

海跡湖の湖岸・湖底地形から見た環境変化

平井幸弘¹

Environmental changes based on the littoral morphology of the coastal lagoons in Japan

Yukihiro Hirai¹

Abstract: The littoral topography of the coastal lagoons in Japan have been developed mainly under the influences of the sea level change in the Holocene. And they have been also affected by the human activity especially in the last 2000 years. In this paper the author showed some case studies about the environmental changes in the three coastal lagoons; Lake Saroma, Lake Abashiri and Lake Hamana. At first in Lake Saroma well-developed lacustrine terraces and wide littoral shelves were focused in relation to the sea level change in the Late Holocene. And also in this lake the author referred to a small island which was present about 150 years ago but now has already been eroded and submerged. Secondly in Lake Abashiri the geomorphological development of the Abashiri river delta in the last 300 years were clarified based on a topographical classification map and an old map drawn about 150 years ago. Lastly in Lake Hamana we have obtained an evidence which indicates that a big earthquake occurred in 1498, by means of the echo-sounding survey in the northern part of the lake.

Key words: bathymetric map, delta, environmental change, geomorphological map, littoral shelf

はじめに

海岸平野に位置し海とつながっている海跡湖では、過去の海水準変動や気候変動、あるいは沿岸域での地殻変動など、様々な自然環境の変化・変動の影響を受けてきた。また一方で、日本の海跡湖の周辺には、縄文や弥生時代の多数の貝塚や洞窟遺跡など、古くからの人類活動の証拠も残されている。とくに近世以降は、湖面干拓をはじめとする新田開発や水利事業、そして明治以降は治水・利水にとまなう流入河川の各種工事、さらに戦後は大規模な湖沼の総合開発なども行われ、湖を取り巻く社会・経済的な環境も大きく変化してきた。

そのため、日本の海跡湖の湖底堆積物や湖岸・湖

底の地形には、上述のような自然および社会・経済的な環境変化・環境変動の証拠が、様々なかたちで記録・保存されている。

1995 年度より 1997 年度までの 3 年間行われた文部省科学研究費の総合研究 (A) 「海跡湖堆積物からみた汽水域の環境変化—その地域性と一般性—」 (代表者: 高安克己 島根大学教授) では、地理的条件の異なるいくつかの海跡湖の湖底堆積物の採取・分析を通して、①気候変化ならびに海水準変動の一般性と地域性と検討すること、②IGBP などの国際プロジェクトとの関係から、とくに人間活動の影響が海岸部に顕著に現れる弥生時代以降の、過去約 2000 年間の環境変化を明らかにすることの 2 点を、主な研究目的としていた。この 3 年間の総合研究で

¹ 愛媛大学教育学部

Faculty of Education, Ehime University, Matsuyama 790-8577, Japan

実際に調査・研究の対象とした湖は、1995年度が北海道のサロマ湖・網走湖、1996年度が浜名湖、そして1997年度が宍道湖・中海である。

上記の科研費総合研究グループ（略して「汽水総研グループ」）の中で著者は、(ア)各湖沼での堆積物の採取地点の選定と、その地点の堆積環境を地形学的に明らかにすること、そして(イ)海跡湖の湖岸や湖底地形そのものから、過去の環境変動・環境変化を読み取ることの、2つの役割を担った。このために著者は、まず湖沼図、旧版地形図、空中写真等の資料を使って、対象とした湖沼の湖岸および湖底の大まかな地形分類を行い、湖岸地帯での地形・地質調査および簡易ボーリング調査、また湖底地形の音波探査などを行った。

本報告では、著者が分担した仕事の主として(イ)の部分について、それぞれの研究の元となった湖沼図または地形分類図と、その成果の一部を紹介しながら、著者のこれまでの研究も含めてレビューしたい。なお(ア)については、今後「汽水総研グループ」の各メンバーによる各種分析の結果と、個々の堆積物採取地点の地形環境とを総合的に検討してから、別途報告したい。

以下まず最初に、湖岸段丘および湖棚地形が良好に残されているサロマ湖で、それらの地形構造に注目し、湖岸・湖棚地形の発達過程と完新世後半の過去約5000年間の海水準変動との関係を論じた。ついで、湖に流入するデルタ陸上部に複数の明瞭な旧河道が見られる網走湖において、湖岸の沈水デルタと約150年前の古地図を手がかりにして、過去約300年間の河道の変遷と湖の埋積過程を明らかにした。最後に、今からちょうど500年前の明応7年(1498年)の東海地震によって、「数百戸の村が水没した」という伝説のある浜名湖北岸において、水深約3~4mの舌状平坦面とその先端部の浅瀬に注目して、過去の地殻変動を推測した。

湖岸段丘・湖棚と完新世の海水準変動 ～サロマ湖～

「汽水総研グループ」の初年度(1995年度)の現地調査はオホーツク海沿岸のサロマ湖で行われ、74ヶ所の底質と3地点でのグラビティ・コアサンプラーによる柱状試料(95SR1C~3C)が採取された。このうち、1本目の試料(95SR1C)は現湖口(新湖口)すぐ南西側(水深12m)、2本目の試料(95SR2C)はサロマ湖中央の最深部付近(水深16.5m)、そして3本目の試料(95SR3C)はサロマ湖東部の副湖盆中の最深部付近(水深11.2m)に位置する。現在サロマ湖の湖口は、砂州の中央やや西

よりの湧別町三里番屋にあるが、かつて1929年までの湖口は、サロマ湖北東端の現在の常呂町鑑沸付近にあった。そして、この湖口は海岸漂砂のため、毎年秋季10・11月頃には閉塞し、翌4・5月頃の融雪季に湖水位の上昇によって自然に水路が掘削されるということを繰り返していた(高安ほか、1934)。

上記の柱状試料の堆積環境の変遷を考察する際には、少なくとも上に述べた旧湖口の形成・閉塞、新湖口や第2湖口の開削など、湖口の位置との関係、およびサロマ湖を大きく2つの副湖盆に分けている、キムアネツ崎北方の水深5m以下の岬状の地形の、2つの地形的変遷を考慮しなければならない。

筆者はかつて、サロマ湖東部の湖岸に発達する2段の湖岸段丘面や沈水した湖棚を調査し、完新世後半の海水準変動との関係について論じた(平井、1987)。また、上記の水深5m以下の岬状地形と、その先端にかつて存在し今は消滅してしまった島「イチャセモシリ」の2つの地形に注目し、島の消滅過程についても考察した(平井、1985、1990)。以下、その要点をまとめて記しておきたい。

サロマ湖東岸には、標高約3m以下幅250m~300mの湖岸低地が約7kmの区間広がっている(図1)。ここでは、現成の湖岸湿地や砂浜・浜堤のほか、その内陸側に2段(上位から湖岸段丘I、同II)の湖岸段丘面が良好に残されている(図2)。湖岸段丘面Iは標高5m前後、同IIは標高2.4m~3.3mで、後者の湖側前縁には、比高約1mの浜堤が非常によく連続して発達している。

一方汀線より沖側には、幅約300m水深0.4m~0.5mの現成の湖棚地形が広がっており、その前縁付近には比高0.2m~0.3mの砂質の微高地(沿岸州)も見られる。この現成の湖棚の沖合の、水深1.6m~2.5mの所にも、部分的であるが平坦な地形が見られる。筆者は、これを湖棚IIとして現成の湖棚と区別し、かつて海水準が低いときにつくられた三角州などが、その後の相対的な海水準の上昇によって、沈水し化石化したものと解釈した(平井、1983、1987)。

ここに述べたような2段の湖岸段丘と沈水した湖棚は、日本のほかの多くの海跡湖でも一般的に見られる。とくに、更新世の段丘面が湖盆を取り巻いて発達しているような湖では、その段丘崖と湖岸線との間に、標高2m~5m(上位)と、標高1m~3.5m(下位)の2段の湖岸段丘面がよく残されている。一方、湖岸の沖合の水深数mの範囲にも、幅広い湖棚が良好に発達しているが、これも詳細に見ると、水深0.5m~2.0mの現成の湖棚のほか、これより沖合の水深1.5m~3.5mにもう1段の平坦面が存在していることが多い。

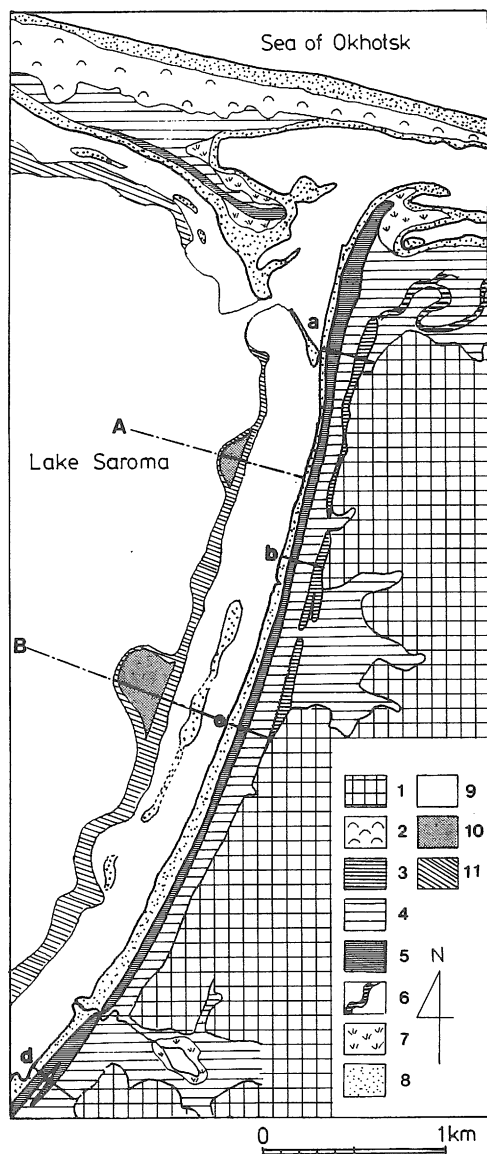


図 1. サロマ湖東岸の湖岸・湖底地形分類図 (平井, 1987) .

- 1 更新世段丘, 2 砂丘, 3 湖岸段丘 I,
- 4 湖岸段丘 II, 5 浜堤, 6 旧河道,
- 7 湖岸湿地, 8 砂浜・砂州, 9 湖棚 I,
- 10 湖棚 II, 11 湖棚崖

Fig.1. Geomorphological map of the eastern coast of Lake Saroma.

- 1 Pleistocene terrace, 2 sand dune,
- 3 lacustrine terrace I, 4 lacustrine terrace II,
- 5 beach ridge, 6 old channel, 7 marsh,
- 8 beach and sand bar, 9 littoral shelf I,
- 10 littoral shelf II, 11 littoral cliff

これらの海跡湖の湖岸に発達する平坦面のうち、現成の湖岸の湿地や砂浜および湖棚以外は、過去の湖水準に対応して形成され、現在は離水または沈水して化石化した地形面である。それぞれの湖岸段丘面や湖棚を構成する堆積物の年代測定等から、上位の湖岸段丘面が後氷期海進（いわゆる縄文海進）の

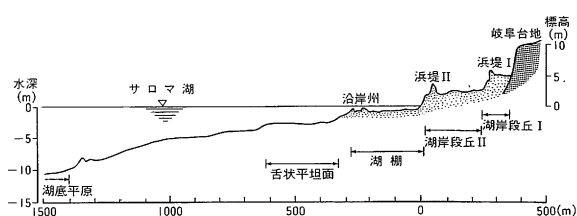


図 2. サロマ湖東岸の地形断面図 (平井, 1995) .
Fig.2. Topological cross section of the eastern coast of Lake Saroma.

最盛期直後の約 5000 年前に離水したもので、低位の湖岸段丘面は最終的には約 1000 年ほど前に離水したものと考えられる。また、現成の湖棚沖合いの平坦面は、現在より海水準が若干低下していたと考えられる約 4500 年前、約 2500 年前、約 300 年前の 3 つの時期のいずれか、あるいはそれらの複数の時期に形成された当時の湖棚やデルタの頂置面が、その後の湖水準の上昇で沈水したものと考えられる (平井, 1994)。

なおこれに関連して、湖岸低地に発達する泥炭層の最近の研究によって、北海道の東部・北部の海岸低地では、約 5000 年～4500 年前、および 2800 年～2600 年前に、泥炭地の拡大期が認められることが明らかになっており (大平ほか, 1994, 大平・海津, 1996), この時期に海水準が低下していた可能性が高い。

サロマ湖で注目すべきもう一つの湖底地形は、キムアネップ岬から第 2 湖口西側のワッカに向かって延びている水深 5m 以下の岬状の地形である。この浅い岬状の地形の先端部には、現在水深 1.5m～2m の微高地が見られる (図 3)。この付近には、今から約 150 年ほど前の 1850 年頃に作成された「東西蝦夷山川地理取調図」に「イチャセモシリ」(「貝の島」あるいは「貝殻島」という意味) という三角形をした島が描かれている。筆者は、明治 28 (1895) 年の「猿潤湖深浅図」(尾崎, 1973) や 1934 年の「湖沼調査報告書」(高安ほか, 1934), 現在の湖沼図 (国土地理院, 1971-1974) 等の資料から、かつてここ実際に「イチャセモシリ」が存在し、この 150 年ほどの間に次第に浸食されて水没したものと考えた (平井, 1985, 1990)。大島 (1971) は、この「イチャセモシリ」には触れていないが、湖底の堆積物の特徴から、ここにかつてサロマ湖を二分するような段丘の堆積物が存在し、後氷期の海進後の縄文後期頃に現在のサロマ湖のようにつながったと推定している。

このように現在の湖底の地形から、かつてサロマ湖が 2 つの湖盆からなり、そのあいだの陸地が水没あるいは浸食されて、現在のように一つの大きな湖盆に変化してきたことが推定される。その具体的な

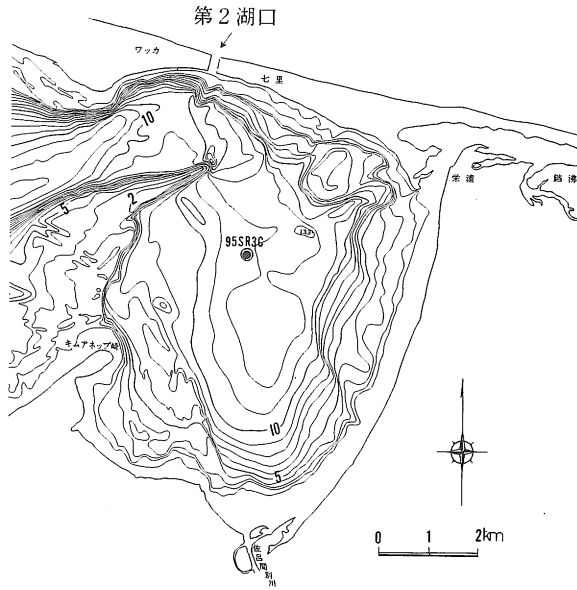


図3. サロマ湖東部の等水深線図。

(等深線の単位は m, ●は湖底堆積物の採取地点)

Fig.3. Bathymetric map of the eastern part of Lake Saroma.

時期や、それぞれの湖盆内でどのように堆積環境が変化したのかについては、まだ明らかになっていない。今後、先に述べた湖岸地形から推定される完新世後半の海水準の変動との関係や、湖底3地点での柱状試料の分析結果を総合しながら、解明すべき課題の一つであろう。

旧河道・沈水デルタと湖の埋積過程 ～網走湖～

1995年度の「汽水総研グループ」による網走湖の現地調査では、湖心部(水深16.7m)と南部の湖底(同10.6m)の2地点で柱状試料(95AB1C, 2C)が採取された。そのうち南部のコア(95AB2C)の採取地点は、網走湖の南岸に流入している網走川のデルタのすぐ沖合に位置し、デルタの発達過程がコア採取地点の堆積環境の変化と深く関係していることが予測された。

そこで筆者は、すでに筆者らが作成した「網走川水害地形分類図」(大矢ほか, 1984)を基礎資料とし、これに西暦1850年頃に松浦武四郎によって作成された「東西蝦夷山川地理取調図」や、明治30年(1897年)以降の陸地測量部および国土地理院発行の5万分の1地形図、1977年撮影の1万分の1カラー空中写真等を利用して、過去約5000年間、とくに最近約300年間における網走川デルタの変遷と湖の埋積過程を考察した。

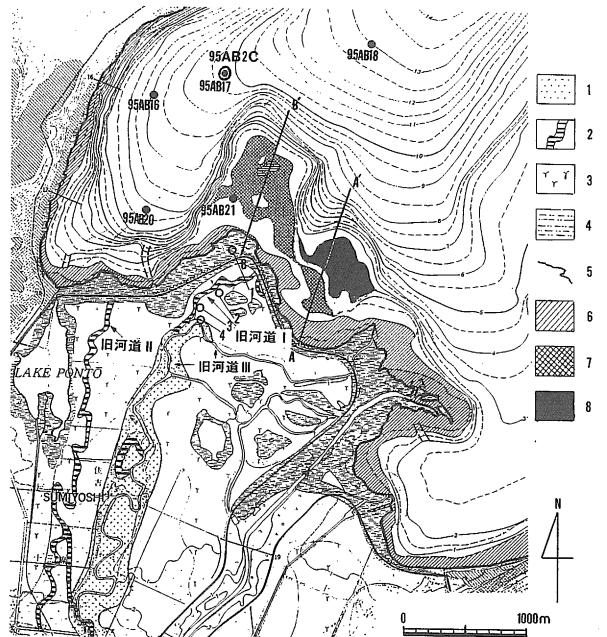


図4. 網走川デルタの地形分類図(平井, 1997)。

1 自然堤防, 2 旧河道, 3 後背湿地, 4 挺水植物群落地, 5 湖岸線, 6 現成の三角州および湖棚, 7 沈水デルタI, 8 沈水デルタII

Fig.4. Geomorphological map of the deltaic area of Lake Abashiri.

1 natural levee, 2 old channel, 3 back marsh, 4 aquatic plants community, 5 caostal line, 6 present delta and littoral shelf, 7 submerged delta I, 8 submerged delta II

網走湖のデルタの地表部分には、1936年以降の河川改修工事によって新たにつくられた現在の河道以外に、少なくとも3時期の旧河道(古いものから旧河道I, 同II, 同III)が認められる。一方湖岸の沖合にも、水深0.4m~0.9mの現成のデルタ頂置面のほかに、湖岸から沖合に舌状に張り出した、それぞれ水深1.9mと水深2.6mの2段の平坦面(沈水デルタI, 同II)が認められる(図4)。

これらの微地形のうち、沖合の舌状の平坦面は、前節でも述べたようにそれぞれ約4500年前と約2500年前の過去の低位湖水準(低位海水準)に対応して形成されたデルタの頂置面が、その後の相対的な湖水準の上昇によって沈水したものと考えられる(平井, 1997)。

一方、約150年前前に描かれた「東西蝦夷山川地理取調図」を、そこに記された地名を手がかりに現在の「網走川水害地形分類図」と対比させると、陸上の旧河道のうち旧河道IIとしたものが、当時の河道であることがまず明らかになった(図5d)。また、「東西蝦夷山川地理取調図」には、網走湖の湖中に「モシリ」という地名と島が描かれているが、この島の位置は「網走川水害地形分類図」の沈水デルタI上の微高地の場所に比定される。さらに、その位

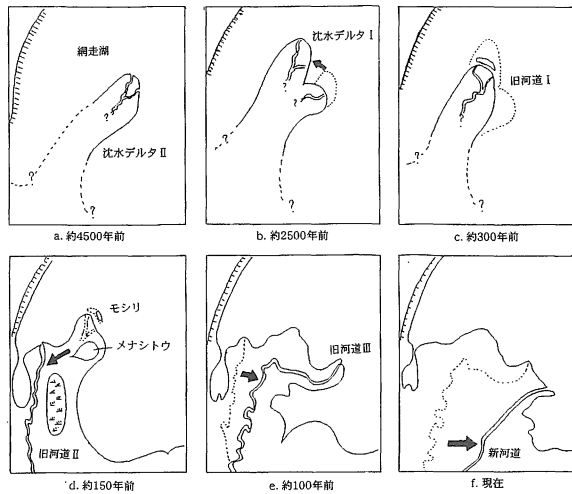


図5. 網走川デルタの地形発達 (平井, 1997).
Fig.5. Geomorphological development of the Abashiri river delta.

置は旧河道 I としたものの沖合延長部にあたることから、約 300 年前のオホーツク海沿岸での低位海水準の時期 (平井, 1987) に形成されたデルタの先端部で、したがって旧河道 I もおよそその頃のものと解釈した (図 5c)。

そして当地で最も古い地形図がつけられた明治 30 年 (1897 年) には、すでに網走川は旧河道 III を流れ、網走湖の湖中に西側から東側に向かってデルタを急速に成長させている (図 5e)。

すなわち、過去約 5000 年間網走川は、海水準の上下変動に反応してデルタを湖中に延ばしたり後退しながら、次第に網走湖の南部を埋積してきた。その中でもとくに、過去約 150 年間における網走川デルタは、相対的な湖水準の上昇と、河川改修工事等の流域での人為的要因によって、河口が網走湖の西側から東側に大きくシフトした。そのため、現在の網走湖南部の西側湖岸で浸食が起こり、その一方東側湖岸ではデルタの急速な前進と近年の洪水激化 (平井, 1995) によって、女満別湾の環境悪化が進んでいる。

ここに述べた網走湖のデルタのように、一般に湖に流入する河川がつくるデルタは、外洋に注ぐ河川のデルタに比較して、分岐した河道やその河道沿いに自然堤防などの微地形がよく発達し、また過去のデルタの様々な地形も保存されていることが多い。そのようなデルタ地形の形成過程は、堆積基準面となる湖水面 (海水面) の変動や、流域の自然および人為的な環境変化が反映している。したがって、海跡湖に注ぐ河川のデルタ地形の発達過程を明らかにすることによって、過去の様々な環境変動の一部を知ることができる。

湖棚地形の異常と地殻変動 ～浜名湖～

「汽水総研グループ」では、1996 年 10 月に浜名湖で湖底の地形調査および堆積物の採取を行った。その際筆者は、浜名湖湖奥の三ヶ日町に残る「500 年前の明応の大地震で、村が湖中に水没した」という伝説の場所と、かつて筆者が「現成の湖棚よりやや深い平坦面が見られる」 (平井, 1988) としていた地点が一致することに深い関心を抱いた。そこで、「汽水総研グループ」は翌 1997 年 4 月に、浜名湖および猪ノ鼻湖の北岸を中心に、音波探査と湖底堆積物の採取を行った。

浜名湖では日本のほかの海跡湖と同様に、水深 1～1.5m の幅広い湖棚が湖岸に沿ってよく発達している。しかし、浜名湖北岸の新田沖合、東岸の新所付近と、さらに猪ノ鼻湖の津々崎南方沖、東岸の西神田川沖の 4 ヶ所には、現成の湖棚より水深が深い特異な平坦面が見られる。これらの平坦面のうち、新田沖の水深 2.5～3.5m の部分が、明応の大地震時 (あるいはその翌年) に集落が水没したとされる地点である。平坦面は湖岸線方向に約 600m、沖合に幅 400～500m ほどの広さで、その南東部分に比高 1～1.5m、幅約 100m、北東～南西方向に長さ約 350m の微高地が認められる (図 6)。この微高地「高瀬」がかつて集落があったと伝承されている部分である。

汽水総研グループでは、この平坦面を横断するように 3 つの測線で音波探査を行った。その結果、「高瀬」の北西側 (内陸側) に、深さ 40～50 cm、幅それぞれ 80m、150m の凹地が認められ、さらにこの部分の少なくとも厚さ数 m の地層が正断層で下に落ち込んでいた (図 7a)。この音波探査の記録を湖沼図に書き込むと、「高瀬」と並行する幅約 80m の地溝状の構造を推定することができる (図 6)。さらにこの西側延長は、平坦面先端部分の地下で、深さ少なくとも 5m 以上に達する複数の小断層によって、地層が変位している様子も認められた (図 7b)。

すなわちこれらの音波探査の結果、伝説でかつて村があったとされる「高瀬」付近が、断層をとともなうような何らかの過去の地殻変動 (地震あるいは地滑りなど) で、湖中に没するような大きな環境変化があったことが推測されたのである。これまで、伝説としてしか知られていなかった 500 年前の事象について、初めて科学的な手がかりを得たと言える (平井・汽水総研グループ, 1997)。

この事例のほかにも海跡湖に限らず、湖底には陸上の各種地形と比較して、まだまだ未解明の興味深い地形が数多く見られる。近年は強力な音波探査用の各種機器が開発され、湖底のある程度の深さまで、比較的容易に堆積構造等を知ることができるよ

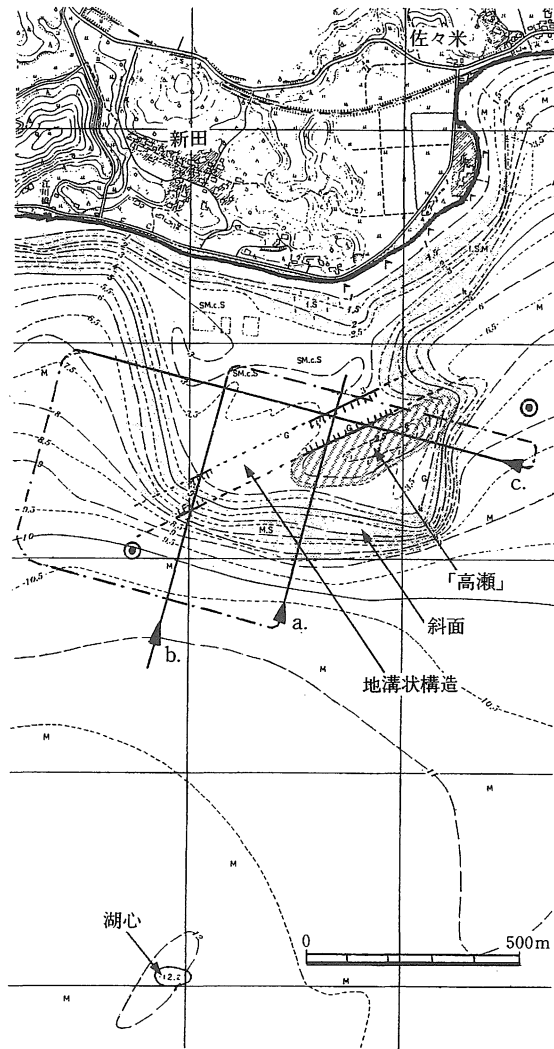


図 6. 浜名湖北部の等水深浅図 (平井・汽水総研グループ, 1997).
 (等深線の単位はm, a,b,c は音波探査の測線, ○は湖底堆積物の採取地点)
Fig.6. Bathymetric map of the northern part of Lake Hamana.

うになった。これまで陸上の地形や堆積物の変形からは把握しにくかった過去の地殻変動などについても、湖底の地形構造や堆積物の堆積構造を明らかにすることによって、今後さらに新しい発見も可能と考える。

おわりに

海跡湖の湖岸や湖底の地形および堆積物には、様々な過去の環境変化に関する貴重な情報が、記録・保存されている。筆者は、これまでおもに海跡湖に特徴的な地形を手がかりとして、その情報の一部を明らかにしてきたにすぎない。今回の総研で

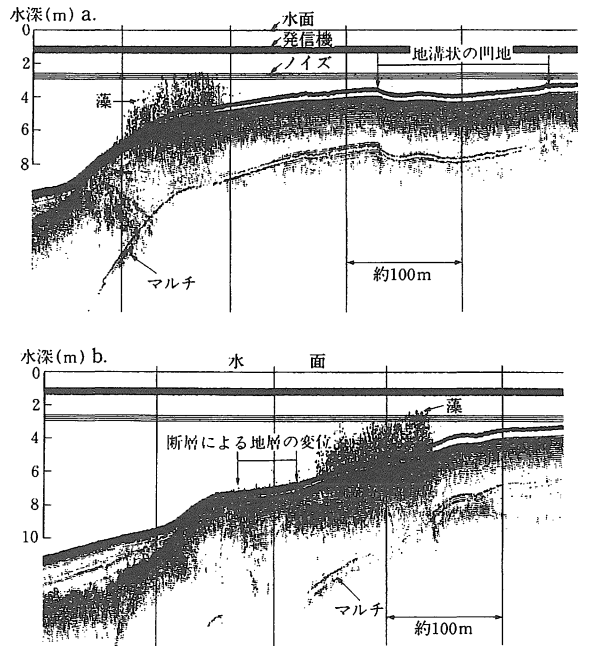


図 7. 浜名湖北部, 新田沖合いの音波探査記録 (1997年4月25日) (平井・汽水総研グループ, 1997). (測線の位置は図6参照)
Fig.7. Echo-sounding records of line a and b in the Fig. 6 taken in April, 1997.

は、様々な分野の研究者が集まって各種の分析が進められている。今後それらの分析結果を持ち寄って、従来読みとれなかった環境変化が明らかになれば、将来の地球規模の環境変動を考える際にも重要な資料となろう。

文 献

平井幸弘 (1983) : 小川原湖の湖岸・浅湖底の微地形と完新世最大海進期以降の湖水準変動. 東北地理, 35 82-91.
 平井幸弘 (1985) : 湖沼図を読むーサロマ湖の消えた島ー. 「社会科」学研究, 10, 114-125.
 平井幸弘 (1987) : サロマ湖の湖岸・湖底地形と完新世後半のオホーツク海の海水準変動. 東北地理, 39 (1), 1-15.
 平井幸弘 (1988) : 猪ノ鼻湖の湖岸・湖底地形の特徴と浜名湖の地形発達について. 昭和 60-62 年度文部省科研費報告書「浜名湖の起源と地誌的変遷に関する総合研究」(代表者: 池谷仙之), 29-41.
 平井幸弘 (1990) : サロマ湖・コムケ湖. 奥田節夫ほか編『空からみる日本の湖沼』, 丸善, p. 12-15.
 平井幸弘 (1994) : 日本における海跡湖の地形発達. 愛媛大学教育学部紀要Ⅲ自然科学, 14 (2), 1-71.
 平井幸弘 (1995) : 『湖の環境学』, 古今書院, 186p.

- 平井幸弘 (1997) : 網走川デルタの構造と発達. 平成 8 年度文部省科研費報告書「海跡湖堆積物からみた汽水域の環境変化—その地域性と一般性—」(代表者: 高安克己), 183-198.
- 平井幸弘・汽水総研グループ (1997) : 500 年前の東南海地震で何が起こったか. 地理, 42 (11), 116-121.
- 国土地理院 (1971-1975) : 1 万分の 1 湖沼図. サロマ湖 全 7 葉.
- 大平明夫・海津正倫・浜出智 (1994) : 風蓮湖周辺地域における完新世後半の湿原の形成. 第四紀研究, 33 (1), 45-50.
- 大平明夫・海津正倫 (1996) : 完新世後半における北海道北部海岸低地の地形発達. 地学雑誌, 105 (4), 500-503.
- 大島和雄 (1971) : 北海道サロマ湖の後氷期の地史. 地質調査所月報, 22 (11), 615-627.
- 大矢雅彦・海津正倫・春山成子・平井幸弘 (1984) : 「網走川水害地形分類図」, 北海道開発局網走開発建設部, 1 葉.
- 尾崎 晃 (1973) : サロマ湖の湖口水路形成に関する考察. 北海道大学工学部研究報告, 68, 155-171.
- 高安三次・五十嵐彦仁・近藤賢蔵 (1934) : 『湖沼調査報告 さろま湖』, 北海道水産試験場水産調査報告, 34, 63p.