

## 琵琶湖北湖における植物プランクトン相の変遷 (1978-1995)

一瀬 論\* 若林 徹哉\* 松岡 泰倫\*  
山中 直\* 藤原 直樹\* 野村 潔\*

### Succession of Phytoplankton in Northern Basin of Lake Biwa, 1978-1995

Satoshi ICHISE\* Tetsuya WAKABAYASHI\* Yasumichi MATSUOKA\*  
Sunao YAMANAKA\* Naoki FUJIWARA\* and Kiyoshi NOMURA\*

#### はじめに

湖沼におけるプランクトン調査は現在多くの湖沼で実施されており、長期にわたる植物プランクトン相の変遷についてもこれまでいくつかの報告例<sup>1)~4)</sup>がある。しかし琵琶湖北湖における10年間以上のプランクトン相の変遷については、根来<sup>5)</sup>が1981年に報告している程度である。我々は1977年から継続して琵琶湖北湖数地点において植物プランクトン調査を実施している。

今回、琵琶湖北湖の代表点としている今津沖中央(以下「北湖中央」と呼ぶ)における優占種(第1)の変遷を中心にまとめたので報告する。

#### 材料と方法

##### 1. 調査地点(図1)

北湖中央(今津沖中央)の表層部(0.5m)。

##### 2. 調査期間

1978年1月から1995年12月までの18年間、原則として毎月2回行った。

##### 3. 調査項目および方法

###### (1) 植物プランクトン

植物プランクトン(ピコプランクトンおよび $10\mu\text{m}$ 以下の小型のプランクトンを除く)の細胞数は、湖水1mlを直接プランクトン計数板に取り、倍率100~500倍で観察して種の同定および種ごとの細胞数の計数を行った。また、藍藻はほとんどの場合細胞が微小で、しかもそれらが集まって「塊状」や「糸状」の群体を形成するものが多いため、湖水1ml中の群体数を計数した。

当所では、1985年からは小型の褐色鞭毛藻に属する *Rhodomonas* sp.を含めて計数しているが、過去のデータとの比較のため、今回の報告では計数結果から除外した。

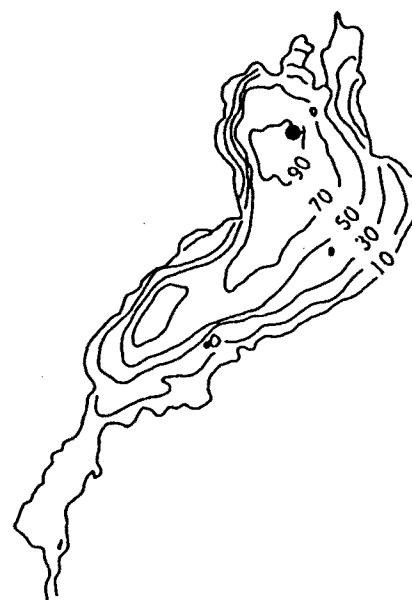


図1 調査地点(琵琶湖今津沖中央●)

###### (2) 理化学調査項目(富栄養化項目)

理化学的な水質分析は下記の方法による。

- 1) クロロフィル-a濃度:アセトン抽出法(上水試験法)
- 2) 硝酸態窒素:銅・カドミウム還元法(上水試験法)
- 3) 全窒素:環境庁告示第59号, 銅・カドミウム還元法
- 4) 全りん:環境庁告示第59号

#### 結果および考察

##### 1. 観察された種類(表1)

この期間中に第1優占種として出現した種類数は、藍藻綱(CYANOPHYCEAE)3属4種、黄緑色藻綱(XANTHOPHYCEAE)2属2種、

\*滋賀県立衛生環境センター 〒520 滋賀県大津市御殿浜13番45号  
Shiga Prefectural Institute of Public Health and Environmental Science,  
13-45, Gotenhama, Ohtsu, Shiga 520, Japan

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12												
78	MS	-	MS	-	FC	-	AFM	-	UA	-	UA	-	PL	PL	PL	PL	PL	PB	PB	PB	PB	PB	PB	
79	CAS	CAS	MS	MS	MS	MS	SCP	MS	UA	UA	UA	CAS	CC	PL	OS	PB	PL	-	PL	PL	PB	SDO	PB	SCP
80	SCP	MS	FC	MI	FC	MI	SCP	AFM	AFM	UA	UA	OO	PL	AC	AC	FC	PB	PL	PL	PL	SDO	CC	CC	FC
81	FC	FC	MS	MS	MS	MS	FC	MS	UA	UA	UA	PL	PL	PL	CC	SDO	SDO	PL	SDO	SDO	FC	FC	FC	PL
82	MS	OS	OS	MS	OS	-	SCP	AF	SCP	UA	PL	PL	PL	PL	PL	SDO	PL	PL	PL	PL	AC	PL	PL	PL
83	MS	AFM	DP	MS	MS	AF	AF	CH	UA	UA	SP	PL	PL	PL	PL	CC	OO	OO	PL	PL	FC	-	PL	GV
84	MS	MS	MS	MS	MS	MS	FC	AF	UA	UA	PL	PL	PL	FC	FC	-	PL	PL	AC	CC	PB	PL	PL	PL
85	OS	MS	PL	MS	MS	SCP	SCP	SCP	UA	UA	SCP	CAS	PL	PL	PL	FC	COE	PL	PL	PB	PB	CP	PL	PL
86	SCP	SCP	CP	MS	CP	AF	AF	PB	UA	UA	SCP	SCP	SCP	CAS	CC	CC	CC	SDO	SDO	DS	SDO	SDO	SDO	SDO
87	SDO	SCP	SCP	SCP	SCP	SCP	SCP	CR	UA	FC	FC	UA	CC	CP	AC	AC	AC	PL	PL	SDO	SDO	SDO	FC	FC
88	SCP	SCP	SCP	SCP	SCP	SCP	SCP	SCP	AFM	AFM	UA	UA	SJ	-	PL	PL	BO	GL	AC	AC	CDM	CDM	SCP	SCP
89	SCP	SCP	SCP	SCP	SCP	SCP	SCP	SCP	AFM	UA	UA	AFM	CL	CL	BO	MC	DJ	DJ	SCP	SCP	FC	COS	COS	COS
90	CR	PR	COS	CR	AF	CR	AF	FC	CR	UA	UA	UA	CO	CO	BO	DI	CC	MT	SCP	SCP	SCP	MG	BO	SCP
91	SCP	SCP	SCP	COS	AF	AF	AF	CR	SCP	UA	UA	FC	SC	PL	PL	CC	PL	PB	SDO	COS	FC	MG	FC	CR
92	FC	CR	CR	CR	CR	AF	FC	CR	UA	UA	UA	CAS	CAS	CAS	CAS	CC	CC	CC	CC	CO	SCP	SCP	CR	SCP
93	CAS	CAS	AFM	AFM	PB	FC	CR	CH	UA	UA	UA	CAS	SCP	CY	PL	PL	GL	DP	AC	MG	CC	-	FC	COS
94	SC	FC	SCP	FC	CR	SC	AF	UA	UA	UA	UA	CAS	CR	DP	AC	COS	COS	PL	SCP	PL	PL	FC	AF	FC
95	FC	CR	SC	SC	SC	OO	CR	UA	UA	UA	FC	SCP	UA	PL	GL	GL	CC	CC	PL	AC	CD	CD	SDO	SDO

GL	<i>Gomphosphaeria lacustris</i>
GD	<i>Chroococcus dispersus</i>
CDM	<i>Chroococcus dis. v. minor</i>
AC	<i>Aphanothece clathrata</i>
BC	<i>Botryosphaerella sp.</i>
CL	<i>Chlorocloster sp.</i>
UA	<i>Uroglena americana</i>
PR	<i>Pseudokephyrion sp.</i>
CH	<i>Chomulina sp.</i>
CP	<i>Chrysocapsa planctonica</i>
CR	<i>Chrysoamoeba radians</i>
MS	<i>Melosira solida</i>
MI	<i>Melosira italica</i>
MG	<i>Melosira granulata</i>

SC	<i>Stephanodiscus carconensis</i>
SCP	<i>Stephanodiscus car. v. pusilla</i>
CY	<i>Cyclotella sp.</i>
FC	<i>Fragilaria crotonensis</i>
AF	<i>Asterionella formosa</i>
PB	<i>Peridinium berolinense</i>
CR	<i>Cryptomonas sp.</i>
DP	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>
DS	<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i>
DI	<i>Dictyosphaerium sp.</i>
SJ	<i>Schroederia judayi</i>
DJ	<i>Dactyosphaerium jurisii</i>
SP	<i>Sphaerocystis sp.</i>
GV	<i>Gloeocystis vesiculosa</i>

MT	<i>Monoraphidium tortile</i>
MC	<i>Monoraphidium contorta</i>
CH	<i>Chlamydomonas sp.</i>
AFM	<i>Ankistrodesmus fal. v. mirabile</i>
PL	<i>Planktosphaeria sp.</i>
PB	<i>Pediastrum biwae</i>
CC	<i>Coelastrum cambricum</i>
CO	<i>Coenochloris sp.</i>
OS	<i>Oocystis submarina</i>
OO	<i>Oocystis sp.</i>
COE	<i>Coenocystis sp.</i>
GL	<i>Gloeocystis sp.</i>
COS	<i>Cosmocladium constrictum</i>
CAS	<i>Closterium aci. var. subpronum</i>
SDO	<i>Staurastrum dor. v. ornatum</i>



	藍藻綱		珪藻綱		緑藻綱
	黄緑色藻綱		渦鞭毛藻綱		
	黄色鞭毛藻綱		褐色鞭毛藻綱		

図2 琵琶湖のプランクトン優占種の経年変動 (1978-1995年)

黄色鞭毛藻綱 (CHRYSTOPHYCEAE) 5属5種,  
珪藻綱 (BACILLARIOPHYCEAE) 5属8種,  
渦鞭毛藻綱 (DINOPHYCEAE) 1属1種,  
褐色鞭毛藻綱 (CRYPTOPHYCEAE) 1属1種,  
緑藻綱 (CHLOROPHYCEAE) 17属22種  
の計7綱34属43種であった。

## 2. 優占種からみたプランクトン相の変遷 (図2)

調査期間中の優占種の変化から、①毎年限られた種が季節毎に一定の変動を繰り返した時期 (1978-1985年)、②冬季 (1~3月) から春季 (4~6月) にかけては毎年限られた種が周期的に出現したが、夏季 (7~9月) から秋季 (10~12月) には、様々な種が早いサイクルで交代を行った時期 (1986-1990年)、③春季に *Uroglena americana* が優占する他は優占種が毎年異なり、その種の交代も早いサイクルであった時期 (1991-1995年) の3期間に分けられた。その詳細について以下に示す。

### (1) 1978-1985年

冬季には琵琶湖の固有種である珪藻の *Melosira solida* が最も多く優占種となった。その他は *Fragilaria crotonensis* や *Asterionella formosa*, *Melosira italica*, 琵琶湖と余呉湖にのみ産するとされている *Stephanodiscus carconensis* v. *pusilla* などの珪藻で占められていた。春季には、黄色鞭毛藻の *Uroglena americana* が優占種となることが多かった (この種は1977年以来この時期に大増殖が見られ淡水赤潮の原因となっている)。夏季には緑藻に属する種が主に優占種となった。その主な種は *Planktosphaeria* sp. や琵琶湖の固有種である *Pediastrum biwae*, 大型のツヅミモに属する *Staurastrum dorsidentiferum* v. *ornatum* であった。また、秋季 (10~12月) にも緑藻の *P. biwae* や *Planktosphaeria* sp. は主な優占種となったが、珪藻の *F. crotonensis* も優占種となることも多かった。

この期間の優占種の変遷は、*M. solida* や *Planktosphaeria* sp. など、特定のプランクトンが優占種となる回数が非常に多く、周期的な変動を毎年繰り返していた。また、その交代も比較的ゆっくりとしていた。

### (2) 1986-1990年

冬季には珪藻の *S. car. v. pusilla* が最も多く優占種となった。その他の種では *A. formosa* や黄色鞭毛藻の *Chrysocapsa planctonica*, 褐色鞭毛藻の *Cryptomonas* sp. などの鞭毛を有する種が時々優占種となった。春季には黄色鞭毛藻の *U. americana* が最も多く優占種となり、1985年までのパターンと同様の傾向であった。しかし、夏季には緑藻を中心に黄色鞭毛藻、黄緑藻、珪藻、藍藻などと多くの綱に属する種が優占種となり、1985年までの緑藻が夏季から秋季にかけてほとんど常時優占種となるようなパターンは認められなくなった。この時期の主な優占種は、緑藻の *Planktosphaeria* sp., *Coenochloris* sp., *Coelastrum cambricum*, *Dactyosphaerium jurisii*, 黄緑藻の

*Chlorocloster* sp., *Botryosphaerella* sp., 藍藻の *Aphanothece clathrata* などであった。秋季には、1986年と1987年に大型の緑藻である *S. dor. v. ornatum* が主な優占種となり、1988年には藍藻の *A. clathrata*, *Chroococcus dispersus* v. *minor* が、また、1989, 1990年には珪藻の *S. car. v. pusilla* と緑藻の *Cosmoecidium constrictum* がそれぞれ主な優占種となるなど、年によって主な優占種が異なっていた。

この期間の優占種の変遷は、冬季から春季にかけては珪藻から黄色鞭毛藻へと、特定の種が優占種となる傾向が引き続き認められたが、珪藻の主な優占種が *Melosira* 属から *Stephanodiscus* 属へと変化した。また、夏季以降は、緑藻や藍藻、珪藻、黄緑藻などの様々な種が早いサイクルで交代した。また、緑藻が優占種となることが1985年以前に比べ少なかった。

### (3) 1991-1995年

冬季にはこれまで優占種となることが多かった *M. solida* や *S. car. v. pusilla* などの種がほとんど優占種から姿を消し、同じ珪藻の *F. crotonensis*, *A. formosa* そして褐色鞭毛藻の *Cryptomonas* sp. などの種が主に優占種となった。また、1993年は冬季であるにも関わらず *C. aci. v. subpronum* や *Ankistrodesmus falcatus* v. *mirabile*, *P. biwae* といった緑藻が優占種となった。春季には *U. americana* が最も多く優占種となった。この *U. americana* の後に *C. aci. v. subpronum* が優占種となることが多かった。夏季には緑藻の *Planktosphaeria* sp. や *C. aci. v. subpronum*, *C. cambricum*, *C. constrictum*, が優占種になることが多く、また、この季節には、小型の緑藻の *Gloeocystis* sp. や *Dictyosphaerium* sp., 藍藻の *Gomphosphaeria lacustris*, *Aphanothece clathrata* など、これまでには優占種とならなかった種が優占種となるようになった。秋季には、珪藻を中心に緑藻、藍藻、黄色鞭毛藻、褐色鞭毛藻などの様々な種が早いサイクルで交代した。主な優占種は珪藻の *F. crotonensis*, *M. granulata*, *S. car. v. pusilla*, *A. formosa*, 緑藻の *Planktosphaeria* sp., *C. constrictum*, *S. dor. v. ornatum*, *C. cambricum*, *Coenochloris* sp., 藍藻の *C. dispersus*, *A. clathrata* であった。

この期間中の優占種の変遷は、春季の *U. americana* は引き続きみられたものの、それ以外の季節では主に優占する種が特定できず、今まで観察されなかった新しい種も優占種となるようになった。また、1992年以外の年には緑藻、褐色鞭毛藻、藍藻、珪藻、黄緑藻と様々な綱に属する種が次々と出現し、それらの種が早いサイクルで交代した。

## 3. 主な優占種の特徴 (表1)

この期間中に優占種となった各種の回数を表1に示した。調査は合計419回行なった。この調査期間中に優占種となった主要種の形態および出現時期の特徴は次のとおりである。

### (1) 緑藻綱 (CHLOROPHYCEAE)

① *Planktosphaeria* sp. (68回：写真1)

細胞は球形で群体を形成する。この群体は厚い寒天質に包まれている。本種は1978～1985年の6～10月にかけて優占種になる回数が非常に多かった。特に1982年には23回の調査中12回優占種となった。しかし、1986年以降は減少し、優占種となる回数が少ない傾向にある。

② *Staurastrum dorsidentiferum* v. *ornatum* (20回：写真2)

本種はツヅミモの中の大型種に属する。半細胞に太い3本の突起を有する。主に9～12月にかけて優占種となる。1981年、1986年、1991年、1995年と増減の差はあるものの周期的に優占種となって出現した。しかし、近年はその回数が少ない傾向にある。

③ *Coelastrum cambricum* (18回：写真3)

通常、32細胞から成る球形の群体を形成する。本種は、主に8～12月にかけて優占種となる。1986年および1992年に優占種となる回数が多かった。

④ *Pediastrum biwae* (15回：写真4)

琵琶湖固有種でピワクンショウモと呼ばれている。本種は各細胞に1本の角状突起をもち、隣接する突起同士が対をなすのが特徴である。1978～1980年の11～12月に多く優占種となったが1986年以降はその回数が少ない傾向にある。

⑤ *Closterium aciculare* v. *subpronum* (12回：写真5)

本種はミカツキモと呼ばれ大型種に属する。細胞は非常に細長く、真っ直ぐであるが先端部で僅かに曲がる。主に *U. americana* の増加が終わる6月後半から8月にかけて優占種となることが多い。しかし、1979年や1993年のように冬季にも優占種となることがあった。

⑥ *Ankistrodesmus falcatus* v. *mirabile* (10回：写真6)

本種はイトクズモと呼ばれる小型の緑藻で、常に単細胞で細胞の両端は細く尖る。冬季に優占種となることもあるが、*U. americana* が優占種となる前後で優占種となる回数が多かった。

(2) 珪藻綱 (BACILLARIOPHYCEAE)

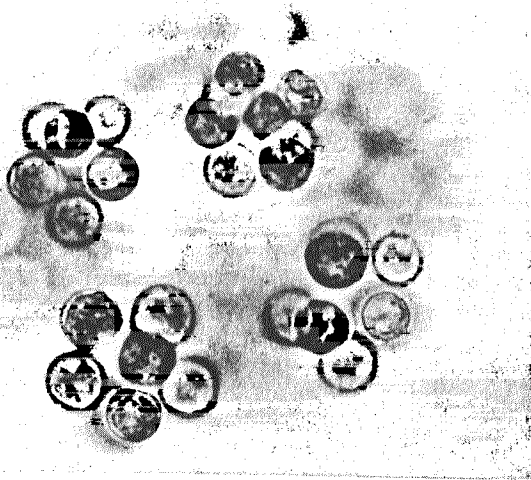


写真1 *Planktosphaeria* sp. (×500)

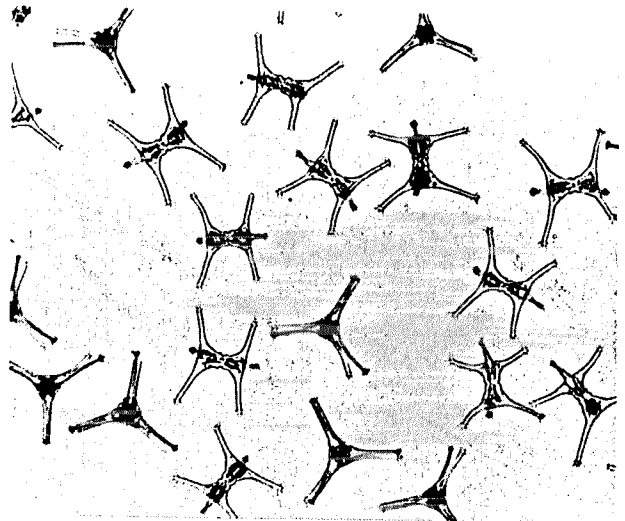


写真2 *Staurastrum dorsidentiferum* v. *ornatum* (×70)

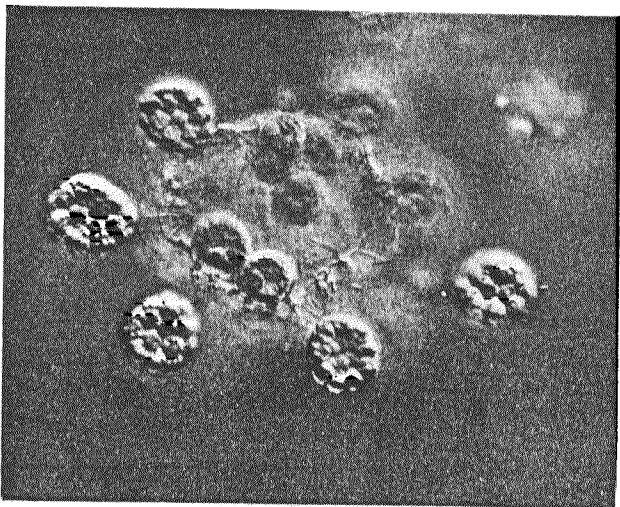


写真3 *Coelastrum cambricum* (×450)

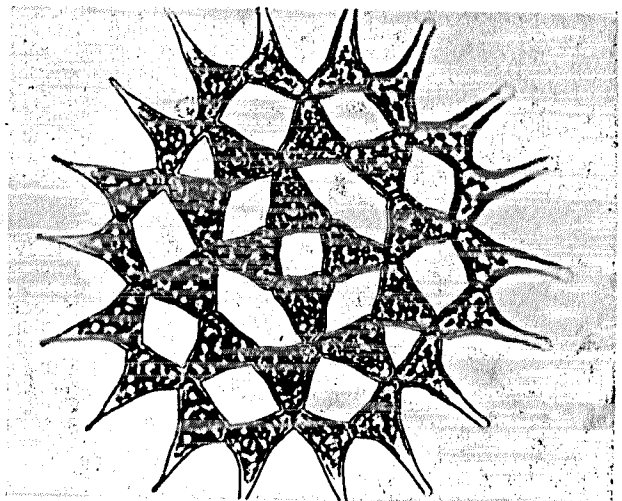


写真4 *Pediastrum biwae* (×500)

① *Stephanodiscus carconensis* v. *pusilla* (56回：写真7)

本種はカスマルケイソウと呼ばれる円盤状の浮遊性の珪藻で、中央部から放射状の点紋線が周囲に向かって広がる。琵琶湖と余呉湖のみに分布する種である。湖底堆積物微化石分析調査において古代の地層からも大量に本種の殻が観察されることが報告されている。基本種に比べると本種は小型であり、放射状に広がる点紋線も基本種より少ない。本種は特に1985～1989年の1～4月および10～12月に優占種となる回数が多かった。また、1994～1995年には、大型の基本種の *Stephanodiscus carconensis* も短期間であるが優占種となることがあった。

② *Fragilaria crotonensis* (35回：写真8)

本種はオビケイソウと呼ばれ、多数の細胞が中央殻面でお互いに接し合って群体を形成する浮遊性の珪藻である。年間を通じて観察され、優占種となる回数も多い。しかし、本種が長期間連続的に優占種となることは少なかった。

③ *Melosira solida* (28回：写真9)

細胞は円筒形で殻壁は極めて厚い。本種は琵琶湖固有種であり、根来らの報告<sup>4)</sup>では「琵琶湖におびただしく産し、琵琶湖を特徴づける注目すべき種類である」と記述されている。本種は1978～1985年の1～3月に多く優占種となって現れたが、5月以降には優占種にならなかった。また、1986年以降の調査では急激な減少傾向を示し、優占種とならなかった。

④ *Asterionella formosa* (14回：写真10)

本種はホシガタケイソウと呼ばれ、線状の細胞が星状に集まり群体を形成する珪藻である。3～4月に増加し優占種となることが多い。しかし、*U. americana* が優占種となる5月には減少傾向を示した。

(3) 黄色鞭毛藻綱 (CHRYSTOPHYCEAE)

*Uroglena americana* (43回：写真11)

各細胞は不等長の2本の鞭毛を有し、球状の群体を形成する。「淡水赤潮」の原因となる本種は、毎年4月～

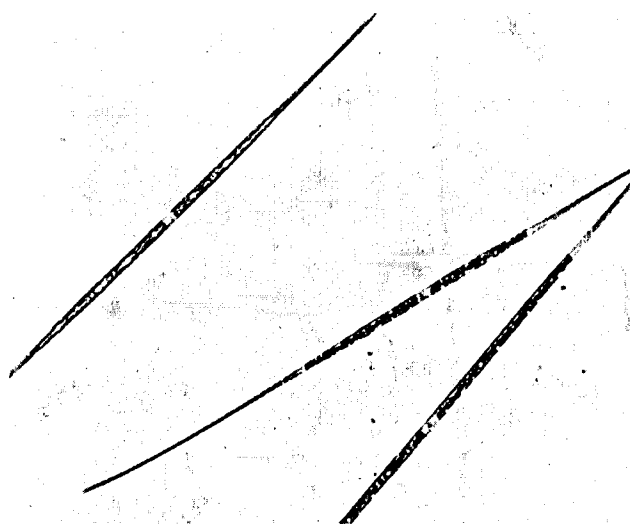


写真5 *Closterium aciculare* v. *subpronum* (×180)

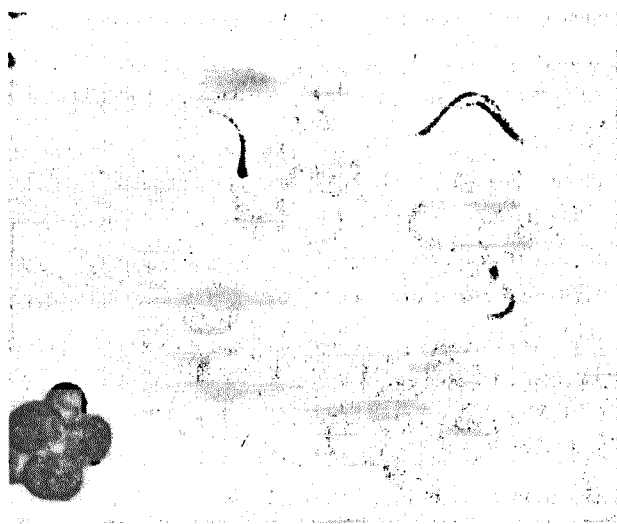


写真6 *Ankistrodesmus falcatus* v. *mirabile* (×600)

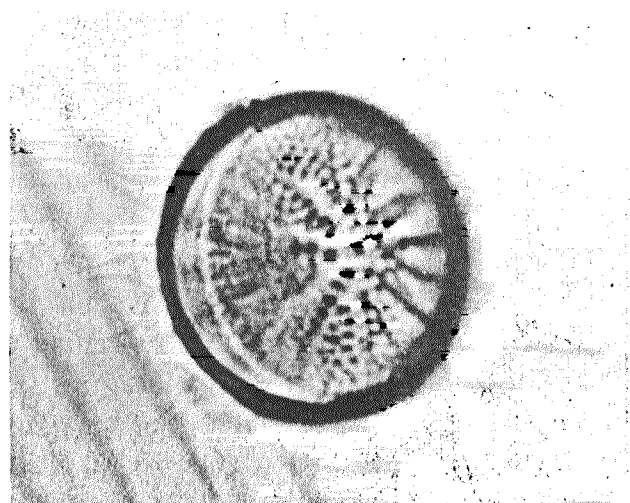


写真7 *Stephanodiscus carconensis* v. *pusilla* (×1500)

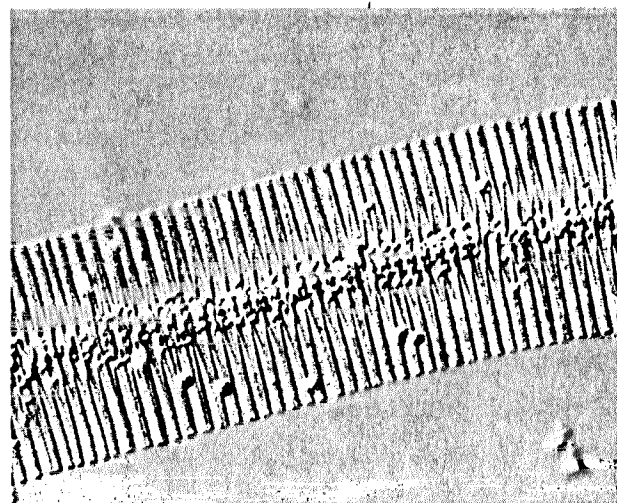


写真8 *Fragilaria crotonensis* (×300)

6月に非常に規則正しく増加を示し、優占種となった。また、秋季(10~12月)や冬季(1~3月)にも観察されることがあるがその量は少なかった。

(4) 褐色鞭毛藻綱 (CRYPTOPHYCEAE)

*Cryptomonas* sp. (15回: 写真12)

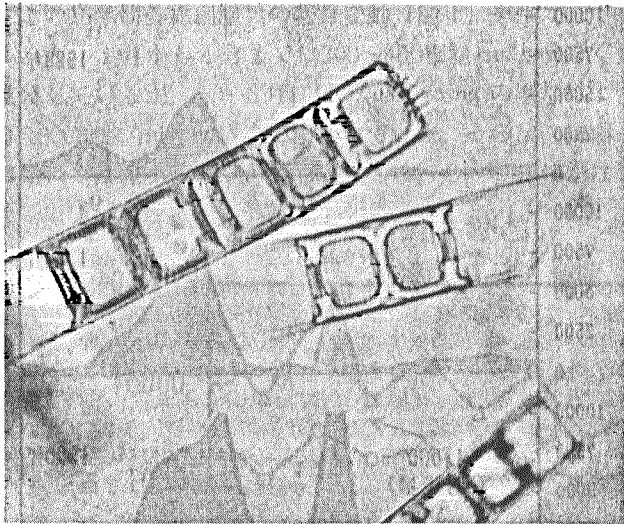


写真9 *Melosira solida* (×1500)

小型の *Rhodomonas* sp. に比べ本種は大型である。長楕円形の細胞に2本の等長の鞭毛を有し、単独遊泳する。年間を通じて観察されるが主に1~4月に優占種となることが多い。1989年以前にも観察されていたが1990年以降に優占種となる回数が多くなった。

(5) 藍藻綱 (CYANOPHYCEAE)

*Aphanothece clathrata* (12回: 写真13)

細胞は楕円形であり不定形の群体を形成する。各細胞が2~3 $\mu$ mと非常に小さく、見逃しやすい。本種は8~10月に時々優占種となる。1987年と1988年の8~10月に優占種となる回数が多かった。

4. プランクトン数の経月変動 (図3. 4)

各年における植物プランクトン総細胞数の経月変動を図3に示した。各年における総細胞数のピーク時における優占種と、総細胞数中に占めるその種の割合について検討した結果、琵琶湖では約300種もの植物プランクトンが報告<sup>6)</sup>されているが、北湖において植物プランクトンのピーク時に総細胞数を大きく押し上げる種としては

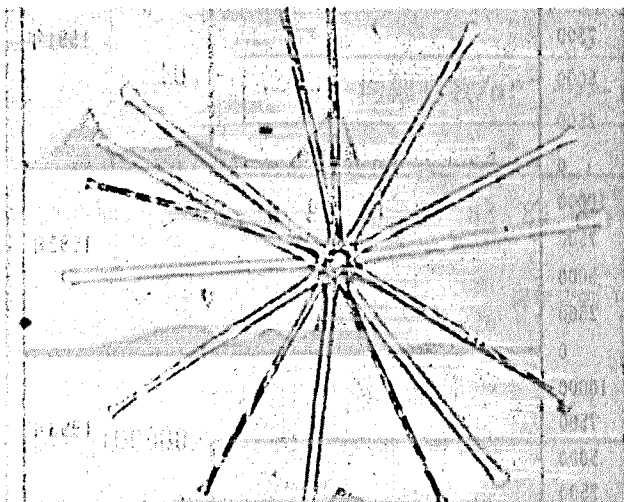


写真10 *Asterionella formosa* (×400)

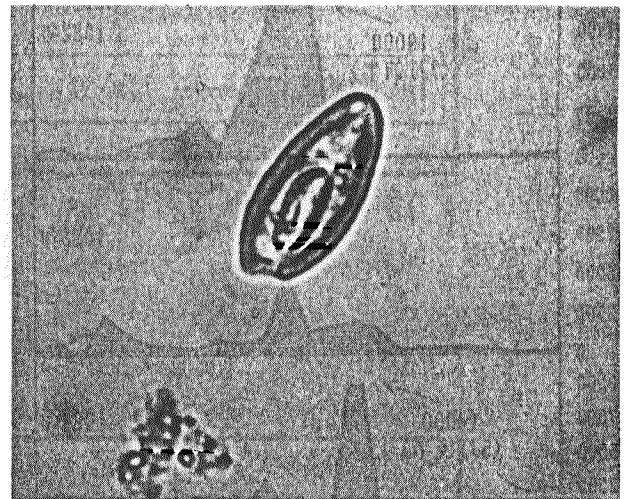


写真12 *Cryptomonas* sp. (×800)

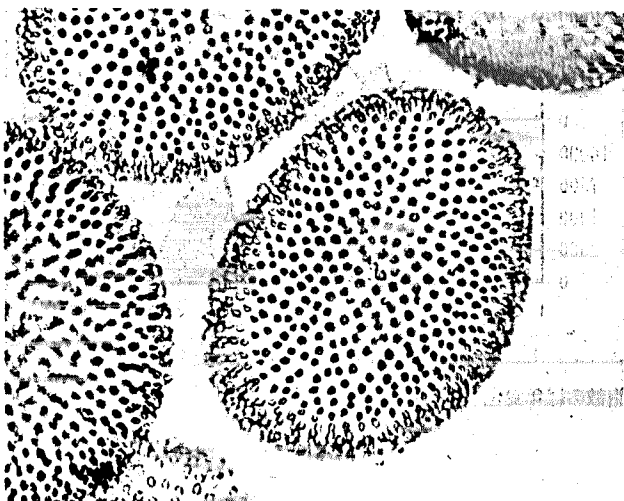


写真11 *Uroglena americana* (×180)

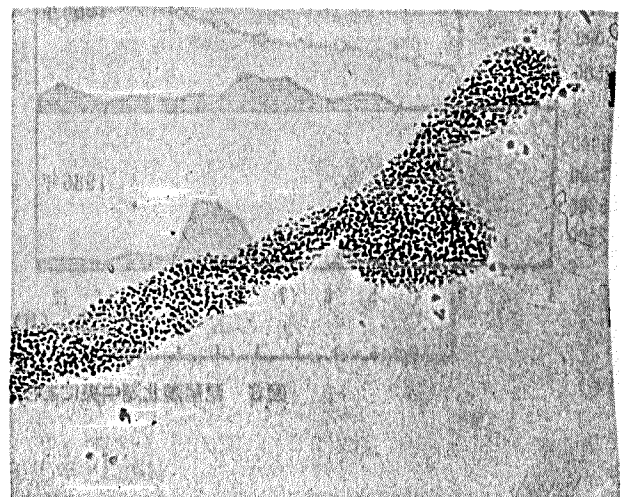


写真13 *Aphanothece clathrata* (×400)

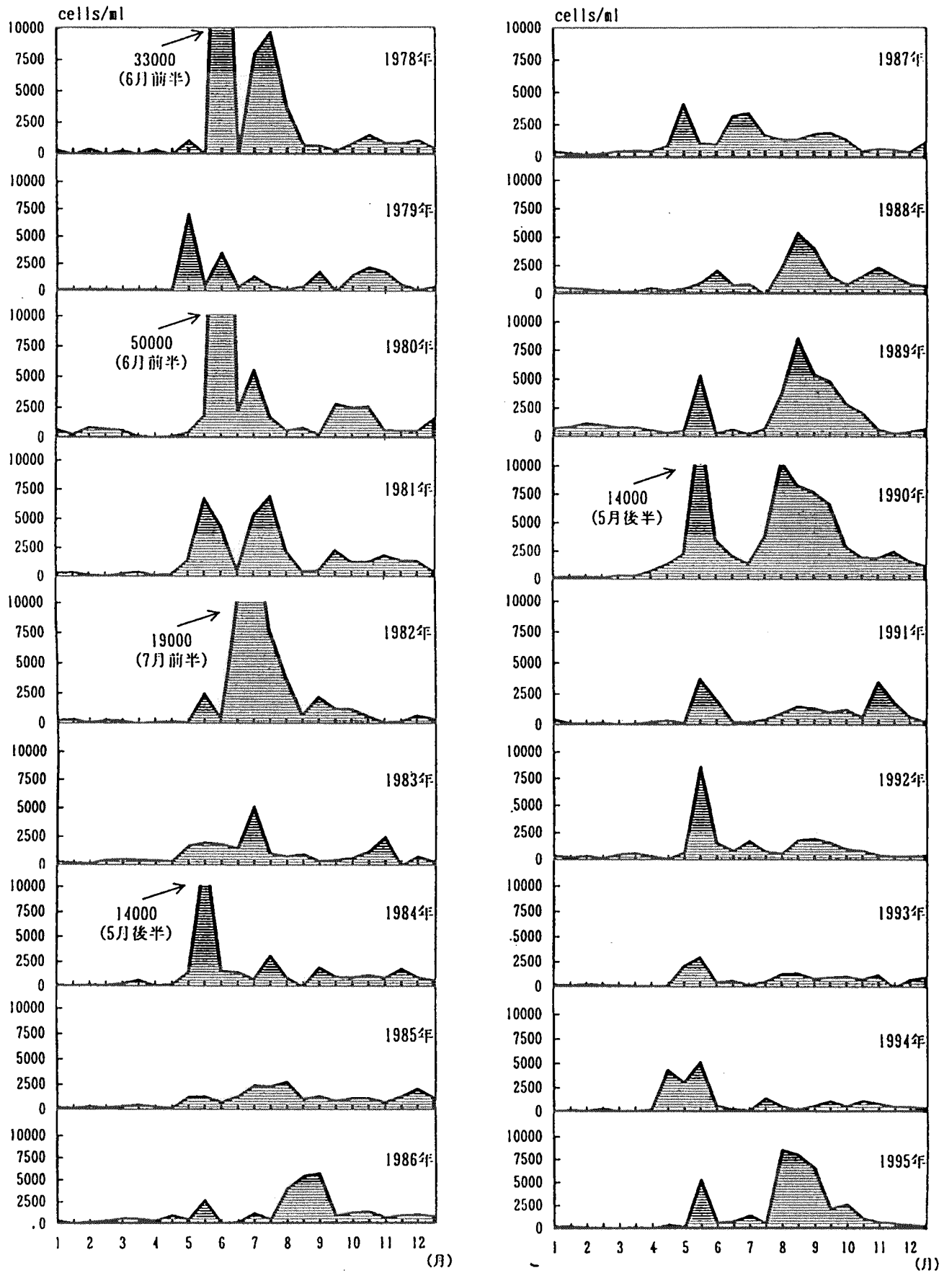


図3 琵琶湖北湖中央における総細胞数の経年変化 (1978-1995)

春季の *U.americana* が最も多く(本種が占める割合はほとんど90%以上であった), 次いで夏季~秋季に発生する *Planktosphaeria* sp.が多かった. その他 *Coelastrum cambricum*, *Fragilaria crotonensis*, *Botryosphaerella* sp., *Monoraphidium contorta*, *Gloeocystis* sp. があり, 以上の計7種類で占められていた.

この16年間の総細胞数の経年変動(図4)を平均してみると, 1月から4月までは300~400細胞/mlと少なく推移しているが, 5~6月には *U.americana* の増加により5,000細胞/ml程度にまで増加している. その後, 梅雨時期にやや減少傾向がみられるものの, 8~9月にかけ

て緑藻を中心としたプランクトン種が再び増加を示すパターンが認められる. 10月以降になると水温の低下と共に総細胞数も徐々に減少している.

### 5. 理化学的な水質の変動

植物プランクトンの変動要因には気象条件や, プランクトン間の競争関係, 湖水中の栄養塩濃度などがある. ここでは, 植物プランクトン量の一つの指標とされているクロロフィルa濃度や植物プランクトンの栄養源となる硝酸態窒素, 全窒素および全リンの経年変化と経年変化について述べる.

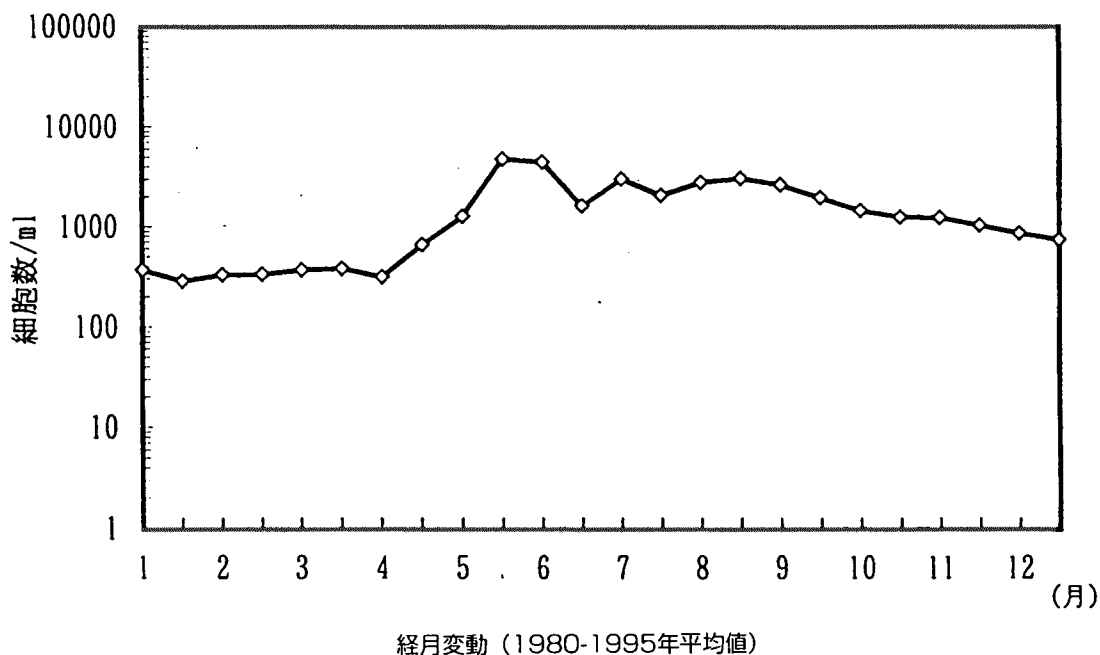
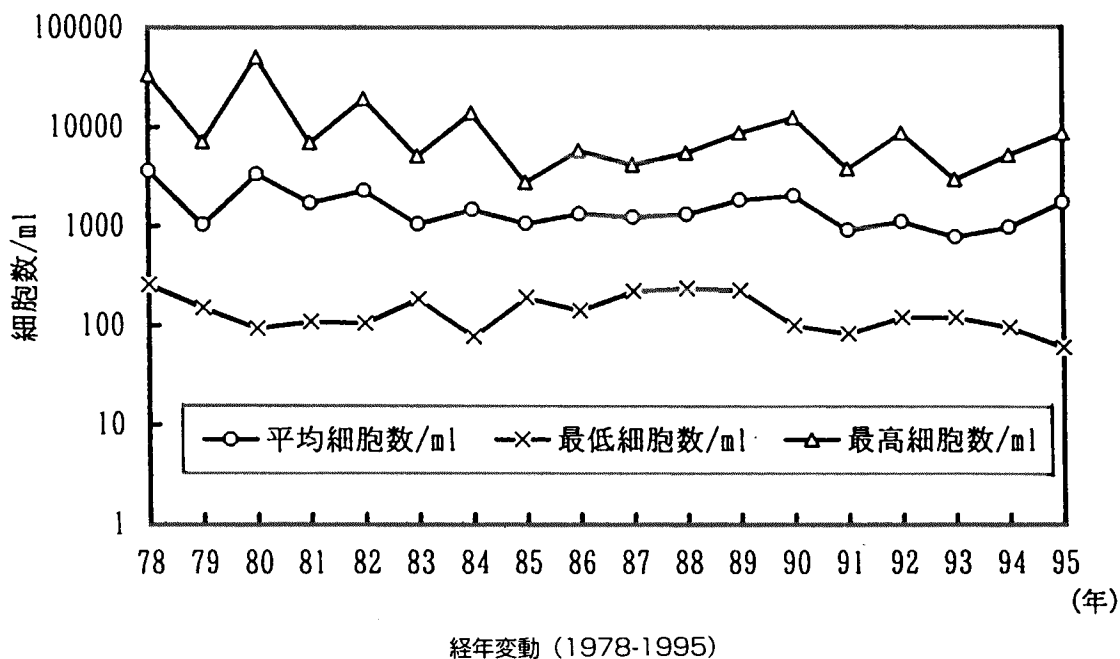


図4 琵琶湖北湖今津沖中央における植物プランクトンの変動



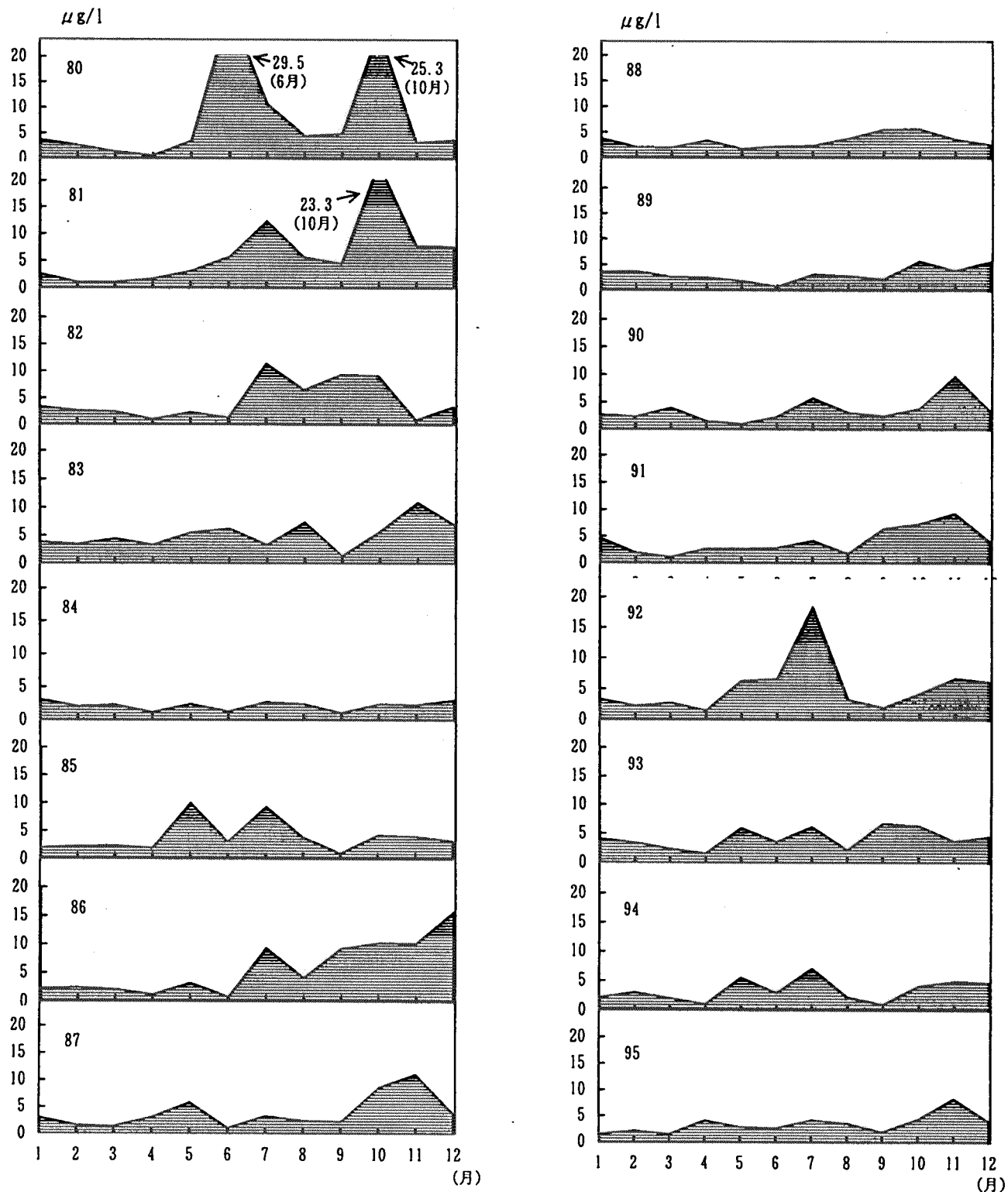


図5 琵琶湖北湖今津中央におけるクロロフィルaの経年変化 (1980-1995)

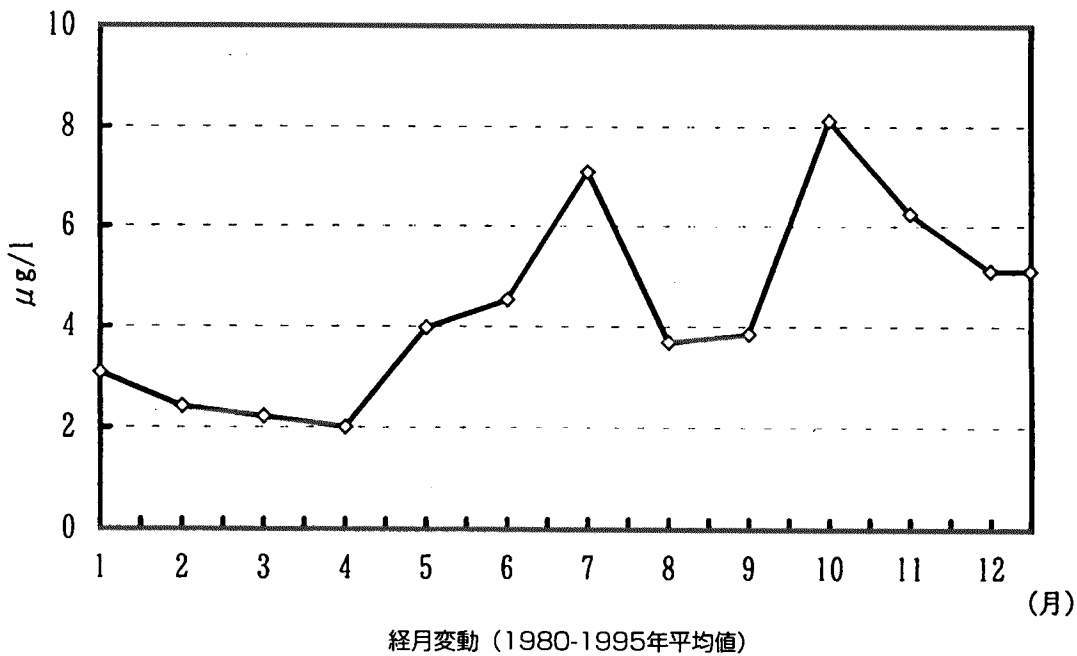
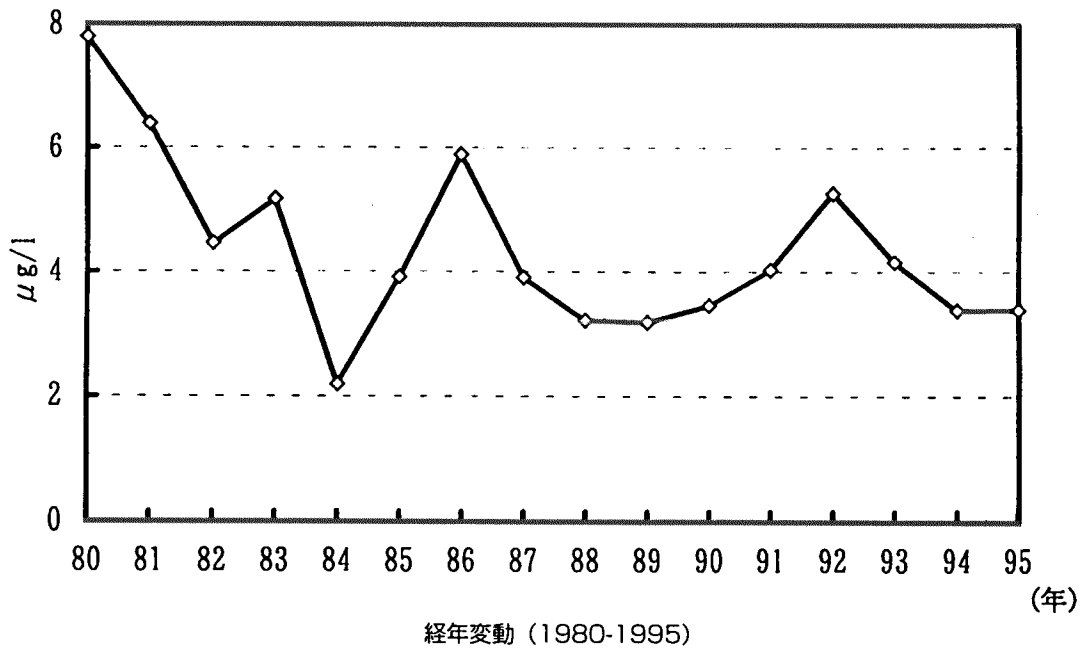


図6 琵琶湖北湖今津中央におけるクロロフィルa濃度の変動

(1) クロロフィルa濃度 (Chl.-a: 図5. 6)

当センターではクロロフィルa濃度の測定を1979年から実施している<sup>6)</sup>。1980年以降の年変動を図5に示した。1980年から1995年の平均値(図6)をみると、7月と10月に大きなピークが認められた。次に各年の傾向をみると1979年～1982年までは春季～秋季に10μg/l以上の大きなピークが認められた。6～7月のピークは *U.americana* や大型の *S.dor.v.ornatum*, *Planktosphaeria* sp. の増加によるものであった。また、1986年～1987年の秋季にも *S.dor.v.ornatum* の増加が認められた。1992年には大型の *C.aci.v.subprorum* が、例年より多く観察されると同時にクロロフィルa濃度の増加も認められ、その最高値は1992年7月にクロロフィルa濃度で18.4 μg/l、

*C.aci.v.subprorum* の細胞数で1,000細胞/mlにまで達し、北湖としては非常に高い値となった。

クロロフィルa濃度とプランクトン総細胞数との関係についてみると、その変動が必ずしも一致しないことを我々は報告<sup>7)</sup>してきた。プランクトン総細胞数が少ないにも関わらずクロロフィルa濃度が増加したときには大型の緑藻綱に属するプランクトンが優占種となることが多かった。また、長期的な変動をみると、クロロフィルa濃度もプランクトン総細胞数も、近年徐々に減少傾向を示している。

(2) 全窒素 (T-N) および硝酸態窒素 (NO<sub>3</sub>-N) の経年変化 (図7～10)

植物プランクトンの栄養源の一つである窒素の経年変

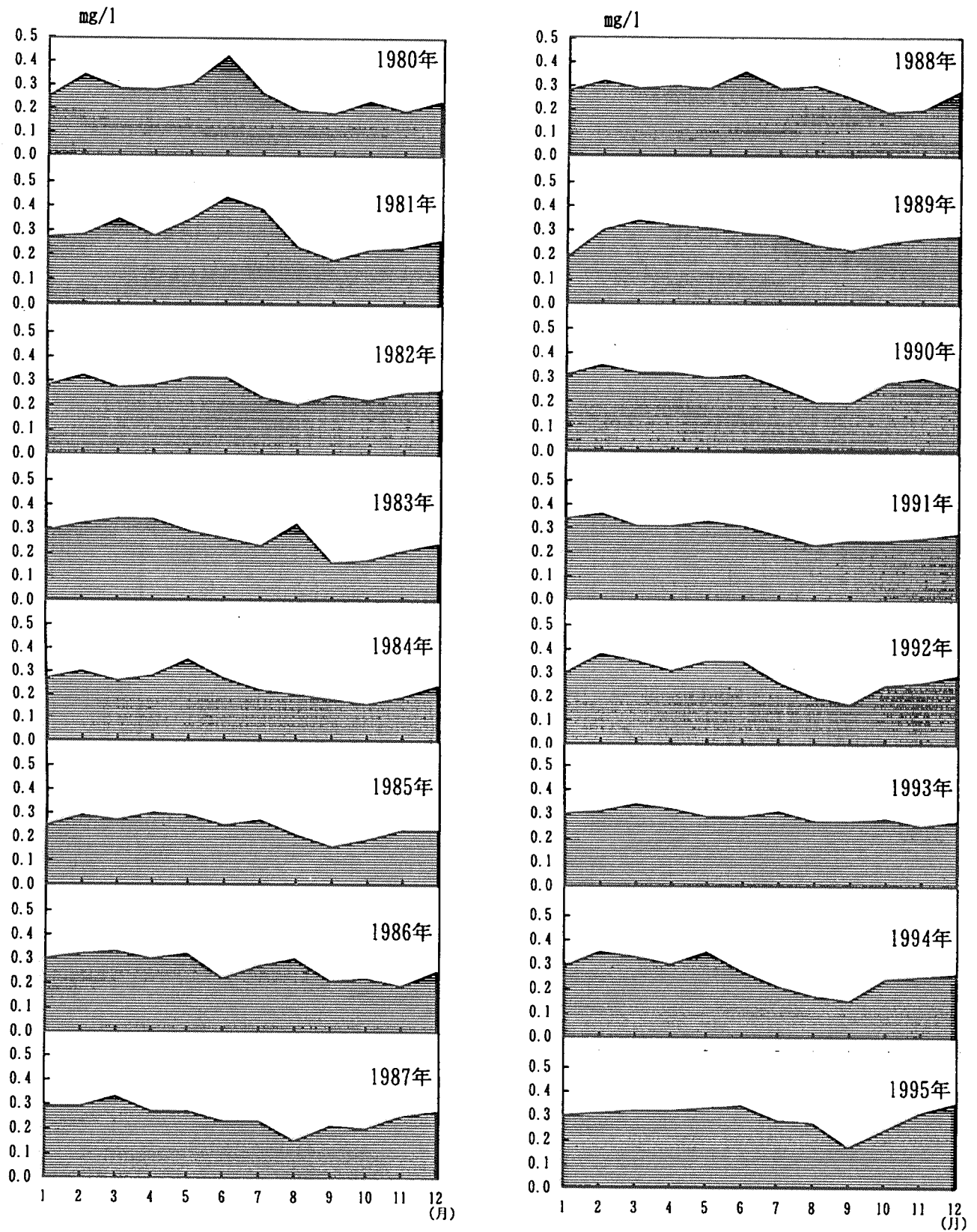
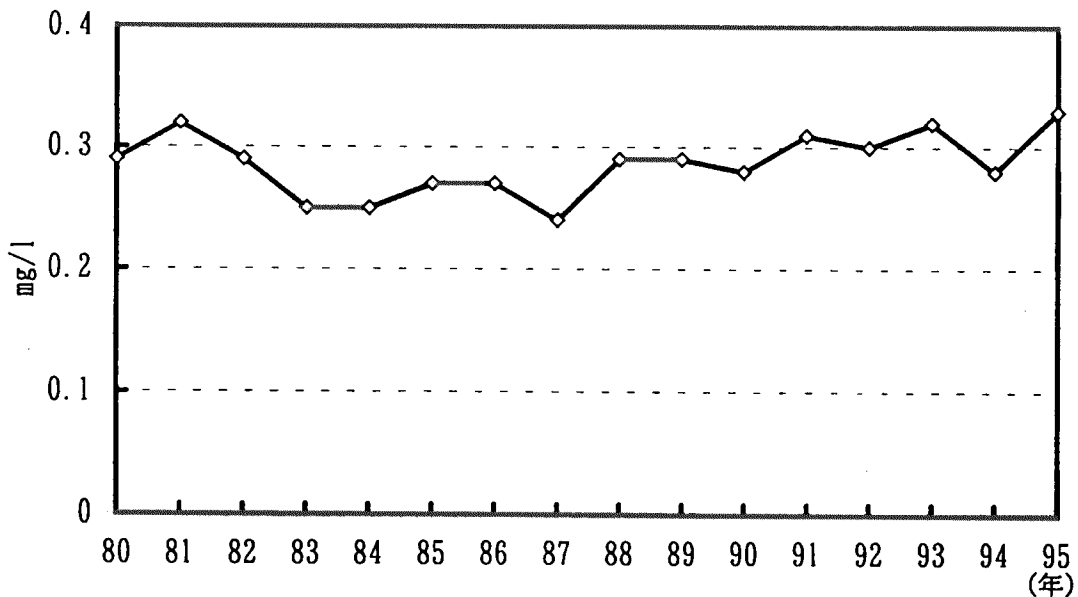
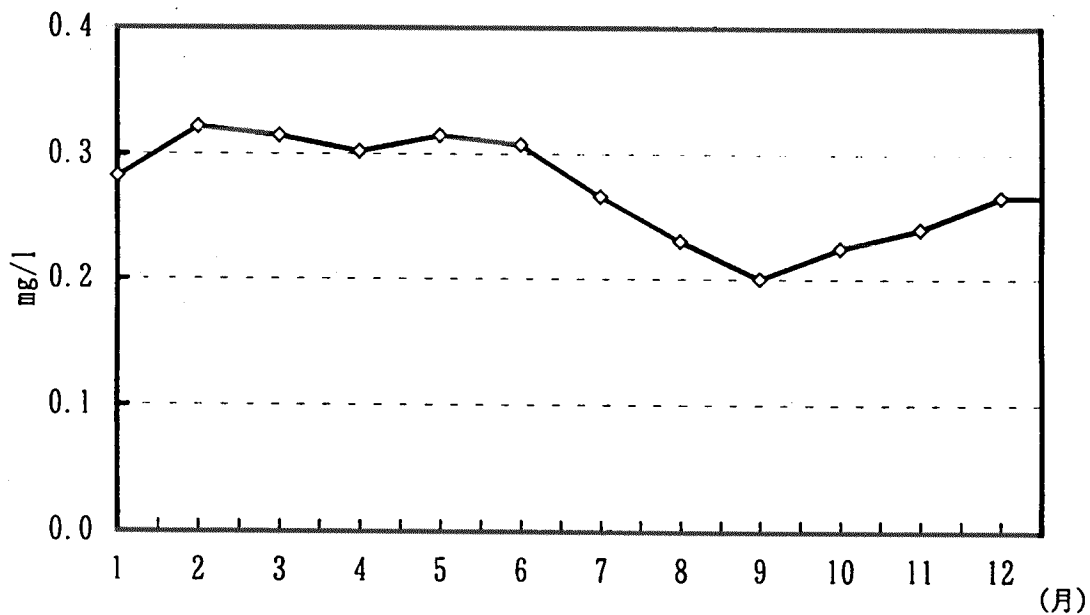


図7 琵琶湖北湖中央における総窒素の経年変化 (1980-1995)



経年変動 (1980-1995)



経月変動 (1980-1995年平均値)

図8 琵琶湖北湖今津沖中央における総窒素量の変動

化をみると、T-Nとしては冬季～春季に多く存在し、夏季に減少し、秋季に再び増加する傾向を示した。1980年および1981年の6月のピーク時には *U.americana* の大きな増加が認められた。

$\text{NO}_3\text{-N}$ は冬季に多く存在するが、春季からは植物プランクトンなどに消費され、夏季には枯渇する年も多く認められた。また、1984年や1994年のような渇水のあった年にはその傾向が強かった。

$\text{NO}_3\text{-N}$ もT-Nも1978～1981年にかけてやや上昇傾向を示していたが、その後、減少、または横ばいで推移した。しかし、1990年以降は緩やかに上昇傾向が認められた。特に $\text{NO}_3\text{-N}$ の増加傾向が顕著であった。

(3) 全リン (T-P) の経年変化

T-Pの経年変化をみると (図11)、1982年までは、春季と秋季に2回の明瞭なピークが認められたが、その後は渇水となった1994年を除き、明瞭なピークが認められなくなってきている。1980～1995年における経月変動 (平均値) は (図12) 1～4月までは $0.006\text{mg/l}$ 前後で推移し、その後、*U.americana*が増加を示す5～7月には $0.008\text{mg/l}$ 以上にまで増加した。8～9月にかけては減少傾向を示したものの10月には再び小さなピークが認められた。10月以降は徐々に減少した。

T-Pの経年変動は1980～1984年まで緩やかに減少傾向を示し、その後は、横ばいで1991年まで推移した。しかし、1990年以降は再び緩やかな減少傾向が認められた。

(4) NP比 (T-N/T-P : 図13)

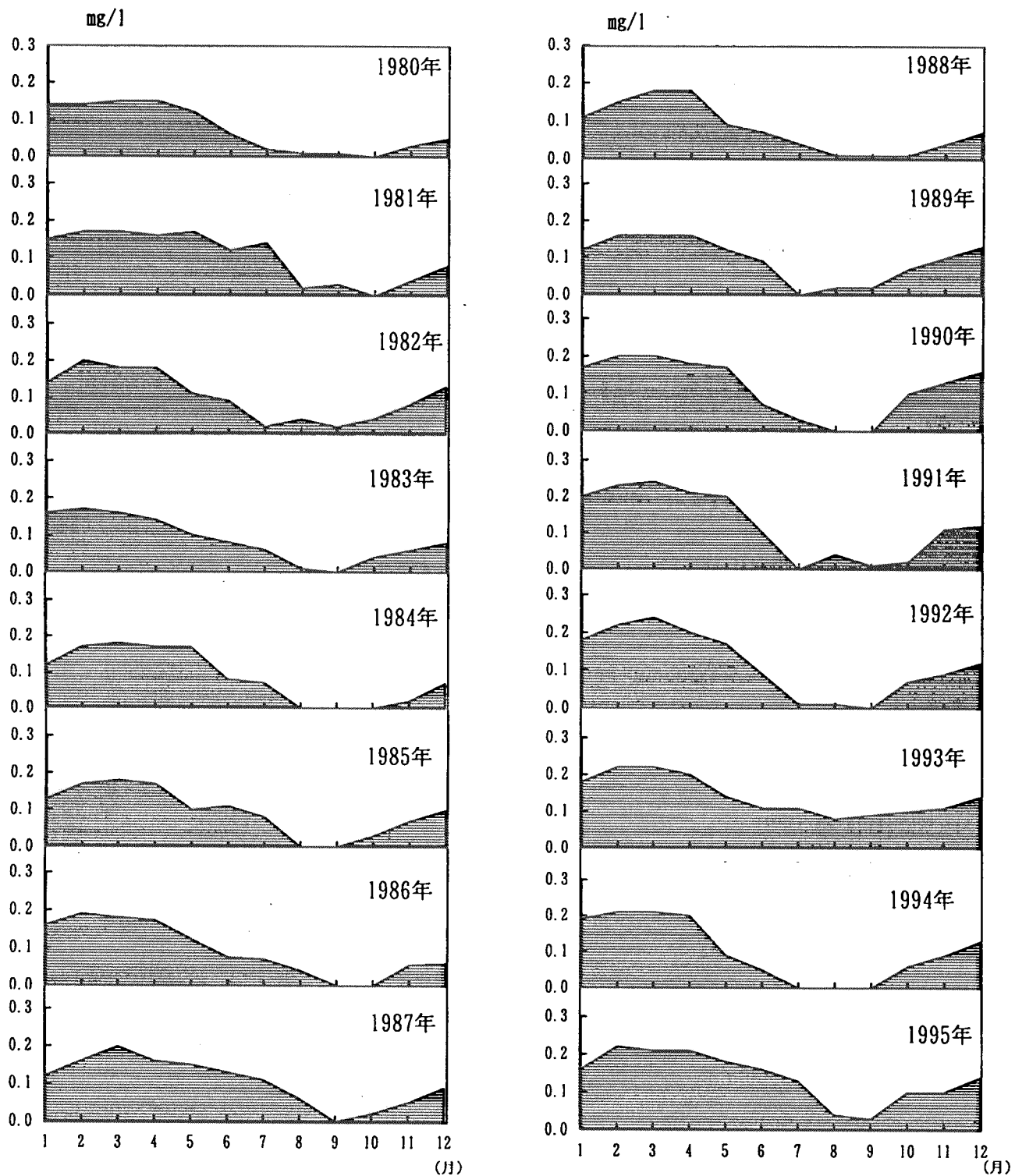


図9 琵琶湖北湖中央における硝酸態窒素の経年変化 (1980-1995)

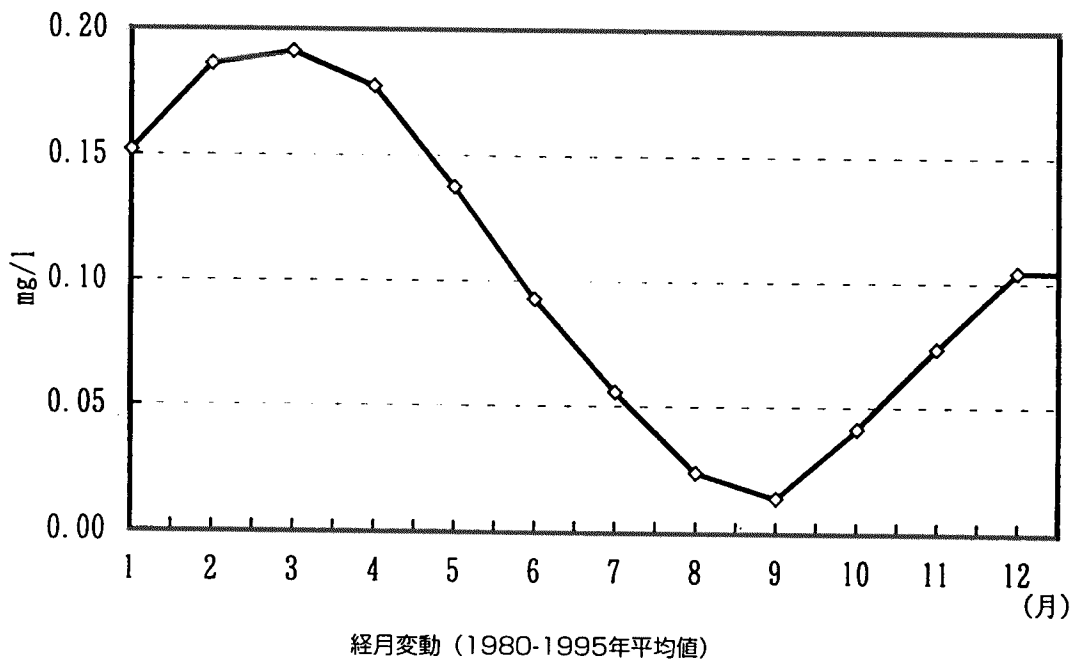
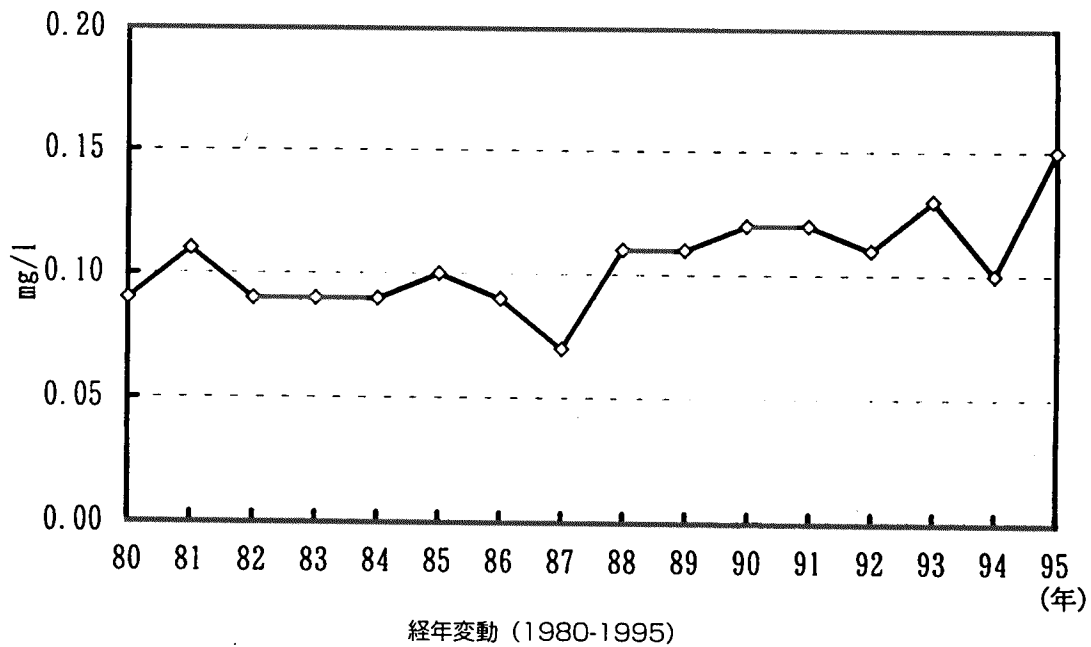


図 10 琵琶湖北湖今津沖中央における硝酸態窒素の変動

1980～1995年のNP比(年間平均値)は、25：1～41：1の値で推移しており、この期間の平均値は31：1であった。このNP比の経年変化は1990年までは30：1前後の値で推移していた。しかし、1991年以降、徐々に増加傾向を示し、1995年では40：1以上と大きくなってきている。

#### まとめ

今回、琵琶湖北湖における植物プランクトンの優占種(第1)の変遷を中心に検討した結果は次のとおりであった。

1. 観察された第1優占種は7綱34属43種であった。
2. 18年間の結果から、優占種の相違は①周期的な変動を毎年繰り返した期間(1978～1985年)、②冬季から春

季にかけては①と同様であったが、夏季以降は、様々な種が早いサイクルで優占種となった期間(1986～1990年)。③春季の *U.americana* の増加は①、②と同様であったが、それ以外は、毎年異なった種が早いサイクルで優占種を交代した期間(1991～1995年)の3期間に大別することができた。

3. 琵琶湖固有種である珪藻の *Melosira solida* が1985年以降ほとんど優占種から姿を消した。

4. プランクトン総細胞数のピーク時における優占種は、主に *U.americana* や *Planktosphaeria sp.* など限られた7種類であった。

5. 総細胞数(1980-1995年の平均)は、1～4月までは300～400細胞/mlと少なく、5～6月に6,000細胞/ml程度に

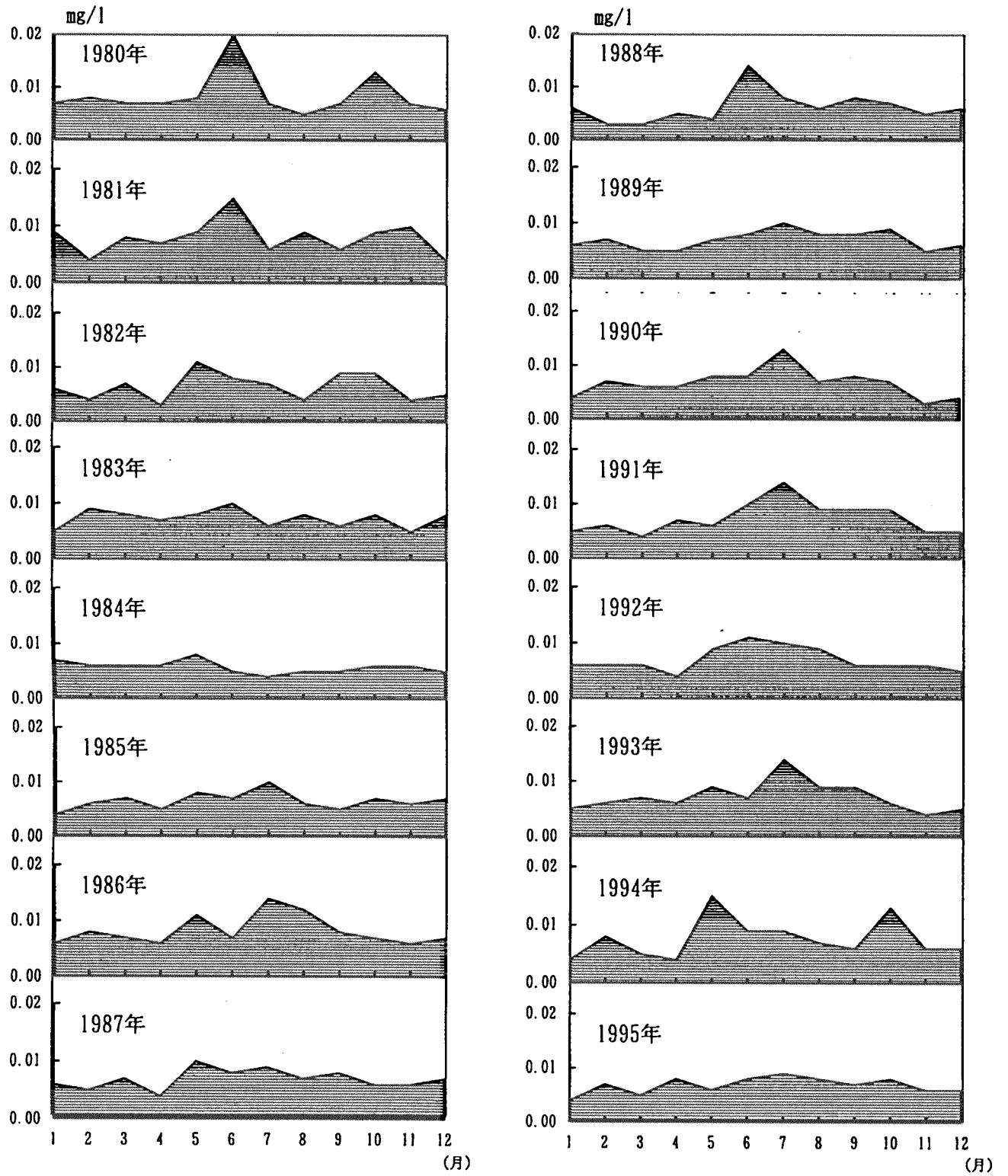


図 11 琵琶湖北湖中央における総リンの経年変化 (1980-1995)

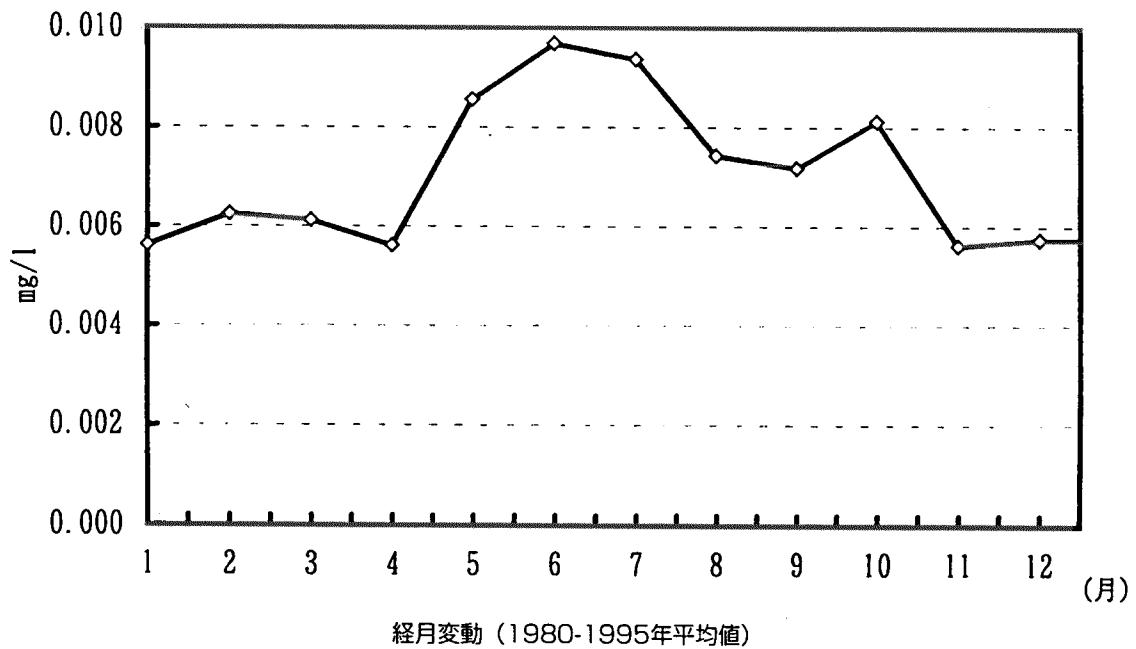
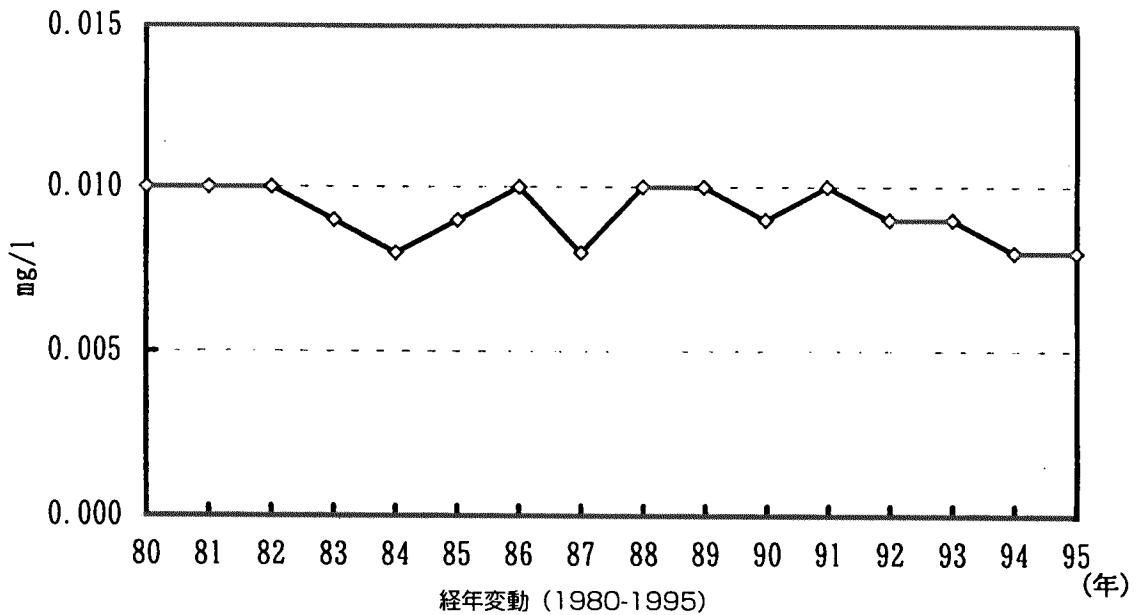


図 12 琵琶湖北湖今津沖中央における総リンの変動

まで増加し、その後梅雨時期に一時減少傾向を示すものの、7月後半～9月にかけて再び増加傾向を示した。そして10月以降は減少するという消長を毎年繰り返していた。

6. クロロフィルa濃度とプランクトン総細胞数の変動は必ずしも一致しないが、プランクトンが少ない時期にクロロフィルa濃度が増加したときには大型の緑藻綱に属するプランクトンが優占種となることが多かった。

7. 植物プランクトンの栄養源の一つであるNO<sub>3</sub>-Nは冬季に多く存在したが、夏季には表層で減少し枯渇する年も多く認められた。また、1984年や1994年のような渇水のあった年にはその現象が顕著であった。

NO<sub>3</sub>-NもT-Nも1981年まではやや上昇傾向を示していたが、その後、減少または横ばいの傾向で推移した。し

かし、1990年以降は緩やかな上昇傾向が認められた。T-Pは1982年までは春季と秋季に2回のピークが認められたが、その後明瞭なピークが認められない年が増加した。1980～1984年まで緩やかに減少傾向を示し、その後は、横ばいで1991年まで推移した。しかし、1990年以降は再び緩やかな減少傾向が認められた。T-N:T-P比の経年変化をみると1990年以降、徐々に増加し1995年では40:1以上とその比率が大きくなってきている。

#### 文 献

- 1) 北山 稔：水道協会誌，618，29-30 (1986)
- 2) 小田琢也，伊藤裕之，矢野洋：日本水処理生物学会誌，30，2，107-112 (1994)



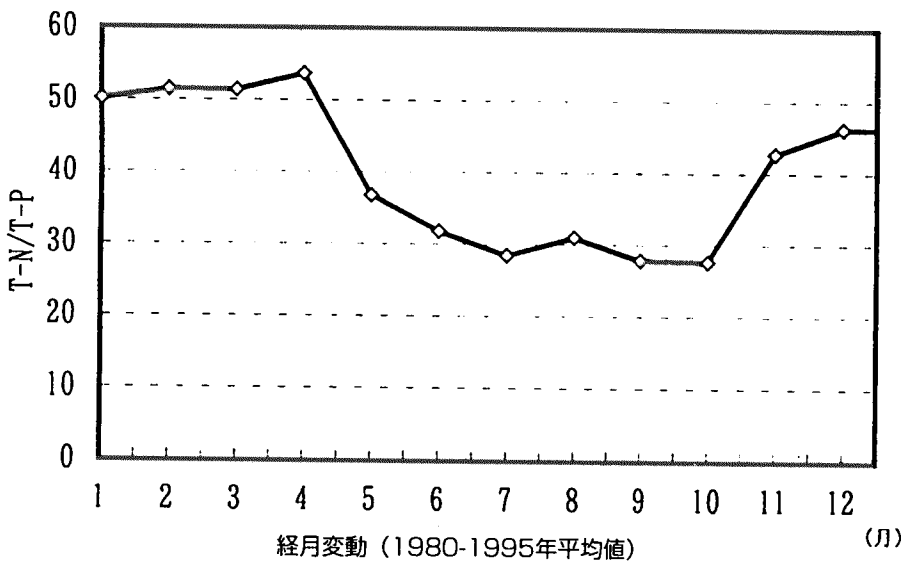
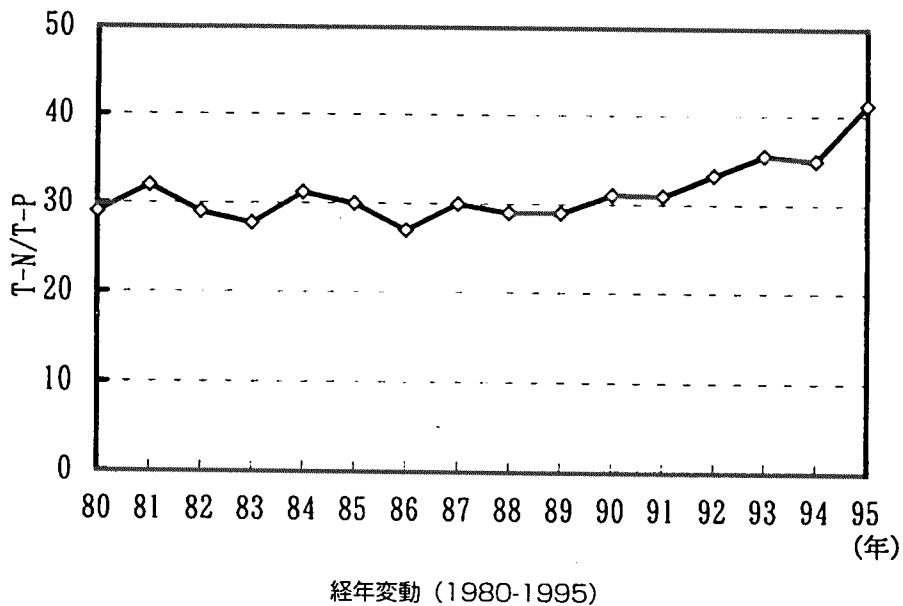


図 13 琵琶湖北湖今津沖中央におけるNP比の変動

- 3) 橋本徳蔵：水道協会誌， 439， 10-29 (1971)
- 4) 根来健一郎：滋賀県植物誌， 275-330， (1968)
- 5) Negoro.K.：Studies on the phytoplankton of Lake Biwa, Verh, Internat. Verein. Limnol., 21, 574-583 (1981)
- 6) 琵琶湖のプランクトンデータ集(1990-1993)：滋賀県立衛生環境センター (1995)
- 7) 一瀬 諭，若林哲哉，松岡泰倫，山中 直，藤原直樹，田中勝美：滋賀衛環セ所報， 30， 27~35 (1995)
- 8) 近畿地方建設局琵琶湖工事事務所，滋賀県生活環境部，滋賀県立衛生環境センター：琵琶湖水質調査報告書 (平成7年度)
- 9) 滋賀の環境：滋賀県生活環境部環境室 (1994)

表1 琵琶湖北湖中央におけるプランクトン優占種と優占種となった回数 (1978-1995年)

網名	種名	優占回数	網名	網名	優占回数
藍藻網 (CYANOPHYCEAE)	<i>Aphanothece clathrata</i>	12	緑藻網 (CHLOROPHYCEAE)	<i>Planktosphaeria</i> sp.	68
	<i>Chroococcus dis.v.minor</i>	2		<i>Staurastrum dor.v.ornatum</i>	20
	<i>Chroococcus dispersus</i>	2		<i>Coelastrum cambricum</i>	18
	<i>Gomphosphaeria lacustris</i>	2		<i>Pediastrum biwae</i>	15
黄緑藻網 (XANTHOPHYCEAE)	<i>Botryosphaerella</i> sp.	4		<i>Closterium aci.var.subpronum</i>	12
	<i>Chlorocloster</i> sp.	2		<i>Ankistrodesmus fal.v.mirabile</i>	10
黄色鞭毛藻網 (CHRYSOPHYCEAE)	<i>Uroglena americana</i>	43		<i>Cosmocladium constrictum</i>	9
	<i>Chrysocapsa planctonica</i>	4		<i>Oocystis submarina</i>	5
	<i>Chrysoamoeba radians</i>	3		<i>Oocystis</i> sp.	4
	<i>Chromulina</i> sp.	1		<i>Coenochloris</i> sp.	3
	<i>Pseudokephyrion</i> sp.	1		<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	3
珪藻網 (BACILLARIOPHYCEAE)	<i>Stephanodiscus car.v.pusilla</i>	56		<i>Dactyosphaerium jurisii</i>	2
	<i>Fragilaria crotonensis</i>	35		<i>Gloeocystis</i> sp.	2
	<i>Melosira solida</i>	28		<i>Chlamydomonas</i> sp.	1
	<i>Asterionella formosa</i>	14		<i>Coenocystis</i> sp.	1
	<i>Stephanodiscus carconensis</i>	6		<i>Dictyosphaerium</i> sp.	1
	<i>Melosira granulata</i>	3		<i>Dictyosphaerium subsolitarium</i>	1
	<i>Melosira italica</i>	2		<i>Gloeocystis vesiculosa</i>	1
	<i>Cyclotella</i> sp.	1		<i>Monoraphidium contorta</i>	1
渦鞭毛藻網 (DINOPHYCEAE)	<i>Peridinium berlinense</i>	1		<i>Monoraphidium tortile</i>	1
褐色鞭毛藻網 (CRYPTOPHYCEAE)	<i>Cryptomonas</i> sp.	15	<i>Schroederia judayi</i>	1	
			<i>Sphaerocystis</i> sp.	1	