

小さな池での堆積物コアを用いた長期間の 環境汚染モニタリングの提案

佐藤高晴*・竹田一彦**・田中謙太郎**・山崎博史***

Proposal of long term environmental-pollution monitoring by use of sediment cores in a small pond

Takaharu Sato*, Kazuhiko Takeda**, Kentaro Tanaka** and Hirofumi Yamasaki***

キーワード：ため池，堆積物コア，環境汚染，モニタリング

key words : reservoir pond, sediment core, environmental pollution, monitoring

1. はじめに

これまで、多くの湖底や海底から堆積物コアが採取され、その水域の重金属汚染などの経年変化が明らかにされてきている。しかし、その多くは、船上から行われていて、50cm程度より長いコアを得るために数十～数百kgの錘が付いたコアラーをワイヤーに結んで落下させる方法を用いており、中小の湖沼では困難を伴う。最近、マッケラス柱状採泥器がよく用いられている（村上他，2004）。しかし、この方法でも、湖底や海底にパイプを固定する直径1m長さ1mのドラムや発電機、ポンプなどが使われており、トラックなどで湖岸まで運搬し、さらに小舟で採泥器などを採取地点まで運ぶ必要がある。また、パイプなどのセッティングにも手間がかかり、径約200m以下の中小の湖沼についてコアをきめ細かく採取するには不向きである。重たい採泥器を軽くする

ために押し込み式簡易採泥器が開発された（吉川他，1997）が、小さな池を対象としたものではなかった。瀬戸等（瀬戸他，2002）は、南極の湖沼でのコアリングに際し、押し込み式ピストンコアラーを試作し氷上などから堆積物の採取を行っている。しかし、中小の凍結していない池からのこれらを用いたコア採取は行われていない。ため池堆積物については、工事で水が抜かれた状態の時に採取され池周辺の環境変遷史が研究されている（槻木他，2002）。

筆者等は、手軽にしかも安全にコアを採取するために、ゴムボートを用いた台船と、この上で使うコアラーを開発した。筆者等は、この方法で身近な中小の湖沼について環境汚染の記録をきめ細かく明らかにすることが、今後、国内外での大きな環境汚染を防ぐ上でも寄与ができると考えている。ここでは、池の築造からの堆積環境の変遷がよく分かっている広島大学（東広島市）内のぶど

* 広島大学大学院総合科学研究科（〒739-8521 東広島市鏡山1-7-1）

E-mail:staka@hiroshima-u.ac.jp

* GSIAS, Hiroshima Univ. (1-7-1, Kagamiyama, Higashihiroshima, 739-8521)

** 広島大学大学院生物圏科学研究科（〒739-8528 東広島市鏡山1-4-4）

** Graduate School of Biosphere Science., Hiroshima Univ. (1-4-4, Kagamiyama, Higashihiroshima, 739-8528)

*** 広島大学大学院教育学研究科（〒739-8524 東広島市鏡山1-1-1）

*** Graduate School of Education, Hiroshima Univ. (1-1-1, Kagamiyama, Higashihiroshima, 739-8524)

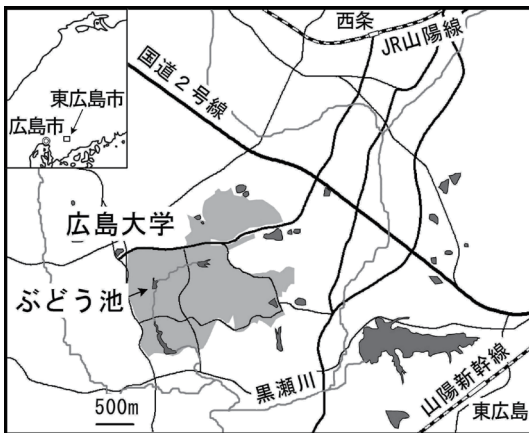


図1. ぶどう池の位置

う池（全長 120m, 水深 1.4m, 図1）から採取した2本の堆積物コアの重金属濃度を比較した。そして、小さな池から攪乱を受けずに採取された堆積物コアの、地域環境変動の記録メディアとしての有効性を確認した。

2. 堆積物コアの採取と処理

ゴムボートを用いた台船は、2隻の4～5人乗りゴムボートの上に4枚のベニヤ板を井型に置き、ゴムボートに付属の2枚の座板それぞれ2カ所にボルトで固定し、真ん中で安定した状態でコア採取ができるようにした（写真1）。その

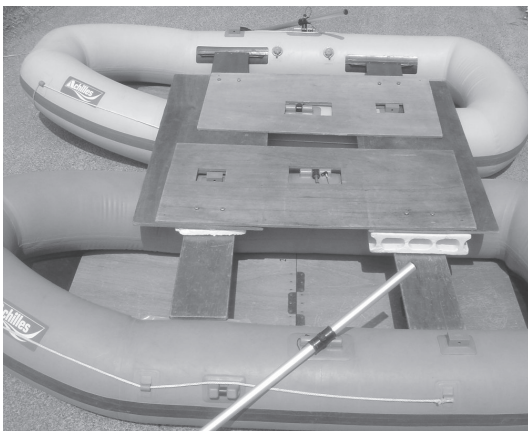


写真1. ゴムボート台船

コアリング時は、2人が井型のベニヤ板上に乗り、穴からコアラーを降ろしていく。コアラー先端が底に着いたら、反動でゴムボート台船が動かないように真上から素早く押し込む。

際、ベニヤ板と座板の間には発泡スチロールのブロックを入れ加重が主に座板にかかるように調整した。また、ゴムボートのオール固定金具や釣り竿固定用突起などが当たるベニヤ板の部分は穴を開けた。2つのゴムボートを繋ぐベニヤ板は、130×50×1.5 (cm) であり、それぞれのボートに乗せたベニヤ板は122(111)×58×1.2 (cm) である。ゴムボート台船の上からの2本 (Bu02と Bu03) のコア採取は、夏原技研に依頼し製作した手押し式簡易コアラーを用い（図2）、広島大学東広島キャンパス内にあるぶどう池で行った。いずれの場合も、コアラーを全く押し込めないほど硬い基盤に当たるまで押し込み、表層から基盤直上までの堆積物を採取するように努めた。コア Bu02 のトップから深さ 20cm までの部分は、少しずつ押し出して試料採取したため、半割の状態は観察できなかった。その他 (Bu02 の下部と Bu03) の部分については、半割後、その断面を観察し、試料を採取した。

半割方法は次のとおりである。まず、あらかじめ半割にしてビニールテープで仮止めした同径の塩ビパイプにコアを押し出した。そして、2つの半割の塩ビパイプの隙間から2枚重ねのアルミ板を押し込むことによってコアを半割した。最後に、2枚のアルミ板の間を広げ、堆積物の層理面に沿ってアルミ板をずらして剥がすことによって堆積構造を乱さないように努めた。また、半割コアを研究室に持ち帰り、厚さ1～2cmに分割し、後述の重金属測定用の試料とした。一部は、詳細な変動の有無を調べるために0.2～1cm間隔の採取を行った。Bu02の62cm付近の黒いラミナの部分については、ヘラで一部を取り出しビーカーに入れ超音波洗浄器で水洗を繰り返した後に沈殿粒子を光学顕微鏡で観察した。その際、分散剤としてヘキサメタリン酸ナトリウム（約0.3%）を用いた。

3. 重金属測定

重金属測定用試料は、硝酸、塩酸、フッ化水素酸を用いてマイクロウェーブ加圧密閉分解を行った。詳細は以下の通りである。試料は、アルミカップに移して凍結乾燥させた後、堆積物0.2gに対して、硝酸2ml、塩酸3mlとフッ化水素酸3ml

を加えマイクロウェーブ加圧密閉分解装置で湿式灰化した。放冷後、5% (W/V) ホウ酸溶液 40ml を加え再度マイクロウェーブオーブンで加熱し、フッ化水素をマスキングした。その後、超純水で 100ml に定容した。亜鉛、銅、鉛は誘導結合プラズマ原子発光分光分析装置 (Perkin Elmer, Optima3000) で定量した。水銀は還元気化水銀測定装置 (日本インスツルメンツ, RA-3) で測定した。

4. 結果と考察

図 3 にコアの断面写真と重金属測定結果を示す。Bu02 および Bu03 は、ともに堆積構造の乱れは認められず掘削時の攪乱をほとんど受けていない。Bu02 のコア長は 78cm で、深度 0-30cm は暗緑灰色粘土、深度 30-62cm は淡緑灰色あるいは暗灰色のラミナを含む、淡灰色と淡褐色のシルトの互層、深度 62-69cm は暗灰色あるいは黒色のラミナを含む緑灰色シルト、深度 69-74cm は濃緑灰色シルト、深度 74-78cm は緑灰色砂からなっている。コアの最上部には酸化層が見られ、またその上部には水も採取されたことから、池底表面の堆積物が採取されていると考えられる。一方、コアの最下部は、コアラーを全く押し込めないほど硬い基盤に当たるまで押し込んで得られた砂層である。コアの他の部分には砂層は見られなかったことから、この砂層はため池の堰堤築造直後に河川から池へ堆積環境が変

化した際に堆積したと考えられる。したがって、掘削地点での基盤から上の堆積物がほぼ全て採取されたと考えられる。

一方、Bu03 のコア長は 80cm である。深度 0-21cm はラミナが発達した暗オリーブ灰色およびオリーブ灰色シルト質粘土からなり、1cm 以

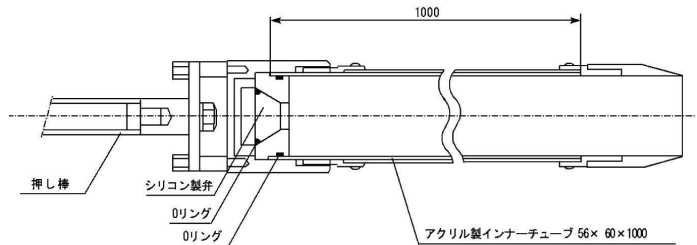
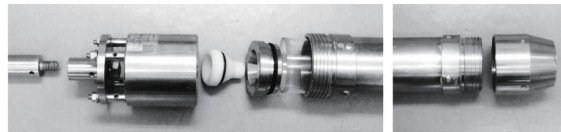


図 2. 手押し式簡易コアラーの写真 (上) と図面 (下)

図面に記載された部分以外はステンレス製である。本体の重量は 6.2kg、押し棒は、外径 25 φ 内径 19 φ 1 本 1 m のステンレスパイプをネジで接続できる構造になっており、重量は 1 本 2.0kg である。

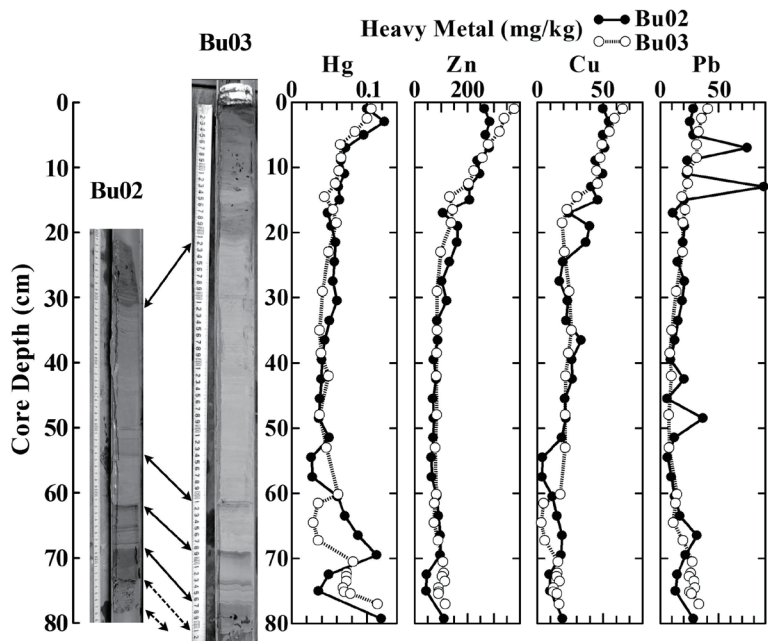


図 3. 2 本のぶどう池堆積物コア Bu02, Bu03 の写真と重金属濃度コア間の矢印は対応する層準を示す (本文参照)。最下部の 2 つの矢印は、Bu03 には Bu02 の緑灰色砂の層に対応する層が認められなかったため点線で示した。Bu02 の頂部 20cm は半割写真を欠く。

下のガス抜け跡（空洞）が多数認められる。深度 21-75.5cm は灰オリーブ色あるいはにぶい黄色を呈するラミナの発達したシルトからなる。このうち深度 37-52cm は黄褐色～にぶい黄色の特徴的な色調を呈する。また深度 30cm, 60cm, 68cm, 73cm ではオリーブ灰色～緑黒色の暗色ラミナが認められる。特に深度 73cm を含む 71.5 - 75.5cm では、シルト（明色）と粘土（暗色）の明暗互層（厚さ 2-8mm）の上方細粒化・厚層化が明瞭である。深度 75.5-80cm は暗オリーブ灰色の粘土からなる。

上述した色相の変化とラミナの位置から、容易に Bu03 と Bu02 との対応関係を示すことができる（図 3 の矢印部分）。また、この対比に基づくと、Bu03 ではぶどう池堆積物の最下部が採泥中に欠落した可能性がある。

ぶどう池は、1962 年から 63 年にかけてぶどう畑の灌漑用に築造された。その後、一帯が広島大学の移転先となり、1979 年 7 月から造成工事が開始され 82 年 8 月に完了している。土砂の流入で濁ったぶどう池の航空写真（1981 年 1 月 CCG-81-1 C9-51）が撮影されているが、これは、Bu02 の深度 30-62cm の淡灰色か淡褐色のシルトが堆積したいずれかの時期だと考えられる。また、Bu02 の深さ 62cm の黒色ラミナ発達部では、多数の黒色粒子が観察された。これは、工事の準備作業としてぶどうの木を燃やした痕跡の可能性がある。

淡灰色か淡褐色のシルトが堆積した部分では、重金属濃度が 2 つのコアとも他の部分と比較して低い値となっており、低濃度の土砂によって希釈されたと考えられる。2 本のコア間では、水銀と銅の Bu02, 54 ~ 58cm と Bu03, 61 ~ 67cm の

低濃度部分など、コア間の対応はよい。これらのことから、このデータはぶどう池堆積物の信頼性のある重金属濃度変動の記録と考えられる。水銀、亜鉛、銅については濃度が低く、ぶどう池には過去 40 年間について集水域での重金属汚染の兆候は記録されていないと考えられる。鉛については、Bu02 でのみ孤立した数個の測定点で高い値を示している。

本稿では、小さな池にも、信頼性の高い環境変動の記録が残されており、ここで示した採取方法により、容易にその記録を手に入れられることを示した。この方法が普及すれば、小さな池でも、集水域の汚染記録の保存庫の役割が期待できる。とくに、連続した堆積物が得られれば、長期間にわたるきめ細かな環境汚染のモニタリングができる可能性がある。

引用文献

- 村上晶子・吉川周作・井上 淳（2004）大阪城外堀堆積物の球状炭化粒子・微粒炭からみた化石燃料燃焼史及び火災史，地質学雑誌，110，11-18.
- 瀬戸浩二・伊村智・坂東忠司・神田啓史（2002）南極湖沼に記録された完新世の古環境，月刊地球，24（1），31-36.
- 槻木玲美・吉川周作・後藤敏一（2002）溜池堆積物に記録された過去 200 年間の水域環境変遷史—大阪府高槻市小寺池の例—，第四紀研究，41，161-170.
- 吉川秀樹・山口英利・安田聡（1997）水深の浅い湖沼における押し込み式簡易軽量柱状採泥器の紹介，地質ニュース，520，30-33.

（2008 年 11 月 25 日受理）