

県産アユ種苗の有効活用に関する研究-II

～ 費用対効果に優れたアユ放流時期とサイズの検討 ～

加地 弘一

近年、冷水病被害、カワウによる食害、河川環境の悪化などによりアユ漁業の不振が続いている。アユ遊漁料収入の減少は翌年のアユ種苗購入量（＝放流量）の減少に繋がり、放流量の減少は釣果の減少を招く悪循環に陥っている。アユ種苗は重量単価で取引されるが、放流量が減っても放流サイズを変化させない漁協が多いため、結果的に放流尾数は大幅に減少することになる。この対策として、放流サイズを小さくすれば放流尾数は維持または増加させる事ができる。一方で、小型で放流する場合は解禁時の平均体重の減少が懸念されることから放流時期を早める必要がある。早期放流は冷水病が発生しやすいというリスクや、解禁までの日数が長期化することによる増水のリスクなどにより、歩留まりが劣ることも予想される。そこで、通常放流したアユと小型早期放流したアユの釣獲状況などを追跡調査し費用対効果を比較した。同様に、漁期中に成魚放流した場合の費用対効果も検討した。

材料及び方法

調査区間

調査は水産技術センターの前を流れる富士川水系荒川で実施した。試験魚の放流は水産技術センターから約2km 上流の平瀬地先で実施した。調査区間は放流地点を中心に上下流各約 500m の範囲とした。調査区間の河床型は可児の AaBb 移行型¹⁾であった (図 1)。

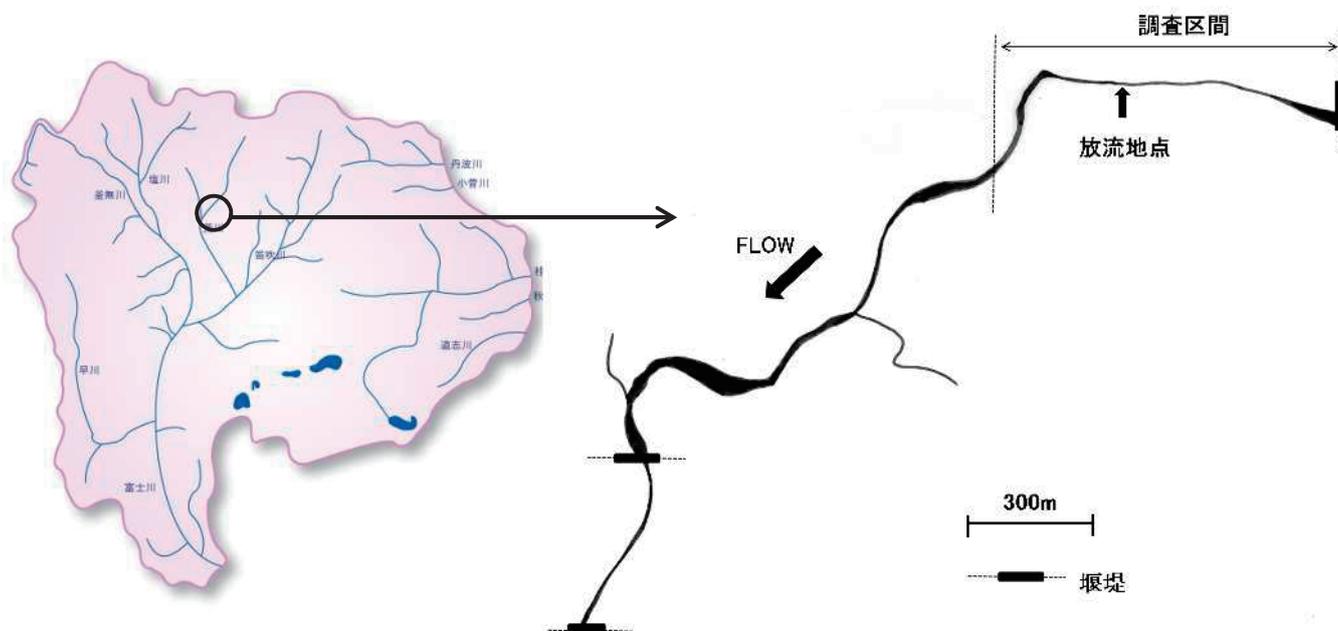


図 1 調査区間

なお、調査区間の上流端に自動記録式水温計（Tidbit V2、米国オンセットコンピュータ社）を設置し調査期間中の水温を1時間間隔で記録を行ったが、調査中に流失したために水温データの取得は出来なかった。

放流種苗

放流には駿河湾で採捕されたアユを親として当所で2代継代したアユ（海産系F2）を用いた。

飼育池で3%の給餌率で飼育した同じロットのアユを、2016年4月19日に32kg（＝小型早期放流、平均体重4.1g、7,748尾、10時水温12.4℃）、2016年5月27日に38kg（＝通常放流、平均体重11.7g、3,295尾）、2016年7月13日に31kg（＝成魚放流、平均体重34.6g、891尾）、それぞれ同じ場所に集中的に放流した（図1、表1）。なお、放流魚の平均体重は約100尾の重量を計量し、尾数を計数して割り戻して算出した。

それぞれの時期の種苗販売単価（円/kg）から放流金額と1尾当たりの単価を計算すると、小型早期放流魚103,360円、13.3円/尾、通常放流魚103,360円、31.4円/尾、成魚放流魚69,345円、77.9円/尾であった。

それぞれを識別するため小型早期放流魚は未標識とし、通常放流魚は脂鱗を、成魚放流魚は右腹鱗をそれぞれ切除して標識を行った。なお、調査区間およびその上流には試験放流以外のアユは放流されておらず、調査区間の下流約2kmの地点には魚類の遡上ができない堰堤が存在するため、調査区間のアユは全て試験放流魚である。

表1 放流データ

	小型早期	通常	成魚放流
放流日	4月19日	5月27日	7月13日
平均体重（g）	4.1	11.7	34.6
放流量（kg）	32	38	31
放流尾数（尾）	7,748	3,295	891
販売単価（円/kg）	3,230	2,690	2,250
放流金額（円）	103,360	103,360	69,345
放流1尾単価（円/尾）	13.3	31.4	77.9

採捕調査

山梨中央漁協のアユ解禁日の2016年6月12日から9月13日までの間、延べ59人、228時間の釣獲調査（友釣り）を実施した。釣獲データは当所職員の他、山梨中央漁協のおとり販売所に依頼して一般の遊漁者からも収集した。収集データは、釣獲日、釣獲時間、場所、尾数、標識の有無とし、職員の釣獲魚については全長と体重を測定した。

また、小型早期放流魚の河川内での成長を調査するため、放流1ヶ月後の2016年5月25日（通常放流魚の放流2日前）に放流地点付近で電気ショッカー（エレクトロフィッシャー12A、Smith-Root, Inc.）によりアユの採捕を行った。採捕したアユは体重測定した後に放流地点に再放流した。

潜水調査

小型早期放流魚の分散状況を確認するため、放流8日後（2016年4月27日）と1ヶ月後（2016年5月26日）に潜水目視調査を行った。潜水目視は1人で実施し、調査区間の下流端から上流端に向かい河川内全域を観察しながら遡行した。アユが目視された場合は区間、群れの規模を記録した。区間は地形や岩などの目標物を目印にして、放流点より下流に3区間、放流点から上流間に2区間設け、下流側から区間Aから区間Eとした。後日、国土地理院のWeb地図上の距離測定ツールを用いて区間の距離を算出した。群れの規模は1～20尾、20～50尾、50～100尾、100～200尾の4段階としおおよそで判断した。

5月26日の調査では区間ごとに長径25cm以上の礫100個をランダムに抽出し、ハミ跡のある石を計数しハミ

跡率を算出した。

結果

釣獲調査

釣獲データを表 2 に示した。調査期間中に 849 尾のアユが釣獲された。そのうち小型早期放流魚が 559 尾、通常放流魚が 266 尾、成魚放流魚が 24 尾であった。放流魚の回収率（釣獲尾数/放流尾数×100）は小型早期放流魚 7.2%（559 尾/7,748 尾）、通常放流魚 8.1%（266 尾/3,295 尾）、成魚放流魚 2.7%（24 尾/891 尾）で、回収率には差が見られた（ χ^2 独立性検定、 $p < 0.01$ ）。

放流金額を釣獲尾数で除して釣獲 1 尾コストを計算したところ、小型早期放流魚が 185 円/尾と最も安く、通常放流魚が 389 円/尾、成魚放流魚が 2,889 円/尾であり、成魚放流は大幅にコスト高であった。

1 人単位時間当たりの釣獲尾数（CPUE、尾/人/時間）の平均値は小型早期放流が 2.69 と最も高く、次いで通常放流 1.33、成魚放流は 0.12 で、それぞれには有意差があった（Steel-Dwass 法、 $p < 0.01$ ）。調査期間中の小型早期放流魚の CPUE は解禁直後から比較的高く、漁期後半は低下するものの全体的に通常放流魚や成魚放流魚に比べて高かった（図 2）。

釣獲魚の平均体重と全長はそれぞれ小型早期放流魚 47.8g、17.4cm、通常放流魚 43.0g、17.0cm、成魚放流魚 46.4g、17.8g で、差は見られなかった（ANOVA、 $p > 0.05$ ）。

表 2 釣獲データ

	小型早期	通常	成魚放流
釣獲尾数（尾）	559	266	24
回収率（尾数ベース）（%）	7.2	8.1	2.7
CPUE（尾/人/時間）	2.69	1.33	0.12
平均体重（g）	47.8	43.0	46.4
平均全長（cm）	17.4	17.0	17.8
釣獲 1 尾コスト（円/尾）	185	389	2,889

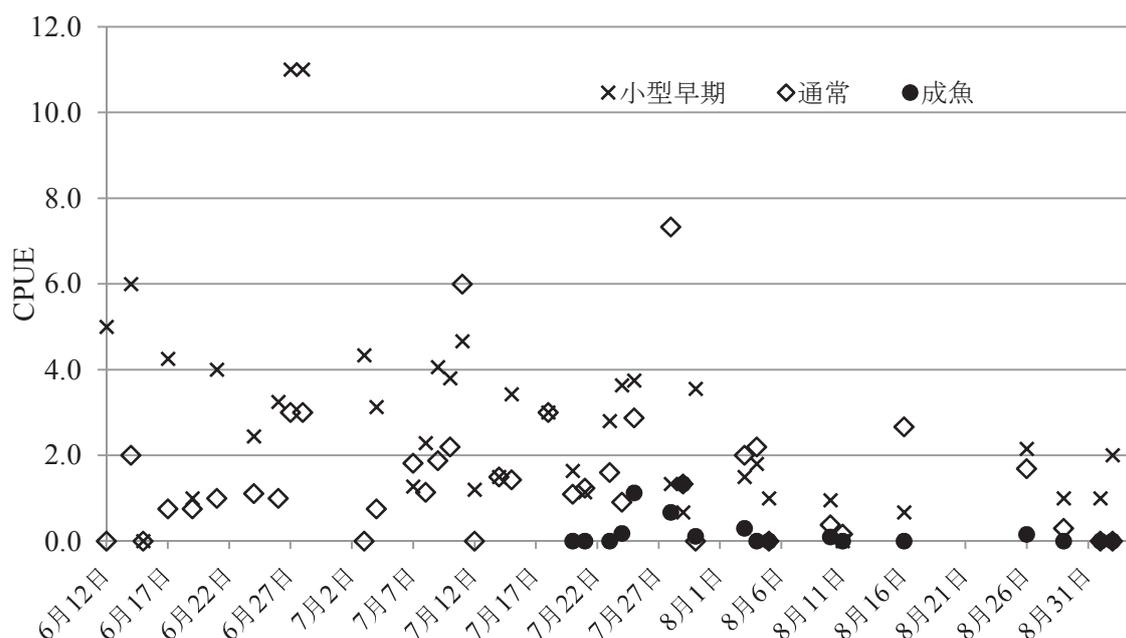


図 2 単位時間当たりの釣獲尾数（CPUE）の経時変化

図3に放流魚, 釣獲魚の体重散布図を示した。解禁日の6月12日に釣獲された個体の多くは小型早期放流魚で, 最大は48.3gで小型早期放流魚, 最小は14.4gで通常放流魚であった。なお, どの調査日も釣獲される最大個体の多くは小型早期放流魚であった。小型早期放流魚の最大個体は8月9日の82.8g, 通常放流魚の最大個体は7月25日の70.5g, 成魚放流魚の最大個体は7月29日の95.9gで, 成魚放流魚が最も大きかった。

小型早期放流魚の採捕

小型早期放流の1ヶ月後(5月25日)に河川で電気ショッカーにより採捕したところ, 102尾が採捕されその平均体重は $10.8 \pm 4.6\text{g}$ であった(図3)。その2日後の5月27日に放流した通常放流108尾について同様に個別に体重測定を行ったところ, 平均体重は $9.8 \pm 2.8\text{g}$ で, 河川内で採捕された小型早期放流魚のほうが有意に大きかった(t -検定, $p < 0.05$)。また, 通常放流魚の最大個体が19.8gであったのに対し, 小型早期放流魚の最大は28.6gとより大きかった。

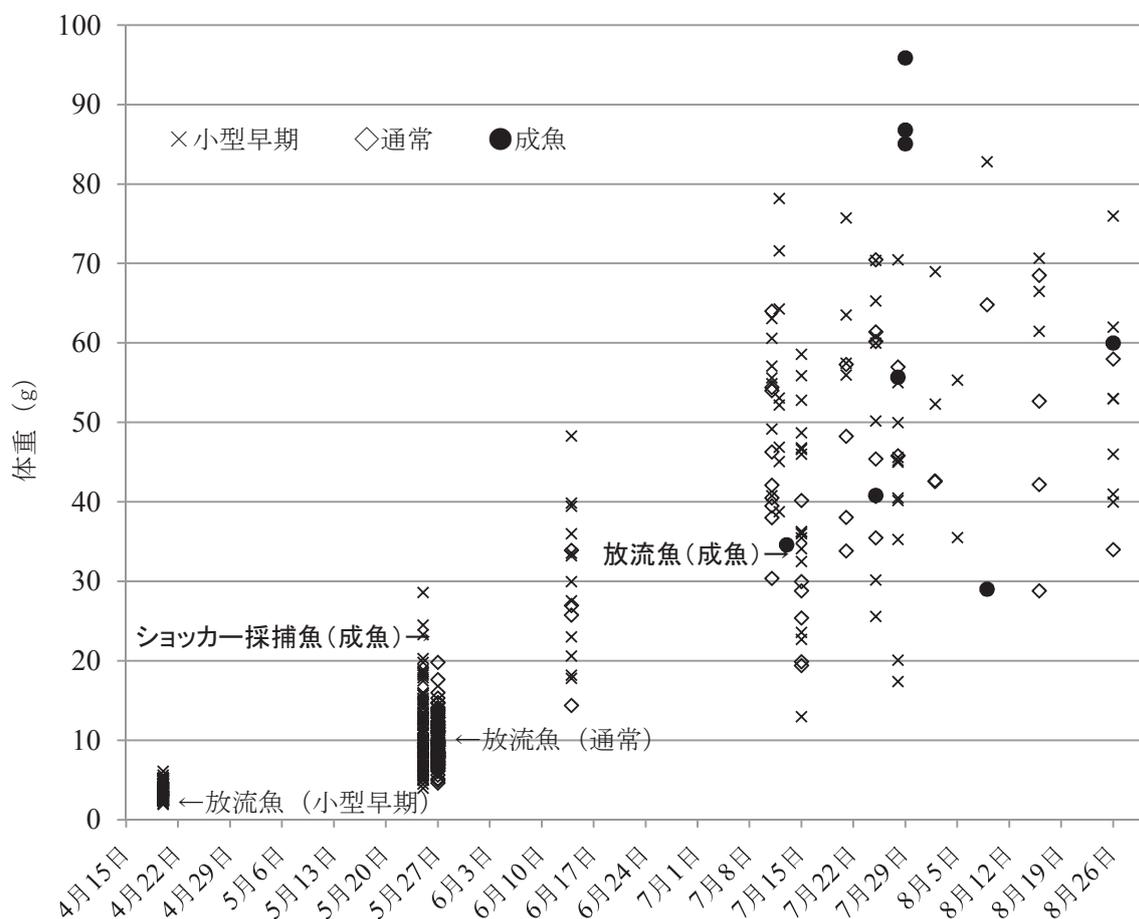


図3 放流魚および採捕魚の体重組成

潜水調査

潜水観察の結果を表3に示した。

放流8日後(4月27日)は全部で24の群が観察され, 区間Aから区間Cで17群, 区間Dで7群で, 放流地点より下流で多くの群が確認された。また, 区間Bと区間Cには100~200尾の群が4群観察され, 放流魚は放流点から300m下流までの範囲に塊となって存在していた。なお, 最上流の区間Eではアユを確認できなかった。

放流1ヶ月後（5月26日）は全部で54の群が観察され、区間Aから区間Cで32群、区間D、区間Eで22群が観察され、放流8日後同様に放流点より下流で多く確認できた。しかし、100～200尾の大きな群は観察されず、塊は解消されていた。また、最上流の区間Eでもアユが確認できたが、1～20尾の小規模な群が3群のみであった。

区間毎のハミ跡率は、区間Aで6%、区間Bで41%、区間Cで49%、区間Dで12%、区間Eで0%であり、放流点から下流約300m程度の範囲のハミ跡率が高かった。

表3 小型早期放流魚の区間毎の群数とハミ跡率

調査日	群れの規模	区間（放流点からの距離）				
		区間A (-487m～- 292m)	区間B (-292m～- 155m)	区間C (-155m～ 0m)	区間D (0m～ 185m)	区間E (185m～ 461m)
放流8日後	1～20尾	3	3	1	1	
	20～50尾		4	2	3	
	50～100尾				3	
	100～200尾		1	3		
放流1ヶ月後	1～20尾	2	12	10	17	3
	20～50尾	1	3		2	
	50～100尾		2	2		
	100～200尾					
	ハミ跡率	6/100	41/100	49/100	12/100	0/100

考 察

現在、山梨県の多くの漁協のアユ放流は5月上旬頃に平均体重8～10g/尾前後で行われている。今回、これら通常行われている放流より約3週間早い4月中旬により小型（平均体重4.1g/尾）で放流を行った場合の効果について検討した。

小型早期放流魚を放流約1ヶ月後に河川内で採捕したところ、平均体重は約1ヶ月間給餌率3%で飼育した通常放流魚よりも有意に大きかった。また、小型早期放流魚には通常放流魚には見られない30g程度の大型個体が含まれており、小型早期放流は成長面で優れていた。また、釣獲されたアユの平均体重については小型早期放流魚と通常放流魚に差は見られなかったものの、釣獲された大型個体の多くは小型早期放流魚であった。友釣りでは大型魚のほうが先に釣られやすいといわれており²⁾、小型早期放流魚に含まれる高成長の大型魚は解禁時の釣果にも貢献できると考えられた。原ら³⁾は岐阜県竹原川で琵琶湖産系F5の小型種苗(4/21, 2.88g)、中間種苗(5/12, 6.38g)、後期種苗(5/26, 10.68g)の放流後の成長などを調査し、解禁時に釣獲されたアユは小型種苗が最も大きく、日間成長率も最も高かったと報告している。斉藤ら⁴⁾は岐阜県馬瀬川で5/1と5/27に放流した琵琶湖産アユの漁獲状況を比較し、早期(5/1)に放流したアユのほうが成長率が高く友釣りで釣られやすかったと考察している。今回の結果もこれらの結果と齟齬は無く、小型早期放流は放流後の成長面でメリットがあることが明らかになった。なお、今回の試験では両者を同じ場所に放流したために、通常放流魚は小型早期放流魚が先住した状態で放流されており成長が抑制されたことも考えられる。また、成長は密度や水温によっても影響されることから、さらなる検討も必要であると考えられた。

小型早期放流魚の単位時間当たりの釣獲尾数(CPUE)の平均は2.69で、通常放流魚の1.33の2.0倍であった。一方、小型早期放流魚の放流尾数は7,748尾で、通常放流魚の3,295尾の2.4倍であることから、小型早期放流魚

の歩留まりは通常放流魚に比べて若干劣ると考えられた。しかし、コスト面で見ると、小型早期放流魚の放流コスト（13.3 円/尾）は通常放流魚の放流コスト（31.4 円/尾）の 42.4%であるのに対し、小型早期放流魚の釣獲コスト（185 円/尾）は通常放流魚の釣獲コスト（389 円/尾）の 47.6%であり、小型早期放流魚は釣獲コストで優れていた。

今回の調査では成魚放流についても調査したが、CPUE が極めて低く 1 尾当たりの釣獲コストも大幅に高かったため放流効果は期待できないと考えられた。これは放流後の定着率が低かった事などが要因として考えられる。川之辺ら⁹⁾は成魚放流により CPUE をを増加させる効果があると報告していることから、成魚放流については放流方法の検討などが必要と考えられた。

以上のことから、小型早期放流は通常放流と比べて成長面やコスト面で優れた放流方法であると考えられた。しかし、早期放流は通常放流に比べて低水温で行われるため、冷水病発生リスクや流下などによる歩留まりの低下、解禁までの期間が長期化することによるカワウ食害での減耗などが懸念される。冷水病の対策としては冷水病菌を保菌していないアユを放流することで解禁までの冷水病被害を抑制できる事が報告されており^{3,5,6,7,8)}、今回の調査でも当センター産の冷水病フリー種苗を用いることで調査期間中の冷水病被害は無かった。アユ種苗の放流マニュアル⁹⁾によると、早期放流時の水温基準は一日の最低水温が 7~8℃以上になってからであると示されている。また、放流魚の飼育水温と放流場所の水温差が大きい場合は降下してしまう事例があることを報告している。このことから、早期放流実施時期の決定に際しては放流場所の水温変動を十分把握し、また放流時の水温合わせを十分に行うなどして歩留まり低下を避ける取り組みが必要である。さらに、早期放流後は河川でのカワウ追い払いなどによる防除を行うなど、通常放流以上の配慮が必要な面もあることに留意する。

要 約

1. 小型早期放流（4 月 19 日，4.1 g），通常放流（5 月 27 日，11.7 g），成魚放流（7 月 13 日，34.6 g）を行い、釣獲調査により費用対効果を算出した。
2. 釣獲 1 尾あたりのコスト（放流金額 / 釣獲尾数）が最も優れていたのは小型早期放流（185 円 / 尾）で、通常放流（389 円 / 尾）の約 1/2 であった。成魚放流（2,889 円 / 尾）はコストが最も高かった。
3. 回収率（放流尾数 / 釣獲尾数）は小型早期放流 7.2%，通常放流 8.1%で両者に差は見られなかった。一方成魚放流は 2.7%と低かった。
4. 釣獲魚の平均体重は小型早期放流 47.8g，通常放流 43.0g，成魚放流 46.4g で差は見られなかった。
5. 単位時間あたりの釣獲尾数（CPUE）は小型早期放流が 2.38 と最も高く、次いで通常放流 1.13 であり、成魚放流は 0.18 と大幅に低かった。
6. 小型早期放流魚の河川内での 1 ヶ月間の成長は、同じロットのアユを給餌率 3%で 1 ヶ月間池の中で飼育を続けたよりアユより若干大きくなっていた。
7. 以上のことから、早期小型放流は費用対効果に優れた方法である事が明らかになった。

文 献

- 1) 可児藤吉（1944）：溪流性昆虫の生態．可児藤吉全集．思索社，3-91.
- 2) 石田力三（1980）：琵琶湖産アユと天然アユの違い．動物と自然，Vol10,No6, 9-10.
- 3) 原徹・桑田知宣・刈谷哲治（2008）：冷水病菌を保菌していない小型アユ種苗の放流効果．岐阜県河川環境研究所研究報告，No53, 1-5.
- 4) 斉藤薫・白田博・立川瓦（1982）：アユの放流技術に関する研究-IV 馬瀬川におけるアユの放流時期について

て. 岐阜県水産試験場研究報告, No27, 37-40.

- 5) 川之辺ら (2005) : 千曲川におけるアユ放流効果と冷水病の関係. 長野県水産試験場研究報告, 7, 10-15.
- 6) 原徹・桑田知宣・斉藤薫 (2007) : 河川における冷水病菌の動態 冷水病菌を保菌していないアユ種苗の放流事例. 岐阜県河川環境研究所研究報告, No52, 1-4.
- 7) 原徹・桑田知宣・斉藤薫 (2007) : アユの河川内での冷水病感受性および放流効果の系統差. 岐阜県河川環境研究所研究報告, No52, 5-9.
- 8) 三浦正之・坪井潤一・岡崎巧・大浜秀規・芦澤晃彦 (2012) : 人工アユ種苗の遊漁資源としての特性評価 : 同一環境で継代飼育された 2 系統間の比較. 日本水産学会誌, 78(6), 1149-1158.
- 9) 全国湖沼河川養殖研究会アユ放流研究部会 (1994) : アユ種苗の放流マニュアル.