

アユ卵の形態と二三の性質

狩野 康 比 古

(北海道大學理學部動物學教室)

Über das Ei und einige seiner Charakteristika bei einem
japanischen Knochenfisch, Ayu (*Plecoglossus altivelis*)

Yasuhiko KANOH

(Zool. Inst. Hokkaido Univ., Sapporo)

アユ (*Plecoglossus altivelis*) は本邦各地に棲息する有用淡水魚であつて盛んに孵化増殖が試みられているが、生物學上からも其の形態、生活史等かなり特異な点を有しているもので之等に関する報告も多く、従つて卵の形態、性質に就いても觀察記載されている。しかし、廣く魚卵の受精、活性化の比較検討の材料としてみると、この卵に關しては何等知り得べき資料も無く、諸氏の觀察記載に依ると單にこの卵は沈性附着卵に屬し、附着の場合も二重の卵膜の中の最外膜が裂けて反轉、附着器となると考へられているに過ぎ無い。處がこの場合も附着後の状態を見ると、附着器は杯状を呈し、遊離縁以外に裂目が無い。従つてもし從來から考へられている様に、完全な二重卵膜の中の外膜が反轉して杯状の附着器となるとすると、反轉の際には一旦多くの經の裂目が出來て割れて反轉、附着後之が閉ぢるか、一箇所のみで裂けて反轉する時は膜の廣範圍な伸縮があらねばならない。いづれにしてもかなり巧妙な反轉附着機構を要する筈である。

魚卵の附着に就いてはかつてニシン卵、カレイ卵に就いて報告したが(狩野、'50)、アユ卵に於て上記疑問が生じたので、受精、活性化の検討と共に、前提的に其の形態、附着法を調べてみた。

實驗觀察の便宜は全て北海道區水産研究所に依り興へられ、就中、同研究所佐藤榮技官及び余市川のアユ孵化場、余市漁業會囑託丸井勘三郎氏の並々ならぬ御厚意を受けた。記して感謝したい。又九大農學部内田惠太郎教授より同教授未發表のアユ卵其の他の各種魚卵の貴重なる觀察圖を拜見さして頂き、本稿起草に参照し得た事を心から御禮申し上げ度い。尙實驗に際しては當時北大理學部學生、伊東鎮雄、同柳町隆造兩君の助力を得、又其の費用の一部は文部省科學研究費を使用した事も記して謝意を表する。

材 料 及 び 方 法

親魚は全て北海道後志國余市川に9月中旬産卵來游したものを用ひた。北海道のアユは、明治初頭本土より移殖したものと云はれるが詳らかな記録は不明である。1) しかし、現在ではかなり多數棲息する様で、來游期には釣人で賑はひ、又余市漁業會では親魚を捕獲し採卵、孵化放流を行っている。

實驗觀察に供した卵は生の親魚より直接絞り出した成熟卵で、何れも高い受精率を示すものであつた。水道水以外の媒液は予め NaHCO_3 で中性となした蒸溜水で調製し、リングル液の組成は $1\text{MNaCl } 100 + 1\text{MKCl } 2.8 + 2/3\text{MCaCl}_2 \cdot 3.4$ となし、之を 1M リングル液と名付けた。

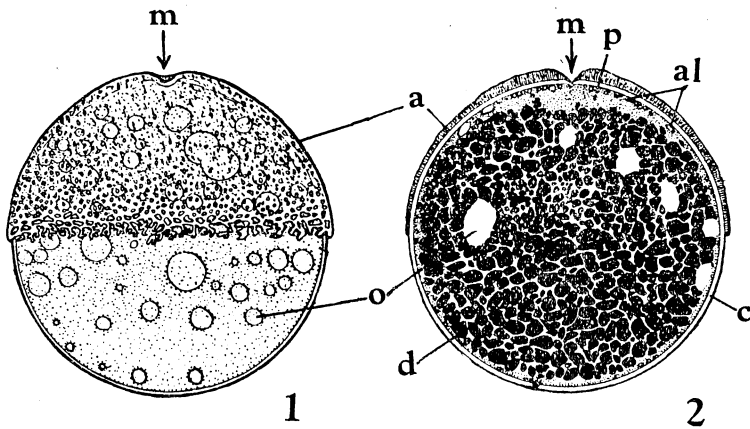
觀察及び寫眞撮影は大部分生のままで行つたが固定の際はギルソン液を用ひ、通常のパラフィン法で切片となし、デラフィールド・ヘマトキシリン及びエオシンで染色檢鏡した。

1. 形 態 2)

未受精成熟卵は淡黄色、圓形を呈し、卵徑は 0.8—1.0mm、厚さ 7μ 前後の密着した一層の透

1) 移殖に依らず、從來より棲息しているものと考へている人も多い。

2) チカ (*Hypomesus japonicus*) の卵の形態特に其の附着膜もアユ卵と殆んど同様である事を最近知つた。



Textabb. 1 未受精成熟卵 60倍

1 全体圖 2 動物極を通る切斷圖

a. 附着膜, al. 表層胞, c. 卵膜, d. 卵黄粒, m. 卵門, o. 油球, p. 卵細胞質

Textabb. 1. Schematische Darstellung des Reifeies, ca 60 X

1 Oberansicht 2 Querschnitt

a Anklebmembran al Kortikalalveoli c Eimembran d Dotterkörnchen
m Mikropyle o Oeltropfen p Ooplasma

明卵膜で被れているが、其の一部に漏斗状の卵門が有る。又この卵門のある半球、即ち動物半球にはさきの卵膜より尙厚い所謂附着膜が覆さり、之は卵門部で卵膜に連なっている (Fig. 1, 2)。従つて附着膜自身は半球状で其の遊離縁はほぼ卵表面の赤道部に位置しているが、この部は複雑に屈曲した形状を呈している (圖版参照)。卵膜表面には極めて細かい無数の窪みがあり、又附着膜には 2μ 前後の不規則な穴が開いているが低倍率で檢鏡すると附着膜で覆れた部分は稍々不透明になっているので容易に識別する事が出来る (圖版参照)。尙、附着膜は卵門部で厚く、遊離縁に行くに従つて次第に薄くなる ($22\mu-17\mu$)。

卵体は他の魚卵と同様に大部分卵黄と卵細胞質からなり、内に大小油球 ($10\mu-180\mu$) を含む。卵細胞質は概ね表層細胞質として位置し、之は卵門部で多少厚くなっている。この部が胚盤となる部域である。表層細胞質中には無数の所謂表層胞があり、大きさは $22-45\mu$ 。油球とは屈折率の相異で區別し得るが生のままでは稍々見難い時もある。

以上述べた事は切片にて尙良く確かめる事が出来たが (Fig. 2 及び圖版)、この際固定のため附着膜は膨潤し波状に盛上つている。生の時の觀察結果から判斷すると實際は第2圖の如きものと考へられる。

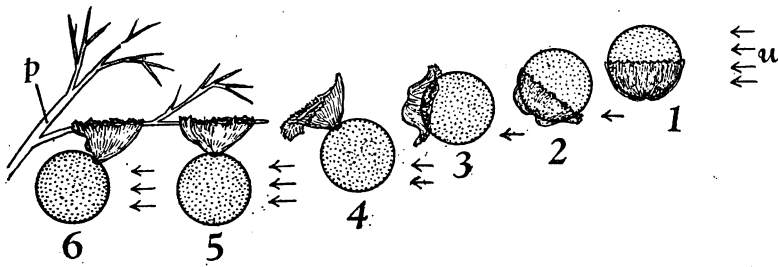
卵門は漏斗状で、この部の卵膜は内部に突出し、一見ニシン卵の卵門部に似るが (狩野 49') 染色性は他の部と余り變らない。

2. 附着法

卵は水より重く、沈性附着卵に屬し、上記附着膜が剝離反轉して附着器となる。

附着膜は極めて剝離し易く又其の表面は粘着性があるので他物に觸れるとすぐ粘着する。

卵を静置すれば附着膜はもとのままで剝離する事は無いが、其の場所に粘着し附着するので其の後水流等を受け動揺すると中の卵のみが離れ、附着膜は残つて剝離反轉し卵門部で連結、卵を保持する事となる。後で述べる様にこの卵は受精、未受精に拘はり無く水に接すると直ちに活性化



Textabb. 2a

Textabb. 2 卵の附着過程の二例、数字は順序を示す。

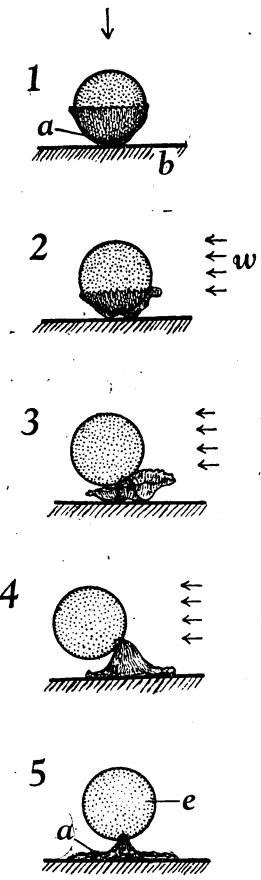
a 附着膜 b 水底 e 卵体 w 水流 p 水藻

Textabb. 2. Zweierlei Beispiele des Anklebeprozesses des Eies

a Anklebmembran b Grund des Wassers e Eileib

w Wasserströmung p Wasserpflanze

Ziffern zeigen die Reihenfolge des Prozesses.



Textabb. 2b

し圍卵腔が形成され卵膜が扛擧するので附着膜の剝離にこの現象が原因する様に考へられるが、実際には無関係で、剝離するためには極めて軽くて充分ではあるが他の機械的干渉を必要とする。従つてもし卵を靜かに取出し水中に靜止して置くと附着膜剝離無しに活性化し、發生も又進行する事が出来る。又附着前、即ち水中を落下する途中でも水流等で適當な動搖を卵が受けると附着膜は剝離反轉し其の後他物に粘着附着するわけである。挿圖（2a 及び b）は夫々附着前及び附着後附着膜の剝離反轉する二通りの附着過程を示したもので附圖（圖版 II 7）は一旦器底に沈下粘着したものに水流を與へ卵が分離して附着膜が剝離反轉したものを側面より撮影したもの、及び沈下途中硝子糸に粘着、附着膜が剝離反轉し之にからみついた同一卵を夫々側面から撮影したもので（圖版 II 6, 6'）何れも活性化している。

附着膜の遊離縁が複雑に屈曲した形狀を呈しているのこの部は剝離後他物にからみつき易く、このためより強固な附着性が生ずると考へられる。

自然状態に於てはアユはかなり水流のはげしい處で産卵するので産みだされた卵が初め粘着するとしても、絶えず水の動搖を受けるため直ちに中の卵が附着膜から分離し、附着膜の反轉を起すであらう。又親魚自身活潑に運動し激しく放卵するので粘着前に剝離反轉する事も多く、この際は其の後他物にからみつき附着する事とならう。

要するにこの卵の附着膜剝離反轉には機械的干渉が必要であり、且又附着膜は完全に卵全体を覆ふ膜では無く、3) 始めより半球狀（杯狀）である上に、かなり柔軟であり、且つ多くの穴が有るから力學的に見ても反轉する事は容易である様に思はれる。従つてこの際さして廣範圍な無理な伸縮も必要では無く、この点極めて有利な形態、性質を有していると考へられる。

尙、この附着膜剝離反轉は媒液の鹽濃度等に関係無く、M/3.5-M/100 リンゲル液中でも、又蒸溜水中でも靜止すれば剝離する事なく、動搖を受けて始めて剝離反轉する。又附着膜の明らかな膨潤も上記濃度のリンゲル液中では認められなかつたし、蒸溜水及び非電解質であるグルコース液中でも膨潤する事は無かつた。一方、各液中で附着膜の固化の現象も起らず、外表面の粘着性も失はれ無いため一旦粘着附着したものを剝がしても又再び粘着する事が出来る。

3. 受精過程

アユ卵の發生に就いては既に小林 ('23) の記載が有るので受精過程のみを簡単に述べる。

卵門より精子が進入すると、先づ最初に表層胞の崩潰が動物極より植物極へと波状に進行する。之につれて卵膜が扛擧し始め遂に全卵周に及び圍卵腔が形成される。この際卵体自身も僅かに縮少する様であるが直徑に於て卵膜は約 12% 扛擧し、30 分後にほぼ平衡に達する (21° C)。表層胞崩潰後所謂二極性分化が進行し、動物極に卵細胞質が集積し始め、盛上つた胚盤が生づるが、之と共に油状は次第に數を減じ一つ一つが大きくなつて來る。次いで起る第 1 卵割は媒精後 3 時間目頃に始まり 16 時間で胞胚期に達する (21-22° C)。

尙、卵門部は卵の附着位置に従つて任意の場所にくる事となるが盛上つた胚盤もこの位置に照應して形成され、卵体が特に一定位置に廻轉する事は無い。少くとも初めの中は元の位置のまま卵膜中に浮び、其のままの位置で發生は進行する様である(圖版参照)。

今迄二重卵膜として記載されたのは動物極側からの觀察のみに基づいた爲であらう。

4. 無精的活性化

精子無しに卵を水道水中に移して見た處正常受精の際と殆んど同様な形態變化、即ち表層胞崩潰、卵膜扛擧(圍卵腔の形成)、二極性分化が進行し遂に盛上つた胚盤が形成された。この時期迄は殆んど正常受精の際と同じ速度で進みこの後胚盤にはしばしば卵割様の窪みが出来るが眞の卵割は行はれ無く丁度卵割前の状態に止まる。しかし、以上の變化より之は卵が處女的に活性化したものと見做す事が出来る(圖版 II 6, 6' 及び 7)。即ち、この卵は單に淡水に接するのみでも活性化し得ると考へられ、この点サケ卵と非常に類似した性質を有す様に思はれるがサケ卵の活性化は等調塩類溶液が抑制し、非電解質はこの作用が無い事が知られているので(狩野 50, 51) 次に之等の点を確めて見た。

(1) リンゲル液の場合

この卵は M/7 附近が等調と考へられるので M/3.5, M/7, M/14, M/28, M/100 リンゲル液を用ひた。精子無しに各液に入れて見ると、M/28 以下では殆んど水道水の場合と變り無い程度に活性化が進行し盛上つた胚盤が出来るが M/14 では 2 時間經過しても圍卵腔は狭く、胚盤の盛上りも弱い。M/7 では余り變化無く、1 時間目頃より漸く非常に狭い圍卵腔が認められる様になるが細胞質の集積は顯著で無い。M/3.5 中でも矢張り非常に狭い圍卵腔が認められる様になるものもあるが夫れ以上の變化は起らないで間もなく細胞崩潰過程が起き死滅する。

要するにアユ卵では塩類溶液でも完全に活性化を抑制する濃度は無いが濃度大になるにつれ活性化の遅延が起きる。

サケ卵は淡水中では短時間の中に受精力を失ふが等調塩類溶液では長時間受精力を保持する。アユ卵を水道水及び M/7 リンゲル液に予め一定時間浸けた後媒精して受精力を調べて見ると(卵割したものを受精したものと見做す)、水道水中では 5 分以内に完全に受精力を失ふが M/7 リンゲル液では 20 分迄受精し得るものがある (21° C)。即ちこの場合もサケ卵と同様に等調塩類溶液が受精力保持に有効ではあるが、サケ卵に対する程顯著では無い。この事は、等調に於てもアユ卵の活性化がサケ卵の夫れと異なり完全に抑制されぬと云ふ事と關連ある様ではあるが、之等の差異が如何なる点に基づくかは尙今後に残された問題である。

(2) 非電解質の場合

非電解質としてはグルコースを用ひ、この M/3.5 及び M/7 溶液について調べて見た。夫れに

3) 今迄、二重卵膜として記載されたものは動物極側からの觀察のみに基づいた爲であらう。

依ると、両液とも水道水と全く同様に速やかに活性化を起した。即ち非電解質の場合には濃度に關係無く活性化は進行すると推察される。

(3) カルシウム缺除の場合

メダカ卵の表層胞崩潰には媒液中のカルシウムの存在を必要とし、之を缺く時は崩潰しない(山本 '44)。この点海産魚であるニシン卵も全く同様ではあるが(柳町、未発表)サケ卵ではカルシウムが無くとも表層胞は潰潰し、活性化は進行する(狩野 '51)。アユ卵をカルシウム缺除等調リンゲル液或は碳酸ソーダ溶液で洗滌しても之を蒸溜水又は M/100 カルシウム缺除リンゲル液に戻すと速やかに活性化する。即ちアユ卵もサケ卵と同様に活性化に媒液中のカルシウムを必要としない。

以上、アユ卵の無精的活性化に關する二三の性質から見ると、かなりサケ卵と類似した点を有すると考へられるが、より詳しい考察は尙今後の實驗を経て始めて下し得るものであらう。

要 約

1. アユ (*Plecoglossus altivelis*) の卵の形態、附着法及び受精、活性化に關する性質を調べた。
2. 卵は徑 1.0mm 前後、一層の卵膜に包まれているが、その外側半分、即ち動物半球外側には尙一層の所謂附着膜が覆さり、之は卵門部で卵膜に連なる。
3. 附着膜には無数の穴があり、遊離縁は複雑に屈曲している。又其の表面は粘着性である。
4. 附着膜は剝離し易く、剝離反轉して卵の附着器となるのであるが、之には必づ水流等機械的干涉を要し、受精又は活性化とは無關係に起る。
5. 附着過程は二通り考へられる。即ち、附着膜が剝離反轉した後他物に粘着からみつつか、粘着後中の卵が離れて附着膜が剝離反轉するかである。
6. 卵内には油球の他に所謂表層胞と呼ばれるべきものがある。正常受精の際には先づ表層胞が崩潰、二極分化し圍卵腔形成、次いで胚盤が隆起し、其の後卵割が始まる。
7. 卵は單に水に接するのみで表層胞崩潰、圍卵腔形成、胚盤の隆起を起す。従つて之は卵が無精的に活性化したと考へる。
8. 依つて、斯の如き活性化に對する媒液の影響、即ち電解質、非電解質及び Ca の影響を調べ、其の性質のサケ卵との類似性に言及した。

引用文献

- KANO, Y. 1949: Ueber den japanischen Hering (*Clupea pallasii* C. & V.) I. Morphologie des reifen (狩野康比古) Eies. Cytologia, xv, 138-144.
- 1950a: 附着型を異にする2種の魚卵. 動雜, lx, 65-67.
- 1950b: Ueber Wasseraufnahme und Aktivierung der Lachseier I. Anno. Zool. Jap., xxiv, 13-21.
- 1951a: Ueber Wasseraufnahme und Aktivierung der Lachseier II. Die Wirkung der hypertonischen Salzlösung. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. Ser. VI., x, 260-270.
- 1951b: 第22回日本動物學會大會講演(要旨: 動雜, lxi, 94-95).
- 小林彦四郎 1923: 鮎卵の發生と稚魚飼育とに就て(1). 水研. xviii, 335-340.
- YAMAMOTO, T. 1944: Physiological studies on fertilization and activation of fish eggs I. Response of the cortical layer of the egg of *Oryzias latipes* to insemination and to artificial stimulation. II. The conduction of the "Fertilization-wave" in the egg of *Oryzias latipes*. Anno. Zool. Jap., xxii, 109-136.