

## Tsukuba 高・低情動系ラットの妊娠率と仔喰い率<sup>1)</sup>

筑波大学心理学系 和田 由美子

大阪バイオサイエンス研究所 中津山 英子

筑波大学大学院(博)心理学研究科 細川 裕士

Pregnancy rates and maternal cannibalism rates in Tsukuba high- and low- emotional strains of rats.

Yumiko Wada (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Tsukuba 305-8572, Japan*), Eiko Nakatsuyama (*Department of Neuroscience, Osaka Bioscience Institute, Suita 565-0874, Japan*) and Hiroshi Hosokawa (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Tsukuba 305-8572, Japan*)

Pregnancy rates and maternal cannibalism rates were investigated in Tsukuba High (THE)- and Low-Emotional (TLE) strains of rats. Virgin females from the 57-66th generations of each strain were mated with their littermates (brother-sister matings) at ages of 3-6 months, and housed individually several days prior to expected parturition. Rats were regarded as having "been pregnant" if they gave birth or left many bloodstains without pups. Maternal cannibalism was defined as the disappearance of all pups from the litter occurring within 7 days after parturition. The average pregnancy rate from the 57th to the 66th generation was 63.9% for the THE strains and 83.5% for the TLE strains. The average maternal cannibalism rate was 10.9% for the THE strain and 26.3% for the TLE strains. Both pregnancy rates and cannibalism rates were significantly higher in the TLE strains than in the THE strains. Possible factors that may have induced the high levels of maternal cannibalism in the TLE strain are considered.

**Key words:** Tsukuba strains, emotionality, maternal cannibalism, strain differences, pregnancy rates.

新奇場面におけるラットの行動には大きな個体差が見られる。新奇場面に置かれたとき、脱糞や震えのような恐怖の徴候を示して極端に不活発になる個体もいれば、恐怖の徴候をほとんど示さず、その環境を活発に探索する個体もいる。Tsukuba 高・低情動系ラットは、新奇場面におけるこのような行動差異に基づいて選択交配された近交系である (Fujita, Abe & Nakamura, 1976)。

Tsukuba 高・低情動系ラットの行動特性は、これまでに50を越える場面において比較されてきた。例えば、ランウェイやオープン・フィールドなど様々な新奇場面において、高情動系は脱糞・排尿し極端に不活発になる傾向があるが、低情動系ではそのような傾向は見られない (中村・阿部・藤田, 1978; Kitaoka & Fujita, 1991)。個体識別のマークをつけるためにメチレンブルーのついた綿棒で背中をこすると、高情動系ではピーピーと鳴き声をあげる個体が多いが、低情動系では発声を示す個体が相対的に少ない (中村・藤田, 1979)。また、居住場面において物音がすると、高情動系はすぐに穴の中に逃げ込

1) Tsukuba 高・低情動系 第61~64世代のデータ収集にあたり、当時筑波大学心理学研究科に在学中の磯部聡君の協力を得ました。記して感謝致します。

むが、低情動系はめったに穴への逃走を示さない (Kitaoka, 1994). このような行動比較の結果を総合すると、高情動系は場面を越えて情動反応を示しやすく、低情動系は情動反応を示しにくいという点でほぼ一貫している (Fujita, Annen & Kitaoka, 1994のレビュー参照). このことから、高情動系はその名の通り高情動、低情動系は低情動な動物であると考えられる。

ところで、実験室内でラットの繁殖・維持を行っていると、産後間もない母親のケージから、すべての仔が跡形もなく消え去ってしまうことがある。ラットの母親は、死亡した仔や弱った仔を食べてしまう性質があるが、産後間もない時期にすべての仔が消滅するような場合には、育仔放棄や仔殺しの結果として仔喰いが生起する可能性が高い。

母親の育仔放棄や仔殺しを生じさせる要因としては、経験的に、人間の干渉等によって生じる出産前後のストレスが原因の1つとして示唆されてきた。例えば、Libbin & Person (1979)は、母親による仔喰いを防止する方法として、妊娠13日目(出産予定日の約1週間前)までにラットを出産ケージに移し離乳まではケージを掃除しない、ケージをタオルで覆って照明レベルを下げる、出産予定日近くなったらケージの周辺でなるべく物音を立てない等の項目を挙げている。すなわち、出産前後にラットを刺激しないよう手段を講じることで、母親による仔喰いを防止できるというわけである。

出産前後の刺激が母親の仔喰いに影響を与える重要な要因になっているのだとすれば、刺激に対する母親の反応性の違いもまた、仔喰いの生起に影響を与えている可能性がある。実際、Poley (1974)は、仔喰いを示した母親マウスと仔喰いを示さなかった母親マウスの行動特性を比較し、仔喰いメスは仔養育メスよりも音刺激に対する感受性が高いことを見出した。Tsukuba 情動系の母親の仔喰いについてはこれまで検討されてこなかったが、刺激への反応性が仔喰いに影響するのならば、情動反応性の異なる高・低情動系では、その仔喰い率にも違いが見られる可能性が考えられる。

本研究では、1994年4月から1998年2月の間に交配されたTsukuba高・低情動系ラットの妊娠・出産の記録を集計し、高情動系と低情動系の妊娠率と仔喰い率を比較した。

## 方法

**被験体** 筑波大学心理学系で繁殖・維持されている第57世代～第66世代のTsukuba高・低情動系ラッ

トを用いた。被験体は24～28日齢で離乳され、離乳から交配までは同性・同系統の個体から成る2～6匹の集団で飼育された。飼育室の室温は常時22～26℃に調節され、室内蛍光灯による明暗サイクルは、明期12時間(8:00～20:00)、暗期12時間(20:00～8:00)であった。餌水は常時、自由に摂取できた。**手続き**

**交配** 同系統・同腹の雌雄(♀2～3, ♂1)を1つのステンレスケージに入れて交配した。交配時の月齢は世代によって大きく異なっていたが(3～6ヶ月齢)、同世代の両系の交配月齢はほぼ同じであった。ラットは受胎後約3週間で出産するので、交配の2週間後から週1回の割合で、メスの腹部の膨らみ具合を確認した。腹部の膨らみが確認されたメスは、オガズを敷いた出産用の透明プレキシガラスケージ(23×41×20cm)に1匹ずつ移され、1日1回、ケージの外から出産の有無が視察された。メスは、仔を出産・離乳するまで一貫してそのケージで飼育され、1日1回の餌補給と水ビン交換以外は、人間による干渉を受けなかった。交配期間の長さは1～2ヶ月であった。

**妊娠率の算出** 妊娠率の算出には、メスの初産のデータのみを用いた。交配に用いたメスラットの総数を分母、妊娠したメスの総数を分子にした割合を妊娠率とし、この妊娠率を各世代、各系統ごとに算出した。妊娠の定義は「仔を出産するか、腹部の膨らみが確認された後に出産形跡(多量の血痕)が認められたもの」とし、出産形跡のみで仔の姿が確認できなかったもの、出産ケージに移す前に仔を出産してしまったものも妊娠個体に含めた。

**仔喰い率の算出** 出産ケージ内で出産が確認された初産のメスラットの総数を分母に、出産が確認されてから1週間以内に全仔の姿が消滅したメスラットの総数を分子にした割合を仔喰い率とした。出産の形跡はあるが仔の姿が確認されなかった個体は、流産か仔喰いかの判別が難しいので、仔喰い率の分析から除外された。また、出産ケージに移す前に出産してしまった場合には、大部分の個体が仔喰いを示すので、これらの個体も仔喰い率の分析から除外された。

## 結果と考察

### Tsukuba高・低情動系の妊娠率

Table 1は第57世代から第66世代のTsukuba高・低情動系ラットの妊娠率を示したものである。表より、62, 63世代を除くすべての世代において、高情動系よりも低情動系の妊娠率が高かったことがわか

Table 1 Pregnancy rates in THE and TLE.

Generations of females	Mating	Pregnancy rates	
		(No. of females gave birth / Total no. of females)	
		THE	TLE
G.57	Apr, 1994	60.9% (14/23)	62.5% (15/24)
G.58	Aug, 1994	54.5% (12/22)	82.1% (23/28)
G.59	Feb, 1995	63.2% (15/19)	100.0% (24/24)
G.60	Jul, 1995	75.0% (15/20)	95.8% (23/24)
G.61	Jan, 1996	33.3% ( 4/12)	75.0% (15/20)
G.62	May, 1996	100.0% (13/13)	92.9% (13/14)
G.63	Nov, 1996	68.8% (11/16)	95.2% (20/21)
G.64	Apr, 1997	77.8% (21/27)	82.9% (29/35)
G.65	Sep, 1997	52.9% (18/34)	66.7% (34/51)
G.66	Jan-Feb, 1998	52.9% (18/34)	81.6% (31/38)
Average		63.9%	83.5%

る。マン・ホイトニーの検定の結果、低情動系の妊娠率は、高情動系よりも高い傾向があることが示された ( $U[10, 10]=24, p<.10$ )。

Tsukuba 高・低情動系の繁殖データとしては、第0世代～第38世代に関して、交配したメスの総数を分母に、生存仔を出産した総メス数を分子にとった「出生率」の報告があるが(加藤, 1987)、この報告においても、低情動系の出生率は高情動系よりも高いことが示されている。これらのことから、妊娠・出産する能力に関しては、高情動系より低情動系で高いと考えられる。

しかしながら、低情動系の妊娠・出産率の高さが、メスの要因によって生じたものなのか、オスの要因によって生じたものなのかは明らかではない。Tsukuba 情動系は兄妹交配によって維持されているので、妊娠・出産率の系統差がメスではなくオスの繁殖能力を反映している可能性もある。屋外につくられた囲いの中に、高・低情動系の雌雄を放した研究によると、低情動系のオスは投入から数分で交尾を開始するが、高情動系のオスは1時間が経過しても、性行動をほとんど示さなかった(藤田, 1986)。本研究では、多くの場合メスのケージにオスを投入するという方法で交配を行なったので、高情動系の場合には交尾が成立しにくく、これが妊娠率の低さにつながった可能性もある。

一方、高・低情動系の妊娠率の違いが、交尾という行動的側面ではなく、精子活性や排卵頻度の違いといった両系の生理的差異によって生じている可能性もある。妊娠率の差異を生じさせる要因を特定するには、今後、両系の雌雄の性行動や繁殖能力につ

いて比較検討していく必要があるだろう。

#### Tsukuba 高・低情動系の仔喰い率

Table 2 に、第52世代から第66世代の高・低情動系ラットの仔喰い率を示した。Table 2 の出産個体数(仔喰い率の分母)が Table 1 の出産個体数(妊娠率の分子)よりも少ないのは、仔喰い率を算出する際に、出産形跡のみで仔の姿を確認できなかった個体と、出産ケージに移す前に仔を出産した個体を除外したためである。表より、57, 58, 62世代を除くすべての世代で、高情動系よりも低情動系の仔喰い率が高いことがわかる。マン・ホイトニーの検定を行なったところ、低情動系の仔喰い率は、高情動系よりも有意に高いことが示された ( $U[10, 10]=18, p<.05$ )。

高情動系は情動反応性を示しやすい系統なので、刺激への反応性の違いが仔喰いに影響を及ぼすのであれば、低情動系より高情動系で多くの仔喰いが観察されるはずである。しかし、本研究では、高情動系より低情動系で仔喰いが多いという予想とは逆の結果が得られた。

低情動系において高い仔喰い率が観察された原因は不明であるが、1つの可能性として高・低情動系の養育レベルの違いが挙げられる。鮑田・藤田(1978)は、高情動系と低情動系の間で養母交換を行ない、低情動系に育てられた仔は、高情動系に育てられた仔よりも離乳時の体重が軽くなることを見出した。本研究では、出産前後の母親をあまり刺激しないような手続きをとったため、刺激への反応性よりも、遺伝的な養育能力の違いの方が仔喰い率に強

Table 2 Maternal cannibalism rates in THE and TLE.

Generations of females	Period of birth	Cannibalism rates (No. of cannibalistic females / No. of females gave birth*)	
		THE	TLE
G.57	Apr-Mar, 1994	16.7% (2/12)	7.1% (1/14)
G.58	Sep-Oct, 1994	27.2% (3/11)	5.0% (1/20)
G.59	Mar-Apr, 1995	9.1% (1/11)	42.1% (8/19)
G.60	Aug-Sep, 1995	10.0% (1/10)	33.3% (5/15)
G.61	Feb-Apr, 1996	0.0% (0/3)	50.0% (4/8)
G.62	Jun-Jul, 1996	0.0% (0/9)	0.0% (0/9)
G.63	Dec, 1996	0.0% (0/8)	43.8% (7/16)
G.64	May-Jun, 1997	12.5% (2/16)	23.8% (5/21)
G.65	Oct-Dec, 1997	26.7% (4/15)	28.6% (8/28)
G.66	Feb-Apr, 1998	7.1% (1/14)	29.2% (7/24)
Average		10.9%	26.3%

\*The numbers are different from those in Table 1, because the females which gave birth before the transference to the "birth cage" and the females which seemed to have given birth (left of bloodstains) but no pups could be found, were omitted.

く影響したのかもしれない。

出産ケージに移す前にステンレスケージ内で出産してしまった個体は、第57世代から第66世代を集計すると、高情動系で17例、低情動系で16例観察された。これらの個体とその仔は発見されしだい出産ケージに移されたが、高情動系ではその17例のうち14例で(82.4%)、低情動系では16例中12例(75.0%)で仔喰いが生じた。出産ケージで出産した際の仔喰い率の平均が、高情動系で10.9%、低情動系で26.3%であったことを考えると、出産直後に別のケージに移すという干渉がいかんにか仔喰い率を上昇させたかがわかる。

ももとの仔喰い率は低情動系が高いのだから、両系のラットが出産直後のケージ交換という干渉の影響を同じように受けたとすると、ここでも低情動系の方が高い仔喰い率を示すと考えられる。しかし、カイ2乗検定を行なった結果、干渉のある状況下での仔喰いには系統による有意な差は見られなかった。このことは、低情動系よりも高情動系の方が、出産直後の干渉の影響を強く受けたことを示唆する。したがって、出産直後に強い干渉が加えられた場合には、母親の刺激への反応性の違いも仔喰いの生起に影響を与えると考えてよいだろう。

以上の結果から、刺激反応性は仔喰いの生起に影響を及ぼしてはいるものの、高・低情動系の仔喰いは、それ以外の要因によって決定されている部分が大きいと考えられる。本研究では、両系の仔喰い率

の違いを2系統の養育レベルの違いという観点から考察したが、低情動系が高い仔喰い率を示す原因は、まだ明らかではない。今後は、仔喰いの系統差を生じさせている要因を特定するため、両系の仔喰いがどのような経緯で生じるのか、仔喰いを示す個体と示さない個体の間に行動・生理面でどのような違いが見られるのか等を、詳細に検討してみる必要があるだろう。

## 引用文献

- 飽田宣子・藤田統 1978 高・低情動反応性系ラットの行動比較(13)初期経験の効果(その4)行動発達 日本心理学会第42回大会発表論文集, 389-399.
- 藤田 統 1986 行動遺伝学的に作られた高・低情動反応性系ラットの自然環境場面における行動の分析 昭和59・60年度科学研究費補助金(一般研究B)研究成果報告書
- Fujita, O., Abe, I. & Nakamura, N. 1976 Selection for high and low emotional reactivity based on the Runway Test in the rat: The first seven generations for selection. *The Hiroshima Forum for Psychology*, **2**, 57-62.
- Fujita, O., Annen, Y. & Kitaoka, A. 1994 Tsukuba high- and low-emotional strains of rats (*Rattus norvegicus*): An overview. *Behavior Genetics*, **24**,

- 389-415.
- 加藤 宏 1987 ランウェイ・テストを指標としたラットの情動反応性の選択交配：3—生物学的適応— 筑波大学心理学研究, **9**, 57-65.
- Kitaoka, A. 1994 Defensive aspects of burrowing behavior in rats (*Rattus norvegicus*): A descriptive and correlational study. *Behavioural Processes*, **31**, 13-28.
- Kitaoka, A. & Fujita, O. 1991 Behavioral comparisons of the Tsukuba emotional strains of rats (*Rattus norvegicus*) in three types of novel situations. *Behavior Genetics*, **21**, 317-325.
- Libbin, R. M. & Person, P. 1979 Neonatal rat surgery: Avoiding maternal cannibalism. *Science*, **206**, 5.
- 中村則雄・阿部 勲・藤田 統 1978 高・低情動反応性系ラットの行動比較：2 オープンフィールド行動と貯蔵行動 心理学研究, **49**, 61-69.
- 中村則雄・藤田 統 1979 高・低情動反応性系ラットの行動比較 筑波大学心理学研究, **1**, 11-16.
- Poley, W. 1974 Emotionality related to maternal cannibalism in BALB and C57BL mice. *Animal Learning & Behavior*, **2**, 241-244.
- 1998. 9. 30 受稿—