

# 応用生態工学考

JICE理事・(社)淡水生物研究所 理事長兼所長 森下郁子

JICEにおいて、平成13年9月に(社)淡水生物研究所 森下郁子理事長兼所長に応用生態工学に関してご講演をいただいた。今回はその内容にもとづいて、「応用生態工学考」と題し森下先生にご執筆いただいた。

ミシシッピ川のみズーリ川に行っていました。1901年につくられた古いダムがあり、撤去するかどうか問題になっているところで、どんなロケーションなのか見学してきました。堤高が3mぐらいのダムが天然の魚どめ岩の上にある小さいおもちゃのみたいなダムです。ダムの効果のいちばんは何かと問うと、ダムがあったために木を切らなくて良かったことと答えてくれました。

このモンタナ地方は国立公園になっているところですが、人が住み込む前からダムがあり、電気があったために、開発のために木を切る必要がなかった。どこまでもが自然林であるということはとても印象的でした。アジアもアフリカもヨーロッパも人の影響のないところはありませんから。

みズーリのダムもルイスがミシシッピ側からモンタナを越えて上流のほうへ川の源流を訪ねていくのですが、そこにできているダムというのは、3メートル、5メートルという天然の要塞みたいな、日本で言うと魚止めの堰みたいな岩盤の上にあります。そこの岩の上に木でせき止めて、せいぜい2メートルとか3メートルのダムをつくって発電しています。100年もたっているダムで、今、いろいろな意味で何とかしないといけないというダムです。

この地域では自然は管理することで、観光やサービスなどの地域経済への効果大きいことが認められています。グレートフォールダムではアメリカの小学校の多くでジェファーソン大統領と探検家ルイスの話が紹介され、訪れた観光客は管理された州立公園のサービスを受け、ダムに集まるペリカンの群れで憩う。さらに足をのばせばカナダの国境に近いイエローリバーで乾燥した土地にしかすまないプレーリードックの広大な荒地を実感し、水と砂漠のおりなす自然を学ぶことができます。プレーリードックの荒地は復元したところです。そのことはプレーリードックのいる場所を牧場にして牛の肉や乳による生産を行ったり、木

材を販売することで得られる直接的な精算の経済性より、観光資源としてたくさんの人の働く場を確保することの間接的な経済価値ははるかに高いことを証明しています。

そのため、地元ではダムを撤去するということは考えてはいませんが、古くなったダムがこのままでいいのか、補修するのだったらどうしたらいいかなどが検討されています。

プレーリードックの復元はウイスコンシン大学の生態学者たちによって1930年頃から実験的に始められた活動で、50年たった頃から観光資源になったようです。

フロリダのキシミー川では、直線化した川を蛇行させています。その背景には何があるのか。野生生物のために資金を投入するほど自然が失われてきているとは思えないので、全体にどういう姿勢で自然と向き合っているのか、どう開発と向き合っているのかを考えています。

フロリダの場合は、1929年にニューディール計画で、フーバーダムをつくること、ゴールデンゲートブリッジをつくること、エンパイアステートビルをつくるということが計画され、1929年の世界大恐慌を活気づけよう、新しく国をつくり直そうということの中で開発が進み、その時代にフロリダ半島の真ん中にあるオキーチョビー湖に注ぐキシミー川は、湿地の中の川が蛇行していて、日本ではちょうど釧路川のようなところです。直線の川にすることによって、より早く排水を海に流し、フロリダ半島一帯に有効な農業資源をつくるという目標で行なわれた計画で、9メートルの水深で90メートルの川幅を175キロ掘った排水路の計画です。最終的にでき上がったのが1960年です。でき上がったときには既に予測していた人口の10倍がフロリダに住み込んでしまったために、排水により降った雨が海へ早く流れてしまうと陸上の水がなくなってしまって、水資源の不足を招いたということです。

1960年には水不足の危機が起きて、「これは大変だ」と議論をした中で、やはり水は地上に保留しておかないと、海の水を使うわけにはいかないという結論を導き出したそうです。開発した土地には、サトウキビやトウモロコシを植え、それまでは3カ月しか農業ができなかったものを12カ月間、農業と牧畜ができるようになった。要するに

4倍の効率が上がったら、農薬と肥料がそこに投入されて、レイチェル・カーソンの『沈黙の春』に出てくる生物への被害、ホルモンによる生物の被害が環境問題と呼ばれ起したのです。

今でもミシシッピ流域とオキーチョビー湖を含む流域の農薬汚染の経緯と結果というのが問題になっているところですから、ハリケーンで降った雨が湿地にたまらないで排水の川から海に流れてしまったのでは地下水もとれなくなってしまって、井戸も涸れ、次の雨まで水がないのです。そのようなところに1400万人とか1500万人というたくさんの方が住んでいます。

1990年にブラジルでの会議の「多様性の原則」は、日本でも国家戦略としてとりあげてきましたが、実は「多様性の原則」というのは、我々が大学に入ったときには生態学では既にあった考え方です。開発による人の干渉を憂う進化学や生態学からの警言だったのです。その考え方が環境を維持していくのにぜひ必要だということになってくるのは、1970年のスウェーデンのストックホルムの人口会議からです。

生態学は欧米の例から開発の限界を指摘していたのですが、現実の問題ともうひとつ結びつかなくて、形になったのが1990年のブラジル会議です。アメリカでは移民の問題、いろいろな背景をもつ人の集まりでのヨーロッパ文化などが限界にきていて、一つの価値観や力で抑えてはいけないというのが身にしみていたから、多様性の認識は共通の理念だったのに、産業界の反対がつよく、提案したにもかかわらず、政府がそれをまとめられなかったようです。

中国とロシアを比較するとよく判りますが、多様性のある少数民族を認めた中国と、均一化へ向い少数民族を認めないで一つの主義で統一しようとしたのがロシアです。中国は少数民族の自治をある程度認めながらやってきた。アメリカでも文化も技術や経済も多様性があったからこそまで成功したのでしょう。智慧で解決する日本は均一化の方向でGNPが世界第2位になるまで発展してきました。アメリカではすでに価値観の異なる多様な民族をして均一化へ

すすめていくきっかけになったようです。だが、アメリカでは多様性の文化が根づいていますから、日本のような均一化へは進まないように思います。多様性は「豊かさ」をあらわす概念です。

## 生物の多様性と共生

生物の多様性が高いことがいいことだと言われていますが、生物の多様性を手っとり早く認識することは、中山間地域では湧き水だとか農地の水路、池沼などの異なった水域があることです。要するに環境が違えば、すむものが違うということが環境の多様性の第一歩です。だから、たくさんのもものが同じところにすむことではなくて、そこにあるはずのものがすんでいることが水域多様性を保全するのです。一つの場所に多種多様な生物がすむだけではないことをわかっていただかないと、ホタルがいる水域、イトヨがいるような水域の重要性がわかりません。イトヨがすむというのは、多様な生物がすむところではなく、イトヨだけしかすまないところだから貴重だという、その感覚がないといけなくて、イトヨのすむところにアユがいたら困るのです。

「共生」とは、いろいろ違うものがいっしょにすむことではなく、人間がすむところと生物がすむところに境があることを理解することです。川の中では、アユがいるところはアユがいたらいい、イトヨがいるところはイトヨがいる、ホタルがいるところはホタルがいると、様々なものが混ざって住んでいることを共生というのではなく、それぞれが自分のエリアを持ってすんでいることを「共生」といいます。だから生物学でいう本来の共生と、今われわれが多様性の原則の中でいう共生は異なります。そのことをはっきりさせていくのが環境教育かもしれません。

共生というのは、人間が野生生物のエリアに入り込まないというのが大原則です。他のものがすんでいる命に対する尊敬、それはどんなものでも同じだという考え方で、それを貫けば「共生」という概念は生まれてくる。共生というものはもともと生物用語だったのが変形していき、仏教

用語の共生が加わり、概念としての共生という思想が生まれました。そのため生物学の共生とは少し離れているようです。

多様性とは、文化の違いを含めた民族の多様性や、地域の環境の多様性など、いろいろありますが、そういうものがたくさんあることによって、いろんな人たちが様々な生活様式を享受しながら住んでいくことが可能になり、その住む中で持続性が保証できます。持続的な社会を形成するためには、多様性が必要な条件だという多様性の国家戦略をいろいろな省庁がそれぞれの政策に生かす計画をつくってきました。いわば21世紀は多様性の上にとった持続可能な社会の形成が目的になっています。そのルートの上で水辺の開発が位置づけられることが大切です。

## 住民の位置づけ

何が「豊か」なのか。豊かの指標、評価がかわってきたのではないか。住んでいる人たちが幸せでなかったら、どうも国土が脆弱になるのではないか。いいか悪いかではなくて、どちらかを選ぶのであれば是非をただし、正当化して守ることは、エネルギーを使う割には不毛で、もう少しエネルギーの使い方の方法を日本国全体で変えないといけなのではないか。川を守るにしても、道路を守るにしても、周辺の人たちに自分たちのものとして保全していくほうが摩擦がなくていいのではないか。

そのためには、今、何が実際に起こっているのかわかってないといけなのではないか。隠しておくことではなくて、何が問題でアユが冷害に遭ったり、病気になったり、いなくなっているという問題は、ダムが関わることによって起こるのかどうか、科学的な説明があるように思います。

ダムができると土砂を出しませんから、下流では土砂がなくなっていく。さらに下流のほうでは支川から入ってきますからもとに戻るのですが、ダム周辺、とくに直下流では土砂がなくなって行って、岩盤が露出してきて、そこにヨシ帯ができてきます。見た目には川の風景がいい感じになります。そこに調査に入りますと、魚や虫はほとんどいなくなっているのが現状です。どうしてかというと、

日本の生物のほとんどが砂利の中に卵を産みますから、砂利がないことには日本の生物は生きていけないのです。

ヨーロッパの生物も黄河などの生物もそんなまどろっこしいことをしていません。産まれた魚がすぐに食べられる、小さな生まれたばかりの魚がプランクトンの役目になり、魚餌になる川なのです。アマゾン川でもそうです。

ところが、日本の川はサケを考えていただくと一番よくわかるのですが、サケが卵を産みますね。11月くらいにサケが川を上って行って卵を産みます。そうすると、イクラがいっぱい川の中にあります。それが自然に石と石との間の中に入って、石と石の間隙を間隙とよび、そこにすむ生物のことを間隙生物とよんでいます。2カ月ぐらいいは間隙にとどまっています。2カ月ぐらいたってから仔魚になります。そのときは川の水面は雪で覆われていますから、じっと魚は眠っているのです。春先になって間隙から出てくるわけですが、砂利がなければそういうことができないのです。それでサケはみんな人間が持って行って養殖をすることになっているのです。

アユが卵を産むのは下流の砂州で、卵を産むときの砂利は古い砂利ではだめなのです。その年に洪水で流れてきた新しい砂利でないとだめなのです。古い砂利は周りにバクテリアがいっぱい住み込んでしまっていて、卵を食べてしまうのです。だから、新しい砂利ができるということは、1年に1回か2回洪水が起きて、少し砂が流れるような状況が川の中にできていないと、日本の「溪流にすむ」と言われている魚が、すめなくなって、そのうち溪流ではないところ、ヨーロッパの大河とかアメリカの大河に住んでいるブラックバスとかブルーギルとかだけになるという危機感があります。

ダムが悪いのではなくて、ダムでとめてしまった砂利が供給できないことが問題だったら、それを流してやる方法さえつくればいいのではないか。それがアダプティブ・マネジメントではないか。管理というのを事業として起こしていくことで、よりダムを生かせるのであったら、そういう方向に行ったらどうだろうかというのが本来のダムから砂利を流すという考え方で、それを実験的にやったのがグ

ランドキャニオンのあるフーバーダムです。

フーバーダムは1935年にできたダムですから、既に65年もたっていて、ダムがないときの生態系ではなくなっています。ダムのできた後で生態系が形成され、中洲には植物が生え、その植物にハチなどが集まります。そのハチを求めてサケ科の魚がすみ込んで、1メートルのサケ科の魚が釣れるようになると、ヘリコプターや自家用機で魚を釣りにくる人が 毎年500万人もいるのだそうです。彼らリピーターにとってはフーバーダムの下流でのマス釣りは生まれたときからの景色だから、今さらネイティブなアメリカに戻してもらっても困るという反対もあって、元に戻そうという試みは市民の賛同をまだ得ていません。日本でも多分そういう問題はこれから必ず起こってくると思います。

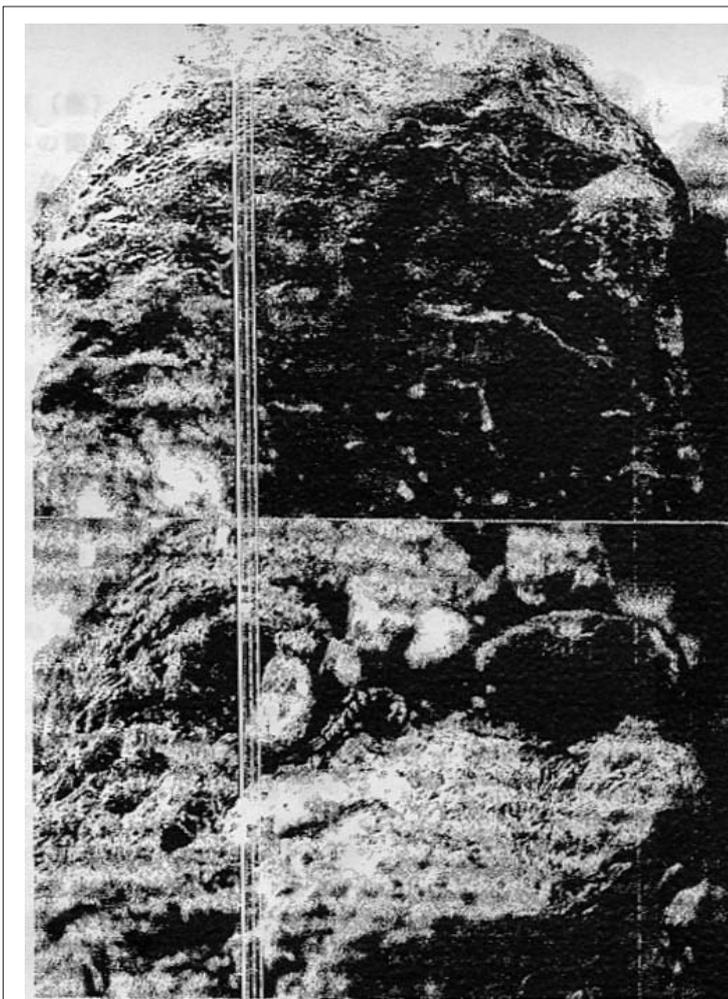
昔のものがいいのではなくて、今をどれくらい楽しめるかということに価値観が変わってきているようにも思われます。今ある状況をどれくらい生かせるかというふうに変えていかないことには、学問で言うネイティブな自然というのに戻しても、だれも感動してくれないというのがあるのではないかと。だから、ダムがなかったときがいいのではなくて、ダムがあっても自然を損なわないという状況をつくり出すにはどうしたらいいのかを、これからは合わせて考えていくことが求められているように思います。

アメリカやイギリスは人為の加わらないネイティブな自然が好きですが、中国やヨーロッパは概して人工的な自然

を好むようです。ですから多自然型川づくりというような考え方、都市的要素が加わった川の管理になってしまうようです。

### アユの話

アユがいるところの石の表面についている藻のつきぐあいを描いてみました。石の表面には珪藻という種類がついています。アユが食べた跡のところについている2本の筋は、アユが藻を口をあごのところですくうからつくのですが、この筋は厚さはせいぜい200μくらいでしょうか。アユにとって藻は主食と副食を合わせたものです。こういう状態がたくさんあるとアユがどんどん大きくなるのです。



食べあとからアユの大きさを推定すると25cm以上のアユが生息していることになる。下段はアユと同じ餌を食べるヒゲナガカワトビケラ。

ヒゲナガカワトビケラの幼虫の一日の摂取量は90.2mg/日(西村 1978)、96mg/日(御勢 1974)である。したがってヒゲナガカワトビケラの生産量は345.73g/m<sup>2</sup>/yearとなっている(御勢 1974)。この値は他のトビケラの10倍、カゲロウの10~50倍になる。ヒゲナガカワトビケラはまたカジカ、ヨシノボリ、カワムツなどの魚によく食われている。とくに底生魚のカジカやヨシノボリは全食餌の30%をヒゲナガカワトビケラが占めているほどである。このことはヒゲナガカワトビケラの生息するところには魚が集まり、魚が集まることは魚の餌になる虫や藻があることで、川床の石が常に利用されているということである。これはよく管理された田んぼの状態であり、いつでも田植えができるように整備されているから、アユが放流されてもよく育つと考えた方がいい。ヒゲナガカワトビケラのないようなところは、田畑があるが放置された休耕田で、いざ稲を植えようとしても手間がかかるということである。

## TOPICS

ところが、アユが食べやすい良い藻の状態を維持していくためには、アユ以外の生物が生息していなとだめです。日本の溪流に普通にいる虫なのです。こういう虫が毎日毎日朝から晩まで少しずつ食べることによって、石面の藻類が大きくならないうで、アユが食べられる状態を保てるのです。川の中に虫がいることは、虫がアユと同じものを食べているからです。その虫が毎日ほんの少しずつ食べることによって、藻が更新されて付着生物として維持されるのです。藻の生えかわりは大体2週間ぐらいです。できたら食べ、できたら食べということによって、アユが食べなくなる状態が維持されているのです。

ところが、アユと同じ藻を食べる底生動物が卵を産むところは砂利なのです。砂利の間隙で2週間から6~7ヶ月生活しています。砂利がなくなると底生動物がいなく

なることになり、したがって川の石の表面は藻類が更新されませんから、ちょうど放棄された田んぼや休耕田のような状態になってしまいます。田畑も人が管理しているときには米ができますが、耕作を放棄すると休耕田ではいろいろな植物が茂ります。虫やオイカワなどの魚がいない状態になると思ってください。そういうところにアユを放流する。アユが藻を食べようと思ってつついても口に入る藻がない。大きな石があって藻ができてはいるけれども、アユが食べられない状態になっているのです。

アユは流れてくるものを食べることができない口になっています。海にいるときはプランクトンを食べるために下唇が少し長いので、上に浮いているのを食べるのです。ところが、河口堰を越えて淡水に入ってくれば、上唇と下唇がそろうようになります。養殖池のアユと天然のアユを並べたら、口の格好でわかります。

アユというのは頭から食べられます。ということは、やわらかい魚です。やわらかい魚は形が変わりやすい魚なのです。アユに一番近いのがワカサギです。ワカサギとアユとサケは同じ仲間なのです。

アユは秋に卵から生まれると海に行きます。日本の川は冬になると水が少なくなります。水の流れがあるので、浮いているものがなく、アユの食べる餌がないのです。冬の間、海は水温が川よりも高く、プランクトンがたくさんありますから、海で生活できるのです。

アユは冬の間、琵琶湖のような湖や海ではプランクトンを食べているのですが、それではなかなか大きくなりません。それが淡水に入って藻を食べます。藻類はアユにとっては私たちのパンやお米にあたります。それを大量に食べることによって、急激に大きくなるのです。世界の魚で一日当たりの成長率の一番高いのがアユだと言われているくらいで、アユはほんの短い間、10日、20日くらいで大きくなる魚なのです。すなわち、たくさん餌を食べられる条件が日本の川にはあるということなのです。

ところが、冬の間には虫もいない魚もいない休耕田みたいなところに川がなってしまうと、それでは藻が餌になりません。アユは餌不足で大きくなりきれないのです。そこに

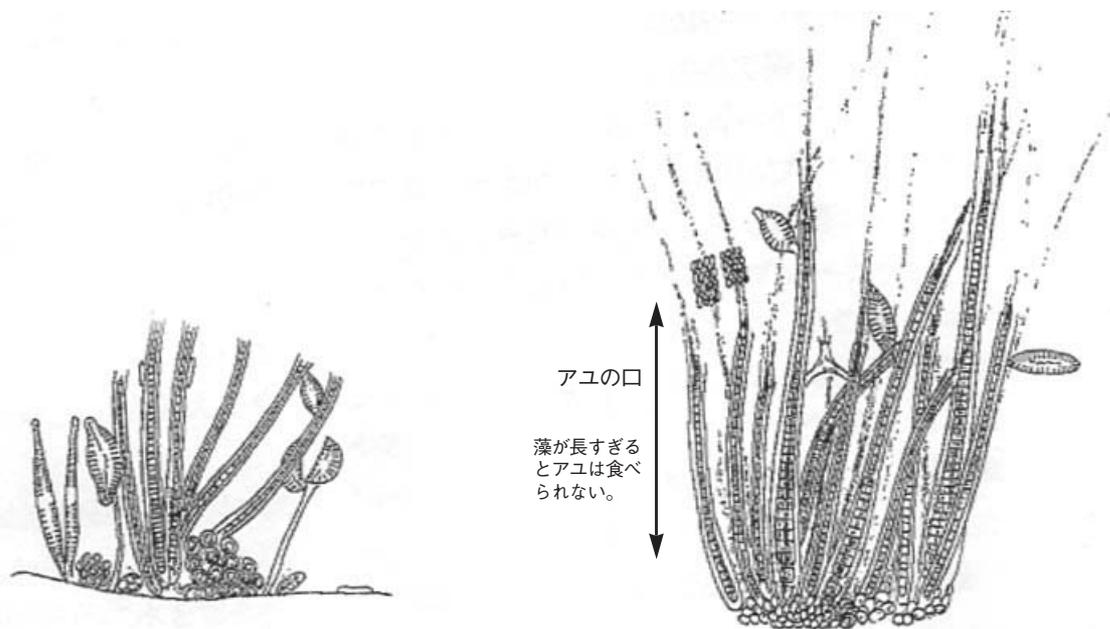


アユと同じ餌（藻）を食べる。冬の間彼らは体が多くなってよく餌を食べる。アユのすむ溪流には、トビケラやカゲロウなどアユが好む珪藻類（付着生物）を食べている水生昆虫がいる。1m<sup>2</sup>あたりの生息数は100~300、現存量にすると20~80gであり、1日に消費する藻類の量は体重の10倍の200~800gになる。このため石の付着生物は常に1~2週間で更新されている。また溪流魚の中には藻食に魚が全体の1/3あり、彼らによる捕食は水生昆虫のさらに数倍から数十倍になる。藻類の更新、再生産を担い、ひいてはこのことが河川の浄化に果たしている役割は大きい。

冬の間魚や虫が生息すれば下図のような植生が維持される

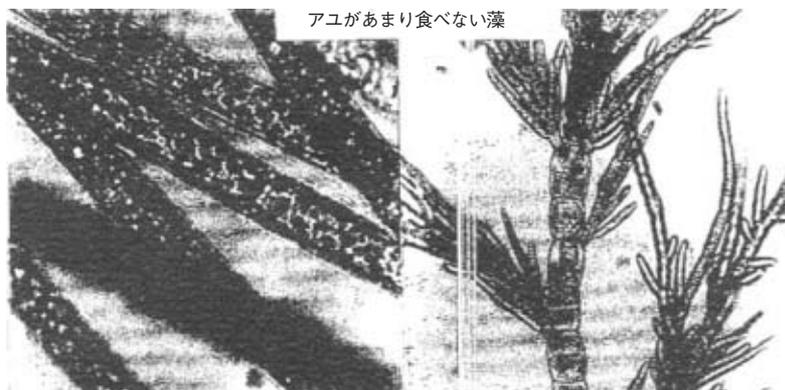


基部がしっかりしている



アユの口

藻が長すぎるとアユは食べられない。



アユがあまり食べない藻

冷たい水が放流されると冷水病にかかりやすくなるそうです。体力があれば冷水病にはかかりません。アユが冷水病にかかりやすいのは、アユが南方性であることの証でしょう。日本では茶のできるところ、ツバキの花がきれいなところにすんでいるのがアユで、それはベトナムのハノイまでの海岸線上にある照葉樹林帯です。

昔、中国の広州あたりではアユがたくさん上ってきて、アユのことを「香魚」と言って食べたそうです。近年、たくさん人が住み、川が川でなくなってしまってアユが絶滅したということです。

私は「鮎」という字を学生時代に「香魚」と習ったはずなのですが、1977年に最初に中国に行ったとき、メニューに「香魚」というのはなく、「鮎」という字、魚偏に占うと書いたのがあったので注文したら、それはナマズでした。「占」という字はねばねばした魚という意味で、中国ではナマズのことを「鮎」と書いているのです。日本はナマズが出てきたときに、もう既に「鮎」という字があったから、日本は念力の「念」をつけたのだそうです。武漢の生物研究所に行くと、揚子江とか広州の小さな川でとれたアユの標本はたくさんありました。

日本人がアユに対して愛着をもち水産上も重要な魚ですから、琵琶湖の総合開発事業が始まったときに、反対を受けた大きな理由は、水位を4メートル下げってしまうとアユの産卵が不可能になるからでした。琵琶湖には120本近くの流入河川がありますが、水位が4メートル下がると、川から水が流れなくなって伏流してしまい、琵琶湖のアユが川にのぼれなくなり、アユの産卵ができないことになるからです。

そのためにアユを人工的にふやそうということで、姉川と安曇川に人工河川をつくりました。産卵に上がってくるアユを捕獲し、その産卵場に入れて産卵させることになったのです。水をくみ上げて人工河川で産んだ卵が琵琶湖の中に入っていきようにしようと計画したのが、総合開発のミチゲーションでした。

ミチゲーションというのは今始まったことではなく、生態学的には淀川ではワンドの移設、琵琶湖の人工河川など

で1970年にはもう始まっていました。アユの人工河川は成功したのです。

野生生物は、渇水になったり豊水になったり、自然の物理的環境の差があるから、ある年は豊水でたくさんとれるのを100とすると、ある年は渇水で1になるような2桁の違いがあるのが野生生物の個体数の変動です。だから、川で漁業をすることが定職になりにくい理由はそういうところにあるようです。海は比較的そのバランスがとれていまずから成り立つのです。あの大きいブラジルのアマゾン川でも、中国でも、水産というものは川では成り立たないのです。ですからアマゾンでも長江でも川の畔に養殖場をつくって、魚を生産しています。水産が安定した職業になるのは養殖が可能になることです。日本でも長野県では養鯉といって、コイを飼うようなシステムがあったり、田んぼを耕した後に残っている肥料に水を入れて飼ったりしたこともあったのですが、ウナギもドジョウもコイも、商品として生産をすることは川の中ではできません。

自然はとどまっているのではなく変化していきます。人の手が加わると、その変わり方が大きいといえます。琵琶湖では人工河川でアユがコンスタントにとれるようになり、湖でアユがふえて、さらに鳥が増えるのに10年かかりました。鳥がふえて夕日の中に鳥が飛んでいるカレンダーが売れるようになってきてよかったなとみんな言っから、木が枯れるのに10年かかったのです。

琵琶湖の総合開発が25年かかって終わるところになると、鳥によって竹生島の木が枯れてしまって大変だということになりました。今は木も少しずつ若芽ができてきて、また少しずつ戻ってきているのですが、琵琶湖をとりまく生態系はこの間でも推移しています。

その中で1994年にびっくりすることが起こりました。この年、日本中が渇水になりましたが、琵琶湖の渇水は最終的に132センチまで水位が下がりました。琵琶湖に流入する河川の河口が干上がってしまい、生活している滋賀県の135万人の生活排水が琵琶湖に入らなくなったのです。川や田んぼから琵琶湖に入っていたものが、河口が干上がるとみんな川の中にとまってしまって琵琶湖に入らな

くなったのです。

川の途中で潜って地下水になって土の中を通ってきますから、多くの栄養塩は土中に置いてきます。琵琶湖の透明度はそれまで6メートルだったのが、日毎によくなっていき、13メートルまでになったのです。13メートルというのは十和田湖の透明度です。このことは生活排水が入らなかつたら、琵琶湖が十和田湖になることを証明したことにもなります。

それは学術的に非常に興味のあることでした。アユとかマスの仲間はいわゆる「光り物」といいます。光り物というのは太陽の光が当たるところにすんでいる魚という意味です。太陽の光が当たるところにすんでいるからサバとかアジはみんな青いのです。青い魚はたくさん酸素を必要としますから、ほとんどは表層近くにすんでいます。プランクトンが生産される層は透明度の2.5倍で、陸水学でいうと補償深度といいます。透明度が13メートルになると、その2.5倍の32.5メートル近くまでプランクトンが生産されますから、表層の魚は深い水層にばらけるのです。琵琶湖の定置網はいつもは大体15メートルぐらいのところにかかっているのです。透明度が高くなるとそこに1匹も魚がかからなくなったのです。

新聞記者は濁水になったら栄養塩が濃縮されて、琵琶湖は汚くなって、どろどろになっているはずだからと、それを撮ろうとスポットを探します。ところが、行ってみると川はきれい、湖もきれい、ただ漁業者だけは魚がとれない。報道する材料がなく、琵琶湖の濁水の話はなくなりました。それで漁業者に「だまされたと思ってその網を15メートルのところから30メートルのところまで下げてごらん」と。そうしたら、「お金がかかる」とか何だ文句を言っていたけれども30メートルのところまで下げたら、その日のうちにビワマスがぼろぼろかかるようになって、今度は「そういうことはだれにも言ったらいかん」と言われました。

陸水学を専攻されていなくても、どういう水層でプランクトンが生産され、それを求めて魚が動くことをご承知のほうですが、それが現実には濁水が起きたときにすぐ思いつかない。また、濁水が起きれば河口が閉塞しますから栄養

塩が入らない。そんなことはないと思ひ込んで、濃縮されると思ひ込みが先行していることをとても悲しく思います。濁水の後に雨が降って、とどまった栄養塩が3ヶ月分入ってきますが、その時には生産されたものの1/10以下になっているため、大きな濁水があると2、3年は生物生産が活発になります。

### 琵琶湖の総合開発

琵琶湖の総合開発で1兆9,000億が使われました。80万人だった人口が135万人になった。50%ふえたのです。そして、生物学的な水質のランクは、昭和30年より前の状態に戻ったのです。昭和40年から45年には洗堰が動かないくらいに切れ藻がつき、内湖や内湾にアオコが出て大変でした。そういうことがあって琵琶湖の総合開発は水質の問題がすごく注目された理由だと思うのですが、それにもかかわらず、今ごろまた悪くなったようにみんなが信じているというのはどういうことでしょうか。放っておいたところが悪くなっています。多分それは水害でも同じだと思うのです。

手をかけて何かをしたところが悪くなるということとはほとんどないのです。ただ、それは水質汚濁についてのことで、新しい河川法の環境、生物多様性では少し違うのです。今までは種が多様であればいい、数でものを考えてきた時代から、生物間同士のかわりに視点が置かれるようになりました。

### 淀川のリティグレーション

淀川の河川敷でのリティグレーションは、河道を改修するときにワンドを横にずらしたのです。ワンドは地下水が行き来するものだから、地下水が行き来できるようにしたのですが、淀川がオーバーフローしてワンドに河川水が通じるようなレベルにしなかったのです。ワンドと淀川との間に土盛をして普通の洪水のときにはワンドに水が入らないようにしたのです。それは、ワンドにはイタセンパラとい

う天然記念物に指定した生物がいるから、それを保全しようということをやったのですが、そのことがイタセンバラをなくす理由になったのです。

イタセンバラは貝に卵を産みます。ドブガイという貝の中に産卵管を突っ込んで、そこで卵を産むのです。そうするとドブガイがある大きさまで貝の中で育てます。イタセンバラは天然記念物だからとってはいけないけれども、貝は天然記念物ではないから、イタセンバラが貝に卵を生んだ後、その貝を愛好家が持っていくのです。気がついたらイタセンバラのワンドには貝がいなくなるのです。これまでドブガイなどだれも育てていない。貝などどこにでもいっぱいいるものだと思った。それなのに貝がなくなってしまったことがわかりませんでした。水産試験場が改築するために、飼っていた幾つもある水槽を合わせたのです。そうして、貝の水槽にドジョウなどほかの魚を入れたら、貝がグロキシジウムという幼体を出しました。

## 洪水と生物

どうということかという、洪水が起きてくると魚が一番先にすることは、底に潜って行って石を食べるのです。浮き袋がふくれないようにして石を食べて体が重くなると、状態にあわせて岸に寄っていくのです。岸に寄っていったら、少しずつ上流へ向かい、ヨシの間などに隠れるのです。だから、するっとした護岸が100メートルも続くと、水の流れるは速く、魚が寄りなくなり、護岸ができると魚がすまなくなるというのはそういうことなのです。

本流の流れが速くなってくると、魚は少しずつ岸寄りに行きますから、そのときにワンドに入っていくのです。魚がワンドに入っていくと、貝は魚が入ってきたのが感覚でわかるとグロキシジウムという幼体を放射します。その幼体が魚のえらや体につくのです。それを魚がずっと2~3週間つけている間にグロキシジウムが成長するのです。そして落ちたときに初めて貝になるのです。貝だけで子孫を残す、世代を存続させていくことはできないようです。

養殖場では貝にホルモンを加えて稚貝をつくることで

きます。ところが自然の状態では魚と貝とが出会わなかったら、貝が幼体を出す気にならないから、命をつなぐことができません。魚についている幼体は、洪水が引いて魚が本川に戻っていったときにばらまいていくことで貝は初めて分布を広げていくようです。

ところが、貝のグロキシジウムという幼体をつけた魚が、本川に戻って卵を産むときには石があって、石の下の砂がやわらかいところに穴を掘って、そこへ卵を産んでいきますから、本川に石がないといけません。石があると雌と雄とが石の裏側に入っていく、お腹を上に向けて天井に卵を固定していきます。そして雌だけが出て行って、雄がずっとそれを守りながら卵を2週間ぐらい育てるのです。だから、洪水が起きて川が澄んでくると、本川にもどった魚が産卵に入ります。ところがいつまでたっても濁水が続いていると、産んだ卵の表面には泥がつきますから、卵が呼吸困難になって死んでしまうのです。それが洪水の時は濁水があっても、洪水の後、1週間以内に水が澄んでくれば魚が減る理由にはなりません。

洪水が起きて2週間も3週間も濁水が続いているようなことがあれば、魚が減ってしまいます。魚は濁るところでは産卵をしませんから、大体濁らないところへ行って産卵をするようになります。そこは、多分前の年に砂利が流れてきて、濁りがすぐにおさまってしまうようなところが選ばれます。人工河川は環境が単一ですが、自然の河川は構成が複雑で、どんなに改修しても卵を産むぐらいの場所はどここの川にも残っています。

佐賀県の嘉瀬川は、古い時代から水利用が盛んで農業用水の堰がたくさんあるところです。特異な嘉瀬川には特殊な生活タイプの魚がいます。ムギツクとドンコです。ドンコが卵を産んだところに行って、ムギツクはその卵を食べ、自分の卵を置いていきます。託卵といえます。こんな変わった魚の習性を水に潜って観察し、明らかにしてきたのは大阪教育大学の長田芳和先生です。

人間が堰をつくったことで、ムギツクやドンコだけがすむ川にしてしまったともいえます。アユを放流しても育ちませんから、アユ釣りも入りません。そういうところを多

様性が大切だからと言って、いろいろな魚がすむようにするのはナンセンスです。多自然型川づくりで、この魚もあの魚もすめるようにするということは、厳密な意味での環境破壊になります。それぞれの地方の川にはその特性、潜在植性というのが必ずあるのですが、その川が持っている潜在植性を見きわめた上で、河川の工事がされることが望ましくて、それが多分ポテンシャルを上げていくことだと思います。人間が基盤だけつくってやれば、そこに合ったものが生活できて、それが持続可能であるということを目指していくことが21世紀の河川改修の手がかりではないでしょうか。

## 種の消滅

1970年代には1年に数種が消滅するといわれていたのが、2001年ではそのレベルが1日に置き換えられました。種が失われていくことにあまり危機感を持ち過ぎて、種が多様であればいい、何でもいからいっぱい種類があればいいという風潮が横行していきます。水辺の国勢調査もそんなところがあり、種がたくさんいると調査をしたところが褒められるようなところもあるのですが、独特な環境があって、その独特な環境が壊されなくて持続可能な関係を続けていけることがいいことなのだというふうになっていかなないと、環境の多様性、遺伝子の多様性、ひいては生態系の多様性が保全できないように思います。

土木の専門家による河川の管理は一般の人の思いつきとは違うわけですから、筋を通していくことだと思います。専門家が生きていくためにはイデオロギーがきちんとなくてはいけなくて、例えば環境が事業化されていって、治水とか利水と同じように環境が事業化されれば、環境の専門的な技術が求められるのではないのでしょうか。

## 水は十分か

日本で作られているダム全体の貯水容量が現在200億トンぐらいあるそうです。都市用水と水道用水に

使われている量が300億トンぐらいだそうです。農業用水に使われているのが600億トンぐらいあるそうです。そうすると900億トンの水が実際には必要で、ダムでは200億トンのダムというのを上手に使わないといけない。

ただ実際問題では、農業の自給率が50%を切っているそうです。食料の半分は輸入しているのです。輸入している食料は外国の水を使っているでしょう。そうすると日本は、農業で穀物を輸入しているということは、水を輸入している国ともいえます。水ビジョン会議とかで言われる、「水がもう既に水としてでなくて、形を変えて世界中の流通の中で動いている」ということにつながっていくのだと思います。

人間が1日当たりに300リットルであれば1年間で幾らという計算もできますし、牛だったらそれが1,800リットルでどうだという、それぞれ水が必要なものがあるので、そういうのを計算していくと、やはり600億トンの農業用水というのは、今の生産物を上げるのに精いっぱい、それを何回も利用することによって維持できているということになるのだと思うのです。

そういうときに、それでは水を循環させたらいい、水を循環させたらどうなるかということになるのですが、これまでいろいろな川で水を循環させる計画というのがあります。十何年前の玉川用水や野火止用水の清流浄化事業というのを東京都で計画したときにはそんなことは考えませんでした。ただ川に水がないと悲しいと考えてひたすらやってきたのですが、ここに来て同じ考えで、例えば下水処理水を浄化した水を上流へ持って行って水を川に流すということは、経済的には可能であり、土木的にも可能であったとしても、環境という視点が入りますと、多くは生物の多様性を損ない、環境ホルモンの問題は人の健康にまで影響を及ぼすことになるので、浄化用水による水循環は十分に検討されなければならないでしょう。水の使いかた、必要性はその時代、時代で対応することが異なっているということです。