

三崎町阿弥陀池のプランクトン調査

大本将人

はじめに

佐田岬半島突端に位置する三崎町には「阿弥陀池」と呼ばれる池がある (図1・写真1)。昭和56～57年頃おこなわれた佐田岬半島の生物総合調査では、植物調査の一環として、阿弥陀池の水生植物・湿性植物が調べられている (愛媛県高等学校教育研究会理科部会生物部門：1984)。この報告には、「地元の古老の話によると、もとは大きな入り江であった部分に潮流に運ばれた砂が堆積して海と入り江を分離したところへ、谷川の真水が流入したものであるらしい。最大水深約15m。周囲約4km。海岸から約100m内陸部。平均的池の水面は平均海面より約2～3m高位置にある。水質はほぼ真水といってよい。塩素は水道水程度。透明度は不良。底質は砂

泥、周辺部には礫も存在する。」という記述がある。このように阿弥陀池では主として、水生植物や水生動物が調査されているが、過去に池内のプランクトンについて年間を通じた継続調査を試みたような前例は一度もないと思われる。筆者は三崎高校に在職しており、近年、高校理科で重視されるようになった「课题研究」の題材になることから、年間にどのような種類のプランクトンが出現し、季節的にどのような消長を示すかについて調査をおこなった。また、調査の2年目には、1年目の結果をもとに、植物プランクトンの季節的な変動が、池の水質とどう関連しているのかを調べた。

調査地点と調査方法

プランクトンの採集は、阿弥陀池の図2に示したポイントAでおこなった。調査期間は平成8年6月から平成9年11月までである (表1)。使ったプランクトンネットは口径25.0cm・長さ35.0cmの市販のものである (ミューラーガーゼ番号は不明だが、ナノプランクトンの大きいものから、メソプランクトンの小さいレベルのものが対象となる)。調査は穏やかな晴れもしくは曇りの日を選んでおこなった。採集時刻はすべて17～18時の間である。岸からネットを投げ、池の表面から水深1m以内を水平に約5m程引いて20mlのサンプル管に移し、3～5%のホルマリン溶液で固定した。一部固定せずに



図1 調査場所

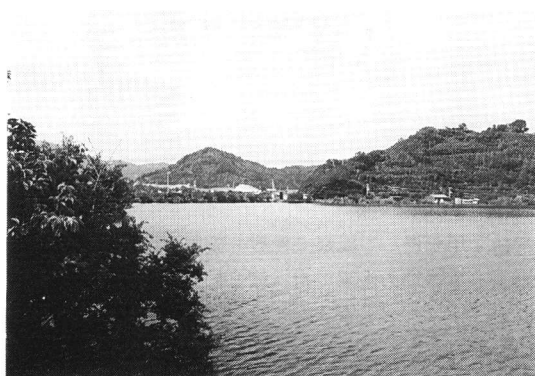


写真1 阿弥陀池

表1 プランクトンの採集日と水質調査日

(*は水質調査日)

調査年月日	天候
1996年	
6月22日	晴れ時々曇り
7月29日	晴れ
8月29日	晴れ
9月26日	曇り
11月2日	曇り
12月3日	曇り後晴れ
1997年	
1月6日	曇り
2月5日	晴れ
3月3日	晴れ
4月12日	晴れ
5月9日	晴れ
6月18日	晴れ
7月22日	晴れ
8月18日*	晴れ
8月31日	晴れ
9月19日*	晴れ
10月6日	晴れ
10月18日*	晴れ
11月3日	曇り

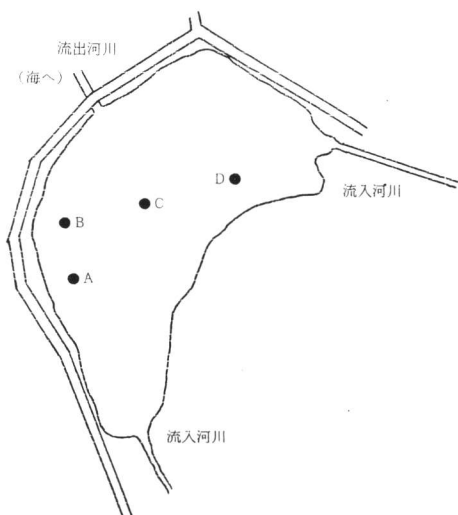


図2 阿弥陀池のプランクトン採集ポイントと採水ポイント

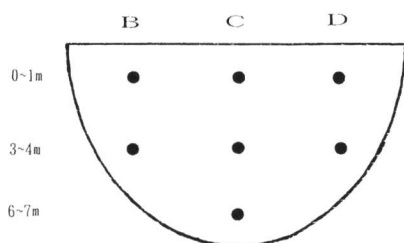


図3 阿弥陀池水質調査採水ポイント (断面図)

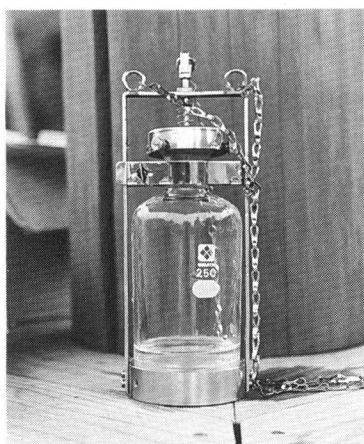


写真2 採水器

持ち帰り、生きたままの観察もおこなった。

写真撮影と観察後、個体数の計数をおこなった。ホルマリン固定したサンプル管液をよくピペettingし、ゾウリムシ観察用のゴムリング (直径 10 mm, 深さ 1 mm)

に適量移した後、顕微鏡下 (50 倍) で数を数えた。リング内のプランクトンを計数した後、 1 m^3 あたりの値に換算した。なお、2年目は、撮影した写真上で計数をおこなった。分類はできる限り細かくおこなったが、種まで同定できないものについては、属や科のレベルで記述した。分類は、水野 (1993) に従った。

水質調査は、平成9年の8月~10月に計3回、図1のポイントB, C, Dでおこなった (表1)。採水器 (写真2) に深さを記入したロープを結び付け、ボートからゆっくりとおろし、表層は0~1 m, 中層は3~4 m, 深層は6~7 mで採水した。深層の水は中央Cのみ, B, Dは中層までとしたので1回に7箇所の水の調査をすることになった (図3)。測定項目は水素イオン濃度 (pH), 溶存酸素量 (DO), 化学的酸素消費量 (COD), 亜硝酸イオン (NO_2^-), リン酸イオン (PO_4^{3-}) である。DOのみ, Tetra test 試薬 (ワーナーランバード社) を用い、残りすべてについてはバックテスト (共立理化学研究所) を用いた。いずれも簡易な水質調査セットであり、厳密な調査ではない。

平成9年8月18日には、水質調査とあわせてプランクトンの垂直分布も調べた。採水器 250ml 中のおよそのプランクトン数を 1 m^3 の個体数に換算した。

結果および考察

(1) 出現したプランクトン

調査期間中に種または属レベルまで確認できたプランクトンは、珪藻植物門 7 種、緑藻植物門 10 種、藍藻植物門 2 種、原生動物門 8 種、輪形動物門 14 種、節足動物門 4 種の計 45 種であった (表2)。このうち原生動物には属まで確認できないものが5種ほどあり、さらに節足動物のカイアシ類は種までの同定が困難な状態である。ただ、第5脚の頂端に1本の長毛とその内側に1本の長い剣状棘が存在し、次端にも1本の長毛が存在する

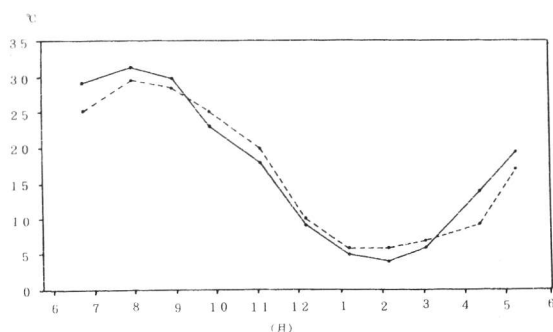


図4 気温と池表層水温の変化(実線: 水温, 点線: 気温)

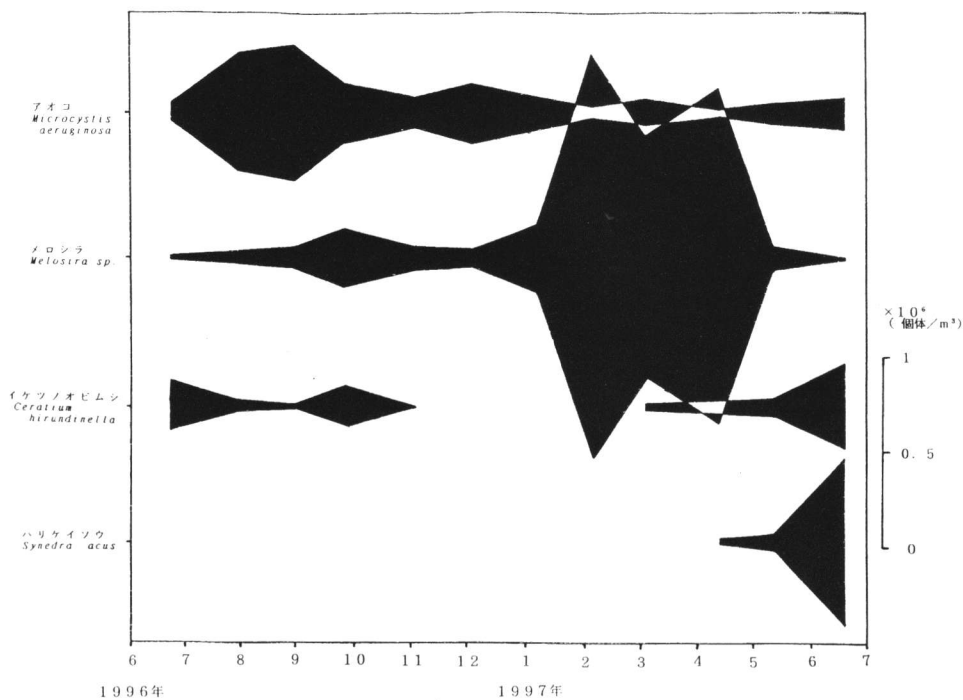


図5 植物プランクトンの季節的変動 (1996-1997年)

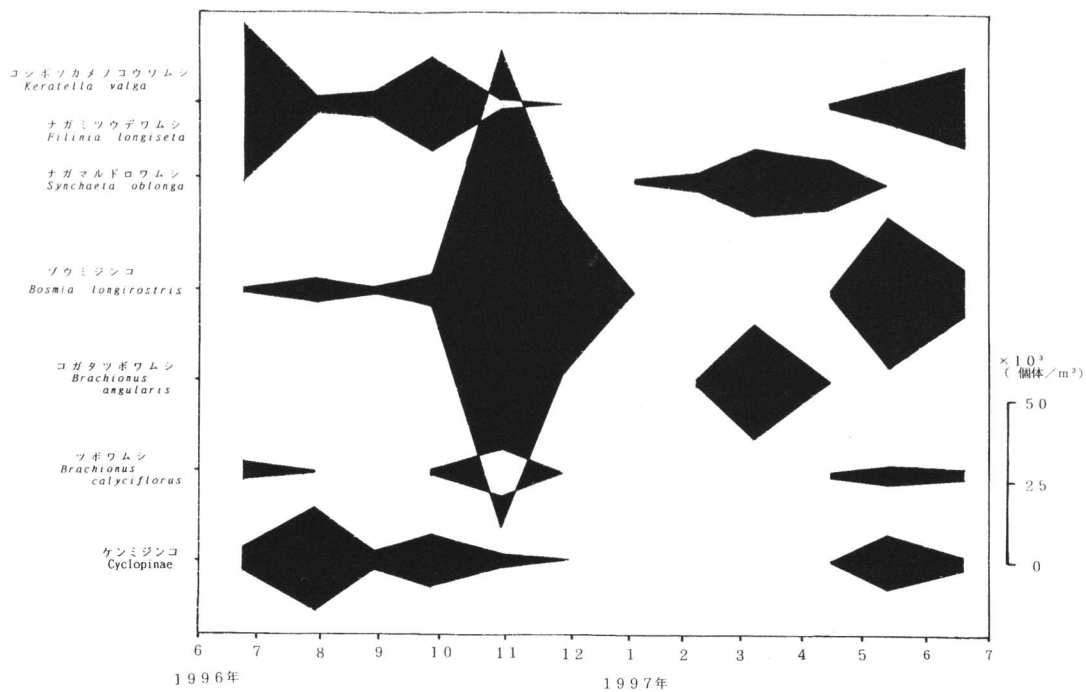


図6 動物プランクトンの季節的変動 (1996-1997年)

単位 $\times 10^6$ (個体/ m^3)

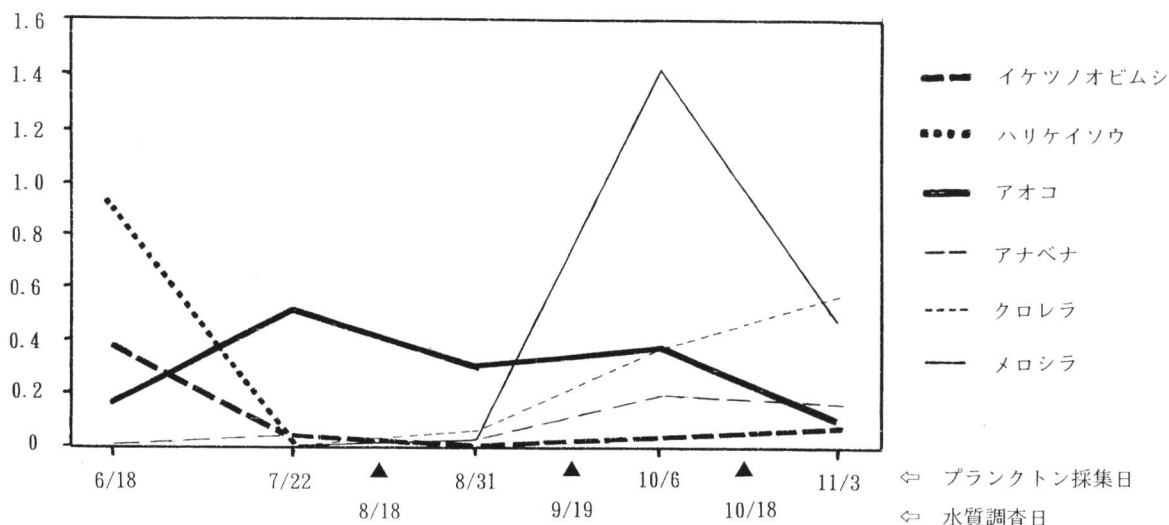


図7 植物プランクトンの季節的変動 (1997年)

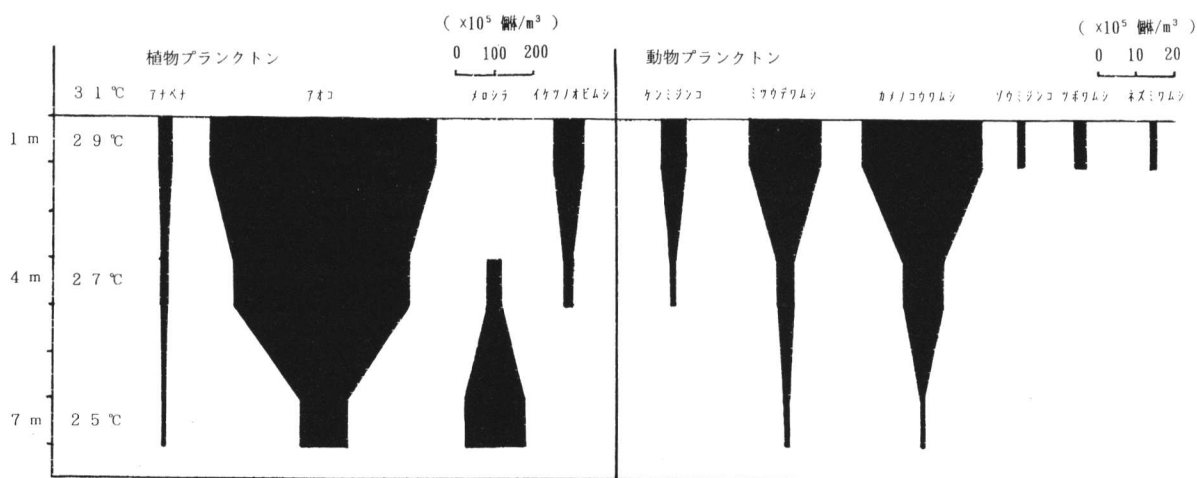


図8 夏季におけるプランクトンの垂直分布 (1997.8.18)

のを確認したので、テルモケンミジンコ属の一種と思われる。また、第4脚内枝末節の2つの剣状棘のうち、内棘が外棘の4～5倍ほどあるのでタイホクケンミジンコの可能性が高いが、受精嚢など他の部分の確認をしていないので、断定はできない。藍藻植物のアオコは記載した *Microcystis aeruginosa* 以外に他の *Microcystis* 属も出現しているようである。

(2) 季節による植物プランクトンの出現状況

図4には気温と池表層水温の経月変化を表した。植物プランクトンの経月変化(図5)と比較すると、アオコ

は8、9月の非常に暑い最中に、メロシラは2～4月の冬から早春にかけて大発生することがわかった。イケツノオビムシは春と秋に増殖し、ハリケイソウは春に急増した後すぐにもとに戻った。

ナノプランクトンは前述のとおり計数しなかったが、顕微鏡下で度々目にしたものをあげると、フタツノクンショウモ、ヒトツノクンショウモ、イカダモ(セネデスムス)、クロレラ、シュレデリア、ホシガタケイソウ、クサビケイソウ、フナガタケイソウ *Navicula* sp., アナベナなどがある。また、池の状態がかなり富栄養化して

いることを示す種として、緑藻類のミクラクティニウム、ケラスツルムが見られた。

(3) 季節による動物プランクトンの出現状況

動物プランクトンでは、コシボソカメノコウワムシ、ナガミツウデムシ、ツボムシが春と秋に増加した。ケンミジンコも暖かい時期に現れた。ゾウミジンコは晩

秋に急増した。本種は春にも増加したが、ちょうど植物プランクトンのアオコ、メロシラの合間をぬったような増減の仕方をするのが興味深い。食物連鎖との関連が考えられるが、詳しくは不明である。寒い時期になると、動物プランクトン類は出現してこないと考えていたが、ドロワムシ、コガタツボムシが空いたニッチを埋めて

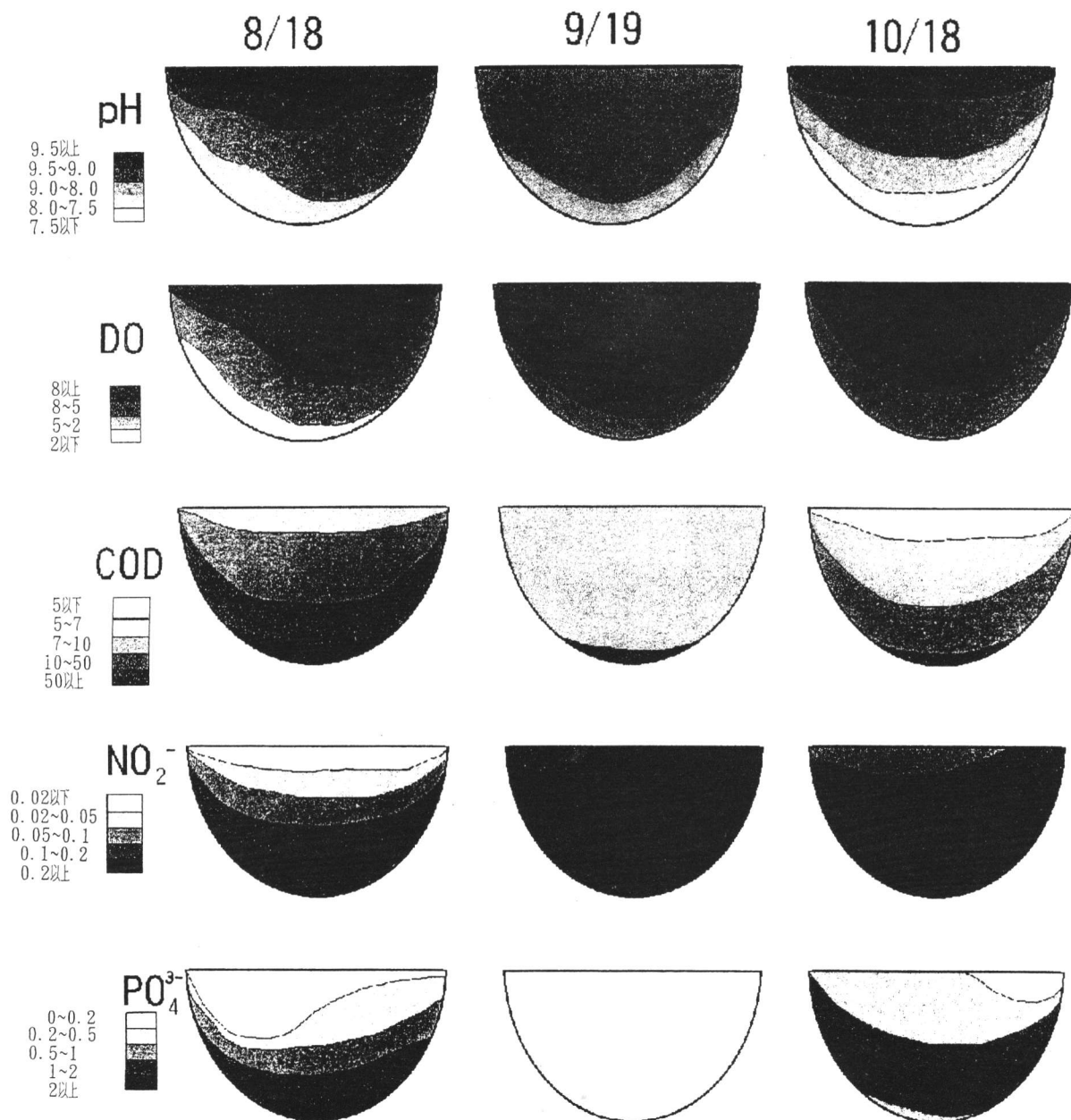


図9 水質調査結果 採水時刻 14:00-15:00 単位: pHを除き mg/l(ppm)

表2 阿弥陀池におけるプランクトン目録

計数したもののについては●印を施し、それ以外のものについては出現した年と季節を記した。

番号	種 名	採集年・季節	特 徴
珪藻植物門			
珪藻綱			
中心型亜綱			
ディスコイデス目			
メロシラ科			
1	メロシラ属の一種 <i>Melosira</i> sp.	●	・淡水プランクトンとしてごく普通に出現する珪藻の一つ。 多量に発生する。
羽状型亜綱			
オビケイソウ目			
オビケイソウ科			
2	ホシガタケイソウ属の一種 <i>Asterionella</i> sp.	H8, 9年 通年	・細胞は、その一端で結合し、星形の群体をつくる。一年を 通して見られる。
3	ハリケイソウ <i>Synedra acus</i>	●	・分布は甚だ広く、全国で見られる。
4	ハリケイソウ属の一種 <i>Synedra</i> sp.	H8, 9年 通年	・春、秋に多いようである。2, 3種あるかもしれない。
アクナンテス目			
クチビルケイソウ科			
5	クチビルケイソウ属の一種 <i>Cymbella</i> sp.	H8, 9年 春, 秋	・その名のとおおり、特徴的な形をしている。
クサビケイソウ科			
6	クサビケイソウ属の一種 <i>Gomphonema</i> sp.	H8, 9年 春, 秋	・この属の珪藻は楔形をなし、細い方に寒天質の柄が付いて いて、他のプランクトンなどに付着する。
ニッチア目			
コバンケイソウ科			
7	コバンケイソウ <i>Surirella robusta</i>	H9年 秋	・かなり大型の珪藻。数は少ない。
緑藻植物門			
緑藻綱			
クロロコッカス目			
アミミドロ科			
8	フタツノクンショウモ <i>Pediasutrum duplex</i>	H8, 9年 通年	・全国各地の湖沼、池に産する最も普通種。
9	ヒトツノクンショウモ <i>Pediasutrum simplex</i>	H8, 9年 春, 秋	・フタツノクンショウモに比べると数は極端に少ない。
オエキースティス科			
10	シュレデリア <i>Schroederia setigera</i>	H8, 9年 春, 秋	・数は少ない。両端が非常に尖る。
11	クロレラ属の一種 <i>Chlorella</i> sp.	H8, 9年 秋(●)	・細胞の形だけで種名の決定は困難である。種類は甚だ多い
12	ムレミカヅキモ属の一種 <i>Selenastrum</i> sp.	H8, 9年 春, 秋	・三日月型の細胞が集まり、背面が接した群体をなす。数は 非常に少ない。
セネデスムス科			
13	セネデスムス属の一種 <i>Scenedesmus</i> sp.	H8, 9年 通年	・年間を通してよく出現する。
14	セネデスムス <i>Scenedesmus dimorphus</i>	H8, 9年 通年	・年間を通してよく出現する。
ミクラクティニウム科			
15	ミクラクティニウム <i>Micractinium pusillum</i>	H8, 9年 春	・有機質の多い富栄養化水域を好む。
ケラスツルム科			
16	ケラスツルム属の一種 <i>Coelastrum</i> sp.	H9年 春	・汚染された水域に出現することで知られる。数は非常に少 ない。
ホシミドロ目			
ツツミモ科			
17	スタウラスツルム属の一種 <i>Staurostrum</i> sp.	H8, 9年 冬	・出現する時期は限られているようである。
藍藻植物門			
藍藻綱			
クロオコックス目			
クロオコックス科			
18	アオコ <i>Microcystis aeruginosa</i>	●	・細胞は青緑色で、球形から不定形のものまで様々。有機質 で汚染された水域に多く、夏 から秋にかけて「水の華」を 形成する。この池にはあと2, 3種類いるようである。
ユレモ目			
ネンジュモ科			
19	アナバエナ属の一種 <i>Anabaena</i> sp.	●	・異質細胞と休眠胞子を有するのが特徴。藻糸は真直ぐ、彎 曲、螺旋状などがあるが、阿弥陀池では、真直ぐなものば かりだった。
原生動物門			
有色鞭毛虫綱			
渦鞭毛虫目			
ウズオビムシ科			
20	ウズオビムシ属の一種 <i>Peridinium</i> sp.	H8, 9年 春, 秋	・多数の鎧板からできていて、横の溝が発達している。小さ いので同定が難しい。
21	イケツノオビムシ <i>Ceratium hirundinella</i>	●	・高山湖沼から平地池、沼など全国いたるところに出現する 最も普通種。
緑虫目			
ミドリムシ科			
22	ミドリムシ属の一種 <i>Euglena</i> sp.	H9年 春	・他にもたくさんいる可能性がある。
繊毛虫綱			
貧毛目			
ケナシコムシ科			
23	ケナシコムシ属の一種 <i>Strobilidium</i> sp.	H8年 冬	・空色をしていて、かなり大きい。水面に近いところによっ てくる。

表2 阿弥陀池におけるプランクトン目録(続き)

番号	種 名	採集年・季節	特 徴
24	ケナガコムシ科 ケナガコムシ属の一種 <i>Halteria</i> sp. 縁毛目	H9年 秋	・体はほぼ球形に近く、口部付近の繊毛群に特徴がある。
25	ツリガネムシ科 ツリガネムシ属の一種 <i>Vorticella</i> sp. 異毛目	H8, 9年 春	・教科書等にもよく出てくる。
26	ラッパムシ科 ソライロラッパムシ <i>Stentor coeruleus</i>	H9年 早春	・体内に stentorin という色素を含むので青色を呈する。 淡水環境を好み、湖沼、溝などに生息する。
27	根足虫綱 有殻変形虫目 ナベカムリ科 ナベカムリ <i>Arcella vulgaris</i>	H9年 晩秋	・殻の表面は滑らかで、饅頭笠のような形。暗褐色で、裏側中央が凹み、孔があつて偽足を出す。
輪形動物門			
輪虫綱			
遊泳目			
ツボワムシ科			
28	コシボツカメノコウムシ <i>Keratella valga</i>	● ※図5では、カミツカメノコウムシと同時に計数。	・背甲に網目状、特に亀甲紋や点彫刻があつて特徴的である。 本種は南方系種で、我が国には夏季、浅い池沼に普通に出現する。
29	カメノコウムシ <i>Keratella cochlearis</i>	H9年 晩秋	・後棘が全くない。各種水域に最も普通に出現するところがあるが阿弥陀池ではむしろ限定された一時期に現れるようである。
30	ツボワムシ <i>Brachionus calyciflorus</i>	●	・輪虫類中最も普通に出現し、アルカリ水域好む。世界に広く分布する。棘の長さに変異が多く、平成9年の調査では、出現してから次第に長くなっていく季節的多型現象がみられた。
31	コガタツボワムシ <i>Brachionus angularis</i>	●	・我が国各地に産する。アルカリ性を好む。
32	カドツボワムシ <i>Brachionus quadridentatus</i>	H9年 春	・アルカリ性水域を好み、全国各地に普通に見られる。特に富栄養の溜池に多い。
33	ブダベストツボワムシ <i>Brachionus budapestinensis</i>	H9年 秋	・全国各地に出現し、アルカリ性水域の富栄養池に多い。
34	ウシロツボワムシ <i>Brachionus forficula</i>	H8年 春, H9年 秋	・南方系種で、亜熱帯域に分布する。後棘2本が長大なのが特徴。
ハオリウムシ科			
35	ハオリウムシ <i>Euchlanis dilatata</i>	H9年 秋	・全国各地に極めて広く分布する。
36	シトリゲオニウムシ <i>Trichotria tetractis</i>	H9年 春	・全国各地に広く分布するが、阿弥陀池では数は非常に少ない。
ドロウムシ科			
37	ナガマルドロウムシ <i>Synchaeta oblonga</i>	●	・冬から早春にかけて出現。阿弥陀池でも同じ傾向が見られた。
38	ハネウデウムシ <i>Polyarthra trigla</i>	H8, 9年 春, 秋	・体の上部に3本1束になった薄い羽状の付属物が4箇所から出る。
ネズミウムシ科			
39	ネズミウムシ属の一種 <i>Trichocerca</i> sp.	●H8, 9年春, 夏	・大部分のものは水草の間に生活し、一部が浮遊生活を送る
フクロウムシ科			
40	フクロウムシ <i>Asplanchna priodonta</i>	H8, 9年 夏	・体が透明で柔らかい。かなり大型。
ミツウデウムシ科			
41	ナガミツウデウムシ <i>Filinia longiseta</i>	● ※図5では、コホシカミツウデウムシと同時に計数。	・湖沼や池のプランクトンとして最も普通に出現する。 ホルマリン固定すると前棘は体の上方へ離れる。
節足動物門			
甲殻綱			
鯉脚目			
枝角亜目			
ゾウミジンコ科			
42	ゾウミジンコ <i>Bosmina longirostris</i>	●	・全国各地の浅い池沼から大湖まで広く分布し、富栄養湖沼には特に多い。湖水では昼夜の垂直移動が著しい。
シダ科			
43	オナガミジンコ <i>Diaphanosoma brachyurum</i>	H9年 夏	・浅い池沼から大湖に至るまで日本に広く分布し、富栄養型の温暖な水域を好む。初夏から初秋にかけて増殖する。
マルミジンコ科			
44	シカクミジンコ属の一種 <i>Alona</i> sp.	H8, 9年 晩秋	・沿岸性で浅い水域に多く出現する。世界各地に分布する。阿弥陀池では出現時期が限られているようである。
カイアシ目			
ケンミジンコ科			
45	テルモケンミジンコ属の一種 <i>Thermocyclops</i> sp. (? <i>Thermocyclops taihokuensis</i> ?)	●	・分類が難しく種まで同定しづらい。この他にも2、3種ある可能性がある。

おり、これらは、おそらく耐寒性のあるプランクトンであると思われる (図6)。

数が少なかったがよく目にしたものに、ネズミワムシ、フクロワムシ、ウシロゾノツボワムシ、ハネウデワムシ、ツリガネムシなどがある。その他、ソライロラッパムシ、オナガミジンコ、カドツボワムシなど、富栄養化した場所に見られる種がほとんどであった。また、一般にツボワムシ類はアルカリ性を好む種が多いという記載のとおり、池中の pH はおおむねアルカリ性を示し、平成9年8月18日の調査では、池表層の pH は9を超えた (図9)。

(4) 環境要因と植物プランクトンの相互作用

池の透明度は低く、7～9月はアオコで水面が緑色になった。平成9年8月の調査では、塩素は表層で60～80 mg/l (水道水の2～3倍)、塩分は0.01g/100ml 以下であり、ほぼ真水といつてよい。

2年目の植物プランクトンの計数は、クロレラとアナベナを加えた計6種でおこなった (図7)。1年目の変化を見ると、9月～2月にかけてアオコがメロシラに優占種の座を譲り渡していることに気づいた (図5)。そこで、2年目の調査では、この時期に池の水面下で何が起きているのかを調べるために、植物プランクトンの推移と水質調査の結果 (図9) をあわせて考察した。

8月の調査では、全体的に成層構造がはっきり形成されていることがわかる。これは植物プランクトンの環境に対する「反作用」の結果と考えられる。すなわち、池の上層に多いアオコの光合成により DO は高くなり、二酸化炭素の消費量が増えるために上層は酸性度が低くなり、アルカリ度が増し pH は急に高くなる。死滅沈降するアオコにより、COD、 NO_2^- 、 PO_4^{3-} は逆に下層で高いことがわかる。また、この時期調べたプランクトンの垂直分布によると (図8)、アオコの少ない下層にはメロシラが多く分布していた。むしろ増殖期のものと違い、細胞がたくさん連なった細長い個体ではなく、3、4つの細胞が連なった小さな個体ではあるが、窒素・リンをしっかりと吸収し、次の増殖のための準備をしているようである。

9月の調査では、一変して成層構造が消失した。これは、表層水温の低下により上層と下層の温度差がなくなり、鉛直混合がおこるためと考えられる。これにより、窒素・リンは急激に池全体へと拡散し、10月のメロシラの大増加を促すのであろう。まさに環境からプランクトンへの「作用」の様子が見て取れる。pH、DO、CODについても成層構造が消失しているが、これは温度低下

に伴うアオコの減少が影響していると考えられる。事実、この時期池の透明度が急激に増すのを確認している。窒素・リンを吸収したメロシラが、アオコの隙をぬって急増し、下層から上層へ池全体に広がっていく。また、アオコも再び増加に転じるので、池はまた緑色が濃くなっていく。ただし夏と違い、藍藻のアナベナ、クロレラなども増加していくようである。これらが次の10月の調査の成層構造を再び形成していく原因になっていると考えられる。ただし、温度が高くないので自然増加するプランクトン量にも上限があり、8月ほどの違いが現れないのであろう。このようにして栄養塩と植物プランクトンとは相互に関連し合いながら、増減を繰り返していくのであろうと考えられる。

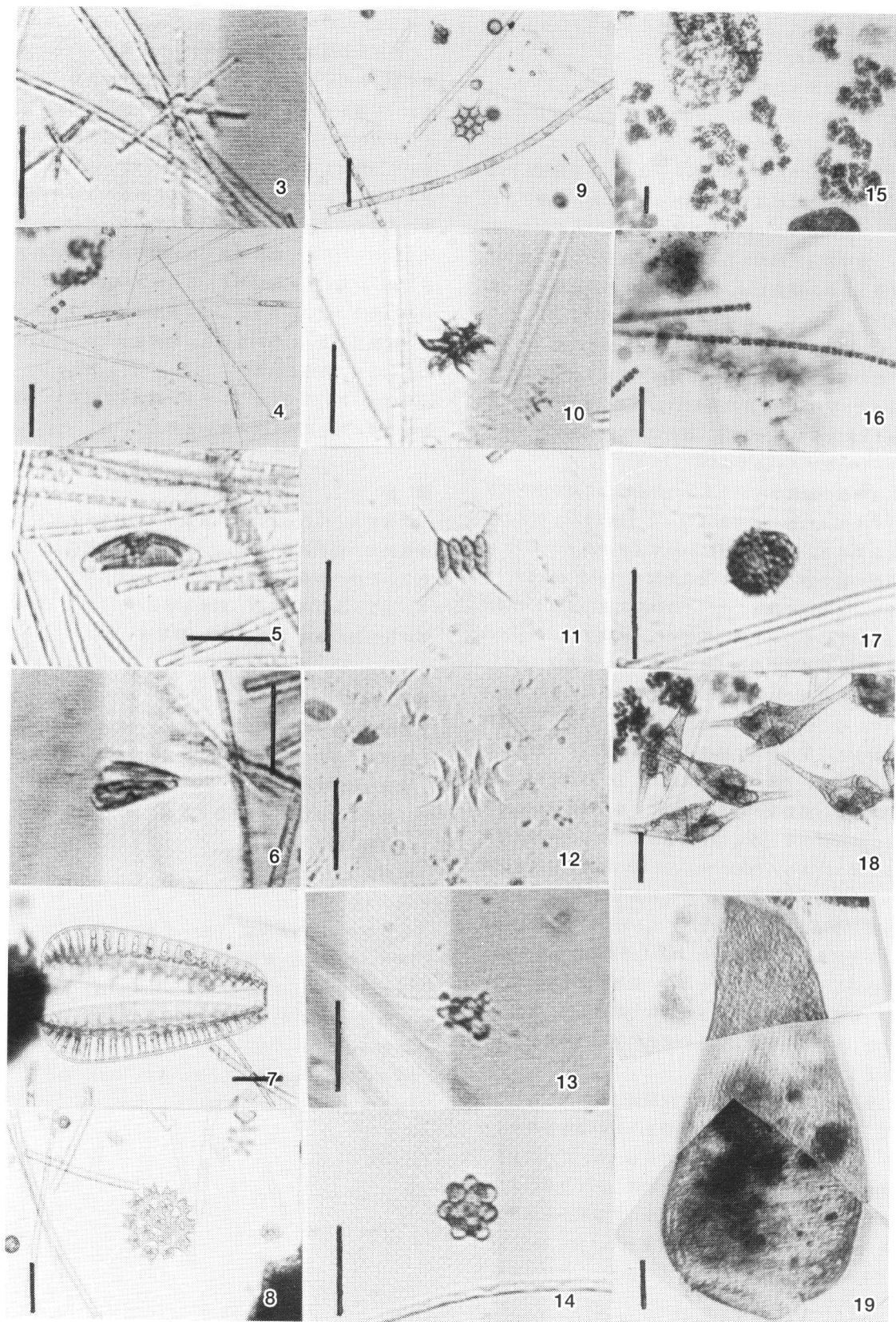
今後は、別の池でもプランクトン調査をおこない、阿弥陀池の結果と比較してみたいと考えている。

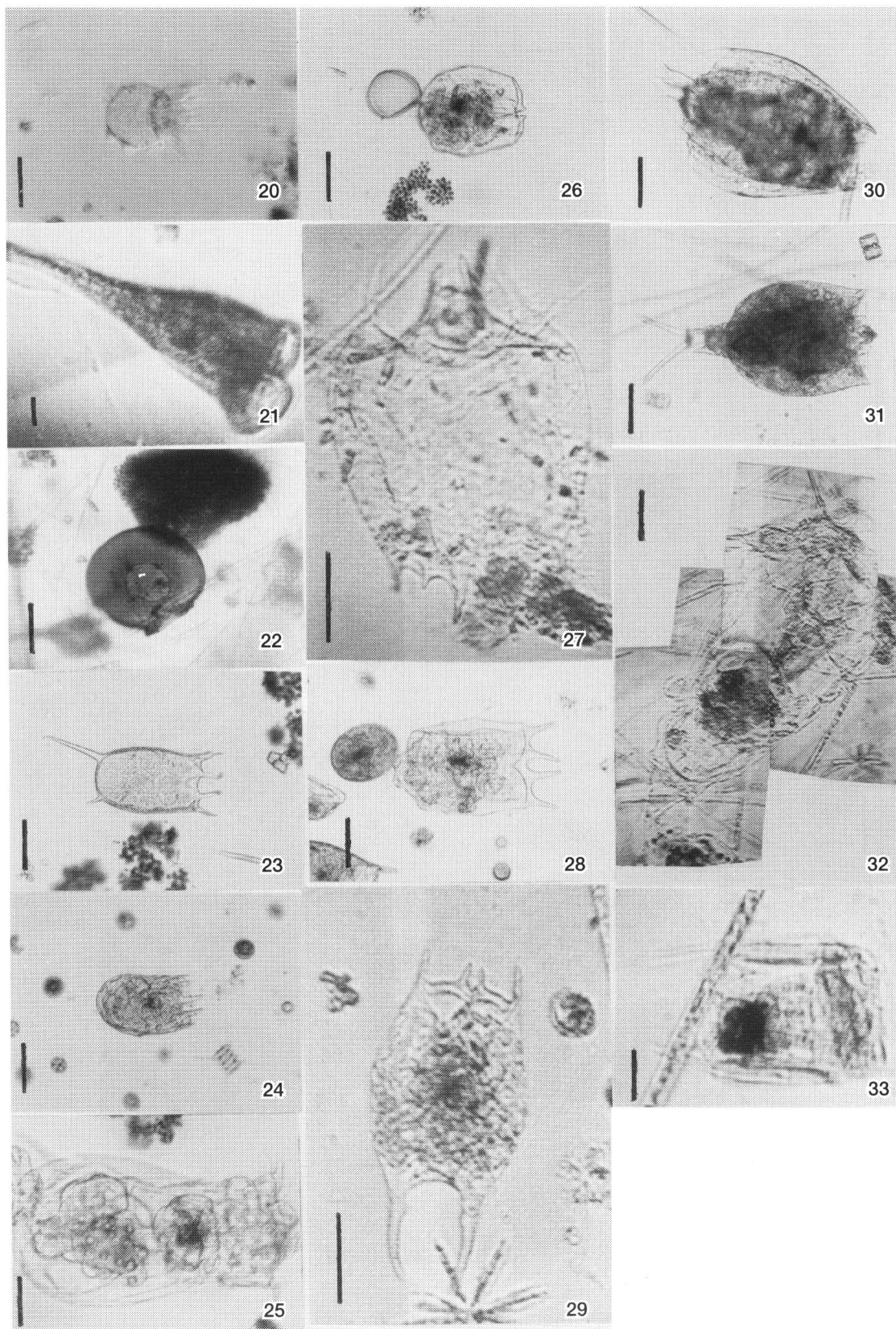
謝 辞

本報をまとめるにあたり、貴重な御助言をいただいた愛媛県立八幡浜高等学校の辻 幸一教諭と、校閲していただいた中予水産試験場の清水孝昭氏にお礼申し上げます。また、水質調査の際、採水を手伝ってくれた三崎高等学校生徒の塩崎 潤君に感謝の意を表します。

参考文献

- ・愛媛県高等学校教育研究会理科部会生物部門編。1984。佐田岬半島の生物。植物調査。愛媛県高等学校教育研究会理科部会、13-14。
- ・小島貞雄・須藤隆一・千原光雄編。1997。環境微生物図鑑、講談社、東京。
- ・水野寿彦。1993。日本淡水プランクトン図鑑、保育社、大阪。
- ・水野寿彦・高橋永治編。1991。日本淡水動物プランクトン検索図説、東海大学出版会、東京。
- ・大本将人。1997。三崎のプランクトン調査、愛媛高校理科、第34号、61-65、愛媛県高等学校教育研究会理科部会。
- ・ウラディニール・スラディチェック。1991。淡水指標生物図鑑、北隆館、東京。





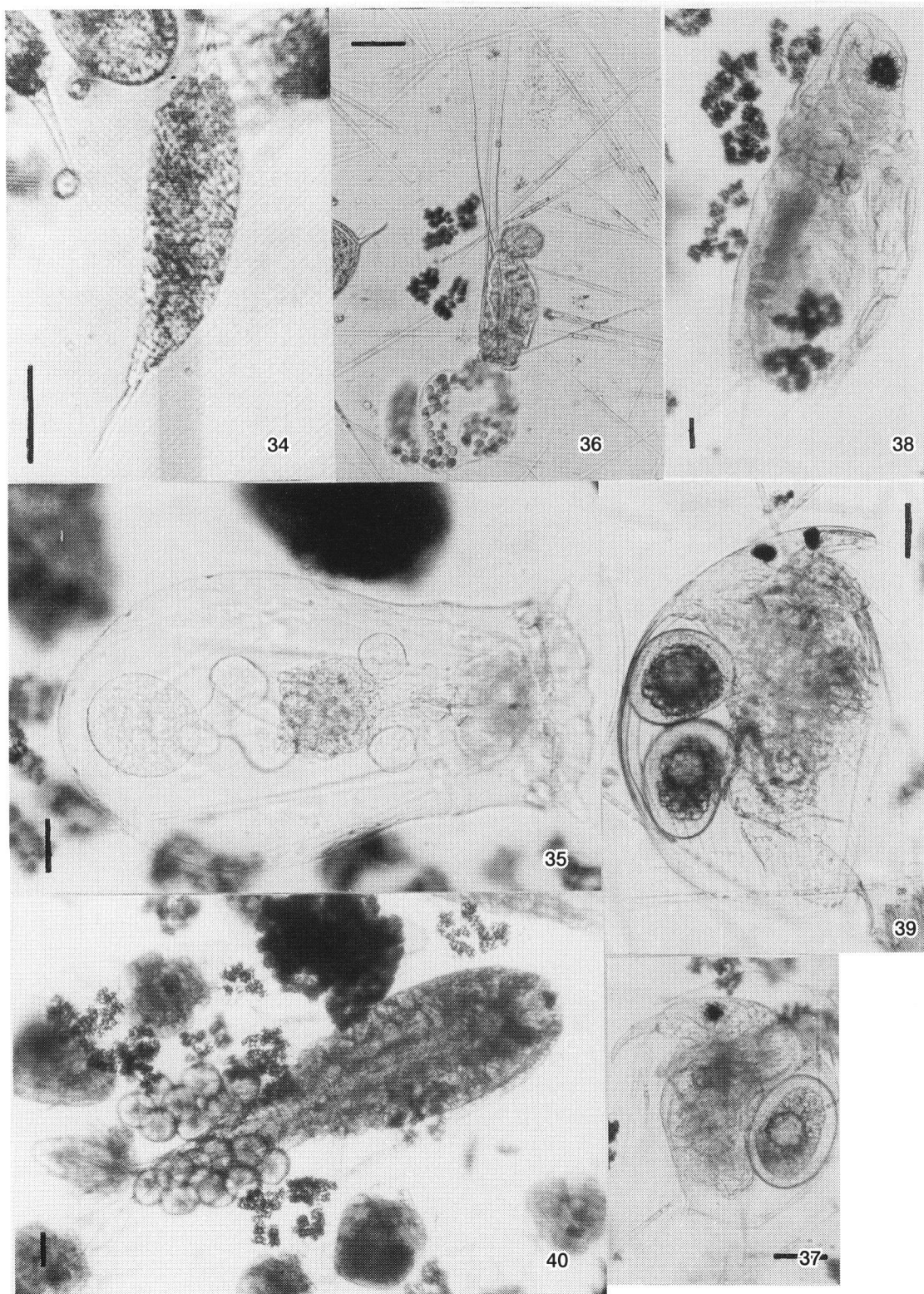


写真3 ホシガタケイソウの一種 *Asterionella* sp.
写真4 ハリケイソウ *Synedra acus*
写真5 クチビルケイソウの一種 *Cymbella* sp.
写真6 クサビケイソウの一種 *Gomphonema* sp.
写真7 コバンケイソウ *Surirella robusta*
写真8 フタヅノクンショウモ *Pediasutrum duplex*
写真9 ヒトヅノクンショウモ *Pediasutrum simplex*
写真10 ムレミカヅキモの一種 *Selenastrum* sp.
写真11 セネデスムスの一種 *Scenedesmus* sp.
写真12 セネデスムス *Scenedesmus dimorphus*
写真13 ミクラクティニウム *Micractinium pusillum*
写真14 ケラスツルムの一種 *Coelastrum* sp.
写真15 アオコ *Microcystis aeruginosa*
写真16 アナベナの一種 *Anabaena* sp.
写真17 ウズオビムシの一種 *Peridinium* sp.
写真18 イケツノオビムシ *Ceratium hirundinella*
写真19 ケナシコムシの一種 *Strobilidium* sp.
写真20 ケナガコムシの一種 *Halteria* sp.
写真21 ソライロラッパムシ *Stentor coeruleus*
写真22 ナベカムリ *Arcella vulgaris*
写真23 コシボソカメノコウワムシ *Keratella valga*
写真24 カメノコウワムシ *Keratella cochlearis*
写真25 ツボワムシ *Brachionus calyciflorus*

写真26 コガタツボワムシ *Brachionus angularis*
写真27 カドツボワムシ *Brachionus quadridentatus*
写真28 ブダペストツボワムシ
Brachionus budapestinensis
写真29 ウシロヅノツボワムシ *Brachionus forficula*
写真30 ハオリワムシ *Euchlanis dilatata*
写真31 シリトゲオニワムシ *Trichotria tetractis*
写真32 ナガマルドロワムシ *Synchaeta oblonga*
写真33 ハネウデワムシ *Polyarthra trigla*
写真34 ネズミワムシの一種 *Trichocerca* sp.
写真35 フクロワムシ *Asplanchna priodonta*
写真36 ナガミツウデワムシ *Filinia longiseta*
写真37 ゾウミジンコ *Bosmina longirostris*
写真38 オナガミジンコ *Diaphanosoma brachyurum*
写真39 シカクミジンコの一種 *Alona* sp.
写真40 テルモケンミジンコの一種 (♀)

Thermocyclops sp.

※バーは、すべて50 μ mである。

※写真3, 5, 6, 8, 9の棒状のものはメロシラの一種
Melosira sp.である。

(おおもとまさひと：愛媛県立三崎高等学校 〒796-0801
西宇和郡三崎町三崎511)