

Wistar 系ラットの春機発動時期

辻井弘忠

農学部応用生命科学科

Puberty in the Wistar Rats .

HIROTADA TSUJII

Faculty of Agriculture, Shinshu University

Wistar 系ラットの春機発動を雌は膣開口で、雄はペニス型の変化の外部徴候から観察した。その結果、膣開口日は 37.9 ± 2.3 日。膣開口日の体重は $108. \pm 11.5g$ 。初回発情日は 38.5 ± 3.4 日。初回発情日体重は $109.5 \pm 13.2g$ であった。雄ラットの春期発動期は、ペニスの先端が W 型を示した 39.2 ± 2.5 日齢であった。

Key ward: puberty, rat, vaginal opening, first estrus, extremity of penis
キーワード：春機発動，ラット，膣開口，初回発情，ペニスの先端

(環境科学年報 31：2009)

【緒論】

動物は、生後一定期間は性腺の活動がみられず、動物種によりほぼ一定の時期に生殖機能が備わってくる。生殖可能な状態に達するまで一連の過程が必要で、この過程を性成熟過程と呼び、この過程の開始が春機発動である。雄では、精巣の急激な発育と精子形成機能の確立、雌では初回排卵をもって春機発動とする。外部徴候として、ヒトでは初潮、家畜では初回発情、ラット、マウスの雌では膣開口、雄ではペニス型の変化などが指標とされている¹⁾。そこで当研究室で系統維持してきた Wistar 系ラットの外部徴候からみた雌雄の春機発動日を算出した。

【材料および方法】

実験には系統維持している Wistar 系ラットを用いた。ラットの飼育、管理および取扱いは、信州大学農学部動物実験ガイドラインに従った。ラットは明期 12 時間、暗期 12 時間(点灯 6:00, 消灯 18:00)の光条件下で飼育し、温度は 20 ± 1 に保った。市販の固形飼料(ラボ MR ブリーダー、日本農産工業(株))および水は自由摂取とした。乳のみラットは分娩翌日に乳子数を 8 匹に揃え、生後 3 週齢で離乳した。離乳時の乳子数が 8 匹に満たないものは除外した。離乳後、雌ラットは膣開口の有無とスミア像を観察した。雄ラットは陰茎の型の記録を行った。ラットのペニスを露出し、3 型(V, W, U 型)に区別した(図 1)²⁾。即ち、V 型ペニス；幼若ラットのペニスは亀頭を裸出

することが困難で雌の陰核と差異のない外観を呈する。

W 型ペニス；V 型動物が次の U 型に移る中間の時期に必ず示す型。すなわち亀頭は裸出可能となり、ペニスの先端が鉤状に亀頭上に突出し裸出する。U 型ペニス；成熟動物では亀頭の裸出は先の W 型より容易となるが、その裸出された形態は平坦で、ペニスの先端が鉤状に突出しない。これらを、毎日午前 9 時から 11 時までに 1 度調べ、体重を測定し、雌は 20 日齢から 55 日齢まで、雌は 20 日齢から 75 日齢まで、副生殖線の重量を測定した。体重および春機発動日は平均値と標準偏差で示し、スチューデント t 検定を行い、 $P < 0.05$ を有意差とした。



図1 雄ラットの陰茎の型(V,W,U型)

【結果】

1. 成長曲線

実験に供した Wistar 系ラットの妊娠期間は 22.3 ± 0.25 日、産子数は 11.5 ± 2.5 匹、性比は雄：雌 = 0.52：0.48 であった。

乳のみラットにおける成長曲線を図 2 に示した。雌の方が雄より成長が早かった。5 日毎にみた雌雄ラットの成長曲線を図 3 に示した。雌雄ラットの成長曲線は直線的であった。

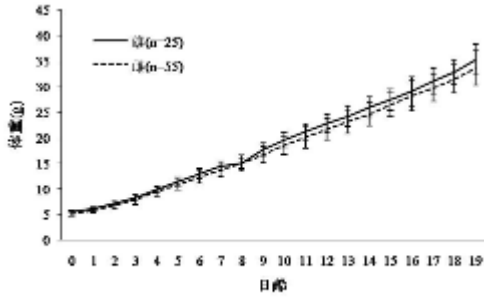


図2. 乳のみラットにおける成長曲線

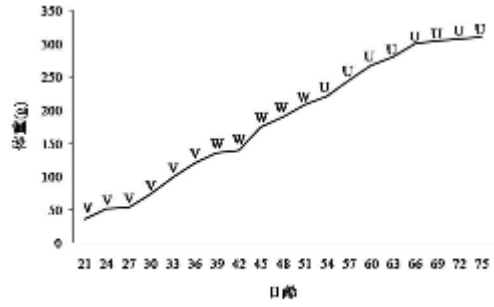


図5. 雄の成長と陰茎先端の型(V,U,W)の変化

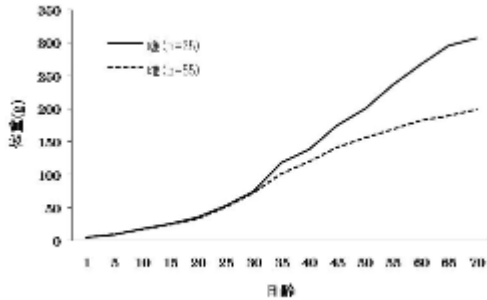


図3. 5日毎にみた雌ラットの成長曲線

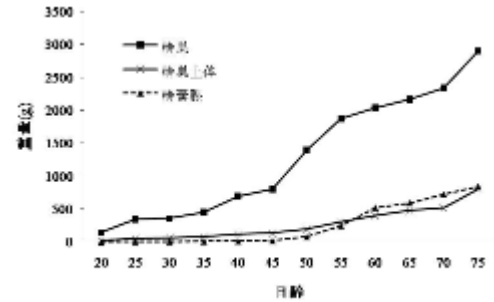


図6. 群の日齢と生殖器(精巣・精巣上体・精嚢腺)重量

2. 膣開口日齢と開口時の体重

雌ラットの膣開口日と初回発情日を表 1 に示した。膣開口日は 37.9 ± 2.3 日。膣開口日の体重は $108. \pm 11.5g$, 初回発情日は 38.5 ± 3.4 日, 初回発情日体重は $109.5 \pm 13.2g$ であった。

雌の年齢と生殖器重量の関係を図 4 に示した。雌の生殖器は 40 日齢まで直線的に増加したが, 45 日齢で S 字カーブが見られた。

表1. 雌ラットの膣開口日と初回発情日

個体数	膣開口日(日)	膣開口日の体重(g)	初回発情日(日)	初回発情日の体重(g)
55	37.9 ± 2.3	108.8 ± 11.5	38.5 ± 3.4	109.5 ± 13.2

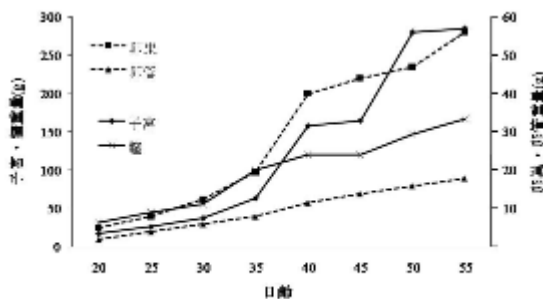


図4. 雌の日齢と生殖器(卵巣・卵管・子宮・膣)重量

3. 陰茎の型と体重

雄の成長と陰茎の先端の型(V, W, U)の変化を図 5 に示した。36 日齢頃まで V 型, 39 日~51 日が W 型, 54 日以降 U 型がみられた。従って Wistar 系雄ラットの春機発動期は 39.2 ± 2.5 日齢であった。

雄の日齢と生殖器(精巣, 精巣上体, 精嚢腺)重量を図 6

に示した。各生殖器は 75 日齢まで直線的に増加がみられた。

【考察】

Clermont and Perey (1957)³⁾は、ラットの妊娠期間は 22-23 日で、多くの雌ラットは生後 35-45 日で初回排卵する。また Korenbrot ら (1977)¹⁾は、雌の春期発動は膣開口によって、外部から正確に春機発動を観察することができることを報告している。梅津 (1968)⁴⁾は、ラットの雌の膣開口日などについて報告している。それによると膣開口日は $36.1 \sim 39.5$ 日と幅があり、平均 36.9 ± 4.1 日、膣開口日の体重は $97.7 \sim 112.3g$ で平均 $105.5 \pm 15.0g$ であったと報告している。この膣開口日は、本実験の結果より 1 日早く、膣開口日の体重はやや軽かった。初回発情日は膣開口日より 1.6 ± 2.1 日で本実験と同じで差がなかった。

梅津 (1968)⁴⁾は、膣開口と初回発情期像の出現および排卵との関係において、開口と発情期像の出現との関係は必ずしも一致はしないが、開口後非常に近い時期に発情期像が現れる。また、開口時発情期像を示す個体は、約 90% の高い排卵率を示すことから、膣開口、発情期像の出現、排卵との関係は密接であると述べている。これらのことから本実験の外部兆候からみた春機発動時期もかなり信憑性が高いと判断された。

春機発動および膣開口のメカニズムは、視床下部から最初変調な性腺刺激ホルモン放出ホルモン(GnRH)が分泌され、次第に小さな律動的な GnRH が、血漿中の卵胞刺激ホルモン(FSH)を高値に維持する。GnRH と FSH の相互抑制により、GnRH の放出頻度を減速させ、性腺刺激ホ

ルモンに対する感受性が高める。性腺刺激ホルモンにより卵巣が発達し、FSHが増えるにつれて春期発動時の初回排卵が準備される。この時期は性腺刺激ホルモンに依存し、昼間の黄体形成ホルモン(LH)が律動的な LH の放出に変化する。律動的な基底の LH と午後にかかる大きな LH サージの双方によって、排卵前に GnRH が放出され、突然、卵巣から卵巣ホルモンのエストロジェンが放出する。この LH サージによって、卵巣が刺激されステロイド合成が開始し、昼間の律動的な LH が GnRH と同調するようになる。エストロジェンが膣の上皮を刺激し、膣を開口させる⁵⁾と報告されている。

Clegg(1960)⁶⁾は、多くの雄ラットは45日齢で精細管内に精子が出現し、輸精管には13-14日後に出現する。また精巣下降はさらに15日後であると報告している。Moore(1936)⁷⁾が精巣の形態観察から精子の出現は個体により差があるが40日齢頃から、Allen(1918)⁸⁾は37日齢であると報告している。本研究の結果、雄の春機発動は 39.2 ± 2.5 日齢で、これらとほぼ同じであった。春機発動はペニスの亀頭の分離や型によって、外部から正確に春機発動を観察することができる⁹⁾と報告している。これら精子の出現時期と本研究のペニスのW型の出現時期とがほぼ同じであった。

雄の副生殖腺の発育に関して鈴木(1954)²⁾は、精巣は60日齢で最大値に達した。この間、概ね30日齢前後、50日齢前後および80日齢前後の3個所に凹凸が生じたと報告している。また、30日齢前後の湾曲に関してこの時期は体重、体重増加は平行して順調で、精巣重量の変化は小さいので、この時期が生理的に意義ある時期であると述べている。

雄の春機発動のメカニズムは、30日齢前後の視床下部

から GnRH が分泌され、GnRH と成長ホルモンで春機発動日前の成長ならびに精巣の成熟が行われる。ある程度精巣が成熟すると、雄性ホルモンのテストステロンの生産が開始し、テストステロンと性腺刺激ホルモンの刺激で精子形成が始まる。その後、性腺刺激ホルモンに対する感受性が高まり、最初にFSHが上昇する。さらに、テストステロンの生産が高まり、精子形成に必要なFSHとテストステロンの双方の供給が始まる。このテストステロンの生産が高まる時期が春機発動と一致し、テストステロンが副生殖腺の発達や維持を行う⁵⁾と報告されている。

鈴木(1954)²⁾は、雄副生殖腺は精巣と同じ成長傾向を示すと報告している。本実験の結果においてもほぼ同じ傾向がみられた。

これらのことから、Wistar系ラットの外部徴候からみたラット春機発動日は、雌は 37.9 ± 2.3 日齢、雄は 39.2 ± 2.5 日齢であった。

引用文献

1. Korenbrot, C. C., Huhtaniemi, I. T., Weiner, R. I. Biol Reprod., 1977, 17: 298-303.
2. 鈴木善祐 日本医学雑誌 1954, 16: 1-12,
3. Clermont, L., Perey, B. Am. J. Anat., 1957, 100: 241-267.
4. 梅津元昭 家畜繁殖誌 1968, 14: 105-108.
5. Ojeda S.R. Urbanski H.F. Puberty in the rat : The Physiology of Reproduction by E. Knobil, J. Neil *et al.* Raven Press, Ltd. 1988, pp1699-1737.
6. Clegg, E. J. J. Reprod. Fertil., 1960, 1: 119-120.
7. Moor, C.R. Am. J. Anat., 1936, 59: 63-71.
8. Allen, E. J. Morph., 1918, 31: 133-142.

(原稿受付 2009.2.19)