

オウミア No.51

琵琶湖研究所ニュース
1995年3月
編集・発行／滋賀県琵琶湖研究所
〒520 大津市打出浜1-10
TEL 0775-26-4800

[プロジェクト紹介「底質の保全に関する基礎的研究」](#)
[琵琶湖研究こぼれ話\(7\)「泥がつもる速さ」](#)
[湖沼研究所訪問\(7\)「インドネシア科学院RDCL」](#)
[Q&A「流域を読むために」](#)

湖底の泥を調べる

水と泥は相互に影響しあっています。この詳しい機構の調査に着手しました。

泥を採ることから始めます

採泥風景の写真



錘付きのアクリルパイプを泥に差し込みます。深い場所の泥は、このように船のウインチを使って採りますが、浅い場所の泥は、ダイバーが手で採ったりすることもあります。

泥のごく表面の状態を調べる

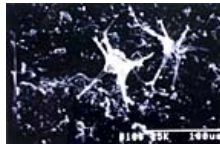
室内用の計測装置の写真



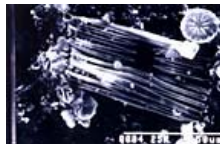
泥のごく表面の状態を調べる装置(底質プロファイラー)を開発しました。アクリルの丸い筒の中に泥を満たして、様々なセンサーで測定します。この装置によって泥からの様々な物質の溶出過程が検証可能となります。

顕微鏡で泥の微生物を調べる

底泥に堆積した植物プランクトンの電顕写真(スケールは写真右下)



緑藻(スタウラストラム)はいろんな方向に棒状のでっぱりがある。(白線100マイクロン)



ケイ藻(フラジラリア)は、棒を束ねた形をしている(白線50マイクロン)

水草と底質との関係調べる

水中写真



帰化植物のコカナダモは、泥が堆積している場所に生育している



琵琶湖の固有種であるネジレモは、主に砂地に生育している

【プロジェクト紹介】

底質の保全に関する基礎的研究

▼研究の背景

琵琶湖の泥について、次のような素朴な質問が県民から寄せられることがあります。例えば、「琵琶湖の底にはヘドロがどれくらいたまっているんですか」とか、「水質と泥の関係はどうなっているんですか」、あるいは「湖底がきたなくなったら水草やユスリカは増えるんですか」といった質問です。さらに、「きたなくなった泥を琵琶湖から取り除けばもっときれいになるのではないのでしょうか」といった意見も寄せられています。

このような質問を整理するとつぎのようにまとめることができるでしょう。

▼疑問点の整理

今、琵琶湖の湖底の状態はどのようになっているのだろうか？

湖底にある泥が水質へどのような影響を及ぼすのだろうか？

湖底の泥とそこにいる生物(微生物や水草など)の関係はどうなっているのだろうか？

湖底をきれいにするための改善技術(例えば浚渫など)はあるのだろうか？

上記の疑問点に答えてゆくためには、湖底の泥の性質、すなわち「底質」についての基本的な情報が必要です。そのため、この底質を専門的に取り扱う、次のようなプロジェクト研究をスタートさせました。

▼研究の目的

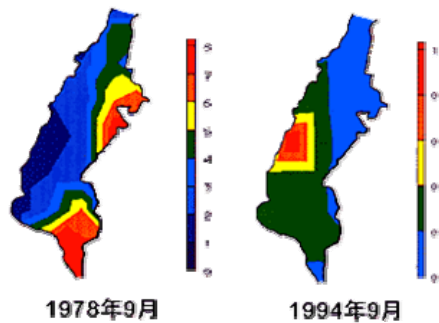
この様に、湖の富栄養化に伴って悪化する底質に関心が高まっていますが、その実態を科学的に明らかにするための研究は、これまでほとんどなされていません。また、近年では水草の異常繁茂やユスリカの大発生などと底質との関係についての研究も望まれています。

このような要求に答えるために、新しい調査方法を開発し、底質の現状について詳しい情報提供を行うとともに、底質と生物との関係の解明や、底質改善手法の検討を行なうことが本研究の目的です。具体的には次のようなことを行ないます。

▼具体的な研究内容

(1)「底質の把握を可能にするプロファイラー」

なにをどのように測れば底質がわかったことになるかという疑問に答えるのが、この研究のねらいです。たとえば、泥と水との関係を調べる上でもっとも重要な、湖底の泥のごく薄い表面の性質(溶存酸素濃度など)については、測定することが不可能でした。これを調べることによって、湖底から溶け出していく窒素やリンの状態が的確に捉えられると考えています。



南湖におけるアンモニア態窒素の溶出速度(単位:mg/m²·day)

底泥表面を境とする上側(湖水)と下側(泥中の間隙水)両方の実測濃度を拡散方程式に代入して算出。左図の最高値は、右図の最高値の8倍。

そのため本研究では、そのようなごく薄い層でも測定できる底質プロファイラーという計測装置を開発しています[表紙参照]。これによって、これまでまったく得られなかった底質の本当の姿が浮かび上がってくるでしょう。

(2)「底質中の微生物の識別」

底泥には大型の底生動物から微小なプランクトンやバクテリアまで様々な生物が生息し、それぞれ水質浄化に一定の役割を果たしています。また、底泥は赤潮やアオコの原因となるプランクトンのシードポピュレーション(大発生を引き起こす可能性のある群衆)の存在する場としても関心が高まっています。湖を人間にたとえるなら、そこに棲む微生物は人間の細胞に相当しますから、その細胞が健全か否か見分ける必要があるわけです。

ところが、どんな微生物がどこにどの程度生息しているかを迅速かつ正確に識別することは非常に難しく、底質が水質に与える影響の把握も難しくしています。従って、この研究では底泥中の微量なサンプルから微生物のDNAを抽出し、その識別を容易にする方法を検討しています。これまでの研究によってPCR法という方法が確立され、底泥中のピコプランクトンの種類が識別できるようになりました。

(3)「底質改善に関する技術情報の収集」

底質改善の試みは、国内外の様々な湖沼で行われていますが、その技術は湖沼が抱える問題ごとに随分違います。琵琶湖の底質に関連しそうな技術情報を幅広く収集するため研究会を開催しています。(研究員・横田喜一郎 主任研究員・前田広人) <

【琵琶湖研究こぼれ話(7)】

泥がつもる速さ

▼泥のつもり方

琵琶湖の泥はすこしずつ増えており、毎年1~2mmの厚みがつもると言われています。泥の一部が姿を変えて水中に出る効果を溶出速度で表しますが、窒素やリンが湖底から溶け出しても、目に見えて泥の厚みが減る訳ではありません。

1年でおよそ数百万 m^3 (東京ドームは124万 m^3)の容積の泥が琵琶湖につもると推定されています。場所による速さの違いを見分けようと、これまで様々な試みがなされてきました。

堆積速度は何通りもの方法で求められますが、泥の深さ方向に記録された大気の経年変化を、火山灰の存在(オウミアNo. 23に掲載)や、自然界にある放射能の強さ(同No. 27)を利用して求めることを検討しています。

▼泥の性質

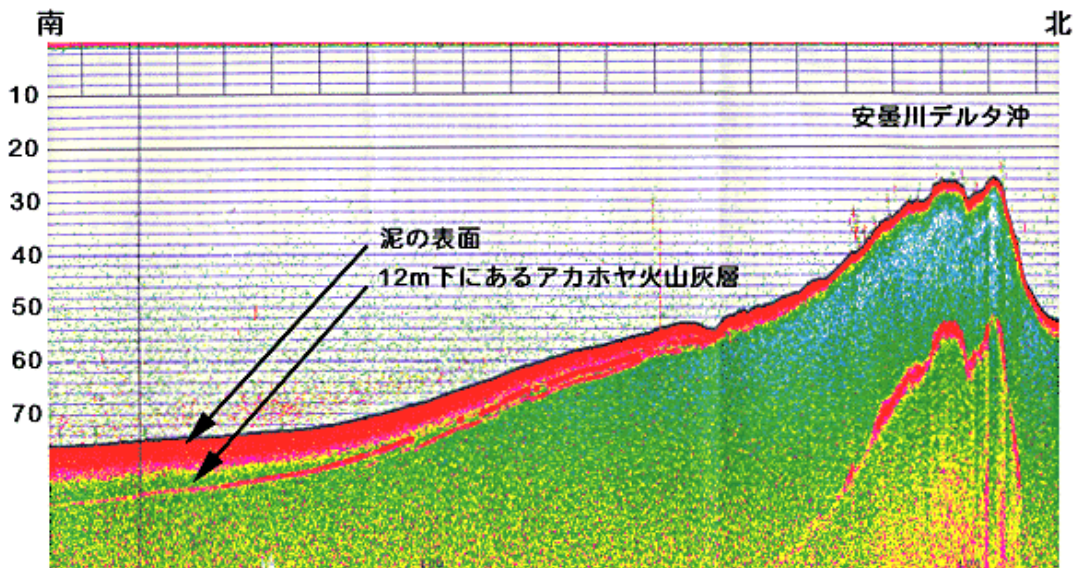
泥の正体は、湖底で混在している火山灰や土砂、プランクトンなどの有機物です。

ただし、流入土砂の性質には地域差があり、河口からの距離によって粒径分布にも差が生じます。また、生物の活動が活発なところほど、有機物含量が多くなります。

泥の密度(有機物が多い程小さい)と空隙率(水が泥の体積に占める割合で、深いほど小さい)は、堆積速度の重量表示に不可欠です。琵琶湖の場合、後に述べる1.9mm/年という速度を換算してみると、仮に密度2.6g/cm³空隙率0.80として1cm²(単位面積)当たりで計算すれば、0.19cm/年×2.6g/cm³×0.20(泥の割合)=約0.1g/cm²年となり、これは大阪湾の報告値の約1/8です。

▼魚群探知機のチャートが示す堆積速度

1995年2月7日、はっけん号で北湖へ。魚群探知機をセットして安曇川沖を航行。チャートには、昔の大気圏の情報が再現されていました。



図中の赤線が、約6300年前に鹿児島沖の鬼界ヶ島の噴火によって飛散したアカホヤ(土を呼び表す方言)の層です。それ以降の12mが同じ速さでつもったとすれば、12000mm/6300年=1.9mm/年となりますが、実は下の泥ほど押しつぶされており、泥の表面はフワフワしていますので、最近の速さを正確に知りたい場合、別の方法が必要となります。

▼放射線の鉛による測定法

鉛は自動車排ガスとして大気中に放出され、泥にも含まれますが、鉛には同位体の²¹⁰Pbがあり、これは自動車とは無関係で、ラドン壊変で発生する天然放射生核種です。温泉地などからラドンガスが大気中に放出され、広く大気中に拡散し、やがて生じた²¹⁰Pbは、毎年ほぼ決まった量ずつ泥へ入っています。大気中で先の鉛と混在して、共に泥へと移動しています。

分析用に泥を採り、一定の厚さ(1cm毎)にスライスして持ち帰り、乾燥前後の重さを測ります。



1994年12月8日の観測(泥をスライスしているところ)

乾燥泥に含まれる²¹⁰Pbが壊変する数を機器でカウントし、放射能の強さ(単位:dpm)を求めます。この強さは22.3

年で1/2に減ってしまう性質がありますので、次のように利用します。

22. 3年分の厚みだけ離れていれば、古い層は新しい層に比べ ^{210}Pb の含量(dpm/g)が半分のはずです。そこで幾つかの層で含量を比較して経過年数を逆算します。仮に、0~1cm層に比べ4~5cm層で含量が約1/2、8~9cm層で約1/4という結果が出れば、逆に約**2mm/年**(40mm/22.3年=80mm/44.6年)という速度が導けます。古い泥ほど押しつぶされている効果は別途補正します。

^{210}Pb により速さを求める方法は、111.5年より新しい層で有効だと言われていますが、琵琶湖での実施例はまだそう多くありません。

ここ百年程度で、急に泥が溜まり易くなった場所はあるかどうかを知るために、火山灰法だけでなく ^{210}Pb 法も用いながら、さらに調査地点を増やしていく必要が有ります。(研究員・横田喜一郎)

【湖沼研究所訪問(7)】

インドネシア科学院陸水研究開発センター

灼熱のジャカルタから南へ車で約1時間、海拔265mの都市ボゴールにたどりつくと幾分涼しくなり、少しほっとします。オランダ統治時代に別荘地であったボゴールは、熱帯植物を研究するものは一度は訪れる植物園があることでも有名です。インドネシア科学院陸水研究開発センター(RDCL)は、この植物園の一角、大統領の宮殿と面した場所にあります。椰子の植え込みが印象的でした。



インドネシアでも水質汚濁、富栄養化や、陸水生物の保護などが大きな社会問題となっており、RDCLはそれらの研究に主導的な役割を担うことが期待されています。陸水生物と陸水動態の二部門で80名弱のスタッフをかかえていますが、日本と異なる点は職員の約半分がテクニシャン(技官)で、彼らによって研究活動が支えられていることです。主な研究課題は、魚介類の生息状況把握、遺伝学的手法を含む保護育成技術の開発、アクアリウムの浄化システムの開発、湖沼の水質現況把握、そして水質改善実験などです。



RDCLは1986年に設立されましたが、まだ設備、機器などが整ったといえる状態ではありません。しかし、毎年研究員を日本、アメリカ、フランスなどに留学させており、研究員のレベルアップに努めています。また現在、信州大学の中本教授をリーダーとしたJICAの研究活動支援プロジェクトが進行中です。

今年には、施設がジャカルタ寄りの街チビノンに移転する予定です。今の建物は古く、玄関の壁にある、サイ・バク・コモドドラゴンなど、熱帯に住む動物をデザインした大きなレリーフが懐かしく思い出されますが、研究環境の充実のために、新しい施設の完成が待ち望まれています。(総括研究員・中島拓男)

【Q&A】

流域を読むために

Q 当研究所の所報第3号(1985)に「流域を読む・安曇川編」が掲載されて以来、今回(第12号)の琵琶湖編でちょうど10年たちますが、「流域を読む」のねらいは何だったのでしょうか？



これまでにとりあげられた流域(数字は掲載順序)

A 水環境の保全を考える場合、まずその具体的な全体像をおさえておくことが大切です。私たちは、流域を単位にとり、上流から下流までをひとつのまとまりをもったものとして捉え、その特徴をさぐってきました。

Q 姉川・愛知川・日野川・野洲川・瀬田川など主要な河川を扱ってきて、気のついた特徴はありますか？

A 1950年代なかば以降と、それより前との違いが大きいことです。50年代なかばまでは、県の南部も近郊農村の性格がつよかったことがよくわかります。この頃までは、水がどこをどのように流れているのかをはっきりつかむことができたようですが、最近は特に下流部の流れが見えにくくなっています。それに、集水域の水の流れはかなり人為的にコントロールされるようになりました。日常、何気なく見ている川の流れが、人為的に操作されているということを知っておくことは、今後の水環境を考えるうえで重要でしょう。

Q 流域を読むポイントは、何かありますか？

A 同じ地形図や空中写真を使っても、扱う事象によって読み取り方が違ってきます。地形・地質、水循環、生物、社会事象などそれぞれの視点で目のつけどころが異なるわけです。一枚の地図にも多様な情報が含まれているので、その可能性を引き出すように使えば、かなりのことがわかります。その実例として、これまでのシリーズを読み返して頂ければと思います。(専門研究員・秋山道雄)