

デンショバト (*Columba livia*) における距離を制御変数とする 強化スケジュール間の選択行動

古野 公紀*

本研究は、ハトの選択行動と距離次元との関係について、対応法則の観点から検証した。連続する2反応間の直線距離を反応間距離 (interresponse distance ; IRD) と定義し、これを反応の距離次元の指標とした。本実験では、並立連鎖スケジュールの終環に、IRD を制御するための手続きとして、固定距離強化 (constant distance ; CD) スケジュールを設定した。CD スケジュールにおいて、連続する2反応によるIRD が CD 設定値以上であれば、2つ目の反応に後続して強化子を提示した。その結果、初環の相対反応数と終環の相対IRD との間には、明確な対応関係は示されなかった。ただし、この結果は、CD 設定値の増加に伴い、IRD だけでなく強化率も増加した点が反映されたものと考えられる。すなわち、今後の研究においては、設定値の増加に関わらず強化率を一定に保つことが出来るように、CD スケジュールを改良する必要があると考えられる。

キーワード：選択行動、固定距離強化スケジュール、対応法則、デンショバト

環境における生活体の行動は、常に何らかの選択に関わっていると考えられる (Mazur, 1998 磯他訳 1999)。例えば採餌場面において、生活体は、どの種類の餌を選択するのか、どの餌場で餌をとるのか、現在の餌場に留まりつづけるか否か、といった様々な選択にさらされることになる (Lea, 1979 ; Kamil & Sargent, 1981 ; 古野, 2009 ; 古野・小美野, 2008 ; Steohens & Krebs, 1986 ; 内田・伊藤, 1997)。このような選択行動は、実験的行動分析における主要な研究テーマの1つであり、多くの研究が行われてきた (平岡, 1997 ; Logue, 2002 ; Odum, 2011 ; 高橋, 1997)。これらの研究では、選択行動を規定する環境要因の同定だけでなく、環境要因と選択行動との量的関係についての分析が行われている。例えば、Herrnstein (1961) は、選択肢として色光の異なる2つの反応キーを設置したオペラント箱を用いて、ハトの選択行動について実験を行った。これらの反応キーに対してそれぞれ独立した変動時隔 (variable-interval ; VI) スケジュールが並立的に設定されていた {並立 (concurrent) VIVI スケジュール}。Herrnstein (1961) は、それぞれの反応キーにおける VI 設定値を操作し、各キーに対するつき反応数を測定した。その結果、一方のキーに対する反応数の割合 (反応数比) は、そのキーにおける強化率の割合 (強化率比) と対応関係にあることが示された。すなわち、例えば両選択肢において得られた強化率の割合が1:2であった場合、両選択肢に対する反応数

の割合も1:2となった。この関係は対応法則 (matching law) と呼ばれ、以下の式により表される。

$$\frac{B_1}{B_1+B_2} = \frac{R_1}{R_1+R_2} \quad (1)$$

あるいは、

$$\frac{B_1}{B_2} = \frac{R_1}{R_2} \quad (2)$$

ここで、 B_1 は一方の反応キー (選択肢1) に対するつき反応数、 B_2 はもう一方の反応キー (選択肢2) に対するつき反応数、 R_1 は選択肢1における強化率、 R_2 は選択肢2における強化率をそれぞれ示す。

多くの研究において、生活体の選択行動が対応法則と定性的に一致するものの、実験で得られた実測値が式(1)あるいは式(2)から定量的に逸脱する傾向のあることが指摘されている (Baum, 1974, 1979)。Baum (1974, 1979) は、式(2)を以下の式のように拡張し、対応法則からの逸脱を記述できることを示した。

$$\frac{B_1}{B_2} = b \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^a \quad (3)$$

ただし、 a は強化率比に対する反応数比の感度を示す。例えば、 $a < 1$ の場合は、強化率比に対して反応数比がより小さい方向に近づく過小対応 (undermatching) を表し、 $a > 1$ の場合は、強化率比に対して反応数比がより大きい方向に近づく過大対応 (overmatching) を表す。また、 b はいずれかの選択肢に対するバイアスを示す。例えば、 $b > 1$ の場合は、一方の選択肢に対する選好を表し、 $b < 1$ の場合は、もう一方の選択肢に

* 明星大学人文学部心理学科

対する選好を表す。式(3)は一般化対応法則 (generalized matching law) と呼ばれ、多くの選択行動研究において適用されてきた (例えば, Baum, 1974, 1979; Catania, 1963; Chung, 1965; Chung & Herrnstein, 1967)。式(3)は、両辺に対数をとることにより、以下の式で表すことができる。

$$\log \frac{B_1}{B_2} = a \cdot \log \left(\frac{R_1}{R_2} \right) + \log b \quad (4)$$

対応法則は選択肢における強化率に基づいて定式化されているが(式(2)あるいは式(4)の右辺における R)、強化遅延時間や強化量といった強化率以外の次元においても成立することが認められている (例えば, Catania, 1963; Chung, 1965; Chung & Herrnstein, 1967)。すなわち、強化率以外にも選択行動を規定する要因があることが考えられる。

茅野・古野・小原・小美野 (2007) は、距離という反応次元がオペラント行動の分析において重要な変数となりうることを指摘している。茅野他 (2007) は、直径 22 cm の円内を反応領域とする操作体を用いて、ハトのつつきオペラントにおける距離次元を制御するための手続きとして、固定距離 (constant-distance; CD) スケジュールを開発した。CD スケジュールにおいて、連続する 2 反応間の距離 (interresponse-distance; IRD) がスケジュールの距離設定値以上であれば、反応に対して強化子が提示された。茅野他 (2007) は、独立変数として距離設定値を 3 cm から 9 cm の間で操作し、CD スケジュールがハトのつつき反応における IRD に及ぼす効果を検証した。その結果、距離設定値の長化に伴い、IRD は系統的に増加する傾向を示した。また、より広い範囲の距離設定値 (3cm から 21cm) を使用した小原・茅野・古野・小美野 (2009) や多元 (multiple) CD スケジュールにより継時距離弁別を検証した茅野・小原・古野・小美野 (2009) の研究においても、CD 設定値に伴う IRD の増加が示された。したがって、オペラント行動における距離次元は、環境変数により系統的に制御されることが示唆された。すなわち、オペラント行動における距離次元は、時間や反応数といった他の反応次元と同様に、重要な分析対象であるといえよう。

そこで本研究は、距離と選択行動との関係について対応法則により定量的に分析することを目的とした。そのために、初環 (initial-link) に VI スケジュール、終環 (terminal-link) に CD スケジュールを配した並立連鎖 (concurrent-chain) スケジュールを用いて実験を行った。

方 法

被験体 強化スケジュールの実験歴のある 2 羽 (MP103, MP604) を被験体として使用した。実験期間中における統制体重は、自由摂食時の 80% に設定した。被験体の統制体重を維持するため、実験セッション終了後に必要に応じて混合飼料を与えた。実験セッション以外の時間において、各被験体を個別のケージで飼育した。

装置 実験装置には、ハト用のオペラント箱 (縦 51.0 cm × 横 51.0 cm × 奥行き 38.0 cm) を使用した。オペラント箱の前面に、抵抗膜方式タッチパネル搭載のパソコン用 15 型液晶カラーディスプレイ (グンゼ製, AV7629FT03) を取り付け付けた。液晶カラーディスプレイ上に直径 22 cm の円形の反応領域を提示した。反応領域の中央は、オペラント箱の左右中央、床下から 21 cm の位置であった。カラーディスプレイにより、反応領域全体に白色光および青色光を提示すること、および反応領域内に 2 つの円形の白色反応キーを提示することが可能であった。これら 2 つの反応キーの直径は 5 cm であり、反応キーの中心の位置は床から 20 cm であった。左の反応キーは箱の左端から 19 cm、右の反応キーは箱の右端から 19 cm であった。2 つのキーの中心間の間隔は 10 cm であった。本装置は、最小 0.01 N のタッチ反応を検出した。餌提示用の開口部 (4.5 cm × 5.5 cm) はオペラント箱後面の左右中央、床下から 10 cm に位置していた。強化子提示時間は 4 秒とした。強化子提示中において、オペラント箱後面の壁の背後に設置されたフィーダーが作動し、電球により餌提示用の開口部を照射するとともに、餌提示用の開口部から強化子 (麻の実) を提示した。実験事象の制御、および反応の記録は、実験室外に設置されたパーソナルコンピュータ (DELL 製) により行った。パソコンの USB インターフェースを介して自作の入出力装置 (古野・横倉・小原・茅野・小美野, 2010) を接続し、入出力装置の出力端子にフィーダーを接続して強化の操作を行った。実験のプログラムは、Visual Basic (VB ver.6, Microsoft 製) により作成した。実験室には防音設備が施されており、さらに実験室内に設置されたテープレコーダーによりホワイトノイズを提示した。

手続き 実験は、初環に単一 VI 30 秒、終環に CD スケジュールを配した並列連鎖スケジュールにより行った (Figure 1)。初環において 2 つの反応キーを提示した。初環における VI 30 秒を完遂し、実験プログラムによりあらかじめ規定された側の反応キーをハトがつつく

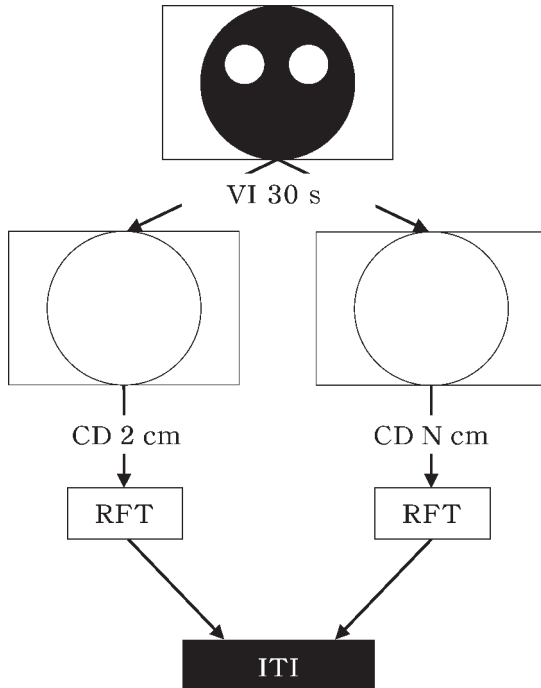


Figure 1 Schematic diagram of the present procedure.

と、両方の反応キーが消灯し、終環に移行した。終環において、反応領域全体に白色光を提示し、CD スケジュールを開始した。ハトが反応領域に対して1回つつくと反応領域が白色から青色へ変化した。さらにハトが反応領域に対して1回つつくと、反応領域は暗転した。これらの2反応により構成される反応間距離〔interresponse-distance ; IRD (cm)〕が、CD スケジュールの要請値 (CD 設定値) 以上かつ CD 設定値にリミテッドホールド (limited-hold; LH) を加えた値以下であれば、反応に後続し強化子提示を提示した。リミテッドホールドの値は CD 設定値と同一の値であった。したがって、CD 2 スケジュールにおいては、IRD が 2 cm 以上 4 cm 以下であった場合、つつき反応に後続して強化子を提示した。IRD が CD 設定値未満、あるいは CD 設定値に LH を加えた値よりも大きい場合、強化子は提示せず、5 秒間のブラックアウトを提示した。ブラックアウト中は反応領域を暗転し、この間生じた反応は記録しなかった。ブラックアウトに引き続き、修正試行として終環の CD スケジュールを再び行い、強化子が提示されるまで同一の試行を繰り返した。強化子提示後に試行間間隔 (intertrial-interval; ITI) を挿入し、終環の時間間隔を一定にするよう調整した。ITI は

終環に移行してから強化子が提示されるまでの時間間隔を 30 秒から引いた値とした。終環に移行してから 30 秒以上経過した後に強化子が提示された場合は、ITI を挿入せず、すぐに次の試行を開始した。ITI 中は反応領域を暗転し、この間に生じた反応は記録しなかった。1 セッションを 40 強化とした。

初環における左側の反応キーを無変化選択肢、右側の反応キーを変化選択肢とした。無変化選択肢における終環の CD 設定値は 2 cm であり、条件間で変化しなかった。他方、変化選択肢における終環の CD 設定値は、実験セッション中は一定であったが、実験条件間で変化した。実験条件として、1, 4, 6, 8, および 10 cm の 5 条件を設定した。各条件は最低 18 セッション行った。条件移行のための安定基準の指標として、セッション内の選択率を用いた。選択率は、初環における無変化選択肢の反応キーに対する反応数を両反応キーに対する反応数の合計で除すことにより算出した。最終セッションにおける選択率、および最終ブロックにおける選択率の平均値が以下の基準を満たしたときに反応遂行の安定とみなし、次の条件に移行した；(a) 最終 3 セッションを通じて選択率の推移に一貫した上昇傾向や下降傾向が無い、(b) 最終 9 セッションを 3 セッションずつの 3 ブロックに分割し、各ブロックにおける選択率のブロック平均値を算出した場合、これらのブロック平均値間における差が 7.5% 以内である。

結 果

Figure 2 は、各条件における両選択肢の IRD の推移を示している。図中の実測値は、安定基準を満たした最終 3 セッションにおける IRD の平均値として算出した。図中における白色のマーカーが無変化選択肢における IRD、黒色のマーカーが変化選択肢における IRD をそれぞれ示している。両被験体において、無変化選択肢における IRD は条件を通してほぼ一定の値となった。他方、変化選択肢においては、CD 設定値の増加に伴い IRD が増加する傾向を示した。図中の 20 個のマーカーのうち 19 個は、CD 設定値よりも高い値を示した。

Figure 3 は、両選択肢間の IRD 平均値の比 (IRD 比) に対する反応数比の推移を示している。横軸の IRD 比は、無変化選択肢における IRD 平均値 (IRD_1) を変化選択肢における IRD 平均値 (IRD_2) で除した値の対数 ($\log IRD_1 / IRD_2$) として算出し、縦軸の反応数比は、初環における無変化選択肢に対する選択反応数 (B_1) を

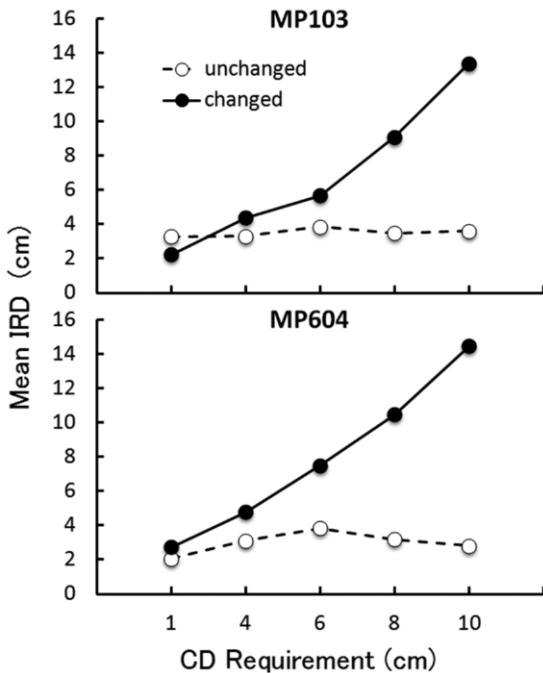


Figure 2 Interresponse distance (IRD) as a function of the CD requirement for changed alternative. Open symbols indicate the data from unchanged alternatives, and filled symbols indicate those from changed alternatives.

変化選択肢に対する選択反応数 (B_2) で除した値の対数 ($\log B_1 / B_2$) として算出した。図中の黒色のマーカーが各条件における実測値を、実線は実測値に対して最小自乗法を適用して得られた回帰式を、破線は IRD 比と反応数比との間に完全な対応関係が見られた場合の値をそれぞれ示している。両被験体において、IRD 比の増加に伴い反応数比は漸増し、回帰式の傾きは比較的低い値となった。

Figure 4 は、各条件における両選択肢の強化率の推移を示している。強化率は、強化子が提示された試行数を、強化子が提示された試行数と修正試行数を加えた数で除すことにより算出した。すなわち、修正試行数が多いほど強化率は低くなる。図中の実測値は、安定基準を満たした最終 3 セッションにおける強化率の平均値である。図中における白色のマーカーが無変化選択肢における強化率、黒色のマーカーが変化選択肢における強化率をそれぞれ示している。MP 103 おいて、無変化選択肢における強化率は条件を通してほぼ

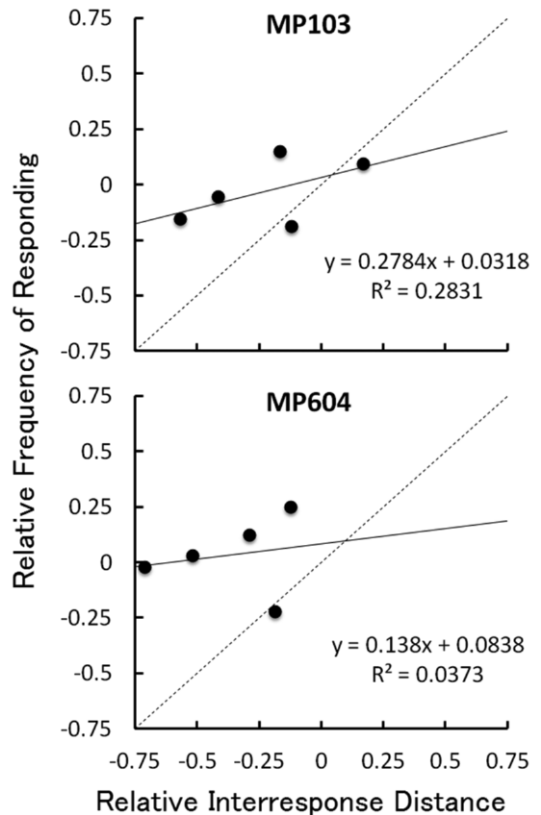


Figure 3 Relative frequency of responding on the unchanged alternative as a function of relative interresponse distance (IRD) for that alternative.

一定の値となった。MP 604 における強化率は、CD 4 においてやや高い値を示したものの、条件を通してほぼ一定の値となった。他方、両被験体における変化選択肢の強化率は、CD 設定値の増加に伴い増加する傾向を示した。無変化選択肢 (CD 2 cm) における強化率は、両被験体に共通して、変化選択肢の CD 1 cm における強化率と CD 4 cm における強化率とのほぼ中間の値を示した。

Figure 5 は、強化率比に対する反応数比の推移を示している。横軸の強化率比は、無変化選択肢における強化率 (r_1) を変化選択肢における強化率 (r_2) で除した値の対数 ($\log r_1 / r_2$) として算出した。縦軸の反応数比は、Figure 2 と同様、初環における無変化選択肢に対する選択反応数 (B_1) を変化選択肢に対する選択反応数 (B_2) で除した値の対数 ($\log B_1 / B_2$) として算出した。図中の黒色のマーカーが各条件における実測値

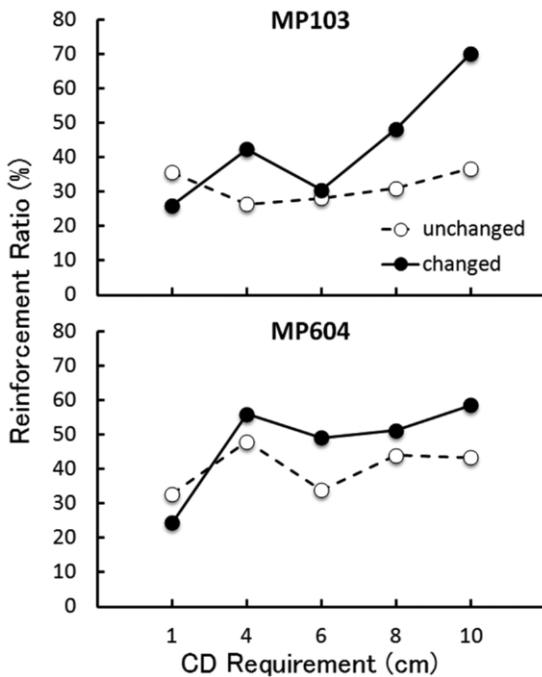


Figure 4 Reinforcement ratio as a function of the CD requirement for changed alternative. Open symbols indicate the data from unchanged alternatives, and filled symbols indicate those from changed alternatives.

を、実線は実測値に対して最小自乗法を適用して得られた回帰式を、破線は強化率比と反応数比との間に完全な対応関係が見られた場合の値をそれぞれ示している。両被験体において、回帰式の傾きは0.7を超える値となり、強化率比 ($\log r_1 / r_2$) の増加に伴って反応数比 ($\log B_1 / B_2$) は増加する傾向を示した。

考 察

本研究は、オペラント行動における距離次元を制御変数とする強化スケジュールを配した並立連鎖スケジュールを用いて、デンショバトの選択行動と距離設定値との関係性を対応法則の枠組みから分析した。

本研究では、連続する2反応間の直線距離を制御変数とするCDスケジュール(茅野他, 2007; 2009; 小原他, 2009)を、並列連鎖スケジュールの終環に使用した。無変化選択肢におけるCDスケジュールの距離設定値は各条件で同一の値であり、変化選択肢の距離設定値は条件間で変化した。その結果、無変化選択肢におけるIRDは条件を通して一定であり、変化選択肢における

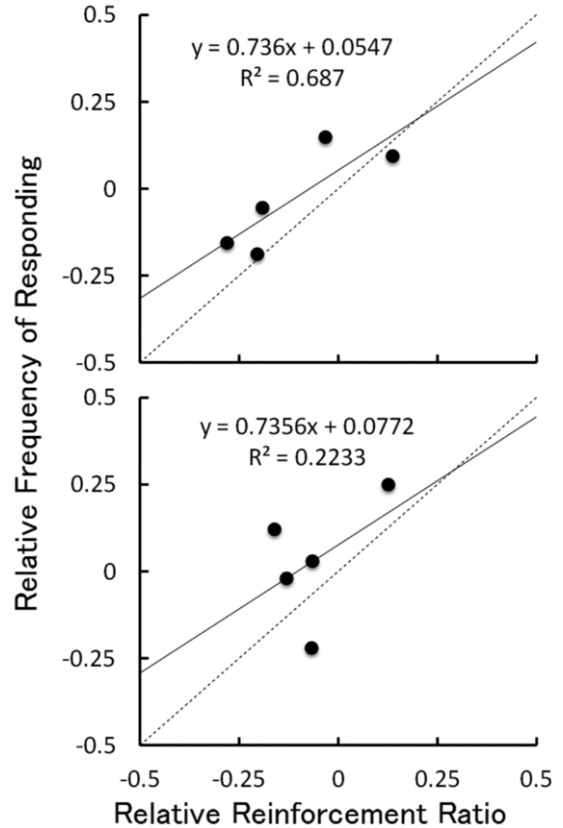


Figure 5 Relative frequency of responding on the unchanged alternative as a function of relative reinforcement ratio for that alternative.

IRDは距離設定値の増加に伴い増加する傾向を示した(Figure 2)。したがって、単一スケジュールによる研究(茅野他, 2007; 小原他, 2009)や多元スケジュールを用いた研究(茅野他, 2009)と同様、並立連鎖スケジュールを用いた本研究においても、CDスケジュールにおいて距離弁別が成立したことを示した。すなわち、CDスケジュールが、オペラント行動における距離次元を制御するための手続きとして有効であることが再認められた。

本研究結果に基づき、選択行動と距離設定値との間に対応関係があるか否かについて分析を行った(Figure 3)。その結果、両被験体における回帰式の傾きは比較的低い値を示した。したがって、本研究においては、選択行動と距離次元との間に明瞭な対応関係は示されなかった。ただし、後述するように、本研究結果は、距離と選択行動との間に系統的な関係性が無いことを示

唆するものとはいえない。

本研究は終環の CD スケジュールにおいて修正試行を適用した。このため、1 強化あたりの試行数が条件間で異なる可能性が考えられる。そこで、1 強化あたりの試行数を強化率と定義し、条件間で強化率を比較した (Figure 4)。その結果、距離設定値が高いほど、強化率は高くなる傾向を示した。この傾向は、LH の設定値により強化対象となる IRD の範囲が条件間で異なるためであると考えられる。本研究では、CD スケジュールにおける距離設定値と同じ値の LH を設定した。このため、CD 1 cm においては 1 cm 以上 2 cm 以下の IRD が強化対象となり、CD 10 cm においては 10 cm 以上 20 cm 以下の IRD が強化対象となる。すなわち、本研究で設定した CD スケジュールは、距離設定値が高くなるほど、強化対象となる IRD の範囲が広くなるという特徴を持っていた。したがって、距離設定値に伴う強化率の増加は、本手続きの特徴が反映された結果であると言えよう。

本研究結果から、強化率比と反応数比との間に明瞭な対応関係が示された (Figure 5)。この傾向は、対応法則を提唱した Herrnstein (1961) をはじめとする多くの選択行動研究 (例えば、Brownstein & Pliskoff, 1968 ; Herrnstein, 1961 ; Herrnstein & Loveland, 1975) の結果と一致する。これらの研究においては、VI スケジュール (Herrnstein, 1961)、VR スケジュール (Herrnstein & Loveland, 1975)、あるいは VT スケジュール (Brownstein & Pliskoff, 1968) など多岐にわたる強化スケジュールが用いられている。本研究結果は、強化スケジュールの制御変数として距離という新たな変数を設定した場合においても、強化率という観点から統一的に選択行動を分析できる可能性を示唆した。

その一方で、距離を制御するための手続きとして、CD スケジュールを改良する必要があることが示唆された。本研究で設定した CD スケジュールは、IRD のみならず、強化率に対しても系統的な変化をもたらした。このため、ハトの選択行動に対して影響を及ぼした要因として、距離次元と強化率の 2 つが混在していた可能性が考えられる。すなわち、距離次元と選択行動との間に対応関係が見られなかったのは、強化率が選択行動に及ぼす効果が、距離次元が選択行動に及ぼす効果よりも相対的に強く、距離次元の効果を隠蔽したと考えられる。したがって、今後の研究においては、距離設定値の増加に関わらず強化率を一定の値に制御できるような手続きを開発する必要がある。

引用文献

- Baum, W. M. (1974). On two types of deviation from the matching law : Bias and undermatching. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **22**, 231-242.
- Baum, W. M. (1979). Matching, undermatching, and overmatching in studies of choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **32**, 269-281.
- Brownstein, A. J. & Pliskoff, S. S. (1968). Some effects of relative reinforcement rate and change-over delay in response-independent concurrent schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **11**, 683-688.
- Catania, A. C. (1963). Concurrent performances : A baseline for the study of reinforcement magnitude. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **6**, 299-300.
- 茅野一穂・小原健一郎・古野公紀・小美野 喬 (2009). デンショバトにおける移動行動の分析—多元距離スケジュールを用いた反応の距離次元、位置次元、時間次元、および速さ次元の分析と「オペラント単位—反応次元階層仮説」の検証—。明星大学大学院人文学研究科年報, **27**, 81-97.
- 茅野一穂・古野公紀・小原健一郎・小美野 喬 (2007). デンショバトにおける移動行動の分析—距離を制御変数とする強化スケジュールの検討—。明星大学心理学年報, **25**, 19-32.
- Chung, S. H. (1965). Effects of delayed reinforcement in a concurrent situation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **8**, 439-444.
- Chung, S. H. & Herrnstein, R. J. (1967). Choice and delay of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **10**, 67-74.
- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and absolute strength of responses as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **4**, 267-272.
- Herrnstein, R. J. & Loveland, D. H. (1975). Maxing and matching on concurrent ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **24**, 107-116.
- 平岡恭一 (1997). 選択行動の巨視的理論と微視的理論。行動分析学研究, **11**, 109-129.

- Kamil, A. C. & Sargent, T. D. (1981). *Foraging Behavior : Ecological, Ethological, and Psychological Approaches*. New York : Garland STPM Press.
- 小原健一郎・茅野一穂・古野公紀・小美野 喬 (2009). デンショバトにおける移動行動の分析—距離スケジュールを用いた反応の速さ次元による「オペラント単位—反応次元階層仮説」の検証— 明星心理学年報, **27**, 1-13.
- 古野公紀 (2009). 限界値定理の理論的妥当性について—自然場面における観察実験からオペラントの手法を用いた採餌シミュレーションまで—. 明星大学大学院人文学研究科年報, **27**, 99-112.
- 古野公紀・小美野 喬 (2008). 枯渇する餌場におけるデンショバト (*Columba livia*) の採餌行動と限界値定理の適用可能性. 動物心理学研究, **58**, 123-132.
- 古野公紀・横倉三郎・小原健一郎・茅野一穂・小美野 喬 (2010). PIC マイコンを用いた行動実験制御用入出力装置の開発. 明星心理学年報, **29**, 43-49.
- Lea, S. E. G. (1979). Foraging and reinforcement schedules in the pigeon : Optimal and non-optimal aspects of choice. *Animal Behaviour*, **27**, 875-886.
- Logue, A. W. (2002). The living legacy of the Harvard Pigeon Lab : Quantitative analysis in the wild world. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **77**, 357-366.
- Mazur, J. E. (1998). *Learning and behavior*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ : Prentice-Hall. (磯 博行・坂上貴之・川合伸幸 (訳) (1999). メイザーの学習と行動 二瓶社)
- Odum, A. L. (2011). Delay discounting : I'm a k, you're a k. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **96**, 427-439.
- Stephens, D. W. & Krebs, J. R. (1986). *Foraging Theory*. Princeton, NJ : Princeton University Press.
- 高橋雅治 (1997). 選択行動の研究における最近の展開 : 比較意思決定研究に向けて. 行動分析学研究, **11**, 9-28.
- 内田義久・伊藤正人 (1997). 採餌行動の実験室シミュレーション : 心理学と生物学の対話. 行動分析学研究, **11**, 71-87.

Pigeon's choice behavior between the reinforcement schedules controlling the distance of responses

MASANORI KONO (DEPARTMENT OF PSYCHOLOGY, SCHOOL OF HUMANITIES, MEISEI UNIVERSITY)
MEISEI UNIVERSITY ANNUAL REPORT ON PSYCHOLOGICAL RESEARCH, 2015, 33, 19-25

The present study investigated the relationship between pigeons' choice behavior and distance dimension of operant behavior from a standpoint of the matching law. Inter-response distance (IRD), a measure of distance of response, was defined as the straight-line distance between locations of two consecutive responses. The present experiment arranged constant distance (CD) schedules in the terminal links of concurrent-chain schedule, in order to control the distance of key-pecking. In the CD schedule, if the IRD for two responses was greater than the CD requirement, reinforcement was followed by the second response. The results showed that there was no clear matching relationship between relative frequency of response in the initial link and relative IRD in the terminal link. However, this seemed to reflect the fact that both the IRD and reinforcement rate in the terminal link were systematically changed as a function of the requirement of the CD schedule. Thus, further study is necessary to modify the CD schedule, such that it is able to keep the reinforcement ratio constant regardless of increasing of CD requirement.

Key Words : choice, constant distance schedule, matching law, pigeon