

古環境解析のための基礎データ

－水田産珪藻について－

鬼頭 剛・尾崎和美

はじめに

はるか昔にどのような植物が生え、どのような動物が生息し、人々を取り囲む周りの風景はどうであったか。この問いかけに対して、われわれは生物の残した痕跡（遺体）をさがす。そのうちの花粉・珪藻といった顕微鏡サイズの微化石は、定量的に扱えるため古環境解析の主流となっている。微化石分析を利用した考古学分野の報告書の数は、近年になってかなりの数にのぼる。しかも、全国的な遺跡の発掘件数の増加により、今後ますます増えていくことは必至である。しかし、筆者は敢えて問いたいのである。遺跡で行われてきている古環境解析は、どこまで正しいのだろうか。筆者には遺跡の報告書等で論じられる解析の確からしさは、まだ証明されていないように思える。

自然科学の多くの分野では、現在みられる観察事実をもとにして、過去のデータとを比較するという手続きを踏む。その柱となるものは、現在生息する生物の基礎的研究である。そのため、古環境解析それ自体は、「現在生きている、または類似している生物の生態から考えると、こう解釈できる」という応用研究である。全国にそれこそごまんとある報告書の中の分析件数も、基礎研究を利用した応用件数の多さを物語っているにすぎない。小杉（1986）が指摘するように、こうした応用研究が先行するなかで、この分析のよりどころとなる基礎的研究はおおきく立ち遅れてきたといわざるを得ない。これは、ルーチン化した既成の方法によって次々に珪藻化石ダイアグラムが描かれ古環境が推定されてゆくといった風潮がいつの間にか広がり、珪藻の古生態学がかかえている

様々な問題にはあえて目をつむるといった姿勢が意識的あるいは無意識的にとられる傾向が強まってきたためであろう、と危惧している。われわれは、応用件数の多寡とは別に、環境解析の支柱たるべき、環境による現生生物の生態を調べておく必要がある。

本研究では、詳細な古環境解析に役立てるべく現世の基礎的データを得る目的で、愛知県および三重県の現世水田から平面的・垂直的に試料を採取し、水田珪藻についての生物地球科学的考察を行ったので報告する。

現世水田の珪藻採取

1. 試料採取方法

1996年5月30日および6月6日、1997年5月9日の3回にわたり、愛知県および三重県の現世水田で現生珪藻の試料採取を行った。水田一筆につき底泥部分と水面に浮遊する緑藻類とを、水口付近と水口より離れた縁辺部とで数カ所採取した。1997年12月6日には愛知県において、水田面から下方へ垂直的に試料を採取した。現生珪藻の試料採取地点では水温の測定、pHの測定（1996年のみ）、動植物の生態系など周囲の環境を観察し、合わせて現地の写真撮影も行った。

なお、現生珪藻を採取した1996年5月30日および6月6日、1997年5月9日、1997年12月6日の天候はともに晴れであった。

2. 調査地点の概要

2-1. 愛知県での水田平面試料採取

愛知県では海部郡八開村大字塩田の水田において、1996年5月30日および6月6日の2回にわた

り試料採取を行った。水田は木曽川左岸から約500m隔たった低湿地部に位置し、標高は約0.2mである。北側と東側とを舗装された農道により囲まれ、道路面より約15～20cm下が水田面である。

1996年5月30日には、水田に水を引く前の耕作土（粘土質シルト）表面を採取した（試料96-1）（第1表）。

同年6月6日の試料は、イネの幼株が植えられ水田に水が引き込まれた時期のものである。水田面を覆う水は深さ2～5cmで、ところどころ底泥部分が地表に露出している部分があった。水温は平均30℃ほどでありかなり高い。水面には気泡がみられるところがある。水深が浅いため、水底の状況を肉眼で確認できるものの、透明度は悪く濁った印象をうける。濃尾平野でごくふつうにみられる水田の様相である。

試料は水口に近い底泥部分（試料96-2）と、水口近くに繁茂する緑藻類に付着する珪藻を緑藻類ごと（試料96-3）、水口から対角線上にある縁辺部で1試料（試料96-4）を得た。また、水田に近接する蓮田でも底泥部分（試料96-5）を採取した。水田に比べると、さらに10cmほど水深が深く、水温は3℃ほど低かった（第1表、第1図A・B・C）。調査地域全体におけるpHの平均値は7.35である。この値は、環境庁（1992）が定めたpHにおける生活環境基準値の6.5-8.5の範囲にある。

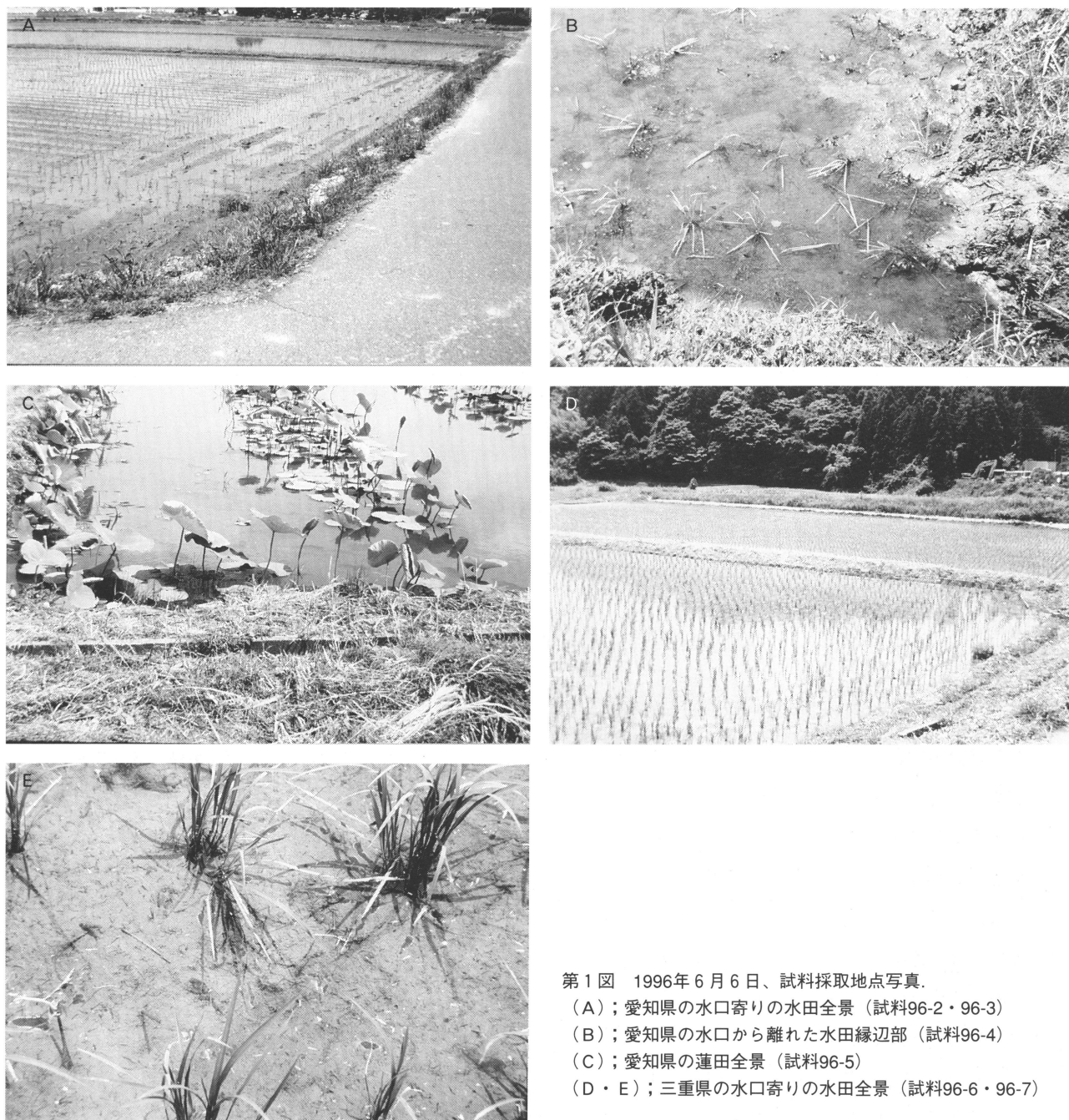
1996年と同じ水田かつ同じ採取位置において、1年ほど経過した1997年5月9日に試料を採取した。水田内に水が引かれる前の耕作土表面を採取したのが試料97-1（試料96-1に対比される）である（第2表、第2図A）。水田内に水が満たされているものの時期が早いいためかイネはまだ植えられていない。水口に近い緑藻類に付着した珪藻を緑藻類ごと採取したのが試料97-2（試料96-3に対比される）である。同様に、水口近くの底泥を採取したのが試料97-3（試料96-2に対比される）で

ある。また、水口から対角線上にある水田縁辺でも採取した。そのうち、水面に浮遊する稲ワラの集積物に付着する珪藻を、稲ワラごと採取したのが試料97-4、底泥を採取したのが試料97-5（試料96-4に対比される）である。また、1996年と同様の蓮田において、緑藻類ごと採取したのが試料97-6（試料96-5に対比される）、底泥部分が試料97-7（試料96-5に対比される）、水田面内で一部畦畔状に高くなり、水深の浅くなった部分で採取したのが試料97-8である。水田・蓮田の水温は21～22℃であり、1996年に採取したときと比較して、およそ8～9℃も低い（第2表、第2図B・C）。

2-2. 三重県での水田平面試料採取

三重県では桑名郡多度町古野、桑名市大字北別所^{くわなぐん た とうちょう この}中^{きたべつ}縄^{しよ なかなわ}の2地点の水田で採取した。採取をおこなった水田は養老山地の南端にあたり、揖斐川の注ぐ肱江川の左岸に位置し、標高は約76mである。西側に舗装された農道があり、道路面より約1.0m下に水田面が広がる。水深は八開村の水田に比べると深く（5～10cm）、水温は18.5℃と10℃ほど低い。また、水田に流れ込む水量が豊富で、水田内の水も愛知県の水田と比べると、澄んでおりきれいである。イモリやヤゴといった水生生物も豊富である。水口に近い水田の底泥（試料96-6）と、水口近くの緑藻類に付着した珪藻（試料96-7）を採取した（第1表、第1図D・E）。

また、同日行った桑名市の水田は、揖斐川に注ぐ小河川の東方に位置し、標高はおよそ9～10mである。南側が舗装された農道で道路面より約1.0m下に水田面がある。水深はおよそ5～10cm、水温は26.9℃である。水口から流れ込む水量は非常に豊富で、水流は澄んでいる。水田内にはミジンコが高密度で群生し、メダカが泳ぐ。水口に近い部分の底泥（試料96-8）を採取した。

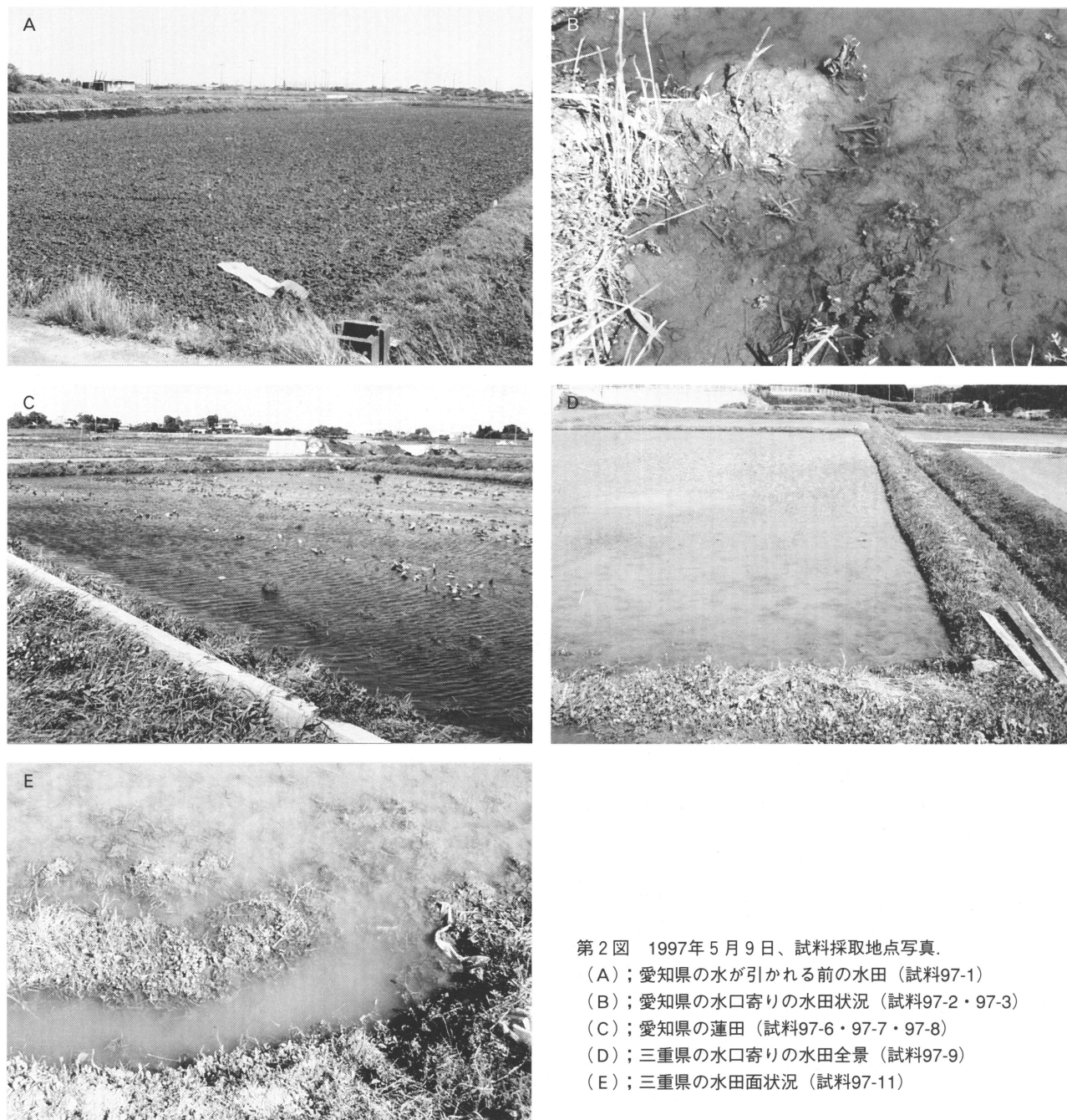


第1図 1996年6月6日、試料採取地点写真。

- (A)；愛知県の水口寄りの水田全景（試料96-2・96-3）
 (B)；愛知県の水口から離れた水田縁辺部（試料96-4）
 (C)；愛知県の蓮田全景（試料96-5）
 (D・E)；三重県の水口寄りの水田全景（試料96-6・96-7）

試料番号	採取場所	採取状況	水温 ℃	pH	電気伝導度 mS/cm	採取時間 a.m.	水深 cm	観察された生物
96-1	愛知県海部郡八開村大字塩田	水田・水を引く前の土壌				10:30	地表面	
96-2	愛知県海部郡八開村大字塩田	水田・水有り・水口近くの底泥	30	7.3		10:30	4～5	
96-3	愛知県海部郡八開村大字塩田	水田・水有り・緑藻	30	7.3		10:30	4～5	
96-4	愛知県海部郡八開村大字塩田	水田・水有り・水口遠くの底泥	30	7.2		10:45	2～3	
96-5	愛知県海部郡八開村大字塩田	蓮田・水有り・底泥	27	7.6		10:50	17～18	シマゲンゴロウ
96-6	三重県桑名郡多度町古野	水田・水有り・底泥	19	6.5	0.06	11:25	5～10	イモリ・タニシ・サワガニ・ヤゴ・アザミ
96-7	三重県桑名郡多度町古野	水田・水有り・緑藻	19	6.5	0.06	11:25	5～10	イモリ・タニシ・サワガニ・ヤゴ・アザミ
96-8	三重県桑名市大字北別所字中縄	水田・水有り・底泥	27	7.6	0.68	12:05	5～10	メダカ・ミジンコ密集・貝殻

第1表 1996年試料採取時のデータ。



第2図 1997年5月9日、試料採取地点写真。

- (A)；愛知県の水が引かれる前の水田（試料97-1）
 (B)；愛知県の水口寄りの水田状況（試料97-2・97-3）
 (C)；愛知県の蓮田（試料97-6・97-7・97-8）
 (D)；三重県の水口寄りの水田全景（試料97-9）
 (E)；三重県の水田面状況（試料97-11）

試料番号	採取場所	採取状況	水温 ℃	観察された生物	1996年試料との対応性
97-1	愛知県海部郡八開村大字塩田	水田・水を引く前の土壌	22		96-1と同じ地点
97-2	愛知県海部郡八開村大字塩田	水田・水有り・水口近くの緑藻	21	ミジンコ多い	96-3と同じ地点
97-3	愛知県海部郡八開村大字塩田	水田・水有り・水口近くの底泥	21		96-2と同じ地点
97-4	愛知県海部郡八開村大字塩田	水田・水口遠くの水面浮遊物	21		
97-5	愛知県海部郡八開村大字塩田	水田・水有り・水口遠くの底泥	21		96-4と同じ地点
97-6	愛知県海部郡八開村大字塩田	蓮田・水有り・緑藻	22		96-5と同じ地点
97-7	愛知県海部郡八開村大字塩田	蓮田・水有り・底泥	22		96-5と同じ地点
97-8	愛知県海部郡八開村大字塩田	蓮田・水有り・底泥（畦畔状高まり）	22		
97-9	三重県桑名郡多度町古野	水田・水有り・水口近くの底泥	16	イモリ多い	96-6と同じ地点
97-10	三重県桑名郡多度町古野	水田横の水路（水流有り）・苔	16		
97-11	三重県桑名郡多度町古野	水田・水有り・畦畔状高まり	16		96-6と同じ地点

第2表 1997年試料採取時のデータ。



第3図 水田垂直断面写真.

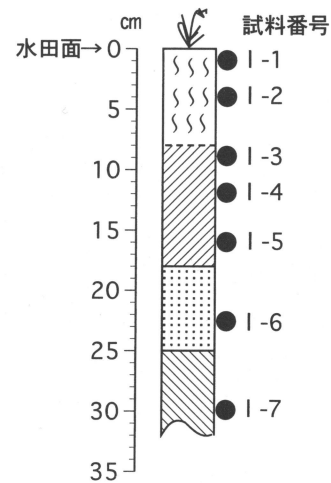
試料番号	採取場所	水田面からの 深さ cm	層序
I-1	愛知県稲沢市儀長町	1	稲根集積層
I-2	愛知県稲沢市儀長町	4	稲根集積層
I-3	愛知県稲沢市儀長町	9	暗灰色粘土層
I-4	愛知県稲沢市儀長町	12	暗灰色粘土層
I-5	愛知県稲沢市儀長町	16	暗灰色粘土層
I-6	愛知県稲沢市儀長町	23	赤褐色粘土層（沈鉄層）
I-7	愛知県稲沢市儀長町	30	黄灰色粘土層

第3表 水田垂直断面試料データ.

上記の水田のうち、桑名郡多度町古野の水田において、1997年5月9日に、同一の水田および地点で採取を行った。水田内には水が満たされ、イネの幼株が植えられていた。底泥部分で試料97-9（試料96-6に対比される）を、水田に注ぎ込む水流のある水路のコケの部分で試料97-10、水田内で畦畔状に高く水深が浅くなっている部分で試料97-11（試料96-6に対比される）を採取した。水温は16℃で、1996年と比較して約2℃ほど低かった（第2表、第2図D・E）。

3. 愛知県における水田での垂直試料採取

現世水田を水田面から地下に垂直的に試料を採取した。採取した地点は、愛知県中島郡^{なかしま}平和町^{へいわ}須ヶ谷^{すがたに}と稲沢市^{いなざわ}儀長町^{ぎちやう}とのあいだに広がる水田であり、約1km東に三宅川が流れる標高1mの地点である。ここではちょうど遺跡の発掘に伴い水田面が切り崩され、垂直断面が良好に観察される（第3図）。水田は落水された状態で、稲刈り後の稲株だけが残されている。



第4図 水田垂直断面の層序と試料採取位置.

断面は堆積物の層相から3つのユニットに分けられる（第4図、第3表）。ユニット1は、水田面から地下18cmまでの暗灰色を呈する粘土層からなる。水田面から地下8cmまでは稲や他の植物の根が集積する部分がみられる。ユニット2は地下18cmから25cmまでの赤褐色を呈する粘土層からなり、燈色を帯びた酸化鉄が濃集する層である。ユニット3は地下25cmから31cmまでの黄灰色を呈する粘土層である。ユニット1やユニット2に比べて固結度の進んでいる層である。各層準から7試料を得た。

4. 試料の処理

採取した試料はその日のうちに過酸化水素水で有機物の分解を行った後、福島ほか（1983）に従い試料を作成した。また、愛知県中島郡平和町で採取した水田堆積物については、乾燥重量1gをトールビーカーにとり、過酸化水素水（35%）を加えて煮沸し、有機物の分解と粒子の分散を行った。岩片除去ののち、水洗を4～5回繰り返した。

がら同時に比重選別を行った。分離した試料を希釈しマウントメディア（和光純薬製）にて封入した。検鏡は600～1000倍の光学顕微鏡で200個体の珪藻殻を同定した。

結果

同定に際し、K. krammer and Lange-Bertalot (1986・1988・1991a・1991b) などを用いた。以下に順をおって述べる。

1. 愛知県の水田結果

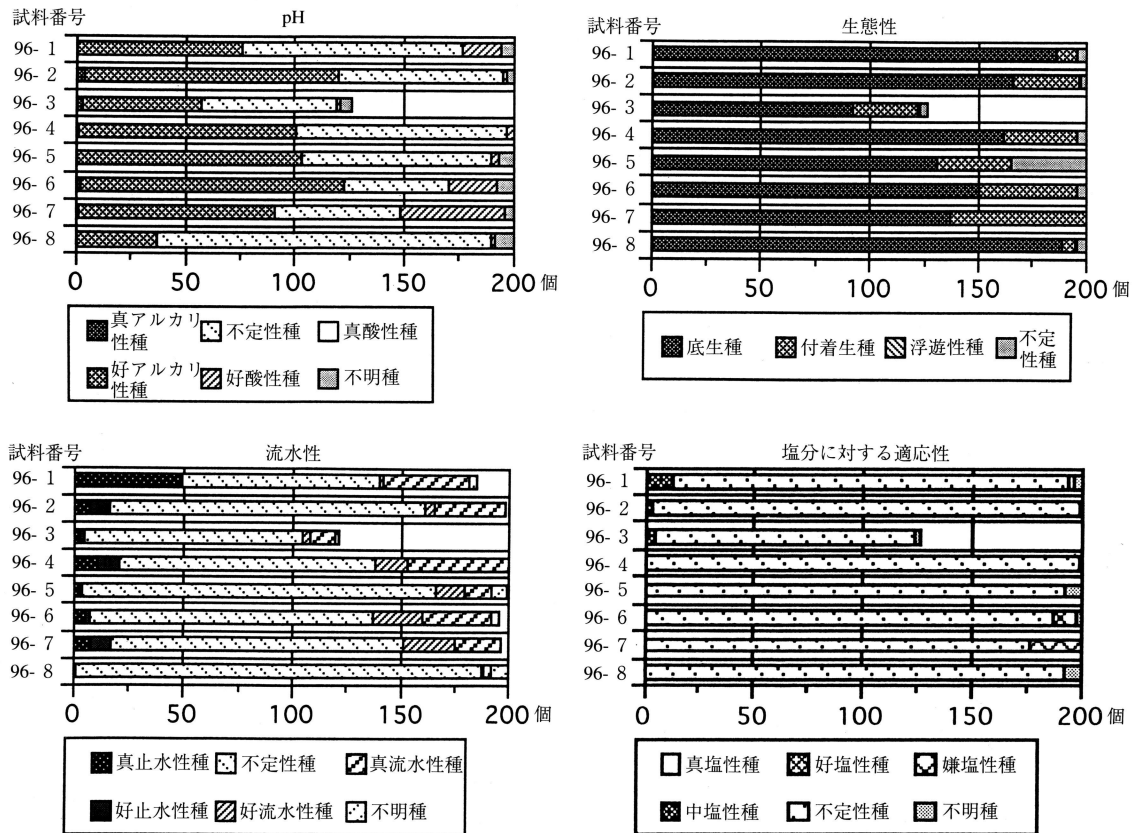
1996年5月30日に採取した、水田に水を引く前の堆積物（試料96-1）からは、14属20種（1変種を含む）が確認される（第5表）。検鏡される珪藻殻は破壊され、溶解したものが多くみうけられる。群集組成の特徴として、pHに対する適応性では不定性種が50%、ついで好アルカリ性種が23%、好酸性種が9%を占め、真アルカリ性・真酸性種はまったくみられない。生態性では底生種が93.0%を占め、付着性種は5%に過ぎず、浮遊性種はみられない。水流性は不定性種が45.5%を占め、真・好止水性種は24.5%、真・好流水性種が20.5%である。塩分に対する適応性では、不定性種が90.5%、中塩性種が6.5%、嫌塩性種が1%で、真・好塩性種はみられない（第5図）。特徴種として *Pinnularia subcapitata*（出現率24.0%：以下に示す数字は出現率を表す）、*Navicula elginensis* var. *neglecta*（17.5%）、*Nitzschia palea*（12.0%）、*Surirella ovata*（9.0%）であった。

水田に水が引かれた各地点（試料96-2、96-3、96-4、96-5）では、全体で24属50種（2変種を含む）の珪藻が確認される（第5表）。珪藻殻の完形度は高く、珪藻殻数も多い。しかし、試料96-3のみ200個体に満たない。群集組成の特徴として、pHでは不定性種が37.5～49.2%を占めるものの、真・好アルカリ性種が50%近くを占める。特に水

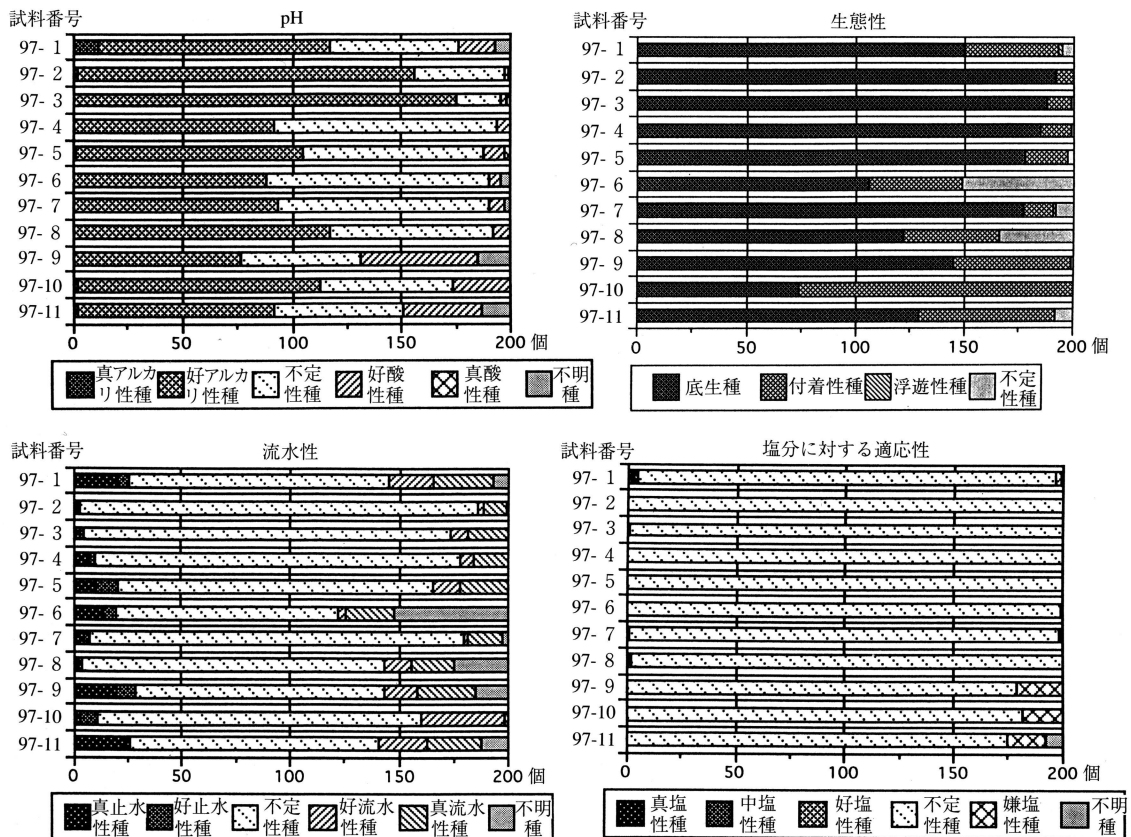
口近くの底泥部分を採取した試料（試料96-2）では60%という高い値である。それに比べて真・好酸性種は1～1.6%と低い。生態性では底生種が圧倒的に多く65.5～83%を占め、付着性種が15.5～23.8%である。浮遊性種は試料96-2、96-3で0.5%を占めただけでほとんどみられない。水流性では不定性種が58.5～81%、真・好止水性種が2～8%、真・好流水性種が12～31%である。塩分に対する適応性では不定性種が95.2～99.5%と圧倒的に多く、中塩性種が水口近くの試料96-2、96-3でそれぞれ1.8%、3.7%を占めるのみで他の試料からは確認されない。嫌塩性種は0～1.5%と低い値である（第5図）。

全体を通しての特徴種として、*Navicula cryptocephala*（11.9%）、*Navicula cryptotenella*（11.3%）、*Navicula elginensis* var. *neglecta*（8.5%）、*Navicula pupula*（8.5%）、*Nitzschia palea*（8.5%）があげられる（第8図A）。

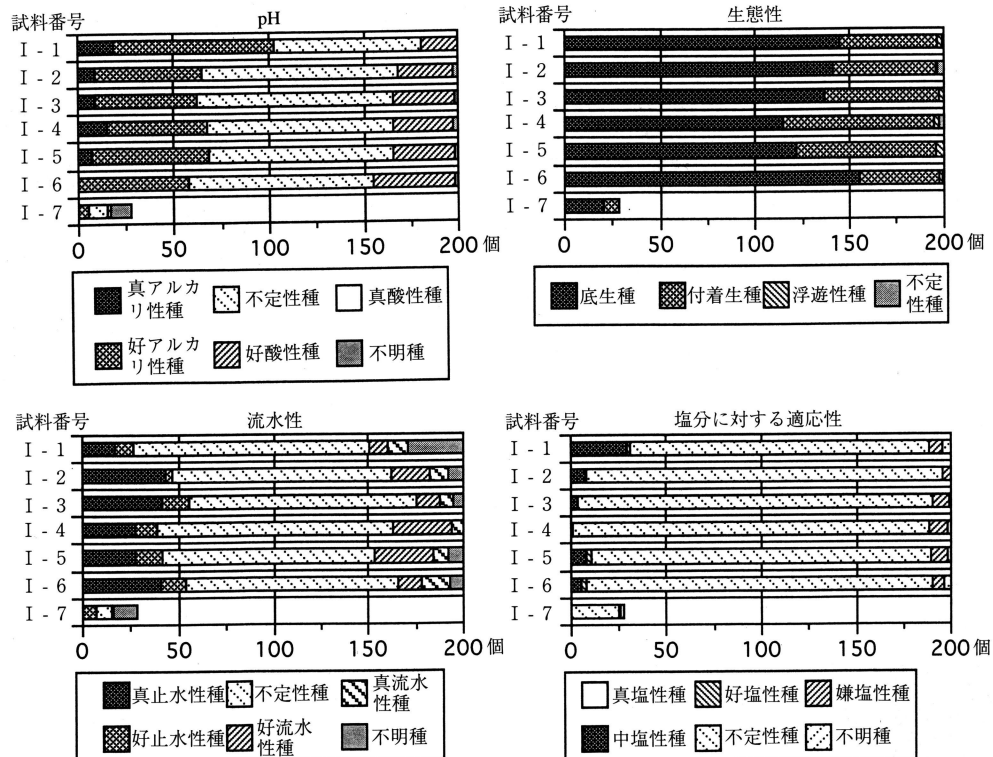
1997年5月9日に採取した試料（試料97-1）では、水を引く前の水田から20属43種（1変種を含む）が確認される（第6表）。珪藻殻は破壊・溶解の進んでいるものがほとんどである。群集組成の特徴として、pHに対する適応性では真・好アルカリ性種が58.5%、不定性種が29.5%、真酸性種が8.5%とアルカリ性種の多産が目立つ。生態性は底生種が75%を占め、付着性種が21.5%である。浮遊性種はわずか1%にすぎない。水流性では不定性種が59.5%と6割近くを占め、真・好流水性種が24%、真・好止水性種が13%とつづく。塩分に対する適応性では、不定性種が96.5%と圧倒的に多く、真・中・好塩性種が3%、嫌塩性種は1%である（第6図）。特徴種は、*Navicula elginensis* var. *neglecta*（11.0%）、*Navicula cryptocephala*（10.5%）、*Pinnularia subcapitata*（10.0%）、*Gomphonema parvulum*（6.5%）が優占する（第8図B）。



第5図 1996年試料の珪藻群集組成.



第6図 1997年試料の珪藻群集組成.



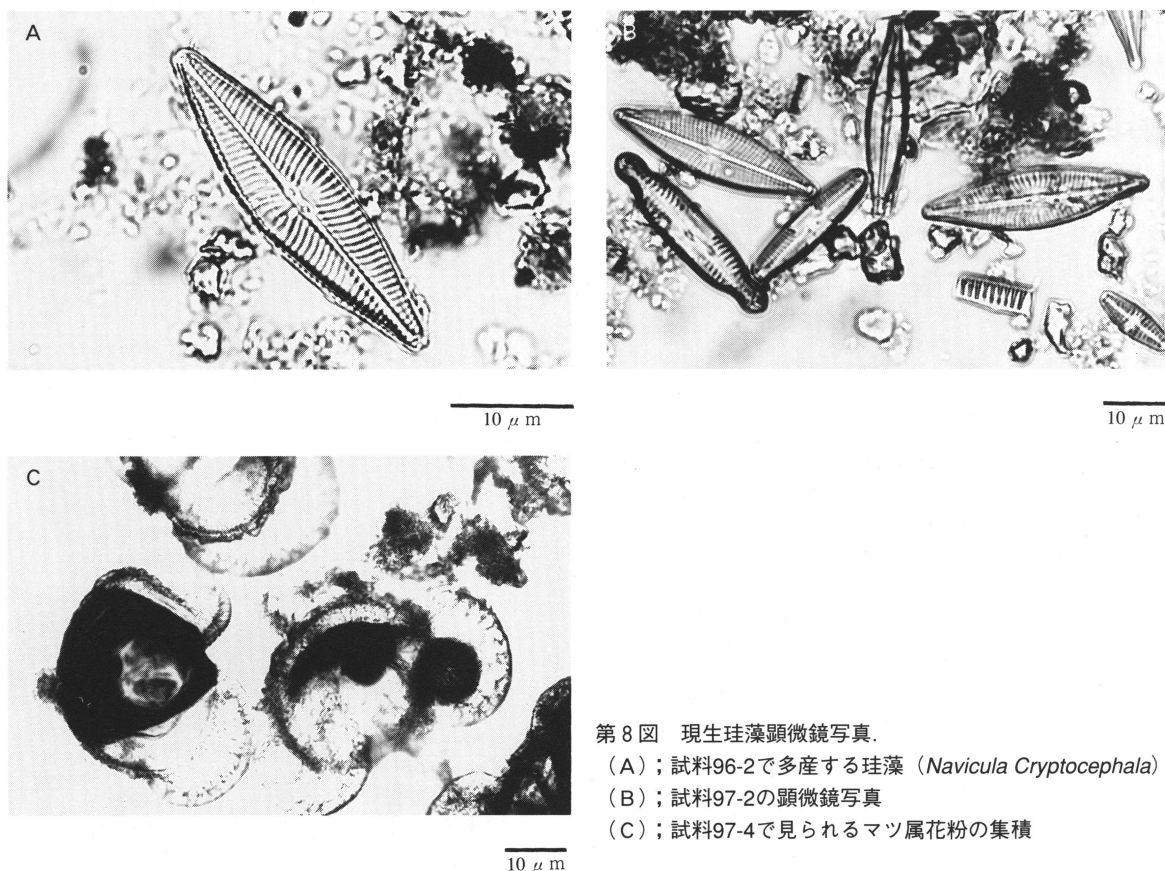
第7図 水田垂直断面試料の珪藻群集組成.

また、水を引いた後の水田では各地点全体（試料97-2、97-3、97-4、97-5、97-6、97-7、97-8）では19属39種（1変種を含む）がみられる（第6表）。検鏡される珪藻殻の完形度が非常に高い。また、珪藻ではないが、試料97-4からは珪藻殻に混じって大量のマツ属の花粉が認められる（第8図C）。群集組成は、pHについて好アルカリ性種が44～87.5%、不定性種が10.5～51%を占め、真・好酸性種が1～6%である。特に水田の水口近くで採取した試料（試料97-2・97-3）でアルカリ性種の割合が高い。生態性では底生種が多く53～96%を占める。付着性種は4～22%で、浮遊性種にいたっては水田において1～3%程度とほとんどみられないのに対し、蓮田において8～51%、特に蓮田の緑藻類に付着する試料（試料97-6）では51%と対照的である。水流性は不定性種が51～91.5%を占め、真・好止水性種が1.5～10%、真・好流水性種が6.5～17.5%である。塩分に対する適応性では、不定性種が98.5～100%と圧倒的な数

である（第6図）。特徴種は*Navicula cryptocephala*（34.1%）、*Nitzschia palea*（17.8%）、*Navicula pupula*（6.3%）、*Navicula elginensis var. neglecta*（6.0%）である（第6図）。

2. 三重県の水田の結果

三重県桑名郡多度町において採取した1996年6月6日の試料（試料96-6・96-7）では、17属45種（3変種を含む）がみられる（第5表）。検鏡される珪藻殻の完形度はよい。群集組成は、pHについて真・好アルカリ性種が61.5%（試料96-6）、45.5%（試料96-7）を占め、不定性種が23.5～28.5%、真酸性種が11～24%で、好酸性種はみられない。生態性では底生種が優先し、底泥（試料96-6）で75%、緑藻類に付着するもので68.5%を占める。付着性種は23～31.5%で、浮遊性種は全くみられない。水流性では不定性種が65～67%を占め、真・好止水性種が3.5～8.5%、真・好流水性種が22.5～27.5%である。塩分に対する適応性では、不定性種が88～93.5%と圧倒的に多く、嫌塩



第8図 現生珪藻顕微鏡写真.

(A); 試料96-2で多産する珪藻 (*Navicula Cryptocephala*)

(B); 試料97-2の顕微鏡写真

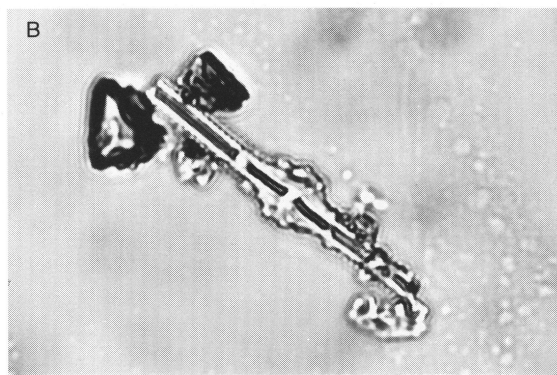
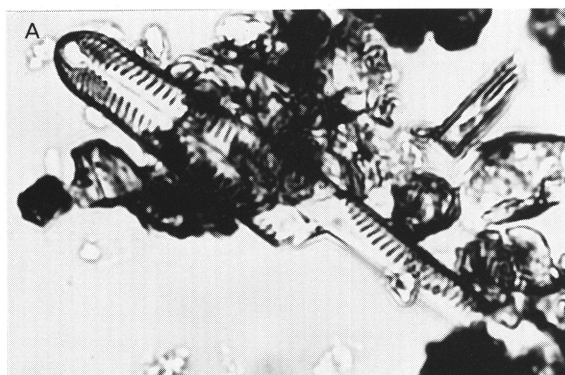
(C); 試料97-4で見られるマツ属花粉の集積

性種は12%である。真・中・好塩性種といった塩分に耐性のある種はまったくみられない(第5図)。特徴種は、*Surirella ovata* (12.3%)、*Nitzschia palea* (9.5%)、*Navicula elginensis* var. *neglecta* (8.5%)、*Eunotia pectinalis* (7.5%) が優占する。

同日採取した桑名市中縄の試料(試料96-8)からは8属15種(1変種を含む)が確認される(第5表)。群集組成は、pHについて不定性種が76.5%、好アルカリ性種が18.5%、真酸性種が0.5%であり、真アルカリ性種および好酸性種はまったく認められない。生態性では底生種が94.5%と圧倒的に多く、付着性種が3%、浮遊性種が0.5%を占めるにすぎない。水流性は不定性種が93%を占め、好止水生種が0.5%、真・好流水生種が2.5%で、真止水生種はまったくみられない。塩分では、不定性種が96%を占め、真・中・好塩性種および嫌塩性種は全く認められない(第5図)。特

徴種は*Nitzschia palea* (61.0%)、*Navicula cryptotenella* (11.0%)、*Navicula cryptocephala* (10.0%) である。

1997年5月9日に採取した試料(試料97-9・97-11)では、各地点全体で17属46種(2変種を含む)がみられる(第6表)。群集組成では、pHについて真・好アルカリ性種が38.5~46%、不定性種が27~29.5%、真酸性種が18~27%を占めるが、好酸性種は全くみられない。生態性では、底生種が64.5~72.5%、付着性種が28.5~31.5%、浮遊性種は全く認められない。水流性では不定性種が57~57.5%、真・好止水生種が10~12%、真・好流水生種が21~23%を占める。塩分に対する適応性は、不定性種が87.5~89.5%、嫌塩性種が8.5%、真・中・好塩性種にいたっては全くみられない(第6図)。特徴種は、*Surirella angusta* (12.3%)、*Pinnularia subcapitata* (9.5%)、*Eunotia*



第9図 水田垂直断面試料より見つかる珪藻の顕微鏡写真.
(A); 一部が破壊された珪藻殻 (*Pinnularia gibba*)
(B); 溶解の進んだ珪藻殻

10 μ m

pectinalis var. *minor* (8.0%)、*Gomphonema parvulum* (7.5%)、*Hantzschia amphioxys* (7.5%) が優占する。

採取地点が異なるが、水田に流れ込む水路のコケに付着するもの(試料97-10)では15属33種(2変種を含む)である(第6表)。群集組成について、pHでは真・好アルカリ性種が56.5%、不定性種が36.5%、真酸性種が13%を占め、好酸性種はみられない。生態性では付着性種が63%を占め、底生種が37%である。浮遊性種はまったくみられない。水流性では不定性種が74.5%、真・好止水生種が5.5%、真・好流水生種が20%を占める。塩分に対する適応性では、不定性種が91%と圧倒的に多く、嫌塩性種が9%である。真・中・好塩性種はみられない(第6図)。特徴種は、*Gomphonema parvulum* (15%)、*Achnanthes inflata* (12.5%)、*Navicula confervacea* (11%)、*Eunotia pectinalis* var. *minor* (8.5%) と、それまでの水田で確認される珪藻群集とは異なった結果である。

3. 愛知県中島郡平和町の水田堆積物の結果
現世水田を垂直的に試料採取したもの(試料I-1~I-7)からは全体で、24属68種(3変種を含む)の珪藻が確認される(第7表)。珪藻殻は試料全体で溶解が進み、殻の中の条線が不明瞭なもの(第9図B)や、殻の一部が破壊されたもの(第

9図A)が多い。腐植物の集積する試料もみられる(試料I-1・I-6・I-7)。また、ユニット1と2の試料(試料I-1~I-6)では珪藻殻が200個体計数できるものの、ユニット3(試料I-7)のものは200個体に満たなかった。ユニット1と2の層準(試料I-1~I-6)では23属68種(3変種を含む)であり、ユニット3(試料I-7)では10属11種である。群集組成では、pHについて真・好アルカリ性種が21.4~51.5%、不定性種が32.1~51.5%、真酸性種が7.2~21.5%を占め、好酸性種は全くみられない。生態性では底生種が圧倒的に多く57.5~77.5%を占め、付着性種は21.5~40%である。浮遊性種は0.5~2%と全体を通して占める割合は低い。水流性では不定性種が56~62.5%と多く、真・好止水生種が13~27.5%、真・好流水生種が10~19.5%である。塩分に対する適応性では、不定性種が全層準にわたって優先し、78.5~93.5%を占める。真塩性種は全層準で全くみられないものの、中・好塩性種が0.5~15.5%を占める。ユニット3(試料I-7)では塩分を好む種は現れない。嫌塩性種は3~4.5%である(第7図)。

試料1~7までの全体では*Pinnularia subcapitata* (15.7%)、*Nitzschia palea* (5.9%)、*Pinnularia viridis* (5.4%)、*Pinnularia gibba* (5.1%) が優占する。

A試料	B試料	A試料とB試料の 多様度 (Cλ値)
試料97-2 (愛知県海部郡八開村大字塩田 水田・水有り・緑藻)	試料97-3 (愛知県海部郡八開村大字塩田 水田・水有り・底泥)	0.992
試料96-1 (愛知県海部郡八開村大字塩田 水田・水を引く前の土壌)	試料96-2 (愛知県海部郡八開村大字塩田 水田・水有り・水口近くの底泥部分)	0.311
試料97-1 (愛知県海部郡八開村大字塩田 水田・水を引く前の土壌)	試料97-3 (愛知県海部郡八開村大字塩田 水田・水有り・底泥)	0.316
試料96-1 (愛知県海部郡八開村大字塩田 水田・水を引く前の土壌)	試料97-1 (愛知県海部郡八開村大字塩田 水田・水を引く前の土壌)	0.597
試料I-1 (愛知県稲沢市 水田垂直試料)	試料97-1 (愛知県海部郡八開村大字塩田 水田・水を引く前の土壌)	0.515

第4表 主な2試料間の多様度 (Cλ値) .

考察

今回調査した水田における珪藻群集のデータをもとに、現世水田から水平的・垂直的にみつかると珪藻種群について考察を行った。また、データを比較するにあたり、主要な2試料間の珪藻群集の多様度を求めた。求めるにあたって、生物群集の解析に用いられる群集多様度指数Cλを利用した。Cλは森下(1967)に従い、採取された総個体数をNとし、比較する2サンプル間のλ値を

$$\lambda_1 = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} n_{1i}(n_{1i}-1)}{N_1(N_1-1)}$$

$$\lambda_2 = \frac{\sum_{i=1}^{\infty} n_{2i}(n_{2i}-1)}{N_2(N_2-1)}$$

以上の式より算出し、

$$C\lambda = \frac{2\sum_{i=1}^{\infty} n_{1i}n_{2i}}{(\lambda_1 + \lambda_2)N_1N_2}$$

より、Cλ値を計算した。尚、Cλ≥0.8の場合には、2サンプル間の類似性は非常に大きくなる。0.5<Cλ<0.8のとき類似性が大きく、Cλ≤0.5のとき類似性は小さくなる。算出したCλ値を第4表に示す。

1. 水田平面内での組成の比較

今回試料採取した結果をもとに、水田に出現する珪藻群集について検討する。水田平面内では、底泥部分および水面に浮遊する緑藻類に付着する試料と、水口に近い部分と遠い部分との試料に分けられる。では、水田平面内での珪藻群集組成には変化があるだろうか。まず、底泥と緑藻類に付

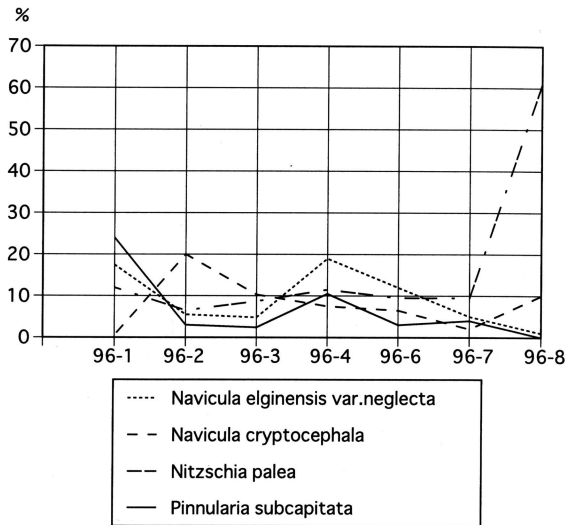
着する試料との比較を行う。

1996年に愛知県で採取した底泥(試料96-2)と緑藻部分(試料96-3)では、第5図に示したように、pHについて真・好アルカリ性種、生態性では底生種が優占する。水流性では止水性種と流水性種が若干みられるものの、不定性種の占める割合が高い。塩分に対する適応性でも不定性種が優占する。およそ1年後の底泥(試料97-3)と緑藻類部分(試料97-2)でも、水流性・塩分適応性では不定性種が大部分を占め、pHについて真・好アルカリ性種が、生態性では底生種の占める割合が高い。また、両試料の多様度を求めるとCλ=0.992であり、ほぼ同じといってよいほど非常に大きい類似性をもつことがわかる(第4表)。

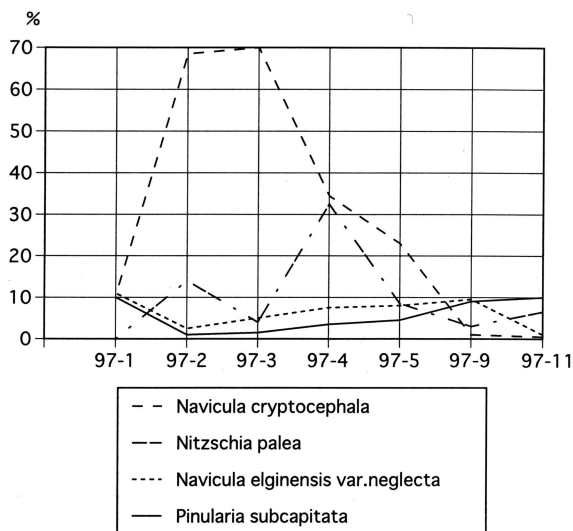
三重県で採取した試料について、底泥(試料96-6・97-9)と緑藻類部分(試料96-7)でも真・好アルカリ性種および底生種が優占し、水流性・塩分適応性では不定性種が多い。

以上の結果から、水田内の底泥と水面に浮遊する緑藻類部分、言い換えれば水田滞水層内の上部層と下部層という鉛直方向には、珪藻群集組成に大きな差異はみられないことがわかる。

次に、水が流れ込んでくる水口と水口より遠い縁辺部において群集組成に違いはみられるだろうか。愛知県の水口付近の試料(試料96-2・97-3)と縁辺部(試料96-4)では、両試料とも真・好アルカリ性種および底生種が優占し、水流性・塩分適応性では不定性種が大部分を占める。これは先の底泥と緑藻類との試料を比較した結果と同じである。



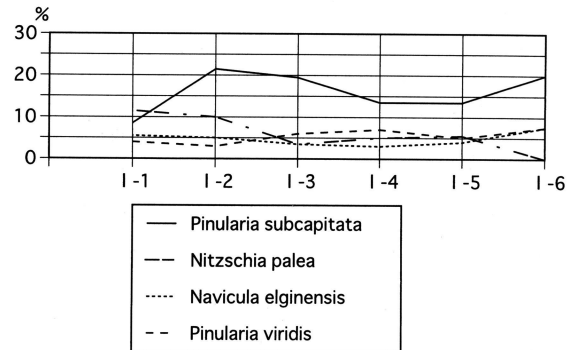
第10図 1996年の珪藻出現率グラフ。



第11図 1997年試料の珪藻出現率グラフ。

安藤（1966）は、現世水田産珪藻の特徴として、塩分不定性種、中世を最適とする pH 不定性種や、わずかにアルカリ性に寄った好アルカリ性種、そして、流水・止水域ともに出現する流水不定性種が大半を占め、好流水性種もわずかながら出現するとしている。今回われわれが調査した結果と同様であるが、底生種の多産も重要な要素であると思われる。

水田内に深さ数cmほどの水が滞水する環境においては、水平的にも鉛直的にも珪藻群集組成には差異がないといえる。



第12図 水田垂直断面試料の珪藻出現率グラフ。

2. 水田固有種について

安藤（1966）や金網（1967）は、水田から産する珪藻種群は地方によって優占種が異なるため、水田固有種というものはないとしている。水田に特有の珪藻種群は存在しないのだろうか。

今回分析した愛知県・三重県の試料（試料96-2・96-3・96-4・97-2・97-3・97-4・97-5）では、*Navicula cryptocephala*（第5図A）や、*Navicula cryptotenella*、*Navicula elginensis*、*Navicula pupula*などの*Navicula*属や*Nitzschia palea*が多産した。また、三重県の試料（試料96-6・96-7・97-9・97-11）からは、*Surirella ovata*、*Surirella angusta*などの*Surirella*属や、*Eunotia pectinalis*、*Eunotia pectinalis* var. *minor*といった*Eunotia*属、*Navicula elginensis* var. *neglecta*、*Nitzschia palea*が多産した。愛知県・三重県の試料に共通する種として、*Navicula*属や*Nitzschia palea*があげられる。

根来・東野（1986）は奈良県の水田産珪藻について、*Nitzschia palea*や*Navicula pupula*、*Navicula elginensis*、*Navicula elginensis* var. *neglecta*など、*Navicula*属の多産を報告している。この結果は、われわれが行ったものと同様である。

珪藻は、その生息する場所の地形・深度・水温・水量・流速・滞留時間・栄養塩濃度などの違いによって、その状態に一番あった種が増えて優占種となる。特に水田の場合には、水を引くための灌がい水路などから流れ込む水の水温や水量、

運ばれてくる栄養塩濃度は季節的、あるいは1日のうちでも変化すると思われる。また、今回の調査では、愛知県・三重県でそれぞれ1地点、かつ春先のみのデータである。遠く隔たった地域と少なからず一致したとって、単純に優占種と決めることはできない。調査地点を増やし、季節ごとの試料を蓄積していけば、今回の珪藻種群の一致が普遍的なものか確かめられよう。今後の課題である。

3. 水田の水の有無による比較

水田に水が存在するときと、落水し水田土壌が露出するときでは群集組成に違いがみられるだろうか。愛知県内で採取した試料について検討する。

水田に水を引く前の試料（試料96-1）と水田に水が引かれた後の試料（試料96-2・97-3）では、第5図に示したように、群集組成では真・好アルカリ性種および底生種が多産し、水流性・塩分適応性では不定性種が優占する。この結果だけを見ると、水の有無はさほど影響がないように思われる。

落水後の水田表面には、水の存在時に盛んに増殖していた種群が、死滅後遺骸となって集積している可能性が大きい。この仮定に立てば、水の存在時と落水後では、珪藻種群は似たものになるはずである。そこで各試料でみられる種群のうち多いものから上位4種をグラフにしたのが第10図および第11図である。水田内に水が存在する環境（試料96-2・96-3・96-4・97-2・97-3・97-4・97-5）では、*Navicula elginensis* var. *neglecta*、*Navicula cryptocephala*といった*Navicula*属や*Nitzschia palea*が多い。

ところが、落水後の水田耕作土表面の試料では、それまで優占していた*Navicula*属が減少し、かわりに*Pinnularia subcapitata*が増加してくる。さ

らに、1996年の水が存在するときの底泥試料と落水後の試料（試料96-1と96-2）との多様度は $C\lambda=0.311$ 、1997年の試料（試料97-1と97-3）でも $C\lambda=0.316$ であり類似性は小さいのである。群集組成という一連の種群を総合的にみる、いわば積分的センスで試料をみた場合には違いがみられないが、個々の種群の類似性という微分的センスで見直すと差異が確かめられるのである。このように、水田内の水の有無は明らかに群集組成に違いを生じさせていることがわかる。

これについて、水田の滞水環境で試料を採取した季節は、春から夏に向かい徐々に気温が高くなっていく時期にあたる。特に、河川や湖沼に比べて水深の浅い水田では、太陽により暖められた水面の水塊と、底部の水塊との対流が盛んになるため、珪藻にとって生育に好ましい水温となっている。また、この時期は珪藻などの植物プランクトンにとっての栄養塩が増加するときでもある（森下、1996）。以上のような、珪藻にとって生活しやすい環境であったことが珪藻、今回の試料では*Navicula*属、を爆発的に増やした原因であろう。

一方、*Navicula*属は他の珪藻と比べて、殻の厚さが薄い。降雨や、1日あるいは年間を通した気温変化といった、物理的・化学的風化に弱いと考えられる。そのため、水田内の水がなくなり、地表面にさらされると急速に溶解が進行してしまうと考えられる。

それに対して、*Pinnularia subcapitata*は陸上のコケや土壌表面など、多少の湿り気を保持した環境ならば地表面でも生育する珪藻であり、陸生珪藻と呼ばれる（伊藤・堀内、1991）。つまり、水を引く前の耕作土表面で*Pinnularia subcapitata*が増加するのは、落水後、他の珪藻にとって生育するのに不適当な環境となり、かつ*Navicula*属など殻の薄い種群が急速に溶解されるとともに、劣悪な環

境に耐性のある *Pinnularia subcapitata* が増加した結果であろう。これは、愛知県内で水を引く前の水田耕作土の表面から採取した各試料（試料96-1と97-1）どうしの多様度が $C\lambda=0.597$ を示し類似性が大きいことから、落水後の耕作土表面に普遍的な事柄である可能性がある。

4. 水田垂直試料の変化

水田の水の有無は珪藻群集組成に差異を生じさせ、特に、落水後には *Pinnularia subcapitata* の増加がみられた。平面試料でみられた特徴は、水田を地下方向に追った場合ではどうだろうか。愛知県の水田垂直断面で採取した試料について、第7図に示したように群集組成をみると、真・好アルカリ性種と底生種が優占し、水流性・塩分適応性ではともに不定性種が多かった。ここでは出現率の高い珪藻種群のうち、上位4種をグラフに示す（第12図）。*Nitzschia palea*、*Navicula elginensis* といった珪藻がみられるものの、*Pinnularia subcapitata* が多産することがわかる。落水され、水田土壌が地表面に露出するとき、*Pinnularia subcapitata* がやはり増加するようである。例えば、水田垂直試料（I-1）でみられる種群と愛知県の水を引く前の水田土壌表面の種群との多様度を求めてみると $C\lambda=0.515$ となり、類似性が大きいことがわかる。

先にも述べたが、*Pinnularia subcapitata* は他の珪藻の生育しえない劣悪な環境に対して耐性があるだけでなく、他の珪藻、例えば *Navicula* 属に比べて殻が厚く頑丈である。水田は水の有無とともに、耕起という人為的（物理的）攪乱環境に毎年置かれる。このような攪乱は、殻の薄い種群はより破壊・溶解が進行する。第9図で示した破壊・溶解された珪藻殻が多いのもそのためであると考えられる。このような攪乱が何年にもわたり繰り返されることにより、結局は差別的に、殻が厚く

丈夫で、風化に対して耐性のある種群の保存率が高くなっていったのであろう。

今回、現生珪藻試料に主眼を置き、何百年、何千年を経過した堆積物の試料については言及しなかった。遺跡の堆積物から抽出された珪藻群集は、その死後に運搬され集積作用により形成され、時空的な背景をもつ生物の集合体である。それを混合群集という。従って、ある場所で微化石群集がみつかったも、差別的・累進的な保存率の変化があるため、微化石それ自体を同一時間面に存在した生物群集としてとらえることは事実上不可能なわけである。

水田内の化石群集を扱うにおいて、混合群集の存在を認識し、それを合理的に評価・解析する必要がある。そのためにも、今回われわれが示したような現生生物の生態や保存率といった基礎データを早急に蓄積しておく必要がある。

まとめ

愛知県および三重県で採取した現世水田平面試料と垂直試料について、珪藻群集組成を比較した。その結果、つぎのようなことがわかった。

1. 水田平面試料および垂直試料ともに、珪藻群集組成でみた場合、pHでは真・好アルカリ性種が、生態性では底生種が優占することで特徴づけられる。
2. 個々の珪藻の出現率は、水田内に水が滞水する状態と落水した状態とは変化する。特に落水後の試料からは *Pinnularia subcapitata* が増加する。
3. 水田に水が滞水した状態で多い *Navicula cryptocephala* は、落水後の堆積物において現世水田で優占するほどではない。また、それは珪藻殻の保存度の違いによる。

4. 水田一筆内の採取場所の違いにより、珪藻群集組成には明瞭な相違はみられない。
5. 水田に水が存在するときに適応していた種群は、過去の堆積物において残存している可能性は薄い。古環境解析を行うにあたって、むしろ珪藻殻密度の減少が特徴となる可能性がある。

謝辞

本論を作成するにあたり、東京学芸大学生物学教室の真山茂樹助教授、九州大学理学部生物圏進化学講座の鹿島 薫助教授、愛知県立明和高等学校の森 勇一博士には珪藻の同定についてご教示を賜った。山田純也氏、服部陽介氏には図版作成等をお手伝いいただいた。珪藻プレパラート作成には服部恵子さん、宇佐美美幸さんにお世話になった。以上の方々に深く感謝の意を表します。

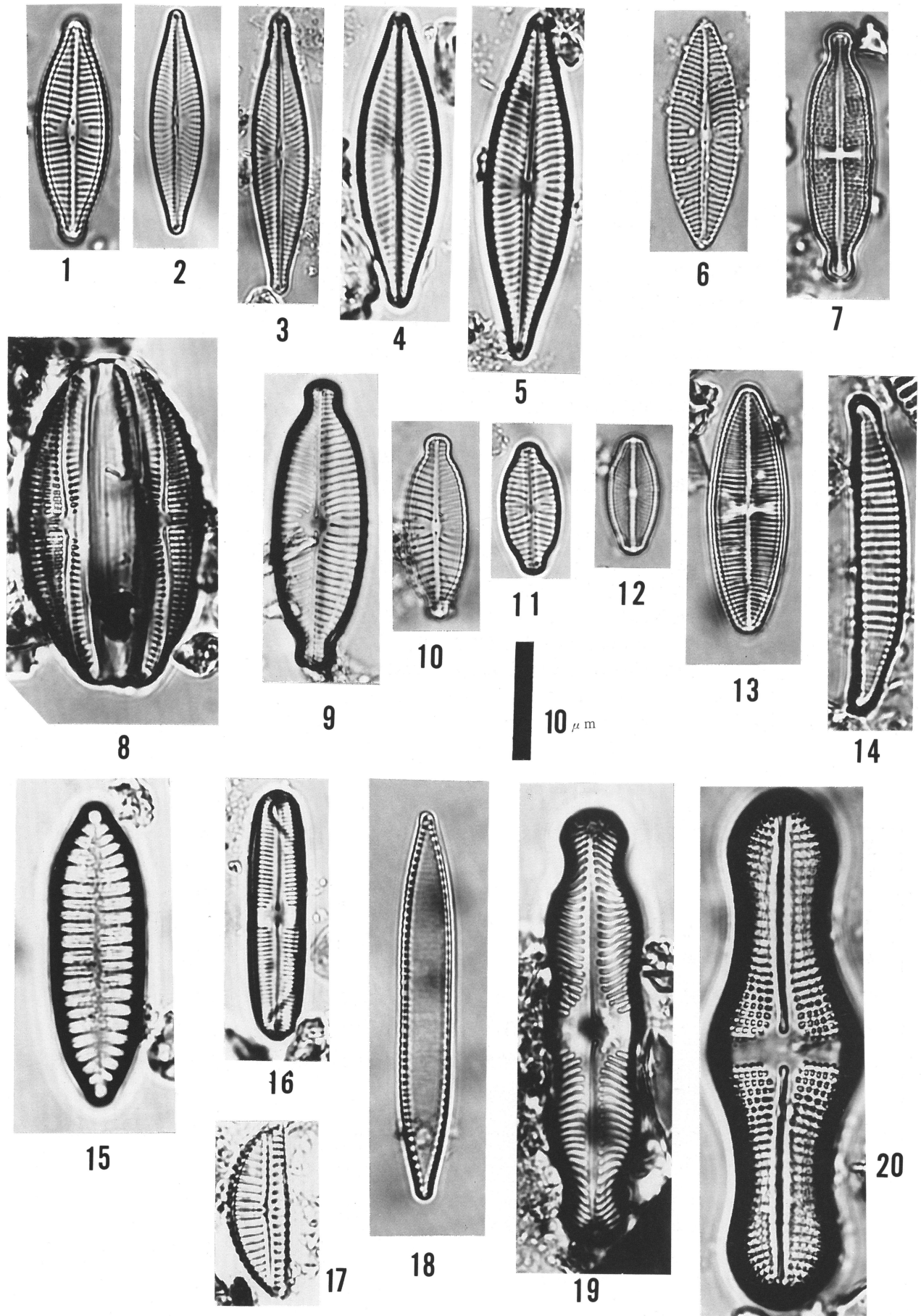
文献

- 安藤一男, 1966, 埼玉県川越市郊外の水田産珪藻類, 秩父自然科学博物館研究報告, 13, 1-6.
- 伊藤良永・堀内誠司, 1991, 陸生珪藻の現在に於ける分布と古環境解析への応用, 珪藻学会誌, 6, 23-44.
- 福島 博編, 1983, 淡水植物プランクトン, ニューサイエンス社, 114P.
- 金網善恭, 1967, 木曾谷・伊那谷(長野県)の水田産のケイソウとツヅミモ, 陸水学雑誌, 28, 2, 68-91.
- 環境庁, 1992, 環境要覧' 92, 富士総合研究所, 577P.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H., 1986, Bacillariophyceae, Teil 1, Naviculaceae. Band 2/1 von : Die Susswasserflora von Mitteleuropa, 876p., Gustav Fischer Verlag.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H., 1988, Bacillariophyceae, Teil 2, Epithemiaceae. Band 2/2 von : Die Susswasserflora von Mitteleuropa, 876p., Gustav Fischer Verlag.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H., 1991a., Bacillariophyceae, Teil 3, Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Band 2/3 von : Die Susswasserflora von Mitteleuropa, 876p., Gustav Fischer Verlag.
- Krammer, K. and Lange-Bertalot, H., 1991b., Bacillariophyceae, Teil 4, Achnantheaceae, Kritische Ergaenzungen zu Navicula(Lineolatae) und Gomphonema. Band 2/4 von : Die Susswasserflora von Mitteleuropa, 876p., Gustav Fischer Verlag.
- 根来健一郎・東野雅子, 1986, 日本における水田植生第1報 奈良県桜井市附近の水田の珪藻植生, 珪藻学会誌, 2, 1-8.
- 森下雅子, 1991, 生物からのメッセージ 川と湖の博物館, 1 植物プランクトン, 山海堂, 156P.
- 森下正明, 1967, 京都付近における蝶の季節分布. 森下・吉良編, 自然一生態学的研究, 中央公論社, 99-132.

- 1 *Navicula cryptocephala* *Kutzing* (試料 9 6 - 2)
- 2 *Navicula cryptocephala* *Kutzing* (試料 9 6 - 2)
- 3 *Navicula cryptocephala* *Kutzing* (試料 9 6 - 2)
- 4 *Navicula cryptocephala* *Kutzing* (試料 9 6 - 2)
- 5 *Navicula cryptocephala* *Kutzing* (試料 9 6 - 2)
- 6 *Navicula cryptotenella* *Lange-Bertalot* (試料 9 6 - 2)
- 7 *Stauroneis anceps* *Ehrenberg* (試料 9 7 - 9)
- 8 *Amphora libyca* *Ehrenberg* (試料 9 7 - 8)
- 9 *Navicula elginensis* (*Gregory*) *Ralfs* (試料 9 6 - 2)
- 10 *Navicula elginensis* (*Gregory*) *Ralfs* (試料 9 6 - 2)
- 11 *Navicula elginensis* var. *neglecta* (*Gregory*) *Ralfs* (試料 9 6 - 2)
- 12 *Navicula pupula* *Kutzing* (試料 9 6 - 2)
- 13 *Achnanthes hungarica* (*Grunow*) *Grunow* (試料 9 7 - 2)
- 14 *Eunotia pectinalis* var. *minor* (*Kutzing*) *Rabenhorst* (試料 9 7 - 9)
- 15 *Surirella angusta* *Kutzing* (試料 9 7 - 9)
- 16 *Caloneis bacillum* (*Grunow*) *Cleve* (試料 9 7 - 8)
- 17 *Cymbella minuta* *Hilse* (試料 9 7 - 5)
- 18 *Nitzschia palea* (*Kutzing*) *Grunow* (試料 9 7 - 4)
- 19 *Pinnularia interrupta* *W.Smith* (試料 9 7 - 5)
- 20 *Achnanthes inflata* (*Kutzing*) *Grunow* (試料 9 7 - 1 0)

生態値凡例

pH	流水性	生態性	塩分に対する適応性
Al-bi : 真アルカリ性種	Li-bi : 真止水性種	Bent. : 底生種	Euha. : 真塩性種
Al-ph : 好アルカリ性種	Li-ph : 好止水性種	Epip. : 付着生種	Meha. : 中塩性種
Ind. : 不定性種	Ind. : 不定性種	Plan. : 浮遊性種	Ha-ph : 好塩性種
Ac-ph : 好酸性種	R-ph : 好流水性種	Ind. : 不定性種	Ind. : 不定性種
Ac-bi : 真酸性種	R-bi : 真流水性種	_ : 不明種	Hp-ho : 嫌塩性種
_ : 不明種	_ : 不明種		_ : 不明種



第13図 現生珪藻の顕微鏡写真

学名	pH	流水性	生態性	塩分	試料番号								Total
					96-1	96-2	96-3	96-4	96-5	96-6	96-7	96-8	
Achnanthes exigua Grunow	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	5	1	3	0	0	0	1	10
Achnanthes hungarica (Grunow) Grunow	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	0	3	16	6	4	3	32
Achnanthes lanceolata (Brebisson) Grunow	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	1	3	0	0	3	3	1	11
Achnanthes linearis (W.Smith) Grunow	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	3	2	4	2	2	0	0	0	13
Achnanthes minutissima Kutzing	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	2	0	0	3	0	0	5
Achnanthes sp.	—	—	—	—	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Amphora libyca Ehrenberg	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	1	2	0	1	1	1	0	6
Amphora montana Krasske	Al-ph	Ind.	—	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Anomoeoneis brachysira Pfitzer	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen	Ind.	Li-ph	Plan.	Ind.	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Bacillaria paradoxa Gmelin	Ind.	Ind.	Bent.	Meha.	0	3	2	0	0	0	0	0	5
Caloneis bacillum (Grunow) Cleve	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	1	2	2	4	5	0	14
Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	3	0	0	1	0	1	1	0	6
Caloneis sp.	—	—	—	—	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Cocconeis placentula Ehrenberg	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Craticula cuspidata (Kuetz.) D.G.Wann	Al-ph	Ind.	—	Ind.	0	2	1	4	29	1	0	0	37
Cyclotella sp.	—	Li-ph	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Cyclotella stelligera Cleve&Grunow	—	Li-bi	Epip.	Ind.	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	1	2	0	0	0	0	3
Cymbella minuta Hilse	Ind.	R-ph	Epip.	Ind.	1	0	2	0	0	2	2	0	7
Cymbella naviculiformis Auerswald	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	0	4	0	0	1	0	5
Cymbella silesiaca Bleisch	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	0	3	1	0	0	2	4	0	10
Cymbella tumida (Brebisson) Van Heurck	Ac-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Cymbella turgidula Grunow	Ind.	R-ph	Epip.	Ind.	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Diploneis ovalis (Hilse) Cleve	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	2	0	0	0	4	0	1	0	7
Eunotia pectinalis (Dillwyn) Rabenhorst	Ac-ph	Ind.	Epip.	Hp-ho	0	0	0	0	0	9	21	0	30
Eunotia pectinalis var.undulata (Ralfs) Rabenhorst	Ac-ph	Ind.	Epip.	Hp-ho	0	0	0	1	0	1	1	0	3
Eunotia praeurupta Ehrenberg	Ac-ph	Ind.	Epip.	Hp-ho	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Eunotia sp.	Acph	Ind.	Epip.	Hp-ho	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Fragilaria construens (Ehrenberg) Grunow	Al-ph	Liph	Epip.	Ind.	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange Bertalot	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	1	10	12	1	2	4	5	0	35
Frustulia rhomboides (Ehrenberg) De Toni	Ac-ph	Li-ph	Epip.	Hp-ho	0	1	0	0	0	0	2	0	3
Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	1	4	1	3	0	2	0	0	11
Gomphonema angustatum (Kutzing) Rabenhorst	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	2	1	0	3
Gomphonema gracile Ehrenberg	Ind.	Li-ph	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	0	5	0	5
Gomphonema parvulum Kutzing	Al-ph	R-ph	Epip.	Ind.	0	3	2	14	13	12	14	1	59
Gomphonema sp.	—	—	—	—	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Gyrosigma attenuatum (Kutzing) Rabenhorst	—	—	Bent.	—	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	3	1	0	0	4	4	0	12
Navicula americana Ehrenberg	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Navicula bacillum Ehrenberg	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Navicula capitata Ehrenberg	—	—	Bent.	Ind.	0	2	3	0	1	0	0	0	6
Navicula clementis Grunow	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Navicula confervacea Kutzing	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	1	1	0	1	1	1	0	5
Navicula cryptocephala Kutzing	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	1	40	13	15	18	13	4	20	124
Navicula cryptotenella Lange-Bertalot	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	20	23	19	20	1	0	22	105
Navicula elginensis (Gregory) Ralfs	Al-ph	R-bi	Bent.	Ind.	5	22	5	9	6	8	11	2	68
Navicula elginensis var. neglecta (Gregory) Ralfs	Al-ph	R-bi	Bent.	Ind.	35	11	6	38	7	24	10	2	133
Navicula laevisissima Kutzing	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Navicula mutica Kutzing	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	4	2	0	0	0	1	0	0	7
Navicula pupula Kutzing	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	5	7	15	35	7	5	9	83
Navicula radiosa Kutzing	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	17	4	1	0	0	0	0	0	22
Navicula sp.-1	—	—	—	—	0	0	2	0	6	3	0	0	11
Neidium ampliutum (Ehrenberg) Krammer	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	4	1	3	0	2	2	0	12
Neidium hitcockii (Ehrenberg) Cleve	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Neidium sp.	Ind.	—	Bent.	—	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Nitzschia amphibia Grunow	Al-bi	Ind.	Bent.	Ind.	0	4	3	1	0	2	1	0	11
Nitzschia obtusa W.Smith	Al-ph	—	Bent.	Meha.	13	0	2	0	0	0	0	0	15
Nitzschia palea (Kutzing) Grunow	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	24	13	11	23	15	19	19	122	246
Nitzschia tryblionella Hantzschia	—	—	Bent.	—	0	0	0	0	0	0	0	4	4
Pinnularia acrosphaeria W.Smith	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	1	0	1	0	0	1	0	3
Pinnularia borealis Ehrenberg	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Pinnularia gibba Ehrenberg	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Pinnularia interrupta W.Smith	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	3	0	5	4	1	1	0	14
Pinnularia microstauron (Ehrenberg) Cleve	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	1	1	1	3	2	1	0	9
Pinnularia subcapitata Gregory	Ind.	Li-bi	Bent.	Ind.	48	6	3	11	3	6	8	0	85
Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	1	1	0	0	2	0	4
Pinnularis sp.	—	—	Bent.	Ind.	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O.Muller	Al-ph	Ind.	Epip.	Ha-ph	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Stauroneis anceps Ehrenberg	—	—	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	5	4	0	9
Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg	Ind.	Li-ph	Bent.	Ind.	1	7	1	10	1	1	2	0	23
Stauroneis smithii Grunow	Ind.	R-ph	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Stauroneis sp.	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Surirella angusta Kutzing	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	13	0	0	0	0	9	21	1	44
Surirella ovata Kutzing	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	18	11	3	6	8	28	21	3	98
Surirella ovata var.pinnata(W.Smith) Hustedt	Al-ph	R-ph	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	9	7	0	16
Synedra vaucheriae Kutzing	Al-ph	R-ph	Epip.	Ind.	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Total					200	200	126	200	200	200	200	1526	

第5表 1996年採取試料分析結果

学名	pH	流水性	生態性	塩分	試料番号											Total
					97-1	97-2	97-3	97-4	97-5	97-6	97-7	97-8	97-9	97-10	97-11	
<i>Achnanthes hungarica</i> (Grunow) Grunow	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	2	0	0	0	7	2	21	10	0	4	46
<i>Achnanthes inflata</i> (Kutzing) Grunow	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	25
<i>Achnanthes lanceolata</i> (Brebisson) Grunow	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	1	1	0	0	1	0	2	0	1	6	1	13
<i>Achnanthes linearis</i> (W.Smith) Grunow	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	6
<i>Achnanthes minutissima</i> Kutzing	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	5	0	0	7	2	5	0	0	0	8	0	27
<i>Achnanthes</i> sp.	—	—	—	—	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	8
<i>Amphora libyca</i> Ehrenberg	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	1	0	1	0	0	1	1	3	0	3	1	11
<i>Amphora ovalis</i> (Kutzing) Kutzing	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	5
<i>Aulacoseira ambigua</i> (Grunow) Simonsen	Ind.	Li-ph	Plan.	Ind.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Bacillaria paradoxa</i> Gmelin	Ind.	Ind.	Bent.	Meha.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Caloneis bacillum</i> (Grunow) Cleve	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	3	0	0	0	5	2	2	4	4	1	0	21
<i>Caloneis silicula</i> (Ehrenberg) Cleve	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	4
<i>Cocconeis placentula</i> Ehrenberg	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6
<i>Craticula cuspidata</i> (Kuetz.) D.G.Wann	Al-ph	Ind.	—	Ind.	2	0	1	1	3	3	7	9	1	0	0	27
<i>Cyclotella meneghiniana</i> kutzing	Al-ph	Li-ph	Plan.	Ha-ph	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cyclotella ocellata</i> Pantocsek	Al-ph	Li-bi	Plan.	Ind.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cymbella aspera</i> (Ehrenberg) Cleve	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
<i>Cymbella cuspidata</i> Kutzing	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Cymbella cymbiformis</i> Agardh	Ac-ph	Li-bi	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Cymbella mesiana</i> Chohnoky	Al-bi	Li-bi	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	4
<i>Cymbella minuta</i> Hilse	Ind.	R-ph	Epip.	Ind.	0	1	0	1	0	2	0	1	0	0	4	9
<i>Cymbella naviculiformis</i> Auerswald	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	2	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	6
<i>Cymbella silesiaca</i> Bleisch	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	4	0	0	0	0	0	0	1	2	1	0	8
<i>Cymbella sinuata</i> Gregory	Ind.	Li-bi	Epip.	Ind.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Diploneis ovalis</i> (Hilse) Cleve	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	2
<i>Epithemia turgida</i> (Ehrenberg) Kutzing	Al-ph	Li-ph	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Eunotia formica</i> Ehrenberg	Ac-ph	Li-ph	Epip.	Hp-ho	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	0	5
<i>Eunotia lunaris</i> Brebisson	Ac-ph	Ind.	Epip.	Hp-ho	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
<i>Eunotia pectinalis</i> var. minor (Kutzing) Rabenhorst	Ac-ph	Ind.	Epip.	Hp-ho	0	0	0	0	0	0	0	0	17	17	15	49
<i>Eunotia praeurupta</i> Ehrenberg	Ac-ph	Ind.	Epip.	Hp-ho	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Fragilaria capucina</i> Desmazieres	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	5
<i>Fragilaria construens</i> (Ehrenberg) Grunow	Al-ph	Li-ph	Epip.	Ind.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Fragilaria pinnata</i> Ehrenberg	Ac-ph	Ind.	Epip.	Ind.	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
<i>Fragilaria ulna</i> (Nitzsch) Lange—Bertalot	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	1	0	3	1	1	2	0	4	2	11	5	30
<i>Frustulia rhomboides</i> (Ehrenberg) De Toni	Ac-ph	Li-ph	Epip.	Hp-ho	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Frustulia vulgaris</i> (Thwaites) De Toni	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	4	2	0	0	3	23	4	4	3	9	8	60
<i>Gomphonema affine</i> Kutzing	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4
<i>Gomphonema parvulum</i> Kutzing	Al-ph	R-ph	Epip.	Ind.	13	1	6	5	10	2	2	12	13	30	17	111
<i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kutzing) Rabenhorst	Ac-bi	R-ph	Bent.	Ind.	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	5
<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	7	0	1	0	0	2	1	0	6	7	24	48
<i>Navicula americana</i> Ehrenberg	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Navicula capitata</i> Ehrenberg	—	—	Bent.	Ind.	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Navicula confervacea</i> Kutzing	Ind.	—	Bent.	Ind.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	22	1	24
<i>Navicula contenta</i> Grunow	Al-ph	R-ph	Bent.	Ind.	1	0	0	0	0	0	0	0	2	8	1	12
<i>Navicula cryptocephala</i> Kutzing	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	21	137	140	69	46	18	31	37	2	0	1	502
<i>Navicula cryptotenella</i> Lange—Bertalot	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	4	0	0	10	7	19	4	17	1	0	0	62
<i>Navicula elginensis</i> (Gregory) Ralfs	Al-ph	R-bi	Bent.	Ind.	6	6	9	1	6	8	1	10	8	0	18	73
<i>Navicula elginensis</i> var. neglecta (Gregory) Ralfs	Al-ph	R-bi	Bent.	Ind.	22	5	10	15	16	14	15	9	19	2	6	133
<i>Navicula laevis</i> Ehrenberg	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Navicula menisculus</i> Schumann	Al-ph	R-ph	Bent.	Ind.	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Navicula mutica</i> Kutzing	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	4	1	0	0	0	0	0	1	3	12	0	21
<i>Navicula pupula</i> Kutzing	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	6	5	5	8	20	6	24	20	3	2	8	107
<i>Navicula radiosa</i> Kutzing	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4
<i>Navicula rynchcephala</i> Kutzing	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	2	0	0	0	10	4	23	3	0	0	0	42
<i>Neidium affine</i> (Ehrenberg) Pfitzer	Ind.	Li-bi	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
<i>Neidium ampliatus</i> (Ehrenberg) Krammer	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	3	0	0	0	0	1	0	0	6	0	1	11
<i>Neidium iridis</i> (Ehrenberg) Cleve	Ind.	Li-ph	Bent.	Hp-ho	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Nitzschia amphibia</i> Grunow	Al-bi	Ind.	Bent.	Ind.	11	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	14
<i>Nitzschia cocconeiformis</i> Grunow	—	—	Euha.	—	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Nitzschia palea</i> (Kutzing) Grunow	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	28	8	65	17	48	58	25	6	1	13	269
<i>Nitzschia</i> sp.	—	—	—	—	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
<i>Pinnularia acrosphaeria</i> W.Smith	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pinnularia gibba</i> Ehrenberg	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	4
<i>Pinnularia hemiptera</i> (Kutzing) Cleve	Ac-ph	Li-bi	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Pinnularia interrupta</i> W.Smith	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	3	1	1	1	9	0	3	4	4	0	2	28
<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehrenberg) Cleve	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	3	0	0	1	4	2	1	1	0	0	0	12
<i>Pinnularia subcapitata</i> Gregory	Ind.	Li-bi	Bent.	Ind.	20	2	3	7	9	14	5	2	18	0	20	100
<i>Pinnularia viridis</i> (Nitzsch) Ehrenberg	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	2	0	0	0	4	4	1	11
<i>Pinnularis</i> sp.	—	—	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehrenberg) O.Muller	Al-ph	Ind.	Ep-ip	Ha-ph	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	3
<i>Rhopalodia gibberula</i> (Ehrenberg) O.Muller	Al-ph	Ind.	Ep-ip	Meha.	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Stauroneis anceps</i> Ehrenberg	—	—	Bent.	Ind.	1	1	0	0	0	4	1	0	15	0	5	27
<i>Stauroneis legumen</i> Ehrenberg	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>Stauroneis phoenicenteron</i> (Nitzsch) Ehrenberg	Ind.	Li-ph	Bent.	Ind.	3	1	2	3	11	5	0	2	5	0	1	33
<i>Surirella angusta</i> Kutzing	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	11	2	2	4	3	3	4	6	29	5	20	89
<i>Surirella elegans</i> Ehrenberg	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	1	0	4	0	0	0	0	1	0	6
<i>Surirella ovata</i> Kutzing	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	6	0	3	0	3	2	0	0	2	0	0	16
<i>Synedra rumpens</i> Kutzing	Ind.	Li-ph	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	7
<i>Thalassiosira</i> sp.	—	—	Euha.	—	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total					200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	2200

第6表 1997年採取試料分析結果

学名	pH	流水性	生態性	塩分	試料番号							Total
					I-1	I-2	I-3	I-4	I-5	I-6	I-7	
<i>Achnanthes hungarica (Grunow) Grunow</i>	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	5	5	6	6	4	5	0	31
<i>Achnanthes lanceolata (Brebisson) Grunow</i>	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Achnanthes linearis (W.Smith) Grunow</i>	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	0	3	9	9	9	1	0	31
<i>Achnanthes minutissima Kutzing</i>	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	1	2	0	0	1	0	0	4
<i>Actinella brasiliensis Grunow</i>	Ac-ph	Li-ph	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Amphora libyca Ehrenberg</i>	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	1	1	0	0	0	0	0	2
<i>Amphora ovalis (Kutzing) Kutzing</i>	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	2	0	0	1	0	3
<i>Aulacoseira ambigua (Grunow) Simonsen</i>	Ind.	Li-ph	Plan.	Ind.	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Aulacoseira sp.</i>	—	Li-ph	Plan.	—	0	0	0	2	2	1	0	5
<i>Caloneis bacillum (Grunow) Cleve</i>	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	6	3	0	1	2	0	12
<i>Caloneis silicula (Ehrenberg) Cleve</i>	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	2	2	0	0	1	2	0	7
<i>Cocconeis placentula Ehrenberg</i>	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	4	2	5	4	1	0	16
<i>Craticula cuspidata (Kuetz.) D.G.Wann</i>	Al-ph	Ind.	—	Ind.	0	0	0	2	0	1	0	3
<i>Cyclotella meneghiniana kutzing</i>	Al-ph	Li-ph	Plan.	Ha-ph	2	0	0	0	2	0	0	4
<i>Cyclotella ocellata Pantocsek</i>	Al-ph	Li-bi	Plan.	Ind.	0	0	2	0	0	0	0	2
<i>Cyclotella sp.</i>	—	Li-ph	Plan.	Ind.	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Cyclotella striata (Kutzing) Grunow</i>	—	—	—	Meha.	0	3	0	0	0	0	0	3
<i>Cymbella aspera (Ehrenberg) Cleve</i>	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	1	0	0	0	0	2	3
<i>Cymbella cuspidata Kutzing</i>	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	0	0	2	0	0	2
<i>Cymbella minuta Hilse</i>	Ind.	R-ph	Epip.	Ind.	4	7	5	14	14	7	0	51
<i>Cymbella naviculiformis Auerswald</i>	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Cymbella silesiaca Bleisch</i>	Ind.	Ind.	Epip.	Ind.	1	4	3	3	4	0	0	15
<i>Cymbella turgidula Grunow</i>	Ind.	R-ph	Epip.	Ind.	1	4	0	0	0	0	0	5
<i>Diploneis ovalis (Hilse) Cleve</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	2	0	1	3	0	6
<i>Epithemia adnata (Kutzing) Brebisson</i>	Al-bi	Ind.	—	Ind.	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Eunotia lunaris Brebisson</i>	Ac-ph	Ind.	Epip.	Hp-ho	0	2	1	0	0	0	0	3
<i>Eunotia pectinalis (Dillwyn) Rabenhorst</i>	Ac-ph	Ind.	Epip.	Hp-ho	4	0	3	5	3	3	0	18
<i>Eunotia pectinalis var.undulata (Ralfs) Rabenhorst</i>	Ac-ph	Ind.	Epip.	Hp-ho	0	0	0	2	1	0	0	3
<i>Eunotia praeurupta Ehrenberg</i>	Ac-ph	Ind.	Epip.	Hp-ho	0	2	1	0	1	0	1	5
<i>Eunotia sp.</i>	Ac-ph	Ind.	Epip.	Hp-ho	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Fragilaria ulna (Nitzsch) Lange-Bertalot</i>	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	3	6	9	10	4	14	3	49
<i>Frustulia rhomboides (Ehrenberg) De Toni</i>	Ac-ph	Li-ph	Epip.	Hp-ho	0	0	2	0	0	1	0	3
<i>Frustulia vulgaris (Thwaites) De Toni</i>	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	26	6	5	3	6	3	0	49
<i>Gomphonema acuminatum var.coronatum Ehrenberg</i>	Ind.	Li-ph	Epip.	Ind.	1	0	0	1	0	0	0	2
<i>Gomphonema angustatum (Kutzing) Rabenhorst</i>	Al-ph	Ind.	Epip.	Ind.	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Gomphonema gracile Ehrenberg</i>	Ind.	Li-ph	Epip.	Ind.	0	0	6	0	3	2	0	11
<i>Gomphonema parvulum Kutzing</i>	Al-ph	R-ph	Epip.	Ind.	4	7	7	17	14	5	1	55
<i>Hantzschia amphioxys (Ehrenberg) Grunow</i>	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	2	0	0	1	0	3
<i>Navicula confervacea Kutzing</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	1	0	1	2	0	0	4
<i>Navicula cryptocephala Kutzing</i>	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	3	0	1	0	0	4
<i>Navicula cryptotenella Lange-Bertalot</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	1	2	0	0	0	0	0	3
<i>Navicula elginensis (Gregory) Ralfs</i>	Al-ph	R-bi	Bent.	Ind.	11	10	7	6	8	15	0	57
<i>Navicula mutica Kutzing</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	4	0	4
<i>Navicula pupula Kutzing</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	2	2	3	1	3	0	11
<i>Navicula pusilla W.Smith</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ha-ph	0	0	0	0	0	2	0	2
<i>Navicula radiosa Kutzing</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	6	1	0	3	1	0	0	11
<i>Neidium ampliutum (Ehrenberg) Krammer</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	1	2	1	2	0	6
<i>Neidium hitcockii (Ehrenberg) Cleve</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	4	0	1	0	2	0	0	7
<i>Neidium iridis (Ehrenberg) Cleve</i>	Ind.	Li-ph	Bent.	Hp-ho	2	1	2	3	4	2	0	14
<i>Neidium sp.</i>	Ind.	—	Bent.	—	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Nitzschia amphibia Grunow</i>	Al-bi	Ind.	Bent.	Ind.	18	9	9	15	7	0	0	58
<i>Nitzschia obtusa W.Smith</i>	Al-ph	—	Bent.	Meha.	29	5	3	0	8	6	0	51
<i>Nitzschia palea (Kutzing) Grunow</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	23	20	7	10	11	0	0	71
<i>Nitzschia tryblionella Hantzschia</i>	—	—	Bent.	—	0	0	0	0	0	1	0	1
<i>Pinnularia acrospira W.Smith</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	0	2	0	1	0	1	4
<i>Pinnularia borealis Ehrenberg</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	0	1	1	0	0	0	0	2
<i>Pinnularia braunii (Grunow) Cleve</i>	Ac-ph	Ind.	Bent.	—	5	0	0	0	0	2	0	7
<i>Pinnularia gibba Ehrenberg</i>	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	2	14	13	12	8	14	0	63
<i>Pinnularia interrupta W.Smith</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	3	3	7	3	2	8	0	26
<i>Pinnularia microstauron (Ehrenberg) Cleve</i>	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	2	0	7	5	4	20	0	38
<i>Pinnularia subcapitata Gregory</i>	Ind.	Li-bi	Bent.	Ind.	17	43	39	27	27	40	0	193
<i>Pinnularia viridis (Nitzsch) Ehrenberg</i>	Ind.	Ind.	Bent.	Ind.	8	6	12	14	10	15	1	66
<i>Pinnularis sp.</i>	—	—	Bent.	Ind.	0	0	0	0	0	0	10	10
<i>Rhopalodia gibba (Ehrenberg) O.Muller</i>	Al-ph	Ind.	Epip.	Ha-ph	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Rhopalodia gibberula (Ehrenberg) O.Muller</i>	Al-ph	Ind.	Epip.	Meha.	0	0	1	1	0	0	0	2
<i>Stauroneis anceps Ehrenberg</i>	—	—	Bent.	Ind.	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Stauroneis phoenicenteron (Nitzsch) Ehrenberg</i>	Ind.	Li-ph	Bent.	Ind.	4	2	3	3	3	8	6	29
<i>Surirella angusta Kutzing</i>	Ac-ph	Ind.	Bent.	Ind.	4	9	6	8	15	1	0	43
<i>Surirella ovata Kutzing</i>	Al-ph	Ind.	Bent.	Ind.	3	3	0	0	3	3	0	12
<i>Surirella ovata var.pinnata (W.Smith) Hustedt</i>	Al-ph	R-ph	Bent.	Ind.	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Surirella sp.</i>	—	—	Bent.	—	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Surirella tenera Gregory</i>	—	—	Bent.	—	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Synedra rumpens Kutzing</i>	Ind.	Li-ph	Epip.	Ind.	0	0	1	2	0	0	0	3
<i>Synedra vaucheriae Kutzing</i>	Al-ph	R-ph	Epip.	Ind.	0	2	0	0	3	0	0	5
Total					200	200	200	200	200	200	28	1448

第7表 水田垂直断面試料の分析結果