

湖底堆積物から見た浜名湖の 最近1,000年間の古環境変遷

本田秀一¹⁾・鹿島 薫¹⁾

Paleo-environmental changes during the last 1,000 years from lake deposits at Lake Hamana, central Japan.

Shuichi Honda¹⁾ and Kaoru Kashima¹⁾

Abstract: The bore-hole samples were taken at three sites in Lake Hamana, a brackish lagoon, central Japan, to reconstruct paleo-environmental changes.

The paleo-environmental changes during the last 1,000 years were presumed by lithofaces sequences and diatom assemblages from lake deposits, as follows.

Zone I - (AD 1000~1498): A lot of trace fossils were found from sediments. *Aulacoseira granulata*, a freshwater diatom species, was dominated. Sea water hardly came into the lake basin, and salinity of the lake water was nearly fresh water.

Zone II a (AD 1498~1550): The tsunami of the Meiou Earthquake in 1498 and the huge storm in 1499 made a small waterthrough between the lake and the sea, called Imakireguchi at the southern edge of the lake. The salinity of the lake had increased suddenly, and *Thalassionema nitzschioides* and *Thalassiosira* spp., marine diatom species, were dominated.

Zone III b (AD 1550~1700): Salinity of the lake water fell down because of the increase of *Cyclotella caspia*, a brackish diatom. The distinct white-gray laminated structure formed at lake sediments.

Zone IV c (AD 1700~1850): Salinity of the lake water increased again, and *Thalassionema nitzschioides* and *Thalassiosira* spp. were dominated.

Zone V d (AD 1850~1970): *Cyclotella caspia* was dominated again. The decrease of the salinity occurred again.

Zone VI e (AD 1970~): The artificial construction of the water pass at Imakireguchi was done in 1954~1973. The salinity of the lake has been maintained at the higher level since then.

Keywords: brackish lake, diatom, Lake Hamana, Meio Earthquake, paleolimnology

はじめに

現在、地球環境問題に関心が集まるなか、古環境の精度の高い解析が試みられるようになってきた。特に、湖の堆積物は細かい環境変動の復元に最も適しており、多くの研究がなされるようになってきた。本研究では、特殊な湖水環境をもつ静岡県の浜名湖に注目し、湖底堆積物中の堆積構造及び珪藻遺

骸群集による古環境復元について研究を行った。

浜名湖は、水域面積が68.8km²の日本最大級の沿岸性汽水湖沼であり、南部の今切口（幅200m）を通じて遠州灘と海水の交換がなされている。

この浜名湖では1985年・1986年にボーリング調査がなされ、過去約10,000年間の古環境の変遷が検討された。その結果、後氷期の地球の温暖化に伴う海面上昇によって形成された内湾が、その後の海退及び砂嘴の発達によって外洋と隔てられていった過程が、復元された（池谷ほか1990）。また、このような海水準の変動に加えて、地震・津波による砂州の破壊や人為による地形改変が浜名湖を取り巻く環境を大きく変化させてきたことが、歴史文書などに

¹⁾九州大学理学部地球惑星科学教室

Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University, Fukuoka 812-81, Japan

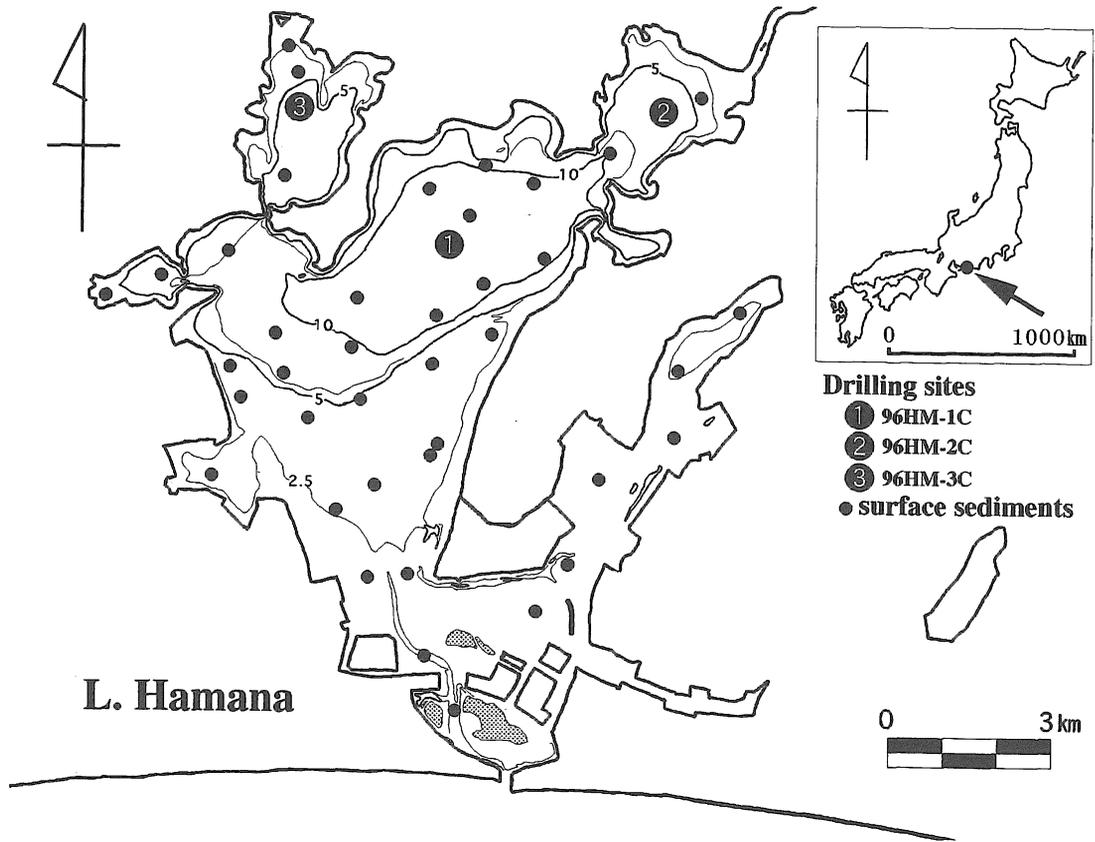


図1. 浜名湖における調査地点図.
 Fig. 1. Location map of the sampling sites at Lake Hamana.

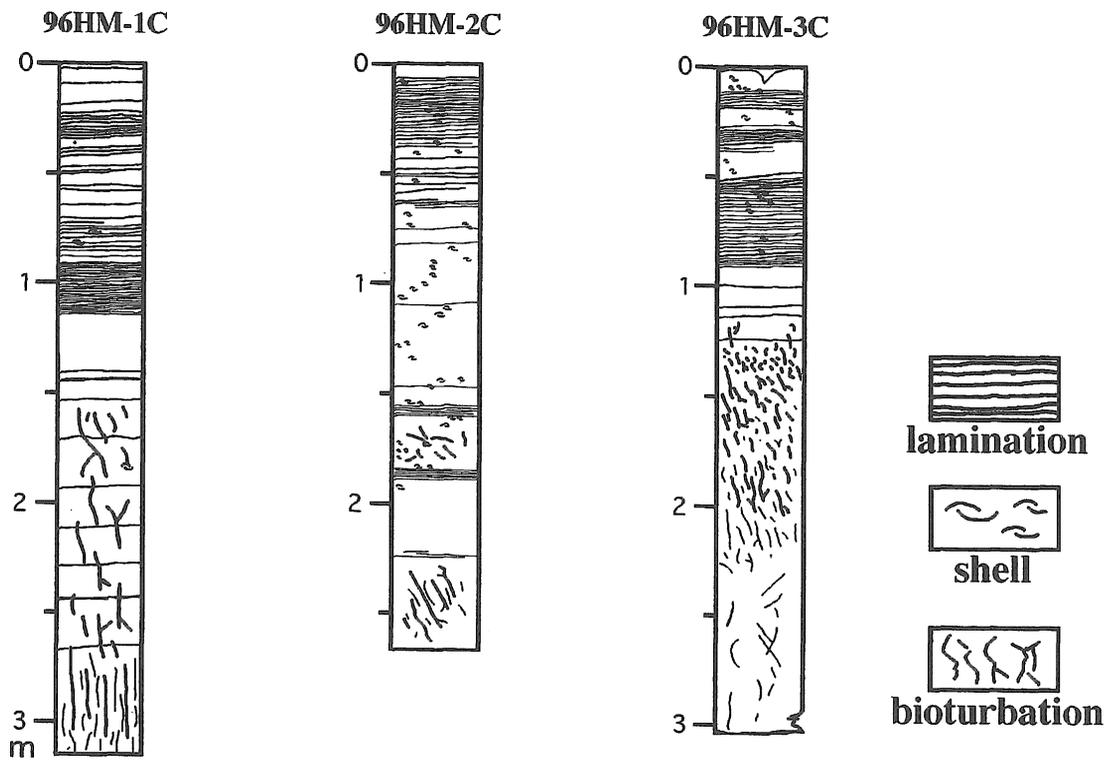


図2. soft-X 線による柱状図.
 Fig. 2. Lithofacies sequences presumed by the soft-Xray analysis at three sites of Lake Hamana.

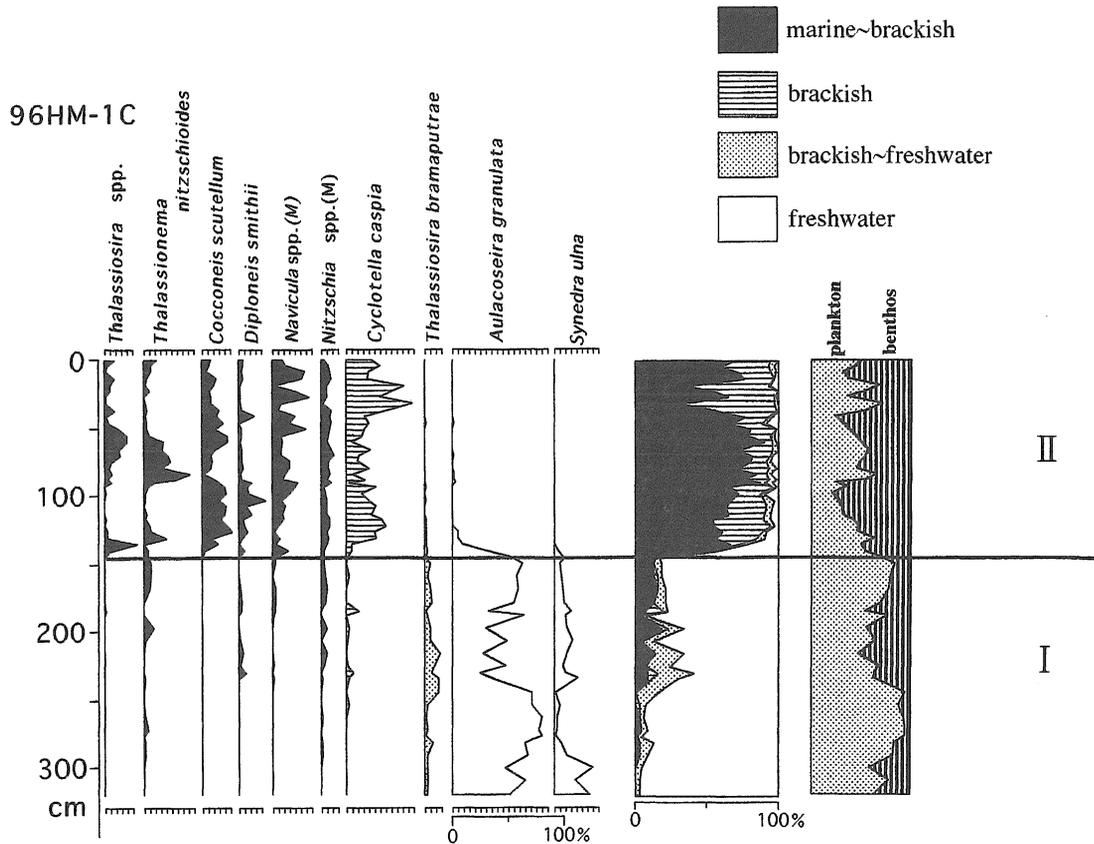


図3. ボーリングコア96 HM-1 C 試料珪藻分析結果.
Fig. 3. Diatom assemblages from 96 HM-1 C site.

より推定されている。

そこで本研究では、過去約1000年間に焦点を絞り、浜名湖の古環境の変遷を高い精度で解析することを目的として研究を進めた。

試料・分析方法

本研究で用いた湖底ボーリングコア試料は、1996年10月に、島根大学の高安克己教授をはじめとする汽水域総研のメンバーによって、採取されたものである。浜名湖中央部(96 HM-1 C)、引佐細江(96 HM-2 C)、猪ノ鼻湖(96 HM-3 C)の3地点において、ピストンコアサンプラーを用いて2.5~3.5 mのコアサンプルが採取された(図1)。この調査の詳細については、別稿で報告される予定である。

ボーリングコア試料は、長さ25 cm・幅5 cm・厚さ1 cmのプラスチックケースに収め、soft-X線による写真撮影を行った。撮影は、フィルムケースの上に直接試料をのせ soft-X線を照射しておこない、実物大写真による詳しい堆積構造の観察を行った。

次に、コア試料を封入して、スミアスライド法によって、堆積物中に含まれる珪藻遺骸の分析を行った。具体的には、コアサンプルと soft-X線写真を

照らし合わせながら、試料を約1 mg程度スライドガラス上に取り、水を一滴加えた後に攪拌し、乾燥させた。その後、封入剤とともに、カバーガラスをかぶせ加熱封入した。スミアスライドは全部で約1000枚作成したが、本稿では、その中から5 cm~10 cmおきに選び出して分析した結果を報告する。今回の分析にあたっては、光学顕微鏡を用いて、倍率1000倍で、1枚のスライドにつき100~200個体について種の同定及び計数を行った。その後、主要珪藻種の産出頻度を、グラフ化した。

soft-X線写真による湖底ボーリングコア試料の層相

(1) 96 HM-1 C

湖底下約-140 cm付近を境に、下部はバイオターベーションが多く存在し、上部は無層理層とラミナを伴う層準が見られる。この中には特に顕著にラミナ構造が発達している部分があり、そこでは層厚2~3 cmのラミナ構造が認められた。以下、層相の変化を示す。(図2)

-330~-160 cm: バイオターベーションが多く存在する。層相が変化している層準が見られたが、バイオ

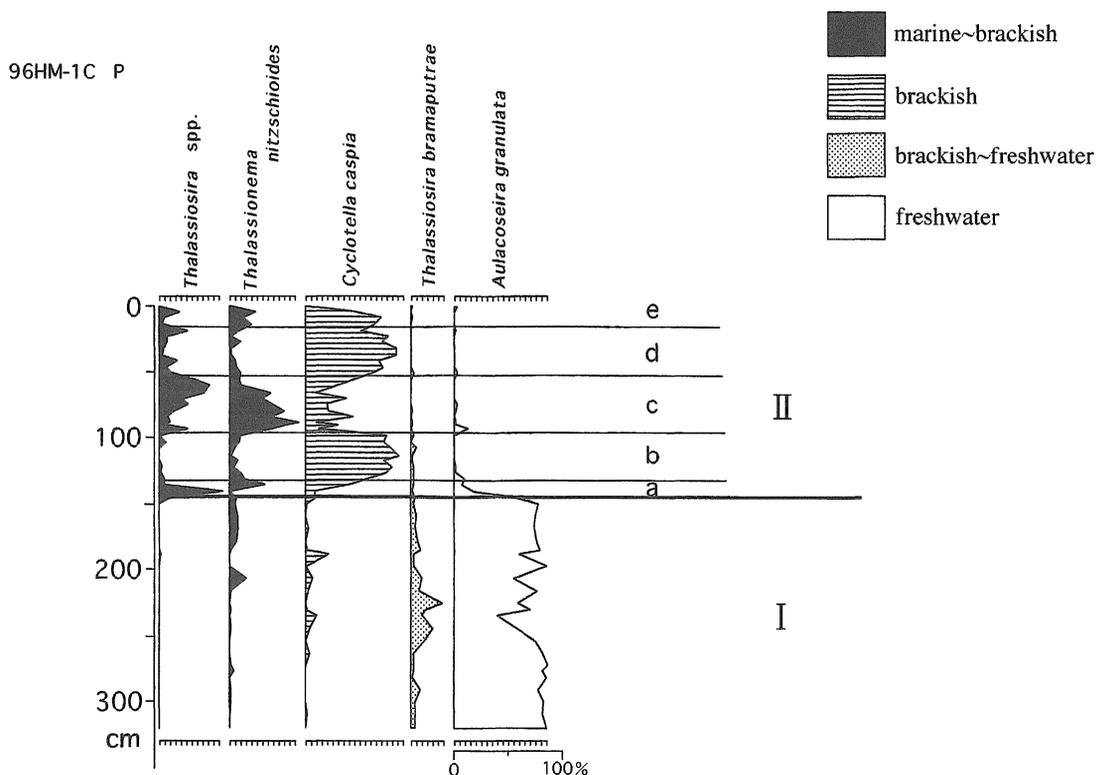


図4. ボーリングコア96 HM-1 C 試料浮遊生珪藻分析結果.

Fig. 4. Diatom assemblages from 96 HM-1 C site (only planktonic species).

ターベーションによってその境界ははっきりしない。

-160~-140cm: 徐々にバイオターベーションは少なくなる。本層準の最上部の湖底下-140cmには、堆積の不連続を示唆するようなはっきりとした層相の変化が確認できる。

-140~-90cm: 白色層と黒色層の互層 (soft-X 線写真上における) のラミナが存在する。特に-120~-90cmでは顕著である。

-90~-45cm: -90~-80cmで、白色層と黒色層の互層が見られるが、はっきりとしたラミナは存在しない。-85cm, -80cmで貝化石が確認された。

-45~0cm: 保存状態が悪いが、ラミナの痕跡があらわれている。

(2) 96 HM-2 C

下部にバイオターベーション、上部にラミナ構造という堆積構造は、96 HM-1 C と共通であるが、その境界は96 HM-1 C ほどははっきりしていない。

また、-200~0cmでは貝化石が多数存在する。

-260~-190cm: バイオターベーションが多く観察される。層相の変化は確認できない。

-190~-130cm: ラミナ構造が一部存在する。-175cm付近にバイオターベーションが見られる。

-130~-75cm: soft-X 線写真上にはとくに層相の変化は現れていない。

-75~0cm: 白色層と黒色層の互層 (soft-X 線写真上における) のラミナが顕著に現れている。

(3) 96 HM-3 C

湖底下約-90cm付近を境に、下部はバイオターベーション、上部には無層理層と、ラミナ構造を伴う層準が見られる。このラミナ構造は3本のコアのなかでも最も顕著に発達している。

-300~-90cm: バイオターベーションが多く観察される。とくに、湖底下-180~100cmでは、植物の根であると思われる痕跡が、多数存在する。これは、96 HM-1 C や96 HM-2 C ではみられない。

-90~0cm: ラミナ構造が非常に顕著に発達している。一部、貝化石が存在する。

湖底ボーリングコア試料中の珪藻遺骸群集

(1) 96 HM-1 C

-140cmにおいて、珪藻遺骸群集が大きく変動し、下位は淡水生種が優占する zone I に、上位は海~汽水生種・汽水生種が優占する zone II に区分された (図3)。さらに、湖水中の浮遊生珪藻群集の変遷

をより明らかにするため浮遊生種のみを取り出すと、zone IIにおいて顕著な浮遊生珪藻種の変動がみられ、II a~II eまで細分できることが分かった(図4)。

以下、各 zone について珪藻遺骸群集の特徴を記す。

zone I (~330~140cm) : 淡水生珪藻種である *Aulacoseira granulata* が優占している。ほとんどの層準で50%を越えて産出され、一部では90%前後に達した。淡水の付着生珪藻種は *Synedra ulna* が出現しているが、完個体は少なく、その殆どは破片であった。また、淡水域から汽水域にかけて生息する浮遊生種である *Thalassiosira bramaputrae* も、これらの淡水生種とともに10%前後産出している。しかし、海水・汽水生種は極めて少ない。

zone II (-140~0cm) : 汽水生珪藻種である *Cyclotella caspia* や、海水生珪藻種である *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira* spp. などの浮遊生珪藻種が産出する。また、*Cocconeis scutellum* など、付着生の海水生珪藻種もあわせて産出し、ほぼ50%をこえて出現している。しかし、96 HM-1 C の掘削

地点は湖岸から十分離れた水深の深い湖底である。従って、湖岸付近の浅い湖底を中心として生息する底生珪藻種群の産出頻度は、必ずしも、掘削地点の湖水環境を直接反映したものとはいえない。そこで湖水環境の変動をより詳しく解析するために、さらに、浮遊生珪藻種だけに注目し分析した。その結果、次に述べるように zone II はさらに、下部より a~e の5つの zone にそれぞれ分けられ、周期的な塩分変動が存在したことが確認された。

zone II a (-140~130cm) : 海水生珪藻種である *Thalassionema nitzschioides* や *Thalassiosira* spp. が優占する。*Cyclotella caspia* は、ほとんど見られない。

zone II b (-130~90cm) : 汽水生珪藻種である *Cyclotella caspia* が優占し、浮遊生珪藻種群の80%以上を占める。

zone II c (-90~55cm) : 海水生珪藻種である、*Thalassionema nitzschioides* や *Thalassiosira* spp. が優占する。*Cyclotella caspia* は10~50%で推移する。

zone II d (-55~15cm) : 汽水生珪藻種である *Cyclotella caspia* が優占し、-30cm付近では浮遊生

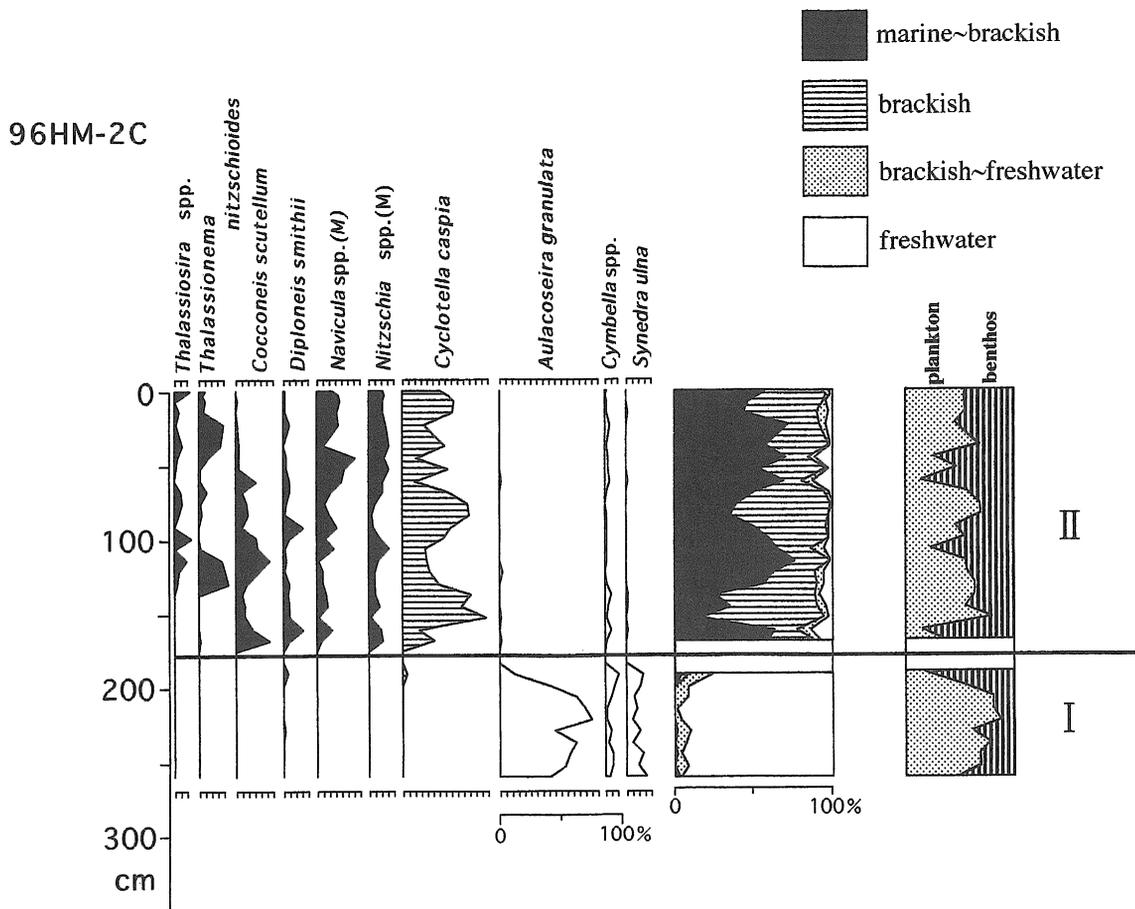


図5. ボーリングコア96 HM-2 C 試料珪藻分析結果。

Fig. 5. Diatom assemblages from 96 HM-2 C site.

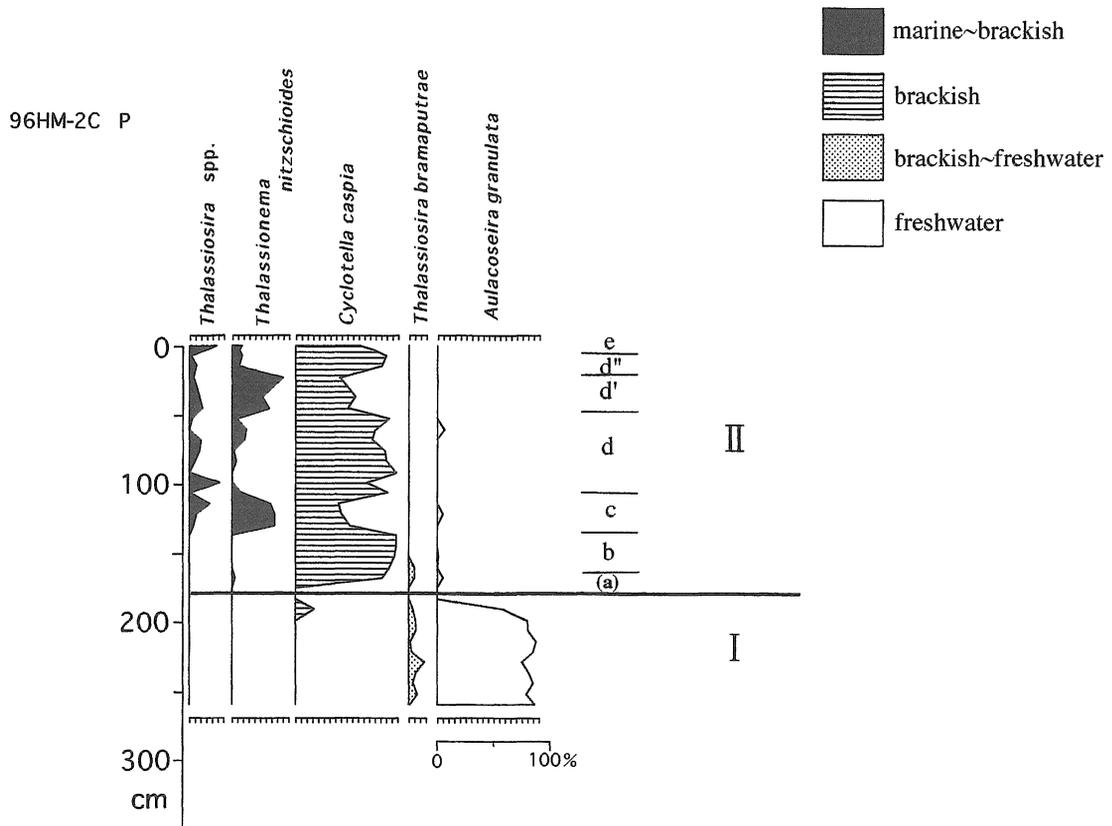


図6. ボーリングコア96 HM-1 C 試料浮遊生珪藻分析結果.

Fig. 6. Diatom assemblages from 96 HM-1 C site (only planktonic species).

珪藻種群の95%近くに達する。

zone II e (-15~0cm) : 汽水生珪藻種である *Cyclotella caspia* が優占するが、50~70%にとどまり、海水生珪藻種である *Thalassionema nitzschioides* や *Thalassiosira* spp. が多産する。

(2) 96 HM-2 C

湖底下約-190~170cmにおいて、珪藻の見られない層準があったが、これを境に珪藻遺骸群集が大きく変動し、96 HM-1 C と同様、下位は淡水生種が優占する zone I に、上位は海~汽水生種・汽水生種が優占する zone II に区分された (図5)。

zone I (~-260~-190cm) : 淡水生珪藻種である *Aulacoseira granulata* が優占するが-200~-190cmで徐々に減少する。底生の淡水性珪藻種である *Cymbella* spp. が10%前後産出する。このほか、*Synedra ulna* がやはり10%前後産出するが不完個体が主である。

zone II (-170~0cm) : 汽水生珪藻種である *Cyclotella caspia* や、海水生珪藻種である *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira* spp. などの浮遊生種に加えて、*Cocconeis scutellum* などの付着生種が産出する。浮遊生種と底生種の割合は同じぐらいである。96 HM-1 C と同様に浮遊生種について分析した結果、やはり周期的な塩分の変動が確認された(図

6)。

-170~-130cm : 浮遊生の汽水生珪藻種である *Cyclotella caspia* が、殆ど100%近くを占める。

-130~-110cm : 浮遊生の海水生珪藻種である *Thalassionema nitzschioides* が、40%前後を占める。*Cyclotella caspia* も多産するが、40~50%にとどまる。

-110~-50cm : 汽水生の *Cyclotella caspia* が80~100%近くを占める。

-50~-20cm : *Cyclotella caspia* が多産するが、40~60%にとどまる。海水生珪藻種である

Thalassionema nitzschioides が30~50%産出する。

-20~-5cm : *Cyclotella caspia* が80%以上を占める。

-5~0cm : *Cyclotella caspia* が優占するが、60%程度へ徐々に減少する。反対に、*Thalassiosira* spp. が増加傾向にある。

浜名湖中央部における過去約1000年の古環境の変遷

ボーリングコア試料中には顕著な堆積構造の変化が見られ、また、珪藻遺骸群集にも変動が見られることが分かった。これは、浜名湖の環境が大きく変動してきたことを示している。

湖中央部の96 HM-1 C コアでは、zone I・IIの境界にあたる湖底下約-140cmにおいて、珪藻遺骸群集が淡水環境を示す種群から海水～汽水環境を示す種群に、急激に変化している。また、堆積構造も、-140cmより下部ではバイオターベーションが多く見られるのに対し、上部ではラミナ構造が発達している。これは、1498年の地震・津波及び翌年の暴風によって湖南端の今切口が決壊し、海水が湖内に流入するようになったことに伴う現象と推定され、1985・86年のボーリング調査による、火山灰・¹⁴C年代測定値などからも推定されている（池谷ほか1990）。本コアの年代資料は現在計測中のため、zone I, IIの境界を1498年とし、他は堆積速度一定として浜名湖中央部の、最近1000年間の古環境変遷を以下のように推測した（図7）。

AD 1000~1498 (zone I) : 淡水性珪藻種である *Aulacoseira granulata* が優占し、海水の流入がほとんどない淡水湖沼が形成されていた。堆積物中には多くの生痕化石が観察された。

AD 1498~1550 (zone II a) : 明応地震（1498年）に伴う地震・津波及び1499年の暴風により砂州が破壊し、大量の海水が湖内に流入するようになった。海水生珪藻である、*Thalassionema nitzschioides* や *Thalassiosira* spp. が優占した。

AD 1550~1700 (zone II b) : 湖水の塩分が低下し、汽水環境を示す *Cyclotella caspia* が優占するようになった。また、湖水の塩分成層が顕著となり、湖底に年周期ラミナが堆積するようになった。

AD 1700~1850 (zone II c) : 再び湖水の塩分が上昇し、*Thalassionema nitzschioides* や *Thalassiosira* spp. が優占するようになった。海水の活発な流入にともなって、湖水の循環が盛んになり、年周期ラミナは貧弱となった。

AD 1850~1970 (zone II d) : 再び塩分が低下し、*Cyclotella caspia* が優占するようになった。湖底には顕著な年周期ラミナが再び形成されるようになった。

AD 1970~ (zone II e) : 1954~73年の今切口固定化工事により、人工的に多くの海水が流入するようになった。これに伴って湖水の塩分濃度は上昇し、*Cyclotella caspia* に加えて、海水生珪藻である *Thalassionema nitzschioides* や *Thalassiosira* spp. が優占するようになった。

なお、96 HM-2 C の zone II においても周期的な塩分の変動が確認されたが、96 HM-1 C とは地域差が認められ、これについては今後さらに検討していきたい。

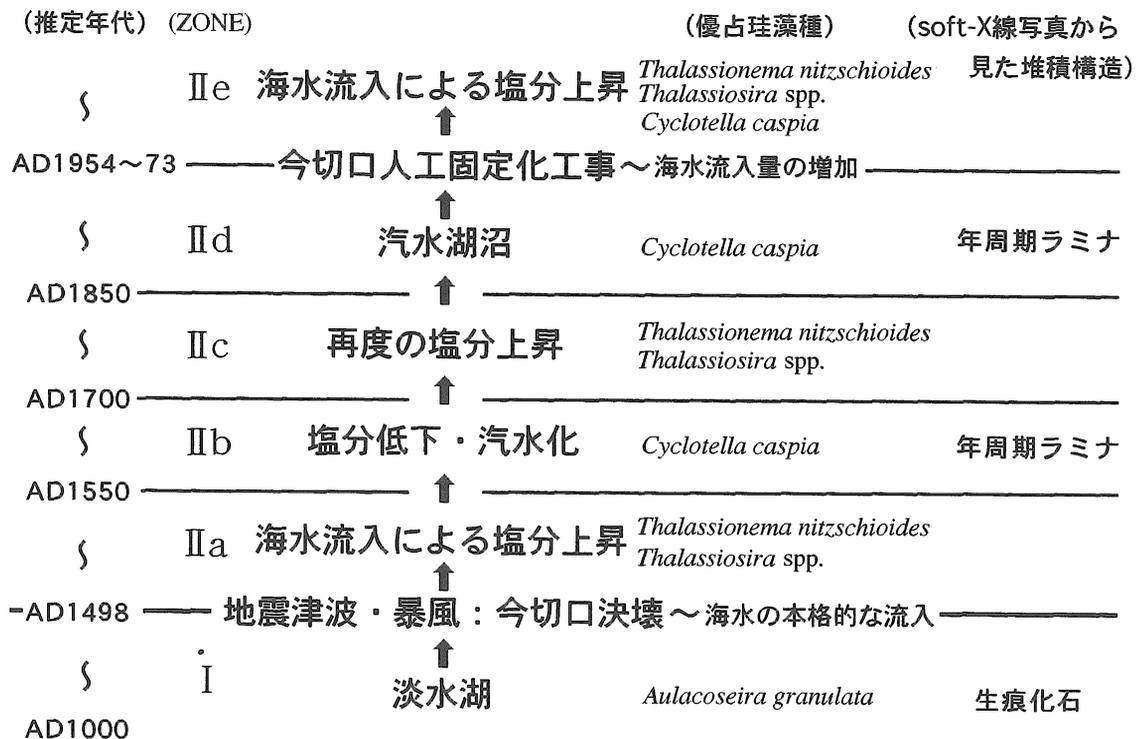


図7. 堆積構造と珪藻遺骸群集から見た浜名湖の最近1,000年間の古環境変遷。

Fig. 7. Paleo-environmental changes during the last 1,000 years presumed by lithofaces sequences and diatom assemblages.

謝 辞

本研究を行う機会を与えて下さった島根大学汽水
域研究センター高安克己教授および汽水域総研の
方々に深く感謝いたします。また、現地調査の際に
は、東京大学農学部附属水産実験所岡本研助教授、
九州大学理学部地球惑星科学教室沢井祐紀氏に、soft
-X 線の分析にあたっては、島根大学総合理工学部
瀬戸浩二博士、学生諸氏にお世話いただきました。

参 考 文 献

池谷仙之・和田秀樹・阿久津浩・高橋実(1990)浜名
湖の起源と地史的変遷. 地質学論集, 36 : 129-150.