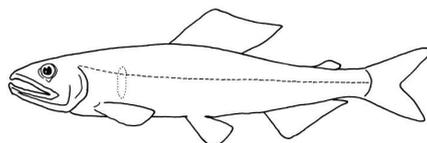


平成 27 年度
天然アユを指標とした富士川の環境保全調査
報 告 書

2016 年 1 月

株式会社 アイエイアイ
たかはし河川生物調査事務所



はじめに（調査の目的にかえて）

富士川は、長野県・山梨県および静岡県を流れ駿河湾に注ぐ、流路延長 128km、流域面積 3,990km² の一級河川で、日本三大急流の一つに数えられている。

かつてはアユの漁獲も多く、尺アユの釣れる川としても名をはせていたが、近年では天然アユの資源水準は著しい低下傾向にある。それにもかかわらず、静岡県内の富士川本川には漁業権がほとんど設定されておらず、天然アユ資源の保全活動も行われていない。

本報告は、株式会社アイエイアイの委託を受けて、富士川の河川環境を「天然アユの生息場」という視点から調査したものである。2015 年は河川環境を把握することとアユの資源水準を推定することを主目的として、天然アユを増やすことの可能性についても検討を加えた。

漁業権が設定されていない富士川で天然アユを保全することは、仕組みの上では難しいかもしれないが、同様の状況にある愛知県の庄内川や島根県の静間川等の多くの河川で、市民レベルで天然アユを増やすための取り組みが行われるようになっている。このようなケースでは天然アユは水産資源というよりも「良い環境のシンボル」として登場しており、天然アユを増やすという活動を通じて河川環境を良くする取り組みへと発展している。

富士川においても、天然アユを増やすということを通じて河川環境を良くすることが、関係者の願いでもある。

2016 年 1 月

たかはし河川生物調査事務所

代表 高橋勇夫

1.

生息環境

富士川の河川環境をアユの生息場・漁場という視点で観察し、アユ漁場としての適性について検討した。

1. 調査方法

2015年5月28～29日に、陸上および水中から対象区域の河川環境（瀬淵の分布、河床の状態等）を観察し、アユの生息に影響を与える構造物、取水などがあれば、その位置と理由を整理した。また、図1-1に示した9地点（図中の○地点）では潜水し、河床の状態や付着生物などを観察した。さらに、2015年8月18日には、富士川水系（釜無川・笛吹川合流点から下流の本川と主要な支川）の濁水の発生状況について現地での観察を行った。

これらのデータをもとに、富士川のアユ漁場（生息場）としての適性について検討した。

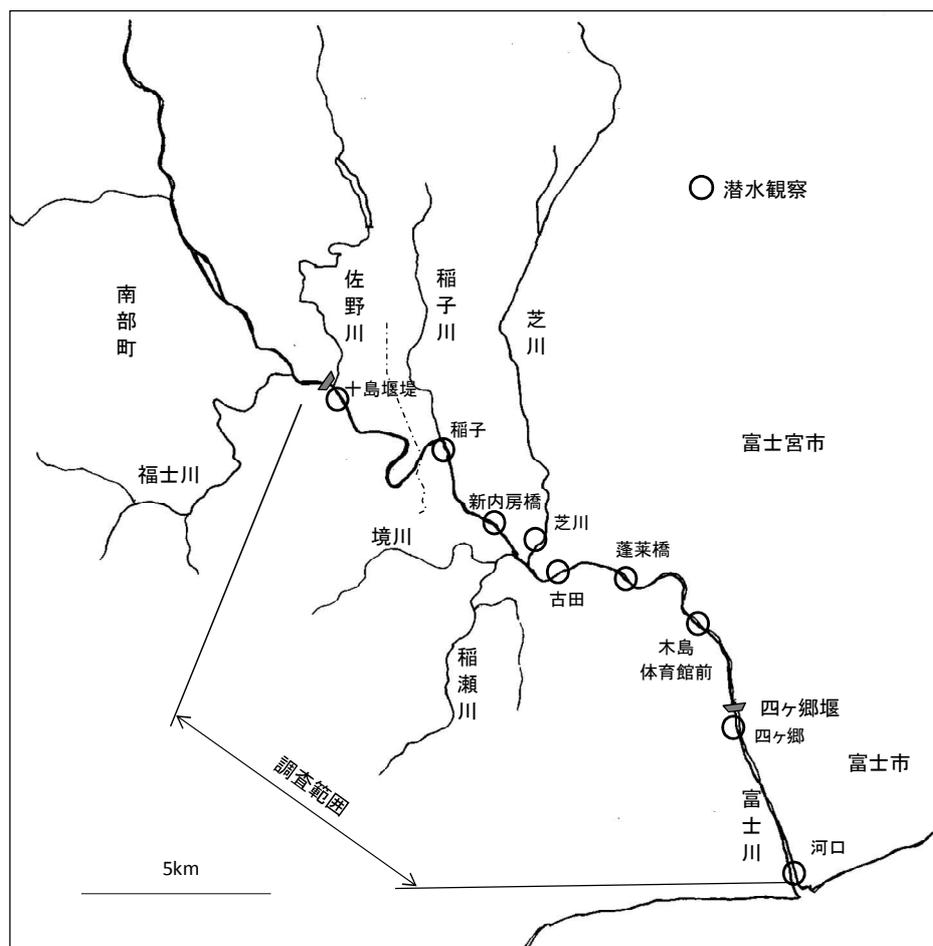


図1-1 富士川での調査範囲と潜水観察地点(図中の○印)

2. 調査結果と考察

1) 河川形態

富士川本川中下流部（河口～十島堰堤）の河川形態は主に Bb 型（平地流）で、古田～新内房橋付近（図 1-1 参照）では Aa-Bb 移行型（山地流）が混在した。淵やトロの河床材料は大礫が多く、アユの生息に好適な状態にあった。

2) 水質全般

有機的汚濁 (BOD) 富士川本川下流部（富士川橋）における近年（2005～2014 年）の水質は国交省水文水質データベースによると、BOD75%値で 0.7～1.5mg/L であり、有機的な汚濁に関しては、アユが生息するうえで問題はない。

濁り (SS) 濁りの指標となる SS（懸濁物質）の年平均値は 2～204 mg/L で、10 年間の平均値（流心・左岸・右岸で測定された全データの平均）は 32mg/L と高い。水質調査は原則として平常時（通常は濁りが少ない時期）に行われることを考慮すると、この平均値の高さは異常で、濁りがしばしば長期化していることが示唆される。10 年間の平均値である 32mg/L という値は、アユが忌避するレベル（15～23 mg/L）であり（日本水産資源保護協会, 1994）、アユのストレス要因（免疫力が低下し、病気にかかりやすくなることが考えられる）となる可能性がある。さらに、稚アユの遡上は抑制されるレベル（30～50mg/L）でもある（日本水産資源保護協会, 1994）。

富士川本川（南部橋と富士川橋）と狩野川（黒瀬）の流心部で測定されたデータ（1996～2014 年の年平均値）を比較してみると、富士川では狩野川に比べてしばしば高い値が検出されており、特に南部橋でその傾向が強い（図 1-2）。富士川橋の値は狩野川と大きな差はなく、1996 年から 2014 年の平均値は富士川橋で 7.0 mg/L、狩野川で 5.4mg/L であった。しかし、1996～2014 年の間の年最高値の平均は、富士川橋で 26.4 mg/L、狩野川で 11.1mg/L と大きな差があり、やはり富士川で高濃度の濁りが頻繁に発生していることが示唆される。また、近年では 2011 年以降、狩野川と富士川の濁りの差が大きくなっていることが目立つ。

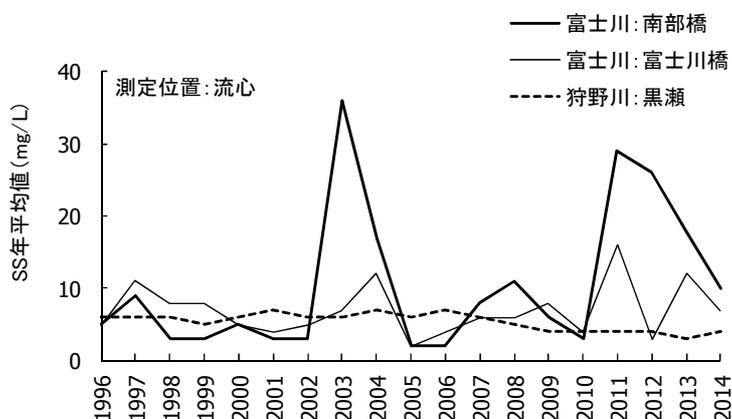


図 1-2 富士川と狩野川における年平均濁度

さらに、同じ富士川橋でも、右岸で測定された値は流心よりも高いことが多く、年によっては年平均値が 200 mg/L を越えている（図 1-3）。このことは富士川橋の上流右岸側に大きな負荷源があること意味している。

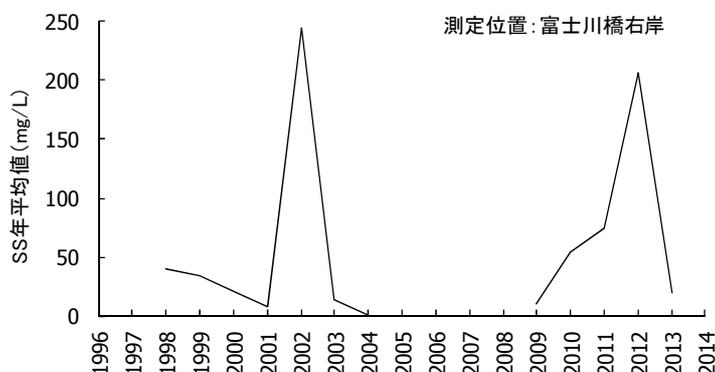


図 1-3 富士川橋右岸における年平均濁度

pH pH はやや高く、9 を超えることもあり、年平均値でしばしば 8 を上回る。水産用水基準では、河川での pH を 6.7～7.5 と規定しており、富士川の値はこれを上回ることが多い。ただし、地質などの影響で pH の年平均値が 8 程度になる河川は、他にも存在し、それらの河川でアユの生息が阻害されているという事実はない。

3) 富士川の濁りの実態(濁水の発生源の予備的調査)

2015 年 8 月 18 日に富士川の四ヶ郷堰堤上流～山梨県釜無川と笛吹川合流点までの本川およびその間に流入する主要な支川を対象に富士川の濁りの負荷源を特定するための予備的な調査を行った。調査方法は水色を陸上からの目視観察によって、①清透、②笹濁り（アユ釣りは可能）、③薄い茶色、④茶濁、⑤黒っぽい茶色の 5 段階に分類した。

調査時に発生していた濁りは、調査前日の 8 月 17 日の降雨に伴うもので、山梨県内の富士川流域における 8 月 17 日の降水量（気象庁 HP より）は、50～113mm であったが、南部町の 113mm を除けば 50～60mm（時間最大 10mm 以下）程度の降雨で、地域間に大きな差はなかった。

富士川本川および主要な支川の観察結果を表 1-1 に整理するとともに、図 1-4 に概略的に示した。

(1) 富士川本川

本川上流の釜無川は濁りの程度は強いものの、単なる茶濁であった。また、笛吹川は濁りが取れ始めており、薄茶色であった。早川合流点から下流は濁りの程度が強くなり、茶色に墨を混ぜたような色調となった。また、富士川本川の早川合流点付近では、早川側の水と本川上流からの水の色調が異なっており、その境目が目視確認できた。

本川の砂州では砂利採集が行われており、濁水の供給源の一つとなっている可能性が考えられた。

(2) 支川

早川は今回観察した支川の中で最も強度の濁りが発生しており、色調は黒っぽい茶色であった。波木井川も濁りが認められ、色調は薄茶色であった。その他の支川は、濁りがまったく発生していないか、笹濁り（弱い白濁）であった。

(3) まとめ

今回の観察では、流域の降水量に大きな差はなかったにもかかわらず、富士川の右岸側の上流域から合流する支川において強い濁りが発生していた。特に早川から最も強い濁りが発生しており、流量も支川の中では最も多いことから、早川が主要な濁水の発生源の一つとなっていると判断された。また、富士川本川は佐野川や稲瀬川等の支川からの清透な水が入っているにもかかわらず、下流部までほとんど水色が変わらなかった。このことは、支流が濁水の発生源となっているだけでなく、本川にも発生源（河床に堆積した泥等）が存在することを示唆しているように思われる。

富士川で見られる濁水の長期化がどのようなメカニズム（本川上流からの供給、支川からの供給、河床攪拌による発生等）で起きているのかを把握することと、モニタリングによる濁水長期化の実態を把握することが、対策を考える上で重要となる。

表 1-1 富士川水系における濁水の発生状況(2015年8月18日)

河川	地点	濁りの状態	備考
富士川本川	富士川SA	+++	茶色にやや黒い色を混ぜたような色調
	内房橋	+++	茶色にやや黒い色を混ぜたような色調
	寄畑	+++	茶色にやや黒い色を混ぜたような色調
	早川合流点	+++	茶色にやや黒い色を混ぜたような色調。早川側と色の違い有り
	釜無川	+++	茶濁
	笹吹川	++	薄茶色
芝川	芝川郵便局	-	濁りなし
稲瀬川	境川合流点	-	稲瀬川・境川とも濁りなし
稲子川	本川合流点	-	濁りなし
佐野川	井出	-	濁りなし
富士川	矢島	+	笹濁り
戸栗川	塩沢	+	笹濁り
波木井川	本川合流点	++	薄茶色
常葉川	本川合流点	-	濁りなし
早川	早川橋	++++	黒っぽい茶色

-:濁りなし +~++++:微弱な濁り(笹濁り)~強度の濁り

このように砂泥分の多い河川では、①日常的に砂分によってブラッシングされるために、また、②泥分の沈着によって光合成が阻害されるために、藻類の生産が低い傾向があり（調査の際の観察でも藻類の生育量はかなり少なかった）、アユの成長にも悪影響を及ぼしている可能性がある。さらにアユの品質（味）にもかなりマイナス（消化管内への砂泥の入り込み）となっている可能性がある。

(2) 河床の石の状態

河床の石は、ほとんどの地点ではまり石（石が河床の砂礫に埋まった状態）で（図 1-6）、浮き石底は木島体育館前の瀬に部分的に観察されたに過ぎなかった。石が小さく、かつ、はまり石状態の河床はアユが定着しにくいことが報告されており（阿部, 2011）、アユの生息にとっては、マイナス要因と言える。また、アユの産卵には浮き石底が好適であり、下流部にそのような浮き石底が少ないことは、アユの産卵の阻害要因と考えられた。

(3) 付着生物

糸状緑藻 ほとんどの地点で礫の表面に糸状緑藻（主にカワシオグサ）が繁茂しており、新内房橋では河床のほぼ全面が糸状緑藻で覆われていた（図 1-7）。糸状緑藻は、川一面に繁茂することがあり、アユの餌とならないため、これが繁茂するとアユ漁場の価値が著しく低下する。また、ちぎれた藻体が釣り糸や網に絡まることで漁業にも悪影響が及ぶ。



図 1-7 糸状緑藻の繁茂(新内房橋)



図 1-5 礫間を塞いでいる砂泥

河床表面の礫を外すとその下は砂泥で石膏型を取ったようになっている(河口)



図 1-6 河床に大量の砂が堆積し「はまり石」状態となった河床(蓬莱橋)



図 1-8 芝川で観察された *Cymbella janischii*

外来珪藻 *Cymbell janischii* 芝川（本川合流点の上流）では海綿状の付着物（図1-8）が観察された。これは外来珪藻である *Cymbell janischii*（キンベラ ジャニスキー）の可能性が高い。本種が大量発生した場合は、生態系への悪影響が懸念されているため（洲澤ほか, 2011）、芝川全域における分布を把握しておくことが望ましい。富士川本川では観察されなかった。

ヤマトビケラの繁殖 芝川では部分的にはあるが、河床にヤマトビケラ類が繁殖していた（図1-9）。こういった現象は近年、全国的に見られるようになってきている（高橋, 2009）。繁殖の原因は、①出水がなく流されることがないこと（ダムによる攪乱強度の低下を含む）、②巣を作る素材となる砂分が多い（山腹崩壊等で砂が多くなった河川で異常繁殖が見られることが多い）ことに起因していると考えられる。また、アユなどの競合する生物が少ない場合も繁殖しやすいと考えられる。

ヤマトビケラ類は藻類を摂食するため、表面の藻類が無くなった状態の石が多く観察された。このような状態になると、アユはその場所を忌避する（コケを食めない、またはコケが無くなる）傾向があるため、漁場価値が失われることも少なくない。



図1-9 芝川で観察されたヤマトビケラ類

5) 減水

十島堰堤、四ヶ郷堰堤での取水により、調査対象区である富士川の中下流部は減水している。流量の減少はアユを初めとして水生生物の生息量や分布、成育状態に悪影響を及ぼすことは多くの指摘がある（水野・古田, 1989）。富士川では減水の影響は定量されていないが、アユに関しては、河口への誘引（海から遡上する際の呼び水）、河川内での移動（遡上速度の低下、遡上範囲の縮小）や成育に一定の影響が出ている可能性を考えておくべきであろう。

6) 河川工作物

(1) 新幹線橋梁の床止

東海道新幹線の橋脚の洗掘を防止するために設置された床止（護床工？）で、直下が洗掘されて、50cm程度の段差ができている（図1-10）。アユカケ（環境省指定絶滅危惧Ⅱ類、静岡県指定準絶滅危惧）はこの床止の下流では確認できたが、上流ではできておらず、床止によって遡上が阻害されている可能性がある。アユに対しては大きな阻害要因とはなっていないと推定されるが、運動活性が低い低水温期は遡上を阻害しているかもしれない。



図1-10 東海道新幹線橋梁の床止

(2) 四ヶ郷堰(四ヶ郷頭首工)

河口から約 2.5km 上流に建設された堤長 330m、堤高 3m ほどの固定堰で (図 1-11)、兩岸に魚道 (左岸：階段式、右岸：粗石付き斜路式+階段式) が造られている。



図 1-11 四ヶ郷堰(四ヶ郷頭首工)

左岸側魚道 左岸側の階段式魚道は通水量が明らかに過剰で、気泡流、乱流の発生が激しく (図 1-12 左)、魚の遡上はほぼ不可能と判断された。さらに、左岸寄りを遡上してきた魚は魚道下流の激流を避けて河道のやや中央寄りを遡上し、最終的に魚道横の越流水直下 (図 1-12 右) に誘引されると推定された。その場合、魚道は下流突出型であるため、魚道入口を発見することはきわめて困難となる。魚道は一応造られてはいるものの、魚を遡上させることにはまったく配慮されていない。

本堰堤では左岸側の流量が多いために下流から遡上してきた魚は左岸側に誘導されやすい。そのうえ、左岸側と右岸側の魚道の距離が 300m 程度あるため、左岸が上れないから右岸に回るといった行動は簡単には取れない。実際、左岸側魚道の下流側にはアユが大量に滞留していた (詳細は 2 章で詳述)。したがって、現状のように左岸側の魚道が機能しにくい状態では、堰堤全体での遡上効率がかかなり低くなると判断される。



図 1-12 四ヶ郷堰左岸側魚道(左)と魚道横の越流水

右岸側魚道 右岸側には階段式魚道と粗石付き斜路式魚道が新設されており、階段型魚道は中程で半分が折り返し構造となっている (図 1-13 左)。魚道の構造はかなり工夫されているが、細かな部分の設計が甘く、工夫が十分には活かしていない。例えば、階段式魚道は折り返し構造で、堰堤直下に迷入した魚が遡上できるように配慮されているが、通水量が少なく、魚を魚道に誘引することが難しい。また、その上り口は 1m 近い段差があり (図 1-13 右)、遊泳力の弱い魚 (稚アユ

等)の遡上はかなり困難な状態となっている。

粗石付き斜路式魚道は植石の施工がきわめて稚拙で、水流をコントロール(減勢)できていない。そのうえに魚道上り口が水面よりも30~50cmほど浮き上がっており、魚類の利用が困難な状態となっている。上り口の浮き上りは下流側の河床低下のために生じたと判断されるが、隣にある階段式魚道が河床低下を想定して、より深い位置に上り口を設定していることを考えれば、設計に一貫性がない。また、左岸側の水路の余水吐けから大量の水(呼び水効果を狙ったものと考えられた)が気泡を伴って魚道上り口付近に流れ出ており、魚類の魚道への進入の妨げとなっていた。

さらに、右岸側魚道につながる流路の流量は左岸側に比べて著しく少なく、調査時の河川流量の場合、右岸側の魚道に魚を誘導できない状態となっていた(実際、アユは左岸側に滞留していた)。また、2015年10月には階段式魚道に水が流れていない状態となっていた(図1-13)。

本堰堤はアユの遡上を完全に阻害するものではないが、河口から4kmという位置を考えると、ここをスムーズに遡上できないと、生息範囲が大きく狭められ、天然アユ資源の資源水準の低下を招くとともに、今後は資源回復の足かせともなる。影響の程度は大きい。



図1-12 四ヶ郷堰右岸側魚道(左)。階段式の魚道の上り口は大きな段差がある(右)

図1-13 四ヶ郷堰右岸側階段式魚道。左岸側の流量が多いために右岸側魚道に通水できていない(2015年10月29日)



(2) 十島堰

河口から25kmほど上流に建設された堤長250mほどの固定堰で(図1-14)、左岸にL字型に階段式魚道が造られている。魚道からの流れを河道に直角方向に当てることで、魚を誘引しやすくする

といった工夫が見られるが、その一方で、L字型の屈曲点を境に勾配と幅員が異なり、屈曲部下流側の魚道の勾配がきつく幅員が狭いため、この部分では流況が乱れる（図 1-15 左）。さらに、魚道上り口の段差も大きく（図 1-15 右）、アユの遡上はかなりの程度阻害されると考えられた。実際、魚道上り口の直下では、魚道をスムーズに遡上できない魚（オイカワ、アユ）が滞留していた（図 1-16）。



図 1-14 十島堰。左岸側に魚道が建設されている



図 1-15 左岸側の階段式魚道。屈曲部を境に流れ方が変化する(左)。上り口には段差ができています



図 1-16 十島堰の魚道直下に滞留する魚

7) その他の問題点(異常なまでの魚類の少なさ)

富士川での潜水観察時には、アユを含めて魚類の個体数が著しく少なかった。透明度が悪く魚に逃避されていることも考えられるが、同様の透明度でも魚が多数観察される河川は少なくない。このような異常とも言える(筆者は全国の河川で潜水調査を行っているが、これほど魚の少ない河川は記憶にない)魚の少なさ、上記のような河川環境全般の悪さに一因があると考えられるが、アユはともかく、すべての魚種の個体数が少ないことを説明することは難しい。

可能性として考えられるのは、カワウ(図 1-17)による食害の影響で、アユが観察される場所が瀬の中でも大石が組み合わせられた隠れ場所の多いポイントに限定される傾向にあったことは、その推察を支持する。

異常なまでの魚の少なさの原因は明確にできていないものの、富士川の河川生態系の保全という観点からは、深刻な問題であり、継続的な観察が望まれる。



図 1-17 カワウの群れ(新幹線鉄橋上流:2015/10/29)

8) アユ生息場および漁場としての適性

富士川の河川環境を概観すると、濁水の流入および濁りの長期化、遡上困難な堰堤、川底の劣化(砂泥の堆積、糸状緑藻の繁茂等)とそれに起因する産卵場所の縮小、取水による流量の減少、カワウによる食害といったアユが生息するうえでのマイナス要因は多い。とくに、濁水の長期化と四ヶ郷堰の遡上阻害はアユの生息にとって深刻な問題となっている可能性が高い。

2

アユの生息実態

2-1. アユの生息状況

1. 調査方法

1) 調査区域

富士川河口から山梨県南部町地先の十島堰堤までの本川に8地点、支川の芝川に1地点の計9地点で実施した（図1-1の○の地点）。

2) 調査時期

2015年5月28～29日

※当初計画では夏季にも調査を予定していたが、濁りの長期化により調査ができなかった。

3) 調査方法

各調査地点とも瀬と淵（トロ）において潜水観察によりアユの生息密度、異常魚の発生状況、サイズ（全長を5cmピッチで区分）を把握した。生息密度は観察個体数を観察面積（観察幅×移動距離）で除することで算定した。

2. 結果と考察

1) 調査時の水温と有効視界

潜水調査時の水温と有効視界を表2-1に示した。

水温は、富士川本川で18.9～22.6℃、支川の芝川で16.3℃であった。水温は冷水病を発症しやすい温度帯（16-21℃）に入っていた。

有効視界（潜水して魚種を判別できる距離）は、1.0～2.5mと悪く、とくに四ヶ郷から下流（河口、四ヶ郷）では1.0mと悪かった。

富士川本川のように、十分な有効視界が得られない場合、観察者がアユを発見する前に少なくとも一部のアユは逃避してしまうため、発見率（実生息数の何%を実際に発見したかという値）の補正をしなければ過小評価につながる。アユの場合、発見率は通常考慮さ

表2-1 調査時の水温と有効視界

地点	2015/5/28-29	
	水温(°C)	有効視界(m)
St.1 河口	22.2	1.0
St.2 四ヶ郷	22.6	1.0
St.3 木島体育館前	22.0	2.0
St.4 蓬莱橋	18.9	2.0
St.5 古田	19.0	2.0
St.6 新内房橋	19.6	2.0
St.7 稲子	19.6	2.0
St.8 十島堰堤下流	19.7	2.3
St.9 芝川	16.3	2.5
平均	20.0	1.9

※有効視界：潜水して魚種を判別できる距離

れないので、これに関する報告は少ないが、伊藤ほか（1962）は吉野川で 50-80%としている。また、筆者が過去に物部川で行った発見率の調査結果では 50-70%（水中での有効視界 2.5m）で、伊藤ほか（1962）とほぼ一致した。今回の調査では、視界が 2.0m 以下であった河口から稲子の間の本川では発見率を 50%とし、視界が 2.3~2.5m であった十島堰堤下流と芝川では発見率を 70%として、それぞれ生息密度を補正した。

2) 分布

2015 年の 5 月下旬におけるアユ（一部放流を含む）の生息密度およびハマアト被度を付表 1 に示した。また、図 2-1 に生息密度（補正值）とハマアト被度を示した。

2015 年 5 月時点での富士川本川におけるアユの生息密度は、瀬で 0~9 尾/m²（9 地点の単純平均は 1.30 尾/m²）であった。ただし、四ヶ郷堰堤下流での生息密度が突出して高く、この地点を除く平均密度は 0.33 尾/m²であった。分布傾向には一定の傾向は認められないものの、四ヶ郷堰堤が著しい遡上阻害要因となっていることは明らかであった。淵では全地点でアユを観察することができず、生息密度は 0 尾/m²であった。

ハマアト被度は、瀬では生息密度と概ね対応した関係にあった。一方、淵ではアユはまったく観察されなかったものの、ハマアトは低被度ながら観察された地点があった。

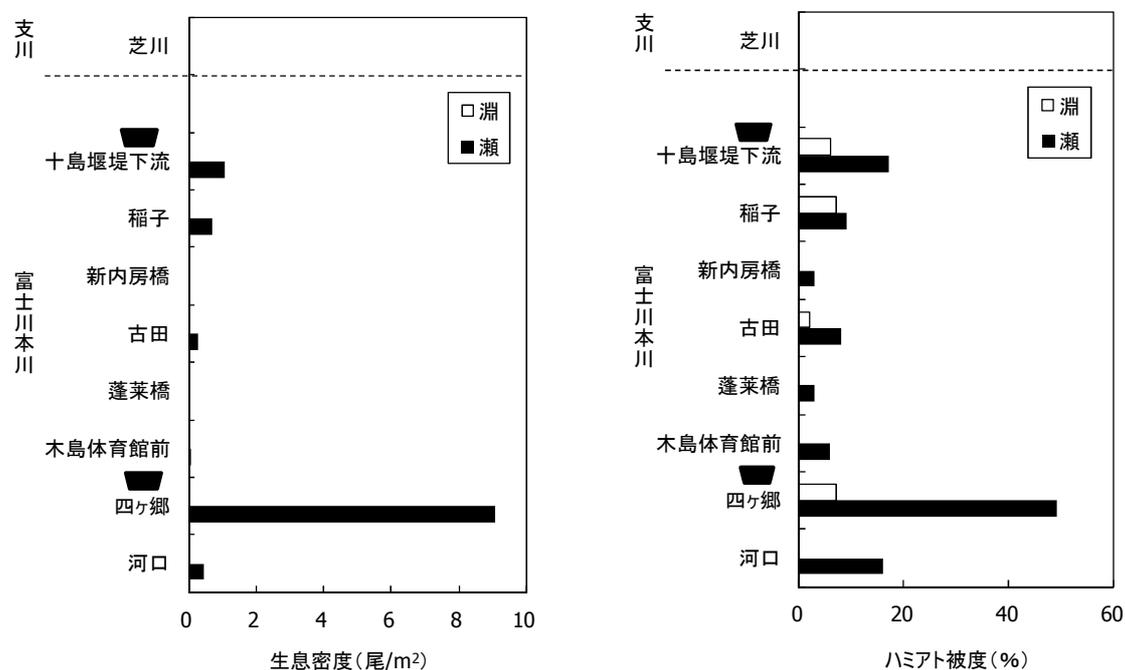


図 2-1 2015 年 5 月下旬におけるアユの生息密度(左)とハマアト被度(右)
(生息密度は補正值)

3) 成長

2015年の5月に観察できたアユは全長7cm~20cm程度であった。有効視界の制約から精度の高い観察はできなかったが、5月時点の値としては、普通程度の成長と言える。

4) 行動

古田、稲子地点では、瀬全体にアユが分布しているのではなく、ごく一部に集中する傾向があった。アユが集中していた場所の特徴は、大きな石(径0.5~1m)が複雑に組み合わさって、隠れ場所が多く、かつ、水面に白泡が立つような場所であった。このような特殊な分布はカワウの捕食圧が高い河川で見られることが多く、富士川でもカワウによる影響が大きいことが示唆された。

5) 異常魚(冷水病など)の発生状況

潜水調査時に冷水病を発症している等の異常は観察されなかった。

2-2. アユの産卵状況

1. 調査方法

1) 調査区域

調査は、富士川河口から富士市丸崎地先(新東名の新富士川橋の300m上流)までの瀬(小さな分流は除く)を対象に実施した。

2) 調査時期

2015年10月29~30日

3) 調査方法

卵の確認と産卵面積の把握 瀬において、潜水によりアユ卵を目視確認した。卵が確認された地点では、産着卵の分布範囲を記録した。

河床の貫入度の測定 アユの産卵環境の良否を判定するために、河床の柔らかさ(産みやすさ)の目安となる貫入度を石井(1993)の方法(図2-2に示したシノによる測定)に従って測定した。



図2-2 河床貫入度の測定に使用したシノ

2. 結果と考察

1) 産卵場の位置と形状

調査対象区間は17箇所の瀬が存在し(図2-3)、そのうちの4箇所でアユ卵(図2-4)を確認した。アユの産卵が確認された瀬は、横断型の瀬(河道に対して横断方向に流れる瀬:S1,S2,S4)または中州の周辺(S3)に形成されており(図2-5)、流れが単純な瀬(河道に対して平行に流れるような瀬)にはまったく産卵していなかった。



図2-3 調査対象区域の瀬とアユの産卵場の位置



図2-4 アユ卵(S4:富士川橋下流)

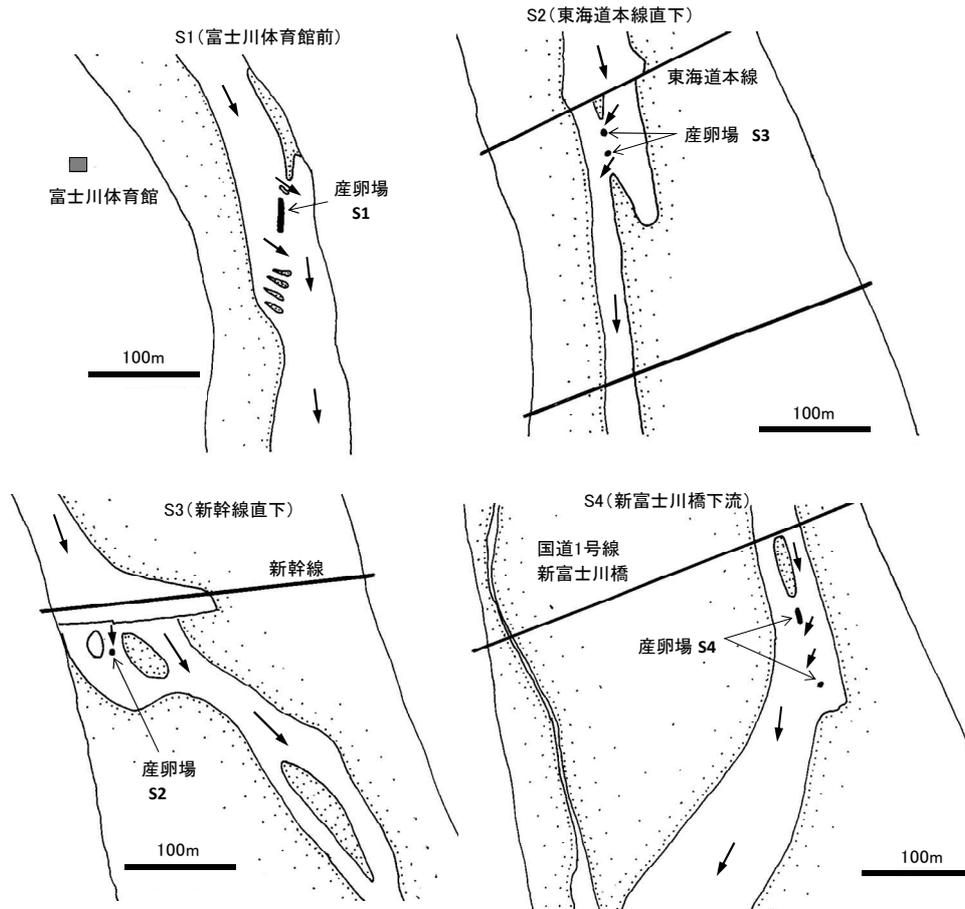


図 2-5 アユの産卵場の形状

2) 産卵場の規模

アユの産卵場の面積は4~175m²で、4つの産卵場の合計面積は250m²であった(表 2-2)。ほぼ同時期に調査した福井県の九頭竜川(流程 116km で富士川よりもやや小さい)における産卵面積は6,500m²以上(未調査の瀬があるため、実際は7,000m²を越える規模)あり、かつ、卵の密度も富士川よりもはるかに高かった。富士川における2015年の産卵面積を考慮すると、資源的には危機的な状態にあり、自力での回復は相当に難しい資源水準にまで落ちていると判断される。

表 2-2 産卵場の面積と河床の貫入度

瀬の番号	産卵場	産卵面積(m ²)	河床貫入度(cm)		水温(°C)
			平均	SD	
①			7.2	2.4	14.8
②			4.6	1.4	
③			—	—	15.3
④	S1	175	12.7	4.0	
⑤			5.0	1.3	16.3
⑥			6.2	1.9	17.1
⑦			5.0	2.6	
⑧			6.5	1.1	
⑨	S2	4	14.8	4.7	
⑩			5.9	2.0	
⑪	S3	6	11.3	1.7	17.7
⑫			—	—	
⑬			4.7	2.0	
⑭			3.6	0.5	
⑮			4.5	2.6	
⑯	S4	65	7.2	1.7	17.3
⑰			4.4	1.3	
平均		62	7.3	2.2	16.6
合計		250			

3) 産卵場の環境

アユの産卵場は浮き石底の瀬に形成されることが多く、そのような場所では貫入度が大きい（通常平均値が10cm以上）。富士川の下流部における瀬の貫入度（平均値）は3.6~14.8cmであった（表2-2、図2-6）。下流域の貫入度としては低く、その理由は礫間に泥分が混入して、石膏で固めたような状態となっている地点が多かったためである。

アユの産卵場となっていた瀬の貫入度はその周辺の瀬の中で相対的に高くなっており（図2-6）、アユが産卵に適した軟らかい河床を選択して産卵している様子が窺えた。ただし、貫入度が高い瀬においても、表面の礫を取り除くとその下は砂分が多く、アユの産卵の阻害要因（砂に付着した卵は流失しやすい）となっていると考えられた。

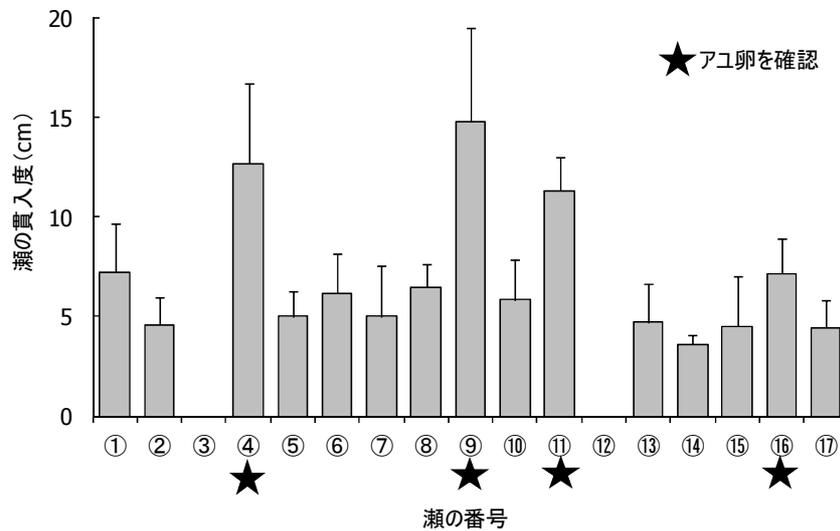


図2-6 富士川下流部の瀬における貫入度

4) まとめ

富士川のアユの産卵場はごく狭く、富士川の河川規模に見合うような再生産ができていないと考えざるを得ない。産卵規模の小ささの原因は、河床に砂泥が多いといった環境上の問題もあるものの、瀬にアユのハミ跡がほとんど見あたらないことから、親魚の不足が主たる要因となっていると判断される。

3

アユの資源水準の評価

1. 使用した資料

- ① 1/50,000 地形図
- ② 衛星写真 (Google map)

2. 結果と考察

1) 十島堰堤下流の水面面積の概算

1/50,000 地形図から流程をプランメーターで測定し、平均川幅は航空写真 (Google map) から読み取った。ただし、航空写真撮影時の水位は生息密度調査時よりも高かったため、調査時の水面幅は読み取った水面幅の8割程度とみなして補正した。平均川幅と流程を乗じて区間ごとに水面面積を概算した (表 3-1)。

対象区間である河口から十島堰堤までの水面面積は約 142 万 m^2 であった。なお、この面積はごく概算であるため誤差は大きいと考えられる。今後、より正確にするために簡易測量を行うことが望ましい。

表 3-1 地形図と衛星写真から測定した富士川(富士川漁協管轄区域)の水面面積

区間	平均水面幅 (m)	流程 (m)	水面面積 (m^2)
河口～四ヶ郷堰堤	93	4,550	421,474
四ヶ郷堰堤～芝川合流点	65	10,050	653,644
芝川合流点～十島堰堤	34	10,150	341,377
合計		24,750	1,416,494

流程: 1/5万地形図からプランメーターで測定

平均川幅: 衛星写真 (Google map) から測定した値の8割 (調査時の水位は低かったため)

2) 2015年5月時点の生息数(初期資源量)の推定

アユの生息数は水面面積×生息密度によって算定される。本調査では生息密度を瀬と淵 (トロ) で測定したため (付表 1)、区間ごとに瀬・淵の平均密度を用いた。ただし、河口～四ヶ郷堰堤の間は、調査地点が河口と四ヶ郷の2地点しかなく、四ヶ郷では堰堤を遡上できないアユが滞留して著しい高密度となっていたため、四ヶ郷のデータを入れると、大きく過大評価してしまうことになる。そのため、河口～四ヶ郷堰堤の間は河口の値のみで代表した。

また、淵・トロではアユがまったく観察されなかったために、生息密度は0尾/ m^2 と算定されたが、ほとんどの地点で、ハミアトはわずかに確認されている (図 2-1)。そのため、淵・トロの平均生息密度は0.01尾/ m^2 とした。

2015年5月下旬における河口～十島堰堤の間の富士川本川のアユの生息数は約18万尾と推定された(表3-2)。ただし、四ヶ郷堰堤直下に滞留していたアユは算定から外したので、これを加味すれば、およそ20万尾とみなされる。なお、富士川本川への放流量はごくわずかであるため、20万尾はほぼすべてが天然遡上アユとみなされる。

推定生息数20万尾を水面面積142万で除すると、河口～十島堰堤の間の富士川本川の平均生息密度は0.14尾/m²となり、経験的にみて、この密度は友釣り漁場が成立する下限値を下回っている。2015年の資源水準は天然アユ資源の回復が困難なほどに「著しく低い」と判断される。

表3-2 5月下旬における河口～十島堰堤の間の富士川本川のアユの生息数の推定

区間	水面面積 (m ²)	瀬の面積 比率 (%)	平均生息密度 (尾/m ²)		推定生息数 (尾)		
			瀬	淵・トロ	瀬	淵・トロ	合計
河口～四ヶ郷堰堤	421,474	40	0.46	0.01	77,551	2,529	80,080
四ヶ郷堰堤～芝川合流点	653,644	40	0.13	0.01	33,989	3,922	37,911
芝川合流点～十島堰堤	341,377	30	0.60	0.01	61,448	2,390	63,837
合計	1,416,494				172,988	8,840	181,829

※1 河口～四ヶ郷堰堤の平均密度は河口の値のみを用いた(四ヶ郷堰堤直下は遡上阻害で大量に滞留していたため)

※2 淵・トロでの観察数は0であったが、アユのハミアトはわずかに観察されたため、生息密度は0.01尾/m²とした

3) 生息期待量

表3-1に示した水面面積にアユの適正収容密度(過密のために小型化が生じない密度)を乗じて、期待される生息量(以下「生息期待量」と呼ぶ)を試算した。生息期待量は富士川中下流域(十島堰堤から下流の本川)の河川環境に応じた生息数で、十分な成長(過密のために小型化が生じない)が確保される最大生息数と定義される。

適正収容密度の検討 富士川中下流域におけるアユの適正収容密度は、現地踏査(潜水観察を含む)によって把握した底石の大きさ、河床型の組成、流況、水温等の生息条件を考慮すると、瀬で1尾/m²、淵で0.3尾/m²程度と見積られる。ただし、この値はあくまで筆者の潜水観察の経験に基づいた値であり、明確な根拠があるわけではない。正常な河川の適正収容密度は0.8-2.0尾/m²で、頻度としては1.0-1.5尾/m²と判断されることが多い。なお、神奈川県早川では環境収容力から期待できるアユの生息密度の最大値は2-3尾/m²と試算されている(相澤・中川2008)。富士川の場合、瀬に比べて淵の値が低いのは、淵の河床には砂泥が著しく多いため、アユが生息できる範囲は限定的であると考えられたためである。

生息期待量の算定 生息期待量の算定結果を表3-3に示した。生息期待量は約80万尾と算定された。平均密度は0.56尾/m²で、アユの適正放流規準密度の0.7尾/m²(宮地,1960;岐阜県水産試験場,1992)をやや下回る数字となった。淵の環境がアユの生息に対して悪化していることで、生息期待量が低下している。

生息期待量に対する実生息数(5月時点で18万尾)の割合は約2割で、現状の川のポテンシャルに対してアユの生息数が著しく少ない状態となっている。

表 3-3 河口～十島堰堤間の富士川本川のアユの生息期待数の算定

区間	水面面積 (m ²)	瀬の面積 比率 (%)	適正生息密度 (尾/m ²)		生息期待数 (尾)		
			瀬	淵・トロ	瀬	淵・トロ	合計
河口～四ヶ郷堰堤	421,474	40	1.0	0.3	168,589	75,865	244,455
四ヶ郷堰堤～芝川合流点	653,644	40	1.0	0.3	261,458	117,656	379,113
芝川合流点～十島堰堤	341,377	30	1.0	0.3	102,413	71,689	174,102
合計	1,416,494				532,460	265,210	797,670

4) 資源水準の評価

富士川中下流域におけるアユの生息量は生息期待値に対して著しく小さく、再生産の水準の目安となる産卵場面積も河川規模に対して危機的なほどに小さかった。これらのことから、2015年におけるアユ資源を評価すると、「回復が困難なほどに縮小している」と判断される。

聞き取りによると、2015年は富士川近隣の興津川、狩野川とも遡上量は平年並み～やや良好というレベルであったらしい。それに対して富士川は著しく遡上量が少なかったと判断されたことは、富士川の資源水準の低下の原因は、海域にあるのではなく富士川自身の問題、すなわち生息環境の悪化に由来していることを示唆している。

4.

アユ資源の変動（減少）要因の検討

本調査で得られたデータをもとに、アユの資源量の変動に関与している要因の分析とアユ資源の減少原因の解析を行う。また、アユ漁場としての富士川の適性についても診断する。

1. アユ資源の減少時期の特定

静岡県内の富士川ではこれまで漁業権がなかったこともあって、漁獲量データが存在せず、アユ資源の長期的な動向については不明である。芝川漁協組合員の話では、2010年頃まで比較的釣れていたとのことであった。また、山梨県見延町のあしざわオトリ店では、富士川で釣れた尺アユの情報をホームページで公開している。そこで、1994～2014年にあしざわオトリ店に持ち込まれた尺アユの尾数を図4-1に整理した（2014年は電話聞き取り）。富士川で釣れた尺アユの尾数は、0～85尾まで年によって大きく変動しているが、2009年までは多い年は40尾程度が釣られていた。ところが、2010年以降はまったく尺アユが釣れなくなっている。

尺アユを産する条件は①温暖な地方にある、②水のきれいな、③大河川（九州の球磨川や四国の四万十川等）と言われている（石田, 1988）。富士川は①と③に関しては条件を満たしているが、②の水がきれいという条件は、第1章で述べたとおり、有機的な汚濁はないものの、濁りの発生が近年特に著しい。アユは生息環境が悪ければ成長が抑制されるために尺にまで育つアユの数は減ることになる。このような観点から図4-1を見ると、まったく尺アユが釣れなくなっている2010年以降に何らかの環境の悪化が生じた可能性が考えられ、芝川漁協組合員の「2010年頃まで比較的釣れていた」という話と整合する。

なお、尺アユの個体数は生息密度が高くなることでも減少する（餌の競合）が、富士川の場合、近年アユの生息数そのものが大きく減少しているようであるため、過密による成長不良が起きているとは考えられない。

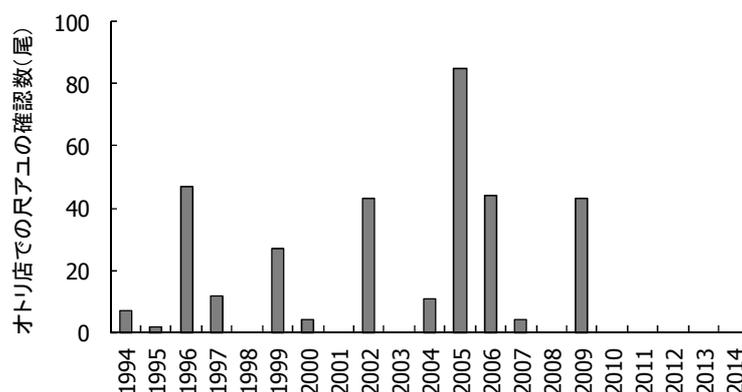


図4-1 山梨県見延町あしざわオトリ店における尺アユの確認数
(あしざわオトリ店HPより)

2. アユ資源の減少要因の整理

2015年の調査で把握したアユの生息に対するマイナス要素や全国的な不漁要因から、以下のような要因がアユ資源の減少に関わっていることが考えられる。なお、アユ資源は彼らはその半生を過ごす海域の環境によっても大きく左右されるが、先にも述べたとおり、富士川近隣の狩野川や興津川では富士川のような著しい資源の減少は起きていないようである（聞き取り、漁協HP等）。したがって、富士川のアユ資源減少は河川環境の変化に起因していると判断される。

- ・ 四ヶ郷堰の遡上阻害による生息域の狭小化
- ・ 川底の劣化→砂泥堆積・緑藻繁茂
- ・ 産卵環境の劣化（礫間への砂泥の混入、河床のアーマー化）
- ・ カワウによる食害
- ・ 濁りの発生および長期化に伴う付着藻類の減少→成長不良
- ・ 濁りの発生および長期化に伴う冷水病の発生（濁りによるストレス→発症）→生残率低下

先のとおり、富士川でのアユ資源の減少は2010年頃から急激に進んだ可能性が高い。そのため上記の6つの要因のうち、どれが近年のアユ資源の減少に強く関わったかを検討する。

まず、「四ヶ郷堰の遡上阻害による生息域の狭小化」は2010年頃から生じたと考えられる河川環境の悪化には該当せず、もっと長い年月の間にアユ資源の減少に影響を及ぼしてきたと考えられる。川底の劣化はアユの餌料環境を悪化させているが、成育不良は起こしたとしてもアユの生息数の少なさの直接的な原因となるまでには至っていないと考えられる。産卵環境の劣化に関しても2014年（予備調査）、2015年ともまったく産卵できない状態になっていたわけではなかったため、2010年頃からのアユ資源の減少の直接的な影響因子とはなっていないと判断される。カワウによる食害に関しては、2015年の調査でもその影響が色濃く窺えたが、個体数等の正確な情報がないため、この影響が2010年頃から特に顕著になったのかどうかは判断できなかった。しかし、2015年のように著しい生息数の減少がカワウの食害によって引き起こされたのであれば、カワウの目撃情報はもっと多いはずである。にもかかわらず、さほどカワウの被害に対する情報が多くないということから推察すれば、少なくとも近年のアユの減少の主要因とはなっていない可能性が高い。

このように消去法で考えていくと、近年（2010年以降）の河川環境の悪化→アユの生息数の減少の原因として可能性が高いのは、濁りである。図4-1に示した尺アユの確認数と富士川におけるSSの年平均値との関係を見ると、SSの値が高くなるほど尺アユの確認数が減る傾向にあり（図4-2）、平均値が10mg/L以上となると尺アユはほとんど確

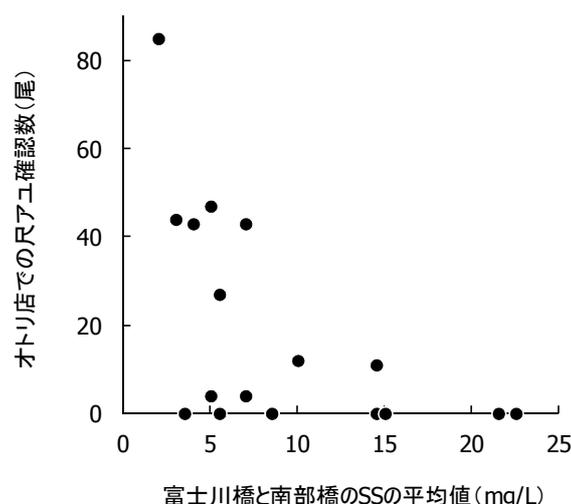


図4-2 富士川のSSの年平均値とあしざわオトリ店における尺アユの確認数の関係（SSは富士川橋と南部橋の値の平均値）

認できないようである。富士川における年平均濁度（流心部での測定値）は、2011年以降10mg/L以上であることが多く、特に南部橋では年平均値が30mg/L近い非常に高い値を示している（前出図1-2）。したがって、近年の富士川における濁りの発生とその長期化はアユの不漁（生息量減少）の主たる要因となっている可能性は高い。なお、河川の濁り、特に長期化がアユの減耗に強く関与し（高橋、未発表）、実際、しばしば濁りが長期化する天竜川（静岡県）や手取川（石川県）では、アユの資源水準が低下している*。

2009～2013年の富士川の流量をみると、2011年9月に2回4,500～4,800m³/sの洪水が発生している（図4-3）。この洪水の際に流域で山腹崩壊等が生じていれば、以後濁水が長期化する原因となった可能性が高い。また、4,000m³/sを越える洪水であればアユは一旦海域に逃避した可能性が高く、その後も濁りが続いたのであれば（2011年9～10月のSSは130～250mg/Lと非常に高い：国交省HP）、富士川に回帰せずに他河川に遡上したことも十分に考えられる。このシナリオどおりであれば、富士川での再生産水準はこの洪水を境に著しく低くなり、以後の濁水長期化で回復も困難な状態にあったと推察され、2015年のアユの生息数の少なさを説明することができる。

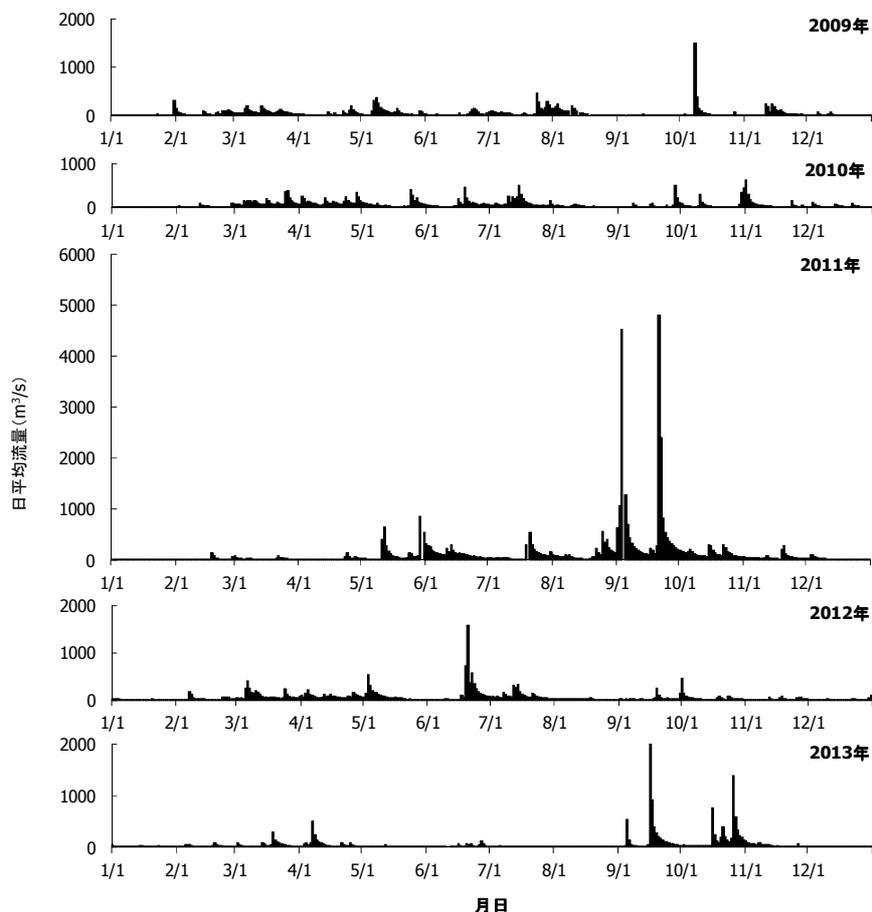


図4-3 2009～2013年における富士川の流量(北松野観測所)

* 平成21-23年度天竜川アユ資源保全調査報告書（天竜川漁協・たかやし河川生物調査事務所）
平成23年手取川に天然アユを増やすための調査報告書（白山手取川漁業協同組合・たかやし河川生物調査事務所）

1. 富士川に健全な河川環境を取り戻すための基本方針

第4章で述べたとおり、富士川の天然アユの減少（激減）は河川環境の悪化に起因していると判断された。また、今回の調査からアユはその資源が自力では回復困難と考えられるレベルまで縮小している。さらにアユだけでなく多くの水生生物が減少している可能性が高く、富士川の河川生態系の縮小（場合によっては崩壊）が懸念される。

天然アユの多寡は河川環境の健全性の指標と考えられており（高橋, 2010）、何より日本人になじみが深く、「清流」をイメージさせる魚でもある。東京都の多摩川はかつては「死の川」と呼ばれていたが、2000年頃から天然アユが増え始め、2012年には1千万尾を越えたことで清流が復活したことが市民に認識されるようになった。

この報告書では、天然アユを増やす取り組みを通じて、富士川の河川生態系を保全するための具体策を検討することを基本方針とする。

2. 保全対策

1) 短期的対策(1-3年)

(1) 現状の広報

アユだけでなく水生生物全体が極端に少ないという富士川の異常な状態は、市民レベルではほとんど知られていない。そのため、富士川の現状を広報し、多くの市民と行政をはじめとする関係者に知ってもらうことは、今後の富士川の河川環境を保全する上で、まず取り組むべき課題と言える。

具体的には、関係機関（行政、市民団体、マスコミ等）への報告書の配布を始め、シンポジウムの開催等に早急に取り組むべきであろう。

(2) 濁水発生源の特定

富士川での急激なアユの減少は2011年の洪水を契機に生じており、その後の濁水の長期化が回復を阻んでいる可能性が高いと考えられた。

その仮説に基づけば、まずは濁水の発生源の把握が必要で、主要な発生源が特定できれば、発生形態に応じて対策を検討し、実施に移すことができる。なお、濁水の発生源は、2015年8月に行った予備調査の結果を見ると、山梨県側である可能性が高く、行政の垣根を越えた共同作業が必要となる。

2) 中期的対策(3-10年)

(1) 四ヶ郷堰堤の魚道の改修

富士川の四ヶ郷堰に建設された魚道は構造上問題があり（第1章参照）、水生生物の遡上を大きく阻害している。現状は水生生物の遡上経路の確保を堰堤の管理者に義務づけた水産資源保護法に抵触した状態と判断され、早急な魚道の改修が必要である。

また、山梨県側の十島堰堤も強い遡上阻害要因となっている可能性が高いが、調査時は魚が少なすぎて堰堤直下での滞留の実態が詳細には把握できなかった。今後継続的な調査によりその解明が望まれる。

(2) 産卵場の造成

富士川では産卵場に砂泥の混入が多くなるなど、産卵環境が悪化している。そのため、産卵前に産卵場の造成を行うことが望ましい。ただ、富士川の場合は産卵場が形成される下流部に漁業権が設定されていないため、漁協が当事者とはならない。むしろ、市民団体や行政が環境保全活動の一環として行い、地元小中学校の環境教育の一環として活用するといった取り組み（図5-1）が良い。



図5-1 市民が参加したアユの産卵場づくり。小学生の環境教育に活用(広島県太田川)

(3) 地域の共有財産としての価値付け(アユ資源を永続的に保全・活用するために)

天然アユを保全する取り組みは、住民や行政、そして利水者をも含めた地域全体での取り組みへと展開しなければ、なかなか実効は上がらない。地域の協力を得るためには、さらにいえば地域が協働してアユ資源を保全するには、アユを保全することで地域全体が「得をする」仕組みが必要となる(高橋, 2009)。そのためには「河川環境の保全」、「地域づくり」といったより大きな視点からも取り組みを進める必要がある。

アユの経済効果は非常に大きく、山形県の最上川支流の小国川でのアユの経済効果は年間 22 億円に上ると試算されている。地元に着る額はこの中の一部ではあるにしても、地方にとって決して小さな額ではない。

富士川の場合はかつては尺アユの好漁場として全国的にも有名であり、アユが多ければ(釣れれば)県内外(関東付近まで含まれる)から多くの釣り人が訪れる。また、伝統漁法も残されていて、水産的価値だけでなく、観光や文化の面でも高い価値を有しているため、工夫次第ではより高い付加価値を付けることも可能となる。

このような工夫を重ねることで、今以上に地域住民がアユや富士川を大切に思い、その結果として川やアユを取り巻く環境が少しずつ良くなることを願う。

(4) 資源量のモニタリング

ここまで天然アユを保全する対策を検討してきたが、富士川のアユの資源水準が危機的な状態まで低下しているため、有効な対策がほとんどなく、現実的には資源の回復は当面きわめて難しいと言わざるを得ない。

ただし、富士川にとっての救いは、近隣に狩野川、興津川というアユの資源水準が比較的高い河川が存在することで、海域を通じてそれらの河川から富士川にアユが供給される可能性がゼロではない。他力本願的かつ希望観測的とはなるものの、他河川からの供給を期待して資源の回復を待つというのが現実的であろう。

そのため、簡単な資源のモニタリング調査、たとえば年に 1 回の資源量調査(2015 年 5 月に行ったような調査)を継続し、資源の回復が見られた段階で、再度、保全対策を検討し、実行するのが現実的なやり方と言える。

参考文献

- 阿部信一郎. 2011. アユ漁場環境評価手法の開発. pp. 34-43. 良好なアユ漁場を維持するための河川環境調査の指針, 水産庁.
- 相澤康・中川研, 2008. 神奈川県早川におけるアユの生物生産と適正資源量の検討. 神奈川県水産技術センター研究報告, 3: 79-85.
- 岐阜県水産試験場. 1992. 適正放流基準の検討とりまとめ. pp 31-38. アユの放流研究 (アユ資源研究部会 昭和 63 年～平成 2 年度のまとめ). 全国湖沼河川養殖研究会アユ資源研究部会.
- 石田力三. 1988. アユその生態と釣り, アユのすべてがわかる本. つり人社, 東京, 162 pp.
- 石井徹. 1993. 貫入度. pp.228. アユの産卵場づくりの手引き (魚類再生産技術開発調査報告書). 全国内水面漁業協同組合連合会.
- 伊藤猛夫・二階堂要・鮫島徳三・桑田一男. 1962. 吉野川水系のアユを主とした魚類の生態と漁獲量の推定. 徳島県内吉野川水系漁業実態共同調査会. 127 pp.
- 水野信彦・古田能久. 1989. 河況の変化が水生生物に及ぼす影響. 「魚を育む豊かな流れ」, pp. 32-44. 全国内水面漁業協同組合連合会, 東京.
- 日本水産資源保護協会. 1994. 環境が河川生物および漁業に及ぼす影響を判断するための「判断基準」と「事例」. 62pp.
- 洲澤多美恵・清野聡子・真山茂樹. 2011. 筑後川上流に大量出現した *Cymbell janischii* (A.W.F.Schmidt) De Toi と *Gomphoneis minuta* (Stone) Kociolek & Stoermer: 外来珪藻の可能性について. *Diatom* 27: 58-64.
- 高橋勇夫. 2009. 天然アユが育つ川 築地書館, 東京. 194 pp.
- 高橋勇夫. 2010. 天然アユを増やす意味. 古川彰・高橋勇夫 (編), pp. 2-7. アユを育てる川仕事. 築地書館, 東京.

付属資料

付表1 2015年5月におけるアユの生息密度(放流魚を含む)とハミアト被度

地点		2015/5/28-29	
		生息密度(尾/m ²)	
		実測値	補正值
St.1	河口	0.23	0.46
St.2	四ヶ郷	4.53	9.06
St.3	木島体育館前	0.05	0.10
St.4	蓬莱橋	0.00	0.00
St.5	古田	0.15	0.30
St.6	新内房橋	0.00	0.00
St.7	稲子	0.36	0.72
St.8	十島堰堤下流	0.76	1.09
St.9	芝川	0.00	0.00
平均		0.68	1.30

生息密度は有効視界(発見率)によって補正した
(補正率=有効視界2m以下:0.5、2.1-2.7m:0.7)

地点		2015/5/28-29	
		生息密度(尾/m ²)	
		実測値	補正值
St.1	河口	0.00	0.00
St.2	四ヶ郷	0.00	0.00
St.3	木島体育館前	0.00	0.00
St.4	蓬莱橋	0.00	0.00
St.5	古田	0.00	0.00
St.6	新内房橋	0.00	0.00
St.7	稲子	0.00	0.00
St.8	十島堰堤下流	0.00	0.00
St.9	芝川	0.00	0.00
平均		0.00	0.00

生息密度は有効視界(発見率)によって補正した
(補正率=有効視界2m以下:0.5、2.1-2.7m:0.7)

地点		2015/5/28-29	
		ハミアト被度(%)	
		瀬	淵
St.1	河口	16	0
St.2	四ヶ郷	49	7
St.3	木島体育館前	6	0
St.4	蓬莱橋	3	0
St.5	古田	8	2
St.6	新内房橋	3	0
St.7	稲子	9	7
St.8	十島堰堤下流	17	6
St.9	芝川	0	0
平均		12	2