

北海道クッチャロ湖畔の珪藻遺骸

関谷 公範・熊野 茂

神戸大学理学部生物学教室

はじめに

珪藻は、淡水・汽水・海水いずれの水域にも生息するが、塩分濃度・栄養塩類・pH・止水・流水などの環境要因に応じて種によって特有の分布を示し、環境に対する指標として使用できるものも多い。そして、現生珪藻の生息環境と分布の関係については、Hustedt (1930.1959.1961—1966)、Patrick and Reimer (1966.1975) など古くから多くの研究がなされている。また、珪藻は細胞壁に珪酸質が高度に蓄積した硬い被殻を持つ。この被殻は、細胞の死後堆積物中でも分解されず、珪藻遺骸として保存される。したがって、堆積物中の珪藻遺骸を分析すれば、堆積当時に生息した珪藻の種構成すなわち、その地点の古環境を復元することができる。

この珪藻分析によって堆積環境を推定しようとする試みは、主として花粉分析などと平行して行われ、E. Y. Haworth (1976) は北スコットランドのCam湖及びBorrulan湖について湖底堆積物中の珪藻と花粉を分析し、H. Evans and R. Walker (1977) は北ウエールズ・スノードニアの2つの貧栄養湖の湖底堆積物の珪藻分析によって両湖の相互関係を推定した。また、J. Barron (1976) はカリフォルニアにおいて絶滅種の出現範囲によって各地の第三紀層を対応させた。

日本においても珪藻分析によって第四紀の堆積環境を推定しようとする試みは、琵琶湖 (S. Mori and S. Horie, 1975)、京都府深泥池 (深泥池研究グループ, 1976)、奈良盆地 (野口ら, 1978, 1979) など各地で行われている。また、完新世の海面変動、特に縄文海進に関連した研究も数多く Y. Hasegawa (1968) の関東平野での研究の他、歌代ほか (1975) の岡山県倉敷市、S. Kumano and S. Miyahara (1981) の大阪湾左門殿川河口などの研究がある。

北海道においては、完新世の海面変動について

の研究は、主として Y. Igarashi (1975) などによる花粉分析と関連させた貝化石の分析によって行われてきた。赤松 (1969) は北海道沿岸地方の数ヶ所の貝塚及び自然貝殻層を、大島ほか (1972) は北部北海道オホーツク海沿岸のクッチャロ湖畔の自然貝殻層を分析し、ともにその出現種の生息環境より縄文時代前期から中期 (6000~4000年前) の海水準が現海水準より3~4m上昇したことを示し、同時に大島ほかは、クッチャロ湖の形式史についても、高海水準期に湾口の海面下に発達していた砂州が、海退とともに砂堤へと発達し湾口が狭くなってクッチャロ湖へと変化したとしている。しかし、珪藻分析によるデータは稀である。そこで、前述のクッチャロ湖を選び、花粉分析・貝類化石分析とともに本湖の完新世の古環境を推定し、同時に完新世海面変動についての1つの情報となることを目的として珪藻分析を行った。

本研究を行うにあたり、試料の提供を受けた北海道開発局稚内開発建設部の方々に深く感謝する。また、適切な助言をいただいた神戸市立教育研究所の前田保夫先生、現生珪藻の採取に際して御協力いただいた同研究所の研究グループの方々に厚く感謝する。

材料と方法

1. 採取地点

試料は1980年8月8日—8月9日に北海道開発局稚内開発建設部によって採取されたボーリングコアを用いた。その採取地点は図1に示すように、クッチャロ湖・小沼に注ぐ安別川下流の石堂橋付近で、標高4m・安別川の川床水面から2.79mの地点である。¹⁴C年代は9050±100y. B. P. (N-3992)であった。また、松島 (1982) はボーリング地点より約10m離れた安別川沿いの崖においてカキ礁 (深度-2.0~-1.6m) を観察し、その¹⁴C年代は5610±130y. B. P. (Gak 3083)であり、カキ礁の下

のアサリ主体の貝殻層(深度-2.2~-2.0m)の¹⁴C年代は5890±95y. B. P. (N-3991)であった。なお、クッチャロ湖は水質は低鹹水であり、周囲29.3km、面積14.3km²、最大深度2mを有する。また大沼の水面は標高1m(理科年表1981)で、湖岸は主としてアシ湿原となっている。

2. 処理方法

各試料の処理方法を以下に示す。①試料約7gをピーカーにとり、8%過酸化水素水・ピロリン酸ナトリウムを加えて泥化する。腐植土の場合は、水を加えてペースト状にし、次亜塩素酸ナトリウムを加えた後にこの操作を行う。②水を加えて約200ccとし、24時間静置した後に上澄液を捨て、再び水を加えて200ccとする。この操作を12時間おき、6時間おきと数回ずつ繰り返し、最後は3時間を下限として上部約3cmが透明になるまで行う。この操作によって試料中の粘土や有機質泥を除く。③試料を陶磁器に移し静置して沈澱させた後、軽く振動させながら浮き上がる珪藻被殻を含む部分を

ピペットでとる。④塩酸：硝酸=1：3の混酸を加えて約80℃まで加熱し、有機物を分解する。⑤遠心分離によって5回以上水洗して酸を除去し、水で適当な濃度にうすめてパラフィン伸展器上で乾燥させ、Pleuraxで封入してプレパラートとする。以上のように処理した試料は、15×40または15×100(油浸)の顕微鏡で検鏡し、同定は顕微鏡写真によって行った。計数は15×40でメカニカルステージを用いて、視野を横切る任意の直線に沿って被殻数が約300になるまで行った。

結果及び考察

1. 生息環境による珪藻の分類

すでに述べたように、珪藻はその生息環境によっていくつかに分類することができるが、今回は海面変動との関係を調べるために、生息する水域の塩分濃度によって淡水生種・汽水生種・海水生種の3つに分類した。この分類は、主としてHustedt(1930.1959.1961-1966)、Patrick and Reimer

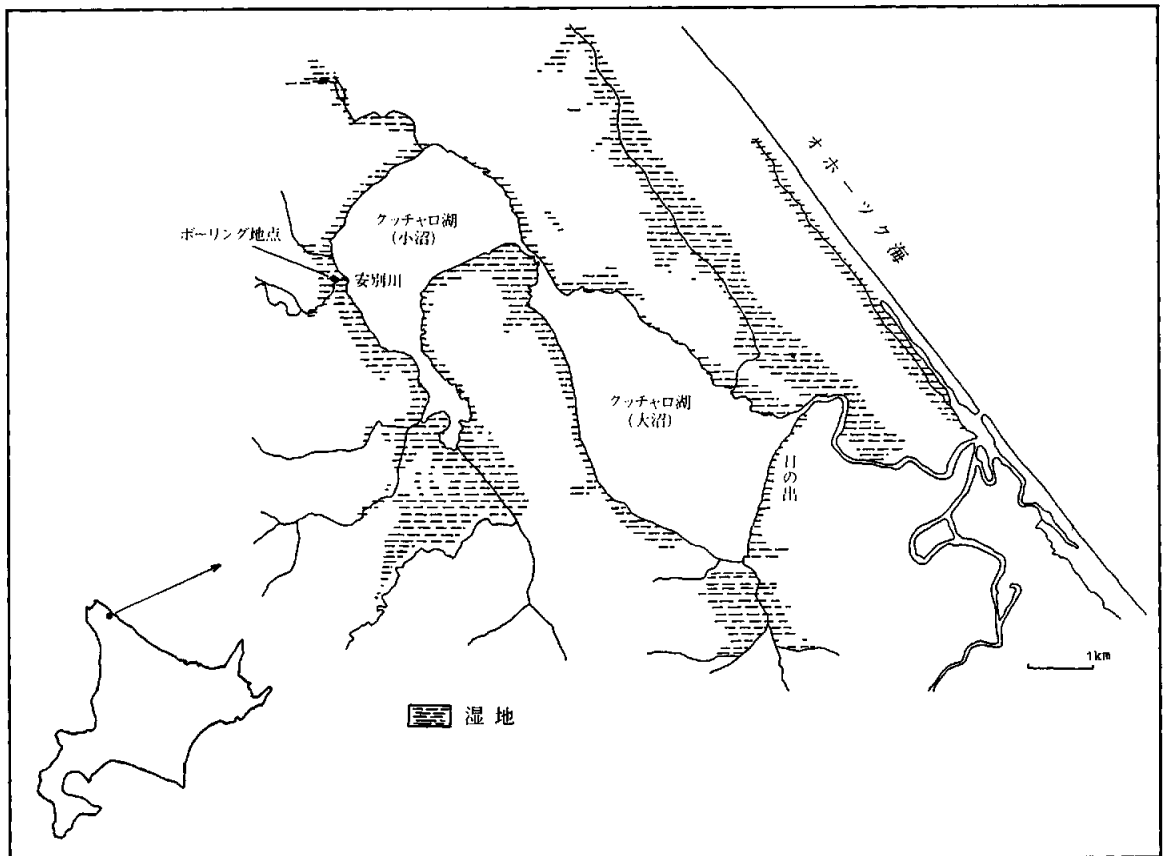


図1. 調査地点図

(1966, 1975) に基づいた。ただし、珪藻は一般に生息範囲が広く、特に汽水生種の中には *Rhopalodia gibberula* のように相当広い範囲の塩分濃度に生息する完全広塩性のものや、*Navicula mutica* のように淡水生種でありながら汽水域にも産するものもあり、この分類は明確なものではなく、一応の目安と考える。

海水生種はさらに形態によって羽状目と中心目とに分類した。羽状目の種は大部分が底性であり、太陽光の透過する沿岸域の浅い海の海底に生息する。一方、中心目の種は大部分プランクトンである。プランクトンには沿岸性・遠洋性という明確な区別はないが、底性のものに対してプランクトンの割合が高いほど深い海であると考えた。また、*Denticula lauta* については、各層を通じて出現頻度が非常に高いため1種のみ単独に扱った。本種は、過去の研究によるデータの少ない種であるが上の分類によると、ほぼ汽水生種に近いと考えられる。

上の分類による各珪藻群と *Denticula lauta*、及び出現種の中から生態的に特徴があり優占的に出現したものを種あるいは属のレベルで4つ選びその出現頻度を柱状図とともに図2に示した。なお、*Nitzschia granulata* はイギリスの砂浜に多数生息することが報告されており (Hendy, 1964)、砂浜の指標種であると考えられる。また、羽状目の *Grammatophora* spp.、中心目の *Melosira sulcata* は、底性としてもプランクトンとしても沿岸域にごく普通に出現することが知られている (小久保, 1973)。そして、中心目の海産プランク

トンとして *Coscinodiscus* spp. を選び深い海の指標として扱った。

2. 珪藻帯

上の数種と各珪藻群の出現頻度に基づいて、全コアを図2に示すようにA・B・C・Dの4つのDiatom zoneに分類した。

a) Diatom zone A

まず、Diatom zone Aは最下部の深度-19.8~-18.8mの層準で、層相は腐植土である。

珪藻では淡水生種が50%から10%程度へと急激に減少する。また、-19.8mの層準ではほとんど出現しない海水生種(中心目)が現われ始め、*Denticula lauta* とともに増加する。すなわち、この珪藻帯は完新世の海進によって海水の影響を受け始め、沿岸の汽水域からしだいに海へと移行した時期の堆積物であろう。

次に、出現する淡水生種のうち主なものを選んで、その出現頻度を表1に示した。それによると *Meridion circulare* や *Syndra ulna* など、好流水性であると考えられるものはほとんど見られなかった。また、一般に湿地においては、多数の種を有する属の中でも *Cymbella* spp. *Gomphonema* spp. に較べて、好酸性で止水性の *Pinnularia* spp. *Eunotia* spp. が出現頻度あるいは taxa 数において優占することが知られている。-19.8m、-18.8mの各層準とも明らかにこの傾向を示しており、しかも好気性で湿った土壌の表面などに生息する *Navicula mutica* も多く見られることから、本地点が池沼ではなく湿地であったことが推測される。

表1. 主な淡水生種の出現頻度。()内は各属に含まれる taxa 数

(%)

	-19.8m	-18.8m	-2.7m	現生種
<i>Eunotia</i> spp.	19.0(5)	9.3(7)	31.0(9)	6.0(6)
<i>Pinnularia</i> spp.	10.3(4)	12.0(4)	24.3(8)	5.6(7)
<i>Cymbella</i> spp.	4.0(2)	5.0(1)	1.3(1)	6.0(6)
<i>Gomphonema</i> spp.	1.0(2)	0.3(1)	1.7(3)	6.7(5)
<i>Navicula mutica</i>	12.3	10.6	8.0	0.7
<i>Meridion circulare</i>	1.0	—	7.3	7.7
<i>Hantzschia amphioxys</i>	—	1.0	8.3	—
<i>Tabellaria flocculosa</i>	—	0.3	5.0	10.0
<i>Syndra ulna</i>	—	0.3	0.7	6.0

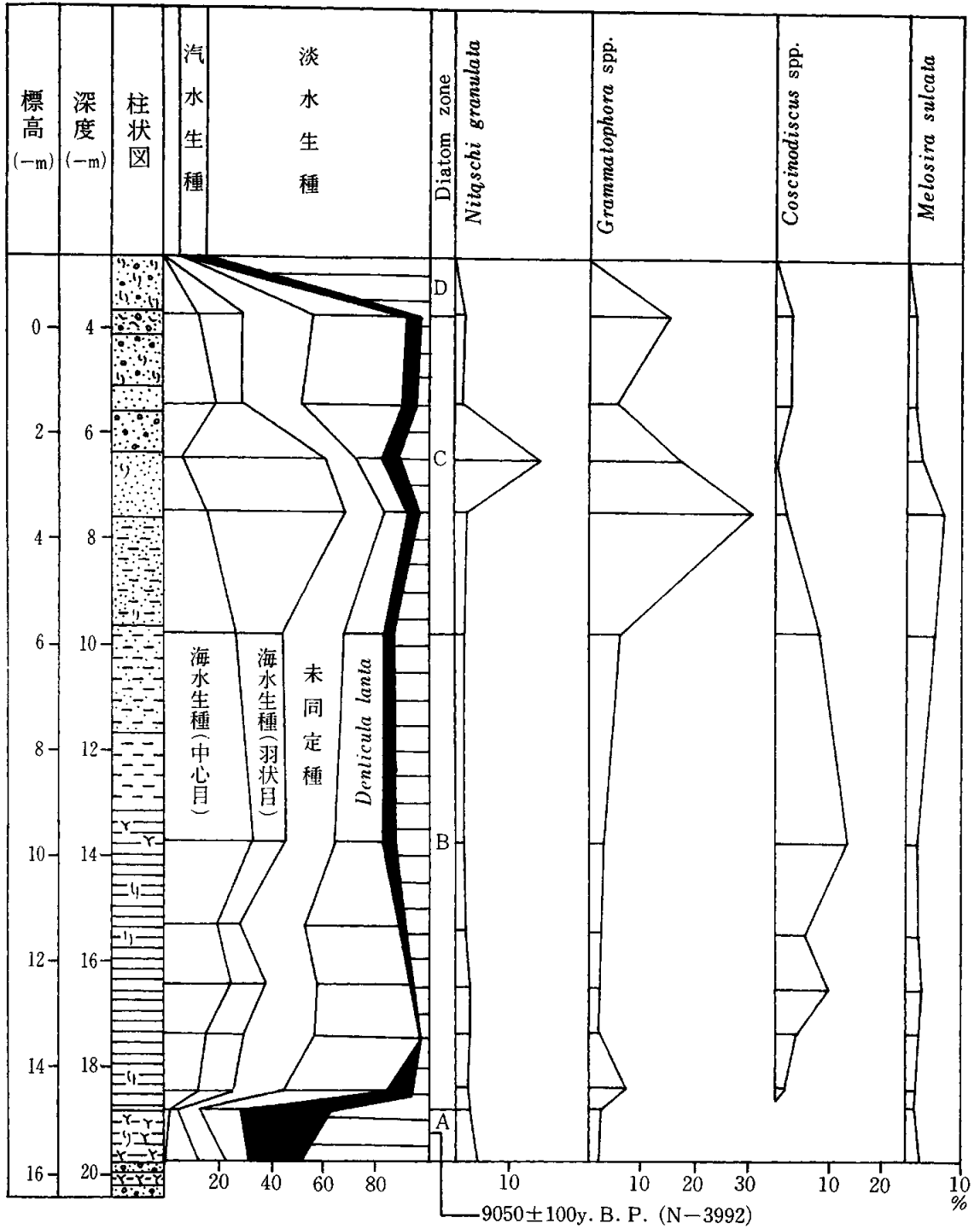


図2. 各種藻の出現頻度 (柱状図は松島1982による)

なお、本種は汽水域にも産し、*Rhopalodia gibberula*を大多数とする他の汽水生種とともに汽水の影響を表わしていることも考えられる。

b) Diatom zone B

深度-18.8~-9.8mの層準で、層相はmudからsilt, sandy siltへと移行する。この層準では、淡水生種は15%前後となり、*Denticula lauta*と中心目を主体とする海水生種が圧倒的に優占する。また、*Grammatophora* spp. の小さなピークが見られた後、Diatom zone Aでは全く出現しなかった*Coscinodiscus* spp. が現われ始め、本属に、*Actinocyclus ehrenbergii*, *Cyclotella stylosum*, *Stephanopyxis turris*, *Actinoptychus undulatus*などを加えた海水生種(中心目)が-13.8mの層準にピークを持つ。

つまり、海進によって本地点がある程度深い海となったことを示している。Diatom zone Bの期間中の水深は、ほぼ同じかあるいは-13.8m前後の層準がやや深いという程度のものであろう。

c) Diatom zone C

Diatom zone Cは、深度-9.8~-3.7mの層準であり、層相はsilty sandからsandへ移行し、さらに上部ではgravelが混入する。

この層準では、海水生種は全体としてDiatom zone Bより増加するが、その内容は中心目が減少して羽状目がピークに達しており、水深はDiatom zone Bより浅くなったと推定される。優占種も-7.5mの*Grammatophora* spp. *Melosira sulcata*から-6.5mの*Nitzschia granulata*へと変化し、本地点が沿岸域の浅海から砂浜へ移行したことを示している。なお、*Nitzschia granulata*の優占する-6.5mの層準の堆積時以降*Grammatophora* spp. 及び*Coscinodiscus* spp. などの海水生種(中心目)が増加する傾向があるが、この点については、再び水深が深くなったことその他、底性で砂質を好む*Nitzschia granulata*が生息できない環境にプランクトンとして容易に侵入したことなどが原因として考えられる。

d) Diatom zone D

Diatom zone Dは、深度-3.7~-2.7mの層準で、sandとgravelの層である。ここでは、海水生種*Denticula lauta*とも急激に減少してほとんど出現しなくなり、大部分が淡水生種で占められるようになる。つまり、-2.7mの層準では低鹹水か

あるいは完全な淡水域へ移行したと言える。

また、表2に示したように、この珪藻帯もやはり*Cymbella* spp. *Gomphonema* spp. に対して、*Pinnularia* spp. *Eunotia* spp. が圧倒的に優占し、泥炭性の池沼に多い*Tabellaria flocculosa*や好気性の*Navicula mutica*も多数出現することから、湿地であったことが推定される。そして*Meridion circulare*や*Diatoma vulgare*など、好流水性のものもいくつか見られ、川道付近であったことも考えられる。

なお、コアの採取地点付近において安別川の底泥を採取し、現生珪藻について同様の分析を行ったところ、海水生種(中心目)1%、海水生種(羽状目)4.7%、汽水生種6.7%、淡水生種85.7%という結果であった(未発表)。このデータは1度のみの調査で、珪藻の季節的消長を考慮に入れていないものではあるが、一応の目安と考えれば、各現生珪藻群の出現頻度は、-2.7mの層準より得たものに較べてやや海水傾向を持つものの、ほぼ同じ構成と言える。しかし、表2に示すように、優占種は止水性の*Pinnularia* spp. *Eunotia* spp. から、止水・流水どちらにも生息する*Cymbella* spp. *Gomphonema* spp. や、どちらかと言うと流水を好む*Synedra ulna*,あるいは真流水性の*Meridion circulare*へと変化し、流水の傾向が強く見られた。この結果からも、-2.7mの層準の堆積当時は止水に近い環境であったことが確認される。

3. 出現taxa数について

各珪藻群に含まれる出現taxa数の変化を図3に示した。taxa数が多いほどその分類群の生息に好条件であったと考えられる。全体的には被殻数の出現頻度と同じ傾向を示したと言える。しかし、海水生種(中心目)も海水生種全体も、そのピークは-16.5mの層準であり、-9.8mの層準では海水生種(中心目)より海水生種(羽状目)の方が多いう結果であった。この結果と図2の被殻数の出現頻度を考え合わせると、Diatom zone Bにおける水深は、わずかながら-16.5~-13.8m間の層準で最も深いと推定される。

珪藻全体としての出現taxa数は、-17.4mの層準で最低の30taxa、-9.8mの層準で最高の59taxaで、それ以外はほぼ40~50taxaの範囲であった。増減の傾向としては、安定した海水環境であ

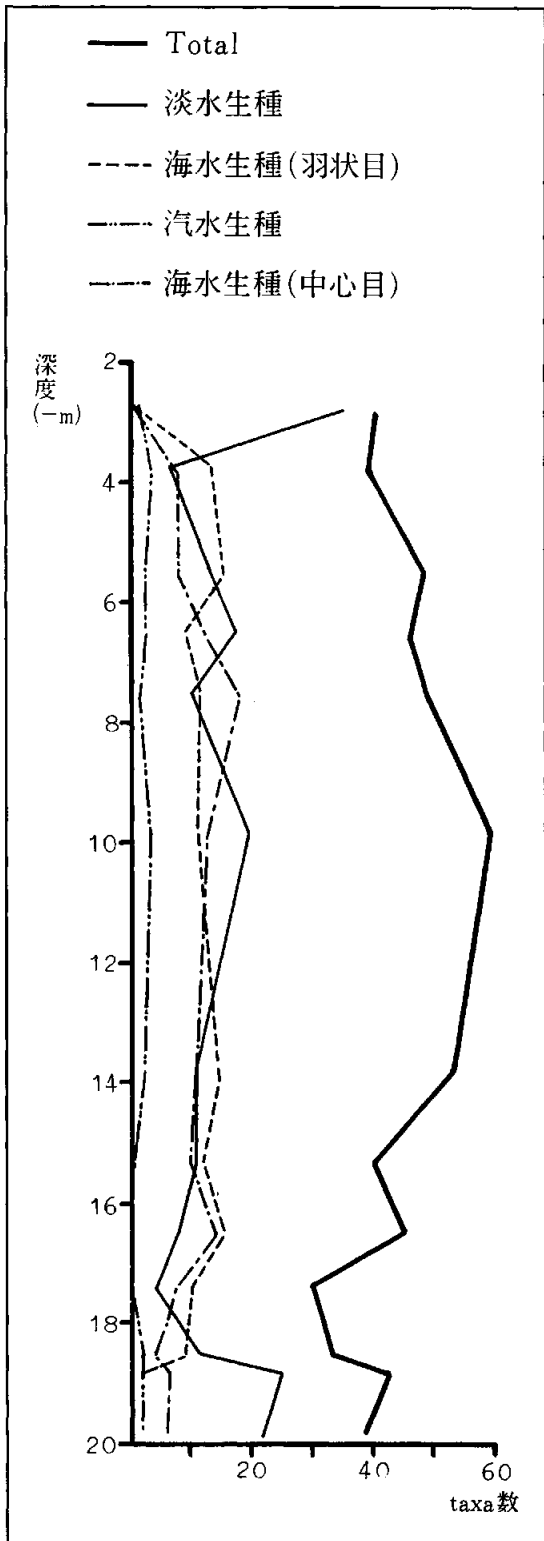


図3. 各分類群の出現 taxa数

る程度の水深があったと推定される-13.8~-7.5 m間の層準で増加し、鹹度が変化したと推定される-18.5~-17.4m及び-3.7mの層準で減少した。-2.7mの層準における taxa 数の少ない値は、珪藻の生育に関する悪条件、すなわち陸地化に近い環境を表わすものと考えられる。

なお、-9.8mの層準で淡水生種が相当の taxa 数出現することが注目される。この層準は、層相においても sandy silt から silty sand への移行点でもあり、嫌塩生種も多く含まれることから、細胞の死後河川によって運ばれた二次堆積物である可能性も考えられる。

以上のように、本地点の古環境としては、湿地から汽水域をへてある程度深い海となり、その後は沿岸域の浅い海そして砂浜の状態から淡水性の湿地へという移行が推定された訳である。

つまり、コア最下部の-19.8mから-17.4mの層準の堆積時の海進と、-9.8mの層準の堆積時以降の海退、そして-17.4~-9.8m間の堆積時はほぼ同じ程度の水深（あるいは-16.5~-13.8m間の堆積時が最も深い）であったことを支持する結果が得られた。この海進と海退を比較すると、海退期には優占種が *Coscinodiscus* spp. など海水生種(中心目)から沿岸性の *Grammatophora* spp. や *Melosira sulcata* そして砂浜を好む *Nitzschia granulata* へと徐々に移行するのに対して、海進期には *Grammatophora* spp. の小さなピークが見られたのみで、汽水域から海水生種(中心目)へと急速に変化するという違いが見られた。また、海進期において高頻度で出現した汽水生種(大部分が *Rhopalodia gibberula*) は海退期にはほとんど見られなかった。

コアとの比較のために、湖内沿岸部の数地点において底性及びプランクトンの現生珪藻を採取して分析を行った(未発表)。それによると、本コアの特徴として汽水生種の taxa 数及び *Rhopalodia gibberula* 以外の出現頻度が、各層を通じて非常に少ないという点があげられる。特に、内湾の汽水域に普通に産し本湖の現生種にも多数出現する *Bacillaria paradoxa*, *Synedra tabulata*, *Achnanthes haurckiana* は全く出現しなかった。この傾向は海水生種についても見られ、*Cocconeis scutellum* を除けば、現生種として優占するものはコアにはほとんど出現しなかった。なお、現生種

として特に大沼において圧倒的に優占する *Cocconeis scutellum* (海水生種・羽状目) は、コアにおいては *Nitzschia granulata* とほぼ同じパターンを示し、-6.5mの層準にピークを持つ。

最後に、*Denticula lauta* についてであるが、本種については過去の研究によるデータ不足のため環境についての明確な指標とはなり得ない。本コアにおいては、-18.5~-15.3m及び-5.5~-3.7mの層準の比較的浅い海かあるいは汽水に近い状態と推定される時期に圧倒的に優占し、-2.7mと現生珪藻中にはほとんど出現しなかった。

なお以上指標として使用した種は、前述の Hustedt (1930, 1959, 1961-1966)、Patrick and Reimer (1966, 1975) の他、小久保 (1973)、水野 (1964)、小林・小島 (1976, 1977) などに従った。

4. 海面変動との関係

日本における完新世の海面変動についての研究は数多く、前田 (1976) は大阪湾において、松島 (1982) はオホーツク海沿岸特に浜頓別から網走間において、共に貝類遺骸群集の調査に基づいた海面変動曲線を描いた。松島 (1982) の海面変動曲線によると、約9000年前には現在のそれより約15m 低位であった海水準は、後氷期の温暖化に伴って急速に上昇し、約6000~5000年前には現在より3~4m 高位に達し、その後ゆるやかに下降して現在に至ったとされている。

今回用いた試料は、約9000~6000年前の範囲であるが、海が最も深いと推定されるのは-16.5~-9.8mの層準で、約6000年前にはすでにかなりの海退が見られた。これは、海水面の上昇と堆積速度との関係で、-16.5~-9.8m間の層準は両者がほぼつり合った状態で、それ以降は堆積速度が上回った状態であろう。特に、Diatom zone Dにおいて、湖内の現生種に多く見られる *Bacillaria paradoxa* や *Synedra tabulata*, あるいは海進期に優占する *Rhopalodia gibberula* など汽水生種のピークが見られないまま、海水生種から淡水生種へ急激に移行することは、この急速な堆積作用を示すものであろう。約6000~5000年前の高海水準については、湖の中央付近で珪藻分析を行えばより明確な推定が可能であろう。

また、約9000年前以降の海水準上昇は、1000年当り平均約5m という速い速度で進んだとされて

いる (松島, 1982)。今回の調査結果において、海退期において見られた沿岸性の *Grammatophora* spp. や *Melosira sulcata* の優占する時期が海進期には見られないという現象は、おそらくこの海進と海退の速度の差によるものであろう。*Nitzschia granulata* については、この他に、底質の違いが原因として考えられる。

5. 貝類遺骸群集との対比

今回の珪藻分析と同じコアについて、松島 (1982) は貝類遺骸群集の分析を行っている。それによると、全体的に内湾の潮間帯砂泥底の種であるマガキ *Crassostrea gigas*, ヒメシラトリ *Macoma incongrua*, アサリ *Tapes japonica* が特徴種として現われ、上部の-2.4m, -2.2mの層準で低鹹水を好むヤマトシジミ *Corbicula japonica*, スマコダキガイ *Potamocorbula amurensis* が現われ、内湾から潟に移行したとしている。

この海成層の上限については、珪藻分析からは-3.7~-2.7m間の層準であるという結果が得られており、若干の違いが見られた。なお、今回計数は行っていないが、-2.5m, -2.4mの層準において同定不能の海水生種の破壊された被殻が多数見られ、一応海成層であると考えられる。この問題についての明確な結論は不可能であるが、珪藻から見る限りでは被殻の破壊された-2.5m, -2.4mの層準が再堆積層であり、海成層の上限はやはり-3.7~-2.7m間の層準であるというのが妥当であろう。

この貝類遺骸と珪藻遺骸から見た海成層の上限が異なる層準になることについては、両者の生育様式の違いや、淡水生種の耐鹹度性の問題もあり、その理由を現時点で明確に述べることはできない。参考までに、クッチャロ湖は現在低鹹水でヤマトシジミ、スマコダキガイが多数生息しているが、珪藻では海水生種が大沼で40~50%、小沼では20%程度出現し、淡水生種は大沼で25~40%、小沼で50%、汽水生種は両沼とも10~30%程度出現する。

また、貝類遺骸においては、-6.5mの層準に現在オホーツク海沿岸には生息しない暖海生のシオフキ *Maetra veneriformis* が現われて、当時海水温が上昇したことを示している。しかし、珪藻には暖海生・寒海生と明確に区別できるものは少な

く、気候や水温に関しての指標にはなりにくいため、特に海水温の上昇を示すような変化は見られなかった。

大島ほか(1972)は、今回のボーリング地点付近のピット(標高4m)において、深度-1.8mの層準にカキ礁(^{14}C 年代は $5610 \pm 130\text{y. B. P.}$)の上限を観察して当時2.2m以上の高海水準が必要であることを示し、同時にカキ礁の構成種中に暖海生のシオフキ、ハマグリ *Meretrix lusoria*、ウネナシトマヤガイ *Trapazium liratum* などが多数含まれることを示した。つまり、海成層の上限については、珪藻分析による結果より高いという結果である。前述のように、松島(1982)も本ボーリング地点から10m離れた地点でカキ礁とアサリ主体の貝殻層を観察し、その地点での海成層の上限は-1.4mの層準であるとしている。コアの珪藻分析の違いは、川道の位置などの微地形的要因や侵食による不整合などが原因として考えられるが今後多方面の研究によって結論が可能となるであろう。

クッチャロ湖の形成史について大島ほか(1972)は、7000~4000年前の「日の出貝塚」の構成員が内湾汽水の温暖環境に生息するもので、4000年前以降の貝塚は主としてシジミからなり、暖海汽水生ものは産しなくなることから、7000年前の現海水準下20m以下の河谷から高海水準期にはクッチャロ湾となり、湾口の海面下に発達していた砂州が海退とともに湾口砂州・砂堤へと発達し、湾口が狭くなって、クッチャロ湖に変化したとしている。

今回のボーリング地点は沿岸部で、急速な堆積作用のため汽水生種の優占する時期がなく、湾口が狭くなるにしたがって徐々に鹹度が低下したという明確な結論は得られなかった。この点についても、やはり湖の中央付近での珪藻分析が必要であろう。

まとめ

1. クッチャロ湖の古環境としては、約9000年前の湿地が海水の影響を受け始め、汽水域からある程度深い海となり、その後は沿岸域そして砂浜をへて、淡水性の湿地へという移行が推定された。

2. 珪藻から見た海成層の上限は-3.7~-2.7

m間の層準にあり、同コア中の貝類遺骸や周辺の露頭地層中の貝殻層準とは若干の違いが見られた。

3. クッチャロ湖の形成史、特に砂州の形成過程についての結論は不可能であった。この点については、湖の中央付近での調査によって可能となるであろう。

引用文献

- 赤松守雄、1969：北海道における貝塚の生物群集—特に縄文海進に関連して—。地球科学、23, 107—117。
- Barron, J. A., 1976：Revised Miocene and Pliocene diatom biostratigraphy of Upper Newport Bay, Newport Beach, California. Marine Micropaleontology, 1, 27—63.
- Evans, G. H. and R. Walker, 1977：The late Quaternary history of the diatom flora of Llyn Clyd and Llyn Glass, two small oligotrophic high mountain tarns in Snowdonia(Wales). New phytol, 78, 221—236.
- Hasegawa, Y., 1968：The micropaleontological study of the alluvial soil during the early Jomon age of Kwanto Plain, Central Japan. Misc. Rep. Inst. Nat. Resour., 70, 86—107.
- Haworth, E. Y., 1976：Two late-glacial (late Devensian) diatom assemblage profiles from Northern Scotland. New phytol, 77, 227—256.
- Hendy, N. I., 1964：An introductory account of the smaller algae of British coastal waters Part V Bacillariophyceae (Diatoms).
- Hustedt, F., 1930：Die Kieselalgen. In L. Rabenhorst (ed.), Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz., 7(1), 1—920.
- , 1959：Die Kieselalgen. In L. Rabenhorst (ed.), Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz., 7(2), 1—845.
- , 1961—1966：Die Kieselalgen. In L. Rabenhorst (ed.), Kryptogamen-

- Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz., 7 (3), 1—816.
- Igarashi, Y., 1975: Palynological study of subsurface of geology of the coastal plain along the Ishikari Bay, Hokkaido, Japan. *The Quaternary Research*, 14, 33—53.
- 小林弘・小島貞雄, 1976: 「水」素顔の水処理微生物 総集版Ⅰ。
- , 1977: 「水」素顔の水処理微生物 総集版Ⅱ。
- 小久保清治, 1973: 浮遊硅藻類 第3版、恒星社厚生閣。東京。
- Kumano, S. and S. Miyahara, 1981: Holocene history of the diatom assemblages of the sediments from the mouth of the Samodogawa river along the northern coast of the Osaka Bay. *Jap. J. Phycol.* (Sorui) 29, 109—115.
- Maeda, Y., 1976: The sea level changes of Osaka Bay from 12,000BP to 6,000BP. Environmental changes in the Osaka Bay area during the Holocene Part—1. *J. of Geosciences, Osaka City Univ.*, 20, 43—58.
- 松島義章, 1982: 北海道クッチャロ湖畔の海成沖積層の¹⁴C年代とそれに関連する問題。神奈川県立博物館研究報告 No. 13。
- 深泥池研究グループ, 1976: 深泥池の研究 (2)。地球科学, 30, 122—140。
- 水野寿彦, 1964: 日本淡水プランクトン図鑑、保育社。大阪。
- Mori, S. and S. Horie, 1975: Diatoms in a 197.2 meters core sample from Lake Biwako. *Proc. Japan Acad.*, 51, 675—679.
- 野口寧世・西田史郎・松岡数充・金原正明, 1978: 完新世 奈良盆地の自然史—その2—。古文化財教育研究報告、第7号、69—89。
- , 1979: 完新世 奈良盆地の自然史—その3—。古文化財教育研究報告、第8号、31—44。
- 大島和雄・山口昇一・佐藤博之, 1972: 北海道クッチャロ湖畔の沖積統貝殻層。地質学雑誌, 78, 129—135。
- Patrick, R. and C. W. Reimer, 1966: The diatoms of the United States. Vol. 1, *Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, Philadelphia.
- , 1975: The diatoms of the United States. Vol. 2 Part 1, *Acad. Nat. Sci. Philadelphia*, Philadelphia.
- 歌代勤・久保定生ほか, 1975: 岡山県倉敷市地下の地質と珪藻遺骸群集、第四紀研究、14, 139—148。

PLATE— 1

- Fig. 1 *Actinoptychus undulatus* (Bail.) Ralfs
 Fig. 2 *Actinocyclus ehrenbergii* Ralfs
 Fig. 3 var. *sparsa* (Greg.) Hust.
 Fig. 4 *Coscinodiscus nitidus* Greg.
 Fig. 5 *Cyclotella stylorum* Brightwell
 Fig. 6 *Tetracyclus lacustris* Ralfs
 Fig. 7 *Grammatophora* sp.
 Fig. 8 *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun.
 Fig. 9 *Cocconeis placentula* Ehr. var. *lineata* (Ehr.) Cl.
 Fig. 10 *C. scutellum* Ehr.
 Fig. 11 *Eumotia valida* Hust.
 Fig. 12 *E. formica* Ehr.
 Fig. 13 *E. robsta* Ralfs var. *tetraodon* (Ehr.) Ralfs
 Fig. 14 *Achnanthes haurckiana* Grun.
 Fig. 15 *A. longipes* Agardh
 Fig. 16 *Caloneis brevis* Greg.

Scale A : Figs. 1—5,7,9,10—13,15,16

Scale B : Figs. 6,8,14

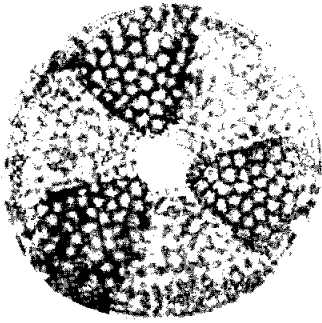
PLATE— 2

- Fig. 1 *Navicula elegans* W. Sm.
 Fig. 2 *N. mutica* Kütz.
 Fig. 3 *N. granulata* Bail.
 Fig. 4 *Diploneis smithi* (Bréb.) Cl.
 Fig. 5 *D. interrupta* (Kütz.) var. *clancta* (A. S.) Cl.
 Fig. 6 *Gomphonema clevei* Fricke
 Fig. 7 *G. constrictum* Ehr. var. *capitata* (Ehr.) Cl.
 Fig. 8 *Epithemia adonata* (Kütz.) Breb. var. *saxonica* (Kütz.) Patr.
 Fig. 9 *E. zebra* (Ehr.) Kütz. var. *porcellus* (Kütz.) Grun.
 Fig. 10 *Pinnularia alpina* W. Sm.
 Fig. 11 *Cymbella aspera* (Ehr.) Cl.
 Fig. 12 *C. tumida* (Bréb. et Kütz.) V. Heurck
 Fig. 13 *Rhopalodia musculus* (Kütz.) O. Müll.
 Fig. 14 *Denticula lauta* Bail.
 Fig. 15 *Nitzschia granulata* Grun.
 Fig. 16 *N. punctata* (W. Sm.) Grun.

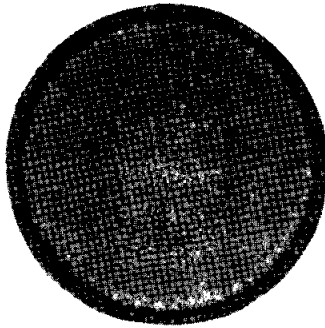
Scale A : Figs. 1,3—5,8—16

Scale B : Figs. 2,6,7

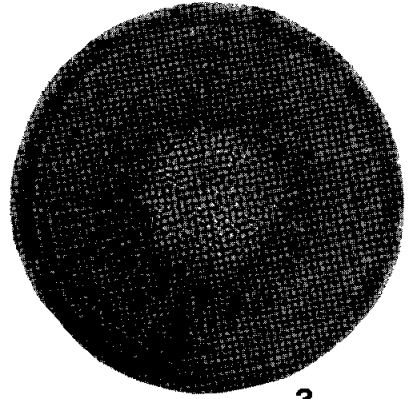
PLATE-1



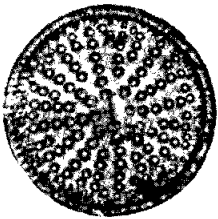
1



2



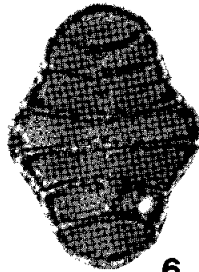
3



4



5



6



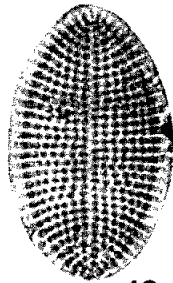
7



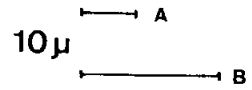
8



9



10



11



12



13



14



15



16

PLATE-2

