

平成 19 年度  
鏡川清流保全環境調査委託業務

---

報告書

平成 20 年 2 月

株式会社 西日本科学技術研究所

目次

1	業務概要	1
2	鏡川下流域の流況	4
2-1	宗安寺地点における流量の推移	5
2-2	廓中堰補修工事ともなう河川環境の変化	7
3	鏡川下流域におけるアユ資源の現況	18
3-1	遡上状況	18
3-2	産卵場の状況	35
3-3	仔アユ流下状況	47
4	アユ資源確保に向けた対策の検討	66
4-1	アユ生活史別に見た問題点と課題	66
4-2	アユ資源確保に向けた対策案	68
	引用・参考文献	92
	付表	94

## 1 業務概要

### 1-1 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（以下、基本計画とする）を円滑に推進し、鏡川およびその周辺の自然環境を保全するため、これに必要な基礎資料を得ることを目的とした。

### 1-2 業務の実施期間

自：平成 19 年 4 月 27 日

至：平成 20 年 2 月 29 日

### 1-3 業務の対象範囲

本業務は鏡川の下流域（鏡ダム～新月橋の本川）を対象とした（図 1-1）。ただし、業務の遂行上必要と判断された支川の区域については、これに含めた。

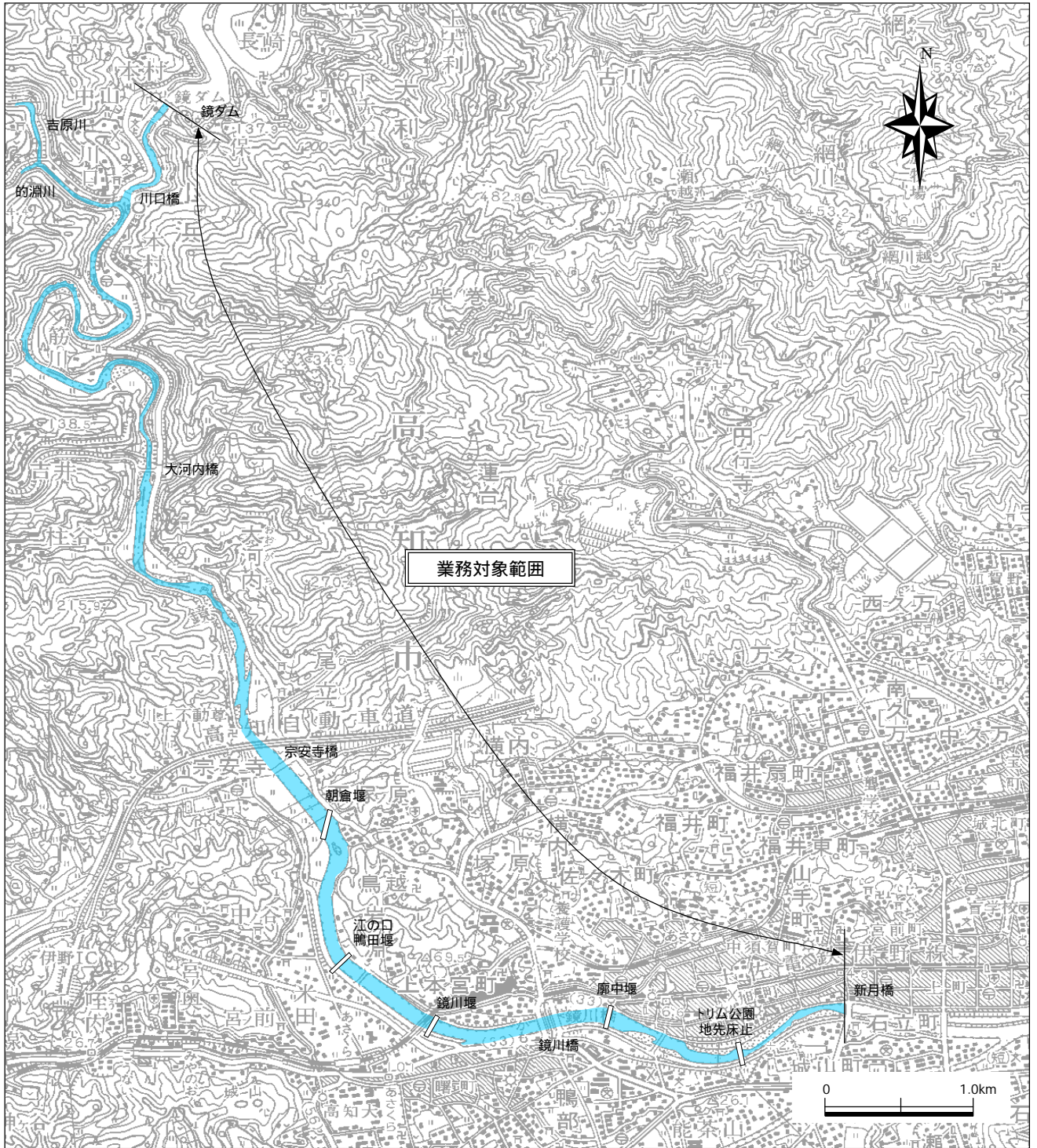


図 1-1 業務の対象範囲

#### 1-4 調査の概要

本業務における調査項目とその概要を表 1-1 にしめす。

表 1-1 調査項目とその概要

調査項目		調査概要		
		調査日	調査地点	
現地調査	アユ遡上状況調査	平成 19 年 5 月 28～29 日	鏡ダム ～ 新月橋	潜水観察により、アユの遡上状況を把握し整理した。
	アユ産卵場調査	平成 19 年 11 月 20 日	鏡川堰 ～ 新月橋	目視観察により、アユの産卵状況を把握し整理した。
	アユ流下状況調査	[ 第 1 回 ] 平成 19 年 11 月 22～23 日	廓中堰下流、 トリム公園 地先、 新月橋上流	曳網等を用いた採捕および分析、流量観測により、孵化した仔アユの流下状況を把握し整理した。
		[ 第 2 回 ] 平成 19 年 11 月 28～29 日		
		[ 第 3 回 ] 平成 19 年 12 月 7～8 日		
堰の容積調査	平成 19 年 11 月 29 日～ 12 月 5 日	廓中堰	廓中堰湛水域への流入量、および堰ゲートを閉鎖してから湛水するまでの時間を計測し、湛水量を算出した。	
アユ資源増殖に向けた対策の検討		アユ資源増殖（とくに仔アユの流下促進）に資する対策について検討し整理した。		
報告書とりまとめ		全作業結果のとりまとめ		

: 本業務に追加して実施した現地調査

: 別途業務として実施した現地調査

本業務においては、平成 19 年 10～11 月に実施された廓中堰改良工事にともない堰ゲートが断続的に開閉されたため、堰開放がアユ産卵・流下に及ぼす影響（効果）ならびにその運用可能性を検討することを目的として、現地調査を一部追加して実施した。

なお、本報告書に掲載されているアユ産卵場の状況、および廓中堰湛水量の算出については、高知市発注の別途業務（平成 19 年度 鏡川アユ生態調査委託業務）において実施された調査結果を引用して掲載した。

## 2 鏡川下流域の流況

本章では、アユ資源の現況整理に先立ち、遡上期および産卵・流下期における鏡川下流域の流況を把握するため、平成 17～19 年の同期間における宗安寺地点の流量を整理した。また、平成 19 年 10～11 月に行われた廓中堰補修工事により、一時的に湛水域が消失するなど河川環境が大きく変化し、アユの産卵・流下行動への影響が示唆されたことから、当事業の概要およびこれにともなう河川環境の変化についてとりまとめた。

なお、本章においては、アユ遡上期および産卵・流下期に該当する時期\*は以下のとおりとした。

アユ遡上期：3～5 月

アユ産卵・流下期：10～12 月



トリム公園地先床止の下流の状況（平成 19 年 10 月 22 日）

\* 高橋・東(2006)によると、高知県におけるアユの遡上シーズンはおおそ2月末から6月頃までとされている。また、産卵は高知県では10～12月に行われ、産卵されたアユ卵は10～2週間で孵化する(前掲)ことから、本報告書におけるアユ遡上期および産卵・流下期はそれぞれの盛期と判断される3～5月、10～12月とした。

## 2-1 宗安寺地点における流量の推移

### 1) 遡上期 (3~5月)

図2-1に平成17~19年のアユ遡上期(3月1日~5月31日)における宗安寺地点の流量(出所:高知県鏡ダム管理事務所)をしめす。

平成19年遡上期における宗安寺流量は $2.14 \sim 6.36 \text{ m}^3/\text{s}$ の範囲にあり、期間中の平均流量は $3.96 \text{ m}^3/\text{s}$ と、同地点の低水流量( $4.39 \text{ m}^3/\text{s}$ :昭和42年~平成18年平均)をやや下まわる水準であった。

平成17年および18年の同期間における平均流量( $9.08 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $30.17 \text{ m}^3/\text{s}$ )と比較すると、平成19年のそれは著しく低く、例年より流量が少ない状態で推移したことがわかる。とくに、遡上期中盤から後半にあたる4月中旬~5月下旬に着目すると、平成17年および18年は出水等による増大幅が大きく、流量が比較的豊富な状態が継続したのに対し、平成19年は目立った出水もなくほぼ $4 \text{ m}^3/\text{s}$ 前後で一定に推移しており、この傾向はより顕著であった。

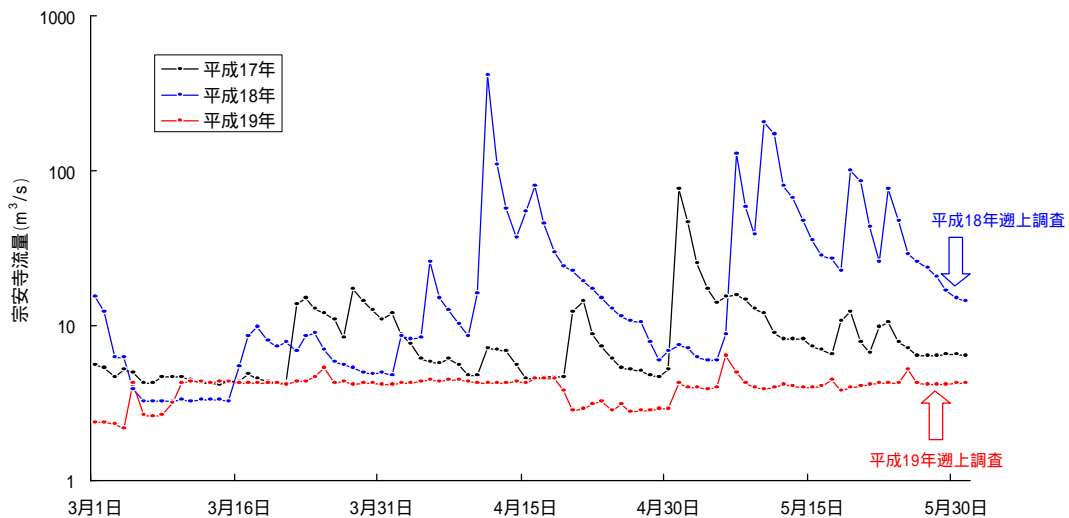


図2-1 アユ遡上期における宗安寺地点流量(平成17~19年)

資料出所:高知県鏡ダム管理事務所



宗安寺地点の状況(左:平成18年5月30日、右:平成19年5月28日)

平成19年は河床の露出部分が大きく、平成18年と比べ流量が少ないことがわかる(円内)

## 2)産卵・流下期(10~12月)

図2-2に平成17~19年のアユ産卵・流下期(10月1日~12月31日)における宗安寺地点の流量をしめす。

平成19年の産卵・流下期における宗安寺流量は $2.43\text{m}^3/\text{s}$ ~ $8.57\text{m}^3/\text{s}$ の範囲にあり、平均流量は $3.78\text{m}^3/\text{s}$ と、平成17年および18年のそれ( $3.42\text{m}^3/\text{s}$ 、 $3.21\text{m}^3/\text{s}$ )を上まわった。産卵・流下期全体での推移を見ると、10月上旬から11月中旬にかけては、出水等による多少の変動があるものの概ね $5\text{m}^3/\text{s}$ 前後の流量であったのに対し、期間後半にあたる11月半ば以降は平成17年、18年と同様に $3\text{m}^3/\text{s}$ をわずかに下まわる水準で安定的に推移した。

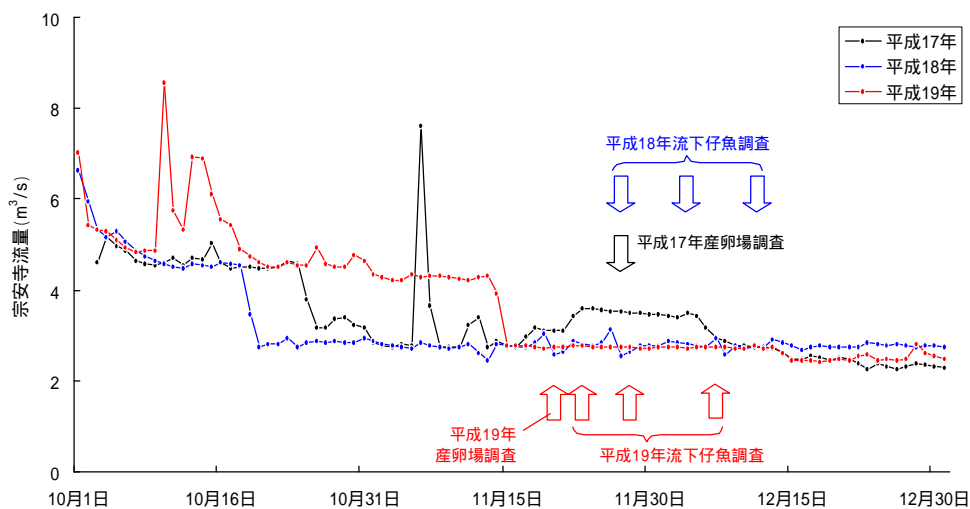


図2-2 アユ産卵・流下期における宗安寺地点流量(平成17~19年)  
資料出所:高知県鏡ダム管理事務所

夏季のアユ漁が終了した10月16日から11月15日までの1カ月間の流量に注目すると、平成19年の同期間における平均流量は $4.46\text{m}^3/\text{s}$ と、平成17年( $3.50\text{m}^3/\text{s}$ 、降水により放流量が突出した11月6日を除く)、平成18年( $2.98\text{m}^3/\text{s}$ )を大きく上まわっており、この期間は例年と比べて明らかに流量が豊富であったといえる。これは、期間中の鏡ダムの平均貯水位が73.45mと高水準であり、平均放流量が $3.16\text{m}^3/\text{s}$ と多かったことに加えて、平成19年の同期間における降水量が49mmと平成17年(38.5mm、11月6日を除く)、平成18年(12.5mm)と比べて多く、支川からの流入量が増加したためと推察される。

また、仔アユの流下が盛期を迎える11月16日から12月15日までの平均流量は、平成19年が $2.73\text{m}^3/\text{s}$ となり、平成18年( $2.79\text{m}^3/\text{s}$ )とほぼ同水準であった。この傾向は12月末まで継続しており、流下盛期の間は概ね $2.7\text{m}^3/\text{s}$ 前後の流量で推移することが示唆された。なお、平成17年の平均流量は $3.17\text{m}^3/\text{s}$ と多く、期間半ば(11月18日~12月5日)におけるダムの平均貯水位が71.37mと高めに推移したことが要因と考えられた。



## 2-2 廓中堰補修工事にともなう河川環境の変化

平成 19 年の産卵・流下期における宗安寺流量は前節にしめしたとおり、平成 17 年および 18 年と比べ、とくに期間前半においてやや多い状況で推移した。しかし、宗安寺地点より下流に位置する廓中堰では 10 月中旬から 11 月下旬にかけて補修工事が実施されており、これにともない当堰のゲート開閉が断続的に行われたため、この間、堰の上下流において河川環境にさまざまな変化が生じた。

本節では補修工事の概要とともに、ゲート開閉にともなう河川環境の変化について整理した。

### 1) 補修工事の概要

廓中堰は鏡川橋下流に位置する可動堰であり、湛水部より上水ならびに工業用水が伏流取水されている。現在の堰は昭和 56 年に完成し、近年老朽化が進み漏水が著しいことから（高知県ヒアリングによる）、平成 19 年 10～11 月にゲート部分の補修工事が行われた。補修工事の概要を表 2-1 にしめす。

表 2-1 廓中堰補修工事の概要

事業名称	鏡川（廓中堰）河川改修工事
工事期間	平成 19 年 10 月 16 日～平成 19 年 11 月 29 日（ゲート開閉期間）
内容	廓中堰ゲートの補修・調整



廓中堰の状況（平成 19 年 10 月 22 日）。ゲートが開放され湛水域が消失し、ゲート付近に瀬が出現している。

補修工事に際しては、低水敷内で重機が作業する必要があるため、三門あるゲートを開放し湛水位を低下させたうえで実施した(前ページ写真)。ただし、事業実施者である高知県によると、10月末まではゲートを全開放して作業を実施していたが、11月に入ってから近隣住民等から井戸水の出方に関する苦情が相次いだとのことであり、これ以降は開放時でもゲートをやや起立させ、わずかに湛水した状態を維持した。なお、**やや起立した状態での開放時には苦情は寄せられていないとのことである。**



ゲート半開放の状態(平成19年11月22日)、ゲートがやや起立し、湛水域が広がっている。

また、作業を行わない土曜日および日曜日については、平日のゲート開放により低下した地下水位を回復させるため、ゲートを閉鎖した。なお、ゲートの開閉にともなう下流側の急激な水位変動を防ぐため、開閉はそれぞれ2~3時間程度かけて行われた。

表2-2に工事期間中のゲート開閉状況をしめす。

表2-2 廊中堰ゲート開閉状況

		ゲート開閉状況				ゲート開閉状況	
10月16日	火	▲	開放	11月8日	木	▲	半開放(一部湛水)
10月17日	水			11月9日	金		
10月18日	木			11月10日	土	▼ 15:00	
10月19日	金			11月11日	日	▲	閉鎖(湛水)
10月20日	土	▼ 15:00		11月12日	月	▼ 12:00	
10月21日	日	▲	閉鎖(湛水)	11月13日	火	▲	
10月22日	月	▼ 12:00		11月14日	水		半開放(一部湛水)
10月23日	火	▲	開放	11月15日	木		
10月24日	水			11月16日	金		
10月25日	木			11月17日	土	▼ 15:00	
10月26日	金			11月18日	日	▲	閉鎖(湛水)
10月27日	土	▼ 15:00		11月19日	月	▼ 12:00	
10月28日	日	▲	閉鎖(湛水)	11月20日	火	▲	
10月29日	月	▼ 12:00		11月21日	水		半開放(一部湛水)
10月30日	火	▲	開放	11月22日	木		
10月31日	水			11月23日	金		
11月1日	木			11月24日	土	▼ 15:00	
11月2日	金		半開放(一部湛水)	11月25日	日	▲	閉鎖(湛水)
11月3日	土	▼ 15:00		11月26日	月	▼ 12:00	
11月4日	日	▲	閉鎖(湛水)	11月27日	火	▲	開放
11月5日	月	▼ 12:00		11月28日	水	▼	
11月6日	火	▲	半開放(一部湛水)	11月29日	木	▼ 13:00	
11月7日	水	▼		11月30日	金		ゲート閉鎖(工事終了)

注：高知県高知土木事務所および施工業者ヒアリング結果より作成。

## 2) ゲート開放時および閉鎖時の状況

廓中堰補修工事ともなうゲート開閉は前項でしめしたとおり、原則として平日に開放し土日に閉鎖するというサイクルで約40日間行われた。本項ではゲートの開閉にともない廓中堰上下流に生じた主要な環境の変化を整理する。

### ゲート開放時における湛水域の消失と瀬の出現

廓中堰上流における最大の変化は、ゲート開放時の湛水域の消失と瀬の出現である。通常のゲートを閉鎖している状態では、廓中堰の湛水域は上流約800mに及ぶ。しかしながら、ゲート開放中はこれがほぼ全て消失し、上流の鏡川堰までの間に新たに瀬が出現した(図2-3)。

とくに、湛水域の中央部にあたる鏡川橋付近では大規模な瀬が形成され、当地点の広い範囲でアユの産卵が確認された(後述)。

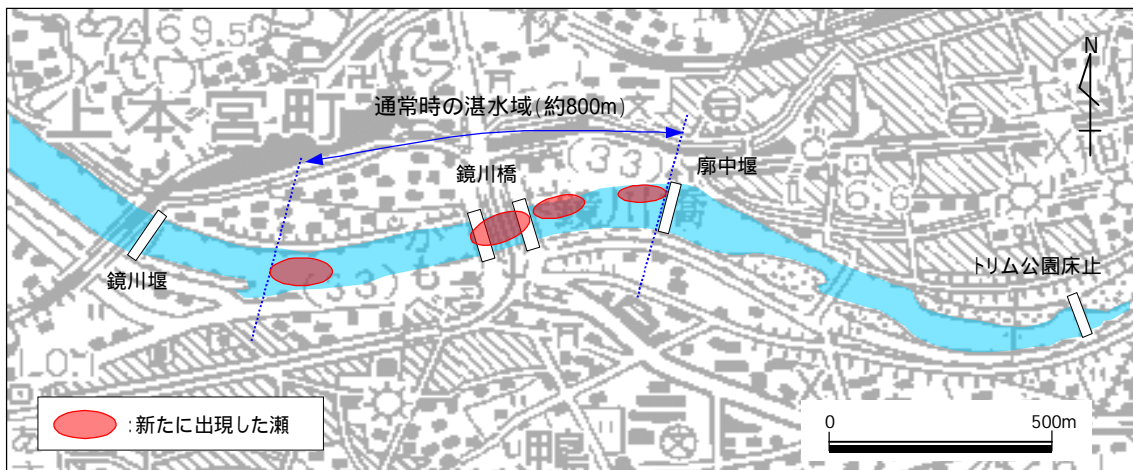


図2-3 ゲート開放にともなう瀬の出現位置

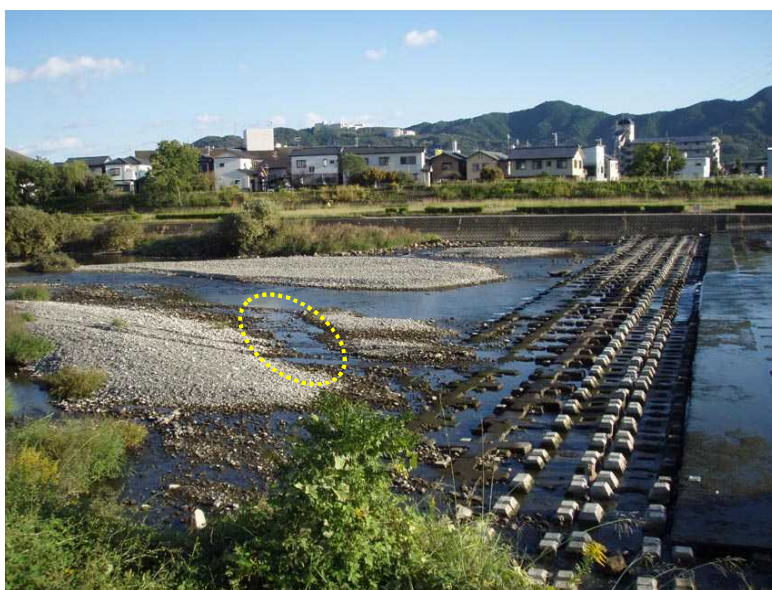


鏡川橋付近に形成された瀬(平成19年11月24日)

## ゲート閉鎖直後における下流流量の低下

廓中堰は、ゲートを閉鎖した通常時においては左右岸に設置された魚道を経由して下流に水を供給する。したがって、ゲートの起立中およびその直後は魚道の流入口まで湛水しておらず、表面上、堰下流への水の供給はない。本補修工事においては断続的なゲート開閉が実施されており、閉鎖した直後に下流部の流量低下が確認された。

以下に、ゲート閉鎖前および閉鎖直後のトリム公園床止の状況（10月27日）をしめす。閉鎖前（上写真）は床止のほぼ全面にわたり水が流下し、安定的な流れを維持している。しかし、閉鎖を開始して約50分後（下写真）には、水の流れは床止中央部分のみとなり、左岸側の瀬（写真円内）では一部で河床が露出するなど、閉鎖前と比べて明らかに流量が低下し水面面積が減少した。



トリム公園床止下流の状況（上：ゲート閉鎖前、下：ゲート閉鎖直後。ともに平成19年10月27日）

しかし、翌 10 月 28 日にはゲートを閉鎖しているにもかかわらず、再び安定的な流れが回復しており（以下写真）、廓中堰下流部の大幅な減水はゲートを閉鎖した直後に限定された。



トリム公園床止下流の状況（平成 19 年 10 月 28 日）。前日のゲート閉鎖直後に見られた大幅な減水は解消している。

### 3) 廓中堰湛水量の推定

廓中堰におけるゲート開閉は、閉鎖直後に下流への流水が一時的に停止する等の影響があるものの、湛水域に新たな瀬が出現するなどアユ産卵に好適な環境を生み出し、アユ資源の増殖という点においては一定の効果が見込まれよう。しかしながら、利水面からは近隣より井戸水に関する苦情が数多く寄せられるなど課題を残しており、今後の堰の運用方法に関してはさらに検討を重ねる必要がある。

そこで、本項では、ゲート開放時と閉鎖時の流量変化およびゲートを閉鎖してから湛水するまでの所要時間をもとに、廓中堰の運用方法およびその適用可能性を検討するうえで重要な要素となる廓中堰湛水量の推定を行った。

#### (1) 調査概要

現地調査は、流量調査および湛水時間調査を実施した。

#### 流量調査

##### 調査地点

廓中堰上流およびトリム公園地先床止下流の2地点（瀬）で実施した（図2-4）。

なお、ゲート閉鎖時における廓中堰上流地点については湛水域が拡大したため、開放時の調査地点より上流に設定した。

##### 調査方法

流量観測は「改訂新版 建設省河川砂防技術基準（案）同解説 調査編」（建設省河川局監修、1997）に準拠し、電磁流速計を使用して実施した。

##### 調査実施日

平成19年11月28日（廓中堰ゲート開放時）、11月30日（ゲート閉鎖時）



流量調査状況（トリム公園地先床止下流）

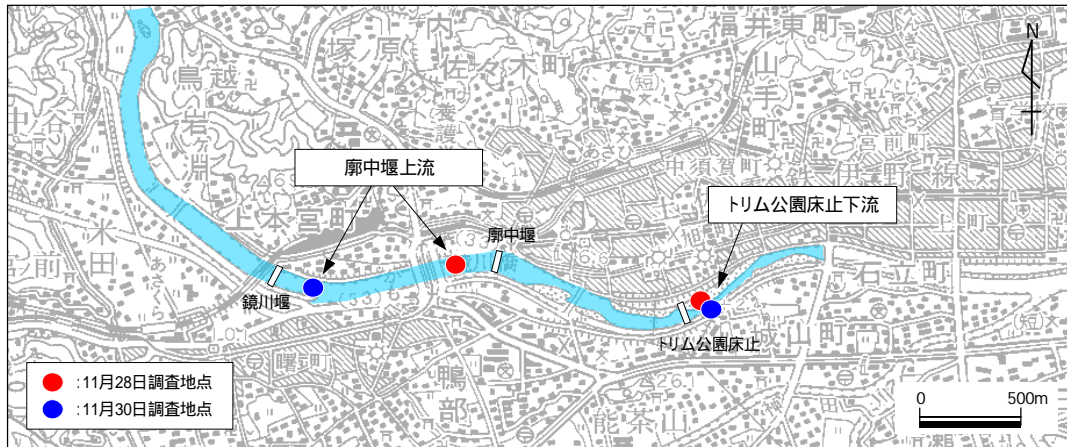


図 2 4 流量調査地点

### 湛水時間調査

#### 調査地点

廓中堰（左岸側魚道）で実施した。

#### 調査方法

廓中堰の左岸側魚道流入口において水深を測定、記録するとともに、ゲートを閉鎖してから湛水するまでの所要時間（左岸側魚道に通水するまでの時間）を計測した。

#### 調査実施日

平成 19 年 11 月 30 日～12 月 5 日（ゲート閉鎖時点から左岸側魚道通水まで）

## (2)調査結果

### 流量調査

表 2-3 に流量調査結果をしめす。なお、調査を実施した 11 月 28 日および 11 月 30 日の宗安寺地点流量はそれぞれ  $2.74\text{m}^3/\text{s}$ 、 $2.72\text{m}^3/\text{s}$  (日平均値) であり、ほぼ同量であった。

ゲート開放時の 11 月 28 日は廓中堰上流が  $0.83\text{m}^3/\text{s}$ 、トリム公園床止下流が  $0.69\text{m}^3/\text{s}$  であり、両者間で  $0.14\text{m}^3/\text{s}$  減少した。また、閉鎖時 (11 月 30 日) は廓中堰上流が  $0.94\text{m}^3/\text{s}$ 、トリム公園床止下流が  $0.58\text{m}^3/\text{s}$  となり、地点間の流量差は  $-0.36\text{m}^3/\text{s}$  と開放時に比べて較差が拡大した。なお、11 月 30 日における廓中堰上流地点は前述したとおり湛水域が拡大したため、11 月 28 日調査地点よりやや上流に設定したが、両者の流量差は  $0.11\text{m}^3/\text{s}$  と小さく、調査地点の変更による影響は軽微と考えられる。

表 2-3 流量調査結果

調査日	ゲート状態	流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )		-
		廓中堰上流	トリム公園床止下流	
11月28日	開放	0.83	0.69	-0.14
11月30日	閉鎖	0.94	0.58	-0.36

ここで、ゲート閉鎖時におけるトリム公園床止下流の流量に着目したい。通常、ゲート閉鎖時は堰の左右岸に設置されている魚道の流入口まで湛水しない限り、表面上は水の流下はない。閉鎖時調査を実施した 11 月 30 日も魚道流入口まで水位が達しておらず、堰からの水の流下は確認できなかった。しかしながら、堰下流部のトリム公園床止でも閉鎖時に  $0.58\text{m}^3/\text{s}$  の流量が観測されており、これと相反する結果となっている。

この要因としては、堰本体からの漏水もしくは堰上部からの伏流、廓中堰からトリム公園床止の間における内水の流入等が挙げられるが、開放時の流量 ( $0.69\text{m}^3/\text{s}$ ) と比べて大差がない、両地点間に河川流量を左右する大規模な内水の流入口がない等の点から、前者の要因が大きいと考えられる。



流量調査時の廓中堰の状況 (左：平成 19 年 11 月 28 日、右：平成 19 年 11 月 30 日)



## 湛水時間調査

図 2-5 に魚道流入口部（左岸）における湛水深および湛水期間中の降水量の推移をしめす。廓中堰補修工事は 11 月 29 日午前までに本体部分の補修を終了し、13 時 30 分よりゲートが起立し始め湛水を開始した。開始直後は 1 時間あたり 20cm を超えて水深が上昇したものの、次第にその速度は緩やかになり、12 月以降は 1cm/時を下まわる速度にまで低下した。

湛水部が左岸魚道の流入口（河床から 2.31m）に到達したのは、開始から 7 日が経過した 12 月 5 日の 0 時 14 分であり、その到達所要時間は 130 時間 44 分（7,844 分）であった。なお、図 2-4 にしめしたとおり、11 月 30 日に 0.5mm、12 月 3 日に累計で 5mm の降雨（観測地点はともし高知）が記録されているが、これと前後する時間帯で水深の上昇速度に大きな変化はなく、降雨による影響は軽微と判断できる。

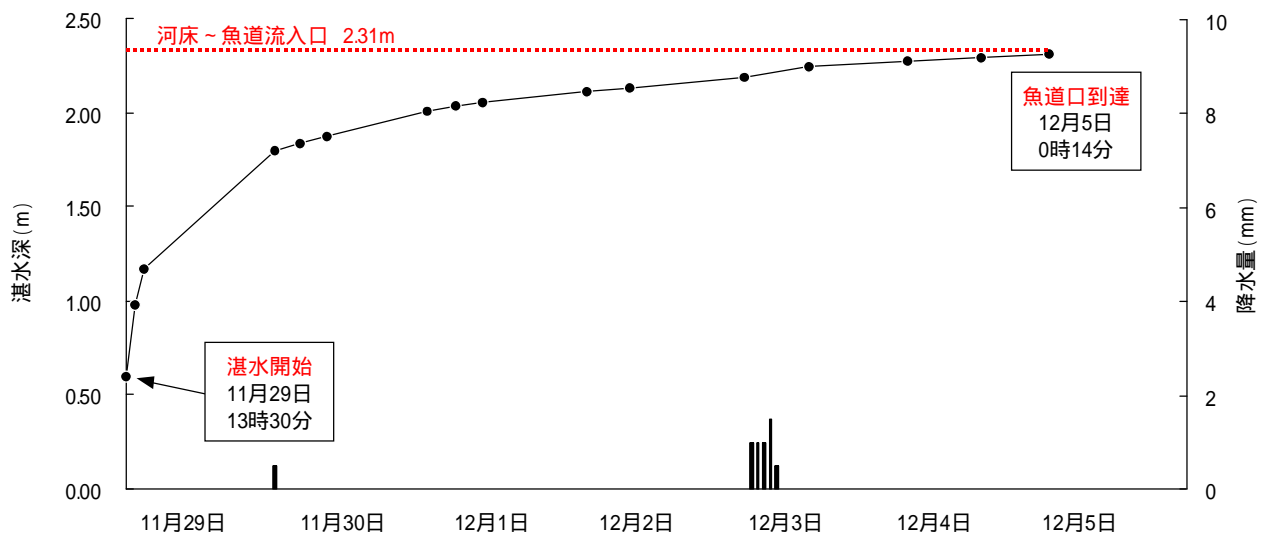


図 2-5 廓中堰魚道流入口における水深および降水量の推移（11 月 29 日～12 月 5 日）

注：降水量（観測地点 高知）は気象庁データより引用



廓中堰湛水域の状況（上流側。左：平成 19 年 11 月 29 日、右：平成 19 年 12 月 4 日）



廓中堰湛水域の状況（下流部。左：平成 19 年 11 月 29 日、右：平成 19 年 12 月 4 日）

### (3) 湛水量の推定

廓中堰の湛水量は、以下式に基づいて推定した。

$$\text{廓中堰湛水量 (m}^3\text{)} = \text{湛水域に蓄積される流量 (m}^3\text{/s)} \times \text{湛水時間 (s)}$$

ここで、前述した流量調査結果をもとに、湛水域に蓄積される流量を算出する。図 2-6 に廓中堰およびトリム公園床止における取水の状況をしめす。

現在、鏡川下流域では上記 2 堰を含む取水堰から上水や農業用水、工業用水等が取水され、市民生活や地場産業に利用されている。このうち、廓中堰湛水域では上水と工業用水が、トリム公園床止湛水域では工業用水がそれぞれ取水されており、これらの取水総量は、両堰を挟む地点で実施したゲート開放時における流量調査結果の差をもとめることで把握できる。したがって、取水量は  $0.14\text{m}^3\text{/s}$  と推定される。

これと同様に、トリム公園床止下流の流量が廓中堰の漏水もしくは伏流により維持されており、なおかつ開放時と同量が取水されていると仮定すると、閉鎖時における上下流の流量の差 ( $0.36\text{m}^3\text{/s}$ ) は、上記の取水総量に湛水域に蓄積される流量を加算した値と考えることができる。

以上より、流入量  $0.94\text{m}^3\text{/s}$  時に湛水域に蓄積される流量は、閉鎖時における上下流の流量差から開放時のそれを差し引いた  $0.22\text{m}^3\text{/s}$  となる（図 2-7）。

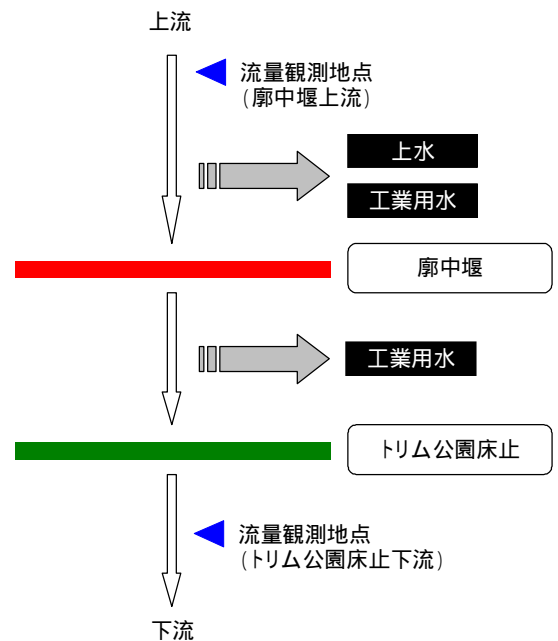


図 2-6 廓中堰およびトリム公園床止における取水の状況

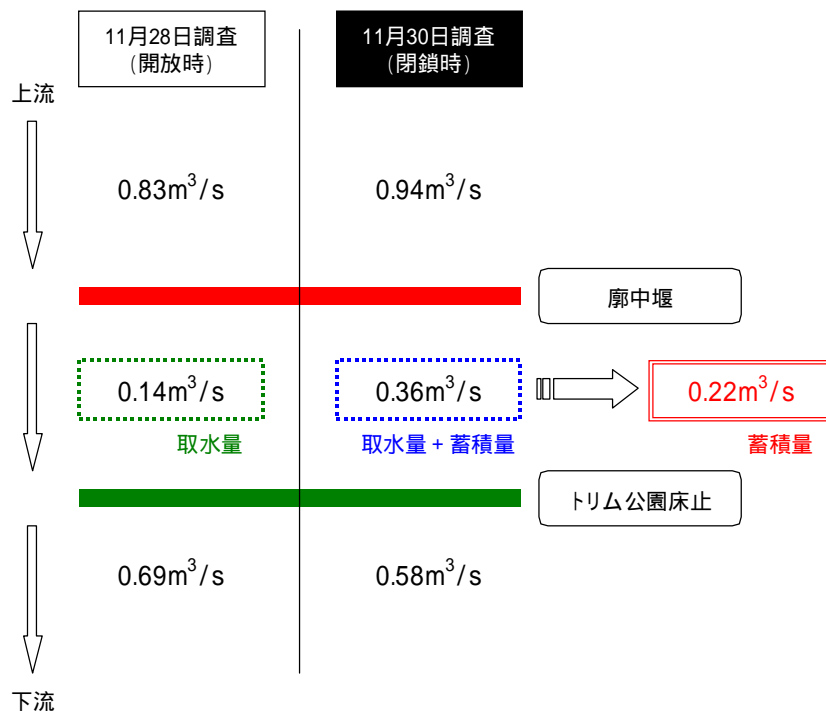


図 2-7 廓中堰湛水域に蓄積される流量

上記の算出結果、および前項でしめたゲート閉鎖から湛水するまでの所要時間 (7,844 分 = 7,844 × 60 秒) より、廓中堰湛水量は以下のように推定できる。

$$\begin{aligned}
 \text{廓中堰湛水量 (m}^3\text{)} &= \text{湛水域に蓄積される流量 (m}^3\text{/s)} \times \text{湛水時間 (s)} \\
 &= 0.22 \times 7,844 \times 60 \\
 &= 103,540 \text{ (m}^3\text{)}
 \end{aligned}$$

この推定値からは、廓中堰の湛水延長が約 800m、また平均水面幅が約 100m であることを勘案すると、平均水深が 1.3m 程度の湛水域が想像できる。これは廓中堰の湛水規模に沿った現実に即した値といえ、推定された湛水量は概ね妥当な範囲にあると判断できる。

### 3 鏡川下流域におけるアユ資源の状況

平成 18 年度に策定された新鏡川清流保全基本計画では、今後の川づくりにおける目標の一つに「天然アユの 100 万尾遡上」を掲げており、水質の改善を進めるとともにアユ資源量を安定的に維持していくために必要な環境整備を目指している。

そこで、本章では鏡川下流域におけるアユ資源の現況について、遡上・産卵・流下の生活史別に整理した。

#### 3-1 遡上状況

鏡川には例年 3~5 月頃にかけて清流のシンボルといえる天然アユが遡上する。本調査は、遡上期におけるアユの分布状況と天然アユの遡上状況を把握することを目的に実施した。

##### 1) 調査概要

アユ遡上調査は平成 19 年 5 月 28~29 日に実施した。調査概要を表 3-1 に、調査地点を図 3-1~2 にしめす。なお、吉原川・的淵川での遡上調査については、鏡ダムから新月橋までの本流を対象とした調査において天然アユが鏡ダム直下に到達していることが確認され、これら両河川への遡上が示唆されたため、その状況の把握を目的として補足的に実施した。

水質は両日とも概ね清澄で、水中観察に支障となるような強い濁りは認められなかった。また、宗安寺での水位はともに 0.39m であり、平成 18 年度の遡上調査時 (0.62m) と比較すると 0.23m 低く、水量が少ない状況であった。

表 3-1 調査概要

調査日	平成 19 年 5 月 28 日	平成 19 年 5 月 29 日
天候	晴	曇り
実施地点	St1~St.19 (新月橋~鏡ダムの本流。図3-1)	St.A~St.E (吉原川・的淵川。図3-2)
水温	16.9 ~23.7	17.6 ~19.0
調査方法	潜水目視観察による個体数の計測(生息密度の算出)	潜水目視観察による個体数の計測(生息密度の算出) 水面幅の計測(水面面積の算出)



潜水観察の状況

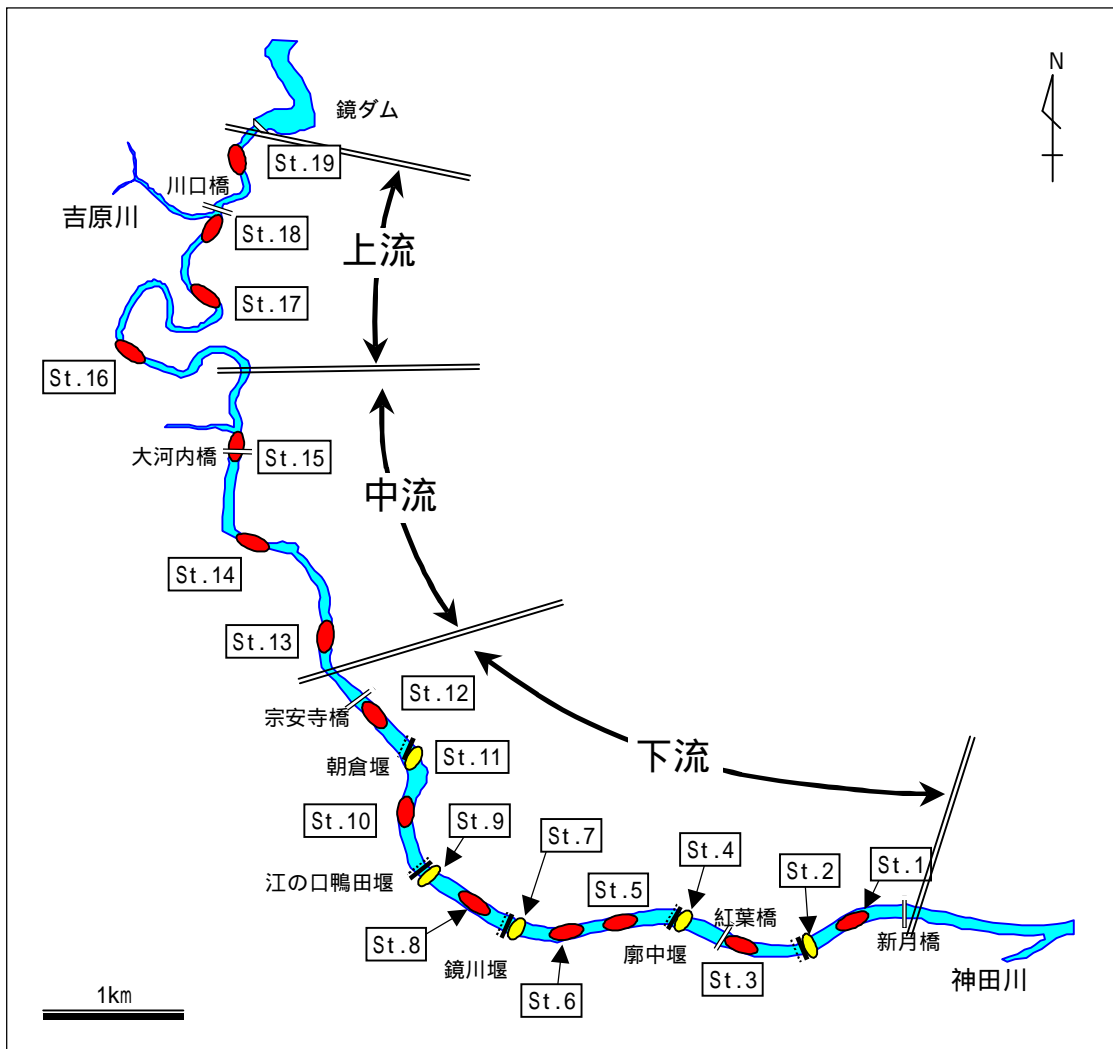


図 3-1 調査地点 (鏡ダム～新月橋の本流)

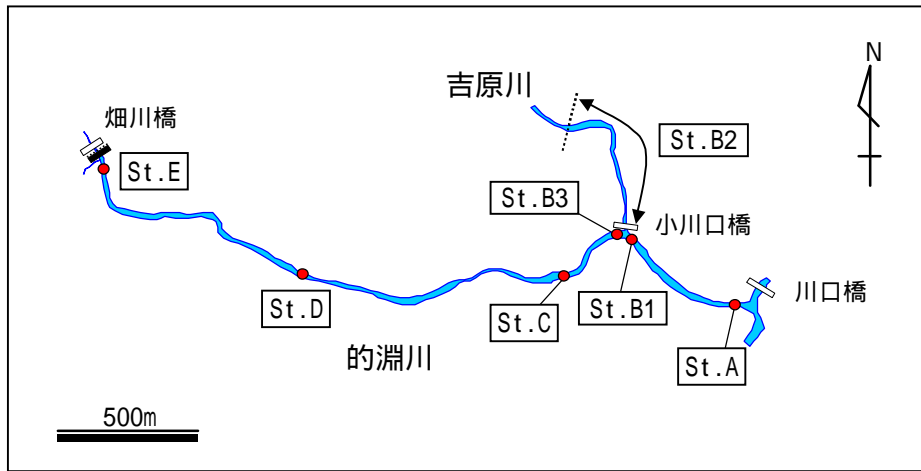


图 3-2 調査地点 (吉原川・的淵川)

## 2) 調査結果および考察

### (1) 新月橋～鏡ダムまでの本流

各調査地点におけるアユの生息密度を図 3-3、付表 3-1 にしめす。瀬での生息密度は 0.14～2.47 尾/m<sup>2</sup> であった。また、淵でのそれは 0.05～1.21 尾/m<sup>2</sup> の範囲にあり、淵での密度が瀬に比べ低い傾向にあった。

堰直下での生息密度はその前後の地点と比べて高く、とくにトリム公園床止直下は 9.65 尾/m<sup>2</sup> と調査地点中、最も高い密度をしめした。

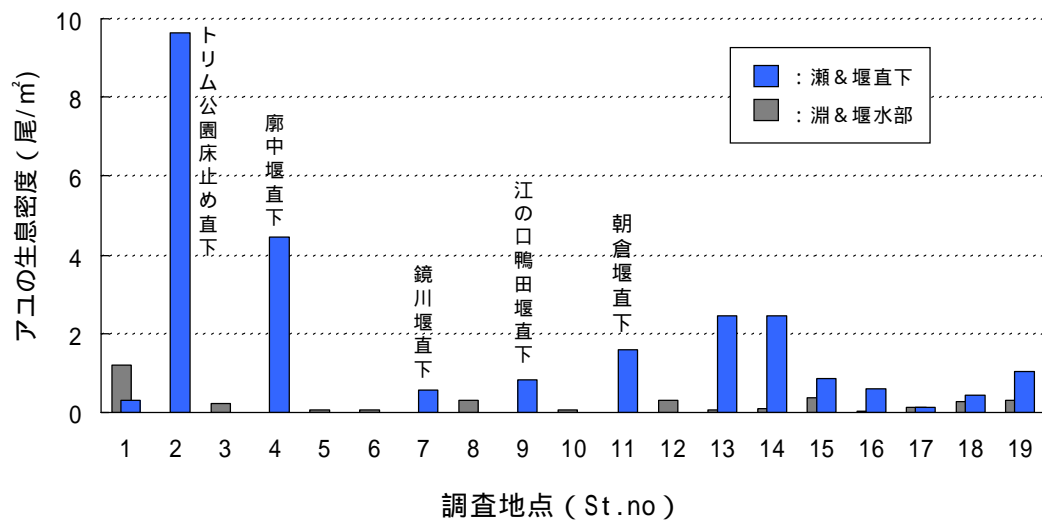


図 3-3 各調査地点におけるアユの生息密度



トリム公園床止直下のアユの群れ

(2)吉原川・的淵川

図 3 4 および付表 3 2 に吉原川・的淵川調査地点におけるアユの生息密度をしめす。

吉原川での生息密度は、本流合流点からの的淵川合流点までの間 (A・B1) は 2 尾/m<sup>2</sup> 前後で推移したものの、的淵川合流点より上流 (B2) では上流へ行くにしたがってアユ生息数は減少し、生息密度は 0.59 尾/m<sup>2</sup> と大きく低下した。

調査時における吉原川のアユ遡上端は的淵川合流点より約 530m 上流であった。

一方、的淵川での生息密度は吉原川との合流点付近 (B3) が 3.18 尾/m<sup>2</sup> と最も高い。その上流部を見ると、St.C では 1.10 尾/m<sup>2</sup> と一旦低下するものの、アユ遡上端であった畑川橋下流の堰 (E) では 2.0 尾/m<sup>2</sup> となり、上流へ行くにしたがい生息密度が上昇する傾向が見られた。

吉原川・的淵川の水面面積 (本流合流点～アユ遡上端) は、アユ遡上端までの範囲を対象として平均水面幅に延長距離を乗じて算出した。その結果、吉原川および的淵川のアユ遡上端までの水面面積は計 29,634m<sup>2</sup> となった (図 3 5)。

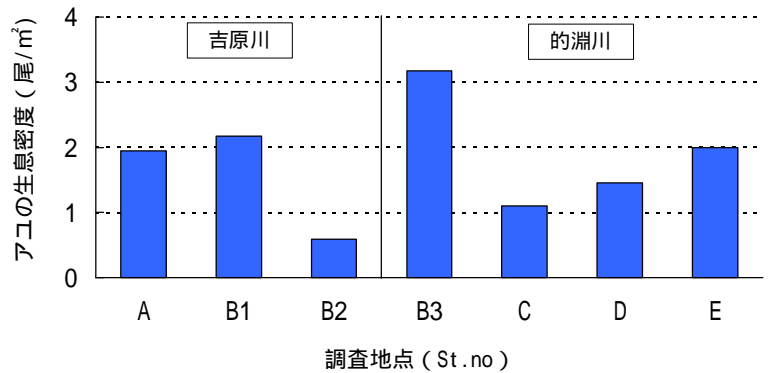


図 3 4 吉原川・的淵川地点のアユの生息密度

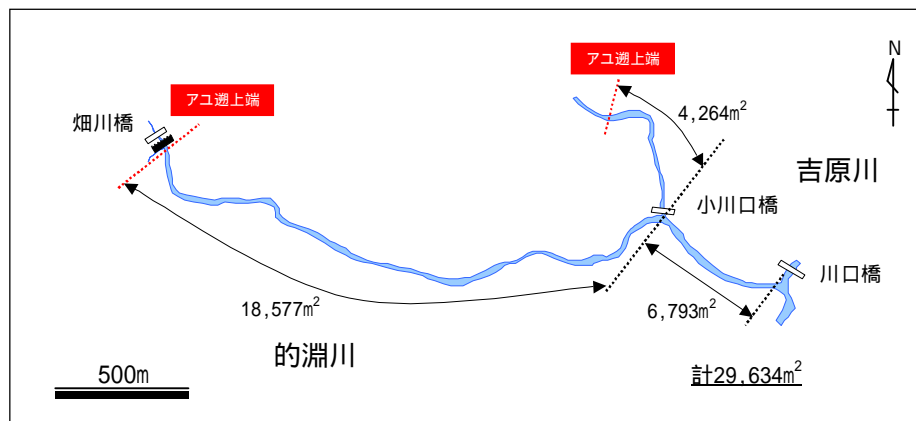


図 3 5 吉原川・的淵川の水面面積 (本流合流点～アユ遡上端)



### (3)アユの生息数と天然アユの遡上数

鏡ダム～新月橋の本流、および吉原川・的淵川について、各区間の瀬と淵の水面面積に各区間の観測地点でもとめた瀬と淵におけるアユの生息密度を乗じ、アユの生息尾数を算出した（吉原川・的淵川は補足調査につき瀬と淵の区分なし）。

鏡ダム～新月橋の水面面積については、平成 18 年度データを使用した。ただし、瀬の面積は水位の変化により大きく変化し、本調査においては水位が低い状況であったため平成 18 年度データをそのまま使用すると過大評価となる可能性がある。このため、本調査では代表的な瀬の水面幅を実測するとともに、平成 18 年度のそれと比較して補正率を算出し（=0.9）、瀬の面積についてはこれに乗じて使用した（水面面積計 526,000m<sup>2</sup>）。その結果、総生息数は約 280,000 尾と算定できた（表 3-2）。

表 3-2 調査対象範囲内におけるアユ生息数（推定）

区間	アユ生息数（尾）
鏡ダム～新月橋本流区間	232,960
吉原川・的淵川区間	46,537
計	279,497

上記のアユの生息数は放流魚を含む尾数である。一方、鏡川漁協からの聞き取りによると、対象範囲内に放流されたアユの尾数は表 3-3 にしめしたとおり 177,700 尾程度と推定される。ただし、放流されたアユ種苗はその後死亡する個体も多く、谷口ほか（1989）は放流後の生残率を 60～80%と指摘している。ここで、放流アユの生残率を 70%と仮定すると、対象範囲内での放流アユの生息数は 124,000 尾程度であったと推算できる。

先にもとめた総生息数からこの放流アユの生息数を減じると約 156,000 尾となる。当尾数が 5 月末までに鏡川へ遡上した天然アユの尾数であり、調査時点で生息していたアユの 56%が海域から遡上した天然アユであったと推定できる。



小川口橋（吉原川・的淵川合流点）下流  
（平成 19 年 5 月 29 日）

表 3-3 調査対象範囲内におけるアユの放流量

放流日	放流地点	放流量(kg)	1尾当たり重量 (g/尾)	推定放流尾数 (尾)
4月23日	1号橋	310		31,000
	川口橋	155		15,500
4月25日	朝倉堰	400	10	40,000
	廓中堰	70		7,000
	江の口堰	70		7,000
	鏡川堰	60		6,000
5月12日	朝倉堰	450	10～15	36,000
	廓中堰	70		5,600
	鏡川堰	70		5,600
	的淵	100		8,000
5月19日	川口橋	200		16,000
	計	1,955		177,700

資料出所: 鏡川漁協

注: 推定放流尾数は、放流量を1尾当たり重量(平均値、4月10g、5月12.5g)で除してもとめた。

(4)鏡ダム上流（陸封アユ）

アユは1年間の生涯のうち、仔稚魚期の約半生を海域で過ごし、その後河川へ遡上して成長、成熟する。このように生活史の特定の時期に海域と淡水域を往来する魚類を通し回遊魚といい、アユはその中の両側回遊魚と呼ばれるグループの代表的存在である。両側回遊を行うアユを海産アユと呼ぶのに対し、湖沼を海に見立てた回遊様式の成立によって一生を陸水で過ごすようになったアユは陸封アユと呼ばれる（図3-6）。

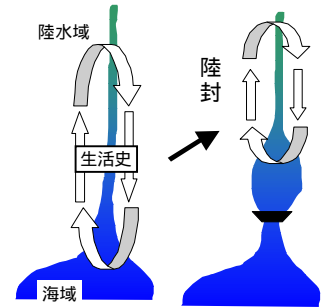


図3-6 陸封化の概念

鏡ダム上流河川においては、種苗放流以前にも関わらずアユが生息しているとの情報が地元漁協から寄せられ、これらは鏡ダム湖によって陸封されたアユと考えられた。そこで、ダム湖流入河川においてこれら陸封アユの確認を目的として潜水観察を実施した。

表3-4に調査概要をしめす。

表3-4 調査概要

調査日	平成19年4月17日
天候	晴
実施地点	日比原地先堰堤下流 (鏡ダム湖流入点より約3km上流。図3-7)
水温	14.5
調査方法	潜水による目視観察

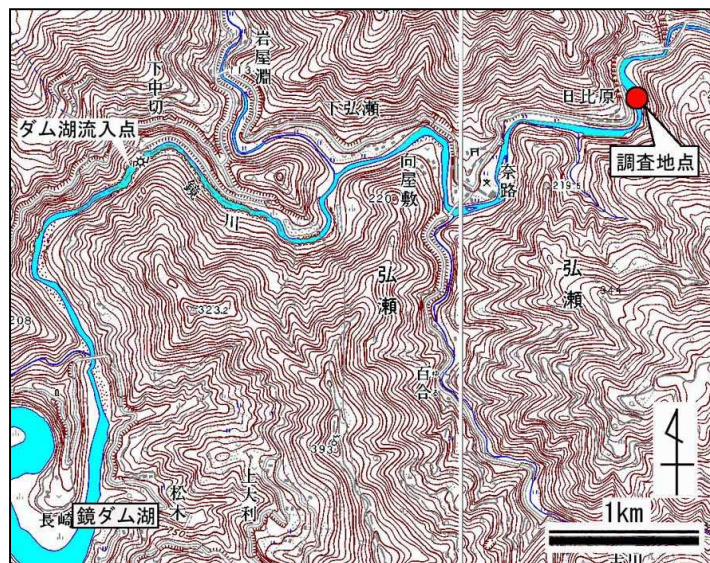


図3-7 調査地点

## 調査結果

潜水観察において、合計で数十尾のアユが確認された。平成 19 年のダム湖流入河川へのアユ種苗放流は 4 月 26 日に予定されているため、**確認されたアユは全て陸封アユと判断される。**



潜水調査によって確認された陸封アユ

確認されたアユは大半が体長 8~10cm 程度であり、一般的なアユの遡上期のサイズ (5~6cm) よりも大きいことから、流入河川への遡上のピークは調査日より早い時期にあったと推察される。なお、調査時の水温はアユの遡上が活発化する 12 よりも高く、この点からも早期に遡上を開始された可能性が支持される。

今回の調査結果から、少なくとも平成 19 年におけるアユの陸封化が確認された。アユがダム湖に陸封される事例は各地で確認されており、希な現象ではない。しかしながら、鏡ダム湖の規模は全国の確認事例の中で異例に小さく (図 3-8)、また、天然アユ遡上を清流保全の目標の 1 つとして掲げている鏡川におけるアユの陸封化は特筆すべき事象といえよう。

ただし、これまでに本ダム湖での陸封化の報告はなく、本年以前の陸封化の成否および将来陸封化が継続する可能性についてはデータ不足のため不明である。

アユ陸封化の成立には、(1)流入河川がアユの生息および繁殖に適した条件であること、(2)仔稚魚期を過ごすダム湖の環境条件が適切であることが挙げられる。流入河川では例年多くのアユが放流され、その漁も盛んであることから、流入河川はアユの生息に好適な条件にあると推察される。また、ダム流入点の直上流にはアユの産卵に好適な砂利が堆積する瀬が存在していることから、実態は不明ながらも産卵は可能と考えられる。このように、流入河川環境条件に関しては大きな問題点は見受けられない。

陸封アユの生活史を特徴づけるダム湖生活期の生息条件については、**水温や水質条件および食物となる動物プランクトンの多寡が陸封化成立への関与が大きい**といえよう。このうち、ダム湖の水温は標高と密接な関係があると推察される。これまでに陸封化が確認されたダム湖は標高 400m 以下にあり、一方で鏡ダム湖の標高は約 100m と低いことから、当ダム湖の水温はア

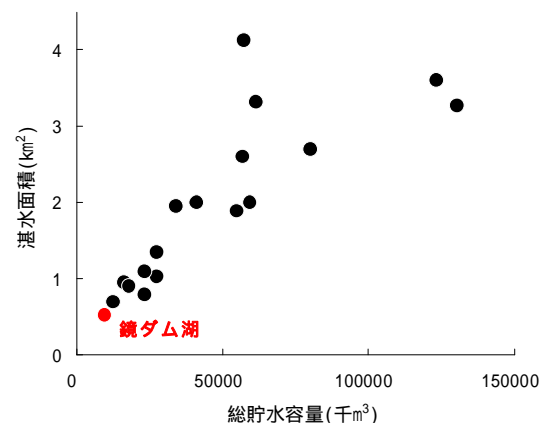


図 3-8 アユ陸封化が確認されているダム湖の規模

ユ仔稚魚の生残に適切と想像できる。しかし、ダム湖内の水質および食物条件については不明であり、これらの要件については今後の検討が必要である。



ダム流入点付近の瀬。やや溪流の様相を呈しているものの、産卵に好適な砂利が堆積する。

その他の陸封アユに関する情報について

平成 19 年の鏡ダム上流における陸封アユについては、鏡川漁協土佐山支部が潜水観察による調査を実施しており、分布状況や遡上総数等が報告されている。

以下に、報告の概要をしめす。

[ 2007 年に鏡ダムから遡上した陸封アユ 簡易潜水調査報告 ]

1 調査日

2007 年 4 月 12 日

この時点では種苗放流は全く行われていない。

2 調査方法

鏡ダム湖の上流端に位置する天神発電所から桑尾の間(4km 程度)に 5 地点を設定し、潜水による目視観察を行った。水温は 14.3~15.4 であった。

3 調査結果

1) 分布

アユは鏡ダム湖の流入点である天神発電所放水口から日比原の間で確認された。分布密度は天神付近で 10 尾/m<sup>2</sup>(瀬)、日比原付近で 1~2 尾/m<sup>2</sup>(瀬)であった。淵またはトコの密度はこの 1/5~1/10 程度であった。

さらに上流の宮の奈路付近までハミアトが確認され、漁協組合委員もアユを陸上から目視確認している。しかし、桑尾付近ではハミアトも全く確認されなかった。

以上から、鏡ダム湖産の陸封アユは 4 月 12 日時点ではダム湖上流端から宮の奈路付近まで約 3.5km の間に分布しており、特に日比原から下流約 2.5km に多いと判断された。

2) サイズ

天神付近では全長 6~12cm(2~15g)程度が主体。

下弘瀬~日比原付近では 7~13cm(5~20g)が主体で、中には 15cm(30g)程度にまで成長したものも確認された。

やせた個体は少数見られたが、全体的に肥満状態は良好であった。これは河川に遡上後に活発に餌を食べたというだけでなく、ダム湖に生息していた秋季から冬季の餌環境が良好であったためと推察された(高知県のダム湖では餌不足で成長が悪いことが多い)。

3) 今後に向けて

体表に米粒状のただれ等の症状の見られるアユが散見された。原因を特定しておきたい(試料を高知県内水面漁業センターに分析依頼しては?)。

資源量(遡上量)を大まかにでも把握しておくことが望ましい。

前年には湖産と海産が放流されているため、この陸封アユがどちらに由来しているのか、遺伝子を使って調べておくことが望ましい(試料を内水面漁業センターに分析依頼しては?)。

### 3)平成 18 年（前年）の遡上状況との比較

#### (1)生息密度

各地点におけるアユの生息密度を前年とも比較できるように、図 3-9 にしめた。なお、平成 18 年の調査は 5 月 30、31 日に実施されており、両年ともほぼ同時期の結果である。ただし、平成 18 年の調査時には天然アユが支川の吉原川、的淵川には到達していないと判断されたため、この範囲での調査は行わなかった。

これによると、平成 18 年では朝倉堰直下での生息密度が突出していたのに対し、平成 19 年ではここでの集積は顕著ではなく、その下流のトリム公園地先床止直下の密度が最大であり、廓中堰直下の値がこれに次ぐ高密度をしめた。また、平成 19 年では朝倉堰より上流の各地点の生息密度が前年に比べ高い傾向にあり、支川への遡上も確認された。このように、平成 19 年の遡上状況は前年に比べ、下流部の横断構造物直下での集積が著しかった一方、中流部に位置する朝倉堰より上流側への分布の拡大が速やかであったといえる。

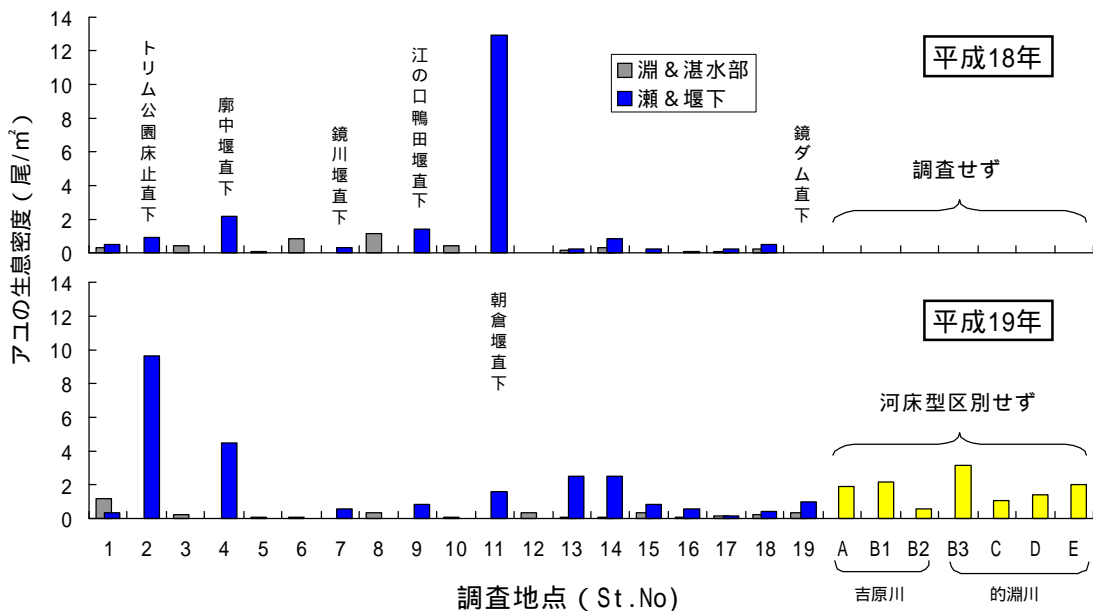


図 3-9 平成 18 年、19 年における各調査地点のアユの生息密度

アユの遡上期に当たる 3~5 月における両年の鏡川（宗安寺地先）の河川流量を図 3-10 にしめた。これを見ると、平成 19 年の遡上期における河川流量が前年に比べ顕著に少なく、アユの遡上期のほぼ全期間にわたって低水流量（ $4.39\text{m}^3/\text{s}$ ；過去 39 年間統計）と同等もしくはそれ以下の流況にあったことがわかる。これに対し、平成 18 年の流量は 3 月中旬以降の全ての期間で平成 19 年より豊富で、とりわけ、遡上が活発化する 4 月中旬以降では豊水流量（ $14.78\text{m}^3/\text{s}$ ）を上回る範囲にあった。このように、平成 18 年では調査時を含めた遡上期の後半において通常より流量が豊富な状態が継続していた様子がわかる。

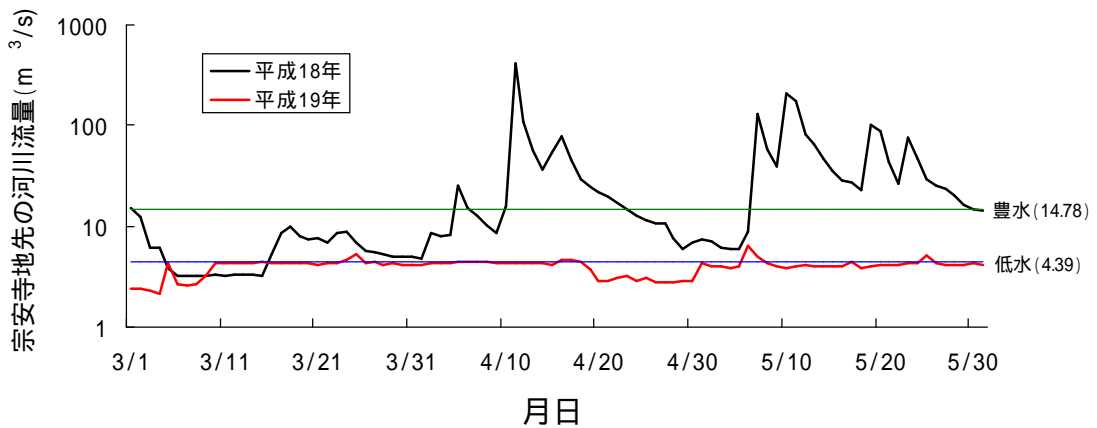


図 3-10 平成 18 年、19 年 3～5 月における宗安寺地先の河川流量

このような河川流量の違いが、両年における稚アユの分布状態の差異、中でも遡上稚アユが集積する場所の変化に關与していた可能性が強い。すなわち、流量が豊富であった平成 18 年では朝倉堰直下における稚アユの集積が明瞭であり、当堰による遡上障害が指摘されたものの、低水状態にあった平成 19 年では顕著な集積はなく、当堰の遡上性に大きな問題は確認できなかった。この結果は、朝倉堰では流量の豊富な状態において稚アユの遡上障害が顕在化する特性を明示している。なお、平成 18 年の調査時の河川流量は豊水流量とほぼ等しい  $14.91\text{m}^3/\text{s}$  であった。



調査時における朝倉堰の流況（左：平成 18 年、右：平成 19 年）

これに対し、平成 19 年ではトリム公園地先の床止直下における稚アユの集積が特徴的であった。これは、先の朝倉堰とは対称的に流量が一定水準以下になった場合、当床止による稚アユの遡上障害が増大する状況をしめしている。

なお、平成 19 年の調査時の流量は  $4.19\text{m}^3/\text{s}$  であり、トリム公園地先の床止では少なくとも流量  $5\text{m}^3/\text{s}$  程度以下で遡上障害が問題となりそうである。この流量は鏡川の低水流量とほぼ同水準にある。通常、アユの遡上期は非出水期から出水期への移行期間にあるため、問題は生じないと考えられるが、平成 19 年のように少雨の年にはアユ遡上にとって大きな障害となりうることを示唆している。





調査時におけるトリム公園地先床止の流況（左：平成 18 年、右：平成 19 年）

このように、少なくとも朝倉堰とトリム公園地先床止では、河川流量と構造物の形状特性の組合せにより、稚アユの遡上に障害となることが明らかとなった。したがって、稚アユをはじめとした魚介類の移動性を向上させるためには、流量の変動に伴う各構造物周辺の流況変化をつぶさに検討した上で、それぞれの場所に応じた改善策を講じる必要がある。なお、**廓中堰でも上記堰ほどではないものの稚アユの集積が見られるため、継続してその動向を観察することが望まれる。**

平成 19 年における稚アユの分布域が平成 18 年に比べ、より上流側へ拡大していた点については、平成 19 年での稚アユの遡上が早期に活発化したためと考えてよさそうである。平成 18 年末から平成 19 年にかけては歴史的暖冬との報道のとおり、高知市においても気温の高い状態にあった。この状態は稚アユの遡上期である 3 月以降、5 月上旬まで継続されていたことが分かる（図 3-11）。海産アユの遡上は水温が 10 以上で始まり、12 以上で活発になる（楠田、1963）。鏡川における水温は不明ながら、平成 19 年での遡上が活発化した時期は前年に比べ早期であったと考えるのが妥当であろう。また、遡上盛期の水温とされる 13~16（松井、1986）に達する時期（鏡川では 4 月頃であろう）についても同様であったと推察できる。なお、5 月末の調査時に鏡ダム下流の数点で観測した水温は、平成 18 年が 16.6~19.2、平成 19 年では 16.9~23.7 の範囲にあり、平成 19 年の高水温化は遡上期のほぼ全期間にわたって持続していた可能性が示唆される。

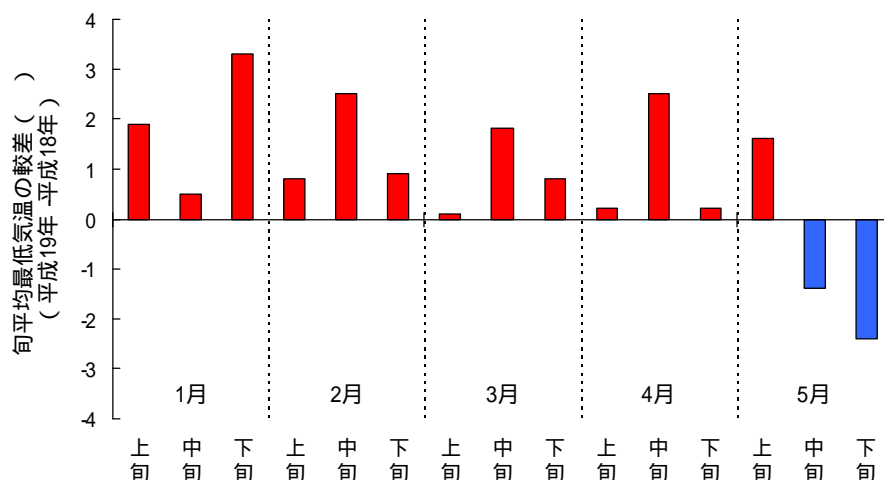


図 3-11 高知市の日最低気温の旬平均における平成 19 年と平成 18 年の較差  
（気象庁統計データより作成）

(2)生息数

生息密度と水面面積から求めた各区間のアユの生息尾数を図 3 -12 にしめた。

鏡ダムより下流の本流、および天然アユが遡上可能な範囲の支川（吉原川、的淵川）におけるアユの総生息数は平成 18 年が 23 万尾、平成 19 年では 28 万尾と推計された。後者で約 2 割程度多いものの、これはおもに放流尾数の多寡に起因している。この詳細は後述する。

各区間の生息数を年度間で比較すると、中流部である宗安寺地先を境に傾向が大きく異なり、平成 19 年ではその下流の生息数が前年に比べ大きく減少したのに対し、上流側では全ての範囲で増加していた。この変化には上記のとおり放流アユ数の多寡も反映されているものの、平成 19 年では上流部へのアユの遡上が前年に比べ活発であったと判断してよい。これは、前項で述べたとおり、平成 19 年での気温の高さから説明される。加えて、平成 19 年では流量の減少によって朝倉堰での遡上障害が緩和されていた点も、上流側への分布の拡大を容易にした可能性がある。

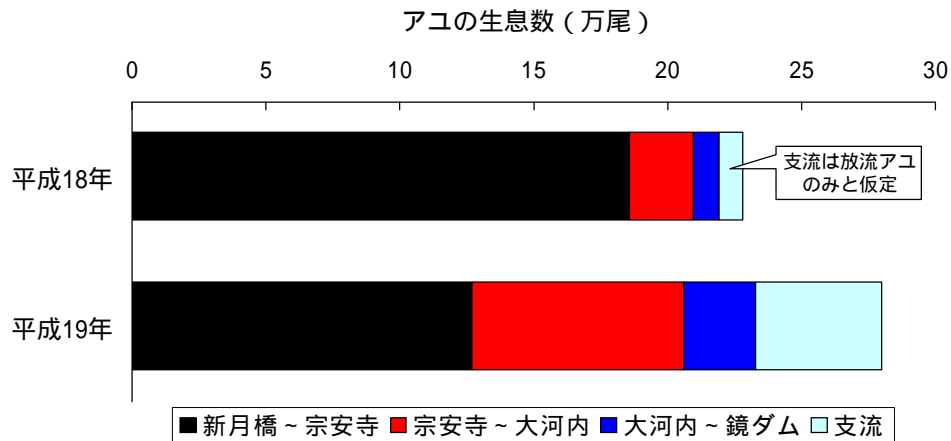


図 3 -12 平成 18 年、19 年における鏡川各区間のアユの生息尾数

一方、宗安寺から下流区間におけるアユの分布量を見ると（図 3 -13）、この間の生息数が豊富であった平成 18 年ではその大半が鏡川堰より上流（特に朝倉堰直下）に分布していたのに比べ、平成 19 年ではトリム公園地先の床止下流の生息数が豊富な点が特徴的であった。この範囲における年度による分布状況の相違は、上記した広域的な分布傾向と対称的である。これには、先に述べたとおり、朝倉堰とトリム公園地先の床止による遡上障害が関与している。ただし、平成 19 年に見られたトリム公園地先床止による遡上障害は、主に後期に遡上した稚アユ群に対して生じており、早期に遡上した集団は調査を実施した 5 月末時点ですでに上流部へ展開していたと解釈されよう。

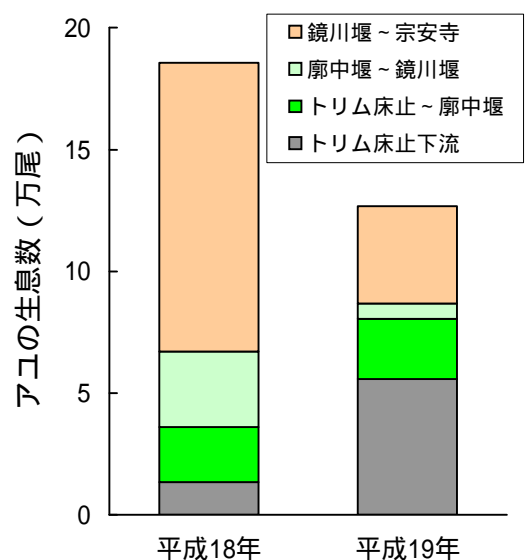


図 3 -13 宗安寺地先より下流における稚アユの分布状況

### (3)天然アユ遡上数

両年の総生息数から放流アユ数を減じた天然アユの遡上数を表3-5に整理した。また、両年の放流アユ数と天然アユ数を図3-14にしめた。

表3-5 調査対象範囲内におけるアユの生息数

単位：尾

	平成18年度 ( )	平成19年度 ( )	増減 ( - )
総生息数	219,000	280,000	61,000
放流アユ生息数	53,000	124,000	71,000
天然アユ遡上数	166,000	156,000	-10,000

注：放流アユ生息数は、放流尾数に生残率(=0.7)を乗じて算出した。  
注：平成18年の放流アユ生息数は鏡ダム下流の本流のみとした。

これらによると、平成19年の総生息数は前年に比べ約6万尾程度多いものの、放流アユ数が平成18年より7万尾以上多く、その結果、平成19年の天然遡上数は前年から約1万尾減の約16万尾と試算された。これは比率にすると前年の6%の減少となる。

稚アユの遡上時期や遡上範囲などの状況は各年によって異なり、ほぼ同時期に調査を行ったとしても遡上状況は同一とは言いがたく、さらに観察条件も異なるため、その結果から試算された遡上数についても数%の変動はあると考えるべきである。さらに、平成19年の放流種苗数は前年の2倍以上にまで大きく増加している点も年度による試算結果の変動に関与している可能性がある。したがって、昨年との遡上数の差は有意なものではなく、両年の天然遡上数はほぼ同等と評価すべきであろう。

平成19年に遡上した稚アユが誕生した、前年の産卵期の状況は、秋季の流量の乏しさによって親アユの降下が不順であったため、良好とは言いがたかった(鏡川漁協談)。さらに、この時期に実施した流下仔アユの調査結果によると、およそ半数の仔アユが流下速度の遅滞によって死滅しているとの指摘がなされ、翌春の遡上数の減少が危惧される状況にあった。その中で、翌平成19年の遡上が前年と同程度であった点は、想定以上であったと考えてもよさそうである。これには昨秋、下流域で実施された産卵場整備の効果が反映されている可能性もあろう。

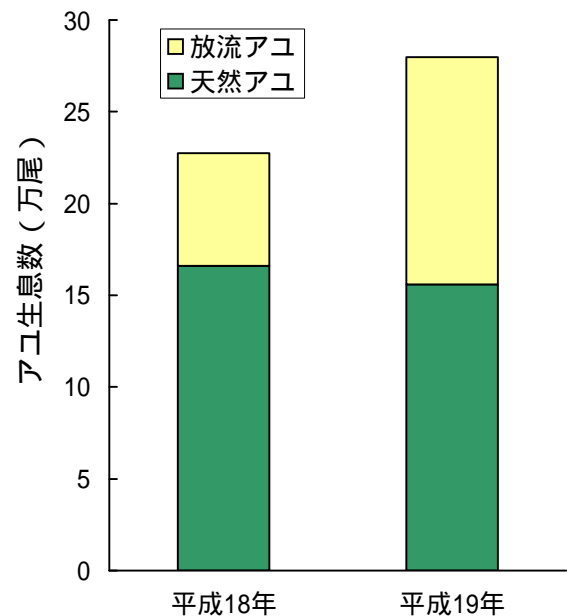


図3-14 平成18年、19年における放流アユと天然アユの生息尾数



鏡川下流域において平成 18 年秋季に実施されたアユの産卵場整備

産卵場の保全・整備や産着卵の保護は天然アユ資源の存続、増殖にとって重要である（谷口ほか、1989）。一方、最新の研究によると（Aljamali et al., 2006）**鏡川でふ化した仔アユは浦戸湾をほとんど出ず、湾岸浅所や鏡川河口域で成長し、再び鏡川に遡上することが明らかにされている。**このような仔アユの分布特性から**鏡川での産卵場の保護、創出等の施策が翌年の天然アユ資源の増大に及ぼす効果は、開放的な海域に流入する四万十川や仁淀川に比べ大きい**といえそうである。

産卵場整備の効果を翌春の遡上数から評価するのは、他の様々な要因が関与しているため難しい。しかしながら、天然アユの遡上に関する継続的な監視は、今後とも増殖活動を続けてゆく上で貴重であり、その情報の蓄積によっては将来において効果の検証も可能となろう。

### 3-2 産卵場の状況

#### 1) 調査概要

##### (1) 調査時期

調査は鏡川漁業協同組合への聞き取りにより、アユの産卵盛期に近いと想定された平成 19 年 11 月 20 日に実施した。

調査当日の天候は晴れ。水温は 14.6~17.0 の範囲にあった。なお、アユの産卵水温は 14~19 が最適とされ(落合・田中、1986) 調査時の水温はこの範囲にあった。

##### (2) 調査地点

図3-15にしめした新月橋から鏡川堰までの間の9地点を調査対象とし、このうち、St.1~St.6 の6地点で産卵場が確認された。

なお、平成 19 年は 10 月中旬~11 月末にかけて、産卵域のほぼ中央部に位置する廓中堰の補修工事が実施されており、そのため、堰ゲートの開閉が繰り返されていた。したがって、ゲート閉鎖時には当堰より下流の St.1 と St.2 では水量が一時的に減少する一方、その上流の St.3 と St.4 では湛水による水深の増大と流速の低下が生じていた。この範囲の上流に位置する St.5 と St.6 では廓中堰の開閉による流況の大きな変化は生じなかった。

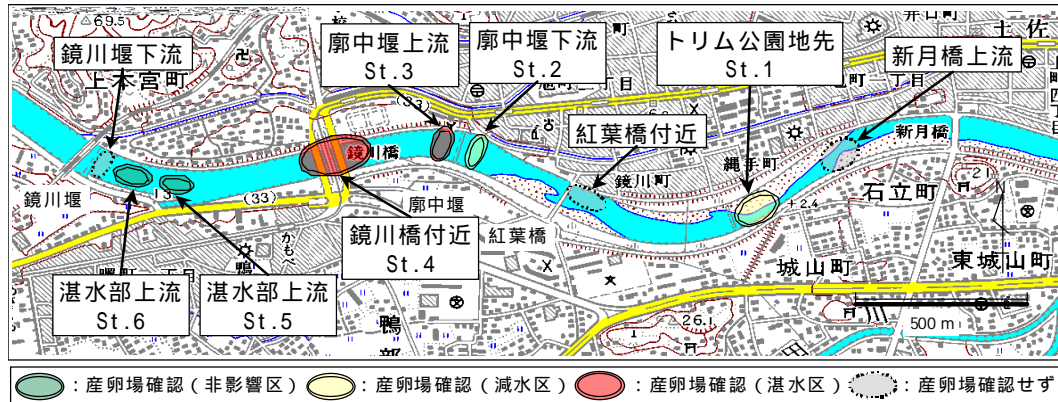


図3-15 アユ産卵場調査対象地点



St.1 (左: 廓中堰ゲート転倒時、右: ゲート閉鎖時)



St.4 (左：廓中堰ゲート転倒時、右：ゲート起立時)

### (3)調査方法

河床に産み付けられたアユ卵の有無を目視により確認し、産着卵が確認された位置と範囲を平面図上に記録するとともに、産卵場内の任意の2～6箇所において水深と流速(底層)を測定した。また、廓中堰ゲートの開閉にともなう影響の程度を把握するため、トリム公園地先床止下流において確認された産卵場に調査断面を設定し、断面上の水深を計測(0.5m間隔)してその形状を把握するとともに、ゲート開放時および閉鎖時の流速、干出延長を計測した。

さらに、産卵場内の1～3箇所(原則として浅部と深部)の石礫を一定体積採取し、その石礫に産着したアユ卵を生死別に全数計数した後、河床に戻した。この計数値から産着卵密度(個/1,000cc)と死卵率(死卵数/総卵数×100)をもとめた。



産着卵の確認状況(左)と産着卵が確認された範囲(右)



水深と流速の測定(左)および産着卵の計数状況(右)

## 2) 調査結果および考察

### (1) 産卵場の位置と面積

産卵場の分布状況を図 3-16 にしめた。また、表 3-6 に各地点の産卵場面積を整理した。

表 3-6 各地点で確認されたアユ産卵場の面積

調査地点		面積 (m <sup>2</sup> )
トリム公園地先	St.1	190
廓中堰下流	St.2	100
廓中堰上流	St.3	20
鏡川橋付近	St.4	360
湛水部上流	St.5	220
	St.6	120
合計		1,010

調査対象範囲内の 6 箇所においてアユの産卵場が確認された。最大であった産卵場の面積は St.4 の 360m<sup>2</sup> で、次いで St.5 の 220m<sup>2</sup> であった。一方、最小の St.3 の面積は 20m<sup>2</sup> に過ぎなかった。また、St.2 の産卵場面積も 100m<sup>2</sup> 程度と小さく、廓中堰近くの産卵場が狭い傾向にあった。

なお、平成 19 年 10 月 28 日に産卵場造成を実施した St.1 では、190m<sup>2</sup> の産卵場が確認され、このうち、150m<sup>2</sup> 近くが造成域内に形成されていた。



産み付けられたアユ卵 (左) 産卵場に集合した親アユ (右)

確認された産卵場の総面積は 1,010m<sup>2</sup> であった。これは平成 17 年秋季 (11 月 27 日) に実施した同調査による確認面積 (約 2,500m<sup>2</sup>) のおよそ 4 割に相当し、平成 17 年に比べ産卵場面積が縮小したと判断できる。

これら両年度間で産卵場の分布状況を比較すると (図 3-17)、廓中堰より下流側での産卵場面積の縮小が顕著で、平成 17 年度に確認されていた最下流の産卵場 (新月橋上流) と紅葉橋下では今年度の産卵は確認できなかった。このうち、前者の産卵場の消失は下流側からの産卵域の縮小をしめしている。

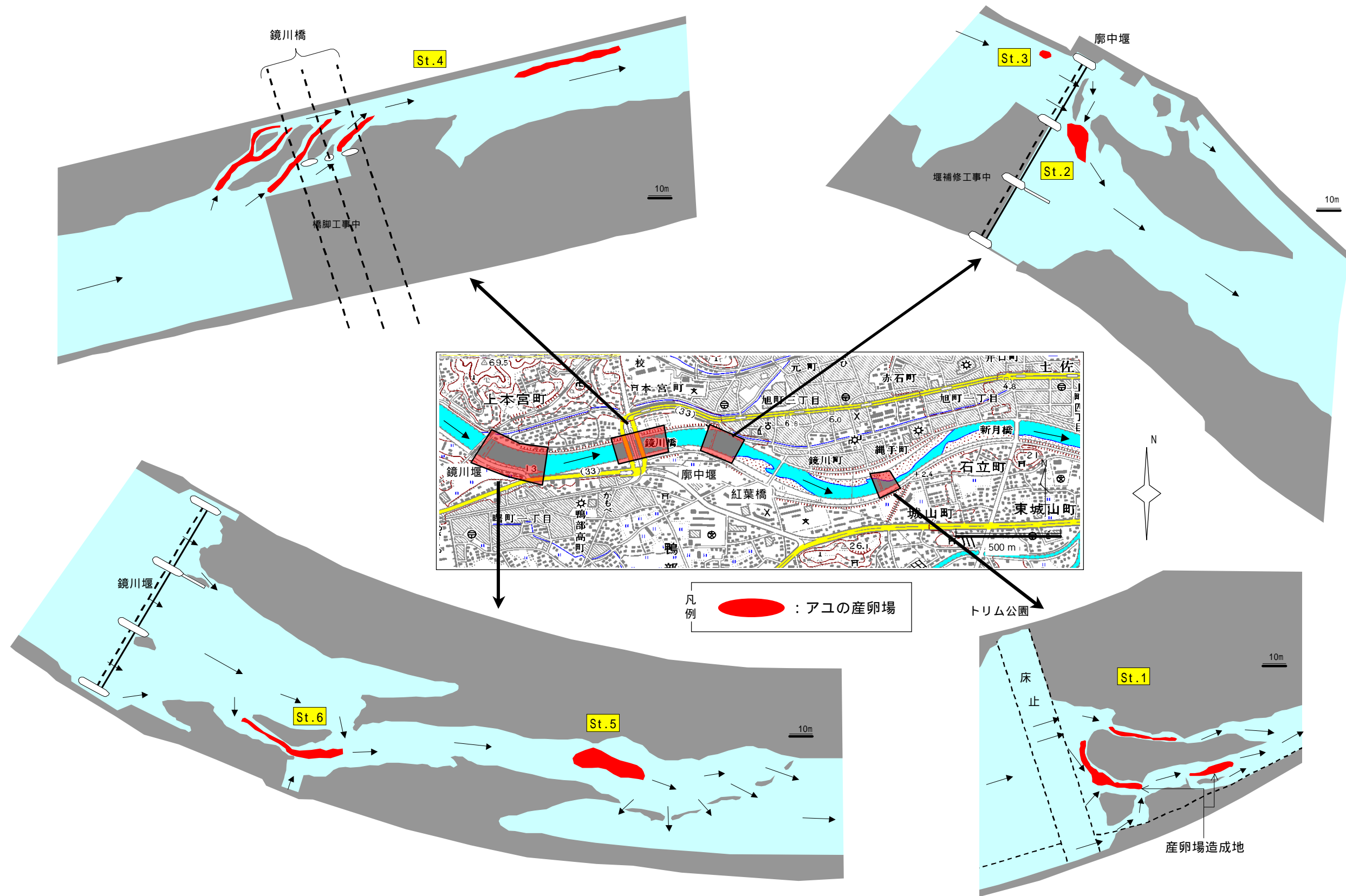


図 3-16 確認されたアユ産卵場の分布状況



なお、平成 19 年 12 月 7 日（満潮時）に実施した塩水の遡上端調査により新月橋の 340m 上流まで塩水が及んでいた実態が確認された（図 3-17）。アユ卵は塩水中では正常に発生できず、したがって、汽水域に産卵場は形成されない（宮地、1960）。**今年度における新月橋上流の産卵場消失の主因は当地点まで塩水が及んだためと判断できる。**

一方、廓中堰より上流では平成 17 年度に確認された産卵場が 1 箇所であったのに対し、今年度は 4 箇所確認され、その一つ（St.4）は地点中最大の面積に達した。当産卵場は廓中堰が転倒していた期間に従来の湛水域の中央付近に出現した新たな瀬に形成されていた。当結果は取水堰等による湛水が解消された場合、その範囲にアユの産卵場が形成される事実をしめす貴重な事例といえよう。



廓中堰ゲート転倒によって従来の湛水域に新たに形成されたアユの産卵場（St.4）

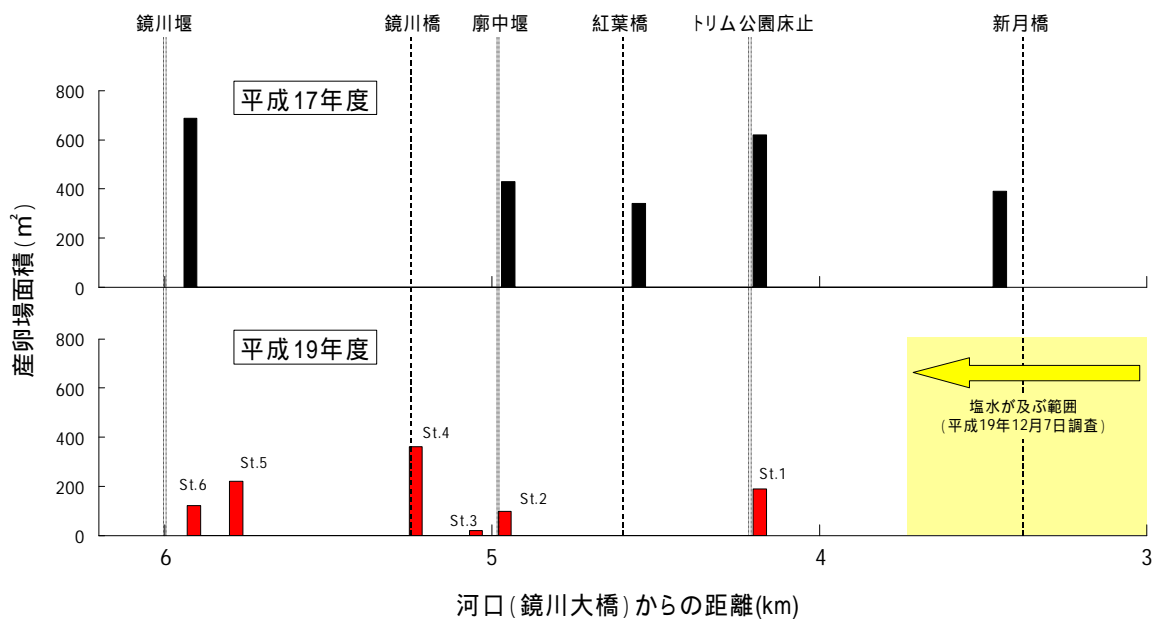


図 3-17 平成 17 年、19 年度における各産卵場の面積

以上のように、今年度の産卵場の分布状況は、廓中堰より下流での面積の縮小が特徴的である一方、当堰より上流域では産卵場の箇所数、面積とも過去に比べ増大し、全体として上流側へ移動した傾向が確認できる。これには、汽水域の上流側への拡大に加え、廓中堰の工事により一時的な湛水域の縮小が大きく関係していると判断できる。

## (2)産卵場の水深と流速

各地点の産卵場内で観測した水深と流速の範囲と平均を図3-18にしめた。

四万十川での産卵に好適な水深は0.1~0.5m、流速は0.5~1.5m/sとの指摘がある(上森・高橋、1984)。これと対比すると、St.1は水深がやや浅く、流速も僅かながら遅い状況にあった。また、St.2とSt.3では流速が遅く、このうち廓中堰の湛水部に形成されていたSt.3では水深も好適範囲を大きく逸脱していた。

一方、廓中堰湛水部より上流のSt.4~St.6では水深、流速とも好適範囲を概ね満足しており、流況上の産卵条件に大きな問題はないといえる。

このように、産卵場面積が縮小傾向にあった廓中堰湛水部より下流の各産卵場では、その上流に比べ流況面からも良好な産卵場とは言い難い状態であった。

なお、水深が深く、流速が極端に小さかったSt.3では、産卵場が形成された後に廓中堰のゲートが半ばまで起立し、調査時は湛水状態となった直後(2日目)であった。したがって、産卵場の条件としては特異な状態であり、従前より湛水状態であった場合、ここに産卵場は形成されなかったと判断する。

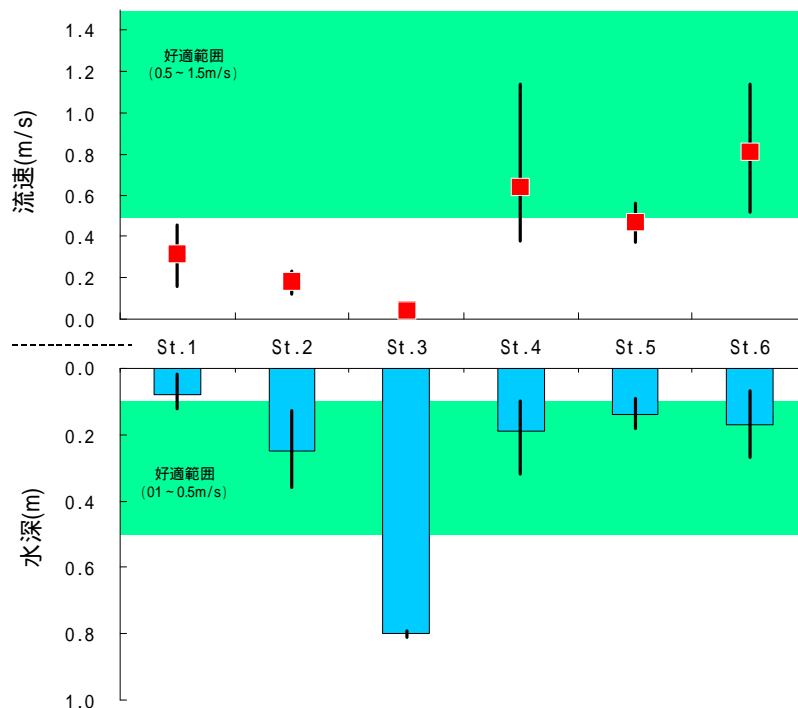


図3-18 各産卵場の水深と流速の平均と範囲( | )

上記のとおり、廓中堰の補修工事ともなうゲートの開放は、堰上流部における新たな産卵場の形成に大きく寄与したといえよう。一方、第2章でしめしたようにゲートを閉鎖した直後には流水が一時停止するため、下流部の産卵場については干出等による死卵の増加などの影響も懸念される。そこで、トリム公園床止直下の産卵場内に調査断面（2断面）を設定し、ゲート開放時と閉鎖時の産卵場内での流速の変化、また閉鎖時の干出状況について把握した。設定した調査断面位置を図3-19にしめす。

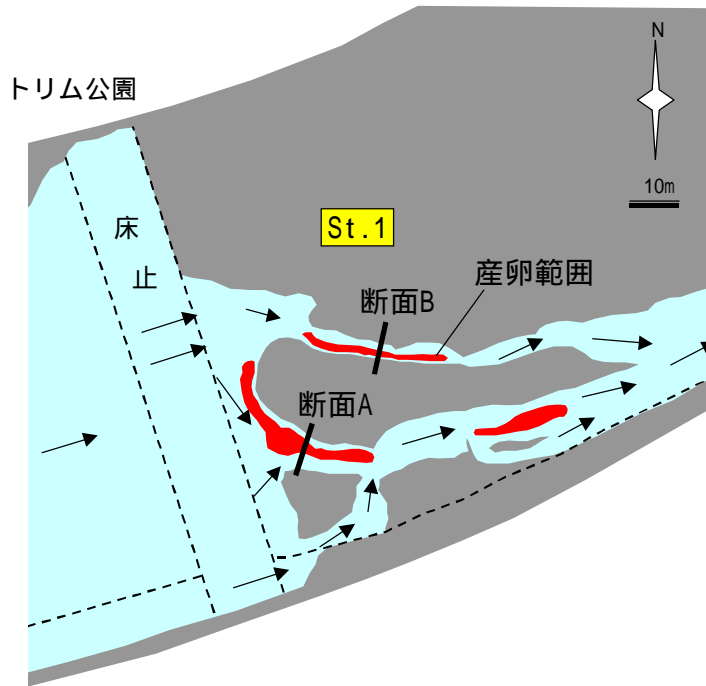


図3-19 干出状況調査断面（断面AおよびB）



断面A（左）および断面B（右）の状況

各断面の形状および水面位置（開放時：11月24日、閉鎖時：11月25日）を図3-20にしめした。断面Aはゲート閉鎖時において河床の礫の露出部分がやや拡大した箇所も見られたものの、水面幅は開放時と変化がなかった。一方、断面Bは左岸側が0.49m、右岸側が0.15mそれぞれ干出し、産卵範囲（延長1.3m）に占める干出延長の割合は約12%であった。

閉鎖時の流速（表3-7）は断面Aが0.458m/s、断面Bが0.363m/sとなり、いずれも開放時と比べて10%以上低下した。また、前述した流速の好適範囲からも逸脱しており、ゲートの閉鎖が下流側産卵場にマイナスの影響を及ぼしている実態が明らかとなった。

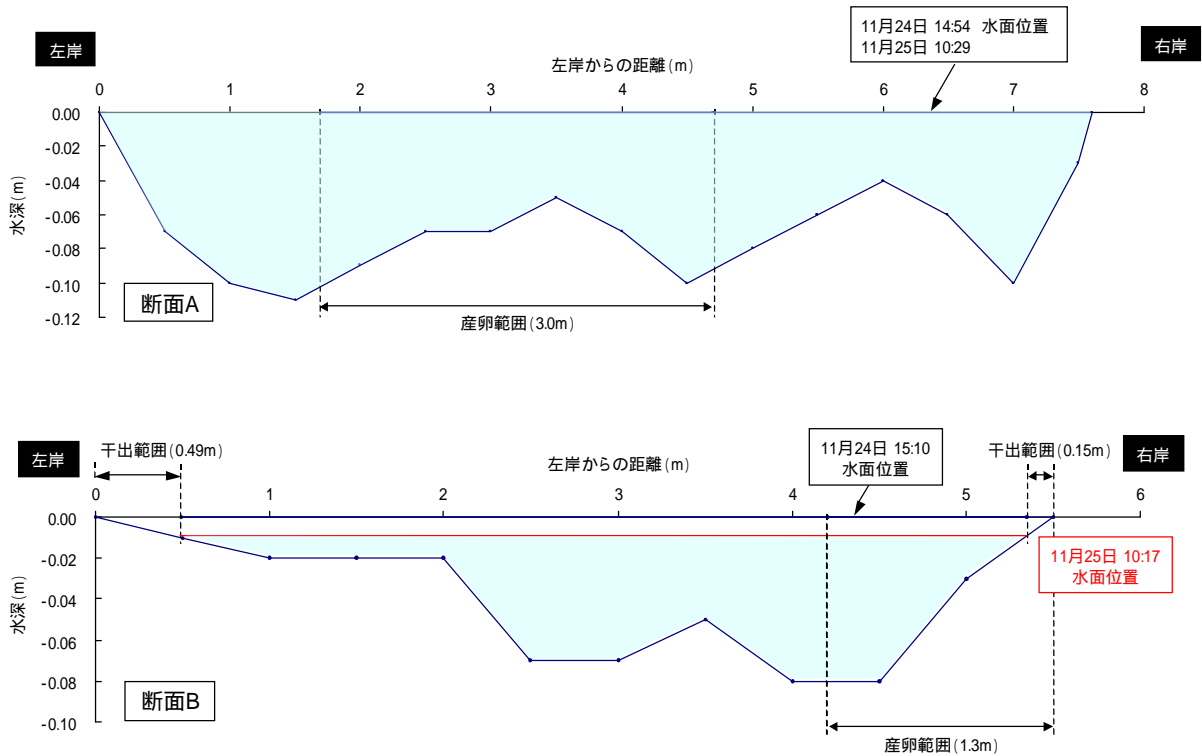


図3-20 各断面の形状および水面位置（11月24日・25日）

表3-7 各断面における流速（11月24日・25日）

	流速 (m/s)		/	備考
	11月24日	11月25日		
断面A	0.548	0.458	0.836	左岸より2.0m地点
断面B	0.404	0.363	0.899	" 4.5m地点

### (3)産着卵密度と死卵率

各地点で観測した砂礫 1,000cc 当たりの産着卵数（卵密度）と死卵率を図 3-21 にしめた。

各地点の平均卵密度は St.2 での 36 個から St.5 での 1,733 個の範囲にあり、最大値は St.5 で観測された 2,663 個であった。四万十川では産着卵の豊富な場所での卵密度は 10,000 個程度に達し、平均でも 4,500 個に及ぶ記録がある（岡村・為家、1977）。これに比べると、当調査によって観測した卵密度は高いとは言い難く、とくに卵密度が 100 個にも満たない St.2 と St.3 での産着卵数はごく少なかったと評価できる。地点間で比較すると、上流側の St.5、St.6 での卵密度が下流側に比べ高く、廓中堰付近（St.2、St.3）で低い傾向にあった。

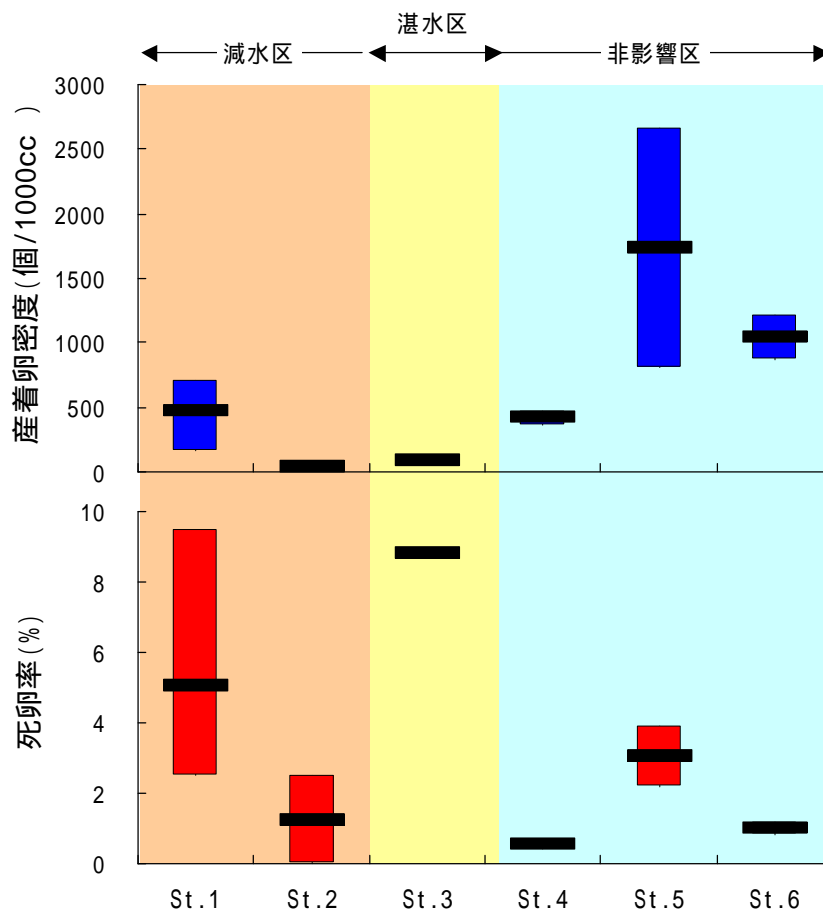


図 3-21 各地点の産着卵密度と死卵率の平均と範囲

減水区は廓中堰改修工事による一時的な水位低下が生じた範囲を、湛水区は産卵後に湛水区となった範囲をしめす。

死卵率をみると、最下流の St.1 と廓中堰湛水部の St.3 で高く、最大値は St.1 の浅部（水深 0.02m）で観測された 9.5%であった。当地点では水深が増すにつれ、死卵率が低下する傾向にあり（図 3-22）、産卵場縁辺の浅い範囲で卵の発生条件が劣化していると推察される。別項で整理したとおり、廓中堰下流では当堰の補修工事により水位の低下が一時的（2 時間程度）ながら週一度の頻度で繰り返されていた。その際、産卵場の浅部では河床の干出や流速の低下が生じ、これにより、斃死する卵数が増大したと推察できる。この原因による死卵数の増加は、

図 3-22 にしめした関係からおおよそ水深 0.1m 以浅の範囲で生じていたと想像できる。

一方、St.3 での死卵率の増大は、流速と水深データからも明らかなように廊中堰の湛水による流速の低下が主因であったと想定できる。魚卵は卵膜を通じ生存に必要な呼吸を行っている。この卵膜が微細な泥等の沈積物で覆われると呼吸不全により斃死する。堰湛水による流速の低下はこのような泥等の沈積を促し、死卵率の増大を惹起したと推察する。なお、St.3 での死卵率は 8.8% であり、相対的には高い値であったものの、大半が斃死する水準には至っていなかった。

一方、工事終了に伴って堰ゲートが起立した 5 日後の 12 月 4 日に湛水状態となった St.4 (水深 0.82m) において死卵率を測定したところ、60% に達していた。したがって、St.3 での死卵率も時間とともに上昇し、湛水 2 日目であった調査時以降、産着卵の多くが死滅したと考えるべきである。加えて、廊中堰の湛水再開により産卵場面積が最大であった St.4 の産着卵もその大半が死滅したと判断される。

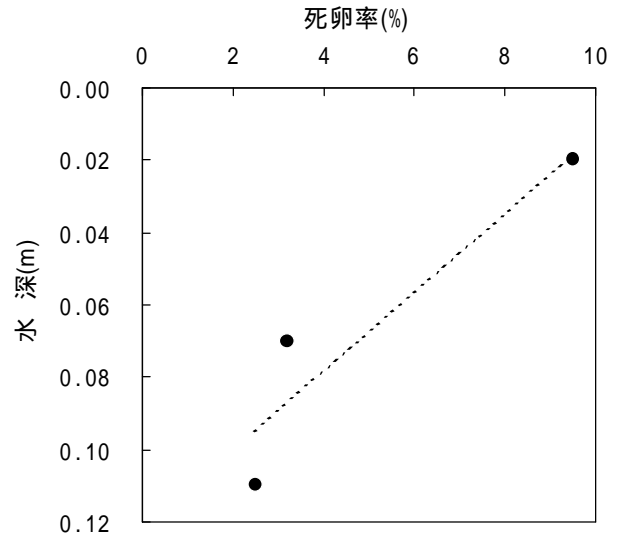


図 3-22 St.1 における水深と死卵率との関係



湛水状態 (5 日目) となった St.4 で確認されたアユの産着卵  
白濁した死卵が大半を占める。

(4)まとめ

現状の産卵場の分布を平成 17 年度と比較した場合、最も特徴的な変化は産卵場の主体が廓中堰の下流側から上流側へ移動した点といえる（図 3-23）。これには塩水の遡上範囲が拡大したために過去下流部に存在した産卵場が消失したのに加え、廓中堰補修工事によるその湛水域の縮小が大きな原因である。

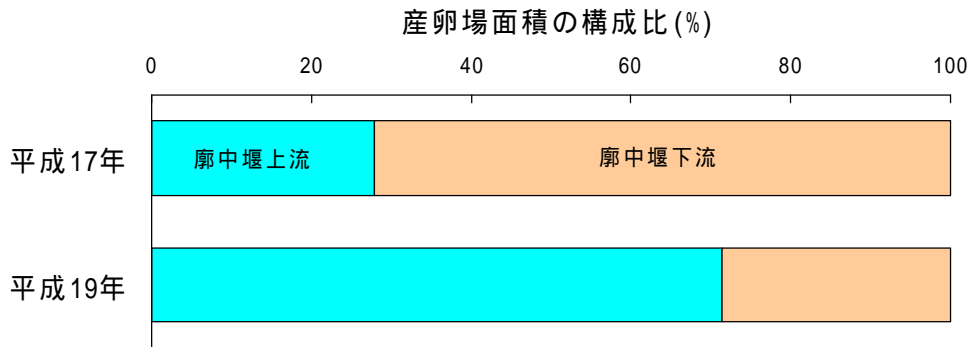


図 3-23 廓中堰を境とした産卵場面積の構成比

塩水の遡上範囲の拡大傾向は、平成 17 年度の調査報告において既往調査との対比から既に示唆されていた。これら全ての既往調査に平成 19 年の結果を加え、産卵場の分布範囲の経年変化を見ると（図 3-24）汽水域の上流側への拡大は明白な事実として確認できる。同時に、今後のさらなる拡大が予想されよう。

現在、最下流に位置するトリム公園地先床止直下の産卵場は、後述する仔アユの流下状況も勘案すると鏡川でのアユの再生産にとって最も重要な産卵場である。当産卵場に塩水が及んだ場合、鏡川におけるアユ資源の存続が危機に陥るのは明らかである。早急な対策が望まれる。

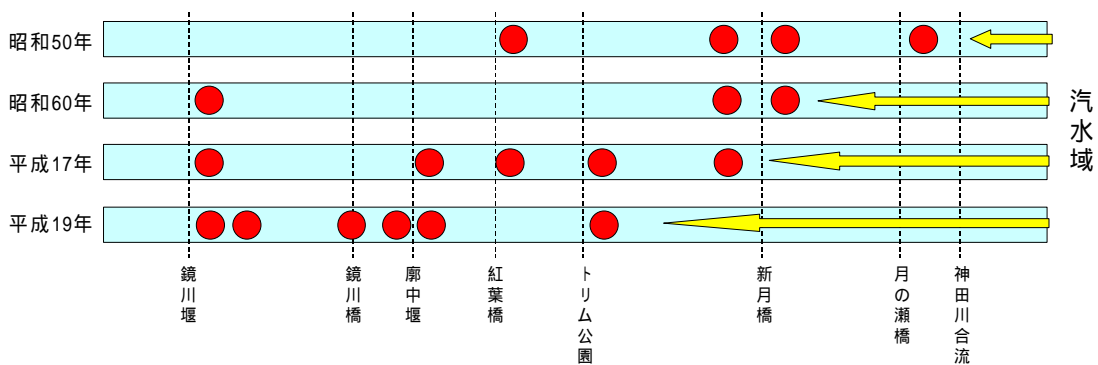


図 3-24 鏡川における産卵場の位置の経年変化  
昭和 50 年：岡村ほか（1976）、昭和 60 年：高知市（1986）

このような下流部の産卵場が縮小した一方で、廓中堰より上流における産卵場面積は平成 17 年度に比べ僅かながら増大した。この最大の要因が廓中堰の湛水域の縮小である。この結果は取水堰等の運用によって新たなアユ産卵場を形成させ得る実例として、全国的にも貴重な情報といえよう。

一方、工事の進捗に伴う湛水域の消長が産着卵の生存に及ぼす影響も確認され、とりわけ再湛水による産着卵の死滅は大きな問題である。産卵後に再湛水された場合、ここでの産卵は無効に等しいばかりか、湛水が維持されていた状態よりも全体の有効産卵量は明らかに減少することになる。

湛水域の消失はアユ産卵場の拡大に寄与するものの、一時的な湛水域の変化はアユの再生産に甚大な被害を及ぼす可能性がある。取水堰等の運用による湛水状態のコントロールは、アユの産卵実態を精査した上で、慎重に行う必要がある。加えて、堰の湛水状態は後述する仔アユの流下状況にも大きく関与するので、この点に対する配慮も重要な視点となる。



湛水域の縮小により形成されたアユ産卵場 (St.4)



湛水再開により止水化したアユ産卵場 (St.4)



### 3-3 仔アユ流下状況

#### 1) 調査概要

##### (1) 調査時期

流下仔アユ調査は以下にしめす日程（計3回）で実施した。

第1回：平成19年11月22～23日

第2回：平成19年11月28～29日

第3回：平成19年12月7～8日

このうち、第1回と第2回の調査時は廓中堰の補修工事のため、堰ゲートが前者では半ばまで転倒、後者では完全に転倒していた。これにより、第1回調査時では廓中堰より上流約200mの間が湛水部となっており、第2回調査時には湛水部が消失していた。また、当該工事終了後の第3回調査時にはゲートが起立し、湛水部は上流800m程度まで及んでいた。

なお、平成18年度に実施した同調査時においては、廓中堰ゲートは期間を通じ起立しており、湛水状態が維持されていた。



廓中堰調査地点（左：第1回調査時、右：第2回調査時）

##### (2) 調査地点

調査は以下の3地点で実施した（図3-25）。このうち、廓中堰と新月橋地点は平成18年度調査と同一地点であり、この両地点間に位置するトリム公園地点は平成19年度に新設した地点である。

廓中堰（左岸側ゲート上流）

トリム公園（当公園地先床止の右岸側上流）

新月橋（当橋下流左岸側）



トリム公園調査地点（左）・新月橋調査地点（右）

各調査地点の位置と各調査時における産卵場の分布状況並びに湛水状況を図 3-25 にしました。

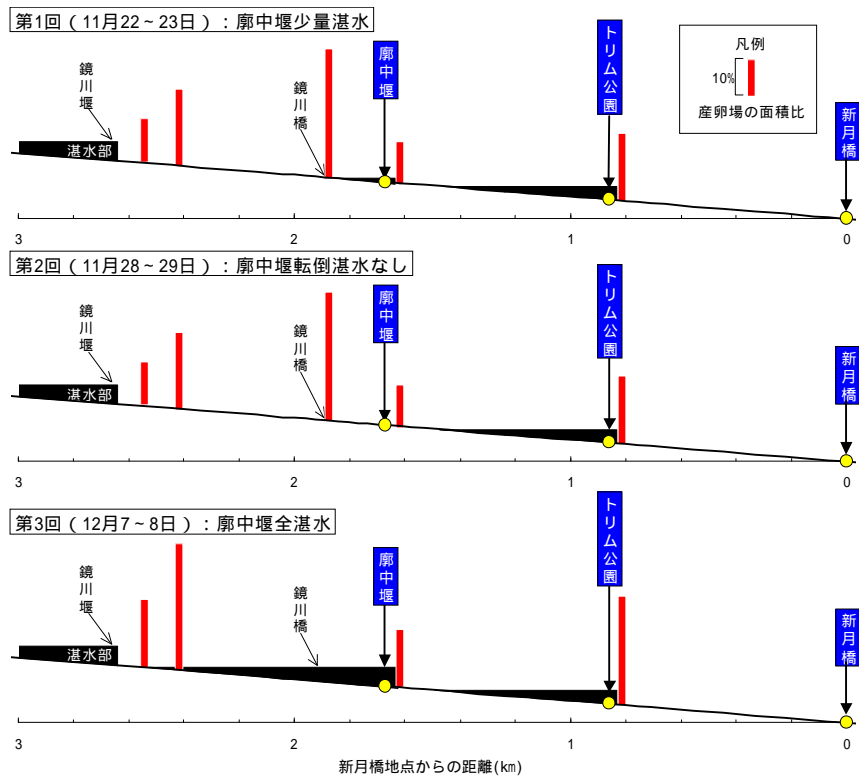


図 3-25 流下仔アユ調査地点と産卵場および堰湛水部の分布状況

### (3)調査方法

#### 採集

口径 50cm、網目 0.3mm の円錐形のプランクトンネットにより流下仔アユを濾過採集した。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。なお、採集方法は流水中での固定やロープによる曳網を採集場所および調査時の流況に応じ臨機に選択した。

採集は日中の 15:30 から 2 時間間隔で翌朝の 5:30 まで、計 8 回実施した。採集物は直ちに約 5%ホルマリン水溶液で固定し、試験室に搬入した。



採集ネット



廓中堰上流でのロープによる曳網



トリム公園地点（左）と新月橋地点（右）での採集状況

また、採集に並行して、廓中堰上流において流量観測を実施した（図 3-25）。流量観測は「改訂新版 建設省河川砂防技術基準（案）同解説 調査編」（建設省河川局監修、1997）に準拠し、電磁流速計を使用して行った。

## 分析

各採集物から仔アユを選別し、その全数を計数した。また、当計数值と各採集時に計測した濾水量から 1m<sup>3</sup> 当たりの採集密度を算定した。さらに、各採集時に得られた仔アユ（原則各 20 個体）の体長と卵黄指数（図 3-26）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）。

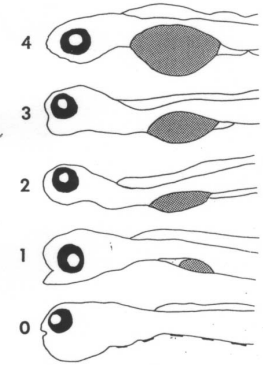
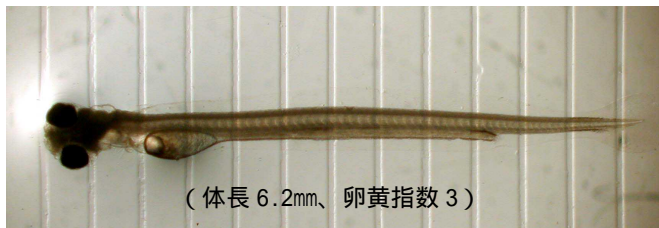


図 3-26 仔アユの卵黄指数  
（塚本、1991）

## 2) 調査結果および考察

各地点における流下仔アユの採集結果および採集時の天候、水温等の観測値を付表 3-3 に整理した。

### (1) 調査時の水温等

採集時に観測した水温を図 3-27 にしめした。各調査時の水温を見ると、平均値では 3 地点とも第 3 回調査時に最低、第 3 回調査時に最高をしめし、その範囲は 12.9~16.5 にあった。アユ卵の孵化に好適な水温は 13~20 とされており（伊藤ほか、1971）、調査時の水温はこれをほぼ満足していた。

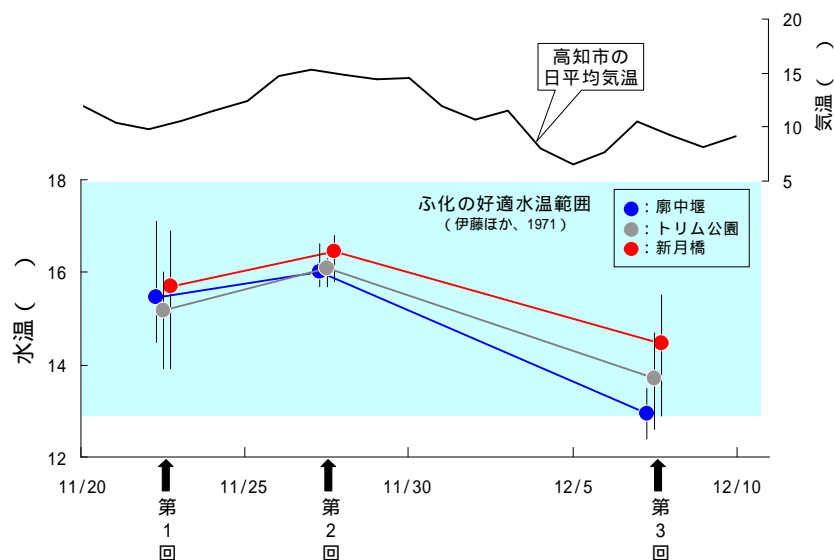


図 3-27 各調査時に観測した水温の平均と範囲 ( | )

水温の時期的な変化は気温の推移にほぼ同調していた。また、各調査時の水温の変動幅を見ると、第 2 回調査時のそれが相対的に小さい状況が確認できる。これは他 2 回の調査時の天候が晴天であったのに対し、第 2 回調査時では気温の日周変化が比較的小さい曇天であり、この点からも調査地の水温が気温の影響を強く受けていた状況が確認できる。

地点間で見ると、新月橋地点の平均水温が他 2 地点に比べ高い傾向は一貫していたものの、廓中堰とトリム公園との関係は調査時により異なった。また、第 3 回調査時では前 2 回に比べ地点間の水温較差が大きい点が特徴的であった。

新月橋地点は感潮域に位置しており、潮汐に伴って水位が変動する。そこで、海水の及ぶ程度を確認するため、第 3 回調査時（12 月 7~8 日）の採集時に塩分を測定した。その結果を図 3-28 に整理した。

これによると、表層では 0.7~6.9psu、底層ではこれより高く 8.8~12.1psu の塩分が観測された。通常、外洋水の塩分は 35psu 近くに達することから、底層においては 3 割程度まで稀釈された塩水が到達していた状況が確認できる。なお、塩水は淡水に比べ比重が大きいため、表層より底層の塩分が高い傾向は汽水域ではほぼ普遍的に見られる現象である。

一般に汽水域での塩分は満潮時に高く、干潮時に低下する変動をします。しかしながら、今回の観測値は潮汐に伴う明瞭な変動は認められなかった。この原因は不明ながら、河岸にて測定したため、水位に応じて測定位置が変化した点もその要因の一つであろう。

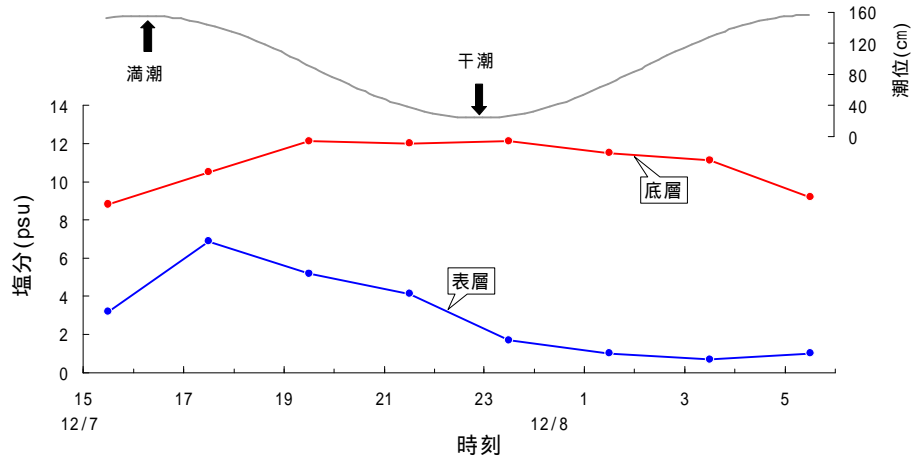


図 3-28 新月橋地点において第 3 回調査時に測定した塩分

なお、新月橋地点の採集物には仔アユとともに多数の動物プランクトンが含まれていた。このプランクトンの優占種は *Sinocalanus tenellus* で、その他 *Pseudodiaptomus inopinatus* も散見された(上田私信)。両種とも代表的な魚類の初期食物生物とされるカイアシ類の一種である。また、双方とも汽水性の種とされており(大塚、1997; 平川、1997)、新月橋付近が恒常的に汽水環境である状況がプランクトン相からも確認できる。

通常の河川域にはアユの初期食物となる動物プランクトンがほとんどいないため(小山、1978)、仔アユは卵黄の栄養のみに依存した絶食条件下で流下することになる。この孵化後の絶食生残日数は 5~8 日とされ(和田・稲葉、1968; 兵藤・関、1985)、仔アユはこの間に動物プランクトンの存在する水域に到達する必要がある。新月橋地点に多産する汽水性カイアシ類は仔アユが最初に遭遇する食物生物であり、当地点まで流下した仔アユについては卵黄吸収後の摂食が保証されたと考えてよい。



以上の他、調査時の河川流量(宗安寺)は第 2 章で整理したとおり、 $2.73 \sim 2.77 \text{ m}^3/\text{s}$  の狭い範囲で一定していた。これら調査時における河川流量および上記の水温の状況を平成 18 年度同調査時と比較すると(図 3-29)、平成 19 年度の値は前年値に比べ河川流量が一定していた特徴があるものの、各値とも前年値の範囲にほぼ含まれており、廓中堰の運用状況以外の環境条件には大差がなかったと判断してよい。

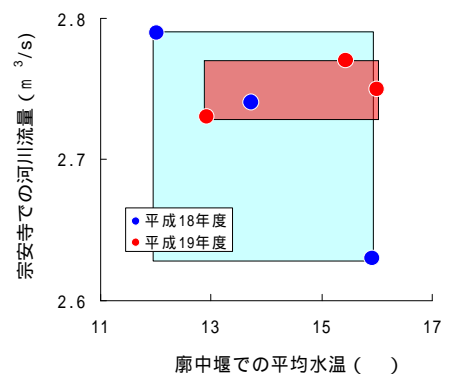


図 3-29 調査時における宗安寺河川流量と廓中堰での平均水温

また、廓中堰上流での流量観測結果を表3-8にしめした。調査時の廓中堰上流の流量は0.83～1.53m<sup>3</sup>/sの範囲にあり、とくに問題をしめす値ではない。

表3-8 流量観測結果（廓中堰上流）

観測日	廓中堰上流での流量 (m <sup>3</sup> /s)
11月22日	1.53
11月28日	0.83
12月7日	1.22

## (2) 仔アユの採集密度

各調査時における仔アユの河川水1m<sup>3</sup>当たりの採集密度を図3-30にしめした。

廓中堰地点では第2回の19:30に観測された河川水1m<sup>3</sup>当たり162尾の採集密度が最大で、これは全観測値の中においても最大に達した。また、平成18年度と同調査による採集密度の最大値であった86尾（新月橋地点で記録）に比べても高い水準に達していたと評価できる。

廓中堰地点での採集密度の経時変化を見ると、第1回では21:30に、第2回では19:30のいずれも夜半までに明瞭な流下のピークが確認されたのに対し、第3回調査での流下は採集時刻による変動が小さく、ピークは不明瞭であった。第3回調査時には廓中堰の湛水域が大きく拡大しており、これによって廓中堰地点における仔アユの流下状況が大きく変化したと考えてよい。

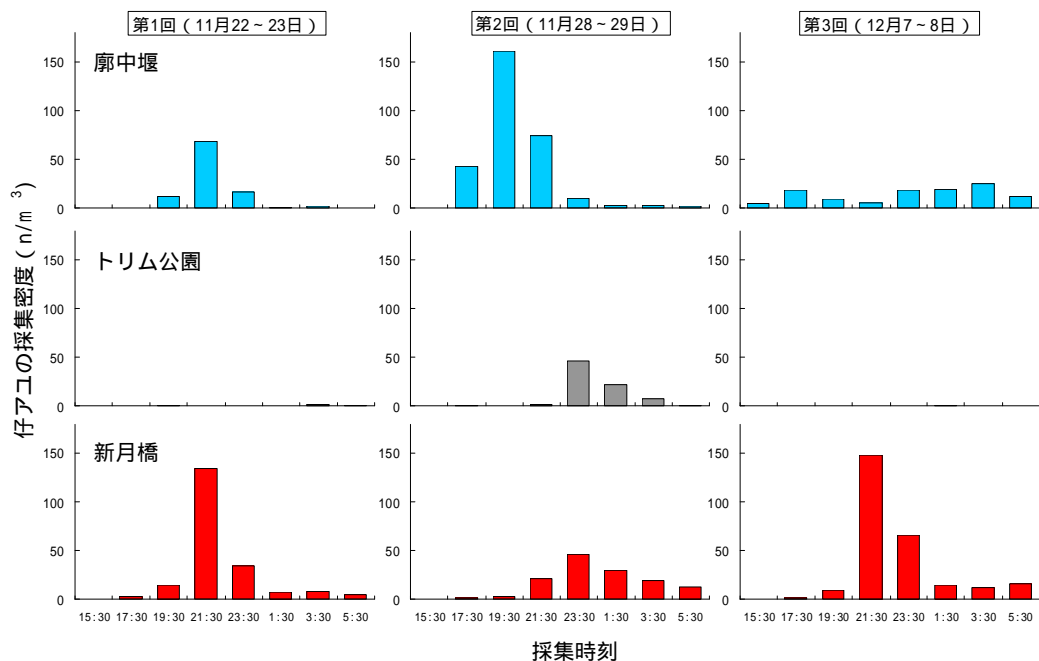


図3-30 各調査時における仔アユの採集密度

このように、仔アユの採集密度は時期、時刻などにより大きく変動する。過去の高知県下の他河川で調査された仔アユの最大密度を見ても、仁淀川では平成12年において344尾/m<sup>3</sup>が記

録されているのに対し、平成 13～15 年の各年の最大値は 2～9 尾/m<sup>3</sup> の範囲にあり、大きな較差が認められる（中島ほか、2001；中島、2003～2005）。この他、松浦（2006）が整理した平成 16 年の各河川における仔アユの採集密度を見ると、安田川での最大が約 350 尾/m<sup>3</sup>、伊尾木川と安芸川ではそれぞれ約 170 尾/m<sup>3</sup>、約 55 尾/m<sup>3</sup>、四万十川では約 85 尾/m<sup>3</sup> が調査期間中に観測された最大密度である。今回、廓中堰で観測された最大密度 162 尾/m<sup>3</sup> は、これら他河川の値に比べてもやや高水準にあったと評価できよう。

トリム公園地点の採集密度は第 1 回と第 3 回調査時にごく低く、最大値においても前者で 1.9 尾（3:30）、後者で 0.6 尾（1:30）に過ぎなかった。したがって、採集時刻による変動もごく狭い範囲にあり、流下の明瞭なピークも認められなかった。一方、第 2 回調査時においては 23:30 に 47 尾に達する比較的明確な流下盛期が確認でき、仔アユの流下パターンが他 2 回の調査時と異なる状況にあったと判断できる。

新月橋地点の状況を見ると、最大密度は第 3 回調査時の 21:30 に記録した 148 尾で、次いで第 1 回調査時の同時刻における 134 尾であり、両調査時ともに夜半以前の 21:30 に明瞭な流下盛期が確認された。これに対し、第 2 回調査時の流下のピーク値はこれらに比べ低く（46 尾）、最大となった時刻もやや遅い 23:30 であった。このように、第 1 回と 3 回の調査時における仔アユの流下パターンが極めて類似していたのに対し、第 2 回調査時はこれらとやや異なった状況にあったといえる。第 2 回調査時の特異性は上記したトリム公園地点においても確認されており、廓中堰より下流で生じた共通の現象に起因していると推察できよう。

前記のとおり、第 2 回調査時には廓中堰ゲートが完全に転倒しており、当堰の湛水部が消失していた状況において他の調査時と異なっていた。このような湛水部の消失がトリム公園地点までの仔アユの流下を促進したと同時に新月橋地点での流下状況に変化を及ぼしたと考えられる。

流下仔アユは 1 万ルクスまでの照度では正の走光性を示し、それ以上では走光性が逆転することから、日中は底層に、薄暮・薄明時は表層に分布し、夜間は水深 0.8m 付近に定位すると考えられている（小山、1978）。図 3-30 を見てわかるように、各調査時とも日中の 15:30 における採集密度がごく低いのはこのような仔アユの流下生態に起因した現象である。そこで、流下の中心である夜間（15:30 を除く全ての時間帯）の平均採集密度を図 3-31 にしめた。

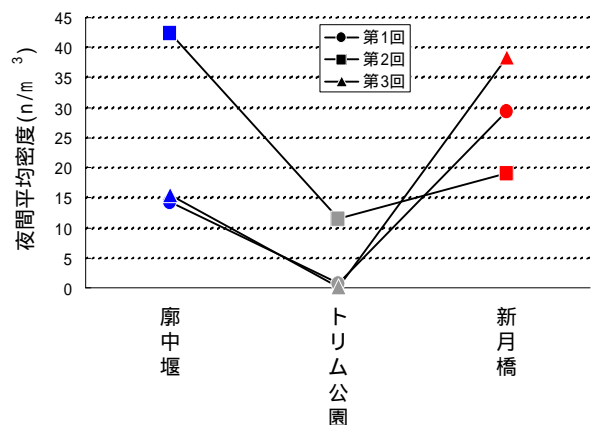


図 3-31 各地点における夜間の平均採集密度

これによると、いずれの調査時ともトリム公園地点での採集密度が大きく低下する傾向をしめたものの、第 2 回調査時においてはその低下の程度が小さかった。また、第 2 回調査時には廓中堰、トリム公園地点とも他 2 回に比べ平均密度が高く、とりわけ廓中堰ではその傾向が明瞭であった。これに対し、新月橋地点の平均密度は第 2 回が最低をしめし、図 3-31 から第 2 回調査時における仔アユの流下状況が異なっていた様子が確認できる。



なお、夜間平均密度を平成 18 年度調査と比較すると（図 3-32）廓中堰、新月橋ともに今年度の密度が高く、平均値からみても今年度の仔アユの流下数が濃密であったといえる。

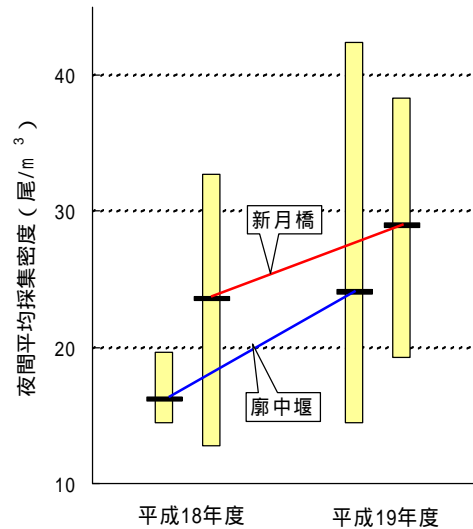


図 3-32 平成 18 年、19 年度における廓中堰および新月橋の夜間平均採集密度の平均と範囲

### (3) 仔アユの流下数

仔アユの採集密度と河川流量から仔アユの日流下総数(24 時間の流下尾数)を推算し、図 3-33 にしめた。

日流下総数の最大は第 3 回調査時の新月橋で算定された 237 万尾で、次いで多かったのも同じく新月橋地点の第 1 回調査時における 231 万尾であった。逆に、流下総数が少なかったのはいずれの調査時ともトリム公園地点で、第 1 回、第 3 回調査時ではそれぞれ 5.4 万尾、1.6 万尾に過ぎず、最も多かった第 2 回調査時においても 49 万尾にとどまった。また、廓中堰地点では 112~179 万尾の比較的豊富な水準で変動が小さい点が特徴的であった。

流下数の豊富であった廓中堰と新月橋地点を比較すると、第 1 回および第 2 回調査時では新月橋の流下数が前者の 2 倍前後に達したのに対し、第 2 回調査では廓中堰の半数程度となり、両地点間の関係が逆転した。このように、両者の関係は一定しないものの、全調査を平均した日流下数は新月橋地点において 40 万尾程度豊富であった。

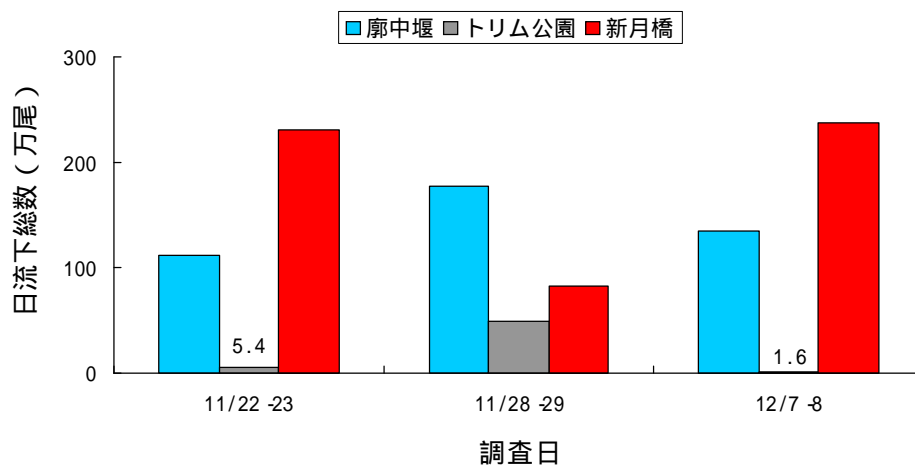


図 3-33 各調査時における仔アユの日流下総数

廓中堰と新月橋地点での日流下総数の関係を、平成 18 年度の結果とともに図 3-34 にしめた。一般に、近接する 2 地点間の仔アユの流下数を同一日で対比した場合、流下数の増減は同調し、両地点間の関係には正の相関があると想定できる。しかしながら、図 3-34 のとおり廓中堰と新月橋地点の流下数には相関関係が認められず、両地点を流下する仔アユのグループがそれぞれに異なっている様子が想像される。

年度間で流下数を比較すると、両地点とも流下数の範囲はほぼ重複しており、前記したように今年度の採集密度は豊富であったものの、流下総数に大差は認められなかった。これは、今年度実測した河川流量が前年に比べ少なかったためである。なお、両年度とも廓中堰に比べ新月橋の流下数がやや上回る状況は共通していた。

各調査時における流下の主体である夜間の時間帯流下数(2時間あたり)の頻度分布を図 3-35 にしめた。なお、参考値として、平成 18 年度の廓中堰、新月橋地点における同値(3回調査の平均値)を併せてしめた。

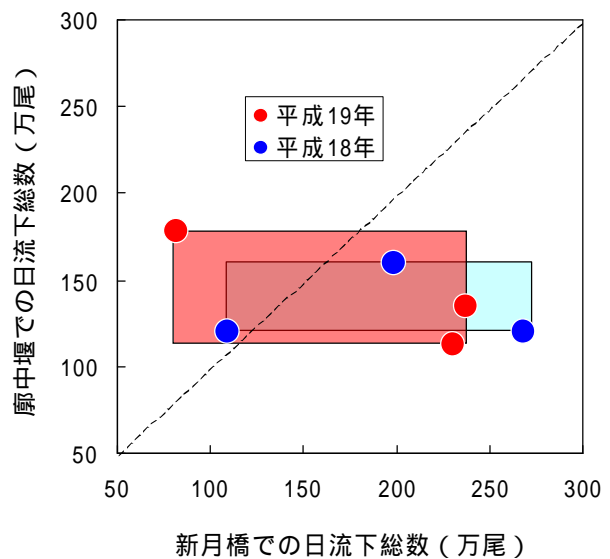


図 3-34 廓中堰と新月橋地点での日流下総数の関係

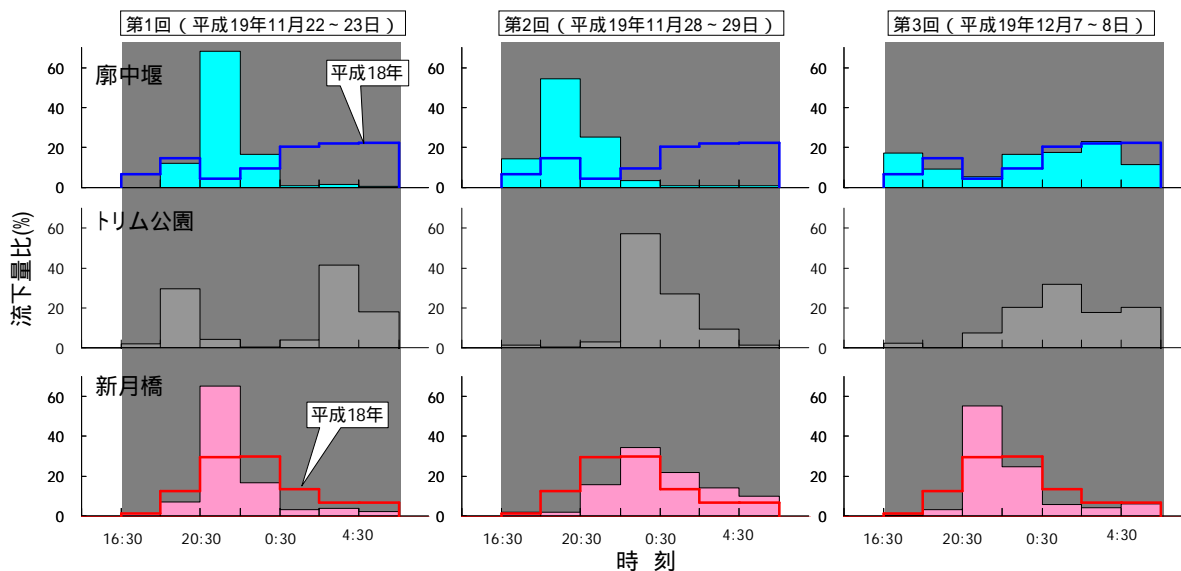


図 3-35 各調査時における夜間の時間帯流下数の頻度分布  
平成 18 年の頻度分布は 3 回調査の平均

アユ卵は夕方から夜間に孵化し、とくに 17~20 時に集中する(石田、1984)。孵化した仔アユは僅かに正の走流性を示すものの、その遊泳速度は最大で 7cm/s と小さく、ほぼ完全に流れに乗って流下する(小山ほか、1965; 稲葉・和田、1967)。したがって、各地点の流下数の経時的な変動はおもに産卵場からの距離とその間の河川流速によって決まると考えられている。

廓中堰地点を見ると、第1回調査時では20:30~22:30に、第2回ではこれよりやや早く18:30~20:30の流下数が全体の半数以上に及び、とくに前者では7割近い仔アユがこの時間帯に流下していた状況がわかる。上記のアユ卵の孵化時刻を勘案すると、廓中堰より上流の産卵場で孵化した仔アユが2~4時間程度で廓中堰に到達していたと判断できよう。これに対し、第3回調査時では流下が集中する時間帯がなく、卵の孵化時刻と流下数の変動の間に一定の関係は確認できなかった。当調査時には廓中堰の湛水域が大きく拡大し、それによる流下速度の遅滞が流下状況を一変させた主因であると考えられる。なお、第3回調査時の流下数の頻度分布は廓中堰の湛水域が存在していた平成18年度のそれとほぼ一致しており、この点も上記推論を裏づけている。

トリム公園では、流下数が最も豊富であった第2回調査時に流下数のピークが現れ、22:30~0:30の間に6割近くの仔アユが流下した。廓中堰からトリム公園の間には小規模な産卵場が1箇所あるに過ぎないことから(図3-25)、この際にトリム公園地点に到達した仔アユの主体は廓中堰を通過した個体であったと考えてよい。当調査時における廓中堰の流下ピークはこれより4時間ほど早期の18:30~20:30にあり、廓中堰が開放された状態では、当堰上流の産卵場で孵化した仔アユはおよそ4~6時間でトリム公園地点に到達していたと推察できる。

これに対し、第1回調査時には廓中堰で明瞭な流下数のピークが確認されたにもかかわらず、トリム公園地点での流下数はごく乏しく、その変動も一定していなかった。当調査時には廓中堰ゲートが半ばまで起立したことにより延長200m程度の湛水域が形成されていた。しかし、廓中堰での流下数の明瞭なピークやその時刻(20:30~22:30)は、仔アユがこの湛水域を比較的速やかに流下した様子をしめしている。したがって、第1回調査時のトリム公園地点における流下数の乏しさは廓中堰より下流で生じた流下障害に起因したと考えるべきであろう。この障害要因の特定は困難ながら、この際に実施されていた廓中堰の補修工事等に関連していた可能性もある。同じく、トリム公園地点での流下数がごく少なかった第3回調査時については、前記のとおり湛水域の拡大により廓中堰までの流下速度が大きく低下しており、トリム公園地点までの死滅の主因は飢餓であったと推察できる。



トリム公園地点

新月橋地点の流下数の頻度分布は、第1回と第3回調査時が酷似しており、双方とも20:30~22:30に大半の仔アユが流下していた。新月橋地点の最寄りの産卵場は、上流約800m(トリム公園地先床止下流)に位置しており、流下数のピーク時刻は当産卵場でのアユ卵の孵化時刻に対応した変動であろう。前述したアユ卵の孵化が集中する時刻を考えると、仔アユは約800mをおよそ2時間程度で流下していたことになる。

一方、新月橋地点における第2回調査時の頻度分布については、0:30以降の流下割合が他2回に比べ高い傾向にあり、そのためピーク時の頻度もやや小さく、その時刻も2時間遅く観測された。上記のとおり、トリム公園地先から新月橋地点の間を仔アユは約2時間で流下するとの推定から、トリム公園地点を22:30~0:30(第2回調査時のピーク時刻)に通過した廓中堰上流由来の仔アユは0:30以降に新月橋地点へ到達することになる。これら廓中堰由来の仔アユの加算によって0:30以降の頻度が上昇したといえよう。そうすると、第2回調査時では新月橋地点に廓中堰上流で孵化した仔アユが他2回に比べ豊富に加算されたのは間違いなからう。それにもかかわらず、第2回調査時の日流下総数は他2回の半数にも満たなかった(図3-33)。つまり、第2回調査時にはトリム公園床止下流の産卵場における孵化数が大きく減少していたと考えねばならない。第2回調査時にはその2日前に廓中堰ゲートが完全に転倒し、その際には大量の流水が下流の産卵場に及んでいた。これにより、それまでに孵化していた仔アユが一挙に流下するとともに、水深と流速の急増が刺激となり、孵化が促進された可能性がある。事実、孵化時期が近づいたアユ卵は僅かな刺激で孵化する状況をアユの産卵場調査時に確認している。このような廓中堰下流で生じた仔アユの集中的な流下により、その直後の第2回調査時には一時的ながら流下数が減少したと推察する。

以上、仔アユの流下数から見た各調査時の特徴および推定内容は次のように整理できる。

#### 第1回調査（廓中堰湛水域延長 200m）

廓中堰地点で 20:30～22:30 に流下数の明瞭なピークが観測され、当堰上流で孵化した仔アユが 2 時間程度で当地点まで到達していた。

トリム公園地点での流下数はごく少なく、廓中堰を通過した仔アユの大半はここまでに死滅していた。

新月橋地点では 20:30～22:30 に流下数が増大し、これら仔アユの主体はトリム公園床止下流の産卵場で孵化した個体であり、当地点までおよそ 2 時間で到達した。

#### 第2回調査（廓中堰湛水域消失）

廓中堰地点で 18:30～20:30 に流下数の明瞭なピークが観測され、当堰上流で孵化した仔アユが 2 時間未満で当地点まで到達した。

トリム公園地点では廓中堰湛水域の消失により、当堰上流で孵化した仔アユの流下が大きく促進され、流下数が期間中最大となった。

流下数のピーク時刻（22:30～0:30）から推定すると廓中堰上流で孵化した仔アユがおよそ 4～6 時間でトリム公園地点まで到達していた。

廓中堰より下流の産卵場では調査 2 日前の堰ゲート転倒による増水時に集中的な仔アユの流下が生じ、その直後の当調査時には一時的に流下数（孵化数）が減少した。

新月橋地点には 0:30 以降に廓中堰上流由来の仔アユが加算されていた。

#### 第3回調査（廓中堰湛水域延長 800m）

廓中堰の湛水域拡大による流下速度の遅滞により、廓中堰地点の流下状況に孵化時刻に対応した変動が稀薄となった。

トリム公園地点での流下数はごく少なく、廓中堰を通過した仔アユの大半はここまでに死滅していた。

新月橋地点での流下状況は第1回調査時と酷似しており、トリム公園床止下流の産卵場で孵化した個体が主体であった。

次項では、これら推論を各調査時に採集された仔アユの発育状態から検証したい。

#### (4) 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 3-4 に整理した。また、これら測定結果を集計し、各調査時に採集された仔アユの体長組成を図 3-36 にしめた。また、参考値として平成 18 年度の廓中堰と新月橋地点における 3 回の調査を総合した体長組成も併せてしめた。

第 1 回調査時には廓中堰と新月橋地点での体長組成がよく類似し、双方とも 6.2~6.4mm に明瞭なモードが認められたのに対し、トリム公園ではやや大型個体の占める割合が相対的に高く、モードは不明瞭ながら 6.6~6.8mm にあった。また、第 2 回調査時においても廓中堰と新月橋地点では体長 6.4mm 前後の仔アユが主体であり、第 1 回調査時と大差なかった。ただし、トリム公園地点では第 1 回調査時に比べ仔アユがやや小型化し、他地点と同じく 6.4mm 前後の仔アユが多くを占めた。このように、第 1 回と第 2 回調査での体長組成はトリム公園地点でやや変化があった以外は比較的類似した体長組成をしめた。

これに対し、第 3 回調査時には、新月橋地点の体長組成が前 2 回とほぼ同じく 6.2~6.4mm をモードとした単峰型をしめたものの、廓中堰とトリム公園地点の仔アユのサイズが明らかに大型化し、前者では 7mm 前後、後者ではさらに大型の 7.0~7.6mm の個体数頻度が大きく増大した。

平成 18 年度の体長組成と比較すると、廓中堰地点では第 1 回と第 2 回調査時における年度間の差異が著しく、今年度の体長が前年に比べ明らかに小型であった。しかし、第 3 回調査時にはこの差異がなくなり、ほぼ同様の体長組成をしめた。一方、調査時による体長の変化が小さかった新月橋地点では平成 18 年度との較差も小さく、6.4mm 前後の比較的小型の個体が主体となっている状況に普遍性が認められる。

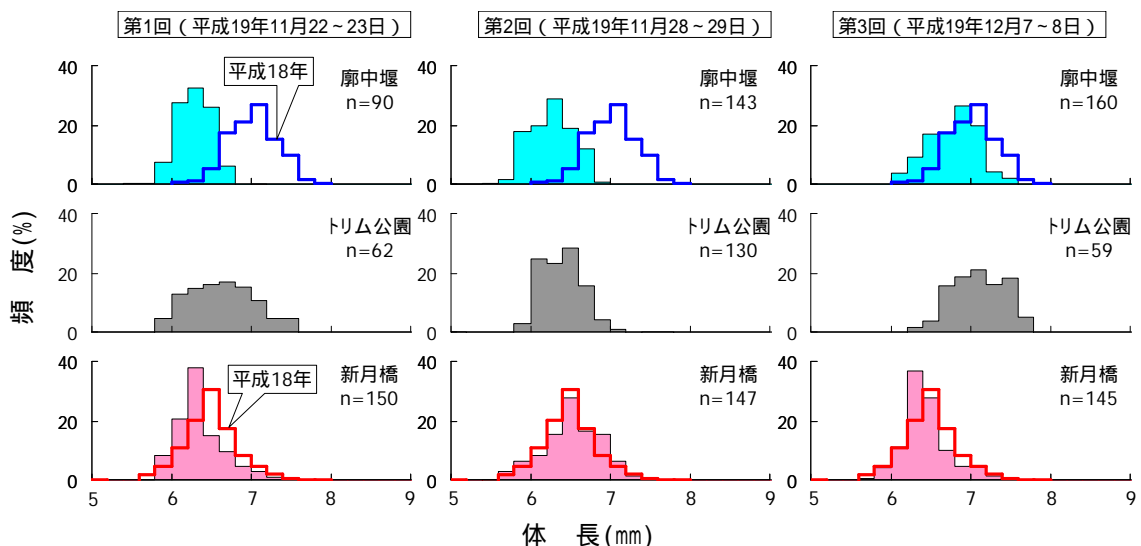


図 3-36 各地点で採集された仔アユの体長組成  
平成 18 年は 3 回調査を総合した頻度分布

卵黄指数の頻度分布を見ると（図 3-37）、体長組成と同じく第 1 回と第 2 回調査時の頻度分布は比較的類似しており、廓中堰と新月橋地点では指数 4 ないし 3 の孵化後間もない若齢個体が中心であった。ただし、トリム公園地点では第 1 回調査時には指数 2、1 の卵黄吸収の進んだ高齢個体が多かったのに対し、第 2 回調査時にはこれに比べ若齢の指数 3 の個体が最多となった。一方、第 3 回調査時には廓中堰とトリム公園地点で大きな変化が生じ、両地点とも卵黄を吸収し終わる直前の指数 1 の個体数割合が卓越した。なお、新月橋地点の卵指数の頻度はそれ以前と同じく指数 2 以上の若齢個体が多くを占めた。

平成 18 年度の卵黄指数の頻度分布と比較すると、廓中堰地点では第 1、2 回調査時が今年度において若齢個体が豊富な点で大きな差異が認められたのに対し、第 3 回調査時および新月橋地点での各調査時には両年度間の頻度分布に大差は認められなかった。

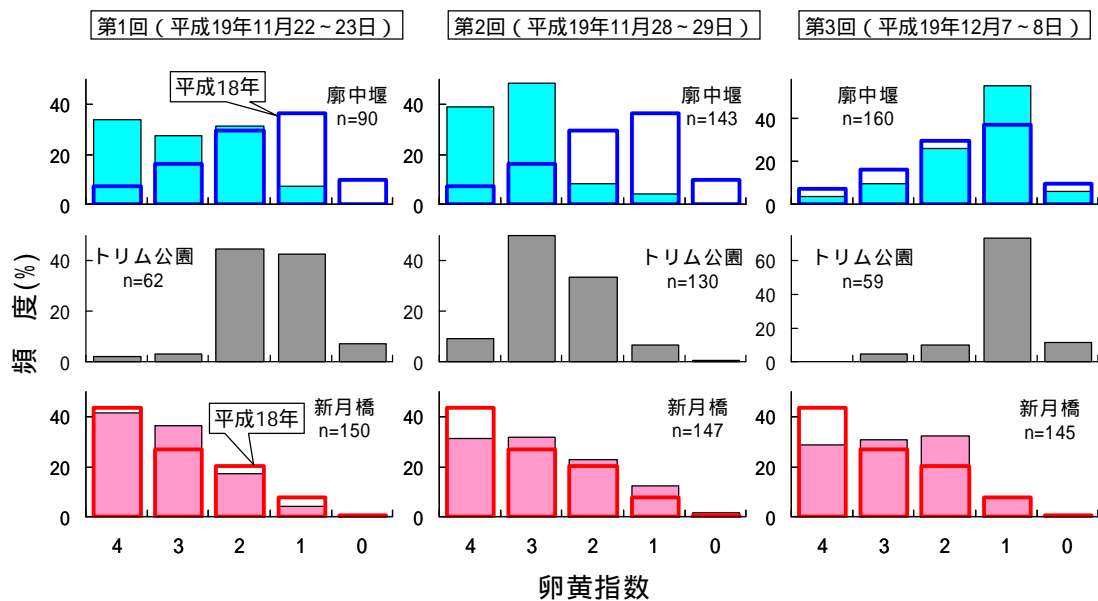


図 3-37 各地点で採集された仔アユの卵黄指数の頻度分布  
平成 18 年は 3 回調査を総合した頻度分布。卵黄指数は図 3-26 参照。

以上のように、体長と卵黄指数の調査時ならびに地点間の関係はよく類似した傾向をしめし、この点から卵黄吸収の進行に応じて体長が伸長する状況が窺える。これは平成 18 年度調査においても指摘されており、図 3-38 にしめすとおり本年度の仔アユからもその普遍性が確認できる。

次に、このような各地点における仔アユの発育状態から前項でしめした流下数に基づいて推測した各内容を検証する。

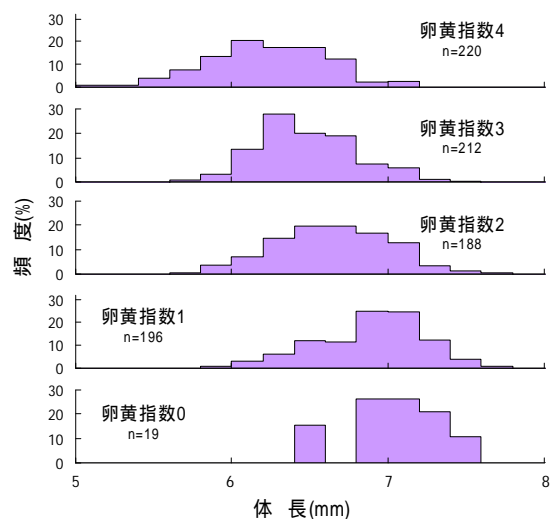


図 3-38 卵黄指数別の体長組成  
廓中堰、新月橋地点での計測固体から集計

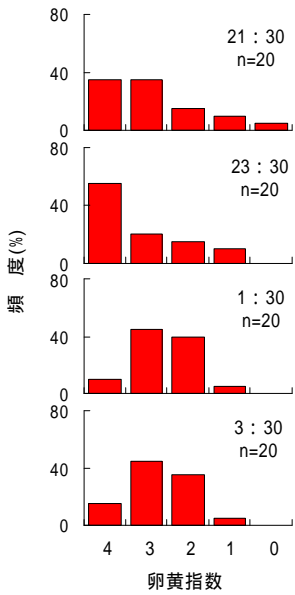
第 1 回調査（廓中堰湛水域延長 200m）

推測内容	検証結果
廓中堰地点で 20:30～22:30 に流下数の明瞭なピークが観測され、当堰上流で孵化した仔アユが 2 時間程度で当地点まで到達していた。	小型で若齢（指数 4、3）個体が大半を占める点から裏づけられる。
トリム公園地点での流下数はごく少なく、廓中堰を通過した仔アユの大半はここまで死滅していた。	大型・高齢個体が主体である点で矛盾しない。
新月橋地点では 20:30～22:30 に流下数が増大し、これら仔アユの主体はトリム公園床止下流の産卵場で孵化した個体であり、当地点までおよそ 2 時間で到達した。	小型・若齢個体主体である点から支持される。

第 2 回調査（廓中堰湛水域消失）

推測内容	検証結果
廓中堰地点で 18:30～20:30 に流下数の明瞭なピークが観測され、当堰上流で孵化した仔アユが 2 時間未満で当地点まで到達した。	小型・若齢個体が主体である点から支持される。
トリム公園地点では廓中堰湛水域の消失により、当堰上流で孵化した仔アユの流下が大きく促進され、流下数が期間中最大となった。	、とも小型・若齢（指数 3）個体主体である点から支持される。
流下数のピーク時刻（22:30～0:30）から推定すると廓中堰上流で孵化した仔アユがおよそ 4～6 時間でトリム公園地点まで到達していた。	
廓中堰より下流の産卵場では調査 2 日前の堰ゲート転倒による増水時に集中的な仔アユの流下が生じ、その直後の当調査時には一時的に流下数（孵化数）が減少した。	体長、卵黄指数組成ともに大きな変化はなく、発育状態による検証は難しい。



推測内容	検証結果
<p>新月橋地点には 0:30 以降に廓中堰上流由来の仔アユが加算されていた。</p>	<p>図 3-39 にしめすとおり、23:30 と 1:30 との間で卵黄指数の組成が大きく変化する点から裏づけられる。</p>  <p>図 3-39 新月橋における卵黄指数の時間帯頻度分布（第 2 回調査時）</p>

### 第 3 回調査（廓中堰湛水域延長 800m）

推測内容	検証結果
<p>廓中堰の湛水域拡大による流下速度の遅滞により、廓中堰地点の流下状況に孵化時刻に対応した変動が稀薄となった。</p>	<p>明らかにそれ以前に比べ大型・高齢化している点から裏づけられる。</p>
<p>トリム公園地点での流下数はごく少なく、廓中堰を通過した仔アユの大半はここまでに死滅していた。</p>	<p>卵黄吸収終了直前の個体が大半を占める状況はこれを支持する。</p>
<p>新月橋地点での流下状況は第 1 回調査時と酷似しており、トリム公園床止下流の産卵場で孵化した個体が主体であった。</p>	<p>小型、若齢個体主体である点から支持される。</p>

以上のように、流下数の変動から推察された仔アユの流下過程に関する多数の事項が採集個体の発育状態からほぼ裏づけられた。

(5)まとめ

今般の調査はそれぞれに流水条件（特に廓中堰の湛水状態）が異なる状況下において実施され、その結果多彩な情報が得られた。これらの要点を整理すると図3-40のようになる。なお、当調査は取水堰の補修工事に伴った流水の変化をうまく活用できた好例といえよう。

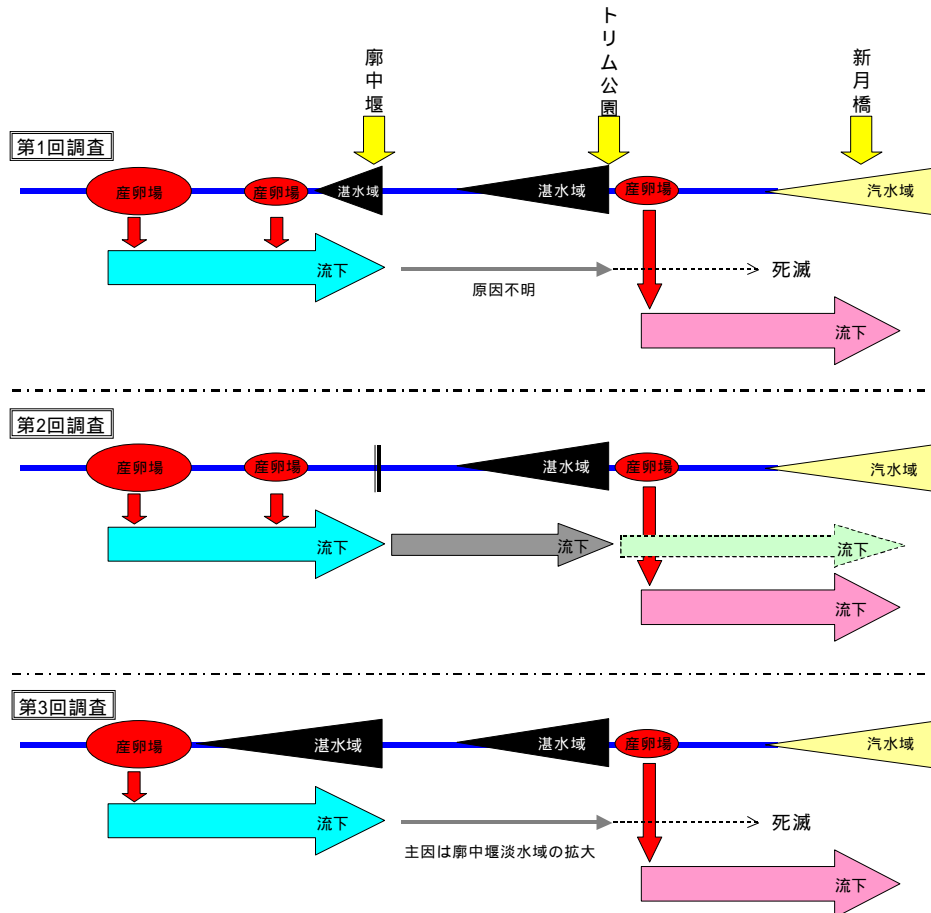


図3-40 各調査時における仔アユの流下状況の特徴

廓中堰の湛水が維持されていた平成17年度に実施した流下仔アユ調査の結果から、廓中堰を通過した仔アユのほとんどが汽水・海域に到達できず死滅していると判断されていた。平成19年度の結果においても、**廓中堰が湛水していた状態ではその上流でふ化した仔アユのほとんどが汽水・海域までは言うに及ばず、廓中堰からおよそ800m未満の間でほとんど死滅している過程が明らかとなった。**一方、廓中堰の湛水域が消滅した状態では廓中堰上流でふ化した仔アユが早ければ6時間程度で汽水域まで流下し得る実態が明らかとなった。さらに、汽水域までの到達は確認できなかったものの、廓中堰湛水域の流程が通常の25%程度（約200m）であれば仔アユはこの間を比較的速やかに流下している状況も確認された。

このように、鏡川での仔アユの流下状況は廓中堰の湛水状況によって大きく左右されているのは明白であり、廓中堰が通常の運用時では汽水・海域まで到達できる仔アユは最下流に位置するトリム公園地先床止下流の産卵場でふ化した個体に限定されていると考えねばならない。一方で、当堰の湛水域が消失した場合には鏡川に現存するほぼ全ての産卵場でふ化した仔アユ

が海域まで到達可能となる。さらに、消失した湛水部の範囲には最大規模のアユ産卵場が形成された実態も別途調査により確認されている。つまり、廓中堰の湛水域をなくせば鏡川におけるアユの再生産に対する問題の大部分が包括的に解決されることになる。換言すれば、**廓中堰が現状のまま維持される限り、鏡川におけるアユの再生産が大きく改善される見込みはほとんどない。**

廓中堰の撤去はその利水上の役割等を検討するまでもなく現実的とは言い難い。しかし、現状維持ではアユの再生産に及ぼす影響があまりに大きく、ここより下流側の産卵場が縮小しつつある実態も勘案すると、将来において廓中堰が及ぼす影響の程度は増大する一方である。鏡川におけるアユの再生産の向上とそれに伴った天然遡上数の増大にとって、廓中堰の運用に関する検討が不可欠であるとともに、その適切な運用の実現が最も効果的な対策となり得る。

## 4 アユ資源確保に向けた対策の検討

平成 19 年における天然アユ遡上数は前述したとおり約 16 万尾と推定され、前年の平成 18 年とほぼ同程度の遡上数と判断された。しかしながら、鏡川清流保全基本計画に目標として掲げられている「天然アユの 100 万尾遡上」の実現には遠く、この目標値に到達するためには、とくに産卵や仔アユ流下の過程において資源確保に係る対策をより効果的に実施していく必要がある。

本章では、平成 17～19 年度における現地調査結果をもとに、アユ資源確保の観点からそれぞれの生活史ごとに課題を抽出、整理するとともに、これの解決に資する対策の検討を行った。

### 4-1 アユ生活史別に見た問題点と課題

表 4-1 に、鏡川のアユ資源確保の面から見た問題点と課題をアユ生活史別に整理した。

表 4-1 アユ生活史別に見た問題点および課題

生活史	問題点および課題
産卵期 (10月～11月)	<p>汽水域拡大にともなう産卵場の縮小 汽水域が下流から拡大し、H19 調査では S50 に産卵が確認された月の瀬橋下流、新月橋上流・下流は確認できず。 産着卵密度の低下 H19 調査において確認された産卵場での平均卵密度は 36～1,733 個の範囲にあり、他河川のそれと比較すると密度が高いとはいえない。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>[課題]</b> <u>汽水域の拡大の抑制</u> <u>上流側への新たな産卵場の形成</u> <u>既存の産卵場のランクアップ</u> (産卵に適した浮き石河床の維持)</p>
流下期 (11月～12月)	<p>廓中堰上流での仔アユの遅滞 廓中堰ゲート閉鎖時において、堰を通過する仔アユの多くは孵化後 3 日程度経過しており、新月橋地点に到達するまでに飢餓により斃死すると推測。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>[課題]</b> <u>廓中堰湛水域での仔アユ滞留時間の短縮</u></p>
遡上期 (3月～5月)	<p>朝倉堰、トリム公園床止直下でのアユ遡上の阻害 朝倉堰での集積は流量が豊富であった H18 に、トリム公園床止での集積は流量が低水流量と同水準であった H19 にそれぞれ発生。</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p><b>[課題]</b> <u>流量の多少にかかわらずスムーズにアユが通過できる</u> <u>構造物への改善</u> (朝倉堰、トリム公園床止)</p>

資源量増大に向けた最大の問題点は、汽水域が上流域に拡大することにより産卵場が下流側より消失し、産卵面積が縮小している点である。前述したとおり、鏡川では昭和50年度調査以降、汽水域の拡大にともない下流側に位置する産卵場より消失しており、平成19年度調査においては塩水の遡上範囲が新月橋上流にも拡大し、当地の産卵場が消失したのが確認された(図4-1)。このまま汽水域が上流側に拡大していくと、その影響は鏡川最大であるトリム公園床止直下の産卵場におよび、アユ資源の再生産が大きく停滞し危機的状況に陥ることが予想される。また、平成19年調査では産着卵密度が低い実態も確認されており、できるだけ早期に汽水域の拡大を抑制するとともに、既存産卵場の質的および量的な向上を積極的に図る必要がある。

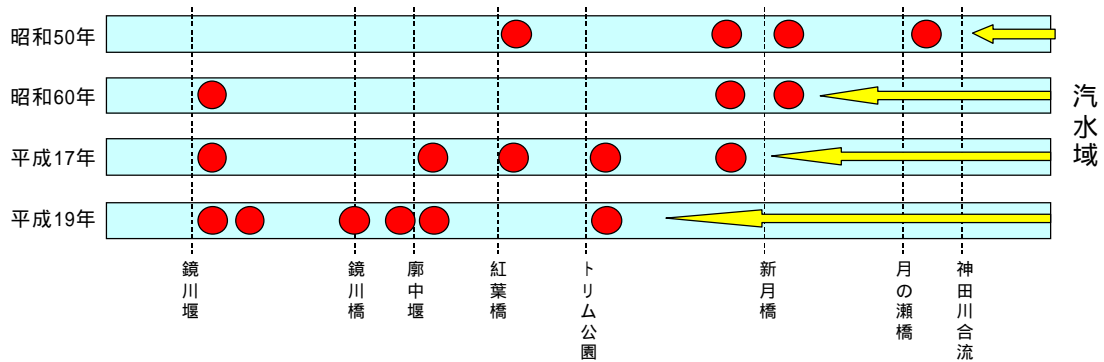


図4-1 鏡川における産卵場の位置の経年変化  
昭和50年：岡村ほか(1976)、昭和60年：高知市(1986)

また、流下期には、廓中堰のゲート閉鎖時(通常時)においては、湛水域を經由して堰を通過する仔アユの大半が孵化後3日程度経過しており、新月橋地点に到達するまでに斃死している可能性が指摘された。一方、平成19年度調査においては、ゲートを開放し湛水域が消失した状態では堰を通過した仔アユが6時間程度で新月橋地点まで流下しうる実態が明らかとなり、資源確保の観点からは、廓中堰湛水域での流下速度の向上が大きな課題として位置づけられる。

遡上期においては、流量が多い場合は朝倉堰で、少ない場合はトリム公園床止で遡上が停滞する実態が明らかとなり、流量の多少にかかわらずアユが通過できる魚道の設置や構造物の改善の必要性が浮き彫りとなった。とくに朝倉堰では左岸側魚道下流での滞留が顕著であり、魚道を含めた左岸側の構造改善が望まれる。

## 4-2 アユ資源確保に向けた対策案

本節では、前節までにしめしたアユ資源確保に係る問題点・課題を踏まえ、これらの対策の素案をしめす。

図4-2にアユ資源確保に向けた対策案の体系をしめす。

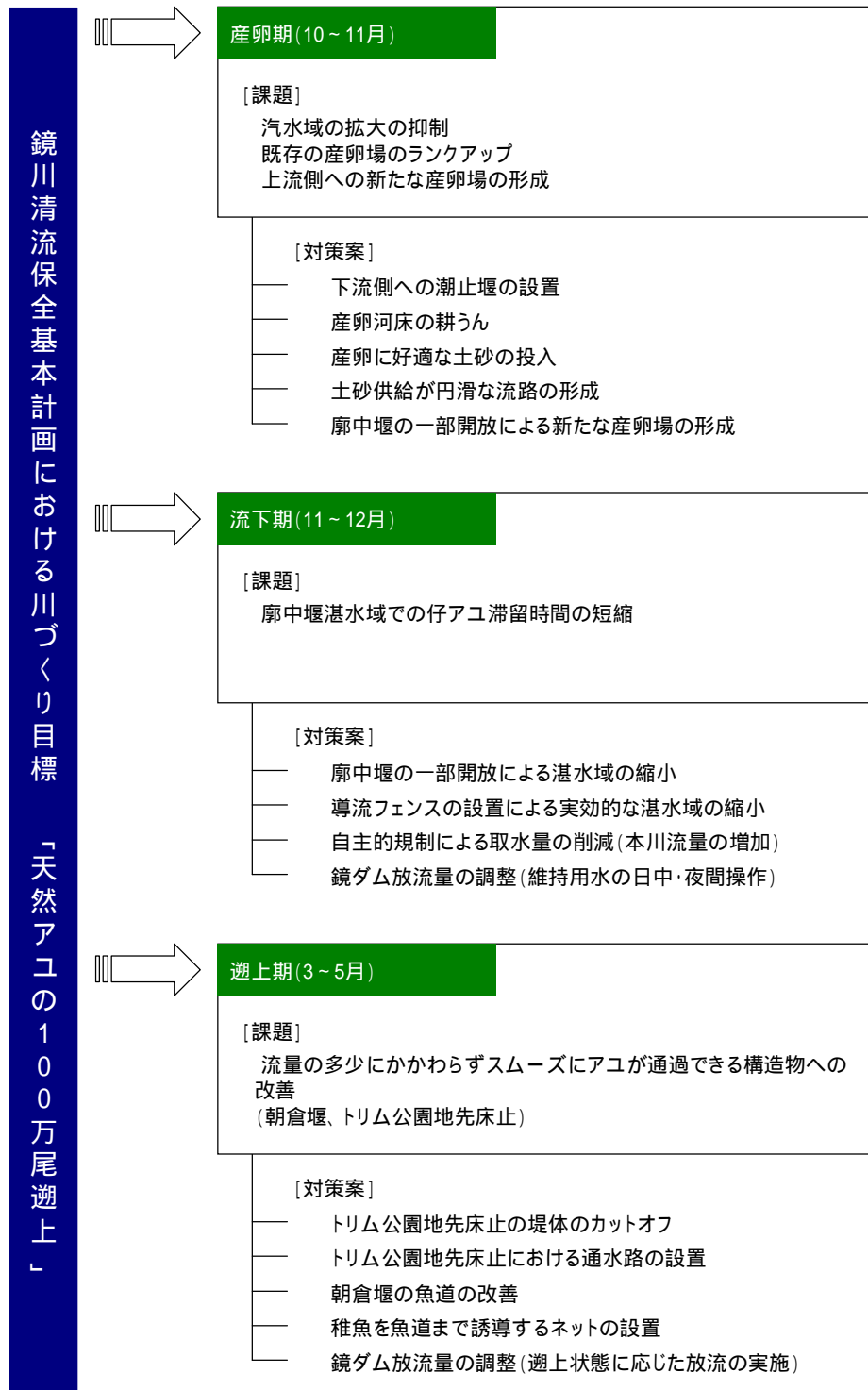


図4-2 アユ資源確保に向けた対策案の体系

## 1)産卵期(10~11月)

### 下流側への潮止堰の設置

汽水域の上流への拡大を防ぎ、産卵場が形成しうる淡水域を維持するため、トリム公園地先床止の下流側に潮止堰を設置する。ただし、潮止堰の設置にあたっては、魚介類の遡上を極力妨げない構造とするとともに、湛水域がトリム公園地先の産卵場に及ばないように十分な配慮がもとめられる。また、治水面や景観面に及ぼす影響についても、地域住民や関係者の意見を踏まえたうえで詳細に検討する必要がある。

### 産卵河床の耕うん

アユの産卵場は、表層の石の間に細かい砂が沈積した状態ではない、いわゆる「浮き石」状態の河床の瀬に形成される(松井、1986)。したがって、良好な産卵を促すためには産卵期前に産卵場に堆積した泥等を洗い流し、河床を産卵に適した浮き石状態に保つことが重要である。

鏡川では、平成18年より市民によるアユの産卵場造成・整備が行われている(以下写真)。平成19年は市民13名が参加して鍬等を用いて河床を耕うんし、礫と礫の間に堆積した泥等を洗い流した。その結果、後日実施した産卵場調査においては今回整備した範囲でも産卵が確認され、その面積は当地点で確認された産卵範囲(190m<sup>2</sup>)の約80%を占めた。

産卵河床の耕うんは特別な重機や道具を必要としない、人力でも可能な作業でありながら、産卵を促進する効果が高い。また、年代を問わず、日頃川に親しんでいない人々でも手軽に参加できることから、例えば小中学生の環境教育の一環として実施するのも有効な手段であろう。



トリム公園床止直下でのアユ産卵場の整備状況(平成19年10月28日)。小型バックホウと人力により河床を耕うんし、堆積した泥を洗い流した。

## 産卵に好適な土砂の投入

アユの産卵に適した河床の粒径は5～15mmとされており（石田、1961；上森・高橋、1984）、この範囲の土砂を選別して産卵場に投入することも産卵促進に有効な手段であると考えられる。平成17年度に実施された産卵場調査結果によると、とくにトリム公園地先の左岸産卵場は粗礫（19.0～75.0mm）が占める割合が67.2%（質量比）と高く、粒径がやや過大とされており、前述した河床の耕うん作業と併せて実施することで、より高い促進効果が期待できる。投入する土砂は産卵場付近で調達するのが望ましいが、廓中堰の湛水域に堆積した土砂についても、粒径が上記の範囲にあれば再利用が可能である。

ただし、土砂の移動に関しては河川法の制約を受ける可能性があり、河川管理者との事前の協議が欠かせない。また、広範囲の産卵場に投入する場合には、現地に必要な土砂を十分に確保できない可能性があり、その場合には河川外からの調達となるため、購入費用が生じる点を認識しておく必要がある。

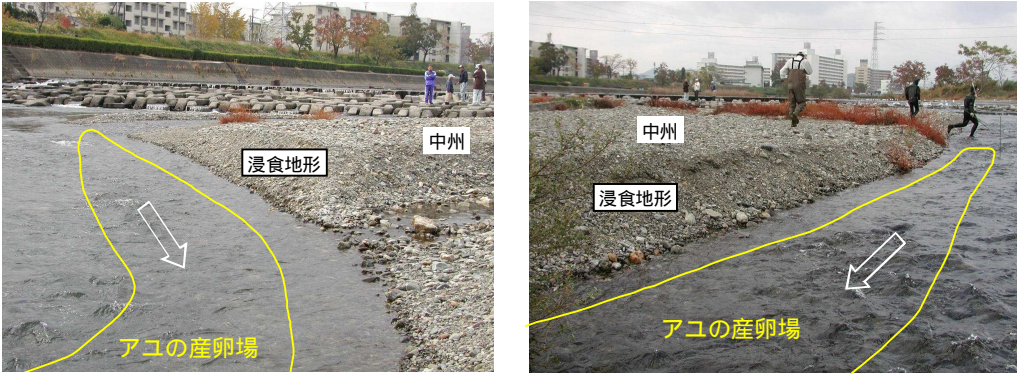


トリム公園床止下流の堆積土砂の状況（円内が直径5～15mm程度の礫）



土砂供給が円滑な流路の形成

松井（1986）は、河川の合流、湾曲、河中築造物などによって上流から下流にかけての地形的な連続が乱されている箇所は砂州が発達して瀬が生じ、浮き石状の河床が形成されるとして、これらを産卵場の適地に挙げている。鏡川でも平成 17 年度調査において、砂州に沿って帯状に形成された産卵場が多く確認されており、とくに土砂の供給が活発に行われる砂州の浸食地形部分に好適な産卵場所が形成されることが明らかになった（以下写真）。



トリム公園床止直下でのアユ産卵場の状況（平成 17 年 11 月 27 日）。砂州の浸食地形部分に沿って良好な産卵場が形成されていた。

そこで、鏡川堰直下や廓中堰直下など砂州が多く形成されている箇所において、流水が砂州に当たるように水制等の構造物を設置して砂州の浸食地形の形成を促す(図 4-3)。これにより、砂州に沿った部分は安定的な土砂供給が見込め、産卵に好適な浮き石状の河床が長期間にわたり維持されると考えられる。ただし、出水等により砂州の形状が変化すると、造成した産卵場も併せて変化する可能性があるので注意を要する。また、水制等の配置にあたっては、意図した産卵場が形成されるよう構造物の種類や形状、位置等を十分検討する必要がある。

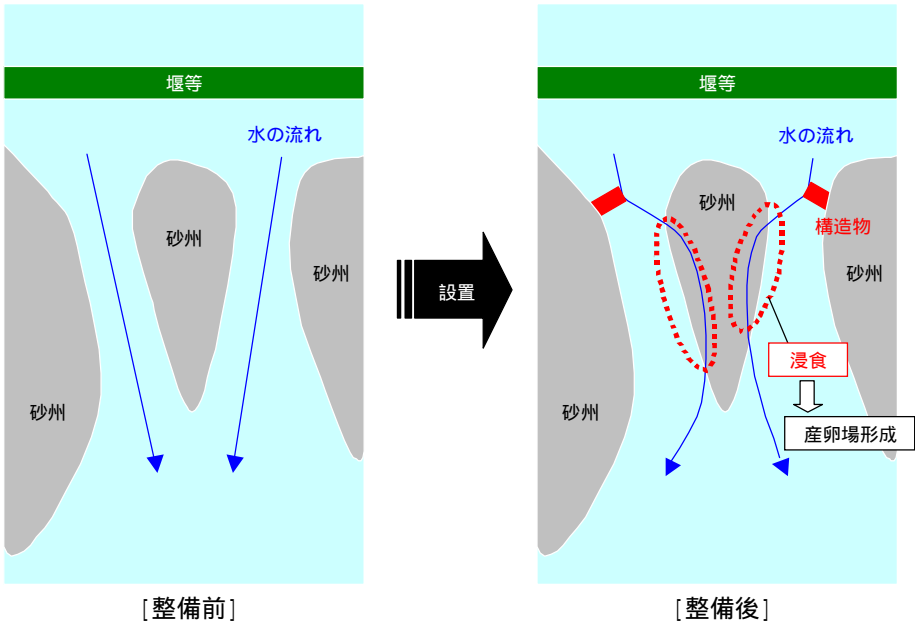


図 4-3 浸食地形形成のための誘導構造物の設置イメージ(模式図)

## 廓中堰の一部開放による新たな産卵場の形成

平成 19 年度調査においては前章までに述べたとおり、廓中堰補修工事にともなうゲート開放により、上流に広がる湛水域が消失し、新たに形成された瀬に産卵が確認された。とくに鏡川橋付近に形成された産卵場はその面積が 360m<sup>2</sup> と広く、堰下流部も含めて今回確認された産卵場のうち最大規模であった。また、当産卵場は水深、流速ともに産卵に好適な範囲にあり、産卵場としての条件を十分満たすことが立証されており、汽水域の拡大にともない下流部より産卵場が消失している現状を踏まえると、鏡川のアユ資源の存続において極めて重要な産卵場と位置づけられる。

ゲートの開閉状況に着目すると、ゲートが全開放された 10 月下旬には周辺住民から井戸水に関する苦情が多数寄せられており、これを受けて 11 月以降はゲートをやや起立した状態での開放となった。しかしながら、ゲートがやや起立した状態でも当産卵場は水没することなく維持されており、これは部分的な開放であれば利水面とのバランスが一定とれた状態でこの産卵場を維持できる可能性を示唆しているといえよう。

したがって、産卵～流下期にかけて廓中堰ゲートを部分的に開放(やや起立した状態で開放)して湛水域を縮小し、鏡川橋付近に新たな産卵場を形成することを提案する(部分開放に係る詳細な検討は流下期の項で後述)。ただし、利水面への影響が現時点で詳細に把握されていないため、ゲートの可動にあたっては、周辺住民の意見を十分に聴取するなど慎重を期する必要がある。



鏡川橋付近に形成された産卵場(平成 19 年 11 月 24 日)、  
廓中堰のゲートはやや起立した状態で開放されていた。

## 2) 流下期 (11 ~ 12 月)

### 廓中堰の一部開放による湛水域の縮小

アユ仔魚の孵化後の絶食生残日数は5~8日とされる(和田・稲葉、1968;兵藤・関、1985)。一方、通常の河川にはアユの初期食物となる動物プランクトンがほとんどいない(小山、1978)。このため、仔アユは絶食条件下で流下することになり、卵黄が吸収されるまでの間に動物プランクトンが豊富な海域(汽水域)まで流下する必要がある。

平成19年の流下調査結果においては、ゲートが全開放され廓中堰湛水域が消失した状態(第2回調査)では、湛水域が約800m延伸する通常時(ゲート閉鎖時。第3回調査)と比べて廓中堰、トリム公園地先ともに卵黄指数4あるいは3の孵化後間もない若齢個体が多く流下している実態が明らかとなった(図4-4)。両調査時の廓中堰上流における流量を見ると、第2回調査時が $0.83\text{m}^3/\text{s}$ 、第3回調査時が $1.22\text{m}^3/\text{s}$ と後者が優っており、流量よりむしろ湛水域の有無が仔アユの流下時間を大きく左右しているといえる。

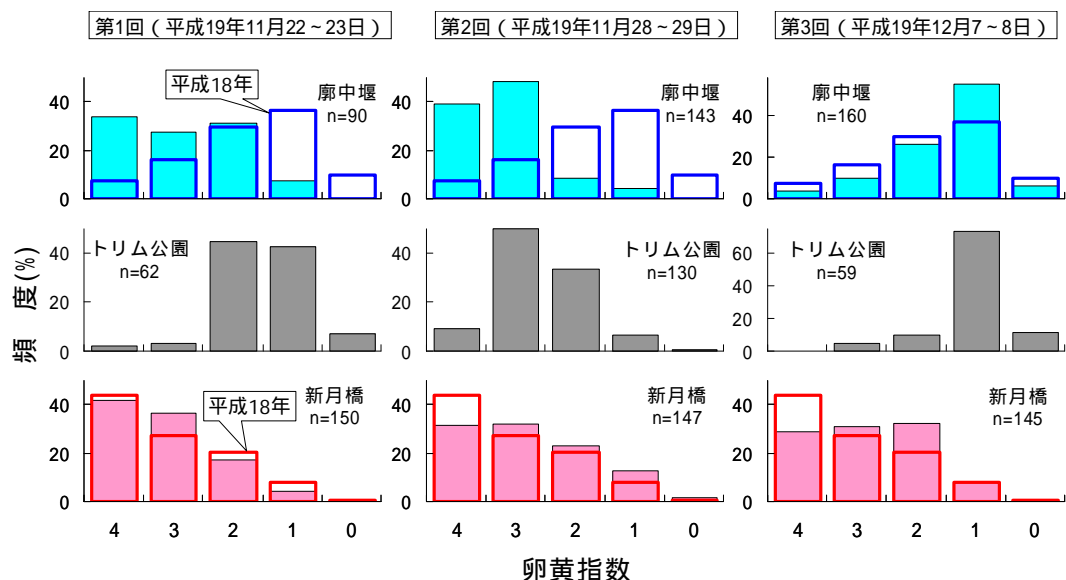


図4-4 各地点で採集された仔アユの卵黄指数(P.45参照)の頻度分布(平成19年)  
平成18年は3回調査を総合した頻度分布

したがって、産卵期と同様に、廓中堰ゲートの部分開放による湛水域の縮小が仔アユの流下を促す手段として有効と考えられる。しかしながら、適正な湛水量や運用時期、また利水面への影響の検討など、運用にあたってはクリアすべき課題も多い。そこで、仔アユが安定的に堰下流に流下できる廓中堰流量および湛水域下流端の水深について、現地調査結果をもとに検討した。

ゲートを閉鎖している状態（通常時）および部分開放時の廓中堰湛水域の模式図を図 4-5 にしめす。通常時の湛水延長は 800m、最大水深はゲート設置点（湛水域下流端）の河床から魚道流入口までの 2.31m とした（第 2 章を参照のこと）。

ゲートを部分開放（やや起立した状態での開放）している場合は、湛水深が低下し湛水延長が通常時に比べて短縮する。なお、ゲート開放にともない新たに産卵場が形成された鏡川橋付近は、廓中堰から約 370m 上流に位置する。

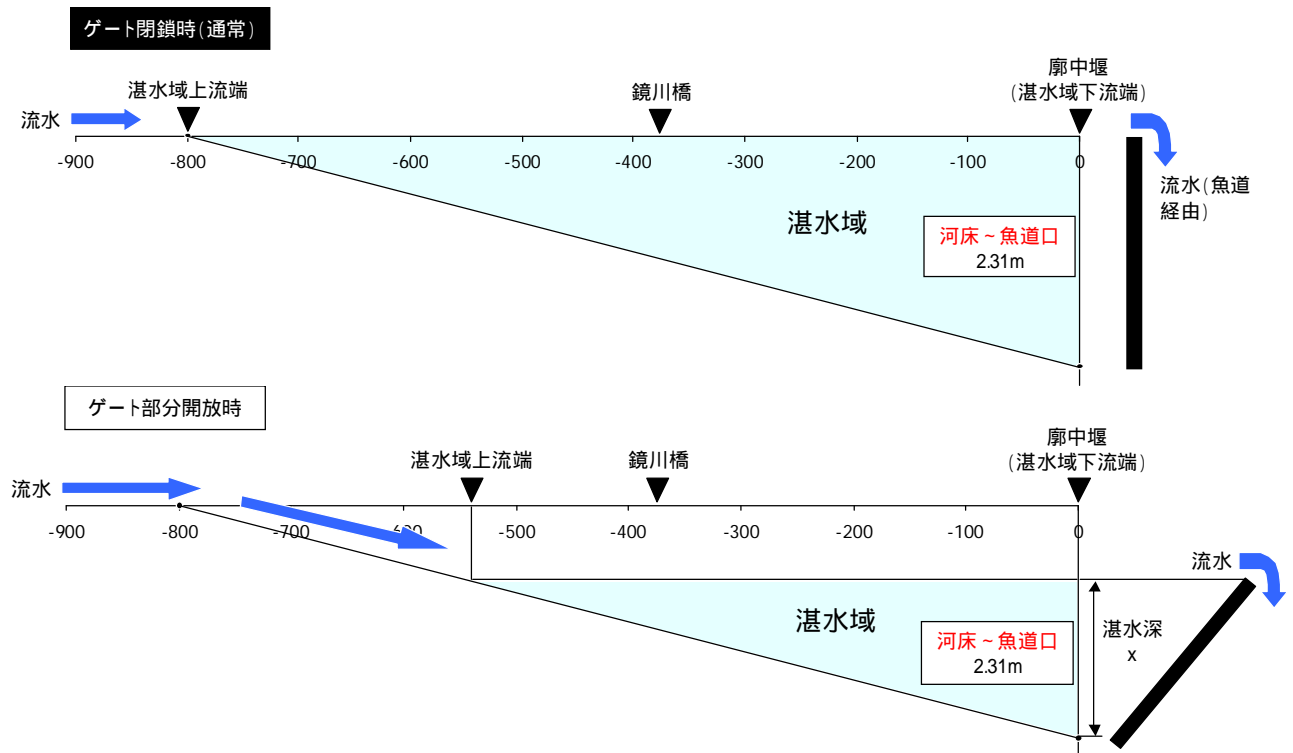


図 4-5 ゲート閉鎖時・部分開放時における廓中堰湛水域の状況（模式図）

通常時の湛水量は第 2 章において  $103,540\text{m}^3$  と推定されており、湛水域下流端における水深の時系列変化が把握されている（図 2-5）。そこで、湛水域への蓄積量  $0.22\text{m}^3/\text{s}$  に経過時間を乗じて算出した湛水量とその時点での湛水深との関係を図示すると、図 4-6 のようになる。これによると、湛水深が 2m を超える前後から湛水量の増加率が急激に上昇しており、満水の状態からわずかに水深を低下させただけでも、湛水量が大きく減少し仔アユの流下時間が大幅に短縮する可能性が高い。また、湛水深と湛水量の関係は以下の近似式で表すことができる。

$$y = 37.959e^{3.4098x} \quad (x = \text{下流端湛水深 [m]}, y = \text{湛水量 [m}^3\text{]}, e = 2.718)$$

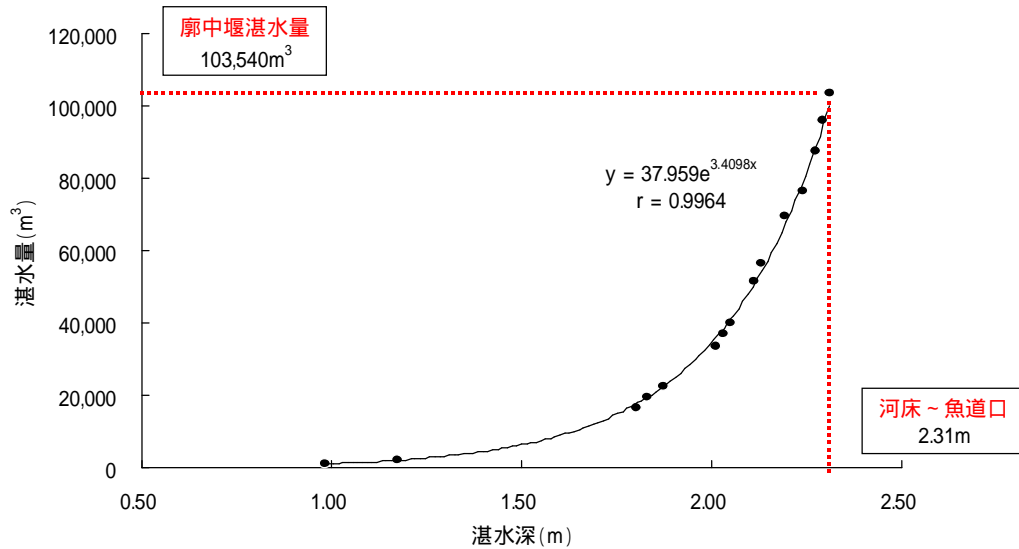


図 4-6 廓中堰における下流端湛水深と湛水量との関係

本項では、上記の下流端湛水深と湛水量との関係式に基づいて、以下の3ケースについて検討した。

湛水域における仔アユの好適な流下時間については、廓中堰ではゲート開放時に卵黄指数 4 ないしは 3 の若齢個体が多く流下していることから (図 4-4)、仔アユが日中は流下しない特性を考慮して 12 時間 (夕方 ~ 翌朝) に設定した。また、検討にあたっては、仔アユは流水に身を委ねて降下するため (小山、1978)、上流からの流水により湛水量が全て入れ替わる時間を、仔アユが湛水域の流下に要する時間とした。

- [ ケース 1 ] ゲートを閉鎖した通常の状態、仔アユが廓中堰湛水域を 12 時間で流下するためには、流入する流量はどのくらい必要か？
- [ ケース 2 ] 流入する流量が 1m³/s である場合、仔アユが廓中堰湛水域を 12 時間で流下するためには、湛水域下流端の水深をどのくらいに設定する必要があるか？
- [ ケース 3 ] 鏡川橋直下の産卵場 (廓中堰より約 370m 上流) を残す場合、湛水域下流端の水深をどのくらいに設定すればよいか？

ここで、上記3ケースの検討に先立ち、平成19年の流下調査結果を用いて、必要流量等の検討方法の妥当性を検証したい。

第3回調査(平成19年12月7日:湛水域延長800m)においては、廓中堰地点では卵黄指数1あるいは2の高齢個体が多数流下しており、仔アユは湛水域を通過するのに2~3日程度要したと想像される。そこで、湛水量(103,540m<sup>3</sup>)と調査時の廓中堰上流における流量(1.22m<sup>3</sup>/s)より、流水により湛水量が全て入れ替わる時間を算出すると、以下のとおりとなる。

$$103,540 \text{ (m}^3\text{)} \div 1.22 \text{ (m}^3\text{/s)} \div 60 \text{ (min)} \div 60 \text{ (s)} = 23.6 \text{ (h)}$$

すなわち、約1日で湛水量が全て入れ替わる計算となる。ここで、仔アユが日中流下しないことを前提に1日当たりの流下時間を12時間(夕方~早朝)と仮定すると、実際に仔アユが湛水域上流端から下流端まで流下するには倍の約2日を要することになる。

これは、前述した現地調査結果の範囲内にあり、算定に係る考え方や方法については一定の妥当性を有すると判断できる。



廓中堰湛水域(平成19年11月25日)。廓中堰のゲートは閉鎖されており、湛水域が上流に延伸している。

[ ケース 1 ] ゲートを閉鎖した通常の状態、仔アユが廓中堰湛水域を 12 時間で流下するためには、流入する流量はどのくらい必要か？

通常時の湛水量は  $103,540\text{m}^3$  と推定されているため、これを 12 時間で除して流下に必要流量をもとめる。

$$103,540 (\text{m}^3) \div 12 (\text{h}) \div 60 (\text{min}) \div 60 (\text{s}) = 2.4 (\text{m}^3/\text{s})$$

したがって、必要流量は  $2.4\text{m}^3/\text{s}$  となり、平成 19 年の流下調査における第 3 回調査 (ゲート閉鎖時:  $1.22\text{m}^3/\text{s}$ 。P.48 参照) の約 2 倍の水準となる。また、宗安寺地点の 10~12 月における平均流量 ( $3.47\text{m}^3/\text{s}$ : 平成 17 年~19 年平均) の約 70% に相当する。

[ ケース 2 ] 流入する流量が  $1\text{m}^3/\text{s}$  である場合、仔アユが廓中堰湛水域を 12 時間で流下するためには、湛水域下流端の水深をどのくらいに設定する必要があるか？

流量が  $1\text{m}^3/\text{s}$  である場合、12 時間で流下する湛水量は以下のようにもとめられる。

$$1 (\text{m}^3/\text{s}) \times 60 (\text{s}) \times 60 (\text{min}) \times 12 (\text{h}) = 43,200 (\text{m}^3)$$

これを前述の湛水深と湛水量の関係式に代入すると、湛水深 (x) は以下のとおり算出できる。

$$y = 37.959e^{3.4098x}$$

$$43,200 = 37.959 e^{3.4098x}$$

$$x = (1/3.4098) \times \log_e (43,200/37.959) \quad x = 2.06 (\text{m})$$

したがって、湛水域下流端の水深は 2.06m となる。すなわち、流量が  $1\text{m}^3/\text{s}$  の場合、下流端の水深を約 2m となるようにゲートの位置を調整すれば、仔アユは 12 時間で廓中堰湛水域を流下できると推察される。

[ケース3] 鏡川橋直下の産卵場（廓中堰より約370m上流）を残す場合、湛水域下流端の水深をどのくらいに設定すればよいか？

産卵期の対策の項で述べたとおり、ゲート開放により新たに形成された鏡川橋付近の産卵場は、鏡川のアユ資源確保の観点から極めて重要であり、今後とも維持していくのが望ましい。よって、本ケースでは鏡川橋付近に湛水域が及ばず、継続的に産卵場が形成されるゲートの運用、またこの状態において仔アユが安定的に流下できる流量について検討する。



鏡川橋直下の産卵場（平成19年11月24日）

鏡川橋直下の産卵場では、ほぼ湛水域が満水状態となった12月4日に死卵率調査が実施されており、調査時の産卵場の水深は0.82mであった（第3-1章参照）。したがって、図4-7にしめすとおり、当産卵場が湛水することなく瀬の状態で維持されるには、0.82m以上水位を下げる必要がある。

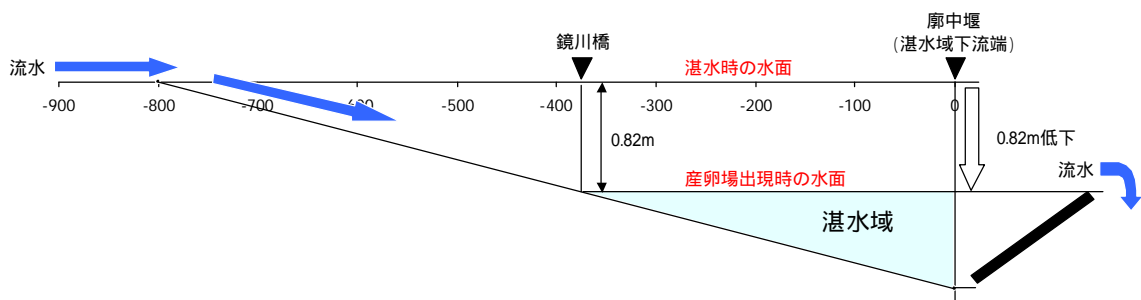


図4-7 鏡川橋産卵場が出現する湛水域下流端の水位（模式図）

よって、下流端の水深は  $2.31 - 0.82 = 1.49\text{m}$  となる。ここで湛水域下流端を  $1.49\text{m}$  とした場合の湛水量  $y$  は、

$$y = 37.959e^{3.4098x} \\ = 37.959e^{3.4098 \cdot (1.49)} \quad y = 6,106 \text{ (m}^3\text{)}$$

ここで、流入量を  $1\text{m}^3/\text{s}$  と仮定すると、仔アユ流下に要する時間は、以下のとおりとなる。

$$6,106 \text{ (m}^3\text{)} \div 1 \text{ (m}^3\text{/s)} \div 60 \text{ (min)} \div 60 \text{ (s)} = 1.7 \text{ (h)}$$

以上のとおり、鏡川橋付近の産卵場を残す場合の湛水域下流端の水深は約  $1.5\text{m}$  となり、流量  $1\text{m}^3/\text{s}$  と仮定すると仔アユ流下時間は  $1.7$  時間と試算された。



上記の検討結果の総括を表 4-2 にしめす。

ケース 1 (ゲートを閉鎖した状態で 12 時間流下) で試算された流量  $2.4\text{m}^3/\text{s}$  は、朝倉堰等での取水を考慮すると流下期間中、常時維持するのは困難と考えられる。また、ケース 3 (鏡川橋付近に産卵場を形成) は、ケース 2 と比較すると、湛水域下流端の水深が浅くゲートの倒立度合いも大きくなるものの、湛水域上流に産卵場が維持されるため、利水面への影響が許容できる範囲であれば資源増殖の面からは最も有効と考えられる。

ただし、今回の試算は一季の現地調査結果による概算値をもとめたのにすぎない。そのため、実際の運用にあたっては、試験的にゲートを開放してアユの動向を含む詳細なデータを蓄積し、最適な水位あるいは流量を確認する必要がある。

表 4-2 必要流量等の検討結果総括

	推定湛水量 ( $\text{m}^3$ )	湛水域下流 端水深 (m)	流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	流下時間 (h)
ケース 1 ゲートを閉鎖した状態で、12 時間で流下させる	103,540	2.31	2.4	12
ケース 2 流量 $1\text{m}^3/\text{s}$ で、12 時間で流下させるようゲートを調整	43,200	2.06	1.0	12
ケース 3 鏡川橋付近に産卵場を形成させるようゲートを調整	6,106	1.49	1.0	1.7

## 導流フェンスの設置による実効的な湛水域の縮小

仔アユは流水に身を委ねて降下するため（小山、1978）流れが非常に緩やかな湛水域では、瀬と比べて降下する速度が著しく低下する。

そこで、鏡川橋付近から廓中堰までの間に設置して、流れの速い部分をつくり、そこに仔アユを誘導して流下を促す（図4-8）。その際、堰下流には左岸側魚道より通水し、右岸側魚道は閉鎖する。フェンスによって仔アユが湛水域内で分散するのを防ぐとともに、左岸側に流れが集中することでより効率的な流下が期待できる。また、仔アユは1万ルクスまでは正の走光性をしめすことから（小山、1978）導流フェンスの設置と併せて、魚道進入口付近で集魚灯を点灯して誘引する方法も有効と考えられる。

導流フェンスの設置は上流からの流れを一箇所に集中させるシンプルな手法であり、比較的簡便な方法といえる。また、流下時期は非出水期にあたるため、出水にともないフェンスを撤去する必要はほとんどないと想像される。さらに、従来の湛水量を損なわないため、利水面への影響を最小限に抑えることができ、地域住民や関係者の理解も得られやすいと考えられる。

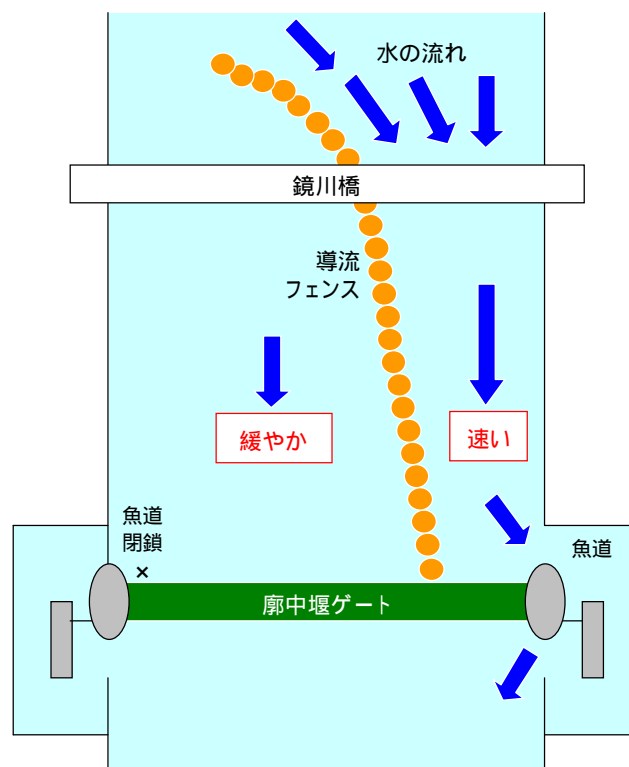


図4-8 導流フェンス模式図

自主的規制による取水量の削減（本川流量の増加）

宗安寺橋から新月橋までの鏡川下流域には合わせて5基の堰・床止があり、市民生活に不可欠な上水や地場産業を支える工業用水、農業用水等の取水が行われている。一方、アユ産卵場もこれと同じ範囲に位置しており、取水による河川流量の減少は、産卵・流下行動に少なからず影響を及ぼすと考えられる。

図4-9に鏡川下流域における取水の状況をしめす。なお、図中の流量データは平成19年12月7日実績（第3回流下調査：閉鎖時）である。宗安寺地点の流量は $2.75\text{m}^3/\text{s}$ であったのに対し、廓中堰上流では $1.22\text{m}^3/\text{s}$ と $1.53\text{m}^3/\text{s}$ 減少した。さらに、トリム公園床止下流での流量は $0.82\text{m}^3/\text{s}$ と少なく、宗安寺地点における流量のわずか30%にすぎない。

そこで、仔アユ流下の盛期を迎える深夜から早朝にかけて、必要量を上まわる取水量を自主的にカットし、より多くの水を鏡川に流すことで仔アユの流下を促進する。この時間帯は比較的用水の需要も少なく、取水量カットに対する地域住民の理解も得られやすいと考えられる。

ここで、宗安寺地点から廓中堰までの間の減水量（取水量） $1.53\text{m}^3/\text{s}$ のうち、仮に20%が削減された場合と全く削減しない場合（現状）について、それぞれの仔アユの流下時間（廓中堰湛水域の喚水時間）を比較する。

取水量 $1.53\text{m}^3/\text{s}$ の20%（ $0.31\text{m}^3/\text{s}$ ）が削減されると、廓中堰上流の流量は現状の $1.22\text{m}^3/\text{s}$ から $1.53\text{m}^3/\text{s}$ に増加する。したがって、廓中堰湛水域（ $103,540\text{m}^3$ ）での流下時間は18.8時間となる。これに対し、現状では23.6時間要すると試算され、20%削減した場合が現状と比べて4.8時間短縮することとなる。

上記のとおり、取水量の削減はわずかな量であっても仔アユの流下促進に大きな効果をもたらす有効な手段と考えられる。また、実施にあたっては地域住民の協力が不可欠であるため、その合意形成の過程を通じて鏡川のアユの現状を周知し関心を喚起することができ、保全活動の活性化など副次的な効果も期待できよう。

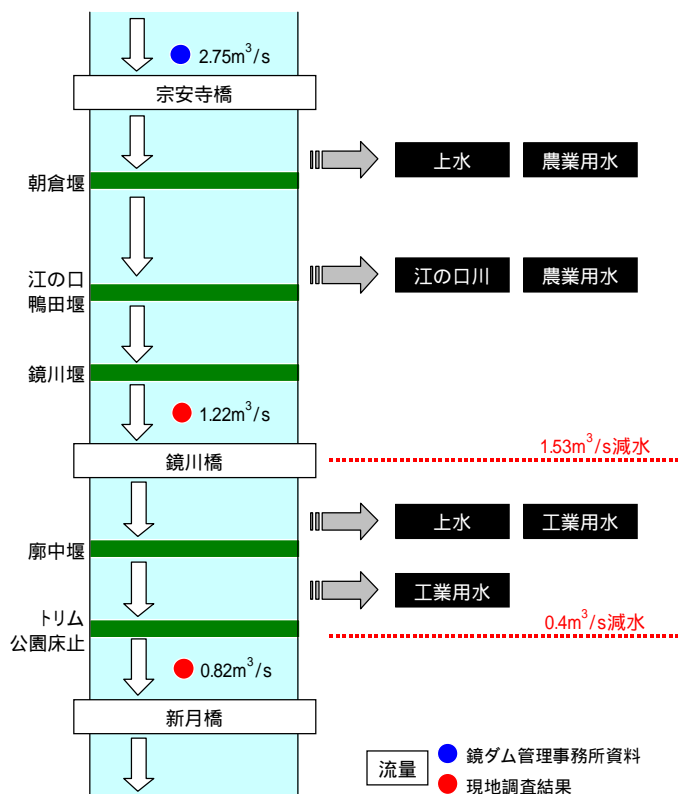
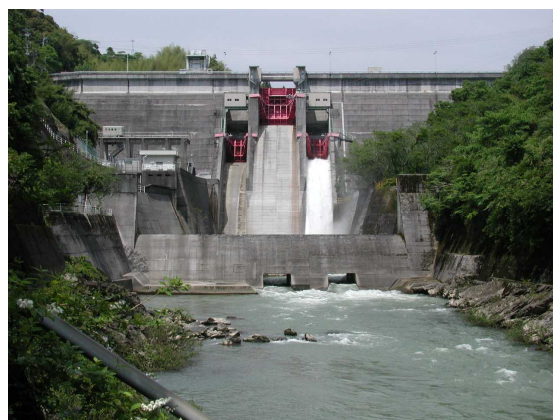


図4-9 鏡川下流域における取水の状況  
（平成19年12月7日実績）

鏡ダム放流量の調整（維持用水の日中・夜間操作）

流れに身を委ねて流下する仔アユは、前述したとおり深夜から早朝にかけて流下のピークを迎えるため、流下促進にあたってはその時間帯の流量を増加させることが効果的といえる。

そこで、鏡ダムから放流される維持用水を日中減水し、夜間にその分を上乗せすることで夜間帯の流量を増やし仔アユの流下を促す。なお、実施する時期については、仔アユの流下が本格化する11月中旬から12月下旬にかけてが望ましい。



鏡ダム（平成18年5月22日）

流下期（11～12月）における鏡川の維持用水は $0.824\text{m}^3/\text{s}$ であり、仮に日中（6～18時）に20%減水し、夜間（18時～6時）に20%増水すると、それぞれの時間帯の放流量は $0.659\text{m}^3/\text{s}$ 、 $0.989\text{m}^3/\text{s}$ となる（図4-10）。

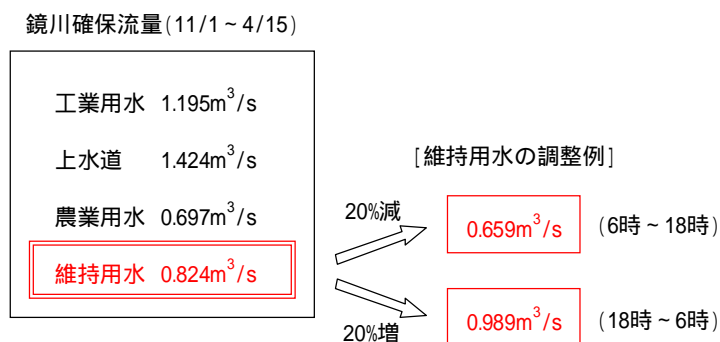


図4-10 維持用水の調整例

ここで、前掲した平成19年12月7日の流況（図4-9）を用いて、放流量を調整しない場合と日中と夜間で20%調整した場合における廓中堰湛水域の流下時間を比較すると、前者は23.6時間要するのに対し、後者は20.8時間となり2.8時間の短縮となった。なお、前述した取水量の削減と併せて実施すると6時間以上の短縮となり、促進効果は大きいと考えられる。

ただし、実施にあたってはダム管理者の理解と協力が得ることが不可欠となる。また、日中の減水が生態系や景観面に及ぼす影響を事前に十分検討するとともに、場合によってはモニタリングを行い、その程度を把握する必要がある。

### 3) 遡上期 (3~5月)

#### トリム公園地先床止の堤体のカットオフ

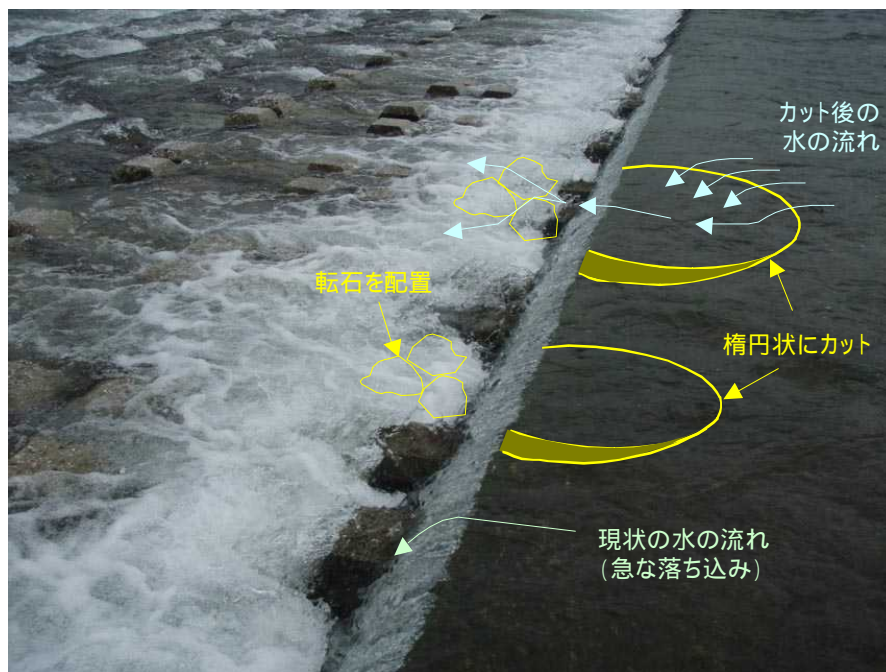
トリム公園地先床止における堤体と下流側護床工との段差は最大で 40cm 程度と大きく、アユの遡上を阻害する一つの要因となっている(右写真)。

そこで、堤体の下流端を一部楕円状にカットしてその下流側に転石を置き、現在の段差を軽減するとともに遡上しやすい流速を維持する(下写真)。カットを施し段差を軽減することで、流量が少ない場合でも遡上が容易となるとともに、この箇所に水が集中して流下することから呼水効果も期待できる。また、楕円状にカットした部分は水が溜まりやや流速が低下するため、遡上アユの休憩場所としても利用されよう。

堤体をカットオフする箇所は段差が少ない中央部とし、2~3箇所程度でも十分な効果が得られると考えられる。なお、実施にあたっては堤体の強度を損なわないよう入念な検討を行い、施工箇所やカットする程度を決定する必要がある。



堤体と護床工との段差の状況(平成19年5月28日)



トリム公園地先床止における堤体カットオフのイメージ

## トリム公園地先床止における通水路の確保

トリム公園地先床止は、前述した堤体と下流側護床工との段差が大きいことに加えて、流量が過少である場合には右岸側に設置された魚道とやや低く切り下げられた中央部しか流れない。このため、平成 19 年度調査においては、堤体の下流部や護床工として敷設されたブロックの間で多くのアユが滞留している様子が確認された。



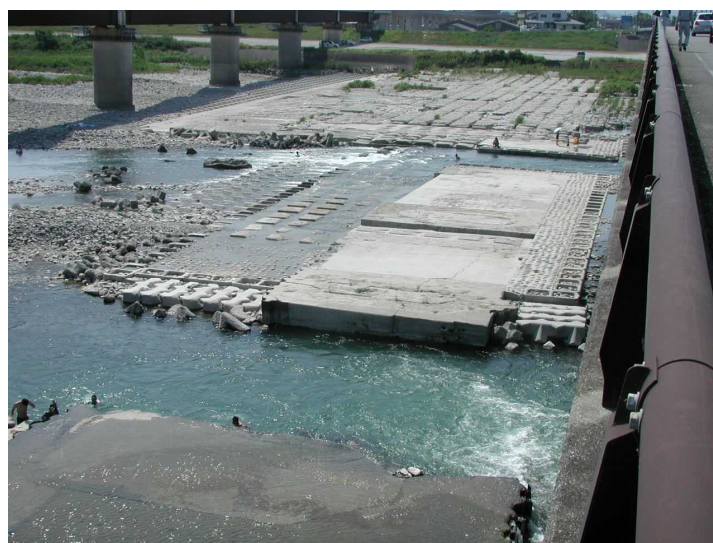
トリム公園床止直下に滞留するアユ  
(平成 19 年 5 月 28 日)

そこで、堤体を一部切り下げて通水路を確保するとともに、下流側ブロックの配置や間隔等を見直し、稚アユの円滑な遡上を促す。

これにより、堤体部分の段差を解消できるとともに、流量が少ない時でも安定的に水が流下するため、下流部でのアユの滞留は減少すると考えられる。また、通水路の上流側には瀬が出現する可能性があり、新たな産卵場の形成も期待できる。

以下にしめした写真は、物部川深淵地区に設置された床止の状況である。当床止には堤体を切り下げた通水路が 2 箇所設けられている。これらの通水路内は低水時においても流水が絶えることがなく、自然の河床に近い状態で維持されており、魚類の遡上・降下経路としての役割を十分果たしていると想像できる。こうした通水路の確保はトリム公園地先床止においても適用可能な改善策の一つと考えられる。

ただし、前述した堤体のカットオフと同様に、通水路設置にともない堤体の強度低下が顕在化するおそれもあり、実施に際しては詳細な検討が必要である。



物部川深淵地区の床止。通水路の設置により低水時でも安定的な流路を確保している。

## 朝倉堰の魚道の改善

平成 18 年の遡上調査においては、流量が多い状況で朝倉堰の直下にアユ稚魚が滞留する実態が明らかとなった。そこで、流量が多い状況でも円滑に遡上できるよう、朝倉堰の魚道の形状や構造を改善する。

図 4 -11 に現地踏査結果（平成 20 年 2 月 4 日）をしめすとともに、優先順位が高い対策・改善案から順次しめす（図 4 -12）。



朝倉堰（平成 19 年 6 月 6 日）

魚道A

2月4日時点は通水していない。平成18年の遡上調査では、当魚道下部の稚アユ密度が最も高かった。また、下流側の護床工(十字型ブロック)が河岸のコンクリート擁壁近くまで設置されており、稚アユが魚道下流端まで到達しづらい。



魚道B

流速は1.2m/s(計測3回の平均)。全体的に遡上の障害となる白泡が目立つ。



通水路A

2月4日時点は通水していない。コンクリートによる斜路。



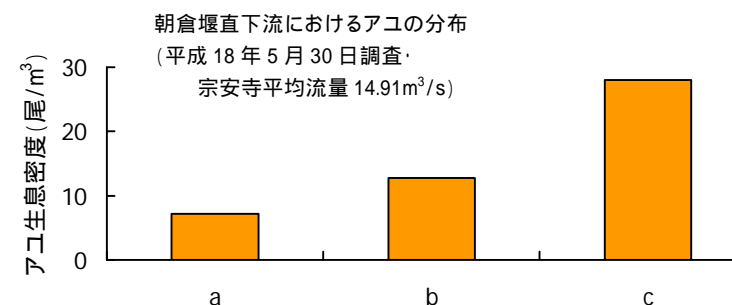
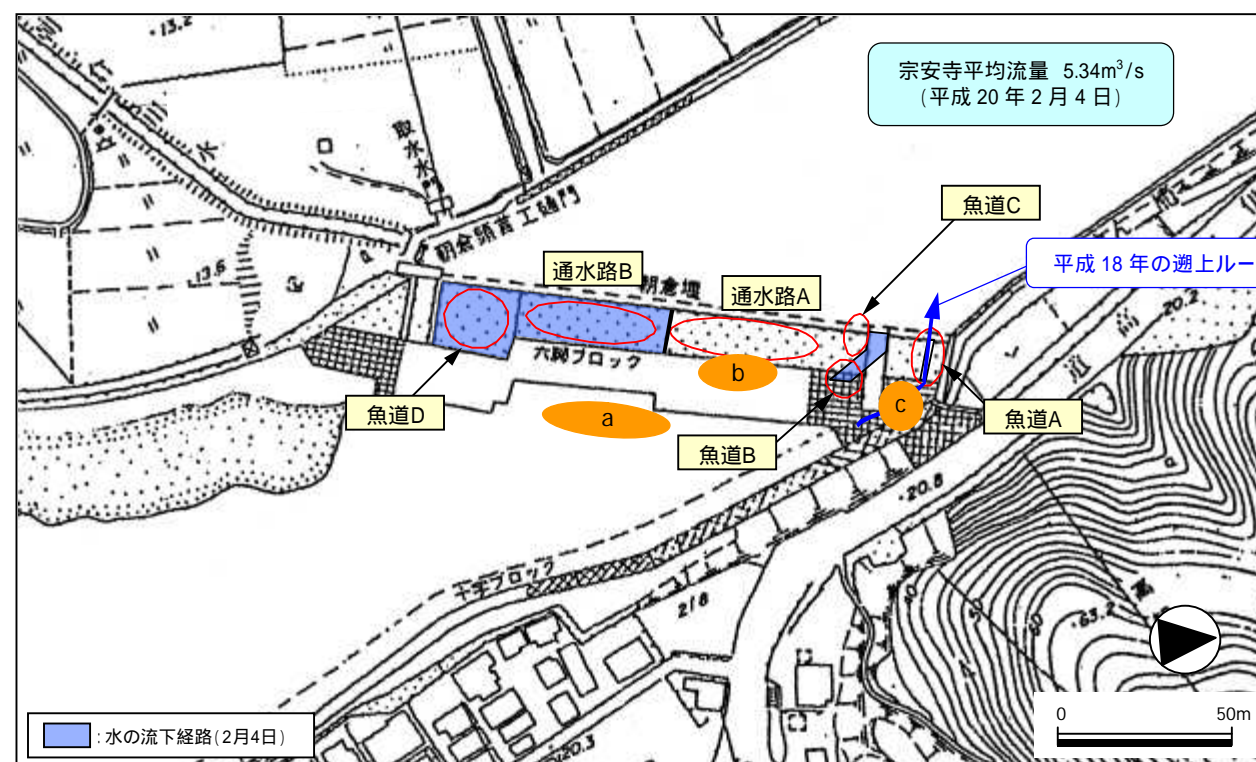
魚道C

2月4日時点は通水していない。魚道Bの側壁に沿うように粗石が貼り付けられている。そのため、通水路Aより地盤が高く、流量が少ない時は魚道部分を水が流れないと推察される。



魚道D

流速は1.0m/s(計測3回の平均)。通水部の勾配は通水路Bと比べて緩いが、やや白泡が多い。下部の護床工との段差は55cmと大きい。



通水路B

流速は2.1m/s(計測4回の平均)。2月4日は上部のゲートを開放しており、流れが集中していた。下部の護床工との段差は70cmあり、ここを遡上するのは困難。

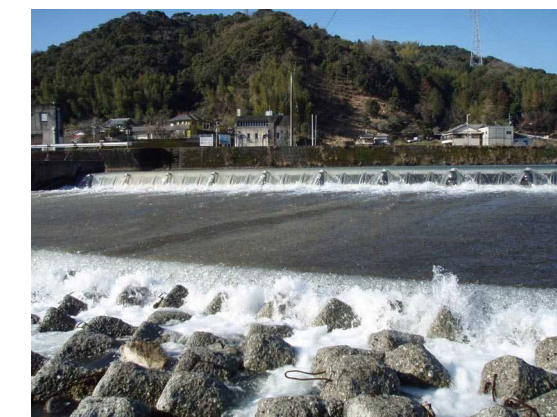


図 4-11 朝倉堰現地踏査結果 (平成 20 年 2 月 4 日)



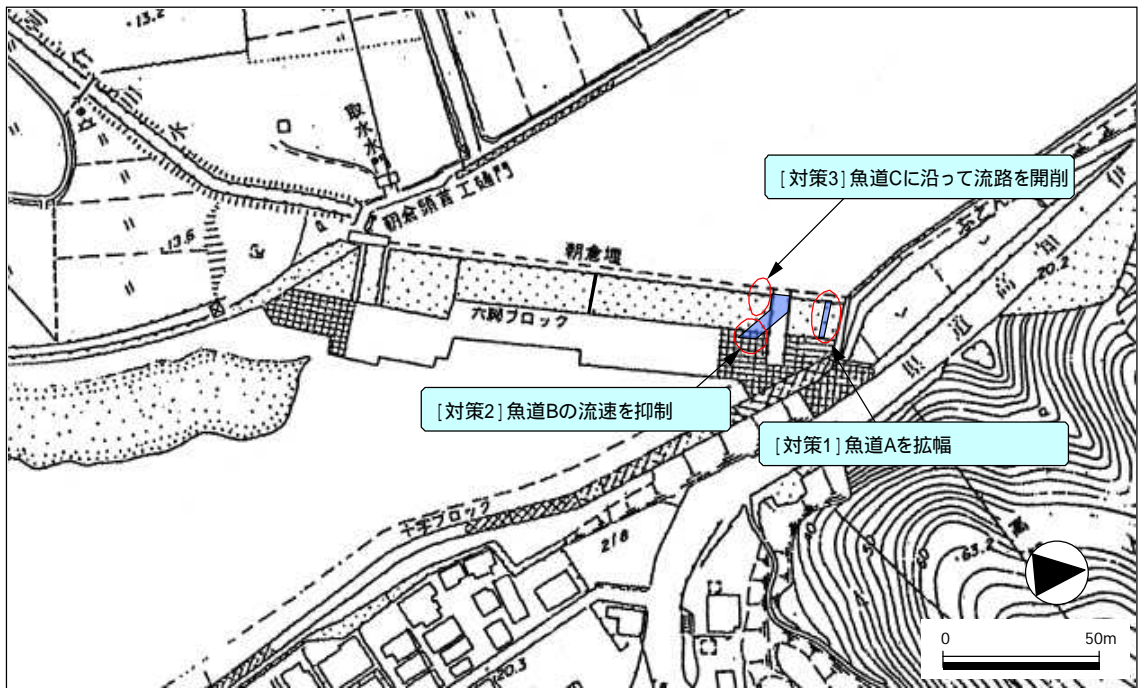


図 4 -12 朝倉堰における遡上対策案

[対策1] 魚道 A を拡幅し、豊水時の遡上路として活用する

魚道 A はコンクリート斜路の一部を掘削して、ブロックを水制状に交互に設置した魚道であり、朝倉堰に設置された魚道のうち最も左岸側に位置する。流量が豊富であった平成 18 年の遡上調査においては、当魚道の下部にアユが多数集積しているのが確認され、流速が速く白泡の発生が著しい状況であったものの、ほとんどのアユはこの魚道を経由して堰を遡上したと推察される。



魚道 A (平成 20 年 2 月 4 日)

したがって、豊水時の遡上をさらに促すため、遡上路内に配置されたブロックの対岸を掘削し、魚道を拡幅する(図 4 -13)。これにより、流速が

速い豊水時においても魚道内で減速させることができ、稚魚の遡上を助長するとともに、掘削した部分は緩やかな流れとなり、稚魚の休憩場所としての活用が期待できる。

朝倉堰は流れに対して右岸から斜め下流方向に設置された堰であり、河岸および堰本体に沿って遡上してきた稚魚は堰の左岸側直下に集中する構造にあると推定できる。したがって、左岸側に位置する魚道の改善策は優先順位が最も高く、なおかつ改善による効果も高いと考えられる。

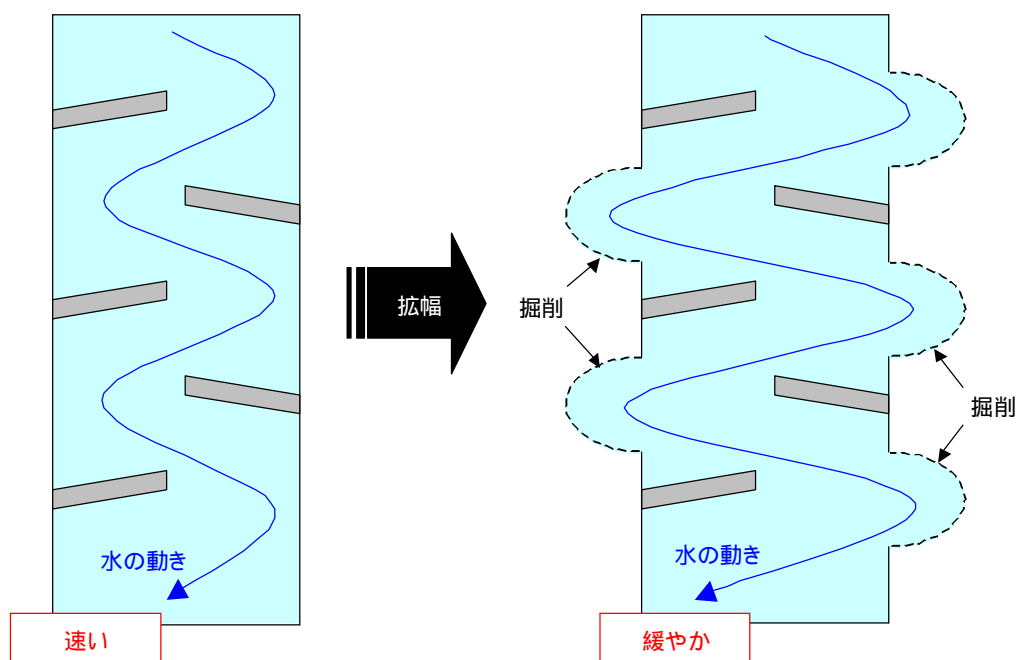


図 4-13 魚道 A の改善イメージ

[ 対策 2 ] 魚道 B の流速を抑制し、低水時の遡上路として活用する

魚道 B は、宗安寺地点の流量が  $5\text{m}^3/\text{s}$  前後の状況でも比較的安定して水が流下しているため、低水時における遡上効率の向上に主眼をおいて改善する。

現地踏査時における魚道 B の平均流速は  $1.2\text{m}/\text{s}$  であり、全体的に遡上の障害となる白泡が目立つ状況であった。魚道内の流速については、アユの突進速度は  $1.2\text{m}/\text{s}$  とされていることから（廣瀬・中村編著、1991）これを超える流速は不適と考えられる。この基準に照合すると、魚道 B の流速は適正範囲の上限にあり、よりスムーズな遡上を促すには現状より流速を抑制する必要があるといえよう。

そこで、斜路の勾配や粗石の配置の見直し、あるいは流速が低下する溜まり部分の掘削などにより、魚道内流速を低下させるとともに白泡の発生を最小限に抑える。これにより、朝倉堰全体の、流量が少ない状況での遡上効率は大きく向上すると考えられる。

[対策3] 魚道Cに沿って流路を開削し、あらゆる流量に対応できる遡上路として活用する  
 魚道Cは、魚道Bの側壁沿いに進むアユの遡上を促すため、河床に打設したコンクリートの上に粗石を埋め込んでいる。しかし、コンクリートの打設により右岸側の通水路Aと比べて河床が高いため、流量が少ない状況ではここを水が流れず、とくに低水時には魚道としての機能を十分に果たしていないと推察される。

そこで、魚道に沿って新たに流路を開削し、低水時でも遡上できるように改善する(図4-14)。これにより、低水時にも安定的な遡上が見込めるほか、豊水時には魚道内の水深が場所により異なるためさまざまな流速帯が生じ、稚魚が遡上しやすい流速を選好することが可能となる。



魚道C(平成20年2月4日)

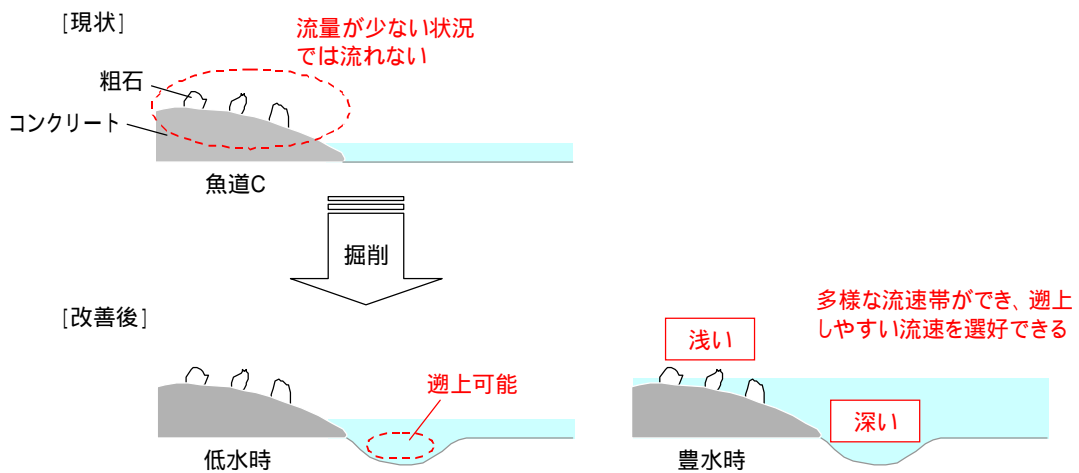


図4-14 魚道Cの改善イメージ(模式図)

## 稚魚を魚道まで誘導するネットの設置

平成 18～19 年に行われた遡上調査では、朝倉堰やトリム公園地先床止ほどではないものの、廓中堰においても稚魚がやや滞留する実態が見られた。アユ稚魚は、魚道下流端が堰等の横断施設本体または水叩きの下流端より突出している場合には、魚道を発見できずに施設直下に滞留する\*。廓中堰では、ゲートと魚道進入口までの遡上経路上に堰柱があり、これが障害となって稚魚が滞留した可能性が高いと考えられる。



廓中堰の魚道付近（平成 19 年 6 月 6 日）

そこで、稚魚がよりスムーズに魚道に進入できるように、堰下流側に誘導ネット（導流フェンス）を設置する（図 4-15）。誘導ネットは前掲の導流フェンスと同様に、フロートに網を連結して河床に固定する。遡上してきた稚魚はネット沿いに進み、容易に魚道進入口に到達することができるため、ネット等に係る費用を要するもののゲート直下での滞留は発生しないと考えられる。

ただし、出水時には早急に撤収する必要があり、緊急時の作業体制の確認など、関係機関内での綿密な連携と調整が重要となる。

\* 国土交通省河川局（2005）『魚がのぼりやすい川づくりの手引き』。

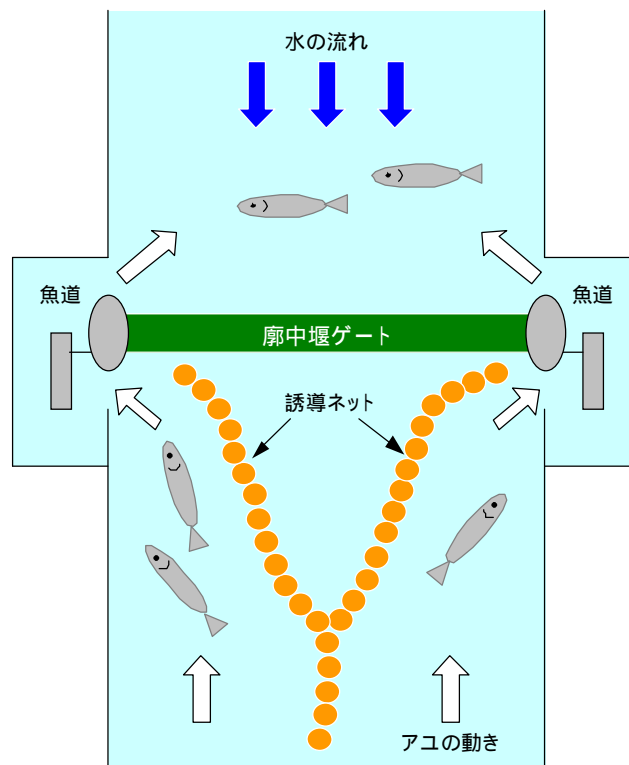


図 4 -15 アユ稚魚の誘導ネット模式図

鏡ダム放流量の調整（遡上状態に応じた放流の実施）

朝倉堰およびトリム公園地先床止での遡上状況を勘案し、各堰でアユ遡上に適した水量が流下するよう鏡ダムからの放流量を調整する。

なお、放流量の調整には、洪水調節に支障をきたさない範囲でダムの洪水調節容量の一部に貯留した流水を活用する（ダムの弾力的管理）。このため、実施にあたってはダム管理者の理解と協力は不可欠であり、試験放流を行うことによりアユ遡上に対する効果や必要となる流量などのデータを蓄積し、放流量の調整幅や放流のタイミング等についてきめ細かく定める必要がある。

## 引用・参考文献

- 上森千秋・高橋勇夫．1984．アユの産卵場について 河川の正常流量に関連して．第39回農業土木学会中四国支部講演要旨．
- Aljamali, E., I. Kinoshita, M. Sashida, T. Hashimoto & J. Nunobe. 2006. Do the ayu (*Plecoglossus altivelis altivelis*) born in the river with an inlet or large estuary in its mouth perform a homing? *La mer*, 44:145-155.
- 平川和正．1997．*Pseudodiaptomus inopinus* BURCKHARDT = *Pseudodiaptomus japonicus* KIKUCHI = *Schmackeria inopinus* MARSH．千原光雄・村野正昭編、日本産海洋プランクトン検索図説．東海大出版会、東京．
- 廣瀬利雄・中村中六編著．1991．魚道の設計．山海堂、東京．
- 兵藤則行・関泰夫．1985．海産稚仔アユに関する研究 - II 流下仔アユの生残に及ぼす絶食の影響(1)．新潟県内水面水産試験場調査研究報告、12:15-22.
- 稲葉左馬吉・和田吉弘．1967．長良川におけるアユの産卵から仔アユの降下まで V. 卵の人工ふ化の研究と仔アユについて．木曾三川河口資源調査報告、(3):25-36.
- 石田力三．1961．アユの産卵生態 -II 産卵魚の体型と産卵床の砂礫の大きさ．日本水産学会誌、27(12)．
- 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．アユ種苗の人工生産に関する研究 - LXXI アユの人工受精卵のふ化に対する水温の影響．アユの人工養殖研究、1:57-98.
- 高知市．1986．昭和60年度鏡川清流保全環境調査報告書．
- 国土交通省河川局．2005．魚がのぼりやすい川づくりの手引き．
- 小山長雄．1978．アユの生態．中公新書、東京．
- 小山長雄・滝沢達夫・荒井優実・伴野正利．1965．アユの行動と環境 VI. 仔・稚アユの遊泳力．木曾三川河口資源調査報告、(2):135-170.
- 楠田理一．1963．海産稚アユの遡上生態 -II 大雲川における遡上群の季節変化．日水誌、29(9):822-827.
- 松井魁．1986．ものと人間の分化史 56・鮎．法政大学出版局、東京．
- 松浦秀俊．2006．2004年豪雨が県内河川のアユの成熟・産卵に与えた影響調査．高知県内水面漁業センター事業報告書、15:38-41.
- 宮地伝三郎．1960．アユの話．岩波書店、東京．
- 中島敏男．2003．土佐湾海産稚アユの海洋生活期における生態と生息環境に関する調査研究 - 流下アユ仔魚数の計数 - ．高知県内水面漁業センター事業報告書、12:43-47.
- 中島敏男．2004．土佐湾海産稚アユの海洋生活期における生態と生息環境に関する調査研究 - 流下アユ仔魚数の計数 - ．高知県内水面漁業センター事業報告書、13:68-73.
- 中島敏男．2005．土佐湾海産稚アユの海洋生活期における生態と生息環境に関する調査研究 - 流下アユ仔魚数の計数 - ．高知県内水面漁業センター事業報告書、14:80-89.
- 中島敏男・岡村雄吾・山重政則．2001．海洋構造とアユの分布構造との関連に関する研究 - 産卵場における産卵日の確認と流下アユ仔魚数の計数 I - ．高知県内水面漁業センター事業報告書、11:111-117.

- 大塚攻．1997．*Sinocalanus tenellus* (KIKUCHI)．千原光雄・村野正昭編、日本産海洋プランクトン検索図説．東海大出版会、東京．
- 岡村収・為家節弥．1977．四万十川の魚類．高知県編、「四万十川水系の生物と環境に関する総合調査」、高知県．
- 岡村収・為家節弥・青木博幸．1976．鏡川の魚類．高知県編、「鏡川の生物と環境に関する総合調査」、高知県．
- 落合明・田中克．1986．新版魚類学（下）．恒星社厚生閣、東京．
- 高橋勇夫・東健作．2006．ここまでわかったアユの本 変化する川と鮎、天然アユはどこにいる．築地書館、東京．
- 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．
- 和田吉弘・稲葉左馬吉．1967．長良川におけるアユの産卵から仔アユの降下まで VIII - 生産率と損耗率．木曾三川河口資源調査報告、(4):7-11．
- 和田吉弘・稲葉左馬吉．1968．長良川におけるアユの産卵から仔アユの降下まで XII - 衝撃に対する抵抗性および生存時間について．木曾三川河口資源調査報告、(5):10-15．

付表

付表 2-1 アコ邇上期(3~5月)における宗安寺地点流量(平成17~19年)

	平成17年	平成18年	平成19年
3月1日	5.56	15.22	2.37
3月2日	5.32	12.20	2.36
3月3日	4.68	6.25	2.29
3月4日	5.21	6.19	2.14
3月5日	4.99	3.90	4.24
3月6日	4.25	3.23	2.64
3月7日	4.21	3.21	2.59
3月8日	4.62	3.21	2.63
3月9日	4.60	3.21	3.17
3月10日	4.61	3.31	4.26
3月11日	4.48	3.25	4.30
3月12日	4.23	3.34	4.32
3月13日	4.26	3.31	4.23
3月14日	4.18	3.29	4.33
3月15日	4.32	3.25	4.36
3月16日	4.33	5.39	4.21
3月17日	4.88	8.51	4.25
3月18日	4.57	9.86	4.23
3月19日	4.31	7.97	4.21
3月20日	4.25	7.36	4.26
3月21日	4.24	7.75	4.17
3月22日	13.58	6.76	4.29
3月23日	14.92	8.63	4.31
3月24日	12.88	8.93	4.64
3月25日	11.97	6.94	5.32
3月26日	10.90	5.83	4.24
3月27日	8.32	5.53	4.37
3月28日	17.30	5.32	4.19
3月29日	14.46	4.98	4.25
3月30日	12.55	4.91	4.20
3月31日	10.96	4.96	4.19
4月1日	11.87	4.71	4.13
4月2日	8.75	8.49	4.22
4月3日	7.63	8.07	4.24
4月4日	6.14	8.35	4.29
4月5日	5.81	25.64	4.39
4月6日	5.64	15.16	4.37
4月7日	6.03	12.61	4.46
4月8日	5.52	10.27	4.39
4月9日	4.70	8.49	4.31
4月10日	4.74	15.90	4.28
4月11日	7.10	418.21	4.26
4月12日	6.90	109.84	4.24
4月13日	6.78	56.76	4.28
4月14日	5.53	36.68	4.30
4月15日	4.56	54.57	4.20
4月16日	4.51	79.28	4.58
4月17日	4.68	45.32	4.55
4月18日	4.64	29.36	4.51
4月19日	4.61	24.15	3.76
4月20日	12.36	22.32	2.85
4月21日	14.40	19.43	2.86
4月22日	8.77	17.26	3.09
4月23日	7.29	14.89	3.22
4月24日	6.04	12.92	2.83
4月25日	5.35	11.55	3.08
4月26日	5.18	10.72	2.78
4月27日	5.11	10.47	2.81
4月28日	4.72	7.78	2.81
4月29日	4.67	5.99	2.90
4月30日	5.15	6.83	2.86

	平成17年	平成18年	平成19年
5月1日	77.04	7.39	4.26
5月2日	46.83	7.07	3.98
5月3日	25.02	6.20	3.93
5月4日	17.36	5.98	3.86
5月5日	14.00	5.90	3.97
5月6日	15.43	8.80	6.36
5月7日	15.56	128.91	4.93
5月8日	14.67	58.58	4.23
5月9日	12.93	38.72	3.96
5月10日	11.93	207.66	3.89
5月11日	8.97	171.84	3.97
5月12日	8.20	79.93	4.12
5月13日	8.10	66.14	4.05
5月14日	8.21	47.35	3.98
5月15日	7.25	35.17	3.93
5月16日	6.92	28.24	4.01
5月17日	6.56	27.00	4.48
5月18日	10.79	22.42	3.83
5月19日	12.30	100.29	3.92
5月20日	7.72	86.33	4.06
5月21日	6.64	43.18	4.12
5月22日	9.67	26.07	4.20
5月23日	10.43	75.67	4.27
5月24日	7.74	47.98	4.27
5月25日	7.11	28.91	5.19
5月26日	6.43	25.74	4.27
5月27日	6.33	23.64	4.16
5月28日	6.36	20.50	4.19
5月29日	6.44	16.64	4.17
5月30日	6.45	14.91	4.26
5月31日	6.39	14.22	4.20
平均	9.08	30.17	3.96

注:高知県鏡ダム管理事務所資料より作成。



付表 2-2 アユ産卵・流下期（10～12月）における宗安寺地点流量（平成17～19年）

	平成17年	平成18年	平成19年
10月1日	-	6.62	7.01
10月2日	-	5.95	5.41
10月3日	4.62	5.34	5.32
10月4日	5.15	5.16	5.31
10月5日	4.96	5.30	5.10
10月6日	4.88	5.08	4.95
10月7日	4.64	4.87	4.85
10月8日	4.56	4.74	4.87
10月9日	4.53	4.64	4.86
10月10日	4.62	4.57	8.57
10月11日	4.69	4.52	5.76
10月12日	4.53	4.48	5.33
10月13日	4.69	4.59	6.92
10月14日	4.67	4.55	6.90
10月15日	5.04	4.50	6.12
10月16日	4.61	4.60	5.57
10月17日	4.49	4.57	5.43
10月18日	4.52	4.54	4.90
10月19日	4.51	3.48	4.75
10月20日	4.48	2.76	4.62
10月21日	4.48	2.80	4.51
10月22日	4.50	2.81	4.50
10月23日	4.63	2.93	4.60
10月24日	4.58	2.74	4.55
10月25日	3.79	2.83	4.53
10月26日	3.18	2.88	4.92
10月27日	3.18	2.85	4.57
10月28日	3.38	2.89	4.52
10月29日	3.39	2.85	4.51
10月30日	3.23	2.83	4.78
10月31日	3.16	2.93	4.64
11月1日	2.83	2.87	4.36
11月2日	2.77	2.81	4.28
11月3日	2.73	2.78	4.23
11月4日	2.81	2.73	4.21
11月5日	2.77	2.72	4.34
11月6日	7.61	2.83	4.29
11月7日	3.66	2.78	4.33
11月8日	2.76	2.76	4.30
11月9日	2.76	2.70	4.27
11月10日	2.76	2.74	4.24
11月11日	3.22	2.82	4.21
11月12日	3.39	2.60	4.28
11月13日	2.75	2.46	4.33
11月14日	2.89	2.81	3.92
11月15日	2.78	2.77	2.78
11月16日	2.75	2.74	2.79
11月17日	2.96	2.74	2.79
11月18日	3.16	2.83	2.74
11月19日	3.12	3.04	2.72
11月20日	3.10	2.59	2.76
11月21日	3.09	2.64	2.74
11月22日	3.43	2.86	2.77
11月23日	3.60	2.82	2.77
11月24日	3.58	2.78	2.76
11月25日	3.55	2.84	2.74
11月26日	3.54	3.13	2.76
11月27日	3.52	2.54	2.75
11月28日	3.51	2.66	2.74
11月29日	3.51	2.77	2.72
11月30日	3.48	2.79	2.72

	平成17年	平成18年	平成19年
12月1日	3.45	2.79	2.75
12月2日	3.43	2.89	2.73
12月3日	3.41	2.85	2.74
12月4日	3.50	2.81	2.72
12月5日	3.44	2.78	2.74
12月6日	3.18	2.74	2.74
12月7日	2.94	2.94	2.75
12月8日	2.88	2.57	2.73
12月9日	2.78	2.78	2.71
12月10日	2.77	2.72	2.70
12月11日	2.74	2.74	2.78
12月12日	2.73	2.73	2.72
12月13日	2.71	2.91	2.75
12月14日	2.62	2.84	2.63
12月15日	2.50	2.79	2.46
12月16日	2.49	2.69	2.46
12月17日	2.56	2.76	2.44
12月18日	2.51	2.79	2.43
12月19日	2.45	2.74	2.45
12月20日	2.51	2.76	2.48
12月21日	2.47	2.74	2.45
12月22日	2.39	2.73	2.54
12月23日	2.27	2.83	2.57
12月24日	2.37	2.81	2.45
12月25日	2.31	2.77	2.49
12月26日	2.26	2.81	2.46
12月27日	2.33	2.77	2.49
12月28日	2.38	2.74	2.81
12月29日	2.35	2.79	2.60
12月30日	2.33	2.77	2.55
12月31日	2.30	2.74	2.49
平均	3.42	3.21	3.78

注：高知県鏡ダム管理事務所資料より作成。

付表 2-3 廓中堰における下流端湛水深の推移

観測日	観測時間		魚道流入口 ～水面 (m)	魚道流入口 ～河床 (m)	湛水深 - (m)	1時間当たり 増分(m)	備考
	時	分					
11月29日	13	30	1.71		0.60	-	
11月29日	14	53	1.33		0.98	0.275	
11月29日	16	8	1.14		1.17	0.152	
11月30日	10	30	0.51		1.80	0.034	
11月30日	14	0	0.48		1.83	0.009	
11月30日	17	57	0.44		1.87	0.010	
12月1日	8	4	0.30		2.01	0.010	
12月1日	12	18	0.28	2.31	2.03	0.005	
12月1日	16	8	0.26		2.05	0.005	
12月2日	6	37	0.20		2.11	0.004	
12月2日	12	48	0.18		2.13	0.003	
12月3日	5	1	0.12		2.19	0.004	雨
12月3日	14	5	0.07		2.24	0.006	
12月4日	4	11	0.04		2.27	0.002	
12月4日	14	38	0.02		2.29	0.002	
12月5日	0	14	0.00		2.31	0.002	

付表 3-1 鏡ダム～新月橋における地点別生息密度（尾/m<sup>2</sup>）

地点	瀬	淵	堰直下	備考
1	0.31	1.21	-	新月橋上流
2	-	-	9.65	トリム公園地先
3	-	0.24	-	紅葉橋周辺
4	2.27	-	4.47	廓中堰
5	-	0.08	-	湛水部下流
6	-	0.07	-	湛水部上流
7	-	-	0.56	鏡川堰
8	-	0.31	-	湛水部
9	-	-	0.82	江の口鴨田堰
10	-	0.07	-	湛水部
11	-	-	1.58	朝倉堰
12	-	0.30	-	湛水部
13	2.47	0.06	-	宗安寺
14	2.47	0.11	-	
15	0.87	0.35	-	大河内橋
16	0.60	0.05	-	
17	0.14	0.14	-	
18	0.44	0.28	-	川口橋
19	1.04	0.30	-	

付表 3-2 吉原川・的淵川における地点別生息密度（尾/m<sup>2</sup>）

地点	密度	備考
A	1.95	本流合流前
B1	2.18	吉原川 - 的淵川合流後
B2	0.59	的淵川合流前
B3	3.18	吉原川合流前
C	1.10	
D	1.45	神社前
E	2.00	畑川地区堰下流

付表 3-3(1) 流下仔アユの採集結果

## 廓中堰

調査日		2007年11月22～23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	曇り	曇り	曇り	晴れ	曇り	曇り	
水温(℃)	17.1	16.2	15.2	15.6	15.3	15.1	14.6	14.5	
濾水量(m <sup>3</sup> )	18.8	13.8	4.7	4.1	5.0	9.5	9.1	9.5	
採集個体数	2	0	57	285	84	10	15	3	
仔魚密度(n/m <sup>3</sup> )	0.11	0.00	12.24	68.84	16.79	1.05	1.64	0.32	
河川流量(m <sup>3</sup> /sec)	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	
時間帯流下数	12,100	0	134,800	758,300	185,000	11,600	18,100	3,500	
流下尾数比(%)	1.1	0.0	12.0	67.5	16.5	1.0	1.6	0.3	
日流下総数	1,123,400								

調査日		2007年11月28～29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	曇	曇	曇	曇	曇	曇	曇	雨	
水温(℃)	16.6	16.3	16.0	16.1	15.9	15.7	15.7	15.7	
濾水量(m <sup>3</sup> )	28.6	4.5	1.6	1.7	10.9	20.4	35.5	38.1	
採集個体数	3	192	265	123	113	52	93	86	
仔魚密度(n/m <sup>3</sup> )	0.10	42.81	161.71	74.27	10.40	2.55	2.62	2.26	
河川流量(m <sup>3</sup> /sec)	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	
時間帯流下数	6,000	255,800	966,400	443,800	62,200	15,200	15,700	13,500	
流下尾数比(%)	0.3	14.4	54.3	25.0	3.5	0.9	0.9	0.8	
日流下総数	1,778,600								

調査日		2007年12月7～8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(℃)	13.4	13.5	13.1	13.0	12.9	12.7	12.5	12.4	
濾水量(m <sup>3</sup> )	33.9	12.3	10.6	9.9	11.4	13.7	9.0	11.7	
採集個体数	153	229	102	54	208	262	221	145	
仔魚密度(n/m <sup>3</sup> )	4.52	18.63	9.65	5.44	18.25	19.15	24.61	12.40	
河川流量(m <sup>3</sup> /sec)	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	
時間帯流下数	397,000	163,600	84,800	47,800	160,300	168,200	216,200	108,900	
流下尾数比(%)	29.5	12.1	6.3	3.5	11.9	12.5	16.1	8.1	
日流下総数	1,346,800								

付表 3-3(2) 流下仔アユの採集結果

トリム

調査日	2007年11月22～23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(℃)	16.0	16.0	15.8	15.5	15.1	14.8	14.2	13.9	
濾水量(m <sup>3</sup> )	34.6	21.2	17.2	10.1	36.1	27.8	9.5	12.0	
採集個体数	1	2	23	2	1	5	18	10	
仔魚密度(n/m <sup>3</sup> )	0.03	0.09	1.34	0.20	0.03	0.18	1.89	0.83	
河川流量(m <sup>3</sup> /sec)	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	
時間帯流下数	3,300	1,000	14,800	2,200	300	2,000	20,800	9,100	
流下尾数比(%)	6.2	1.9	27.7	4.1	0.6	3.7	38.9	17.0	
日流下総数	53,500								

調査日	2007年11月28～29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	曇	曇	曇	曇	曇	曇	曇	雨	
水温(℃)	16.3	16.3	16.2	16.2	16.1	16.1	15.8	15.7	
濾水量(m <sup>3</sup> )	27.7	19.8	20.9	28.8	31.1	23.1	23.0	21.2	
採集個体数	2	22	9	66	1447	511	179	27	
仔魚密度(n/m <sup>3</sup> )	0.07	1.11	0.43	2.29	46.46	22.15	7.78	1.27	
河川流量(m <sup>3</sup> /sec)	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	
時間帯流下数	4,200	6,600	2,600	13,700	277,600	132,400	46,500	7,600	
流下尾数比(%)	0.9	1.3	0.5	2.8	56.5	27.0	9.5	1.5	
日流下総数	491,200								

調査日	2007年12月7～8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	14.4	14.2	14.0	13.7	13.3	12.8	12.6	
濾水量(m <sup>3</sup> )	18.7	23.9	12.3	14.6	34.5	37.9	34.4	33.8	
採集個体数	0	1	0	2	13	22	11	13	
仔魚密度(n/m <sup>3</sup> )	0.00	0.04	0.00	0.14	0.38	0.58	0.32	0.38	
河川流量(m <sup>3</sup> /sec)	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	
時間帯流下数	0	400	0	1,200	3,300	5,100	2,800	3,300	
流下尾数比(%)	0.0	2.5	0.0	7.5	20.5	31.7	17.4	20.5	
日流下総数	16,100								

付表 3-3(3) 流下仔アユの採集結果

## 新月橋

調査日		2007年11月22～23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	曇り	曇り	曇り	晴れ	曇り	曇り		
水温(℃)	16.9	16.1	16.9	16.4	15.5	14.9	14.9	13.9		
濾水量(m <sup>3</sup> )	30.1	20.4	6.5	5.6	6.4	10.3	19.9	21.4		
採集個体数	10	52	96	751	217	73	160	109		
仔魚密度(n/m <sup>3</sup> )	0.33	2.55	14.83	134.44	33.99	7.10	8.06	5.10		
河川流量(m <sup>3</sup> /sec)	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53	1.53		
時間帯流下数	36,400	28,100	163,400	1,481,000	374,400	78,200	88,800	56,200		
流下尾数比(%)	1.6	1.2	7.1	64.2	16.2	3.4	3.8	2.4		
日流下総数	2,306,500									

調査日		2007年11月28～29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	曇	曇	曇	曇	曇	曇	曇	雨		
水温(℃)	16.8	16.8	16.7	16.8	16.4	16.3	16.1	15.8		
濾水量(m <sup>3</sup> )	31.8	15.3	6.8	3.1	2.1	2.6	5.9	5.8		
採集個体数	10	35	17	65	98	76	114	77		
仔魚密度(n/m <sup>3</sup> )	0.31	2.30	2.49	20.95	46.05	29.56	19.48	13.36		
河川流量(m <sup>3</sup> /sec)	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83	0.83		
時間帯流下数	18,500	13,700	14,900	125,200	275,200	176,700	116,400	79,800		
流下尾数比(%)	2.3	1.7	1.8	15.3	33.5	21.5	14.2	9.7		
日流下総数	820,400									

調査日		2007年12月7～8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(℃)	15.3	15.5	15.2	15.1	14.7	14.0	13.0	12.9		
濾水量(m <sup>3</sup> )	36.0	26.3	8.2	3.3	3.1	3.4	10.6	12.2		
採集個体数	6	44	75	486	205	51	127	197		
仔魚密度(n/m <sup>3</sup> )	0.17	1.67	9.19	148.14	66.06	15.14	11.94	16.10		
河川流量(m <sup>3</sup> /sec)	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22	1.22		
時間帯流下数	14,900	14,700	80,700	1,301,300	580,300	133,000	104,900	141,400		
流下尾数比(%)	0.6	0.6	3.4	54.9	24.5	5.6	4.4	6.0		
日流下総数	2,371,200									

付表 3 4(1) 流下仔アユの測定結果 (廊中堰)

調査日		2007年11月22~23日																
採集地点		廊中堰																
No.	体長 (mm)	卵黄 指数	採集時刻															
			15:30		17:30		19:30		21:30		23:30		1:30		3:30		5:30	
			体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄
1	6.3	4			6.5	2	6.2	3	6.4	3	6.4	2	6.2	3	6.4	4		
2	6.4	2			6.1	2	6.0	4	6.1	4	6.3	3	6.3	2	6.5	1		
3					6.2	3	6.2	3	5.9	4	6.3	3	6.3	2	5.8	4		
4					6.0	4	6.4	4	6.8	3	6.6	4	6.1	3				
5					6.5	4	6.6	3	6.1	3	6.1	4	6.0	2				
6					6.5	3	6.3	1	6.2	4	6.7	3	6.2	4				
7					6.6	4	6.3	4	6.2	4	6.6	3	6.5	2				
8					6.4	2	6.6	2	6.5	2	6.8	4	6.6	4				
9					6.5	2	6.1	4	6.7	4	7.1	4	5.5	4				
10					6.5	2	6.3	2	6.0	4	6.0	2	6.3	3				
11					6.1	4	6.4	2	6.5	4			5.8	3				
12					6.6	2	6.3	3	6.2	4			6.8	2				
13					6.6	2	6.3	2	6.1	3			6.5	3				
14					6.2	3	6.4	2	6.4	3			6.0	4				
15					6.2	2	6.1	4	6.2	4			5.5	4				
16					6.7	1	6.2	4	6.3	4								
17					6.2	3	6.8	2	6.2	3								
18					6.3	3	6.5	1	6.5	3								
19					6.3	3	6.5	2	6.0	2								
20					6.0	4	6.5	3	6.5	4								
最大	6.4	4	—	—	6.7	4	6.8	4	6.8	4	7.1	4	6.8	4	6.5	4		
最小	6.3	2	—	—	6.0	1	6.0	1	5.9	2	6.0	2	5.5	2	5.8	1		
平均	6.4	3.0	—	—	6.4	2.8	6.4	2.8	6.3	3.5	6.5	3.2	6.2	3.0	6.2	3.0		

調査日		2007年11月28~29日																
採集地点		廊中堰																
No.	体長 (mm)	卵黄 指数	採集時刻															
			15:30		17:30		19:30		21:30		23:30		1:30		3:30		5:30	
			体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄
1	6.3	3	6.2	3	6.5	4	6.2	4	6.3	3	5.5	4	6.2	3	6.3	3		
2	6.2	4	6.1	4	6.0	4	6.5	3	5.8	2	6.4	4	6.1	4	6.7	4		
3	6.1	4	6.0	4	6.7	3	6.2	3	6.4	4	6.4	3	6.5	1	6.3	4		
4			6.3	4	6.7	3	6.2	3	6.6	3	5.8	4	6.1	4	6.2	4		
5			6.5	3	6.5	4	6.4	3	6.3	3	6.6	0	5.8	4	6.7	4		
6			6.4	4	6.3	3	6.5	4	6.6	3	6.4	3	5.7	4	5.9	4		
7			6.2	3	6.3	3	6.2	3	6.6	1	7.0	1	6.8	3	6.5	1		
8			6.8	3	6.2	3	6.3	4	6.5	4	5.5	4	6.5	3	6.7	3		
9			6.3	4	6.0	4	5.9	4	6.5	4	6.1	3	6.0	4	5.9	4		
10			6.4	2	6.4	3	6.5	2	6.2	2	5.8	4	5.8	4	6.0	4		
11			6.5	3	6.0	3	6.4	3	6.3	4	5.4	4	5.9	4	6.4	3		
12			6.6	4	6.1	4	6.2	2	6.5	2	6.2	3	6.4	3	6.2	2		
13			6.0	3	6.3	4	6.1	3	5.8	4	6.3	3	5.8	4	5.2	4		
14			6.4	3	6.2	4	6.8	4	6.6	4	6.8	3	5.6	4	5.6	4		
15			5.8	4	5.9	4	6.0	3	6.1	2	5.2	4	6.7	3	6.0	4		
16			6.7	4	6.8	2	6.3	3	7.0	3	5.6	4	6.1	4	5.8	4		
17			7.0	2	6.5	3	6.3	4	6.0	4	6.3	2	6.2	4	6.7	4		
18			6.8	3	6.4	3	6.1	1	5.9	4	5.7	4	6.5	3	6.7	4		
19			5.9	4	6.3	3	6.4	3	5.5	4	5.9	4	6.0	4	6.0	4		
20			6.6	2	6.5	1	6.0	3	6.3	3	5.4	4	5.7	4	6.2	4		
最大	6.3	4	7.0	4	6.8	4	6.8	4	7.0	4	7.0	4	6.8	4	6.7	4		
最小	6.1	3	5.8	2	5.9	1	5.9	1	5.5	1	5.2	0	5.6	1	5.2	1		
平均	6.2	3.7	6.4	3.3	6.3	3.3	6.3	3.1	6.3	3.2	6.0	3.3	6.1	3.6	6.2	3.6		

調査日		2007年12月7~8日																
採集地点		廊中堰																
No.	体長 (mm)	卵黄 指数	採集時刻															
			15:30		17:30		19:30		21:30		23:30		1:30		3:30		5:30	
			体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄	体長	卵黄
1	6.7	1	7.3	3	7.2	1	6.5	1	7.1	1	6.8	3	6.7	2	7.1	3		
2	6.5	1	7.2	1	6.8	1	7.1	4	6.5	2	7.1	0	6.5	1	6.1	2		
3	7.2	2	6.9	1	7.2	1	6.7	3	6.2	1	6.9	2	7.2	2	6.5	1		
4	7.0	1	6.8	2	6.8	2	7.0	1	6.8	1	6.3	2	6.9	1	6.2	4		
5	7.3	1	6.8	2	7.5	1	7.2	1	6.9	1	7.0	1	7.4	0	6.7	3		
6	6.5	1	6.9	2	6.4	1	6.7	4	7.5	1	6.8	1	6.9	2	6.8	1		
7	6.5	1	7.5	1	7.4	1	7.1	1	6.8	2	7.2	1	6.7	2	6.4	1		
8	7.4	2	7.0	1	7.0	1	6.8	1	7.0	1	7.0	1	6.5	1	7.0	1		
9	6.9	1	7.1	2	6.7	2	6.9	2	6.8	2	6.8	3	7.0	0	6.6	2		
10	7.0	1	6.9	1	7.0	1	7.2	1	7.0	1	7.1	1	6.6	3	6.7	3		
11	7.0	1	7.2	1	7.2	1	7.2	1	7.0	2	6.9	1	6.3	1	6.6	1		
12	6.9	0	7.0	1	7.1	3	7.0	1	6.6	2	7.0	0	6.4	1	6.2	2		
13	7.2	1	7.1	1	7.1	1	7.1	1	6.8	1	7.1	1	7.0	2	6.5	2		
14	6.8	1	7.1	1	7.0	1	6.6	0	6.4	1	7.1	0	6.9	1	6.3	3		
15	6.8	2	7.4	1	6.8	2	7.1	1	6.5	4	6.6	4	6.6	1	6.8	3		
16	6.7	1	6.9	2	7.2	1	6.9	1	6.2	3	6.5	1	6.8	2	6.4	1		
17	7.0	1	6.5	2	6.9	2	7.2	1	7.2	1	6.5	2	7.1	1	6.6	1		
18	6.9	1	7.1	1	7.1	2	7.3	1	6.4	3	6.9	0	6.3	1	6.6	1		
19	6.9	1	7.0	1	6.6	2	7.4	2	6.6	3	6.7	1	6.9	1	6.2	1		
20	7.1	1	7.2	2	6.9	2	7.4	1	6.4	1	6.9	1	6.5	4	6.4	2		
最大	7.4	2	7.5	3	7.5	3	7.4	4	7.5	4	7.2	4	7.4	4	7.1	4		
最小	6.5	0	6.5	1	6.4	1	6.5	0	6.2	1	6.3	0	6.3	0	6.1	1		
平均	6.9	1.1	7.0	1.5	7.0	1.5	7.0	1.5	6.7	1.7	6.9	1.3	6.8	1.5	6.5	1.9		

付表 3-4(2) 流下仔アユの測定結果 (トリム公園)

調査日		2007年11月22～23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		6.1	1	6.8	1	7.0	1	7.3	2	6.5	1	6.8	2	6.8	2	7.0	4
2				7.1	1	6.5	1	7.3	1			6.2	2	6.8	2	7.0	0
3				6.8	1							7.0	0	6.4	2	6.6	2
4						7.0	2					6.2	3	6.2	2	6.9	2
5						6.9	2					6.7	1	6.2	2	6.5	1
6						7.0	2							6.1	1	6.2	2
7						6.9	1							6.0	2	7.1	1
8						6.4	3							6.4	1	7.2	2
9						6.8	1							6.3	2	6.1	1
10						7.6	0							6.4	2	7.5	1
11						7.1	1							6.8	2		
12						6.8	1							6.6	2		
13						6.6	1							7.1	0		
14						7.1	1							6.0	1		
15						7.0	1							6.5	2		
16						6.8	2							6.3	1		
17						7.2	2							6.3	1		
18						6.8	1							6.5	2		
19						6.5	1										
20						6.7	1										
21						7.5	0										
22						6.5	3										
23						7.0	1										
最大		6.1	1	7.1	1	7.6	3	7.3	2	6.5	1	7.0	3	7.1	2	7.5	4
最小		6.1	1	6.8	1	6.4	0	7.3	1	6.5	1	6.2	0	6.0	0	6.1	0
平均		6.1	1.0	7.0	1.0	6.9	1.3	7.3	1.5	6.5	1.0	6.6	1.6	6.4	1.6	6.8	1.6

調査日		2007年11月28～29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		7.0	0	7.0	1	6.9	1	6.9	2	6.2	2	6.7	3	6.3	2	6.7	2
2		6.1	2	6.7	2	7.0	1	6.3	2	6.3	2	6.2	3	6.6	3	6.5	2
3				6.8	3	6.8	2	6.7	3	6.8	1	6.5	3	6.8	3	6.5	3
4				7.2	1	7.1	2	6.2	3	6.0	3	6.9	2	6.5	3	5.2	2
5				7.6	0	7.1	2	6.7	3	6.7	4	6.2	3	6.5	4	6.1	2
6				6.8	3	6.5	3	6.4	3	6.8	4	6.6	2	6.3	3	6.5	3
7				6.5	1	7.1	1	6.3	3	6.2	3	6.7	4	6.1	2	6.8	3
8				6.7	4	6.7	1	6.5	4	6.6	2	6.3	2	6.4	2	6.3	1
9				7.7	0	BK	BK	6.9	4	6.5	3	6.3	3	6.4	2	6.8	3
10				6.9	1			6.6	1	6.2	3	6.6	3	6.5	3	6.5	2
11				7.1	2			6.7	2	6.5	2	6.5	3	6.4	1	6.3	3
12				6.9	2			6.8	1	6.3	3	6.4	2	6.6	2	6.8	2
13				6.7	2			6.7	4	6.2	3	7.0	2	6.4	2	6.5	3
14				7.0	1			6.3	3	6.3	3	6.5	1	6.4	3	6.4	2
15				7.1	1			6.6	1	6.6	3	6.2	3	6.9	3	6.6	1
16				7.1	2			6.5	2	6.5	3	6.5	3	6.8	2	6.5	2
17				6.5	3			6.4	3	6.2	3	6.4	4	6.6	2	6.2	2
18				6.9	0			6.7	3	6.3	3	6.5	2	6.4	2	6.5	2
19				6.6	2			7.1	2	6.2	2	6.4	3	6.6	2	7.1	0
20				6.8	1			6.4	3	6.1	2	6.7	2	6.7	1	6.5	1
最大		7.0	2	7.7	4	7.1	3	7.1	4	6.8	4	7.0	4	6.9	4	7.1	3
最小		6.1	0	6.5	0	6.5	1	6.2	1	6.0	1	6.2	1	6.1	1	5.2	0
平均		6.6	1.0	6.9	1.6	6.9	1.6	6.6	2.6	6.4	2.7	6.5	2.7	6.5	2.4	6.5	2.1

調査日		2007年12月7～8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				6.6	2			7.6	1	7.5	1	7.5	1	7.4	1	7.6	0
2								7.0	1	6.7	2	7.3	1	6.8	1	6.9	1
3										7.3	1	6.9	1	6.7	3	7.3	1
4										7.5	1	7.0	1	7.0	1	7.1	1
5										6.9	3	7.2	1	7.4	0	7.6	2
6										6.8	1	7.6	1	7.3	1	6.9	3
7										7.2	1	7.4	1	7.0	1	6.3	1
8										7.1	1	7.2	1	7.1	1	7.3	1
9										7.3	1	6.8	2	6.9	1	7.7	1
10										7.5	0	6.8	1	6.5	1	7.1	2
11										6.8	1	7.1	1	7.1	1	7.1	0
12										7.7	1	6.8	1			7.0	1
13										6.7	1	7.7	0			BK	BK
14												7.1	0				
15												7.5	1				
16												6.8	2				
17												7.2	1				
18												7.6	1				
19												7.2	1				
20												7.4	0				
最大		-	-	6.6	2	-	-	7.6	1	7.7	3	7.7	2	7.4	3	7.7	3
最小		-	-	6.6	2	-	-	7.0	1	6.7	0	6.8	0	6.5	0	6.3	0
平均		-	-	6.6	2.0	-	-	7.3	1.0	7.2	1.2	7.2	1.0	7.0	1.1	7.2	1.2



付表 3-4(3) 流下仔アユの測定結果(新月橋)

調査日		2007年11月22~23日														
採集地点		新月橋														
		採集時刻														
No.	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	7.5	2	7.0	2	6.3	3	6.3	4	6.7	4	6.8	3	7.2	4	6.8	4
2	7.0	3	7.2	1	6.6	4	6.2	4	6.6	4	6.6	2	7.1	2	7.5	0
3	7.5	2	7.3	1	6.1	4	6.3	4	6.8	3	7.0	2	5.8	3	7.4	0
4	7.4	1	7.1	1	7.1	2	6.4	3	6.4	3	6.7	4	7.1	4	6.8	4
5	7.0	4	7.4	2	6.2	3	6.4	3	7.0	3	6.8	3	7.2	2	6.6	4
6	7.2	3	7.0	1	6.8	2	5.9	3	6.5	2	6.8	3	7.1	4	6.8	1
7	7.2	2	7.4	1	6.5	3	6.5	3	6.8	3	7.0	2	6.3	3	6.7	3
8	6.8	4	7.0	1	6.7	2	6.4	4	5.9	2	6.7	2	7.2	3	7.3	1
9	7.1	1	7.4	1	6.5	3	6.2	4	6.6	4	6.8	1	6.7	2	7.3	1
10	6.9	2	6.0	2	6.0	4	6.3	3	6.4	4	6.3	3	6.9	1	7.0	3
11			6.2	1	6.7	3	6.2	4	6.9	1	7.0	2	6.7	2	6.8	3
12			6.7	2	6.2	2	6.3	4	6.1	4	6.2	4	6.3	3	6.9	3
13			7.1	1	7.2	1	6.1	2	6.2	4	6.7	4	6.4	2	7.2	1
14			6.9	1	6.9	4	6.4	3	6.3	3	6.2	3	6.7	3	7.1	2
15			6.4	1	6.1	4	6.5	2	6.2	4	6.8	2	6.7	3	7.0	1
16			6.4	2	6.6	4	6.3	4	7.0	2	6.8	4	6.9	1	6.7	4
17			7.2	1	6.3	3	6.5	3	6.7	4	6.4	4	7.3	3	7.2	2
18			6.9	2	6.0	4	6.4	3	6.3	4	6.5	2	6.6	4	7.0	3
19			6.4	1	6.5	3	6.1	2	6.8	1	6.5	3	6.4	4	6.5	3
20			7.0	2	6.8	3	6.0	4	6.7	2	6.9	1	7.1	3	6.7	4
最大	7.5	4	7.4	2	7.2	4	6.5	4	7.0	4	7.0	4	7.3	4	7.6	4
最小	6.8	1	6.0	1	6.0	1	5.9	2	5.9	1	6.2	1	5.8	1	6.5	0
平均	7.2	2.4	6.9	1.4	6.5	3.1	6.3	3.3	6.5	3.1	6.7	2.7	6.8	2.8	7.0	2.4

調査日		2007年11月28~29日														
採集地点		新月橋														
		採集時刻														
No.	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	7.2	1	7.6	1	7.2	1	6.5	4	6.4	4	6.7	3	7.1	3	7.0	1
2	5.5	4	7.4	1	7.7	1	6.2	3	6.2	2	6.0	2	7.1	2	5.8	4
3	6.8	4	6.8	1	6.2	3	6.4	3	6.2	1	7.2	2	6.8	2	6.8	3
4	7.7	1	6.9	2	6.8	3	6.3	2	6.7	4	6.4	2	6.1	4	7.0	0
5	7.0	2	7.2	1	7.4	1	6.9	1	6.9	1	6.5	4	6.6	2	6.8	1
6	6.7	2	7.2	1	6.7	2	6.5	4	6.5	2	6.7	3	7.0	2	5.8	4
7	6.2	3	7.2	1	6.9	1	7.1	1	6.6	4	6.5	3	6.5	2	6.6	3
8	6.6	4	7.1	1	6.8	1	7.0	3	6.5	3	6.0	3	6.9	3	6.6	4
9	6.0	4	7.3	1	7.4	1	6.2	3	6.9	2	6.9	2	6.4	3	6.1	4
10	7.2	2	7.2	0	7.2	1	6.4	4	6.8	3	7.0	3	7.1	1	6.5	3
11			7.1	1	7.4	0	6.1	4	5.9	4	6.8	3	6.7	3	6.8	3
12			7.5	1	7.5	1	6.6	4	6.4	4	6.1	4	6.6	2	6.6	2
13			7.4	1	6.4	4	6.7	2	5.8	4	6.8	2	6.3	4	6.5	4
14			7.3	1	6.8	1	6.0	3	6.7	4	6.6	2	6.7	2	6.5	3
15			7.4	0	7.0	1	6.6	0	6.6	4	7.1	3	7.0	3	7.0	2
16			7.4	1	6.8	1	6.0	4	6.5	4	7.0	3	6.9	3	6.6	1
17			7.1	1	5.9	1	6.5	4	6.5	4	6.5	1	6.6	3	6.9	1
18			7.2	2			6.4	3	6.3	3	6.9	2	6.9	3	6.4	1
19			7.5	0			6.6	3	6.3	3	6.7	3	6.8	3	7.3	1
20			7.1	1			6.6	2	6.3	4	6.6	2	6.0	4	6.4	3
最大	7.7	4	7.6	2	7.7	4	7.1	4	6.9	4	7.2	4	7.1	4	7.3	4
最小	5.5	1	6.8	0	5.9	0	6.0	0	5.8	1	6.0	1	6.0	1	5.8	0
平均	6.7	2.7	7.2	1.0	6.9	1.4	6.5	2.9	6.5	3.2	6.7	2.6	6.7	2.7	6.6	2.4

調査日		2007年12月7~8日														
採集地点		新月橋														
		採集時刻														
No.	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	6.9	1	6.9	1	6.4	3	6.5	3	6.6	1	6.5	2	6.9	1	7.5	1
2	7.2	0	7.4	1	6.3	3	6.4	3	7.0	4	6.6	3	7.1	3	7.1	2
3	6.9	3	7.1	1	7.3	2	6.6	2	6.5	2	6.7	4	7.1	1	7.0	3
4	7.1	2	7.4	1	6.2	4	6.3	2	6.4	2	6.5	2	6.2	4	6.7	4
5	6.4	3	6.7	2	6.7	4	6.0	2	6.4	2	6.3	3	7.2	1	7.4	2
6	BK	BK	6.7	2	6.7	1	6.3	4	6.3	2	6.2	3	7.1	2	7.2	2
7			6.9	4	6.2	4	6.6	3	6.7	4	6.8	2	6.6	1	7.2	2
8			7.1	1	6.4	3	6.5	4	6.8	3	6.4	4	7.0	2	6.8	3
9			6.9	2	6.4	2	6.4	2	6.3	4	6.6	4	6.3	4	6.8	2
10			7.2	3	6.8	2	6.4	2	7.1	4	5.8	4	6.8	2	7.2	0
11			7.0	1	6.4	2	6.3	4	6.1	1	6.5	1	6.9	2	7.3	1
12			7.1	2	6.8	4	6.5	3	5.9	1	6.7	2	6.3	4	6.3	3
13			7.1	3	6.6	2	6.8	3	6.6	4	6.6	3	7.0	2	7.2	2
14			7.2	2	6.4	2	6.1	2	6.7	1	6.7	2	6.5	3	6.2	4
15			7.4	1	6.5	2	6.1	4	6.3	3	6.5	3	7.0	2	6.6	4
16			6.5	3	7.4	1	6.1	3	6.3	2	6.1	4	7.0	2	6.3	3
17			7.3	2	7.0	1	6.4	3	6.6	3	6.8	2	6.6	3	7.0	2
18			7.7	2	6.9	3	6.4	2	6.6	3	7.1	3	7.2	2	7.2	3
19			7.6	1	6.1	4	6.5	4	6.4	4	6.5	3	7.0	4	7.0	3
20			7.3	3	6.3	3	6.3	4	6.6	3	6.4	4	6.2	4	6.9	1
最大	7.7	3	7.7	4	7.4	4	6.8	4	7.1	4	7.1	4	7.2	4	7.5	4
最小	6.4	0	6.5	1	6.1	1	6.0	2	5.9	1	5.8	1	6.2	1	6.2	0
平均	6.9	1.8	7.1	1.9	6.6	2.6	6.4	3.0	6.5	2.7	6.5	2.9	6.8	2.5	6.9	2.4