

1985年4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

- 地域環境研究の方法
- [特集・琵琶湖水位の長期変動](#)
- [琵琶湖の水位回復](#)
- [世界の湖8 子チカカ湖\(ペルー・ボリビア\)](#)
- [研究サロン](#)

[地域環境研究の方法]

なにを目的として？

琵琶湖は集水域の人びとの活動をあらわす鏡である、と私たちは常づね考えています。集水域におりたつた水はその流れる途上でさまざまな人の活動に取り込まれ、放出され、また取り込まれという旅をへて、琵琶湖に到達するわけです。

そのような水の旅と人びとのかかわりあいがある過去どのようであったのか、現在どうなっているのか、そして将来どのようになっているのか。このような問題をめぐって、立場の異なる人びとがお互いに意見をだしあい、議論しあうための基礎的な方法を開発し、提供することがこのプロジェクトの目的です。

私たちが主に関心を寄せているのは琵琶湖であり、水ですが、その周辺にひろがる、大気や、土地や、人びとの社会活動など、総体としての地域環境を考えています。水や、琵琶湖の問題は単に直接それだけを見たのでは、その本質が見極められないと考えるからです。

なぜ今、地球環境なのか

ではなぜ、今、地球環境をさまざまな人々が議論し、考えるような方法の開発が必要なのでしょう。

現代の私たちの生活や職業は、個別の事柄が複雑にむずかしくなっているのです。たとえ、科学者同士であっても、専門分野がちがうと、議論がかみあわないということがしばしばみられます。また住民にとっては、生活のための素材や、組織はますます自分たちの目の届かないところになっています。

たとえば、生活用水の例をあげてみましょう。中年以上の人であるなら自分が子供時代にどのようにして生活の水をえて、それをどのように処理していたか、目にみえて思い起こせることでしょう。「水を汚すと神さまのバチがあたる」というおばあちゃんの表情を具体的に思い起こせる方も少なくないでしょう。くらしのなかの水の流れや水を使うための約束ごとが子供の目にさえ、みえていたわけです。身近な家族や共同体組織などが環境とかかわるための約束ごとを守る社会的母体となり、それを維持管理してきたわけです。

ところが、技術がすすみ、社会が大規模化するに従い水の流れは直接に人にはふれにくくなっています。上水道が整備され、蛇口ひとつひねれば水が出、下水道がつくられ、レバーひとつ押せば、し尿は水に流されどこかへ運ばれていく。このような技術や、公共サービスに支えられたくらしは、私たちの積年の願いでもありました。豊かなくらしの象徴とも考えられてきました。しかし、その過程で、水や物質などの生活の実体、あるいは中身ともいえる物ごとへの関心を失い、同時にそれらを公共的な行政サービスにゆだねてしまいました。

一方、行政にとっては、ますます複雑化する組織、技術体系のなかで、本来、直接そのサービスの対象であるべき住民の顔や住民のニーズがみえにくくなっております。

このような社会変化を追ってくと、明らかに、そこには、失われた環(ミッシングリング)があることに気づきます。このようなミッシングリングをつなぐという事は、たいへん大きな課題で、極端にいったら、現代社会が抱えている根本的問題ともいえましょう。従って、このプロジェクトで何か大きな解決ができるとは考えていません。せめてそのための糸口を整えられたらと願っています。

ミッシングリングをつなぐための方法

そのためには、どのような人びと(集団や社会組織)にどのような材料を、どのような方法で提供する事が必要であるかを考えねばなりません。対象としては行政者、科学者、住民、事業家という人びとを考えています。その材料は、琵琶湖や環境の問題を自分たちの問題をして考えていただけるようなものでなければなりません。短期間で、わかりやすく理解してもらうものであることがまず必要です。だれもがいつも水や琵琶湖のことを考えているわけではありません。おおくの人にとっては生活形態のなかのほんの一部をしめているにすぎないでしょう。そのようななかで、人びとが関心を示し、問題の本質を理解し、行動の手がかりとしていただけるような情報とは何なのか、またそれをどのように提供したらよいのか、その方法を工夫しなければなりません。

私たちはそのための方法を三点考えています。まず第一は、情報提供は、数字の羅列ではなく、地図や、グラフや図表など目でみてわかりやすいものにするということです。第二点目は地域行政や生活にとってみじかな情報を、できるだけ、生活者の”身の丈ほどの領域”について集め、整理するということです。第三点目は、考え方の経過が理解出来るようなプロセスをいかした情報処理をおこなうということです。たとえば、水質計画をたてるモデルなども、結果だけでなく、プロセスまで表示し、専門外の人びとにも議論に参加してもらえようシステムをつくることです。

これまで、きめ細かな情報を整理するためにはおおくの労力を必要とし、なかなか、短期間に大量のデータを扱うことができませんでした。しかし、今日のコンピュータ技術の発達によってきめ細かな資料を、短期間に扱うことが可能となっています。たとえば、人口や産業活動の様子を地図情報として整理することも、これまでは、せいぜい市町村を単位としてきました。しかし、私たちの生活感覚からみれば、市町村よりも小さな単位である、学区や、町丁大字という小地域別に地図が出来れば、地域状況の理解やさまざまな計画に有効でしょう。これらのデータを河川別に編成し直せば、水の流れや水質と生活や産業活動との関連を考える素材ともなります。モデルづくりも、コンピュータにいったんデータを格納しておけば、町丁大字別や河川別など、その時どきのニーズに応じて簡単に組みかえができます。

しかもこれらの情報処理は大型コンピュータだけでなく、パソコンなどの普及型の機械で処理されるならば、学校教育や市町村行政、住民の会合などにも直接使うことができます。

昭和58年度は琵琶湖集水域の社会、自然環境データの収集をおこない、その整理のためのコンピュータ処理の基礎プログラムの開発にあたりました。59年、60年度には、方法開発をさらにおしすすめながら、具体的にさまざまな人びとに試験的に利用していただき、内容の充実を図っていく計画です。

湖岸システムの機能とその評価に関する総合研究

琵琶湖とその集水域についてこれまで行われてきた研究をふりかえってみますと、湖の中で起こっている現象やその機構についてのものと、周辺の山地から平野部にまでいたる陸上部分の生体や社会現象の解析についてのものが比較的多く、湖から陸上へ移行する接点としての湖岸地域を扱ったものは非常に少ないようです。たとえば、湖岸をコンクリート化することは自然浄化機能をそこなうのでよくないことが最近になってよく指摘されるようになりました。しかし、浄化機能についてコンクリート湖岸と砂浜湖岸と比較するにも、その根拠となるべき数値、基礎データは現在ほとんどない状況です。

一般に、陸上から琵琶湖へ栄養塩が流入する間際の水域一帯は、湖中に比べて非常に物質の変動が激しく、また不均一な水域です。それは、湖岸地域ではその地形や植生のなり立ちが非常に複雑で、水草帯あり、砂浜あり、ヨシ帯あり、岩石帯ありと様々な要素が複合されていることによります。琵琶湖では、さらに、周囲に内湖と呼ばれる水域(右図)がたくさんあって、湖岸域に水質のう



パソコンを用いた地域環境データの表示

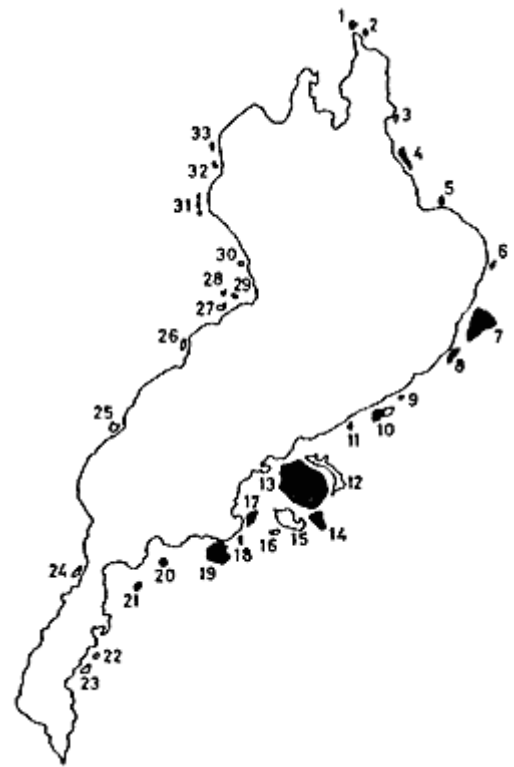
えでも、生物のかかわりの点でも、また地形や景観のうえでも、非常に大きな影響を及ぼしております。また、内湖では、たとえば、淡水真珠養殖やヨシズ産業が行われている場合もあって内湖自体が琵琶湖とは違った水域を構成しております。

琵琶湖では、現在、自然湖岸は湖岸線の半分くらいしかなく、とくに南湖ではのべ4kmくらいを残すだけとなっています。この湖岸線をそのタイプによって分けると、(1)湖北の岩石湖岸、(2)湖東、湖西の砂浜湖岸、(3)湖東のヨシ帯湖岸、(4)南湖大津市のコンクリート人工湖岸、の4つに大きく類型化できるようです。このような湖岸の各タイプをもれなく各分野から研究するのが理想的ですが、このプロジェクトでは、自然の浄化作用が最近注目されながらまだ方法が開発されていない砂浜岩石湖岸の実体とその自然がもつ機能、などについて明らかにすることに重点をおいて進めております。また、自然科学的な現象の解明だけにとどまることのないよう、これら湖岸域に住む人々の湖を汚さないための様々な歴史的工夫、水利用の実態についてもまとめようとしています。

まず、初めの砂浜湖岸では、北湖の10cmくらいの礫には1cm²あたり数千万の細菌が付着していて、有機物を分解しております。南湖では、その数がさらに数10倍多くなります。南湖でそれ多くの細菌がいてもまだ分解しきれずに有機物がたまるのは、如何に有機物負荷が多いかを物語るものです。南湖の西岸で調査したところ、湖岸には、平均しますと1m²あたり240gから1kg少しのゴミや水草などの有機物が毎日吹き寄せられていました。砂浜や礫湖岸では、細菌のほか、繊毛虫や輪虫、藻類も予想外に多く、水の中よりむしろ活発に微少な生物の活動が行われているようです。

次に比較的水深が浅く、水草がよく生い繁った水域からヨシ帯にかけては、窒素やリンの栄養塩の濃度の変動が大きいですが、春に高い傾向がみられます。ヨシには微細な藻類が密度高く多量に付着していて、そのクロロフィル量は1m²あたり4~15mgにも達します。主なものはコッコネイスというケイ藻です。また、オオカナダモの毎月の伸長は2.4cm、コカナダモは1.0cmくらいです。水草帯、ヨシ帯につづく内湖は、陸上から流入する汚水が一時滞留して、天然の浄化槽としての機能をもっているようで、1年間にわたって毎週、流入する水と流出する水のすべてを細かく調べますと、窒素およびリンの栄養塩が非常に効率よく除かれていました。西ノ湖に例をとりますと、窒素は1日あたり231kg、リンは14.2kgもこの内湖に残留し、琵琶湖へ流出する水はそれだけ浄化されていたこととなります。内湖中に残った窒素やリンは、植物プランクトンによって利用されるほか、水草やヨシに吸収されますが、ヨシは冬に刈り取られて除かれます。

最後に、湖岸に住む人々の水利用の仕方は、昭和30年代に水道がついてから劇的な変化をしました。それまで流入河川水や湖水が飲用水から洗たく、風呂水にまで使われ、積極的に地域で水を守る対応がなされてきましたが、水源が安定化し公共化するとともに、そのようなしきたりも人々の手をはなれてしまったようです。



琵琶湖周辺の内湖(干拓(黒く塗りつぶされた部分)されたものを含む)

[特集・琵琶湖水位の長期変動]

奈良大学 吉越 昭久

1.琵琶湖の水位

琵琶湖の水位は、湖に入ってくる水の量と、湖から出ていく水の量とによって決まります。湖に入ってくる水としては、河川流入量・地下水流入量・湖面への降水量があります。一方、湖から出ていく水には瀬田川洗堰の流量・琵琶湖疏水(第一・第二)の取水量・宇治発電所の取水量・地下水流量・湖面からの蒸発量などがあります。入る水の方が出る水より多ければ、琵琶湖の水位は上昇しますし、その逆ならば下降します。従って、水位は、水の収入・支出を計算する水収支(waterbalance)によって求めることができ、これまで筆者をはじめ、何人かの人々が検討を加えてきました。琵琶湖の水収支については、別の機会に述べようと思いますが、この検討は、流域を単位とした水の循環や賦存を考える上で極めて重要なことだと思われま

す。ところで、琵琶湖の水位は瀬田唐橋の脇に設けられている建設省の鳥居川水位観測所の0m(大阪湾の干潮位から85.614m上がったところ)を基準としています。滋賀県庁前の電光掲示板には、鳥居川地点の朝6時の琵琶湖水位が表示されますので、御存知の方も多いかと思います。一般には、このように鳥居川地点の水位で琵琶湖のそれを代表させておりましたが、厳密にいきますと問題がないわけではありません。つまりこの地点は、風の吹き寄せによって水位変動の受けやすい場所ですし、また琵琶湖には静振と呼ばれる湖面の上下動がおこることも知られております。このような理由によって、どの地点の水位を琵琶湖の水位とさせるかには難しい問題があります。しかし、ここでは鳥居川地点における朝6時の水位をもとに、話を進めていきたいと考えます。

なお、鳥居川地点には、明治7年にオランダ人技師エッセルの指導で水位観測が開始されて以来、100年を越す資料が蓄積されています。

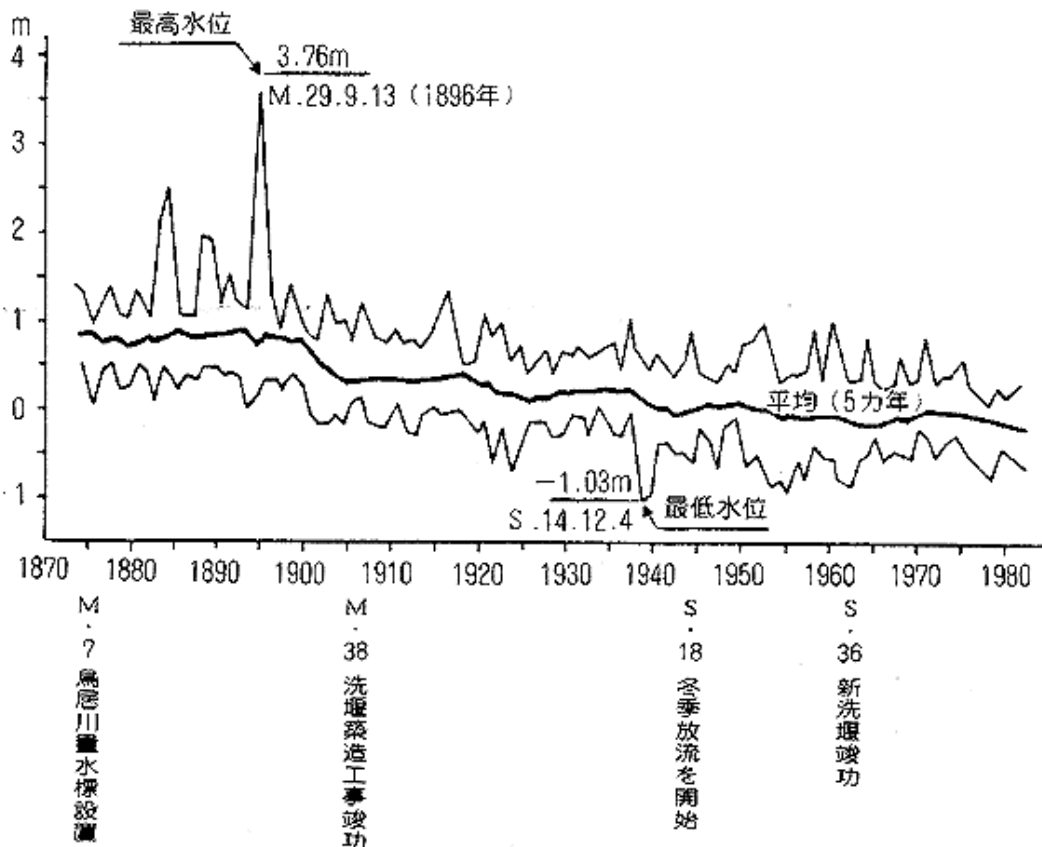


図1 琵琶湖水位の長期変動

2.琵琶湖水位の長期変動

前述の水位資料をもとにして、年の最高水位と最低水位と平均水位(5ヶ月間の移動平均)を示したのが図1です。この図をみますと、初期の頃に非常に水位が高く(明治29年9月13日がこれまでの最高水位で3.76m)、近年においてはそう高い水位はみられず、むしろ低い水位(昭和14年12月4日がこれまでの最低水位でマイナス1.03m)の方が目立ってくるのが認められます。また、平均水位をみても、年々低下の傾向にあるといえるでしょう。琵琶湖の年平均水位は、およそ年に5mmくらいの割合で低下しているとみなせます。

しかし、ここにも注意しておかなければならない問題が存在します。つまり、琵琶湖を含む地域における地盤の上昇・下降や、琵琶湖の湖底の土砂浸食・堆積という事実を考慮にいれなければならないということです。ただし、ここでは以上の点に対する考慮をぬきに行っていることをお断りしておきます。

ところで、琵琶湖の水位は、前述のような多くの要素によって決まるのですが、もう少し分かりやすい

い方をすれば、滋賀県内への降水量の多少に極めて大きな影響を受けることになります。ところが、この降水量による水位変化の他にも琵琶湖の水位には、実に興味深い特徴があることが、今から30年も前に明らかにされました。滋賀大学の(故)森川光郎教授は、琵琶湖の水位変化から降水による影響量を差し引いた結果に、18年から20年の周期があることを示し、これを海の潮汐の周期に関連があることを指摘されました。

このように、水位の長期変動だけをとらえてみても、興味ある点が数多く存在します。そこで次に、以上の長期変動の原因についてすこしばかり検討してみましょう。

3.南郷洗堰の影響

琵琶湖における水位の長期変動を考える場合、当然降水量や、(故)森川光郎教授が指摘された周期についても触れなければなりません。ここでは話を人為的な面に限って、それも南郷洗堰の設置に伴う影響に限ってみたいと考えます。

南郷洗堰は、淀川改良工事の一環として、瀬田川の浚渫と同時に築造された水門で、明治38年に竣工しました。現在の瀬田川洗堰の上流約100mの所に、赤レンガの部分がみられますが、これが南郷洗堰の一部です。

表1は、明治時代以降における琵琶湖周辺の洪水を示した表ですが、これ以前にも実に多くの洪水がありました。それは、豪雨と瀬田川の疎通の悪さによってひこおこされたものです。明治時代の淀川改良工事では、このような問題をなくすために、瀬田川を浚渫し、南郷洗堰を設置して流量を調節したのです。もっとも、その背景には、琵琶湖疎水の引用と瀬田川の浚渫とによって、渇水時に湖面が低下しすぎることを恐れた湖岸住民を納得させるという理由もありました。また、次第に発達しつつあった水力発電事業のために安定した流量を確保する、という目的もあったことも事実です。

いずれにせよ、南郷洗堰はこのような経緯をへて設置され、以後琵琶湖の水位の調整を人為的におこなうことができるようになり、治水・利水の両面に大きな影響が出てきます。

表2は南郷洗堰設置以前と以後の水位を比較したものです。設置後においては、平均水位で48cm、最高水位の平均で72cm、最低水位の平均で63cmもの水位低下がおこったことがわかります。また、1年のうちで水位90cm以上の日数が大幅に減少したことも事実です。

次に流量という観点からみますと、浚渫などの工事をおこなったために、瀬田川の疎通力が増し低い水位でも、多量の流量を流すことが可能になりました。このことは、表1からもみられるように、洪水の減少という事実にも如実に示されております。

ところで次に、南郷洗堰設置の前後で、洪水がおこった後に琵琶湖の水位がどの位の速さで低下するかを比較してみました。まず、設置前の例として、明治18年7月4日を取りあげました。この日の水位は268cmで、この水位が100cmにまで低下するのが9月13日のこととなります。つまり、1日に2.4cmの割合で水位が低下した計算になります。また、設置後の例として大正10年9月28日(水位107cm)を取りあげ、この日から10月19日(水位50cm)まで同様の計算をすると、1日2.7cmの割合になりました。前後の比較の例は必ずしも適当ではありませんが、瀬田川の路通力の変化を示す1つの有力な事例にはなるかと思えます。

繰り返すようですが、以上みてきたことからわかるように、南郷洗堰の設置は、琵琶湖の水位に大きな影響を与えたのです。図1をもとに琵琶湖水位の長期変動の概略を述べるならば、南郷洗堰の設置を機に、洪水の被害は減少したものの、今度は水位の低下に伴っておこる問題(渇水)が、おこるようになったといえるでしょう。

年 月	鳥居川最高水位cm	洪水面積 ha
明治 元. 5	+ 330	—
3. 9	+ 250	—
8. 8	+ 136	4204.3
9. 9	+ 94	5312.9
10. 9	+ 118	2796.3
14. 7	+ 138	4474.0
17. 7	+ 212	8109.1
18. 7	+ 272	11184.8
19. 5	+ 164	—
22. 9	+ 200	10698.5
23. 5	+ 197	8662.4
25. 7	+ 164	6774.0
28. 8	+ 212	10655.0
29. 9	+ 376	16594.8
32. 10	+ 145	3692.2
36. 7	+ 147	5484.0
40. 9	+ 129	3272.8
昭和 13. 8	+ 109	—
28. 9	+ 100	—
34. 8	+ 114	5315.0
36. 7	+ 108	4569.0
40. 9	+ 92	2630.0
47. 7	+ 112	2312.0

滋賀大学湖沼研究所(1974)、建設省(1974)ほかによる。

表1 明治以降における琵琶湖周辺の洪水

期間	水位			
	平均水位 (cm)	最高水位の平均 (cm)	最低水位の平均 (cm)	水位90cm以上の 日数の平均(日)
明治7年~明治37年	75	143	32	111.4
明治38年~昭和38年	17	71	-31	3.6

表2 南郷洗堰設置前後の水位の比較

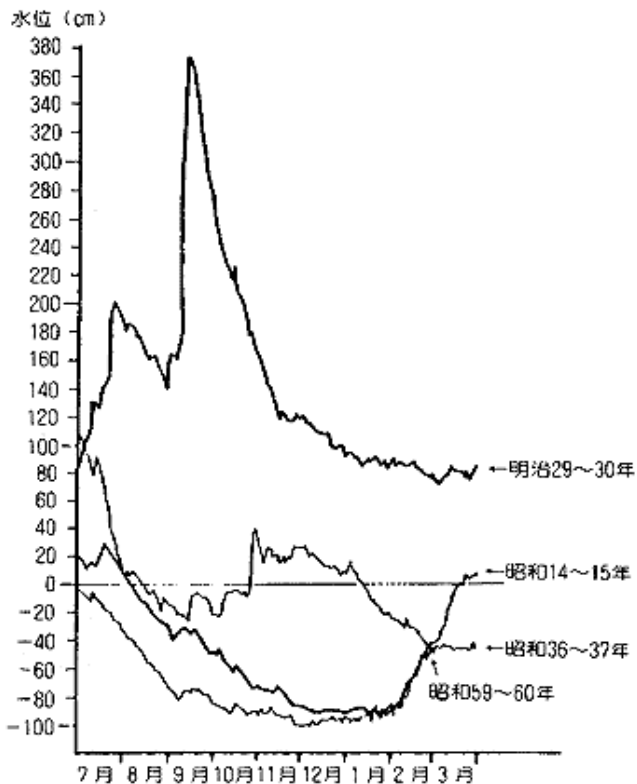


図2 琵琶湖水位変化の4割

4.琵琶湖の高水位・低水位の事例

琵琶湖では、昨年の夏以降水位低下が続き、淀川の取水制限がおこなわれるなど大きな社会問題をひきおこしましたが、1月26日のマイナス95cmを最低としてその後回復し、3月になって取水制限が緩和されました。ごく最近に限っていえば、この冬程、琵琶湖の水位が近畿地方の人々の関心を集めたことはありません。そこで、概要ではありますが、これまでの琵琶湖の高水位・低水位の事例を2例ずつとりあげ、図2を作成し、若干触れておきたいと思えます。高水位の例としましては、過去の最高水位を記録した明治29年から30年を、また最近の例として昭和36年から37年をとりあげました。低水位の例としては、過去の最低水位を記録した昭和14年から15年を、また昨年から今年における例もとりあげてみました。それぞれ期間は、7月から3月まで(昭和59年から60年については2月まで)で、朝6時における鳥居川地点の水位を示しました。明治29年から30年の場合には、9月に694mm(平均値の3.4倍)の降水があったことが直接の原因であります。他の月においても平均値をかなり上回る降水があつて、しかも瀬田川の疎通の悪さも加わって高水位が持続されました。昭和36年から37年の場合、梅雨期(例えば6月には499mmの降水量)と台風期(例えば10月には411mmの降水量)にかなりの降水をみて、高水位を示したものの、高水位がさほど長期に及びませんでした。

今度は低水位の例をみますと、昭和14年から15年と、昨年から今年の例は比較的よく似ているのですが、降水量だけをとらえてみますと、むしろ昨年から今年の場合の方が少ないのです。7月から2月までと比較しますと、昭和14年から15年の総降水量911mmに対し、昨年から今年のそれは769mmとなります。結論を出すには、さらに詳しい検討が必要ですが、このあたりにも南郷洗堰(ないしは瀬田川洗堰)の流量操作や取水制限などの効果があらわれているように思われます。

以上、琵琶湖水位の長期変動について、これまで考えたことの一部を、紹介させていただきました。

参考文献

- 森川光郎(1954)「琵琶湖水位の経年変化」滋賀大学紀要 第3号
- 拙稿(1981)「琵琶湖流域の水資源—水収支特性の解明を中心として—」「地表空間の組織」(古今書院)所収
- 拙稿(1983)「瀬田川の工事とその影響・効果について」(共同執筆)「瀬田川」(滋賀県教育委員会ほか)所収

[琵琶湖の水位回復]

昨年来つづいておりました琵琶湖の低水位は、今年に入っても回復せず、1月26日には-95cmと観測史上2番目という低水位を記録いたしました。このため取水制限などにより下流府県での水不足が大きな社会問題となり市民の関心をよびました。

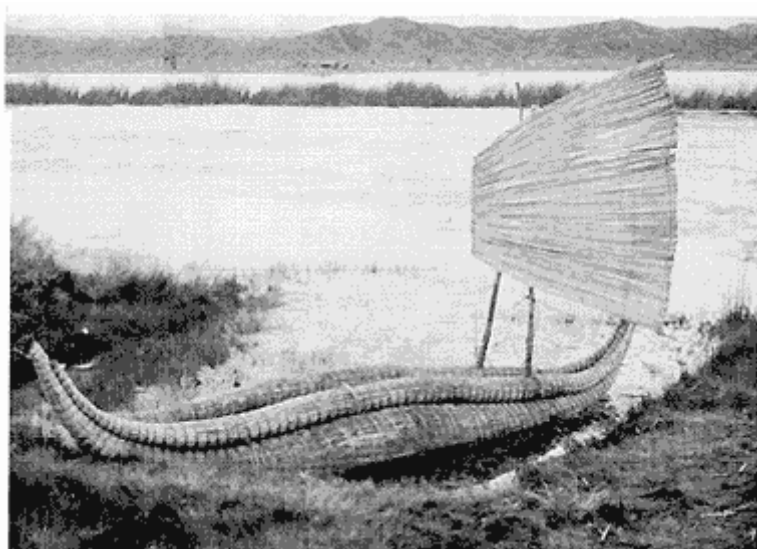
低水位がつづくなかで、干上がった湖岸で多くの貝類が死に、春先までこの状態が続けば魚類の産卵にも影響がでると心配されました。また、逆に水位が回復していく過程で、干上がった湖岸で枯死した植物遺体などから栄養塩が一度に溶け出たり、降雨時に河床にたまっていた汚濁物質が周辺の河川から琵琶湖へ一気に流入し、水質を悪化させる恐れがあるとの指摘もされていました。

琵琶湖研究所では今回の異常渇水時の調査研究を2月初めから行うことになりました。これは、おもに渇水時の状況を中心として、河川からの汚濁負荷、湖岸線の後退状況の把握や干陸化した湖岸の土壌成分分析や乾土効果、湖岸生物の干上がり状況、そして湖畔住民の生活への影響などを調べようとしたものです。

しかし2月に入って断続的に雨が降り続いたため水位は急速に回復し、2月25日には危険水位(-50cm)を脱し、3月21日には+5cmと平常水位にまでもどりました(この間の推移は本号の特集でも紹介されています)。研究所が水位低下の影響調査を計画し、実行に移した途端に水位が回復するという皮肉な結果になってしまいました。プランクトンが増殖する以前のまだ水温が低い時期に、しかも急速に水位が回復したというのは、琵琶湖にとっては救いであったかもしれません。

世界の湖(8)

チチカカ湖(ペリー・ボリビア)



チチカカ湖東南岸[中景は浅い水域に生えたトラ群落、手前はトラで作った舟]

ペリーの首都リマからボリビアの首都ラパスまで、2時間半の空路の大半は、海拔4,000m前後の高原”アルティプレーノ”の上をとびます。このあたりの大アンデス山脈は、東西2つの支脈に分かれ、その間に幅数百kmの高原をはさんでいます。それがアルティプレーノです。

波状に起伏するなめらかな高原と、散在する小さな湖が、雲の切れめに見えかくれします。かつてアルティプレーノの全面をおおっていた氷河が、けずりあげた地形でしょう。南東に進むにつれて雲が切れはじめ、パッと視野いっぱいになりチチカカ湖がひろがりました。

さすがに大きな水面です、琵琶湖の12倍(8,100km²)の広さです。北西岸にさしかかると、広い湿原地帯がみえ、浮き島らしい湿原の断片が湖面に散らばっています。浮き島に住み、そこにジャガイモ畑をつくって暮らすという、有名な水上生活者ウロ族のインディオたちは、こんなところにいるのでしょうか。

人口は西岸に集中しているようで、民家の屋根がみなキラキラと銀色に光っていました。日乾し煉瓦をつんだインディオの住居も、近ごろはどんどんトタンぶきに変わりつつあるようです。

3月はじめは南半球の初秋ですが、季節はずれの大雨の直後だそうで、すさまじい濁流が湖にながれこんでいます。無住地帯の湖岸では、荒けずりの彫刻のようなむき出しの岩脈が、あおい水底に消えてゆきます。大陸の、とくに乾燥地帯の大湖の風景は、とほうもなく荒涼としています。

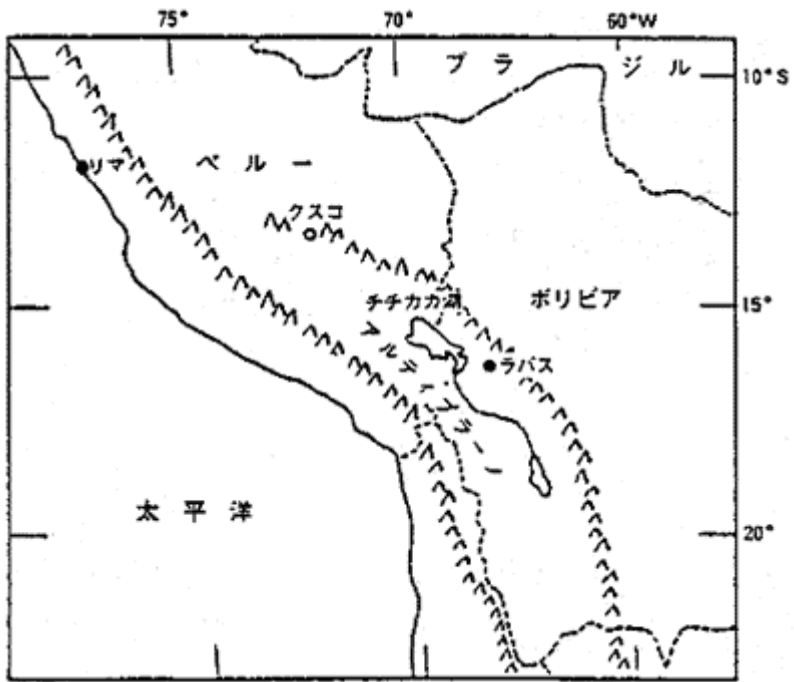
ボリビア領にある湖の南東端の岸に立ったのは、数日後のことでした。いずこも同じで、小さな観光ホテルが建ち、貸ボートが浮かんでいます。しかし、曇り空の下に黒々とした水面と背後につらなる6,000m級のアンデスの雪山との対照は、まだ原始そのものです。

湖面高度3,812mの水は、見るからに冷たそうですが、実は夏で15°C、冬でも11°Cとあんがい暖かいようです。深さ60mくらいから280mの最深部までの深層水の水温は、1年中11.1°Cくらいです。水質は、透明度5~10mの中栄養湖に近い貧栄養湖というところでしょうか。ただし、観光基地や町では、局部的にけっこう汚れた水域もあるようでした。

チチカカ湖の名物は、何といっても葦舟の材料になるトラでしょう。葦というが、カヤツリグサ科のフトイの1種です。葉のない暗緑色の莖は、断面が三角形で、よく育つと2m近い高さになり、湖岸いたるところに密生しています。湖岸を車で走ると、使いすてた古い舟がいくつもころがっていました。

アルティプレーノの住民、とくに海のない国ボリビアの人々にとっては、この湖はたいせつな交通路です。また、インカ文明最古の遺跡のある湖岸は、これから観光地としても開けてゆくでしょう。漁獲量はそう多くはないが、放流したマスが珍重されています。4,000m近い高地にあるラパスの町で、おいしいマスずしにありつこうとは思いませんでした。最近の新聞記事では、マスの養殖が大流行で、日本から派遣された水産技術者が引っぱりだこだそうです。

(吉良竜夫)



[研究サロン]

湖沼学入門(4) 溶存酸素について 研究員 高橋幹夫

湖水中の溶存酸素や炭水ガス濃度は、湖沼で行われるさまざまな生物の活動状態を示す指標の一つと考えられています。とくに、これらの濃度は、植物プランクトンによる有機物の生産と分解によって大きく変動するので湖の物質代謝を理解する手掛りとして重要です。

1.湖水中の酸素濃度

酸素をはじめとする気体は、それぞれ固有の性格によって水に対する溶解度が異なります。この値は水温によって変化します。むろん水温が低い程その値は大きくなります。しかし、湖沼の気体濃度は溶解度だけで決まるわけではありません、湖水中の気体の供給源は空気ですから、空気中の存在比によって影響されます。空気に接している湖水中の気体の濃度は、溶解度と存在比の積によってきまります。例えば、酸素は窒素よりも水に溶けやすい性格をもっていますが、空気中の存在比は窒素の1/4程しかありませんから、湖水中の濃度は窒素の方が高くなります。空気中の酸素の存在比はあまり変動しませんから、空気からの供給量は水温によって支配され、冬に最大になります。そして、この時期、湖水は循環しているので全層にわたって酸素が供給されています。

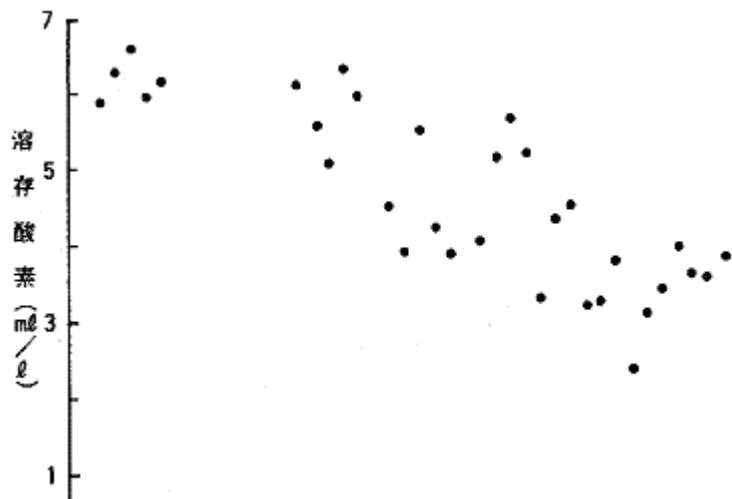
大気からの供給のほかに、湖水中の酸素濃度に影響するものとして、酸素を供給する光合成と消費する呼吸作用があります。光合成は、植物プランクトン、水草などが光エネルギーを利用して水と炭酸ガスから有機物を作り、酸素を水中に放出する反応です。したがって、光合成による酸素の供給は、空間的にも時間的にも限られています。呼吸作用は光合成とまったく逆の反応ですが、これは湖で生活するすべての生物が行っていますので湖底を含めて全層で生じています。

2.湖の深さと酸素濃度

このように、湖水の酸素濃度は、大気からの供給、光合成、呼吸の三つの作用によって支配されていますが、一番重要な要因は大気からの供給です。したがって、水深の浅い湖では、層間で生物による酸素濃度の変動が生じているが、水が全層にわたって混じりやすいので、垂直分布にはあまり大きな差がない場合が多くなります。一方、深い湖では、水温が上昇しますと水温躍層が形成されるため、大気から供給された酸素が輸送されるのは躍層より上部の表水層に限られます。また、この層では植物プランクトンの光合成が呼吸より活発ですから、酸素濃度は飽和に近い値を示しています。しかし、水温躍層より深いところでは、呼吸による消費が卓越するため、酸素濃度は次第に低下してゆき、秋の循環が始まる前に最小になります。そして生物生産の高い湖では、深層水に輸送される有機物量が多く、それを利用する微生物による酸素消費が活発であるため、夏の終わり頃には深層水の下部で酸素が完全に消失してしまう例もあります。酸素がなくなると通常の生物は生活できなくなりますが、それに代って酸素があると生活できない微生物が増殖します。これらの微生物は、硝酸塩(NO_3^-)、硫酸塩(SO_4^{2-})、炭酸ガス(CO_2)などを酸素の代わりに利用して有機物をエネルギーに換えています。そして利用された硝酸塩などは、それぞれ窒素ガス、硫化水素、メタンになり、その一部は気泡として大気に放出されます。

3.栄養のバロメーター

湖水が無酸素状態になりますと、湖の富栄養化の原因の一つである窒素栄養塩が窒素ガスとして湖外へ放出されることは、湖の浄化にとって都合がいいと考えられるわけですが、深層水が無酸素になるということは、もともと富栄養化がかなり進んでいるわけですから、この作用によって湖が美しくなるということはいささか期待できません。それどころか、無酸素状態になりますと、硝酸塩、硫化塩の利用と同時にマンガン、鉄の水和酸化物の還元が生じ



ます。これらの金属の水和酸化物は酸素が存在していると、水に溶けにくく粒子状になり湖底に沈澱します。そして、それらの粒子はリン酸イオンを非常によく吸着する性質を持っています。したがって、酸素がなくなりマンガン、鉄の粒子が溶けずとそれに吸着しているリン酸イオンも溶けて湖水に回帰します。このように、湖水が無酸素状態になりますと、窒素栄養塩は窒素ガスになり湖外に放出される一方、一度湖底にとじこめられたリンが多量に回帰するわけです。だから、北湖のようにリン濃度が植物プランクトンの成長制限因子になっている湖で、湖底付近が無酸素になることを防ぐことは富栄養化の問題を考える上で重要な意味をもちます。北湖における循環期直前の深水層の酸素濃度は3~4ml/lであり、無酸素状態ではありませんが、滋賀県水産試験場が指摘しているように漸次減少しており、(図)このままではやがて無酸素層が出現するおそれがあります。

●編集ノート

▼心配されていた琵琶湖の水位は2ヶ月足らずの間に100cmも上昇し、関係者をホッとさせました。しかし濁水調査の研究者にとっては、水浸しになりながら大奮闘の日々でもありました。

▼59年度も終わりました。この一年、琵琶湖セミナー・琵琶湖研究シンポジウム・水と生活講演会と研究所の行事に参加頂き有難うございました。ニュースも12号の発刊までこぎつけました。これら一連の事業が少しでも琵琶湖問題の理解に役立てば幸いです。60年度からは気分も新たに、より良い紙面づくりに努力したいと思っています。(にしの)