

落胆する心の起源：継時的負の対比効果の比較心理学的研究

堀 郁実（人間社会学域人文学類心理学コース3年）

指導教員

谷内 通（人間社会研究域人間科学系 准教授）

1. 研究の背景と目的

大報酬から小報酬へと、予期せぬ変更を経験したラットや他のほ乳類は、一貫して少報酬を与え続けられた統制条件の動物に比べて、反応強度や摂取傾向が低下するという現象が知られている。この現象は、継時的負の対比効果と呼ばれ、報酬量の変化の認知に加えて、その認知が引き出す情動反応が関与していると考えられている。

継時的負の対比効果は、報酬を獲得するための道具的反応の強度や、直接の摂取反応である完了反応の強度に関して、ほ乳類では、ヒトの乳児、サル、ラット、あるいは有袋類のオポッサム等の広い範囲の種で観察されているが、すべての動物種において観察されるわけではない。Papini (2006)が、継時的負の対比効果について動物種の系統発生上の関係をまとめたものによると、ほ乳類以外のカメ目、鳥類、両生類、硬骨魚類いずれにおいてもこの現象は生じないことが示されている。

しかしながら、ほ乳類以外の動物は、研究例自体がきわめて少ない。特に両生類では、無尾目のカエルを用いて水につかる時間の統制による皮膚からの吸水を報酬とした研究が一例あるのみであり(Papini, Muzio, & Segura, 1995)、研究が十分になされているとはいえない。また、ほ乳類や硬骨魚類における継時的負の対比効果は餌報酬を用いて検討されてきているため、皮膚からの吸水報酬を用いた結果と直接的に比較することはできないと思われる。継時的負の対比効果に関わる情動の進化に関して明らかにするためには、両生類における対比実験が必要であると考えられる。

そこで本研究では、両生類の中でも有尾目であるイモリを用い、餌を報酬とした実験をおこなうことで両生類における継時的負の対比効果を検討することを目的とした。

2. 実験

両生類については、餌を何日も食べなくても生存するなど飢餓動因の統制が困難であるとされている (Goldstein, 1960; 芝崎・石田, 2005)。このことから、本研究では、まずアカハライモリの報酬実験に適用可能な餌報酬と報酬量を特定し、餌報酬による走行訓練が可能であることを確かめることとした。

方法

〈被験体〉実験歴のないアカハライモリ 13 匹を用いた。13 匹の体重の平均は飼育開始時では 4.39g, 予備訓練開始時(飼育開始から 98 日後)では 3.91g であった。

〈装置〉訓練の途中で後述する理由により装置を変更した。はじめの装置について, 両端に出発箱と目標箱が設けられた全長 55cm×幅 6cm×高さ 10cm の直線走路に水を張ったものを用いた。この装置は走路に傾斜がつけられていて, 目標箱に到達するためには一度水からでなければならぬ作りであり, 餌のにおいによる走行への影響がないようになっていた。変更後の装置では傾斜をなくし, 出発箱から目標箱までひとつづきになったものを用いた。

〈手続き〉ケージで個別飼育をおこなった。餌ははじめ固形飼料を与えていたが, 飼育開始から 2 週間を経過しても固形飼料への嗜好性があがらず摂食しないものもいたため, 21 日目から冷凍アカムシへ変更した。冷凍アカムシの量について, 50mg としたところ摂食が確認されたため, 大報酬群の報酬量を 50mg とし, 小報酬群については 10mg とした。摂食がみられなかった 1 匹を除いて大報酬群 5 匹と小報酬群 7 匹を設定し, 走行訓練に移行した。



図 1. 改良前 (上) と改良後 (下) の装置の概略.



図 2. 餌報酬として使用したアカムシ(50mg, 左)とマグロの切り身(100mg, 右).

走行訓練について, 被験体が目標箱に到達するまでの時間を計測した。被験体が目標箱に到達すると, ギロチンドアが下ろされ, 大報酬群は 50mg, 小報酬群は 10mg を食べることができた。変更後の装置では, 目標箱に到達後鼻先に餌を投入することで, 餌のにおいの影響を統制した。被験体が出発箱を開けてから 300 秒以内に目標箱に入らなかった場合には, 実験者が目標箱に誘導した。1 日の摂食量を群間で等しくするため, 小報酬群にはホームケージに戻してから 20 分以上経過後に 40mg の餌を与えた。訓練は 1 日 1 試行で, 40 試行おこない, 第 1 の装置で 20 試行

おこなったあと、改良型の装置で 20 試行おこなった。

その後、冷凍アカムシを用いることへの問題点が明らかになったことから、報酬をマグロの切り身とした走行訓練に移行した。この訓練では、12 匹を目標箱で餌が与えられる強化群 6 匹と、餌が与えられない非強化群 6 匹と設定した。強化群については目標箱に到達したのち、生のマグロの切り身 100mg を鼻先に投入した。非強化群については目標箱にてそのまま 5 分放置した後にホームケージに戻し、10 分経過した後に 100mg のマグロを与えた。実験 1 と同様に被験体が目標箱に到達するまでの時間を計測した。訓練は 45 試行おこない、30 試行までは 1 日 1 試行、31 試行目からは 2 日に 1 試行でおこなった。

結果と考察

約 3 ヶ月にわたる長期間の飼育を通じて、13 匹すべてにおいて、飼育開始時から訓練開始時までに体重の減少がみられた (図 2)。飼育開始時の体重に対する訓練開始時の平均体重は 80.8% であった。餌報酬について、餌ペレットでは、体重が漸減したにもかかわらず、食べ残しが多く、餌への嗜好性が高くないことが確認された。また、冷凍アカムシについては 1 日につき 100mg では食べ残しが多くみられ、50mg にしたところ、ほぼ完全に摂食するようになった。

体重の推移

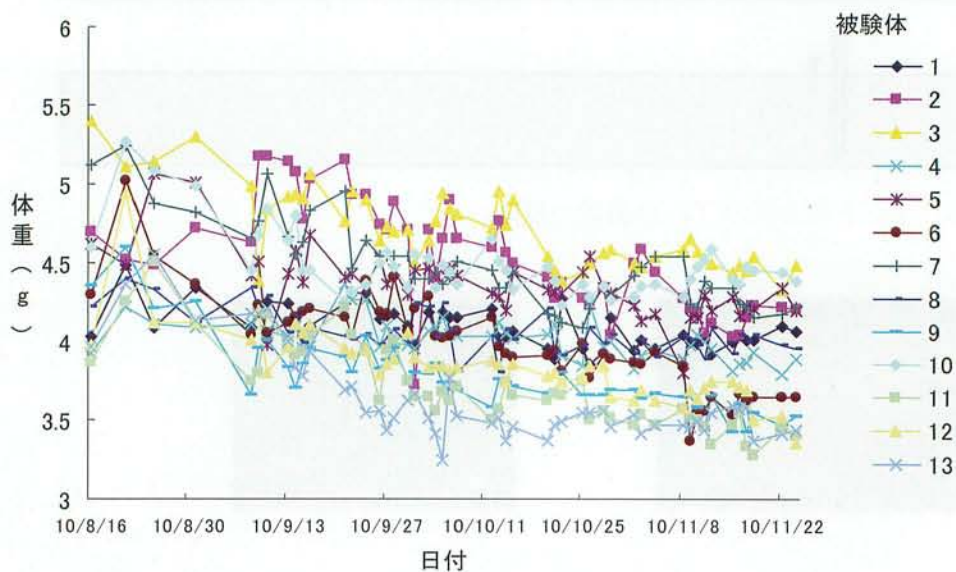
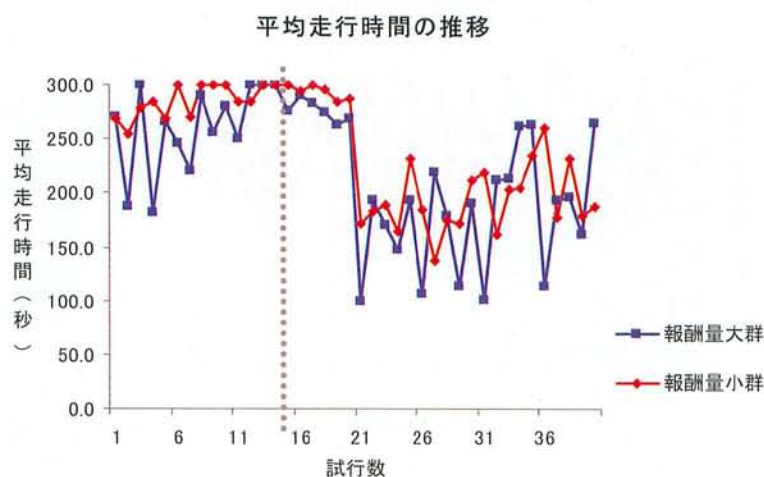


図 3. 被験体の体重の推移.

走行訓練について、最初に用いた床が傾斜した装置では目標箱に到達するためには一度水からでなくてはならなかったのだが、被験体がそれを拒否する傾向がみられた。そこで 21 試行目からは床の傾斜を取り除き、平坦な床を持つ装置を使用した。



b

図 4. 各群における走行時間の推移

※横軸に試行数，縦軸に走行時間(秒)をとって表した図である。21 試行目からは装置を変更した。

装置を変更したことによる走行反応の促進は認められる結果となった(装置変更直前の 5 試行と装置変更後はじめの 5 試行，大報酬群と小報酬群という 2 要因の分散分析おこなったところ，装置変更直前 5 試行と直後 5 試行について，直後で有意に走行時間の短縮がみられた [$F(1,10)=28.520, p=0.0003$]。しかしながら試行数を重ねたことによる走行時間の明らかな短縮はみられず，報酬の呈示による訓練の効果は明確には確認できなかった。装置変更後 40 試行についても，前半 5 試行と後半 5 試行を比較したが，その効果は有意ではなかった [$F(1,10)=0.057, p=0.816$]。また大報酬群と小報酬群における群間の成績の差もなかったため [$F(1,10)=0.409, p=0.537$]，報酬量の効果も認められない結果となった。

冷凍アカムシを報酬とした訓練を行う過程で，冷凍アカムシは水中でばらばらになってしまうために食べ残しがでてしまい，摂食量が不明確になってしまうという問題点が明らかとなった。また，すべてのアカムシを摂食するのに時間がかかってしまうなど，目標箱まで到達して餌が投入されたとしても，その餌が十分な強化になっていなかったという可能性が考えられた。そこで，報酬の種類を生のマグロの切り身へと変更した。

マグロの切り身を報酬とした訓練について，非強化群の各個体の平均走行時間を算出し，またそこから各群について平均走行時間を算出した。全 45 試行を 5 ブロックごとにわけて平均を算出したところ，非強化群については走行時間の上昇傾向がみられた。このことについて，アカムシを報酬としておこなった先の訓練で獲得した走行反応の消去が生じた可能性が考えられる。強化群については 15 試行目をすぎたあたりから，目標箱で餌を食べなくなる個体がでてきた。そのため，31 試行目からは 2 日に 1 試行(48 時間絶食)に変更した。しかしながら，強化群における目標箱での摂食状況に改善はみられず，走行時間についても明らかな短縮は確認されなかった。

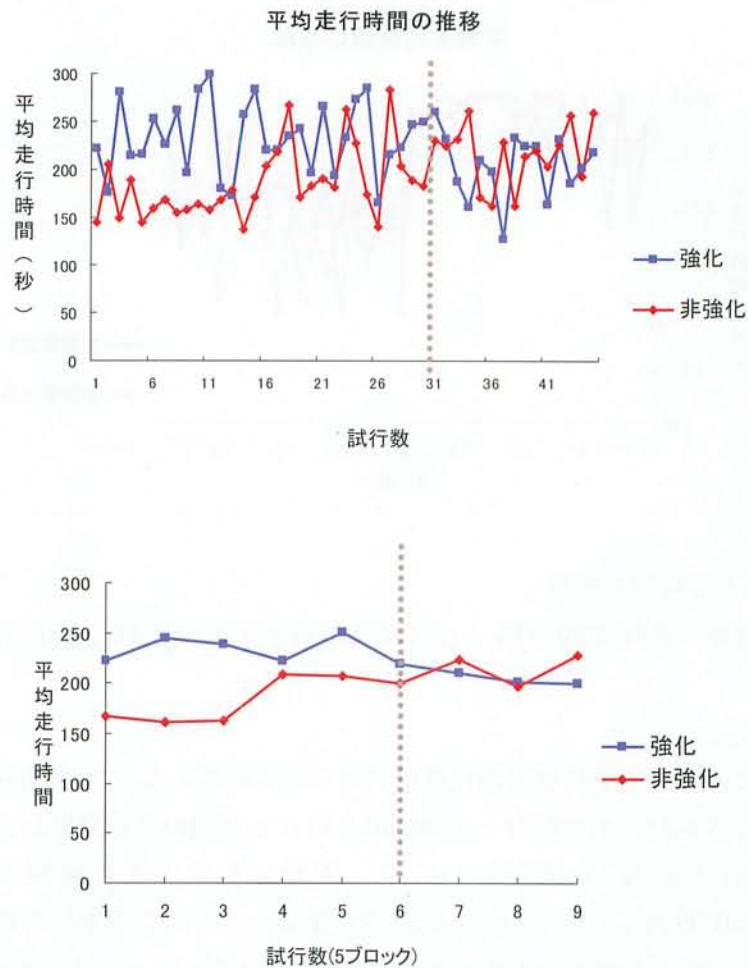


図 5. 強化群と非強化群における平均走行時間. 上のグラフは試行毎, 下は 5 試行ブロックによる表示. 31 試行目からは 2 日毎に 1 試行へ変更した.

強化群について, 途中から目標箱で餌を摂取しなくなった原因として, 24 時間絶食では飢餓状態が作りだせず, 餌へ動機づけが十分になされなかった可能性があった。そこで途中で 48 時間絶食に変更したのだが, 今回はそれでも摂食状況は変わらなかった。しかしながら, 動機づけの間隔については, 他種のイモリにて 4 日～8 日ほどの絶食状態で摂食動機があがるという報告がある (芝崎・石田, 2005)。そのため, 今後はさらに絶食期間をあけることが有効かもしれない。しかし, 継時的負の対比効果は, 先の報酬量の記憶と直面した報酬の比較が必要となるため, 長すぎる試行間隔はこの現象の検討には適さない可能性があり, 単純な絶食時間の延長以上の工夫が必要になると考えられる。また, 今回はマグロの切り身のみを報酬として与えていたが, 餌報酬への飽きである飽和が生じた可能性もある。飽和への対処としては, 複数種類の餌を試行ごとに交替で与えるなどの方法が考えられる。

本研究の最終目的はイモリにおける継時的負の対比効果の検討である。今回の実験では走行反応の獲得を目指したが, はっきりとした走行反応を確認することができなかった。しかし, 走行

反応については個体差も大きく、訓練の途中で餌を食べなくなる個体がでてくるなど、動機づけの統制方法に改善の余地がある。今後は、餌の種類や与え方など、安定して摂食する方法の確立を試みることで、餌報酬による走行訓練の確立を目指す。そして、走行訓練が確認されたのちは、報酬量大群についてその報酬量を小群と同量まで減らし、走行成績にどのような変化がみられるかという対比実験に移行し、両生類における継時的負の対比効果の検討を今後行う予定である。このような検討を通じて、期待された結果と現実の落差に対して生じる負の情動が、進化の過程でなぜ生まれてきたのかという問題について、その一端を明らかにしたいと考えている。

3.結論

- ・ アカハライモリの摂食量、体重変化について検討した。その結果、嗜好性は弱い安定して摂食する餌（餌ペレット、アカムシ）と当初の嗜好性は強いが途中で摂取しなくなる餌（生マグロ）があることが明らかとなった。
- ・ 報酬量の違いによる走行成績の違いは確認できなかった
- ・ 強化（報酬）群と非強化（無報酬）群では、走行時間の変化に差が認められたことから、報酬訓練の効果が示唆された。
- ・ イモリにおいて餌刺激を用いた継時的負の対比効果を検討するためには、報酬量に差を設定するために比較的大きな給餌量を長期間にわたって安定的に摂取させることが可能な餌刺激の選定と提示スケジュールの確立が必要であることが示された。

4.参考文献

- Goldstein, A.C. (1960) Starvation and food-related behavior in a poikilotherm, the salamander, *Triturus viridescens*. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 53, 144-150.
- 柴崎全弘・石田雅人(2005) 両生類における比較学習研究の動向と課題 大阪教育大学紀要第IV部門, 53, 17-36.
- 柴崎全弘・石田雅人(2006) イモリにおける部分強化学習と消去抵抗 動物心理学研究, 56, 101-106.
- Papini, M. R. (2006) Role of surprising nonreward in associative learning. *The Japanese journal of animal psychology*, 56, 35-54.
- Papini, M. R. & Ishida, M. (1994) Role of magnitude of reinforcement in spaced-trial instrumental learning in turtles (*Geoclemys reevesii*). *The quarterly journal of experimental psychology*, 47B, 1-13.
- Papini, M. R, Muzio, R. N. & Segura, E.T. (1995) Instrumental learning in toads (*Bufo arenarum*) : Reinforcer magnitude and medial pallium. *Brain, behavior, and evolution*. 46, 61-71.
- 山本崇史・石田雅人・柴崎全弘(2005) イモリにおける位置弁別課題での過剰訓練逆転効果の検討 大阪教育大学紀要 大IV部門 第1号 pp.71-84.