

根室南部オンネ沼・タンネ沼・南部沼の 栄養状態と植物プランクトン構成

—— 根室南部における沿岸湖沼発達プロセスに関する一考察 ——

佐藤 裕司¹・清瀬 助博¹・小浜 健¹・居平 昌士²・松田 功³

1) 兵庫県企業庁船津浄水場

2) 智弁学園

3) 斜里町立知床博物館

1. はじめに

ティーネマンやナウマン以来、湖沼はいわゆる湖沼型 (lake type) として分類されている。例えば吉村 (1937) はティーネマンの分類を少し改修して、湖沼を大きく調和湖沼型と非調和湖沼型に区分し、調和型を富栄養型と貧栄養型に、非調和型を腐植栄養型・酸栄養型・アルカリ栄養型に分類した。最近では調和型は貧栄養湖・中栄養湖・富栄養湖に区分されることが多い (ex.有賀1973)。一般に調和型の湖沼では、栄養度が時間の経過とともに高まり、植物プランクトンの現存量 (生物生産) も大きくなる。即ち、貧栄養から中栄養へ、中栄養から富栄養への遷移が認められる。

湖沼の遷移に伴い、生息する生物群集も変化する。同等の栄養状態にある湖沼では一般に、相似の群集が認められ、植物プランクトンなどの生態学的研究も上記の類型区分と関連づけて論議されることが多い。渡辺 (1984) は各類型に属する全国の代表的な湖沼と優占的に出現する植物プランクトン群集について概説した。Ogawa & Ichimura (1984 a, b) は全国の23湖沼を対象に、栄養度と植物プランクトン多様度について研究を行い、中栄養から富栄養状態にある水体で多様度は高くなり、貧栄養もしくは富栄養の進んだ水体では低くなることを報告した。坂本 (1984) は日本の湖沼ではクロロフィルと総リン或は総窒素濃度との間に直線的な関係があることをかつて見だし、その直線性は総窒素に関しては今なお有効であり、総リンについても100 μ g/lまでは成立するとした。このように湖水中の栄養塩含量、クロロフィル量に基づく植物プランクトン現存量 (生物生産)、

そして植物プランクトン構成と多様度に関する調査は湖沼の栄養状態を把握するための有効な手段である。

本研究は上記の観点から、根室南部のオンネ沼、タンネ沼、南部沼について調査を行い、各湖沼の栄養状態を把握することによって調査地における沿岸湖沼の発達プロセスに関する情報を得ることを目的としている。

2. 材料と方法

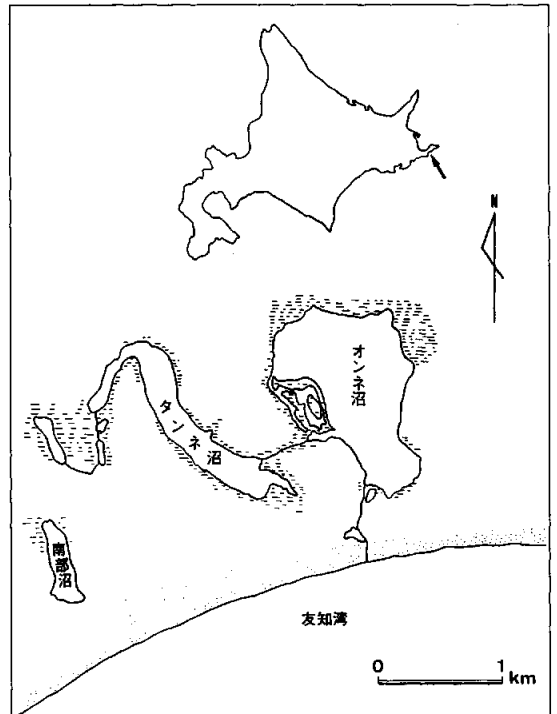


図1. 調査地点

2. 材料と方法

1) 採水

オンネ沼、タンネ沼、南部沼は、根室南部の友知湾沿いに広がる湿原の中に位置する湿原湖である(図1)。湖水の色はやや褐色を帯び、湖岸には抽水植物や浮葉植物が繁茂し、外観は腐植栄養湖の特徴をそなえている。オンネ沼と海との間には水路があり、その間は水門でしきられて海水の進入が防がれているようである。1986年8月17日の調査時にはオンネ沼から海へかなりの量の水が流出していた。地形図を見るかぎりでは、3湖沼に流入する河川は見当たらず、いずれも地下水の流入によって湖水量が維持されているものと思われる。

調査は1986年8月14日と17日に行った。両日とも、現地では濃い霧が発生していた。採水は現地において水温とpHを測定した後、湖岸より2~3mはなれた表面水を採水することによった。採水量はクロロフィルの定量と水質分析用2ℓ、植物プランクトン定量用に1ℓ(うち500mlはすぐグルタールアルデヒド溶液1%で固定、500mlは生試料検鏡用)の計3ℓであった。試料水は1週間後の検査まで冷蔵庫内(2-3℃)に保存された。

2) 水質分析

電気伝導率は電導度計(TOA MODEL CM-2A)により測定した。浮遊物質質量(SS)の定量にはグラスファイバーフィルター(TOYO GS25)を使用し、ろ液は溶存物質の水質分析用とした。クロロフィルはグラスファイバーフィルター(ワットマン GF/C)でろ過した後、アセトン抽出したものを吸光度測定しクロロフィル量を算出した(西澤・千原, 1979)。塩素イオンは硝酸銀法、鉄イオンはフェナントロリン法、総窒素化合物は紫外線吸光度法、総リン化合物は高圧分解法によりそれぞれ定量した(厚生省生活衛生局水道環境部, 1985)。また湖水中の溶存有機物量の指標として、1cm石英セル中での260nm紫外吸光度($E_{260}(1\text{cm})$)を測定した(丹保・堤, 1982)。

3) 植物プランクトンの定量

生試料をまず遠沈(3000rpm 10分間)により濃縮した。濃縮液をスライドグラス上にとり光学顕微鏡下400倍で検鏡し、高橋

(1978)の方法により、固定後著しく変形もしくは消滅すると思われる鞭毛藻を対象に、その細胞数を計数した。グルタールアルデヒド固定試料は4倍に濃縮した後、界線入りスライド上に一定量どり光顕400倍において種を同定し、同時に細胞数の計数と細胞面積の計測を行った。面積の計測には方眼接眼マイクロメーター(オリンパス OC-MH)を用いた。出現した植物プランクトン種を藍藻類・緑藻類・ミドリムシ藻類・黄緑藻類・珪藻類・渦鞭毛藻類・黄金色藻類・クリプト藻類の8つの藻類群に分類し、その構成比(%)をもとめた。

植物プランクトン多様度はOgawa & Ichimura (1984 a,b)と同様、Shannon-Weaverの多様性指数により算出した。

即ち、

$$H' = - \sum Ni/N \cdot \log_2 (Ni/N)$$

ここでH'は多様性指数((bits/cell)、Nは細胞総数、Niはi属の細胞数である。

3. 結果

水質分析の結果を表1、2に示した。オンネ沼、タンネ沼のpH・電気伝導率・塩素イオン濃度は通常の淡水湖のそれらとほとんど変わりはないが、南部沼ではどの項目も高い数値を示し、特に塩素イオン濃度は241.6(mg/ℓ)と非常に高かった(表1)。

表1. 水質の分析(1)

	オンネ沼	タンネ沼	南部沼
水温	19.3	19.5	19.1
pH	6.9	7.2	8.1
電気伝導率(μS/cm)	84.8	103	225
塩素イオン(mg/l)	15.0	14.8	241.6

表2. 水質の分析(2)

	オンネ沼			タンネ沼			南部沼		
	溶存態	懸濁態	総計	溶存態	懸濁態	総計	溶存態	懸濁態	総計
窒素(mg/l)	0.08	0.07	0.15	0.13	0.12	0.25	0.10	0.01	0.11
リン(mg/l)	0.019	0.003	0.022	0.037	0.037	0.074	0.019	0.031	0.050
鉄(mg/l)	0.14	0.24	0.38	0.30	0.26	0.56	0.09	0.29	0.38
$E_{260}(1\text{cm})$	0.071			0.085			0.048		

表3. 植物プランクトン現存量(クロロフィル量)と多様度

	オンネ沼	タンネ沼	南部沼
浮遊物質 (mg/l)	1.2	0.8	0.4
クロロフィル a (μg/l)	3.57	4.01	1.96
b	1.07	0.98	0.38
c	2.18	1.82	1.00
全クロロフィル (μg/l)	6.82	6.81	3.34
植物プランクトン多様度 (bits/cell)	3.64	3.33	2.98

窒素、リンは栄養塩として植物プランクトンの生産活動に重要な因子である。溶存態・懸濁態に分けて窒素化合物・リン化合物を定量した結果、いずれについてもタンネ沼が最も高く(表2)、3湖沼の中で最も栄養塩含量に富んでいるということが示された。

鉄イオンと紫外吸光度 E_{260} (1 cm) は湖水の腐植質の量を間接的に把握するために測定を行った。ここでもタンネ沼が3湖沼の中で最も高い数値を示したが、(表2)、他の北海道泥炭地水のそれらに比べると低いものであった。

浮遊物質量は3湖沼とも少なかった。植物プランクトン現存量はクロロフィルa, b, cを合わせた全クロロフィル量として、オンネ沼6.82 μg/l, タンネ沼6.81 μg/l, 南部沼3.34 μg/lで南部沼が最も低かった。クロロフィルaは植物プランクトン中のすべての藻類に含まれており、クロロフィルbは緑藻類とミドリムシ藻類に、クロロフィルcは珪藻類・

黄緑色藻類・渦鞭毛藻類に由来する。

属レベルで多様性指数を算出したところ、いずれの湖沼でも非常に高い数値を示した(表3)。これは細胞数としてみたとき、属レベルでいろいろな藻類が均等に出現したことを示している。

植物プランクトンは栄養塩含量が3湖沼の中で最も高かったタンネ沼で最も多く出現した。出現した植物プランクトンを大きく8つの藻類群に分類し、その構成を細胞数でみた場合と面積でみた場合とに分けてそれぞれ図2と3に示した。細胞数でみたとき、オンネ沼・タンネ沼では藍藻類と緑藻類で全体の60%以上を占め、南部沼では珪藻類だけで全体の約70%を占めた。面積でみたときには、オンネ沼・タンネ沼で藍藻類と緑藻類の占有率が減少し、代わって珪藻類がかなりの占有率をもつようになり、渦鞭毛藻類も重要な位置を占めるようになった。南部沼ではさらに珪藻類が植物プランクトンの中で優占する結果となった。このことはいずれの湖沼でも珪藻類が顕微鏡視野の

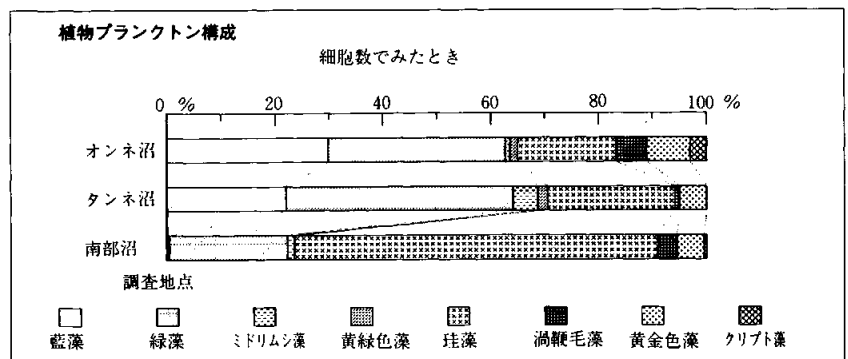


図2. 細胞数からみたときの植物プランクトン構成

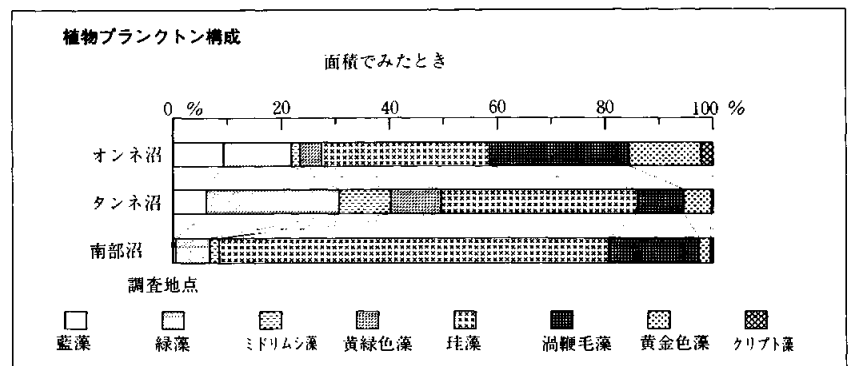


図3. 細胞面積からみたときの植物プランクトン構成

下で優占的な存在であることを示している。

4. 考察

腐植栄養湖の特徴を吉村(1937)から要約すると以下ようになる。

- (1) ミズゴケ湿原に囲まれ、突出湖岸をなす場合がある。ヨシ・マコモのような抽水植物は少なく、イ・スゲ・ミツガシワ等が粗生し、ジュンサイ・オヒルムシロ等の浮葉植物が繁茂していることもある。
- (2) 水色は濃い褐色をしている。
- (3) pHは強酸性(pH4~5)のものと弱酸性(pH6~6.5)のものに分けられ、後者は大湖の場合に多い。水質は電解物質に乏しいが、窒素化合物(0.2mg/l以上)、リン化合物(0.02mg/l以下)は決して少なくない。腐植質がリン酸塩のような栄養物質を吸着し、それらイオンの生物の利用を妨げ生産を阻害する。鉄含有量は0.1~2.0mg/lと割合多いが、腐植質に吸着され有害作用を示すことは少ない。
- (4) 植物プランクトンとしては藍藻類や珪藻類は一般に少なく、鼓藻類(緑藻ツツミモ科)が多い。

オンネ沼・タンネ沼・南部沼とも水色は褐色をしており、周囲は部分的にミズゴケも発達する湿原で所々に突出湖岸も見られる。湖岸にはイ・スゲ・ミズガシワが見られ、特に南部沼にはミツガシワが多く繁茂していた。3湖沼とも外観は腐植栄養湖の様相を呈していた。

腐植質(フミン酸類など)は水中の着色成分の代表的なもので、一般に泥炭地水に多く含まれている。丹保・堤(1982)は石狩泥炭地水の2試料について260nm紫外吸光度 E_{260} (1cm)を測定し、2.12と1.40という数値を得た。3湖沼からの試料について E_{260} (1cm)を測定したところ、最も高い数値を示したタンネ沼で0.085と非常に低いものであった(表2)。フミン酸類は鉄イオンと錯体をつくりやすく、泥炭地水にはフミン酸と結合した形で鉄コロイドが安定に存在することが多いとされている(日本分析化学会北海道支部、1981)。北海道石狩支庁管内の泥炭地水のもの(ex. ウトナイ沼 全鉄1.7mg/l)と比べて、3湖沼からの試料水に含まれる鉄は全鉄としてみた場

合でも明らかに低い(表2)。以上のことはいずれの湖沼においても、湖水中に含まれている腐植質は少ないことを示すものと考えられる。

腐植質が少ないことは湖沼周辺の泥炭層の厚さと関係があるように思われる。3湖沼とも湖底は粗粒な砂質で、周囲の泥炭層もボーリング調査の結果、数十cmと薄くその直下から厚い砂層がつくことがわかっている(佐藤ら、未発表)。オンネ沼・タンネ沼の場合、地下水は泥炭層をほとんど通過せずに浸出し、一定の滞留期間の後、水路を通じて海へ排水されてしまうことも腐植質の少ないことの一因かもしれない。外見上水色が褐色を呈しているのは、周囲の泥炭層から混入した微細な懸濁物質のせいかもしれないが、浮遊物質量はさほど多くなかった(表3)。

坂本(1966)は日本の湖沼の窒素・リン含量について以下のようにまとめている。

	(単位はいずれもmg/l)	
	総窒素	総リン
貧栄養湖	0.02~0.2	0.002~0.02
中栄養湖	0.1~0.7	0.02~0.03
富栄養湖	1.3~0.5	0.01~0.09

栄養塩含量はタンネ沼が最も高く、総窒素0.25mg/l、総リン0.074mg/lは上記にあてはめるとそれぞれ中栄養、富栄養の範囲に入る(表3)。オンネ沼は総窒素が貧栄養~中栄養、総リンが中栄養~富栄養、南部沼はそれぞれが貧栄養~中栄養、中栄養~富栄養の範囲に相当する。生物生産をクロロフィル量としてみた場合(表3)、オンネ沼とタンネ沼はほぼ同程度で南部沼が最も生産量が少ない。有賀(1973)によると、日本の湖沼の中栄養湖の全クロロフィル量は1~15($\mu\text{g/l}$)である。生物生産の上から、3湖沼とも中栄養の範疇にあり、その中で南部沼が最も低い状態にあるといえる。

いずれの湖沼も外観は腐植栄養湖の様相を呈しているが、水質は腐植質が少なく、それが生産を阻害するということはほとんどなく、むしろリン含量は豊富であるが、窒素含量が少ないことによって生産が制限されている調和湖沼型の中栄養湖の性格を示している。

Ogawa & Ichimura(1984 a,b)は湖沼の栄養状態と植物プランクトン多様度との関係について

表4. 出現した植物プランクトン種の細胞数 (cells/ml) と平均的な細胞面積 ($\mu m^2/ml$)

	面積 (μm^2)	オンネ沼		タンネ沼		南部沼	
		細胞数	面積	細胞数	面積	細胞数	面積
〈Cyanophyceae〉 藍藻類							
<i>Merismopedium tenuissimum</i>	10	112	1120	228	2280		
<i>Phormidium</i> sp.	500	2	1000	12			
<i>Synecocystis</i> sp.	25	18	450		300		
<i>Tetapedia reinschiana</i>	50	2	100				
〈Euglenophyceae〉 ミドリムシ藻類							
<i>Trachelomonas volvocina</i>	60	3	180	46	2760	5	300
<i>T. hispida</i>	300	1	300	5	1500	1	300
〈Bacillariophyceae〉 珪藻類							
<i>Achnanthes minutissimum</i>	30					100	3000
<i>Anomoeoneis</i> sp.	100					90	9000
<i>Cyclotella</i> spp.	100	56	5600	36	3600	6	600
<i>Cymbella</i> spp.	1000	2	2000				
<i>Fragilaria construens</i>	30	20	600				
<i>F. crotonensis</i>	100					28	2800
<i>Gomphonema acuminatum</i>	500					4	2000
<i>Melosira distans</i>	50			213	10650	2	100
<i>Navicula</i> spp.	200	4	800	9	1800		
<i>Tabellaria fenestrata</i>	200	2	400			8	1600
未同定珪藻類 sp1	100			3	300	62	6200
sp2	150					4	600
〈Chlorophyceae〉 緑藻類							
Coelastraceae コエラストルム科							
<i>Coelastrum spaericum</i>	50			3	150	6	300
Desmidiaceae ツツミモ科							
<i>Euastrum</i> sp.	100			9	900		
Hydrodictyaceae アミミドロ科							
<i>Pediastrum duplex</i>	20			16	320	8	160
Micractiniaceae ミクラクチニウム科							
<i>Golenkinia radiatus</i>	25	2	50	6	150	4	100
Oocystaceae オーキスチス科							
<i>Ankistrodesmus falcatus</i>	25	18	450	21	525	12	300
<i>Chlorella</i> spp.	15	30	450	204	3060	14	210
<i>Chodatella quadriseta</i>	15	10	150				
<i>Oocystis submarina</i>	20	6	120	9	180	12	240
Palmellaceae パルメラ科							
<i>Sphaerocystis Schroeteri</i>	15			18	270		
Scenedesmaceae セネデスムス科							
<i>Crucigenia cracifera</i>	25	8	200				
<i>C. tetrapedia</i>	25	12	300			18	450
<i>C.</i> sp.	50	24	1200	39	975		
<i>Scenedesmus</i> spp.	20	36	720	72	1040	16	320
未同定緑藻類 sp1	25	2	50	3	75	8	200
sp2	50	2	100				
〈Xanthophyceae〉 黄緑色藻類							
<i>Ophycytium capitatum</i>	200	6	1200	21	4200		
〈Dinophyceae〉 渦鞭毛藻類							
<i>Peridinium</i> sp1	300	26	7800	3	900	10	3000
p. sp2	500			6	3000	6	3000
〈Chrysophyceae〉 黄金色藻類							
<i>Dinodryon</i> sp.	100	20	2000	9	900		
<i>Mallomonas</i> sp.	60	10	600				
<i>Ochromonas</i> spp.	30	2	60	46	1380	20	600
未同定黄金色藻類 sp1	100					2	200
sp2	200	2	400				
sp3	500	2	1000				
〈Cryptophyceae〉 クリプト藻類							
<i>Chroomonas</i> spp.	50	16	800	6	300	2	100
未同定クリプト藻類 sp1	100					2	200
合計 ml		456	30280	1112	44965	450	35880

調べ、中栄養或はわずかに富栄養状態にある水体で最も多様度高くなることを報告し、Shannon-Weaver の式を用いた多様性指数は中栄養状態(クロロフィル a 量として 2~5 $\mu\text{g}/\ell$ くらい)にある水体で 2.0 (bits/cell) 以上であることを示した。クロロフィル a 量としても中栄養状態にある 3 湖沼について植物プランクトン多様度をみると(表 3)、オンネ沼 3.64、タンネ沼 3.33、南部沼 2.98 と高い数値を示し、このことから 3 湖沼が調和湖沼型の中栄養湖の性格を有しているということが支持される。

植物プランクトン相についても、一般に腐植栄養湖に多産するといわれる鼓藻類はほとんど出現しなかった(表 4)。植物プランクトン構成を細胞数でみたとき、オンネ沼・タンネ沼では藍藻類・緑藻類・珪藻類が重要な構成要素であり、南部沼では圧倒的に珪藻類が優占した(図 2)。渡辺(1984)は貧栄養湖では珪藻類が優占的に出現することが多いとし、栄養状態が増すに従って藍藻類・緑藻類が目立つ傾向にあることを示唆している。プランクトン構成からも南部沼が 3 湖沼の中で最も低い栄養状態にあることが支持される。細胞数として多く出現した藍藻類や緑藻類は一般に細胞が小さく、顕微鏡観察を通してそれら藻類の量は少ない印象を受け、むしろ細胞数は少ないが 1 細胞の大きい珪藻類や渦鞭毛藻類の方が生物の量が多いように思われた。そこで各細胞の面積を計測し、近似的に各藻類群の生物の量を把握することを試みた。その結果、面積として植物プランクトン構成をみたとき、3 湖沼いずれの場合も緑藻類の占有率は低下し、珪藻類・渦鞭毛藻類が増加した(図 3)。3 湖沼では生物の量としては、珪藻類・渦鞭毛藻類が重要な存在であることが示された。但し、今回は珪藻類については細胞の生死の区別を行わなかったため、生物生産にどの程度寄与しているのかが明らかでない。例えば、タンネ沼の *Melosira distans* のようにほとんどが被殻だけの死細胞である場合には、生物生産への貢献度は低いものと思われる。

北海道の沿岸地帯には広大な湿地帯や潟湖が数多く分布している。これらのほとんどは完新世の海進・海退に伴って形成されたものである(ex. Kumano et al, 1984) 即ち、約 10,000 年前以降、後氷期の温暖化に伴って上昇した海が内陸部へ進

入して内湾を形成し(約 6,000~5,000 年前)、その後の海退により潟湖が形成され、淡水湖や湿原へと発達していったものと考えられる。Ihira et al. (1984) は釧路湿原において採取したボーリング試料の分析を行い、珪藻遺骸群集と ^{14}C による年代測定から完新世の古環境の変遷を明らかにし調査地では約 4,000 年前から湿原化したことを示した。

今回の調査地である根室南部の湿原とそれに囲まれる湖沼群も同様の過程により形成されたものと考えられる。即ち、オンネ沼・タンネ沼・南部沼は成因を海退にもとめることができる。南部沼では pH 8.1 と弱アルカリ性を示し、塩素イオン濃度も 24.16mg/l と高い数値を示した。これは海水の影響によるものと思われる。湖沼学では塩分濃度 500mg/l 以上を汽水湖、それ以下を淡水湖と呼んでいる。(西条・阪口・1978)。このことからすると南部沼も淡水湖の範疇に属するが、海退により形成された潟湖(汽水湖)が淡水湖へ発達していく過程を考えると、pH と塩素イオン濃度が高いという事実は、南部沼が汽水湖から淡水湖への移行過程の例証となりうる可能性を示唆する。今後、海水の影響についての詳細な調査が必要である。

一般に、河口部などのような海域と淡水域の移行帯(Estuary)は、熱帯雨林やサンゴ礁とならんで生物生産の高い生態系である(Odum, 1971)。生産と物質循環から日本の湖をみたとき、浅い汽水湖やそれらが淡水化した湖などは富栄養湖である(西条・阪口、1978)。実際、現在北海道に分布する沿岸湖沼をみると、サロマ湖や能取湖のように深い湖を除けば、多くの汽水湖(ex. 湧洞沼、塘路湖、根室温根沼)では富栄養化している(吉村、1937)。このことからすると、今回のように小さな沿岸湖沼が窒素含量と生物生産の上から中栄養湖的性格を示したのは特殊なケースであるといえるかもしれない。益子(1981)によると、変塩性汽水湖では栄養塩類と生産量とは必ずしも一致せず、水理状態によっては遷移の逆転もあり得るであろうとしている。沿岸湖沼の発達プロセスについて考えると、汽水湖時代から淡水湖へ移行する過程で富栄養から中栄養への遷移の逆転も考慮する必要があるかもしれない。いずれにせよ、本調査地の場合は栄養特に窒素成分に富んだ陸原

物質を供給する河川が存在しないことや夏期に霧におおわれる特殊な気象条件などが中栄養湖の性格をもたらす要因と思われる。

5. まとめ

- 1) 沿岸湖沼の発達プロセスに関する情報を得るため、根室南部友知湾沿岸に位置する3湖沼、オンネ沼・タンネ沼・南部沼の調査を行った。
- 2) 3湖沼いずれも周囲を泥炭湿原に囲まれ、水色も褐色を帯び、外観は腐植栄養湖の様相を呈していた。しかし水質分析の結果、腐植質は少なく、リン含量は豊富で窒素含量により生産が制限される調和湖沼型の中栄養湖の性格を有していることが示された。生物生産量はオンネ沼とタンネ沼がほとんど同程度で、南部沼が最も少なかった。
- 3) 植物プランクトン多様度はいずれの湖沼でも高く、ここでも調和湖沼型の中栄養湖の性格が示された。
- 4) 植物プランクトン構成は細胞数でみたとき、オンネ沼・タンネ沼で藍藻類と緑藻類が優占的で、南部沼では珪藻類が圧倒的に優占した。植物プランクトン構成もまた南部沼が3湖沼の中で最も低い栄養状態にあることを示した。一方、面積でみたとき、いずれの湖沼でも珪藻類と渦鞭毛藻類が植物プランクトン群集の中で重要な存在であった。
- 5) 3湖沼はいずれも成因を完新世の海退にもとめることができるものと推定された。南部沼はpHと塩素イオン濃度が高く、海退に伴って形成された潟湖(汽水湖)が淡水湖へ移行する過程を考える上で、重要な位置にあることが示唆された。

引用文献

- 有賀 祐勝 1973 : 水界植物群落の物質生産Ⅱ—植物プランクトン—。生態学講座8, 91pp. 共立出版
- Ihira, M., Y. Maeda, E. Matsumoto and S. Kumano 1985 : Holocene sedimentary history of some coastal plains in Hokkaido, Japan. 2. Diatom assemblages of the sediments from Kushiro moor. 日生態会誌、35、199-205.
- 厚生省生活衛生局水道環境部監修 1985 : 上水試

- 験方法。1017pp. 日本水道協会
- Kumano, S., K. Sekiya and Y. Maeda 1984 : Holocene sedimentary history of some coastal plains in Hokkaido, Japan. 1. Diatom assemblages of the sediments from Kutcharo Lake. 日生態会誌、34、389-396.
- 益子 帰来也 1981 : 汽水の生物学。陸水雑、42 (2)、108-116.
- 日本分析化学会北海道支部編 1981 : 水の分析—第3版—。504pp. 化学同人
- 西澤 俊一・千原 光雄編 1979 : 藻類研究法。754pp. 共立出版
- Odum, E.P. 1971 : Fundamentals of Ecology. 3rd ed. 574pp. Saunders, Philadelphia.
- Ogawa, Y. and S. Ichimura 1984a : Phytoplankton Diversity in Inland Waters of Different Trophic Status. 陸水雑、45 (3)、173-177.
- 1984b : The relationship between phytoplankton diversity and trophic status of inland waters. 日生態会誌、34 27-33.
- 西条 八東・阪口 豊 1978 : 日本の湖。科学 48、352-362.
- 坂本 充 1966 : 有賀(1973) p.13表1.3より引用。
- 1984 : 日本の湖沼の富栄養化の状況。'84世界湖沼環境会議発言要旨 p.12.
- 高橋 永治 1974 : 鶴岡市公園3池(山形県)における植物プランクトンの季節的消長と黄金色藻の優位性。陸水雑、39(2)、82-91.
- 丹保 憲仁・堤 行彦 1982 : トリハロメタン生成能に関する研究(1) —有機成分の紫外部吸収とトリハロメタン生成能。水道協会雑誌 51(7)、21-32.
- 渡辺 仁治 1984 : 淡水産植物プランクトンの分布と生態。日本プランクトン学会報創立30周年記念号、87-96.
- 吉村 信吉 1937 : 湖沼学(復刻版 1976)。439pp. 生産技術センター

図 版 説 明

PLATE 1

- Fig.1. *Trachelomonas volvocina* Ehrenberg 〈ミドリムシ藻類〉
2. 同 上
3. *Trachelomonas hispida* (Perty) Stein 〈ミドリムシ藻類〉
4. 同 上
5. *Scenedesmus acuminatus* (Lagerheim) Chodat 〈緑藻類〉
6. *Pediastrum duplex* Meyen var. *reticulatum* Lagerheim 〈緑藻類〉
7. *Mallomonas* sp. 〈黄金色藻類〉
8. *Ophiocytium capitatum* Wolle 〈黄緑色藻類〉

PLATE 2

- Figs. *Peridinium* sp1 〈渦鞭毛藻類〉

※スケールはすべて10 μ m

PLATE 1

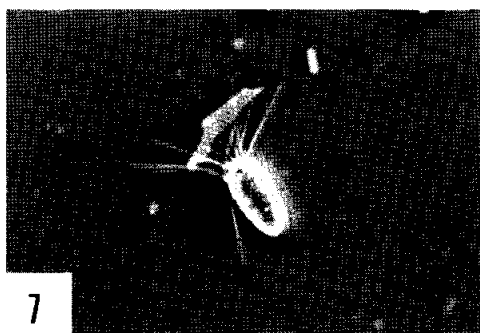
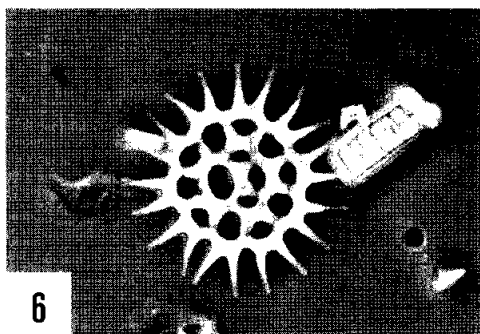
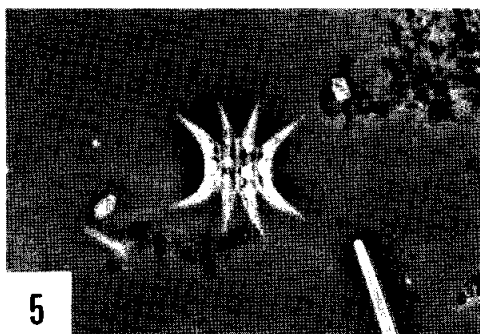
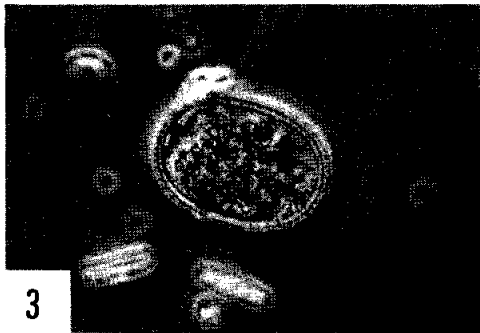
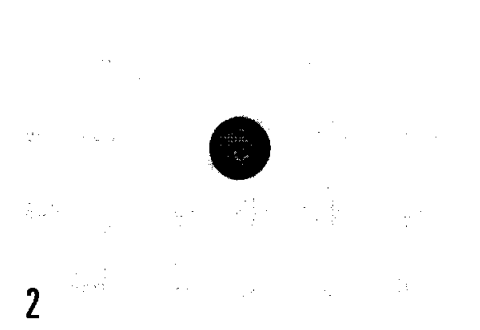
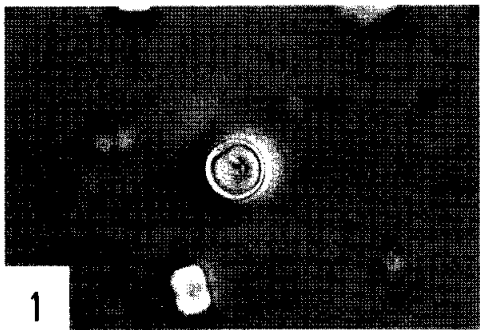


PLATE 2

