

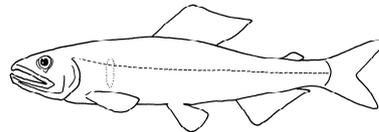
平成 30 年度

四万十川中流域におけるアユの放流効果調査

報 告 書

平成 30 年 9 月

たかはし河川生物調査事務所



I. 調査の目的

四万十川中流域（佐賀取水堰より上流かつ四万十町内の四万十川）におけるアユの放流効果の向上を図り、ひいてはアユ漁場の活性化を図るための基礎資料に資するために、下記の2項目について現地調査を行った上で現状についてとりまとめた。

- ①四万十川中流域のアユ漁場の現状（アユの生育環境の良否等）
- ②放流アユの動態（分布密度、成育状態等）を把握する

II. 調査内容

1. 漁場環境調査

1) 調査時期

現地調査は2018年の解禁前の5月11～12日と夏季の7月18～19日に実施した。

2) 調査地点

佐賀取水堰より上流で四万十町内の四万十川本川（以下四万十川中流域と呼ぶ）に9地点、支川日野地川に1地点、計10地点の潜水観察地点を設けた（図1-1）。

3) 調査方法

漁場環境 対象区間を踏査し、河川の形態や河床材料（礫の大きさ、砂泥の多さ等）を観察するとともに、潜水により河床の状態（砂泥の量、付着物等）を観察し、漁場に存在する問題点の把握につとめた。さらに、堰堤については、魚道の整備状況等（遡上路的確保ができていないか）についても観察した。

漁場面積 対象区間のうち四万十川本川については、四万十町より資料の提供を受けた水面面積の実測結果を瀬、淵（トロを含む）別に整理した。支川の日野地川については面積計測ソフト「地図蔵」を使って



図 1-1 調査対象範囲および潜水観察地点

瀬、淵（トロを含む）別に計測した。

4) 結果と考察

(1) 横断構造物

調査対象区間の四万十川本川において大井野堰、三堰、越行堰、秋丸堰の4つの堰堤が、また日野地川にも日野地橋上流に農業用の堰堤が建設されていた（図1-1）。これら堰堤について、魚類の遡上性の観点から観察したところ、いずれの堰堤でも魚道の機能が悪く、改良が必要なレベルと判断された。実際、アユの分布状態（後述）を見ても遡上が阻害されている可能性が高かった。以下に各堰堤の問題点を整理した。

大井野堰 中央と左岸側に粗石付き斜路式魚道が設置されているが、ともに大部分の植石が欠損しており、魚道の機能はほぼ失われていた（図1-2）。ただ、左岸側の堤体が斜路構造となっており、越流量が少ない時期には堤体を遡上することが可能と判断された。



図1-2 大井野堰(左)と植石が失われ機能をほぼ失った粗石付き斜路式魚道

三堰 右岸側に粗石付き斜路式魚道が、左岸側には階段式魚道が設置されている（図1-3）。左岸側の魚道は植石が欠損しており、魚道としての機能を失っている（図1-3：左）。左岸側の階段式魚道は上り口が下流側に突出しているために、魚道の上り口を見つけることが困難という古典的な欠陥を抱えている。さらに、通水量も過剰で、平常時においても魚道内に乱流、気泡流が発生しており（図1-3：右）、遡上効率を低下させている。



図1-3 三堰(左)。右岸側の魚道は植石が失われ機能をほぼ失った状態。左岸側の階段式魚道は下流に突出しており、かつ、通水量が過剰で乱流となっている(右)

越行堰 左岸側に階段式+粗石付き斜路式の複合型魚道が建設されている（図 1-4：左）。しかし、最上段（呑口）の部分の粗石付き斜路の構造が悪い（植石方法が稚拙で、流勢を制御できていない）うえに、下段プールとの落差が大きく、かつ、剥離流を生じている（図 1-4：右）。実際、最上段プールは滞留している魚類が多く、スムーズに遡上できていないことを裏付けていた。呑口付近の問題点を改善すれば、効果的な魚道となる。



図 1-4 越行堰と左岸側仁尾建設された魚道(左)。魚道呑口付近の流況(右)

秋丸堰 右岸側に粗石付き斜路式魚道が、左岸側には粗石付き斜路と階段式の複合型魚道が設置されている（図 1-5）。右岸側の魚道は植石が失われており、魚道としての機能を有していない。左岸側の複合型魚道は上り口が下流側に突出しているために、魚道への誘導が困難という古典的な欠陥を抱えている（図 1-5：右）。さらに、通水量も過剰で、魚道内に乱流、気泡流が発生しており、遡上効率を低下させている。



図 1-5 秋丸堰(左)。左岸側の魚道は下流に突出しており、かつ、通水量が過剰で乱流が発生(右)

日野地橋上流の堰堤 粗石付き斜路式魚道が設置されているが、植石が欠損しており、魚道としての機能は完全に失われていた（図 1-6）。



図 1-6 日野地橋上流の堰堤(左)。魚道は植石が無くなり、機能を完全に失った状態。

(2) 河床材料と河床付着物

瀬の河床材料は岩、巨石（径 0.3-0.6m）が主体で、その間を礫（1-10cm）が埋めていた。淵の河床材料は礫（1-10cm）が主体で部分的に岩盤や巨岩（径 2-4m）が露出していた。緩流部は砂泥や枯死した付着藻類の沈積が目立った。

アユの生息に特に問題となるような状態は観察されず、比較的良好な河床が維持できていると判断された。

(3) 水質(懸濁物)

5月調査時には仁井田川合流点から下流は懸濁物が多く、水中の視界は 2m 以下と悪かった。仁井田川合流点から上流および日野地川は比較的透明度が高く（水中視界が 2～4m）、特に問題は見当たらなかった。

(4) 水面面積と河床形態

調査区間における水面面積を瀬と淵（トロ）別に表 1-1 に示した。四万十川本川（A～D 区）における水面面積は瀬が 514,000m²、淵が 815,000 m²、合計 1,329,000 m²であった。支川日野地川の水面面積は瀬淵合わせて 42,000 m² で、合計すると対象区間の水面面積は 1,371,000 m²であった。

表 1-1 四万十川中流域における河床型別水面面積

区間	水面面積 (m ²)		
	瀬	淵	合計
A 佐賀取水堰(野地橋)～若井沈下橋	161,276	317,014	478,290
B 若井沈下橋～仁井田川合流	149,159	202,089	351,248
C 仁井田川合流～三堰	112,829	108,956	221,785
D 三堰～町境(下イノキ野)	90,594	186,947	277,541
A～D 四万十川本川 小計	513,858	815,006	1,328,864
E 日野地川(合流点～松葉川温泉)	13,849	28,212	42,061
合計	527,707	843,218	1,370,925

(5) カワウ

5月の調査中にしばしばカワウを目撃した(図1-7)。後述するように、しばしば食害に遭っていると考えられるようなアユの分布状態も観察されており、放流したアユの食害による減耗や分布のひずみ(カワウを避けて、特定のエリアだけに生息する)が懸念される。

なお、四万十川に生息しているカワウは、大分県から飛来したグループであると言われている(野鳥の会会員への聞き取り)。



図1-7 調査中に観察されたカワウ(5月、大向)

(6) アユの漁場としての評価

対象とした四万十川中流域は、堰堤の魚道の機能が低いこと、仁井田川合流点から下流の透明度がやや低いこと、カワウの食害があること等、アユの生息にとってのマイナス要因は存在するものの、今のところアユ漁場を形成する上での問題点として深刻なものはない。むしろ、全国的な河川環境の悪化の進行を考えれば、依然として良好な河川環境が維持できていると言える。

この四万十川中流域をアユ漁場として活用するための最大の問題点は、漁場面積の広さである。対象域だけで1,371,000 m²という広大な面積を持つため、近年のように天然遡上アユが減少してしまうと、種苗放流に頼らざるを得ないが、一般的な放流基準密度0.7尾/m²を満たすためには、約96万尾の種苗が必要となり、標準的な平均体重10gで放流すると、9,600kgの種苗が必要となる。1kgあたりの単価を3,600円とすると3,456万円の費用が必要となり、これを持続することは、2018年の放流実績が2,478kg(うち四万十町の放流分が約1,000kg)であることを考えれば、現実性がない。

したがって、四万十川中流域をアユ漁場として恒久的に活用するためには、天然アユ資源を増やし、かつてのように当該地域まで遡上させることが必須となる。

2. アユの生息状態調査

1) 調査時期

現地調査は2018年の解禁前の5月11～12日と夏季の7月18～19日に実施した。

2) 調査地点

四万十川中流域に9地点、支川日野地川に1地点、計10地点の潜水観察地点を設けた(図2-1)。このうち、5地点(本川4地点および日野地川)は友釣り専用区に設けた。

3) 調査方法

試験区の設定 調査に先立ち、四万十川中流域の友釣り専用区である滝本地点、三堰地点ならびに支川日野地川の3区間を他区間よりも大幅に密度を高く放流する「試験放流区」とした(図2-1)。

潜水観察 各調査地点とも瀬と淵(トロを含む)において、潜水観察により生息密度(観察数/観察面積)およびハミ跡被度(河床に残されたアユのハミ跡の面積率)、サイズ(全長を5cmピッチで区分)、行動様式(ナワバリ、群れ)、異常魚の発生状況を把握した。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。

4) 結果と考察

(1) 放流実績

2018年における稚アユの放流地点(24箇所)を図2-1に、放流尾数を表2-1に示した。種苗は高知県および宮崎県産の海産系人工種苗であった。放流



図2-1 四万十川中流域における2018年のアユの放流地点と潜水観察地点

尾数は放流量(kg)を平均体重(g)で除して求めた。3月31日～4月13日の14日間に計2,478kg、約26万尾が放流された。

3つの試験放流区における放流密度は0.54～1.34尾/m²で、調査対象区(佐賀取水堰より上流かつ四万十町内の四万十川)全体の放流密度0.19尾/m²の3～7倍の高密度で放流された(表2-2)。

表 2-1 四万十川中流域における 2018 年のアユの放流尾数

放流日 放流地点	3月31日	4月4日	4月6日	4月10日	4月13日	合計
野地橋	0	0	7,789	0	0	7,789
秋丸	0	0	5,263	0	0	5,263
南川口	0	0	4,211	0	0	4,211
天の川橋	0	0	4,211	0	0	4,211
大向	0	0	4,211	0	0	4,211
若井沈下橋	0	0	4,211	0	0	4,211
フミキリ	0	0	2,105	0	0	2,105
西原	0	0	4,211	0	0	4,211
ウノス	0	0	2,105	0	0	2,105
ウズ	0	0	3,158	0	0	3,158
大井野橋	0	0	4,211	0	0	4,211
五社橋	0	0	4,211	0	0	4,211
カマガブチ	0	0	3,158	0	0	3,158
丸山橋	0	0	4,211	0	0	4,211
小松ボキ	0	0	4,211	15,789	0	20,000
大井野堰	0	0	6,147	0	0	6,147
志和分橋	0	0	6,147	0	0	6,147
西の川口	0	0	6,147	0	0	6,147
越行橋	0	11,579	0	10,526	17,368	39,474
三堰	0	5,263	6,147	0	0	11,411
大松	0	0	6,147	0	0	6,147
北の川口	0	0	6,147	0	0	6,147
ごんぶり	0	0	6,147	0	0	6,147
一斗俵沈下橋	0	0	6,147	0	0	6,147
栗木大橋	0	27,368	6,147	0	27,368	60,884
秋丸堰	0	0	6,147	0	0	6,147
日野地	5,263	8,947	0	0	8,421	22,632
合計	5,263	53,158	122,947	26,316	53,158	260,842

平均体重：9.5g

表 2-2 試験放流(集中放流)区および対象区全体の放流密度

放流区	区間水面面積 (m ²)	放流数 (尾)	放流密度 (尾/m ²)
三堰	37,946	50,885	1.34
滝本	49,007	60,884	1.24
日野地川	42,061	22,632	0.54
調査対象区全体	1,370,925	260,842	0.19

(2) 潜水調査時の水温と有効視界

調査時の水温と有効視界（潜水して魚種判別が可能な水平距離）を表 2-3 に示した。

調査時の水温は、5月中旬では四万十川本川で16～18℃、日野地川で15℃程度であった。四万十川本川は冷水病を発症しやすい16～20℃の温度帯（アユ冷水病対策協議会，2004）に入っていた。

7月中旬では、四万十川本川で23～29℃、日野地川で20℃程度であった。

有効視界は5月中旬では1.2～4.0mと地点によって大きく異なった。四万十川本川の中では、仁井田川が合流後の五社橋下流から下流で1.2～1.7mと悪かった。また、かじやせ橋は左岸側上流から田植え時の濁水が流入しており、2.0mと悪かった。

7月中旬では、四万十川本川で2.6～4.0mで下流側ほど値が低下する傾向にあった。日野地川では4.5mであった。

有効視界が悪い場合、アユの発見率（確認个体数／実生息数）は低下するため、視界が悪かった地点では生息密度を過小評価している可能性が高い。そのため、以下のような発見率（高橋・岸野，2017）による補正を行った。

有効視界が1.5-2.0m：発見率0.5

2.1-2.9m：発見率0.7

3.0m以上：発見率1.0

表 2-3 調査時の水温と有効視界

St.	地名	2018/5/11-12		2018/7/18-19		平均	
		水温 (°C)	有効視界 (m)	水温 (°C)	有効視界 (m)	水温 (°C)	有効視界 (m)
1	秋丸	17.0	1.7	26.9	3.2	22.0	2.5
2	大向	17.8	1.2	28.7	2.8	23.3	2.0
3	西原	18.1	1.2	28.6	2.6	23.4	1.9
4	五社橋下流	18.4	1.2	28.6	2.9	23.5	2.1
5	かじやせ橋	16.7	2.0	25.9	3.2	21.3	2.6
6	作屋	15.7	2.5	26.9	3.7	21.3	3.1
7	米奥小前	16.8	2.5	24.9	4.0	20.9	3.3
8	滝本	16.8	2.7	23.4	3.8	20.1	3.3
9	上秋丸(堰下流)	16.2	3.2	24.6	4.0	20.4	3.6
10	日野地橋上流	14.6	4.0	20.2	4.5	17.4	4.3
	平均	16.8	2.2	25.9	3.5	21.3	2.8

(3) アユの分布

各調査時のアユの生息密度（観察値および発見率による補正值）を付表1に、5月調査時のアユのハミ跡被度を付表2示した。

① 5月

5月調査時における生息密度とハミ跡被度の比較 アユの生息密度（発見率での補正值）とハミ跡被度の縦断変化を図2-2に示した。アユのハミ跡被度は本来アユの多さの指標とな

るため、生息密度とは一定の関係性が見られることが普通である。しかし、図 2-2 を見ると St. 5 かじやせ橋ではアユをまったく観察できなかったにもかかわらず、瀬のハミ跡被度は約 30%と比較的高い。かじやせ橋では橋の真下（瀬）のハミ跡被度は 50~80%とかなり高かったが、橋を離れると 0~40%（平均 12.2%）と低かった。つまり、橋の周辺だけに集中的にアユが分布していたことになる。このような現象は他の河川でも観察されることがあり、共通するのはカワウにしばしば襲われていることである。かじやせ橋でも調査中にカワウが確認されたことから、日常的にカワウの食害を受け、橋の周辺を避難場所としていることが考えられる。このような状態となると、アユは観察者が近づいただけで素早く逃避することがあり、ハミ跡被度は高いのに生息密度は低いという現象が起きる。

そのため、かじやせ橋の瀬の密度の値は実際の値をまったく反映していないと考えられ、本地点とハミ跡被度が近似していた作屋の瀬の生息密度の値 0.41 尾/m²を代用することにした。

また、大向~五社橋下流の間ではアユはまったく観察されなかったが、低い値（1~4%）であったもののハミ跡は確認された。そのため、大向~五社橋下流の間および同様の状況にあった地点については、上秋丸地点の瀬の生息密度 0.04 尾（ハミ跡被度 4%）を適用して、0 尾/m²を 0.04 尾/m²に補正した。

5 月調査時のデータに以上のような補正を加えた後のアユの生息密度と稚アユの放流量を図 2-3 に示した。

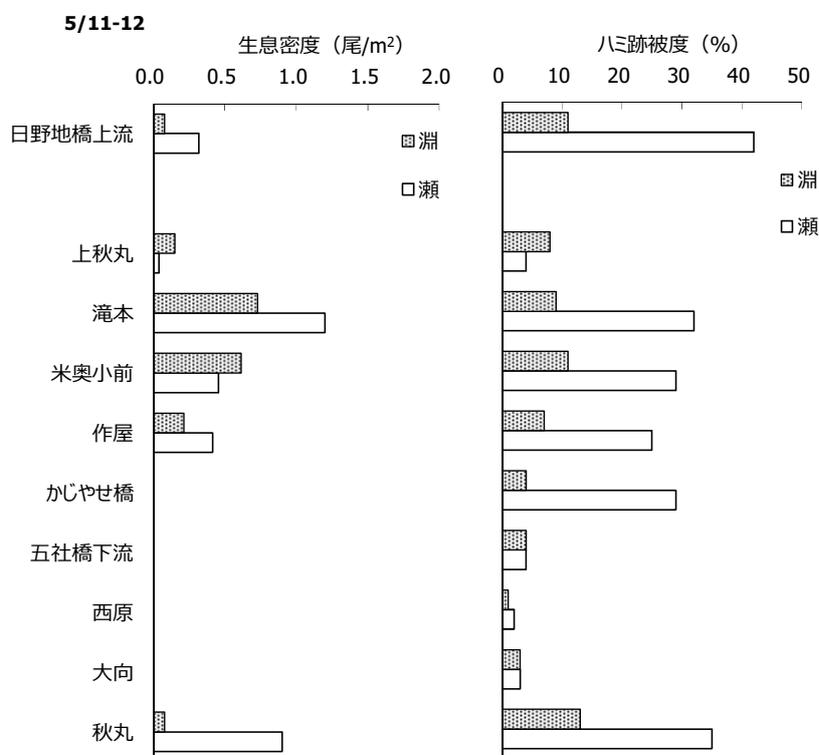


図 2-2 四万十川中流域における 2018 年 5 月のアユの生息密度とハミ跡被度の比較

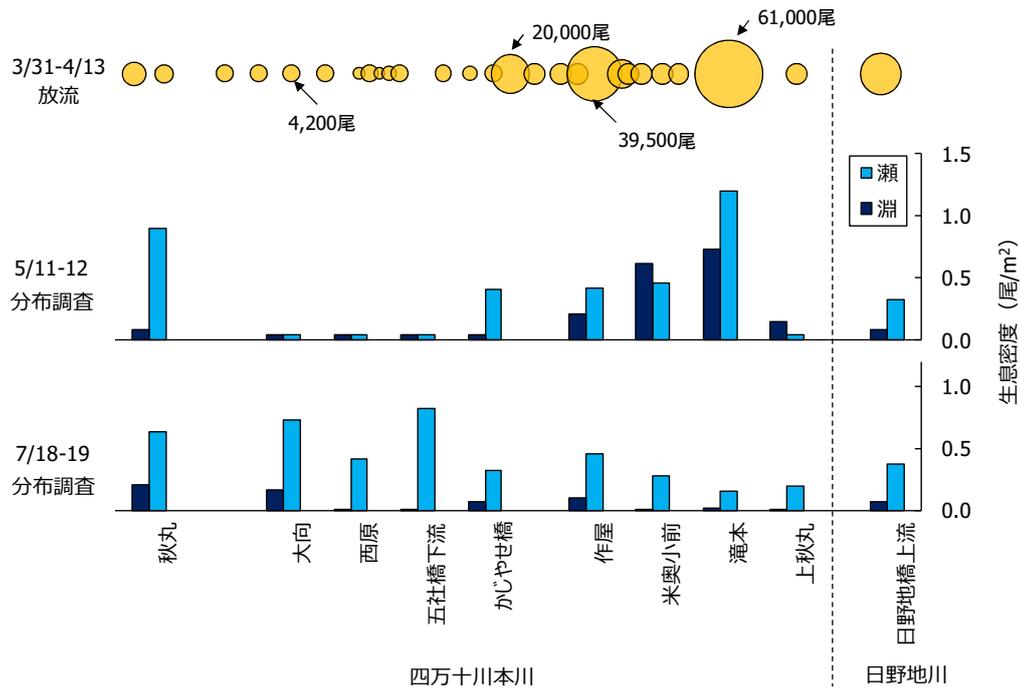


図 2-3 稚アユの放流量(最上段)と5月および7月のアユの推定生息密度

5月 アユは対象区間に設けた10地点全てで確認されたものの、推定生息密度は瀬で0.04～1.20尾/m²(平均0.39尾/m²)、淵で0.04～0.73尾/m²(平均0.22尾/m²)と、地点間の差が大きかった(図2-3)。

四万十川本川で密度が高い地点は秋丸とかじやせ橋～滝本で、秋丸以外は放流量の多さに対応して密度が高くなっており、放流後の初期分散は小さいことが裏付けられた。したがって、特定の区間に集中的に放流することで、少なくとも放流から1ヶ月～1.5ヶ月程度は、その付近の密度を高く維持することができると言えそうである。

秋丸地点では明らかにサイズの小さなアユが多く、かつ、群れの作り方も集中放流区とは異なっていた(個体間距離が大きい=天然アユの特徴)ことから、観察できたアユのほとんどは天然アユと推察された。

他方、大向～五社橋下流および上秋丸では密度が0.40～0.15尾/m²と著しく低く、アユ漁ができる状態にはなかった。これらの地点では放流量が少なかったことに加えて、調査中にもしばしばカワウが観察されたことからカワウによる食害の影響(被食および他区間への逃避)で密度が低くなっていると推察された。

瀬と淵の密度を比較すると、概ね瀬の密度が高いものの、両者に大きな差の無い地点が多かった。四万十川のように淵に小砂利が多い河川では、淵では十分に摂餌ができないために瀬の密度が高くなるのが普通である。実際、後述する7月調査時はそのような分布状態となっていた。おそらく、冷水病の影響で流れの緩い淵で群れているアユが多かったことを反映したものと考えられる。

7月 アユは全地点で確認された。密度（補正值）は0.01～0.83尾/m²で、平均密度は瀬で0.45尾/m²、淵で0.07尾/m²であった。分布傾向は5月とは一変し、下流側で密度が高く、上流に行くほど低くなる傾向となった。下流側での密度の上昇は主に天然アユの増加であり、それが上流に十分に及んでいないことは、途中にある堰堤で移動が制限されていることを示唆している。他方、上流側での密度の減少は、放流されたアユの減耗（漁獲、分散、病死など）が原因と考えられる。いずれにしても、今回の結果からは集中放流が効果を発揮する期間は短いと判断せざるを得ない。

（4）推定生息数

2018年5月および7月時点でのアユの推定生息数の算定結果を表2-4に示した。

5月 5月中旬時点での推定生息数は約32.0万尾であった。2018年の放流量は26.1万尾であり（表2-1）、放流から調査までの生残率を70%（岐阜水試、1992）とすれば、放流アユの調査時点での生息数は18.3万尾と推定される。推定生息数から調査時点での放流魚の生残数を差し引いた13.7万尾が天然アユということになり、その割合は43%と算定された。

対象区間の漁場面積137万m²に対する平均生息密度は0.23尾/m²（瀬で0.35尾/m²、淵で0.16尾/m²）で、友釣りでの漁獲では数が出にくい（漁場としての成立が難しい）低密度と言える。ただし、区間を限定し集中的に放流したことで比較的高密度にアユが生息する区間がかじやせ橋～滝本の中に形成された。この区間では友釣りによる漁獲が十分可能な状態と判断された。

7月 推定生息数は35.0万尾で、5月からやや増加した。増加分は下流からの天然アユの加入によると判断される。調査時の観察（魚体が大きくなったことで、天然と人工の形態的な違いが分かりやすかった）では、下流側のA～B区（秋丸～五社橋）に生息するアユはほぼすべてが天然魚と思われ、上流側のD区（米奥小前～上秋丸）とE区（日野地川）は逆に大部分が放流魚と判断された。C区（かじやせ橋～作屋）では両方が観察された。

仮に、C～E区に生息していたアユがすべて放流魚であったとしても、合計で8.7万尾に過ぎず、調査区間に生息していたアユの75%以上は天然魚であったと推定される。

また、後述する由来判別調査では、作屋と滝本での人工アユの割合は、それぞれ47%、77%であった。作屋がC区の、滝本がD区の代表地点と仮定して、C・D区の生息数に人工アユの比率を乗ずれば、C・D区の人工アユの生息数は、それぞれ2.6万尾、1.7万尾、合計4.3万尾となる。これにE区の1.8万尾がすべて人工アユであったとして、合計すると5.1万尾となる。実際にはA・B区にも人工アユが生息していたと考えられ、それを加味すると6万尾（17%）程度が7月時点での人工アユの生息数と推定される。

以上から、7月中旬時点での人工アユの生息数は6～9万尾程度で、放流時からの減耗率は66～73%と見積もられた。

上記の推定は精度は低いものの、①7月時点では放流魚は調査対象区域内から大きく減耗したこと、②5月以降、天然アユが加入し、資源の大半を天然魚が支えていたという事実は確実性が高い。

表 2-4 四万十川中流域における 2018 年 5 月(上)と 7 月(下)における生息数の推定

2018/05/11-12

区間	水面面積 (m ²)			平均生息密度 (尾/m ²)		推定生息数 (尾)		
	瀬	淵	合計	瀬	淵	瀬	淵	合計
A 佐賀取水堰(野地橋)～若井沈下橋	161,276	317,014	478,290	0.47	0.06	75,800	19,021	94,821
B 若井沈下橋～仁井田川合流	149,159	202,089	351,248	0.04	0.04	5,966	8,084	14,050
C 仁井田川合流～三堰	112,829	108,956	221,785	0.41	0.13	46,502	13,853	60,355
D 三堰～町境(下イノキ野)	90,594	186,947	277,541	0.57	0.50	51,250	93,028	144,279
A～D 四万十川本川 小計	513,858	815,006	1,328,864	0.35	0.16	179,518	133,986	313,504
E 日野地川(合流点～松葉川温泉)	13,849	28,212	42,061	0.32	0.08	4,432	2,257	6,689
合計	527,707	843,218	1,370,925	0.35	0.16	183,950	136,243	320,192

※A・B区はハミ跡被度を勘案して、生息密度を補正した。C区かじやせ橋はハミ跡被度を勘案して、作屋と同じ値とした。

2018/07/18-19

区間	水面面積 (m ²)			平均生息密度 (尾/m ²)		推定生息数 (尾)		
	瀬	淵	合計	瀬	淵	瀬	淵	合計
A 佐賀取水堰(野地橋)～若井沈下橋	161,276	317,014	478,290	0.68	0.19	110,359	58,806	169,165
B 若井沈下橋～仁井田川合流	149,159	202,089	351,248	0.62	0.01	92,692	1,415	94,106
C 仁井田川合流～三堰	112,829	108,956	221,785	0.39	0.09	44,003	9,261	53,265
D 三堰～町境(下イノキ野)	90,594	186,947	277,541	0.21	0.01	19,327	2,493	21,819
A～D 四万十川本川 小計	513,858	815,006	1,328,864	0.52	0.09	266,381	71,975	338,355
E 日野地川(合流点～松葉川温泉)	13,849	28,212	42,061	0.41	0.21	5,737	6,045	11,783
合計	527,707	843,218	1,370,925	0.52	0.09	272,118	78,020	350,138

(5) 行動

アユの行動パターンをナワバリ、単独（群れ行動はしないがナワバリは持たない）、群れの3つに分類し、それぞれの個体数比率を観察した（図2-4）。

5月 平均水温 16.8℃（表2-3）で、アユがナワバリを形成するにはやや低い温度（海産系アユのナワバリ形成が活発になるのは24℃：澁谷ほか, 1995）であったことも影響したのか、ナワバリアユの割合は0~3%と低かった。また、放流後1ヶ月以上経過しているにもかかわらず、群れアユ（図2-5）の比率が90%以上と高い地点が多かった。原因ははっきりしないが、一因としては人工種苗にありがちな「種苗性（強成群性）」があげられる。また、調査時には冷水病を発症している（体側の穴あき、鰭の付け根の出血等）個体が観察されたことから、冷水病によって一時的に活性が低下し、群れの割合が多くなっていたことも考えられる。

7月 群れアユの割合は5月よりもかなり低下したものの、瀬でも0~70%（平均26%）であった。7月であること、平均密度は0.45尾/m²と低いことを考慮すると、群れの割合は高いと言える。しかし、単独行動を取るアユとナワバリアユの割合は増加しており、特に異常なものではないと判断される。ナワバリアユの割合は瀬で5~20%で、地点間の傾向は特に認められなかった。

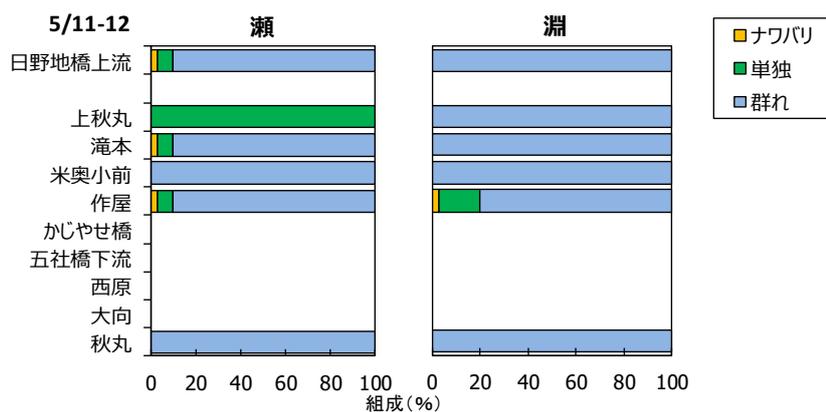


図2-4(1) アユの行動様式の個体数比(5月)

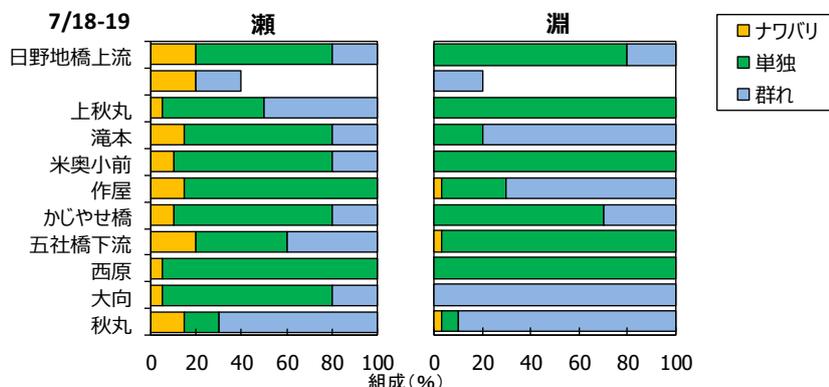


図2-4(2) アユの行動様式の個体数比(7月)



図 2-5 群れアユ(5月、滝本地点)

(6) サイズ

5月 観察したアユの多くは全長 15-20cm であったが、10-15cm の小型のアユも 20~80% の割合で観察された。平均体重約 10g で放流され、1~1.5 ヶ月後の成長としては良好と言える(図 2-6(1))。

7月 中心サイズはほとんどの地点で全長 15-20cm であったが、20-25cm の大型魚の割合が 10~70% まで上昇し、25cm を超える個体も米奥小前から下流で確認された(図 2-6(2))。体長組成を概観すると生息密度が相対的に高かった下流部ほど大型個体が多くなる傾向にある。普通、アユは生息密度が低いほど成長が良いことが知られており、当該区間で見られた密度と成長の関係は一般的な傾向から外れていた。下流部ほど天然アユが多いことと関連があると考えられ、天然魚は順調に成長したのに対して、上流に多い放流魚は、成育に少し問題があった可能性がある。

(7) 放流魚の異常(冷水病発症等の有無)

冷水病を発症(体側部の穴あき、鰭の付け根の赤変等)したと判断される個体が 5月 11~12 日に観察された。5月 27 日に滝本地点で友釣りで採集されたアユには穴あきの症状が観察された。

7月には冷水病の可能性が高い(体側部の穴あき)個体は観察されなかったが、全般的に痩せ型の個体が多かった。

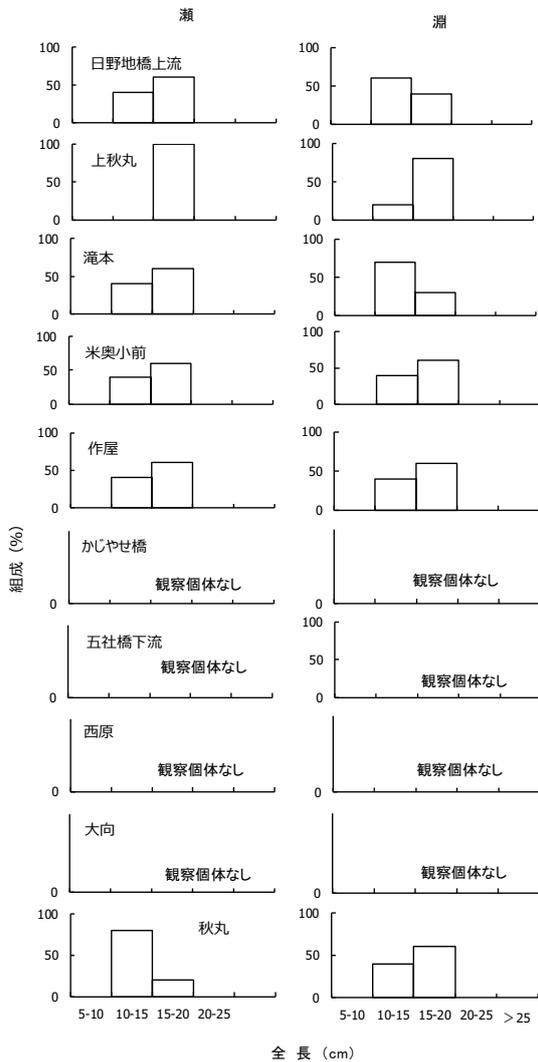


図 2-6(1) アユの全長組成(5月)

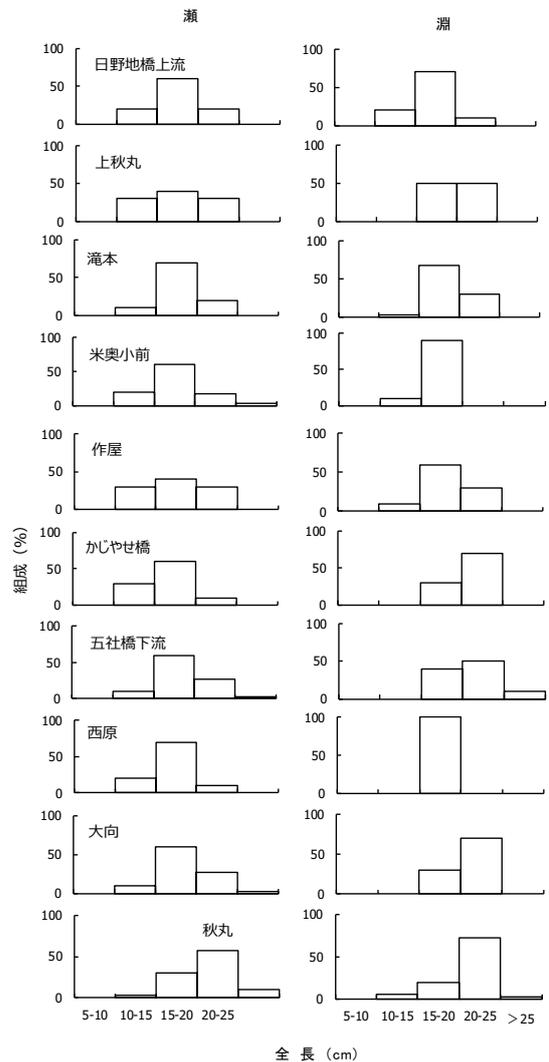


図 2-6(2) アユの全長組成(7月)

(8) 四万十川中流域におけるアユの生息状態のまとめ

放流された人工アユの解禁までの成長は特に問題はなかったが、群れアユの比率が非常に高く、ナワバリ個体の割合が低いといった友釣りで釣りにくい状態であった。原因は解禁時に発生していた冷水病による活性低下と「群れやすい」という種苗性にあると考えられる。

5月の解禁時点での平均密度は天然アユの加入があるにもかかわらず、0.23 尾/m²と低かった。この密度はアユの放流基準密度 0.7 尾/m²を（岐阜県水産試験場, 1992）かなり下回っており、現状の放流量では、漁場全体を釣れる状態にすることは諦めざるを得ない。

今回試行した集中放流は、解禁時には一定の効果があったと評価できるが、アユの密度が高い（＝釣れやすい）区間がかなり狭く、現実的には漁場活性化の効果は小さいと判断された。

3. アユの由来判別調査

アユ種苗の放流効果を検証するために漁獲されたアユの由来（放流か、天然か）を判別するために実施した。

1) 調査時期

2018年の解禁前後と夏季に各1回実施した。また、稚アユの放流時にも産地別（宮崎・高知）に検体のサンプリングを行なった。

- ・解禁前後：5月12日（特別採捕許可による採集）～6月6日にかけて3日実施
- ・夏季：7月20～21日

2) 調査地点

四万十川中流域に設けられた友釣り専用区（放流試験区）である滝下地点および作屋地点でアユの採集を行った（図2-1参照）。

3) 調査方法

試料の採取 解禁前後（5～6月）、夏季（7月）とも各地点30個体ずつ、計120個体（30個体/地点×2地点×2期）を目処に友釣りで採集した。

試料の保存 アユ試料は冷凍保存した。

由来判別 アユは体長と体重を測定し、岐阜県河川環境研究所（2011）の方法に従って背鰭第5軟条の付け根付近を起点とした測線上方横列鱗数（図3-1；人工アユは天然アユよりも枚数が少ない）を実体顕微鏡下で計数し、天然魚と放流魚の判別を行なった。

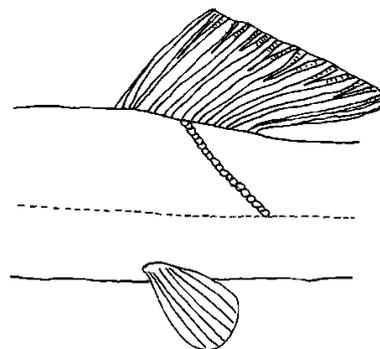


図3-1 側線上方横列鱗数の計数部位

4) 結果と考察

(1) 採集個体数

2018年5～6月および7月の採集結果を表3-1に示した。5～6月に52個体、7月に60個体が採集された。5～6月の試料は滝本地点と作屋地点での採集物が分別されずに送られてきたため、1つの検体として扱った。7月の試料は滝本地点と作屋地点を区別して分析を行った。

表 3-1 中流部(減水区)におけるアユの採集結果

採集期:2018年5-6月				採集期:2018年7月			
採集日	地点	採集方法	採集数 (尾)	採集日	地点	採集方法	採集数 (尾)
5/12	作屋・滝本	友釣り	9	2018/7/20	滝本	友釣り	30
5/30	作屋	友釣り	9	2018/7/21	作屋	友釣り	30
6/6	作屋・滝本	友釣り	34	合計			60
合計			52				

(2) 天然と人工アユの判別

調査区間に放流された人工種苗(高知産、宮崎産)および5~6月と7月に採集されたアユの側線上方横列鱗数(背鰭第5軟条付け根を起点;図3-1)の計数結果を付表3(1)~(2)に、頻度分布を図3-2に示した。

天然と人工の判別基準 2018年に放流された宮崎県および高知県産の人工種苗の側線上方横列鱗数は、宮崎県産が12~15枚の範囲に、高知県産は11~15枚の範囲にあり、モード(最頻値)は両種苗とも13枚であった(図3-2:上2段)。また、天然アユの側線上方横列鱗数は15~21枚であることが報告されている(占部・海野,2018)。筆者の過去の調査では高知県内での天然魚の側線上方横列鱗数は15~21枚以上で、17~19枚のものが多いことも分かっている。

今回の調査では、側線上方横列鱗数が14枚以下の場合は放流された人工アユ、16枚以上の場合は天然遡上アユと判断した。15枚のものについては人工、天然の両方の可能性があるため、下顎側線孔の異常(人工は高率で異常が出る)、鱗の配列の乱れ(人工は配列に乱れが高率で出る)、背鰭軟条の形態異常(天然にはほとんど見られない)の有無も含めて判定した。

採集魚の側線上方横列鱗数 5~6月に友釣りで採集されたアユの側線上方横列鱗数は、10~20枚であった(図3-2)。4個体採集された15枚のもの(人工、天然の両方の可能性がある)は、下顎側線孔の異常、背

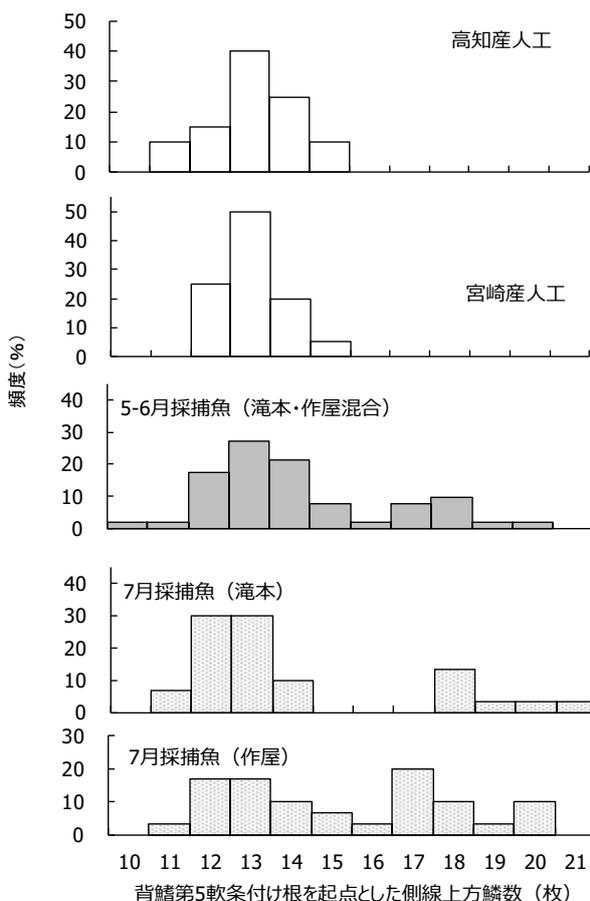


図 3-2 四万十川に放流された人工種苗と当該地区で採集されたアユの側線上方横列鱗数

鰭の形態異常等が見られたことからすべて人工アユと判定した。

7月に採集されたアユの側線上方横列鱗数は、11～21枚であった(図3-2)。作屋で2個体採集された15枚のものは、下顎側線孔の異常、背鰭の形態異常等が見られたことから人工アユと判定した。

(3) 人工アユの混入率

5～6月に採集された52個体のうち、77%に当たる40個体は放流された人工アユであった(図3-3)。5月中旬に行った生息密度調査から推定された当該区間(佐賀取水堰より上流で四万十町内の四万十川本川)の天然アユの割合は44%と推定されており、採集調査から推定された天然アユの割合(23%)は、その半分程度の値で、両者の推定値は整合しなかった。

しかし、採集調査が行われた作屋～滝本の区間には本川全体の放流数(23.8万尾)の57%に当たる13.6万尾が集中的に放流されていること、堰堤による遡上阻害により天然アユの分布が下流側に偏りがちなことを考慮すれば、採集調査から推定された天然アユの割合(23%)は、妥当なものとは判断される。

7月に採集されたアユのうち、滝本では77%が放流された人工アユであった(図3-3)。他方、作屋で採集されたアユの53%は天然で、距離があまり離れていない2地区での組成はかなり異なった。理由は、2地点の間にある三堰および越行堰の魚道の機能が低いため、天然アユの遡上が阻害されているためと推察される。

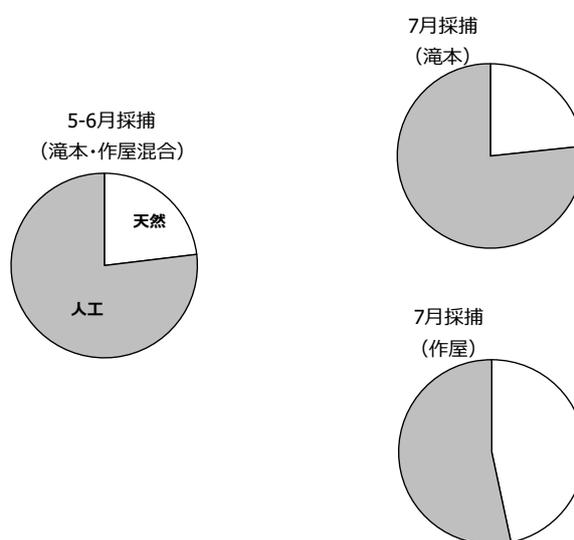


図3-3 採集されたアユの天然と人工の割合

(4) 成長

① 体サイズ

採集されたアユの体長(標準体長)の頻度分布を図3-4に示した。

5-6月 アユの体長範囲は10.6～17.8cm(全長では12.5～20.6cm)で中心サイズは15.1～17.0cmであった。天然と人工を比較すると、人工が大きい傾向にあった。

7月 滝本で採集されたアユの体長は17.1～19.8cm(全長では20.3～23.3cm)で、中心サイズは17.1～19.0cmであった(図3-4)。体長範囲は異常なほど狭かったが、理由は不明である。天然と人工のサイズ差は小さかったが、人工は相対的に小型のアユの割合が高かった。

作屋で採集されたアユの体長は16.5～20.6cm(全長では20.1～24.7cm)で、中心サイズは17.1～18.0cmであった。人工に比べると天然アユのサイズが大きかった。

体長のモードを6月と比べると、人工では1~2cm程度、天然では2~3cm程度の成長が見られ、夏季の成長は人工よりも天然の方が良好であることが示唆された。

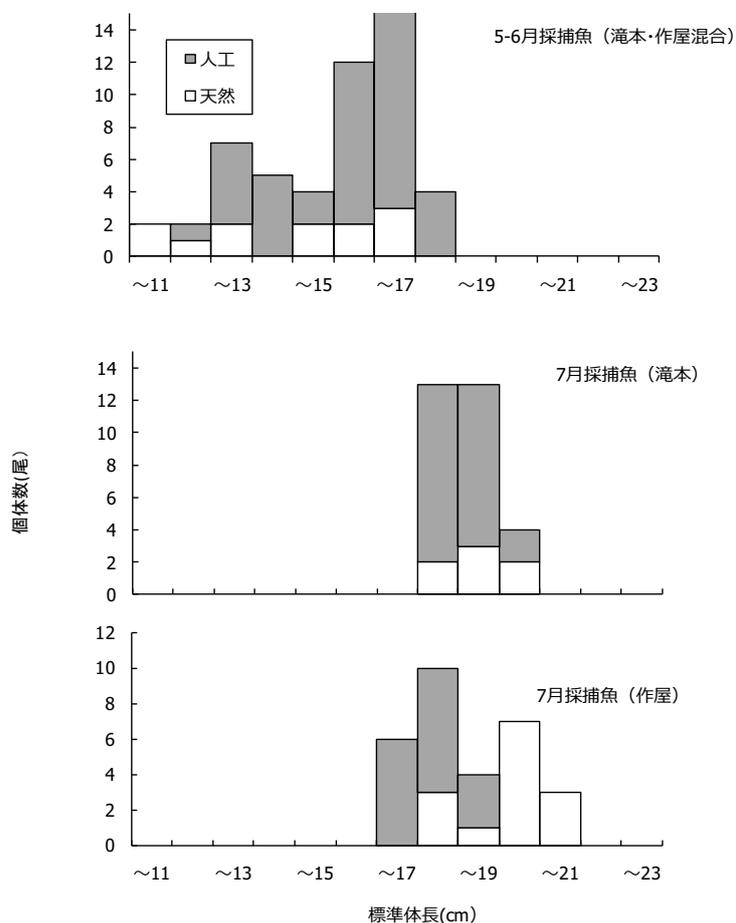


図 3-4 5~6月および7月に採集されたアユの体長組成

② 肥満度

体長と肥満度(太り具合の指標)の関係を図3-5に示した。肥満度は下記のように算定した。普通、アユの肥満度は15~17程度であることが多い*。

$$\text{肥満度 } K = W / L^3 \times 1000$$

W:体重(g)、L:体長(cm)

5~6月に採集されたアユの肥満度は、人工で11.7~15.8(平均14.4)、天然で13.8~17.4(平均15.5)であった。天然アユは普通程度の範囲に概ね入っていたが、人工はかなり痩せ気味の

* 四国内で採集した4,415個体の肥満度の計測結果による。

個体（肥満度 14 以下）が多かった。人工アユが痩せ気味であった理由は判断できないが、冷水病の影響（体調不良により摂餌不足）はあったと思われる。

7月に採集されたアユの肥満度は、人工で 12.0～17.5（平均 14.1）、天然で 12.5～17.3（平均 15.0）であった。天然アユは普通程度の範囲に入っている個体が多かったが、人工は5～6月と同様に 14 以下の痩せた個体が多かった。

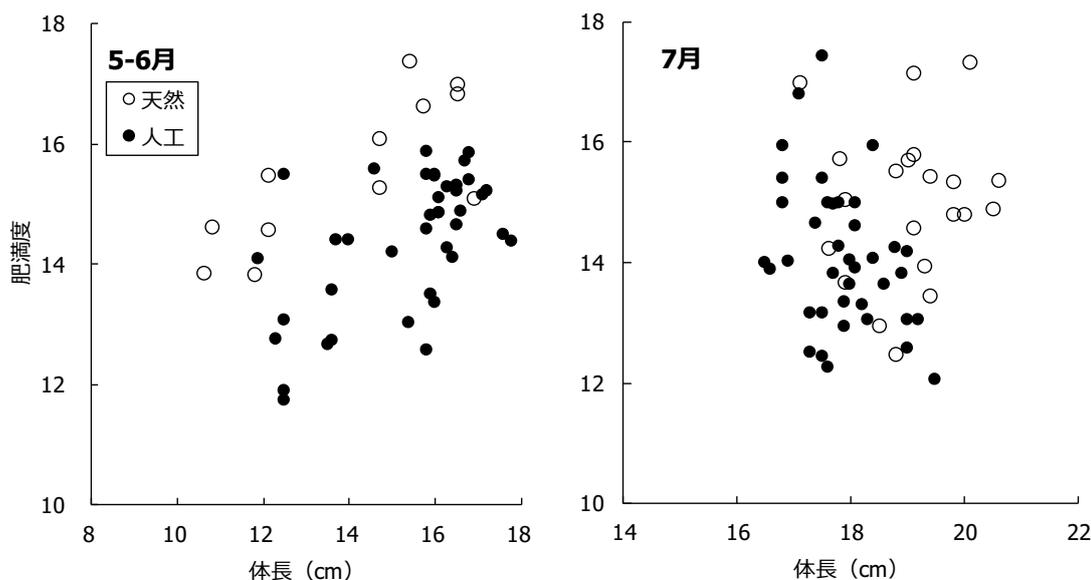


図 3-5 採集されたアユの体長と肥満度の関係

② 成長の評価

天然アユと比較すると、人工アユは肥満度が低い（痩せ型である）傾向が、解禁前から夏場まで一貫して見られた。原因は分からないが、人工アユの消化管は退縮気味である個体が多かった。また、滝本で7月に採集された人工アユの中には精巣が発達している個体も観察された。このような人工アユ特有の生理的な特性が関係しているのかもしれない。

体サイズは5～6月では放流された人工が大きい傾向が認められたが、7月になると傾向が逆転し、天然アユの体サイズが大きかった。天然アユについては、下流から大型個体が遡上してきた可能性があるものの、人工アユの肥満度の低さから考えると、人工アユは6月以降に成育不良に陥るようである。

4. 四万十川中流域のアユ漁場を活性化するための方策の検討

本章では、これまでの調査結果をもとにして、四万十川中流域のアユ漁場を活性化するための方策について全国的な事例を参考にしながら、できるだけ具体的に検討する。

1) 現状の問題点

四万十川中流域のアユ漁場を活性化するうえで障害となることが予想される事項についてはじめに整理しておく。

(1) 漁場面積

対象とした四万十川中流域の漁場面積は、先の通り、137万 m^2 で(表1-1)、中土佐町大野見地区を含む四万十川上流淡水漁協の管轄区内のアユ漁場(佐賀取水堰堤貯水池上端～津野町との町境)は200万 m^2 程度と推定される。この面積は、天然アユが遡上せず放流を前提とした場合あまりにも広すぎて、以下に述べるように、放流に必要な経費が漁場形成の制限因子となってしまう。

友釣りでの漁獲を前提とした一般的な放流基準密度0.7尾/ m^2 (宮地, 1960)を満たすためには、放流後の歩留まりを100%としても約140万尾の種苗が必要となり、標準的な放流サイズである10g/尾で放流すると、14,000kgの種苗が必要となる。1kgあたりの単価を3,600円とすると5,040万円の費用が必要となり、これを持続することは上流淡水漁協の経営規模を考えれば、町などの補助があることを考慮しても、現実性に乏しい。

したがって、放流主体で漁場を形成する場合は、現状の経営規模で対応が可能となる漁場面積を整理したうえで(例えば30万尾の放流が可能であれば、対応できる漁場は約1/5の43万 m^2 となる)、区域を限定した放流を行うことが望ましいが、その場合、組合員間の公平感が薄れるために漁協内部での調整が解決の難しい課題となる。

(2) 漁場環境

四万十川中流域の漁場環境(河川環境)は概ね良好で、アユの生息を大きく制限する要因は見当たらなかった。ただし、四万十川本川の大井野堰、三堰、越行堰、秋丸堰の4つの堰堤や日野地川の農業用の堰堤は、程度の差はあってもアユ等の魚類の遡上を阻害する要因となっており、魚道の改良は今後重要な課題と言える。

(3) 放流魚の質

2018年に放流されたアユ種苗は、その後の追跡調査から①群れやすい傾向があること、②痩せ型の体型となりやすいこと等、質の面で無視できない問題があることが示唆された。友釣りでの漁獲を主体に考えた場合、今後、種苗の品質が大幅に向上しない限りは、放流によってアユ漁場を形成することはかなり難しいと判断される。

(4) 天然アユの資源水準の低下

四万十川の天然アユは 1990 年代半ばから減少傾向が顕著となり、以来長く資源水準の低下が続いている。天然アユは資源量が少なければ遡上範囲が縮小する傾向があるため、現在のよ様に四万十川の資源水準が低下してしまうと、今回の調査対象とした中流域（佐賀取水堰堤から上流）への遡上量が減少し、アユ漁場を形成するためには放流量を増やさなければならなくなる。しかし、上記のとおり、放流で漁場を維持することは現実的にはほぼ不可能なため、アユの少ない不良漁場となってしまっているのが、近年の四万十川中流部の実態と言える。

ただ、近年、西日本～東日本の太平洋岸で天然遡上量が多くなっており、この傾向が続けば、将来的には天然アユによってある程度の資源水準が維持されることも期待できる状況となっている。この好機を活かし、放流よりもむしろ天然アユ資源を増やし、それを活用する方向へと大きく方向転換できるかどうか、今後の重要な課題となる。

2) アユ漁場を活性化するための方策

(1) 種苗放流および解禁方法の見直し

近年、天然遡上量が減少していることを念頭に、まず、種苗放流によるアユ漁場活性化の可能性と具体的な方策について検討する。

①水温から見た放流時期の見直し

四万十川中流域（四万十町窪川）の水温は、3月上旬に 10℃を上回るようになり（図 4-1）、この頃から種苗放流が可能となる。ただし、高知県産種苗は比較的高水温で育てられていること、年によってはその後の冷え込みで 8℃近くまで低下することがあるため、放流後の摂餌活性が悪くなる（痩せる）ことや下流に移動することが考えられる。そのため、もう少し温度が上昇する 3月中旬（12℃以上）まで待って、放流を開始する方が安全ではある。

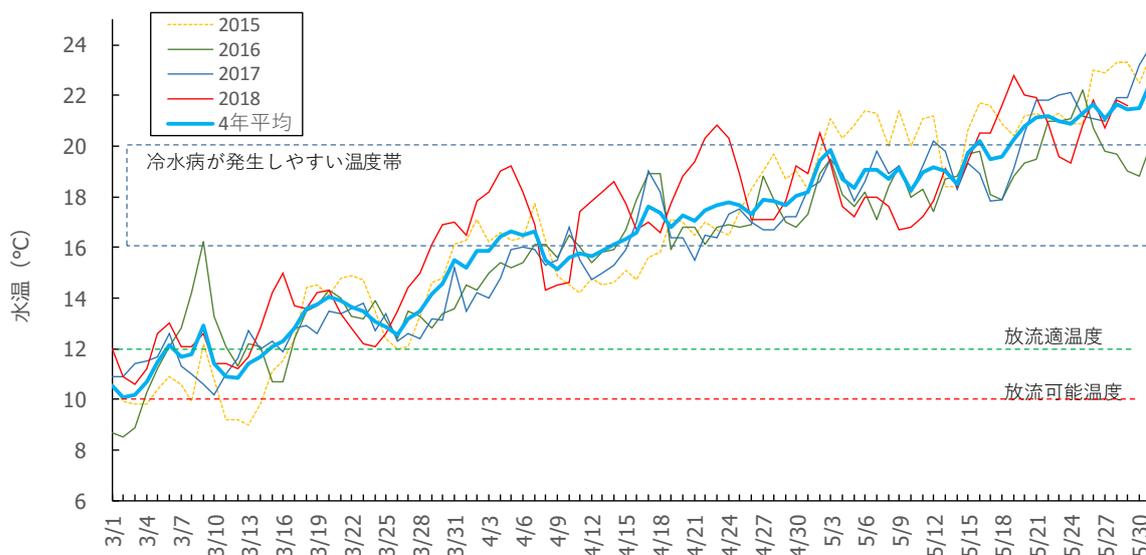


図 4-1 四万十川中流域(四万十町窪川神ノ西)での春季の水温の推移(データは四万十町提供)

②水温から見た解禁時期の見直し

図4-1に示した水温の変化をみると、冷水病を発症しやすい温度帯である16～20℃（アユ冷水病対策協議会,2004）の温度帯に入るのは、4月中旬～5月下旬で、この時期は斃死や活性の低下が起きやすくなり、友釣りによる漁獲は難しくなる。現在の解禁日である5月15日は冷水病が発生しやすい時期に入っており、この時期に解禁しても魚の活性が落ちているために「釣れない」という結果に終わりやすい。実際、2018年も解禁直前の試し釣りではほとんど釣れず、解禁後も好調には釣れていなかった。

こういった事態を避けるために、水温15℃程度になった段階で「早期解禁」を行い、冷水病の被害を避けるような取り組み（早期放流・早期解禁）が推奨されており（松浦ほか,2010）、全国的にも成功事例が増えている。しかし、四万十川中流域の場合、水温が15℃程度になるのは4月上旬であり、放流した種苗がまだ成長できていない時期にあたるため、解禁しても釣れる状態にはなっていない。

一方、冷水病を発症しやすい温度帯を脱する、すなわち、水温が安定的に20℃を上回るのは5月下旬で、この時期よりも後に解禁すれば魚の活性が上がっており、好調に釣れる可能性が高い。実際、2018年も6月から釣果が上向いており（聞き取り）、実現性は十分に高い。しかし、仮に6月上旬に解禁すると他の多くの河川もいっせいに解禁となるため、四万十川中流域に足を運ぶ釣り客は少なくなることが予想される。さらに、解禁前に冷水病が強く出た場合、魚の減耗によって釣れないことも起こり得る。

以上のように、解禁時期の操作では釣果を上げることは難しく、むしろ解禁時期は今のままで他の方法を主体に漁場運営を行うことに活路を見いだすべきかもしれない。

③集中放流区の設定

現在、四万十川中流域でアユが釣れない主な理由は、漁場面積に対してアユが少なすぎることにある。しかし、経済的な制約から放流量を大幅に増やすことも事実上不可能となっている。そのため、部分的にでも集中的にアユを放流し、「釣れる放流密度」といわれている1尾/m²（高木,2018）にまで生息密度を上げることで、部分的にではあっても釣れる漁場を作ることができれば、集客力を上げることが期待できる。

しかし、2018年に行った集中区を作るための放流試験では、アユは解禁当初（5月中旬）は放流地区近辺に期待した高密度で生息しているものの、7月になると低密度化（分散あるいは斃死？）してしまい、集中放流の効果が無くなってしまった。年によってはこの持続期間は異なるとは考えられるものの、漁期を通じて効果的な方法となる可能性は低いと推察される。

さらに、2018年に2つ集中放流区を作るために用いた1t（10万尾）程度の種苗では効果が顕在化する範囲が狭く、このことが集客力、ひいては漁獲量増大への制限要因の一つとなっていた。今後、この方策を継続するのであれば、少なくとも3倍程度の種苗を確保し、集中放流区を拡大することが必要と考えられる。

④種苗サイズの見直し

放流で釣れる漁場を作るためには、一定以上の放流密度を確保する必要がある（高木,2018）。その一方で、放流事業には経済的な制約があるため、確保できる放流量（重量）は事業主体である漁協や市町村の経済力によって決まる。しかし、放流金額は同じでも放流サイズを小さく（5g程度）すれば、放流尾数が増えるため、放流効果を上げることが可能となり、すでに多くの河川で実績がある（坪井ほか,2018; 高木,2018）。また、放流量が多かった1990年頃の平均的な放流サイズは5gであったことから分かるように、放流サイズを小さくするデメリットは少ない。

しかし、高知県の場合、種苗の出荷サイズ・時期は種苗を生産するうえでの都合から高知県内水面漁連（生産者）が決定しており、種苗サイズや放流時期を指定してもそれが聞き入れられる可能性は、今のところ低いように思われる。

⑤種苗の種類の見直し(湖産アユ等の導入)

人工アユは釣れないというイメージが形成されており、かつての放流種苗の主流であり、かつ、実際に良く釣れた琵琶湖産アユの放流を望む声は少なくない。

しかし、近年、冷水病の蔓延予防のために湖産アユの放流を止めた河川が多いことから分かるように、冷水病のリスクは拭いきれない。また、他の疾病（エドワジラ症等）を持ち込む可能性もある。もし、湖産アユを導入し、下流河川で冷水病が例年よりも強く出た場合、あるいは新たな疾病が確認された場合は、他の漁協からのクレームが出ることは容易に想像できる。湖産アユを導入するのであれば、あらかじめ対応策（理論武装、賠償金等）を用意しておく必要性はあろう。さらに、四万十川中流に放流した場合、産卵期に生き残ったアユが海産アユ（天然アユ）の産卵初期に交雑してしまう可能性は否定できず、この面からも湖産放流は望ましいことではない。

もっと現実的な問題は、現在の湖産アユは仔魚の段階で沖取りしたものを中間育成したものが主流となっており、かつてのように一律に「良く釣れるアユ」ではなくなっているという点である。そのため、新規に購入する場合は良好な種苗を回してもらえる可能性はほとんどなく（良い種苗はつきあいの古い河川に回る）、実際、筆者の知る範囲では、新規に湖産アユを導入して成功した事例は全国的に見てほとんどない（以前よりも釣れなくなった事例はある）。

さらにいえば、高知県の場合、内水面漁協の組合長会議で各河川とも原則として高知県産種苗を使うという取り決め事項があり、高知県もそれを推奨している。湖産を導入するのであれば、それを無視することになり、新たな軋轢が生まれる。実際、徳島県産種苗を導入した津野町では、おとり鮎に高知県産のアユを出荷してもらえず、徳島から購入している。

この他、海産種苗（海で取った仔アユを養成したもの：例えば宮崎海産種苗）を望む声もあるが、海産種苗は他の県の河川でふ化したアユを移入するという点であり、遺伝的な攪乱の有無だけでなく、本来であれば生まれた河川またはその近傍の河川に上るはずであったアユを取引することの倫理的な問題も派生する。海産アユの採捕を巡って、海面と内水面の漁協の間

に転轍が生じている事例があることを考慮すれば、導入は望ましいことではない。

⑥「放流方法の見直し」のまとめ

これまで述べてきたように、放流方法を改善するための方策はあるものの、いずれも何らかのマイナス要素や制約を抱えており、実現は簡単ではない。そのような条件の中で、実現の可能性がある方策を強いて整理すれば以下ようになる。ただ、このような基本的な改善方法（実際に各地で行われている成功事例の組み合わせに過ぎない）であっても、四万十川中流域での実現性は上記のとおり低いことはあらかじめお断りしておく。

- ・ 四万十川上流淡水漁協の放流区域（佐賀取水堰堤～旧大野見村）は半分程度に縮小する（約 100 万 m^2 に絞り込む）
- ・ その中で、集中放流区（放流密度 1 尾/ m^2 ）を 4 区間程度設定する
- ・ 放流サイズをこれまでの 1/2 の 5g/尾として（このサイズでも放流効果は十分上がる）、放流費は過剰に増やさずに放流尾数を増やす（同じ経費で 2 倍の放流数となる）
- ・ 放流時期を 3 月上・中旬とする（5g で放流したアユが 40～50g になるために必要な約 60 日を解禁日前に確保するため）
- ・ 上記対策をすべて実行した場合、質の良好な海産系人工種苗を 4t（80 万尾）放流すれば、平均放流密度は 0.8 尾/ m^2 となり、天然アユの遡上が無くともある程度釣れる漁場が形成されることが期待できる。さらに多くの放流が可能であれば、放流区域を広げることにもできる

⑦今後の課題

今後の課題として、まず、放流方法を改善した効果（一入漁券の売り上げ増加、漁獲量の増大といったアウトプット）については数値の変化から実態を分析することが望ましい。

また、種苗放流は「経済活動」でもあるため、本来であれば放流事業そのものの経済性（費用対効果等）は正確に把握しておく必要がある。さらに、今後とも四万十町が公金で経済的な支援を継続するのであれば、地元の経済振興への波及効果なども大まかにでも把握しておく必要がある。

(2)天然アユの遡上促進

前項のとおり、種苗放流でアユ漁場を活性化することは、理論的には可能であるものの、その実現はかなりの困難を伴うと考えざるを得ず、その効果もあまり大きなものは期待できないため、この項では天然アユを増やす方策について検討する。

①天然アユ資源の保全

高知県内では天然アユ資源の保全に多くの漁協が取り組んでおり、その取り組みの度合いに応じて天然アユの資源水準も変化する傾向が近年認められる。例えば、夏季の漁獲制限（親魚

確保)、産卵保護(区域と期間による漁獲規制)、産卵場造成、遡上を促進するための魚道改良等を重層的に行ってきた奈半利川は、近年、遡上量が大きく増加し、安定傾向にある(高橋・東, 2016)。

また、産卵期の保護を重点的に行っている野根川、安田川、物部川、仁淀川、新莊川でも天然アユの資源水準は上昇傾向にあり、取るべき対策をきちんと実行することが、天然アユを増やすことにつながることを実証してきた。

四万十川においても、他の河川と同様に産卵期の保護を中心とした対策を実行すれば、資源水準が比較的短期間のうちに回復することは、十分期待できる。そして、資源水準が1990年頃(その頃は旧大野見村でも天然アユが釣れていたと考えられる)の状態にまで回復すれば、四万十川中流域においても天然アユ主体のアユ漁場が形成される可能性が高く、地域資源としてブランド化するうえでもふさわしい。なお、天然アユ資源による漁場の活性化を図る場合、堰堤による遡上阻害を解消しておくこと、すなわち、魚道の改修・新設は必須の対策となることを付け加えておく。

②天然アユ資源を保全するうえでの課題

上記のとおり、高知県では天然アユ資源を増やす方法は技術的には確立できている。にもかかわらず、四万十川でこれまで取り組みができなかったのは、川が大きすぎて地域の利害が一致しないという人的理由が大きかった。すなわち、天然アユ資源を保全して、それが実現した場合に確実に得をするのは上流側の地域であり、下流側の地域は産卵保護のために漁獲量は減少する可能性すらある。つまり、対策によって得られる果実の大きさが地域によって不均衡となるという問題が存在し、そのことが対策の実現を遅らせ、ひいては流域全体が等しく「損をする」状態となっているのが今の四万十川である。

この問題を解決するには、流域での話し合いによる統一的な意思決定が必須となるが、全国的な事例を概観すると実際には地域エゴにより話し合いは一致を見ないケースがほとんどであろう。実現のためには上流側の地域においては自分たちが行う対策(規制:例えば、漁獲制限による親魚の確保)を具体的に提示しなければならないであろうし、下流側の地域は資源を保全することの重要性を理解した上で、最大限譲れる範囲(産卵保護区・期間)を提示する必要がある。そのうえで、客観的な立場の行政(県)と専門家が調整役となり、両者が妥協できる着地点を見いだすことで、対策は実現性が高まる。

他県の事例を概観すると、宮崎県、島根県、鳥取県などでは県(主に水産部局)が調整役となり、地域間の軋轢を和らげ、対策を実現している事例がある。また、高知県内では仁淀川は河川規模は大きいにもかかわらず、組合内部の話し合いにより一定の産卵の保護対策が取られるようになり、近年、天然アユの資源水準は上昇傾向にある。

四万十川においても、今一度、流域全体で話し合い、将来のために何が一番重要なのかを見定める必要がある。そして、そのような話し合いの場には、四万十町や四万十市のような行政が「地域振興」という観点から参加することが望ましく、さらに地方行政から県に向けて調

整役を依頼することで実現性が高まると考えられる。

(3)さいごに

ここまでに、種苗放流による活性化の方策と天然アユによる活性化の方策を検討してきた。後者による実現が四万十川にはふさわしいと考えられるが、少なくとも当面は、二つの方策を併用して漁場の活性化を図ることが現実的であろう。そのうえで、安定的に天然アユの資源水準が安定化に向かえば、2つの方策の比重を変化させる方向で調整することが望ましい。

目指す目標は、アユがよく採れていた 1990 年頃の四万十川の資源量であり、四万十川のブランド化が進んでいる現在はそれに高い付加価値を付けることができる。地域経済への寄与をはじめ、地域振興に結びつける取り組みへと発展することを期待したい。

参考文献

- アユ冷水病対策協議会. 2004. アユ冷水病対策協議会取りまとめ. 21pp.
- 岐阜県河川環境研究所. 2011. アユの側線上方横列鱗数の計数マニュアル Ver.1
(<http://www.fish.rd.pref.gifu.lg.jp/gijutsu/sokusen-rinsu/sokusen-rinsu.htm>) .
- 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.
- 松浦秀俊・友保礼次郎・高橋勇夫. 2010. 人工種苗 100%で釣れるアユ漁場をつくる. 古川彰・高橋勇夫 (編) , pp. 124-132. アユを育てる川仕事. 築地書館, 東京.
- 宮地伝三郎. 1960. アユの話. 岩波書店, 東京. 226 pp.
- 澁谷竜太郎・関伸吾・谷口順彦. 1995. 海系アユおよび琵琶湖系アユのなわばり行動の水温別比較. 水産増殖, 43(4): 415-421.
- 高木優也. 2018. 今できる！理想の放流釣り場. 鮎釣り2018. つり人社 : 150-152.
- 高橋勇夫・東健作. 2016. 天然アユの本. 築地書館, 東京, 279 pp.
- 高橋勇夫・岸野底. 2017. 奈半利川におけるアユの生息数と減耗率の潜水目視法による推定. 応用生態工学. 19(2): 233-243.
- 坪井潤一・桑田知宣・加地弘一・高木優也. 2018. 赤字にならないアユ放流マニュアル (www.jfa.maff.go.jp/j/enoki/attach/pdf/naisuimeninfo-11) .
- 占部敦史・海野徹也, 2018. 人工および天然アユにおける計数形質の比較. 日水誌, 84(1): 70-80.

付属資料

付表 1 アユの生息密度

St.	地名	生息密度(尾/m ²)			
		2018/05/11-12		2018/07/18-19	
		瀬	淵	瀬	淵
1	秋丸	0.45	0.04	0.64	0.21
2	大向	0.00	0.00	0.51	0.23
3	西原	0.00	0.00	0.29	0.01
4	五社橋下流	0.00	0.00	0.58	0.01
5	かじやせ橋	0.00	0.00	0.32	0.07
6	作屋	0.29	0.15	0.46	0.10
7	米奥小前	0.32	0.43	0.28	0.01
8	滝本	0.84	0.51	0.16	0.02
9	上秋丸(堰下流)	0.04	0.15	0.20	0.01
10	日野地橋上流	0.32	0.08	0.37	0.07
平均		0.23	0.14	0.38	0.07

発見率補正

St.	地名	生息密度(尾/m ²)			
		2018/05/11-12		2018/07/18-19	
		瀬	淵	瀬	淵
1	秋丸	0.90	0.08	0.64	0.21
2	大向	0.00	0.00	0.73	0.16
3	西原	0.00	0.00	0.41	0.01
4	五社橋下流	0.00	0.00	0.83	0.01
5	かじやせ橋	0.00	0.00	0.32	0.07
6	作屋	0.41	0.21	0.46	0.10
7	米奥小前	0.46	0.61	0.28	0.01
8	滝本	1.20	0.73	0.16	0.02
9	上秋丸(堰下流)	0.04	0.15	0.20	0.01
10	日野地橋上流	0.32	0.08	0.37	0.07
平均		0.33	0.20	0.45	0.07

付表 2 アユのハミ跡被度(5月調査時)

St.	地名	2018/05/11-12	
		瀬	淵
1	秋丸	35	13
2	大向	3	3
3	西原	2	1
4	五社神社前	4	4
5	かじやせ橋	29	4
6	作屋	25	7
7	米奥小前	29	11
8	滝本	32	9
9	上秋丸(堰下流)	4	8
10	日野地橋上流	42	11
	平均	21	7

付表 3(1) アユの由来判別結果(5-6月採集)

採集期:2018年5-6月

採集区間:作屋・滝本

No.	採集地点	採集日	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	肥満度	側線上方 横列鱗数	下顎側線孔 欠損有無	種別判定	備考
1	作屋 ・滝本	5/12	16.0	13.5	31.1	12.6	12	+	人工	
2			16.2	13.6	32.0	12.7	13	+	人工	
3			16.4	13.6	34.1	13.6	13	-	人工	
4			14.1	11.9	23.7	14.1	14	+	人工	
5			14.5	12.3	23.7	12.7	13	+	人工	
6			14.7	12.5	25.5	13.1	14	+	人工	
7			16.3	13.7	37.0	14.4	13	+	人工	
8			16.6	14.0	39.5	14.4	14	+	人工	
9			18.1	15.4	47.5	13.0	11	+	人工	
10		5/30	18.2	15.8	49.5	12.5	13	+	人工	冷水病
11			19.0	16.0	54.7	13.4	14	-	人工	冷水病
12			18.7	16.0	63.4	15.5	13	+	人工	
13			19.7	16.4	62.2	14.1	12	+	人工	
14			18.7	15.8	62.5	15.8	14	+	人工	
15			19.3	16.1	61.9	14.8	13	+	人工	
16			18.7	15.9	59.5	14.8	14	+	人工	
17			20.4	17.1	75.7	15.1	15	+	人工	
18			15.0	12.5	22.9	11.7	15	+	人工	
19		6/6	19.8	16.9	72.8	15.1	17	-	天然	
20			19.3	16.0	63.3	15.5	12	+	人工	
21			19.9	16.6	68.0	14.9	14	+	人工	
22			19.5	16.3	61.7	14.2	12	+	人工	
23			19.3	16.5	75.6	16.8	17	-	天然	
24			19.5	16.5	76.3	17.0	18	-	天然	
25			20.1	16.8	72.9	15.4	15	+	人工	
26			20.6	17.6	78.9	14.5	13	+	人工	
27			20.3	17.2	77.4	15.2	12	+	人工	
28			21.0	17.8	81.0	14.4	12	+	人工	
29			14.3	11.8	22.7	13.8	17	-	天然	
30			14.9	12.5	23.2	11.9	13	+	人工	
31			12.5	10.6	16.5	13.9	17	-	天然	
32			12.9	10.8	18.4	14.6	16	-	天然	
33			14.6	12.1	27.4	15.5	18	+	天然	
34			14.6	12.1	25.8	14.6	20	+	天然	
35			15.6	12.5	30.2	15.5	14	+	人工	
36			17.2	14.7	48.5	15.3	18	-	天然	
37			18.7	15.9	54.2	13.5	13	+	人工	
38			17.5	14.6	48.4	15.6	14	+	人工	
39			17.6	14.7	51.1	16.1	19	+	天然	
40			18.7	15.7	64.3	16.6	18	-	天然	
41			19.5	16.1	63.0	15.1	13	+	人工	
42			19.0	15.8	57.5	14.6	14	+	人工	
43			18.0	15.0	47.9	14.2	12	+	人工	
44			19.7	16.1	61.9	14.8	13	+	人工	
45			19.0	15.8	61.0	15.5	12	+	人工	
46			20.0	16.5	68.3	15.2	13	+	人工	
47			18.5	15.4	63.4	17.4	18	-	天然	
48			19.7	16.5	65.7	14.6	12	+	人工	
49			19.3	16.3	66.1	15.3	15	+	人工	
50			20.0	16.7	73.1	15.7	13	+	人工	
51			19.5	16.5	68.7	15.3	10	+	人工	
52			20.0	16.8	75.1	15.8	14	+	人工	冷水病
平均			17.9	15.0	52.6	14.6	14.2			

側線上方横列鱗数:背鰭第5軟条付け根を起点として計数した

下顎側線孔欠損有無:左右対称に4列あるものを正常(-)、それ以外を異常(+)

付表 3(2) アユの由来判別結果(7月採集)

採集期: 2018年7月			採集区間: 滝本							
No.	採集地点	採集日	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	肥満度	側線上方 横列鱗数	下顎側線孔 欠損有無	種別判定	備考
1	滝本	7/20	21.9	18.2	80.0	13.3	13	+	人工	
2			21.1	17.6	81.6	15.0	13	-	人工	
3			23.2	19.5	89.3	12.0	13	+	人工	
4			21.3	18.0	79.4	13.6	13	+	人工	
5			21.6	18.1	88.8	15.0	11	+	人工	
6			21.3	17.5	82.4	15.4	12	-	人工	
7			22.5	18.8	82.8	12.5	18	-	天然	
8				17.8	88.6	15.7	19	-	天然	
9			23.2	19.0	89.3	13.0	12	-	人工	
10			23.3	19.8	114.8	14.8	18	-	天然	
11			21.1	17.5	70.4	13.1	12	+	人工	
12			21.0	17.3	68.1	13.2	12	+	人工	
13			22.1	18.3	79.8	13.0	14	+	人工	
14			20.8	17.4	77.1	14.6	11	+	人工	
15			21.6	17.8	84.4	15.0	12	+	人工	
16			21.4	17.9	74.1	12.9	12	+	人工	
17			22.3	18.8	94.5	14.2	13	+	人工	
18			22.4	18.8	103.1	15.5	21	-	天然	
19			20.3	17.1	84.9	17.0	20	-	天然	
20			21.9	18.6	87.6	13.6	13	+	人工	
21			23.0	19.2	92.2	13.0	12	+	人工	
22			21.3	17.6	66.7	12.2	13	+	人工	
23			23.0	19.0	86.1	12.6	13	+	人工	
24			22.3	18.9	93.2	13.8	12	+	人工	
25			22.2	18.4	87.5	14.0	13	+	人工	
26			21.8	17.9	76.4	13.3	12	-	人工	
27			22.8	19.0	97.1	14.2	14	-	人工	
28			20.5	17.1	83.9	16.8	14	-	人工	
29			22.0	18.5	81.9	12.9	18	-	天然	
30			23.0	19.3	100.2	13.9	18	-	天然	
平均			21.0	17.5	77.9	14.4	14.0			

側線上方横列鱗数: 背鰭第5軟条付け根を起点として計数した

下顎側線孔欠損有無: 左右対称に4列あるものを正常(-)、それ以外を異常(+)

採集期: 2018年7月			採集区間: 作屋							
No.	採集地点	採集日	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	肥満度	側線上方 横列鱗数	下顎側線孔 欠損有無	種別判定	備考
1	柏木	7月21日	20.4	16.8	75.5	15.9	15	+	人工	
2			21.2	17.8	80.4	14.3	13	+	人工	
3			21.6	18.0	81.8	14.0	14	+	人工	
4			21.1	17.7	82.9	14.9	14	+	人工	
5			21.2	17.9	86.2	15.0	17	-	天然	
6			21.3	17.9	78.3	13.7	18	-	天然	
7			23.0	19.1	101.5	14.6	17	-	天然	
8			23.3	19.4	98.1	13.4	17	-	天然	
9			20.8	17.5	93.3	17.4	15	+	人工	
10			24.7	20.6	134.2	15.4	17	-	天然	
11			20.1	16.8	72.9	15.4	13	+	人工	
12			20.8	17.5	66.6	12.4	12	+	人工	
13			22.2	18.4	99.1	15.9	13	+	人工	
14			20.1	16.9	67.6	14.0	14	+	人工	
15			22.2	18.1	82.3	13.9	11	+	人工	
16			23.2	19.4	112.6	15.4	20	-	天然	
17			22.9	19.1	110.0	15.8	20	-	天然	
18			22.3	19.0	107.6	15.7	17	+	天然	
19			23.8	20.0	118.3	14.8	20	-	天然	
20			24.7	20.5	128.1	14.9	16	-	天然	
21			20.1	16.6	63.4	13.9	12	+	人工	
22			21.1	17.3	64.7	12.5	12	+	人工	
23			20.3	16.8	71.0	15.0	13	+	人工	
24			21.3	17.7	76.5	13.8	13	+	人工	
25			20.1	16.5	62.8	14.0	12	+	人工	
26			21.6	18.1	86.5	14.6	12	+	人工	
27			21.1	17.6	77.5	14.2	17	-	天然	
28			23.7	19.8	119.0	15.3	18	-	天然	
29				19.1	119.4	17.1	18	-	天然	
30			23.8	20.1	140.6	17.3	19	-	天然	
平均			21.9	18.3	90.0	14.6	15.0			

側線上方横列鱗数: 背鰭第5軟条付け根を起点として計数した

下顎側線孔欠損有無: 左右対称に4列あるものを正常(-)、それ以外を異常(+)