

# 家兎の子宮運動に関する研究

## 第3報 HCG注射による排卵前の子宮運動

登内 徳一郎

信州大学農学部 家畜育種繁殖学教室

### I 緒 言

著者は前々報(1963)<sup>10)</sup>および前報(1965)<sup>11)</sup>において腹窓法を用い、交尾家兎の排卵前後の子宮運動を観察し、つぎの所見をえた。すなわち子宮運動、とくに蠕動運動は交尾後1時間から精子進行に關与すると考えられる上行波の頻度増加によつて著しく増加し、5~7時間で最高に達し、以後そのレベルで排卵に至るが、排卵後である交尾後1日には著しく減少し、交尾後2日に再び増加して引続き4日まで高値を示し、以後減少しつつ着床した交尾後7日に至ること、また受精卵の子宮到達に關与すると考えられる下行波が上行波より多くなる時期が交尾後2~5日の間にみられたことを報告した。

家兎は交尾排卵動物であつて交尾後10時間前後で排卵する<sup>12)</sup>。しかし家兎の排卵誘起には必ずしも交尾を必要とするものではなく、FRIEDMAN 反応<sup>3)</sup>によつて知られる妊婦尿注射、またLH<sup>5)</sup>、硫酸銅溶液<sup>7)</sup>などの注射によつても排卵させうる。家兎に対するこれらの排卵誘起物質の注射は、家兎の人工授精<sup>1)</sup>あるいは受精卵移植に關する研究におけるHostの排卵誘起<sup>2,4)</sup>など、重要性が増す傾向にある。

一方これら排卵誘起物質を注射した家兎の子宮運動について腹窓法を用いての報告は見られない。そこで著者は家兎子宮運動に關する基礎的研究の一環として排卵誘起のためにHuman chorionic gonadotropin (以下HCGと称する)を家兎に注射し、HCG注射より排卵までの各時期の子宮運動の変化と、これら子宮運動と卵胞發育との關係を檢討するために本実験を行なつた。

### II 実験材料および方法

実験には日本白色種の雌家兎4頭を用いた。実験時の体重は最高3.4kg、最低3.1kg、年齢は最高11ヶ月、最低7ヶ月で未経産の家兎であつた。

実験方法は排卵誘起物質としてHCG(帝國臓器KK)を各腹窓家兎にそれぞれ100 I. U. 胸部皮下に注射して前々報<sup>10)</sup>と同様に子宮運動の觀察を行ない、運動の種類、發生頻度、進行方向、後に排卵した最大卵胞の直径について測定した。なお本実験におけるHCG注射による排卵数は $7.0 \pm 1.16$ であつた。

### III 実 験 結 果

本実験の子宮運動観察の結果は前報<sup>11)</sup>と同様、主としてほぼ子宮尾側 $\frac{1}{3}$ の部位（以後子宮 $\frac{1}{3}$ とする）の運動について、また運動発生頻度は1運動について内在する小運動を含めて1回として取扱つたものについて報告する。

#### 1 運動型と蠕動運動の進行方向

本実験の観察全時間930分間（15時間30分）に1側の子宮 $\frac{1}{3}$ で観察された子宮運動は979回で、そのうちのほとんどを占める966回が蠕動運動であつて、この他に捻転運動12回、振り運動1回が観察された。前報<sup>11)</sup>と同様、分節運動は純粹なものは見られなかつたので、移行型として蠕動運動に記録した。

観察された子宮運動は主として蠕動運動であつたが、この蠕動運動を進行方向によつて分類すると表-1のとおりである。この結果より明らかなように子宮 $\frac{1}{3}$ においては上行、下行の両波が主であり、相殺、乗越の各波は少なく、反動、交叉、展開の各波は認められなかつた。しかしこれら各波は前々報と同様、子宮 $\frac{1}{3}$ の部位における観察であるため認められなかつたもので、子宮全域においては相殺、乗越の各波とも子宮 $\frac{1}{3}$ に比べてさらに多い頻度で発生し、反動波以下の各波の発生も認められた。また上行波が下行波に比して非常に多いが、これも本実験の観察時間が、排卵前の子宮運動の観察を目的としたためHCG注射後の観察が多いことと子宮 $\frac{1}{3}$ の部位の観察によるものであつたためである。

#### 2 HCG注射と蠕動運動頻度および卵胞の直径

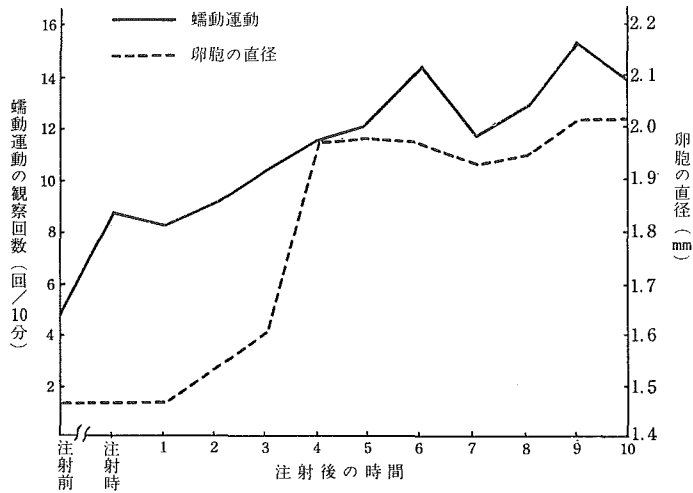
蠕動運動の頻度をHCG注射前、注射直後、および以後は注射後から1時間毎に10時間まで観察した4頭の成績の平均値を表-2に示す。注射前の蠕動運動頻度は10分間当り約4.5回で少ないが、注射直後は急激に増加し約8.7回となり、2時間まではほぼ同じ頻度で運動

表-1 蠕動運動の進行方向

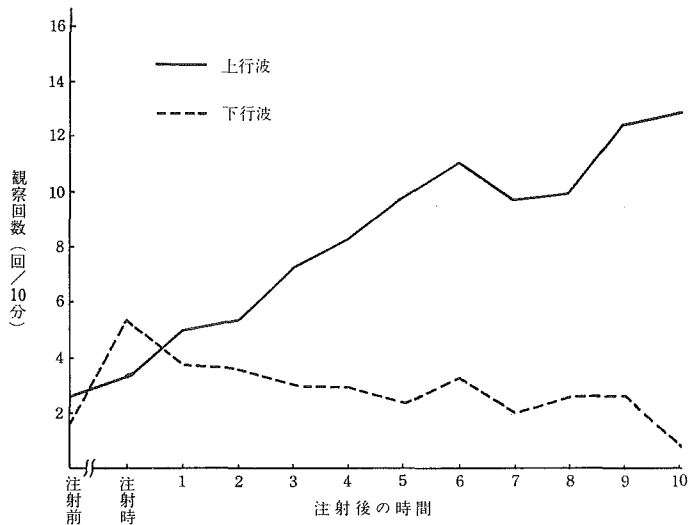
運動進行型	観察回数
上行波	690
下行波	252
相殺波	21
乗越波	3
反動波	
交叉波	
展開波	
合計	966

表-2 HCG注射と蠕動運動の変化

注射後の時間	運動回数(回/10分)		
	蠕動運動	上行波	下行波
注射前	4.5±1.5	2.7±1.9	1.8±2.1
注射時	8.7±2.1	3.4±2.0	5.3±3.7
1時間	8.4±1.7	4.9±2.8	3.6±2.1
2	8.9±0.5	5.4±2.9	3.5±2.9
3	10.4±2.1	7.2±4.3	3.2±2.9
4	11.5±2.5	8.4±5.2	3.1±2.6
5	12.1±2.5	9.4±3.6	2.5±1.5
6	14.4±1.3	11.1±2.9	3.3±2.5
7	11.5±1.3	9.5±3.1	2.0±2.0
8	12.6±4.5	9.9±4.0	2.7±1.6
9	15.1±1.7	12.3±1.5	2.8±1.2
10	13.5±1.2	12.7±1.7	0.8±0.7



図一 1 HCG注射後の蠕動運動と卵胞直径の変化



図一 2 HCG注射と蠕動運動進行方向の変化

を続けるが、3時間から著しい増加を示し、6時間では約14.4回の高値となり、以後多少増減しつつ10時間に至つたが、その間9時間に約15.1回の最高値がみられた。

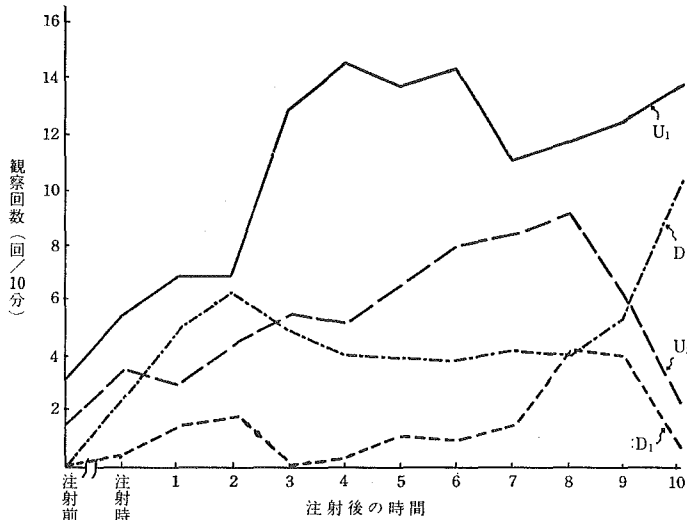
これらの実験家兎はHCG注射によつて全例排卵したが、排卵した卵胞の発達の経過を外観的な直径で後に排卵した大卵胞について測定した。この結果を図一1についてみれば、HCG注射後1時間から4時間までは著しい増加を示し、以後はほぼそのレベルで排卵に至つた。この卵胞直径と蠕動運動頻度との間には有意な相関関係が認められた。(df=46, r = +0.586)

3 HCG注射と蠕動運動の進行方向

蠕動運動の各波はHCG注射後の時間経過にしたがって変化する。上行、下行両波の頻度を子宮 $1/3$ において観察した平均値で表一2, 図一2に示す。上行波はHCG注射前から下行波より多く10分間当たり2.7回であつたが, 注射直後からその後6時間まで著しく増加し, 以後多少の増減はあるがやや増加し, HCG注射後10時間で最高値の12.7回となつた。下行波は注射前上行波より少なく1.8回であつたが, HCG注射直後には急激に増加して上行波よりも多く最高値の5.3回を示した。しかしながら注射後1時間では再び減少して3.6回になり, 以後徐々に減少して注射後10時間の0.8回に至つた。

この子宮 $1/3$ の蠕動運動の進行方向についての傾向は子宮各部位についてもほぼ同様な傾向となるが, しかし上行波は主として子宮尾側端から発生し, 下行波は子宮頭側端から発生するものが多かつた。したがつて子宮尾側端に近い子宮の部位ほど上行波の, また子宮頭側端に近い部位ほど下行波の影響を受けて子宮各部位における進行方向変化の状況に差がみられた。その状況を1例として実験家兎130について子宮 $1/3$ と子宮 $1/2$ における蠕動運動の進行方向を示せば図一3のごとくである。図において子宮 $1/3$ においては常に上行波が下行波より多くみられたが, 子宮 $1/2$ においては子宮 $1/3$ より頭側にあるので下行波の影響を受け, 上行波は必ずしも下行波より多くはなく, 注射後1~2時間と10時には下行波より少なかつた。また部位による上行波の頻度を比較すれば, 子宮 $1/2$ は子宮 $1/3$ より少なかつたがこれは, 子宮 $1/3$ は子宮 $1/2$ より子宮尾側端に近いから, 尾側に発生した上行波が頭側に発生した下行波によつて進行中相殺されたものである。下行波においても同様, ほぼ同じ数値となつた注射後8時間を除いて注射後子宮 $1/3$ は子宮 $1/2$ より少なかつた。

蠕動運動の上行、下行両波は主として子宮両側端に発生し, 注射前はその発生頻度が少ないので, そのまま他側端に進行するものが多く単純であるが, 注射直後から発生頻度が増加



図一3 子宮の部位による蠕動運動進行方向の変化 (家兎番号130)

U<sub>1</sub>: 上行波 } 子宮 1/3  
 D<sub>1</sub>: 下行波 }  
 U<sub>2</sub>: 上行波 } 子宮 1/2  
 D<sub>2</sub>: 下行波 }

し複雑となつてくる。注射後の時間経過にしたがつて上行、下行両波はそのまま子宮他側端に進行するものが少なくなり、途中反対波と衝突し、相殺波、乗越波となり、あるいは進行中単独で消失し、あるいは進行中反動波を発生し、さらには展開波が単独に発生し、それらが継続して上行、下行の両波となつて進行して蠕動運動の発生、消失、方向転換をおこした。しかし子宮各部位における経時的な蠕動運動の進行方向の変化は子宮尾側においては上行波に影響され、子宮頭側においては下行波の影響を受けたが、注射後の時間経過とともに子宮尾側端の運動発生が増加し、上行波となり、上行波の増加が子宮尾側より頭側に徐々に波及していつた。

#### Ⅳ 考 察

HCG注射家兎、すなわちLH注射家兎の子宮運動に関する報告とくに腹窓法を用いた研究は見当らないので、本実験と同様腹窓法を用いて観察した交尾家兎の排卵前後の子宮運動と比較すれば、中曾(1952)<sup>9)</sup>は排卵前後の子宮運動はまことに興味あるものであり、著しく活発となり、交尾後数時間より興奮性が高まると報告しているが、その経時変化にはふれていない。著者は前々報<sup>10)</sup>において交尾家兎の蠕動運動発生頻度が交尾前と交尾後30分までとは大差ないが、交尾後1時間から著しく増加し、5～7時間で最高に達し、以後そのレベルで排卵に至つたこと、また卵胞の直径は、交尾からその後4時間まで著しい増加を示し、以後緩慢なカーブで増加し、交尾後7時間で高値を示し、その後増減することなく排卵に至つた。さらにこの兩者の間には有意な相関関係が認められたことを報告した。

本実験においてHCG注射直後に子宮蠕動運動の頻度は急激に増加し、注射後2時間までは同じ頻度で運動を続けるが、3時間から著しい増加を示し、6時間で高値となり、以後多少増減しつつ10時間に至つたが、その間9時間に最高値がみられた。このHCG注射直後の蠕動運動頻度の急激な増加は前々報の交尾家兎には見られなかつたことである。この頻度増加はこの時期の卵胞の直径が増加しなかつたことから考えて Estrogen の作用ではなく、HCG注射による作用と思われる。

本実験ではHCGを胸部皮下に注射したが、信永ら(1963)<sup>8)</sup>は家兎で80 I. U. が皮下注射で、8 I. U. が静脈注射で1 Rab. U. であつたと報告している。この皮下注射と静脈注射の結果から推察すれば、家兎においてHCGの静脈注射はHCG注射直後の急激な子宮蠕動運動頻度の増加をさらに強力にするものと考えられる。HCG注射後の子宮蠕動運動頻度の変化の傾向はHCG注射直後を除いて前々報<sup>10)</sup>の交尾家兎の結果とほぼ一致し、卵胞の発育も同様交尾家兎の場合とほぼ一致したものとする。したがつて卵胞の発育は Estrogen の分泌を伴い、Estrogen は子宮運動の感受性を高め興奮波発生を促がすものであるので、HCG注射における注射直後の急激な頻度増加以後の子宮蠕動運動の頻度増加は Estrogen に原因するものとする。

蠕動運動の進行方向についてはHCG注射前は上行波が下行波よりやや高値であつたが、注射後の時間経過とともに徐々に上行波が多くなり、その頻度増加が子宮尾側より頭側に波及していつた。中曾は交尾後間もなくは下行波が首位をしめているが漸次子宮膈部からの上行波も盛んとなり、両波が衝突するので、平常時のごとく一方からの収縮が、他端にまで到

達することは稀となると報告し、著者は前々報において交尾前には下行波が上行波より多い傾向であるが、交尾後は漸次上行波が多くなり、上行、下行の両波が交錯しつつ、上行波が漸次子宮尾側より頭側に波及していくのが見られたと報告した。中曾は交尾後の時間経過とともに上行波が増加することについてふれていないが、HCG注射家兔の蠕動運動の進行方向の傾向は注射直後の頻度増加による上行、下行の両波の増加を除いて、交尾家兔の子宮運動の傾向とほぼ一致したものと考察する。本実験において注射前、すなわち平常時の子宮運動の上行波が下行波より多かつたが、これは平常時子宮運動の発生頻度が少なく、本実験がHCG注射後の子宮運動の観察を目的としたために注射前の観察回数が比較的少なかつたための偏りで、観察回数を多くすれば下行波が上行波より多くなるものと考えられる。なおHCG注射後上行波が増加することは交尾家兔と同様人工授精時、子宮内の精子進行に關与するものと考察する。

またHCGの注射量について、ADAMS (1961)<sup>1)</sup>は LH20 I. U. の投与で排卵に失敗したものはなかつたと報告しており、また最近のLH注射の多くは25~50 I. U. を注射している。本実験では100 I. U. を使用し上記報告に比べると高単位ではあるが、今道<sup>6,8)</sup>らはHCGによる排卵誘起における皮下、腹腔内および静脈注射の鋭敏度の比較の実験において静脈注射は皮下注射の約10倍も敏感であつたと報告している。したがつて本実験において比較的高単位使用であつたことも皮下注射であるため子宮運動にはそれ程強くは影響しなかつたものと考ええる。

## 摘 要

腹窓を装着した家兔に排卵誘起物質としてHCGを皮下注射してその前後から排卵までの子宮運動を観察し、その運動の変化を調べた。

1 観察された子宮運動は蠕動、捻転、振子、移行の各運動があつたが、蠕動運動が主で他の各運動は稀にしかみられなかつた。

2 蠕動運動発生頻度はHCG注射直後急激に増加し、注射後2時間まではほぼ同じ頻度の運動が続くが、その後著しい増加を示し6時間で高値となり、以後多少増減しつつ10時間に至つた。その間9時間に最高値がみられた。

3 HCG注射直後には交尾家兔の場合にはみられない蠕動運動の頻度の急激な増加が認められた。その後の蠕動運動の増加は卵胞直径と蠕動運動頻度との間に相関関係がみられ、卵胞の発達はEstrogenの分泌を伴い、これが子宮の運動の感受性を高め興奮波発生を促すものと考察した。

4 HCG注射家兔の蠕動運動は交尾家兔と同様主として子宮両側端に発生し上行、下行の両波として子宮の反対側に移行するが、子宮の他の部位からも蠕動運動を発生する。蠕動運動の頻度増加は途中衝突波を発生し相殺、乗越、反動、交叉、展開の各波が多くなる。

5 蠕動運動の進行方向は本実験において注射前上行波が下行波より多かつたが、HCG注射直後に急激に頻度が増加しとくに下行波が増加し一時逆転したがその後は漸次上行波が多くなり上行、下行の両波が交錯しつつ、上行波が子宮尾側より頭側に波及していった。

本実験を行なうにあたり、御指導いただいた現岩手大学丹羽太左衛門教授ならびに御校関

を賜わつた本学吉田重雄教授に深甚の謝意を表する。

## 文 献

1. ADAMS, C. E. (1961) Artificial insemination in the rabbit. *J. Reprod. Fertil.* 2, 521.
2. CHANG, M. C. (1954) The aerial transport of fertilized mammalian ova. *J. Heredity.* 45, 75.
3. FRIEDMAN, M. H. (1929) Mechanism of ovulation in the rabbit. *Am. J. Physiol.* 90, 617.
4. HAFEZ, E. S. E. (1962) Effect of progestational stage of the endometrium on implantation, fetal survival and fetal size in the rabbit. *J. Exp. Zoology.* 151, 212.
5. HARPER, M. J. K. (1961) The time of ovulation in the rabbit following the injection of luteinizing hormone. *J. Endocrin.* 22, 147.
6. 今道友則・信永利馬・三浦豊彦, (1962) Gonadotrophin による排卵誘起反応における皮下, 腹腔内及び静脈内注射間の鋭敏度の比較, *家畜繁殖誌*, 8, 58.
7. 内藤元男, (1941) 家兎の人工排卵法, *日畜会報*, 17, 14.
8. 信永利馬・今道友則, (1963) Gonadotrophin による排卵誘起反応における皮下, 腹腔内及び静脈内注射間の鋭敏度の比較, II. *家畜繁殖誌*, 9, 25.
9. 中曾栄吾, (1952) 腹窓法による家兎子宮運動の研究, *日産婦誌*, 4, 314.
10. 登内徳一郎, (1963) 家兎の子宮運動に関する研究, 第1報排卵前の子宮運動, *信州大農学報*, 8, 49.
11. 登内徳一郎, (1965) 家兎の子宮運動に関する研究, 第2報着床前の子宮運動, *信州大農学報*, 9, 83.
12. 登内徳一郎, (1968) 家兎の排卵に関する研究, *信大農紀要*, 5,

**Studies on the Movements of the Uterus in Rabbits**  
**III The Movements of the Uterus before Ovulation**  
**after Injection of H C G**

**By Tokuichiro TONOUCHI**

Laboratory of Animal Breeding, Fac. Agric., Shinshu Univ.

**Summary**

The movements of the uterus in the mature rabbit before ovulation which induced by subcutaneous injection of human chorionic gonadotropin (H C G) were studied by means of abdominal window-method.

The results obtained were as follows:

1. The movements of the uterus could be classified approximately into various kinds of types, namely, peristalsis, rotation, pendulum, segment and transition. Among these types of movement, the peristalsis was predominant.
2. The frequency of the peristalsis was considerably increased at the time of injection of H C G. Up to 6 hrs. it showed an increasing tendency. The highest peak was observed after 9 hrs. after the injection. Approximately this value was maintained until 10 hrs. after the injection of H C G.
3. This rapid increase of the peristalsis at the time of the injection of H C G can be considered as a specific phenomenon which is not observed at the time of copulation. There was a positive significant correlation between the increasing diameter of the ovarian follicle and the increasing tendency of the frequency of the peristalsis, observed from one hour later.
4. As in the case after copulation the peristalsis after the injection of H C G mainly began both at the upper end and the lower end of the uterus, and each contraction wave advanced toward the opposite end.
5. The rapid increase of the frequency of the downward waves immediately after the injection of H C G caused its value to be higher than that of the upward waves, but afterwards the upward waves were observed to surpass the downward waves in their frequency.