

# キンギョのシドマン型回避・消去訓練に及ぼす R-S 間隔の効果の検討

獅々見 照・山本 和紀

(受付 2005 年 10 月 11 日)

Sidman (1953a) により開発された、いわゆるシドマン型回避条件づけは、フリーオペラントの報酬訓練（例えば、餌を正の強化子とするラットのレバー押し訓練）手続と対称となるフリーオペラントの回避訓練（例えば、電撃を負の強化子とするラットのレバー押し訓練）手続である。典型的な報酬訓練事態では、ラットはレバー押しをしなければ正の強化子（餌）を与えられない。しかしレバー押しをすれば、ラットは強化スケジュールに従って一定の強化子を得ることができる。いっぽうシドマン型回避訓練事態では、ラットはレバー押しをしなければ一定の頻度で（例えば、5 秒ごとに）負の強化子（電撃）を与えられる。そして、レバー押しをすると、その都度電撃を一定期間（例えば、30 秒間）延滞させることができる。ひとことで言うとシドマン型回避訓練は、報酬訓練同様反応し続けることが利益となるので、動物はこのような反応を獲得するのである。

シドマン型回避訓練では、被験体があらかじめ実験者により決められた反応（基準反応）をしなければ一定の間隔で短い不可避電撃がくり返し与えられる。この電撃間隔（SS 間隔という）は SS タイマーによりコントロールされている。そして、SS 間隔中に反応すると、SS タイマーに代って別のタイマー（R-S タイマーという）が作動し一定の間隔（R-S 間隔という）後に電撃が与えられ、その後は、ふたたび SS タイマーの作動へと切り替わる。また、R-S 間隔中に被験体が反応するとその都度 R-S タイマーはリセットされるようになっている。したがって、被験体が R-S 間隔よりも短い間隔で反応し続けられれば、まったく電撃を受けずに済むことになる。

典型的なシドマン型回避では、回避反応を誘発すると考えられる条件刺

激 (CS) が存在しないため, CS への恐怖条件づけを回避反応の獲得の前提とする Mowrer の 2 過程説 (Mowrer, 1947) を初めとする既存の回避理論に対する批判のひとつとなった。また, シドマン型回避は, 実験の自動化が容易であるのと, 反応率という, それまでの回避実験 (典型的には CS に対して回避反応が起きたか起きなかったかの全か無かの反応測度が記録される) よりも敏感な測度を提供できるので (Sidman, 1953a), 行動薬理などの応用分野でも広く使われて来た (see Thompson, & Boren, 1977)。

典型的なシドマン型回避訓練事態では, R-S 間隔が S-S 間隔の数倍である手続が用いられて来たが, シドマン型回避訓練の基本的パラメータであるこれらの間隔は回避遂行にどのような影響を及ぼしているのであろうか。

Sidman (1962) は, S-S 間隔が R-S 間隔に比較してかなり短いほどラットのレバー押し回避反応は速やかに獲得される, と述べている。また, Leaf (1965) は R-S 間隔を 20 秒に固定して, S-S 間隔が 1, 3, 5, 10, 20 秒の条件を設定して実験を行った結果, 5 秒以下の S-S 間隔ではラットのレバー押しが確実に獲得されたのに対して, S-S 間隔が 10 秒の条件では反応の獲得が低下し, 20 秒の条件ではかろうじて反応が獲得されたといえる程度であった。いっぽう, Clark と Hull (1966) は S-S 間隔 (= R-S 間隔) が 60 秒以上でもラットのレバー押し反応が確実に獲得されることを報告している。反応がいったん獲得されると, S-S 間隔と R-S 間隔の反応率に及ぼす影響は少し異なって来る。Sidman (1953b) は被験体内デザインで S-S 間隔と R-S 間隔を連続的に変化させるラットのレバー押し回避実験 (S-S 間隔は 0 から 50 秒までの 6 水準, R-S 間隔は 1.7 から 150 秒までの 11 水準) を行った。その結果, 最大の反応率が得られたのは, 各 S-S 間隔で, R-S 間隔が S-S 間隔と等しいか, それよりも少し短い条件の時であった。そして, R-S 間隔が S-S 間隔の 1/2 以下になると, 反応は消失した。

S-S 間隔や R-S 間隔のシドマン型回避遂行に及ぼす影響を検討する際に問題になるのが, 電撃提示後のバースト現象である (獅々見・前田・田巻, 1993; Sidman, 1966)。特に R-S 間隔が短くなると, 電撃によって反応が誘

獅々見・山本：キンギョのシドマン型回避・消去訓練に及ぼす R-S 間隔の効果の検討  
発され、その結果、直後に電撃が与えられるので、ふたたび電撃に対して  
反応するという、いわゆる「悪しき循環」が起きると考えられる。そして、  
このような条件下での高い反応率が回避反応の真の獲得遂行を隠ぺいして  
しまう可能性がある。

本実験では、S-S 間隔を30秒に固定し、R-S 間隔を S-S 間隔と同じ、また  
はそれよりも短くした条件を設けるとともに、訓練セッションを回避訓練  
セッションと消去訓練セッションに2分割して、各条件における反応遂行  
を比較検討した。

シドマン型回避訓練は、哺乳類や鳥類でなくとも、比較的下等な脊椎動  
物である魚類（キンギョ）でも可能である（Behrend, & Bitterman, 1963;  
Pinckney, 1968; 獅々見, 1987, 1990; 獅々見・前田・田巻, 1993; 獅々見・  
峰重, 2001; 獅々見・山本, 1994）。キンギョのシドマン型回避訓練の特徴  
は、比較的容易に学習が進むこと、種々のパラメータの操作により遂行が  
敏感に影響を受けること、基本的条件で得られた実験結果の再現性が高い  
ことなどである（獅々見・山本, 1994）。そこで、本実験では被験体にキン  
ギョを用いた。

## 方 法

被験体：被験体は、地元の業者から購入した実験的にナイーブな体長約  
7.5 cm のフナ尾のワキン64尾であった。各被験体は、スチロール樹脂製の  
水槽（18×30×17 cm）内に個別に飼育した。各水槽内には小石を 2 cm の  
高さに敷き、綿と活性炭を入れた小型の浄化用エアフィルターを設置し、  
水深は底面から15 cm とした。各被験体には、毎日の実験終了後にゆで卵の  
黄身を約 0.2 g ずつ与えた。飼育水槽および実験装置（後述する）内の水  
温は約25℃に維持した。飼育水槽および実験装置の設置された室内の照明  
は、タイマーにより毎日午前 6 時から午後 8 時までの14時間の点灯であっ  
た。

装置：装置は、Horner et al. (1961) に準拠して作製した魚用シャトル箱

4 台を使用した。各シャトル箱は、中央の水槽部分とこの両端に接する CS 部屋からなる。水槽部分の内径は  $26 \times 10 \times 11$  cm で、中央部には上底幅 6 cm、下底幅 11 cm、高さ 5.5 cm の台形のハードルがあった。水深はハードル上 2.5 cm とした。ハードル上 1 cm のところには 5 cm 間隔でシャトル反応 (後述する) 検出のための 2 対の光電スイッチ (OMRON 社製, E3S-IE2) が取り付けられていた。水槽部分の両側壁は薄いステンレス板が貼られており、電撃はこれらの間の水中に流された。また、水槽部分の天井は  $25 \times 10 \times 5.5$  cm の黒色アクリル板製の箱 (ただし、水槽部分に面した下部は厚さ 2 mm の白色アクリル板製) で覆われていた。2 つの CS 部屋の内径は、それぞれ  $8.8 \times 10 \times 11$  cm で、水槽部分と CS 部屋の間は厚さ 2 mm の白色アクリル板によって仕切られていた。2 つの CS 部屋には、フィードバック刺激 (以下、FS と略す) 用の白色ローソク球 (アサヒパーツ社製, 100 v, 約 5.5 w) が 1 個ずつ取り付けられていた (今回の実験では使用されなかった)。4 台のシャトル箱は、遮光を施した 4 段のラック (昭和アルミ社製, ネオラック, 90 cm 幅) 内に設置された。シャトル箱の刺激提示および反応の記録は、プログラマブル・コントローラ (OMRON 社製, SYSMAC-S6) とセンサーコントローラ (OMRON 社製, S3D) を用いて自動的に行った。

**US:** US は、0.65 v/cm の交流電撃で、その長さは 0.4 秒であった。

シャトル反応: 実験中、ハードルによって分けられた 2 つの部屋の間移動反応、すなわちシャトル反応が記録されたが、シャトル反応は、一方の部屋から移動し、ハードル上の 2 対のビームの近い方を遮った後に、遠い方のビームを遮り、さらに、このビームの遮断を開放するという、2 つの部屋の間を完全に移動することと定義された。シャトル反応は、センサーコントローラのプログラムによって定義され、検出された。

手続: 実験は、1 日 1 セッション (15 分間) で、馴致段階とシドマン型回避・消去訓練段階とからなる。実験に先立って 64 尾の被験体は無作為に 4 つの群 (1 群 16 尾) に分けられた。

獅々見・山本：キングヨのシドマン型回避・消去訓練に及ぼす R-S 間隔の効果の検討

馴致段階：この段階（4日間）では、各被験体は、1日1セッション（15分間）、シャトル箱内に何等の刺激提示を受けずに放置され、シャトル反応が記録された。

シドマン型回避・消去訓練段階：この段階（10日間）では、各被験体は、1日1セッション（15分間）、シャトル箱内でシドマン型回避・消去訓練を受けた。1日のセッションの前半（7分30秒間）はシドマン型回避訓練が実施された。4群の内の3群はシドマン型回避訓練を受けた。シドマン型回避訓練は、被験体がシャトル反応を行わない場合に電撃が一定間隔で与えられる S-S 間隔と、シャトル反応によって S-S 間隔がリセットされ、同時に反応から次の電撃までの一定の時間が保証される R-S 間隔とからなる。なお、R-S 間隔後の電撃の提示後は S-S 間隔に戻る。さらに R-S 間隔中の新たな反応は、R-S 間隔をリセット、再スタートさせる。GR. 7.5の被験体は S-S 間隔が30秒、R-S 間隔が7.5秒で訓練された。Gr. 15の被験体は S-S 間隔が30秒、R-S 間隔が15秒で訓練された。Gr. 30の被験体は S-S 間隔が30秒、R-S 間隔が30秒で訓練された。また、電撃提示中（0.4秒）のシャトル反応は、回避反応としては無効とした。Gr. CNT の被験体は、この間 S-S 間隔30秒でシャトル反応とは無関係に電撃を与えられた（古典的時間条件づけと呼ぶこともできる）。1日のセッションの後半（7分30秒間）は全ての群の被験体に対して消去訓練が行われた。消去訓練では電撃は与えられず、この間のシャトル反応はいかなる刺激提示にも影響しなかった。

データの処理：実験中、各被験体のシャトル反応数、受けた電撃回数がプログラマブル・コントローラを介して電磁カウンタに記録された。実験データの分析には桐木建始氏（広島女学院大学）によりウェブ上に公開された分散分析プログラム（ANOVA4）を用いた。

## 結 果

Fig. 1 は馴致段階およびシドマン型回避・消去訓練段階における各群の平均反応数を表したものである。なお、馴致段階の各群の平均反応数は回

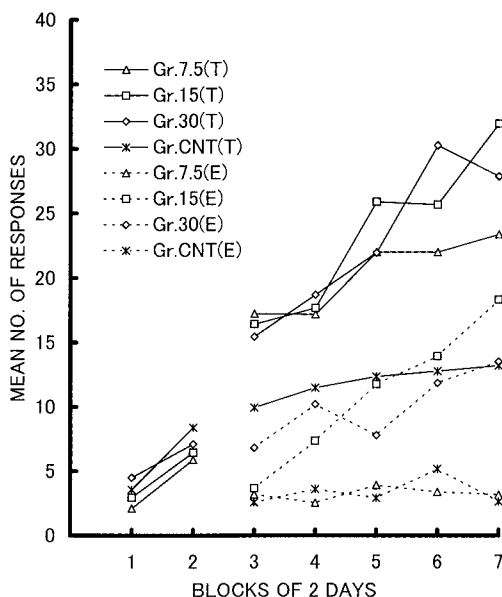


Fig. 1. Mean number of responses at Sidman avoidance-extinction training stage for the four groups. (T designates the avoidance training period of the stage; E designates the extinction training period of the stage).

避および消去訓練期間のそれぞれの長さ（7分30秒）に合わせて2で割った数値となっている。

馴致段階の各群の平均反応数は第2ブロックで増加しているが、それでも、1分間あたり約1.9回と低い水準にある。

馴致段階の各群の平均反応数に関して2要因（群とブロック）の分散分析を行った結果、群の効果は有意でなかった ( $F < 1$ )。ブロックの効果は有意であったが ( $F = 26.026, df = 1/60, p < .0001$ )、群とブロックの相互作用効果は有意でなかった ( $F < 1$ )。分散分析の結果から、実験に先立って行われた群分けに問題はなかったといえる。

回避訓練・消去段階の回避訓練期間中の平均反応数はシドマン型訓練を受けた3群とも訓練に伴って増加している。しかし、古典的時間条件づけ

獅々見・山本：キングヨのシドマン型回避・消去訓練に及ぼす R-S 間隔の効果の検討  
を受けた Gr. CNT のそれはやや増加の傾向を示したに過ぎなかった。また、  
回避訓練・消去段階の消去訓練期間中の平均反応数は、各群とも回避訓練  
期間中のそれに較べて著しく少ないのがわかる。さらに、馴致段階の平均  
反応数と較べると、Gr. 30 と Gr. CNT では反応水準が低くなっているのがわ  
かる。いっぽう、Gr. 7.5, Gr. 15では、消去訓練とともに馴致段階よりも反  
応数が増加している。

回避・消去訓練段階の各群の平均反応数に関して群を被験体間要因に、  
回避・消去訓練期間および訓練ブロックを被験体内要因とする 3 要因の分  
散分析を行った。その結果、群の効果は有意であった ( $F=5.259$ ,  $df=$   
 $3/60$ ,  $p<.01$ )。訓練期間 (回避対消去) の効果も有意で ( $F=315.061$ ,  $df=$   
 $1/60$ ,  $p<.0001$ )、群と訓練期間の相互作用効果も有意であった ( $F=$   
 $5.892$ ,  $df=3/60$ ,  $p<.01$ )。ブロックの効果は有意で ( $F=21.164$ ,  $df=4/$   
 $240$ ,  $p<.0001$ )、群とブロックの相互作用効果も有意であった ( $F=3.976$ ,  
 $df=12/240$ ,  $p<.0001$ )。さらに、訓練期間とブロックの相互作用効果も有  
意であった ( $F=6.890$ ,  $df=4/240$ ,  $p<.0001$ )。しかしながら、群と訓練期  
間とブロックの相互作用効果は有意でなかった ( $F=1.640$ ,  $df=12/240$ ,  $p>$   
.05)。

群と訓練期間の相互作用が有意であったので、単純主効果を検定したと  
ころ、回避訓練期間中の群の単純主効果は有意であった ( $F=6.597$ ,  $df=$   
 $3/120$ ,  $p<.001$ )。さらにライアン法により回避訓練期間における群間の多  
重比較を行った結果、Gr. CNT は他の 3 群との間に有意差が認められた  
(いずれも、 $p<.05$ )。また、消去期間中の群の単純主効果も有意であった  
( $F=4.074$ ,  $df=3/120$ ,  $p<.01$ )。ライアン法により消去訓練期間における群  
間の多重比較を行った結果、いずれの群間にも有意差は認められなかった  
(いずれも、 $p>.05$ )。さらに、各群における訓練期間の単純主効果はいずれ  
も有意であった (Gr. 7.5 ;  $F=141.749$ ,  $df=1/60$ ,  $p<.0001$  ; Gr. 15 ;  $F=$   
 $75.895$ ,  $df=1/60$ ,  $p<.0001$  ; Gr. 30 ;  $F=79.501$ ,  $df=1/60$ ,  $p<.0001$  ;  
Gr. CNT ;  $F=35.593$ ,  $df=1/60$ ,  $p<.0001$ )。この結果は、各群とも回避訓

練期間中に較べて消去訓練期間中では反応の水準が著しく低下したことを意味している。

また、群とブロックの相互作用効果が有意であったので、単純主効果を検定した結果、ブロック 3 とブロック 4 における群の単純主効果は有意でなかったが (ブロック 3 ;  $F < 1$  ; ブロック 4 ;  $F = 1.761, df = 3/300, p > .05$ )、その他のブロックでは群の単純主効果は有意であった (ブロック 5 ;  $F = 4.169, df = 3/300, p < .01$  ; ブロック 6 ;  $F = 6.418, df = 3/300, p < .001$  ; ブロック 7 ;  $F = 11.306, df = 3/300, p < .0001$ )。ライアン法によりブロック 5 からブロック 7 までの各群の多重比較を行ったところ、ブロック 5 においては Gr. 15 と Gr. CNT の間にのみ有意差が認められた ( $p < .05$ )。ブロック 6 においては、Gr. CNT と Gr. 30, Gr. CNT と Gr. 15, Gr. 30 と Gr. 7.5 の間に有意差が認められた (いずれも、 $p < .05$ )。ブロック 7 においては、Gr. CNT と他の 3 群、Gr. 7.5 と Gr. 15, Gr. 7.5 と Gr. 30 の間に有意差が認められた (いずれも、 $p < .05$ )。この結果は、訓練とともに Gr. 15 や Gr. 30 の反応水準が Gr. 7.5 や Gr. CNT のそれらを大きく上回ったことを意味している。また、各群におけるブロックの単純主効果を検定した結果、Gr. 7.5 においてはブロックの単純主効果は有意ではなかった ( $F = 1.491, df = 4/240, p > .05$ )。Gr. 15 においてはブロックの単純主効果は有意であった ( $F = 20.608, df = 4/240, p < .0001$ )。Gr. 30 においてもブロックの単純主効果は有意であったが ( $F = 10.463, df = 4/240, p < .0001$ )、Gr. CNT においてはブロックの単純主効果は有意でなかった ( $F < 1$ )。この結果から、図からは Gr. 7.5 の回避訓練期間中の反応数が訓練とともに増加する傾向を示しているものの、全体としては、Gr. 7.5 と Gr. CNT においては訓練効果が認められなかったといえる。

さらに、訓練期間とブロックの相互作用効果が有意であったので、単純主効果を検定した結果、すべてのブロックで訓練期間の単純主効果が有意であった (ブロック 3 ;  $F = 113.272, df = 1/300, p < .0001$  ; ブロック 4 ;  $F = 105.628, df = 1/300, p < .0001$  ; ブロック 5 ;  $F = 192.571, df = 1/300, p <$



獅々見・山本：キングヨのシドマン型回避・消去訓練に及ぼす R-S 間隔の効果の検討  
.0001；ブロック 6； $F=196.475$ ,  $df=1/300$ ,  $p<.0001$ ；ブロック 7； $F=213.387$ ,  $df=1/300$ ,  $p<.0001$ ）。この結果から、回避訓練と消去訓練における遂行差が訓練の初期から生じているといえる。

Fig. 2 は回避訓練期間中に Gr. CNT を除く 3 群が受けた平均 US 回数を表したものである。Gr. 7.5 は訓練に伴ってほとんど US 回数に変化していない。そして、この群の US 回数は、もしも全く反応しなければ受けたであろう 14 回よりも著しく多くなっている。Gr. 15 は、訓練の初期には、もしも全く反応しなければ受けたであろう US 回数（14 回）よりも多く（約 17 回）受けていたが、最終的には約 13 回まで減少している。Gr. 30 では、訓練の初期から 14 回よりも少ない回数の US を受け、さらに、訓練に伴ってこれを確実に減少させている。

回避訓練期間中の各群の平均 US 回数に関する分散分析の結果、群の効果は有意であった ( $F=143.100$ ,  $df=2/45$ ,  $p<.0001$ )。ブロックの効果は有意で ( $F=13.200$ ,  $df=4/180$ ,  $p<.0001$ )、群とブロックの相互作用効果も

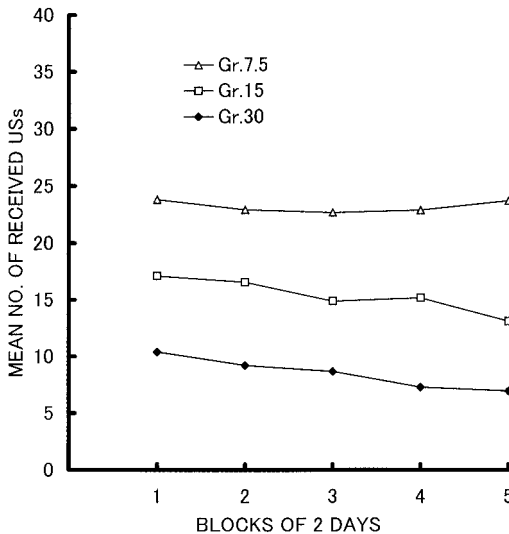


Fig. 2. Mean number of received shocks during Sidman avoidance training period for the three groups.

有意であった ( $F=3.978, df=8/180, p<.001$ )。ブロックごとに群の単純主効果を検定した結果、全てのブロックで群の効果が認められた (ブロック 3 ;  $F=81.033, df=2/225, p<.0001$  ; ブロック 4 ;  $F=84.033, df=2/225, p<.0001$  ; ブロック 5 ;  $F=88.358, df=2/225, p<.0001$  ; ブロック 6 ;  $F=109.198, df=2/225, p<.0001$  ; ブロック 7 ;  $F=129.026, df=2/225, p<.0001$ )。さらに、ブロックごとに群間の多重比較 (ライアン法による、有意水準は  $p=.05$ ) を行ったところ、全てのブロックで 3 群間に有意差が認められた (いずれも、 $p<.05$ )。さらに、Gr. 7.5 におけるブロックの単純主効果は有意ではなかった ( $F=1.236, df=4/180, p>.05$ )。Gr. 15 におけるブロックの単純主効果は有意で ( $F=11.001, df=4/180, p<.0001$ )、Gr. 30 のそれも有意であった ( $F=8.921, df=4/180, p<.0001$ )。以上の分析から、とくに Gr. 7.5 では US 回数を減少させる学習が成立していないといえる。

Fig. 3 はシドマン型回避・消去訓練段階の回避訓練期間中における各群の 1US あたりの平均反応数を表したものである。訓練に伴って Gr. 15 と Gr. 30

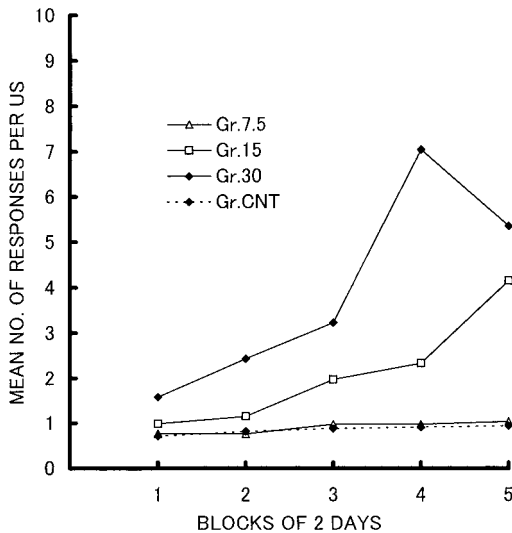


Fig. 3. Mean number of responses per a shock during Sidman avoidance training period for the four groups.

獅々見・山本：キングヨのシドマン型回避・消去訓練に及ぼす R-S 間隔の効果の検討

が 1US あたりの反応数を増加させているのに対して、Gr. 7.5 と Gr. 15 では 1US あたりの反応数がブロック間でほとんど変化していない。そして、それらの水準は 1.0 に近い値を示している。回避訓練期間中における各群の 1US あたりの平均反応数に関して分散分析を行った結果、群の効果は有意であった ( $F=8.876$ ,  $df=3/60$ ,  $p<.0001$ )。ブロックの効果は有意で ( $F=8.594$ ,  $df=4/240$ ,  $p<.0001$ )、群とブロックの相互作用効果も有意であった ( $F=3.573$ ,  $df=12/240$ ,  $p<.0001$ )。ブロックごとに群の単純主効果を検定した結果、ブロック 6 と 7 において有意差が認められた (ブロック 3;  $F<1$ ; ブロック 4;  $F=1.192$ ,  $df=3/300$ ,  $p>.05$ ; ブロック 5;  $F=2.348$ ,  $df=3/300$ ,  $p>.05$ ; ブロック 6;  $F=16.467$ ,  $df=3/300$ ,  $p<.0001$ ; ブロック 7;  $F=9.743$ ,  $df=3/300$ ,  $p<.0001$ )。ブロック 6 における群間の多重比較 (ライアン法による、有意水準は  $p=.05$ ) を行ったところ、Gr. 7.5 と Gr. 30, Gr. 15 と Gr. 30, Gr. 30 と Gr. CNT の間に有意差が認められた (いずれも,  $p<.05$ )。ブロック 7 における群間の多重比較 (ライアン法による、有意水準は  $p=.05$ ) を行ったところ、Gr. 7.5 と Gr. 15, Gr. 7.5 と Gr. 30, Gr. 15 と Gr. CNT, Gr. 30 と Gr. CNT の間に有意差が認められた (いずれも,  $p<.05$ )。さらに、各群ごとにブロックの単純主効果を検定したところ、Gr. 7.5 と Gr. CNT ではブロックの効果は有意ではなかった (いずれも,  $F<1$ )。いっぽう、Gr. 15 ではブロックの効果は有意で ( $F=4.665$ ,  $df=4/240$ ,  $p<.01$ )、Gr. 30 でもブロックの効果は有意であった ( $F=14.574$ ,  $df=4/480$ ,  $p<.0001$ )。

## 考 察

平均反応測度と US 回数測度の結果を総合すると、シドマン型回避・消去訓練によって Gr. 15 と Gr. 30 の両群はシャトル反応の獲得を示したが、Gr. 7.5 と Gr. CNT の両群は反応の獲得を示さなかったといえる。

Gr. CNT は古典的時間条件づけ手続を受けたが、シドマン型回避・消去訓練段階において、訓練とともに反応数を増加させることはなかった (とく

に消去訓練期間中の結果から)。本実験の Gr. CNT と同様の条件は獅々見ほか (1993) でも採用されている。彼らの実験では Gr.  $\overline{AB}$  は毎日15分間の訓練中、30秒ごとに本実験と同じ電撃が与えられた。その結果、Gr.  $\overline{AB}$  では反応数はブロック 5 で1セッションにつき約56回 (1電撃あたり約2.03回) にまで増加した。本実験の訓練期間に換算すると約28回である。さらに、30秒の S-S 間隔の後半の反応数の割合が増加して、いわゆる時間条件づけが成立していた。いっぽう、本実験の回避訓練中の Gr. CNT の反応数は最終ブロックで平均13.19 (1電撃あたり0.942) である。本実験の Gr. CNT の回避訓練期間中の反応数が増加しなかった原因としては、訓練期間がセッションの前半だけで実施されたことが考えられる。セッションの後半は消去訓練であったため、セッション全体においては電撃の予測性が低くなったのでないだろうか。

Gr. 7.5もシドマン型回避・消去訓練段階において、訓練とともに反応数が増加しなかった。回避訓練期間中の反応水準は電撃の導入により馴致段階のそれよりも高くなったが、ブロックを追って増加はしなかった。さらに、消去期間中の反応水準は馴致段階のそれよりも低くなり、Gr. CNT とほぼ同様の水準を維持した。この結果から、Gr. 7.5においてはシャトル回避反応は獲得されなかった、ということが出来る。この群では、回避訓練期間中、もしも反応しなければ14回の電撃を受けたが、実際にはブロックを通して約23回電撃を受け続けた。この群でも電撃頻度を低減させる反応が獲得されるのであれば、むしろシャトル反応と拮抗する反応が獲得され、シャトル反応数は訓練とともに減少したはずである。したがって、この群の遂行は Sidman (1954, 1964) や Herrnstein と Hineline (1966) の電撃頻度低減説と矛盾する結果である。

Gr. 7.5と Gr. 15は R-S 間隔が S-S 間隔の 1/2 以下であったが、Sidman (1953b) の実験とは異なり、シャトル反応は消失しなかった。Gr. 15ではブロック 3 で平均17.06回電撃を受けた。この群でも反応しなければ受けたであろう電撃数は14回であった。最終的には、ブロック 7 で受けた電撃数は

獅々見・山本：キングヨのシドマン型回避・消去訓練に及ぼす R-S 間隔の効果の検討  
平均13.06回であった。電撃頻度低減説でこれらの結果を説明するには無理がある。R-S が S-S の 1/2 や 1/4 になっても回避反応のもたらす結果には大きな違いはない、と言わなければならないからである。

本実験結果を説明するためには、電撃それ自体がシャトル反応を誘発する傾向を持っていることを考慮する必要がある。そして、拮抗反応仮説 (Guthrie, 1934; Fowler, & Miller, 1963) に従うと、このシャトル反応に続いて与えられる (短い R-S 間隔の) 電撃によってシャトル反応と拮抗する反応が誘発される場合には、シャトル反応の出現頻度は低下することが考えられる。

獅々見ほか (1993) はキングヨのシドマン型回避を Rescorla-Wagner モデルに基づく古典的条件づけと拮抗反応によって説明しようとした。シドマン型回避事態では回避反応を誘発する条件刺激が存在しないので、彼らは事態刺激 (文脈刺激と呼ぶこともできる) を条件刺激として取り扱った。そして、恐怖を条件づけられた事態刺激が条件性のシャトル反応を引き起こすと考えた。

本実験のシドマン型回避・消去訓練段階の消去期間中の各群の平均反応数の測度は、古典的条件づけに従うと事態刺激 (文脈刺激) への条件づけの大きさを反映している、と考えられる。本実験結果からは、事態刺激への条件づけ量は Gr. 15 と Gr. 30 では多かったが Gr. 7.5 や Gr. CNT では少なかったと考えられる。ここで、Gr. 30 は Gr. CNT よりも少ない電撃を受けているにもかかわらず、シャトル反応数は多くなっている。これは、回避訓練中、Gr. CNT では S-S 間隔の後半に反応すると反応直後に電撃を受ける確率が Gr. 30 よりも高いため、シャトル反応と拮抗する反応が誘発され、これがシャトル反応数の増加を抑えたと考えられる (さらに、Gr. CNT の拮抗反応は事態刺激に条件づけられたと考えられる)。

また 1US あたりの反応数の測度からは、Gr. 15 の遂行は Gr. 30 のそれよりも低くなる傾向を示した。これも、R-S 間隔が短い場合 (R-S 間隔が 15 秒までは) 反応後に与えられる電撃によってシャトル反応と拮抗する反応が誘

発され、これが事態刺激に条件づけられたためであると考えられる。いっぽう、Gr. 7.5の回避訓練期間中の表面的な反応水準の高さは、電撃によって誘発された無条件性の反応の結果であると考えられる。というのは、この群では消去期間中の反応水準は急激に低下し、条件づけを示唆する変化を見せなかったからである。ただし、回避訓練期間中には高頻度で与えられていた電撃が消去訓練期間中にはまったく与えられなくなったので、両期間の電撃頻度の対比効果により、消去訓練期間中の反応水準がとくにGr. 7.5で低下したと考えることも可能である。この対比効果の可能性については今後検討する必要があるだろう。

### References

- Behrend, E.R., & Bitterman, M.E. 1963 Sidman avoidance in the fish. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, 47-52.
- Herrnstein, R.J., & Hineline, P.N. 1966 Negative reinforcement as shock-frequency reduction. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 421-430.
- Horner, J.L., Longo, N., & Bitterman, M.E. 1961 A shuttle box for fish and a control circuit of general applicability. *American Journal of Psychology*, 74, 114-120.
- Hurwitz, H.M.B., & Herrmann, T.F. 1984 The ineffectiveness of shock avoidance under short and long R-S intervals. *Animal Learning and Behavior*, 12, 350-354.
- Leaf, R. C. 1965 Acquisition of Sidman avoidance as a function of S-S interval. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 59, 298-300.
- Mowrer, O. H. 1947 On the dual nature of learning —a reinterpretation of “conditioning” and “problem solving.” *Harvard Educational Review*, 17, 102-148.
- Pinckney, G. A. 1968 Response consequences and Sidman avoidance behavior in the goldfish. *Psychonomic Science*, 12, 13-14.
- Sidman, M. 1953a Avoidance conditioning with brief shock and no exteroceptive warning signal. *Science*, 118, 157-158.
- Sidman, M. 1953b Two temporal parameters in the maintenance of avoidance behavior by the white rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 46, 253-261.
- Sidman, M. 1966 Avoidance behavior. In W. K. Honig (Ed.), *Operant Behavior: Areas of research and Application*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, Inc. Pp.

- 獅々見・山本：キンギョのシドマン型回避・消去訓練に及ぼす R-S 間隔の効果の検討  
364-414.
- 獅々見 照 1987 キンギョのシドマン型回避に及ぼす US と背景（文脈）刺激の前  
提示効果 基礎心理学研究, 6, 89-94.
- 獅々見 照 1990 キンギョのシドマン型回避におけるフィードバック刺激の機能  
—フィードバック（情報）仮説対安全信号（恐怖制止）仮説— 心理学研究,  
61, 1-7.
- 獅々見 照・前田 恒・田巻 義孝 1993 有効回避反応期間の制限がキンギョの  
シドマン型回避条件づけに及ぼす効果の検討 広島修大論集, 34, 125-140.
- 獅々見 照・峰重 智洋 2001 キンギョのシドマン型回避条件づけにおける FS 効  
果と S-S (R-S) 間隔の関係について 広島修大論集, 42, 153-166.
- 獅々見 照・山本 和紀 1994 動物学習の基礎実験 I —フィードバック刺激が  
キンギョのシドマン型回避条件づけに及ぼす効果の検討— 広島修大論集, 34,  
293-309.
- Thompson, T., & Boren, J. J. 1977 Operant behavioral pharmacology. In W. K.  
Honig & J. E. R. (Eds.), *Handbook of operant behavior*. Englewood Cliffs, N.J.:  
Prentice-Hall, Inc. Pp. 540-566.
- 山本 和紀・獅々見 照 1993 FS の前提示が後続シドマン型回避条件づけに及ぼ  
す効果の検討 広島修大論集, 34, 141-154.

## Summary

### The Effects of R-S Intervals on Sidman Avoidance-Extinction Training in Goldfish

Akira Shishimi and Kazunori Yamamoto

The present experiment investigated the effects of R-S intervals on Sidman avoidance training in goldfish. Sixty-four animals were trained with a daily Sidman avoidance-extinction procedure in shuttleboxes for 10 days. A daily 15min training session was divided into Sidman avoidance training (7.5min) and extinction training (7.5min) periods. In Sidman avoidance training, all the animals were trained with a 30sec S-S interval shock schedule. In addition, the animals in Gr. 7.5, Gr. 15, and Gr. 30 were trained with a 7.5, 15, and 30 R-S interval schedule, respectively. During avoidance training, animals in Gr. 15 and Gr. 30 increased shuttling responses, but those in Gr. 7.5 and Gr. CNT didn't show consistent increase in responding. During extinction training period, animals in all groups significantly decreased the overall level of responding and only those in Gr. 15 and Gr. 30 showed increased responding as training proceeded. During avoidance training, animals in Gr. 7.5 continued responding to receive about 1.7 times more shocks than they might have received if they ceased responding. This result clearly contradicted a prediction from the shock frequency reduction hypothesis (Sidman, 1954, 1964; Herrnstein, and Hineline, 1966). Poor performance in animals in short R-S interval groups was explained in terms of shock-produced responses which were supposed to compete with preceding shuttling responses.