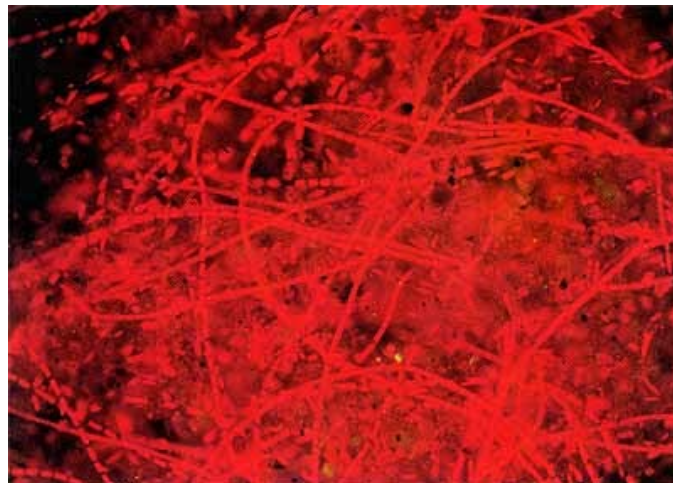


1987年3月

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

- [砂浜の水質浄化機能](#)
 - [20年間で光合成量は2倍に](#)
 - [\$^{13}\text{C}\$ による光合成量の測定](#)
 - [文化論的にみた琵琶湖問題](#)
 - [62年度の事業計画](#)
 - [湖岸などで採集した付着微生物たち](#)
 - [お知らせ](#)
 - [世界の湖14 洪澤湖〈フンズーフー〉（中国）](#)
-

[水質浄化機能を探る]



▲糸状藻類やケイ藻(小形のもの)などの付着藻類
(クロロフィルなどが赤く発光する特殊撮影)(480倍)



きれいな砂浜にも水を浄化する無数の微生物がいます。この機能の評価をおこなっています。
＜＜ 砂浜での調査風景

[砂浜の水質浄化機能]

琵琶湖岸の現状

琵琶湖でも他の湖沼と同様に湖岸の改変が進み、自然湖岸は全体の50%程度に減少してきています。それでも砂浜はかなりの割合で残されています。砂浜はレクリエーションの場として利用されているだけでなく、景観的にもすぐれた湖岸ですが、その水質浄化機能の実態は十分わかっていませんでした。そこで、琵琶湖研究所では、プロジェクト研究の一環として、所外の専門家の協力を得て、調査研究を進めてきました。その結果のあらましを紹介します。

物質	日数	除去率(%)	除去量 (mg/kg砂)
有機物	5	100	400(C)
窒素	3	42	160(N)
リン (無機的)	3	61 (42)	21(P) (15)

表1 細菌と付着微生物群を含む砂の浄化作用(実験室で測定)

ミクロの世界

きれいな砂浜には、一見、生物がいないように見えます。しかし実際には、どこの砂浜にも砂1gあたり1億以上もの細菌がいるのです。水中の砂を採って、そこに広がるミクロの世界をのぞいてみましょう(表紙及び8ページの写真)けい藻や緑藻、体に繊毛のあるゾウリムシの仲間の繊毛虫など、細菌以外にもいろいろな微生物が生息していることがわかります。

細菌だけでなく、これらのいろいろな微生物がいっしょに生息していることによつて、有機物分解などの水質浄化の働きが促進されることがわかってきました。浄化の速さは、存在する微生物の種類とその量によって変わります。砂浜によつて微生物の分布や存在量は異なりますが、これらは、砂に含まれる有機物量や砂の安定性によつて影響されているようです。

微生物群集によつて浄化作用は促進される

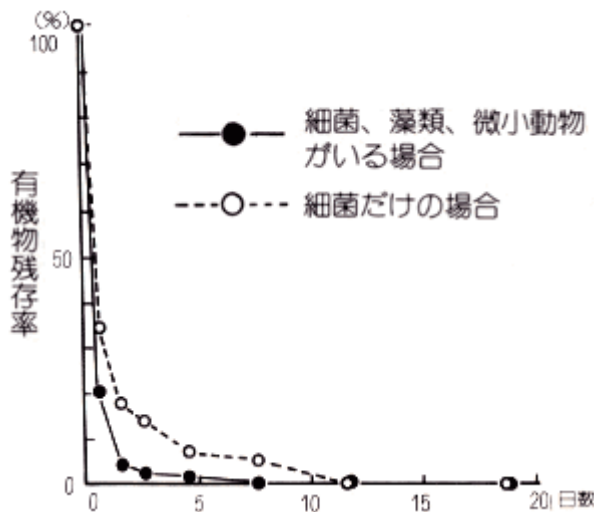


図1 実験室で測った砂の有機物除去速度(初期濃度は炭素量で90ppm)

砂浜ではどのような浄化が起こっているのでしょうか。水質浄化のしくみを直接自然条件下の砂浜で調べるのは困難なので、砂浜のモデルを容器のなかに作って実験しました。

有機物分解の実験の一例を図1に示します。有機物分解の主役は細菌であり、細菌だけでも有機物は急速に分解されていますが、表紙の写真で見られるような多様な付着微生物群が発達した場合の方がより速く分解が進んでいます。藻類の光合成による酸素の供給や、繊毛虫などの微小動物による捕食が有機物分解を間接的に促進させていることがあきらかになってきました。

付着微生物群が発達していると、窒素・リンもまたかなり吸収されます(表1)。リンに関しては、砂や泥による無機的な吸収が生物的な吸収以上に顕著で、水質浄化機能として重要であることも確認されました。

今後の問題点

ここに示した数値は多くの条件によつて左右される値で、またどこにでもあてはめるわけにはいきません。砂浜での水質浄化を定量的に明らかにすることは今後の課題として残っています。

金魚鉢に繁茂した付着藻類を巻貝がきれいに食べているのをよく見ます。琵琶湖でもカワニナなどが同様の働きをしているのですが、このような底生動物の摂食による水質浄化作用についても調べる必要があります。

[20年間で光合成量は2倍に]

湖北で、炭素の安定同位体(^{13}C)を使って植物プランクトンによる光合成量を測定しました。



質量分析計による ^{13}C の測定



湖水をろ過することによって集めた植物プランクトン(左)と、分析計にかけるための処理作業(右)

[¹³Cによる光合成量の測定]

光合成が出発点

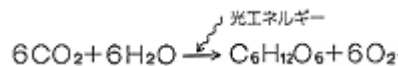
さまざまな生物がすむ湖では、数多くの生物による反応が絶えず行われています。生物はこれらの反応によって、いろいろな種類のエネルギーを消費して生命を維持しています。なかでも、湖に射し込む太陽エネルギーを利用して有機物を作る光合成反応が、他の生物による反応の基礎となっています。湖での光合成反応の多くは、植物プランクトンによって行われています。すなわち、魚もエビもバクテリアも、植物プランクトンによって作られた有機物によってその生命を維持しているわけです。しかし、このように重要な役割を担っている植物プランクトンも、増えすぎると人間にとって好ましくない状態を引き起こします。これが富栄養化問題です。したがって、植物プランクトンの光合成によってできる有機物の量やその後の挙動を知ることが、湖の富栄養化問題についての理解の出発点なのです。

新しい測定法



北湖でのセジメントトラップによる沈降物の捕捉

光合成反応はいくつかの過程が組合わさった複雑な反応ですが、その結果を要約すれば、光のエネルギーによつて湖水中の炭酸ガスと水から、有機物(炭水化物)と酸素を生成する反応です。その反応式は、つぎのように表わされます。



したがって、光合成量は放出された酸素量によっても測定できるわけです。しかし、北湖のように植物プランクトンの密度の低い水域では、すでに湖水に存在している酸素の濃度に比べて光合成反応による増加が極めて少ないので、精度よく光合成量を測定することは困難です。

そこで、湖水中にはほとんど存在しない炭酸を目印として加えて、生成した有機物中の目印の量から光合成量を測定する方法が必要になります。一般には、目印として炭素の放射性同位元素¹⁴Cを含む炭酸が使われていますが、放射能を持つ物質なので、日本では野外で使うことが厳しく制限されています。そのため、非常に重要な琵琶湖における光合成量のデータはごくわずかしかありません。そこで当研究所では、放射能を持たない安定同位体の¹³Cを含む炭酸を目印に用いて光合成量を測定する方法を検討してきました。その結果、植物プランクトンの密度の低い北湖の中央部でも、少量の試水で充分に精度よく光合成量を測れるようになりました。

20年前に比べると

1985年5～11月にかけて、この方法によって北湖の竹生島付近で光合成量を測定しました。その結果をみると、光合成量の最大は8月で、その値は1m²当り1.5gC/日、最小は11月の0.22gC/日でした。夏期の平均値は約1gC/日でした。北湖の光合成量のデータのうち最も古いものは、琵琶湖が碧く美しい湖であった1963～1964年に、名古屋大学の西條教授が測定した結果です。これによると、1m²当りの最大光合成量は0.66g C/日、夏期の平均値は0.44gC/日でした。この結果と比べて、約20年後の1985年の夏期の光合成量は2倍強になっていたわけです。この結果を皆さんは、2倍にも感じられますか、それとも2倍しか感じられますか。

ここでは植物プランクトンの光合成についてだけのべましたが、当プロジェクト研究では光合成におよぼす窒素・リン栄養塩の影響、深層に運ばれる有機物量の測定、有機物の分解に伴う酸素消費と栄養塩の水中への回帰量の測定等を行い、湖内での有機物の挙動を明らかにすることを目的に、名古屋大学・水圏科学研究所の半田教授の協力を得て実施しています。

[文化論的にみた琵琶湖問題]

琵琶湖研究所 嘉田由紀子

〈虹は六色？〉



昭和30年頃の沖島の水辺-湖水が唯一の生活用水でした

先日、米国人の友人が研究所を訪問してきました。その折、湖岸に出てみると、琵琶湖から比叡・比良の山並にかけてちょうど虹がかかっていました。「アメリカでは虹は何色？日本では七色というけれど」と私。「ぼくたちは虹は六色と教わったよ」という返事。私が学生時代に文化人類学の教科書で習ったとおりの答えでした。別に、ここでとりたてて人類学の勉強を、ということではありませんが、この虹の話は、自然現象としては同一の現象も、文化によって異なった認識がなされるということを説明するのに格

好の素材を提供してくれます。虹の色の波長は物理学的にみたら連続的なスペクトルとして自然界に存在すると考えられています。しかし、それをどのように区切って赤やだいたい、青というふうに色分けをするのかということは、それぞれの社会集団の考え方の背景となつている知識体系（ひろくいえば文化）によって異なるのです。

今、私たちが直面している琵琶湖問題にしても原理的には同じことがいえます。私たちがどんな背景情報をもつて琵琶湖をみるのか、あるいはなぜ琵琶湖問題が「問題」であるのか、ということとはそれぞれの集団や個人のもっている過去の知識や価値観と密接に関係しています。「だれにとっても、いつの時代でも通用するような真実は、それが社会問題であるかぎり存在しない。」というのが私たちの研究グループの立場です（注1）。つまり、別のことばでいえば、人間は文化というフィルターなしにものごとをみることはできないわけで、その文化のありようによって対象となる問題の意味も異なってくるわけです。このように文化人類学的にみた文化のことを哲学者は“認識の文脈依存性”ともよんでいますし、特定の科学分野に固有のものの見方を科学史家は“パラダイム”ともよんでいます。

〈何が琵琶湖で問題か〉

さて、琵琶湖にかかわる人びとの間にはさまざまな立場や見方があります。生物相や水の流れを科学的に研究している研究者、水質汚染をくい止めようと必死で努力している行政関係者、琵琶湖の自然を守ろうとする住民運動家などと多様ですが、それぞれの立場の違いによって琵琶湖の問題のたちあられかたも異なってきます。研究者にとって問題となる琵琶湖の側面と行政者が問題としてとりあげるものとは異なります。たとえば琵琶湖水の汚染とひとことでいいますが、純粋な水質化学的研究では、どちらかといえば水の中の物質の濃度がいかに決定されてくるのかという点に課題を発見します。が、どのような物質がどれだけあったら汚染であるのかということは、科学研究そのものでは決められません。そのような科学研究成果をもとにして、たとえば環境基準というような価値判断がもちこまれてはじめて、琵琶湖の水の汚染は規定されるわけです。また、湖岸の住民にとっては、水質そのものよりもゴミや空カンなどの固形物が琵琶湖の汚染を認識する材料としてはより意味があるかもしれません。マスコミ情報として琵琶湖汚染を伝える場合には、赤潮や魚の死骸というのが汚染を表象する素材として重要となるでしょう。

「文脈が変わると問題も変わる」とするなら、時代によって変化してきているその諸相をとらえることなしに、望ましい琵琶湖の姿を語ることも、また将来イメージを描くこともできません。そこで、私たちは琵琶湖とのつながりが特に深い湖岸の住民にとって、琵琶湖の意味がどのように変遷してきたのかという課題にまずとくみました。その結果についてはすでにこれまで各所に発表しておりますので（注2）、ここではそのほんの一端だけを紹介してみましよう。

〈琵琶湖の意味の変化〉

琵琶湖と湖岸の生活のかかわりを考える上で、忘れてはならないのは、現在のようにならぬ水道がひかれるようになったのが、ほんの20～30年前（昭和30年以降）であるということです。また琵琶湖が水ガメとして認識され、それが次第にひろまったのも決して古いことではありません。「琵琶湖水ガメ」イメージは水道化の進展と裏腹の関係にあります。水道がわ

られるようになる前には、それぞれの地域の条件に応じて、井戸水や河川水・湖水などを生活用水に使っていました。川水や湖水などの表流水を直接飲料水に使っている地域では特に水の清浄さをたもつためのきめ細かな生活の工夫がなされておりました。しかし、湖水を直接に利用していた人びとは意外と少なく、私たちの調査によると琵琶湖全域合わせても2000～3000人くらいであったろうと描定されます。水道が普及するにつれて、水の手当は住民の手から行政の手へと移っていきました。生活様式の変化につれ、水道使用量も増大し、次第に大規模な水源が求められ、滋賀県では琵琶湖が注目されはじめ、生活用水だけでなく、農業用水、工業用水いずれにおいても、“水を求めて琵琶湖へおる”という現象があらわれてきました。その結果現在では、滋賀県民の半数以上にあたる60万人あまりが琵琶湖の水を飲むことになりました。右図には、昭和30年頃にくらべ、現在、琵琶湖水に依存する人口が地理的に拡大した様子を示しています。琵琶湖が単一機能をはたすべき水ガメとして登場してきたわけです。

近畿圏としてみても状況は似ており、地域の自己水源を放棄した結果、琵琶湖・淀川水系への依存度が増大したわけです。しかし、このように水ガメとしての琵琶湖への依存度は高まりましたが、水源への認識は次第に薄くなってきました。水の流れが湖辺の生活者の目にさえ見えにくくなってきたわけです。今、だれも琵琶湖のすべてをみることはできない、そこに琵琶湖問題の複雑さがひそんでいるようです。

(注)水道水源として琵琶湖水のみに依存している地域と、状況により琵琶湖水が給水される可能性のある地域の両方を表示しています。

資料／昭和60年：滋賀県公衆衛生課・各市町村水道課・昭和30年頃：琵琶湖研究所アンケート調査



図 琵琶湖水飲用地域の拡大-昭和30年頃、昭和60年

〈文化と環境認識〉

「世界は万華鏡に見る印象の流れであり、それを組織化するのはわれわれの心である。われわれは自然を分節化し、それを概念に組織し、意味付を行う」。これはアメリカのある言語学者のことばです。私たちがみている琵琶湖の問題というのは、先ほどの虹の例でもみたように、私たちの心がどのように組織化され、どのような認識像を結んでいくのかという根源的な問いに深く関わっているわけです。

注1 このような考え方は共同グループ(鳥越皓之、桜井厚、古川彰、松田素二、大槻恵美、伊東康広、大西行雄)の過去の討論に負うものであり、私個人の考えではないことをお断りしておきます。

注2 鳥越皓之、嘉田由紀子編『水と人の環境史－琵琶湖報告書』(御茶の水書房、昭和59年)、その他個別の論文や報告書。

[62年度の事業計画]

琵琶湖研究所はこの4月で満5歳をむかえます。特に研究面からは滋賀県、琵琶湖に関する基礎資料やデータの収集等を目的として当初に発足させたプロジェクトはほぼ終了し、今後は研究所設立の時にめざした研究のスタイルでもある課題解決型の研究にとりくむ一つの節目の年と考えています。新たなプロジェクト研究を発足させるなど、いくつかの新規事業も計画していますので、その主な内容をお知らせします。

プロジェクト研究としては次の様なテーマを考えています。

- 1) 地域環境と地域社会変動
- 2) 琵琶湖への汚濁負荷流出構造と水管理機構
- 3) 湖岸の景観生態学的区分と評価手法
- 4) 琵琶湖の有機物代謝に関する研究
- 5) (新規)琵琶湖水質の形成過程と変動機構
- 6) (新規)総合解析

特に、後者の2つは新規に次年度から始まるプロジェクト研究です。

5)のプロジェクト研究は琵琶湖の水質が、流入した河川水からどのように形成され、空間的・時間的に湖内でどのように変化していくのかを、明らかにしようとするもので、15年にも及ぶ長期的な研究計画になっています。

その達成のために、初年度である62年度は、多数の流測計等を用いて、河口付近での水質の時間・空間的な変動を明らかにするとともに、本年2月に打ち上げられた人工衛星(MOS)を用いてのリモートセンシングによる、水質分布の微細構造の解析等を計画しています。

また6)の総合解析は、個々に得られたプロジェクト研究の成果を総合化するために、当面はモデルや今後の琵琶湖研究のありかた等を検討する予定です。

特定研究として

・計画行政における情報システム利用に関する試験研究の実施を計画しています。

研究以外の事業としては2つの新たな計画があります。

1)映像情報システムの整備

大型ビデオプロジェクター装置およびその関連機器を整備します。研究所ではこれまで多種多様なデータを電算機に蓄積し映像化してきました。それらを大型スクリーンに表示し、政策決定などのためのシミュレーションモデル等の検討・研究に役立てようとするものです。

今後、各プロジェクト間および所外の研究者との情報交換や研究交流におおいに役立つものと期待されます。

2)5周年記念行事

上にも述べたように、本年度で研究所は5周年を迎えます。それを記念して、これまでの研究成果を解説した記念誌を出版する計画をすすめています。また例年おこなっている講演会やシンポジウムを記念行事にふさわしい内容のものにして開催する予定です。ご期待ください。

〔湖岸などで採集した付着微生物たち〕

藻類、微小動物、細菌が付着微生物群を構成しています。
その代表的なものを紹介します。



▲微小動物のワムシ(中央上のもの)やケイ藻(細長いもの)(120倍)



▲ケイ藻(220倍)



▲糸状藻類(110倍)



▲原生動物(中央)がケイ藻を食べている(110倍)



▲糸状藻類に付着している細菌(微小な点状のもの)(アクリジン染色、ケイ光顕微鏡による撮影)(110倍)

【お知らせ】

第5回琵琶湖研究シンポジウムを開催しました。

昨年末の12月20日に当研究所ホールにおいて、「人間環境としての森林—その歴史・現状・未来」と題したシンポジウムを開催しました。森林と人間との関係を、現状のみならず、歴史的な視点をも踏まえてとらえなおし、今後の森林のあり方を、林業の将来をも含めて議論しました。特に人間の利用のもとで存続してきた里山の森林を中心に、次のような講演をしていただきました。



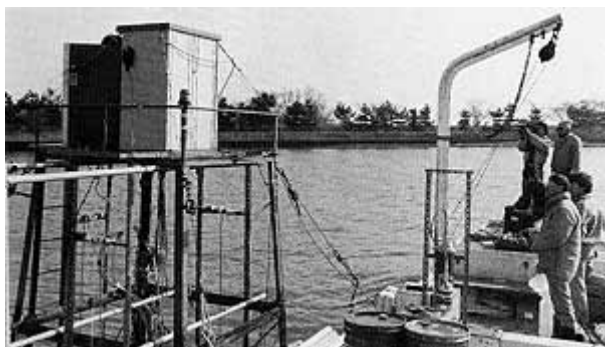
シンポジウム総合討論会

- | | |
|-----------------------|------------------|
| ・人と森林の交渉史（先史時代から古代まで） | 辻誠一郎（大阪市立大学・理学部） |
| ・人と森林の交渉史（奈良時代以降） | 筒井迪夫（東京大学名誉教授） |
| ・滋賀県の森林の現状 | 浜端悦治（琵琶湖研究所） |
| ・マツクイムシ被害と植生回復 | 千葉喬三（岡山大学・農学部） |
| ・人為的攪乱に対するアカマツ林の反応 | 中根周歩（広島大学・総合科学部） |
| ・日本の森林の将来像 | 四手井綱英（京都大学名誉教授） |

その後、総合討論をおこない、約100名の参加者もまじえ、活発な論議がかわされました。

第3回湖沼環境会議はハンガリーで

国際湖沼環境委員会（ILEC）の第2回総会が2月18日から20日にかけて、当研究所で開催されました。そのなかで第3回国際湖沼環境会議が第2回のミシガン湖に引き続き、ハンガリーのバラトン湖岸で来年9月11日から17日にかけて開催されることが確認されました。また第4回の会議は中国の浙江省杭州市の西湖で開催される見込みです。



ビデオ撮影風景

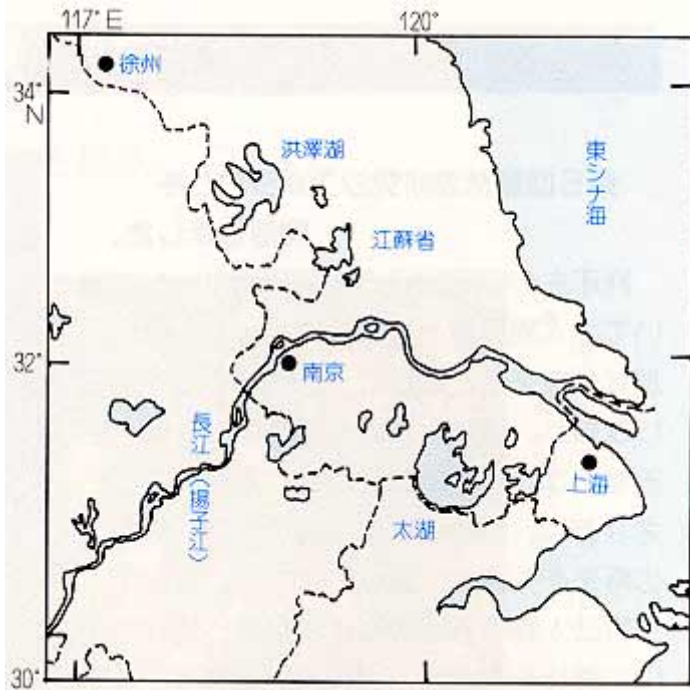
そのほか

制作を進めてきました当研究所の活動の紹介ビデオが、この3月に完成しました。

また、現在約130本のビデオ資料を収集していますが、それらの資料の目録の作成もでき上がりましたので、大いにご利用ください。

世界の湖(14)

洪澤湖[フンズー湖](中国)



にぎやかな南京の街から車で北へ約5時間、洪澤湖はのどかな田園地帯の中にあります。広さは琵琶湖の約2.9倍、太湖に次ぐ中国第4の淡水湖です。水深は浅く、平均で1.4m、最大でも4.8mしかありません。この地方特有の黄土が流入することと風波によって湖底の泥がまきあげられるので、写真のように湖水は常に黄色い絵の具を溶いたような状態になっています。琵琶湖・太湖 日中共同研究のメンバーの一人として昭和60年夏、江蘇省を訪問した時、洪澤県の好意により招待され、知事さんらの歓迎を受けました。洪澤湖は同じ江蘇省にありながら太湖ほど有名ではありませんが、水産業や水運などは太湖にまさるともおとらない、とは県のスタッフの弁。特に銀魚、草魚、エビ、カニをはじめとする漁獲量は約12,000トンほどですが、湖辺にある池での養殖分を加えると琵琶湖の十数倍にもものぼります。

今この湖がかかえている問題といえば、まず第一に湖に入ってくる土砂のために湖が埋まってしまうことです。湖が消滅してしまうのではないかと、危惧する人も多いようです。湖に蓄まってしまうと洪水の調節機能を失うばかりでなく、水運という重要な交通機能がなくなってしまう。私たちが湖上調査をした時は、航路障害を取り除くため、すでに一部で浚渫が行われていました。

また、第二の問題として、近年の調査から重金属や農薬による汚染が指摘されているとのことです。ただ驚いたことに、ここでは富栄養化を懸念する気配がほとんど感じられませんでした。むしろ湖の漁業生産をあげるためにはいかに富栄養化をすすめるべきかといった質問さえ出ました。当然のことながら、琵琶湖での富栄養化問題についてはほとんど理解してもらえないありありさまでした。逆に、中国がかかえる膨大な人口を養うために、湖を利用した食糧生産を積極的に押し進めようとするスタッフの意気込みには圧倒されました。そんな議論の後にみる洪澤湖の黄色い水は、富栄養化など問題外といわんばかりに、私たちの常識をゆりかえてしまいました。



洪澤市の港付近の風景

(前田 広人)