シロネズミにおける不安条件づけの時間的因子

早稲田大学心理学研究室 西 川 洸 一

問 題

HUNT & BRADY (4) の研究をはじめ、最近 ESTES & SKINNER (3) の実験の流れを汲むいわゆる conditioned emotional response (CER) の研究が盛んであるが、まだその特性や詳しい要因の分析についてはあまり明らかにされてはいない。一方, conditioned fear という概念にかかわりをもつ MOWRER や SOLOMON らの回避条件づけの研究では、不安の獲得または回避反応の条件づけの際に働く因子として、CS と US の時間関係についての分析が多数なされている (1, 2, 5)。しかし、CER の研究においては、このような要因の組織的な分析はほとんど試みられていない。これについては、LIBBY (6) の実験があるだけである。LIBBY は不快刺激 (US) と対呈示された先行刺激 (CS) が他のオペラント行動を抑制する 性質を獲得するとき 二つの刺激の時間的關係がどのように働くかを検討した。その結果、抑制効果が最大になるのは、先行刺激 (CS) の開始点と 不快刺激 (US) の開始点とのインターバルが 7~10 秒のときであることを見出した。彼の得た結果は、インターバルの短いものほど条件づけが有利であるとする接近理論からの予測とは必ずしも一致していない。この説明にはいろいろ検討すべき問題があるが、当面の問題として、まず LIBBY の見出した結果が別の手続によっても検証できるかどうかを明らかにしたい。彼の実験には、条件づけの強化回数、刺激の強度、与え方など手続にいくつかの問題がある。特に、テスト系列において長い時間 (10 分間) 刺激を継続して与えていることは吟味を 要する点である。また、抑制量を測定するばあい、不安を喚起する刺激 (CS) のない時とある時との 反応の差異だけでみているが、各群の相対的な抑制量の 比較としてこの方法が 妥当であるかどうか疑わしい。この実験は、以上の問題点を考慮しながら、LIBBY の見出した事実を再検討し、不明確な点について若干の吟味を試みたものである。手続としては、ESTES & SKINNER の方法に、MOWRER ら (7) の手続を導入した。求める変数は LIBBY のものをそのままとりあげた。

方 法

被験体 シロネズミ 42 匹。雄 25 匹、雌 17 匹。実験を始めたとき生後 3.5 ヶ月。平均体重 135g。いずれも実験の経験はない。

装置 床がグリッドになっているスキナーボックス。大きさは 18.5×20.0×21.5cm である。バー (bar) および餌皿は自由にとりはずしができる。装置内は外から観察で

きるようになっている。刺激の統制はすべて自動的に行われた。

手続 i) 予備訓練 一定の食餌統制と手馴らしを行った後、バー押し訓練を行った。第1日目はバーが導入されていない装置にシロネズミを入れ、15分間放置した。その間、点滅ランプをランダムに数回呈示し、順応させた。終了後、飼育カゴに戻し、30分間餌を与えた後、とりあげた。2日目は、餌皿にペレットをおき、食べ終わったら1粒ずつ、クリック音とともに放出し、40回与えた。ペレットは0.1gである。この日は訓練終了後、餌を与えなかった。第3日目は48時間の飢餓動因の下で訓練を行った。装置にはじめてバーを導入し、動物がバーに反応したときのみペレットを放出した。1分間に平均連続8試行のオペラント反応を *criterion* として、学習が成立するまで訓練を続けた。

ii) 条件づけ 第4日目に、20~22時間の飢餓動因の下で、20試行のバー押し反応を行わせた。終了後、飼育カゴで餌を与えたのち、被験体を実験群5群 (E_1 , E_4 , E_7 , E_{10} , E_{20}) と統制群 (C_0) に分けて、次の手続で *CER* (不安) の条件づけを行った。実験群の *CS-US* インターバルは、それぞれ1, 4, 7, 10, 20秒であった。統制群は *US* だけを与え、*CS* は呈示しなかった。*CS* は毎秒4回の周期で点滅するランプ (ネズミの眼の高さで照度 5 lux), *US* は 0.35mA の電気衝撃を用いた。*US* の呈示時間は3秒、*CS* と *US* は自動的に同時に停止した。刺激呈示の間隔は30秒~3分でランダムに行った。第5日目 (条件づけ第2日目) は22時間の飢餓動因の下に、10試行のバー押し反応と、餌を与えたのちに2回の条件づけを行った。第6日目~第8日目は、条件づけの回数を1回にする以外はすべて第5日とおなじ手続である。

iii) テスト 9日目に、次の3系列のテストを行った。

テスト *P*—*CS* を呈示せず暗室状態で自由にバー押しの反応をさせ、正常の反応の速度 (1分間に平均8回の連続反応) に達してから5分間の反応量を測定する。

テスト *L*—次の1分間、*CS* を呈示し、同様にバー押し反応させて反応量を測定する。

テスト *D*—次の1分間、*CS* を終止し、再び暗室状態でバー押し反応させる。

テスト *L* とテスト *D* は交互に1分間ずつ交代し、各々5回、計10分間行った。

結 果

1. テスト *P* におけるバー押し反応数には群間にほとんど差が認められなかったから、まずテスト *L* の反応数をそのまま比較した (Table 1)。テスト *L* においてバー押し反応回数の少ないものほど抑制効果の大きいことを示す。*t* テストの片側検定で群間の大小関係をしらべたところ、 E_1 群の反応量は E_4 , E_7 , E_{10} 群よりも大、 E_{20} 群は E_7 , E_{10} 群よりも大という関係が5%ないし1%の危険率で有意な差が認められた (Table 2)。すなわち、抑制効果は *CS-US* インターバル7秒附近で最大となり、7秒より短いインターバル、長いインターバルでは効果は減退した。

Fig. 1 Mean numbers of responses in each trial of Test *P*, *L* and *D*.

2. LIBBY は抑制量をあらわす値として, *CS* なしの事態でのバー押し反応数と *CS* が呈示されたときの反応数との差をとりあげているが, 相対的な抑制量の比較としては HUNT らが用いた inflexion ratio が適切であろう。抑制率を $I = \frac{L-P}{P}$ ($0 \leq I \leq 1$) であらわせば *I* はテスト *P* で示したオペラント水準がテスト *L* でどの程度抑制され

Table 1 Mean numbers of responses and inflexion ratio in Test *P*, *L* and *D*.

Group	<i>N</i>	Test <i>P</i>		Test <i>L</i>		Test <i>D</i>		$I = \frac{L-P}{P}$	$I_D = \frac{L-D}{D}$
		<i>AM</i>	<i>SD</i>	<i>AM</i>	<i>SD</i>	<i>AM</i>	<i>SD</i>		
<i>E</i> ₁	8	8.10	2.84	7.10	2.75	9.30	3.49	-0.124	-0.237
<i>E</i> ₄	8	8.30	1.41	4.23	2.17	7.45	1.17	-0.491	-0.433
<i>E</i> ₇	8	8.50	2.08	3.70	2.64	7.98	2.61	-0.565	-0.536
<i>E</i> ₁₀	8	8.75	1.86	3.88	3.32	6.08	4.42	-0.557	-0.362
<i>E</i> ₂₀	7	8.33	3.33	5.57	3.61	8.23	4.16	-0.369	-0.323
<i>C</i> ₀	3	7.67	0.75	7.00	3.39	7.33	3.43	-0.087	-0.045

Table 2 The group difference in the *CS-US* interval.

group	<i>E</i> ₁	<i>E</i> ₄	<i>E</i> ₇	<i>E</i> ₁₀
<i>E</i> ₄	2.19*			
<i>E</i> ₇	2.63*	0.44		
<i>E</i> ₁₀	1.93**	0.20	0.20	
<i>E</i> ₂₀	1.55	1.62	2.16*	1.86**

* Significant at .025 level, one-tailed.

** Significant at .05 level, one-tailed.

Fig. 2 Depression as a function of

$$CS-US \text{ interval } I = \frac{L-P}{P},$$

$$I_D = \frac{L-D}{D}.$$

ストでしらべたところ, $E_4(t=3.00)$, $E_7(t=3.33)$, $E_{10}(t=2.13)$ ではいずれにも有意差はみられず, $E_1(t=4.85, p<0.05)$, $E_{20}(t=4.17, p<0.05)$ では有意な反応回復が認められた。この結果は E_1 , E_{20} では反応の回復が行われたが, E_4 , E_7 , E_{10} では回復は完全でなく, 抑制効果が $E_4 \sim E_{10}$ で高いという (1), (2) の結果とも一致した。

たかを示す (Fig. 2)。検定上, 実験群を $E_1 \sim E_7$, $E_7 \sim E_{20}$ の2つの部分に分け, それぞれ3群ずつ比較検討した。 H 検定によれば, 後者について有意な傾向は得られなかったが ($H=0.85$), 前者については, 3群のあいだに有意な差がみられ, $E_1 < E_4 < E_7$ の傾向を示した ($H=10.39$, $p<0.01$)。この結果は (1) の結果と大体一致する。

3. パー押し反応はテスト L の試行をくりかえすうちに次第に回復した。回復の仕方は群によって一様ではなく, 回復の割合は抑制効果の強さを示すと思われる。テスト L の最初の1分間の試行 (L_1) と最後の1分間の試行 (L_6) のあいだに有意の回復がみられるかどうかを, 対応のある場合の t テ

4. 同様の問題として、テスト L の各試行 ($L_1, L_2, \dots, L_6$) の反応回数について、傾向分析をマンの方法で行ったところ、 E_1, E_4, E_7, E_{20} で反応の回復に有意な増加傾向が得られた (5% 水準)。またテスト D については E_7, E_{10}, E_{20} で有意 (5% 水準) であった。 E_1 はすみやかにオペラント水準に達したため、それ以上反応の増加がみられなかった。 C_0 については、いずれの場合も有意な効果はみられなかった。(3), (4) の結果から、 E_1, E_{20} 群はバー押し反応からの回復がはやく、すみやかに CER 又は不安が消える。これに対して、 E_4, E_7, E_{20} は回復がおくれ、特に E_{10} 群は抑制からの回復が困難である。

5. 抑制率 I と同じような方法で、テスト D におけるバー押し反応数とテスト L の反応数との比をみると (これを $I_D = \frac{L-D}{D}$ とすると) この I_D がやはり E_7 で最大になることを見出した (Table 1, Fig 2)。テスト D の反応数でみられるように、 E_7 は CS が終止するとすみやかに反応が回復するのに対し、 E_{10} は CS が終止しても抑制が残存することを示している。

6. 以上の結果と分析から明らかになった各群の特長を素描すれば次の通りである。

E_1 群: はじめ強い恐れを示すが、すみやかに不安から回復する。

E_4 群: 抑制はそれほど大きくはないが、回復がややおくれ、また一度回復しても、再び反応が低下する傾向がある。

E_7 群: 抑制が最も大きく、回復もおくれるが、 CS の終止とともに反応は回復する。

E_{10} 群: 回復で停滞するばかりでなく、 CS が終止しても抑制が持続し、行動の絶対量が最も小さい。

E_{20} 群: 抑制は小さく、回復も比較的速い。

C_0 群: CS の効果は全く見られなかった。

論 議

この実験は CER 又は不安を確立するための条件、たとえば US の強化回数やその与え方、それに、これらのテスト方法において、 $LIBBY$ の実験とはかなり異なったものであったが、結果としては、彼の報告とだいたい一致するものであった。しかし、彼のテスト方法が単に 10 分間、不安を喚起する刺激 (CS) を継続して与えたのに対し、この実験では、テスト期間で 1 分間おきに 1 分ずつ断続して CS を与える手続を用い、結果の整理についても若干の方法をつけ加えたので、いくつかの新しい事実を見出すことができたようである。

1. 結果 (1) については、テスト P のオペラント水準が群間において統計的に無意味であることから、バー押し反応の抑制量をテスト L の反応数そのもので群間の比較をしたがこの結果は $LIBBY$ のものと大体一致しており、特に 5 分間テストの結果を支持するものである。

2. $LIBBY$ は抑制量の側定を CS 呈示前と呈示時の反応数の差異からのみしらべて

いるが、**CER** の測定のためには inflexion ratio を用いる方法が行われているので、この方法に従って結果を整理してみた。その結果は、結果 (2) に示された通り、(1) と同様の傾向を示したが、テスト **P** のオペラント水準がほぼ同じであったので、いずれの測定値からも同じ結果が得られたのは当然であろう。

3. ところで、**LIBBY** の場合は、テストの最初の 5 分間の結果と 10 分間のテストの結果が一致していないが、彼の手続のように、**CS** を 10 分間継続して呈示したばあいは、**E₁** 群のようなインターバルの短い実験群では、テスト事態において、**CS** の呈示後 **US** が与えられないとき条件づけ事態との弁別がいち早く成立するので、抑制はすみやかに消えるものと考えられる。しかし、たとえば **E₁₀** 群のようにインターバルのやや長い群であれば、インターバルの短い群より、条件づけ事態を弁別し難いので、抑制の性質が持続する。したがって長い期間（たとえば 10 分間連続して）**CS** を継続した場合は、抑制効果の持続する傾向はインターバルの長い群に特に大きくあらわれるであろう。しかし、インターバルがそれ以上長い群では条件づけの効果そのものが大きくないから、抑制の持続も大きくはない。

4. **LIBBY** の実験では **CS—US** インターバル 20 秒群が 5 分間テストの結果に比較して 10 分間テストの場合に特に大きな抑制を得たのは、不安の強さが大きかったためというよりも抑制の持続が大であったからといえそうである。

5. この実験では、さらにパー押し反応の抑制の回復、すなわち **CER** の消滅について、時間的な経過によってどう変化するかを吟味したが、この分析からは結果 (3) (4) (6) に示す通り、各群によってそれぞれ特性のあることがわかった。たとえば、Fig. 1 から明らかなように、**E₁₀** 群では **E₁** 群にくらべ、反応が全般的に抑制されていることがわかるのである。

6. 以上の結果は必ずしも接近の法則に合致してはいない。**CER** の実験においては、**LIBBY** のいうように、条件づけに最適のインターバルが回避反応の場合とは異なるのではないかということが当然考えられるが、これについての研究はまだ不充分である。

7. インターバル効果の研究としては、**CHURCH** ら (2) が遅延条件づけにおける回避反応について見出した事実、この実験とある程度一致する傾向がみられる。

8. 抑制の持続については、**I_D** の分析の結果から次のことが推測される。**CER** または不安の条件づけで、もし **CER** または不安がランプにのみ条件づけられているとすれば、**CS** が終止すれば不安は消えるはすである。それにもかかわらず、**CS** の終止後にも反応の抑制の持続がみられたのは、不安の汎化や **CS** に対する弁別の程度等がこれに関係しているからではないかと思われる。

要約と結論

この実験では、**CER** の獲得あるいは、不安条件づけに関与する時間的要因を検討した。時間要因の変数は **CS** 開始点と **US** 開始点のインターバルがそれぞれ 1, 4, 7,

10, 20 秒であった。実験の結果はインターバルが7秒のとき抑制効果は最大となった。また1秒から7秒までは抑制が急速に増大し、7秒以上は抑制が徐々に減少した。この結果は、LIBBY の見出した結果と一致するものである。

(昭和 34 年 1 月 26 日 原稿受付)

References

1. BRUSH, F. R., BRUSH, E. S., & SOLOMON, R. F. Traumatic avoidance learning: The effects of CS-US interval with a delayed-conditioning procedure. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1955, **48**, 285—293.
2. CHURCH, R. M., BRUSH, F. R., & SOLOMON, R. L. Traumatic avoidance learning: The effects of CS-US interval with a delayed-conditioning procedure. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1956, **49**, 301—308.
3. ESTES, W. K., & SKINNER, B. F. Some quantitative properties of anxiety. *J. exp. Psychol.*, 1941, **29**, 390—400.
4. HUNT, H. F., & BRADY, J. V. Some effects of electroconvulsive shock on a conditioned emotional response "anxiety". *J. comp. physiol. Psychol.*, 1951, **44**, 88—98.
5. KAMIN, L. J. The effects of CS-US interval with a trace conditioning procedure. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1954, **47**, 65—72.
6. LIBBY, A. Two variables in the acquisition of depressant properties by a stimulus. *J. exp. Psychol.*, 1951, **42**, 100—107.
7. MOWRER, O. H., & AIKEN, E. G. Contiguity vs. drive-reduction in conditioned fear: Temporal variations in conditioned and unconditioned stimulus. *Amer. J. Psychol.*, 1954, **67**, 26—38.

Abstract

A study of the temporal factors in the fear conditioning
in the albino rat

KOICHI NISHIKAWA

Department of Psychology, Waseda University

Libby (6) studied the temporal factors which worked at the acquisition of Estes-Skinner type conditioning. He found that the depressant effect was

maximum in 7~10 sec. intervals between the onset of the CS (light) and the onset of the US (aversive stimulus). The present study was designed to reexamine the Libby's results by using the procedure of Mowrer (7) and analyzed the factors acted in the fear-conditioning.

Subjects: 42 albino rats (25 males and 17 females) were used.

Apparatus: Skinner-box which had a grid floor.

Procedure: After 3 day bar-pressing training, Ss were divided into five experimental and one control groups. The experimental groups E₁, E₄, E₇, E₁₀, and E₂₀ had CS (blinking light)—US (0.35 mA, A C) pairing with 1, 4, 7, 10 and 20 sec. interval each. The length of the US was 3 sec. and both stimuli turned off at the same instant. In the course of the five days of training period, Ss made 60 trials reinforced bar pressing responses, and had the total of 7 fear-conditioning. Control group was given only US without CS. Test trials were made as follows:

Test P: After the Ss reached the criterion of the operant level, they were allowed to bar-pressing responses for five min. in dark.

Test L: Each Ss continued to bar-press for one min. with CS.

Test D: Each Ss continued to bar-press for one min. in dark. Test L & D were alternately repeated five times, one min. each, so the total of the L-D test was ten min.

Results:

- 1) The mean numbers of responses in Test L (Table 1) and the inflexion ratio (*I*) indicated that the depression is maximum at the 7-sec. CS-US interval. (Fig. 2 & Table 2)
- 2) In Test L, the recoveries from depression were greater in E₁ and E₂₀ than E₄, E₇, and E₁₀, especially in E₁₀, almost all behavioral patterns were depressed and the responses in Test D were also decreased (Fig. 1).
- 3) The CS effects were not seen in the control group.

Conclusion:

- 1) Depressant effect was the greatest around 7-sec. interval and decreased monotonously in both sides. These results coincided with Libby's in greater parts.
- 2) By this new method the characteristics of foregoing experiments which are important to investigate the nature of fear have been cleared to some degree.