

湖山池の湖底堆積物に包埋される珪藻からみた古環境変遷

浜田哲弘¹・作野裕司²・高安克己³・瀬戸浩二⁴・赤木三郎⁵
西田良平⁶・田中善蔵⁷・村田祐司⁸・浅村久志⁸・福田啓子⁹

Diatom remains and its vertical change of the core samples from Lake Koyama-ike, Tottori Pref., southwest Japan.

**Tetsuhiro Hamada¹, Yuji Sakuno², Katsumi Takayasu³, Koji Seto⁴,
Saburo Akagi⁵, Ryohei Nishida⁶, Zenzo Tanaka⁷, Yuji Murata⁸,
Hisashi Asamura⁸, Keiko Fukuta⁹**

Abstract: Abstract: For understanding paleoenvironmental changes, an analysis of diatom of a core KY 9401 from Lake Koyama-ike was carried out. The results are summarized as follows: 1) 23 species in 41 genera were identified in diatom in the core. 2) Most dominant species of diatoms in the core are a limnetic *Melosira granulata*, and other diatoms are also limnetic species. 3) That many kinds of diatoms in the core are limnetic or brackish species indicates that the environments of the lower part of the core had slightly higher saline than the present environments have. 4) Since the number of diatoms found in the layer upper than 54 cm from the top and the number of diatoms found in the layer lower than that differ markedly, it is considered that water quality environments in Lake Koyama-ike changed at that time. 5) Many species living in the moderately polluted environments are found in the part upper than 20 cm in the core, which reflects the recent pollution of the lake.

Key words: diatom remains, paleoenvironmental change, core sample, Lake Koyama-ike

はじめに

湖山池は鳥取市の北西部に位置する海跡湖である。流入河川は長柄川、福井川、三山口川等であり、唯一の流出河川である湖山川を通じて日本海とつながっている。湖山池の塩分濃度は日本海からの海水流入に影響されるが、湖山川下流にある水門操作に

より海水の逆流が防がれ、現在の湖山池の水質はほぼ淡水である(高安ほか, 1990)。

湖山池の地質学的研究として、これまで星見(1990)、赤木ほか(1993)らが湖山池周辺から得られたボーリングデータやトレンチデータ等を用いて、更新世から現代までの地質環境及び地誌的環境を論じている。また最近では湖底堆積物の試料を用

¹ 青谷町役場 Town office of Aoya, Tottori 689-0592, Japan

² 広島大学大学院工学研究科 Graduate School of Engineering, Hiroshima University, Higashihiroshima 739-8527, Japan

³ 鳥根大学汽水域研究センター Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, Matsue 690-8504, Japan

⁴ 鳥根大学総合理工学部 Faculty of Science and Engineering, Shimane University, Matsue 690-8504, Japan

⁵ 放送大学 The university of the air, Tottori Study Center, Tottori 680-0947, Japan

⁶ 鳥取大学工学部 Faculty of Engineering, Tottori University, Tottori 680-0945, Japan

⁷ 元鳥取大学教養部

⁸ 元鳥取大学教育学部

⁹ 元鳥取大学農学部

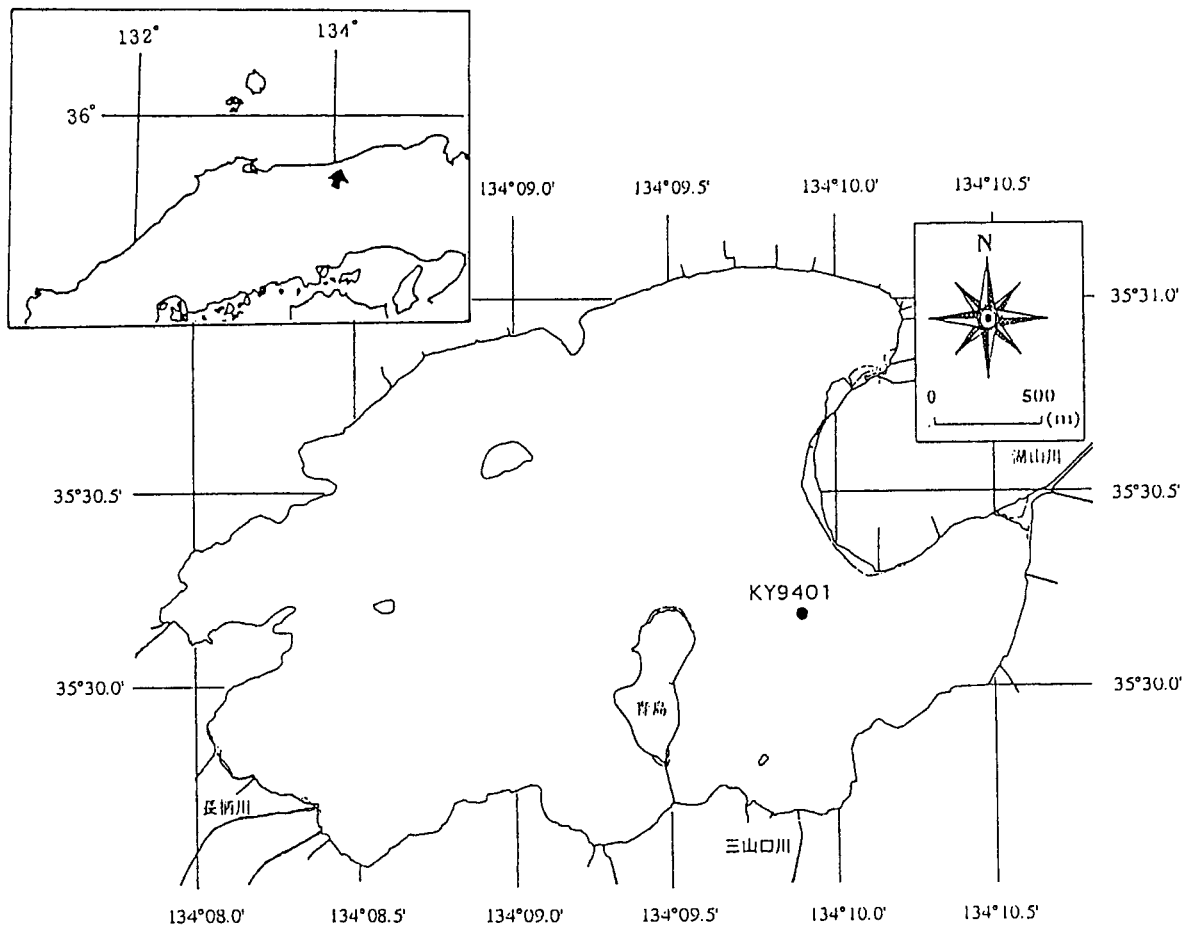


図1 試料採取地点
 Fig. 1 Sampling station

いて、比較的新しい(少なくとも完新世以降の)湖山池における環境変遷の推定が試みられている(高安ほか, 1994; 作野ほか, 1995)。これらは主に堆積物の粒度分析や化学分析によるものであるが、古環境を論じる際に重要な珪藻遺骸の分析や花粉分析に代表される生物分析を行った例は少ない。

本研究で扱う珪藻の特性としては、わずかな水質の変化に反応して、その群集構成を大きく変えてしまうことがあげられる。また珪藻はその殻(遺骸)を湖底や海底に堆積させるため、湖底堆積物中に残された珪藻殻を観察することによって、堆積当時どのような珪藻種がその場所で優占したかを、そしてその構成から堆積時の古環境を復元することができる(鹿島, 1998)。

このような背景から、湖山池の古環境変遷をより明らかにするため、1994年に湖山池(青島東部)から湖底堆積物の柱状試料(以下、コアと呼ぶ)を取得して珪藻の遺骸分析を行った。そして粒度分析や

化学分析の結果及び現生の珪藻分布(例えば田中ほか, 1990)と比較することにより、湖山池の古環境変遷について考察を行ったので、ここに報告する。

方 法

1. 湖底堆積物の採泥及び分割方法

湖底堆積物の採泥は、1994年5月13日、青島の北端から東へ約500m沖合いの地点(北緯 $35^{\circ}30.195'$ ・東経 $134^{\circ}9.984'$ 、水深3.3m)で行った(図1)。採泥地点の位置決定はGPSプロッター(日本無線社製JLU-121P, 島根大学汽水域研究センター所有)を用い、水深決定には魚群探知機(島根大学汽水域研究センター所有)を用いた。湖底堆積物は2隻の小型船舶を横向きに連結し安定させた後、60kgの重りを装着した松本・青木式不攪乱採泥器(内径5.5cm, 長さ2m, 島根大学汽水域研究センター所有)を垂直落下させることにより取得した。採泥

の結果全長 92 cm の柱状試料が得られた。

採泥した柱状試料は、実験室に持ち帰り垂直方向に 1 cm づつの間隔で粒度分析用、含水率・含砂率の測定用、化学分析用、微化石（珪藻・花粉）分析用に分割した。微化石分析遺骸の分析方法及び結果についてはすでに作野ほか（1995）が報告しているので、ここでは微化石分析のうち珪藻分析のみの方法について次節で述べる。

2. 湖底堆積物の珪藻分析方法

珪藻試料の処理は、1 試料につき 2 枚作成し、計 184 枚の珪藻分析用スライド（スミヤスライド）を作成した。なお、スミヤスライドの作成方法は、鹿島（1998）を参考にされたい。作成したスミヤスライドを使って、下記の手順により珪藻分析を行った。

1) 検鏡

検鏡は生物顕微鏡（OLYMPUS VANOX, 鳥取大学教養部生物学教室所有）を使用して行った。顕微鏡の倍率は 10×40 倍を用い、1 プレパラートにつき、殻片数 200 個を数えて種の同定を行った。

2) 珪藻の顕微鏡写真撮影

珪藻の顕微鏡写真撮影は顕微鏡写真装置（OLYMPUS PM-10 A, 鳥取大学教養部生物学教室）を使用して行った。撮影倍率は 5×40 倍である。

3) 珪藻の同定

珪藻の同定は、主に Hustedt (1930 a) *Susswasser-Flora Mitteleuropas*, Heft 10, Bacillariophyta と水野（1971）日本淡水プランクトン図鑑を使用し、殻の形態、模様、大きさに基づいて同定を行った。ただし、種まで明確に特定できる場合と、属までしかわからない場合があったため、珪藻の相対頻度は属構成の比率として算出した。

結果及び考察

1. 珪藻遺骸の出現状況

KY 9401 コアから同定できた珪藻の種類は 23 属、41 種であった。これらの珪藻の顕微鏡（5×40 倍）写真を付図 1, 付図 2 に示す。また図 2 に珪藻分析結果（属毎に相対頻度分布を表す）を示すととも

に、以下に珪藻の鉛直的な出現状況を記載する。

1) *Melosira* 属（淡水～汽水生種）

この属は、全試料中に分布していた。また相対比は他の属に比べ圧倒的に高い値を示した。深さ 1 cm～56 cm までは 50% 以上だが、57 cm から下で 50% を下回る所が現れ、77 cm での 28.5% を最低に、92 cm まで 30～40% 前半の値を示した。

2) *Cyclotella* 属（淡水生種）

この属は全試料中に分布していた。相対比は深さ 41～42 cm の所で 6%、89 cm の所で 5.25% であったが、ほとんどが 5% 未満を示した。

3) *Coscinodiscus* 属（淡水～汽水生種）

この属は、全試料中に分布していた。相対比は深さ 24 cm までは 12% 前後、25～54 cm では 17% 前後の値を示した。55 cm の所で最低値 7.6% を示した後、徐々に値が高くなり 75 cm から 40% 以上の値を示し、84 cm の所で最高値 52% を示した。総じて見ると、相対比は上方から下方へ向って高くなる傾向を示し、75～84 cm では *Melosira* 属よりも *Coscinodiscus* 属の方が相対比で上回った。

4) *Tabellaria* 属（淡水生種）

この属は、35 試料でまばらに分布していた。相対比はすべて 1% 未満を示した。

5) *Meridion* 属（淡水生種）

この属は、深さ 89 cm の所に分布していた。相対比は 0.25% を示した。

6) *Fragilaria* 属（淡水生種、浮遊性）

この属は、ほぼ全試料中に分布していた。相対比は 1% 前後であるが、深さ 54～64 cm、75～81 cm で 20% 前後の高い値を示した。そこでは、*F. construens* var. *exigua* が特徴的に見られた。

7) *Synedra* 属（淡水生種）

この属は、ほぼ全試料中に分布していた。相対比は深さ 55 cm の所で最高値 6.5% を示したが、ほとんど 5% 未満であった。

8) *Eunotia* 属（淡水生種）

この属は、28 試料にまばらに分布していた。相

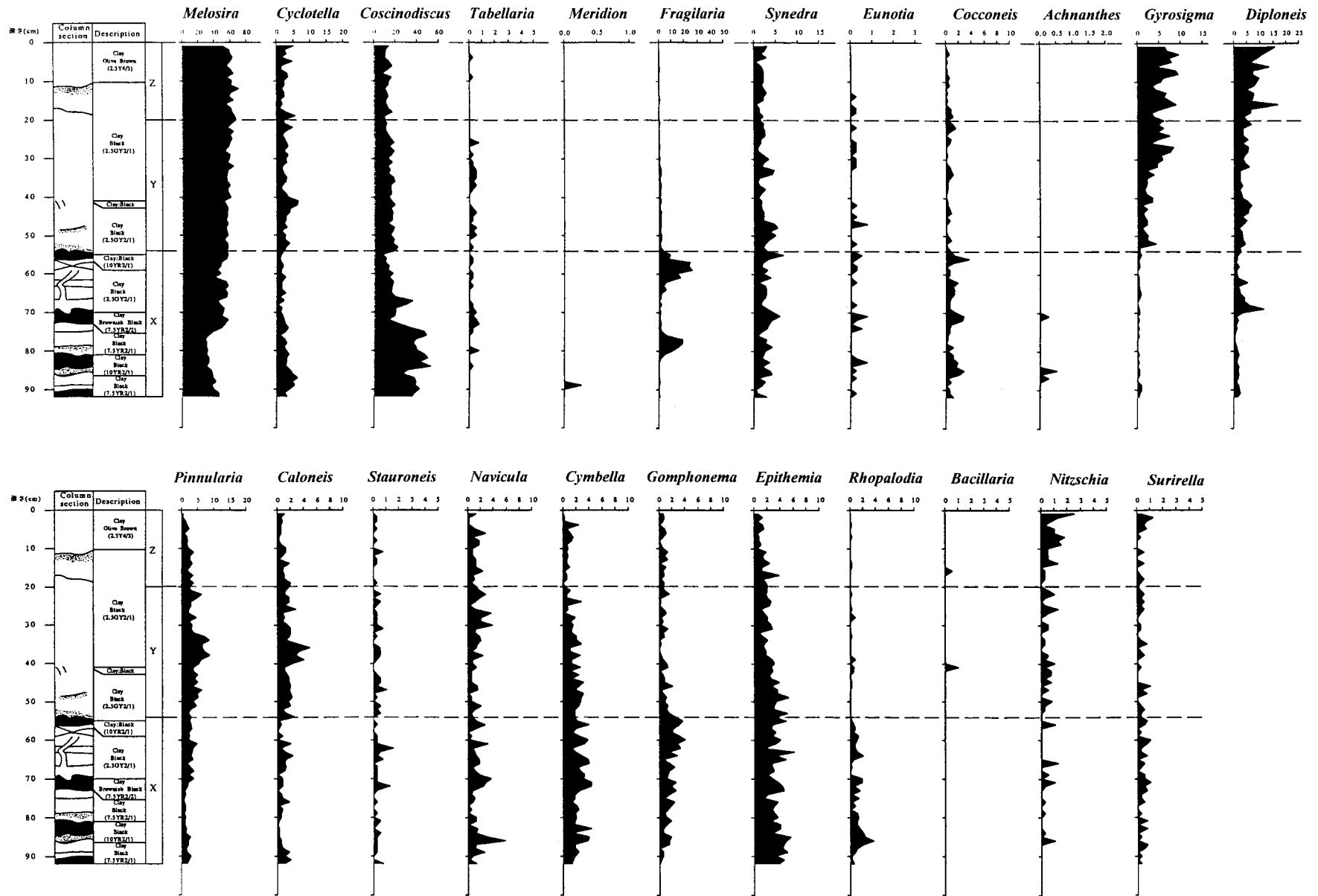


図2 湖山池 KY 9401 コアの珪藻分析結果
Fig. 2 Diatom assemblages in KY the core 9401 from Lake Koyama-Ike

対比はすべて1%未満であった。

9) *Cocconeis* 属 (淡水生種)

この属は、ほぼ全試料に見られた。相対比は1%前後であるが、深さ56 cm, 71~72 cm, 85~86 cmで3%前後の値を示した。

10) *Achnanthes* 属 (淡水~汽水生種)

この属は、深さ71 cm, 85 cm, 87 cmのところに分布していた。相対比はすべて1%未満であった。

11) *Gyrosigma* 属 (淡水生種)

この属は、ほぼ全試料中に分布していた。相対比は深さ32 cmまでは若干の波はあるが5~10%の値を示し、33~52 cmは3%前後の値を示した。53 cm以降は、ほぼ1%未満であった。総じて見ると、相対比は上方から下方へ向って低くなる傾向を示した。

12) *Diploneis* 属 (淡水生種)

この属は、全試料中に分布していた。相対比は深さ1 cm, 16 cmで16%, 69 cmで11%の値を示したが、総じて見ると、上方から下方へ向って緩やかに低くなる傾向を示した。

13) *Pinnularia* 属 (淡水生種)

この属は、全試料に分布していた。相対比は深さ38 cmの8.7%まで緩やかに高くなり、それ以降ゆるやかに低くなる傾向を示した。

14) *Caloneis* 属 (淡水生種)

この属は、ほぼ全試料中に分布していた。相対比は深さ36 cmの4.9%まで緩やかに高くなり、それ以降緩やかに低くなる傾向を示した。

15) *Stauroneis* 属 (淡水生種)

この属は、56試料でまばらに分布していた。相対比は深さ62 cmで1.5%, 72 cmで1.3%の他は1%未満であった。

16) *Navicula* 属 (淡水生種)

この属は、ほぼ全試料中に分布していた。相対比は深さ86 cmの5.8%が最高で、27 cm, 30 cm, 70 cmで3.5%を示す以外は、すべて3%以下の値であった。

17) *Cymbella* 属 (淡水生種)

この属は、ほぼ全試料中に分布していた。相対比は深さ71~72 cmの4.3%まで徐々に高くなり、その下方は2%前後と低くなっている。そして深さ83 cm, 85 cmで再び4%前後の値を示した。総じて見ると、相対比は上方から下方へ向って緩やかに高くなる傾向を示した。

18) *Gomphonema* 属 (淡水生種)

この属は、ほぼ全試料中に分布していた。相対比は深さ53 cmまで1%前後の低い値を示すが、深さ54~62 cmで4%前後の値となり、それ以降徐々に低くなる傾向を示した。

19) *Epithemia* 属 (淡水生種)

この属は、全試料中に分布していた。相対比は深さ49 cm, 53 cmで5%を超え、深さ63 cmで最高値6%を示した。それ以降は4%前後の値を示した。総じて見ると、相対比は上方から下方に向って高くなる傾向を示した。

20) *Rhopalodia* 属 (淡水~汽水生種)

この属は、47試料に分布していた。深さ54 cmまではまばらに分布し、55 cmより下方ではほぼ連続的に分布していた。相対比もそれに対応し、深さ54 cmより上方では1%未満だが、55 cmより下方は2%前後の値もあり、深さ86 cmではこの属の最高値3.5%を示した。総じて見ると、相対比は上方から下方へ向って高くなる傾向を示した。

21) *Bacillaria* 属 (淡水~汽水生種)

この属は、深さ16 cm, 41 cmの2試料に見られた。相対比は2試料とも1%以下と非常に少ない。

22) *Nitzschia* 属 (淡水~汽水生種)

この属は、48試料に見られた。深さ52 cmまでは、ほぼ連続的に分布し、53 cm以降はまばらに分布していた。相対比は深さ1 cmの所の2.5%が最高値であり、1%以上の値が深さ9 cmより上方に集中し、それより下方は1%未満の値を示した。総じて見ると、相対比は上方から下方に向って低くなる傾向を示した。

23) *Surirella* 属 (淡水生種)

この属は、58試料でまばらに分布していた。相

対比は全体を通して、ほぼ1%未満であった。

2. 現生する珪藻と柱状試料中の珪藻との比較

現在の湖山池で見られる珪藻は、福田(1994)によると19属44種であるのに対し、柱状試料から得られた珪藻は23属41種でほぼ同程度であった。柱状試料にはみられ、現在の湖山池には見られない珪藻としては、淡水生の *Tabellaria* 属, *Meridion* 属, *Cocconeis* 属, *Caloneis* 属, *Stauroneis* 属, 淡水~汽水生の *Rhopalodia* 属 (*R. gibberula*), *Achnanthes* 属があげられる。

また、現在の湖山池における珪藻の優占種は淡水生の *Melosira granulata* であるが、柱状試料から得られた珪藻についても深さ74 cmまでは *Melosira granulata* が相対比50%前後を示しており、今回の試料の大部分が堆積した時代は、現在と同様の環境であったと考えられる。しかし、深さ75~84 cmでは淡水~汽水生の *Coscinodiscus lacustris* が相対比50%前後を示し、*Melosira granulata* を逆転することから、現在とかなり水質環境が異なる時期があったと推定される。さらに、塩分濃度・付着基物・生活型により特徴付けられる小杉(1988)の環境指標群にあてはめると、湖山池の珪藻は「F 淡水底生種群」、もしくは「G 淡水浮遊性種群」ということになる。

3. 粒度分析及び化学分析結果と珪藻分析結果の比較

珪藻分析結果から推定される古環境変遷をさらに詳しく解明するために、浅村(1995 MS)が粒度分析及び化学分析結果から分けたX, Y, Zの3層(作野ほか(1995)のC, B, Aの各層に相当)との比較を行った。また、各層ごとに粒度分析及び化学分析結果と珪藻分析結果を比較した結果を以下に述べる。

a) X層

柱状試料の深さ54 cmより下位の層であり、含水率の低下、大きな粒度変化、全有機炭素濃度(TOC)の増加、C/N比の増加等が繰り返し見られる層である。

この層では、淡水~汽水生の *Coscinodiscus lacustris* が下位に向って多くなり、同時に淡水生で優占種の *Melosira granulata* が少なくなり、75~84 cmで *Coscinodiscus* が優先的になる。また、淡水~汽水生の *Rhopalodia gibberula*, 同じく淡水~汽水生の *Achnanthes brevipes* var. *intermedia* がほぼこの層だけに特徴的に見られる。これらのように淡水~汽水

生のものが特徴的に見られることから、このX層では、特に深さ75 cmより下位では、塩分が現在よりはわずかに高く、湖山池はより汽水湖に近い状態だったと考えられる。

また、この層では淡水生の *Cocconeis placentula* var. *klinoraphis* が深さ56 cm, 71~72 cm, 85~86 cmで特徴的に多く含まれる。これはC/N比の増加している所とよく一致している。また、淡水生の *Fragilaria construens* var. *exigua* が深さ54~64 cm, 75~81 cmでかなり特徴的に多く見られる。これは、どの分析結果とも異なる推移を見せ、その他の珪藻においてもこれと同傾向を示すものはない。

b) Y層

柱状試料の深さ20~53 cmの層であり、各種分析の結果をみると、このY層では含水率、粒度、TOC、C/N比はいずれも比較的安定している。

この層では、淡水生の *Melosira granulata* が優占し、淡水~汽水生の *Coscinodiscus lacustris* がそれに随伴している。そしてどちらも安定した状態を示す。また、X層ではあまりみられなかった淡水生の *Gyrosigma acuminatum* が突然見られるようになり、X層で特徴的に見られたものは、このY層ではほとんど見られなくなる。

この層は、各種分析の結果と同様に比較的安定している。そして各種分析の結果でも見られるように、珪藻分析の結果においても、X層とY層の境界にあたる深さ54 cm付近で顕著な変化が見られる。この時期に湖山池及びその周辺で環境の変化があったことがうかがえる。

c) Z層

柱状試料の深さ20 cmより上位の層である。このZ層では含水率は上昇し、粒度は粗粒化する。またTOCが徐々に上昇し、C/N比は緩やかに低下する。

この層では、Y層と同様に *Melosira granulata* が優占、*Coscinodiscus lacustris* が随伴し、ともに安定している。*Gyrosigma acuminatum* もY層と同様に増加傾向を示す。

Y層と異なる点は、淡水生の *Diploneis ovalis*, 淡水~汽水生の *Nitzschia tryblionella* が特徴的に多く見られることである。淡水生の珪藻が多くを占める中、この層でなぜ淡水~汽水生のものが増加傾向を示すのか不明であるが、*Diploneis ovalis*, *Nitzschia tryblionella* はともに中汚濁性、耐汚濁性の珪藻であることから、湖山池の塩分ではなく、むしろ湖山池

の汚濁を反映した結果とも受けとめられる。

ま と め

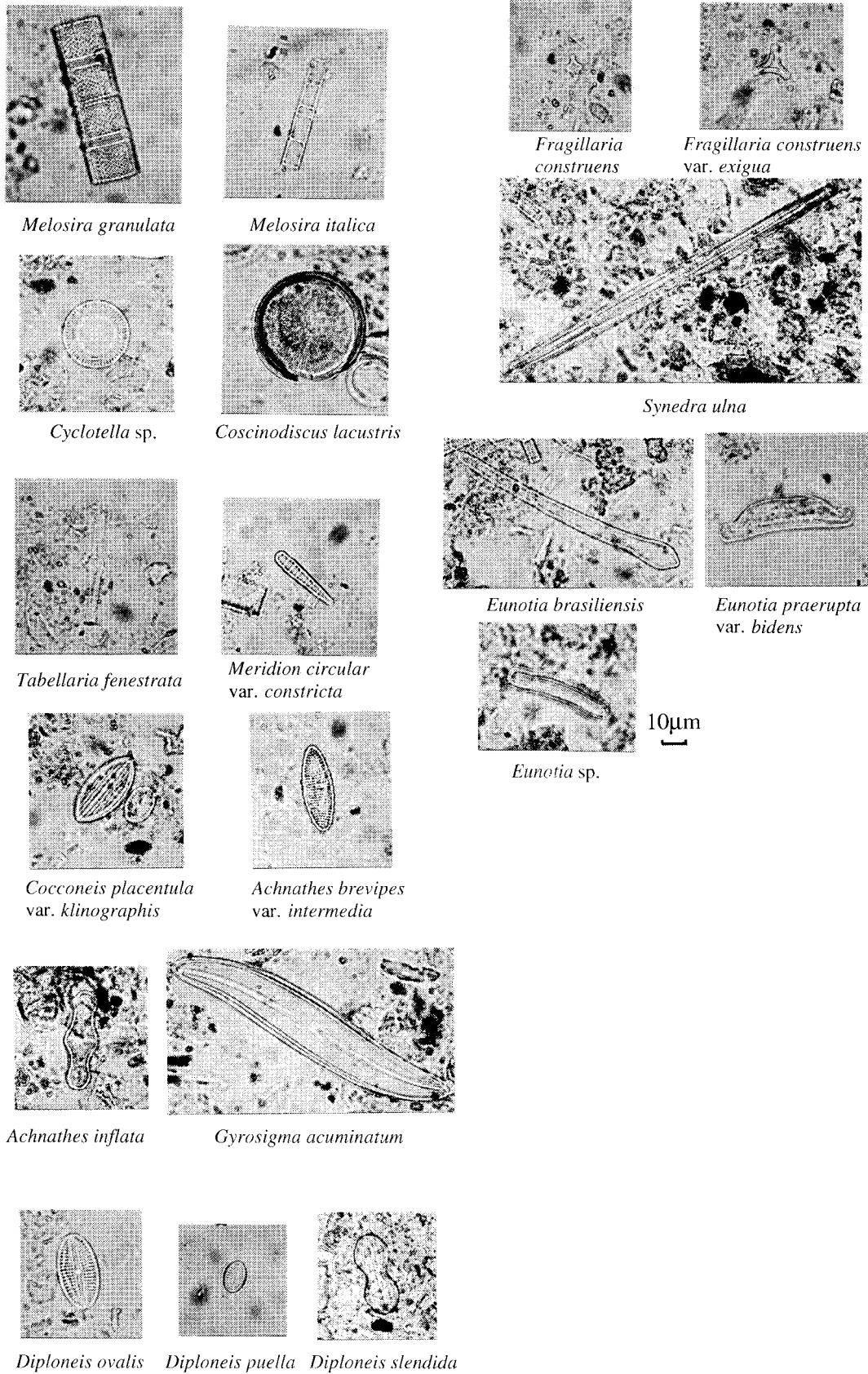
湖山池において約 1 m の柱状試料 (KY 9401) を採取して、珪藻遺骸分析を行った。その結果を以下にまとめる。

- 1) 柱状試料から得られた湖山池の珪藻化石は 23 種 41 属であった。
- 2) 柱状試料の上位から最も優占的に見られた珪藻は淡水性の *Melosira granulata* であり、試料の最下層までほとんどが淡水性の種であった。
- 3) 柱状試料の下位で淡水～汽水性の種が比較的多数存在することから、下位の試料が堆積した時代は、塩分が現在よりわずかに高かったものと考えられる。
- 4) 柱状試料の深さ 54 cm の上位と下位では明らかに珪藻化石の出現傾向が異なることから、この時期に湖山池の水質環境に変化があったものと考えられる。
- 5) 柱状試料の深さ 20 cm より上位で中汚濁性、耐汚濁性の種の相対比が高くなるのは、近年の湖山池の汚濁を反映した結果だと考えられる。

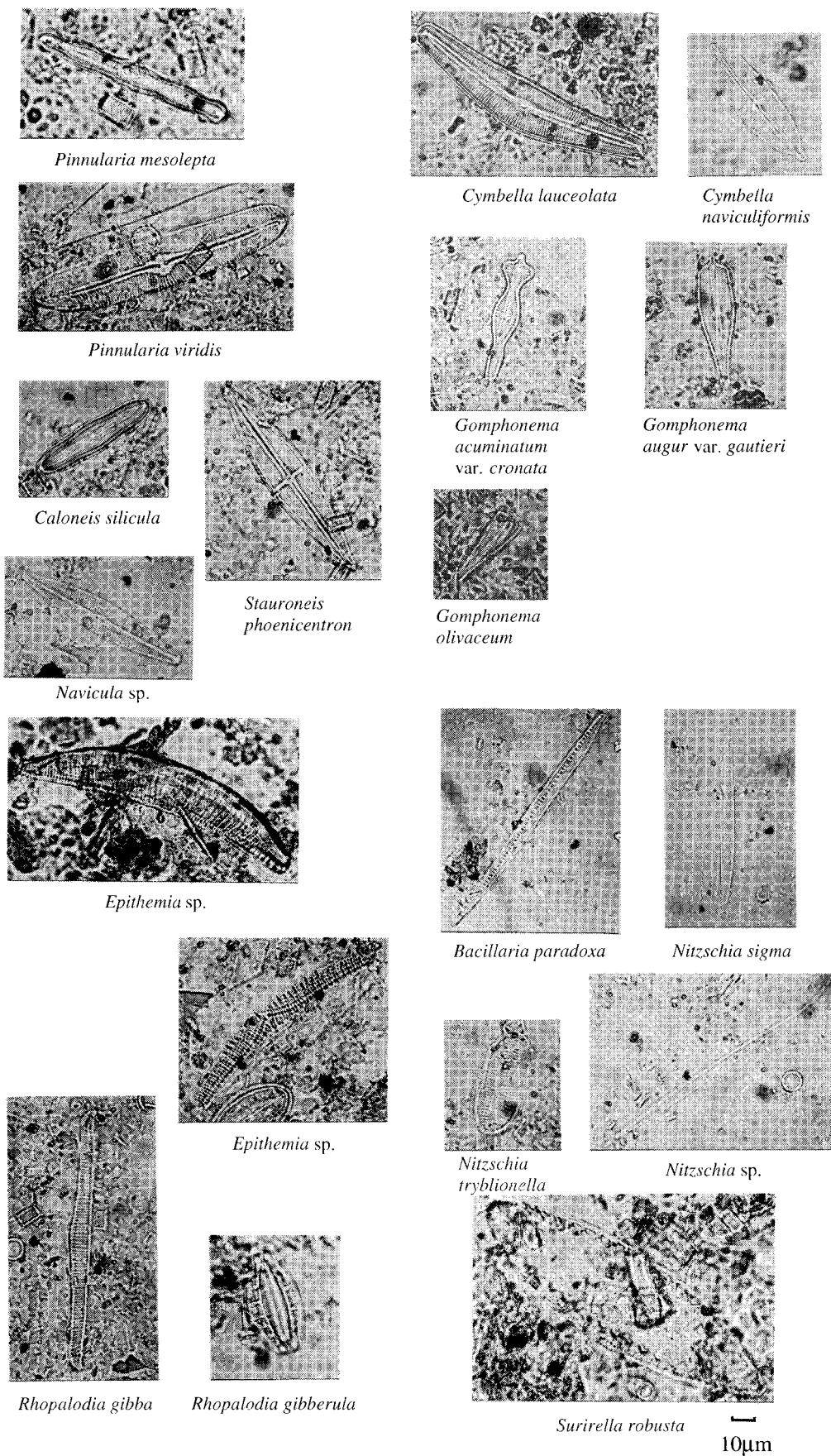
珪藻分析では、相対的な古環境の変遷を追うことができるが、試料が堆積した年代を推定することは難しい。従って今後は柱状試料が堆積した時期について推定し、湖山池の古環境変遷の全容を明らかにしていきたい。

引用文献

- 赤木三郎・豊島吉則・星見清晴・谷村美弥子 (1993) 湖山池の地質環境と地誌の変遷. 地質学雑誌, 39: 103-116.
- 福田啓子 (1994) 湖山池におけるプランクトン個体群の動態, 鳥取大学教養部紀要, 28: 245-256.
- 星見清晴 (1990) 湖山池の形成について. 鳥取県立博物館研究報告, 27: 19-31.
- Hustédt, F. (1971) Bacillariophyta. A. Pacher (ed.) Süßwasser-Flora Mitteleuropas, Heft 10, Gustav Fischer, Jena.
- 鹿島薫 (1998) 珪藻遺骸を用いた汽水域の古環境復元に関する現状と今後の課題—分析方法, 高精度化, 定量化, データベースの整備—. LAGUNA (汽水域研究), 5: 75-79.
- 小杉正人 (1988) 珪藻の環境指標群の設定と古環境復元への応用, 第四紀研究, 27: 1-20.
- 水野寿彦 (1971) 日本淡水プランクトン図鑑, 保育社, 125-180.
- 作野裕司・高安克己・瀬戸浩二・赤木三郎・西田良平・田中善蔵・村田祐司・浅村久志・浜田哲弘 (1995) 湖山池底質柱状試料の粒度, 全有機炭素濃度および C/N 比変化. LAGUNA (汽水域研究), 2: 11-20.
- 高安克己・瀬戸浩二・赤木三郎・西田良平・田中善蔵・村田祐司・作野裕司 (1994) 鳥取県湖山池の湖底地形と底質. LAGUNA (汽水域研究), 1: 27-35.
- 田中善蔵・上田那須雄・西田良平・福田啓子・島崎綾子 (1990) 湖山池の総合的な自然環境調査, 鳥取大学教養部紀要, 24: 63-92.



付図 1 湖山池 KY 9401 コア中に含まれる珪藻の顕微鏡写真 (1) (スケールバーで示す)
Appendix 1 Photographs showing diatoms in the core KY 9401 core from Lake Koayama-Ike



付図2 湖山池 KY 9401 コア中に含まれる珪藻の顕微鏡写真(2) (スケールバーで示す)
Appendix 2 Photographs showing diatoms in the core KY 9401 core from Lake Koayama-Ike