

1989年2月

編集・発行／滋賀県琵琶湖研究所
〒520-0806 大津市打出浜1-10
TEL 077-526-4800

表紙「生活排水処理計画を考える」＜現在のページ＞

[政策分析手法研究会](#)

[湖底地滑り堆積物発見記 — 地質調査所 井内美郎](#)

[第3回世界湖沼環境会議から — 琵琶湖研究所 倉田亮](#)

[お知らせ・トピックス](#)

[世界の湖\(22\)ー ボーデン湖\(中央ヨーロッパ\)](#)

生活排水処理計画を考える



東南アジアの湖周辺
(東南アジアの水上トイレ…落下水は魚のえさとなる。)



地域し尿処理施設へ運ばれるし尿
(大津南部衛生プラント)

技術や制度は国や地域特有の社会的・文化的背景の中で成熟・発展していきます。

政策分析手法研究会

政策分析手法研究会は「計画行政における情報システム利用に関する研究」の一環として位置づけられています。すでにオウミア20号で紹介されたコンピュータ環境情報システムの開発はいわば環境行政のための道具を作るサブプロジェクトでしたが、この研究会ではそのような道具を作り、使い、結果を解釈する科学的な一定の手順についていろいろな角度から検討します。研究者は道具の作り方について専門的な知識を持っていますが、それを使い、結果を解釈し、実際の政策判断に役立てていくのは県や市町村の行政実務担当者ですから、研究会にも大学の研究者だけではなく行政の職員や民間コンサルタントの技術者も加わっています。

研究会で取り上げる課題は様々ですが、昨年度はわが国の公共計画のすすめかたと外国におけるそれとの違い、琵琶湖をめぐる環境問題と対策の実例、コンピュータを用いる数理計画手法（とくにオペレーションズ・リサーチといわれる数学の分野で発達した手法）の活用可能性とその限界、などを討議しました。明確な結論の出る課題とそうでないものがありましたが、一般的な結論としては、

- (1) 科学的な分析手法を全く用いない政策判断より、科学的な手法を有効に活用することによって、より適切な判断が下せるため、行政の現場でもその活用事例が多くなってきたこと、
- (2) しかし、いまのところ多くの手法は、そのまま公共部門の計画に応用するにはまだ十分洗練されていない。既存の手法の効果的な活用、あるいは新しい手法の開発のためには、政策現場の問題意識と研究サイドの協力が不可欠であること、
- (3) パーソナル・コンピュータなどの機能の急速な充実により、より多量の情報をより効率的に処理することができるようになって、分析手法体系にも変化のきざしが強く現れてきたこと。

などでした。

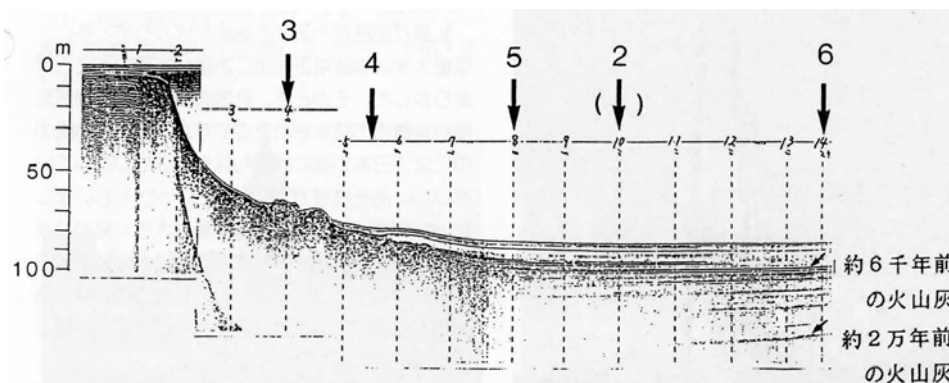
本年度は、琵琶湖の集水域から湖に流出する生活系汚濁負荷を削減するために、様々な技術や制度をどう組み合わせるのかがよいのかを分析するモデルの作成方法に議論の焦点を合わせています。この問題を取り上げたのは、琵琶湖周辺の地域の場合、先端技術を活用した大規模な下水道とともに中小規模の污水处理施設、台所や風呂の簡易な排水処理施設、などいろいろな種類の污水处理施設を組み合わせる水質浄化を進めて行く必要があり、いつ、誰が、どのくらいのお金を払い、どのくらい水をきれいにして河川や湖に戻していくのか、いろいろなケースを想定して検討する必要があるからです。とくに下水道は湖の浄化と生活環境の改善の二つの目的をもつわけですが、どうすればこの二つを同時に合理的に満足させることができるのか、「できるだけ多くの便益を与え、できるだけ少ない費用で、かつ環境影響を最小限にとどめる計画を」と欲張れば、あちらを立てればこちらが立たないといういわば「もぐらたたき現象」がおこるため、分析手法も非常に複雑になります。研究者と実務担当者が自由に意見の交換をすることができる研究会という場合は、こういった難しい問題を検討するには非常に有効なわけです。

このような政策分析手法研究会の議論をふまえ、特定の地域で考えられるいろいろな将来計画を簡単に再現し、河川などへ流出する汚濁負荷削減の程度を予測できるようなコンピュータ・モデルを作成するプロジェクトが来年度からスタートする予定です。

湖底地滑り堆積物発見記

地質調査所 井内美郎

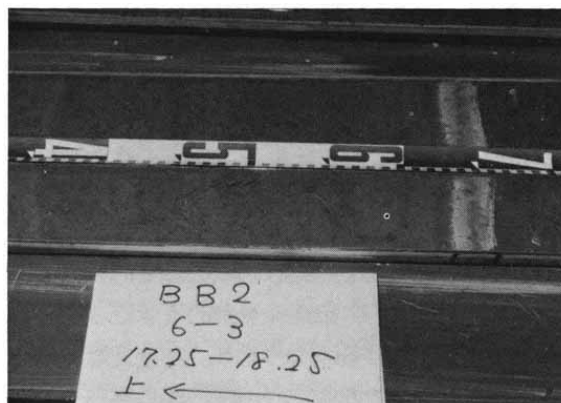
1988年9月21日の朝日新聞夕刊科学欄に「琵琶湖の湖底に地滑り跡が見つかった」という小さな記事がのっています。「湖底地滑り堆積物」とは、湖底にたまっていた泥や砂が地震などをきっかけとして斜面を滑りおちて、湖底のより深い所に移動したものをいいます。日本の湖では今回の発見がおそらく初めてのものになると思います。この発見について、当事者の1人としてこの場をお借りして紹介させていただきます。



第1図 琵琶湖西岸今津沖の音波探査記録 数字はボーリング地点 左側はスケール

琵琶湖の湖底を音波を使って調査すると、第一図に見られるような記録が得られます。それによっておのおのの場所の湖底までの深さと同時に、6千年とか9千年間にたまった泥の厚さがわかります(数字の6あたりが琵琶湖北湖の典型的な記録です)。これには6千年とか9千年前に琵琶湖より西方にある九州や韓国の火山から偏西風に乗ってとんできて、琵琶湖に降りつもった火山灰がよい目印となっており、音波でも琵琶湖のほぼ全域で連続して捕まえられます(第2図は今回得られた9千年前の火山灰の写真で、厚さが3センチ程度です)。

私達はそれまで、湖の泥はちょうど雪が降りつもる様にゆっくりと少しずつたまるものと考えていました。結論から先にいえば、いまでも大局的にはこの考えは正しいのですが、それだけでは説明がつかない現象もあるのです。琵琶湖の湖底の深いところは、一部の例外的な場所を除いて、かなり平坦です。今回の発見のきっかけになったのは、琵琶湖の西岸沿いにある「斜面」(実際の傾斜はこれよりもなだらかですが、ここでは斜面としておきます)のふもとにある珍しい「コブ」状の地形(数字の3のあたり)がどのようにして作られたかを検討したことです。



第2図 ボーリング 試料中の火山灰(白い部分)

ここでの音波の反射記録は、2つの点で一般的なものと違っています。第1の点は、この地形では周囲よりも数メートル盛り上がった地形になっていること。第2の点は、他の地点と同じ様な泥がたまっているはずのこの地点で、音波の反射のしかたが全く違い、火山灰の反射記録がみられない、ということです(3と6の地点の記録を比べてください)。

なぜこのような違いができるのか。それを調べるために、私達は琵琶湖研究所の前田研究員や県漁連の協力を得て実際に湖底の泥をとってみることにしました。湖底の泥を垂直に長くとることは以外に難しく、第3図のような大がかりな作業になってしまいました。そして「3」の地点で得られたのが、第4図の写真に示されるような粗い堆積物で、なかには直径数センチの丸い礫も含まれていました。さらにその沖



第3図 ポーリングの風景

このような現象の発見は日本の湖では初めてですし、その持っている意味を含めてまだまだわからないことの方が多いようです。たとえば、どれ位の広さで斜面の堆積物が湖底に滑り落ちているのか。また、どれ位の頻度でおこる現象なのか。

私達の大まかな計算では、今回調べた地点の地滑りは体積で10万 m^3 ～500万 m^3 と推定されます。これは琵琶湖に1年間にたまる泥の量にほぼ匹敵します。また、このような地滑りは琵琶湖西岸に沿う「斜面」で同じように起こっていると考えられますが、その頻度は40年から150年に1回程度と考えられます。

このような堆積物の移動が琵琶湖の水質にどのような影響を及ぼすのか。将来予想される湖底の様々な利用の際には、どのようなことに気をつけないといけないのか。研究すべきことはまだまだあります。

私達が琵琶湖の研究を始めたばかりのときに、京都大学の志岐常正先生にお話を頂いたことがありました。そのとき、外国の研究紹介で湖底地滑り堆積物の話をされたのですが、我々の仲間の中には「日本の湖にはそんなものは見つからないし、あるはずがない。」といった人もいました。わずか5年前の話です。事態は大きく変わりました。日本のまわりの海底にもたくさんの地滑り堆積物が見つかり出しました。琵琶湖の経験から他の湖も調べてみたところ、あちこちの湖で同じような徴候が見つかってきました。

琵琶湖の底にはまだ私達の知らない現象が待っているような気がします。

合いの4や5・6の地点では、数センチから数ミリの薄い砂の層が東ほど薄くなってたまっているのが発見されました。普通は泥しかたまらない水深60メートルを超えるこの地点で、どうして礫や砂がたまっているのか。私達はこれを湖底地滑りによるものと考えました。つまり、琵琶湖のこのような地点に水の流れのみで礫を運ぶのは困難だと考えたわけです。



第4図 湖底からとれた粗い堆積物
湖底地滑り堆積物のうち最も粗い部分

第3回世界湖沼環境会議から

琵琶湖研究所 倉田 亮

1984年8月に大津で初めて開催された世界湖沼環境会議は、幸いにもその趣旨が多くの国々の賛同を得て、第2回は1986年5月にアメリカ、ミシガン州のマキナウ島で開催され、第3回は昨年9月中旬、ハンガリーのバラトン湖畔、ケストヘイの街で開かれました。この国際会議もこのように回を重ねるにつれて、ようやく軌道にのってきた感じです。第3回の会議の見聞をここにご報告します。

会議とケストヘイの街

今回の会議には、約30カ国から200名ほどの研究者が参加しました。前回の会議と違ってカナダ、アメリカからの参加者が少なく、ハンガリー、ソビエトなど東ヨーロッパからの参加が目立ちました。

会議は、バラトン湖の西の端に位置する人口2万人ほどの小さな街、ケストヘイで開かれました。会場となったのは、この街の高みにある美しいバロック様式の宮殿で、この地方の貴族が18世紀に建てた由緒ある建物とのことでした。



会議が開かれたフェステッチ宮殿



開会式であいさつする稲葉知事

会議の委員長は、ハンガリー科学アカデミーバラトン陸水学研究所の所長がつとめ、開会式では、稲葉知事も滋賀県からの熱いメッセージを伝えました。

会議では「アジア、アフリカの湖沼の現状」、「酸性化および毒性物質による生態系への影響」、「富栄養化の問題点とその制御」などについての研究発表が中心となりました。第1回の会議と違って学会色が強く、専門的な討議が大部分となりました。今まで私たちが公式に情報を得ることがむずかしかった社会主義国や発展途上国の湖沼の状況が分かったのはうれしいことでした。

宮殿から真直ぐ街の中心部まで伸びるメインストリートの両側には、日用雑貨に混って西欧風のカフェテラスもあり、露店もあって街はいつもにぎやかです。とくに、玉ねぎを連ねたような、この国特産のパプリカの真赤なブラ下りが街角で目立ちます。そんな通りを宮殿から少し歩いたところに、バラトン湖の博物館があります。ここには、バラトン湖の生物がパノラマ風に実に見やすく展示されています。とくに魚類は、深度別に生態を考慮した配列で、さしずめバラトン湖のミニチュアといったところでしょうか。鳥達の生態にも工夫がこらされており、営巣のようすなどもよく分か



ケストヘイのバスターミナル広場で

ります。

バラトン湖周辺にヨシが多いため、ヨシを使った日用品も多いですが、何より、漁具や漁法が琵琶湖と実によく似ています。もんだりのサイズなどほとんど同じように見うけました。展示は、自然や生物だけでなく、湖周辺の産業やひとびとのくらしの歴史や風俗まで、よく記録され、収集、整理されております。



ケストヘイ湖岸で見るバラトン湖

人造内湖——キス・バラトン

会議も終りに近い1日、参加者はかねてから聞いていたキス・バラトンの案内を受けました。キス・バラトンとは、「小バラトン」という意味で、現在、この国が進めている国家プロジェクトです。

バラトン湖は、中部ヨーロッパ最大の湖で、その表面積は593km²、丁度琵琶湖の北湖と同じくらいの大きさです。この湖の西の端にザラ川という川が流入していますが、この川の流域面積は湖の集水域の半分近くを占めます。したがって、年間の流入水量では全体の約1/2、懸濁物質が3万tで約90%、チッ素が3千tで約3/4、リンが3百tで約1/2、この川によってもたらされています。ですから、このザラ川からの流入負荷を抑えれば、バラトン湖の深刻な汚濁状況は大きく改善されます。湖周辺からの汚濁負荷の大部分は、規制の困難な農耕地排水および一般生活雑排水ですから、政府や当局者が、人工の内湖を造成してこの湖の汚濁を改善しようとしたのも当然のことといえます。

工事は1983年から始められ、現在、第1期が終了して、造成された内湖は18km²になります。今後、第2期工事に入って、これが終了すると総面積は69km²(丁度、今の南湖くらい)になる予定です。

造成された内湖は、当局者が誇らしげに語るだけあってさすがに広く、広大な水面には流入水の滞留時間を長くするための曲がりくねった水路が規則正しく設けられており、水草やヨシが生いしげるなかを管理用の堤が水面を仕切るように走っています。



造成された人工の内湖、キス・バラトン

人工内湖計画

諸 元	第1期 (1983～1985)	第2期 (1986～1995)
表面積(km ²)	18	51
買上げ土地(km ²)	24	63
貯水量(百万トン)	21	64
滞留時間(日)	30	92
造成費(億円)*	193	655
造成後管理費(億円/年)*	1	1.6
チッ素の除去率(%)	20～80	—
リンの除去率(%)	50～90	—

* 1988年9月のレートで換算

この内湖によるチッ素の除去率は40～50%、リンのそれは20～80%と、かなりの効果をあげています。このあたりが渡り鳥のコースとなっているとかで、鳥たちのために緑の多い保護地域を内湖の中に設け、気配りもなかなかこまやかです。

総造成工事費は約85億円、造成後の管理費用だけでも2億6千万円と聞きましたが、広大な人工内湖を見ているとこの国のバラトン湖の環境保全にける意気込みをかいま見る思いでした。

お知らせ

●所報No.6を刊行しました。

今号では、「琵琶湖研究からのメッセージ」として、各々の専門分野で琵琶湖を研究してこられた方々の意見・感想などの特集を組みました。その他の内容としては、解説記事（流域を読む―愛知川編）、1987年度事業報告、論文目録、琵琶湖年表などです。B5版、115ページ。



トピックス ―空から琵琶湖を見る―



去年(1988年)の11月に、研究所では、琵琶湖の航空写真をとりました。最近の湖岸、河川の状態などの貴重な資料が得られました。

本号では、その中から2枚の写真を紹介します。

水鳥調査

写真1は、姉川河口付近の湖岸です。一見何の変哲もない風景ですが、実は、水鳥たちの生活の場となっているところです。

毎年冬になると、ガン・カモ類をはじめとして、約5万羽の水鳥が琵琶湖にやって来ます。なかでも、コハクチョウの美しい姿は格別で、「白鳥の湖」をイメージさせます。

琵琶湖研究所では、この河口の北側(写真では左側)で水鳥調査を行なっています。水鳥の分布、食性を調べるにより、水質・環境において、水鳥がどのような役割を果たしているかを明らかにしていきます。



写真1 姉川河口付近

水質自動観測塔

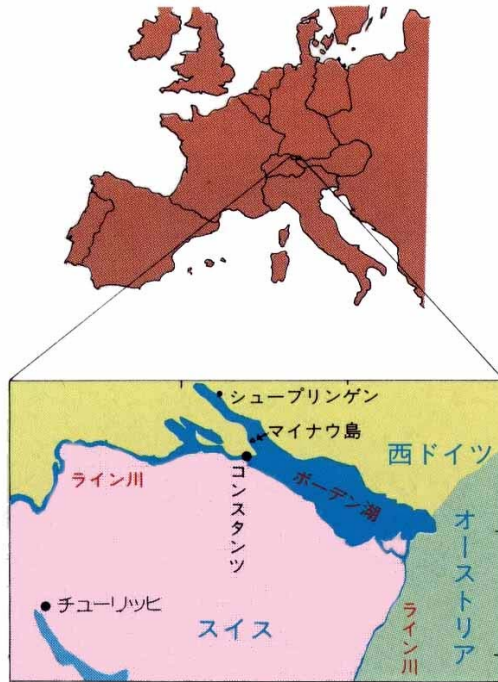
写真2は、彦根市芦川河口付近の湖岸です。河口沖に、小さな点のように見えるのが、水質自動観測塔です。「琵琶湖水質の形成過程と変動機構」プロジェクトの一環として、1986年に設置されたものです。

観測塔の中では、波高、流向、流速、濁度、水温等が自動的に記録されています。川の水が湖の中に入ったときの物質変化や、水の動きの特徴を知ることは、琵琶湖の水質がどのようにして決まってくるかという“なぜ”を解く上での鍵になり、重要な意味を持っています。



写真2 彦根市芹川河口付近

世界の湖(22) -ボーデン湖(中央ヨーロッパ)



チューリッヒから北東に車で約2時間、小高い丘をぬけるとやがて美しいコンスタンツの町がみえてきます。絵本から抜け出したようなこの町は、ボーデン湖の水がライン川へ流れ出るところに位置し、琵琶湖でいえばちょうど大津とでもいったところでしょうか。ボーデン湖は別名コンスタンツ湖とも呼ばれていることから、この町がボーデン湖畔を代表する町であることがわかります。

1987年6月、このコンスタンツを基点にボーデン湖の周りの研究機関を訪れました。ボーデン湖はヨーロッパの中央に位置し、まわりを4つの国、スイス、オーストリア、西ドイツ、リヒテンシュタイン(湖には面していませんがライン川をとおして接しています)に囲まれた国際湖沼です。表面積が540km²(琵琶湖の2/3)、最大水深が250m(琵琶湖は104m)で、この湖にしか見られない固有の生物も数多くみられます。

この湖がかかえている環境問題は、魚の重金属汚染などをはじめとする生態系の破壊や、琵琶湖と同じ富栄養化の問題です。1980年を境に、富栄養化の傾向は鈍っていますが、まだ予断を許さない状況です。

もちろんここでは湖水は飲料水として利用されています。シュープリンゲンの浄水場はヨーロッパでも最先端の浄水技術を駆使しています。興味深く思ったのは、陸水学的な資料をもとに水深60mの湖底に近いところから、年間をとおして冷たくてしかも濁りのないきれいな水を山頂の浄水場まで汲み上げていることでした。ここでは日本で行われている一般的な浄水処理に加えて、オゾン処理がなされています。一方このような完璧な浄水技術とともに容易に毒物などが投入できないような安全管理もなされています。



マイナウ島からみたボーデン湖

この湖は観光地としても有名です。国際湖沼ということもあって、周りの国々から多くの観光客がやってきます。例えば、コンスタンツの町はずれにあるベルナドッテ伯爵所有のマイナウ島は45haほどの小さな島ですが、年間2百万人が訪れるそうです。この小さな島には世界各国から集められた木々が茂り、数万のランの花が咲き乱れ人々の目を楽しませてくれます。しかし、ここは単に観光客目当ての島ではありません。30年前はすでに「緑の憲章」をつくり、自然破壊を警告し、環境保護を宣言しています。最近、伯爵を中心とするボーデン湖側と琵琶湖との国際交流の話が持ち上がっていますが、国際湖沼であるためにボーデン湖側の足並みをそろえるのに手間取っているそうです。

琵琶湖とボーデン湖の間には、それぞれの風土で育まれた湖環境に共通するものが数多くみられます。成熟した文化の中にあるボーデン湖をみて、単に文化交流だけではなく、湖沼に関する学術交流

にとっても最適の湖かもしれない考えるようになりました。