



河口堰がアユの生活史に 与える影響

古屋康則*

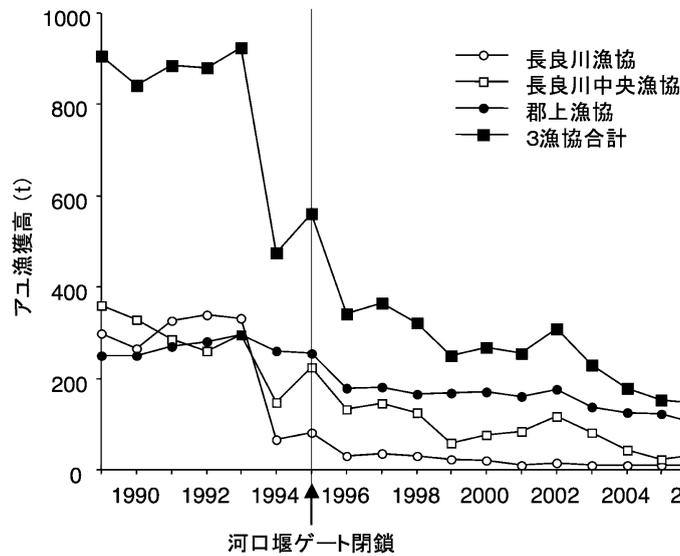
はじめに

長良川流域にとってアユは単なる清流のシンボルとしての1魚種ではない。一生の間に海と川とを行き来する「通し回遊魚」であるアユは、森、川、海をつなぐ豊かな生態系のシンボルである。豊かで多様な自然環境の保全を図り次世代へ引き継ぐことをめざしている岐阜県では、アユを「県の魚」に指定している。アユは水産上重要な漁業権魚種として我々の食卓を潤し、夏には多くの釣りファンを県内に誘致している。長良川の中流、関市と岐阜市では、一千年以上の歴史を誇る「鵜飼」が現在まで連綿と続けられ、重要な観光資源になっている。岐阜県民のアユに対する関心は高く、春の遡上や秋の漁獲の豊凶に関するニュースはたび

たび報道されるが、1995年に長良川河口堰が運用されて以来、あまり良い話を聞かない。河口堰の運用により長良川のアユの生息数はどのように変化したのだろうか。

長良川のような大河川における魚類の生息数を正確に把握することは難しい。特に、海と川とを行き来する魚種については、生息数は季節によっても流程に沿っても絶えず変化する。魚類の生息数を大まかに反映した値として、漁業権魚種については県が取りまとめた漁業統計が存在する。これは県内の各河川や漁協単位での年間漁獲高や放流量などの統計である。かつては全国1位を誇っていた岐阜県のアユの漁獲高のうち、主要な漁場であった長良川では、河口堰運用の前年(1994年)の記録的渇水により、漁

*連絡先：〒501-1193 岐阜市柳戸1-1 岐阜大学教育学部 mail: koya@gifu-u.ac.jp



河口堰ゲート閉鎖
図1．長良川3漁協におけるアユの漁獲高の推移．

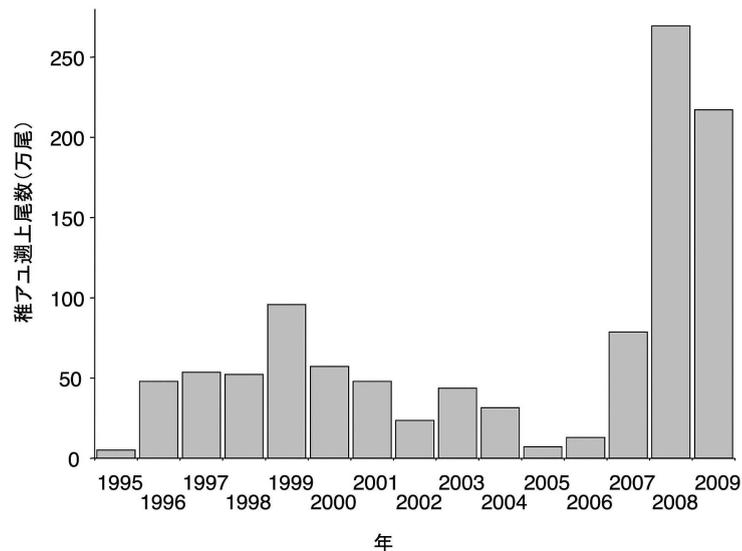


図2．長良川河口堰左岸呼び水式魚道におけるアユ稚魚の遡上数の経年変化．長良川河口堰ホームページ (<http://www.gix.or.jp/naga02/nagara/japanese/indexj.htm>) に掲載されているデータに基づいて作成．

獲量は前年に比べ大きく落ち込んでいたが、堰の運用が始まった1995年から2006年までの10年以上にわたって、アユの漁獲量はさらなる減少の一途をたどり、ピーク時の18%にまで減少した(図1)。特に、河口堰の運用後には図1に示した3漁協のなかで最下流を管轄とする長良川漁協での減少幅が著しく大きい。漁業統計は魚類の生息数を表す数値とし

てはかなり大まかなものではあるが、マスコミによる報道などを見る限りにおいては、漁業者あるいは遊漁者の実感とよく一致しているようである¹⁾。一方2008年以降は、長良川ではアユの漁獲高は一時期に比べ増加してきていると言う。また河口堰の魚道を遡上する稚魚数も2008年以降激増している(図2)。一方で、魚体サイズの大きいものが少なく、

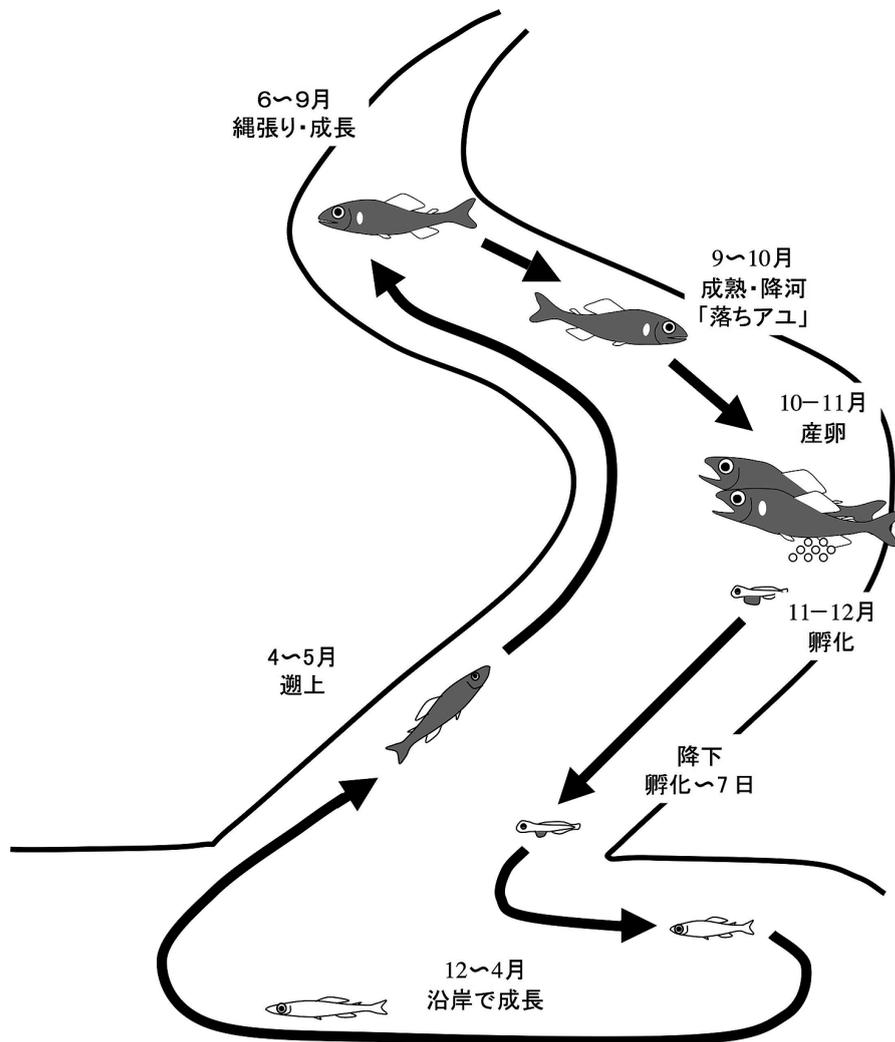


図3 . アユの生活史の模式図 .

逆に小さいものがきわめて多くなっているということも指摘されている²⁾。このような生息数（漁獲高）や魚体サイズの変化は河口堰の運用とどのように関係しているのだろうか。この章では、アユの持つ生物学的な特性によって河口堰がアユにどのような影響を与え得るのか、現実にどのような変化が起きているのか、さらにその原因として河口堰がどのように関わっているのか、について解説する。なお、以下では長良川における地点を河口からの距離（km）で表示する。

長良川におけるアユの生活史

アユは北海道の西部以南の日本各地に分布し、一生を淡水で過ごす陸封型と、一生の間に海と川とを行き来する通し回遊を行う降海型に分けられる³⁾。陸封型は琵琶湖水系などに生息し、降海型は琵琶湖以外の各地の河川に生息する。長良川に本来生息しているアユは降海型であるが、琵琶湖産の陸封型も放流されている。アユは1年で一生を終える年魚である。たった1年の生涯のなかで川から海、

そしてまた川と棲む場所を変える通し回遊魚である。図3にはアユが産まれてから死ぬまでの生活史を模式的に示した。

アユの産卵は河川の「瀬」と呼ばれる部分で行われる。自然河川では川の流れは大まかに言うと階段状になっており、階段の各段の部分は比較的水平で流れが緩く、1つの段から次の段へと移る部分は流れが速くなっている。流れの緩い部分を「淵」と言い、段と段との間の流れの速い部分を「瀬」と呼ぶ。一般に瀬と淵の間隔は、河川の上流部では狭く、下流に行くほど長くなる。長良川では関市から岐阜市付近では百数十メートルの間隔で瀬と淵が繰り返されている。最下流の瀬は、河口堰運用前では39 km付近（長良大橋下流）にあったとされるが、河口堰の運用により湛水域が形成されてからは42 km付近（穂積大橋下流）に位置する。長良川におけるアユの産卵場となる瀬は、美濃市立花付近（約80 km）から瑞穂市のJR 東海道線鉄橋直下（約43 km）の間にあり、そのなかでも岐阜市日野から下流に主要な産卵場があるとされているが⁴⁾、実際にはさらに下流の長良大橋下流の瀬でも産卵は行われていた⁵⁾。河口堰が運用された現在では長良大橋付近は湛水域となっているため、現在の主要な産卵場は岐阜市の長良橋付近（52 km）から穂積大橋下流までの10 km区間であろう。

産卵期は南日本では10月下旬から12月とされ³⁾、神奈川県では10月上旬から1月上旬で最盛期は11月中旬であるといわれている⁶⁾。長良川ではふ化仔魚の出現時期⁷⁻⁹⁾や春の遡上稚魚の日齢から¹⁰⁾、産卵は9月中旬に始まると考えられる。また、産卵の終了時期については、流下仔魚が12月下旬までしか採集されておらず⁴⁾、この時期の産卵からふ化までに要する期間を考慮すると、11

月下旬から12月上旬頃であろうと思われる。しかし後述するように、最近ではさらに遅い時期にふ化するものもいるようであり、産卵の終了時期はこれまでの報告よりもかなり遅くなっている可能性が高い。

瀬で産み落とされた卵は直ちに石や大きめの砂粒などに付着し、瀬の速い流れのなかで胚発生が進む。卵は水温14～15℃では2週間ほどでふ化するが¹¹⁾、水温が低くなれば当然、発生速度は遅くなる。長良川でのふ化のピークは10月下旬である⁹⁾。またふ化する時間帯はある程度決まっており、1日の間では日没直後にふ化のピークがある。このため、産卵場直下流で流下仔魚の採集を行うと18時から19時に採集量のピークが見られる⁷⁾。ふ化直後の仔魚は卵黄嚢と呼ばれる栄養の入った袋を腹部に持っており、この栄養を摂餌開始までの間のエネルギー源として利用している。この卵黄嚢はふ化後に日数を経るにしたがって吸収される。無給餌で飼育すると水温15℃ではおよそ1週間で死亡し始めるほか¹²⁾、同じく水温15℃前後で無給餌飼育した後、摂餌によって回復が可能なのはふ化後5日までであるという報告もある¹³⁾。即ち、ふ化した仔魚は自身を持つ卵黄を消費しつつ、川の流れに乗って流下し、5日以内に餌となるプランクトンが豊富な汽水域から河口付近にまで到達しなければ生き残れないことになる。河口堰運用以前の長良川においては、アユの仔魚は、海水と河川水とが入り混じりプランクトンが豊富な汽水域を形成する長良川大橋付近（図4）に5日以内に到達すれば、無事生き残ることができたと考えられる。ふ化仔魚が流下に要する日数を河口堰運用前の長良川で調べた調査では、約31 kmの大藪大橋で平均3.6日、14 kmの長良川大橋で平均4.6日、6 km

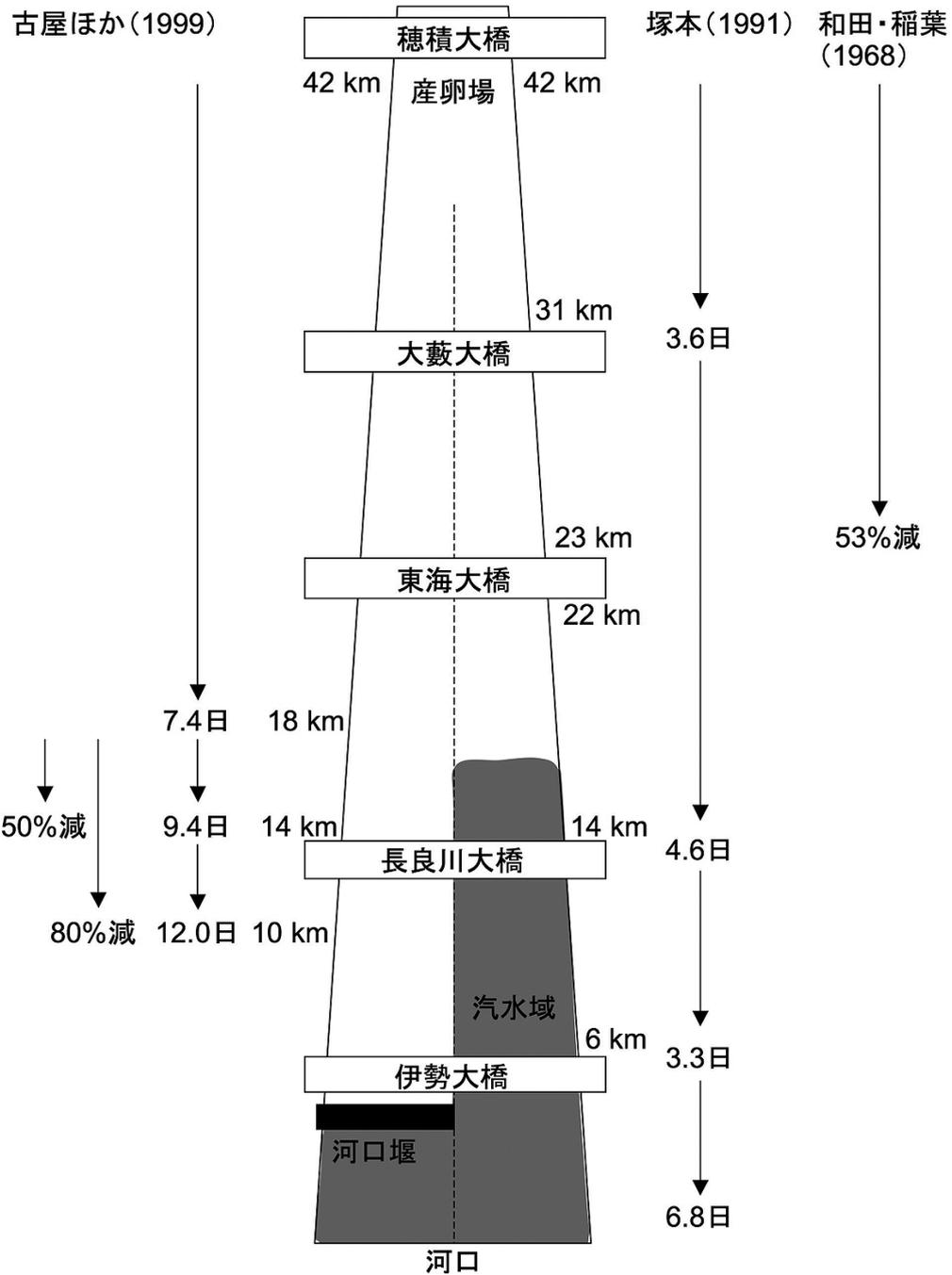


図4．長良川におけるアユの流下仔魚調査（流下日数と減耗率）の結果の概要．グレーの部分は塩水くさびが形成される汽水域を示す．右半分は河口堰運用前，左半分は運用後の長良川の状態および調査結果を示す．

の伊勢大橋で平均 3.3 日、そして河口では 6.8 日齢の仔魚が採集されており（図 4）¹⁴⁾、これは上述の予想にかなうものである。

汽水域から河口域での仔魚の主な餌は節足動物の 1 種であるカイアシ類の卵やノープリウス幼生などである¹⁵⁾。河口付近にまで到達した仔魚がその後どこで生活するのかについて、長良川あるいはその周辺の河川において調べられた例はないが、他の河川の河口周辺で調べられた結果によると、はじめは河川水の影響の強い沿岸の表層に留まり、やがて波打ち際に現れ、春になると河口へと移動し、河川への遡上が始まる¹⁶⁾。この間、カイアシ類などの動物プランクトンを中心とした餌を選択的に摂餌し¹⁷⁾、やがて稚魚へと成長する。

稚魚の河川への遡上は、稚魚の日齢やサイズ、内分泌要因などが整った上で、環境要因によって引き金が引かれるという¹⁸⁾。遡上の引き金を引く環境要因の中では水温が重要であり、一般に河川水温が海水温とほぼ一致する程度に上昇すると遡上が始まるとされている。長良川への遡上は年によってかなりの遅速があるものの、2 月下旬頃から始まるとされており¹⁹⁾、最盛期は 4 月から 5 月である^{15,20)}。群れをなして河川を遡上したアユはその後中流から上流で生活するようになり、食性は動物食から植物（藻類）食へと変わり、水中の石の表面に付着する藻類を特殊な歯で削って食べるようになる。この頃には各個体は縄張りを持つようになり、餌資源である水底の石を縄張りとして、近づく他個体を体当たりで追い払うようになる。このような藻類食性と縄張り行動の特徴を生かして、アユの「友釣り」は行われている。

初夏から盛夏にかけて付着藻類をたべて成長したアユは、やがて日長が短く

なってくると成長から成熟へと生理機能がスイッチし、それまでに蓄えた栄養を生殖巣の発達に充てるようになる。早期に河川へ遡上したアユは河川での生活が長い分大きく成長する一方、遅くに遡上してきたアユは縄張りを持つことすらできず、小さい体のまま成熟することになる。性成熟は比較的短期間に起き、8 月から 9 月にかけて生殖巣は急激に発達する。この頃には群れをつくって上流から中流、さらには下流へと移動するようになる。これらはいわゆる「落ちアユ」と呼ばれる群れであるが、彼らは産卵場に適したより下流の瀬へと移動を始める。

岐阜市を中心とした産卵場に到着したアユはやがて産卵を始める。産卵は瀬の急流の中で日没直後から始まり夜を徹して行われる。産卵時には 1 尾の雌に 1、2 尾の雄がつがい、雌雄が素早く前進して砂利に生殖口を押し付けるように背をそらし、体を震わせて口を大きく開くと同時に卵と精子を放出する²¹⁾。個体群としての産卵期はおよそ 2 ヶ月間あるが、1 尾の雌については、1 晩に数回に分けて一腹の成熟卵をすべて産み出し、やがては死んでしまう。また、産卵期を通じて、大型の個体ほど早期に繁殖を行い、逆に小型の個体ほど晚期に繁殖を行うという²¹⁾。また、小型の雌ほど大きな卵を産む傾向があることもわかっている²²⁾。即ち、大型の雌は小さなたくさんの卵を早期に産み、小型の雌は大きな少数の卵を遅い時期に産むということである。

河口堰による影響予測

河口堰がアユに与える影響については、新村(2000)が河口堰運用以前に生活史に沿った影響予測を行っている(図 5)⁵⁾。その影響とは、仔魚の降下時につい

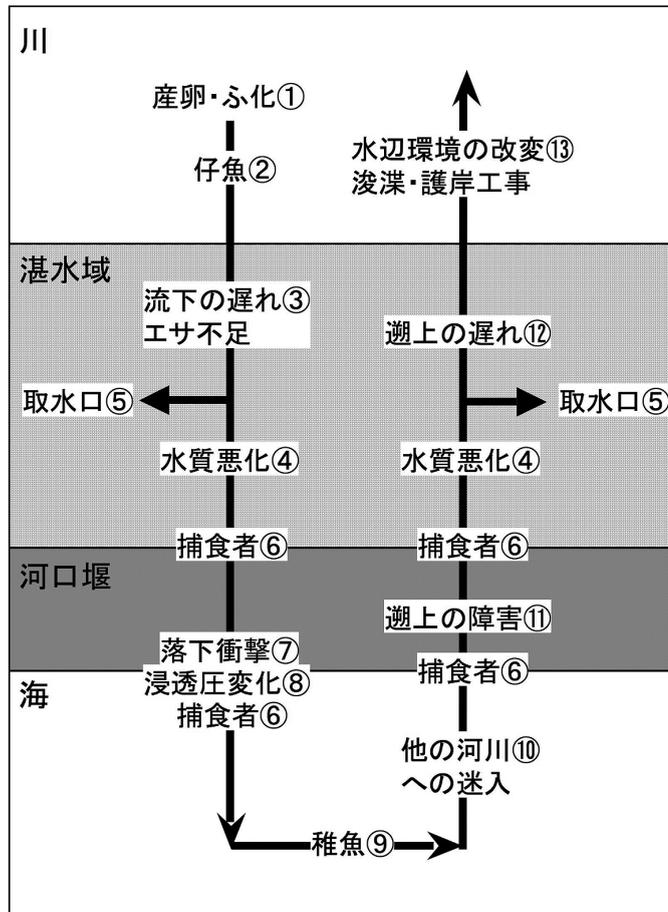


図5 . アユの生活史に沿った河口堰の影響予測の模式図 (新村, 2000 を改変).

ては、流下の遅れによる流下仔魚の減耗 (図5-) 急激な塩分濃度や水温の変化など水質悪化による斃死 (図5-) 河口堰堤体や魚道からの落下衝撃による流下仔魚の減耗 (図5-) 急激な浸透圧変化による流下仔魚の減耗 (図5-) 河口堰周辺での捕食機会の増加 (図5-) などがあり、稚魚の遡上時には、他の河川への迷入による母川回帰率の低下 (図5-) 遡上の物理的障害 (図5-) 捕食機会の増加 (図5-) 水質の悪化 (図5-) および流速の減少や潮位変化の消失による遡上の遅れ (図5-) などが挙げられている。また、これらのうち流下の遅れによる流下仔魚の減耗について、足立 (1994)²³⁾ はアユ仔

魚の絶食生存日数と過去10年間の長良川での河川流量から汽水域への到達の成否を推定した結果、絶食生存日数以内に問題なく汽水域にたどりつける年はなく、壊滅的影響を受ける年が10年間に2回はあるとしている。以上のような予想される影響すべてについて実際に起きているのか否かを検証することは容易ではない。しかし、仔魚が降下する際に堰の湛水域によって流下が遅れる可能性については、前述のように河口堰運用以前の流下日数に関する調査記録があることから¹⁴⁾、ある程度は検証が可能である。そこで、次に河口堰が運用されて間もない1997年に長良川で行われた流下仔魚の調査結果²⁴⁾ について概説する。

湛水域による仔魚の流下の遅延

河口堰運用後の長良川における最下流の産卵場(42 kmの穂積大橋付近)でふ化した仔魚が河口堰付近まで流下するのに要する日数を調べた。日齢の査定には、仔魚の頭部後方に存在する耳石と呼ばれる骨化した組織に毎日刻まれる日周輪を顕微鏡観察により読み取ることで行った。11月11日に産卵場直下(41 km)で、11月14、15日に18 km、14 km(長良川大橋)および10 kmの地点において、プランクトンネットを用いてアユの仔魚を採集した。これらのサンプルを用いて耳石を観察し、日周輪数を計数した。その結果、産卵場直下で採集されたアユの仔魚では、日周輪数は平均1.4本であったのが、18 km地点で採集されたものでは平均8.8本、14 km地点で採集されたものでは平均11.1本、10 km地点で採集されたものでは平均13.4本であった。2地点間に要する日数は日周輪数の差で表れられることから、最下流の産卵場から18 km地点までは7.4日、14 km地点までは9.7日、10 km地点までは12日を要していることがわかった(図4)²⁴⁾。堰運用後の長良川では18 km地点から下流はほぼ一様な湛水域であり、ここを流下するのに4 kmで2.3日かかっていることから計算すると、ふ化後に堰の直上流部(河口から6 km)に到達するのに14.3日を要することが予想される。河口堰運用前の調査では、14 km(長良川大橋)まで平均4.6日で流下している(図4)¹⁴⁾。また、揖斐川で我々が行った同様の調査では、産卵場直下(41 km)と12 km地点までの間を流下するのに要した日数は平均3.1日であり²⁴⁾、河口堰運用前の長良川での流下日数¹⁴⁾と大差ない結果となっている。以上のことから、河口堰によって形成された湛水域が

アユ仔魚の流下の妨げになっていることはほぼ間違いない。

14 km および 10 km で採集されたアユ仔魚の平均日齢はそれぞれ9.7日および12.0日であった。これらの仔魚は卵黄を完全に吸収しており、湛水域でなんらかの餌を摂食しているようである。通常、流下中にはたとえ餌となるプランクトン類がいても仔魚がこれを捉えることは、仔魚の遊泳能力の低さと河川の流れの影響から困難であるが、摂餌環境(豊富な餌と緩やかな流れ)が整えば、卵黄嚢を持つ仔魚であっても摂餌は可能であるという¹⁵⁾。河口堰運用前の長良川においても31 kmの大藪大橋で日齢10日の個体が採集されている¹⁴⁾。このことから河口堰によって形成された流れの緩い湛水域では摂餌が可能であり、うまく摂餌できている個体が採集されてきたものと思われる。しかし、河口堰の湛水域には多くの仔魚をまかなえるほどの餌は存在しない。長良川と揖斐川の下流域の動物プランクトン量を比較した結果では、河口堰直上部の湛水域のプランクトン量は河口から同距離の揖斐川汽水域のものと比較すると3分の1~7分の1程度である²⁴⁾。おそらく十分な餌にありつけない大部分の仔魚は途中で死亡していると考えられる。

では、流下が遅れることによって仔魚に著しい減耗は起きているのであろうか。この点を明らかにするために、仔魚の相対密度を求めた。船を下流から上流へ向けて低速で走らせながら、濾水計を付けたプランクトンネットを15分間曳き、採集された仔魚の尾数を濾水量で除した値を相対密度とした。調査は、川幅がほぼ一定で流入する支流もなく、ほぼ一様な湛水域である18 km地点から下流の数地点で行われた。仔魚の相対密度は18 km地点から14 km地点へと流下す

る際に約2分の1に減少し、そこから10 km 地点へと流下することでさらに2分の1以下に減少している。大まかに言えば18 km 地点から10 km 地点までに5分の1程度(減耗率約80%)に密度が減少している(図4 ㉔⁴)。アユの初期減耗率に関する報告は少ないが、河口堰運用前の長良川において42 km(穂積大橋)から23 km(海津町秋江)までの20 km 間の減耗率を降下仔魚の採捕数の差から推定した結果では、減耗率が約53%と算定されている(図4 ㉕⁵)。河口堰運用後の湛水域のわずか12 km 間での減耗率が80%であったことは、これらの試算と比較しても著しく高いと言える。

流下仔魚が流下中に著しく減耗すると、翌年の稚魚の遡上量にも影響が及ぶことは十分に考えられ、実際に仔魚の降下量と翌年の稚魚の遡上量の間に関連があるという報告もある^{26,27})。しかし、河口堰が運用されて以降の長良川においては、稚魚の遡上量と前年の仔魚の降下量との間には関連がないという²⁸)。これに関しては、アユが母川回帰性を持たないため、長良川に遡上する稚魚が必ずしも長良川産の仔魚のみからなるわけでないことが一因かもしれない。一方で、河口堰運用後の長良川における稚魚の遡上量は前年の仔魚の降下時期の河川流量と高い相関があることが示されている²⁸)。これは、長良川での秋の河川流量が増加することによって、仔魚が湛水域を通過するのに要する時間が短縮されることにより、海域に到達できた仔魚数が多くなったことに起因しているのかもしれない。

親魚の減少による流下仔魚の減少

河口堰の運用以前から長良川でのアユ仔魚の降下量は近隣の河川とは比較にならないほど大きかったという²⁹)。河口

堰が運用された後でも、我々が仔魚の降下の調査を開始して間もない1999年には、6~7 km 付近(長良川では河口堰直上部に相当)における相対採集個体数は、揖斐川の7.5~64.1尾に対して長良川では377尾と圧倒していた³⁰)。これは、アユが母川回帰性を持たないため、たとえ長良川において海域に生きて到達する仔魚の数が減少しても、近隣の他河川由来の仔魚によって翌年の長良川への遡上数がある程度補充されていたためかもしれない。しかし、長良川での仔魚の流下状況が改善されない限り、そのような状況も長くは続かないであろう。長良川における漁獲量も河口堰運用後の10数年間はほぼ一貫して減少傾向を示し、2006年には過去最低の漁獲量を示すに至っている(図1)。ではその当時の仔魚の降下量はどうかであったのだろうか。我々が2005年の秋に行った長良川と揖斐川での比較によると、6~7 km における両河川での仔魚の相対採集個体数は、揖斐川では1999年の調査と大きく変わらず9.4~43.4尾であったのに対し、長良川では5.1~20尾であり、1999年の20分の1にまで減少し、揖斐川での採集数を下回る場合も見られた³⁰)。河口堰直上部での流下仔魚数の大幅な減少の原因としては、湛水域の餌環境が悪化することにより流下仔魚の減耗率がこれまで以上に増大したか、あるいは長良川に遡上するアユの数が減少して産卵親魚数が少なくなったことなどが考えられる。事実、2005年の河口堰魚道におけるアユの遡上量は1995年に次いで少ない(図2)。流下仔魚の生残率が低下することで翌年に遡上する稚魚数が減少し、それによって産卵する親魚数も減少するという負のスパイラルが、長良川のアユ資源を一貫して減少の方向へ導いているのかもしれない。

遡上に見られる変化

河口堰が運用される以前の長良川にどれほどのアユが遡上しているのかを把握することは不可能であった。しかし、堰の運用によりアユの遡上は魚道を通して行われるようになったことから、遡上数を把握することが可能となったほか、遡上アユのサイズや日齢などのデータも得られるようになった。まず、河口堰の魚道を遡上するアユの個体数の実測値をみると(図2)、運用後間もない1996年からのおよそ10年間は100万尾以下の低い水準で推移し、特に、1999年以降は減少傾向にあり、2005年には最低の7万尾にまで落ち込んだ。ところが、2007年にやや持ち直して78万5千尾となり、2008年以降は200万尾を越える遡上数を2年連続して記録している。このような、河口堰運用後の遡上数の低迷とその後の急増の原因はなんだろうか。

同様の変動が全国的な傾向であるならば、長良川で見られた変動も長期的な自然変動である可能性が高い。そこで、他の太平洋側の河川における最近の遡上アユ量の変動を調べてみた。東京都が行っている多摩川での遡上アユ数の変動を見ると、1995年以降ではピークが2002年と2007年の2回見られ、特に2007年のピークは2004年の2倍に近い³¹⁾。また、三河湾に注ぐ矢作川でのアユの遡上数を見ると、明治用水頭首工の左岸魚道での遡上数には1998年、2004年および2007年にピークが見られ、特に2007年のピークは2004年の3倍近い値になっている³²⁾。また、2005年から行われている右岸魚道での採捕の量を左岸魚道での遡上数に加えた値を見ると、やはり2007年に約657万尾と最大の遡上数を示しているが、2008年には約91万尾に減少し、2009年には再び284万尾まで

増加している³²⁾。このように2007年に遡上数が増加する傾向は多摩川と矢作川で共通してみられているが、長良川に関してはそのような傾向は全く見られず、3河川に共通する変動は見られないほか、同じ東海地区の長良川と矢作川を比べても、共通した変動は見られない。長良川では2005年から長良川流域の漁業協同組合により河口堰直上部でアユの人工授精卵の飼育・ふ化放流事業が行われている。飼育卵数も2007年の500万粒から2008年には一気に6倍の3,000万粒、さらに2009年は6,000万粒と増やしている。もしこの事業が遡上アユ量の増加につながっているのであれば、裏を返せばそれ以前の遡上数の低迷は河口堰湛水域による流下仔魚の減耗によることを明示していると言える。現段階では、2007年以降の長良川における遡上アユ量の著しい増加の原因は、このふ化放流事業を除いて考えにくい。

1995年から2003年までの遡上アユの体長組成を比較すると³³⁾、平均値では60～72mmの間で推移しているが、体長分布のピークは徐々に小さい方へと偏っている傾向が認められる。1995年にはピークは61-70mmにあったが、2年後の1997年には51-60mmにピークが見られるようになっている。また、最少体長群である41-50mmのものについてみると、1995年にはごくわずか(数パーセント)しか見られなかったのが、分布のピークが小さい方へと偏るにしたがって増加し、2003年には20%を越えるに至っている。即ち、河口堰運用後は遡上時のアユの体サイズが小型化していると言える。アユの遡上に関しては、一般に大きい体サイズのものほど早期に遡上し、小さいものは遅い時期に遡上すると言われている¹⁸⁾。この傾向は河口堰における遡上アユのモニタリングデータ

からも読み取ることができる³³⁾。即ち、遡上初期の4月上旬に遡上した稚アユでは体長組成のピークは81-90 mmにあるが、その後日を経るにしたがってピークの体長は小さい方へと移動し、5月上旬では56-65 mm、5月中下旬には51-55 mm、6月中旬には41-55 mmとなっている。

塚本(1988)は「回遊の原則」として「早生まれほど若齢で早期に移動する」、「成長のよいものほど小サイズで早期に移動する」ということを挙げている¹⁸⁾。この原則にしたがえば、河口堰運用後の長良川では早期に遡上する成長のよい個体が少なく、逆に晩期に遡上する成長の悪い個体が増えている可能性がある。そのことを裏付けるデータがある。新村(2000)は建設省・水資源公団が行った河口堰直上流での遡上アユの採捕調査で、アユの耳石から推定されたふ化日の組成を1997年から1999年の3カ年について比較している⁵⁾。1997年に採捕された遡上アユのふ化日は9月下旬から12月中旬までの間にあり、そのピークは11月上旬にあった。1998年には12月下旬にふ化したものまでが含まれ、ふ化日のピークは11月中旬とやや遅くなっている。さらに、1999年に採捕された遡上アユではふ化日は10月下旬から1月下旬までの間にあり、ふ化日のピークも11月下旬へと大幅に遅くなっている。河川でのアユの産卵期は、秋季の河川流量による親アユの降下時期の違いなど、環境要因によって多少前後することもある。1996年から1998年における秋季(9月と10月)の墨俣地点での月間水位を比較する限りでは、3ヶ年で顕著な水位の差は認められず、1996年が他の2ヶ年よりも出水の回数が多い傾向は認められない³⁴⁾。流量などの河川状況の違い以外に、アユのふ化日が遅れる原因

の1つとして、早期に産まれたアユほど途中で死に絶え易く、遅い時期に産まれたアユの生残率が高いということが考えられる。このように考える理由として、産卵期中の水温の違いが挙げられる⁵⁾。即ち、産卵期の初期には水温が高いため、ふ化までに要する時間も短く、ふ化仔魚の基礎代謝率が高いため卵黄の消費速度も速い。また、絶食生残日数は水温が高いほど短い³⁵⁾。このような状況では長時間を要する湛水域の通過時にほとんどの個体が餓死するであろう。一方、産卵期の晩期に産卵された卵のサイズは大きい傾向があり²²⁾、仔魚が利用できる栄養が相対的に多い。また、この時期には水温が低下しており、ふ化までに要する時間も極めて長くなる。さらに、ふ化仔魚の基礎代謝率は低水温によって低く抑えられ、卵黄の吸収にも時間がかかるため、絶食生残日数は長くなる。したがって、湛水域の通過にも耐え、海へと辿り着く個体の割合も多くなるに違いない。新村(2000)⁵⁾の仮説が正しければ、さらに以下のような展開が予想される。塚本(1988)による回遊の原則¹⁸⁾にしたがうと、遅くにふ化した個体は海に出た後、小さい体サイズで遅い時期に遡上することになる。この点は実際にデータの裏付けがある³³⁾。遅い時期に河川に遡上した個体は産卵期までの間に河川で大きく成長することはできない。このような小型の個体は、できるだけ成長してから繁殖に加わる方が繁殖成功率を増すことができるため、遅い時期に繁殖を行う²¹⁾。このように、遅くに産まれた個体は自身の繁殖時期も遅くなり、その子の世代も遅生まれとなる。このような状況が数年続けば、その河川には小型のアユが多くなり、繁殖期自体も全体として遅い時期にずれ込むことが予想される。

おわりに

河口堰が運用されてから現在（2010年）までの長良川におけるアユの状況を見ると、運用後の数年はアユの遡上数が減少し、それに伴ってアユの漁獲高も激減した。また遡上してくるアユのふ化日は通常ではあり得ないような遅い時期のものが多くなり、親魚自体の産卵期も遅くなる傾向にある。その原因は、仔魚の海域への流下が堰によって妨げられたことによると考えられる。ここ数年は遡上量が増加し漁獲高も回復したが、その原因は人の手による受精卵の運搬・仔魚放流によるところが大きいようである。さらに中流域では人工種苗生産された稚魚が毎年のように放流され続けている。このようにして増えたアユは果たして長良川の「天然アユ」と呼べるのであろうか。人の手を加えた放流用の卵やそれに由来する仔稚魚は、少ない親魚から得られたものに由来するため、遺伝的な多様性は低い。その中からさらに選ばれた親魚から翌年の放流用の仔魚を得て放流するわけであるから、年を経るにしたがって長良川のアユの遺伝的多様性は著しく低下して行く可能性が高い。多様性の低下は環境変動による不安定な漁獲高や、免疫力の低下による斃死など、更なる問題を引き起こす原因ともなる。アユ資源の減少の根本的な原因を取り除かない限り、長良川のアユにも、そのアユを基盤とした観光や産業にも未来はない。

謝辞

この報告をまとめるにあたり、長良川下流域生物相調査団の山内克典氏（岐阜大学名誉教授）には降下仔アユの調査の計画立案から実施にいたるまでご協力いただいた。降下仔アユの調査では長良川

下流域生物相調査団の足立 孝氏、当時岐阜大学教育学部の学生であった安田素之氏、瀧澤光紀氏、および松岡秀香氏に多大なご協力をいただいた。豊田市矢作川研究所の山本敏哉博士には文献を提供していただいたほか、原稿を見ていただき貴重なご助言を賜った。以上の方々に心よりお礼申し上げます。

文 献

- 1) 中日新聞．2000．河口せきでアユ
そ上激減 長良川漁師の7割実感
漁協が初調査:建設省は「減少なし」
きょう環境庁に調査要請（2000年
2月21日付）.長良川ホームページ:
<http://www4.ocn.ne.jp/~tamo/k-akouzeki/seki.html>（参照2010-4-9）.
- 2) 岐阜新聞．2010．岐阜海流 第3
章 断ち切られた川：小型化するア
ユ 河口堰で回遊に異変も（2010
年2月28日付）. 岐阜新聞ホーム
ページ：http://www.gifu-np.co.jp/tokusyu/2010/gifu_kairyu/3/gifu_kairyu3_9.shtml（参照2010-4-9）.
- 3) 西田 睦．2002．アユ．川那部浩
哉・水野信彦・細谷和海（編・監修），
pp. 66-79．山溪カラー名鑑 日本
の淡水魚．山と溪谷社，東京．
- 4) 和田吉弘・稲葉左馬吉．1967．長良
川におけるアユの産卵から仔アユの
降下まで．VIII．生産率と損耗率．
木曾三川河口資源調査団（編），pp.
7-11．木曾三川河口資源調査報告
第4号．
- 5) 新村安雄．2000．長良川河口堰建
設による魚類，特にアユ，サツキマ
スに対する影響．財団法人日本自然
保護協会保護委員会河口堰小委員会

-
- (編), pp. 60-78. 河口堰の生態系への影響と河口域の保全. 財団法人日本自然保護協会, 東京.
- 6) 村山隆夫・鈴木規夫・西原隆通・成岡俊男. 1970. 酒匂川におけるアユ仔魚及び卵の降海状況調査 II. 神奈川県淡水魚増殖場報, 8: 135-147.
- 7) 武藤義範・浅野篤志・原 徹・斉藤 薫・土川博之. 1996. 長良川におけるアユ仔魚の降下状況, 1994年. 岐水試研報・情報及び資料, (41): 37-40.
- 8) 原 徹・浅野篤志・斉藤 薫・一柳哲也・土川博之. 1997a. 長良川におけるアユ仔魚の降下状況 II. 岐水試研報・情報及び資料, (42): 23-26.
- 9) 原 徹・武藤義範・岡崎 稔・一柳哲也・浅野篤志・土川博之. 1998. 長良川におけるアユ仔魚の降下状況 III. 岐水試研報・情報及び資料, (43): 15-17.
- 10) 原 徹・斉藤 薫・一柳哲也. 1997b. アユ資源の増殖に関する研究 III. 長良川に天然遡上するアユの耳石調査. 岐水試研報, (42): 1-6.
- 11) 高橋勇夫・東 健作. 2006. ここまでわかった アユの本. 築地書館, 東京, p. 265.
- 12) 伊藤 隆・岩井寿夫・古市達也. 1968. アユ種苗の人工生産に関する研究 LXII. 人工孵化仔魚の初期生残および成長に対する給餌開始期の影響(2). 木曾三川河口資源調査団(編), pp. 585-616. 木曾三川河口資源調査報告第5号.
- 13) 兵藤則行・関 泰夫. 1985. 海産稚仔アユに関する研究 II. 流下仔アユの生残におよぼす絶食の影響(1). 新潟内水面水産試験場調査研究報告, 12: 15-22.
- 14) 塚本勝己. 1991. 長良川・木曾川・利根川を流下する仔アユの日齢. 日本水産学会誌, 57: 2013-2022.
- 15) 中村 稔・廣瀬卓雄・西依忠之. 1990. アユの遡上降下生態. Proceedings of the International Symposium on Fishways '90 in Gifu Japan, October 8-10, 1990, pp. 97-102.
- 16) 塚本勝己・望月賢二・大竹二雄・山崎幸夫. 1989. 川口水域におけるアユ仔魚の分布・回遊・成長. 水産土木, 25: 47-57.
- 17) 浜田理香・木下 泉. 1988. 土佐湾の砕波帯に出現するアユ仔稚魚の食性. 魚類学雑誌, 35: 382-388.
- 18) 塚本勝己. 1988. アユの回遊メカニズムと行動特性. 上野輝彌・沖山宗雄(編), pp. 100-133. 現代の魚類学. 朝倉書店, 東京.
- 19) 伊藤猛夫・二階堂 要・野田一郎・榊原慎吾. 1965. のぼりアユの生態 II. 木曾三川河口資源調査団(編), pp. 51-78. 木曾三川河口資源調査報告第2号.
- 20) 伊藤猛夫・榊原慎吾・二階堂 要. 1967. 木曾三川, とくに長良川におけるアユのそ上量, 生息量, 漁獲量について. 木曾三川河口資源調査団(編), pp. 55-76. 木曾三川河口資源調査報告第4号.
- 21) 井口恵一郎. 1996. アユの生活史戦略と繁殖. 桑村哲生・中嶋康裕(編), pp. 42-77. 魚類の繁殖戦略 1. 海游舎, 東京.
- 22) Iguchi, K. and Yamaguchi, M. 1994. Adaptive significance of inter- and intrapopulational egg size variation in ayu
-

-
- Plecoglossus altivelis*
(Osmeridae). Copeia, 1994: 184-190.
- 23) 足立 孝. 1994. 河口堰が回遊魚に与える影響. 長良川下流域生物相調査団(編), pp. 92-99. 長良川下流域生物相調査報告書. 長良川下流域生物相調査団, 岐阜.
- 24) 古屋康則・足立 孝・山内克典. 1999. 長良川におけるアユ仔魚の流下状況. 長良川河口堰事業モニタリング調査グループ・長良川研究フォーラム・財団法人日本自然保護協会(編), pp. 109-116. 長良川河口堰が自然環境に与えた影響. 財団法人日本自然保護協会, 東京.
- 25) 和田吉弘・稲葉左馬吉. 1968. 長良川におけるアユの産卵から仔アユの降下まで. XII. 衝撃に対する抵抗性及び生存時間について. 木曾三川河口資源調査団(編), pp. 10-15. 木曾三川河口資源調査報告第5号.
- 26) 石崎博美・小林良雄・佐藤 茂・小山忠幸. 1986. 昭和61年度指定調査研究助成事業報告書 海産稚アユの資源生態に関する研究. 神奈川県. 35 pp.
- 27) 石崎博美・小林良雄・佐藤 茂・小山忠幸. 1987. 昭和62年度指定調査研究助成事業報告書 海産稚アユの資源生態に関する研究. 神奈川県. 32 pp.
- 28) 嶋田啓一・後藤浩一・山本一生・和田吉弘. 2006. 長良川における稚アユ遡上量の予測に関する検討. 日本水産学会誌, 72: 665-672.
- 29) 和田吉弘. 1993. 長良川のアユづくり. 治水社, 東京. pp. 38-56.
- 30) 古屋康則・安田素之・纈纈光紀・松岡秀香・山内克典. 2010. 堰湛水域におけるアユ仔魚の降下数 採集数に見られる日周変動の原因・降下数の揖斐川との比較について. 長良川河口堰モニタリング調査グループ(編), pp. 3-8. 長良川河口堰運用10年後の環境変化とそれが地域社会に及ぼした影響の解析. 長良川河口堰モニタリング調査グループ, 名古屋.
- 31) 東京都島しょ農林水産総合センターホームページ. <http://www.ifarc.metro.tokyo.jp/22,2748,44.html> (2010年4月1日参照).
- 32) 山本敏哉・永友昌秀. 2010. 明治用水頭首工におけるアユの遡上データ(1998~2009年). 矢作川研究, 14: 73-76.
- 33) 国土交通省中部地方整備局・水資源機構中部支社. 2004. 中部地方ダム等管理フォローアップ(堰部会)平成15年次報告書. 国土交通省中部地方整備局・水資源機構中部支社.
- 34) 国土交通省水文水質データベース. <http://www1.river.go.jp/> (2010年4月30日参照).
- 35) 伊藤 隆・富田達也・岩井寿夫. 1971. アユ種苗の人工生産に関する研究 LXXII 人工ふ化仔魚の絶食生残に対するふ化水温と飼育水温との温度差の影響. アユの人工養殖研究, (1): 99-118.
-