

人工河川におけるアユの産卵環境 (1)

大型養成親魚に対する産卵床の砂礫の適正な大きさについて

Studies on the Conditions of the Spawning Bed in the Artificial River (1) On the Appropriate size of Gravels in the Spawning Bed for the Large Farming Ayu-fish

はじめに

人工河川内の人工産卵床に産卵させる親魚は、湖中から遡上する天然親魚のほかに、養成親魚も考えられている。

湖中棲息のアユ親魚は小型魚(10g以下)であるのに対し、放養する養成親魚は一般に大型魚が使用されるので、人工河川内に造成する産卵床の環境は親魚の大きさによっても異なることも考えられるので、今年度は大型親魚に対する適正な産卵床について検討した。

本試験は、滋賀県アユ苗漁業協同組合連合会より、供試魚の提供を受けて実施した。ここに記して謝意を表す。

調査方法

1 試験実施期間 1978年10月12日から11月1日まで

2 試験区の設定 実験人工河川内の産卵環境調査区を、スクリーンで第1図に示したように区切り、8試験区を設置し、上流よりA区、B区、C区とした。

試験区の面積は約60m²で、その内51m²を角材で9区画に分け、大礫(25~50mm)、中礫(10~25mm)、小礫(5~10mm)の3種類の礫をラテン方格に入れ産卵床を造成した。なお、礫の厚さは各区画とも10cmとした。

各試験区の産卵環境条件は第1表に示したとおりであつた。用水はびわ湖の5m層ならびに20m層から取水し、これを混合した。流水量は800l/sec、水温は19.0~14.0℃の範囲であつた。

3 供試魚 供試魚は虎姫町の1養魚場で養成したものうち、肉眼的に発病していない健康魚と思われるものを選別して用いた。放養量は各試験区にそれぞれ150kg(2,252尾 2.5kg/m²)ずつ放養した。その放養親魚の体型および成熟度は第2表のとおりであつた。

4 産卵調査方法 産卵調査は10月18日、25日、11月1日の8回実施した。調査は第2図に示したように、各区ともそれぞれ1小区画6地点の計54地点について行つた。調査方法は前報と同様であつた。

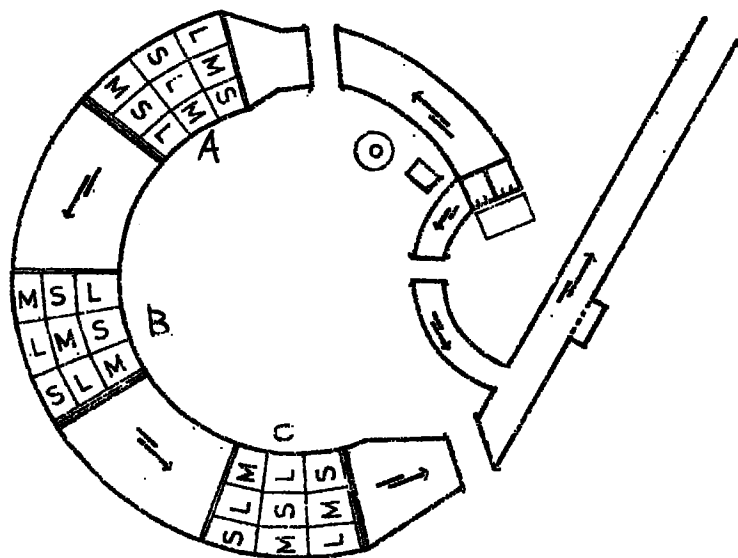


Fig. 1 The sketch of investigating area

L Large size gravels
M Middle size gravels
S Small size gravels
water current

Table. 1 Conditions of spawning ground

points	A Section		B Section		C Section	
	speed of current	Water depth	speed of current	Water depth	speed of current	Water depth
Out side	m/sec 0.51	cm 1.24	m/sec 0.27	cm 20.0	m/sec 0.11	cm 81.0
Middle side	0.42	11.5	0.25	20.0	0.11	81.8
In side	0.51	12.5	0.26	20.0	0.12	82.0

Table. 2 Size and gonad index of stocked farming Ayu-fish

Sex	Body length	Body weight	Gonad index	Sex ratio
Female	15.84 cm	65.82 g	19.08 %	1 : 1
Male	16.18	67.86	7.80	

結果および考察

1 放流後の親魚の行動と産卵開始時期について

同一養魚場で飼育したものを、8つに分けてそれぞれ放養したにも拘らず、各区の放流後の魚群の行動は異なつた。A区では放流後数時間内は下流のスクリーン附近に集まっていたが、その後は区画内に分散し、正常な遊泳行動となつたが、B区、C区では放流後数日間は側壁にそつて遊泳し、その後は上下のスクリーンの所に集まるとともに区画内に分散した。

また各区の産卵開始時期を見ると、A区では放養後数時間後に1部の親魚が産卵しているのが観察されたが、B区、C区での産卵行動が見られたのは、放養後6~7日経過してからであつた。

このことは放養後6日目の10月18日に実施した第1回の産卵状況調査の結果からも明かである。即ち、A区では9小区画中8小区画に産着卵が認められ、その産卵量は1,084万粒であつたが、B区では2小区画またC区では1小区画に産着卵が認められ、総産着卵数はそれぞれ78万粒、2万粒でA区にくらべ非常に少なかつた。

このように同一親魚を同時に8つに分けて放養したにも拘らず、魚群の遊泳状態や産卵開始時期が異なつたことは、環境条件が大きく左右しているものと考えられる。

流量は各区とも 300 l/sec. で同一条件であつたが、水深がA区 11.9~12.4 cm、B区 25.0~27.0 cm、C区 81.0~82.0 cm と異なるため、流速はA区 0.51~0.42 m/sec.、B区 0.27~0.25 m/sec.、C区 0.12~0.11 m/sec. と略等比級数的に低下している。

石田は同一条件の池で水深を変えてアユの産卵状況を調査し、全長15 cm以上の大型アユでは水深に対して選択性を示さなかつたと報告しているので、上記のような差が生じた原因は水深以外のものと考えられる。

円型方式と縦型方式の池で、用水量を同一にしてアユを飼育しても円型池のアユは人影等にあまり

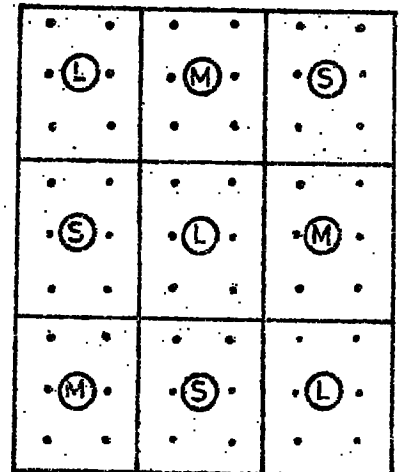


Fig. 2 Investigating points of spawned eggs - Investigating point L.M.S. kinds of spawning bed

Table 3 Results of investigation

Invest.	Section	Size of gravel	Total no. of spawned eggs	Living eggs		Spawned area (m ²)	Density of spawned eggs/m ²
				No.	%		
1st investigation	A	Large	265	246	92.8	10.6	25
		Middle	7,284	6,551	89.9	17.0	425
		Small	2,787	2,675	96.0	17.0	164
		Total	10,336	9,472	91.6	44.6	232
	B	Large	0	0	0	0	0
		Middle	708	672	94.9	4.9	144
		Small	27	23	85.2	4.9	6
		Total	735	695	94.6	9.8	75
	C	Large	20	20	100.	6.4	3
		Middle	0	0	0	0	0
		Small	0	0	0	0	0
		Total	20	20	100.	6.4	3
TOTAL			11,091	10,187	91.8	60.8	182
2nd investigation	A	Large	2,763	2,422	87.7	17.0	163
		Middle	3,664	2,651	72.4	17.0	216
		Small	1,289	1,219	94.6	17.0	56
		Total	7,716	6,292	81.5	51.0	151
	B	Large	959	383	39.9	17.0	56
		Middle	3,632	2,889	79.5	17.0	214
		Small	5,625	4,203	74.7	17.0	331
		Total	10,216	7,475	73.2	51.0	200
	C	Large	2,016	1,729	85.8	17.0	119
		Middle	4,645	4,192	90.2	17.0	273
		Small	4,356	2,962	68.0	17.0	256
		Total	11,018	8,883	80.6	56.0	216
TOTAL			28,950	22,650	78.2	153.0	189
3rd investigation	A	Large	3,093	2,836	91.7	17.0	182
		Middle	4,804	4,133	86.0	17.0	283
		Small	2,091	1,842	87.8	17.0	123
		Total	9,988	8,811	88.2	51.0	193
	B	Large	677	652	96.3	17.0	40
		Middle	6,739	5,552	82.4	17.0	396
		Small	10,288	5,399	52.5	17.0	605
		Total	17,704	11,603	65.5	51.0	347
	C	Large	549	419	76.3	17.0	32
		Middle	1,892	1,210	64.0	17.0	111
		Small	8,168	4,493	55.0	17.0	480
		Total	10,609	6,122	57.7	51.0	208
TOTAL			38,300	26,536	69.3	153.0	250

No. of Ayu eggs × 1,000
Spawned area m²

おどろかないが、縦型方式の池はおどろき易い。このように両方式では魚群の行動に差が見られる主たる原因は、流速が両方式の池で非常に異なるためと考えられている。

丁度このような関係が本調査においても、あてはまるものと推察される。A区では流速が強い関係で、放流した親魚が早く精神的に安定し、しかも産卵環境が良かったため産卵が早期に開始されたものと考えられる。上記の結果から判断すれば、養成親魚を放養し、早く精神的に安定させて早く産卵させるためには、或る程度の流速が必要で、少なくとも0.5m/sec.の流速が必要であろう。

2 産卵床に対する養成親魚の産卵反応等について

本試験の主目的は3試験区を設定し、それぞれ流速(水深も異なる)を変え、しかも各区とも9小区画に分け25~50mm、10~25mm、5~10mmの3種類の礫をそれぞれの小区画にラ



Fig. 3 Density of spawned eggs of each investigation

テン放格に敷き、養成大型親魚が、8種類の産卵床に対する産卵の反応について検討し、産卵床としての適正な礫の大きさを見出すことである。

産卵開始前は5~10mmの小さな礫は流れに流されることはなかったが、産卵開始時点から小礫は流れ、調査終了時には第4図のような分布状態となり、流れの速い区程広範囲に移動した。しかしながら他の礫ではこのような現象は見られなかった。

この移動は親魚の産卵行動によるものであるが、同様の礫を使用して行った他の産卵実験では、使用した親魚の平均体重が9gの小型であつた関係で、流速も本試験と同程度であつた²⁾にも拘らず礫は流されなかった。したがって放養する親魚の大きさによつても産卵床の礫の大きさを変える必要がある。本試験に供試した親魚の大きさでは、流速0.12m/sec.以上の時には5~10mmの礫は不適当と考えられる。

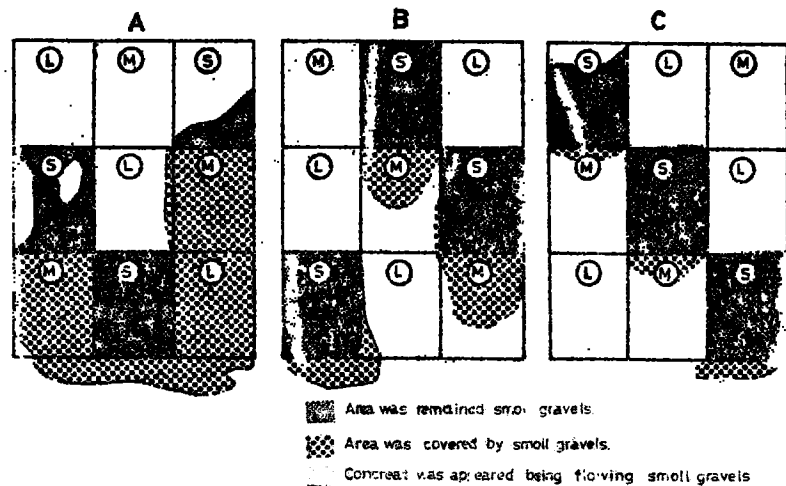


Fig. 4 The sketch of the conditions of small gravels at the end of the experiment

次に8種類の礫の産卵床に対す

るアユの産卵反応を各区の産卵調査時の総産卵量から検討したのが第4表である。

8試験区の各調査時における小区画内の産卵量を多いものから順に並べ、それを8等分して産卵反応の強弱をそれぞれ++、+、+に分類し、大礫、中礫、小礫の小区画がどのクラスに入ったか、その出現率から各礫に対する産卵反応の強弱を検討した。

Table. 4 Spawner's response for the three kinds of spawning bed.

Section	Invest.	Strength of the response								
		+	+	+	+	+	+	+	+	+
A	1st	M	M	S	M	S	S	L	L	L
	2nd	L	M	M	S	M	S	S	L	L
	3rd	M	L	M	S	S	L	M	L	S
B	1st	M	S							
	2nd	S	S	M	M	S	L	M	L	L
	3rd	S	M	S	M	M	S	L	L	L
C	1st	L								
	2nd	M	S	S	L	M	M	S	L	L
	3rd	S	S	S	M	M	M	L	L	L
Times of appearing		L 8, M 10, S 11			L 8, M 10, S 8			L 16, M 2, S 8		

L Lavge size gravel

M Middle size gravel

S Small size gravel

A区においては中礫区、小礫区、大礫区の順で産卵量が多かったが、B区、C区では礫の小さい程産卵量が多かった。しかしながらA区では上述したように小礫の移動があつたので大礫区、中礫区は移動して来た小礫と混合状態となつたので、礫に対する親魚の反応は大礫、中礫のみの礫に対する反応と異なることも考えられるが、小礫区で産着卵は礫とともに移動するので、移動して来た小区画の産卵量は過大に評価され、また小礫区は礫がなくなつて河床の露出した所もあるので、その小区画の産卵は少なくなることも考えられるので、これらの状況を考慮すれば、大型親魚の産卵床の礫の大きさに対する反応は小礫>中礫>大礫で石田の結果²⁾と同様であつた。

3 礫の大きさならびに流速と死卵発生率について

死卵の発生に関連すると思われる要因は、礫の大きさと流速であろう。この関連性を見るため、8試験区の3調査時における総産着卵数に対する死卵数即ち死卵発生率を礫の種類別にとり、第5表にまとめた。

まず各試験区の死亡発生率を見ると、第1次、第2次調査では各試験区との間に死亡発生率に差が見られなかつたが、第3次調査ではA区11.8%の死卵発生率に対し、B区、C区ではそれぞれ84.5%、42.8%で流速が遅い程死卵発生率は高かつた。

また礫の大きさと死卵発生率との関連は、第1次、第2次調査では第2次調査のB区の大礫区に70.1%の高い死卵発生率が見られたが、流速と死卵発生率との間にあまり差が見られなかつた。第3次調査では、A区の各礫の死亡発生率は8.8~14.0%と低率で、各礫では差が見られなかつたが、流速の弱いB区、C区では大礫区8.7%、28.7%、中礫区17.6%、86.0%、小礫区47.5%、45.0%で礫の大きさが小さいと死卵発生率が高くなつた。なお試験終了時に各区の産卵床に沈殿している浮泥量を観察すると、流速が弱い程浮泥沈積量が多かつた。

Table 5 Mortality of spawned eggs in the three kind of spawning bed

Section	Size of gravels	Time of investigation								
		1st			2nd			3rd		
		Total No of spawned eggs	No of dead eggs	Mortality	Total No of spawned eggs	No of dead eggs	Mortality	Total No of spawned eggs	No of dead eggs	Mortality
A	Large	×1000 265	×1000 19	7.2	2,768	841	12.8	8,098	257	8.8
	Middle	7,284	783	10.1	8,664	1,018	27.6	4,804	671	14.0
	Small	2,787	112	4.0	1,289	70	5.4	2,091	249	12.2
	Total	10,896	864	8.4	7,716	1,424	18.5	9,988	1,177	11.8
B	Large	0	0	0	959	576	70.1	871	25	8.7
	Middle	708	36	5.1	8,682	748	20.5	6,799	1,187	17.6
	Small	27	4	14.8	5,625	1,422	25.3	10,288	4,889	47.5
	Total	785	40	5.4	10,216	2,744	26.3	17,704	6,101	34.5
C	Large	20	0	100.0	2,016	287	14.2	549	180	29.7
	Middle	0	0	0	4,545	458	9.8	1,843	682	36.0
	Small	0	0	0	4,856	1,894	32.0	8,163	3,676	45.0
	Total	20	0	0	11,016	2,185	19.4	10,665	4,456	42.8

(×1000)

以上の結果から考察すると、次のことが云える。第1次、第2次調査では流速ならびに礫の大きさと死卵発生率との間に関連性が見られなかつたのは、試験開始時からの日数があまり経過していない時期に調査したので、浮泥沈積量が少なく、各区ともこれが死卵発生率の大きな原因となつておらず、産着卵の産卵からの経過日数の相違による死卵発生率の差等の他の原因が大きく影響していたためであろう。第3次調査では浮泥の沈積が多くなり、これが産着卵の卵発生に影響を与えるようになり、

この浮泥沈積量が流速や礫の大きさにより量的にまた沈積状態が異なつたために死卵発生率に差が生じたものと考えられる。云いかえると流速は死卵発生に直接的な原因であるよりも、流速は浮泥の沈積量に影響し、この沈積した浮泥が産着卵と接する水の交換に影響を与え、その結果死卵が発生する。したがって流速や礫の大きさは、間接的な死卵発生の原因で、直接的な原因は流速や産卵床の礫によつて影響を受ける浮泥沈積量と考えられる。

4 アユ親魚のアユ卵の食害について

白石等や滋賀県水産試験場では、アユ親魚のアユ卵の捕食状況について調査し、いずれも雄よりも雌が捕食量が多いと報告しているが、³⁾ 本調査でも同様の結果であつた。(第6表)

各区をそれぞれ2回採集した雌親魚のアユ卵捕食状況はA区 13 2粒、B区 14 51粒、C区 80 88粒(測定尾数11~85尾の平均値)で流速と親魚のアユ卵の捕食との間に関係があるようで、流速が親魚のアユ卵の捕食行動に影響を与えていると思われる。

以上の結果を総合的に検討すると、産卵開始の早遅や孔卵発生率に大きく影響を与えるのは流速であり、少なくとも0.5 m/secの流れる必要である。産卵床の礫の大きさに対するアユの産卵反応には強弱があり、本試験に使用した8種の大きさの礫では、小型の礫に強く反応した、また礫の大きさにより孔卵発生率が異なり、礫が小さい程死卵発生率が高い、しかも産卵行動によつて小礫は流されたことから考えると、本試験に用いた親魚の大きさでは、10~25mmの礫が最も産卵床として適当であると考えられる。

Table. 6 Average number of eggs in the spawner's stomach

Date	A section		B section		C section	
	Female	Male	Female	Male	Female	Male
Oct. 26	13	0	14	5	80	1
Nov. 1	2	1	51	2	88	4

要 約

流速および産卵床の礫の大きさを変え、大型養成親魚を放養し、自然産卵による方法で、産卵環境条件について検討した。

- 1 放流親魚の産卵開始の時期は池の環境条件、等に流速によつて左右される。
- 2 大きさが異なる8種の礫の産卵床に対する親魚の産卵反応には強弱があり、本試験に使用した8種類の礫の大きさでは、小さな礫に多く産卵することが明かとなつた。
- 3 5~10mmの礫は親魚の産卵行動により移動したので、本試験に供したアユの大きさで、流速0.11 m/sec. では産卵床としては不適である。
- 4 流速や砂礫の大きさは死卵発生率に影響する。0.5~0.11 m/sec. の範囲では流速が強い程、また礫が大きいと死卵発生率は低くなる。
- 5 本試験の結果から流速は0.5 m/sec. 産卵床の礫の大きさは10~25 mmが適当である。

文 献

- (1) 石田力三 日本水産学会誌 1962 Vol. 28 No. 24
- (2) 石田力三 同上 1961 Vol. 27 No. 12
- (3) 滋賀県水産試験場 琵琶湖水産資源維持対策調査報告書 1972.