Wistar-Imamichi SPF 妊娠ラット帝王切開データ 5 項目間の相関

上松嘉男*, 外尾亮治*, 伊藤恒賢*, 野口純子*

Correlation among Several Data Obtained from Cesarean Sectioned Females of SPF Wistar-Imamichi Rats

Yoshio AGEMATSU, Ryoji HOKAO, Tsunekata ITO
and Junko NOGUCHI

Imamichi Institute for Animal Reproduction
1,103, Fukaya, Dejima-mura, Niihari-gun, Ibaraki, Japan 300-01

Summary

Each correlation between two items was examined for the numbers of corpora lutea, implantation sites, female embryos, male embryos and the sum of embryos of both sexes in 445 uteri of rats. The data examined were the same as those in a previous paper²⁾, i. e., data obtained from cesarean sectioned females of SPF Wistar-Imamichi strain during June 22nd to August 20th, 1990.

All correlation coefficients were significant at the 1% level. A coefficient between the numbers of female embryos and male embryos was negative, whereas the others were positive. A statistically rejecting ellipse at the 1% level was drawn on a correlation diagram between the numbers of female embryos and male embryos, between the numbers of female embryos and sum of embryos and between the numbers of male embryos and sum of embryos. A "horn", a designation by the authors, could be detected on the left lower side of each ellipse.

Wakafuji et al.⁷⁾ reported all female rats mated with a certain male rat show low litter sizes in the breeding colony of Wistar-Imamichi strain, and Wakafuji⁹⁾ found a single recessive gene "SLIM", as he called it, on an autosome cause low litter size. The colony of rats we examined was similar to theirs. The occurrence of "horn" thus appears mainly due to "SLIM".

The data from 13 uteri, the sum of embryos of both sexes being less than 9, were excluded and each correlation was re-examined. The "horn" completely disappeared and the distribution of the sum of embryos was apparently the sum of distributions of female and male embryos both distributed normally at approximately a 1:1 sex ratio, 7 as the means, 2.2 to 2.4 as standard deviation and -0.5 as the correlation coefficient.

* 助動物繁殖研究所
〒300-01 茨城県新治郡出島村深谷1,103

緒 言

著者らは¹⁾, Wistar-Imamichi SPF 妊娠ラット 6769頭の産仔数を観測し, 1腹当たり産仔数の分布型を検討した。その結果, 1腹当たり産仔数の分布型の正規性が否定された。しかし, 産仔数9以上と8以下の腹に区分すると, それぞれ正規性が否定されなかった。したがって, 供試した1腹当たり産仔数の分布は, 少なくともふたつ以上の混合母集団から抽出された標本ではないか, と考察した。

また著者らは²⁾, Wistar-Imamichi SPF 妊娠ラットの帝王切開データ5項目の分布型を検討した。その結果, 1腹中の黄体数および着床数の分布型の正規性は否定されたが, 雌胎仔数および雄胎仔数両者の分布型の正規性は否定されなかった。また, 雌雄合計胎仔数の分布型は正規性が否定されたが, 産仔数の分布型と同様に, 合計胎仔数9以上と8以下の腹に区分すると, 正規性が否定されなかった。したがって, 雌雄合計胎仔数の分布も, 少なくともふたつ以上の混合母集団から抽出された標本ではないか, と考察した。

今回は, 雌胎仔数および雄胎仔数の分布が正規型に近似できるにもかかわらず, 雌雄合計胎仔数の分布が正規型に近似できない理由の解明を中心に, 帝王切開データ5項目間の相関関係を検討した。

材料と方法

データ: 前報²⁾と同じデータを解析に供した。すなわち, Wistar-Imamichi SPF 妊娠ラットの帝王切開445腹中における5項目(黄体数, 着床数, 雌胎仔数, 雄胎仔数および雌雄の合計胎仔数)の度数を解析に供した。各項目の1腹当たりの平均値と標準偏差は, それぞれ17.64と2.67, 15.24と2.59, 7.24と2.23, 7.01と2.43および14.26と2.69である。

解 析: まず, 各項目間の相関係数を求め, その有

意性を検定した³⁾。ついで, 各項目間の相関図を描き, その左上に当該2項目間の相関係数とその有意性の検定結果を示した。また, 必要に応じて相関図上に2変量正規分布を仮定した1%棄却楕円を描いたり。さらに, 合計胎仔数8以下の13腹のデータを除き, 合計胎仔数9以上の432腹のデータについても同様に解析した。ただし相関図の一部は, 本文中の図示を省略した。なお, 2項目間の相関図を描くとき, 各項目のデータは自然数(離散量)のため, 同一座標上に多くの点(度数)が乗ることがある。そこで同一座標を取る点は, その座標点を中心とする点線で描いた升目内の黒丸数で表わすことにし, 相関図を描いた。したがって, 同一升目内の黒丸の座標はすべて同じで, 升目の中心が本来の座標である。また, 最大度数を重ならないように升目内に入れるため, 横1列6個以下, 縦1行7個以下の黒丸を升目内に描くことにした。

計算と作表・作図: 各種の計算は, 前報と同様に, MS-DOS 版 N88-BASIC 言語で書いたプログラムを使用し, パーソナルコンピュータ NEC PC-9801 RX2で行った。また作表と作図は, PostScript 言語で書いたプログラムを使用し, 9801RX2に接続した日本語ページプリンター NEC PC-PR602PSで行った。なお, 使用したプログラムは, 当研究滝沢隆安博士作成のものである。

成 績

表1に, 各項目間の相関係数行列を小数点以下4桁の値で示した。すべて危険率1%で有意で, 雌胎仔数と雄胎仔数間の相関係数だけが負であり, 他はすべて正である。絶対値の最大は着床数と合計胎仔数間の0.9189であり, 最小は黄体数と雌胎仔数間の0.2661である。

図1に, 黄体数と着床数間の相関図を示した。当然であるが, 黄体数 $\geq$ 着床数の関係がある。着床数

表1. Wistar-Imamichi SPF ラット帝王切開ラットデータ間の相関

項 目	黄 体 数	着 床 数	雌・胎仔数	雄・胎仔数	合計胎仔数
黄 体 数	1.0000				
着 床 数	0.5953**	1.0000			
雌・胎仔数	0.2661**	0.4637**	1.0000		
雄・胎仔数	0.3697**	0.5904**	-0.3376**	1.0000	
合計胎仔数	0.5553**	0.9189**	0.5224**	0.6262**	1.0000

** : 相関係数は危険率1%で有意

ごと（横方向）に見ると、点が集中している部分では、着床数＝黄体数－1の升目の腹数が多い。黄体数ごと（縦方向）に見ると、黄体数＝着床数＋1の腹数が多い。2次元度数分布図として視察すると、黄体数24以上および着床数7～8以下は、若干異質に見える。

図2に、黄体数と合計胎仔数間の相関図を示した。当然であるが、黄体数 $\geq$ 合計胎仔数の関係がある。合計胎仔数ごと（横方向）に見ると、点が集中している部分では、着床数＝合計胎仔数－1または着床数＝合計胎仔数－2の升目の腹数が多い。黄体数ごと（縦方向）に見ると、黄体数＝合計胎仔数＋1または黄体数＝合計胎仔数＋2の腹数が多い。2次元度数分布図として視察すると、黄体数24以上および合計胎仔数6～7以下は、若干異質に見える。

図3に、着床数と合計胎仔数間の相関図および1%棄却楕円を示した。当然であるが、着床数 $\geq$ 合計胎仔数の関係がある。また、着床数と合計胎仔数の分布は共に正規性が否定されているが、棄却楕円の長軸の左上部分の升目が空白である。合計胎仔数ご

と（横方向）に見ると、点が集中している部分では、着床数＝合計胎仔数または着床数＝合計胎仔数－1の升目の腹数が多い。着床数ごと（縦方向）に見ると、着床数＝合計胎仔数または黄体数＝合計胎仔数＋1の腹数が多い。棄却楕円も参考にし、2次元度数分布図として視察すると、合計胎仔数6以下は、若干異質に見える。

図4に、雌胎仔数と雄胎仔数間の相関図および1%棄却楕円を示した。棄却楕円の長軸と横軸のなす角は、ほぼ -45° である。また、雌胎仔数と雄胎仔数の分布は共に正規性が否定されないため、棄却楕円内に大部分の腹が含まれている。同一升目内の黒丸は、本来升目の中心の同一座標（位置）を占める。したがって、雄胎仔数14以上の4腹および左下の7腹は、棄却楕円外に位置している。とくに左下の7腹は、棄却楕円の横腹から突出した「角（ツノ）」のように見える。

図5に、雌胎仔数と合計胎仔数間の相関図および1%棄却楕円を示した。棄却楕円内に大部分の腹が含まれている。また、正下に「角」が明らかに突出

図1 Wistar-Imamichi SPF ラット帝王切開データ
黄体数と着床数の相関図

している。

図6に、雄胎仔数と合計胎仔数間の相関図および1%棄却楕円を示した。棄却楕円内に大部分の腹が含まれている。また、左下に「角」が明らかに突出している。

表2に、合計胎仔数8以下の13腹のデータを除き、合計胎仔数9以上の432腹のデータから求めた各項目間の相関係数行列を示した。表1と同様に、すべて危険率1%で有意で、雌胎仔数と雄胎仔数間を除き、相関係数はすべて正である。表1と比べ、正の

相関係数の絶対値は、すべて小になっている。これに対し、唯一の負の相関を示した雌胎仔数と雄胎仔数間の相関係数は -0.5102 で、絶対値が大になっている。

図7に、合計胎仔数9以上の432腹の雌胎仔数と雄胎仔数間の相関図および1%棄却楕円を示した。左下の「角」は消失し、棄却楕円内に大部分の腹が含まれ、楕円外はわずか6腹(1.39%)にすぎない。

図8に、合計胎仔数9以上の432腹の雌胎仔数と合計胎仔数間の相関図および1%棄却楕円を示した。

表2. Wistar-Imamichi SPF ラット帝王切開データ間の相関
(合計胎仔数 ≥ 9)

項 目	黄 体 数	着 床 数	雌・胎仔数	雄・胎仔数	合計胎仔数
黄 体 数	1.0000				
着 床 数	0.5885**	1.0000			
雌・胎仔数	0.2066**	0.3515**	1.0000		
雄・胎仔数	0.3140**	0.5231**	-0.5102^{**}	1.0000	
合計胎仔数	0.5291**	0.8886**	0.4279**	0.5590**	1.0000

** : 相関係数は危険率1%で有意

図2 Wistar-Imamichi SPF ラット帝王切開データ
黄体数と合計胎仔数の相関図

図3 Wistar-Imamichi SPF ラット帝王切開データ
着床数と合計胎仔数の相関図

図4 Wistar-Imamichi SPF ラット帝王切開データ
雌胎仔数と雄胎仔数の相関図

図5 Wistar-Imamichi SPF ラット帝王切開データ
雌胎仔数と合計胎仔数の相関図

図6 Wistar-Imamichi SPF ラット帝王切開データ
雄胎仔数と合計胎仔数の相関図

図 7 Wistar-Imamichi SPF ラット帝王切開データ
雌胎仔数と雄胎仔数の相関図
(合計胎仔数 ≥ 9)

図 8 Wistar-Imamichi SPF ラット帝王切開データ
雌胎仔数と合計胎仔数の相関図
(合計胎仔数 ≥ 9)

左下の「角」は消失し、棄却楕円内に大部分の腹が含まれ、楕円外はわずか2腹(0.46%)にすぎない。なお図示を省略したが、雄胎仔数と合計胎仔数間でもほぼ同様な結果が得られている。

考 察

図1～3に示したように、当然であるが、黄体数 $\geq$ 着床数、黄体数 $\geq$ 合計胎仔数および着床数 $\geq$ 合計胎仔数の関係がある。また視察により、黄体数 $\geq$ 24は若干異質と思われる。これらの現象は、受精卵の着床損失および着床後の胚・胎仔の損失等が理由と思われる^{5,6)}。

図4に示したように、雌胎仔数および雄胎仔数の分布を正規型と仮定して描いた1%棄却楕円の左下に、明らかに「角」が突出している。この「角」は、図5および図6でいっそう顕著に検出され、いずれも合計胎仔数が7または8以下の腹によって構成されている。

若藤らは⁷⁾、closed colonyとして生産・維持しているWistar-Imamichi SPFラットを用い、雄214頭と交配した雌10,200頭の産仔数を解析し、ある1頭の雄と交配したすべての雌が低産仔数を示すことを発見した。彼らは、この雄は精子形成能が低いため、卵子の受精に支障をきたして着床数が減少する、と考察している。その後若藤⁸⁾は、雄に原因する低産仔数は、常染色体上の単純劣性遺伝によるものであることを明らかにし、その遺伝子を“SLIM”と命名した。

著者らが今回供試したラットは、若藤らが供試したものと同一である。このラットは、近交化せず、closed colonyとして生産・維持することを目的としている。したがって、著者らが検出した「角」は、主に“SLIM”が原因で出現したものと思われる。この「角」は、産仔数7または8以下として、あるいは雌胎仔数と雄胎仔数間、雌胎仔数と雌雄合計胎仔数間または雄胎仔数と雌雄合計胎仔数間の相関図を描くことにより、容易に検出可能である。したがって今後、Wistar-Imamichiラットの種親選抜基準として、「角」の存在を利用することが可能と思われる。

前報²⁾で述べたように、産仔数9以上の腹中の雌胎仔数および雄胎仔数の平均値および標準偏差は、7.24と2.23および7.01と2.43である。また表2および図7に示したように、産仔数8以下の腹を除いた雌胎仔数と雄胎仔数間の相関係数は約-0.5であり、

棄却楕円の長軸と横軸のなす角が約-45°である。したがって、「角」を除いたWistar-Imamichi SPFラットの産仔数すなわち雌雄合計胎仔数の分布は、性比が約1:1、平均値がそれぞれ約7、標準偏差がそれぞれ2.2～2.4、相関係数が約-0.5の近似的に正規分布する雌胎仔数および雄胎仔数の和の分布と思われる。

要 約

前報²⁾と同じ5項目のデータ、すなわちWistar-Imamichi SPFラット種雄13群合計445頭と交配後妊娠し、1980年6月22日～8月20日の期間に帝王切開した同数の雌から採取した黄体数、着床数、雌胎仔数、雄胎仔数および雌雄合計胎仔数を使用し、2項目間の相関を検討した。その結果、すべての2項目間相関係数は危険率1%で有意で、雌胎仔数と雄胎仔数間の相関係数だけが負で、他はすべて正であった。また、雌胎仔数と雄胎仔数間、雌胎仔数と雌雄合計胎仔数間および雄胎仔数と雌雄合計胎仔数間の相関図上に描いた1%棄却楕円の左下に、楕円外に突出した明かな「角」が検出された。しかし、雌雄合計胎仔数8以下の13腹のデータを除いて相関図を描くと、この「角」は消失した。著者らが使用したラットは、若藤⁷⁾が使用したものと同一である。したがって、「角」が出現した主な原因は、若藤⁹⁾のいう常染色体上の単純劣性遺伝子によるものであり、Wistar-Imamichi SPFラットの種親選抜基準のひとつとして、「角」の存在を利用できると思われた。また、雌雄合計胎仔数8以下の腹データを除いて相関係数を再計算し、相関図を描いた結果、Wistar-Imamichi SPFラットの産仔数すなわち雌雄合計胎仔数の分布は、性比が約1:1、平均値がそれぞれ約7、標準偏差がそれぞれ2.2～2.4、相関係数が約-0.5の近似的に正規分布する雌胎仔数および雄胎仔数の和の分布と思われた。

引用文献

- 1) 上松嘉男ら：Wistar-Imamichi SPFラット1腹当たり産仔数の分布型の検討．獣医情報科学誌, No.24, 47-52, 1990.
- 2) 上松嘉男ら：Wistar-Imamichi SPF妊娠ラット帝王切開データの分布型の検討．獣医情報科学誌, No.25, 7-13, 1990.
- 3) 滝沢隆安：獣医応用統計学, pp.171-178. 学窓社, 東京, 1985.

- 4) 鳥居敏雄, 高橋暁正, 土肥一郎: 医学・生物学のための推計学, pp.64-73, 東京大学出版会, 東京, 1957.
- 5) 若藤靖匡, 今道友則: 多産系ラットの初産次に少数発現する低 litter size 出産母体に認められる受精卵の着床前 loss および着床後の胚・胎仔の loss について. 家畜繁殖誌, 28, 36-41, 1982.
- 6) 若藤靖匡, 外尾亮治, 高橋和明: 初産次に産仔数の少なかったウイスター・今道ラットの2産次における排卵数・着床数および産仔数について, 家畜繁殖誌, 28, 145-149, 1982.
- 7) 若藤靖匡ら: 遺伝的に低産仔数を示す雄ラットと低産仔数発現の原因について. 家畜繁殖誌, 30, 146-153, 1984.
- 8) 若藤靖匡ら: Wistar-Imamichi RAT の SPF 化に伴う産仔数の増加と胚・胎仔の損失減少について. Exp.Anim., 33, 165-171, 1984.
- 9) 若藤靖匡: 多産系ラットに少数認められる低産仔数の母親を発現させる諸要因の探究と遺伝的に低産仔数を示す雄の選抜育成. 日本獣医学畜産大学博士論文, 1988.