

人工河川における産卵親魚の放養適正量について—〔I〕

田 沢 茂 ・ 水 谷 英 志 ・ 伏 木 省 三

Appropriate Amount of Parent Fish to be Admitted in the Artificial Spawning Channel〔I〕

Shigeru TAZAWA, Eizi MIZUTANI, and Shozo FUSHIKI

はじめに

人工河川の主要目的はびわ湖総合開発実施後における大巾な湖水の変動に対処し、従来通りのアユ資源を維持しようとするにある。したがってここに産卵させるアユ卵は天然河川での産卵量と匹敵する程の莫大な量を期待しなければならず、限られた水面の中で効率よく産卵させ高い生残率でもって大量の孵化仔魚を得ることが要求される。

人工河川は湖中親魚の遡上を誘引し効率よく産卵させる手段のほか、ここに養成親魚を放養して効果的な産卵をはかる目的をも有しており、そのためには産卵親魚の適正な放養量を把握しておく必要がある。

以上のことから本課題について前年度予察的に調査したが、供試魚が不相当であったこともあり、十分な成果を得るには至らなかったため、本年も引きつづき検討した。

調査方法

試験区は第1図に示すようにA Bの2つに大別し、Aは巾2mの水路を木枠スクリーンで長さ4mで区画して3区画設け、それぞれを上流部に5:3に分け上流部に径5mm~25mmの砂礫を厚さ10cm敷きつめ産卵床とし、下流部はコンクリート底のままとした。またB区は川巾3mの水路を金網で縦に3区分し、長さ8mとして上流部6mまでを産卵床とした。

各試験区の流速及び水深は第1表に示したが、産卵床では0.37~0.47 m/Sec 水深15.4~22.6cmであった。一方砂礫を敷かなかった部分の水深は29.0~33.7cm

と産卵床の水深より深くなり、流速も0.15~0.28cm/Secと弱くなった。(以下この場所を便宜上淵と呼ぶ)

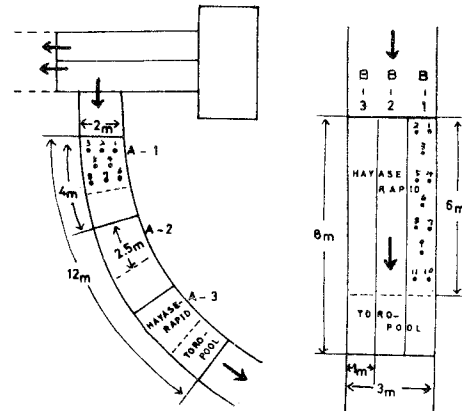


Fig.1 Showing sections (A-1-A-3, B-1-B-3) and points at where eggs spawned were examined (...). → ...Direction of flow

Table. 1 Flow speed and water depth in each section.

Section	A-1		A-2		A-3		B-1		B-2		B-3	
	Rapid	Pool	Rapid	Pool	Rapid	Pool	Rapid	Pool	Rapid	Pool	Rapid	Pool
Current (m/Sec)	0.43	0.15	0.43	0.16	0.37	0.13	0.47	0.28	0.43	0.18	0.44	0.20
Depth (cm)	15	29	19	33	22	33	23	34	23	33	23	32

放養親魚は彦根の1養魚場で養成したもので、雌の平均体長13.6cm 平均体重44.1g、また雄ではそれぞれ14.3cm 47.2gであった。

各試験区の放養量はA区では12kg (1.5kg/m²) 24kg (3.0kg/m²) 48kg (6.0kg/m²) B区では10kg (1.25kg/m²) 20kg (2.5kg/m²) 40kg (5.0kg/m²) と等比級数的にした。

産着卵は5日おきに計5回第1図に示した地点で前報と同様の方法で死卵と生卵とに分け、また生卵はさらに未発眼卵、発眼卵とに分けてそれぞれ計数した。

試験期間中の斃死魚は毎日1回取り上げ雌雄別にまた雌は放卵前、放卵後に分けてそれぞれ計数するとともに試験終了時には生存中の親魚を無作為に採集し、ホルマリン固定した後、雌は生殖腺重量(未産卵、産卵後のもの)及び体重を測定し、生殖腺重量/体重×100を算出した。なお試験期間は10月1日から10月28日まででその期間中の水温は16°~21°cであった。

結果及び考察

10月1日に放養した時点の雌の成熟度の頻度分布は第2図に示したように3.0~27(平均15.7)と巾広く、雌の産卵可能となる成熟度は25前後と言われていることから見れば、本試験の供試魚は産卵直前のものから未熟のものまで各段階のものが含まれていたことになる。なお放養時には経産魚や過熟親魚はいなかった。

各区の放養重量、放養時の体型ならびに雌雄比から雌雄別の放養尾数を推定し、また試験期間中の斃死魚を雌雄別に雌では未産卵魚、経産魚に分けてそれぞれ計数するとともに、試験終了時には生存尾数及び無作為に抽出した生存魚の雌雄別、産卵の有無別の出現割合から全生存魚の雌雄別ならびに未産卵魚、経産魚のそれぞれの尾数を推定したのが第2表である。

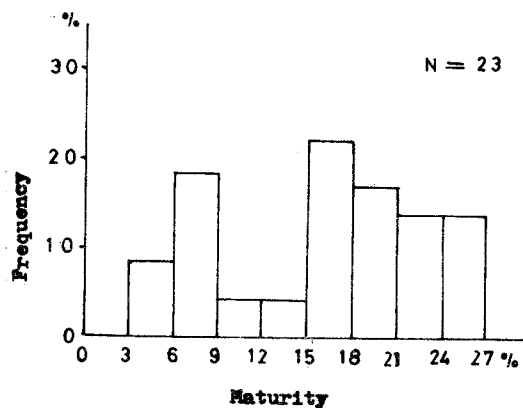


Fig.2 Maturity constitution of female fish at the time of admission.

Table.2 Numbers of died fish by sexes and unspawned fish at the end of experiment

section.	At the time of admission			Died fish.				Fish taken up.				unspawned fish	
	♂	♀	Total	♂	♀		Total	♂	♀		Total	Total	Frequency
					Before spawning	After spawning			Before spawning	After spawning			
A-1	166	94	260	81	23	153	157	85	2	16	18	25	26.5
-2	333	188	521	65	12	45	122	268	10	121	131	22	11.7
3	665	376	1,041	119	50	139	308	546	56	131	187	106	28.2
B-1	139	78	217	22	3	27	57	117	0	48	48	3	3.8
2	278	156	434	66	6	55	127	212	7	88	95	13	8.3
3	556	312	868	206	46	214	466	350	6	46	52	54	17.3

全試験期間中の斃死魚の性比はA区47~48%、B区48~58%で放養時の性比35.9%にくらべ高く試験終了時の性比が放養時の性比より低くなっているため、雌の方が多く斃死したことになる。また雌斃死魚のうち産卵後のものはA区70~93%、B区90~100%で、未産卵魚の斃死もA区30~7% B区10~0%みられた。未産卵斃死魚は腹部が膨満したものが多く、手で軽く圧すると少量の卵が排泄され、開腹した時の卵巣の肉眼的観察では、1次卵はアメ色に変化しているが、排卵中や排卵直前ではアユ卵は卵巣から容易にはなれる状態となるが、本調査の斃死魚はこのようなことはなかったため、過熱が原

因で斃死したものと考えられる。試験期間中の過熟親魚の斃死は試験終了間近になって見られた。

試験終了時には採集した雌魚の体重に対する生殖腺重量の割合の頻度分布を第3図に示したが、A-3区を除く他の区ではこの値が15%以下で産卵を終えたものが殆んどであったが、A-3区では、未産卵魚と考えられる27%以上の値のものが生存雌尾数に対して約30%出現した。A-3区で試験期間中に斃死した過熟親魚と試験終了時の未産卵生存魚の合計は106尾で放養雌尾数に対して28.2%となり、他の試験区よりも多かった。また、B-3区においても312尾中54尾の未産卵魚が発生し、その発生率は17.3%であった。これらの親魚の全てが過熟親魚であるとは言えないにしても相当数含まれていることは確実である。

過熟親魚の発生したA-3区は他の試験区よりも放養量が多く、全面積に対して $6\text{ kg}/\text{m}^2$ 産卵場面積に対して $9.6\text{ kg}/\text{m}^2$ であった。昼間は放養量の少ないA-1, B-1の区では殆んど親魚の弱い淵でゆっくりと遊泳し、流速の早い産卵床には見られなかった。一方放養量の多い区では昼間でも産卵床に多数遊泳していた。このことは放養量の多い区は、放養量に対して淵の面積が小さいので、その場所だけで遊泳密度が高すぎストレスを生じるため、産卵床にも移動したものと考えられる。したがって放養密度が高い区では日中においてもストレスが生じ易い状態であると言える。一方夜間における行動については観察しなかったが、夜間に産卵が行われるので産卵床の方へ移動する。この場合産卵場面積に対して産卵親魚が多いと満足な産卵が行われまいであろう。過熟親魚の発生は上記2点が主要原因になっているものと思われる。

このように過熟親魚の発生には昼間の遊泳中や夜間の産卵中の親魚の密度が大きく影響すると思われるので、これらの密度に差が生じる条件例えば産卵床面積と淵の割合、区画の形状や大きさ、成熟度のばらつき等によって過熟親魚の発生状況が異なるものと思われる。

以上のことから過熟親魚の発生は事業的に見るとマイナスにつながる問題であるので、放養する親魚量は過熟親魚の発生しない範囲内で最大に抑える必要がある。従ってA-3区の場合(産卵床に対する雌の放養密度は $3.5\text{ kg}/\text{m}^2$)よりも放養量を少なくするのが適当と考えられるが、更に放養後短期間に集中的に産卵させる場合この値はより低くしなければならないであろう。

産卵調査は25日間中に5回実施したが、各区とも各調査時に産着卵が認められ(第3表)、産卵は相当長期間にわたって行われた、これは供試魚の成熟度のばらつきが大きかったことによるものと考えられる。

供試魚には同じ条件で飼育したにも拘らずA区とB区とでは産卵傾向が異なった。即ちA区では第3調査時に各調査地点の産着卵密度の平均値(以下平均産着卵と言う)が他の調査次に比べ非常に高かった。が、B区ではB-1, B-3の試験区が第2次調査時にB-2では第3調査時に平均産着卵密度は高くなったが、他の調査時の密度とあまり差が見られなかった。

このように両区における流速水深等の産卵環境には大きな相違はなく、しかも同質の親魚を使用したにも拘らず、このように産卵傾向が異なったことは興味深い問題であると同時に、今後検討しなくてはならない問題でもある。

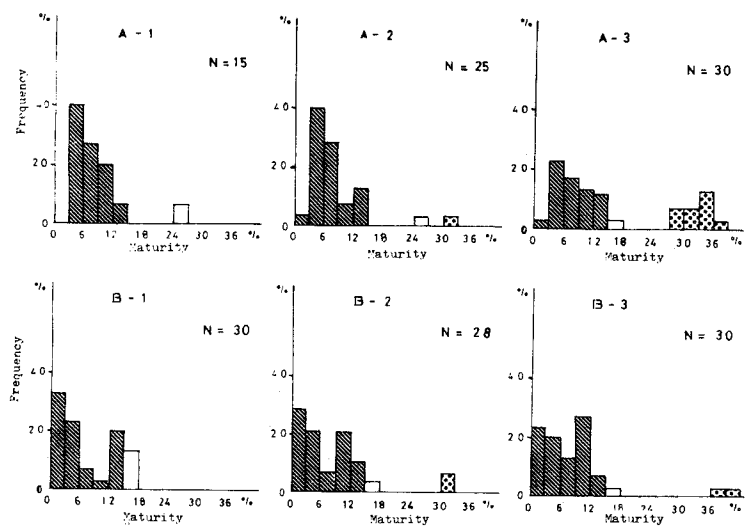


Fig.3 Maturity constitution of female Ayu collected at the end of experiment (Oct.28).

- Ovary estimated as spent
- Ovary estimated in the midst of spawning
- ▨ Ovary estimated with degenerated eggs

Table 3 Average numbers of eggs spawned in each section.

Section	Date	Pre-eyed eggs	Eyed eggs	Died eggs	Total eggs	% of died eggs
A-1	10/ 7	103	0	9	112	7.7(%)
	12	197	19	38	254	14.9
	17	54	347	105	506	20.8
	23	0	11	5	16	32.4
	28	0	1	0.5	1	17.6
A-2	10/ 7	92	0	112	204	55.0
	12	147	55	83	285	29.3
	17	642	241	281	1,164	24.1
	23	97	63	85	245	34.6
	28	22	29	68	119	57.0
A-3	10/ 7	473	5	29	507	5.7
	12	182	62	212	456	46.5
	17	445	454	663	1,562	42.5
	23	69	60	116	245	47.4
	28	68	78	137	283	48.3
B-1	10/ 7	121	0.4	12	133	8.7
	12	49	109	50	208	24.3
	17	38	25	17	80	21.3
	23	48	68	27	143	18.8
	28	5	12	19	36	53.0
B-2	10/ 7	223	3	20	246	8.1
	12	46	43	5	98	4.8
	17	148	76	32	256	12.5
	23	44	29	45	118	38.0
	28	12	30	50	92	53.8
B-3	10/ 7	333	22	72	427	16.9
	12	82	243	200	525	38.2
	17	150	14	128	292	43.8
	23	54	72	50	176	28.4
	28	15	14	47	76	62.2

d --- Percentage of dead eggs
 $(\text{Dead eggs} / \text{Total eggs}) \times 100 (\%)$

調査時別の産着卵密度と産着卵を未発眼卵、発眼卵、死卵に分けてそれぞれの割合を図示したのが第4図、第5図であるが、平均産着卵密度の一番高かった調査時の産着卵密度が80万粒/ m^2 こえた地点はA-1では2地点、A-2 2地点、A-3区 4地点、またB区では 0 1地点 3地点あり、また各区の平均産着卵密度はA区ではそれぞれ50.6万粒/ m^2 、116万粒/ m^2 、156万粒/ m^2 、B区では20.8万粒/ m^2 、25.6万粒/ m^2 、52.5万粒/ m^2 となり、親魚の放養量が多いと高産着卵密度の地点が増加するとともに、平均産着卵密度も高くなった。A区とB区で平均産着卵密度に差が見られたのは産卵傾向が異なったことも一つの原因であろう。

産卵床の実際の平均産着卵密度の推定は、産着卵数とその面積から加重平均によって求められなくてはならない。各産着卵密度に対する面積が不明であるが、放養量の多い区程高密度に産着している面積が多くなっているため、放養量の多い区程単純に平均した値は実際の平均産着卵密度に近づくものと考えられる。A試験区の結果から推定すれば m^2 当り100万粒の平均産着卵は容易に期待しうるであろう。この値は天然河川における平均産着卵密度10万~20万/ m^2 にくらべ非常に高く、人工河川によるアユの増殖は高生産性と言える。

死卵発生率を見ると、第1次調査ではA-2を除いた他の区では非常に低く、第3次調査時には高くなり、第5次調査では産着卵密度が低かったにも拘らず、更に死卵発生率は高くなり、一般に経時的に高くなる傾向が見られた。

産着卵密度と死卵発生率との関係を第6図に示したが両者の間には相関関係が見出されず、この場合高い産着卵密度が死卵発生の原因であると単純には言えないようである。また死卵発生率が経時的に高くなったことは、産卵初期には産卵床が新しく浮泥の沈積がなかったが、試験経過とともに徐々に浮泥が沈積した結果ではないかと考えられる。

以上のことから人工河川での平均産着卵密度は100万粒/m²は可能であることが明らかになったが、産着卵面積に対して親魚の放養量をどの程度にすべきか、いまだ明らかでない。しかしながら親魚の適正放養量は前述のように短期間に集中的に産卵させる場合と、長期間にわたって産卵させる場合では異なることが考えられる。人工河川の場合長期間かけて産卵させる場合、終期には死卵発生率が高くなること、或る期間低産卵密度になる場合もあるので、短期間に集中的に産卵させて孵化が終了すれば、産卵床の耕耘後

再び親魚を放養して産卵させ産卵回転数を多くする方法が高生産性高効率であろう。

産卵密度が100万粒/m²となる雌親魚の量は親魚による卵食害を考慮せずに単純計算すれば100万粒÷1000粒(体重1gにつき1,000粒)=1kgとなる。したがって親魚の適正放養量は過熟親魚の発生が見られない最大量と本実験で得られた1m²当り100万粒の産着卵密度を維持するための必要親魚量との間に存在するものと考えられる。

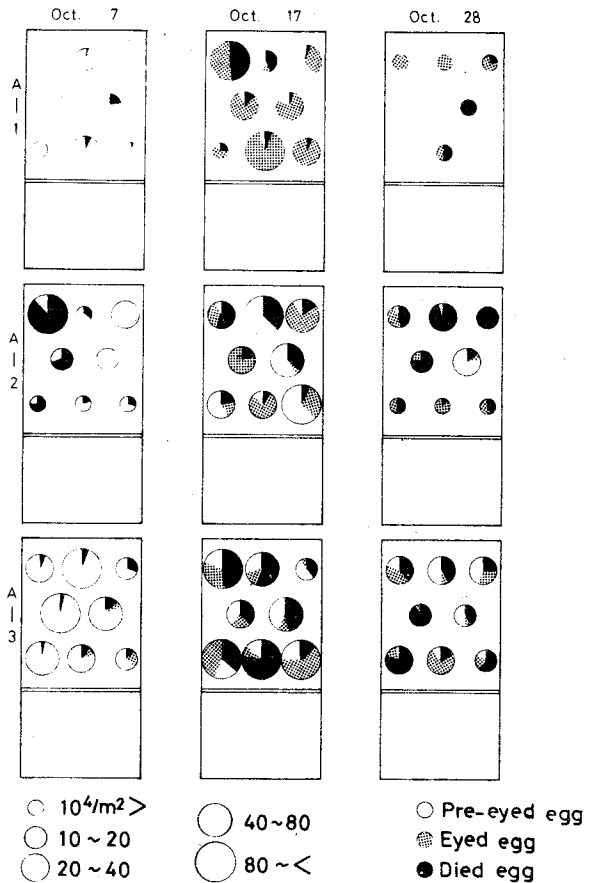


Fig. 4 Density of eggs spawned at each point in section A during the investigation.

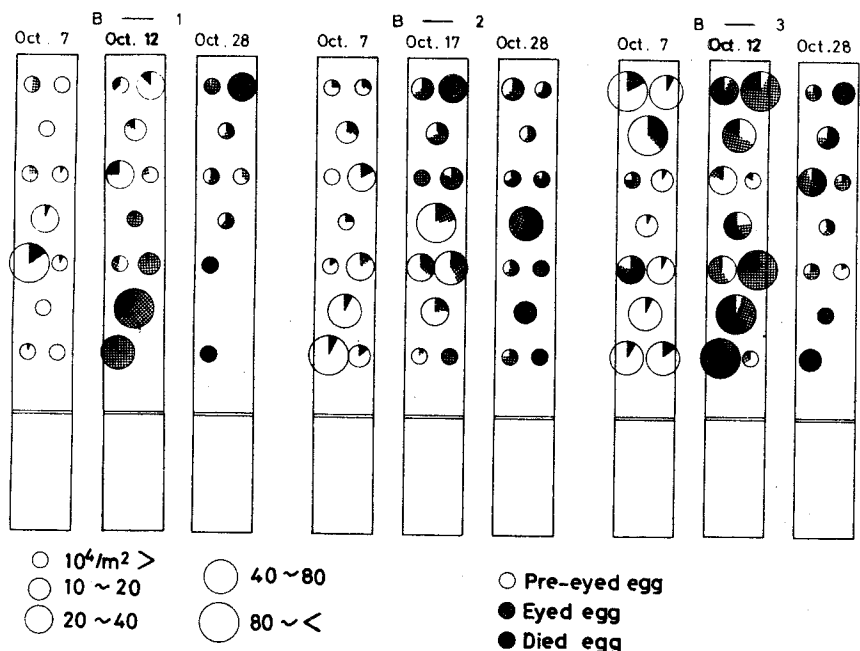


Fig. 5 Density of eggs spawned at each point in section B during the investigation.

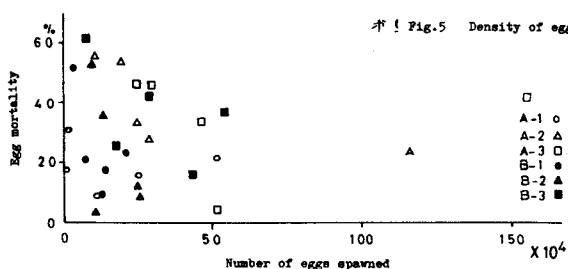


Fig. 6 Correlation between numbers of eggs spawned and egg mortality.

要 約

人工河川における、産卵親魚の放養適正量について、検討し次のことが明らかになった。

- 1 産卵親魚を多く、放養するとストレスを起し、過熟親魚の発生が多くなった。
- 2 人工河川において、平均 100 万粒/㎡の産卵は可能である。
- 3 長期間にわたって産卵させることは、死卵発生率が高くなり、また或る期間低産着卵密度となる可能性が強いので、単位当りの生産高を高めるためには、 期間内に集中的に且つ高密度に産卵させるとともに、産卵回数を多くした方が良い。
- 4 産着卵密度と死卵発生率の間には、相関的な関係が見られなかったので、産着卵密度が、あまり死卵発生率に関与していないと思われる。