オウミア　No.46

琵琶湖研究所ニュース

1994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

滋賀県の酸性雪　－　伏見碩二

ラムサール条約と琵琶湖(1)　－　須川恒

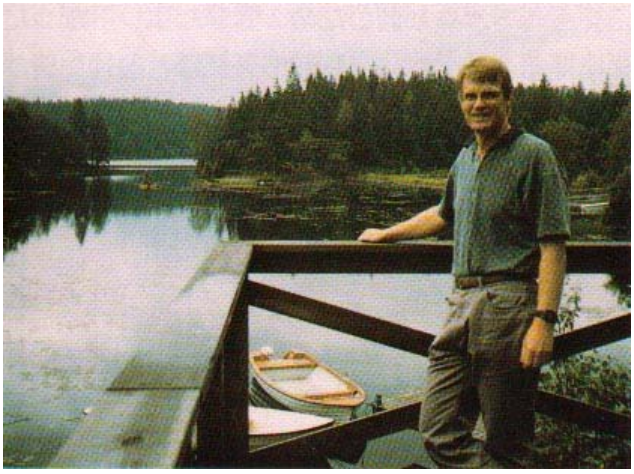
「びわ湖の底生動物」を出版して　－　西野麻知子

びわこLINK　琵琶湖セミナー開催のお知らせ

世界の湖≪番外編≫湖沼研究所訪問③　イタリア国立水生生物研究所②　－　倉田亮

滋賀県の酸性雪の実態と特徴を探る

雪におおわれた滋賀県の山村



酸性化の進むスウェーデンのゲルサヨン湖

湖北地域の雪のpHが3.4だったことから、滋賀県でも雪の酸性化は確実に進んでいることがわかった。東アジア各国の酸性物質の排出量は工業活動などによって今後とも増大する可能性が高いので、将来その影響がさらに拡大するのではないかと危惧される。北ヨーロッパのような寒い地域では融雪初期に酸性の雪解け水が流出するが、真冬でもプラスの気温になることがある暖かい滋賀県の積雪地域では、融雪初期のみならず後期にも酸性の雪解け水が流出する。なぜ、そうなるのか。滋賀県の酸性雪の実態と特徴を探る。

プロジェクト紹介

滋賀県の酸性雪

己高山

コナラなどの雑木林が紅葉する里山から湖北地域の初冬の己高山(こだかみやま)を見ると、923mの頂上周辺はすでに雪におおわれていた。高月町の人たちは「己高山に3べん雪がかかると、里にも雪がくる」という。雪は600m付近から現れ、8合目の鶏足寺跡周辺の積雪は10cm。地元の小学校の集団登山時にたてられた案内版に「いいけしきですよ。ぼくたちの国を見よう。高時小3年大音孝次」と書かれているように、見晴らしは良く、高月町の平野のかなたに琵琶湖に浮かぶ竹生島などが望まれた(写真1)。己高山頂上の積雪は20cm。ザラメ雪層の上に、5cmの新雪が表面をおおう。積雪をとかし、酸性の程度を示すpHを測って驚いた。3.4だ。これは、滋賀県でこれまでに記録した最低値である。レモンジュースを10倍ほどにうすめた酸性だ。滋賀県の雪の酸性化は確実に進む。実は、大音孝次くんが書いているように「ぼくたちの国」(写真1)を見ながら、滋賀県の雪が、どの程度酸性になっているかを知りたくて、頂上まで登ってきたのだった。時は1993年12月7日午後2時。木之本町古橋の登山口から1時間45分かかった。

写真1「ぼくたちの国」

雨や雪の酸性化と酸性ショック

雨や雪の酸性化は、工場・火力発電所や火山などが発生源になる硫黄酸化物や自動車などの排気ガスにふくまれる窒素酸化物が太陽光線の働きで炭化水素・酸素・水分などと化学反応し、硫酸イオンや硝酸イオンが生成され、雲粒の核になったり、大気中で雨・霧・雪に取りこまれることによっている。また、雨などに取りこまれないで、晴天時に酸性物質などが粒状の状態で降下してくるのが乾性降下物である。1970年代後半における世界の降水のpH分布図を見ると、北ヨーロッパや北アメリカ東部地域のようなpH4前後の酸性雨地域にくわえて、工業活動の活発化にともなって、日本・中国・韓国などの東アジアも世界の3大酸性雨地域の1角を占めるようになった。

降り積もる新雪は、融解・凍結をくり返しながら結晶成長し、直径数mm程度のザラメ雪(写真2)に変化する。解け水が雪粒のまわりに凍りつく時は、まず純水にちかい水が凍るが、酸性物質などの不純物を多量にふくんだ水は、純水にちかい水にくらべて氷点が低いため、雪温がより下がった後に凍る。そのため、雪粒の外側ほど酸性物質が濃縮するようになる。“まんじゅうの皮”のイメージだ。一方、雪解けは雪粒の外側から始まるので、融雪初期には酸性の融雪水がまず流出し、生物などへ大きな影響を与えるので、酸性ショックと呼ばれ、北ヨーロッパなどの湖では大きな問題になっている。スウェーデンのゲルサヨン湖(表紙写真下)では酸性化をくい止めるため、石灰を多量にまいて中和させているほどである。

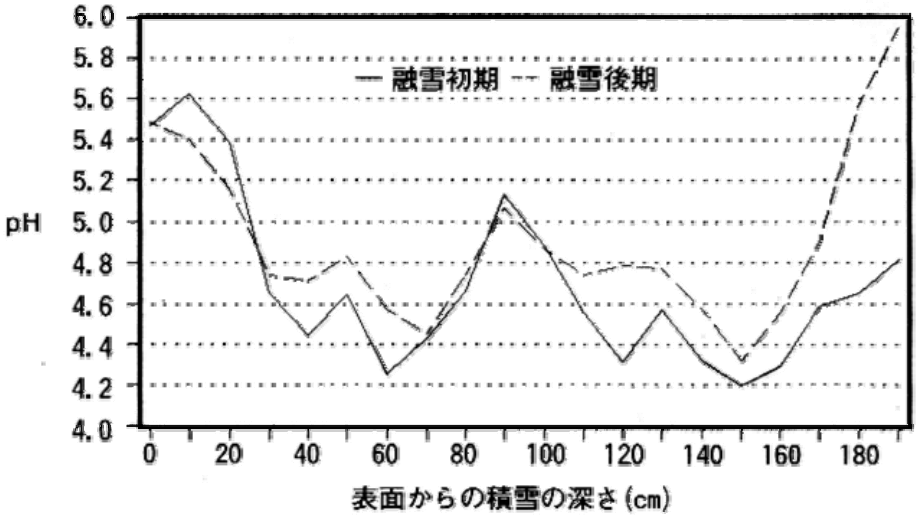


図1金糞岳のpH変化

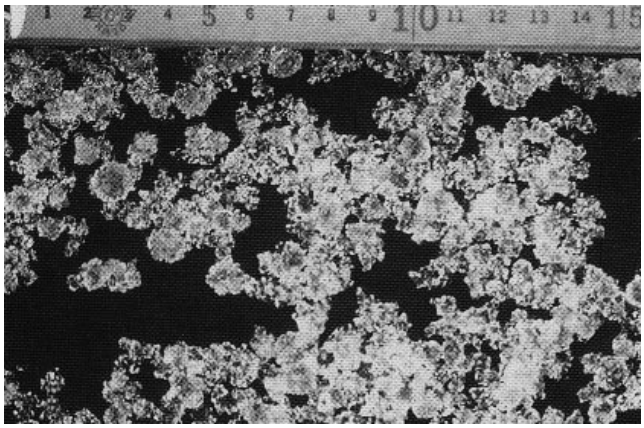


写真2ザラメ雪結晶

金糞岳

己高山の北東5kmほどのところに、金糞岳(1,020m)がそびえる(写真3)。1991年4月初めの調査時には、積雪の深さが190cmで、全層がザラメ雪だった。採集した雪試料は室温で融解させ、融解初期で雪と水の共存状態のpHをまず測定し、その後完全に融解させた融雪水のpHを測り、pHにどのような変化が現れるかを調べた。というのは、融解初期には雪粒の外側部分が主にとけはじめるが、融雪後期になると融解が雪粒の中心部分まで進行するので、融雪初期と後期のpH変化を実験的に類推するためである。その結果(図1)、融雪初期のpHは4.2～5.6、融雪後期では4.4～6.0を示した。そこで、融雪初期と後期のpH変化に注目すると、次のような3つの異なる積雪層が認められる。まず、1)表面から30cmまでの積雪層のpHは融雪後期になると0.2程度低下したが、2)表面から70～100cmの積雪層では融雪初期と後期でpHに大きな変化はなかった。一方、3)表面下30～70cmと100～190cmの積雪層では融雪後期のほうが0.3～1ちかくもpHが増加した。このことは、北ヨーロッパなどのように酸性ショックが融雪初期だけでなく滋賀県では、1)や2)の積雪層のように融雪後期にも起こることを示す。では、なぜ、そうなるのか。

写真3金糞岳とその調査地点

滋賀県の酸性雪

真冬でもプラスの気温になる暖かい滋賀県の積雪地域（表紙写真上）では、融解・凍結過程が積雪期に何回もくり返されるので、酸性物質が濃縮した“まんじゆうの皮”のような部分が雪粒内に、年輪のように数多く形成されている可能性が高い。一方、酸性の雪解け水が融雪初期に流出する北ヨーロッパや青森県の八甲田山などのような寒い地域の積雪層では、融解・凍結過程が春先の短期間に進み、暖かい地域にくらべて融解・凍結の起こる回数が少ないので、酸性物質が濃縮した部分が何層も形成される可能性は低い。したがって、滋賀県では寒い地域のように、融雪初期の酸性の融雪水が流出したからといって安心はできないことになる。酸性物質が濃縮している雪粒内部まで雪解けが進む融雪後期にも、酸性の融雪水が流出してくることがあるからである。

滋賀県の雪の酸性化は進んでおり、積雪地域の森林渓流水で酸性化の兆候も観測されているが、幸いなことに、石灰岩などの分布や土壌層の発達によって酸性雨（雪）に対する中和能力は今のところ高く、河川の本流や琵琶湖水は中性の値を示している。しかし、中和能力には限界があるとともに、東アジア各国の酸性物質の排出量は工業活動などにともなって今後とも増大する可能性が高いので、将来その影響が拡大するのではないかと危惧される。

（伏見碩二）

特集インタービュー

須川　恒さんにきく　ラムサール条約と琵琶湖（1）

1993年6月、釧路市で開催されたラムサール条約締約国会議において琵琶湖がラムサール条約の登録湿地になりました。琵琶湖研究所にとっても、締約国会議のプレ会議であった1992年10月のアジア湿地シンポジウムの会場になったり、少なからぬ因縁の（？）ある条約です。そこで、研究者あるいはNGOの立場で、この問題にかかわってこられた須川恒さんに「ラムサール条約と琵琶湖」と題してインタビューしましたので、本号と次号に分けてご紹介します。

（聞き手広報・研究交流部門　上田　徹）

−須川さんとラムサール条約のかかわりはどういうところから始まったんですか。

おととしのアジア湿地シンポジウムで、「琵琶湖の鳥類とその生息環境の保護」というテーマで話をせよ、ということになり、はじめてまとまった形で勉強するきっかけができました。それまでは、湿地に関する条約というような常識的なレベルの知識は持っていましたが、その時はじめて、ラムサール条約事務局の講演などがまとまった形で聞けて、おもしろそうだなと思ったんです。研究者だけでなく、行政、NGOなどいろんな立場の人が参加をして、ラムサール条約というものでつながりを持っている。この点に非常に興味を持ちました。それで、是非、本番の締約国会議に参加しようということで、「日本雁を保護する会」というNGOの一員としで参加しました。

−ラムサール条約って、そもそも一体何なんでしょうか。

解説書にのっているような説明は、省くとして。条約自体は、せいぜい紙きれ一枚程度のもので、これだけを読んでいても、湿地を守る具体的なことは何も書いていない。重要なことは、条約の精神をどう生かすかであって、湿地のとらえかたは、時代の潮流とともにどんどん変わってきます。そこで、それぞれの時代に応じた課題が、締約国会議における決議文や勧告文の中に現われており、それがむしろ重要なんだと思います。つまり、これらの中身を理解しないと、ラムサール条約の意義はわからないと言えます。ところが、決議文や勧告文を読んでも、まだ具体的なイメージがわいてこない部分があります。というのも、決議文や勧告文の背景には、さまざまな実例報告や調査研究があって、結局はここまでたどらないと、決議文や勧告文の本当の意味はわからないからです。

締約国会議で出される決議文や勧告文は、言ってみれば締約国や各登録湿地を抱えている自治体にむけて出された「宿題」のようなもので、3年後の次の締約国会議に向けて「宿題」をやっていくことが期待されているわけです。

では、琵琶湖に対して、どんな「宿題」が出でいるのかというと、まだ誰も十分には答えられない段階だと思います。まずは、どんな「宿題」が出ているのかを、私も含め、じっくりと勉強するところから出発する必要があるんじゃないかと思っています。

−ラムサール条約は、決して今までの琵琶湖の環境保全の取り組みに対する勲章というような理解だけではダメなんですね。

そうですね。でも、琵琶湖は「宿題」をするための素材を数多く持っている登録湿地としで非常に期待されていると思います。

−ラムサール条約では、水鳥が主役として扱われているようですが、ラムサール条約と水鳥の関係はどう考えたらいいのでしょう。

ラムサール条約の正式名称の頭には、「特に水鳥の…」とはなっていますが、水鳥の保護自体を目的とする条約かというと、それは誤解だと言えます。あくまで、さまざまな価値を持った湿地を保護し、また賢明な利用をはかることを目的とする条約です。むろん結果的に、水鳥の生息地が保護されることになります。

ただし、条約を実行するうえでは、水鳥を通して湿地の価値を探り、その重要性を多くの人々に理解してもらおうという姿勢を持っていると思います。

多くの種類の水鳥が多数集結しているといった情報は、比較的容易に、しかも多くの人々が楽しみながら得られる情報です。水鳥は、採食地や休息地として、湿地のさまざまな側面を利用しており、その利用のしかたも種類によって異なっています。すなわち、私たちは水鳥を通して、どこに重要な湿地があり、また湿地がどのような価値を持っているかを知ることができるわけです。

ラムサール条約のような国際条約は、国境を越えて渡りをする水鳥自体を保護するためにも必要だと思われる人も多いと思いますが、ヨーロッパを中心とする国々ではボン条約（移動野性動物の保護に関する条約）というのがあり、これがラムサール条約と表裏一体となって機能しています。日本は、まだボン条約に加盟しておらず、その分、渡りをする水鳥の生息地となっている湿地を国際的な協力関係によって保護する役割が、ラムサール条約に期待されているのだと思います。

−ラムサール条約の性格について、さらに聞きたいんですが、この条約が、国、地方自治体、NGOそれぞれに求めている役割はどういうことでしょうか。

アジア湿地シンポシウムの際の条約事務局のスイスのM. スマートさんの講演で、その点に関し的確に述べられていて印象深かったんですけれど、ラムサール条約というのは、最初にできた国際的な自然保護や環境に関する条約であったわけで、そういう事情で、あまり敷居を高くする、すなわち規制中心の条約にしてしまうと、締約国が少なくなってしまうかもしれない。そこで、極力規制を義務づける条項を少なくして、条約へ加盟しやすくしたというんです。逆にいえば、そうした条項が少ない分、締約国や登録湿地をもつ地方自治体に委ねられた責任は重いわけです。つまり、締約国や地元地方自治体が、主体的にやらなければならない部分が非常に大きくなるんです。

−締約国や地方自治体にとっては、主体性を要求される厳しい条約なんですね。

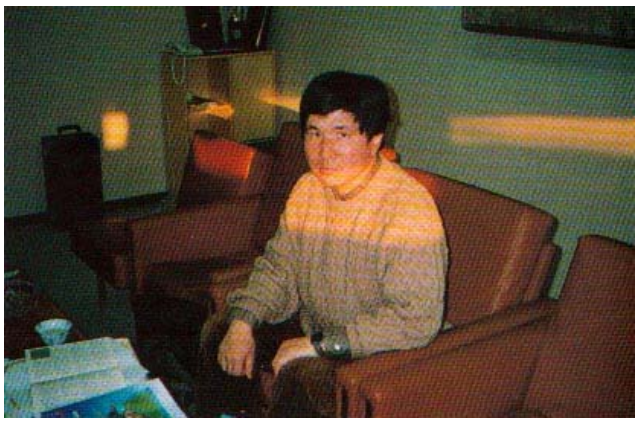
そうですね。この点でおもしろかったのは、未加盟の国の政府代表の方と話をしたときに、その方が、「ラムサール条約はこまる。」と言うんです。その理由はといえば、政府の立場としては、ワシントン条約のように、条約に具体的に規制すべき条項が列記されている方が、国内での対応がとりやすい。ラムサール条約では、国内で何をしていいのかわからないので、むしろ大変だと。

NGOについても、現実に湿地にかかわっているということでは、地方自治体と同様に役割は重要です。たとえば、IWRB（国際水禽湿地調査局）というNGOがあるんですが、この組織なんかは条約事務局から委託を受けて、登録湿地で起こる生態学的な特徴の変化について、実際に調査・研究をしたりして、締約国会議の勧告文や決議文に大きな影響を与えているんです。それに、締約国会議の1年前には、IWRBの会議を開催して、翌年の本番の締約国会議には、十分に戦略をたてて臨んでいる。IWRBがラムサール条約の開係で果たしている役割は、注目すべきだし、IWRBの報告には琵琶湖において参考になるものも多いと思います。

−新聞やテレビのニュースなどでは、政府とNG0の対立部分だけが、おもしろおかしく取り上げられることが多いですね。

日本国内から参加していたNG0の多くは、さまざまな地域で湿地保護上の課題をかかえており、この会議の機会

にその問題をアピールしようという発言も多かったのですが、議長から国内の当事者間で話し合いなさいと議題に取り上げられないこともありました。個々の地域の課題を集約し、十分な分析を加えることによって、はじめてラムサール条約を実行する上で役立
つ素材を、NGOは提供できるのではと感じました。(次号へつづく)



須川　恒(すがわひさし)氏:専門研究分野は鳥類生態学。日本鳥学会、日本生態学会、日本雁を保護する会、極東鳥類研究会などの会員で、龍谷大学や(株)生態システム研究所に非常勤として勤務。1988年度と1989年度に琵琶湖研究所のプロジェクト研究「湖岸の景観生態学的区分と評価手法」で水鳥の分布現況と地域区分に関する研究に携わる。琵琶湖の水鳥に関する研究の第一人者。

新旭水鳥観察センターで撮影

ラムサール条約:イランの北、カスピ海の湖畔の「ラムサール」という町で、1971年に"水鳥の湿地に関する国際会議"が開催され「特に水鳥の生息地として国際的に重要な湿地に関する条約」が採択された。この条約は、水鳥にとって重要な湿地を世界各国が保全し適正に利用することを目的とした条約で、会議が開催された町の名前にちなんで「ラムサール条約」と一般的に呼ばれている。琵琶湖は、県内6市15町にわたる65,602haが、1993年6月に釧路市で開催された第5回ラムサール条約締約国会議で、登録湿地として指定され、日本最大の登録湿地となった。

琵琶湖研究こぼれ話④

「びわ湖の底生動物」を出版して

琵琶湖研究所　西野麻知子

3年前に発行した「びわ湖の底生動物Ⅰ．貝類編」、一昨年の「Ⅱ．水生昆虫編」につづき、昨年の「Ⅲ．カイメン動物、扁形動物、環形動物、触手動物、甲殻類編」で、びわ湖の底生動物174種を紹介した図鑑シリーズ全3巻が完成しました。出版を企画し、底生動物の調査を実施してから7年目でした。おかげで一般の方々からも専門家の皆さんからも、わかりやすくて便利と好評を頂いています。

出版のきっかけ

このシリーズを構想したのは10年前にさかのぼります。びわ湖の浅い湖底にすむ動物を、調べたところ、ヘビトンボやカワゲラ、カゲロウの仲間のように、湖ではふつう見かけない動物が次々に見つかりました。それはよかったのですが、種の名前を決める作業（同定）で大変苦労しました。湖や川の底生動物の種名を決めるのにまとまった資料がなく、分類群ごとに専門書や総説、原記載をひもとく必要があったからです。びわ湖の底生動物種は6つ以上の門にまたがっており、いちいち専門書や論文をみるのは面倒な作業です。また文献にはびわ湖にいない生物も沢山でてきます。

最近の環境ブームで水の中にすむ生物図鑑が多く出版されています。しかし魚やプランクトンについての図鑑には充実したものが多い方、底生動物の同定に用いるには、市販されている図鑑は様々な意味で不十分でした。これでは一般の人が川や池、湖沼の生物に興味をもっても、種の同定という玄関口でつまづき、生物の世界の奥座敷まで到達できません。びわ湖の底生動物だけを集めた図鑑をつくれば、一般の人にとっても利用価値があるのではと考えました。

素人の目でみた図鑑

そこで分類学の専門家の手を借り、分かりやすい、びわ湖の底生動物図鑑を作ることにしました。実用的な図鑑とするため、次の3つを編集方針としました。まず第一に、専門書が読めて検索表が引けるようになるまでのツナギとしての初心者向けの図鑑、つまり絵合わせで大体どの目、どの科、どの属なのかがわかり、うまくいけば種まで同定できる図鑑にすることです。できるだけ多くの種を取り上げ、生きた状態に近い写真を載せました。
第二に初心者向けでありながら、専門家にも役立つ内容にしようと欲張りました。一見やさしそうにみえて、内容的には現在の分類学のトップをいくものにと努力しました。三番めに、それぞれの種が現在のびわ湖のどこにすんでいるのかという分布情報をいれ、将来の環境変化が起こったときの基礎資料として利用できるものにしました。

応用のきく図鑑に

湖や川の底にすむ底生動物は、底という「場」の影響を大きくうける生物たちです。びわ湖の底には、ヨシ帯のような止水的な場もあれば、北湖の岩石湖岸のように流水的な場もあります。また亜沿岸部や深底部という場もあります。それぞれの場にそれぞれの環境に適した底生動物がすんでいるのです。

この3冊の図鑑にはびわ湖にすむ400種ほどの底生動物の約半数を掲載しました。固有種である25種以外は近畿地方あるいは日本全国、時には世界中に分布する種です。びわ湖という限られた空間にすむ底生動物しか扱っていないにもかかわらず、この図鑑によって日本の湖の底生動物を紹介すると同時に、近畿の河川の中、下流部の底生動物の一部をも紹介することにもなりました。このシリーズがきっかけとなり、日本の各地の川や湖で分類学的裏付けのしっかりした図鑑がつくられることを期待しています。

採集した底生動物を選別する

琵琶湖ＬＩＮＫ　(Lake Information Network)

≪びわこヘッドライン1≫

●　人・琵琶湖・水鳥

ーあらたな目で見つめ直して

水鳥にとって重要な湿地を世界各国が保全し適正に利用することを目的とした「ラムサール条約」に琵琶湖が登録されたのを記念して、さる11月28日に、彦根市のプリンスホテルで県民のつどいが開かれました。今回特集インタビューで登場いただいた須川恒さんもパネリストとして参加されました。

また当日、県民のつどいの会場とスタジオを結ぶ視聴者参加番組「公開テレビしがNOW」がびわ湖放送で生放送され、ラムサール条約の意義や琵琶湖のワイズユースについて、稲葉知事と当研究所の吉良所長が、県民のみなさんと意見交換を行いました。

≪びわこヘッドライン2≫

●第3回生態学琵琶湖賞受賞者決まる

県が実施している「生態学琵琶湖賞」の第3回受賞者にタイの国立カセツァート大学教授サニット・アクソンコー氏(52)と国立環境研究所生態機構研究室長の高村典子氏(38)の2人が選ばれました。今回は国内から7件、フィリピンやマレーシアなど海外からは13件、計20件の応募がありましたが、海外の研究者と女性の研究者が受賞するのは、ともに今回が初めてです。

このうち、サニット氏(林学)は、タイ周辺の海辺に繁茂し、エビや稚魚のすみかとなっているマングローブ林について、物質循環などを中心に生態系の構造や機能全般を調査・解明しました。また、その保護や再生の方法を提言して、マングローブ林に関する啓発教育や保全・再生の実践活動にも精力的に取り組み、自然と調和する社会発展に貢献しました。これらの点が高く評価されたものです。

高村氏(陸水生物学)は、霞ケ浦を調査対象として、夏に大発生するアオコの構成種、ミクロキスティスについて、その分布や光合成・栄養塩類吸収特性などを調査して、アオコの発生・消滅過程を解明しました。特に、夏期に比べ秋期のミクロキスティスの沈降速度が大きくなることから、アオコの動態が水温と大きくかかわっていることをつきとめました。今後、この研究成果が水環境保全対策に寄与することが期待されています。なお、表彰式とともに記念セミナーが次のとおり開催されます。

◆第3回生態学琵琶湖賞授賞記念

水と生物と社会を考える科学セミナー

★日時3月19日(土)13:00～17:00

★会場　全国市町村国際文化研修所(大津布唐崎)

★内容

・第3回生態学琵琶湖賞表彰式

・特別講演「時代をよむ」田原総一朗氏

・受賞者記念講演

「マングローブの生態系の現状と将来の保全について」 サニット・アクソンコー氏

「富栄養湖で大発生する藻類の生態学」 高村典子氏

サニット氏

高村典子氏

★申込・問合先

入場無料、先着順300名。はがき等で3月10日(木)までに

〒520大津市京町四丁目1－1　県庁企画調整課へ申込んで下さい。

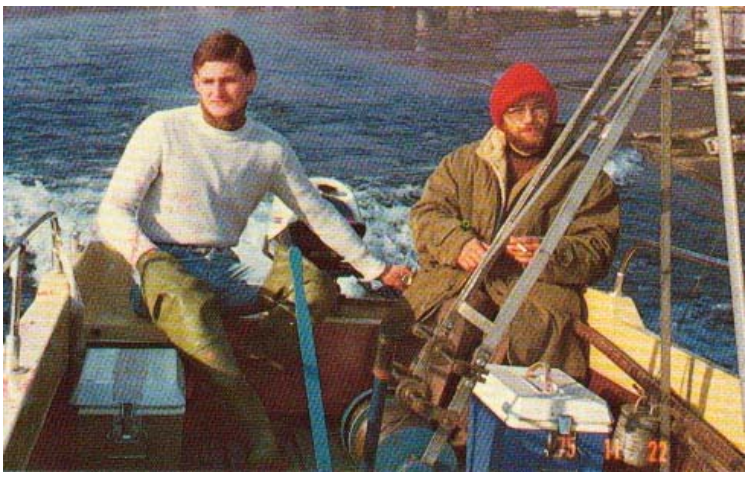
TEL　0775－28－3312　FAX　0775－28－4830

お詫びと訂正

前号(No. 45)の5ページで、写真2と写真3が入れ替わっておりましたので、ここにお詫びして訂正いたします。

世界の湖≪番外編≫湖沼研究所訪問③
イタリア国立水生生物研究所－その2. 研究活動の特色

研究所は設立以来、この地方の気象、水文データはもとより、マジョーレ湖や北イタリア湖沼の基礎データを蓄積しています。非常に地味なこの作業も、後になって、北イタリア全域の水資源を保全して行く上で重要な意味を持ってきます。
所員は、研究員が10数名、それとほぼ同数の技官、いわゆるサポートスタッフがいます。このような研究サポートスタッフの充実は、長い目で見て研究所の研究レベルを維持、発展させて行く上できわめて重要です。なぜなら、ばく大な量の水文データをまとめ、整理し、多くの植物プランクトンや動物プランクトン試料を分類し、計測し、記録し、蓄積して行くことは、研究を企画し、実行し、成果を上げで行く上で欠かせない作業だからです。それがなければ、長い環境変動を明らかにすることもできませんし、他の全く異なる環境とのデータの比較、解析もできません。すべての比較作業の基礎となるべき情報を蓄積しておくことは環境要因を客観的にとらえ、解析し、さらに深化、レベルアップした研究へと内容を高めで行く場合に欠かせない条件です。湖沼学に限らず、環境科学の分野では、データの継続性という点が重要なのですが、残念ながら、我が国の研究機関では、時事刻々の深化した解析と、長期スパンのデータ蓄積が両立しないようです。



湖の定期観測をする所員。写真中の採水器は日本製。

研究の成果は、陸上からの負荷や排水処理に対する対策はもちろん、集水域の土地利用や企業活動、景観に対する配慮まで、きめ細かく湖沼環境の保全に生かされています。それは、この国自身が観光産業に力を入れていることと、北イタリア一帯の湖沼景観が世界的にもすばらく、長い文化の伝統とあいまって、市民レベルの景観保全に対する意識が、きわめて高いことにもよります。
この研究所が取り組んできた有名なプロジェクトの一つに「オルタ湖の回復作戦」があります。オルタ湖は、研究所から15kmほど離れ、マジヨーレ湖と山一つへだてた小さな湖（表面積：18k㎡）ですが、レーヨン工場の排水が流入して1960年代から酸性化が起こり、1980年代には湖水のpHが4くらいにまで下がり、全く無生物状態になりました。研究所は、詳細な調査を行った後、環境庁の支援を受けて1986年から石灰の投入による中和作戦を開始しました。その効果の検証は、現在も継続中ですが、1990年ごろからまず植物プランクトンが増え始め、ケイ藻が初めに出現、次いで緑藻が続き、やがてべん毛藻類も現われて、1992年現在、貝類など底生生物の回復はまだ見られませんが湖の生態系は徐々に回復に向かいつつあるようです。
昨年5月、この研究所は第5回世界湖沼会議を主催して大きな成果を上げました。したがって、今では、この研究所と滋賀県や琵琶湖研究所との開係もすっかり深くなりました。かつて私はこの研究所に勤めたご縁があって、今もこの研究所の評議員を務めていますので、あちこちでその発展振りを聞くのは大変うれしいことです。

（国連環境計画国際環境技術センター　倉田　亮）