

Tsukuba情動系ラットの味覚嫌悪学習

— 高・低情動反応性系ラットの行動比較 (51) —

筑波大学心理学系 藤田 統¹

Taste-aversion learning in the Tsukuba Emotional Strains of rats — Behavioral differences in the Tsukuba Emotional Strains of rats (51) —

Osamu Fujita (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Tsukuba 305, Japan*)

Since 1972, Fujita has conducted selective breeding for high and low emotional reactivity based on ambulation in the Runway Test. These two lines have segregated and called "Tsukuba High Emotional (THE)" and "Tsukuba Low Emotional (TLE)" strains. The purpose of this study was to investigate the behavioral differences of both strains on acquisition and extinction of the taste-aversion conditioning in which taste of NaCl (CS) was paired with illness (US) induced by injection of lithium chloride. In Experiment 1, both strains of rats acquired taste aversion conditioning equally after one trial of pairing. They retained this learning during four days of the interval between conditioning and test period. Conditioning was extinguished after two days of non-pairing. In Experiment 2, the resistance to extinction increased as a function of the number of conditioning. Asymptomatic level was obtained after two conditioning trials. TLE extinguished the taste aversion faster than THE.

Key words : selective breeding, emotional reactivity, taste-aversion learning

1966年にGarciaとKoellingが報告した味覚嫌悪学習 (taste-aversion learning) の事実は、1970年にSeligmanが発表した「学習法則の一般性について」と題する論文と相まって、長年にわたって学習理論を支えてきた基本的な見解に対して、根底からの打撃を与えるものであった。

味覚嫌悪学習の標準的手続きは次の通りである。まず動物に新奇な食物もしくは液体を自由に摂取させる。その後、実験群の動物に対しては催吐剤を投与(腹内注射)するか、放射線を照射することによって、30分から1時間後に、2, 30分間ほど続く中毒症状(吐き気など)を起こさせる。そして、この中毒症状が十分に回復した後に、テストとして再度同じ食物または液体を提示する。その際に、その摂取量が、中毒を経験しなかった統制群に比べて有意に少なければ、味覚嫌悪学習が形成されたと推論する。

味覚嫌悪学習が、それまでの学習理論に衝撃を与

えたのは、次の3つの理由からであった。第一に、味覚嫌悪学習では、通常の学習では考えられないほど長時間の強化の遅延が可能である。例えば、実験室での古典的条件づけでは、強化の遅延(CSとUSの時間間隔)は長くても1分が限度であるが、味覚嫌悪学習では1時間以上の遅延(食物摂取と中毒が起こるまでの時間間隔)でも学習が成立する(Garcia, Ervin & Koelling, 1966)。

第二に、味覚嫌悪学習は一回の試行で成立する。通常の学習では多数回の試行を必要とし、それに応じて学習強度は増加して行くが、味覚嫌悪学習での食物と中毒の連合は、一回の経験のみで十分に形成される(Garcia & Koelling, 1966)。

第三に、味覚嫌悪学習には、CSとUSの間に種に特異的な組合せがあるらしい。例えばラットでは味覚と中毒が(Garcia, Hankins & Rusiniak, 1978)、ニワトリでは視覚と中毒が連合し易い(Martin & Bellingham, 1979)。

こうして、味覚嫌悪学習は、その後、学習の生物学的制約 (biological constraints on learning) と

1 実験の実施に関して、元筑波大学第二学群人間学類心理学専攻生佐々木かおりさんの協力に感謝します。

呼ばれるようになった学習法則の普遍性に対する疑問の出発点となった。そして動物は、それぞれの種の特異性に依りて、特定のことがらを容易に学習できる能力を選択的に進化させているという適応的観点が導入されて行った (Kalat, 1977)。もちろんこの風潮に反対して、従来の学習理論の枠組みの中で、味覚嫌悪学習を説明しようという試みもなされた (Krane, 1980; Krane & Wagner, 1975)。

ところが、これらの味覚嫌悪学習に関する最近の展望 (例えば, Kalat, 1985) を見ても、情動性と味覚嫌悪学習との関連については、皆無といってよいほどに研究がなされていない。しかし、そもそも味覚嫌悪学習とは、中毒に伴う情動状態がUSとなり、それを避けるために形成される学習であるから、動物の遺伝的な情動性が、味覚嫌悪学習に関する選択的進化の過程に関与してきたことは、想像に難くない。

そこで本研究では、1972年以來藤田 (Fujita, et al., 1976; 藤田, 1987 参照) がランウエイ・テストでの通過区画数を選択基準とした選択交配によって作ってきたTsukuba高情動系 (THE) とTsukuba低情動系 (TLE) を用いて、これまでほとんど報告がなかった味覚嫌悪学習に及ぼす情動性の影響を検討したい。

THE系とTLE系の行動特性は、これまで50を越す実験によって比較検討されてきたが (藤田ら, 1980; 藤田ら, 1982), 両系の行動様式は、特に様々な情動場面において著しい相違を示した。THE系は

多くの新奇場面において容易に情動反応 (特にすみ反応) を示し、他方TLE系ではこれがほとんど見られない。換言すれば、THE系は環境の様々な変化に対して、もっぱら閉鎖的、内向的な行動様式で対処し、一方、TLE系は、積極的、外向的な行動様式で対処する。

両系については、様々な情動行動の外に、反射、初期行動、発達、貯蔵行動、攻撃行動、各種の学習行動、社会行動、脳内生化学物質の相違等が研究されてきた。また、遺伝分析もなされ、1982年からは、野外フィールドに投入することで、自然環境への適応の様相が研究されている (藤田, 1984, 1986)。

したがって、味覚嫌悪学習に対する情動性の影響を検討するための被験体としては、THE, TLE両系はきわめて適切であると考えられる。そこで以下の実験では、両系の動物を用いて、実験Iでは条件づけからテストまでの間隔を変数とした実験、実験IIでは条件づけの回数を変数とした実験を報告する。これらの変数を用いたのは、それらが学習研究における基本的な変数だからである。

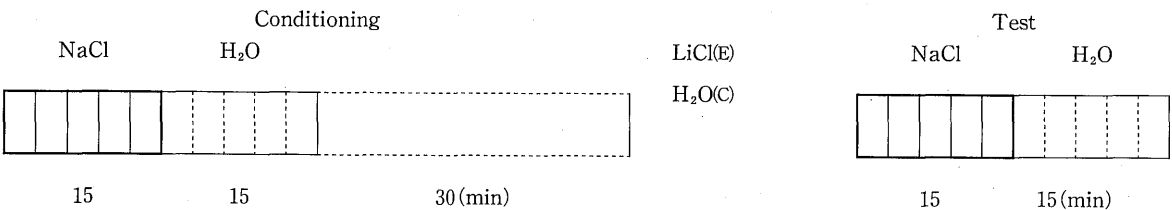
実験 I

方 法

被験体：Tsukuba高情動系ラット (THE系) およびTsukuba低情動系ラット (TLE系) の選択交配第36世代、各系30匹ずつ、計60匹、すべて♂。離乳

Table 1 The outline of Eperiment I.

Days	Adaptation				Conditioning	Test								
	1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13
E 0	()	()	()	()	【E】	<1>	<2>	<3>	<4>					
C 0	()	()	()	()	【C】	<1>	<2>	<3>	<4>					
E 2	()	()	()	()	【E】	()	()	<1>	<2>	<3>	<4>			
C 2	()	()	()	()	【C】	()	()	<1>	<2>	<3>	<4>			
E 4	()	()	()	()	【E】	()	()	()	()	<1>	<2>	<3>	<4>	
C 4	()	()	()	()	【C】	()	()	()	()	<1>	<2>	<3>	<4>	



時(21日齢)から、金属ケージ(23×40×20 cm)内で4~5匹(同性)ずつの集団飼育をされてきた。実験開始前日の体重は、THE系 365.0 ± 43.1 g、TLE系 329.7 ± 44.8 gであった。

刺激：CSとして0.12モルのNaCl水。CSコントロールとしてH₂O(水道水)。中毒を起こさせるためのUSとして0.3モルのLiCl水、統制群用のUSコントロールとして生理食塩水を用いた。

手続き：Table 1に概略を示した。実験開始前日、体重を測定した後に、被験体を集団飼育ケージから、ステンレス製5連の個別ケージ(14×21×15 cm)に移した。体重を基にして、各系(以下、THE系をH、TLE系をLと略す)をランダムに実験群(E)と統制群(C)に2分し、さらにそれぞれを、ランダムに3群(間隔0, 2, 4日群)に分けた。計12群、各群それぞれ5匹である。それらを今後、EH 0, EH 2, EH 4, EL 0, EL 2, EL 4, CH 0, CH 2, CH 4, CL 0, CL 2, CL 4と呼ぶことにする。

(1)順応期(第1~4日) 全個体に対して、23.5時間の水剥夺条件下で、個別ケージ内において個体飼育用水びんからH₂O(水道水)を飲む順化訓練を、1日30分間、連続4日間行った。毎日前半15分、後半15分間のH₂O摂取量(グラム)を測定した。

(2)条件づけ(第5日) 個別内ケージにおいて、まずCSとしてのNaCl水を15分間、次いでCSコントロールとしてのH₂O(水道水)を15分間提示して自由に飲水を許した。その30分後(NaCl水提示から60分後)に、各系とも実験群(E)にはUSとしてのLiCl水を、統制群(C)にはUSコントロールとしての生理食塩水を、腹腔内に体重100gあたり1cc注射した。

実験群では、すべての個体がLiCl投与後約15分で床に横倒しとなって身動きができなくなり、ほとんどの個体がこの姿勢のまま軟便を出した。しかし、25分後には全員が起きあがっている。NaCl水およびH₂Oの摂取量を測定した。

(3)間隔期を含んだテスト期(第6~13日) 第5日の条件づけ後、各系とも実験・統制両群の間隔0日群(EH 0, EL 0, CH 0, CL 0)では0日を経た後(つまり翌日の第6日)、間隔2日群(EH 2, EL 2, CH 2, CL 2)では2日を経た後(第8日)、間隔4日群(EH 4, EL 4, CH 4, CL 4)では4日を経た後(第10日)から、連続4日間のテスト(30分間)を行なった。間隔2日群と間隔4日群では、テストまでに間隔期間がそれぞれ2日、4日あるが、この期間では、順応期と同様に前半および後半の15分間ともH₂O(水道水)を提示した。

テストでは、毎日まず前半15分間にNaCl水を、次

いで後半15分間にH₂O(水道水)を提示して、それぞれ自由な摂水を許した。USは与えない。各摂取量を記録した。

以上の全期間を通じて、実験は常に17:00~20:00時の間に行なわれた。

結果と考察

1. 順応期のH₂O摂取量

本研究では、テスト期において提示されたNaCl水の摂取量に基づいて、味覚嫌悪学習の成立の有無、およびその学習強度を推定するという方法を用いている。従ってその際の、被験体の液体摂取量が学習以外の要因によって左右されることは望ましくない。

ところが、本研究では、情動性が異なることが分かっている2系統を被験体として用いているが、従

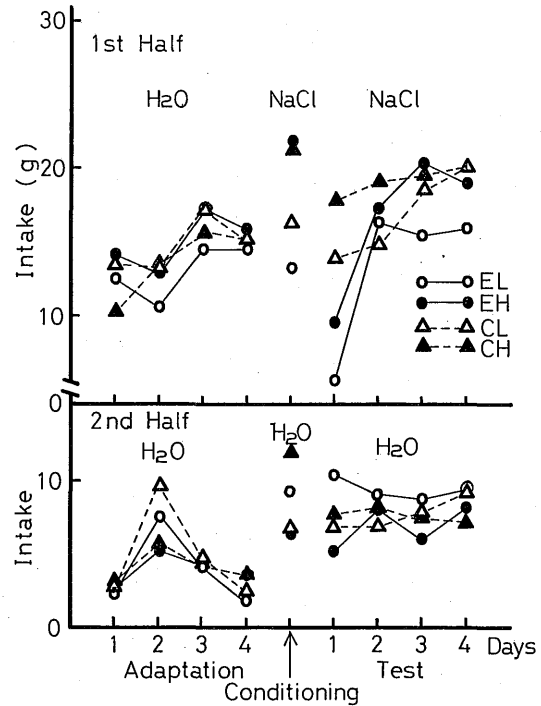


Fig. 1 Mean intake of H₂O and NaCl for Group 0 in Experiment I during adaptation, conditioning and test periods. Rats of Group 0 were tested from the day following conditioning. E and C means Experimental and Control group, and H and L means Tsukuba High Emotional Strain and Tsukuba Low Emotional Strain, respectively.

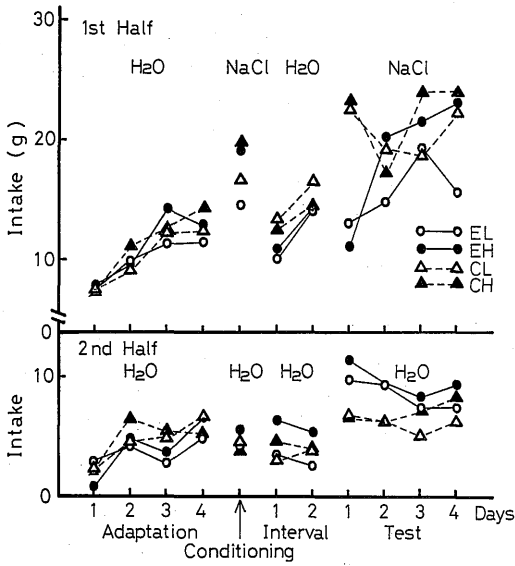


Fig. 2 Mean intake of H₂O and NaCl for Group 2 in Experiment I during adaptation, conditioning, rest interval, and test periods. Rats of Group 2 were tested from the day after 2 days-interval following conditioning.

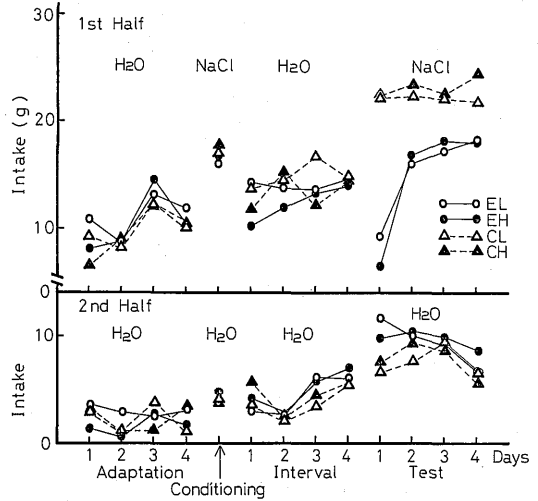


Fig. 3 Mean intake of H₂O and NaCl for Group 4 in Experiment I during adaptation, conditioning, rest interval and test periods. Rats of Group 4 were tested from the day after 4 days-interval following conditioning.

来、情動反応性の測度として、新奇場面における摂水量が用いられてきたことから分かるように、そもそもこうした場面での摂水量は情動性によって影響されるのである。

もちろん本研究では、摂水テストはホームケージ内で行なわれ、新奇場面で行なわれているわけではないが、それにしても、順応期および条件づけ期におけるH系（高情動系）の摂水量が、L系（低情動系）に比べてどのようであるかを、あらかじめチェックしておく必要がある。

そこでFig. 1~3には、順応期4日間のH₂O摂取量（グラム）を各間隔群ごとに示した。毎日の前半15分間の摂取量と後半15分間の摂取量に分けて示してある。上段が前半の摂取量である。

まず前半と後半の摂取量を比べてみると、前半の方がはるかに多く、また、特に前半においては、摂取量が日を経るにつれて増加して、やがては一定の水準に達することが分かる。これらのことは、被験体が一日の内でこの30分間しか飲水できないという事態に、次第に適応して行ったことを示しているといえよう。

そこで、前半の摂取量に関して、間隔（0, 2, 4日）、実験条件（E, C）、系（H, L）、日（第1~4）を変動因とした分散分析を行なったところ、

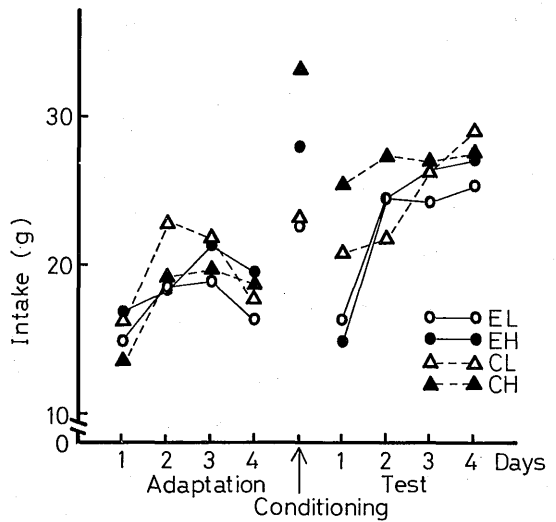


Fig. 4 Mean total intake of H₂O and NaCl for Group 0 in Experiment I during adaptation, conditioning and test periods.

まず間隔に大きな有意差 ($F=63.30, df=2/48, p<.01$) が認められた。このことは、体重に基づいてランダムに群分けをしたはずの被験体が、H₂O摂取量に関しては、平均化されていなかったことを意味する。

しかし、間隔×実験条件および間隔×系の交互作

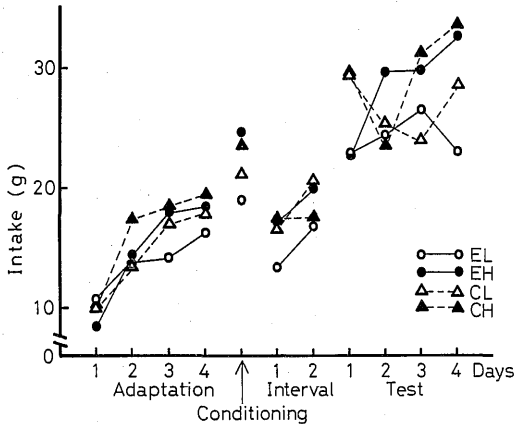


Fig. 5 Mean total intake of H₂O and NaCl for Group 2 in Experiment I during adaptation, conditioning, rest interval and test periods.

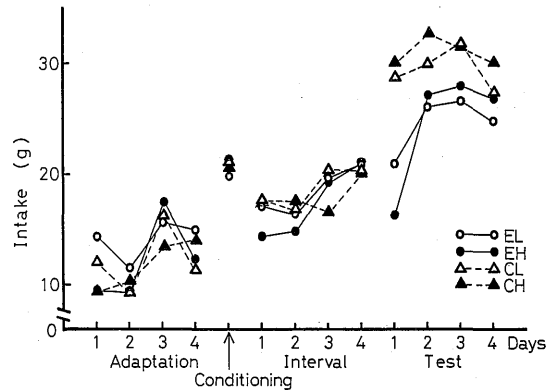


Fig. 6 Mean total intake of H₂O and NaCl for Group 4 in Experiment I during adaptation, conditioning, rest interval and test periods.

用は有意ではなかった。また、実験条件、系、さらに実験条件×系も有意ではない。当然のことながら、日 ($F=59.54$, $df=3/144$, $p<.01$) は有意であった。

こうして間隔群間に有意差があったので、各間隔群ごとに前半と後半それぞれの摂取量に関して、実験条件 (E, C), 系 (H, L), 日 (第1~4) を変動因とした分散分析を行なった。その結果、3間隔群の前・後半のすべての摂取量において、日の要因は有意であったが、実験条件および系の要因には全く有意差が認められなかった。

なお念のために、前半と後半の摂水量を合計した1日30分間の摂水量 (Fig. 4~6) についても、各間隔群ごとに分散分析を行なったところ、前半および後半の摂水量に関する上述の傾向と同様の結果が得られた。

以上のことから、まず系統差は摂水行動そのものには影響を与えていないといえる。当初に抱いた危惧、すなわち測定場面において高情動系の摂水行動が抑制されるために、測定上のベースが異なってしまうのではないかの危惧は杞憂であった。おそらくホームケージでの摂水であり、しかも強い飢餓動因の下で測定されたことが系統差をもたらさなかったのであろう。

しかし、間隔群間に有意差があったことは、間隔日数を検討する際には、なんらかの操作的方法によって測定上のベースを統制する必要があることを示している。なお、順応期の実験条件には有意差はなかったから、各間隔群ごとに実験群と統制群を比較することで、味覚嫌悪学習の成立や強度を推定することは妥当である。

2. 条件づけ日のNaCl摂取量

まず、条件づけ日前半15分間のNaCl水摂取量について、間隔、実験条件、系を変動因として分散分析を行なったが、間隔と実験条件には有意差はなかった。上述のように、順応期中のH₂Oの摂取量については間隔群差があったわけだが、NaCl摂取量に関しては3間隔群は等質であったといえる。

ところが、系統差 ($F=8.75$, $df=1/48$, $p<.01$) が有意であった。図から分かるように、どの間隔群においても、高情動系は低情動系よりもNaCl水を多く摂取した。順応期でのH₂Oの摂取量には系差がなかったこと、さらにNaClを経験するのは、この日が初めてであったことを考えるならば、もともと新奇刺激に対して抑制を示すはずの高情動系の方が、摂取量が多かったことは興味深い。

しかし、Fig. 1~3から分かるように、この条件づけ日前半の摂取量 (NaCl) を前日 (順応期最終日) 前半の摂取量 (H₂O) と比較するならば、全12群のうち、間隔0日群のEL群 (実験群・L系) を除いたすべての群において、つまり高情動系ばかりでなく低情動系においても、摂取量が増加しているのである。

そこで、各間隔群ごとに、この2日間の摂取量について分散分析を行なったところ、確かにすべての間隔群において、NaClの摂取量の方がH₂Oの摂取量に比べて有意に多いことが認められた (間隔0日群: $F=8.04$, $df=1/16$, $p<.05$, 間隔2日群: $F=41.20$, $df=1/16$, $p<.01$, 間隔4日群: $F=37.55$, $df=1/16$, $p<.01$)。ところが、間隔0, 2日群においては、やはり高情動系の方が低情動系よりもNaClを有意に多く摂取している (間隔0日群: $F=7.06$,

$df=1/16$, $p<.05$, 間隔2日群: $F=9.82$, $df=1/16$, $p<.01$).

以上の分析から, NaClはH₂Oよりも好まれたと結論してもよいと思えるが, 順応期中の摂取量が日間増を示していたことを考えると, 条件づけ日の増加も, 単なる日間増の延長と考えることもできる. そこで, この可能性をチェックするために, 念のために間隔2, 4日群において, 条件づけ日のNaCl摂取量を翌日(間隔期第1日)のH₂O摂取量と比較してみた. もし, 条件づけ日に見られたNaCl摂取量の増加が, 単なる水分摂取の日間増の延長上のものであるなら, 間隔期第1日のH₂O摂取量もこの延長上にあるか, 同水準にあるはずだからである.

しかし, Fig. 2, 3から分かるように, 摂取量は間隔期に入ると減少しているのである. 分散分析の結果でも, 間隔2, 4日群とも両日の摂取量の間には有為な減少が認められた(間隔2日群: $F=48.15$, $df=1/16$, $p<.01$, 間隔4日群: $F=14.95$, $df=1/16$, $p<.01$).

なお, さらに念のために, 条件づけ日後半(H₂O)の摂取量と間隔期第1日の後半(H₂O)の摂取量を比較したところ, 間隔2, 4日群のいずれにおいても, 有意差は見られなかった. つまり, 摂取量の増加はNaClに関して起こっているのである.

以上のことから, 条件づけ日におけるNaCl摂取量の急増は, ラットがH₂OよりもNaClを好むことの表れと結論してよいであろう. しかし, H系がL系よりもNaClを好んだ理由は分からない. さらに実験IIにおいても検討してみたい.

3. 間隔期のH₂O摂取量

Fig. 2, 3から分かるように, 間隔期第1日における前半15分間のH₂O摂取量は, 順応期最終2日間とほぼ同水準であるが, 間隔期において増加する傾向が見られる. 分散分析の結果, 両間隔日群とも日間増が有意であった(間隔2日群: $F=33.98$, $df=1/16$, $p<.01$, 間隔4日群: $F=3.17$, $df=1/48$, $p<.05$).

なお, 間隔2日群では, 特に間隔第1日における実験群の摂取量が統制群に比べて有意に少なかった($F=13.61$, $df=1/16$, $p<.01$). 実験群は前日にLiClを投与されているから, その影響が残っているとも考えられる. しかし, 間隔4日群の場合には, 同じく前日にLiClを投与された実験群でも, 摂取量は統制群より少ないわけではなく, 分散分析の結果でも日の効果は有意ではない. この間隔4日群の場合には系統差が有意で, この場合はL系の方がH₂Oを多く飲んでいる($F=5.99$, $df=1/16$, $p<.05$).

なお, 間隔期における後半15分間の摂取量については, 間隔2日群では日間の変化はなく, 系統差(H<L)が有意であった($F=10.16$, $df=1/16$, $p<.01$). 他方, 間隔4日群では日間増($F=14.39$, $df=3/48$, $p<.01$)と系統差(H>L)が有意であった($F=4.86$, $df=1/16$, $p<.05$).

4. テスト第1日のNaCl摂取量

まず, 各間隔群ごとに検討してみる.

間隔0日群ではFig. 1に見られるように, 実験群のNaCl摂取量は統制群より少ない. また, L系がH系よりも摂取量が少ないことも分かる. 分散分析の結果, 実験条件($F=30.21$, $df=1/16$, $p<.01$)と系($F=7.05$, $df=1/16$, $p<.05$)がともに有意であった.

次に間隔2日群では系統差はなく($F<1$), 実験条件のみに大きな有意差が見られた($F=52.50$, $df=1/16$, $p<.01$). 間隔4日群でも実験群と統制群の差は顕著で($F=97.90$, $df=1/16$, $p<.01$), 系統差はない($F<1$).

このように, どの間隔群においても, テスト第1日の実験群のNaCl摂取量は統制群のそれよりも有意に少ない. つまり, 3群とも味覚嫌悪学習の成立を認めることができる. しかし, 学習の成立をさらに確認するためには, 条件づけ日のNaCl摂取量とテスト第1日のNaCl摂取量を比較する必要がある. そこで, 両日の前半15分間の摂取量について分散分析を行なった.

間隔0日群では, 実験条件($F=7.21$, $df=1/16$, $p<.01$)と実験条件×日($F=14.04$, $df=1/16$, $p<.01$)に有意差があり, 味覚嫌悪学習は成立しているといえる. なおこの群では, 条件づけ日にもテスト第1日にも系統差があったが, このことを反映して, 系統差が有意であった. 高情動系の方が低情動系より摂取量が多い($F=9.27$, $df=1/16$, $p<.01$). さらに統制群においてもテスト時に摂取量の低下があったことを反映して, 日($F=46.12$, $df=1/16$, $p<.01$)が有意であった.

次に間隔2日群(Fig. 2)でも, テスト第1日において, 実験群と統制群の間に大きな有意差が生じている($F=52.46$, $df=1/16$, $p<.01$). 系統差はない($F<1$), そこで, 条件づけ日とあわせて分散分析を行なった結果, 実験条件×日($F=57.44$, $df=1/16$, $p<.01$)が有意であった. このことから, 味覚嫌悪学習は成立しているといえる. さらに, 条件づけ日に系統差があったことを反映して, 系統×日($F=12.41$, $df=1/16$, $p<.01$)も有意であった.

最後に間隔4日群(Fig. 3)については, まずテ

スト第1日のNaCl摂取量において、実験群と統制群の間に大きな有意差を得られた($F=97.90$, $df=1/16$, $p<.01$)。さらに、条件づけ日と比較すると、実験群において摂取量の著しい減少が認められ、他方統制群では大きな増加が生じている。分散分析の結果でも、当然ながら実験条件($F=43.46$, $df=1/16$, $p<.01$)と実験条件×日($F=50.82$, $df=1/16$, $p<.01$)が有意であった。この群においても、3群の中で最も強い味覚嫌悪学習が成立した。系統差は全くない。

5. テスト期のNaCl摂取量

まず、各間隔群ごとに検討する。間隔0日群では、Fig. 1から分かるように、実験群でテスト第1日に認められた抑制効果は、第2日目にはもはや失われてしまっている。L系実験群は、テスト第3、4日においてもなお若干の抑制効果を示しているが、H系実験群ではこうしたことはない。実験条件、系統、日を変動因とした分散分析によると、実験条件($F=5.61$, $df=1/16$, $p<.05$)、系統($F=4.76$, $df=1/16$, $p<.05$)、が有意であった外に、日($F=29.93$, $df=3/48$, $p<.05$)と、実験群が急速に回復したことの現れとして日×実験条件($F=9.33$, $df=3/48$, $p<.01$)が有意であった。

次に間隔2日群でも、テスト第1日に見られた実験群の摂取量低下は、第2、3日目で回復してしまった。また、L系実験群の回復はH系実験群に比べて遅いようである。実験条件($F=39.05$, $df=1/16$, $p<.01$)、系統($F=14.00$, $df=1/16$, $p<.01$)、日($F=12.70$, $df=3/48$, $p<.01$)、日×実験条件($F=16.26$, $df=3/48$, $p<.01$)が有意であった。

しかし、このことだけでL系の方が回復が遅いと結論づけることは危険であろう。もともとH系ではL系よりもNaClの摂取量が多かったからである。従って、テスト期の絶対量を直接比較するだけでは、どちらの系の味覚嫌悪学習が速く衰退したのかを決めることはできない。このことは、後にさらに検討するつもりである。

最後に、間隔4日群において、味覚嫌悪学習の持続は最も顕著な形で示された。両系統の実験群は、第2日以降において回復を示すものの、なお統制群の水準までは達していない。分散分析の結果でも、系統差はなく、実験条件($F=6.38$, $df=1/16$, $p<.05$)と日($F=7.97$, $df=3/48$, $p<.01$)が有意で、日×実験条件の交互作用は有意ではなかった。

6. テスト期のH₂O摂取量

テスト期中、後半の15分間にはH₂Oが提示され

る。従って、この時の摂取量を前半の摂取量と比較することで、ラットがNaClをH₂Oと違うものとして認知していたかどうか、つまり、ラットの条件づいたものがNaClの味だったのか、それとも単なる水分だったのかを推定することができる。

まず、間隔0日群のテスト第1日の後半を見ると(Fig. 1)、L系実験群においてH₂O摂取量が最も多い。この群では前半でのNaCl摂取量が最も少なかったから、その水分不足を後半で補ったことが考えられる。つまりこのことは、NaClとH₂Oを区別したことを示している。しかし、同様にNaCl摂取量が少なかったH系実験群では、後半の摂取量が多くなってはいない。この群の後半の摂取量に関する分散分析の結果では、どの変動因にも有意差はなかった。

次に、間隔2日群(Fig. 2)を見ると、前半での水分不足を後半で補っているという解釈は、ここでは当てはまるようである。後半の摂取量には、実験群>統制群という前半とは逆の実験条件差が有意であった($F=41.19$, $df=1/16$, $p<.01$)。しかし、H>Lという有意な系統差は前半と同じであり($F=7.11$, $df=1/16$, $p<.01$)、H系はNaClもH₂OもL系より多く飲んでいっているといえる。

そして、間隔4日群(Fig. 4)でも、補償的な飲水が認められ、実験条件($F=6.38$, $df=1/16$, $p<.01$)が有意であった。しかもこの間隔群では、後半の摂取量に有意な日間減少があり($F=7.97$, $df=1/48$, $p<.01$)、前半のNaCl摂取量が日間増加であったことと対比を見せている。

しかし、こうした毎日の後半における実験群の水分補給が十分な量ではないことは、毎日の全摂取量をプロットしたFig. 4~6において、実験群の摂取量と統制群の摂取量を比較すれば明かである。3間隔群とも、実験群の摂取量は、特にテスト第1日においては、統制群の摂取量までには達していない。つまり、後半での補償は十分ではない。このことは、実験群においては、NaClへの味覚嫌悪を越えて、水分そのものへの嫌悪が生じていることを示しているようである。

7. テスト期のNaCl摂取量に関する間隔群間の比較

これまで、各間隔群ごとに検討してきたが、ここで3間隔群を比較する。ただし、順応期のH₂O摂取量に大きな間隔群差があり、また条件づけ日のNaCl摂取量にも大きな系統差があった。つまり、各群のベースラインが異なっている恐れがあった。そこで、慎重を期するために、各個体ごとに、条件づけ日前半15分間のNaCl摂取量を100として、各テスト日ごとのNaCl摂取率を算出した。その平均を系

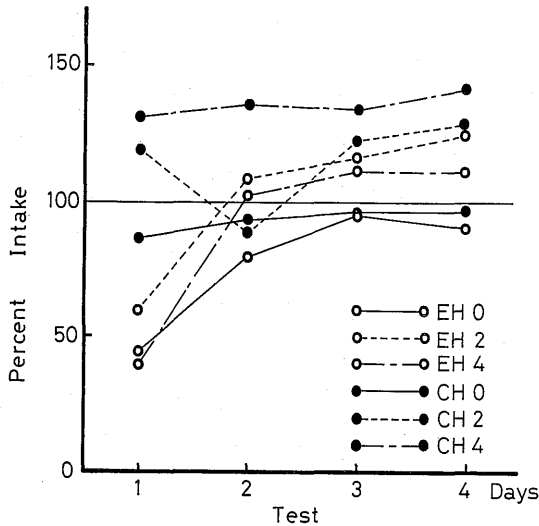


Fig. 7 Mean percent intake of NaCl for Tsukuba High Emotional Strain in Experiment I during test periods. E and C means Experimental and Control group, and 0, 2 and 4 means number of days between conditioning and test periods, respectively.

統別に示したのが, Fig. 7 (H系) と Fig. 8 (L系) である。

両系とも, 各実験群のテスト第1日のNaCl摂取率は統制群よりも低くなっており, このことは特に間隔0日群と間隔4日群において著しい。これらの実験群は条件づけを1回受けたただけであるから, 1回の条件づけによって, 味覚嫌悪学習が成立したと認めることができる。

また, 間隔4日群でも, 間隔0日群と同様の味覚嫌悪学習が認められることから, 条件づけ後, すくなくとも4日間は味覚嫌悪学習が衰退することなく把持されたと考えてよいであろう。

そこで12群を一括して, 実験条件, 系, 間隔, 日を変動因として分散分析をしたところ, 実験条件 ($E < C : F = 4.50, df = 1/48, p < .05$), 系 ($H < L : F = 14.33, df = 1/48, p < .01$), 間隔 ($0 < 2 = 4 : F = 3.93, df = 2/48, p < .05$) が, それぞれ有意であった。

さらに日の要因に関連して, 日 ($F = 48.91, df = 3/144, p < .01$), 日×実験条件 ($F = 33.84, df = 3/144, p < .01$), 日×間隔 ($F = 3.00, df = 6/144, p < .01$) が有意であった。この中で日×実験条件が有意であるということは, 実験群では第1日の摂取率が低いが, 統制群ではそうではないということであり, 味覚嫌悪学習の形成を是認する証拠である。また,

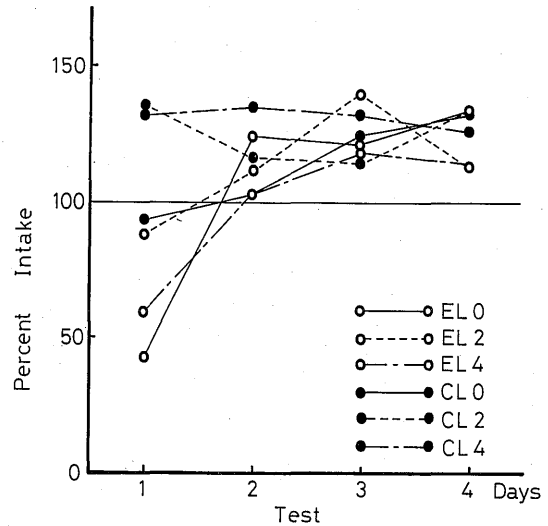


Fig. 8 Mean percent intake of NaCl for Tsukuba Low Emotional Strain in Experiment I during test periods. E and C means Experimental and Control group, and 0, 2 and 4 means number of days between conditioning and test periods, respectively.

日×間隔が有意であったことは, 間隔0日群と間隔4日群の第1日の摂取率が, 間隔2日群のそれに比べて, 低いからである。

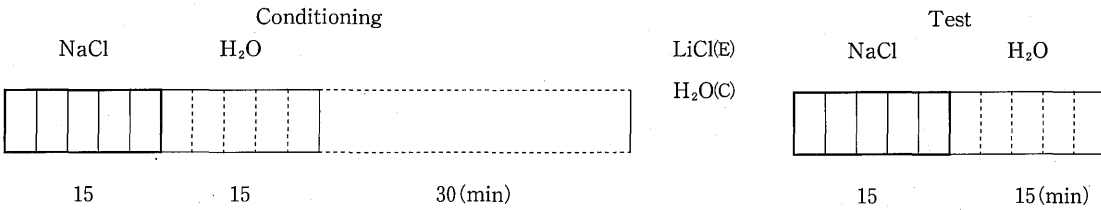
ところで, 本研究では, 味覚嫌悪学習は1回の条件づけのみで形成され, すくなくとも4日間は少しも減退することなく把持された。しかし, このような味覚嫌悪学習が, テストの2日目には, もう消失しかかったことも忘れてはならない。

テスト期の手続きが, 間隔期の手続きと基本的に異なるのは, US (LiCl) が後続しないCS (NaCl) が与えられることである。いうなれば, ここでは味覚嫌悪学習の消去が実行されているのである。従って, 実験Iの結果は, きわめて早い消去を示していると言ってよい。

また, 別の観点からすれば, テスト期ではNaClが安全だという「味覚嗜好学習」が1試行でできあがったと考えることもできる。では, 味覚嫌悪条件づけの回数をさらに増加させた場合には, 消去抵抗はどうなるのか。実験IIでは, このことを検討してみたい。

Table 2 The outline of Eperiment II.

Days	Adaptation				Conditioning and Test							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
G 1	()	()	()	()	【E】	〈1〉	〈2〉	〈3〉	〈4〉			
G 2	()	()	()	()	【E】	【E】	〈1〉	〈2〉	〈3〉	〈4〉		
G 4	()	()	()	()	【E】	【E】	【E】	【E】	〈1〉	〈2〉	〈3〉	〈4〉



実験 II 方法

被験体：Tsukuba高情動系ラット (THE系) およびTsukuba低情動系ラット (TLE系) の選択交配第36世代、各系10匹ずつ、計20匹、すべて♂。実験開始前日の体重は、THE系 390.7 ± 30.7 g、TLE系 356.0 ± 19.4 gであった。

刺激：実験Iと同じ。

手続き：Table 2に概略を示した。被験体の集団飼育、個別飼育の条件は実験Iと同じ。体重を基にして各系をそれぞれランダムに2分し、条件づけ2回群および条件づけ4回群とした。各群5匹である。これらを今後、H2、H4、L2、L4群と呼ぶことにする。

(1) 順応期 (第1～4日) 実験Iと同じ。

(2) 条件づけ期とテスト期 (第5～12日) 毎日の基本的手続きは、実験Iと同じである。H2群とL2群では条件づけを連続2日間行なった後に、連続4日間のテストを行なう。また、H4群とL4群では条件づけを連続4日間行なった後に、連続4日間のテストを行なった。なお、実験IのEH0群 (実験群・H系・間隔0日群) とEL0群 (実験群・L系・間隔0日群) は、条件づけを1回行なった後に、テストを連続4日間行なっているの、新たにH1およびL1群として、実験IIの分析に加えた。従って実験IIでは、条件づけ1、2、4回の影響を、両系において検討することができる。

結果と考察

1. 順応期のH₂O摂取量

Fig. 9に順応期4日間のH₂O摂取量を、1日の前半15分間、後半15分間別に示した。

まず、前半と後半の摂取量を比べると、実験Iと同様に、前半の摂取量の方がはるかに多い。また、前半において日間増加が顕著である。しかし、群間にかんがりの変動が見られるので、前半の摂取量について、条件づけ回数、系統、日を変動因とした分散分析を行なったところ、回数 ($F=17.03$, $df=2/24$, $p<.01$)、系統 ($F=8.91$, $df=1/24$, $p<.01$)、日 ($F=51.79$, $df=3/72$, $p<.01$) に有意差が認められ、さらに、系統×日 ($F=2.10$, $df=3/72$, $p<.05$)、回数×日 ($F=10.71$, $df=6/72$, $p<.01$) が有意であった。

条件づけ回数に有意差があったので、各条件づけ回数群ごとに分析した。条件づけ1回と4回群には $H > L$ の系統差、条件づけ1、2、4回群のすべてにおいて、日間増加が有意であった。

2. 条件づけ期の摂取量

まず、条件づけ第1日のNaCl摂取量 (Fig. 9) を見ると、被験体にとってNaCl水は、この日に初めて経験する新奇刺激であるが、3つの条件づけ群のいずれにおいても、高情動系 (H) の摂取量が順応期のそれを大きく上回っている。低情動系 (L) では順応期とさして変わらない。この傾向は、実験Iにおいて見いだされたものと同じである。

そこで、条件づけ第1日のNaCl摂取量について、

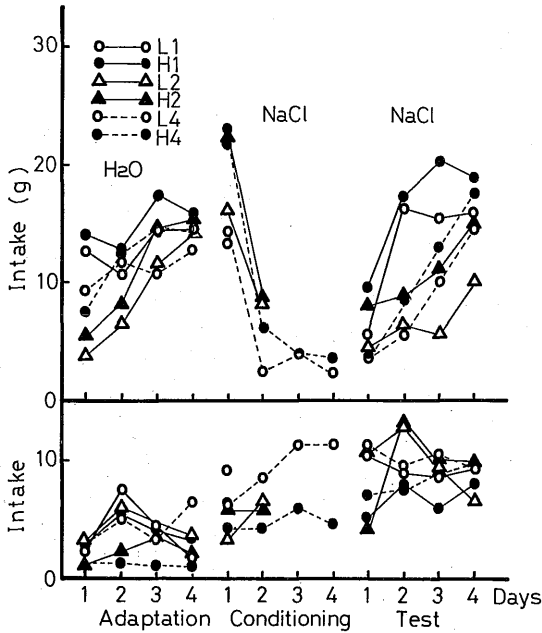


Fig. 9 Mean intake of H₂O and NaCl during adaptation, conditioning and test periods in Experiment II. All rats were tested from the day following conditioning. H and L means Tsukuba High Emotional Strain and Tsukuba Low Emotional Strain, respectively. 1, 2 and 4 means number of conditioning before testing.

条件づけ回数と系統を変動因として分散分析を行なったところ、系統(H > L)のみが有意であり ($F=41.25, df=1/24, p < .01$), 回数には差はなかった。

実験 I と同様に、順応期のH₂Oの摂取量に関してはかなりの群差があったものの、NaCl摂取量では系統差のみが残って、群差は消えてしまった。このことは、NaCl摂取に関しては遺伝的要因が関与していることを暗示して興味深い。

次に、条件づけ2回、4回群について、条件づけの進行に伴うNaCl摂取量の変化を眺めてみると、当然のことながら、条件づけが進むにつれて、NaCl摂取量は減少して行く。この減少は味覚嫌悪学習が形成される過程を示しているから、これを見る限りでは、味覚嫌悪学習は2回の条件づけでピークに達すると考えてよいであろう。

ちなみに、条件づけ2回、4回群のNaCl摂取量について回数、系統を変動因とした分散分析を行なったところ、条件づけ2回群には系統差はなく、日 ($F=45.15, df=1/8, p < .01$) が有意であった。また、条件づけ4回群では系統差 (H > L) も有意

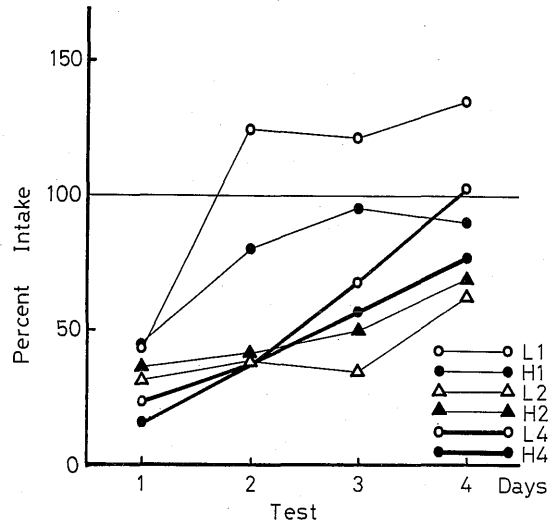


Fig. 10 Mean percent intake of NaCl during test periods in Experiment II.

で ($F=19.68, df=1/8, p < .01$), もちろん日 ($F=193.85, df=3/24, p < .01$) と日×系統 ($F=13.19, df=3/24, p < .01$) が有意であった。

なお、毎日の後半15分間のH₂O摂取量 (Fig. 9) を見ると、特にL4群においては、補償的な摂水が生じていると言ってよいだろう。

3. テスト期のNaCl摂取量

実験 I と同様の理由から、各個体ごとに、条件づけ第1日のNaCl摂取量を100とした際の、各テスト日ごとのNaCl摂取率を算出した。これを平均したものがFig. 10である。

テスト第1日を眺めると、NaCl摂取率が条件づけ回数の増加に応じて低下していることが分かる。テスト期ではUSを与えていないから、この過程は味覚嫌悪学習の消去と考えてよい。つまり、条件づけ2回群と4回群の消去抵抗は1回群よりも大きく、2回群と4回群の間には差はないようである。先に条件づけ4回群の条件づけ期でのNaCl摂取量から、味覚嫌悪学習が条件づけ2回でピークに達していると推定したが、消去抵抗からも同様のことが推定されたといえよう。

次にテスト期を見ると、H1群およびL1群では、テスト第2、3日において、もとの水準に回復しているが、H2、H4、L2、L4群ではテスト第4日においても、完全には回復していないことが分かる。また、系統差はないようである。

そこで、Fig. 10に示したデータを、条件づけ回

数, 系統を変動因として分析したところ, 回数 ($F=24.40$, $df=2/24$, $p<.01$), 日 ($F=45.22$, $df=3/72$, $p<.01$), 日×回数 ($F=6.28$, $df=6/72$, $p<.01$) に有意差が認められた。系統差および系統に係わる交互作用はすべて有意ではなかった。

まとめ

さて, 以上の実験 I と II の結果をまとめて考察してみると, まず本研究においても, 味覚嫌悪学習は 1 回の条件づけで成立し, その効果は少なくとも 4 日間はほとんど減少することなく把持された。

しかし, 条件づけ 1 回の場合には, テスト期に入つて US が与えられなくなると, 味覚嫌悪学習は急速に衰退してしまった。テストは味覚嫌悪学習に関しては消去であるが, 別の観点からすれば, これは NaCl の安全性を示す手続きでもある。従つて, 実験 I のテスト期においては, 味覚嫌悪学習とは拮抗する味覚嗜好学習が進行して行ったことを考慮する必要があるだろう。

また, 条件づけ期において NaCl が好まれたことを考えると, そもそも NaCl は味覚嫌悪を起こしにくい対象なのかも知れない。今後は, このことも配慮する必要がある。

そして, 実験 II において条件づけの回数を増加したところ, 消去抵抗は強くなり, 条件づけ 4 回群では, テスト 4 回後においても, 味覚嫌悪学習はまだ把持されていた。

次に本研究が目指した情動性と味覚嫌悪学習との関係については, まず系統による情動性の違いは, 味覚嫌悪学習の習得に関しては, さしたる影響を及ぼしてはいない。しかし, 条件づけ期での NaCl に対する嗜好を調整したデータによれば, 条件づけを 1 回受けた後のテスト期での回復は, L 系の方が速いようである。

このことが, 味覚嫌悪学習の把持が H 系の方が強いことを意味するのか, それとも, L 系の方が安全性の学習が速いと見るべきかは, 今後の研究に待たねばならないであろう。

近年になって, 味覚嫌悪学習の成績を選択基準とした選択交配実験が, Elkins とその共同研究者たちによって報告されはじめた (例えば, Elkins, 1986)。このことは, 味覚嫌悪学習が遺伝によって規定されていることを示すものであり, 本研究が遺伝的背景としての情動性を問題にすることで, 味覚嫌悪学習の適応的意義をさぐるようすることと通ずるものである。今後の進展が期待できる興味ある動向であるといえよう。

参考文献

- Elkins, R.L. 1986 Separation of taste-aversion-prone and taste-aversion-resistant rats through selective breeding: Implications for individual differences in conditionability and aversion-therapy alcoholism treatment. *Behavioral Neuro-science*, **100**, 121-124.
- Fujita, O. 1984 a "Tsukuba Emotionality"; New selected rats. *Rat News Letter*, **13**, 31.
- 藤田 統 1984 b 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適応性の研究 昭和 57・58 年度科学研究費補助金 (一般研究 B) 研究成果報告書
- 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 57・58 年度科学研究費補助金 (一般研究 B) 研究成果報告書
- 藤田 統 1988 Tsukuba 情動系ラットのランウェイ・テストにおける遺伝性とシェルター付きオープン・フィールドにおける行動の分析 筑波大学心理学研究, **10**, 53-67.
- 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 of selection. *The Hiroshima Forum for Psychology*, **3**, 57-62.
- 藤田 統, 中村則雄, 宮本邦雄 1982 情動性の個体差に関する研究: 選択交配により作られた高・低情動反応性系ラットの行動比較 異常行動研究会編 基礎と臨床の心理学 II 行動理論と個体差 誠信書房, Pp. 156-174.
- 藤田 統, 中村則雄, 宮本邦雄, 片山尊文, 鎌塚正雄, 加藤 宏 1980 選択交配により作られた高・低情動反応性系ラットの行動比較 筑波大学心理学研究, **2**, 19-31.
- Garcia, J., Ervin, F., & Koelling, R. 1966 Learning with prolonged delay of reinforcement. *Psychonomic Science*, **5**, 121-122.
- Garcia, J., Hankins, W.G., & Rusiniak, K.W. 1974 Behavioral regulation of the milieu in mam and rat. *Science*, **185**, 824-831.
- Garcia, J., & Koelling, R. 1966 Relation of cue to consequence in avoidance learning. *Psychonomic Science*, **4**, 123-124.
- Kalat, J. 1977 Biological significance of food-aversion learning. In N.W. Milgram, L. Krames, & T.M. Alloway (Eds), *Food-aver-*

- sion learning. New York: Plenum Press.
- Kalat, J. 1985 Taste-aversion learning in Ecological perspective, In T.D. Johnston, & A.T. Pietrewicz (Eds), Issues in the Ecological study of learning. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- Krane, R.V. 1980 Toxiphobia conditioning with exteroceptive cues. *Animal Learning & Behavior*, 8, 513-523.
- Krane, R.V., & Wagner, A.R. 1975 Taste-aversion learning with a delayed shock US: Implications for the "generality of the laws of learning". *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 88, 882-889.
- Martin, G.M., & Bellingham, W.P. 1979 Learning of visual food aversions by chickens (*Gallus gallus*) over long delays. *Behavioral and Neural Biology*. 24, 58-68.
- Seligman, M.E.P. 1970 On the generality of the laws of learning. *Psychological Review*, 77, 406-418.

—1988. 9.30 受稿—