

東京都水産試験場調査研究要報31

1. コイ、キンギョの採卵用新人工魚巢
2. 循環濾過式水槽によるコイ及びキンギョのふ化飼育
3. 循環濾過式水槽によるソウギョ、ハクレンのふ化飼育

東水試出版物通刊 NO 151

昭和 37 年 3 月

東京都水産試験場

序

当場の水元分場では、温水性魚類の増殖の試験研究に当っているが、人工魚巢（採卵用）および水槽におけるコイ、キンギョ、ソウギョの集約的ふ化飼育の研究を進めて来た所、それぞれ一応の成果を得たのでここに発表する。コイ、キンギョの採卵用魚巢として、キンギョモ（ホザキノフサモ）が多く使われて来たが、近年キンギョモの入手が極めて困難であり、また入手には多くの経費と労力を要し、その経費は軽視出来ない現状である。水元分場ではこの魚巢にかわる人工魚巢の発見、考案に努めて来た結果、昭和35年に至つて軟質性ポリエチレンテープにより満足できるものを見出す事が出来た。人工魚巢の出現について業界においても強く望まれていた事であるので、今後業界の採卵事業に大きく裨益するものと思ふ。

循環水槽によるコイ、キンギョ、ソウギョ等のふ化飼育は未だ検討すべき事項が多く実用化にはまだ遠いが、従来の池の自然環境に左右される不安定な稚魚育成がより計画的に安定性を持つ事が出来れば極めてその意義が大きいと思ふ。

本研究については36年度以降引き続き実施しているので更にその結果について引き続き報告する。

昭和37年2月

東京都水産試験場長 鈴木 順

コイ・キングヨの採卵用新人工魚巢

I 緒 言

現在、コイ、キングヨの採卵用魚巢として、ホゾキノフサミ(キングヨミ)、ヤナギの根、シユロ皮、ヒカゲノカズラ、ワラ等が使われているが、キングヨミを使用しているところが最も多いようである。キングヨミは魚巢としてすぐれた点が多いが、一方毎年の採集の煩雑さや害敵の混入、また、代謝や枯死のため水質の悪化を来たす等の欠点がある。しかも最近採卵に適したキングヨミは採集地点の埋立て、汚水の影響等をうけて年々採集が困難となつて来たので、採集のために要する労力、出費の増加がおこり、養魚管理上大きなマイナスとなつてきた。

水元分場ではこの問題について毎年研究して来たが、本年5月にポリエチレンテープを使用してみたところ、大体良好なる結果を得たのでここに報告する。

本文に入るに先立ち、種々御指導をいただいた東京水産大学橋本伝三郎教授、材料の入手に御協力をいただいた人工海藻研究所伊藤裕氏に心から謝意を表す。

II 実験方法および経過

1) ポリエチレン魚巢の作製

試験をしたポリエチレンテープの種類は次のとおりである。

- a 厚さ、0.05 mm 軟質(再生品混入)
- b 厚さ、0.10 mm 軟質

ポリエチレンは軟質品および硬質品があり、両者の主な性質は表Iのとおりである。¹⁾硬質品はごわごわした感じがあり、また軟質品でも厚さ0.15 mmになると柔軟性を欠き、硬すぎると思われたので使用しなかつた。

表I 軟質および硬質ポリエチレン樹脂の諸性質

比 重	軟質ポリエチレン	硬質ポリエチレン
引張り強さ ($\frac{kg}{cm^2}$)	0.91~0.92	0.93~0.96
引裂き強さ ($\frac{kg}{cm}$)	80~175	150~310
耐薬品性(酸)	優 秀	優 秀
(アルカリ)	"	"
(グリース油)	長時間浸漬でわずかに膨潤	"
(有機溶剤)	"	"

これらのテープを長さ60cm、巾4.5～5.5mmにそろえ、縦軸に対し、約35～45°の角度で2.0～3.0mm切れこみを4～7mm間隔で入れ、20～200本の束にして使用した(写真1参照)。

2) 予備実験

ポリエチレン魚巢に魚が産卵し、かつ卵が附着するかどうか調べるため、キンギョモ魚巢と0.10mmポリエチレン魚巢を同じ点で使用し、コイの産卵状況を調べた。キンギョモ魚巢は長さ40～80cmのもの約300本を一束として真中にししの竹をとおし、池中にたて、キンギョモが水面より露出することなく、丁度半分浮いた状態にして使用している。したがって、大体キンギョモは円状にひろがる。

ポリエチレン魚巢もキンギョモ魚巢と同様にして使用した。比重1以下のため沈むことなく、キンギョモと同じような状態で広がる。

マゴイ、イロゴイを用い、三回にわたって卵の附着状況を調べその結果を表Ⅱに示した。この結果、ポリエチレン魚巢にも卵が附着することが確かめられ、また、手でこすつての卵のはなれ具合、激しい降雨によつても離落しない等から、卵の附着強度もキンギョモと大差ないように思われ、魚巢としてポリエチレンは有望であることがわかつた。

表Ⅱ ポリエチレン魚巢とキンギョモ魚巢を平行して使用した状況

	使用親魚数		使用した池			キンギョモ魚巢			ポリエチレン魚巢				
	雄	雌	面積	水深	底質	一設回置の数	一束の附着卵数		設置時間	一枚束の数	魚巢数	附※着卵数	設置時間
1. マゴイ	170	18	m ² 1236	cm 80	泥	束 50	粒 40,000±5,000	粒 5,000	hour 約15	枚 20	束 1	粒 15000	時間 2
2. マゴイ	130	13	710	80	泥	40	40,000±5,000	5,000	約15	40	1	15000	2
3. イロゴイ	40	7	160	80	泥	12	40,000±5,000	5,000	約15	93	1	15,000	1.5

※ 300枚分の換算置

3) 実験 I

予備実験においてポリエチレン魚巢でも卵が附着することが確かめられたので、ポリエチレン魚巢だけを使用した場合でも産卵するかどうか、更に卵の附着がどのくらいであるか等を知るために、池の底にサランスクリーンを敷いて卵の附着状況を調べた。

供試魚としてワキン、コイの二種を用い、実験池としてドーナツ型の巾2.2m、水深60

cm、面積29㎡のコンクリート池を用いた。ポリエチレン魚巢は移動しないようにおもりをつけ、水面上に広がるように設置し(予備実験の時と同じ状態にした)、ワキンの場合は1.5m、コイの場合は2m間隔で円周に沿って一直線に並べ、20メッシュ、サランスクリーン魚巢の下に敷いた。

卵の附着率は魚巢に附着した卵数と、サランに附着した卵数から計算した落下卵数により算定した。

産卵の結果は表Ⅲに示した。ポリエチレンでもなんら変ることなく産卵が行なわれるのが²⁾確められ、かつ、卵の附着率もワキン58%、コイ69%と従来の報告より劣ることはなかった。また、コイについて厚さ0.05mmと0.10mm混合魚巢の卵附着数を比較してみると、一枚の平均附着数は0.05mmのもの185粒、0.10mmのもの176粒でほとんど差がなかった。

表Ⅲ ポリエチレン魚巢のみを用いた時の産卵状況

	使用親魚数		ポリエチレン魚巢				
	雄	雌	一束の構成数	厚さ	附着卵数	落下卵数	附着率
ワキン	12尾	5尾	80枚	0.10mm	1,440粒	1,039粒	58.08%
			60	0.10	168	337	33.26
			40	0.10	1,320	734	64.26
			計		2,928	2,110	平均58.11
マゴイ	26	4	200	0.10	2,956	1,349	68.9
			100	{ 0.10 0.05	1,820	783	69.9
			計		4,776	2,184	平均69.4

なお、卵は死卵が多く、ふ化率は測定できなかつたが、これはワキン、コイ共にまだ若くて産卵数が少ないと思われるもの、すでに産卵に使用したが生まなかつたもの、およびワキンではすでに一回産卵したもの等を用いたので供試魚としてはあまり満足したものでなかつたためと思われる。

4) 実 験 Ⅱ

実験Ⅰにおいては死卵が多く出たが、これが親魚不良によるものか、ポリエチレンの何らかの作用によるものかは不明である。ポリエチレンの影響を知るためには、キングニシ魚巢とポリエチレン魚巢に同一親魚の卵を附着させて、同じ池でふ化させてみるのが最も良いわ

けであるが、計数等技術的に困難な点が多く実行できなかつた。たまたま循環水槽によるコイ、キンギョ卵のふ化育成を5月4日より3週間行なつた際、ポリエチレン魚巢も使用した³⁾のでその結果を記しておく。

実験に使用した循環水槽は一槽式でその仕様は次のとおりである。⁴⁾

縦 × 横 × 高 = 75 × 41 × 40cm
水 深 2.0cm、砂層厚さ7~8cm
循環速度 1.2 l/min.

これに0.10mm厚さ、31枚一束のポリエチレン魚巢を設置し、三才魚の琉金雄4尾、雌4尾を収容し、産卵、ふ化させて、ふ化後20日目における生存数をふ化率とした。その結果ポリエチレンテープ一枚あたりの平均附着数は296粒で総附着卵数9176粒、受精率95.2%、ふ化数7970尾、ふ化率91.2%であつた。水温は14~21°Cと変化し、あまりよい条件ではなかつた。

III 考 察

ポリエチレン魚巢をキンギョ魚巢と平行して設置した場合は少し選択的な忌避がみられたが、これは使用したポリエチレン魚巢の束が小さかつたことの影響もあろう。ポリエチレン魚巢のみを使用すればよく産卵し、大体において魚巢の束が大きいほど産卵数が多かつたが、ポリエチレンテープ一本あたりの附着数は大きいほど少なく、また附着率もわるく魚巢を大きくするわりには効果は少ないと思われ、魚巢の広がり具合や、キンギョ魚巢の束の大きさ、魚巢一束の附着必要卵数等を考慮してみると一束のテープ数200本前後がよいと考えられる。なお実験Iの場合、コイ、ワキンとも各魚巢ごとに独立させて附着率を表わしたが、サランに附着した卵はワキンでは半径60cm、コイでは90cm以外にはほとんどなく、魚巢相互の影響はないと思われる。また実験IIのふ化率は循環水槽の場合、落下した卵のふ化も考えられるし、ふ化後20日までの死亡もあろうから、担当の誤差があるとみななければならない。一般に循環水槽のほうがふ化率がよくなるのは当然と思われ、止水の場合とは比較しがたいが、将来、循環方式による魚卵のふ化方法が止水池になる方法によつて代ることが予想されるので、循環水槽によるふ化率の試験もまた重要であらう。

ポリエチレン魚巢の大きさとして今回は長さ60cmのものしか使用しなかつたので最適の長さがどのくらいか断定は出来ないが、コイの場合、魚巢の先端にも卵が沢山附着したことや、産卵行動からみて、80cm以上は必要と思われる。また厚さについて検討してみると、0.05mm

のものはやや機械強度が弱く、0.15mmだと柔軟性を欠くことから、軟質で0.07~0.10mm⁵⁾ぐらいがよいようである。なおこれらのポリエチレンテープは海における人工海そう⁵⁾として着想されたもので、上述の規格のものは海においては損傷、腐蝕はげしく使用に耐えないことがわかっている。

次にテープの形状であるが、本実験のように切れ目をつけると、切断の手間が大変であり、リボン状等のもつと簡単な使用法を試験する必要がある。

最後にポリエチレンを魚巢とした場合の利点を列挙してみると

- a 合成品であるため必要に応じた任意の大きさ、形に作る事ができる。
- b 化学的に安定な物質のため数年にわたって使用することができる。
- c キンギョモは採集の際、害敵が附着浸入しやすいが、ポリエチレンはこのような心配なく、更に消毒も可能である。
- d 水質への影響がない。

また欠点としては、上述した若干の選択的忌避の他に

- a 吸水性が非常に低く、乾きやすいため、魚巢を産卵池からふ化池に移すときや、卵の輸送の際には、乾かぬよう注意しなければならない。
- b 使用しはじめのポリエチレンの表面はき水性があるため、最初水に浮いた場合、表面が全然ぬれない。これは一昼夜水中に浸することによつて防ぐことができる。

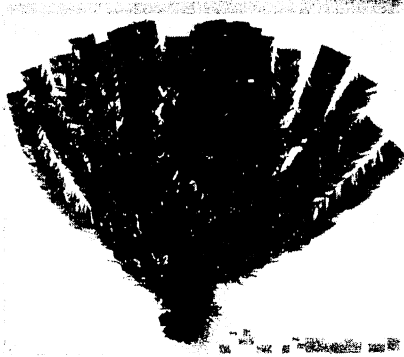
なおポリエチレン以外の市販樹脂はみな比重1以上で、サラン、ビニロンなども簡単なテストをしてみたが沈下してしまい、取扱い上不便であり、産卵忌避は強く卵の附着も非常に少なく、魚巢として使いものにならなかつた。

IV 文 献

- 1) B. M. Miller: Polypropylene film. Modern Packaging., 32, 113~116(1959)
- 2) 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, 1~6(1960).
- 3) 鈴木敏雄、高橋耿之介: 循環水そうによるコイ、キンギョのふ化飼育試験、ibid., 8(3)
- 4) 橋本芳郎、岡市友利、高橋耿之介: 小型循環濾過式飼育槽について、昭和33年度日本水産学会秋季大会講演(1958, 9)
- 5) 川名武: 人工海藻、技術., 30, 26~29(1960)

指 導 水元分場長 佐々木 瑛

担当者 技 師 鈴木敏雄 高橋耿之助 技師補 岡庭長男



1. 長さ0.10 m、巾4~5 cm、長さ60 cm、
30本を一束にしてある。



2. 設置して広がった状態



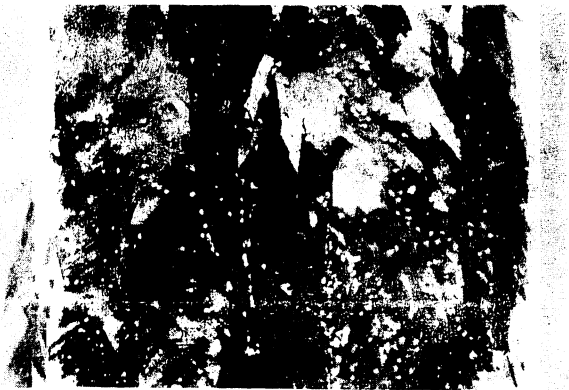
3. 魚巢に卵の附着している様子(水中)



4. 水中より取揚げた魚巢



5. 水中より取揚げた魚巢卵
の附着を示す。



6. 水中より取揚げた魚巢卵の附着を示す

循環濾過式水槽によるコイおよびキンギョのふ化飼育

I 緒 言

コイおよびキンギョの育成はふ化後仔魚が人工餌料をとるようになるまで、ふ化池に発生させた天然餌料に依存するのが普通で、ふ化池の良否は稚魚育成の決定的な要素となっている。従つて、その準備、乾上げ、施肥及び注水等には特別の注意と多年の経験が必要とされているが、結果はかなり不安定である。天然餌料となる生物相は条件によりかなり変動し、また、気象の変化、水質の悪変、天然餌料の不足、害敵の発生等によつて稚魚が壊滅的打撃をおこすことも少なくない。稚魚池に移した後の飼育は比較的簡単であるから、稚魚育成にはふ化から稚魚池に移すまでの2〜3週間、即ち、採卵から「毛仔散らし」までの期間の育成法を改良するのが最も効果的である。もし、これが可能ならコイ科魚類の養殖に安定性と計画性を与え、その生産を著しく能率化することができるであろう。

当場では、採卵から「毛仔散らし」までの期間を屋外ふ化池の方式によらずに、全く人為的に制御できる環境下におくことを考えた。このためには、ふ化池に発生する天然餌料に代り得る人工餌料を見出すことと、稚魚に適した飼育水槽を決定することが必要であるが、前者は強化離乳食に、後者はここ2〜3年来急速に進歩した循環濾過方式に求めてみた。まだ、予備試験の段階であるがある程度の成果を収めたのでここに概要を報告する。本文に入るに先立ち、ご指導戴いた東京大学橋本芳郎教授、大島泰雄教授、東京水産大学船集伝三郎教授ならびに資源研究所中村守純博士に厚く御礼申上げる。

II 実験方法ならびに材料

1. 循環濾過槽および飼育水槽^{1) 2)}・・・1槽式(図1、表1、No 1, 2, 3)および2槽式(図2、表1、No 4, 5)を用いた。循環はともにエヤリフト・ポンプにより、1槽式は飼育水槽中に設けた砂層で水を上から下に濾過する。2槽式は飼育水槽と濾過槽とに分れ、両者は塩化ビニール管で連絡し、水は濾過槽中の砂層を下から上へ濾過する。従つて、2槽式の濾過槽の下部は一種の沈澱槽になる。使用した濾過槽および飼育水槽は「表1」の通りである。

表1 飼育水槽および濾過槽の規模

	飼育水槽		濾過槽		濾過層		
	縦 × 横 × 高 cm	水深 cm	方式	縦 × 横 × 高 cm	厚さ cm	形状	石の径 メツシ
No 1	113 × 36 × 60	37~39	1槽式		7~8	砕石	10~20
" 2	75 × 41 × 40	20~22	"		"	丸石	5~10
" 3	" "	"	"		"	砕石	10~20
" 4	113 × 36 × 60	55~57	2槽式	61 × 42 × 45	"	"	"
" 5	75 × 41 × 40	37~39	"	43 × 30 × 30	"	丸石	5~10

図1 1槽式循環濾過水槽

矢印は水の動く方向を示す

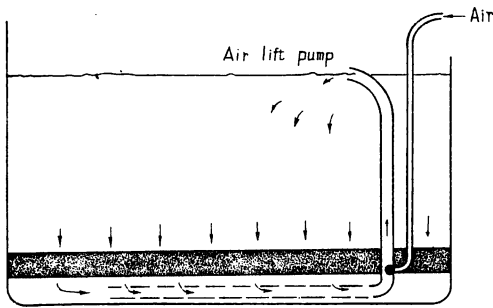
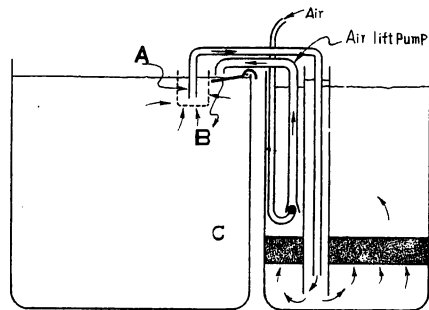


図2 2槽式循環濾過水槽および飼育水槽

Aは30メツシのナロン・スクリーン、Bは緩衝板、Cはエア・ストーン、矢印は水の動く方向を示す。



- 供試魚……マゴイ、イロゴイ、リウキン⁶⁾の3種を用い、リウキンは循環水槽内でポリエチレン魚巢に、他の二者を産卵池(泥池 1,250m²)でキンギョ⁶⁾に産卵させたものをコゴイはNo1、イロゴイはNo4、リウキンはNo2の水槽にそれぞれ収容してふ化させた。
- 水質の測定……毎朝9時に定期的に水温測定し、必要に応じて酸素量、pH⁷⁾を測定した。
- 餌料……強化離乳食の原料および成分組式は「表2」の通りで、別に手を加えずにそのまま与えた。

表2 離乳食成分表※1

成分		使用原料		
蛋白質	19.0%※2	カルシウム	840mg(100g中)	チーズ、卵黄、タラ、
脂肪	10.5 "	磷	780mg(")	トマト、ホーレン草、
糖質	58.1 "	鉄	10mg(")	ニンジン、大豆粉、
繊維	2.4 "	ビタミンA	2,000IU(")	α化米粉、乾燥酵母、

灰	分	5.0%	ビタミンB ₁	3.0mg(100g中)	グルタミン酸ソー
水	分	5.0%	" B ₂	1.5mg(")	ダ
			" D	200Iu(")	
			Cal	413cal(")	

※1 雪印乳業KK製粒子0.02~0.5mm程度

※2 動物蛋白質55%

5. 試験期間.....昭和35年5~6月

III 結 果

1. マゴイ

受精率99%の卵、約10万粒を收容し、電熱器を用いて水温20~24°Cに維持してふ化させ、キンギョの代謝を考慮して水槽内にエアー・ストーンを1つ入れて通気した。ふ化日数は4日で、ふ化は極めて順調であつた。ふ化後5~6時間で、魚巢に附着していた仔魚が泳ぎ出したが、皆、底に落下し、砂層に吸いつけられて過半数が死亡した。この時の水の循環量は6.4ℓ/min(水槽内の上から下への計算上の循環速度は2cm/min)であつた。この循環量を1.6ℓ/min.に落したところ仔魚の状態は良好となつた。しかし、キンギョの代謝により夜間に著しく水が悪化し仔魚は大部分死亡した。そこで生残りの仔魚1,500尾をNo5の水槽に移し、水の循環量を2時間で1回転の速さにし、エアー・ストーン1個で通気しながら飼育を続けたところ、その後死亡はほとんどなく(1%以下)順調に育つた。1日の投餌量は初めは約10gで後に徐々にふやし、投餌回数は4~6回で、はじめの1週間は粉末のまま、或いはまた、水にといたものをまいて与え、8日目より一部置餌にし、10日目以後はほとんど置餌とした。2週間の総投餌量は163gであつたが、餌が大部沈澱して無駄になつていた。2週間目における仔魚の大きさは、約70尾/g、密度10尾/ℓで対照のふ化池(1,200m²)で同時にふ化させ天然餌料で育つたもの110尾/g、密度1尾/ℓより優秀であつた。

2. イロゴイ

受精率99%の卵、約15万粒を收容して2.4ℓ/min.の速度で水を循環させ、更に、キンギョの代謝の影響を考え2個のエアー・ストーンで通気しながらふ化させた。電熱器を使用しなかつたため産卵後3週間の平均水温は17.3°Cで、ふ化日数は6日を要したが、ふ化は順調であつた。仔魚はふ化後2日目に泳ぎ出し、マゴイの場合と同様に下に落ちて死ぬ

ものが続出した。そのため循環速度、通気量等の原因を追求してみたところ、この時期の仔魚は非常に趨光性が強く、明るい側に泳ぎ出しては弱つて死ぬようであつた。そこで飼育槽を薄暗くしたところすぐにこの死亡を防止することができた。投餌量は卵重を500粒/gとみて、最初⁸⁾は1日乾量で卵重の5%量を与え、後除々にまし、水に於いて懸濁させて与えた。マゴイの時より成長は悪かつたがふ化後2週間まで死亡はほとんどなく、大きさ約220尾/g程度になつた。2週間を過ぎる頃から、水槽のガラス面や底に繁茂した褐色の糸状藻を食べて鰓にひつけて死亡するのが顕著にみられる。

3. リユウキン

「魚巢の附着卵数9,176粒、受精率95.2%、ふ化日数5~6日でふ化は良好であつた。水槽を薄暗くしてふ化後5日までの水の循環量は1.2ℓ/min（水槽内を上から下へ流れる計算上の速度は0.38^{cm}/min.）とし、5日後は循環量2~2.5ℓ/min.に調節した。なお、エヤー・ストーンによる通気は全然行わなかつた。産卵後20日間の平均水温は17.4°Cと低く發育状態はマゴイには及ばなかつたが、充分稚魚池に放養しうる大きさになつた。ふ化後20日目における生存数は7,970尾で約10%の減耗であつた。魚の密度は80尾/ℓで屋外のふ化池とは比較にならぬほど高い。投餌はふ化後3日より始め20日間における総投餌量は96gであつた。また、20日以後No.2,3の水槽を用いて稚魚を2群に分け、粉のまま投餌した場合と、水に於いて撒餌する2つの投餌法を比較してみたが、後者の方が良いようであつた。なお、この実験では酸素の補給をエヤリフト・ポンプだけにたよつたため、通気量が不足し、投餌後暫くの間は稚魚が鼻上げを起すことがしばしばあつた。

IV 考 察

コイの場合は水の循環量が大きすぎたこと、キンギョの代謝による水質の悪化および仔魚の趨光性を考慮しなかつたこと等により減耗が大きかつたが、一応毛仔散らしに使える程度にすることができた。さらに、リユウキンは、發育は多少マゴイよりも劣つたが上記の経験を生かし、卵より稚魚池に放養できる大きさまでわずか10%の減耗で育てあげることができた。これらの実験によつて現在のコイおよびキンギョの養殖法からふ化池の過程を取除くことも可能であると思われるが、その実用化に至るまでには、なお、今後検討を要する多くの問題が残されている。以下、それらについて考察する。

1. ふ 化

ふ化率の測定はこの実験ではかなり困難で正確な数字を出すことができなかつた。ただ、

ポリエチレン魚巢を用いたりウキンの場合は卵の計数を正確に行うことができたので、20日目に数えた稚魚数をふ化数としてふ化率を出すことができた。屋外ふ化池のふ化率および毛仔散らしまでの歩留は、共に平均60%内外と思われる循環水槽でのふ化は3回の実験を通じて一応満足に行われたものと認められる。

2. 餌料

9)

離乳食は中村の観察結果から推定すると少し粒子が小さいように思えたが、我々がマゴイについて調査した結果ではよく摂取している状態が見られ、一応目的にかなつたようであつた。しかし、離乳食は水中における沈降速度がやや早く、どうしても餌を過剰に投与して水質を悪化させた傾きがあつたので検討の余地がある。なお、この離乳食はニジマス稚魚には不適當であることが長野県水産指導所小林正典技師によつて確められている。

3. 投餌法

10)

コイおよびキンギョの仔魚は全長15mm前後になると沈澱物を食べるようになるといわれ、本実験もその程度で置餌に集るようになり、飼育は極めて容易となつた。しかし、それまでは仔魚は遭遇する懸濁物を無差別に食べるようであるから、餌を水中に懸濁させてできるだけ仔魚と餌の懸濁粒子が出会うようにしなければならない。餌は粉末のまま直接水面に散布するより、少量の水にとかし10分位放置し、粒子が充分水に馴染んだ後に投与する方が懸濁時間が永くなり仔魚の発育が良いようであつた。なお、第2、3回の実験で水槽の底と壁に多量の附着性微生物が繁殖し、イロゴイの場合は仔魚の死亡の原因となつたが、これは餌の過剰投与、濾過槽の浄化能力の不足等により水が好栄養状態になつたためと思われる。餌の質を改善し、過剰投与をさけること、適当な時期に換水を行うこと等に留意すればこの種の弊害は防ぐことができるであらう。

4. 温度

成長度がマゴイの場合以外やや劣つた原因は低水温にあるようである。コイ卵のふ化適温範囲は20°C前後であり、また、稚魚の発育は17°C以上は必要とされている。¹¹⁾ マゴイの時¹²⁾は電熱器により概ね適温近くに維持できたが、イロゴイとリュウキンは最低14°Cまで下つた。一般に循環槽の水温は気温の影響を受けやすいので気をつけなければならない。

5. 飼育密度

魚の大きさ、濾過槽の浄化能力、水の循環量、通気量等できまる難しい問題であり、この実験では何もつかめなかつた。

6. 循環濾過飼育水槽

1槽式、2槽式とも各々特徴があり、優劣は何れともつけ難いが単に魚を健康に維持するだけでなく、充分に餌を与え魚を發育させる場合には、1槽式は沈澱槽がないため餌のかす、糞等が濾過層の表面にたまり、掃じがしにくい欠点がある。しかし、飼育槽の深さ、水の循環量、水を流す方向、餌料の適否、投餌法等が異ればまた優劣が異なると思われるので、結論はさしひかえたい。なお、1槽式、2槽式ともに濾過槽が充分働いているときは多量の酸素を消費し、また、生物学的浄化を効果的に行わせるには充分に酸素を供給することが必要で、我々の測定した1例では、よく水を浄化している循環水槽でエアー・ストーンによる通気を行わないと、濾過槽に入る水の酸素量が 2.5 m l/l のとき、濾過槽を通過した水は 0.7 m l/l となり、これが再び場水後は $3 \sim 4 \text{ m l/l}$ となることを観察した。従つて、エアー・ストーン等により飼育水槽中の酸素は飽和量になるよう常に気をつけねばならない。

V 文 献

- 1) 橋本芳郎・岡市友利・高橋耿之介：小型循環濾過式水槽について。昭和33年度日本水産学会秋季大会講演（1958年10月）
- 2) 広崎芳次：江ノ島水族館における新しい飼育装置の試み。水産増殖談話会講演（1960年3月）
- 3) 橋本芳郎・岡市友利：小型循環濾過式飼育水槽の設計。科学、8(1)、36～37(1958)
- 4) 井伊谷鋼一：小型場水用エアリフトポンプの性能。化学工学、16(4)、111～117(1952)
- 5) 井伊谷鋼一・木村典夫：場液用エアリフトポンプの性能実験。化学工学、18(2)、586～592(1954)
- 6) 鈴木敏雄、高橋耿之介：新しい人工魚巢について。水産増殖、8(3)、151～155(1960)
- 7) 高橋耿之介・橋本芳郎：溶存酸素の簡易比色定量法。水産増殖、8(1)、7～10(1960)
- 8) 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(1960)
- 9) 中村中六：コイ稚魚の食性。日水誌、13(3)、111～112(1947)
- 10) 渡辺宗重：コイ稚魚の天然餌料に関する二、三の観察。鮭鱒争報、(52)、1～8(1951)
- 11) 山本考治：ふ化用水の温度の変化の鰾卵ふ化に及ぼす影響について。日水誌、2(4)167～173(1933)
- 12) 山本考治：卵黄嚢を有する鯉仔魚の發育並びに餓死と適温との関係について。楽水会誌、30(2)、69～73(1935)

指 導 水元分場長 技 師 佐々木 瑛・鈴木敏雄
 担 当 者 技師補 高橋 耿之介

循環濾過式水槽によるソウギヨ・ハクレンふ化飼育

I 緒 言

昭和31年6月江戸川においてソウギヨ、ハクレンの流下卵が発見され、本試験場においてもこの種苗化を試みた。最初は成績もあまり芳しくなかつたが、¹⁾ 年々飼育技術が向上し34年度には天然飼料にたよらず大巾にゆで卵黄を用い、歩留りも50%に達するようになった。²⁾ しかし、これまでの止水池を用いる方法では、仔魚の成長の不揃いが目立ち、歩留および飼育密度などの点で不十分であつた。そこで、さきね、コイ、キンギョに試みてかなり有望な成績を見た。³⁾ 循環濾過式水槽による浄化飼育法をソウギヨ、レンギョの天然卵に適用してみた。その結果、幾多の残された問題はあつたが、ふ化より毛仔散らしまでの期間を従来の止水式の30倍の密度で順調に飼育することができた。ソウギヨ、レンギョの種苗化事業を軌道にのせるまでにはまだ十分に検討を要するが、ここにその概要を報告して各位のご参考に供したい。

本文に入るに先立ち、ご指導を賜つた東京大学橋本芳郎教授、東京水産大学稲葉伝三郎教授ならびに資源科学研究所中村守純博士に深甚なる謝意を表す。また、卵の採集にあつて終始熱心にご協力下さつた千葉県流山町梅沢仙吉氏に心からお礼を申上げる。

II 実験材料および方法

- 1) 循環濾過式飼育水槽……水槽の構造、管理および運転方法はほぼ前報通りで、³⁾ 1槽式と⁴⁾ 2槽式⁵⁾を用い、その概要を表1に示した。なお、ふ化後3日までの水の循環速度は1.2~1.8ℓ/minに調節した。また、溶存酸素の不足を防ぐため水槽AとBには2個、他は1個のエアーストーンを入れて通気した。

表1 飼育水槽および収容卵数

水槽名	飼育水槽				濾過水槽				収容卵数 (万粒)	水量1ℓ 当りの卵数
	縦×横×高 (cm)	水深 (cm)	水量 (ℓ)	形式	縦×横×高 (cm)	濾過層の 厚さ (cm)	濾過材	濾過材粒 子の大きさ (メッシュ)		
A	100×36×60	約55	193	二槽式	60×41×47	7~8	碎石	10~20	4.6	238
B	"	" 33	116	一"	—	"	"	"	"	397
C	75×41×40	" 35	108	二"	45×30×30	"	丸石	5~10	—	—
D	"	" 21	65	一"	—	"	碎石	10~20	2.7	415
E※	"	" 35	108	二"	60×41×47	"	砂	20~22	3.9	361
F※	"	" 35	"	二"	"	"	"	"	2.7	250
G	"	" 21	65	一"	—	"	丸石	5~10	—	—

※ EとFは一つの濾過槽を兼用

- 2) 供試卵……昭和35年7月16日、千葉県流山町流山地先(流山橋上約500m)の江戸川で流下するソウギヨおよびハクレンの卵[※]を雑糞採捕用四つ手網(約7m²)を用いて採捕し、ビニール袋に酸素および少量の水と共に封入して自動三輪車に積載して試験場に運搬した。(約10km、所要時間約15分)。卵は受精率98%、大きさは1500粒/100ccで、容量法で計数後、直ちに表1の通り飼育水槽に收容した。
- 3) 飼料および投餌法……餌料として強化雑乳食³⁾、卵黄コロミール(表2)およびユーグレナの80%encystしたものを比較試験した。ユーグレナ以外は乳鉢ですりつぶし、10分以上水に懸濁させてから手へ、雑乳食と卵黄はふ化後6日以上澄液を除いて与えるようにした。雑乳食の粒子の大きさは直径約0.02~0.5mm、乳鉢ですりつぶした後は、0.005~0.1mm、卵黄およびコロミールも大体これに近く、ユーグレナは0.025mmである。投餌量は吸水前の卵重量をコイ⁶⁾の場合から400~500粒/gとみなし、1日卵重の20%量を与えることにし、原則として1日ごとに10%宛増量した。ユーグレナは計量が不可能であつたので、投与時の水の懸濁状況、仔魚の消化管のふくらみ具合等より判断して、他の群に劣らないように投与量を加減した。投餌はふ化後60時間から開始し、投餌間隔は48時間までは昼夜の別なく3時間とし、以後毛仔らしまでは夜間のみ4時間ごととした。
- 4) 水質の測定……卵收容後、毛仔らしまでの12日間、毎日14時にpH、溶存酸素⁷⁾および水温を測定した。

表2 コロミールの成分表[※](100g中)

		ビ タ ミ ン		ミ ネ ラ ル	
蛋白質	25.0%	A	600IU	鉄	2.2ppm
脂肪	3.5%		120IU	銅	0.3 "
せんい	2.0%	B ₂	0.4mg	マンガン	2.7 "
灰分	5.0%	ナイアシン	4 mg	コバルト	0.12 "
		パントテン酸	1.5mg	亜鉛	6.6 "
		コリン	100mg		
		B ₁₂	2γ		

※ 日本配合飼料kk製

※ ごく少数のアオウオおよびヨクレンの卵が混入していたことが後に判明した。

Ⅲ 結 果

卵は半浮遊性で、いずれの水槽でも流水の死角に集つて多数沈積したが(写真、1)、ある程度以上重なると下からくずれ、ゆつくり適当に循環をくりかえしていた。ふ化は収集後24時間以内に完了した。死卵は認められなかつたので、ふ化率95%以上と推定された。ふ化後の仔魚は時々遊泳する以外は水底に静止していたが、ふ化開始後2日目の早朝には水槽内の上下層をとわず活発にジグザク状の遊泳を開始した。(写真、2) 仔魚の死亡は、ふ化直後1槽式の水槽において若干みられた。それは、ふ化後しばらくの間は仔魚が水底に横臥しているため、一部は碎石の間に入つて出られなくなつたり、また、吸いつけられたりするため、循環速度を1.8ℓ/min(上から下への計算上の速度は0.3~0.5cm/min)以下にすることが必要であつた。その後、毛仔ちらしまでみられた死亡の最も大きな原因は、コイの場合と同様糸状藻を食べてえらひつかけて死亡することで、これは、1槽式より2槽式に多くみられた。しかし、ひんばんな投餌により魚がうえなかつたためか、コイの時ほど甚しくなく8~10日頃一時認められたに過ぎなかつた。また、ふ化後3日目にコイと同様な著しい趨光性を示したが、まわりを薄暗くすることでこの害を防ぐことができた。ふ化後40時間で給餌を行つたところふ化の早いものは明らかに摂餌しているのが認められ、60時間ではほとんどが腸管一杯に白くなつているのが認められた。満腹状態でも仔魚の状況はすこぶる良好であつた。

ふ化後12日目のF槽以外の水槽の仔魚をとりあげ計数し、このうち、A、B両槽の仔魚をコンクリート池にちらした。各水槽別の仔魚の發育状況は表3の通りで、歩留、密度および増肉係数は表4に示した。

日は8前後から7.4前後に下つただけであとは大きな変化はなく、水温も24~28℃と安定に保たれ各水槽間に差はみられなかつた。(図1、2、3) たい、溶存酸素は投餌開始後大巾な低下を示した。

表3 仔魚の全長と体重

	水槽名	餌料	ふ化後経過日数(投餌開始後経過日数)			
			6(4)	9(7)	11(9)	21(19)
全 長 (mm)	A	雌乳食	7.98	10.70	10.00	—
	B	"	9.03	10.17	10.10	—
	C	卵黄 ユ—グレナ	—	9.70	—	—
	D	(卵黄雌乳食)	7.98	8.90	—	—
	E	卵黄 ユ—グレナ	8.79	10.48	10.20	—
	F	(コロミール)	8.28	9.83	9.61	15.40
	G	卵黄	—	9.75	—	—

体重 (g)	A	—	2.64	5.00	6.53	—
	B	—	"	4.00	6.46	—
	C	—	—	—	—	—
	D	—	2.05	2.00	—	—
	E	—	2.95	3.50	6.66	—
	F	—	2.45	4.00	5.20	38.80

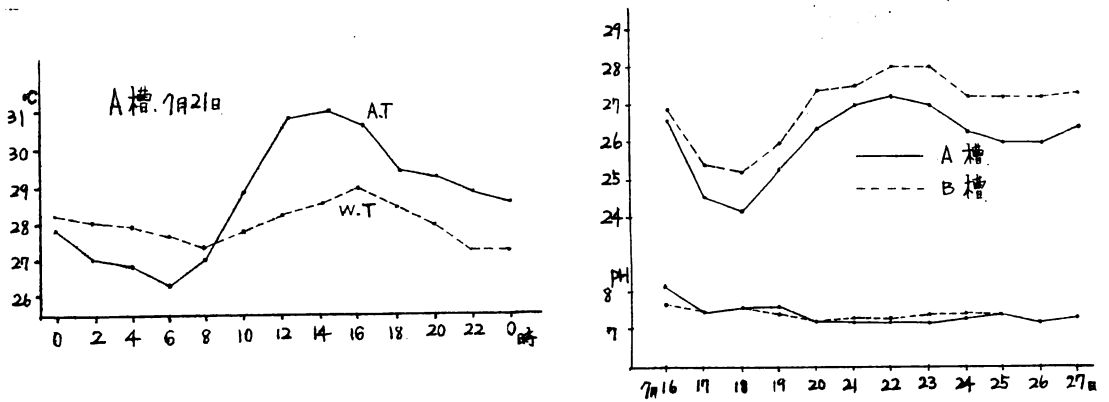
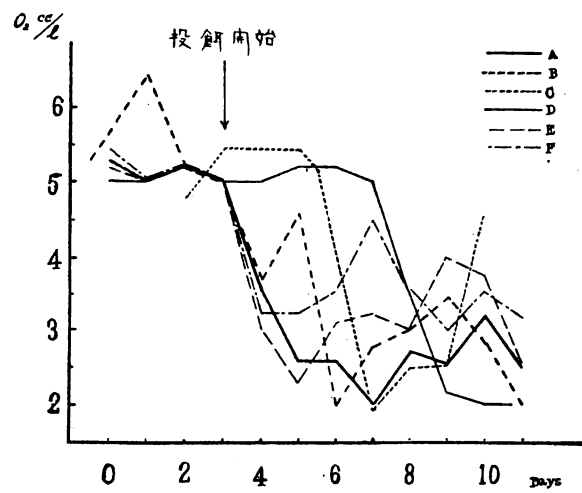


図3. 溶存酸素の変化



投餌開始後の仔魚の口の巾は0.20mm、同4日目では0.55mmであった。

総体的にみて雛乳食を用いたA、B両群はともに発育がよかつた。卵黄群Eも発育はよかつたが、投餌後仔魚が鼻上げをおこすことが多く、4日目および7日目にCおよびGの水槽の一部を移しわけねばならなかつた。ユーグレナは水を汚さず、よく摂取されたが消化がわるくそのまま排泄されていものが多かつた。従つて、発育も極度に悪く、D、F群は5日目でユーグレナの投与を中止した。6日目よりDは卵黄と雛乳食、Fはコロミールに変えたがDは水の状態が悪くなり仔魚の発育も芳しくなく、栄養失調状態となり計数後死亡したものが多かつた。一方、Fは水の悪化はみられずよく発育するようになり、コロミールは案外有望であることがわかつた。

A、B槽のちらし以後もC、D、E槽は密度を低くして水槽内で飼育を続けた。投餌開始14日目に一部のものは置餌を食べるようになり、同19日目に密度25~60尾/l、体重38.8mgと10日間に約6倍にも成長したが、その後、原因不明の疾病をおこし、80%近く死亡し、ちらしよりあとの経過は良好でなかつた。

表4 毛仔ちらしまでの仔魚の飼育結果

水槽名	取上げ尾数	歩留り (%)	ふ化時稚魚総体重(g)	取上時総体重(g)	増肉量(g)	総投量(g)	増肉係数	濾過層の面積 (cm ²)	濾過層1 cm ² 当りの取上尾数	取上時の密度 (水1l当りの尾数)
A	20,124	44.64	64.4	131.4	67.0	276.6	41.28	2,867	7,019	104.26
B	27,596	61.21	64.4	178.3	113.9	276.6	24.28	3,600	7,665	237.89
D	11,181	42.25	37.8	—	—	—	—	3,075	3,636	172.01
E ※	19,483	50.97	54.6	129.8	75.2	191.7	25.49	5,859	3,325	69.33
F	6,872	25.97	37.8	—	—	—	—	1,434	4,792	63.62

※ この場合はCとGとの合計量を示す。濾過面積、密度も同様。

※※ 19日目の歩留り。

IV 考 察

ソウギヨおよびグレノ卵の採集時期は6~8月(盛期7月)で仔魚の重要な育成餌料であるミジンコはこの時期には繁殖力が衰えるので餌料源として長く保つことは難しい。そのために人工餌料によつて餌付けおよび育成ができれば本方式による飼育はさらに容易となるので、ふ化後の仔魚から毛仔ちらし期までの飼育法および餌料に主眼をおいて試験を行った。その目的はほゞ

達成したので以下今後さらに改良を要する点等をあげ記述する。

- 1) 餌料²⁾……卵黄は34年度にコンクリート池において、良好な餌付餌料となる結果を得たが、この循環濾過式水槽には同様の結果は期待できなかつた。これは、卵黄が栄養豊かで還元物が多く、濾過槽の能力以上のために浄化できずに水質の悪化を起したためである。従つて能力の大きい濾過槽での給餌、或いはまた、投餌回数および投餌方法等の検討によつて使用すべきもののようであつた。総体的にみて雛乳食が一番良好で、成長だけからみると卵黄が良好だつた。卵黄は今回は半、全熟卵でも別に差はないようであつた。(中国では全熟卵⁸⁾を用いているようである)。
- 2) ちらし時の密度および歩留について……循環濾過式水槽と止水のコンクリート池の場合とを比較してみると(多少測定時が異なるが)、密度は前者が54~238尾/ℓ、後者は2~9尾/ℓと約30倍のひらきがあり、また、魚の大小のばらつきも前者(水槽を除く)は全長8.3~12mm平均10mmに対し、後者は9~36.5mm、平均9.05mmとコンクリート池の方が偏差が非常に大きくなつている。歩留は水槽の場合49.7%、コンクリート池は46.5%で大差なかつた。
- 3) 濾過方式の違い……すなわち、2槽式(A槽)と1槽式(B槽)とを比較してみると、仔魚の大きさは同じで、歩留、密度および増肉係数はいずれもB槽がよい。さらに、両者の濾過面積あたりの取上数がほぼ同じであることから、濾過方式の違いよりも、濾過面積の広狭によつて優劣が決るとも考えられる。以上からすると構造が簡単で濾過面積の広い1槽式の方が良いようにも見えるが、反面、1槽式は仔魚が濾過層に吸いつけられ、濾過層が常に下にしめつけられるために固くなつてつまり易くなり、掃じがしにくいという欠点がある。特に、この程度の規模の濾過槽は10日以上にわたる使用は困難のようである。したがつて、水質のふ化および育成にあつてはその規模、目的等によつて1槽式と2槽式を適当に使ひ合わせる必要があらう。本試験における水の悪化および濾過層のつまりは魚の代謝生産物よりも食べ残しの餌料によるものが大きかつたので、今後さらに、この点について装置、餌料および投餌法等を改良しなければならない。この意味では、魚の密度はむしろ高いほうが餌の損失が少なく、したがつて、濾過槽に対する負担もかえつて減少し、魚の発育がよくなるとも考えられる。
- 4) ちらし後の死因……全く不明であるが、一部にえらに炎症が認められ、アオコが全然消化されなかつたこと、投餌を中止した群が比較的回復し、線虫様の小動物を食べたものが元氣になつたことなどから考えると栄養に関するものではないかと思われる。

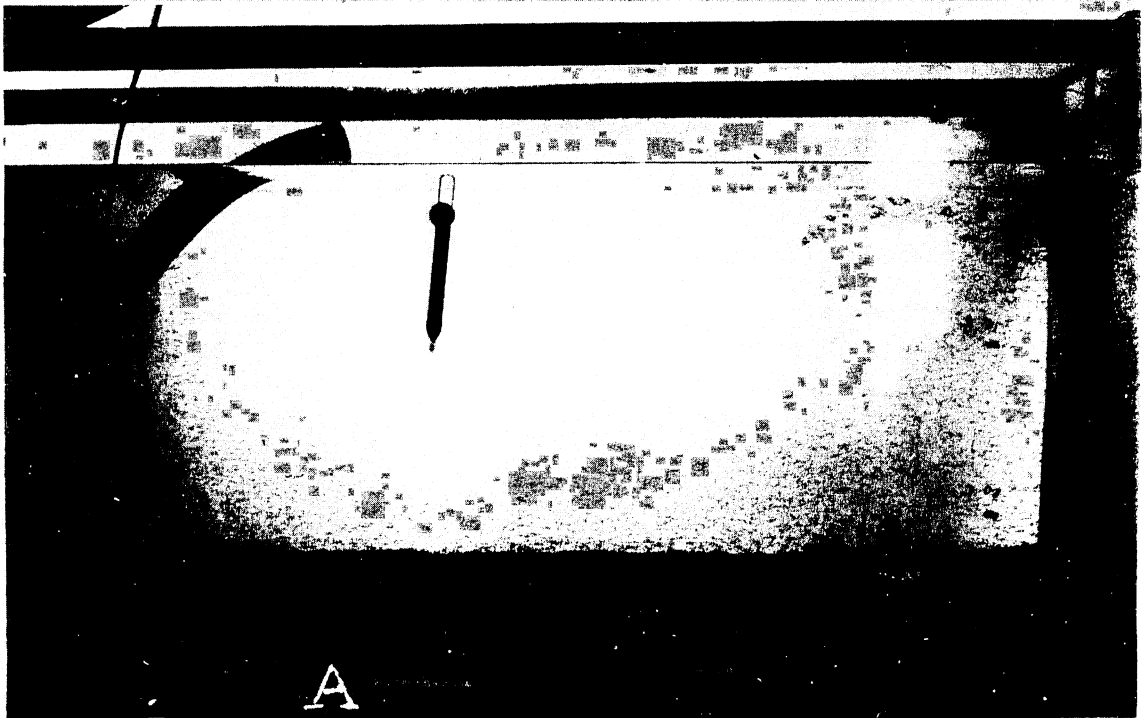
V 文 献

- 1) 鈴木敏雄・岡庭長男：ソウギヨ、ハクレン卵の大量採集と飼育試験について。東京都水産試験場調査研究要報、10、1～17(1957)。
- 2) 鈴木敏雄：ソウギヨの採苗について。うしお、29～30,10～12(1959)。
- 3) 鈴木敏雄・高橋耿之介：循環濾過式水槽によるコイ及びキンギヨのふ化飼育。東京都水産試験場調査研究要報、(1962)
- 4) 橋本芳郎・岡市友利・高橋耿之介：小型循環濾過飼育水槽について、昭和33年度日本水産学会秋期大会講演(1958年10月)
- 5) 橋本芳郎・岡市友利：小型循環濾過飼育装置の設計。科学、28(1)、36～37(1958)。
- 6) 稲葉伝三郎・野村稔：コイ産卵数の推定について、水産増殖、8(1)、1～6(1960)。
- 7) 高橋耿之介・橋本芳郎：溶存酸素の簡易比色定量法。水産増殖8(1)、7～10(1960)。
- 8) 鴨御七郎(藤森三郎抄録)：中支における養魚法：特に草魚、レン魚の養殖について。水産資源、4(2～3)、59～68(1958)。
- 9) 鈴木敏雄・岡庭長男：未発表。

指 導	水元分場長	技 師	佐々木	英
担当者		技 師	鈴 木	敏 雄
		技師補	高 橋	耿之介



1. 流れの死角に集まった卵



2. 1槽式水槽中を泳ぐふ化3日目の仔魚
Aは水槽下部を示す



3. ふ化後6日目の仔魚
腹部がふくらみよく摂餌している状態を示す

昭和 36 年度

規格 第 2 類

登録 第 2705 号

東京都水産試験場研究要報 31

1. コイ、キンギョの採卵用新人工魚巢
2. 循環濾過式水槽によるコイ及びキンギョのふ化飼育
3. 循環濾過式水槽によるソウギョ、ハクレンのふ化飼育

印刷月日 昭和 37 年 3 月 25 日

発行月日 昭和 37 年 3 月 31 日

発行所 東京都水産試験場

東京都大田区糎谷町5-1346

印刷所 桜井広濟堂

東京都港区芝三田四国町2番地17号

電話三田(451)(代表) 8301-5番