

# 1 羽化する？羽化しない？

## ～アゲハの羽が教えてくれた事～

### 1 動機

小学校 1 年生から、「モンシロチョウの観察」「モンシロチョウの羽の色を変える実験」「モンシロチョウの幼虫はどこでさなぎになるかの研究」「チョウの成長を早くさせる研究」「チョウの羽化の条件を探る研究」をしてきた。昨年の研究では光の当て方を変えてチョウが羽化するか調べたが、なぜ暖かくても羽化しないのか、羽化に必要な条件は光だけなのかと疑問に思った。そこで今年は、一度休眠したアゲハチョウを再び羽化させる条件を見つける研究を始めることにした。途中、「夜明け早まると生物に春」（理化学研究所神戸研究所など）「光によって茶の成分が変化」（静岡大学農学部）という二つの新聞記事を見つけ、それを参考に研究を進めた。また研究の中で、羽化したアゲハチョウの羽の斑紋が休眠したかしなかったかで違うことに気付いた。そこで、光の条件の違いでチョウの斑紋がどのように変わるか調べることにした。

### 2 目的

- (1) アゲハチョウのサナギが休眠から目覚めるのに必要な条件を調べる。
- (2) 夜明けを早めたり、日没を遅らせたりすることが羽化や休眠に関係があるか調べる。
- (3) 紫外線が成長の仕方・羽化・休眠にどのように関わっているか調べる。
- (4) チョウの羽の模様を調査し、何が季節型を決めているのか調べる。

### 3 方法と内容

研究 1 アゲハチョウのサナギが休眠から目覚めるのに必要な条件を調べる。

仮説 1 光を長く当てると羽化する。

条件 休眠させたサナギを去年羽化した光 19 や光 6+6 にしてみる。

結果 光を当てる時間を変えただけでは羽化しなかった。

仮説 2 寒さを経験させれば羽化する。

条件 冷蔵庫で 2 週間、3 週間、2 週間+1 ヶ月間、2 週間+2 ヶ月間冷やす。

結果 2 週間+1 ヶ月間、2 週間+2 ヶ月間寒さを経験したサナギが羽化した。

考察 羽化させるためには、3 週間より長い期間冷やすことが必要だと分かった。

研究 2 夜明けを早めたり遅らせたりして成長・羽化・休眠を調べる。

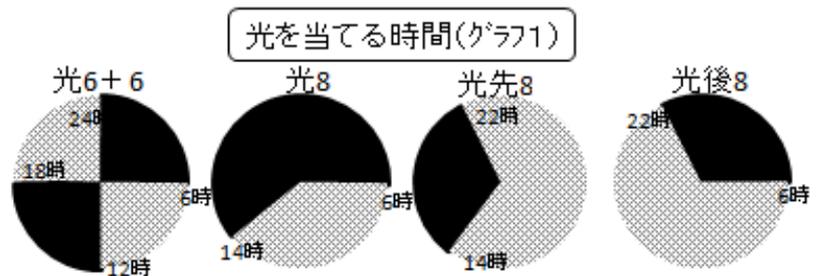
仮説 3 アゲハチョウも夜明けを早めれば春ホルモンが出て羽化する。

条件 休眠したサナギと 1～2 齢の幼虫を光の条件を変えて育てたものを調べる。

(グラフ 1)

結果 ①休眠したサナギ

第一期(春)・・・すべて羽化した。光後 8 は羽化までの期間が 1.5 倍かかった。



第二期(夏)……1ヶ月たっても1匹も羽化しなかった。

② 1～2 齢幼虫・どの時間帯でも羽化した。

羽化するはずのない光 8 も羽化してしまった。

仮説 4 理化学研究所神戸研究所を訪問し、去年の結論(一回の連続した暗い時間が 10 時間以下だと羽化して 12 時間以上だと越冬する)を考え直してみることにした。光を当て始めるときと終わるときが大切だから(理化学研究所の上田さんからのヒント)途中暗くても羽化する。途中は中休みをしている。

条件 卵からかえった幼虫をすぐに光の当て方を変え育てる。

名前	光を当てる時間	特徴
光 8	6～14 時	実験をやり直す
光 2+2	6～8、18～20 時	始めと終わりが大切だから途中光を中休みさせてみる
光 8+2	6～14、18～20 時	光 8 にまちがえて光を当ててしまったと考える
光 12+2	6～18、22～24 時	去年の実験結果を裏付ける

結果 光の当て方と羽化の様子

名前	羽化したチョウの数	羽化したか
光 8	0/23 匹	×
光 2+2	11/14 匹	○
光 8+2	12/17 匹	○
光 12+2	0/6 匹	×

考察

ア これまでの研究で育てたアゲハチョウについて、光をあてた時間を比較してみると、羽化するのには光を当て始める 2 時間と 12 時間～14 時間に光を当てることが必要なことが分かる。(グラフ 2)

イ 途中暗くても(照明の中休み状態)その後 2 時間明るくすると羽化すると思っていたが、光 12+2 は羽化しなかった。このことから 2 回目に光が当たっていた時間帯が重要だと分かる。

ウ 去年の研究の中で、ぼくは一回の連続した暗い時間が 10 時間以下だと羽化すると考えた。しかし、光 12+2 は暗い時間が 4 時間と 6 時間で 10 時間以下だけれど羽化しなかったもので、暗い時間の長さや羽化・休眠には関係がないことが分かった。

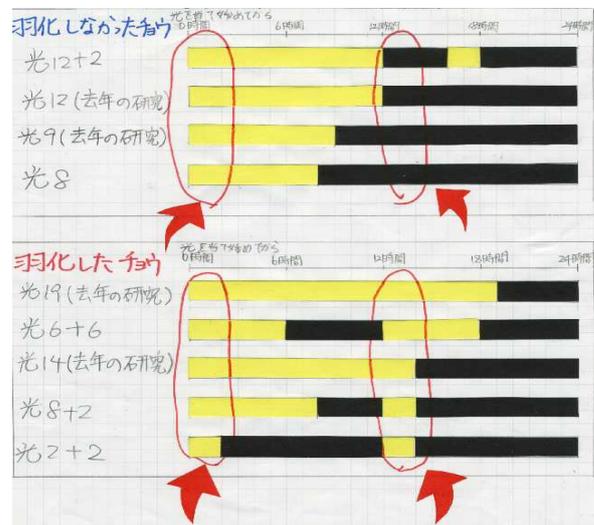
エ 光 8 が羽化したのは、光 8+2 が羽化したことから光を当て始めてから 12～14 時間後にまちがえて光を当ててしまったからだと考えた。

研究 3 紫外線が成長・羽化・休眠とどのように関わっているか調べる。

仮説 7 紫外線が当たらないと、成長や羽化・休眠に影響がでる。

条件 紫外線を当てるか、当てないかで調べるため、ブラックライト 20w と LED ライ

光の当て方の比較(グラフ 2)



ト白色 20w をそれぞれ 2 本使い、日光を当てずに育てる。

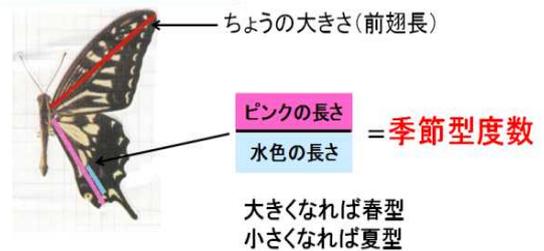
結果 紫外線があってもなくても羽化した。羽化するまでの日数はどちらもかわらないが、LED ライトの方が平均 2.2 mm 大きくなった。これは、湿度・照度が高かったためこの影響を受けたのかもしれないと思った。

考察 二つの装置では温度・湿度・照度を同じにすることができず、実験結果に影響が出たのではないかと思った。実験方法を見直してみる必要性を感じた。

研究 4 アゲハチョウの羽の模様を調査し、何が季節型を決めているのか調べる

今まで育ててきたチョウの斑紋が、春型、夏型で違うことに気付いた。その中でも後ろ羽の黒い帯が季節によって幅が広がったり狭かったりすることに注目し、この部分の長さと羽の長さの比で春型、夏型を決めることにし、「季節型度数」と呼ぶことにした。

#### 季節型度数の表し方



ぼくの考えた季節型の分け方

季節型	基準
春型	季節型度数 3.7 以上 寒さを経験している 短日条件
中間型	季節型度数 3.2~3.6 ①か②を経験している ①寒さを経験しないが幼虫期に短日条件を経験している ②幼虫期に暑さを経験し、サナギ期に寒さを経験している
夏型	季節型度数 3.1 以下 寒さを経験していない 長日条件
春夏型	季節型度数に関係なく、春型と夏型の両方の斑紋の特徴を持っている

中間型と春夏型は、研究のため日照時間を変え、休眠させたものだった。

#### 4 総合考察

今までの研究を温度という視点から総合的にまとめてみると、サナギを長い間低温におくと温めてから羽化するまでの期間が短くなること、冬は約 800~1000℃位の積算温度になると羽化し、夏は 250℃位で羽化することが分かった。

#### 5 今後の方針、感想

ぼくは、今年の研究で光を当て始めてから 2 時間と 12~14 時間が羽化や休眠と関わっていることを発見した。何時間あれば羽化するのか、今後もより研究を深めたい。また、研究 3 で紫外線と成長・羽化・休眠との関係を調べたところ紫外線との関わりを見つけることはできなかった。静大農学部の森田先生、一家先生に教えていただいた青や赤色の LED ライトで幼虫を育て、色による影響を調べてみたい。研究 4 のチョウの斑紋についてはまだ研究を始めたばかりで、大発見と言った「春夏型」も一匹しか見つかっていない。今後研究を進めたい。

この 6 年間はチョウ、そして実験と向き合う日々だった。今までの 5 年間と比べ、この一年で研究を通してぼくは大きく成長できた。羽化するか、休眠するかどうかだけでなく研究のため条件を変え羽化させたチョウの斑紋に興味をわき、別の角度からもチョウと向き合うことができた。

最後に、研究の相談にのってくださった大勢の先生方、ありがとうございました。

#### 6 参考文献

学研生物図鑑昆虫 I [チョウ] (1983 年学習研究社)、科学のアルバムアゲハチョウ (1983 年あかね書房)、静岡新聞記事「夜明け早まると生物に春」(2011 年 2 月 21 日付)、同「光によって茶の成分が変化」(2011 年 5 月 1 日付)