

Ⅱ．項目ごとの中間報告内容

2)－3 丹生ダムによる補給の効果の検討（姉川・高時川の効果）

1 魚類遡上・産卵調査

1. 1 ビワマス産卵範囲調査について

1.1 ビワマス産卵範囲調査について

(1) 目的	3
(2) 調査概要	3
1) 調査範囲	
2) 調査方法	
3) 調査時期	
4) 平成 15 年の瀬切れ発生状況	
① 高時川の瀬切れ状況	
② 河川の流況および水温	
5) 遡上と瀬切れ発生状況	
① 調査前の状況	
② 調査時の状況	
(3) 調査結果	7
1) 産卵床計数、流量減少および瀬切れ発生について	
2) 遡上・産卵と瀬切れ状況写真	
3) 産卵床と産卵場の河川環境	
(4) ビワマスの生活史	15
1) 生活史区分に基づく生態特性	
2) 平成 15 年度特別採捕によるビワマス採卵・放流実績	
① 採卵量	
② 高時川におけるビワマス稚魚の放流	
(5) まとめ	21

1.1 ビワマス産卵範囲調査について

(1) 目的

ビワマスは琵琶湖の固有種である。今回の調査は、姉川・高時川でのビワマスの産卵遡上の実態を把握するものである。また、河川巡視により瀬切れの発生日およびその範囲を把握することで、瀬切れが産卵に与える影響を調査した。

(2) 調査概要

1) 調査範囲

- ・ 高時川（姉川合流点（難波橋）～高時川頭首工）
- ・ 姉川（河口～国友橋）

2) 調査方法

- ・ 河川内を踏査し、目視により産卵床を計数した。(写真1)
- ・ なお、ビワマスは産卵床を掘る際に卵を産み着けない偽産卵床を作ることがある。この識別は、産卵後に被せられる砂礫の塚の盛り上がり具合によって判断した。（調査開始前に埋伏された卵の有無を見当できるように、卵が存在すると推測した産卵床を数個実際に試掘確認した。写真2）



写真 1 目視による産卵床確認
産卵床は盛り上がり、周辺の河床より、白く見える。楕円径で D0.5～2.5m)

上流 → 下流

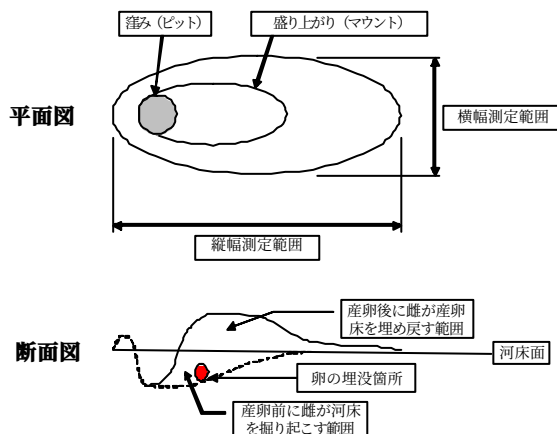


図1 産卵床模式図



写真 2 産卵床のビワマス卵（生卵）
調査開始時に卵の存在を見当するため、一部試掘した。）

偽産卵床とは

：ビワマス（雌）が産卵床をある程度まで掘るが、卵を産み着けず、放棄してしまうものを言う。卵を産み着けた産卵床に比べ、盛り上がりが小さい。

3) 調査時期

1回目調査：平成15年10月27日～29日

2回目調査：平成15年11月17日～19日

びわやナにおける資源維持のための特別採捕は2回実施された。これらの特別採捕（＝ヤナ漁）終了後に調査を実施した。調査は合計2回実施した。

4) 平成15年の高時川の瀬切れ発生状況

① 姉川・高時川の瀬切れ状況

平成15年2月～4月中旬までの姉川・高時川における流量の安定は、降雪あるいは融雪期の出水によるものである。同年6月末～8月中旬は雨量が多く、同年8月上旬には台風10号により野寺橋地点で最大流量約660m³/sの出水があった。同年9月中旬からは降雨が少ないため流量が減少し、高時川筋（姉川合流点～新寿橋区間）では瀬切れが発生した。同年11月下旬からの降雨により流量が安定し、高時川筋の瀬切れは解消した。

平成15年の瀬切れ発生日は合計62日であった。9月1日以降の瀬切れは42日であった。

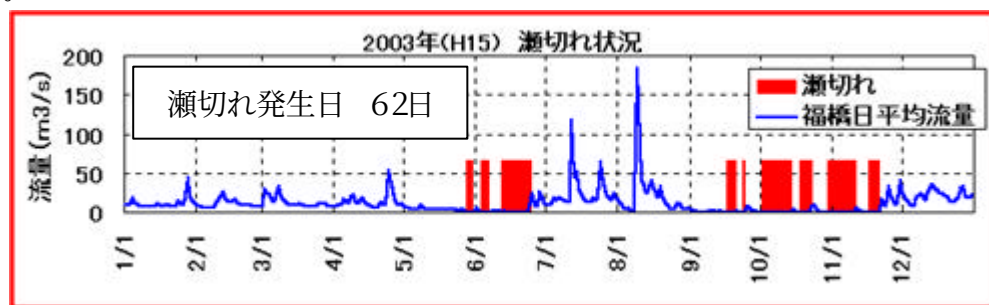
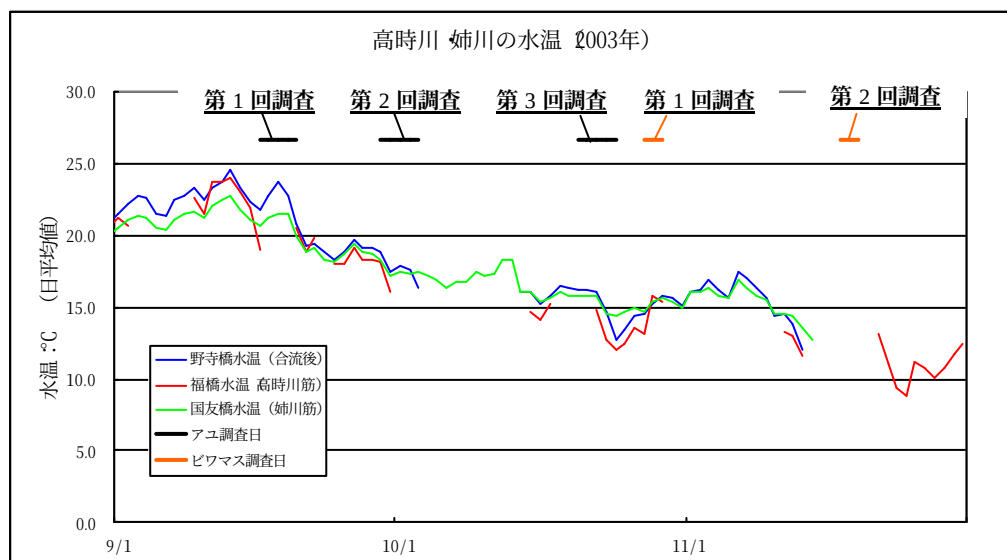


図2 平成15年の高時川の平均流量と瀬切れ発生状況

② 河川の流況および水温

河川の水温、濁度および流量は以下のとおり。



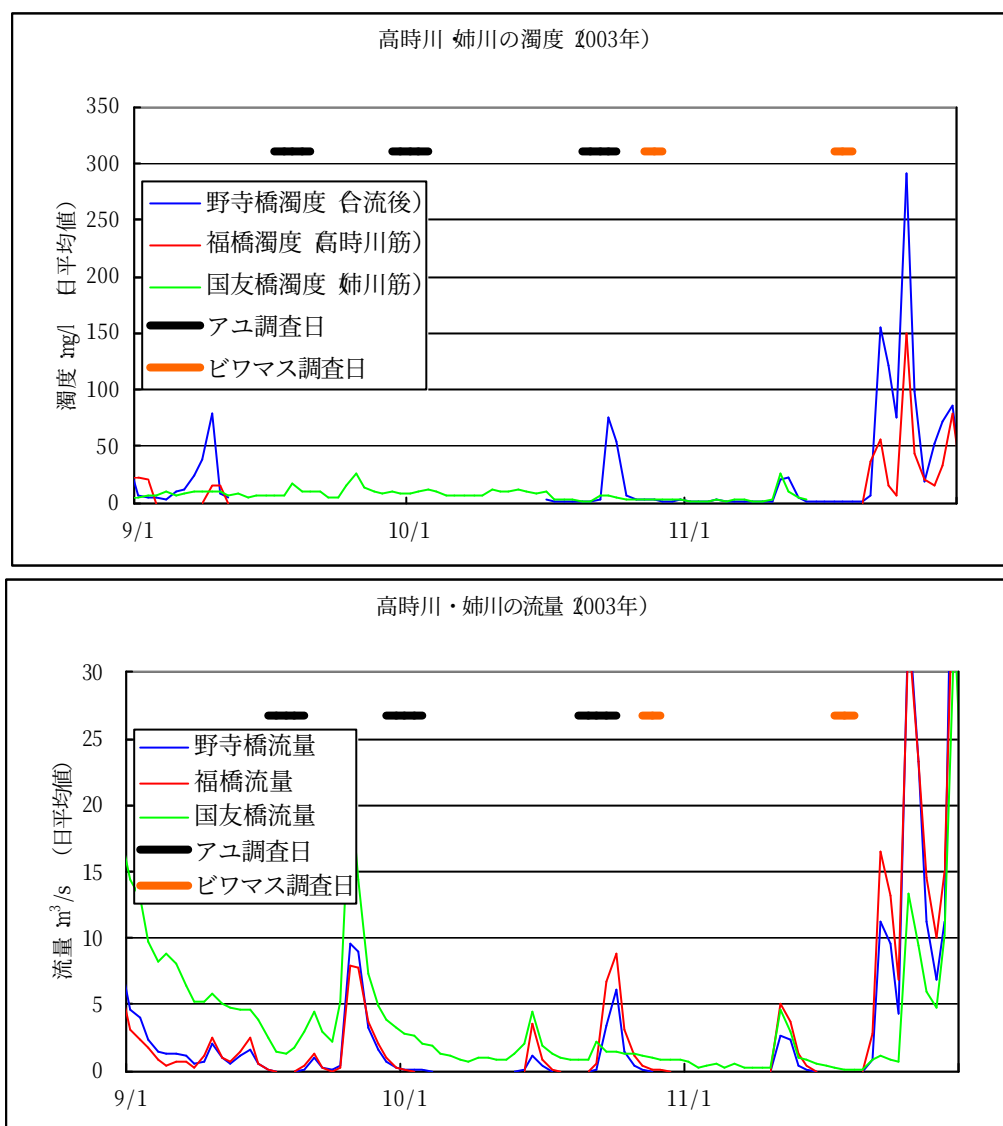


図3 姉川・高時川の水文データ (アユ・ビワマス産卵調査時)

5) 遡上と瀬切れ発生状況

①調査前の状況

平成 15 年の夏季は降水量が多く、河川流量が安定していた。そのため、産卵遡上に先立って、夏季に遡上したと推測される親魚（以下「早期遡上個体」という。）を多数確認している。これは河川巡視、アユ産卵範囲調査時によるもので、主な状況は以下のとおり。

- i) 井明神橋付近において、同年 10 月 8 日に遊泳中 4 尾を目視確認した。なお、写真撮影は、左記のうち 1 尾を撮影 (写真 3 参照)
- ii) 錦織橋上流 (H15 年 10 月 9 日) において、瀬切れ発生により取り残され斃死したビワマスの 1 個体を確認。 (写真 4 参照)
- iii) 難波橋 (H15 年 10 月 17 日) において、早期遡上個体の斃死を確認 (写真 5 参照)



写真3 H15. 10. 9, 井明神橋 高時川頭首工直下)、早期遡上個体を確認



写真5 H15. 10. 17, 難波橋、早期遡上個体の斃死を確認



写真4 H15. 10. 9, 錦織橋上流 (上), 瀬切れ発生で取り残され斃死したビワマス親魚 (下), 早期遡上した推測される

②調査時の状況

1 回目調査前の 10 月 23 日において、高時川上流部に日降雨量 30mm (菅並地点) があり、翌日 24 日に高時川に出水 (福橋地点最大流量約 $9\text{m}^3/\text{s}$) があった。この出水でビワマスの遡上が認められた。姉川・高時川の上ヤナ、びわヤナ等では、資源維持のための特別採捕によるビワマスのヤナ漁が行われた。河川の水温は 15°C 前後であった。(図 3 参照)

1 回目調査後の 10 月 30 日以降、河川流量は減少し、びわヤナ付近～賀村橋 (馬渡橋上流) の区間で瀬切れが発生し、上流へ範囲は広がった。(図 3 参照)

11 月 10～11 日の 2 日降雨量 34mm による出水 (福橋地点最大流量約 $5\text{m}^3/\text{s}$) があり、瀬切れは解消した。この出水によりビワマスの遡上がみられた。姉川・高時川の一口ヤナ、びわヤナ等において、資源維持のための特別採捕のヤナ漁は行われた。びわヤナのヤナ漁は 2 回目である。この特別採捕のヤナ漁等により目標の採卵量は達したので、平成 15 年度の特別採捕は終了した。

2 回目調査はこのヤナ漁の終了後に実施した。調査開始からびわヤナから上流付近は、既に瀬切れが発生していた。

(3) 調査結果

1) ビワマス産卵床計数、流量減少および瀬切れ発生について

ビワマスの産卵床の数および確認位置を図4、5に示す。

1回目調査時に産卵床が多く確認された場所は、美浜橋の上流部（6床）、野寺橋付近（3床）、姉川筋では虎姫ヤナの下流部（43床）であった。高時川筋ではほとんど産卵床は確認されなかった。高時川筋では合流点の上流にびわヤナが設置されており、遡上する親魚がここで特別採捕され、上流へ遡上した親魚が少なかったため産卵床の確認数は少なかったものと考えられる。

2回目調査時の高時川筋において、産卵床が多く確認された場所はJR北陸本線鉄橋直下の床固め工下流部にある北陸自動車道の高架下付近（9床）、姉川筋においては虎姫ヤナ～国友橋（44床）であった。高時川筋で確認された要因は、前記（2）5）②のとおり、短期間ではあるが、びわヤナ撤去後にびわヤナの部分の遡上が可能な流量があったためと考えられる。ただし、2回目調査時の新寿橋～寿橋間で確認した産卵床は、平成15年11月20日の流量減少により、その産卵床の上流と下流で瀬切れが発生し、卵への影響が懸念された。

高時川筋の1回目および2回目調査結果を総括すると、びわヤナより上流で産卵床がまわって確認された場所は、JR北陸線鉄橋直下（床固め工下流）の北陸自動車道の高架下付近（9床）であった。また、遡上の上限は高時川頭首工であった。なお、姉川・高時川水系の1回目および2回目調査の総括では、産卵床が多かった範囲は合流点下流部および姉川筋であった。

高時川筋は姉川筋と比べて産卵床が少なかった要因は、遡上期の流量減少と瀬切れが発生すること、流量減少と瀬切れに伴い床固め工等（河川横断工作物）の部分の遡上が容易でない状況、特別採捕による遡上魚の減少などが考えられる。

聞き取り調査によると、高時川筋では平成10年出水では高時川頭首工上流まで遡上している。また、近縁種のサツキマスなどは河口から100km近く遡上することから（中野ほか,1989）、ビワマスについても現在の遡上範囲より上流部に遡上する能力は十分あると考えられる。

現在の高時川は高時川頭首工から下流部で瀬切れが発生している。このため、高時川頭首工までのビワマス遡上および自然産卵を保全するためには、高時川頭首工下流の流量の安定が重要であると考えられる。

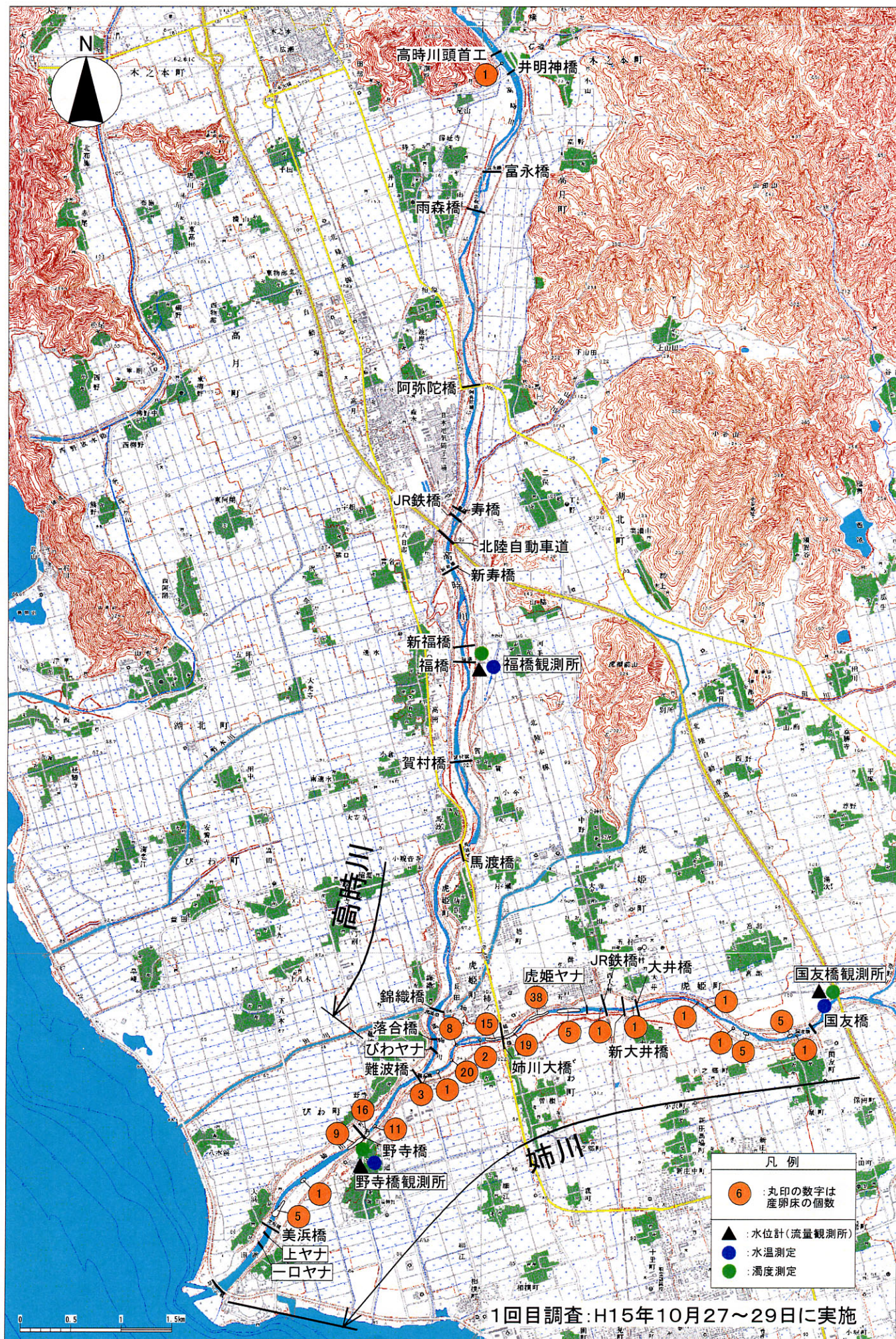


図-4 ビワマス産卵床確認位置図(1回目調査)

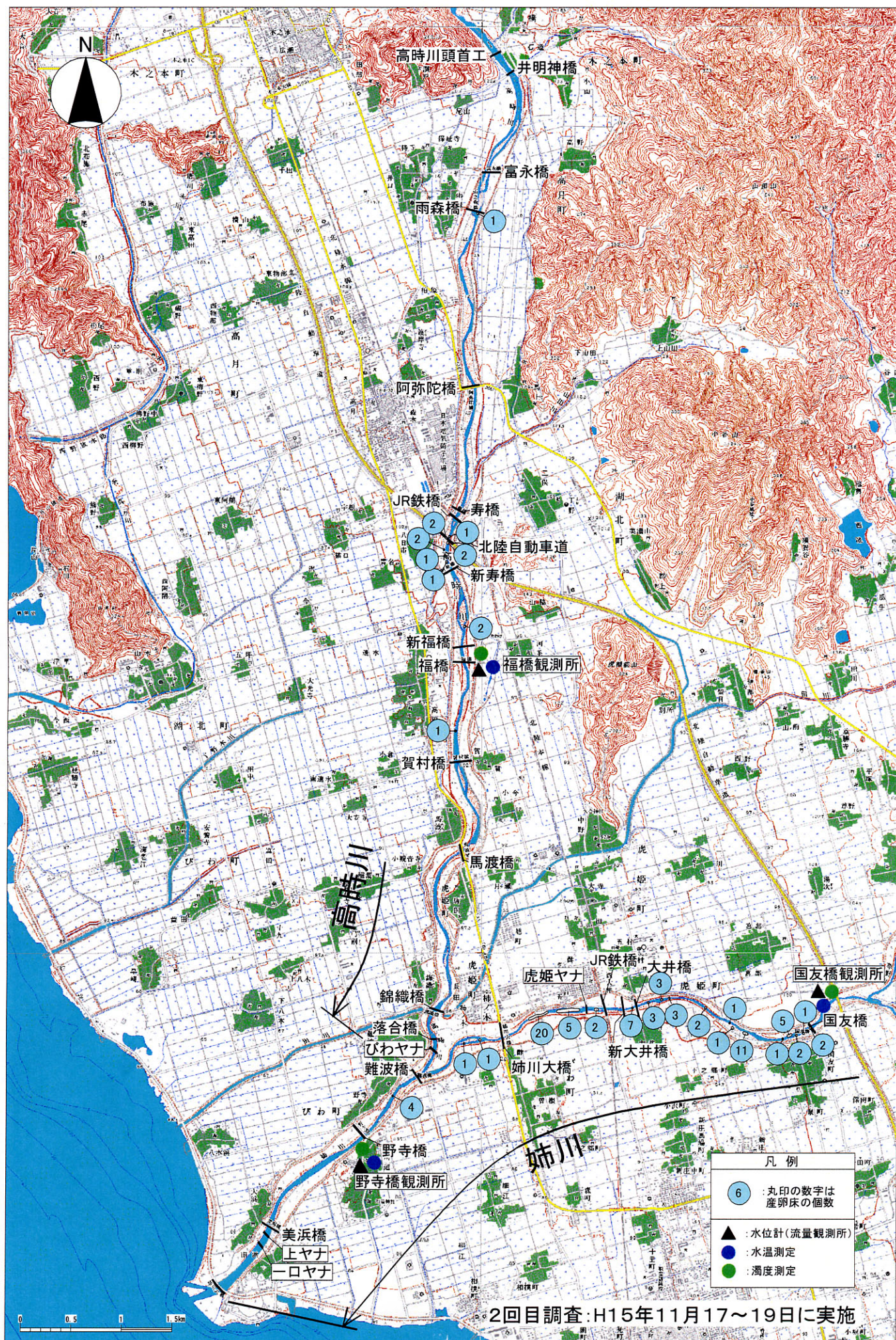
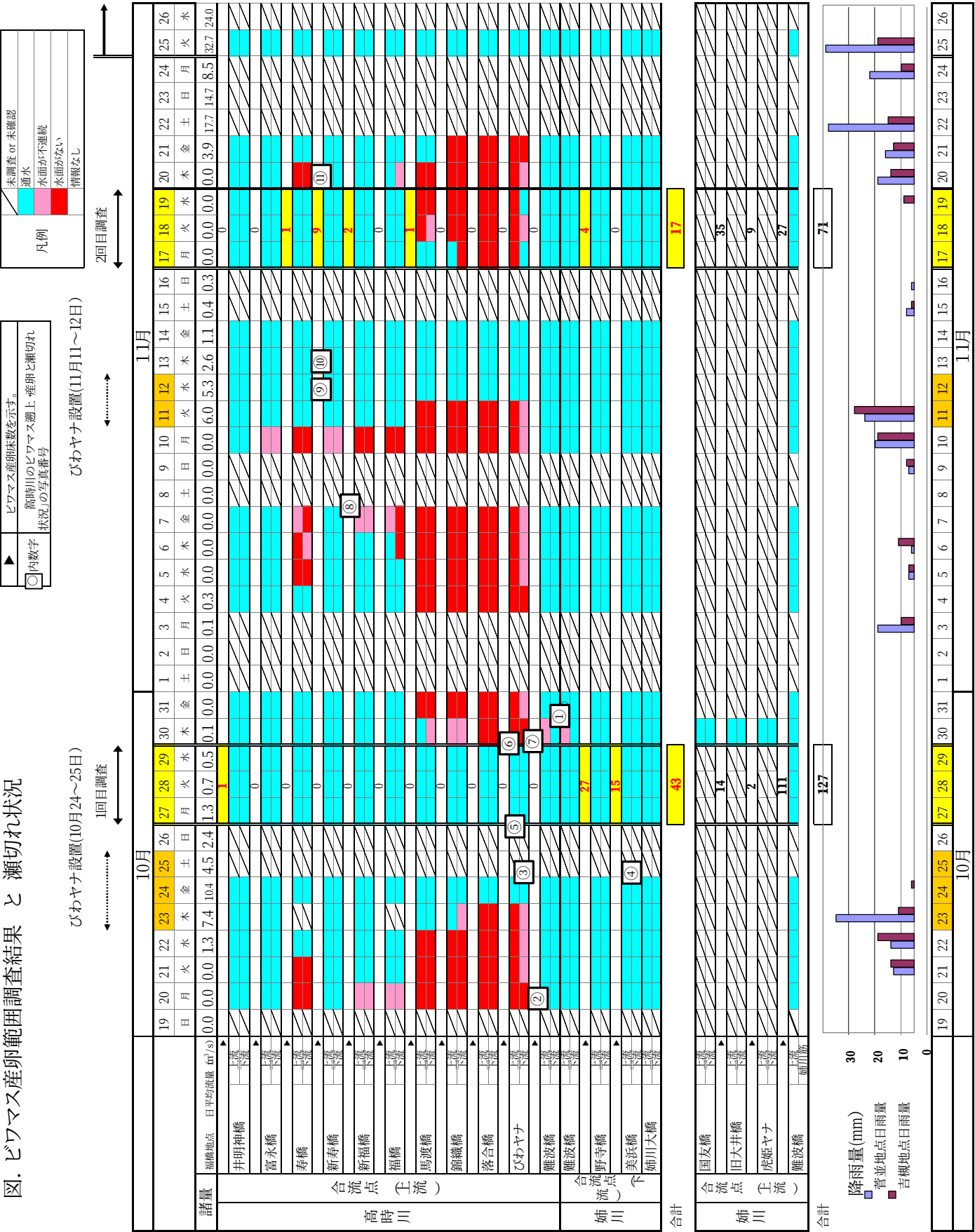


図-5 ビワマス産卵床確認位置図(2回目調査)

図. ビワマス産卵範囲調査結果 と 瀬切れ状況

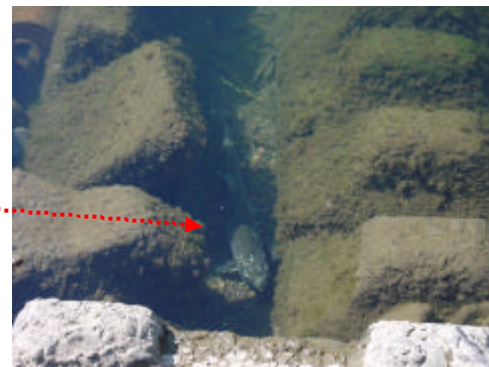


2) ビワマス遡上・産卵と瀬切れ状況写真

以下の写真は、図. 「ビワマス産卵範囲調査結果と瀬切れ状況」中の□内数字と整合している。



写真①, H15.10.30、難波橋上流、
高時川では瀬切れ発生(不連続)、姉川は
瀬切れ無し



写真② H15. 10. 20、びわヤナ、
瀬切れ発生状況 (上) と取り残されたビワマス (下)



写真③ H15. 10. 24、びわヤナ、
ヤナをとび越えようとしている状況 (左上、
右上、左下)



写真④ H15. 10. 29、美浜橋、
産卵床を作っている状況



写真⑤ H15. 10. 27、びわヤナ、
流量減少



写真⑥ H15. 10. 30、びわヤナ、
瀬切れ発生より遡上阻害発生



写真⑦ H15. 10. 30、びわヤナ下流
びわヤナ上流の瀬切れにより、流量減少。
ビワマス親魚



写真⑧ H15. 11. 7、JR北陸本線直下
の落差工、瀬切れ発生状況



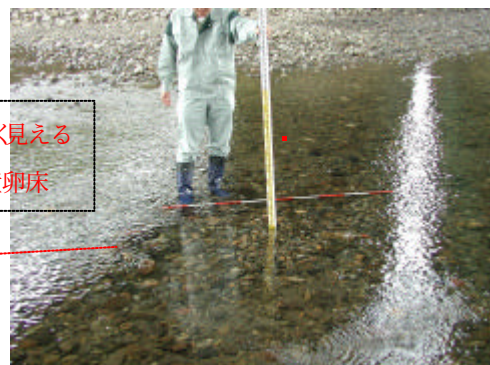
写真⑨ H15. 11. 12、 JR北陸本線直下の床止め工、河川流量減少より床固め工の遡上が容易でない状況。なお、この落差工の両端の魚道では、ジャンプでとび越えていった親魚もいた。(目視確認)



写真⑩ H15. 11. 13、 JR北陸本線直下の落差工、流量減少より、遡上にくい状況



河床砂礫白く見える
ところが産卵床



写真⑪ H15. 11. 20、 JH北陸縦貫道直下
産卵床の上流 (左上写真)と下流 (右上写真)で瀬切れ発生、わずかな流水は伏流水による。

3) 産卵床と産卵場の河川環境

産卵床が確認された河床型を図7に示す。ビワマスの産卵床は平瀬および淵尻に多く形成されていた。産卵床の模式図を図8に示す。

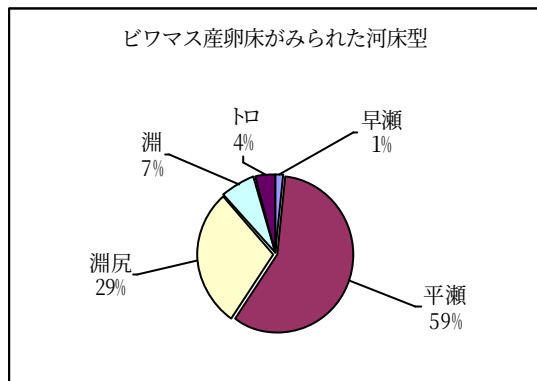


図7 産卵床が確認された河床型の割合

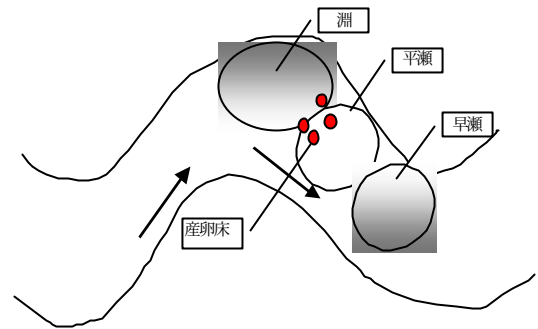


図8 産卵床の河床型別の頻度について



写真6 H15.10.28, 野寺橋下流,
平瀬で産卵床を作っている状況



写真7 H15.10.28, 野寺橋下流,
親魚メスが産卵床を尾ビレで掘っている状況
(奥はオス)

(4) ビワマスの生活史

1) 生活史区分に基づく生態特性

文献及び本調査から各生活史別の生態特性をとりまとめた。

生活史区分	生態的特性	文献
受精卵～浮出期	・受精から孵化までの積算水温：434℃ ・受精から産卵床の河床レキの空隙から浮出までの積算水温：778℃ ・浮出：孵化後の仔魚が卵黄を消費しつくし、遊泳力がついて餌を求めて水面近くまで浮かび上がるようになること。 ・産卵床からの稚魚の浮出：2月下旬～3月	② ② ②
稚魚期 (河川生活期)	・河川生活期は6～7月 ・4月下旬までは淵や岸よりの緩流部で生活 ・5月上旬から瀬の流心や淵頭に定位する。 ・水生昆虫や落下昆虫を捕食するが、落下昆虫の比率が高い。 ・体色の銀白化は河川への降河前に始まる。 ・降雨に伴う流量や濁りの増大をきっかけに降河行動を起こす。 ・降河期の体長4.5～7cm ・早熟雄への分化は体長7cm以上でおこる。 ・ほとんどの個体が降河するが、一部の早熟雄は河川に残留。	② ② ② ②、④ ② ② ② ② ①、⑤
未成魚～成魚期 (湖沼生活期)	・夏季は水温20℃以下の水温躍層下で生活 ・体長20cmを超えると朱点を失う ・降河後、2～3ヶ月でパーマークは消失 ・降河後は成長率が低下 ・海水適応能は既に消失 ・降湖直後はアナンデルヨコエビを主に捕食 ・成長に伴いアユなどの魚類を捕食 ・主に刺し網（マス小糸網）で漁獲される	② ③ ② ② ② ⑦ ⑦ ③
産卵期	・成熟年齢は2～5歳 ・成熟体長25～60cm ・雌では、8～9月にGSI(=生殖腺重量(g)/魚体重(g)×100)が1以上の個体はその年に成熟し、0.2以下の個体は未成熟群となる。 ・雄でも8～9月にGSIが1以上を示す個体は、その年に成熟する。 ・卵数：EN(個)と標準体長：S(cm)の関係 $EN = 66.87S - 1315.76 \quad (r = 0.85)$ ・産卵期(2003年、高時川・姉川)：10月下旬～11月 ・産卵環境：流速10～40cm/s、底質は小礫が主体、水深20～40cm。 ・産卵床は淵尻～瀬頭にかけて形成される。	② ② ② ② ② ⑥ ⑥ ⑥

文献

- ① 藤岡康弘・伏木省三. 1988. ビワマス幼魚の降河と銀毛化. 日本水産学会誌, 54(11). 1889-1897.
- ② 藤岡康弘. 1991. ビワマスの形態ならびに生理・生態に関する研究. 醒井養鱒場研報(3). 1-112.
- ③ 古川哲夫. 1989. ビワマス. 日本の淡水魚, 川那部浩哉・水野信彦編, 180-185. 山と溪谷社, 東京.
- ④ 加藤文夫. 1973. 伊勢湾で獲れたアマゴの降海型について. 魚類学雑誌, 20. 107-112
- ⑤ 桑原雅之・井口恵一朗. 1994. ビワマスにおける河川残留型成熟雄の存在. 魚類学雑誌, 40(4). 495-497.
- ⑥ 水資源機構丹生ダム建設所. 2004. ダム下流河川環境等調査業務報告書.
- ⑦ 上西実・藤岡康弘. 1998. ビワマスの稚魚期における食性の変化. 魚類自然史研究会会報ボテジャコ, 24-25. 魚類自然史研究会. 大阪.

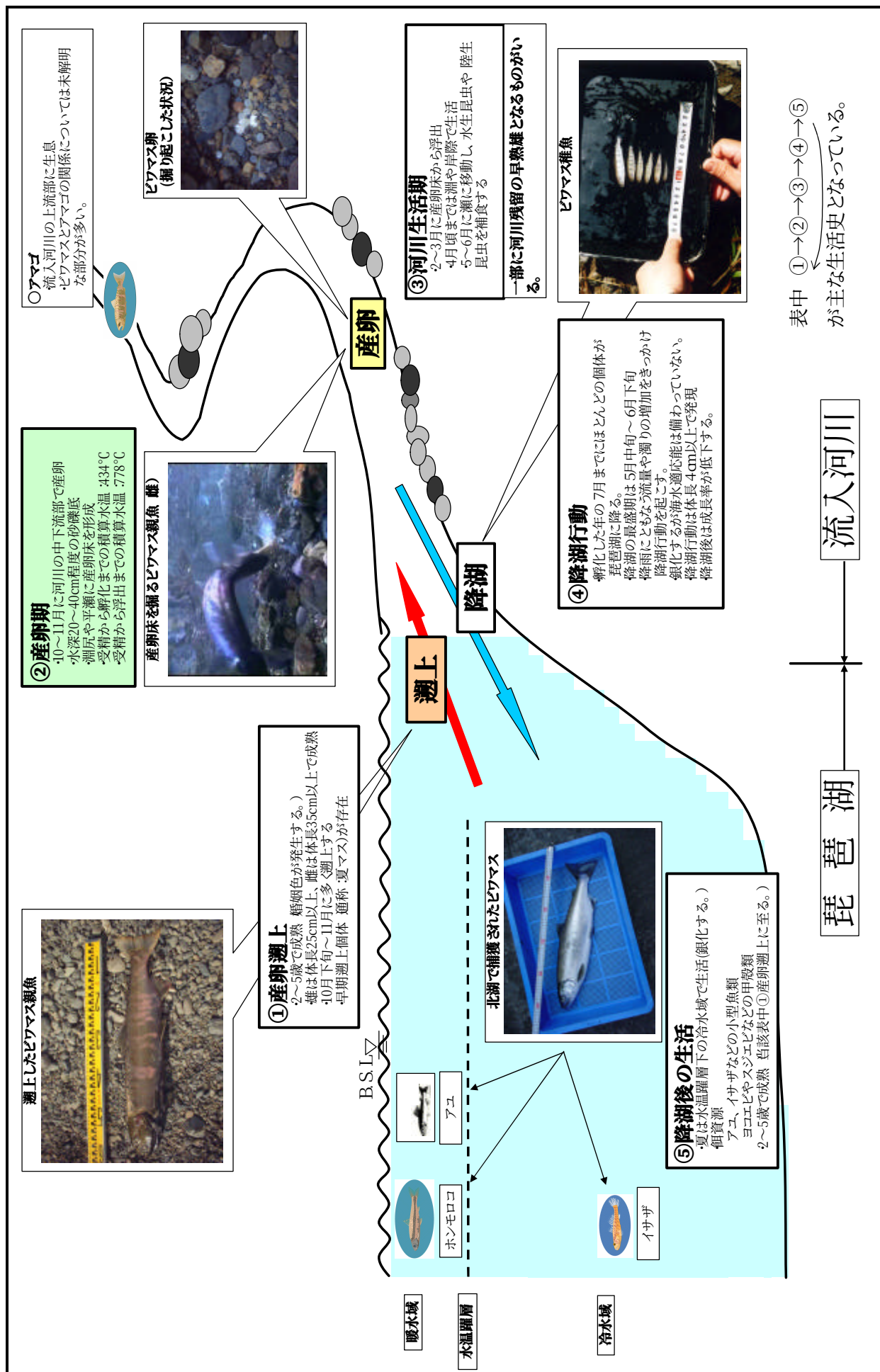


図. ビワマスの生活史模式図

サクラマス群	生息域	当歳魚(0+)				1歳魚(1+)				2歳魚(2+)				3～5歳魚(3+～5+)			
		秋季	冬季	春季	初夏	夏季	秋季	冬季	春季	初夏	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
サクラマス	河川	産卵期		浮出			早熟個体 (ヤマメと なる)		銀毛化	一部の未 熟個体は 翌春降海	-----	-----		河川生活 へ		産卵期	
分布域	北海道から日本 海側流出河川								降河	降河				遡上			
	海									海洋生活 へ移行							
サクラマス群		当歳魚(0+)				1歳魚(1+)				2歳魚(2+)				3～5歳魚(3+～5+)			
		秋季	冬季	春季	初夏	夏季	秋季	冬季	春季	初夏	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
サツキマス	河川	産卵期		浮出			銀毛化		銀毛化	河川生活 へ		産卵期					
分布域	主として太平洋 側流出河川						降河	降河	降河	降河(一部 遡上: 遡上 もどりシ ラム)							
	海						海洋生活 へ移行										
サクラマス群		当歳魚(0+)				1歳魚(1+)				2歳魚(2+)				3～5歳魚(3+～5+)			
		秋季	冬季	春季	初夏	夏季	秋季	冬季	春季	初夏	夏季	秋季	冬季	春季	夏季	秋季	冬季
ビワマス	河川	産卵期		浮出		一部の早 熟雄が残 留	早熟雄は 産卵に加 わる	-----	-----	-----		産卵期				産卵期	
分布域	琵琶湖				降河							遡上				遡上	
						湖沼生活 へ移行											

出典、日本の淡水魚 (1989)山溪カラー名鑑より編集

図. サクラマス群各亜種の生活史

2) 平成 15 年度 特別採捕によるビワマス採卵・放流実績

滋賀県は沿岸漁場整備開発法およびその施行令により、水産動植物の種苗の生産および放流ならびに水産動物の育成に関する基本計画（以下「基本計画」という。）を立案している。その中で、ビワマスを 70 万尾（全長おおむね 60mm）の放流目標を定めている。

その基本計画に基づき、琵琶湖固有種のビワマス資源維持のために、滋賀県漁業協同組合連合会は特別採捕で捕獲された親魚から採卵受精を行い、稚魚まで育てて各河川に放流している。なお、滋賀県は滋賀県漁業協同組合連合会に対して、基本計画に基づく種苗放流事業、栽培効率化技術開発事業の委託、技術指導および施設貸与を行っている。

①採卵量

平成 15 年度は、姉川・高時川で 26 万 1 5 0 0 粒であり、滋賀県全体の採卵量に占める割合は 14 % である。

表 1 平成 15 年（秋季）のビワマス採卵実績

No.	河川名	採卵場所	採卵数（粒）	全体に占める割合（%）
1	姉川高時川	ヤナ等	261,500	14.1%
2	その他河川		1,599,700	85.9%
	合計		1,861,200	100.0%

出典）滋賀県漁業協同組合連合会高島事業場



写真9 びわやナのヤナ漁によるビワマス親魚の特別採捕状況（左）、採卵状況（右）



写真10 稚魚の飼育状況

醒ヶ井養鱒場の屋内稚魚飼育池）

②高時川におけるビワマス稚魚の放流

平成16年3月12日、高時川中流域の井明神橋（高時川頭首工直下）において、ビワマスの稚魚6万5000尾の放流が行われた。また、姉川、草野川では合わせて5万5000尾が放流された。（表2参照）

放流は滋賀県漁業協同組合連合会の高島事業場が行っており、この放流は、ビワマスの資源維持を目的として毎年行われているが、高時川の稚魚放流は初めてである。滋賀県下の河川放流は安曇川、知内川等の合計17河川である。

放流されたビワマスの稚魚は、平成15年秋季に各河川に遡上した親魚から採卵・授精、そして孵化させて育成したものである。体長は6cm前後、体重は2g前後である。

放流された稚魚は、しばらくの間を川で水生昆虫などを食べて過ごした後、梅雨による川の増水をきっかけに降湖を始め、7月にはほとんどの個体が琵琶湖に下ることが知られている。琵琶湖でアユやエビを食べて40～50cm程に育ったビワマスは、2～3年後、産卵のために放流された川に戻ってくる母川回帰を有していると言われている。

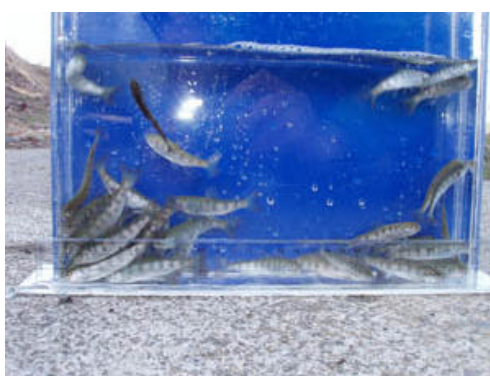


写真10 放流されるビワマスの稚魚（左上）、その拡大（右上）
ビワマス放流の状況（左下、右下）

表2 平成16年（早春季）ビワマス稚魚放流実績

No.	河川名	放流数 (匹)	全体に占める 割合 (%)
1	野洲川	60,000	6.2%
2	日野川	30,000	3.1%
3	犬上川	40,000	4.1%
4	愛知川	60,000	6.2%
5	天野川	60,000	6.2%
6	姉川、高時川	120,000	12.3%
6-1	高時川	65,000	6.7%
6-2	姉川	30,000	3.1%
6-3	草野川	25,000	2.6%
7	芹川	20,000	2.1%
8	塩津大川	40,000	4.1%
9	大浦川	10,000	1.0%
10	知内川	123,000	12.7%
11	石田川	60,000	6.2%
12	百瀬川	11,700	1.2%
13	安曇川	297,580	30.6%
14	鴨川	30,000	3.1%
15	鵜川	10,000	1.0%
計		972,280	100%

出典）滋賀県漁業協同組合連合会高島事業場

(5) まとめ

1) 高時川・姉川水系の産卵状況

高時川で確認された産卵床数は姉川と比較すると少ないものだった。

2) 高時川での産卵範囲

今回調査では、高時川は頭首工直下で産卵床を確認した。このことより、ビワマスはここまでの遡上は可能であり、産卵環境としても利用できることがわかった。

3) 瀬切れ等の影響

高時川の産卵床数が少なかった理由として、産卵期間中、姉川は比較的安定した流量に対し、高時川では瀬切れの発生と流量減少に伴い床固め工等の部分の遡上が容易でない状況となったことや、資源維持のための特別採捕で遡上魚が少なかった等の理由が考えられる。

また、第2回調査時（平成15年11月17日～19日）の新寿橋～寿橋間で確認した産卵床は、平成15年11月20日の流量減少より産卵床の上流と下流で瀬切れが発生し、卵への影響が懸念された。

■ 姉川・高時川のビワマス遡上産卵状況写真（平成15年秋）



10月24日をピークにビワマスの遡上を確認



ヤナに向かってジャンプするビワマス



産卵床を作っている状況（橋上より撮影）



平瀬で産卵床を作っている状況（水中撮影）



親魚（メス）が産卵床を尾ビレで掘っている状況（水中撮影）



2)－3 丹生ダムによる補給の効果の検討（姉川・高時川の効果）

1 魚類遡上・産卵調査

1. 2 アユ産卵範囲調査について

1.2 アユ産卵範囲調査について

(1) 目的	24
(2) 調査概要	24
1) 調査範囲	
2) 調査方法	
3) 調査時期	
4) 遡上状況	
(3) 調査結果	25
1) アユ卵計数について	
① 第1回調査	
② 第2回調査	
③ 第3回調査	
2) 有効産卵率と産卵場の環境	
① 水深	
② 表層流速	
③ 底質流径	
④ 調査結果による産卵環境について	
3) 産卵調査と瀬切れ発生状況	
① 調査前後の河川状況写真（瀬切れによる影響）	
(4) 文献による産卵環境	38
(5) アユの生活史	39
(6) 琵琶湖全域と姉川のアユ産卵量推移	41
(7) 平成15年の滋賀県水産試験場による流入河川産卵量調査	41
(8) まとめ	43
付録	44

1.2 アユ産卵範囲調査について

(1) 目的

湖産アユは琵琶湖および流入河川に広く生息する典型種である。今回の調査は、姉川・高時川でのアユの産卵遡上の実態を把握するものである。また、河川巡視により瀬切れの発生日およびその範囲を把握し、産卵に与える影響を調査した。

(2) 調査概要

1) 調査範囲

- ・高時川（姉川合流点（難波橋）～高時川頭首工）
- ・姉川（河口～国友橋）

2) 調査方法

河川内を踏査し、産着卵の有無を確認した。さらに、産着卵が確認された場合、円形コドラートによって産着卵された川砂利を採取し、その産着卵を生卵、発眼卵、死卵別に計数した。(下写真参照)

3) 調査時期

第1回調査（9／16～20）：産卵初期

第2回調査（9／29～10／3）：1回目から1週間程度空け、1回目卵孵化後の状況を調査

第3回調査（10／20～24）：産卵後期

1回目調査は、河川巡視による遡上確認および滋賀県水産試験場のアユ資源量調査結果の速報を把握して開始した。



写真. 円形コドラートによる産着卵された川砂利の採取状況



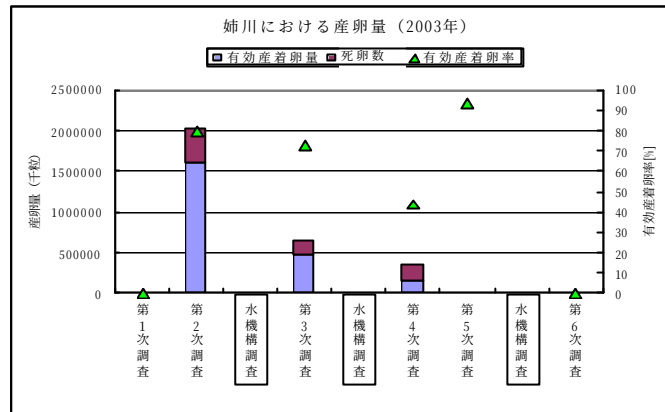
写真. アユの産着卵（生卵）



写真. 成熟したアユ親魚（背中が黒くなる）、H15.9.18 姉川 国友橋）

4) 遡上状況

河川巡視（難波橋からの目視）では産卵遡上開始は9月3日であった。その後、遡上親魚は徐々に増加し川を覆うほどであった。また、滋賀水産試験場のアユ資源量調査結果では、産卵ピーク時は第2次調査（9月8～10日）であった。（下表参照）



- 有効産着卵率 (%)

$$= \text{有効産着卵} / \text{総産着卵} \times 100$$
- 有効産着卵 = 未発眼卵 + 発眼卵
- 総産着卵 = 有効産着卵 + 死卵

図. 滋賀県水産試験場のアユ資源量調査結果について



写真. 姉川合流点付近のアユ遡上状況 H15.9.11, 黒筋状に見えるのが遡上アユ



写真. 左記拡大

(3) 調査結果

1) アユ卵計数について

第1回～第3回調査で産卵が確認された範囲を図に示す。

地点（s t）別に、未発眼卵、発眼卵、死卵、孵化仔魚の別に整理した。

① 第1回調査

- 内水面保護区間（河口～馬渡橋）に集中して産卵していた。
- 内水面保護区間から上流にある福橋付近でも産卵を確認した。
- 総産着卵数に対して、発眼卵は2.3%、未発眼卵は75.0%、死卵は22.7%である。
- 発眼卵は姉川合流点上流～びわやナで確認した。
- 全範囲を通して、有効産着卵率は50～100%であった。

② 第2回調査

- ・ 1回目と同様、産卵は内水面保護区間に集中している。
- ・ 錦織橋上流～馬渡橋下流において、産卵を確認した。また、発眼卵を確認した。
- ・ さらに、内水面保護区間から上流にある新寿橋付近で産卵を確認した。
- ・ 総産着卵数に対して、発眼卵は6.2%、未発眼卵は52.6%、死卵は41.2%である。
- ・ 発眼卵はびわやナ～賀村橋で確認した。
- ・ 有効産着卵率は0～100%とバラツキが生じている。

③ 第3回調査

- ・ 産卵盛期が終了しており、産卵の確認はわずかであった。なお、滋賀県水産試験場の資源量調査からも産卵の盛期を過ぎている。

2) 有効産卵率と産卵場の環境

総産着卵数が100個/78.5cm²以上を対象に整理した。

① 水深

- ・ 水深は30cm以下が多かった。これは、コアユが産卵主体となっていることが考えられる。

② 流速

- ・ 産卵場の流速は0～1.2m/sであった。特に0.4～0.6m/sの範囲に産卵場が多い傾向であった。

③ 底質粒径

- ・ 底質粒径 ϕ -6～-2（小礫～砂）に集中して産卵していた。
- ・ 底質粒径 ϕ -6～-2（小礫～砂）であっても固く締まっている場合、産卵はあまり確認されなかった。
- ・ 泥化した底質ではほとんど産卵していなかった。
- ・ 底質粒度が細かく、柔らかい場所（踏み込むと足が沈み込むような場所）に産卵量が多かった。

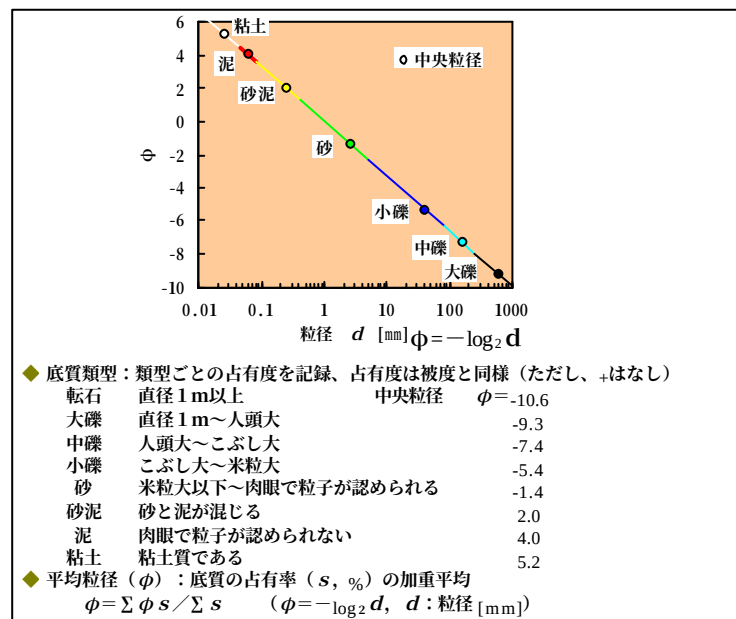


図. 底質の目視観察要領と平均化

アユ産卵範囲

平成15年度に瀬切れが発生した区間







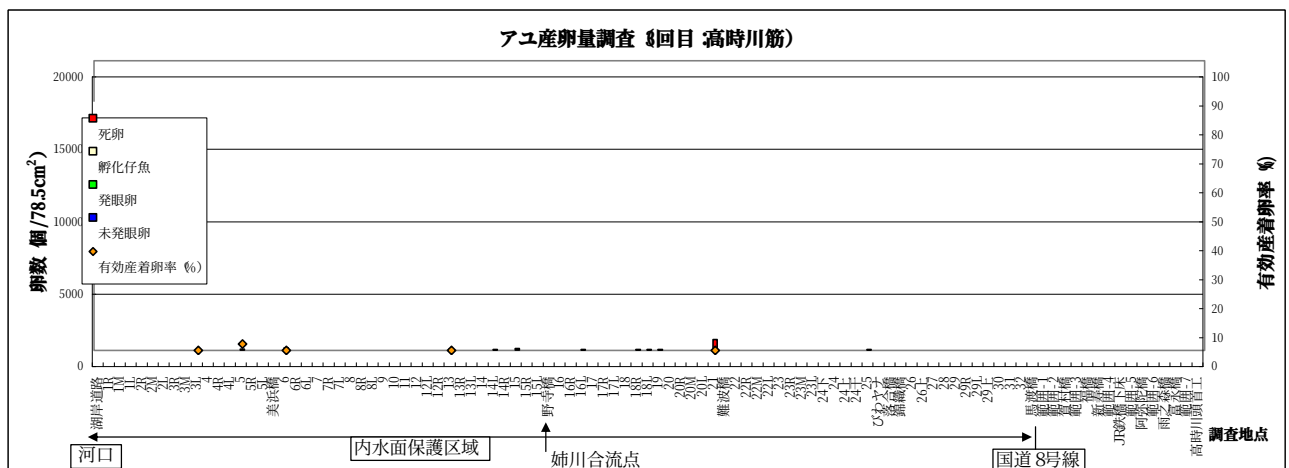
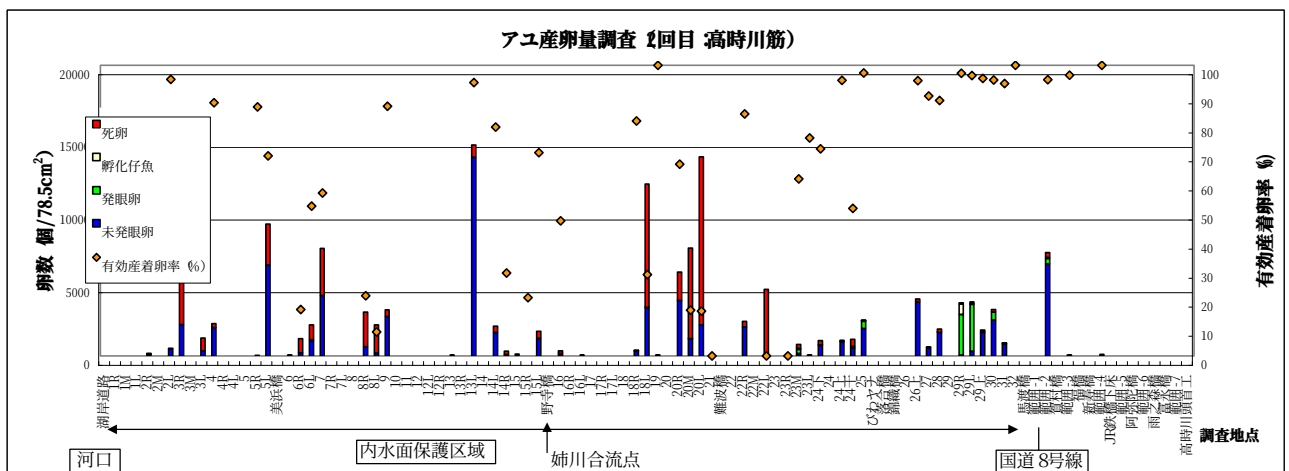
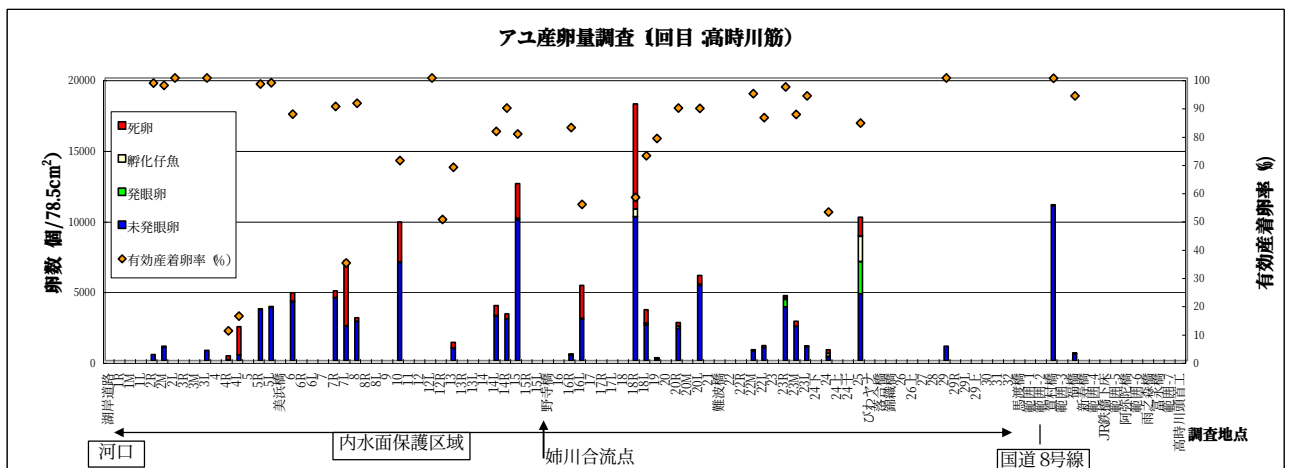


図. 姉川河口～高時川頭首工までのアユ卵計数について

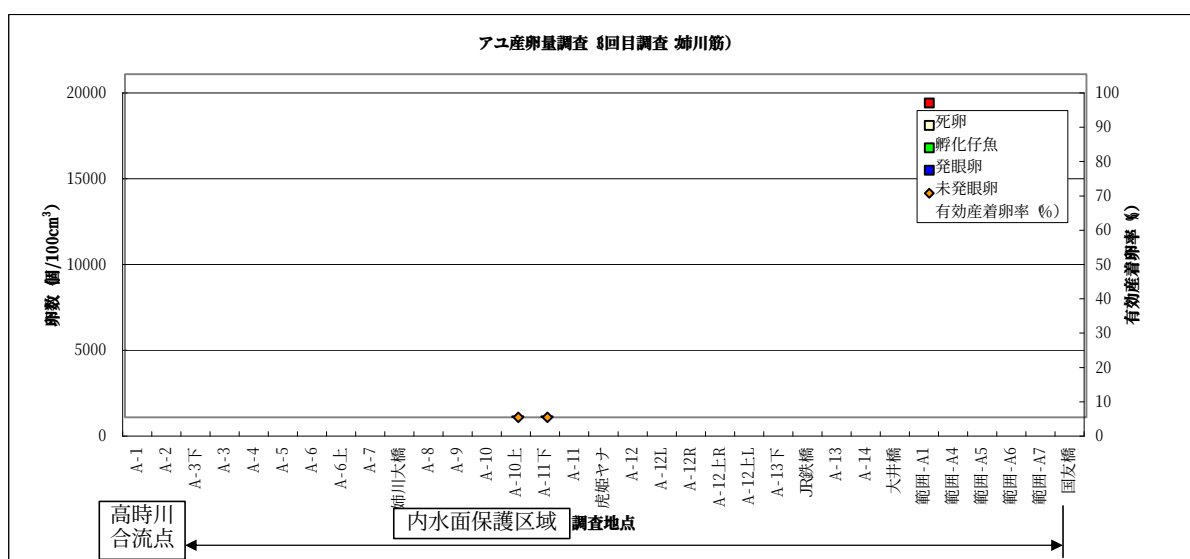
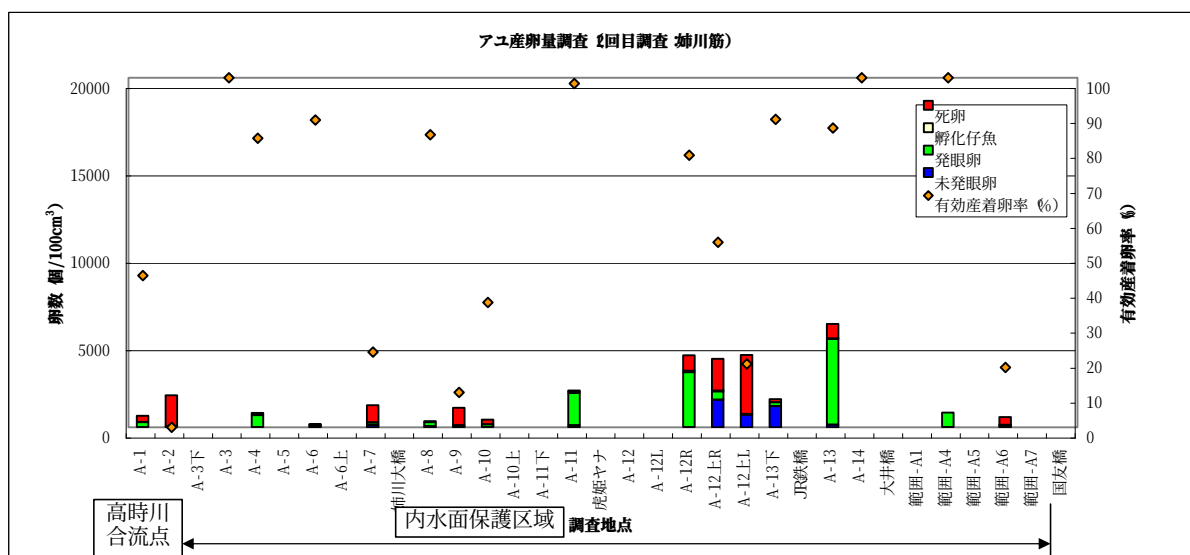
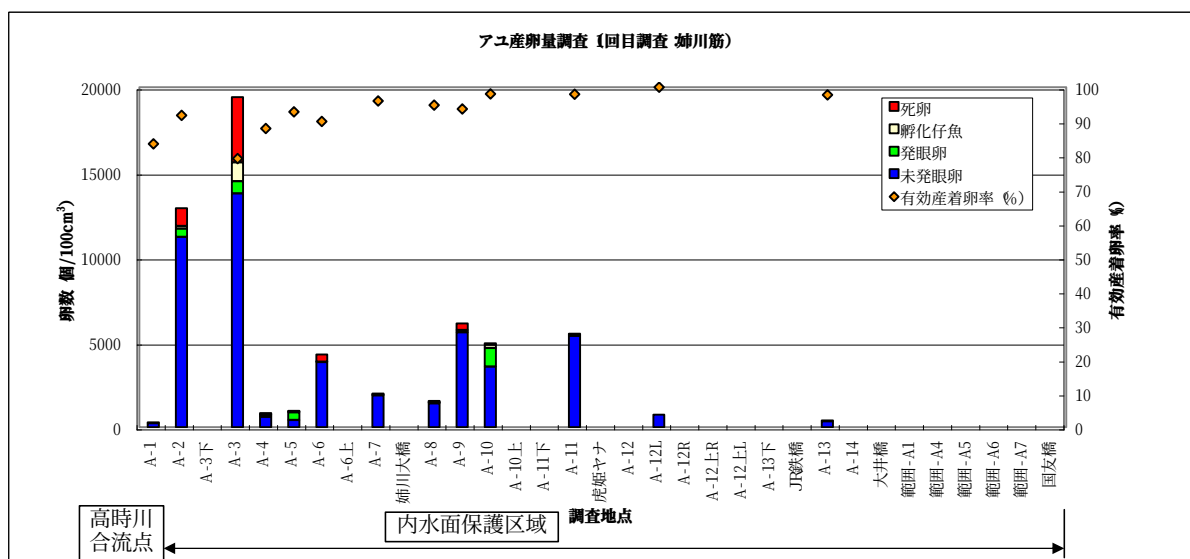


図. 姉川筋のアユ卵計数について

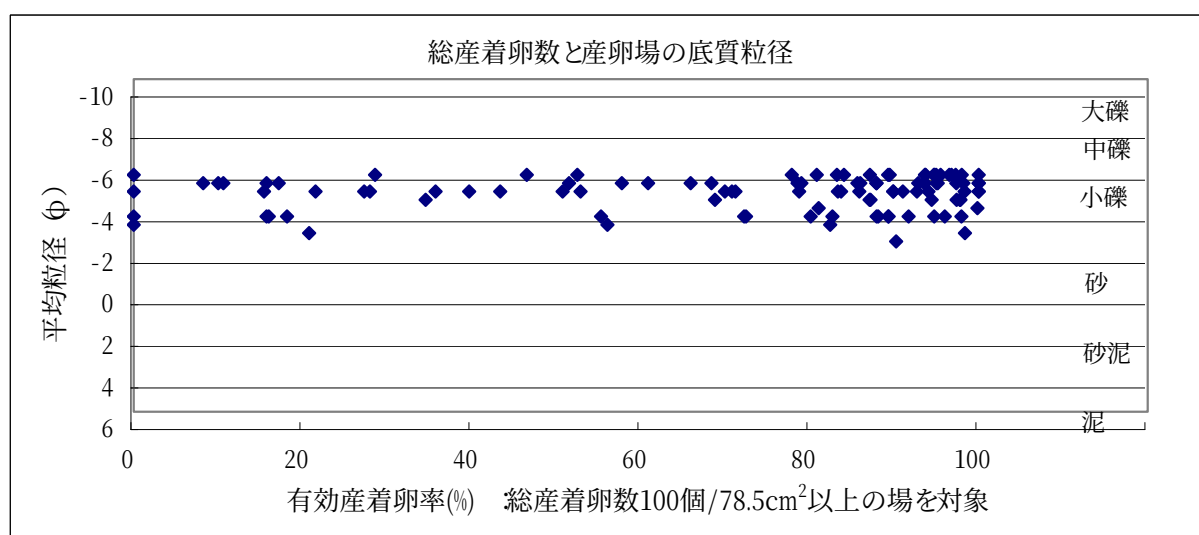
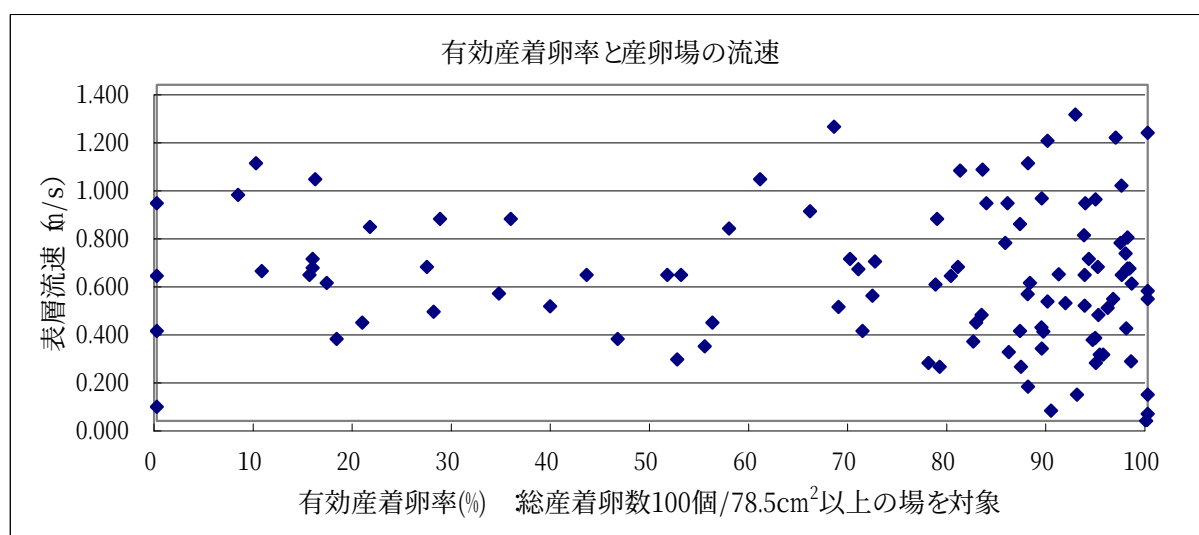
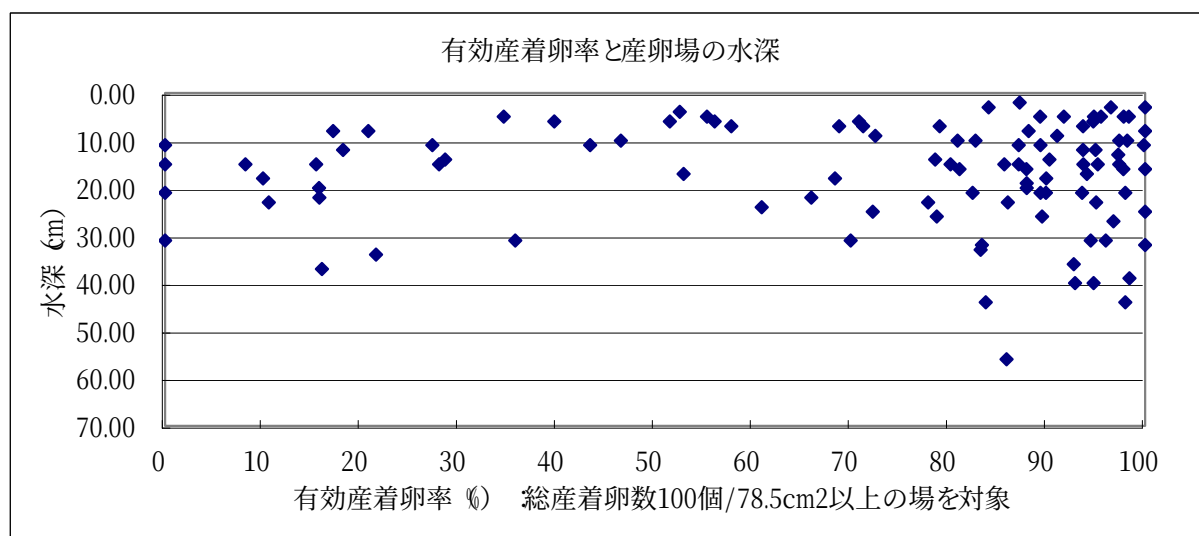


図. 有効産着卵数と産卵場の環境

④ 調査結果によるアユの産卵環境について

今回の調査結果より、アユ産卵が多く行われた河川状況は以下のとおり。（下図参照）

- ・ 淵から平瀬、平瀬から早瀬の変化点に集中している。
- ・ 水深はほぼ 30cm 以下である。
- ・ 流速は 1.2 m/s 以下である。
- ・ 底質は小レキ～砂の軟らかい場所である。

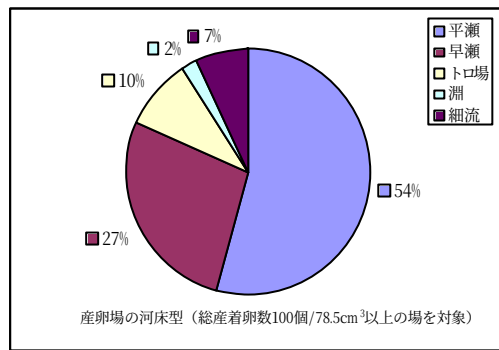


図. アユ産卵場の河床型の割合

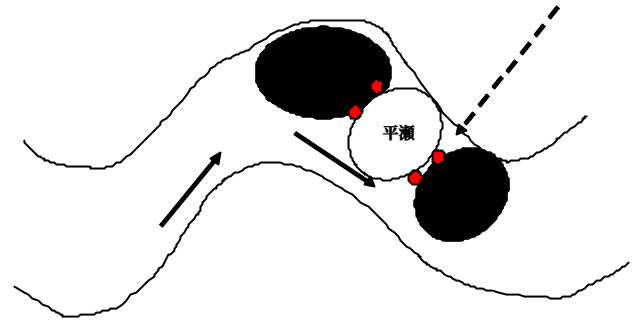


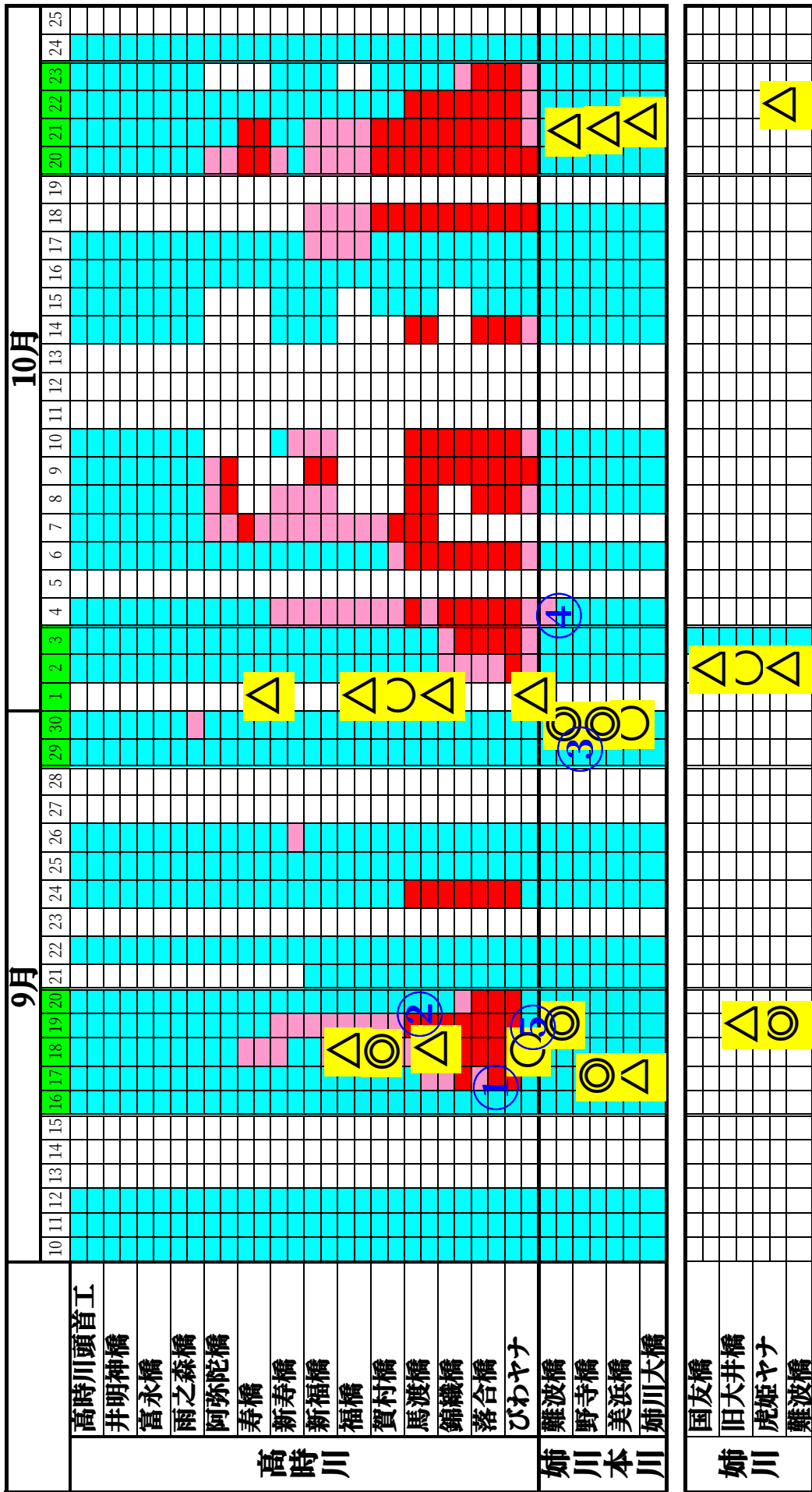
図. アユ産卵場の河床型の割合

3) アユ産卵調査と瀬切れ発生状況

1回目調査

2回目調査

3回目調査



○数字：河川状況写真の整理番号と整合

凡例	通水
	水面が不連続
	水面がない
	情報なし

◎	10000個以上
○	5000以上～10000未満
△	1以上～5000個未満

アエ産卵範囲調査

図. アニ産卵範圍調査結果と瀕切れ発生状況

①調査前後の河川状況写真 瀬切れによる影響)



写真① 1回目調査時H15.9.18, 落合橋付近の様子 (左), アユの斃死状況 (右)



写真② H15.9.19 馬渡橋下流, 瀬切れ発生 (左), 賀村橋下流, 瀬切れ発生 (不連続) (右)



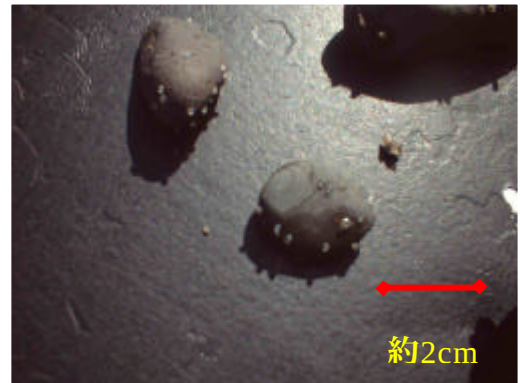
写真③ H15.9.19 びわヤナ下流は不連続 (左上), H15.9.18 びわヤナは瀬切れ発生 (右上)
H15.9.18 びわヤナ下流でアユ仔魚の斃死(左下) , 左記(右下)



写真④ 2回目調査時 H15.9.30, 野寺橋下流 (左),
流量減少による産着卵の干出直後状況
(左下),
干出直後の産着卵 (右下)



上記○内の調査状況



左記写真中のバレット内



写真⑤ H15.10.4 難波橋上流
，高時川筋で瀬切れ発生。姉川筋では瀬切れ無し。

(4) 文献による産卵環境

文献によりアユの産卵環境を整理したものは以下のとおり。

環境の要素	特 徴	文献
地形	- 産卵場は河川の合流点、湾曲部、砂州、構造物（橋）などの周りによくみられ、これらの地形条件は二つ以上複合することが多い。 - 卵は平瀬から早瀬にかけて産み付けられるが、特に早瀬から平瀬にかけての変化点“通称カタ”と呼ばれる場所に多く産み付けられる。 - 琵琶湖のアユは一部の個体が湖岸で産卵する。特に向かい風を受けて波立ちやすい砂礫底に産卵する。 - 産卵場は、掃流力の働く限界付近の大きさの砂礫をもつ瀬に形成される。	① ① ③ ①
河床材料	- 河床が“浮き石状態”すなわちザクザクしていること。 - 流速 0.11～0.5m/s の範囲では、流速が大きいほど、砂礫のサイズが大きいほど死卵発生率は低くなる。 - 産卵に適した砂礫のサイズは 10～25mm。 - 卵の産卵床における付着深度：小礫（流速 0.35～0.4m/s では表面から 40mm まで）、中礫（表層から 60～80mm まで） - 浮泥の堆積や付着藻類の繁茂は、死卵の発生を高める。	① ② ② ② ②
流速	- 流速 0.11～0.5m/s の範囲では、流速が大きいほど、砂礫のサイズが大きいほど死卵発生率は低くなる。 - 産卵に適した流速は 50～70cm/s（人工河川の知見）。 - 産卵場の流速は 40～60cm/s の範囲にはいることが多い（天然河川の知見）。 - 浮泥が堆積する流速は好ましくない。	② ② ③ ②
溶存酸素量	- 卵が斃死しはじめる溶存酸素量：2.61cc/l（未発眼卵）、2.31cc/l（発眼卵） - 大部分の卵が斃死する溶存酸素量：0.14cc/l（未発眼卵）、1.88cc/l（発眼卵） - 用水が流通せず酸素補給されないと、約 2 時間後に死卵が発生しはじめる。	④ ④ ④
産卵水深	- 小さなアユは主として浅いところで産卵するが、大きなアユは浅いところでも深いところでも産卵する。 - 琵琶湖のコアユでは水深 10～20cm のところに産着卵が分布している場合が多い。	① ③

文 献

- ① 石田力三. 1993. アユの産卵生態. アユの産卵場づくりの手引き—魚類生産技術開発調査報告書—, 全国水面漁業共同組合連合会, 19-28.
- ② 大野喜弘・伏木省三. 1974. 実験人工河川におけるアユの産卵環境に関する研究—[1]. 滋賀県水産試験場研究報告第 25 号, 20-25. 滋賀.
- ③ 西田睦・伏木省三・中賢治・水谷英志・田沢茂. 1974. びわ湖のアユの天然産卵場および産卵群について. 滋賀県水産試験場研究報告第 25 号, 31-45. 滋賀.
- ④ 田沢茂・水谷英志・大野喜弘. 1978. アユ卵の酸素消費量と致死限界溶存酸素量について. 滋賀県水産試験場研究報告第 30 号, 20-25. 滋賀.

(5) アユの生活史

1) 生活史区分に基づく生態特性

生活史区分	生態特性	文献
卵	・孵化までの水温と日数の関係 水温 10℃で 30 日 水温 15℃で 20 日 水温 18℃で 15 日 ・産卵に適した水温：15～20℃ (水温の急変は孵化仔魚の小型化、斃死率、奇形率が高まる。) ・卵が斃死しはじめる溶存酸素量 2.61cc/l (未発眼卵)、2.31cc/l (発眼卵) ・大部分の卵が斃死する溶存酸素量 0.14cc/l (未発眼卵)、1.88cc/l (発眼卵) (用水が流通せず酸素補給されないと、約 2 時間後に死卵が発生しはじめる。)	② ④ ④ ④
仔魚期	・仔魚の成育に適した水温：13～18℃ ・必要な溶存酸素濃度：4cc/l 以上 ・仔魚の浮出時期 日没以降に浮出、全体の 8 割以上が夜間に浮出 ・仔魚の絶食寿命 孵化後 3～4 日では 10%前後、5～6 日では 50%前後の死亡率に達する。	④ ④ ④ ④
稚魚期	・春遡河群 (オオアユ)：早生まれで、高成長率の個体が春に遡上。 夏遡河群：春遡河群に遅れて夏に遡上。 秋遡河群：孵化後の成長率が低かった個体は一生の大部分を琵琶湖で過ごし、秋に河川下流部で産卵。 ・河川水温が 14℃を超えると遡上を開始する。	⑦ ①
成魚期	・食性 春遡河群は付着藻類を餌とし、湖中で大部分を過ごす秋遡河群は動物プランクトンを餌としている。 ・母川回帰能：母川回帰能は有していない。	⑥ ②
産卵期	・性成熟 日長の短日化と水温の低下が引き金となる。 ・産卵期 琵琶湖のアユは 8 月上旬～11 月中旬までの約 3 ヶ月間。コアユは海産アユと比べて産卵期が早い。 ・産卵環境 水深 30cm 以浅で、流速 1.2m/s 以下。河床は柔らかい砂礫底が好まれ、河床型の変化点に産卵場が形成される。 ・高時川の産卵範囲 新寿橋 (河口から 8.5km) から下流部	③ ③ ⑤ ⑤

文献

- ① 伏木省三・田沢茂・中賢治. 1978. 人工河川における春期から夏期にかけてのアユの遡上について. 滋賀県水産試験場研究報告第 30 号, 15-19. 彦根.
- ② 石田力三. 1988. アユ その生態と釣り. つり人社. 東京.
- ③ 石田力三. 1993. アユの産卵生態. アユの産卵場づくりの手引き—魚類生産技術開発調査報告書一. 全国内水面漁業共同組合連合会, 19-28.
- ④ 木曾三川河口資源調査団 (KST). 1968. 木曾三川河口資源調査結果報告. 54-85
- ⑤ 水資源機構丹生ダム建設所. 2003. ダム下流河川環境等調査業務.
- ⑥ 西田 睦. 1989. アユ. 日本の淡水魚, 川那部浩哉・水野信彦編, 66-79. 山と溪谷社, 東京.
- ⑦ 塚本勝巳. 1988. アユの回遊メカニズムと行動特性. 現代の魚類学, 上野輝彌・沖山宗雄編, 100-133. 朝倉書店. 東京.

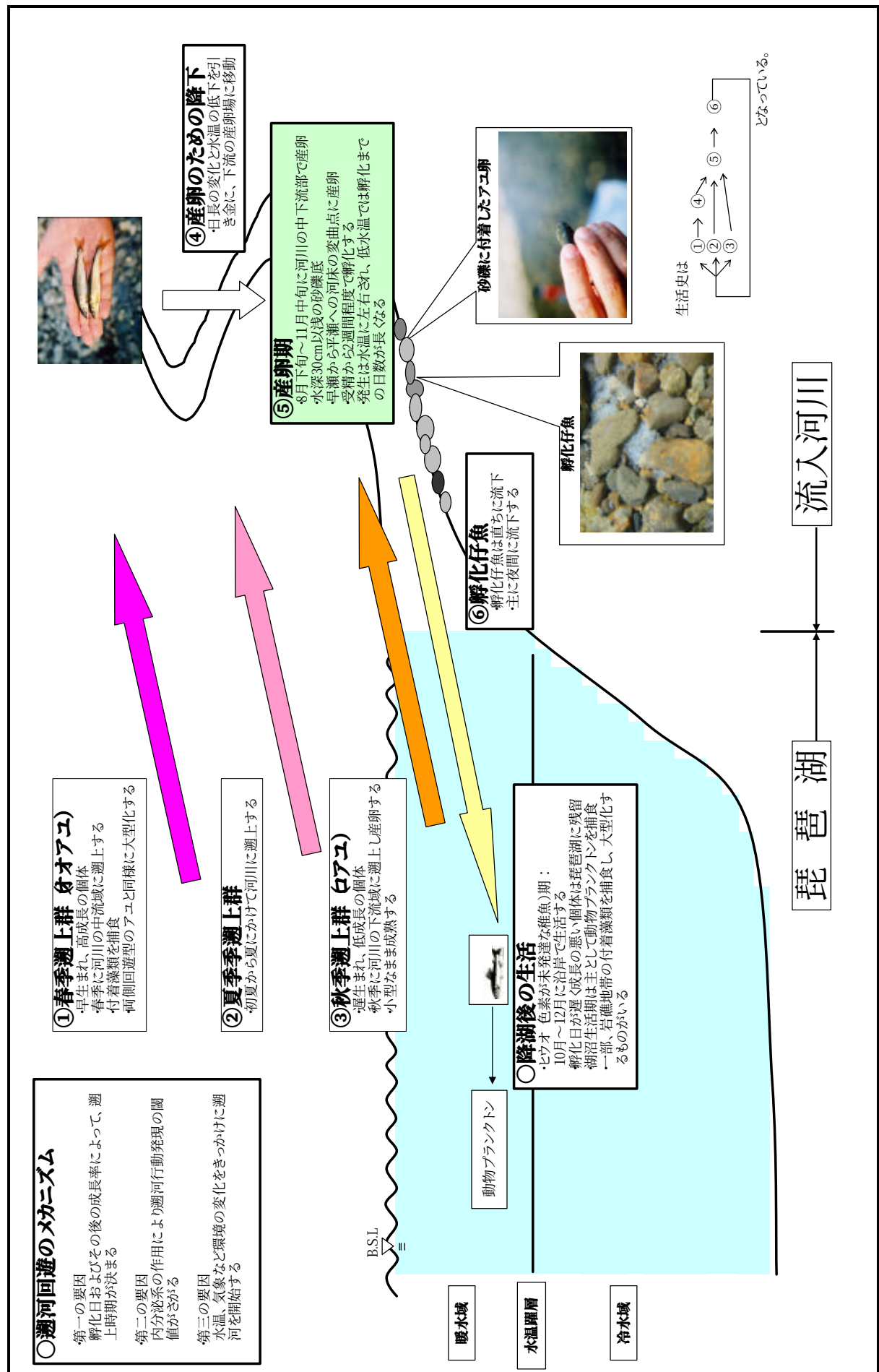


図. 琵琶湖のアユの生活史模式図

(6) 琵琶湖全域と姉川のアユ産卵量推移

アユの産卵量

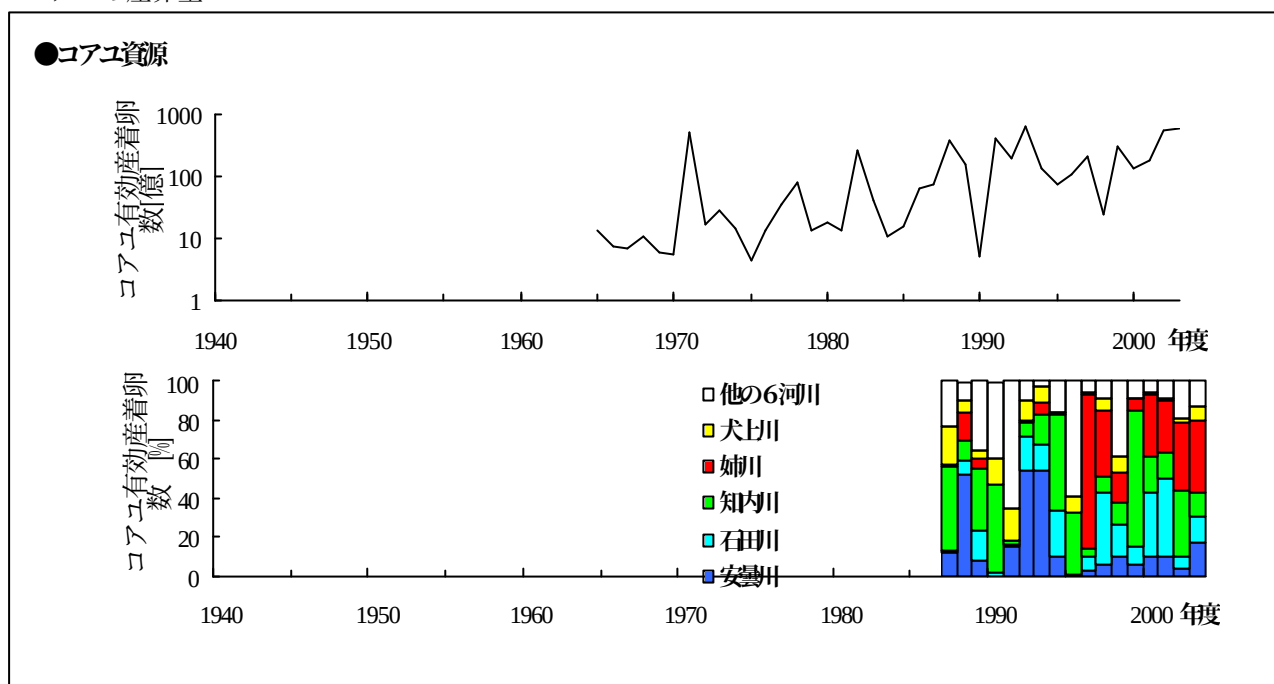


図. アユの産卵量

出典)滋賀県水産試験場、 滋賀県水産試験場事業報告」

河川別のコアユ有効産着卵数の比率を図に示す。姉川は琵琶湖流入河川のなかでもコアユの産卵量が多く、重要な産卵母川となっている。姉川の他に産卵量の多い河川は、犬上川、知内川、石田川、安曇川などがある。

(7) 平成15年の滋賀県水産試験場による流入河川産卵量調査

滋賀県水産試験場では、コアユ資源予測調査の一環として主要河川におけるアユ産卵状況調査を毎年実施している。調査は、主な流入河川（11河川）を対象に、8月下旬から11月上旬にかけてほぼ2週間おきに6回実施されている。

調査方法は、各河川において例年産着卵のみられる上流部（姉川筋：虎姫ヤナ付近、高時川筋：びわヤナ付近）から徒渉して、砂礫を素手で採集しながら下流に進む。産着卵を確認したときは、まず産卵場の範囲を確定して面積を測量する。産卵場の広狭に応じて10～30m²当たり1ヶ所の割合でφ10cm、深さ10cmの円筒形コドラートを砂礫中に打ち込み、バットに円筒中の砂礫を採集して未発眼卵・発眼卵・死卵別に現場で計数する。

2003年調査の速報を下表に示す。

単位 千粒	有効産着卵量						計
河川名	第1次調査 8月 25,26	第2次調査 9月 8～10日	第3次調査 9月 22,24,25,29日	第4次調査 10月 6～9日	第5次調査 10月 20～22日	第6次調査 11月 4,5日	
安曇川南流	0	60,219	971,983	25,037	1,773	渇水	1,059,012
安曇川北流	渇水	渇水	渇水	渇水	渇水	渇水	0
石田川	0	172,098	521,745	98,087	11,025	0	802,955
知内川	0	7,822	672,842	60,141	3,066	8	743,879
塩津大川	0	0	91,425	156,736	5,589	351	254,101
姉川	0	1,605,149	460,776	148,293	1,036	0	2,215,254
天野川	0	0	97,187	54,437	0	0	151,624
芹川	0	0	55,473	134,152	589	0	190,214
犬上川	0	340	380,766	63,042	470	0	444,618
愛知川	0	87	4,601	16,974	0	0	21,662
野洲川	0	0	5,068	48,528	1,911	50	55,557
和邇川	0	0	908	17,568	12	0	18,488
計	0	1,845,715	3,262,774	822,995	25,471	409	5,957,364
単位 千粒	総産着卵量						計
安曇川南流	0	66,097	1,186,712	44,044	1,977	渇水	1,298,830
安曇川北流	渇水	渇水	渇水	渇水	渇水	渇水	0
石田川	0	179,693	636,638	165,120	14,624	0	996,075
知内川	0	7,884	772,197	137,440	4,416	23	921,960
塩津大川	0	0	97,369	183,644	6,129	367	287,509
姉川	0	2,016,636	634,272	339,494	1,111	0	2,991,513
天野川	0	0	104,031	79,857	0	0	183,888
芹川	0	0	63,219	156,935	678	0	220,832
犬上川	0	343	428,847	84,651	511	0	514,352
愛知川	0	118	4,806	17,674	0	0	22,598
野洲川	0	0	5,540	49,546	2,140	62	57,288
和邇川	0	0	1,143	18,926	269	0	20,338
計	0	2,270,771	3,934,774	1,277,331	31,855	452	7,515,183

表. 滋賀県水産試験場によるアユ産卵量調査 (2003 年度速報)

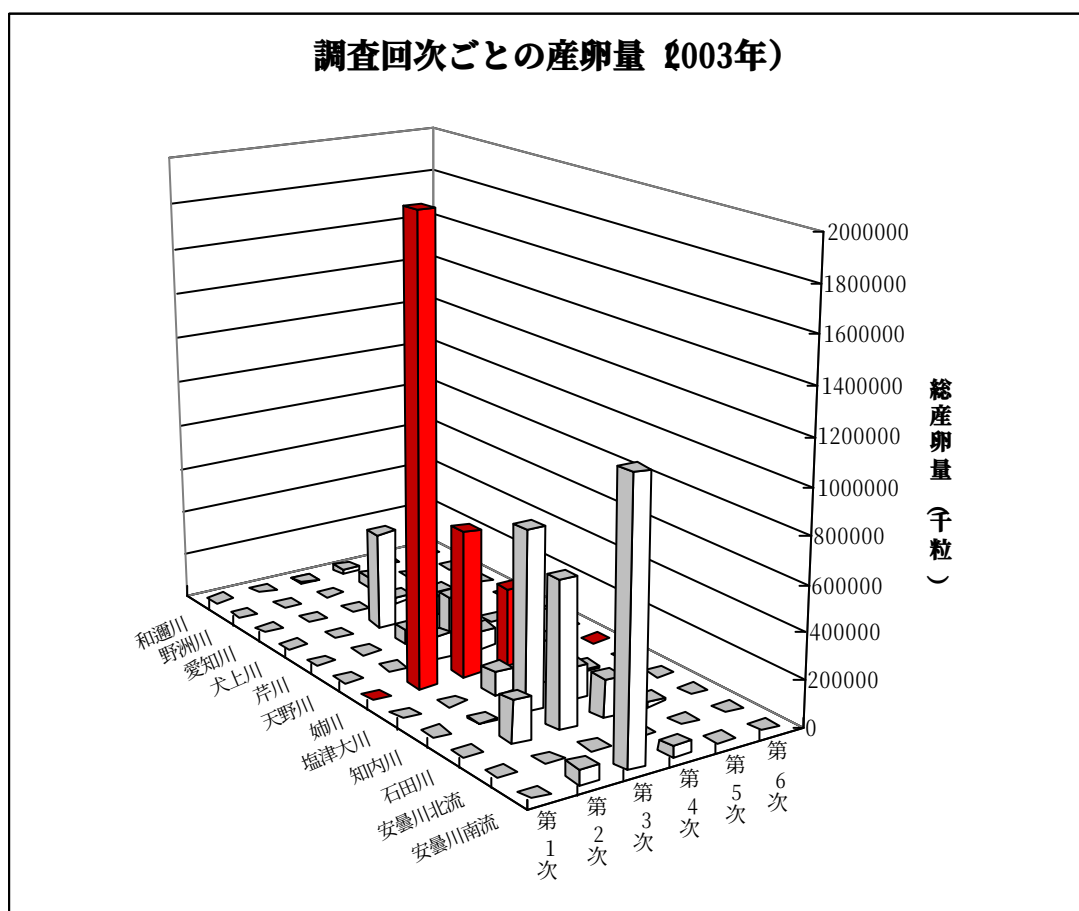


図. 調査回次ごとの産卵量

(8) まとめ

1) 姉川・高時川の産卵状況

高時川・姉川全体では、美浜橋、野寺橋、難波橋周辺を中心とした下流の地域で産卵量が多い特徴が見られた。下流部はアユの産卵場に適した砂礫底が広がっており、下流域の全域が産卵場として機能していると考えられる。

2) 高時川の産卵範囲

高時川筋の産卵範囲は河口付近から新寿橋付近まで確認した。福橋より上流においては、アユ親魚の遡上は確認したが、産着卵はほとんど確認できなかった。これは、新寿橋より上流では大きなレキが多くなり、アユ産卵に適した河川状況が少なかったことによると考えられる。

3) 瀬切れの影響

産卵盛期にあたる1回目調査では、美浜橋～びわやな区間、賀村橋付近で多くの産着卵が確認された。しかし、びわやな～賀村橋付近は瀬切れ頻度の高い区域であり、実際に1回目調査中にもびわやな付近から上流へ瀬切れが始まり、寿橋付近まで発生した。アユは30cm 以浅の瀬を好んで産卵することから、瀬切れによる干出の影響が大きいことが考えられる。(写真②参照)

付録

アユ産卵範囲調査フロー

姉川・高時川におけるアユ産卵場の分布傾向を把握するために、平成15年秋にアユ産卵量調査を実施した。また、本調査は滋賀県水産試験場で行われているアユ産卵量調査の手法を参考としている。

