福島水試研報第4号 昭和51年7月
Bull.Fukushima Pref.Fish.Exp.Stat. №4. Jul. 1976

竪型孵化水槽によるアイナメ卵の孵化試験

高越哲男・磯上孝太郎

On Incubation of Eggs of Greenling, *Hexagrammus otakii*, with Vertical Hatching Aquarium.

Tesuo TAKAGOSHI and Kôtarô ISOGAMI

はじめに

本種の卵は，沈性粘着卵であり，卵同志がくっついて卵塊となる。自然海では岩礁面に産卵され，卵塊は，ハリガネ・テングサ等の海藻，あるいは樹状のコケムシ等にからんでいる。このような卵は，分離卵に比べて卵期の管理が難かしいと思われるが，さらに，孵化まで約1カ月間の長期間を要することも孵化状況を悪くしているようである。

丹下・竹田(1968)は，1升ビンを利用して吹き上げ式で卵塊を管理することを試み，また，草刈・森(1973)は，アトキンス式孵化器と同様な水の流をもつ孵化器を試作し，卵を孵化盆に付着させて卵管理を試みた。しかし，前者では，孵化率が30～80%と非常に不安定であったことを報告している。後者は，大量の卵を管理できる点で優れた方法であるが，孵化状況が悪かったようである。

我々は，'72年と'73年に採卵したことがある。卵は，約8㎜角の目の黒色の合成樹脂製網に手で押し拡げながら付着させ，同時に受精させた。卵は数層の板状になった。この網を，10t容の布製の水槽につり下げ，あるいは，試作した塩化ビニール製孵化器に収容して適当な大きさの木製水槽に入れ，水を流した。後者については，数日毎にマラカイトグリーンを適当量溶解して流し水生菌の発生を防止した。受精率がよいこと，さらに発眼状況も非常によいことを確認したが，発眼以後死卵が増加し，孵化に到らなかった。

自然海では，卵塊は，海水の動きにより常時洗われていると思われるが，今回は，1個1個の卵が常に海水で洗われるような状態にすることと大量の卵を管理することができることの2点を考慮して，竪型孵化水槽によるアイナメ卵の孵化試験を行なった。好結果が得られたのでここに報告する。

なお，この竪型孵化水槽は，江口・他(1958)が，ニジマス卵の孵化と孵化稚仔の飼育用に試作した簡易竪型孵化器を基にして試作した。

この試験は，昭和50年度指定調査研究総合助成事業の中で行なった。

報告に先立ち，孵化盆資材の選定と入手に御協力いただいた道立水産孵化場研究員岡田鳳二氏，資材を提供していただいた東京ファイバーグラス株式会社ならびに佐藤装備社に対して深く謝意を表する。また，同様の御協力をいただいた本県内水面水試主任研究員立花一正・研究員石川幸児の両氏，

御校閲をお願いした当水試増殖部長秋元義正氏に，深く謝意を表する。

材料および方法

試作した孵化水槽は，図1に図解した。大きさは50cm×40cm×高さ50cmで，コンクリートパネル合板（厚さ12mm）で作った。接続部にラバーコーキング(成分:トルエン20～30％，ノルマルヘキサン10～20％，セメダイン社）を塗布し，木ねじを打った。水槽全面に速乾性フタル酸合成樹脂塗料の黒色のネオアルキコート（カワカミペイント社）を塗った。

水圧抵抗板は，直径6mmの穴を217ヶ開けたが，図示したように中央部位に多く開けた。この板上に大きさ24cm×24cmの孵化盆を積み重ねる。海水は，水圧抵抗板で整流されて孵化盆の中を下から上に流れ，排水口にいく。抵抗板の外縁から2番目までの32ヶの穴は，孵化盆より外に位置し，孵化盆周囲の水も常に交替するようにしてある。孵化水槽には蓋をつけた。

孵化盆の資材には，次の4種類を用いた。（図2）。

ポリエチレン製のニップ強力網　単繊維平織14目（NBC工業KK）

グラスファイバー製のグラスロン布地　目抜平織（東京ファイバーグラスKK）

シュロ　（煮沸後網状に拡げたもの）

ヒカゲノカツラ　（乾燥したもの）

使用した孵化盆数は，それぞれ7枚，4枚，2枚，2枚である。

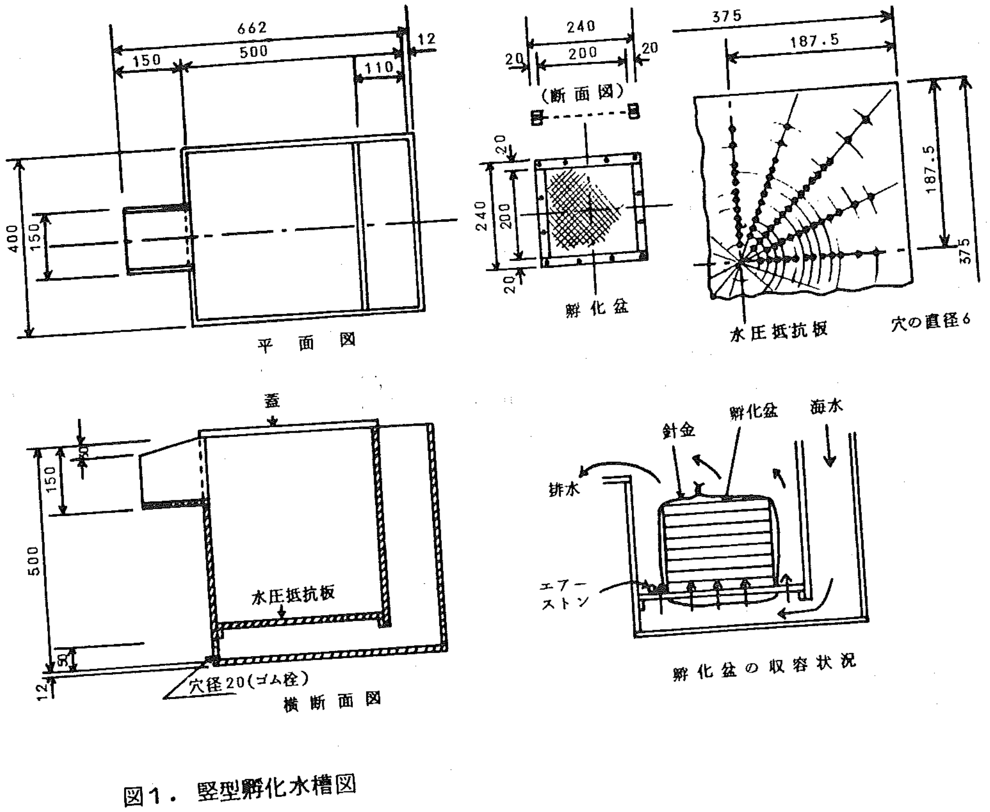


図1．竪型孵化水槽図

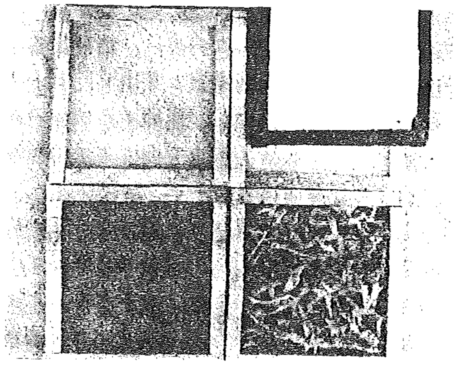


図2．用いた孵化盆

左上：ポリエチレン製網，右上：グラスファイバー製のグラスロン布地（2種）

左下：シュロ，右下：ヒカゲノカツラ

海からポンプで揚げられた海水は，ろ過槽で砂ろ過される。この海水を，図3に示したように簡単な瀑気装置で瀑気し，貯水槽を通して孵化水槽流入口に落とした。流量は，1分間に約10ℓであった。揚水ポンプの故障あるいは砂ろ過槽の自動逆洗浄等により，海水が止まることを考慮して，通気もした。

孵化水槽の装置は，2組作った。一方は，上記通りの海水を流し，もう一方は，瀑気の前に紫外線を照射した海水を流した。東芝殺菌灯GWO－3021P（三相200V，30WのGLランプ2本）を使用し，12月27日以降，連続照射を行なった。

採卵は，1975年12月22日と23日に行なった。22日は，当場の室内水槽で飼育していた個体4尾から，23日は，福島県請戸漁港市場において，刺網で漁獲された活魚4尾から採卵した。全て搾出法にて行ない，総量4万から4万5千粒を採卵した。

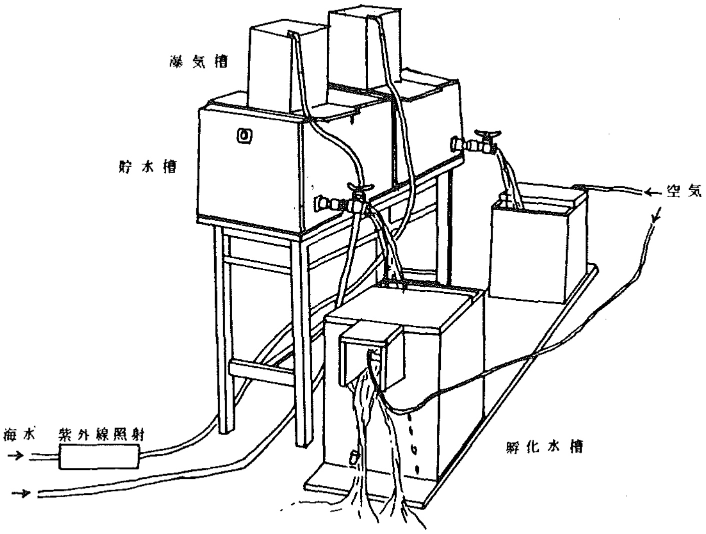


図3．アイナメ卵の管理状況

これらの卵は，ポリエチレン製網とグラスロン布地の孵化盆では，手で押し拡げて一層の卵板上にし，他の２種の盆では，できるだけ分散させた。この後に，精液を含ませた毛筆にて媒精し，海水を張った容器に収容した。精液は，雄を開腹して精巣をとり出し，ビーカー内にてはさみで切り刻み，そのまま，あるいは海水にて数倍に稀釈して用いた。採卵する個体の腹部および採卵者の手は，乾いた布で拭き，孵化盆も乾いたものを用い，媒精するまで卵に水がつかないよう，十分な注意を払った。また，卵に直射日光が当たらないよう注意を払った。

受精20日および21日後の翌年1月12日に，発眼状況を調べた。３つの孵化盆について，死卵，未受精卵を計数し，全卵数を概算して発眼率を算出した。受精36日後の1月28日に，請戸で採卵した卵の一部を孵化させた。孵化盆を約５分間室内に置いた後，海水を張った木製水槽内に入れて孵化させた。このうち，グラスロン布地の１盆を，直ちに10%のホルマリン液で固定し，孵化率を調べた。

飼育期間中の孵化水槽の水温は，8.4°～11.4℃であった（図４）。

結果および考察

卵の性質および受精卵とその環境　自然海では，岩礁に産卵されるようだが，卵塊は，テングサ・ハリガネ等の海藻およびコケムシ等にからんでいるようである。孵化までに約１ヶ月間を要するが，卵塊は，常に潮流および波浪により洗われて，卵塊内部も非常に好適な状態であると予想される。

産出された卵は，ジェリー状物質でおおわれている。この物質は間もなく溶解するが，平行して卵の粘性が生じ卵塊を形成する。搾出卵の観察では，ジェリー状物質に水溶状のものとやや弾性があり前者より溶けずらいものの２つの状態のジェリー状物質があるようである。

搾出した卵塊を板上で拡げて放置すると，間もなく元の状態の卵塊に戻る。ジェリー状物質は，産卵された卵が分散しないように一塊りに保持する役目をしているようである。産卵された卵団は，一つの卵塊になろうとする性質があるが，自然海では，海水の動きにより卵塊全体が緩みのある多孔質の状態になるものと思われる。これに加えて，やや弾性を示すジェリー状物質は，卵塊の中央域に位置するようであり，このものは，海藻，コケムシ等にからんで外形ができた後に溶解すると推測される。つまり，卵塊の中央部域が多孔質あるいは空洞となる（図５）。

以上のことから，自然海では，卵塊内の海水の交流がよく，卵塊の内部の卵も常に海水で洗われる非常に好適な環境下にあると予想される。

卵の発生経過の概要　12月23日に受精させた卵の発生経過は以下の通りであった。

受精後８日　胚全長約3.3㎜　レンズが眼盃に落ち込んでいく。

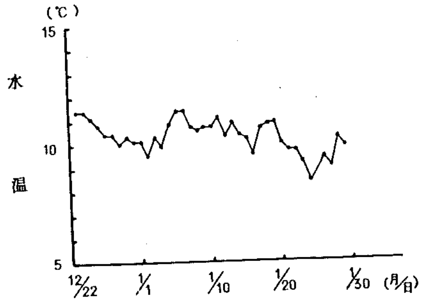


図４．アイナメ孵化水槽の水温変化

昭和50年12月22日から昭和51年1月29日まで

受精後 9 日　レンズが完全に落ち込み，心臓が搏動し，尾端が卵黄上から分離した。体動がわずかに認められた。

〃　10日　体動が活発になった。

〃　12日　体表に黒色素が見られ，網膜がわずかに黒色を帯びた。

〃　14日　胚全長約4.2㎜　網膜全体が薄黒色を呈し，腹面と背面に黒色素胞があり，血液は赤い。

〃　19日　胚全長 5 ㎜余り，筋節数40数個　目は黒く，胚全体がわずかに青緑色を帯びていた。

〃　24日　胚全長 6 ㎜　網膜のグアニン色素の沈着が顕著であった。

〃　29日　孵出稚仔全長8.1 ～ 8.3㎜　卵黄幅 1 ㎜弱　卵は，30分間震盪により11個中 9 個孵化し，残りの 2 個も10%ホルマリン液に投入直後孵化した。

〃　32日　孵出稚仔全長8.5 ～ 8.7㎜　卵黄幅約0.8㎜　鰓蓋に黒色素胞が出現した。

〃　35日　孵出稚仔全長8.9 ～ 9.0㎜　卵黄幅約0.6㎜　尾部の両体側に黒色素胞が出現した。

〃　36日　孵出稚仔全長9.0 ～ 9.1㎜　孵化させた。

発眼と孵化の状況　図 6 ～ 9 に発眼卵の状態を示した。いずれの資材の卵も，卵膜表面は非常にきれいであった。発眼率は，82 ～ 91%と算出された（表 1 ）。

孵化時期の卵の状態を図 10 ～ 13 に示した。発眼期に透明であった未受精卵は，不透明な白褐色の卵になり，卵膜表面には，動き回る原生動物が若干見られた（図 14 ）。発眼卵に比較して非常に汚れた印象を与えるが，これは，胚体の黒色素胞が発達しているためである。卵膜表面には，付着物はほとんどみられなかった。孵化は，孵化盆を軽く動かすだけで容易に行なわれた。孵化に約 1 時間をかけたが，15分間程度でほとんどの卵が孵化した。旋回等の異常行動をとる稚仔は全く見られず，健康な孵出稚仔を得た。孵化率は，1 孵化盆の数値であるが，83%と算出された。他のものも同じ様に非常に良好に孵化した（図 10 , 15 , 16 ）。

孵化盆をとり出す時に孵化水槽の水を適当量抜くが，この刺激により孵化槽内の卵もかなり孵化した（図 17 ）。また，孵化水槽内には，まだ12枚の孵化盆が残っていた。2 日後に標本卵をとったが，その 3 日後（ 2 月 2 日 ）には，全ての卵が既に孵化していた。これまで，人工採卵した本種の卵は，非常に孵化しずらいことが指摘されてきた。このことについても，今回のような方式で卵を管理することにより解決されたものと思う。

孵化率を算定した孵化盆は，発眼率を調べた孵化盆の 1 つである（表 1 ）。全卵数が両者間で約千粒の差ができた。これは，発眼卵の全卵数を面積から概算したことと，孵化後の卵殻がくずれ易いことによる。比較的正確に計数される死卵および未受精卵の量では，発眼期の死卵と未受精卵の卵数が

表 1 ．アイナメ卵の発眼・孵化成績

発眼成績

孵化盆番号	白濁した死卵数	透明な未受精卵数	全卵数	算定発眼率	孵化盆の材質
1	5 粒	189 粒	約 2,100 粒	91 %	ポリエチレン製網
2	37	1,048	約 8,000	86	グラスロン布地
3	59	517	約 3,100	82	ポリエチレン製網

孵化成績

孵化盆番号	死卵数	非孵化卵数	孵化卵数	全卵数	算定発眼率	孵化盆の材質
2	1,043 粒	126 粒	約 5,800 粒	約 7,000 粒	83 %	グラスロン布地

孵化盆 1 ，2 は請戸漁港市場採卵，3 は飼育魚からの採卵

孵化期の死卵数に近似である。発眼後の斃死は，非常に少なかったものと考えられる。

竪型孵化水槽による卵管理の特長　卵発生が進むに従って卵膜表面が汚れていくが，孵化期には，大部分の卵に硅藻が付着しており，水生菌が発生している卵も認められたことを，草刈・森(1973)が述べている。また，未受精卵は，発眼期まで透明な卵であるが，これ以降白濁した死卵になり，原生動物等の繁殖場になる。そして，これらも酸素を消費し老廃物を出し，環境悪化をもたらす。一方，卵は，発生が進むにつれて代謝が活発になる(北海道水試，1921)が，発眼後の卵はそれ以前よりもより好適な環境を要求すると思われる。

このような種々のことが，発眼後に死卵が増加する原因と考えられるが，死卵を除去できないために死卵が死卵の増加を助長する。

木村・他(1950)は，サケ卵の孵化器の改良を試みているが，水生菌の着生はアトキンス式に比して少なく好結果を示し・・・・。これは，用水を下から上に吹き上げる為，常に卵子全面に接触して交替する為と述べ，孵化盆と孵化盆の間隙を流れるアトキンス式のような止水状態となる部分ができないことにより優れていると結論している。

今回試作したものも，これと全く同じ考えのものである。つまり，1個1個の卵のまわりの水が常に交換するとともに，卵の表面が常に海水に洗われている状態になることを考慮した。既に述べたように，卵の表面には付着物がほとんど見られなかったことから，ほぼ意図した状態に近い状態であったものと思われる。

孵化盆の材質　卵は，シュロ，ヒカゲノカツラおよびポリエチレン製網によく付着するが，グラスロン布地には，全く付着力をもたなかった。

いずれの孵化盆とも，卵は良好に発眼し孵化した。前述したように，卵の表面が非常にきれいであることから，卵板あるいは卵塊の中を十分な量の海水が通っていたと思われる。これは，流量と関係するが，孵化盆内の流れの状態とも関係する。水圧抵抗板によって海水が整流されるが，この他に網地・布地および卵板も海水整流にかなり効果をもっていたと思われる。

非孵化卵が若干存在したが，このものは卵が密にくっついている所に多く(図15)，卵が常に海水に洗われている状態にすることが必要であることを示している。

一層の卵板状に収容する網地あるいは布地は，卵塊の部分が少ないこと，孵化盆の面の利用度が高いこと，水の利用効率が高いことからシュロやヒカゲノカツラより優れている。また，後者2種は，卵を分散させて付着させる作業がより難しく手数がかかる点でも劣る。

シシャモの卵は，グラスロン布地(特に熱処理後のもの)に非常によく付着することが報告されている(大東・柴田，1962)が，本種の卵は，全く付着性を示さなかった。しかし，このために卵を一層状に最もよく拡げることができた。これに対して，ポリエチレン製網は，目の大きさが約1.7mmであるが卵を押し拡げる際に網目にくいこんだ。目の細かい網を用いる必要がある。付着しない材質は拡げる場合には非常によいが，卵管理がしやすい点と卵が安定する点では付着する材質の方がよい。つまり，両者の利点を生かした方法がよいであろう。

紫外線を照射した海水も用いたが，孵化成績についてはそのままの海水を用いたものと差異が認められなかった。

要　　約

竪型孵化水槽を試作し，1975年12月下旬から翌年1月下旬にかけてアイナメ卵の孵化試験を行なった。受精後36日目に孵化させたが，孵出稚仔の全長は，9.0〜9.1mmであった。

1. 卵の性質および受精卵とその環境について述べ，特に，自然海では，卵塊内の海水の交流がよ

く，卵塊の内部の卵も常に海水で洗われる非常に好適な環境下にあると予想された。

2．卵の発生経過概要を記した。

3．80%以上の孵化率を得た。旋回等の異常行動をとる稚仔は全く見られず，孵化状況は非常に良好であった。

4．卵のまわりの水が常に交換するとともに，卵の表面が常に海水に洗われているような状態であったものと思われる。このような方式は，本種のような卵同志がくっつく沈性粘着卵においても，サケ・マスの卵のように非常に有効であることが示された。

5．孵化盆の資材について検討した。また，グラスファイバー製の布地には卵の付着性が全く認められなかった。

文　献

江口　弘・皆川　久・林中信男・倉橋澄雄（1958）：孵化器の改良試験(1)　簡易竪型孵化器による虹鱒卵の孵化並に稚魚飼育試験　道立水産孵化場研究報告13，59～64.

北海道水産孵化場（1921）：鮭卵の酸素消費量に関する試験報告1～12.

木村鎚郎・江口　弘・大久保正一（1950）：孵化器の改良試験　木村式重畳孵化器による鮭卵の孵化並びに稚魚飼育試験　道水産孵化場試験報告5，97～104.

草刈宗晴・森　泰雄（1973）：魚類種苗培養技術開発試験2. アイナメ　昭和48年度道立栽培漁業総合センター事業報告書34～39.

大東信一・柴田尚志（1962）：硝子ファイバー製孵化盆による魚卵の附着試験(1)　シシャモ卵について　道水産孵化場研究報告17，65～68.

丹下勝義・竹田文弥（1968）：アイナメの孵化飼育試験　昭和43年度兵庫県水産試験場報告，123～127.

付図の説明

図5a，b．水槽で産卵されたアイナメ卵とその横断面

卵塊は，内部に空洞のある多孔質の状態である。

図6～9．卵の孵化盆への収容状況と発眼卵の状態

いずれの孵化盆の卵も卵膜表面は非常にきれいであった。

図6．　ポリエチレン製網の孵化盆に収容した卵

図7．　グラスロン布地の　〃

図8a，b．シュロの　〃

図9a，b．ヒカゲノカツラの　〃

図10～13．孵化期卵の状態

図10．　ポリエチレン製網の孵化盆に収容した卵

図11．　グラスロン布地の　〃

図12．　シュロの　〃

図13．　ヒカゲノカツラの　〃

図14．孵化期卵の表面

卵膜表面には，動きまわる原生動物が若干見られたが，卵膜表面には付着物はほとんど見られなかった。

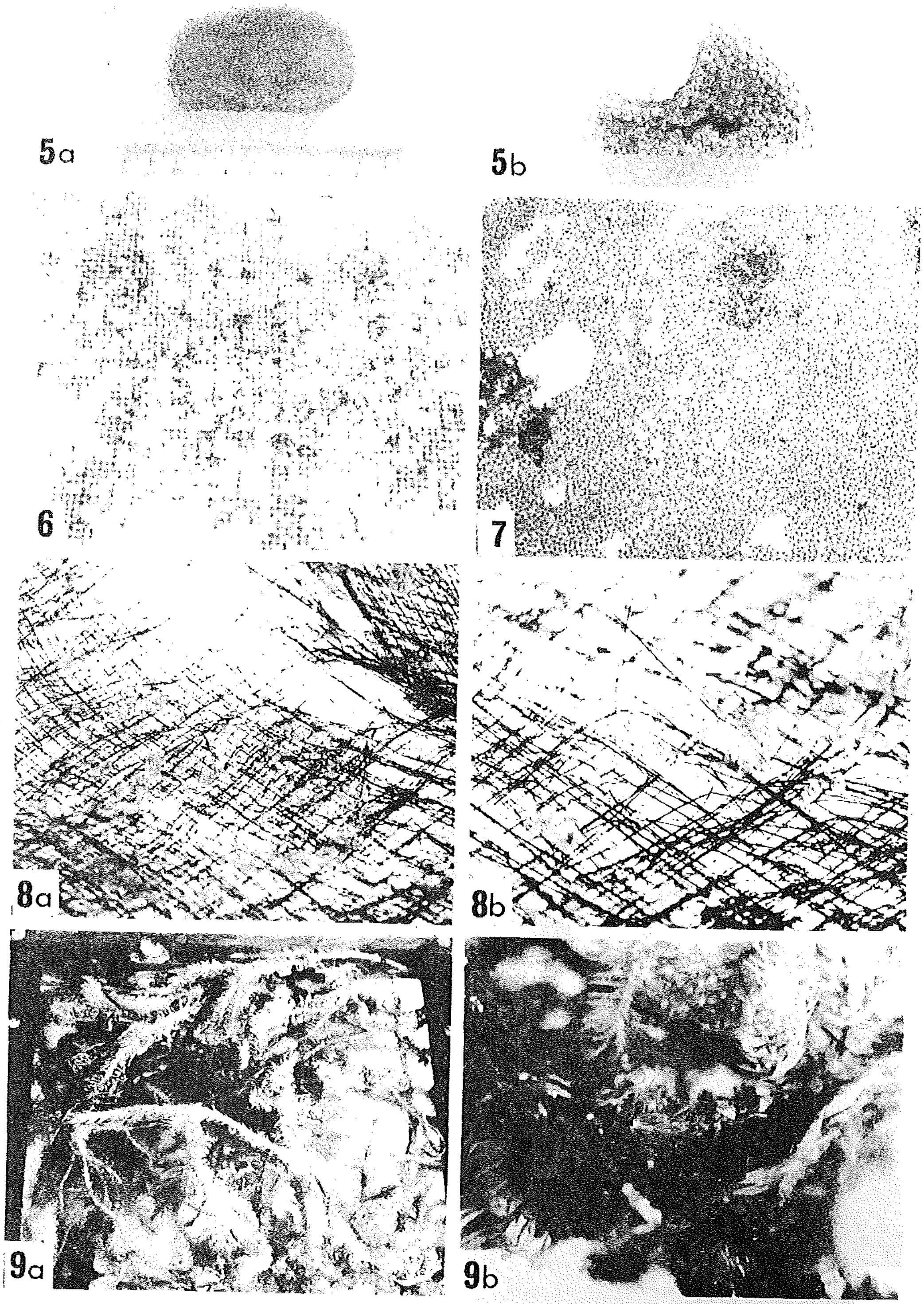
図15．孵化をほぼ終了した孵化盆の状態

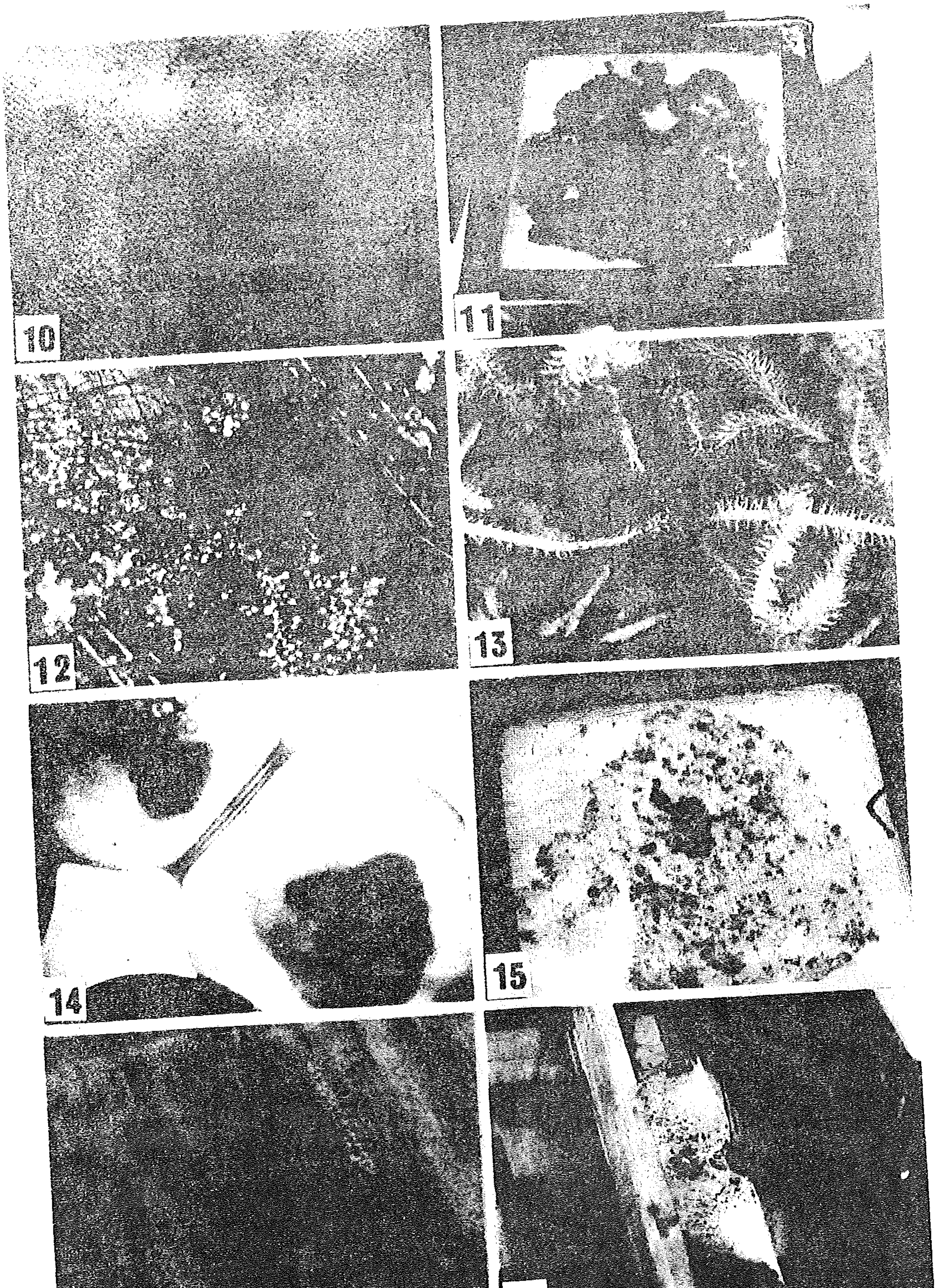
非孵化卵は，卵が密にくっついている所に多い。

図16．孵出稚仔（受精後36日，全長9.0～9.1㎜）

活発に遊泳し，旋回等の異常行動をとる稚仔は見られなかった。

図17．孵化水槽内に残っている卵が孵化したために生じた泡


5a
5b
6
7
8a
8b
9a
9b


10
11
12
13
14
15
16
17