

## ビワ湖産コアユの生殖腺における週年変化

Seasonal changes in the gonads of the land-locked salmonoid fish,  
Ko-ayu, *Plecoglossus altivelis* TEMMINCK et SCHLEGEL

本間義治・田村栄光  
Yoshiharu HONMA and Eimitsu TAMURA

(新潟大学理学部生物学教室)  
(Department of Biology, Faculty of Science, Niigata University)

### はしがき

アユ (*Plecoglossus altivelis* T. et S.) は、その稚魚時代を内湾など海で過ごした後、若アユとして春季河川へさかのぼり、上流域で成長、成熟する。その後、中・下流域へくだつて秋冬季産卵をすませると、そのほとんどが死滅するので年魚と呼ばれている。しかし、まれに産卵の機会を逸した雌アユが、冷水をさけて越年することが知られている（小林、1938；島津、1950など）。

このように特異なアユの一生を、内分泌活動の面から解明しようとする研究が、最近本間（1959, a, b; 1960; 1961）によって行なわれ、興味深い事実が提示されてきた。

ところで、アユがビワ湖や、火口湖である池田湖、ウナギ池、それに人造湖である小野湖、豊田湖のような閉鎖水域に陸封されるとコアユとなる。たとえば、ビワ湖の場合アユはここを海の代りとして、一生を湖水および、そこへ流入する河川で過ごす。しかもコアユにおいては、大アユより越年する個体が多いといわれている。

このような、環境条件の相違によってもたらされたコアユとアユの生活様式は、いろいろの点で違っている。この観点から、コアユの内分泌活動の変化を調べ、アユのそれと比較することは意義深い問題と考えられる。これによって、産卵後大部分のアユが死滅するのに、産卵後も生きのびて越年する雌魚があるといった現象（本間、1959b, 1960）も、よりよく理解できよう。そこで、コアユの内分泌腺のうち下垂体、甲状腺、副腎および生殖腺についてしらべてみたが、この報文では生殖腺にみられる季節的変化に限って述べる。

多忙にもかかわらず、材料を採捕提供してくださった滋賀県水産試験場長末次伝技師をはじめとする同場員のかたがた、ならびに元同場員小林茂雄技師の御協力に対し、心からお礼申しあげる。

### 材料および方法

供試材料は、ビワ湖の湖岸およびそこに流入する河川より捕えたコアユ (*Plecoglossus altivelis* T. et S.) であり、1960年3月から、1961年4月までの間、毎月1回滋賀県水産試験場員によって採集されたものを用いた。しかし、9月と2月の標本は得られなかつたので、これ

Table 1. Records of collection of koayu used in this study.

	採集年月日	採集地點*	採集用具
溯河	Mar. 7, 1960	伊香郡西浅井村大浦湖岸	追さで網
	Apr. 12, 1960	野州郡日野川川口	やな
	May 16, 1960	伊香郡西浅井村大浦湖岸	追さで網
	June 16, 1960	東浅井郡朝日村尾上湖岸	追さで網
	July 19, 1960	東浅井郡琵琶村南浜（姉川へ溯河のもの）	追さで網
	Aug. 8, 1960	伊香郡西浅井村塩津（大川へ溯河のもの）	四つ手網
	Sept. 7, 1961	彦根市犬上川川口	やな
	Oct. 10, 1960	坂田郡米原町多良天野川	やな
	Nov. 8, 1960	彦根市犬上川尻及多景島附近	やな
	Dec. 20, 1960	坂田郡米原町磯湖岸	引き網
河川	Jan. 17, 1961	（琵琶湖）高島郡安曇川町北舟木	地引き網
	Mar. 7, 1961	伊香郡西浅井村湖岸	追さで網
	Apr. 25, 1961	東浅井郡湖北町尾上（余呉川の川口）	四つ手網

\* 滋賀県

Table 2. Length and weight of body of koayu used in this study.

月	項目	体長 (mm.)	体重 (g.)	個体数
March '60	< R A	68.8—50.4 60.3	3.0—0.8 1.9	10
April '60	< R A	85.0—64.0 67.8	4.0—2.5 3.0	10
May '60	< R A	66.7—46.8 56.2	3.0—0.8 1.8	10
June '60	< R A	64.5—56.0 61.2	2.8—1.5 2.3	10
July '60	< R A	72.5—58.0 66.2	4.0—2.3 3.4	10
August '60	< R A	72.6—59.0 67.4	4.2—2.0 3.3	10
September '61	< R A	72.5—67.1 70.3	4.1—2.4 3.2	10
October '60	< R A	76.5—58.5 66.5	4.1—2.0 2.7	10
November '60	< R A	38.0—12.7 25.5	0.3—0.1 0.2	10
December '60	< R A	59.0—36.0 52.5	1.7—0.3 1.1	9
January '61	< R A	74.0—53.5 66.7	3.6—1.3 2.6	10
March '61	< R A	73.0—59.0 69.1	4.2—2.0 3.6	10
April '61	< R A	79.0—62.7 72.1	4.5—2.3 3.6	10
Otu-nen '61 (January)	< R A	122.0—95.0 111.0	23.4—9.6 16.1	3

R: range

A: average

らについては、1961年9月に得たものを当たりした。これらの採集年月日、採集地点、採集法については、一括して表示 (Table 1) する。

材料は、捕獲後現場において直ちにブアン氏液に固定されたもので、各月ともその中より10尾を選抜して観察した。これらの体格についても表示してある (Table 2)。

摘出した生殖腺は、外形を観察した後、パラフィン埋没し、8~10μの連続切片を作り、主としてデラフィールド氏ヘマトキシリン・エオシンの二重染色を行ない、ハイデンハイン氏鉄ヘマトキシリン・ライトグリーン、アザンの三重染色やPAS法によっても鏡検した。なお、脱水にはブチルアルコールを使用して材料の硬化、脆化を防いだ。

### 観 察 結 果

#### 卵巣発育の肉眼的観察

コアユの卵巣は、著しい左右不相称を示し、左片の方が体腔の前方から始まって大きく、右

Table 3. Size and weight of ovary of koayu used in this study.

採集年月日		卵巣の大きさ (mm.)			重量 (mg.)	備考
		長さ	巾	厚さ		
Mar. 7, 1960	左右	4.2 2.6	1.6 0.9	0.6 0.3	— —	
Apr. 12, 1960	左右	7.2 4.2	2.1 1.1	0.9 0.5	— —	
May 16, 1960	左右	5.0 3.7	2.0 1.3	1.2 0.9	— —	
June 16, 1960	左右	6.1 3.1	2.0 1.2	0.9 0.6	— —	
July 19, 1960	左右	8.7 3.4	3.2 2.0	1.4 1.0	— —	
Aug. 8, 1960	左右	11.4 6.4	3.6 2.1	1.5 1.0	— —	
Sept. 7, 1961	左右	24.4 13.7	7.0 4.7	4.4 3.0	333 100	排卵前の卵巣
Oct. 10, 1960	左右	19.0 9.2	5.7 3.2	2.2 1.8	100 —	排卵後の卵巣
Jan. 17, 1961	左右	15.7 9.4	3.5 2.4	1.6 1.2	— —	
Mar. 7, 1961	左右	28.0 25.5	2.2 1.6	0.9	— —	越年魚の卵巣
Apr. 25, 1961	左右	4.3 2.8	1.8 1.0	0.7 0.6	— —	

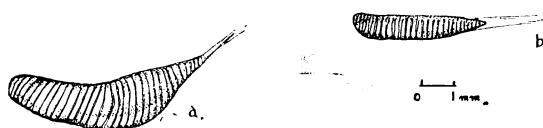


Fig. 1. Rough sketch of ovary of Ko-ayu,  
*Plecoglossus altivelis*, obtained in May.  
a. left lobe; b. right lobe.

するその比も非常に小さい (Table 3)。しかし、7月8月頃から、卵巣の長さが目立って増加しはじめ、初期の2倍近くに達する。

さらに産卵期である9月には、卵巣が急激に増大し、魚体長の1/3以上を占めるようになり、その重量も、300 mg. に達する。この場合、多数の熟卵をもつ排卵前の卵巣と、排卵後の卵巣とは、肉眼によってもかなり明瞭に区別できる。排卵後の卵巣中には、未成熟残存卵にまじって、大きな退化し始めている不産出閉鎖卵が散在していて、重量は排卵前のものより著しく減少しているが、卵巣の大きさそのものにはあまり差がない。

産卵後の10月の卵巣は、産卵期のものに比べると、その長さは変わらないのに、巾や厚さは半分以下に減っている。また、卵巣内には小さな未成熟卵と、退化している大きな不産出閉鎖卵が相当数認められる。

1月に採捕した越冬コアユの卵巣の外観は、細長いおび状のものになり (Fig. 2), 卵巣のところどころには、かなり退化の進んだ不産出閉鎖卵が散在しているのが目立つ。

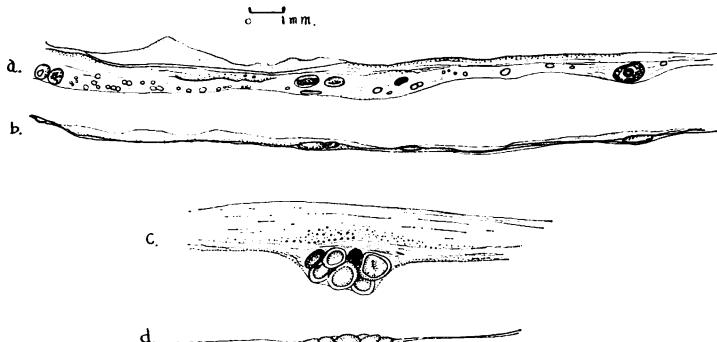


Fig. 2. A part of spent ovary in Otu-nen Ko-ayu.  
a. side view of left lobe; b. ventral view of left lobe;  
c. side view of right lobe; d. ventral view of right lobe.

### 卵巣および卵巣卵の組織学的観察

#### 1. 卵巣卵の発育過程

山本 (1954, 1956) がクロガレイについて行なった卵巣卵の成熟度の区分に従って、コアユのそれの成熟段階を示すと次のようになる。

##### (1) 染色仁期

卵は非常に小さく、切片で計測すると、直径  $7.5\text{--}37.5\mu$  であり、極めて少量の卵細胞質が、球形の核の周囲をとりまいている。この状態により少し発達すると、ヘマトキシリンで濃染される卵細胞質が、核のまわりに環状に現われてきて、卵細胞質は2層構造を示すようになる。

片は後方に位置して小さい。なお、各月別の卵巣の大きさの測定値は一括して表示した (Table 3)。若い卵巣の外観は、小葉があたかも櫛の歯のような様相を呈している (Fig. 1)。

卵巣の大きさは、3月～6月の間はそれほど変化しないままに過ぎ、魚体に対

核中には 1 つの染色仁と、多数の染色糸、染色粒が認められる (Fig. 3)。なお、この期の卵は 1 月～3 月の卵巢に多い。

#### (2) 周辺仁前期

卵は大きさを増し、直径  $18.8\sim41.3\mu$  で、増量した卵細胞質は、ヘマトキシリンで好染されるようになる。この時期の卵細胞質も、核のまわりを環状にとりまいているヘマトキシリンで濃染される部分と、その外側にある淡染部との 2 層構造を示している。核内には、ヘマトキシリンで染まる球形の真性仁が、核膜にそって多数並んでいるが、仁の数は成熟が進むにつれて増える傾向がある (Fig. 4)。この期の卵は、4 月 5 月の卵巢内に多く見られる。

#### (3) 周辺仁後期

卵細胞質はさらに増量し、卵径は  $30.0\sim48.8\mu$  となり、塩基好性的性質を失うので、ヘマトキシリンをあまりとらなくなる。仁は核膜に接して並び、いわゆるランプ・ブラッシュ染色体がみられるようになる。

一段と大きく発育した卵では、卵細胞質全体が粗顆粒状を呈している。また卵細胞質中には卵黄形成のさいその中心になるといわれている、卵黄核が現われ始める (Fig. 5)。この期の卵は 6 月～8 月上旬の卵巢に出現する。

#### (4) 卵黄胞期

卵の大きさは更に増大し、直径は  $150\sim210\mu$  となり、卵細胞質内には、卵黄胞が形成される。これは、初め卵細胞質の周辺部に現われるが、次第に内部にも多数存在するようになる。卵細胞質内には、1～2 個の卵黄核がみられる。核は球形で卵の中央位を占め、核膜寄りにヘマトキシリンでそまる仁が多数並んでいる。また卵の最外層には、放射線帯 (卵膜) が明瞭となる (Fig. 6)。一段と発育した卵では、動物極の放射線帯の外側に付着膜が形成され始める。これはエオシンで染まり、棚状構造を呈しており、卵の成熟につれてますます肥厚する (Fig. 7)。

#### (5) 卵黄球期

卵は著しく大きくなり、直径は  $240\sim300\mu$  に達する。卵細胞質中には、卵黄球が現われはじめる。これはやがて卵細胞質内をすっかりうめるようになる。核はなお球形を保ってはいるが、その輪郭はやや波状を呈する。核膜にそって多数の仁が並んでいるが、核内にも散在している。放射線帯はさらに肥厚してきて、卵の成熟が進むにつれ、放射線が、(a) 放射線帯のなかにまだ形成されていない状態のもの、(b) 動物極側にのみ明瞭なもの、および、(c)

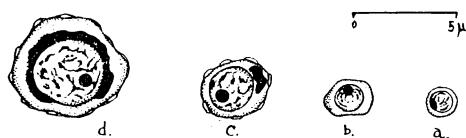


Fig. 3. Diagrammatic illustration of primary oocyte in chromatin nucleolus stage.  
a and b. a younger oocyte; c and d. a larger oocyte surrounded by a layer of follicle cells. Remarkably, ooplasm is divided into two layers, deeply stained inner zone and faintly stained outer one.



Fig. 4. Ova in early peri-nucleolus stage, a and b.

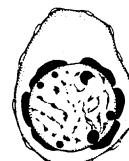


Fig. 5. Ovum in late peri-nucleolus stage.

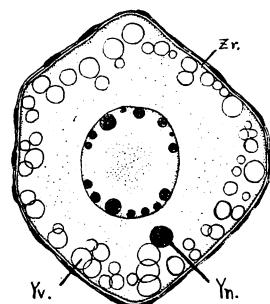


Fig. 6. Ovum in early yolk vesicle stage, having a yolk nucleus in its ooplasm.  
Zr: Zona radiata without radial striations;  
Yv: Yolk vesicle; Yn: Yolk nucleus.

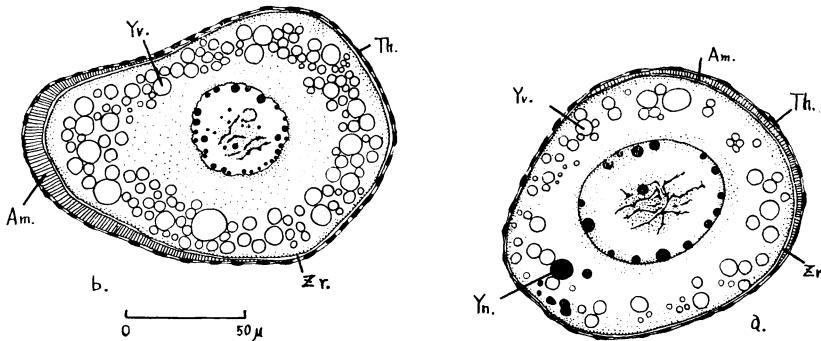


Fig. 7. Ovum in yolk vesicle stage, accompanied with adhesive membrane, a. early phase; b. late phase.

Th: Theca cells; Zr: Zona radiata; Am: Adhesive membrane; Yv: Yolk vesicle; Yn: Yolk nucleus.

放射線帶に一様にみられるものなどいろいろな段階の卵が観察される。付着膜も成熟に従って一層肥厚する。動物極に卵門ができた卵も出現する (Fig. 8)。この期の卵は、8月上旬～9月の卵巢内にみられる。

#### (6) 核(胞胚)移動期

中央にあった核が、一極へ移動する時期で、核は半月状に近い不規則な形を示すようになる。

#### (7) 前成熟期および成熟期

卵は非常に大きくなり、その直径は切片で 450～570  $\mu$ 、固定材料で 525～660  $\mu$  である。核膜は消え、核質と卵細胞質との区別はできがたい。卵黄球は互いに融合して大きさを増す。卵黄球の増大に伴って卵の周辺部へ移行した卵黄胞は、PAS 陽性を呈し、結局表層胞に変る。す

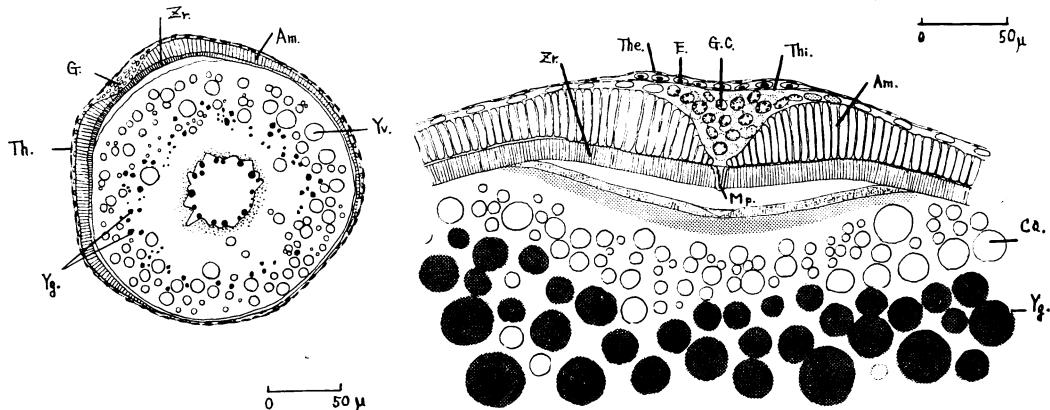


Fig. 8. Ovum in early yolk globule stage, having a micropile. It is noticed that a periphery of nucleus is in a irregular state and radial striations are found near animal pole.

Th: Theca; Zr: Zona radiata; Yv: Yolk vesicle; G: Granulosa; Am: Adhesive membrane; Yg: Yolk globule.

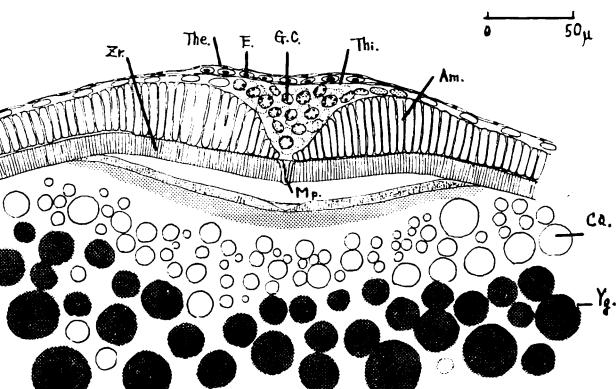


Fig. 9. Diagrammatic illustration of micropile region.  
The: Theca externa; Thi: Theca interna; E: Erythrocyte; G: Granulosa cells; Mp: Micropile; Am: Adhesive membrane; Zr: Zona radiata; Ca: Cortical alveoli; Yg: Yolk globule.

べての卵の動物極には卵門が認められ、顆粒層細胞もこの部域に多く集まっている。

付着膜は動物極側で著しく高く、約 $90\mu$ となっているが、植物極側には存在していない。放射線帯も $23\mu$ と厚さを増し、その中に放射線が緻密に走っているのがみられる。なお、付着膜と放射線帯は両者ともエオシンで好染されるのであるが、アザン三重染色では、前者がオレンジG、後者がアゾカーミンをとり、またPAS染色では、同じくオレンジGと、PAS陽性とに染め分けられる(Fig. 9)。この期の卵は、9月の卵巣内にみられる。

## 2. 閉鎖卵および黄体形成

コアユにおいても成熟卵が排卵されると、今まで卵体を包んでいた顆粒層が、卵巣内に排卵痕として残される。これには、破れた箇所が開いたまま、馬蹄形を呈しているものや、これが閉じて環状となったものなどがある。

排卵後の卵巣内には、成熟しても未排卵のまま残された、いわゆる閉鎖卵があって、すでに退化過程に入っているものもある。この退化は、卵黄胞期以降の卵から見られるもので、核が消失し、卵細胞質が液化し吸収される現象である。

なお本項では、周辺仁期以前の若い卵母細胞すなわち、いわゆる残存卵の運命については触れない。

ところで、魚類の閉鎖卵の退化過程については、BRETSCHNEIDER and DUYVENÉ de WIT(1941, 1947), STOLK(1951, 1957), 本間(1961)ら多くの研究者によって記載され、いくつかの段階に分けられている。これらに基いてコアユ

のそれを次のように区分してみた。

### A相

(1) 顆粒層が肥厚し、膨化した顆粒層細胞は透明となる。

(2) 付着膜、放射線帯が、顆粒層細胞による侵食を受け始め、部分的に崩壊する。

(3) 卵黄球は融合して卵黄塊となり、その中に空胞が生じ、卵体は外側より崩壊、液化する。しばしば、この液状体が、顆粒層と卵膜の間に逸出している(Fig. 10)。

### B相

(1) 顆粒層の肥厚が一層著しく、顆粒層細胞による侵食作用も烈しくなる。

(2) 付着膜、放射線帯が寸断されて小片となる。

(3) 卵黄および卵細胞質の崩壊ならびに液状化がさらに進む(Fig. 11)。

### C相

(1) 顆粒層細胞は小さくなる。

(2) 付着膜、放射線帯が不規則にひだうった状態のままや、小さくちぎれたまま、消失することなく残っている。

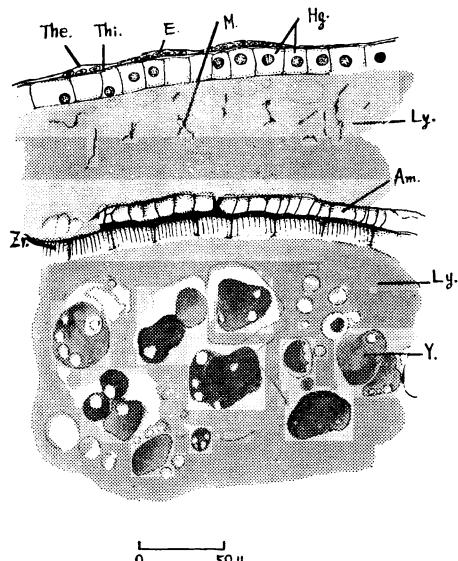


Fig. 10. A part of an atretic follicle in A-phase.

The: Theca externa; Thi: Theca interna; E: Erythrocyte; M: Melanin pigment; Hg: Hypertrophic granulosa; Ly: Liquefied yolk; Am: Adhesive membrane ingested partially; Zr: Zona radiata; Y: A yolk mass resulted from union each other.

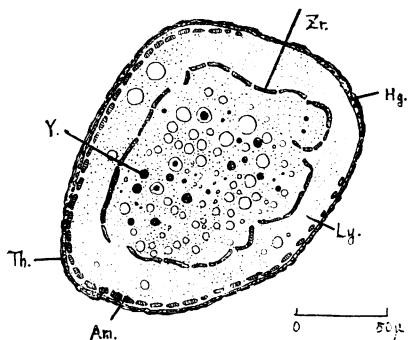


Fig. 11. A B-phase atretic follicle indicating a condition of fragmental oolemma. Space between granulosa and oolemma is occupied with liquefied yolk.

Th: Theca cells; Hg: Hypertrophic granulosa cells; Am: Adhesive membrane; Zr: Zona radiata (oolemma); Y: Liquefied yolk substance.

(3) 卵黄や卵細胞質は、ほとんど吸収されてしまい認められなくなる (Fig. 12)。

ところで上述した過程は、漸進的なものであり、顆粒層細胞の侵食作用に対する卵膜の抵抗性の強弱によっても、退化像はいろいろと異なっている。

### 3. 卵巣卵の季節的変化

卵巣卵の発育度を月ごとに追ってみると次のようになる。

3月から7月までの間の卵巣は、いずれも無卵黄期の卵で占められている。まず3月上旬では、大部分の卵は、染色仁期（第1次卵母細胞に相当）に達しており、周辺仁期（第2次卵母細胞）の卵も相当数認められる。しかし、各卵の大きさにはかなり差があり、成長した卵ほど卵巣小葉の中央域に集中している傾向がみられる。反対にごく小さな卵は、周辺部に群集している。4月上旬になると、卵巣内小葉の中央部に位置した卵は、すべて周辺仁前期に達しており、小葉

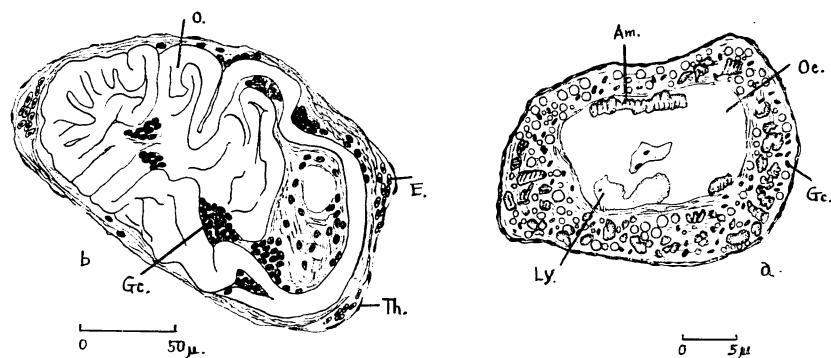


Fig. 12. A C-phase atretic follicle.  
a. a follicle with an ovum cavity after almost of egg contents were ingested; b. a follicle with remarkable convoluted oolemma. O: Oolemma; Hg: Hypertrophic granulosa; Oc: Ovum cavity; E: Erythrocyte; Th: Theca; Gc: Granulosa cells.

壁の方のそれは、それらより小さい周辺仁期の卵と、成長した染色仁期の卵とが混在している。なお、小葉壁には、きわめて小さい染色仁期の卵が存在しているが、その数は3月のものよりも多くはない。5月中旬のものでは、小葉の中央辺の大部分が、周辺仁前期の卵によって占められている。しかし、その周辺部には、ごく小さな染色仁期の卵がまだ相当数残っている。6月中旬の場合、小葉中の卵はほとんど周辺仁期に発達する。しかも、ヘマトキシリソでよくそまらない卵細胞質を持った大形で後期の段階にあたる卵が、ヘマトキシリソで好染されるそれをもった前期のものより、いく分多くみられる。染色仁期の卵は、非常に少なくなり小葉の周辺部に限って存在している。7月中旬には、小葉の中央部に、多数の周辺仁後期の卵が存在するようになる。これらの卵には、きわめて大きいものがあり、その卵細胞質は、粗顆粒状を呈し

ている。その中に 1~2 個の卵黄核が認められる卵もある。小葉壁の近くには周辺仁前期の卵が存在しているが、その数は少ない。これらの卵細胞質が 2 層構造を示すことは、先述した通りである。まだ染色仁期に属している小さな卵は、小葉壁にごく少數認められるにすぎない。

8 月上旬の卵巣内小葉は、大形の粗顆粒状の卵細胞質をもった周辺仁後期の卵によって占められ、周辺仁前期の卵は、小葉の周辺部におしやられた様相を呈している。一方、かなり成長した染色仁期の卵群も、少數ながら依然周辺部に残っている。卵黄胞期に達した卵をもつ個体も出現する。

1960 年の場合、産卵期は 9 月上旬から始まつたらしく、同旬にすでに放卵後の卵巣をもった標本が少數観察された。しかし、大部分の個体の卵巣はまだ未排卵のままであった。排卵前の卵巣の中央部は、卵黄球後期の卵がもっとも多く、ついで卵黄球前期、卵黄胞期の順であるが、核移動期の卵も少數みられた。一方、周辺部には、周辺仁期の卵が少數存在し、染色仁期のものもごく少數かたまっていた。排卵後の卵巣中には、当然多数の排卵痕がみられる。しかし、卵黄球初期の卵も残っていたが、卵黄胞期、周辺仁後期のものは少ない。そして、すでに退化を起した閉鎖卵も若干あり、特に卵黄球が液状化しあじめたばかりの A 相のものが多い。

産卵が完了した 10 月上旬には、卵巣中に排卵痕、未成熟残存卵、退化卵が混在しているが特に排卵痕が目立つ。残存卵は周辺仁前期や同じく後期に属するものである。一方、卵黄球初期の卵がかなりみられる。また注目すべきことは、卵巣外被のところに、染色仁期の卵群がごく少數存在していたことである。このような経産卵巣には退化卵がかなりあり、卵体が液状化され始めている状態のもの (A 相) や、さらに進行して顆粒層と放射線帯との間に大量に液状体が逸出しているもの (B 相)，卵膜のみがひだうったり、寸断されたりして残っているもの (C 相) など 3 段階の像を示していた。

いわゆる越年アユの卵巣では、1 月中旬の標本の場合、閉鎖卵を含むほとんどの不産出卵が、退化、吸収されてしまう。これらでは卵巣膜がちぢんで長いひも状のものとなっている。なお、卵巣外被や互いに集合してきて厚くなった小葉壁のあちこちに、大小種々の黄色顆粒群 (Fig. 13) が散在しているのが注目をひく。被検魚のうち 1 尾は、その卵巣内に黄色顆粒群にまじって、卵巣外被や、特に互いに相寄り厚くなつた小葉膜 (卵巣褶) の周辺にそって、染色仁期の若い卵群がみられた。

#### 4. ヒウオ生殖腺の発達

いわゆるヒウオと呼ばれているシラス期に相当する幼コアユの生殖腺は、はなはだ小さくて、肉眼では認めがたい。

11 月に採集したものの生殖腺は、腹膜の背方部の 1 部が肥厚している状態にすぎない。その部分には不定形の核をもった、いわゆる移動細胞と、それから由来したと思われる原始生殖細胞が認められる。ところがさらに成長してそれらの 2 倍ほどの大きさになり、クロマチン網のみられる球形の核をもつた生殖細胞も、少數存在している (Fig. 14)。

12 月になると、腹膜の肥厚は一層著しく、ひだを形成するようになる。そこでは、生殖細胞が有糸分裂を行ない数が増える一方、大きさは小さくなっている (Fig. 15)。しかし、これが将来卵原細胞、精原細胞のいずれへ分化するのかは、追跡できなかった。

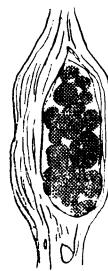


Fig. 13. A part of ovigerous fold including a mass of yolk pigment granules.

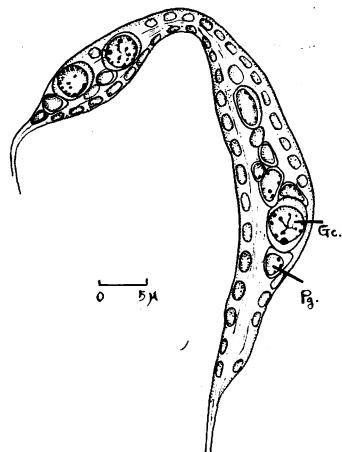


Fig. 14. Gonad of young fish, the so-called Hi-uwo, collected in November, as merely a state of ridge of splanchnic membrane.

Pg : Primordial germ cell; Gc : Definitive germ cell.

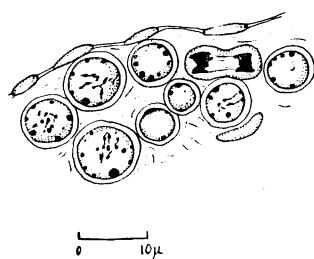


Fig. 15. Section of gonad of Hi-uwo in December, showing a division of germ cell.

厳冬季の1月にとったものの生殖腺では、雌雄の区別が容易になる。卵巣内には、すでに第1次卵母細胞が形成されているのに、一方精巣内は、まだ精原細胞のままであった。

#### 精巣発達の肉眼的観察

コアユ精巣の形態は刀状であり、左右両葉の大きさと位置の間には、卵巣と同様に著しい左右不

Table 4. Size and weight of testis of koayu used in this study.

採集年月日		精巣の大きさ (mm.)			重量 (mg.)	備考
		長さ	巾	厚さ		
Mar. 7, 1960	左	2.2	0.8	0.1	—	
	右	2.0	0.5	—	—	
Apr. 12, 1960	左	2.5	0.9	—	—	
	右	2.5	0.7	—	—	
May 16, 1960	左	2.4	0.7	—	—	
	右	1.5	0.5	—	—	
June 16, 1960	左	2.4	0.9	—	—	
	右	1.8	0.7	—	—	
July 19, 1960	左	4.0	1.3	0.3	—	
	右	2.5	1.1	1.0	—	
Aug. 8, 1960	左	4.8	1.3	0.5	—	
	右	3.0	1.1	—	—	
Sept. 7, 1961	左	11.1	5.6	2.0	100	
	右	8.5	3.1	1.9	—	
Jan. 17, 1961	左	2.2	1.0	—	—	
	右	1.9	0.4	—	—	
Mar. 7, 1961	左	3.4	0.9	—	—	
	右	2.0	0.6	—	—	
Apr. 25, 1961	左	2.1	0.9	—	—	
	右	1.5	0.7	—	—	

相称がみられる (Fig. 16)。各月ごとの精巣の大きさの測定値は、一括して表示した (Table 4)。表からもうかがえるように、精巣の大きさは、3月～6月の間は、ほとんど変化しないままであるが、成長期の7月、8月には長さにおいて前期の2倍近くに延長し、産卵期の9月では、春季の5倍近くとなり、重量も著しく増加する。しかし、放精した精巣では、巾、厚さともに急激に減少する。

#### 精巣の組織学的観察

1～5月に採ったコアユの精巣内は、精原細胞によって占められ、これらが増殖分裂をしている像も見られた。この場合、精原細胞数は月を追って増加していく (Fig. 17)。1切片について観察すると、精原細胞は2～10個づつが1組になり、その周囲を不定形の核をもったいびつの細胞にかこまれ、小室を形成するようになる。小室内の精原細胞の間にも、上述したものと同形状の移動細胞が入りこんでいる。また、それぞれの小室の間には毛細血管が走っている。

4月から5月の候には、これらの精原細胞は成長期に入り、その直径が9.4～11.3μに達して前期のそれのはば2倍となる (Fig. 18)。すなわち、第1次精原細胞の段階において成長期に入り、第2次精原細胞へ進む。

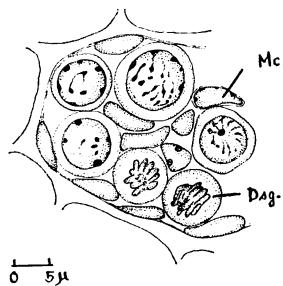


Fig. 17. Section of testis in April, showing spermatogonia in the process of cell division and migrating cells.  
Mc: Migrating cell; Dsg: Spermatogonia under cell division.

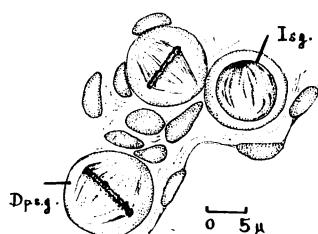


Fig. 18. Section of testis in May, showing primary spermatogonia under growth period.  
Dpsg: Primary spermatogonia under cell division; Isg: Primary spermatogonia in growth period.

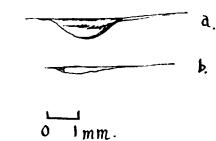


Fig. 16. Rough sketch of testis of Ko-ayu in May.  
a. left lobe b. right lobe.

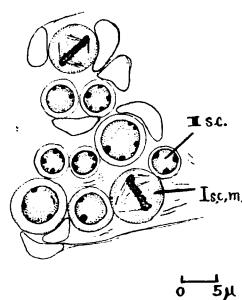


Fig. 19. Section of testis in July.  
Iscm: Primary spermatocyte under first maturation division; IIsc: Secondary spermatocyte.

このようにして、6～7月の精巣内には、精原細胞の分裂が頻繁に観察されるが、結局これらは大きさが6.0～6.4μの第2次精原細胞となる (Fig. 19)。これらは漸次第1次精母細胞に変るが、この時の細胞の成長は著しくない。

つぎに、7月の材料では、第1次精母細胞が第1次成熟分裂を行なっており、その結果直径が4.0～4.5μにまで小さくなったり第2次精母細胞を生ずる (Fig. 20)。8月のものでは、ほとんど第2次精母細胞になっており、間充織も発達し小室も明瞭に形成されている。第2次精母細胞は小室壁にそってならんでおり、室の中央部に空所ができる。これらの細胞のなかには、第2次成熟分裂が始まっているものがある (Fig. 21)。産卵初期と目される7月上旬の標本では、小室が破れて互いに融合し、より大きい室を作り、その壁側には、大きさが3μほど



Fig. 20. Section of testis in August, showing secondary spermatocytes.  
IIsc: Secondary spermatocyte; IIscm: Secondary spermatocyte under secondary maturation division.

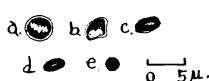


Fig. 21. Diagrammatic illustrations of spermatogenesis found in testis of September.  
a. spermatid; b, c and d. spermatid under metamorphosis; e. head of spermatozoa.

るようになる。また精子への変態直前と思われる精子細胞の大きさは  $2\mu$  にすぎない。

つぎに完全に精子形成の終了した小室より順次やぶれはじめ、精子束は輸精管へ逸出している。そして大半の精子が出てしまった小室内には、セルトリー氏細胞が残存精子と混在しているのがみられるほか、小室壁には少数の完成途上の精子細胞や、大きさが  $5\sim 6\mu$  の精原細胞と目される 1 細胞層が認められる。

なお、間充織の細胞には 2 型があり、橢円形状の核をもった不定形の細胞と、まるい核をもった、大小種々の円形細胞とが区別できる。一般に、後者は間充織の縁に存在していることが特徴である (Fig. 22)。

## 論 議

まず卵巣卵の発育について述べると、鈴木 (1939) は鹿児島県のウナギ池のコアユにおいて、卵巣の前部と後部で卵の成熟度に差のあることを観察しているが、ビワ湖産コアユでは、著しい差は認められなかった。また一生のうち 1 回の産卵をして死滅するような魚類、たとえば、多くのサケ、マス類、円口類のヤツメ類の卵巣卵の発育は、完全同時発生型であることが知られている (CHAMPY et GLEY, 1923\*, 山本・甲斐・石田 1959)。一方、ビワ湖産コアユのそれは、本間 (1959) がアユでみたものと同様に、1~6 月ころまでは染色仁期、ならびに周辺仁期にしか達していない。しかし、産卵期が近づいた 7~9 月の候では、卵は卵黄胞期、卵黄球期、前成熟期と急激に発育する。ところが、この場合も、決して全部の卵が同時に発育するということではなく、卵巣の周辺部には、かなりの数の発育の遅れた卵が混在している。このような同じ発育段階にない卵がコアユにおいては、

のきわめて細胞質に乏しい小さい精子細胞がならぶようになる。そして、室の内方のものほど、精子細胞の核はヘマトキシリンで濃染されており、中央部には、細胞管のほとんどなくなった精子細胞と、尾をもった精子の束が方向の不定のまま存在している。一般に、精子完成の過程が進むにつれて、細胞核はヘマトキシリンで濃染され

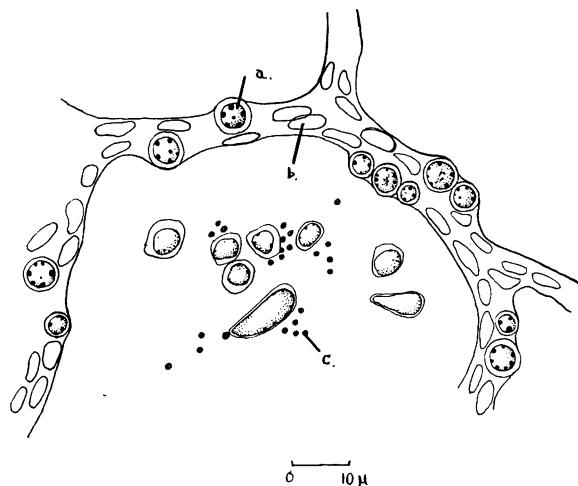


Fig. 22. A part of lobular wall in spent testis, indicating two types of interstitial cells.  
a. round cell with round nucleus located in periphery of wall; b. cell in irregular shape; c. relict spermatozoa.

\* 山本ら, 1959 より引用。

アユにおけるそれよりも多いようにみうけられる。多分、このことは、コアユが体成長の不十分のまま、短期間で卵巣卵を発達させねばならないので、普通アユの場合より各卵巣卵の熟度差が大きいのであろう。島津(1950)は、コアユの産卵習性として、最初の産卵後約20日で、同一の親魚が2回目の産卵を行なうと述べているが、今回観察した標本に関する限りこのような現象に組する結果を表わしているとは思えない。

またコアユでは、卵巣の大きさの変化と、内部の卵巣卵の熟度とは比例的であった。つぎに、排卵前の1~8月までの卵巣内では、退化を起こしている卵巣卵が認められなかつたのに、9~10月の排卵後の卵巣内では、閉鎖卵が退化、崩壊していた。このようないわゆる閉鎖黄体形成現象は、魚類に限らず、すべての脊椎動物群においてみられるという(HISAW and HISAW, 1959)。コアユの閉鎖卵の退化状態は、BRETSCHNEIDER and DE WIT(1947), STOLK(1951, 1957), 本間(1961)らによる区分に従うと、A-, B-, C相のものが観察できた。

また、越年アユ(1月)の卵巣はひも状で容積はきわめて小さいが、これは多くの不産出卵が、崩壊、吸収された結果と思われる。この場合も、A-, B-, C相の退化卵が認められたが、終局的な黄体である、D相のものはなかつた。しかし、卵巣内の結合織および筋肉状組織とよって構成されているいわゆる小葉膜の中には、起源が不明であるものの、黄色顆粒群が随所に散在していた。この状態については、すでに本間(1960)がアユについて記載しているものと全く同様で、多分排卵痕の収縮集合に基づいて作られた黄体から由来するように思われる。

ところで肥大した顆粒層細胞が、いわゆる Oviductin(BRETSCHNEIDER et DE WIT, 1947)とよばれるホルモンや、黄体ホルモン(STOLK, 1951, 1957)を分泌するらしいことが、欧州産タナゴ(*Rhodeus amarus*)や胎生魚のグッピー(*Lebistes reticulatus*)や淡水産胎生サヨリの1種(*Dermogenys pusillus*)などについて報告されている。一方、BEACH(1959)はキンギョ(*Carassius auratus*)、本間(1960)はアユで、顆粒層細胞は卵黄をとかす酵素を分泌するのではないかとみている。最近、白井(1960)は、バラタナゴ(*Rhodeus ocellatus*)を用い BRETSCHNEIDER et DE WITらが、Oviductinによって、本類の産卵管の伸長がもたらされるという説に反する実験結果を提出した。いずれにせよ、BEACH(1959)がキンギョで、本間(1960)がアユで述べているように、黄体がホルモンを分泌するかどうかは、組織学的手段では確かめられない。多分、HISAW and HISAW(1959)が考察しているように、顆粒層細胞が卵内の含有物を吸収することは、広く脊椎動物において見られる現象であり、この現象こそ黄体の本来の機能であって、哺乳類にみられる黄体の内分泌作用は、もっと進化的に後の段階において、適応し獲得されたものであろう。すなわち、コアユのような、卵生の魚では、顆粒層細胞は単に、卵膜、卵黄を吸収し、血管中へ移転させるという働きをしているにすぎないと思われる。

つぎに、卵の退化の進度について、POLDER(1961)はニシン(*Clupea harengus*)で、発育の進んだ卵ほど卵黄の量も多く、顆粒層細胞の食作用に対する卵膜の抵抗性も大きいと述べているが、このような傾向は、コアユの場合においても見られた。

越年コアユ(1月)のうち、1個体のみ、閉鎖黄体が全部吸収されてしまい。小葉膜や卵巣外被の中には黄色顆粒群が散在しているだけで、しかも、小葉膜や卵巣外被の中に、染色仁期に達した若い卵群をもっているものがあった。このような若い卵について、鈴木(1939)は多摩川産のアユではないのに一方、鹿児島県のウナギ池のコアユでは認められたと報告している。本間(1961)も、新潟県阿賀野川および信濃川の支流より2月に得た越年アユにはないのに(本間, 1960), 4月にとったものではあったことを述べている。同様な若い卵は、WEISEL(1947)や

ROBERTSON (1960) によってベニザケ (*Oncorhynchus nerka*) でも記載されているが、マスノスケではみられなかったという (ROBERTSON, 1960)。それゆえ、最初の産卵で倒れてしまうサケ・マス・アユ類において、それらの経産卵巣に若い卵母細胞が存在するという現象は決して普遍的とは思われない。

ところで、多年産卵をする魚類では、GOKHALE (1957) がマダラ類 (*Gadus spp.*) において、経産卵巣中に、若い卵母細胞が成長しないままに、残っていることを確めているし (いわゆる、残存卵)，山本・山崎 (1961) はキンギョで、POLDER (1961) はニシンで、産卵直前の成熟卵巣内にも、周辺仁後期の卵を始めとする残存卵があつて、これらが、翌年再び、次第に発育成熟してゆくらしいと記述している。また STENGER (1959) はボラ (*Mugil cephalus*) の経産卵巣内にみられる若い卵は、残渣卵原細胞ないしは、始原生殖細胞より由来したものと考察している。産卵期以後も生存しているアユの卵巣内に観察された若い卵の起源については、鈴木 (1937) は新しく形成されたものであるといい、本間 (1961) もこれらが未成熟残存卵でなく、また、卵細胞質の部分的な吸収による若返り卵でもないとし、多分残渣卵原細胞に由来するものだろうと推定はしているものの、まだ確実に卵原細胞とみなされるものは報告していない。コアユの場合も、周辺仁後期に達した卵の卵細胞質層の再吸収による若返り卵でないことは明らかであるが、これが未発育のまま残された卵母細胞か、残渣卵原細胞から由来したものかは、決定できなかった。しかし、9月10月に得た排卵痕をもつ標本の卵巣中においても、卵原細胞はみつけられないのに、きわめて若い染色仁期の卵が、わずかではあるが、卵巣外被、小葉膜の周辺にみられたことについては先述した。多分、残渣卵原細胞は、産卵期に分裂して染色仁期に到達するのである。これらの若い卵母細胞が、はたして機能的になり、排卵されるかどうかは、本間 (1959, 1960) も議論しているように不明であり、もっと多くの材料を検討せねばなるまい。このことからして、越年魚の卵巣卵は部分同時発生型に属すといえる。

つぎに、ヒウォについて、性分化がどのように行なわれるかは、本研究題目の性質上深く追求はしなかったが、ROBERTSON (1953) はサケ (*Oncorhynchus keta*) の場合、今まで硬骨魚で知られているものと異なり、性分化は、一時的に雌の状態を経ることなく、直接に雌や雄へと分化してゆくと報告している。

コアユの精子形成の状態も、本間 (1959) がアユで調べたものとほぼ同様であり、1~6月の間は、第1次精原細胞の成長や、精原細胞の増殖分裂が継続したままで、7月に入ると第1次および第2次精母細胞ができ、8月の精巣内はほとんど第2次精母細胞で占められ、産卵期に入る9月上旬には、精子完成の過程がみられる。このように生殖期間近くになって急激に成熟が進み、放精される状態は、卵巣卵の成熟状態と全く同様である。ところで、精子形成のさい、第1次精原細胞の段階が成長期に当るという事実は、硬骨魚類一般に認められている (FOLEY, 1926, *Umbra limi*; 山本, 1953, クロガレイ; GOKHALE, 1957, マダラ; 本間, 1959, アユ)。

また、各小室内における精子形成の発育度は、ほぼ一定であり、これは山本 (1953) がクロガレイで見たのと一致する。しかし、クロガレイでは精子細胞や精子が存在する期間が、11月上旬から翌年の4月ころまでの長期間であるといい、この点これらの存在期間が1箇月に満たないコアユと相違しているが、多分生態上の差異にもとづくのであろう。

精原細胞がどこから由來したかについては、FOLEY (1926) は、小葉やまたは精巣の外部から移動してきた細胞が変化してできたものといい、山本 (1953) はクロガレイで、GOKHALE (1957) はマダラで、やはり移動細胞より起源すると考えている。しかし、これらの移動細胞がどこか

ら来たかについては、まだ十分研究されていない。コアユの精巢内には、1~4月ころに小室が形成され始めるが、その際、精母細胞群の間にも、小室を形成する細胞とよくしているが、その形態的特徴はやはり移動細胞と思われるものが存在している。鈴木(1939)は、池田湖とウナギ池のコアユで、放精後的小室壁に、新しく形成された一層の精原細胞が認められると記述している。ビワ湖産コアユにおいても、小室壁に休止状態の精原細胞層を認め得た。多年生殖を行なう魚類では、精子の完成した精巢の小葉壁において、すでに次回の生殖のための精原細胞が存在することが、いろいろの種類で知られている(POLDER, 1961, ニシン; GOKHALE, 1957, マダラ; 西川, 1955, メダカ, ドジョウ)。POLDER(1961)は、精子完成時の精巢内には、その小葉壁内に、移動細胞と休止期の精原細胞が認められると言っている。一方、コアユの場合、新生された精原細胞がどのような運命をたどるかは、経産卵巣にみられた若い卵母細胞と同様に不明である。放精し終った雄アユは、間もなくほとんど倒れてしまうので、満2年間生存したと思われる雄アユはもちろん、最初の産卵期以降を越冬した個体さえ、現在入手していないからである。

他の内分泌腺にみられる季節的变化については、近く *Zoologica*, vol. 48 (1963) に印刷される予定である。

## 要 約

ビワ湖産コアユの生殖腺にみられる季節的变化について、組織学的に観察し、つぎのような諸点を明らかにした。

1. コアユの生殖腺の発育は生殖細胞の数の増加および成長と相関しており、そのさい、外部形態にも変化を伴う。
2. 11~12月に得たヒウオの生殖腺は、腹膜の背方の一部分が膨大したものにすぎないが、性分化の状態は確かめ得なかった。1月には、卵、精巢の区別が明瞭となり、卵巣内には第1次卵母細胞が、また精巢内には精原細胞が認められる。
3. 卵巣卵は、1~7月までの間は無卵黄期の段階のままにとどまり、産卵期間近の8~9月になると、急激に卵黄形成が進展し、成熟期に入る。卵巣卵の発育度は決して一様ではないが、体の成長がおさえられたまま成熟させねばならないことが一因らしい。
4. 越冬したコアユの卵巣には、卵巣外被や小葉膜(卵巣褶)にそって染色仁期に属す若い卵群が認められた。これらは、多分残渣卵原細胞に由来したものらしい。また、その後これらの卵に卵黄形成が行なわれ、機能卵にまで発達するかどうかも不明である。越年アユの卵巣卵は、部分同時発生型に入る。
5. 経産卵巣内に存在する閉鎖卵の黄体形成過程において、肥大した顆粒層細胞は単に、卵膜や卵黄を侵食、吸収することに関与しているだけらしい。この黄体形成過程には、A-, B-, C相のものがみられたが、終局的な黄体と目されるD相のものは、認められなかった。しかし、卵巣内の結合組織内には、排卵痕に由来したと思われる多数の黄色顆粒群が散在していた。
6. 1~6月の間に捕えたコアユの精巢には、成長期の第1次精原細胞、およびこれらの増殖分裂がみられる。夏季には成熟分裂が盛んになり、生殖期が近づくと急激に精子形成が進展し、9月には精子が完成され、放精が行なわれる。1精巢内のそれぞれの小室における精細胞の発育度の差は、まず認められない。
7. 放精した精巢の小室壁には、新たに作られた休止期の精原細胞層が認められた。これが

雄魚の生存期間中に機能的な精子にまで発育するかどうかは不明である。なお、間充織内の細胞には、2型が区別できた。

### Résumé

The seasonal changes in the gonads of the land-locked salmonoid fish, the so-called "Koayu", in the Lake Biwa were observed histologically, and the following results were obtained.

1. The growth of ovary of the fish are correlated with the increase in number and the expansion of dimension of germ cells.

2. The gonad of juvenile fish, the so-called Hi-uwo, taken in November and December, originates from the dorsal fold of the splanchnic mesoderm. However, the initiation and mode of the sexual-differentiation was undetermined. The histological differences between the ovary and testis become distinct in the materials of January, since the primary oocytes and the spermatogonia are recognized in each gonad.

3. The ovarian eggs pass through the state of yolkless from January to July. In the pre-spawning season, August to September, the vitellogenesis rapidly occurs in the number of eggs. Then, these eggs are reaching a ripe-stage. The developmental stages of ovarian eggs contained in a single ovary of Koayu are not quite synchronous.

4. Several groups of the young oocytes at the stage of peri-nucleoli have been encountered in the ovigerous folds of the spent gland of the so-called Otu-nen Koayu that have survived after spawning. These young oocytes have derived from the residual oogonia. It is not yet determined whether or not these young oocytes can develop to mature functional eggs. Development of the ovarian eggs of the Otu-nen Koayu might be classified as partial synchronism.

5. It seems to be probable that the hypertrophic granulosa cells merely play a part in the destruction, transfer, and ingestion of oolemma and egg contents, such as yolk and ooplasm, during the formation of corpora lutea of pre-ovulation atretic eggs in the spent ovary of fish. In the process of degeneration, the atretic eggs showed the A-, B- and C-phase, but not the D-phase, which is considered to be the ultimate corpus luteum. On the other hand, many, scattered, yellow pigment granules were recognized in the connective tissue of the spent ovary of Otu-nen Koayu. It is likely that they are derived from the ovulation scars, namely, the empty follicles (=the post-ovulation corpora lutea).

6. The primordial germ cells, the primary spermatogonia under the growth and multiplication periods were detected in the testis of fish obtained from January to June. The maturation division were frequently encountered in the preparation of summer, and the sperm are ejected outside the testis after the completion of formation of spermatozoa in September. The maturity of the cells contained in a single testis is synchronous.

7. In the cystic wall of the spent testis there appeared a layer of spermatogonia in the resting stage, which are newly formed after the first spawning. The fate of these new spermatogonia during the survival time of fish is questionable. Besides, these are two types in the interstitial cells of lobular wall.

### References

- BEACH, A. W., 1959: Seasonal changes in the cytology of the ovary and of the pituitary gland of the goldfish. *Canad. J. Zool.*, 37: 615-626.
- BRETSCHNEIDER, L. H., and J. J. DUYVENÉ DE WIT, 1947: Sexual endocrinology of non-mammalian vertebrates. *Monog. Prog. Res. Holland*, 146 p. Amsterdam.
- FOLEY, J. O., 1926: The spermatogenesis of *Umbra limi* with special reference to the behavior of the spermatogonial chromosomes and the first maturation division. *Biol. Bull.*, 50: 117-146.
- GOKHALE, S. V., 1957: Seasonal histological changes in the gonads of the whiting (*Gadus merlangus* L.) and the Norway pout (*Gadus esmarkii* Nilson). *Ind. J. Fish.*, 4: 92-112.
- HISAW, F. L. Jr., and F. L. HISAW, 1959: Corpora lutea of elasmobranch fishes. *Anat. Rec.*, 135: 269-277.
- HONMA, Y., 1959 a: Studies on the endocrine glands of a salmonoid fish, Ayu, *Plecoglossus altivelis* Temminck et Schlegel. I. Seasonal variation in the endocrines of the annual fish. *J. Fac. Sci., Niigata Univ.*, Ser. II, 2: 225-233.
- HONMA, Y., 1959 b: Ditto. II. Endocrines of the spent fish or Otu-nen Ayu. *ibid.*, 2: 235-242.
- HONMA, Y., 1960: Ditto. III. Changes in the adrenal cortical tissue during the life-span of the fish. *Annot. Zool. Japon.*, 33: 234-240.
- HONMA, Y., 1961: Ditto. IV. The fate of the unspawned eggs and the new crops of oocytes in the spent ovary. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 27: 873-880.
- 小林久雄. 1938: 鮎論. 水研誌, 33: 209-264; 265-284; 320-341.
- 西川昇平. 1956: メダカの精巣に於ける生殖細胞の季節的変化, 動雑, 65: 19-22.
- 西川昇平・久保田善二郎. 1959: ドジョウの精巣における生殖細胞の季節的変化, 染色体, 41: 1379-1384.
- POLDER, J. J. W., 1961: Cyclical changes in the testis and ovary related to maturity stages in the North Sea herring, *Clupea harengus* L. *Arch. Néeland. Zool.*, 14: 45-60.
- ROBERTSON, J. G., 1953: Sex differentiation in the Pacific salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum). *Canad. J. Zool.*, 31: 73-79.
- ROBERTSON, O. H., 1960: Histological changes in the organs and tissues of migrating and spawning Pacific salmon (Genus *Oncorhynchus*). *Endocrin.*, 66: 222-239.
- 島津安樹朗. 1950: アユ. 淡水魚, 1: 22-37.
- SUZUKI, K., 1939: Regeneration of gonads in *Plecoglossus altivelis* after spawning season. *Cytologia*, 10: 113-126.
- STOLK, A., 1951: Histo-endocrinological analysis of gestation phenomena in the cyprinodont *Lebiasina reticulatus* Peters. II. The corpus luteum-cycle during pregnancy. *Proc. Roy. Netherlands Acad. Sci.*, Amsterdam, Ser. C, 54: 558-565.
- STOLK, A., 1957: Histo-endocrinological analysis of gestation phenomena in the hemiramphid *Dermogenys pusillus* van Hasselt. IV. Corpus luteum cycle during pregnancy. *Acta Morphol.*, 1: 209-223.
- STENGER, A. H., 1959: A study of the structure and development of certain reproductive tissues of *Mugil cephalus* Linnaeus. *Zoologica*, N. Y., 44: 53-70.
- SHIRAI, K., 1960: The formation of eggs and the spawning habits of the bitterling, *Rhodeus ocellatus*. Master's dissertation, Fac. Fish., Hokkaido Univ.
- WEISEL, G. F., 1947: Presence of oögonia and oöcytes in spawned Pacific salmon. *Copeia*, (3), 193-194.
- 山本喜一郎. 1953: 海産魚類の成熟度に関する研究. I. クロガレイの精巣の季節的循環. 北水研研報, (8), 52-65.

- YAMAMOTO, K., 1956: Studies on the formation of fish eggs. I. Annual cycle in the development of ovarian eggs in the flounder, *Liopsetta obscura*. J. Fac. Sci., Hokkaido Univ., Ser. VI, 12: 362-373.
- 山本喜一郎. 1958: 魚卵における卵黄形成. 細胞化学シンポジウム, 8: 119-134.
- 山本喜一郎, 甲斐久行, 石田力一. 1959: マス (*Oncorhynchus masou*) の卵形成について (予報). 北水研研報., (20), 109-117.
- YAMAMOTO, K., and F. YAMAZAKI, 1961: Rhythm of development of goldfish oocytes. Bull. Fac. Fish., Hokkaido Univ., 12: 93-110.

あとがき: 本稿印刷中に、山本 (1962) がメダカの新卵母細胞が産卵直前に卵巣褶に現われた卵原細胞に由来し、その年内に作られるのだと述べた報文が現われた。

また第 3 回国際比較内分泌会議 (1961) の折、CHIEFFI は、軟骨魚類の黄体について講演したが、黄体という術語は機能でなくて形態学的に定義さるべきだと述べ、REINBOTH から反論を受けた。詳細は下記 2 論文によられたい。

- YAMAMOTO, K., 1962: Origin of the yearly crop of eggs in the Medaka, *Oryzias latipes*. Annot. Zool. Japon., 35: 156-161.
- CHIEFFI, G., 1962: Endocrine aspects of reproduction in elasmobranch fishes. Gen. Comp. Endocrin., Suppl. 1, 275-285.