

コイ稚魚の生産に関する基礎研究—I

1966年（昭和41年度）のマゴイ稚魚の生産結果について

安部直哉・片瀬悦雄

コイの増殖事業は多くの地方の水産研究機関で行なわれているが、コイ稚魚の養成についての報告が少ないことをみると、それぞれの機関で問題点は研究され、解決されているのであろう。当場においてはかつては、鴨宮増殖場において、また昭和38年以後は現在地において、コイ稚魚生産事業を実施しており、コイ稚魚生産数の増加を目的として、採卵から稚魚の配布にわたるこの事業についての基礎研究を計画した。1966年は、まずマゴイ稚魚生産事業上の基本的な事項の記録測定を目標にした。種々の事情で計画の一部しか実施出来なかったが、得られた資料を報告する。

当場におけるコイ稚魚養成方法の概要

当場におけるマゴイ稚魚の養成方法は、「コイ稚魚生産配付」で述べられているが簡単に記すと次のとおりである。

4月下旬から5月上旬頃に、前年の産卵期以後、親魚池に収容飼育されていた親魚の雌雄の選別を行なう。一方、ふ化稚魚養成池に施肥を行ない、餌料となるプランクトンを発生させる。この発生状況をみはからって、雌雄親魚の配合を1回あるいは数回にわけて行ない、採卵する。過去数年間のマゴイの主産卵日は、1963年は5月10日、1964年は5月8日、1965年は5月11日である。採卵用魚巢としてはフサモ、ヒカゲノカズラを主に使用し採卵した卵は池が整備されていないため、そのまま、1000m²大の稚魚育成池に収容してふ化させる。ふ化後は、池の生物餌料と給餌によって飼育し、以後、秋期の池干しによる残存魚の取揚までの間に適時小型掬網と引網によって稚魚を取揚げ、全長3.0cm以上（1965年までは全長2.5cmであった）の魚を数階級の配布規格に選別して配布している。

1966年のマゴイ稚魚養成経過

1966年のマゴイ稚魚養成の経過は次のとおりである。

- 4月19日 稚魚育成池（F—2号池、F—3号池）に消石灰を散布。
- 4月23日 尿素、塩化カリ、過磷酸石灰を施肥。
- 4月25日 雌雄混合で越冬した親魚を二次性徴をもとに雌雄別に選別。
- 5月12日 触診により第1回採卵用の雌親魚を選別、同日17時、産卵池に雌20尾と雄79尾を配合収容。
- 5月14日 0時頃から朝まで盛んに産卵。卵は主にF—3号池に収容。
触診により、第2回採卵用の雌親魚を選別、同日16時、産卵池に雌14尾と雄40尾を配合収容。
- 5月15日 第2回採卵魚群は早朝から13時30分頃まで盛んに産卵。卵は主にF—2号池に収容。
- 5月17日 第1回採卵のF—3号池に収容した卵のほとんどがふ化。
- 5月19日 第2回採卵のF—2号池に収容した卵のほとんどがふ化。
- 5月26日 給餌開始。
- 6月3日 第3回採卵用親魚、雌44尾と雄150尾を配合、ほとんど産卵せず。
- 7月6日 F—2、F—3号池から第1回配布のための取揚。以後、池干しまで適時に取揚と配布を行なった。
- 8月24日 F—3号池を干して残存魚全部を取揚。
- 8月25日 F—2号池を干して残存魚全部を取揚。以後、配布を行った。
- 12月9日 コイの配布終了。

施肥方法、栄養塩類の測定値とプランクトンの発生状況

マゴイ稚魚育成池として、前年と同じくF-2号池とF-3号池を使用した。両池の面積、施肥量を表1に示す。稚魚育成池の水温として、両池の水温は近似していたので、表2にF-2号池の観測値を示す。4月19日に

表1 コイ稚魚養成池の面積と施肥量、各肥料の単位はkg、()内の数値は1 m²当りのkg数を示す。両池ともに、平均水深70cm。

池番号	面 積 (m ²)	消石灰の散布		施 肥 量			
		散布年月日	散 布 量	施肥年月日	尿 素	塩化カリ	過磷酸石灰
F-2	1,062	1966. 4. 19	280 (0.26)	1966. 4. 23	20.0 (0.19)	21.0 (0.20)	40.0 (0.38)
F-3	1,239	1966. 4. 19	340 (0.27)	1966. 4. 23	23.0 (0.19)	24.0 (0.19)	44.0 (0.36)

表2 稚魚育成池の水温、F-2号の観測値を示す。

月	旬	10 時	16 時
5	上	19.4	21.4
	中	20.8	22.5
	下	19.5	22.7
6	上	19.6	19.4
	中	20.9	20.4
	下	24.2	24.9
7	上	22.4	22.5
	中	23.6	25.0
	下	28.4	30.3
8	上	25.5	26.6
	中	27.1	27.4
	下	—	—

池水を落として消石灰を散布し、以後、少量の注水をして4日後の4月23日に平均水深70cmに注水して尿素、塩化カリ、過磷酸石灰を施肥した。この施肥量はこれまで當場で行なってきた量と同じである。表1の()内に肥料の1 m²当りのkg数を示した。F-2号池についてN、P、Kの濃度はNとして12.4ppm、Pとして7.5ppm、Kとして17.2ppmである。

施肥後、両池の東岸中央点を定点として水質分析用の採水とプランクトンの採集を行なった。水質分析の結果を、測定回数

が少ないが、参考までに表3に示す。
動物プランクトンの採集は定点の池岸の表層水を10ℓバケツで採水し、XX13付のネットで濾した採集物を遠心沈澱し、よ

く攪拌して化学分析用メスピペットで0.1mlをとり、このなかの種類と個体数をかぞえ、池水1ℓ当りの個体数として表わした。種の分類は水野⁴⁾を参考に行なった。表4—1、4—2にその結果を示す。
施肥後60日間の動物プランクトンは両池ともにBrachionus

F-2号池のBrachionus類はBr. c. var. dorcass が優先種で、施肥後25日目の5月18日に最高密度30,400個体/lに達し、収容卵のほとんどが5月19日にふ化した。

F-3号池では Br. c. var. dorcass は施肥後16日目の5月9日以後は出現せず、これにかわるように Br. c. var. amphiceros が優先種になり施肥後19日目の5月12日に最高密度25,000個体に達したが、5月14日には3,400個体に減少し、収容卵のほとんどが5月17日にふ化した。5月18日には4,400個体であった。

両池とも Moina macrocopa と Asplanchna sieboldi は Br. c. var. dorcass, var. Pmphiliceros, Br. urceolaris より後に、それぞれ Brachionus 類の最高密度に達した日に出現した。

Br. angularis, Filinia longiseta, Polyarthra trida, Cyclopoide は両池ともに施肥後30日以後に出現した。以上のように、両池の動物プランクトンの構成種、出現傾向、密度等は近似していた。

植物プランクトンの連続測定は行なわなかった。

4月30日には両池ともに Microcystis が発生しはじめ、表3に示したように5月4日には、すでに日中の溶存

酸素量が 18ppm を示す状態になり、以後 8 月下旬まで *Microcystis* の蓄殖が盛んで *Hydrodictyon* (アミドロ属) の蓄殖は抑制されて一度も発生せず、また、水害りも起こらなかった。

ふ化後短期間のコイ稚魚の摂餌量、餌料プランクトンの有効密度と稚魚の成長、生残との関係及び餌料プランクトンの採集方法等は今後の研究課題である。

表 3 施肥後の稚魚養成池の水質分析, pH は比色法, DO はウインクラー法, $\text{NH}_4\text{-N}$ はネスラー法, $\text{NO}_2\text{-N}$ は GR 法, $\text{NO}_3\text{-N}$ はブルジソ法, $\text{PO}_4\text{-P}$ はリンモリブデン青法, 全アルカリ度はメチルオレンジ-硫酸法によって測定した。^{1) 2) 3)}

池番号	月日	時刻	天候	水温 (°C)	pH	DO (ppm)	DO 飽和度 (%)	NH ₄ -N (ppm)	NO ₂ -N (ppm)	NO ₃ -N (ppm)	PO ₄ -P (ppm)	全アルカリ 度 (meq)
F-2	4.30	950	晴	21.0	9.6	9.70	109	1.30	0.48	0.90	1.68	1.94
	5.2	900	晴	17.2	9.8	14.98	154	0.07	0.17	0.48	0.77	1.65
	5.4	1330	晴	21.7	9.8	17.94	202	0.03	—	1.45	0.36	1.43
	5.9	950	晴	20.1	9.4	6.73	73	0.08	0.20	0.03	0.76	1.41
	5.18	950	晴	21.1	8.2	3.71	41	trace	0.13	1.11	1.45	8.70
	6.9	925	曇	21.3	—	1.17	13	trace	trace	trace	0.22	12.44
F-3	4.30	950	晴	21.0	9.6	7.49	82	2.71	0.48	0.41	2.17	2.22
	5.2	900	晴	17.9	9.6	13.51	141	0.12	0.19	0.23	1.55	1.91
	5.4	1330	晴	21.1	9.8	17.32	193	0.06	0.25	0.58	0.99	1.50
	5.9	950	晴	20.0	9.4	—	—	0.07	0.23	0.03	0.95	1.54
	5.18	950	晴	22.7	9.4	9.57	110	0.17	0.86	0.81	0.85	8.01
	6.10	1600	雨	18.7	9.4	10.64	113	0.03	0.01	trace	0.48	6.50

表 4-1 稚魚養成池（F-2号池）の岸部表層水中の動物プランクトン密度。池水1ℓ当りの個体数で示す。 採集時刻は9時30分～10時30分。

[illegible]

表 4-2 稚魚養成池（F-3 号池）の岸部表層水中の動物プランクトン密度。
採集時刻は 9 時 30 分～10 時 30 分。池水 1 ℓ 当りの個体数で示す。

プランクトン名	施肥後日数														採集月日
	7	9	11	16	19	20	21	25	30	34	39	42	59		
	4.30	5.25	45.9	5.12	5.13	5.14	5.18	5.23	5.27	6.16	46.21				
Brachionus calyciflorus var. dorcas	641	1314	1570	4838									23		
Br. C. var. amphiceros			90	1016	24940	22460	3428	4360	1539	7915	302	51	120		
Br. urceolaris	112		20	176	22										
Strombolidium ?	50		360												
Asphanchna sieboldi					624	280	421	80	576						
Moina macrocopa					22	280		1200	95						
Br. angularis var. bidens												790	24		
Filinia longiseta												3	24		
Polyarthra trigla												29	30		
Br. c. s. str.													27		
Holotrichida ?												20			

採卵方法と産卵数及び採卵数の推定値

1) 用いた採卵用魚巢

掛魚巢：フサモ等の採卵用魚巢に用いられる川藻はもはや県内河川で入手出来ないので長野県から購入した ヒカゲノカズラを主に用い、一部は当場内を流れる道保川のフサモを用いた。従来どおり 2 房を 1 連とした。

敷魚巢：産み出される卵のうち掛魚巢に付着しない卵の量は非常に多いので、今年は敷魚巢を併用した。クレモナ布地張りの幅 88cm、長さ 193cm、面積 1.7m² のものである。

2) 産卵前後の体重の測定による産卵数の推定

胸鰭基部に Atkins 型標識札を付けて個体識別をし、最小目盛 5 g のばね秤で産卵前後の体重を測定した。産卵数の推定方法は稲葉・野村⁵⁾の報告による、産卵数＝産卵による体重の減重量 (g) × 500 (減重量 1 g 当りの産出卵数) の関係を用いた。

3) 魚巢に産み着けられた卵（以下、産着卵という）の測定による採卵数の推定

産卵が始まると魚巢への付着状態を見はからって掛魚巢は適時取り換えられるが、産卵状態により、取り上げられる 1 魚巢当りの産着卵数には大きな差があるので、魚巢間の産着卵数の変動をなるべく小さくするように、取り上げた魚巢を適時群分けした。各群の魚巢から無作為に最低 10% 以上を抽出し、さらに重量により 1 掛魚巢の 1/4～1/8 を抽出して、その産着卵数をかぞえた。

敷魚巢については、掛魚巢同様に各群の最低 10% を抽出し、3 cm × 37 cm、面積 111 cm² の透明板を置いてその区域内の産着卵数をかぞえた。計数場所は、産着が平均しているものは無作為に、また明らかに産着密度が偏っているものは作為に最低 4 ケ所＝444 cm² を抽出して、産着卵数をかぞえた。

4) 第 1 回採卵の結果

1966 年 4 月 25 日に、雌雄混合で収容、越冬させた親魚を触診により雌 97 尾、雄 302 尾に選別し別々に収容した 5 月 12 日午後、雌親魚のうち 75 尾を触診した結果、産卵に適すると判定される魚は少なく、それでもまず 20 尾を選出し、産卵前体重の測定、標識付を行なった。産卵後の体重は 5 月 17 日測定した。このうち雌魚番号 1、2 番と雄 9 尾は C-3 号池で、雌魚 3-20 番と雄 70 尾は D-4 号池で配合した。雄親魚は追星の出現の良いもの及び既に放精するものを用いた (表 5)。

5 月 14 日 0 時頃から盛んに産卵が始まり朝まで続いた (表 6)。

産卵数の推定値

雌魚 20 尾の産卵前後の体重、産卵数の推定値を表 5 に示す。魚番号 4、6、16 番の魚は産卵中に標識札が落ち

表 5 第1回採卵の雌親魚の産卵前後の体重の変化と推定産卵数、魚番号4, 6, 16, の魚は産卵時に標識札が落ちたため、産卵後の体重は不明、触診判別の欄の記号の意味は大体次のとおり。

A：卵巣の体積は大きくなり、腹部全体がやわらかい魚

B：卵巣の体積は大きい、産卵口部付近のみやわらかい魚及び卵巣体積はあまり大きくないが、腹部全体がやわらかい魚

C：卵巣体積は少し大きく、腹部全体はかたい魚

20尾の産卵数の推定値は9273000卵である。

魚番号	産卵前体重 (g)	産卵後体重 (g)	減重量 (g)	推定産卵数 減重量×500 (×10 ⁴)	減重量 産卵前体重	触診判別
1	7100	6010	1090	54.5	0.15	A
2	5550	4060	1490	74.5	0.27	B
3	5670	4500	1170	58.5	0.21	C
4	3390	不明	—	—	—	C
5	8480	6940	1540	77.0	0.18	C
6	1560	不明	—	—	—	C
7	6220	4950	1270	63.5	0.20	A
8	7110	5800	1310	65.5	0.18	B
9	5270	4270	1000	50.0	0.19	A
10	3570	2940	630	31.5	0.18	A
11	5060	4280	780	39.0	0.15	A
12	3970	3030	940	47.0	0.24	B
13	7310	6120	1190	59.5	0.16	A
14	2400	1950	450	22.5	0.19	A
15	2670	2200	470	23.5	0.18	A
16	3520	不明	—	—	—	A
17	5750	5000	750	37.5	0.13	B
18	7910	6880	1030	51.5	0.13	B
19	10210	8620	1590	79.5	0.16	A
20	7290	6970	320	16.0	0.04	C

た魚であり、産卵後の個体識別が不可能であった。産卵前体重に対する産卵による減重量の割合は、20番の魚が4%という低い値を示したが、他の魚は13~27%の範囲にあり、これら16尾の平均値は18%であった。標識札が脱落した3尾について、この平均値を用いて産卵数を推定すると4番は305,000、6番は141,000、16番は317,000となり、20尾の産卵数の推定値の合計は9,273,000卵である。

採卵数の推定値

まず、産卵盛期前に取り上げた掛魚巣及び産卵盛期の掛魚巣と敷魚巣の産着卵数の測定例を示す。

測定例1

産卵池と標本群番号(A)：D-4-Ⅱ

魚巣の種類(B)：掛魚巣

魚巣を入れた時刻と魚巣の数(C)：5月13日10時頃、13連

魚巣を取り上げた時刻と魚巣数(D)：5月13日16時、13連

産卵状態(E)：5月13日午後から少し産卵(産卵盛期前)

抽出割合(F)：13連からX, Y 2連を無作為に抽出し、その1/8の産着卵数を計数

抽出魚巣1/8当りの産着卵数(G)：G_X……1172, G_Y……1249

1魚巣当りの産着卵数(H)：H_X……9376, G_Y……9992

1 魚巢当りの産着卵数の平均値（I）：9684
標本群全体の産着卵数の推定値（J）：9684×13=125892

測定例 2

A：D－4－Ⅳ
B：掛魚巢
C：5月13日17時～14日3時，30連
D：5月14日3～5時，30連
E：5月14日0～8時頃まで産卵盛期
F：30連からX，Y，Zの3連を無作為に抽出し，その1/8の産着卵数を計数
G：Gx……10263，Gy……9028，Gz……2384
I：Hx……82154，Hy……72224，Hz……19072
I：57800
J：57800×30=1734000

測定例 3

A：D－4－Ⅶ
B：敷魚巢
C：5月13日17～14日3時，18枚
D：5月14日3～5時，18枚
E：産卵盛期
F：18枚からX，Yの2枚を無作為に抽出し，Xは5ヶ所（555cm²），Yは6ヶ所（666cm²）の産着卵数を計数
G：敷魚巢Xの5計数ヶ所，それぞれ111cm²の産着卵数は265，283，403，272，309 計1532卵，100cm²当りの平均密度=276卵
敷魚巢Yの6計数ヶ所の産着卵数は285，410，241，263，315，449 計1963卵，平均密度=295卵/100cm²
H：Hx……46882，Hy……50059
I：48471
J：48471×18=872478

このようにして計算した雌親魚20尾からの採卵数の推定値，使用魚巢数，収容池等を表6に示す。

表 6 第1回採卵の使用親魚数，魚巢数，採卵数の推定値及び収容池。雌親魚の詳細は表5に示してある。1号池に収容の卵は他の実験等に供した。掛魚巢は全部ヒカゲノカズラである。

雌親魚番号 と 尾 数	雄親魚 尾 数	採卵池名 と 面 積 (m ²)	掛 魚 巢		敷 魚 巢		採卵数計	収 容 池		
			連数	採 卵 数	枚数	採 卵 数		F-2号	F-3号	I 号
1 番と 2 番 2	9	C－3 99	9	525,000	8	281,000	806,000	0	592,000	214,000
3 ～20番 18	70	D－4 180	62	2,174,000	29	932,000	3,106,000	314,000	2,792,000	0
計	20	—	71	2,699,000	37	1,213,000	3,912,000	314,000	3,384,000	214,000

雌親魚番号1と2番はC－3号池（99m²）でポリエチレン魚巢とヒカゲノカズラ魚巢の比較実験を行なったが一方的にヒカゲノカズラ魚巢に産卵したので，表6にはヒカゲノカズラによる採卵数のみを記した。掛魚巢は，両池とも全部ヒカゲノカズラを用い，敷魚巢は池面全部に敷くことは出来なかったもので，産卵盛期には，掛魚巢の下を中心にして，C－3号では底面積の15% D－4号では18%に敷いた。

採卵数推定のための標本の抽出数は，掛魚巢は71連から8連，敷魚巢は31枚から10枚である。

採卵数はC－3号池が806000卵，このうち掛魚巢が65%である。D－4号池は3,106,000卵で，掛魚巢によるものは70%であった。

5) 第2回採卵の結果

5月14日，第1回採卵に用いなかった残りの雌親魚77尾を再度触診して14尾の雌魚を選出した。14日16時に雄

魚40尾とC—4号池で配合した。翌15日朝から産卵が盛んになり13時30分頃まで続いた。

第1回産卵時と同様に産卵数と採卵数を推定した。

産卵数の推定値

雌親魚14尾の産卵前後の体重、産卵数の推定値を表7に示す。5番の魚は、わずか20gの体重の減少があっただけであった。この魚を除く13尾の産卵前体重に対する産卵による減重量の割合の平均値は16%、範囲は11~22%であった。14尾の産卵数の推定値は合計4,295,000卵であった。

表7 第2回採卵の雌親魚の産卵前後の体重の変化と推定産卵数。触診判別については表5と同じ。

14尾の産卵数の推定値は合計4,295,000卵、産卵前体重は5月14日に、産卵後体重は5月17日に測定した。

番番号	産卵前体重 (g)	産卵後体重 (g)	減重量 (g)	推定産卵数 減重量×500 (×10 ⁴)	減重量 産卵前重量	触診判別
1	3,760	3,050	710	35.5	0.19	B
2	6,650	5,930	720	36.0	0.11	A
3	4,600	3,920	680	34.0	0.15	A
4	5,250	4,210	1,040	52.0	0.20	A
5	8,720	8,700	20	1.0	0.00	C
6	4,480	3,670	810	40.5	0.18	A
7	4,020	3,140	880	44.0	0.22	A
8	8,570	7,620	950	47.5	0.11	B
9	5,000	4,180	820	41.0	0.16	A
10	2,650	2,230	420	21.0	0.16	B
11	2,920	2,570	350	17.5	0.12	A
12	2,750	2,290	460	23.0	0.17	A
13	2,170	1,760	410	20.5	0.19	A
14	1,910	1,590	320	16.0	0.17	A

表8 第2回採卵の使用親魚数、魚巣数、採卵数の推定値及び収容池。掛魚巣はヒカゲノカズラ16連、フサモ44連を使用した。

雌親魚数	雄親魚数	採卵池名 と面積 (m ²)	掛魚巣による		敷魚巣による		採卵数計	収容池
			連数	採卵数	枚数	採卵数		
14	40	C—4 99	60	967,000	27	1,095,000	2,022,000	F—2

採卵数の推定値

採卵結果を表8に示す。第2回採卵では、掛魚巣としてヒカゲノカズラを16連、フサモを44連用いた。敷魚巣は産卵盛期には池底面積の29%をおおった。採卵数推定のための標本抽出数は、掛魚巣は60連から6連、敷魚巣は27枚から6枚である。採卵数は合計2,022,000卵と推定され、そのうち掛魚巣によるものは46%であった。

6) 第3回採卵の結果

第1, 2回採卵に用いなかった雌魚44尾と雄魚150尾を6月3日にD—4号池で配合した。この雌魚の一部は5月15日頃、収容池に誤まって混入していた雄魚と産卵するものがあった。D—4号池に収容後は雌雄の産卵受精行動はほとんどなく、ごくわずかの卵が得られたのみであり、この卵数は計数せずF号池以外に収容された。雌魚10尾について産卵前後の体重を測定し、資料が得られた8尾の、産卵前体重に対する産卵による体重の減少

量の割合の平均値は5 %であった。

7) 産卵数と採卵数の推定値の関係

第1，2回の採卵について，産卵数と採卵数の推定値をまとめて表9に示す。第1回採卵時の産卵数は927万卵，採卵数は391万卵で，産卵数に対する採卵数の割合は42%である。第2回採卵時の産卵数は430万卵，採卵数は202万卵で採卵割合は47%である。第2回の採卵割合が第1回より高いのは，産卵盛期における敷魚巣による採卵数の割合も示す。

表 9 第1，2回の採卵時の産卵数と採卵数の関係。産卵数を100とした，掛魚巣と敷魚巣による採卵数の割合も示す。

産卵回次		1		2		計	
産卵数の推定値		9,273,000	100	4,295,000	100	13,568,000	100
採卵数の推定値	掛魚巣	2,699,000	29	927,000	22	3,626,000	27
	敷魚巣	1,213,000	13	1,095,000	25	2,308,000	17
	計	3,912,000	42	2,022,000	47	5,934,000	44

表 10 生卵率及び発眼卵率の測定値。これらの値をもとに，第1回，2回の発眼卵数を計算した。

* 事例6，7は事例2，3と同じ標本群についての測定値。

事例番号	採卵期	採卵池	魚 巣	産卵後日数， 発 育 段 階	調査卵数	生 卵 率 発眼率(%)
1	第1回採卵	C-3	敷 魚 巣	産卵から約1日 後の卵	740	89
2	"	"	"	"	1,002	83
3	"	"	"	"	672	83
4	"	D-4	"	"	1,532	82
5	"	"	"	"	1,963	70
6*	"	C-3	"	産卵から約3日 後の全卵が発眼 卵の段階	979	71
7*	"	"	"	"	882	71
8	"	D-4	掛 魚 巣	"	1,000	80
9	"	"	"	"	521	78
10	第2回採卵	C-4	"	"	960	59
11	"	"	"	"	1,033	73
12	"	"	"	"	1,000	50
13	"	"	"	"	1,000	63
14	"	"	"	"	500	70
15	"	"	"	"	500	56
16	"	"	敷 魚 巣	"	1,434	77
17	"	"	"	"	1,863	44
18	"	"	"	"	2,050	73
19	"	"	"	"	1,339	75
20	"	"	"	"	430	45
21	"	"	"	"	1,216	77

る池底面積の覆面割合が第2回の方が高く、産卵数の25%を敷魚巣で採卵したためである。第1, 2回採卵による全産卵数は1,357万卵、採卵数は593万卵で採集割合は44%であった。

生卵率、発眼率と発眼卵数の推定値

産卵された卵あるいは、採卵した卵の受精率、本年は、主に、全卵が発眼し、ふ化に至らない段階に達した時期をみはからって発眼卵率（この段階までの生残卵率）を測定した。その結果を表10に示す。この表の値をもとに、各標本群ごとに発眼卵数を計算し累計した。第1回採卵の発眼卵数を表11に、第2回の発眼卵数を表12に示した。第1回採卵の卵については発眼率の測定例数が少ないが、平均発眼率は81%、第2回採卵については平均

表 11 第1回採卵の発眼率と発眼卵数

採 卵 池	採 卵 数	発 眼 卵 数	発 眼 率 (%)
C — 3	806,000	645,000	80
D — 4	3,106,000	2,524,000	81
計	3,912,000	3,169,000	81

表 12 第2回採卵の発眼率と発眼卵数

魚 巢	採 卵 数	発 眼 卵 数	発 眼 卵 率 (%)
掛 魚 巢	927,000	584,000	63
敷 魚 巢	1,095,000	661,000	60
計	2,022,000	1,245,000	62

発眼率は62%であった。第2回採卵のものについて、掛魚巣による卵と敷魚巣による卵の発眼率を比較すると、前者の平均発眼率は62%であり、後者では67%である。掛魚巣に着かずに落ちる卵は受精率、生卵率が低いということはないようである。しかし、表10の事例番号17, 20番の59%以下の発眼卵率を示した敷魚巣は、産卵盛期に用いたもので、取り上げが遅れたため敷魚巣全面に卵が重なって着いているものと、卵が重なって塊状にもり上っている所さえあるものである。

発眼卵のふ化率

コイのように多数の雌雄親魚と一緒に配合して産卵させる場合には、採卵した卵全体の平均発眼率、ふ化率を知るには多数の標本抽出による測定が必要であろう。詳しい測定は行なえなかったが、2例についてその結果を示す。

測定例1

第2回目採卵の発眼卵のふ化率を調べた。掛魚巣から、かたまて着いていない発眼卵300卵をとり、100卵ずつ湧水13ℓ入りの水槽3個に分けて収容し、水温22—24℃でふ化させた。。3水槽のふ化稚魚数はそれぞれ82, 73, 80尾で計235尾でありふ化率は78%であった。

さらに、このふ化稚魚から100尾を抽出し、湧水14ℓ入り水槽に収容、22—24℃で無給餌で8日間飼育したところ生残率は99%であった。

測定例2

第1回採卵でC—3号池において雌親魚1, 2番が産んだ産卵盛期の敷魚巣の産着卵について調べた。5月14日、敷魚巣2枚を抽出して、用水量1.2m²のI号池（2×2×0.3m）に収容し、前記の方法で産着卵数をかぞえた。5月16日、全卵が発眼卵になった段階で再度全卵数と発眼卵数をかぞえ発眼率を求めた。5月17, 18, 19

表 13 餌付後、養成期中の市販配合餌料の給餌量 (kg)・各種餌料の合計値を示す。

月 日	F-2号池	F-3号池
5月26—31日	14	25
6月1—10日	43	61
〃 11—20日	96	126
〃 21—31日	140	136
7月1—10日	144	162
〃 11—20日	198	190
〃 21—31日	162	162
8月1—10日	162	162
〃 11—15日	51	51
計	1,010	1,075

日にふ化が終わり、その後毎日、適量の *Brachionus* を給餌し、ふ化後約11日目の5月29日に全稚魚を取揚げ、水を浅くしいた魚函に5つに分けて入れ、写真撮影して尾数をかぞえた。ふ化後の稚魚の死亡は少なく0%に近く、また、写真の記録からの計数は容易であった。数魚巢2枚分の合計値で、計数の結果は次に示すとおりである。

5月14日 産着卵数の推定値=56,818卵
 5月16日 産着卵数の推定値=56,648卵、そのうち
 発眼卵数(生残卵数)=40,341卵、発眼率71%
 5月29日 ふ化後約10日目の稚魚の生残尾数=

13,138尾

このふ化稚魚数13,138尾は、産着卵数の23%、発眼卵数の33%という低い値であった。

F-2、3号池の収容卵数、給餌量と成長状況

採卵した卵はF-2号池に2,336,000卵、F-3号池に3,384,000卵が収容された(表6、8)。F-3号池の卵は第1回採卵のもので、5月17日にほとんどの卵がふ化し、F-2号池の卵は主に第2回採卵のもので、5月19日にほとんどの卵がふ化した。各池ともふ化後9日目に最初の給餌をし、以後、表2に示した水温下で、総て市販の配合餌料で飼育を行なった。餌付後、7月10日まではコイ稚魚餌付用粉末餌料と成魚用粉末餌料を50%ずつ配合し、それ以後はコイ及びマス成魚用粉末餌料を与え、6月18日から粉末餌料の6~8%量の養魚用添加油

表 14 ふ化後50日目までのF-2、F-3号池稚魚の成長状況

測定月日		5月26日	6月4、6日	6月20日	7月5日
池名					
F-2号	ふ化後日数	7日目	17日目	32日目	48日目
	測定尾数	20	88	50	50
	全長の平均値(mm)	8.5	12.04	22.95	28.0
	偏動係数(%)	16.5	18.0	17.8	18.9
F-3号	ふ化後日数	9日目	20日目	34日目	50日目
	測定尾数	50	80	50	50
	全長の平均値(mm)	10.1	13.95	20.70	28.9
	偏動係数(%)	7.5	11.2	16.2	19.3

を、また、7月11日からはビタミン混合物を1%量添加した。両池の稚魚に給餌した各種市販配合粉末餌料の合計値を表13に示す。

ふ化後50日目まで、適時、岸部で小型掬網を用いて稚魚を採集し成長状況を調べた。魚が成長し配布規格の全長3.0cm以上の魚の取揚げが始まるまでの両池の稚魚の成長状況を表14に示す。なお表16に示すように、F-3号池は鼻上げ日に多数の死亡魚と稚魚の取揚げがあった条件の魚群である。

表 15 1966年(昭和41年度)のマゴイ稚魚の配布規格と単価

階 級	全 長 範 囲 (cm)	単 価 (円/尾)
I	3.0 — 3.9	1
II	4.0 — 4.9	2
III	5.0 — 6.9	3
IV	7.0 — 8.9	5
V	9.0 — 13.9	7

F-2, 3号池からの総取揚魚数

1) 取揚尾数の推定方法と推定値

まず1966年のマゴイの配布規格と価格は表15のように決められている。取揚げられた魚は所定の選別器によって配布規格別に選別される（配布規格と選別方法については後で詳しく述べる）。

取揚魚尾数の推定は、各配布規格について常に最低10%の抽出をして次に示す例のように計算した。

容積一尾数関係による尾数の推定値の計算の1例

表16のF-2号池の取揚魚のうち、8月15日の全長範囲4.0~4.9cm級の8,170尾について記す。後述する所定の選別器で全長4.0~4.9cm級の配布規格と選別された魚は、 $1 \times 2 \times 1$ mの網生簀に収容してある。この魚群を、よく混ぜながら所定の容積200mlの計数用器に移して何杯あるかを計りながら、第1, 6, 11, 16……回目のものの、用器1杯の尾数をかぞえた。合計杯数は56杯、第1, 6, ……56回目の1杯分の尾数(Xi)は、158, 152, 150, 145, 152, 154, 150, 148, 135, 139, 131, 137であった。よく混ぜて移し取ったが、明らかに、それでも初めの魚体が小さく、後になれば大きくなる傾向はみられる。

一杯当り尾数の標本平均値 $\bar{X}=145.9$ 標準偏差 $=8.491$ $\bar{X}$ は正規分布しているとして、母平均 μ の95%信頼区間は、 $140.3 \leq \mu \leq 151.5$ これから、全尾数の推定値 $=145.9 \times 56=8,170$

その95%信頼区間の上限値 $=151.5 \times 56=8,484$

その下限値 $=140.3 \times 56=7,857$ と計算した。

各規格について全数をかぞえたもの及び上記の方法で推定したF-2号池からの取揚尾数を表16に、F-3号池の取揚魚尾数を表17に示す。表中の太数字は、鼻上げ日の死亡魚である。

F-2号池の鼻上げ日の死亡魚は49,000尾、これも含めた合計尾数は278,000尾である。他に作業上の誤まりから、この池に収容されたゲンゴロウブナが14,000尾取揚げられた。

F-3号池の鼻上げ日の死亡魚は計139,000尾で、これも含めた合計尾数は506,000尾であった。

両池の合計では、鼻上げ日の死亡魚188,000尾、これも含めた合計尾数は783,000尾である。

2) F-2, 3号池から取揚げられ、他の池に移収した魚の生残数

F-2, 3号池ともに、度々夜半から明方に鼻上げを起こした。鼻上げ中に掬い取り他の池に移収したもののうちの死亡魚及びF号池ですでに死亡魚として採集された魚の合計値が表16, 17の太数字である。

表16, 17で「B, C号池に移収して飼育」と記されている魚は、鼻上げ時に取揚げられB, C号池に移収して

表 16 F-2号池から鼻上げ時及び配布のために取揚げた稚魚の全長別尾数、太数字は鼻上げ時の死亡魚の採集魚尾数を示す。この全長階級は、所定の選別器により、この範囲のものとされる階級である。

全長(cm)	<3.0	3.0-3.9	4.0-4.9	5.0-6.9	7.0-8.9	>9.0	計	ゲンゴロウブナ	備 考
取揚月日									
1. 7月6日	42,780	22,540	8,220	1,130			74,670		全長3cm以下の42,780尾はB-2号池に移収して飼育 鼻上げ日の死亡
2. 7月8日	48,815						48,815		
3. 7月15日		31,654	9,778	1,569			43,001		
4. 7月20日		9,975	2,982	621			13,578		
5. 7月21日		9,127	6,089	942			16,158		
6. 7月25日		8,900	4,546	747			14,193	178	
7. 7月26日		13,197	2,920	380			16,497	380	
8. 8月15日		2,688	8,170	5,058	52		15,968		これ以後のものが、標識放流再捕法による総尾数の推定の対象になる
9. 8月18日		2,204	11,136	1,770	1,000		16,154	340	
10. 8月19日		1,000	978	255	332	44	2,565	200	
11. 8月23日		2,948	1,713	265	607	94	5,627	532	池干しによる残存魚取揚
12. 8月25日		3,548	4,929	561	1,178	403	10,619	12,262	
計	91,595	107,781	61,461	13,298	3,169	541	277,845	13,892	

表 17 F-3号池から、鼻上げ時及び配布のために取揚げた稚魚の全長別尾数、
太数字は鼻上げ時の死亡魚の採集魚尾数を示す。

全長(cm)	<3.0	3.0-3.9	4.0-4.9	5.0-6.9	7.0-8.9	>9.0	計	ゲンゴロ ウブナ	備 考
取揚月日									
1 6月8-11日	74,868						74,868		鼻上げ日の死亡
2 6月16日	55,491						55,491		鼻上げ日の死亡
3 同 上	95,093						95,093		鼻上げ時に取揚げてC-1 号池に移収して飼育
4 6月20,21日	3,000						3,000		鼻上げ日の死亡
5 6月20日	54,059						54,059		鼻上げ時に取揚げてC-2 号池に移収して飼育
6 同 上	55,963						55,963		鼻上げ時に取揚げてC-3 号池に移収して飼育
7 7月6日	47,990	14,574	2,879	1,650			67,093		全長3cm以下の魚はC-9 号池に移収して飼育
8 7月8日	6,000						6,000		鼻上げ日の死亡
9 7月15日		25,025	6,314	1,961			33,300		
10 7月25日		850	6,580	1,473			8,903		
11 8月5日		1,620	17,389	5,792	430	38	25,269		これ以後のものが標識放 流一再捕法による総尾数 の推定の対象となる
12 8月19日		130	4,195	1,930	586	90	6,931		
13 8月23日		107	3,983	4,879	983	160	10,112		
14 8月24日		360	4,188	3,177	1,283	434	9,442	22	池干しによる残存魚取揚
計	392,464	42,666	45,528	20,862	3,282	722	505,524	22	

直接鼻上げによる死亡をまぬがれた魚である。この魚をその後飼育して、配布規格の大きさまで成長した生残尾数を表18に示す。移収魚は合計296,000尾で、その後、生残して配布に供された魚はその37%であった。

F-3号池から6月16日に取揚げた魚の平均体重は0.07gという小型魚であり、6月20日の魚もやはり0.1gという小型魚であった。これらの魚は、ただ水を貯めただけというような条件の池に急に収容され、その後、これらの池は水持ちが悪く、動植物プランクトンの発生蓄殖も悪く、さらに低水温という条件のため餌付は非常に悪

表 18 F-2, 3号池から取揚げ、他の池に移収して飼育した魚の生残数。

* 7月6日にF-2, 3号池から取揚げた移収魚は鼻上げ時のものではなく、配布用の取揚げ魚のうち全長3cm以下のものであり、平均体重は測定しなかったため、前述の成長状況調査魚の組成から推定した値を記す。

池 名	取 揚 月 日	移収池名と 面積 (m ²)	移収魚尾数	移収魚平均 体重 (g)	生残して配布 された尾数	配布用の魚にな った割合 (%)
F-2	7月6日	B-2号 55	42,780	0.1~0.4*	31,677	74
F-3	6月16日	C-1号 99	95,093	0.07	14,616	15
F-3	6月20日	C-2号 99	54,059	0.11	17,679	33
F-3	6月20日	C-3号 99	55,963	0.11	16,146	29
F-3	7月6日	C-9号 182	47,990	0.1~0.4*	29,129	61
		計	295,885	—	109,247	37

く、また、C—1号池に収容した魚群は *Cyclochaeta*, *Dactylogyrus* 等の寄生病にも罹り、いずれも生残率は低かった。

7月6日にF—2, 3号池から移収した魚は、鼻上げによるものではなく、配布のために取揚げたもののうちの配布規格外の小型魚である。これらの平均体重は測定しなかったが、前述の成長状況調査の体重組成から、平均体重は0.4gに近い値であろうと推察される。これら2群の魚は配布規格に近い大きさであるので、B, C号池における飼育期間も短かく、生残率は60%以上であった。

3) 標識放流—再捕法による尾数の推定

7月29日、F—2, 3号池の残存尾数を知るために標識放流を行なった。方法上の要点は1963, 1964年と同じである⁹⁾。

7月29日、F—2号池は796尾、F—3号池は、1,034尾の標識魚を放流した。本年は各池ともに東, 南, 北岸で給餌していたので、再捕は東岸及び北岸で行なった。

標識魚の誤認率=0として、総尾数を推定した。

標識魚の再捕結果を表19, 20に示す。これをもとに計算した各池の総尾数の推定値(N)とその95%信頼区間を表21に示す。

標識放流後、約1ヶ月間に両池の残存魚は取揚げられた。その取揚げ尾数の推定値とその95%信頼区間を表22に示す。

表 19 F—2号池における標識尾の再捕

N: 採捕標本魚尾数

S: Nのうちの標識魚尾数

標識魚放流日: 7月29日

標識魚放流尾数: 796

標本番号	採捕月日と場所	N	S	$P = \frac{S}{N}$
1	8月1日9時, 東岸	807	9	0.01115
2	8月1日10時, 前回と同じ所	834	17	0.02038
3	8月2日, 東岸	803	13	0.01619
4	8月3日, 東岸	358	3	0.00838
5	8月3日, 北岸(東岸と同時)	526	3	0.0057
	計	3,328	45	0.01352

表 20 F—3号池における標識魚の再捕

標識魚放流日: 7月29日

標識魚放流尾数(t): 1034

標本番号	採捕月日と場所	N	S	$P = \frac{S}{N}$
1	8月1日9時, 東岸	1,104	10	0.00906
2	8月1日10時, 前回と同じ所	839	16	0.01907
3	8月2日, 東岸	553	7	0.01266
4	8月2日, 北岸(東岸と同時)	594	6	0.01010
5	8月3日, 東岸	348	4	0.01149
6	8月3日, 北岸(東岸と同時)	307	3	0.00977
7	8月5日, 東岸	2,169	41	0.01890
	計	5,914	87	0.01471

表 21 F-2, 3号池の標識放流一再捕法による総尾数の推定値(N)
Nの95%信頼区間は二項分布として計算し, その上, 下限値を示す。

池 名	下 限 値	総尾数の推定値 (N)	上 限 値
F-2号池	45,499	58,869	83,360
F-3号池	58,155	70,288	88,816

表 22 F-2, 3号池における標識魚放流日以後の取揚魚尾数の推定値とその95%信頼値の
上, 下限値

* 8月19日, 23日のものは全数を計数した。 ** 8月24日のものは全数を計数した

池 名	取 揚 月 日	下 限 値	取揚尾数の推定値	上 限 値
F-2号池	8月15日	15,193	15,968	17,024
	8月18日	14,962	16,154	17,388
	8月19日 *	—	2,565	—
	8月23日 *	—	5,627	—
	8月25日	9,047	10,619	12,172
	計	47,392	50,933	54,776
F-3号池	8月5日	21,042	25,269	27,379
	8月19日	6,810	6,931	7,104
	8月23日	9,874	10,112	10,328
	8月24日 **	—	9,442	—
	計	47,168	51,754	54,253

F-2号池については, 標識法による尾数の推定値は59,000尾, これに対し取揚魚は51,000尾であり, 業務上有効な推定がなされた。

F-3号池については, 標識法による尾数の推定値は70,000尾, その95%信頼区間は58,000~89,000尾と推定されたが, 取揚魚の推定値は52,000尾, その95%信頼区間は47,000~54,000尾であり, 標識法による推定値の95%信頼区間にはいらなかった。両池とも過大推定になっている。

4) 配布に供された稚魚の尾数

表16, 17に示したF-2, 3号池の総尾数から, 前章で記した鼻上げ日の死亡魚尾数と他の池に移収してから死亡した尾数を減じた値が, 各池から取揚られ配布に供された尾数である。その尾数は, F-2号池は217,927尾 F-3号池は190,630尾, 合計408,557尾である。本年中のマゴイ稚魚の配布は12月9日で終了し, 配布尾数の合計は372,285尾であった。

マゴイ稚魚の体重、体高、体重間の関係

当場の養殖マゴイの稚魚について, 体長, 体高, 体重間の関係を求めた。資料は7月15日と8月5日に採集した魚から, 配布規格の主要部分である全長2.0~13.0cmの魚を278尾抽出したものである。測定値は生魚についてのものである。

全長 (TL: cm), 体長 (BL: cm), 体高 (BH: cm), 体重 (BW: g)の間の関係は次のとおりである。

$$TL = 1.27BL - 0.001 \dots \dots \dots (1)$$

$$TL = 2.70BH + 1.17 \dots \dots \dots (2)$$

$$BW = 0.0126TL^3 \cdot 0.62 \dots \dots \dots (3)$$

式(1), (2), (3)による換算値を表23に示す。

表 23 1966年のマゴイ稚魚の全長、体長、体高 (cm) と体重 (g) の間の関係の換算表

全長	体長	体高	体重
2.0	1.57	0.31	0.1
3.0	2.36	0.68	0.4
4.0	3.15	1.05	0.9
5.0	3.93	1.42	1.8
6.0	4.72	1.79	3.0
7.0	5.51	2.16	4.9
8.0	6.30	—	7.3
9.0	7.08	—	10.5
10.0	7.87	—	14.6
11.0	8.65	—	19.5
12.0	9.44	—	25.4
13.0	10.23	—	32.5

従来から使われている選別器による選別結果と配布規格の関係

配布魚の大半を占めている全長 3.0~6.9cm の範囲の魚の従来の選別方法による実際の選別結果と配布魚の規格の関係を調べた。

ここ数年来、コイ稚魚の選別に次の A, B, C, D の 4 種の選別器が主に用いられている。A, B, C はいずれも直径 42cm, 高さ 27—29cm の円筒型の金網製である。

表 24 選別器 A, B, C の目の対角線の長さの測定値

選別器の種類	A	B	C
測定した目の数	30	30	30
平均値 (X, mm)	6.72	8.84	12.05
標準偏差 (S)	0.770	0.651	0.736
偏動係数 (%)	7.7	5.0	6.1
最小値 (mm)	5.4	7.9	10.4
最大値 (mm)	7.9	10.9	13.1

以下、配布規格を次のように表現する。階級 0 : 全長 3.0cm 未満の魚, 階級 I : 全長 3.0~3.9cm, 階級 II : 全長 4.0~4.9cm, 階級 III : 全長 5.0~6.9cm の魚。

この規格の魚の選別に、選別器 A, B, C, D は次のように使われている。

選別器 A : A を抜ける魚は階級 0 にされる。

選別器 B : A で抜けなかった魚で、この B を抜けた魚は I 階級とされる。

選別器 C : B で抜けなかった魚で、この C を抜けた魚は階級 II とされる。

選別器 D : C で抜けなかった魚で、この D で抜けた魚は階級 III とされる。D に残った魚は他の選別器でさらに選別される。

表 25 7月15日に F-2 号池から取揚げた魚の一部、1,471 尾についての選別結果、配布規格別組成を示す。

階級	尾数	割合 (%)
0	636	43.2
I	637	43.3
II	170	11.6
III	28	1.9
計	1,471	100.0

選別器の属性として、実際の選別作業で主に魚が抜ける底面から上方10cm間にある目の対角線の長さを、30日について測定した結果が表24である。

これらの選別器による選別結果として、各階級の魚の全長組成を2回調べた結果は次のとおりである。

測定例1

7月15日、F-2号池から常用の目長0.3cmの小型掬網で取揚げた魚の一部を抽出し、選別器A、B、Cを用いて常法で選別した結果の配布規格別組成を表25に示す。この日の全取揚げ魚は75,270尾で、このうち階級0のものは32,269尾あり、階級Ⅰ、Ⅱ、Ⅲのそれぞれの尾数は表16に示した尾数である。取揚げ魚全部についての階級0

表 26 7月15日、F-2号から取揚げた魚を常法により選別器A、B、Cで選別し配布規格0、Ⅰ、Ⅱ、Ⅲとされた魚群の全長組成と抽出標本の全長組成を示す。点線は配布規格の境界を示し、それぞれに属する個体%を示した。

階級 全長(cm)	0	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	抽出標本1471尾 についての推定 組成(%)
2.2 ~	4				4.3
2.4	6				
2.6	37 77%	2 4%			30.5
2.8	30	2			
3.0	15	22			40.5
3.2	7	52			
3.4 Ⅰ	1 23%	18 96%	7 48%	1 %	12.5
3.6		4	15		
3.8			26	1	6.0
4.0			20		
4.2			15	2	3.1
4.4 Ⅱ			8 49%	1 20%	
4.6			5	4	1.1
4.8			1	13	
5.0			1	19	1.1
5.2			1	22	
5.4				14	0.6
5.6			1	11	
5.8 Ⅲ				4 78%	0.1
6.0				3	
6.2				4	0.1
6.4					
6.6					0.02
6.8				1	
7.0				1 %	0.02
7.2 ~ 7.3				1	
測定尾数	100	100	100	100	100.0%
平均値(X)	2.78	3.24	4.03	5.28	3.21
標準偏差(S)	0.230	0.177	0.392	0.503	—
偏動係数(%)	8.3	5.5	9.8	9.5	—
X ± 1.282 S	2.49~3.08	2.83~3.66	3.51~4.55	4.60~5.9	—

I, II, IIIの割合は43, 42, 13, 2%であり、抽出標本と近似していた。抽出標本の階級0, I, IIからそれぞれ100尾、階級IIIは、抽出標本では28尾なので、全部の取揚魚の階級IIIから72尾を追加して100尾とし、計400尾の全長を測定した結果を表26の左側の欄に示す。また、これらの値と表25から、抽出標本1,471尾について組成を算出した結果を右側の欄に示す（この組成は取揚魚全部の組成と近似しているだろう）。表中に点線で各階級の境界を示し、それぞれの%を示した。

階級0とされた魚群に全長3.0cm以上の階級Iに相当する魚が23%も含まれている。

階級Iとされた魚群は、全長の平均値3.24cm、正しく規格に合う魚が96%であり、良い選別結果が得られている。

階級IIとされた魚群は、全長の平均値4.03でかろうじて、この階級に入っている。

しかし、階級IIに相当する魚が49%しかなく、階級Iに相当する魚が48%も含まれている。

階級IIIとされた魚群は、全長の平均値5.28で、78%であるが、階級IIに相当する魚が、20%も含まれていて、やはり選別の結果は良くない。

各階級に選別された魚の全長は、ほぼ正規分布しているので、各階級に選別された魚群のうちの80%の魚の全長範囲の目安として、 $X \pm 1.282S$ の値を表26の最下段に示した。

測定例2

母集団の全長組成が、選別結果にも影響すると考えられるので、測定例1より成長の進んだ8月8日に2回目の測定を行なった。

F-3号池で測定例1と同じ網で取揚げた1回分の魚群を、全長3.0cm以下の魚と7.0cm以上の魚は非常に少ないことがわかっているので、選別器BとCだけで選別した結果は、階級Iとされた魚は126尾(5.8%)、階級IIは1597尾(73.6%)、階級IIIは446尾(20.6%)で合計2,169尾であった。各階級から、それぞれ50尾ずつを抽出して、全長を測定した結果とこれをもとに算出した2,169尾の全長組成を表27に示す。

階級Iとされた魚群の全長の平均値は3.56cm、正しく規格に合う魚は80%、階級IIに相当する魚は10%であった。

階級IIとされた魚群の全長の平均値は4.18cmで、72%、階級Iに相当する魚は26%含まれている。

階級IIIとされた魚群の全長の平均値は5.25cmで60%、階級IIに相当する魚が38%含まれている。

以上、2回の測定の結果、階級Iについては良い選別が出来ているが、階級II, IIIは全長の平均値は規格内であるが、1階級低い階級に相当する魚が非常に多く含まれていた。

コイの酸素消費量

酸素不足によって非常に多くの魚が死亡していることからわかるように、コイ稚魚生産事業上、コイの酸素消費量を把握しておくことは、最も重要なことのひとつである。コイの酸素消費量を測定した数例を表28に示す。測定方法は諸岡⁷⁾の開放止水式である。用いた容器は、所定の体積の水が入るように穴を数個あけた普通のポリエチレンバケツである。溶存酸素量測定のための採水は、その穴からガラス管をさし入れて採水し、実験中は実験者の人影や物音などの影響を除き安静に保った。溶存酸素量はウインクラー法で測定し、各測定時につき2本採水し、その平均値を用いた。

測定例1は場内の河川中に供試魚を1日間無給餌で蓄養後、同じ河川水を用いて実験した。測定用器に収容後15分から5分間隔で溶存酸素量を測定した。

測定例2は場内の湧水中に2日間無給餌で蓄養し、同じ湧水を用い、用器に収容後30分間は14ℓ/分の注水をして用器に馴らし、注水を停止後さらに30分間安静にしてから15分間隔で測定した。

測定例3, 4は、測定例2と同じように蓄養し、用器に収容後30分はやはり14ℓ/分の注水をして馴らし、注水停止後から15分間隔で測定した。

各測定における溶存酸素量の実測値と上記の方法による理論値を検算した結果を図1に示す。測定2を除いてよく一致している。

単位時間当りの酸素消費量($R = O_2 \text{ ml/hr}$)と体重($W: g$)との間には、 $R = KW^b$ の関係があるといわれているが、表28の右端欄に示すとおりで、この関係は成り立っている。

表 27 8月8日, F-3号から取揚げた魚を常法により, 配布規格Ⅰ, Ⅱ, Ⅲと選別された魚群の全長組成と抽出標本の全長組成を示す。
点線は配布規格の境界を示し, それぞれに属する個体の%を示した。

階級 全長(cm)	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	2169尾についての 推定組成(%)
2.6 ~ 2.8	1 1 4%			0.2
3.0 3.2 3.4 Ⅰ 3.6 3.8	3 5 16 86% 15 4	26% 4 9		0.9 9.5 33.1
4.0 4.2 4.4 Ⅱ 4.6 4.8	2 10% 2 1	13 11 9 72% 3	2 2 38% 7 8	31.1 10.9
5.0 5.2 5.4 5.6 5.8 Ⅲ 6.0 6.2 6.4 6.6 6.8		1 2 % 3 60% 2 2 2 1	7 10 2 1 3 2 2 1	8.5 1.2 2.2 1.6 0.4
7.0 7.2 7.4 ~ 7.5			2 % 1	0 0.4
測定尾数	50	50	50	100.0%
平均値(X)	3.56	4.18	5.25	4.34
標準偏差(S)	0.401	0.348	0.656	—
偏動係数(%)	11.3	8.3	12.5	—
X±1,282 S	3.05~4.07	3.74~4.63	4.41~6.09	—

表 28 コイの酸素消費量, 供試魚は蓄養前によく選別して, 特に魚体の大小を少なくした。
測定は開放止水式である。

測定例	用水容積 (ℓ)	水温範囲 (°C)	供試魚重量 (g)	供試魚尾数	平均体重 (g)	酸素消費量	
						(O ₂ ml/hr・kg)	(O ₂ ml/hr・尾)
1	20	17.3—17.7	450	992	0.45	972	0.4
2	60	15.1—16.3	1,750	174	10.1	926	9.4
3	60	15.3—15.4	1,440	50	28.8	412	11.9
4	60	14.8—15.4	1,650	17	97.1	312	30.3

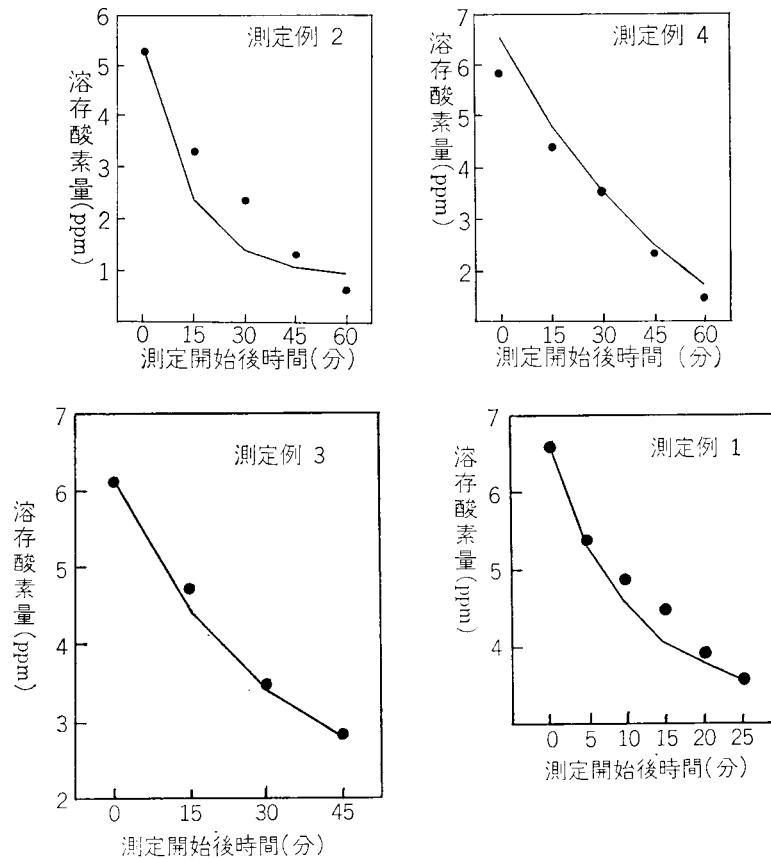


図 1 開放止水式による酸素消費量の計算にもとづく、溶存酸素量の理論値と実測値
実線は計算値を、点は実測値を示す

論 議

産卵数の推定について 当場における1962—66年のマゴイ産卵用親魚は、産卵後の死亡による減少はあったが新たに補充された魚はごく少数であり、現在地に移転以後の産卵に用いたマゴイ親魚数と採卵数は表29に示すとおりである。著者のこの間の観察によれば、各年とも、全雌親魚のうち、よく産卵している魚は多くても数10尾程度と観察された。このことは、表29に示した雌親魚1尾当りの平均採卵数が、わずか300,000 卵前後であるこ

表 29 過去3ケ年に使用された採卵用親魚尾数と総採卵数。
1963年の値は文献(14)から、1964年の値は本報と同じ方法で行った推定値、
1965年の値は文献(12)から引用した値である。

年	♀ 親 魚 数	♂ 親 魚 数	総 採 卵 数	総 採 卵 数 ♀ 親 魚 尾 数	総採卵数の推定法
1963	67	198	1,730,000	29,000	不 明
1964	93	318	3,010,000	32,000	本報と同じ方法
1965	127	293	3,800,000	30,000	不 明

とからも窺えるところである。そこで、良い親魚の淘汰を目的として、雌親魚に標識を付けて個体識別をし、産卵前後の体重の変化による産卵数の推定を行なった。さらに、経験的な触診による産卵に適するか否かの判定をあわせて行なった。表5に示したAあるいはBと判定された魚が経験的に採卵に適するとされる魚である。Cの

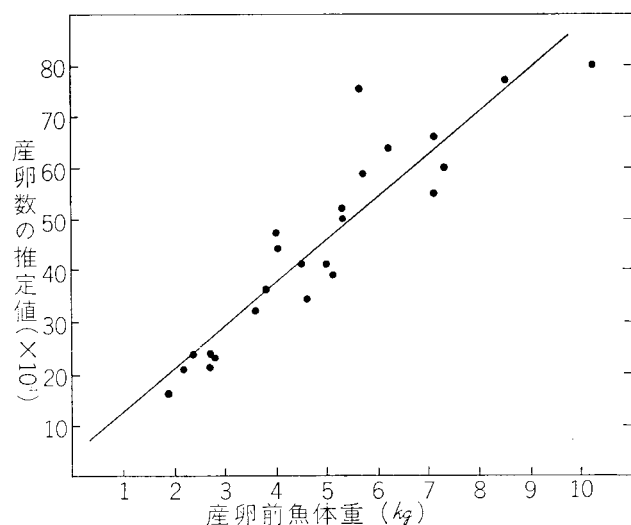


図2 産卵前体重と産卵数の推定値の関係

と上記による産卵数の推定値の関係を図3に示す。産卵数の推定値 ($Y: \times 10^4$ 卵) と産卵前体重 ($X: \text{kg}$) の関係を最小乗法で求めると、 $Y = 8.27X + 4.48$ (相関係数 $= 0.90$) となる。この式による各体重に対する産卵数の推定値を計算してみたのが表30である。一般に魚体が大きくなれば卵径は大きくなるので、仮に体重 7.0kg の魚では産卵による減重量 1g 当り 400 卵と仮定すると、上式による産卵数 62 万は 50 万となる。この問題は今後詳しい研究が必要であり¹⁴⁾、この関係式は将来補正されるべきものである。個体識別によって親魚の産卵の良非を飼育条件産卵期の長さ等とあわせて数年続けて調べれば、産卵親魚としての良非や、当場の親魚の多くが産卵しない原因を究明する手掛りが得られるであろう。

採卵数の推定について 前述のように、産卵盛期前に取り上げて収容された掛魚巣から抽出した2連の、1連当りの産着卵数の推定値は $9,000$ と $10,000$ であり、産卵盛期のものからの3連の1連当りの産着卵数の平均値は $58,000$ であり前者の6倍である。さらに、産卵盛期に抽出した3連間にも、 $82,000$ 、 $72,000$ 、 $19,000$ という大きな差があった。このような掛魚巣間の産着卵数の違いは毎年みられることである。この事業上、採卵数の推定値として、上下限値のせまい区間推定値が得られることが望まれる。

そのためには、抽出率を高めるか、魚巣間の産着卵

魚は不適とされる魚である。第1回の採卵でCとされたもののうち3、5番の魚は産卵前体重に対する産卵による減重量の割合はそれぞれ 21 、 18% であったので、よく産卵したと考えられるものである。AとBの魚の間には、産卵による減重量の割合には差はみられなかった。本年の前後3回の産卵でも、所有する雌親魚 97 尾のうち、よく産卵した魚は 30 尾程度であった。

産卵数の推定にあたって、当場のマゴイの魚令、魚体の大きさと孕卵数、産卵数、単位重量当りの卵数の関係を調べる計画であったが出来なかったので、前述の稚葉・野村⁹⁾による関係を用いて産卵数を推定した。表5、6に示した雌親魚のうち、産卵による減重量が 15% 以上であった 24 尾を、よく産卵したものと仮定して、産卵前体重

表30 産卵前体重と産卵数の関係

$Y = 8.27X + 4.48$ Y : 産卵数 $\times 10^4$ と X : 産卵前体重, kg による計算値を示す。

産卵前体重 (kg)	産卵数 ($\times 10^4$)
2.0	21.0
2.5	25.2
3.0	29.3
3.5	33.4
4.0	37.6
4.5	41.7
5.0	45.8
5.5	50.0
6.0	54.1
6.5	58.2
7.0	62.4
7.5	66.5
8.0	70.6
8.5	74.8
9.0	78.9
9.5	83.1
10.0	87.2
10.5	91.3
11.0	95.5

数の変動を小さくするかである。

現在使用しているヒカゲノカズラとフサモの掛魚巢の形態では、本報程度の抽出標本の産着卵数の計数でも非常に労力を要するので、まず抽出率を高めることは望めない。ポリエチレンテープの人工魚巢の場合には、産着卵の計数作業はもっと軽減され、魚巢間の変動も小さくなるであろう。

産卵数と採卵数の関係及び産卵池の親魚密度と掛魚巢による採卵割合について 稲藁・野村⁹⁾は面積24m²、水深60cmの池で雌1尾に対し、雄3尾あるいは4尾を配合して、川柳の根の魚巢を充分量用いて産卵させた2回の実験で、産卵数のうち掛魚巢に産み着けられた卵は、それぞれ64, 51%であり、残りの卵は掛魚巢に着かずに落ちていると報告している。当场においても、毎年多数の卵が掛魚巢に着かずに、すてられていたがその量は不明であった。この点を調べるために、敷魚巢を使用してみた。以下、前述の方法による産卵数と採卵数の推定値を比較してみると、第1回採卵では敷魚巢によって産卵数の13%を、第2回採卵では25%を採卵している。実際まだ池底や壁には無数の卵が残されていて、さらに敷魚巢の使用数を増加すれば採卵数は多くなり、しかも、掛魚巢による卵と発眼率に違いがないようであるので、敷魚巢の利用は今後も有効であろう。産卵池の親魚密度と掛魚巢による採卵量については、第1回の雌1, 2番の2尾と雄9尾を99m²の池で産卵させた場合には、掛魚巢と敷魚巢の両方で、産卵数の63%が採卵され、掛魚巢だけで産卵数の41%が採卵されている。

雌3～20番の18尾と雄70尾を180m²の池で産卵させた場合には、産卵数の39%、掛魚巢だけでは27%が採卵されている。

また、第2回採卵では雌14尾と雄40尾を99m²の池で産卵させ、産卵数の47%、掛魚巢だけでは22%が採卵された。

この結果をみると、魚巢、雌雄親魚の生理的な条件を同じとすると、雌親魚1尾当りの産卵池面積が広いほど掛魚巢による採卵割合は高くなっている。この3例の産卵行動を観察していてもこの結果はうなずけるところである。つまり、あまり親魚密度が高くなると、混み合って魚巢にうまく産み着けられなかったり、一度魚巢に着いている卵が産卵行動によって落とされたりするからであろう。

発眼率とふ化率について

山本・長浜・山崎⁹⁾は水温処理とホルモン処理により金魚の周年採卵を研究し、毎月採卵を行なった。その報告によると、和金の水草に産み着けられた卵の毎月の受精率は62～95%で、平均値は78%で、受精卵のふ化率は受精率よりも変動があって40—96%で、平均値は67%と報告している。同報から、受精率とふ化率の両方が調べられている11ヶ月分の資料から、産着卵数に対するふ化率を計算してみると、最高は87%、最低は32%で平均値は55%となっている。

本報では、受精率は調べず、全卵が発眼卵の発育段階における発眼率（生残卵率）を調べた結果は表10に示したとおりで、やや詳しく調べた第2回採卵の卵の発眼率の平均値は62%であった。ふ化率については、第1回採卵の雌魚2尾から採卵した57,000卵についての発眼率は71%であったがふ化稚魚尾数は13,000尾で採卵数の23%という値であった。これらの値は、前記の山本らの報告した値からみて、充分あり得る値である。コイやキンギョのような魚類では一養殖魚という条件の魚では特に一既に卵のふ化の段階で生残個体数はかなり減少しているのではなかろうか。

取揚重量について

餌料は練餌にして、摂餌状態を見て1日に1回か2回、東、南、北岸の給餌盆に置餌し、また岸から7, 8m以内にまいて与えた。配合粉末餌料の給餌量の合計はF—2号池は1,010kg、F—3号池は1,075kgであった。Tendipes plumosus は当場の各池は広く生息しているが、F—2, 3号池では卵を収容した当時の植物プランクトンの蓄殖が多くない透明度の高い時期には生息したが、以後、Microcystis の蓄殖が盛んになってからは底の土泥中にはほとんど発見されなかった。

表16, 17に示したF—2, 3号池の取揚魚の重量は測定しなかったのが、全長3.0cm以下の階級の魚は全長3.0cm、全長9.0cm以上の魚は全長9.0cmとして、他の階級はそれぞれの全長の中央値の全長に対する体重を前述の全長—体重関係式から算出し、総取揚重量を計算してみた。F—2号池の誤まって収容されたゲンゴロウブナの卵による取揚魚の重量は、池干し日の12,262尾について、平均体重を15gとして計算した。

F—2号池ではマゴイ 241kg、ゲンゴロウブナ 183kg、合計424kgで、池面積1m²当り、コイは0.23kg、ゲン

ゴロウブナは 0.17kg, 合計 0.40kgであった。平均水深は70cmであるから, 1 m³当りでは合計0.57kgとなる。

F—3号池では, マゴイ306kg, 0.25kg/m², 0.35kg/m³となる。

千葉¹⁰⁾は, 本報のような小型稚魚の育成でなく, 70g程度の魚を種苗とした養殖について, 全国のコイ養魚方式と生産量(取揚重量の合計値か?)について, 溜池給餌方式では0.1~0.5kg/m², 止水養魚池では0.4~0.8kgと報告している。

本報のこの換算値は千葉の報告している値に近い値になっている。

F—2号池のゲンゴロウブナは7月8日の鼻上げ日の死亡魚中にもみ出されなかった。

その後, コイに混ざって少量が採捕されていたが, 生息数の予備調べを行わずに池を干したところ, 12,000尾が取揚げられた。

コイ稚魚と混ざって生息していたゲンゴロウブナは, 池岸に給餌された餌料をほとんど摂餌しないで, Micro-cysts が豊富に蓄殖し, 一度も水変りのなかった条件下で, この種の習性どおり, 主にプランクトン餌料を食って成長したのであろう。

標識法による尾数の推定について

F—3号池では標識法による尾数の推定値は取揚尾数の推定値より過大推定になっている。本年は, 標識魚を放流した7月29日から, 取揚を終了するまでの鼻上げによる死亡と鳥類による食害はほとんどなかったので, 標識法による推定値を過大にした原因が他にあるはずである。

F—3号池では8月8日の鼻上げ時に, 全長20.6~27.5cmのトビを15尾採集し, すでに魚体の大小のかなりある状態であった。

再捕調査の結果では, 両池とも東, 北岸部で同時に採集したものでは標本標識率に大きな差はなかった。8月1日には, まず給餌10分後に第1回目の採捕をし, それから1時間後に同じ地点で第2回目の採捕を行なって, 標識魚の再捕率の違いがあるかどうかを調べてみた。その結果は, 両池ともに, 第1回目の採捕での標本標識率は低く, 取揚結果から計算される標識率より低い値を示し, 1時間後の標本標識率は第1回目の約2倍の値になっている。

F—3号池の第7回目採捕の記録は, 8月5日に配布のために, 10回近い揚網により取揚げた表17に示した25,269尾から無作為に抽出した2,169尾について調べたものである。この標本標識率は, 前述の第2回目の採捕の場合の値に近い0.0189で, この値による推定値は55,000尾となり, 取揚尾数の推定値52,000尾に近似する。

F—3号池の標識魚は表17に示した7月25日の約1万尾の取揚魚から抽出した魚であることを考えると, 上述の両推定値の近似は決して根拠のない一致ではないであろう。この方法による尾数の推定は, コイ稚魚養成池で充分有効に使えるようである。

稚魚育成池の飼育数量の限界について

F—2, 3号池ともに度々鼻上げを起こし表16, 17に示したように, F—2号池は49,000尾, F—3号池は139,000尾, 合計188,000尾の死亡があった。鼻上げによる多数の死亡魚を出した6月8~11日, 6月15~16日, 7月7~8日はいずれも, 天候条件から鼻上げの起こることを予想出来ていた場合であった。

当場のコイ稚魚育成法では, 夜半から日出までの間の鼻上げに対し, 水車式曝気機の運転及び河川水を注水して対処し, 翌朝が晴天ならば, 日出後の溶存酸素量の急増により鼻上げはとまるという過程は日常的になっている。上記のように多数の死亡魚が出るのは, 前日が曇雨天で, 植物プランクトンによる日中の酸素供給量が少なく, 夜間にその溶存酸素は鼻上げを起こすまでに消費され, 翌朝も曇天か雨天のため日照量が少なく池中の植物プランクトンによる酸素の供給量が少なく, 鼻上げ状態が長く続き, ついには魚は死んでしまう場合である。

例えば6月8~11日の天候とF—3号池の水温, 溶存酸素量の変化は次のようであった。8日は1日中曇りがちの天候, 9日は1日中小雨で9時25分には20.8°C, 3.06ppm, 溶存酸素量約8ppmの河川水を200m³入れる。10日も1日中雨で14時0分には18.7°C, 10.64ppm, 22時10分には18.0°C, 4.58ppm, 11日5時10分には19.0°C, 0.95ppm, この日は朝から晴天で9時45分には19.4°C, 15.12ppmであった。この間, 8日夜半から9日朝, 10日夜半から11日朝にかけて鼻上げが起こり死亡魚が出たのであった。

こうゆう状態に対して, 現施設では, 河川水を注水し, それを水車で池全面に攪拌することで対処しているの

であるが、上記の時期は、まだふ化後20数日で、体重0.1g以下の泳行力のよわい、水車にまきこまれたり、排水口の金網に吸い付けられる魚が多数生息しているため、注水処置が充分に行なえず、また、この小型魚は鼻上げ状態で耐えられる時間も短かく、多くの死亡魚を出しているのである。

ここで、この鼻上げの問題を、コイの酸素消費量から少し考察してみると、F号池と近似の、面積 1,000m²、水深0.7mの池に全長 4 cm、体重 1 gのコイ稚魚が50万尾生息していて、前述の6月10日の例のように、日中曇天で植物プランクトンによる酸素の供給量が少なく、22時0分に20°C、溶存酸素量が 5ppmの場合を考えてみる。表28に示した測定値から、普通に摂餌している体重 1 gのコイの20°Cでの酸素消費量を1,000O₂ml/hr・kgと溶存酸素量に関係なくこの割合で酸素を消費すると仮定すると、魚の消費量だけを見ると、池水の溶存酸素量は夜中の2時には0.9ppmまで低下し、コイは鼻上げしてしまう。酸素消費量を500O₂ml/hr・kgとすると翌朝の5時に溶存酸素量は 1.4ppm となる。水面からの酸素の溶解、底生物と動植物プランクトンの呼吸による酸素の消費量等については調査出来なかったが、植物プランクトンの蕃殖状態によってはその夜間の酸素消費量は相当量になると考えられる。今後、生産量を増加するためには、コイの種々の条件での酸素消費量と池の生態系の酸素の供給、消費についての研究が最も重要であろう。

卵から配布稚魚までの個体数の減少について

年により種々の飼育条件、配布規格等は相違しているが、卵からの個体数の減少について、どこに問題点があるかを把握することは、この事業上に重要なことである。

卵の収容から、取揚までの数量関係をまとめて、表31に示す。

鼻上げによる死亡魚があるが、これは今後飼育方法を改良することによって救われる可能性のあるものである。この死亡魚も含めた稚魚養成池からの取揚尾数は、収容卵数の12~15%、生残して、配布に供された尾数の割合は6~9%という値になっている。

発眼率が少し詳しく調べた1966年のF-3号池の収容卵について、卵から以後の減少についてみると、収容卵数は234万卵、この発眼率は62%であり発眼卵までの生残卵数は145万卵となる。前述の山本⁹⁾らによる産着卵のふ化率の平均値55%を用いてふ化稚魚数を算出すると、ふ化尾数は129万尾となり、発眼卵の段階の生残卵のふ化率は89%となる。鼻上げによる死亡も含めた取揚尾数は29万尾であったので、これは、発眼卵数の19%、ふ化稚魚数の22%に相当する。一方、前述の2×2×0.3m³のふ化池に収容して発眼率、ふ化稚魚数を調べた例では、発眼率は71%で、ふ化後約10日目の生残率は23%であった。この生残率を用いて、ふ化後約10日目までの生残尾数を算出すると54万尾となり、取揚尾数はこの54%に相当している。

ふ化稚魚のそれ以後の死因について、伊藤・岩井¹⁰⁾は、植物プランクトンの蕃殖によるPHの上昇と酸素の過飽和により全長3~4cmのアユ稚魚がガス病により大量に死亡したと報告している。これは自然のアユ稚魚の成

表 31 1966年の収容卵数、鼻上げによる死亡数と取揚げ尾数の関係

	1966年		
	F-2号池	F-3号池	計
A: 収容卵数 (×10 ⁴)	234	338	572
B: 鼻上げ日の死亡魚取揚尾数 (×10 ⁴)	4.9	13.9	18.8
C: 鼻上げ時に取揚げ、他の池に移収し飼育中の死亡尾数 (×10 ⁴)	1.1	17.6	17.8
D: 取揚魚の尾数 (×10 ⁴)	21.8	19.1	40.9
E: 鼻上げによる死亡も含めた総取揚尾数 (B+C+D, ×10 ⁴)	27.8	50.6	78.4
F: $\frac{D}{A} \times 100$	9.3	5.7	7.2
G: $\frac{E}{A} \times 100$	11.7	15.0	13.7

表 32 F—3号池の稚魚の単眼症魚の割合

調 査 月 日	調 査 魚 尾 数	単 眼 症 魚 尾 数	単眼症魚の割合（％）
5 月 26 日	1,000	9	1. 0 0
6 月 15 日	1,000	1 1	
7 月 29 日	1,085	2	0. 0 9
8 月 1 日	993	0	
8 月 2 日	630	0	
8 月 3 日	374	1	
8 月 5 日	410	0	

長する湖や海では起こりにくい“酸素の過飽和”という環境条件に対して、種としての適応能力がよわかったためであろうか。コイ稚魚についてこの点は明らかにされていないようである。

肉眼により判別の容易な単眼症魚の割合を調べた結果を表32に示した。5月17日にふ化したF—3号池の稚魚の単眼症魚の割合は5月26日、6月15日には1.0％もあり、単眼症魚は正常魚にくらべ非常に死にやすかった。その後、標識法による尾数の推定のための採捕魚について7月29日～8月5日に調べた結果では単眼症の割合は0.09％に低下していた。この間、こういう奇型魚は淘汰され死亡したのであろう。以上は単眼症の1例であるが他の諸器官についての不全症的原因による死亡は相当な数になるのではなかろうか。

要 約

1966年のマゴイ稚魚育成について、採卵から育成池の池干しによる取揚までの約100日間に——所有する雌親魚の産卵割合、産卵前体重と産卵による減重量の関係、採卵数の計数、掛魚巣と敷魚巣による採卵割合、産卵数と採卵数の関係、発眼率、ふ化率、取揚数量、酸素消費量、従来の選別法と配布規格等——基礎的事項の測定を行なった。稚魚育成池の収容量の限界、卵から配布稚魚までの成長過程における個体数の減少等について考察した。

文 献

1) 西条八束：湖沼調査法，1—306 1957，古今書院

2) 松江吉行編：水質汚濁調査指針，1—384，恒星社厚生閣

3) 規格協会：工場排水試験方法，1—105 1974，日本規格協会

4) 水野寿彦：日本淡水プランクトン図鑑，1—351 1964，保育社

5) 稲葉伝三郎・野村稔：コイの産卵数の推定について，水産増殖8(1) 1—6

6) 安部直哉・石崎博美：標識法によるコイ稚魚育成池の総尾数の推定について，本報2号 46—54 1965

7) 諸岡等：活魚輸送，1—48 1966，日本水産資源保護協会

8) 伊藤隆：養鰻池の水変りに関する研究Ⅳ 水変り池における *Brachionus plicatilis* の垂直分布，Rept. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie 2(2) 325—334 1956

9) 山本喜一郎・長浜嘉孝・山崎文雄：金魚の周年採卵法について，日水誌32(2) 977—983 1966

10) 千葉健治：放養密度からみた淡水養殖，水産増殖臨時号4 43—47 1965

- 11) ニコルスキー：魚類生態学（亀井健二訳）， 1—316 1964， 新科学文献刊行会
- 12) 村山隆夫・石崎博美：コイ稚魚の生産配布，本報3号 3—4 1966
- 13) 伊藤隆・岩井寿夫：アユ種苗の人工生産に関する研究—I 人工孵化仔魚の越冬飼育，木曾三川河口資源調査報告 第1号 337—437 1964
- 14) 村山隆夫・石崎博美・鈴木規夫：コイ稚魚の生産配布，本報第2号 5—6 1965