HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	網走湖の植物プランクトンの季節的消長
Author(s)	中村, 優子; 青井, 孝夫; 黒木, 宗尚
Citation	環境科学 : 北海道大学大学院環境科学研究科紀要, 3(1), 35-46
Issue Date	1980-03-28
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/37100
Type	bulletin (article)
File Information	3(1)_35-46.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

環境科学 (北海道大学)	3 (1)	35～46	1980・3月

網走湖の植物プランクトンの季節的消長

中村優子*・青井孝夫**・黒木宗尚*
*北海道大学大学院環境科学研究科環境構造学専攻植物分類学講座
**北海道公害防止研究所

The Seasonal Change of Phytoplankton in Lake Abashiri

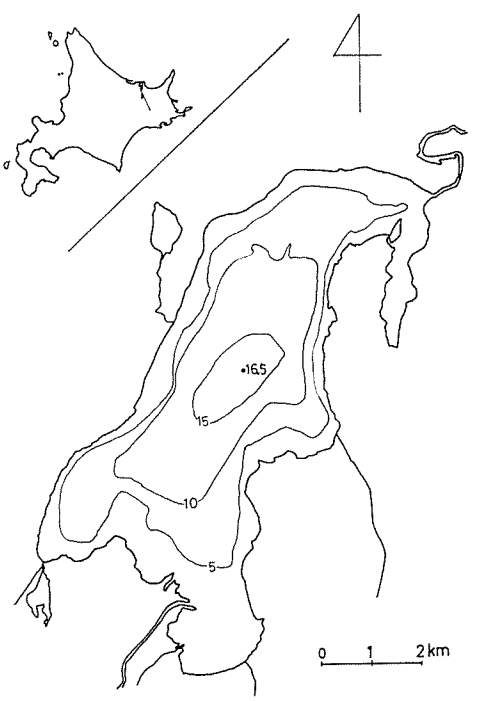
Yuko Nakamura*, Takao Aoi** and Munenao Kurogi*
*Laboratory of Systematic Botany, Division of Environmental Structure,
Graduate School of Environmental Science,
Hokkaido University, Sapporo
**Hokkaido Research Institute for Environmental Pollution, Sapporo

緒　　言

網走湖は北海道北東部に位置し，オホーツク海に面している。周囲約 46 km，最大水深は 16.5 m である。表層の塩素イオン濃度は 350～500 ppm 程度で（黒田 1967，黒萩 1970），夏には藍藻のいわゆる“水の華”が見られることがあり，富栄養湖といわれている（元田 1950）。水深 10.5 m 以深には逆流した海水が存在し，高塩分還元状態の停滞層を形成し，この停滞層は全貯水量の 11% を占め，溶存酸素はなく，硫化水素 200 ppm 程度の，栄養塩類に富んだ水質だといわれている（青井・他 1978）。

本湖で，1978 年 5 月から結氷期をはさみ約 1 年半，植物プランクトンと水質について調査を行った。今回，植物プランクトンの量（クロロフィル *a*，個体数）および種組成の季節変化と，その間における水質の変化について，得られた結果を述べる。

図-1 に網走湖の位置，形態等を示す。



図—1　網走湖の位置と形態

調 査 方 法

調査は 1978 年 5 月から 1979 年 9 月まで行った。本湖は 1978 年 12 月から翌年 5 月中旬まで結氷した。調査日は次の通りである。1978 年 5 月 9 日，6 月 13 日，7 月

1979 年 12 月 3 日受理
Received Dec. 3, 1979

18日，8月2日，9月5日，10月28日，11月25日，1979年2月5日，5月30日，6月19日，7月11日，7月26日，8月7日，8月27日，9月6日。

調査点は湖南側の網走川流入河口付近，湖心部（最深部），網走川流出口付近の3点であるが，今回報告する結果は，全て湖心部における試料に基づくものである。

採水は船で，表面水（0 m）はバケツを用い，水深5 m，10 mの各層についてはポンプまたはバンドン式採水器を用いた。

水質分析の項目とその方法を表-1に示す。

表—1　水質分析の項目と分析方法

分析項目	規格	細目
水温	JIS KO 102	離合社製サーミスター，棒状水温計
pH	海洋観測指針	ガラス電極法
塩分	〃	モールの銀滴定法
溶存酸素	JIS KO 102	ウインクラーアジ化ナトリウム変法
燐酸塩 (PO_4)	Strickland *et al.* (1968)	モリブデンブルー抽出法
硝酸塩 (NO_3)	〃	銅・カドミウム還元法
亜硝酸塩 (NO_2)	〃	グリース・ロミン法
アンモニウム塩 (NH_3)	〃	インドフェノール法

クロロフィル*a*は試料200 mℓを Wattman GFC（孔径0.9 μm）で濾過し，90%アセトンで抽出したものをターナIII型蛍光光度計により定量した（西条1975）。

植物プランクトンは，上記の方法で得た湖水をプランクトンネット（NXXX-25，孔径40 μm）を用いて濾過濃縮し，ホルマリンで固定した。この試料の一定量をスライドグラスに取り，顕微鏡下で現われた植物プランクトンの，色素体の明瞭な細胞を計測し，湖水1ℓ当りの個体数を求めた。この時，緑藻類の糸状または群体を形成する種類については，糸状体または群体の数を1個として計測し，珪藻や藍藻 *Anabaena* などは，その細胞数を計測した。なお，細胞の大きさについては，今回は特別な配慮はしなかった。

結　　果

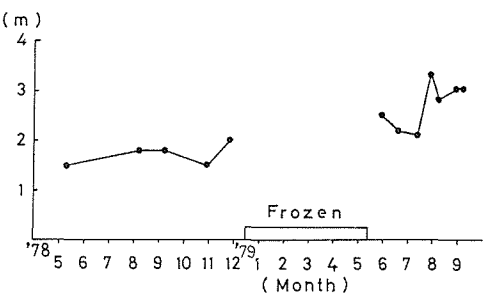
I. 水　　質

1) 透明度

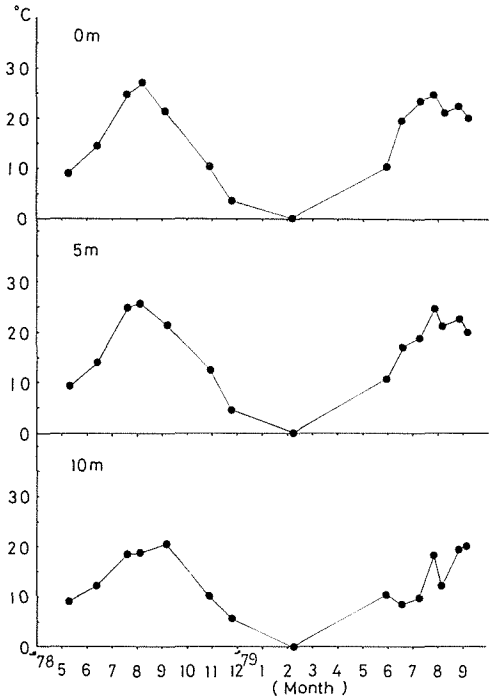
図-2に示す様に，1978年は透明度1.5～2 mであったが，1979年は2～3 mに上昇し，特に7月26日には3.3 mと調査期間中の最大値を示した。

2) 水　　温

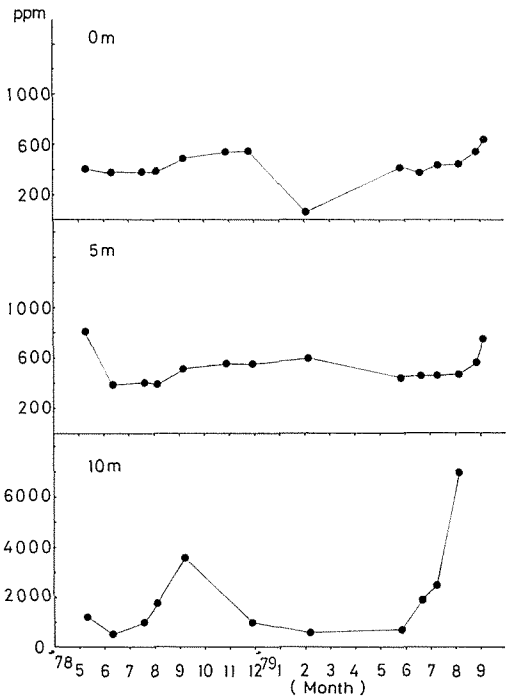
図-3に示す様に，表層は1978年5月の9.1°Cから8月27.2°Cのをピークとして，結氷下の2月（1979年）には0°Cまで下降した。解氷とともに水温は再び上昇するが，1979年は7月26日の24.7°Cが最高値であり，1978年より若干低い傾向が見られた。5 m層は表層よりやや低温ではあるが，表層とほぼ同様の季節変化を示した。10 m層の最高値は両年とも9月に見られ，表層，5 m層よりも1カ月程ピークが遅れてい



図—2　透明度の季節変化



図—3　水温の季節変化



図—4　塩素イオン濃度の季節変化

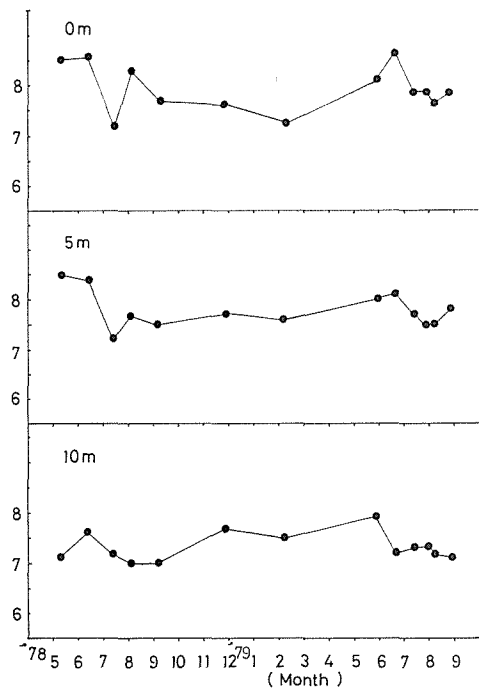
ることが特徴的である。10 m 層の最低値は結氷下の 2 月の 0.3°C であり，表層，5 m 層よりやや高い程度であった。

3)　塩素イオン濃度

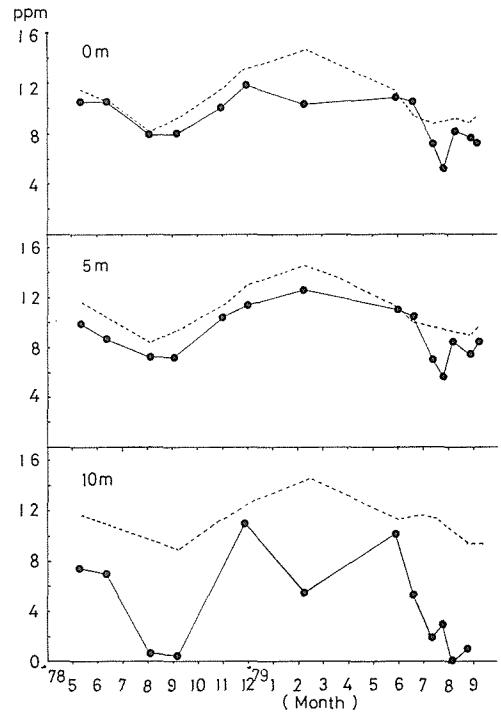
図-4 に示す様に，表層の塩素イオン濃度は 5 月～8 月は 400 ppm 前後であり，9 月～12 月は 500 ppm 前後とやや増加する傾向が見られた。しかし結氷期には 71 ppm と大幅に減少し，年間の最低値を示した。解氷とともに表層の塩素イオン濃度は再び 400 ppm 程度に上昇し，8 月まで継続するのは，両年に共通した傾向である。しかし，1979 年 9 月は 640 ppm 前後と前年よりやや高い傾向が見られた。5 m 層の塩素イオン濃度は，1978 年 5 月の 815 ppm と 1979 年 2 月の 596 ppm を除けば，表層とほぼ同じ濃度であり，季節変化も同様であった。前述の様に結氷期の表層の塩分は低濃度であるが，5 m 層は 11 月の濃度より若干高く，表層と 5 m 層は混合しにくいことが推察された。10 m 層は前述した停滞層の境界であり，停滞層の水位の上下により，塩素イオン濃度が非常に大きく変動する。季節的には 8 月～9 月が 2,000～3,500 ppm と高い傾向が見られた。特に，1979 年 8 月以降は 7,000 ppm にまで増加し，8 月は 10 m の測定はしなかったが 8 m 層でも 3,000 ppm となった。表層，5 m 層の塩分が 1979 年 8 月以降増加したことは，停滞層の水位が上昇したことが原因かもしれない。

4)　水素イオン濃度 (pH)

図-5 に示す様に，表層では 5 月，6 月が pH 8.5 以上と高く，他の月は 7.5 前後であった。5 m 層も変動幅は小さいが，表層とほぼ同様の季節変化を示した。10 m 層は全て pH 8 以下であり，7 月～9 月が 7.1 前後と低い傾向が見られた。ただ，1978 年 7 月は表層から 10 m 層まで pH は 7.2 であり，表層と 5 m 層では前後の調査時より低いことが特徴的である。しかしこの原因等については不明である。



図—5 水素イオン濃度の季節変化



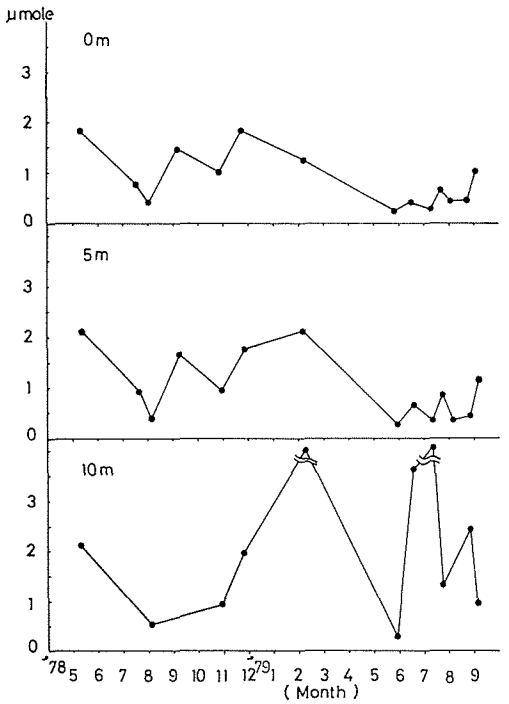
図—6 溶存酸素の季節変化（実線：実測値，破線：理論的飽和値）

5) 溶存酸素

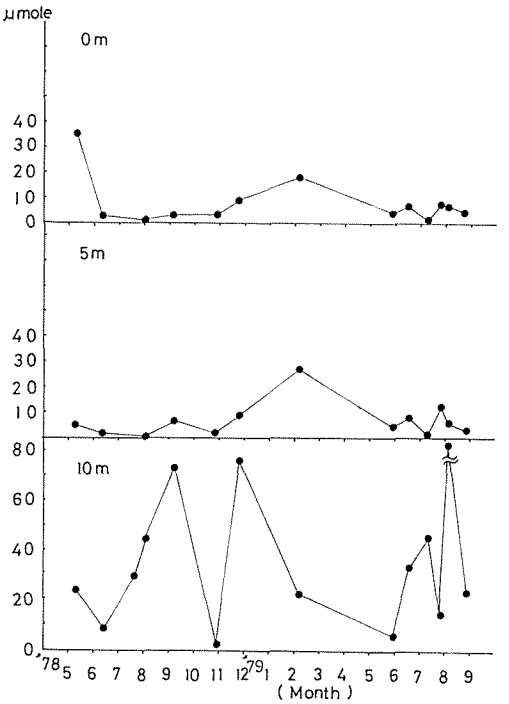
図-6に溶存酸素の季節変化を示す。図中の実線は実測値，破線は水温と塩分により規定される溶存酸素の理論的飽和値である。図から明らかな様に，表層と5m層の溶存酸素はほぼ同様の季節変化を示している。水温の高い夏期は8ppm前後，水温の低い時期は10ppm以上存在しており，結氷期でも表層は10.4ppm，5m層は12.6ppmと最高値を示していた。1979年7月26日は，表層5.2ppm，5m層5.6ppmであり，調査期間中の最低値を示した。表層の溶存酸素が過飽和となったのは，両年とも6月であり，特に1979年は5m層も過飽和であった。溶存酸素飽和度が低いのは，表層では1979年2月の71%，7月26日の60%であり，5m層では7月26日の64%であった。それ以外の時期は，表層はほぼ90%，5m層はほぼ85%程度の飽和度であった。10m層の溶存酸素は，停滞層の影響が見られる時期には1ppm以下，飽和度10%以下に低下し，特に1979年8月6日は無酸素になっていた。一方，1978年11月と，1979年5月は飽和度が90%程度であった。それ以外の時期の飽和度は40～60%であった。

6) リン酸塩

図-7にリン酸塩の季節変化を示す。図から明らかな様に，表層と5m層の季節変化はほぼ一致している。1978年5月は，表層1.8 μM，5m層2.1 μMとリン酸塩濃度は高く，以後減少し，8月には表層，5m層とも0.4 μMまで低下した。9月には1.5 μM程度に上昇したが，10月は1 μM程度とやや減少し，11月には再び5月とほぼ同程度にまで上昇した。2月の結氷下では，表層は1.2 μMと11月よりやや減少したが，5m層は2.1 μMと5月のレベルまで増加した。しかしながら，1979年5月は，表層，5m層ともに0.3 μM以下であり，前年に比較して1/6程度の低濃度であった。表層のリン酸塩濃度は5月以降7月26日に0.65 μMになった以外は，9月まで0.5 μM以下と低濃度であったことが特徴的である。10m層も表層と同様の季節変化をし



図—7 リン酸塩濃度の季節変化



図—8 溶存無機窒素濃度の季節変化

ていると思われるが，停滞層の影響があらわれている 1979 年 6 月以降は異なったパターンを示した。

7) 溶存無機窒素

硝酸・亜硝酸・アンモニア三態の窒素の和を溶存無機窒素とし，図-8 にその季節変化を示す。表層では 1978 年 5 月が 35 μM と高濃度であり，6 月以降は 5 μM 以下に減少した。結氷下の 2 月は 18 μM 程度に増加した。1979 年 5 月は 3.8 μM と前年に比較して 1/10 程度の低濃度であったのは，リン酸塩に見られたのと同様の傾向であった。また，1979 年 7 月 26 日は 7.3 μM であり，前後の調査時よりやや増加していたことも，リン酸塩で見られたのと同様である。5 m 層は，1978 年 5 月が 5.3 μm と低濃度であった以外は，表層とほぼ同様の季節変化を示した。10 m 層は停滞層の影響があると思われる時期に高濃度になる傾向が見られた。しかしながら，10 m 層の溶存無機窒素濃度は，1978 年 10 月には 1.8 μM と非常に低濃度になる等，変動が大きいが，その原因等については現在のところ不明である。

図には示していないが，網走湖では，アンモニア態窒素が，硝酸態，亜硝酸態窒素よりも量的に大きく，溶存無機窒素の季節変化はほぼアンモニア態窒素の変化と同一であった。硝酸態窒素は，結氷下の 2 月に表層，5 m 層，10 m 層ともに，5～8 μM と年間の最高値になり，夏期には表層ではほとんど検出されないことが特徴的であった。亜硝酸態窒素は，量的には他の二態の窒素より少ないが，停滞層の影響があらわれた時の 10 m 層に多い傾向が見られた。

II. 植物プランクトン

1) 出 現 種

今回の調査で同定することのできた植物プランクトンの種名を表-2 に示す。変種，品種を加えて，藍藻 5，黄色鞭毛藻 1，珪藻 81，緑藻 10 の合計 97 分類群である。珪藻が最も多い。元田・石田 (1949)，広瀬 (1950)，津田・他 (1967)，黒萩 (1970) の調査結果と比較すると，新しく網走湖にその存在を認めた種が少なくない。ま

表—2 網走湖に出現した植物プランクトン

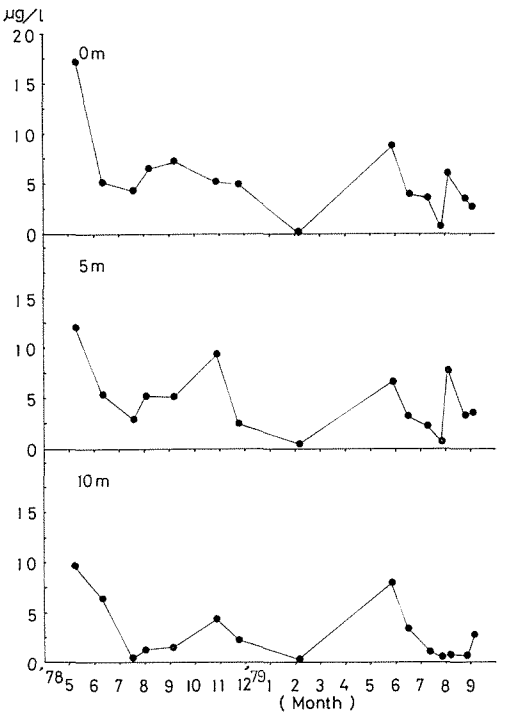
Cyanopyceae 藍藻	*A. flos-aquae* var. *intermedia* f. *spiroides* Woronich
Dactylococcopsis acicularis Lemmermann	*A. scheremetievi* Elenkin
Merismopedia tenuissima Lemmermann	
Anabaena flos-aquae var. *treleasi* Bornet et Flahaut	
Crysophyceae 黄色鞭毛藻	*Dinobryon cylindrica* Imhof
Bacillariophyceae 珪藻	*Achnanthes lanceolata* Brébisson
Melosira varians Agardh	*A. lanceolata* var. *elliptica* Cleve
M. undulata (Ehr.) Kützing	*A. lanceolata* var. *rosterata* Hustedt
M. granulata (Ehr.) Kützing	*Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grunow
M. granulata var. *angustissima* Müller	*Diploneis interrapta* (Kütz.) Cleve
M. italica (Ehr.) Kützing	*D. smithii* (Bréb.) Cleve
M. distans var. *alpigena* Grunow	*Navicula scutiformis* Grunow
Thalassiosira sp.	*N. alpha* var. *longistris* Kobayashi
Cyclotella meneghiniana Kützing	*N. gregaria* Donkin
C. glomerata Bachmann	*N. viridula* var. *avenacea* (Bréb.) Grunow
Coscinodiscus lacustris Grunow	*Pinnularia appendiculata* (Ag.) Cleve
C. marginatus Ehrenberg	*Amphiprora paludosa* W. Smith
C. astromphalus Ehrenberg	*Amphora ovalis* Kützing
Stephanodiscus hantzschii Grunow	*A. coffeiformis* Agardh
Actynoptychus senarius (Ehr.) Ehrenberg	*A.* sp.
Actynocyclus ehrenbergi Ralfs	*Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenhorst
Terpsinoe americana (Bail) Ralfs	*Cymbella amphicephara* Nägeli
Tabellaria flocculosa (Roth) Kützing	*C. ehrenbergii* Kützing
Diatoma vulgare Bory	*Cymbella ventricosa* Kützing
D. hiemale var. *mesodon* (Ehr.) Grunow	*C. tumida* (Bréb.) Van Heurck
D. elongatum (Lyngb.) Brébisson et Godey	*C. aspera* (Ehr.) Cleve
Fragilaria construens (Ehr.) Grunow	*Gomphonoma acuminatum* Ehrenberg
F. construens var. *venter* (Ehr.) Grunow	*G. olivaceum* (Lyngb.) Kützing
Fragilaria construens var. *subsalina* Hustedt	*Epithmia turgida* (Ehr.) Kützing
	E. sorex Kützing
F. lapponica Grunow	*Rhopalodia gibba* (Ehr.) O. Müll
F. vaucheriae (Kütz.) Peter	*R. gibba* var. *ventricosa* (Ehr.) Grunow
Ceratoneis arcus var. *amphioxys* (Rabh.) Brun	*Bacillaria paradoxa* Gmellin
	Nitzschia trybionella Hantzsch
Asterionella gracillima (Hantz.) Heiberg	*N. trybionella* var. *levidensis* (W. Smith) Grunow
Synedra ulna (Nitz.) Ehrenberg	
S. ulna var. *oxyrhnchus* (Kütz.) Van Heurck	*N. trybionella* var. *debilis* (Arnott) Mayer
S. acus Kützing	*N. littoralis* Grunow
S. rumpens Kützing	*N. dubia* W. Smith
S. pulchella Kützing	*N. punctata* var. *peragalli* Halden
Eunotia pectinalis var. *minor* (Kützing) Rabenhorst	*N. capitellata* Hustedt
	N. palea (Kütz.) W. Smith
Cocconeis placentula Ehrenberg	*N. actinasteroides* (Lemm.) V. Goor
C. placentula var. *euglypta* (Ehr.) Cleve	*N. sigma* (Kütz.) W. Smith
C. scutellum Ehrenberg	*N. lorenziana* var. *subtilis* Grounow

N. acicularis W. Smith	*S. rovusta* var. *splendida* (Ehr.) Van Heurck
Stenopterobia intermedia (Lewis) Fricke	*Chaetoceros didymus* Ehrenberg
Surirella linearis W. Smith	*Chaetoseros* sp.
Chlorophyceae 緑藻	*Closteriopsis longissima* var. *tropica* W. et G. W. West
Eudorina elegans Ehrenberg	*Pediastrum duplex* Meyen
Planctonema lauterbornii Schmidle	*P. boryanum* (Turp.) Meneghini
Dictyosphaerium ehrenbergianum Nägeli	*Scenedesmus acuminatus* (Lag.) Chodat
Westella botryoides (W. West) De Wildemann	*S. quadricauda* (Turp.) Brébisson
	S. intermedius Chodat

た，かつて報告されたものでその存在を認められなかったものもある。これらの形態，分類学的な詳細は稿を改めて述べることとし，ここでは種名，変種名，品種名だけをあげておく。

2) クロロフィル *a* 量

図-9 にクロロフィル *a* 量の季節変化を示す。表層は 1978 年 5 月が 17.5 μg/ℓ と調査期間中の最大値であった。6 月，7 月は 5 μg/ℓ と減少し，8 月，9 月は 7～7.5 μg/ℓ とやや上昇した。10 月，11 月は再び 5 μg/ℓ 程度に減少し，2 月には 0.1 μg/ℓ と最小値になった。結氷下では植物プランクトンの量が非常に少ないことがうかがわれる。解氷後の 5 月には，再び 8.7 μg/ℓ に増加したが，前年の約 1/2 程度であり，それ以降も前年より低い傾向が見られた。特に 7 月 26 日は 0.6 μg/ℓ と 2 月に次いで低い値であったのが特徴的である。5 m 層のクロロフィル *a* 量は，表層とほぼ同様の季節変化を示したが，1978 年 10 月は 9.6 μg/ℓ と表層より高い点が異なっている。1979 年 7 月 26 日は，5 m 層も 0.6 μg/ℓ 程度であり，2 月に次いで低いことは，表層と同様であった。10 m 層のクロロフィル *a* 量も，1978 年 5 月が 9.8 μg/ℓ と最大値を示した。5 月，6 月及び 11 月以外は 2 μg/ℓ 以下であり，1979 年の 7 月，8 月は 1 μg/ℓ 以下であった。10 m 層のクロロフィル *a* 量は，春と秋の湖の混合期に高い傾向がある。また，クロロフィル *a* 量とリン酸塩，溶存無機窒素濃度との間には，かなり関連性が見られる。例えば，結氷下の 2 月や，1979 年 7 月 26 日には，クロロフィル *a* 量は減少し，栄養塩類は増加している。特に 5 m 層のクロロフィル *a* 量の季節変化と，リン酸塩の季節変化はほとんど対称的である。



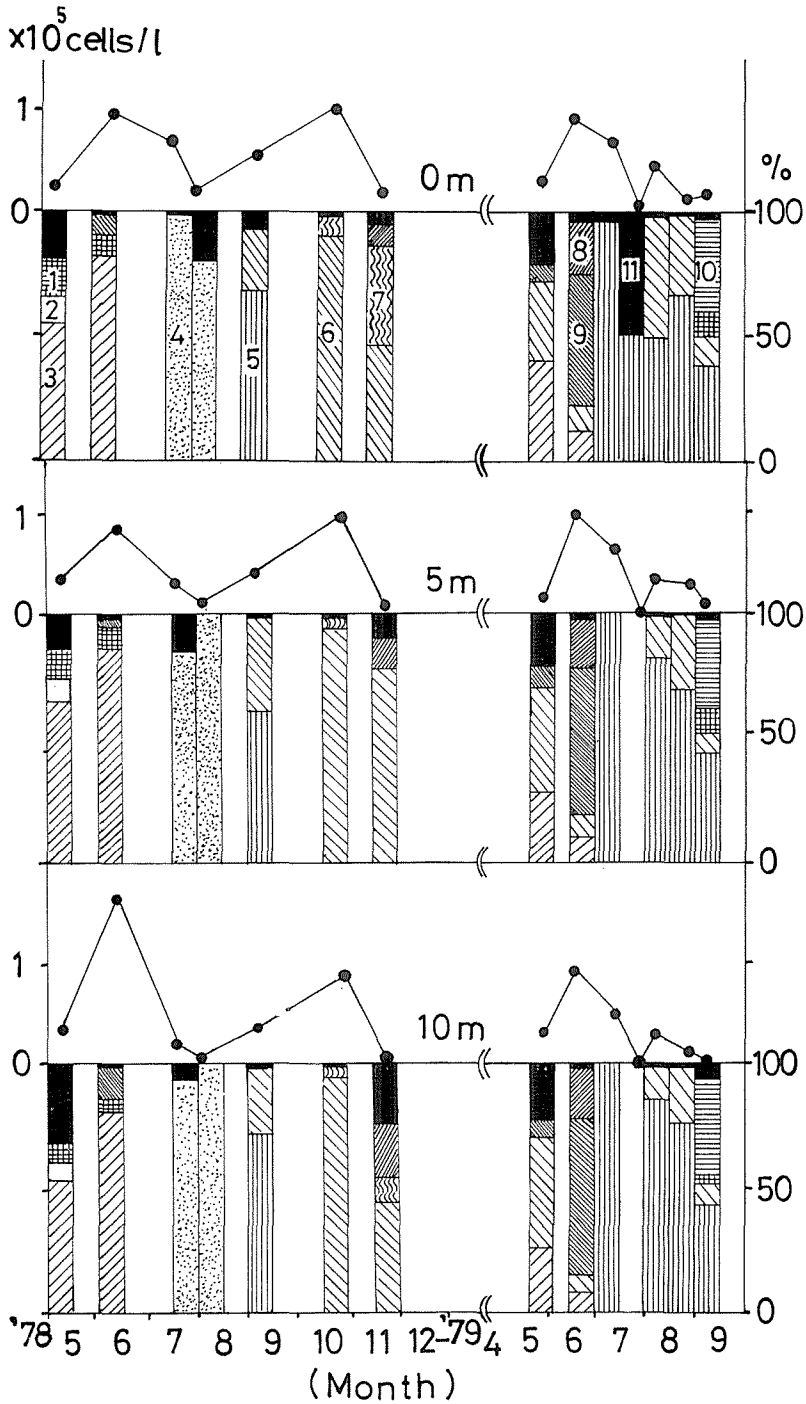
図—9 クロロフィル *a* 量の季節変化

3) 個 体 数

調査地点の 0 m，水深 5 m，10 m の各層に存在した植物プランクトンの，湖水 1 ℓ 当りの個体数の季節変化を，種類組成と出現率 (%) と共に図-10 に示す。

時期により，個体数は各層に若干の差異が見られるが，季節的な量の変動は，各層とも類似していた。

1978 年は，6 月と 10 月に頂点のある 2 山型のグラフを示した。解氷後，5 月の個体数は 30,000～35,000



図—10 植物プランクトンの個体数及び種組成と出現率 (%) の季節変化

1. *Melosira distans* var. *alpigena*, 2. *Nitzschia capitellata*, 3. *Diatoma elongatum*, 4. *Anabaena flos-aquae* var. *intermedia* f. *spiroides*, 5. *Cyclotella glomerata*, 6. *Melosira granulata*, 7. *Chaetoceros* sp., 8. *Synedra ulna*, 9. *Synedra acus*, 10. *Merismopedia tenuissima*, 11. Other species.

個/ℓであるが，6月には100,000個/ℓ前後まで増加し，特に10 m層に多く，166,000個/ℓ以上に達した。7月には，5 m，10 m層では減少したが，表層はそれほどでもない。8月は各層で減少し，11月に次ぐ低い値を示した。なお，層別に比較してみると，7月及び8月は，0 m，5 m，10 mの順に多く，特に7月には0 mでは約70,000個/ℓであるのに対し，5 mと10 mはその1/3～1/2しか存在しなかった。9月に個体数は再び増加し，10月には6月と同程度にまで達した。しかし，11月に再び減少し，表層は20,000個/ℓ，5 m，10 m層では約35,000個/ℓ程度となった。

結氷期間中に定量的な調査は行なわなかったが，2月の試料を観察した限りでは，植物プランクトンは非常に少なかった。

1979年も前年と同様に，5月から6月にかけて増加し，6月は各層とも95,000個/ℓ前後となった。その後，個体数は減少したが，特に7月下旬（7月26日）は表層でも数百個しか見られず，5 m，10 m層ではほとんど見られなかった。8月上旬にやや増加するものの，6月から見れば引き続き減少傾向にある。8月下旬に5 m層に最も多く存在するほかは，7月以降は，表層，5 m層，10 m層の順に多かった。

4) 種組成と出現率の季節変化

図-10に示した様に，出現した植物プランクトンの主な種類の組成と出現率（%）の季節変化は，各層ともほぼ同じ様な変化を示した。

1978年5月に優占的な種は，珪藻 *Diatoma elongatum* であった。*Nitzschia capitellata*, *Melosira distans* var. *alpigena* などがこれに次ぎ，このほか *Stephanodiscus hantzschii*, *Amphiprora paludosa* なども見られた。6月には前述の様に個体数が増加したが，特に *Diatoma elongatum* の増殖は著しく，出現率は約80～90%となった。また，5月には出現種類数が豊富であったのに比べ，6月には単純化し，*Diatoma elongatum* の数千個の細胞からなる群体のかたまりが目についた。この中には *Synedra acus* や輪虫が含まれていた。7月中旬から8月上旬には珪藻はほとんど見られず，藍藻 *Anabaena flos-aquae* var. *intermedia* f. *spiroides* をはじめとする *Anabaena* spp. が増加する。*Anabaena* にアキネートは稀にしか見られなかった。この，春に *Diatoma elongatum* が，夏に *Anabaena* spp. が主要種となっていることは，黒田・黒萩(1965) が1964年に行った調査結果と一致している。9月以降は再び珪藻が現われたが，その種組成，特に優占種は，春と全く異る。9月は微小な珪藻 *Cyclotella glomerata* が優占し，*Melosira granulata* がこれに次ぐ。*Melosira granulata* は10月には優占種となり，出現率は90%以上となった。10月及び11月には，一般に海産といわれる *Chaetoceros* も出現したが，これは特に表層に多かった。11月にはそのほか，緑藻 *Planctonema lauterbornii* もかなり見られた。これは結氷期間中の2月にも，わずかながら見られた。

解氷後の1979年5月下旬には，前年秋に優占的だった *Melosira granulata* が *Diatoma elongatum* と同程度か，やや多く出現した。6月にも前年の様な *Diatoma elongatum* の著しい増加は起こらず，最も多いのは *Synedra acus* で，*S. ulna* がこれに次ぐ。また，7月以降も前年とは異なり，引き続き珪藻が多く，7月中旬には *Cyclotella glomerata* が圧倒的に優占した。7月下旬には前項で述べた様に個体数が著しく減少したが，この時には *Cyclotella glomerata* と黄色鞭毛藻 *Dinobryon cylindrica* がわずかに存在するにすぎなかった。一方，動物プランクトン *Bosmina coregoni* などがかなり多く見られた。8月の種組成は前年9月と類似し，*Cyclotella glomerata* と *Melosira granulata* が多かった。7月，8月の出現種類数は少なかった。9月には，8月まで稀であった藍藻 *Merismopedia tenuissima* がやや多く見られた。

考　　察

はじめに述べた様に，10.5 m以深に高塩分還元状態の停滞層の存在することが，網走湖の大きな特徴である。しかし今回調査の対象とした10 m以浅に限定するならば，網走湖も一般的な温帯湖の1つと見なされる

(Fogg 1975, 坂本 1976)。すなわち，春と秋に年2回湖水が循環する混合期があり，夏は温度成層が見られる。植物プランクトンの量を各層の個体数で見ると，春と秋に多い珪藻はほぼ全層に同程度，時により下層にやや多く見られる。これは，珪藻が湖水の混合期に増殖すること，また，群体を形成する珪藻 *Diatoma elongatum*, *Melosira granulata* などは，沈降速度が大きいためと思われる。一方，藍藻は，成層の形成される夏期に増殖し，細胞内にガス胞を有する *Anabaena* は特に表層に多く存在する。

汽水湖（吉村 1976）であることを反映し，*Synedra pulchella*, *Amphiprora paludosa* などの汽水性といわれる種類や，*Actynocyclus ehrenbergii*, *Chaetoceros* など海産性の種類も見られた。特に秋には，*Chaetoceros* sp. がかなり多く現われた。このことは，春は融雪による多量の河川水が湖に供給され，湖がやや淡水化する傾向が見られるのに対し，秋は河川水の流入量が少なく，湖水の淡水化傾向が弱まることも一因と考えられる。事実，表層，5 m 層の塩分は，5月から8月は 400 ppm であるのに対し，9月から12月は 500 ppm 程度に増加している。

植物プランクトンの現存量を推定するために種々の方法が用いられているが，今回は個体数の計測とクロロフィル *a* の定量を同時に行った。両者の結果を比較すると，次のようなことがわかる。1978年は，両者とも春と秋に高い値を示し，夏と結氷期に低下する。しかし，これを詳しく見るとクロロフィル *a* は解氷後すぐの5月に最高値を示すのに対し，個体数が最高となるのは6月である。そして，個体数を見ると，いずれの層においても，10月に6月と同程度に増加して2山型のグラフを示しているのに対し，クロロフィル *a* は，5 m 層と 10 m 層では2山型だが，表層における量の変動は，個体数のそれとはかなり異なる。また，夏期の最低値を示すのは，クロロフィル *a* は7月であるが，個体数は8月である。1979年は，前年と同様に，最高値を示すのは，クロロフィル *a* は5月であり，個体数は6月である。両者ともその後値は減少し，7月26日には調査期間を通じて（結氷期を除く）最低となる。クロロフィル *a* 量と個体数を層別に比較すると，5 m 層が最も類似性が高く，表層は特に1978年に違いが大きい。両者の値に違いが見られる原因の1つとして考えられることは，今回植物プランクトンとして採集，計測したのは，ナノプランクトンを除くネットプランクトンのみに限定した点である。ナノプランクトンには遊泳性の微小な鞭毛藻が含まれているから，特に表層でクロロフィル *a* 量と個体数の値に違いが大きかったのかもしれない。しかしながら，1978年，1979年とも，クロロフィル *a* は5月に最大値を示したのに対し，個体数のそれが6月であったことの原因は，今のところ不明である。

いずれにしても，クロロロフィル *a* と個体数，種組成の調査結果から，網走湖においては，春は，解氷後，水温の上昇とともに珪藻が増加する。夏期は藍藻の出現が見られるが量的には低下する。秋に再び珪藻が現われ，量も増加するが，その後，水温の低下とともに植物プランクトンは減少し，結氷下での現存量はわずかであると思われる。

また，植物プランクトンの個体数，クロロフィル *a* 量と，水質の間には，相互関係が見られ，リン酸塩や溶存無機窒素などの栄養塩は，植物プランクトンの増加にともなって減少し，植物プランクトンの少ない結氷期間中などに高い値を示す。また，珪藻の増殖時には，pH の値が 8.5 以上に上昇し，溶存酸素は過飽和状態である。

つぎに，1978年と1979年の植物プランクトンの季節変化を比較すると，かなり異なる点のあることに気がつく。その差異の1つは，1978年7月中旬から8月初旬にかけて増殖した藍藻 *Anabaena* が，1979年の同時期にほとんど見られなかったという点である。従って，1978年の様な，春―珪藻，夏―藍藻，秋―珪藻といった季節的消長は，1979年には見られない。7月26日に個体数が調査期間中の最低値を示したことを除けば，1979年は常に珪藻が優占した。ではなぜ1979年に *Anabaena* が増殖しなかったのか。

その要因の1つとして，栄養塩類の濃度が考えられる。1979年の解氷後のリン酸塩は前年の 1/6，窒素は 1/10 と，前年に比べかなり少なかった。他の要因として考えられることは，水温の低下である。1978年7月

の月平均気温は21.6°C と平年値を3.6°C 上回ったのに比べ，1979年7月は15.1°C と，平年値を2.1°C 下回った。また月間日照時間も多くなかった (北海道農業気象月報 1978, 1979)。このことは既述のように，水温にも反映されて，生育適温の比較的高い藍藻 *Anabaena* にとって不適当であったと思われる。

個体数，クロロフィル *a* 量ともに少なくなっている1979年7月26日は，透明度が3.3 m とこれまでになく高くなっている。そして，前述のように，この時，動物プランクトンが多かったことが，顕微鏡観察によって確かめられている。また，溶存酸素の低下も，動物プランクトンの存在を示唆している。7月26日に，前回の調査時に比べ植物プランクトンが少なくなっているのは，動物プランクトンによる捕食等との関係も考えなければならない。

以上述べて来た様に，植物プランクトンの現存量や種組成の変化と，水温，栄養塩濃度などの物理，化学的要因との間には，相互に深い関係が存在すると思われるが，動物プランクトンと植物プランクトンとの関係や，ナノプランクトンを含めた植物プランクトン相互の関係などについては，更に調査研究を行うことが必要である。

謝　　辞

本研究を行うにあたり，北海道公害防止研究所前水質部長中村俊男博士，現水質部長安藤和夫氏に大変御指導をいただいた。また，植物プランクトンの種の同定には，北海道教育大学岩見沢分校の芳賀卓助教授に貴重な助言をいただいた。ここに深く感謝いたします。

引 用 文 献

1) 青井孝夫・安藤和夫・中村俊男 1978: 富栄養化に関する研究. 3. 網走湖の富栄養化について. 北海道公害防止研究所報, **5**: 131-147.
2) Fogg, G. E. 1975: Algal cultures and phytoplankton ecology. 2nd ed. Wisconsin Univ. Press. Wisconsin.
3) 広瀬弘幸 1950: 網走湖に出現する植物性プランクトンに就て. 日水誌, **16** (1): 25-29.
4) 北海道農業気象月報 1978: 7月, 8月. 1979: 7月, 8月. 札幌管区気象台.
5) 黒田久仁男 (編) 1967: 網走湖の現況について. 北海道網走水試.
6) 黒田久仁男・黒萩 尚 1965: 網走湖の現況と汚水事情に就て. 北水試月報, **22** (7): 347-359.
7) 黒萩 尚 1970: 網走湖におけるプランクトンの遷移. 北海道さけ・ますフ化場報告, **24**: 101-124.
8) 海洋観測指針 1970: 日本気象協会.
9) 元田 茂 1950: 北海道湖沼誌. 水産孵化場報告, **5** (1): 77-82.
10) 元田 茂・石田昭夫 1949: 網走湖の研究特にプランクトン相に就て. 水産孵化場報告, **4** (1): 1-9.
11) 西条八束 1975: 陸水学実験法シリーズ 1. クロロフィルの定量. 陸水学雑誌, **36** (3): 103-109.
12) 坂本 充 1976: 生態遷移 II. 生態学講座, 11 b. 共立出版, 東京.
13) Strickland, J. D. H. and T. R. Parsons. 1968: A practical handbook of seawater analysis. Fisheries Research Board of Canada. Ottawa.
14) 津田松苗・渡辺仁治・御勢久右衛門 1966: 網走川および網走湖の生物学的調査. 水産庁漁政部漁業振興会.
15) 吉村信吉 1976: 湖沼学. 増補版. 生産技術センター.

Summary

The seasonal changes of phytoplankton of eutrophic and brackish Lake Abashiri in individual number and chlorophyll *a* concentration was investigated from May in 1978 to September in 1979. The water was also analized at the same time.

The individual number and chlorophyll *a* concentration investigated were correlated to each other. The phytoplankton increased in spring, decreased in summer, and showed the second maximum in autumn. It was the lowest in the freezing season from December to April.

Among the 97 taxa of phytoplankton identified, diatoms dominated. The dominant and other important species differed with seasons and years. In 1978, *Diatoma elongatum* dominated in spring, *Anabaena* spp. were abundant in summer, and *Melosira granulata* and *Cyclotella glomerata* in autumn. While, in 1979, *Diatoma elongatum* was not so much in spring, *Anabaena* spp. not found in summer, but *Cyclotella glomerata* dominated from summer to autumn.

Interrelation between the seasonal changes of phytoplankton and the environmental factors such as transparency, water temperature, salinity, pH, dissolved oxygen, phosphate and soluble inorganic nitrogen was discussed.