

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

作野裕司¹⁾, 高安克己²⁾, 瀬戸浩二¹⁾, 赤木三郎³⁾, 西田良平⁴⁾,
田中善蔵⁵⁾, 村田祐司⁶⁾, 浅村久志³⁾, 浜田哲弘³⁾

Vertical change in grain-size, total organic carbon and C/N ratio of the core samples from Lake Koyama-ike, Tottori Prefecture, southwest Japan

Yuji Sakuno¹⁾, Katsumi Takayasu²⁾, Koji Seto¹⁾, Saburo Akagi³⁾, Ryohei Nishida⁴⁾,
Zenzo Tanaka⁵⁾, Yuji Murata⁶⁾, Hisashi Asamura³⁾ and Tetsuhiro Hamada³⁾

Abstract: Two cores of bottom sediment from a small coastal lagoon Koyama-ike were examined to find out the environmental changes. KY9301 cored nearly at the center of the lake is 131cm in length, and KY9401 at the east part of the lake is 93cm. Based on the result of analyses on the water content, grain-size, total organic carbon (TOC), total nitrogen and C/N ratio, they were divided into three units, Unit A', B', C' in KY9301 and Unit A, B, C in KY9401 in descending order. The Unit A and Unit A' are characterized by high water-content in spite of the coarser-grained muddy sediment, high TOC and low C/N ratio. From these data, it can be inferred that during this stage the primary productivity of the lake was high with decomposition of organic matter not much advanced. In the Unit B and Unit B', grain-size is gradually fining upward with decreasing TOC and rather stable C/N ratio. This seems to indicate that the environment was kept in balance between the addition and the decomposition of organic matter. The Unit C and C' show cyclic changes in all analyzed data. The unit may have been repeatedly flooded with the periodic sediments.

Key words: Lake Kayama-ike, environmental change, grain size, TOC, C/N ratio

1. はじめに

- 1) 島根大学理学部地質学教室
Department of Geology, Faculty of Science, Shimane University, Matsue 690, Japan.
- 2) 島根大学汽水域研究センター
Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, Matsue 690, Japan.
- 3) 鳥取大学教育学部地学教室
Laboratory of Geosciences, Faculty of Education, Tottori University, Tottori 680, Japan.
- 4) 鳥取大学教養部地学
Earth Sciences, Faculty of General Education, Tottori University, Tottori 680, Japan.
- 5) 鳥取大学名誉教授
Professor Emeritus of Tottori University, Tottori 680, Japan.
- 6) 鳥取県郡家町立中央中学校
Chuo Junior High School, Koge Town, Tottori Prefecture, Koge 680-04, Japan.

湖山池は鳥取平野の北西部に位置し, 周囲 18km, 面積 7.0km², 平均水深 2.8m の海跡湖である.

湖山池の地史的変遷については星見 (1992) や赤木ほか (1993) が周囲のボーリングコアや遺跡調査などをもとに論じている. しかしいずれも湖底堆積物を直接分析して湖の変遷を明らかにしようとしたものではなかった.

筆者らは湖山池の環境変遷史を解析する目的で 1993 年と 1994 年に湖底より 2 本のコアを採取し, その粒度分析結果, 全有機炭素濃度 (TOC) および C/N 比について検討した. その結果両コアには洪水による堆積物と考えられる層準が含まれており, それを

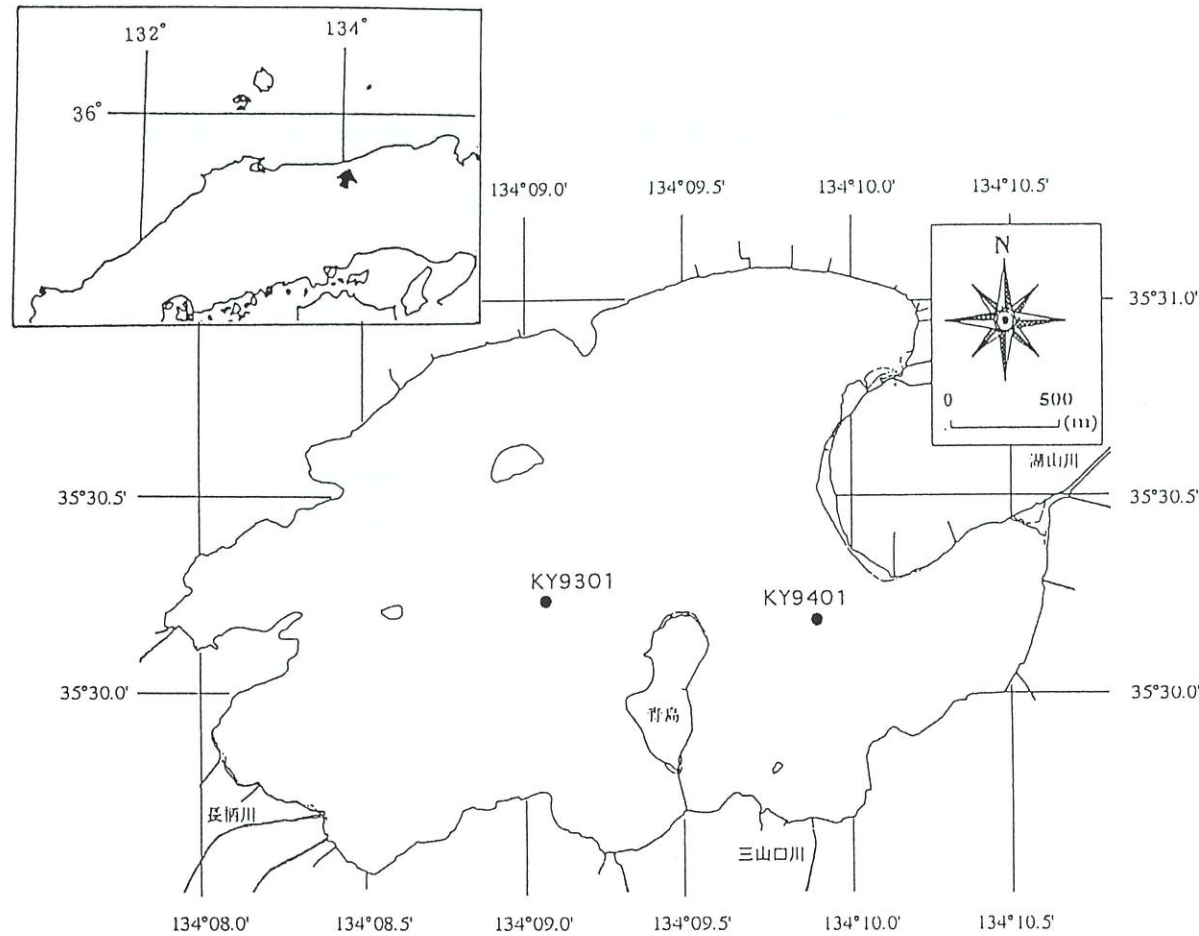


図1 試料採取地点
Fig. 1. Sampling stations

鍵層として両コアの対比を試み、環境変遷について考察した。

II. 湖山池の現況

湖山池の流入河川は長柄川(湖山池本川), 三山口川など6河川であり, いずれも湖南部の山地を源としている。流出河川は湖山川のみである。建設省によると湖山川の総流域面積は46.5km²であり, そのうち本川の流域面積が41.3km²で, その他の流入河川の流域面積は5km²以下である。

底質柱状試料の採取に先立ち, 筆者らは1993年に湖山池の現況調査を行なった(高安ほか, 1994)。それによれば湖の南西部に流入する長柄川の河口付近でC/N比が10前後と高く, 含砂率が10%前後と高くなっている。また池の南東部を流れる三山口川河口付近で含砂率が5%とやや高くなっている。この2つの河川の河口以外では粒度やC/N比は湖全体を通して大きな変化はなく, 現在の湖山池底質への陸源物質の供給河川としては長柄川がもっとも重要であ

り, 次に三山口川であると考えられる。また湖山川の水質は1961年に塩水遡上防止と治水・利水兼用施設として湖山川に建設された水門で調整されており, 現在では湖全体の塩分濃度は0.3‰では淡水の状態である。

III. 採泥およびサンプル処理

1. 採泥地点および方法

採泥は松本・青木式不攪乱採泥器(内径5.5cm, 長さ2.0m)を用いて1993年7月30日と1994年5月13日の2回行なわれ, 1回目は湖山池湖心部(N35°30.213', E134°9.090')でKY9301コア(コア試料長131cm)を採取した。2回目は青島の北端から東へ約500m地点(N35°30.195', E134°9.884')でKY9401コア(コア試料長92cm)を採取した。試料採取地点の水深はいずれも約3.3mである。(図1)

2. コア分割

採泥したコアサンプルを縦に2分割した後, その

片方を軟X線写真撮影用のプラスチックケース(幅5cm, 長さ25cm, 厚さ1cm)に分割して入れた。粒度分析には軟X線写真撮影後の試料を垂直の方向に5mm間隔で切り取った試料(KY9301は262試料, KY9401は184試料)を用いた。TOCおよびC/N比の分析には軟X線用試料を除いた残りをKY9301は垂直方向に2.5cm間隔で分割した49試料, KY9401は垂直方向に1cm間隔で分割した92試料を用いた。含水率はKY9301では垂直方向に2.5cm間隔で分割した49試料, KY9401では垂直方向に1cm間隔で分割した92試料を用いた。また含砂率についてはKY9301は垂直方向に2.5cm間隔で分割した49試料, KY9401では軟X線写真撮影後の5mm間隔で分割した184試料を用いた。なおKY9301の表層から10cmの堆積物は含水率が高く, 分割が不可能であったため, この間の各種分析は出来なかった。

3. 分析方法

含水率は湿試料を約4gを秤量し, 70~80℃で24時間乾燥し秤量し, $100 - (\text{乾燥重量} / \text{湿重量}) \times 100$ を含水率としてもとめた。

含砂率は乾燥させた試料約5gを秤量し, 有機物を分解する目的で6%の過酸化水素水を注いで24時間程度放置した後, 225メッシュ(63μm)の篩を使って水洗した。その残渣を70~80℃で24時間乾燥させた後秤量し, 乾燥試料に含まれる砂の重量比を含砂率としてもとめた。

粒度分析は乾燥させた試料約1gを10%過酸化水素水で有機物分解処理を行なった後, レーザー回折式粒度分析装置(セイシン企業社製PRO-7000S)を用いて行なった。分析値をもとにFOLK & WORD(1957)の式を用いて中央粒径(一部のものについては, これに加えて標準偏差)を算出した。なおKY9401の85~92cmの試料は粒度が大きい砂粒を含むため本粒度分析装置による分析は不可能であった。

また乾燥試料に白金ボート上で1N塩酸を加え炭酸塩態炭素を除去した後, CHNコーダ(柳本製作所製MT-3)によりTOCとTN(全窒素濃度)を測定した。測定したTOCとTNからC/N比を算出した。

IV. コアの記載と分析結果

KY9301とKY9401の両コアを観察および分析した結果について以下に述べる。記載の都合上肉眼観察以外についてはKY9401コアをA, B, Cの3つのユニットに分けた。これは後述するように各分析結果の変化の特徴を基準にしたものである。同様に

表1 KY9301とKY9401のユニット区分
Table 1. Units in KY9301 and KY9401 cores

KY9301		KY9401	
Unit		Unit	
A'	0~57.5cm	A	0~20.0cm
B'	57.5~110.0cm	B	20.0~55.0cm
C'	110.0~131.0cm	C	55.0~92.0cm

KY9301についてもA', B'およびC'の3つのユニットにわけて説明を行なう。(表1)

1. KY9301

a. 肉眼観察

肉眼観察によるとコアは全体に均質な泥質堆積物である。その中で表層から10cmは緑褐色をした軟弱な泥であり, 10~36cmは緑褐色泥である。36cm~48cmは緑褐色から黒色に漸移しており, 48cmより下位は黒色泥である。この間116.0~117.5cmに赤褐色泥が挟まれている。また, 55cmに生体のユスリカの幼虫が観察された。

b. 軟X線写真観察

図3の左にKY9301の軟X線写真を示す。写真でわかるように表層部は明るく, 下位ほど暗くなる傾向が見られる。深度57.5cm以上のユニットA'では上位方向に徐々に明るくなる。ユニットB'では上半部の85cmまでは暗く, それ以下はやや明るく写っている。特に, 90~96cmの層準では透過率がよい。110cm以下のユニットC'では明暗の縞模様が比較的顕著に見られる。特に117.5cm付近で明瞭な暗部があり, 暗部の下底は明確であり, 上方に向かって漸移的に明るくなる。明部についてもラミナ状の暗部がみられる。129cmより下位には不明瞭なラミナが見られる。

c. 含水率

ユニットA'では上方に向かって増加する傾向が顕著である。ユニットB'およびユニットC'では69~75%と比較的一定している。ただし肉眼観察で赤褐色泥が認められたユニットC'の116.0~117.5cmの層準では65%以下の最小値を示している。

d. 中央粒径と含砂率

中央粒径の値は全体に粘土質シルトの範囲内で変動がみられる。ユニットA'は下位から徐々に粗粒化し, 40cm付近で7.1φ程度の粗粒部分を挟むが, これより上位では7.6~7.8φの比較的安定した値をとる。ユニットB'では85cm付近に中央粒径値の急

変するところがみられ、これを境として2つのサブユニットに分けられる。すなわち85cmより下位は全体にわずかに上方粗粒化の傾向が見られ、上位では逆にわずかに上方細粒化の傾向が見られる。ユニットC'では中央粒径値の変化が比較的大きい。特に127cm前後で急激な粗粒化と細粒化が見られる。

含砂率はコア全体を通して低く、3.0%以下である。その中で17.5cmが2.3%で最も高い。

e. TOCおよびC/N比

TOCは全体では2.6~4.0%の範囲にあり、各ユニットごとに次のような特徴が見られる。ユニットA'は上位に向かって増加傾向、ユニットB'では85cm付近を境として下半部は3.0~3.5%と比較的安定しているが、上半部では減少の傾向が顕著である。ユニットC'では変化は大きく、125.0cmで最大値4.0%をとり、117.5cmで最小値2.7%まで急激に減少する。

C/N比は全体で7.5~10.0の範囲内の変化を示す。ユニットA'は上位に向かって若干減少する傾向があり、ユニットB'では8.0前後の値で安定している。ユニットC'では変化が大きく、肉眼観察で赤褐色をしていた117.5cmで最大値9.5を示す。

2. KY9401

a. 肉眼観察

肉眼観察によるとKY9401は全体に泥質堆積物であり、色調により10層準に分けられる。最表層部10cmはオリーブ褐色の軟弱な泥質堆積物で10cmより下位の堆積物の色調とは大きく異なっている。深度55cm以下では色調の変化が特に激しく、55cm付近、71cm付近、84cm付近、90cm付近の4層準で赤色がかった層準がみとめられる。また深度17.0cmに生体のユスリカの幼虫が、深度39.5cmにはヒシの実が観察された。

b. 軟X線写真観察

図3の右にKY9401の軟X線写真を示す。写真でわかるように表層部は明るく、下位になるにつれて暗くなる傾向にあり、50cm以下では暗部と明部が交互に現われる。ユニットAでは上位方向に徐々に明るくなる傾向があり、深度13~16cmでは明瞭なラミナが観察される。ユニットBでは上位方向に暗くなる傾向があり、深度48~50cmでは明瞭なラミナが観察される。ユニットCでは明暗の縞模様が顕著に見られる。特に、肉眼観察で色調の変化が認められた55cm付近、71cm付近、84cm付近、90cm付近の4層準で明瞭な暗部が認められる。この4層準の暗部

の下位はいずれも明瞭な境界があり、上位は境界がなく上方に明化している。またユニットCの60~65cmにくの字型の暗部がみられる。

c. 含水率

ユニットAでは上位に向かって増加する傾向が顕著である。ユニットBは68~75%と比較的安定している。ユニットCでは含水率の変化が比較的大きく、特に肉眼観察で色調に明瞭な変化があった55cm付近、71cm付近、84cm付近の層準でそれぞれ62%、55%、58%の極小値を示す。またユニットCの深度90~92cmの含水率は低い傾向にある。

d. 粒度分析

中央粒径は全体に粘土質シルトの範囲内での変動がほとんどである。ユニットAは上位方向に粗粒化する傾向がある。ユニットBは51cm付近に中央粒径の急変するところがみられ、これを境にそれより下位は上方に粗粒化し、上位では比較的一定した値をとる傾向がみられる。ユニットCでは中央粒径値の変化が比較的大きい。特に肉眼観察で色調変化があった55cm付近、71cm付近、84cm付近の層準はいずれも上位に向かって粗粒から徐々に細粒に変化する傾向が認められる。

含砂率は全体に0~15%の範囲にあり、各ユニットごとに次のような特徴がみられる。ユニットAでは全体に3%以下と低い、軟X線写真でラミナが観察された13~16cmでは1~2%と若干値が高くなっている。ユニットBでは深度48cm付近より上位は2%以下と低い、下位は軟X線写真でラミナが観察された層準で、含砂率が1~6%と比較的高い値を示す。ユニットCでは含砂率の変化が比較的大きい。特に肉眼観察で色調変化があった55cm付近、71cm付近、84cm付近、90cm付近の4層準の下位にあたる深度57.0cm、73.5cm、87.0cm、91.5cmでそれぞれ極大値3.9%、4.7%、14.5%、13.6%をとる。

e. TOCおよびC/N比

TOCは全体で2.5~4.2%の範囲内にある。ユニットAでは上位に向かって増加傾向にあり、ユニットBは2.5~3.0%の比較的安定した低い値を示す。ユニットCでは変化が大きく、特に肉眼観察で色調変化があった55cm付近、71cm付近、84cm付近、90cm付近の4層準の上位にあたる54.5cm、70.0cm、83.0cm、91.0cmでは極小値をとり、それぞれ上位に向かって徐々に増加する傾向にある。

C/N比の変化パターンは含水率の変化とよく類似している。ユニットAでは上位に向かって若干減少

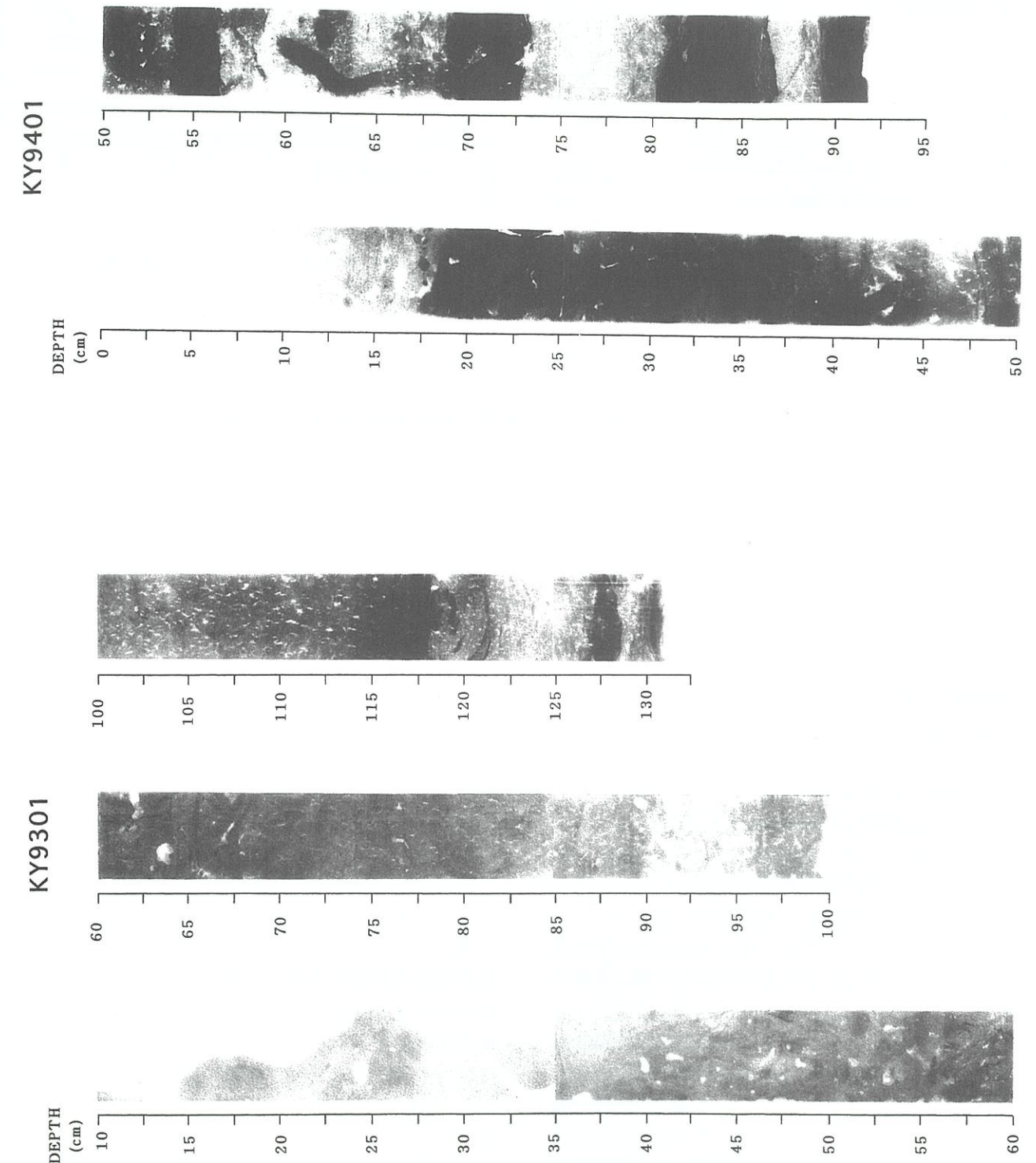


図2 KY9301とKY9401の軟X線写真
Fig. 2. Soft-X Ray of KY9301 and KY9401 cores

する傾向があり、ユニットBではC/N比が8前後で比較的安定している。ユニットCでは比較的变化が大きい。含水率が極小値をとった55cm付近、71cm付近、84cm付近の層準でそれぞれC/N比の極大値11.3、14.1、13.6をとる。

V. 考 察

1. 各ユニットの特徴とその意味

a. KY9301の特徴

湖底堆積物のように未固結な堆積物は、上位の堆積物の荷重により圧縮され、体積が減少する現象が

ある。これを圧密といい、特に表層部の湖底堆積物は厚密が進行過程にあるため一般に含水率は高い傾向にある。KY9301のユニットA'で含水率が上位ほど高いのは圧密が上位では進行していないためである。

次に粒径分布の特徴についてつぎのことが言える。KY9301の中央粒径は全体に粘土質シルトの範囲内で変動しており、その中でユニットA'の中央粒径は上方に向かいやや粗粒化する。この粗粒化傾向を示す層準では、後述するように有機物の供給源を示すC/N比が上方に向かい低下していることから陸源性の有機物の流入は少なく、中央粒径の粗粒化と河川からの堆積運搬作用との関係はないと考える。粒度粗粒化の原因は、次のように考えられる。すなわち高濃度の有機物が存在する層準では有機物分解処理を施したにもかかわらず、依然として若干量の未分解有機物が堆積物に付着し、粒度組成に影響をおよぼしている。事実、ユニットA'のTOC変化は中央粒径の変化と類似しており、上方に増加傾向がある。同様な現象はユニットB'の80cmより下位の層準やユニットC'の125cmより下位の層準でみられる。

湖山池北部の砂丘からの飛砂の影響や流入河川からの砂の流入を知るうえで含砂率は有効である。KY9301では全体に3%以下と低く、現況調査同様、飛砂の影響や流入河川の影響はないと考える。

河川による陸源性物質流入の程度を知る方法として、堆積物中のTOCと堆積物中のTOCとTNの比、すなわちC/N比が有効である(中井ほか, 1982)。堆積物に含まれる有機物は、堆積当時の湖水中のプランクトンの遺骸や河川により搬入された陸上植物の遺骸と堆積岩の風化産物の混合である。湖水中のプランクトンは脂質・炭水化物・タンパク質などからなり、タンパク質をつくっているアミノ酸が窒素を含むので湖沼性の有機物が堆積物中に多く含まれている場合、相対的にTOCに比べTNが高くなり、C/N比は低くなる。一方陸上植物は主にセルロースやリグニンなどの窒素を含まない有機物から出来ており、陸性の有機物が堆積物中に多く含まれる場合、湖沼性の有機物とは逆にC/N比が高くなる。

ユニットA'のC/N比は上方に低下する。しかしTOCは逆に上方に増加している。これはTNがTOCに比べ相対的に増加していることを示し、湖内の基礎生産が高まったことを意味している。湖山池の周辺では近年市街化が進み、家庭排水により湖山池に窒素、リンなどの栄養塩類が流入し、それに伴って繁殖したプランクトンによって湖内の基礎生産が高まったと考えられる。ユニットB'はC/N比が

比較的安定しており、陸性の有機物の流入と湖内の基礎生産との均衡が保たれ、TOCとTNが相対的に平衡状態にあると考えられる。ユニットC'の117.5cmでC/N比が最大値を示すのは、陸源性有機物が湖沼性有機物に比べ相対的に多く堆積物に含まれていることを示す。

b. KY9401の特徴

KY9301の特徴で考察したような圧密による含水率の低下はユニットA'でもみられる。またユニットC'で見られる含水率の低下している層準についての詳細な考察は後述するが、洪水により砂や粗粒の泥質堆積物が堆積した結果、堆積物の間隙率が低下したため含水率が低下したと考える。

粒度についてはKY9301のユニットA'と同様、表層部ほど有機物が未分解のまま堆積物に付着しており、見かけ上粒度が粗くなる傾向がある。事実ユニットA'で粒径が上方に向かって徐々に粗粒化し、TOCが上方に増加する傾向がある。ユニットC'で平均粒径が比較的大きな変化を示しているのは後述するように湖山池が洪水の影響を頻りに受けるような不安定な堆積環境であったことを意味している。

含砂率についてユニットC'では大きな変化が見られるが、これは流入河川より搬出された陸性の砂であることが、C/N比の増加から読み取れる。しかしユニットA'の15cm前後、ユニットB'の50cm前後ではC/N比に変化はないにもかかわらず、含砂率がやや高くなっており、これらはユニットC'とは異なる起源の砂であると考えられる。砂の起源としては湖山川から運ばれたか、採取地点北部の砂州の斜面から運ばれたかの経路が考えられるが、今回の分析では決め手となる証拠が得られなかった。湖山池の現況調査で湖全体を通して流入河川以外の地点での含砂率は低く、現在では飛砂が底質に影響を与えていないことがわかっているので(高安ほか, 1994)、この観点からすると飛砂によってコアの含砂率が高くなったとは考えにくい。

C/NについてはユニットA'では上位方向に減少傾向があり、TOCは逆に増加傾向にあることから、ユニットA'同様、湖内の基礎生産が高まっていることを示し、湖の富栄養化が原因していると考えられる。ユニットB'はユニットB'同様、湖内のTOCとTNの均衡がとれて安定しているため、TOCおよびC/N比に大きな変化はない。ユニットC'ではTOCとTNのバランスがくずれ、TOCは比較的大きく変動し、C/N比は後述するイベントの層準で急増する。これらは後述するように湖山池において洪水が繰り返

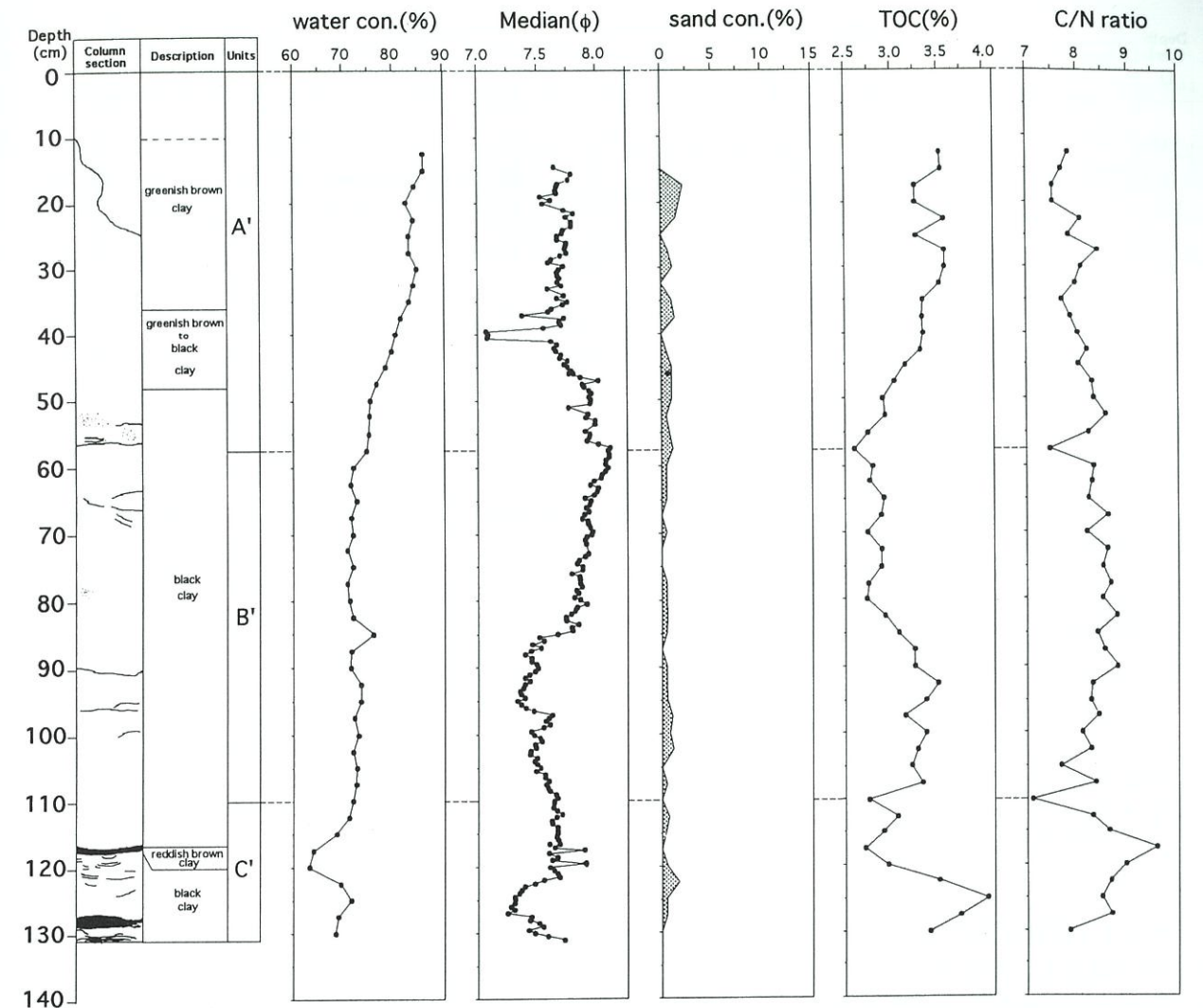


図3 KY9301の含水率、中央粒径、含砂率、全有機炭素濃度およびC/Nの垂直変化

Fig. 3. Vertical change of water content, median grain-size, sand content, total organic carbon (TOC) and C/N ratio in KY9031 core

返しおき、陸源の有機物が湖内に流入することによって相対的にTNよりもTOCの方が多くなった結果であると考えられる。

2. 洪水のイベント

KY9401のユニットC'には肉眼観察で色調変化があり、軟X線写真で明瞭な暗色部が認められる層準があった。それは55cm付近、71cm付近、84cm付近、90cm付近の4層準(以下、上位からイベント1、イベント2、イベント3、イベント4と呼ぶ)である。この4層準の分析結果には以下に示すような共通した特徴が認められる。すなわち4層準の軟X線線写真にはいずれも明瞭な暗色部があり、いずれもその暗色部の下底はシャープであり、上方に向かって漸移的に明るくなる。これは粒度が徐々に粗粒から細粒に変化していることを示しており、そのことは粒度分析装置で測定できなかった90cm付近

の層準を除く3層準の中央粒径値の変化に示されている(図4)。粗粒部分では高いTOC値、低含水率、高C/N比が認められる。

このような変化は洪水性の堆積物にみられる特徴的な変化で、次のように説明される。この陸源性の有機物を含む混濁流体は湖水の密度に比較して、より高密度となり河川の湖への流入口から、湖底面に沿い流下する。この流下時により細粒部は雲状の拡散部を発生させ、初期流下物質に遅れて降下すると考えられる。TOCが徐々に高くなるのは初期流下後ということであろう。以上のように洪水堆積物は河川から流入してきた小規模混濁流(マイクロタービダイト)堆積物といえる。さらに詳細にこれらの現象を捉えるためにユニットC'の最上位にあたる55~60cmとその下位の68~74cmの層準をとりあげて検討する。前者はイベント1の、後者はイベント2の層準にはほぼ相当する(図5)。

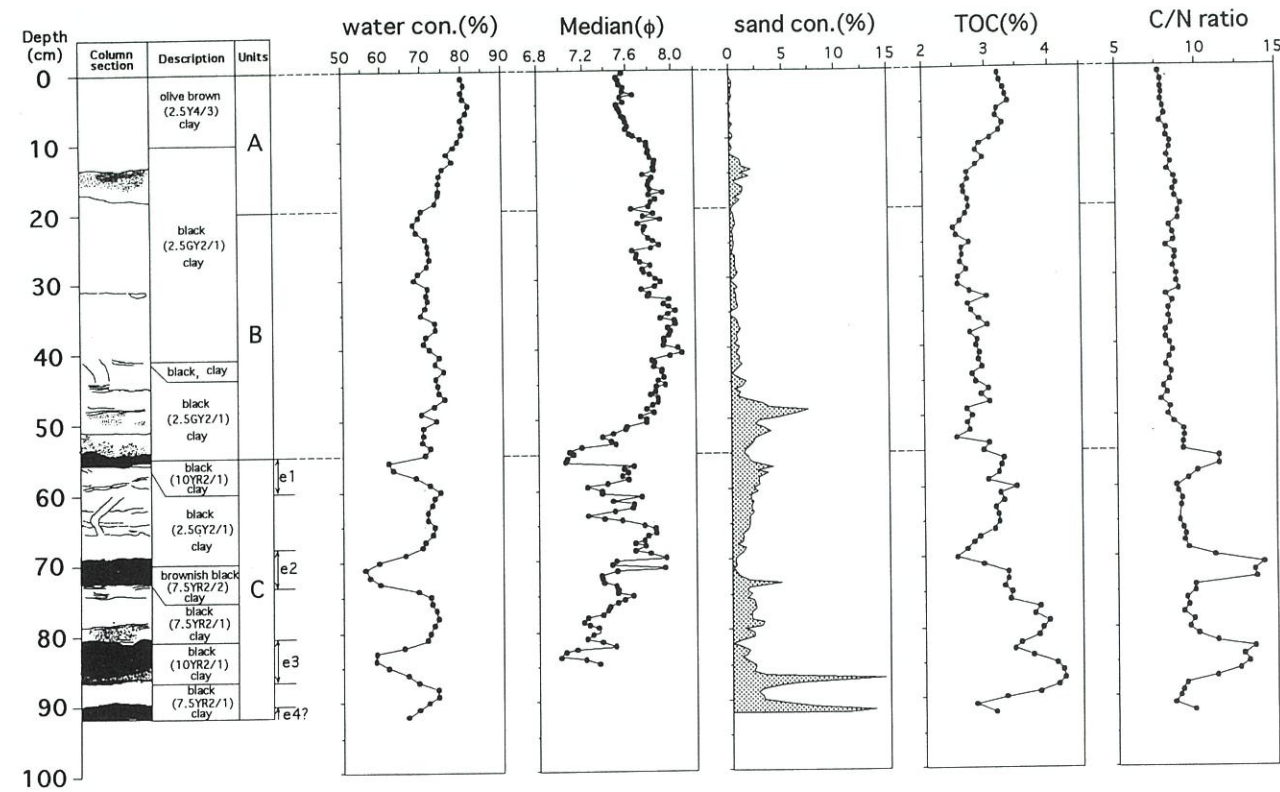


図4 KY9401の含水率, 中央粒径, 含砂率, 全有機炭素濃度およびC/Nの垂直変化
 Fig. 4. Vertical change of water content, median grain-size, sand content, total organic carbon(TOC) and C/N ratio in KY9401 core

イベント1は軟X線写真で明瞭な線が写っている59cmを下底とし, 暗色部が明色化する55cmまでの間で変化がみられる。この間58cmと57cmで含砂率が極大値をとり, その上位で粒度が粗くなっている。また含水率は徐々に低下し56cmで極小値をとり, TOCとC/N比は上位方向に徐々に高くなり56cmで極大値をとる。TOCとC/N比が高いのは陸源性の有機物が混入していることを示し, 含砂率を高めている砂の起源は流入河川から洪水によって運ばれてきたと推測される。しかしイベント1の層準はC/N比の増加が緩やかであること, 含砂率の極大値が2回あること, 淘汰が比較的良好なことなど洪水性堆積物の特徴に合致しない点もある。(図5上段)

イベント2は軟X線写真でシャープな線が写っている部分の73.5cmを下底とし, 暗色部が明色化する68cmまでの間で変化が見られる。73.5cmでは含砂率が極大値をとり, 粒度が粗く淘汰も悪い。これは洪水により流入河川から運ばれた砂と粗粒の粘土質泥が混在し堆積した結果であろう。またC/N比は72cmで急激に高くなっているのは洪水により急激に陸源性の有機物が湖底に供給された結果とみられる。TOCは70cmを境に上位方向に高くなり, 中央粒径も大きく変動しながら粗粒化する。これは洪水で供給された陸源性有機物が粗粒な粘土質泥に伴っ

て湖水の上層から下層へと緩やかに堆積していく過程を示すものである。このようにイベント2は洪水堆積物の典型的な変化パターンを示している。(図5下段)

イベント1, イベント2と同様にイベント3は洪水性堆積物であると考えられるがC/N比のピークが2回あることから複数の洪水が同時期にあった可能性がある。またイベント4は洪水性堆積物の傾向があるものの試料が欠損しており, 考察は不可能であった。しかしKY9401のユニットCが堆積した時代の湖山池が洪水を頻りに経験しており, 現在の比較的穏やかな湖山池とは違った環境におかれていたことは明らかである。

3. 両コアの対比と今後の課題

KY9301とKY9401の分析結果では両コアに類似した特徴がみられた。すなわちユニットAとユニットA'では圧密が進行過程であり, 富栄養化の影響を受けていること, ユニットBとユニットB'では湖内の基礎生産による湖沼性有機物の濃度と流入する陸源性有機物の濃度との比が比較的安定していること, ユニットCとユニットC'では陸源性有機物と陸源性有機物との均衡がくずれ, 洪水などによる陸性の有機物を含む堆積物が比較的多く湖内に流れ込

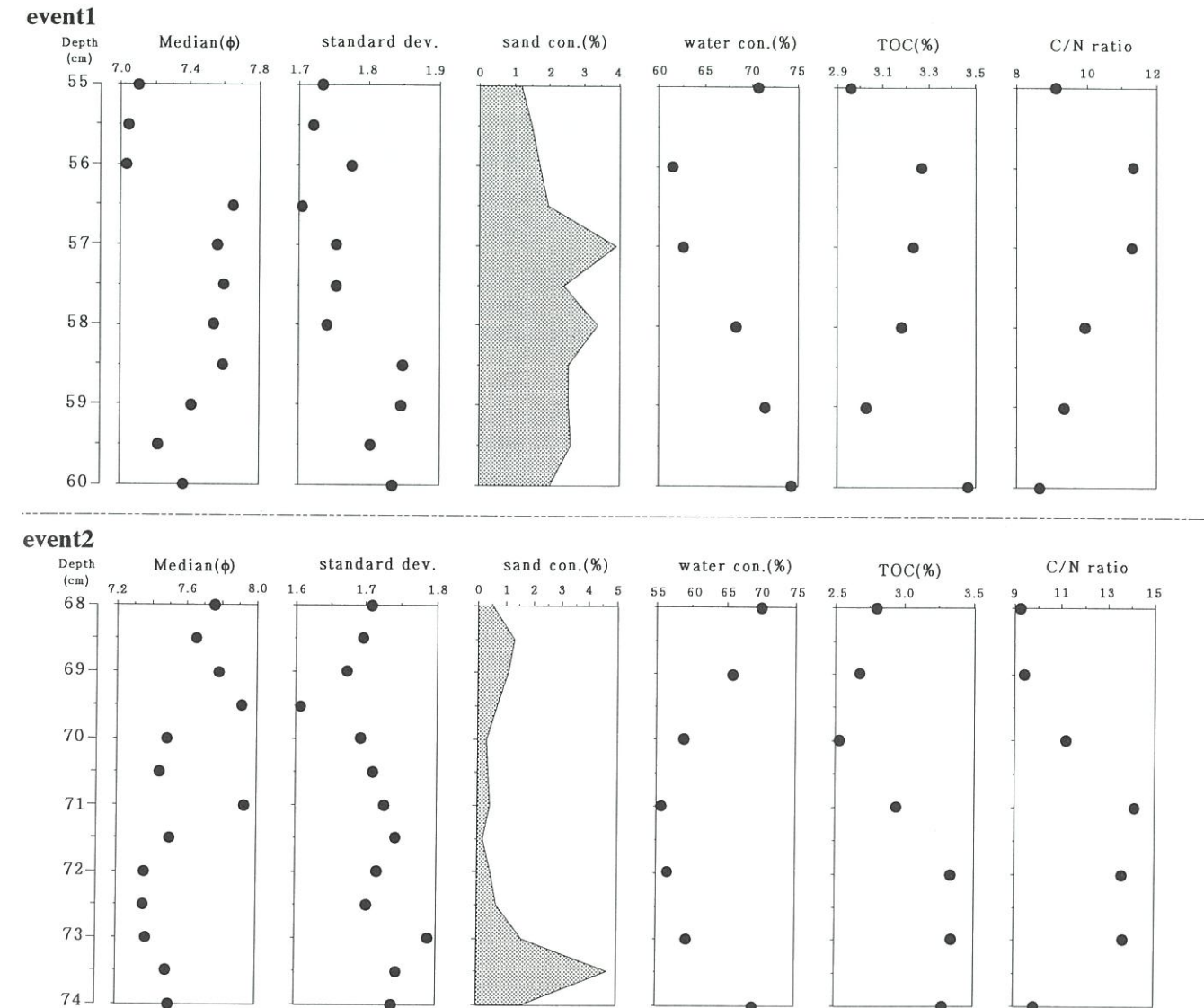


図5 イベント堆積物の特徴
 上段左からイベント1の中央粒径, 標準偏差, 含砂率, 含水率, 全有機炭素濃度およびC/Nの垂直変化を示す。
 下段左からイベント2の中央粒径, 標準偏差, 含砂率, 含水率, 全有機炭素濃度およびC/Nの垂直変化を示す。
 Fig. 5. Characteristics flood event sediment in KY9401 core.

んでいることである。

ユニットC'の赤褐色泥はユニットCの最上位で同様な変化を示すイベント1の層準と対比できると考えられる。ユニットC'のC/N比の増加がユニットCのイベント1と比べて少ないのは河川からの距離がユニットC'の方が遠い湖心部であることから陸源性の有機物が希釈されたためであると考えられる。

両コアを対比すると同じ現象が見られる深度はKY9301の方がKY9401に比べて1.5~2倍程度深い。これは両コアの堆積速度の違いに起因するもので, 最大の流入河川である長柄川河口に近いKY9301の方がKY9401に比べて相対的に堆積速度が速いことを示している。しかし堆積速度やイベントの背景に

関して具体的に吟味するには年代の特定が必要不可欠である。今後, 花粉分析や炭素法および鉛法などによって絶対年代を特定することが望まれる。

今回見つかった洪水性堆積物に関しては同様な現象が島根県の神西湖のコアでも確認されており(高安ほか, 1994), 今後はサンプリング地点を増やして洪水堆積物の面的な広がりについて検討するとともに, 洪水の規模や年代を古文書の記録などからも調査を進めていく必要がある。さらに処理分析方法において, 今回, 従来の10%過酸化水素水による有機分析処理では, 表層付近の堆積物について十分な分解処理がなされない可能性がみられたため, 今後, どのような処理がより望ましいかについても検討を加えたい。

謝 辞

湖山池の湖沼調査を遂行するにあたり鳥取大学教養部宮腰潤一郎教授、塩崎一郎助教授、教育学部吉谷昭彦教授および岡田昭明助教授には調査に関する援助と様々なご教示をいただいた。鳥取大学教養部の福田啓子助教授には同生物学教室の調査船をお貸しいただき、船長として調査に同行いただいた。また、島根大学理学部の三瓶良和講師には有機地球化学の立場から、中山勝博博士には堆積学的な立場から分析結果について有益な助言をいただいた。島根大学の丹後雅憲氏には調査および室内作業で協力していただき、大学院生のNaryanto, H. S. 氏、畑中義人氏には室内作業で大変お世話になった。ここに感謝の意を表し、厚くお礼申し上げる。

VI. 参 考 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史の変遷. 地質学論集 39: 103-106.

Folk, R. L. and Ward, W. C. (1957) Brazos River bar: a study in the significance of grain-size parameters. *J. Sed. Petrol.*, 27: 3-26.

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.

建設省中国地方建設局鳥取工事事務所(1990)千代川河口処理対策について. pp. 140-141, pp. 697.

中井信行・太田友子・藤沢 寛・吉田正夫(1982)堆積物コア炭素同位対比, C/N比およびFeS₂含有量からみた名古屋港周辺の古気候, 古海水準変動, 第四紀研究, 21: 167-177.

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(概報). LAGUNA, 1: 27-35.

高安克己・瀬戸浩二・三瓶良和・丹後雅憲(1994)小さな閉鎖的汽水湖の湖底堆積物にみられる洪水記録. 日本地質学会第101年学術大会講演要旨, 282p.

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: 63-91.

LAGUNA (汽水域研究) 2, 21~27頁 (1995年3月)
LAGUNA 2, p. 21-27 (1995)

汽水域・塩分躍層の動態長期観測
システムの開発(予報)

徳岡隆夫¹⁾・高安克己²⁾・三瓶良和¹⁾・瀬戸浩二¹⁾・井内美郎³⁾・
西村清和³⁾・安間 恵⁴⁾・須崎 聡⁵⁾・松田滋夫⁶⁾・山中 正⁷⁾

Development of the long-term observation system
for wedge-like saline layer formation in Coastal lagoon
(preliminary report)

Takao Tokuoka¹⁾, Katsumi Takayasu²⁾, Yoshikazu Sampei¹⁾, Koji Seto¹⁾, Yoshio Inouchi³⁾,
Kiyokazu Nishimura³⁾, Kei Anma⁴⁾, Satoshi Suzaki⁵⁾, Shigeo Matsuda⁶⁾
and Tadashi Yamanaka⁷⁾

Abstract: We have developed the survey system for wedge-like saline layer formation and preliminarily checked the resolution of underwater acoustic records in Lakes Nakaumi and Shinji (Coastal lagoons) and Ohashi River. This survey system, which automatically provides a time-series of echo-sounding profiles, is different from the conventional type equipped on a boat. The transducer is fixed on the lake bottom. The echo-sounding record obtained by the new system is clear enough to distinguish the 5‰ halocline. Wedge-like saline layers have distinctly been observed at 1.0-1.5m above the lake bottom in Lake Nakaumi.

Key words: automatic echo-sounding survey, time-series profile, wedge-like saline layer, coastal lagoon

はじめに

平成4, 5年度の文部省科学研究費補助金(試験研究(B))において, 塩分躍層を捉えるための水中音波探査機の開発を行い中海・宍道湖で適用したところ, 船舶による航走観測によって塩分躍層の分布・層厚の迅速な把握が行なえるなど, 予想以上の良好な結果を得た(徳岡ほか, 1994a; 西村ほか, 1994). また河口域での本装置の性能を評価するため長良川で使用したところ, 塩水楔を確実に捉えることができ, 河川下流から河口域での有効性を実証した(徳岡ほか, 1994b)*. 音波を用いた塩分躍層の検出は, 魚群探知機や音響測深機と同様に媒質中の音響インピーダンスの異なる境界での音波の一部反射を捉えるもので, 基本原理はすでに知られたものであり, 魚群探知機などを利用した塩分躍層, 塩水楔の研究は行なわれている(福島ほか, 1971; 大島ほか,

- 1) 島根大学理学部地質学教室
Department of Geology, Faculty of Science, Shimane University, 1060 Nishikawatsu, Matsue 690, Japan
- 2) 島根大学汽水域研究センター
Research Center for Coastal Lagoon Environments, Shimane University, 1060 Nishikawatsu, Matsue 690, Japan
- 3) 工業技術院地質調査所
Geological Survey of Japan, 1-1-3 Higashi, Tsukuba 305, Japan
- 4) 川崎地質株式会社
Kawasaki Geological Engineering Co. Ltd., 3-24-17 Omoriminami, Ota-ku Tokyo 143, Japan
- 5) 千本電機株式会社
Senbon Denki Co. Ltd., 1299-3 Okanomiya, Numazu 410, Japan
- 6) クローバテック株式会社
Clovertech Inc., 3-25-26 Naka-machi, Musashino, Tokyo 180, Japan
- 7) 株式会社シマダ技術コンサルタント
Shimada Technical Consultants, Co. Ltd., 288 Hashima, Yasugi 692, Japan