

+80.83 の関係式で表わされた。これによると体重100 g の雌魚で85mg (5.1mm), 500 g で100mg (5.4 mm) となり、ニジマス（谷崎ら1967）より大きな値となる。

アマゴはニジマスと比較すると同じ大きさの魚では卵数が多く、かつ大きい卵が得られることなる。

**発眼率、浮上率等採卵ふ化成績：結果を第5表に示した。総採卵数1,018,700粒から924,680粒の発眼卵が得られ平均発眼率は90.6%であった。採卵回数別に発眼率を比較すると第1回目の採卵分（10月7日）が平均67.0%と低い値であったが、その後6回の採卵では77.3~93.1%**

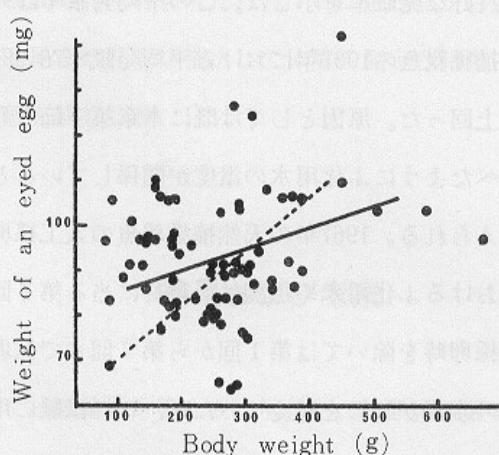


Fig. 15 Relation between weight of an eyed egg and body weight of hatchery-reared female Amago salmon in 1968 (black point and solid line), comparing with that of collected wild female in 1967 (broken line).

Table 5. Result of egg taking and incubation on hatchery-reared Amago salmon.

Order of egg taking operation	1	2	3	4	5	6	7	Total
Date of egg taking	Oct. 7	Oct. 15	Oct. 22	Oct. 25	Oct. 30	Nov. 4	Nov. 8	
No. of stripped females	30	669	669	110	37	8	1	1,542
Weight of spawned eggs(g)	1,670	37,920	37,920	5,220	1,820	430	80	83,710
No. of spawned eggs	20,000	469,400	443,440	57,600	22,200	5,300	800	1,018,700
No. of eyed eggs	13,400	424,300	412,800	50,000	19,400	4,100	680	924,680
Weight of eyed eggs(g)	1,100	40,380	38,800	4,900	1,750	370	70	87,370
Weight of an eyed egg(mg)	82	95	94	98	90	90	105	94.5
Percentage of eyed eggs(%)	67.0	90.4	93.1	86.8	87.4	77.3	84.6	90.6
No. of feed up fry	7,000	205,500	229,000	47,500	12,800	3,300	340	505,440
Percent of feed up fry(%)	52.2	64.4	90.0	95.0	66.0	80.5	50.0	76.4
Incubation water temperature( °C )	Max.	17.8	16.6	13.2	13.2	12.9	12.9	12.8
	Min.	10.7	10.7	10.6	5.0	4.6	4.0	4.0
Date of initial feeding	Dec. 10	Dec. 18	Dec. 24	Jan. 4	Jan. 14			
Cumulative temperature till initial feeding ( °C )	810	750	730	800	770			

と良好な発眼率を示した。この平均発眼率は天然捕獲親魚の1967年における平均発眼率76.9%を上回った。原因としては既に本章第1節でも述べたようにふ化用水の温度が関係していると考えられる。1967年の天然捕獲親魚の人工採卵におけるふ化用水の温度は、最終に当る第8回の採卵時を除いては第1回から第7回まで採卵時の水温が14°Cを越えていたが、この試験に用いたふ化用水の水温は第1回の採卵分を除いてはすべて13°C以下の水温であった。ふ化用水の適水温については本章第4項で述べる。

採卵雌親魚のうち66尾について個体別に発眼率を調べたが（第16図）、そのうち61尾が90%以上の発眼率であった。極端に低い発眼率を示した個体は60尾中わずか2尾（7.6%, 31.5%）であってニジマスの人工採卵の場合（立川1965）と比較するとその出現割合は著しく低いものであった。

ふ化後の成績については、魚病の発生によっ

て十分な検討ができなかったが、浮上率は平均76.0%であった。

## 第2項 成熟の制御

アマゴの人工採卵において雄魚は雌魚より早期に成熟し、そのため雌魚の採卵盛期には雄魚の半数が斃死してしまい採卵期後半には著しい雄魚の不足をきたす。また、成熟とともに起こる体色の変化、いわゆる“さび”は食用としての価値を低下させる。さらに岐阜水試の新設試験池においてはアマゴ雄魚の採卵初期の飼育水温が高く、そのために採卵ふ化成績が低下する。これらのことから雄魚および雌魚の成熟を制御する必要が生じた。

サケ科魚類の成熟制御についてはカワマス、ニジマスについて HOOVER (1937), CORSON (1955), 野村 (1962) の研究があり、ニジマスについては事業的規模で光処理による産卵期の制御が実施されている。

これらの方法を参考にしてアマゴの成熟期を制御する試験を行った。

### 試験1 雄魚の成熟制御

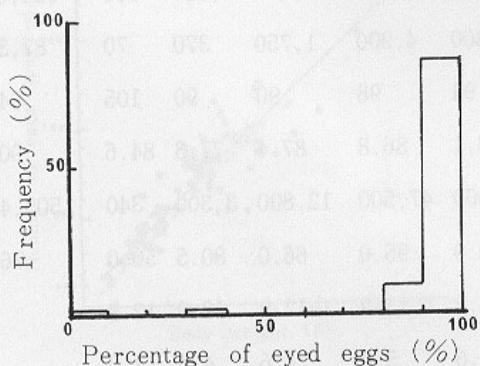


Fig. 16 Frequency distribution of percentage of eyed eggs of individual female of Amago salmon.  
(No. of examined females = 66)

採精と採卵の時期を一致させ、かつ第2次性徵である“さび”を防止する目的で、光処理による雄魚の成熟の遅延化を図ったので、その試験結果を述べる。

## 材料および方法

1969年9月1日にアマゴ1年魚の中から2次性徵の現われはじめた雄魚（平均体重340g）を選別して4試験区にそれぞれ25尾ずつ使用した。試験区は9月1日（第1区）、9月16日（第2区）および10月1日（第3区）から夜間人工光を点灯して24時間明期とする区と対照区（第4区）として自然日長の区を設けた。

試験池は長さ4.1m、幅1.5m、水深0.5m、水面積5.5m<sup>2</sup>の長方形コンクリート製で、水面上50cmに40W螢光灯を2本点灯した。飼育用水は河川水で、1池当たりの注水量を毎秒3ℓとした。水温は第17図に示したとおり9月初旬は18℃であったが、その後次第に低下し翌年1月には3℃まで低下した。

給餌は毎日1回摂餌状況に応じて給餌した。10月6日から1週間ごとに採精調査を行い、個体ごとに体重と排出精液量を測定した。11月4日以降は夜間点灯を打切り自然状態にもどした。

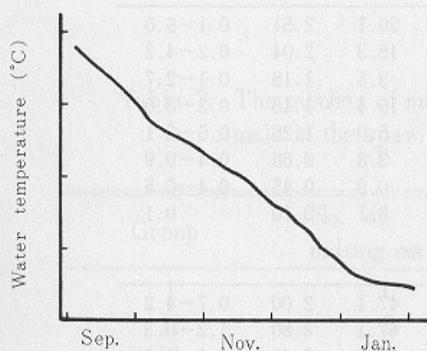


Fig. 17 Seasonal change in the water temperature in the pond.

夜間点灯を打切った11月4日に生残魚から各区5尾を無作為に抽出して体重の測定と精巣の状態を観察した。

## 結果および考察

試験結果を第6表に示した。対照区は第1回調査の10月6日に全数の24尾から採精でき、1尾当たりの採精量は最小0.7ml、最大4.2ml、平均1.96mlで、採精量の合計は47.1mlであった。第2回（10月13日）の調査では1尾当たり最小1.2ml、最大5.3ml、平均2.80ml、採精量の合計67.1mlと最高の値となったが、第3回（10月21日）の調査までに過半数が斃死し、第3回の採精尾数は7尾で1尾当たりの採精量は最小1.2ml、最大4.6ml、平均2.43mlであった。

これに対し光処理区である1区（9月1日から光処理）は夜間点灯期間中に全く成熟せず、すべての供試魚から採精することができなかつた。最初の採精は光処理終了12日後の11月17日で、19尾中の2尾から合計0.5ml採精できた。その後成熟は次第に進行し、光処理終了6週後の12月10日に採精量は最高となった。12月10日（第10回調査）の採精尾数は18尾中12尾で1尾当たり最小0.1ml、最大2.7ml、平均0.9ml、採精量の合計は10.8mlであったが、その量は対照区に比較するとはるかに少なかった。その後、採精量は次第に減少していくが2月10日まで採精できる個体もあった。2区（9月16日から光処理）も1区と同じように成熟制御の傾向を示

Table 6. Periodical changes in the sperm quantity in each treatment of light control.

Cont.	Group III; Lighting from Oct. 10		Group II; Lighting from Sep. 16		Group I; Lighting from Sep. 1		No. of survival male	No. of milting male	Average weight	Total quantity of sperm	Average quantity of sperm per male	Range of sperm quantity per male
	Lighting over all day long	Natural day light	Lighting over all day long	Natural day light	Date	ml	ml	ml				
	Oct. 6	25	Oct. 6	25	316 g							
	13	25		0	305							
	21	25		0	294							
	28	25		0	295							
	Nov. 4*	24		0	307							
	Nov. 11	19		0	296							
	17	19		2	301	0.5	0.25	0.1-0.2				
	24	19		2	310	0.9	0.45	0.1-0.8				
	Dec. 2	19		13	313	6.4	0.23	0.1-3.9				
	10	18		12	300	10.8	0.90	0.1-2.7				
	18	16		12	296	10.0	0.83	0.3-2.1				
	25	15		12	287	8.2	0.68	0.1-1.4				
	Jan. 7	11		6	278	3.0	0.50	0.1-0.9				
	23	6		2	269	0.9	0.45	0.4-0.5				
	Feb. 10	5		1	270	0.1	0.10	0.1				
	Nov. 11	15		0	255							
	17	15		0	256							
	24	15		5	258	1.4	0.28	0.1-0.9				
	Dec. 2	15		13	263	16.1	1.24	0.2-3.8				
	10	14		13	271	15.2	1.17	0.2-3.1				
	18	14		13	263	16.0	1.23	0.4-4.5				
	25	13		12	249	10.6	0.88	0.2-2.1				
	Jan. 7	9		7	257	3.2	0.46	0.1-0.9				
	23	4		0	218							
	Feb. 10	3		0	203							
	Oct. 6	25		24	307	20.5	0.85	0.2-3.8				
	13	25		25	302	29.2	1.17	0.2-3.8				
	21	24		24	290	46.0	1.92	0.2-4.7				
	28	20		20	282	25.0	1.25	0.1-3.3				
	Nov. 4*	11		11	281	15.7	1.43	0.1-2.5				
	Nov. 11	9		8	271	20.1	2.51	0.1-5.0				
	17	8		8	254	16.3	2.04	0.2-4.2				
	24	8		8	259	9.5	1.18	0.1-2.7				
	Dec. 2	8		7	248	10.4	1.48	0.2-3.0				
	10	8		4	238	5.0	1.25	0.5-2.1				
	18	8		5	245	3.3	0.66	0.4-0.9				
	25	7		2	242	0.9	0.45	0.4-0.5				
	Jan. 7	4		1	238	0.1	0.10	0.1				
	23	3		0	232							
	Feb. 10	2		0	245							
	Oct. 6	24		24	297	47.1	2.00	0.7-4.2				
	13	24		24	286	67.1	2.80	1.2-5.3				
	21	7		7	270	17.0	2.40	1.2-4.6				
	28	0										

\* ; 5 fishes were offered the examination on Nov. 4.

したが、光処理期間中の調査ごとに1～3尾と僅かではあるが採精できる個体が出現した。光処理終了6週後の12月18日に採精量は最高となり、14尾中の13尾から1尾当たり最小0.4ml、最大4.5ml、平均1.23ml、採精量の合計16.0mlとなった。1区と比較すると採精尾数の出現状況、1尾当たりの採精量いずれもやや高い値となったが、対照区よりはるかに低い値であった。最も光処理期間の短かった3区は第1回調査（10月6日）で採精できなかった個体は25尾中1尾、1尾当たりの採精量は最小0.2ml、最大3.8ml、平均0.85ml、合計20.5mlであった。1尾平均採精量を対照区と比較すると約2分の1に過ぎず、わずか5日間の光処理で成熟はかなり制御された。第3回調査の10月21日には採精量は増加して合計46.0mlとなり、1尾当たり最小0.2ml、最大4.7ml、平均1.96mlになったが、その後一旦減少した。光処理終了後1週間目の11月11日（第6回）には採精量の増加がみられ、9尾中の8尾から1尾当たり最小0.1ml、最大5.0ml、平均値は最高の2.5mlとなった。その採精量は次第に減少したが、12月下旬まで採精できた。

採卵盛期である10月中、下旬の間に採精でき

た尾数と採精量を示すと第7表のようになる。この期間に1区からは1尾も採精できず、また自然日長の4区では31尾から84mlの採精ができたが採卵盛期の10月28日にはすでにすべての供試魚が斃死してしまった。第3区では延69尾から採精できてその量も100mlに達し、採精期間も長期化して採卵盛期とよく合致した。この結果採卵期間中の精液の不足を解決する見通しを得た。

11月4日の採精後、すべての供試魚が斃死した対照区を除いた各区から無作為に5尾を取り上げ精巣の状態を調べた結果を第8表、第18図に示した。

1区の精巣重量の体重に対する比率は平均値で0.95%で、光処理を開始した9月1日頃の値（3.7～4.0%）と比較して抑制というより縮小した数値であった。2区の平均値は2.66%，3区は2.67%で光処理開始時より比率はやや減少していたが1区と比較すると大きな精巣であった。3区では採精できる個体が5尾中3尾出現した。このように光処理の開始時期によって成熟の進行に差が認められた。

成熟とともに雄魚の斃死傾向を第19図に示

Table 7. The number of milting males and quantity of sperm per male in the spawning season from Oct. 13 to Oct. 28.

Group	No. of milting male	Quantity of sperm	Quantity of sperm per male
I	0	0 ml	0 ml
II	5	0.6	0.1
III	69	100.2	1.5
IV	31	84.1	2.7

Table 8. Quantity of sperm and weight of testis on Nov. 4 in each treatment of light control.

Group	Fish No.	Body weight	Quantity of sperm	Weight of testis	Testis weight to body weight
I	1	380 g	0 ml	3.1 g	0.82%
	2	360	0	1.5	0.42
	3	320	0	3.5	1.09
	4	310	0	1.8	0.58
	5	290	0	5.4	1.86
	Mean	332	0	3.1	0.95
II	1	420	0	7.6	1.81
	2	370	0	11.8	3.19
	3	325	0	7.8	2.40
	4	290	0	8.3	2.86
	5	265	0	8.0	3.22
	Mean	334	0	8.7	2.66
III	1	325	1.7	5.9	1.82
	2	320	1.2	8.5	2.66
	3	300	2.4	4.0	1.33
	4	280	0	10.3	3.68
	5	260	0	10.0	3.84
	Mean	297	1.1	7.7	2.67

した。対照区は採卵開始時（10月上旬）から斃死し始め、採卵期間中に全尾数が斃死し、採卵の終期（10月下旬）には受精に供する個体はなかった。3区は光処理によって斃死時期が遅延し、採卵期間中の斃死率は約20%で受精に支障を来たすことはなかったが、12月下旬までの斃死率は72%に達した。1区、2区の10月6日から11月4日まで（光処理期間）の斃死率は、1区4%，2区20%で光処理期間の最も長かった1区の斃死率が低かった。光処理終了後も急激な斃死をせず12月下旬における1区の斃死率は35%，2区48%で3区に比較するとはるかに低い斃死率であった。

以上のことから本試験の3区、すなわち10月1日から24時間明期の光処理をした雄魚は自然状態における採卵期を過ぎても生残し、長期間にわたって採精でき、また期間内の総採精量

(202ml) も他区(40.8~131.2ml)と比べて大量であることが判明した。さらに、この光処理方法によると、雄魚は11月初旬から12月初旬にわたって多くの親魚から採精可能であったので、試験2で述べるように雌の採卵期を遅らせた場合にも適用できるものと思われる。この方法を実用化すれば採卵期間中の精液供給が安定し、雄魚の保有数も少なくて済む。1970年には雌親魚数に対し、その重量の約10%に相当する雄魚数を準備し半数を10月1日から10月25日まで24時間明期とした。採卵期の前半は自然日長下においていた半数の雄魚を使用し、これが斃死しないなくなった後半には光処理をほどこした雄魚を使用した結果、精液は過不足なく供給することができた。

本試験の1区すなわち9月1日からの光処理によって試験期間中の成熟は完全に制御され、

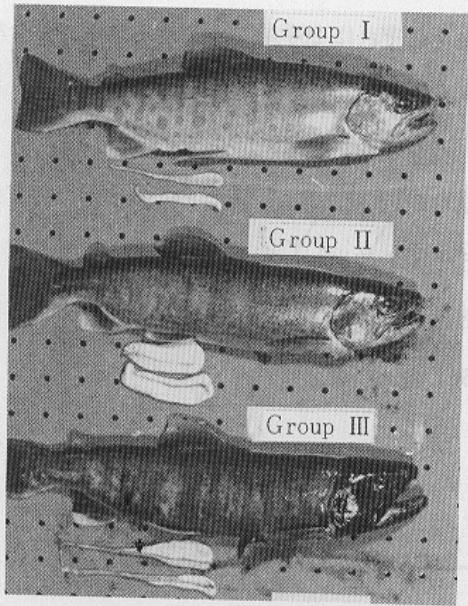


Fig. 18 External appearance of body and testis of male fish examined on Nov. 4, 1969.

Fish in Group I, which had been treated through light control from Sep. 1, shows no darkish body colour and underdeveloped testis.

Fish in Group II, treated from Sep. 16, shows a little darker body colour and developed but unripe testis.

Fish in Group III, treated from Oct. 1, shows the darkened body colour and half spent testis.

"さび" もです斃死もみられなかった。このことから、"さび" を防止し、雄魚を食用魚として有効に利用するためには 9月 1日からの24時間明期による光処理が有効である。

## 試験 2 雌魚の成熟制御

1970年に新設した試験池ではアマゴの産卵盛期である10月下旬でもふ化用水の温度は15°Cであるため良い採卵ふ化成績が得られなかった。

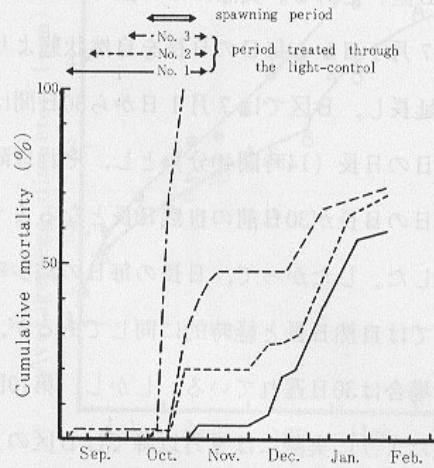


Fig. 19 Changes in cumulative mortality in each treatment, No. 1 ( solid line ), No. 2 ( dotted line ), No. 3 ( broken line ) and No. 4 ( dotted broken line ).

そこで水温の低下する11月初旬に産卵が始まることを目標として光処理による雌魚の成熟遅延をはかるため次の試験を行った。

## 材料および方法

本試験池のアマゴの通常の産卵開始期である10月10日頃の日長は約11時間30分（理科年表から推定）であるが、希望する産卵開始期の11月10日頃には約10時間30分となり、30日間に自然日長は約60分短縮する。このことから2つの光処理方法を適用した（第20図）。1つは希望産卵開始期の日長が自然産卵開始期の自然日長と同じになるように、自然日長曲線を縦軸上方に60分だけ移動させた光処理方法（A区）であり、他の1つは産卵期を30日遅らせるので、自然日長曲線を横軸右方に30日だけ移動させた光処理

方法（B区）である。実際にはA区では試験開始日の7月1日から毎日の日長を自然状態より60分間延長し、B区では7月1日から30日間は7月1日の日長（14時間40分）とし、それ以降はその日の日長が30日前の自然日長となるように調節した。したがって、日長の毎日の減少率はA区では自然日長と経時的に同じであるが、B区の場合は30日遅れている。しかし、第19図に示したように実際には9月以降ではB区の方がA区より僅か数分日長が長いだけで、両区の間の光処理方法には殆んど相違がないといえる。

日長の延長は、A区とB区それぞれの水面上30cmに10灯の40W蛍光灯を日没後薄暗くなる頃から所定の時刻まで点灯して行った。なお、他に自然日長による対照区を設けた。

供試魚はアマゴ1年魚（平均体重340g）を

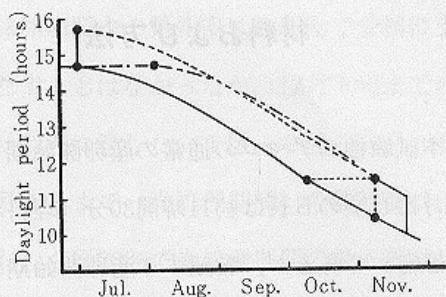


Fig. 20 Schema of the light-control treatment in order to regulate the maturity of female.

Solid line means the natural daylight-length. In the group A (broken line) the light-length is prolonged by one hour through lightening, comparing with the natural daylight-length, and in the test group B (dotted line), the natural daylight-length was delayed by one month.

3区それぞれに260尾ずつ7月1日に放養した。養魚池は各区とも2.5m×10mの長方形コンクリート池で、水深は0.55mであった。

試験開始時より10日目ごとに無作為に各区から5尾ずつ抽出し、卵巢の発達状態を測定するとともに採卵日と採卵数、卵重、発眼率などを調査した。

## 結果および考察

試験区および対照区における卵巢重量および卵径の経時的変化を第21図および第22図に示した。卵巢重量および卵径の発達は、A、B両区の間には相違は認められなかつたが、両区と対照区との間には試験開始1か月後にはすでに明らかに試験区の方が発達が遅はじめ、対照区と比べて試験区における卵巢重量の増加率の低下は10月上～中旬まで続いた。しかし、10月上～中旬以降の卵巢重量の増加率はA、B両区とも対照区とほぼ同様であった。

採卵期（第23図）は、対照区では10月19日から11月8日の間であったが、A区は11月19日から12月3日、B区は11月19日から12月13日と両試験区とも自然状態の産卵期よりも約30日遅くなつた。

採卵成績は第9表に示した。試験区の1尾あたり採卵数、採卵重量の体重に対する割合は、対照区に比べてわずか劣る傾向がみられたが、1粒の卵重では差異がなかった。発眼率はA、B区それぞれ82.9%、87.0%で対照区の75.7%

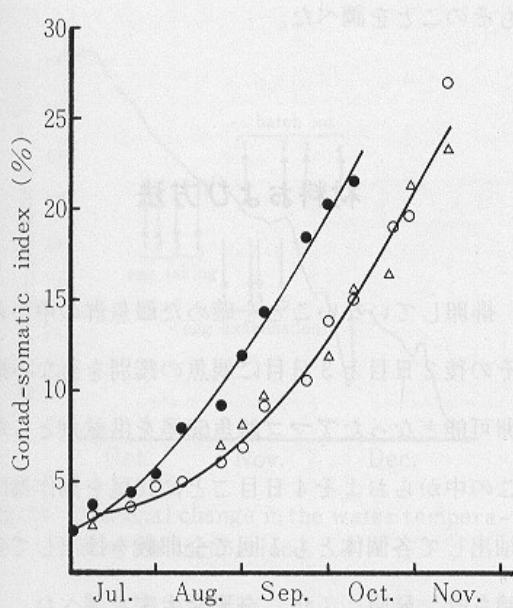


Fig. 21 Seasonal changes in the gonad-somatic index of female fish treated through the light-control.

Open circle and triangle mean the index in the test group A and B, and closed circle means the index in the control group.

を上回った。また、ふ化後の成績は試験区と対照区で差はなかった。

以上のようにA区とB区で光処理方法は異なったが、9月以降の日長時間に差異がなかったので、両区の採卵時期、採卵成績に差がなかったものと思われる。第21図に示したように試験

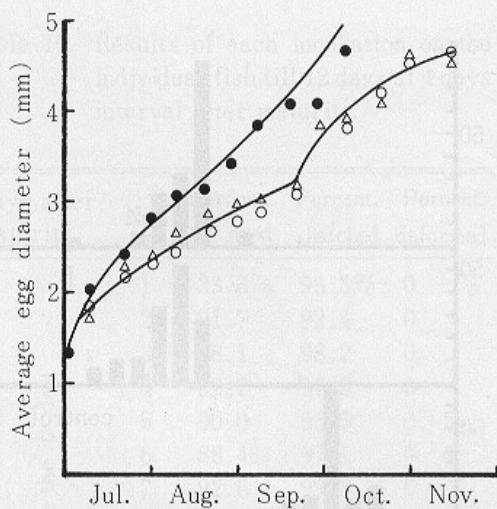


Fig. 22 Seasonal changes in the average egg diameter of female fish treated through light-control.

Open circle and triangle mean the index in the test group A and B, and closed circle means the index in the control group.

区の卵巢重量の増加率が対照区と比べて低下しているのは10月上～中旬までであって、この期間の重量増加率の低下が産卵期の遅延に対して効果的であったと思われる。試験区の10月上～中旬以降の卵巢重量の増加率は、対照区の9月上旬以降の卵巢重量増加率とほぼ同様であって、この時期の日長はいずれも12～13時間になっている(第20図)。また、2、3の魚種について

Table 9. Results of egg taking and incubation.

Group	No. of stripped female	Average weight	No. of eggs per female	Percentage of weight of spawned eggs to body weight	Percentage of eyed eggs	Average weight of an eyed egg
A	147	621 g	1,516	24.3%	82.9%	111.6 mg
B	146	627	1,452	22.9	87.0	105.9
Control	146	611	1,650	27.2	75.7	113.2

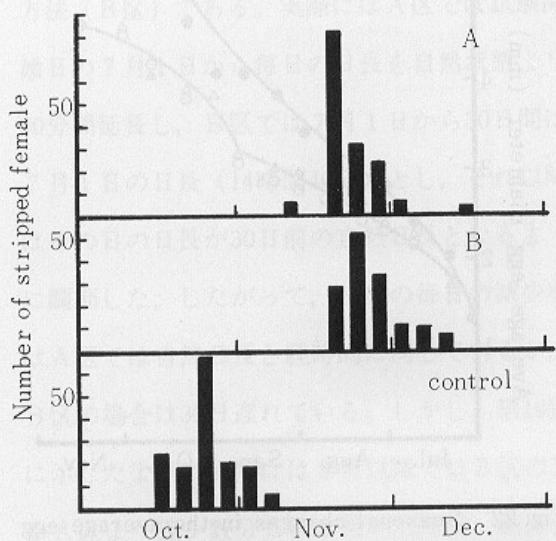


Fig. 23 The difference of the spawning period between the test group (A, B) treated through the light-control and control group.

成熟の限界日長がほぼ12~13時間であることが知られている(野村, 1964)。これらのことから試験区の光処理方法において、日長が12~13時間以下となる10月上~中旬以降は、光処理を行わず自然日長とすることによって本試験と同様な結果が期待できるが、このことは、今後の検討課題である。

### 第3項 採卵適期

排卵された卵を採卵せずに一定期間腹腔内に放置しておくと卵の過熟化が進行し、受精能力が次第に失なわれていくことはニジマスで知られている(野村ら, 1974)。卵が排卵後受精能力をもっている期間を知ることは親魚の鑑別作業を行ううえで重要なアマゴについて

もそのことを調べた。

### 材料および方法

排卵していないことを確めた雌魚群の中から、その後2日目と3日目に親魚の鑑別を行ない採卵可能となったアマゴ雌魚60尾を供試魚とした。この中からおよそ4日ごとに10尾を無作為に抽出して各個体とも1回で全卵数を搾出して受精させ、発眼、ふ化、奇形発生率を調べた。

1967年10月17日の第1回(0日目)から第4回(12日目)まで10尾ずつ採卵できたが、その後第5回(16日目)までに19尾斃死したので16日目に採卵できた魚は1尾であった。したがって経日変化の比較は0, 4, 8および12日目の4回について行った。

受精に使用した雄魚は採卵日によって異なる個体であったが、同一採卵日のものについては数尾から採取した精液を混ぜ合わせて使用した。

水温は、第24図に示すように経時変化があり、0日目の採卵群は15.8~13.7°C、12日目の採卵群は14.5~11.0°Cであった。

### 結果および考察

第10表に採卵日別、個体別の発眼率、ふ化率、奇形発生率を示した。第1回目における発眼率は33.3~92.7%、平均80.7%で、33.3%の1個体を除けば他はすべて60%以上であった。以後

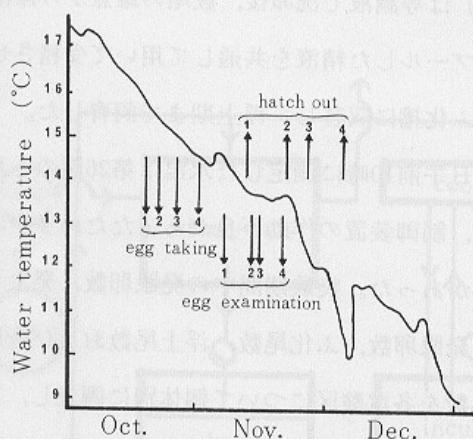


Fig. 24 Seasonal change in the water temperature for incubation.

12日目まですべて平均値で73%以上を示し良好な発眼率であった。ふ化率も同様で平均値で各採卵日とも約90%以上を示した。

発眼率、ふ化率とも分散分析の結果、各採卵日ごとの差は認められなかった。

ふ化稚魚の奇形発生率は0日目は0.08%と僅かであったが、12日目には1.4%であった。しかし両者の間にも有意の差は認められなかった。

野村ら(1974)によればニジマス卵では発眼率やふ化率が急激に低下するのは排卵後15~20日の間であり、30日目には殆んど受精しなくなる。

アマゴ卵の今回の試験では、12日目の採卵群までは分散分析の結果有意の差は認められなかったが、発眼、ふ化、奇形発生率の平均が0~8日目と比較するとやや低下していることは15日目以降にニジマスと同様な傾向を辿るに至ることを思わせる。

今回の試験でアマゴ卵は水温15.8°C~11°Cの条件下では完熟後0~12日目の範囲で卵質に著

Table 10. Results of each incubation on the individual fish till 12 days at 4 days interval after maturity.

Days after maturity	No.	Percent. eyed	Percent. hatched	Percent. deformed
On the 0 day	1	33.3%	95.3%	0 %
	2	91.7	92.4	0
	3	78.1	98.2	0
	4	92.7	97.2	0
	5	90.0	95.5	0. 5
	6	88.4	97.1	0. 4
	7	92.6	99.3	0
	8	90.5	97.7	0
	9	60.4	84.4	0
	10	89.2	99.1	0
Mean		80.7	95.6	0.08
On the 4th day	1	78.2	96.8	0. 4
	2	83.5	89.8	0. 3
	3	66.1	95.7	2. 1
	4	94.1	97.6	0. 2
	5	84.4	95.8	0. 2
	6	90.9	96.5	0. 1
	7	74.0	97.4	0. 3
	8	62.0	98.3	0
	9	42.3	86.9	1. 0
	10	71.7	97.9	0
Mean		74.7	95.3	0. 5
On the 8th day	1	92.6	98.2	0. 5
	2	97.7	99.1	0. 3
	3	90.6	95.3	0
	4	93.5	100.0	0. 2
	5	91.4	100.0	0
	6	82.8	95.2	0
	7	84.9	79.1	0
	8	76.5	98.2	0
	9	96.9	99.1	0. 6
	10	93.3	98.3	0
Mean		90.0	96.3	0. 2
On the 12th day	1	55.9	75.4	3. 9
	2	89.1	94.4	1. 8
	3	98.7	96.3	0
	4	79.8	97.6	0. 7
	5	91.7	97.3	0. 3
	6	61.3	90.3	0
	7	30.0	77.0	6. 0
	8	77.9	81.3	1. 1
	9	64.7	92.0	0
	10	87.7	96.1	0
Mean		73.7	89.8	1. 4

明な変化が認められず、採卵を排卵後1週間以内に行なえば安全であることが判明した。

#### 第4項 ふ化水温と採卵ふ化成績

アマゴの産卵期は10月上旬から始まるため、河川水をふ化用水に利用する場所では産卵期初期に水温が15°C以上であることがしばしばある。

1966, 67年の天然捕獲飼育魚の採卵結果（本章第1節）および1968年の養成親魚からの採卵結果（本章第2節）において初期の採卵分の発眼率が極端に悪く、その原因としてふ化水温が高温（16~18°C）であったと推察した。

よって、アマゴのふ化に及ぼす高水温の影響と水温の許容上限について究明する必要があるので、ふ化適温についての試験を行った。

#### 材料および方法

ふ化用水を第25図に示す方法で同一水源の水を昇温器と冷却機によって13.0°C, 14.5°C, 16.0°Cの一定水温を設定し、対照として自然温度区を設けた。

供試卵は1969年10月15日にアマゴ親魚6尾から採卵したもので、それぞれ1腹分を4等分して供試した。

供試卵の24群（試験区4区分にそれぞれ6腹

あて）は等調液で洗卵後、数尾の雄魚から採精してプールした精液を共通して用いて受精させ、試験ふ化槽に収容し、浮上期まで飼育した。

毎日午前10時に測定した水温は第26図のとおりで、制御装置の作動不良があったため多少の変動があった。実験期間中の発眼卵数、発生不全な発眼卵数、ふ化尾数、浮上尾数および奇形魚尾数を各試験区について個体別に調査し、発眼率、発生不全発眼率、ふ化率、浮上率、奇形魚発生率を求め、ふ化成績を判定した。有意差検定は分散分析により、有意水準を0.5%とした。

#### 結果および考察

採卵ふ化成績は第11表に示した。平均発眼率は13°C区が86.1%, 14.5°C区が81.6%, 16°C区が55.6%, 自然温度区が75.8%で、水温が低いほど良好な発眼率を示した。

検定の結果は13°Cと14.5°Cでは有意の差がなく、14.5°Cと16°Cおよび14.5°C区と自然温度区の間には有意の差が認められた。

ふ化率も発眼率と同様に水温が低いほど良い傾向を示し、13°C区では99.2%, 14.5°Cでは98.4%, 16°C区では96.5%, 自然温度区は97.4%であった。検定の結果、13°Cと16°Cおよび16°Cと他の3区との間に有意の差があった。

浮上率は16°Cを除いた他の区間では有意差がなかったが、16°Cと他の3区との間には有意の差があった。

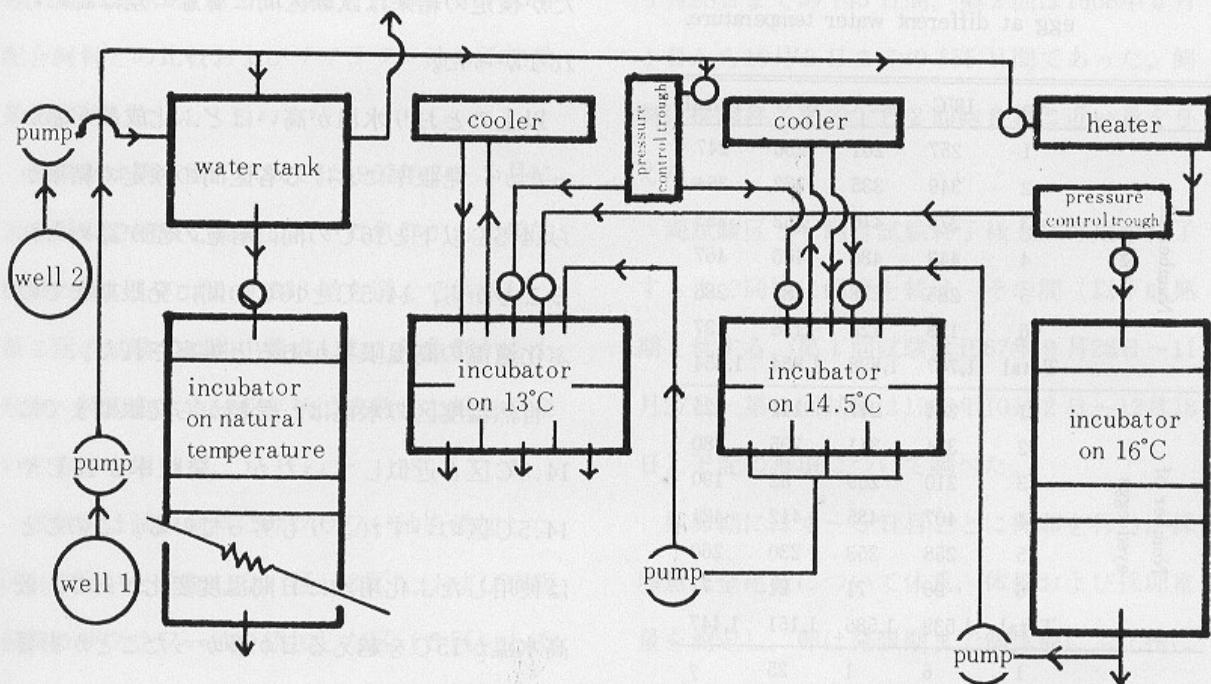


Fig. 25 Schematic diagram of the temperature control system for the experimental incubation at different temperature.

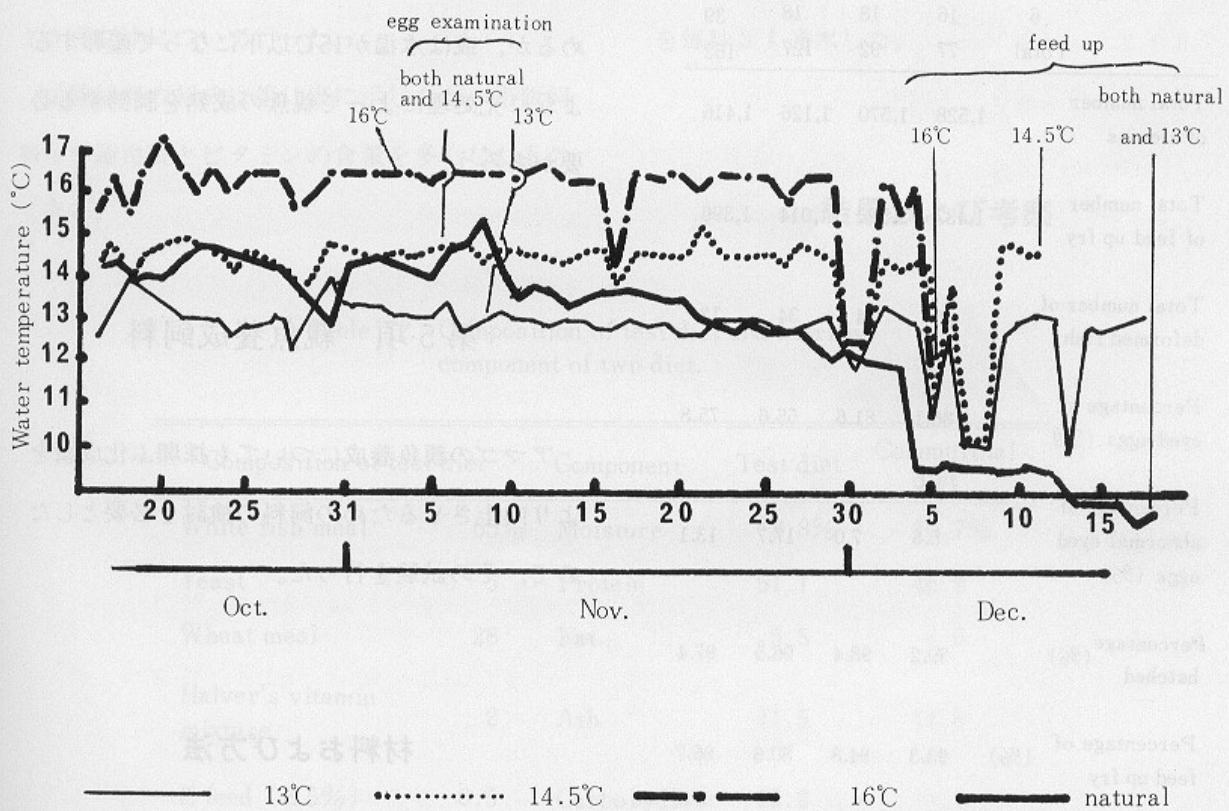


Fig. 26 Daily changes in the temperature of each incubator.

Table 11. Comparison of the experimental data on the incubation of Amago egg at different water temperature.

	No.	13°C	14.5°C	16°C	Natural
Number of eggs	1	257	261	256	247
	2	349	335	362	364
	3	275	416	352	353
	4	443	480	465	467
	5	285	278	283	286
	6	138	128	136	137
Total		1,747	1,898	1,854	1,854
Number of eyed eggs	1	244	247	111	225
	2	324	311	295	280
	3	210	269	82	190
	4	407	435	412	421
	5	258	253	230	260
	6	96	71	21	71
Total		1,539	1,586	1,151	1,447
Number of abnormal eyed eggs	1	6	1	25	7
	2	23	18	15	28
	3	11	26	27	57
	4	17	25	29	25
	5	4	4	13	6
	6	16	18	18	39
Total		77	92	127	162
Total number of alevins		1,528	1,570	1,126	1,416
Total number of feed up fry		1,437	1,533	1,014	1,396
Total number of deformed fish		16	14	34	12
Percentage of eyed eggs (%)		86.1	81.6	55.6	75.8
Percentage of abnormal eyed eggs (%)		5.6	7.0	17.7	13.1
Percentage hatched (%)		99.2	98.4	96.5	97.4
Percentage feed up fry (%)		93.3	94.8	80.8	96.7
Percentage deformed (%)		1.6	2.0	4.5	1.9

奇形発生率は16°Cが4.5%とやや高い値を示したが検定の結果は試験区間に有意の差は認められなかった。

以上のとおり水温が高いほどふ化成績が悪かったが、発眼率における各区間の検定の結果から14.5°C以下と16°Cの間に有意の差が認められることから、14.5°Cと16°Cの間に発眼期までのふ化適温の高温限界があると推察された。

自然温度区の水温は、受精から発眼期までに14.5°C区と近似していたが、発眼率が13°Cや14.5°C区のいずれよりも劣っている。このことは使用したふ化用水に日間温度変化があり、最高水温が15°Cを越える日が多かったことが影響していると思われる。アマゴの産卵期である10月頃の水温は、場所によって15°C以上となるので、そのような所では15°C以下の水温を他に求めるか、或は水温が15°C以下になって産卵するよう光処理によって親魚の成熟を制御する必要があろう。

## 第5項 親魚養成飼料

アマゴの親魚養成についても採卵ふ化成績をより向上させるための飼料の検討を必要としたので、その試験を行った。

## 材料および方法

親魚飼料として適正な原料配合と、油の添加

効果を検討するため試験飼料をオリエンタル酵母工業K.K.に製造を依頼し、市販ニジマス用配合飼料との比較およびサフラワー油の添加効果を試験した。

供試魚は第1回の試験では1967年2～5月に天然河川で捕獲し蓄養していた魚群から比較的体形の良いものばかり933尾を選んで供試し、第2回の試験では池中養成した1年魚群から小形魚、特大魚および前年秋に成熟した雄魚を除いたものを用いた。

試験区は試験飼料にサフラワー油を添加した区（1区）と添加しない区（2区）、および市販飼料にサフラワー油を添加した区（3区）と添加しない区（4区）を設け、1区と2区についてはそれぞれ2面ずつ設けたので試験区は全部で6面となった。1968年の第2回試験では1区と3区だけについて行った。

試験飼料の組成は第12表に示したが、市販飼料より蛋白質とビタミンの含量を多くしたものである。

飼育試験期間は第1回は1967年5月11日から9月28日までの140日間、第2回は1968年5月1日から10月2日までの155日間であった。飼料は採卵終了まで1日2回飽食量に近い量を与えた。

両試験区とも飼育試験終了後も採卵期が終了するまで同様に飼育を続け、その間（以下成熟期と称する。第1回試験は1967年9月28日～11月27日、第2回試験は1968年10月2日～12月18日）下記の事項について調べた。

採卵期には4～5日目ごとに採卵を行い、採卵魚は全尾数について体重、体長および採卵重量を測定し、卵は発眼期まで個体別にふ化槽に収容して発眼率を調べ卵質判定の基準とした。

試験池は長さ4m、幅1.4m、水深0.5～0.6m、水面積5.5m<sup>2</sup>の長方形のコンクリート製で河川水を毎秒3ℓ通水した。

## 結果および考察

Table 12. Composition of test diet and nutritive component of two diet.

Composition of test diet	Component	Test diet	Commercial diet
White fish meal	65%	Moisture	8.8%
Yeast	5	Protein	51.1
Wheat meal	28	Fat	5.5
Halver's vitamin mixture	2	Ash	11.5
E feed (E 5%)	0.5	Carbohydrate	19.2
Ascorbic acid	0.5	Fiber	1.9

**生残：**第1回、第2回試験の親魚飼育結果を第13表に示した。第1回試験の斃死率は4区の5.8%から1区の13.5%まであり市販飼料の方が試験飼料より少い傾向であったが、試験期間

中にせっそう病の散発があり飼料の差によるものとは考えられない。また第2回試験でも試験区による差はなかった。  
成熟期における斃死状況を第14表に示した。

Table 13. Results on the rearing of adult fish under each test diet.

Experiment No. Test No.	1				2	
	1	2	3	4	1	3
<b>Initial</b>						
Number of fish	310	310	158	155	85	82
Weight (kg)	20	20	10	10	10	10
Average weight (g)	64.5	64.5	63.3	64.5	118	122
<b>Final</b>						
Number of fish	265	264	143	143	65	50
Weight (kg)	43.77	41.50	20.90	23.43	22.30	24.40
Average weight (g)	165.2	157.2	163.6	149.6	343	339
No. of died fish	42	37	15	9	6	5
Weight of died fish (g)	2333	2073	1111	464	1435	1033
No. of accidental died fish	2	0	0	0	5	4
Weight of accidental died fish (g)	175	0	0	0	1601	1226
Total weight of fed diet (g)	47407	47677	24087	23954	28721	29514
Total production (g)	23945	21800	13400	11300	13901	15626
Arranged total production (g)	26381	24571	14511	12084	18108	16844
Mortality (%)	13.5	11.9	9.5	5.8	7.1	6.1
Survival rate (%)	85.5	85.2	90.5	92.2	81.2	93.9
Conversion factor (%)	50.5	45.7	55.7	47.2	48.4	52.9
Arranged conversion factor (%)	55.6	51.5	60.2	50.4	62.9	53.8
Growth multiple	2.56	2.48	2.59	2.31	2.91	2.78
No. of lost fish	-1	-9	0	-3	-10	0
Weight of lost fish (g)	113	998	0	320	3430	0

Table 14. Mortality of adult fish in each test group during the spawning period.

Experiment No.	1				2		
	Test No.	1	2	3	4	1	3
Female		87.1	88.0	89.1	84.7	98.0	100.0
Male		91.1	90.7	95.6	86.4	100.0	100.0

第1回、第2回試験とも成熟後大部分の魚が斃死した。ニジマス、イワナ等の多回産卵魚と異なり、サケ属共通の成熟後斃死する形質を池中養殖アマゴも持つており、今後の採卵手法について示唆を与えるものであった。

**生長：**生長比（取り上げ時平均体重／放養時平均体重）を試験飼料と市販飼料とで比較すると、第1回試験の油無添加では試験飼料2.48に対して市販飼料2.31と前者がやや優り、第2回試験でも試験飼料2.91、市販飼料2.78と試験飼料が優る結果となった。また、油添加効果についてみると両区とも油添加区の生長比が無添加区より優れ、添加油が生長比の向上に寄与している傾向が認められた。

**飼料効率：**第1回試験の補正飼料効率は飼料

別の差が明瞭でなかったが、それぞれの飼料において油を添加すると飼料効率が向上した。すなわち試験飼料では無添加区の51.5%に対して油添加区では55.6%，市販飼料では50.4%が60.2%であった。第2回試験についてみると試験飼料の補正飼料効率が62.9%に対して市販飼料53.8%と前者が優れていた。飼料の蛋白含有率との関連をみると、蛋白効率は試験飼料13.9%に対し、市販飼料13.4%で近似しているから、飼料効率の差は飼料中の蛋白質含有量によるものと考えられる。

**採卵ふ化成績：**採卵重量の体重に対する比率で比較してみると第15表に示したように、2回の試験とも試験飼料が優る結果となった。個体変動の要素を加えても分散分析の結果は飼料の

Table 15. Percentage of the weight of spawned eggs to body weight in each test group.

Experiment No.	1				2		
	Test No.	1	2	3	4	1	3
Percentage (%)		21.1	20.4	17.6	17.0	24.5	23.4
No. of examined female		84	82	43	38	49	54

相違による差は極めて有意であった。

1尾当たりの採卵数を第2回の試験でみると両区に差がないことから、採卵重量の差は平均卵重（1粒の卵重）に起因するもので、第2回試験の試験飼料区の平均卵重92.3mgに対して市販飼料区では82.3mgと明らかに試験飼料区が大粒であった。

発眼率は第16表に示したとおり第1回試験の市販飼料区を除くと他に著明な差はなかった。第1回の市販飼料区が悪かった原因については第2回試験の市販飼料区が他と差がなかったことから飼料に起因するとも考えられず原因は不明であった。

以上の結果から飼料の質の差が親魚の生残に

およぼす影響については明らかでなかったが、生長、飼料効率にやや差が認められ採卵重量に著明な差があったことは親魚養成飼料として試験飼料の方が優れていたと考えられる。この原因については明らかでないが試験飼料中の $\alpha$ -トコフェロールと蛋白の含有量が高かったことが一因として考えられよう。

今回の試験で添加油についてはサフラワー油の5%添加が生長に寄与することが認められた。しかし、1969年に添加油の種類の比較（サフラワー油とスケソウ肝油）を行ったところ両者に差はみられなかったことから使用する添加油は一般的なスケソウ肝油で良いことを確認した。

Table 16. Result of egg taking and incubation in each group.

Experiment No.	1				2		
	Test No.	1	2	3	4	1	3
No. of stripped female		84	82	43	38	49	54
Weight of spawned eggs (g)		31748	28589	12842	11101	37414	37418
Weight of spawned eggs per female (g)		37.8	34.9	29.9	29.2	76.4	69.4
No. of eggs		38742	37077	17322	15541	40925	47025
No. of eggs per female		461	452	403	409	836	871
No. of eyed eggs		32276	31692	14261	9784	33010	39853
Percentage of eyed eggs (%)		83.3	85.5	82.3	62.9	80.7	84.7
Average weight of an eyed egg (mg)						92.3	82.3
Percentage of hatch out (%)						99.6	98.2

## 第6項 稚魚の飼育における 生長と生残

稚魚の生長と生残に関与する要因は多いが、養魚池において良好な管理の下で飼育される場合には、飼育水温および給餌努力が最も端的に生長を支配し、疾病の発生或はその対策如何が生残に大きく影響すると考えてよい。アマゴの生長と生残を概括的に述べるには、種々の飼育条件における数多くの飼育事例を必要とするとはいうまでもないが、ここでは、アマゴとその近縁魚種を比較飼育した結果を示す。

### 試験1 アマゴとビワマスの 比較飼育

アマゴとビワマスの関係について、従来の研究者の見解の大勢としては両者を同一種とし、湖沼または海へ降って生育したものとビワマス、河川に残留して生育したものをアマゴとしていた。しかし、琵琶湖に生息するビワマスと河川に生息するアマゴとは、形態および習性に若干の相違があるので、この両者を発眼卵から並行して飼育し、比較検討した。

### 材料および方法

供試魚の由来は次のとおりである。

アマゴについては飛驒川水系の天然アマゴを1966年の春期に捕獲して岐阜水試において池中飼育し、これより1966年10月に人工採卵して得た発眼卵31,269粒である。

ビワマスについては琵琶湖産天然ビワマスより1966年11月に人工採卵して得た発眼卵5000粒（醒井養鱈試験場より分譲を受けた）である。

本試験の飼育期間は、発眼卵を収容した1966年11月から1968年5月1日までの約17か月間であるが、試験終了後もなおビワマスの成熟年令について観察をつけ加えた。

発眼卵収容以降1967年8月2日までは井戸水、それ以降は河川水を用いて飼育した。そのおよその水温は第27図に示すとおりである。井戸水を使用した期間中の水温は最低4.6℃、最高19℃で季節による変化は大きかったが、日間変動は少なかった。河川水を使用した期間中の水温は季節により最高23.5℃から最低0℃まで変化し、日間変動の幅も0～5℃であった。

飼育槽は、浮上前までは木製たて型ふ化槽、浮上後は0.8m<sup>2</sup>の木製飼育槽からはじまって生育にしたがい順次1.08m<sup>2</sup>、3.8m<sup>2</sup>、30m<sup>2</sup>のコンク

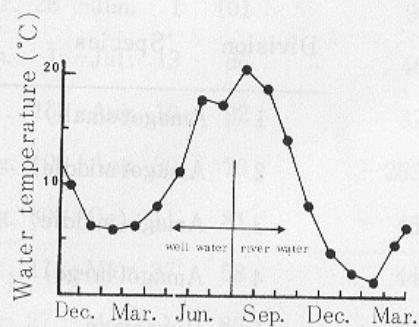


Fig. 27 Seasonal change in the water temperature in the pond.

リート池を使用した。

飼育期間中1967年3月28日、4月28日、6月1日、7月13日、8月10日、8月30日、10月11日、1968年3月27日および5月1日の9回全供試魚を取上げて尾数と重量を測定した。また4月、6月、7月および8月にそれぞれ両魚種とも10個体ずつ、さらに10月にはアマゴ29個体、ビワマス10個体を抽出して、体長、体重、体高等を測定するとともに全飼育期間にわたって両魚種の習性の相違を観察した。

餌付けから1967年5月31日までは市販マス用配合飼料、6月1日から10月10日までの間は第17表に示す飼料区分、10月11日から翌年1968年4月30日まではすべて特製飼料によって飼育した。なお、特製飼料とは、第12表の試験飼料で蛋白質とビタミンの配合量を多くしたものである。

給餌量は魚の摂餌状況に応じて適宜加減した。

## 結果および考察

**生長および生残:** 生長と生残については、それぞれ第28図および第29図に示した。ビワマスは5月末までは生長、生残とともにアマゴを上回る良好な飼育経過を示したが、6月上旬から8月下旬にかけてせっそう病による著しい斃死があり、6月以降は生長、生残とともにアマゴよりも著しく劣った。アマゴはふ化、浮上から稚魚期にかけて低い歩留りを示したが、6月上旬に発生したせっそう病についてはサルファ剤が著効を示し、その後1回再発がみられたのみで7月上旬に終息し、それ以後の生残率はよかつた。餌付け後、約5か月経過した6月1日における生残率は、アマゴでは発眼卵数の37.4%に対しビワマスは88.0%で、その時の平均体重はアマゴの2.42 gに対し、ビワマスは3.66 gであった。この平均体重の差は、発眼卵の大きさがアマゴの78.7 mgに対してビワマスは142 mgと相違し、したがってふ化稚魚もビワマスの方が大形であ

Table 17. The rearing division of Amago and Biwamasu from Jun. 10 to Oct. 11.

Division	Species	Initial weight	Diet
1	Amago(small)	1.53 g	Order made pellet 100 + oil 5
2	Amago(middle)	2.49	Commercial pellet 100 + oil 5
3	Amago(middle)	2.49	Order made pellet 100 + oil 5
4	Amago(large)	5.00	Order made pellet 100 + oil 5
5	Biwamasu	3.65	Order made pellet 100 + oil 5
6	Biwamasu	3.68	Commercial pellet 100 + oil 5