

博士論文審査要旨

論文審査担当者

主査 明星大学 教授 小美野 喬
委員 明星大学 教授 境 敦史
委員 明星大学 准教授 竹内 康二

申請者氏名 古野 公紀
論文題目 デンショバトにおける最適採餌行動の実験的行動分析
— 限界値定理の適用可能性と拡張性の検証 —

論文の要旨

本論文は、大別して第Ⅰ部「展望」と第Ⅱ部「実験的分析」の2部で構成されている。

第Ⅰ部「展望」は、動物の環境への適応行動の一つである採餌行動について、①行動生態学的視点と②心理学における行動分析学的視点から、前者の研究法と研究成果を詳細に検討し、研究法のシミュレーションによる後者の実験的行動分析について、その可能性を検証した。

①行動生態学的視点（自然状況）：

- ・動物は、自然選択の結果として、生息環境に対する適応度を最大化するような合理的行動をとる。
- ・採餌行動においても、動物は合理的行動を示し、これを記述するモデルとして最適採餌理論(optimal foraging theory; OFT)がある。
- ・最適採餌理論は、エネルギー効率の視点から、採餌行動を定量的に分析できる(OFTは、採餌行動の決定変数、適応度の評価指標、理論の制約などを解明する。)
- ・採餌行動の諸側面のうち、枯渴する餌場が点在する環境における採餌行動は「限界値モデル」により説明できる。
- ・限界値モデルは、「動物がいつ餌場を離れるか」（決定変数）という側面を重視する。

限界値モデルの含意：

T_p ; 採餌時間
 $h(T_p)$; 採餌により得られるエネルギー
 E_{T_p} ; 採餌により消費されるエネルギー
 $E(T_p)$; 餌場での純獲得エネルギー

$$E(T_p) = h(T_p) - E_{T_p} \cdot T_p \quad \dots \quad (1)$$

限界値モデルと予測：

T_t ; 餌場探索時間

T_{p*} ; 予測値としての限界値（最適な採餌時間）

②行動分析的視点（実験室状況）：

- ・採餌行動は、行動分析学が研究対象とするオペラント行動とみなすことができる。
- ・オペラント行動の研究枠組みによれば、「餌場間の移動」や「枯渇する餌場」は「強化スケジュール」のパラメータとして扱うことができる。
- ・強化スケジュールとは、遂行反応の持つ特性である「反応遂行回数」や「反応持続時間」により、「反応結果」（例えばエサの提示）を操作する方法である。
- ・餌場間の移動は反応遂行回数や反応持続時間、枯渇する餌場は反応結果としてそれぞれ対応させ、これらは強化スケジュールのパラメータとして厳密な操作が可能である。
- ・したがって、これらの実験室状況への導入は、自然状況における採餌行動のシミュレーションとして妥当である。

第Ⅱ部「実験的分析」は、申請者の単著及び連名による査読審査のある学会誌への投稿論文2編を含む合計5論文をもとに、デンシヨバトを被検体として実験室状況におけるシミュレーションによる採餌行動について、2つの実験的研究をまとめたものである。

[実験1]と[実験2]において、実験装置は「ハト用オペラント実験箱」を用い、さらに、個体ごとに複数の条件設定を行ったという点は共通である。

[実験 1]

目的

限界値モデルによる採餌時間の限界値（予測値）について、従来の手続きを改良し、反応遂行回数（餌場間の移動）の設定値を系統的に増減操作することにより、得られた限界値（実測値）をもとに限界値モデルの妥当性を検証する。

方法

操作条件としての反応遂行回数は固定比率強化スケジュール(Fixed Ratio; FR)を用い、3条件（FR15, FR60, FR120）を設定した。

結果

- ・実測値としての限界値は、FR設定値の増加に伴い、増加した。
- ・実測値としての限界値は、予測値としての限界値よりも高い値を示した。

考察

- ・シミュレーションにより得られた結果は、概ね、限界値モデルを支持している。
- ・限界値モデルは、動物種の違いなどを反映するパラメータを導入する必要がある。

[実験 2]

目的

限界値モデルは、本来、採餌行動をエネルギー量により記述する。反応遂行に要するエネルギーが算出可能なスケジュール(Adjusting Energy; AE)を操作し、従来のシミュレーション実験および [実験 1] において適用されたFRスケジュールの反応遂行回数に相当するエネルギーを推定する。

方法

AEスケジュールは、実験箱の反応可能領域内において、連続する2回のキーつつき反応の特性により規定される反応間距離（IRD）と反応間時間（IRT）に基づいて操作される。(2)式によれば、AEスケジュールに制御された遂行反応の消費エネルギーは算出可能である。

M ; 被検体の体重

E(J) ; エネルギー（ジュール、消費）

$$E(J) = M \cdot (IRD / IRT)^2 \dots (2)$$

2 選択肢を設定し、選択肢 1 はFRスケジュールとし、3 条件（FR15, FR30, FR60）を設定した。選択肢 2 はAEスケジュールを設定した。この選択場面において、2 選択肢間で選択が等しくなる等価点を求めた。

結果

・得られた等価点をもとに(2)式を適用して算出された消費エネルギーは、FR設定値の増加に伴い増加した。

考察

- ・AEスケジュールは、FRスケジュールが保有するエネルギーを間接的に推定することができた。
- ・(2)式は、強化スケジュールの実行により反応間距離と反応間時間が測定可能であれば、様々な強化スケジュールの違いに関わらず、これらのもたらず消費エネルギーが推定できることを示した。

審査結果の要旨

本論文により明らかにされた内容について、次の諸点が評価された。

1. 第Ⅱ部「実験的分析」で参考論文とした学位申請者本人の2論文は、いずれも独創性の高い内容であると評価できる。
2. [実験 1] は、自然状況における採餌行動が、行動分析的な枠組みによるシミュレーションにより詳細に分析できることを実証した。
3. [実験 2] は、オペラント行動の制御変数である強化スケジュールをエネルギー・スケジュールとして操作することにより、自然状況における採餌行動をオペラント行動の枠組みにより再評価できることを実証した。
4. なお、今後の課題として、各審査委員により、以下の指摘があった。
 - (i) 自然状況における採餌行動について、オペラント行動の視点から実験室状況でシミュレーションを行う場合、制御変数のより慎重な同定が望まれる。
 - (ii) 本研究により得られた知見は、デンショバト以外の対象、たとえばヒトおよびそれ以外の動物に対しても適用可能であるのか、検証する必要がある。
 - (iii) 限界値モデルは、今後、どのような側面から検討されるのか、将来にわたる展望が必要である。

以上、本論文「展望」及び「実験的分析」の内容を慎重に検討した結果、本論文は博士（心理学）の学位を授与するに十分価値あるものと認める。

なお、規程に従い、外国語、論文審査、最終試験としての口頭試問、及び公聴会を実施し、これらすべてについて総合的かつ慎重に審査した結果、3名の審査委員全員の合意により合格と判定した。