九州大学学術情報リポジトリ Kyushu University Institutional Repository

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:九州大學農學部學藝雜誌.14(1), pp.153-168, 1953-02.九州大學農學部 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 tralatitius 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 キ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 nociula 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 Plecoius 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 の消暑について考察し、更に卵巣全般の細胞学的研究をなし、Reeder('39) も同種を用

----

<sup>\*</sup> 九州大学農学部動物学教室業績,第 206 岁、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 卷,第 3 • 4 岁,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Myolis 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) はウサギョウモリ 属の 近似風の 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。しかしながらイエヨウモリに就ては、 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究研に関しては、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波井町に於て昭和 24 年(1949) 9 月上句から昭和 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 μ 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 月上句から下句にわたつて汐井町で採集 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わつた平岩教授,三宅助教授に 深甚なる謝意を表する.

#### 観 察

次第に成長しついあつた濾胞は9月には最大長径 280 µ, 10 月には 310 µ, 11 月には 330 µ 前後となり、冬眠前に相当の大いさに達するが、 濾胞はなお卵巣内にやい深く存在 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と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 の大いさは大凡 70×60 µ 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 µ の大いさに達 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 失い、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貢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.

やかで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 褐状をなさず 卵径に約 45°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).第一極体の大いさ は平均 20×13  $\mu$  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、卵内に留つた卵根 は速かに第二成熟分裂の中期に達し、その紡 鍵絲は第一極体に近く形成される (Plate 1, Fig. 10).



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

冬眠覚醒後、濾胞殊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ーフ濾胞は最大長径 400 ~ 500 µ 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 µ). 本種コウモリのグラー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緑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。

卵巣内で第一成熱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

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、精子頭の侵入を確め得なかつたが、卵胞細胞間に1つの精子 頭を認め得た (Plate 3, Fig. 25).



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

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 16×21 µ の大いさを測り、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 性を失い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

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後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後細となり, 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,雌前核の形成・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.

囲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, 雌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囲卵巣腔まで進入し受精はことで行われるようである。この事は排 卵直後の末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>

 先に報告した「I. 姫振期間と産兒数に就て」(九大農学部学滋葉誌, 第12卷, 第14, 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 二成務分裂の後期,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、若干時を経過した確、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いるものが多い、明らかに健、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 お完全に取り囲まれ (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ら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 顧に並べ、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、卵の成熟落生段階、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、子宮を破砕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「冊」、僅 少存在するものを「十」、その中間のものを「冊」、含有せざるものを「一」とした。 Table 1 及び Table 2 を通じて10月上中下句にわたり採集された40個体の中、上 句に於ては 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いるのみで 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末排卵の 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弛後(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. グラーフ遍胞及び排卵時に於ける卵胞細胞の特異性

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

2) Table 1 ジ\*印の動物。

Date collected	Sperm in· uterus	Sperm in tube	Ovula- tion	No. of ovulated ova or follicles with antra	Position of ova
Sep. 1 Sep. 20			_	0	 Follicles
Oct. 2	-	-		ŏ	
Oct. 12 Oct. 23			-	3	Follicles Follicles
Nov. 9* Nov. 19	+ + =	-		4 2	Follicles Follicles
Mar. 19 Mar. 31	# #			2+? 0	Follicles
Apr. $6(A)$	+	-		2	Follicles
Apr. 0(D; Apr. 12		<u> </u>		2+?	Follicles
Apr, 14 Apr, 15	. <del>+</del>			23	Follicles Follicles
Apr. 17	-#·	_	_	3	Follicles
Apr. 20	+		-	2	Follicles
Apr. 21	╵╷╫			2	Follicles
Apr. 22(A) Apr. 22(B)	, <del>∏</del>			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	+	1+?	Upper portion of tube
Apr. 23 '51	+	+	.+	3	Periovarian space and upper portion of tube
Apr. 24(A) Apr. 24(B)	_			· 2 3	Upper portion of tube
Apr. 25(A)	<u></u>	-	+	2	Middle portion of tube
Apr. 25(B)	π		+ <b>+</b>	4	Upper portion of tube
Apr. 25.(C)	+	+	+	3	Upper portion of tube
Apr. $25(D)$	+		+	2	Upper portion of tube
Apr. 26 (B)	+ -	<u> </u>	i +	2	Middle portion of tube
Apr. 27(A) Apr. 27(B)	\ ₩ +			22	Follicies Middle portion of tube
Apr. 28 '50	-			0	
Apr. 28 '51	+	_		3	Follicles
Apr. 29 (A)		-	+	۱	Abdominal cavity (ectopic pregnancy)
Apr. 29 (B) Apr. 30 (B) Apr. 30 (C)	- -	_   _	+ + +	2 2 2	Middle portion of tube Periovarian space Upper portion of tube

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

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 Resting stage	
Resting stage Resting stage	0
Diffuse stage	0
Diffuse stage Diffuse stage	0
Anaphase of (, M. D. Metaphase of 2, M. D.	0
Diffuse stage	0.
Telophase of 1. M. D., metaphase of 2, M. D.	· 0
Diakinesis of I. M. D. Diffuse stage Diakinesis of I. 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 Formation of pronuclei 2-cell stage?	2 3 2
Formation and	3
conjugation of pronuclei	
Formation of pronuclei	3
1-cell stage Diffuae stage	2
4-cell stage ?	2
	Ó
Diakinesis and metaphase of 1. M. D.	0
9 mm. embryo	2
4-ceil stage ? Formation of pronuclei 1-cell stage	2 2 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 ラーフ減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) A Myotis lucifugus lucifugus に於て、Pearson ('44) A Blarina brevicauda Say (} ガリネズミ科の一種)に於て、 又, Pearson, Koford and Pearson ('52) it 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. 多くの哺乳類では遮胞は定 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 熊を呈するを観察 しこの期にあるものを "Spider-web type" と名づけ 交尾の 刺殻 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 殆ど裸のまい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

Date Sperm in collected uterus	Date Sperm in collected uterus	Date Sperm in collected uterus
Oct. 1	Oct, 10 -   11 -   12 (A)   12 (B)   15 (A)   15 (A)   15 (B)   16 -   17 (A)   19 (A)   19 (C)   19 (C)   20 (A)	Oct. 20 (B) $-$ 20 (C) $+$ 20 (D) $+$ 21 $-$ 22 (A) $+$ 22 (B) $+$ 22 (C) $+$ 22 (C) $+$ 22 (D) $+$ 22 (D) $+$ 28 $-$ 30 $-$

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

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、抹卵された羽は悉く受精卵であり精子は囲卵巣腔 や卵巣の周囲に屋、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,文, マダカスカル島産の食虫目無盲腸亜目の一亜科 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囲卵巣燃きで進入する 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の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、更に囲卵巣腔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囲卵巣腔で行われるよ らに思う、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囲卵巣腔でなされるも 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、比例する 事を確め, 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<sup>eperms</sup>/e.mm.) が必 要であるが、これらの事が in vivo の場合に 遺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ないと論じて以来、これは hyaluronidase の 作用による事が認 められ、 McClean 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 の役割は受精にと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境状をなし て存在するにも拘らず卵管及び囲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い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りかこまれて排卵さ れつ、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。と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. 厥, 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ると述べているが,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囲 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ろう.

### 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, 第二成熟分裂及び罐, 堆前核の形成・接合の過程は他の多くの哺乳 類のそれと同様である。

2) グラー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、囲卵巣腔に採卵され、恐らくこ、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、卵管乃至囲卵巣腔に到達する精子数は極めて少く辛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 合せれば、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囲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ろう.

## 文 献

- 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).

- 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 Myolis lucifugus lucifugus. Anat. Rec., vol. 71, p. 477.
- 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.

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 Anstin 1948a).
- Longley, W. H. 1911. The maturation of the egg and ovulation in the domestic cat.

Am. J. Amat., 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.

- McClean, 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 brevicanda Say). Am. J. Anat., vol. 75, p. 39.
- Pearson, O. P., Koford, M. R. and A. K. Pearson. 1952. Reproduction of the lumpnosed 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.

- 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 Myolis 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.
- 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'ocuf des mammifères (Chauve souris, Vesperugo noctula). Bruxelles (Classe des Sciences de l'Acad. royalede 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.

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

#### Résumé

Histological studies on the maturation and fertilization of mammalian ovum have dealt chiefly with rodents but few in Chiroptera: that is, on Vesperugo nociula 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 tralatitius 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). ×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 28 th).  $\times 400$ .
- Fig. 5. Another ovarian ovum of the same animal shown in fig. 4, showning 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. ×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). ×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). ×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). ×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). ×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 follicie cell mass encloses the ovum completely. ×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. ×75.
- Fig. 24. High magnification of the same fertilized ovum as fig. 14, showing the anaphase of the second maturation division. ×400.

# Explanation of Plate 3

.

- Fig. 25. Sperm observed among the cumulus cells surrounding the same ovum as fig. 24 (indicated by an arrow). ×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. ×400.
- Fig. 27. High magnification of the ovum photographed in fig. 19. The egg nucleus exhibits a compact mass. ×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). ×400.
- Fig. 29. Tubal fertilized ovum of the animal collected on April 23rd '50 (B). The follicle cells are completely dispersed in this case. ×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. ×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. 82. 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. ×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. ×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. ×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

第2図版



イエコウモリの発生学的研究, II

第3図版



イェコウモリの発生学的研究, II