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

# イエコウモリにおける受精 : II. 子宮内精液の性状について

平岩, 馨邦
九州大学農学部動物学教室

内田, 照章
九州大学農学部動物学教室

https://doi.org/10.15017/21367

出版情報：九州大學農學部學藝雜誌. 15 (2), pp.255-266, 1955-03. 九州大學農學部
バージョン：
権利関係：

# イエコウモリにおける受精

## II. 子宮内精液の性状について[1)]

平岩馨邦・内田照章

# Fertilization in the bat, *Pipistrellus abramus abramus* (Temminck)[2)]

## II. On the properties of semen stored in the uterus

Yoshi Kuni Hiraiwa and Teruaki Uchida

われわれはさきに秋の交尾による精子が春に排卵された卵を受精しうることを実験的に証明し，この精子は子宮内で 118 日間の長期にわたつて受精能力を保持し続けていたことを示した（平岩・内田，'55）．しからば，これらの精子は子宮内に如何なる状態で貯えられているのだろうか？ 今までの文献によると，殆どすべての研究者は一様に冬のコウモリの子宮内精子が非常に濃厚な活力のある状態で貯えられているという確信を述べてきている．しかしながら，子宮内に長い期間にわたり見出される特異な精液のすべてが果して一様な性状即ち粘稠性・精子の生存率及び活力・精子濃度を有しているだろうかという点についてわれわれは疑問を抱いた．一方，洞穴コウモリである *Myotis*（ホオヒゲコウモリ属）では秋のみならず冬及び春の交尾が Wimsatt（'44, '45）等によつて目撃されているが，本種では未だ秋以外の交尾は殆ど論じられていない．もし本種がある程度冬及び春に再び交尾するとすれば，秋以来子宮内に貯えられた精液と，その後の交尾によつて子宮内にもたらされた精液との間にはその性状になんらかの差異が存在するであろう．もし精液の性状に差異が認められるならば，このような見解によつて，冬及び春の交尾をあるいは察知することができるかも知れないということをわれわれは期待した．そこでこの 2 つの問題を解明するために，子宮内精液の性状を数量的に検討した結果，その性状は決して一様なものではなく 3 つの型に大別され，春子宮内に存在する精子は必ずしもすべて生存しているのではなく，むしろ約半数の個体ではその精子の大部分は死滅しており，生存している精子は極く僅少に限られていることを知つた．これら精液の 3 型は恐らく交尾期の差異によつて生じたものであろうから，冬及び春の交尾を認めて差支えないと思う．以上の 2 つの点について考察を試みると共に，排卵期まぢかい春における観察結果から受精と精液性状との関係について，いささか私見を付け加えたい．

---

1）九州大学農学部動物学教室業績，第 216 号，日本動物学会第 24 回大会（昭和 28 年 11 月 1 日，於京都）にて一部要旨を講演．

2）イエコウモリの学名については今までの報告では *Pipistrellus tralatitius abramus* (Temminck) として記載してきたが，今後は黒田（日本獣類図説 '53）によつて上記の学名を用いることにする．

## 材料及び方法

研究に用いた動物は 1952年の春及び秋，1953年の春に採集した 90 匹の雌イエコウモリである．採集後なるたけ速かに生殖器官をとりだし，左右の子宮角を毛髪で結紮し切り離した．一方の子宮角について，その中に含有されている精液の粘稠性・精子の生存率及び活力・精子濃度を直ちに測定した．

精子の生存率及び活力の判定法：子宮角から一片を切りとり，これをリンゲル液内で切開攪拌して精子懸濁液を作り懸滴法によつて鏡検した．精子の活力及び運動の性質を考えて次の3階梯に分け，その運動を示す精子の率を左側に併記した．卌 最活潑な前進運動をするもの．卅 活潑な前進運動をするもの．＋ 緩慢な前進運動をするもの．更に精子の生存能力を1つの数値で示してその比較を便にし，後述する精子濃度との関係を 1つのグラフ (Fig. 1) に示すために上述の記号に次の数値を与え生存指数を求めた．卌 100. 卅 75. ＋50. 即ち，この数値を各記号を示す精子の率に乗じ，これらの和を 100 で除したものを生存指数とした（西川，'51を改変）．

精子濃度の測定法：更にこの子宮角の残余の一片から得た精液について血球計算器により精子数/$mm^3$ を測定したが，子宮内精液の粘稠性には著しい差異が存在しているので次の方法を用いた．1）精子濃度稀薄にして流動状を呈し赤血球用メランジュールにて吸引測定したもの ($62\times10^4\sim340\times10^4/mm^3$)．2）精子濃度中等度にして半流動状を呈し白血球用メランジュールにて測定したもの ($418\times10^4\sim450\times10^4/mm^3$)．3）精子濃度濃厚にして塊状を呈し，白血球用メランジュールは勿論より口径の大きい 0.1 cc のメスピペットにても吸引し得ず，止むを得ず精液塊の一定量を秤量しこれを 4% 食塩水で稀釈し，赤血球用メランジュールにて近似値を算出したもの ($700\times10^4\sim1280\times10^4/mm^3$)．

これと同時に，他の一方の子宮角・両側の卵巣及び卵管をブアン液で固定し 6 $\mu$ の連続切片とし，ハイデンハイン鉄ヘマトキシリン・ライトグリン二重染色によつて組織学的にも検討した．

## 観　　察

秋及び春に採集された個体のいずれにおいても子宮内の精液量は種々様々なので，これ

Table 1. Semen volume contained in the uterus of the female bats collected in the autumn and spring.

| Seasons collected | No. of specimens containing semen volume* | | | $\frac{C}{A+B+C}$ (%) | $\frac{A}{A+B}$ (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| | 卌 and 卌 (A) | 卅 and ＋ (B) | — (C) | | |
| Autumn | 4 | 11 | 30 | 66.7 | 26.7 |
| Spring | 12 | 32 | 1 | 2.2 | 27.3 |

* Semen volume: 卌 semen volume which distends the uterus to unusual size. 卌 semen volume which fill up the uterine cavity. 卅 medium volume between 卌 and ＋. ＋ a small semen volume. — absence of semen.

を5段階に分けた．精液が子宮内に充満し外観的に明らかに子宮壁を膨大せしめているものを 卌，単に充満しているものを 卅，僅少存在するものを＋，前二者の中間のものを 卄，含有せざるものを－とした．第1表により秋及び春に採集された未交尾雌の数量的変化を示すと，秋では未交尾雌の全採集個体数に対する百分比 $\left(\frac{C}{A+B+C}\right)$ は 66.7% に達しているにも拘らず，春になると未交尾雌は著しく減少している．このことは過半数の個体が少くも晩秋以後に交尾したことを物語つている．秋及び春を通じて採集した 90 個体のうち 59 個体は多かれ少かれ子宮内に精液を含有していたが，その精子濃度の測定は精液が多量（卅 以上）でなければ正確を期しがたいので，以下挙げる例は精液量の多い（卅 或は 卌）16 個体のみに限つた．秋及び春の各季において，多量の精液（卅 或は 卌）を含有する個体数と子宮内に多少とも精液を含有する全個体数との百分比 $\left(\frac{A}{A+B}\right)$ はいずれも 27% 前後を占めており，このことは多量の精液（卅 或は 卌）の出現が例外的現象でないことを示している．それ故，精液量の多い（卅 或は 卌）個体のみを取扱うという限定によつてもなんらの矛盾を生じないのみかむしろ精液性状の全般をより正確に把握できると思う．子宮内精液の量・精子の生存率及び活力・生存指数・精子数/mm³ 及び精液の粘稠性に関する観察結果を第2表に示した．

Table 2. Properties of semen contained in the uterus of the female bats collected in the autumn and spring.

| Date collected | Semen volume | Percentage of[1] motile sperm | Index of[2] motile sperm | Sperm no./mm³ | Viscosity of semen |
|---|---|---|---|---|---|
| Oct. 12, '52 | 卌 | — | — | — | liquid |
| Oct. 22, '52(D) | 卅 | 80卅10卄10＋ | 92.5 | $62\times10^4$ | liquid |
| Oct. 26, '52 | 卅 | 80卅10卄10＋ | 92.5 | $277\times10^4$ | liquid |
| Nov. 19, '52 | 卅 | 80卅10卄10＋ | 92.5 | $158\times10^4$ | liquid |
| Apr. 3, '53(B) | 卅 | 40卅20卄10＋ | 60.0 | $430\times10^4$ | semi-liquid |
| Apr. 6, '53(A) | 卅 | 5卅 | 5.0 | $980\times10^4$ | viscous |
| Apr. 7, '53(B) | 卌 | 80卅10卄10＋ | 92.5 | $68\times10^4$ | liquid |
| Apr. 7, '53(C) | 卌 | 80卅10卄10＋ | 92.5 | $418\times10^4$ | semi-liquid |
| Apr. 9, '53(II) | 卌 | — | — | — | liquid |
| Apr. 15, '52 | 卅 | 5卅 | 5.0 | $1000\times10^4$ | viscous |
| Apr. 17, '52 | 卅 | 80卅10卄10＋ | 92.5 | $340\times10^4$ | liquid |
| Apr. 18, '53 | 卌 | 5卅 | 5.0 | $1000\times10^4$ | viscous |
| Apr. 20, '53(B) | 卌 | 5卅 | 5.0 | $1280\times10^4$ | viscous |
| Apr. 22, '53(B) | 卌 | 5卅 | 5.0 | $1000\times10^4$ | viscous |
| Apr. 25, '53(C) | 卅 | 70卅10卄10＋ | 82.5 | $450\times10^4$ | semi-liquid |
| Apr. 25, '53(E) | 卅 | 5卅 | 5.0 | $700\times10^4$ | viscous |

1) Sperm motility: 卅 vigorus, progressive motility, 卄 moderate motility, ＋ slight motility.

2) Index of motile sperm $=\frac{100A+75B+50C}{100}$

(A, B and C represent the percentage of motile sperm which show motility 卅, 卄 and ＋ respectively.)

Table 3. Three types of the semen contained in the uterus.

| Types \ Properties | Percentage of motile sperm | Index of motile sperm | Sperm no./mm³ | Viscosity of semen |
|---|---|---|---|---|
| The first type | 80卄10卄10+ | 92.5 | $62\times10^4$～$340\times10^4$ | liquid |
| The second type | 80卄10卄10+ ～40卄20卄10+ | 92.5～60.0 | $418\times10^4$～$450\times10^4$ | semi-liquid |
| The third type | 5卄 | 5.0 | $700\times10^4$ ～$1280\times10^4$ | viscous |

第2表に示した結果を更に要約すると，子宮内精液には第3表に示すような3つの型が存在することがわかる．これら精液性状における3型は組織学的にも明瞭に区別される．即ち，第I型では大部分の精子は規則正しい配列を全く示さず子宮腔内にまばらに散在している (Plate 4, Figs. 2, 3). 第II型では精子の大部分は子宮腔内に大塊をなしてやや密に存在し，精子の流れが若干認められるが未だ明瞭ではない (Plate 4, Fig. 4). 第III型では精子の大部分は子宮腔内に大塊をなして一層密に存在するが，多くの流れが精子の配列に一つの規則性を与えている (Plate 4, Figs. 5, 8). しかしながら，いずれの型においても子宮内精子の一部分は子宮壁に沿うてその頭部を上皮に尾部を腔に向けて規則正しく一列に並んでいる (Plate 4, Figs. 6, 7).

精液性状の3型を採集時季別にみると，冬眠前の秋に採集された4個体の子宮内精液はすべて第I型に属し，生存指数は 92.5, 精子数/mm³ も $62\times10^4$～$277\times10^4$ であつて，

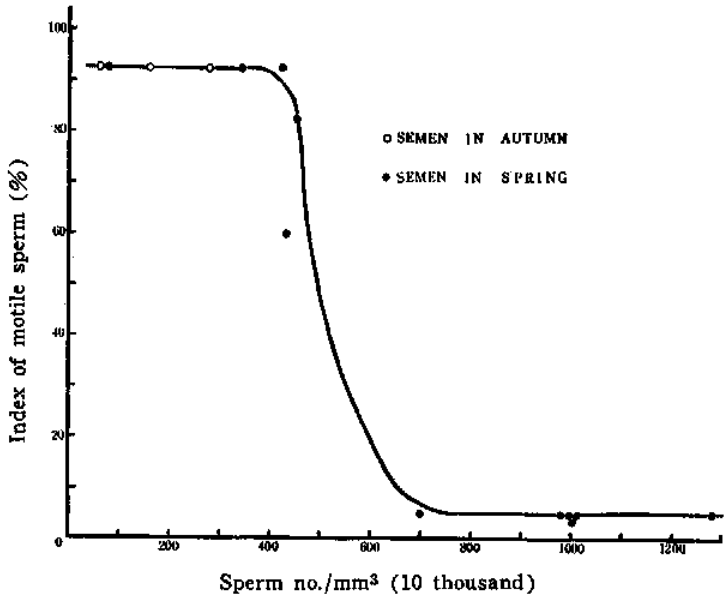



Fig. 1. Correlation between the index of motile sperm and sperm concentration of semen contained in the uterus, showing inverse proportion between them.

各個体間に大きな差異は認められない．しかし，冬眠覚醒後の春に採集された 12 個体においては3個体は第I型，3個体は第II型，残りの6個体は第III型を示し，その生存指数は 92.5～5.0，精子数/$mm^3$ も $68\times10^4$～$1280\times10^4$ の広範囲にわたり，各個体間に非常な差異が存在している．又，秋に採集された個体では子宮内精液はすべてただ一つの型（第I型）のみから成つているが，春に採集されたものでは必ずしも単一型のみから成るとは限らず，組織学的観察により稀薄精液と濃厚精液の両者が混在しその区別が明らかである個体もあつた．秋及び春の子宮内精液における精子の生存指数と精子濃度とは互に明らかに反比例している（Fig. 1）．このような子宮内の精液性状の著しい差異と生殖器官の発情ないし排卵現象に影響される内的要因との関連をみるために各個体の生殖器官を連続切片として観察したが，両者の間にはなんらの関連もみられなかつた．

## 論　　議

### 1．子宮内精液の3型と精子の生存性

子宮内に貯えられたコウモリの精子の生存性については今まで多くの報告がなされている．Benecke (1879) は数百匹の ***Pipistrellus pipistrellus***（ヨーロッパイエコウモリ）及び ***Plecotus auritus***（ウサギコウモリ）を冬に採集しその子宮は常に活動せる精子を含んだクリーム様精液で満たされていたことを報告している．Fries (1879) は 12 種のコウモリについて子宮内精子は雌の生殖道内で生活力を有しながら越冬し，受精後その精子の大部分はそのまま比較的短時間に死滅してしまうことを述べている．Eimer (1879) は ***Nyctalus noctula***（コヤマコウモリ）において精液で満たされた子宮は奇異な状態を示しその精子は完全に活力を保有しておること，***Pipistrellus pipistrellus*** の子宮は3月にも活力ある精子で満たされており適当に稀釈することによつて顕微鏡下に運動しつつある精子を認めうることを報告している．Courrier ('24) は ***Pipistrellus pipistrellus*** の子宮は冬中高度に活力を有する精子を含有することを認め，中野 ('28) は本種において春の子宮内精子が新鮮な特有な運動をなすことを認めている．Redenz ('29) は 3，4 月に採集した ***Vespertilio murinus***（ヒナコウモリ）及び ***Plecotus auritus*** で子宮内精子の運動性はその濃厚さ・蓄積された $CO_2$・低温及び子宮分泌物質の特性によつて抑制されているのだろうと述べ，リンゲル液を添加すると精子は始めて運動を開始し室温で 16～20 時間その運動を継続することを観察している．しかしながら，彼はこれら精子の生存率及び精子濃度等に関しては触れていない．Evans ('38) も数種のコウモリについて秋の交尾による精子は非運動性のまま春の排卵まで雌の生殖道内に留ることを示している．上述したように，多くの研究者は冬又は春のコウモリの子宮内精子が非常に高い活力を保持して貯えられているという確信を述べてきている．

一方，秋以来子宮内に留つている精子が受精に関与することは Folk ('40)，Wimsatt ('42, '44)，平岩・内田 ('55) によつて立証されはしたが，その精子が実際子宮内にどのような状態で貯えられているのか，即ち精子の生存率及び活力・精子濃度は果してどれ位なのかを詳細に検討した報告は殆ど見当らない．受精に関与する精子は，子宮内に長期間貯えられ且つ子宮内にもたらされた莫大な量の精子のうちの極く僅少に過ぎないので，そ

の性状の全般を直接に観察吟味することは必要と思われる．Wimsatt ('42, '44) は精子生存の直接の証拠を確認し精子数と活力についていくらかの概念を得るために，晩秋以来92～159日間雄から分離された *Myotis* 及び *Eptesicus*（ホリカワコウモリ属）の23個体の子宮内精子について観察している．それによると23個体のうち17個体では多量の活力ある精子が，2個体では中等量の活力ある精子が子宮内に認められ，他の3個体では恐らく動物の剖検が遅れたために大部分の精子は非活動性でただ僅かの活力ある精子が認められたに過ぎず，残りの1個体では理由はわからないが活力ある精子は認められなかつた．即ち *Myotis* 及び *Eptesicus* では秋以来子宮内に貯えられている大部分の精子は非常に長期にわたつて活力を保持し続けているのであつて，Wimsatt の観察は多くの先進者の確信と一致している．

*Pipistrellus* における子宮内精液の性状を数量的に検討した結果は前述の通りである．即ち秋に採集された個体の子宮内精液はいずれも第I型に属し生存指数は高く流動状を呈しているが，春のものには第I・II・III型の各々がみられ生存指数及び精子濃度には著しい差異が認められるのである．この所見は先進者の確信や Wimsatt ('42, '44) の観察と一致しないが，子宮内精子のすべてが必ずしも活力を保持し続けているとは限らず，精液の性状には3型が存在することを強調する．

## 2. イエコウモリは冬及び春に再び交尾するや？

コウモリは一般に秋交尾するが，或る種のコウモリでは冬及び春にも再び交尾が行われることも見逃すことのできない事実である．従来，冬及び春の交尾は春に来交尾の雌が見出されることや，雄の副睾丸尾部は活力の高い精子によつて充たされ，附属生殖腺は高度の発達を示していることから推論されてはいたが，あくまで1つの例外的現象と見做されていた (Courrier, '27; Miller, '39, etc). 所がその後 Wimsatt ('44, '45) は実際に冬及び春の交尾を目撃し，重複保証としてのこの補助的交尾を重要な事実として確認した．これら冬及び春の交尾に関する研究の大部分は洞穴コウモリである *Myotis* についてなされたものである．

一方，*Pipistrellus* では冬及び春の交尾は若干論じられているに過ぎない．なぜならば，*Myotis* のような洞穴コウモリと異なり本種は天井裏の壁や瓦の下の土くれの裂隙中で冬眠するので，その習性を観察することは極めて困難なためである．Courrier ('27) は *Pipistrellus pipistrellus* で睾丸の間細胞と附属腺が冬眠期を通じて機能的状態に留り副睾丸尾部は生存精子によつて満たされていることから，春の交尾が行われうる可能性を否定してはいないが，之が例外的なものであることをはつきりと述べている．又，Caffier and Kolbow ('34) は *Pipistrellus pipistrellus* の精子形成は11月のみならず3月にも速かに行われ，3月には精子量の増加のため副睾丸は膨大するという誤つた観察から効果的な交尾は秋と春の双方に行われると述べている．

われわれは本種において過半数の個体が少くも晩秋以後に交尾することを前に述べたが，子宮内精液の性状に関する観察結果から冬及び春の交尾を一層直接的に推論したい．上に述べた Wimsatt ('42, '44) の *Myotis* 及び *Eptesicus* についての観察が *Pipistrellus* にあてはまるとすれば，春採集された個体の大部分の子宮内精子は一様に高い生存指数を

有している筈である．所が本種の子宮内精液の性状には著しい差異が存在し，特に春の11個体では精子の生存指数も 92.5～5.0，精子数/mm³ も $68\times10^4$～$1280\times10^4$ の広範囲にわたり，各個体間に著しい差異が認められ，生存指数と精子濃度とは互に反比例している (Fig. 1)．しからば子宮内精液におけるかかる差異，即ちその3型はなぜに生じたのであろうか？ これには内的・外的要因のいずれかであるとする2つの見方がある．この差異は雌性生殖器官の発情ないし排卵現象に関連する影響による内的要因に基づくや？ Long and Evans ('22) 等はダイコクネズミにおいて発情前期の後半期になると子宮を異常に膨大せしめる透明液の蓄積が行われ，この水様物は発情期の末期に速かに減少することを述べている．しかしながら，本種の雌性生殖器官を肉眼的にまた組織学的に調べた結果，発情期に関連するかかる現象はこの動物では起つていない．それ故，この精液性状の差異は内的要因によつて生じたものでないと考えられる．しからば，外的要因は何に求められるべきや？ 交尾の時期の差異に由来する交尾後の経過日数の長短が，子宮内精液の性状にかかる差異を生ぜしめたのではないかということが考えられ，ここに必然と冬及び春の交尾が論じられなければならない．

秋の交尾直後においては子宮内精子の生存指数は高く濃度も一様に稀薄であり(第I型)，月日がたつにつれて生存指数は減じ濃度は高まる傾向が認められる．所が春採集された個体の精液には3型が認められる．即ち，精子の生存指数低く濃厚な精液（第 III 型）は秋の交尾以来子宮内に貯えられたものと考えられる．秋のそれと同程度の高い生存指数を有する流動状精液（第I型）は春の交尾によつて子宮内にもたらされたものと認めざるを得ない．なぜならば，春におけるこのような精子の存在は雄の副睾丸尾部以外には何処にも見出されないからである．又，前二者の中間の精子生存指数及び粘稠性を示す精液（第II型）も現われるが，これは恐らく冬眠期中に交尾したものと思われる．コウモリが冬眠期中でも覚醒し活動することは寒冬の温かい夕方，少数ではあるが彼等が飛翔することによつても知りうる．又，組織学的所見によつて濃厚精液と稀薄精液の両者が混在しているものもあつたが，これは秋に交尾した個体が春再び交尾したことを示すものと考えられる．

上述のように交尾後の経過日数という外的因子が精液性状に働くという仮定の上に立つならば，比較的高い割合で起る冬及び春の交尾を認めることができるが，この仮定の正否は交尾を終つた雌を秋以来雄から分離飼育し，春にその子宮内精液が果して第 III 型を示すかどうかを検討することのみによつて決定されるものである．Wimsatt ('44) 以前のすべての研究者は，たとい冬及び春の交尾が行われるとしても，それは単に1つの例外的現象に過ぎないと明らかに述べているが，Wimsatt ('44) は *Myotis* において冬及び春の交尾は秋以来冬眠期を通じて継続されている発情に対する1つの生理的反応であつて，できるだけ多くの雌が確実に妊娠するに必要な量の精子を受けるようにする重複保証として役立つものであると述べている．*Pipistrellus* においても成熟濾胞は秋から冬眠期を通じて存在し，秋の発情は春に排卵が起るまで継続されるものと考えられる．一方，雄の副睾丸尾部は秋から春までなお多量の生存指数 100～80 を有する精子を含有し，附属生殖腺も分泌物で満たされている．4月上旬採集され雌と一緒に飼育された1頭の雄は数時間にわたつてその penis を勃起せしめていた．ともあれ，このような発情期の状態を続けて

いる雌雄の間に交尾が行われることはむしろ当然であつて，冬及び春の交尾は基本的な秋の交尾と同じく発情に対する1つの生理的反応として未交尾の雌のみとは限らず比較的高い割合において行われることを推論する．しかしながら，後述する見解から，われわれは冬及び春の交尾を“量の重複保証”としてよりも“未交尾雌に対する保証”としての方により大きな意義を見出したい．

### 3. 受精と精液性状との関係

前述した精液の各型における顕微鏡下での直接の精子生存の観察と組織学的所見から，両者の結びつき，即ち生存精子は組織学的には子宮内の何処の部分に，どれ位，また如何なる状態でみられるか，そしてこれら精液性状と受精との関連はどうなのかということについて，いささか私見を付け加えたい．各型についての生体及び組織学的観察から次のように説明される．秋に子宮内に射精された直後，精子は子宮内で上皮遊離縁に向かつて自由に運動し，一部の精子は上皮に頭部を接し尾部を腔内に向けて規則正しく一列に並んだまま運動を停止して仮死状態（anabiosis）に陥る．上皮遊離縁が一部の精子によつて占められてしまうと，他のものは子宮腔内に残存し尚も運動を続けその配列に規則性は全く認められないが（第I型），次第に彼等同志の凝集性によつて精子の流れを作り，同時に一部のものは運動エネルギーを消失して死滅し始める（第II型）．時日の経過と共にその凝集性によつて更に多くの流れが作られ，遂に子宮上皮から離れて存在する精子はすべて死滅してしまう（第III型）．即ち精子の生存指数は秋から冬にかけて次第に下降し，春に見出される第III型に至つてはその生存率は5%に減少してしまつている．しからば第III型にみられるこの生存精子は組織学的にはどの精子に相当するのであろうか？　子宮上皮に頭部を接している精子の割合が丁度直接の観察による生存精子の割合（5%）に相当する所から，恐らく生存精子は仮死状態を続けてきた上皮に接する精子と考えられる．中野（'28）は本種について，子宮内に精子が搬入されると共に子宮上皮や上皮遊離縁にグリコーゲンが出現し，しかも大部分の精子がその頭部をグリコーゲンを含有する上皮に接し尾部を子宮腔に向けて規則正しく相接して存在することから，注目すべき精子のグリコーゲン栄養説をすでに提起している．しかしながら，同氏はかかる精子の生存を直接には確めておらない．しからば，なぜ上皮に接する精子のみが生存し，子宮腔内に大塊をなして存在する大部分の精子は死滅しているのであろうか？　この問題に関しては今後の研究に待つ外はない．われわれの生体及び組織学的観察とそれから導かれた推論は無条件に中野の説を支持するものではないが，子宮上皮がなんらかの形で精子生存に役立つているのではないかと考えられる．

前述したように精液には3つの型が存在するが，いずれの型も受精可能なのであろうか？子宮内に貯えられた精子の大部分は排卵後やがて生殖道内から放逐されてしまうので，受精現象と子宮内精液の型との関連を同一個体について組織学的に直接に確めることは非常にむずかしい．われわれは秋の交尾以来子宮内に貯えられていた精子が春に卵を受精しうることをすでに証明したので，もし秋以来の精液が第III型を示すという仮定が許されるならば，第I・II型精液は勿論，生存指数5.0を示すに過ぎない第III型も受精可能なわけである．牛の人工授精に当つては射出精子の生存率及び活力が50%以上でなければ

確実な受精を期待できない（桝田，'52）．本種における観察は子宮内精子について行われたもので両者を一概に論ずることはできないけれども，両者の間にあまりにも著しい差異が存在することに気づく．又，精液量も種々様々であるが，受精にとつて果して多量の精液が必要なのであろうか？ Caffier and Kolbow ('34) は *Pipistrellus pipistrellus* で子宮の拡張をもたらすほど多量の精液を含有した子宮を1例も認めていないが，われわれの材料では秋及び春のいずれにおいても 27% 前後が多量の精液（卅 或は 卌）を含有していたことはすでに述べた．第 III 型精液が受精可能であるならば，受精は子宮内にもたらされた多量な精液の中の極く僅少な率の生存精子の存在によつて全うされることがわかる．即ち，受精のためには多量の精液（卅 或は 卌）の存在は不必要であつて，僅かの精液量（＋）で十分であると見做しうる．本種の受精は囲卵巣腔で行われ，実際にこの受精場所に到達する精子の数は非常に僅かであるが（内田，'53；平岩・内田，'55），雌の生殖道内における精子の分布とその割合についての詳細は今後にゆずるとし，ここでは受精には僅かの精液量（＋）で十分であることだけを述べるに留めたい．排卵期まぢかい春に採集された全個体数に対して，第 III 型に属する精液を含有するものが少くも 13.6%，僅かの精液量（＋）しか有しないものが 40.9% を占めているにも拘らず，排卵直後の多数例の組織学的観察（内田，'53）によつて未受胎の個体が殆ど認められなかつたことは，第 III 型精液が受精可能であり，受精には僅かの精液量（＋）で十分であることを更に裏付けるものである．かかる見解により，われわれは冬及び春の交尾を Wimsatt ('44) のいう“量の重複保証”としてよりも“未交尾雌に対する保証”としての方により大きな意義を見出したい．

## 要　　約


1. 子宮内精液は 3 つの型に大別され，それらの性状には著しい差異が認められる．われわれの観察は多くの先進者の確信と一致しないが，春の子宮内精子のすべてが必ずしも高い活力を保持しているのではなく，むしろ約半数の個体では子宮内精子の大部分は死滅し，極く僅かの率の精子が生存しているのみであることを知つた．

2. 組織学的観察によれば，上述した子宮内精液の性状における差異は内的要因，即ち雌性生殖器官の発情ないし排卵現象の影響に基づいて生じたものではない．従つて，交尾の時期の差異に由来する交尾後の経過日数の長短が子宮内精液の性状にかかる差異を生ぜしめることが考えられる．一方，春の第 I 型子宮内精液にみられるような活力の高い多量の精子の存在は，春には雄の副睾丸尾部を除いては何処にも見出されない．これらのことから，基本的な秋の交尾後に，冬及び春にも比較的高い割合で交尾が再び行われることを推論する．

3. 第 III 型精液において，生体観察による僅かの率の生存精子は組織学的には子宮壁に沿うてその頭部を上皮に接し尾部を腔に向けて規則正しく一列に並んでいる精子に相当すると考えられる．

4. 第 I・II 型はもちろん，第 III 型精液も受精可能であり，受精には僅かの子宮内精液量（＋）で十分である．

## 文 献


Benecke, B. 1879 Ueber Reifung und Befruchtung des Eies bei den Fledermäusen. Zool Anz., 2: 304-305.

Caffier, P. and H. Kolbow 1934 Anatomisch-physiologische Genitalstudien an Fledermäusen zur Klärung der therapeutischen Sexualhormonwirkung. Z. Geburtsh. Gynäk., 108: 185-235.

Courrier, R. 1924 Le cycle sexuel chez la femelle des mammifères. Etude de la phase folliculaire. Arch. de Biol., 34: 369-477.

—— 1927 Etude sur le déterminisme des caractères sexuels secondaires chez quelques mammifères à activité testiculaire périodique. Arch de Biol., 37: 173-334.

Eimer, G. H. T. 1879 Ueber die Fortpflanzung der Fledermäuse. Zool. Anz., 2: 425-426.

Evans, C. A. 1938 Observations on hibernating bats with especial reference to reproduction and splenic adaptation. Amer. Natural., 72: 480-484.

Folk, G. E. Jr. 1940 The longevity of sperm in the female bat. Anat. Rec., 76: 103-109.

Fries, S. 1879 Ueber die Fortpflanzung der einheimischen Chiropteren. Zool. Anz., 2: 355-357.

平岩巍邦・内田照章 1955 イエコウモリにおける受精 —交尾との関係について— 科学, 25: 39.

Long, J. A. and H. M. Evans 1922 The oestrous cycle in the rat and its associated phenomena. Mem. Univ. California, 6.

柳田精一他 1952 家畜人工授精の技術. 東京: 産業図書.

Miller, R. E. 1939 Reproductive cycle in male bats of the species *Myotis lucifugus lucifugus* and *Myotis grisescens*. J. Morph., 64: 267-295.

Nakano, O. 1928 Ueber die Verteilung des Glykogens bei den zyklischen Veränderungen in den Geschlechtsorganen der Fledermause. Und über die Nahrungsaufnahme der Spermien in dem weiblichen Geschlechtswege. Fol. anat. jap., 6: 777-828.

西川義正 1951 家畜人工授精法. 東京: 養賢堂.

Redenz, E. 1929 Das Verhalten der Säugetierspermatozoen zwischen Begattung und Befruchtung. Z. Zellforsch., 9: 734-749.

内田照章 1953 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. 九大農学部学芸雑誌, 14: 153-168.

Wimsatt, W. A. 1942 Survival of spermatozoa in the female reproductive tract of the bat. Anat. Rec., 83: 299-307.

—— 1944 Further studies on the survival of spermatozoa in the female reproductive tract of the bat. Anat. Rec., 88: 193-204.

—— 1945 Notes on breeding behavior, pregnancy, and parturition in some vespertilionid bats of the eastern United States. J. Mamm., 26: 23-33.

## Résumé

In the previous paper (Hiraiwa and Uchida, '55) we experimentally studied that the spermatozoa introduced into the uterus of the bat, ***Pipistrellus abramus abramus*** (Temminck)* in the autumn are able to retain their fertilizing capacity for 118 days and fertilize the ova which have been discharged from the ovary in the spring. In this case, how are the spermatozoa stored in the uterus? Looking over the literatures one notes that most former workers generally believed that the spermatozoa stored in the bat uterus in the winter are in a very active state. We have some doubts, however, whether the semen stored in the uterus during such a long period retain similar conditions in their properties such as the viscosity of semen, percentage and index of motile sperm, and sperm concentration.

On the other hand, winter and spring copulations have been observed in the cave-dwelling bat ***Myotis***, though not noticed in ***Pipistrellus*** except the ordinary autumnal copulations. If winter or spring copulations occur also in some individuals of the bat, large difference may exist between the properties of semen stored in the uterus since autumn and that introduced into the uterus by the later supplementary copulations. Accordingly if there is a great disparity in the properties of semen, we may be able to admit that copulations occur again in the winter or spring.

In order to solve these two problems above mentioned, studies on the properties of semen were made quantitatively. The results may be summarized as follows:

1. The stored semen are classified into three types by their properties. The semen contained in the uterus of bats captured in the autumn belong to only the first type (Fig. 2), but the semen in the spring consist of the first, second and third types (Figs. 3, 4 and 5), and large differences in properties exist among three types (Tables 2 and 3). And the index of motile sperm is shown in inverse proportion to the sperm concentration of semen (Fig. 1). Although our results disagree with those of previous workers and Wimsatt's observations('42, '44,), it is obvious that the spermatozoa found in the uterus in the spring are not always in a active state, because in about half individuals the majority of spermatozoa lose their activity, very few being surviving.

2. Judging from the histological observations, the large difference in the properties of stored semen has never been based on the endogenous factor, i. e., the influence of estrous or preovulatory conditions of female genital organs. It is, accordingly, believed that the exogenous factor, i. e., the disparity in length of passage of days after copulations gives rise to such a large difference in the properties of semen. In the spring, on the other hand, the existence of such abundant active spermatozoa as are found in the first type semen introduced into the uterus is never found anywhere except the cauda epididymis of male bat. In conclusion, then, it appears that the supplementary copulations


* In the former papers, this species has been described as ***Pipistrellus tralatitius abramus*** (Temminck).

take place at relatively high percentages in the winter or spring.

3. In the third type semen, the spermatozoa shown histologically with their heads towards the uterine epithelium (Fig. 7), corresponds to the motile sperm seen by direct observations.

4. The third type semen, together with the first and second type semen, may be capable of fertilizing the ova, and even a small volume of semen (+) is enough for fertilization (Table 1).

Zoological Laboratory, Faculty of Agriculture,
Kyushu University.

## Explanation of Plate 4

See the classification of semen types in table 3.

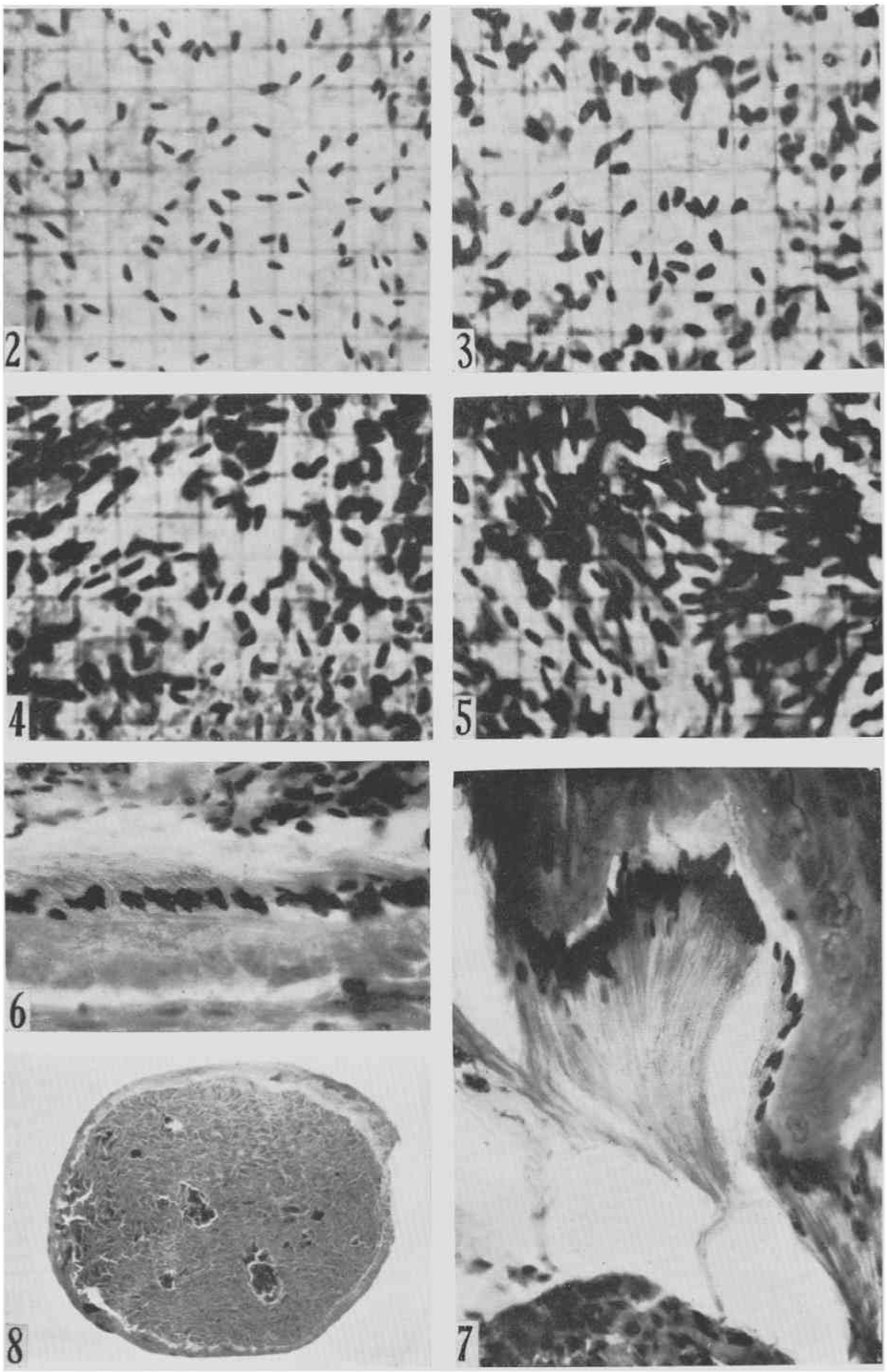
Figs. 2 and 3. The first type semen, showing the spermatozoa scattering irregularly and sparsely all over the uterine cavity (examined on October 12th and April 9th respectively). ×900.

Fig. 4. The second type semen, showing dense sperm mass in which slight regularity is found in the arrangement of spermatozoa (April 25th). ×900.

Fig. 5. The third type semen, showing more denser sperm mass in which many streams give some regularity in the arrangement of spermatozoa than in the second type (April 22nd). ×900.

Figs. 6 and 7. Arrangement of the spermatozoa with their heads towards the uterine epithelium in the second and third type semen respectively. Only these spermatozoa may be motile (April 25th and 22nd). ×700.

Fig. 8. Cross section of the uterus containing the third type semen. The uterine cavity swell out by the enormous volume of semen (卌) (April 22nd). ×18.




イエコウモリにおける受精