

水産公害調査並びに試験

水産公害基礎研究（河川水の農薬汚染について）

石井吉夫・水野武郎・瀬古幸郎

目的

農薬使用量の約半分が水田の病害虫および雑草防除に使用されており、これらの農薬の一部が水系に流出する比率は高いといわれている。特に、愛知県では、昭和53年にイネの害虫であるイネミズゾウムシが全国で初めて発生し、特定の農薬使用量が激増している。

そこで、河川における農薬汚染の実態を把握し、水産資源への影響について考察するため、農薬汚染の実態調査を行った。

方法

図1に示した、矢作古川、矢崎川、音羽川の各下流部を調査地点とし、水田農薬の使用

時期である6～9月に18回採水し分析を行った。分析を行った農薬は、表1に示した県内使用量が原体10 t以上のもののうち、添加回収実験で回収不良のPHCと、水溶性のカルタップを除いた11種および、畑地で最も多く使用されている有機リン系殺虫剤のエチルチオメトンを加えた合計12種類である。分析はJIS.K0102-1981, 31.1.4の方法に準じて行い、検水の量は1.8 lとした。検出は、CNP, クロメトキシニル, オキサジアゾンを経験的に行い、他は、NPD-GC（島津FTD-8, GC5A）により行った。

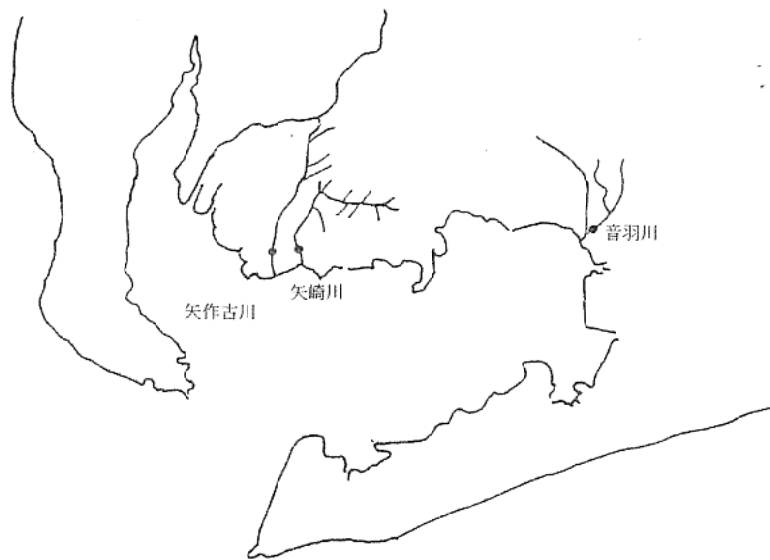


図1 調査地点図

表1 水田で使用される主な農薬

種類名	主な商品名	分類	県内※1 使用量(t)	全国※2 使用量(t)
IBP	クタジンP	有機リン系 殺菌剤	60.2	3,050
カルタップ	パダン	水溶性含窒素 殺虫剤	38.3	940
MPP	バイジット	有機リン系 殺虫剤	35.4	1,200
クロメトキシニル	エックスゴーニ	ジフェニルエーテル系 除草剤	26.3	1,070
BPMC	バッサ	カーバメイト系 殺虫剤	25.9	1,700
CNP	MO	ジフェニルエーテル系 除草剤	25.2	3,210
ベンチオカーブ	サターン	チオールカーバメイト系 除草剤	24.7	2,250
モリネート	オードラム マメット	チオールカーバメイト系 除草剤	21.4	1,190
オキサジアゾン	ロンスター	ダイアジン系 除草剤	15.8	290
PHC	サンサイド	カーバメイト系 殺虫剤	15.7	200
ダイアジノン	ダイアジノン	有機リン系 殺虫剤	14.5	1,030
MEP	スミチオン	有機リン系 殺虫剤	14.2	1,810
シメトリン	ギーボン	トリアジン系 除草剤	10.9	1,810
エチルチオメトン	エカチンTD ダイシストン	有機リン系 殺虫剤	21.4	940

※1 県農水部，植物防疫事業実績書より原体に換算したもの。

※2 農薬要覧 - 1981 - より出荷数量から原体に換算したもの。

結果

分析を行った12種類の農薬のうち，畑地で使用量が多いエチルチオメトンを除き，他はすべて検出された。その最高濃度は，除草剤のモリネート39ppb，シメトリン9.5ppb，ベンチオカーブ11ppb，オキサジアゾン4.8ppb，クロメトキシニル3.2ppb，CNP

1.4ppb，殺虫剤では，BPMC26ppb，MPP3.5ppb，ダイアジノン3.3ppb，MEP1.2ppb，殺菌剤のIBPが16ppbであり，かなりの濃度が，1～2週間継続されることがわかった。これらの結果は図2～12に示したとおりである。

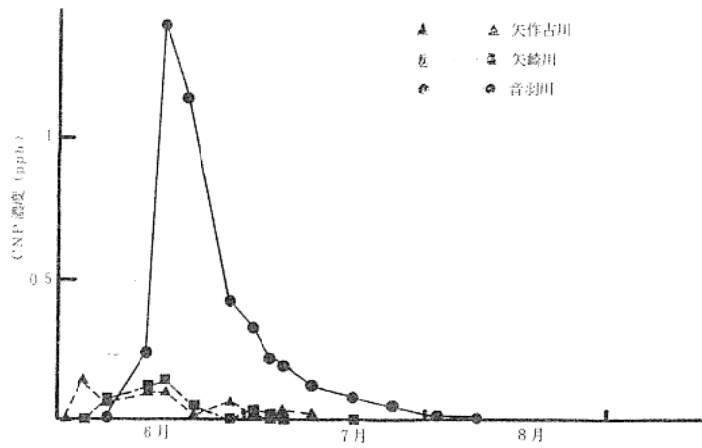


図2 CNPの河川水中濃度

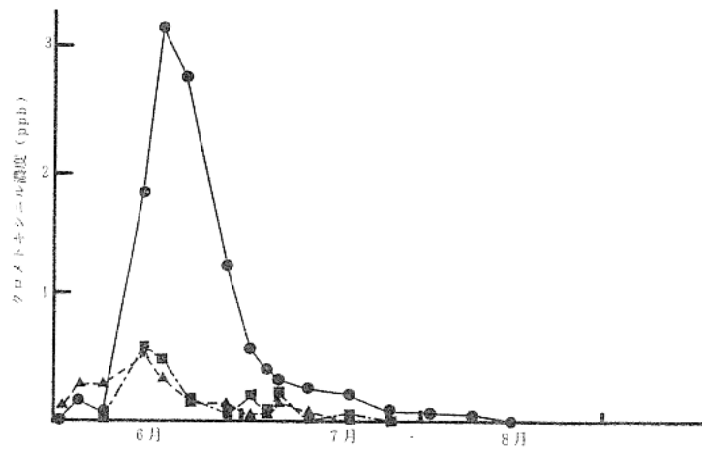


図3 クロメトキシニルの河川水中濃度

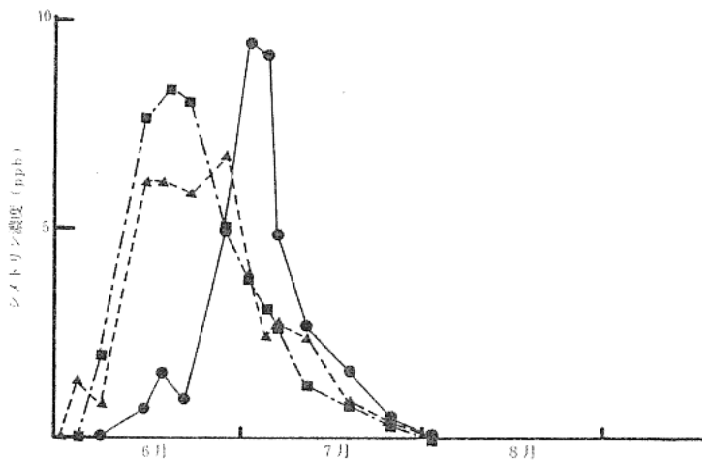


図4 シメトリンの河川水中濃度

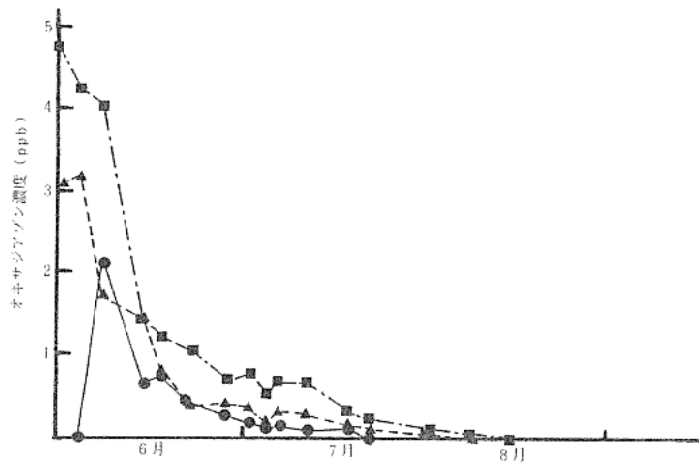


図5 オキサジアゾンの河川水中濃度

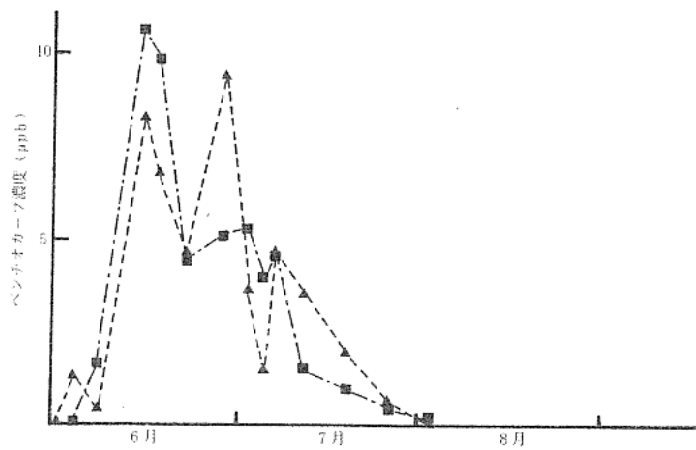


図6 ベンチオカーブの河川水中濃度

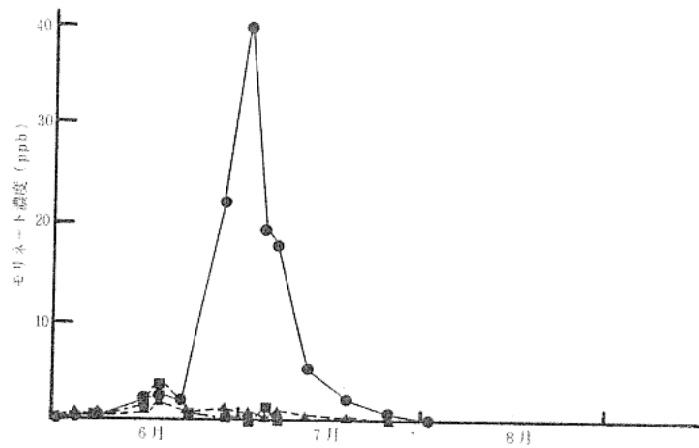


図7 モリネートの河川水中濃度

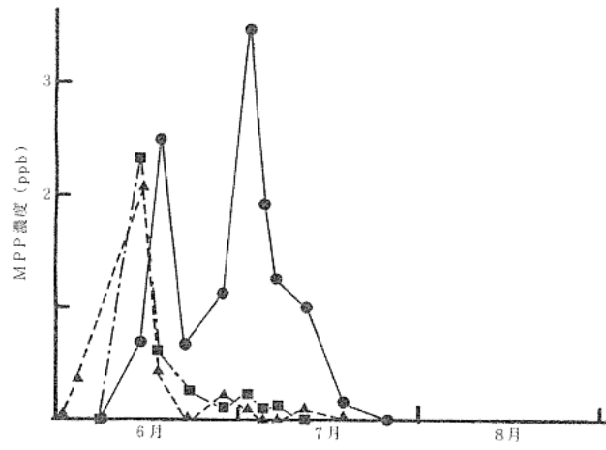


図8 MPPの河川水中濃度

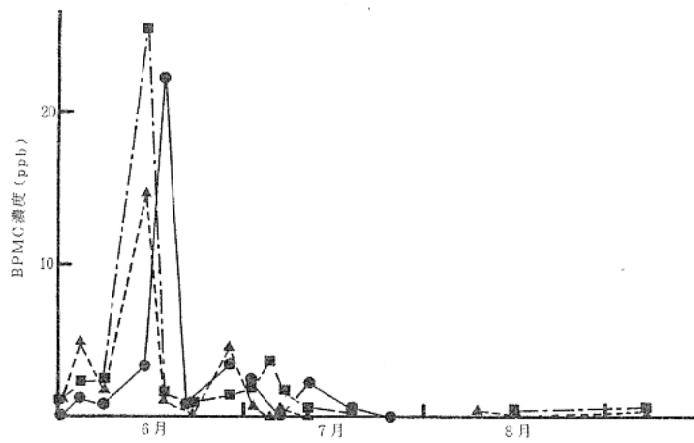


図9 BPMCの河川水中濃度

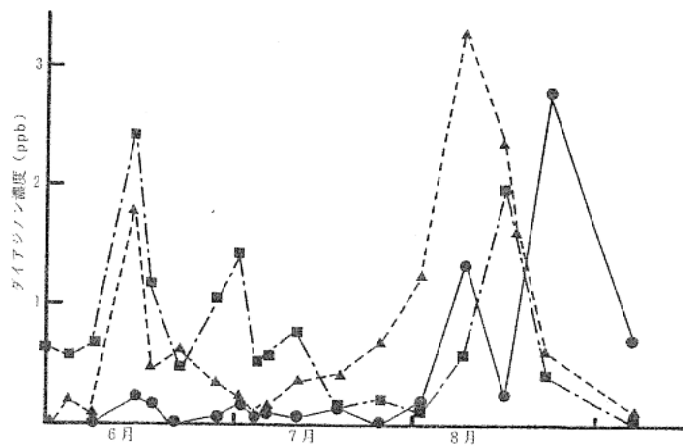


図10 ダイアジノンの河川水中濃度

雨により河川水量が増加しても農薬濃度の減少はみられなかったので、大雨増水時には、かなりの量の農薬が海域に流入することが予想される。今回の3河川の調査結果から他の河川の汚染実態を論ずることは出来ないが、

三河湾のような閉鎖性の強い内湾では、海域の水産資源に対して影響を与えている可能性もあるので、海域の農薬の汚染実態についても調査を行う必要がある。

指標プランクトン増殖量による汚染度測定

鈴木 裕・土屋晴彦

目的

富栄養化の進行する愛知県下海域の潜在的赤潮発生能力を、指標プランクトンの増殖量で測定するための測定方法を究明する。

方法

調査項目

指標プランクトン増殖量、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、溶存態有機窒素 (DON)、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、溶存態有機リン (DOP)、全クロロフィル a (T-chl-a)、プランクトン組成、塩分量。

方法

プランクトン培養は、対照培地および渥美湾中央部と伊勢湾中央部の表層および水深5m層より採水し、 0.45μ メンブランフィルターで濾過して等量づつ混合して調整した検水について行った。培地40mlを100ml三角フラスコに採り、指標プランクトンとして *Skeletonema costatum* はターナー111型蛍光光度計のスリット×30での読取値の5の密度 (約100 cells/ml) で、*Prorocentrum micans* は1000 cells/mlの密度で、それぞれ単種で植種し、 $22\pm 1^\circ\text{C}$ 、4 Klux、18時間照射をして、4日間培養を行った。増殖量は

4日目のT-chl-aで測定した。

指標プランクトン1種類あて、対照培地3本 (高栄養塩1本、低栄養塩2本)、検体培地3本を1組とし、2採水点×2植種×6本=24本を1シリーズとした。

日間増殖率は、 $10^{(\log M_4 - \log M_0) / 4}$ (M_4 = 増殖量、 M_0 = 植付量) で求めた。

水質分析方法は水質監視事業と同じ、T-chl-a は上記蛍光光度計で測定した。電算機はNECのMS-120、プログラムはST ATPACを使用した。

調査時期は、昭和57年4月～昭和58年3月、調査場所は、伊勢湾中央部および渥美湾中央部。

結果および考察

観測回数が少ないため、前年度のデータと合せて検討を行った。植種プランクトンの対照培地における増殖量が明らかに異常と考えられるサンプルおよび欠測項目を含むサンプルを除き、*P. micans* 植種試験の27サンプルと、*S. costatum* 植種試験の28サンプルについて検討した。

目的変数として3検体の日間増殖率の平均 (MM) を、説明変数として、ヒストグラム

に出来るだけひずみの出来ないように変換した M_0 , 塩分量 (SAL), DIN, PO_4-P , 培地量 (CC), 溶存態総窒素の対数 (DTN_L), 溶存態総磷の対数 (DTP_L), DONの対数 (DON_L), DOPの対数 (DOP_L), 採水中の珪藻類総細胞数の対数 ($D-cell_L$) と大型鞭毛藻類総細胞数の対数 ($F-cell_L$), 高栄養塩対照区の日間増殖率 (MC1) および低栄養塩対照区の日間増殖率の平均 (MC2) の13変数を採用し, 重回帰分析 (増減法, 導入基準: 偏F検定 0.05) を行った。

P. micans 植種試験については, M_0 , DIN, $F-cell_L$, MC2 の4変数を取り込まれ, 寄与率 = 0.755, $R^* = 0.8432$ を示し,

$MM = -0.4910M_0 + 0.0073DIN + 0.4547F-cell_L + 0.4629MC2 + 1.0491$ の式を得た。

目的変数MMは3検体の日間増殖率の平均であるから, 3検体の日間増殖率について1元配置の分散分析を行い, 純誤差の平方和の自由度と, 重回帰の残差の自由度についてF検定を行った結果, 新しい変数の取込みや変数変換による改善は少ないものと考えられた。

S. costatum 植種試験についても, 重回帰分析 (増減法) を行ったが, 説明変数として M_0 のみを取り込まれ, 寄与率, R^* とともに低い値を示した。

以上の計算結果から, *P. micans* 植種試験におけるプランクトンの日間増殖率は, MMに対する各変数の相関係数も考慮すれば, DINが多く, 採水時大型鞭毛藻類の細胞数が多いような検水では大きくなり, さらに, 植種したタネの増殖力が強ければ大きく, 植種量が多ければ低くなることが示された。しかし, *S. costatum* 植種試験においては, はっきりした傾向は示されなかった。

日間増殖率の特性と採水時における現場の

説明変数の特性との関係を知るため, 相関行列から出発する主成分分析を行った。導入した変数は, SAL, DIN, PO_4-P , DTN_L , DTP_L , DON_L , DOP_L , $D-cell_L$, $F-cell_L$ およびMMで, MMは説明変数13の重回帰分析 (一般型) を行い, 培養時に関係する変数, M_0 , CC, MC1 およびMC2の各サンプルに, 各変数の偏回帰係数を乗じた値をMMの各サンプルから減じた値, すなわち, 培養時に関係する影響を上記変数に関する部分だけ除去した形で使用した。

第1主成分 Z_1 の係数は, 両植種試験とも, $D-cell_L$ を除いて正で, DTN_L が最も大きく, 富栄養化の因子と考えられる。

大型鞭毛藻類細胞数の平均 (2.8×10^3 cells/ml) に比べ, 珪藻類総細胞数の平均 (9.6×10^3 cells/ml) は大きく, 赤潮密度に近いことから, 溶存態栄養塩の消費が大きく, 富栄養化に対し負の符号の位置を占めたとも考えられる。

第2主成分 Z_2 の係数は, 両試験とも窒素に関する係数が全て負で, 磷に関する係数が全て正であり, 磷か窒素かを示す因子と考えられる。*P. micans* のMMは, 符号が負で, 絶対値が最も大きく, 図1に示す因子負荷量から見ても半径1の円周近くにあり, $Z_1 \cdot Z_2$ だけでかなり良くその変動のもつ情報を説明しうる (寄与率 0.62) 特性値であり, 窒素による富栄養化の指標として利用出来る可能性を示唆している。*S. costatum* のMMは因子負荷量が円の中心に近く, $Z_1 \cdot Z_2$ ではほとんど説明されない (0.23) 特性値であり, 表1には示していないが, 第6主成分によって説明されている。

今後は, 湾中央部と接岸部における培養試験のデータを加え, *S. costatum* 増殖率の特性も解明する必要がある。

表1 固有ベクトル

特 性 値	<i>P. micans</i> 植種試験		<i>S. costatum</i> 植種試験	
	第 1 主成分	第 2 主成分	第 1 主成分	第 2 主成分
SAL	0.1379	0.0494	0.1321	0.1498
DIN	0.4438	-0.0321	0.4059	-0.0538
PO ₄ -P	0.3447	0.2894	0.3649	0.2309
DTN _L	0.4706	-0.1626	0.4248	-0.3945
DTP _L	0.3269	0.5092	0.3797	0.4641
DON _L	0.2959	-0.2368	0.2565	-0.4997
DOP _L	0.1902	0.4860	0.2468	0.5025
D-cell _L	-0.3637	0.1248	-0.4020	0.0792
F-cell _L	0.1831	-0.3028	0.1461	-0.1073
MM	0.2176	-0.4771	0.2245	-0.1745

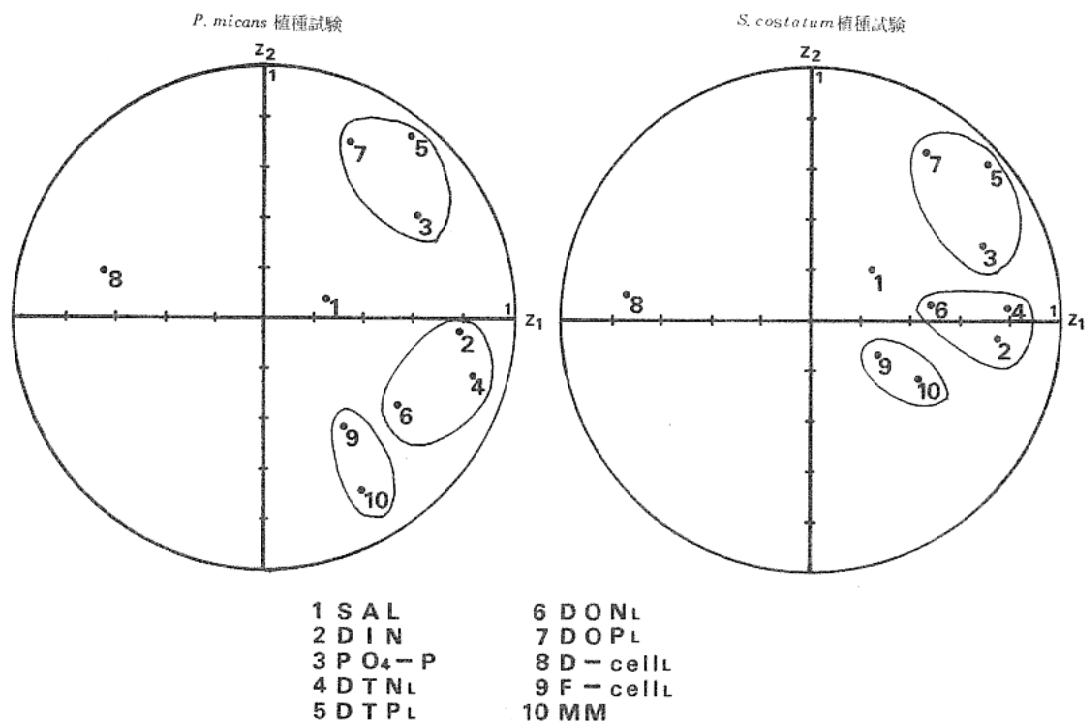


図1 因子負荷量

要約

伊勢湾中央部，渥美湾中央部より採水し，水質，プランクトン組成を測定すると共に，*P. micans*，*S. costatum* を植種とした培養

試験を行った。

P. micans 植種試験では，増殖率を目的変数とした重回帰分析の結果，*P. micans* の増殖率はDIN量が多く，採水時の大型鞭毛藻

類細胞数が多く、タネの増殖が強い時に高くなり、タネの植付量が多くなれば低くなった。また、観測項目と増殖率を特性値とした主成分分析を行った結果、*P. micans* の増殖率を

富栄養化の指標として利用出来る可能性が考えられた。

S. costatum 植種試験では、はっきりした特性が示されなかった。

水産公害被害調査

瀬吉幸郎・石井吉夫

目的

水域における魚貝類等のへい死及び環境汚濁の原因究明を行い、水産公害被害防止対策の基礎資料を得る。

方法

魚類等のへい死発生にともない、現地調査、警察署、保健所等からの試料搬入のもとに、魚体検査、水質検査、魚毒性試験、残留検査等を実施した。

結果

苦潮等の発生によるものを除き（これらは別途記載）、本年度実施した被害調査結果は、表のとおりである。

大規模な水産公害被害はなく、河川における魚類のへい死と、河川水を養魚用水として

いる養魚池のへい死が若干みられた。

しかし、水試への未報告の事例、発見されにくい場所でのへい死なども考えられるので、被害未然防止には充分留意する必要がある。

考察

例年、農薬使用時期に農薬の疑いのあるへい死事例がみられるが、発生初期の試料採取等の対応について改善する必要がある。

また、残留塩素の疑いのあるへい死事例でも同じことが云える。

流油による被害も若干発生しており、原因者不明の場合が、特に、のり養殖に基大な被害を与える場合が多い。

本年度は、苦潮等の被害を除いた、水産公害被害の事例は、近年になく少なかった。

表1 昭和57年度の主な被害状況と調査結果

発生年月日	発生水域	被害状況	発生原因と調査内容	検体分析結果・処置等
57. 4.20	額田町 (養魚池)	ニジマス 多量へい死	不明 (土木工事の濁り防止のための凝集剤の疑い)	なし
5.20	伊良湖港 北2マイル	流油	船舶からの流出	—
5.21	御津町 (養魚池)	アユ 多量へい死	不明 アユ 1検体	ビブリオ菌 陰性 (内水面分場)
7.21	南知多町 (内海川)	ボラ等 へい死	不明 (農薬の疑い) 試水 1検体	DMTP 不検出
7.22	碧南市 (養魚池)	ボラ 背椎骨異常	不明 (農薬の疑い)	
7.29	津具村 (津具川)	アユ 180尾へい死	不明 (プール採水の疑い) アユ 1検体 試水 2検体	残留塩素の測定 アユ, 試水 残留塩素 陰性 (オルトドリジ法による)
8. 9	一宮町 (帯川)	ナマズ, フナ 数尾へい死	不明	なし
8.21	東栄町 (振草川)	アユ等 約200尾へい死	不明 (河川工事によるセメントの疑い)	河川水 PH9.7
9. 6	額田町 (青木川)	—	I B P 流失の疑い 試水 2検体	I B P 不検出
9.	常滑市	流油	工場	—
10. 2	師崎水道	流油	座礁船舶	—
11. 6	美浜町 (山王川)	ボラ, フナ等 約1,000尾 へい死	不明 (し尿排水等の疑い) 試水 3検体 フナ 1検体	残留塩素の測定 1検体のみ(仕) その他(—) 生物試験(24時間) 異常を認めず
12.22	常滑市 のり漁場	流油 のり漁場へ流入	不明	—
58. 2.16	碧南市 (大浜漁港)	生簀内の海 産魚のへい死	港内水の汚濁と思わ れる。 (57年夏頃からへい 死発生) 漁港内外5ヶ所の水 質調査	COD, DO, 硫化物等の測定
2.17	西尾市 (のり漁場)	流油 のり漁場へ流入	不明	しらなみ現地へ
3.16	常滑市 地先	流油	船舶からの流失	—
3.20	豊橋市 (豊川放水路)	フナ等 約200尾へい死	不明	—

有機物等汚染調査（合成洗剤による汚染調査）

瀬古幸郎・石井吉夫・坂野昌宏・しらなみ乗組員

目的

合成洗剤による環境汚染が社会的な問題となっている。河川下流部から河口，干潟海域の水産上重要な水域について，合成洗剤による汚染実態，水産生物への影響，生体内への濃縮，生分解機能等について究明し，合成洗剤の諸問題の解明を図る。

方法

水産庁昭和57年度全国総点検調査（水銀等）有機物等汚染調査実施要領に基づき，下記のとおり実施した。

（海域汚染実態調査）

河川下流部から海域までの陰イオン界面活性剤等の実態調査

（生物試験）

水産生物に対するL A Sの低濃度での影響試験

L A S生物体内濃縮試験

（L A S生分解機能の究明）

淡水，汽水，海水のL A S生分解速度とバクテリアの関係等について究明する。

結果

調査結果については，水産庁昭和57年度全国総点検調査（水銀等）報告書（合成洗剤による汚染調査）に記載した。

なお，当調査は，水産庁委託事業として実施したものである。

貝類等実態調査

瀬古幸郎・石井吉夫・しらなみ乗組員

目的

近年，北日本を中心に，二枚貝の毒化現象が各地で発生し，大きな問題となっている。

貝類の毒化は，特殊なプランクトンが原因であり，プランクトンの生成する毒が，これを摂取した二枚貝に蓄積されるために発生することが解明されている。本県においては，アサリ等貝類は，水産資源として重要であるので，特殊プランクトンの分布，貝類の毒化状況など実態をは握する。

方法

水産庁重要貝類等毒化点検調査実施要領に

もとづき，特殊プランクトンの分布調査，環境調査，貝類の毒化状況調査等を実施した。

貝毒検査のサンプリングについては，知多，西三河，東三河各事務所水産課において分担し，貝毒検査は，衛生研究所生物部病理毒性科が実施した。

結果

調査結果については，水産庁昭和57年度重要貝類等毒化点検調査報告書（愛知県）に記載した。

なお，当調査は，水産庁委託事業として実施したものである。

藻類増殖技術試験

退色のり回復試験

伏屋 満・藤崎 洸右

目的

養殖のり品質向上の1課題として、色落のりの回復があげられる。本試験は、55年度までの退色回復試験結果をふまえ、海上施肥よりも効率的・効果的な、陸上水槽での施肥効果を追究するため行った。

方法

室内で4回、野外で2回試験を行った。いずれも、色落ちのりを、種々の窒素化合物溶液（以下「浸漬液」とする）に、所定の時間浸漬した後、室内では、窒素・リン無添加人工海水で培養、野外では色落ち漁場（蒲郡市竹島浮流し漁場）へ再張り込みの手順で行った。各試験の主な条件又は因子・水準を表1に示した。

葉体中の窒素量とクロロフィルa量を、各試験の目的に沿って適時測定した。測定方法は、窒素；CHNコーダー、クロロフィルaはアセトンでのすりつぶし抽出法によった。得られた測定値には分散分析等の統計処理を行った。

結果と考察

主な結果を図1～4、表2に示した。又各試験での良い成績を、条件と共に表3にまとめた。

1. 浸漬処理での窒素吸収；ex 1, 2, 6共に好条件区では、初めの窒素含量以上の窒素

を吸収し、かなりよく吸収すると云える。以下諸因子効果について記す。

- (1) 温度；高温（15～18℃）の方が良く吸収するが、8℃以下でも実用的には制限条件にならない位の吸収をされると思われる。（図1, 2, 4）
- (2) 窒素化合物；硫酸が最も良く、塩安も良い。硝酸は葉害により効果不明。アミノ酸や尿素はかなり劣ることから、昭和55年以前に試みた諸有機酸、アミノ酸等で硫酸に優る化合物はないと思われる。（図2, 4）
- (3) 濃度；塩安では、0.1%と1%では窒素吸収に差がなく、5%では1%より劣り、数時間以上の浸漬では葉害が見られる。（図1, 2）従って経済性も加味して、実用濃度は0.1%近辺と思われる。硫酸の場合も似た傾向と思われる。硝酸については、葉害のない範囲で更に検討する必要がある。
- (4) 浸漬時間；長い方が吸収量も多いが、吸収速度は浸漬初期の方が大きく、6時間以内に1日吸収分の半分以上を吸収する。（図1）作業性等から、実用的には(3)で得られた濃度で24時間に近い時間の浸漬が良い。
- (5) その他；クロロフィルaが4.8 $\mu\text{g}/\text{mg}$ から、色落ちのひどい2.3 $\mu\text{g}/\text{mg}$ までの範囲でいずれのりもよく吸収した。

表 1 各試験の因子・水準と主な条件

試験 No.	試験名	試験の 小目的	供試葉体		浸漬				主な試験条件又は因子				
			窒素含量 (乾重%)	chl・a量 ($\mu\text{g}/\text{mg}$ D.W.)	浸漬液の 種類	浸漬液の 濃度(%)	浸漬照度 (lux)	浸漬水温 ($^{\circ}\text{C}$)	浸漬時間 (h)	培養・養		養殖時	
										培養・養 殖日数(日)	培養・養 殖照度	培養・養 殖水温	そ の 他
ex 1	室内試験 1	窒素吸収に おける諸因 子効果	2.96	/	塩安	1 5	100 5,000	18	1 2 6 24	/	/	/	/
ex 2	室内試験 2	"	3.63	4.64	塩安	1.0(注) 0.1 1.2 0.12 1.0 0.1	100	8 15	6	/	/	/	/
ex 3	室内試験 3	色素量増加 における諸 因子効果	/	4.82	塩安	1 5	100	18	1 4	1 3 6	5,000 lux	18 $^{\circ}\text{C}$	/
ex 4	室内試験 4	"	3.63	4.64	塩安	5	100	18	4	3	100	18	/
			2.85	2.96	塩安	1.0	100	8	6	3 5 8 12	100 lux	8 15	/
ex 5	野外試験 1	"	4.81	3.83	塩安	0 0.5 1.5 3.5	室内	5~8	4 16	3 7	表面 4 m層	/	水平張り 垂直張り
ex 6	野外試験 2	窒素吸収・ 色素量増加 における浸 漬液の種類 の効果	2.81	2.27	なし 硫安 尿素 硝酸 塩安	0 0.60 0.28 0.75 0.50	室内	5~8	20	3 5	4 m層	/	水平張り 垂直張り

注) 窒素量が塩安と等しくなるよう濃度設定

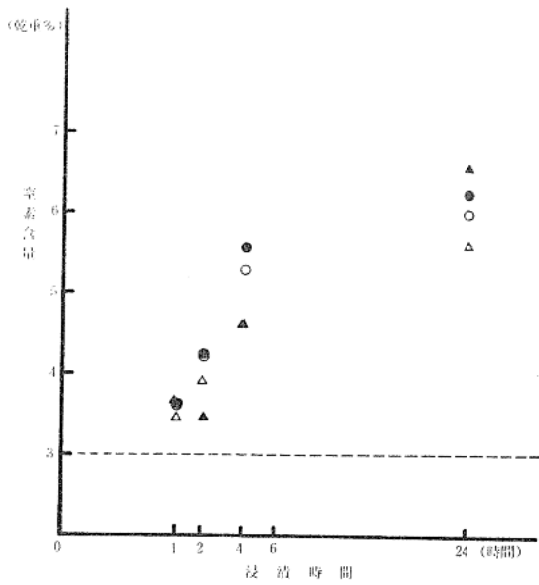


図1 ex1 塩安浸漬中の窒素含量変化
 ○ 塩安 1% 高照度下浸漬
 ● " " 低 " "
 △ 塩安 5% 高 " "
 ▲ " " 低 " "
 …… 開始時窒素含量

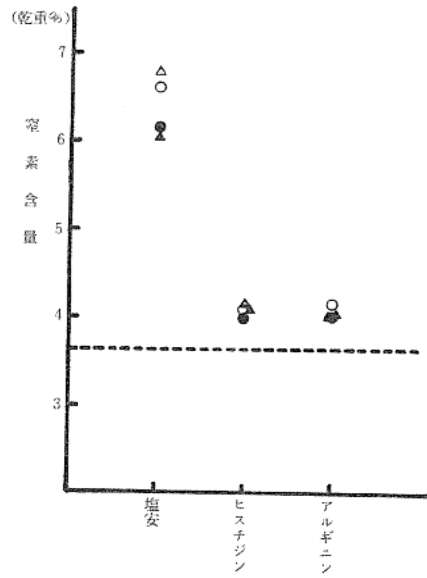


図2 ex 2 浸漬時窒素増加量
 ○ 高濃度 15°C 浸漬
 ● " " 8°C " "
 △ 低濃度 15°C " "
 ▲ " " 8°C " "
 …… 開始時窒素含量

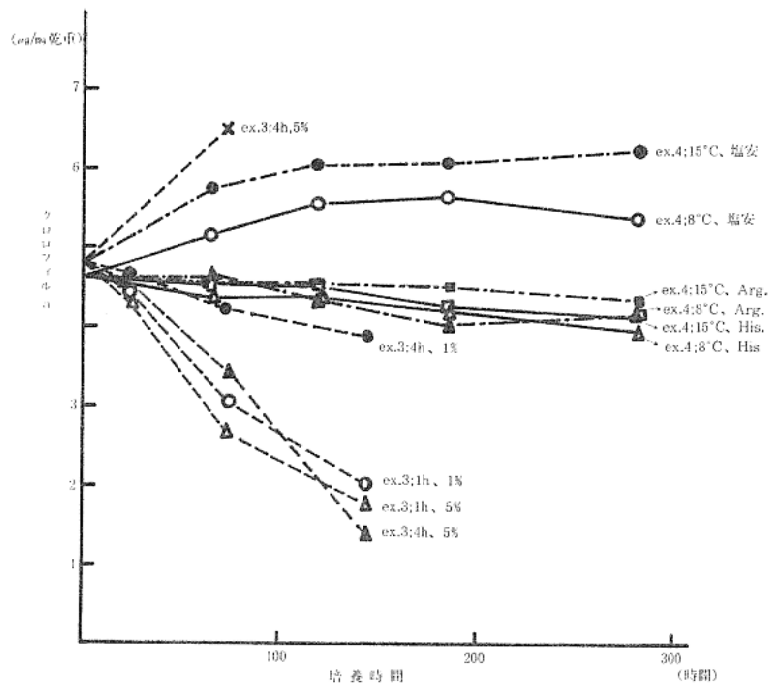


図3 ex 3, 4 培養中のクロロフィルa変化

ex 3	浸漬時間 \ 浸漬濃度		ex 4			
	1%	5%	培養温度 \ 浸漬液	塩安	ヒスチジン	アルギニン
1 時間	○	△	8 °C	○	△	□
4 時間	●	▲	15 °C	●	▲	■
4 時間	5% → 低照度培養 ; ×					

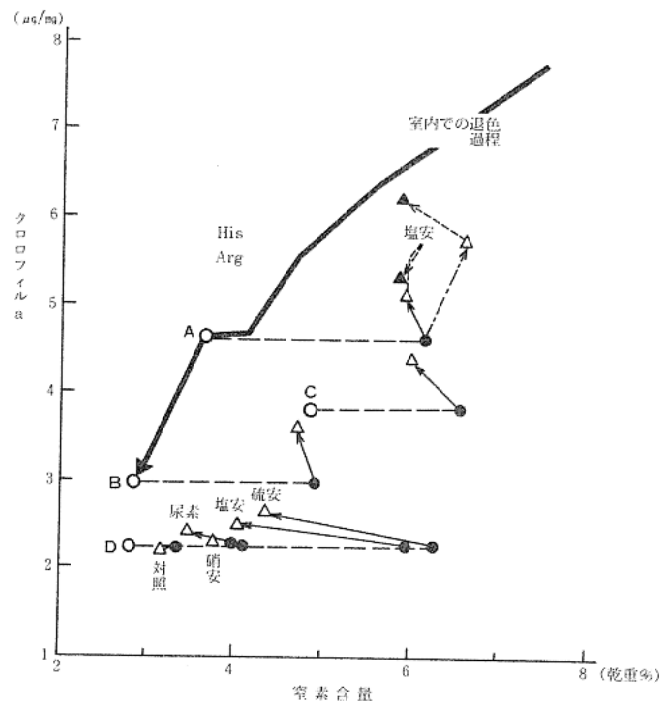


図4 退色→浸漬→培養又は養殖での窒素含量，クロロフィルa量変動

試験区分	開始時	浸漬終了時	培養
			3日目 12日目
ex.4, 塩安浸漬, 15°C培養区	○	●	→△
" , 塩 " , 8°C培養区	○	●	→△
" , " , 8°C培養区	○	●	→△
ex.5 の最良区	○	●	→△
ex.6	○	●	→△

(図4) 又浸漬のり密度についても、野外試験ではかなり高密度収容で、浸漬液の動きが不充分であったにもかかわらず十分な吸収が見られた。(図4)

浸漬中の照度については大きな効果がなく、実用的には考慮する必要がない。

(図1, 表2)

2. 培養・養殖での色出し；浸漬処理したのりを通常の条件で培養・養殖しても色素の増加は認められない。(図3, 表2)しかし、低照度下で光合成を抑えてやれば、クロロフィルa量は増加してゆき、浸漬3～7日後にピークとなる。(図3, 表2・3)野外での低照度化は4m層への水没によった。

諸因子効果等

(1) 浸漬条件；窒素化合物，浸漬方法の違

いにかかわらず、浸漬により吸収した窒素が多い程、クロロフィルaの増加が大きい。(図4)

(2) 培養・養殖温度；高温の方が増加が大きい。(図3, 4)しかし低温の8°Cでも室内ではかなり増加した。(図4)

(3) 葉体の状態・窒素の放出；室内培養では、吸収した窒素は水中へ再放出されなかったが、野外では張り込み中の増重がなくても窒素量が減少しており、水中への窒素再放出があるようだ。又この傾向は色落ちのひどいのり程強いのかもかもしれない。(図4)野外での成績が室内よりやや悪いのは、供試葉体の差異と、開放水によるため、照度がやや高いためと思われる。

(4) 底層張込みの影響；製品のツヤが劣る

表2 ex (野外試験1) 分析結果

L32 (2⁶ × 4, 1/8実施) にわりつけた多因子実験による。再張込み後3・7日目のクロロフィルa量に対する諸因子効果の判定

項目	有意因子				
	大 ←				→ 小
3日後 クロロフィルa	有意因子	1. 養殖照度	2. 浸漬後干出	3. 浸漬時間 × 浸漬後干出	4. 浸漬濃度
	好適水準	4 m層	浸漬後干出なし, 浸漬16時間, 浸漬濃度 0 %		5. 浸漬濃度 × 浸漬後干出
7日後 クロロフィルa	有意因子	1. 養殖照度	2. 浸漬後干出	3. 浸漬前干出 × 後干出	
	好適水準	4 m層	浸漬前後干出なし		
備考	クロロフィルa量 。3日目の方が7日目より多い。しかし3日目でも劣悪条件区は、浸漬時より更に色落ちした。 。干出による色素量の減少は薬害による。特に浸漬後の干出にひどく出た。				

表3 各試験の主な好成绩条件と結果

試験 No	試験名	浸漬条件	培養・養殖条件	クロロフィルa (μg/mg)		
				開始時	終了時	増加分
ex 3	室内3	塩安5% 18°C 6時間	3日間 18°C	4.82 → 6.48	1.7	34%
ex 4	室内4	塩安1% 8°C 6時間	5日間 15°C	4.64 → 6.05	1.4	30%
"	"	" " " "	" 8°C	" → 5.56	0.92	20%
"	"	" " " "	" 15°C	2.96 → 4.21	1.25	42%
ex 5	野外1	塩安3.5% 8°C 16時間	4日間 <8°C	3.83 → 4.37	0.54	14%
ex 6	" 2	硫安0.6% " 20時間	3日間 "	2.27 → 2.65	0.38	17%

が、付着硅藻が少ない。葉体の状態によっては病害（ツボ状菌症・緑斑病）の拡大する可能性がある。表層での低照度化も考える必要がある。

- (5) その他；ex 5では浸漬効果が見られず、窒素吸収がなくても、底層張りでクロロフィル量が増加した。（表2）色落ち初期等のりの状態によっては、単なる低照度化で退色防止更に回復がはかれると思われる。

低照度下の退色回復ではクロロフィルaに較べフィコエリスリンが増えないため、色調が黒っぽくなる。

3. 実用化の可能性と問題点；今回の一連の

試験により、適切な陸上浸漬法と低照度施設により、ある程度の退色回復が可能となることがわかった。むしろ問題は、両方の処理をいかに省力的に行えるかにあり、量的にも成長させない技術ゆえに摘採数量ののりを処理する点で、質・量的な省力技術の開発が、実用化にとって最も重要である。

その他の問題点、例えば浸漬方法・養殖法の検討、色素量以外の品質面の検討等、残された問題点は多い。

なお、退色回復のためのタンク培養は、色素増加のピークまでの日数、収容量、病害等から、経済的に難しいと思われる。

ワカメ類交配試験

伏屋 満・藤崎 洸右

目的

ワカメ養殖においては、陸上他殖性作物と同様、交雑品種を利用できることが示されているが、実用化には至っていない。その理由は、種系式養殖では特定配偶子の組合せを純粋に得ることができないことにある。

当水試で、昭和53年度以降試行しているフリー芽胞体直接採苗方式は、上記欠点がなく交雑品種の実用化が可能と思われる。

本試験ではこのフリー芽胞体直接採苗方式で、雌5系統×雄7系統=35組合せの交雑種養殖を行い、成長についての、父母の影響解析、雑種強勢確認、交雑品種作出可能性、優良組合せの検討を行った。

なお供試配偶体の多くは、鹿児島県水産試験場の厚意によった。

方法

交配組合せを表1に示す。各組合せに従って雌・雄配偶体を混合し、既報の方式で培養を行った。培養で芽胞体の得られたものを養殖に移した。

養殖成績として、沖出し時・幼葉期に葉長を、成葉期に葉長・湿重を測定した。

図1に示す諸因子の効果を検討した結果、養殖期付着密度が養殖成績に対数比例しているため、表2に示すモデルを仮定して解析を行った。即ち、培養期では芽胞体の得られた、雌；O・A・K・S，雄；O・A・Y・Kの総当り16組合せの成績について分散分析を行った。又、養殖期では、付着密度の高い雌；A・K・S，雄；O・A・Y・Kの総当り12組合せについて、付着密度と、場合によっては

開始期の葉長で養殖成績を推定し、残差 (= 測定値 - 推定値) を遺伝効果 + 誤差とみなして分散分析を行った。

表 1 交配組合せと芽胞体形成量

雌配偶体 \ 雄配偶体	I, アラメ 愛知・渥美町	O, アオワカメ 長崎県	A, ワカメ 鹿児島県・ 阿久根町	Y, ワカメ 鹿児島県・ 山川町	K, ワカメ 鹿児島県・東町
I, アラメ 愛知・渥美町	△	×	×	×	×
O, アオワカメ 長崎県	×	○	△	△	△
U, ヒロメ 和歌山県	×	△	△	△	△
A, ワカメ 鹿児島県・ 阿久根町	×	○	◎	◎	◎
Y, ワカメ 鹿児島県・山川町	×	○	×	△	○
K, ワカメ 鹿児島県・東町	×	○	◎	◎	◎
S, ワカメ 長崎県・島原	△	◎	◎	◎	◎

注) 芽胞体形成量 ◎;多 ○;少 △;極少 ×;無

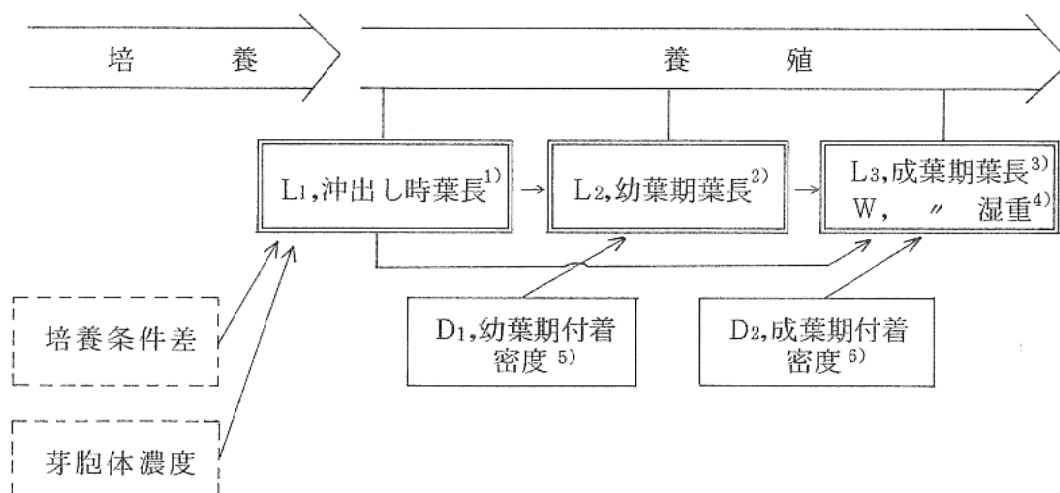


図 1 培養・養殖成績と検討因子

- 培養・養殖成績
- 有意因子
- 有意でない因子

- 1) 最大葉長
- 2) 養殖48日目, 親綱10cm間での最大10個体平均葉長 (2ヶ所測定)
- 3) " 85日目, " 20cm " " " (")
- 4) " 85日目, " 20cm " 全葉体脱水重量 (")
- 5) " 48日目, " 10cm " 付着個体数
- 6) " 85日目, " 20cm " " "

表2 培養・養殖成績項目と解析モデル

成績項目		解析対象	補正因子	仮定した数学的モデル
葉長	培養期間	16組合せ = ♀; O, A, K, S × ♂; O, A, Y, K	なし	$L_1 = F + M + e$
	幼芽(沖出し時)~幼葉		D ₁ , L ₁	$L_2 = a \times \log(D_1) + b \times L_1 + F + M + (F \times M) + e$
	幼葉~成葉		D ₂ , L ₂	$L_3 = a \times \log(D_2) + b \times L_2 + F + M + (F \times M) + e$
	養殖期間(幼芽~成葉)		D ₂ , L ₁	$L_3 = a \times \log(D_2) + b \times L_1 + F + M + (F \times M) + e$
湿重	全期間	12組合せ = ♀; A, K, S × ♂; O, A, Y, K	D ₂	$L_3 = a \times \log(D_2) + F + M + (F \times M) + e$
	幼葉~成葉		D ₂ , L ₂	$\text{Log } W = a \times \log(D_2) + b \times L_2 + F + M + (F \times M) + e$
	養殖期間(幼芽~成葉)		D ₂ , L ₁	$\text{Log } W = a \times \log(D_2) + b \times L_1 + F + M + (F \times M) + e$
	全期間		D ₂	$\text{Log } W = a \times \log(D_2) + F + M + (F \times M) + e$

D₁; 幼葉期付着密度 L₁; 沖出し時葉長
 D₂; 成葉期付着密度 L₂; 幼葉期葉長
 L₃; 成葉期葉長
 W; 成葉期湿重
 a, b; (偏) 回帰係数
 F; 母親効果
 M; 父親効果
 F×M; 父母交互作用
 e; 誤差

結果と考察

培養時の芽胞体形成量は、組合せにより著しい差があり、雌のI, O, U, Y, 雄のIが形成不良をもたらしている。特にI(アラメ)ではI♀×I♂でアラメ, S♀×I♂で奇形葉であった以外に芽胞体はほとんど形成されなかった。この形成量が少ない組合せでは、芽胞体長も劣った。

培養・養殖成績の分散分析を表3にまとめた。

母親の効果は、培養期間を主に、初期に強く出て、その順位はSないしK, A, Oであった。

父親の効果は、沖出し以後効果を示し、その順位はA, O, Y, Kであった。

父・母の相加的効果(狭義の遺伝率)は、一例を除いてどの期間でも高い値を示した。

一方父・母交互作用やK・Aでのヘテロシス検定を見ると、養殖期間にわたって効果が見られた。

従って、親の個体ないし系統選抜と交雑後代検定により、大きな生産増加の得られる交雑種の作出が可能と思われる。

フリー芽胞体直接採苗方式では、培養期の成長差は調節でき、むしろ芽胞体形成量の点で母親が重要となる。成長に関しては、養殖期が重要で、父親、交互作用から組合せを選ぶのが良い。

全遺伝効果を総合して見れば、今回の組合せで優れているのはK♀×A♂, A♀×K♂, S♀×A♂等となる。K♀×A♂は、養殖期前半での父母交互作用、後半での父親の効果により、最も収量が多く、製品も優れていた。

葉長と湿重の解析結果が一部異なるのは、葉形態差等による部分が大きいのと思われるが、形態についての検討は行わなかった。

鹿児島水試の一連の試験結果とは、父親効果の重要性で一致するが、その順位で異なり、今回の試験でO♂の優良品性は認められなかった。

表3 成績の父・母効果への分解と順位

成績項目	葉			長		湿		重	
	培養	幼芽~幼葉	幼葉~成葉	養殖期間	全期間	幼葉~成葉	養殖期間	全期間	
全平均値	0.99mm	11.1cm	59.8cm	69.2cm	59.8cm	2.90 (794g) ¹⁾			
母親効果	有意性	** ²⁾	**	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	**
	順位と平均効果	S 0.50mm K 0.18 A -0.17 O -0.71	K 5.8cm S -2.1 A -3.4	/	/	K 9.1cm S 1.5 A -2.6	/	/	S 0.03 K -0.02 A -0.21
父親効果	有意性	n.s.	n.s.	n.s.	**	**	n.s.	*	*
	順位と平均効果	/	/	A 15.4cm O 0.6 Y -0.4 K -3.4	A 14.9cm O -1.1 Y -5.3 K -9.2	A 19.3cm O 3.7 Y -2.2 K -0.4	/	A 0.17 O -0.05 Y -0.11 K -0.14	A 0.12 O -0.08 Y -0.11 K -0.19
父母交互作用	有意性	?	n.s.	n.s.	**	*	n.s.	n.s.	n.s.
	優良組合せと平均効果	♀♂ AY 0.26mm KA 0.15 OO 0.14 SA 0.13 (母親平均) (交果除)	♀♂ KA 8.6cm SO 6.7 AO 4.5 AK 4.2 (母親平均) (効果除)	♀♂ SA 25.1cm AY 4.5 KO 4.2 AK -0.0 (父親平均) (効果除)	♀♂ AK 15.7cm KA 8.7 SA 4.3 AO 3.1 (父親平均) (効果除)	♀♂ AK 12.6cm SA 9.1 KA 5.1 AY 3.8 (父母平均) (効果除)	♀♂ SA 0.21 KA 0.12 SY 0.04 KO -0.01 (父親平均) (効果除)	♀♂ KA 0.31 AK 0.21 SY 0.08 SO 0.01 (父親平均) (効果除)	♀♂ AK 0.21 KA 0.15 AY 0.08 KO 0.07 (父母平均) (効果除)
成績順位 ³⁾	♀♂	♀♂	♀♂	♀♂	♀♂	♀♂	♀♂	♀♂	
	SA 1.6mm SK 1.5 SO 1.5 SY 1.4 KA 1.3	KA 25.5cm SO 15.7 KK 14.6 KO 14.3 KY 13.2	SA 84.9cm KA 71.9 AA 68.8 AY 64.3 KO 64.0	KA 92.8cm SA 88.4 AK 75.7 AO 71.2 AA 71.2	KA 90.6cm SA 87.0 KO 71.1 SO 63.3 KY 61.7	SA 3.12(1306) KA 3.02(1044) SY 2.94(869) KO 2.90(789) SO 2.87(746)	KA 3.38(2410) AK 2.97(925) SA 2.97(925) SY 2.88(750) AA 2.87(741)	KA 3.22(1648) SA 3.14(1380) SO 2.96(908) KO 2.94(870) SY 2.92(839)	
狭義の遺伝率	0.90	0.48	0.46	0.40	0.69	0.35	0.04	0.47	
K,A総当りでヘテロシス効果 (tcal)	n.s. 1.03	* 2.51	n.s. 0.68	** 4.20	** 3.74	n.s. 1.16	** 5.36	* 2.99	

1) 湿重は対数変換値であらわし、()中の数値は逆変換値(単位g)である。

2) n.s.;有意でない *;有意 **;高度に有意

3) 数学的モデルに従い、平均効果を加えて得た推定値。

例) SA 1.6 mm = (0.99+0.50+0.13)mm