

アカハライモリにおける色覚を利用した学習

愛媛県立松山南高等学校 イモリ班

家山倭貴 島田紗菜 水野華恋 指導教諭 佐々木謙一

1. はじめに

アカハライモリは明暗及び色を知覚でき、明暗による学習が可能であることが木村ら(2013)によって示されている。そこで、私たちはイモリには色に対する嗜好性があり、色を用いて学習させることが出来るのではないかと考えた。まず、齋藤ら(2019)により関心が高いとされた同種の腹部の色に近い赤色と水草を想定した緑色に対する嗜好性を確認することにした。近年、野生イモリの生息数減少が指摘されていることから、色に対する嗜好性や学習についての研究成果をイモリの保全活動に活用していきたいと考えている。

2. 方法

(1) 被験体と実験装置

ア 被験体：愛媛県東温市で採集したアカハライモリ 6 匹（オス 3 匹、メス 3 匹）を用いて試行を行った。

イ 装置 1（図 1）：60 cm 水槽に Y 字迷路を作成したものを使用した。分岐先を緑（ブロック X）と赤（ブロック Y）の 2 色で囲った。

ウ 装置 2（図 2）：直径 25cm の円形水槽を赤と緑に分けたものを使用した。

(2) アカハライモリの色（赤・緑）に対する嗜好性の確認（実験 1）

1 - a：装置に被験体を入れ、各ブロックにとどまった時間を計測した。いずれかのブロックに入った時間の合計を 100% とし、各色にとどまっている時間の割合を算出した（図 3）。

1 - b：1 回の試行で最初に入った色の割合を算出した（図 4）。

1 回の試行につき 5 分間行い、体長の半分がブロックに入った時点でそのブロックに入ったとみなした。試行回数は被験体 1 匹につき 18 回行った。左右の試行差をなくすため、左右の色を変えて試行した。

(3) 餌強化による色覚学習（実験 2）

円形水槽（図 2）を用いて、実験 1 から嗜好性が弱いと判断された方に餌を用いて繰り返し試行し、餌と色の関係を学習させた。試行は被験体 1 匹につき 48 回行った。1 回の試行時間は 5 分とした。Y 字迷路でテストを行い、最初に入った色の割合が全体の 75% に達すると今回の実験では学習完了とした。

(4) 水強化と餌強化による色覚学習（実験 3）

実験 2 の影響を考慮して実験 2 から 1 ヶ月ほど期間を置いて本実験を行った。乾燥させた Y 字迷路（図 1）を用いて繰り返し学習させた。木村ら(2013)を参考にアカハライモリの体表をキッチンペーパーで拭き取ったのち魚類飼育用のセラミックサンドを付着させることにより、体表の水分を除去した後試行を行った。緑を正反応、赤を誤反応とした。正反応の場合は餌の入った水に 3 分間入ることができた。誤反応の場合は、水に入ることはできずセラミックサンドの上に置かれた。1 回の試行時間は最長 3 分で、いずれかのブロックに入った時点で、試行を終了する。時間内にブロックに入らなかった個



図 1 Y 字迷路



図 2 円形水槽

体はピンセットで強制的に正反応へ誘導し、試行を終了させた。なお、この場合は、正反応として計上しなかった。12 試行を 1 セッションとしてセッションごとに正反応率の計算を行った。2 セッション連続で 75% の正反応を得ることを学習基準とした。学習基準に到達すると、学習完了とみなした（第 1 セッションは含まない）。

3. 結果

(1) 実験 1 の結果

イモリ C のみ実験途中で死亡したため、試行回数は 9 回であった。図 3、図 4 が示す通り 5 匹中 4 匹で赤が優勢であった。イモリ C のみ嗜好性が異なり、緑を好む結果となった。また、図 3、図 4 より有意差があると思われたため T 検定を行い、p 値を算出した（図 5、図 6）。特異的な嗜好性であったため、イモリ C を除いての統計処理を行った。図 5 では有意差は見られなかった（ $p = 0.12$ ）。図 6 では有意傾向であった（ $p = 0.052$ ）。図 7、図 8 では有意差が見られた（ $p = 0.04$ 、 $p = 0.005$ ）。本研究では $p > 0.1$ ならば有意差がない、 $0.1 \geq p \geq 0.05$ ならば有意傾向にある、 $p < 0.05$ ならば有意差があると言えるという一般的に用いられている定義に沿って判定した。イモリ C を除いた場合では大きく有意差があり、イモリ全体での嗜好は赤が優勢であった。

(2) 実験 2 の結果

日による摂食量にばらつきがあり、餌に関心を持たない場面が多く見られた。そのため、効果的な餌強化を行うことができず、私たちが期待した結果は得られなかった（図 9）。

なお、イモリ F は実験 2 の途中で死亡した。

(3) 実験 3 の結果

現在、イモリ E のみ学習基準に到達している（図 10）。

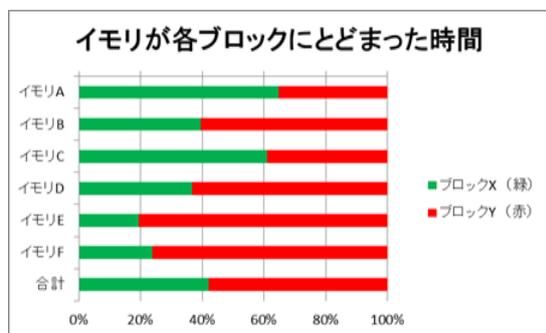


図 3 実験 1 - a の結果

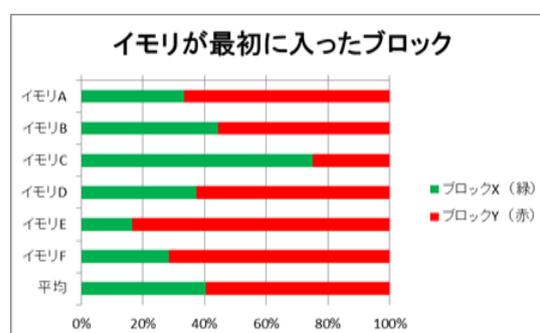


図 4 実験 1 - b の結果

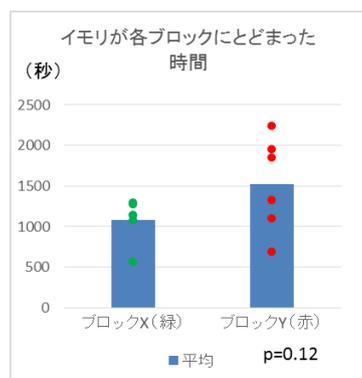


図 5 実験 1 - a の有意差検定

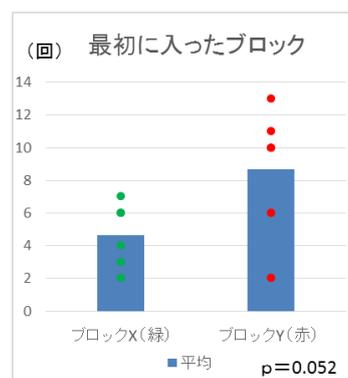


図 6 実験 1 - b の有意差検定

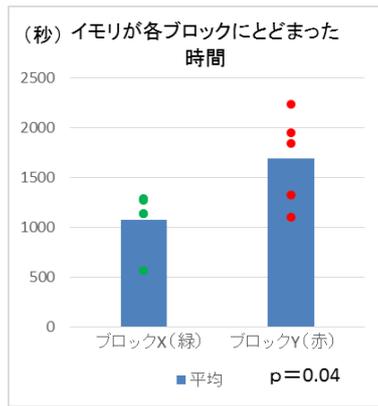


図7 実験1 - a(除イモリC)の有意差検定

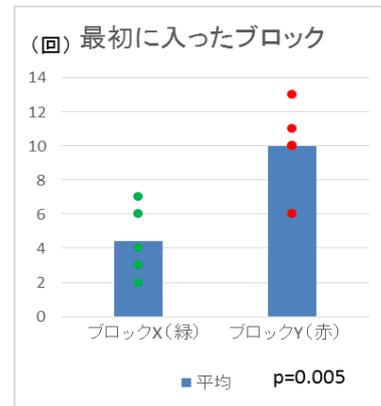


図8 実験1 - b(除イモリC)の有意差検定

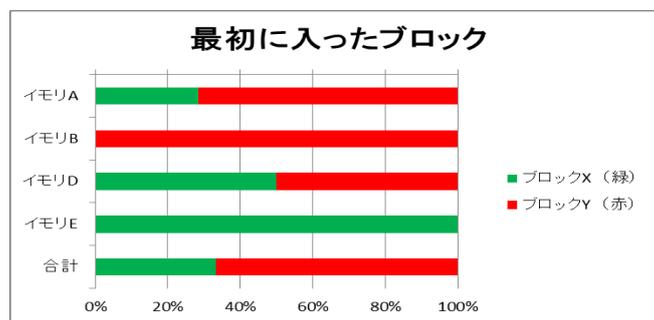


図9 実験2の結果

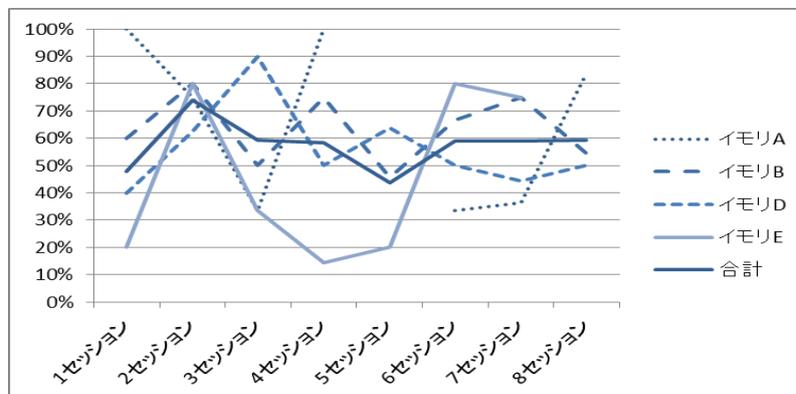


図10 実験3の結果

4. 考察

(1) 実験1の考察

イモリとしての平均的な嗜好は、赤が優勢である。しかし、個体ごとに嗜好性に差があることから、ヒトと同じように個体により嗜好性が異なっていると考えられる。イモリCは嗜好性が緑と特異であったため、他の個体と比べて環境に適応する能力が低かった可能性が考えられる。

(2) 実験2の考察

アカハライモリは毎日摂食する必要はない生物であり、空腹の調節が難しく餌強化の有効性がほとんどみられない結果になったと考えられる。そのため、餌強化のみでの実験は困難であると判断した。

(3) 実験3の考察

現在、イモリEのみ学習基準に到達したが、学習を成立させるためには膨大な試行回数が必要になることが分かった。しかし、実験1の結果と比べると現段階で全体の赤と緑の割合が逆転していることから一定の学習効果があると認められる。

5. まとめ・今後の展望

餌の存在が期待される緑色ではなく、一般的には警告色とされる赤色に対する嗜好性が高いことは、私たちの予想に反した興味深い結果であった。イモリには個体により嗜好性に差があると判断されイモリの特徴として興味深いものだと思われた。イモリを餌強化のみでの学習させることは極めて困難だと分かった。しかし、餌強化と先行研究で行われていた水強化を組み合わせることで、色に対する学習をさせることが可能であることが示唆された。今後は、学習基準に到達したイモリから忘却曲線の作製を行い、イモリの学習能力に関する考察を進めていくとともに、赤に対する嗜好が優勢である要因についての検討も行っていきたい。

6. 参考文献

- ・木村誠・上野糧正・谷内通(2013)。「アカハライモリ (*Cynops pyrrhogaster*)における水強化を用いた同時色覚弁別学習」。動物心理学研究, 63(1), 87-93.
- ・齋藤貴秀・白木大登(2019)。「イモリの学習能力について」。『平成26年度指定スーパーサイエンスハイスクール生徒課題研究論文集』。学校法人市川学園市川中学校・高等学校。