

# 光の色（波長）とメダカの黒色素胞の変化の関係

2年3組 宇都宮脩輝 2年3組 長田 敏忠

2年4組 沖 早緒 2年4組 飛田己太郎

指導者 林 広樹

## 1 課題設定の理由

先行研究(浅井、2015)では、カエルの体色変化を8色のカラーセロハンを用いて観察していた。そこで我々は、体色変化の実験によく用いられるメダカを使用し、当てる光の色（波長の違い）による体色変化への影響を黒色素胞の拡散に注目して調べようと考えた。

## 2 仮説

メダカに照射した光の波長によって、黒色素胞の拡散・収縮やその移動する速さに違いがあるのではないかと考えた。

## 3 実験・研究の方法

### (1) 実験方法

ア メダカを透明のプラスチック製コップに1個体ずつ入れ、カラーセロハンを被せてLEDライトで光を当てる。(図1)

イ メダカを取り出し、鱗を柄つき針などで数枚はがし、黒色素胞を顕微鏡で観察する。

※5分ごとに計20分の実験をしていたが、20分の段階ではまだ反応途中である可能性があるとRSIIの中間発表時に指摘を受けた。そのため30分ごとに観察し、計2時間の実験を行うことにした。

※色素胞とは、樹状の突起を持つ細胞であり、黒色素胞では内部のメラニン顆粒の拡散や収縮によって細胞自体が収縮・拡散したように見える。そのため、内部のメラニン顆粒がどれだけ細胞の末端に到達したかを評価基準とし、具体的な測定方法として一番長い突起の長さとした。

ウ 黒色素胞の広がりについて、独自の評価基準を設定した。黒色素胞の一番長い突起の長さをもとに段階的に分類し、総数当たりの割合を求め、グラフを作成した。また、データ整理時の便宜上、各段階を0 $\mu$ mから一段階につき1.77 $\mu$ mずつの6段階の段階評価基準を設定した。(表1)

(中間発表時は、黒色素胞の伸びている突起の数を集計したが、それでは黒色素胞の広がり具合を比較することができないと判断し、評価基準を変更した。)

### (2) 実験条件

ア 個体差を最小限に抑えるため、なるべく同じ種類や系統のメダカで実験し、同じ部位から鱗を採ること。

イ 光の強さによる影響を抑えるため、当たる光の強さが一定になるように、LEDライトを当てて統一する。



図1 実験の様子

表1 評価基準

段階	長さ( $\mu$ m)
1	0
2	0より大きく1.77未満
3	1.77以上3.54未満
4	3.54以上5.31未満
5	5.31以上7.08未満
6	8.85以上10.6未満

## 4 結果と考察

### (1) 青色のカラーセロハンで覆ったとき

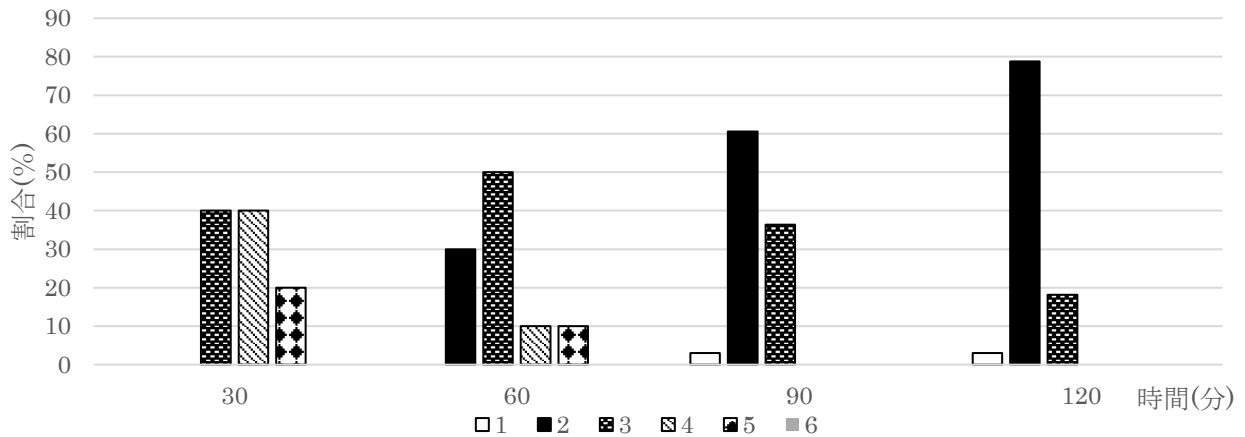


図2 青色の光を当てた時の時間と色素胞の広がり方の関係

結果は図2のようになった。実験開始から時間が経つにつれて段階3(1.77  $\mu\text{m}$ )以上の突起を持つ黒色素胞の割合が徐々に減少していき、逆に段階2(0  $\mu\text{m}$ より大きく 1.77  $\mu\text{m}$ 未満)の突起を持つ黒色素胞の割合が増加した。

このことから、青いカラーセロハンを用いると黒色素胞が徐々に収縮していることが分かる。黒色素胞は拡散すると鱗全体の色が濃く見え、逆に収縮すると薄く見える。青は見た目では比較的黒に近い色と考え、予想では拡散すると考えていたが、実際には収縮する結果となった。光の波長との関係について考えると、青は光の波長が短い。青より波長が小さい紫をあてると、より収縮するのか今後検討したい。

### (2) 緑色のカラーセロハンで覆ったとき

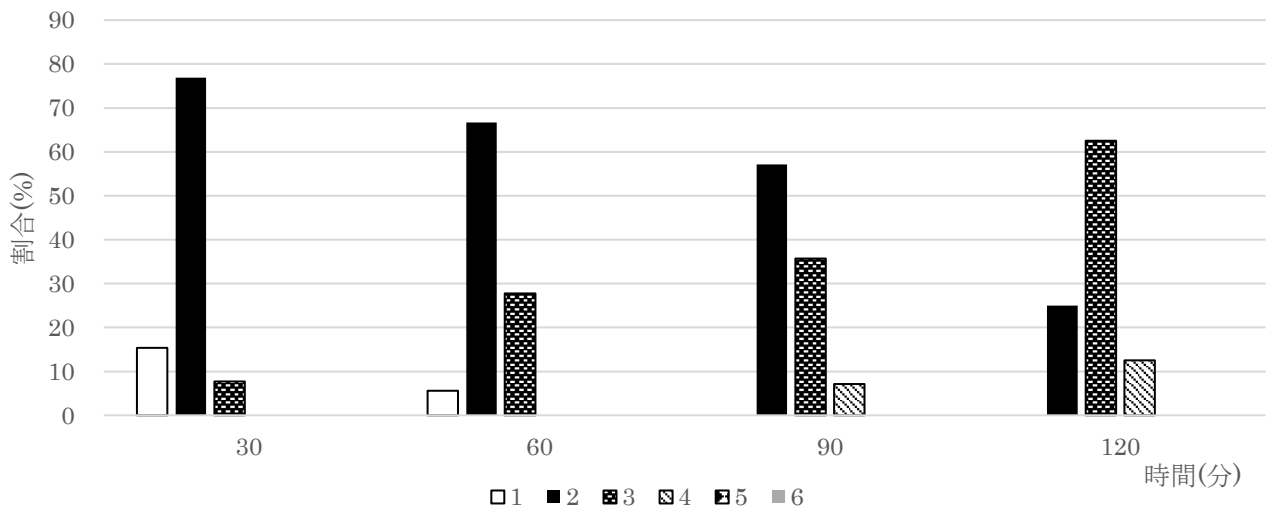


図3 緑色の光を当てた時の時間と色素胞の広がり方の関係

結果は図3のようになった。段階2 (0  $\mu\text{m}$ より大きく 1.77  $\mu\text{m}$ 未満)の割合が、時間が経つにつれ減少し、逆に段階3 (1.77  $\mu\text{m}$ 以上 3.54  $\mu\text{m}$ 未満)の割合が徐々に増加していった。ほかの段階はあまり変化が見られなかった。

この結果から、黒色素胞が、時間がたつにつれ徐々に広がっていることがわかる。青よりも波長が長い緑色は、黒色素胞が拡散すると考えることができる。

(3) 黄色のカラーセロハンで覆ったとき

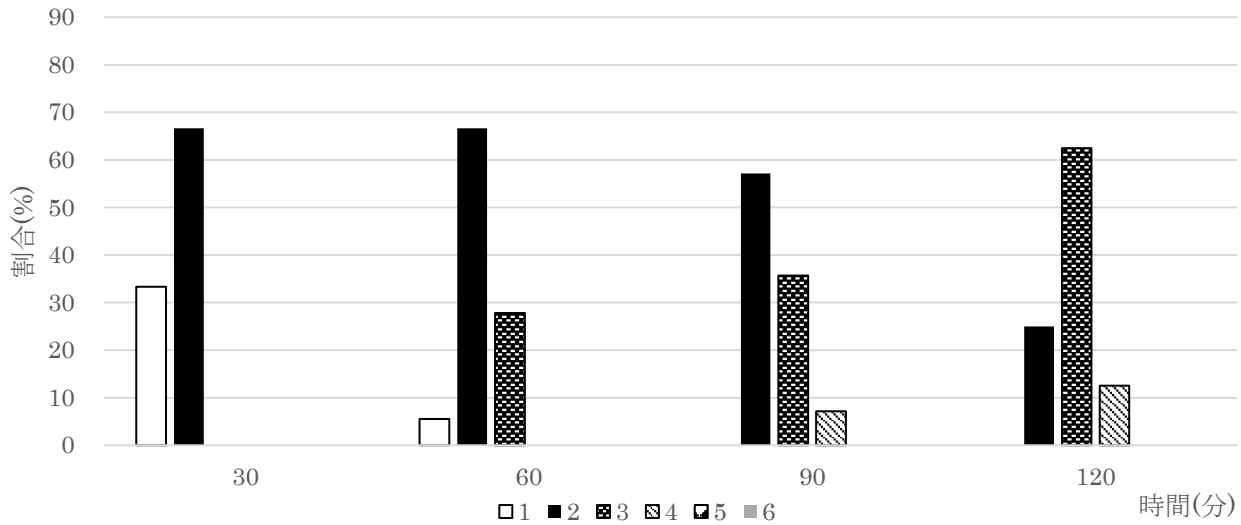


図4 黄色の光を当てた時の時間と色素胞の広がり方の関係

結果は図4のようになった。30分から60分の間の30分間で、段階1(0 μm)が急激に減少し、それとともに段階3(1.77 μm以上3.54 μm未満)の割合が青色と同様に増加した。それ以降も段階3の黒色素胞が増加していった。

この結果から、黄色い光を当てたときは、黒色素胞の広がりが早く、体色が速く変化すると考えられる。黄色の波長の方が緑色の波長よりも長いですが、120分後の黒色素胞の各段階とその段階の割合は、緑色のときと同様の結果となった。

(4) 赤色のカラーセロハンで覆ったとき

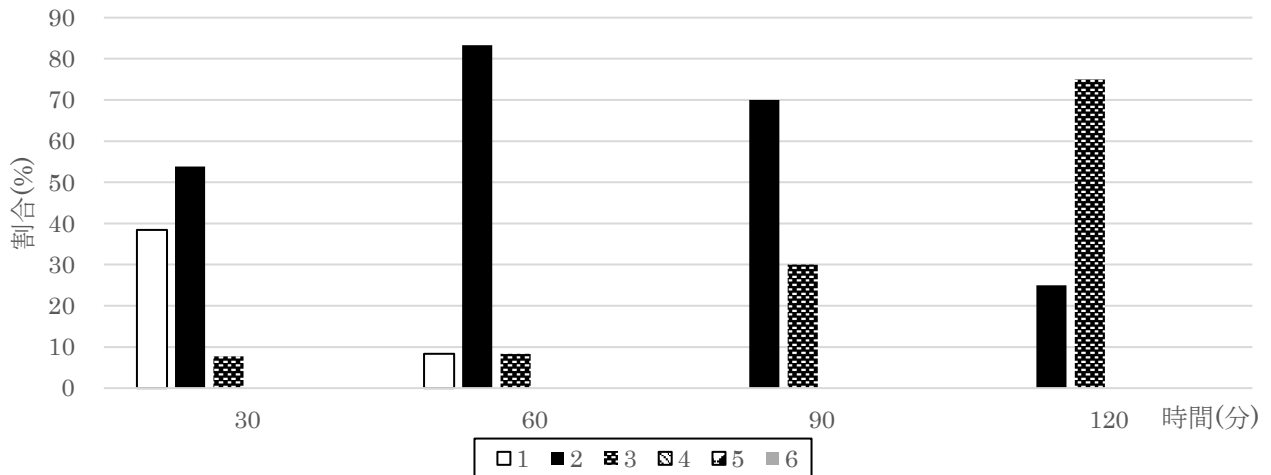


図5 赤色の光を当てた時の時間と色素胞の広がり方の関係

結果は図5のようになった。赤色光を照射した30分から60分の間に、段階1(0 μm)の黒色素胞が急激に減り、段階3(1.77 μm以上3.54 μm未満)の割合が赤色光を照射した始めてから90分を越えたところで急に増加した。段階2(0 μmより大きく1.77 μm未満)の黒色素胞の割合は60分まで増加したのち、そこから120分後には半分以上、大きく減少した。

よって、赤い光を照射した時は、段階1の黒色素胞から、段階2の黒色素胞へ、段階2の黒色素胞から段階3の黒色素胞へ徐々に変化しており、他の色と比べ緩やかに黒色素胞が拡散したと考えられる。赤色の光は、今回実験した色の中で、最も波長が長いですが、緩やかに体色変化することが分かった。

- ※ 実験中、さらに長い時間、光を当てて放置するとどのようなようになるのか疑問に思ったため、緑と黄色の光を24時間照射したところ、次の図のようになった(図6、図7)。今回の実験では、2時間、青、緑、黄、赤色の光を照射し、光の色によってどう黒色素胞が移動するかを検証したが、2時間以上経過してもさらに色素胞が移動し、拡散することが分かった。

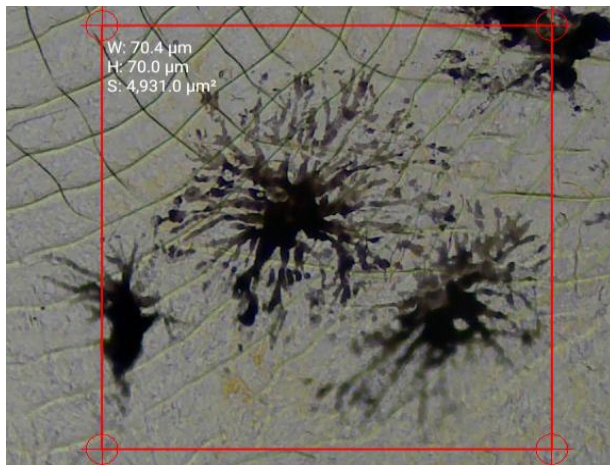


図6 24時間緑の光を照射

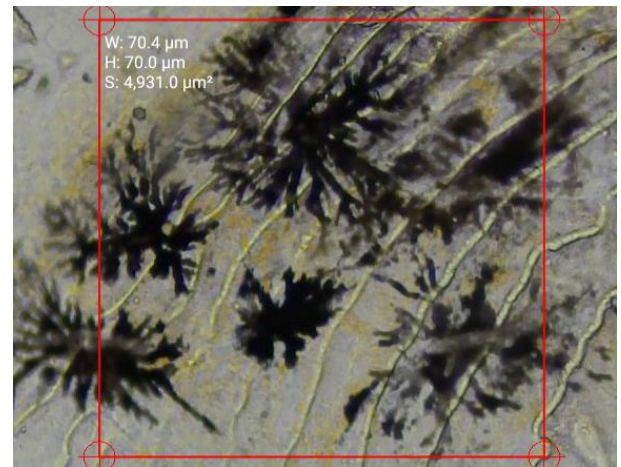


図7 24時間黄色の光を照射

## 5 まとめと今後の課題

### (1) まとめ

- ア 緑色、黄色、赤色の光は、黒色素胞が拡散する傾向にあったが、青色の光は黒色素胞が収縮傾向にあった。
- イ 緑色と黄色の光は、黒色素胞の拡散状況が似たような結果となった。特に黄色の光は黒色素胞の拡散が速かった。
- ウ 赤色の光は、黒色素胞の拡散が緩やかであった。
- エ RSII中間発表時に、生命倫理について指摘を受け、メダカに出来るだけ負荷をかけないように実験を行うよう心がけた。

### (2) 今後の課題

- ア 実験開始時の黒色素胞の拡散・収縮度合いの個体差については、実験前に慣らしを行っておらず、実験開始時に個体差がある状況であった。実験開始直後のデータを記録し、黒色素胞の拡散・収縮度合いを考慮して考察できるようにすること。
- イ 先行研究(吉村崇、2015年)では、季節によってメダカの色覚が変化するというあったため、異なる季節で、黒色素胞の拡散・収縮を比較し、分析すること。
- ウ 実験の時間を2時間以上に増やすとともに、鱗を採取する数を増やし、データの精度を上げること。
- エ ある種のメダカは、黒色素胞だけでなく、黄色色素胞や虹色素胞を持つものも存在する。光の色と黄色色素胞や虹色素胞の拡散・収縮の関係についても同様に、分析を行うこと。
- オ 黒色素胞や黄色色素胞、虹色素胞など色素胞の種類の違いが、体色変化にどう影響を及ぼすか、実験方法を考案し分析すること。

## 参考文献

- ・ 浅井麟太郎 「カエルの体色変化 Part4～色と光による変化～」
- ・ 基礎生物学研究所 <https://www.nibb.ac.jp/press/2017/09/04.html>
- ・ 「めだかの色を決める色素細胞」 <https://medaka1medaka.ocnk.net/page/42>
- ・ 第一学習社『五訂版 スクエア 最新図説生物』 p 220