

アユ産卵場造成とその効果に関する研究Ⅱ

中西 一，藤井久之

近年，和歌山県ではアユ資源が減少傾向を示しており，そのため種々の対策が講じられている。その一つとして，アユ産卵場造成事業が主要河川において実施され産着卵が多数認められるが，未解明の事項も多い。

そこで，アユの再生産を促進するため，河川の実態に適応した産卵場の選択，造成・管理の方法および効果等に関する調査を前年¹⁾に引続き実施したのでその結果を報告する。

報告に先だち，調査に御協力いただいた日高川漁業協同組合，同アユ種苗センターの方々に御礼申し上げます。

材 料 お よ び 方 法

調査河川の概要および調査地点 調査は日高川で実施した。日高川は，図1に示したよう

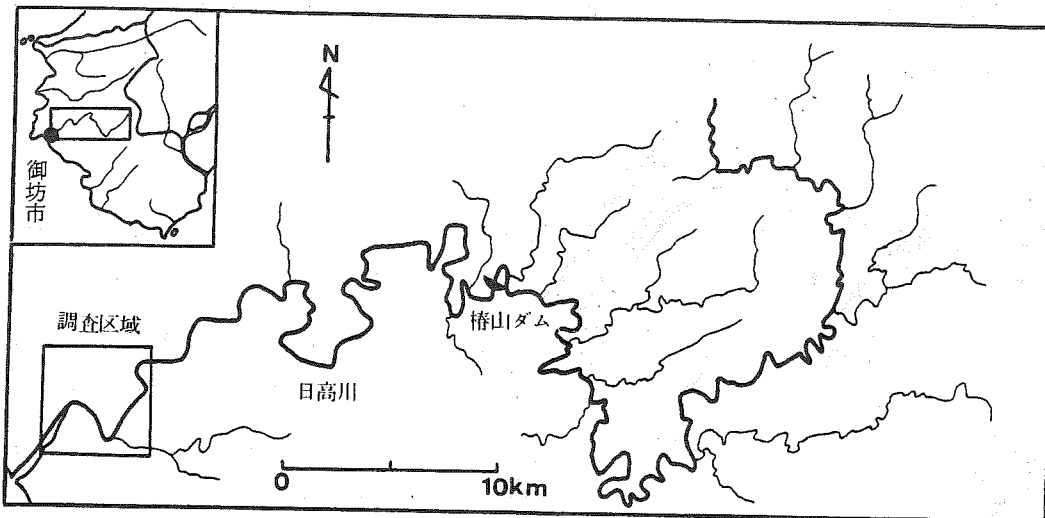


図1 調査河川の概要

に和歌山，奈良両県の県境付近を水源とし，県の中央部を西流し紀伊水道に注ぐ流程約115 kmの県下最大の2級河川で，アユの好漁場として名の知

られた河川である。河口より約56km上流地点に椿山ダム（堤高56.5 m）があり，魚はこれを越えて移動はできない。

調査区域の概要は図2に示したとおりで，区域にはアユの天然産卵場が7箇所（区間流程7.3 km，河床勾配1/470）²⁾ある。産卵場造成は，既存産卵場の河床を耕耘しそれを補完・拡大するもので，1991年は白岩地点（日高群川辺町小熊地先，河口より約5.2km上流）と藤田地点（御坊市藤田地先，河口より約4.3km上流）の2箇所で行われた。両地点間の河床勾配は1/300，

河床型Bb-Bc型であり、藤田地点の約0.5km下流付近までが感潮域である。区域に生息する魚類は、アユ、ウナギ、ウグイ、オイカワ、コイ、ナマズ、カマキリやハゼ類（ヨシノボリ、カワアナゴ他）等であり、これら以外にモクズガニ、テナガエビ類等の甲殻類が生息している。白岩地点では産着卵が全く認められなかったため、藤田地点を中心に調査を実施した。

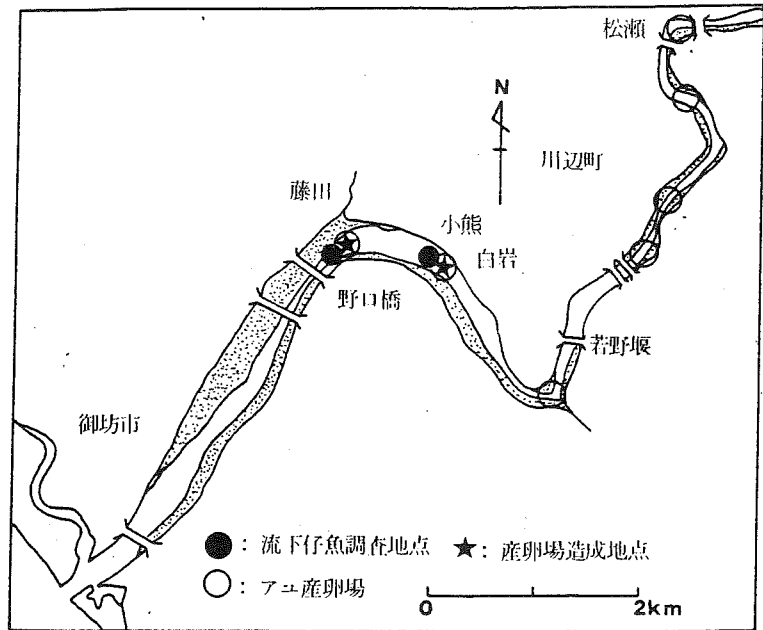


図2 調査区域の概要

産卵場の造成 造成は当初10月上旬の予定であったが、9月中旬から10月上旬にかけての降雨のため10月24～27日に実施された。造成はブルドーザー（前部にショベル、後部にリッパーを装備）により行われ、その概要を図3に示した。河床を横断方向に耕耘し右岸側に堆積した土砂を流れのなかに移動させ水深を浅く流速を弱めさらに湾曲部をなくし流路を直線化し、その後上流から下流方向にかけリッパーを用いて河床を耕耘した。総面積は

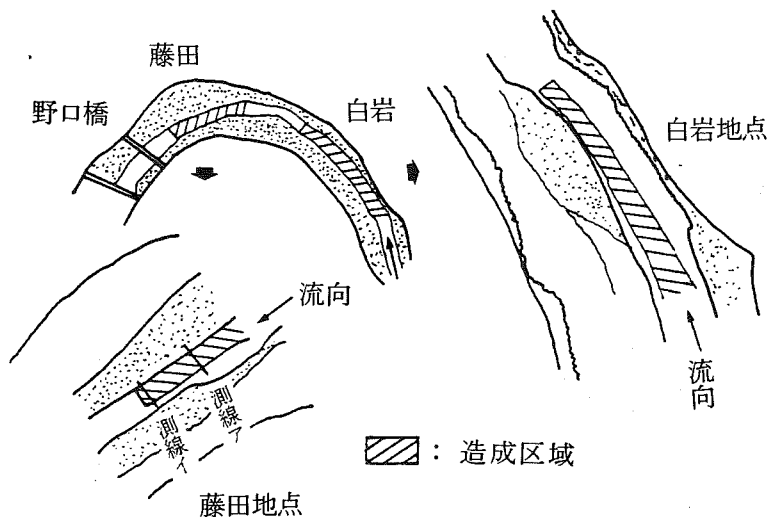


図3 産卵場造成の概要

63,500 m^2 （白岩地点35,750 m^2 ，藤田地点27,750 m^2 ），造成に要した経費は92万円（14.5円/ m^2 ）であった。

産卵場造成による河床の変化をみるため、藤田地点の造成区域に2測線（ア，イ）を設け、11月7日に水深，流速，底質の粒径等を調査（造成前は増水のため欠測）した。

産卵場の環境と産卵状況 調査定点は図4に示したとおりで、造成区域（試験区とする）

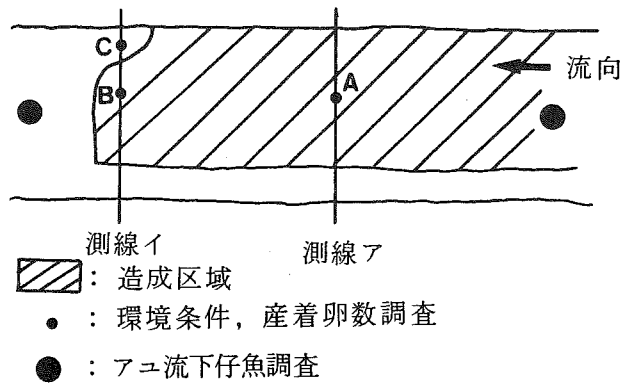


図4 調査定点（藤田）

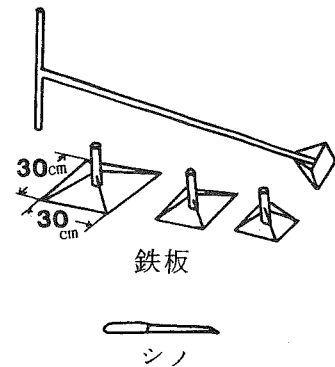


図5 河床硬度測定用具

に2定点（A，B）と未造成区域（対照区とする）に1定点（C）を設けた。調査は11月に4回行い，調査項目・測定方法は以下のとおりである。水深：ものさしによる，流速：電磁流速計による，底質の粒径：河床から砂礫を採取しJIS A 1204に準じふるい選こう法による，河床硬度：図5に示したシノ（土木工事等で針金等を締め付けるのに用いる鋼製の工具）および鉄板（10×10cm）を河床に押し込みそれが河床に貫入した深さで表現，産着卵数：ジョレン（22×23cm）により河床から砂礫を採取しホルマリン固定後砂礫に付着している卵を計数，卵の状態：産着卵数測定後100粒の卵を無作為に抽出し顕微鏡下で測定，付着藻類量：全国湖沼河川養殖研究会アユ放流研究部会の方法³⁾に準じて河床の石に付着した藻類を採取し強熱減量を測定。

アユ仔魚の流下状況 産卵場造成効果判定のため，アユ流下仔魚調査を11月13～14日，26～27日および12月25～26日の3回，造成区域上流と下流で実施した。流下仔魚の採集はネット（40cm角形，側長125cm，網地GG54，瀘水計取り付け）を用い，16時から翌日10時まで2時間毎に5分間ずつ行った。採集した仔魚は5%ホルマリンで直ちに固定し，分析に供した。調査地点での流量は各回断面測量を行い，仔魚採集時に水位と流速を測定しそれにより算出した。流下仔魚数の算出は，滋賀県水産試験場の方法⁴⁾に準じて行い，引き延ばし計数については1990年の24時間調査の結果を用いた。

他河川の状況 県内では1987年より日高川を含む主要河川で，川床耕耘によるアユ産卵場造成が実施されている。1991年にそれを行った河川を対象に，造成方法，管理，効果等に関するアンケート調査を実施した。

結果および考察

河川環境 調査河川の水温（旬平均，日高川漁協資料）は図6に示したように，28.4～10.6℃で過去4年間（1987～1990年）の平均値に比べ，9，12月は高めに，10，11月は低めに推移

した。降水量（御坊，和歌山県気象月報）は図7に示したように，産卵アユ親魚の降下の引金となるようなまとまった雨は，9月13～14日に114mm，18～19日に101mmが観測されその後は少なかった。しかし，全般に降水量は多めで，9月中旬～10月上旬にかけてその傾向が強く，川の水位は増水気味に推移した。今シーズンの特徴は11月27～28日に季節外れの大雨（降水量196mm）にみまわれたことであり，このため年に数回しか見られないような大增水状態となり，12月下旬まで濁水・増水傾向で推移した。調査地点の水質（和歌山県

環境白書）は，DO：7.4～12.0mg/l，pH：7.1～7.7であり，アユの産卵・ふ化等には特に問題ないと考えられる。

アユの状況 近年，日高川ではそ上稚アユが減少傾向を示していたが，1991年は数年ぶりに非常に多く（約620万尾）の稚アユがそ上した。アユの再生産に関する椿山ダム下流のアユ資源は，全てこのそ上稚アユでまかなわれ，この区間では放流は全くなされなかった。なお，そ上稚アユ数が多かったためか，漁期中に漁獲されたアユは小型のものが多かった。

産卵場の形態 造成区域の水深と流速の状況を図8に示した。水深（cm）は測線ア：28～40（平均35，以下同じ），イ：10～40（29），流速（cm/s）は測線ア：50～115（90），イ：10～85（53）であり，水深と流速は産卵場の条件（水深30～60cm，表面流速60～120cm/s）^{5,6,7)}をほぼ満たしている。

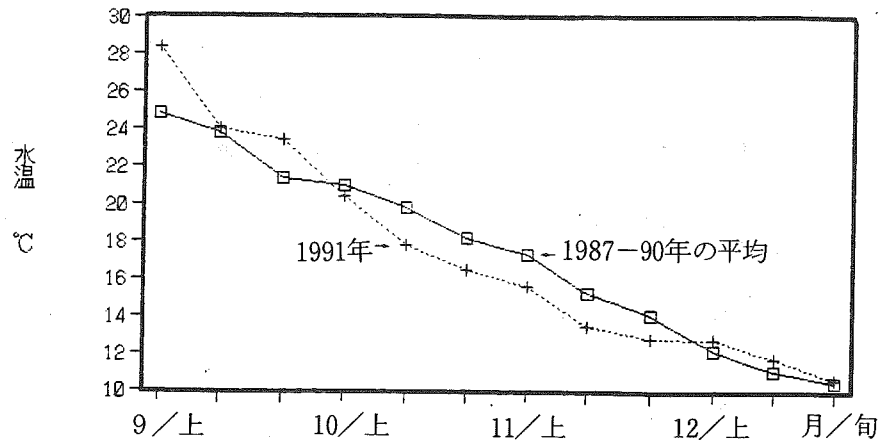


図6 調査河川の水温の推移（松瀬地点，13時）

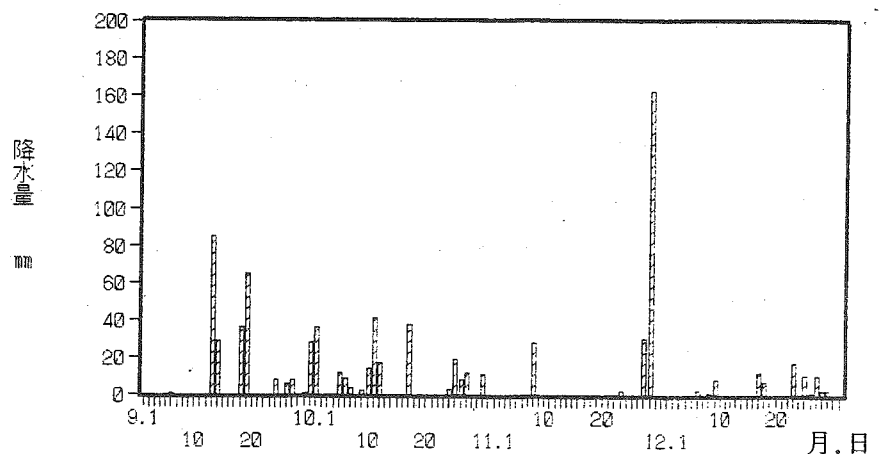


図7 降水量の推移（御坊）

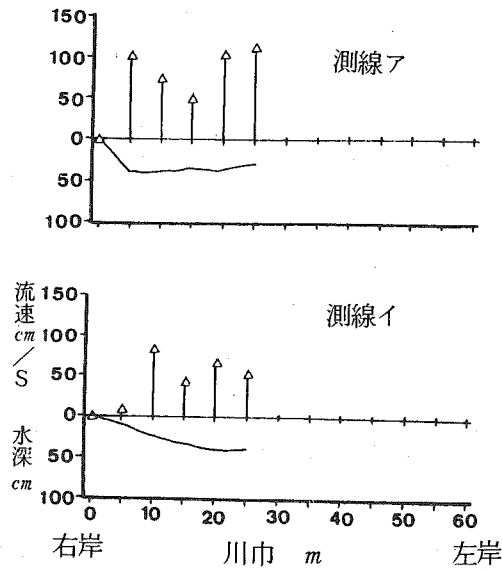


図8 造成区域の水深と流速

産卵場の環境と産卵状況

1. 産卵場の環境と産着卵の状況

産卵場の環境条件の推移を図9に示した。試験区の定点Aでは水深35~40cm, 流速105~135cm

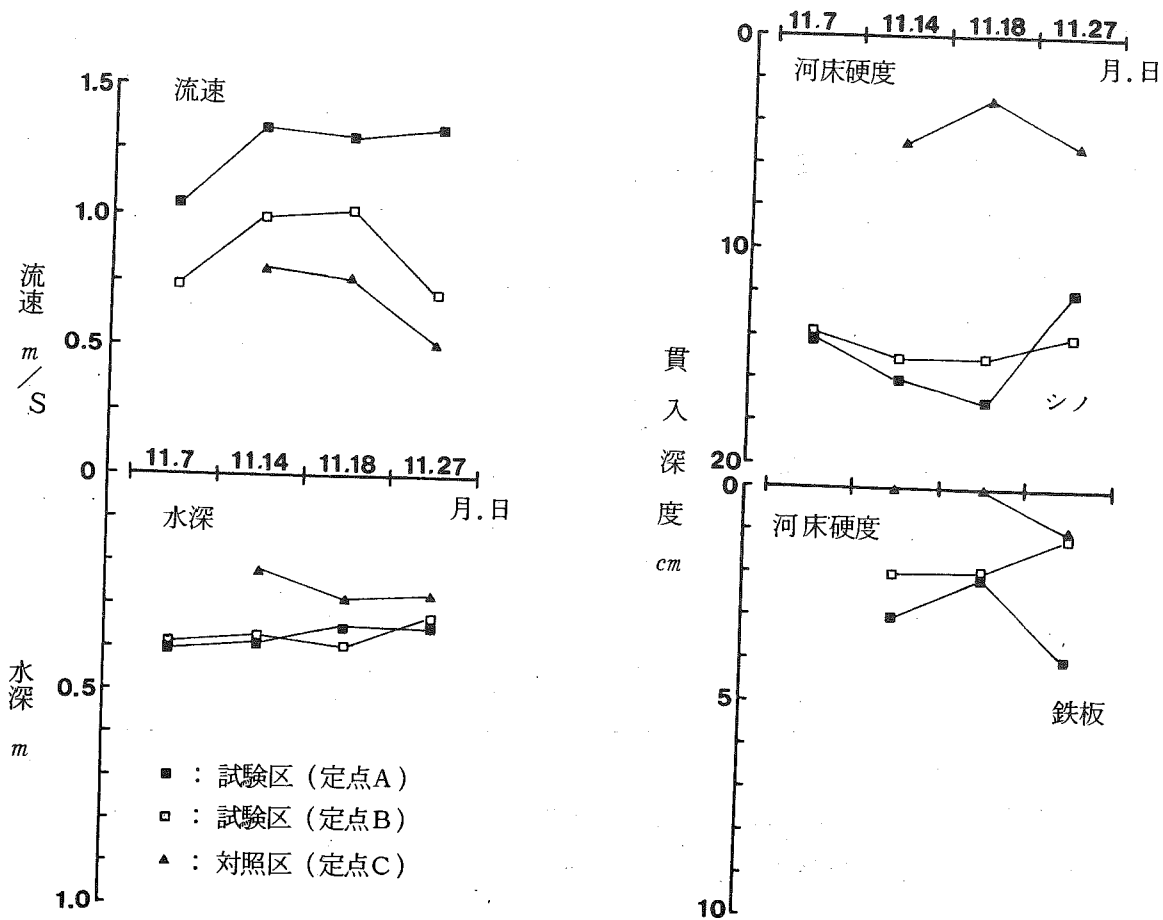


図9 産卵場の環境条件の推移

／s, 河床硬度シノ12~17cm, 鉄板2~4cmであり, 定点Bでは, それぞれ, 33~39cm, 70~105cm /s, 14~15cm, 1~2cmであった。対照区(定点C)では, 同様に22~27cm, 52~80cm/s, 3~5cm, 0~1cmであった。試験区と対照区とでは水深, 流速に差がみられ, 試験区が産卵場の条件として良い状態に改善されたことがうかがえる。河床硬度はアユの産卵場の好条件の一つにあげられている河床の浮き石状態^{5,6)}をみるためのもので, 今回用いた用具ではシノにおいて両区で顕著な差がみられ, 耕耘により河床が柔らかくなったことが示された。参考までに, 15×15cm, 20×20cm, 30×30cmの鉄板を加えた測定例を表1に示した。平均値(各5回)でみると, シノ13.4,

表1 河床硬度の測定例

測定用具	例	貫入深度 (cm)
シノ	1	12~14 (13.4)*
	2	17 (17.0)
鉄板	10×10cm	1 2~5 (3.4)
		2 3~8 (5.2)
	15×15cm	1 1~3 (2.0)
		2 1~2 (1.2)
	20×20cm	1 0.5~2 (1.3)
		2 0~1 (0.3)
30×30cm	1 0.5~1 (0.8)	
	2 0~0.5 (0.1)	

* 平均値

17.0cm, 鉄板(10×10cm) 3.4, 5.2cm, 同(15×15cm) 1.2, 2.0cm, 同(20×20cm) 0.3, 1.3cm, 同(30×30cm) 0.1, 0.8cmであった。貫入深度は測定用具により差が大きく, シノが最もよく貫入し, ついで10×10cm鉄板であった。図9も含めて判断すれば, 河床硬度の測定にはシノが良いように考えられる。また, 試験区では流速で差がみられたが, 水深, 河床硬度は大差

なかった。表2に底質の粒径を示した。粒径(mm)は定点Aでは84%粒径32~92, 60%粒径21~64, 30%粒径10~24, 16%粒径7~17, 定点Bではそれぞれ41~48, 25~35, 11~21, 6~16であっ

表2 産卵場の底質の粒径

単位: mm

年. 月. 日	S t	最大粒径	84%粒径	60%粒径	50%粒径	30%粒径	16%粒径	10%粒径
1991.11. 7	A	63.2	32	21	18	10	7	5
	B	81.8	41	27	22	11	6	4
	C	148.2	115	74	62	42	15	8
11.14	A	112.2	92	64	51	24	17	14
	B	82.8	48	35	30	21	16	11
	C	106.2	86	61	52	28	13	7
11.18	A	93.4	39	29	25	17	11	7
	B	97.9	44	25	21	13	6	4
	C	150.6	125	85	70	45	28	21
11.26	A	68.8	38	23	20	12	7	5
	B	88.1	44	25	21	12	6	4
	C	89.6	62	28	25	18	9	5

た。同様に, 定点Cでは62~125, 25~85, 18~45, 9~28であった。粒径は試験区が対照区より小さいが, これは河床の砂礫より粒径の小さい土砂を流れの中に移動させたためと考えられる。

表3に産着卵の状況を示した。

産着卵数 (m^2 当り) は、定点Aでは約30~195千粒、定点Bでは約1~76千粒認められたのに対し、定点Cでは11月26日に0.5千粒みられただけで、試験区と対照区とに明かな差がみられた。試験区では常に定点Aが多く造成区内でも差があるが、これは流速の差に起因しているものと考えられる。試験区の有効卵率をみると、定点Aでは89~98%、定点Bでは78~92%であり、全体に良好であった。なお、試験区には多数のアユがい集しているのがよく観察されたが、対照区では全く見られなかった。

このように、産卵場の環境条件および産着卵の状況は、試験区と対照区とで差がみられ、河床耕耘による産卵場造成の効果が確認された。

2. 有効期間の検討 試験区(定点B)と対照区(定点C)における付着藻類の強熱減量の変化を図10に示した。強熱減量 (g/m^2) は試験区では0.4~3.7、対照区では5.2~9.5であり、11月26日を

表4 白岩地点(1990, 1991年)と藤田地点の環境条件の比較

地 点	白 岩 (1991年)	白 岩 (1990年)	藤 田
水深 (cm)	36~42	19~30	34~40
流速 (cm/s)	58~76	72~110	90~120
河床硬度 (シノ) (cm)	12~17	—	13~16
底質(84% 粒径の平均値) (mm)	63	—	50

除いて両区に明らかな差がみられた。これより、河床耕耘により付着藻類は減少し、また、時間が経過するにつれ増殖してくるようである。環境

条件および産卵状況等から総合的に判断して、造成区域では造成後約1ヵ月間は産卵場として有効に機能したと思われる。しかし、11月末の大雨により、産卵床が流出してしまいその後の状況は把握できなかったが、普通の降雨程度であれば産卵終了時期まで有効に機能するものと考えられる。

表3 産着卵の状況

年.月.日	s t	産 着 卵 数 ($\times 10^3$ 粒/ m^2)	有効卵率* (%)
1991.11. 7	A	7 1	9 3
	B	1	7 8
	C	0	—
11.14	A	6 4	8 9
	B	3 3	8 8
	C	0	—
11.18	A	1 9 5	9 1
	B	7 6	9 2
	C	0	—
11.26	A	3 0	9 8
	B	1 7	8 9
	C	0.5	1 0 0

* $\frac{\text{生卵数}}{\text{産着卵数}} \times 100$

3. 白岩地点について 白岩地点では、1991年も1990年と同じ場所で同様に産卵場造成を実施したが、1990年は造成区域で多数の産着卵が確認された¹⁾のに対し、1991年は全くみられなかった。造成後の状態は、1990年は所々で白波が立っていたが、1991年は一見して流速が適度にあるにもかかわらずあまり白波も立たず全体にゆるやかなようにみられた。また、産着卵の有無を確認するために河床から砂礫を採取する際、泥がまきあがり濁りが生じることがよく観察された。これまでの調査事例でも、産着卵の存在する範囲は浮き石状態で砂礫を採取しても濁りを生じることにはなかったが、浮き石状態様であっても砂礫を採取したときに濁りが生じるような所（このような状態を見かけの浮き石状態と仮称する）では産着卵は全く認められなかった。白岩地点では1991年はこのように見かけの浮き石状態であったことが、産着卵がみられなかった一因と考えられる。なお、藤田地点ではこのような現象はみられなかった。

次に、環境条件を検討するため、主な項目について表4に示した。白岩地点では1991年は、水

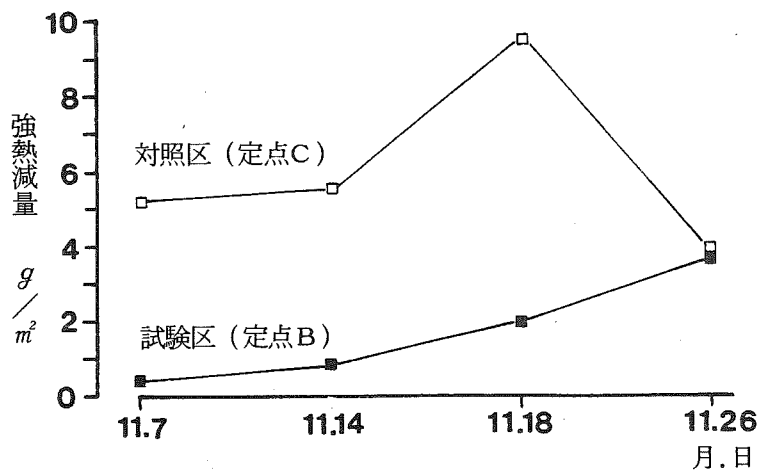


図10 付着藻類強熱減量の変化

深36~42cm、流速58~76cm/sで、産卵場としての条件をほぼ満たしているもののその値は下限に近い（特に流速では顕著）。藤田地点と比べると、水深と河床硬度はほとんど差がないが、流速と底質（84%粒径の平均値）に差がみられた。また、1990年と比べると、1991年は水深で浅く、流速で遅かった。このよ

うに、1991年は耕耘により河床が柔らかくなっているが、流速がやや遅かったことが見かけの浮き石状態となった原因の一つと思われる。

産卵場を構成するのに必要な条件は「水底の砂礫組成と水の動きの一定のからみあい」であり、その具体的な現れが河川における「波立っている浮き石河床の瀬」であり、水の動きが周囲から際だっていること^{2,3)}という。今後産卵場造成を実施する際には、底質の粒径に応じた流速を確保することが肝要と思われる。

アユの仔魚の流下状況

1. 仔魚の流下状況の推移 アユ流下仔魚数の推移を図11に示した。仔魚数は11月13~14日は約1,780万尾、11月26~27日は約590万尾、12月25~26日は約6万尾であり、また、白岩地点では約23万尾（10月30~31日）であった。これより、流下開始時期は10月下旬、盛期は11月上~中

旬、終了時期は12月下旬と考えられ、総流下尾数は約3.6億尾と推定される。1990年と比較すると、1日当りの流下尾数（1990年最大値3,140万尾）および総流下尾数（同10億尾）共に少なかった。これは11月末の大雨に

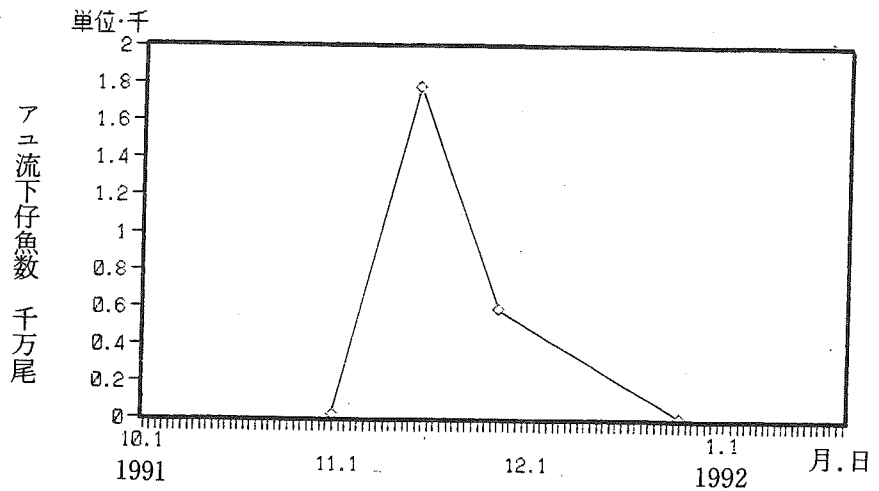
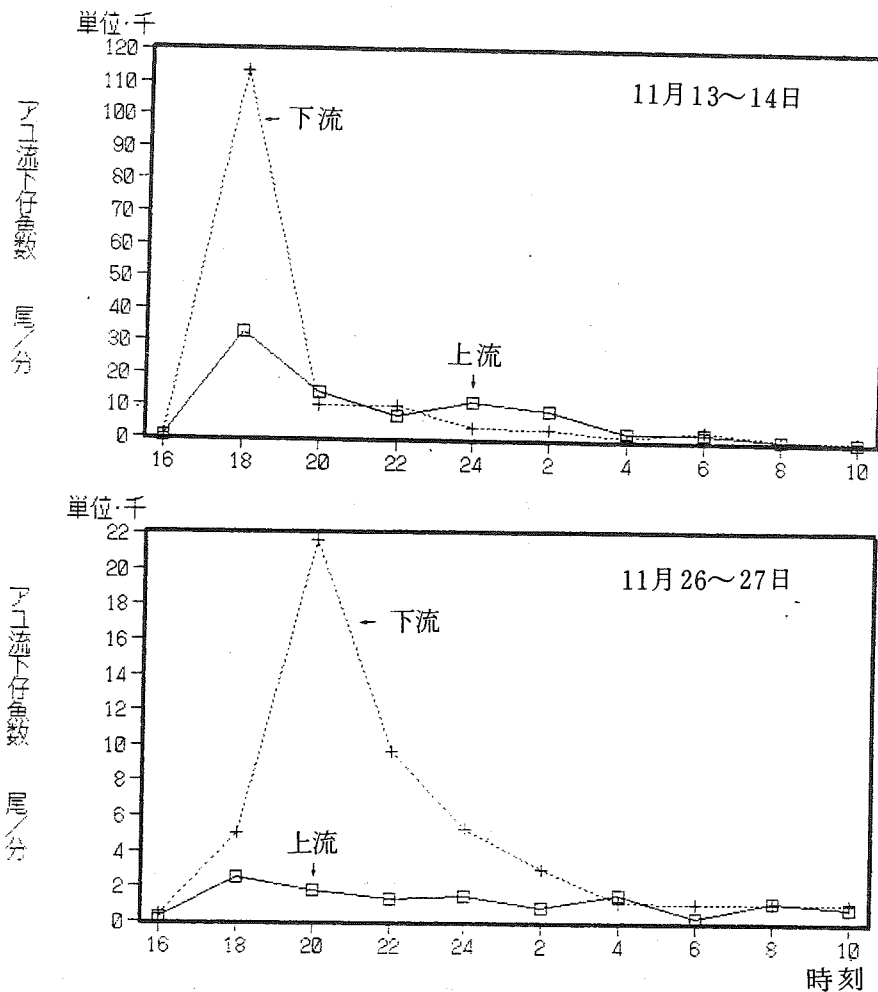


図11 アユ流下仔魚数の推移

よる大規模な出水により、産卵場の河床が大きく変化し産卵床が流出したことがその一因と思われる。

2. 仔魚の流下と産卵場造成効果 11月13～14日と11月26～27日の造成箇所上・下流における



流下仔魚数の変化を図12に示した。仔魚の流下パターンは両日も、アユのふ化時間帯（日没後数時間）にピークが見られる単峰型であり、これは調査地点のごく近くでふ化した仔魚が多いことを示している。アユのふ化時間帯における1分当りの流下仔魚数をみると、仔魚数は11月13日の18

図12 造成箇所上・下流におけるアユ流下仔魚数の経時的変化

時では上流約3.3万尾、下流約11.3万尾と約3倍の差があった。11月26日の20時では上流約0.18万尾、下流約2.2万尾と約11倍の差がみられた。また、1日当りの流下仔魚数は、11月13～14日が上流約970万尾、下流約1,780万尾であり、11月26～27日が上流約140万尾、下流約590万尾であった。これより調査河川における流下仔魚数全体（下流の流下仔魚数）に占める産卵場造成箇所由来の仔魚数（下流の流下仔魚数－上流の流下仔魚数）の割合は、11月13～14日では約4割強、11月26～27日では約7割強と推定される。この値は過大評価されている可能性もあるが、当河川では産卵場造成箇所由来の仔魚量が河川全体のそれに占める割合は無視できないものと思われる。

他河川の状況 産卵場造成を実施した他の3河川（紀ノ川、有田川、富田川）の状況を表5に示した。造成は各河川共に当初10月上旬を予定していたが、降雨による影響のため遅くなった。造成方法はいずれも日高川と同様であり、造成後の水深、流速等の条件を指示しているようである。造成後の仕上り具合（形状、環境条件等）は各河川共に良好であった。造成効果については、いずれも目視観測等でアユの瀬付きおよび産着卵を確認しており、効果があったとしている。

このように産卵場造成を実施した河川はいずれも良好であり、造成効果があった。

表5 他河川の産卵場造成実施状況

河川	時期 (月日)	箇所数	総面積 (m^2)	造成方法
紀ノ川	10.30-31	2	83,150	既存産卵場の拡大強化のため、ブルドーザーで河床耕耘
有田川	10.7-16	6	119,400	既存産卵場の拡大強化のため、ブルドーザーで河床耕耘
富田川	11.15-18	2	35,000	既存産卵場の拡大強化および元来条件は悪いが造成することにより、産卵場として機能すると思われる場所をブルドーザーで河床耕耘

要 約

日高川においてアユの再生産を促進するため、造成された産卵場の環境、造成効果（産卵状況、仔魚の流下状況）等について調査を行った。

産卵場造成は1991年10月24～27日に白岩と藤田の2地点において、既存産卵場を補完・拡大

するように河床を耕耘して実施された。産着卵は白岩地点では全く認められなかったが、藤田地点では造成区域と未造成区域とで明らかに差がみられ、11月末の大雨により産卵床が流失するまで約1ヵ月間は有効に機能したことが認められた。

河床耕耘により河床が柔らかくなることが確認され、その測定にはシノによる方法が良い結果が得られた。

白岩地点の未産卵現象は造成区域の流速が弱かったことにより、見かけの浮き石状態となったことが一因と考えられた。このため、造成にあたっては、底質の粒径に応じた流速を確保することが肝要であると思われた。

産卵場造成箇所由来の流下仔魚数は、調査河川全体のそれに比べ無視できない割合を占めているものと考えられた。

文 献

- 1) 中西一，藤井久之，辻村明夫，見奈美輝彦：アユ産卵場造成とその効果に関する研究－I，平成2年和歌山県内水面漁業センター事業報告，43－56（1992）。
- 2) 中西一，辻村明夫：日高川におけるアユ産卵場調査，昭和61年度和歌山県内水面漁業センター事業報告，37－49（1988）。
- 3) 全国湖沼河川養殖研究会アユ放流研究部会：アユ放流研究，2－14（1986）。
- 4) 滋賀県水産試験場：滋賀県水産試験場研究報告，32，14－16（1979）。
- 5) 石田力三：アユの産卵生態－Ⅳ産卵水域と産卵場の地形，日水誌，30，478－485（1964）。
- 6) 石田力三：アユの産卵生態－Ⅴ産卵場の構造，淡水研報，17，7－19（1967）。
- 7) 白石芳一，鈴木規夫：アユの産卵生態に関する研究，淡水研報，12，83－107（1962）。