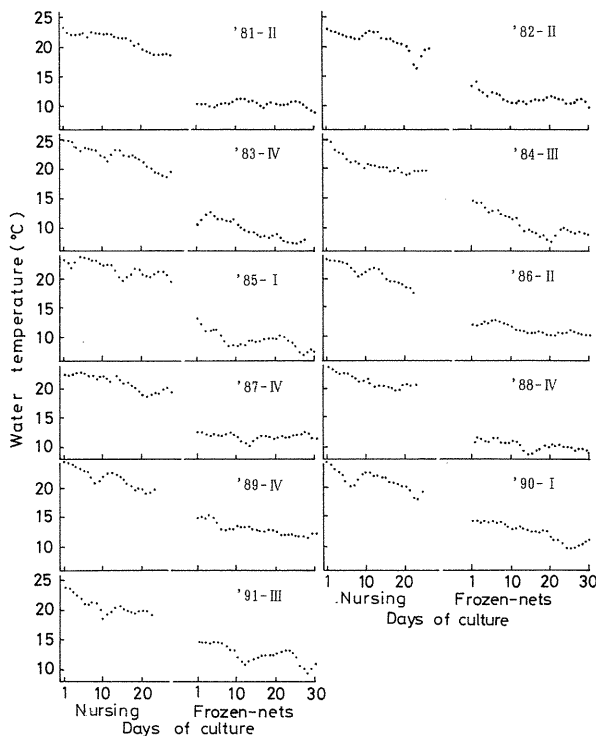


Fig. 18. Changes in seawater temperature at St. 1 during the period of nursing and frozen-nets culture from 1981 to 1991. I, severe occurrence year; II, occurrence year; III, west occurrence year; IV, slight occurrence year.

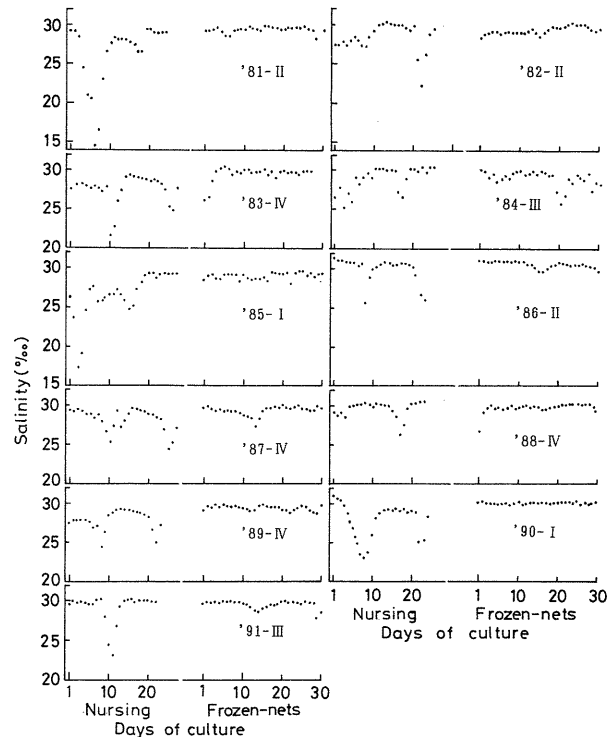


Fig. 19. Changes in seawater salinity at St. 1 during the period of nursing and frozen-nets culture from 1981 to 1991. I, severe occurrence year; II, occurrence year; III, west occurrence year; IV, slight occurrence year.

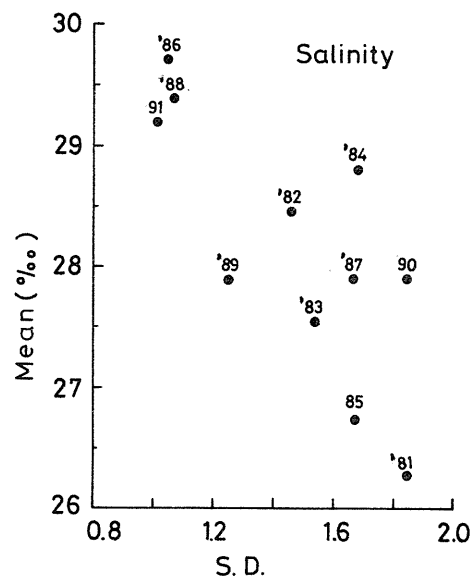


Fig. 20. Relationship between salinity and its standard deviation (S. D.) during the period of nursing culture from 1981 to 1991.

的に、20.00‰以下の低塩分、標準偏差でもそれぞれで1.76, 1.45, 1.35を示す著しい低塩分の傾向がみられた。育苗期における塩分と標準偏差との関係は、Fig. 20

に示とおりで、被害が大きい年には塩分環境が不安定な傾向にあることが認められた。発生危険期の塩分はいずれも28.02~30.75%の高い範囲で変動し、安定していた。

3. 発生と全天日射量との関係

1981年度から1991年度までのノリ養殖期の全天日射量の変化は、Fig. 21 に示すとおりである。育苗期の全天日射量の変化は、各年度で差があり、平均全天日射量は、I型年度の平均値が10.9MJ/m²を示し、IIからIV型年度の12.7MJ/m²に比べてやや低い値であった。いっぽう、発生危険期では大差はなく、平均全天日射量は、6.7~8.1MJ/m²の範囲であった。ただ、秋芽網期と発生危険期を比較すると、秋芽網期で全天日射量が多い傾向がみられた。

本病の被害型と育苗期、発生危険期における全天日射量との関係は、Fig. 22 に示すとおりである。1982および1986年度を除いて育苗期が11.9MJ/m²以下、発生危険期がいずれも8.4MJ/m²以下を示し、全天日射量が低い年

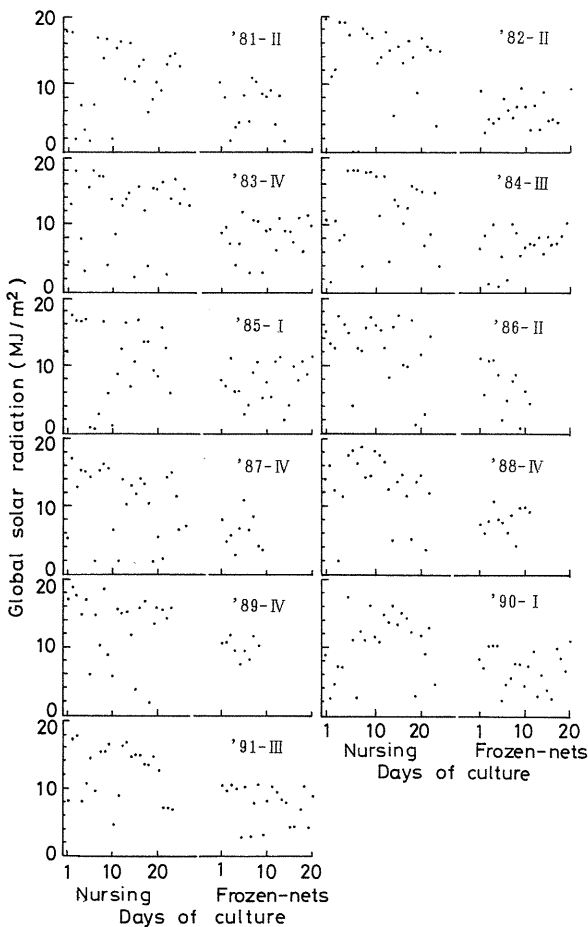


Fig. 21. Changes in global solar radiation at St. 1 during the period of nursing and frozen-nets culture from 1981 to 1991. I, severe occurrence year; II, occurrence year; III, west occurrence year; IV, slight occurrence year.

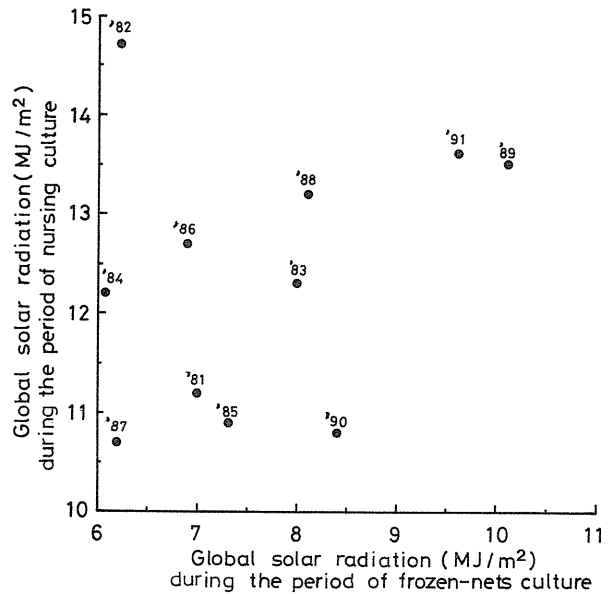


Fig. 22. Relationship between global solar radiation during the period of nursing culture and frozen-nets culture.

に本病が発生する傾向がみられた。

本病と関係が深いと考えられた育苗期の塩分、その標準偏差および全天日射量と被害の程度をもとに分けたIからIV型との関係をまとめると、Table 3 に示すとおりである。その結果、大被害年度であるI型年度および被害年度であるII型年度は、III、IV型年度に比較して塩分が低く、標準偏差が大きい傾向にあり、全天日射量も少ない傾向にあることが明らかとなった。

考 察

1981年度から1991年度までの試料をもとに、本病の発生と養殖環境との関係について検討した。水温との関係については、当海域の場合、本病は、発生危険期に水温が10°C台と低いときに発生したことが多かったが、症状が重かった1990年度のように、14°C台と高いときにおいても発生がみられていた。ノリ葉体は5~25°Cの範囲では20°Cで最も生長が早く、低くなるにつれて生長は遅くなることが知られている(右田・川村; 1981)。したがって、本病の発生時の水温は、生育適温ではなかったのではないかと思われる。

塩分との関係については、育苗期において塩分が低い値を示し、その変化が大きい年に発生した。すなわち、塩分が低い養殖環境は、有明海の場合、育苗期に芽いたみを起こし(佐賀県有明水産試験場, 1986)、生長に与え

Table 3. Relationship between damage by "Suminori" disease and environmental conditions during 1981 to 1991

Year	Type of damage	Damage of "Suminori" disease				Environmental conditions in nursing period		
		Max. damage (%)	Days showed max. damage	Max. damage /Days	Production (million sheets)	Salinity (%)	S.D. of salinity	Global solar radiation (MJ/m ²)
1981	II	27.8	21	1.32	189	26.27	1.84	11.2
1982	II	56.6	22	2.57	207	28.48	1.46	14.7
1983	IV	22.9	23	1.00	230	27.52	1.54	12.3
1984	III	46.0	27	1.70	212	28.81	1.68	12.2
1985	I	50.7	18	2.82	174	26.74	1.67	10.9
1986	II	42.5	17	2.50	251	29.72	1.05	12.7
1987	IV	22.0	26	0.85	245	27.90	1.67	10.7
1988	IV	15.7	19	0.83	264	29.40	1.07	13.2
1989	IV	17.5	14	1.91	357	27.90	1.25	13.5
1990	I	72.0	14	5.14	184	27.90	1.84	10.8
1991	III	8.2	15	0.67	269	29.20	1.01	13.6
Mean	I	61.4	16.0	3.98	179	27.32	1.76	10.9
	II	42.3	20.0	2.13	216	28.16	1.45	12.9
	III	27.1	21.0	1.29	240	29.01	1.35	12.9
	IV	19.5	20.5	0.95	274	28.18	1.38	12.4

I, severe occurrence year; II, occurrence year; III, west occurrence year; IV, slight occurrence year.

る影響も大きいことを示している（今田ら, 1969; 山内, 1973; 切田, 1984; 川村ら, 1991）。

全天日射量との関係については, 全天日射量が育苗期および冷凍網期ともに少ない年に発生している。全天日射量が低いことは, 天候が不順で雨も多く, 海面への光の照射が少ないために, 葉体の光合成活性が低下していたのではないかと考えられる。このような条件で養殖されたノリ葉体は, 生理状態が悪く, 冷凍庫から出庫したのちの生理状態も悪いものと推察される（佐賀県有明水振興センター, 1993）。

一つの病害発生の誘因は一つだけでなく, 多数あるのが普通であり, 主因があっても, 誘因が十分そろっていない場合には発病しない場合も少なくないといわれている（赤井ら, 1971）。本病の誘因としては, 育苗期から発生までの少ない全天日射量, すなわち, 天候不順は当然であるが, その結果として起こる育苗期の塩分が低く, 塩分の変動が大きいことなどがあげられる。このような条件は, 被害が大きかった1990, 1991年度のI型年度に共通しており, 発病さらには被害の拡大に大きく関与するものと考えられる。

以上のように, 本病と育苗期の養殖環境との間に関係がうかがえたことから, 育苗期の養殖環境を把握し検討することは, 本病の発生予測の一助にもなるものと考えられる。

第2節 発生と養殖管理との関係

佐賀県有明海においては, 主にノリ養殖網を潮汐に合わせて上下させることによって干出時間（養殖水位）を調整し養殖する, いわゆる支柱式養殖が行われている。この養殖方法では, 干出時間（養殖水位）を変化させる養殖管理が, ノリの生育に大きく影響するとされている（今田ら, 1969; 切田, 1984; 川村ら, 1991）。さらに, 本病の発生は, 浮き流し養殖のノリ葉体および支柱式養殖では低吊り養殖されたノリ葉体で多くみられている（片山ら, 1973; 鬼頭, 1981; 山下, 1983）。

そこで, 本節では本病の発生と養殖管理との関係について検討した。

材料および方法

発生域が全域に及び被害も大きかった1990年度と, 発生域が西部養殖場に限られ被害も少なかった1991年度に, それぞれ冷凍網張り込み4日後に, 船上からの目視観察によって養殖水位の調査を行った。そして, 佐賀県有明漁連が発行している潮汐表から干出時間を求めた。そのときの本病の発生および被害状況は, 第3章第1節のとおりに表示した。

結 果

1990および1991年度の養殖場における干出時間(養殖

水位) とそのときの本病の発生および被害状況は, Fig. 23 に示すとおりである。1990年度では, いずれの養殖場においても干出時間は4時間21分以下(養殖水位は1.5 m以下)であり, 本病の発生は早く, 被害も甚大であっ

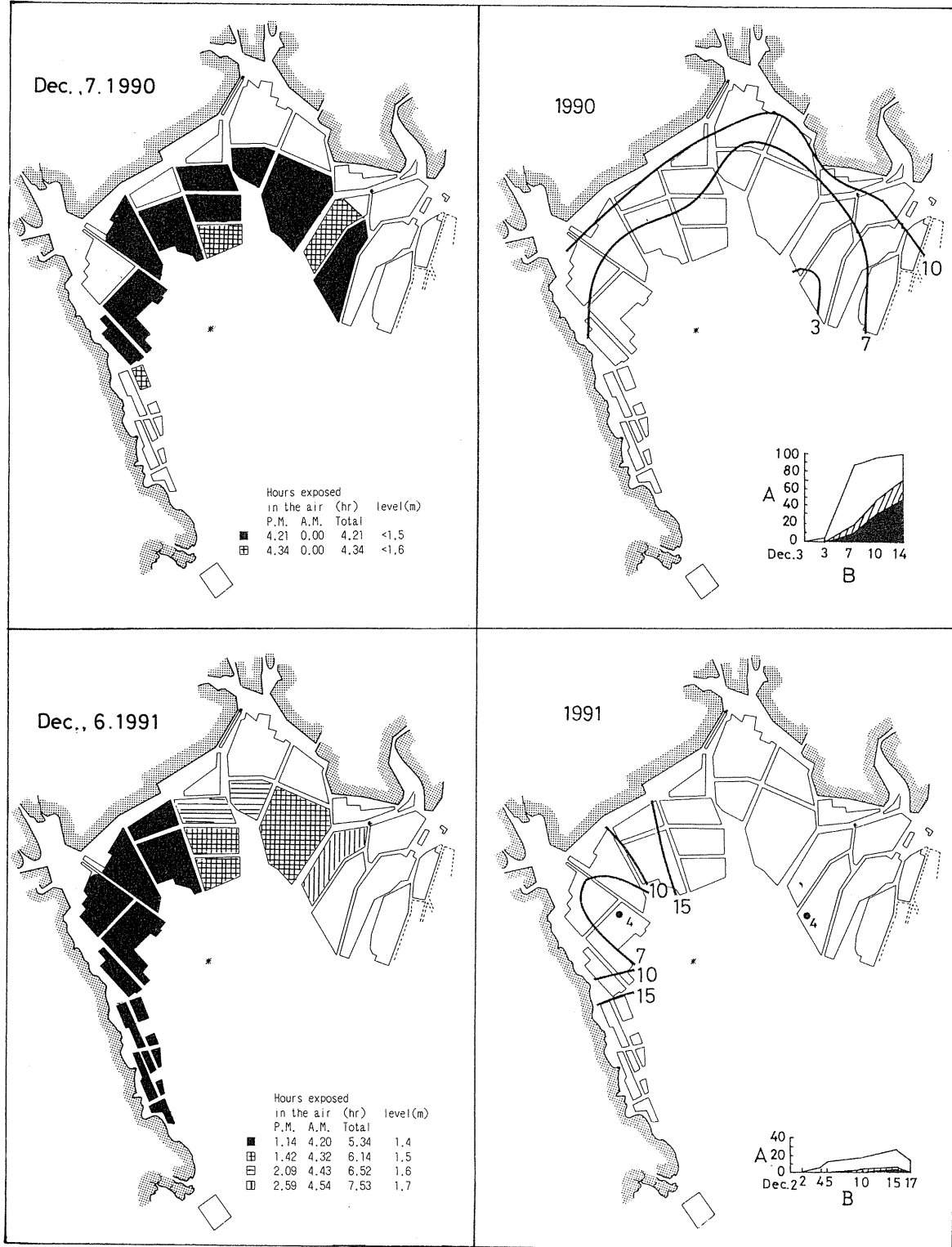


Fig. 23. Comparison of hours exposed in the air (left), the development and prevalence of the disease (right), the prevalence on nori culture farms in 1990, 1991. Insets below the map (right) indicate changes in the prevalence of "Suminori" disease. Date is beginning day of frozen-nets period. A, Prevalence (%); B, Days; □, < 9%; ▨, 10-29%; ■, >30%.

た。1991年度では東部から中部の養殖場にかけては、干出時間は6時間52分～7時間53分（養殖水位は1.5～1.7 m）であり、被害はほとんどなかった。これに対し、西南部養殖場においては、干出時間が5時間34分（養殖水位は1.4m）で、本病の発生は早く、被害も1990年ほどではなかったもののみられていた。

考 察

養殖場における干出時間と本病の発生および被害状況との関係について検討した。その結果、養殖水位が1.5m以下、干出時間は1日約6時間以下となる養殖場において、本病が発生しており、干出時間の長短（養殖水位の高低）が本病の発生に大きく関与していることが考えられる。このように、養殖水位が低くなった理由の一つとして、この年の場合、冷凍網の張り込みが大潮から小潮にかけて行われており、養殖作業面から養殖水位が低くなったことがあげられる。このことは、第3章において、沖合い部で発生が早いことが養殖水位が低いためであると考えられたことを裏付けている。また、被害が大きかった1985年度においても、低吊り養殖傾向で管理され、全般に干出不足であったことから（川村ら、1986）、干出時間が短いことが本病の発生に影響していることが考えられる。したがって、養殖管理面からすると、支柱式養殖場においては、冷凍網張り込み後の低吊り養殖が本病の発生の誘因の一つになっていたのではないかと考えられる。

第3節 発生とノリ葉体付着細菌との関係

第2章において、本病ノリ葉体上に細菌が付着しているのが観察されたことから発病との関係が考えられ、第3章においては、本病は発生経過から細菌性疾病に近いものと考えられた。本章第1、2節においては、養殖環境のうち、水温、塩分、全天日射量および養殖管理について調べ、これらが発生の誘因となっていることが明らかとなった。

そこで、本節では養殖環境のうち微環境として、ノリ葉体に付着している細菌（以下、ノリ葉体付着細菌という）をとりあげ、本病の発生との関係について検討した。

材料および方法

試験漁場 定期的な試験は Fig. 24 に示すセンターの

六角川試験地（St. 3）で行った。

試料の採取 ノリ葉体は無菌的に採取し、滅菌瓶に入れて実験室に持ち帰ったのち、実験に供した。

細菌数の測定 ノリ葉体付着細菌数は、センターに持ち帰り、ただちに、次の方法により分離した。すなわち、Fig. 25 に示す方法によって、まず、一定量のノリ葉体を無菌的に乳鉢中で海砂とともに摩砕し、よく振り混ぜて付着細菌を均一に懸濁させ、滅菌海水を用いて、この懸濁液の10倍希釈系列を作製した。これらの希釈系列を、ZoBell 2216 E 培地を用いて混和平板培養（流し込み培養、Pour culture method）を行い、20°Cで10日間培養したのち、発生したコロニーを色調から黄色色素産生菌、橙色色素産生菌、白色色素産生菌（以下、白色菌などという）、その他に分けて計数し測定した。そして、ノリ葉体付着細菌数は、1 g あたりの数に換算して表示した。

本病の発生 本病の発生は採集してきたノリ葉体を室温で10分間淡水に浸漬したのち、前述のとおり原形質吐出率として表示した。

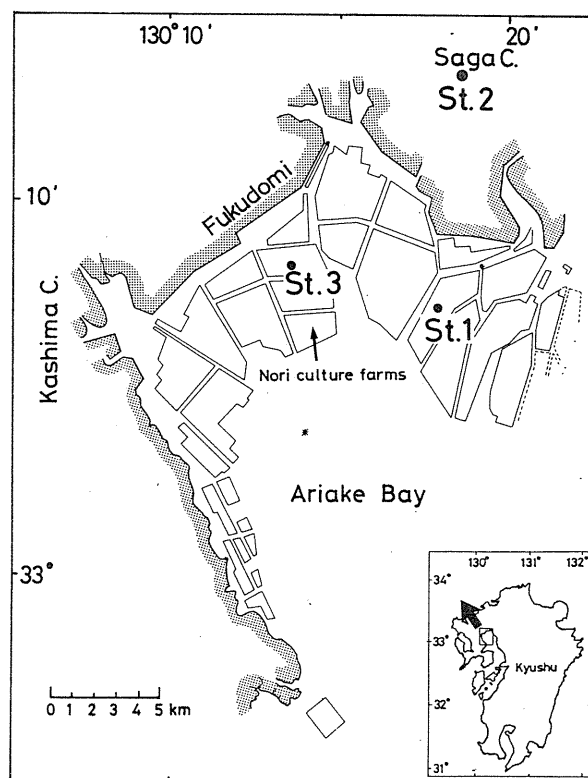


Fig. 24. Map of the inner part of Ariake Bay, showing the nori culture farms at Saga Prefecture, the locations of sampling station and the Rokkaku experimental farm (St. 3).

結 果

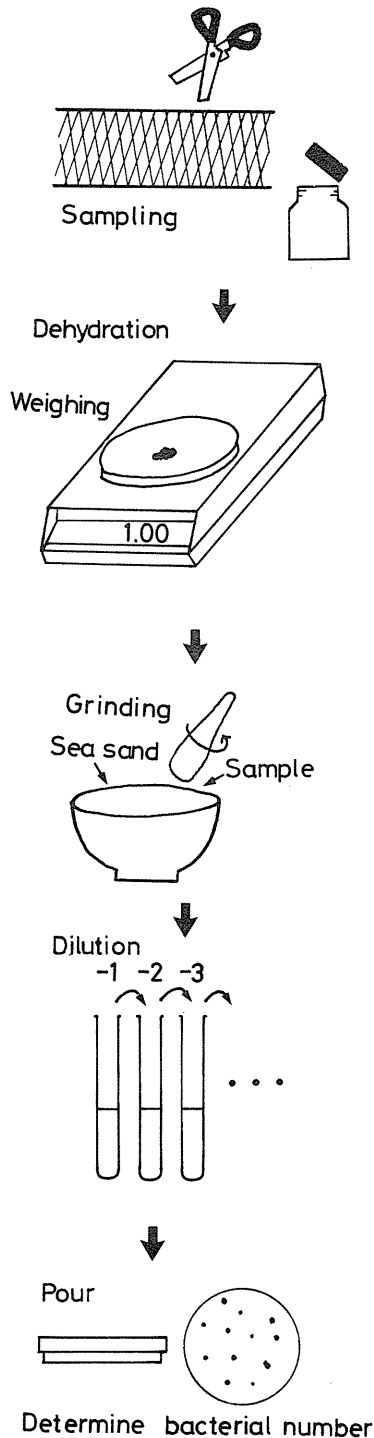


Fig. 25. Schematic diagram of the procedure used for counting bacterial number (pour culture method) on the nori thalli.

St. 3における1981年度以降の付着細菌数の変動および本病の発生は、Fig. 26 に示すとおりである。本病が発生しなかった秋芽網期における付着細菌数は、 $10^5 \sim 10^7$ 個/g の水準で変動し、秋芽網期の末期になると、 10^8 個/g の水準であった。冷凍網期になると、張り込み直後では、 10^6 個/g の水準であった。そのうち、細菌の増加が緩やかで付着細菌数も2週間ほど低水準であった場合には、本病は発生しなかった。いっぽう、急激に増加して短期間のうちに 10^7 個/g の水準にまで達したときに本病が発生した。本病が発生しても発生しなくても、 $10^7 \sim 10^8$ 個/g 以上の水準になったときにしろうぐされ症状になった。

出現するコロニーの色調については、秋芽網期には黄色および橙色菌の割合は低かった。冷凍網期になると、本病が発生していないときに黄色および橙色菌の割合が低かったことに対して、本病が発生した時には黄色および橙色菌の割合が高くなった。ただ、発生時には色素産生菌の割合が増加する傾向はあったものの、単一の色素産生菌だけが優占しているという結果は、1990年度を除いて得られなかった。

つぎに、正常ノリ葉体と本病ノリ葉体およびしろうぐされ症ノリ葉体を、付着細菌数にもとづいて分類すると、Fig. 27 に示すとおりである。すなわち、正常ノリ葉体では $10^5 \sim 10^7$ 個/g の範囲であったが、本病ノリ葉体では $10^6 \sim 10^8$ 個/g の水準であった。さらに、症状が悪化し、しろうぐされ症状になった葉体では $10^7 \sim 10^8$ 個/g の範囲の細菌が付着していることが明らかとなった。

考 察

過去、11年間におけるノリ葉体付着細菌数は、正常ノリ葉体で $10^5 \sim 10^7$ 個/g の範囲であり、本病ノリ葉体では、 $10^6 \sim 10^8$ 個/g の範囲であったことから、本病は冷凍網期において、この水準に達したときに発生するものと考えられる。本病ノリ葉体からの分離菌のコロニーは、いずれも黄色および橙色菌が優占しており、藤田・楠(1986)の報告と、ほぼ一致している。したがって、本病の発病には黄色および橙色菌が大きく関与していることが推察される。

以上のことから、本病の発生と付着細菌との関係が考えられるので、ノリ葉体付着細菌の病原性について検討することが必要であると考えられる。

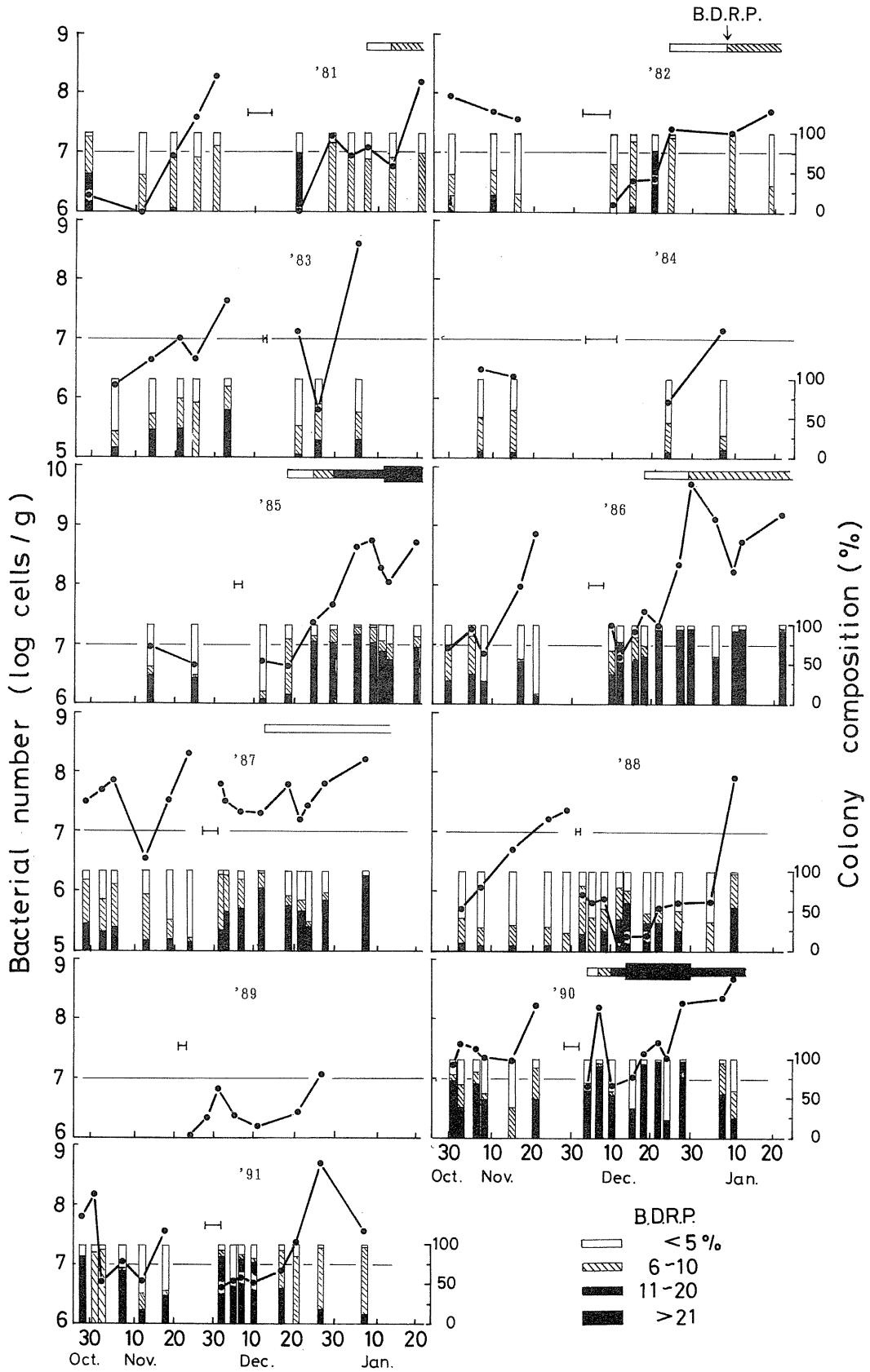


Fig. 26. Changes in the bacterial number (●) and colony composition on the nori thalli at St. 3. ■, yellow; ▨, orange; □, white and others; —, removal of nets from culture farms.

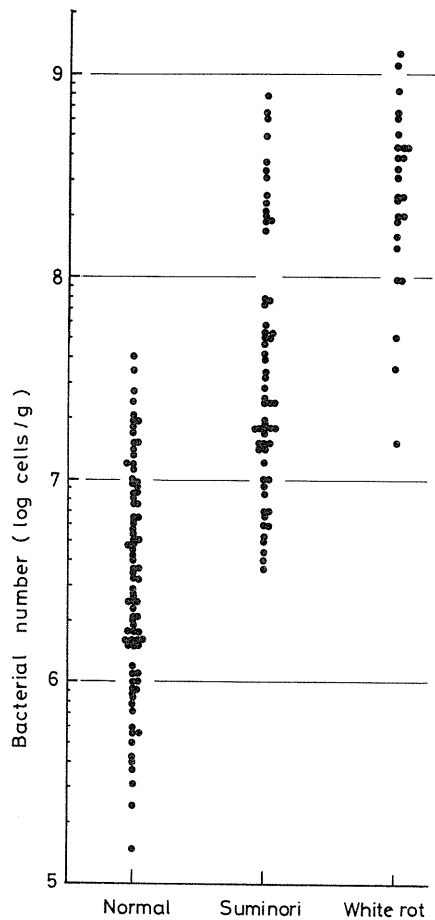


Fig. 27. Comparison of the bacterial number on the normal nori thalli, "Suminori" diseased and white rot.

第4節 発生と養殖環境水中の細菌との関係

沿岸海水中の細菌数は夏季に多く、冬季に少ないとされている(清水・相磯, 1962; Seki, 1966; Marumo *et al.*, 1971)。しかし、本海域では冬季にノリ養殖が行われているため、海水中の細菌数はほかの海域とは異なるとされている(川村・北嶋, 1991; 半田ら, 1984)。

本節では1981年度から1991年度まで養殖環境として海水中の細菌数を調べ、本病の発生との関係を検討した。

材料および方法

調査地点 定期的な調査は1981年4月から1992年3月まで、Fig. 24に示すSt. 3で行った。

試料の採水と細菌数の測定 海水は満潮時前後2時間以内に海面下10~20cm層から無菌的に採取した。細菌数は次の方法により測定した。すなわち、第3節に述べた

方法に準じて10倍希釈系列を作成し、これらの希釈系列をZoBell 2216 E培地を用いて混和平板培養を行い、20°Cで10日間培養したのち、発生したコロニーを色調から黄色菌、橙色菌、白色菌、その他の菌に分けて計数した。

本病の発生 第3章で分類された4つの被害型に分けて表示した。

結 果

1981年4月以降の海水中の細菌数の変動および各年度の被害型は、Fig. 28に示すとおりである。細菌数はノリ養殖が始まると同時に徐々に増加し、秋芽網期の末期になると、 10^4 個/mlまで増加した。しかし、撤去期(秋芽網期と冷凍網期の間に、養殖場からノリ網をすべて撤去する期間)には一時的に減少し、冷凍網期になると、秋芽網期の同一時期よりも増加して最大 10^5 個/mlの水準まで増加した。このように細菌数が増加する傾向は本病が発生しなかった年でもみられていたが、発生した年は急激に増加し、その数も多く 10^4 個/ml以上であった。そして、春季には減少し、夏季になると増加する傾向はいずれの年でも同じであった。

分離菌のコロニーの色調については、ノリ養殖期間中は黄色および橙色菌が増加する傾向がみられ、本病が発生したときにはその傾向が著しかった。とくに、被害が大きかった1990年では、黄色および橙色菌が80~90%を占めた。夏季には白色菌が増加する傾向がみられた。

本病との関係を詳細に検討するため、夏季以降の細菌数の変動を、本病の被害型をもとに2つのグループに分けた。その結果はFig. 29に示すとおりである。すなわち、夏季以降の細菌数は、I, II型年度においては、III, IV型年度よりも高い水準であった。とくに、10月下旬の冷凍網入庫期に細菌数が高い水準を維持したのち、冷凍網張り込み後の細菌数が 10^4 個/ml以上まで急激に増加したときに本病が発生したことが明らかとなった。

考 察

本病の発生と海水中の細菌数の変動との関係を検討した。すなわち、海水中の細菌数は、養殖が進むにつれて増加し、秋芽網期の末期になると、多くなる傾向がみられた。さらに、網撤去期間は急減し、本病が発生する冷凍網期になると、急増して高い水準となった。しかも、色素産生菌の割合が高くなっていった。前述したように本

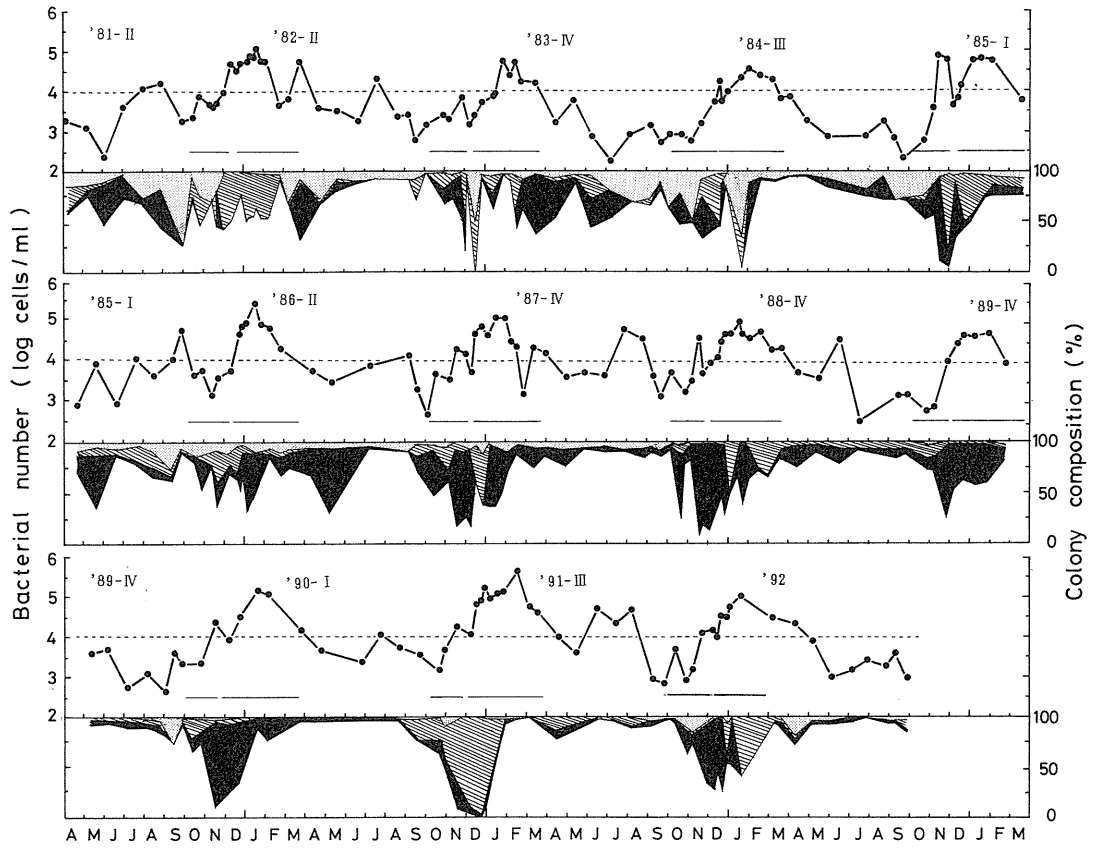


Fig. 28. Changes in the bacterial number (●) and colony composition in the seawater at St.3. □, white; ■, yellow; ▨, orange; ▩, others; —, nori culture period.

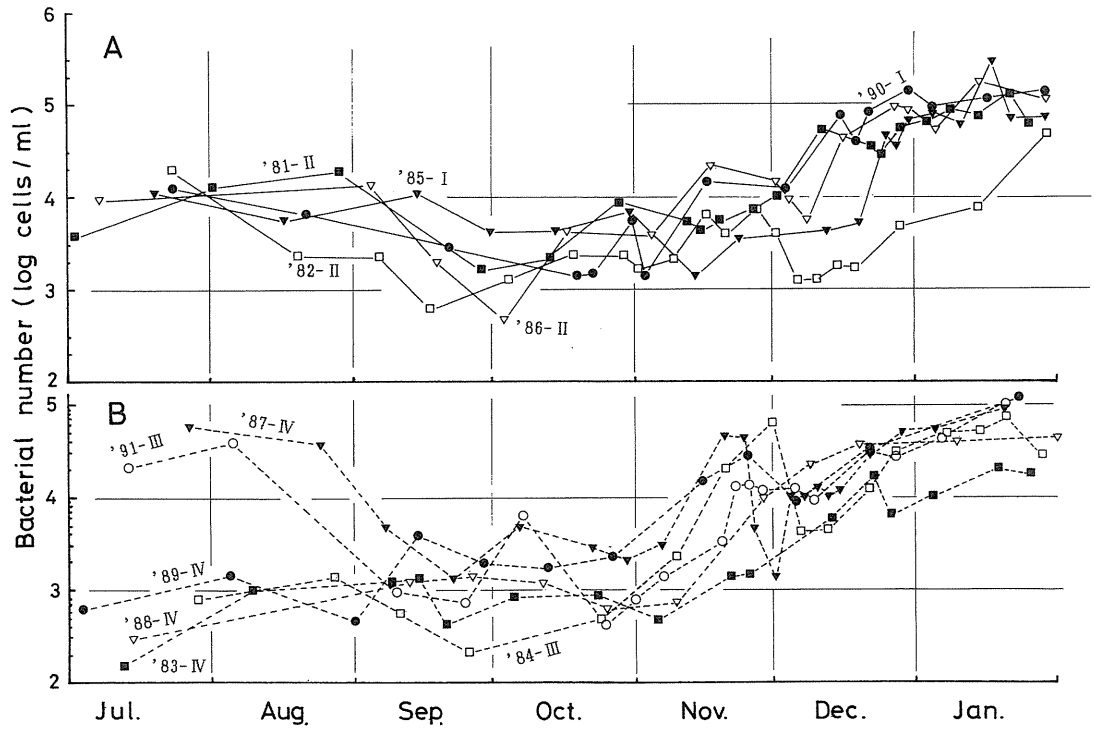


Fig. 29. Comparison of changes in the bacterial number in the seawater at I, II (A) and III, IV (B) type year damage, respectively.

病の被害が大きい年の育苗期においては、低塩分で全日射量も少ない。このような年は秋芽網期において、あかぐされ病や壺状菌病の被害も多く（山下・川村，1985），罹病したノリ葉体を摘採せずに海上投棄するので、養殖網からはずれ海水中に浮遊しているノリ葉体（以下，落ちノリという）の量が多い（山下，1983；馬場ら，1989）。そのため，秋芽網期の末期になると，海水中にはノリ葉体によって生産される有機物の分解，無機化（辻田，1963；門田・奥谷，1974）や落ちノリの分解，無機化に関与する細菌が増殖するものと考えられる（山下，1983；馬場ら，1989）。このような年には，細菌数は網の撤去中にも極端に減少することはない。そして，冷凍網の張り込みと同時に，ノリ葉体の分解，無機化に関与した細菌とノリ葉体に付着していた細菌が脱落して海水中で増殖し， 10^4 個/ml以上になったときに本病が発生するのではないかと考えられる。また，被害型をもとに2つのグループに分けられた海水中の細菌数の変化の把握によって，本病の発生が予測できるのではないかと考えられる。

第5節 摘要

本章では養殖環境として水温，塩分および全日射量を取りあげて発生との関係を検討した。

水温との関係については，発生危険期に水温が 10°C 台と低い年に本病が発生したことが多かったが，症状が重かった1990年度のように， 14°C 台と高い年においても発生した。しかし，発生した時の水温は，ノリ葉体の生育適温ではなかったと思われる。塩分との関係については，育苗期において，塩分が低い値を示し，その変化が大きい年に発生した。全日射量との関係については，全日射量が育苗期，冷凍網期ともに少ない年に発生した。本病と育苗期の養殖環境との間に関係がうかがえたことから，育苗期の養殖環境を把握し検討することが，冷凍網期に発生する本病の発生予測の一助になるものと考えられる。

養殖ノリ葉体の空中への干出時間と本病の発生との関係について検討したところ，干出時間の短い養殖場で本病が発生しており，干出時間の長短が本病の発生に大きく関与していることが考えられる。

一つの病害発生の誘因は一つだけでなく，多数あるのが普通であり，主因があっても，誘因が十分そろっていない場合には発病しない場合も少なくないといわれている（赤井ら，1971）。本病の誘因としては，育苗期から発

生までの少全日射量などの天候不順は当然であるが，それによって起きる育苗期の塩分が低く，塩分の変動が大きい海況，さらには，冷凍網張り込み後の低吊り養殖などがあげられた。

本病の発生とノリ葉体付着細菌数と海水中の細菌数との関係を検討した。

すなわち，正常なノリ葉体で $10^5\sim 10^7$ 個/gの範囲であり，本病ノリ葉体では， $10^6\sim 10^8$ 個/gの範囲であったことから，本病は冷凍網期において，この水準に達したときに発生するものと考えられる。海水中の細菌数は，養殖が進むにつれて増加し，秋芽網期の末期になると，多くなる傾向がみられた。さらに，網撤去期間は急減するが，冷凍網の張り込みと同時に再び増殖し，海水中の細菌数が 10^4 個/ml以上になったときに，本病が発生した。

したがって，本病の発生にはノリ葉体付着細菌数および海水中の細菌数が大きく関与するのではないかと考えられる。そこで，ノリ葉体から細菌を分離して，その病原性について検討する必要があると考えられる。

なお，被害型をもとに2つのグループに分けられた海水中の細菌数の変化の把握によって，本病の発生が予測できるのではないかと考えられる。

第5章 病原細菌に関する研究

ノリ養殖における細菌性疾病としては，緑斑病（中尾ら，1972；藤田，1973；斉藤，1973），橙胞病（林ら，1982）および穴あき症（土屋，1984）などが知られており，緑斑病および穴あき症については，病原細菌に関する研究も行われている（中尾ら，1972；藤田，1973；土屋，1984）。本病については山下（1983）が細菌の付着が原因であるとし，藤田・楠（1986）はノリ葉体から分離した *Flavobacterium* 属の細菌の病原性を確認し，被害の拡大に関与しているとしている。しかし，いずれも病原細菌についての詳細な検討は行われていない。また，本研究では第2章において，本病が発生した時には，ノリ葉体上に細菌の付着が観察され，本病の発生と細菌との関係が考えられた。第3章において，本病の発生経過を検討したところ，本病が細菌性疾病であると考えられた。第4章において，本病の発生の誘因として，養殖環境のうち，塩分，全日射量および干出時間があげられたものの，発生にはノリ葉体付着細菌と海水中の細菌が関係していると考えられた。

そこで，本章ではノリ葉体から細菌を分離し，ノリ葉体に対する病原性を発症試験を行って検討するとともに，

病原細菌の分類を行った。そして、最も強い病原性を確認できた分離菌から産生物質を抽出し、病原性を確認するとともに、その特性について検討した。

第1節 細菌の分離および本病の発症試験

第2章において、本病が発生したときには、ノリ葉体上に細菌の付着が観察されること、第4章において、ノリ葉体付着細菌数の変化を調べたところ、 $10^6 \sim 10^8$ 個/gの水準にまで増殖したときに本病が発生したことから、本病の発生にはノリ葉体付着細菌が関係しているのではないかと考えられた。

そこで、本節では被害が大きかった1985年度と1990年度に佐賀県有明海、被害が小さかった1991年度に佐賀県有明海、唐津湾の本病ノリ葉体から細菌を分離した。そして、分離菌のノリ葉体に対する病原性を確認するために、発症試験を行った。

材料および方法

1. 細菌の分離

ノリ葉体付着細菌は養殖されているノリ葉体を無菌的に採集して滅菌瓶にいれセンターに持ち帰り、ただちに、第4章第3節で述べた方法に準じて分離した。すなわち、一定量のノリ葉体を無菌的に乳鉢中で海砂とともに摩砕し、よく振り混ぜて付着細菌を均一に懸濁させ、滅菌海水を用いて、この懸濁液の10倍希釈系列を作製した。これらの希釈系列を ZoBell 2216 E 培地を用いて混和平板培養を行い、20°Cで培養したのち、発生したコロニーの中から優占したものを釣菌した。

2. 分離菌接種による発症試験

1) 分離菌の違いによる発症

分離菌の違いによって発症の程度が異なるかどうかを検討した。

供試菌株 実験には Table 4 に示す RS-5LY, NS-17Y, NS-5Y, NS-11Y, KS-1W, KS-4Y, KS-25W 株の7菌株を供した。

発症試験 ZoBell 2216 E 寒天斜面培地で48時間培養した菌株の2白金耳を除菌ノリ葉体に接種し、7日間にわたり培養し、400倍の光学顕微鏡によって細菌の付着状況、ノリ細胞の状態を観察した。原形質吐出は、前述の方法のとおり算出し示した。付着細菌数の測定は、前述の方法に準じて ZoBell 2216 E 培地を用いて混和平板培養を行い、20°Cで10日間培養したのち、発生したコロ

ニーを計数して行った。試験後の計数は7日後に行った。供試したノリ葉体は、実験を行った年の秋芽網期に養殖され、3~5cmに生長したノリ葉体を実験するまでの70日間、-30°Cで冷凍保存されていたものである。ノリ葉体は、解凍後、塩分濃度が32‰になるように調節した改変 SWM-III組成の培養液に、ストレプトマイシン200mg/l、ペニシリンGカリウム100mg/l、アンピシリン100mg/lを添加して1日間通気培養した。そして、使用直前に2回滅菌海水で激しく振とうして洗浄し、除菌した。この時点で付着細菌数を前述の方法で計数したが、細菌の増殖は認められなかった。試験中の培養は、水温14°C、照度3,000lx、日長12時間明、12時間暗の一定条件下で通気しながら、前述の培養液で3日ごとに換水した。

2) 培養水温条件の違いによる発症

培養水温によって発症の程度が異なるかどうかを検討した。

供試菌株 実験には Table 4 に示す DY-1219 4Y および RS-5LY 株を供した。

発症試験 ZoBell 2216 E 寒天斜面培地で72時間培養した菌株の1白金耳を除菌ノリ葉体に接種し、DY-1219 4Y 株では5日間、RS-5LY 株で9日間にわたり培養し、400倍の光学顕微鏡によって細菌の付着状況、ノリ細胞の状態を観察した。原形質吐出は、前述のとおり算出し表示した。付着細菌数は、前者では5日後、後者では9日後に前述の法に準じて計数した。供試したノリ葉体は、実験を行った年の秋芽網期に養殖され、3~5cmに生長したノリ葉体を実験するまでの約2か月間、-20°Cで冷凍保存されていたものである。ノリ葉体は、解凍後、塩分濃度が28.0‰になるように調節した改変 SWM-III組成の培養液に、ストレプトマイシン5mg/l、ペニシリンGカリウム70mg/lを添加し、3日間通気培養した。そして、使用直前に3回滅菌海水で激しく振とうして洗浄し除菌した。この時点で付着細菌数を前述の方法で計数したが、細菌の増殖は認められなかった。実験中の培養は、前者では水温5, 10, 15°C、後者では14, 20°Cとし、照度3,000lx、日長12時間明、12時間暗の一定条件下で通気しながら、前述の培養液で2日ごとに換水した。

3) 供試ノリ葉体の違いによる発症

本病が冷凍網期に発生することから、ノリ葉体の冷凍入庫条件によっても発症に違いが表れると考えられたため、異なった温度で冷凍保存したノリ葉体によって発症の程度が異なるかどうかを検討した。

供試菌株 実験には、Table 4 に示す RS-5LY 株を供した。

発症試験 ノリ葉体は1991年度の秋芽網期に養殖され、3～5 cmに生長したノリ葉体を実験するまでの70日間-20および-30°Cの一定温度に冷凍保存したものを供した。そのほかの実験条件は、前述の1)の実験のとおりである。

結 果

1. 細菌の分離

分離した8菌株の由来は、Table 4に示すとおりである。すなわち、1985、1990および1991年度に佐賀県有明海および唐津湾ノリ養殖場の本病ノリ葉体において、優占した8菌株を分離した。1990年度において発生初期の本病ノリ葉体から分離した菌株では、Fig. 30に示すよう

に淡黄色の単一の優占種として認められたものの、ほかの菌株では単一の優占種としては認められなかった。

2. 分離菌接種による発症試験

1) 分離菌の違いによる発症

各菌株接種後の発症試験の結果は、Table 5に示すとおりである。RS-5LY株では3日後に細菌の付着が縁辺部を中心に観察され、液胞肥大はなかったものの、原形質吐出は観察された。7日後になると、Fig. 31-A, Bに示すように原形質吐出はさらに著しくなった。同様にNS-17Y株では7日後に細菌が観察され、原形質吐出が著しかった。本菌株では実験期間が進むにつれて縁辺部で葉体の崩壊がみられるなど緑斑症状となり、原形質吐出はそのほかの部分に限られていた。KS-4Y株では、5日後に原形質吐出が観察されるようになり、7日後に著

Table 4. Source and location of 8 bacterial isolates used in this study

Isolates	Date	Source	Location
DY-1219 4Y	Dec., 19, 1985	Diseased thalli	Ariake Bay, Kawasoe, Saga Pref.
RS-5LY	Dec., 7, 1990	Diseased thalli	Ariake Bay, Fukudomi, Saga Pref.
NS- 5Y	Dec., 13, 1991	Diseased thalli	Ariake Bay, Kashima, Saga Pref.
NS-11Y	Dec., 13, 1991	Diseased thalli	Ariake Bay, Kashima, Saga Pref.
NS-17Y	Dec., 13, 1991	Diseased thalli	Ariake Bay, Kashima, Saga Pref.
KS- 1W	Jan., 13, 1992	Diseased thalli	Karatsu Bay, Karatsu, Saga Pref.
KS- 4Y	Jan., 13, 1992	Diseased thalli	Karatsu Bay, Karatsu, Saga Pref.
KS-25W	Jan., 13, 1992	Diseased thalli	Karatsu Bay, Karatsu, Saga Pref.

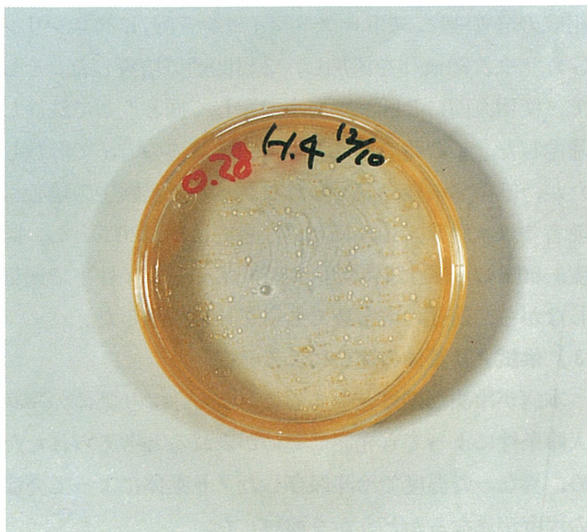


Fig. 30. Colonies of isolates from "Suminori" diseased nori thalli.

Table 5. Pathogenicity of the isolates against nori thalli, *Porphyra* spp.

Isolates	Days after inoculation		
	3	5	7
RS-5LY	+* ¹ (+)* ²	++(++)	+++(+++)
NS- 5Y	-(-)	+(+)	+(+)
NS-11Y	-(-)	+(+)	+(+)
NS-17Y	-(-)	+(-)	+++(+++)
KS- 1W	-(-)	+(-)	+(+)
KS- 4Y	-(-)	++(-)	+++(-)
KS-25W	+(-)	++(-)	+(+)
Control	-(-)	-(-)	-(-)

*¹ Percentage (%) of burst and discharge ratio of protoplasm after dipping into fresh water for 15 min. -, none; +, > 5%; ++, 6-10%; +++, 11-20%.

*² Bacterial number on the edge of thalli by observed optics microscopy. -, none; +, small; ++, many.