

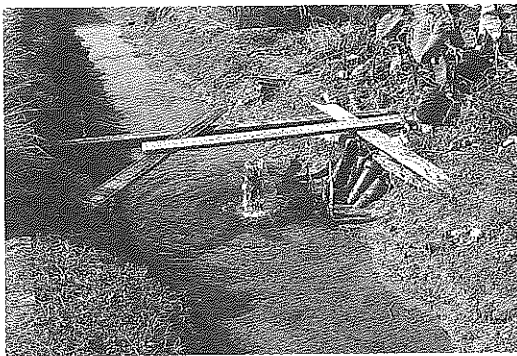
# ハリヨから見た西美濃の水環境

森 誠 一

## はじめに：西美濃地方と湧水

かつて、濃尾平野では木曾川、長良川、揖斐川のいわゆる木曾三川水系による洪水が頻繁に起こり、それによって平野自体が形成された(安藤、1975；中部地方建設局、1976；海津郡教育振興会、1978)。同時に、広い範囲にわたって後背湿地や河跡湖が散在していた(大矢、1993)。その全国でも有数の広さをもつ淡水域は、同時に多様な淡水生物の生態系を形作っていた。

その西部、西美濃地方は以前、それもわずか30年ほど前までは豊富な一大湧水群となっていた。特に、北西部にある山麓部では、扇状地から平地に移行していく周辺に多くの扇端泉があり、それを集めて川を作っていた。湧水はその川の水源のほとんどを賄うほどであった。同地方では、こうした扇状地の先端部で自然に湧き出す泉を“がま”(河間、蒲)とも言っている(写真1)。この湧水帯が西美濃地方を、きわめて特



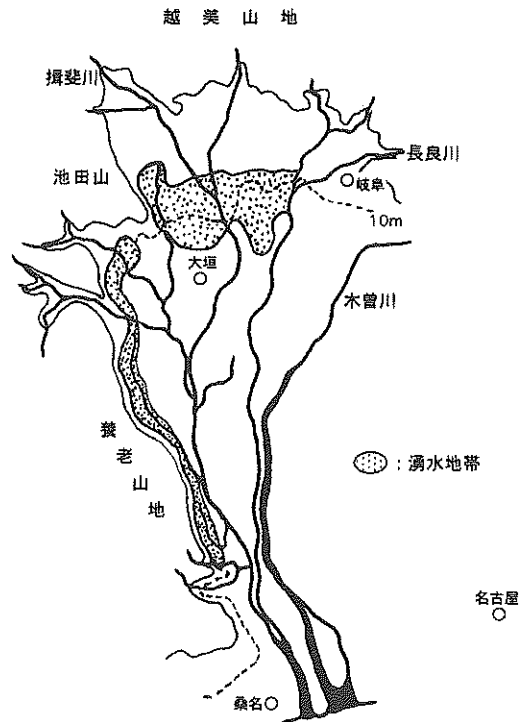
微的な淡水生態系にさせている。木曾三川という広大な淡水域を形成することによってだけでなく、湧水帯によって淡水生態系をより多様にさせているのである。しかしながら現在、殆どの水が管理され、乾田化の急速な事業促進がされ、湧水が湧かなくなった湧水口の“がま”の跡が点在しているだけである。さらに、それ湧水域自体も埋め立てられ続けて、今やわずかし

か残っていないのが現状である。

## 1. 魚類から見た湧水環境の特性

現在、岐阜県の湧水地の多くは養老山地(最高ピーク標高約900m)や、伊吹山(標高約1300m)から池田山(標高約900m)といった南北に走る山地群の東麓にある。これらの山麓には扇状地が発達し、多くの沢は水が流れていない時期が長く伏流している。これらの伏流水は扇状地の扇端で湧き水として地表に湧出し、池や小川となる。それらが集まり、中小の河川を形成し揖斐川に注ぐ(図1；森、1985、1986、1988a、1989c、1997a)。ちなみに、かつては池田町、

図1) 西美濃の湧水帯(点部)、10m等高線付近に湧水帯がある。



垂井町、大垣市、養老町、南濃町、平田町、海津町に至る広大な大垣湧水帯（自噴帯）があったという。

特に、西美濃地方の中で、こうした特徴を残して以前からの河川環境を比較的多く今も維持している河川は、養老町と南濃町を流れる津屋川である（森、1991）。この水源のほとんどは、その右岸側にある養老山地の扇状地を伏流して扇端部で湧き出る湧水である。したがって、河川の源流は溪流景観の上流域はなく、標高10mを越えない。つまり、養老山地に沿って点在する湧水群を水源としている。

湧水の湧き口には2タイプあり、川や池の底

から砂を舞い上げらせながら湧くタイプ（噴出型）と、岸から浸み出すように流れ出る場合（浸出型）とがある。この両タイプで1つの湧水の池を形成する場合もあるが、小さい湧水域だと後者だけの場合が多く、一方、水底から湧き出る水は場所的にも必然的に広い水域を形成する。大抵の池には周囲の岸から浸出する湧水がある（森、1999b）。

湧水が本流内で直接に湧くところは少なく、細流を介して本流に注ぐ。湧水の流量と数が多い場所では、いくつかの小さな池をつくっている。いくつもの湧水、池、細流が集まっている箇所では、数百mにわたって湿地帯を形成している（図2）。湧水池の特性は水質の要素を除いて言えば、透明度が高い、水温が一定、流速がゆるやか、水量増加が緩慢、水深が一定的、植物帯が豊かであることが挙げられる。底質は砂礫質から砂泥であり、貧栄養水域といえる（Mori、1994、森、1996）。

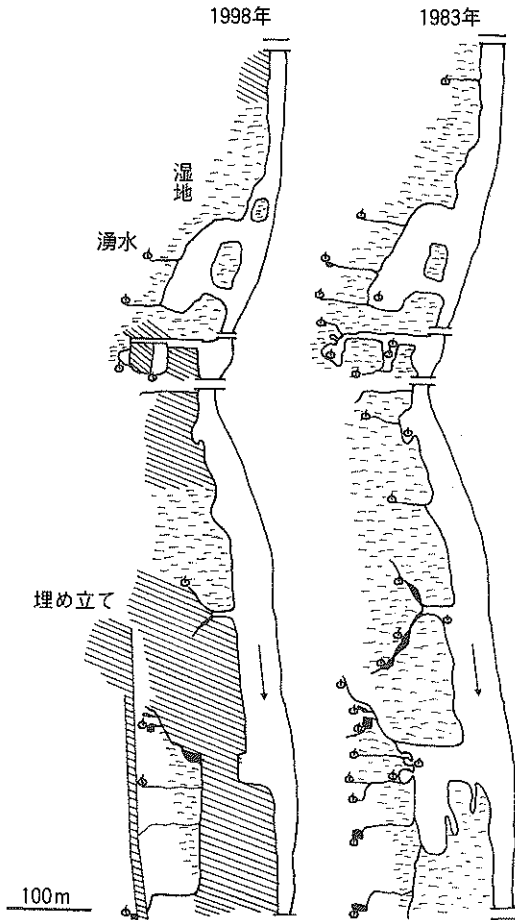
本来の湧水池の姿はその湧き出す湧水だけではなく、その形成過程と、それが作り出す環境の“湧水生態系”およびその周辺環境を意味し、それらを調査対象とする必要がある。つまり、湧水口から伏流水が湧いて湧水の池を作り、細流となり本流へ注ぐ一連の水域が単位といえる。さらに、本流でも湧水が流入する付近は湧水の影響を強く受ける水域があり、湧水生態系の一部を形成しているといえる。この湧水生態系を生物から特徴付けるものは、いうまでもなくハリヨという淡水魚である（森、1991、1995）。

## 2. ハリヨの生活から

ここで“湧水の魚”とも称されるトゲウオ科の小魚“ハリヨ”の生息環境を示しながら、湧水生態系の特徴を紹介しよう。残念ながら、この魚は近年、湧水域の減少とともに激減している（森、1985、1988b、1997a、1997b）。つまり、ハリヨがいなくなることは、好ましい湧水環境が失われていくことを意味する。いわば、ハリヨの生息環境を示すことが、西美濃地方の湧水生態系の特徴の一面を示すことにもなるといえ

図2) 南濃町津屋地区の津屋川。

河川改修と埋め立てによって環境が大きく変化している。



る。彼ら湧水の魚の生息条件を語ることが、この地域の本来の湧水環境の構造をクリアに表現できる一つの方法であると考えられるのである。ハリヨの生活に関しては、生態学的、形態学的、行動学的研究が進められており、比較的多くの知見が得られている (Mori, 1984, 1987 a, 1987b, 1995a, 1995b, 1998, 森, 1991b; Mori and Nagoshi, 1987; Nagata et al., 1988)。こうした知見をもとにして、減少の一途をたどっているハリヨの生息地を復元する最近の事業に対して、効果的に配慮・活用することが肝要である (森, 1989b, 1998b)。

### 1) ハリヨの分布

ハリヨは現在、滋賀県東北部と岐阜県南西部にのみ天然分布するトゲウオ科の淡水魚である (図3; 森, 1985a, 1986, 1997a)。元来、北方系の魚であり、その仲間は北極圏周辺の北半球高緯度地方に広く分布し、わが国のハリヨはトゲウオ科の分布域の世界的な南限地のひとつに

図3) ハリヨの分布 (放流地を含む)。

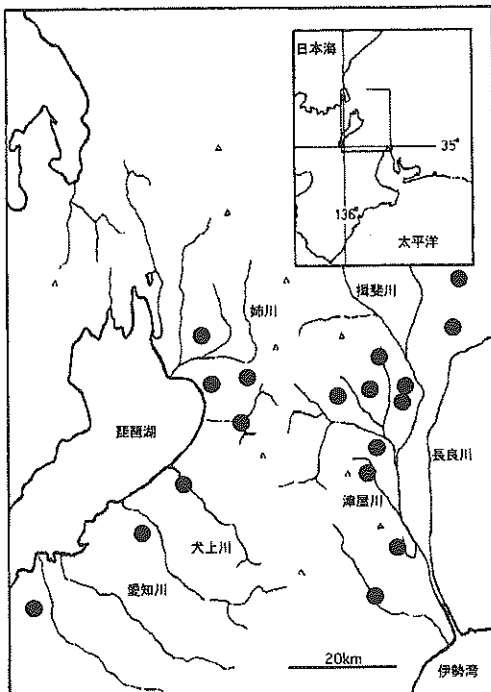
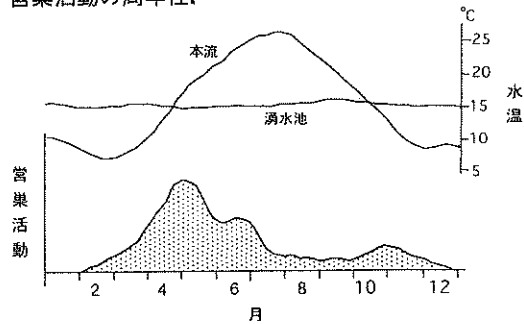


図4) 湧水と本流における水温の年変動および営巣活動の周年性。



なる。冷水性の魚である彼らが本州において生息するためには、まず第一条件として、夏期の高水温にならない湧水域が不可欠である (森, 1998a)。本州中部において、河川中流域の本流域の夏の水温は普通25度を超えるが、その水域ではハリヨは生活し世代交代を繰り返せない (図4; 森, 1994, 1997a)。

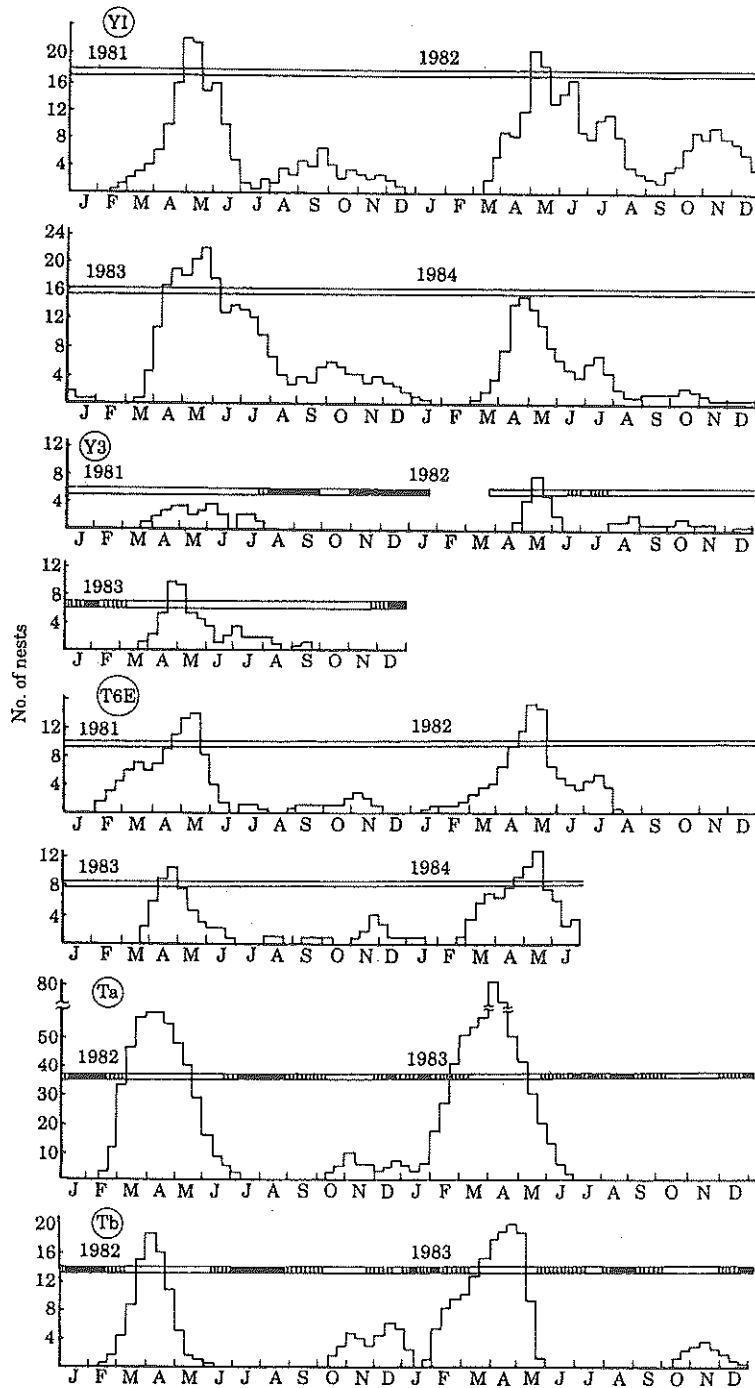
### 2) 本流と洪水域における営巣条件

湧水域の特性をハリヨの繁殖のための営巣条件に関係付けながら、隣接する本流との比較によって明確にしよう (Mori, 1987c, 1988, 1993, 森, 1987, 1989a, 1998c)。動物の生活史にとって、繁殖と摂餌に関する環境状況がもっとも重要である。では、ここでは前述したように、西美濃地方の中で比較的、自然のままの河川環境を維持している河川として津屋川を取り上げ、そこに生息するハリヨの営巣条件の研究結果を例にしてみたい。つまり、巣を作ることによって繁殖活動をするハリヨの営巣条件にとって水環境の何が重要であるのかを把握し、その湧水生態系の特性を示してみよう。ここでは、河川の本流域と湧水の影響のある湧水域とに大分され、この2分に沿って営巣条件を整理することにする (Mori, 1994)。

#### ・水温と営巣

ほぼ、水温15度で年中一定である湧水域では、営巣数が最多である繁殖期のピークは4月下旬～5月上旬であるが、ほぼ周年にわたって営巣活動が確認された (Mori, 1985, 森, 1986)。しかも、10月頃にまた小さいが、営巣数のピーク

図5) ハリヨの繁殖期(営巣数)の年変動(Mori, 1994より).  
周年性と2峰性が認められる.



6. The fluctuation in the number of nests for each 10-day period and spring conditions at each station from 1981 to 1984. □, ▨, ▩ and none represent a range of 12-18°C in temperature 10-11°C and 18-20°C, less than 10°C and more than 20°C, and dried up period (for convenience), respectively.

Mori, 1994

が認められた (図5)。ちなみに、このような繁殖期の周年性は、温帯域の淡水魚にとって、きわめて稀な生態である。一方、本流部は4月にピークがあり、5月に入ると営巣数は減少する。営巣のほとんど (90%) は14度~18度の範囲にあり、これは湧水の水温と同じである。湧水域における営巣数の変動は、本流が15度前後になる4月と10月頃にピークになり、水温の年変動とよく一致する。本流部でも営巣が見られることがあるが、その多くは湧水細流の出口付近である。

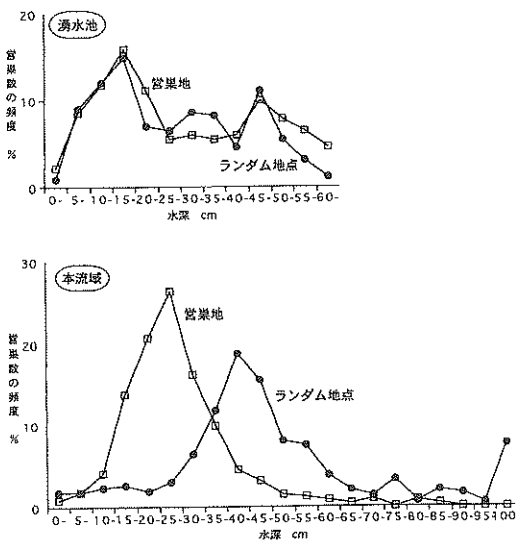
・水深と営巣

本流の最大水深は2mを越えるが、湧水域の水深は全体的に浅く50cm前後である。かつては2mを越える湧水域もあったが、それらの多くは人為的に掘ったものであった。そうした深い湧水域は、現在はほとんど消失している。

営巣地の水深分布に関して湧水域と本流域とを比較しながら示すと、多くの巣は20cm~40cmの範囲にあるが、両域間で平均水深 (平均29cm) には有意な差はなかった。しかしながら、その分布の形は異なっている (図6)。本流環境の水

図6) 営巣地の水深分布 (湧水域と本流域)。

ランダム地点はそれぞれの水域の全体的な水深を示す。本流域では営巣地の水深が浅い方にシフトしているのがわかる。



深分布より、営巣地の水深分布は明らかに浅い方に偏っている。水深分布の範囲が広い本流では、浅瀬を選択して営巣しているのである。一方、湧水域の水深分布と営巣地の水深分布とはほぼ一致し、割合として本流部よりも深いところでも営巣している。つまり、湧水域では特に浅瀬に偏ることなく、水域の全体的に営巣が認められるのである (Mori, 1994)。このことは本流域よりも湧水域の方が、営巣地の条件として相対的に面積を広く効率的に満たしていることを意味している。

・流速と営巣

湧水域の流速は毎秒15cm以下であるところが多く、全体的に緩やかであった。本流部では25cm/秒が平均であり、止水から60cm/秒までで範囲が大きかった。しかし、営巣がある箇所の流速は、両水域とも毎秒7cm~10cmで差が認められなかった。

・底質と営巣

湧水域も本流域も底質は泥、砂泥、砂やそれらの混合であった。両水域の間で、営巣は底質の選択性が有意には認められなかった。割合の少ない礫底でも、営巣が認められた。

湧水が池内から湧く場所は砂地であることが多いが、岸から浸み出す場合は礫質であった。一方、本流部では橋梁下などの川幅が狭くなり、流れが早い浅瀬では礫質になっていた。そういった場所では巣は認められなかった。

・岸からの距離と営巣

本流域においては、水深や流速は岸からの距離と相関があり、大抵は岸から離れ流心に近いほど深く、流れが早くなる。したがって、水深が深くなれば流速も早いという関係も成り立つ。もちろん、一般に河川の上流と下流を比較した多くの場合、前者は後者に比べて、浅いが流速は早い。しかし、同一箇所では、岸から離れていくに従い、水深と流速は大きくなる。また、流速は底質の粒度組成 (石の大きさ) と相関がある。早い流れは粒度の小さい泥や砂は流されてしまい、緩やかな流れではそれらが堆積する。ハリヨの巣はしたがって、浅く流れの緩やかな岸に沿って作られることが多い

(Mori, 1994)。

湧水池では、水深分布のばらつきが本流に比べて少なかった (Mori, 1994)。岸からの距離と水深は正の相関があったが、湧水池の流速は小さくその範囲が狭いため、岸からの距離との間で相関が認められなかった。あるいは興味深いことに、水深と流速の間で負の相関があり、浅いほど流速が大きいという湧水池もあった。これは、岸から浸出型の湧き口や細流の近くの浅瀬では、流速が大きいためである。細長い湧水池において、この傾向があった。全域的に流速が緩やかな湧水池におけるハリヨの巢は、岸沿いから離れて中心部にも多く認められた。

### 3) 共存する主な生物

現在のおもな水生植物は、外来種のコカナダモが優占してもっとも多く繁茂しており、また湧水域の水際ではオランダガラシ (クレソン) が多かった。オランダガラシは元来は栽培されていたものであり、現在も栽培地がある。また、フサモ、ミクリ、エビモなどが確認された。これらの水草には、ヨコエビや水生昆虫などの小動物が付いていた。湧水池において流れが緩やかで止水部分が多いと、たちどころにアオミドロが全域的に被われてしまうことがある。

水草や藻の被度は湧水池も本流域も、ランダム定点と営巣地との間に有意な差はなかった。しかし、湧水池の方が本流部よりも水草の被度は大きかった。水生植物は営巣の材料や餌生物の付着物として適切であるし、また捕食者からの避難場所にもなる。特に、同種の成魚からも逃げなければならない稚魚にとって、水草帯は格好の隠れ場所である。

湧水池におけるベントス (底生生物) は、種類構成の季節変動が顕著には認められなかった。これは湧水によって水温が一定であることと関連があると思われる。魚類の餌となるユスリカ幼虫とイトミミズが泥中に年中、一定量生息している。また、ヨコエビ類が多く、ほぼ周年にわたり繁殖していた。アナンデルヨコエビといった甲殻類や水生昆虫類のカゲロウ、トビケラなどの湧水性ベントスが長期間にわたっ

て比較的多く生息している。

湧水池の魚種と個体数は本流域に比べ明らかに少なく、湧水池間の構成魚種は類似している。湧水池ではハリヨ、アブラハヤ、ホトケドジョウ、スナヤツメが主な魚類であり、ときどきフナ、カワムツ、ヨシノボリ、ウキゴリが採集される程度である。水温15度前後の湧水池は、コイ科魚類が好まない水域なのであろう。逆に、ハリヨ、アブラハヤ、ホトケドジョウ、スナヤツメの4種は本流域では比較的少なく、湧水の影響のない下流部ではほとんど採集されず、これらは“湧水魚”という名称を冠してもよいだろう。

一方、津屋川本流ではコイ、フナ、カワムツ、オイカワ、タナゴ類、モロコ類などのコイ科魚類が20種を超え、ドンコ、ヨシノボリ、ウキゴリ、チチブなどハゼ科がよく見られる。さらに、魚食もするウナギ、ナマズ、カムルチー (ライギョ) などを含め、40種以上の魚類の生息が確認されている (森, 1991)。この魚種数は、20kmに満たない小河川としては豊富な魚類相である。

このようにハリヨという1種の生活を通して、種ごとの生態的特性があり、また、成長段階や時期 (例えば、繁殖期と非繁殖期) などに応じて利用する生活条件を変化させ、かつ変動する自然環境に即応しながら生活の場をシフトさせることがわかる (森, 1998b, 1998d, 1999a, 1999c)。すなわち、1種類の魚類であっても、多様な環境要因が必要なのである。このことは、河川における自然環境のいくつかの要因間の関係と、生物が生活する場としての環境を定量的にかつ継続的に把握することの生態学的重要性を意味する。この生態学的重要性は昨今、多くの自治体で実施されている自然に配慮した河川改修事業 (多自然型河川づくり事業など) に反映・応用されることによって重要度をいっそう増すことになろう。今後、このように魚類が河川のどこをいかにして利用しているかを理解し、その成果を踏まえて、これからの自然環境と人間生活との“共生”のあり方に対して、

具体的な提案をしていかなければならない。

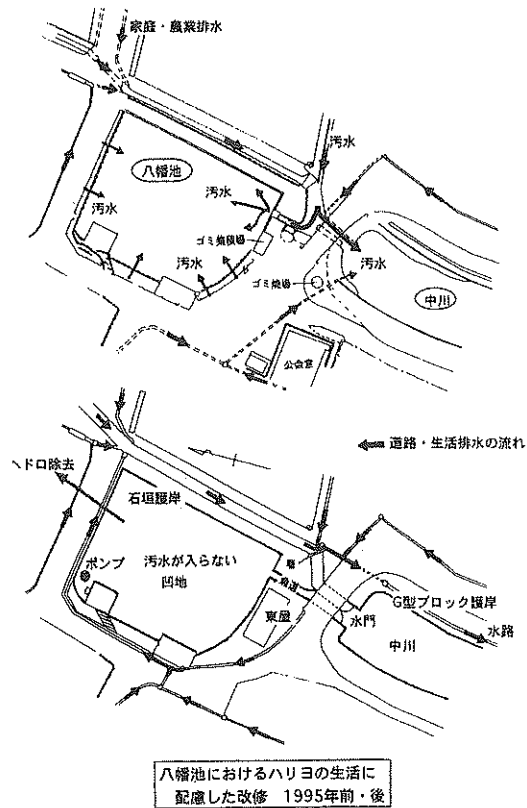
### 3. これからの湧水池の一例として： 池田町の八幡池

この提案を顕現した自然への配慮事業として、岐阜県池田町の中川および八幡池が挙げられる。もちろん、それはまだ不十分ではあるけれども、継続的な調査が行なわれている点で定量的な資料に基づいて評価できる場所となっている（森・渡辺、1990；森、1998b）。ここで十数年来、私が関わりを持ってきたこの岐阜県の天然記念物に指定されている、同町のハリヨ生息地の改修例を具体的にあげよう。池田町では地域住民を交えて、1983年からハリヨ保護のために減少傾向にあった湧水とハリヨ生息地を保持するために、いろいろな手段を講じてきた。私はこれまで、上記の研究成果をもとにして、いくつもの湧水池を復元する事業に関係してきた。この湧水池におけるハリヨの生息を考慮した護岸改修には当初から携わり、1995年度に一応の完成をした（図7）。これは中川の水源地に当たるこの池だけでなく下流側の河川にも、ハリヨの生息を配慮した護岸作りをする長期的な計画の一環である。

工事は繁殖期の春を避けて、秋～冬の間におこなわれた。まず、底に堪っていたヘドロを除去した。次いで、それまで使用されていたコンクリート岸を削除した。難渋したという工事ではあったが、極力コンクリートを用いずに、天然石で周囲を護岸した。これは湧水が湧き易くするためであり、岸から水底の傾斜を設け水深が徐々に深くなるようにした。また、湧水が自噴しない際に、人為的にくみ上げるためポンプを設置した。これは水の滞留を防ぐためでもある。湧水池においては、流れが緩やかで止水域が多く水循環が滞ると、たちどころにアオミドロが全域的に被うことがあるからである。

また、前述したように湧水の湧き口には、噴出型と浸出型という2タイプがある。この確認はそこに人の手が入るとき、特に重要となる。なぜなら例えば、湧水を活かした人工池を作る

図7) 池田町の県指定ハリヨの生息地の保全改修工事の事前事後。



場合、その湧水口のタイプを考慮した施工が行なわなければならないからだ。残念な例だが実際に、浸出型の湧水にもかかわらず、岸を垂直コンクリート護岸にして、湧水に蓋をした状態になった人工池が作られた場所がある。そこでは湧水はもちろん湧いておらず、アオミドロがペースト状になって溜まっている。

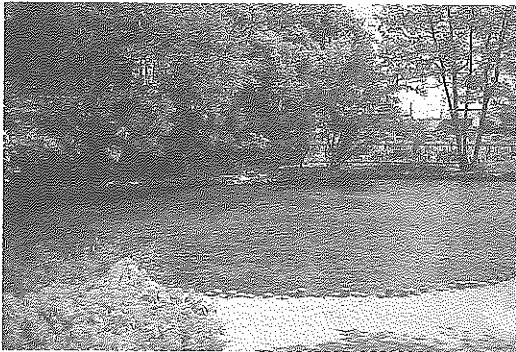
次いで、湧水池はできるだけ湧水だけで賄われていることが重要であり、富栄養化を引き起こす地表水（道路や家庭・耕作地からの排水）の流入は避けなければならない。そのため、下流からの懸濁物の多い水を逆流させないように池の出口に羽目板を設置し、さらに池の周囲に側溝を設けて地表水の流入を防ぐ構造にした。工事が一段落した後、岸に沿って、地域住民と行政とが協力して近隣から水草を移植した。また、池のほわりには、保護啓蒙のために、説明

板が設置された付帯施設が建てられた。

これらの施工結果は、一部が計画予定通りにならなかったものの、それまでの現状よりかなり進展したものになった。現在、湧水も絶えることなく湧き、高い透明度を保ち、ハリヨが営巣している。この事業は残存ビオトープ(杉山、1993; 杉山・進土、1993) から、創造ビオトープに進展した例と位置付けられよう(森、1999b)。

#### 4. 湧水池の景観

最近、自然を配慮した多自然工法や近自然工法という方向性をもって事業が実施されているが、それに沿った事業はまだまだ一部であり、初歩的な段階で模索状態にある(写真2; 森、1998b、1998d)。また、川や湖池にはそれぞれの



個性があるにもかかわらず、残念ながら多くの施工は画一的であることを免れていない。そもそも、これらは改修工事することが第一義的な目的であることには変わりなく、自然への配慮は付加的な位置にある。また、多くはこれまでの土木学や環境工学、園芸学などを背景にした公園化事業の延長で作られている。だから、日本庭園にあるような池やコンクリート擬木で囲われた池を展開する景観は、生態系の復元とは必然的に異質なものになる。

しかしながら、その事業が自然への配慮を目的とするならば、自然な湧水池のためには、例えば、岸は緩やかな斜度がある土手かもしくは石垣(岸を補強する意味)にし、岸から湧くかあるいはその近くの水底に湧水口があり、水辺には抽水植物や水草が生えていることが必要で



ある(写真3)。つまり、水際が重要である。また、湧水池は細流を通して本流までつながり、その間に湿地を形成する。それは起伏に富み入り江が複雑な地形を形成し、生物にとって多様な微環境を生起する(森、1999c)。このように西美濃の自然環境の保全のためには湧水生態系の特性ある多様な環境条件を保つことを保証しなければならない。すなわち、自然保護や自然復元の第一として、まず自然環境のことを、この場合、生態学的に知ることから始まるのである。西美濃地方の場合、ハリヨの生息が永続的に存続できるところが、理想的なかつ本来的な湧水池の一形態でなのであり、かつ湧水があるがゆえに我々人類もこの地に古くから定着・定住したのである。いうなれば、ハリヨが生息する環境条件は、人間が住みたいと思う場所の条件と同様であるといえるだろう。

#### 参考文献

- 安藤萬寿男(編著)、1975. 輪中—その展開と構造. 古今書院
- 中部地方建設局、1976. 木曾三川治水水利の歴史. 建設省
- 海津郡教育振興会、1978. 新郷土海津—かわりゆく輪中と扇状地. 岐阜県海津町
- Mori, S. 1984. Sexual dimorphism of the three-spined stickleback *Gasterosteus aculeatus microcephalus*. *Japan J. Ichthyology*, 30: 419-425
- Mori, S. 1985. Reproductive behaviour of the landlocked three-spined stickleback in Japan. The year-long prolongation of the breeding period in waterbodies with springs. *Behaviour*, 93: 21-35.
- Mori, S. 1987a. Divergence in reproductive ecology of the three-spined stickleback *Gasterosteus aculeatus*. *Japan J. Ichthyology*, 34: 165-175.



- Mori, S. 1987b. Geographical variations in freshwater populations of the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, in Japan. *Japan. J. Ichthyology*, 34 : 33-46.
- Mori, S. 1987c. Multinesting behaviour by the freshwater three-spined stickleback. *J. Ethology*, 5 : 199-202.
- Mori, S. 1988. The upright nesting behaviours on a vertical shore-wall in the three-spined stickleback. *J. Ethology*, 6 : 59-62.
- Mori, S. 1993. The breeding system of the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* (forma *leuira*), with reference to spatial and temporal patterns of nesting activity. *Behaviour*, 126 : 97-124.
- Mori, S. 1994. Nest site choice by the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, in spring-fed waters. *J. Fish Biology*, 45 : 279-289.
- Mori, S. 1995a. Factors associated with and fitness effects of nest-raiding in the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus*, in a natural situation. *Behaviour*, 132 : 1011-1023.
- Mori, S. 1995b. Spatial and temporal variations in nesting success and the causes of nest losses of the freshwater three-spined stickleback. *Environmental Biology of Fishes*, 43 : 323-328.
- Mori, S. 1998. Dyadic relationships in nesting male three-spined sticklebacks, *Gasterosteus aculeatus*. *Environmental Biology of Fishes*, 52 : 243-250.
- Mori, S. and Nagoshi, M. 1987. Growth and maturity size of the three-spined stickleback in a rearing pool. *Bull. Fac. Fish. Mie Univ.*, 14 : 1-10.
- 森誠一、1985. ハリヨの分布-減少の一途. 淡水魚(大阪), 11 : 79-82.
- 森誠一、1986. 巣をつくる魚-ハリヨの生活史. 岐阜県池田町教育委員会
- 森誠一、1987. トゲウオの父親の奮戦育児. アニマ、平凡社、176 : 36-40
- 森誠一、1988. ふるさとの淡水魚. 岐阜新聞社、50回連載
- 森誠一、1988. 淡水魚の保護-いくつかの現状把握といくつかの提起. 関西自然保護機構会報、16 : 47-50
- 森誠一、1989. 魚類の繁殖行動. 後藤晃・前川光司編、東海大学出版会
- 森誠一、1989. 淡水魚保護のためのネットワークこの一年. 淡水魚保護、2 : 128-131
- 森誠一、1989. ハリヨの分布とその減少. 関西自然保護機構会報、17 :
- 森誠一、1991. わき水の魚・ハリヨの生活史. 岐阜県南濃町教育委員会.
- 森誠一、1991. イトヨ属一繁殖システムの多様性. 陸水生物学報 6 : 1-10.
- 森誠一、1994. 魚と人を巡る水環境-ハリヨのこれまで、いま、これから. 水資源・環境研究、7 : 22-29.
- 森誠一、1995. トゲウオ類. 日本の希少な野生水生生物に関する基礎資料. 日本水産資源保護協会.
- 森誠一、1996. 魚から見た水環境. 国立環境研究所臨湖実験施設研究報告.
- 森誠一、1997. トゲウオのいる川：淡水の生態系を守る. 中央公論社、中公新書
- 森誠一、1997. ハリヨ. 希少淡水魚の現状と系統保存. 長田芳和・細谷和海編. 緑書房、東京
- 森誠一、1998. 温暖化に追われる生き物たち. 堂本暁子・岩槻邦男編. 築地書館.
- 森誠一(監修編集)1998. 魚から見た水環境. 信山社サイテック、東京
- 森誠一、1998. イトヨの生態. 動物百科(分担執筆). 平凡社.
- 森誠一、1998. 自然への配慮としての復元生態学と地域性. 応用生態工学. 1 : 43-50.
- 森誠一、1999. ダム構造物と魚類の生活. 応用生態工学. 2 : 165-177.
- 森誠一、1999. 好ましい湧水環境. ビオトープの構造-ハビタットエコロジー入門. 杉山恵一編. 朝倉書店、東京
- 森誠一(監修編集)1999. 淡水生物の保全生態学. 信山社サイテック、東京
- 森誠一・渡辺勝敏、1990. 淡水魚の保護-ハリヨとネコギギの場合から. 淡水魚保護、3 : 100-109
- Nagata, Y., Yoshimura, T. and Mori, S. 1988. Courtship behaviour of the freshwater three-spined stickleback in Japan. *Memoirs Osaka Kyoiku Univ.*, 37 : 29-36.
- 大矢雅彦、1993. 河川地理学. 古今書院
- 杉山恵一、1993. ビオトープ造りに関する諸問題について. ビオトープ-復元と創造、pp. 18-29.
- 杉山恵一・進士五十八編、1993. ビオトープの形態学. 朝倉書店
- 写真1. 大垣市江月にある水田の中にある自噴水。これが湧水域を形成する。
- 写真2. 大垣市曾根城公園内のハリヨ池。
- 写真3. 本学の水辺空間とハリヨの生息を考慮した湧水池(1999年12月に完成)。

