

1989年12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「琵琶湖の雪」＜現在のページ＞

[雪解け水の水資源への役割、深層水の溶存酸素濃度・水温への影響](#)

[琵琶湖サイエンス — 1989年](#)

[環境汚染権を売買する-エコ・ライトによる温暖化防止の提案 上智大学 岩田規久男氏に聞く](#)

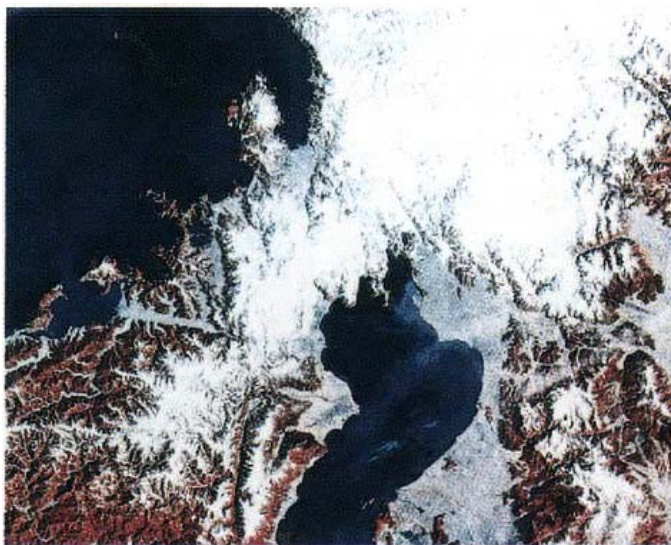
[お知らせ・トピックス](#)

[世界の湖\(25\) — トタ湖\(コロンビア\)](#)

琵琶湖の雪



1984(昭和59)年豪雪の琵琶湖と比良山



1981(昭和56)年豪雪のランドサット画像

湖国は、雪国です。
雪解け水の水資源への役割、
深層水の溶存酸素濃度、
水温への影響を調査しています。

雪解け水の水資源への役割、 深層水の溶存酸素濃度・水温への影響

11月の寒波で、伊吹山は初冠雪をむかえました。シベリアの凍った大地を吹きぬけてくる冬の季節風は、対馬暖流で温められた日本海を渡るうちに水蒸気をたっぷりとふくみ、雪雲となって日本列島に押しよせてきます。琵琶湖は日本海から太平洋へぬける雪雲の通り道にあたるため、湖国の冬は雪国になるのです。雪はとけると川水や地下水になり、琵琶湖をうるおします。雪解け水は、琵琶湖・淀川流域の冬の渇水期の水資源として重要です。

また、雪解け水は「多量の酸素をふくんでいるので、酸素欠乏になりがちな北湖深層水に酸素を供給している可能性が高い」ことを奥田節夫教授(岡山理科大)が指摘してから、琵琶湖の水質改善にも役立つものと注目されています。というのは、富栄養化の進行する琵琶湖では、深層水の溶存酸素濃度が年々減少しており、底層付近が無酸素状態になると、湖底の堆積物からアンモニア、リン、硫化水素などが溶出し、水質悪化がさらに進むので、無酸素化をくいとめることが重要な課題になっているからです。

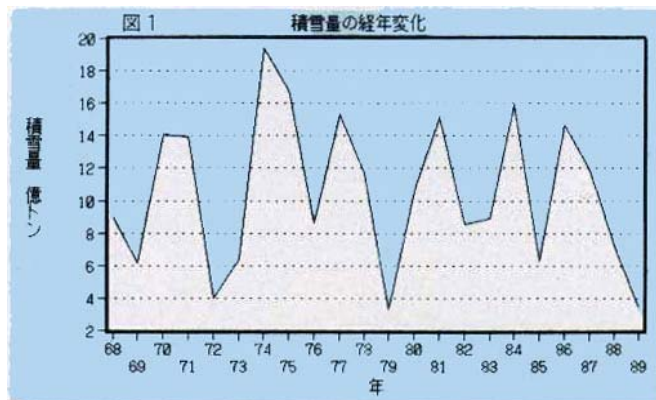


図1

水資源への役割

琵琶湖の水量がふえるのは、雪解け・梅雨・台風のとときです。琵琶湖の雪解け水は、水量としては梅雨期、台風期の雨よりも少ないのですが、年々の変動が少なく安定しているため、かなりの雪解け水が毎年期待できるといわれてきました。はたして、湖国の積雪の変動からみた水資源への役割はどうでしょうか。

最近の積雪資料(図1)から、1979年の3億トンから74年の19億トンまで大きく変化したこと、1974、75、77、81、84、86年のような雪の多い年とその間の雪の少ない年が数年ごとに現れたことがわかります。

琵琶湖の積雪量は、川水や地下水による年平均流入量の7~43%に相当し、日本海側の各地よりも大きく変動します。とくに1972、79、89年が雪の少ない冬だったのは、琵琶湖では暖冬になると雪が雨としてふるため、積雪量が著しく少なくなるからです。

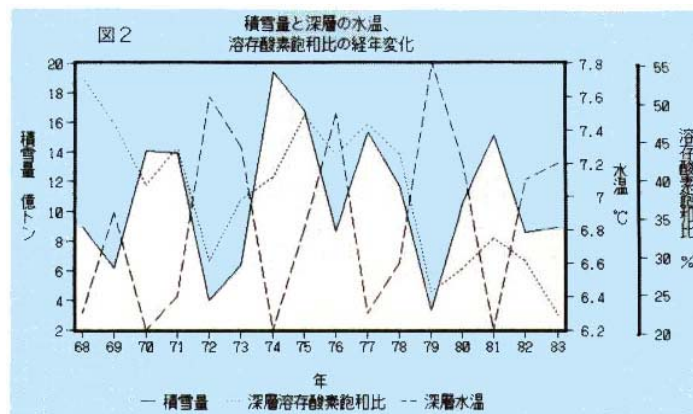


図2

琵琶湖は日本の積雪地帯の南限にあたるため気候変動の影響を強くうけ、積雪量は年々大きく変動しますので、水資源の有効利用にあたり注意する必要があります。

深層水の溶存酸素濃度・水温への影響

滋賀県水産試験場の深層水の年最低溶存酸素飽和比(飽和濃度に対する比)と水温の資料に積雪量変動のデータ(図2)を重ねあわせてみると、富栄養化現象による年最低溶存酸素飽和比の低下がつづくなかで、積雪量が少ない年(72年や79年)は深層水温の上昇と溶存酸素飽和比の低下が、逆に積雪量が多い年は深層水温の低下と溶存酸素飽和比の増大傾向があらわれ、雪の多い年と少ない年の深層水温には2°C程度の差ができます。これは、多量の雪解け水が河口に達すると、雪解け水は湖水より低温のため密度が大きいので、湖底に向かって潜りこみ、深層水と混合するからです。したがって、雪の多い年は、深層水温の低下によって有機物の分解速度が抑制されるため、溶存酸素濃

度の維持に、さらに多量の雪解け水によって酸素が供給され、琵琶湖深水層水の溶存濃度の増加に役立ちます。

冬の水鳥の分布わかる

— 近年の変化を確認

昨年11～12月と今年1月に、近畿野外鳥類研究会(須川恒代表)に委託して越冬期の琵琶湖の水鳥の分布を調査した(昨年度プロジェクト研究)。

ガンカモ科のホシハジロ・キンクロハジロ・ヒドリガモ・マガモの4種が多く、全個体数の6割を占めた。70年代や80年代初めにはわずかしかなかったカワウ・コハクチョウ・オカヨシガモ・オオバンがそれぞれ数百～数千羽確認され、近年これらの種類が増加していることがわかった。湖北の尾上～長浜と湖西の今津～鶴川河口で水鳥の密度が高く、また一般に湖岸から100mまでの範囲に多く分布していた。今後は、このような分布状況と湖岸の状況との関係や、水鳥が各種の沿岸域をどのように利用しているかを明らかにしていく。



湖岸に集まった水鳥(尾上)

赤潮・アオコ情報

1989年の赤潮第1号は、5月10日、南湖の志那沖で発生した。発生時期は、昨年より9日遅く、その後、北湖で4回発生した。昨年は南湖での発生が多かったが、今年は発生場所に関しては例年のパターンに戻ったようだ。

また、アオコは、9月4日大津市におの浜・御殿浜で第1号が発生した。発生時期は昨年より13日遅く、10月になっても矢橋沖水路(草津市)で発生が見られた。発生時期がおそく、発生回数が少なかったのは、例年に比べて秋の水温が低く、雨が多かったからであろう。

滋賀県のホテルは健在?

琵琶湖研究所のプロジェクト研究「参加型調査方法による身近な地域環境の研究」では、この夏、「水と文化研究会」(代表高谷好—京都大学教授)に委託して、県下のホテル生息調査を行った。調査参加者は環境教育実践校の小・中学生や地域住民計510人、地点数は520ヶ所。ホテルがいそうな水辺の状況を観察し、観察結果を「ホテルカレンダー」として記入して、郵便やパソコン通信で報告し合った。約85%の地点で少なくとも1匹以上のホテルが確認され、中には1ヶ所で100匹以上というところもあった。このホテル調査は3年計画で、来年はもっと多くの方に参加していただけるよう工夫する予定。



観察結果をパソコン通信で報告
(マキノ北小学校)

アユの大量死

7月初旬、北湖で大量のアユが死んだ。被害はおよそ20トン、400万匹ともいわれている。彦根沖、姉川河口から高月町、今津沖にかけての一带で、死んだアユが帯状となって砂浜に打ち上げられたり、水のよどむところにはたくさんのアユの死体が流れ着いたりした。



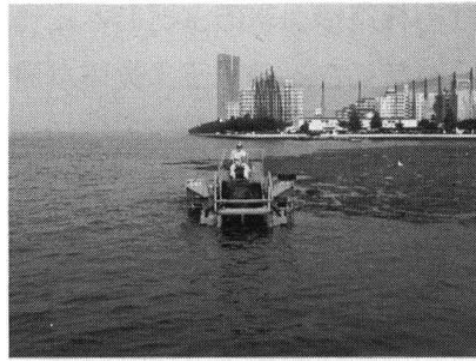
(姉川河口近く)

県水産試験場の調べによると、死因は「養魚池などで発生しやすいビブリオ菌によるもので、これに感染すると、体表に線状、V字状あるいは斑状の出血をし、2～3日で死亡する」とのこと。しかし、どうしてビブリオ菌がこれほどひろがったのか、その原因はまだわかっていない。

水草大発生

7月中旬、大量の水草が大津市をはじめ各地の湖岸に流れ着き、瀬田川へも流下していった。湖面には、水草の島がいくつも出現し、観光船が運休するというハプニングも引き起こした。近年でも、最大級の水草発生だった。

この水草は、1960年頃琵琶湖に侵入し、今では琵琶湖全域ではびこっている外来種のコカナダモであった。昨年は梅雨明けが遅く天候不順のため、コカナダモの伸びがわるく、流れ藻にならずに湖底に残ったまま年を越し、それが今年の大発生につながった。この夏はこれだけ流出したので、たぶん来年はこんなに多くの発生は見られないだろう。



水草刈り取り作業(大津市打出浜)

秋雨前線の大雨で危険水位突破

9月はじめ日本上空に秋雨前線が停滞し、低気圧が前線上を東進したため、前線活動が活発になり、県内各地は豪雨になった。日雨量は北小松の154mmをはじめ県内各地で100mmを越え、大津市や草津市などで家屋の浸水被害が、土山町や水口町などの道路でがけ崩れが発生したほか、河川では、大津市の高橋川や国分川の護岸が削られた。琵琶湖の水位はプラス52cmとなり、今年初めて「危険水位」のプラス50cmを突破し、新旭町では琵琶湖に通じる水路から出水する恐れがでたため、湖岸堤の樋門を閉めるとともに、瀬田川流堰のゲートを開いた。今年は台風の襲来回数も多く、豪雨が頻発した。



ゲートを全開して放流(瀬田洗堰)
(写真提供:琵琶湖工事事務所)

琵琶湖フォーラム開かれる



琵琶湖フォーラム

10月13日から18日まで、ソ連、モンゴル、アメリカ、そして日本の文学者、科学者が大津市に集まりフォーラムが開かれた。テーマは「環境と文学」。異色のとり合わせである。

このフォーラムは、ソ連の作家ラスプーチン氏がはじめたバイカル湖の環境保全運動、すなわち、「バイカル運動」が発端になっている。水と人間との関係を中心に、自然科学からだけでなく、文学や住民運動の立場からも環境問題をみていこうという趣旨で発足したものである。

今回が3回目で、自然環境の破壊に対して人間は何をなすべきか、文学は何をなすのかを問うものとなった。また、あまり知られていないソ連の湖沼の深刻な環境問題が報告されたり、日本の環境を良くすることが、逆に第3世界の環境破壊を招くのではという指摘がなされるなど活発な議論が交わされた。なお、第4回は明年にモンゴルで開催される予定だ。

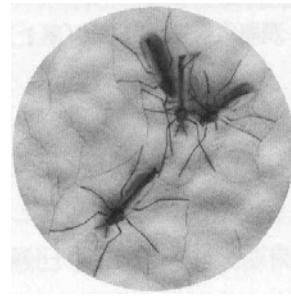
琵琶湖のユスリカ事情

今年の11月も例年のように、アカムシユスリカが大発生した。夜、明かりにさそわれて家の中に侵入してきたり、洗濯物に付いたり、結構おじやま虫になっている。

現在、琵琶湖で記録されているユスリカは約70種あり、最近報告さ

れた新種もいくつかある。そのうちよく見かけるのがアカムシユスリカ（11月）と、オオユスリカ（5月、9月）。かれらは一生の大部分を幼虫として泥の中で生活し、羽化後約1週間で、短い一生を終える。

きられ者のユスリカだが、幼虫の間は泥の中の有機物を食べ、浄化に一役かっている。琵琶湖の富栄養化とともに今後も増えつづけると考えられる。そろそろユスリカとの共存策を考えてもよいのではという声もちらほら。



アカムシユスリカ

環境汚染権を売買する- エコ・ライトによる温暖化防止の提案

上智大学 岩田規久男氏に聞く

地球の温暖化を防ぐために、二酸化炭素などの温室効果ガスの排出を抑制する必要があると言われてようになりました。岩田規久男氏のグループは、それを効果的に実現するために、地球規模で温室効果がガスの排出権(エコ・ライト)を流通させる制度を提案されています¹⁾。岩田氏はかねて、海浜や湖岸の乱開発を抑制するための手段として開発権を売買する制度を提唱されており、エコ・ライト制度もそれと同種のものであります。そこで、このような市場的制度を利用した環境規制がこれからの環境問題にどういう意味をもつのか、うかがってみました。

効果的なエコ・ライト制度

〈温室効果ガスのうちCO₂に限定すると、この制度の基本的な考え方は、次のような式に従って

$$\text{CO}_2\text{排出許可総量} = \text{CO}_2\text{排出抑制水準} - \text{非経済的CO}_2\text{排出量} + \text{CO}_2\text{吸収量}$$

算出された「排出許可総量」に等しいエコ・ライトを発行し、CO₂を出す経済活動を行う者には市場でエコ・ライトを賃借することを義務づけ、そして、式の中の「CO₂排出抑制水準」・「非経済的CO₂排出量」・「CO₂吸収量」は科学的知見によって決めるというものです。このような制度を提案されたねらいは何ですか。〉

環境政策には大別して直接規制と経済的手段があります。直接規制というのは、例えばどの国も一律10%削減するというものですが、これは効率性の点から言ってまずい。それに、10%削減を達成してしまうと、そこからさき進まないわけです。エコ・ライト制度のような経済的手段だと、CO₂をあまり出さずに生産できる技術をもった企業に生産が集中していくという形で、経済的犠牲が最も少なくCO₂削減という目標が達成される。それから、技術を進めれば進めるほどエコ・ライトが節約できるという意味で経済的インセンティブ(刺激)が働くわけです。経済的手段には、CO₂の排出に対して税をかける課徴金制度というものがあるのですが、その場合は、CO₂のもたらす社会的費用がわからないと税率が決まらないという欠点があって、社会的費用に関する情報の費用を節約するという点でエコ・ライト制度がすぐれています。ただし、この制度ではエコ・ライトの総量自体は科学的知見に基づいて決めるので、その量が最適かどうかという意味での効率性はあきらめているのです。

難しい排出の監視と分布

〈排出許可総量の定義式の中のCO₂吸収量は森林などによるCO₂吸収の総量で、非経済的排出量は例えば生物の呼吸だと言われていますが、経済活動に伴う生物の呼吸によるCO₂は抑制の対象ですか。農業・牧畜・醸造などは?〉

厳密に言えば経済活動だから抑制の対象ですね。しかしそんなに大きいんですかね。どこまで含めるかは監視する費用との兼ね合いです。

〈経済活動というのは生産ばかりでなく消費も含むわけですね。消費生活から出るCO₂をどうやって監視しますか。〉

消費者段階では難しいから、例えば石油ストーブを売る業者またはつくる業者がエコ・ライトを保有していなければならないようにします。消費税のようにエコ・ライト賃借料を上乗せして売るわけです。あるいは、自動車の場合、同じガソリンでもCO₂の排出量が違うわけですね。ですから、何か専門の機関が、この自動車はエコ・ライト何単位必要だという認定を与えるのです。自動車はその証明書を貼ってガソリンスタンドに行く。エコ・ライトはスタンドがもってるわけです。

そうした国内での監視も難しいけれど、その監視している国を監視することもまた難しいですね。何らかの国際機関が必要だと思いますが、この点はまだつめなければならない問題です。

〈実際上はいろいろ問題があるということのようですが、国内でも排出権売買制度といったものの経験のない日本から、世界的規模の問題にいきなりこうしたものを提案していく理由は何ですか。〉

まさにその点問題があるわけで、僕は前に琵琶湖で開発権譲渡というのを報告しました²⁾が、あれは小規模なところで使うんですね。結局その応用版で急に世界大に拡大しちゃったんで、難しいのは確かなんです。CO₂の問題は、今まで我々が抱えてきた問題の中で非常に経済的影響が大きいので、経済生活への衝撃を少なくしながらCO₂を減らしていくには、効率性をかなり重んじたものでないと難しいだろうということです。

それから、最初のコ・ライトの配分によって国家間の所得分配問題も同時に解決できるのです。エコ・ライトは各国政府と国際機関に分配されます。第1に各国の森林資源の量に応じて分け、次に人口

に応じて分けるというやり方を考えています。そうすると、中国などはエコ・ライトをたくさん所有するから、余ったエコ・ライトを賃貸して収入を得ることができます。技術的にすぐれた日本の企業に賃貸してかつそれを国内に誘致してもよい。しかし、本当に人口割でいいかどうかはつめなければなりませんね。

森林保全へのインセンティブも

〈エコ・ライトの配分を受けた政府が自国の企業を優遇しようとして不当に安くそれを賃貸することはありませんか。〉

エコ・ライトの市場は為替の市場と同じように自由な市場にしかありません。東京エコ・ライト市場とかニューヨーク市場とかいくつかできて、市場間で裁定取引が行われ、1つの賃貸価格が成立するわけです。

〈最初の配分のうち森林資源に応じる分は植林のインセンティブという意味があるわけですね。〉

植林と保全ですね。植林したら国際機関がもっているエコ・ライトを政府を通じて民有林の所有者に与えます。植林者はそのエコ・ライトを人に賃貸して収入を得ることができるわけです。ただ、植林というのは気をつけなければならないと思うんです。確実に大きな木になるのならいいんですが、植えてもどのくらいの木になるのかという点の推定には科学的知見が要りますね。

可能性は？

〈今まで、湖岸や海浜の開発問題と、それから今度の温暖化問題、この2つにはそうしたやり方が適している特別に事情があるのですか。それとも、水質とか他の環境問題にも同様に適用できるとお考えですか。〉

特別の事情があるというわけではなくて、応用できるところからやってみようということです。先ほど言いました効率性と情報の節約という排出権市場制度の利点は、基本的にはどんな環境問題についても当てはまるとしています。

まだつめなければならない点はいっぱいある。特に世界的規模でやるという点では、開発権譲渡問題を抱えているわけです。実現可能性は、モニタリング・コストの少ない方法をいかに我々が研究して出すかという点にかかっている。ただ批判してつぶすんじゃなくて、いろいろな案を出していると考えていただいた方がいいですね。ぜひそういう点を琵琶湖のほうでも考えてください。

引用文献

- 1) 日引・森田・岩田(1989). 環境科学会誌, 2(4): 237-249.
- 2) 岩田.(1985). 琵琶湖研究所所報, 3: 15-24.



お知らせ

●所報No.7を刊行しました

今号では、「社会・人文科学の視点からみた環境問題」として、法制、地域計画、住民・地域イメージ、開発途上国の事例などを取り上げました。その他の内容としては、1988年度事業報告、文献目録、琵琶湖年表などです。B5版、99ページ



●「もっと知りたいなびわ湖」を刊行しました。

これまで発表された研究成果を、カラー写真やイラストなどを使って、親しみやすく解説した普及版ができました。内容は、「びわ湖と私たちの暮らし」、「湖の富栄養化」、「湖岸の生物とびわ湖」、「びわ湖の水はどこから」、「川を見よう」の5編からなっています。A5版、40ページ

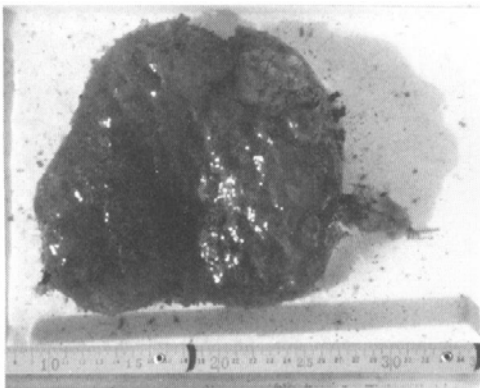


トピックス — クラゲコムシ

下の写真、一体何だかご存じでしょうか？クラゲコムシ(別名オオマリコムシ)といって、これでも分類学上、触手動物門に属する立派な動物です。11月10日、愛東町恵美須溜(えびすだめ)の岸辺で採集しました。長さが約20cm。3～4mmほどの小さな個虫がたくさん集まって一つの塊をつくっています。内部にカンテン質を分泌して、マリ状にみえます。池の石積み部分や湖底の岩などにくっついて、プランクトンなど微小生物を吸って食べています。

残念ながら、今回採集したものは、個虫がすべて死亡し、カンテン質の塊だけが残った状態でした。それがクラゲが浮かんでいるのに似ているため、この名前が付いています。

もともと北米原産の外来種ですが、1972年、山梨県の河口湖で発見されたのを皮切りに、全国に拡がりました。秋のはじめに死んで、直径1mmくらいの休芽をつくり、それが釣り人のビクなどに付いて分散していったと考えられています。滋賀県では、これが初めての記録です。まだ琵琶湖内では発見されていませんが、もし琵琶湖で見つけた方は、研究所まで連絡をお願いします。



クラゲコムシ



愛東町恵美須溜

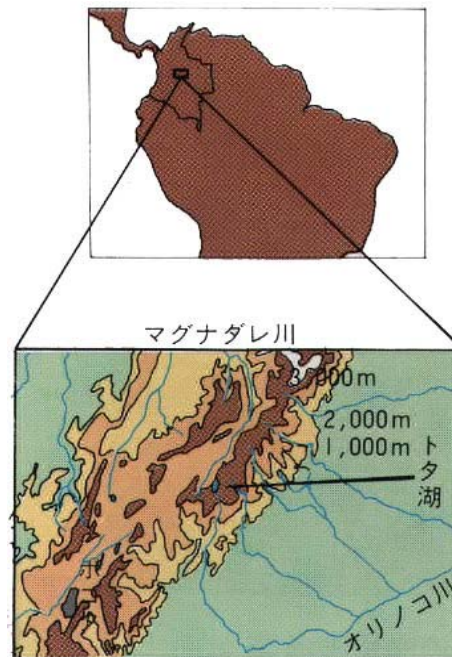
世界の湖(25) トタ湖(コロンビア)

南米大陸を縦貫するアンデス山脈は、最北のコロンビアでは3列に分かれます。そのひとつオリエンタル山脈の山腹に広がる放牧地をめぐるように、首都ボゴタから車で約4時間、3,000m級のやさしい山々に抱かれて、トタ湖があります。私は、1989年4月にJICAの派遣専門家として、ボゴタでの農業・水管理セミナーに出席した後、他の日本人研究者・技術者とともに、この湖を訪ねました。

トタ湖は、周囲47km、面積6,000haと小さな湖ですが、水面標高は海拔3,015mもあって、世界でも有数の高地の湖です。水深は平均30m(最深部61m)で、水温は平均で約11℃です。集水域(26,100ha)は3,500～3,600mの山々に囲まれていて、9,900haは山林地、他は開発利用され6,000haが農耕地となっています。湖岸の850haではタマネギ栽培がなされ、傾斜地はほとんどが放牧地となっています。

流域の降雨量は年600～900mmですが、やや大きな3つの河川などで湖に集水されます。流出河川は1つで、オリノコ川の源流の1つとなりますが、流出口には堰が設けられ、水位の高いときだけ放流されます。通常は、その対岸の取水施設からトンネルを通じて、下流のマグダレナ川水系の町に導水され、灌漑・牧畜、上水や工水(製鉄やセメント業)に利用されています。その取水量は1.5m³/s程度ですが、2.5～3.5m³/sに増加させる構想があるようです。水量は僅かですが、オリノコ川からマクダレナ川へと大きな流域変更がなされていることになります。

この高地のトタ湖でも水質をはじめ環境問題は深刻です。湖岸低地で栽培されるタマネギには、鶏糞などの有機物肥料が多量に施され、その排水負荷が問題となっていました。また、周辺傾斜地の多く(約750ha)が土壌侵食され、その影響もあって湖の富栄養化が進んでいるようです。T-Nは0.02～0.1mg/ℓ、DOは平均では7.5mg/ℓで、入江では0mg/ℓとなっているようで、湖全域でカナダモ(*Elodea*)が繁茂していました。



トタ湖(北側の岬から)

この地域の開発管理を担当する機関(CAR)は、水質浄化を目的として、様々な事業を行っています。そのひとつは、効率的な施肥技術の開発と農家指導で、生産性の向上と排水負荷の削減を目指しています。また、侵食防止工事と植林も進めています。このCARは、マスの養殖事業も行っていて、マス釣りは湖の重要な観光資源となっています。湖水の浄化を図り、利水・漁業・観光などを発展させることがCARの課題とされており、上記の事業の他に、地域活動グループや子供会を組織しての啓蒙活動も行っています。

私達一行は、コーディネーターと微生物学・土木工学・林学の研究者からなるトタ湖専門チームに案内して頂きましたが、予算が乏しく、調査研究を細々と継続するのが精一杯で、上で述べたような事業も実際はあまり進んでいないようでした。

昔、この地域の人々は、「太陽(エネルギー)と水の結合」の力を信じて、この湖の水を使い出したそうです。環境と対話を続けながら湖とつきあっていければ良いと、湖畔でおいしいニジマスを食べながら

ら思いました。

物

裕・京都大学農学部)

(渡辺紹