

1989年10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

湖の物質変動の最前線、河口域 <現在のページ>

[河口域での流入水の分散と物質の動き](#)

[私の水紀行](#) — 作家 [立松 和平](#)

[コカナダモの異常繁茂](#) — 琵琶湖研究所 [浜端 悦治](#)

[お知らせ・トピックス](#)

[世界の湖\(24\) — バルハシ湖\(ソ連カザフ共和国\)](#)

湖の物質変動の最前線、河口域



河口域における調査風景



プランクトンの培養実験

そこでは、流入した物質の混合や希釈にとどまらず、ダイナミックな変化が進行しています。

河口域での流入水の分散と物質の動き

河口域では、流入した河川水が単に混合され、拡散され、希釈されるのではなく、水域それぞれに独特で複雑な水の動きと物質の変化が進行しています。

たとえば芹川河口では

昨年度の調査結果によりますと、河口から湖心へ向けての測線上で断面平均をとった電気伝導度の平均値は、河口から200mから300mぐらいまで、一定の希釈率を示しますが、個々の観測値をみますと、河川水が鉛直的には上層を流れたり下層にもぐり込んだり、また水平的には数10mのパッチ状になって移動したりして、非常に複雑な動きをしていることがわかりました。時間的にも、風系や河川水温に対応した数時間ごとの周期的変動をしていることもわかりました。このことは、河口域を定義づけるうえで重要な意味を持っております。



河口域での調査風景

つまり、流入した河川水はすぐに湖の中へ拡散し、希釈されていくのではなく、河川水の水質を維持しながら、見かけ上、湖水と混同しているように見えるのです。そうだとしたら、水質を調べる場合には、どこの水をいつ採取したかが湖心域での調査以上に重要になってきます。もし、見かけの希釈率という量で議論するなら、あくまでも断面平均をとれる程度の密度の高い調査が必要になります。したがって、この水域における水質形成を考えるうえで重要なのは、平均値のような積分的な量が意味をもつのか、生の測定値である微分的な量が意味をもつのか、ということです。

化学的な面からの調査結果でも、この水域は、平水時に、保存される物質（比色ケイ酸、硝酸態窒素など）と増加する物質（アンモニア態窒素、リン酸態リン）があることが明らかになりました。その理由やメカニズムはよくわかりませんが、個々の河口域それぞれが、水質の面でもかなり個性的なようです。また、植物プランクトンの調査結果では、河口のところとくに現存量が多いことがわかりました。この水域の水を用いた増殖実験の結果でも、この河川水の増殖能がびわ湖水に比べてかなり高いことも明らかになりました。



湖水と河川水が会える河口域

他の河口域では

芹川の河口域には観測塔を設置して継続的な観測を続けてきましたが、さきの河川水による植物プランクトン増殖能について多くの河川水を比較したところ、河川によってこの増殖能に相当の差があります。現在、他の河口域を対象に窒素やリンの収支、植物プランクトン分布の特徴、物質の化学的な変化に大きく関わっているその水域特有の微生物とその活性について調べています。

このような個々の河口域の多様な様相をみていますと、それぞれ個々の河川に対してそれぞれに有効な選択的な管理、対応のしかたが必要なようです。

私の水紀行 — 作家 立松 和平

日本の水というのは、僕はとても良いと思います。おいしい水が多いです。僕の旅した外国で、バイカル湖のあるイルクーツクあたりを別にすれば、意外に水のよかったのはニューギニアですね。日本の水は本来とても恵まれているものだと思います。水は人間が作ることはできません。水は山の木が作るものです。山の深い森に1滴ずつ貯った水や地中にしみた水がきれいにろ過されてまた湧き出してくる。その一筋一筋の流れが寄り集まって沢になります。沢がだんだん大きな川になってその支流が集まってもっと大きな川になる、そういうのが水です。

水の力

最近、川の力が弱まったという話をたくさん聞きます。例えば、四万十川は確かに日本で一番の清流です。最後の清流と言ってもいいかもしれない。その源流は不入山(いらずやま)というところで、そのあたりはきれいな水がこんこんと湧き出している良い沢です。河口に中村という町があります。そこに漁師がいろいろな話を聞くわけですが、昔はアユがたくさんいて川に入るとアユの背中を踏まずには歩けなかったそうです。歩いているうちに何匹もアユが浮かんできたそうです。このアユも含めていろんな魚が少なくなっています。なぜ魚が少なくなったか。それは水の力が弱くなったからだと言われました。四万十川は暴れ川なんですね。年に何回かものすごく水が出て、勢いの出た水が川底の石を転がします。耕すわけです。耕して空気の通りがよくなった水の石に魚が産卵するわけです。その四万十川が暴れ川でなくなった。何年も水が出ないと言うんです。洪水は困りますけど、ある程度の力はないと、魚にとっての産卵の場所を川が作ることができないし、餌の苔もはえなくなるわけです。

どうしてそういう力がなくなったのか、いろいろな原因があるようです。ひとつは砂利採取ですね。ブルドーザーとかいろんなものが入って川床をいじりすぎた。もう一つは、源流域の山が荒れたのか大きいと言っていました。山が水を生むわけです。その山に人がいなくなって荒れ、山が水を生む力を弱めていく。これはどこの山にも起きているんじゃないでしょうか。日本の山には天然林は少ないです。人が入ってそれこそなめるように木を植えていった。人間が作った自然です。一度人工林にした後は永遠に人の手を加えていかなければいけないわけです。



農業と水

日本の川は急流で山の上から海までの距離が短いです。日本人はその自然を知っていろんな産業を作ってきました。例えば田んぼです。山から一気に流れ去ってしまうはずの水が、途中で田んぼを作ることによってそこに留まるわけですね。水で地表を張ってする農業というのは実に精緻な技術です。表土の流出も連作障害もないという高度な技術です。山から出た水が野を浸して田んぼに入ってくれ、我々を養う米になるんです。そしてその水が地中にしみ入ります。地下水は都市にとっても大きな水源になっています。人間が作った自然であるところの日本の山と都市との中間点に田んぼが成立しているんですね。

広島県の呉から音戸の瀬戸をわたったところの倉橋島から、また橋をわたったところにある鹿島というところの段々畑を見ました。その段々畑は下からみるとピラミッドのように見えます。石を築いて土が見えないんです。壮大な遺跡のような段々畑がずうっと続いている。あれは本当に感動しました。その段々畑を作ったおじいさんと話したことがあります。石垣作りに一生を費やした人です。海から石を運んで背中に担いで斜面に降りて築いていった。石がなくなったら隣の島から船で石を運んで作った。1段1段耕しつつ築いていったわけです。山頂の段々畑の石を見ると貝殻がついているんです。どんな小さな畑でも作らなくちゃいけない、そんな必然性があるって芋とか麦とかを作ってきたわけです。今は、芋や麦は買った方が安い。それでみかん畑になっています。しかしみかんも生産調整に入っています。鹿島のみかん畑も何本か木を切らなければならなかったでしょう。そのおじいさんは「もうわしで終わりじゃのう」と言います。そういう石垣はいつも手入れしないと崩れてしまうんですね。誰も手を入れなくなってやがて山に返っていくでしょう。そうした、我々日本人がやってきた営みが、どこか連続性を失って立ち迷っているように思います。

米のことは、単なる経済問題だけでなく、水の問題にも関わってくると思います。田んぼがなくなって、山の上から水が、両岸がコンクリートで固められてまわりの土と何の交渉ももたないような川を、一気に海に流れてくるような国になったら、精緻なメカニズムが壊れたら、恐ろしいことが起きるようになるんです。

なけなしの自然

日本はあちこちに良い水が湧いていてそれをたどっていく旅というのは楽しいものです。あちこちで自然が壊れてますけど、なけなしであっても壊れていない自然を見つけて、日本もまだ捨てたものじゃないと言える瞬間がうれしいですね。バイカル湖を見て感動しますが、日本で良いものを見つけたときの感動は、我々もまだまだ生きられるという確認に近い感情になります。

新幹線の三島駅からタクシーで10分もかからないところに柿田川あります。国道1号線の喧騒の端にあって信じられないんですけども、一歩はいれば深山幽谷の世界なんですね。後から後から清らかな水が歌うがごとく舞うがごとく湧き出してくる。本当にきれいで空気と水の境目がないような川です。ただこの川は、源流点で水が湧き出してからわずか1.2kmで狩野川と合流してしまう小さな川です。生き物の濃い川です。狩野川はあゆの名所です。このアユが産卵に河口に来ます。そしてたくさんのアユが河口に近い柿田川に上るんですね。水よりアユの方が多いいんじゃないかと思える場所もありました。

柿田川の水は何でそんなにきれいなのか。その水は富士山という大きなメカニズムの先端に位置していて、富士山が作る水なんです。水は必ず山が作るんです。雪が融けて、雨がしみて地中に流れます。富士山は溶岩でできていて中はスポンジのようになっているから、水がしみていくわけです。富士山全体が水に浮がぶ島のようなものですが、その地下に水のしみない岩盤があってそこを水が三島に向かって流れていく。一説によると、富士山に降った雨が百年かかって三島に到達するとも言われます。いま富士山に降った雨ではなく、地下に貯まった水が押し出されてくると考えるのです。富士山という巨大なメカニズムによって初めて生み出されてくる水です。本当に水は人が絶対に作れないということを示していると思います。この柿田川にも最近、発がん性物質が何種類か検出されました。僕の親しい友達が柿田川の自然を守る会というナショナル・トラスト運動をやっていますが、彼らが見つけました。上流付近にハイテクの工場があって、水を吸い上げて、水の力が弱まり、湧水が減ってるわけです。同時にそれらの工場が有害物質を出し、それが地中にしみて柿田川に出てくるということなんです。このなけなしの柿田川が汚れた、どうするんだと暗澹とした気分になってきます。柿田川くらい守れない国なのかという気分になってしまいます。しかし、柿田川はまだきれいです。しかも町の中に噴き出してくる水です。生活のまん中に流れ出してくる水です。これがきれいだというのは何よりです。あちこちに町の中に流れ出してくるおいしい水がたくさんあります。そういう水が我々の暮らしを作ってくれています。

(水と生活講演会(8月7日、琵琶湖研究所ホール)から収録)

'89年の夏、大量の流れ藻の発生

1989年7月中旬、特に7月17日から数日の間、大量のコカナダモが大津市の南西湖岸に流れ着きました。一つの流れ藻のかたまりは大きなものでは長さ100m以上にもおよび、北からの風によって北湖西岸付近から流れ着いたようです。こうした大量の流れ藻は北湖の最北部にあたる大浦湾や塩津湾でも見られ、南湖だけのことではありません。この1989年夏に発生した流れ藻は、近年では最大級のものと思われます。

琵琶湖での水草の分布 現況

研究所では、1986年からコカナダモやクロモに代表される沈水植物群落の分布を調べています。

その結果、外来種のコカナダモと在来種のクロモおよびセンニンモが現在の琵琶湖の主要沈水植物であること、またそれらは主に北湖北部および西岸部に分布し、特にコカナダモは主として深さ3-6mの深水域に生育することがわかりました。そして水草の分布に最も大きな影響を与えているのは、冬期の北西季節風に対する風あたりの程度だと考えられます。

琵琶湖での外来水草の異常繁茂

コカナダモは北米原産の外来種で、1961年に琵琶湖北部の海津付近で発見されたのが、日本でも最初の記録です¹⁾。その後、このコカナダモは琵琶湖内で急速に拡がり、1965年には東岸の一部の地域を除いて、琵琶湖のほぼ全域で大群落をつくりました²⁾。また琵琶湖で1969年に初めて確認された³⁾南米原産のオオカナダモもしいにふえて、1974年には南湖全域と湖北地域で繁茂⁴⁾し、南湖ではコカナダモを凌ぐまでになりました。このように、外来水草のコカナダモとオオカナダモが1970年前後のそれぞれ数年間に、琵琶湖で異常繁茂していたことが知られています。

その後水草について目だった情報はありませんので、異常繁茂と呼べるほどのものはなかったと思われます。滋賀県では1977年以来、繁茂する水草の刈り取り事業を実施していますが、その刈り取り量は1987年以降、それまでの1000-1600㎡から6000㎡以上に急速に増加しています。予算との関係もあり、その量が実際の生育量を正確に反映しているとはいえませんが、少なくとも'87年以降の増加は20年ぶりのコカナダモの異常繁茂を示していると考えてもよさそうです。

'88年は梅雨明けが遅かった

コカナダモは、春早くから成長を開始し、水温が10℃以上になると急速に成長することが知られています⁵⁾。茎の節ごとに3枚の葉を輪生状につけ、成長期は垂直に立っており、長さは2mにまで達します。夏には成長をとめ、茎は湖底に横たわりますが、その前に、茎の下部が切れて、植物体全体が浮き上がり流れ出す場合もあり、それが流れ藻と呼ばれるものとなります。琵琶湖での流れ藻は、南湖と北湖とで多少の時期のずれがあり、南湖での6月末から北湖での7月末までのほぼ1ヶ月の間におこります。流れ藻となっても植物は枯れているわけではなく、漂いながらも光合成をいとなみ、デンプンを蓄え湖底に沈み⁶⁾、常緑で冬を越します。もちろん流れ出さずに湖底に横たわっていた個体も同様です。そして各節から出た新しい芽と根は春になると急速に成長を始めます。それゆえ、前年の植物体が湖底に多く存在すればするほど、翌年のコカナダモの発生量は多くなることが予想されます。



大津市の湖岸に漂着したコカナダモ

'88年は梅雨明けが7月31日と平年に比べ14日も遅く、昭和26年の観測以来もっとも遅い梅雨明けとなりました⁷⁾。そのためコカナダモの成長は十分ではなく、私の調査地点としている塩津湾入り口の月出付近では、ほとんどが流れ藻となることなく湖底に横たわってしまいました。その他の地点でも、流れ藻の発生量はあまり多くなかったと観察しています。夏の天候不順が、流れ藻の発生量をおさえ、より多くの植物体を湖底に残したようです。これが1989年の大発生を引

水草は厄介者か

今回のように大規模な流れ藻が湖岸に打ち寄せると、船の航行に差し支えたり、分解を始めると悪臭を発したり、あるいは単純にきたないと感じさせるために、水草はとかく厄介者あつかいにされがちです。そのため一部の河川などでは、水草の除去を目的としたソウギョの放流が実験的におこなわれ始めています。

しかし、水草は本当に厄介者なのでしょうか。

水草の現存量などを概算してみましょう。水草群落の最新の面積集計はできていませんが、20年前には北湖で718.5haの水草群落があったと推定されています²⁾。ちなみに琵琶湖の湖岸線延長235kmの約半分にあたる西岸100kmに幅100mで群落があるとしたとすると、群落面積は1000haとなります。いま概算のために群落の面積を700ha、群落の構成種をコカナダモのみとし、1平方メートルあたりの乾燥重量を1kg/m²((文献2)の推定値の最大値に近い値)と仮定しますと、全乾燥重量は700ha×10000m²/ha×1kg/m²×1/1000t/kg=7000tとなります。すべての水草が1年間で枯れるとしますと、年間7000tの水草が生産され、枯死していることになります。窒素(N)、リン(P)の含有率を、それぞれ3%、0.2%²⁾としますと、N、Pの水草に含まれる総量はそれぞれ210t、14tとなります。現在、1年間に河川から琵琶湖に流入するN、Pの総量は約5400t、700tと推定されています⁸⁾ので、水草はそれらの約4%(N)、2%(P)にあたる量を吸収していることになります(ただし分布面積や面積あたりの乾燥重量にいずれも最大値に近い数字を用いていますので、これらの値は過大評価になっている可能性は十分にあります)。しかし水草は水深の比較的浅い湖岸付近に生育していますし、水道水の取水をはじめ、人間が湖に最も多く接する地点が湖岸域であることを考えますと、湖岸付近での上記のN、Pの吸収量は小さな値とは決していえないでしょう。

水草は栄養塩を吸収し、植物体に濃縮するのみならず、特にコカナダモは十分成長すると自動的に湖底から離れ湖面に浮かび上がって来てくれます。しかもその時期はその後の台風などがなかったなら、ほぼ7月の1ヶ月に限られ、漂着場所もかなり限定されています。湖からの栄養塩の取り出しという面からすると、これほど有用な生物材料はないと思われます。流れ藻の除去は、単なる厄介者の取り除きではなく、琵琶湖からの栄養塩の除去として積極的に評価すべきではないでしょうか。今年は数ヶ所で浮き桟橋を設け、重機を用いて流れ藻が引き上げられたようですが、たとえば琵琶湖大橋付近の西岸部や塩津湾入口の片山付近などに藻刈り専用の桟橋などを設置し、より効率的、経常的なコカナダモの持ち出しなどを、そろそろ考えてもよい時期にきているのではないのでしょうか。

引用文献

- 1)生嶋功・蒲谷肇.1965.植物研究雑誌,40(2):57-64.
- 2)生嶋功.1966.びわ湖生物資源調査団中間報告.
- 3)Miura,T.1980.An introduction to limnology of Lake Biwa.
- 4)永井かな.1975.琵琶湖水生植物実態調査報告書.
- 5)Kunii,H.1982.Jap.J.Ecol.,32:111-112.
- 6)Kunii,H.1984.Bot.Mag.Tokyo,97:287-295.
- 7)彦根地方気象台.1988.滋賀県気象年報.
- 8)國松孝男.1988.琵琶湖研究-集水域から湖水まで-.

お知らせ & トピックス

お知らせ

— 海外出張の動向(89年度上期)

●国際協力事業団のペナン廃棄物処理計画調査

中村専門研究員は、6月27日～7月4日までマレーシアのペナンで建設中の廃棄物処理場を調査しました。

●第24回国際応用陸水学会

8月13～8月19日まで西ドイツで医学会が開催され、次の発表をおこないました。

1) 日本における淡水湖沼の栄養段階(倉田総括研究員)

2) 琵琶湖砂浜の微生物活性(中島専門研究員)

3) 河川における有機物と細菌の分布(同上)

4) 湖沼における上下混合と酸素供給(熊谷主任研究員)

●チャド湖流域湖沼管理トレーニングコース

8月29日～9月11日までソ連で開催された国際湖沼環境委員会(ILEC)の同コースにおいて、倉田総括研究員は講師をつとめました。



トピックス — アユの大量死



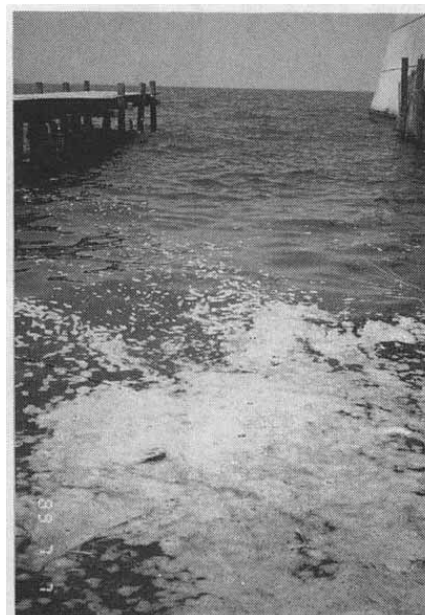
(写真1)びわ湖では何が起こったのだろう
(姉川河口近く)

今年の7月初旬、北湖で大量のアユが死にました。湖岸には多くのアユが打ち上げられ、被害はおおよそ20トン、400万匹ともいわれています。

アユが大量死したのは、彦根沖、姉川河口から高月町、今津沖にかけての一带です。湖岸には、打ち上げられたアユがすじ状になって延々とつづいていました。ほとんどのアユは、背びれ近くや腹などに赤い斑点が出ており、直接の死因は病死と思われる(写真1)。

県水産試験場の調べによると、「大量死の原因は、養殖池などで発生しやすい、ビブリオ菌(ビブリオ・アンギユラルム)によるもので、これに感染したアユは、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」とのことです。伝染性の皮膚病の一種で、知内川の漁師さんは、「とったアユをいけすに入れてても、一匹病気のアユがいると次々感染してしまう」とこぼしています。びわ湖では初めての大規模発生ですが、なぜビブリオ菌がこれほど出現するようになったか、その原因はまだわかっていません。

アユの大量死があつて数日した7月7日、大量のアワが南湖に姿を見せました(写真2)。これは、微生物などが集合してできたアワです。高いところから見ると、スジ状になったアワが次々と瀬田川を目指して流れてくるのが確認されました。これほど大量のアワは珍しい現象ですが、その原因やアユの大量死との関係は、まだわかっていません。



(写真2)このアワはどこで生れたのか
(大津市膳所)

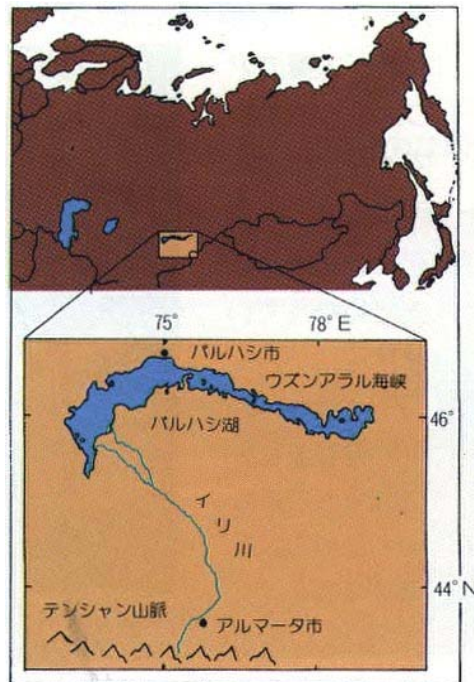
(アユ大量死のビデオ記録もあります。ご覧になりたい方は広報室まで。)

世界の湖(24)－バルハシ湖(ソ連カザフ共和国)

万年雪をたたえ、白い屏風(びょうぶ)にも似たテンジャン山脈をあとにして、アルマータから飛行機で約1時間、砂漠のなかにバルハシ湖が浮かび上がってきます。地上に降り立つと見渡す限り平原が続き、そこに湖が存在することすら不思議に思えてきます。

1989年6月、アジア・アフリカ作家会議の一行とともにこの湖を訪れました。外国人研究者の来訪は戦後はじめてのことで、バルハシ市民の熱狂的な歓迎を受け、かれらの環境問題に対する関心の高さにあらためて驚かされました。

バルハシ湖はソ連カザフ共和国の東南部に位置し、表面積は四国ほどで、水深は最深部でも26mしかありません。テンジャン山脈の雪解け水がイリ川などの7つの河川によって流入しますが、流出する河川は一つもなく、いわゆる閉塞湖です。ウズンアラル海峡を境として、湖の西部は淡水、東部は塩水という、とても珍しい湖です。



この湖のかかえている環境問題は深刻です。我々が参加したバルハシ市の環境会議の報告によると、近年発電所建設のために作られたダムと河川の水を砂漠の灌漑(かんがい)に用いることによって、湖へ流入する水量が激減し、湖の水位が低下し続けているそうです。ゴルバチョフ書記長のペレストロイカ提唱以降、市民の運動によってようやく水位の低下に歯止めをかけられそうだとのことですが、それで問題がすべて解決するわけではありません。砂漠の灌漑農法によって使用される多量の化学肥料や農薬は濃縮され湖へ流入してきます。さらにバルハシ市には銅の精錬工場があり、その工場排水による水質汚染なども市民の大きな関心事です。またこの湖はコイなど年間1万トン以上の漁業生産がありますが、水位低下と水質汚染の影響を受け、毎年減少してきているとのことでした。このようにバルハシ湖は水利用計画の根本的見直しをせまられているのが現状です。基本的には砂漠におけるむりな灌漑農法に大きな疑問が投げかけられているといえるかもしれません。



バルハシ市を望む 煙突は銅の精錬工場

同じような問題は中央アジアの他の湖にもみられます。たとえば、過度の灌漑によってアラル海の水位は60年代から低下しはじめ、湖の面積はそれまでの半分以下になってしまったとのこと。会議の席上、このような大きな社会問題がなぜもっと議論されないのかという我々の素朴な質問に対して、グラスノスチ(情報公開)はまだ始まったばかりだという返事が返ってきました。そしてソ連の環境問題をもっと多くの人々に知ってもらい、科学者や文学者をはじめとする多くの人々の間で意見交換の機会を持ちたいというのが最終的に得られた結論でした。

湖の上空を人工衛星が飛び交い、数mの精度で地上で起きている事象を把握できるような時代になっても、現地に出向き、人と人、心と心で交流する意義はますます深まりつつあります。ともに文化を謳歌しあう交流も必要ですが、苦しみを分かちあうことも、一面で真の国際交流ではないでしょうか。

(前田 広人)