

(3) 観賞魚養殖技術試験

キンギョの初期餌料比較試験

岩田靖宏・宮本淳司・小寺和郎

目的

キンギョの初期餌料として一般にはミジンコが使用されている。中でも小型のコンクリート水槽を使用してランチュウ等の高級魚を養殖している業者の場合、毎朝、中小河川や悪水路でミジンコを採捕しているが、その採集量の変動が大きく、キンギョの初期生残率に大きな影響を与えている。そのため、ミジンコに代わる餌料として、アルテミアの効果試験を行った。

り1gの割合で入れ、ハウス内の常温48時間でふ化したものを淡水で洗浄し1日1回投与した。投餌量は、ほぼ飽食状態になるように、前期17日間についてはアルテミア卵1g分、後期12日間については2g分とした。

ミジンコは、水試内の土池で培養し、0.5mm目の金属ふるいを通したものを与え、常時水槽中に遊泳しているように投与した。試験期間中は適宜、排泄物および残餌を、サイホンで除去した。

材料および方法

供試魚は、ふ化後1週間のリュウキンを用い、30ℓのガラス水槽で、通気のみにより常温で飼育した。

稚魚の成長にともない飼育密度が高まったため、17日目に計数し(前期)、数を減らした後12日間試験を継続した(後期)。

アルテミアは、アメリカ産(ユタ州)のものを地下水に3%の原塩を加えた水1ℓ当た

結果および考察

試験結果は表1のとおりである。

生残率は、前期についてはアルテミア区が良かったが、後期については両区に差は見られなかった。

成長については、ミジンコ区が、増重率でやや良かったが、大きな差は認められなかった。しかし、両区の体長・体重組成の変化を見ると、アルテミア区で分散が小さく、いわ

表1 初期餌料の比較試験結果

	前期 6/8～6/25 (17日間)		後期 6/25～7/7 (12日間)	
	ミジンコ区	アルテミア区	ミジンコ区	アルテミア区
収容尾数	100	100	40	40
取上尾数	78	95	40	39
生残率(%)	78	95	100	98
体長 (mm)	収容時	5.5±0.3	9.2±1.5	9.4±1.1
	取上時	9.2±1.5	9.4±1.1	14.4±2.1
体重 (mg)	収容時	11	34±2.4	32±1.6
	取上時	34±2.4	32±1.6	241±137
日間増重率(%)	6.86	6.48	17.72	17.65
測定尾数	30	55	40	39

ゆるトビ、ヒネが少なかった(図1, 図2)。これは、ミジンコに比較してアルテミアの大きさが小さく均一であることが関係しているのではないと思われる。

以上のことから、アルテミアはミジンコの代替餌料として十分利用出来ると考えられたが、高価であるため長期間大量に使用する場合採算面の検討をする必要がある。

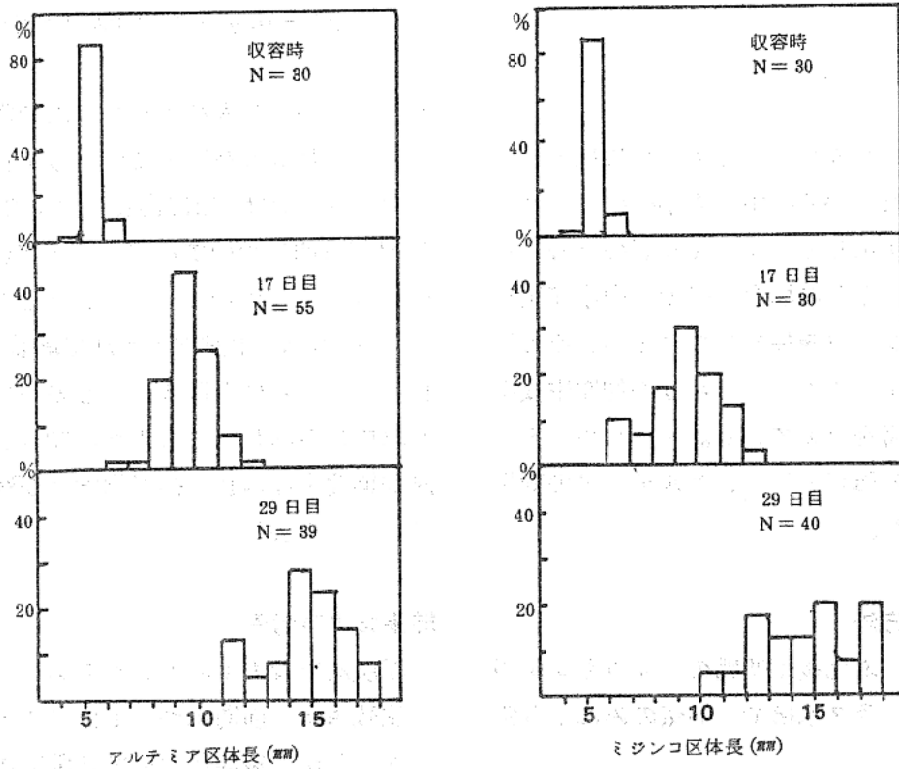


図1 両区の体長組成の変化

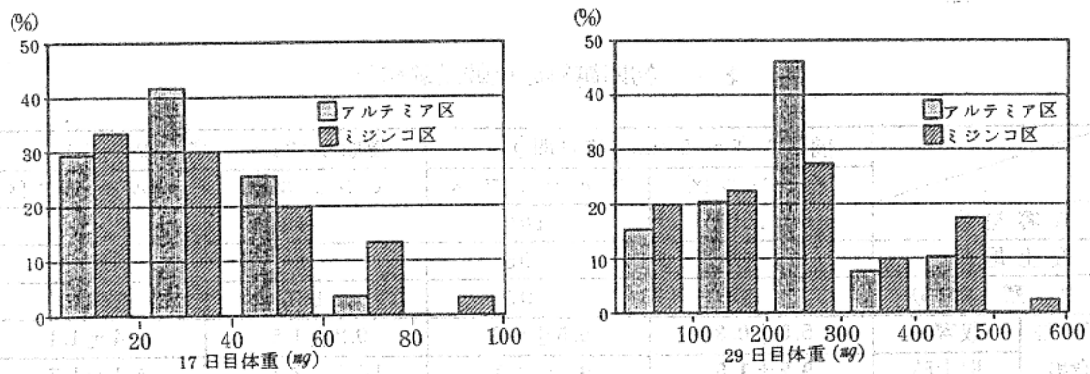


図2 両区の体重組成の変化

優良リュウキンの選抜試験

岩田靖宏・宮本淳司・小寺和郎

目 的

一般のキンギョ養殖では、優良魚生産のためにその年生産された群の中から「親継ぎ」と称して優良魚を選抜し、翌年または翌々年の親魚として使用しているが、優良魚の出現率が低いため数回の選別により淘汰を行っている。これら選抜された親魚は、群の形でかけあわせが行われるため、親の由来がさまざまな雌雄の組み合わせになっていることが想定され、そのため優良魚の出現率が低くなっているものと考えられる。今回の試験は、1対1の交配により優良魚の出現の多い組み合わせを継代し優良魚の出現率の向上を図ることを目的とする。

材料および方法

供試親魚は長野県飯田産のリュウキンを用い同一群から生産された体型・斑紋とも優良と認められる4組について1対1で人工受精を行った。なお各親魚の緋盤量は次のとおりであった。

	雄	雌
1 区	65%	60%
2 区	60%	70%
3 区	60%	65%
4 区	70%	75%

採卵は4月28日に行い、5月19日までプラスチックコンテナで飼育した後各区100尾を2㎡のコンクリート水槽に移し、10月25日まで飼育して結果の判定を行った。結果の判定は、斑紋の出現状況、各鱗の形態について行いさらに斑紋については胴体部の緋盤量を目測で以下のように分類した。

白 子：頭部、胴体部、鱗すべてが白色のもの

白 色 魚：頭部、鱗を除く胴体部に緋盤がないもの

多白更紗：胴体部の緋盤量が0～40%のもの

更 紗：胴体部の緋盤量が40～80%のもの

多赤更紗：胴体部の緋盤量が80～100%のもの

赤 色 魚：頭部、鱗を除く胴体部がすべて赤色であるもの

素 赤 魚：頭部、鱗、胴体部がすべて赤色であるもの

結果および考察

10月25日取り上げ時の斑紋、各鱗の形態等を図1～4、表1に示した。

・斑紋の出現状況

多白更紗・更紗・多赤更紗の更紗系の合計は54～60%と4区ともほとんど差がみられなかったが白子および素赤の出現率はかなりの差が生じた。(図1)

・尾鱗の形態

試験区により非常に差があり、正常な尾鱗魚が1区では38%で3区の76%に比べ半分の出現率となっている。(図2)

・背鱗の形態

全体的に異常魚は15%以下と少なく、特に4区においては正常魚のみであった。(図3)

・尻鱗の形態

奇形はほとんどないが4区で1本尻鱗が多い。1本尻鱗は奇形ではなく販売対象になるが親として用いた場合フナ尾の出現率が高いと言われている。(図4)

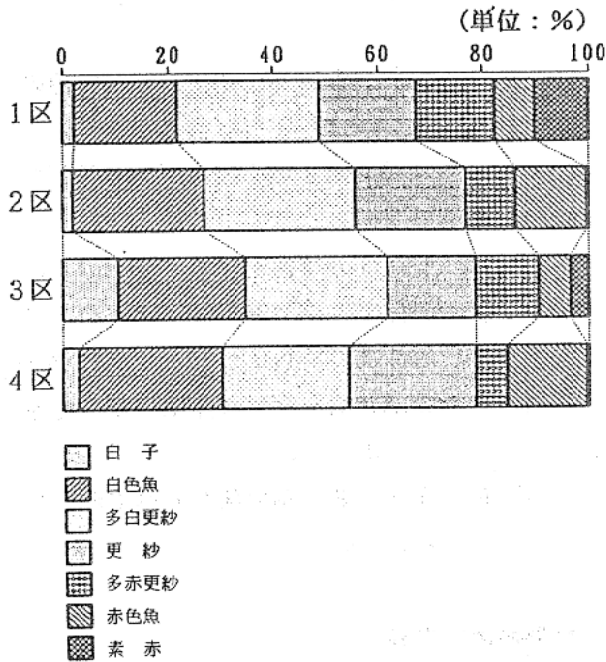


図1 斑紋の出現状況

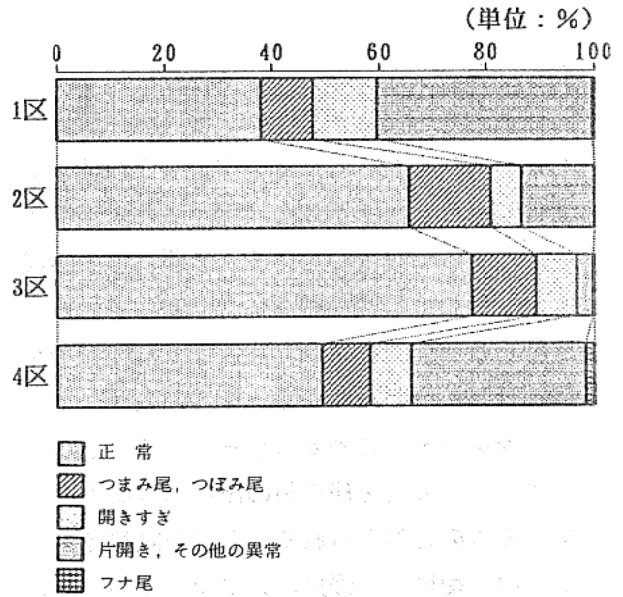


図2 尾鰭の形態

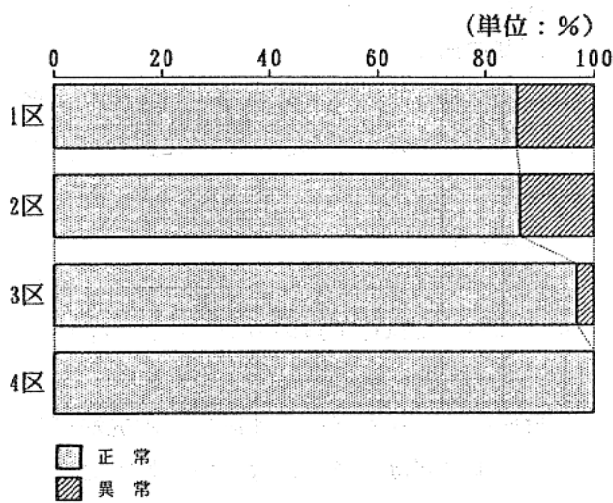


図3 背鰭の形態

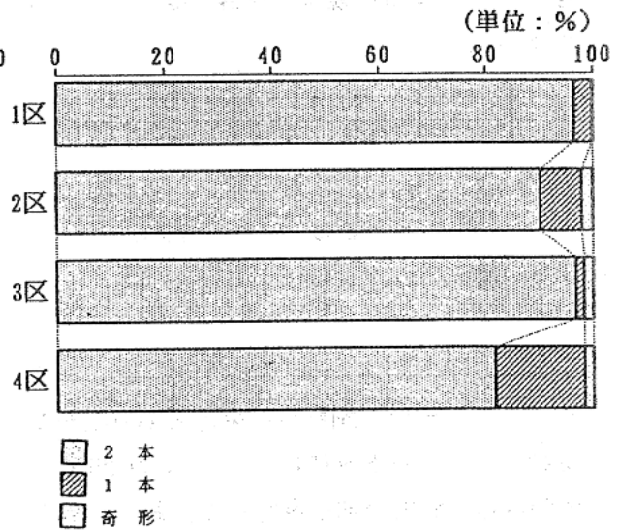


図4 尻鰭の形態

以上、総合的にまとめた結果は表1のとおりである。これによると、3区が各鱗の異常も少なく、販売対象になるものが多いため、本年度は3区の群の優良魚をすべて残して今

後この中で1対1の交配を行い形質の出現を調査するとともに淘汰率の低い優良リュウキンを作出する。

表1 リュウキン飼育結果

	1区	2区	3区	4区
放 養 尾 数 5月19日	100	100	100	100
取 上 尾 数 10月25日	92 (100)	52 (100)	66 (100)	66 (100)
尾鱗、背鱗が正常の 個体	29 (32)	27 (52)	48 (73)	28 (42)
うち白子、白色魚を 除いた優良形質個体	25 (27)	20 (38)	33 (50)	22 (33)

()は取上尾数に対する%

ホルムアルデヒドがキンギョ飼育水に及ぼす影響

岩田靖宏・宮本淳司・小寺和郎

目 的

駆虫剤として使用されるホルマリン（ホルムアルデヒド濃度37%）がキンギョ飼育水に及ぼす影響について試験を行った。

実験 1

試験期間 平成元年1月17日～27日

材料および方法

作業室内で30ℓのガラス水槽を用いて表1に示した9区を設定し、ホルムアルデヒド量、DO、pH、クロロフィルaの経時変化を測定した。なお、池水については、水道水にキンギョ飼育水を一部入れて植物プランクトンを培養し、グリーンウォーターになったものを等分して試験に供した。河川水は木曽川の水

を使用した。各測定は、毎日14時に行った。通気は水温を均一にする目的で、ごく弱く、エアーストーンを使用せず行ったが、DOの変化を正確に測定するため一部通気なし区を設定した。水温は、電子サーモとヒーターを使用して設定した。

・測定方法

pH pHメーター

DO DOメーター

クロロフィルa 蛍光光度法

ホルムアルデヒド

ホルムアルデヒドテストワコー（4-アミノ-3-ヒドラジノ-5-メルカプト-1,2,4-トリアゾール）による比色法

表1 実験 1 試験区

試験区	使用水	水温(°C)	ホルマリン添加量	通 気
1 区	池 水	30	30 ppm	20 ml/m
2 区	池 水	30	〃	無
3 区	池 水	20	〃	20 ml/m
4 区	池 水	20	〃	無
5 区	池 水	10	〃	20 ml/m
6 区	池 水	10	〃	無
7 区	水道水	10	〃	20 ml/m
8 区	河川水	10	〃	20 ml/m
9 区	池 水	20	無	20 ml/m

(ホルマリン 30ppmはホルムアルデヒド 11.1ppm)

結果および考察

ホルムアルデヒドの変化

水中に添加されたホルムアルデヒドは、そのまま空中へ逸散、あるいは有機物等により水中で分解することにより消失するといわれ

ている。今回は、池水では30°Cで1日、20°Cで3日、10°Cで8日ではほぼホルムアルデヒド濃度が0になりその消長は水温により著しい差がみられた。河川水は池水と差がなく、水道水では10日後でも50%以上の残留がみられた。

(図1, 2)

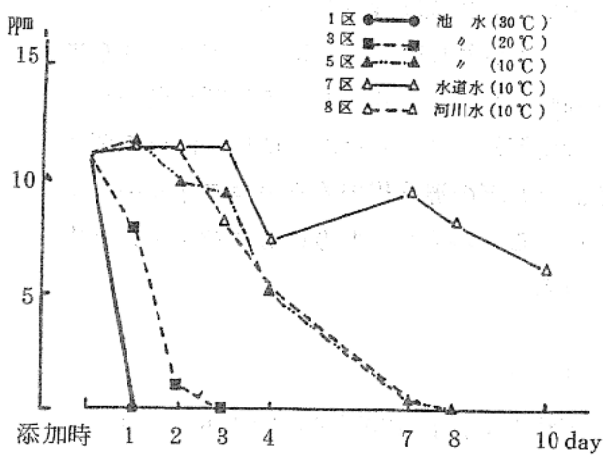


図1 ホルムアルデヒド濃度の変化(通気あり)

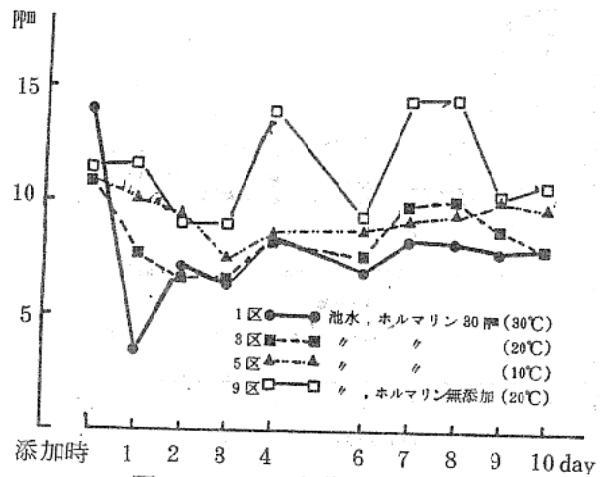


図3 DOの変化(通気あり)

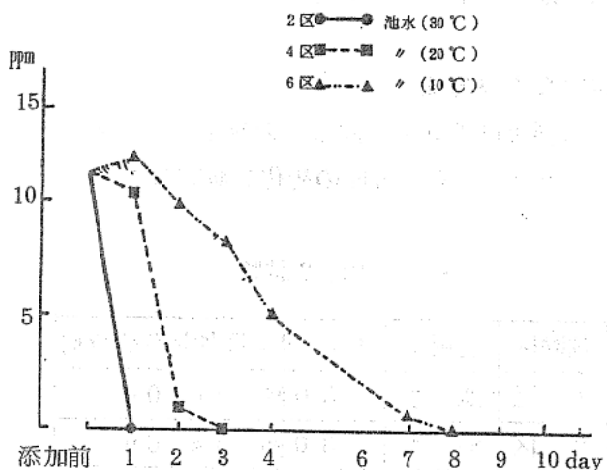


図2 ホルムアルデヒド濃度の変化(通気なし)

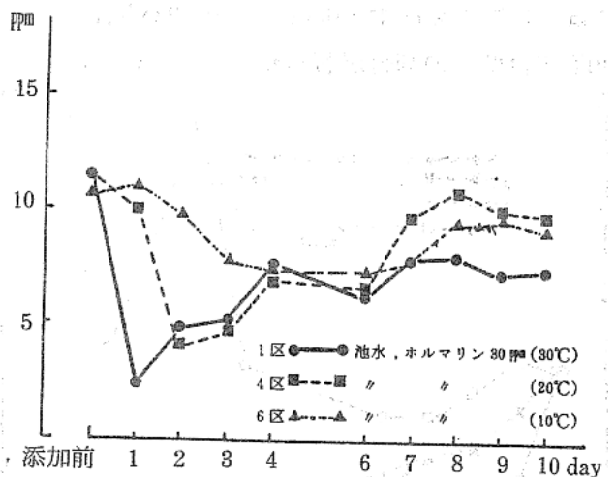


図4 DOの変化(通気なし)

DOの変化

ホルムアルデヒドは還元作用を持ち酸素を取り込んでギ酸になると言われている。今回のホルマリン添加区はすべてDOの低下が認められ、水温により最低DO値およびそれに達する時間が異なり、水温が高くなるほどDOの低下が著しくみられた。特に、水温30℃(通気なし区)では1日で2.4ppmまで急激に低下した。(図3, 4)

pHの変化

DOの変化とほぼ同じ傾向を示した。(図5, 6)

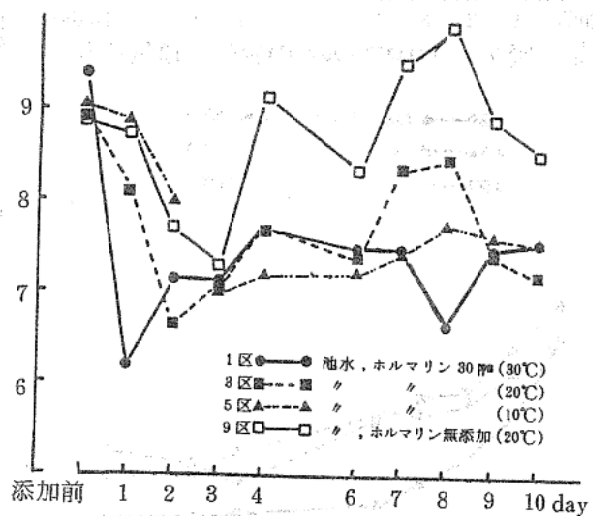


図5 pHの変化(通気あり)

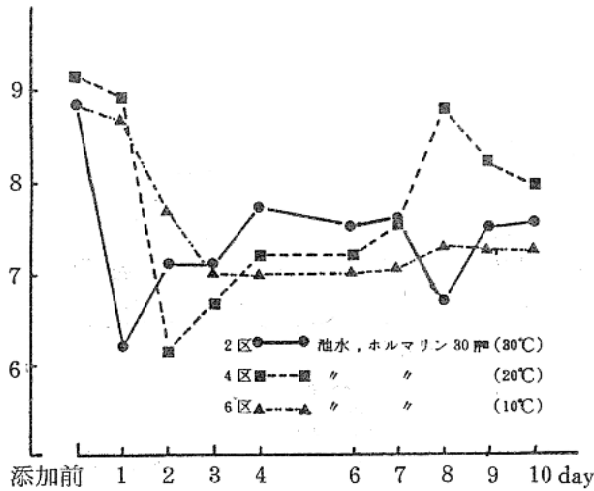


図6 pHの変化(通気なし)

クロロフィルaの変化

池水にホルマリンを添加した区は、すべて経時的にクロロフィルaが低下した。水温別では、10℃と20℃については差は認められず30℃では低下の割合が著しかった。(図7,8)

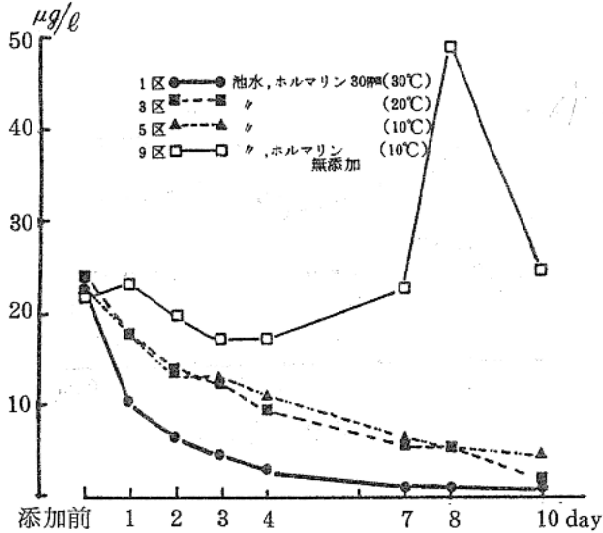


図7 クロロフィルaの変化(通気あり)

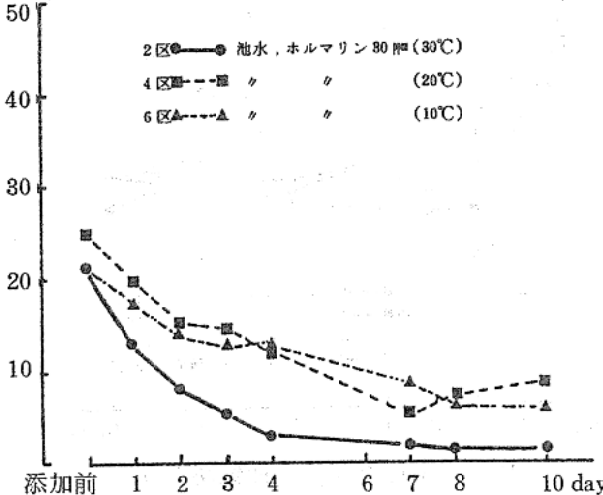


図8 クロロフィルaの変化(通気なし)

今回は、30℃は夏、20℃は春と秋、10℃は冬を想定して温度設定したが、特に高温時のDO低下が著しいため夏期の酸欠を、さらに低温時のホルムアルデヒドの分解が遅いため冬の反復使用による濃度の増加に注意を要する。またどの温度帯でもクロロフィルの低下を招くことから水変わりにも注意が必要と思われる。

実験 2

実験1で、水温30℃においてホルマリン添加によるDOの極端な低下が見られたため、添加時刻により最低DO値に差があるかどうかを試験した。

試験期間 平成元年2月15日～16日

材料および方法

材料等は実験1と同じものを用いて、表2の試験区でDO、pHの変化を測定した。

表2 実験2 試験区

試験区	使用水	ホルマリン添加量及び時刻
1 区	池 水	30 ppm 10:00
2 区	池 水	30 ppm 14:00
3 区	池 水	30 ppm 18:00
4 区	池 水	無
5 区	水道水	30 ppm 10:00

水温 30℃ 通気 なし

結果および考察

DOの変化

ホルマリンを添加した池水区については、翌朝6時までには対照区とほぼ同じ変化を示すが、6時以降は前日の添加した時刻により違った変化を示し、添加をした時刻が遅くなるほど最低DOになる時刻が遅れ、添加から約20～24時間で最低となるが、最低DO値はほとんど変わっていない。また、水道水について

は、10時に添加した1区だけだったが最低DOになるまでに29時間を要した。

また今回のホルマリン無添加区(4区)では2日目の6時以降はDOがほとんど変化していない。通常の養魚池のDOは、光合成の作用で夜明け前後が最低で午後3時頃に最高になりこれを繰り返すが、今回は2日目が雨天であり、光合成に必要な光量が不足していたため昼間のDOが増加しなかったと思われる。

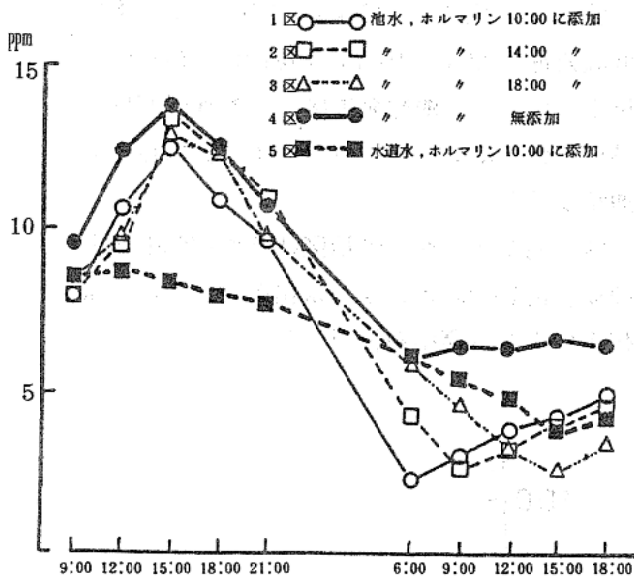


図9 DOの変化

pHの変化

実験1と同じく pHはDOとほぼ同じような変化をしたが、2日目の午後のDOはすべて増加傾向なのに対してpHは増加するものと減少するものの2通りあった。

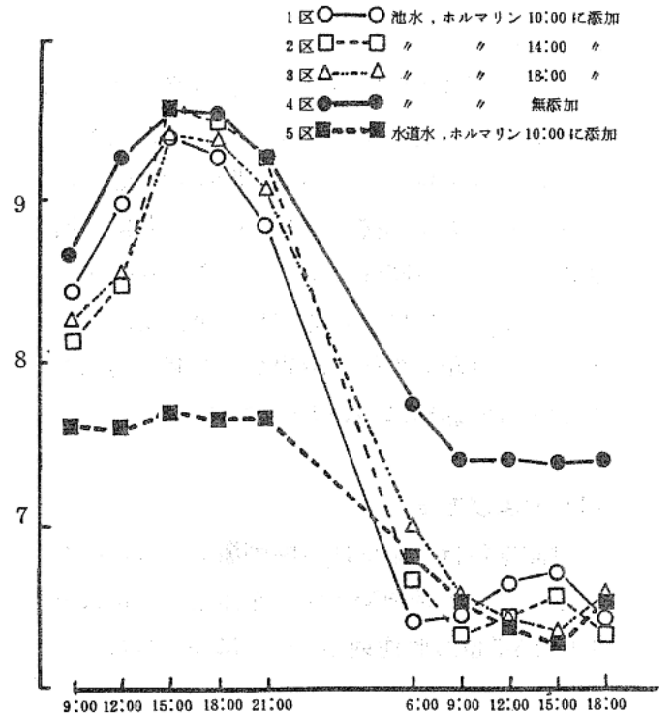


図10 pHの変化

今回の実験は、最低DOになる時刻が遅いほど光合成によるDOの上昇により最低DOの値が高くなるのではないかと考え実施したが翌日の光量不足によるためか、差は見られなく再度確認する必要がある。しかし、通常植物プランクトンが繁殖した養魚池では早朝、DOが最低値を示すことから、あわせてホルマリン散布によるDOの低下を考慮する必要がある。

キンギョ卵の排卵後の経過時間 と雌性発生誘発率の検討

岩田靖宏・宮本淳司・小寺和郎

目的

これまで雌性発生を行うときの卵質は、卵の色が均一で変色卵が混入していないこと等、外観により判断をしていた。卵の発生能力は、卵巣から卵巣腔へ排出されたのち、卵巣腔内に滞留している時間により、大きく変化することが知られている。雌性発生を安定的に行うため、排卵後の経過時間が雌性発生誘発率におよぼす影響について検討した。

材料および方法

供試親魚は、胎盤性性腺刺激ホルモンのゴナトロピン（帝國臓器製）を体重1gあたり10~15単位腹腔注射し、25℃に加温した水槽

中に入れ30分毎に排卵の有無を調べた。排卵したものについて、排卵1時間後から経時的に採卵し、試験に供した。

採取した卵は二分し、一方は紫外線(75erg/mm²・sec×120秒)によって不活化したドジョウ精子を水温20℃で媒精し、媒精7.5分後に低温処理(2.5℃, 45分間)を行い、20℃の水槽中に戻した(雌性発生区)。もう一方は同品種の雄数尾より得られた精子で媒精した(通常受精区)。

雌性発生区、通常受精区はそれぞれの処理の後、常温でふ化させ、ふ化率および正常ふ化率により誘発率を検討した。

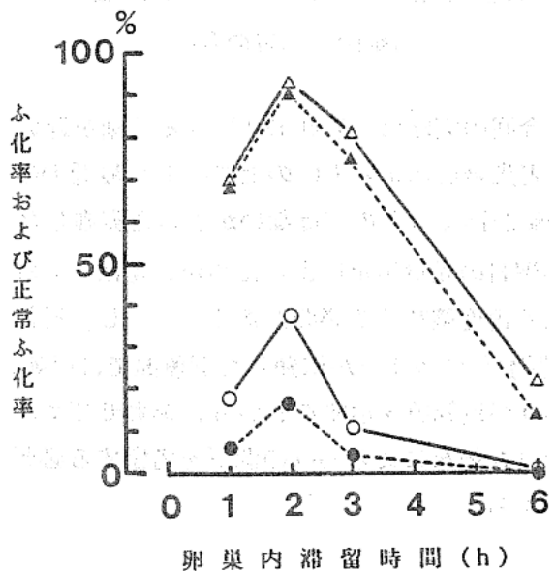


図1 キンギョ(サンショクデメキン)卵の排卵後の卵巣腔内滞留時間とふ化率および正常ふ化率

- ：雌性発生ふ化率
- ：雌性発生正常ふ化率
- △—△：通常受精ふ化率
- ▲—▲：通常受精正常ふ化率

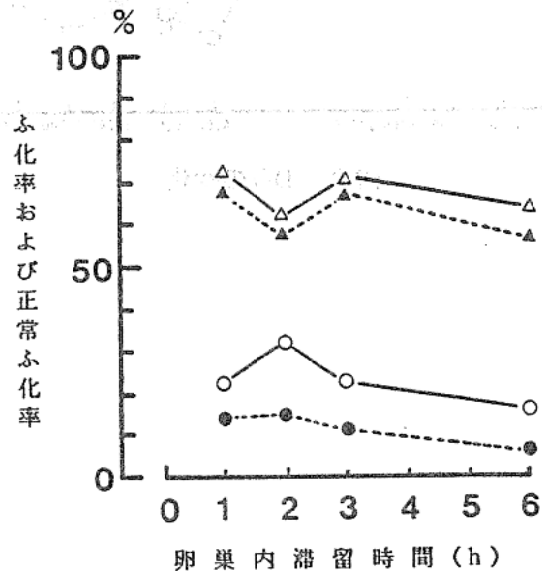


図2 キンギョ(リュウキン)卵の排卵後の卵巣腔内滞留時間とふ化率および正常ふ化率

- ：雌性発生ふ化率
- ：雌性発生正常ふ化率
- △—△：通常受精ふ化率
- ▲—▲：通常受精正常ふ化率

結果および考察

供試親魚は、約9時間後に排卵した。

排卵後の経過時間とふ化率の関係をみると雌性発生区は排卵2時間後に高い誘発率が得られ、以後時間経過とともに卵の発生能力が低下した(図1, 図2)。図2の通常受精区の2時間後のふ化率, 正常ふ化率が下がっているのは, 受精した精子に問題があると考えられた。このことを除けば, 通常受精区と雌性発生区は, ふ化率, 正常ふ化率の値の差は

あるものの同じ傾向を示していた。また, 個体によって卵の発生能力の低下の程度に違いが見られた。

卵質が個体によって異なり, 排卵後の経過時間に対する卵の発生能力の低下が, 雌性発生誘発の再現性が乏しい理由の一つと考えられ, 雌性発生の誘発率を安定化させるためには, 通常受精で行うときと同様に, 発生能力の高い時期に処理を行うことが必要であると考えられた。

キンギョ卵の第二極体放出阻止のための媒精から 低温処理までの経過時間の検討

宮本淳司・岩田靖宏・小寺和郎

目 的

一般的に、魚類の卵（完熟卵）は、第二成熟分裂中期の状態でもみ出され、精子が卵門に進入する刺激によって、第二成熟分裂を再開する。このとき、温度刺激や圧力刺激を与えると、第二減数分裂が省略され、第二極体が放出されず、卵中に留まり、その後、卵割が始まることが知られている。

今回、低温刺激による第二極体の放出阻止を行うための最適な媒精後の温度処理開始時間を探るため、試験を行った。

方 法

供試親魚は、昭和62年度はリュウキン2年魚、昭和63年度はサンショクデメキンとオラ

ンダシシガシラとの交雑種の2年魚で、胎盤性性腺刺激ホルモンのゴナトロピン（帝国臓器製）を体重1gあたり10～15単位注射し、25℃の水槽中で飼育し、約9時間後に排卵したものを用いた。

媒精は、紫外線（75erg/mm²・sec×120秒）で不活化したドジョウ精子により、水温20℃で行った。媒精後、表1に示す条件で低温処理を行い、その後、水温20℃の水中に戻した。ふ化等の管理は常温で行った。

また、対照区として、キンギョ精子受精区（非処理区）を設けた。

卵およびふ化した稚魚を計数し、ふ化率、正常ふ化率を求めた。

表1. 各試験毎の親魚と雌性発生誘発のための低温処理開始時間と処理条件

試験番号	使用品種	体重	処理開始時間(分)	低温処理条件	試験年度
A	リュウキン 2年魚	135	2.5, 5, 7.5, 10	2.5℃ 45分間	昭和62年度
B	サンショクデメキン♂ × オランダシシガシラ♀	205	2, 4, 6, 7, 8, 10, 12	5℃ 40分間	昭和63年度
C	〃	〃	〃	〃	〃
D	〃	〃	〃	2.5℃ 45分間	〃
E	〃	〃	〃	〃	〃

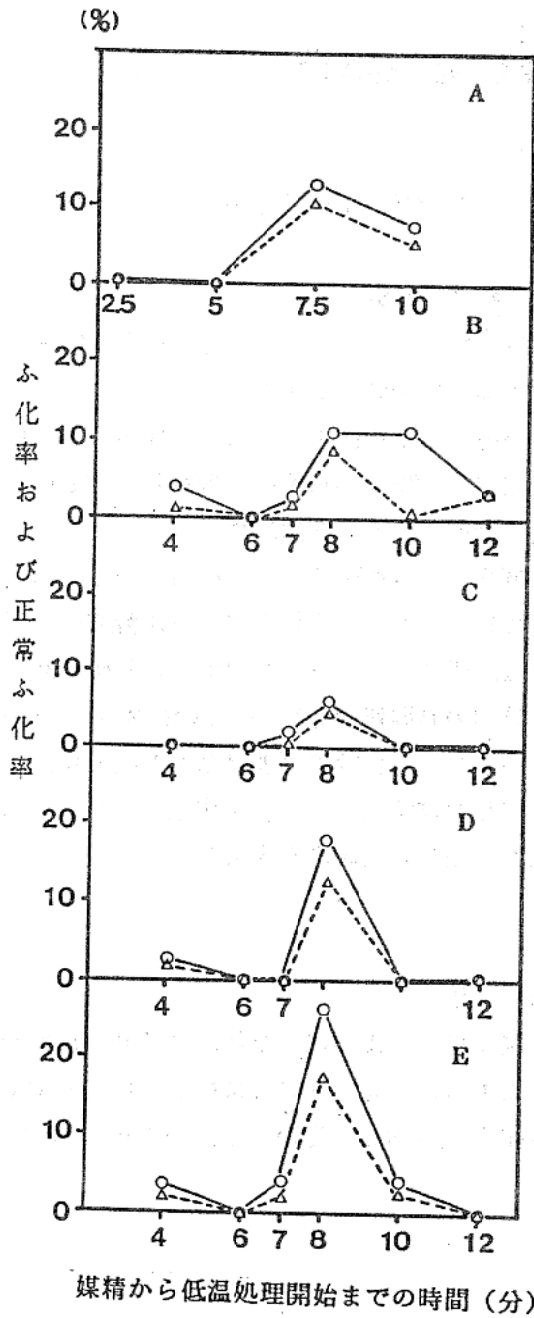


図1 媒精から低温処理開始までの時間とふ化率

○—○：ふ化率
 △…△：正常ふ化率

結果および考察

媒精から低温処理までの経過時間とふ化率および正常ふ化率の関係を図1に示した。

昭和62年度の試験(図1-A)では、媒精7.5分後区に、昭和63年度の試験(図1-B~E)では、媒精8分後区で最も高い正常ふ化率を示した。これらのことから、雌性発生を行うために有効な媒精から低温処理を開始するまでの時間は媒精水温20℃のときには、7.5~8分後と考えられた。

キンギョの高温処理による雌性発生誘発について

宮本淳司・岩田靖宏・小寺和郎

目 的

第二成熟分裂阻止（極体放出阻止）による倍数体の誘発の方法には、温度刺激による方法と加圧による方法があり、前者はさらに低温刺激による倍数化処理（低温処理）方法と高温刺激による倍数化処理（高温処理）方法があり、一般に温水魚では低温処理、冷水魚では高温処理により行われている。しかし、コイの高温処理による三倍体作出やブラウントラウトの低温処理による雌性発生二倍体の作出も報告されている。報告によれば、高温処理は、低温処理に比べ処理時間が1～15分程度と短く、処理温度が27～39℃と処理が比較的容易であり、低温処理に比べて普及し易いと考えられることから、キンギョについて、高温処理による雌性発生誘発の可能性について検討を行った。

1. 媒精から高温処理までの経過時間

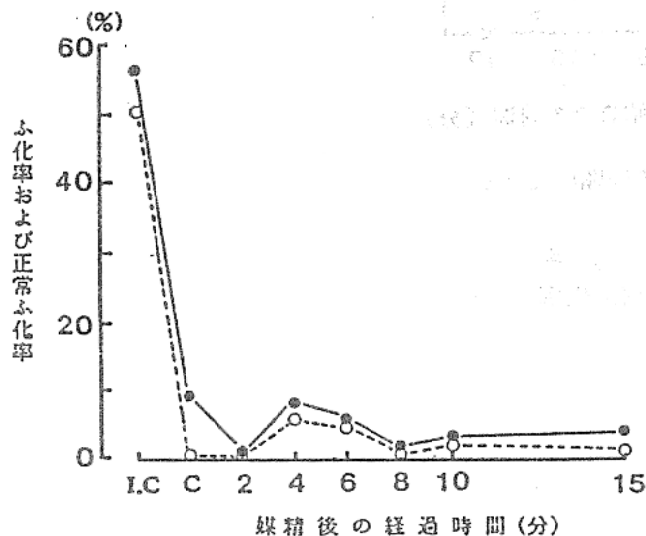


図1. 媒精から高温処理までの経過時間とふ化率および正常ふ化率

●—●：ふ化率
○—○：正常ふ化率

材料および方法

供試卵はタンチョウ2年魚（体重145g）に胎盤性性腺刺激ホルモンのゴナトロピン（帝国臓器製）を体重1gあたり10～15単位腹腔注射し、25℃の水槽中で飼育し、約9時間後に排卵したものをを用いた。

媒精は、紫外線(75erg/mm²·sec×120秒)で不活化したドジョウ精子により水温25℃で行った。媒精2, 4, 6, 8, 10, 15分後に39℃2分間の高温処理を行い、その後25℃の水中に戻した。ふ化等の管理は常温で行った。ふ化した稚魚について、ふ化尾数を数え、ふ化率、正常ふ化率等を求めた。

結 果

図1に示すように、全体的に誘発率は低かったものの、媒精4分後に最も高い誘発率（ふ化率）を示し、その後しだいに低下した。

2. 高温処理の水溫，浸漬時間の検討

1 に示す9通りの方法で，媒精卵を処理した。

材料および方法

1 と同様の方法で得た不活化精子を用い，供試親魚はシュブンキン2年魚(280g)で1 と同様な方法で排卵を誘発させ採卵した。媒精は水溫25℃で行い，媒精5分後に表

結 果

表2 に示すように，処理水溫40℃の2分間で最も高い正常ふ化率を示した。35℃区ではわずかではあるが誘発が見られたが，45℃区では全く見られなかった。

表1 不活化精子媒精卵の処理方法

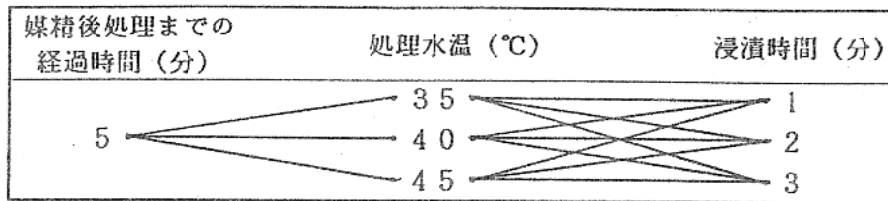


表2 高温処理の水溫と浸漬時間，ふ化率，正常ふ化率との関係

水溫(℃)	浸漬時間(分)	供試卵数	ふ化尾数	ふ化率(%)	正常ふ化尾数	正常ふ化率(%)
35	1	473	25	5.3	2	0.4
	2	555	25	4.5	4	0.7
	3	195	21	10.8	4	2.1
40	1	611	47	7.7	31	5.1
	2	595	76	12.8	70	11.8
	3	405	1	0.2	1	0.2
45	1	323	0	0	0	0
	2	488	0	0	0	0
	3	768	0	0	0	0
対 照 区		1390	674	48.5	658	47.3
半 数 体 区		373	71	19.0	4	1.1

ふ化率(%)：ふ化尾数÷供試卵数×100

正常ふ化尾数：ふ化後4～5日目に，肉眼で異常の認められない個体を計数して求めた。

正常ふ化率：正常ふ化尾数÷供試卵数×100

総合考察

媒精後，温度処理までの経過時間について，これまでの低温処理による方法では，7～8分後(水溫25～20℃)に最も高い誘発率が得られたが，今回の高温処理による方法では，これが同4分後となった。

倍数化のための低温処理と高温処理の結果について，媒精後処理までの至適経過時間が

異なる理由については明らかではない。

処理水溫45℃区でふ化が見られなかったのは，ふ化限界温度を越えていたことも考えられる。

今回の試験から，誘発率は低かったものの，高温処理による雌性発生魚が得られたことは，キンギョについても，高温処理による倍数化の可能性はあると考えられ，今後さらに処理水溫，処理時間等の手法を検討する必要がある。

雌性発生魚の成長と生残について

宮本淳司・岩田靖宏・小寺和郎

目 的

雌性発生魚の養殖特性の一つとして、成長、生残について検討する必要がある、今回、一腹の卵から得られた雌性発生魚と通常発生魚により成長、生残の比較試験を行った。

材料および方法

供試親魚はタンチョウ2年魚(B.W145g)とサンショクデメキン2年魚(B.W130g)で、一腹の卵により雌性発生区と対照区を設定した。

雌性発生魚(雌性発生区)は、紫外線処理(75erg/mm²・sec×120秒)したドジョウ精子で卵を媒精(媒精水温20℃)し、媒精7.5分後に2.5℃、45分間の低温処理により得たもので、通常交配魚(対照区)は、雌と同品種の複数の雄の精子を混合し、乾導法により人工受精

したものである。

各区の供試魚は、ふ化後2週間までアルテミア、ミジンコ等を給餌し50~100ℓのプラスチックコンテナで分離飼育したのち、土池に放養し市販のコイ用配合飼料を与え、ほぼ同一の飼育管理を行った。タンチョウがふ化後60日間、サンショクデメキンが90日間、雌性発生区、対照区を別養し、その後それぞれ両区を90日間混養飼育して行った。雌性発生区、対照区の識別用にそれぞれの左右の腹びれを切除し、タンチョウは52尾ずつ、計104尾、サンショクデメキンは46尾ずつ、計92尾を土池に放養した。

供試魚は、混養前と混養90日後に尾数、体重を測定し、雌性発生、対照両区の成長、生残を比較した。

表1 各試験区のふ化率

	供試卵数	ふ化尾数	ふ化率(%)	正常ふ化尾数	正常ふ化率(%)
タンチョウ					
雌性発生区	4,872	185	3.8	100	2.1
対 照 区	504	283	56.2	253	50.2
サンショクデメキン					
雌性発生区	1,866	295	15.8	122	6.5
対 照 区	1,912	1,366	69.9	1,247	65.2

ふ化率(%)：ふ化尾数÷供試卵数×100

正常ふ化尾数：ふ化後4~5日目に、肉眼で異常の認められない個体を計数して求めた。

正常ふ化率(%)：正常ふ化尾数÷供試卵数×100

結果および考察

供試魚

各試験区のふ化率等については、表1に示した。ふ化率、正常ふ化率とも雌性発生区のほうが対照区より劣っていた。

混養試験結果

タンチョウ：成長については、当初、雌性発生区の平均体重が対照区より1.6倍大きかったが、混養90日目には1.1倍差に縮まった。

また、生残率は両区ほとんど差がなかった(表2, 表3, 図1)。

サンショクデメキン：当初両区の平均体重の差はほとんどなかったが、混養90日目には対照区が平均体重で1.1倍大きかった。また生残率は両区とも80%以上と高かったが、雌性発生区はやや劣っていた(表2, 表3, 図2)。

以上のことから、キンギョについて雌性発生魚と通常交配魚を混養したとき、生残についてはほとんど差がなかったが、成長では雌性発生魚のほうが劣っていた。

表2 混養試験結果(混養開始時)

	放養重量(g)	放養尾数	平均体重(g)	標準偏差
タンチョウ				
雌性発生区	1,234	52	23.7	6.7
対照区	747	52	14.4	4.1
サンショクデメキン				
雌性発生区	738	46	16.0	6.3
対照区	759	46	16.5	6.5

表3 混養試験結果(混養90日目)

	取揚重量(g)	取揚尾数	平均体重(g)	標準偏差	生残率	日間増重率
タンチョウ						
雌性発生区	1,551	43	36.1	11.3	82.7	0.58
対照区	1,485	45	33.5	8.6	86.5	1.57
サンショクデメキン						
雌性発生区	1,320	40	33.0	14.9	87.0	1.19
対照区	1,958	44	44.5	15.6	95.7	1.95

生残率(%)：取揚尾数÷放養尾数×100

日間増重率(%)： $(\sqrt[n]{\text{取揚時の平均体重} \div \text{放養時の平均体重}} - 1) \times 100$

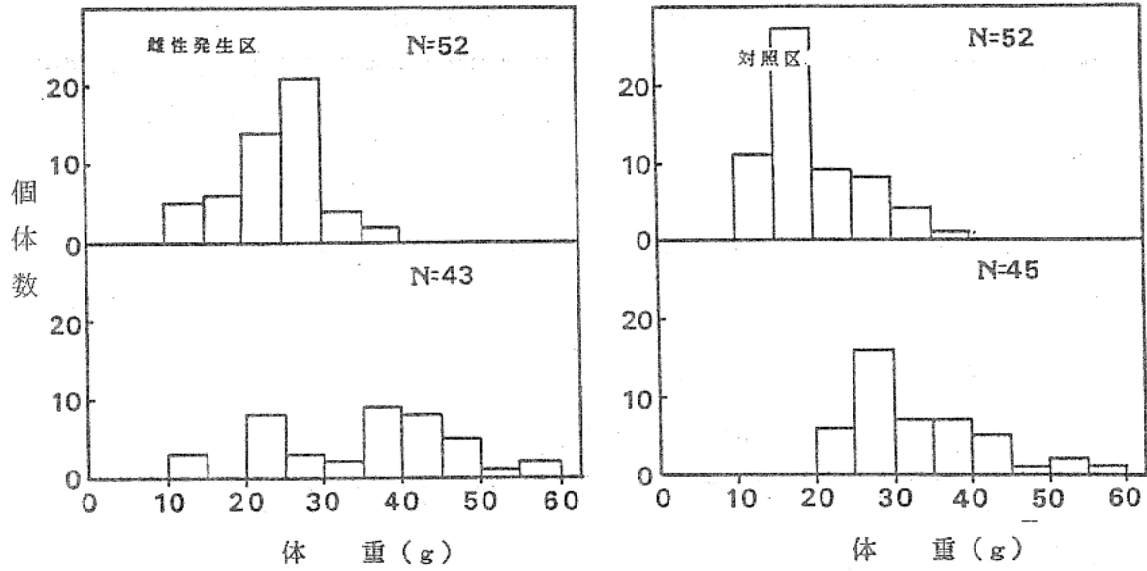


図1 混養開始時と混養終了時の体重組成(魚種:タンチョウ)
上段:試験開始時 下段:試験終了時(混養90日目)

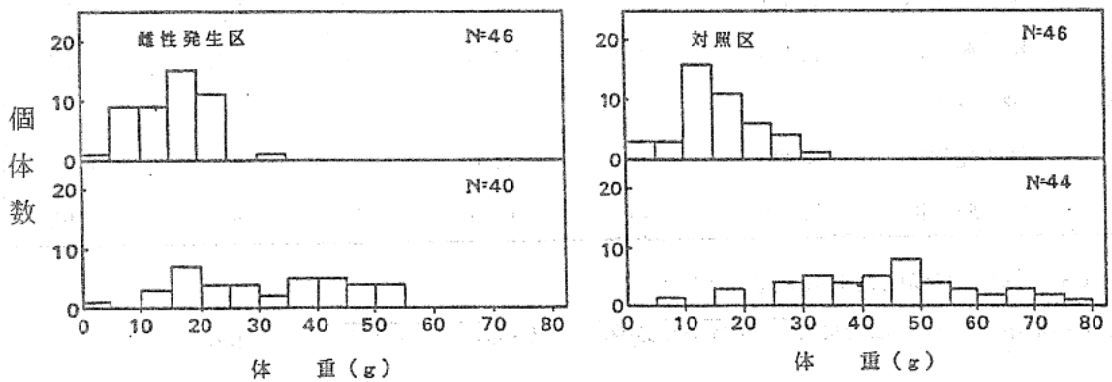


図2 混養開始時と混養終了時の体重組成(魚種:サンショクデメキン)
上段:試験開始時 下段:試験終了時(混養90日目)

キンギョの雌性発生による遺伝子の乗り換えについて

宮本淳司・岩田靖宏・小寺和郎

目 的

雌性発生の重要な特性として、子における形質の分離と雌性発生魚の遺伝子の高い同型接合性（ホモ化）があげられる。雌性発生の子の形質の分離の分析は、養殖ゴイでは表現形質とアイソザイムで、アユについてはアイソザイムで行われている。これらなどから、異型接合体の雌から第二成熟分裂阻止（第二極体放出阻止）により雌性発生させて得た子は、一般に異型接合体をある割合で含んでいることが確かめられている。これは、減数分裂時に相同染色体間の乗り換えが起こったためと考えられている。

今回、キンギョの鱗性により第二成熟分裂阻止による雌性発生での遺伝子の乗り換えについて検討した。

キンギョの鱗性には、主として普通鱗性と透明鱗性、そして両者をモザイク状に配したモザイク透明鱗性が知られている。モザイク透明鱗性は、普通鱗性(tt)と透明鱗性(TT)の中間雑種(Tt)で、モザイク透明鱗性どうしの交配では、普通鱗性、モザイク透明鱗性、透明鱗性の出現比が1:2:1という1因子による不完全優性型のメンデル遺伝をする(図1)。

このモザイク透明鱗性を持つ雌を雌性発生させたとき、乗り換えが起こらなければ、普通鱗性と透明鱗性が1:1に分離することが期待できる。もし、モザイク透明鱗性が出現したなら、先に述べた減数分裂時の相同染色体間の乗り換えにより生じたと考えられるので、その出現数より、乗り換え率の算定を試みた。

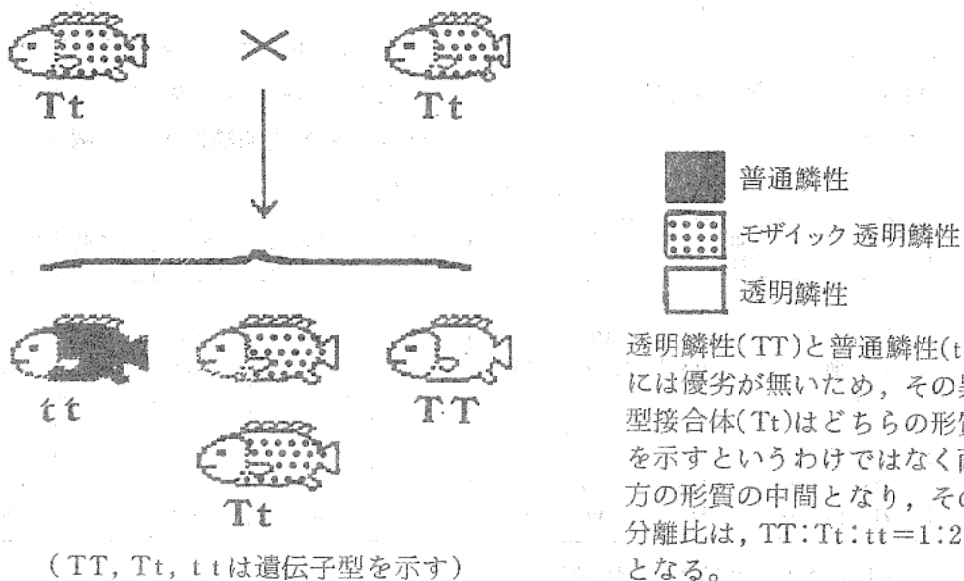


図1 モザイク透明鱗性を持つ魚どうしをかけあわせたときの鱗性の分離様式

材料および方法

供試親魚は、モザイク透明鱗性を持つシュブンキン（体重 280g）2年魚とサンショクデメキン2年魚（体重 130g）で、一腹の卵により雌性発生区と対照区を設けた。

雌性発生魚は、紫外線処理（75erg/mm²・sec × 120秒）したドジョウ精子を水温20℃で媒精し、媒精7.5分後に低温処理（2.5℃, 45分間）を行い、20℃の水槽中に戻すことにより得た。

対照区は、雌と同品種の雄の精子を媒精した。

雌性発生区、対照区はそれぞれの処理の後、常温でふ化させた。

ふ化仔魚はふ化後2週間までアルテミア、ミジンコ等を給餌し、50~100ℓのプラスチックコンテナで飼育した。その後土池に放養し市販のコイ用配合飼料を与え、飼育した。ふ化から約90日後に取り揚げ、雌性発生区、対照区の普通鱗性、モザイク透明鱗性、透明鱗性の出現率を調べた。

結果および考察

各試験区のふ化率、生残率

各試験区におけるふ化率等を表1に示した。ふ化率はいずれの試験区も雌性発生区の方が対照区よりも低かった。飼育期間中の生残率は、雌性発生区の方が対照区よりも高かった。これは対照区で一部、病害の発生によるへい死があったためである。

対照区におけるモザイク透明鱗性の出現率

サンショクデメキンの対照区の生残が非常に低いため、シュブンキンのみの結果であるが、普通鱗性、モザイク透明鱗性、透明鱗性の出現尾数がそれぞれ18,39,16尾となり、カイニ乗検定を行うと $\chi^2_0 = 0.4520$ で $\alpha = 0.05$ のとき有意で、1 : 2 : 1 の分離比に適合することが確認された（表2, 表3）。

雌性発生区におけるモザイク透明鱗性の出現率

雌性発生区では、シュブンキン、サンショクデメキンともモザイク透明鱗性が出現した。その出現率は、それぞれ、36.7, 35.4% で全体の約1/3乗り換えが起こったと考えられた（表2）。

遺伝子の乗り換えがどの遺伝子にも平等に起こり得るものなら、モザイク透明鱗性を除いた残りの尾数は、普通鱗性 : 透明鱗性 = 1 : 1 となるはずである。しかし、実際にはシュブンキン、サンショクデメキンとも約 3 : 1 に分離している。そこで、先ほど除いたモザイク透明鱗性の尾数を透明鱗性の尾数に加え、普通鱗との比（普通鱗性 : 《透明鱗性 + モザイク透明鱗性》）を見ると、シュブンキンが 42 : 48, サンショクデメキンが 23 : 25 と 1 : 1 に分離した（表4, 表5）。このことは、乗り換えが透明鱗性となる個体の遺伝子に対

表1 各試験区におけるふ化率および生残率

	供試卵数	ふ化尾数	ふ化率 (%)	正常ふ化尾数	正常ふ化率 (%)	飼育開始尾数	終了時尾数	生残率 (%)
シュブンキン 雌性発生区	13,933	339	2.4	205	1.5	100	90	90.0
対照区	2,469	1,376	55.7	1,342	55.4	100	73	73.0
サンショク デメキン 雌性発生区	1,866	295	15.8	122	6.5	75	48	64.0
対照区	1,912	1,366	69.9	1,247	65.2	625	88	14.1

ふ化率 (%) : ふ化尾数 ÷ 供試卵数 × 100

正常ふ化尾数 : ふ化後4~5日目に、肉眼で異常の認められない個体を計数して求めた。

正常ふ化率 (%) : 正常ふ化尾数 ÷ 供試卵数 × 100

生残率 (%) : 飼育終了時尾数 ÷ 飼育開始尾数 × 100

して起こっている可能性を示している。

第二成熟分裂阻止型の雌性発生を用いて育種を行っていくうえで、乗り換えが起こるということは、雌性発生魚の低いふ化率、初期生残率とともに選抜の幅をさらに狭めることになると考えられる。しかし、今回のような

1因子で、かつ形質が肉眼等で確認できるものならば、容易に淘汰が行われるため、乗り換えが大きな影響を与えるとは考えられない。雌性発生による乗り換えは、今後、さらに多数の因子による形質について調べていく必要があると思われる。

表2 各試験区における各鱗性の出現尾数とモザイク透明鱗出現率

	総尾数	普通鱗	透明鱗	モザイク透明鱗	モザイク透明鱗出現率(%)
シュブンキン雌性発生区対照区	90 73	42 18	15 16	33 39	36.7 53.0
サンショクデメキン雌性発生区対照区	48 88	23 62	8 16	17 7	35.4 21.5

$$\text{モザイク透明鱗出現率(\%)} = \frac{\text{モザイク透明鱗出現尾数}}{\text{総尾数}} \times 100$$

表4 シュブンキン雌性発生区の1:1分離の適合度の検定(χ²検定)

鱗性	f	p	f'	(f-f') ² /f'
普通鱗	42	1/2	45.00	0.200
透明鱗+モザイク透明鱗	48	1/2	45.00	0.200
計	90	1	90.00	0.400

H₀: 1:1に分離する。

$$\begin{aligned} \text{自由度}(df) &= 1 \\ \chi^2_{0.05} &= 3.84 \\ \chi^2_0 &= 0.40 \\ \chi^2_0 < \chi^2_{0.05} & \text{ なので仮説採択} \end{aligned}$$

表3 シュブンキン対照区のメンデル遺伝の法則(分離の法則)の適合度の検定(χ²検定)

鱗性	f	p	f'	(f-f') ² /f'
普通鱗	18	1/4	18.25	0.0034
透明鱗	16	1/4	18.25	0.1712
モザイク透明鱗	19	1/2	36.25	0.2774
計	73	1	73.00	0.4520

H₀: 1:2:1に分離する。

$$\begin{aligned} \text{自由度}(df) &= 2 \\ \chi^2_{0.05} &= 5.99 \\ \chi^2_0 &= 0.45 \\ \chi^2_0 < \chi^2_{0.05} & \text{ なので仮説採択} \end{aligned}$$

表5 サンショクデメキン雌性発生区の1:1分離の適合度の検定(χ²検定)

鱗性	f	p	f'	(f-f') ² /f'
普通鱗	23	1/2	24.00	0.041
透明鱗+モザイク透明鱗	25	1/2	24.00	0.041
計	48	1	48.00	0.082

H₀: 1:1に分離する

$$\begin{aligned} \text{自由度}(df) &= 1 \\ \chi^2_{0.05} &= 3.84 \\ \chi^2_0 &= 0.40 \\ \chi^2_0 < \chi^2_{0.05} & \text{ なので仮説採択} \end{aligned}$$