

An application of animal psychology : Behavioral control of livestock(Experimental psychology and community contribution,Forum)

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-10-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24517/00000017

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



動物心理学の応用を考える —家畜動物の管理を中心に—

谷 内 通

金沢大学

An application of animal psychology —Behavioral control of livestock—

Tohru TANIUCHI

Kanazawa University*

The present study reports on examples of operant conditioning in domestic pigs that were bred under ordinary feeding schemes of the livestock industry. Two castrated male pigs could successfully be shaped to press a lever with successive approximation by 3.4 g food pellets and 2 s buzzers without additional food deprivation. Frequency of responses was increased from 5/min to 10/min during training with CRF. Rapid extinction was observed. In later sessions of acquisition, pigs hoarded food pellets by pressing the lever several times before going to the feeder. This hoarding behavior was eliminated when only the first response of the hoarding response was reinforced. This result suggests that the hoarding behavior is a strategy to save the cost required for reciprocating movements between the lever and the feeder. In the next experiment, the shuttling behavior of a pig was shaped using two manipulanda where responses to one manipulandum (a response panel) were reinforced by food pellets, and those to the other manipulandum (a concrete-block) were reinforced by presentations of the response panel. This shuttling behavior could be applied to discrete operant procedures such as simultaneous visual discrimination in adult pigs.

Key words: pigs, operant conditioning, discrete operant procedure

1. はじめに

学習心理学の知見は、教育場面や問題行動の修正等の様々な領域で応用されてきた。これらは、動物モデルによって得られた学習原理の人間行動への応用例である。一方で、動物モデルによって得られた学習心理学の知見を、他の動物の行動管理に応用する試みが家畜動物の行動制御において行われてきている。例えば、音楽刺激を弁別手がかりとした報酬の提示によってウシを特定の場所へ誘導する試みが行われており (e.g., 円通・安藤・両角, 1980), 学習心理学のテキストにおいても紹介されている (今田, 1996)。

しかしながら、ウシと並ぶ主要な家畜であるブタについては、通常は放牧しない飼育形態をとることもあり、

そのような試みはほとんど行われていない。群れで行動しない習性もあり、畜産業におけるブタの移動はウシよりも困難であると言われており、通路を制限して人が追うといった方法に依存しているのが現状である。一方で、ヨーロッパを中心に、動物福祉や有機農業の視点からブタの放牧の必要性が指摘されるようになってきた。広大な土地における“放し飼い”によって高額なブタを飼育する試みは各地で行われている。しかしながら、限られた土地において放牧を実現しつつ安価なブタを効率的に生産するためには、畜舎等に集めて配合飼料を与えることが必須となる。このように、ブタの放牧を実現するためには、高度な行動制御が必要となることが予想される。そのような行動制御に“学習”を応用するためには、まずブタに対して有効な学習条件や基礎的学習能力、または認知特性について明らかにすることが必要であると考えられる。

* Department of Psychology, Kanazawa University, Kakuma-machi, Kanazawa 920-1192

これまでに、ブタの視覚弁別 (e.g., Tanaka, Murayama, Eguchi, & Yoshimoto, 1998), 空間記憶 (e.g., Laughlin, Huck, & Mendl, 1999), 飼育者の弁別 (e.g., Tanida & Nagano, 1998) 等が学習心理学の手法を用いて行われてきている。しかしながら、おそらく行動制御の限界から、子ブタやミニブタを使用するのが一般的であり、ブタの成畜に関する心理学的な学習実験の手法が確立しているとは必ずしも言えないように思われる。

本論文では、このような背景の下に、筆者が石川農業短期大学附属経営農場の上野正氏と開始したブタの学習に関する共同研究について紹介する。フォーラムでは家畜動物の行動管理への学習心理学および比較心理学の知見の応用可能性に関していくつかの話題に触れた。また、石川県のとじま臨海公園水族館が行っているマダイの音響誘導の実験について取材させていただいた内容を紹介した。本論文では、これらの話題については割愛させていただき、筆者自身が関わった研究についてのみ報告する。

2. 産業的な飼育条件下におけるブタの報酬訓練の可能性

餌報酬を用いてブタの学習を検討した従来の研究では、飼育飼料の制限を行っている（給餌制限について報告されていない研究もある）。報酬性の学習を検討するためには長期間にわたって給餌制限を行うことが必須であるならば、産業的な生産活動との干渉が生じるために、家畜動物における学習の基礎研究の可能性は大きく制限される。もし給餌の日内計画と実験時間を調整することで報酬訓練による学習実験が可能であれば、産業的な目的で飼育されるブタにおいても基礎研究の可能性が開かれる。

これらの状況を踏まえ、産業的な飼育計画の給餌量に制限を加えない条件下で、報酬訓練によるレバー押し反応のオペラント条件づけの可能性について検討した（上野・谷内, 2003b）。まず、逐次的接近法による反応形成、獲得、消去、および自発的回復について検討した。

1日に2.4 kgの配合飼料を午前と午後の2回に分けて与えるという繁殖ブタ用の給餌計画で飼育される2頭のオスの成ブタを用いた。1粒が約3.4 gの固形飼料を強化子として使用し、逐次的接近法によるレバー押し反応の形成、連続強化による維持、および消去と自発的回復について検討した。また、条件性強化子としては2秒間のホロボブザーを使用した。マガジン訓練によるブザー音-強化子連合の形成から、逐次的接近法によるレバー押しの成立までを、92回および93回の強化子提



Figure 1. A photo of a pig responding to the lever.

示で完成した。また、所要時間は37分と43分であった。逐次的接近法はブタに対しても非常に有効であり、レバー押し反応は速やかに形成可能であることが確認された (Figure 1)。連続強化による20分間の訓練セッションを20日間行ったところ、反応数は初期の100反応程度から後期の150~200反応まで増加した。24~48時間の絶食時間の下での連続強化によるラットの反応率は、20分間で約120~130回程度である（青山, 1997）。したがって、産業的な飼育条件に制限を加えない条件下においても、実験の時間的配置と強化子の選定によって、ブタにおいてラットと同等以上の反応率を得ることが可能であることが明らかとなった。消去セッションでは、初期の約3分間における高頻度の反応以降は急速な反応率の低下が生じた。また、消去の2日目ではセッション開始時にわずかな反応が認められたのみであり、3日目では反応はほとんど認められなかった。これらの結果は、連続強化後に極めて速やかな消去が生じることを示すものである。速やかな反応形成と消去を合わせて考えると、報酬刺激による正の強化事態において、ブタは強化条件の変更に極めて敏感であることを示唆する結果であると考えられる。

3. まとめ押しによる餌のため込み行動の分析

連続強化によるレバー押し訓練を継続すると、レバーを複数回続けて押してから、餌箱へ餌をまとめて食べる行動が2頭のブタの両方において次第に発達した。これまで、ブタにおけるこのような行動については報告されていない。餌のため込み行動の原因としては、二つの可能性が考えられる。第1は、操作子と強化子の対提示による古典的条件づけを通じて、条件反応として咀嚼

行動に類する行動がレバーに対して生じた可能性である。この行動はレバー押しのスイッチを複数回作動させ、まとめ押しとして記録される可能性がある。道具的条件づけの操作子に対して条件反応が生じる例としては、ブタやアライグマにコインの貯金行動を形成することを試みた際に、操作子であるコインに対して餌刺激に対する無条件反応と類似した鼻掘り行動やこすり合わせ行動が生じることが報告されている (Breland & Breland, 1961)。

第2に、まとめ押し行動はレバーと餌箱の間の移動に要する反応コストを低減するための採餌方略として発達した可能性が考えられる。まとめ押しによってレバー押し反応のコストは変化しないが、餌箱への移動に関してはより少ないコストで同量の強化子を獲得することが可能になる。チンパンジーでは、レバーと餌箱の距離が7.5 mから15 mに延長すると複数回の反応後に餌をまとめて採餌する行動が発現することが報告されている (日上・松沢, 1991)。操作子と餌箱の距離がまとめ押しの大きさに影響するという結果は、まとめ押し行動が移動反応のコストを低減するために発達することを示唆する。

そこで、ブタのまとめ押し行動の原因に関するこれら2つの可能性について検討した (上野・谷内, 2003a)。

まず、実験豚房内で操作子と餌箱の間の距離を110 cmから22 cmに短縮した場合のまとめ押し行動を吟味した。移動距離の短縮に伴い移動に要する運動コストが低減することによって、まとめ押し行動が減少する可能性が予測できる。これに対し、まとめ押し行動が古典的条件づけによる条件反応である場合は、レバーと餌の随伴関係は変化しないことから、餌箱の距離は行動に影響しないと予測される。ただし、レバーと餌箱の距離を短縮しても、まとめ押しによって移動反応のコストが低減可能である点については変化がない。そこで、次の段階では、レバーを押して餌箱へ向かったときにのみ強化子を提示することにより、一連のまとめ押しに対して1回しか強化しない条件を設けた。この条件下では、まとめ押し行動は非強化のレバー押し反応を増大させ、移動反応のコストも低減しない。すなわち、強化子の獲得効率に関しては、1回のレバー押しごとの餌箱での採餌が最適な行動となる。したがって、まとめ押し行動が反応コストを低減させるための採餌方略である場合には、強化条件の移行によって大幅に減少または消失することが予測される。これに対し、まとめ押し行動が古典的条件づけによる場合は、このような強化条件の移行は、“レバー刺激”に対する強化率を低下することに相当すると考えら

れる。例えば、自動反応形成の維持段階における強化率の低下は反応強度にほとんど影響しないことが示されている (Gibbon, Farrell, Locurto, Duncan, & Terrace, 1980)。したがって、まとめ押し行動が古典的条件づけの結果であるならば、強化条件の移行はまとめ押しの大幅な減少をもたらさないと考えられる。

結果として、餌箱へ向かうまでの平均反応数が5回程度に達した後にレバーと餌箱の距離の短縮を行ったが、まとめ押し数の減少は認められなかった。しかしながら、レバー押し後に餌箱へ向かったときのみ強化したところ、まとめ押し反応数が急激に減少し、最終的には消失した。1反応ごとの採餌が最適となる条件下でまとめ押し反応が消失したことから、まとめ押し行動は移動反応のコストを低減するための採餌方略として発達したことが示唆された。

4. 飽和による反応率の低下

先の実験では、産業的な飼育条件における給餌量に制限を加えない場合にも、約3.4 gの餌刺激を強化子として用いることにより、ブタは20分セッション中は一定の反応率を維持した。24時間絶食という一般的な食餌制限下で45 mgの標準的な餌ペレットによる連続強化を行った場合、ラットの反応率は初期の10分間程度は安定しているが、その後は漸減することが示されている (青山, 1997)。そこで、ブタについても、本研究の実験設定で安定した反応を得られる時間と強化数に関する範囲を調べるための実験を行った (上野・谷内, 2003c)。その結果、連続強化の下で90分セッション中の5分ごとの反応数を吟味すると、40分間で約650の強化数まではほとんど反応率の低下は見られず、その後漸減して、最終的には900~1,000個の強化子を獲得した。40分までの5分ブロックと累積反応数の相関係数は $r = .9997$ であり、極めて高い直線の相関が示された。また、40分までは16.2/分という高い反応率が示された。このように、少量で有効な強化子を使用することにより、長時間にわたって安定的な反応を得ることが可能となった。従来の研究では、ミニブタ等も含めて1強化あたり10~30 g程度の報酬を提示している例が多い。1強化当たりの報酬量を少量に抑えることの利点は、餌刺激に対する飽和を抑制することによって長期間にわたって安定した反応を得ることが可能である点に加え、一定数の訓練試行について考えた場合に、産業的な飼育計画への影響を最小限に抑制することが可能である点である。例えば、本研究で用いた餌刺激によって50試行の課題を強化した場合に、ブタが獲得する餌刺激の総量は最大で

170 gであり、これは1日の給餌量の約7%に過ぎない。このように、飼育計画への影響を最小に抑える工夫は、産業用に飼育される家畜動物において心理学の基礎研究を試みる上では重要な問題である。食肉として出荷を求められる家畜動物では、使用可能な餌刺激は量だけでなく質的な面についても制限を受ける。産業的に飼育される家畜動物における基礎研究の可能性を拡大するためには、各動物種に対して少量で高い報酬価値を持つ餌刺激を設定するための工夫が必要である。

5. 離散オペラント事態の確立

レバー押し事態は道具的反応の生起するタイミングが被験体によって決定されるため、自由オペラント事態と呼ばれる。動物の道具的学習について検討するためのもう一方の主要な学習事態としては、離散オペラント事態が挙げられる。離散オペラント事態とは、ラットの迷路学習やWGTAによるサルの変別学習のように、試行の開始が実験者によって統制された道具的学習事態である。ブタにおいても各種の視覚変別について検討するために、T迷路状の装置を用いた離散オペラント事態における変別訓練を検討した例がある(e.g., Tanaka et al., 1998)。しかし、これらの実験では、子ブタやミニブタを被験体としている。離散オペラント事態では、選択反応等の道具的反応を行った後に、次の試行のために操作子や目標箱から被験体を引き離す必要がある。200 kgを超える体重の成ブタに対してこのような移動を実現することの困難さが、これまで離散オペラント事態において子ブタやミニブタを使用せざるをえなかった原因の一つであると考えられる。

試行間の離散性を実現するための方法の一つは、試行間隔中は照明を消灯するとともに消灯中の反応を無効とし、照明の点灯により次試行の開始を知らせる方法である。このような方法は、自由オペラント事態において試行間の離散性を実現するために広く用いられている方法である。しかしながら、通常の畜舎では外光を取り入れる構造になっているため、産業的に飼育されるブタに対して畜舎の一面において実験を行う場合に、照明や外光に関する改造を施すことは現実的ではない。

そこで我々は、操作子への反応と強化子の提示を受けた後に、次の試行における操作子の提示を受けるために、第2の操作子に対する追加の反応を要求するという方法によって試行の離散性を実現するための予備的検討を行った。ブタにおいてこの学習事態を実現するためには、操作子の提示という条件性強化によって第2の反応を学習可能であることが必須となる。そこで、この可能

性について検討した。

一次性強化子を得るための反応としてはパネル押しを使用した。この第1操作子であるパネルの提示を条件性強化子として、第2操作子である床に置かれた青いコンクリートブロックへの接触を訓練した。パネル押しによる餌ペレットの獲得を訓練した後に、パネルの提示による条件性強化によってブロックへの接触反応を訓練した。ブロックの位置はレバーのすぐ横から段階的に移動し、最終的にはパネルと反対の壁に設置された。ブタがブロックに触るとベル音の提示とともに、反応パネルの前に置かれたカバーが外され、パネル押しが可能となる。パネルが押されるとホロボロブザーとともに餌ペレットが提示された。このような事態において、実験経験のない1頭のメスの成ブタを訓練したところ、ブロックとパネルを往復するシャトリング行動を形成可能であることが示された。反応形成には18日間を要した。最終的に、20分セッションにおける反応数は20~30回に達した。

このようなシャトリング行動は、第2操作子への反応のタイミングは被験体に依存しているため、厳密な意味では離散オペラント事態とは言えない。しかしながら、変別刺激や操作子から試行ごとに被験体を引き離すことに成功しており、試行の離散性を実現することが可能となった。また、第2操作子の提示タイミングについても実験者が制御可能であると考えられるので、今後の検討により試行間隔等について統制した真の離散オペラント事態の実現可能性も期待できる。これらの手法を用いることにより、視覚刺激の同時変別学習等の多様な学習課題を“成ブタ”において検討可能となると考えられる。我々は、第1操作子と第2操作子に対するnose poke反応を用いた課題により、視覚変別について検討することを予定している。ブタにおいてこのような手法の有効性が確認された場合、他の中・大型家畜動物に対する応用も期待できると思われる。

6. 家畜管理への動物心理学の応用

本発表では、題目を“動物心理学”の応用とした。動物心理学と呼ばれる領域には、被験体となる動物を人間のモデルとして扱う学習心理学の立場に加えて、各動物種に固有の行動や認知について明らかにすることを目指す比較心理学の視点が含まれる。正の強化手続きを用いたウシの移動行動の学習は、主に学習心理学の基礎原理を応用したものであると考えられる。一方で、例えば音楽誘導においても、聴覚刺激に対する動物の認知過程に関する知見が必要である。一般に動物は音楽刺激に対し

では絶対ピッチに対する符号化が優勢であり、相対ピッチの知覚が困難であることが知られている (e.g., D'Amato & Salmon, 1984; Page, Hulse, & Cynx, 1989)。このため、動物の音楽認知では一般にオクターブ転移が認められない。このような動物の認知特性や研究手法に関する比較心理学の知見がなければ、聴覚刺激・音楽刺激を用いた有効な家畜行動の制御や害獣対策は困難であると思われる。同様に、視覚刺激による家畜行動の刺激性制御においても、視覚認知に関する比較研究の知見が有効であることは言うまでもない。また、学習だけではなく、例えば、動物が映像刺激を通じて他個体や自然風景を認識可能である場合には、畜舎内の人工的な視覚環境の工夫によって、動物の心理的ストレスを低減する可能性も考えられるだろう。これらの環境改善を目指す際には、二次元刺激における奥行き知覚等の家畜動物の視覚認知に関する知見が不可欠となると考えられる。ブタは心理的ストレスによって肉質の低下が生じることが知られている。したがって、家畜動物の心理的ストレス低減のための試みは、動物福祉の点で重要であるだけでなく、産業としての畜産業にも貢献するものであると言えよう。このような試みにおいては、学習心理学だけでなく、比較心理学の基礎研究を応用する可能性が多様な場面において考えられる。家畜動物の行動管理は、学習心理学と比較心理学の両方を合わせた“動物心理学”の応用可能性が十分に見いだせる領域であると思われる。

引用文献

- 青山謙二郎 1997 ラットの摂食行動のセッション内変動に及ぼす飽和の効果。動物心理学研究, 47, 37-45.
- 円通茂喜・安藤文桜・両角清一 1980 時間制限放牧における育成牛群の行動制御Ⅲ: 条件音による牛群の誘導とその効率化。草地試験場研究報告, No. 16, 128-142.
- Breland, B., & Breland, M. 1961 The misbehavior of organism. *American Psychologist*, 16, 681-684.
- D'Amato, M. R., & Salmon, D. P. 1984 Processing of complex auditory stimuli (tunes) by rats and monkeys (*Cebus apella*). *Animal Learning & Behavior*, 12, 184-194.
- Gibbon, J., Farrell, L., Locurto, C. M., Duncan, H. J., & Terrace, H. S. 1980 Partial reinforcement in auto-shaping with pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 8, 45-59.
- 日上耕司・松沢哲郎 1991 競合・協同事態におけるチンパンジーのレバー押し行動。霊長類研究, 7, 12-22.
- 今田 寛 1996 学習の心理学。培風館。
- Laughlin, K., Huck, M., & Mendl, M. 1999 Disturbance effects of environmental stimuli on pig spatial memory. *Applied Animal Behaviour Science*, 64, 169-180.
- Page, S. C., Hulse, S. H., & Cynx, J. 1989 Relative pitch perception in the European starling (*Sturnus vulgaris*): Further evidence for an elusive phenomenon. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 15, 137-146.
- Tanaka, T., Murayama, Y., Eguchi, Y., & Yoshimoto, T. 1998 Studies on the visual acuity of pigs using shape discrimination learning. *Animal Science and Technology*, 69, 260-266.
- Tanida, H., & Nagano, Y. 1998 The ability of miniature pigs to discriminate between a stranger and their familiar handler. *Applied Animal Behaviour Science*, 56, 149-159.
- 上野糧正・谷内 通 2003a 豚におけるレバー押し反応の形成とまとめ押し反応の出現。北陸心理学会第38回大会発表論文集, 9-10.
- 上野糧正・谷内 通 2003b 豚におけるレバー押し反応の形成と消去。日本心理学会第67回大会発表論文集, 772.
- 上野糧正・谷内 通 2003c 豚におけるレバー押し反応の形成と飽和による反応率の低下。動物心理学研究(日本動物心理学会第63回大会発表要旨), 53, 128.