

保持間隔が消去と潜在制止の相対的強度に及ぼす影響

— ラットの味覚嫌悪条件づけの事態における検討⁽¹⁾ —

石 井 澄

The Effects of Retention Interval on the Relative Strength of Extinction and Latent Inhibition of Conditioned Flavor-Aversion in the Rat.

Kiyoshi, ISHII

Abstract. This study was aimed to examine a prediction derived from retrieval interference account of extinction and latent inhibition effect. Since it is known that the effect of retroactive interference is stronger than that of proactive one, exposure of CS following conditioning (extinction) would cause a more marked decrease in conditioned response than preexposure of it (latent inhibition). After a long retention interval between CS exposure and the test, on the other hand, both of the effects should decrease, since the the memory of CS exposure would lose its effectiveness to interfere with that of conditioning. The results of the experiment revealed that while the extinction effect is more marked than latent inhibition effect after a short retention interval, this difference disappeared after a longer retention interval, and that the disappearance of the difference was caused by decrease in the extinction effect. The suggestion of these findings to the accounts of latent inhibition and extinction was discussed.

Key words: conditioned flavor-aversion, retention interval, latent inhibition, extinction, rats

パヴロフ型条件づけにおいて条件刺激（CS）に無条件刺激（US）とを対呈示し、CSに対する条件反応を形成させた後にCSのみを単独で呈示すると条件反応が弱まる。これを消去（extinction: Pavlov, 1927）と呼ぶ。他方、条件づけ試行に先行してCSを単独で呈示すると条

件反応の形成が遅延する。この現象が潜在制止 (latent inhibition, Lubow, 1973) である。操作的には、両者はC Sの単独呈示が条件づけ操作に先行するか後続するか点においてのみ異なる。

これらの現象を含む連合学習に関する諸事実については様々な説明モデルが提出されてきた(たとえば、Mackintosh, 1975; Pearce & Hall, 1980; Wagner, 1978, 1981) が、その多くは消去と潜在制止の両者をC S-U S間の連合強度の減少によって説明してきた。つまり、消去は条件づけによって生じた連合強度がC S単独呈示によって減少することであり、また潜在制止も同様に、C Sの前呈示が条件づけにおける連合強度の習得を妨害する過程を進展させる結果であると考えてきたのである。しかし最近になってBouton (1991, 1993, あるいはKraemer & Roberts, 1984 も参照のこと) は、消去や潜在制止は連合強度の減少すなわち習得不全ではなく、むしろ条件づけ経験に対応する記憶表象の検索がC Sの単独呈示に伴う記憶表象によってテスト時に妨害を受けることが原因であるとするとする新たな仮説を提出した。

この記憶検索干渉説によれば、C Sの単独呈示と条件づけという2つの経験は互いに独立した記憶表象を形成し、その過程においては両者の間に干渉は生じない。すなわち、条件づけ経験によって生じるC S-U S間の連合強度はそれに先行(潜在制止)あるいは後続(消去)するC Sの単独呈示という経験の有無に関わらず同程度となる。だが、テスト時にはC Sという同一の検索手がかりによって、一方は強化事象を伴うが他方はそれが随伴しないというこれら相矛盾する2つの経験が同時に検索されるために、後者が前者の想起を妨害する。これが消去と潜在制止の原因であると説明される。

さらにBouton (1993) によれば、C Sの単独呈示についての記憶表象は強化事象を含まないために、経験されてからの保持間隔が長くなるほど妨害効果を減じるが、条件づけ経験によって生じた記憶表象は、生体にとって重要な意味をもつU Sを含むために、少なくとも数週間という時間単位の間はほぼ完全に維持されると仮定される。

このような記憶検索干渉説からは、消去と潜在制止の相対的な効果に関して以下のような予測が導かれる。すなわち、まず同一回数のC Sの単独呈示によってその経験に対応する同程度の強さの記憶表象が形成されるなら、条件づけ後のC S単独呈示による消去の効果はC Sの前呈示による潜在制止の効果よりも大きい。なぜなら、消去の事態ではC S単独呈示の記憶表象は条件づけの記憶に対して逆向抑制としての妨害効果を与えるのに対し、潜在制止の事態では順向抑制的な妨害が生じると考えられるが、一般に前者の影響は後者よりも大きいことはよく知られた事実だからである。

さらに、消去と潜在制止の効果はいずれもC Sの単独呈示の経験からテストまでの時間間隔が増大するに連れて減少し、したがって両者の影響の程度にも差がみられなくなると予測される。なぜなら、単独呈示の記憶表象は時間経過とともに減衰し、妨害効果が弱くなると仮定されているからである。

消去手続きからテストまでの間隔の延長によって条件反応が回復する現象は、いわゆる「自発的回復」(Pavlov, 1927)として知られており、これまでにいくつかの条件づけ事態において確認されてきた(たとえば、Schneiderman, Fuentes, & Gormenzano, 1962; Wagner, Siegel, Thomas, & Ellison, 1964)。また、前呈示からテストまでの保持間隔を延長すると潜在制止の効果が減弱することも、たとえばAguado, Symonds and Hall (1994)により報告されている。しかし、保持間隔の延長に伴う消去と潜在制止の相対的な強度を直接に比較した研究はない。そこで本研究では、消去と潜在制止のそれぞれのための手続きの間でCSの前呈示からテストまでの間隔を等しくした場合に、記憶干渉説から導かれる上記の予測が確認されるかどうかを検証した。

実 験

この実験の目的は、条件づけ以前(潜在制止)あるいは以後(消去)のCS単独呈示による条件反応の減少の程度が、単独呈示からテストまでの保持間隔によって受ける影響を検討することである。したがって実験は単独呈示を経験しない統制群を加えた3群それぞれについて、保持間隔(3日間あるいは21日間)の2条件を設定した 3×2 の2要因計画とした。

方 法

被験体および装置 被験体として名古屋大学文学部心理学研究室の実験動物舎で出生・維持されたWistar系ラットの雌42匹を用いた。これらの被験体は実験開始時に約70日齢であった。これらの被験体をL:D=12:12の明暗周期の実験室に置かれた個別のケージ内で飼育した。室温と湿度はそれぞれは24度、50%に維持された。被験体に対する種々の操作はすべてケージ内で行なった。水および刺激溶液は室温の状態が目盛りのついた25mlのプラスチック製のシリンダーに入れ、それをステンレス製の飲み口に接続して与えた。CSは0.1%の濃度のサッカリンであり、またUSとしては0.5モルの塩化リチウム溶液を体重1kgあたり6mlの割合で腹腔内に投与した。

手続き 実験期間の最初の5日は給水制限期とし、すべての被験体に毎日12時からと17時からの2回、各30分間の水の摂取のみを許した。そしてこの期間の最終日の12時からの30分間の摂水量によって、被験体を潜在制止(LI)群、消去(EXT)群、そして統制(CONT)群のいずれか(各群14匹)に割り当てた。なおこれ以降の実験期間においても、長期保持の条件で給水制限を一旦解除した期間を除き、すべての被験体に対して毎日17時から30分間給水を行なったが、これは毎日の必要量を確保させるための手続きであったため、以下では12時からのセッションにおける手続きのみを記述した。

給水制限期終了の翌日(第6日)に、EXT群に対して10mlのサッカリンを摂取させ、その直後に塩化リチウムを投与する条件づけを行なった。またLI群とCONT群については10mlの水を摂取させた。続く第7日には、EXT群とLI群に対しては10mlのサッカリンを摂取させた。

またCONT群については10mlのサッカリンの摂取の直後に塩化リチウムを投与した。第8日にはLI群についてのみ10mlのサッカリンを摂取させ、その直後に塩化リチウムを投与し、EXT群とCONT群については10mlの水を摂取させた。

第8日の手続きの終了後、条件づけ期でサッカリンを摂取するのに要した時間に基づいて、3群の被験体を刺激の単独呈示を受けた第7日からテストまでの保持間隔が3日間の条件と21日間の条件の下位群(LI-3, LI-21, EXT-3, EXT-21, CONT-3, およびCONT-21の各群7匹ずつ)に分け、以降の手続きを行なった。

保持間隔が3日間の3群の被験体に対しては、条件づけの翌日(第9日)には10mlの水のみを与え、続く第10日をテスト日として30分間のサッカリンを呈示し、その間の摂取量を測定した。他方、保持間隔が21日間の3群については、第10日の12時から第18日の17時まで自由摂水状態とし、それから第19日の12時までを絶水とした。そして第19日から第27日までは、サッカリンの代わりに水を呈示する点を除いて第1日から第9日までと同様の摂水を行なわせた。すなわち、第19日から第23日までの5日間は毎日12時から30分間の摂水を許し、また第24日から第27日までは毎日10mlの水を摂取させた。

これらの手続きによって、LI群とEXT群の間では前呈示からテストまでの間隔が等しく3あるいは21日間となり、また保持間隔が21日間の群においても、その動因強度は保持間隔が2日間の群と同等となることが保証された。

結 果

条件づけ期において、CONT群の4個体のみが10mlの刺激を制限時間(40分)の間に摂取しなかったが、分散分析の結果は6群の平均摂取量の間には差がないことを示した[F(5,36) = 2.48]。したがって、CSの摂取量が結果に影響した可能性は排除できる。

テストにおける各群のサッカリンの摂取量をFig.1に示した。まず3日間の保持間隔では、EXT群はLI群はいずれもCONT群よりも摂取量が多く、明確な消去および潜在制止の効果が確認された。またEXT群はLI群と比較してもより多くの摂取量を示し、消去の手続きが潜在制止よりも効果が大きかったことを示している。これに対して21日間の保持間隔の後には、EXT群とLI群との間には大きな差が認められなかった。これはとくにEXT群の摂取量が3日間の保持条件よりも大きく減少した、つまり自発的回復が示されたことが影響していることを意味する。

これらの所見を統計的に確認するために3(刺激単独呈示)×2(保持間隔)の2要因の分散分析を行なったところ、単独呈示[F(2,36) = 62.19, p < .01]および保持間隔[F(1,36) = 10.62, p < .01]の各主効果と両者の交互作用[F(2,36) = 6.40, p < .01]がすべて有意であった。そこで、まず保持間隔の単純主効果について下位検定(LSD法)を行なった結果、消去群においてのみ有意差(p < .01)が確認された。つぎに単独呈示の主効果については、3日間の保持間隔の条件

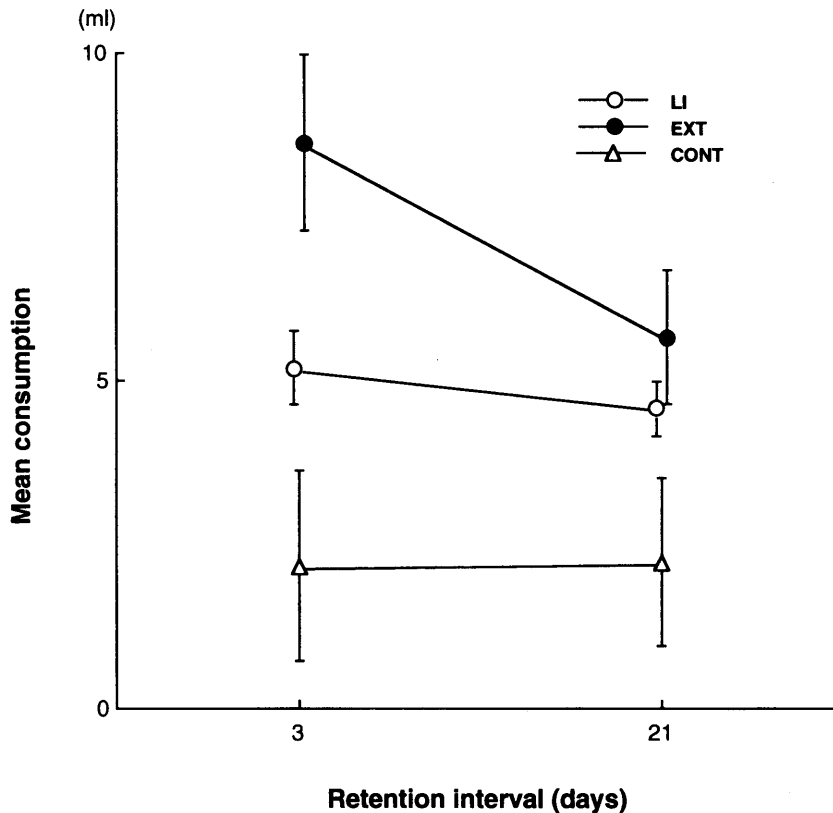


Fig.1. Mean amount of saccharin consumption on the test of the experiment.

では、EXT群がLI群とCONT群とも異なり ($p < .05$)、またLI群とCONT群の間にも有意差 ($p < .05$) が認められた。他方21日間の保持間隔においては、EXT群とLI群の間には有意差が認められず、両者とCONT群との間にのみ有意差 ($p < .05$) が示された。

これらの結果は、前呈示から短い保持間隔の後のテストでは消去の効果は潜在制止の効果よりも強いが、保持間隔が増大すると両者の間の差が小さくなるという記憶干渉説からの予測と合致した。

討 論

本実験では、同じ1回のCS単独呈示が短い保持間隔の後に条件反応を低下させる程度は、それが条件づけに先行する潜在制止の事態よりも条件づけ後に経験される消去の事態の方が強かったが、この事実それ自体は、順向抑制と逆向抑制の影響の違いという記憶干渉説による説明を必

要とするものではない。たとえば、本実験ではCS単独呈示の経験からテストまでの間隔を消去と潜在制止の事態の間で等しくしたために、条件づけからテストまでの間隔は前者の方が後者よりも長くなった。したがって、条件づけ効果の自然消去の程度の違いがこのような結果の原因であると考えられることも可能である。あるいは、条件づけの後とそれ以前ではCSに対する情報処理(注意)の程度が異なるために、その単独呈示によって生じる条件づけ効果の減弱にも違いが生じることも考えられる。

しかし、条件づけによる連合強度それ自体への影響がこれらの現象の原因だとみなすこのような仮説では、本実験における自発的回復現象は説明できない。なぜなら、自発的回復は条件反応の(消去経験の直後と比較した場合の)増強であるが、消去の手続きによってその時点の連合強度が減少したのであれば、その後の時間経過によってそれが減少すること(自然消去)は考えられるが、それが増加することは予測できないからである。すなわち、これらの習得不全説はそもそも自発的回復をモデルの視野には含めてこなかった(Bouton, 1993)のである。したがって、消去と潜在制止の短い保持間隔の後における相対的な効果の違いと、長い保持間隔後に自発的回復が示されたという両者の事実は、記憶干渉説により合致するものであると考えられる。

しかし先に議論したように、記憶干渉説からは潜在制止現象についても保持間隔の延長に伴う減弱が認められると予測される。本実験でこの点が明確に示されなかった原因については、前呈示の回数や保持間隔の絶対値などの変数間の相互作用が関係している可能性がある。

すなわち、予備的検討では潜在制止群と消去群の双方ともCSの単独呈示を3回にわたって受けたが、その場合には消去群で保持間隔の長さにかかわらずテストではCSに対する嫌悪がまったく示されなかった。記憶干渉説に従えば、この事実は3回のCS単独呈示についての記憶は長期の保持間隔後にも衰退しなかったことを意味するが、そのような事情から本実験では単独呈示の回数を1回のみとした。

しかし潜在制止については、筆者らの別の研究(芳賀他, 1997)において、1回の前呈示は21日後においても2日後と同等の効果をもつことが確認されている。本実験でも1回のCS前呈示が保持間隔の増大にもかかわらず明確な潜在制止を生じさせるという事実は、この知見を再確認するものであったが、逆に検索時の記憶干渉という過程のみによってこれらの現象が説明可能かどうかについては疑問を残すこととなった。なぜなら、消去においても潜在制止においても、CS単独呈示に対応する記憶は同じ減衰過程をたどると予測されるからである。したがってこの問題の解決のためには、消去においても潜在制止においても長期の保持間隔後にその効果の減衰が確認できる背景変数(前呈示回数、条件づけ回数、あるいは保持間隔)の下で実験を行なう必要があると考えられる。

引用文献

- Aguado, L., Symonds, M., and Hall, G.(1994). Interval between preexposure and test determines the magnitude of latent inhibition: Implications for an interference account. *Animal Learning and Behavior*, **22**, 188-194.
- Bouton, M. E.(1991). Context and retrieval in extinction and other examples of interference in simple associative learning. In L. W. Dachowski and C. F. Flaherty(Eds.), *Current Topics in Animal Learning: Brain, Emotion and Cognition*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bouton, M. E.(1993). Context, time, and memory retrieval in the interference paradigms of Pavlovian conditioning. *Psychological Bulletin*, **114**, 80-99.
- 芳賀康朗・菱村 豊・山田裕子・石井 澄 (1997). ラットの味覚嫌悪条件づけにおける保持間隔の関数としての潜在制止. 日本心理学会第61回大会発表論文集, p.768.
- Lubow, R. E. (1973). Latent inhibition. *Psychological Bulletin*, **79**, 398-407.
- Kraemer, P. J., and Roberts, W. A.(1984). The influence of flavor preexposure and test interval on conditioned taste aversion in the rats. *Learning and Motivation*, **15**, 259-278.
- Mackintosh, N. J.(1975). A theory of attention: Variations in the associability of stimuli with reinforcement. *Psychological Review*, **82**, 276-298.
- Pavlov, I.(1927). *Conditioned Reflex*. Oxford: Oxford University Press.
- Pearce, J. M., and Hall, G.(1980). A model for Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of conditioned but not unconditioned stimuli. *Psychological Review*, **87**, 532-552.
- Shneiderman, N., Fuentes, I., and Gormenzano, I.(1962). Acquisition and extinction of the classically conditioned eyelid response in the albino rabbit. *Science, N.Y.* **136**, 650-652.
- Wagner, A. R.(1978). Expectancies and the priming in STM. In S. H. Hulse, H. Fowler, and W. K. Honig (Eds.), *Cognitive Processes in Animal Behavior*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wagner, A. R.(1981). SOP: A model for automatic memory processing in animal behavior. In N. E. Spear and R. R. Miller (Eds.), *Information Processing in animals: Memory mechanisms*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wagner, A. R., Siegel, S., Thomas, E., and Ellison, G. D.(1964). Reinforcement history and the extinction of a conditioned salivary response. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **58**, 354-358.

脚注(1)本研究に示された実験は筆者の指導のもとに、名古屋大学文学部心理学研究室の専攻生4名(井口善生、磯友輝子、多田羅健太、田辺裕梨)によって実験演習の一環としてなされたものである。