

プランクトン相からみた金井池の劣悪栄養化

落合 照雄

Deteriorated Eutrophical Change in Lake Kanai-ike from the Viewpoint of the Plankton Community

Teruo Ochiai

1. はじめに

金井池は長野市南東部の松代芝地区、金井山(490m)の北西山麓にあるバナナ状の小池で、南北約200m、東西約60mである。

この場所はかつての千曲川跡で、千曲川唯一の三か月湖(河跡湖)として残ったものである。

長い間灌漑用水池として利用されていたが、1980年生活雑廃水の流入による水質劣化のため利用中止となり現在に至っている。流入水は雨水の外は家庭排水であり、低地のため利水はポンプアップによっていた。

この池の調査は、1963年～64年筆者により初めてなされ、その後1991年～93年再び筆者が調査したが、この間1979年赤尾らにより調べられている。

約30年前の1963年から1964年まで(前回という)の調査と、最近の1991年から1993年まで(今回という)の調査結果を比較し、その変化について述べたいと思う。

30年前の時はゴムボートで調査し、最大水深3.7mを測定した。この両年とも9月には1.2～1.5mに減水したが、その外の月は3.2～

3.7mの深さであって、9月の減水は灌漑用水利用のためであった。

1991年～1993年は水深を測定していないが、2.5m位であったと思われる。

1963年～1964年は1月から12月まで合計23回測定した。1991年～1993年は1991年6月から1992年5月までと、1992年6月から1993年5月までをそれぞれ一年間として扱ったので、前期間を前半、後期間を後半とよぶことにする。なお2年間で24回測定した。

今回はクロロフィルa量を測定しなかったため、この調査に引きつづく1993年4月から1993年12月の値でおぎなった。

2. 水質

(1) 1963年2月～1964年12月

図1に主要な水質を示した。

水温は、1963年29.5℃、1964年32.1℃と共に7月に最高となり、1963年2月2.3℃、1964年1月2.4℃と両年とも1・2月に最低となった。平均水温は1963年は16.9℃、1964年は14.8℃で、両年間に2.1℃の差があった。

透明度は春と秋に値が小さく、夏と冬は値

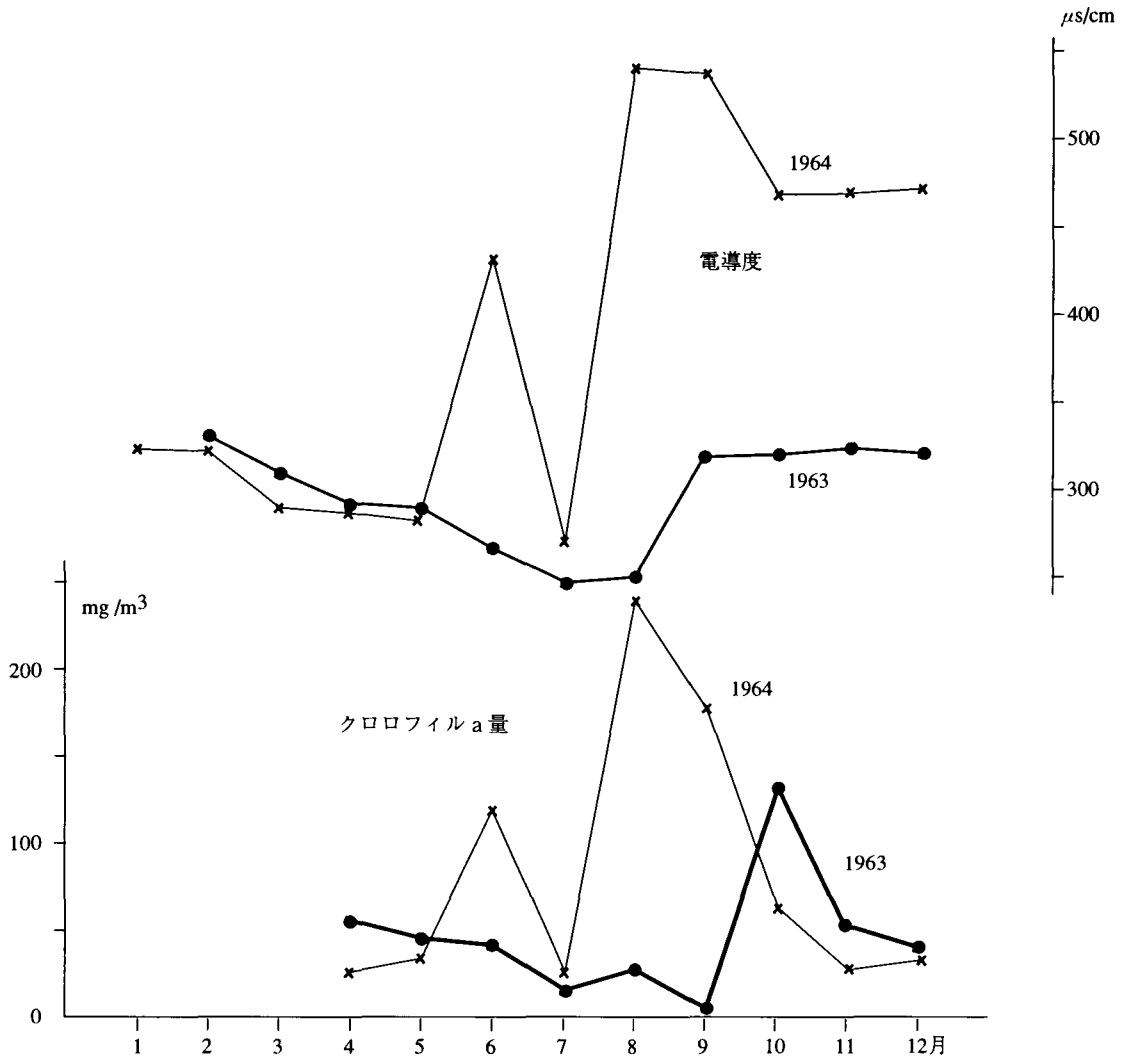
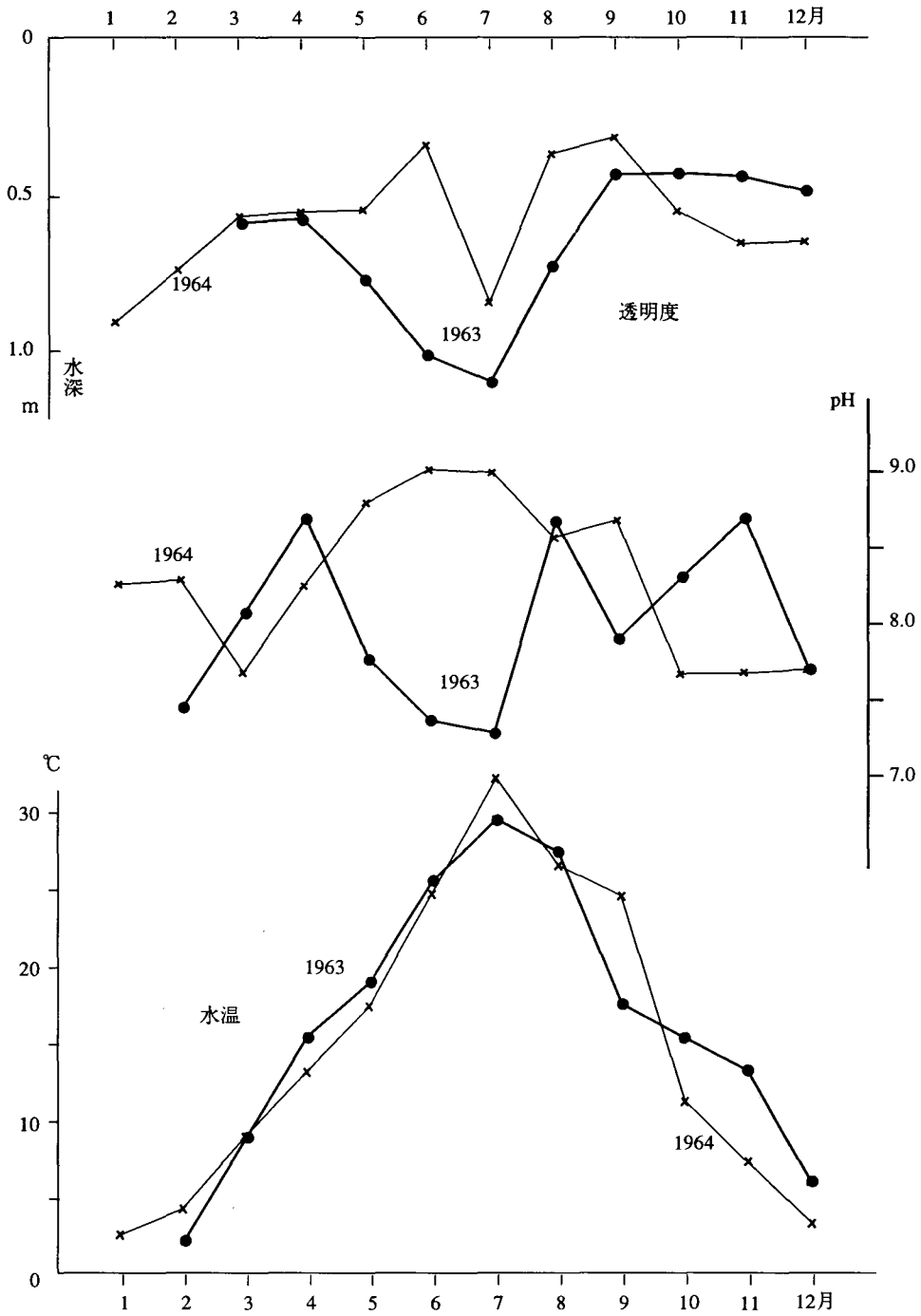


図1 金井池の主要水質 (1963・1964)



が大きく両年ともほぼ同じパターンであった。最大値は1963年7月の1.10m、1964年1月の0.90mであり、最小値は1963年10月の0.43m、1964年9月の0.31mであった。平均透明度は1963年0.84m、1964年0.57mと両年度間に0.20mとかなり差があった。

pHの高い値を示したのは1963年は4月・8月、そして11月のともに8.7であり、1964年は6・7月の9.0であった。低い値は1963年は7月の7.3、1964年11・12月の7.7であった。平均pHは1963年8.0、1964年は8.3で普通の池沼に比べてかなり高い値であった。

伝導度は水中の無機塩総含有量を測定するものであるが、この2年間未測定である。しかし塩化物量との間に高い相関があることから、この時の塩化物測定値より換算して電導度を算出した。

それによると、1963年は4月から8月にかけて300 $\mu\text{s}/\text{cm}$ を割ったが、それ以外の月はすべて320 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 以上であった。1964年は1月から7月は300 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 前後であったが、6月のみ1.4倍ほど増大し、8月・9月には1.8倍と最大値を示した。平均電導度は1963年は295 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、1964年は377 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と両年間の差はかなり大きかった。

クロロフィルa量は1963年4月の56 mg/m^3 から次第に減少し、7月は増加し、8月は最低値4 mg/m^3 となった。9月にはこの年の最高値の132 mg/m^3 となり、その後減少して12月は42 mg/m^3 であった。

1964年は5月36 mg/m^3 から翌月は増大し、7月には最低値の23 mg/m^3 と減少した。8月には最高値243 mg/m^3 と大量となり、9月以降次第に減少して12月には24 mg/m^3 となった。年内較差は217 mg/m^3 と前年の2倍近い値となった。

年平均クロロフィルa量は、1963年49 $\text{mg}/$

m^3 、1964年は90 mg/m^3 と2倍近い差があった。両年の伝導度からみて、1964年は1963年よりも30%近く多い栄養塩がプランクトン生産に大きく影響したものと思う。

(2) 1991年6月～1993年5月

図2に主要な水質を示す。

水温は前半(1991年6月～1992年5月)の最高水温は7月が27℃、後半(1992年6月～1993年5月)は9月が29℃であった。最低水温は前半は12月の4.5℃、後半は1月の4.2℃で、金井池はこの両年完全結氷していない。平均水温はそれぞれ14.0℃、15.7℃で両年間に1.7℃の差があった。

透明度は前半の最大値が10月の1.05m後半は12月の0.86mであった。最小値は前半4月の0.48m、後半9月の0.34mと差が大きかった。平均透明度は前半0.71m、後半0.64mであった。

pHは前半は1・2月が9前後と高く、3月に減少しその後8代となり秋に向かって次第に低下し、10月は7.3と最低となり11・12月はやや上昇した。最高値は2月の9.2、最低値は11月の7.3で年内較差は1.9であった。これに対し後半は1月の7.5から上昇して3月には9.2となり、下降し、7月やや上昇し、8月は7.4と低下し、9月以降上昇し、以後次第に低下した。この年間較差は1.8と大変大きかった。平均pHは前半8.1、後半は8.3で差はあまりなかった。

電導度は前半は6月から増減しながら9月には293 $\mu\text{s}/\text{cm}$ と最低値となり、その後12月に向かって増加した。1月から5月の最高値426 $\mu\text{s}/\text{cm}$ まで増加した。

後半は6月の最低値425 $\mu\text{s}/\text{cm}$ から増加し、9月の最高値484 $\mu\text{s}/\text{cm}$ となり、11月にはやや減少し、12月から5月の間はやや増加して460

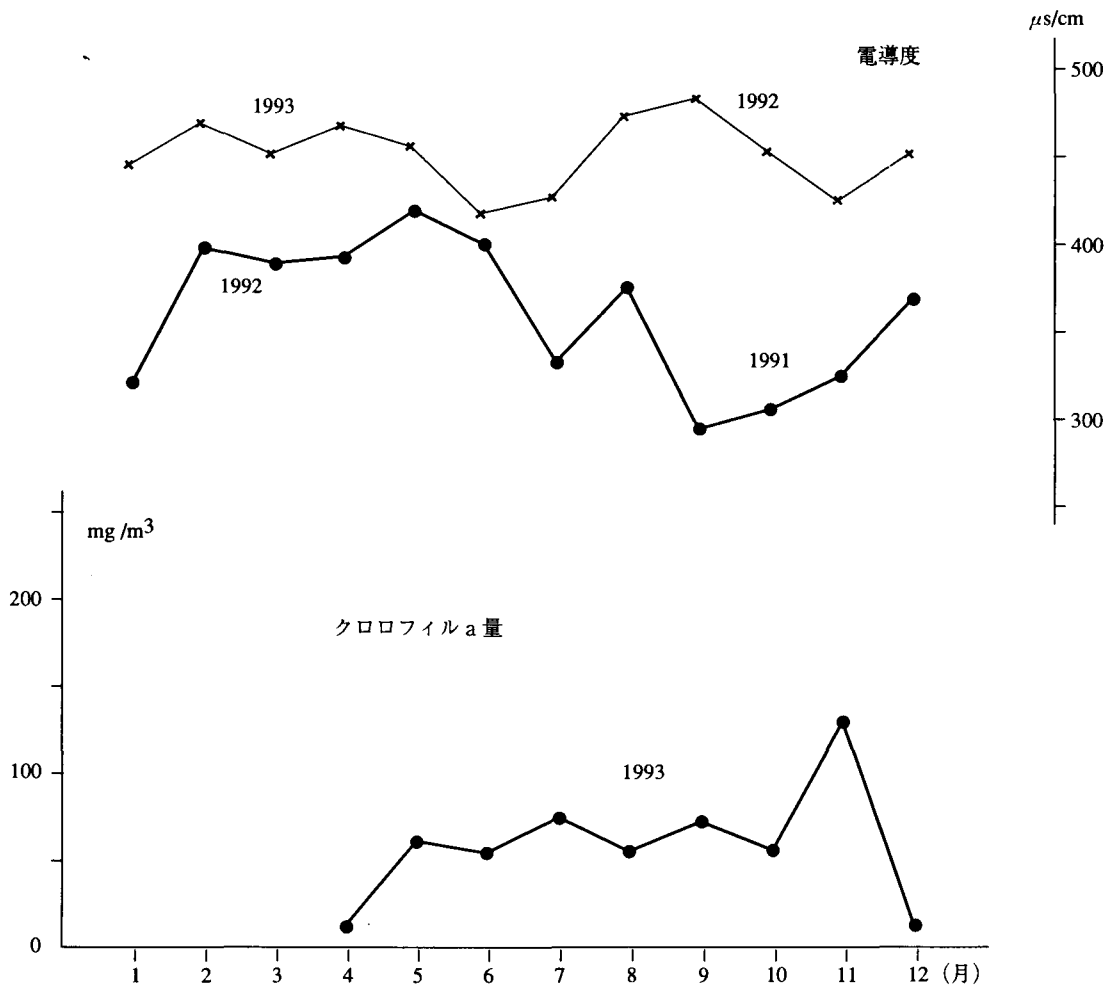
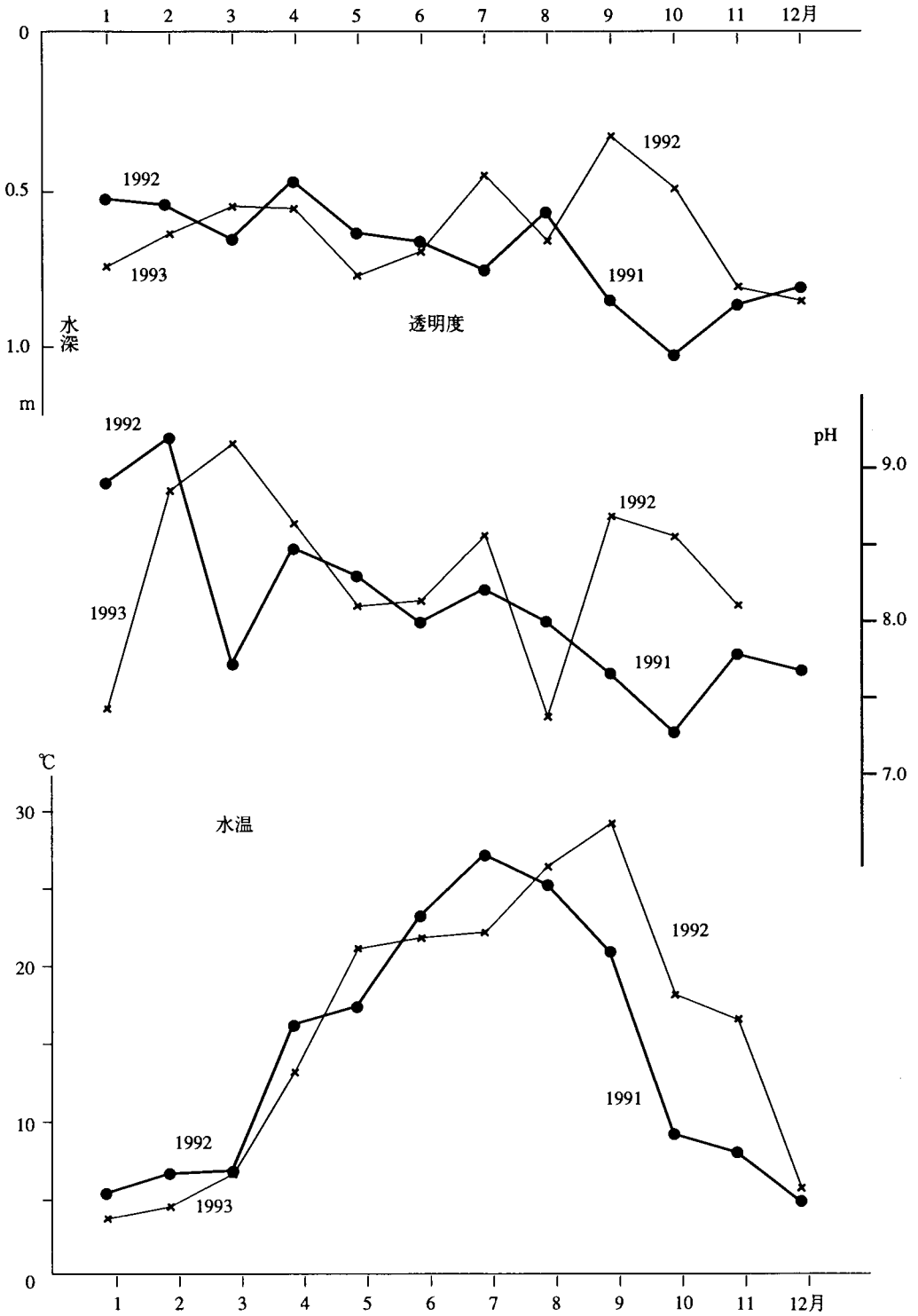


図2 金井池の主要水質 (1991~1993)



μs/cm前後の値を示した。

平均電導度は前半364μs/cm、後半456μs/cmで、後半が90μs/cmほど多かった。

クロロフィル a 量は1993年4月の14mg/m³から上昇し8月まで50~70mg/m³間を変動しながら推移するが、11月最高値127mg/m³となり12月には最低値9mg/m³と急激に減少した。年内較差117.3mg/m³と大変動し、平均クロロフィル a 量は57mg/m³であった。

3. プランクトン相

(1) 1963年3月~1964年12月

およそ1年間のうち8回のサンプルの結果は表1に示す。

動物プランクトンでは、橈脚類2種、枝角類2種、輪虫類12種、原虫類5種、計21種であった。このうち年間を通じて比較的出現頻度が高く個体数の多かったのは *Brachionus angularis* v. *bidens* Plate, *Keratella quadrata* (O.F.Müller), *B. urceolaris* O.F.Müller であり、一時夏を中心に出現したのは原虫類の *Peridinium* sp., *Trachelomonas hispida* v. *crenulatocollis* Mash であった。

植物プランクトンでは、珪藻類7種、緑藻類16種、藍藻類4種合計27種であった。このうち出現頻度が高く個体数が多かったのは珪藻類の *Melosira italica* (Ehr.) Kützing であり、個体数が必ずしも多くはないが年間通して出現したのは *Fragilaria crotonensis* Kitton と *Cyclotella meneghiniana* Kützing であった。*Pediastrum* 5種、*Scenedesmus* 5種が出現した。全体として個体数の多かったのは輪虫類と珪藻類、次いで緑藻類であった。

(2) 1991年6月~1993年5月

出現種のうち動物プランクトンは表2に、

表1 金井池のプランクトン (1963・1964)

種類	調査年・月			
	1963			1964
	3	6	8	11 12 2
<i>Cyclops vicinus</i>				○ ○ ○
<i>C.</i> sp.			○	○ ○ ○
<i>Nauplius</i>	○		○	○ ○ ○
<i>Copepodid</i>	○		○	○ ○ ○
<i>Daphnia</i> sp.				○
<i>Chydorus sphaericus</i>	○			
<i>Brachionus calyciflorus</i>				○ ○ ○
<i>anuraeformis</i>				○ ○ ○
<i>B. calyciflorus amphicerus</i>				○ ○ ○
<i>B. angularis bidens</i>	○ ○		○	④ ○ ○
<i>B. urceolaris</i>				○ ○ ○
<i>B. forficula</i>			○	○ ○ ○
<i>Keratella cochlearis</i>				○ ○ ○
<i>irregularis</i>				○ ○ ○
<i>K. valga monstrosa</i>			○	○ ○ ○
<i>K. quadrata</i>	① ○			○ ○ ○
<i>K.</i> sp.	○			○ ○ ○
<i>Polyarthra vulgaris</i>				○ ○ ○
<i>Asplanchna</i> sp.			○	○ ○ ○
<i>Filinia longiseta</i>	○ ○			○ ○ ○
<i>Peridinium</i> sp.		○	①	○ ○ ○
<i>Ceratium hirundinella</i>			○	○ ○ ○
<i>Euglena</i> sp.			○	○ ○ ○
<i>Trachelomonas hispida</i>			①	○ ○ ○
<i>crenulatocollis</i>			○	○ ○ ○
<i>T.</i> sp.		○		○ ○ ○
<i>Melosira italica</i>	○	①	①	① ④ ○ ○ ○
<i>M. distans</i>	○		○	○ ○ ○ ○ ○
<i>Cyclotella meneghiniana</i>		○	○	○ ○ ○ ○ ○
<i>Fragilaria crotonensis</i>	○	○	○	○ ○ ○ ○ ○
<i>Asterionella gracillima</i>	○	○	○	○ ○ ○ ○ ○
<i>Synedra ulna</i>	○	○	○	○ ○ ○ ○ ○
<i>S.</i> sp.	○			○ ○ ○ ○ ○
<i>Pediastrum simplex</i>			○	○ ○ ○ ○ ○
<i>P. simplex</i> v.				○ ○ ○ ○ ○
<i>duplex</i>			○	○ ○ ○ ○ ○
<i>P. duplex</i> v.			○	○ ○ ○ ○ ○
<i>P. boryanum</i>		○		○ ○ ○ ○ ○
<i>Scenedesmus falcata</i>		○	④	○ ○ ○ ○ ○
<i>S. quadricauda</i>		○	○	○ ○ ○ ○ ○
<i>S. opoliensis</i>			○	○ ○ ○ ○ ○
<i>S. dimorphus</i>		○		○ ○ ○ ○ ○
<i>S.</i> sp.		○		○ ○ ○ ○ ○
<i>Golenkinia radiata</i> ?			○	○ ○ ○ ○ ○
<i>Micractinium pusillum</i>		○	○	○ ○ ○ ○ ○
<i>Actinastrum hantzshii</i>			○	○ ○ ○ ○ ○
<i>Chodatella ciliata</i>			○	○ ○ ○ ○ ○
<i>Selenastrum westii</i>				○ ○ ○ ○ ○
<i>S.</i> sp.				○ ○ ○ ○ ○
<i>Chroococcus dispersus</i>		○		○ ○ ○ ○ ○
<i>C. dispersus minor</i>			○	○ ○ ○ ○ ○
<i>Aphanocapsa</i> sp.			○	○ ○ ○ ○ ○
<i>Anabaena</i> sp.		○		○ ○ ○ ○ ○

① 優占種 ④ 亜優占種

表2 金井池の動物プランクトン (1991~1993)

種 類	調査年・月																								
	1991						1992						1993												
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	
<i>Eodiaptumus japonicus</i>	○	○	○	○	○	○	○						○	○	○		○	○	○						
<i>Cyclops vicinus</i>					○	○	○	○	○	○	○	○							○		○	○	○	○	
<i>Copepodid</i>	○	○						○	○	○	ⓓ						○	○	○					○	○
<i>Nauplius</i>	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○				○	○	○	○				○		○
<i>Brachionus calyciflorus</i>	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	
<i>B. quadridentatus</i>	○	○		○										○											
<i>B. angularis</i>	○				○	○	○	○	○	○	○	○	○					○	○	○	○	○	○	○	
<i>B. diversicornis</i>			○	○	○												○								
<i>B. urceolaris</i>		○							○	○	○	○	○							○	○	○			
<i>B. forficula</i>																			○						
<i>Asplanchna sieboldi</i>													○				ⓓ							○	
<i>Filinia terminalis</i>				○		○	○			○							○							○	
<i>F. cornuta</i>																				○		○			
<i>Polyarthra vulgaris</i>	○	○	○																○					○	
<i>Diurella dixon-nuttalli</i>	○	○																							
<i>D. stylata</i>		○											○												
<i>Trichocerca insignis</i>																			○						
<i>Anuraeopsis fissa</i>	○			○									○											○	
<i>Synchaeta oblonga</i>					○	○							○											○	
<i>Lecane curicornis</i>						○		○																	
<i>Philodina acuticornis</i>						○																		○	
<i>Habrotrocha bidens</i>							○																		
<i>Rotaria rotatoria</i>	○			○																					
<i>Euglena acus</i>	○		○	○									○		○	○				○					
<i>E. proxima</i>													○			○									
<i>E. oxyuris</i>	○																								
<i>E. sp.</i>											○					○			○						
<i>Cryptomonas sp.</i>					○	○						○	○	○	○	○	○	○		○				○	
<i>Synura sp.</i>				○		○	○	○								○			○	○				○	
<i>Phacus triqueter</i>				○												○									
<i>Glenodinium sp.</i>															○					○	○				
<i>Gymnodinium aeruginosam</i>	○			○							○	○	○					○	ⓓ			○			
<i>Arcella vulgaris</i>	○	○		○		○												○	○						
<i>Tintinidium flviatile</i>																									
<i>Diffugia sp.</i>					○														○						
<i>Cyclindum sp.</i>		○																							
<i>Astasia longa</i>			○																						
<i>Trachelomonas spp.</i>																									
<i>Stylonychia sp.</i>						○																			
<i>Anthophysa vegetans</i>		○																							
<i>Trachelius ovum</i>					○									○											
<i>Lionotus sp.</i>																			○						
<i>Paradileptus conicus</i>																			○						
<i>Actinophrys sp.</i>				○																					
<i>Dinidium ballianii</i>	○	○	○																						
<i>D. nastum</i>				○																					
<i>Bursaria truncatella</i>																						○	○		
<i>Strombilidium sp.</i>		○																					○		
<i>Vorticella sp.</i>			○																					○	
<i>Stentor sp.</i>			○																						
<i>Cysto</i>	ⓓ																							○	

ⓓ 優占種 Ⓢ 亜優占種

植物プランクトンは表3に示した。動物プランクトンでは、橈脚類2種、輪虫類19種、原虫類27種、計48種出現した。周年見られたのは *Brachionus calyciforus* Palla, *B. angularis* Gosse であったが前種は冬の一時期、後種は夏を中心に姿を見せない月があった。また橈脚類 *Eodiaptomus japonicus* (Burckhardt) は冬期を除いて、*Cyclops vicinus* Uljanin は夏期を除いて出現していた。このほかの主な種類は *Asplanchna sieboldi* (Leydig), *Gymnodinium aeruginosa* Stein, *Trachelomonas* sp. そして橈脚類の亜成体 Copepodid、幼体 Nauplius と原虫類の休眠体(シスト)であったが、Nauplius を除いては一時多量となるだけで年間連続出現していない。

植物プランクトンでは珪藻類4種、緑藻類58種、藍藻類7種、計69種と多くの種類が出現した。年間連続して出現した種類は *Cyclotella* sp., *Scenedesmus quadricauda* (T.) Brebisson, *S. acuminatus* (L.) Chodat, *Schroederia setigera* (S.) Lemmermann、そして *Pediastrum duplex* Meyer であった。*Cyclotella* sp. は周年出現するだけでなくたびたび優占種となった。また *Synedra* sp. *Schroederia setigera* (S.) Lemmermann も時に優占種であった。同じ属で多くの種類がみられたものは、*Scenedesmus* 9種、*Tetraedron* 6種、*Chodatella* 6種、*Pediastrum* 4種で、これらはすべて小型種であった。

総じて動物性種では、橈脚類は年間出現傾向があり、輪虫類の *Brachionus* も大変多量に出現した。個体数が常に多いわけではないが原虫種が多く認められた。

植物性種では種類は多くはないが、珪藻類が大きな勢力を占め、次いで小型種の緑藻類が多かった。

4. 考察

どのような湖沼でも長い年月の間には必ず変遷がある。金井池では1962年～1963年と、1991年～1993年のおよそ30年の間にどのような変化があったのであろうか。

(1) 水温

水温はその時の気温・降水など気象条件の影響をうける。

水温を最高値・最低値からみると、前回は夏高く冬低かった。それに比べて今回は夏やや低く、冬は少し高くなっている。それぞれ2年間の総平均水温は、前回15.9℃、今回14.9℃で、今回は1℃低かった。

pH は池水自体の値と、生息する主に植物プランクトンの光合成能によってきまる。日本の湖沼では一般的に春・秋は植物プランクトンのアクテビテーが高く、冬と夏はやや低下するといわれている。金井池では1963年は4・8・11月に高いpH値が記録されているし、1964年は夏のpH値が高いなど一般的パターンは示さなかった。今回は前半の2月に高いのみで他の月は低く、後半は春・秋が高いパターンであった。

年平均pH値では前回8.0、8.3であったのに対し、今回は8.1、8.3と顕著な変化はなかった。

透明度は濁った流入水のほかは発生しているプランクトン量に左右されている。春・秋は小さく、夏・冬は大きいのが一般的である。前回・今回とも値に差はあるものの一般的タイプであった。平均透明度でみると、前回1.4m、1.3mであり、今回0.71m、0.64mと30年間でおよそ半分の値となっている。

電導度は前回は1963年に比べて1964年は値

表3 金井池の植物プランクトン (1991~1993)

種 類	調査年・月																											
	1991												1992												1993			
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5				
<i>Melosira</i> sp.						○	○									○		○										
<i>Cyclotella</i> sp.				○	○	○	Ⓧ	○	○	○		○		○	○		Ⓧ	Ⓧ	○	Ⓧ	Ⓧ	Ⓧ	○					
<i>Synedra</i> sp.						○	○	○			○	○	○	Ⓧ		○												
<i>Fragilaria</i> sp.														○														
<i>Scenedesmus denticulatus</i>	○	○												○														
<i>S. ellipsoideus</i>		○					○																					
<i>S. quadricauda</i>	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○					
<i>S. ecornis</i>			○	○		○						○	○	○		○	○	○	○									
<i>S. acuminatus</i>	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○							
<i>S. bernardii</i>												○	○					○										
<i>S. abundans</i>				○	○	○		○													○							
<i>S. acutus</i>						○	○		○								○				○							
<i>S. arcuatus</i>														○														
<i>Schroederia setigera</i>	○	○	○	○	○	○	○	○	Ⓧ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○						
<i>Tetraedron minimum</i>		○																										
<i>T. muticum</i>	○						○							○	○													
<i>T. caudatum</i>							○	○																				
<i>T. elegans</i>							○										○	○	○	○								
<i>T. regulare</i> v. <i>incus</i>								○	○								○											
<i>T. trigonium</i> v. <i>setigenum</i>			○		○																							
<i>Tetrastrum staurogeniaeforme</i>						○								○														
<i>T. heterocanthum</i>								○							○	○					○							
<i>Pediastrum duplex</i>		○		○	○	○	○					○	○	○	○	○					○							
<i>P. duplex</i> v. <i>reticulatum</i>	○																											
<i>P. tetrus</i>				○		○					○			○							○							
<i>P. boryanum</i>														○			○				○							
<i>Micractinium pusillum</i>				○		○									○		○	○			○							
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	○	○		○													○	○										
<i>D. ehrenbergianum</i>					○												○		○									
<i>Chodatella droescheri</i>														○														
<i>C. chodati</i>						○												○										
<i>C. trigonum</i>															○													
<i>C. quadriseta</i>							○																					
<i>C. minor</i>											○										○							
<i>C. wratislawiensis</i>							○	○	○	○	○						○	○	○	○								
<i>Treubaria crassispina</i>																		○										
<i>T. globosa</i>											○																	
<i>Centrtractus belonophorus</i>				○	○																							
<i>Ophiocytinum capitatum</i>					○		○								○													
<i>Actinastrum hantzschii</i>						○	○	○	○	○	○			○	○	○				○	○							
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	○				○	○								○	○	○	○	○										
<i>C. quadrata</i>	○	○												○	○	○	○	○		○								
<i>C. rectangularis</i>	○													○							○							
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>						○	○	○						○														
<i>A. falcatus</i> v. <i>mirabilis</i>							○	○		○							○	○	○									
<i>A. gracilis</i>											○																	
<i>Franceia tuberculata</i>														○														
<i>Coelastrum sphaericum</i>	○													○		○					○							
<i>C. microporum</i>															○													
<i>Quadrigula chodatii</i>					○	○								○	○					○	○							
<i>Q. recustris</i>																					○							
<i>Oöcystis apiculata</i>							○																					
<i>Shaerocystis schroeteri</i>							○	○																				
<i>Westella botryoides</i>	○	○				○					○	○		○	○						○							

種 類	調査年・月																							
	1991						1992						1993											
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
<i>Closteriopsis longissima</i>												○											○	
<i>Closterium acutum</i>								○																○
<i>C. gracile</i>								○												○	○	○		
<i>C. turgidum</i> v. <i>borgei</i>												○												
<i>Cosmarium</i> sp.												○												
<i>Spirogyra</i> sp.								○							○								○	
<i>Oedogonium</i> sp.				○										○										
<i>Muogeotia</i> sp.															○									
<i>Oscillatoria limosa</i>					○			○																
<i>O.</i> sp.	○		○											○	○						○	○		
<i>Phormidium</i> sp.								○																
<i>Merismopedia punctata</i>							○							○	○	○			○					○
<i>Anabaena</i> sp.														○	○									
<i>Chroococcus turgidus</i>	○																							
<i>Elakatothrix gelatinosa</i>											○											○		

㊦ 優占種

㊧ 亜優占種

が高く年間変動幅が大きかったのに対し、今回の変動はそれ程ではなかった。

年平均電導度を比較すると、前回は295 μ s/cm、456 μ s/cmであり、今回は364 μ s/cm、456 μ s/cmで両年の総平均値でみると30年間に9%程値が上昇している。

クロロフィルa量は植物プランクトンに含まれている光合成色素を測定するものである。

前回の1963年は8月に最高値を示したものの、比較的安定した値を示し、1964年は大変大きく変動した。最大値は両年とも6~9月に起きている。

今回の1993年では11月に最大値を示し変動幅は少なかった。

年平均クロロフィルa量は、前回はそれぞれ49mg/m³、90mg/m³であった。今回は1年間だけで57mg/m³であったが、その後の1995年4月から11月までの測定によれば平均90mg/m³で、この両年と前回の比較では最近では若干増加していることがわかる。

(2) プランクトン

前回と今回、動物プランクトンの同属の出

現種類数(変種・亜種も含む)をまとめたものが表4である。

これをみると橈脚類は種類間で入れかわりがあり、枝角類が消失している。輪虫類は4属間には変化がなかったが、1属4種が消失し、今回新たに8属9種が出現した。

原虫類(原生動物)は2属は変化なかったが、内1属は種類がふえているし、2属は消失していることがわかる。今回新しく出現したのは18属19種であった。

植物プランクトンで前回と今回、同属の出現種類数(変種・亜種を含む)をまとめたものが表5である。

これをみると珪藻類では4属間では変化がないが1属は消失している。緑藻類では4属は共通して出現しているが、内2属は種類がかなりふえ、また2属は消失している。今回新たに出現したものは22属であったが、内4属では種類が3種以上認められた。

藍藻類は2属は共通しており、1属は今回みられなかった。新しく出現したのは4属であった。

表4 金井地の動物プランクトン、出現属とその種類数の比較

調査年		1963	1991
		1964	1993
橈脚類	<i>Cyclops</i>	2	1
	<i>Eodiaptomus</i>	—	1
板角類	<i>Daphnia</i>	1	—
	<i>Chydorus</i>	1	—
輪	<i>Brachionus</i>	5	6
	<i>Asplanchna</i>	1	1 (1)
	<i>Filinia</i>	1	2
	<i>Polyarthra</i>	1	1
	<i>Keratella</i>	4 (1)	—
	<i>Diurella</i>	—	2
虫	<i>Trichocerca</i>	—	1
	<i>Anuraeopsis</i>	—	1
	<i>Synchaeta</i>	—	1
	<i>Lecane</i>	—	1
類	<i>Philodina</i>	—	1
	<i>Habrotrocha</i>	—	1
	<i>Rotaria</i>	—	1
	<i>Euglena</i>	1	4
原	<i>Tracheromonas</i>	2 (1)	2 (1)
	<i>Peridinium</i>	1 (1)	—
	<i>Ceratium</i>	1	—
	<i>Gymnodinium</i>	—	1 (1)
	<i>Cryptomonas</i>	—	1
	<i>Synura</i>	—	1
	<i>Phacus</i>	—	1
	<i>Arcella</i>	—	1
	<i>Diffugia</i>	—	1
	<i>Cyclidium</i>	—	1
	<i>Astasia</i>	—	1
	<i>Stylonychia</i>	—	1
	<i>Trachelius</i>	—	1
	<i>Lionotus</i>	—	1
類	<i>Paradileptus</i>	—	1
	<i>Actinophrys</i>	—	1
	<i>Didinium</i>	—	2
	<i>Bursaria</i>	—	1
	<i>Strombilidium</i>	—	1
	<i>Vorticella</i>	—	1
	<i>Stentor</i>	—	1
	<i>Cysto</i>	—	1 (1)

() 内数字は優占種として出現した種類数

表5 金井地の植物プランクトン、出現属とその種類数の比較

調査年		1963	1991
		1964	1993
珪藻類	<i>Melosira</i>	2 (1)	1
	<i>Cyclotella</i>	1	1 (1)
	<i>Fragilaria</i>	1	2
	<i>Synedra</i>	2	1 (1)
	<i>Asterionella</i>	1	—
緑藻類	<i>Scenedesmus</i>	5	9
	<i>Pediastrum</i>	5	4
	<i>Micractinium</i>	1	1
	<i>Chodatella</i>	1	6
	<i>Golenkinia</i>	1	—
	<i>Selenastrum</i>	2	—
	<i>Tetraedron</i>	—	6
	<i>Crucigenia</i>	—	3
	<i>Ankistrodesmus</i>	—	3
	<i>Closterium</i>	—	3
	<i>Tetrastrum</i>	—	2
	<i>Treubaria</i>	—	2
	<i>Coelastrum</i>	—	2
	<i>Quadrigula</i>	—	2
	<i>Schroederia</i>	—	1 (1)
	<i>Dictyosphaerium</i>	—	1
	<i>Centritractus</i>	—	1
<i>Ophiocytinum</i>	—	1	
<i>Actinastrum</i>	—	1	
<i>Franceia</i>	—	1	
<i>Oöcystis</i>	—	1	
<i>Sphaerocystis</i>	—	1	
<i>Westella</i>	—	1	
<i>Closteriopsis</i>	—	1	
<i>Cosmarium</i>	—	1	
<i>Spirogyra</i>	—	1	
<i>Oedogonium</i>	—	1	
<i>Mougeotia</i>	—	1	
藍藻類	<i>Chroococcus</i>	2	1
	<i>Anabaena</i>	1	1
	<i>Aphanocapsa</i>	1	—
	<i>Oscillatoria</i>	—	2
	<i>Phormidium</i>	—	1
	<i>Merismopedia</i>	—	1
<i>Elakatothrix</i>	—	1	

() 内数字は優占種として出現した種類数

金井池の出現プランクトン種類数をまとめたものが図3である。

動物プランクトンでは前回は夏から秋にかけてやや多いものの10種以下で、輪虫類が中心であった。

今回はやはり夏から秋にかけて多く、14種以上も出現した月もあり、冬期は減少した。やはり輪虫類が優勢であった。

植物プランクトンでは前回は夏期を中心に13種以上認められ、冬は少なかった。

今回は1991年では11・12月、1992年は夏に、1993年は1～3月にいずれも17種以上認められたが出現月に統一性がなかった。これらの月はいずれも緑藻類が15種以上出現した時で、夏から秋、そして冬・春先にかけての現象であった。

全プランクトン種類数については、前回は夏期19、26種とかなり多かったが、植物性種が動物性種を上まわっていた。

今回25種以上出現したのは6～8月、10～3月であったが、年により状況が異なっていた。時に動物性種が多い月もあったが、植物性種に支配されている方が多かった。

出現種類数の平均値は、動物プランクトン前回8種、今回は10種、植物プランクトン前回9種、今回は13種、全プランクトンでは前回17種、今回は23種であった。いずれも今回の方が出現種類が多かった。

金井池のプランクトン相はおよそ30年間に次のように変化した。

1963・1964年に生息していたもので1991～1993年には消失したものは、動物性プランクトンでは枝角類の *Daphnia* sp.、*Chydorus sphaericus*(O.F.Müller)、輪虫類の *Keratell* 5種、原虫種の *Peridinium* sp.、*Ceratium hirundinella* O.F.Müller であり、植物プラン

クトンでは *Asterionella gracillima* (Hant.) Heiberg と緑藻類2種であり、出現個体数が減少したのは *Fragilaria crotonensis* Kitton であった。

1991～1993年に出現したものは、橈脚類の *Eodiaptomus japonicus* (Burckhardt)、輪虫類8種、原虫類は18種であり、*Euglena* 属は出現種類が増えていた。

植物プランクトンでは緑藻類の *Schroederia setigera* (S.) Lemmermann、*Tetraedron*、*Ankistrodesmus*、*Crucigenia* など沢山の小型種がみられた。*Scenedesmus* 種は倍近く増加した。藍藻類は以前と出現種を異にし、個体数も少なかった。なお富栄養湖の代表種といわれる、藍藻類の *Microcystis* は出現していない。出現プランクトン種類数は動物種・植物種そして全種類数とも以前より今回の方が増加していた。

金井池は前回より今回の方がより富栄養化が進み、プランクトン生息条件が次第に悪化しつつあると推測される。

我が国で汚れた池沼のプランクトンについて最初に報告されたのは松山(1939)の大阪府池田市にある二つ池についてである。この池では *Dephnia pulex* Leydig. が存在する一方 *Microcystis aeruginosa* Kutzing が発生していた。

水野(1975)は極端な有機汚染された水域に産する動物プランクトンとして橈脚類の *Cyclops vicinus* Uljanin、輪虫類の *Brachionus calyciflorus* Palla、*B.angularis* Gosse をあげ、また汚染の進んだ水域の指標種として *Eodiaptomus japonicus* (Burckhardt) をあげている。藤下(1976)は *Asplanchna sieboldi* (Lleydig) が有機栄養分の多い富栄養化がかなり進んだ水域に出現すると述べている。こ

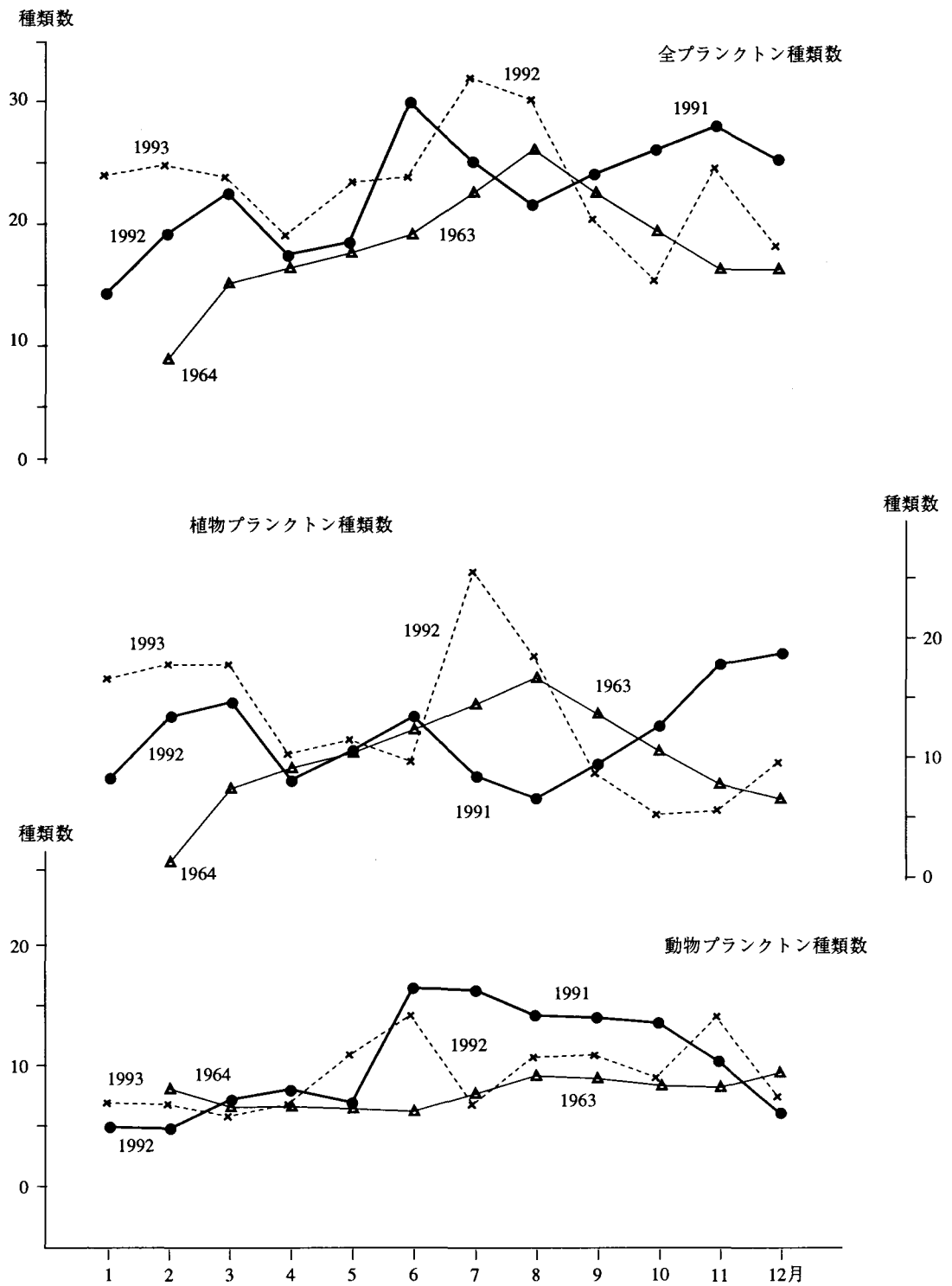


図3 金井池出現プランクトン種類数

これらの種はいずれも金井池に現在生息している種であることから、この池は極端に有機汚染された池であることがわかる。

植物プランクトンについては Hutchinson (1967) が種々の栄養度の異なった水域のプランクトン群集についてまとめているが、そのなかに富栄養型緑藻類(クロロコッカス類)プランクトンがある。*Pediastrum*、*Scenedesmus* の多くの種類のほか、*Actinastrum*、*Ankistrodesmus*、*Crucigenia*、*Dictyosphaerium* そして *Tetraedron* などが小さな池に豊富に増殖しているとしている。

また、緑虫類プランクトンが小型で有機汚染された池に見られるとし、*Euglena* により真っ赤な血の池ができ、*Trachelomonas* の発生もあるという。

なお、高い生産力のある湖では富栄養型珪藻類として *Asterionella*、*Fragilaria crotonensis* Kitton、*Synedra*、*Melosira* が温帯地域で優占種として出現しているとも述べている。これらの種類について金井池では緑藻類は完全にあてはまるが、珪藻類については栄養塩がかなり多量なためあてはまらない状態である。

水野 (1961) は近畿地区の極端に汚染された池のプランクトンを研究したが、この中に奈良県郡山地区の金魚養殖池がある。この池は動物プランクトンは乏しく植物プランクトンは緑藻類を中心に種類、個体数が豊富であるが *Microcystis* は大変少ないようである。金井池では *Microcystis* は生息していないがそのほかは全く出現種が一致することからも、極端に有機汚染された池沼となっていることがわかる。

5. まとめ

金井池は南北約200m、東西約60m、水深は約2.5~3.7mの小池である。

1963~1964年(前回)と1991~1993年(今回)の30年隔てた金井池の水質とプランクトンの変化を調べた。

水質については、水温総平均では約1℃の差しかなかった。pH 値は総平均は前回8.25今回8.3と殆ど差はなかった。透明度は総平均前回1.35m、今回0.67mで半分に減少していた。電導度は総平均前回376 $\mu\text{s}/\text{cm}$ 、今回410 $\mu\text{s}/\text{cm}$ で25%上昇した。クロロフィル a 量は総平均前は70mg/m³、今回は74mg/m³と若干増加していた。

このことから池水は30年間で明らかに富栄養化が進んでいた。

プランクトンでは、前回出現した種類で今回消失したものが、動物プランクトン8種、植物プランクトン9種であった。今回新たに出現した種類は、動物プランクトン34種、植物プランクトン52種で、輪虫類、原虫類、緑藻類が多かった。出現種類数も、前回より今回の方が、動物プランクトンでは平均で8種から10種に、植物プランクトンでは平均で9種から13種に、全プランクトンでは平均で17種から23種に増えていた。

以上水質、プランクトンからみて金井池はより富栄養化が進んだが、水野・藤下・Hatchinson などの例にみられるように極端に進行した有機汚染水域になってしまっている。

日頃種々ご指導頂き本稿をご校閲した下さいました筑波大学名誉教授、前本学教授安藤

裕先生、藻類研究所 福島博先生に厚くお礼
申し上げます。

文 献

- 1 松山確郎 (1939) 北摂津の小溜池に於ける
浮游生物 特にその季節的消長について。吉田
博士祝賀記念誌 論文編 660~670
- 2 落合照雄 (1963) 長野県湖沼の陸水生物学
的研究 第1報 埴科郡金井池のプランクト
ン。長野県学校科学教育奨励基金 第2回レポ
ート 1~6
- 3 Mizuno T. (1961) Hydrbiological studies
on the artificially constructed ponds of
Japan. Jap. Jour. Limnol. 22, 2~3
- 4 Hutchinson G.E. (1967) A treatise on
Limnology Vol.2. New York
- 5 津田松苗 (1972) 水質汚濁の生態学
- 6 水野寿彦 (1975) 生物指標としての動物プ
ランクトン。環境と生物指標 2-水界編
- 7 藤下英也 (1967~77) 大阪の池沼における
輪虫類 1~4。採集と飼育 38~11, 12, 39~
1, 2
- 8 落合照雄 (1984) 信州の湖沼 長野
- 9 赤尾秀雄 (1987) 長野県の湖沼 長野