

マダガスカルゴキブリの学習能力

久本 拓宙 菊井 悠希 西川 翔大 太田 侑花

1. 研究目的

家にいるゴキブリは、水や食料のあるところによく見かける。それはゴキブリが水や食料の位置を嗅覚だけでなく、視覚でも学習しているからなのではないかと考えた。そこで、生後4ヶ月程度の子どものマダガスカルゴキブリを使って、視覚による学習能力の有無を調べる。

2. 先行研究

「驚異の微小脳 中央公論新社（水波誠 2006年）」により、ワモンゴキブリは匂いによって学習することが判明している。また、「衛生昆虫の微細構造（BSI 生物科学研究所）」によりゴキブリは複眼の一部が退化したことにより色は識別できないが、明暗は感受することが判明している。さらにゴキブリは高温を避ける習性がある。

3. 飼育方法

虫かごに木くずと卵パック、水、エサを入れ、そこでゴキブリを飼育した。大人のゴキブリから子どもが生まれ、カゴの隙間から子どもが逃げ出さないよう網を虫かごに張った。万が一大人のゴキブリが子どものゴキブリを共食いしないよう、子どもと大人のゴキブリを飼育する虫かごを分けた。ゴキブリは暗い場所を好むので、下図のように黒い幕で虫かごを覆った。また、冬になると気温が下がり、ゴキブリの動きが鈍くなる。そこで、冬でもゴキブリにとって適温の27℃に保つためにサーモスタットを設置した。気温だけでなく湿度も高い方を好むので、霧吹きで水を吹きかけ湿度を高く保った。エサは主に昆虫ゼリーを与えたが、栄養が偏らないために野菜くずも与えた。水は蓋が付いた容器の蓋に穴を空け、そこに脱脂綿を入れ、それでゴキブリに水を与えた。



4. 研究内容

無作為に選出した6匹の子どものゴキブリで、本実験「模様あり、高温あり」を1日2回、1日間隔で5日、計10回行う。本実験を行なった後、同じ個体で対照実験①「模様あり、高温なし」を1日2回、1日間隔で5日、計10回行う。対照実験①を行なった後、同じ個体で対照実験②「模様なし、高温あり」1日2回、1日間隔で2日、計4回行う。

5. 実験方法とその結果

本実験「模様あり・高温あり」

<実験の目的>

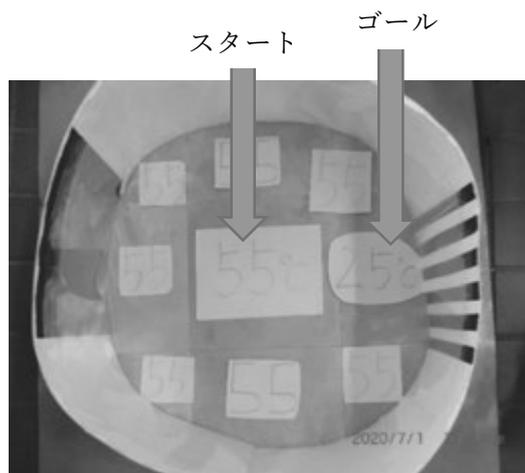
生後4か月程度のゴキブリを使用して、視覚によって学習し、ゴールにたどり着くまでの時間が減少するかどうかを観察する。また、実験に使用する個体にゴールの位置とその模様を覚えさせることにより、後の対照実験への記憶の定着も兼ねた。

<実験器具>

- ・恒温槽9個
- ・アルミ板9枚
- ・プラスチック板
- ・温度計
- ・画用紙
- ・ストップウォッチ
- ・サーモグラフィー
- ・マダガスカルゴキブリ6匹

<実験方法>

- 1 恒温槽を 9 つ、間隔を均等にして並べてそのうち 8 つに水温 60℃の熱湯を、残りの 1 つに氷をいれて水温を 5℃に保てるように設定する。
- 2 アルミ板 9 枚を正方形になるように並べ、テープで固定したものを用意する。
- 3 2 で用意したアルミ板を恒温槽の上にちょうど被さるように置く。
(このとき熱湯を入れた恒温槽の上に置いたアルミ板の表面温度をサーモグラフィーで測定すると 55℃、氷を入れた恒温槽の上に置いたアルミ板の表面温度は 25℃となった。)
- 4 図のようにプラスチック板 2 枚を張り合わせ筒状になるようにする。
- 5 4 のプラスチック板に黒の画用紙で縦縞模様を貼り、その対面に黒色画用紙を貼る。
- 6 筒状のプラスチック板を表面温度が 25℃のアルミ板の上に縦縞模様がかかるようにして置く。
- 7 マダガスカルゴキブリがゴールに到達するまでの時間をストップウォッチで測定し記録する。



<実験条件>

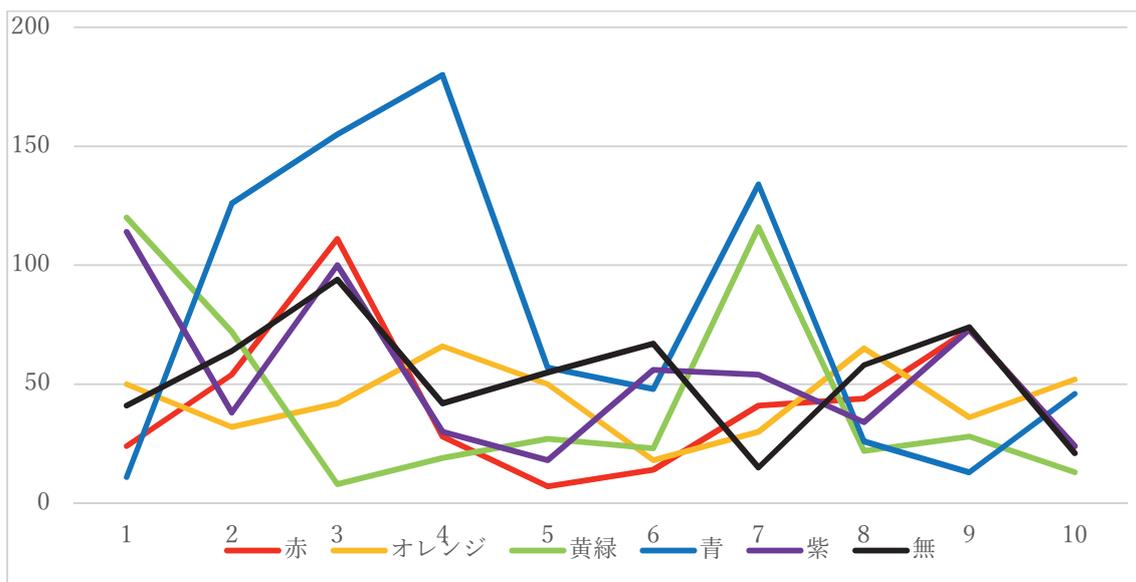
- ・1日に2回を1日間隔で5日間繰り返し、合計10回繰り返す。
- ・ゴキブリがフェロモンを出し、そのフェロモンを頼りにしてゴールに達するのを防ぐために、実験終わる度にアルミ板上と壁を雑巾で拭くようにする。
- ・ゴキブリが3分(180秒)以上止まらなかった場合は記録なしとする。
- ・ゴキブリの個体ごとの実験結果を調べるために、実験で用いる個体にマーカーで赤、黄緑、青、オレンジ、紫、無色に分けた。
- ・中央のアルミ板をスタート地点、表面温度が 25℃のアルミ板をゴールとする。
- ・ゴール地点で10秒とどまった場合をゴールしたこととした。
- ・表面温度を 25℃に保つために、アルミ板の裏に発泡スチロールを用いて、熱伝導を抑えた。

<予想>

本実験の回数を重ねるにつれ、ゴールに到達するまでの時間は早くなる。
つまり、視覚情報によりゴールの位置を学習する。

<結果・考察>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
赤	24	54	111	28	7	14	41	44	73	24
橙	50	43	42	66	50	18	30	65	36	52
黄緑	120	72	8	19	27	23	116	22	28	13
青	11	126	155	180	57	48	134	26	13	40
紫	114	38	100	30	18	56	54	34	73	24
無	41	64	94	42	55	67	15	58	74	21
平均	60	64	85	37	36	38	65	42	50	30



すべての個体において、ゴールである冷たいアルミ板の上で止まった。また回数を重ねるにつれてマダガスカルゴキブリがゴールに到達するまでの時間は縮まっていった。しかし、実験中のゴキブリの様子を観察すると、視覚だけでなく触覚などほかの何かによる学習能力を持つ可能性があると考えた。

また、少し結果にばらつきがあり、記録が安定せず、一概に記録が下がっていると言えないのは、合計 10 回の実験を 5 日に分けて行ったためであると考えられる。それは、エビングハウスの忘却曲線のように次の日の実験の 1 回目の記録は悪くなってしまいうためであると考えた。

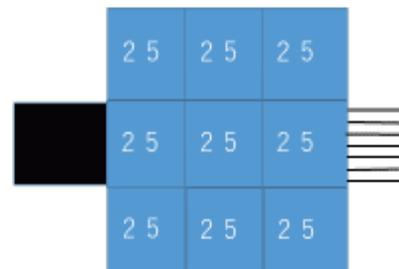
対照実験①「模様あり，高温なし」

<実験の目的>

本実験で見られた学習能力が、視覚情報によるものかを確認するために行った。

<実験方法>

- ・実験器具や手順は本実験と同様に行ったが、変数であるアルミ板の表面温度は本実験と変えて、すべて 25°C で一定にし、壁の模様などは本実験と同様に縦縞模様を作り、その対面を黒の模様にした。
- ・この方法で 1 日 2 回を 5 日繰り返し、計 10 回行う。
- ・この実験では 180 秒以上止まらなかった個体を記録なしとし、次の表では×で表し、グラフでは 180 秒としている。

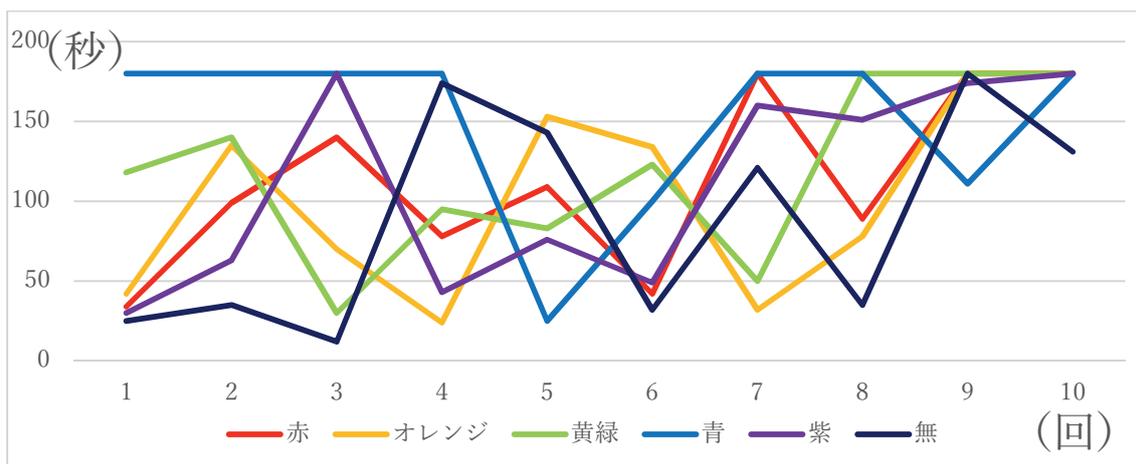


<予想>

本実験で模様の位置を学習させた個体すべてが、常温の時も本実験の時に冷たかった縦縞模様の位置に止まると予想した。

<結果>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
赤	34	99	140	78	109	42	×	89	×	11
橙	42	135	70	24	153	134	32	78	×	52
黄緑	118	140	30	95	83	123	50	×	×	13
青	×	×	×	×	25	100	×	×	111	46
紫	30	63	×	43	76	49	160	151	174	×
無	25	35	12	174	143	32	121	35	×	131
平均	72	109	102	99	98	80	121	119	151	172



熱いところがなく回避刺激がないはずだが、10回試行する中の少なくとも1回は本実験の時に冷たかった縦縞模様のところに止まった。本実験の直後に実験を行った個体はゴール到達時間がはやいが、実験回数を重ね、日が経つにつれて時間は遅くなる傾向がある。また3分間で止まらない個体も存在した。

<考察>

回避刺激がなくても本実験で安全だと判断した縦縞模様のアルミ板の上に止まることから、マダガスカルゴキブリの子どもは視覚によってゴールの位置を記憶していることが分かった。

また、回避刺激がない条件で実験を繰り返すと、日が経つにつれて止まるまでの時間が遅くなることからその記憶は薄れていくことが分かった。

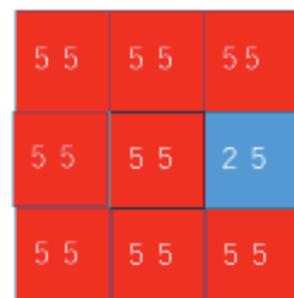
対照実験②「模様なし，高温あり」

<目的>

この実験も本実験で見られた学習能力が、視覚によるものかを確認するために行った。

<実験方法>

壁の模様をすべて真っ白にし、その他の条件であるアルミ板の温度は本実験と同じで行った。(右図)

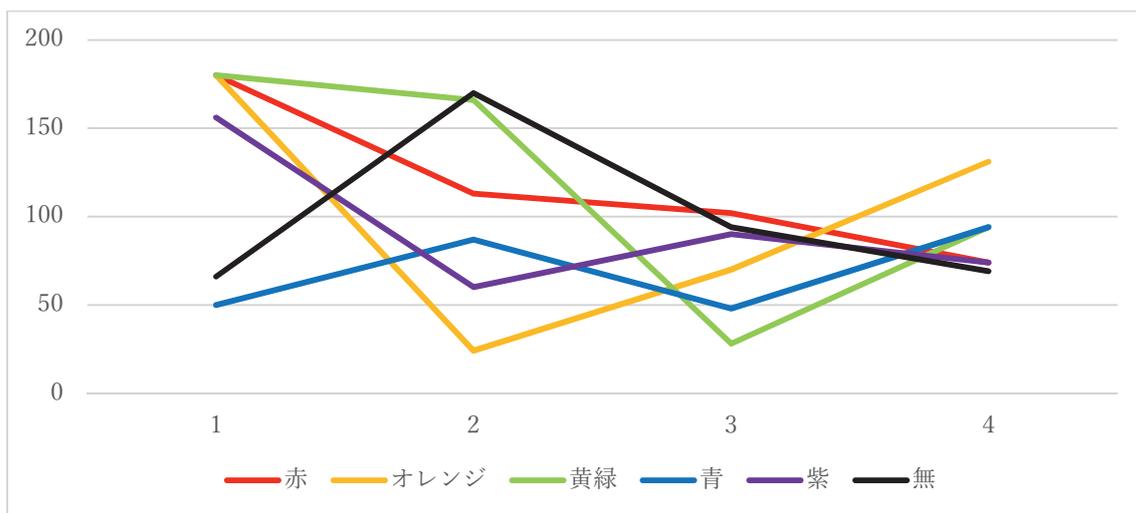


<予想>

この実験では回避刺激があるので、冷たい部分には止まるが、視覚情報がないため時間に規則性が見られないだろうと予想した。

<結果>

	1	2	3	4
赤	×	113	102	74
橙	×	24	70	131
黄緑	×	166	28	94
青	50	87	48	94
紫	156	60	90	74
無	66	170	94	69
平均	135	103	72	89



模様をすべて真っ白にすると、回数を重ねることで全ての個体が冷たいアルミ板の上に止まったが、模様があったときに比べて、止まるまでの時間は長く、アルミ板上をくるくる動き回り、迷っているようだった。また回数を重ねるにつれて、止まるまでの時間は縮まる傾向がみられた。しかし、縦縞模様がある本実験の方が、より短時間でゴールに行きついた。

<考察>

本実験に比べて冷たいアルミ板に止まるまでの時間が遅いのは、壁の模様がなくなり、視覚情報がなくなったためであると考えられる。

また、止まることができたのは触覚によって冷たい位置を探しており、回数を重ねるごとに時間が縮んだのは、熱いところを避けること自体に学習効果があったため止まるまでの時間が縮んだのだと考えた。

6. 結論

本実験、対照実験①からマダガスカルゴキブリは触覚によって安全な場所を探し、視覚情報と結び付けて学習していた。何度も繰り返すことで、学習がより定着した。しかしながら、回避条件が無いと学習記憶は減退することがわかった。

対照実験②から、触覚情報だけの場合も、回避行動を学習するが、視覚情報があった方が、学習能力がより高いことが分かった。

7. 各個体のグラフ

学習能力は個体差が大きく実験を困難にする要因であった。そのことを示すために、3種類の実験の結果を個体ごとにまとめて紹介したい。

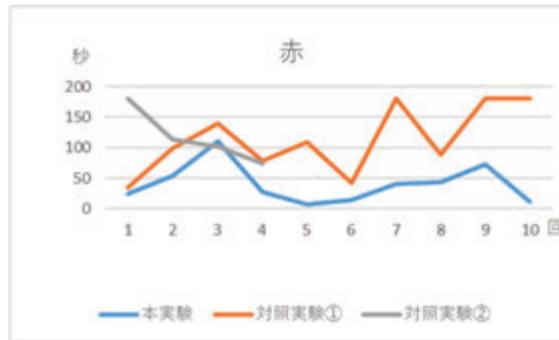
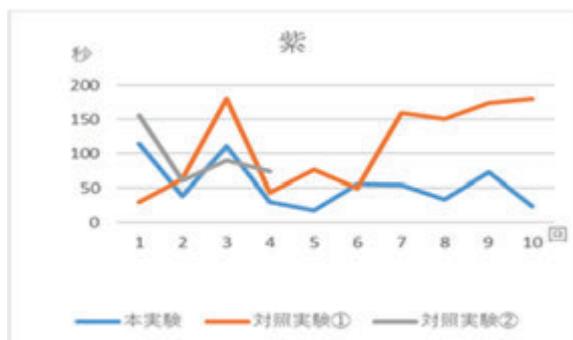
結果の良かった個体と結果の悪い個体を紹介する。

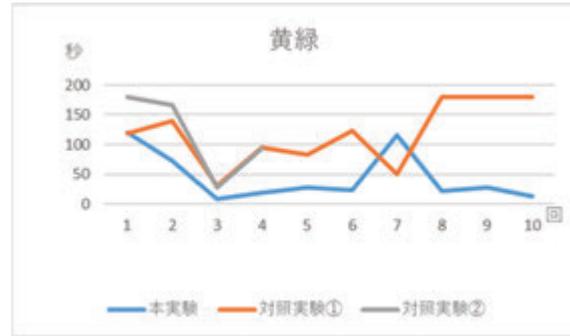
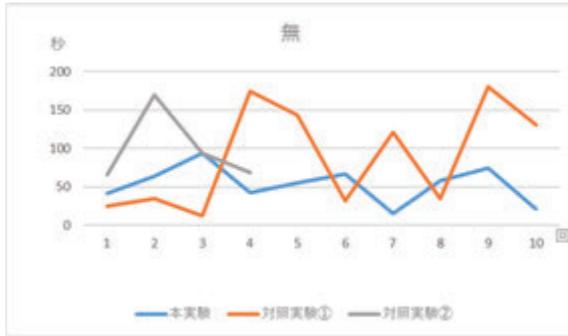
本実験 青色【模様あり・高温あり】

対照実験① オレンジ色【模様あり・高温なし】

対照実験② 灰色【模様なし・高温あり】

(1) 結果の良かった個体



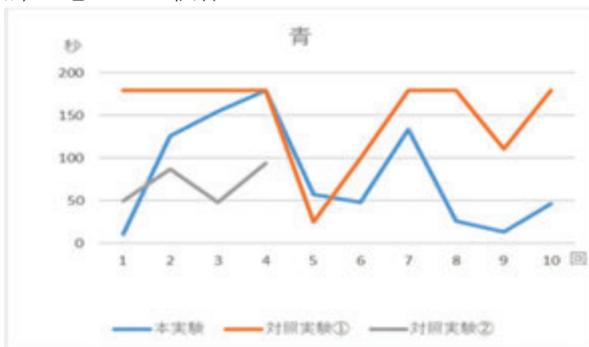


本実験のグラフから回数を重ねるごとに止まるまでの時間が速くなっていったことがわかる。

対照実験①から本実験に比べて、結果にバラつきがあり、回数を重ねていくと、記憶が薄れていくため、結果は悪くなっていった。

対照実験②から結果はよくなっていったが、本実験と比べて模様がないので、視覚情報に頼ることができず、本実験と比べて結果に差が出ている。

(2) 結果の悪かった個体



本実験と対照実験①は、他の個体と結果は変わらないが、対照実験②は、本実験より結果が良くなってしまっている。

個体差は、実験を困難にする要因ではあったが、同時にマダガスカルゴキブリの「賢さ・面白さ」を感じた要因でもあった。

8. 今後の展望

マダガスカルゴキブリの個体数や対照実験②の回数を増やすことで実験の精度を高めたい。また、子どもと大人の学習能力を比較することも、成長と学習能力の向上の関連を考える上で行ってみたい。加えて、マダガスカルゴキブリの視覚と嗅覚の学習能力の向上の仕方について比較することも次の課題としたい。

9. 謝辞

研究を行うにあたって、終始ご指導いただいた蓮井京先生、安藤先生をはじめとする高松第一高等学校の先生方に、厚く御礼申し上げます。

10. 参考文献

- ・ 脅異の微小脳 中央公論新社 (水波誠 2006年)
- ・ マダガスカルゴキブリの学習能力 (高松第一高校 SSH 2017年)
- ・ 「衛生昆虫の微細構造」 BSI 生物科学研究所 (www.bsikagaku.jp/insect/cockroach.pdf)