

淡水環境の変遷と淡水生物の応答：琵琶湖周辺を事例に

京都大学生態学研究センター

遊磨正秀氏

はじめに

遊磨と申します。きょうは細かいデータでなく、僕が経験してきた琵琶湖集水域、琵琶湖周辺で自分が考えていることのまとめのようなものを話したいと思っています。

渡邊さんの話を忘れてしまいますので先に言っておきますと、私、最近農水省関係の委員会にも出ています。何年前だったか忘れたのですが、愛知川上流に農業用水用の第2ダムをつくるという計画がありました。それをするべきか否かという中間評価の第三者評価委員会に出席したことがあります。そのときに教えていただいたのは、先ほどの野崎さんの質問に関係すると思うのですが、水田耕作に水がたくさん要るようになりました。なぜかという、きょうのお話にありましたけど、中干しを7月にします。田んぼがカラカラに乾いた後に再度水を入れるのに大量の水が要ります。そのときのピーク流量が足りないのです。むしろ4月の代掻きのときの水量はたいしたことがない。これにはちょっとびっくりしたのですが、7月、8月のかけ流しのときのピーク流量を確保するのに第2ダムが要るので僕は激怒いたしまして、水不足のところには水が要るような圃場整備をなぜしたのだと言いました。いろいろ問題がありながら、ダム建設そのものは個人的には止まるとしていますが、ハードの面でもいいところも悪いところもあり、また圃場整備も経済的にはよかれと思ってやっているのだけど、いろんな問題点が出てくるようです。

それから、最近農水省もずいぶん様変わりをしまして、「環境との調和に配慮した事業計画のための手引き」というのをつくりました。これは要するに「環境に配慮」という文言が法律に全部に入りましたから、それに従って田んぼの周辺でどういうことをしたら環境配慮型になるかということを示した手引きです。第1編が水路、第2編がため池・農道、第3編が水田ですが、実は第3編の水田というのは水田本体はほとんどいじれないという結論です。

それで、きょうは琵琶湖の周りの話をさせていただきます。琵琶湖周辺からはごく当たり前のようにたくさんの川がこの琵琶湖に流れ込んでいます。出口に川が1本あって大阪湾に流れていきます。こういう流れの中でいろいろ見ていきたいわけですが、どういうところに問題があるかということをもとに端的に申しますと、皆さんがよくご存じのように、最近魚がとれないことです。図1は漁獲統計から取ったニゴロブナをはじめとするフナ類の漁獲量の変遷です。漁師さんの数は少し減っていますが、特にここでガタガタガタとフナ漁獲量が落ちるほどには漁獲努力量は減っていないだろうという想定です。いずれにせよ1980年ごろにドスンと減ります。きのう加さんの学位申請の発表会がありまして、そのときに1960年ごろと80年ごろにプランクトン群集がめちゃくちゃ変化したというすばらしい話がありました。それがきょうは頭にこびりついていて、その話に集中しようかなと思

っています。

漁獲量では、1980年ごろにドスンと落ちます。理由は未だに解けていません。本当に少ない状態が今でも続いています。それで、一体なぜだろうかとみんな心配しているわけです。

そこにかかわっているいろんな状況をお話するのですが、大きく分けて3つのパターンのお話になると思います。まず、にわか人文地理学者めいた話をしようと思います。日本の長い歴史の話、それから琵琶湖周辺の割合最近の歴史の話という2つのパターン、その後のパターンというようにしたいと思います。主に魚を頭に置きながら話をしていきますが、魚に限らないかもしれません。

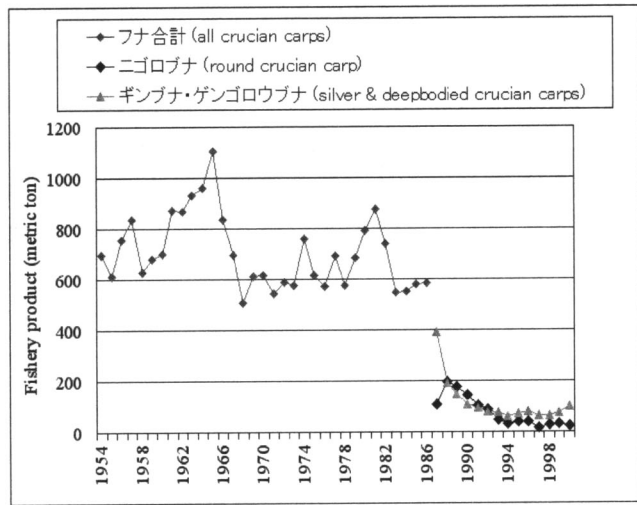


図1. 琵琶湖におけるフナ類の漁獲量変遷

1. 日本の淡水魚の歴史

日本には淡水魚が200種類ぐらいいます。ここで頭に入れておいてほしいのは、日本には中

Habitat use of fishes in and around Lake Biwa

Species	Lake Biwa		Inland area	
	Classic	Littoral	Lagoon	Tributaries
イシゴロコイ: Biwa snail-eater	●	●	●	●
イサザ: "isaza" (Biwa goby)	●	●	●	●
ビワコイナマズ: Biwa catfish	●	●	●	●
イワナマズ: Rock catfish	●	●	●	●
スゴコイ: "Sugo" snail-eater	●	●	●	●
ダマコイ: "Dama" gudgeon	●	●	●	●
シロヒメタビラ: White rock bitetling	●	●	●	●
ビワコシノボリ: Biwa freshwater goby	●	●	●	●
ガンコイウナギ: Deep-bodied crucian carp	●	●	●	●
ニゴロフナ: Round crucian carp	●	●	●	●
ワケサ: Lake weed chub	●	●	●	●
ウキゴイ: Floating goby	●	●	●	●
ギンコイ: Silver crucian carp	●	●	●	●
コイ: Common carp	●	●	●	●
オオクチバス: Largemouth bass	●	●	●	●
ブルギル: Bluegill	●	●	●	●
ギギ: Fallow bullhead	●	●	●	●
オオマズ: Iwate Eastern catfish	●	●	●	●
ハス: Piscivorous chub	●	●	●	●
オイサワ: Tale chub	●	●	●	●
オウゴン: Nise gudgeon	●	●	●	●
トウゴンシノボリ: Common freshwater goby	●	●	●	●
ニゴイ: Steed barbel	●	●	●	●
アユ: Ayu	●	●	●	●
ビワマス: Biwa trout	●	●	●	●
ウツボシメジ: Biwa sculpin	●	●	●	●
ウグイ: Japanese dace	●	●	●	●
カワムツ: Dark Chub	●	●	●	●
フナ: Dark sleeper	●	●	●	●
オウゴンシノボリ: Lizard goby	●	●	●	●
アジメドジョウ: Delicate loach	●	●	●	●
イワナ: Japanese charr	●	●	●	●

図2. 琵琶湖における魚類の場所利用

国と共通しているコイの仲間やナマズの仲間があり、約3割から4割ぐらいがそういう仲間になることです。コイやフナの仲間の1つの特徴は、後でももう一度出てきますが、産卵するときに非常に浅い水域を利用するという点です。多分きょうの話の大きなポイントはそこに尽きます。こういう日本の主流をなす魚たちが浅い水域を利用する。それが田んぼも利用していた。それが利用できなくなったという話に行き着くことになります。

どういうことかという、例えば琵琶湖を例にとります。図2は非常に細かい表ですが、色のパターンをご理解ください。琵琶湖には70種類ほど魚がいますが、代表的な魚の名前がずらっと並んでいます。赤と黒の字があり、赤の字は固有種あるいは固有種めいたものを指しています。黒で書いてある魚の名前は固有種ではないものです。名前の右の方に色分けしてあるのは、それぞれの魚がどういう場所を利用して

いるかというエリアを示しています。一番左側のブルーの部分は湖の沖合、北湖の真ん中辺りを利用していると思ってください。2番目の薄い水色が岸边、沿岸部。3番目が今はほとんどなくなった内湖と呼ばれる部分です。4番目の緑の部分が河川の河口域、4番目が河川の上流域となっています。湖の中央から流入河川の上流へという区分です。黄色や赤のボックスで示している部分がそれぞれの魚種の生息域です。直感的に見ていただいて、沿岸域や内湖もそうですが、河川の下流域などを利用している魚が非常に多いことがわかっていただけたと思います。そういうところに魚の多様性が非常に高い場所があるということです。

それから、字が細かいので見えませんが、例えば黄色のボックスが上の方に3つあります。一番上がホンモロコ、2番目がイサザ、3番目がビワコオオナマズ、少し下にゲンゴロウブナです。これらはいずれも琵琶湖の固有種とされている魚で、これらの種類は湖の沖合にすんでいるとされています。ところが、こういう魚たちは確かにその親魚は湖の沖合にすんでいます、繁殖場所は、AやEの記号が入っているところで卵を産みます。繁殖をする場所は実は全部岸边であるという特徴があります。つまり先ほど言いましたように、日本のコイ科の魚はもともと浅いところで産卵する、繁殖するという性質があって、仮に琵琶湖の沖合に生息するようになった琵琶湖の固有種をもってしても、その性質は変えがたいということなのです。このように浅いところを利用するということが、彼らにとって重要な性質、やめられない性質であるということになるわけです。

そういう浅い水域がどこにあったかということなのですが、渡邊さんのものと同じ滋賀県の土地利用図の日本語版です。滋賀県は、半分为森林で、20%ほどが琵琶湖です。そして、琵琶湖にほぼ匹敵するだけの農用地があります。この農用地のかなりの部分が、かつては魚の産卵に利用されていたと言われています。それから、正確な統計数値はわかりませんが、滋賀県の中での水系延長という統計があつて、滋賀県の場合は一級河川の延長が2,000キロ以上あります。それに対して、用水路はわずか600キロから700キロぐらいしか統計的には上がっていません。ところが用水路は本当は数え切れないぐらいあり、ここにはかなり広い農地に水を配分する幹線水路の延長だけが示されていて、そこから先の細かい水路、3次、4次ぐらいのネットワーク

になっているようなところは全然入っていないのです。そういうのを入ると多分ものすごい値になるでしょう。田んぼがあるということは、実は田んぼだけの問題ではなくて、田んぼの周りにこういう水路が無限にあり、そういう水路も含めてそこにいろいろな生物がすみつくことになったのです。

図3のようなものを出すと渡邊さんに怒られるかもしれませんが、滋賀県の中で強引に水の流量の年間ベースを試算してみたものです。

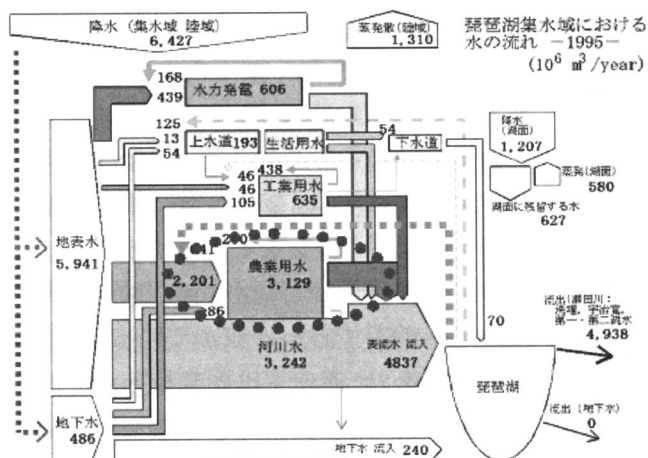


図3. 琵琶湖集水域に水量配分

琵琶湖集水域に降る雨の量とか、それから瀬田川から流れ出す量はある程度推定できています。そういうものから京大工学部の人たちが中心になって計算してくれた琵琶湖の水収支の値です。それに県の農林部で農業用の取水のリストを見せてもらい、許可取水量を単純に積算して図に入れてみたものです。雨が降って最後に琵琶湖に行くまでの間、陸地で水がどうなっているかということを示しています。

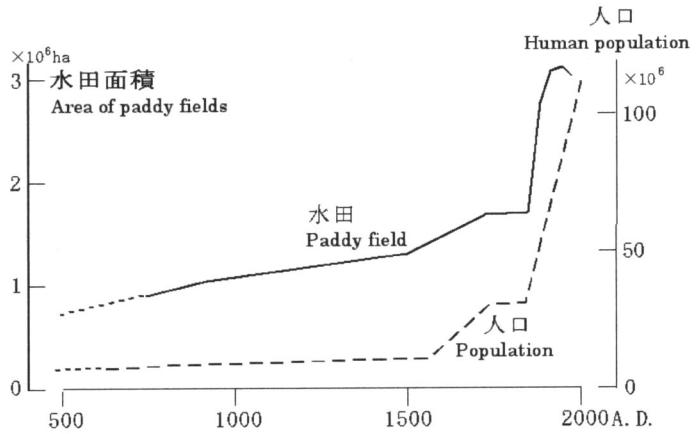


図4. 日本の水田面積の時代変遷

ボックスの大きさがある程度パターン

を示していて、ここで見ていただきたいのは水の流れの量です。空から降ってきた水が地表を流れ、一部地下に入ります。その地表を流れている水の中の一部が電力に使われたり、上水道に使われたり、工業用水に使われたりします。あとの問題は農業用水と河川水です。試算すると年間ベースではほぼ同じ量の水が農業用水と河川水として流れています。年間ベースですから、これを農繁期・農閑期、水を使う時期・使わない時期に分けると、農閑期には農業用水をほとんど使いませんから、大半の水が河川に流れていることになります。それに対して農繁期ですと農業用水が3分の2ぐらいの水を取っているということになります。いずれにしてもかなりの量が農業用水系に流れていて、つまり自然水系の水をかなり用水路に流しているということになります。だから、農業用水系にすみつく生き物は無視できないだろうということになるわけです。

このような田んぼというのが一体どのようにできてきたのかについての古い歴史を見ていこうと思います。図4は田んぼの面積の大雑把な時代変化です。今は約300万haある田んぼですが、江戸時代にもその半分以上の田んぼが既にあり、さらにさかのぼって、奈良時代には今の田んぼの3分の1以上はあったのだろうと推定されているのです。つまり、

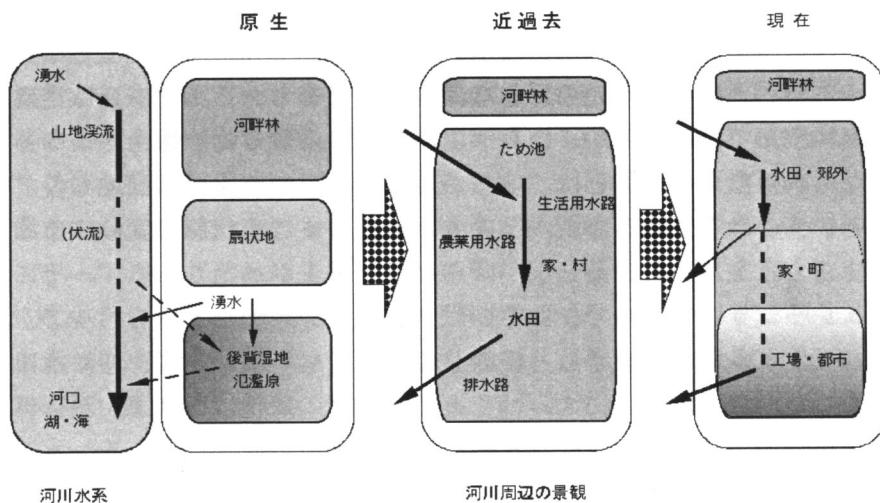


図5. 日本の土地景観の時代変遷

田んぼはすごく長い歴史を持っているということです。もっとさかのぼっていくと縄文時代まで行くと、遺構が出てくるといことはその時代からある程度の水路網をつくっていた、田んぼをつくっていたということになります。このように人

間が水田開発、土地開発をしてきたということを考えると、一体それは生物、特に淡水生物にどのような影響を及ぼしてきたのかということを考えてみます。荒っぽい表現をすると、人間が手をつけていない時代から、わりあい田んぼが豊富にあった時代、そして最近という3つの時代区分をし、一番左のブルーの部分は川のイメージです（図5）。川の上流から下流へ川が流れていて、その周辺の土地がどうなっているかという変化のイメージです。昔の状態は多分、川の上流部の周りには河畔林があり、扇状地の上は地表水が乏しいわけですからガラガラの荒地であったのでしょうか。その下流で伏流水が湧き出して、河川水も豊富になるわけですが、自然堤防が余りしっかりしていない場所ですと絶えず氾濫を繰り返す氾濫原になっていたというのが、ごく常識的な考え方です。今はこのような地形は釧路湿原を除けばほとんど残っていません。それがその後どうなったかという、土地開発によって海辺から山すその近くの部分までほとんどが、それなりに水田に変えられてしまったということになります。その水田の水はどこから取ってきたかという、河川水を引っ張ってくる、あるいは昔はダムがありませんからため池をつくるという形で水田に水を回し、そして水を川に返したり、また川から取ったりということを繰り返しながら、最終的には川に戻すというように、かなり山すその方から下流部まで水田をつくってしまったのです。

このことはどういうことを意味するかというと、魚の立場に戻りますと、昔は例えばコイやフナ、ナマズは、多分下流部の扇状地より下の部分の河川と氾濫原、後背湿地の間を利用していたと考えられます。ところが人間が水田を開いたおかげで、昔は今みたいに農繁期・農閑期の境目がはっきりしていませんから、水路を引いたら一年中水が来ているというような状態が常だったと思うのですが、山すそのため池のところまで全域に、下流の生き物が移り住んだ、分布を広げたのだらうと考えざるを得ません。

その後どういうことが起こったかという、今度は下流から都市開発が迫ってきて、下流から田んぼが消えていくのです。そうすると、田んぼが中山間地と呼ばれる山間部に近いところだけに残ってしまう。そこでどういうことが起こったかという、多分、昔下流にすんでいた生き物の一部が山すそに移り住み、そこまで分布を広げて、逆にそこに押し込められたというように考えるべきだろうという気がします。今、ため池などに細々と生き残っている、魚だけではありませんが、いろんな水生生物は大体そういう状況でそこに住み着いたのでしょう。このことは我々がいろいろな保全のことを考える上で本当は重要なことです。例えば水路にすんでいる魚とか、ため池にすんでいる生き物を保全しようと思ったときに、気にしなければならぬことは、彼らが本来すんでいた場所は湿地なのだという事です。湿地というのはどういう場所かという、ものすごく状態が変動する場所です。雨が降るたびにあふれたり、ちょっと雨が降らないと干上がったりします。そこにすむ生き物は、ポピュレーションレベルで、あるいはメタポピュレーションレベルで、絶滅と侵入、拡散を繰り返すような状態をずっと経験してきたにもかかわらず、逆に水田系の人工水系、水路であるとか田んぼなどにすみつくと、1年間の変化はありますが、年と年を渡る間に全然変化がない。毎年同じスケジュールで同じ環境が生まれてくる。水があるべきときには必ず水がある。しかも生えている植物も1種類、イネという種類だけで、その大きさも5月なら何cm、8月なら何cmと大体決まっている。10月になったら刈り取られてなくなる。そういう不思議な非常に安定した環境に住まざるを得なくなる。そこで

多分そういう環境に適応するものだけが生き残ったと考えたほうがいいのかという気がします。そして現在、レッド・データ・ブックに載っているかなりの種類がそういうところに依存しているというのが事実だということになります。

この景観変遷のイメージのように、原生の自然から人がいろいろ手を加えて、土地開発を行い、それからいろいろな利水事業、治水事業を行っていきます。農地だけではなく河川のほうもいろいろ手が加わって、水田を中心とするかなり人手が加わった場所に、生き物がすみつける場ができ上がるわけです。よく言われる里山もそれに近いものだろうというように考えられます。昔は里山も含めて農業系が存在していたわけですから、それもドッキングした格好で考えるべきなのかもしれませんが、きょうは水のほうに話の中心を置きます。

図の中期のような景観パターンが少なくとも昭和の前半ぐらいまではあったのでしょう。しかし、その後どんどん変わっていくわけです。1つは、先ほど申し上げましたが、下流からの都市開発です。それからいろいろな河川の中での水源開発、つまり水需要や電力需要のためのダムをつくるということが行われます。そういうことによって河川の中に横断構造物ができ上がり、特に川を上下する生き物というのはほとんど動けなくなってしまうという事態が生じます。さらに追い打ちをかけたのが上下水道です。先ほどの渡邊さんの話の中の、田んぼの用水のパイプライン化と同じですが、それまで井戸とか、場合によっては水路に頼って生活していた人が多かったわけですが、そういうところの水に頼らないで、それぞれの家庭に上水道が入るのです。下水のほうもどこかに適当に流してしまうというインフラ整備が進みます。今そうでない場所を探すのが大変ですよ。こういうインフラ整備によって、集落の中を流れていた水路の意味がなくなり、蓋をされてしまうということが起こるわけです。このようにして整備が進む一方で、都市開発の影響もあり、人口が増えて住宅地がどんどん広がっていきます。そうすると、本来危険であるかもしれない、川に近い場所にもどんどん家が建っていく。家が建ったら今度は大雨が降ってあふれそうになったら、危ないから何とかせよということで治水がどんどん進んでいくということになるわけです。

その一方で、後でまた別の角度からお話しさせていただきますが、圃場整備が進みます。農業の効率化ですが、生物に対するダメージの元凶は乾田化というキーワードです。乾いた田んぼにするということです。このような土地開発とか、治水とか、いろいろな整備事業の中でさまざまな問題点が指摘されてくる中で、1993年に環境基本法が制定され、それを受けていろいろな法律が改正されました。河川法、農業基本法、土地改良法、水産業法あたりが大きな目玉だったと思いますが、環境に配慮することと住民参加という2つのキーワードが入ったわけです。それを受けて、環境に配慮するとはどういうことなのかということがさんざん問題視される時代になってきたわけです。そして、先ほどからお話ししておりますいろんなハンドブックもつくらざるを得なくなったわけです。これが大きな流れの話です。

2. 琵琶湖内の最近の歴史

今回は琵琶湖の歴史に入っていきます。琵琶湖でどういうことが起こったかということの一番最後が、僕の学生だった山本敏也君と、加さんが学位を取得したところで終わると

いう年表です。それと同時に今年は愛知万博が行われる年です。初めに言いましたように、1960年ごろと1980年ごろに琵琶湖でかなり大きな変化があったことは事実です。その時代に一体何があったのか。だいぶ見直したのですが、あまりないんですね。あると言えばある、ないと言えない。1960年以前に何があったかという、名神高速道路、新幹線建設などです。若い方は生まれていない前の話ですから何を古い話を言っているのだと思うかもしれませんが、1950年後半に1964年の東京オリンピックに向けていろんな道路網、交通網の整備が行われました。着工は名神高速が1957年、新幹線が1959年らしいです。こういう工事をすると、今生態研センターの向かいで道路工事をやっているからよくわかると思いますが、大量の土が動きます。大量の土が削られたり、どこかへ積まれたりということが行われます。相当に荒っぽいことをやったはずで。そういうことがあったのが1960年代。それから、近江八幡の安土のあたりの大中の湖という琵琶湖の周りで一番大きな内湖があり、今、西の湖という小さいものが1つ残っていますが、その周辺の大干拓が行われました。昭和21年からだったと思います。20年ほどかけて干拓事業が進められました。それが終わるのが1968年です。この干拓事業は僕もよく知らないのですが、相当の土が埋められるということが行われ、土もあちこちいじられたということになりますね。こういうことが1960年代にあって、1970年には大阪万博があって、日本は経済の花盛りに入っていくわけです。

おもしろいことに、滋賀県は1972年から琵琶湖総合開発という事業が始まります。しかし70年代はイベント的にはものすごく静かです。でもその頃から富栄養化の問題などが少しずつ出てきます。ただし、政策的には意外に静かな時期です。そして、富栄養化の問題に関連して、1980年滋賀県で、石鹼運動から始まった富栄養化防止条例が制定され、それに続いて環境省が湖沼法を制定し、それから進んで、環境基本法を受けたいろんな法改正が行われるのです。

これも大きな流れですが、農業系のことです。こういう言い方が正しいのかどうかわかりませんが、1963年にまず農業基本法が、それ以前の農業系の法をまとめた形で制定され、このときに区画整理という言葉が用いられるようになります。まず10aをベースにする、機械が入る効率のいい田んぼにつくり直そうという事業が始まるわけです。それがずっと

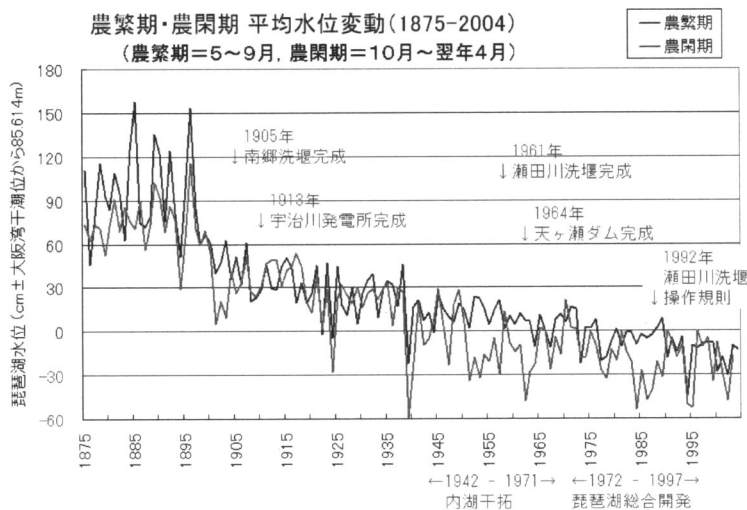


図6. 琵琶湖水位の変遷

続き、1975年から80年代ぐらいいわゆる圃場整備のピークでした。イベントの一番静かな時期が圃場整備事業のピークなのですね。1980年代に入って86年、区画が一回り大きくなります。大区画圃場整備事業というパターンになって、30aから50a規模になります。それからちょっと後の1989年にさらに区画が大きくなり、1haを推奨するようになりました。区画が

大きくなればなるほど、先ほど指摘が幾つかありましたが、畔が少なくなるというだけではなく、水路の形状がある意味ですごく単純になるということが起こるわけです。これらの変化があり、その影響も見過ごすわけにはいかないだろうと我々は思っています。

ここで、田んぼの話に行く前に、当然魚の増減にはさまざまな問題がかかわっていますので、その辺のことに触れておきたいと思います。まず1つは琵琶湖の水位です。図6は、琵琶湖の水位の変動を約半年ごとの平均値で比較したものです。農繁期と農閑期に分けています。農繁期は基本的に雨がよく降る5月から9月。雨の時期と一致していると思ってよいです。農閑期は10月から次の年の4月までで、冬の時期と思ってよいです。青が農繁期、雨の多い季節です。琵琶湖の水位は1905年に南郷の洗堰がまず完成したときに、1900年以前にくらべて、水位が30cmぐらい平均的に下がります。その後、どんどん水位が平均的に下がっていくのです。僕はどこかでドスンと下がるのかなと思っていたのですが、どうもそうではないみたいです。1961年に現在使われている洗堰が完成し、さらに水位のコントロールが可能になり、その頃でもどんどん水位が下がります。この平均的に長年にわたって水位を下げるということを誰がやっているのかはわからないのですが、水位が下がったおかげで湖の周辺に新規の土地ができるのです。我々が学生のころによく聞いた土地転がしですが、浜大津から膳所公園までの場所もこうやってでき上がったのでしょう。西武が建っているところの土地がころころ転がって、お金も動いたのが、多分、水位が下がることによって生まれてきた土地に対する行為だったのではないかという気がします。いずれにしてもどんどん水位が下がっていきます。水位が下がっていくということは、申し上げましたように、魚が産卵に使いたい浅い場所がどんどんなくなっていくということを意味するわけです。

そういう浅い場所を何とかうまく守れないかということが課題だったのですが、1992年に瀬田川の南郷洗堰の操作規定がさらに強化されます。そのときに強化された点は、雨が多い6月から10月には琵琶湖の水位をマイナス20cmかマイナス30cmに保ち、それ以外の時期はプラス30cmにしておこう、という操作規定が定められたわけです。実際にはこのとおり運用されておりませんが、かなりしっかり運用されている一番のポイントは6月のときに水位をマイナス20cmまで下げることです。ここだけはしっかりとやっています。このことが大問題だということを言い出したのが最初に紹介しました山本君です。山本君がガアガアと言ったおかげで琵琶湖河川事務所はその水位操作規定がどうも怪しいと考えなおし、2年ほど前から水位操作を試験的に変えてみようということを始めました。どういうことをするかというと、今まで6月に急激に下げていた水位をゆっくり下げて何とかならないかということです。今までは、10日間で10cmか20cm水位を下げていたわけですが、それを1カ月ぐらいかけてゆっくり下げていくと魚のほうもなじんでくれないかということを考えているわけです。少なくとも治水を主につかさどっている旧河川事務所系の琵琶湖工事事務所、今の琵琶湖河川事務所、国交省系の出先機関、ここをもってしてもこのような配慮をするというように、新しい時代に入ってきたということになります。

もう1つ大きな問題は、当然ながら魚のことを考えるのであれば外来種の話です。今朝の新聞に環境省の会議で特定外来種からオオクチバスを外すという恐ろしい結論が出ていたみたいですが、外来種の問題はここでは外してしまいます。

さらにいろんな問題があります。琵琶湖まわりをドライブされる方はわかられると思い

ますが、琵琶湖大橋のすぐ南側の東岸側、守山にゴルフ場や美術館があります。その湖岸のところに道路をつくるために、あるいはつくることによって、もともとヨシ原だった広大な土地が、全部開発されたのです。先ほど、水位が下がって行って浅い水草帯がだんだん沖のほうへ押し込められることを申しましたが、そうして水草帯が減っていく一方で、湖岸線をこのように変えていくという形でどんどんヨシ原が減り、魚の産卵場が失われていくのです。こういう問題は行政も当然に気がついており、例えばヨシ帯の面積というのが昔に比べて半分に減っているのでヨシ群落を保全しなければならないと、1992年に県条例としてヨシ群落保全条例をつくり、ヨシ群落の保護や造成も行っているわけです。けれども、その造成がうまくいっているかどうかは疑問です。

3. 琵琶湖周辺の最近の変化

琵琶湖の中でもこのようにいろいろな問題があるわけですが、もう一度田んぼのほうへ話を戻します。なぜかという、しつこいようですが、例えばヨシ帯が魚の繁殖場所として重要であるという1つの根拠になっているわけですが、かつては岸辺の水草帯だけではなく、水田地帯も相当大量の魚が来て繁殖していたのです。その場所を魚が使えなくなった。なぜか。圃場整備で大区画化する、乾田化するということが問題になっているわけです。乾田化するというこの中で、僕らが非常に気にしているのは用排水分離です。用水と排水を分離してしまう。ちょっとピンと来ないかもしれませんが、先ほど渡邊さんの図でも出てきましたが、昔は田んぼから田んぼへ水を流して水を満たしていました。田越し灌漑と言います。それを今、田1枚ごとに水を入れて、その田んぼから直接排水路へ水が落ちるとい形になります。つまり片側に用水路が流れていて、その反対側に排水路があるというように、用水路と排水路を分離してしまうということをやります。

そういう事業の中で、排水路の構造に問題があるわけです。田んぼを乾かすためだと僕は解釈しているのですが、排水路を深掘りします。排水路を深い位置に、大体75cmぐらい田面から下げたところに排水路の底をつくります。そうしておく、乾かしたいときに田んぼの水がスーッと管を伝って排水路のほうに落ち、田んぼが乾きやすいという構造になります。例えば図7は、



図7. 農業水路（用排水分離型）

左に田んぼがあり、真ん中は用水路、右は排水路です。たまたまこういうふう

に並んでいた場所があったので写真を撮ったのですが、排水路が相当深いということがわかっていただけでしょう。用水路は、石を積み上げるか何かしたら水がとまって、畦の口を開けるとジャーッと田んぼに水が入る、という構造になっています。排水路のほうも、田んぼのほうをふさいでいる石などをどければ排水路に水が流れます。この用水路と田んぼぐらいの水位の差ですといろいろな生き物が行き来しやすいのですが、排水路のように差があると、数十cmはさすがに魚の移動は無理だということになります。それでここ

に魚道をつくるなど、いろいろな策を考えているのですが、一旦インフラ整備をしてしまったものですから、今さらどうしようもないというところもあります。

もっと重要な点は、この排水路はその下の河川につながっていることです。用水路のほうは取水口につながっています。どこで水を取るかなんですが、琵琶湖に近いところでは、その取水口は実は琵琶湖です。琵琶湖の水を揚げています。琵琶湖の水を高いところに流して、表面を流れずにパイプで直接田んぼに入ってしまうのですが、そういう形にすると全然生き物の移動には役に立たない。ただし、先日の農水関係の会議ではポンプ場に関する機械の仕様を検討していて、そこで僕は生物の移送をとめるスクリーンをつけるべしと言いましたが、本当にしてくれるかどうかわかりません。でも、今ポンプで水が上がってくるから、事実上生き物は余り動けない。排水路のほうは河川につながっていつていますが、こんな深いから田んぼには上がれないという状況になっているわけです。このような問題がある一方で、水利権の関係で農繁期にはとうとうと河川の倍以上の水がこちらの水路水系に流れていますが、農閑期、冬になるとカラカラになってしまいます。

それから、排水路と本川、河川の間、いわゆる農水省と国土交通省の間ですが、ここもギャップがあります。大体の農業排水路は河川に滝のように落としています。そうすると河川から農業用排水路に魚は入れません。さらに農業排水路から田んぼに入れない。2段も3段も問題があります。こういうように水系のコネクションがつぶれていくと、結局今まで天然の湿地帯にかわって、琵琶湖の場合たまたまかもしれませんが、琵琶湖の周辺の内湖が多少干拓されても、こういう田んぼが天然の湿地のかわりになる繁殖場所があり、こういうところを利用して魚だけでなくいろいろな生き物がすんでいたはずなのですが、それがほとんど一斉にすめなくなったということになります。

それから、作付けの問題も非常に大きくて、最近ちょっと変わりましたが、一時コシヒカリ系の稲をかなり早く、5月の連休に植えるということをしていました。そうすると、下手をすれば6月の末から中干しに入る。田んぼに水がなくなるのです。それまで普通は6月に田植えがあって、7月以降に中干しをしていたのでしょ。7月以降に中干しがある状況に適応してきた生き物グループが1カ月早く暮らせと言われていたわけです。そういう形ですめなくなったカエルやトンボがいるというように神松幸弘君（総合地球環境学研究所）も言っていますし、多分そうなのでしょう。実にいろいろな問題が田んぼに絡んでいます。

結局このように周辺が変えられると、魚たちも琵琶湖にすめなくなります。そうすると魚からプランクトンへのトップダウン効果もいろいろ変わるでしょう。このような状況のなか、行政の宣伝でもないのですが、今、国は湖沼法を練り直しているみたいですが、これに先だって滋賀県は、昭和30年代の水質を取り戻すべく頑張ると宣言しています。50年後に昭和30年代の水質にすると頑張っているようです。

その中に、ビオトープのネットワーク化のため問題点や、自然環境保全など、我々がタッチしなければいけないこともまだまだたくさんあるようです。とはいえ、これが必ずしも達成される、あるいはこれに関係する調査・研究が行われるとも限りませんが、機会あるたびに我々があちこちでプッシュしていきながら、一方で少なくとも細々とデータを集積して公表していく必要があるのだろうと考えています。

かなりばらばらの話になりましたが、ある意味で渡邊さんの話を補完するような形で話

を閉じさせていただきたいと思います。ご清聴ありがとうございました。

質疑応答

川崎（環境監視研究所） 大阪に環境監視研究所というのがあるんですけども、そこで主に農薬の分析をやっている川崎といいます。よろしくお願いします。

来年度のテーマで今考えていることがあって、琵琶湖の逆水灌漑の話があったんですけども、今は逆水灌漑から一步進んでというか、循環利用の話を県が計画されていますね。それで、反復利用であるとか循環利用ということで水を回して、それは主に濁水を防止するという事なんですけれども、特に宇曾川とか湖東地域に多いんですけども、そういう水の新しい利用の仕方ということについて、そうなってくると、例えば水系の中でどんどん水が濃縮されるということと変だけれども、回されるので農薬とか窒素とかリンとかの肥料部分が濃くなって行って、それが水生生物とかにどんな影響を与えるかということ調べてみようかなと思っているんですが、先生はこれについてはどんなお考えをお持ちでしょうか。

遊磨 濃縮についてはわかりません。先ほど余りちゃんと言わなかったのですが、多くの場合パイプラインを使って移送することがあると思います。まずエネルギーロスの観点からいくと余りいい話ではないだろうなという個人的見解です。

2つ目は、最近の圃場整備の大きな問題なのですが、琵琶湖の水でも何でもいいのですが、ポンプアップして水を使う。早く稲を植えるところでは、4月に水を入れると例えば琵琶湖の水は温かいので、植えるときに助かると言うのですね。ところが6月から7月になると逆に向こうの水が冷たいので困るというような話もあります。この水温格差というのがどういう影響を及ぼしているのかというのはもうひとつ僕にもよくわからないところです。今みたいに一旦下へ下ろしたのがどの程度冷えながら上へ行くか。地下を通るとかなり冷えると思うんですけども、それは少なからず大きな問題になるんじゃないかなという気がします。それはダムから取水した場合もそうですね。ダムの特に中間から下で水を抜くとすごく冷たい水が出てきて、それは農業者は大変苦労されていて、一度外に流してからでないとなんぼに入れられないということもあるようです。農薬の問題もかなりあると思うんですが、僕は一方でこの温度差も十分に検討すべき余地があると思っています。ちょっと答えになっていませんね。

近藤 生態学の研究でいつも何か気持ち悪い気分になるのは、システムが複雑だから原因と結果が本当に結びついていないかがわかりにくい、ということだと思ってしまうんですけども、例えば水位が減ったからフナが減ったとかというのはどれぐらいの確度を持って言えることなのか、実際にそれを確かめることは可能かということについてです。

遊磨 水位が減ったからどうだということを確かめるのは、ほぼ不可能ですね。しかも、今日かなり突っ走りましたが、複合的にすべてが起こっています。土地の開発の問題には余り触れませんでしたけど、農薬の蓄積性の高い問題もあったし、除草剤の問題もかなりきつ

くあるでしょう。水位の問題があり、外来種の問題があり、栄養塩負荷の問題もあります。それ以外にも環境ホルモンの問題もあります。わけがわからないのですが、それをひも解いていくのが僕らの仕事だろうという気がします。

では水位をもとに戻したらいいのかというと、いま琵琶湖工事事務所が一生懸命頑張って水位を上げようとしています。生態学研究センターでは山中裕樹君（生態研）がフナの稚仔魚の仕事を一生懸命していて、彼に言わせれば、フナの産卵によかれと水位を何とかしようとしているわけですが、一生懸命フナが産卵しても外でバスが待っていれば、バスに対する餌を供給するだけではないかということになります。だから、1つ直せばいいという話ではありません。もちろん因果関係を調べることは大変ですが・・・。

近藤 ただ、いつも思うのは、結局因果関係をはっきりさせないと、昔のように水を流すやり方というのは当然経済的にもリスクがあるわけですね。だから、そこでリスクがあるけれどもやるんやということを行うためにはある程度の確度が欲しいなという。そこを一体僕らはどうしたらいいのかなという。まあそうですね。

永田 多分そこら辺が生態学的に見たときに、それは本当にどれだけ確かなんですかと言われたときに、自然科学の側から言ったときにいろんな側面でたぶん同じような、類似したようなことが起きるのではないかなという気がちょっとするんですけれども、どうでしょうか。

川端善一郎（京都大学） 逆水灌漑は常時、昼間でも夜でも、それから季節を問わず琵琶湖の水が水田に行くと考えたときに、水田に琵琶湖の例えば稚魚、あるいは初期の発生段階にある生物を常時供給しているシステムができ上がっているのかなと想像しました。そういう逆水灌漑がなかった時代の水田における生物相、魚に限らず、それと現在の生物相の比較の研究というのはなされていますか。

遊磨 結論から言うと、生物相の比較研究はありません。ただ幾つかの情報があって、例えばスジエビが川の上流部や中流部でふえたとか、昔はおらんかったとかというような話がありますが、実証するものは残念ながら何もありません。

それで、ポンプは、渡邊さんもおっしゃっていましたが、年中動いているわけではなくて、農繁期のそれも昼間の水が要るときだけ動かしています。結構金がかかるので限定した状態です。でもそれが生物を動かしている。例えばブルーギルが何でこんな上におるんやというのは中島経夫さんも言っていましたけれども、ポンプを通じてブルーギルの稚魚が動いたということをお否定できない事実が幾つもあるみたいです。それで僕は農水省のポンプの話が出たときに絶対スクリーンをつけてくださいと言ったわけです。プランクトンまで阻止するのはちょっと無理かもしれませんが、かなり目の細かいスクリーンをつけて、生物を人為的に移送することを極力避けなければいけないということをおっしゃったのです。

渡邊 川端先生のご質問にあった逆水灌漑について、私の説明から誤解を生んだらいけないと思い少し補足しておきます。まず、今、遊磨先生がおっしゃったように、灌漑用の逆

水施設であれば冬には基本的に取水はしません。この施設を利用して冬にも取水して、田んぼに入れないまでも、水路や休耕田などどこかに入れたほうがいい、といったことが話題になりますが、それができていないことの裏返しですね。次に、施設の計画や設計は通常は夜もポンプを運転するように考えてあったはずなのですが、実際にはピーク時以外は昼間しか運転できていません。夜間の運転に要する人件費の問題もあります。規模の大きな施設を一日中、機能の一部しか使わないことは、実は勝手の悪さもあるのです。3番目として、逆水灌漑地域のかなりの部分はもともと琵琶湖の水がかかっていたところが多いということです。水のかけ方には、クリークを介してその水を農家が個人的な揚水器具でかけるようなものもありましたけれども、かなりの部分琵琶湖の水が何らかの方法でかかっていたのです。あるいはそもそも琵琶湖に浸っていたようなところが水田として利用されていたのでしょう。琵琶湖の水位が高くなるとば稲作をあきらめて漁撈にするというような水田もあったわけです。ですから、今の逆水灌漑も、先生のご説明でいえば、昔から琵琶湖の水がかかっているところと最近かかるようになったところとに分けて考えないといけないということだと思います。

永田 それでは、遊磨先生、どうもありがとうございました。