

オオゴマダラは色覚を用いて 赤系統のカロランコエに訪花する

班員 佐々木 結夢、柴野 恭輔、橋本 健太、村井 遥奈
担当教諭 谷野 智了

キーワード：オオゴマダラ、カロランコエ、訪花行動、スペクトル、生得的行動

To investigate the color vision of butterflies, which are believed to possess diverse color vision, we conducted behavioral observations in a greenhouse where several species of butterflies and plants were exhibited, as well as experiments on red, yellow, pink, and orange *Kalanchoe blossfeldiana* and color paper of the same colors. The results showed that the *Idea leuconoe* selectively visits red-colored *Kalanchoe blossfeldiana* using color vision.

1 はじめに

色の見え方は明度・彩度・色相という三要素によって変化する。明度とは色の明るさの度合い、彩度とは色味の強さや鮮やかさの度合い、色相とは赤、橙、黄、緑、紫といった色の様相の違いのことである。色覚とは明度一定のもと、主に色相を見分ける能力を指し、各色が持つ波長の違いによって成立している。例えばヒトの場合は青色、赤色、緑色錐体細胞があり、赤から青までの波長の光を別色として識別することが可能である。

多様な昆虫種において、一番初めに色覚を持っていることが証明されたのはミツバチである。フリッシュの実験では、ミツバチは青色の紙の上で報酬を与えられ続けることで青色を学習し、報酬がなくても青色紙に飛来することができるが、赤色の紙で同様のことを行ってもミツバチは赤色紙に飛来することができないことが確認されている^[1]。このことから他種の昆虫でも赤色を識別することができないとしばらく考えられていた。しかし、その後の研究で、ナミアゲハに赤色を学習させると多様な色から赤色を正確に選択することができたため、昆虫種においてはじめて赤色も認識できることが明らかとなった^[2]。

以上より、昆虫種によって色の見え方が異なること、昆虫の中でも特にチョウ類が多様な色の花を訪れる様子から、本研究では他種のチョウの色覚について調査・実験を行うことにした。先行研究でオオゴマダラは赤や桃色の造花に訪花する傾向があることが観察されていた。^[3]しかし、石川県ふれあい昆虫館の温室内では、赤色の花が多数あるにも関わらず、ほとんどのオオゴマダラが桃色のカロランコエに選択的に訪花していた。私たちはこの事実に興味を持ち、オオゴマダラの訪花行動に着目して、先行研究と別のアプローチで再実験・再検証することにした。

ること、昆虫の中でも特にチョウ類が多様な色の花を訪れる様子から、本研究では他種のチョウの色覚について調査・実験を行うことにした。先行研究でオオゴマダラは赤や桃色の造花に訪花する傾向があることが観察されていた。^[3]しかし、石川県ふれあい昆虫館の温室内では、赤色の花が多数あるにも関わらず、ほとんどのオオゴマダラが桃色のカロランコエに選択的に訪花していた。私たちはこの事実に興味を持ち、オオゴマダラの訪花行動に着目して、先行研究と別のアプローチで再実験・再検証することにした。

2 材料と方法

〈実験1と2で使用した材料〉

- ・オオゴマダラ (*Idea leuconoe*)
羽化したばかりであり、チョウの園での訪花経験のない個体を昆虫館から借用した。
また、実験1で使用した個体は実験2でも使用したが、学習による影響を考慮するために、実験1と2を36日間空けて実験した。
- ・ベニベンケイ (*Kalanchoe blossfeldiana*) 以降、カロランコエと表記する。桃色、赤色、黄色、橙色のカロランコエを昆虫館から借用した。
- ・網室(xinxin-home)
縦180 cm、横180 cm、高さ160 cmで、色は白

色、材質はポリエステル製の網室を実験1と2で使用した。

- ・単色おりがみ（株式会社トーヨー）
16種類の色紙の波長スペクトルを測定し、それぞれ4色のカラシコエに近い波長スペクトルを持つ色紙を選択し、実験2に使用した。
- ・虫用分光放射照度計CP160（ノブオ電子株式会社）

実験2で使用した色紙の波長スペクトルを測定した。

〈調査地〉

石川県ふれあい昆虫館内のチョウの園という年間通して熱帯に生息するチョウの訪花行動を観察できる温室内で調査を行った。

〈ルートセンサス調査〉

チョウの園のルートを5～6 m毎に、14か所に分割し(図1, 2)、各地点ごとに訪花が確認されたチョウの種類、数及び吸蜜行動を示した花の種類、色を記録した。調査は午前11時から午後16時まで一時間おきに計6回行った。

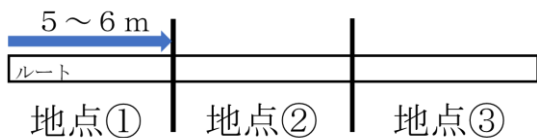


図1 ルート分割方法



図2 チョウの園のルート（赤線はルート分割地点）

〈実験1〉カラシコエ選択実験

他種のチョウや吸蜜植物が存在しない環境下でも、桃色のカラシコエを選好するのか検証するため、網室の中に、桃色、橙色、黄色、赤色のカラシコエを70cm四方に並べ(図3)、1日

絶食させたオオゴマダラを24時間放した。

実験の様子をタイムラプス機能付きカメラ及びyoutube配信機能で撮影・記録し、後日動画解析を行った。

このとき、吸蜜行動が見られた場合のみ数えた。なお、花蜜を探るような行動が確認できれば、吸蜜行動をとっていると判断した。

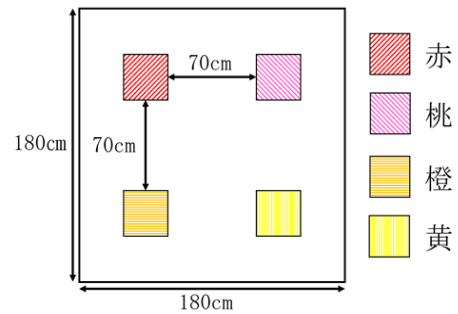


図3 カラシコエ選択実験

〈実験2〉色紙選択実験

餌となる花蜜が存在しない環境下でもオオゴマダラは桃色の色紙に訪れるかを検証するため、カラシコエと似たようなスペクトルをもつ色紙を使用し、カラシコエ選択実験と同じ配置で色紙を設置した。ここでは色紙の上にわずかな時間でも止まったら一回と数えた。

3 結果

〈ルートセンサス調査〉

オオゴマダラの訪花行動が268頭と一番多く観察でき、リュウキュウアサギマダラは86頭、シロオビアゲハは51頭、カバタテハは15頭、クロテンシロチョウは12頭観察できた(図4)。

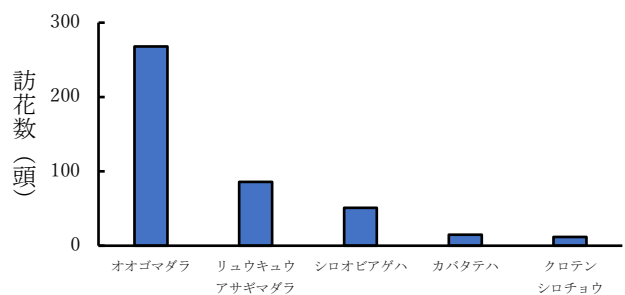


図4 訪花行動を観察できた種の延べ個体数

また、訪花行動が比較的多く観察できた、オオゴマダラ、リュウキュウアサギマダラ、シロオビアゲハの3種が共有している植物種についてのベン図を作成すると、オオゴマダラが単独で訪花していた植物種は9種類にも及ぶことが分かった（図5）。

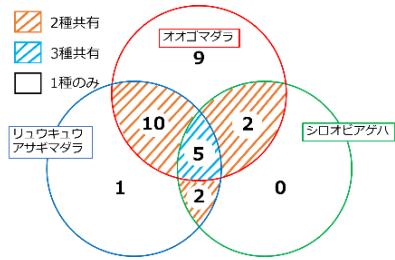


図5 3種のチョウが訪花した花の種類

さらに、この9種類のうちオオゴマダラは桃色のカランコエに28回と最も多く訪花する傾向が見られた（図6）。

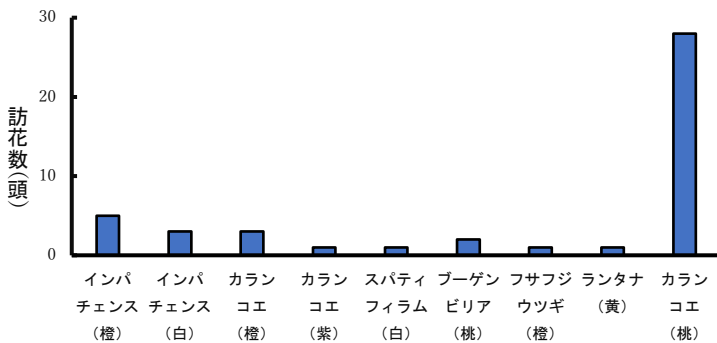


図6 オオゴマダラのみ利用していた各植物への訪花個体数

〈実験1〉カランコエ選択実験

桃色のカランコエへの訪花行動は389回と一番多く観察され、赤色のカランコエへは67回、橙色のカランコエへは28回、黄色のカランコエへは22回観察された（図7）。

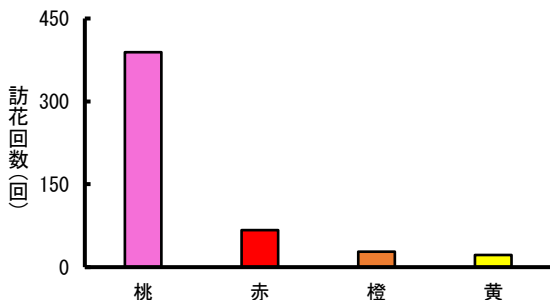


図7 各色のオオゴマダラの訪花回数

〈実験2〉色紙選択実験

赤色の色紙へは43回と一番多く訪れ、2番目に桃色の色紙に35回、橙色の色紙と黄色の色紙にはそれぞれ一回ずつ訪れた（図8）。

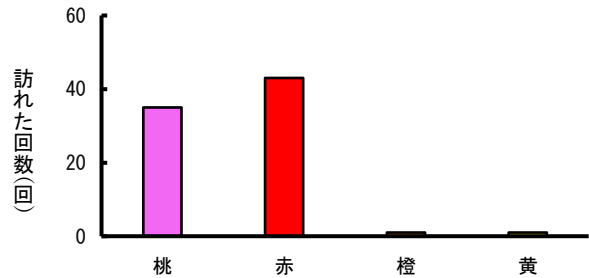


図8 各色の色紙に訪れた合計回数

4 考察

〈オオゴマダラのもつ色覚について〉

実験2の色紙選択実験の結果では、オオゴマダラは赤色と桃色の色紙に多く訪れていた。以下は色紙選択実験で用いた色紙の波長スペクトルの測定結果である（図9）。

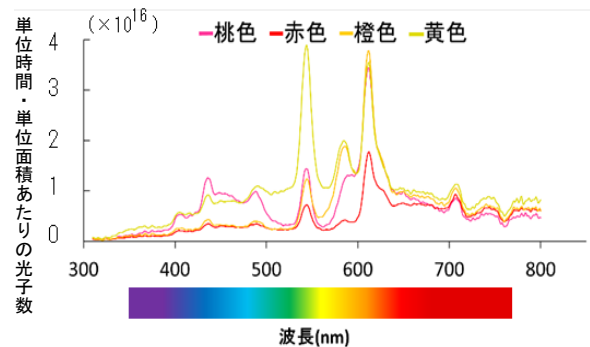


図9 実験2で用いた色紙の波長スペクトル

4色の色紙は赤色光をよく反射していることがわかる。実験2の結果と合わせて考えると、オオゴマダラは赤色光の受容細胞を用いて、赤系統の花に訪花していると考えられる。また、黄色や橙色にも赤色光が含まれているが、黄色や橙色には黄色光も含まれており、これが何かしら黄色系統に対する回避行動を促しているのかもしれない。今のところ、黄色系統の花は蜂類などの他種の訪花昆虫が好む傾向があるため、オオゴマダラは種間競争を避けているのではないかと考えている。

さらに、桃色の色紙には青色光も若干、含ま

れていた。このことから、オオゴマダラは青色光の受容細胞も持っている可能性があると考えられる。

〈赤系統色を選択する行動について〉

今回の実験で使用したオオゴマダラの個体はすべて、羽化して間もない、赤系統色を未学習の個体であった。よって、オオゴマダラが赤系統の花に訪花する行動は生得的なものと考えられる。

また、全国とオオゴマダラが主に生息する沖縄県で虫媒花型の花の色の割合を比較すると、全国では赤色の花の割合が7.4%であるのに対し、沖縄県では22.1%と明らかに多い(図10)。

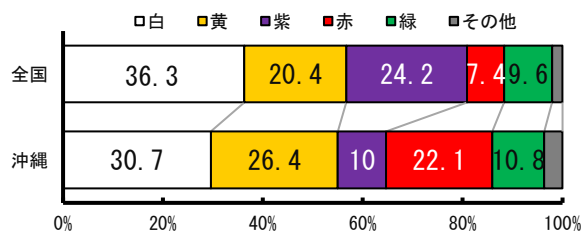


図10 全国と沖縄県における虫媒花型植物種の花の色の割合

このことから、赤系統色の花が多い沖縄県の環境で、多種多様な色の好みをもつ個体の中でも、特に赤系統色を好んで訪花していた個体が生き残ってきた可能性が考えられる。

〈実験2で赤色紙への飛来が急増したこと〉

実験1で使用した赤色のカラシコエは他の3色のカラシコエよりも花の数が少なかった。したがって、赤色のカラシコエも同様の数の花をもっていれば、実験1も実験2と同様の結果になっていたと予想している。

5 今後の展望

〈青色紙を使った選択実験〉

オオゴマダラが青色光の受容細胞をもつ可能性を検証するために、実験3の色紙選択実験と同じ条件下で青色の色紙を追加した実験を行うことを計画している。

〈色紙学習実験〉

オオゴマダラの生得的な色の好みを学習によって書き換えすることが可能かどうかを調べるため、学習能力に関する実験を行いたいと考えている。ナミアゲハを使った先行研究^[3]と同様の方法で、オオゴマダラに与える餌の下に、回避している色として予想している黄色の色紙を敷き、生後何日で黄色の色紙を訪れるようになるのか検証したいと考えている。

6 謝辞

石川県ふれあい昆虫館の林和美学芸員、石川県立大学の弘中満太郎准教授には、調査と実験にあたり助言をいただき、材料や測定器をお借りしました。ありがとうございました。

7 参考文献

- [1]カール・フォン・フリッシュ. ミツバチの不思議. 法政大学出版局. 1986
- [2]木下 充代. アゲハが見ている「色」の世界. 比較生理生化学2006. vol23, no. 4, p. 212-219
- [3]瀬田和明, 井上尚. マダラチョウの訪花活動について. (1) 温室内における花の色に対する選好性, 日周活動と環境条件. 蝶と蛾. 1999. vol50, no. 2, p. 104-110
- [4]瀬田和明, 落合米子, 寺口芳一. マダラチョウの訪花活動について(2) 温室内におけるオオゴマダラ, スジグロカバマダラの日周活動と環境条件. 蝶と蛾. 1999. vol50, no. 3. 235-242
- [5]林将之, 名嘉初美. 沖縄の身近な植物図鑑. ボーダーインク. 2022
- [6]田中肇, 正者章子. 花と昆虫不思議なだましあい発見記. 講談社. 2001