

サケ、ニシンおよびヤツメの排卵過程

山 本 正 (北大理学部動物学教室)

Ovulation in the salmon, herring and lamprey

Tadashi S. YAMAMOTO

(Dept. Zool., Fac. Sci., Hokkaido Univ., Sapporo, Japan)

哺乳類、鳥類、両棲類の排卵過程は脳下垂体ホルモンの作用と関連し、多くの人々によつて調べられているが、魚類ではこの方面の研究は少なく、近年 ROBINSON および RUGH ('43) がメダカ (*Oryzias latipes*) の排卵過程を、また川村および本永 ('50) が脳下垂体ホルモン注射によるシマドジョウ (*Cobitis biwae*) の人工排卵を観察しているほか余り知られていない。それゆえ、魚類の一般的な排卵過程を知るためにサケおよびニシン、およびこれ等と比較する意味で円口類のカワヤツメをも用い、それらの卵巣構造、卵成熟および排卵過程を調べて見た。筆者はすでにメダカの卵巣構造および卵成熟過程について報告したが (山本 '55a)、本稿とも関連することも多いので、その結果を参照しながら稿を進める。

材料の詳細については各項において述べるが、石狩川産のサケ *Oncorhynchus keta*、北海道西海岸留萌地方に回遊したニシン *Clupea pallasii*、ならびに札幌近郊で得たカワヤツメ *Lamprologa japonica* を用いた。

卵の固定には Bouin または Zenker 液を用い、パラフィン切片、またはセロイジン—パラフィン切片となし、Delafield ヘマトキシリン—エオジン、Heidenhain アザン染色等をおこなつて検鏡した。

なお、稿を進めるに先立ち、御校閲をたまわつた市川純彦教授、御指導をたまわつた狩野康比古助教授、ならびに実験観察に際し種々御助力をいただいた柳町隆造、赤平幸王両氏に感謝したい。また、材料採集に関して北海道水産孵化場および北海道区水産試験場の方々の御好意を得た。心からお礼申しあげる。

観 察 結 果

A. サケの卵巣

1) 卵巣構造： 卵巣は腹腔の大部分を占めているが、腸管を支える正中線に沿つた mesentery によつて左右に分けられ、それぞれ mesovarium によつて腹腔上皮から垂下されている。この卵巣には一般硬骨魚で見られる ovarian lumen は無く、背側方はいずれも腹腔に直接開いている (Pl. I, Fig. 1)。

卵巣内部は前後に並ぶ多数の lamella から成り立っているが、これ等はたがいに基部で合一している。個体による相異はあるが、ある成熟個体では基部から遊離端までの lamella の長さは約 17.5mm であつた。lamella の中には 10 乃至 20 個の卵細胞が大体一列に並んで見出されるが、これら卵の極軸が一定の方向を指しているとは限らない。lamella の厚さはほぼそれに含まれる卵の直径に等しい。

排卵後の卵巣も構造的には排卵前のものと大差ないが卵が卵巣を離れ lamella の間に出ると lamella は非常に不明瞭となり収縮して、残つた卵巣組織は体腔に出された卵にかくれ (Pl. I, Fig. 2)、背側の腹腔上皮に密着して見られるにすぎない。この場合卵巣に残された濾胞細胞およ

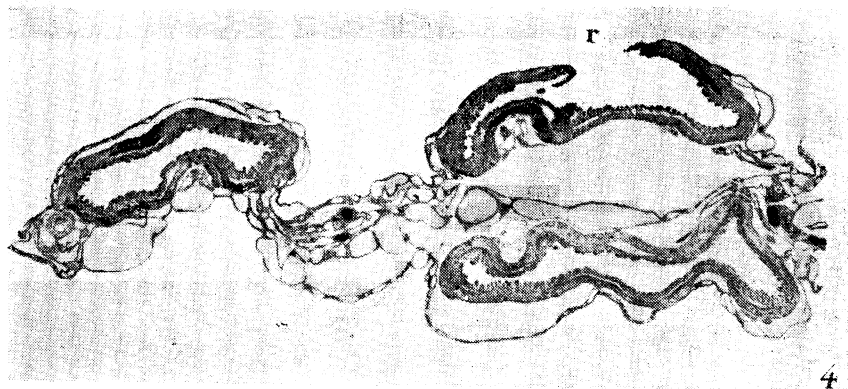
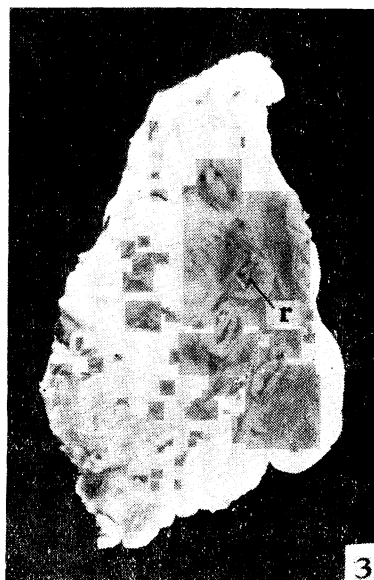
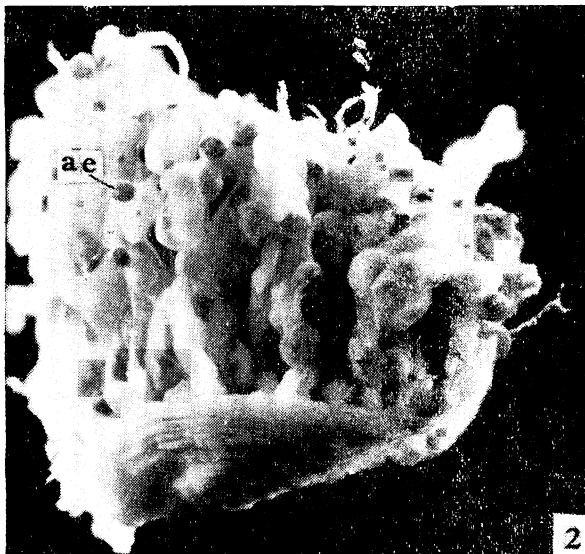
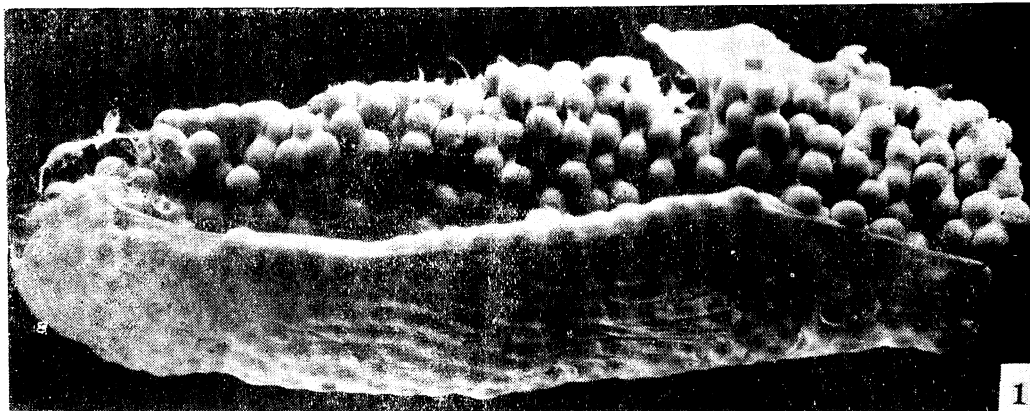


Plate I. Fig. 1. Ovary of immature *O. keta*. $\times 2/3$
 Fig. 2. A part of the spent ovary of *O. keta*. ae.....aborted egg. $\times 2.5$
 Fig. 3. Lamella of the spent ovary of *O. keta*. r.....follicular rupture. $\times 2$
 Fig. 4. Section through the spent lamella of *O. keta*. r.....follicular rupture. $\times 20$

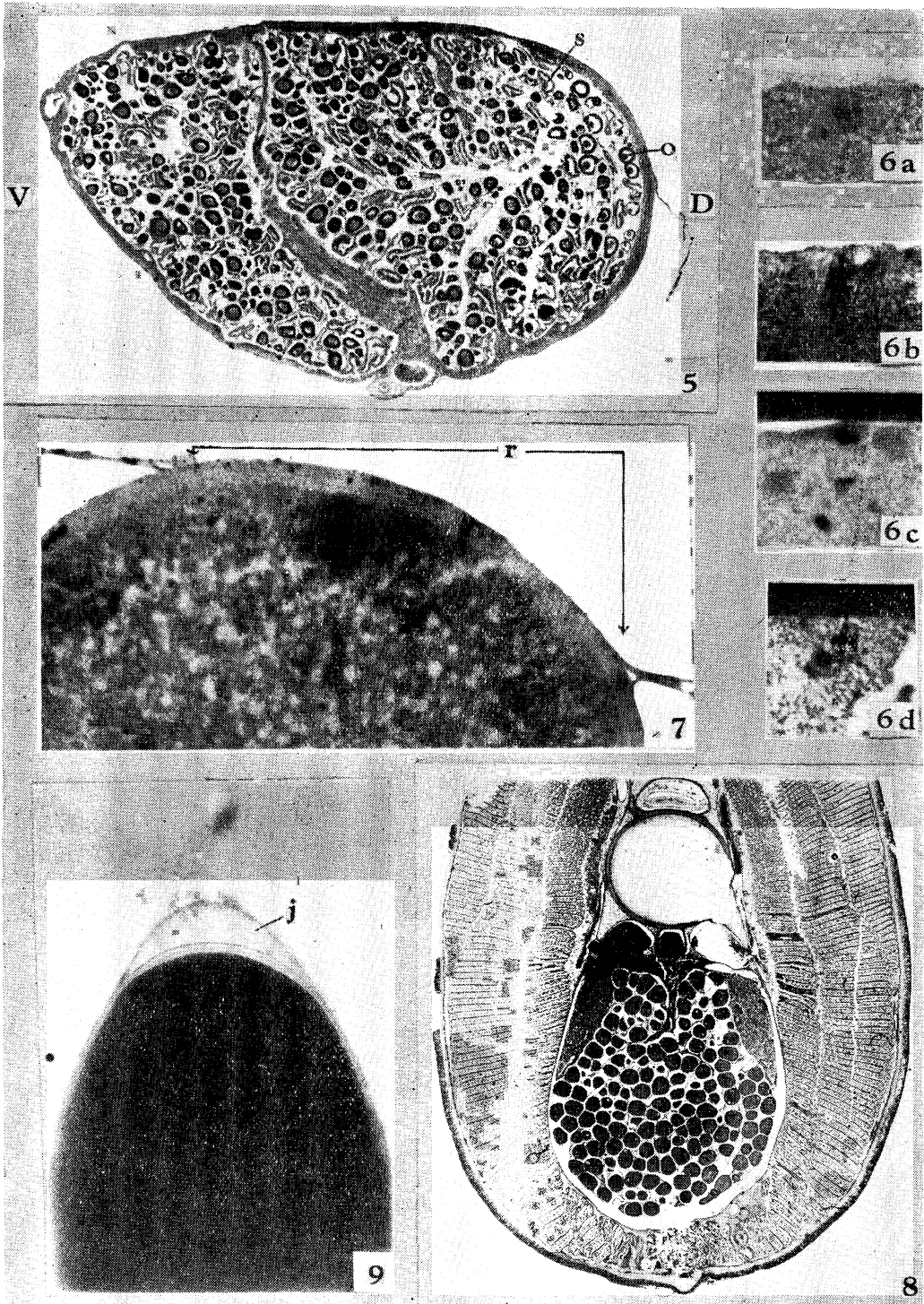
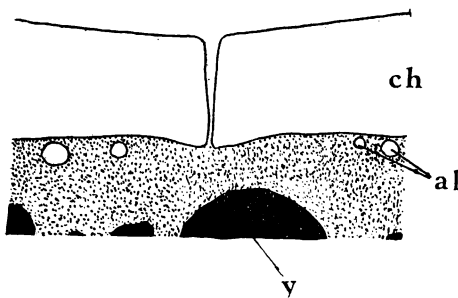


Plate II. Fig. 5. Spent ovary of *C. pallasii*. D.....dorsal, o.....young oocyte, s.....spent follicle, V.....ventral. $\times 15$

Fig. 6. Successive stages of the first maturation division of the egg in *C. pallasii*. a :

びその周辺の組織は残つた lamella の処々に白色円形の環状物として認められる (Pl. I, Fig. 3)。

2) 卵成熟過程: 成熟過程の観察に使用したサケは産卵のため石狩川河口附近に回游, または, 石狩川を遡上した個体である。この内一尾は9月下旬河口附近で捕獲した未熟な雌魚で, こゝでは AI 個体と呼ぶ。さらに11月下旬2乃至3週間蓄養した2尾の雌魚を使用した。内1尾 (A II) は A I と同様未熟で, 他の1尾が成熟近きものであつたが, 腹部をかなり強く押しなければ卵は出なかつた (B I)。さらに12月初旬石狩川上流西越採卵場から入手した雌魚 (B II) は腹部を軽く圧すれば卵を出し, 卵は単に接水のみでも卵腔ができ胚盤を生じ, また, 媒精し流水中に放置したところ卵割を開始したので完熟個体とみなした。この卵を生で見ると, 黄橙色半透明で動物極卵門附近のみがいくぶん濃黄色である。切片にて見ると, 卵は微細な放射状条線 radial canal を有する卵膜に包まれ卵中央部に大きな卵黄塊がある。この卵黄塊はメダカの卵黄と類似し顆粒状ではなく, 切片では一枚の板状に見える。卵黄の周辺, すなわち, 卵表層には薄いいわゆる表層細胞質があり, その中に表層胞が一層となつて埋つているが, これはヘマトキシリンやアザン染色のアニリン青に染まる。なお, 表層細胞質は動物極卵門附近で少し厚くなつてゐる。表層細胞質と卵黄の間には処々大きな油滴が一層となつて存在し, 卵黄中に食い込むように入つてゐる。核の状態は他の多くの脊椎動物の成熟卵と同様に第二成熟分裂中期の状態にあつてすでに放出されている第一極体がこの spindle 附近の卵膜直下に認められることもあるが, 多くの場合不明瞭である。卵門は他の多くの魚卵と同じく漏斗状で動物極に一個存在する。卵膜は卵門附近でいくぶん厚さを減じてゐるが, 卵門の極く近くでは再び厚さを増し内部に僅かながら突出している (Text-Fig. 1)。



Text-Fig. 1. Micropyle of the mature egg of *O. keta* (individual B II). al.....cortical alveoli, ch.....chorion, y.....yolk. ×300

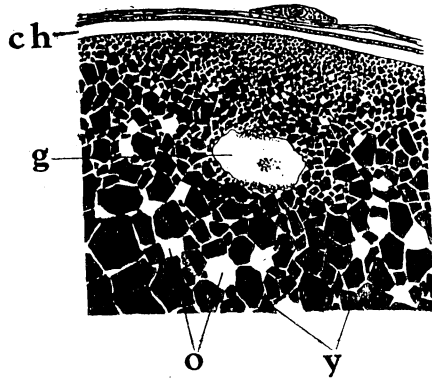
以上の成熟卵の状態と比較して、各個体の卵の形態について述べると、最も未熟な A I 個体の卵巣を見るとこの段階でも中に含まれる卵の極性とそこに走る血管との間には関係が認められない。卵を生で見ると透明度は成熟卵よりやや劣り、特に卵門附近が白色不透明である。切片で見ると卵は卵門部を除き未だ一層の濾胞細胞に包まれその外側を theca folliculi が取巻いてゐるが詳しく見ると theca folliculi を欠いた部分が一ヶ所ある。すなわち、この部分が follicular repture で後述するように排卵の際卵はこの部分を破つて lamella の外に出る。卵膜は成熟卵と同じ程度に形成されているが、卵膜の条線 radial canal はより明瞭である。大部分の卵黄は未だ顆粒状で動植物極間には大きな勾配が見られる (Text-Fig. 2)。油滴は卵黄域の周辺部のみならず中心部にも存在する。表層細胞質は未だ明確ではなく、細胞質は卵黄顆粒の間隙に見られるにすぎない。したがつて表層胞も卵周辺部に散在するにすぎず、成熟卵のものよりはヘマトキシリンやアザン染色のアニリン青に対する親和性はずつと弱い (Text-Fig. 3)。核は未だ胚胞の段階でヘマトキシリンに淡く染

metaphase of 1st division, b : anaphase of 1st division, c : telophase of 1st division, d : metaphase of 2nd division. ×920

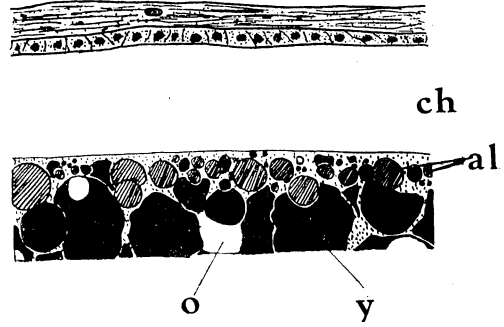
Fig. 7. Section of an ovarian egg of *L. japonica* to show the area of ultimate follicular rupture (r). ×160

Fig. 8. Cross section of adult *L. japonica* at level of the first dorsal fin. ×4

Fig. 9. Animal half of the immature egg of *L. japonica*. The egg is covered with follicular epithelium. j.....jelly mass. ×70



Text-Fig. 2. Animal pole of the immature egg of *O. keta* (individual A I). Germinal vesicle (nucleus) is located in the eccentric region and yolk still remains in granular state. ch..... chorion, g.....germinal vesicle, o.....oil drops, y.....yolk granules. $\times 30$



Text-Fig. 3. Cortex of the immature egg of *O. keta* (individual A I). Ooplasm is found among the yolk granules and cortical alveoli are blended with yolk granules. al.....cortical alveoli, ch.....chorion, o.....oil drop, y.....yolk granule. $\times 180$

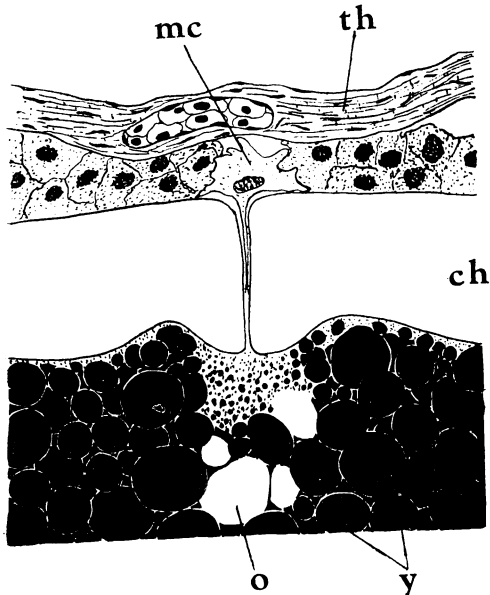
まると卵中央部より動物極側へ偏り、これを包む膜、すなわち、核膜は非常に不明瞭で、特に動物極側のものはほとんど見がたく、したがって崩壊直前の胚胞の状態にあるように思われた。核内部のクロマチンは未だ現われず中央部に屈折率の高い数個の小体を含むものが集っている。

卵門はすでに成熟卵のものと形態的には大体一致するがこの部の卵膜内面の隆起はいちじるしく他の部分よりはるかに厚い (Text-Fig. 4)。この卵門にはメダカでも明らかにしたように一個の achromatic な細胞 (卵門細胞) がその一端を挿入し、この部だけが濾胞細胞を欠くが附近の濾胞細胞は多層となつている。この卵門細胞は不規則な輪郭を呈し退化しつつあるように思われるが、これは固定した結果かも知れぬ。卵門細胞の細胞質はまったく染色されないが、核はヘマトキシリンに淡く染まり、アザン染色や Feulgen 反応を行うと濾胞細胞の核と同様染色されるから明らかにチモ核酸を含む。この段階の卵は流水乃至蒸溜水に浸しても少なくとも 24 時間までは卵卵腔もできず胚盤も形成されなかつた。

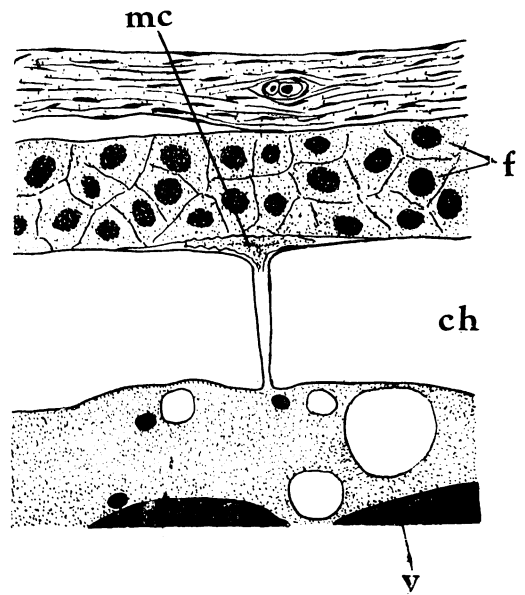
次にそれよりやや進んだ段階と思われる A II 個体の卵を見ると、前の A I 個体のものにくらべて透明度は増している。また、動物極の卵門附近も白色不透明ではなくやや黄色味の濃い半透明な部分として区別されるにすぎない。この卵も A I と同様まだ theca folliculi および濾胞細胞に包まれて lamella の中に埋つているが、卵膜の状態はほとんど成熟卵に等しく、卵黄の状態も成熟卵のものと同じくすでに顆粒状ではなく、油滴も卵黄周辺部に見られるにすぎない。細胞質もほとんど成熟卵と同じく表層細胞質を形成し、表層胞がこの中に埋つているが未だ完全に一層となつていない部分がある。胚胞も崩壊し染色体はすでに第二成熟分裂中期の核板に並んでいる。卵門細胞はまだあるが極めて不規則な形をし、すでに退化溶解の途中にあると思われ、卵門の形態は成熟卵のものと大差ない。この段階では前段階の A I のものと異なり濾胞細胞は卵門の上でも多層となつている (Text-Fig.5)。接水した卵は卵卵腔を生じ動物極に胚盤を形成するが完全な成熟卵のものより卵卵腔は狭く、また、固定した後卵膜をはくと胚盤は卵膜に附着したまゝ卵黄から離れることがあるから、卵膜の分離はまだ不完全であると考えられる。

B I 個体の卵巣では丁度排卵過程にあつて濾胞細胞層を脱ぎ棄てつゝある卵を見ることができたが、体腔に出された卵は形態的にも、また接水した際の反応もまったく成熟卵と同じであつた。

3) 排 卵: 上記 B I 個体の卵巣について排卵中の卵を生のままで見ると、濾胞細胞層

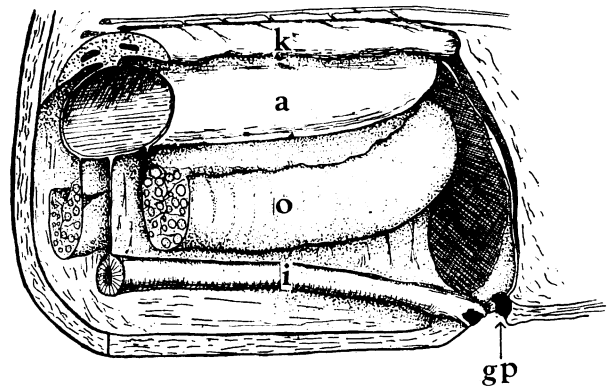


Text-Fig. 4. Micropylar region of the immature egg of *O. keta* (individual A I). ch.....chorion, mc.....micropylar cell, o.....oil drop, th.....theca folliculi, y.....yolk granules. ×300



Text-Fig. 5. Micropyle of the immature egg of *O. keta* (individual A II). Micropylar cell (mc) is degenerating. ch.....chorion, f.....follicular cells, y.....yolk. ×460

から脱出しつゝある卵はいくぶん楕円形となつてゐるが、この際排卵中の両棲類や後述するヤツメの卵のようにくびれて壺鈴型となることはない。卵は濾胞細胞層より脱出後 lamella の表面を破り腹腔へ直接通ずる lamella の間の間隙を通つて腹腔に出、genital pore を経て外界へ産み出される (Text-Fig. 6)。切片で見ると排卵中の濾胞細胞層はいちじるしい変化を起し、濾胞細胞層より卵の出る部分、すなわち、follicular rupture 近くの濾胞細胞のみは規則的に並んでいるが他の部分の細胞は不規則に並び急激な肥大成長が行われたかのごとき様相を呈し、その上細胞間の境が不明瞭で細胞質のヘマトキシリンに対する親和性も低下している。このような状態は卵の出た後の濾胞細胞層では全体に行きわたり、この状態はさきの成熟前の A II 個体のものとまったく異なる (Pl. I, Fig. 4)。一方濾胞細胞層が上述のような変化を起している間に theca folliculi は異常に肥厚する。排卵中出血がなく、また排卵後の卵巣の切片を見ると卵の出た部分、すなわち follicular rupture の部分は卵巣組織を欠き、以上述べたごとく follicular rupture の部分は排卵以前に決定されていて、この部分では濾胞細胞層が直接 lamella の上皮に接していると考えられる。それゆゑ排卵はあらかじめ決定されている ovarian stroma を欠いた部分が破れ、卵はその反対側から開口部へ向う濾胞細胞層の肥大生長および theca folliculi の肥厚によつて lamella の間隙に押し出され腹腔へ出、genital pore を経て体外に産み



Text-Fig. 6. Diagram illustrating arrangement of the organs in the body cavity of *O. keta*. a.....air bladder, gp.....genital pore, i.....intestine, k.....kidney, o.....ovary.

出されるとも考えられる。

生の卵巣を観察すると、いずれの個体の卵巣でもかなり多数の小さな黄橙色の塊りが処々に見られる。これは CUNNINGHAM ('98) の云っている aborted egg で、これを切片で調べると濾胞細胞層は一層ではなく、分散して内部に入り込み卵はまったく本来の形態を止めていない。サケの排卵後の卵巣は後述するニシンやその他多くの多年生の硬骨魚と異なり、若い卵母細胞をまったく持たないが、これはサケがその一生に一度しか産卵せぬことから当然であろう。

B. ニシンの卵巣

1) 卵巣構造： サケの卵巣と同様、ニシンの卵巣も mesentery によつて左右に分れているが、いずれも嚢状となつて体腔と完全に分離している。

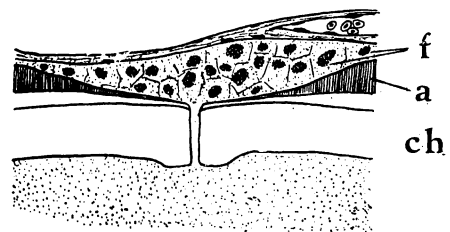
卵巣内部は背側の腔所 ovarian lumen とその腹側部の ovarian stroma とに分けられる (Pl. II, Fig. 5)。stroma の部分はいくつかの septum で櫛状に分れその中がさらに lamella に分れて卵細胞はこの lamella の中に大体二列に並ぶ。卵の動物極は多くの場合 lamella の周辺を向き、したがつて動物極は他の卵の卵表と接するようなことはない。

排卵後の卵巣を見ると、卵巣はかなり収縮し産卵直前の卵巣の 1/3 くらいであるが、各 lamella には卵の出た後の濾胞細胞層と次の産卵期のための若い卵母細胞のみが見られる。

2) 卵成熟過程： 未熟卵巣は四月中旬留萌近辺で試験船の捕獲した雌より得、また、排卵後の卵巣は漁期の後半に群来したものに混る放卵後の雌より得た。

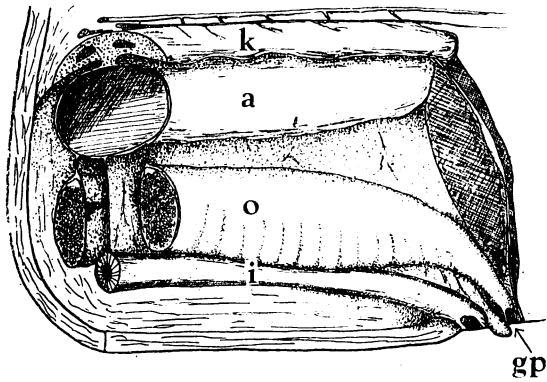
使用した未熟卵巣は二つに分けられる。すなわち、一方は濾胞細胞層に包まれた卵と濾胞細胞層から出かゝつた卵とを持つていたが、いずれの卵も淡い橙黄色、不透明であつて受精不能であつた。他方はこれよりやや成熟に近く濾胞細胞層を脱ぎ棄てつつある卵とこれを脱ぎ棄て ovarian lumen に出た卵とを持つていて橙色、半透明で受精率はほぼ 25% であつた。切片として調べるとこの両者のいずれの卵も表層胞はすでに成熟卵と同じく表層に並んでいたが、核の状態は両者の卵に差異が認められた。すなわち、不透明な卵を有する卵巣では大部分の核は第二成熟分裂中期の状態であつたが、まだ第一成熟分裂の段階にあるものもあつた。これに対し半透明卵を持つ卵巣ではすべての卵が第二成熟分裂中期の状態にあつた。第一成熟分裂は染色体が接合し形態的に第二成熟分裂と区別し得るが (Pl. II, Fig. 6)、同じ lamella の中でも第一成熟分裂の各段階にある卵が見られるから、同じ lamella 中の卵でも成熟分裂が同時に行われるとは云い得ない。

ニシンの卵門部はメダカやサケの卵門といくぶん異なる。すなわち、卵膜表面の附着層は卵門部で薄くなり窪んで見えるが内表面では卵膜は肥厚突出しこの中央部に卵門の canal が通じている (KANOH '49)。卵巣卵の濾胞細胞は卵門部の窪みでは多層となつているが (Text-Fig. 7) 他の部分では一層となつて卵を包んでいる。使用したものが排卵間近にあるためか、これらの濾胞細胞のヘマトキシリンに対する親和性は弱く核も不明瞭であつた。生の材料で観察するとサケやメダカの場合と同様、一個の卵門細胞が卵門の canal にその一端を挿入しているのを見ることができる。



Text-Fig. 7. Micropyle of the ovulating egg of *C. pallasii*. Follicular cells are piled on the micropylar region. a.....adhesive layer, ch.....chorion, f.....follicular cells. $\times 460$

3) 排 卵： 排卵中の卵を見るとサケの場合と同様楕円形となつて濾胞細胞層から脱出するが、この際いくぶん、くびれるようである。卵は lamella の表面を破り ovarian lumen に出、さらに卵巣に直接続く輸卵管を通つて排泄腔後方にある urogenital papilla の後方の genital



Text-Fig. 8. Diagram illustrating arrangement of the organs in the body cavity of *C. palasi*. a.....air bladder, gp.....genital pore, i.....intestine, k.....kidney, o.....ovary.

pore より外界に出る (Text-Fig.8)。切片で見ると排卵中の卵巣ではサケで見られたような濾胞細胞の肥厚生長はまったく見られない。排卵後の卵巣の濾胞細胞は細胞の境がまったく見えず、核はヘマトキシリンに濃く染つているが細胞質は以前と異なり逆にエオジンに染ようになる。なお、このようなものでは theca folliculi が肥厚している。排卵中出血が見られぬこと、および卵が濾胞細胞層より出た跡である follicular rupture の部分が theca folliculi を欠いている点はまったくサケの場合と同様である。排卵中乃至排卵後の卵巣にはかなり多数の次の産卵期に産み出される卵で

あろう、卵黄を持たず濃くヘマトキシリンに染まる細胞質のみを持つ卵母細胞、およびこれよりはるかに小さい未だクロマチンが核中に見える卵母細胞とがあるが、これらは lamella のごく表面に限られて位置し、他の組織細胞のものとは明瞭に区別される大きな丸い核を持つていたがこの分裂像は見られなかつた。

C. カワヤツメの卵巣

1) **卵巣構造:** カワヤツメの卵巣は前述の二種の硬骨魚の卵巣とかなり異なる。卵巣は不对で腹腔の背壁からごく短い薄い膜によつてつり下げられ生殖時期のものでは腹腔の大部分を占める。この卵巣は無数の lamella に分れ、ovarian lumen は無く卵は直接腹腔へ落ちる構造となつていて、卵の植物極は必ず lamella の周辺部に接している (Pl. II, Figs. 7, 8)。成熟近くの卵巣はほとんど卵で占められ、他の卵巣組織は非常に少なく、したがつて排卵後の卵巣は非常に小さく組織構造をほとんど止めていない。

2) **卵成熟過程:** 未熟個体は生殖時期に札幌近郊で捕えたものに混ざつていた。この未熟卵巣を体液と等調な M/7 リンゲル液* の中で振ると濾胞細胞および theca interna に包まれたばらばらの未熟卵を得る。これを観察すると卵体の外側の植物半球にある附着層が濾胞細胞に包まれたまま次第に膨潤するのがわかる。動物極の限られた部分の濾胞細胞層は卵体と離れて半円形乃至三角形の間隙となつているが (Pl. II, Fig.9), こゝには成熟卵の動物極に見られるゼリー状物質がすでに充たされているのであろう。切片で観察すると濾胞細胞および theca interna の細胞は扁平で、普通の染色では見がたく Feulgen 反応を行うとこの二層が卵を取り巻いているのがわかる。卵内部を見るとほとんど成熟卵と同じく動植物極間および周辺から中心部へ向う大きさの勾配を持つた卵黄顆粒がある。その周囲に表層胞の埋つた表層細胞質が見られ、また、動物極には表層細胞質は僅かに集積して極細胞質を形成している。ただし、この段階のものでは核は未だ不規則な形を呈する胚胞の状態で内部に一個の大きな仁を持ち、動物極へ移行の中途と考えられる。M/7 リンゲル液中でばらばらとした濾胞細胞を持つた未熟卵の内少数のものは濾胞細胞を脱ぎ棄て外に出たが、このような卵を切片にして見ても胚胞を持つている。ヤツメの成熟卵の核は第二成熟分裂中期の状態にあるから、排卵の時期以後に胚胞の崩壊を含む成熟分裂の過程

* 1 M NaCl, 100 cc+1 M KCl, 2.1cc+2/3 M CaCl₂, 2.3 cc を 1 M リンゲル液と名付ける (N/10 NaHCO₃ にて pH 7.3 とす)。ヤツメ卵は M/7 リンゲル液とほぼ等張である。

があり、したがって魚卵の場合と異なり、ヤツメ卵は胚胞の状態で体腔に落ちこゝで第二成熟分裂中期にまで達するものと思われる。

3) 排 卵: 以上述べたごとく、M/7 リンゲル液中でばらばらにした濾胞細胞および theca interna に包まれた未熟卵は、少数のものが濾胞細胞を脱ぎ棄てた。この過程を見ると初め植物極の近くの濾胞細胞層が破れ卵はくびれながらほぼ卵の短径の 2/3 の大きさの孔を通りぬけ、外に出た後再び旧形に復する。常に卵が植物極から出、しかも lamella の内部で卵の植物極が lamella の周辺に接しているから、おそらくこれは自然の排卵過程と同じであろう。M/7 リンゲル液に 0.2% の割合で pepsin (pH 1.8) または trypsin (pH 7.8) を溶解し、これに濾胞細胞を覆った卵を浸すと、pepsin の場合のみ約 15 時間後に植物半球の濾胞細胞層が破れたが動物極側は未だ侵されたように見えなかつた (18°C)。しかし濾胞細胞層の破れた卵でも次の段階として起るべき卵の脱出は起らず次第に卵膜が溶かされて行つた (山本 '55b)。pepsin によつて植物半球の濾胞細胞が侵されるのはこの部分が特に弱いためと考えられ、自然の排卵が植物極に生じた孔から行われると云う点と一致する。そこで lamella の一つを取り切片にして Feulgen 反応で染色して見ると、lamella の周辺に接する卵の植物半球の限られた部分は theca interna を欠いていた (Pl. II, Fig. 7)。これは RUGH ('35) がカエルで報じた状態と一致し、自然の状態でも排卵は植物半球の theca interna を欠いた部分に生ずる孔、すなわち, follicular rupture を通つて行われると見なされる。lamella の表面を破つた未熟卵は体腔へ落ち、こゝで成熟分裂を行い、やがて体腔より genital pore を通つて urogenital sinus に入り、さらに urogenital papilla の先の孔を通つて産み出されるものと考えられる。

討議および結論

魚類の卵巣の構造乃至発生はかなり古くから研究され、一般に卵巣は三つの型に分けられている。すなわち、1) ウナギで見られるような腹腔背壁の単なるひだ (fold) である場合、2) サケ・マス類で見られる ovarian lumen を欠いた卵巣の場合、および 3) ニシンやメダカで見られる嚢状の卵巣の場合である (FELIX および BUHLER '06)。こゝで述べたヤツメの卵巣は以上三者の内ウナギの型に類似して最も基本的な型と考えられる。このような卵巣が発達し par-ovarial oviduct 乃至 entoovarial oviduct を形成する途中で止つた段階のものがサケで見られる第二の型であり、さらに ovarian oviduct (ovarian lumen) を完成したものが第三の型であるように考えられている。

卵子成熟過程の細胞学的研究は両棲類で多く行われ (MAKINO '34, NADAMITSU '53 等) この類の卵子は核が胚胞の状態のまま排卵され腹腔乃至輸卵管中で成熟分裂を行う。しかし魚卵についてのこの方面の観察は少なく (BEHRENS '98), 成熟分裂がいかなる時期に行われるか、あまり知られない。前述したごとくサケおよびニシンの卵は両棲類と異なり、その成熟分裂は卵が卵巣を離れる以前に始まり成熟卵の核の状態、すなわち第二成熟分裂の中期の状態に達した後排卵が起るが、ヤツメでは両棲類と類似し、卵は体腔に落ちた後初めて胚胞が崩壊しこゝで第二成熟分裂中期に達する。サケやニシンの成熟分裂は全卵巣で一斉に開始されるものではないが、相前後した極めて短い期間に行われると考えられる。卵巣内で成熟卵と同じ核の状態に達した卵はおそらく排卵までの間に細胞質も成熟して受精可能な真の成熟卵となるのであろう。ニシンでは成熟分裂の開始から受精可能な卵となるまでの期間は 3~4 日程度のものであらう。

サケ卵はメダカ卵と異なり成熟過程には卵黄顆粒の合一と云う段階がある。卵黄顆粒の合一は胚胞の動物極移行にともない植物極より動物極へと進み、顆粒間に存在する細胞質は卵周辺へ移

り表層細胞質を形成する。したがって胚胞の崩壊の時期は卵黄顆粒がまったく合一した時期および表層細胞質を形成する時期と一致する。

サケの成熟卵は水に接するのみでも活性化し囲卵腔を生ずるが、この現象は排卵前の卵巣卵(AII)でも起るゆえ、必ずしも排卵後の卵に限られたものではない。囲卵腔を生じないAI個体の卵を調べてみると、表層細胞質がまだ形成されておらず、AII個体ではこれが形成されていたから囲卵腔の形成は表層胞の埋つた表層細胞質が完成した後初めて起り得るもので、卵の刺戟に対する興奮性も表層細胞質の完成した卵で初めて存在するものであると云える。

卵門細胞の運命に関して今までのところ、ほとんど報告はないが、サケ卵の観察からこれは排卵直前に卵のそのままの位置で退化してしまうことがわかつた。

サケ、ニシンでもヤツメでも確認された排卵の起る部分 (follicular rupture) はRUGH ('35)が両棲類で観察したごとく theca interna を欠いた部分である。ニシンおよびサケではこの部分と卵の極性ととの間に位置的關係があるようには見えないが、ヤツメでは必ず植物極がこの部に接し、pepsin による処理でも常に植物極から濾胞細胞層が破れた。この部分からの卵の脱出は両棲類では theca interna の中の平滑筋細胞の収縮がその原因と見做されているが (RUGH, '35), 筆者の場合、排卵後の theca folliculi の肥厚およびサケで見られた濾胞細胞の急激な肥大生長もこれに関係するらしい。

Literature Cited

- BEHRENS, G. 1898: Die Reifung und Befruchtung des Forelleneies. Anat. Hefte, x, 229-285.
- CUNNINGHAM, J. T. 1898: On the histology of the ovary and of the ovarian ova in certain marine fishes. Quart. J. Micr. Sci., xl, 101-163.
- FELIX, W. und A. BUHLER, 1906: Die Entwicklung der Keimdrusen und ihr Ausführungsgange. In Hertwig's Handbuch vergl. exptl. Entw. Wirbeltiere, Bd. 3, Teil 1, S. 619-896.
- KANO, Y. 1949: Ueber den japanischen Herring (*Clupea pallasii* CUVIER et VALENG.). I. Morphologie des reifen Eies. Cytologia, cv, 138-144.
- KAWAMURA, T. & T. MOTONAGA, 1950: シマドジョウに於ける人工排卵について. 魚雑, i, 1-7.
(川村智次郎) (本永妙子)
- MAKINO, S. 1934: A cytological study on the maturation and fertilization of the egg of *Hynobius retardatus* (an urodelan amphibian). J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ. (Zool.), iii, 117-169.
- NADAMITSU, S. 1953: Ovulation *in vitro* in several species of amphibians. J. Sci. Hiroshima Univ., Ser. B, Div. I, xiv, 151-158.
(濹光晋作)
- ROBINSON, F. J. & R. RUGH, 1943: The reproductive process of the fish, *Oryzias latipes*. Biol. Bull., lxxxiv, 115-125.
- RUGH, R. 1935: Ovulation in the frog. II. Follicular rupture to fertilization. J. Exp. Zool., lxxi, 163-193.
- YAMAMOTO, T. S. 1955a: メダカの卵子形成、特にその細胞化学的研究. 魚雑, iv (4/5/6), 170-181.
(山本正)
- 1955b: Digestion of the egg envelopes and their chemical properties of the lamprey's egg, *Lampetra japonica*. J. Fac. Sci. Hokkaido Univ. (Zool.), xii, (in press).

Résumé

In order to ascertain the general features of ovulation in Pisces and Cyclostomata, the present study was carried out using individuals of *Oncorhynchus keta*, *Clupea pallasii*

sii and *Lampetra japonica*.

1. In *Clupea pallasii*, ovulated eggs are laid through the ovarian lumen and oviduct, while in *Oncorhynchus keta* and *Lampetra japonica*, the eggs emerge directly from the ovary which has no lumen, into the body cavity.
2. The maturation processes are completed within relatively short range of time in these species. In *O. keta* and *C. pallasii*, these processes are completed prior to ovulation, but in *L. japonica* the maturation proceeds only in the ovulated eggs.
3. A micropylar cell is found in the immature eggs of *O. keta* and *C. pallasii* (Text-Figs. 4, 5, 7) as in *Oryzias* egg. It degenerates in the mature egg. There is no micropylar structure in *L. japonica*.
4. In all three species, the emergence of an egg from the lamella of the ovary at the time of ovulation occurs in the definite preexisting region (follicular rupture) as in the well-known case of amphibian eggs (Pl. I, Fig. 3 & Pl. II, Fig. 7) and in this region the theca folliculi is not found. At the time of ovulation, hypertrophy of theca folliculi and follicular cells is detected.