

情動反応性の異なるラットの社会的認知行動の特徴

— ストレンジャーラットに対する反応行動による解析 —

吉田 和典

仁愛大学人間学部

The Characteristics of the Social Cognitive Behaviors towards the Stranger Rat in Tsukuba High and Low Emotional Strain Rat.

Kazunori YOSHIDA

Faculty of Human Studies, Jin-ai University

The present study examined the characteristics of the social cognitive behaviors, that is, various active or passive behaviors towards stranger rat (Long-Evans strain rat: L-E), in Tsukuba high(H) and low(L) emotional strain rat. As forms of active behavior, the approaching, sniffing, follow-up behavior and attack behavior towards L-E rats were observed for ten minutes in an adapted square open-field device (80×80×30cm), in which an H or L rat was placed on a diagonal line with respect to an L-E rat. Observations were divided between the first five minute and the second five minutes. Escape and defense behaviors as forms of passive behavior were also observed in the same way. As a result, H rats showed a variety of defense behaviors, as expected. However, a greater number of approaching and attack behaviors was recognized in H rats than in L rats. This tendency was particularly remarkable in H female rats. In contrast, L rats demonstrated many follow-up behaviors, but exhibited only little attack behavior. Therefore, it was suggested that the social cognitive behaviors of the Tsukuba emotional strain rat in a nonresident one to one situation were different from those seen in a resident or group colony.

Keywords; Tsukuba emotional strain rats, stranger rat, social cognitive behavior

は じ め に

情動反応性の異なるラットとして、現在、Tsukuba 情動系ラットがよく知られている。これらのラットは1972年以来、明所での直線走路内の活動量から、活発に動き回るTsukuba低情動系(L系)ラットと、明所でほとんど動かないTsukuba高情動系(H系)ラットに選択交配され、その結果、H系ラットは情動反応を示しやすく、逆に、L系ラットは情動反応を示しにくいという両極端に分離された系統である。これま

での様々な新奇場面における行動観察から、H系ラットは一貫して脱糞・脱尿回数が多く、外的刺激に対してすみ反を頻発させるが、L系ラットはこれらの反応を示さずに周囲を活発に探索する。また、ストレス刺激を与えられたときの発声回数も、H系ラットで多く、L系ラットでは少ないのが特徴である。さらに、よく慣れた半自然場面(野外に人工的に作られたフィールド)における行動を観察した結果、H系ラットは、早い時期に穴を掘りはじめて地下にもぐり、地表にあまり出て来なくて、たとえ地表に出て来ても物

音がするとすぐに巣穴に逃げ込んでしまう。また、生活空間に新奇物や危険物が入れると、それに砂やオガクズをかけて埋めてしまうという防御性覆い隠し (defensive burying) 行動が見られる。しかし、L系ラットはちょうどこの反対で、なかなか巣穴を掘り始めず、巣穴を作った後も、地表に頻繁に出て来る。地表に居るときに実験者が物音を立てても、めったに巣穴には逃げ込まない、という特徴がある。両系のこのような行動特性は、養母交換や幼児期ハンドリングなどの環境操作を行っても、ほとんど影響を受けないことが報告されている (中村・藤田, 1979; Fujita, et al, 1994; Wada & Makino, 1997)。また、集団飼育での社会的行動を観察した研究結果から、H系ラットは、劣位になった個体が攻撃を完全に抑制するため、集団内にはっきりとした順位関係が形成され、コロニー内に同種他個体が侵入してきても、ほとんど攻撃を示さないのに対して、L系ラットは、集団で飼育した場合、劣位な個体が攻撃を抑制しないため、集団内の順位関係は不明瞭となり、コロニー内に同種他個体が侵入してくると、非常に激しく攻撃する、という集団社会での両系統の異なる攻撃行動が報告されている (安念・藤田, 1980; Annen & Fujita, 1984; 安念, 1986)。しかしながら、雌雄両系統の単独での社会的認知行動については、今のところその詳細が不明であり、異種他個体との関係についても未だ明らかとなっていない。そこで本研究では、雄同士及び雌同士の異種他個体である Long-Evans 系 (L-E 系) ラットとの 1 対 1 での反応行動を詳細に観察し、両系統の単独での基本的な社会的認知行動の全貌を明らかにすることを目的とした。

方 法

被験体は、仁愛大学動物飼育室内の 12:12 時間の明暗条件下 (午前 7 時 45 分より午後 7 時 45 分までが明期) で飼育された 3 ヶ月齢の H 系雌雄ラット 7 匹ずつ計 14 匹と L 系雌雄ラット 7 匹ずつ計 14 匹を用いた。また、これらのラットの他ラットに対する社会的認知行動を見るために、3 ヶ月齢の Long-Evans 系 (L-E 系) 雌雄ラット 10 匹ずつ計 20 匹を異種他個体 (スト

レンジャーラット) として用いた。さらに、L-E 系ラットが Tsukuba 情動系ラットに慣れさせるためのダミーラットとして実験に用いない他の H 系雌雄ラット 1 匹ずつと L 系雌雄ラット 1 匹ずつ、計 4 匹を用いた。実験は、まず、H 系群 (14 匹) と L-E 群 (10 匹) を行い、1 ヶ月後に、L 系群 (14 匹) と L-E 群 (10 匹) を行った。行動観察のための実験装置は、自製の正方形オープンフィールド (80×80×30cm) で、内側に 20×20cm の 16 区画に分割されたものを用いた。さらに、対角線上の 4 番区画と 13 番区画に、お互いが見えないようにするために仕切り板を設けた。

予備実験として、1 匹につき 5 分間で 10 日間、装置内を自由探索させ、装置への馴化を行った。まず、H 系と L 系ラットは 4 番区画に配置し、13 番区画には何も配置しなかった。L-E ラットの場合は、13 番区画に配置し、4 番区画にはダミーラットとして同性の H 系あるいは L 系ラットを配置した。スタートとともに仕切り板をはずし、5 分間の行動 (移動行動、立ち上がり行動、洗顔行動、毛づくろい行動、匂いかぎ行動、脱糞、脱尿) を観察し、同時に、デジタルビデオカメラに記録した。

その後、本実験として、H 系ラットあるいは L 系ラットを 4 番区画に、L-E ラットを 13 番区画に配置し、予備実験と同様に、スタートとともに仕切り板をはずし、10 分間の行動を観察すると同時にデジタルビデオカメラに記録した。

今回、観察した H 系ラット及び L 系ラットの L-E ラットに対する行動は、能動的行動、受動的行動及び単独行動の 3 種類で、それぞれの回数を前半 5 分間と後半 5 分間に分けて測定した。能動的行動とは、L-E ラットに近づく接近行動、L-E ラットをついてまわる後追い行動、L-E ラットの頭部や臀部の匂いかぎ行動、L-E ラットに乗っかり押さえつける攻撃行動の 4 種類である。受動的行動は、L-E ラットに追いかけられる逃避行動と L-E ラットに乗っかられて押さえつけられたり腹ばいになる防御行動の 2 種類とした。単独行動は通常の新奇場面における探索行動時に見られる移動行動、立ち上がり行動、洗顔行動、毛づくろい行動、匂いかぎ行動、脱糞、脱尿などであるが、予備実験でオープンフィールド装置に十分慣れさせていることがか

ら、これらの行動もすべてL-Eラットに対する反応行動の一部として測定した。これらのすべての行動回数について、系統×性差×前後の3要因分散分析で有意差検定を行なった。なお、実験中はホワイトノイズを流し、雑音のマスキングを行った。

すべての実験終了後、使用したラットはエーテル深麻酔下で安楽死させ、専門業者に委託し火葬を行った。また、本実験は仁愛大学研究倫理委員会の審査を受け承認を得て行われた。

結 果

(1) 能動的行動の特徴

今回行動分析した能動的行動は、接近行動、匂いかぎ行動、後追い行動、攻撃行動の4種類であった。その中で、ストレンジャーラットへの接近行動については、図1に示したように、H系群の前半5分間と後半5分間の平均値はそれぞれ、雄群は 2.3 ± 1.3 , 1.7 ± 1.1 で、雌群は 2.1 ± 1.7 , 1.3 ± 0.9 であった。L系群はそれぞれ、雄群で 0.9 ± 0.9 , 1.4 ± 0.9 , 雌群で 2.0 ± 1.4 , 0.3 ± 0.5 であった。分散分析の結果、H系群が有意に多く ($F=5.51$, $df=1/24$, $p<.05$)、前半5分間に集中していた ($F=8.59$, $1/24$, $p<.01$)。また、性差は認められなかったが、性差×前後 ($F=4.38$, $1/24$, $p<.05$) と系統×性差×前後 ($F=5.63$, $df=1/24$, $p<.05$) で有意な交互作用が認められ、L系群の雄ラットは例外的に後半5分間に多く接近行動を示していたことが明らかとなった。

次に、匂いかぎ行動を測定した結果 (図2)、H系群はそれぞれ、雄群は 16.0 ± 6.5 , 9.1 ± 4.3 で、雌

群は 20.1 ± 5.2 , 8.1 ± 2.9 であった。L系群はそれぞれ、雄群で 20.6 ± 5.9 , 8.9 ± 4.5 , 雌群で 24.7 ± 5.9 , 10.9 ± 4.8 であった。検定の結果、両系統とも前半5分間で有意に多く観察された ($F=122.71$, $df=1/24$, $p<.01$) が、系統差や性差は有意ではなかった。しかし、系統×前後で有意な交互作用が認められ ($F=4.4$, $df=1/24$, $p<.05$)、前半5分間についてはL系群の方がより多い傾向であった。

後追い行動の各群の平均値については (図3)、H系雄群は、 1.4 ± 1.8 , 0.4 ± 0.5 で、雌群は 5.9 ± 2.5 , 6.9 ± 2.8 であった。L系群はそれぞれ、雄群で 4.1 ± 2.3 , 1.0 ± 1.0 , 雌群で 12.0 ± 5.8 , 14.3 ± 6.1 であった。同様に検定した結果、系統差 ($F=25.15$, $df=1/24$, $p<.01$)、性差 ($F=14.44$, $df=1/24$, $p<.01$) 及び前後 ($F=49.84$, $df=1/24$, $p<.01$) のすべての要因において有意な効果が認められた。すなわち、L系群の特に雌ラットが後半5分間で有意に多いことが判明した。さらに、系統×前後 ($F=15.48$, $df=1/24$, $p<.01$) 及び性差×前後 ($F=6.97$, $df=1/24$, $p<.05$) で有意な交互作用が認められ、H系群の雌ラットは逆に前半5分

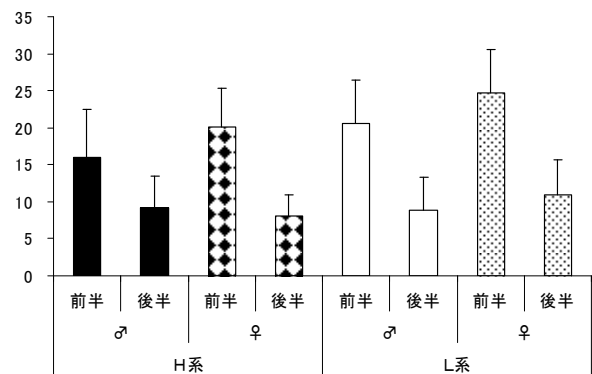


図2. 各群の平均匂いかぎ行動数 (± SD)

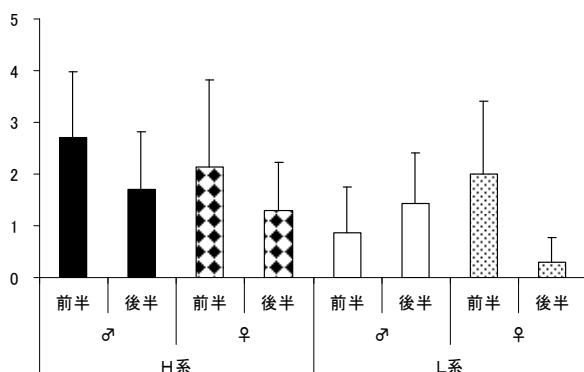


図1. 各群の平均接近行動数 (± SD)

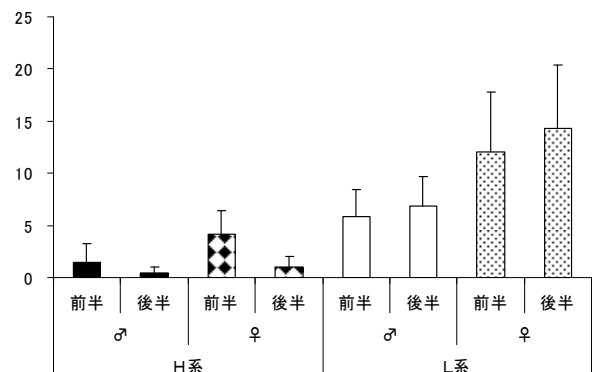


図3. 各群の平均後追い行動数 (± SD)

間に多いことが示された。

最後に、能動的行動の中の攻撃行動数を調べた結果（図4）、H系雄群は、 0.3 ± 0.5 , 0.7 ± 1.9 で、雌群は 1.4 ± 0.8 , 0.4 ± 1.1 であった。L系群は、雄群で 0.1 ± 0.4 , 0.3 ± 0.5 、雌群で 0.7 ± 1.3 , 0.1 ± 0.4 であり、両系統とも回数は少なく、個体差が顕著であった。攻撃行動を示したラットは、H系雌雄群14匹中8匹（その内、雌ラットは6匹）であったのに対して、L系雌雄群は14匹中4匹（雄雌2匹ずつ）であった。統計的検定の結果、有意な系統差は認められなかったが、H系群の方がやや多い傾向が認められた（ $F=3.59$, $df=1/24$, $p<.10$ ）。また、前半5分間について2要因分散分析を行った結果、両系統とも雌ラットのほうが有意に多いことが判明した（ $F=8.00$, $df=1/24$, $p<.01$ ）。

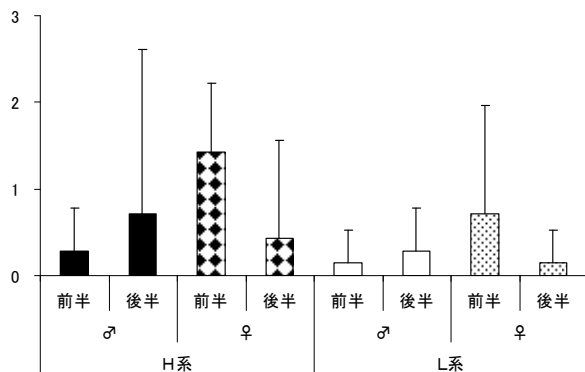


図4. 各群の平均攻撃行動数 (± SD)

(2) 受動的行動の特徴

ストレンジャーラット (L-Eラット) に対する受動的行動として定義した逃避行動と防御行動の回数を同様に前半後半5分間ずつ調べた結果、まず、逃避行動については、H系雄群は、 0.3 ± 0.5 , 0.9 ± 1.2 で、雌群は 3.7 ± 2.3 , 3.6 ± 4.4 であった。L系群はそれぞれ、雄群で 4.7 ± 6.6 , 4.1 ± 5.2 、雌群で 3.7 ± 3.6 , 3.3 ± 7.0 であった（図5）。L系群でやや多い傾向が観察されたが、すべての要因で統計的な有意差は認められなかった。L系群の逃避行動のやや多い傾向は、L系群の行動特性である多動性による移動行動が逃避行動の中に含まれていたとも考えられる。

次に、L-Eラットに乗っかられ後ずさりしながら腹ばいになる防御行動数は、H系雄群で、 0.1 ± 0.4 , 0.4 ± 0.5 、雌群は 3.0 ± 2.3 , 4.3 ± 5.9 であった。それに

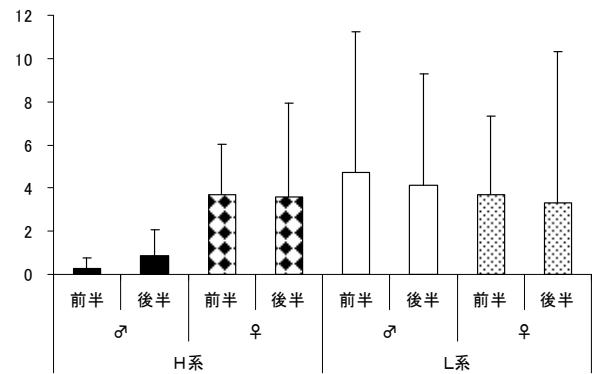


図5. 各群の平均逃避行動数 (± SD)

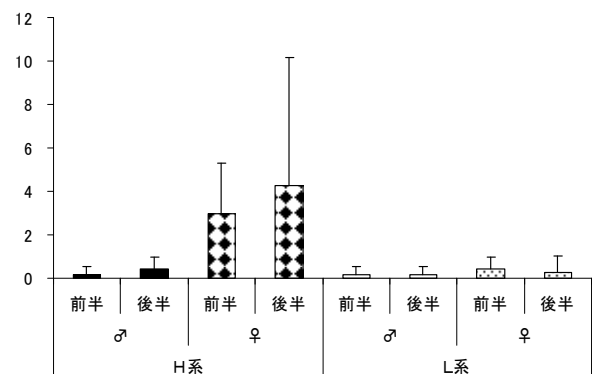


図6. 各群の平均防御行動数 (± SD)

対してL系雄群はそれぞれ、 0.1 ± 0.4 , 0.1 ± 0.1 、雌群で 0.4 ± 0.5 , 0.3 ± 0.8 でL系群はほとんど防御行動を示さなかった（図6）。検定の結果、有意な系統差（ $F=5.06$, $df=1/24$, $p<.05$ ）と性差（ $F=5.49$, $df=1/24$, $p<.05$ ）が認められた。すなわち、H系群の特に雌ラットがストレンジャーラットに後ろから乗っかられ腹ばいになる回数が多いという特徴が判明した。

(3) 単独行動の特徴

今回分析した単独行動は、立ち上がり行動、洗顔行動、毛づくろい行動、脱糞・脱尿の4種類とした。これらの単独行動は、通常は新奇な場面における探索行動の一部であるが、予備実験で観察装置（オープンフィールド）に10日間慣れさせているため、本実験でのこれらの行動も、新奇な装置や周囲の環境によるものではなく、ストレンジャーラット (L-E系ラット) の存在下での反応行動と見なすことができる。そこで、予備実験最終日のこれらの行動回数を本実験の前半5分間のものと比較検討した。まず、立ち上がり行動について予備実験10日目と本実験での各群を分析した

ところ (図7, 8), 予備実験では, H系雄雌ラットでそれぞれ, 0.3 ± 0.5 , 7.0 ± 6.8 , L系雄雌ラットは, 25.0 ± 9.5 , 25.9 ± 8.2 であった. 本実験では, H系雄雌ラットでそれぞれ, 7.0 ± 6.5 , 15.4 ± 4.2 , L系雄雌ラットは, 11.4 ± 4.9 , 23.6 ± 6.4 であった. 検定の結果, ストレンジャーラットの有無の交互作用で有意差が認められ ($F=6.45$, $df=1/24$, $p<.05$), H系群において, 本実験時のストレンジャーラット存在下で, 立ち上がり回数が有意に増大したのに対して, L系雄雌ラットは逆に, その回数が減少していることが明らかとなった. しかし, 系統 ($F=8.49$, $df=1/24$, $p<.01$) 及び性差 ($F=16.17$, $df=1/24$, $p<.01$) で有意差が認められ, L系群の雌ラットが多いというL系ラットの本来の行動特性が現れていた.

次に, 洗顔行動についても同様に比較したところ, 予備実験時は (図9), H系雄雌ラットでそれぞれ, 7.7 ± 3.6 , 8.0 ± 4.8 , L系雄雌ラットは, 4.7 ± 3.6 , 1.6 ± 1.3 であった. 本実験時は (図10), H系雄雌ラットでそれぞれ, 6.4 ± 4.2 , 7.1 ± 5.8 , L系雄雌ラットで

2.6 ± 2.2 , 1.1 ± 1.2 であった. 検定の結果, ストレンジャーラットの存在の有意な効果は認められなかった. しかし, 系統間で有意差が認められ ($F=15.79$, $df=1/24$, $p<.01$), H系群が有意に多かった.

その他の単独行動である, 毛づくろい行動と情動反応でもある脱糞・脱尿回数については, H系群で僅かに認められるが回数も少なく, L系群はともにほとんど観察されなかった. また, 本実験でのストレンジャーラットの存在による影響は全く認められなかった. 但し, 本実験のみの検定の結果, 毛づくろい行動は, 前後要因 ($F=13.76$, $df=1/24$, $p<.01$) と性差×前後の交互作用 ($F=10.71$, $df=1/24$, $p<.01$) において有意差が認められた. すなわち, 雌ラットで後半5分間に多い結果が得られた. また, 脱糞・脱尿回数では, H系群が有意に多く ($F=7.36$, $df=1/24$, $p<.05$), また系統×前後の交互作用 ($F=5.65$, $df=1/24$, $p<.05$) も有意差が認められ, H系群の前半5分間に脱糞・脱尿が集中していたことがわかった.

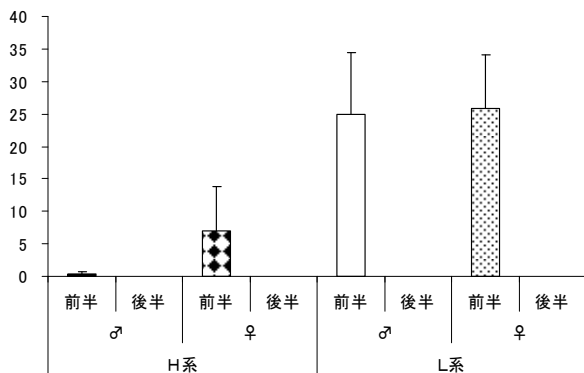


図7. 予備実験での各群の平均立ち上がり回数 (±SD)

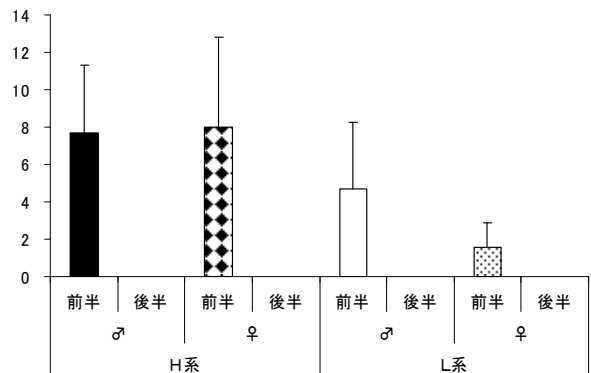


図9. 予備実験での各群の平均洗顔回数 (±SD)

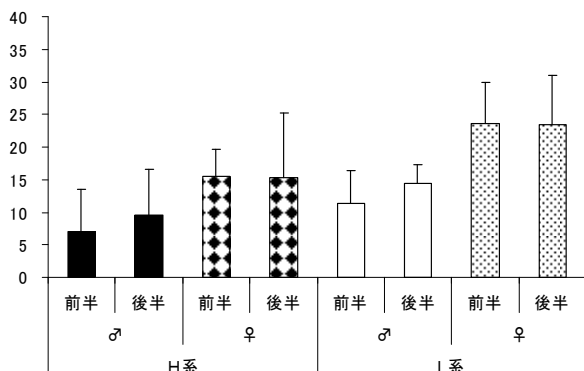


図8. 本実験での各群の平均立ち上がり回数 (±SD)

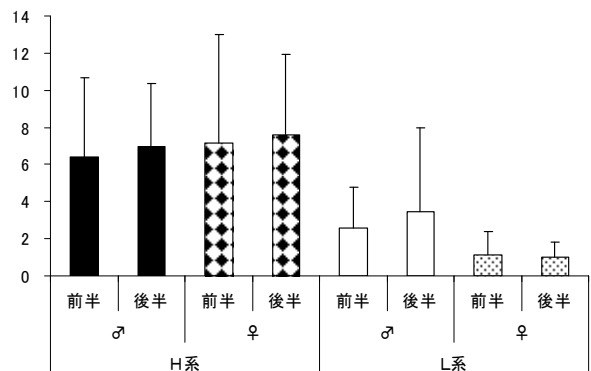


図10. 本実験での各群の平均洗顔回数 (±SD)

考 察

本研究は、同姓の見知らぬラット（ストレンジャーラット：Long-Evans系ラット）に対するTsukuba高情動系（H系）及び低情動系（L系）ラットの社会的認知行動を検討するために、十分に馴化したオープンフィールド内で1対1に対面させたときのH系及びL系ラットの能動的行動と受動的行動及び単独行動を詳細に観察した。得られた結果をまとめると、H系ラットのストレンジャーラットに対する防御的受動行動はL系ラットに比べて多いが、接近行動や攻撃的な能動行動も多いことが明らかとなった。特に、H系雌ラットは積極的にストレンジャーラットに近づき攻撃的行動をとるが、すぐに防御的になるという行動特性が明らかとなった。それに対して、L系ラットは、後追いなどの能動的行動は多いが、接近行動も少なく、攻撃行動はほとんど示さなかった。これらの結果は、従来から言われているTsukuba情動系ラットの社会的行動パターンとは異なるものであった（Annen & Fujita, 1984；安念, 1986）。

Annen & Fujita (1984) は、Tsukuba情動系ラットの他ラットに対する攻撃行動について、L系ラットのほうがより攻撃的であることを報告している。彼らは、雄のH系及びL系ラットを用いて、孤立飼育ケージ内への同種他個体（雑種のWistar系ラット）侵入者テストを行なった。その結果、L系ラットはH系ラットに比べて、侵入者ラットに対して突進したり、後から乗っかかり、咬んだりする激しい攻撃行動を示した。さらに、安念 (1986) は、集団コロニー（雄2匹、雌1匹）内で、雄同士の優劣関係が出来上がった状態で、同様の侵入者テストを行った結果、L系雄ラットは優位－劣位関係に関わりなく、侵入者に攻撃を加えたのに対して、劣位体のH系雄ラットは全く攻撃行動を示さなかったことを報告している。このように、L系ラットは孤立飼育であれ集団飼育であれ、居住空間内に侵入者がいる場合に無秩序に攻撃行動を示していたことになる。しかし、本実験のような十分に慣れた非居住空間内では、L系ラットはストレンジャーラットに対して後追い行動はするが、すぐに興味を失い、逃避行動に似た移動行動や立ち上がりなど、専ら単独行動を

とっていた。それに対して、H系ラット（特に雌ラット）は、このような条件下では、ストレンジャーラットに注意深く近づき、時には防御的攻撃行動をとる傾向があり、むしろ正常な社会的認知行動を行っていると考えられた。

墨谷 (2010) はTsukuba情動系ラットの基礎集団である雑種のWistar系雄ラットを用いて同様の手続きで社会的認知行動を測定した結果、すべてのラットはストレンジャーラットに近づき、攻撃したり、あるいは逆に、防御的行動をとることも多いことを報告している。本実験での攻撃行動は、H系雌ラットのほうがやや多い傾向ではあったが（H系雄ラットで7回、雌ラットで13回に対して、L系雄ラットで3回、雌ラットで6回）、本実験での非居住空間で得られたL系ラットの行動は、H系ラットに比べて後追い行動が多いという一見、積極的行動をとっているように見えるが、実は、お互いの交流が少なく、周囲に無関心で無秩序な行動パターンであることがうかがえた。

これまでに、実験室場面（非居住空間）でのL系ラットの様々な行動障害や学習障害が報告されている（宮本・藤田, 1977；岩崎・藤田, 1979；片山ら, 1979；山口, 2004；木村・吉田, 2007, 2009；吉田, 2007; 2011）が、これらの障害に加えて、L系ラットは、少なくとも非居住空間においては他ラットに対する社会的認知能力も欠如している可能性が指摘された。

今回得られた実験室場面での結果は、他の研究報告と同様に、すべて明期でのものであり、夜行性であるラットの行動特性を考慮すると（安念・藤田, 1980；Annen & Fujita, 1984；安念, 1986）、今後は、同様の手続きを暗期で施行し確認する必要がある。

本研究の施行にあたり、仁愛大学心理学科4年藤田有紀氏の多大なご協力を得たことに感謝いたします。

参考文献

- 安念保昌, 情動性に関して選択交配されたラットにおける侵入者攻撃と順位行動 ―情動性と社会的体制化 I― , 心理学研究, 57 (5), 273-280, 1986
- 安念保昌・藤田統 ラットの社会行動に関する研究 ―コロニー場面における順位と侵入者攻撃の発達を中心に― , 動

- 物心理学年報, 30,46, 1980
- Annen,Y., & Fujita, O. Intermale aggression in rats selected for emotional reactivity and their reciprocal F1 and F2 hybrids. *Aggressive Behavior*, 10, 11-19, 1984
- Fujita, O., Annen, Y. & Kitaoka, A. Tsukuba high- and low-emotional strain of rats (*rattus norvegicus*): an overview. *Behavior Genetics*, 24 (4), 389-415, 1994
- 岩崎庸男・藤田統, 高・低情動反応性系ラットの行動比較 (16) GO/NO-GO学習, 日本動物心理学会第39回大会発表抄録集, p59, 1979
- 片山尊文・岩崎庸男・藤田統・中村則雄・加藤宏, 高・低情動反応性系ラットの行動比較 (17) 明暗弁別・逆転学習, 日本動物心理学会第39回大会発表抄録集, p60, 1979
- 木村誠・吉田和典, ADHDモデル構築の試みーTLEラットを用いてー, 日本動物心理学会第67回大会発表抄録集, p60, 2007
- 木村誠・吉田和典, Tsukuba低情動系ラットにおける行動抑制の検討ーDRLスケジュールを用いてー, 日本動物心理学会第69回大会発表抄録集, p56, 2009
- 宮本邦雄・藤田統, 高・低情動反応性系ラットの行動比較 (6) 受動的回避学習, 日本動物心理学会第37回大会発表抄録集, p54, 1977
- 墨谷香菜美, 新生仔期抗レプチン投与後のラットの行動解析ーストレンジャーラットに対する情動反応行動についてー, 2010年度仁愛大学心理学科卒業論文要旨集, p100, 2010
- Wada, Y., & Makino, J. Defensive burying in two strains of rats selected for emotional reactivity. *Behavioral Processes*, 41, 281-289, 1997
- 山口真緒, ラットの情動反応性の違いによる行動比較ーTsukuba情動系ラットを用いた迷路学習と形態学的検索による検討ー, 2004年度仁愛大学心理学科卒業論文要旨集, p104, 2004
- 吉田和典, Tsukuba情動系ラットの学習行動の特徴ー8方向放射状迷路を用いた空間学習行動についてー, 仁愛大学研究紀要, 6, 23-30, 2007
- 吉田和典, 動物モデルによる多動・学習障害のメカニズムを探る生理心理学的研究, 平成20・21・22年度科学研究費補助金基盤研究C研究成果報告書, 1-47, 2011

