

回避行動の消去における道具的反応と 情動的反応の独立性に関する研究

— フラディング法を用いて —

鈴木 順 和

Dissociation between Instrumental Response and Conditioned Emotional Response on Extinction of Avoidance Behavior in Rats : Using Flooding Procedures

Toshikazu SUZUKI

Summary

The present experiment examined the dissociation between the strength of a one-way avoidance response (AR) and one index of fear of the avoidance CS by using flooding procedures. Avoidance response strength was indexed by resistance to extinction of the AR and fear of the CS was assessed by a passive avoidance test. Rats were assigned to a non-shocked control group (C) and four experimental groups. The experimental groups, consisting of a time control (TC) and three flooding (FR, SR, DC) groups, were trained to avoid shock by running from shock room to safety room. After attaining the acquisition criterion, the four groups were given different treatments. Group TC was detained in the restraining box for 5 minutes without CS and US. Group FR received flooding for 5 minutes in the shock room, Group SR received 5 minutes of flooding in the safety room and Group DC was exposed to CS for 5 minutes in the restraining box. Following these treatments, all groups received Pavlovian extinction, then the subjects were deprived of food for 24 hours and given an independent test for measurement of fear. Flooding had no significant effect on hastening extinction of the AR, except for Group FR, which showed relatively rapid extinction of the AR. The experimental groups, however, showed reliably great residual fear with no differences among them. These results suggest that continuous CS exposure alone is not able to facilitate the extinction of the AR, and that the extinction of instrumental avoidance responses is dissociated from the reduction of fear.

動物における回避反応の学習過程に対しては、Mowrer(1947)が2要因説(two factor theory)

を提唱して以来、基底動因である恐怖が学習される過程とこの条件性恐怖が低減されることで道具的反応が形成される過程の2つの過程が存在する、という2過程説が有力な理論の1つである (Rescorla & Solomon, 1967)。この伝統的な2過程説では、回避反応の消去について、恐怖が消去または減衰することを前提としている。しかしながら、最近の研究では、恐怖の消去と回避反応の消去が独立していることを指摘する報告がなされている (Linton et al., 1970; Mineka, 1979; Mineka et al., 1981; Riccio & Silvestri, 1973)。

この消去における両過程の独立を示唆する研究は、フラッディング法 (flooding) あるいは反応阻止法 (response prevention) と呼ばれる消去技法を用いている。これは、回避反応の生起を妨害することで消去の促進を図るものであるが、その消去メカニズムや研究結果については必ずしも一致をみていない。それ故、反応阻止法やフラッディング法の消去メカニズムについてはさまざまな解釈がなされているが、大きくは2つの解釈に分けられる。1つは、回避反応を阻止することで反応を動機づけている無条件刺激 (US) の不在、すなわち条件刺激 (CS) に US が随伴しないことを知ることで、CS に対する恐怖が減少し、その結果道具的反応が消去するという Mowrer (1947) や Rescorla & Solomon (1967) らの2過程説的な見方である。もう1つは、回避反応が阻止されることで回避反応に代わる新しい反応や新しい認知が形成され、その結果道具的反応が消去するという Page (1955) や Seligman & Johnston (1973) らの競合反応説的な見方である。2過程説的な見解に従えば恐怖の消去が重要な要因であり、CS の長期間の非強化呈示は恐怖を著しく低減させることになる。それに対して、競合反応説的な見方では道具的反応を阻止することが重要な要因であり、集中的な CS の連続呈示はそれほど重要な意味をもたず、恐怖は必ずしも低減しないことになる。

ところで、フラッディング法とは Polin (1959) が開発した消去技法で、本来 CS を集中して呈示する方法をいうが、回避反応の生起を妨害した状態で CS を呈示するために反応阻止法とも呼ばれている。ところが、反応を妨害した状態で CS の連続呈示を行った場合、回避反応の消去促進に影響を与えたのが反応妨害の効果なのか CS 連続呈示の効果なのか明確ではない。つまり、従来のフラッディング法あるいは反応阻止法に対する解釈の相違の原因は、1つには反応を妨害する効果と CS を連続呈示する効果が複合していることにある。事実、十分に有効な CS 呈示を受けながら、CS の呈示場所によってその効果の異なることが見い出され、回避反応の消去と恐怖の低減の一致しないことが指摘されている (鈴木, 1985)。

そこで本研究では、CS 呈示の場所をさらにふやし、Linton et al. (1970) の用いた恐怖測定法 (passive avoidance test) によって独立に情動的反応を測定することで、連続的な CS 呈示 (フラッディング) の有効性ならびにそれに伴う恐怖の低減をより詳細に検討しようとするものである。

方 法

被験体 広島大学心理学科で飼育繁殖された実験歴のない Wistar 系の雄の白ネズミ40匹が使われた。実験開始時の平均体重は306g (205–380g) で、半数は生後約100日齢で、残り半数は生後約220日齢であった。各群ともに日齢の異なる被験体が4匹ずつ合計8匹割り当てられた。

装 置 白と黒に色分けされた2室からなる長さ70cm、奥行き20cm、高さ25cmの回避箱で、2部屋はギロチンドアによって分けられていた。この装置の背板はベニヤ製で、側板はアルミ製であり、天井と正面はアクリル板で出来ており、床は共にグリッドであった。正面は透明のアクリル板で、装置内での被験体の行動が観察できるようになっていた。グリッド床は直径0.3cmのステンレス棒が1.5cmの間隔（中心－中心）で並べられ、白い部屋だけ通電されるようになっており、そこでは320V、0.5mAの交流電流がUSとして与えられた。また、両部屋共に天井中央にはスピーカーが取り付けられており、オシレーターを通して1000Hzの音がCSとして与えられた。CS－US間隔および反応時間はコンピューター（VIC－1001、コモドール社製）によって計測され、ITIと再入室潜時はストップウォッチによって測定された。

時間統制ならびに状況刺激統制のために、長さ35cm、奥行き20cm、高さ25cmの拘留箱が用意された。装置の背板・側板および床はベニヤ製で灰色に塗られており、天井と正面が透明のアクリル板で行動観察できるようになっていた。天井には回避箱と同様にスピーカーが取り付けられてあった。

手続き 実験は以下の5段階からなっていた。なお、実験に入る前に1日5分間のハンドリングを5日間行い、同時にこの期間に餌馴らしのため45mgのペレットを1日10個ホームケージで3日間与えた。

1. 順応期 ギロチンドアを開けた状態で装置内を自由に探索させた。1日に5分間で2日間行った。初日はハンドリング終了後に行い、2日目はホームケージから直ちに装置内に移して行った。いずれも白い部屋（電撃室）から装置内に入れられ、被験体の活動および部屋間の移動数が記録された。被験体の行動は4カテゴリーに分類され、10秒単位で最も多くの時間を費やした行動が記録された。そのカテゴリーと活動内容は次の通りである。

① 近似回避反応

ドアへの接近、グリッドへの攻撃、跳躍といった装置からの脱出を試みる、回避行動に近似した活動である。

② 静止反応

ある場所でじっと動かずにいる行動のことで、スニフリング等のいかなる活動も行われていない状態をいう。

③ 一般活動

ホームケージ内で一般にみられる活動で、装置内を歩き回ったり、立ち止まって匂いをかいだりする行動である。

④ グルーミング

身体のさまざまな部位をなめたり、引っかいたり、顔を洗うような仕草をしたりする行動をいう。

2. 習得期 2日目の順応が終了後すぐにギロチンドアを閉め、被験体がある時点で黒い部屋（安全室）にいた場合は電撃室に移されて、10～35秒後に5秒間のCS呈示が行われた。CS終了後すぐにUSが与えられ、安全室に移動するまで与え続けられた。順応終了時に電撃室にいた場合はそのままの状態ドアが閉められ、10～35秒後にCSが呈示されることで試行が始まった。被験体が安全室に移動すると戸が閉められ、15秒後に電撃室に戻されて、10～35秒後に再びCSが呈示

されることで次の試行に移った。被験体が時間で反応することを避けるために、ITI は25～50秒とランダムであった。一方向型の痕跡条件づけで、習得規準は連続10回の回避反応であった。

3. 操作期 習得規準到達後すぐに実験群は以下の操作の1つを受けた。この期間は5分間で、USは与えられない。ドアを降ろした状態で電撃室において5分間連続のCS呈示を受けるフラッシュディンク (FR) 群、同様に安全室においてCS呈示を受けるフラッシュディンク (SR) 群、拘留箱においてCSの連続呈示を受けるフラッシュディンク (DC) 群および拘留箱にCS呈示なしに入れられる時間統制 (TC) 群のいずれかに被験体は割り当てられた。この期間も順応期と同様に行動観察がなされた。

4. 消去期 操作期終了後すぐに通常の実験的消去が行われた。CS呈示後にUSを受けないことを除いて、習得期と同一の手続きである。消去規準は連続10回の非回避反応であった。50試行までに消去できなかった場合は打ち切られた。但し、50試行目に非回避反応をした場合には、最大59試行まで行われた。なお、恐怖測定のための統制 (C) 群は、回避訓練を受けずに、消去規準に達するまで模擬的に実験的消去を受けた。

5. 恐怖測定期 消去期終了後、24時間の飢餓をかけられ、再び回避箱に戻された。被験体はドアが閉められた状態で安全室に入れられ、ドアを開けると同時に5秒間のCS呈示が行われ、電撃室に入室するまでの潜時と摂食までの反応時間が測定された。電撃室は通電されていず、中央側壁寄りのグリッド上に45mgのペレット5個の入った皿が置いてあった。再入室した場合には60秒の摂食時間が与えられ、摂食後ドアが閉められて安全室に戻され、30秒後に次の試行に移った。再入室後も戸は開放されており、摂食後自発的に安全室に戻った場合にはそこでその試行が終了した。180秒以内に電撃室に入室しない時はそこで試行を終え、ドアが閉められて30秒後に次の試行に移った。こうした試行が10試行繰り返された。

結 果

結果の分析の各段階毎にそれぞれの測度についてなされ、その結果の要約が Table 1 に示してある。それぞれの段階毎に以下みていくことにする。

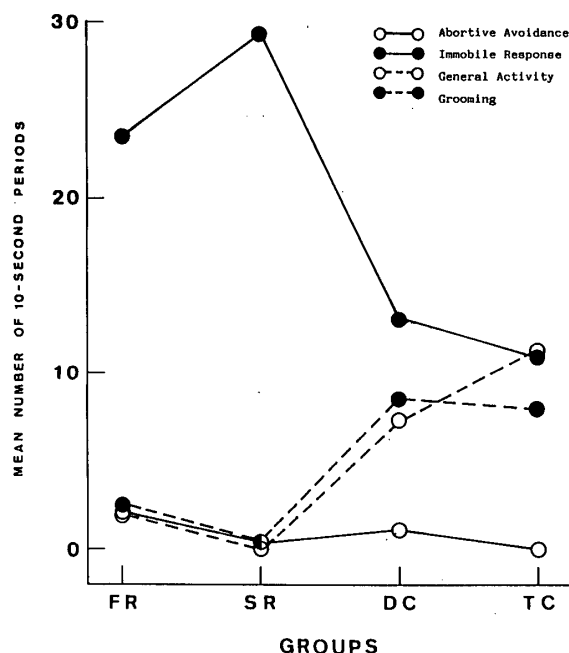
順応期 初日の行動が分析されたが、部屋間の移動数および一般活動において群間に有意な差はみられなかった。なお、初日の平均移動数は6.3で、2日目は5.3であった。活動性については一般活動がほとんどで、初日が24.3で2日目が23.0であった。このように2日目に活動性が多少減少する傾向があったが、その変化は小さく活動性は高かった。また、体重においても群間に有意差はみられなかった。このことは、実験群および統制群の被験体が、活動性ならびに体重において均等に配分されたことを示すものといえる。

習得期 習得期の3つの学習測度について Kruskal-Wallis の H 検定を行ったところ、最初の回避反応生起試行、被電撃数および規準到達試行数において4群間に有意な差はみられなかった。実験群は4群共ほぼ等質に条件づけられたことを示すといえる。しかしながら、いずれの群においても群内の変動が大きく、個体差は大きかった。

Table 1 Comparison of the four experimental groups and the control group on each measure during acquisition, treatment, extinction and fear test.

Measure	Flooding			TC	C
	FR	SR	DC		
Mean trial of the first avoidance response in acquisition	3.5	3.3	2.6	4.0	
Mean number of shocks received in acquisition	6.3	6.9	6.4	6.9	
Mean number of trials to acquisition criterion	10.9	9.8	12.4	9.9	
Mean number of 10-sec intervals in treatment during which Immobile response predominated	23.4	29.3	13.1	10.8	
Mean number of avoidance responses in extinction	25.8	39.5	35.5	39.9	2.3
Mean number of trials to extinction criterion	33.3	42.3	37.8	43.8	5.1
Proportion of Ss extinguished in extinction	5/8	2/8	4/8	2/8	8/8
Mean number of pellets consumed in fear test	9.9	3.8	11.9	2.4	37.5
Mean re-entry latencies during ten test trials (sec.)	145.2	162.1	141.9	170.9	25.9

操作期 操作期での被験体の行動についてみると、図から明らかなように静止反応および弛緩行動（一般活動とグルーミングを含む）の出現率に大きな差異がみられ、H 検定を行ったところその差は有意であった（それぞれ、 $H=20.40$, $df=3$, $P<.001$; $H=18.64$, $df=3$, $p<.001$ ）。そこで、各群間の比較をするために Mann-Whitney の U 検定を行ったところ、静止反応の出現率は SR 群が TC 群・DC 群および FR 群よりも有意に多かった（それぞれ、 $U=0$, $p<.01$; $U=2.5$, $p<.01$; $U=8$, $p=.01$ ）。また、FR 群も TC 群より静止反応が有意に多く、DC 群よりも有意に多い傾向が認められた（それぞれ、 $U=1$, $p<.01$; $U=13.5$, $p<.10$ ）。弛緩行動の出現率については全く逆の傾向がみられ、SR 群は TC 群および DC 群よりも有意に少なく、FR 群よりも有意に少ない傾向が認められた（それぞれ、 $U=0$, $p<.01$; $U=5$, $p<.01$; $U=13.5$, $p<.10$ ）。同様に、FR 群は TC 群よりも有意に弛緩行動が少なく、DC 群よりも有意に少ない傾向が認められた（それぞれ、 $U=1$, $p<.01$; $U=14.5$, $p<.10$ ）。弛緩行動および静止反応共に、TC 群と DC 群では差がみられなかった。つまり、回避箱でフラッディングを受けた場合に、静止反応が有意に増加し

**Fig. 1** Mean number of 10-second periods in treatment during which a given activity predominated is plotted.

たといえる。なお、順応期においては静止反応および弛緩行動について群間に差はなかった。

消去期 各群間の消去操作の有効性をみるために、消去期の3つの測度において検定が行われた。その結果、実験群間においては回避反応数にのみ有意な傾向が認められた ($H=6.64$, $df=3$, $p<.10$)。そこで、各群間の比較のためにU検定を行ったところ、FR群のみSR群およびTC群より有意に回避反応数が少なかった(共に $U=11$, $p<.05$)。その他の群間には差がみられなかった。消去規準達成試行数および消去被験体の割合については、実験群間に有意差は認められなかった。電撃室でのフラッシングのみ多少回避反応の消去を促進させたといえる。

統制群と実験群間の比較を行うと、いずれの測度でも有意でないし有意な傾向が認められた。C群はFR群・SR群・DC群およびTC群より有意に回避反応数が少なく、有意に消去が速かった(それぞれ、共に $U=13$, $p<.05$; $U=6.5$, $p<.01$; $U=4$, $p<.01$; $U=0$, $p<.01$)。また、SR群・DC群およびTC群より消去した被験体が有意に多く(それぞれ、 $X^2=9.60$, $p<.01$; $X^2=5.33$, $p<.05$; $X^2=9.60$, $p<.01$)、FR群より有意に多い傾向があった($X^2=3.69$, $p<.10$)。これは、電撃経験の有無が消去期の行動に強く反映し、消去操作があまり効果をもたなかったことを示すものといえる。

恐怖測定期 残余恐怖を測定するものとして、再入室潜時、摂食までの反応時間および摂食ペレット数の3尺度が採られた。各群の再入室潜時の変化については Fig. 2 に示されている。図から明らかなように、統制群と実験群の間には再入室潜時に著しい違いがみられている。そこで、統計処理をするために反応潜時の逆数をとってt検定を行ったところ、C群とFR群・SR群・DC群およびTC群との平均再入室潜時に有意差がみられた(それぞれ、 $t=4.23$, $df=14$, $p<.001$; $t=4.58$, $df=14$, $p<.001$; $t=2.94$, $df=14$, $p<.05$; $t=4.60$, $df=14$, $p<.001$)。しかしながら、実験群については分散分析を行ったところ、群間に有意な差は認められなかった。図をみると後半ではFR群とDC群の再入室潜時が短くなっているが、後半5試行を比較しても統計的に有意な差は認められなかった。反応時間についても同様であった。

なお、摂食ペレット数でも同じ傾向がみられ、実験群間には差がみられなかったが、C群とFR群・SR群・DC群およびTC群との間には有意な差が認められた(それぞれ、 $U=4$, $p<.01$; $U=0$, $p<.01$; $U=8.5$, $p<.05$; $U=0$, $p<.01$)。再入室被験体の割合についても同様の傾向がみられたが、C群とFR群との間には差がなかった。

これらのことは、消去操作の差があまり残余恐怖に影響を与えず、電撃経験の有無が恐怖量

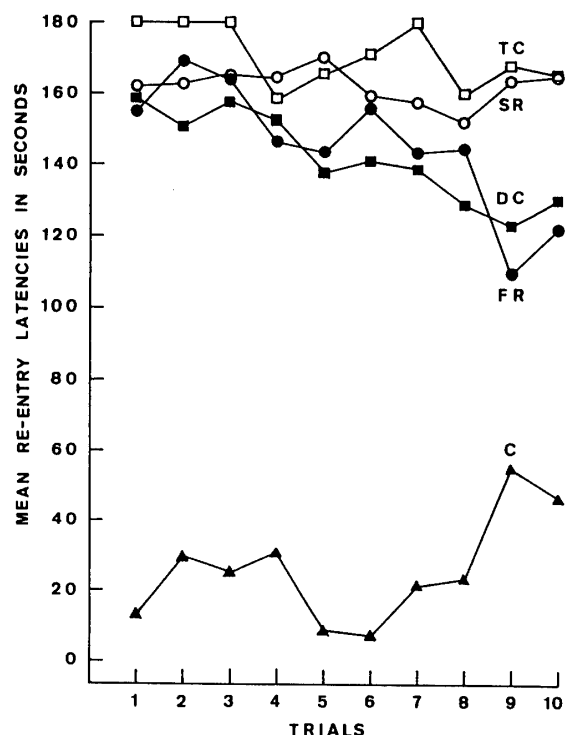


Fig. 2 Mean re-entry latencies for the four experimental groups and the control group over ten test trials. Higher latencies reflect greater residual fear.

と大きく関わっていることを示すといえる。

考 察

本実験の結果は従来の実験結果と異なり、いずれの群でも顕著なフラッディング効果が現れず、電撃室でのフラッディングだけが僅かに回避反応の消去を促進させた。実験で用いた電撃強度 (0.5mA) は中等度のものであり、いままでの研究では十分に効果が現れるだけの CS 呈示期間であったが (Baum, 1969; 鈴木, 1986), にも拘わらず電撃室のフラッディングでさえその有効性は乏しかった。いずれにせよ単に CS を連続的に呈示するだけでは、道具的反応の消去に大きな影響を与えないことが示唆されたが、本実験ではフラッディング (反応阻止) 効果そのものがあまり有効ではなかった。

ところで、操作期中の行動をみると、フラッディング群においてはいずれの群でも弛緩行動が減少し、静止反応が増加した。特に、SR 群および FR 群においてはそれが顕著であった。Baum (1970) や Bolles (1970) の指摘に従えば、静止反応 (とくに freezing) は恐怖を反映した行動であり、静止反応の増加は CS 呈示に伴って明らかに恐怖が喚起されたことを示すといえる。しかしながら、回避箱と比較すると拘留箱でのフラッディングにおいては静止反応の増加が有意に少なく、単に CS を呈示するだけではそれほど大きな恐怖が喚起されないことが示された。つまり、CS をどこで呈示するかが恐怖の喚起に大きく関わっていた。

以上のことから明らかなように、恐怖の喚起量と回避反応の消去促進との間に直接的な関係が見出されなかった。最も静止反応が多く、最も恐怖の喚起が多いと考えられる SR 群が、最も消去が困難で、恐怖喚起量の最も少なかった DC 群の方が消去期のいずれの測度においても SR 群を上回っており、比較的恐怖の喚起量が多かった FR 群においてのみ消去の促進が僅かにみられる。このことは、恐怖の低減と回避反応の消去とが直接的に関連をもたないことを示唆するが、残余恐怖との関係で更にそれがはっきりしてくる。

恐怖測定期のいずれの測度においても、フラッディング群の残余恐怖の高いことが示されており、CS 呈示自体が結果的に恐怖をほとんど低減させなかったことを示している。特に、SR 群は TC 群と再入室潜時等において変わらず、単に CS を呈示するだけでは恐怖の低減に結びつかないことが示唆された。ただ、FR 群と DC 群は再入室潜時において漸減傾向がみられており、CS 呈示の場所によってその有効性に違いが生じることを暗示している。いずれにせよ、単なる CS 連続呈示と恐怖の低減は関係せず、恐怖の低減と道具的反応の消去とが直接的に関連しないといえる。

同様の結果がマウスの研究によっても示されており (鈴木, 1985), フラッディングによる回避反応の消去促進メカニズムは、従来考えられていたものよりもっと複雑なものと思われる。今までの研究結果と併せて考察すると、CS の呈示時間および呈示場所が恐怖の喚起に関連しているとはいえそうだが、それが道具的反応の消去に結びつくには、恐怖刺激による生理的覚醒に対する抑制といったことが必要と思われる。Staub (1968) によれば、生理的抑制には時間が必要とされているが、時間だけではなく覚醒量も関係すると考えられる。さらに、道具的反応の消去には恐怖の低減だけでなく、事態弁別といった認知的変化が関係しているものと思われる。

それ故、本実験における CS の連続呈示は恐怖の喚起を高めたが、FR 群および SR 群にとって

恐怖が強すぎたために、生理的抑制が生じるだけの十分な時間とならず、回避反応の消去がほとんど促進されなかったものと思われる。この1つの原因として、本実験の被験体の個体差が大きく、情動性が基本的に高かったことが考えられる。また、DC群では覚醒量が小さく生理的抑制は生じたが、恐怖の低減が少なく回避反応の消去促進に至らなかったであろう。なお、FR群において多少の消去促進がみられたのは、現実吟味 (reality testing) したために他の群より事態弁別が容易だったためと考えられる。

(1987年9月30日受理)

<付 記>

本論文は、財団法人私学研修福祉会による昭和61年度国内研修の研修成果報告に基づいてまとめたものである。本論文の作成にあたり、ご指導いただいた広島大学教育学部羽生義正教授に深く感謝の意を表する。

引 用 文 献

- Baum, M. 1969 Extinction of an avoidance response following response prevention: Some parametric investigations. *Canadian Journal of Psychology*, 23, 1-10.
- Baum, M. 1970 Extinction of avoidance responding through response prevention (flooding). *Psychological Bulletin*, 74, 276-284.
- Bolles, R. C. 1970 Species-specific defense reactions and avoidance learning. *Psychological Review*, 77, 32-48.
- Linton, J., Riccio, D. C., Rohrbaugh, M., & Page, H. A. 1970 The effects of blocking an instrumental avoidance response: Fear reduction or enhancement? *Behaviour Research and Therapy*, 8, 267-272.
- Mineka, S. 1979 The role of fear in theories of avoidance learning, flooding, and extinction. *Psychological Bulletin*, 86, 985-1010.
- Mineka, S., Miller, S., Gino, A., & Giencke, L. 1981 Dissociative effects of flooding on a multivariate assessment of fear reduction and on jump-up avoidance extinction. *Learning and Motivation*, 12, 435-461.
- Mowrer, O. H. 1947 On the dual nature of learning: A reinterpretation of "conditioning" and "problem-solving." *Harvard Educational Review*, 17, 102-148.
- Page, H. A. 1955 The facilitation of experimental extinction by response prevention as a function of the acquisition of a new response. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 48, 14-16.
- Polin, A. T. 1959 The effects of flooding and physical suppression as extinction techniques on an anxiety motivated avoidance locomotor response. *Journal of Psychology*, 47, 235-245.
- Rescorla, R. A., & Solomon, R. L. 1967 Two-process learning theory: Relationships between Pavlovian conditioning and instrumental learning. *Psychological Review*, 74, 151-182.
- Riccio, D. C., & Silvestri, R. 1973 Extinction of avoidance behavior and the problem of residual fear. *Behaviour Research and Therapy*, 11, 1-9.
- Seligman, M. E. P., & Johnston, J. A. 1973 A cognitive theory of avoidance learning. In F. J. McGuigan & D. B. Lumsden (Eds.) *Contemporary approaches to conditioning and learning*. New York: Wiley. pp. 69-110.
- Staub, E. 1968 Duration of stimulus-exposure as determinant of the efficacy of flooding procedures in the elimination of fear. *Behaviour Research and Therapy*, 6, 131-132.
- 鈴木順和 1985 フラッディング法における CS 提示の有効性について (マウス) 宮崎女子短期大学紀要, 12, 1-8.
- 鈴木順和 1986 回避反応の消去に及ぼす拘留および反応阻止の効果 (ラット) 宮崎女子短期大学紀要, 13, 87-99.