

平成 21 年度
鏡川天然アユ生態調査委託業務

報告書

平成 22 年 3 月

株式会社 西日本科学技術研究所

目次

業務概要	1
1. 業務の目的	1
2. 業務期間	1
3. 業務の対象範囲	1
4. 作業項目とその概要	2
業務の内容	3
1. 仔アユの流下状況調査	3
1-1 仔アユ流下夜間連続調査	3
1-1-1 調査日	3
1-1-2 調査地点	3
1-1-3 調査方法	4
1-1-4 調査結果	4
1-2 定期調査	9
1-2-1 調査日	9
1-2-2 調査地点	10
1-2-3 調査方法	10
1-2-4 調査結果	10
1-3 まとめ	13
2. アユ仔稚魚生息実態調査	14
2-1 目的	14
2-2 調査日	14
2-3 調査地点	14
2-4 調査方法	15
2-4-1 アユ仔稚魚の採集	15
2-4-2 アユ仔稚魚試料分析	15
2-5 結果および考察	16
2-5-1 水温・塩分	16
2-5-2 水平分布	16
2-5-3 体長と日齢	17
2-5-4 ふ化日	18
2-5-5 成長	19
2-5-6 産卵期	20
2-6 まとめ	21
2-6-1 調査結果の概要	21
2-6-2 アユ資源の保全に向けた留意事項	22
参考文献	24
付属資料	25

業務概要

1. 業務の目的

本業務は、平成 18 年度に策定された新鏡川清流保全基本計画に伴い、アユ資源の拡大に向けた対策、取り組みを検討するために継続されている調査の一環として、鏡川における本年度の仔アユの流下状況および浦戸湾でのアユ仔稚魚の生息実態の把握を目的とする。

2. 業務期間

自：平成 21 年 10 月 8 日

至：平成 22 年 3 月 15 日

3. 業務の対象範囲

鏡川下流域～浦戸湾を対象範囲とする（図 1）。

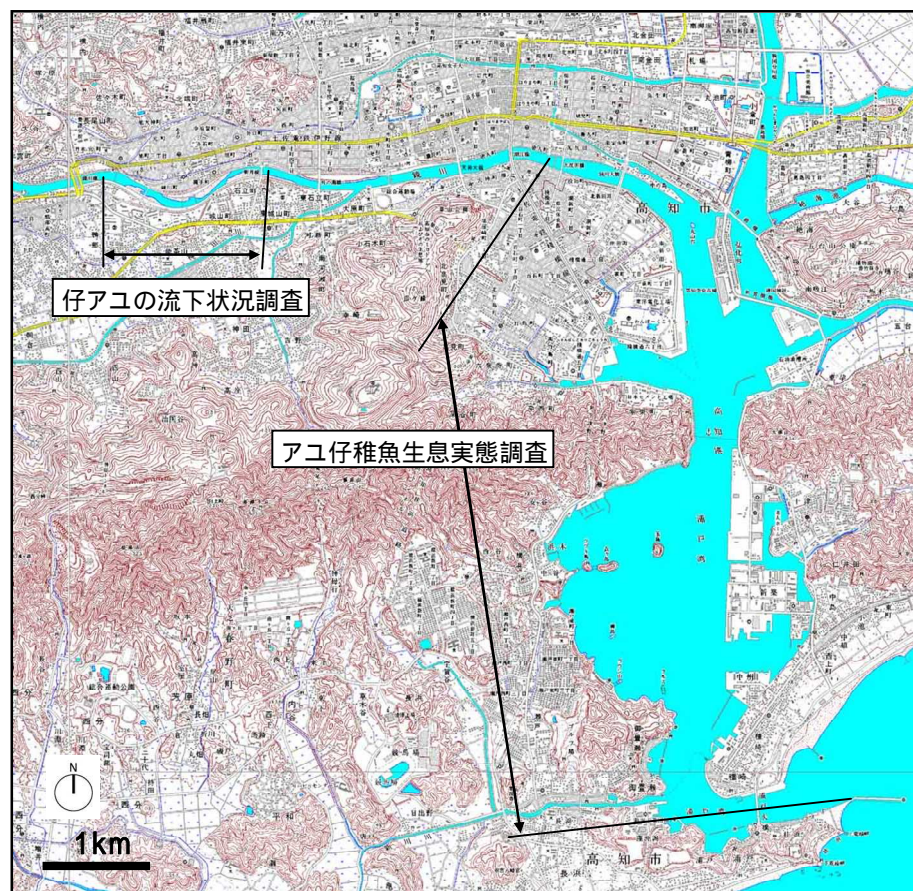


図 1 業務の対象範囲

4. 作業項目とその概要

本業務における作業項目とその概要を表1に示す。

表1 作業項目とその概要

作業項目		作業概要
仔アユの 流下状況 調査	仔アユ流下夜間連続調査	仔アユの流下盛期に1回、3地点においてプランクトンネットにより主に夜間に河川を流下する仔アユを連続採集(8回)した。
	仔アユ流下定期調査	10~12月の間に6回、廓中堰上流地点においてプランクトンネットにより流下仔アユを採集した。
アユ仔稚 魚生息実 態調査	アユ仔稚魚分布状況調査	11~1月の間に3回、浦戸湾の5地点において小型曳網により河口~沿岸生活期のアユ仔稚魚を採集した。
	アユ仔稚魚試料分析	上記で得られたアユ仔稚魚の体長測定および耳石による日齢査定を行い、産卵時期、ふ化量の変動、成長等の生態情報を得た。
報告書とりまとめ		全作業結果をとりまとめ、報告書を作成する。

業務の内容

1. 仔アユの流下状況調査

1-1 仔アユ流下夜間連続調査

1-1-1 調査日

平成21年11月23～24日に1回実施した。調査時の天候、水温、河川流量等は仔アユの採集結果とともに付表1-1-1に整理した。

なお、参考として廓中堰で調査時に観測した水温の平均値と宗安寺での河川流量（調査時間帯の平均値）を過去の同調査時の値とともに図1-1-1に示した。これによると、今年度の調査時は河川流量がこれまでの調査中最大で、水温は平均的であったと判断できる。

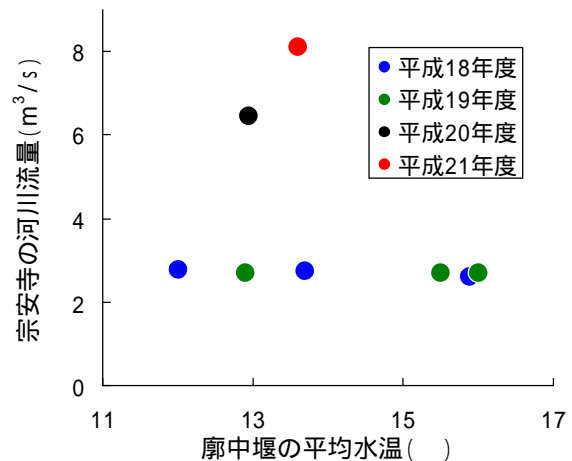


図1-1-1 調査時における廓中堰の水温と宗安寺流量

1-1-2 調査地点

図1-1-2に示した廓中堰、トリム公園地先、新月橋の3地点で実施した。

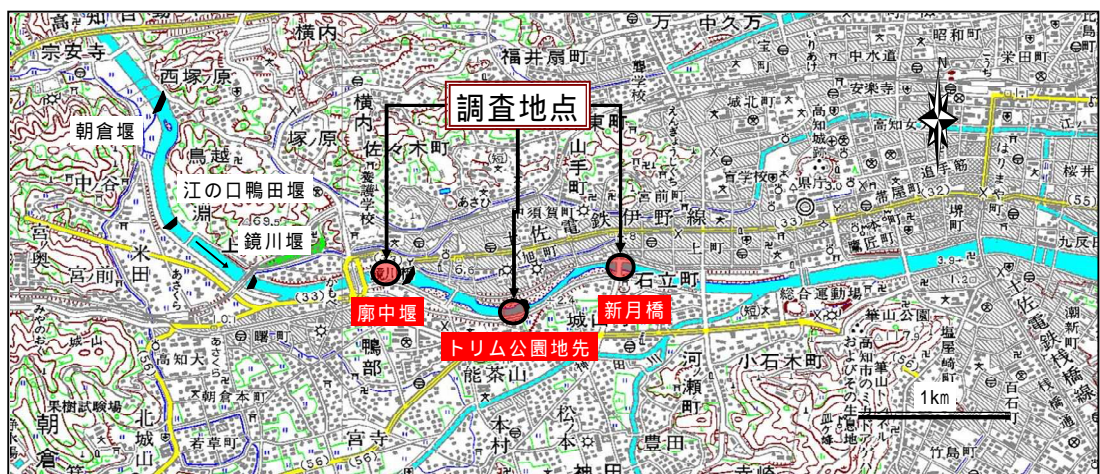


図1-1-2 流下仔アユの連続調査地点

1-1-3 調査方法

1) 採集

口径 50cm、網目 0.3mm の円錐形のプランクトンネット（右写真）により流下仔アユを採集した。採集時には網口に装着した濾水計により採集ネットを通過した水量を計測した。

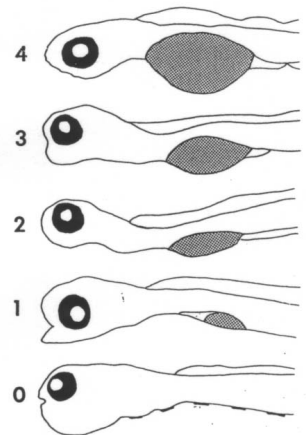
採集は日没前の 15:30 から 2 時間間隔で翌 5:30 まで、計 8 回行い、採集物を直ちに約 5% ホルマリン水溶液で固定した。



2) 分析

各採集物から仔アユを選別し、その個体数を計数した。当計数値と各採集時に計測した濾水量から河川水 1m³ 当たりの採集密度を求めた。さらに、得られた仔アユの体長を測定するとともに、卵黄の吸収程度（卵黄指数）を測定した。

なお、卵黄指数 4 はふ化直後の個体で、卵黄はその後 3～4 日程度までに吸収される（落合・田中, 1986；谷口ほか, 1989）。したがって、卵黄を持たない指数 0 はふ化後約 4 日以上経過した仔アユといえ、およそ卵黄指数 1 段階で 1 日程度経過すると考えてよい（高橋・新見, 1999）。



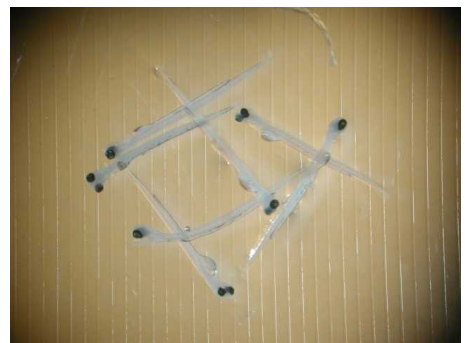
卵黄指数
(塚本, 1991)

1-1-4 調査結果

1) 仔アユの採集密度

各調査時における河川水 1m³ あたりの採集密度を図 1-1-3 に示した。

廓中堰、トリム公園地先（以下、トリム公園）、新月橋地点で観測された密度の最大値はそれぞれ 2.2、0.2、47.3 尾/m³ で、新月橋での値が突出して高かった。また、各最大値が観測された時刻は、廓中堰が 19:30、トリム公園床止と新月橋地点では 21:30 であった。このうち、廓中堰と新月橋の流下密度のピークは明瞭で、単峰型の変動を示した。なお、平成 20 年度の同調査では、新月橋の経時変動はほぼ同様であった



ものの、廓中堰では19:30と1:30にピークを持つ不明瞭な2峰型を示した。調査時における河川流量（宗安寺地点）は、本年の流量が過去最大となっている（図1-1-1）。本年に明瞭なピークを持つ単峰型の変動を示した要因として、流量の増大により堰湛水部に滞留する仔アユが相対的に少なく、速やかに下流側へと流下したためと考えられる。また、廓中堰における過去の調査を俯瞰すると、21:30の密度が相対的に多い傾向にあった一方で、本年の流下のピークはこれらよりも2時間ほど早い。この現象も流量の増大による流下速度の上昇に起因すると考えられる。

日中の15:30に実施した調査の各採集密度は0~0.07尾/m³と極めて低く、日中にはほとんど流下していない様子が窺える。この傾向は過去と同様であり、主に夜間に流下する仔アユの流下生態（石田, 1984）に起因した現象である。

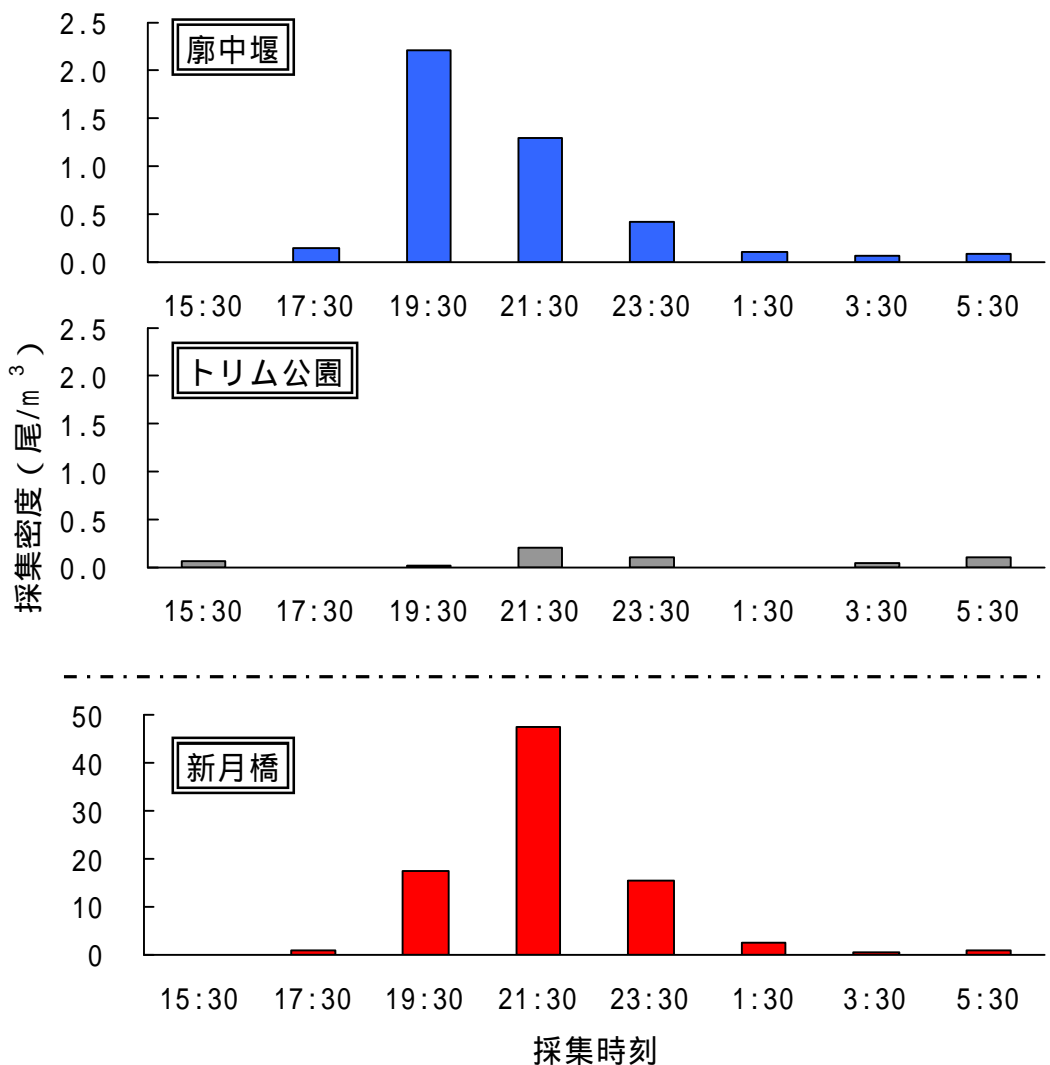


図1-1-3 各調査時の仔アユの採集密度

2) 仔アユの流下数

仔アユの流下密度と河川流量（宗安寺地点）から仔アユの日流下総数（24時間の流下尾数）を推算し、図 1-1-4 に示した。

廓中堰、トリム公園、新月橋の日流下総数は、それぞれ 25 万尾、7 万尾、500 万尾と推算され、先述の密度同様に新月橋で卓越していた。

過去 2 ヶ年における日流下総数の最大は、平成 18 年で 268 万尾、平成 19 年で 1050 万尾であった。これと比べると、本年の流下総数の最大値（新月橋）は、過去 2 ヶ年のほぼ中間値といえる。

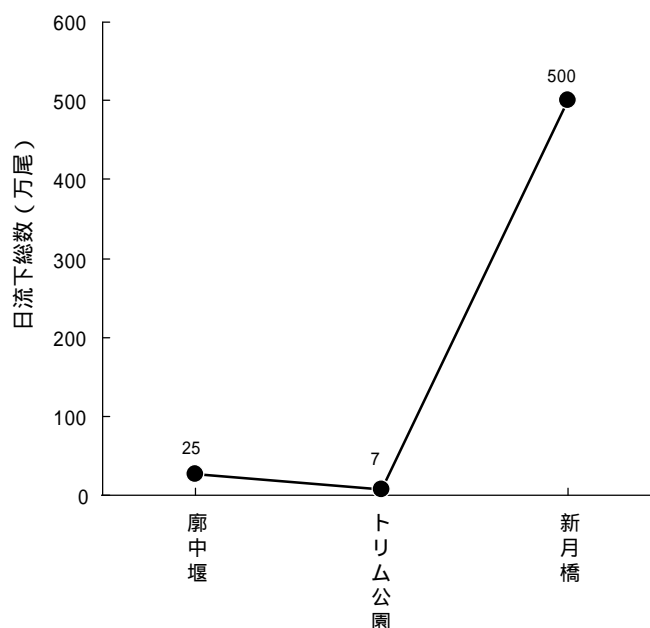


図 1-1-4 各地点の日流下総数

流下数の経年的および地点別の変動をより詳細に検討するため、各地点の日流下総数を過去の調査結果も含め図 1-1-5 に示した。新月橋の平成 21 年の値は前述したとおり 3 地点中最も高く、最多であった平成 20 年に次ぐ高水準であった。一方、平成 21 年の廓中堰の流下数は過去に比べ少なかった。本年度の廓中堰上流における産卵場面積の割合は過去に比べると最も小さく、廓中堰上流でふ化した仔魚の総数が過去調査時に比べると少なかったためと考えられる。

次に、トリム公園での今年度の日流下総数をみると、平成 19 年度の廓中堰ゲート全倒時より少ないながら、過去の半倒時とほぼ同等の値であった。特に、廓中堰の総数が最少であったのに対し、閉鎖時よりも流下数が豊富であった点は、ゲート半倒の効果が現れた結果と評価できる。また、廓中堰とトリム公園での日流下総数の比に着目すると(図 1-1-6)、本年度のトリム公園の比率は高く、全倒時とほぼ同等であった。これは本年度の廓中堰からトリム公園への仔アユの流下が本年度は過去の半倒時に比べて速やかであった可能性を示唆しており、本年調査時の流量の豊富さ(図 1-1-1)との関連性を連想させる。

* 平成 21 年度 鏡川清流保全環境調査委託業務 報告書 (平成 22 年 2 月)

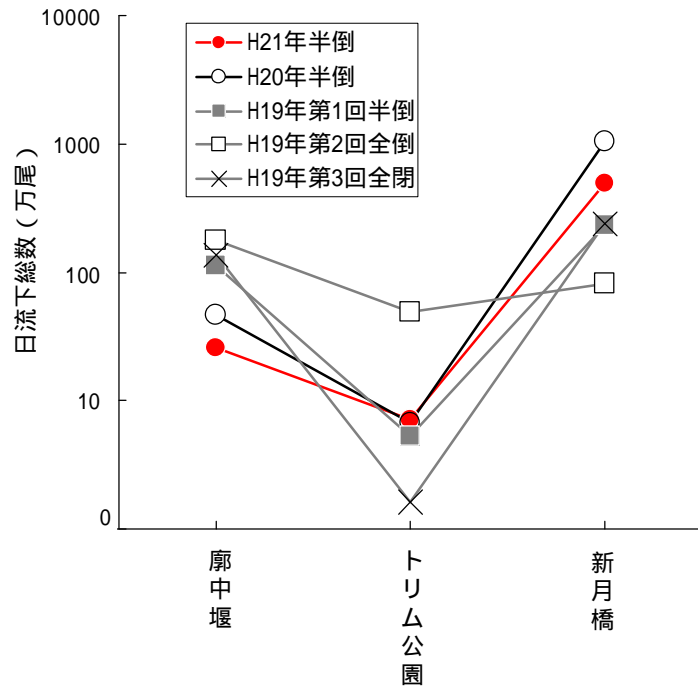


図 1-1-5 平成 19～20 年度結果を含めた各調査時の日流下総数

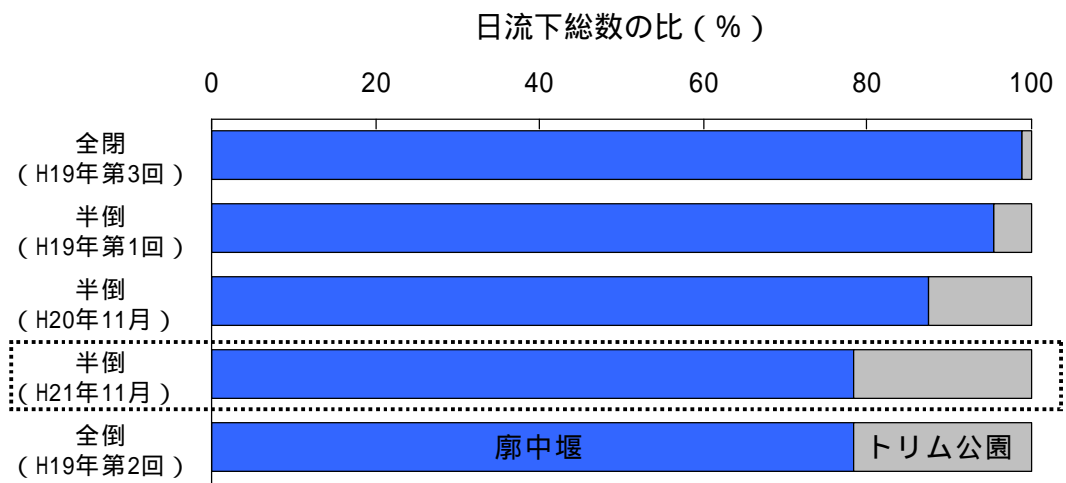


図 1-1-6 廓中堰とトリム公園の日流下総数の割合

図 1-1-6 と同様に、廓中堰と新月橋の日流下数の割合を図 1-1-7 に示した。これを見ると、本年度の廓中堰と新月橋の日流下総数の比は 5 : 95 であり、新月橋における日流下総数の豊富な特徴がよく理解できる。また、この比率は平成 20 年度とほぼ同等であった。

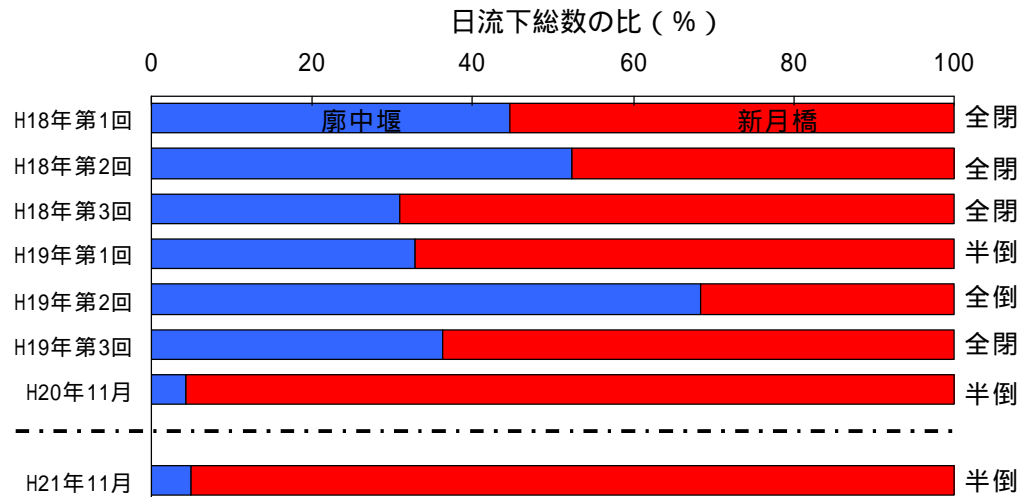


図 1-1-7 廓中堰と新月橋の日流下総数の割合

3) 流下仔アユの体長と卵黄指数

仔アユの体長と卵黄指数の測定結果を付表 1-1-2 に整理した。また、これら測定結果を集計し、各地点で採集された仔アユの体長と卵黄指数の頻度分布を図 1-1-8 に示した。なお、参考値として平成 19 年度の廓中堰ゲート閉鎖時の結果を併せて示した。

各地点で採集された仔アユの体長は、廓中堰では 5.2～7.0mm (平均 6.3mm)、トリム公園で 5.4～6.9mm (平均 6.2mm)、新月橋が 5.0～7.5mm (平均 6.5mm) の範囲にあり、地点間で大差なかった。また、体長モードも廓中堰で 6.2～6.4mm、トリム公園と新月橋で 6.4～6.6mm にあり、以上から各地点ともほぼ同様なサイズ構成にあった事がわかる。一方、平成 19 年度の廓中堰ゲート閉鎖時における結果と比較すると、廓中堰とトリム公園では本年度のサイズが明らかに小型であった。これはふ化後間もない個体が閉鎖時よりも多く含まれている状況を示唆しており、ゲート半倒により流下速度が上昇した状況が窺える。

次に、卵黄指数の頻度分布をみると、廓中堰と新月橋では指数 3、トリム公園で指数 1 の頻度がそれぞれ高く、全体としてトリム公園で指数が低い傾向にあった。また、ゲート閉鎖時と比較すると、廓中堰では卵黄指数が高くなっていることが明らかで、ゲート半倒により流下速度が上昇したと判断される一方、トリム公園での卵黄指数は指数 2～4 の組成のわずかな増加が認められるものの、指数 1 が最頻である点で共通しており、流下速度の上昇の程度は廓中堰に比べると小さいと判断される。また、前節で指摘した廓中堰に比べてトリム公園の流下数が少ない状況については、トリム公園で採集された個体の発育段階が進んでおり、指数 0 の個体もわずかながら確認されていることから、トリム公園床止の湛水部における流下速度の低下に起因する可能性がある。

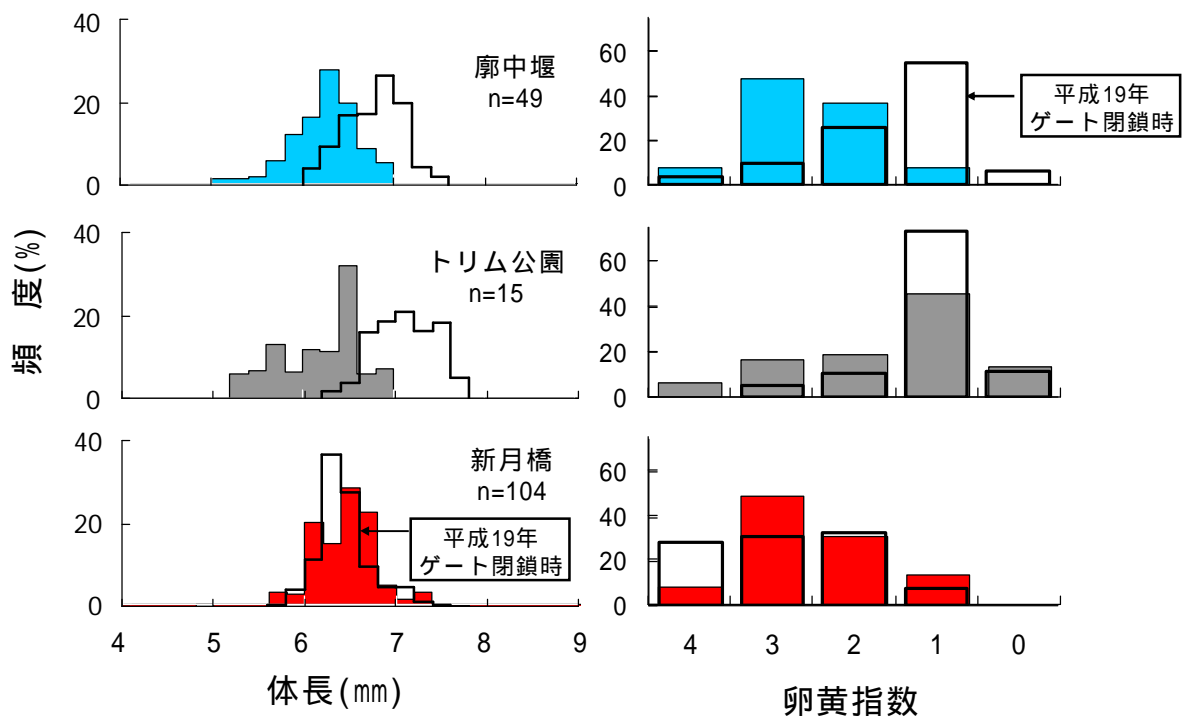


図 1-1-8 各地点で採集された仔アユの体長と卵黄指数の頻度分布

1-2 定期調査

1-2-1 調査日

以下に示した計 6 回実施した。12 月 28 日を除き、廓中堰のゲートは半倒状態にあった（ゲート閉鎖は 12 月 25 日）

- 平成 21 年 10 月 27 日（ゲート半倒中）
- 11 月 5 日（ゲート半倒中）
- 11 月 12 日（ゲート半倒中）
- 12 月 4 日（ゲート半倒中）
- 12 月 17 日（ゲート半倒中）
- 12 月 28 日（ゲート閉鎖中）

なお、整理・分析は 11 月 23 日に実施した夜間連続調査の結果の一部を含め、計 7 回の結果について実施した。

図 1-2-1 に調査期間中の宗安寺での河川流量を示した。これによると今年度の河川流量は 11 月中旬～下旬が過去の同調査に比べて豊富な状態にあり、それ以前では平成 18、19 年とほぼ同等であるものの平成 20 年度よりも少ない状態にあった。

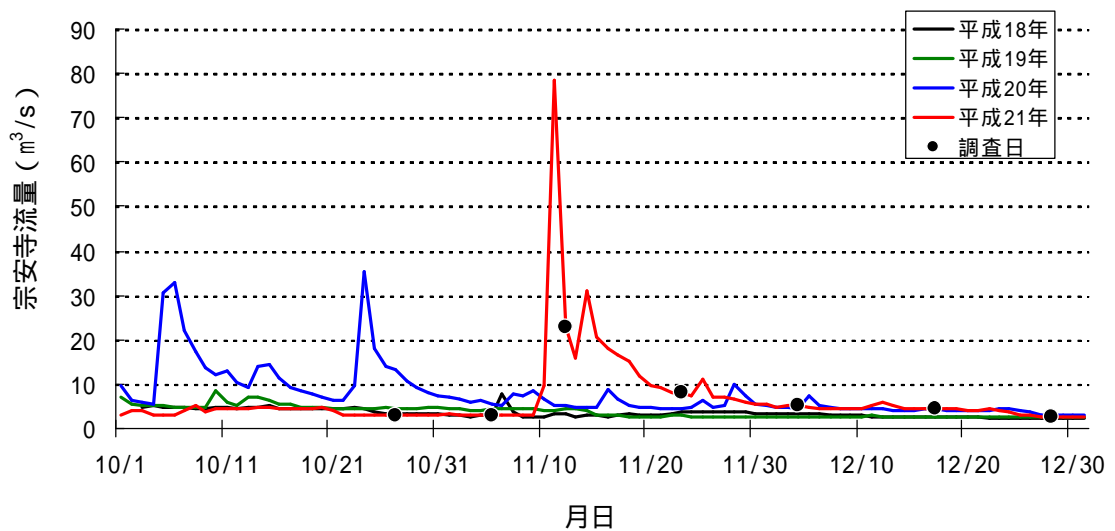


図 1-2-1 10～12月の宗安寺観測所における河川流量（鏡ダム管理所資料より作図）

1-2-2 調査地点

調査は廓中堰（図 1-1-2）の 1 地点とした。



1-2-3 調査方法

仔アユの採集および分析方法は前項の夜間連続調査と同様とした。採集は前年度までの調査結果において採集数が相対に多かった 21:30 に 1 回実施した。

1-2-4 調査結果

1) 流下数の季節変化

定期調査の採集結果を付表 1-2-1 に、各調査時の仔アユの採集密度および密度と河川流量から推算した日流下総数の推移を図 1-2-2 に示した。なお、日流下総数は前項の夜間連続調査（11 月 23～24 日）によって求められた廓中堰での 9:30 の採集密度と河川流量の積（A）と日流下総数（B）の関係から、次式により推定した。

$$\text{日流下総数} = A \times (\text{採集密度} \times \text{河川流量} \div B)$$

ふ化仔魚は調査開始の 10 月 27 日時点で確認されており、最終の 12 月 28 日にも採集されたことから、ふ化期間は調査開始以前から 1 月以降に亘っていたといえる。期間中における仔アユの採集密度は、11 月 5 日を頂点とし（2.5 尾/m³）、以降 12 月 4 日の 0.5 尾/m³

まで漸減した。その後は再び増加し、調査終了の12月28日時点の密度は1.6尾/m³であった。

日流下総数の変動についても流下密度とほぼ同調した推移を示したものの、ピークは11月12日と密度よりもやや遅れた時期にあった。これは11月中旬の河川流量が調査期間中最大であったためである。以上の流下状況から、廓中堰での流下の盛期は11月中旬、産卵盛期は11月上旬ごろと推察できる。アユ卵がふ化する適水温は13~20といわれており(伊藤ほか, 1971) 調査開始時から流下数ピークの終盤(11月下旬)の間は概ね適水温の範囲にあった。また、流下盛期の水温は適水温帯のほぼ中央値に相当しており、流下時期と水温の関連性の強さが窺える。

平成20年度の流下盛期は11月10日前後と本年とほぼ同時期で、流下数も類似した変動を示しており、一定の普遍性が窺える。両年とも堰の半倒時期(両年ともほぼ同時期)は流下盛期が含まれており、適切な時期にゲートの操作が行われていたと評価される。

図1-2-2に示した期間中の日流下総数を積算すると、期間中に約1200万尾の仔アユが廓中堰を流下したと推計される。夜間連続調査時には新月橋の流下数は廓中堰に比べて著しく多く、その差は約20倍程度であった(図1-1-7)。この較差と廓中堰の流下数から新月橋における期間中の総流下数を推定すると2.4億尾程度となる。平成20年度による総流下数は約8億尾と推計されており、これらは大まかな推算ながら、今年度は平成20年度に比べると流下数が少なかった可能性が示唆される。

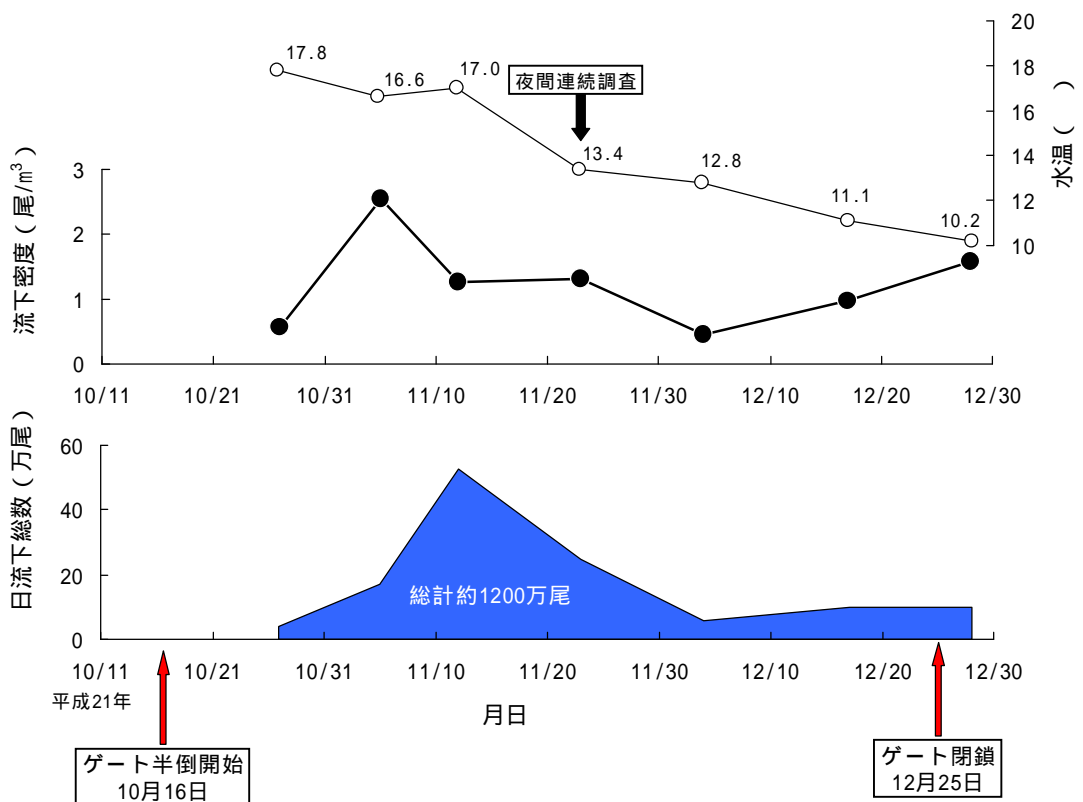


図1-2-2 廓中堰における仔アユ流下数の季節変化

2) 仔アユの体長と卵黄指数の季節変化

調査期間中の仔アユの体長と卵黄指数の推移を図 1-2-3 に示した。なお、定期調査で得られたアユの測定結果は付表 1-2-2 に整理した。

採集されたアユの体長は 4.6～7.1mm の範囲にあり、時期とともに緩やかながら大型化している傾向が確認できる。アユの卵径は産卵後期ほど大きいと言われており（井口、2001）、ふ化仔魚のサイズも後期において相対的に大きくなると考えられる。今回の後期における流下仔魚の大型化はこのような卵サイズの季節変化も一因と考えられる。

各調査時の卵黄指数の頻度分布をみると、12 月には卵黄指数 4（ふ化直後）が採集されなかった一方で、指数 1 の頻度が時期とともに増加傾向にあり、時期とともに流下仔魚の発育段階が進んでいる様子が窺える。調査期間中の河川流量は、11 月中旬をピークとして以降減少しており（図 1-1-1）、流量の低下に伴い流下速度が低下した可能性が示唆される。しかし、12 月とほぼ同等に河川流量が少ない 10～11 月上旬にはふ化後間もない指数 3～4 の個体が比較的多く含まれており、これらの個体の出現は河川流量との関わりは薄いと考えられる。

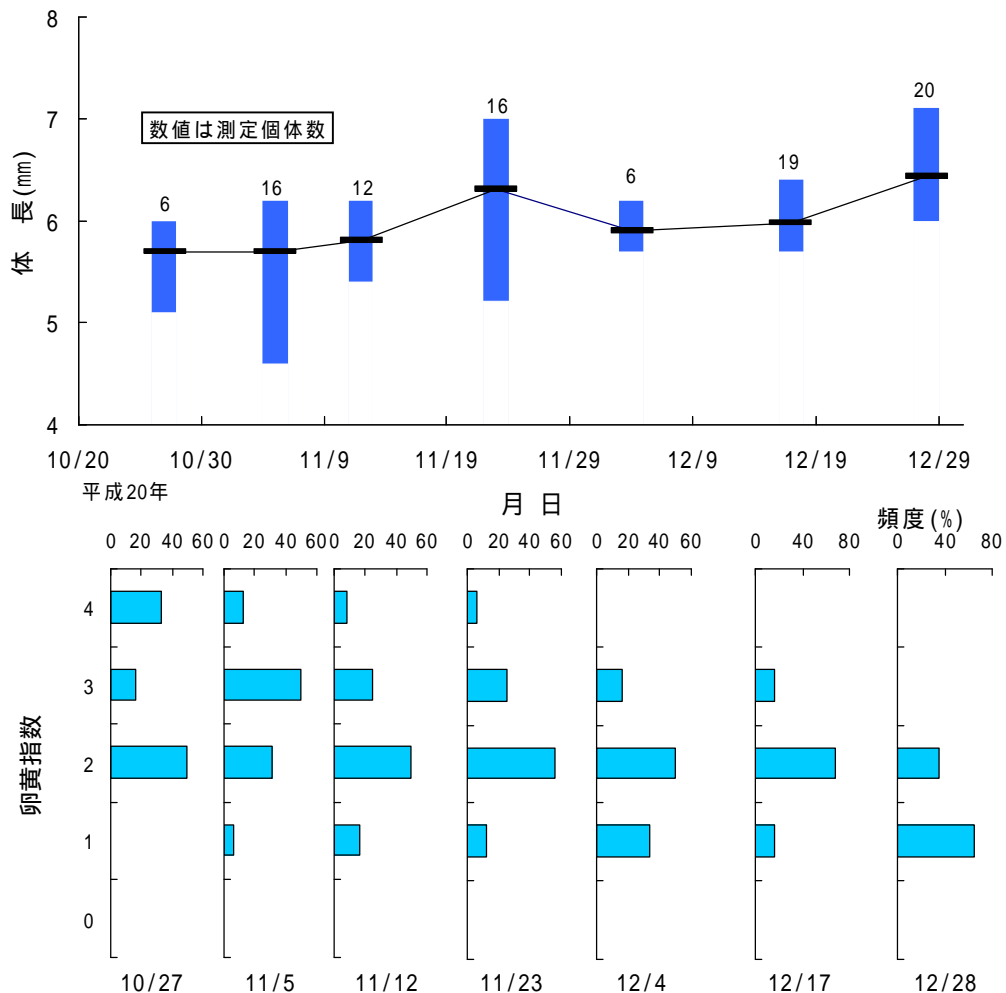


図 1-2-3 調査期間中の体長（平均と範囲）と卵黄指数（頻度分布）の推移

1-3 まとめ

流下仔アユの調査結果の概要を以下に要約した。

流下時刻のピークは廓中堰で 19：30、トリム公園と新月橋で 21：30 であった。廓中堰での変動は例年に比べてやや早い時間帯をピークとする明瞭な単峰型を示した。調査時の流量は過去調査時を含めて最大であったことから、流量の増大によって廓中堰上流での流下速度が上昇した可能性が示唆される。流量の増大による流下速度の上昇は、地点間の日流下総数の変動からも支持された。

地点間の流下仔アユの体長と卵黄指数の変動を検討した結果、廓中堰上流側での流下速度は明らかに上昇していると判断され、廓中堰ゲート半倒の効果が確認された。廓中堰～トリム公園の間はトリム公園床止の湛水部における流下速度の低下に起因して発育段階の進んだ個体が多く採集された。

廓中堰における流下盛期は 11 月中旬であった。また、平成 20 年度もほぼ同時期に流下盛期となっている。さらに、推定総流下数の大半はゲート半倒時期（10 月中旬～12 月下旬）に廓中堰を通過していると考えられ、アユ流下速度の上昇に際して効果的な時期にゲート操作が行われていたと評価される。

2. アユ仔稚魚生息実態調査

2-1 目的

浦戸湾内におけるアユ仔稚魚の分布と成長、および耳石日周輪の分析によるふ化時期や産卵時期等に関する生態情報の把握を目的とする。

2-2 調査日

以下に示した計 3 回実施した。

平成 21 年 11 月 25～26 日

12 月 18 日

平成 22 年 1 月 29 日

2-3 調査地点

図 2-3-1 に示した St.1～5 の 5 地点で実施した。



St.1 (種崎)



St.2 (瀬戸)



St.3 (横浜)



St.4 (河口部)



St.5 (河口内)

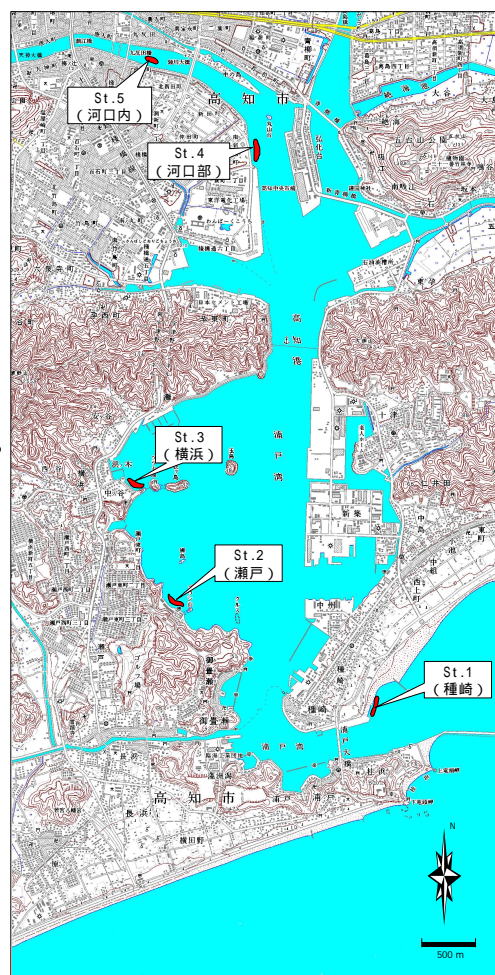


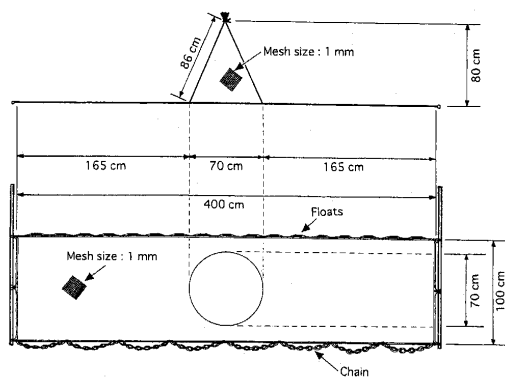
図 2-3-1 アユ仔稚魚の採集地点

2.4 調査方法

2.4.1 アユ仔稚魚の採集

各地点において小型曳網（1×4m、網目 1mm：下写真）を用いてアユ仔稚魚を採集した。曳網は各地点で1～3回（50～125m）行い、得られた採集物からアユ仔稚魚を選別、計数し、1検体あたり50尾を上限として体長を測定した。また、アユ仔稚魚の採集数と採集面積（網開口幅×曳網距離）から単位面積当たりの分布量（CPUE）を求めた。

なお、得られたアユ仔稚魚は約10%ホルマリン水溶液で固定後、約80%エタノール溶液中に保存した。



小型曳網



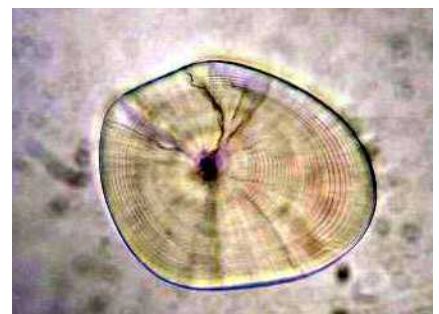
採集状況



採集されたアユ仔稚魚

2.4.2 アユ仔稚魚試料分析

現地調査で得られたアユ仔稚魚のうち計162個体を試料とし、Tsukamoto & Kajihara(1987)の方法に従い、耳石（扁平石）に形成される日周輪を計数し、その輪紋数からふ化後の日数（日齢）を求めた。また、各分析個体の日齢と採集日からふ化日と産卵日を算出した。



体長 19.7mm、39 日齢のアユ仔魚の耳石

2-5 結果および考察

2-5-1 水温・塩分

各地点における調査時の水温と塩分を図 2-5-1 に示した。また、曳網距離やアユの採集数と併せて付表 2-5-1 に整理した。

浦戸湾湾口部に位置する St.1 では水温、塩分とも相対的に高く、中でも塩分は 27.1 ~ 29.9 と変動が小さく、海域に近い特徴にある。

一方で、浦戸湾内の各地点での水温は St.1 よりも概ね低く、塩分の変動も大きかった。とりわけ鏡川河口域である St.4 および 5 は調査日による水温の変動が大きく、塩分も相対的に低い点から、陸水の影響が強く及んでいたと判断される。

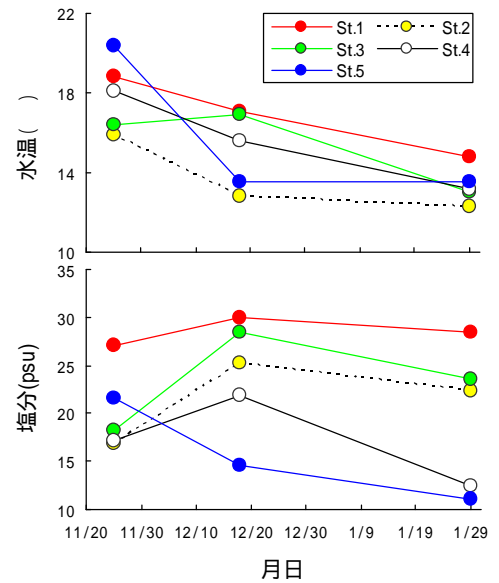


図 2-5-1 各調査地点の水温と塩分

2-5-2 水平分布

アユ仔稚魚の単位努力当たりの採集数 (CPUE : 尾/10m²) を図 2-5-2 に示した。

第 1 回調査時 (11 月 25 ~ 26 日) の採集数は少なく、St.1 ~ 3 で僅かに採集された程度であった。第 2 回調査時 (12 月 18 日) には、採集数は増加し、St.2 で最大の 70.9 尾/10m² を示し、次いで St.1 (11.1 尾/10m²) で多く採集された。第 3 回調査時 (1 月 29 日) には St.2 より湾奥での採集数は少なく、St.1 の採集数が突出していた。また、調査期間を通じて鏡川河口周辺 (St.4、5) での採集数はごく僅かであった。以上のように、浦戸湾における本年のアユ仔稚魚の分布は、湾口部付近に偏る傾向にあった。

Ebrahim et al. (2006) は、平成 16 年度に浦戸湾内におけるアユ仔稚魚の採集調査を実施し、湾奥の鏡川河口周辺を中心に仔稚魚が分布することを指摘しており、本年の分布はこれとは対照的であったといえよう。

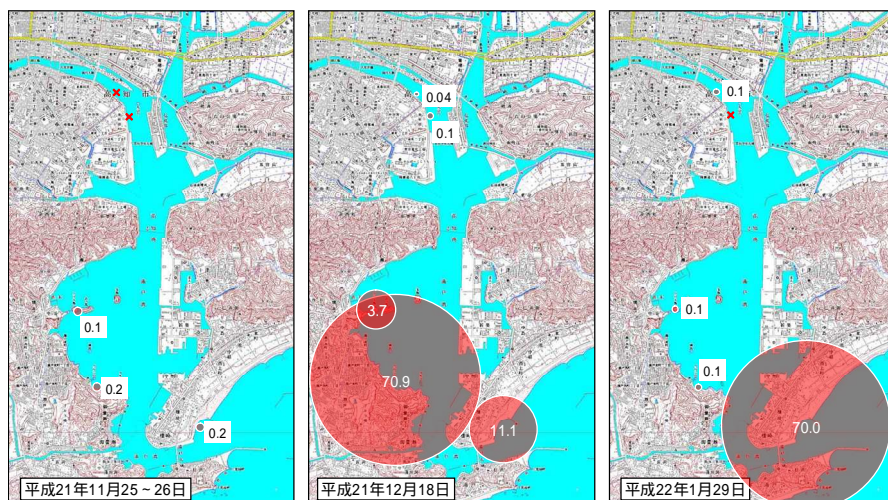


図 2-5-2 各地点における曳網 10m² あたりのアユ仔稚魚の採集数

2-5-3 体長と日齢

採集されたアユの測定結果を付表 2-5-2 に、体長組成を図 2-5-3 に示した。採集されたアユ仔稚魚は体長 6.5～21.7mm の範囲にあり、全体として 13～20mm 程度が中心的なサイズといえる。また、体長組成の最頻値は調査回を経るごとに 14～15mm、16～17mm、18～19mm と僅かながら増大しており、成長が確認できる。

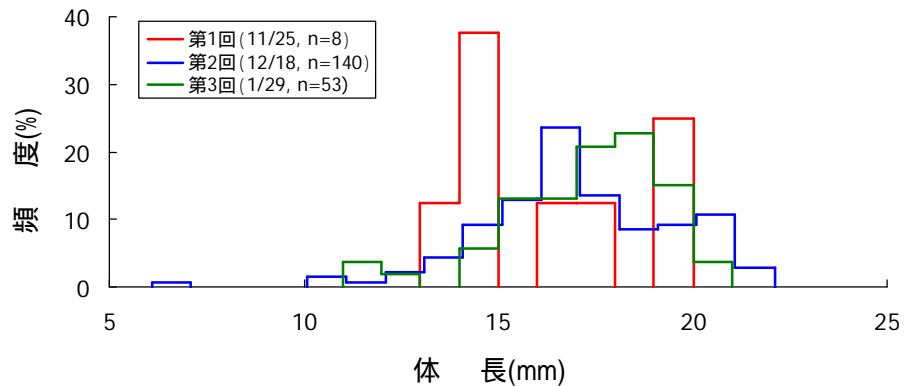


図 2-5-3 採集されたアユ仔稚魚の体長組成

次に採集されたアユ仔稚魚の日齢組成を図 2-5-4 に示した。日齢は 1～45 日の範囲にあり、16～40 日が大部分を占めていた。最頻値は 24～34 日の範囲で調査回ごとに異なり、第 3 回調査が 32～34 日齢が最大であった。

なお、以上のような体長と日齢の頻度分布は、浦戸湾内 (Ebrahim et al., 2004)、四万十川河口周辺 (高橋, 2004)、土佐湾沿岸砂浜海岸 (東, 2004) における 11～1 月の調査結果と概ね一致しており、特異性はない。

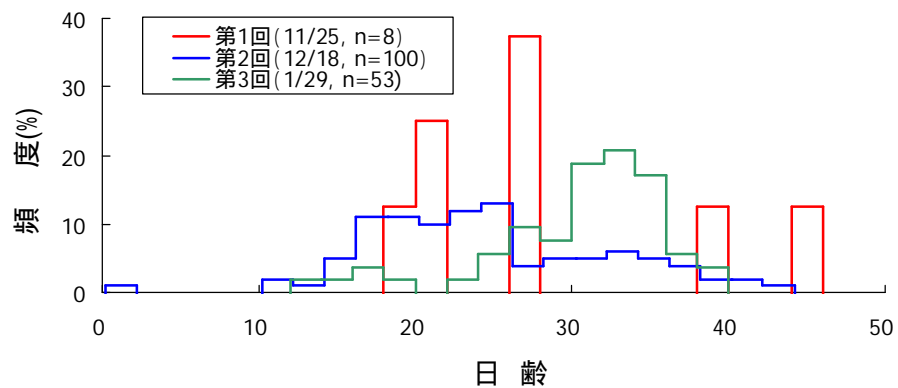


図 2-5-4 採集されたアユ仔稚魚の日齢組成

2-5-4 ふ化日

採集日からアユの日齢を差し引いた月日をふ化日とし、その組成を図 2-5-5 に示した。

ふ化日は 10 月 11 日～翌年 1 月 15 日の範囲にあり、調査回ごとにほとんど重複していなかった（第 1 回：10/11～11/5、第 2 回：11/5～12/17、第 3 回：12/21～1/15）。つまり、各調査回でふ化時期が異なる群が採集されており、期間を通じて浅海域への加入と移出が繰り返されている様子が窺える。

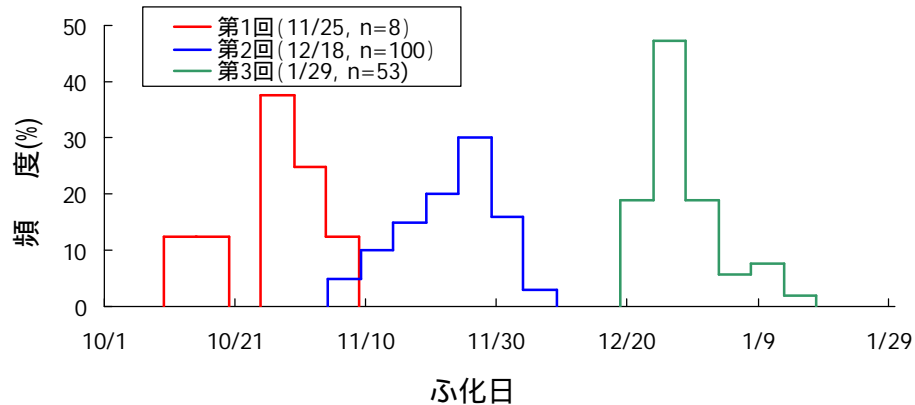


図 2-5-5 採集されたアユ仔稚魚のふ化日組成

次に、ふ化日組成を調査回ごとの CPUE によって重み付けをし、調査期全体を合算したふ化日組成を廊中堰での流下定期調査による日流下総数の推移と併せて図 2-5-6 に示した。これをみると、ふ化日は 11 月中旬～12 月上旬（ふ化前期群）と 12 月下旬～1 月上旬（ふ化後期群）を中心とする 2 群に大別され、このうち後期群が 66% と半数以上を占めた。

一方、廊中堰の日流下総数を見ると、ふ化前期群に相当する時期に流下数のピークがあり、12 月上～中旬に減少したのち、ふ化後期群に当たる時期には僅かながら増加した。流下数と日齢より求めたふ化日組成の変動傾向は矛盾しなかったものの、後期ふ化群に相当する時期の流下数は想定以上に少なかったといえる。

以上のような流下数と日齢組成の変動から、流下数の多かった前期ふ化群は流下もしくは湾内生活期中に大きく減耗した可能性がある。また、一般に、アユの産卵場は季節とともに上流から下流へと移動する（松井, 1986）。したがって、ふ化後期群は流下調査地点より下流でふ化した個体が多く含まれている可能性が高く、ふ化後期群の大半は流下調査では採集されなかった可能性も考えられる。

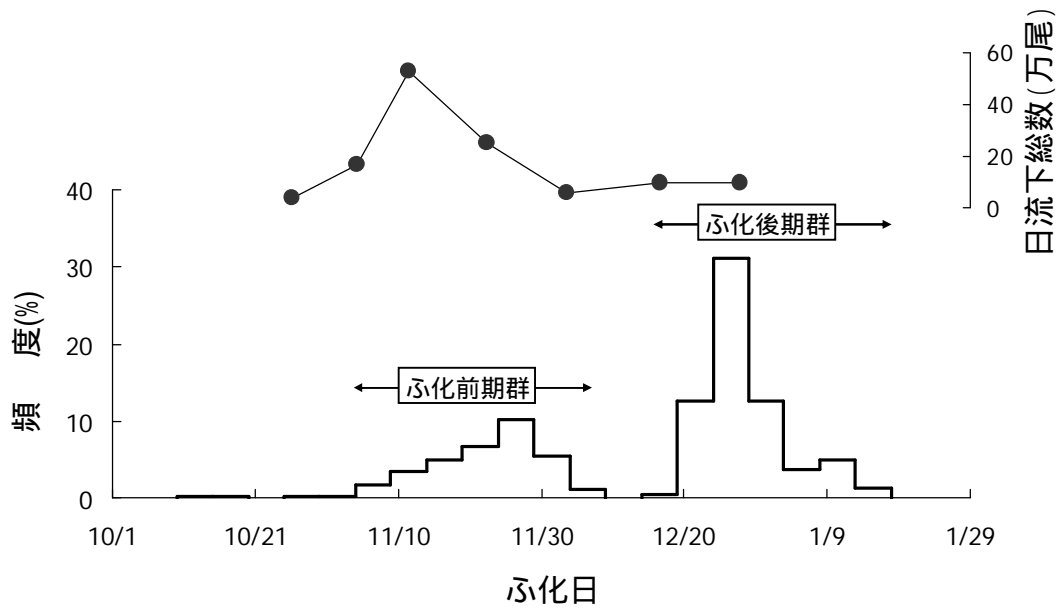


図 2-5-6 流下仔魚調査による日流下総数および CPUE により重み付けした調査期間を通じたアユ仔稚魚のふ化日組成

2-5-5 成長

ふ化前期群と後期群それぞれについて日齢と体長の関係を図 2-5-7 に示した。

日齢と体長の関係には前期、後期群とも正の相関が得られ、図に示した直線回帰式が得られた。成長率（回帰式の傾き：mm/日）は、前期群が 0.435mm/日と高く（後期群は 0.364mm/日）、当群の成長速度が速い傾向にあった。塚本（1988）は、早期にふ化した個体ほど成長速度が速いことを指摘しており、本年の浦戸湾における成長も当知見と一致する結果となった。また、先述のように、早期ふ化群の減耗が大きい可能性が高い点を考慮すれば、当群の高成長は成長の遅い個体が減耗し、成長の速い個体が生残した結果とも考えられる。

アユの重要な成育場として知られる四万十川河口域でのアユ仔稚魚の成長率は 0.284 ~ 0.390mm/日の間であり（高橋ら, 1990）これに比べると浦戸湾での成長率はやや高い。この点からもアユの成育場としての浦戸湾の重要性を指摘できる。

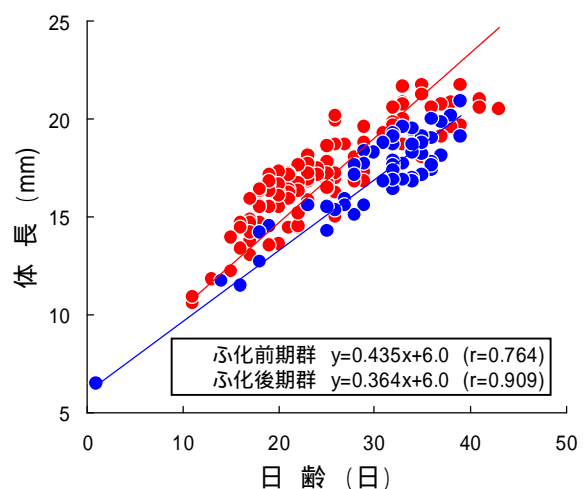


図 2-5-7 ふ化前期群および後期群における日齢と体長の関係

2-5-6 産卵期

個体ごとに求めたふ化日から遡って 14 日間（ふ化までに要するおよその日数）の鏡川下流の平均水温（高知市気象台の気温より推定*1）から、伊藤ほか（1971）による以下の関係式によりふ化に要する日数を個体ごとに求め、付表 2-5-3 に整理した。

$$\text{Log}Y = 2.8623 - 1.4068 \times \text{log}X$$

Y=ふ化に要する日数（日） X=水温（℃）

上記式により得られたふ化に要する日数をふ化日から差し引いて産卵日を推定し、調査期間を通じて得られたアユ仔稚魚の産卵日組成を図 2-5-8 に示した。

本年の鏡川におけるアユの産卵期間は 9 月 30 日～12 月 17 日の範囲にあるものの、10 月 20 日以前の頻度はごく僅かであることから、産卵期の主体は 10 月下旬～12 月中旬であったといえる。産卵日の頻度分布には 11 月上旬～中旬と 11 月 30 日～12 月 4 日にピークがみられ、この間に産卵活動が活発化したと判断される。また、両ピークの間に対応する 11 月下旬には頻度が低下しており、この間の産卵は不活発であったと考えられる。なお、産卵活動が活発化した両ピークはそれぞれふ化前期群と後期群に相当する。

本年度における鏡川でのアユ産卵場調査は産卵の盛期に相当する 11 月 30 日に実施されており*2、産卵期を通じて産卵場面積や産着卵数が最大となる時期での産卵状況が把握できたと言えよう。

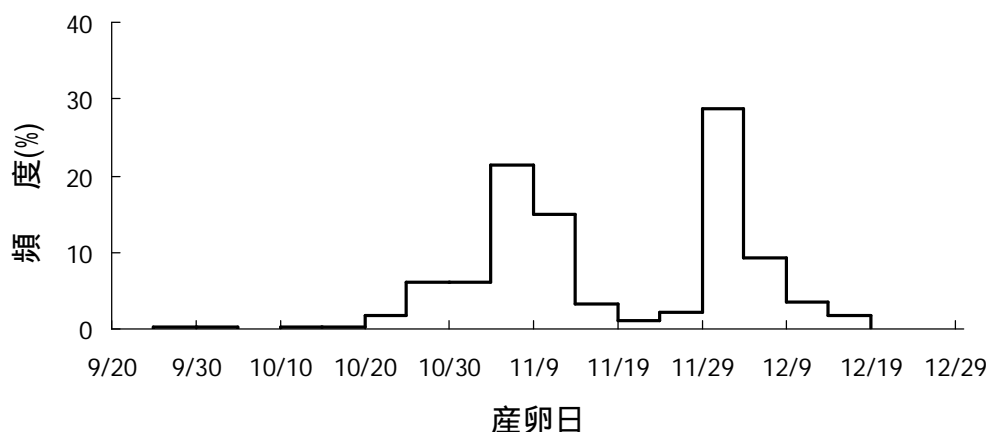


図 2-5-8 採集されたアユの日齢より推定した産卵日の組成

アユの産卵は河川水温が低下することにより促進される（谷口ほか, 1989）。そこで、産卵期と水温等の関係を検討するため、産卵期間における鏡川下流域の推定水温（高知市気温より推定）と河川流量および高知市の日降水量の推移を図 2-5-9 に示した。

これを見ると、11 月上旬の産卵活動の活発化は水温の急減直後に生じており、水温の低

*1 流下仔魚調査時の水温 (Y) と高知気象台の日平均気温 (X) の関係は、 $Y = 0.660X + 6.69$ ($r = 0.94$) と高い相関が得られた。当式に基づき、高知市の気温の連続データ（気象庁）から鏡川下流域の水温を推定した。

*2 平成 21 年度 鏡川清流保全環境調査委託業務 報告書（平成 22 年 2 月）

下が産卵活動を活発化させた可能性が高い。しかし、11月下旬の産卵活動が不活発な時期においても直前に水温の低下が生じており、水温も概ね産卵適水温（14～19℃：落合・田中, 1986）の範囲にあることからこの間の不活発化は水温では説明が難しい。この間は11月10日前後の降雨により河川流量がかなり豊富となっており、濁りも発生していたと思われる。このような増水に伴う河川環境の変化により産卵が不活発となったと考えるのが妥当であろう。産卵の盛期開始時にも11月上旬に比べると較差が小さいながらも水温の低下が認められ、水温低下による産卵活動の活発化が生じたと考えられる。また、直前の増水期間中に産卵できなかった群が一斉に産卵を開始した可能性も考えられる。

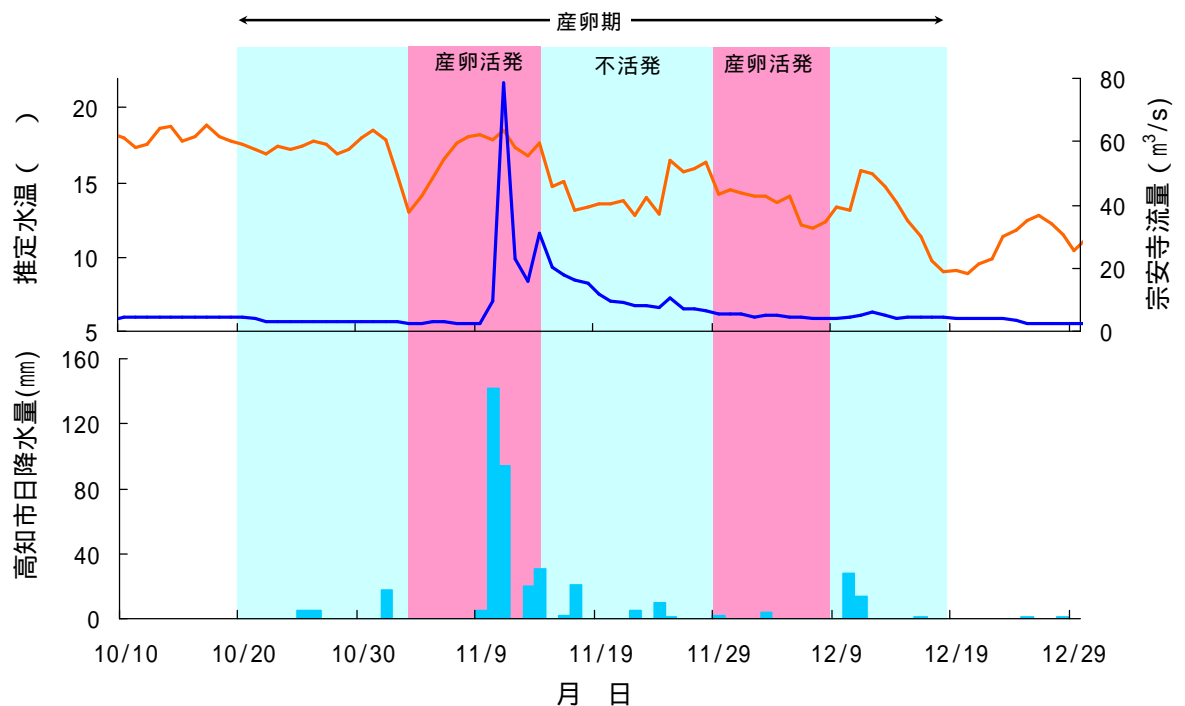


図 2-5-11 アユの産卵期における推定河川水温、流量および降水量の推移

2-6 まとめ

2-6-1 調査結果の概要

浦戸湾でのアユ仔稚魚に関する調査結果の概要を以下に要約した。

本年度の仔稚魚の分布は浦戸湾湾口部に偏る傾向にあった。平成 16 年度における既往調査では鏡川河口周辺に分布が偏っており、本年の分布はこれとは対照的であった。採集されたアユ仔稚魚の中心的な体長と日齢はそれぞれ 13～20mm、16～40 日齢であった。

ふ化日組成は11月中旬～12月上旬と12月下旬～1月上旬の2回ピークが見られ、後期ふ化群が半数以上を占めた。流下仔魚調査による流下のピークは前期群に相当しており、後期ふ化群に相当する時期の流下数は少なかった。この結果から、前期ふ化群は流下も

しくは海域生活期に大きく減耗した可能性が示唆された。一方で、後期ふ化群は流下仔魚調査が実施された廓中堰より下流側でふ化した個体が多く含まれる可能性も想定された。

得られたアユ仔稚魚の日齢と体長の関係から、前期ふ化群の成長が良好であった。また、後期群を含めた成長率は既往調査による四万十川河口域のそれよりもやや高く、浦戸湾のアユ仔稚魚の成育場としての重要性が指摘できる。

ふ化日より求めた産卵日は9月30日～12月17日の間にあり、主体は10月下旬～12月中旬であった。産卵日の頻度分布から11月上旬～中旬と12月上旬に産卵活動が活発化し、11月下旬には不活発となっていた。産卵活動の活発化は水温の低下によって促されていた一方で、不活発な時期は河川流量が増加し、河川環境に変化が生じていた可能性が示唆された。

2-6-2 アユ資源の保全に向けた留意事項

今般の調査により、アユ仔稚魚の成長が四万十川河口域よりも良好であることが確認され、浦戸湾のアユ仔稚魚成育場としての意義が強調された。本年度の浦戸湾のアユ仔稚魚の分布は湾口付近に偏っており、これらの調査地点は砂浜海岸である点で共通している一方で、生息密度の低い湾奥部の水際の大部分はコンクリート護岸となっている。アユ仔稚魚は砂浜海岸の汀線域に強く依存して生活し（Senta & Kinoshita, 1985）、本年度の調査からもアユ仔稚魚生息場所としての砂浜海岸の重要性が示された。しかし、浦戸湾では昭和30年代からの浦戸湾埋め立てに代表される事業により、砂浜海岸が急速に失われた経緯を持つ。したがって、現在湾口部を中心に現存する砂浜海岸は、鏡川のアユ資源にとって極めて重要な環境と位置付けられよう。今後、アユ資源量の維持・向上の観点から、浦戸湾内の砂浜海岸の保全は重要な課題である。



多くのアユ仔稚魚が採集された砂浜海岸（左：St.1、右：St.2）



アユ仔稚魚の採集数が少ないコンクリート護岸の浅水域（左：St.4、右：St.5）

参考文献

- 東健作. 2004. アユの海域生活期における分布生態. *Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ.*, 23: 59-112.
- Ebrahim, A, I. Kinoshita, S. Sashida, T. Hashimoto, J. Nunobe. 2006. Do the ayu (*Plecoglossus altivelis altivelis*) born in the river with an inlet of large estuary in its mouth perform a homing?. *La mer*, 44: 145-155.
- 井口恵一郎. 2001. 個体から集団レベルの適応：アユ. 後藤晃・井口恵一郎編, 水生生物の卵サイズ 生活史の変異・種分化の生物学, 海游舎, 東京.
- 石田力三. 1984. アユ - 生態と釣法 -. 世界文化社, 東京.
- 伊藤隆・富田達也・岩井寿夫. 1971. アユ種苗の人口生産に関する研究 LXXI アユの人口受精卵のふ化に対する水温の影響. *アユの人口養殖研究*, 1:57-98.
- 松井魁. 1986. ものと人間の文化史 56・鮎. 法政大学出版局, 東京.
- 落合明・田中克. 1986. 新版 魚類学(下). 恒星社厚生閣, 東京.
- Senta, T. and K. Kinoshita. 1985. Larval and juvenile fishes occurring in surf zones of Western Japan. *Trans. Amer. Fisher. Soc.*, 114:609-618.
- 高橋勇夫・木下泉・東健作・藤田真二・田中克. 1990. 四万十川河口域に出現するアユ仔魚. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 56:871-878.
- 高橋勇夫. 2004. 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. *Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ.*, 23: 113-173.
- 高橋勇夫・新見克也. 1999. 矢作川におけるアユの生活史-II 遡上から産卵・流下までの生態. *矢作川研究*, (3):247-267.
- 谷口順彦・依光良三・西島敏隆・松浦秀俊. 1989. 土佐のアユ 資源問題を考える. 高知県内水面漁業協同組合連合会, 高知.
- 塚本勝巳. 1988. アユの回遊メカニズムと行動特性. 上野輝弥・沖山宗雄編, 現代の魚類学, 朝倉書店, 東京
- 塚本勝巳. 1991. 長良川・木曾川・利根川を流下する仔アユの日齢. *日水誌*, 57(11):2013-2022.
- Tsukamoto, K. and T. Kajihara. 1987. Age determination of ayu with otolith. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 53:1985-1997.

付属資料

- 付表 1-1-1 夜間連続調査時の仔アユの採集結果
- 付表 1-1-2 流下仔アユの測定結果（夜間連続調査）
- 付表 1-2-1 定期調査時の仔アユの採集結果
- 付表 1-2-2 流下仔アユの測定結果（定期調査）
- 付表 2-5-1 浦戸湾でのアユ仔稚魚採集結果
- 付表 2-5-2 採集されたアユ仔稚魚の測定結果
- 付表 2-5-3 アユのふ化に要する日数

付表 1-1-1 夜間連続調査時の仔アユの採集結果

廊中堰

調査日		2009年11月23～24日								
時間帯区分	6:30-16:30	16:30-18:30	18:30-20:30	20:30-22:30	22:30-0:30	0:30-2:30	2:30-4:30	4:30-6:30		
採集時刻	15:30	17:30	19:30	21:30	23:30	1:30	3:30	5:30		
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ		
水温(℃)	14.7	13.9	13.5	13.4	13.4	13.4	13.4	13.4	13.3	13.3
濾水量(m ³)	20.6	20.9	11.8	12.3	12.2	19.3	16.7	22.8		
採集個体数	0	3	26	16	5	2	1	2		
仔魚密度(n/m ³)	0.00	0.14	2.20	1.30	0.41	0.10	0.06	0.09		
河川流量(m ³ /sec)	8.30	8.30	8.25	8.20	8.25	8.00	7.75	7.71		
時間帯流下数	0	8,400	130,700	76,800	24,400	5,800	3,300	5,000		
流下尾数比(%)	0.0	3.3	51.4	30.2	9.6	2.3	1.3	2.0		
日流下総数	254,400									

トリム

調査日		2009年11月23～24日								
時間帯区分	14:30-16:30	16:30-18:30	18:30-20:30	20:30-22:30	22:30-0:30	0:30-2:30	2:30-4:30	4:30-6:30		
採集時刻	15:30	17:30	19:30	21:30	23:30	1:30	3:30	5:30		
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ		
水温(℃)	14.7	14.0	13.5	13.3	13.3	13.4	13.3	13.3		
濾水量(m ³)	28.5	30.4	28.8	29.3	28.4	28.7	26.0	26.1		
採集個体数	2	0	1	6	3	0	1	3		
仔魚密度(n/m ³)	0.07	0.00	0.03	0.20	0.11	0.00	0.04	0.11		
河川流量(m ³ /sec)	8.30	8.30	8.25	8.20	8.25	8.00	7.75	7.71		
時間帯流下数	41,800	0	1,800	11,800	6,500	0	2,200	6,100		
流下尾数比(%)	59.5	0.0	2.6	16.8	9.3	0.0	3.1	8.7		
日流下総数	70,200									

新月橋

調査日		2009年11月23～24日								
時間帯区分	6:30-16:30	16:30-18:30	18:30-20:30	20:30-22:30	22:30-0:30	0:30-2:30	2:30-4:30	4:30-6:30		
採集時刻	15:30	17:30	19:30	21:30	23:30	1:30	3:30	5:30		
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ		
水温(℃)	14.7	14.0	13.4	13.1	12.9	13.0	12.9	13.0		
濾水量(m ³)	18.3	16.4	7.1	2.8	4.4	8.8	9.0	15.2		
採集個体数	0	11	125	133	65	22	3	11		
仔魚密度(n/m ³)	0.00	0.67	17.67	47.30	15.46	2.50	0.33	0.72		
河川流量(m ³ /sec)	8.30	8.30	8.25	8.20	8.25	8.00	7.75	7.71		
時間帯流下数	0	40,000	1,049,600	2,792,600	918,300	144,000	18,400	40,000		
流下尾数比(%)	0.0	0.8	21.0	55.8	18.4	2.9	0.4	0.8		
日流下総数	5,002,900									

付表 1-1-2 (1/2) 流下仔アユの測定結果 (夜間連続調査)

調査日		2009年11月23~24日														
採集地点		廓中堰														
No.	採集時刻															
	15:30		17:30		19:30		21:30		23:30		1:30		3:30		5:30	
	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数
1			6.7	3	6.8	2	5.9	3	6.0	4	6.4	3	5.2	4	6.0	3
2			6.5	2	6.6	3	6.5	2	6.5	3	5.4	1			6.5	1
3			6.2	2	6.8	3	6.3	4	5.8	3						
4					6.0	3	6.2	1	5.8	2						
5					6.0	3	6.1	3	6.3	1						
6					6.4	3	6.2	2								
7					6.4	3	6.0	2								
8					6.7	2	6.5	3								
9					6.2	4	6.2	1								
10					7.0	2	6.5	2								
11					6.3	3	5.8	3								
12					6.2	3	6.3	2								
13					6.4	3	6.3	2								
14					6.4	3	5.5	2								
15					6.5	2	6.3	2								
16					6.2	2	6.4	2								
17					6.9	3										
18					6.6	3										
19					6.5	3										
20					6.4	2										
最大	-	-	6.7	3	7.0	4	6.5	4	6.5	4	6.4	3	5.2	4	6.5	3
最小	-	-	6.2	2	6.0	2	5.5	1	5.8	1	5.4	1	5.2	4	6.0	1
平均	-	-	6.5	2.3	6.5	2.8	6.2	2.3	6.1	2.6	5.9	2.0	5.2	4.0	6.3	2.0

調査日		2009年11月23~24日														
採集地点		トリム公園														
No.	採集時刻															
	15:30		17:30		19:30		21:30		23:30		1:30		3:30		5:30	
	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数
1	6.5	0			6.4	1	6.4	2	6.5	1			6.9	0	5.5	4
2	6.0	1					6.5	2	6.5	3					5.8	3
3							6.1	1	BK	BK					5.8	2
4							6.2	1								
5							5.4	1								
6							6.8	1								
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
最大	6.5	1	-	-	6.4	1	6.8	2	6.5	3	-	-	6.9	0	5.8	4
最小	6.0	0	-	-	6.4	1	5.4	1	6.5	1	-	-	6.9	0	5.5	2
平均	6.3	0.5	-	-	6.4	1.0	6.2	1.3	6.5	2.0	-	-	6.9	0.0	5.7	3.0

付表 1-1-2 (1/2) 流下仔アユの測定結果 (夜間連続調査)

調査日		2009年11月23~24日														
採集地点		新月橋														
No.	採集時刻															
	15:30		17:30		19:30		21:30		23:30		1:30		3:30		5:30	
	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数
1			6.8	2	6.7	3	6.5	3	6.0	3	6.2	4	7.0	4	7.2	3
2			6.7	4	6.3	3	6.7	3	6.3	3	6.3	1	6.5	2	6.9	2
3			6.1	1	6.3	1	6.7	3	6.7	4	6.0	3	6.8	2	6.0	1
4			6.7	2	6.5	3	6.8	2	6.7	2	5.9	3			6.1	1
5			6.4	2	6.5	3	6.5	4	6.7	3	6.3	1			5.0	3
6			6.5	3	6.3	3	6.5	3	6.2	3	6.5	3			6.8	4
7			6.8	2	6.8	3	5.8	1	6.9	4	6.4	3			7.5	1
8			6.7	3	6.1	3	6.5	2	6.1	3	6.5	4			6.0	2
9			6.2	1	6.4	2	6.6	3	6.7	2	6.4	2			6.1	3
10			6.8	2	6.1	1	6.8	3	6.9	3	6.1	2			6.3	3
11			7.2	BK	6.8	1	7.4	1	6.8	3	6.2	3			6.8	3
12					6.6	3	6.4	2	5.9	2	6.6	2				
13					6.7	3	6.3	2	6.8	4	6.3	2				
14					6.6	2	6.1	1	6.3	3	6.2	1				
15					6.2	2	6.6	2	6.2	2	6.3	3				
16					7.1	3	6.9	3	6.5	2	6.3	2				
17					6.5	3	6.1	2	6.6	3	6.6	3				
18					6.2	2	6.1	2	6.4	3	6.0	3				
19					6.6	4	6.2	3	6.3	1	6.4	2				
20					6.7	4	6.5	3	6.2	3	6.3	2				
最大	-	-	7.2	4	7.1	4	7.4	4	6.9	4	6.6	4	7.0	4	7.5	4
最小	-	-	6.1	1	6.1	1	5.8	1	5.9	1	5.9	1	6.5	2	5.0	1
平均	-	-	6.6	2.2	6.5	2.6	6.5	2.4	6.5	2.8	6.3	2.5	6.8	2.7	6.4	2.4

付表 1-2-1 定期調査時の仔アユの採集結果

廓中堰定期

調査日	2009年10月27日	2009年11月5日	2009年11月12日	2009年11月23日	2009年12月4日	2009年12月17日	2009年12月28日
時間帯区分	20:30-22:30	20:30-22:30	20:30-22:30	20:30-22:30	20:30-22:30	20:30-22:30	20:30-22:30
採集時刻	21:30	21:30	21:30	21:30	21:30	21:30	21:30
天候	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
水深 (m)	17.8	16.6	17.0	13.4	12.8	11.1	10.2
湧水量 (m ³)	10.5	5.1	12.7	12.3	13.0	19.3	22.7
採集個体数	6	13	16	16	6	19	36
仔魚密度 (n/m ³)	0.57	2.54	1.26	1.30	0.46	0.98	1.59
河川流量 (m ³ /sec)	3.01	2.82	17.71	8.25	5.18	4.38	2.74
時間帯流下数	12,400	51,600	160,700	77,200	17,200	30,900	31,400

付表 1-2-2 流下仔アユの測定結果 (定期調査)

No.	採集地点		廓中堰		採集時刻		21:30					
	調査日											
	10月27日		11月5日		11月12日		12月4日		12月17日		12月28日	
	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数	体長 (mm)	卵黄 指数
1	5.7	2	6.2	1	6.0	1	6.0	1	5.8	1	6.0	1
2	5.6	4	5.8	2	6.2	1	6.2	1	5.9	2	6.3	2
3	5.8	2	5.8	2	5.9	2	5.7	3	6.1	1	6.2	2
4	5.8	3	5.6	3	5.8	4	5.8	2	5.8	2	7.0	1
5	5.1	4	5.5	2	5.9	2	5.9	2	6.2	2	6.8	1
6	6.0	2	5.8	3	5.9	2	5.8	2	6.4	2	6.1	2
7			6.0	3	5.8	3			5.7	2	6.8	2
8			5.5	2	5.4	2			5.8	2	6.1	1
9			5.8	3	5.7	3			5.8	3	6.1	1
10			5.7	3	5.8	3			6.0	3	7.1	1
11			5.7	3	5.6	2			6.0	2	6.5	1
12			5.9	2	5.9	2			6.3	2	6.1	1
13			5.9	3	BK	BK			5.9	3	6.3	2
14			5.5	3					5.8	2	6.5	2
15			4.6	4					5.8	1	6.6	1
16			5.7	4					6.1	2	6.4	1
17									6.1	2	6.2	1
18									6.3	2	6.3	2
19									5.9	2	6.4	1
20											6.9	1
最大	6.0	4	6.2	4	6.2	4	6.2	3	6.4	3	7.1	2
最小	5.1	2	4.6	1	5.4	1	5.7	1	5.7	1	6.0	1
平均	5.7	2.8	5.7	2.7	5.8	2.3	5.9	1.8	6.0	2.0	6.4	1.4

付表 2-5-2 (1/2) 採集されたアユ仔稚魚の測定結果

第3回	2010/1/29																								
	St.1					St.2					St.3					St.4					St.5				
	体長 (mm)	日齢 (日)	成長 率 (mm/)	ふ化 日	産卵 日	体長 (mm)	日齢 (日)	成長 率 (mm/)	ふ化 日	産卵 日	体長 (mm)	日齢 (日)	成長 率 (mm/)	ふ化 日	産卵 日	体長 (mm)	日齢 (日)	成長 率 (mm/)	ふ化 日	産卵 日	体長 (mm)	日齢 (日)	成長 率 (mm/)	ふ化 日	産卵 日
最大	20.2	39	0.428	1/15	12/17	14.5	19	0.447	1/10	12/13	14.2	18	0.456	1/11	12/14						20.9	39	0.382	12/21	11/29
最小	11.5	14	0.317	12/21	11/29	14.5	19	0.447	1/10	12/13	14.2	18	0.456	1/11	12/14						20.9	39	0.382	12/21	11/29
平均	17.3	31	0.365	12/28	12/3	14.5	19	0.447	1/10	12/13	14.2	18	0.456	1/11	12/14						20.9	39	0.382	12/21	11/29
1	20.0	36	0.389	12/24	12/1	14.5	19	0.447	1/10	12/13	14.2	18	0.456	1/11	12/14	採集されず					20.9	39	0.382	12/21	11/29
2	19.8	37	0.373	12/23	11/30																				
3	18.7	32	0.397	12/28	12/3																				
4	15.3	26	0.358	1/3	12/8																				
5	18.7	34	0.374	12/26	12/2																				
6	11.5	16	0.344	1/13	12/15																				
7	18.3	30	0.41	12/30	12/4																				
8	18.2	35	0.349	12/25	12/1																				
9	17.0	34	0.324	12/26	11/30																				
10	18.4	34	0.365	12/26	11/30																				
11	12.7	18	0.372	1/11	12/14																				
12	18.8	31	0.413	12/29	12/3																				
13	17.6	28	0.414	1/1	12/6																				
14	19.1	39	0.336	12/21	11/29																				
15	18.4	29	0.428	12/31	12/5																				
16	16.8	31	0.348	12/29	12/3																				
17	17.9	32	0.372	12/28	12/3																				
18	18.3	34	0.382	12/26	12/2																				
19	17.4	36	0.317	12/24	12/1																				
20	17.8	36	0.328	12/24	12/1																				
21	19.5	34	0.397	12/26	12/2																				
22	17.7	29	0.403	12/31	12/5																				
23	15.6	23	0.417	1/6	12/11																				
24	19.3	32	0.416	12/28	12/3																				
25	17.6	36	0.322	12/24	12/1																				
26	17.6	32	0.363	12/28	12/3																				
27	19.1	35	0.374	12/25	12/1																				
28	19.1	32	0.409	12/28	12/3																				
29	18.8	35	0.366	12/25	12/1																				
30	16.8	34	0.318	12/26	12/2																				
31	17.4	32	0.356	12/28	12/3																				
32	15.5	25	0.38	1/4	12/9																				
33	16.4	32	0.325	12/28	12/3																				
34	18.7	34	0.374	12/26	12/2																				
35	19.6	33	0.412	12/27	12/2																				
36	15.9	27	0.367	1/2	12/7																				
37	15.6	27	0.356	1/2	12/7																				
38	18.1	37	0.327	12/23	11/30																				
39	14.3	25	0.332	1/4	12/9																				
40	11.7	14	0.407	1/15	12/17																				
41	20.2	38	0.374	12/22	11/30																				
42	15.1	28	0.325	1/1	12/6																				
43	17.1	28	0.396	1/1	12/6																				
44	16.9	32	0.341	12/28	12/3																				
45	16.9	33	0.33	12/27	12/2																				
46	15.6	29	0.331	12/31	12/5																				
47	17.1	35	0.317	12/25	12/1																				
48	17.7	33	0.355	12/27	12/2																				
49	16.8	34	0.318	12/26	12/2																				
50	19.0	36	0.361	12/24	12/1																				

付表 2-5-3 アユのふ化に要する日数

年月日	高知市 気温()	推定 水温()	前2週 間平均	ふ化 日数	年月日	高知市 気温()	推定 水温()	前2週 間平均	ふ化 日数
2009/10/1	23.6	20.9	21.2	10	2009/12/1	12.7	14.3	14.4	17
2009/10/2	23.1	20.6	21.2	10	2009/12/2	12.4	14.1	14.5	17
2009/10/3	24	21.1	21.2	10	2009/12/3	12.4	14.1	14.5	17
2009/10/4	22.4	20.1	21.2	10	2009/12/4	11.7	13.7	14.5	17
2009/10/5	20.8	19.2	21.1	10	2009/12/5	12.4	14.1	14.5	17
2009/10/6	19.7	18.5	21.0	10	2009/12/6	9.1	12.2	14.5	17
2009/10/7	19.6	18.5	20.9	10	2009/12/7	8.7	11.9	14.3	17
2009/10/8	22.2	20.0	20.9	10	2009/12/8	9.4	12.3	14.3	17
2009/10/9	19.4	18.3	20.8	10	2009/12/9	11	13.3	14.1	18
2009/10/10	18.9	18.0	20.6	10	2009/12/10	10.7	13.1	13.9	18
2009/10/11	17.8	17.4	20.5	10	2009/12/11	15.2	15.8	13.9	18
2009/10/12	18.1	17.6	20.3	11	2009/12/12	14.8	15.6	13.8	18
2009/10/13	20	18.7	20.2	11	2009/12/13	13.5	14.8	13.9	18
2009/10/14	20.1	18.8	19.1	11	2009/12/14	11.7	13.7	13.8	18
2009/10/15	18.5	17.8	18.9	12	2009/12/15	9.7	12.5	13.7	18
2009/10/16	19.1	18.2	18.7	12	2009/12/16	7.8	11.4	13.5	19
2009/10/17	20.3	18.9	18.6	12	2009/12/17	5.2	9.8	13.2	19
2009/10/18	19	18.1	18.4	12	2009/12/18	3.9	9.0	12.8	20
2009/10/19	18.5	17.8	18.3	12	2009/12/19	4.1	9.2	12.5	21
2009/10/20	18.2	17.6	18.2	12	2009/12/20	3.7	8.9	12.2	21
2009/10/21	17.5	17.2	18.2	12	2009/12/21	4.7	9.5	12.1	22
2009/10/22	17	16.9	17.9	13	2009/12/22	5.3	9.9	11.9	22
2009/10/23	17.9	17.4	17.9	13	2009/12/23	7.9	11.4	11.8	23
2009/10/24	17.6	17.3	17.8	13	2009/12/24	8.6	11.9	11.7	23
2009/10/25	18	17.5	17.8	13	2009/12/25	9.6	12.5	11.4	24
2009/10/26	18.5	17.8	17.8	13	2009/12/26	10.1	12.8	11.2	24
2009/10/27	18.1	17.6	17.8	13	2009/12/27	9.2	12.2	11.0	25
2009/10/28	17	16.9	17.6	13	2009/12/28	8	11.5	10.9	25
2009/10/29	17.5	17.2	17.6	13	2009/12/29	6.2	10.4	10.7	26
2009/10/30	18.8	18.0	17.6	13	2009/12/30	7.7	11.3	10.7	26
2009/10/31	19.7	18.5	17.5	13	2009/12/31	3.6	8.9	10.7	26
2009/11/1	18.6	17.9	17.5	13	2010/1/1	2.1	8.0	10.6	26
2009/11/2	14.6	15.5	17.4	13	2010/1/2	5.1	9.8	10.6	26
2009/11/3	10.6	13.1	17.0	13	2010/1/3	7	10.9	10.8	26
2009/11/4	12.3	14.1	16.8	14	2010/1/4	6.3	10.5	10.8	26
2009/11/5	14.4	15.3	16.7	14	2010/1/5	7.1	11.0	10.9	25
2009/11/6	16.5	16.6	16.6	14	2010/1/6	3.5	8.8	10.7	26
2009/11/7	18.3	17.7	16.7	14	2010/1/7	3.5	8.8	10.5	27
2009/11/8	19.1	18.2	16.7	14	2010/1/8	5.9	10.2	10.3	27
2009/11/9	19.2	18.2	16.7	14	2010/1/9	6.5	10.6	10.2	28
2009/11/10	18.6	17.9	16.8	14	2010/1/10	6.7	10.7	10.1	28
2009/11/11	19.8	18.6	16.9	14	2010/1/11	8.7	11.9	10.1	28
2009/11/12	17.7	17.3	16.9	14	2010/1/12	7.6	11.3	10.2	28
2009/11/13	16.8	16.8	16.8	14	2010/1/13	1.9	7.8	9.9	29
2009/11/14	18.3	17.7	16.8	14	2010/1/14	2	7.9	9.9	29
2009/11/15	13.5	14.8	16.5	14	2010/1/15	3.3	8.7	9.9	29
2009/11/16	13.9	15.0	16.5	14	2010/1/16	4.4	9.3	9.9	29
2009/11/17	10.7	13.1	16.5	14	2010/1/17	5.4	9.9	9.8	29
2009/11/18	11.1	13.4	16.5	14	2010/1/18	6.3	10.5	9.8	29
2009/11/19	11.5	13.6	16.3	14	2010/1/19	8.1	11.6	9.9	29
2009/11/20	11.4	13.5	16.1	15	2010/1/20	12	13.9	10.2	28
2009/11/21	11.8	13.8	15.8	15	2010/1/21	12.8	14.4	10.6	26
2009/11/22	10.2	12.8	15.5	15	2010/1/22	8.5	11.8	10.7	26
2009/11/23	12.2	14.0	15.2	16	2010/1/23	6	10.3	10.7	26
2009/11/24	10.4	12.9	14.8	16	2010/1/24	5.1	9.8	10.6	26
2009/11/25	16.4	16.5	14.7	17	2010/1/25	5.5	10.0	10.5	27
2009/11/26	15.1	15.8	14.5	17	2010/1/26	6.6	10.7	10.5	27
2009/11/27	15.4	15.9	14.5	17	2010/1/27	7.1	11.0	10.7	26
2009/11/28	16.1	16.4	14.4	17	2010/1/28	11	13.3	11.1	25
2009/11/29	12.6	14.3	14.4	17	2010/1/29	7.8	11.4	11.3	24
2009/11/30	13.1	14.6	14.3	17	2010/1/30	7.6	11.3	11.4	24
					2010/1/31	8.7	11.9	11.5	23