

佐渡島加茂湖の自然環境とその歴史

小林巖雄*・神蔵勝明**・鴨井幸彦***・渡辺剛忠****

Natural Environment and History of Lake Kamo, Sado Island

Iwao Kobayashi*, Katsuaki Kanzo**
Yukihiko Kamoi*** and Yoshitada Watanabe****

Abstract

The lagoonal Kamo Lake is located in the north-eastern part of Kuninaka Plain, Sado Island, Central Honshu, Japan. The lagoon is separated from Ryotsu Bay by a sand bar where Ryotsu Town is on it. The lagoon is filled with marine water, because there is a narrow waterway which was made artificially between the lagoon and sea in the northern site. At the fall of sea-level of the last glacial age a valley was formed from the Lake Kamo area toward Ryotsu Bay and several rivers from the surrounding mountains flowed into that valley. Rapid sea-level rise during the post-glacial age brought an embayment as far as the innermost part of the valley. After that, the inlet was gradually filled with crastic sediments from the surrounding mountains. Moreover, a sand bar grew from the cape of Sumiyoshi-nojyo Terrace northernwards and the marine inlet changed into a lagoonal condition because the exit of the inlet narrowed. Especially, the regression of the Yayoi period affected the inflow of sea water from Ryotsu Bay. The lagoon was filled with brackish or fresh water after that period until the Meiji period. At that period, an artificial waterway was made for prevention of an overflow. In this report, moreover, the general geomorphology and geology, underground geology, lake water, lake deposits and natural environment of Lake Kamo and its surrounding area are summarized and discussed.

まえがき

新潟県佐渡島は日本海東縁部の中央に浮かぶ島で、日本海の歴史の解明にはかかせない重要な島の1つである。佐渡島の第四紀地史は佐渡国中平野団体研究グループ(1966, 1969), 小木団体研究グループ(1981)ほかによって解明されてきた。さらに、加茂湖の環境に関する調査・研究は永原(1967), 加茂湖自然環境調査グループ(1976, 1977a, 1977b), 相川高校化学部・渡辺剛忠

(1976), 相川高等学校化学部・加茂湖自然環境調査グループ(1978)のほか、国・県による調査(新潟県, 1969)が実施されてきたし、加茂湖の生物相に関する研究は岩田(1968), 本間ほか(1974), 伊藤ほか(1982)などである。佐渡島の国中平野北東部に位置する加茂湖(第1図)の歴史は、Sato and Kumano(1985, 1986), 松木ほか(1987)によって論じられた。現在、加茂湖は自然景観資源としてのほか漁業を中心として利用されており、カキの養殖地として、また沿岸漁業地として活用されている。

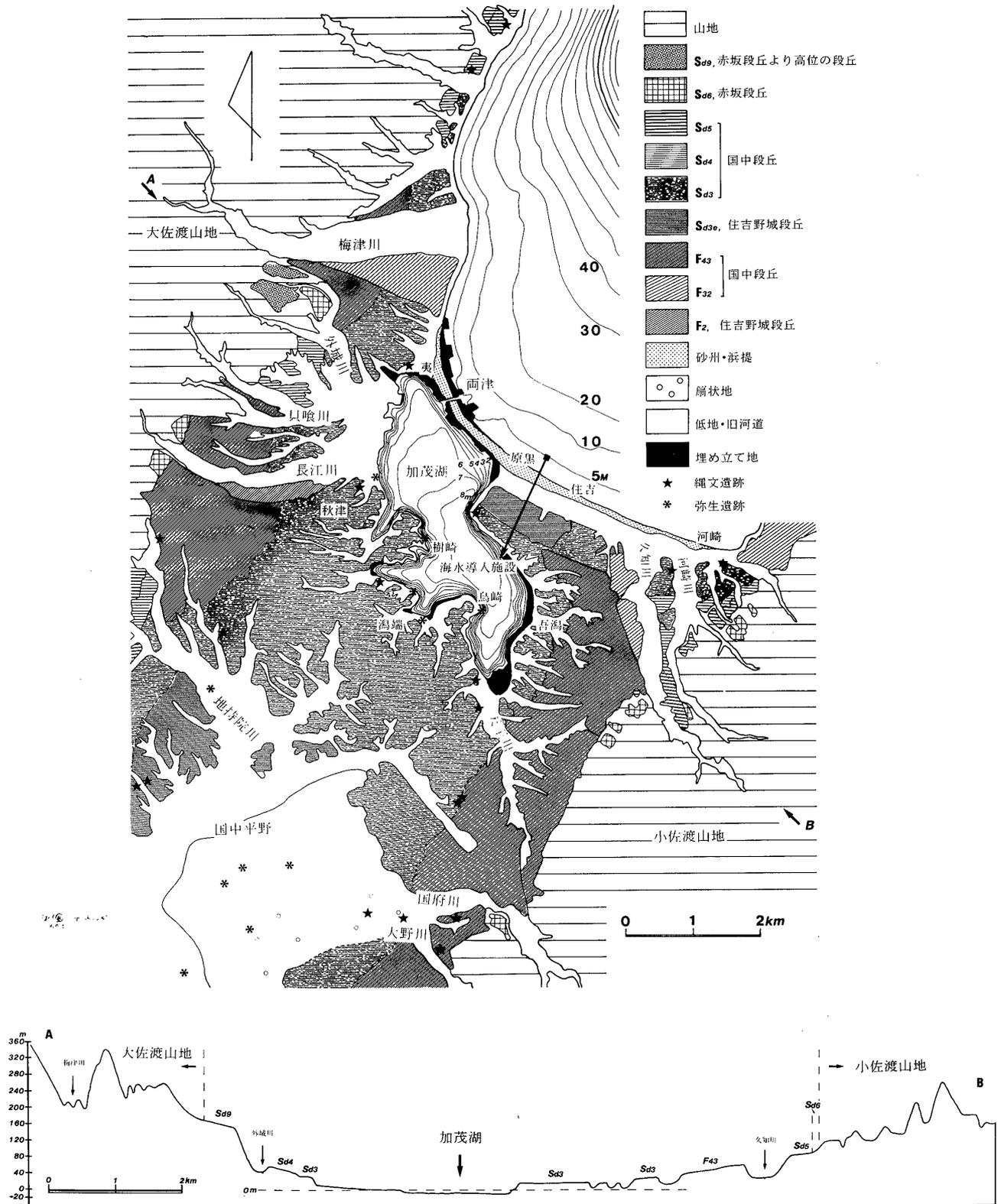
ここでは、従来の調査・研究の報告のほか、新しく収集した地下地質資料によって加茂湖の自然およびその歴史の概略を記述してみたい。しかし、加茂湖の詳しい形成史や環境の変遷を論ずるには資料不足であり、今後の研究の出発点とするためにまとめることは意義があるものとする。

* 新潟大学理学部地質鉱物学教室 Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Niigata University, Niigata 950-21, Japan.

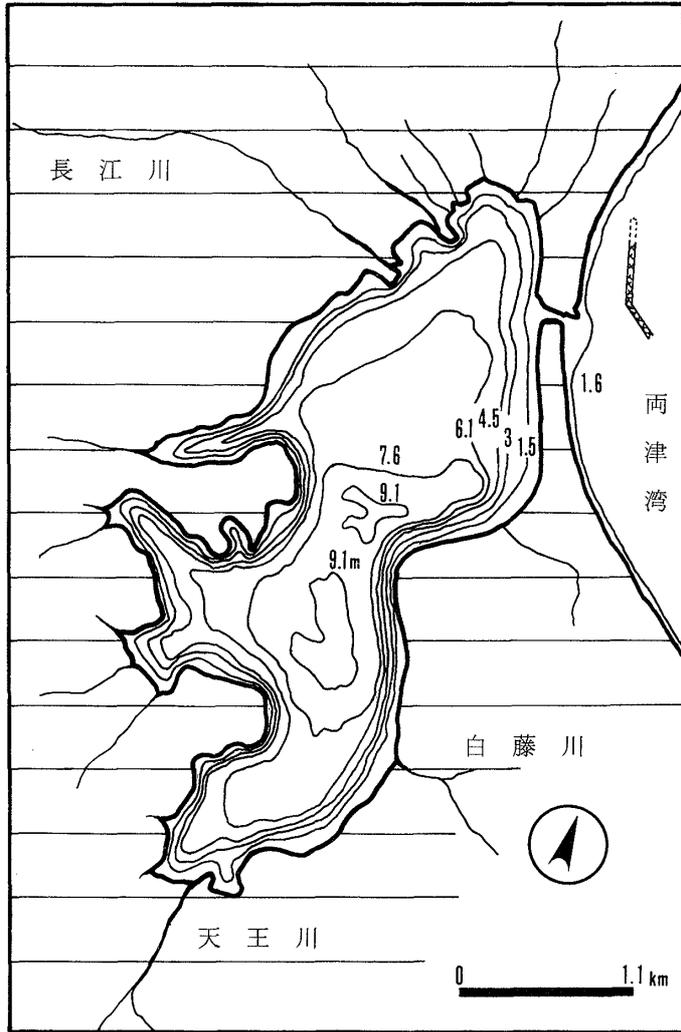
** 新潟県立羽茂高等学校 Hamochi High School, Niigata Prefecture, Hamochi 952-05, Japan.

*** 株式会社興和 Kowa Co., Ltd, Niigata 951, Japan.

**** 新潟市教育委員会 Educational Committee of Niigata City, Niigata 951, Japan.



第1図 加茂湖周辺の地形



第2図 大正時代測量の加茂湖の等深線図
(新潟県教育委員会, 1981, 資料: 新潟県水産試験場報告 (大正7~10年))

加茂湖の自然概要

加茂湖は新潟県両津市と新穂村にまたがり、両津市街をのせる砂州を境にして両津湾に隣接する潟湖である。現在、砂州の一部が人為的に掘削された幅約30mの水路で両津湾に連絡しており、海水が湖に流入している。

加茂湖の周辺には、北西側に大佐渡山地が、南東側には小佐渡山地がそれぞれ北東から南西方向に伸び、それらの山地の国中平野側の山麓には数段の段丘が発達している。さらに、湖岸の周辺は段丘のほか、扇状地、砂州・浜堤、沖積低地によってとり囲まれている(第1図)。

加茂湖周辺に分布する段丘は国中段丘とよばれ、国中層と命名された河川、海浜や潟の堆積物からなる地層で構成される(佐渡国中平野団体研究グループ, 1966)。湖

岸周辺の段丘は新しい谷によって複雑に解析され、それらの谷は沖積層で埋積されている。湖の北側には、長江川・貝喰川・外城川によって形成された扇状地地形が発達している。湖の北東にあたる両津市夷から同市原黒にかけては、長さ2 km、幅200~400mの砂州が北西-南東方向に発達し、両津湾と加茂湖をへだてている。現在の砂州の一部は江戸時代以降の埋立によって広げられたものである。このほか、加茂湖周辺には低地帯がわずかに広がり、そこには自然堤防・旧河道などのわずかな地形の起伏が多く存在するが、その調査は未了である。

つぎに、加茂湖について述べると、この湖は南北に長く約9.8km、東西で最大1.7kmの大きさで、湖岸線の延長は17.2km、面積は495haである。西岸には小規模の入り江があり、湖岸線が東側に比べ複雑である。湖のほぼ中央に位置する椎崎と樹崎を結ぶ線の南側では湖の東西方向の幅がその北側に比べてややせまくなる。この線より南側では佐渡空港のある西へ向かう入り江(腰の入り江)と潟上方向の入り江とにわかれる。本論では椎崎と樹崎を結ぶ線の北側にあたる水域を湖口域とし、その線より南側を湖央域、さらに鳥崎より南側の潟上方向の入り江部を湖奥域とする。これらの3地域は後述するように底質や湖水の性状をことにする場合が多い。湖岸はコンクリート壁などでほとんど護岸され、自然状態は残されていない。

湖底の地形は湖の沿岸部で急に深くなる舟底型の断面をもち、最大水深は8.7mと浅い湖である(第1図)。大正時代の測深図(第2図)をみても、同様な湖底地形が存在していたことがわかる。

加茂湖に流入する大小の河川は、13を数え、流域面積は全体で5,430haである。主な河川は湖の北西側にあり、大佐渡山地に発する長江川、貝喰川、外城川で、扇状地性の沖積地を形成している。また、湖奥の南端部には天王川が小佐渡山地から流入している。これらからの河川水流出量は融雪・洪水時以外には湖水に大きく影響を与えるほどのものではない。

両津湾に通ずる加茂湖の水路は洪水対策の一貫として1901年から掘削工事が始まり、1907年に完工された(新潟県教育委員会, 1981; 松木ほか, 1987)。完成後は、海水が潟に流入するようになった。それ以前は発達した砂洲によって海と隔てられた汽水~淡水の湖で、潟から海への流出口は存在していたものの、海からの海水の流入

は潟口での砂の堆積のためにはばまれていた。洪水の後などには広く開口され、海水が潟内に侵入していたものと考えられる。江戸時代の絵図では、現在の両津港付近に狭い水路があり、橋がかかけられている様子が描かれている。

加茂湖周辺の地質概要

1. 先第三系～下部更新統

大佐渡山地および小佐渡山地には、中古生界・花崗岩からなる基盤岩類を不整合におおって、漸新統～下部中新統であるいわゆる下部グリーンタフ層が広く分布し、さらに海成の碎屑岩層からなる新第三系がこれに不整合で重なっている。佐渡島第四系の層序を第1表に示す。つぎに、中部更新統以上の地層について簡単に述べる。

加茂湖周辺に分布する中部・上部更新統である赤坂層、国中層は、それぞれ赤坂段丘、国中段丘を構成している（佐渡国中平野団体研究グループ、1966）。筆者らはこれらの段丘面の区分・その成因について検討中であり、第1図に示した Sd や F 区分については後の論文にゆずりたい。

赤坂層は下位の地層を不整合で覆い、褐色粘土層と不淘汰な礫層からなる。礫層の礫は基質とともに著しく風化が進み“くされ礫”になっている。

国中層は上部と下部に区分され、上部は褐色粘土層からなり、岩相・層厚の変化が著しい。下部は砂層と礫層が優勢で植物化石や軟体動物化石を含むシルト層を挟在する。佐渡国中平野団体研究グループ（1966）によれば、半鹹半淡生の軟体動物化石から入り江の奥のような

環境が、珪藻化石からは、富栄養湖で、一部に海水の流入する水域が、大型植物化石からは海水の流入する汽水域の堆積環境、および現在と大差ない温かな気候が、さらに花粉化石から冷温から温暖な気候に、そして再び冷温な気候への変化が、それぞれ推定されている。

住吉野城段丘は低位段丘を構成し、独自の堆積物をもたず、国中層が侵食された侵食面とされている（佐渡国中平野団体研究グループ、1966）。

国中平野における晩氷期以降の堆積物は金丸層と呼ばれ、粘土、シルト、砂質シルト、砂および礫の互層からなる。基底部の砂礫層は国府川の下流部で深度110mに存在する（佐渡国中平野団体研究グループ、1969）。ボーリングコア中の花粉、珪藻および有孔虫に関する微化石分析が行なわれ、花粉化石からは、現在より冷涼ないし寒冷な気候から、現在と大差のない気候への変遷、珪藻化石からは海水～汽水域の環境、有孔虫化石からは寒流系の外洋水の影響を受けた浅海から汽水のおよぶ沿岸海域へ、さらに陸水の影響の強い環境へという変遷が推定された（佐渡国中平野団体研究グループ、1969）。

さらに、加茂湖周辺の低地や加茂湖湖底下には最終氷期以降の堆積物が分布している。これらについてはつぎに述べる。

加茂湖湖底の表層部地下地質

加茂湖およびその周辺では、これまでに、一般建築物や橋梁などの建設にともなって、多数のボーリング調査が実施されている。ボーリング資料は、埋め立て造成計画のある加茂湖北部や、防波堤などの構造物の多い両津

第1表 加茂湖周辺地域の第四系層序表¹⁾

時代	地層名	層厚(m)	岩相・化石 ²⁾ ・放射年代測定値 ³⁾
完新世	金丸層	61~110	粘土・シルト・砂および礫の互層、珪藻化石（海・汽水生）、花粉化石（寒冷→冷涼）
更新世	後期 国中層	3~20+	褐色粘土層、シルト・砂および礫の互層、貝化石（半鹹半淡生）、植物化石、珪藻化石（腐植性富栄養湖、止水域生、海生）、花粉化石（冷温→温暖→冷温）、生痕化石
	中期 赤坂層	10~40	褐色粘土層、不淘汰礫層
	前期 質場層	30	砂とシルトの互層、礫層
	貝立層	60	粗粒砂礫と細粒砂の互層、砂礫層
鮮新世	河内層	110	塊状シルト、砂質シルトと細～中粒砂の互層、細粒砂と石灰質砂の互層 石灰質団塊 有孔虫化石：Globigerina pachyderma (dext.)-Globorotalia inflata zonule Uvigerina subperegrina-Oridorsalis umbonatus zonule 珪藻化石：Neodenticula koizumii-N. kamtschatica 帯～ Neodenticula koizumii 帯、FT (2.4)

1) 佐渡国中平野団研グループ（1966）、遠藤ほか（1987）、中原ほか（1987）

2) 佐渡国中平野団研グループ（1966, 1969）、渡辺（1987）、中原ほか（1987）、遠藤ほか（1987）

3) 武田（1986）、FT：フィッシュントラック年代（Ma）

港周辺にとくに集中している。また、これとは別に、両津市水産課によって、浮泥のおおよその層厚分布傾向をつかむ目的で、ポータブルコーン貫入試験*が湖内の15か所で実施されている。ここでは、これらの資料を総合して、加茂湖湖底の表層部地下地質について考察する(第3図)。なお、地質断面図作成にあたって直接使用したボーリングは27本で、そのうち最も深いものは56mである。

1. 湖底堆積物の構成と各層ごとの特徴

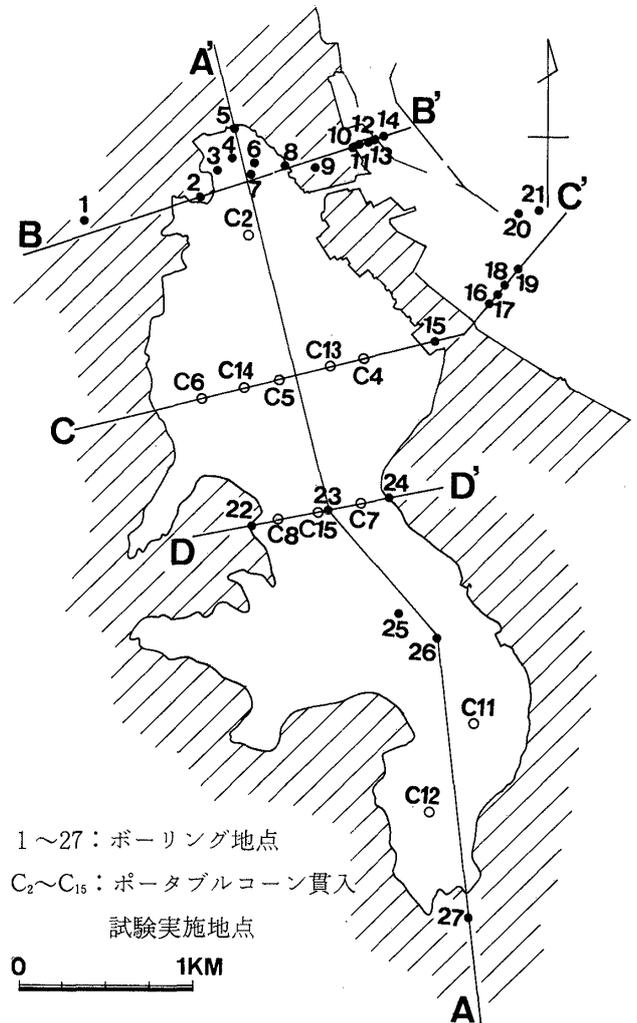
湖底の表層部地質は、上位から順に、①浮泥、②極軟粘性土(上部粘性土層)、③砂・砂礫(上部砂・砂礫層)、④砂(中間砂層)、⑤粘性土(下部粘性土層)、⑥砂・砂礫(下部砂・砂礫層)の6層から構成される。各層の特徴は次のとおりである

①浮泥(Ac0) 黒灰色で含水量が非常に多く、下水臭を伴う。極めて軟らかく、流動性を帯びる。層厚は0.3~3.5mで、湖底全体を覆って分布する。下位の極軟粘性土との境界は漸移的であり、肉眼では区別が難しい。N値は0(自重で沈下)で、ポータブルコーン貫入試験でも抵抗なく沈み、貫入値は0である。

②極軟粘性土(Ac1, 上部粘性土層) 暗灰色~黒灰色を呈し、有機質に富む。ほぼ均質であるが、湖岸に近いところでは砂質分を混入し、やや粗粒となる。全体に非常に軟らかく、N値は0(自重で50cm以上沈下)である。しかし、ポータブルコーン貫入試験において貫入抵抗を示すことから、浮泥とは明瞭に区別される。層厚は平均して15mと厚く、最深部では22mに達する。含水比は130~150%、湿潤密度は1.27~1.34である。

③砂・砂礫(As1; Ag1, 上部砂・砂礫層) 両津市街地北部の夷地区では砂礫層が、同じく南部の湊地区では砂層がそれぞれ卓越する。また、両津湾底では淘汰のよい細砂層が直接分布する。さらに、砂層中には砂礫層を介在することもある。砂層は淘汰のよい細砂を主体とし、N値はおおむね30以上でよく締まっている。砂礫層は、礫径や礫の混入率ともに不均一で、垂円礫~円礫が多い。層厚は15~20m以上である。これらの砂層・砂礫層は、ともに前述した②極軟粘性土とは同時異相の関係にあると考えられる。なお、②極軟粘性土層(Ac1)を欠く部分では、薄い①浮泥層(Ac0)によって直接おお

* 軟弱地盤の強度を簡便に知るための試験方法の一つで、静的サウンディング(static sounding)の代表的なものである。ロッド(鋼製のつなぎ棒)につないだ先端コーンと称する円錐形の抵抗体を地盤に垂直に立て、人力で押し込みながら各深度ごとの貫入抵抗値を記録していく貫入試験で、試験機はポータブルコーンペネトロメータと呼ばれる。



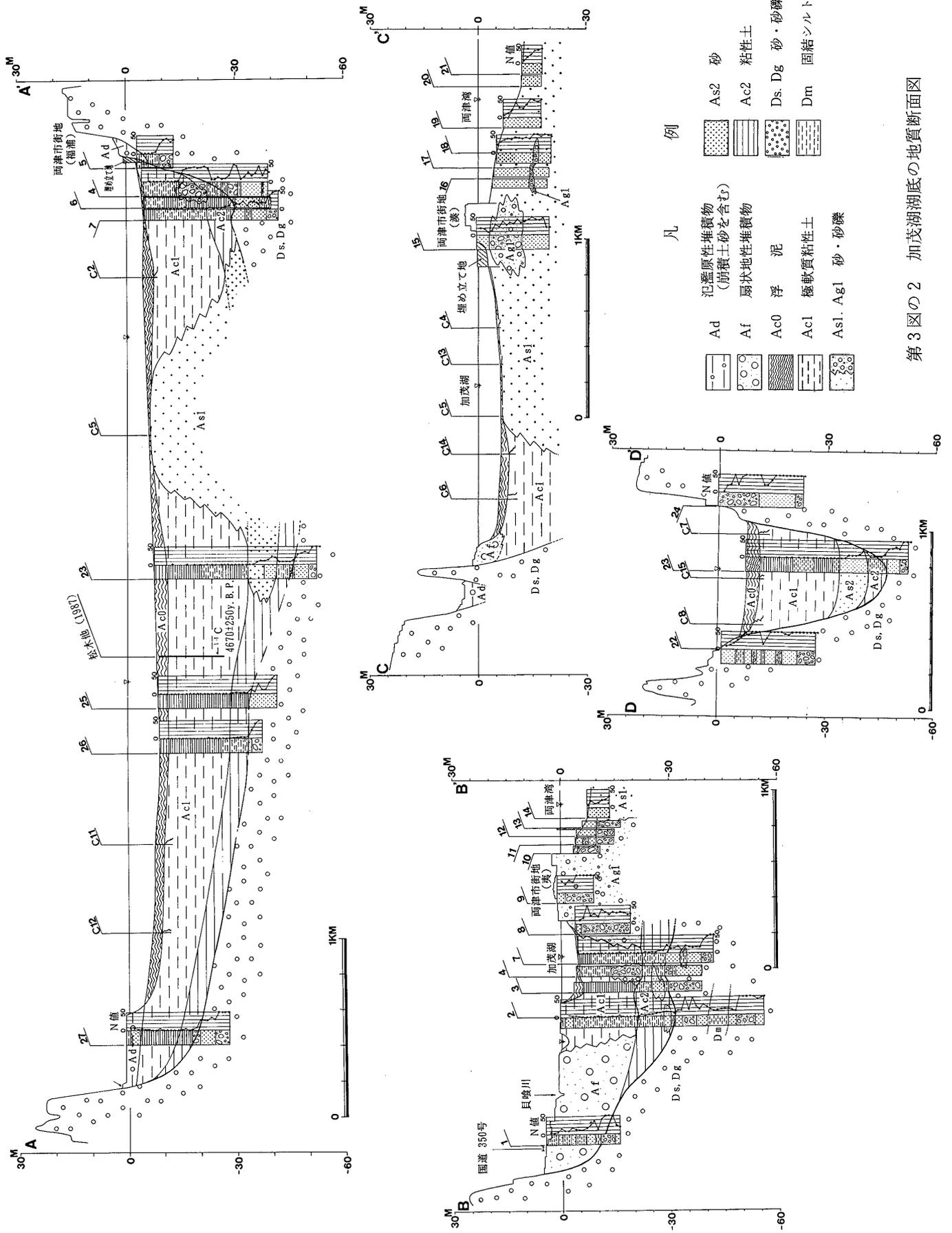
第3図の1 ボーリングおよびポータブルコーン貫入試験実施地点位置図

われている。

④砂(As2, 中間砂層) つぎに説明する⑤粘性土(下部粘性土層)と同時異相、もしくはこれにレンズ状に不規則に挟まれると推定される。粒径はやや不均一である。層厚は2~7m, N値は10~20である。

⑤粘性土(Ac2, 下部粘性土層) ②極軟粘性土の下に直接位置する暗灰色の軟質なシルト層で、砂質分をわずかに混入する。層厚は5~10m。上位層との境界は、肉眼では漸移的に見えることが多く、やや不明瞭である。しかし、N値は2~7で、上位の粘性土層よりは明らかに固結度が高く、区別される。また、含水比は57~68%、湿潤密度は1.54~1.66で、上位の粘性土とは物理的性質も異なっている。

⑥砂・砂礫(Ds; Dg, 下部砂・砂礫層) 砂、礫ともに粒径は不均一で、垂直・水平方向ともに岩相変化が著



第3図の2 加茂湖湖底の地質断面図

しい。また、部分的に、層厚2～6mで、N値10前後のシルト層をレンズ状に挟む。砂層のN値は15～50以上で、砂礫層のN値は40～50以上と比較的高い値で安定している。砂層は細～中粒砂を主体とする。砂礫層は礫径5～30mmの小礫を主体とし、密である。層厚20m以上(下限不明)。

2. 地下構造

加茂湖を縦断する南北方向(A-A')と、これにほぼ直交して、加茂湖の北部(B-B'), 中～北部(C-C'), および中央部(D-D')の3箇所を横断する東西方向の地質断面図を第3図に示す。南北方向の断面では、Ac1とAc2が湖の北部と中～南部において厚く堆積しているものの、中～北部地区でほとんど分布していないことがまず注目される。ここでは粘性土に変わって厚い砂(As1)が広く分布する。今のところ、この広い砂層の存在を直接裏づけるようなボーリング資料はない。しかし、この砂層の存在は、ポータブルコーン貫入試験によって、この付近で浮泥層が共通して0.2～0.3mときわめて薄いことが確認されていること、さらに浮泥層の直下でコーンの貫入値が急上昇することなどの事実から推定される。

一方、北部(B-B'断面)の特徴は、高野川、貝喰川、長江川などの河川による搬入物の流入や砂州の発達の影響を受けて、岩相の水平変化がきわめて大きく、複雑な地質構成を示すことである。また、中～北部(C-C'断面)では、A-A'断面からも予想されるとおり、粘性土の分布が西側に大きく片寄り、東側には両津市原黒から北西に延びる砂堆が広く水面下に潜在することが推定される。さらに、中央部のくびれの部分(D-D'断面)では谷が深く刻まれており、粘性土層がこの谷を埋めて厚く堆積している様子が示される。

なお、各層の堆積年代を示す新たな資料はないが、松木ほか(1987)は、湖底より約16m下で、4670±250 y.B.P. という¹⁴C年代値を報告している。これは②極軟粘性土の下部に相当する。また、⑤下部粘性土層と⑥下部砂・砂礫層との関係は、岩相の急変と境界部の高さが場所によってかなり変化していることから、不整合と推定される。各ボーリング地点の最下位に位置するDs、Dgについては、全体を同一層として一括して良いものかどうか疑問も残るが、これらは最終氷期に刻まれた谷を最初に埋めた岩屑性の堆積物か、あるいは中部更新統の“国中層”以下の地層であろう。したがって、現時点では、とりあえずAc2以上の地層を後氷期の地層と見なしておく。

加茂湖の湖水と堆積物の特性

1972年から1975年にわたる加茂湖自然環境調査グループ(1976, 1977a, 1977b)ほかの成果に基づいて、加茂湖の底質・水質の状態を述べる。南北に長く北端近くに水路のある加茂湖は、地形的に湖口、湖央、湖奥の3つの地域に区分されることはすでに述べた。各地域では湖の底質や水質に違いがみられ、とくに椎崎と樹崎を結ぶ線を境にして、湖口と湖央・湖奥域とでは様々な点に違いがみられる。

1. 底質(第4図)

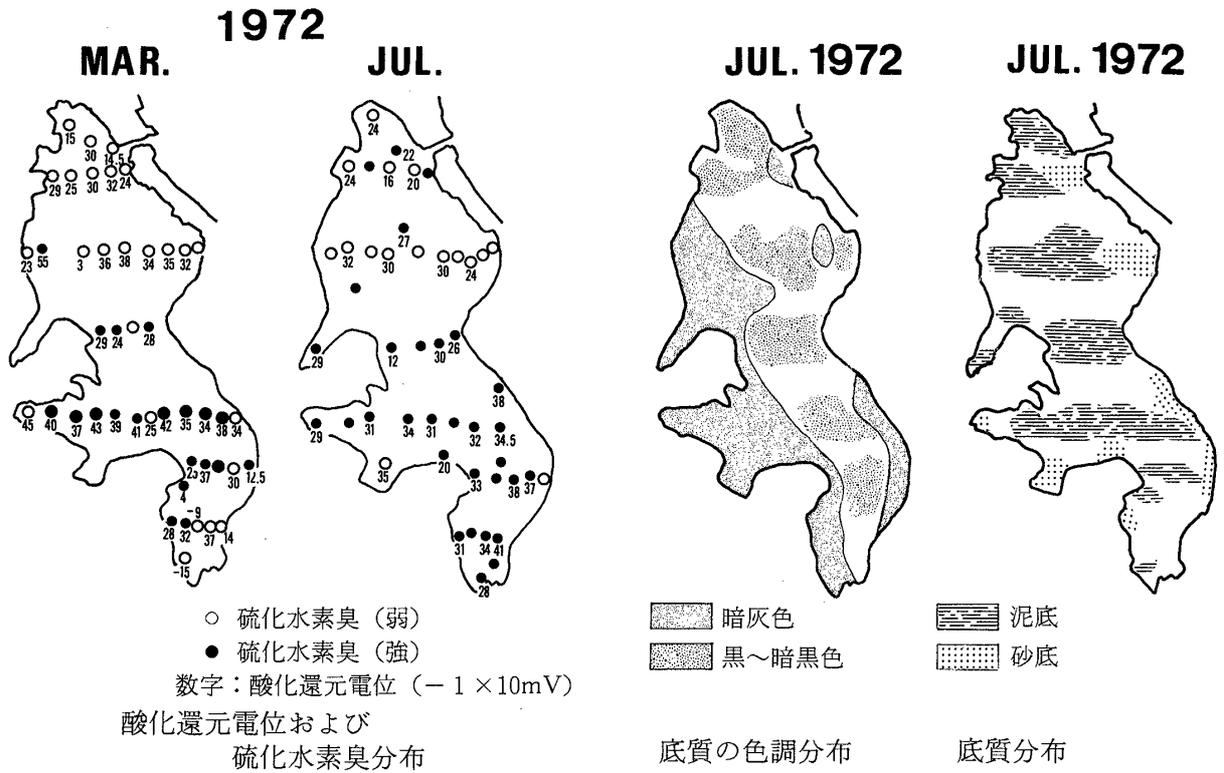
湖底には湖岸域などの一部を除いて軟泥がほぼ全域に堆積している。このほか、椎崎や鳥崎の湖岸付近には径5～20cmの円礫をふくむ砂礫が、また、市街地・吾鴻付近、および主要河川の三角州地域には砂・砂泥が分布する。ここにはアマモ帯が広がる。軟泥は暗灰色～暗黒色を示し、調査当時には湖央から湖奥域にかけて硫化水素臭がかなり強かった。底質の酸化還元電位値は1972年3月の調査時には湖口域で-200～-300mV、湖奥域で-300mV～-400mVとなり、湖奥ほど低い値を示した。沿岸部を除く湖の中心域の底泥は還元状態にあった(加茂湖自然環境調査グループ, 1976)。夏期になると、この状態は全体に一層強まり(加茂湖自然環境調査グループ, 1977a)、湖奥域ほど、湖水流動の停滞、有機物分解による溶存酸素の減少が進行し、還元状態となった。しかし湖口域は湖奥域に較べて弱還元性の状態を保持していた。これは外海水の流入によるものと考えられる。

相川高校化学部・渡辺剛忠(1976)によると、当時の泥中の有機炭素量は6.36～0.47%、窒素量は0.47～0.06%、強熱減量は2～21%の値をそれぞれ示した。湖口域よりも湖央・湖奥域ではいずれの値も増加する傾向がある。それらの値は春期よりも夏期で3倍の値に達した。

2. 水質(第5, 6図)

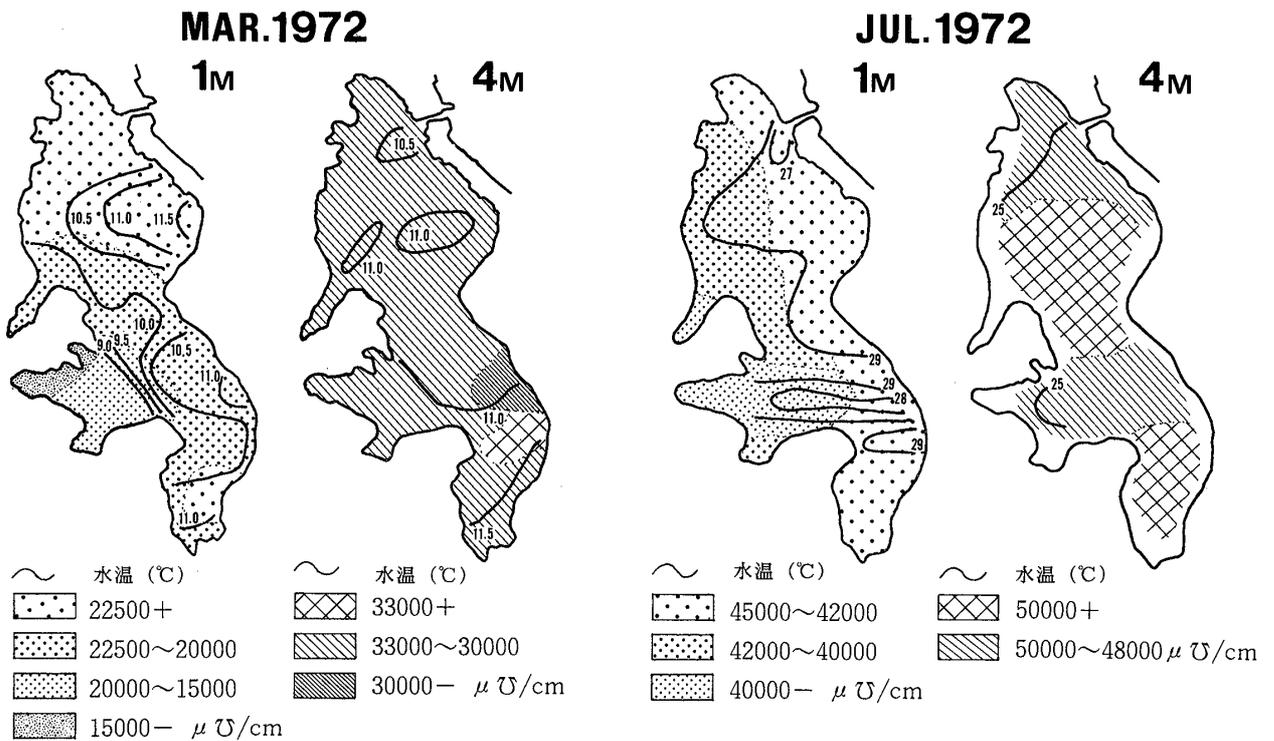
湖水は河川水および雨水などの影響を受けた上部の「表層水」と海水からなる下部の「深層水」とがかきなる。これは電気伝導度によく表れ、表層水の値は深層水の値よりも低い。両者の境界の深度は場所・季節によってことなるが、1～4mの間に存在する。しかし、河川水の流入の少ない夏期(1973年7月)には表層水が識別されにくくなり、表面付近まで深層水の状態を示す。年間を通して、電気伝導度は夏から秋に高く、冬から春に低い値を示す。

1972年3月の調査では前日の出水の影響が表われ湖水



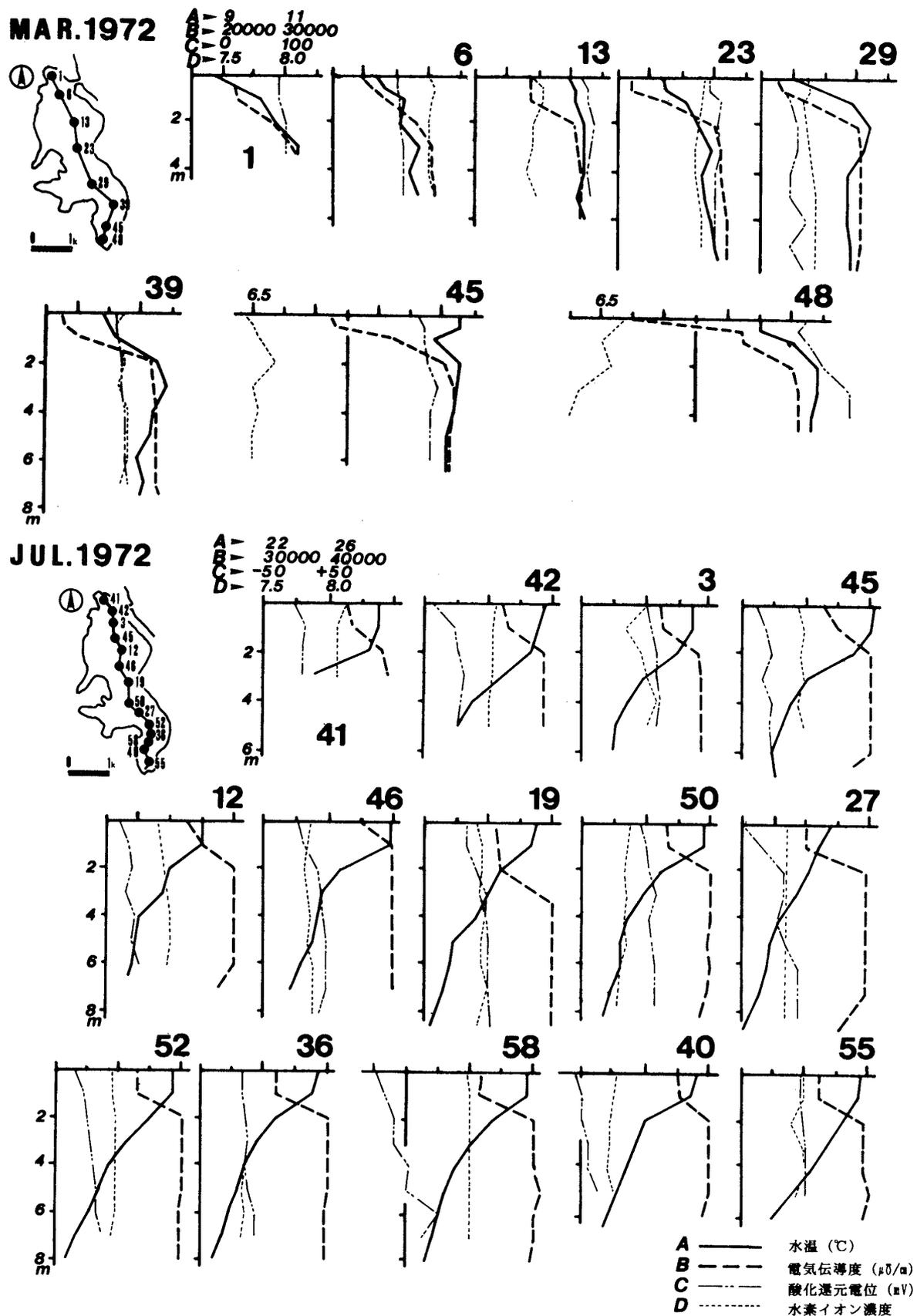
第4図 底質の性状図

(加茂湖自然環境調査グループ, 1976, 1977a)

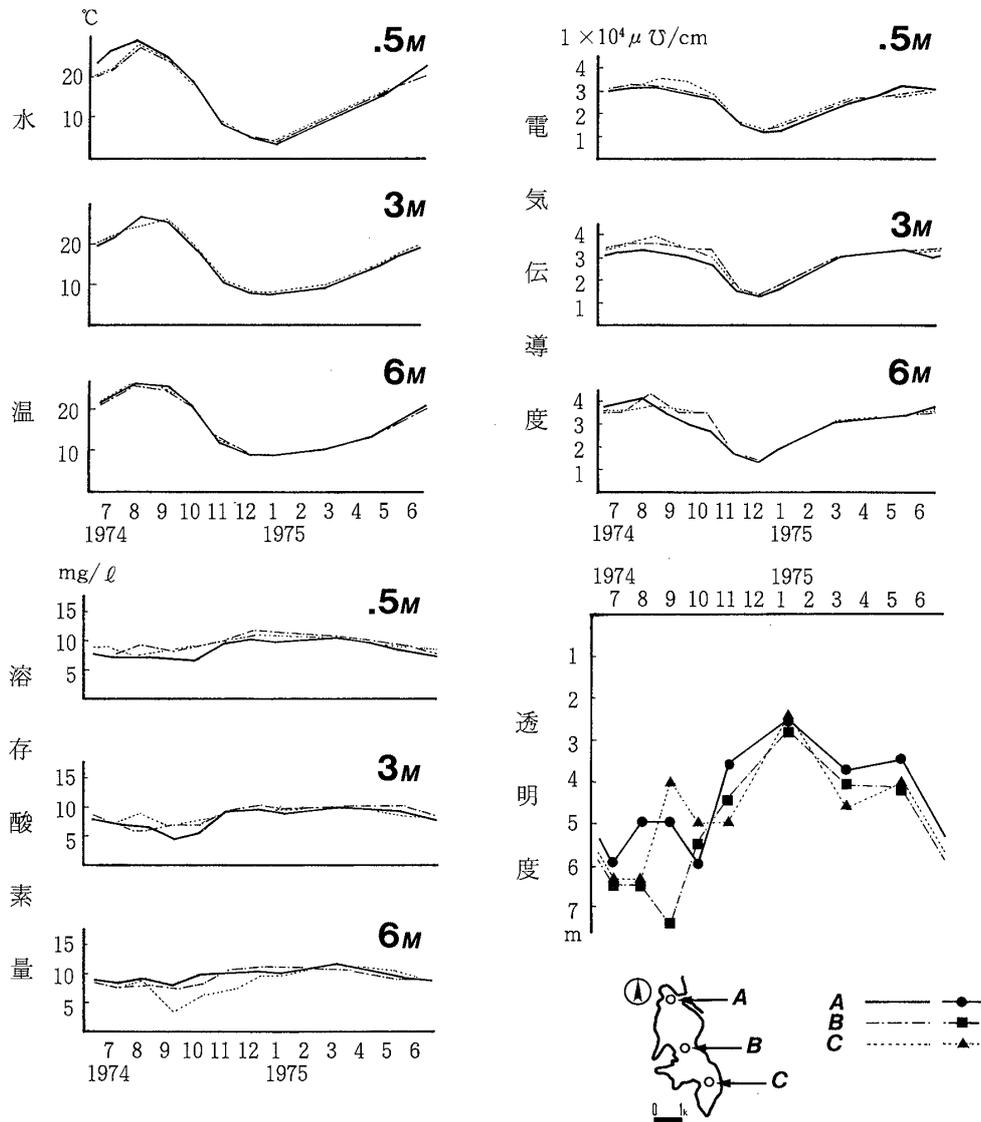


第5図 電気伝導度および水温分布図

(加茂湖自然環境調査グループ, 1976, 1977a)



第6図 1972年3月, 7月における水温・電気伝導度・酸化還元電位・水素イオン濃度の垂直変化図 (加茂湖自然環境調査グループ, 1976, 1977a)



第7図 水温・電気伝導度・溶存酸素量・透明度の周年変化図
(相川高等学校化学部・加茂湖自然環境調査グループ, 1978)

の電気伝導度は湖口域で $20,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、湖奥で $10,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ であった。水深約2m以下では湖全体に様となり $30,000 \mu\text{S}/\text{cm}$ 以上を示した。水素イオン濃度は7.5~8.0であり海水(深層水)に近い値を示した。水温の垂直変化は深度が増すほど水温が上昇しており、逆転層を形成していた(加茂湖自然環境調査グループ, 1976)。これは湖水の垂直循環の存在を示唆している。

1972年7月の調査(加茂湖自然環境調査グループ, 1977a)では湖表水温は全体に様な値を示し、表面より水深1mまでは $28\sim 29^\circ\text{C}$ で気温とほぼ同じ値であった。それより深い所は、湖口域で1~2m、湖央・湖奥域で2~3mを境にして水温が急に降下し 26°C 前後となる。さらに深いところでは漸次低くなり、水深7m付近ではほぼ 23°C を示した。夏期には逆転層が存在しない。水

温が降下するこの変温層は電気伝導度に変化する領域とも一致した。深層の電気伝導度は海水の値を示した。

1973年の調査においてもほぼ同様な傾向が得られた(加茂湖自然環境調査グループ, 1977b)。

相川高等学校化学部・加茂湖自然環境調査グループ(1978)は、1974年7月~1975年6月における1年間の変化を湖水の水温、電気伝導度、透明度の測定のほか、底泥の有機炭素量、全窒素量、強熱減量の分析を湖口、湖央、湖奥の3地点において実施している(第7図)。その結果をみると、透明度は年間を通じて2~6mの間を変動し、冬~春にかけて4m前後と小さく、夏~秋にかけて5.0~6.0mと大きくなった。水温はほぼ様な年変化を示し、夏期に $29\sim 30^\circ\text{C}$ 、冬期に表層で 5°C 以下、深層で 10°C 前後であった。秋から冬期には水温の逆転がみ

られた。電気伝導度は淡水の流入量によって左右され、降雨の多い晩秋から冬期には全体として減少した。溶存酸素量は各地点とも夏～秋期に減少した。底質の有機炭素量は年間を通して一定値を示したが、全窒素量と強熱減量はかなり変動した。また全窒素量は湖口域で平均0.12%、湖奥域で0.28%と2倍以上であった。有機炭素量は湖口域で平均30%、湖央・湖奥域で50～60%と同様に2倍になった。強熱減量も湖奥域で大きかった。

加茂湖の古環境の変遷

最終氷期における地形は周辺のボーリング資料・現在の地形などから判断して、加茂湖から両津湾へと向かって谷が発達していたと推定される。谷底は加茂湖周辺で現在の海面より35～40mの深さに求められる。その後の海進とともに谷は埋め立てられた。海水面の上昇期には当時の両津湾の最奥部に位置する海湾の一部であった。この時代の古地理を復元すると、第8図のように、南側から段丘が延び、北側が開いた入り江であったと考えられる。やがて砂州の成長がはじまり、外海と隔てられ、内側は潟湖となり、海水から汽水～淡水の湖へと変化した。この点はSato and Kumano (1985, 1986), 松木ほか (1987) による珪藻化石の研究から詳細に論じられている。海水から淡水に移行した時代は、縄文晩期から弥生時代のはじめで、この時代は全国的に知られる海退期に相当すると考えられる。それらの報告では、珪藻群集の変遷から完新世後半の海進・海退の変化が論じられた。

加茂湖における人為的改変

佐渡島の国中平野は縄文時代から人の生活の場として重要な所であり、加茂湖も古くから利用されてきたと考えられる。ここでは、古文書や古絵図のほか、公用文書などに残る資料から人為的変遷史をたどってみたい。

江戸時代の古絵図にみられる加茂湖は湖水が1箇所海に注ぎ、海からの流入は洪水時に潟口が開き、潟側には海水が流入することがあったのではないかと思われる。明治時代の中ごろ、湖岸一帯の洪水時の被害を防ぐ目的で、人為的に水路が開かれた。その後、海水の流入は増加し、海水の貯る潟湖に変貌した。

両津市街がのる砂州は江戸時代から埋め立てが進められて幅がひろがり、埋立地を除いた本来の砂州は幅約100m程度、標高は約4mであったといわれている。現在、これらの地域はすべて市街地となっており、砂州堆積物の露頭は確認できない。両津市誌（両津市誌編纂委員会, 1987）によると、両津湾沿岸では古墳時代から製塩がおこなわれており、とくに江戸から明治時代にかけて揚浜製塩が盛え、砂州の南端から住吉海岸にかけて塩

畑が広がっていた。「懐かしのアルバム一写真で綴る両津市のあゆみ」(両津郷土博物館, 1985)には明治40年頃の揚浜製塩の写真が残っているが、現在の海岸線から沖合い約50mまで浜が広がっている。この浜は、その後の両津港の防波堤建設の影響により海岸侵食された(中村, 1989)。

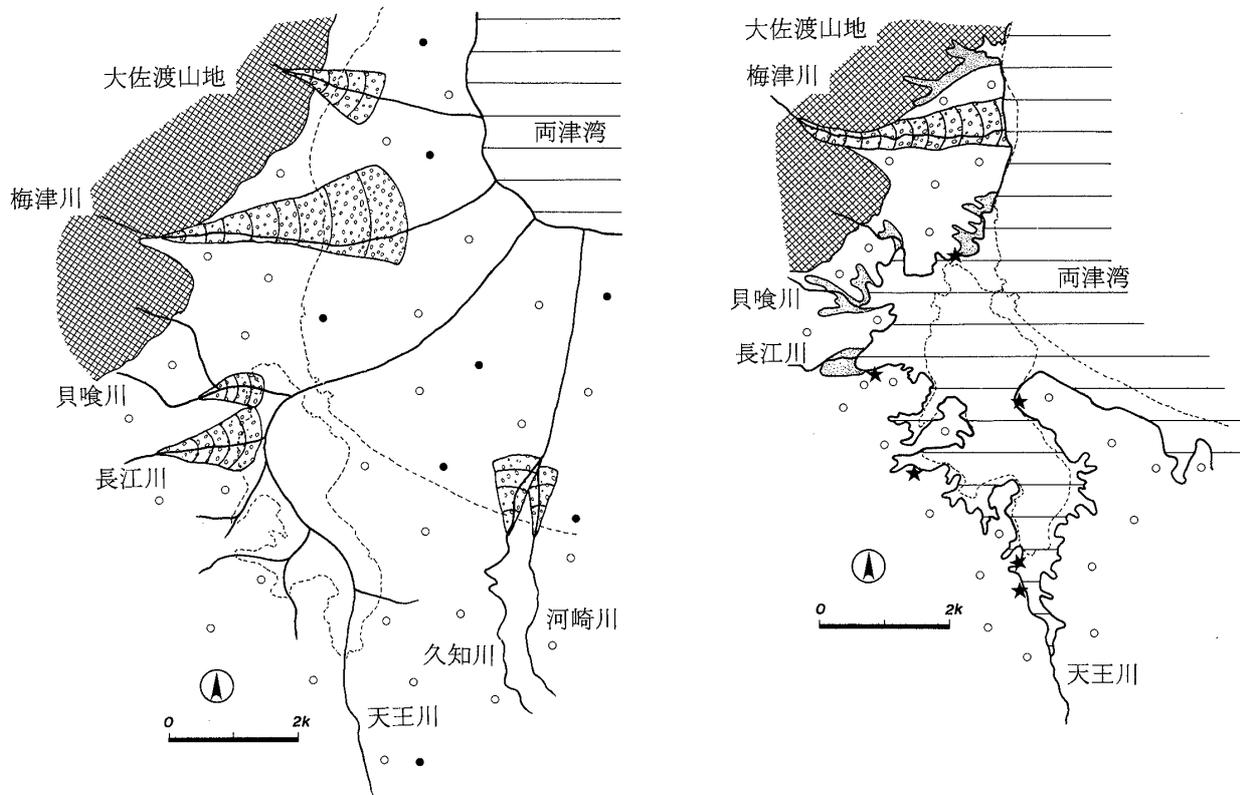
加茂湖の埋め立ては、17世紀中頃から始まり、農業用地・住宅商工業用地・公共施設用地に利用されてきた。その概要を第9図にしめす。この図は斉藤(1930)、新潟県(1930)、両津市中央公民館(1970)、新潟県教育委員会(1981)、両津市誌編纂委員会(1987)などの資料、相川土木事務所両津分所の工事記録のほか、地域の古老からの埋め立て以前の様子の聞き取り結果から作成した。1950年代以前の埋め立て地域は正確な図面が残っていないことが多く、また記録に残っていない埋め立ても多いので、埋め立ての歴史の全貌は明らかではない。

1930年代以前の埋め立ては、波浪や沿岸流の影響の弱い加茂湖内に限られており、両津湾側では延長百数十mの防波堤が築かれた程度である。江戸・明治時代の埋め立ては、多くの場合“流し”と呼ばれる工法が使われおり、注目される。この時代の埋め立て地はいずれも段丘崖に近く、比較的大きな河川から用水を引ける位置にある。この工法は、埋め立て予定地の外周を竹と杭で囲ってから、段丘崖から埋立地まで大きな樋を架け、水と一緒に土砂を流し込むものである。江戸時代の最も新しい工法といわれ、相川鉦山の技術を導入したとされている(両津市中央公民館, 1970; 新潟県教育委員会, 1981; 両津市誌編纂委員会, 1987)。大正時代にはいと、両津市潟端字蒲淵地区などでは、トロッコが埋め立てのための土砂の運搬に使われるようになり(新潟県教育委員会, 1981)、その後の埋め立ては用水に不便な地域にも広がっていった。

1904年から両津港に建設された防波堤の影響でその北西側に砂が集積し、海浜が広がった。地元ではこの砂浜を“寄り砂地”と呼んでいた。両津湾の防波堤は第9図に示すように古いものからA', B', C'の順で北側に順次建設された。それら建設にとまないA, B, Cの位置に順次砂浜ができた。これらのことは新潟県(1930)の文献から読み取れる。一方、南東の両津市住吉海岸では海岸侵食が進行した。1960年代以降は、近代的工法により加茂湖の内外を問わず広く埋め立てが行なわれている。

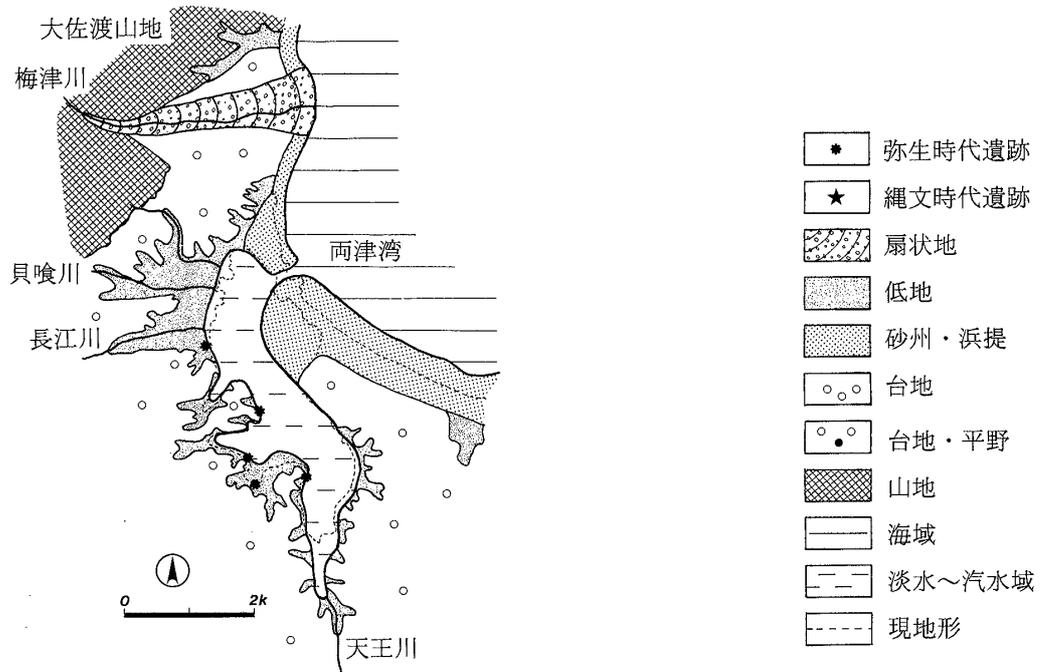
おわりに

加茂湖は佐渡島最大の潟湖であり、国中平野の形成史との関係でも興味が持たれる。現在、加茂湖はカキの養殖など水産的にも重要な湖であるし、佐渡の低地帯にお



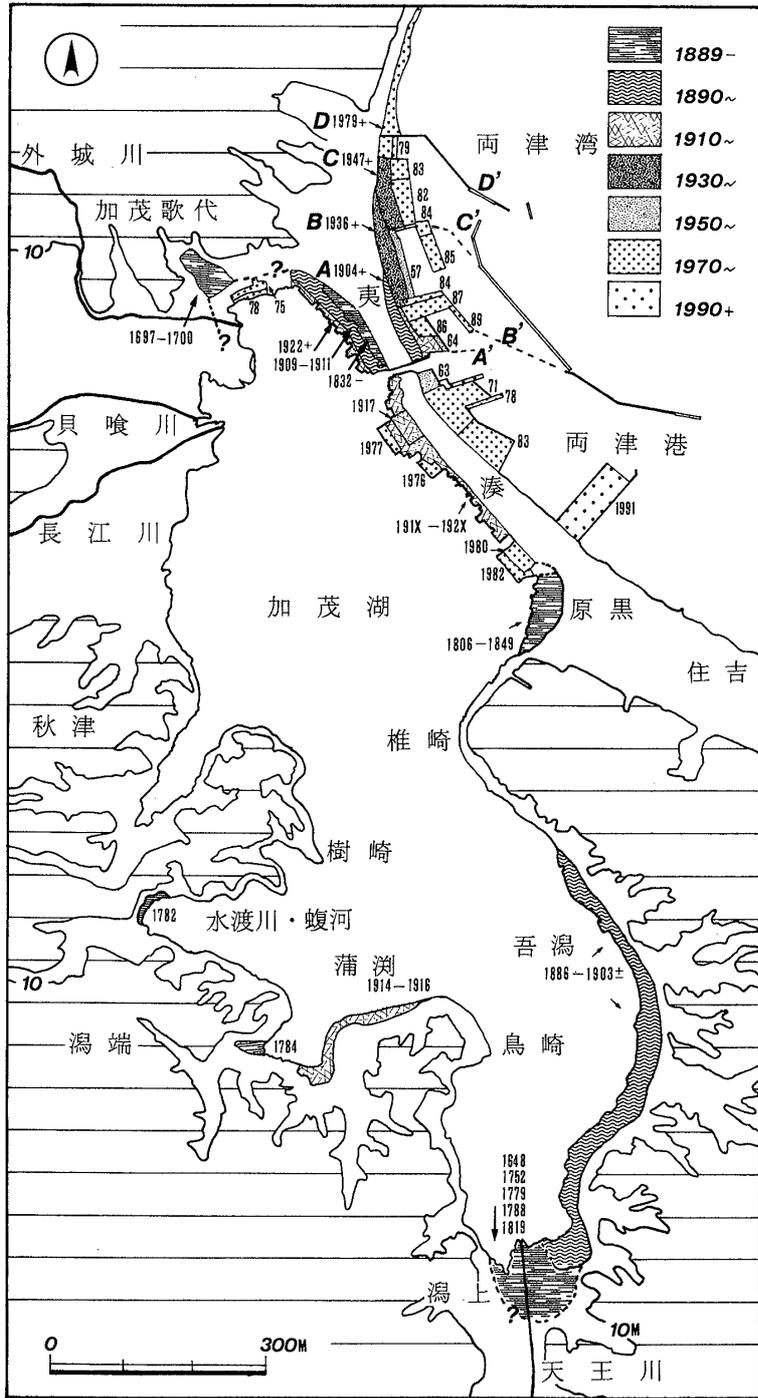
A. 最終氷期 (約1.8万年前)

B. 縄文前~中期



C. 縄文晩期~弥生期

第8図 加茂湖周辺の変遷図



第9図 埋め立て地の遷移図

ける自然景観からも周囲の山地および段丘と一体となったすぐれた点を持つ。湖の底質や湖水の水質の調査資料は20年近く前のものであるが、湖の特徴を知ることができた。最近の資料は手元になく比較できないが、様々な改善が試みられているものと思われる。例えば、カキ殻の再利用とでもいう湖への投入、下水道の整備など環境改善のための対策が講じられている。浅い平底型で外海への連絡口の狭い潟湖は汚染水・富栄養水の過剰な流入

があれば、急速に環境変化を生じるし、加茂湖の場合ほとくに湖央・湖奥にかけての湖の形状は湖水や底質を悪化しやすい状態にある。近年、自然流入のほか、市街地の成長による下水の流入などのため湖水の富栄養化が進行し、湖底や湖水の無酸素状態などが加速され、水産業・岸辺環境などに悪影響を及ぼし始めた。湖水浄化のために水の循環を活性化させ、淡水と海水の人為的導入を計るのに導水路を設けるなどの対策事業が新潟県により1968年に行われた。

加茂湖の利用・開発の計画が今後もなされるであろうが、潟湖の総合的調査に基づいて、自然状態の保護とその利用を計る必要があり、加茂湖の自然・環境と調和した施策が望まれる。

謝辞：この論文を書くにあたり、常日頃ご指導、ご援助をいただいていた齋藤良二郎・佐藤春夫の両先生に厚く感謝申し上げます。さらにつぎの方々には、加茂湖周辺の地質・歴史・考古およびボーリング資料についてお教えいただいた。国中層団研究グループ、両津市吾潟の北見修治氏、両津市郷土博物館の中村聡氏・池田哲夫氏、相川土木事務所両津分所の丸山敏男氏、佐渡高等学校の小菅徹也氏、佐渡博物館の計良勝範氏、相川町郷土博物館、また、新潟県相川土木事務所および同佐渡農地事務所、両津市役所、佐渡農業協同組合、佐渡グランドホテル、佐渡銘醸株式会社、ホテル天の川荘からはボーリング資料を提供していただいた。これらの方々および加茂湖自然環境調査に参加されたグループの方々には厚くお礼申し上げます。

引用文献

相川高校化学部・渡辺剛忠, 1976: 昭和47年3月, 7月における加茂湖の底質について—とくに有機炭素, 窒素含有量からみた—. 松崎庚一教授追悼論文集, 65-72.

相川高等学校化学部・加茂湖自然環境調査グループ, 1978: 昭和49年7月から昭和50年6月における加茂湖の底質, 水質について—加茂湖自然環境調査報告その4—. 齋藤良二郎先生退職記念誌, 93-98.

遠藤満久・武田淳子・田中 力・小林巖雄, 1987: 佐渡国中平野北西部の地質と微化石群集. 佐渡博物館研究報告, 9集, 117-126.

本間義治・北見健彦・伊藤正一, 1974: 加茂湖(佐渡島)の動物相—予報. 動物分類学会誌, 10号, 63-73.

- 伊藤正一・本間義治・北見健彦, 1982: 加茂湖(佐渡島)の動物相統報 I. 日本生物地理学会会報, 37巻, 37-43.
- 岩田 伸, 1968: 加茂湖の表層のたい積物中の珪藻種組成について. 新潟県教育センター研究集録, 1集, 85-92.
- 加茂湖自然環境調査グループ, 1976: 昭和47年3月における加茂湖の水質, 底質について—加茂湖自然環境調査報告その1—. 佐渡博物館館報, 25号, 12-17.
- 加茂湖自然環境調査グループ, 1977a: 昭和47年7月における加茂湖の水質, 底質について—加茂湖自然環境調査報告その2—. 佐渡博物館研究報告, 7集, 175-181.
- 加茂湖自然環境調査グループ, 1977b: 昭和48年4月, 8月における加茂湖の自然環境調査結果について—加茂湖自然環境調査報告その3—. 新潟大地盤災害研年報, 3号, 67-78.
- 松木 保・本間義治・堀江正治, 1987: 珪藻遺骸群集からみた加茂湖(佐渡島)の古環境. 佐渡博物館研究報告, 9集, 67-76.
- 永原正信, 1967: 加茂湖における水質および底質の季節変化. 日水研報告, 18巻, 109-125.
- 中原巧志・遠藤満久・田中 力・小林巖雄, 1987: 佐渡国中平野南西部の新第三系. 佐渡博物館研究報告, 9集, 103-115.
- 中村 聡, 1989: 海岸侵食の今昔. 両津市誌の会編「市誌余話」, 241p.
- 新潟県, 1930: 加茂湖口の変化と棲息魚介類の変遷消長. 第11回全国湖沼河川養殖研究会要録, p.457-469, 新潟県.
- 新潟県, 1969: 浅海漁場開発調査事業報告書(加茂湖漁場). 新潟県, 225p.
- 新潟県教育委員会, 1981: 佐渡加茂湖. 新潟県文化財調査年報 第20, 195p.
- 小木団体研究グループ, 1981: 佐渡島羽茂川下流域の第四系. 佐渡博物館研究報告, 8集, 129-141.
- 両津郷土博物館, 1985: 懐かしのアルバム—写真で綴る両津市のあゆみ—. 両津郷土博物館, 42p.
- 両津市誌編纂委員会, 1987: 両津市誌上巻. 両津市, 820p.
- 両津市中央公民館, 1970: 両津町誌. 両津市中央公民館, 662p.
- 佐渡国中平野団体研究グループ, 1966: 佐渡国中平野の第四系—新潟県の第四系そのⅦ. 新潟大学高田分校研究紀要, 11号, 147-205.
- 佐渡国中平野団体研究グループ, 1969: 佐渡国中平野第四系のボーリングコアの微化石分析—新潟県の第四系そのⅪ. 新潟大学高田分校研究紀要, 14号, 257-301.
- 齊藤八郎兵衛, 1930: 両津港の修築沿革. 港湾, 8巻, 44-47.
- Sato, H. and Kumano, S., 1985: The succession of diatom assemblages and Holocene sea-level changes during the last 6,000 years at Sado Island, central Japan: The Holocene development of Lake Kamo-ko I. Jpn. J. Limnol., vol. 46, 100-106.
- Sato, H. and Kumano, S., 1986: The succession of diatom assemblages and Holocene sea-level changes during the last 6,000 years at Sado Island, central Japan: The Holocene development of Lake Kamo-ko II. Jpn. J. Limnol., vol. 47, 177-183.
- 武田淳子, 1986MS: 浮遊性有孔虫化石とフィッシュトラック法による新潟県下新第三系の対比と地質年代. 新潟大学地質鉱物学教室卒論.
- 渡辺其久男, 1987: 佐渡島の有孔虫および放射虫化石について. 佐渡博物館研究報告, 9集, 127-156.

(要 旨)

小林巖雄・神蔵勝明・鴨井幸彦・渡辺剛忠, 1993: 佐渡島加茂湖の自然環境とその歴史. 地質学論集, 39, 89-102. (Kobayashi, I., Kanzo, K., Kamoi, Y. and Watanabe, Y., 1993: Natural Environment and History of Lake Kamo, Sado Island. *Mem. Geol. Soc. Japan*, 39, 89-102.)

潟湖である加茂湖は新潟県佐渡島の国中平野の北東部に位置し, 両津市街をのせる砂州によって両津湾からへだてられている. 潟の北東部が人為的に設けられた水路によって連絡しているため, 海水ないし汽水で満たされている. 最終氷期の海面低下期には現在の両津湾へつづく谷の再奥部付近に当たり, 小佐渡・大佐渡山地からの河川が集中していた. 晩氷期以降の海水準上昇期には海進の進行とともに現在の両津湾につづく入り江が最奥部に出現し, 海湾の一部となった. その後入り江での埋積が進行し, また住吉野城段丘の延長部に砂州が成長をはじめ, 入り江の口が狭められ潟湖に変わった. とくに弥生海退期の頃から海水の流入が減退し, 潟湖は汽水から淡水化した. 明治時代に洪水対策から, 水路が切り開かれ, 再び海水の流入する潟湖となり, 現在にいたっている. なお, 本論では加茂湖およびその周辺の地形・地質, 湖底下の地質, 湖水, その底質などの資料を概説している.