

ノリ壺状菌の生理、生態に関する研究 I

中尾 義房・山下 康夫・小野原 隆幸

はしがき

本研究は昭和51年度に佐賀県東部地区から福岡県にいたる広範囲なノリ漁場で発生し被害をもたらした壺状菌病対策の一環として指定調査研究総合助成事業に取りあげられ52年度から開始した。本県における壺状菌の発生は昭和42年度以降毎年確認され、年度によっては大きな被害となったが被害地区は昭和47年以前では、県西部地区漁場に限定されてきた。その後、48～50年度の間被害発生はなかったが、昭和51年度には前述のとおり東部地区漁場で発生し大きな被害となり、かなり普遍性を持つ病害である事が明らかになった。

近年優良品種の導入、漁場行使状況の改善等によりノリ養殖の安定向上は目ざましいものがあるが赤ぐされ病、壺状菌病等の病害は依然としてその実態に不明の部分が多く、ノリ養殖業にとって大きな不安定要因の一つとなっている。特に、壺状菌の生理、生態については菌の純粋分離が未完成である等研究技法の困難性から未解明の点が非常に多く残されている。

本県では、昭和43年度以降壺状菌に関する調査を実施してきたが主として病徴病状調査の範囲であり、本研究では疫学的手法を用いて漁場における壺状菌の実態を詳細に把握し、室内実験とあわせて壺状菌の生理生態を究明することにより、壺状菌病防除対策の一助とするために実施した。

I. ノリ漁場における壺状菌病発生状況

調査方法

- (1) 10月下旬から2月中旬まで定期的にまた必要な場合は随時各漁場で、のり標本を採取し1地点当り5～10枚の葉体について(3)の方法で検鏡した。
- (2) 秋芽網期間(10月～12月下旬)に筑後川、六角川、浜川地先の自動観測塔設置場所付近のノリ漁場を定点として(図-1)、同一品種(ナラワササビノリ)、同時室内採苗の養殖網各2枚を、10月上旬に張込み、2～3日ごとにノリを採取し、各地点、各調査日ごとに10～30枚の葉体について(3)の方法で検鏡した。
- (3) 採取したノリはWITTMANNの核染色法

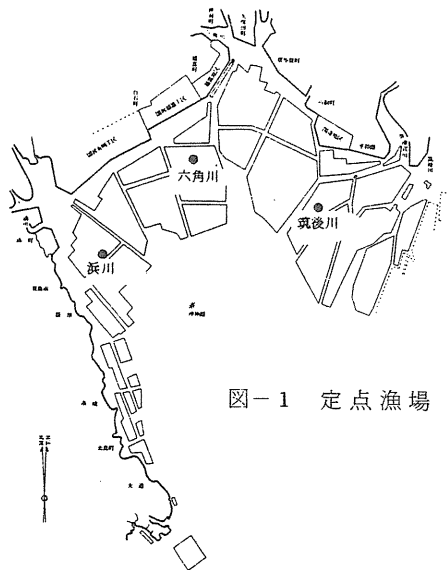


図-1 定点漁場

を用いて染色し顕微鏡観察を行ない壺状菌寄生数を計数し個体感染率（壺状菌感染葉数／観察葉体数×100）細胞寄生率（壺状菌寄生細胞数／観察細胞数×100）を調査した。ただし、細胞寄生率については、寄生数が少ない場合は葉体全面を観察し、多い場合は葉体一枚当たり30視野を観察し、単位面積当りの壺状菌寄生数に換算した。

なお、漁場調査において11月18日以降については染色せず生試料による顕微鏡観察を行なった。

1. 壺状菌病発生状況と養殖経過

採苗は10月3、4日県下一斉に開始され、10月中旬には全域で肉眼視された。この頃高水温のため一部を除きねじれ、くびれ等、異型芽が発生し、なかには死細胞の多い網もみられたが生育阻害にはいたらず、採苗後20日目の10月23日頃から冷凍入庫が開始され、月末には西部地区を除き終了した。摘採は全般に11月上旬より開始された。壺状菌病の発生状況については図-2-(1)~(4)に、漁期中の水温塩素量変動については図-3に示す。

秋芽網期間における壺状菌は10月28日に六角川沖西岸の福富町地先漁場で寄生葉体が認められた。この頃水温は20℃台、塩素量は16.5~16.7‰であった。

11月2日の調査までは、初認漁場で個体感染率が増加したものの、他漁場での発生は確認できなかった。11月4日には六角川西岸の隣接漁場、11月7日には六角川東岸から早津江川西岸にいたる漁場、11月18日には早津江川東岸と壺状菌病の発生を確認した漁場は初認漁場から順次、東部の筑後川漁場の方向へ緩やかに拡大する傾向がみられたが、これは初認漁場からの伝播によるものか、別の感染原によるものか本調査の範囲内では明らかでない。これに対して、西部漁場における壺状菌病の発生は非常に少なく一部の漁場に限られたが、これは10月中旬から11月中旬に同漁場でみられた著しい色落ち現象との関連も考えられる。

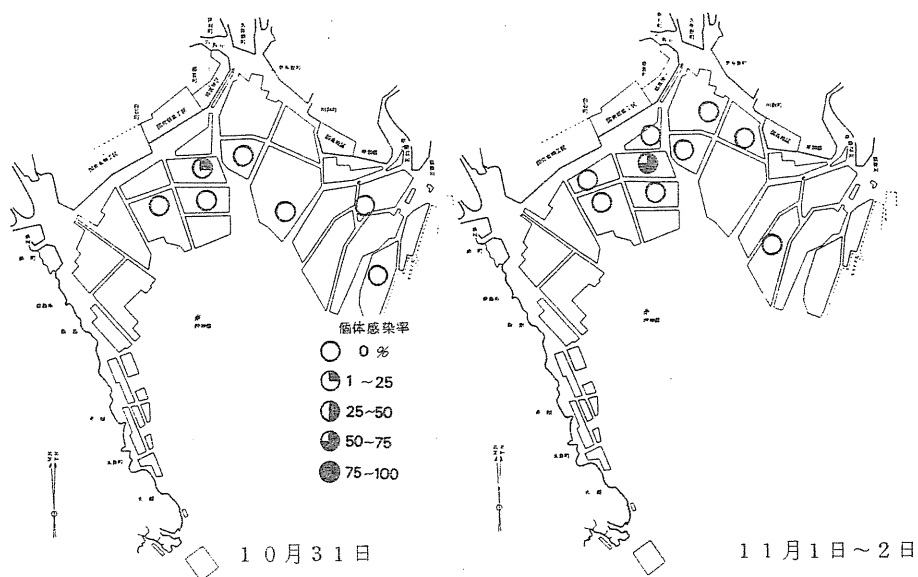
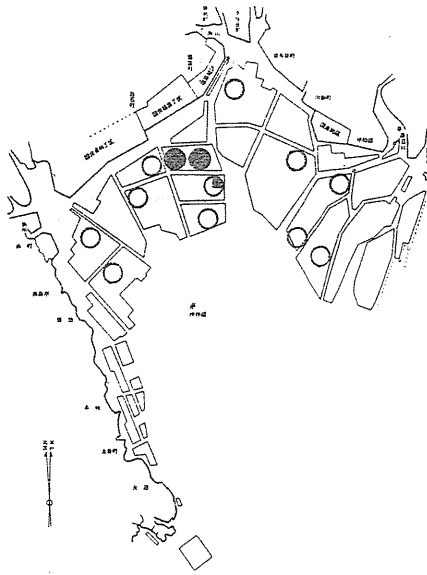
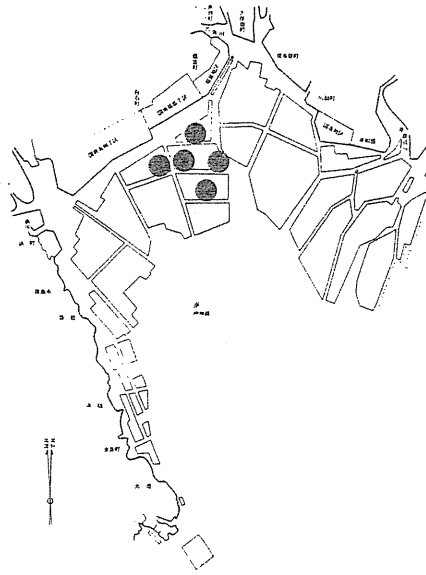


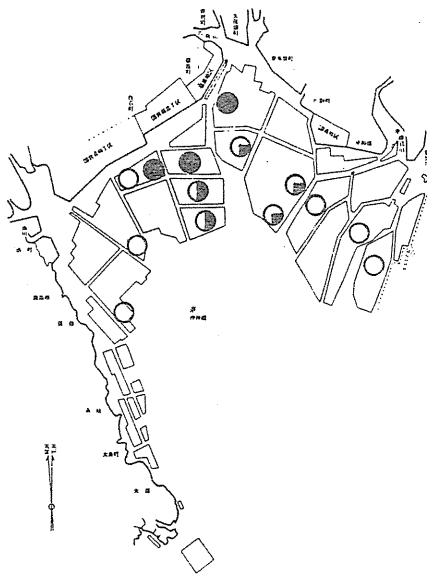
図-2-(1) 壺状菌病の発生状況



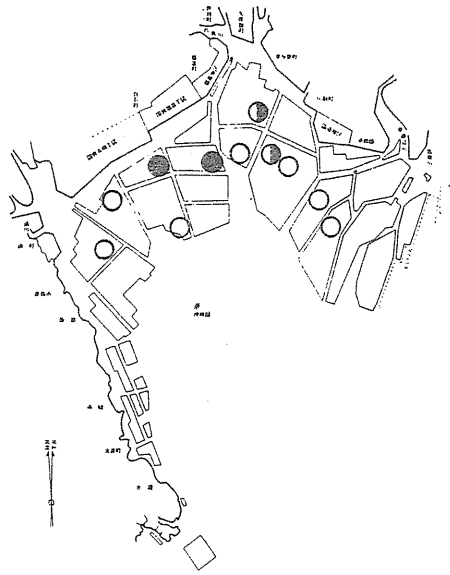
11月4日



11月5日

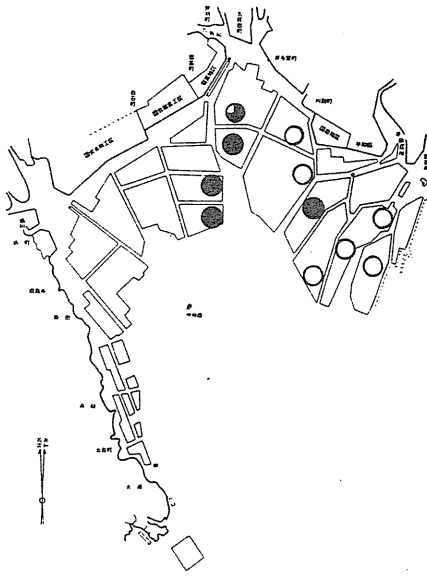


11月7日

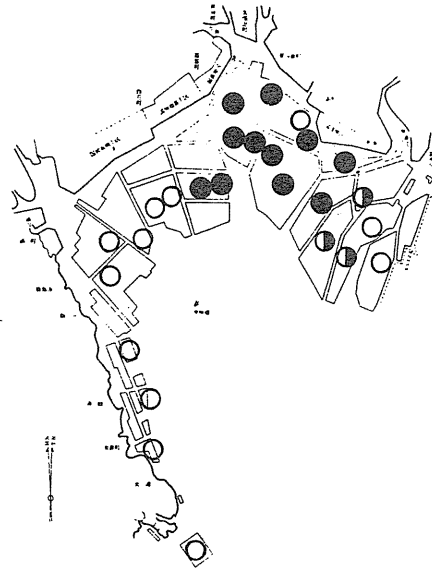


11月10日~11日

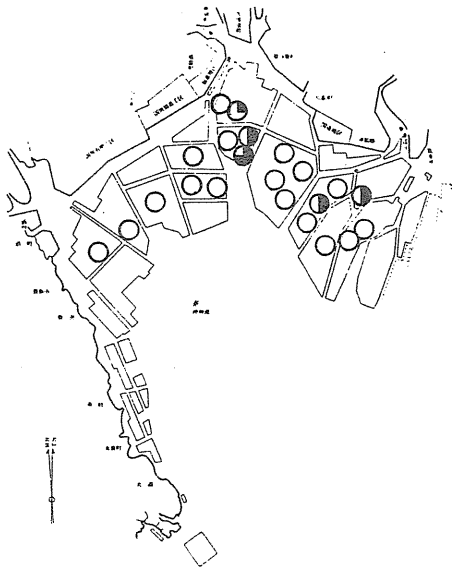
図-2-(2) 壺状菌病の発生状況



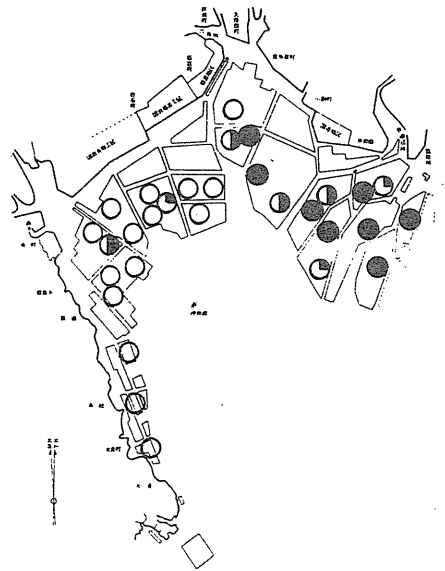
11月18日



11月28日

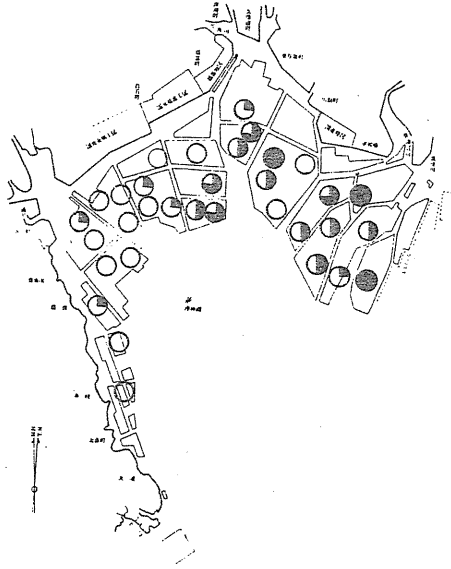


12月19日

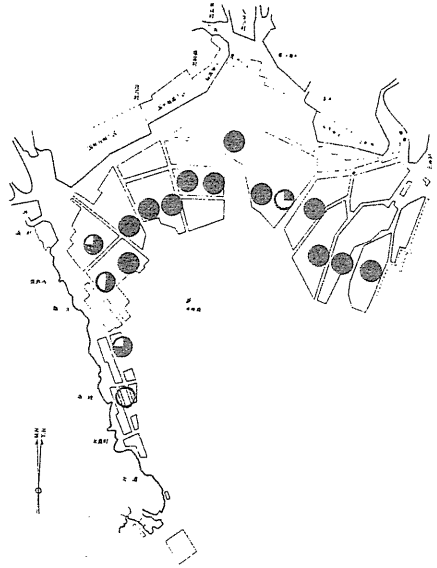


12月23日
24日

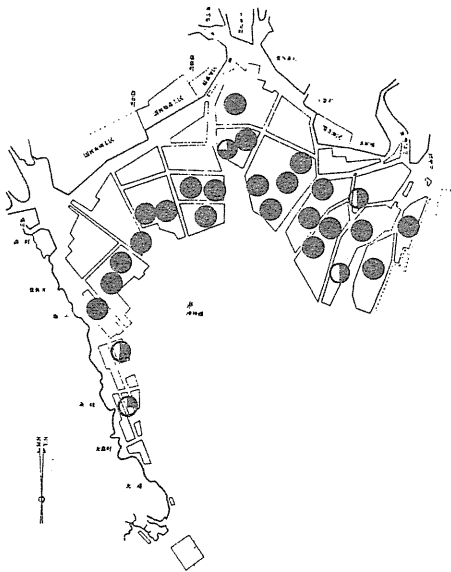
図-2-(3) 壺状菌病の発生状況



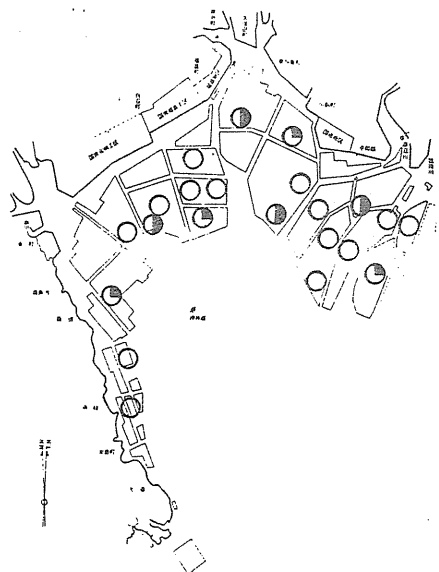
12月27日



1月5日



1月23日
24日



2月14日

図-2-(4) 壺状菌病の発生状況

この間、東・中部の大部分の漁場では赤ぐれ病の被害が著しく壺状菌病による被害は初認漁場のごく一部の網で品質低下が生じた以外認められなかった。特に51年度壺状菌病により被害を受けた東部漁場では本年の寄生は少なかった。

12月16日から一斉に出庫張込みが行なわれた冷凍網には12月19日に東・中部の一部漁場で壺状菌の寄生が確認され12月23日には東・中部のほぼ全域と、秋芽網では寄生が認められなかった西部漁場の塩田川尻でも発生

し、1月5日には県下漁場のほぼ全域で認められ、個体感

染率も全域で増加した。その後、1月23・24日の調査をピークとして2月14日の調査では発生地点数、個体感染率ともに大巾に減少した。病葉の摘採とそれに伴う老化現象に関係があるものと思われる。冷凍網期間における水温の変化傾向をみると12月中旬12℃台のものが1月中旬には7.9℃まで低下し、その後3月上旬まで5℃～10℃の間を上下しながら推移した。塩素量は2月上旬まで16.0～16.3%とほぼ一定の傾向を示した。いずれにしても、52年度の漁期間における壺状菌病の発生状況をみると秋芽網、冷凍網期間を通じてその進行は緩慢であり、被害は非常に軽微であったと言える。

2. 定点漁場における壺状菌病の進行状況

筑後川、六角川、浜川地先各定点における壺状菌病の個体感染率、細胞寄生率の消長について、図-4に示す。個体感染率についてみると六角川漁場では10月28日33%、10月31日16.7%、11月2日70%、11月4日には100%と徐々に増加し発生後、1週間で全ての葉体に認められるようになった。筑後川漁場では11月12日に初めて感染葉がみられ六角川地先に較べて14日遅れて感染が認められた。しかし、個体感染率の増加はよく似た傾向を示した。浜川漁場においては、11月14日までの調査では感染を認めることができなかった。

細胞寄生率についてみると、六角川地先では

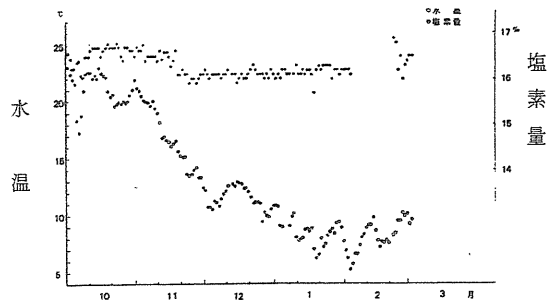


図-3 昭和52年度ノリ養殖期における水温、塩素量変動
(六角川観測塔：満潮時)

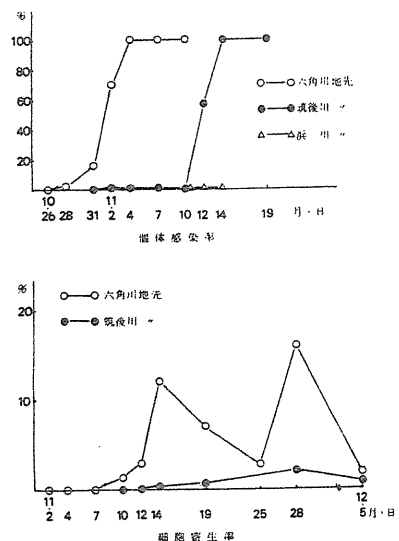


図-4 筑後川、六角川、浜川地先定点における壺状菌病の進行状況(秋芽網)

発生時はわずかに数個の細胞に寄生する程度で、1週間後の11月4日の調査時には1葉体当たり19個とわずかに増えており、その後急速に増加し11月14日には細胞寄生率が12.3%になった。その後一時下降して再び上昇し、11月28日には最も高い寄生率15.8%を示した。11月25日の調査で寄生率が一時的に低下したのは、摘採との関連が考えられる。即ち、ノリ成葉体における壺状菌の寄生部位は通常、先端部、縁辺部に多くその部分が摘採のため切り取られるため、1時的に寄生数が減少したためと思われる。筑後川地先漁場では前述のように赤ぐされ病による死細胞が多く、このためか壺状菌の細胞寄生率は最高2.1%に留まった。今年度の壺状菌病の細胞寄生率は最高15.8%を示し、色落ち、つや落ち等の品質低下がみられたが、ノリの生産量(生長)にとっては、さほど大きな影響は認められなかったようである。

II. 漁場における壺状菌の生理生態に関する実験

1. 張込方法と壺状菌寄生との関係

冷凍ノリを親網(壺状菌寄生網)から離して水位別に張込んだ単張り区と親網上に直接冷凍ノリを取付け、水位別に張り込んだ重ね張り区の2試験区を設定し、壺状菌の寄生状況についてみた。
実験方法

(1) 漁場 六角川地先試験漁場

(2) 時期 52年11月18日~11月23日 5日間

(3) 供試ノリ ○冷凍ノリ 10月上旬採苗10月26日入庫の冷凍ノリで品種はナラワササビノリ、葉長3~5cm、壺状菌未感染。

○親網 秋芽で壺状菌寄生が容易にみられるノリ網。

(4) 張込方法

イ. 単張り区 冷凍ノリ網をビニールパイプ製の枠(50×50cm)に取り付け図-5に示すとおり親網(壺状菌寄生網)から5mはなして水位別-:低吊り(ほとんど無干出)、普通吊り(4時間干出)、高吊り(8時間干出):-に張込み壺状菌寄生状況を観察した。

ロ. 重ね張り区 前記と同様、3段階の水位別に張込んだ親網の上に冷凍ノリを直接重ね、水位別に張込んだ。両者、それぞれの壺状菌寄生状況について観察した。

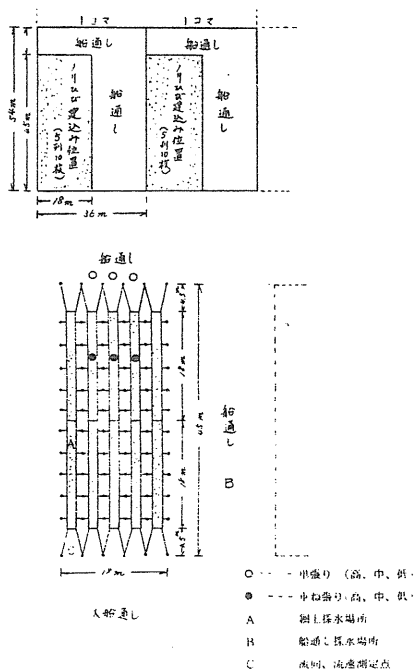


図-5 ノリ網の配列と張込み方法・採水及び流速測定場所

結果および考察

張込方法と細胞寄生率の関係については図-6に示す。単張り区における細胞寄生率についてみると、低吊り網は1日後0.1%、3日後0.4%、5日後には1.4%と経過日数に従って寄生率は高くなった。普通吊りでも低吊りと同様な増加傾向を示し、高吊りは、前2者より低目に経過し、5日目と比較すると約 $\frac{1}{3}$ の寄生率である。重ね網区についてみると、普通吊りが5日目に15%と最も高い値を示し、次いで低吊り8%、高吊り3%と単張り区よりいずれも高い値を示した。親網の場合は、冷凍網とは逆に高吊りが高い値を示したが、この原因については実験開始前における養殖履歴等の問題があり検討が必要である。以上の結果から①親網は別として高吊りが寄生率の低い傾向を示す。これは他の養殖水位に較べ海水に接する機会が少なかったためだろう。②壺状菌の寄生は病原までの距離が近い程感染しやすい。③養殖歴の古い親網より、冷凍ノリの方が感染しやすい。以上の3点が推測されるが実験期間が短時間であったため今後更に室内実験もあわせ検討を加える予定である。

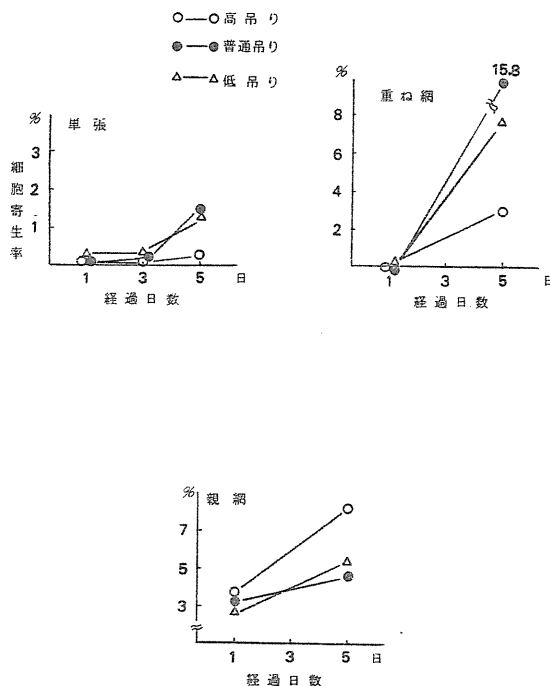


図-6 張込方法と細胞寄生率の関係

2. 漁場における感染実験

壺状菌の感染機構を明らかにするため図-1に示した六角川沖西岸の壺状菌病発生漁場で、大潮時に2回、小潮時に1回漁場海水からノリ葉体への感染確認を行ない、さらに壺状菌寄生量の変化を経過時間、潮時、流速等について検討した。

実験方法

実験は11月9日(大潮)、11月19日(小潮)、11月25日(大潮)の3回で、下記の項目について実施した。

(1) 漁場海水からの感染実験

海水中に含まれる壺状菌の有無を確認し、壺状菌遊走子数と潮時の関係を知るため試験開始時から1時間おきに、養殖ノリの網上の直上及び船通し(網外)から採水して、ただちに冷凍供試ノリ10枚を入れたポリ瓶(1ℓ容)に注入して、実験室に持ち帰り、15℃の恒温室内に静置し、約24時間後にWITTMANNの核染色法で検鏡計数した。なお、壺状菌寄生数は、葉面積1cm²当りに換算した。

(2) 重ね網経過時間と壺状菌寄生数の関係

感染に要する所要時間を知るため、壺状菌の寄生しているノリ網上に冷凍供試ノリを試験開始時に直接重ね、それを1時間おきに取り上げ、経過時間による寄生数の変化を調べた。実験1～3を通じて前記各項目と共に表層水の水温、塩素量について調査し、実験3では同時にCM-2型流向流速計を用い採水と同時に流向流速を測定した。

結果および考察

1) 漁場海水による感染実験

| | | | |
|------------|---|----|------------|
| 実験1. | } | 時刻 | 潮高 |
| 11月9日(大潮時) | | 満潮 | 7.52 5.2m |
| | | 干潮 | 13.58 1.0" |

10時30分～16時30分まで1時間おきに網上の海水を7回採水した。壺状菌寄生数の変化を図-7に示す。本実験では葉体1cm²当り、1.9～8.7個とどの潮時でも壺状菌の寄生が確認された。潮時による出現傾向をみると10時30分から干潮時の13時30分～14時30分には1.9～2.2個と少なかったが、その前後はやや多く干潮3時間後の16時30分は、8.7個と最も多かった。

| | | | |
|-------------|---|----|------------|
| 実験2. | } | 時刻 | 潮高 |
| 11月19日(小潮時) | | 満潮 | 9.14 5.2m |
| | | 干潮 | 15.14 1.2" |

干潮から満潮にかけて12時00分～16時00分まで、実験1と同様に5回、網上及び網外(船通し)で採水した。網上で12時が45.4個、13時が65.0個、14時が71.1個、15時が最高で244.5個、16時が109.9個と実験1にくらべ壺状菌寄生数が多かったが、これは実験に使用した網に発病葉が多く、したがって遊走子数も多かったためであろう。干潮から満潮にかけて増加する傾向がみられた。網外(船通し)における寄生状況を見ると直接網上から採水したものにくらべ、どの潮時でも寄生数が少なく潮時による傾向は明らかでない。

| | | | |
|-------------|---|----|------------|
| 実験3. | } | 時刻 | 潮高 |
| 11月25日(大潮時) | | 満潮 | 9.14 5.2m |
| | | 干潮 | 15.14 1.2" |

満潮から干潮にかけての調査で寄生数は網上では、13.7～82.5個で13時30分(干潮2時間前)が最も多く以後干潮時にかけての寄生数が多かった。網外(船通し)では1.6～14.0個と実験2と同様、網上の方が網外より多く潮時による明確な出現傾向はみられていない。

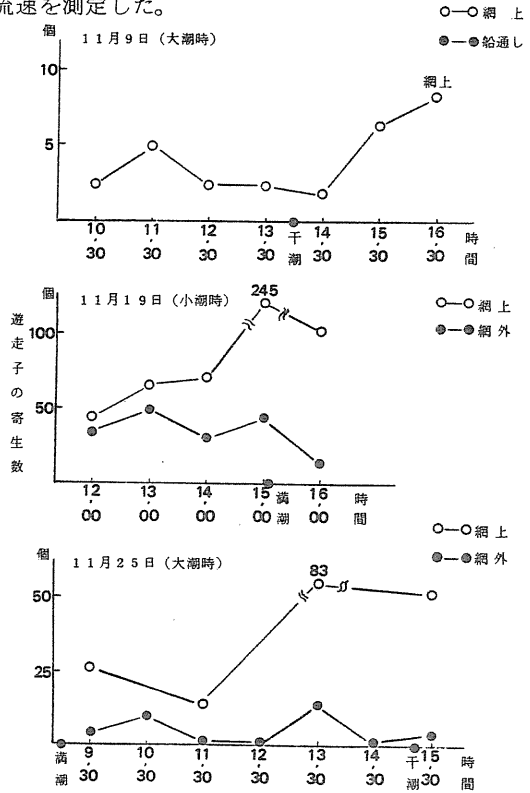


図-7 漁場海水による感染実験

以上3回の実験結果から、海水中に浮遊している壺状菌遊走子は、冷凍ノリを使った上記の方法で比較的容易に検出することができたが、遊走子の潮時による出現傾向についてみると一定の傾向は得られていない。さらに網上における寄生数を、実験対象とした網における遊走子出現の代表値とし、網外（船通し）における寄生数を、周辺漁場における網からの出現傾向を総括的に代表しているものと考え、両者を対比させた場合その出現傾向は必ずしも一定していない。このことは各養殖網における遊走子の放出は必ずしも同時に行なわれず潮時との関係も比較的少ないようである。また、この3回にわたる実験において最も壺状菌寄生数が多かったのは実験2で実験3、1の順で少なくなっている。これは当然各時期における漁場内海水の遊走子量を反映していると思われ、また、この遊走子量は漁場内の壺状菌寄生葉数と密接な関係があると思われ、採水調査によって壺状菌寄生数を検出することは漁場全体における壺状菌被害を推測するための有力な一手段と考えられる。なお、以上の実験を実施するにあたり海水中の遊走子の感染に関する性状をみるため、室内で同じ容量で、同底面積を持つ3個の容器に、同時作成の遊走子液を入れ、ほぼ同じ葉面積のノリをそれぞれ5、10、20枚投入し15℃で1昼夜静置後、寄生数を見たが、その結果表-1に示したように葉体面積1mm²当りの壺状菌寄生数4.08~4.15個と、ノリ投入枚数の多少にかかわらずほぼ一定の寄生数が得られた。このことからみると遊走子は、宿主に寄生する場合自力で遊泳し、又は、自己の意志で宿主を選択するのではなく単に物理的、他動的に移動し寄生するものと思われる。

表-1 ノリ投入枚数と感染数の関係

| No. | ノリ投入枚数 | 総寄生数 | 総葉体面積 | 葉体1mm ² 当り寄生数 |
|-----|--------|-------|-------|--------------------------|
| 1 | 5枚 | 880個 | 218mm | 4.11個 |
| 2 | 10 | 1,755 | 423 | 4.15 |
| 3 | 20 | 2,562 | 628 | 4.08 |

2) 重ね網経過時間と壺状菌寄生数の関係

結果は図-8に示す。

実験1では、実験開始時から4時間目（干潮直後）までの寄生数の増加傾向は非常にゆるやかであるが、4~5時間目即ち干潮の30分~1時間30分後に増加率が5倍と多くなっている。

実験2では、2時間から3時間目にかけて6.5倍の増加がみられているが、これは満潮から1時間後にあたる。

実験3では、1時間目即ち満潮時から1時間後の寄生数が多かったが、その後、5時間目まで寄生数の増加はみられず、干潮時にあたる6時間目には再び寄生数が増加している。

以上の実験を通じて寄生数が増加するのは、いずれの場合も潮流が停滞する満潮

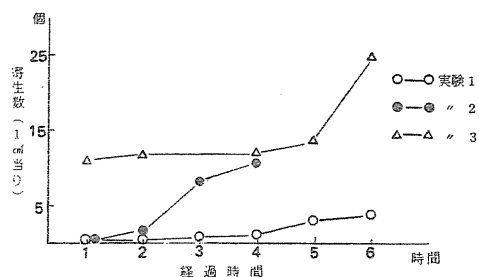


図-8 重ね網時間と壺状菌寄生数

潮時に限られ、流速が速くなる中間潮時には、壺状菌の寄生は非常に少ない。これは、図-9に示した実験3における漁場流速と各時間帯の壺状菌寄生数との関係を見ても明らかで、流速15 cm/secを境界として、以下の流速で寄生数が増加し、以上で少ない。このように壺状菌の感染は「流れ」に大きく、左右されるものと思われる。なお、この実験については資料が不足しているため、今後さらに詳細な実験を行ない室内実験も併せ検討してみたい。

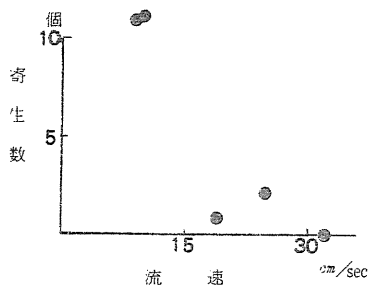


図-9 流速と寄生数の関係

3. 六角川周辺漁場における壺状菌遊走子の出現と分布状況

壺状菌発生漁場では、漁場海水から遊走子を簡単に検出できることを前項で明らかにした。この結果にもとづき、ノリ漁場内における壺状菌遊走子の時期的消長と、水平垂直分布を知るため、図-1 2-(1)に示す六角川周辺の10地点で52年11月28日から53年2月14日にかけて12回にわたり満潮時に前項の方法で採水調査を実施し、壺状菌遊走子を検出した。

1) 遊走子量の時期的消長

壺状菌遊走子寄生数(10地点平均値)の時期的消長については図-10に示す。この調査を本格的に実施したのは秋芽網期間の末期からである。発生期からまんえん期の状況については壺状菌初認漁場の1つであるSt.9で11月9日から同様の調査を継続していたので、その

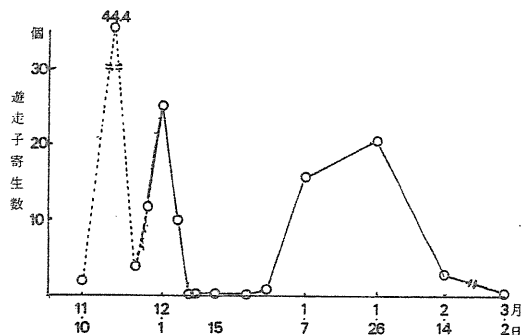


図-10 六角川周辺漁場における遊走子寄生数の消長(10地点平均値)

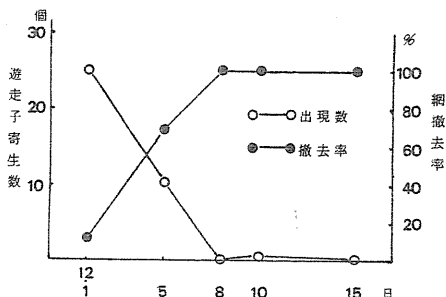


図 11 網撤去率と漁場内遊走子寄生数との関係

結果は点線で示した秋芽網期間中における状況から、寄生数が多くみられたのは11月中旬及び下旬の2回で最高値は11月18日の44.4個(St.9)であった。この状況は図-4の六角川定点における細胞寄生率の時期的な変化傾向とよく一致している。また、12月1日から8日にかけて寄生数の急速な減少がみられているが、この期間は秋芽網の撤去期間にあたり、図-11に示したように病原となる養殖網が漁場から減少するにしたがって壺状菌の寄生数は次第に低下し、12月8日には撤去率100%、寄生数0.0個となった。このことは、壺状菌病対策としては、病害網の一斉撤去が最も有効な手段であることを示している。引続き図-10から、網撤去期間は12月8日から12月15日まで継続され、この間、漁場は完全に空白で壺状菌寄生数は0又は、存在してもごくわずかであった。12月16日から冷凍網が一斉に張

込まれたが、その後、漁場における壺状菌寄生葉が増加するにしたがって、再び寄生数も増加し始め1月下旬には再びピークを迎えたが、その水準は秋芽網時よりやや低かった。その後、2月中旬にかけて寄生数は急激に減少したが、これは漁場における壺状菌寄生葉の減少によるものであろう。

2) 遊走子の水平垂直分布

図-12-(1)~(3)から壺状菌遊走子寄生数の水平分布についてみると、秋芽網末期における分布は岸寄りの低塩分域で多く12月1日の調査では六角川河口部のSt.5で108.3個と最も多かった。続いて、冷凍網期間における分布状況を見ると、12月23日には、わずかではあるが沖合部を中心に出現し、1月7日には、六角川東岸のSt.4で49.4個と最も多く全体的に東寄り漁場で多くなっている。1月26日には、六角川西岸のSt.7で48.3個と最も多く、概して漁場の中間から岸寄りにかけて多い。2月14日になると全体的に分布量は急減し、沖合部のSt.2で15.2個と最も多く、漁場の東側で多かった。

次に、1月26日St5、7、8で北原式採水器を用い表層、表層から2m、底層の3層で採水、観測を行ない各層ごとに遊走子の垂直分布をみた。結果については、図-13に示した。この図から遊走子は、表層または2m層に多く寄生数の約80%が検出され、底層には少なかった。

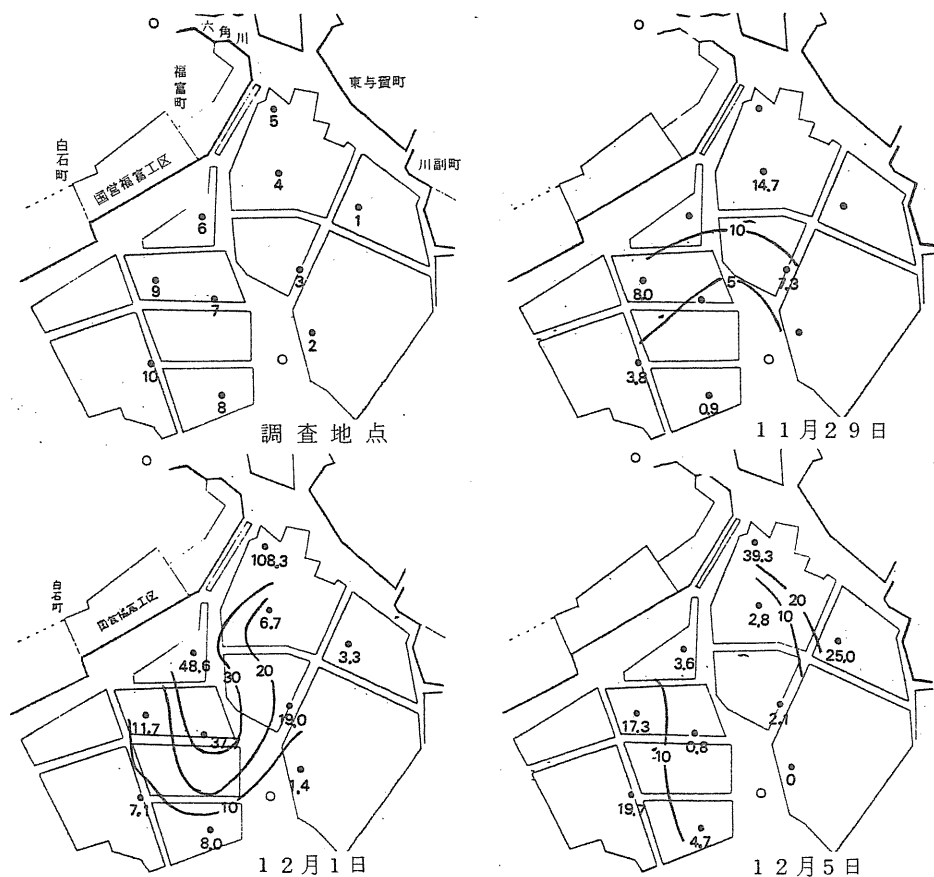
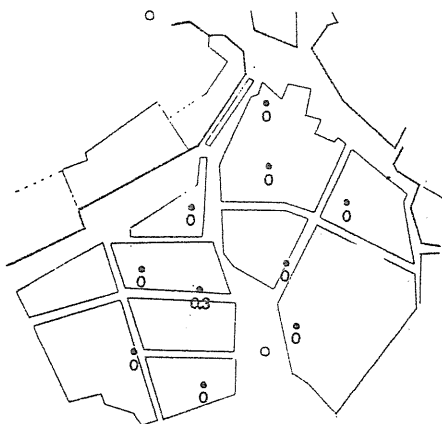
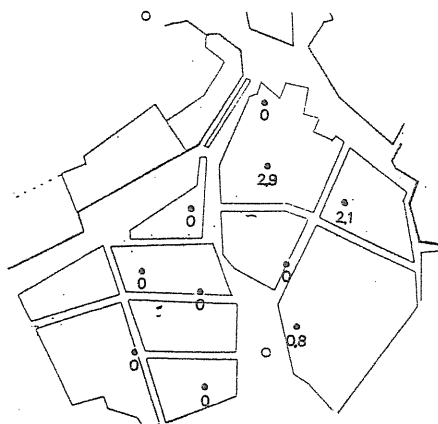


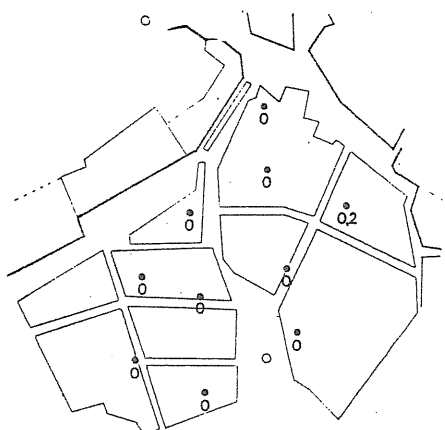
図-12-(1) 壺状菌遊走子の水平分布(表層)



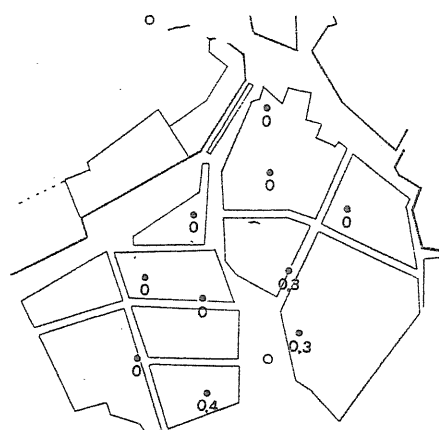
12月8日



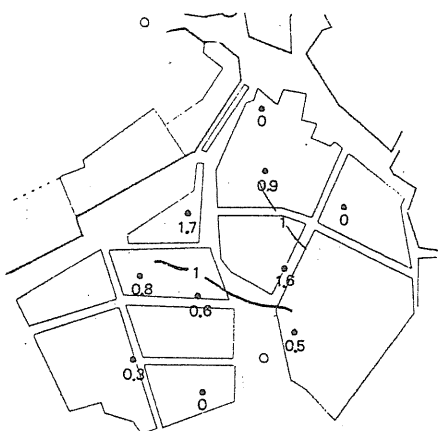
12月10日



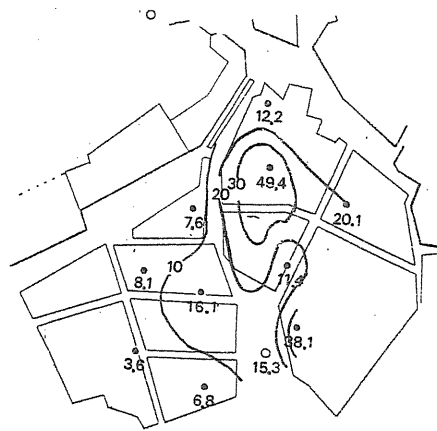
12月15日



12月23日

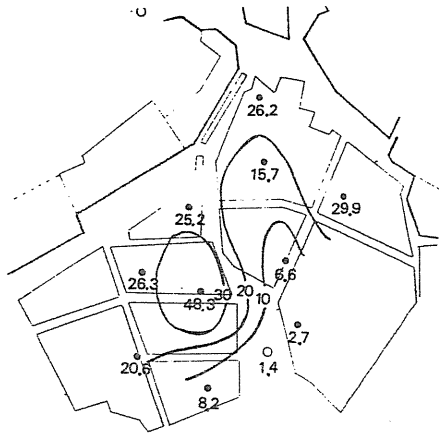


12月28日

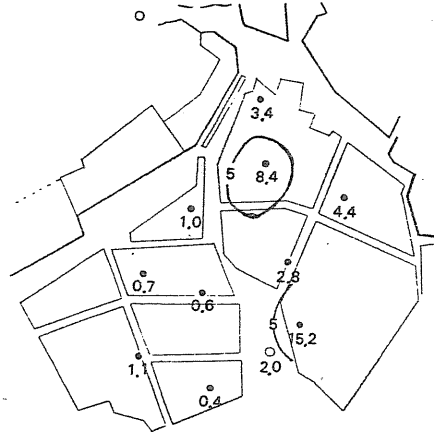


1月7日

図-12-(2) 壺状菌遊走子の水平分布(表層)



1月26日



2月14日

図-12-(3) 壺状菌遊走子の水平分布 (表層)

以上の結果から、ノリ漁場内海水を採水し、壺状菌を検出することにより壺状菌病の漁場における進行状況をかなり正確に把握することができると思われる。さらに、各漁場に張込まれたノリ網から直接、網糸を切断し実験室に持ち帰り検鏡するといった従来の病害調査と比較して、この採水調査では海況観測の手法が使えるために、比較的容易に調査を実施でき、壺状菌病の伝染ばん範囲等を予測するための有力な手段となり得ると思われる。

反面、この方法で壺状菌遊走子を漁場海水から検出できるようになるのは、壺状菌病の被害程度が相当増加した後であって、現段階では早期発見のための手段として使用できるかは不明である。従って今後、壺状菌病の被害程度と漁場海水に含まれる遊走子量との関係、さらにこれが病状によってどのように変化するか等について詳細な検討を加え、精度を高めることによってこの方法の改善を図りたい。

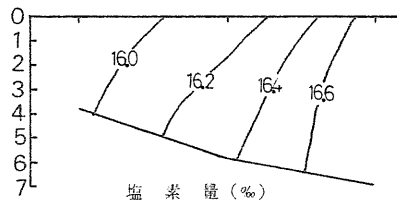
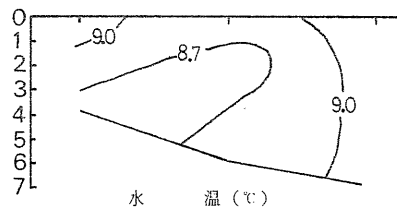
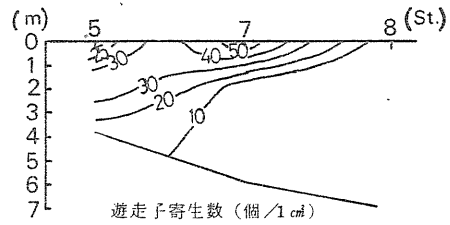


図-13 遊走子の垂直分布
(53年1月26日調査)

Ⅲ. 壺状菌の生理生態に関する室内実験

壺状菌の生理生態を知るため室内において基礎実験を行った。

1. 壺状菌遊走子の感染能について

各種水温条件下における壺状菌遊走子の感染能力の持続時間について検討するため、水温5～20℃の範囲に4区分を設定し、各区それぞれについて経過日数ごとに寄生数の変化を調べた。

実験方法

(1) 温度区分 5、10、15、20℃の4区分

(2) 遊走子液の作製

52年11月19日、六角川地先漁場で壺状菌寄生率の高い病葉を採取し、同日直ちに冷凍した。以後この葉体5～10gを適宜解凍して、Cl1 6.61%の無菌海水に室温で約2時間浸漬後、ガーゼで濾過しさらに2時間放置して、その上澄液を実験に用いた。なお、以下の室内実験に使用する遊走子液はすべてこの方法によった。

(3) 供試ノリ

壺状菌未寄生の葉長3～5cmのナラワスサビノリ、以下すべての室内実験にこのノリを使用した。

(4) 感染能の確認

遊走子液1.5ccを入れた試験管30本ずつを、各温度区の恒温室に入れ、実験開始直後から1日ごとに4～10日間にわたり、試験管3本ずつにノリ葉体各1枚計3枚を投入し、5℃区では72時間、10℃区では48時間、15、20℃区では24時間後に常法により染色検鏡し、単位ノリ葉体面積あたりの壺状菌寄生数をもって感染能力を確認した。

結果および考察

各温度区ごとの試験開始時の壺状菌寄生数を基準(100)として、経過日数による寄生数の変化を、図-14に示した。これによると水温20℃区は、2日目には開始時の4%と急減し、3日目には2.7%とわずかであるが寄生が認められ4日目には、寄生は認められなかった。同様に、水温15℃区は1日目42.3%、2日目42.9%を示し減少の勾配がやや緩やかになった。以後3日目1.5%、4日目には1.0%となり、5日目には認められなかった。水温10℃区は2日目に7.9%と急減したが、それ以後は減少率が少なくなり6日目に1.3%を示し、7日目に認められなくなったが15℃にくらべ、2日長く持続している。水温5℃区は、2日目89.3%、4日目50%、6日目3.5%、9日目でもわずかに認められ10日目には認められなくなった。水温5℃

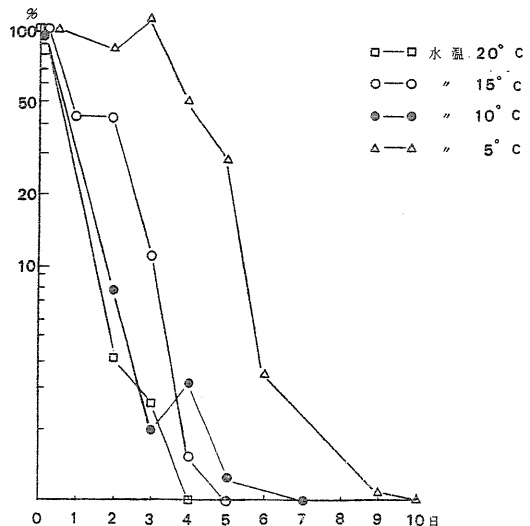


図-14 遊走子の感染能と水温との関係

区が最も長く感染能力を維持できるようである。なお、これらの実験と併行して遊走子液を試験管ごと -20°C で冷凍保存し、適宜 15°C 室温で解冻後、同様の方法で感染能力についての実験を行ない17日後まで感染能力を維持していることを確認したが、それ以後実験を行っていないので、 -20°C での感染能力の保持限界については明らかでない。このように、壺状菌の感染能力は水温が低くなるほど長期間保持できるという結果が得られたが、右田によれば、壺状菌遊走子は、基物に着生後、発芽管を出し果胞子に貫入する。また、低水温期に葉体の細胞間でも発芽管を出し患部を広げていく現象がみられることを報告している。したがって本実験における遊走子の感染能力は、遊走子そのものが形態を変更することなく維持しているものか、または、遊走子が発芽体に形態を変えて感染能力を維持しているものかについては、観察結果がなく不明である。

2. ノリ葉体浸漬時間と壺状菌寄生との関係

壺状菌遊走子液にノリ葉体を浸漬し、壺状菌寄生数の経過時間による変化について調べた。

実験方法

前述の方法で作成した遊走子液に、供試ノリを所要枚数投入し、瞬時、5、10、20、30、60分経過後にそれぞれ3枚ずつ取りあげ、無菌海水で1回洗浄後、さらに往復振とう器を用いて30分間洗浄し、殺菌海水をみたした無菌シャーレに移し、 15°C で24時間静置培養した後、染色し壺状菌寄生数を計数した。

結果

浸漬時間と壺状菌感染数との関係については図-15に示した。遊走子液の濃度は不明であるが、本実験ではノリ葉体をごく短時間浸漬するだけでも寄生が認められた。その後、直線的に寄生数が増加し、

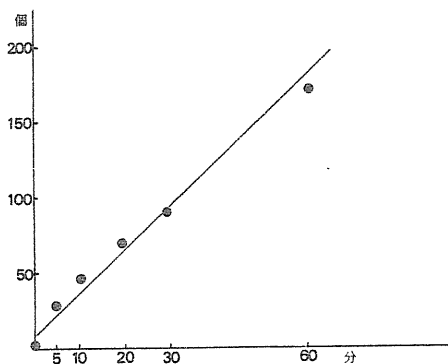


図-15 浸漬時間と寄生数の関係

実験開始60分後には 171.6 個/ 1cm^2 となり、瞬時の浸漬にくらべ4.3倍の寄生が認められた。

3. 壺状菌の生長、成熟におよぼす温度、塩分の影響

実験方法

遊走子液で感染させたノリ葉体各20枚を、 100ml の無菌海水を入れた滅菌シャーレに投入し、18時間後から各経過時間ごとに、1枚ずつ、ノリ葉体を取りあげ常法により染色検鏡した。検鏡法は菌体の生長については、ノリ葉体に寄生した壺状菌菌体のうち30~50個について、各長径(μm)を測定し、成熟については菌体100個のうち遊走子を放出した後の細胞数の割合で示した。なお、この実験における壺状菌の成熟とは菌体が成熟し、新たに遊走子を放出する状態を言うこととする。

実験区分は、実験1：温度10、15、 20°C 塩素量11、14、17%の組合せ……計9区分

実験2：実験1の区分にさらに水温 5°C と塩素量8および20%の組合せを7区分

加えた……計16区分

なお、実験2は菌体の成熟についておもに観察し、生長については水温5℃の区分でのみ実施した。

結果および考察

塩素量区別の壺状菌菌体の生長については図-16に示した。

1) 壺状菌菌体の生長と水温、塩分条件

観察によると、菌体は長径11~14 μm に生長すると新たな遊走子の放出が始まることから、ノリ葉体内における菌体の生長ピーク(成熟)時の大きさを12 μm 以上と想定した。塩素量11~17%の3区分別では、11%の15℃区でやや生長の遅い傾向もみられたが、全般的には塩素量の差による生長の差は小さいようである。

これに対して、温度別では明らかな生長の差が認められ5~20℃の範囲では、高温区ほど生長が速い。成熟期までの経過時間についてみると20℃、15℃区では約48時間(2日)で到達し、両水温区の差は明らかでない。水温10℃区では、前者にくらべ生長が遅く成熟期に到達するまでには72~96時間(3~4日)を要する。水温5℃区では、さらに生長が遅れ、48時間後ではほぼ5 μm 、96時間後で11 μm となり成熟期までには120時間(5日)以上を要するようである。

2) 壺状菌の成熟に及ぼす水温、塩分条件

葉体細胞内で生長した壺状菌菌体は、長径12 μm 以上で成熟し、新たな遊走子の放出を開始する。放出後の細胞は萎縮してやや角張った形を呈し、時間経過と共に放出細胞数が増加する。この放出細胞数と水温、塩分について検討し図-17-(1)~(2)に示した。

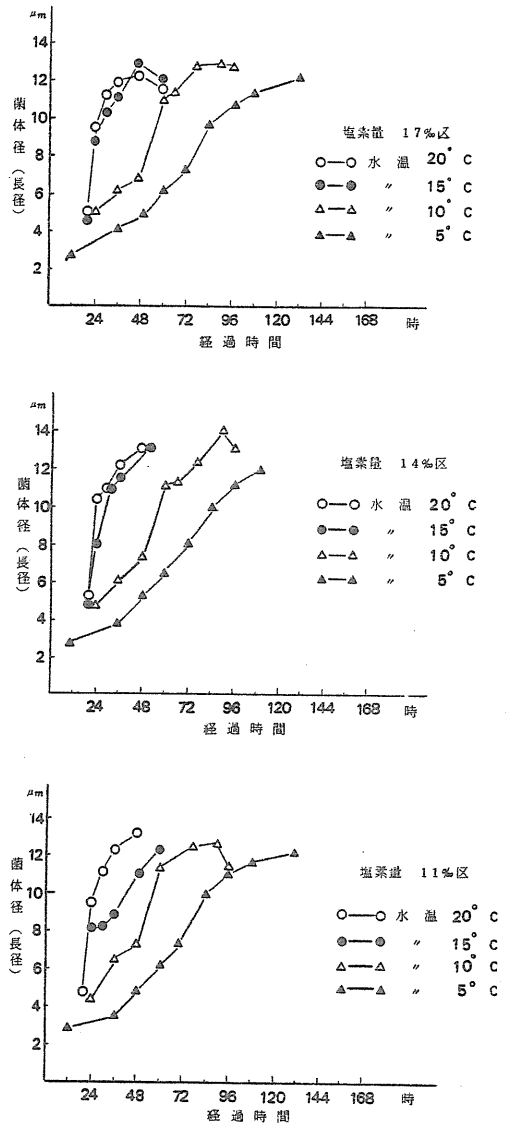


図-16 壺状菌の生長に及ぼす温度、塩素量の影響(実験1-2)

実験 1

塩素量 1.7 及び 1.4 ‰、水温 20、15℃区では遊走子の放出は感染後 4.2 時間目でみられ、その後急速に放出が進み 5.4 時間目に 40～60%、6.0～7.2 時間後には 90～100% に達する。塩素量 1.1 ‰区の水温 20℃では前者と同様な放出傾向を示すが、15℃区では放出開始が 4.8 時間目以後となりやや遅れるが、その後の放出は早く、7.2 時間後には 100% に達した。水温 10℃区では、各塩素量区でも放出開始が 6.6 時間目以降となり、その後の放出量も 9.0～9.6 時間目で約 50%、10.0% には 10.2 時間程度を要するようである。

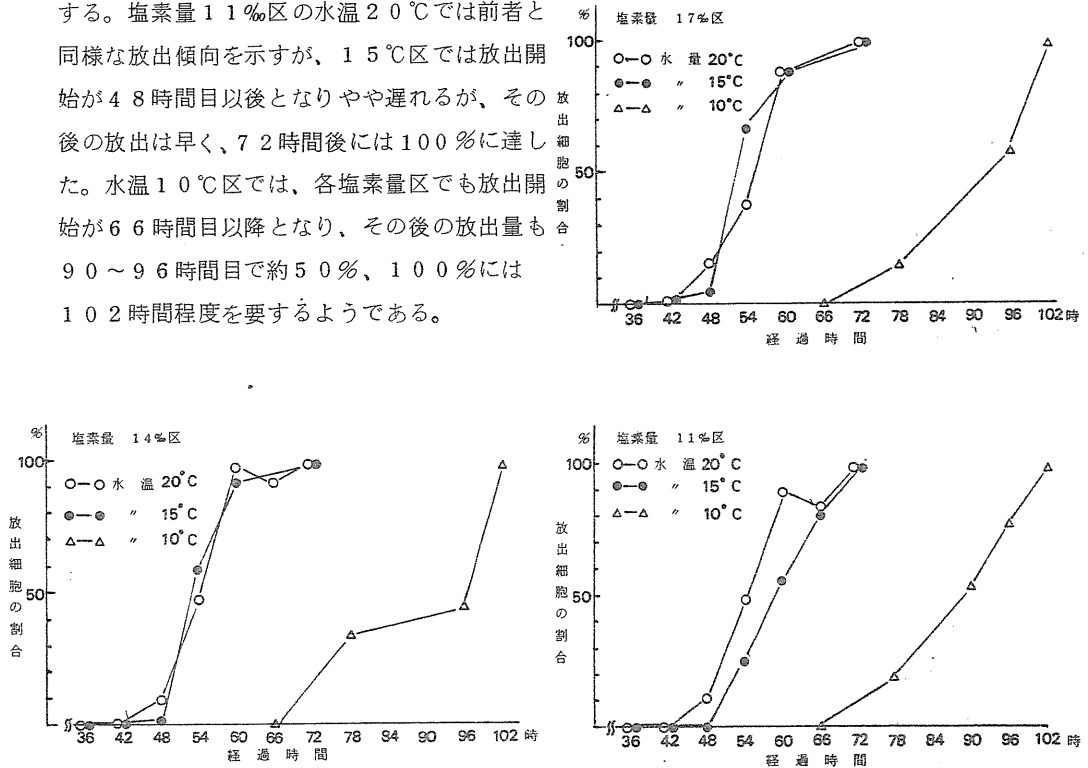


図-17-(1) 壺状菌の成熟に及ぼす温度、塩素量の影響 (実験 1)

実験 2

塩素量 2.0‰～1.1‰の 4 区分では、水温 20、15℃とも 4.2～4.8 時間後に放出がみられ始め、その後、急速に放出が進んで、放出開始時から 9～12 時間目の 5.1～5.4 時間目には、ほぼ 100% の放出量を示している。塩素量 8‰、水温 20℃区では、放出開始時は 4.5 時間目と大差ないが、放出後 90% 以上を示すのは 6.0～6.3 時間後とやや遅れるようである。水温 10℃区では塩素量 2.0～8‰のいずれの区も放出開始が 6.0～6.9 時間目と水温 20、15℃よりもかなり遅れ、また放出開始時から放出がほぼ終了するまでの時間も 1.8～3.6 時間を要し、放出速度もやや遅くなる。水温 5℃区では、塩素量 1.7～1.1‰の 3 区とも放出開始は 10.8 時間目に初めて見られ、その後の放出もゆるやかで、13.2 時間後に 30～40% の放出率、15.6 時間後でも 90～100% とまだ完全に放出が完了しない区分も見られる。

以上のように、遊走子の新たな放出は、塩素量よりも水温によって大きく左右され、5～20℃の水温範囲では水温が高い程放出開始時が早くなり、放出完了までの時間も短くなる。壺状菌菌体の生長と成熟実験の結果からみて壺状菌の増殖は水温条件と関係が深く、感染から新たな

遊走子の放出、再感染までの1 Cycleは、水温20～15℃では約2日間、10℃では3～4日間、5℃では5日以上となっている。即ち、秋芽網の養殖期間では壺状菌の増殖速度が早く、冷凍網の養殖期間では前者よりも増殖速度が遅くなると思われ、壺状菌病発生時におけるノリ養殖管理上の一助となるものと考えられる。

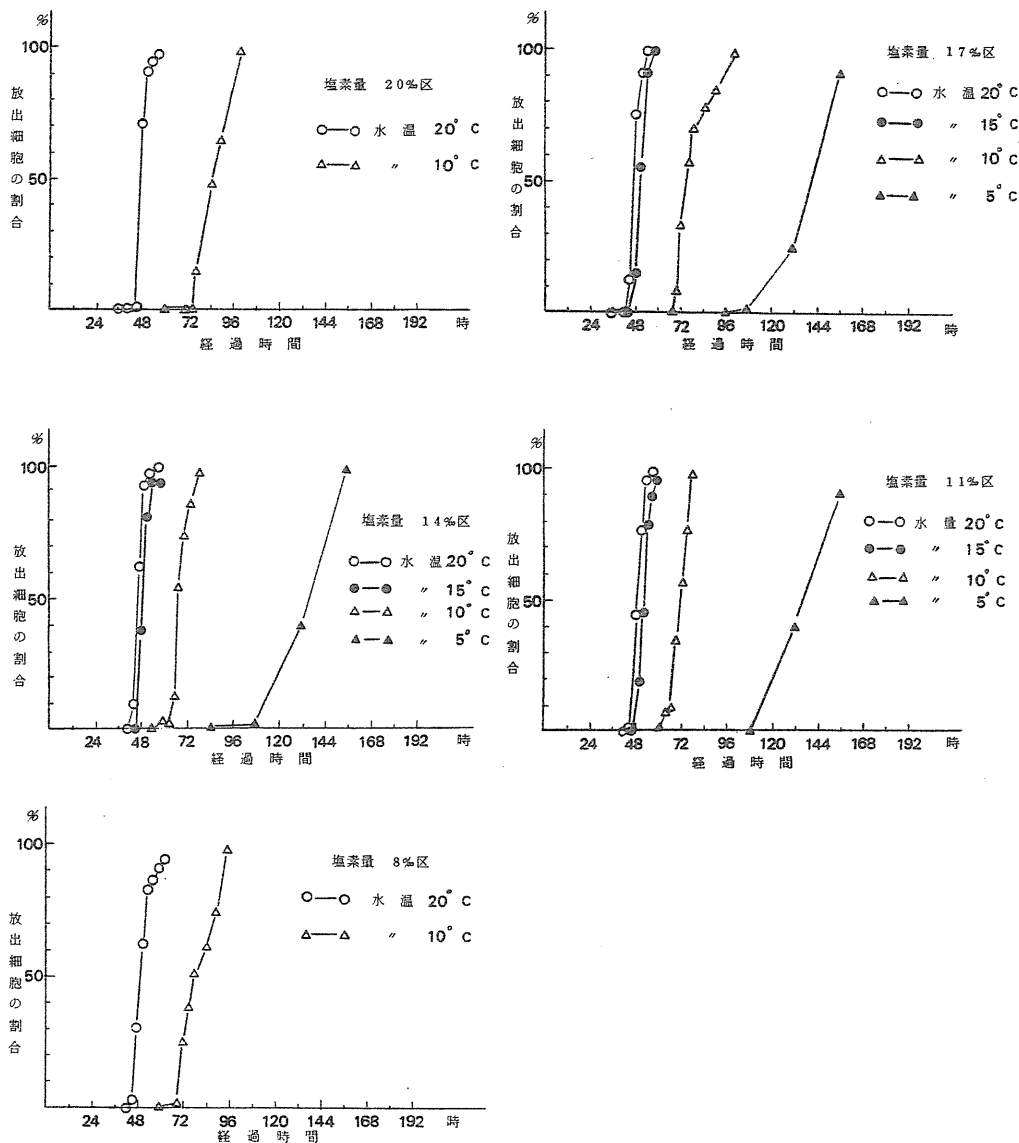


図-17-(2) 壺状菌の成熟に及ぼす温度、塩素量の影響 (実験2)

4. 感受性に関する予備実験

壺状菌に対するノリの感受性の有無を調べるために、簡単な実験を行った。

1) のりの健康度との関係

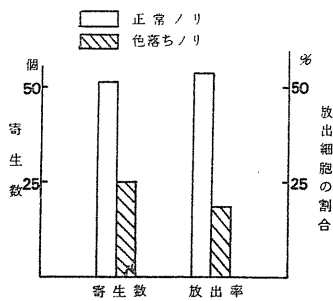


図-18 ノリの健康度と寄生数放出率の関係

品質の異なる2種類のノリを用いて、感染数及び遊走子放出細胞の割合を調べ比較した。供試ノリは11月上旬に色落ちのみられた西部漁場（鹿島市七浦地先）産ノリ及び、ほぼ正常に生育していた東部漁場（佐賀郡川副町地元）産ノリである、いずれも壺状菌の寄生は認められなかった。供試ノリは、約1cm²に切りその5枚ずつをあらかじめ病葉から遊走子を放出させたシャーレ内の海水に投入し、試験開始2日後に寄生数、3日数に放出細胞の割合を調べた。結果は図-18に示すように、感染数は正常ノリの52個に対し、色落ちノリは25個と約50%であった。放出細胞の割合は正常ノリが54%に対し、色落ちはその $\frac{1}{3}$ の18%といずれも色落ちノリが低い値を示した。

2) 産地の異なるノリとの関係

産地の異なる2種類のノリを用いて、遊走子液中に投入し、感染状況を調べた。供試したノリは、52年1月に採取した唐津産ノリと前回まで室内実験に使用した有明産“冷凍ノリ”である。両産地のノリは、約1cm²に切り病葉とともに腰高シャーレに入れ、所定の感染時間を経過させた後、取り上げ寄生数を生試料で観察した。なお、ノリ葉体はマイクロームで細断し、葉体の厚さを調べた。結果を表-2に示す。ノリ葉体の厚さは、有明産ノリが平均19.0μm、唐津産は平均36.5μmであった。有明産ノリは、2日後でも多数の壺状菌の寄生が認められたが、唐津産ノリは4日後ようやく壺状菌の寄生がわずかに認められる程度であり、唐津産ノリは壺状菌の寄生量が少なく、寄生後の菌体の生長も遅いようである。このことは唐津産ノリの前歴が不明であり明らかでないが、生育環境の違いやノリ葉体の厚さの違いなどが関係していると考えられる。

以上の2つの実験結果から考えると、ノリ葉体の健康度や生育環境の違いが、菌体の生長、遊走子の放出に大きな影響を与えるものと推察され、引続き詳細な検討を実施する予定である。

表2 産地別ノリの壺状菌に対する感受性の相違

| 産地別 | ノリの厚さ | 1日後 | 2 " | 3 " | 4 " | 7日後 |
|-------|---------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 有明産ノリ | 19.0 μm | — | +++ | +++ | +++ | +++ |
| 唐津産ノリ | 36.5 μm | — | — | — | ± | + |

要 約

- (1) 初期感染は、10月28日に六角川地先漁場で確認したが、その後の進行は緩慢で徐々に中・東部漁場に拡大した。確認時にはノリ生産期に入っており、東部漁場はすでにアカグサレ病の発生があり、合併症としてあらわれた。アカグサレ病の病勢が強く、西部漁場は色落ちで品質低下がみられ、結局秋芽網期間の壺状菌病の被害は最初に発生がみられた漁場周辺に留った。
- (2) 定点に於ける病状の変化は、被害の比較的ひどく現われた六角川地先漁場で、個体感染率は初認から7日間で100%になった。また、細胞寄生率は最高15%を示したが生長にはさほど影

響はなかったようである。

- (3) 野外における壺状菌の寄生は、遊走子を含む海水に接触する時間が長いほど多数寄生する。また、流れによって左右され潮流の停滞期に多く寄生する。
- (4) 壺状菌の発生がみられる時期の周辺漁場海水を用いた実験では、壺状菌の感染は容易にみられる。すなわち、壺状菌遊走子は海水中に多く生存している。また、寄生程度は時期的に増減し、漁場被害程度やノリ網の張込み量によって異なるようである。さらに漁場における垂直分布をみると遊走子は表層に多く底層水に少ない。
- (5) 遊走子の感染能力の持続時間は、5～20℃の範囲では低水温ほど長く、高水温ほど短い。
- (6) 濃厚遊走子液中に、ノリ葉体を浸漬した場合の壺状菌の感染は瞬時から60分までの浸漬では、浸漬時間の長いものほど多くなるが瞬時の浸漬でも多量の感染がみられることから壺状菌遊走子のノリ葉体への感染能は非常に強いようである。
- (7) 壺状菌感染後、新たな遊走子放出にいたる時間は温度条件によって異なり、秋芽・冷凍ノリを用いた実験では水温5～20℃の範囲内で温度が高いほど早く、即ち、菌体の生育もよく15～20℃で感染後50～70時間後、10℃で70～100時間後、5℃で100～160時間後には90%以上が放出する。
- (8) 壺状菌に対するノリの感受性の相違は、菌体の生長や遊走子の放出に大きな差となって現われるようで、生育環境の影響力が強いものと思われる。

文 献

- 右 田 清 治 養殖アマのりの壺状菌病について
長崎大学水産学部研究報告28 131-145