

## イエコウモリの発生学的研究：II. 卵成熟から受精まで、特に受精時に於ける卵胞細胞の行動に就て

内田, 照章  
九州大学農学部動物学教室

<https://doi.org/10.15017/21284>

---

出版情報：九州大学農学部学藝雑誌. 14 (1), pp.153-168, 1953-02. 九州大学農学部  
バージョン：  
権利関係：

## イエコウモリの発生学的研究

### II. 卵成熟から受精まで、特に受精時に於ける 卵胞細胞の行動に就て\*

内 田 照 章

Studies on the embryology of the Japanese house bat,  
*Pipistrellus tralaticus abramus* (Temminck). II

From the maturation of the ova to the fertilization,  
especially on the behaviour of the follicle cells  
at the period of fertilization

Teruaki Uchida

哺乳類卵子の成熟と *in vivo* の受精に関する組織学的研究としては Sobotta ('95, '07), Rubaschkin ('05), Kirkham ('07), Sobotta und Burkhard ('10), Longley ('11), Hartman ('19), 牧野 ('41, '51), Pearson ('44) 等の研究がある。又、従来主として *in vitro* の実験によつて卵胞細胞は受精前に完全に破壊・消散される事が Pincus ('30), 山根 ('30, '35), Pincus and Enzmann ('32, '36), Gilchrist and Pincus ('32), McClean and Rowland ('42), Fekete and Duran-Reynals ('43), Leonard and Kurzrock ('45), Lord Rothschild ('47) 等によつて支持されてきているが、最近 Leonard, Perlman and Kurzrock ('47), Austin ('48a, '48b), Chang ('50a, '50b) Bowman ('51) 等は、卵胞細胞は消散しなくても受精は起り得る事を報告している。以上は主として齧歯類に関する研究であるが、翼手類に関しては Van Beneden ('99) が主としてヒナコウモリ *Vespertilio murinus* の卵分割から羊膜形成までについて詳しく報告し、Van der Stricht ('09) はヤマコウモリ *Vesperugo noctula* の初期発生を研究し、中野 ('28) はイエコウモリに於て生殖器官の周期的変化に伴うグリコーゲンの分布を精査し、あわせて雌生殖道内の精子の栄養吸収について論じている。又、Redenz ('29) は主としてヒナコウモリ、ウサギコウモリ *Plecotus auritus* について子宮内精子の長期生存の機構を述べ初期卵分割を報告し、Guthrie and Jeffers ('38a, '38b) は *Myotis lucifugus lucifugus* (ホホヒゲコウモリ属の一種) に於て濾胞成長の消長について考察し、更に卵巣全般の細胞学的研究をなし、Reeder ('39) も同種を用

\* 九州大学農学部動物学教室業績、第206号。日本動物学会第22回大会(昭和26年10月12日、於広島)にて要旨を講演(動物学雑誌、第61巻、第3・4号、113頁、昭和27年)。  
本研究は文部省科学研究費によるものである。

いて雌性生殖道の細胞学的研究をなしているが、いづれも卵の成熟現象や排卵・受精現象については殆ど触れていない。Wimsatt ('44a, '44b) は *Myotis lucifugus lucifugus* に於て卵巣濾胞の成長と排卵現象について詳述し、更に進んで卵子着床の分析をなし、Pearson, Koford and Pearson ('52) はウサギコウモリ属の近似属の一種である *Corynorhinus rafinesquei intermedius* の雌雄の生殖全般について述べ濾胞成長、排卵・受精、卵分割に関しても若干報告している。しかしながらイエコウモリに就ては、この種の組織学的研究は筆者の知る限りでは今まで知られていない。

哺乳類の卵成熟と受精の研究に関しては、その材料が得がたく特に本種の如き野生動物に至つては材料の入手は一層困難であるが、幸い多数の排卵期前後にあたる個体を採集し得たので、前報(内田'50)に続きその卵成熟・排卵及び受精について精査し、多数例の組織学的根拠を前報に与える事が出来た。又、本種コウモリの *in vivo* に於ける観察から受精前の卵胞細胞の消散は受精に必須の条件ではないと思われる。以上の諸点について考察を試みたい。

材料は福岡市箱崎網屋町及び汲井町に於て昭和24年(1949)9月上旬から昭和26年(1951)4月下旬にわたつて採集した雌40個体で、その大部分は4月の排卵期前後にあたるものである。これらを大部分捕獲と同時に殺し、ブアン液で固定し、すべての個体について卵巣・卵管及び子宮を6 $\mu$ の連続切片とし、染色はヘマトキシリン・エオジン二重染色によつて観察した。なお又、昭和27年10月上旬から下旬にわたつて沙井町で採集した雌37個体を他の実験に供する為、子宮を切開破砕して子宮内精子の存在についてのみ検し、これにより本種の交尾期を大体推定する事が出来た。

この研究にあたり、終始御懇篤な御指導と御鞭撻とを賜つた平岩教授、三宅助教授に深甚なる謝意を表する。

## 観 察

次第に成長しつゝあつた濾胞は9月には最大長径280 $\mu$ 、10月には310 $\mu$ 、11月には330 $\mu$ 前後となり、冬眠前に相当の大きさに達するが、濾胞はなお卵巣内にやや深く存在する。濾胞腔は濾胞の内側周辺部に沿うて同心円的に若干形成され、後述するコウモリの成熟濾胞の特異な様相をこの時既に暗示している(Plate 1, Fig. 1)。冬眠前のこの期間及び冬眠期の卵巣卵の大きさは大凡70 $\times$ 60 $\mu$ を測り第一極体を放出した第二卵母細胞よりも寧ろ大きい。明瞭な核膜を有する卵核は静止期の状態を維持し卵内に偏心的に存在し、ヘマトキシリンに濃染する一つの大きな核仁と若干の核染色質を含有している(Plate 1, Fig. 2)。

冬眠から覚醒して3月中旬以降に至れば濾胞の最大長径は350~500 $\mu$ の大きさに達し、卵巣表層に近く存在している。長い間、静止期の状態にあつた卵核は成熟分裂前期の分散期に入り、泡状を呈し大きな円い一つの核仁と若干の核染色質はその染色性を次第に失ひ、ヘマトキシリンに著しく淡染するに至る(Plate 1, Fig. 3)。

やがて核仁は遂に消失し成熟分裂前期の貫動期に入り核染色質はその染色性を増加し、二価染色体として明瞭に認められるに至り核膜は消失する(Plate 1, Fig. 4)。かく形成

された染色体は赤道板上にその配列を整え第一極体紡錘が形成されて第一成熟分裂の中期となる (Plate 1, Fig. 5). この材料では染色体数は不明なるも haploid 21 であると云われている。

やがて染色体は紡錘絲に引かれて2群の二分体に分離し成熟分裂の後期となる。この時、紡錘絲は Plate 1, Fig. 6 に示すように卵の径に平行になつている。

二分体は紡錘絲に引かれて両極に入り、1極は第一卵母細胞から膨出して終期となり、第一極体が形成され第二卵母細胞となる (Fig. 1; Plate 1, Fig. 7)。

極体は通常楕円形を呈し、卵の囲卵腔 perivitelline space に位置している。この紡錘絲は長さ  $16\mu$ 、巾  $5\mu$  で樽状をなさず卵径に約  $45^\circ$  傾斜している。即ち、始め卵径に直角であつた紡錘絲は次第に回転して第一極体が形成される頃には卵径に平行乃至若干傾斜するに至る。第一極体は放出された後、直ちに崩壊される事なく、卵が排卵され更に受精が行われた後に於ても認められる (Plate 1, Figs. 8, 9). 第一極体の大きさは平均  $20 \times 13\mu$  位でその染色体は大部分、数個の短棒状物として認められるが、或るものは只1つの塊状物からなり、又1例では分裂像を示していた (Plate 1, Fig. 9)。

第一極体を放出した後、卵内に留つた卵核は速かに第二成熟分裂の中期に達し、その紡錘絲は第一極体に近く形成される (Plate 1, Fig. 10)。

冬眠覚醒後、濾胞腔の形成は急速に進み (Plate 1, Fig. 11) かく成熟した第二卵母細胞を含む完全に成長したグラフ濾胞は最大長径  $400 \sim 500\mu$  となり卵巣の周辺部に位置し、卵巣表層と基底膜 basement membrane との距離は著しく短小となる (1例では  $8\mu$ )。本種コウモリのグラフ濾胞が他の哺乳類に比し頗る特異な様相を呈す事は Plate 1, Fig. 12 に示す通りである。即ち、濾胞上皮は非常に明らかに次の3つの部分に分化している。1) 直接に卵を取り囲み corona 細胞 (放射冠 corona radiata を構成する細胞) となつているもの。2) 十数層から成り濾胞上皮の大部分を占める卵丘細胞 cumulus cells となつているもの。3) 濾胞の基底膜の内面を縁どる一層の顆粒層となつているもの。卵丘細胞は濾胞成分の大部分を占めているので、濾胞液を満たす濾胞腔は卵丘細胞塊の周辺部に偏圧されている。

卵巣内で第一成熟分裂を終り第二成熟分裂の中期に達した卵巣卵は透明帯 zona pellucida, corona 細胞及び卵丘細胞に取り囲まれて濾胞液と共に囲卵巣腔 periovarian space に排卵され、その卵胞細胞は密に配列した厚い十数層をなし、濾胞内に於ける状態と同様である (Plate 1, Fig. 8; Plate 2, Figs. 13 ~ 23)。

卵が囲卵巣腔に排卵されるや精子は厚い卵胞細胞層を貫通して卵に到達し、これを受精

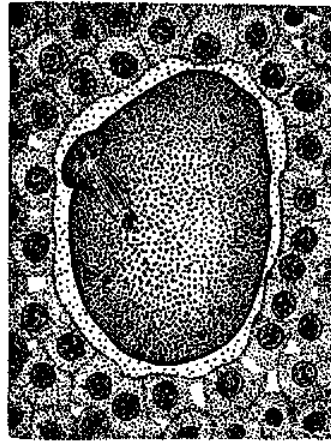


Fig. 1. Camera lucida drawing of the same ovarian ovum as the fig. 7, showing the extrusion of the first polar body.  $\times 640$

せしめ卵は第二成熟分裂の後期に入るものと思われる (Plate 2, Fig. 24). この例に於ては、連続切片不完全の為、精子頭の侵入を確かめなかつたが、卵胞細胞間に1つの精子頭を認め得た (Plate 3, Fig. 25).

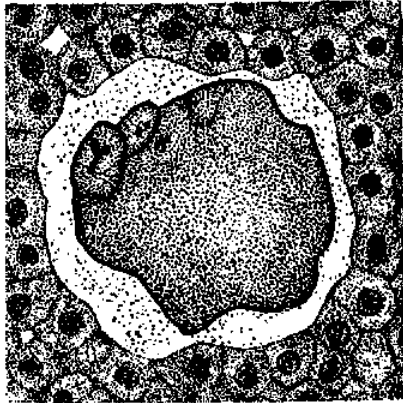


Fig. 2. Camera lucida drawing of the same fertilized ovum as the fig. 26, showing the extrusion of the second polar body.  $\times 640$

の球状を呈するに至る (Plate 3, Figs. 29, 30). 精子頭も膨大を続け、その内側に数個の染色質を含有する核膜が現われて来るが、なお卵の周辺部に位置している (Plate 3, Fig. 31).

その後、雌性前核の大小染色質は微細な染色質に分解しその染色性の大部分を失い益々中心に向つて進む。一方、雄性前核も滑らかな球状を呈し染色質も微細となり、その染色性の大部分を失つて卵周辺部を離れ中心に向う (Plate 3, Fig. 32). かくして雌、雄前核は互に中心に向つて近づき (Plate 3, Figs. 33, 34) 遂に接合するに至る (Plate 3, Fig. 35). その位置は中心を外れて存在している。

以上述べたように第一、第二成熟分裂及び雌、雄前核の形成・接合の過程はラッテ、マウス、モルモット、兎、猫等多くの哺乳類のそれと同様である。

困卵巣腔に排卵された卵を観察するに、第二成熟分裂の後期にあるもの1例 (Plate 2, Figs. 14, 24) 及び同じ卵の卵胞細胞間に1つの精子頭 (Plate 3, Fig. 25) を認め、又、雌、雄前核の形成期にあるもの3例 (Plate 2, Figs. 15, 16, 17) を認めた。それ故、本種コウモリの精子は困卵巣腔まで進入し受精はここで行われるようである。この事は排卵直後の未受精卵の発見を一層困難ならしめる所以であつて、これを観察する事は出来なかつた。<sup>1)</sup>

やがて第二成熟分裂の終期に入り染色体は両極に引かれ第二極体が放出されるが、卵核はその個性を失わず若干個の染色質塊として見られ卵の周辺部に位置す (Fig. 2; Plate 3, Fig. 26). 第二極体は常に第一極体より若干小さく平均  $16 \times 21 \mu$  の大きさを測り、その染色質は常に塊状を呈する。これらは第一極体との区別に若干の手がかりとなる。 (Plate 1, Fig. 9; Plate 3, Fig. 33 を比較参照)。

次いで卵内に留つた卵核の染色体はその個性を失ひ1つの緻密な塊状物となる (Plate 3, Fig. 27), この時、精子頭は尚卵の周辺部原形質内にあり若干膨大している (Plate 3, Fig. 28). やがて核膜が現われ卵核は中央に向つて移動し染色質塊は大小の染色質に分解し今なお強い染色性を有し滑らかな表面

1) 先に報告した「I. 妊娠期間と産兒数に就て」(九大農学部学藝雑誌, 第12巻, 第1号, 11頁, 昭和25年)の4月23日採集の個体(A)に於て未受精卵と記したのは誤りで、1つは第二成熟分裂の後期、1つはその終期、他の1つは不明である。

子宮内には非常に多くの精子が存在するにも拘らず (Plate 3, Figs. 36, 37), 排卵時までは囲卵巣腔, 卵管内には決して精子は認められず, 囲卵巣腔, 卵管内に極く少数の精子が認められるのは, 排卵直後乃至比較的時間の経過しないものであつて, 精子の存在は辛じて証明される程度である。

前述したように, 本種コウモリの卵を取りかこんでいる卵胞細胞層は頗る厚く, 受精後卵胞細胞は次第に相互の結合が弛み, 不規則に卵の周囲に散在し遂には消失するに至る。しかしながら受精後, 若干時を経過した雌, 雄前核の形成期乃至接合期にある卵に於てすら, 卵胞細胞は今なお規則正しく配列し卵を取りまいて多いものが多い。明らかに雌, 雄前核の形成期乃至接合期の像を示す 21 例の受精卵の中, 過半数の 13 例は卵胞細胞になお完全に取囲まれ (Plate 1, Fig. 8; Plate 2, Figs. 13~23), 4 例では卵胞細胞は若干残り, 4 例では完全に消散している。それ故, 本種コウモリの生体内に於ては受精前の精子による卵胞細胞の速かな消散は必ずしも認められない。

昭和 24 年 (1949) から昭和 26 年 (1951) にかけて採集した 40 個体をその採集月日順に並べ, 子宮・卵管内精子の存否, 排卵現象の有無, 排卵数 (未排卵の個体は空胞を有する濾胞の数), 卵の位置, 卵の成熟発生段階, 黄体数に就て纏めた結果は Table 1 に示す通りである。又, 昭和 27 年 (1952) 10 月 1 日から下旬にかけて採集した雌を他の実験に供する為, 子宮を破碎して精子の存否のみを調べた結果を Table 2 に示した。10 月下旬ともなれば夕暮に飛翔するコウモリの数は著しく減少するので, その採集は思うにまかせず, 採集個体数の少いのは遺憾である。

子宮内精子の量を 4 段階に分け, 子宮内に塊状をなして充満しているものを「卅」, 僅少存在するものを「十」, その中間のものを「廿」, 含有せざるものを「-」とした。Table 1 及び Table 2 を通じて 10 月上中下旬にわたり採集された 40 個体の中, 上旬に於ては 14 個体中 2 個体, 中旬に於ては 13 個体中 2 個体が交尾を行つてのみであるに反し, 下旬に於ては 13 個体中比較的多数の 8 個体が交尾を完了しているので交尾は主として 10 月下旬以降に行われるものと思われる。

排卵は Table 1 に表示したように大体 4 月下旬に起り排卵数は 16 個体に於て常に 3 個を超えず, 更に卵が或る程度成熟した未排卵の 16 個体に於ても空胞を有する濾胞の数は 1 例<sup>2)</sup>を除き 3 個を超えない。

## 論 議

冬眠期中, 静止期の状態にあつた卵は覚醒後 (3 月中旬頃) 成熟分裂前期の分散期に入り, 第一, 第二成熟分裂及び雌, 雄前核の形成・接合の過程は他の多くの哺乳類のそれと同様であるので, 本種コウモリが他の多くの哺乳類に比し特異とする若干の点について以下述べたい。

### 1. グラフ濾胞及び排卵時に於ける卵胞細胞の特異性

ラッタ, マウス, モルモット, 猫, 人等多くの哺乳類では卵はグラフ濾胞内にその中

2) Table 1 の \* 印の動物。

Table 1. Summary of the result obtained by histological the genitalia of the female bats collected from 1949

Date collected	Sperm in uterus	Sperm in tube	Ovulation	No. of ovulated ova or follicles with antra	Position of ova
Sep. 1	--	--	--	0	—
Sep. 20	--	--	--	3	Follicles
Oct. 2	--	--	--	0	—
Oct. 12	≡	--	--	2	Follicles
Oct. 23	+	--	--	3	Follicles
Nov. 9*	+	--	--	4	Follicles
Nov. 19	+	--	--	2	Follicles
Feb. 23	≡	--	--	0	—
Mar. 19	≡	--	--	2+?	Follicles
Mar. 31	≡	--	--	0	—
Apr. 6(A)	+	--	--	2	Follicles
Apr. 6(B)	+	--	--	2	Follicles
Apr. 12	≡	--	--	2+?	Follicles
Apr. 14	+	--	--	2	Follicles
Apr. 15	--	--	--	3	Follicles
Apr. 17	≡	--	--	3	Follicles
Apr. 20	+	--	--	2	Follicles
Apr. 21	≡	--	--	2	Follicles
Apr. 22(A)	≡	--	--	3	Follicles
Apr. 22(B)	≡	--	--	2	Follicles
Apr. 22(C)	+	--	+	2	Middle portion of tube
Apr. 23 '50(A)	≡	+	+	3	Periovarian space and upper portion of tube
Apr. 23 '50(B)	--	--	+	1+?	Upper portion of tube
Apr. 23 '51	+	+	+	3	Periovarian space and upper portion of tube
Apr. 24(A)	--	--	+	2	Upper portion of tube
Apr. 24(B)	--	--	+	3	Upper portion of tube
Apr. 25(A)	--	--	+	2	Middle portion of tube
Apr. 25(B)	≡	--	+	2	Upper portion of tube
Apr. 25(C)	+	+	+	3	Upper portion of tube
Apr. 25(D)	+	+	+	2	Upper portion of tube
Apr. 26(A)	+	+	+	3	Upper portion of tube
Apr. 26(B)	--	--	+	2	Middle portion of tube
Apr. 27(A)	≡	--	--	2	Follicles
Apr. 27(B)	+	--	+	2	Middle portion of tube
Apr. 28 '50	--	--	--	0	—
Apr. 28 '51	+	--	--	3	Follicles
Apr. 29(A)	--	--	+	1	Abdominal cavity (ectopic pregnancy)
Apr. 29(B)	--	--	+	2	Middle portion of tube
Apr. 30(B)	≡	--	+	2	Periovarian space
Apr. 30(C)	--	--	+	2	Upper portion of tube

1. M. D. The first maturation division; 2. M. D. The second maturation division

examination of  
to 1951.

Stage of ova	No. of corpus luteums
Resting stage	0
Resting stage	0
Resting stage	0
Resting stage	0
Resting stage	0
Resting stage	0
Diffuse stage	0
Diffuse stage	0
Diffuse stage	0
?	0
Anaphase of 1. M. D.	0
Metaphase of 2. M. D.	0
Diffuse stage	0
Telophase of 1. M. D., metaphase of 2. M. D.	0
Diakinesis of 1. M. D.	0
Diffuse stage	0
Diakinesis of 1. M. D.	0
2-cell stage ?	2
Anaphase and telophase of 2. M. D.	3
Formation of pronuclei	1+?
Formation of pronuclei	3
Formation of pronuclei	2
Formation of pronuclei	3
2-cell stage ?	2
Telophase of 2. M. D.	2
Formation and conjugation of pronuclei	3
Formation of pronuclei	2
Formation of pronuclei	3
1-cell stage	2
Diffuse stage	0
4-cell stage ?	2
---	0
Diakinesis and metaphase of 1. M. D.	0
9 mm. embryo	2
4-cell stage ?	2
Formation of pronuclei	2
1-cell stage	2

心を外れて位置し、卵丘細胞は数層からなり顆粒細胞も数層をなしている。所が前述したように本種コウモリのグループ濾胞は他の哺乳類に比し頗る特異な状態を呈し、卵丘細胞は非常に厚い十数層をなし濾胞成分の大部分を占めている (Plate 1, Fig. 12)。既に Wimsatt ('44) は *Myotis lucifugus lucifugus* に於て、Pearson ('44) は *Blarina brevicauda* Say (トガリネズミ科の一種) に於て、又、Pearson, Koford and Pearson ('52) は *Corynorhinus rafinesquei intermedius* に於て、卵丘細胞塊が特に大きい事に注目している。多くの哺乳類では濾胞は定型的な状態を示しているが、Pincus and Enzmann ('37) は兎の成熟濾胞が一時特異な状態を呈するを観察しこの期にあるものを "Spider-web type" と名づけ交尾の刺戟によつて起る排卵の特異性と関係づけている。

袋鼠に於ては、排卵直前の卵は僅かの卵胞細胞に取り囲まれているのみで殆ど裸のまま排卵される事が知られているが (Hartman '16, '19), 多くの哺乳類では卵は corona 細胞、数層の卵丘細胞、若干の顆粒細胞及び濾胞液と共に排卵される。本種コウモリに於ては卵は厚い層をなした卵胞細胞の全部に取り囲まれて濾胞液と共に排卵されるが顆粒細胞は随伴しないようである (Plate 1, Fig. 8; Plate 2, Figs. 13~23)。前述した *Myotis*, *Blarina*, *Corynorhinus* に於ても同じ事が認められている。このように同じ哺乳類であつても排卵時、卵に随伴する濾胞上皮の細胞群が、1). 袋鼠のように殆どないもの、2). ラッテ、マウス、モルモット、兎、猫、人等多くの哺乳類の



Table 2. Microscopic observations for the presence or absence of spermatozoa in the uterus of the female bats collected on October 1952.

Date collected	Sperm in uterus	Date collected	Sperm in uterus	Date collected	Sperm in uterus
Oct. 1	—	Oct. 10	—	Oct. 20 (B)	—
2 (A)	—	11	—	20 (C)	+
2 (B)	—	12 (A)	—	20 (D)	+
3 (A)	+	12 (B)	—	21	+
3 (B)	—	15 (A)	—	22 (A)	+
4 (A)	—	15 (B)	—	22 (B)	+
4 (B)	—	16	—	22 (C)	+
7 (A)	—	17 (A)	—	22 (D)	+
7 (B)	—	17 (B)	—	26	+
8 (A)	—	19 (A)	—	28	—
8 (B)	—	19 (B)	—	30	—
8 (C)	+	19 (C)	+		
9	—	20 (A)	—		

ように数層あるもの, 3). コウモリ, *Blarina* の如く実に厚い十数層から成つているもの, 等興味ある比較と思われる。これらは後述する卵胞細胞の消散に関係あるものと思われる。

## 2. 受精の場所

Pearson ('44) は *Blarina* に於て, 排卵された卵は悉く受精卵であり精子は卵巣周囲や卵巣の周囲に屢々見出され, 又僅かの例では排卵直後の濾胞内の黄体細胞間にも精子が見出される所から, 受精は恐らく卵が排卵される以前に行われるものらしいと述べ, 又, マダガスカル島産の食虫目無背腸虫目の一亜科 Centetinae では受精は濾胞内で行われる事を Strauss ('50) は見出しているが (Chang and Pincus '51 による), これらを除く殆どすべての哺乳類卵子が卵管膨大部で受精される事は Sobotta ('95, '07) がマウスに於て指摘し, その後多くの研究者によつて今日反対の余地なきまでに立証されている。然るに Van der Stricht ('09) はヤマコウモリに就て精子は卵巣周囲まで進入する事を述べている (Sobotta u. Burkhard '10 による)。その後 Redenz ('29) はヒナコウモリ, ウサギコウモリに就て精子は卵管内に極く僅数しか存在せず受精は卵管膨大部でなされる事を述べ, Wimsatt ('44 a, b) は *Myotis* の受精卵は卵管膨大部で認められるが精子は膨大部より上方の部分には見出されないで受精は恐らく卵管膨大部で行われるとし, 又 Pearson, Koford and Pearson ('52) は *Corynorhinus* の受精は卵管の上半部でなされるとしているが明瞭な証拠はあげていない。所が本種コウモリに於て排卵された卵はすべて受精されており, 更に卵巣周囲に排卵された卵を観察した結果, 第二成熟分裂の後期にあるもの1例 (Plate 2, Figs. 14, 24) 及び同一卵の卵丘細胞間に1つの精子頭 (Plate 3, Fig. 25) を認め, 又, 雌, 雄前核の形成期にあるもの3例 (Plate 2, Figs. 15, 16, 17) を認めた。それ故, 本種コウモリに於ては受精は卵巣周囲で行われるように思う。上述したように同じ哺乳類であつても受精が, 1). 多くの哺乳類のように卵管膨大部でなされるもの, 2). 本種コウモリのように卵巣により近い卵巣周囲でなされるもの, 3). 前記の *Blarina*, Centetinae のように卵巣の濾胞内で行われるもの, 等興味ある比較と思われる。

## 3. 受精と卵胞細胞との関係

精虫が卵胞細胞の消散に対し積極的に働く事は主として *in vitro* に於ける兎 (Pincus '30; 山根 '30, '35; Pincus and Enzmann '32, '36), ラッテ (Gilchrist and Pincus '32; Fekete and Duran-Reynals '43; Leonard and Kurzrock '45) の受精の観察によつて充分に証明されている。Pincus and Enzmann ('36) は兎卵を用いて *in vitro* で実験し“卵胞細胞の消散の程度と速度はその際用いられる精子液の濃度に略し比例する事を確かめ、卵胞細胞の完全なる消散を起さしめない精子濃度は又、卵を受精さす事は出来ない。卵胞細胞の消散と受精のためには、或る一定の精虫濃度 ( $20,000^{perm}/c.mm.$ ) が必要であるが、これらの事が *in vivo* の場合に適応出来るかどうかは分らない”と論じているが、Pincus and Enzmann ('32) が兎の *in vivo* の受精に於て卵胞細胞は精子が卵内に貫入する以前に消散しなければならぬと論じて以来、これは hyaluronidase の作用による事が認められ、McClellan and Rowland ('42), Fekete and Duran-Reynals ('43), Leonard and Kurzrock ('45), Rothschild ('47) によれば、卵胞細胞を消散せしめる hyaluronidase の役割は受精によつて必須の条件であると考えられていた。

前述したように Wimsatt ('44), Pearson, Koford and Pearson ('52) は 2 種のコウモリに就て成熟濾胞の特異性に注目してはいるが、この特徴ある卵胞細胞と受精との関係に就ては殆ど触れていない。筆者はこの問題について興味ある観察を行つた。有蹄類卵子の卵丘細胞は排卵後、他の哺乳類に比して非常に速かに消失する事が知られているが (Chang and Pincus '51), 本種コウモリに於ては、排卵された卵を取り囲む卵胞細胞層は非常に厚く、この卵胞細胞は受精後も速かに消散する事なく、明らかに雌、雄前核の形成期乃至接合期の像を示す受精卵の過半数は卵胞細胞になお完全に取り囲まれている (Plate 1, Fig. 8; Plate 2, Figs. 13~23)。子宮内には非常に多くの精子が塊状をなして存在するにも拘らず卵管及び卵巣腔に到達する精子数が極めて少い事は、卵胞細胞が非常に厚い層をなす事と相俟つて卵胞細胞消散の遅延に関係あるものと思われる。それ故、本種コウモリの生体内に於ては卵胞細胞の消散は遅延し卵胞細胞の完全なる消散をもたらさない程度の精子量でも受精は充分行われるものと思われる。

Lewis and Wright ('35) はマウス、Leonard, Perlman and Kurzrock ('47) はラッテの卵に於て卵胞細胞塊が崩壊する長い以前に精子は卵内に貫入すると述べ、Pearson ('44) は *Blarina* の受精は恐らく卵が排卵される以前に行われるものらしい所から精子は受精前に卵胞細胞間を穿入し得るものとし、卵胞細胞に完全に取つかまされて排卵されつゝある受精卵の見事な写真を示している。Austin はラッテ ('48a), 兎 ('48b) に於て交尾後卵が卵胞細胞に包まれているにも拘らず卵黄中に精子が入り精子及び卵子の前核が見られる所から hyaluronidase による卵胞細胞の消散は必ずしも受精に不可欠の条件ではないと論じている。又 Chang ('50a, '50b) は *in vivo* に於ける hyaluronidase の役割は、*in vitro* の受精に於て以前に考えられていた程重要ではなく、兎に於ては卵胞細胞が完全に消失する以前のみならず破壊される以前に於ても精子は卵内に貫入し得る事を述べ、Bowman ('51) もラッテに於て卵胞細胞を有する受精卵を認めている。これらの観察は本種コウモリのそれとよく一致し、ある種の動物少くも本種の *in vivo* の受

精に於ては、精子による卵胞細胞の消散は必ずしも受精に不可欠のものではないと認めうる。このように本種コウモリに於て卵胞細胞が受精後も相当時間残留する事を考えれば、精子は卵胞細胞の厚い層を通過して卵に到達しなければならない。それ故、本種コウモリの精子はその有する hyaluronidase の局在によつて卵胞細胞の通過を助けられるものと思われる。

#### 4 生殖現象の適応

Table 1 に示したように排卵は大抵4月下旬に起り、排卵数は16個体に於て常に3個を超えない。更に卵が或る程度成熟した末排卵の16個体に於ても空胞を有する濾胞の数は1例を除き3個を超えない。これらは“排卵期は4月下旬、産児数は1乃至3仔”という前報の結論に多数例の組織学的根拠を与える。排卵された卵の数も黄体の数も共に3個を超えず産児数は1乃至3仔である事から、本種コウモリの受胎率は高く、又胎児の死亡率も低いものと思われる。豚、ラッテ、袋鼠に於ては子宮卵の死亡率は約1/3であると云われている。Hartman ('25) は生命の危険にさらされる率の多い小型哺乳類は原則として多産性であるが、年1産で然も1仔か2仔の産児数しか有しないコウモリは、その低い fertility を補うために高度に保護された棲息場所をもつていと述べているが、前述したように卵が非常に厚い卵胞細胞に取り囲まれ卵はこれによつてより保護されている事、長期にわたつて精子は子宮内に存在し、受精が卵巣により近い卵巣腔でなされる事、等は受精を一層確実ならしめ以て高い受胎率をもたらす所以のもので、これら一連の特異な生殖現象は生態的特性と共に、低い fertility を有するコウモリの種属保存に対する1つの適応とみてよからう。

## 結 論

1) 冬眠前乃至冬眠期中、静止期にあつた卵核は覚醒後成熟分裂前期の分散期に入りその活動を開始し第一、第二成熟分裂及び雌、雄前核の形成・接合の過程は他の多くの哺乳類のそれと同様である。

2) グラフ濾胞は他の哺乳類に比し頗る特異な状態を呈し卵は非常に厚い十数層の卵胞細胞に包まれ、この卵胞細胞に包まれたまゝ卵巣腔に排卵され、恐らくこゝで受精される。

3) 交尾は主として10月下旬以降に行われ多量の精子が子宮内に翌春の排卵時まで存在しているが、排卵の時、卵管乃至卵巣腔に到達する精子数は極めて少く幸じてその存在を証明する程度である。

4) 受精後、卵胞細胞は過半数の例に於て殆ど破壊・消散されていない所から、少くも本種コウモリの生体内に於ては精子による受精前の卵胞細胞の消散は必ずしも受精の不可欠の条件ではないと思われる。卵胞細胞消散の遅延は卵胞細胞層が厚く、受精時卵に接近する精子が極めて少い事に関係あるものと思われる。

5) 排卵期は4月下旬、排卵数及び黄体数は常に3個を超えない。これは前報(内田'50)の結論に多数例の組織学的根拠を与えると共に、産児数1乃至3仔という事を考え合せば、本種コウモリの高い受胎率を推知せしめるに充分である。

6) 卵は特に厚い卵胞細胞層により保護され、精子は長期にわたつて子宮内に存在し、受精は卵巣に一層近い卵巣腔でなされる事等は、受精を一層確実ならしめ以て高い受胎率をもたらす所以のもので、これら一連の特異な生殖現象は生態的特性と共に、低い fertility を有する本種コウモリの種属保存に対する1つの適応とみてよからう。

## 文 献

- Austin, C. R. 1948a. Function of hyaluronidase in fertilization. *Nature*, vol. 162, p. 63.  
 —1948b. Number of sperms required for fertilization. *Nature*, vol. 162, p. 534.
- Bowman, R. H. 1951. Fertilization of undenuded rat ova. *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.*, vol. 76, p. 129.
- Chang, M. C. 1950a. Fertilization, male infertility and hyaluronidase. *Ann. New York Acad. Sci.*, vol. 52, p. 1192 (quoted from *Biol. Abst.*, vol. 25, no. 9, 1951).  
 —1950b. Fertility and Sterility. (quoted from Chang and Pincus 1951).
- Chang, M. C. and G. Pincus. 1951. Physiology of fertilization in mammals. *Physiol. Rev.*, vol. 31, p. 1.
- Fekete, E. and F. Duran-Reynals 1943. Hyaluronidase in the fertilization of mammalian ova. *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.*, vol. 52, p. 119.
- Gilchrist, F. and G. Pincus. 1932. Living rat eggs. *Anat. Rec.*, vol. 54, p. 275.
- Guthrie, M. J. and K. R. Jeffers. 1938a. Growth of follicles in the ovaries of the bat *Myotis lucifugus lucifugus*. *Anat. Rec.*, vol. 71, p. 477.  
 —1938b. A cytological study of the ovaries of the bats *Myotis lucifugus lucifugus* and *Myotis grisescens*. *J. Morph.*, vol. 62, p. 523.
- Hartman, C. G. 1916. Studies in the development of the opossum *Didelphys virginiana* L. I. History of the early cleavage. II. Formation of the blastocyst. *J. Morph.*, vol. 27, p. 1.  
 —1919. Studies in the development of the opossum *Didelphys virginiana* L. III. Description of new material on maturation, cleavage and entoderm formation. IV. The bilaminar blastocyst. *J. Morph.*, vol. 32, p. 1.  
 —1925. Observations on the functional compensatory hypertrophy of the opossum ovary. *Am. J. Anat.*, vol. 35, p. 1.
- Kirkham, W. B. 1907. The maturation of the mouse egg. *Biol. Bull.*, vol. 12, p. 259.
- Leonard, S. L. and R. Kurzrock. 1945. A study of hyaluronidase-effects on the follicle cells of ovulated rat ova. *Endocrinology*, vol. 37, p. 171.
- Leonard, S. L., Perlman, P. L. and R. Kurzrock. 1947. *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.*, vol. 66, p. 517 (quoted from Bowman 1951).
- Lewis, W. H. and E. S. Wright. 1935. *Carnegie Inst. Wash. Contrib. embryol.*, vol. 25, p. 113 (quoted from Austin 1948a).
- Longley, W. H. 1911. The maturation of the egg and ovulation in the domestic cat.

- Am. J. Anat., vol. 12, p. 139.
- Makino, S. 1941. Studies on the murine chromosomes. I. Cytological investigations of mice, included in the genus *Mus*. J. Fac. Sci. Hokkaido Imp. Univ., Ser. IV, Zool., vol. 7, p. 305.
- 牧野佐二郎. 1951. 哺乳動物の受精(細胞学的観察). 実験形態学, 第7輯, 46頁.
- McClellan, D. and I. W. Rowland. 1942. Nature, vol. 150, p. 627 (quoted from Austin 1948a).
- Nakano, O. 1928. Ueber die Verteilung des Glykogens bei den zyklischen Veränderungen in den Geschlechtsorganen der Fledermaus. Und ueber die Nahrungsaufnahme der Spermien in dem weiblichen Geschlechtwege. Folia Anat. Jap., Bd. 6, S. 777.
- Pearson, O. P. 1944. Reproduction in the shrew (*Blarina brevicauda* Say). Am. J. Anat., vol. 75, p. 39.
- Pearson, O. P., Koford, M. R. and A. K. Pearson. 1952. Reproduction of the lump-nosed bat (*Corynorhinus rafinesquei*) in California. J. Mamm., vol. 33, p. 273.
- Pincus, G. 1930. Observations on the living eggs of the rabbit. Proc. Roy. Soc., Ser. B., vol. 107, p. 132.
- Pincus, G. and E. V. Enzmann. 1932. Fertilization in the rabbit. J. Exp. Biol., vol. 9, p. 403.
- 1936. The comparative behavior of mammalian eggs *in vivo* and *in vitro*. II. The activation of tubal eggs of the rabbit. J. Exp. Zool., vol. 73, p. 195.
- 1937. The growth, maturation and atresia of ovarian eggs in the rabbit. J. Morph., vol. 61, p. 351.
- Redenz, E. 1929. Das Verhalten der Säugetierspermatozoen zwischen Begattung und Befruchtung. Zeitschr. f. Zellforsch. u. mikr. Anat., Bd. 9, S. 734.
- Reeder, E. M. 1939. Cytology of the reproductive tract of the female bat *Myotis lucifugus lucifugus*. J. Morph., vol. 64, p. 431.
- Rothschild, Lord. 1947. Brit. M. J. ii, p. 239 (quoted from Chang and Pincus 1951).
- Rubaschkin, W. 1905. Ueber die Reifungs- und Befruchtungsprozesse des Meerschweinchens. Anat. Hefte, Bd. 29, S. 507.
- Sobotta, J. 1895. Die Befruchtung und Furchung des Eies der Maus. Arch. mikr. Anat., Bd. 45, S. 15.
- 1907. Die Bildung der Richtungkörper bei der Maus. Anat. Hefte, Bd. 35, S. 493.
- Sobotta, J. und G. Burkhard. 1910. Reifung und Befruchtung des Eies der weissen Ratte. Anat. Hefte, Bd. 42, S. 433.
- 内田照章. 1950. イエコウモリの発生学的研究. I. 妊娠期間と産児数に就て. 九大農学部学芸雑誌, 第12巻, 11頁.
- Van Beneden, E. 1899. Recherches sur les premiers stades du developpement du Murin (*Vespertilio murinus*). Anat. Anz., Bd. 16, S. 305.
- Van der Stricht, O. 1909. La structure de l'oeuf des mammifères (Chauve souris, *Vesperugo noctula*). Bruxelles (Classe des Sciences de l'Acad. royale de Belgique) (quoted from Sobotta und Burkhard 1910).
- Wimsatt, W. A. 1944a. Growth of the ovarian follicle and ovulation in *Myotis lucifu-*

*gus lucifugus*. Am. J. Anat., vol. 74, p. 129.

—1944b. An analysis of implantation in the bat, *Myotis lucifugus lucifugus* Am. J. Anat., vol. 74, p. 355.

Yamane, J. 1930. The proteolytic action of mammalian spermatozoa and its bearing upon the second maturation division of ova. Cytologia, vol. 1, p. 394.

—1935. Kausal-analytische Studien ueber die Befruchtung des Kanincheneies. I. Die Dispersion der Follikelzellen und die Ablösung der Zellen der Corona radiata des Eies durch Spermatozoen. Cytologia, vol. 6, p. 233.

### R é s u m é

Histological studies on the maturation and fertilization of mammalian ovum have dealt chiefly with rodents but few in Chiroptera; that is, on *Vesperugo noctula* by Van der Stricht ('09), on *Myotis lucifugus lucifugus* by Wimsatt ('44) and on *Corynorhinus rafinesquei intermedius* by Pearson, Koford and Pearson ('52). Investigation of the Japanese house bat, *Pipistrellus tralattiius abramus* (Temminck), was made after the previous report (Uchida '50).

- 1). The ovarian egg containing the resting nucleus before and in the period of hibernation, enters the diffuse stage after awakening from hibernation. The process of the first and second maturation division and that of the formation and conjugation of both pronuclei in this bat are similar to that in other mammals.
- 2). As compared with other mammals, Graafian follicle shows special conditions, and the ovum is surrounded by a large mass of cumulus cells which consist of more than ten layers. The ovum is thrown out in the periovarian space, surrounded by the cumulus cells, and the fertilization is assumed to take place here.
- 3). The mating takes place chiefly on and after the last decade of October and the numerous sperms remain in the uterus until the ovulation occurs in April. However, very few sperms arrive at the tube or periovarian space at the ovulation time so that the existence of sperms can be scarcely noticed by the histological examination.
- 4). It seems that the denudation of the ovum by the sperms before fertilization is not a prerequisite of fertilization *in vivo*, at least in this animal, because the cumulus cells scarcely disperse after fertilization in the greater part of cases examined. It appears that the delay of the dispersion of follicle cells has something to do with the fact that the layer of cumulus cells is very thick and that very few sperms approach the ovum at the ovulation time.

- 5). The facts that the ovulation occurs on the last decade of April, and that the number of ovulated ova, as well as the number of corpora lutea, is always less than three, give the histological evidences for the conclusion of the previous report. Moreover, taking into consideration that the size of the litter ranges from one to three, we may assume a high fertilization rate.
- 6). Judging from the facts that the ovum is protected by the thick layer of cumulus cells, that the sperms exist in the uterus for a long period, and that the fertilization takes place in the periovarian space which is situated nearer to ovary than ampulla, we assume that the fertilization is more sure to take place, and the fertilization rate is higher than in other cases. Together with the ecological peculiarity, series of these particular reproductive phenomena may be considered as an adaptation for the racial preservation of this species in which the fertility is rather lower.

Zoological Laboratory, Faculty of Agriculture,  
Kyushu University

### Explanation of Plate 1

- Fig. 1. Antrum-containing follicle, suggesting the peculiar state of the Graafian follicle (October 20th).  $\times 75$ .
- Fig. 2. High magnification of the ovum photographed in fig. 1, showing the resting nucleus.  $\times 400$ .
- Fig. 3. Ovarian ovum, showing the diffuse stage of the first maturation division (April 17th).  $\times 400$ .
- Fig. 4. Ovarian ovum, showing the diakinesis of the first maturation division (April 28th).  $\times 400$ .
- Fig. 5. Another ovarian ovum of the same animal shown in fig. 4, showing the metaphase of the first maturation division.  $\times 400$ .
- Fig. 6. Ovarian ovum, showing the anaphase of the first maturation division (April 14th).  $\times 400$ .
- Fig. 7. Ovarian ovum of the animal collected on April 20th, showing the telophase of the first maturation division (the same as text-fig. 1).  $\times 400$ .
- Fig. 8. Tubal fertilized ovum, being completely surrounded by the intact thick layer of the cumulus cells. At upper left of the egg are seen the first and second polar bodies, the female and male pronuclei are in close contact (April 23rd).  $\times 130$ .
- Fig. 9. Tubal fertilized ovum of the animal collected on April 25th (C). In the first polar body is seen the mitotic figure.  $\times 400$ .

- Fig. 10. Ovarian ovum, showing the metaphase of the second maturation division. The first polar body is seen on the left edge of the egg (April 15th).  $\times 400$ .
- Fig. 11. Antrum-containing follicle near rupture in the animale collected on April 6th. Note the very thick layer of the cumulus cell mass surrounding the ovum (cf. fig. 1).  $\times 75$ .
- Fig. 12. Graafian follicle just before rupture in the animal collected on April 14th (preovulatory stage). Note the further advanced differentiation of the follicle epithelium (cf. figs. 1 and 11).  $\times 75$ .

### Explanation of Plate 2

- Fig. 13. Ovum ovulated in the periovarian space, being completely surrounded by the intact cumulus cell mass. Polar body is seen on the right edge of the egg (April 23rd).  $\times 75$ .
- Figs. 14--17. Fertilized ova ovulated in the periovarian space in the animals collected on April 23rd '50 (A), April 23rd '51 and April 30th (B) respectively. The intact follicle cell mass encloses the ovum completely.  $\times 75$ .
- Figs. 18--23. Tubal fertilized ova of the animals collected on April 23rd '50 (A), April 25th (D), April 23rd '51 and April 25th (C) respectively. No denudation of the ova occurs in any case.  $\times 75$ .
- Fig. 24. High magnification of the same fertilized ovum as fig. 14, showing the anaphase of the second maturation division.  $\times 400$ .

### Explanation of Plate 3

- Fig. 25. Sperm observed among the cumulus cells surrounding the same ovum as fig. 24 (indicated by an arrow).  $\times 400$ .
- Fig. 26. Same fertilized ovum as text-fig. 2 and fig. 18, showing the telophase of the second maturation division. On the left edge of the ovum is seen the first polar body, next, the second polar body and the egg nucleus on the right side.  $\times 400$ .
- Fig. 27. High magnification of the ovum photographed in fig. 19. The egg nucleus exhibits a compact mass.  $\times 400$ .
- Fig. 28. Another section of the ovum mentioned above, just after the entrance of the spermatozoon. A piece of the sperm head is seen at left (indicated by an arrow).  $\times 400$ .
- Fig. 29. Tubal fertilized ovum of the animal collected on April 23rd '50 (B). The follicle cells are completely dispersed in this case.  $\times 75$ .
- Fig. 30. High magnification of the ovum photographed in fig. 29. The female pronucleus is seen at center in the egg, the second polar body at lower left.  $\times 400$ .
- Fig. 31. Another section of the ovum mentioned above, showing the male pronucleus



at top in the egg. The nuclear membrane appears which encloses the chromatin elements.  $\times 400$ .

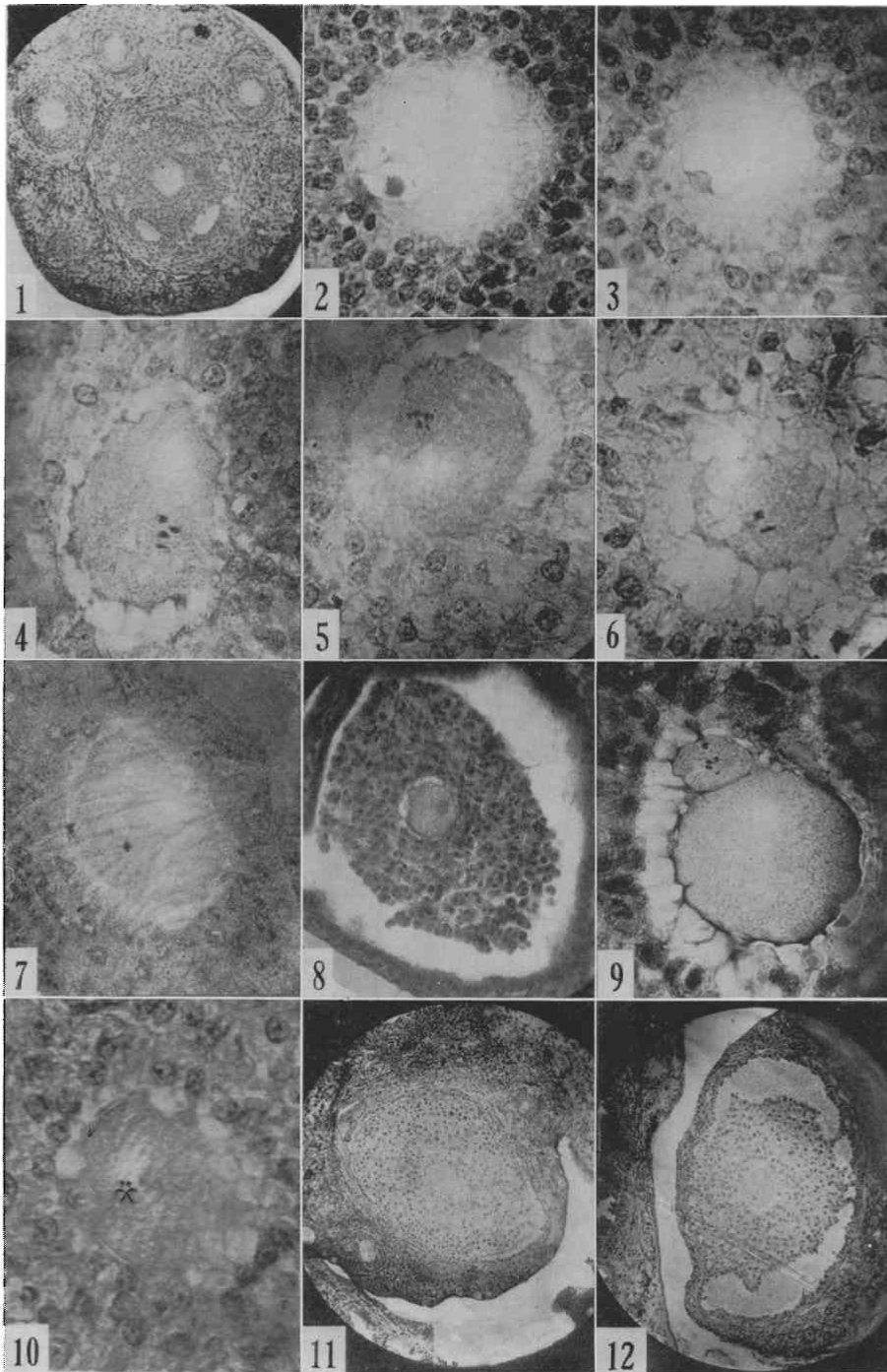
Fig. 32. Tubal fertilized ovum of the animal collected on April 26th (A). The female pronucleus is seen at right in the egg, the male pronucleus at left. The follicle cells are almost dispersed.  $\times 400$ .

Fig. 33. Section of the same ovum as figs. 9 and 22, showing the second polar body (upper), female pronucleus (center) and male pronucleus (lower). Note the pronuclei gradually approaching each other.  $\times 400$ .

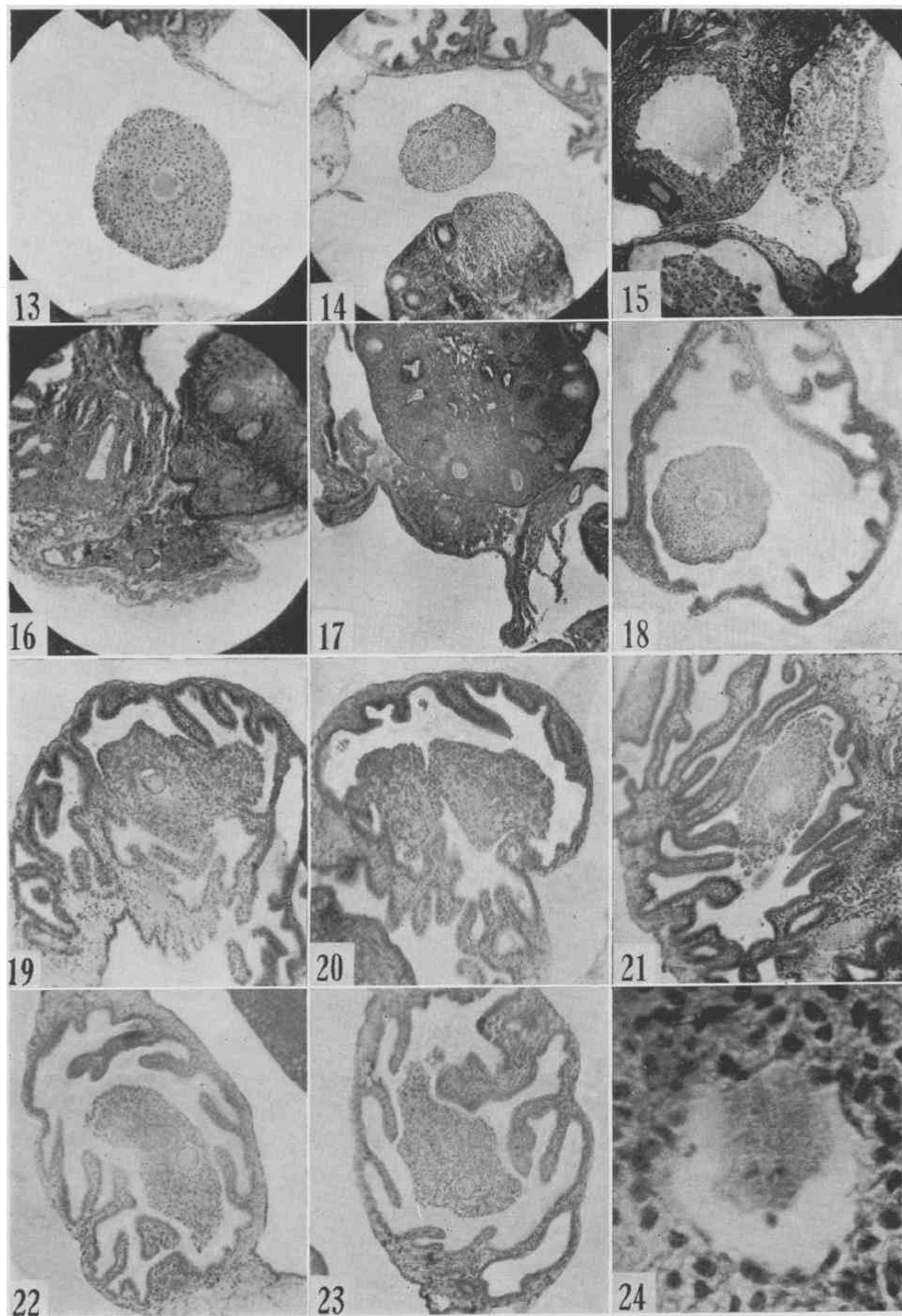
Fig. 34. Section of the ovum shown in fig. 15, showing the male pronucleus at left and female pronucleus at right. Note the pronuclei approaching more closely.  $\times 400$ .

Fig. 35. High magnification of the ovum photographed in fig. 23. Note the female and male pronuclei in close contact within the egg.  $\times 400$ .

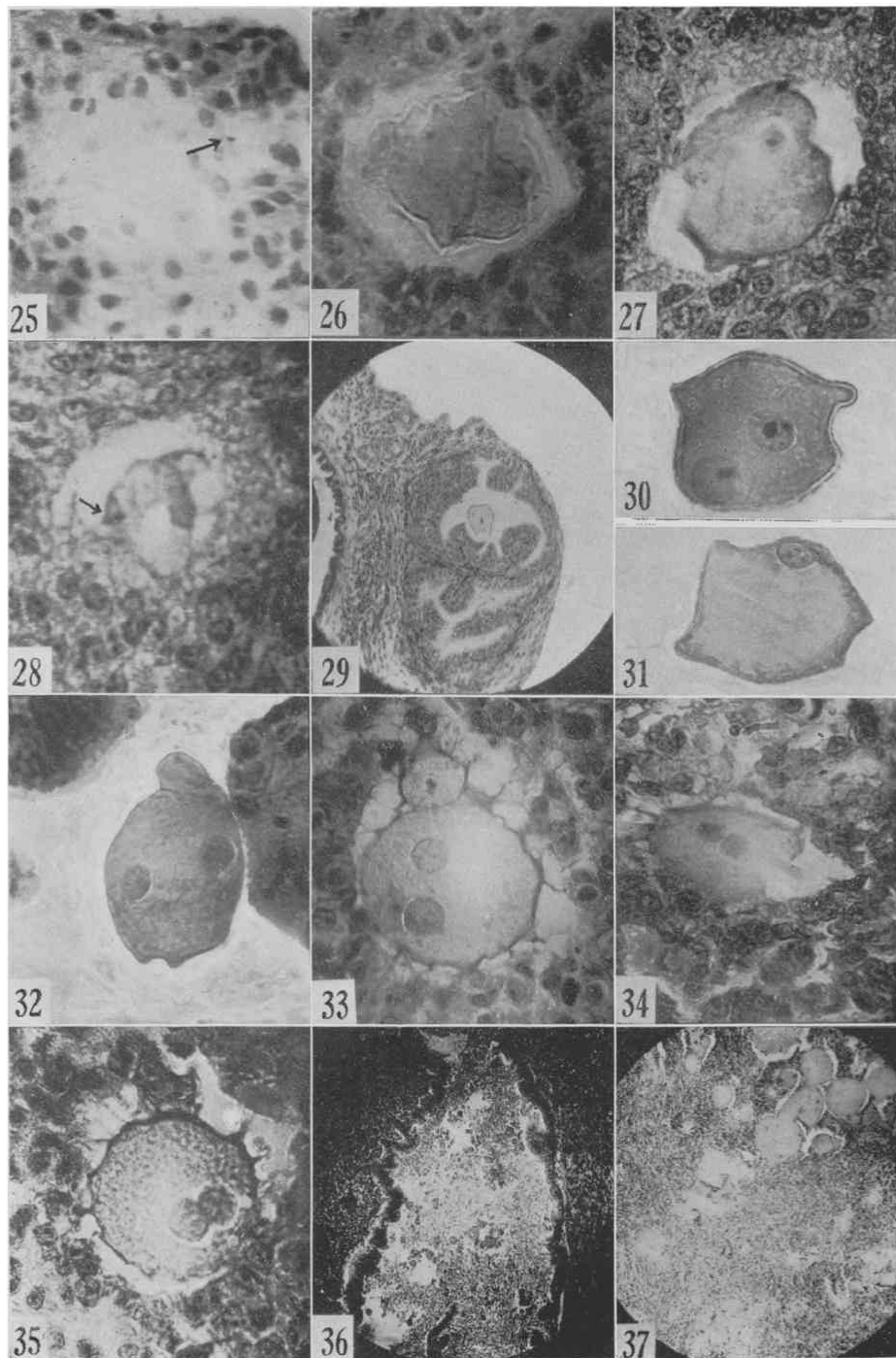
Figs. 36—37. Sperm mass in the uterus of the animals collected on October 12th and April 12th respectively. The mass of the numerous sperms fill up the uterine cavity.  $\times 75$ .



イエコウモリの発生学的研究, II



イエコウモリの発生学的研究 II



イエコウモリの発生学的研究, II