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——

東京教育大学¹

滋賀大学

中村 則雄

阿部 勲

筑波大学

藤 田 統

BEHAVIORAL DIFFERENCES IN THE RAT SELECTED FOR HIGH AND LOW EMOTIONAL REACTIVITY (2): OPEN-FIELD BEHAVIOR AND HOARDING BEHAVIOR

NORIO NAKAMURA

ISAO ABE

Tokyo University of Education

Shiga University

OSAMU FUJITA

University of Tsukuba

Behavioral differences between high (H) and low (L) emotional reactivity lines based on the ambulation in the Runway Test were investigated by using open-field and hoarding tests. Subjects were 22 male albino rats of the 6th generation. Each subject was placed in the open field during 5 min for 3 consecutive days. Then, daily hoarding trials (30 min) were run under 23 hr food-deprivation and additional five trials were given under satiation. In the open-field test, L-line rats showed higher measures of ambulation, rearing, and scratching than H-line, but defecation, face washing, and grooming scores were not different between the two lines. In the hoarding test L-line rats tended to hoard more pellets under food-deprivation and hoarded significantly more under satiation than H-line rats.

情動反応性 (emotional reactivity) という構成概念は、生体が同じ情動刺激を与えられた場合に、反応の潜時、強度、持続時間などにかなりの個体差が見られるという事実、そしてその反面、特定の個体についていえば、種々の刺激事態において、かなり一貫した情動反応の強さと、発現の様相を示すという事実から生じてきたものと思われる。すなわち、ある特定の個体が、一定の情動刺激に対して、かなり一貫して、どの程度の閾値で、またはどの程度の強さで情動反応を現わすかという、情動反応の傾向に関する個体差を示すための概念であると考えられる (藤田, 1973)。

動物の情動反応性については、Hall (1934) 以来、様々な面から数多くの研究がなされてきた。それらの研究は、主としてオープンフィールド (open field) を用い、実験場面での排便量あるいは移動反応量に基づいて情動反

応性が推定されている。すなわち、排便量が多く、移動反応量の少ない個体ほど情動反応性が高いと考えられてきた。しかし、このようなオープンフィールドにおける推定に対しては少なからず疑問が持たれている (Archer, 1973; 藤田, 1973, 1975b, c)。

動物の情動反応性を推定するにあたっては、従来2つの方法が用いられてきた。ある一定の刺激もしくは刺激場面に対する“情動反応そのもの”を測定する方法と、その反対に、情動反応によって“抑制される反応”を測定する方法である。オープンフィールドにおいて排便量を測定するのは前者の方法であり、移動反応量を測定するのは後者の方法と考えられてきた。ところが、オープンフィールドにおいては、移動反応を抑制する“すくみ反応 (freezing)”のような情動反応のみが生じているという保証はない。測定される移動反応の中には、情動反応としての刺激場面からの逃避反応が含まれている可

¹ 現所属 筑波大学。

能性もあるからである。したがって、移動反応が抑制される程度によって情動反応性を推定するためには、測定場面として動物が置かれた場面から逃避しようとする情動反応が、移動反応にならないような場面を設定する必要がある。そこで、動物にとって比較的安全だと感じられる場所を設け、はじめに一定時間その場所に動物を入れておくならば、そこから刺激場面へ出るという移動反応には、少なくとも情動的逃避反応は含まれていないであろう。つまり、そのような刺激場面での移動反応の抑制は、情動反応である“すくみ反応”を間接的ではあるがかなり正しく測定していると考えられる(藤田, 1975 b, c)。

われわれは、このような観点から、直線走路に接続した暗い出発箱に動物をあらかじめ入れておき、その後、境のドアを開けることで、明るい走路への自由な進入を許すという方法を用いて、情動反応性を測定した。なおこのテストを“ランウェイ・テスト (Runway Test)”と呼ぶことにした(藤田, 1975c)。

一方、情動反応の個体差の原因としては、遺伝的要因と経験的要因が考えられるが、従来、経験(学習)の影響についての実験的研究に多くの労力がそそがれ、遺伝の影響についての実験的分析は比較的遅れている。一般に、動物の行動に及ぼす遺伝の影響を調べるには、まず選択交配(selective breeding)と近交系比較(inbred strain comparison)の方法を挙げることができる。情動反応性に関する前者の代表的研究としては、Hall(1951)とBroadhurst(1960)がラットを用い、オープンフィールドにおける排便量を指標として行なった実験や、DeFries & Hegman(1970)がマウスを用い、オープンフィールドでの移動反応量を指標として行なった実験などがある。一方、近交系を用いた研究は比較的数量が多く、それらは、McClearn & Meredith(1966)、Lindzey, Loehlin, Manosevitz, & Thiessen(1971)、Broadhurst, Fulker, & Wilcock(1974)に紹介されている。また、最近では、計量遺伝学の発展による連続変異形質の分析法が確立され、情動反応性に関しても遺伝率(heritability)や遺伝相関(genetic correlation)を求める研究がなされるようになった(DeFries & Hegman, 1970; DeFries, Wilson, & McClearn, 1970; 藤田, 1975a, c)。

そこで、われわれは、情動反応性に関する遺伝的研究の第一歩として、選択交配実験に着手した。選択の指標としては、前述の理由および測定値の分散と遺伝率(Fujita, Abe, & Nakamura, 1976c 参照)から、ランウェイ・テストにおける移動反応量(通過区画数)を用いた。選択交配は、本研究を行なった時点(昭和50年5月)で第6世代(G_6)に達し、高情動反応性系(H系, $n=159$)と低情動反応性系(L系, $n=44$)の移動反応

量は、それぞれ平均14.9と117.6であった。さらに両系の得点の分布にほとんど重なりがみられなくなっているが、くわしくはFujita, Abe, & Nakamura(1976 a, b)を参照されたい。また、この世代の平均排便数は、H系3.35, L系2.52であり、H系の方が多いが、この差はわずかのところで危険率5%の有意水準に達していない($t=1.97$, $df=201$)。

情動反応性に関してこのように分離した系を得ることは、情動反応性それ自身の解明に役立つだけでなく、様々な行動において果している情動反応性の役割を明らかにするうえでも有用であろう(阿部・藤田・中村, 1977)。そこで本研究では、この2つの情動反応性系を用いて、従来情動反応性と関係づけて研究が行なわれてきた2つの行動、すなわちオープンフィールド行動と貯蔵行動(hoarding behavior)について比較・検討を行なった。オープンフィールド・テストは、前述のように情動反応性の測定法としては問題があるにしても、これまで最も多くの研究がそれを用いてなされていることを考えると、まずこのテストにおける2つの選択系の行動を調べてみる必要があると思われるからである。

一方、貯蔵行動の実験的研究はWolfe(1939)に始まり、1950年代までに数多くの研究がなされた(Bindra, 1948; Marx, 1950; Holland, 1954)。それらの研究は主として、食物あるいは食物剥奪についての先行経験、学習、生理的要因、情動反応性、テスト条件のような変数に集中していた。このような点に関しては、Manosevitz & Lindzey(1970)の最近のレビューが参考になる。

本研究で問題としている情動反応性と貯蔵行動の関連については、まず近交系マウスを用いたSmith & Powell(1955)とManosevitz(1965)の研究を挙げることができる。Smith & Powellは、3系統の近交系マウス(BALB/c, C3H, C57BL/10)を用いて、情動反応性が高いほど貯蔵量が多いことを示した。Manosevitzは、JK, C57BL/1という2系統の近交系マウスの貯蔵行動を調べ、情動反応性の高いといわれているJK²の方が、C57BL/1より約4倍も多くのペレットを貯め込んだと報告している。

次に、ラットを用いた研究として、Stamm(1954)とBroadhurst(1958)の系統差に関する実験がある。Stammは、black hooded II, brown hooded, brownという3系統のラットを用いて貯蔵行動を調べたところ、上述の順に貯蔵行動が多いことを示した。Broadhurstは、これらの3系統のオープンフィールド行動を測定し

² Lindzey, Winston, & Manosevitz(1963)によると、JKマウスはC57BL/1マウスに比べてオープンフィールドにおいて排便量が多い。Manosevitz(1965)の研究においても、JKの方がC57BL/1に比べて貯蔵行動測定装置においてよく排尿した。

た結果、貯蔵行動の多い系統ほど排便数が多く、通過区画数が少ないことを見出し、情動反応性と貯蔵行動の関連を示唆した。また、Bindra (1948), Hess (1953) も恐怖あるいは情動反応性と貯蔵行動の間に正の関係があることをある程度まで認めている。

以上のような実験結果に基づき、本研究ではオープンフィールド・テストのみならず、貯蔵テストにおいても、情動反応性の異なる2つの系の行動を比較し、その特徴を明らかにしようと試みた。

実験 I

ランウェイ・テストに基づく選択交配によって作られた高情動反応性系 (H系) と低情動反応性系 (L系) ラットのオープンフィールド・テストにおける行動特性について比較する。

方法

被験体 前述の G_6 のアルビノ・ラットのうち、次世代の親として用いられなかった雄22匹 (各系11匹ずつ) を用いた。これらのラットは21日令で離乳され、4—6匹ずつ雌雄別に集団飼育 ($22 \times 40 \times 22$ cmの金属製ケージ) された後、60日令から3日連続して1日5分間のランウェイ・テストをうけた。オープンフィールド実験開始時の日令は、H系で平均123.6日令、L系で平均109.2日令である。

被験体は、室温 $24 \pm 1^\circ\text{C}$ の下で飼育され、照明は30Wの蛍光灯2本で与えられた。明暗サイクルは、午前8時より午後8時までが明、翌午前8時までが暗の12時間交替である。餌と水は自由に摂取できる。

FIG. 1. Mean number of sections traversed in the open field.

FIG. 2. Mean number of defecations in the open field.

FIG. 3. Mean number of rearings in the open field. (a) rearings at wall, (b) rearings elsewhere, (c) total number of rearings.

装置 $90 \times 90 \times 30$ cmの内面が灰色の木製オープンフィールドで、床面は18 cm 平方の25区画に分けてある。照明は、装置上に取りつけた500Wの白熱電球 (100V点灯) によって床面上での明るさが約2,000 lxであった。

手続き テストは1日5分間、3日連続して行なった。被験体は中央の区画に置かれてから、次の7つの測定³について1分ごとに記録された。(a) 通過区画数 (ambulation), (b) 排便数 (defecation), (c) 前肢を壁につけた立上り数 (rearing at wall), (d) 前肢を壁につけない立上り数 (rearing elsewhere), (e) 洗顔数 (face washing), (f) 前肢と舌による毛づくろい数 (grooming), (g) 後肢によるひっかき数 (scratching)。さらに、テスト開始時に中央の区画に入れたラットが、前進せずに、後ずさりしながら壁まで後退し、そこから隅に移動するという特徴的行動が観察されたので、そのような後ずさり行動の有無も記録した。

結果

G_6 において両系間の分離はかなり進んでいたが、本実験で用いた被験体は、選択交配の親として用いられなかったラットの中から選んだので、これらの群では両系間の情動反応性に相違が認められなくなっている可能性がある。そこで、オープンフィールド・テストの結果について述べる前に、まずここで用いた両系のラットのランウェイ・テストにおける結果を簡単に示す。

3日間の総通過区画数は、H系で平均6.7 (2—22)、L系で平均112.5 (50—184) であった。両系の総通過

³ 通過区画数、排便数の他に5測定を用いたのは、オープンフィールド行動を、オープンフィールド内で動物が示す多彩な反応のすべてを含んだものとしてとらえ (藤田, 1975b), 2つの選択系の行動比較を多面的に検討するためである。

区画数にはまったく重なりがなく、日・系を変動因として分散したところ、系に有意差がみられ ($F=72.12$, $df=1/20$, $p<.01$), L系の方が通過区画数が多く、したがって情動反応性は低いと推定される。こうして、本実験の前提となる両系間の差が確認された。

また、オープンフィールド・テスト開始時の体重は、L系の方が約2週令若かった (H系 123.6 日令, L系 109.2 日令) ために、平均してH系 354.2 g, L系 312.9 gであったが、 t 検定の結果有意差は認められなかった ($t=1.608$, $df=20$)。

そこで次に、オープンフィールド・テストの結果を各測度ごとにまとめて示す。

通過区画数 両系の3日間にわたる通過区画数を1分ごとに示したのが Fig.1 である。系・日・分を変動因として分散分析を行なったところ、系 ($F=40.43$, $df=1/20$, $p<.01$) に有意差があり、L系の方が通過区画数が多かった。日 ($F=4.93$, $df=2/40$, $p<.05$), 分 ($F=59.99$, $df=4/80$, $p<.01$) にも有意差が認められ、日間および日内減少が認められる。さらに、系×分 ($F=5.19$, $df=4/80$, $p<.01$), 系×日×分 ($F=2.72$, $df=8/160$, $p<.01$) の交互作用が有意であった。

排便数 Fig.2 に示した結果を見ると、L系の方が排便数が多いようであるが、系・日を変動因として分散分析したところ、系に関して有意性はまったく認められなかった ($F<1$, $df=1/20$)。さらに、日 ($F=2.15$, $df=2/40$), 系×日 ($F<1$, $df=2/40$) についても有意性はなかった。なお、ランウェイ・テストにおいても同様の結果を得ている。ただし、ランウェイ・テストにおける3日間の総排便数は、平均してH系で3.0, L系で3.4であったのに対して、オープンフィールド・テストでは、H系で6.3, L系で7.8と多かった。両テスト間における排便数の差は、両系とも有意であった (H系, $t=2.41$, $df=10$, $p<.05$; L系, $t=3.80$, $df=10$, $p<.01$)。

前肢を壁につけた立上り数 Fig.3a に示す。系・日を変動因として分散分析したところ、系 ($F=15.68$, $df=1/20$, $p<.01$), 日 ($F=5.38$, $df=2/40$, $p<.01$), 系×日 ($F=4.90$, $df=2/40$, $p<.05$) に有意性がみら

れた。つまり、L系の方が立上り数が多い。

前肢を壁につけない立上り数 Fig.3b に示す。系・日を変動因として分散分析したところ、系 ($F=2.90$, $df=1/20$) には有意差はなく、日 ($F=3.21$, $df=2/40$, $p<.10$) に関して有意ではないが減少傾向があり、系×日 ($F=3.52$, $df=2/40$, $p<.05$) に有意性が認められた。

これまでなされてきた実験では、立上り数を上記のように分けずに分析している場合が多いので、比較のために上記2測度を合計してみた。その結果を Fig.3c に示した。日・系を変動因として分散分析したところ、系 ($F=9.94$, $df=1/20$, $p<.01$), 日 ($F=10.72$, $df=2/40$, $p<.01$), 系×日 ($F=10.12$, $df=2/40$, $p<.01$) が有意であり、L系の方が立上り数が多かった。

洗顔数 結果を Fig.4 に示す。日・系を変動因として分散分析したところ、系、日×系には有意性がまったくなかったが、日 ($F=5.55$, $df=2/40$, $p<.01$) に有意差が認められた。両系とも2日目の洗顔数が低く、V字型の傾向を示した。

毛づくろい数 前肢と舌による毛づくろい数は、3日間のテストで、わずかに合計4回であった。H系で2匹のラットが1回ずつと、L系で1匹が2回行なったにすぎない。

ひっかき数 後肢によるひっかき数は、3日間でH系の2匹が1回ずつ行なったのに対して、L系では7匹が計11回行っており、L系の方が多い傾向がみられた。

後ずさり行動 後ずさり行動を示したラットは、H系5匹, L系0匹で、H系の方が有意に多い ($\chi^2=4.14$, $df=1$, $p<.05$)。

実 験 II

H系ラットとL系ラットの貯蔵行動の特徴について比較する。

方 法

被験体 実験Iで用いた雄ラット22匹 (各系11匹ずつ)。オープンフィールド・テスト終了後、8×8 cmのスライド・ドアが側面についた金属製個体ケージ (22×25×22 cm) に移し貯蔵テスト終了まで個体飼育した。飼育環境は実験Iと同じである。

装置 幅20 cm, 長さ90 cm, 高さ20 cmの天井に金網をはった内面が灰色の木製走路を7個並べたものである。走路の先端から8 cmのところに、高さ5 cmの板をはめ込んで、餌場とし、円筒形の固型飼料 (重さ約3 g) を100—150個入れておく。この固型飼料は、オリエンタル酵母工業株式会社製の動物用飼料 MF で、ラットが日常摂食してきた飼料である。走路の反対側の端には8×8 cmの穴が開けられ、個体ケージの出口 (ス

FIG. 4. Mean number of face washings in the open field.

ライド・ドア)が接続できるようになっている。照明は、30W室内蛍光灯2本によって、装置の床面で約90 lxであった。

手続き オープンフィールド・テスト終了後体重を測定し、個体ケージに移して、餌と水を十分与え、30分後に餌を抜く。以後、飽食条件下でのテストまでの間ずっと23時間の食物剥奪を続ける。この食物剥奪スケジュールは、予備テストでの2, 6, 23時間の3種の食物剥奪条件下での結果を基にして決定した。なお、毎日の給餌前に体重を測定し、食物剥奪以前の体重の85%以下にならないように調整した。5日間個体ケージで生活させた後、装置への順応訓練を1日30分、3日連続して行なった。この期間、装置の餌場には餌を入れておかない。順応訓練の終了した翌日から“食物剥奪条件”での貯蔵テストを1日30分、後述の基準に達するまで毎日行なった。テスト時刻は、食物剥奪スケジュールに合わせて、毎日のテスト終了直後に30分間の給餌時間がくるようにした。テスト開始5分前に個体ケージを装置に接続し、ケージ上に木の蓋をしてケージ内が暗くなるようにした。ケージのライド・ドアを開けてから30分間に餌場からケージ内へ運び込んだ固型飼料のペレット数を、その生起時刻とともに記録した。毎日の貯蔵ペレット数をグラフに表わして、7日間にわたってほぼ安定した数のペレットを貯め込んでいると実験者間で一致して判定したラットについては、そこで食物剥奪下でのテストを終了した。食物剥奪下でのテスト終了後は餌を十分に与え、翌日から“飽食条件”で1日30分、5日連続してテストを行なった。

結果

用いたすべてのラットは貯蔵行動を示したので、以下、いくつかの点についてまとめて結果を述べる。

貯蔵行動の開始日 テスト第1日目からペレットを運んだラットは、H系では11匹中4匹で、平均すると3.6日目に運び始めた。一方、L系では11匹中8匹が第1日目から運び始め、平均すると1.8日目から運び始め

た。H系の方が貯蔵行動の開始が遅い傾向がみられるが、 t 検定を行なった結果では有意な差とならなかった($t=1.53$, $df=20$)。

安定した貯蔵行動を開始するまでの日数 早いラットは、H系で5日目から、L系で1日目から安定した貯蔵行動をはじめ、両系とも19日目にはすべてのラットが安定した貯蔵行動を開始した。平均するとH系で11.5日、L系で11.2日であり、 t 検定の結果有意差はなかった($t=.12$, $df=20$)。

安定した7日間の貯蔵行動 1日30分のテスト時間を、10分ごとに3つのブロックに分けて図示したのがFig.5である。系・日・ブロックを変動因として分散分析を行なったところ、ブロック($F=9.83$, $df=2/40$, $p<.01$)に有意差があり、1日のテストの中で時間がたつにつれて貯蔵ペレット数が増加する傾向がみられた。日($F<1$, $df=6/120$)について有意差がなかったことは、7日間にわたって貯蔵行動が安定していたことを裏書きしている。系($F=3.25$, $df=1/20$, $p<.10$)に関しては有意差はなかったが、Fig.5からも分かるように、L系の方がH系よりも貯蔵行動が多い傾向が認められた。系×ブロック($F=3.10$, $df=2/40$, $p<.10$)は有意ではなかったが、H系は日内ではば一貫して増加するのに対し、L系は日内であまり変化しないという傾向がみられた。なお、その他の交互作用はいずれも有意とはならなかった。

飽食条件下の貯蔵行動 餌と水を十分に与えられた5日間における貯蔵行動をFig.6に示す。系・日・ブロックを変動因として分散分析を行なったところ、系($F=7.64$, $df=1/20$, $p<.05$)に有意差がみられ、L系の方がH系よりも貯蔵行動が多かった。また、日($F=5.02$, $df=4/80$, $p<.01$)にも有意差があり、日間で減少する傾向があった。さらに、日×ブロック($F=2.26$, $df=8/160$, $p<.05$)も有意で、1日目には日内で増加しているが、日がたつにつれて両系とも日内減少の傾向を示すようになることがわかった。それ以外の点では有意

FIG. 5. Mean number of pellets hoarded during the last 7 days under food-deprivation.

FIG. 6. Mean number of pellets hoarded under satiation.

性が認められなかった。

食物剥奪条件から飽食条件に変えると、貯蔵行動が増加する傾向がみられた。すなわち、飽食条件に変えた第1日目の貯蔵行動は、食物剥奪下での最後の日に比べて、H系で平均 18.5 から 37.4 に増加し ($t=2.92$, $df=10$, $p<.05$), L系で平均 30.3 から 56.2 へ増加する傾向があった ($t=1.92$, $df=10$, $p<.10$)。

考 察

オープンフィールド行動について ランウェイ・テストを指標とした選択交配によって、情動反応性に関して分離してきた2つの系の示す行動には、いくつかの点で明らかに違いが認められた。すなわち、情動反応性の低いL系は、情動反応性の高いH系よりも、通過区画数、立上り数が多いという結果が確認された (参照, King, 1970)。

さらに、興味深い観察結果も得られている。それは、H系ラットが、後ずさりという情動反応性との深い関連性を示唆する特徴的行動パターンを示したことである。L系ラットは、このような行動を示さず、その差は統計的に有意であった。

また、動物は、恐怖場面に置かれると“すくみ”という反応をすることが知られている。本実験では、残念ながら、すくみ反応を直接測定していないが、続けて2分以上も他の区画へ移動しなかった個体を調べてみると、各3日間のテスト日において、H系では、5, 3, 8 匹であり、L系では、1, 2, 1 匹であった。以上のことから、ランウェイ・テストで情動反応性が低いとされたラットは、オープンフィールドにおいてよく動き回るが、情動反応性が高いとされたラットは、あまり動かず、隅でじっとしている傾向にあると言える。

次に、2つの系の行動を時間経過に伴う変化という観点から追ってみよう。通過区画数は、日間、日内で減少した。立上り数も日間で減少した。この傾向は、これまでの研究結果 (Broadhurst & Eysenk, 1964) と一致しており、われわれの行なってきた選択交配実験は、オープンフィールド場面での時間経過に伴う変化にほとんど影響していないようである。また、情動反応性の低いL系は、高いH系に比べて通過区画数において日内減少が急激であり、立上り数では日間減少が大きかった。

⁴ ここで用いたラットでは両系の排便数に差がなかったが、 G_0-G_7 までまとめてみると、H系の方が有意に排便数が多いことが報告されている (Fujita, Abe, & Nakamura, 1976b)。また、 G_8, G_9 (ランウェイ・テストの通過区画数に関して、 G_0 とはほぼ同様の分布を示している; 藤田・阿部・中村, 1976d) におけるホームケージでの活動性に系差がなかった (阿部・藤田・中村, 1977) ことを考慮すると、用いた両系が単に活動性によって分離してきた系とは考えにくい。

情動反応性のもう1つの測度である排便数は、両系で有意差が認められなかった。これは、本実験で用いたラットが、もともとランウェイ・テストの排便数に差がなかった⁴ ことと一致している。ランウェイに比べてオープンフィールドでの排便数が約2倍に増えたことは、これまで述べてきたランウェイとオープンフィールドの特徴を反映していて興味深い。

洗顔数、毛づくろい数に関しては、両系の間に差がなかったが、後肢によるひっかけ数は、L系の方が多い傾向にあった。これらの行動特性が一体何を反映しているのか、現在のところ明らかではない。“すくみ”反応と拮抗するという点からみれば、これらの行動を示す個体は情動反応性が低いと言えるかも知れない。しかし、これらの行動は、恐怖場面での転位行動の一種とみなすこともできる。ここでは、これらの行動の両系における傾向を述べるにとどめたいと思う。

以上のことから、情動反応性の異なる2つの系が、オープンフィールド場面で明らかに異なった行動を示すことが確認された。

貯蔵行動について “食物剥奪条件” のもとでは、貯蔵行動を開始するまでに要した日数、および安定した貯蔵行動を開始するまでの日数に関して、両系の間に有意な差が認められなかった。また、安定した7日間の貯蔵行動について調べたところ、統計的に有意な差とはなかったが、L系の方がH系よりも多くのペレットを運ぶ傾向があった。もちろん、この7日間における日間の変化はなかったが、日内では増加することが示された。各々の系については、H系は日内で著しく増加する傾向にあったが、L系では日内での増加傾向はほとんど認められなかった。これは、H系では最初の5分間に運ぶペレット数が1個か2個で、ホームケージに運び込んで食べていることが多く、後半になってL系と同じ程度の頻度で餌を運ぶようになるのに対して、L系ではテスト開始直後からよく貯め込み、30分間ほぼ一貫して貯蔵するためである。このような各テスト日前半における貯蔵行動の相違が、食物剥奪下での両系の特徴となっている。

“飽食条件”のもとでは、L系の方が有意に多くの貯蔵行動を行なった。ラットを用いた Stamm (1954) の研究は、本実験と装置、手続きの点では、測定時間 (20分) を除いて非常に類似しているが、その後 Broadhurst (1958) によって情動反応性の高いとされた系統の方が貯蔵行動をよく行なっている。本実験の測定時間は30分であるが、Fig. 5, 6 から推定して、測定時間が20分であったとしても、H系の方が多く貯蔵するとは考えにくい。さらに、Stamm は、用いたラットの情動反応性を実際に測定しているわけではないので、われわれの方が直接比較を行なっている点で信頼のあるデータであると思われる。しかし、われわれの用いた選択系が雑系ア

ルビノ・ラットを基礎集団としていたのに対し、Stammの用いた被験体がすべて有色ラットであったことは注意すべきであろう。また、貯蔵行動の測定装置がランウェイにかなり類似していたために、L系に有利であったのではないとも考えられるが、この点については今後の検討を要するだろう。

日間、日内の行動を調べてみると、両系とも類似の変化を示していた。日間では減少傾向がみられ、日がたつにつれて、ホームケージから出ても餌場に行かずに走路内で毛づくろいをするようになった。餌場においても、餌をかきまわったりする行動が目立つ。日内では、1日目に食物剥奪下と同様に増加傾向を示し、日がたつにつれて日内で減少する。食物剥奪条件後、ただちに飽食条件でテストしたため、食物剥奪による生理学的な履歴効果が残っていたと思われる。両系とも日内で減少を示しはじめるのが4日目からであることから、ほぼこの時期に食物剥奪の影響から回復したようである。

食物剥奪条件から飽食条件に変えると、貯蔵行動が増加したが、これは、飽食条件下では貯蔵行動の合い間に摂食行動が起こらなくなったためであろう。したがって、長期間の食物剥奪後、飽食条件の下での貯蔵行動について調べる方が、摂食行動を排除できるので適切かも知れない。

要 約

ランウェイ・テストの通過区画数に基づく高情動反応性(H)系と低情動反応性(L)系ラットの行動の相違を、オープンフィールド・テストと貯蔵テストを用いて調べた。

被験体は、選択第6世代の22匹の雄のアルビノ・ラットであった。まず、オープンフィールド(90×90×30 cm, 25区画)において、2,000lx照明下で、1日5分間、3日連続してテストを行ない、次の7測度について1分ごとに記録した。(a)通過区画数、(b)排便数、(c)前肢を壁につけた立上り数、(d)前肢を壁につけない立上り数、(e)洗顔数、(f)前肢と舌による毛づくろい数、(g)後肢によるひっかき数。その後、1日30分からなる貯蔵テスト試行を23時間の食物剥奪下で行ない、さらに飽食条件下で5試行行なった。各試行において、餌場からケージ内に運び込んだ固型飼料のペレット数を、その生起時刻とともに記録した。

その結果、オープンフィールド・テストでは、(1)通過区画数、立上り数、ひっかき数に関して、L系の方がH系より多かった、(2)排便数、洗顔数、毛づくろい数については両系に差がなかった、(3)H系ではテスト開始直後、約半数のラットが後ずりを示したが、L系ではそのような行動を示したラットは1匹もいなかった。一方、貯蔵テストに関しては、食物剥奪下において、

(1)貯蔵行動開始日に差がなかった、(2)安定した貯蔵行動を開始するまでの日数にも差がなかった、(3)安定した7日間の貯蔵ペレット数において、L系の方が多く貯め込む傾向がみられた。飽食条件下では、(1)L系の方が多くのペレットを貯め込んだ、(2)飽食条件にかえると貯蔵行動が増加した。

以上のことから、情動反応性の高いラットは、オープンフィールドにおいてあまり動き回らず、隅でじっとしている傾向があることがわかった。さらに、後ずりという情動反応性との深い関連性を示唆する特徴的行動パターンを示した。貯蔵行動に関しては、従来の研究結果から推定されることとは逆に、情動反応性の低い個体の方がよく食物を貯め込むことが確認された。

引 用 文 献

- 阿部 勲・藤田 統・中村則雄 1977 高・低情動反応性系ラットの行動比較——Home-cage Activity——東京教育大学教育学部紀要, 23, 61-66.
- Archer, J. 1973 Test for emotionality in rats and mice: A review. *Animal Behavior*, 21, 205-235.
- Bindra, D. 1948 What makes rats hoard? *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 41, 397-402.
- Broadhurst, P. L. 1958 Determinants of emotionality in the rat. III: Strain differences. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 51, 55-59.
- Broadhurst, P. L. 1960 Experiments in psychogenetics. In H. J. Eysenck (Ed.), *Experiments in personality, psychogenetics and psychopharmacology*. Vol.1. London: Routledge and Kegan Paul. Pp. 3-102.
- Broadhurst, P. L., & Eysenck, H. J. 1964 Interpretations of exploratory behaviour in the rat. In H. J. Eysenck (Ed.), *Experiments in motivation*. Oxford: Pergamon.
- Broadhurst, P. L., Fulker, D. W., & Wilcock, J. 1974 Behavioral genetics. *Annual Review of Psychology*, 25, 389-415.
- DeFries, J. C., & Hegmann, J. P. 1970 Genetic analysis of open-field behavior. In G. Lindzey, & D. D. Thiessen (Eds.), *Contribution to behavior-genetic analysis: The mouse as a prototype*. New York: Appleton-Century-Crofts. Pp. 23-56.
- DeFries, J. C., Wilson, J. R., & McClearn, G. E. 1970 Open-field behavior in mice: Selection response and situational generality. *Behavior Genetics*, 1, 195-211.
- 藤田 統 1973 動物の情動性の測定に関する諸問題 東京教育大学教育学部紀要, 19, 45-51.
- 藤田 統 1975 a 行動の遺伝学的分析法 八木晃(編) 心理学研究法 第6巻 動物実験Ⅱ 東京大学出版会

Pp. 177-204.

- 藤田 統 1975 b Open-field 行動とは何か 東京教育大学教育学部紀要, **21**, 45-51.
- 藤田 統 1975 c ラットの情動反応性の測定としてのランウェイ・テストにおける諸反応の行動遺伝学的分析: I——表現型変異と子-親回帰に基づく遺伝率推定値—— 心理学研究, **46**, 281-292.
- Fujita, O., Abe, I., & Nakamura, N. 1976 a Selection for high and low emotional reactivity based on the Runway Test in the rat: The first nine generations of selection. *XXIst International Congress of Psychology*, Paris.
- Fujita, O., Abe, I., & Nakamura, N. 1976 b Selection for high and low emotional reactivity based on the Runway Test in the rat: The first seven generations of selection. *The Hiroshima Forum for Psychology*, **3**, 57-62.
- Fujita, O., Abe, I., & Nakamura, N. 1976 c Author's reply to the comments. *The Hiroshima Forum for Psychology*, **3**, 65-66.
- 藤田 統・阿部 勲・中村則雄 1976 d Runway Test を指標としたラットの情動反応性の選択交配 (3) 日本心理学会第 40 回大会発表論文集, 235-236.
- Hall, C. S. 1934 Emotional behavior in the rat. 1: Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **18**, 385-403.
- Hall, C. S. 1951 The genetics of behavior. In S. S. Stevens (Ed.), *Handbook of experimental psychology*. New York: John Wiley & son. Pp. 304-329.
- Hess, E. H. 1953 Shyness as a factor influencing hoarding in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **46**, 46-48.
- Holland, J. G. 1954 The influence of previous experience and residual effects of deprivation on hoarding in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **47**, 244-247.
- King, D. L. 1970 Comparison between two methods of demonstrating relatedness of emotional variables in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **72**, 238-243.
- Lindzey, G., Winston, H. D., & Manosevitz, M. 1963 Early experience, genotype, and temperament in *mus musculus*. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **56**, 622-629.
- Lindzey, G., Loehlin, J., Manosevitz, M., & Thiessen, D. 1971 Behavioral genetics. *Annual Review of Psychology*, **22**, 39-94.
- McClearn, G. E., & Meredith, W. 1966 Behavioral genetics. *Annual Review of Psychology*, **17**, 515-550.
- Manosevitz, M. 1965 Genotype, fear and hoarding. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **60**, 412-416.
- Manosevitz, M., & Lindzey, G. 1970 Genetic variation and hoarding. In G. Lindzey, & D. D. Thiessen (Eds.), *Contributions to behavior-genetic analysis: The mouse as a prototype*. New York: Appleton-Century-Crofts. Pp. 91-113.
- Marx, M. H. 1950 A stimulus-response analysis of the hoarding habit in the rat. *Psychological Review*, **57**, 80-93.
- Smith, W. I., & Powell, E. K. 1955 The role of emotionality in hoarding. *Behaviour*, **8**, 57-62.
- Stamm, J. S. 1954 Genetics of hoarding. I. Hoarding differences between homozygous strains of rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **47**, 157-161.
- Wolfe, J. B. 1939 An exploratory study of food-storing in rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **28**, 97-108.

——1977. 3. 31. 受稿——

SUMMARY

The purpose of this study was to investigate behavioral differences between rats of high and low emotional reactivity lines by using open-field and hoarding tests. These two lines had been selected since 1972, in terms of ambulation in the Runway Test.

Subjects were 22 male albino rats (11 in each line) of the 6th generation. In the open-field (90×90×30 cm, 25 squares), each subject was placed into the center of the field and was observed during 5 min for three consecutive days under bright illumination (2,000 lx) and recorded the following seven measures every min; (a) ambulation, (b) defecation, (c) rearing at wall, (d) rearing elsewhere, (e) face washing, (g) scratching. Then daily hoarding trials (30 min) were run under 23hr food-deprivation and additional five trials were given under satiation. In each trial, the number of food pellets which the subject carried into the cage was recorded.

The results of the open-field test were as follows: (1) Low emotional reactivity line (L line) showed significantly more ambulation (Fig. 1), rearing (Fig. 3), and scratching than high emotional reactivity line (H line).

(2) There were no differences between two lines in defecation (Fig. 2), face washing (Fig. 4), and grooming. (3) At the beginning of the first trial, about a half of the H line rats showed backward movement from the center to the wall or corner of the open-field, but any rat in the L line did not show such a behavior.

In the hoarding test, the following findings were obtained under food-deprivation. (1) Two lines did not show any differences in the number of trials required until the subject started to hoard constantly. (2) The L line tended to hoard more pellets during seven constant hoarding trials (Fig. 5). Under satiation, the subjects in each line hoarded more than under deprivation and the L line hoarded more than the H line (Fig. 6).

In summary, the H line rats did not move about, but stayed still in the corner of the open-field. In addition, it would be important to note that these H line rats also showed backward movement, which might have a close relationship with emotional reactivity. In the hoarding test, the L line rats seemed to hoard more food than the H line rats.