

平成 31 年度 四万十川水産資源調査委託業務

報告書

令和 2 年 1 月

株式会社 西日本科学技術研究所
Nishinihon Institute of Technology

平成 31 年度 四万十川水産資源調査委託業務 報告書

目次

業務概要	1
1 業務の目的	1
2 業務対象域.....	1
3 業務期間.....	1
4 調査項目と概要	1
調査内容	2
1 アユの由来判別調査	2
1-1 試料	2
1-2 調査方法.....	3
1-3 調査結果および考察	4
2 アユ生息状況調査.....	8
2-1 調査時期.....	8
2-2 調査地点.....	8
2-3 調査方法.....	10
2-4 調査結果および考察	12
3 アユ降河期調査	22
3-1 調査時期.....	22
3-2 調査地点.....	22
3-3 調査方法.....	24
3-4 調査結果および考察	25
4 今後の課題	30
4-1 高密度放流の効果を向上させるための課題と対策	30
4-2 天然アユ資源の回復・保全	33
引用文献	36
付表	

業務概要

1 業務の目的

四万十川中流域（四万十町）では、昨年度（2018年度）よりアユ漁場を活性化するための高密度放流が試行され、その効果を検証するための調査が実施されている。本業務では、昨年度に引き続き、アユ漁解禁前後から夏季にかけてアユの分布状況等を把握し、高密度放流の効果を検討すること、並びに秋季におけるアユの残留実態を把握し、降河状況を検討することを目的とした。さらに、これらの調査を通じ、四万十川中流域においてアユ漁場を活性化させるための方向性を検討した。

2 業務対象域

本業務の対象域は、四万十町内の四万十川（佐賀取水堰上流）と日野地川とした（図1）。

3 業務期間

自 2019年4月1日
至 2020年1月31日

4 調査項目と概要

本業務の主な調査項目と概要を表1に示した。

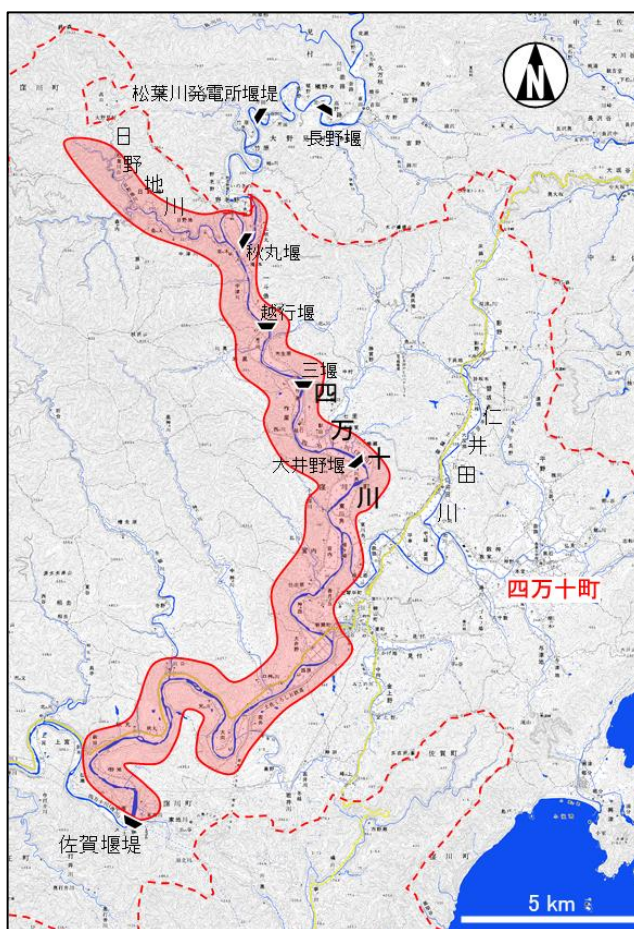


図1 業務対象域

表1 作業項目

調査項目	概要
アユの由来判別調査	アユ漁解禁前後と夏季に採捕されたアユの体長と体重から肥満度を算出するとともに、鱗数により由来（天然または放流）を判別した。
アユ生息状況調査	アユ漁解禁前と夏季に潜水観察により生息密度やサイズ等を調べ、地点間差や季節変化を把握した。
アユ降河期調査	秋季禁漁期間の始期と終期に潜水観察を行い、生息密度の地点間差や季節変化を把握した。

調査内容

1 アユの由来判別調査

1-1 試料

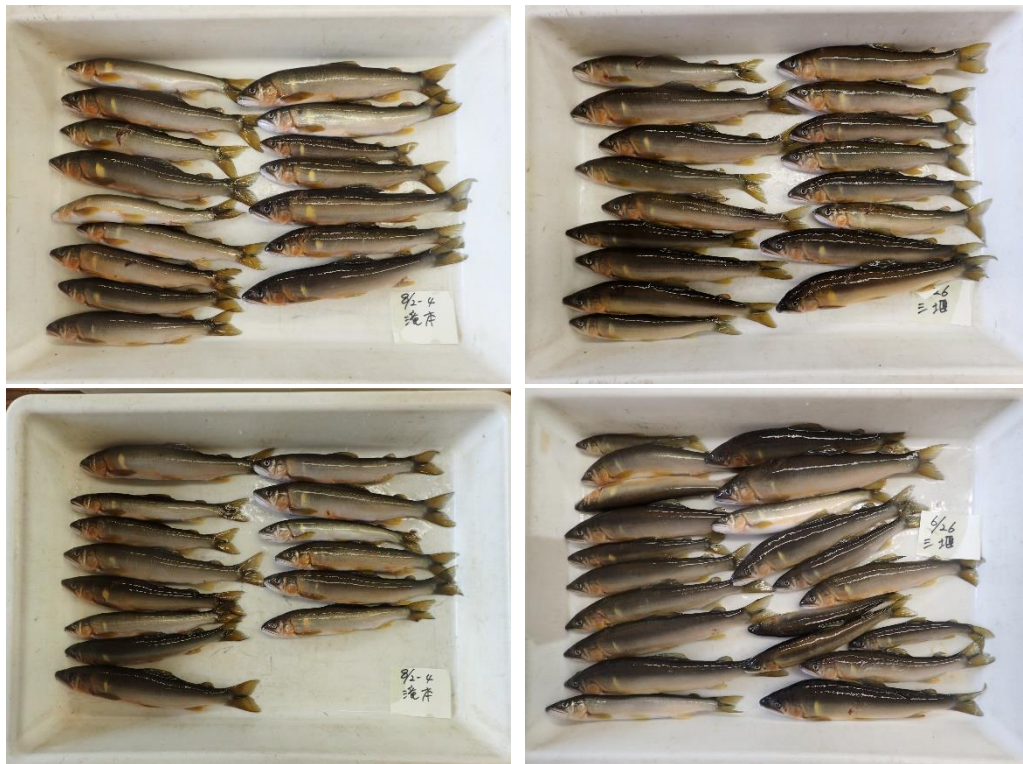
発注者から提供されたアユを対象に調査を行った。試料は、高密度放流が実施された試験放流区（滝本、三堰）において、アユ漁解禁前後の5月中旬～6月上旬と夏季の6月下旬（三堰）および8月上旬（滝本）に友釣りで採捕され、それぞれ合計62尾と68尾が得られた（表1-1）。

表 1-1 アユの採捕結果

採捕時期	地点	採捕日	採捕尾数
解禁前後	滝本	5月13、25日	31
	三堰	6月6、10日	31
夏季	滝本	8月2-4日	30
	三堰	6月26日	38



解禁前後に滝本（左）と三堰（右）で採捕されたアユ



夏季に滝本（左）と三堰（右）で採捕されたアユ

1-2 調査方法

アユの体長と体重を測定した後、側線上方横列鱗数（背鰭第5軟条下）を計数・記録した。体長と体重から肥満度を算出するとともに、鱗数により由来（天然または放流）を判別した。由来の判別にあたっては、本調査と昨年度調査で計数された放流種苗（高知県内水面種苗センター産）の鱗数（11～15枚）および占部・海野（2018）による天然アユの鱗数（15～21枚）に基づき、下記を判別基準とした。なお、昨年度調査データについても同様の判別基準を適用して再整理した。

【由来判別基準】

鱗数 16 枚以上：天然

鱗数 15 枚：不明

鱗数 14 枚以下：人工

$$\text{肥満度} = \frac{\text{体重 (g)}}{\text{体長 (cm)}^3} \times 1000$$



体長（左）と体重（中）の計測および鱗数の計数（右）状況

1-3 調査結果および考察

1-3-1 由来判別

本調査と昨年度調査におけるアユの由来別組成を図 1-1 に示した。これによると、本調査の解禁前後における天然アユの割合は三堰で 16%、滝本で 0%であった。夏季になると、三堰では 10%に低下したのに対し、滝本では 3.2%に微増した。このような地点間差がみられた要因は不明ながら、夏季の採捕時期は三堰の 6 月下旬に比べて滝本では 8 月上旬と遅かったことが影響した可能性が考えられる。

昨年度調査における天然アユの割合は、解禁前後で 23%、夏季には 23~47%を示し、これに比べると本調査における同割合は低かった。後述する滝本と三堰における放流尾数は、本調査より昨年度調査で多かったことを考え合わせると（表 2-2）、両区に遡上した天然アユも昨年度で多かったと推測される。

一方、夏季における天然アユの割合は、本調査および昨年度調査とも、滝本より三堰で高く、2 倍以上に達した。このことは、上流の滝本まで遡上する天然アユは、相対的に少ないことを示唆している。

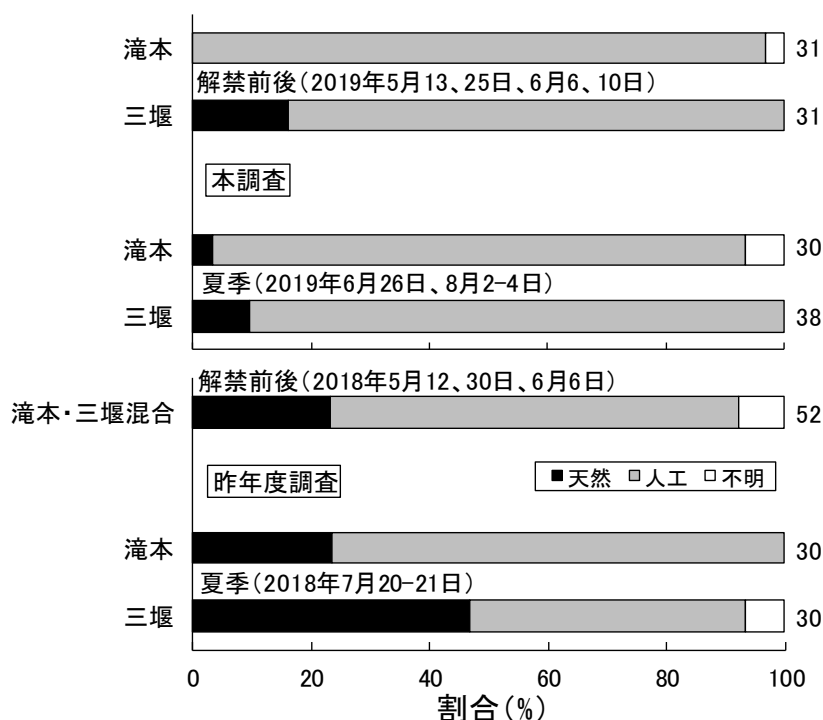


図 1-1 本調査と昨年度調査におけるアユの由来別組成（図中の数値は試料数）

1-3-2 成育状態

1) 体長と体重

アユの体長組成をみると（図 1-2）、本調査では解禁前後の滝本で 11.0～15.1cm（平均 13.8）のアユが採捕され、それらのほとんどは 13～15cm であった。これに比べると三堰での体長範囲は 10.6～17.3cm と広がったものの、平均体長（平均 13.9cm）はほぼ同値であった。夏季になると、滝本では 12.5～17.8cm（平均 15.5cm）、三堰では 10.3～18.6cm（平均 15.3cm）のアユがそれぞれ採捕された。これらは解禁前後に比べると平均で 1.5cm 前後大型であったほか、大部分が 14.1cm 以上の個体で占められた。

上記のような体長の変化は昨年度調査でも確認されており、解禁前後（10.6～17.8cm、平均 15.0cm）に比べると、夏季には滝本（17.1～19.8cm、平均 18.3cm）および三堰（16.5～20.6cm、平均 18.3cm）とも大型化している。ただし、解禁前後での体長は昨年度調査より本調査で小型であり、これには放流種苗のサイズ差が影響していると考えられる。また、解禁前後から夏季における平均体長の増大は本調査（1.5cm）より昨年度調査（3.3cm）で顕著であり、良好な成長を示していた。

アユの体長は資源量が多いと小型化するほか（松井, 1986）、水温 20～25℃で良好な成長を示す（電力中央研究所, 1981）。しかし、後述するアユの生息密度は昨年度で高く（図 2-6）、かつ水温に顕著な年度間差はなく（図 2-2）、成長に年度間差がみられた要因は不明である。ただし、本調査では天然の個体数が少なく、由来による成長の差異は検討できなかったものの、昨年度調査では夏季における成長が人工に比べて天然で良好であった可能性が示唆されている。昨年度では本調査に比べ、天然アユが多かったため、全体として良好な成長を示したのかも知れない。

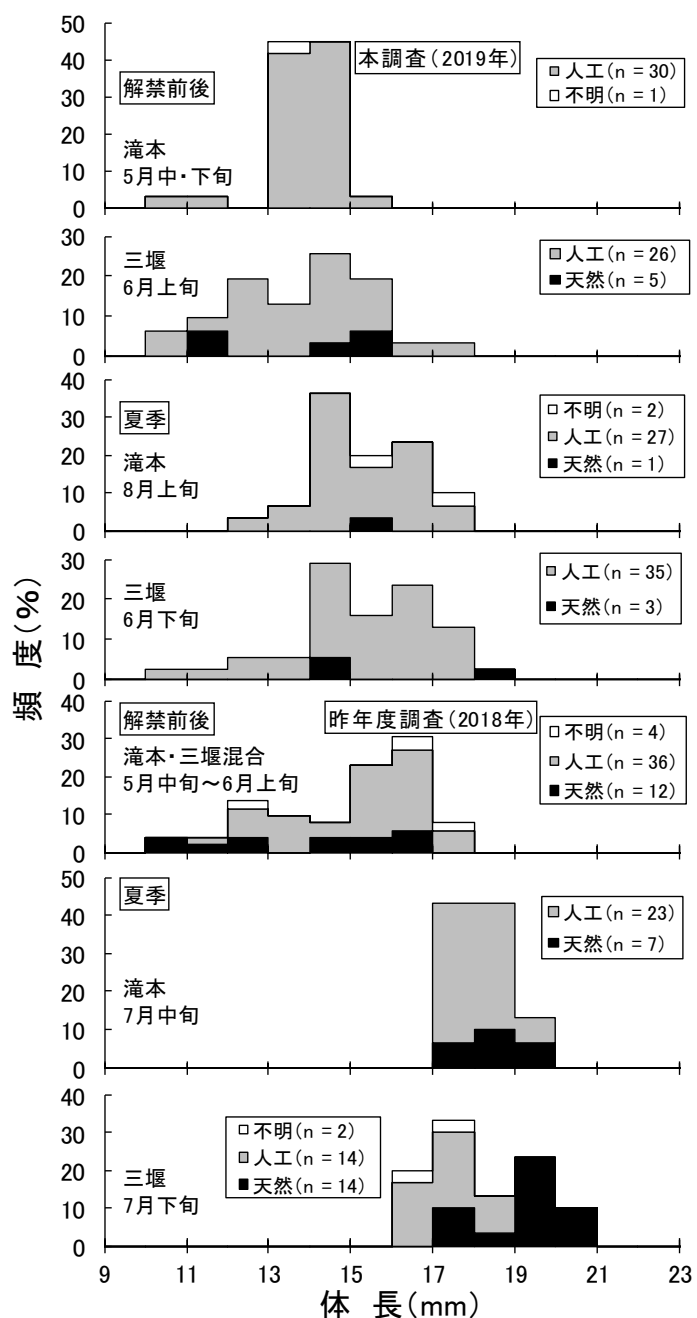


図 1-2 本調査と昨年度調査におけるアユの体長組成

次に、本調査と昨年度調査で得られたアユの体長と体重の関係を図1-3に示した。これによると、両調査におけるアユの体長と体重の関係に大差はなく、体長13cmで30g前後、15cmで50g前後、19cmで100g前後に達していたことが分かる。これは、岡村・為家（1977）が示した四万十川におけるアユの体長と体重の関係とほぼ一致しており、調査範囲におけるアユの成育状態に顕著な変化は生じていないと判断される。

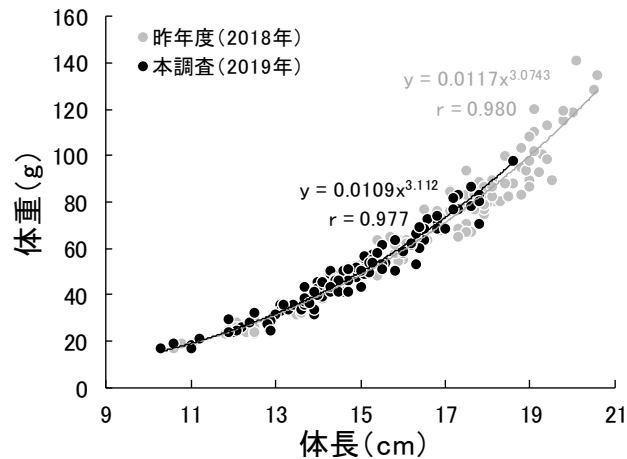


図1-3 本調査と昨年度調査におけるアユの体長と体重の関係

2) 肥満度

本調査で解禁前後に採捕されたアユの肥満度は、滝本では12.7～17.0（平均15.0）の範囲にあり、大半が14～16を示した（図1-4）。他方、三堰では11.7～17.2（平均14.4）の範囲にあり、滝本に比べると14以下の頻度がやや高く、平均値は僅かながら低かった。夏季の肥満度は滝本で12.3～16.3（平均14.9）、三堰で11.2～16.0（平均14.6）の範囲にあり、解禁前後のそれらと顕著な差異はなく、大半が14～16で占められた。

昨年度調査における肥満度は、解禁前後で11.7～17.4（平均14.6）、夏季の滝本で12.4～17.0（平均14.0）、三堰で12.4～17.4（平均14.8）の範囲にあった。これらに比べると、本調査における肥満度は概ね同等以上の水準にあった。なお、昨年度調査では夏季に肥満度14以下の痩せた個体の頻度が上昇する傾向にあったものの、本調査でそのような傾向はみられなかった。

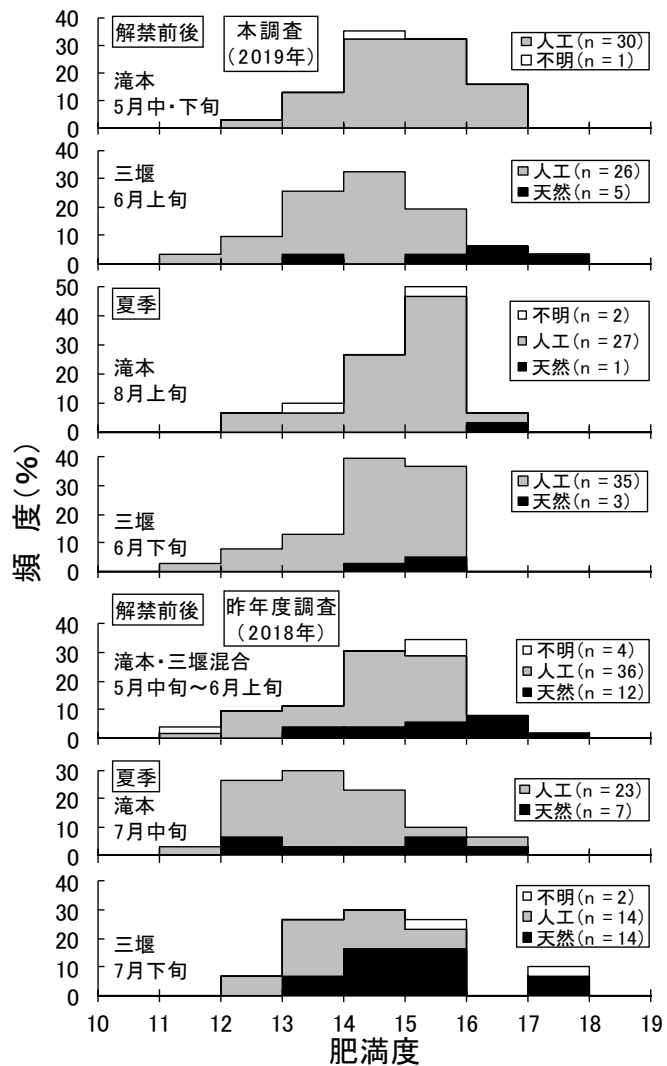


図1-4 本調査と昨年度調査におけるアユの肥満度組成

3) 肥満度と体長の関係

肥満度と体長の関係を図 1-5 に示した。なお、図中には高知県の標準値として、6～10 月に高知県の 8 河川で友釣りにより採捕された 297 個体の平均肥満度と平均体長を合わせて示した（和ほか、未発表データ）。肥満度および体長とも当標準値より高い場合には成育状態が「優」、低い場合には「劣」と評価できる。

図 1-5 によると、本調査の解禁前後には肥満度および体長とも標準値を下回るアユが大半であった。しかし、夏季になると、体長については標準値を超えるアユが大半となった一方、肥満度については解禁前後と同様に標準値以下のアユが多かった。

他方、昨年度調査では解禁前後から標準値以上のサイズに成長している個体が多く、夏季にはすべてのアユの体長が標準値を上回った。肥満度については本調査と同様に標準値を下回るアユが大半であった。肥満度が両調査とも標準より劣った原因は不明ながら、昨年度調査では、人工アユの肥満度は天然アユのそれに比べて低い傾向がみられ、アユの由来が影響しているのかも知れない。

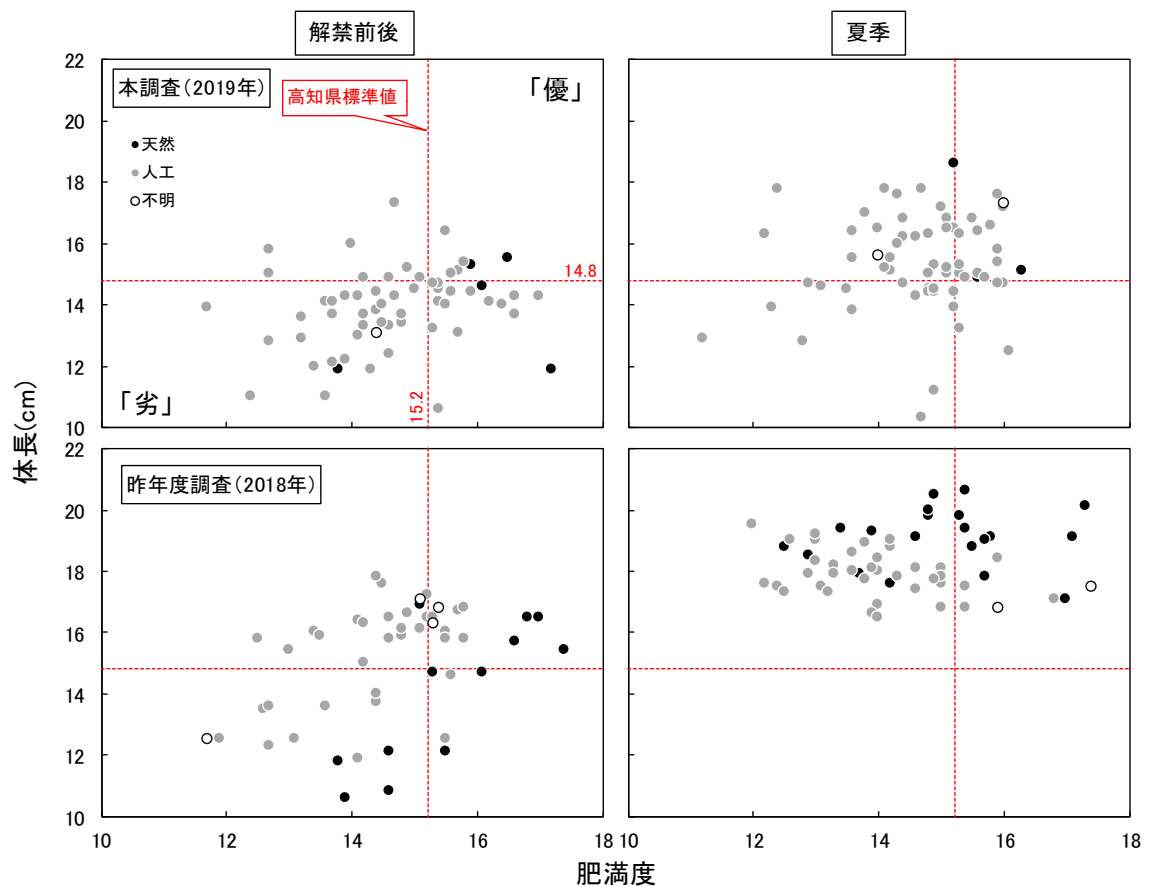


図 1-5 本調査と昨年度調査におけるアユの肥満と体長の関係

以上の由来判別調査の結果から、天然アユは調査範囲のアユ資源に寄与しており、その寄与率は、高い場合には 50% 近く（昨年度三堰付近）に及ぶ実態が明らかとなった。さらに、成長（体長）や成育状態（肥満度）は、人工アユより天然アユで良好な可能性も示唆された。したがって、天然アユの遡上量が増大すれば、アユ資源は量的および質的に良好な状態になると考えられる。

2 アユ生息状況調査

2-1 調査時期

下記の通り、アユ漁解禁前（5月）と夏季（7月）に調査を行った。

アユ漁解禁前：2019年5月5日と9日に調査を行った。調査時の天候は晴れ（5日）または曇り（9日）、水温は14.3～19.1℃、大井野観測所水位は0.29～0.45mの範囲にあった。なお、5日と6日での調査を予定していたが、調査範囲下流側の濁りが強かったため、濁りが減衰した9日に調査を実施した。

夏季：2019年7月29～30日に調査を行った。調査時の天候は晴れ、水温は20.7～27.0℃、大井野観測所水位は0.26～0.32mの範囲にあった。

2-2 調査地点

佐賀堰堤から上流の四万十川9地点と支川日野地川1地点の計10地点で調査を行い、結果の整理にあたっては適宜A～Eの5区に区分した（表2-1、図2-1）。これらの地点および区間は昨年度調査と同様である。

調査地点のうち、地点6（作屋）と8（滝本）付近では高密度放流が実施されており、それぞれ三堰下流の瀬、栗の木大橋上流の瀬と下流の瀬淵を試験放流区とした。



図 2-1 アユ生息状況調査地点

表 2-1 調査地点の座標

区間	St.	地点名	緯度	経度
A	1	秋丸	33.1826	133.0723
	2	大向	33.1796	133.0953
B	3	西原	33.2005	133.1221
	4	五社橋下流	33.2184	133.1258
C	5	かじやせ橋	33.2387	133.1296
	6	昨屋	33.2686	133.1211
D	7	米奥小前	33.2830	133.1115
	8	滝本	33.3040	133.0997
	9	上秋丸(堰下流)	33.3050	133.1037
E	10	日野地橋上流	33.3053	133.0887

St. 10 日野地橋上流



St. 9 上秋丸(堰下流)



St. 8 滝本



St. 7 米奥小前



St. 6 作屋



St. 5 かじやせ橋



St. 4 五社橋



St. 3 西原



St. 2 大向



St. 1 秋丸



2-3 調査方法

各地点の瀬と淵で潜水観察を行い、生息密度（観察数/観察面積）、ハミ跡被度、サイズ（全長を 5cm 間隔で区分）、行動様式（ナワバリ、単独、群れ）、異常魚の有無を把握し、生息密度と既往調査で計測された水面面積から生息尾数を推定した。調査時には水中での有効視界を測定し、高橋・岸野（2017）による発見率に従って生息密度を補正したほか、観測された密度が 0 尾/m²であってもハミアト被度が 1%以上であれば密度を 0.01 尾/m²とした。また、発注者から提供された種苗放流量と四万十町窪川神ノ西における水温のデータのほか、気象庁ウェブサイトから窪川観測所における気温等を整理した。

潜水観察状況



ナワバリアユ



単独アユ



群れアユ



ハミアト



水中視界の測定



2-4 調査結果および考察

2-4-1 気象条件等

本調査及び昨年度調査期間中における気温、水温等を整理して図 2-2 に示した。これによると、本調査（2019 年）と昨年度調査（2018 年）の日平均気温は類似した推移を示し、3 月の 10℃前後から 8 月の 27℃前後にかけて上昇した。水温（9 時測定）は気温と概ね対応して推移しており、3 月の 11℃前後から 7 月下旬～8 月上旬の 29℃前後まで上昇し、特に梅雨明けとなる 7 月以降の上昇が顕著であった。

日降水量をみると、本調査及び昨年度調査とも 100mm を超える降雨が散発的に観測され、その際には河川水位が上昇して概ね 2m 以上に達した。なお、3 月の総雨量は本調査（242mm）に比べて昨年度調査（447.5mm）で多かったものの、他月の雨量に顕著な年度間差はなかった。

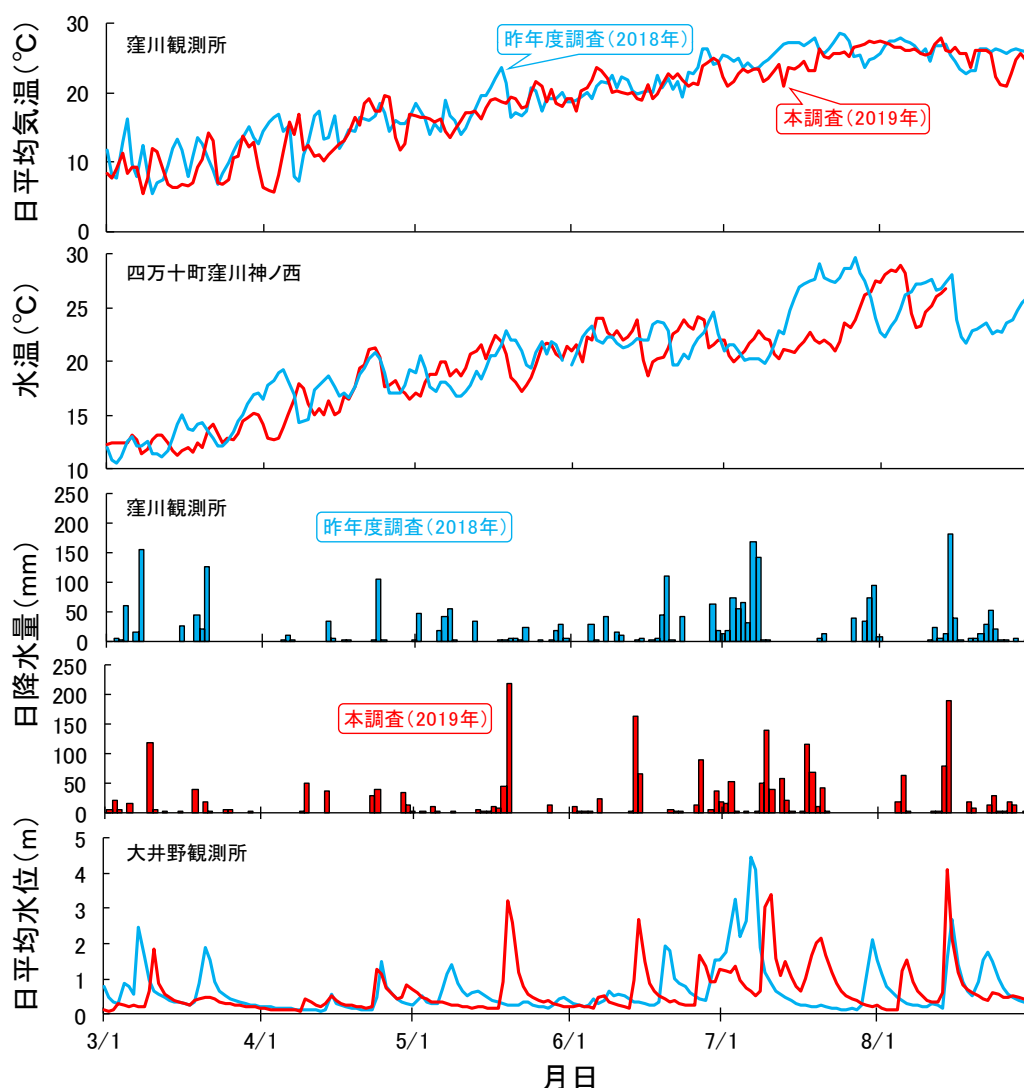


図 2-2 調査期間中の気温、水温、降水量及び河川水位
(気温と降水量は気象庁ウェブサイト、水位は高知県ウェブサイト、水温は四万十町よりデータ取得)

2-4-2 アユの推定放流尾数と放流密度

本調査におけるアユの放流重量を種苗の平均体重で除した推定放流尾数を付表 2-1 に整理し、昨年度の放流尾数とともに図 2-3 に示した。これによると、本調査では平均体重 5.0g (3 月) および 9.5g (4 月) のアユ合計約 39.0 万尾 (2,667kg、支川井細川含む) が放流され、昨年度では平均体重 9.5g のアユ約 29.2 万尾 (2,771kg) が放流されている。本調査では昨年度に比べ、放流量は 104kg 少なかったものの、小型の種苗も放流されたため、尾数は約 9.8 万尾多かった。

箇所別にみると、本調査における放流尾数は、栗木大橋で 11.2 万尾と最も多く、次いで三堰で 7.3 万尾、一斗俵沈下橋～北の川口で 4.6 万尾が放流され、これらで全体の 59% を占めた。他箇所での放流尾数は概ね 1.3 万尾以下と少なく、とりわけ大向および秋丸における放流尾数は 0.4 万尾と最少であった。一方、昨年度調査における放流尾数は栗木大橋で約 6.1 万尾と最も多く、次いで越行橋～西の川口で約 4.6 万尾、一斗俵沈下橋～大松、小松ボキと支川の日野地で約 2.0～2.4 万尾が放流されており、これらで全体の 60% を占めた。他方、これら以外の箇所での放流尾数は 1.1 万尾以下と少なかった。

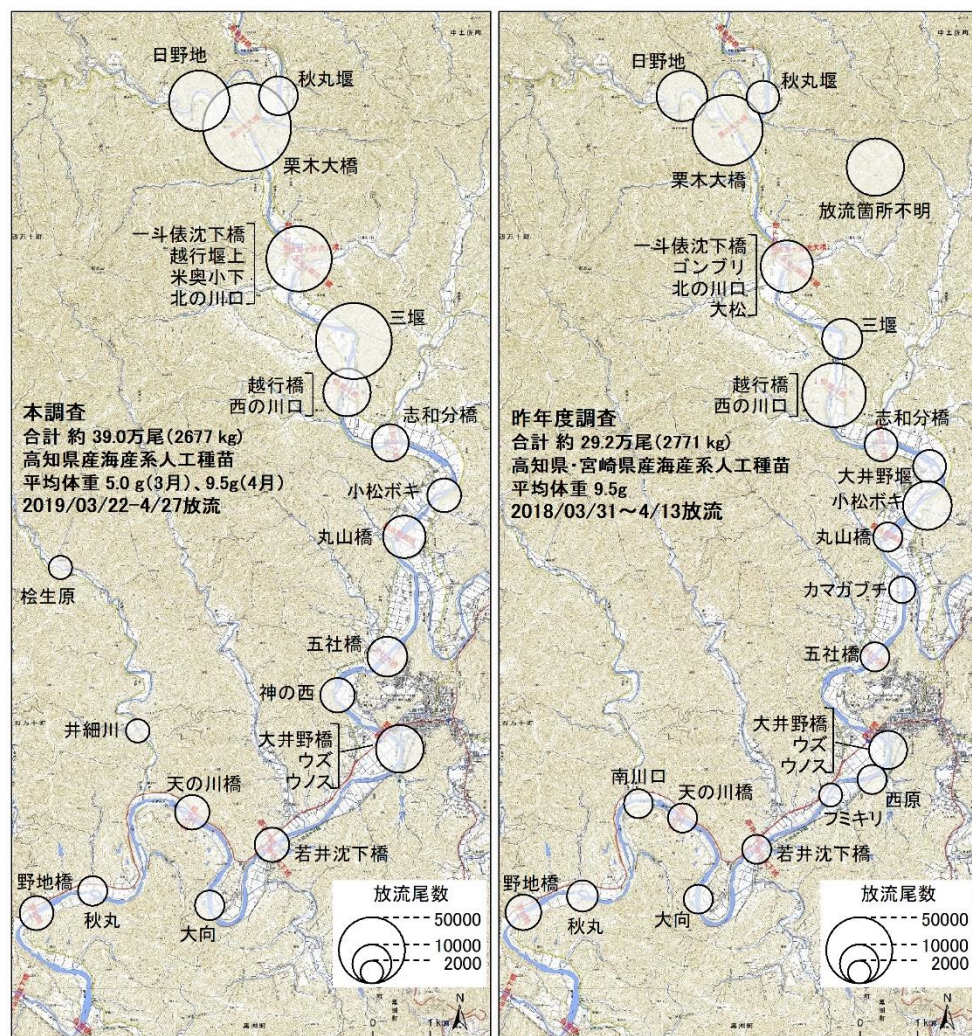


図 2-3 アユの推定放流尾数 (左：本調査、右：昨年度調査)

次に、放流尾数を図 2-1 に示した A～E の区間別に集計し、それらを水面面積で除して算出した放流密度とともに図 2-4 に示した。これによると、本調査（2019 年）では、四万十川におけるアユの放流尾数は上流ほど多く、D 区で 16.8 万尾、C 区で 11.7 万尾、B 区で 3.5 万尾、A 区で 2.8 万尾がそれぞれ放流されたほか、日野地川の E 区における放流尾数は 3.7 万尾であった。これらを昨年度調査（2018 年）の放流尾数と比較すると、A 区ではほぼ同等であったのに対し、B～E 区では本調査の方が 1.3～1.8 倍多かった。

本調査における放流密度は、四万十川では、A・B 区の 0.06～0.10 尾/㎡に比べ、試験放流区を含む C・D 区で 0.53～0.61 尾/㎡と高かったほか、日野地川の E 区では 0.88 尾/㎡とさらに高密度であった。昨年度に比べると、A・B 区での放流密度はほぼ同等であったのに対し、C～E 区での密度は高かった。これには、3 月に放流された小型種苗の多寡が影響している（付表 2-1）。

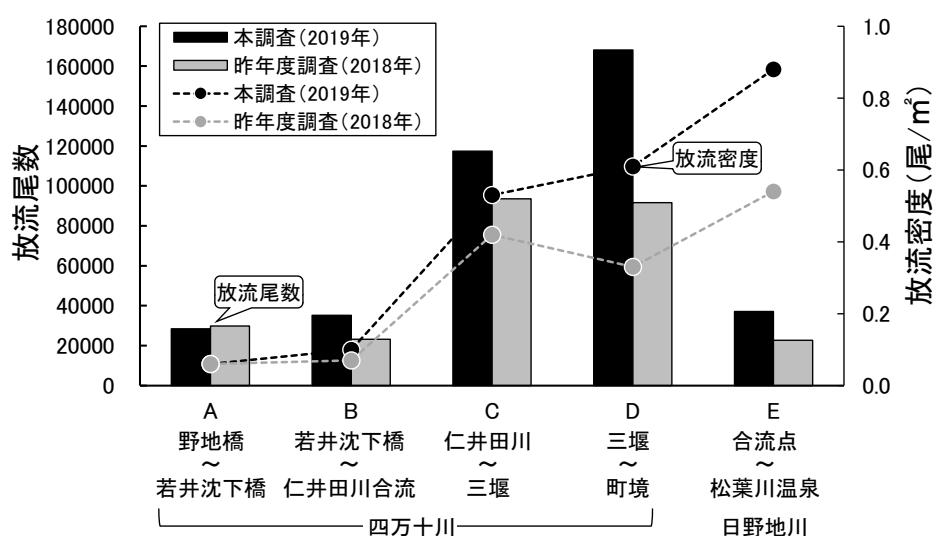


図 2-4 区間別のアユの推定放流尾数と放流密度

試験放流区の滝本と三堰における放流状況をみると（表 2-2）、放流密度は昨年度調査（2018 年度）のそれぞれ 1.24 尾/㎡と 1.34 尾/㎡に比べ、本調査（2019 年度）では 2.29 尾/㎡および 2.13 尾/㎡と高かった。また、試験放流区では調査範囲全域に比べ、昨年度調査では 5.9～6.3 倍の密度で種苗が放流されたのに対し、本調査では 7.6～8.2 倍以上とより高密度で放流されている。

表 2-2 試験放流区における放流尾数と放流密度

放流区	調査年度	水面面積(㎡)	放流尾数	放流密度(尾/㎡)
滝本	2018	49007	60883	1.24
	2019		112422	2.29
三堰	2018	37946	50883	1.34
	2019		80948	2.13
調査範囲全域	2018	1370925	291684	0.21
	2019		386249	0.28

2-4-3 生息密度と推定生息尾数

本調査における潜水観察結果を付表 2-2 に整理するとともに、観測した生息密度を放流尾数と合わせて地点別に図 2-5 に示した。これによると、5 月（アユ漁解禁前）におけるアユの生息密度は瀬で $0.04 \sim 0.77$ 尾/ m^2 （平均 0.31 尾/ m^2 ）、淵で $0.01 \sim 0.69$ 尾/ m^2 （平均 0.27 尾/ m^2 ）の範囲にあった。地点別にみると、作屋、滝本、上秋丸のほか、日野地橋上流における密度が瀬淵とも概ね 0.5 尾/ m^2 以上と高かった。これらに比べると他地点での密度は約 0.2 尾/ m^2 以下と低く、特に大向と西原では 0.06 尾/ m^2 以下の低い値を示し、アユの分布状況は放流尾数の多寡と概ね一致した。ただし、詳細にみると、上秋丸での放流尾数は少なかったものの、アユの密度は相対的に高かった。これには、放流されたアユの移動・分散が影響していたと推測される。

解禁後の 7 月になるとアユの分布に変化がみられ、上流の作屋～上秋丸ではアユの密度が概ね低下したのに対し、下流の秋丸～かじやせ橋では上昇し、分布に顕著な偏りはみられなくなった。

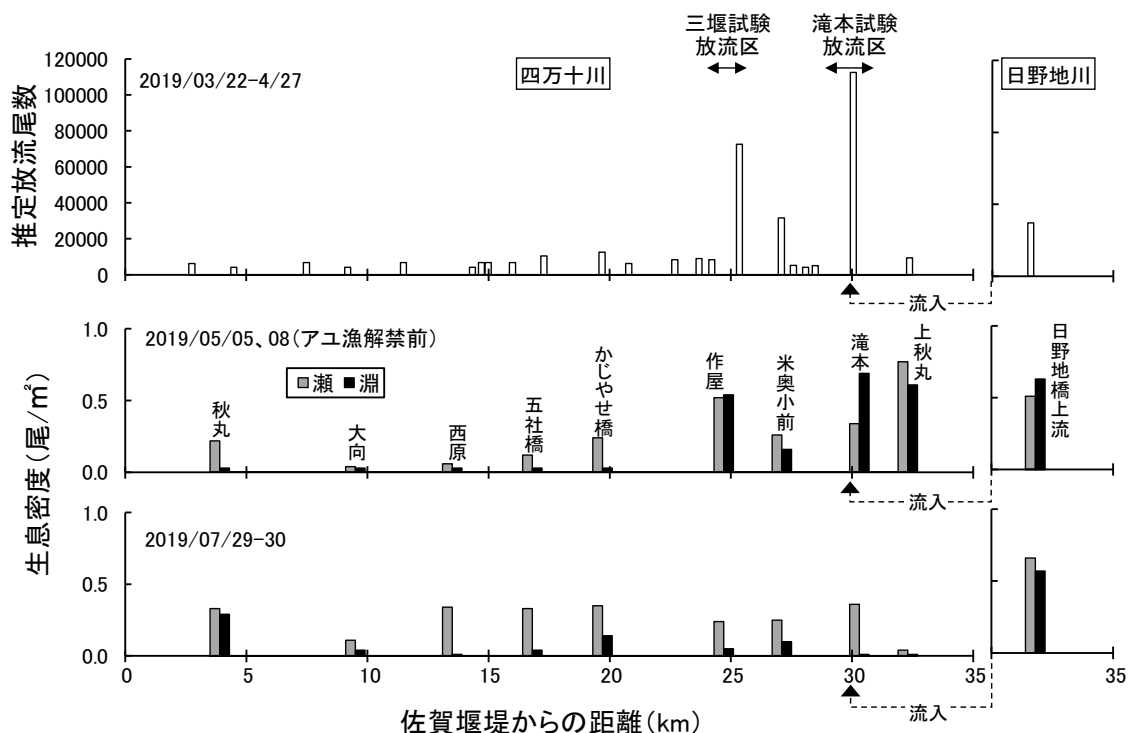


図 2-5 本調査における地点別のアユの生息密度および放流尾数

次に、本調査および昨年度調査におけるアユの区間別平均生息密度（瀬淵平均）を月別に整理し図 2-6 に示した。これによると、四万十川上流の C・D 区における密度は、両調査とも 5 月から 7 月にかけて横這いまたは低下傾向を示した。これに対して下流の A・B 区では密度が上昇し、区間ごとの変化に差異がみられた。このような密度の変化には、解禁後の漁獲等による減耗や天然アユの加入のほか、放流されたアユが調査範囲全体に広く分散したことも影響していた可能性が考えられる。他方、E 区では両月の密度に顕著な差はみられず、これには漁獲等による減耗がほとんどなかったか、あるいは減耗しながらも四万十川本川からアユが加入していた可能性が考えられる。

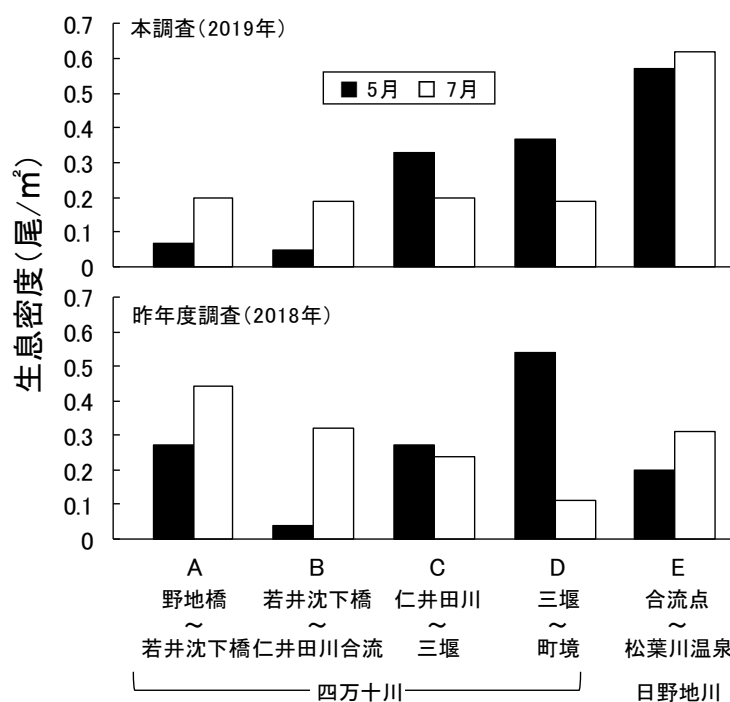


図 2-6 本調査と昨年度調査におけるアユの区間別平均生息密度（瀬淵平均）

本調査におけるアユの推定生息尾数を付表 2-3 に整理し、昨年度調査における推定生息尾数とともに図 2-7 に示した。本調査における総生息尾数は、放流直後の 38.6 万尾から 5 月には 24.6 万尾と 64%に減少し、これは放流から解禁までの歩留まりとされる 60~80%（岐阜水試, 1992）とほぼ一致した。その後、7 月には A・B 区で生息数が増加し、上流の C・D 区では減少した結果、合計生息尾数は 25.5 万尾と横這い傾向を示した。A・B 区での増加と C・D 区での減少には、それぞれ天然アユの加入と漁獲等による減耗等が影響していると考えられる。

他方、昨年度調査での総生息尾数は放流直後の 29.2 万尾から 7 月の 35.0 万尾にかけて増加しており、本調査の傾向との差異がみられた。これは主に下流の A・B 区での天然アユの加入によると考えられ、本調査に比べると多くの天然アユが遡上していたため（図 1-1）と考えられた。当結果は、天然アユが多い年には、アユ漁解禁後も漁場に新たな加入が継続することを意味しており、それによって良好な漁況に繋がることが期待できる。

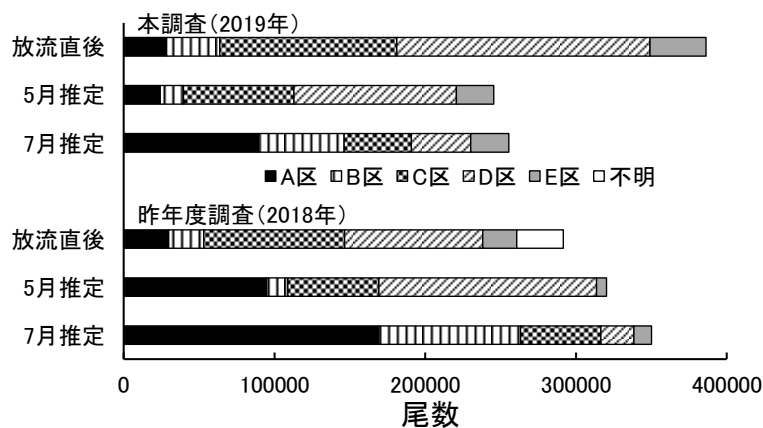


図 2-7 本調査と昨年度調査におけるアユの区間別推定生息尾数（放流直後＝放流尾数）

2-4-4 サイズ

本調査で観測した各地点における全長組成を図 2-8 に示した。これによると、解禁直前の 5 月には、各地点とも 10～15cm が概ね 80%以上、残りを 15～20cm が占め、20cm 以上のアユは確認されなかった。解禁後の 7 月になると、各地点とも 10～15cm はほとんどみられなくなるとともに、概ね 15～20cm を主体とする組成に変化した。また、20～25cm のアユもほぼ全地点で確認されたほか、秋丸と作屋では僅かながら 25cm 以上の個体も観察された。岡村・為家（1977）によれば、調査範囲のやや上流（芹田）では 7 月中旬に 14.0～17.5cm（平均 15.3cm）のアユが得られている。これと本調査で観測したアユのサイズに大差はなく、概ね類似した成長を示したと判断される。

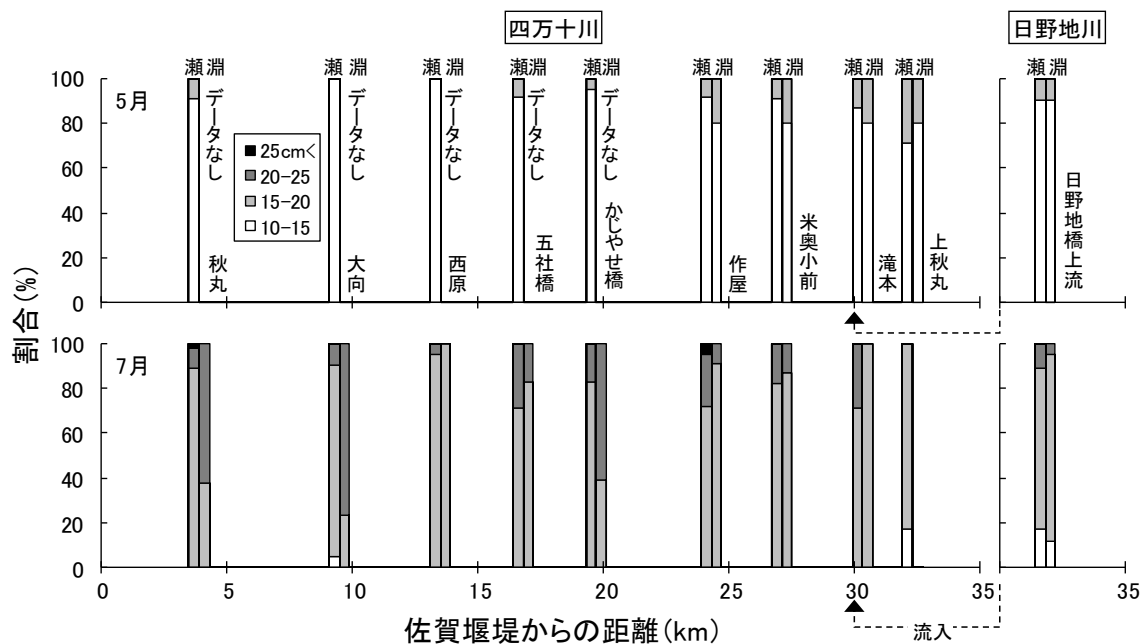


図 2-8 本調査におけるアユの地点別全長組成

次に、本調査と昨年度調査におけるアユの区間別全長組成を図 2-9 に示した。本調査の 5 月では各区間とも 10～15cm が 80%以上を占め、20cm 以上のアユは確認されなかった。これに対して、7 月にはより大型の 15～20cm が主体となり A 区で 59%、他区間で 71%以上を占めたものの、25cm 以上の個体はほとんど観察されなかった。

昨年度調査と比較すると、本調査の 5 月では 15～20cm、7 月では 20～25cm の割合が低く、全体的に小型であった。これには、本調査では昨年度調査に比べ、より小型の種苗も放流されたこと（図 2-3）が影響していると考えられる。また、本調査では昨年度調査に比べると特定のサイズに偏る傾向が顕著であった。

一般に、天然アユでは、早期に遡上した個体ほど大型に成長するため、遡上終了後には多様なサイズの天然アユが生息する。本調査では昨年度調査に比べ、天然アユが少なかったため（図 1-1）、サイズが均一化した可能性が考えられる。サイズが均一化すると、アユは漁獲可能なサイズとなった時期に集中して漁獲されるため、実質的な漁期は短くなりやすい。逆に、サイズが多様化すれば、漁期を通じた良好な漁況が期待できる。この観点からも、多くの天然アユが遡上することの意義は大きい。

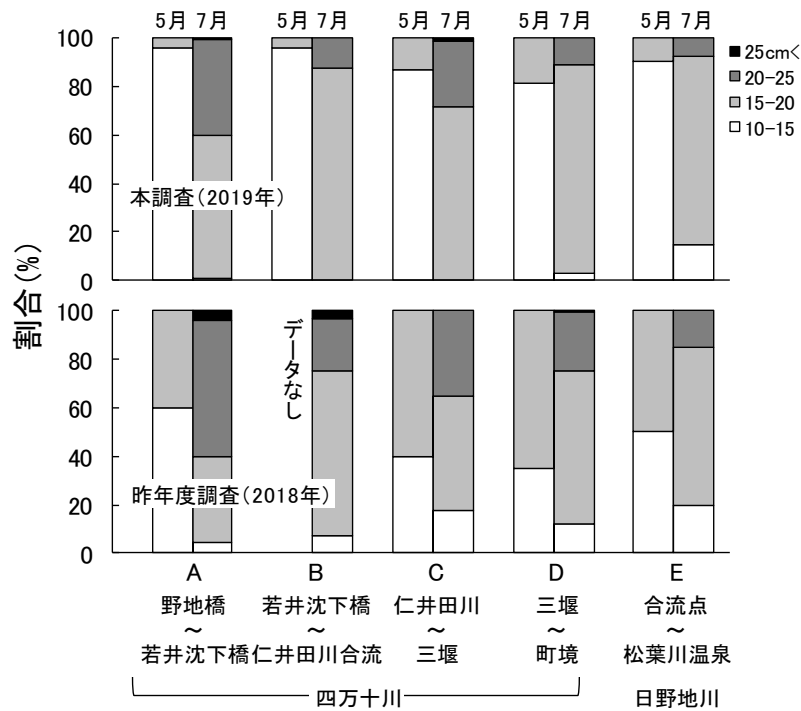


図 2-9 本調査と昨年度調査におけるアユの区間別全長組成（瀬と淵の平均）

2-4-5 行動

本調査で観測した行動（ナワバリ、単独、群れ）の割合をみると（図 2-10）、5 月には各地点とも群れ行動を示すアユがほとんどであり、概ね 80%以上を占めた。これに対し、7 月の各地点の瀬では単独アユの割合が上昇し、40%以上を示す地点が多くなった。また、ナワバリアユが確認された地点は秋丸、西原および日野地橋上流の 3 地点と少なく、その割合は 2～7%に過ぎなかった。一方、川那部（1970）が京都府宇川で行った 15 年間の観察結果から、瀬におけるナワバリアユの割合を求めると 1～55%（平均 20%）となり、これに比べると本調査での同割合は低い。

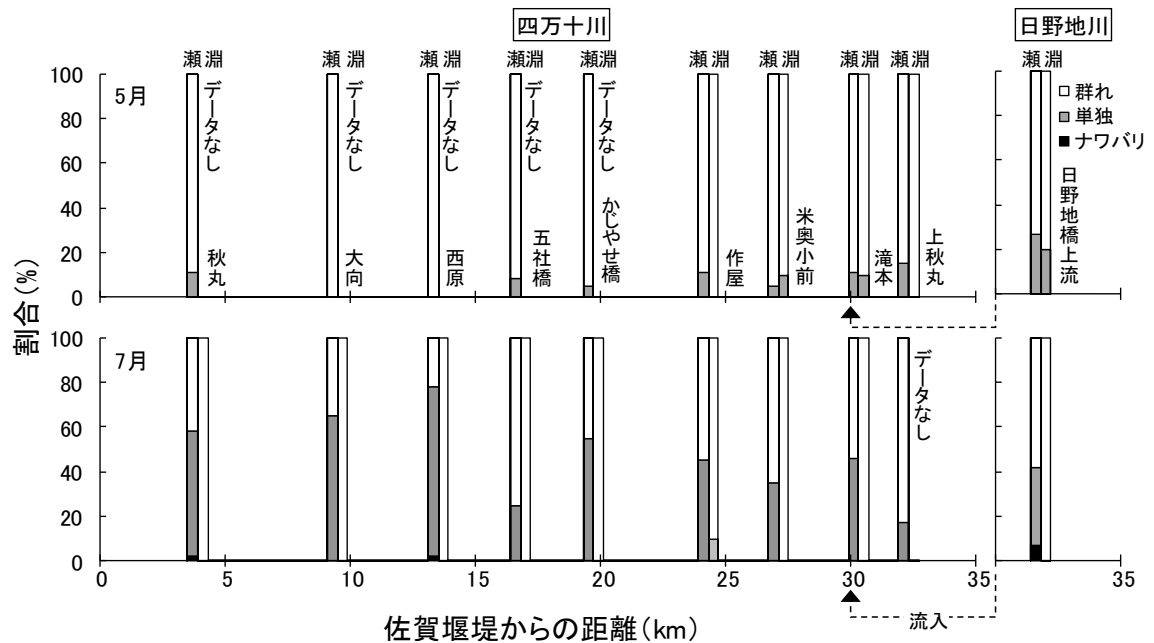


図 2-10 本調査におけるアユの地点別行動別割合

次に、本調査と昨年度調査の瀬におけるアユの区間別行動別割合を図 2-11 に示した。これによると、5 月には両調査とも群れアユが大半を占め、顕著な差異は認められなかった。他方、7 月をみると本調査では単独アユの割合が 50% 前後に上昇したもののナワバリアユはほとんど観察されなかった。これに対して昨年度調査では、単独アユが概ね大半を占めたほか、各区間ともナワバリアユが 10～20% の割合で確認されており、本調査に比べるとナワバリ形成率が高く、川那部（1970）の観察結果に基づく平均的な値に近似した。

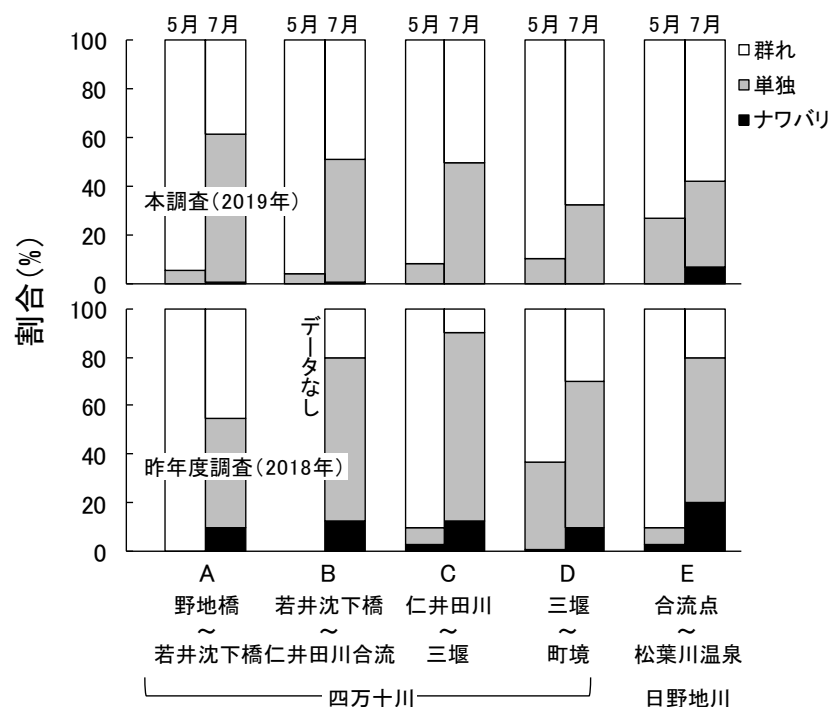


図 2-11 本調査と昨年度調査におけるアユの区間別行動別割合（瀬）

川那部 (1970) によれば、ナワバリアユの割合は、生息密度 1 尾/m²以下では密度とともに上昇する。また、ナワバリ行動は水温 23℃で最も活発となり 12℃以下および 29℃以上ではほとんどみられないことが実験により確認されている (Uchida et al., 1995)。そこで、本調査と昨年度調査のナワバリ形成率に差がみられた要因を検討するため、生息密度および調査時の水温とナワバリアユの割合の関係を図 2-12 に示した。これによると、生息密度および水温ともナワバリアユの割合との明瞭な関係はなく、本調査と昨年度調査におけるナワバリアユの割合の差異に密度や水温が影響していた状況は見出せない。

一方、人工種苗は海産種苗に比べて成群性が強い (Tsukamoto and Uchida, 1990)。また、ナワバリ形成率は海産アユおよび 30 代継代飼育の人工種苗の 40%前後に比べ、4 代継代飼育の人工種苗では 17%と低いとの実験結果が示されており (相川, 2008)、高知県で放流されている種苗は無継代飼育の人工種苗である。加えて、本調査では昨年度調査より天然アユの割合が低く (図 1-1)、ナワバリ形成率の年度間差には天然アユの割合が影響していた可能性が高い。これは、天然アユが多い年には、アユのナワバリ行動を前提とした「友釣り漁」の成立条件が整うことを意味しており、それによって漁場は活性化すると考えられる。

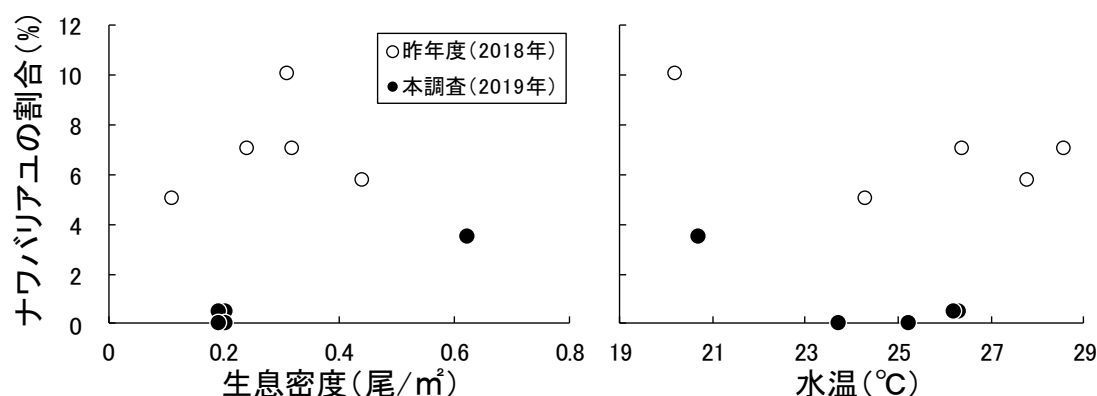


図 2-12 生息密度 (左) および水温 (右) とナワバリアユの割合の関係 (各値は区間別平均値)

2-4-6 高密度放流の効果

本調査 (2019 年) と昨年度調査 (2018 年) の試験放流区 (滝本・三堰) におけるアユの生息・成育状況を図 2-13 に示した。図示した生息密度およびナワバリ率は、St.6 と St.8 での潜水観察結果、体長と肥満度は採捕個体の測定結果をそれぞれ整理した。

図 2-13 の生息密度をみると、解禁前後には比較的高密度でアユが確認されたものの、適性放流密度 0.7 尾/m² (宮地, 1994) を超えていたのは昨年度の滝本のみであった。夏季になると、生息密度は概ね 2 分の 1 以下となり、最終的なアユの漁獲率とされる 50% 前後 (松浦, 1989) を上回る割合で低下した。これには、アユの移動・分散や冷水病等による減耗が影響していると推測される。このように、解禁前後には生息密度に対してある程度の効果がみられたものの、盛漁期の夏季までに顕著に低下する現状が窺える。

ナワバリ率をみると、解禁前後では 2 カ年とも低く、解禁当初から良好な釣果を期待

できる状況にはなかった。夏季については、昨年度で比較的高い値が観測されたものの、本調査では解禁前後と同様に低く、良好な釣果は期待し難い状況にあり、このようなナワバリ率の年度間差には、天然アユの多寡が影響している可能性が示唆された。

平均体長は、解禁前後から夏季にかけて、本調査では 14cm から 15～16cm に、昨年度調査では 15cm から 18cm にそれぞれ大型化した。解禁前後における体長の年度間差は、放流種苗のサイズ差に起因していると判断された。一方、夏季にかけての成長が昨年度で良好であった要因は不明ながら、相対的に多くの天然アユが遡上し、それらが良好な成長を遂げていた可能性が考えられた。肥満度については、昨年度の滝本で夏季に低下したものの、これを除けば約 15 を示し、年度や時期による差異はほとんどみられなかった。放流密度は、昨年度より本年度で高かったものの、それが体長や肥満度に影響した状況は認められなかった。なお、前述の通り、両年度とも肥満度は標準値よりやや劣っていた。

以上のように、体長（成長）には年度間差がみられ、肥満度は 2 カ年ともやや低かったものの、それらは、漁場を活性化する上で大きな支障をきたすほどではない。しかし、生息密度およびナワバリ率は総じて低く、良好な漁況を期待できる水準にはない。このため、現状では、高密度放流による漁場活性化の効果が十分に得られているとは言い難い。その一方で、天然アユの多い年には、解禁後にアユが増加し、ナワバリ率も高いなど、天然アユは、漁場を活性化する上で潜在的に高い価値を有することが示唆された。

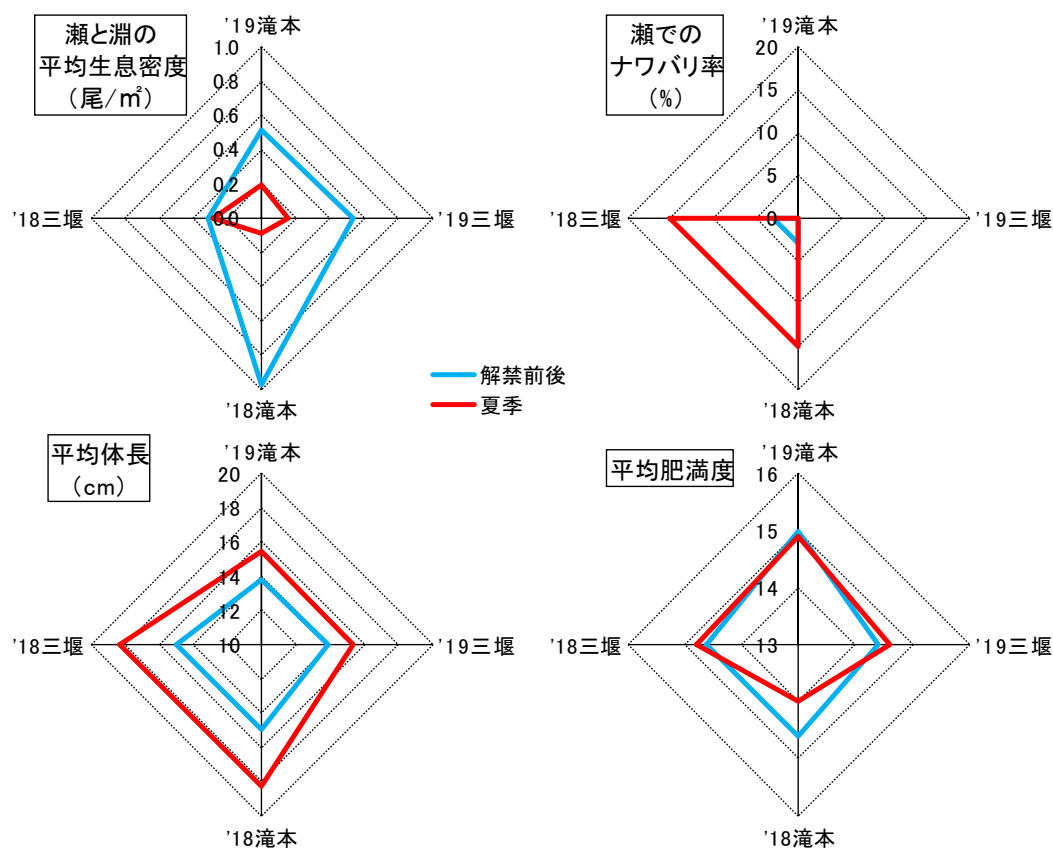


図 2-13 解禁前後（5～6 月）と夏季（7 月）におけるアユの生息・育成状況の比較

3 アユ降河期調査

3-1 調査時期

下記の通り、10月中旬と11月中旬に調査を行った。

10月中旬：2019年10月17日に調査を行った。調査時の天候は曇り、水温は16.0～20.2℃、大井野観測所水位は0.19mであった。

11月中旬：2019年11月11日に調査を行った。調査時の天候は晴れ時々曇り、水温は12.6～16.2℃、大井野観測所水位は0.17～0.18mの範囲にあった。

3-2 調査地点

佐賀堰堤から上流の四万十川10地点と支川日野地川1地点の計11地点で調査を行い、結果の整理にあたっては適宜A～Eの5区に区分した（表3-1、図3-1）。これらの地点および区間は「2 アユ生息状況調査」とほぼ同様であり湛水部の地点のみ本項で追加・設定した。

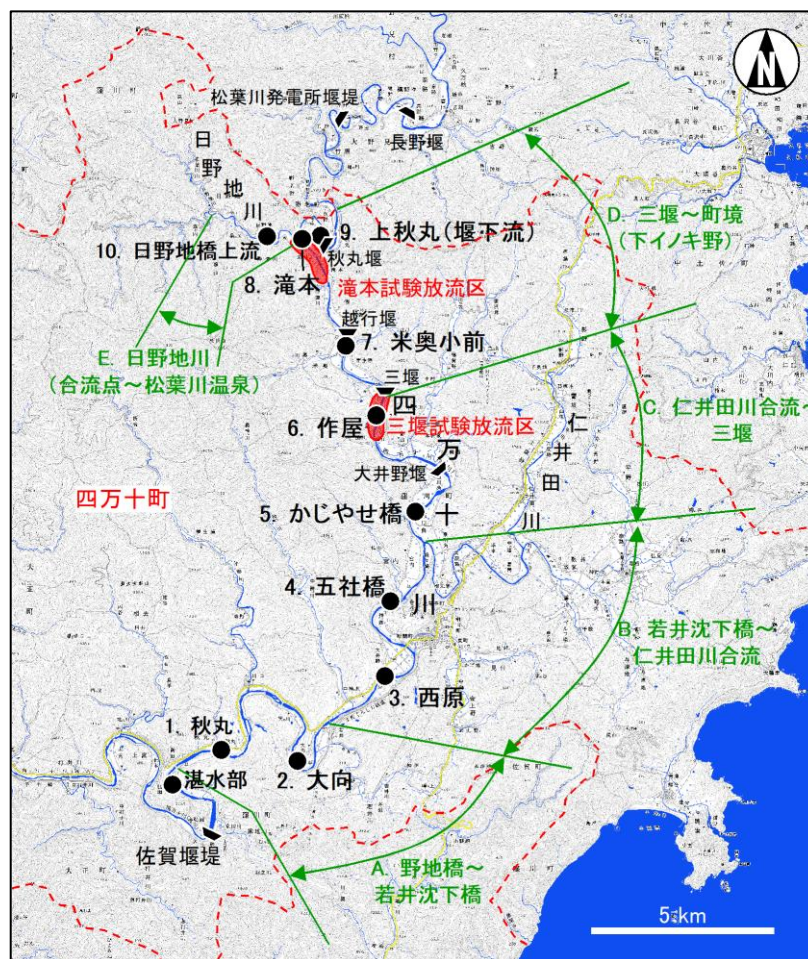


図 3-1 アユ降河期調査地点

表 3-1 調査地点の座標

区間	St.	地点名	緯度	経度
A	1	秋丸	33.1826	133.0723
	2	大向	33.1796	133.0953
B	3	西原	33.2005	133.1221
	4	五社橋下流	33.2184	133.1258
C	5	かじやせ橋	33.2387	133.1296
	6	昨屋	33.2686	133.1211
D	7	米奥小前	33.2830	133.1115
	8	滝本	33.3040	133.0997
	9	上秋丸(堰下流)	33.3050	133.1037
E	10	日野地橋上流	33.3053	133.0887
-	-	湛水部	33.1742	133.0606



St. 3 西原



St. 2 大向



St. 1 秋丸



湛水部



3-3 調査方法

各地点の瀬と淵で潜水観察を行い、生息密度（観察数/観察面積）とハミ跡被度を把握し、生息密度と既往調査で計測された水面面積から生息尾数を推定した。調査時には水中での有効視界を測定し、高橋・岸野（2017）による発見率に従って生息密度を補正したほか、観測された密度が 0 尾/㎡であってもハミアト被度が 1%以上であれば密度を 0.01 尾/㎡とした。また、発注者から提供された四万十町窪川神ノ西における水温のデータのほか、気象庁ウェブサイトから窪川観測所における気温等を整理した。上記のほか、10 月上・下旬に、かじやせ橋地点でしゃびきにより採捕されたアユ 15 尾（発注者提供）について、「1 アユの由来判別調査」と同様の方法により、由来を判別した。さらに、11 月調査時には、かじやせ橋においてアユ卵の有無を確認し、確認された場合には、その範囲を GPS により記録し、面積を算出した。

潜水観察状況



ハミ跡





試料としたアユ

3-4 調査結果および考察

3-4-1 気象条件等

調査期間を含む9月1日～11月30日における水温、降水量等を整理して図3-2に示した。これによると、水温は、上昇と低下を繰り返しつつ、9月上旬の25℃前後から11月下旬の14℃前後まで低下した。この間、10月下旬には、水温はアユの産卵適水温の上限値（19℃）を下回り、11月中旬以降では下限値（14℃）前後で推移した。

日降水量をみると、10月上旬および下旬には、約150 mm以上の降雨が観測された。月間降水量は、9月で464 mmと最多であり、10月で224 mm、11月で156 mmと、月を追って減少した。

河川水位は、0.06～4.67 m（平均0.60m）の範囲で変動し、10月上旬には、まとまった降雨に伴って、期間中最高となる4.67 mまで上昇したほか、9月上・下旬および10月下旬には2 m前後の中規模出水がみられた。

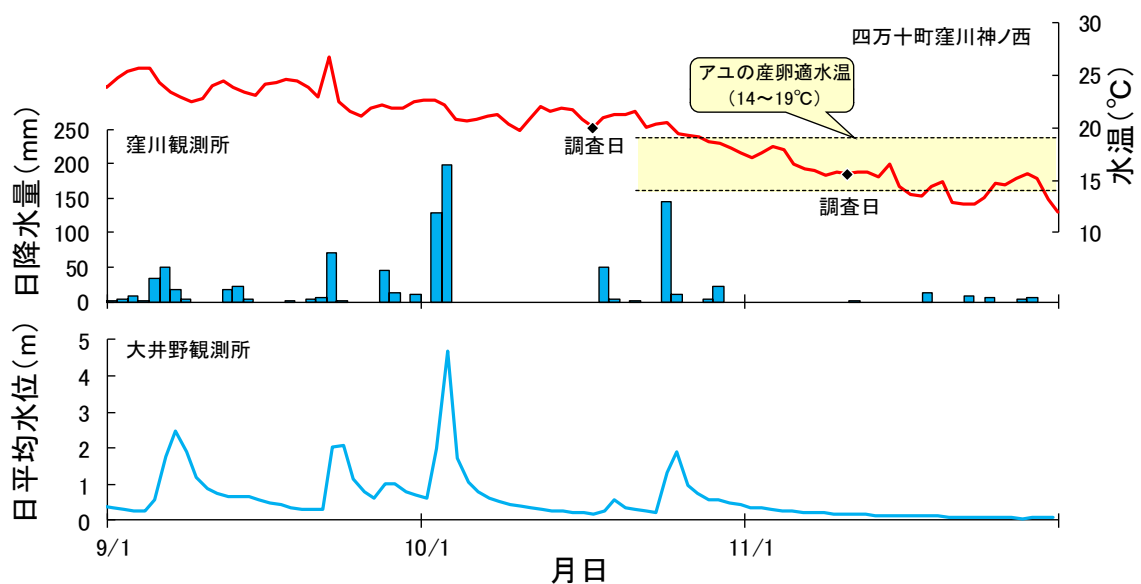


図 3-2 アユ降河期調査期間中の水温、降水量及び河川水位
(気温と降水量は気象庁ウェブサイト、水位は高知県ウェブサイト、水温は四万十町よりデータ取得)

3-4-2 生息密度と推定生息尾数

降河期における潜水観察結果を付表 3-1 に整理するとともに、観測した生息密度を図 3-3 に示した。これによると、10 月におけるアユの生息密度は瀬で $0.01 \sim 0.38$ 尾/ m^2 （平均 0.07 尾/ m^2 ）、淵で $0.01 \sim 0.22$ 尾/ m^2 （平均 0.03 尾/ m^2 ）の範囲にあった。地点別にみると、かじやせ橋および五社橋の瀬または淵における密度が、 $0.22 \sim 0.38$ 尾/ m^2 と相対的に高かった。これら以外の地点では、概ね 0.07 尾/ m^2 以下と低かったものの、アユが確認されない地点はなかった（一部ハミアトによる確認を含む）。しかし、11 月になると、かじやせ橋および五社橋では、 0.01 尾/ m^2 の密度でわずかながらアユが確認されたものの、その他の地点では、ハミアトを含め確認されなかった。

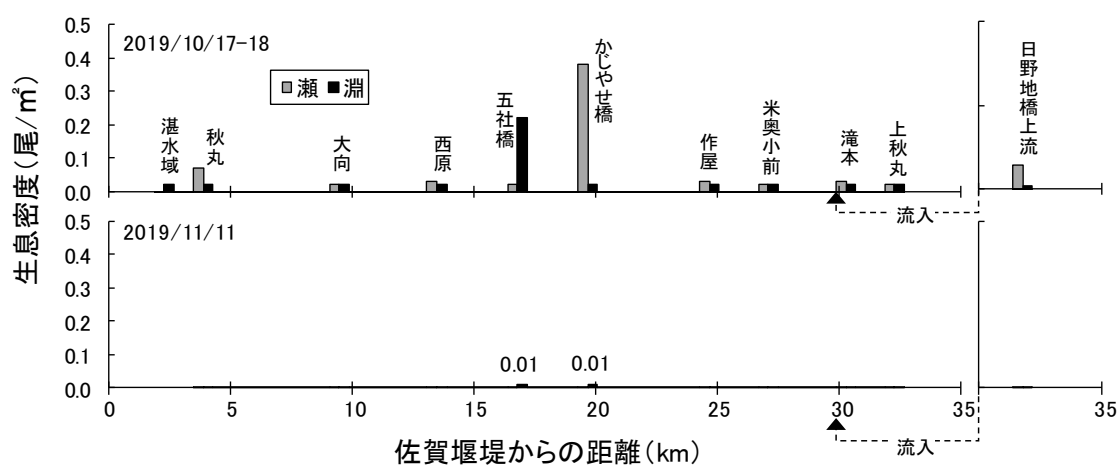


図 3-3 降河期における地点別のアユの生息密度



10 月にかじやせ橋（左）と五社橋（右）で観察されたアユ

次に、10月および11月におけるアユの推定生息尾数を付表3-2に整理し、放流直後から7月のそれらとともに図3-4に示した。これによると、10月における生息尾数は6.8万尾と推定され、これは7月の推定生息尾数（25.5万尾）の約30%程度であった。さらに、11月における生息尾数は、0.2万尾に減少していたと推定された。このような生息尾数の減少には、夏季の漁獲による減耗に加え、産卵に備えた下流への移動が影響していたと考えられる。

アユは、9月下旬以降における水温の低下と出水を刺激として、下流の産卵場へ降河する（川那部ほか, 1956, 1957）。本調査では、10月上旬に期間中最大規模の出水がみられたほか、同月下旬にも出水が観測された（図3-2）。これらの出水が刺激となり、10月中旬までに大半のアユが降河し、残りのアユも11月中旬にはそのほとんどが降河していたと推測される。この推測は、出水以降、調査範囲ではアユがほとんど漁獲されなかったとの情報（発注者提供）からも支持される。

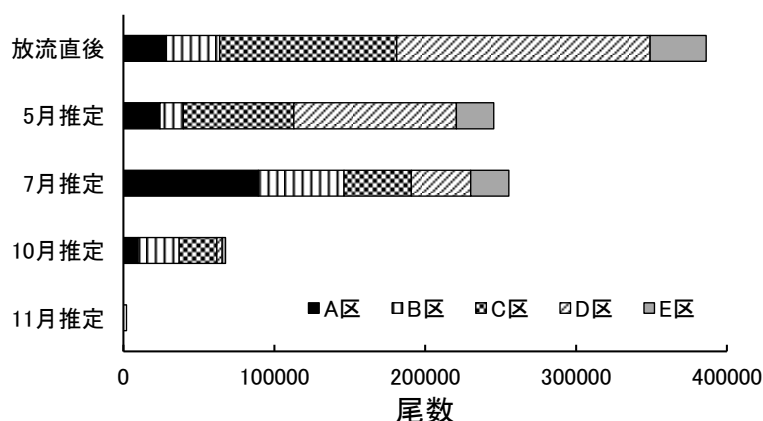


図3-4 本調査におけるアユの区間別推定生息尾数の季節変化（放流直後=放流尾数）

3-4-3 かじやせ橋で採捕されたアユの由来

試料15尾の内、人工アユは14尾（93%）、不明は1尾（7%）であり、天然アユは確認されなかった。これに対し、解禁前後の三堰では16%、夏季の滝本および三堰ではそれぞれ3%および10%の割合で天然アユが採捕されており（図1-1）、降河期の由来組成とは相違した。この原因は不明ながら、天然アユのほとんどは、既に降河していた可能性が考えられる。

3-4-4 かじやせ橋におけるアユの産卵状況

かじやせ橋において、アユの産卵場が確認された（下写真参照）。当産卵場は、かじやせ橋の下流 60m 付近に、長さ 24m、最大幅 4m の範囲に形成されており、その面積は 49 m²であった。

一般に、流下中のアユ仔魚の栄養源は卵黄であり、それは 4 日で吸収される（塚本, 1991）。このため、当地点でふ化した仔魚は、成育場となる河口・海域までの 100km 余りを 4 日間で流下しなければ餓死することになる。さらに、昼間はほとんど流下しないことを考慮すれば（高橋, 2015）、河口域に到達できる可能性は低いと考えられる。



かじやせ橋下流におけるアユの産卵範囲（赤枠内）



確認された産着卵

3-4-5 降河期まで生残したアユが下流域での産卵に寄与する可能性の検討

アユは、生理的な準備が整った個体から、水温の低下や出水を刺激として、一斉に降河すると考えられている（川那部ほか, 1956, 1957; 井口ほか, 1998）。本調査では、10月上旬に期間中最大規模の出水が観測されたほか、同月下旬には中規模の出水がみられ（図 3-2）、アユの推定生息尾数は顕著に減少した（図 3-4）。これらの出水が刺激となり、準備の整ったアユは、一斉に降河していた可能性が高い。

調査範囲を降河したアユが、下流域での産卵に寄与するかを検討するためには、出水に伴うアユの降河距離や降河速度に関する情報が必要となるが、それらを調べた事例はない。一方、本調査では、10月下旬の出水によって、アユのほとんどが降河したと推測された。本調査範囲の流程は約 30km であることから、出水時におけるアユの降河距離は、少なくとも 30km 程度に達する可能性がある。出水に伴う降河距離を約 30km と仮定すると、10月上旬の最大規模の出水時に降河したアユは、同月下旬の出水に伴い、佐賀取水堰の下流 60km（河口から 40km）付近に達していたことになる。さらに、産卵を控えたアユは、出水時以外にも積極的に降河することから（川那部ほか, 1957）、下流域の産卵場（河口から 12km 付近）に到達していた可能性も考えられる（図 3-5）。

以上の検討では、出水に伴う移動距離を 30km と仮定したが、この距離は出水の規模や時期によって変化すると思われるほか、調査範囲の下流に降河したアユの動態は追跡できていない。今後、調査範囲を下流に広げ、降河期におけるアユの分布状況を詳細に把握すれば、降河したアユが下流域での産卵に寄与する可能性について、より詳細に検討することができよう。

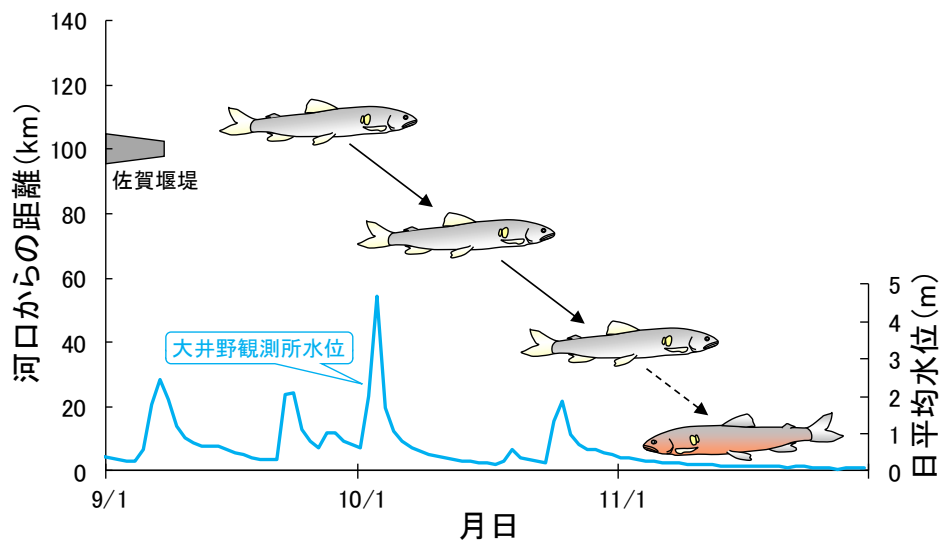


図 3-5 本調査で推測したアユの降河行動

4 今後の課題

ここまでみてきた通り、現状では、高密度放流による十分な効果は得られておらず(図 2-13)、漁場を活性化させるためには、放流方法の見直し等が必要と考えられる。そこで、本項では、漁場の活性化に向けた課題を整理するとともに、それらに対する方策を検討した。

4-1 高密度放流の効果を向上させるための課題と対策

本調査で対象域とした四万十川(野地橋～町境)の水面面積は 127 万 m^2 ^{*1}である。ここに宮地(1994)による適性放流密度 0.7 尾/ m^2 で種苗を放流するには、約 90 万尾が必要であり、これは 2018～2019 年における種苗放流量の 2.7～3.5 倍に相当する。漁場全体を種苗放流によって活性化させるには、少なくとも現状の 3 倍前後の放流量が必要であり実現性に乏しい。したがって、種苗放流によって漁場を活性化させる方法としては、高密度放流の効果を向上・維持させるのが現実的であり、以下ではその課題と対策を述べる。

4-1-1 漁期を通じた高密度の維持

解禁前後のアユの生息密度には、高密度放流による効果が認められたものの、夏季には密度が顕著に低下したことから(図 2-13)、漁期を通じてアユの密度を高く維持することが課題のひとつと言える。以下にその対策を検討した。

1) 放流された種苗の減耗を最小限とするための放流時期の検討

田子(2004)は遡上アユのサイズと水温の関係(低水温耐性)から、海産系人工種苗の放流は河川水温 10℃以上で行い、その際の放流サイズは、10℃では体長 9cm(体重 9.7g)以上とすべきであり、14℃以上になれば 6cm(2.5g)程度の小型魚も放流可能としている。これを基準として、四万十川の水温をみると(図 4-1)、3月上旬から 10℃を超えており 2018 年および 2019 年 4 月の種苗サイズ(平均 9.5g)であれば現状の放流時期に問題はない。しかし、2019 年 3 月のような小型の種苗(平均 5g)の放流は、14℃を下回る場合がある 4 月上旬までを避け、安定して 14℃を超える 4 月中旬以降に行うのが無難と言える。

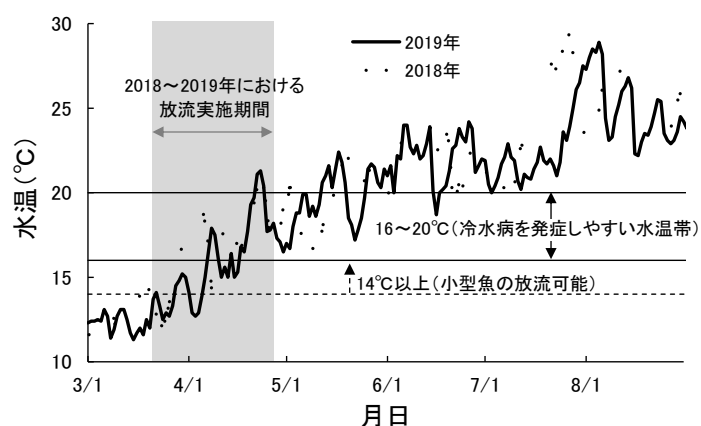


図 4-1 春季～夏季の四万十町窪川神ノ西における水温の推移
(四万十町提供データを整理)

^{*1} 平成 29 年度 四万十川保全活用推進検討業務の水面面積調査結果より算出

2) 試験放流区における種苗放流量の増加（各放流地点への種苗放流量の見直し）

齋藤（2011）は放流密度と釣獲状況等から、適正放流基準を 1.6 尾/m²とし、漁期後半の釣果を期待する場合には、放流密度を高めるか追加放流が必要と指摘している。一方、本年度の試験放流区では、昨年度を上回る 2.13～2.29 尾/m²の密度で種苗が放流され（表 2-2）、これは先の放流基準と比べても遜色ない密度である。しかし、解禁直前（5 月）における生息密度は低く、概ね 0.6 尾/m²未満であった（図 2-13）。したがって、高密度放流の効果を向上・維持するためには、放流量をさらに増大させる必要があり、昨年度調査報告書においても、当年の約 3 倍の放流量（30 万尾）が必要と指摘されている。

現状の放流量に試験放流区での増量分を上乗せできない場合には、他の放流地点での放流量を少しずつ減らし、それらを試験放流区への増量分に充てることが考えられる。さらには、調査範囲全体に放流量を分散させるのではなく、試験放流区を増設してそこにのみ集中的に放流するといった方策も考えられる。例えば、1 試験区当たりの水面面積を 4 万 m²、放流密度を 1.6 尾/m²とした場合、本年度の放流尾数であれば、5 区の試験放流区を設定できる。ただし、放流された種苗は 6 月にかけて冷水病を発症しやすい水温を経験するため（図 4-1）、それによる減耗のリスクは排除できないほか、放流後の分散による密度の低下も避けられない。限られた放流経費を有効に活用するためには、1 次放流後の減耗リスク等を考慮した 2 次放流が有効と考えられる。

3) 2 次放流の実施

図 4-2 に示したように、松浦（1989）は、4 月の主要な放流以外に、早期放流や晩期放流、さらには解禁後の漁況を考慮した 2 次、3 次放流の必要性を指摘している。この必要性は、友釣りで釣獲されるアユの約 8 割が 7 月末までに釣られるとの指摘（齋藤，2011）からも支持される。また、冷水病被害が問題となっている近年では、水温が 20℃ 以上となり、冷水病の被害が減少した後の 2 次放流の重要性も指摘されている（齋藤，2011）。

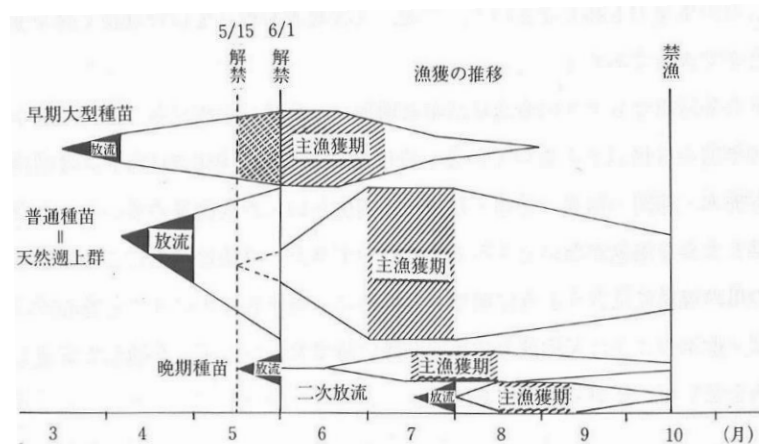


図 4-2 アユの放流プログラムモデル（松浦，1989 より転載）

調査範囲における 2 次放流の適期を四万十川中流域（窪川）の水温から検討すると、ほぼ安定して 20℃以上で推移し始める時期は 7 月上旬であり（図 4-1）、この頃の 2 次放流が有効と考えられる。この際、先住魚（一時放流魚）と同等サイズ以上のアユを放流すれば、放流翌日から釣獲できるものの、概観や食味は養殖魚と変わらないため、先住魚と同等の食味等を期待する場合には、放流から 2～3 週間後に釣獲できるようやや小型のアユを放流すれば良いとされる（齋藤, 2011）。アユの成長に影響する水温等の諸条件は河川によって異なるため、当該河川に適した 2 次放流サイズを検討する必要がある。例えば、岐阜県馬瀬川上流では、8 月に 40g 程度のアユを釣獲したい場合、7 月中旬に 25g 程度の種苗を放流すれば良いことが明らかにされている（齋藤, 2011）。

4-1-2 ナワバリ形成率の向上（大・小種苗の混合放流）

放流種苗のナワバリ形成率は、高密度放流による漁場の活性化を左右する重要な要素のひとつであり、これが低い場合には、放流量の増大に見合う効果は期待できない。昨年度調査の夏季には、15%と比較的高い割合でナワバリアユが確認されたものの、これ以外では総じて低く、特に解禁前後における形成率が低いため、解禁当初での良好な釣果は期待し難い。

中嶋ほか（2009）は、木曽川の天然親魚から採卵して生産された人工種苗を用いてサイズとナワバリ形成率の関係を調べている。これによると、種苗の体重差が 1.4 倍以上の場合に大型個体の活発なナワバリ行動が観察されたことから、通常サイズの種苗と大型種苗を混合した放流手法の有効性が示唆されている。高知県内水面種苗センターで生産されている人工種苗が同様の性質を有するかは不明ながら、本調査では昨年度調査に比べてサイズの偏りが顕著であり（図 2-9）、ナワバリ形成率は低かったことから（図 2-11）、試行の価値はあるかも知れない。

4-2 天然アユ資源の回復・保全

上記の対策等により、高密度放流による一定の効果は期待できるものの、それが及ぶ範囲は限られ、広い漁場全体の活性化には繋がらない。一方、2カ年の調査から、天然アユの加入により、アユ資源は量的（生息数）および質的（成長・肥満度・ナワバリ率）に良好な状態になると考えられた。これらのことから、漁場全体を活性化するためには、天然アユ資源を回復させ、四万十川の中・上流域まで遡上するアユを安定的に増やす必要があることは明白である。

アユは、仔稚魚期を河口または海域で過ごした後、河川に遡上して成長・産卵する。一般に、生物では初期の減耗が顕著であり、アユの場合、河口・海域で生活する仔稚魚期の減耗を抑えることができれば、資源の回復に大きく寄与する。しかし、仔稚魚期の減耗は、海域での水温上昇や餌不足、被捕食等によるため、直接的な対策は講じ難い。これとは対照的に、河川生活期については、生息環境や産卵環境の改善等を通してアユ資源の保全を図り易い。これによって産卵量や仔魚の流下量が増大すれば、減耗が顕著な海域生活期に生残する仔稚魚も相対的に多くなり、天然遡上アユも増加することが期待される。そこで、本項では、アユ資源の回復・保全に向けた、河川生活期における課題と対策を整理した。

4-2-1 河川横断構造物の改善

調査時の観察によれば、各地点の瀬における河床は人頭大以上の礫や岩が主体であり、河床の状態はアユの生息にとって問題ないと判断された。昨年度調査でも同様の評価が示されており、河川本来の環境に問題はない。しかし、調査範囲の四万十川と日野地川には、それぞれ4基と1基の横断構造物があり、昨年度調査ではいずれもアユの遡上を阻害する要因となっていることが指摘されている。また、既往調査^{*1}においても、四万十川中・上流域の横断構造物8基のうち、大井野堰と三堰における問題点が多いことが報告されている。

天然アユ資源を回復できたとしても、アユが上記の横断構造物を円滑に遡上できなければ、効果的な漁場の活性化は期待できない。事実、滝本における天然アユの割合は、三堰のその2分の1程度と低く（図1-1）、これには横断構造物による遡上阻害が影響していた可能性も考えられる。既往調査^{*1}では、各横断構造物でのアユの遡上効率を向上させるための対策として、既設魚道の改善や新規魚道の設置が提案されている。これらの対策の実施は、天然アユ資源の回復によって漁場を活性化させる上で必要不可欠と言える。



大井野堰



^{*1} 平成29年度 四万十川保全活用推進検討業務 報告書

4-2-2 親アユの保護とその目標値の設定

天然アユ資源の増加を図る場合、親アユを保護するための禁漁期間や禁漁区の設定、産卵場の造成など、産卵期を中心とした保護対策が有効とされる（村山, 2010; 高橋・東, 2006）。四万十川におけるアユの主産卵場は下流域にあるため、中・上流域では産卵場に降下するアユの保護が対策の中心となる。対策の実施に当たっては、当該河川の規模等に応じた具体的な目標設定が必要と考えられている（高橋, 2010）。そこで、本調査範囲内の四万十川（野地橋～町境）で保護すべき親アユの尾数を以下に検討した。

岡村・為家（1977）によると、基準密度を瀬で 1.0 尾/m²、淵で 0.4 尾/m²とした場合の漁協区別の生息数は表 4-1 のように算出され、その合計は約 721 万尾となる。アユ漁解禁時まで 721 万尾を遡上・生息させるために必要な親アユの尾数について、高橋（2010）を参照して算出すると 166 万尾となる（表 4-2）。このうち、上流淡水漁協区では 21%（表 4-1）に相当する 35 万尾、調査範囲では 21 万尾^{*1}のアユを残す必要がある。一方、7 月の調査範囲における生息尾数は、本調査で 25.6 万尾、昨年度調査で 35 万尾と推定されている（図 2-7）。したがって、7 月時点で生残しているアユのうち、本調査ではその大部分を残す必要があり、禁漁による早めの保護対策が望まれる（図 4-2）。これに対し、昨年度調査では 15 万尾の余剰があり、8 月以降も生息数を監視しながら保護対策の開始時期を判断するといった方策が考えられる。

このように、親アユの保護にあたっては目標値を設定し、それに基づいた対策の検討と実施が必要と言える。

表 4-1 四万十川における基準生息尾数（岡村・為家, 1977 より作成）

項目\漁協区	上流淡水	東部	西部	中央	合計
生息尾数	1540000	2540000	1126000	2001000	7207000
生息数比(%)	21	35	16	28	100

表 4-2 基準生息数を維持するために必要な親アユ数（高橋, 2010 より作成）

項目	値	文献・計算式
① 解禁時の生息尾数	7210000	岡村・為家(1977)
② 遡上～解禁までの生残率(%)	60	高橋(2010)
③ 必要な天然遡上数	12020000	①/②×100
④ 回帰率(%)	0.05	原田(2006)
⑤ 必要な流下仔魚数	24040000000	③/④×100
⑥ 卵のふ化率(%)	60	内田(2006)
⑦ 必要な卵数	40066670000	⑤/⑥×100
⑧ メス1gあたりの抱卵数(粒)	800	内田(2006)
⑨ 必要なメスの総重量(g)	50080000	⑦/⑧
⑩ メスの平均体重(g)	60	高橋(2010)
⑪ 必要なメス数	830000	⑨/⑩
⑫ 必要なアユの個体数	1660000	⑪×2

*1 平成 29 年度 四万十川保全活用推進検討業務の水面面積調査結果に基づく野地橋～町境と町境～大野見村境の水面面積比（61:39）より算出。

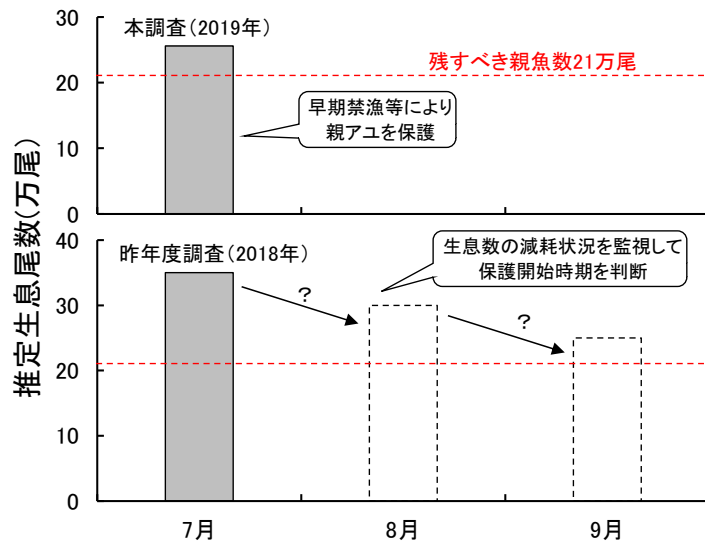


図 4-3 親アユ保護対策のイメージ

4-2-3 流域一体となったアユ資源の保全

アユ資源を保全するための活動は各地で行われており、四万十川でも各漁協が漁法の制限や産卵場整備、禁漁区、産卵保護区、流下仔魚調査や遡上稚アユ調査といったアユ資源の保全に向けた取り組みを行っている。また、四万十町では、平成 29 年に策定された四万十川保全活用基本計画の基本方針に「天然アユを増やす」が盛り込まれたほか、四万十市では高知大学と連携したアユの生態調査が行われている。

しかしながら、アユの漁獲量が回復する兆しはなく、保全に向けた取り組みが十分な効果を発揮しているとは言い難い状況にある。これは、昨年度報告書でも指摘されているように、保全策の実施に伴う損失と得られる恩恵が上下流で異なるため、流域一体となった取り組みが進みにくいことが主な要因と思われる。この現状を打開して、解決策を模索しなければ、天然アユ資源を有効活用することは不可能と考えられる。

そのためには、目標と課題を流域全体で共有するとともに、上下流域の負担をできるだけ等しくして、具体的な対策を検討・実施する必要がある。また、対策の実施段階では、前述の通り、具体的な数値目標を設定し、その達成状況を検証するとともに、それらの情報を漁協や地元と共有することが望まれる。一方、アユ資源の回復により、漁業関係者だけでなく、多くの流域住民が潤う仕組みづくりも重要と考える。アユを始めとする四万十川の恩恵を流域全体で実感することができれば、資源の回復・保全に対する機運が高まり、良好な循環へと繋がることが期待できよう。

引用文献

- 相川英明. 2008. 海産アユとアユ人工種苗の行動特性. 神水セ研報, 3, 59-63.
- 電力中央研究所. 1981. アユの生活に与える水温の影響. 内水面魚類影響調査報告書 (総括報告書), 39-53.
- 岐阜県水産試験場. 1992. 適性放流基準の検討とりまとめ. 「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)」. 全国湖沼河川資源研究部会, pp. 31-38.
- 井口恵一郎・伊藤文成・山口元吉・松原尚人. 1998. 千曲川におけるアユの産卵降河行動. 中央水研研報. 11, 75-84.
- 川那部浩哉. 1970. アユの社会構造と生産Ⅱ－ 15 年間の変化をみて－. 日生態誌, 20, 144-151.
- 川那部浩哉・宮地伝三郎・森圭一・原田英司・水原洋城・大串竜一. 1956. 遡上アユの生態とくに淵におけるアユの生活様式について. 京大生理生態業績, 79, 1-37.
- 川那部浩哉・水野信彦・宮地伝三郎・森圭一・大串竜一・西村登. 1957. 遡上アユの生態Ⅱとくに生息密度と生活様式について. 生理生態, 7, 145-167.
- 松井 魁. 1986. 鮎. 法政大学出版社, 東京.
- 松浦秀俊. 1989. すすむ調査研究. 「土佐のアユ」(谷口順彦・依光良三・西島敏隆・松浦秀俊 著), 高知県内水面漁業協同組合連合会. pp. 179-207.
- 宮地伝三郎. 1994. アユの話. 岩波書店, 東京.
- 村山達朗・曾田一志・寺門弘悦. 2010. 第 9 章 高津川漁協はなぜ産卵保護を強化したのか? 「アユを育てる川仕事」(古川 彰・高橋勇夫 編). 築地書館, 東京, pp. 64-71.
- 中嶋康生・服部克也・曾根亮太・河根三雄. 2009. 木曽川由来の海産系アユ人工種苗における体サイズとなわばり性. 愛知水試研報, 15, 21-24.
- 岡村 収・為家節弥. 1977. 4. 四万十川の魚類. 「四万十川水系の生物と環境に関する総合調査」. 高知県, pp.159-232.
- 齋藤 薫. 2011. アユの放流と漁場管理. 「アユの科学と釣り」(片野修・海野徹也・谷口順彦編), 学報社, 東京, pp. 34-47.
- 田子康彦. 2004. 富山湾への流入河川における遡上アユの大きさと水温の関係. 水産増殖, 52, 315-323.
- 高橋勇夫. 2010. 第 18 章 アユを増やすために具体的な目標を設定する. 「アユを育てる川仕事」(古川 彰・高橋勇夫編), 築地書館, 東京, pp. 133-139.
- 高橋勇夫. 2015. 四万十川河口域におけるアユの初期生活史に関する研究. 高知大海セ研報, 23, 113-173.
- 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.
- 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, 233-243.
- 塚本勝巳. 1991. 長良川・木曽川・利根川を流下する仔アユの日齢. 日水誌, 2013-2022.
- Tsukamoto K. and Uchida K. 1990. Spacing and jumping behavior of the ayu *Plecoglossus altivelis*. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56, 1383-1392.

- Uchida K., Iguchi K. and Kiso K. 1995. Effect of water temperature on aggressive behaviour of the territorial ayu *Plecoglossus altivelis* in aquaria. *Bull. Natl. Res. Inst. Fish. Sci.*, 7, 389-401.
- 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, 70-80.

付 表

付表 1-1 放流種苗測定結果（2019 年度）

No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	鱗数	下顎 側線孔	No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	鱗数	下顎 側線孔	No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	鱗数	下顎 側線孔
1	9.2	7.6	6.1	12	+	13	8.0	6.6	4.0	13	+	25	9.6	8.3	7.5	13	-
2	7.6	6.2	3.3	12	+	14	8.8	7.3	6.5	14	+	26	9.0	7.6	5.3	13	-
3	7.9	6.4	3.9	13	+	15	8.9	7.3	5.0	12	-	27	9.5	8.2	7.0	13	-
4	8.1	6.6	4.2	13	+	16	7.3	6.0	3.0	12	+	28	8.6	6.4	4.7	14	-
5	9.6	7.9	6.3	12	+	17	7.3	6.0	2.8	13	+	29	9.3	8.0	6.6	12	+
6	11.0	9.1	12.0	12	-	18	8.5	7.2	5.3	12	+	30	8.2	7.1	4.6	12	+
7	9.2	7.7	6.6	12	-	19	7.6	6.4	3.1	12	-	31	8.3	7.1	4.4	12	+
8	7.8	6.5	4.2	12	+	20	8.2	6.8	4.3	13	+	32	8.4	7.2	5.0	12	-
9	8.5	7.1	4.5	12	+	21	8.2	7.2	4.5	14	-	33	5.0	4.2	0.7	12	不可
10	8.9	7.3	5.9	12	-	22	7.1	6.1	2.5	13	不可	最大	11.0	9.1	12.0	13	
11	9.5	7.8	7.2	13	+	23	9.9	8.2	7.9	13	+	最小	7.6	6.2	3.3	12	
12	7.7	6.2	3.7	12	-	24	9.0	7.8	5.5	12	+	平均	8.8	7.2	5.7	12	

注) 鱗数: 背鰭第5軟条基部を起点として計数。

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

付表 1-2 アユの計測結果（解禁前後-滝本）

採捕日：2019年5月13日、25日 地点：滝本

No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	鱗数	肥満度	下顎側線孔	備考
1	17.2	14.5	47.0	12	15.4	-	5月13日
2	15.8	13.1	35.3	14	15.7	-	"
3	17.2	13.7	42.6	13	16.6	+	"
4	17.1	14.3	43.1	13	14.7	+	"
5	15.8	13.1	32.3	15	14.4	-	"
6	15.2	13.4	35.6	13	14.8	+	"
7	15.2	13.3	34.4	13	14.6	-	"
8	15.9	13.3	33.5	13	14.2	+	"
9	17.1	14.0	45.0	13	16.4	-	"
10	16.8	14.1	38.0	12	13.6	-	"
11	17.6	14.4	47.6	14	15.9	+	"
12	16.7	13.7	38.0	12	14.8	+	"
13	16.7	14.1	43.3	12	15.4	+	"
14	18.1	15.1	54.1	14	15.7	-	"
15	16.9	14.3	48.5	14	16.6	+	"
16	17.3	14.3	49.6	12	17.0	-	"
17	15.2	13.4	35.0	11	14.5	+	"
18	16.9	14.0	42.4	13	15.5	+	"
19	17.6	14.7	48.9	13	15.4	+	"
20	17.1	14.4	46.7	14	15.6	+	"
21	14.4	11.9	24.1	12	14.3	+	"
22	16.8	14.1	45.3	12	16.2	-	"
23	16.1	13.2	35.1	12	15.3	-	"
24	17.0	14.1	38.5	14	13.7	-	5月25日
25	18.1	15.0	52.7	14	15.6	-	"
26	16.6	13.8	37.8	12	14.4	+	"
27	16.7	14.0	39.7	12	14.5	-	"
28	18.0	15.0	43.0	13	12.7	+	"
29	17.2	14.3	41.2	14	14.1	+	"
30	16.6	13.6	33.1	13	13.2	+	"
31	13.4	11.0	18.1	12	13.6	+	"
最大	18.1	15.1	54.1	15	17.0		
最小	13.4	11.0	18.1	11	12.7		
平均	16.6	13.8	40.3	13	15.0		

注) 鱗数：背鰭第5軟条基部を起点として計数。

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

付表 1-3 アユの計測結果（解禁前後-三堰）

採捕日：2019年6月6日、10日 地点：三堰

No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	鱗数	肥満度	下顎側線孔	備考
1	17.0	14.3	40.6	12	13.9	+	6月6日
2	18.3	15.4	57.8	12	15.8	-	〃
3	17.6	14.7	48.5	12	15.3	-	〃
4	18.4	15.2	52.3	14	14.9	-	〃
5	19.5	16.4	68.3	14	15.5	-	〃
6	14.8	12.2	25.3	13	13.9	-	〃
7	13.1	11.0	16.5	13	12.4	-	〃
8	18.3	15.3	56.8	18	15.9	-	〃
9	17.2	14.4	43.1	13	14.4	+	〃
10	15.3	12.8	26.7	13	12.7	-	〃
11	14.4	12.0	23.1	13	13.4	-	〃
12	14.8	12.1	24.2	14	13.7	-	〃
13	16.5	13.9	31.4	13	11.7	+	〃
14	13.1	10.6	18.4	13	15.4	+	〃
15	16.4	13.7	35.2	13	13.7	+	〃
16	15.0	12.4	27.8	13	14.6	+	〃
17	14.4	11.9	29.0	17	17.2	-	〃
18	15.6	13.0	30.9	13	14.1	+	〃
19	17.4	14.5	45.6	13	15.0	+	〃
20	16.6	13.7	36.5	12	14.2	-	6月10日
21	18.5	15.8	50.2	13	12.7	+	〃
22	14.6	11.9	23.3	16	13.8	-	〃
23	17.5	14.6	50.2	18	16.1	-	〃
24	18.3	15.5	61.3	18	16.5	-	〃
25	15.6	12.9	28.3	13	13.2	+	〃
26	19.4	16.0	57.5	14	14.0	+	〃
27	16.3	13.7	38.0	12	14.8	+	〃
28	20.5	17.3	76.2	12	14.7	-	〃
29	18.0	14.9	48.4	12	14.6	-	〃
30	17.7	14.9	46.9	13	14.2	+	〃
31	18.1	14.9	50.0	13	15.1	-	〃
最大	20.5	17.3	76.2	18	17.2		
最小	13.1	10.6	16.5	12	11.7		
平均	16.7	13.9	40.9	14	14.4		

注) 鱗数：背鰭第5軟条基部を起点として計数。

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

付表 1-4 アユの計測結果（夏季・滝本）

採捕日：2019年8月2～4日 地点：滝本

No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	鱗数	肥満度	下顎側線孔	備考
1	20.5	16.8	71.6	13	15.1	-	
2	17.7	14.6	40.7	12	13.1	+	
3	16.6	13.9	40.8	13	15.2	+	
4	20.0	16.8	68.2	13	14.4	+	
5	17.8	14.7	50.9	12	16.0	-	
6	17.6	14.5	45.1	14	14.8	+	
7	18.0	15.1	48.8	13	14.2	+	
8	19.6	16.5	68.5	13	15.2	+	
9	19.0	15.6	53.3	15	14.0	+	
10	20.4	16.6	72.4	12	15.8	-	
11	16.9	13.9	32.9	13	12.3	+	
12	18.4	15.0	51.8	13	15.3	+	
13	19.7	16.5	62.9	12	14.0	-	
14	17.4	14.4	44.3	14	14.8	-	
15	18.0	14.9	51.8	13	15.7	-	
16	19.6	16.3	64.3	14	14.8	-	
17	18.2	15.0	52.7	12	15.6	+	
18	20.5	16.8	73.5	12	15.5	+	
19	18.4	15.2	49.5	10	14.1	-	
20	18.3	15.1	56.2	16	16.3	-	
21	17.7	14.9	52.0	11	15.7	-	
22	17.2	14.4	45.4	13	15.2	+	
23	17.6	14.7	45.8	12	14.4	-	
24	21.1	17.3	82.6	15	16.0	-	
25	19.1	15.8	62.9	12	15.9	+	
26	15.2	12.5	31.5	14	16.1	-	
27	18.1	15.0	50.9	12	15.1	+	
28	20.9	17.6	78.0	14	14.3	-	
29	18.8	15.3	54.9	11	15.3	+	
30	21.3	17.8	69.8	12	12.4	-	
最大	21.3	17.8	82.6	16	16.3		
最小	15.2	12.5	31.5	10	12.3		
平均	18.7	15.5	55.8	13	14.9		

注) 鱗数：背鰭第5軟条基部を起点として計数。

下顎側線孔：左右対称に4列あるものを正常(-)、それ以外を異常(+とした。

付表 1-5 アユの計測結果（夏季-三堰）

採捕日：2019年6月26日 地点：三堰

No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	鱗数	肥満度	下顎側線孔	備考
1	18.1	14.9	51.0	12	15.4	-	
2	21.4	17.8	82.7	12	14.7	+	
3	19.8	16.5	67.9	13	15.1	-	
4	18.3	15.2	53.2	13	15.1	+	
5	19.3	16.4	59.8	13	13.6	-	
6	17.3	14.4	44.3	18	14.8	-	
7	19.4	16.2	61.2	10	14.4	+	
8	19.4	16.0	58.5	12	14.3	+	
9	15.6	12.8	26.8	14	12.8	+	
10	19.6	16.4	68.6	12	15.6	+	
11	18.7	15.4	57.9	14	15.9	+	
12	17.4	14.4	44.6	14	14.9	+	
13	18.4	15.5	52.8	12	14.2	-	
14	18.7	15.5	50.6	12	13.6	-	
15	17.3	14.4	45.4	12	15.2	+	
16	21.4	17.8	79.7	14	14.1	+	
17	20.6	17.2	81.5	12	16.0	+	
18	12.4	10.3	16.1	13	14.7	-	
19	17.2	14.5	45.5	13	14.9	-	
20	17.2	14.3	42.8	13	14.6	-	
21	19.2	16.2	62.0	14	14.6	+	
22	15.5	12.9	24.0	12	11.2	+	
23	17.8	14.9	51.5	16	15.6	-	
24	19.8	16.3	52.7	12	12.2	-	
25	20.2	17.0	68.0	14	13.8	+	
26	20.8	17.2	76.4	12	15.0	+	
27	19.8	16.3	66.1	14	15.3	-	
28	22.4	18.6	97.6	17	15.2	-	
29	17.8	14.7	50.5	13	15.9	-	
30	19.6	16.4	68.7	12	15.6	+	
31	16.5	13.8	35.7	13	13.6	+	
32	18.4	15.3	53.4	12	14.9	+	
33	15.8	13.2	35.1	13	15.3	-	
34	17.3	14.5	41.1	11	13.5	+	
35	13.7	11.2	20.9	12	14.9	+	
36	18.0	15.0	49.8	13	14.8	-	
37	17.4	14.7	41.0	13	12.9	+	
38	21.2	17.6	86.5	11	15.9	-	
最大	22.4	18.6	97.6	18	16.0		
最小	12.4	10.3	16.1	10	11.2		
平均	18.4	15.3	54.5	13	14.6		

注) 鱗数：背鰭第5軟条基部を起点として計数。

下顎側線孔：左右対称に4列あるものを正常(-)、それ以外を異常(+とした。

付表 2-1 アユの推定放流尾数

区間	地点	佐賀取水堰からの距離(km)	3月22日	3月31日	4月2日	4月14日	4月27日	合計
A	野地橋	2.7					6316	6316
	秋丸	4.4					4211	4211
	天の川橋	7.4				6842		6842
	大向	9.1					4211	4211
	若井沈下橋	11.4				6842		6842
B	ウノス	14.3					4211	4211
	ウズ	14.6					6842	6842
	大井野橋	14.9				6842		6842
	神の西	15.9				6842		6842
	五社橋	17.2				6316	4211	10527
C	丸山橋	19.6				8421	4211	12632
	小松ボキ	20.7				2105	4211	6316
	志和分橋	22.6				4211	4211	8422
	西の川口	23.6				4842	4211	9053
	越行橋	24.1				4211	4211	8422
	三堰	25.3	64000			4842	3684	72526
D	北の川口	27.0		27400		4211		31611
	米奥小下	27.5			5263			5263
	越行堰上	28.0					4211	4211
	一斗俵沈下橋	28.4				5053		5053
	栗木大橋	30.0	104000			4211	4211	112422
	秋丸堰	32.3				5263	4211	9474
	日野地	31.5	34000			3158		37158
-	井細川	-					2105	
	桧生原	-					2105	
合計			202000	27400	5263	84212	71584	390459

注) 放流尾数は、重量を1尾当たりの平均体重(3月:5.0g;4月9.5g)で除して算出。

放流アユは高知県産の海産系人工種苗。

区間は図2-1と対応。

付表 2-2 5月と7月における潜水観察結果

調査日	区間	St.	地点名	水温 (℃)	有効 視界 (m)	瀬						淵						ハミ 跡 被度 (%)											
						観察 個体 数	観察 面積 (㎡)	生息密度 (尾/㎡)		全長組成(%)			行動様式(%)			観察 個体 数	観察 面積 (㎡)			生息密度 (尾/㎡)		全長組成(%)			行動様式(%)				
								観測 値	補正 値	10- 15 cm	15- 20 cm	20- 25 cm	25< cm	ナワ バリ	単独			群れ	観測 値	補正 値	10- 15 cm	15- 20 cm	20- 25 cm	ナワ バリ	単独	群れ			
2019年 5月5日, 10日	A	1	秋丸	18.0	1.3	19	170	0.11	0.22	91	9	0	0	0	0	11	89	20	0	230	0.00	0.01	0	0	0	0	10		
		2	大向	17.4	1.3	4	220	0.02	0.04	100	0	0	0	0	0	0	100	5	0	300	0.00	0.01	0	0	0	0	+		
	B	3	西原	17.0	1.4	5	180	0.03	0.06	100	0	0	0	0	0	0	100	10	0	250	0.00	0.01	0	0	0	0	+		
		4	五社橋下流	17.0	1.2	12	210	0.06	0.12	92	8	0	0	0	0	8	92	20	0	240	0.00	0.01	0	0	0	0	+		
	C	5	かじやせ橋	19.1	1.2	19	160	0.12	0.24	95	5	0	0	0	0	5	95	20	0	260	0.00	0.01	0	0	0	0	5		
		6	昨屋	17.8	1.8	45	170	0.26	0.52	92	8	0	0	0	0	11	89	30	71	260	0.27	0.54	80	20	0	0	100	20	
	D	7	米奥小前	16.7	1.6	20	150	0.13	0.26	91	9	0	0	0	0	5	95	50	12	150	0.08	0.16	80	20	0	0	10	90	10
		8	滝本	17.5	2.1	66	270	0.24	0.34	87	13	0	0	0	0	11	89	40	153	320	0.48	0.69	80	20	0	0	10	90	5
	E	9	上秋丸(堰下流)	16.6	2.4	124	230	0.54	0.77	71	29	0	0	0	0	15	85	60	150	350	0.43	0.61	80	20	0	0	0	100	+
		10	日野地橋上流	14.3	5.8	30	59	0.51	0.51	90	10	0	0	0	0	27	73	70	88	140	0.63	0.63	90	10	0	0	20	80	60
			平均	-	-	-	-	0.20	0.31	91	9	0	0	0	9	91	33	-	-	0.19	0.27	41	9	0	0	4	46	18	
2019年 7月29- 30日	A	1	秋丸	26.6	3.1	43	130	0.33	0.33	0	89	9	2	2	56	42	50	80	280	0.29	0.29	0	38	62	0	0	100	20	
		2	大向	25.9	3.2	20	190	0.11	0.11	5	85	10	0	0	0	65	35	40	13	350	0.04	0.04	0	23	77	0	0	100	+
	B	3	西原	25.3	3.0	42	125	0.34	0.34	0	95	5	0	2	76	22	60	3	300	0.01	0.01	0	100	0	0	0	100	+	
		4	五社橋下流	27.0	2.8	28	120	0.23	0.33	0	71	29	0	0	0	25	75	50	6	240	0.03	0.04	0	83	17	0	0	100	10
	C	5	かじやせ橋	25.9	3.8	42	120	0.35	0.35	0	83	17	0	0	55	45	60	28	200	0.14	0.14	0	39	61	0	0	100	20	
		6	昨屋	24.5	4.2	22	90	0.24	0.24	0	72	23	5	0	45	55	40	11	205	0.05	0.05	0	91	9	0	10	90	10	
	D	7	米奥小前	23.8	3.9	17	67	0.25	0.25	0	82	18	0	0	35	65	30	30	300	0.10	0.10	0	87	13	0	0	100	5	
		8	滝本	23.8	3.4	28	77	0.36	0.36	0	71	29	0	0	46	54	50	2	240	0.01	0.01	0	100	0	0	0	100	20	
	E	9	上秋丸(堰下流)	23.6	3.4	6	155	0.04	0.04	17	83	0	0	0	17	83	+	0	200	0.00	0.01	-	-	-	-	-	-	+	
		10	日野地橋上流	20.7	3.4	46	70	0.66	0.66	17	72	11	0	7	35	58	70	86	150	0.57	0.57	12	83	5	0	0	100	40	
			平均	-	-	-	-	0.29	0.3	4	80	15	1	1	46	53	50	-	-	0.12	0.13	1	72	27	0	1	99	18	

注)

○生息密度の観測値が0尾/㎡の場合：ハミト被度が+(1~4%)以上であれば0.01尾/㎡に補正。

○生息密度の観測値が0.01尾/㎡以上の場合：高橋・岸野(2017)による有効視界別の発見率(視界1.5~2.0mで50%、2.1~2.9mで70%、3.0m以上で100%)に従って補正。

付表 2-3 5月と7月におけるアユの推定生息尾数

調査日	区間	水面面積 (㎡)			平均生息密度 (尾/㎡)		推定生息数 (尾)		
		瀬	淵	合計	瀬	淵	瀬	淵	合計
2019年 5月5日, 10日	A 佐賀取水堰(野地橋)～若井沈下橋	161276	317014	478290	0.13	0.01	21000	3200	24200
	B 若井沈下橋～仁井田川合流	149159	202089	351248	0.09	0.01	13400	2000	15400
	C 仁井田川合流～三堰	112829	108956	221785	0.38	0.28	42900	30500	73400
	D 三堰～町境(下イノキ野)	90594	186947	277541	0.30	0.43	27200	80400	107600
	A～D 四万十川本川小計	513858	815006	1328864	—	—	104500	116100	220600
	E 日野地川(合流点～松葉川温泉)	13849	28212	42061	0.51	0.63	7100	17800	24900
	合計	527707	843218	1370925	—	—	111600	133900	245500
2019年 7月29- 30日	A 佐賀取水堰(野地橋)～若井沈下橋	161276	317014	478290	0.22	0.17	35500	53900	89400
	B 若井沈下橋～仁井田川合流	149159	202089	351248	0.34	0.03	50700	6100	56800
	C 仁井田川合流～三堰	112829	108956	221785	0.30	0.10	33800	10900	44700
	D 三堰～町境(下イノキ野)	90594	186947	277541	0.31	0.06	28100	11200	39300
	A～D 四万十川本川小計	513858	815006	1328864	—	—	148100	82100	230200
	E 日野地川(合流点～松葉川温泉)	13849	28212	42061	0.66	0.57	9100	16100	25200
	合計	527707	843218	1370925	—	—	157200	98200	255400

付表 3-1 10月と11月における潜水観察結果

調査日	区間	St.	地点名	水温 (℃)	有効 視界 (m)	瀬					淵				
						観察 個体 数	観察 面積 (㎡)	生息密度 (尾/㎡)		ハミ 跡 被度 (%)	観察 個体 数	観察 面積 (㎡)	生息密度 (尾/㎡)		ハミ 跡 被度 (%)
								観測 値	補正 値				観測 値	補正 値	
2019年 10月17日	A	1	秋丸	20.1	4.0	10	140	0.07	0.07	10	0	400	0.00	0.01	+
		2	大向	19.8	4.9	0	230	0.00	0.01	+	0	250	0.00	0.01	+
	B	3	西原	19.7	3.9	11	360	0.03	0.03	+	0	260	0.00	0.01	5
		4	五社橋下流	19.9	3.9	0	220	0.00	0.01	+	100	450	0.22	0.22	+
	C	5	かじやせ橋	19.5	4.2	76	200	0.38	0.38	20	0	330	0.00	0.01	10
		6	昨屋	18.6	4.3	6	230	0.03	0.03	+	0	250	0.00	0.01	+
	D	7	米奥小前	18.0	4.8	0	100	0.00	0.01	+	1	490	0.00	0.01	+
		8	滝本	18.4	4.7	4	135	0.03	0.03	+	0	500	0.00	0.01	5
	E	9	上秋丸(堰下流)	18.4	3.7	0	260	0.00	0.01	+	0	150	0.00	0.01	+
		10	日野地橋上流	16.0	5.3	5	36	0.14	0.14	10	2	150	0.01	0.01	5
	-	-	佐賀堰堤湛水部	20.2	4.0	-	-	-	-	-	0	600	0.00	0.01	+
平均				-	-	-	-	0.07	0.07	13	-	-	0.02	0.03	6
2019年 11月11日	A	1	秋丸	16.0	3.7	0	200	0.00	0.00	0	0	150	0.00	0.00	0
		2	大向	15.9	1.0	0	100	0.00	0.00	0	0	50	0.00	0.00	0
	B	3	西原	16.2	3.4	0	210	0.00	0.00	0	0	250	0.00	0.01	+
		4	五社橋下流	16.2	3.7	0	170	0.00	0.00	0	1	290	0.00	0.01	0
	C	5	かじやせ橋	15.0	3.3	0	120	0.00	0.00	0	0	300	0.00	0.00	0
		6	昨屋	14.3	4.0	0	130	0.00	0.00	0	0	150	0.00	0.00	0
	D	7	米奥小前	13.6	5.0	0	100	0.00	0.00	0	0	300	0.00	0.00	0
		8	滝本	14.0	5.3	0	150	0.00	0.00	0	0	250	0.00	0.00	0
	E	9	上秋丸(堰下流)	14.2	4.3	0	130	0.00	0.00	0	0	150	0.00	0.00	0
		10	日野地橋上流	12.6	5.0	0	40	0.00	0.00	0	0	150	0.00	0.00	0
	-	-	佐賀堰堤湛水部	15.6	3.4	-	-	-	-	-	0	610	0.00	0.00	0
平均				-	-	-	-	0.00	0.00	0	-	-	0.00	0.00	0

注)

○生息密度の観測値が0尾/㎡の場合：ハミアト被度が+(1～4%)以上であれば0.01尾/㎡に補正。

○11月11日のSt.4(五社橋下流)における密度(0.003尾/㎡)は、0.01尾/㎡に切り上げて補正。

○生息密度の観測値が0.01尾/㎡以上の場合：高橋・岸野(2017)による有効視界別の発見率(視界1.5～2.0mで50%、2.1～2.9mで70%、3.0m以上で100%)に従って補正。

付表 3-2 10月と11月におけるアユの推定生息尾数

調査日	区間	水面面積 (㎡)			平均生息密度 (尾/㎡)		推定生息数 (尾)		
		瀬	淵	合計	瀬	淵	瀬	淵	合計
2019年 10月17日	A 佐賀取水堰(野地橋)～若井沈下橋	161276	317014	478290	0.04	0.01	6500	3200	9700
	B 若井沈下橋～仁井田川合流	149159	202089	351248	0.02	0.12	3000	24300	27300
	C 仁井田川合流～三堰	112829	108956	221785	0.21	0.01	23700	1100	24800
	D 三堰～町境(下イノキ野)	90594	186947	277541	0.02	0.01	1800	1900	3700
	A～D 四万十川本川 小計	513858	815006	1328864	—	—	35000	30500	65500
	E 日野地川(合流点～松葉川温泉)	13849	28212	42061	0.14	0.01	1900	300	2200
	合計	527707	843218	1370925	—	—	36900	30800	67700
2019年 11月11日	A 佐賀取水堰(野地橋)～若井沈下橋	161276	317014	478290	0.00	0.00	0	0	0
	B 若井沈下橋～仁井田川合流	149159	202089	351248	0.00	0.01	0	2000	2000
	C 仁井田川合流～三堰	112829	108956	221785	0.00	0.00	0	0	0
	D 三堰～町境(下イノキ野)	90594	186947	277541	0.00	0.00	0	0	0
	A～D 四万十川本川 小計	513858	815006	1328864	—	—	0	2000	2000
	E 日野地川(合流点～松葉川温泉)	13849	28212	42061	0.00	0.00	0	0	0
	合計	527707	843218	1370925	—	—	0	2000	2000

付表 3-3 アユの計測結果(降河期-かじやせ橋)

採捕日: 2019年10月10日、27日、28日 地点: かじやせ橋

No.	全長 (cm)	体長 (cm)	体重 (g)	鱗数	肥満度	下顎側線孔	備考
1	21.6	17.6	88.1	14	16.2	+	10月10日
2	21.7	18.1	83.4	14	14.0	—	〃
3	22.4	19.1	106.7	14	15.3	+	〃
4	22.9	18.9	104.8	14	15.5	—	〃
5	24.2	20.7	119.6	14	13.5	+	〃
6	23.9	19.3	97.6	13	13.6	+	10月27日
7	25.1	20.9	108.6	13	11.9	+	〃
8	23.0	19.0	93.2	12	13.6	—	〃
9	22.6	18.9	102.1	13	15.1	+	〃
10	22.2	18.2	85.8	13	14.2	+	10月28日
11	26.0	22.1	153.0	14	14.2	+	〃
12	27.3	22.9	161.1	13	13.4	—	〃
13	25.7	21.3	156.3	15	16.2	+	〃
14	26.7	22.4	141.9	13	12.6	—	〃
15	21.4	17.8	84.7	14	15.0	—	〃
最大	27.3	22.9	161.1	15	16.2		
最小	21.4	17.6	83.4	12	11.9		
平均	23.8	19.8	112.5	14	14.3		

注) 鱗数: 背鰭第5軟条基部を起点として計数。

下顎側線孔: 左右対称に4列あるものを正常(—)、それ以外を異常(+)とした。