

鮎種苗生産に関する研究

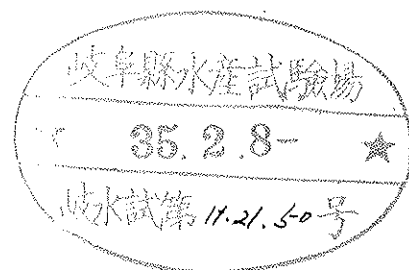
(第 四 報)

成 熟 促 進 試 験

昭和34年9月(1959)

岐 阜 県 水 産 試 験 場

大 垣 市 江 崎 町



目 次

I は し が き	1
II 実 験 方 法	2
材料, 実験池, 光処理方法	2
III 結 果	4
1. 外 形 的 変 化	4
A. 成 長	4
B. 肥 満 度	6
2. 生 殖 巣 の 変 化	7
A. 生殖巣重と体重の関係	7
B. 成 熟 度	9
3. 卵 自 体 の 変 化	11
A. 卵の大きさの変化	11
B. 卵の大きさと生殖巣重との関係	12
C. 生殖細胞の組織学的変化	12
4. 成熟にともなうその他の変化	13
A. 鱗 の 変 化	13
B. 粗 脂 肪 の 変 化	13
5. 綜 合 結 果	14
IV 考 察	15
V 摘 要	16
VI 引 用 文 献	16

鮎種苗生産に関する研究 (第四報)

——鮎成熟促進試験について——

I は し が き

近時アユの増殖がさかんになるにつれて、その種苗を適期供給することが要望されるにいたった。じゅうらい種苗としてのアユは海産稚アユ、湖産アユ（コアユ）、河川そ上アユの3種類であったが、本試験場では古く1935～'40年頃卵よりの人工飼育を行ったが充分の成果が得られなかった。そこで1956年以来ふたたび温泉飼育によって卵よりの人工飼育を行ってアユの種苗を育成することを計画し、一応成果を得たが（岐阜水試1957）さらにその一環としてまず成熟を促進させて早期採卵を可能にしようを試みた。すなわち、ふつう河川のアユは10～11月に、コアユは9～10月に成熟産卵するのであるが、このころでは養魚池における輪虫、ミジンコなどアユ稚魚の主要天然餌料の発生が困難で、したがって卵からの育成がむづかしい。そこで早期に採卵して、天然餌料が容易に発生する時期にシラス時代を育成し、冬になるまでに人工餌料で飼育出来るような体型にすれば、今までより2～3ヶ月早くアユの種苗が得られることになる。これはことに養魚家にとって有利な条件であると共に、種苗の購入や輸送の煩しさをさけることができることになる。

さてアユの成熟については一般につきのような事実が知られている。すなわち

1. 湖産アユの成熟は河川アユの成熟より早い。
2. 北方のアユは南方のものより早く成熟する。
3. 一河川においては下流より上流が成熟が早い。

これらの事実はいままで水温に対する適応性として説明されて来たが、光周期の点からも説明し得る。すなわち、光周期の短い場所ほど早く成熟すると云える。この光周期の問題については古く Fry (1951) が、冷水魚の成熟は水温のみによるものではないようだとし、カワマスについて Hoover と Hubbard (1937) は人工的に日長時間を短縮することにより成熟を促進し得たと報じており、また最近ニジマスについて野村 (1955) が早期採卵に成功している。アユについても野中 (1957) が人為的に光周期を変化させてその成熟を促進させ得たが、産卵させるまでには至らなかった。

本試験場では、この両三年来温泉においてアユの卵よりの人工飼育を試み、ほゞ目的の体型にま

で育成することが出来たが（岐阜水試，1957），これを量的に充分育成するためには輪虫，ミジンコなどの天然餌料の多い時期に採卵ふ化すれば初期減耗を少くして多くの種苗を育成することが出来ると思われる。その為上記の着想にもとづいて光周期処理を行い，成熟を促進し，早期採卵を試みたが，おゝむね所期の目的を達したのでこゝにその概要を報告する次第である。

稿を進めるにあたり，御指導いただいた淡水区水産所研究所白石芳一氏に深謝する次第である。

Ⅱ 実験方法

実験に使ったアユの種苗は琵琶湖より34年3月9日に移入したもので，これを6月8日まで2号池で飼育し，6月9日に第1表のように3つにわけて実験した。

第1表 実験池と処理方法

区 分	1 号 池	2 号 池	3 号 池
処 理 項 目	光周期処理，投餌	自 然 光，投餌	自 然 光，投餌
池 の 面 積	30 m ²	208 m ²	64 m ²
水 深	60 cm	75 cm	75 cm
放 養 尾 数	600 尾	約1500 尾	600 尾
放 養 月 日	6 月 8 日	3 月 9 日	6 月 22 日
備 考	実験開始当初 175 尾 飛出しへい死 8月30日 池中産卵 8月31日 人工採卵 ♂は全部成熟 ♀は 122尾中87尾 採卵可能。	2号池に3月9日 約 2700尾収容，これ より1号池および3 号池にそれぞれ移 して試験した。	実験開始当初60尾 飛出しへい死 9月20日現在 ♀♂ いづれも未熟

6月9日以降の餌料の組成とその各号池における給餌量は第2表のようになる。すなわちニジマスなどの親魚養成の場合の餌料組成に準じて，成熟が進んだと思われた7月はじめ以降には乾燥蛹や生いわしを減じ，いさを大量に加えた。また給餌量は1，2号池共6月30日までは1尾当り20gr/日で，それ以降は11～13gr/日になるようにした。

また光周期の処理は野中（1957）に準じ1号池のみ6月10日より6月末日まで20日間は40Wの蛍光灯4ケを日没より24時まで点燈し，4～5時間天然光より長く光をあ

第2表 餌料の組成と給餌量

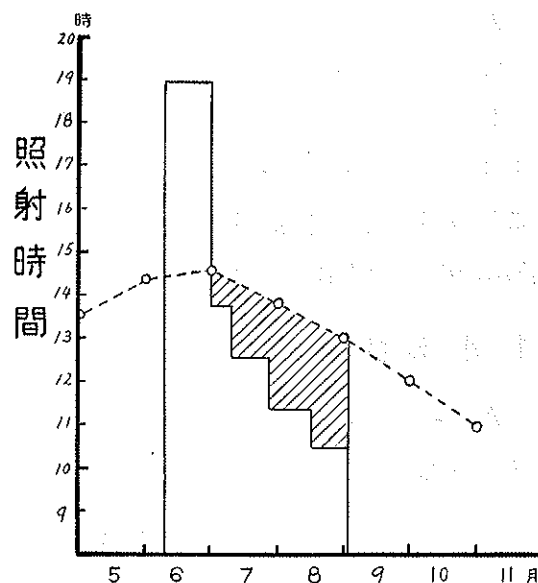
期 間		6月9日 ～6月31日	7月1日以降
項 目		%	%
餌 料 組 成	乾 燥 さ な ぎ	30	10
	生 い わ し	30	10
	米 糠	20	20
	麦	20	20
	い さ ざ	—	40
給 餌 量	1 号 池	1 Kg	0.5 Kg
	2 号 池	3	2
	3 号 池	0	0

てた。7月1日以降は、天然の日長より短くするため池面をビニールの黒幕でおおい（図版1 A・B）、1～4時間日長時間を短くした。したがって各時期の日長時間および人工照射時間の変化は第3表のようになり、天然日長時間との関係は第1図に示すようになる。

第3表 1号池光処理区における
日長時間の季節変化

期 間	平均日長時間 時間	人工照射また は遮へい時間 時間	全日長時間 時間
5. 1～30	13.9	0	13.9
6. 1～10	14.4	0	14.4
6.10～30	14.5	+4.5	19.0
7. 1～10	14.4	-0.7	13.7
7.11～27	14.2	-1.5	12.7
7.28～8.15	13.6	-2.2	11.4
8.16～31	13.2	-2.7	10.5

第1図
日長時間と人工照射時間との比較



点線は岐阜における日長時間
斜線部分は遮敷時間、したがって
ヒストグラムは人工日長時間を示す。

また各池の水温については定時観測の時の資料を表記すると、第4表のようになる。これによると、1号池は他の池より多少低いのはビニール幕による遮へいのため日照がさえぎられたためと思われる。さらに2号池より3号池の水温がやや低いのは3号池が水源に近いためで、水源の水温は常時13.8～14.0°Cであった。

第4表 試験期間中の水温

月 日	1号池 °C	2号池 °C	3号池 °C
6. 10	17.0	17.5	—
6. 22	17.5	18.0	17.5
7. 3	17.5	19.0	18.0
7. 13	18.0	20.0	19.0
7. 23	18.5	21.0	20.0
8. 3	18.5	21.0	20.0
8. 13	18.0	20.5	19.0
8. 24	17.5	20.0	18.5
9. 3	17.0	19.5	18.0

Ⅲ 結 果

日長時間を人工的に変えた場合に、成熟状態がいかに変化するかを知る方法は色々考えられるが大別して

1. 外形的变化 生長、肥満度
2. 生殖巣の変化 生殖巣重関係 $\frac{\text{生殖巣重}}{\text{体 重}}$ の変化
3. 卵自体の変化 卵径の変化、卵細胞の組織学的変化
4. 其 の 他 粗脂肪の量、鱗、内臓等の変化

など4つの方法が考えられる。

これ等が3種の実験、すなわち 1. 投餌、光処理 2. 投餌、天然日長 3. 無投餌、天然日長、の3種についていかに異っているかを検討することにする。

1. 外形的变化

A. 生 長

まず3種の実験の外形的測定値を表記すると第5表のようになり、そのうち体重、生長を見ると

第5表 体型測定表

1 号 池		♂				♀			
測定月日		体 長	体 高	体 重	肥満度	体 長	体 高	体 重	肥満度
月	日	cm	cm	gr		cm	cm	gr	
6.	8	14.32	3.06	38.50	1.31	14.24	3.00	36.00	1.24
6.	22	14.58	2.90	40.40	1.33	14.50	3.40	38.37	1.25
7.	2	15.41	3.00	48.60	1.35	14.96	3.30	45.20	1.33
7.	13	15.58	3.50	47.60	1.25	15.64	3.50	49.20	1.28
7.	23	16.04	3.46	52.40	1.27	15.67	3.37	49.75	1.22
8.	3	16.33	3.68	58.99	1.37	16.93	3.70	64.68	1.33
8.	13	16.42	3.12	58.40	1.22	16.82	3.76	61.40	1.29
8.	24	16.22	3.42	54.50	1.27	16.16	3.77	60.90	1.45
9.	3	15.76	3.28	48.40	1.24	15.40	3.04	41.70	1.14

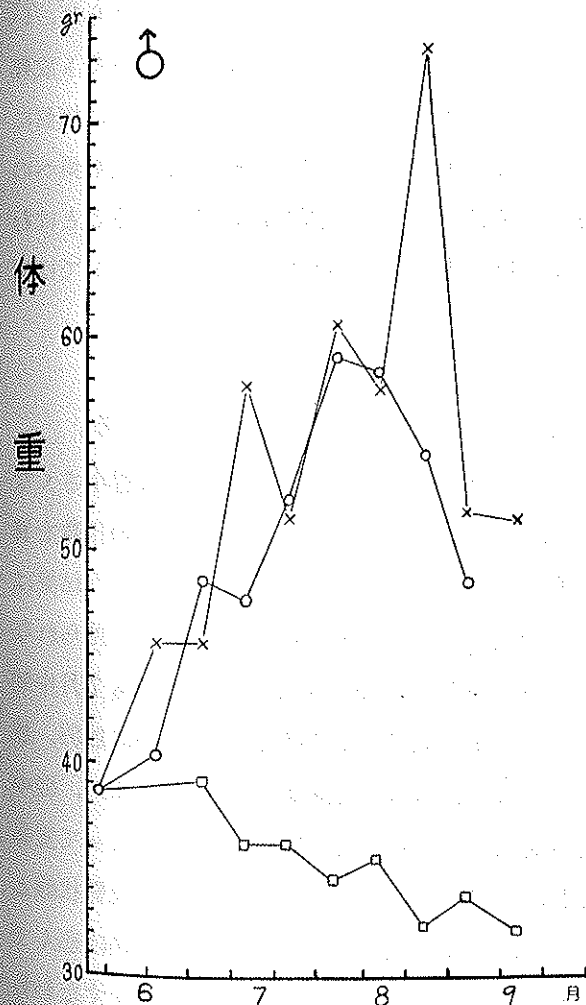
2 号 池		♂				♀			
測定月日		体 長	体 高	体 重	肥満度	体 長	体 高	体 重	肥満度
月	日	cm	cm	gr		cm	cm	gr	
6.	8	14.32	3.06	38.50	1.31	14.24	3.00	36.00	1.24
6.	22	14.96	3.60	45.63	1.33	14.51	3.40	42.39	1.38
7.	2	14.52	3.50	45.60	1.49	15.17	3.80	53.72	1.53
7.	13	16.16	3.75	57.69	1.34	15.58	3.55	51.13	1.35
7.	23	15.90	3.44	51.50	1.26	14.92	3.36	44.00	1.33
8.	3	16.17	3.83	60.55	1.41	16.13	3.73	57.58	1.35
8.	13	16.35	3.63	57.50	1.31	16.35	3.68	60.25	1.32
8.	24	17.02	3.92	73.40	1.45	16.36	3.69	63.20	1.44
9.	3	15.77	3.37	51.75	1.32	16.52	3.72	60.12	1.33
9.	14	15.82	3.18	51.40	1.29	15.70	3.62	55.20	1.42

3 号 池

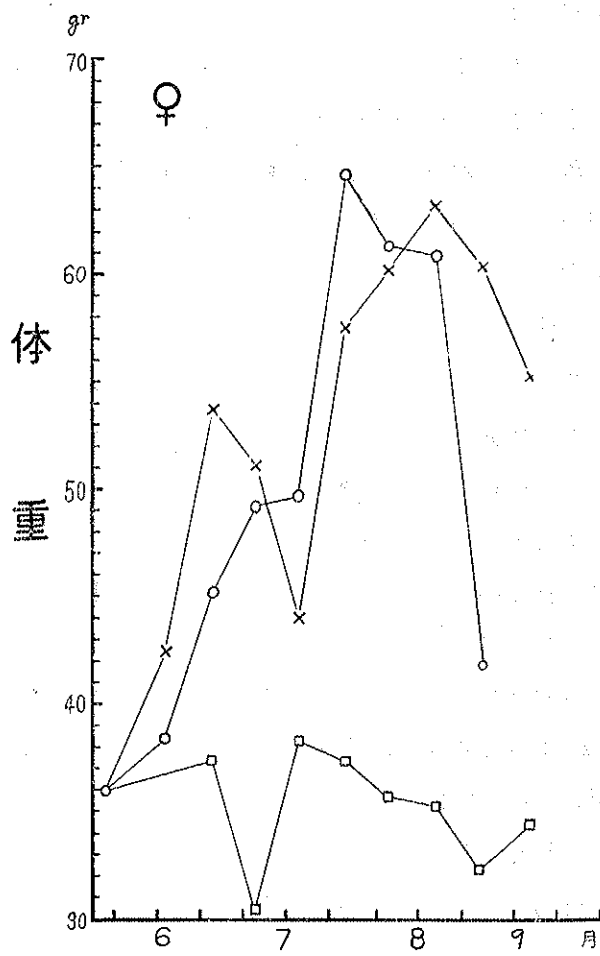
測定月日	♂				♀			
	体 長 cm	体 高 cm	体 重 gr	肥満度	体 長 cm	体 高 cm	体 重 gr	肥満度
6. 8	14.32	3.06	38.50	1.31	14.24	3.00	36.00	1.24
7. 2	13.81	3.25	39.21	1.48	13.65	3.20	37.37	1.45
7. 13	14.15	3.20	36.25	1.29	14.30	3.10	30.38	1.24
7. 23	14.32	3.00	36.30	1.22	14.50	3.13	38.33	1.25
8. 3	13.68	3.00	34.60	1.35	14.08	3.20	37.38	1.34
8. 13	14.38	3.98	35.58	1.19	14.53	3.10	35.65	1.16
8. 24	13.58	2.88	32.40	1.28	13.94	3.14	35.20	1.30
9. 3	13.92	2.88	33.62	1.25	13.70	2.96	32.30	1.26
9. 14	13.82	2.72	32.00	1.21	14.10	3.00	34.30	1.22

第2図のようになり、9月3日現在における体型と生殖巣の大きさの状態は、図版IIに示したようになる。さて魚族の生長には餌量、密度をはじめ種々の要因が関連しているが、この図から1、2

第2図(A) ♂の体重成長



第2図(B) ♀の体重成長



- 1号池 (光処理区)
- ×—× 2号池 (自然光, 投餌区)
- 3号池 (自然光, 無投餌区)

号池と3号池、すなわち投餌区と無投餌区とはいちぢるしい差異を示し、投餌区では日を追うて生長しているのに対し、無投餌区の体重はかえって減少していることから考えて、こゝでは餌料の有無が生長を左右している第一要因と考えてよいであろう。もちろん無投餌であっても密度が少い場合は池壁の藻類を食べて相当な生長をなすことは河川の場合と同じで（白石未発表）こゝでは無投餌区の密度がそれ以上に高く、増重するだけの天然餌料がなかった事を意味する。

また投餌した2実験区については標本測定数が少いため生長の変異がいちぢるしいが、天然光の場合は8月末においても体重は増加の傾向にあるが、光処理の方は8月末において特に♂の体重がかえって減少し、無処理の方といちぢるしい対照を示している。これはもちろん後に述べる成熟状態と密接な関連がある。すなわち8月末においては光処理した♂はすでに成熟の盛期をすぎ、逐次放精するため、体重は漸減しているが、♀は成熟期に入ったところで8月末ではまだ体重の減少は見られない。したがってこの場合コアユ（白石外1956）をはじめ、ワカサギ（白石1955）やニシン（山口1926）などに見られるように♂の成熟が♀よりも早いことが伺われるが、この点を生殖巣の発達状態から見ると一そう明らかである。なお9月に入ると対照区の2号池でも♀♂ともに体重が減少しているが、これは除々に成熟が進み、給餌してもあまり摂餌しないのが原因と考えられ、いまだあきらかに成熟しているものは認められなかった。これに反して3号池は2号池よりやや成熟が進んでいるように見られ、体重も漸減の傾向をたどっている。総じて体重の増減はおもに摂餌によるエネルギーの吸収と運動などによる放出の差によって生ずるが、この間成熟現象は生殖巣へのエネルギーの蓄積として認められるので、体重の増減と成熟の程度とは直接に結びつけることはむづかしいといわねばならない。また体長、生長もおもむね体重生長に準じているので、こゝでは省略する。

B. 肥 満 度

つぎに成熟の程度をあらわす一方法として用いられるものに肥満度 $\left(\frac{\text{体 重}}{(\text{体 長})^3} \times 100\right)$ がある。

島立（1950）は長野県千曲川のアユについてこの指数を算出した結果大きな体型のもの程小さくなり、この点から体型の大きいもの程成熟が遅れると結論した。3つの実験区についてこの指数を算出すると、第5表右欄のようになるが、これからはとくに光処理区が肥満度が大きいと言う結果は得られなかった。すなわち8月末までは外形的には光処理区と対照区の間に著しい差異は見られなかった。白石外（1956）によれば山梨県西湖のコアユの肥満度の季節変化は♂♀いずれも7月中旬を最大としてその後はかえって減少しているのは、7月中旬以後は体長がかわらないのに放卵、放精によって体重が減少するからで、天然の場合にはこのようにほゞ一定の傾向が見られるが、池中飼育の場合には、給餌量の変化や水温その他の環境の変化、さらに測定標本数の僅少によって変異が著しくなり、一定の傾向を示さないものと思われる。特に前述のように体重の変化が成熟状態と併行的でなく、成熟が進んで摂餌活動がおとろえたために体重が減少する場合には、成熟は進んでいるのに肥満度が小さくなり、成熟状態とは併行しないことになる。要するに外形的变化すなわち体重を介して成熟状態を表示することは、特に養魚池の場合不合理であり、困難であると考えられる。

2. 生殖

A. 生殖

次に成熟
て推定され
のようで、
特に精巣は
8月中旬淡
巣は再び淡
少卵粒が肉
月以降はや
未だ一尾も
生殖巣重を

2. 生殖巣の変化

A. 生殖巣重量と体重の関係

次に成熟の程度は直接生殖巣の重量変化、また体重に対する生殖巣重量の割合の変化などによって推定されることが考えられる。いま6月8日以降の各実験区の♂♀の生殖巣の変化を見ると、図版Ⅲのようで、一見してわかるように、各時期の卵巣の大きさは常に光処理区の1号池が最も大きく、特に精巣は目立って大きい。また光処理区は7月中旬以後は肉眼的にも卵粒が目立って大きくなり8月中旬淡黄褐色の飴色を示し、採卵出来るかのような色調を呈した。また8月末採卵のあとの卵巣は再び淡黄白色の未成熟卵のみとなった。これに反して2号池、3号池の対照区では7月末に多少卵粒が肉眼的に認められるようになったが、8月末になっても成熟卵特有の色があらわれず、9月以降はやや成熟卵の様相を呈し、9月20日現在3号池では、♂が放精するのが見られたが、♀は未だ一尾も採卵することが出来なかった。また2号池では♂♀ともに未成熟であった。そこでいま生殖巣重を測定し(第6表)その変化を見ると、Ⅲ図版に示された傾向がさらに容易に見られる。

第6表 体重と生殖巣重量の関係

1 号 池

月	日	♂			♀		
		体 重	生殖巣重	成熟度	体 重	生殖巣重	成熟度
6.	8	38.50 ^{gr}	0.0027 ^{gr}	0.0072	36.00 ^{gr}	0.051 ^{gr}	0.141
6.	22	40.40	0.006	0.016	38.37	0.131	0.342
7.	2	48.60	0.011	0.022	45.20	0.137	0.299
7.	13	47.60	0.037	0.078	49.20	0.263	0.534
7.	23	52.40	0.453	0.857	49.75	0.905	1.818
8.	3	58.99	3.012	5.108	64.68	3.808	5.901
8.	13	58.40	3.368	6.078	61.40	8.058	12.895
8.	24	54.50	3.840	7.107	60.90	12.580	20.658
9.	3	48.40	3.080	6.367	41.70	3.400	6.848

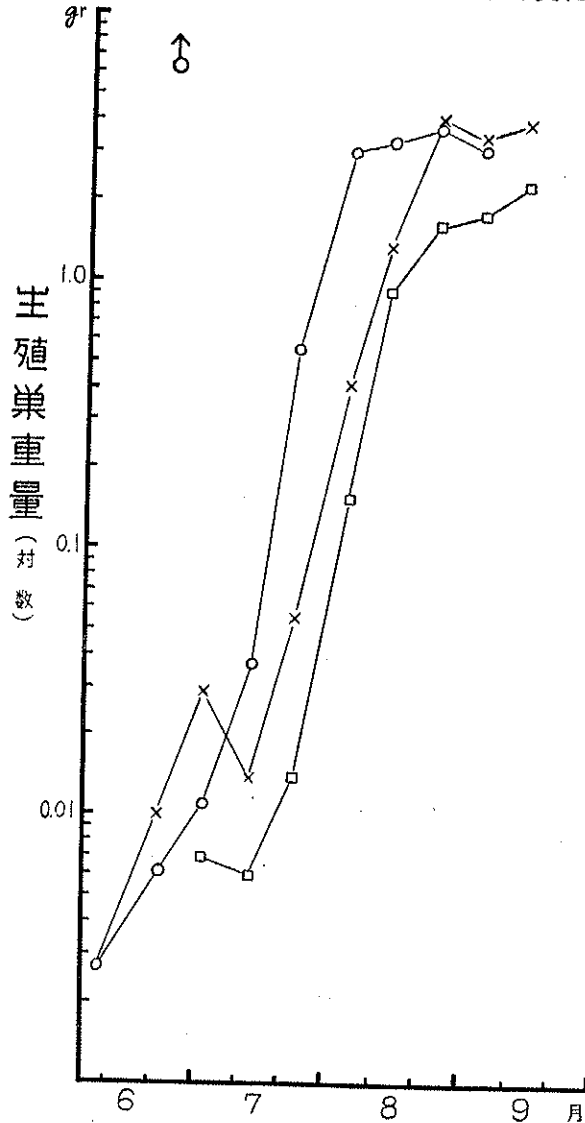
2 号 池

月	日	♂			♀		
		体 重	生殖巣重	成熟度	体 重	生殖巣重	成熟度
6.	8	38.50 ^{gr}	0.0027 ^{gr}	0.0072	36.00 ^{gr}	0.051 ^{gr}	0.141
6.	22	45.63	0.010	0.0219	42.39	0.106	0.250
7.	2	45.60	0.0296	0.047	53.72	0.131	0.214
7.	13	57.69	0.014	0.024	51.13	0.161	0.319
7.	23	51.50	0.057	0.104	44.00	0.190	0.419
8.	3	60.55	0.416	0.626	57.58	0.328	0.570
8.	13	57.50	1.378	2.346	60.25	1.400	2.291
8.	24	73.40	4.170	5.652	63.20	4.840	7.727
9.	3	51.75	3.510	6.490	60.12	7.250	11.986
9.	14	51.40	3.990	7.540	55.20	11.360	20.628

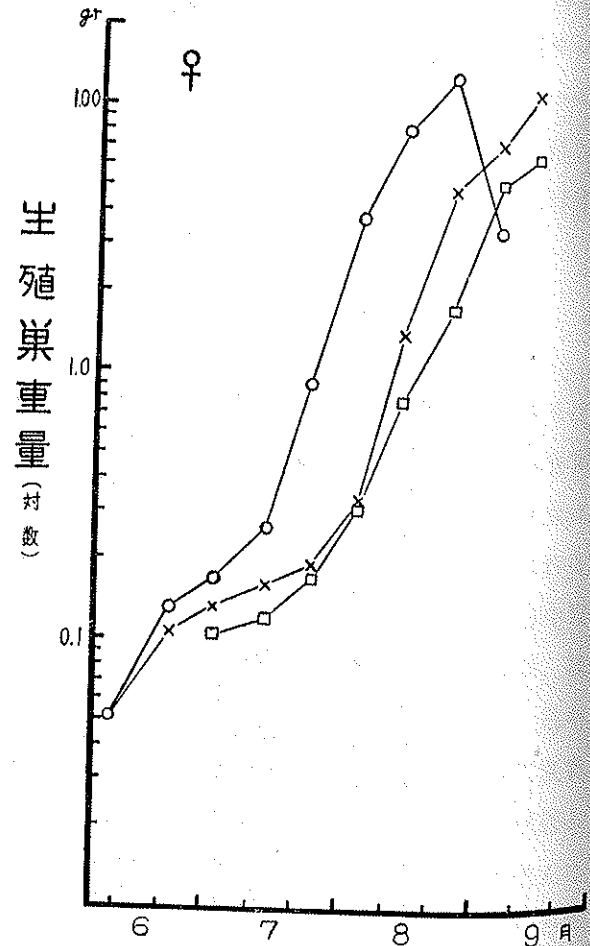
3 号 池

月	日	♂			♀		
		体 重	生殖巣重	成 熟 度	体 重	生殖巣重	成 熟 度
6.	8	38.50 ^{gr}	0.0027 ^{gr}	0.0072	36.00 ^{gr}	0.051 ^{gr}	0.141
7.	2	39.21	0.007	0.0186	37.37	0.102	0.272
7.	13	36.25	0.006	0.016	30.38	0.120	0.336
7.	23	36.30	0.014	0.037	38.33	0.171	0.443
8.	3	34.60	0.156	0.437	37.38	0.311	0.813
8.	13	35.58	0.923	2.550	35.63	0.780	2.140
8.	24	32.40	1.634	5.289	35.20	1.767	4.958
9.	3	33.62	1.800	5.484	32.30	5.08	15.657
9.	14	32.00	2.320	7.221	34.30	6.52	18.891

第3図(A) 生殖巣重量(♂)の季節変化



第3図(B) 生殖巣重量(♀)の季節変化



記号は第2図に同じ

(第3図) これによると光処理区は試験開始以後7月まで急激に増重して2ヶ月で極大に達し、8

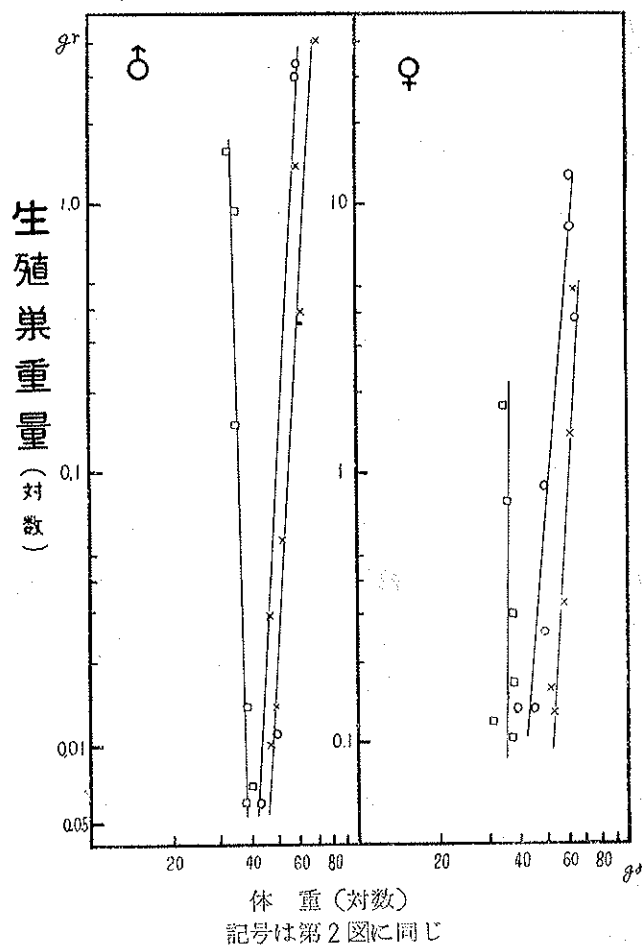
月初旬からは殆んど増重は認められない。これに対して対照区の2号池では、その増重傾向が1号池よりややゆるやかで極大に達するの8月下旬、前者に比して約1ヶ月の差がある。3号池では2号池とほぼ同じ傾向で増重するが、8月中旬以後は1、2号池よりさらに低い値でその増重傾向がややゆるやかになる。総じて光処理区の増重は急速であり、対照区はこれよりゆるやかであるが、一定の重量に達するとほとんど増加しなくなる。♀においてもこれらの傾向はほぼ同じであるが、7月中旬までの増加傾向に比してその後の増重は特に著しい。また1号池は8月23日にすでに最大になり、その後は放卵のためにかえって減少するが、2、3号池はその後も増重を続けている。これら♀♂における生殖巣重量の変化状態は、それ自体としては成熟傾向が表示されているが、体の大きさに応じて生殖巣重の大きさがちがひ、ことに3号池は無投餌で体形が小さいのでその生殖巣重が小さく、したがって直接これから1、2、3号池の成熟状態を比較することは出来ない。なお第3図の♀♂の生殖巣重を比較すると、♂の方が各号池ともはじめの状態は著しく小さい時期から出発しているが、極大の時期には♀よりも重くなっている。また増重速度は♂の方が急激で8月はじめに1号池では極大に達し、2号池でも8月下旬には極大に達するが、♀では1号池で8月末に成熟して極大に達した外、2、3号池では未だ極大に達せず増重をつづけている。

つぎに体重の関係を対数グラフにプロットすると、第4図A、Bのようになり、♂も♀も一見して3号池すなわち無投餌区が体重に対する生殖巣重量の変化割合が最も大きく、見かけ上他よりも成熟の度が進んでいるように見えるが、これは前述のように体重が逐次減少している結果、急傾斜になったもので、一方1号池、2号池のそれを見ると著しい差が見られない事から、生殖巣重—体重関係もかならずしもその成熟状態をよくあらわさないと思われる。

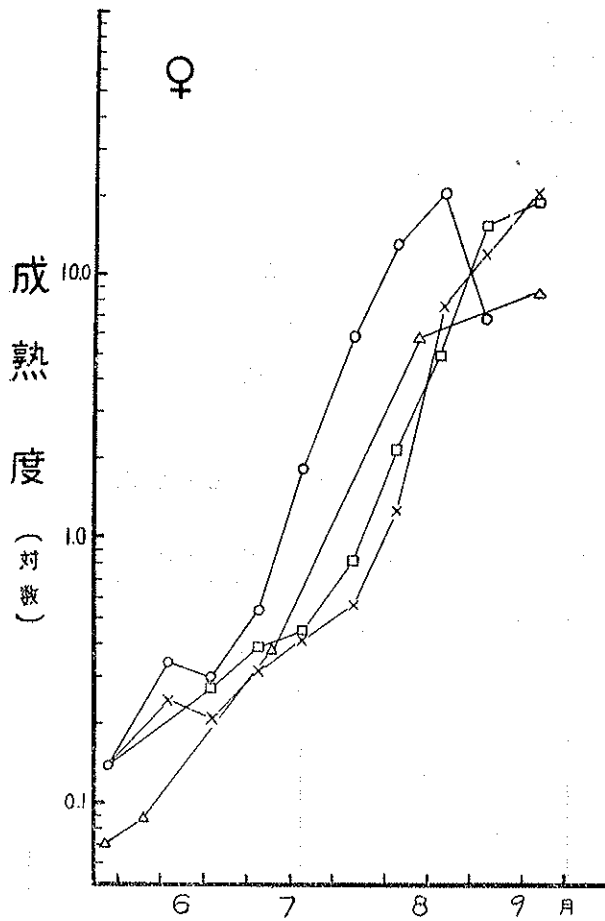
B. 成熟度 $\left(\frac{\text{生殖巣重}}{\text{体重}} \times 100 \right)$

つぎに普通に用いられる方法として、成熟度 $\left(\frac{\text{生殖巣重}}{\text{体重}} \times 100 \right)$ なる指数がある。各実験区の成熟度の季節変化を性別に示すと、第6表および第5図A、Bのようになり、こゝでは♂でも♀でも7月以後明らかに光処理実験区の値の方が大きくなっている。実験には8月末に成熟産卵しているので、この傾向は実際の状態を忠実に示しているものと考えられる。すなわち7月中旬より8月はじめま

第4図 体重と生殖巣重の関係

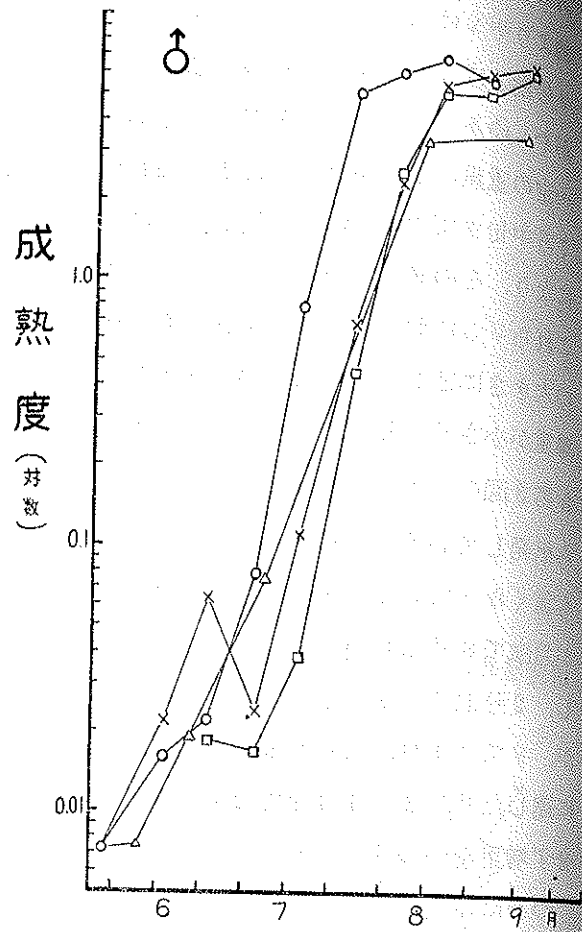


第5図(A) ♂の成熟度の季節的变化



成熟度は $\frac{\text{生殖巣重}}{\text{体重}} \times 100$ をもってあらはした。
記号は第2図に同じ

第5図(B) ♀の成熟度の季節的变化



記号は第2図に同じ

では逐次その差が著しくなり、(対数グラフではほぼ平行)、8月中旬からは光処理区の方はその増加傾向がゆるやかになる。また♂の成熟速度は♀のそれより急速で、かつ早期に成熟の頂点に達する傾向が見られるが、これは実際♂の方が早くから精液を出す事実と一致する。この♂が早く成熟することは前述のようにコアユ(白石外1956)をはじめワカサギ(1955)やニシン(1926)にも見られ、おそらく冷水魚族の一般性であろう。

一方投餌区と無投餌区ではほとんど差が見られないが、実際は♂では3号池の方がやゝ成熟が進んで居り、この点この表示方法が多少不備であることを示している。

こゝでさらに白石外(1956)による山梨県西湖のコアユの成熟度と比較してみると、コアユの成熟は光処理実験区のそれと一致せず、無処理のものとはほぼ一致している。また西湖産コアユの♂の成熟傾向が8月10日に屈折点を示しているが、これはその卵径測定と比較して生殖巣の外型的増大が終った時期を示しているが、同様な傾向は光処理区では8月3日から生じており、すでに1旬の差が見られる。河川アユの成熟度の資料がないので比較することが出来ないが、産卵期が通例1ヶ月おくれると言われておるので、これより更に1ヶ月おくれ9月初旬に外型的増大が終了するとすれば、こゝですでに光処理区は1ヶ月早く形態的成熟が終了したと見る事が出来る。実際には8

月下旬に採卵されたが、♂はそれより先に成熟していることを考えると、この形態的成熟の終了点が同時に放精開始時と考えて大差なかろう。

以上は♂についてであるが、♀についても同様な傾向が見られるが、この場合はコアユとは異なる時期に屈折点があり、♂の成熟に比して相対的に成熟がおくれたと考えられる。このことは今後なお♀の成熟をさらに早められる可能性があることを暗示している。

3. 卵自体の変化

A. 卵の大きさの変化

つぎに生殖巣の形態変化の直接的原因である卵の大きさの変化について考えて見よう。卵細胞は初期には楕円形のものが多いので、その長径 a と短径 b を測定し、 $\frac{3}{4}\pi ab^2$ をもってその卵の体積とすると、各号池の魚卵の平均体積の増加は第7表のようになり、これを図示すると第6図のようになる。

第7表 卵の体積の季節的变化

(ただし a を長径, b を短径としたとき $\frac{3}{4}\pi ab^2$ すなわち楕円体の体積)

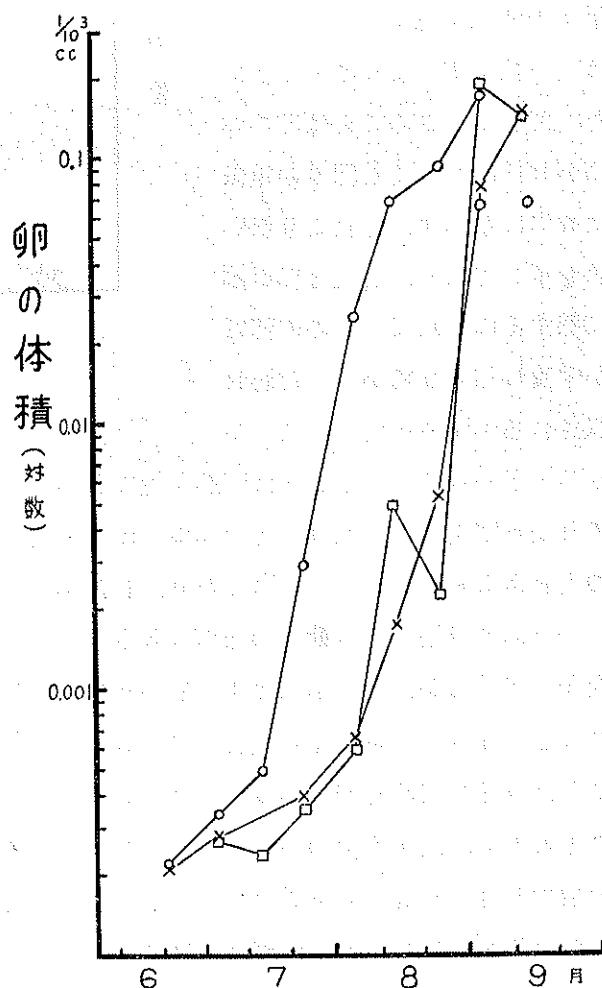
月日	区分	1号池	2号池	3号池
		mm ³	mm ³	mm ³
6. 22		0.00021	0.00022	—
7. 3		0.00034	0.00028	0.00027
7. 13		0.00049	0.00028	0.00024
7. 23		0.00296	0.00040	0.00035
8. 3		0.02541	0.00066	0.00059
8. 13		0.06981	0.00175	0.00493
8. 24		0.09184	0.00538	0.00229
9. 3	※	0.17293 0.05705	0.07959	0.19309
9. 14		—	0.15107	0.14947

※上欄は産卵直前、下欄は産卵直後の平均卵体積

これから一見して明らかなように光処理区は7月中旬より急激に卵が大きくなり、8月中旬には最大に達し、下旬に放卵された。また2つの対照区では8月はじめまでは変化がゆるやかで、その後急激に増大して9月初旬より中旬にかけて最大となる。またこれらの変化傾向は♀の成熟度の変化傾向と極めて似ている。すなわ

ち光処理区と他の2対照区とは逐次差異がいちじるしくなり、とくに7月より8月にかけて最大となり、9月になると3者がふたたび接近して来る。すなわち対照2区の卵が逐次増大して光処理区のそれに近づく。一方光処理区は放卵後は未熟卵のみとなり、かえって2対照区より小さくなる。

第6図 卵の体積の季節的变化



記号は第2図に同じ

卵の体積計算法は第7表に同じ

また2号池すなわち投餌，天然光と3号池すなわち無投餌，天然光の2区を比較すると途中の経過はほとんど同じであるが，最後の9月上旬以降で無投餌区が投餌区より早く最大体積に達している。すなわち2号池のものは9月13日にまだ1号池のそのの大きさに達しないが，3号池のものは9月3日に成熟放卵の1号池の卵とほとんど同大となっている。このことはまた実際採卵試験の際に3号池のものはすでに何割か放精するのに対して，2号池のそれはすべて放精できなかった点からも推定される。すなわち多く摂餌したものより摂餌量の少ないものほど早く成熟する傾向が見られる。

B. 卵の大きさと生殖巣重との関係

こゝで前記の卵巣重量と卵の体積との関係を見ると第7図のようになる。

まず1号池の卵の体積と卵巣重量の関係を見ると，その傾斜は両対数で45°よりゆるやかになっている。このことは卵の体積がn倍になっても卵巣の重量はn倍にならず，それより低い値を示しており，これは卵巣が成熟するにつれて，その内何%が栄養細胞となるか，また吸収されるかを示している

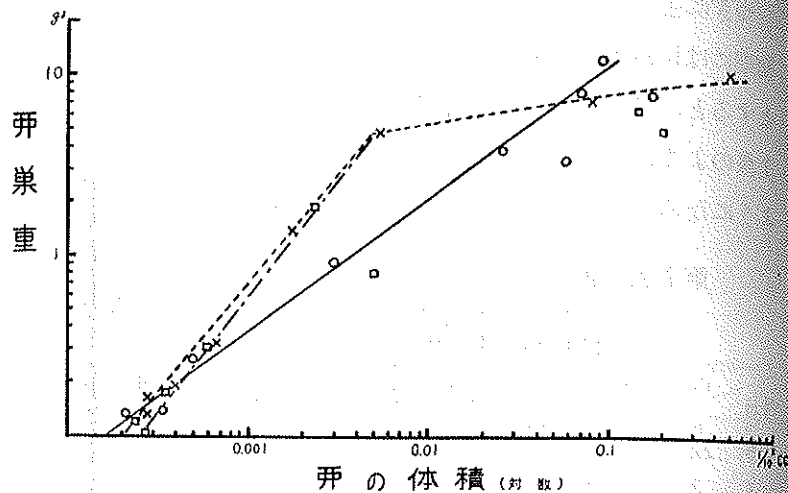
ものと思われる。このことは天然環境にさからって無理に人工照射を施し，または天然光を遮断して日長時間を短くしたりしての環境下にあっては当然考えられてよいことである。なお産卵後は卵の大きさも未熟卵のみで小さくなり，したがって卵巣重も減少している。

つぎに2号池と3号池での卵の大きさと，卵巣重の関係はすくなくともはじめの間は類似の関係を保っているが，その傾向は1号池のそれと著しく異り，その傾斜が極めて急である。これは一つには2，3号池の魚が1号池より自然的生育をしているので卵巣も全般的に発育し，1号池のものよりは成熟してゆく卵数が多いためと考えられる。さらにその年に成熟しない，すなわち未熟卵で終るものも，逐次多少ずつ大きくなっていると考えられるので，その結果2，3号池では卵の体積の増加割合よりも生殖巣重の増加割合が大きくなっているものと思われる。しかるに8月末以降はその関係が一変し，卵の体積は急激に大きくなるが，卵巣重はあまり増大せず，1号池と同じく卵の衰退吸収が盛んとなるが，これも栄養条件と密接に関連しているものと思われる。

C. 生殖細胞の組織学的変化

成熟状態を適確に表示するための目安として考えられるものに，もう一つ生殖細胞の組織学的変化がある。これは特に生殖細胞の発育の初期，すなわち外形的肉眼的には判別困難な時期に適確に区別し得る点ばかりでなく，特にその状態も知り得る点に特長があるが，これについてはいづれ別

第7図 卵の大きさ（体積）と生殖巣重量の関係



記号は第2図に同じ

実線は1号池，点線は2号池，破線は3号池

の経過
ている。
は9月
際に3
らも推
れる。
X.
断し
は卵
の関
係一
つ
もの
卵で
体積
降は
く卵
的変
確に
れ別

に報告することとする。

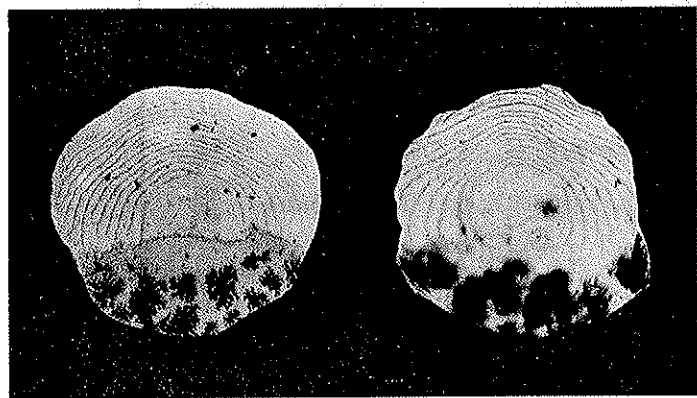
4. 成熟に伴うその他の変化

以上は成熟にともなう生殖巣の変化を中心とした比較的直接的な変化であるが、成熟現象はもちろんこうした形態的变化のみでなく、そのかげに種々の生化学的な変化がおこって居ることは当然である。そのうち特に容易に認められる二、三の変化を上げて見ると粗脂肪の変化、鱗の変化、肝臓の変化などであろう。いまその二、三について説明することとする。

A. 鱗 の 変 化

魚体の生理学的変化を過去にさかのぼって時間的に推定する手がかりとして鱗がある。すなわちその年輪や輪紋の状態から、その魚の現在の状態はもちろん、過去の履歴をも読みとることが出来る。いま各池のアユの鱗について輪紋を見ると、中央部は何れも同じであるが、1号池は8月末より第8図のように周囲部がかけはじめ、2、3号池と明瞭に区別された。鱗は魚体のカルシウム分の補給源として特に産卵期直前には多量のカルシウム分が必要なので一たん鱗に蓄積されたカルシウム分も逐次周囲より吸収されて行くものと思われる。このことは春先ふたたび餌摂取活動が旺盛となり、肥大して行く際鱗はその吸収された周囲部に不整合部を残し、結局年輪として後からよみとれる状態になる。すなわちこの年輪が出来たことは生殖巣が成熟したことを示すもので、産卵記号と呼ばれる。したがって逆に生殖巣の成熟状態を大ざっぱに知るためには鱗の吸収状態も一つの表示となり、1号池のものが他よりも成熟が進んでいる事はこれからでも判定出来るが現在のところこれを数量的にあらわすことはむづかしい。

第8図 光処理(右)と対照区(左)の
鱗の周辺部の吸収状態



B. 粗 脂 肪 の 変 化

一般に魚が成熟活動を開始する前に十分な粗脂肪を体内、特に体腔に蓄積するのが普通である。この粗脂肪は成熟が進むにつれて運動による消耗または生殖巣への転換に使用され、卵が成熟を完了する頃には体腔内にはほとんど粗脂肪が見られなくなる。そこで成熟状態と、この粗脂肪の関係を把握するため、7月13日以降毎旬の標本について魚体全体の平均粗脂肪を通常のエーテル抽出法によって測定した。(第8表、第9図)これを見ると1号池、2号池の投餌区は3号池の無投餌区よりいちぢるしく多いが、これはもちろん飼料の関係であろう。またいづれの池でも7月はじめより逐次指数函数的に減少しているのは、すでにこの頃から摂取した餌料エネルギーの不足を補い成熟への転換が行われはじめたと考えることが出来る。

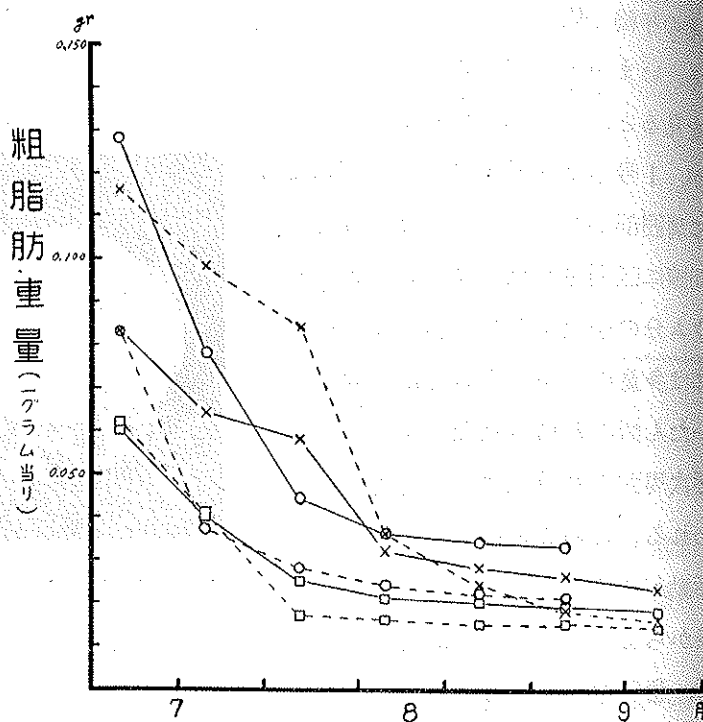
第 8 表 魚体の平均粗脂肪の季節変化

(1gr当)

月日	区分	1 号 池		2 号 池		3 号 池	
		♂	♀	♂	♀	♂	♀
7. 13		0.128 ^{gr}	0.083 ^{gr}	0.083 ^{gr}	0.116 ^{gr}	0.060 ^{gr}	0.062 ^{gr}
7. 23		0.078	0.037	0.064	0.098	0.040	0.041
8. 3		0.044	0.028	0.058	0.084	0.025	0.017
8. 13		0.036	0.024	0.032	0.036	0.021	0.016
8. 24		0.034	0.022	0.028	0.024	0.020	0.015
9. 3		0.033	0.021	0.026	0.018	0.019	0.015
9. 14		—	—	0.023	0.016	0.018	0.014

なお資料が充分でないので確言出来ないが、一般に成熟初期の脂肪貯蔵量は♀の方が♂より多いが、成熟が進むにつれて急激に減少し成熟後にはかならず♂より少くなる。すなわち途中で♀と♂の脂肪量が等しくなる時期があるが、その時期は1号池では7月初旬になり、2号池では8月中旬、3号池では7月下旬となつて居る。この順序は前にのべた成熟状態の順序と同じであり、成熟状態が脂肪量の変化と密接な関係があることが伺われる。

第 9 図 粗脂肪の季節的变化



記号は第2図に同じ 実線は♂、点線は♀

5. 総 合 結 果

以上三つの実験区について成熟の程度を表示すると思われるいくつかの測定値を検討して来たが、実際の池中では8月中旬以後には光処理区のアユは外見적으로も成熟した体色を示し、特に♂の側線部が明瞭な黒褐色となって充分成熟した事を示し、♀もまた8月末には池中の一角に産卵を開始したので、8月31日には人工採卵を試みたところ、122尾中 87尾 (70%) が成熟卵を放出し、約200万粒を採卵した。この8月中に採卵した事実は本場養成アユについてははじめての成果であり、早期種苗生産への重要な礎石を得たことになる。現在この卵の一部を静岡県および当時平湯試験池に移送し、ひきつづいてふ化人工飼育を行っている。第9表は8月31日採卵したアユ卵の見かけの発眼率で平均65%を示しているが、これは天然の場合より多少劣るようである。対照区よりの採卵

と対比して今後の参考にしたいと考えている。
さて実際の成熟促進結果は以上のものであるが、成熟の過程を忠実に示しているのは上記の各表示法のいずれであろうか。実際に対照区はまだ成熟していないのに光処理区は採卵されたこと、すなわち成熟が他より促進されたことを示すのは生殖巣重および卵の大きさについての測定値で、体重や肥満度からは少なくとも池中養殖の場合は成熟状態を適確に表現し得ないと言い得る。

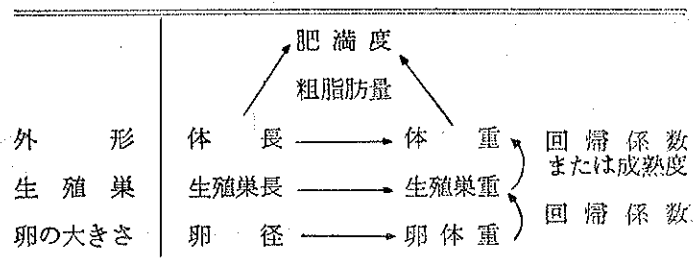
ここで成熟度、すなわち $\text{生殖巣重} / \text{体重} \times 100$ なる係数は生殖巣重の函数であるが、これは卵の大きさと当然密接な関係にあり、またそれが

成熟の本源である点を考えると、これら2つが成熟の状態をあらわしていると見ることは充分の根拠があると言えるであろう。すなわちこれを模式的に表示すると、第10表のようになり、まず成熟の本源である卵の発育にはじまり、これが生殖巣重の増大となり、その限りでは体重を増加させることになる。しかしながら卵が発育する間にその卵数に変動があるため、つねに一定の回帰関係は得られない。また生殖巣重が増大する間に肉量や脂肪量が減少することが多く、したがってその間にもつねに一定の回帰関係が見られるとは限らない。したがって成熟を表現する最も直接的方法是卵の大きさであり、これから生殖巣重、体重の順に成熟との関連性が減少すると言えよう。

第9表 光処理によって人工採卵したアユ卵の見かけの発眼率

No.	発眼卵数	死卵数	計	発眼率
1	56	41	97	58
2	54	16	70	77
3	38	17	55	69
4	45	21	66	68
5	55	23	78	70
6	17	11	28	60
7	7	11	18	39
8	9	3	12	70
9	6	3	9	68
10	23	17	40	58
計	310	163	473	65

第10表 成熟状態の表示法



Ⅲ 考 察

これまで成熟の主要な要因として水温が考えられて来た。すなわち地理的に見て北方ほどまた一河川で上流ほど成熟が早いのは水温の低下が成熟を促進するものであると考えられて来た。しかしほぼ同緯度にある鹿児島県池田湖のコアユが宮崎県御池のコアユより1ヶ月近く産卵期がおそい事実は、水温では説明出来ない。また河川に移殖されたコアユの産卵期が、海産稚アユまたは河川溯上アユのそれよりも早いと言う事実も水温だけでは説明し難く、そこに遺伝的条件を持込む必要さるる。もちろん水温が種々の意味で成熟に関連しているであろうことは疑いないが、少くとも以上の光周期の人工的処理により、アユは明らかに成熟が促進されたことは、水温低下が必ず

しも必要かつ充分な条件ではなく、かつ光周期の短日化が充分条件であることを物語っている。またこの成果は今後のアユの養殖方法の上に種々の改変をもたらし得るものと考えられる。たとえば人工採卵に引つづいての種苗育成によって早期の種苗生産が可能になり、さらにそれを使って早期成熟を促進することにより適時に所要の種苗を生産し得る事も不可能ではないと考えられる。

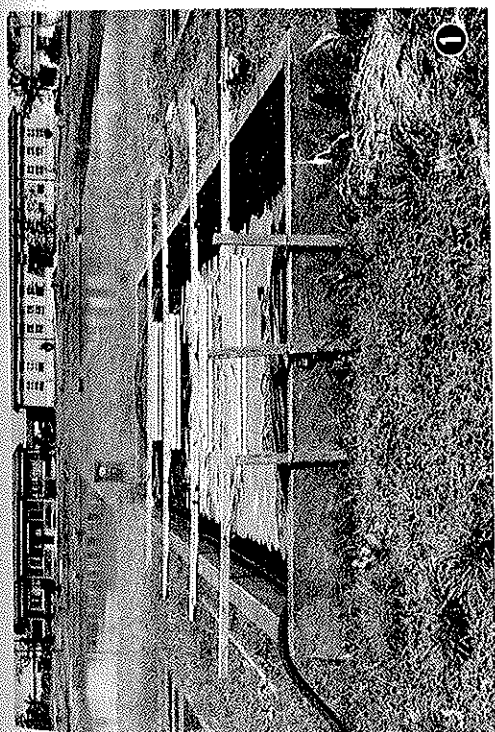
V 摘 要

1. 一たん長日化した日照時間を天然より早く短日化して成熟促進の有無を検討した。この場合投餌区と無投餌区にわけてその影響を検討した。
2. 成熟程度を表示する方法として、肥満度、生殖巣重——体重関係、生殖巣重/体重×100、卵の体積さらに鱗の形態や、粗脂肪量などの季節変化を調査したが、卵の大きさが実態をもっとも忠実に示しているものと考えられる。
3. 光処理の結果は他の対照区と比較して明らかな効果が見られ、処理後逐次成熟が促進され、8月はじめに♂は成熟を完了し、♀は8月末に成熟産卵し、8月31日には約200万粒の人工採卵を行った。この時期の採卵は本場の養成アユについてははじめての成果である。
4. この早期採卵により、卵よりの人工飼育による種苗アユの生産が餌料の関係で著しく容易になったと思われる。

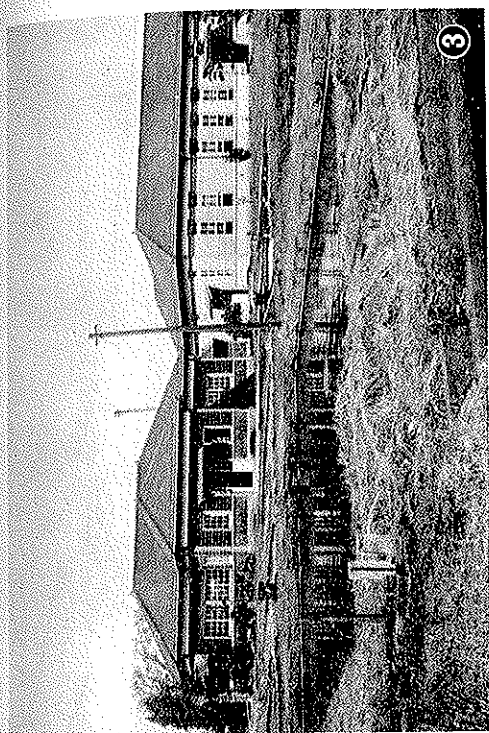
VI 引 用 文 献

- 阿 部 圭 (1933) 鮎 1~265頁 81図 東京 大日本水産会
- Fry, F. E (1951) Some environmental relation of the Speckled trout (*Salvelinus fontinalis*). The Proceedings of the N. E. Atlantic Fish Conf. May, 1951. pp 1~29
- 岐阜県水試 (1957) 鮎種苗生産に関する研究 (第1報) 1~8頁 1~9図
- (1958) 全 上 (第2報) プリント
- Hoover E. E. and Hubbard H. E. (1937) Modification of sexual cycle in trout by control of the light. Copeia No. 4, pp 206~210 Figs 1~2
- 野 中 正 人 (1957) アユ産卵に関する池中実験
II. 養殖アユの成熟に及ぼす光周期の影響 (予報)
淡水区研究資料 No. 5 11~16頁 2図
- 島 立 孫 亥 (1950) 千曲川産鮎の成長と成熟度について 日水会 16 (5) pp 179~183
- 白 石 芳 一 外 (1955) 諏訪湖産ワカサギの成長並びにその鱗に関する研究, 淡水研報 4 (1), 17~32頁 1~9図
- (1956) 山梨県西湖におけるコアユの水産生物学的研究 (成長, 食性, 繁殖, 回遊) 1~34頁 4図 山梨県委託研究
- 山 口 元 幸 (1926) 鮎に関する調査, 水産調査報告 No. 17 北海道水試報 1~280頁

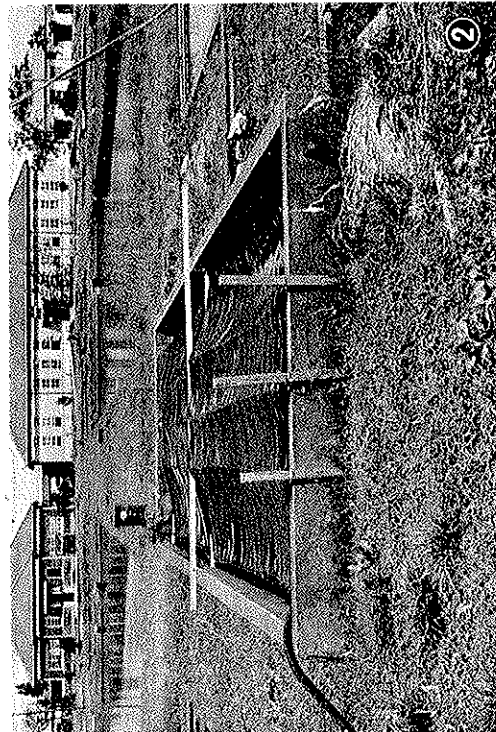
図版 1 各試験区実験池



①



③



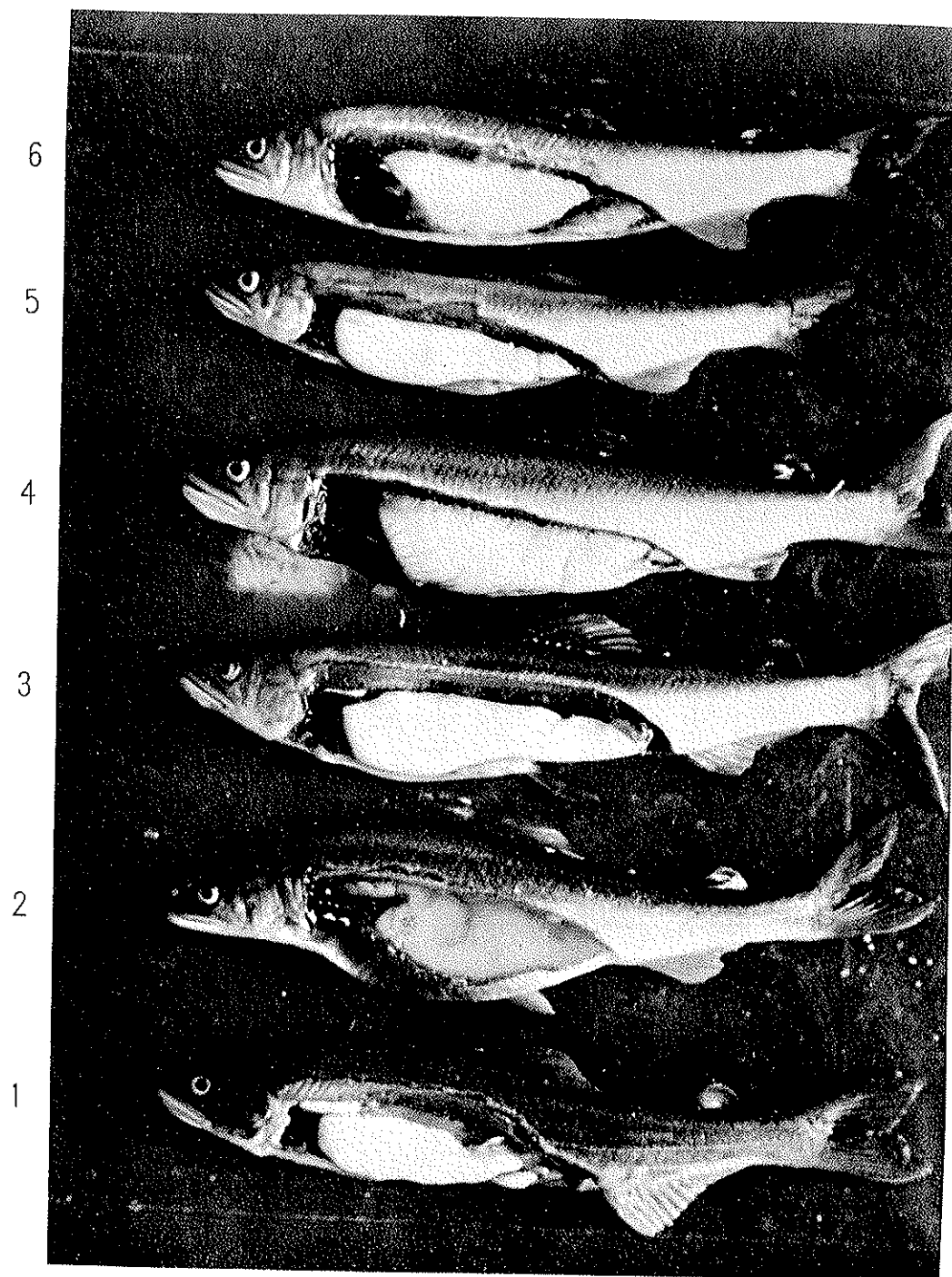
②



④

- 説明
1. 1号池照明装置を示す
 2. 1号池遮蔽状態を示す
 3. 2号池
 4. 3号池

図版2 各試験区の成熟状態比較図

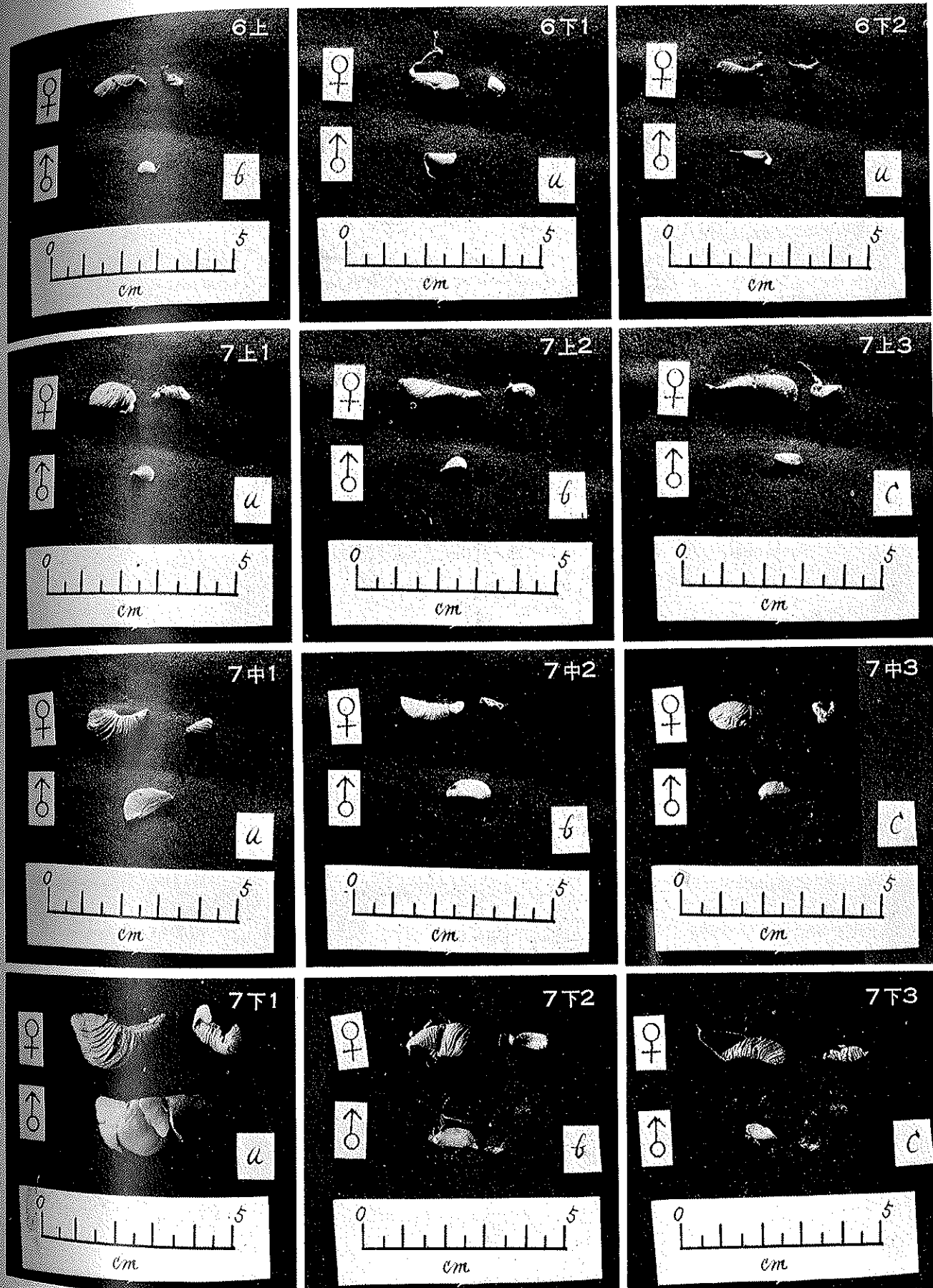


説 明

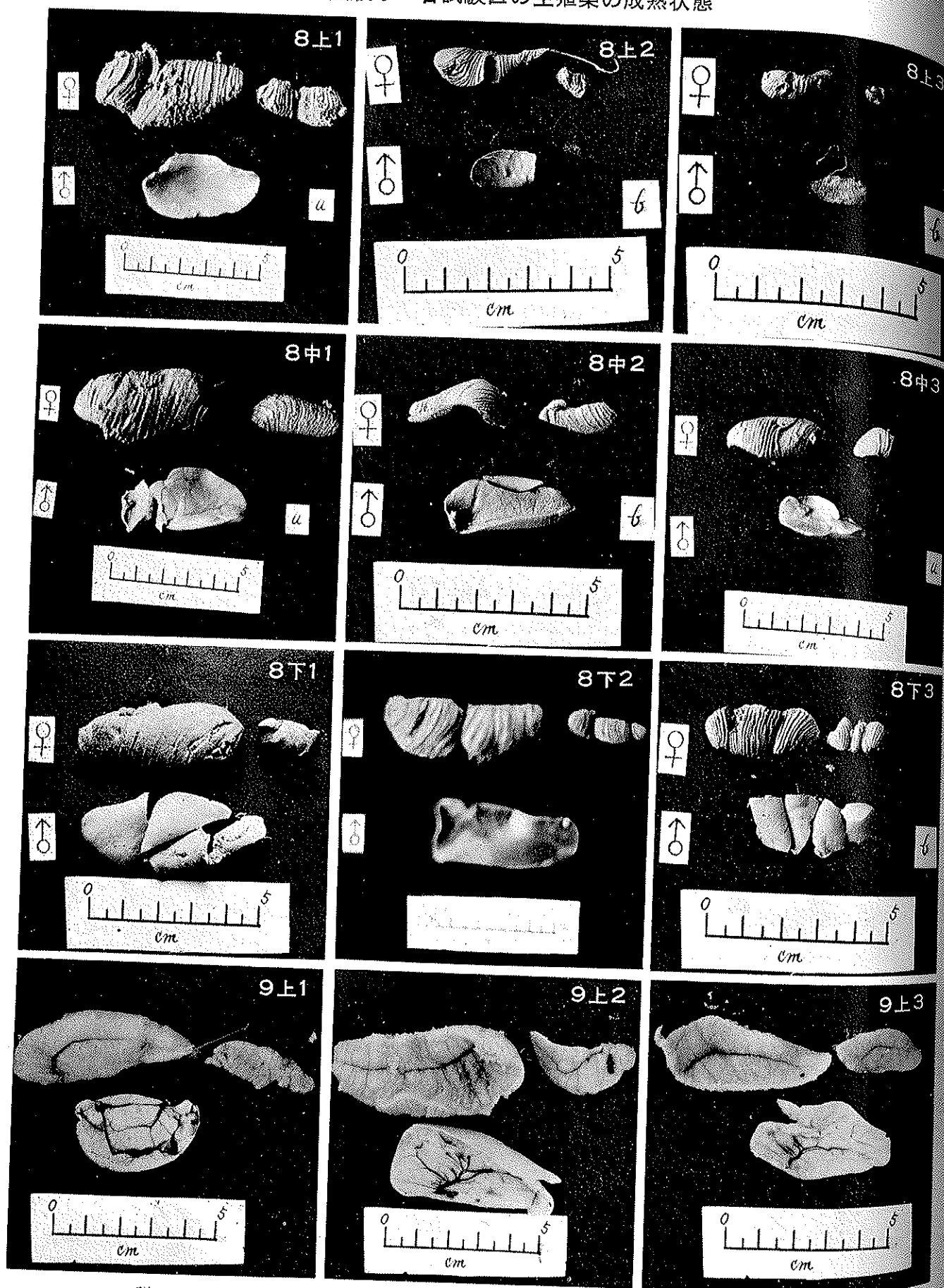
1. 2. は1号池の♂♀ ♀は放卵直前のもの
 3. 4. は2号池の♂♀
 5. 6. は3号池の♂♀



図版3 各試験区の生殖巣の成熟状態



図版3 各試験区の生殖巣の成熟状態



説明

6上は6月上旬、6下1は6月下旬の1号池をあらわす。以下同じ。
♀の大きい方は左側、小さい方は右側の卵巢、♂は左側の精巢のみを示す。