

鶏の輸卵管における上向機能について

三 村 一*

1 はじめに

鶏の輸卵管（卵管）は、その機能として卵巣で形成された卵黄を受け、これを通過させて体外へ運ぶのであるが、その経過中に受けた卵黄を完成卵にして産み出す役目をする。これは実質的には卵の形成であって、また機能の方向からいえば、卵巣に背く機能である。

一方、鶏において正常な受精は、輸卵管の卵巣近接端又は卵巣において行なわれるものと考えられている。しかし雌が交尾によって雄から精子を受ける場所は輸卵管の排泄腔近接端である。したがって精子がこの場所から受精の行なわれる上記の場所まで進行するのは輸卵管の機能による。これは実質的には精子の輸送であって、また方向からいえば、卵巣に向う機能である。著者はこの卵巣に向う機能を一応輸卵管の上向機能と名づけたい。同時に上記の卵巣に背く機能を仮りに下向機能と名づけることにする。

このように輸卵管は、卵巣に背く機能と向う機能、すなわち、方向を異にする二つの生理機能をもっている。

反芻獣の食道の一部、口腔から第一胃及び第二胃の間では、食物は生理的に二つの方向に運ばれる。また一般に口、鼻孔、咽喉、肺に連らなる気管でもガスを吸入、排出して2方向の生理機能が営まれる。けれども概して体内の管、導管（例えば食道、腸管、尿管、血管など）は一方向だけの生理機能をもつものであって、もしも逆の方向に機能する時は、変調とか、病的であるといわれる。輸卵管が上記のように、二方向の生理機能をもつことは、この器管に特殊な意義があると考えられる。

著者はこれまでに、鶏の生体あるいは組織を材料として、この上向機能について観察及び測定を行い、その結果については、随時学会誌に発表してきたが、ここではまとめて記す。ただし補足的に文献引用も試みるが、記述の主体は MIMURA¹⁸⁾ の論文である。

2 鶏の輸卵管の形状と大きさ

鶏の輸卵管は一般鳥類のそれと同様に、発生の初め左右一対をなして現われるが、成体においては左側だけが機能し、右側は痕跡だけにとどまることは、一般成書に記されているところである。

著者はこれまで、実験にはつとめて研究室附属の鶏舎にて育成・飼養した鶏を用いることにしてきた。育成・飼養した鶏種は多品種にわたるが、その大部分は白色レグホン種であった。飼養中雄においては繁殖・交配、また雌においては産卵を観察記録したことはもちろん

* 信州大学名誉教授
昭和43年12月15日受付

表一 輸卵管の長さ (cm)

	全 長	ラッパ管	卵白分泌部	峽 部	子宮部	腔 部
白色レグホン 2年鶏 ²⁵⁾	69.2±10.08 (100)	9.4±2.16 (13.6)	30.2±4.74 (43.6)	12.6±2.51 (18.2)	5.6±1.06 (8.1)	11.4±1.79 (16.5)
白色レグホン 1年鶏 ¹⁶⁾	68.2 (100)	10.2 (14.9)	31.5 (46.4)	9.8 (14.4)	7.1 (10.4)	9.6 (14.1)
横斑 プリマス・ロック 1年鶏 ⁸⁾	76.3 (100)	12.6 (16.6)	34.8 (45.6)	16.4 (21.5)	5.2 (6.8)	7.3 (9.6)

カッコ内は%を示す

である。そして実験にて解剖・解体の行われる際には、常に繁殖器官の大きさの測定がなされた。

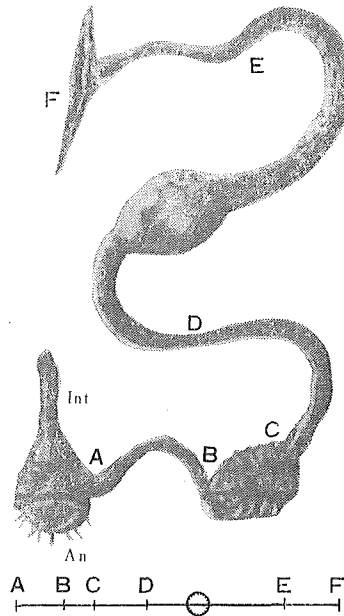
以下章を追って記述された実験に使用した鶏はこの処理を経たものである。それらの資料の中から、白色レグホン種の1年鶏と2年鶏で、いずれも産卵中のものを選びだしてその輸卵管の長さの測定結果を表1に示す。なお参考のために文献によって、他の鶏種の資料を附記した。

3 鶏の輸卵管における繊毛運動

a) 媒液と温度について¹⁹⁾

鶏の輸卵管には全長にわたって、その内粘膜面に常に活潑な繊毛運動が認められる。この繊毛運動の観察を行なうにあたって、組織を浸漬保存する媒液がこの繊毛運動に如何に影響するか実験した。これまでこの観察にリングル氏液が広く使用されたが、入手の容易な鶏卵の卵白の使用を試み、この両液内の繊毛運動、ならびに対照として観察した生理的食塩水の結果を記すが、もとより繊毛運動は温度の影響を受けることが著しいゆえ、もちろん種々温度をかえて観察した。

その結果、各温度における繊毛運動の速度は、リングル氏液内で最も高く、食塩水やや劣り、卵白内ではその粘度が前二者にくらべて高いために著しく低い。この卵白内で繊毛運動が低位にあっても、その持続時間は他の媒液におけるよりも長い。繊毛運動は時間の経過とともに減衰するが、運動全期を通じてその初期と末期には減衰がやや急速であり、中期には緩慢である。繊毛運動は温度によってはなはだしく制約される。運動速度の最高値で比較すれば、各媒液を通じ20°Cの値を1とする時、30°Cではその値が2.2~2.3となり、40°Cでは4.3~5.4となった。この実験で卵白は繊毛運動保持に際し、リングル氏液にも優る好適の媒液となることを認めた。



図一 鶏の輸卵管(卵管)
(D~E部に形成途中の卵がある)
A—B 腔部, B—C 子宮部
C—D 峽部, D—E 卵白分泌部
E—F ラッパ管部
An 肛門 Int 腸管
An—Int 排泄腔

b) 絨毛運動の方向¹⁵⁾

鶏輸卵管の内粘膜面における絨毛運動の旺盛な時には一定方向の流れを生じている。すなわち皮膜の上にある絨毛は一団あるいは一帯をなして同一方向に波動を繰り返しているののでそこに流れができる。腔部・子宮部・峽部及びラッパ管部の絨毛運動はすべてその粘膜全面において常に排泄腔に向っていた。然し卵白分泌部の絨毛運動は他の部分のそれと趣を異にしている。この部分では他と同様に運動方向が排泄腔に向っている形式もあるが、反対に運動が卵巣へ向っている形式も発見された。言いかえれば運動方向を異にしている二部分が混在しているのである。この二形式すなわち两部分は輸卵管の長軸に沿い帯状をなして配列しているゆえ、卵白分泌部の粘膜面では方向の異なる二条の流れが現われることを確めた。

PARKER^{27,28)} は亀類について観察し、その輸卵管の一隅には長軸に沿い幅狭き一条の帯があって、ここでは絨毛運動の方向が他の部分と逆で卵巣に向っていることを発見した。ついでこの観察を進め、鳩の輸卵管²⁹⁾にもまた同様の絨毛運動形式があって、これらの動物では恐らくこの形式が精子輸送に与るものであろうと想定した。CROWELL⁵⁾ もまたトカゲの輸卵管に同様の形式の絨毛運動のあることをみて、ひとしく精子輸送の役目をなすものであるとPARKER氏の言うところを支持した。

しかしながら鶏の輸卵管における著者の観察は、上記の如くいわゆる精子輸送路たるべき卵巣に向う絨毛運動の一帯は、ただ卵白分泌部にあるだけであって、輸卵管の他の部分、すなわち腔部・子宮部・峽部及びラッパ管部には排泄腔に向う絨毛運動のみが発見された。従って後章で詳しく述べるがごとく、これらの部分における精子進行については、他の機構を考察せねばならない結論に到達したのである。

4 人工授精と輸卵管内における精子の進行¹⁷⁾

多数の雌鶏に人工授精を試みた。其の方法は屠殺直後の雄鶏の輸精管から精液を搾り取り、これをそのまままたはリンゲル氏液で稀釈し、子宮部下端へ注入する。そして一定時間にその鶏を屠殺し、卵巣及び輸卵管内腔粘膜面の諸所においてスメヤー（粘液状内容物）をとり、これを鏡査して精子の存否を確かめ、精子の進行状態を検査した。

その結果、卵が輸卵管の子宮部或は峽部にあると、人工授精をした精子は短時間ではこれを超えて進まない。間もなく産卵しようとする個体を選び、これに人工授精を行い産卵後に観察した諸例では、精子をラッパ管部に発見することができた。この場合産卵後50分の観察で、輸卵管の諸部分は勿論のこと、さらに卵巣表面においても精子が発見された。産卵後の個体に人工授精を行なった数例のうち、授精後26分ですでに卵巣に精子を発見した一例がある。人工授精の際に新鮮な精液へ、固定し染色した精子を若干混ぜて試みたところ、この精子は生活力ある精子と全く同様に輸卵管内の各部に発見された。なお輸卵管内を上昇進行した精子で、ある程度の団塊をなしていた場合もしばしば観察され特に著者の注意をひいた。

かくしてこれらの実験では、人工授精した精子は輸卵管内を自からの運動によって進むものではなく、他の力で受動的に輸送されるものといわねばならない数々の結果が得られた。

5 人工授精と開腹手術鶏の輸卵管内における精子の進行

a) 鶏の麻酔方法²⁰⁾

鶏の生体において、その生理実験のため手術を行うに際し、必要上から種々の麻酔法を試みた。いずれも全身麻酔法であるが通常行なわれるエーテル又はクロロフォルムの吸入麻酔やあるいはこの両者の混合による麻酔法においては、簡単にその適量を投与することが困難であって、これが用量を正確に知ろうとするならば特殊の装置と技術とを必要とした。著者は実験の結果、麻酔薬の静脈内注入法が最初から薬剤の適量を決定し得て正確にその用量を投与することができ、かつその奏効も確実であってしかも操作も簡単であることを確め、この理由でまず入手の容易な抱水クロラルの静脈内注入麻酔法について実験を進め、ついで独逸バイエル製品で人体静脈注入麻酔薬として知られるエヴィパン・ナトリウム (Evipan-Natrium) を用い、鶏に実験してこの薬品使用法が諸種の点において抱水クロラル静脈内注入麻酔法に勝ることを識った。近年武田³⁵⁾は同じく鶏の静脈注入麻酔にイソミダールソーダを使用している。

b) 精子の進行成績¹⁸⁾

雌鶏を麻酔状態に置き、これに開腹手術を行い、輸卵管の蠕動運動及び逆蠕動運動を外部から観察しうる状態に保ち、同時に人工授精の操作を併用して、輸卵管内における精子の上昇進行の模様を観察した。

この方法で、鶏が麻酔状態にあってもその輸卵管は正常な運動状態を示し、覚醒時と著しく異なる所がないことをみた。供試鶏の或る個体では開腹の時、たまたま卵が輸卵管内にあり、この卵が輸卵管の蠕動作用で次第に降下進行するを観察した。また他の一個体では人工授精後、輸卵管の一部に逆蠕動作用が起り、若干時間継続した状態を明瞭に認めた。さらに人工授精で子宮部下端へ注入した精子が、供試鶏の多数において短時間の後に(1時間15分以内)ラッパ管部へ達し、ある個体では卵巢にまで達していた。この諸例中最短時間は、人工授精後10分で卵巢から採った標本に精子を発見した場合であって、この鶏の子宮部からラッパ管の先端までの長さは55.5cmあったゆえ、卵巢に発見された精子は、10分以内にこの距離を進行した理で、その速さに驚かされた。

鶏の精子の運動速度については後章に述べるところであるが、上記の進行記録は精子自身の運動のみによるものとしては、到底考ええられない速度である。加えて輸卵管における逆蠕動の直接観察もとげられ、人工授精した精子の上方への輸送に関与する主要な機能は、正しく輸卵管の筋肉作用であることを究めた。

6 開腹手術鶏の輸卵管内における無生の物質の進行¹⁸⁾

前回と同様、開腹手術を施すけれど、人工授精の代わりに、注射器をもって精子ではない無生の物質を輸卵管内へ注射し、一定の時間ののちその輸卵管を取り出して、注射した物質の移動の模様を観察した。この場合注射に用いた物質は二種類であって、その一つは炭末で、他はメチレン青色素で、これらはいずれもリンゲル液に浮遊又はとがして用いたのである。

この実験で、注射物の移動拡散の模様は、輸卵管における注射部位によって趣を異にして

いた。先ず腔部へ注射した場合には注射物の上方へ移動、拡散は認められない。却って下方へ向っての移動、拡散がみとめられた。これは腔部と子宮部との境界に括約筋があって、これに阻止されて上行拡散が行なわれなかったためである。次に子宮部へ注射した場合には、少数例では注射物は峽部へ上行して明らかに移動拡散を示していた。峽部へ注射した場合には、例外なしに注射物は顕著な上方移動拡散をあらわした。また卵白分泌部へ注射した場合には、結果は甚だ複雑となったが、しかし大多数の鶏では、注入物は上方への移動拡散を示し、また移動拡散したものとみなされた。

この実験で輸卵管内容物の管内移動の様相が解析され逆蠕動の詳細が追究された。同時に輸卵管内への注射物の移動と排卵との関係、異常卵の生成などについても理解がえられた。

異常卵の実験的生成・上記の実験で示唆をえて、輸卵管へ無生の物質を注射し、様々の異常卵を形成させ、またある場合には体外へ産み出させた。その中の若干の例は自然に産み出される異常卵によく類似して、その成因が実験的に説明できた²¹⁾。

これら一連の実験によって、輸卵管へ注射又は注入を行うと、その注射又は注入操作の刺激によってたちまち逆蠕動が引き起される。けれどもこの逆蠕動は、管内にある卵をもち上げるほど強力なものではなく、また卵の所在場所まで波及して止まること、さらにこの逆蠕動の継続は短時間であって、間もなく消失することなどが解明されたのである。

7 輸卵管内における精子の所在^{22,23)}

以上は鶏の輸卵管における精子の上向機構の検討であるが、輸送を受けた精子の行方は何処か、その所在を追及するために、人工授精した活力ある精子の輸卵管内分布を観察した。すなわち、人工授精した翌日から21日までの間に逐次その鶏を屠殺して、輸卵管の各部の粘膜面から粘液を採って精子の存否を検査した。すなわちスメヤー法の検索である。

その結果大体10日までは輸卵管内で精子を発見する例が多く、供試鶏の74%に精子を発見したけれど、11日以降になると精子発見例が少なくなる。とくに18日以降の精子発見例は、いよいよ少ないことをみた。

次に供試鶏でその輸卵管内に精子を発見する時、その精子の分布状態について調べると、人工授精後の日が極く浅い間は、精子を輸卵管内各部で発見するが、日を経ると精子発見は腔部かラッパ管部、又はこの两部分に限られるようになる。詳しくいえば、55羽のうち29羽では腔部とラッパ管部との両部に精子を発見、18羽では腔部だけに、また8羽ではラッパ管部だけに精子を発見したのである。ここで注目されることは、腔部で精子が発見される例は、ラッパ管部で発見される例よりはるかに多いという結果である。腔部とラッパ管部で発見する精子の所在について、さらに詳しく記すと、腔部では子宮部に接近したいわゆるS字状部、ラッパ管部では卵白分泌部に接近した部分で精子を発見する例が最も多く、また精子数も多く発見された。

また雄鶏に P³² を注射し、精子で P³² を帯同したものをえてこれを雌鶏に人工授精し、P³² を標識とした精子をラッパ管部で追求したところ、スメヤー観察とほぼ一致した結果をえた。

8 輸卵管腔部特にS字状部*の意義

雌鶏の輸卵管内での精子の行動の追求は、鶏精子の輸卵管内における長期間にわたる受精能力保持の機構解明とも関連する重要な事項である。

人工授精による精子の輸卵管内追求による著者の実験^{22, 23, 24})から腔部特にS字状部は精子の貯溜場所であることを示唆した。その後武田³³)もまた著者と同様腔のS字状部(移行部)が精子貯溜部位であることの観察を行なった。

これよりさきVAN DRIMMELEN³⁹)はラップ管の後部にスパームネスト(Sperm-nests)の存在することを報告している。近年になって、FUJII⁶), FUJII and TAMURA⁷), 武田³⁴), BOBR⁴)等もまたラップ管部およびS字状部に精子を包蔵した腺が存在することを観察した。

さらに武田^{35, 36})は、鶏の輸卵管に注入した精子の行動を追求した結果、著者の示唆を補足し、人工授精において(恐らく自然交尾においても)腔部に注入された精子は、一部は直ちに輸卵管を上昇してラップ管部に達し、受精にたずさわらず、またラップ管腺腔中にも保留されるが、大部分はS字状部の腺腔中に保留され、産卵時に卵がS字状部を通過する毎に該部の腺腔中から遊離して輸卵管を上昇しラップ管部に補充されるものと考察している。

9 自然交尾と輸卵管内における精子の進行¹⁸)

産卵中の雌鶏がこの実験でも使用された**。それぞれ雄鶏に配されて自然交尾がなされると、続いて所定の時間に屠殺、輸卵管を取り出し、管内諸部分において、上記実験同様精子存否の検査を行なった。

先ずこの精子検査が交尾時刻から45分乃至2時間20分以内に行なわれた場合、精子は腔部に多数発見されたがこれより上部へは昇らない。すなわち精子は腔部の諸所に存在し、交尾後45分の時にはすでに腔部の上部・子宮部との境界点迄達す事をみた。

交尾後2時間30分以上6時間30分以内に精子存否の検査がなされた場合、多数例において精子は子宮に発見され、さらに上方の卵白分泌部にて発見された。精子は交尾後2時間30分にて子宮部に侵入する場合もあるけれどなお4時間余をこれに要する場合もあった。そしてすでに子宮部へ侵入した場合でも、卵白分泌部以下の部分に形成途中にある鶏卵を包容する時には、その後の上昇を妨げられて進行を停止した。

これに反し鶏卵の包容されない時にはよく上昇を継続することを確めた。

最後に交尾後16時間30分以上21時間47分で精子検査を行なった場合、精子は卵白分泌部或はラップ管部に発見されたが、異例として精子は子宮部へ侵入したが、それ以上の部分には発見し得なかった個体もあった。

* 生体において輸卵管の腔部はS字状に迂曲して子宮部へ移行する状態にあるゆえこの部位をいう。

**雌鶏のあるものは必要ある場合、容易に交尾を受けさせるため、去勢手術を施し、同時にその睾丸移植を受けた雄鶏で交尾能力はもつも、射精能力を缺くものと同居させ、甘んじて交尾を許容する様に馴致した。

10 in vitro における精子の運動¹⁸⁾

繁殖旺盛の雄鶏の精液に、リンゲル氏液或は新鮮な鶏卵から得た稀薄卵白のいずれも二、三倍を加えて稀釈し、その一滴を懸滴標本とし、種々の温度で精子の運動速度を測った。

その結果、鶏の精子の最大秒速として、25°Cにて凡そ14 μ （卵白液内）及び15 μ （リンゲル氏液内）、又は32°Cにて凡そ36 μ （卵白液内）であるを識った。

精子の運動速度が温度の制約を受けることは勿論であるけれども、上記の測定値は精子自体の運動の大凡の見当を得させるには充分であって、今これを観察及実験5にて述べた一例で、人工授精した精子が55.5cmの輸卵管を10分以内に上昇進行した場合、即ち一秒間925 μ の上昇速度に対比する時、その間に如何に大きな相違があるかを見る。そして後者の場合に精子自体の運動によって進行したものととは到底想像するを許さない結果となった。

11 考察と結び

およそ哺乳動物の雌性生殖輸管、とくに子宮部において精子進行に關与する事項として LOTT¹²⁾ 及び PARKER³⁰⁾ は、(1)雄の射精によって加えられる推進力、(2)陰茎のピストン性作用、(3)子宮の吸引作用、(4)雌性生殖輸管壁の筋肉伸縮作用、(5)子宮腔の毛細管性吸引力、(6)子宮粘膜の纖毛運動、(7)精子自体の運動力、及び、(8)内臓諸器官相互の加圧作用の8項目をあげている。HARTMAN⁹⁾、PARKER³⁰⁾等はこれら事項についてやや詳しい文献紹介並に論議をなした。しかし鳥類の場合にはその生殖器の解剖的な相違からは等事項の中(4)以下の5項目を考察することが必要となる。いまこれを a)精子自体の運動力と b)精子自体の運動力以外の力とに大別して考察を進め結論に導くこととする。

a) 精子は自体の運動力によって輸卵管内を進行する

LEEUEWENHOECK¹¹⁾によって精子の運動性が発見されて以来、一般哺乳類・鳥類を通じて長い間その精子は自体の運動によって雌性生殖輸管内を上昇、受精の行われる場所へ達するものと解せられてきた。しかし十九世紀末葉以来実験的な研究が盛んとなるに及び、種々な観察が殊に哺乳類においてなされ、その結果は必ずしも精子自体の運動上昇説を支持肯定しないのである。

鶏の精子はこれを生理液中へ浮遊させる時活潑な運動性を示す。睪丸にあるうちはこれを缺くけれども、輸精管へ出た精子は活潑な運動性をうるものと言われる²⁶⁾。しかしながら鶏の精子を *in vitro* で観察する時、活潑な運動を認めてもその方向は甚だ不定である。この不定な運動に方向を与えるものは精子の趨触性・趨化性及び向流性等の説明であろう。しかし今日雌性生殖輸管内を精子が進行する機構の説明として、趨触性の問題はとりあげるだけの価値なく、趨化性もまた歴史的な記述になり終っている*。ただ向流性に関しては今もなお一部の人の間に論議が繰り返されてきているゆえ、以下これについて主に述べることとする。

* 但し受精の際、卵子の附近に在る精子がこれに接近・合一するはやはり主として精子の趨化性に基くものと解釈される。最近精子が或る種の化学物質に対し驚く可き高度の稀釈においてもなお趨化性を現わすことが知られている。

ADOLPHI^{1,2)}は簡単な実験で精子の向流性を観察した一人である。すなわち載物硝子と覆蓋硝子との間に精子浮游液を保ち、顕微鏡下に精子の運動を観察しながら、覆蓋硝子の一端に吸取紙をあてて浮游液をこれに吸引させることにより、視野に一定の流れをつくり、この流れの中を游泳する精子の顕す運動を注意した。同氏はこの方法をもって、家畜家禽その他多数の動物精子について広汎な観察をとげ、鶏でもこれを行い、その精子は他のものと等しく総て流れに対し一斉に溯る性質を示し、顕著な向流性をもつものと論じた。MARSHALL¹³⁾はその著書繁殖生理篇において哺乳類の精子は交尾後雌性生殖輸管内をその粘膜面の繊毛運動によって生ずる流れに溯って卵巣の方へ上昇進行するものと記載している。

著者は鶏の輸卵管の一片を選び、リングル氏液あるいは稀薄卵白液へ移し、その内粘膜上の繊毛運動を観察しながら、これに活潑に運動する鶏の精子を振りかけてその精子の運動方向を検べたところ、繊毛運動のために生じた流れを溯って持続的に進行するものなく、ADOLPHI, MARSHALL等の言うところを肯定し得なかった。

YAMANE U. ITO⁴⁰⁾は独自の考案に成るU字管を使用して、馬の精子の向流性について巧な観察を行ない、これを肯定する成績を発表している。著者は鶏の精子でこの観察方法を繰り返したが、瞬間的には流れを溯る精子はあっても継続的に溯りうるものなく、その向流性を全面的には認めえなかった。従って鶏の長大な輸卵管内を精子が向流性によって上昇進行するという説明は妥当を缺くものと考察した。加えて著者は固定し、染色した精子或は炭末のような生活力無く、従って運動性を缺く物質を輸卵管内へ人工授精の方法をもって注入する時、迅速に輸送されることを確めている。よって精子は自力で輸卵管内を進むものではないことは明らかであって、必らずや他力によって輸送されるものと断定した。

勿論受精にあずかるは生活力ある精子でなければならない。かかる精子は同時に活潑な運動性を持つものであって、輸卵管内ではあらゆる方向へ運動しえられる。ゆえに局部的には精子は自身の運動力をもって卵巣の方向へ若干進行することは当然起りうるであろうし、また受精の際は自体の運動によって卵子に接着すべきことは既に附記した通りである。

b) 精子は自体の運動力以外の力によって輸卵管内を進行する¹⁸⁾

i) 内臓諸器官相互の加圧作用によって輸卵管内の精子は、一部輸送されることは特にPARKER³⁰⁾がとりあげ想定しているところであるが、この機構では精子の急速な輸送・規則的な進行は甚だ困難であってまた開腹手術を行い、輸卵管を曝露した場合は、かかる加圧作用は考えられない。従ってこの作用が輸卵管内の精子進行を支配する要素とは認められなかった。ただしこの加圧作用は、正常の場合に或は生殖輸管の管壁に作用し、ひいて内容物である精子の進行に何等かの影響を及ぼしうる可能性は認められる。

ii) 輸卵管内腔の毛細管性吸引作用については、場所によって局部的にこの種の作用があるものとしても全面的にはこれを肯定しえない。何んとなれば著者の観察では、人工授精によって子宮部下端に注入した精子がある程度の団塊をなして輸卵管上端へ運搬されたので、毛細管性吸引作用による上昇とは言いえない。

iii) 輸卵管内粘膜面に分布する繊毛の運動が、何等かの作用で精子の進行に関与することは想像に難くない。しかも既に述べたところであるが、鶏の輸卵管の卵白分泌部には下向すなわち排泄腔に向って波動する繊毛運動のほか、逆に上向即ち卵巣に向って波動する繊毛運動の一帯があることは、PARKER氏の提唱するように、精子の上昇進行の説明に好適の

ものと言えるが、しかし色素液あるいは炭末注入実験の結果は、これら注入物質の上昇輸送に余り重要な役割を演じていない。かつ部位としても局部的に存在するのみであるから、輸卵管全長に亘って作用する機構としては他を考えねばならない。

鳥類に限らず哺乳類を含めて、その雌性生殖器管内の精子輸送については、近年沢山の報告が次々に出されてきた。ひ近なものをあげると、ALLEN and GRIGG³⁾ は鶏で P³² をもって標識にした精子を筆者と同様な方法で人工授精して、輸卵管内の分布状態を追及した結果を発表している。そして精子は非常に速く上昇するもので、人工授精して15分後にはラッパ管部へ達している。筆者の論文を引用しているが、遺憾ながら上記の10分という実験の報告は引用していない。氏等は固定して生活力のない精子も上昇すること、さらに精子を含まない液も上昇することなどを確かめて、精子は輸卵管内を自からの力で進行するわけではなく、他動的に輸送されるものであることを結論した。なおこの報告において、膣部と子宮部との境にある括約筋を界にして、膣部と子宮部以上とでは精子進行の機構が異なっていることを明らかにした。この報告の大半は筆者のこれまでの実験成績と一致したものである。

iv) かく考察してみると、残された事項は輸卵管壁の筋肉伸縮作用のみとなる。鶏の輸卵管壁及び輸卵管附着の靱帯には、組織学的にみて平滑筋層が分布している^{14,32)}。又膣部と子宮部との境界にはやや強力な括約筋が存在する^{10,31)}。これらの平滑筋が時宜を得て機能することは言をまたないところである。

既に著者の観察として輸卵管内に包容された卵が、管壁の蠕動作用によって下降することを述べた。また開腹手術鶏の輸卵管へ人工授精を行なった場合に、逆蠕動作用が生じたことを記した。しかもこの種の逆蠕動作用によって輸卵管内容物である精子が上昇進行した証拠は、著者の行なった各種の観察及び実験において随所にこれを指摘しえられた。

上記した逆蠕動作用は如何にして惹き起こされるか。卵子あるいは鶏卵が輸卵管内に包容されることはむしろ正常な蠕動作用を促すこととなり、逆蠕動作用を誘発する原因とはならない。産卵は以後の輸卵管に対して逆蠕動作用を起こすに好条件を与えるが、必須の要因とはならなかった。しかし輸卵管へ人工授精あるいは無生の物質注入の場合には、輸卵管をかく扱うことそのことが刺戟となって忽ち逆蠕動作用をひき起したものと解された。自然交尾の場合には、交尾の刺戟が輸卵管において二段の反応となって現われたものと想定される。すなわち第一の過程は交尾の瞬間に精子を膣部下端へ受け、続いて膣部上端へ輸送し、同所へ暫時抑留する反応であって、第二の過程は、膣部と子宮部との境界にある括約筋ならびに子宮部以上の各部位の管壁の運動を促して管内の精子を一挙に輸送する反応である。著者はこの第二段の反応としてホルモンの作用を考察する。

c) ホルモンの効果

すでに Fallopian tube については幾多の研究がとげられ、ホルモンの影響が明らかにされているが、鶏の輸卵管もまたこの種ホルモンの制約の下にあるものと推定する。

そもそも精液が直接かつ急性に逆蠕動を起こさせるようなホルモン効果を輸卵管へ与えるものでないことは著者の観察及び実験の成績が明示するところであるが、間接かつ緩漫に或る種の効果を及ぼすことは想像される。

家兎では自然交尾のあった後10時間で初めて排卵が起こる。これは性行動に伴う神経興奮が脳下垂体に響く結果、そのホルモン分泌によって卵巣が機能したものと説かれている。鶏

では自然交尾の後およそ2時間30分以上4時間で括約筋の弛緩と逆蠕動作用が起って、精子は陰部上端から輸卵管の卵巣近接端へ向って迅速に輸送されることは前にも説いたとおりであるが、この場合筋肉の弛緩と逆蠕動とを誘発したものは恐らく内分泌機能であって、また叙上の家兎実験例と等しく脳下垂体ホルモンの仕業と推定されるのである。

之を要するに自然交尾の際、雌鶏の陰部へ射精された精子が受精の行なわれる場所迄輸送される機構は著者の観察及び実験が示す限りにおいて次のごとく解釈された。

射精された直後の精子は交尾の刺戟によって誘起されたものと推定される逆蠕動作用にて、たちまち陰部下端から上方へ輸送されるが、陰部上端すなわちS字状部へ達すると、同所と子宮部との境界に分布している括約筋の緊縮にあい、子宮部へ侵入することができずして暫時(2時間30分乃至4時間)同所に留る。しかし、一時抑留された精子は、括約筋の弛緩ならびに続いて起った逆蠕動作用によって一気に子宮部・峽部を通過して輸卵管内を進行上昇し、受精の行なわれる場所に達する。産卵(放卵)によって卵がS字状部を通過することは、以後の精子上昇の機序となる。

しかしながら如何なる刺戟が、また機能が輸卵管の筋肉ならびに括約筋に影響するものであるか。交尾の行為・産卵等は機械的刺戟として作用し、内臓諸器官相互の加圧作用も恐らく同様に筋の伸縮を誘発させる機械的刺戟となるであろう。一方交尾の刺戟はある種の内分泌器官と関連を持ち、その分泌するホルモンが輸卵管の機能を促して精子輸送をなすものと推定された。

VAN DEMARK 等^{37,38)}の牛での実験成績は、自然交尾でも人工授精でも、精子は非常に速く上昇している。頸管へ精液を注入する時精子は5分の後ちに輸卵管上端へ達したという。また固定し運動性のない精子を用いても同様速かに上昇するという。これらの成績は著者の鶏における成績ときわめてよく合致している。VAN DEMARK 氏は次々に各種の実験を行って、牛の子宮運動をこく明に解析し、精子輸送に関与する子宮の作用は、下垂体後葉ホルモンである Oxytocin の支配によることを明らかにした。すなわち、自然交尾の刺戟、または人工授精で生殖器を操作することの刺戟が下垂体に伝わり、Oxytocin の分泌を促し、それが子宮ならびに輸卵管収縮運動を誘発して精子輸送の効果をもたらすものであることを確かめたわけである。著者は上記したとおり、実験結果から輸卵管の逆蠕動は、下垂体後葉ホルモンによって起ることを推定したが、この VAN DEMARK の牛における実験は、筆者の推定を裏書きするものであって、おそらく鶏においても、精子輸送に直接関与しているホルモンは鳥類の Oxytocin すなわち Vasotocin であると考えたい。これを要するに、自然交尾または人工授精に伴う神経興奮は間脳視床下部を経て下垂体後葉ホルモン Vasotocin の分泌を促し、それが輸卵管の逆蠕動の作用誘発となって精子輸送に関与するものと考察する。

文 献

1. ADOLPHI, H.: Anat. Anz., 26, 549, 1905
2. ADOLPHI, H.: Anat. Anz., 28, 138, 1906
3. ALLEN, T. E. and G. W. GRIGG: Austral. J. Agric. Res., 8, 788, 1957
4. BOBR, L. W., F. X. OGASAWARA and F. W. LOREN: J. Reprod. Fertil., 8, 49, 1964

5. CROWELL, P. S. : Proc. Nat. Acad. Sci., 18, 372, 1932
6. FUJII, S. : Arch. Histol. Jap., 23, 447, 1963
7. FUJII, S. and T. TAMURA: J. Fac. Fisheries and Anim. Husb. Hiroshima Univ., 5, 145, 1963
8. HARPER, T. A. and D. R. MARBLE : Poult. Sci., 24, 61, 1945
9. HARTMAN, C. G. : In Edgar Allen's "Sex and Internal Secretions." Baltimore, 647, 1932
10. 加藤嘉太郎: 家畜の解剖と生理, 360, 1961
11. LEEUWENHOECK, A. VAN: Phil. Trans., 11, 1677
12. LOTT, G. : F. Enke, Erlangen, 9, 150, 1872
13. MARSHALL, F. H. A. : The Physiology of Reproduction, London, 173, 1922
14. McLEOD, W. M., D. M. TROTTER and J. W. LUMB : Avian anatomy, 74, 1964
15. MIMURA, H. : Okajimas Folia Anat. Japon., 15, 287, 1937
16. MIMURA, H. : Jap. J. Zootech. Sci., 10, 290, 1937
17. MIMURA, H. : Okajimas Folia Anat. Japon., 17, 459, 1939
18. MIMURA, H. : J. Dept. Agric. Kyūshū Imp. Univ., 6, 167, 1941
19. 三村 一 : 暖地農学, 2, 37, 1948
20. 三村 一 : 日畜会報, 19, 95, 1949
21. 三村 一, 岡内敬三, 玉田省吾 : 宮崎大学農学部研究時報, 2, 63, 1957
22. 三村 一, 登内徳一郎 : 日畜会報, 28 (別号), 22, 1957
23. 三村 一, 登内徳一郎 : 日畜会報, 29 (別号), 7, 1958
24. 三村 一, 登内徳一郎 : 日畜会報, 32 (別号), 24, 1961
25. MIMURA, H., M. YOSHIDA and T. TONOUCHI : Bull. Fac. Agric. Shinshu Univ., 8, 43, 1963
26. MUNRO, S. S. : J. Exp. Zoöl., 79, 71, 1938
27. PARKER, G. H. : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 26, 53, 1928
28. PARKER, G. H. : Amer. J. Physiol., 87, 93, 1928
29. PARKER, G. H. : Proc. Soc. Exp. Biol. Med., 27, 704, 1930
30. PARKER, G. H. : Phil. Tr. Roy. Soc. London, B. 219, 381, 1931
31. STURKIE, P. D. : Avian Physiology, 453, 1965
32. SURFACE, F. M. : Maine Agr. Exp. Station Bull., 206, 1912
33. 武田 晃 : 家禽会誌, 1, 19, 1964
34. 武田 晃 : 家禽会誌, 2, 115, 1965
35. 武田 晃 : 家禽会誌, 3, 15, 1966
36. 武田 晃 : 家禽会誌, 4, 62, 1967
37. VAN DEMARK, N. L. : Int. J. Fertil., 3, 220, 1958
38. VAN DEMARK, N. L. and R. L. HAYS : Amer. J. Physiol., 183, 510, 1955
39. VAN DRIMMELEN, G. C. : Onderstepoort J. Vet. Res. Suppl., 1, 1, 1951
40. YAMANE, J. und T. Ito: Cytologia, 3, 188, 1932