古典的恐怖条件づけにおける試行間放置手続と試行間待避手続の比較

広島大学 中 谷 隆¹

COMPARISON OF DETENTION PROCEDURE WITH REMOVAL PROCEDURE DURING INTERTRIAL INTERVALS IN CLASSICAL FEAR CONDITIONING

TAKASHI NAKAYA

Department of Psychology, Hiroshima University

An acquired-drive paradigm was employed. Seventy-two rats were divided into three groups with respect to the differences in treatment during ITIs in classical fear conditioning; rats of Group D were detained in shock compartment, rats of Group H were removed from the shock compartment but immediately returned to it, and rats of Group R were removed from the shock compartment and placed in the retaining box having different background and size. Group R learned a hurdle-jump response to escape a Tone-CS less than did Group D and H, while the difference between Group D and Group H was not significant. It was suggested that the inferior performance of Group R might have been due to the effect of placing the subjects in the retaining box different from the shock compartment during ITIs.

ラットを被験体とした恐怖条件づけでは、通常、試行間の間隔中に、被験体はCSも電撃も受けずに装置内に置かれたままにされている（以下、この手続を試行間放置手続と呼ぶ）。ところで、イヌの唾液分泌の条件づけでは、セッション間に別の場所へ移動させる手続を取る場合がある（Pavlov, 1927）。この手続に準じて、試行毎に被験体を別の場所に待避させながら条件づけを行なうことも可能である（以下、試行間待避手続と呼ぶ）。にもかかわらず、ラットの恐怖条件づけ実験でこの待避手続が用いられない理由は、問題とする要因以外の別の要因が待避手続に付随して、条件づけになんらかの効果と及ぼす可能性を避けようとしたことだと思う。もっとも、具体的に、何がその待避手続に付随する要因なのか、そしてそれが条件づけにどのような効果を及ぼすものかについて明確に言及している研究は現在までほとんどみられない。

本研究では、従来ほとんど問題にされなかった試行間待避手続に付随すると思われる要因を2つ取り上げ、その効果を実験的に検討した。

まず第1の要因として、条件づけの開始から終了までに被験体が装置内に置かれていた総時間（装置内滞留総時間）を問題にしよう。Dweck & Wagner (1970) は、条件抑制実験で、被験体の装置内滞留総時間を長くする

と、CSに条件づけられる恐怖量は増加し、背景刺激に条件づけられる恐怖量は逆に減少するという事実を見出ししている。従って、被験体の装置内滞留総時間がより長い試行間放置手続による条件づけの方が、試行間待避手続によるよりも、CSに条件づけられる恐怖量は大きくなるが、逆に背景刺激に条件づけられる恐怖量は小さくなるのが予想される。

また第2の要因として、被験体を装置から取り出した後装置に戻したりする際のハンドリングが問題になろう。道具的回避条件づけにおいては、条件づけ中のハンドリングは次のような機能をもつと言われている。①特定の情報をフィードバックする刺激となる（Theios, Lynch, & Lowe, 1966; Leonard, Tafeen, & Fey, 1972）、②恐怖によって惹き起こされた凍結反応を緩和する（Wahlsten & Sharp, 1969）。古典的恐怖条件づけ中のハンドリングも同様の機能をもつと考えることができる。しかし、これが恐怖条件づけに正と負のいずれの効果と及ぼすかは、現時点では予想することができない。

以上、本研究の主目的は、試行間待避手続に付随すると思われる要因として、被験体の装置内滞留総時間と試行間ハンドリングの2要因を考え、恐怖条件づけに及ぼす効果を実験的に検討することにある。

方 法

被験体 広島大学教育学部心理学研究室で繁殖、飼育された生後110—143日のLong-Evans系雌ラット、72匹。平均体重235g（200—266g）。

¹ 本稿をまとめるにあたり懇切丁寧な御指導をして下さいました広島大学教育学部羽生義正先生、並びに、装置を製作するのに適切な助言をして下さいました弘前大学教育学部平岡恭一氏に厚く感謝いたします。

装置 形状の異なる2室からなる木製の箱。両室は床面上4 cm 高の障壁をはさんで隣接している。障壁上にギロチン戸があり、戸を開くと19 cm×10 cmの開口部が障壁上にできる。一室(長さ24 cm, 幅19 cm, 高さ15 cm)は電撃室である。直径3 mmのステンレス鋼を幅15 mm 間隔に並べた格子床になっている。条件づけ期に.6 mAの交流電流が通電される。この室の壁と障壁は床と分離でき、取り外し取り換え自由である。プレキシガラスが室天井となり、半透明の和紙が外側に張られてある。スピーカが設置されている。このスピーカから1000 Hzの純音刺激が発生する。格子床5 cm下に壁と同色の糞受け画用紙が敷かれることになっている。電撃室内の照明は真上60 cmから白熱光(60 W)によってなされた。他方の室(長さ35 cm, 幅35 cm, 高さ15 cm)は恐怖テスト期に安全室として使われる。壁と床板は電撃室と区別ができるように、白、黒、灰の3色縦縞にした。戸が開いた時のみ、両室は障壁上の開口部を通じて移動可能である。以上の装置のほかに、更に、電撃室と形状、塗装条件などが全く異なる箱(長さ25 cm, 幅25 cm, 高さ25 cm, 灰色塗装、板製床)が別に準備された。条件づけ期に待避箱として使用される。尚、実験は遮音室で行なわれ、そこに設置されている換気扇がマスキング・ノイズとして用いられた。ノイズの音強度は70 dBである。純音刺激が提示されると音強度は82 dBまで上昇する。

手續 (1) 装置馴化期(1日間): 1日5分間、7日間の馴致(taming)を行ない、翌日、装置馴らしを次の手順で行なった。まず最初に、ギロチン戸が閉じた状態にある安全室に入れ、5分間の安全室探索、取り出して1分間の馴致、今度は5分間の電撃室探索、取り出して1分間の馴致、そしてギロチン戸を開いて、両室の往来が自由にされた装置へ安全室から入れ、5分間の移動探索をさせた。この時、電撃室を灰背景とするため、壁、戸及び障壁は灰色塗装の物を使い、灰色の画用紙を糞受けとした。

(2) 古典的恐怖条件づけ期(3日間): 白背景にするために、電撃室の壁、戸及び障壁は白色塗装の物を使い、白色画用紙を糞受けとした。スピーカからの純音(1000 Hz)がCSとなり、6秒間提示される。USとして電撃が2秒間格子床に流される。CSと電撃は各々1日10回ずつ、3日間で計30回ずつ提示されるが、そのうち、1日8回計24回は両者の対提示試行である。一方、電撃の随伴しないCS単独提示の試行は1日に2回、計6回あり、またCSの先行しない電撃単独通電の試行も1日2回、計6回ある。そして、CSと電撃が対提示される場合は、CS提示4秒後に電撃が重複生じし、両者が同時に終結するように自動的に制御されている。条件づけスケジュールは、時間条件づけの不適切な要因

を排除するために、3日間を通して異なっている。これらのスケジュールは、相互に、CSと電撃の提示点と提示順序並びに対提示の時間間隔において違っている。尚、対提示試行の時間間隔の平均は、1日目が135秒(48—199秒)、2日目が131秒(80—302秒)、3日目が137秒(75—257秒)であった。以上の条件づけ手續は各群共通である。

各被験体は、試行間の操作の違いによって、各々24匹ずつ3群に分けられた。まず、R群は試行間に電撃室から取り出され、形状、塗装条件などが全く違う待避箱に待避させられ、次いで、H群は試行間に電撃室から取り出されるけれども、即座に、またもとの電撃室に戻され、そしてD群は試行間に取り出されることなく条件づけ終了まで電撃室に入れたままにされる。R群とH群の被験体は、試行後に、不定時に(15—65秒後に)電撃室から取り出され、また、試行前、不定時に(15—65秒前に)電撃室に戻される。もちろん、それらの時機は両群で同期している。また試行毎の待避時間も不定とした(15—270秒)。3日間を通しての装置(電撃室)内滞留総時間は、D群とH群では、1時間50分30秒に達したのに対し、R群では29分40秒であった。いわば、試行間待避手續を受けるのがR群で、試行間放置手續を受けるのがD群である。H群は被験体を電撃室から取り出し戻す際に加わると考えられるハンドリングの要因の効果を査定するための群である。

(3) 恐怖テスト期(障壁越え学習)(1日間): 各群の被験体は次の3条件のいずれかでテストされる。いずれの条件でも、電撃は一切通電されない。まずCS条件では、CSそのものに対する恐怖がテストされる。条件づけ期に用いた白背景を未経験の黒背景(壁、戸、糞受け紙が黒色、室内照明は2 cd)に換えた電撃室に被験体を入れる。30秒後に戸を開き、同時に電撃の随伴しないCSを単独に提示する。被験体が障壁を飛び越えて安全室に移ると同時に戸を閉じ、CSを停止し、この間の潜時は.01秒単位で測定される。安全室滞留30秒後に電撃室に帰され、30秒後に次のテスト試行が行なわれる。60秒経っても反応しない場合は、静かに戸を閉じ、CSを停止し、40秒後に次の試行を始める。この時の潜時は60秒と記録。テスト試行は合計25回である。ところで、CS条件下の障壁越え逃避反応は、必ずしも、CS恐怖のみに動機づけられて生起するとは限らない。電撃受容後の被験体はかなり敏感になっていると思われる。そのために、CS恐怖テスト期の刺激変化が逃避反応を生起させることもあり得る。この程度を査定する目的で、BACK*条件が設けてある。CSが提示されないことを除けば、電撃室背景(黒背景)及びその他の測定手續はCS条件と全く同じである。更に、BACK条件では、電撃室背景刺激に条件づけられた恐怖がテストされ

る。電撃室背景は条件づけ時に用いた白背景をそのまま用いるが、BACK* 条件と同様、CS は一度も提示されない。その他のテスト手続は CS 条件及び BACK* 条件と変わりはない。

結 果

各テスト条件下で示された各群の障壁越え反応潜時は、右上がりの学習曲線を描くために、逆数値に変換された。そして、各群それぞれの中央値を各試行ブロック（1 ブロック 5 試行）毎にとり、各テスト条件別にそれを図示したものが Fig. 1 である。図から明らかなように、障壁越えの学習は CS 条件下の D 群、H 群、そして R 群においてのみ見られている。各テスト条件下の 3 群の障壁越え遂行の差を、Mann-Whitney の U テストを用いて、試行ブロック毎にそれぞれ統計的に検定してみた。その結果、CS 条件のブロック 2, 3, 4, 5 それぞれにおいて、D 群と R 群及び H 群と R 群の間に 5% 水準で各々に有意な差を見出した（D-R 群間、それぞれのブロックにおいて、 $U=11$, $p=.028$, $U=12$, $p=.038$, $U=12$, $p=.038$, $U=11$, $p=.028$, そして H-R 群間、それぞれのブロックにおいて、 $U=10$, $p=.02$, $U=13$, $p=.05$, $U=12$, $p=.038$, $U=13$, $p=.05$, いずれも $n_1=n_2=8$ ）。しかし、同じ CS 条件下の D 群と H 群の間には、どの試行ブロックにおいても、有意な差が見られなかった（いずれも $U=31$ ）。更に、BACK 及び BACK* 条件のいずれの試行ブロックにおいても、D, H, そして R の 3 群間に有意な差を見出すことができなかった（これらの U の値は 24 から 32 の間にあった）。

考 察

以上の結果をまとめると次の 4 点になる。

(1) BACK* 条件下で恐怖テストを受けた 3 群のいずれにも、障壁越え逃避反応の学習が見られなかった。

これより、新背景下に CS を単独に提示する CS 条件下の逃避反応は CS に喚起された恐怖のみに動機づけられて生起していると十分考えることができる。

(2) CS 条件下でテストされた被験体の障壁越え逃避反応の遂行では、R 群よりも D 群の方がはるかに優れていた。これは R 群よりも D 群の方が CS に喚起された恐怖が大きかったことを示している。

(3) CS, BACK, そして BACK* のいずれの条件でも、D 群と H 群の遂行に差が見られなかった。

(4) BACK 条件下では、どの群も顕著な障壁越え逃避反応を示さなかったばかりか、群間差も見られなかった。

当初、待避手続に付随して恐怖条件づけに効果を及ぼす要因として、試行間ハンドリングと装置（電撃室）内滞留総時間の 2 要因をあげた。そのうち、試行間ハンドリングは恐怖条件づけに、特別、効果をもつ要因でないことが、結果の (3) に示されている。問題は装置内滞留総時間の要因である。本実験では、CS 恐怖量に関しては、確かに、序で述べた Dweck & Wagner (1970) の結果から期待されたように、放置手続（D 群）による方が待避手続（R 群）によるより恐怖量が大きかった〔結果 (2)〕。しかし、背景恐怖量では、両手続間に差がなかった〔結果 (4)〕。これは明らかに期待に反する。また、Dweck & Wagner の結果は Rescorla & Wagner (1972) の理論で解釈できるが、この理論に従う限りでは、たとえ CS 恐怖量において両手続間に差があったとしても、背景恐怖量に差が見られなければ、上述の装置内滞留総時間の要因による効果とは断定できないのである。

すなわち、Rescorla & Wagner は CS と背景刺激が複合してひとつの条件刺激を構成していると考え、そして背景刺激と複合条件刺激それぞれに条件づけられる

FIG. 1. Hurdle-jumping performance as a function of trial blocks under each Test Condition (CS, BACK, or BACK*) for Groups D, H, and R.

恐怖量はそれぞれこれらの刺激と電撃との随伴確率に依存している。一方、CS に条件づけられる恐怖量はこれら2つの随伴確率の差に依存していると考えられる。つまり、その差が大きく（あるいは小さく）なるにつれてCS 恐怖量は大きく（あるいは小さく）なる。

本実験の場合、複合条件刺激と電撃との随伴確率は実験前に予め決定され、実験終了まで一定である。よって、CS 恐怖量を決定するのは、結局、背景刺激と電撃との随伴確率である。この確率が低くなれば、逆に、CS 恐怖量は大きくなるはずである。理論的には、背景刺激と電撃との随伴確率は、装置内滞留総時間が長くなれば、低くなる。このことから、装置内滞留総時間が長くなるにつれ、背景刺激と電撃との随伴確率は低くなり、結局、CS 恐怖量は大きくなると予測される。逆に、背景恐怖量は、背景刺激と電撃との随伴確率に依存しているわけであるから、装置内滞留総時間が長くなるにつれて、小さくなるはずである。従って、もしD群（放置手続）とR群（待避手続）間のCS 恐怖量の差が装置内滞留総時間の差によるのであれば、Rescorla & Wagner 理論から、当然、両群の背景恐怖量にも、 $D < R$ という、CS 恐怖量とは逆方向の群間差が見られて然るべきである。しかし結果はこれを支持していない。

以上の考察から、R群とD群のCS 条件下の遂行差は装置内滞留総時間の要因によると考えない方がよいであろう。むしろ、当初問題にしなかった別の要因が待避手続に付随して効果を及ぼしたと考えるべきであろう。

残る要因として、待避手続に伴う分化条件づけの要因がある。すなわち、この手続では、CS が提示されて電撃が通電される危険な電撃室とCS も電撃も受けない安全な待避箱とが交互に経験される。この場合、電撃室背景刺激とCS との刺激複合乃至刺激布置が S^+ となり、待避箱の背景刺激が S^- となる、と言える。そして、待避手続で恐怖条件づけを行うにつれて、 S^+ と S^- の分化条件づけが一層促進され、恐怖はこの独特な刺激布置そのものに条件づけられてゆく、と考えられる (Razran, 1965; Baker, 1968)。

本実験の場合、CS に対する恐怖のテスト (CS 条件) は、条件づけ期の電撃室背景刺激を除去して、別の新背景刺激下にCS を単独に提示する方法でなされた。そのために、テスト期の全体の刺激布置は条件づけ期の刺激布置とは全く異なった、新しいものになっている。従って、待避手続で恐怖条件づけを受けたR群の場合、刺激布置が変化しているCS 条件下では、障壁越え逃避反応を動機づけるだけの恐怖が喚起されなかったと解釈できる。また BACK 条件下でも、CS が提示されないことから、同様の理由で、R群の遂行が低くなったと解釈される。

それに対して、放置手続による場合 (D群) は、被験

体は上記の意味での分化条件づけを受けないので、刺激布置自体に恐怖が条件づけられてゆくという可能性が小さい。それよりむしろ、その刺激布置を構成する刺激のなかから電撃到来予測確実性 (Validity) の最も高いCS が被験体によって選択され、それに恐怖が集中的に条件づけられてゆくと考えることができる (Mackintosh, 1975)。そのために、放置手続を受けたD群のCS 条件下の遂行は高く、BACK 条件下の遂行は低くなったと解釈できる。

以上の解釈は、待避手続で条件づけられた場合と放置手続で条件づけられた場合では、それぞれ別の条件づけ過程が進行してゆくことを仮定している。この点について、今後、さらに詳しい実験的検討が必要と思われる。

引用文献

- Baker, T. W. 1968 Properties of compound conditioned stimuli and their components. *Psychological Bulletin*, **70**, 611-625.
- Dweck, C. S., & Wagner, A. R. 1970 Situational cues and correlation between CS and US as determinants of the conditioned emotional response. *Psychonomic Science*, **18**, 145-147.
- Leonard, D. W., Tafeen, S. O., & Fey, S. G. 1972 The transfer of one-way and handled-shuttle pretraining to standard-shuttle avoidance learning. *Learning and Motivation*, **3**, 59-72.
- Mackintosh, N. J. 1975 A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, **82**, 276-298.
- Pavlov, I. P. 1927 *Conditioned reflexes*. London: Oxford University Press.
- Razran, G. 1965 Empirical codifications and specific theoretical implications of compound stimulus conditioning: Perception. In W. F. Prokasy (Ed.), *Classical conditioning: A symposium*. New York: Appleton-Century-Crofts. Pp. 226-248.
- Rescorla, R. A., & Wagner, A. R. 1972 A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In A. H. Black, & W. F. Prokasy (Eds.), *Classical conditioning II: Current research and theory*. New York: Appleton-Century-Crofts. Pp. 64-99.
- Theios, J., Lynch, A. D., & Lowe, W. F. 1966 Differential effects of shock intensity on one-way and shuttle avoidance conditioning. *Journal of Experimental Psychology*, **72**, 294-299.
- Wahlsten, D., & Sharp, D. 1969 Improvement of shuttle avoidance by handling during intertrial interval. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **67**, 252-259.