

ナミアゲハの蛹の色を決める一番の条件は？

DATE . . .

兵庫教育大学附属中学校1年 橘 智子

《2005年研究》

研究動機

私は2002年からナミアゲハの観察をしています。今まで羽化する様子を見ていなかったの  
で、見たいと思い幼虫を7匹育てていたところ、飼育ケースに入れずに飼っていたので、2匹の  
幼虫が蛹になる前にする水分の多い下痢便をしていなくなってしまうました。捜すと一匹は、白  
いレースのカーテンの上の方で茶色の蛹に、もう一匹は茶色のサッシの所で緑色の蛹になってい  
ました。残りの5匹はケースの中で全部緑色の蛹になりました。私は今までは、夏は緑色の蛹、  
秋になると茶色の蛹になると思っていたので、同じ日に違う色の蛹になった事がとても不思議に  
思いました。それで、蛹の色について調べてみようと思いました。

実験方法

本で調べた蛹の色を決める条件をまとめて次の3つの条件で実験することにしました。

1. 緑のケース・茶色のケースで飼う。 ケースの透明な部分を色紙でおおう。
2. 表面がツルツルかザラザラでどう違うか実験する。  
砂絵の緑・茶色の砂をケースに両面テープで付ける。
3. 日長時間を変える。

pm 5時に押入れに入れ、am 7時半に出す。

実験結果

|                  | 白いレースの<br>カーテン  | 茶色のサッシ  | 緑のケース   | 茶色のケース  | とうり   |
|------------------|---|---|---|---|---|
| い                |   |  7月13日 |  7月15日 |  8月24日 |  9月6日  |
| ル                |   |   |  7月24日 |  9月5日  |  9月11日 |
| い                |   |   | ケースの中で<br>緑の蛹になった<br>5匹   |  9月6日  |  9月6日  |
| ル                |   |   |  9月7日  |  9月11日 |   |
| ガ<br>ラ<br>ザ<br>ラ |  7月13日 |   |  9月11日 |  9月31日 |   |

## 考 察

DATE . . .

## 1. 緑色になった蛹

緑色の蛹は、3日間とも日照時間がゼロでも気温が低い日があっても緑色になった。

## 2. 茶色になった蛹

茶色の蛹は日照時間が、3.6時間ある日でも茶色になり、日照時間が長く、気温の高い日に部屋の中の日の当たらない所に置いたら茶色になりました。

## 3. 緑と茶色になった蛹

緑と茶色の蛹は初めて見ました。いろいろ条件を変えたら緑と茶色の蛹ができるかも！？と思っていたら、本当にそういう蛹になってびっくりしました。

## 4. 日照時間と気温の影響

日照時間が0で気温が低い日でも緑色になりました。

また、日照時間が長く、気温が高い日でも茶色になり、同じ条件の日でも違う色の蛹になるので関係はないと思います。下痢便・前蛹・蛹になった日ごとの日照時間と気温も蛹の色には、あまり関係がありませんでした。

## 5. 蛹になった日が同じ蛹の色

7月13日に2匹、9月6日に2匹、9月11日は3匹同じ日に蛹になりましたが、蛹になった場所の違いでそれぞれ違う色の蛹になりました。

## 6. 緑のケースの蛹

昼間、日の当たらない部屋の影に置いたさなぎだけが茶色になりました。

## 7. 茶色のケースの蛹

日照時間の長かった日や、ケースの真ん中の明るい場所にいた蛹は緑色、日照時間の短かった日は茶色、ケースの側面に付いて日照時間が5.4時間あった蛹は、緑と茶色の蛹になりました。

## 8. 日長時間を変えたケース

2つの蛹が透明な側面に付いて、蛹になりました。下痢便の日の日照時間が0、蛹になった日が8.6時間だった蛹は、緑と茶色になり、下痢便の日が5.4時間であとの2日間日照時間が0だった蛹は緑色になりました。

## 感想

結果から日照時間や、気温の高低で蛹の色は決まっていなくて場所よっての明るさが関係していると思いました。そこで、場所ごとの明るさを計って明るさの順位をだしてみました。

## 場所ごとの明るさ順位

| 順位  | 場 所          | ル ク ス              |
|-----|--------------|--------------------|
| 1 番 | 緑のケース        | 雨の日 100～晴の日 5000以上 |
| 2 番 | 茶色のケース (真ん中) | 雨の日 20 ～晴の日 2800   |
| 3 番 | 茶色のケース (奥)   | 雨の日 20 ～晴の日 1200   |
| 4 番 | カーテンと茶色のサッシ  | 雨の日 0 ～晴の日 600     |
| 5 番 | 部屋の影         | 雨の日 0 ～晴の日 280     |
| 6 番 | 押入れ          | 0                  |



## 結果

- ・1番明るい緑のケースでは全部の蛹が緑色になりました。
- ・2番目に明るい茶色のケースでは、明るい真ん中の蛹が緑色になりました。
- ・3番目の茶色のケースの奥は緑と茶色の蛹になりました。
- ・4番目のカーテンと茶色のサッシは、順位は同じ明るさですが、計った日によって順位が入れ替わっているの、蛹になった日はカーテンの所が暗くて茶色の蛹、茶色のサッシの方が明るくて緑色の蛹になったと思います。
- ・5番目の部屋の影に置いた緑色のケースでは、茶色の蛹になりました。

DATE \_\_\_\_\_

## 結論

ルクスが高い場所で緑色、低い場所で茶色の蛹になっているので、蛹の色を決める一番の条件は「明るさ」だと思いました。

## 〈10月の蛹〉

## 研究動機

今まで9月までは緑色、10月(秋)になる蛹は茶色だと思っていましたが、本当にそうなのか?幼虫を4匹見つけ飼ってみる事にしました。

## 実験方法

砂を付けてザラザラにしたり、押入れに入れたりしないで飼育する。

## 結果

夏になった茶色の蛹と違い、よく見るとオレンジ色の蛹でした。

|        | オレンジ  | オレンジ  | オレンジ   | オレンジ  |
|--------|---|---|--|---|
|        |  |  |  |  |
| 蛹になった日 | 10月13日  | 10月25日  | 10月27日   | 10月29日  |

## 感想

この研究をするまでは、ナミアゲハの蛹の色は緑と茶色しか知りませんでした。いろいろと実験をした結果4種類の蛹の色がわかりました。また蛹をよく観察すると同じ緑でも薄い緑もあれば濃い緑、薄い茶色、濃い茶色、緑と茶色、オレンジも薄い・濃いがあり、またさなぎの部分(裏表、角)によってもいろいろと違う事がわかりました。

## 《2006年研究》

## 研究動機

2005年の実験の結果から、私は明るさが一番の条件だという結論を出しましたが、その結論が正しいのか?今年は確かめる実験をしようと思いました。

## 実験方法

明るさが一番の条件なのだろうか?今年は明るさの影響の実験をする為に、下痢便をした時から押入れに入れたままにします。

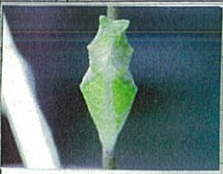
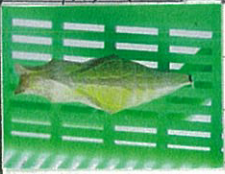


仮説

ルクス0の押入れでは、茶色の蛹になると思います。

DATE . .

結果

|         |   |   |
|---------|---|---|
|         | 糸糸  | 糸糸  |
|         |  |  |
| 前蛹になった日 | 7月29日   | 8月23日   |

考察

予想に反して緑色になりビックリしました。

2005年の実験から私はナミアゲハの蛹の色を決める一番の条件は「明るさ」という結論を出し、明るさが明るければ緑色になると思っていたのが、間違っていた事が分かりました。ショックでした。

ルクス0の押入れで緑色になったので、明るさが一番の条件とはいえません。

〈越冬した蛹〉

2006年4月30日に越冬した蛹（2005年9月5日蛹になる。）が羽化しました。

〈疑問〉

後に蛹になったのが去年羽化しているのに、この蛹はどうして越冬したのだろうか？

1. 場所は

同じ茶色のケースのほかの蛹は、9月21日に羽化しているので場所は関係ないと思います。

2. 気温は？

この蛹以降の、下痢便をしてから蛹になるまでの気温を調べてみる事にしました。

結果

気温を調べてみると、羽化した蛹と羽化しなかった蛹を比べると、下痢便をした日・前蛹になった日の気温は変わりませんが、蛹になった日の気温は羽化した蛹は平均気温が24.1℃～26.1℃。最高気温は28.5℃～29.4℃最低気温は20.0℃～22.6℃でしたが、羽化しなかった蛹はそれよりかなり低く平均気温が22.1℃・最低気温が20.8℃と低い事がわかりました。前日との温度差も平均気温2℃、最高気温5.7℃、最低気温0.7℃と羽化した蛹と比べて大きい事がわかりました。

考察

同じ飼育ケースで後から蛹になったのが、羽化したので場所は関係がないと思います。前蛹になった日と蛹になった日の気温の温度差が大きく影響するのではないかと思います。

〈10月の蛹〉

研究動機

2005年10月になった蛹はオレンジ色でしたが、ルクス0の押入れに入れるとどうなるのか？

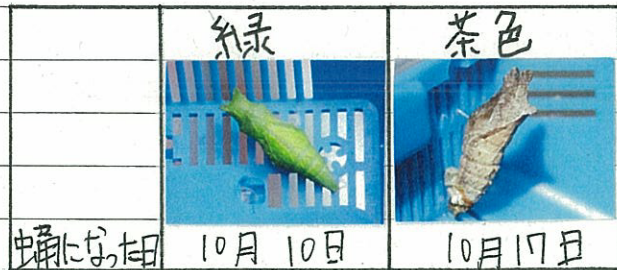
下痢便をした時から押入れに入れてみようと思います。



実験方法 1.

下痢便をした時から、押入れの中に入れます。

結果



10月に入ったので、オレンジ色の蛹になると予想しましたが、緑色と茶色の蛹になりました。

考察

1. 明るさ

2005年と2006年では置いていた場所が違い、ルクスが2005年は2600。2006年は押入れなのでルクスは0です。

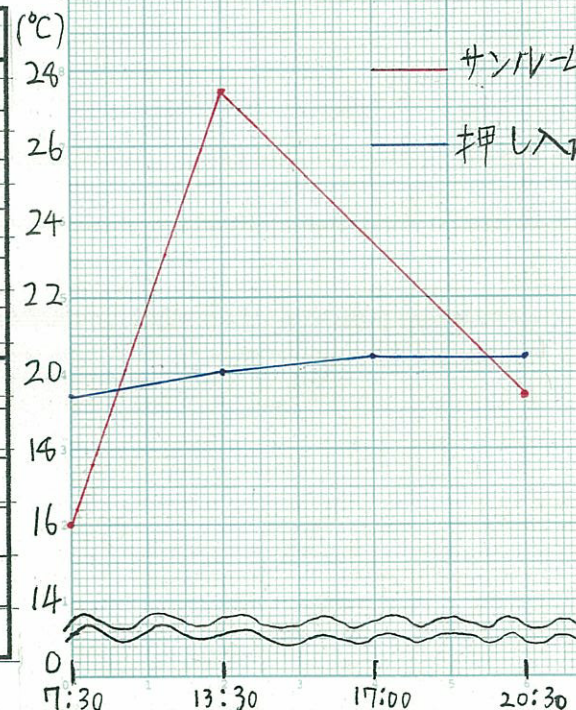
2. 気温の差

10月になって朝、夕は気温が下がるのを肌で感じるようになりました。2005年に置いていたサンルームは昼間暑く、朝と夜はヒンヤリしています。この温度差が関係あるかもしれません。2005年に置いていたサンルームと押入れの気温を一日4回計って見ようと思います。

サンルームと押入れの気温の違い

一日の気温の変化

|       |   | AM7:30 | PM13:30 | PM17:00 | PM20:30 |
|-------|---|--------|---------|---------|---------|
| 押入れ   | 1 | 20.0°C | 20.0°C  | 20.0°C  | 22.0°C  |
|       | 2 | 20.0°C | 20.5°C  | 21.0°C  | 20.0°C  |
|       | 3 | 19.0°C | 20.0°C  | 20.0°C  | 20.0°C  |
|       | 4 | 19.0°C | 20.0°C  | 21.5°C  | 20.5°C  |
|       | 5 | 18.5°C | 20.0°C  | 20.5°C  | 21.0°C  |
|       | 6 | 19.0°C | 20.0°C  | 20.0°C  | 20.0°C  |
| サンルーム | 1 | 17.0°C | 27.5°C  | 22.5°C  | 20.0°C  |
|       | 2 | 15.0°C | 27.5°C  | 24.5°C  | 19.0°C  |
|       | 3 | 17.5°C | 27.5°C  | 23.0°C  | 21.0°C  |
|       | 4 | 17.5°C | 27.5°C  | 24.0°C  | 18.0°C  |
|       | 5 | 12.0°C | 26.5°C  | 24.0°C  | 18.5°C  |
|       | 6 | 17.5°C | 27.5°C  | 25.0°C  | 20.0°C  |



感想

2005年のようにオレンジ色にならなくてビックリしました。

2005年との違いは、明るさ・日照時間・日長時間と一日の気温の差だと思います。


押入れは気温の差があまりなく、去年サンルームでオレンジ色になった蛹は気温の差を感じてオレンジ色になったのだと思います。



## 実験2 方法

実験1. では押し入れに入れてルクス0では蛹の色がどうなるか？実験しましたが、今度は気温差のあるところで、暗い場合蛹の色がどうなるのか？下痢便をしたら、サンルームで飼育ケースを紙でおおって暗くして実験してみようと思います。

## 結果

|        | オレンジ  | オレンジ  |
|--------|---|---|
|        |  |  |
| 蛹になった日 | 11月1日   | 11月26日  |

## 考察

2匹ともオレンジ色の蛹になりました。

飼育ケースを暗くしているのに、明るさ（日照時間）は関係がないと思います。

2005年の10月にサンルームでオレンジ色の蛹になったように、一日の気温差を感じてオレンジ色の蛹になったのだと思います。

## 《2007年研究》

## 研究動機

私は、2005年にナミアゲハが同じ日に違う色の蛹になったことが不思議で、ナミアゲハが蛹の色を決める一番の条件はなにか？の研究を始めました。

2005年にいろいろな条件で実験した結果、一番の条件は「明るさ」だと思いました。明るい所では緑色になるという結論をだしました。

2006年に、2005年の結論を証明しようと真っ暗な場所で蛹がどうなるか？実験をしたところ緑色になりショックを受けました。でも2005年の考えが間違っていた事が分かり続けて研究をしてよかったですと思いました。

ナミアゲハが蛹の色を決める一番の条件はなにか？今までの研究を生かして、今年も研究をしたいと思います。

## 本で調べた事

・「昆虫という世界」 日高敏隆著

蛹になる前の環境に応じて、緑色か褐色か、どちらかの色の蛹になることが決定される。決定がなされると、やがてそれにに応じて、あるホルモンが分泌される。このホルモンが分泌されると褐色の蛹となり、ホルモンの分泌がなければ、緑色の蛹になるのである。

・「人間はどこまで動物か」 日高敏隆著

発育はそのときどきの温度ではなく、日長つまり昼の長さで左右されるようになる。

日長が12時間45分を切ると、その日長のもとで育った幼虫は、蛹になっても翌年の春までじっと眠っている休眠蛹になる。



No.

日長は温度と違って、年によって違うことがない。アゲハが休眠蛹になる時期は毎年ちゃんと決まっている。休眠蛹が目覚めるには、一度冬の寒さを一ヶ月位経験することが必要。

DATE

本田計一さんの研究

〈緑色の蛹〉

- ・ 曲率半径が小さいこと 緑の小枝
- ・ 表面がスベスベ
- ・ 生きた植物の匂いがする。
- ・ 夏の高温、湿気・

〈褐色の蛹〉

- ・ 曲率半径が大きい 太い幹、板塀
- ・ 表面がザラザラ 枯れ枝



← 砂つき

実験方法

1. 緑色になるか？茶色になるか？

- ・ 曲率半径の違い
- ・ 表面のツルツル・ザラザラ

2. オレンジ色の休眠蛹になるかどうか？





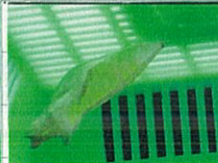


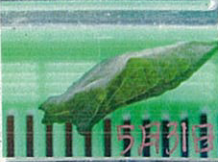




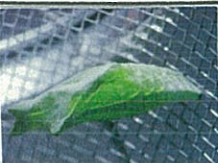
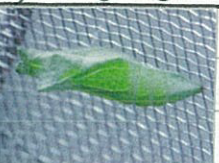


- ・ 日長時間を短くする。
- ・ 保冷剤を使って昼間と夜の温度差を大きくしてみる。

3. ホルモンの分泌される時期

- ・ 2の実験を下痢便をしてからと、幼虫の時からと分けてしてみる。

ザルを使った実験

結果

|        |   |   |   |  |   |   |
|--------|---|---|---|--|---|---|
| 条件なし   |        | 5月22日   |   |  |   |   |
|        | 幼虫から  | 下痢便をしてから  | 前蛹になってから  |  |   |   |
| 温度を下げる |  5月30日 |  5月30日 |  6月12日 |  6月12日 |  5月26日 |  5月26日 |
|        |  5月30日 |  6月12日 |   |  |   |   |
|        |  7月22日 |  7月22日 |   |  |   |   |
|        |  7月22日 |   |   |  |   |   |
| ザル     | 砂なし   |   |   | 砂付   |   |   |
|        |        |        |        |        |   |   |



| 日長時間を短くする | 幼虫の時から |  |  |  | 下痢便をしから | ザル・砂付 |
|-----------|--------|--|--|--|---------|-------|
|           |        |  |  |  |         |       |
|           |        |  |  |  |         |       |
|           |        |  |  |  |         |       |

### 考察

#### 1. 曲率半径の大小

ザルを使い実験した結果——(ザルの針金が、曲率半径が小さいと考えました。)

砂なし(ツルツル)の時すべて緑色、砂を付けた(ザラザラ)時に、茶色の蛹になりました。

#### 2. オレンジ色の蛹になるかどうか?

・温度を大きくした場合

発泡スチロールの箱に保冷剤を入れて、中に飼育ケースを入れて夕方から温度を下げました。幼虫から、下痢便をしてから、前蛹になってからと3通り実験しましたが、一匹寄生蜂にやられたのが茶色になった以外、緑色の蛹になりました。

・日長時間を短くする。

幼虫から、下痢便をしてから、ザルと3通り実験しました。

下痢便をしてから日長時間を短くしたのは、2匹とも緑色になりました。幼虫からの(ザルの3匹含む)では、13匹中1匹緑色になり、休眠蛹になったのは7匹、羽化したのが3匹、寄生蜂にやられたのが2匹でした。幼虫から日長時間を短くしたのはほとんどが、薄いオレンジ色になりました。

#### 3. ホルモンの分泌される時期

・下痢便をしてからザルに移したところ、砂付のザルだけが茶色の蛹になりました。

・温度を下げた条件では、時期に関係なく緑色でした。

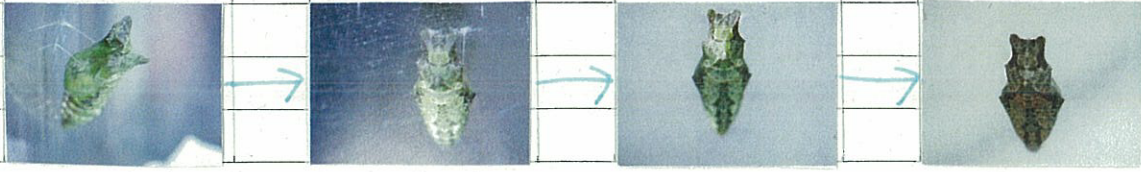
・日長時間は、下痢便をしてから短くしたのは緑色でホルモンが分泌されていないで、幼虫の時から日長時間を短くしたのが薄いオレンジ色になり、本に書いてあったように幼虫の時の育った日長時間で休眠蛹になるかどうかが決まる事がわかりました。



〈オレンジ色の蛹の色の変わり方〉

前蛹から蛹になった時は、緑色ですがゆっくりオレンジ色に変わっていきます。

DATE \_\_\_\_\_

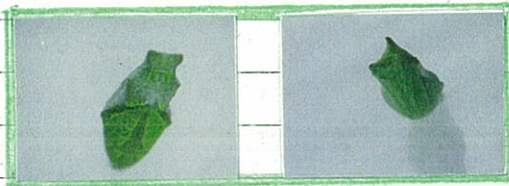


### 感想

2006年の研究で私は、休眠蛹（オレンジ色）は、気温の変化（朝夕の気温差）を幼虫が感じて休眠するのだと思いましたが、今年の研究の結果、日長時間で休眠するかどうかを決めているのが分かりました。ナミアゲハの食べるサンショの葉は秋になると落葉するので、羽化しても産みつける葉がありません。また温暖化による気温の高さなどに影響されずに、日長時間で決めているのは、とても賢いな！と驚き、ちいさな生き物が子孫を残す為に、それぞれ環境に応じて暮らしているのにとっても感動しました。

### 今までの実験で見られた蛹の種類

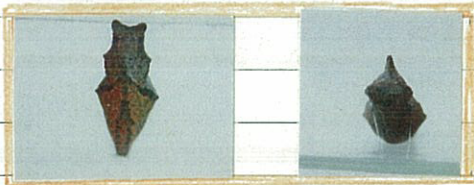
緑



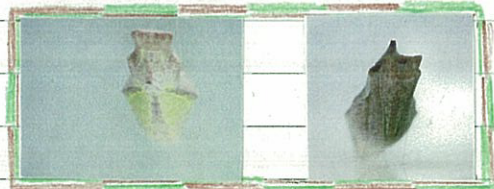
茶色



オレンジ



緑と茶色



### まとめ

ナミアゲハの幼虫を飼育するのは、葉を絶やさないように、暑い夏はすぐにサンショの葉がパリパリになるので、世話が大変でしたが、毎年研究を続けていると前の年に自分で出した結論が間違っていた事に、気づける事が一番の収穫だったと思います。

今年の研究では、

1. 日長時間の長さで休眠するかどうかを幼虫の時に決めていること。
2. 気温では決めていない。

ということがわかりました。

蛹の色を決める条件の、ツルツルとザラザラの違いは、今年はザラザラで茶色になりましたが、2005年の実験ではザラザラでも緑色になったので、引き続き研究を続けていきたいと思っています。



## 参考文献

- 偕成社 「アゲハチョウ観察事典」 藤丸篤夫
- 丸善株式会社 「チョウの不思議」 乾 実
- 農村漁村 「庭にきた虫」 佐藤信治
- 地球丸 「昆虫と遊ぶ図鑑」 おくやまひさし
- あかね書房 「アゲハチョウ」 本藤
- 「昆虫発見」 今井 博
- 東京大学出版会 「動物の体色」 日高敏隆
- 朝日新聞社 「昆虫という世界」 日高敏隆
- 朝日文庫 「生きものの世界への疑問」 日高敏隆
- 新潮文庫 「人間はどこまで動物か」 日高敏隆
- 新潮文庫 「春の数えかた」 日高敏隆

