味覚嫌悪学習における実験的研究¹

—unconditioned stimulus 経験のもたらす逆向的・順向的效果—

リハビリテーションセンター鹿教湯病院 坂 爪 一 幸²

The effects of unconditioned stimulus experience on taste-aversion learning : Retroactive and proactive effects on conditioned response

Kazuyuki Sakatsume (*Rehabilitation Center, Kakeyu Hospital, Chiisagata, Nagano 386-03*)

Two experiments were conducted to study the effect of US experience upon CR in the taste-aversion learning situation. In Experiment I, like many other learning situations (e.g., CER situation), it was tested whether the US experience had any effect on CR in the taste-aversion learning. After conditioning (CS₁: saccharin solution (0.1%), US: LiCl solution (0.15 mol)), rats received US alone six times. At this time, the effects of contextual cues were also tested. Then, the extinction procedure was administered to test the retroactive effect of US experience and the aversion to the CS₁ was tested. Further, rats were conditioned to the CS₂ (NaCl solution (9 g/l)) to study the proactive effect of the US experience. In Experiment II, the strength of US presented alone after conditioning was systematically varied across groups (0.05, 0.075, 0.15, 0.3, and 0.45 mol). The rest of the procedures were the same as in Experiment I. From Experiments I and II, it was found that the stronger the US strength was, the more reduced was the CR to the CS₁, and the more retarded was the formation of CR to the CS₂. The results suggest that the CS-US association exists in the taste-aversion learning, and the appearance of the CR was dependent on the state of the US memory.

Key words: rats, taste aversion, lithium chloride, post-conditioning, unconditioned stimulus experience, retro- and pro-active effect.

Pavlovian 条件づけでは、CS と US との時間的な接近提示という操作により、CR の生起を観察してきた。このことは研究者達の関心を、CS と US という事象間連合の問題へと向けさせてきた。そして、近年では条件づけ手続きにより、連合は“CS 中枢(表象)と US 中枢(表象)間に形成される”というように、一般的に記述されてきた。ところが、“CS 中枢(表象)”や“US 中枢(表象)”, それ自体についての言及はほとんどなされてはこなかった。今日、Rescorla によって、この問題に対する、新しい実験的アプローチがなされつつある。

¹ 本論文は、筆者が早稲田大学大学院に在学中に実施した実験にもとづくものであり、1981 年度修士論文の一部をまとめたものである。本実験は日本心理学会第 46 回大会において発表された。

² 本論文の作成にあたり、懇切な御指導と励ましをいただきました大正大学文学部福田典雅講師、また、実験の実施にあたり、御理解と御援助をいただきました早稲田大学教育学部服部 清・富田達彦両教授をはじめ、研究室の諸先生方の日頃の御指導と御支援に対して、心から感謝の意を表します。

これは、Rescorla (1974 a) による条件づけ過程の考え方の枠組と、Rozeboom (1958) が提唱した実験的操作の組みあわせによっている。Rescorla は条件づけ過程を、個々の事象の記憶構成と、記憶間の連合形成の過程としてとらえ、Rozeboom の唱えた、条件づけ終了後の US 価の操作という手続きを用いて研究をおこなっている。つまりこれは、条件づけ後に何らかの方法で、US 価を変化させたときに、CR に現われる変動を観察・分析することによって、US 記憶の性質、換言すると連合要素の同定が可能であるという論理によっている。この考え方に沿ってなされた US 価操作には、次のものがある。条件づけ終了後に、① US の反復提示 (Rescorla, 1973), ②強い US の反復提示 (Rescorla, 1974 b), ③動機づけ状態の操作 (e.g., 食物 US に対する飽食操作など, Holland & Rescorla, 1975), ④当該 US を、対立する特性をもつ別の US の信号に転換 (Holland & Rescorla, 1975), などである。以上の手続きを用いた実験結果から、Rescorla は次のように述べている。US 価の変化が逆向的に作用して、すでに形成されている CR に変動をもたらしめているということは、US 記憶が

CR の出現に介在していることを直接に示すものであり、個々の事象の記憶は、連合とは独立して操作することが可能である。さらに論をすすめ、かつての“S-S” vs. “S-R” の論争にかんがみて、US を単純に“刺激”的属性と“反応”的属性とに二分してしまうことをやめ、種々の情報がコード化された多重特性をもつものとして概念化し、連合要素の同定や、連合形成の要因を探究している (Rescorla, 1980)。

ところが味覚嫌悪学習の現象においては、この条件づけ後の US 価操作が、CR に何の影響も及ぼさないことが指摘されている (Dickinson & Mackintosh, 1978)。元来味覚嫌悪学習は、従来の伝統的学习とは異なるのではないということから、注目されてきた現象であった。この現象に対して、初めて実験室的な分析をおこなってきた Garcia, Rusiniak, & Brett (1977) は、“味覚-病気 (illness)” の条件づけは“刺激-電撃”の条件づけとは異なり、CS が学習のなされた時間-空間的文脈から独立していると主張している。つまり味覚 CS にたいする嫌悪反応が、いつでもどこでも観察されるのである。Garcia et al. はこれを“快楽価 (hedonic value)”の変化ということで説明している。味覚刺激のもつ“快楽価”自体が、条件づけ手続きによって、負の方向へ変化したことによると述べている (Garcia et al., 1977)。この考えは、味覚 CS と病気 US 間には、いかなる連合的構造も存在しないということを意味しているものであり、US 価操作にたいする CR の非感受性を説明するものでもある。しかし味覚嫌悪学習事態をもちいた研究において、US 価操作の図式にあてはまるとされる実験をみてみると、CR の非感受性を示す結果だけでなく (Brookshire & Brackbill, 1976; Holman, 1976; Riley, Jacobes, & LoLordo, 1976), CR に変化がみられたことを示す結果も存在する (Mikulka, Leard, & Klein, 1977)。また最近では味覚嫌悪学習も、他の事態の学習とは、質的に異なるものではないとする見方が大勢をしめてきている (Logue, 1979)。

そこで、本研究は味覚嫌悪学習事態を用いて、US 価操作が CR にもたらす影響を検討することを目的として、実験が計画された。

実 験 I

味覚嫌悪学習においても、条件づけ手続きにより、CS と US 間に連合的構造が形成されているならば、Rescorla (1974a) のいうように、条件づけ後の US 価操作は、CR に変動をもたらすと期待される。このことが条件づけ後に、条件づけ時と同一の US を反復提示するという、US 価操作を用いて検討された。また、次のこともあわせて検討をおこなった。前述した CR の非感受性を報告している実験では、US 価操作時の US 提示が、

Table 1
Outline of the procedure for Experiment I

Group	Phase				
	1	2	3	4	5
P-Li	CS ₁ +US	US	CS ₁	CS ₂ +US	CS ₂
P-Li・D	CS ₁ +US	US†	CS ₁	CS ₂ +US	CS ₂
P-Sal	CS ₁ +US	NS	CS ₁	CS ₂ +US	CS ₂
U-Li	CS ₁ /US	US	CS ₁	CS ₂ +US	CS ₂
U-Sal	CS ₁ /US	NS	CS ₁	CS ₂ +US	CS ₂
CS ₁ : Saccharin			US: LiCl (0.15 mol)		
CS ₂ : NaCl			NS: Saline		

† Presented in different situation.

いずれも条件づけ期と同じ事態でなされている。そのために、US 価操作時に、US と何らかの文脈手がかり (背景刺激) との間に条件づけが生起していた可能性が存在する。結果として、その文脈手がかりと CS とが存在するテスト事態では、連合強度の加算が生じ、CR に変化が観察されなくなることが予想される (e.g., Rescorla & Wagner, 1972)。そこで、文脈手がかりの影響を明らかにするために、US が反復提示される事態を変えた条件を設定した。さらに、US 反復提示の経験が、順向的に作用する効果をみるために、第2の CS への条件づけも試みられた。

方 法

被験体 実験開始時に体重 230—280 g の雄の白ネズミを 50 匹。すべての被験体は実験にナイーブで、実験以前及びその期間中、各々のケージで自由に餌を得ることができた。

装置 同型の実験箱を 5 個使用 (厚さ 5 mm の透明アクリル板製, 25×25×25 cm)。実験箱の底から 7 cm のところに、直径 2 mm の真鍮棒が中心間隔 1 cm で周囲の壁に埋め込まれ、フローアとして固定されている。実験箱の正面に向かって、右端から 6 cm、後方から 10 cm のところに、天井より給水器の飲み口が下方に向かって 6 cm の長さで突出している。給水器はガラス製で、飲み口の直径は 3 mm、摂取量は 0.1 ml まで測定可能である。実験箱の壁面は、天井及び正面を除いて、外側から黒色の模造紙でおおわれている。実験中には、照度 16 lx (実験箱のフローア上) の白熱電球が常時点灯されていた。

手続き 十分にハンドリングがなされた後、すべての被験体は各々のホームケージで、次のような給水制限をうけた。給水は、摂水訓練開始の 3 日前には 1 日 30 分、2 日前には 1 日 20 分、前日には 1 日 10 分間だけおこなわれた。翌日から順応段階として、実験箱への馴致と、摂水量のベースラインを得る目的とで、摂水訓練が 1 日 10 分間、連続 7 日間実験箱でなされた。実験期間中は、

実験箱以外での給水はいっさいおこなわれなかった。実験は Phase 1—5 からなり、Phase 1 で条件づけがなされるか (Paired), なされないか (Unpaired), Phase 2 で US 経験 (LiCl) をうけるか, うけないか (Saline), 別な事態で施されるか (Different) によって, 5 群が設けられた。Phase 3 はテスト期であり, Phase 4—5 では, 第 2 の CS への条件づけを全群におこない, CR 形成に及ぼす US 経験の効果を試した。以上の実験手続きが Table 1 に要約され, 各群名のハイフンの前・後は Phase 1, 2 での操作をそれぞれ表わしている。実験手順を詳述すると次のようになる。

Phase 1: すべての被験体は, 1 群 10 匹ずつランダムに 5 群に分けられ, 条件づけ手続きをうけた。CS₁ には濃度 0.1% のサッカリン溶液が, また US には濃度 0.15 モルの LiCl 溶液が, 個体の体重の 1% 量, 腹腔内へ注射されることによって生じる一時的な病的状態が用いられた。この CS₁ と US が, P-Li 群, P-Li・D 群そして P-Sal 群に古典的条件づけの手続きにしたがって, 対提示された。US は 10 分間の CS₁ 提示直後に投与され, 注射後ホームケージにもどされた。条件づけは 1 日 1 試行, 計 2 試行実施された。各試行間には 2 日間の回復日がおかれ, 実験箱内で飲料水が 1 日 10 分間提示された。統制群として, U-Li 群と U-Sal 群が設けられ, これらの群には長時間の痕跡条件づけ手続きが施された。すなわち, 10 分間の CS₁ 提示直後にホームケージにもどされ, 翌日実験箱内で飲料水を 10 分間提示した後, ただちに US が投与された。そして次の日は実験群の回復日と同様に, 飲料水だけが与えられた。

Phase 2: 次に P-Li 群と U-Li 群に対しては, CS は全く提示されずに, 実験箱内で 10 分間の摂水終了後ただちに条件づけ時と同一の US が投与された。この際, 実験箱に対する嫌悪の条件づけ効果をテストするた

めに, P-Li・D 群が設けられた。この群には摂水終了から 2 時間後に, ホームケージで US が与えられた。P-Sal 群と U-Sal 群には, US の代わりに, 同量の生理食塩水が実験箱内で注射された。US は 1 日 1 試行, 計 6 試行提示された。各試行間には, 2 日間の回復日がおかれ, 飲料水が実験箱内で 1 日 10 分間与えられた。

Phase 3: 続いてすべての被験体に, 消去手続きによって CS₁ に対する嫌悪条件づけの程度がテストされた。US を全く用いずに, CS₁ が全群に 1 日 10 分間提示された。消去手続きは 1 日 1 試行, 計 10 試行なされた。各消去試行間には 2 日間の間隔がおかれ, 飲料水が実験箱内で 1 日 10 分間与えられた。

Phase 4: 次に US の反復提示の経験がもたらす, 順向的な効果をテストするために, すべての群に対して, CS₂ (NaCl 溶液, 9 g/l) への条件づけがおこなわれた。条件づけ手続きは, CS が NaCl であること以外, Phase 1 と同じであり, 1 日 1 試行, 計 2 試行なされた。各試行間には 2 日間の回復日がおかれ, 飲料水が 1 日 10 分間実験箱内で与えられた。

Phase 5: 最後に CS₂ に対する条件づけの効果がテストされた。US を全くもちいずに, CS₂ が 10 分間提示された。テストは 1 日 1 試行, 計 2 試行であった。各試行間には Phase 4 と同様に, 2 日間の間隔がおかれ, 飲料水が 1 日 10 分間実験箱内で与えられた。

結果及び考察

全部で 50 匹の個体の溶液摂取量が, 資料として用いられた。各個体の資料は対数変換 ($\log[x+1]$) 後に, 統計処理が施された。各群 10 匹ずつの被験体について, 摂水訓練最終日の平均摂水量と, Phase 1, 3, 4, 及び 5 における CS₁, CS₂ の平均摂取量を試行毎にプロットしたものが Fig. 1 に図示されている。

はじめに, 摂水訓練最終日の摂水量を分散分析で検定したが, 有意な差は認められなかった。次に Phase 1 における CS₁ の摂取量を 5 (群) × 2 (試行) の 2 要因の分散分析で検定した。すると群間, 試行間, そして交互作用とに, それぞれ有意な差が認められた ($F=41.15$, $df=4/90$; $F=162.51$, $df=1/90$; $F=32.40$, $df=4/90$; すべて $p<.01$)。そこで Phase 1 の 1 試行目の CS₁ 摂取量の差を検討してみたが, いずれの群間にも有意な差はいっさい認められなかった。以上のことから, ランダムに選ばれた各群の被験体の間に偏りがなく, 条件づけをうけた P 群では嫌悪の発達がみられるが, U 群ではみられていないことが示されている。次に Phase 3 における各群の CS₁ 摂取量を検討した。2 試行を 1 ブロックとして, 5 (群) × 5 (ブロック) の 2 要因の分散分析で検定した。すると群間, ブロック間, 交互作用とに, それぞれ有意な差が認められた ($F=210.99$, $df=4/475$; $F=42.05$, $df=4/475$; $F=7.54$, $df=16/475$; すべて

Fig. 1. Mean amount of water (W) and fluid consumed per trial during Phases 1 (conditioning to the CS₁), 3 (extinction to the CS₁), 4 (conditioning to the CS₂), and 5 (extinction testing to the CS₂) in the Experiment I.

$p < .01$). そこで各ブロック毎に群間差を検討したところ、すべてのブロックで有意差がみられた ($F=173.65$; $F=55.94$; $F=45.95$; $F=29.00$; $F=19.78$; すべて $df=4/95$, $p < .01$). さらに、各群の嫌悪の程度と持続をみるために、第1ブロック、及び第5ブロックにおける個々の群間差を Ryan 法 (岩原, 1965) をもちいて t 検定した。その結果、全体の有意水準を5%とする時、第1ブロックでは、U-Sal 群と P-Sal 群、U-Sal 群と P-Li 群、U-Sal 群と P-Li・D 群、U-Li 群と P-Sal 群、U-Li 群と P-Li 群、U-Li 群と P-Li・D 群、P-Sal 群と P-Li 群、そして P-Sal 群と P-Li・D 群の各条件間に差がみられた ($t(95)=19.73, 15.81, 15.75, 19.27, 15.36, 15.29, 3.92, 3.98$)。第5ブロックでは、P-Sal 群と U-Sal 群、P-Sal 群と U-Li 群、P-Sal 群と P-Li 群、そして P-Sal 群と P-Li・D 群の各条件間に差が認められた ($t(95)=7.53, 7.41, 6.66, 6.19$)。

続いて、CS₂ の摂取量の差を検討するために、CS₂ への条件づけ前日の摂水量を1要因の分散分析で、また Phase 4、及び5の CS₂ 摂取量については、5(群)×2(試行)の2要因の分散分析で、それぞれ検定した。すると、条件づけ前日の摂水量には有意な差はみられなかったが、Phase 4 の群間、試行間、交互作用 ($F=21.20$, $df=4/90$; $F=47.81$, $df=1/90$; $F=5.69$, $df=4/90$; すべて $p < .01$), そして、Phase 5 では群間にのみ、それぞれ有意差が認められた ($F=27.16$, $df=4/90$, $p < .01$)。そこで、Phase 5 のテスト2試行を、1ブロックとして、Ryan 法で検定した。全体の有意水準を5%とする時、U-Li 群と U-Sal 群、P-Li・D 群と U-Sal 群、P-Li 群と U-Sal 群、U-Li 群と P-Sal 群、P-Li・D 群と P-Sal 群、P-Li 群と P-Sal 群、U-Li 群と P-Li 群、そして P-Li 群と P-Li・D 群の各条件間に差がみられた ($t(95)=7.72, 7.35, 3.46, 7.54, 7.17, 3.28, 4.26, 3.89$)。

本実験において、Garcia et al. (1977) の主張からは次の結果が予想される。つまり、味覚 CS と病気 US の対提示は、味覚 CS の“快楽価”の変化をもたらしているはずである。したがって、条件づけ後になされる US 反復提示の経験の有無にかかわらず、両者に同程度の嫌悪反応が観察されると考えられる。そこで、同じ CS と US の対提示をうけた P-Li 群、P-Li・D 群、及び P-Sal 群では CS₁ の摂取量に差がないことが予想される。一方、味覚嫌悪学習でも他の事態の学習と同様に、条件づけ手続きにより、CS と US との間に何らかの連合的構造が形成されるとすれば、US の反復提示によって生じる、US 価の変化に応じた変動が CR に観察されるはずである。したがって、P-Li 群、P-Li・D 群と、P-Sal 群との間には CS₁ の摂取量について差がみられることが期待される。

Fig. 1 及び検定結果から明かなように、条件づけ操作をうけた P-Sal 群、P-Li 群、P-Li・D 群の3群は、統制群である U-Sal 群や U-Li 群に比べて、CS₁ の摂取量が低下しており、嫌悪が形成されている。しかし、実験群中、その嫌悪の程度には違いがみられている。つまり、P-Sal 群では顕著な条件づけがみられ、その効果が持続しているのに対して、US 経験を施された P-Li 群と P-Li・D 群においては、嫌悪の消失がすみやかである。換言すれば、CR の低下が観察されている。このことは US 価操作が逆方向的に CR に変動をもたらしたことを示すものであり、Garcia et al. (1977) の主張とは異なっており、味覚 CS と病気 US 間にも、何らかの連合的構造が存在していることを示唆するものである。Rescorla (1973) は CER (conditioned emotional response) 事態をもちいた実験で、条件づけ後の US 反復提示が CR の低下をもたらしたことを報告している。そしてこれは、有機体が条件づけ時に形成した US 記憶が、US の反復提示によって habituation を起こし、低下したことによると考えられている。本実験の結果も、この考えを支持するものと思われる。

次に、US 経験の順向的な効果をみてみる。もし US 反復提示の経験が、順向的にも影響を与えるとすれば、そのような経験をうけた P-Li 群、P-Li・D 群、U-Li 群の3群と、経験を施されなかった P-Sal 群や U-Sal 群との間に、CS₂ の摂取量について、違いが観察されると期待される。

Fig. 1 及び検定結果から明かなように、US の反復提示をうけた上記の3群において、CS₂ にたいする CR の形成が妨げられている。つまり、US 経験は、逆方向的に作用しただけでなく、順向的にも影響を及ぼし、CR の形成に対して、阻害効果をもたらすことが示されている。

最後に文脈手がかりの影響を明らかにするために、US 反復提示の事態が異なっていた、P-Li 群と P-Li・D 群とを、CR への逆方向的効果・順向的な効果について、それぞれ比較検討した。もし、US 反復提示期に、文脈手がかりと US との間に条件づけが生起していたとすれば、US が実験箱でくり返し提示された P-Li 群と、ホームケージで与えられた P-Li・D 群との間に、それぞれの効果について、差がみられることが予想される。

逆方向的効果への文脈手がかりの影響をみるために、Phase 3 の P-Li 群と P-Li・D 群の CS₁ 摂取量を検討したが、消去試行中両群間に差は認められなかった。しかし、統制群である U-Sal 群を基準として比較した場合、P-Li 群が消去7試行目まで有意差を示したのに対して、P-Li・D 群では消去4試行目までであった (P-Li 群: $t(18)=16.12^{***}, 7.33^{***}, 4.58^{***}, 3.49^{**}, 2.80^{*}, 2.11^{*}, 2.17^{*}$; P-Li・D 群: $t(18)=23.11^{***}, 7.86^{***},$

4.93***, 2.68*; *** $p < .001$, ** $p < .01$, * $p < .05$). このことは文脈手がかりが, CR の低下効果を弱めるように作用していることを示唆するものと思われる. 順向的な効果にたいする影響は, 前述の Phase 5 の CS₂ 摂取量に関する検定結果や, Fig. 1 から明らかなように, P-Li 群と P-Li・D 群間に有意差がみられており, P-Li 群では CR 形成の阻害効果が小さくなっている. つまり, 文脈手がかりが, CR 形成の阻害効果を弱めるように作用していることを示している. しかし, 単純に文脈手がかりへの条件づけ効果の差に帰すには, 次の2点が問題になる. 1つは, P-Li 群と同一の仕方, US 経験を施された U-Li 群では, 阻害効果が P-Li 群のように弱められていないという点, もう1つは, CS₂ への条件づけ前日の摂水量や, 条件づけ1試行目の P-Li 群の CS₂ 摂取量に低下がみられていないという点である. そこで第1点については, US 経験をうけた3群の条件差を考えてみると, CS₁ と US が対提示されたかどうか, US が実験状態で反復提示されたかどうかという点が異なっていた. このことから, 味覚 CS の存在と文脈手がかりとの相互作用が考えられる. 従来の研究から, 味覚刺激には“CS”的機能と“US”的機能の両方が存在すると指摘されており, 音や光のような外的刺激といっしょに提示されて, 病気を条件づけられるような, 病気に対する CS としての機能が強調される場合, 外的刺激と病気との条件づけを仲介することが示されている (Morrison & Collyer, 1974). このことと, US 経験が実験箱で与えられたことを考えあわせると, P-Li 群で, 文脈手がかりへの条件づけが最も強くなっていると推定される. また第2点については, 文脈手がかりが, overt な CR を喚起することなしに, US と連合していることが可能性として考えられる. たとえば, Konorski (1967) が提唱したように, 文脈手がかりに対して, 何らかの preparatory response が条件づけられていて, 消去せずに, CS₂ への条件づけ時に作用したと考えることが可能である. 以上のことを考慮に入れば, 上述の結果が文脈手がかりへの条件づけ効果の差ということで, 説明可能となる.

実 験 II

実験 I の結果から, 味覚嫌悪学習においても, CS と US との間に連合的構造が存在することが確認された. そこで, Rescorla の条件づけ過程のモデルが妥当であるとする, CR の出現は CS 記憶と US 記憶の状態と, 記憶間の連合結合の状態とに依存していることになる. ゆえに, もし US 記憶の状態を組織的に変化させたとすれば, 対応した変動が CR にも生起するはずである. 実験 II では, 反復提示の際に, US の強度を変えたとき, その変化に応じた変動が CR に観察されるかどうかを検討

Table 2
Outline of the procedure for Experiment II

Group	Phase				
	1	2	3	4	5
0.05	CS ₁ +US	LiCl(0.05 mol)	CS ₁	CS ₂ +US	CS ₂
0.075	CS ₁ +US	LiCl(0.075 mol)	CS ₁	CS ₂ +US	CS ₂
0.15	CS ₁ +US	LiCl(0.15 mol)	CS ₁	CS ₂ +US	CS ₂
0.3	CS ₁ +US	LiCl(0.3 mol)	CS ₁	CS ₂ +US	CS ₂
0.45	CS ₁ +US	LiCl(0.45 mol)	CS ₁	CS ₂ +US	CS ₂
Control	CS ₁ +US	Saline	CS ₁	CS ₂ +US	CS ₂
	CS ₁ : Saccharin		US: LiCl (0.15 mol)		
	CS ₂ : NaCl				

討することを目的として, 実験が計画された.

方 法

被験体 実験開始時に, 体重 230—280 g の雄の白ネズミを 61 匹. すべての被験体は, 実験 I と同様に, 実験にナイーブで, 実験以前及びその期間中各々のケージで自由に餌を得ることができた.

実験装置 実験 I で使用されたものと全く同一の装置が用いられた.

手続き 十分にハンドリングのなされた後, すべての被験体は, 各々のホームケージで, 実験 I と全く同じ給水制限, ならびに実験箱での摂水訓練をうけた. 実験は, Phase 1—5 の 5 Phase からなり, Phase 1 では全群に条件づけが施され, 続く Phase 2 での操作の違いによって, 全部で6群が設けられた. ここでは, US の強度が5段階に設定されて, それぞれの群に反復提示された. 統制群には生理食塩水が投与された. Phase 3—5 は実験 I と同様である. 以上の実験手続きが Table 2 に要約されている. 実験手順を詳述すると次のようになる.

Phase 1: 各被験体は, サッカリン溶液 (CS₁: 濃度 0.1%) が 10 分間提示された後, ただちに LiCl 溶液 (US: 濃度 0.15 モル, 個体の体重の 1% 量) が腹腔内に投与された. 注射後, 被験体はすぐにホームケージにもどされた. この条件づけ手続きが 1 日 1 試行, 計 2 試行なされた. 各試行間には 2 日間の回復日がおかれ, 飲料水が実験箱内で 1 日 10 分間提示された.

Phase 2: 条件づけの終了した各被験体は, US 反復提示の操作を施された. この際すべての被験体は, 提示される US 強度 (濃度) の違いによって, 5 群の実験群と統制群とにランダムに分けられた. 実験群には 0.05, 0.075, 0.15, 0.3, そして 0.45 群の各群が設けられた. 実験群中, 0.05 群とは濃度 0.05 モルの LiCl 溶液 (US) が, 個体の体重の 1% 量を腹腔内へ注射されたことを表わすものとする. すなわち, 各実験群の名称は反復提示される US の強度を示している. 統制群には, 同量の生理食塩水が腹腔内へ投与された. 全群とも, 注射は実験

箱内での摂水終了から2時間後に、ホームケージでなされた。USは1日1試行、計6試行提示された。各試行間には2日間の回復日がおかれ、飲料水が1日10分間実験箱内で与えられた。

Phase 3—5: 実験Iと全く同様である。

結果及び考察

61匹の被験体のうち、実験途上統制群の1匹が死亡したために、全部で60匹の個体の溶液摂取量が、資料として用いられた。各個体の資料は、対数変換 ($\log[x+1]$) 後に、統計処理が施された。各群10匹ずつの被験体について、摂水訓練最終日の平均摂水量と、Phase 1, 3, 4, 及び5における、CS₁, CS₂の平均摂取量を試行毎にプロットしたものがFig. 2に図示されている。

はじめに、摂水訓練最終日の摂水量を分散分析で検定したが、有意な差は認められなかった。次に、Phase 1におけるCS₁の摂取量を6(群)×2(試行)の2要因の分散分析で検定した。すると試行間のみ、有意差がみられた ($F=462.01$, $df=1/108$, $p<.01$)。以上のことから、ランダムに選ばれた各群の被験体の間に偏りがないこと、そして全群に等しく嫌悪の発達がみられていることが明らかである。続いて、Phase 3の各群のCS₁摂取量を、実験Iと同様に、2試行を1ブロックとして、6(群)×5(ブロック)の2要因の分散分析で検定した。すると群間、ブロック間、及び交互作用とに、それぞれ有意な差が認められた ($F=98.55$, $df=5/570$; $F=110.60$, $df=4/570$; $F=4.18$, $df=20/570$; すべて $p<.01$)。そこで、各ブロック毎に群間差を検討したところ、すべてのブロックで有意差がみられた ($F=19.54$; $F=21.35$; $F=31.00$; $F=25.83$; $F=19.22$; すべて $df=5/114$, $p<.01$)。さらに、各群の嫌悪の程度と持続をみるために、第1ブロック、及び第5ブロックにおける個々の群間差をRyan法で、 t 検定した。その結果、

全体の有意水準を5%とする時、第1ブロックでは、0.45群と統制群、0.3群と統制群、0.15群と統制群、0.45群と0.075群、0.45群と0.05群、0.45群と0.15群、0.3群と0.075群、0.3群と0.05群、0.15群と0.075群、0.15群と0.05群、そして0.3群と0.15群の各条件間に差がみられた ($t(114)=7.11, 6.80, 4.33, 6.55, 5.42, 2.78, 6.23, 5.11, 3.77, 2.65, 2.47$)。第5ブロックでは、統制群と全実験群間に差が認められた (0.45群: $t=8.02$; 0.3群: $t=7.32$; 0.15群: $t=7.06$; 0.075群: $t=7.61$; 0.05群: $t=7.98$; すべて $df=114$)。

次に、CS₂の摂取量の差を検討するために、Phase 4, 及び5のCS摂取量を、6(群)×2(試行)の2要因の分散分析で、それぞれ検定した。すると、Phase 4では群間、試行間、交互作用とに、それぞれ有意な差がみられ ($F=23.31$, $df=5/108$, $p<.01$; $F=67.64$, $df=1/108$, $p<.01$; $F=2.71$, $df=5/108$, $p<.05$)、Phase 5では群間にのみ有意差が認められた ($F=20.49$, $df=5/108$, $p<.01$)。そこで実験Iと同様に、Phase 5の2試行を1ブロックとして、Ryan法で検定した。全体の有意水準を5%とする時、0.45群と統制群、0.3群と統制群、0.15群と統制群、0.45群と0.05群、0.45群と0.075群、0.45群と0.15群、0.3群と0.05群、0.3群と0.075群、0.3群と0.15群、そして0.15群と0.05群の各条件間に差がみられた ($t(114)=8.11, 6.21, 3.04, 7.85, 5.62, 5.07, 5.94, 3.71, 3.17, 2.77$)。

Rescorla (1974b)は、条件づけ後に強いUSを反復提示すると、US記憶が上方修正されるので、CRの増大がもたらされる。一方、同一強度のUS反復提示はhabituationによるUS記憶の低下が生じ、CRの減少が観察されると述べている。このことにしたがえば、本実験では、条件づけ後に条件づけ時より、強い強度のUSが提示された0.3群と0.45群では、統制群に比べて、CRの増大、換言すればCS₁摂取量の減少が観察される。また同一強度のUSが与えられた0.15群では、統制群に比べてCRの低下、つまりCS₁の摂取量が多くなると予想される。さらに、Rescorlaの実験では、弱いUSの提示がなされる群が設定されていなかったが、この場合は、US記憶が下方修正されると考えられる。したがって、0.05群と0.075群では、統制群に比べて、CRの低下、すなわちCS₁摂取量の増大が観察されることが期待される。

Fig. 2及び検定結果から明かなように、条件づけ手続きをうけた全群で、CS₁の摂取量に低下がみられており、嫌悪が形成されたことが示されている。しかし、CS₁にたいする嫌悪の程度、換言すればCRの大きさは、各群により異なっている。CRの低下が最も大きかったのは、0.45群と0.3群であった。そして以下、

Fig. 2. Mean amount of water (W) and fluid consumed per trial during Phases 1 (conditioning to the CS₁), 3 (extinction to the CS₁), 4 (conditioning to the CS₂), and 5 (extinction testing to the CS₂) in the Experiment II.

0.15 群, 0.075 群及び 0.05 群, 統制群の順で, 低下効果が小さくなっていく傾向が明らかである。これらの結果は, さきの Rescorla の実験からなされた予想とは違い, すべての実験群で CR の低下が生じ, 低下の大きさは, 条件づけ後に反復提示された US 強度の強さに, ほぼ比例したものであることを示している。

次に CS₂ への条件づけ効果については, 条件づけ前の US 記憶の状態に依存するものと考えられる。つまり, US 記憶が最も強く形成されていると推定される 0.45 群において, 条件づけの効果が最も大きくなり, US 記憶が最も弱くなっていると思われる 0.05 群では, 条件づけ効果が最も小さくなることが予想された。

Fig. 2 及び検定結果から明らかなように, 予想とは異なり, US 経験をうけたすべての実験群で, CR の形成が妨げられている。そして, この CR 形成の阻害効果は, 反復提示された US 強度の強さに比例して, 大きくなっている。この結果は, むしろ従来から, US の “Pre-exposure effect” として報告されてきたものと一致している (Randich & LoLordo, 1979)。しかし, 本実験の手続きでは, 通常の “Pre-exposure effect” の実験操作と違い, US 提示と条件づけ試行との間には, CS₁ への消去試行が挿入されていた。この消去試行が, CS₁ と US 間の連合だけでなく, US 記憶自体をも弱めると考えれば, CS₁ に対する嫌悪の消去がはやかった群ほど, US 記憶が低下していると推定される。したがって, CS₂ に対する CR の形成も, US 記憶の低下の程度に対応して, 阻害されると予想される。本実験の結果は, CS₁ にたいする CR の低下の大きさにほぼ比例して, CS₂ への条件づけ効果が妨げられており, この考えに合致するものである。

一般的考察

以上のように, 実験 I の結果からは, Garcia et al. (1977) の主張とは違い, 味覚嫌悪学習でも, CS と US 間に連合的構造が存在していることが明らかにされ, Rescorla の実験結果や, モデルに一致していた。

実験 II の結果は, CR への逆方向的効果については, Rescorla の実験結果からなされた予想とは異なっていた。また, 順向的な効果に関しても, 予想とは反対の結果が得られていた。しかし, Rescorla (1974 a) のモデルは, 元来実験の結果を詳細に予測するほど精緻化されたものではなく, むしろ条件づけ過程の考え方に基本的な枠組を提供し, 条件づけでは CS-US 間の連合だけでなく, 各事象自体に関する有機体の学習や記憶も重要であるということを指摘しているものである。したがって, 学習事態や US の性質, 提示数, 提示間隔などの違いによって, 結果が異なる可能性が考えられる。この点を考慮した場合, 本実験では US 経験が, 逆方向的にも, 順向的にも, 対応した変化を CR にもたらしていること

は, Rescorla の基本的枠組を支持しているものといえよう。さらに, US には多重特性がコード化されているとした場合 (Rescorla, 1980), 本実験結果から, US 記憶には少なくとも “強度” に関する情報が含まれていることが示唆されていると思われる。今回の実験では US 記憶の “量” の側面に焦点をあわせたが, 今後は “質” 的な面や, CS 記憶をも含めた, 組織的研究が課題であろう。

要 約 と 結 論

本実験では味覚嫌悪学習事態で, 条件づけ後の US 価操作が, CR に及ぼす逆方向的効果, 順向的な効果, さらに US 価操作時の文脈手がかりの影響が検討された。その結果, 次のような事実が明らかになった。

1. 条件づけ後の US 反復提示は, 逆方向的・順向的に作用して, すでに形成されている CR の低下や, 新たな CR の形成を阻害した。
2. US 反復提示時の US 強度の違いは, 強さにほぼ比例して, CR の低下や, CR の形成を阻害した。
3. 文脈手がかりは, CR の低下・阻害の両効果を, 大きくはないが, 弱めるように作用した。

以上の結果から, 味覚嫌悪学習でも, CS と US との間には連合的構造が存在し, CR の発現には US 記憶が介在し, その状態の違いに対応した変化が CR にもたらされると結論することができる。

引 用 文 献

- Brookshire, K. H., & Brackbill, R. M. 1976 Formation and retention of conditioned taste aversions and UCS habituation. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 7, 125-128.
- Dickinson, A., & Mackintosh, N. J. 1978 Classical conditioning in animals. *Annual Review of Psychology*, 29, 587-612.
- Garcia, J., Rusiniak, K. W., & Brett, L. P. 1977 Conditioning food-illness aversion in wild animals: Caveant Canonici. In H. Davis & H. M. B. Hurwitz (Eds.), *Operant-Pavlovian interactions*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 273-316.
- Holland, P. C., & Rescorla, R. A. 1975 The effects of two ways of devaluing the unconditioned stimulus after first- and second-order appetitive conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 1, 355-363.
- Holman, E. W. 1976 The effect of drug habituation before and after taste aversion learning in rats. *Animal Learning and Behavior*, 4, 329-332.
- 岩原信九郎 1965 教育と心理のための推計学 日本文化科学社
- Konorski, J. 1967 *Integrative activity of the brain*.

- Chicago : University of Chicago Press.
- Logue, A. W. 1979 Taste aversion and the generality of the laws of learning. *Psychological Bulletin*, **86**, 276-296.
- Mikulka, P. J., Leard, B., & Klein, S. B. 1977 Illness alone exposure as a source of interference with the acquisition and retention of a taste aversion. *Journal of Experimental Psychology : Animal Behavior Processes*, **3**, 189-201.
- Morrison, G. R., & Collyer, R. 1974 Taste-mediated conditioned aversion to an exteroceptive stimulus following LiCl poisoning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **86**, 51-55.
- Randich, A., & LoLordo, V. M. 1979 Associative and non associative theories of the UCS preexposure phenomenon : Implications for Pavlovian conditioning. *Psychological Bulletin*, **86**, 523-548.
- Rescorla, R. A. 1973 Effect of US habituation following conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **82**, 137-143.
- Rescorla, R. A. 1974 a A model of Pavlovian conditioning. In V. S. Rusinov (Ed.), *Mechanisms of formation and inhibition of conditioned reflex*. Moscow : Academy of Science of the USSR. Pp. 1-25.
- Rescorla, R. A. 1974 b Effect of inflation of the unconditioned stimulus value following conditioning. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **86**, 101-106.
- Rescorla, R. A. 1980 *Pavlovian second-order conditioning : Studies in associative learning*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- 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.
- Riley, A. L., Jacobes, W. J., & LoLordo, V. M. 1976 Drug exposure and acquisition and retention of a conditioned taste aversion. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, **90**, 799-807.
- Rozeboom, W. W. 1958 "What is learned ?" An empirical enigma. *Psychological Review*, **65**, 22-33.
- 1983. 3. 3. 受稿, 1983. 11. 19. 受理——