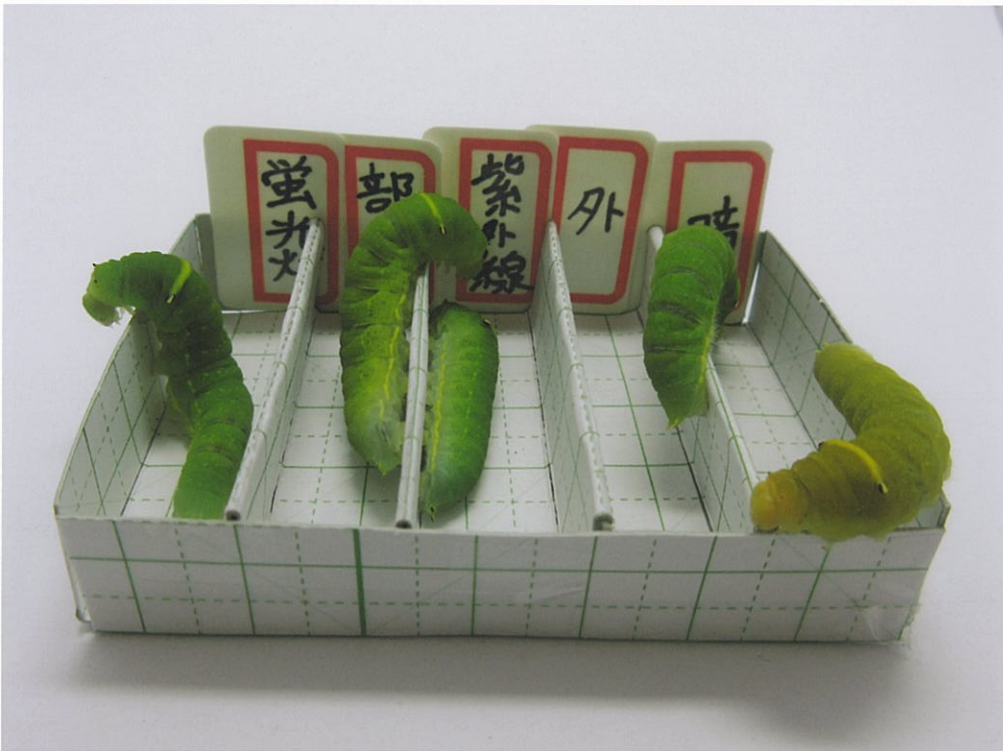


【 光で幼虫の色を操る 】



【 動き回る 5 齢幼虫たち 】

筑波大学附属小学校
4部6年19番
渡邊 大輝

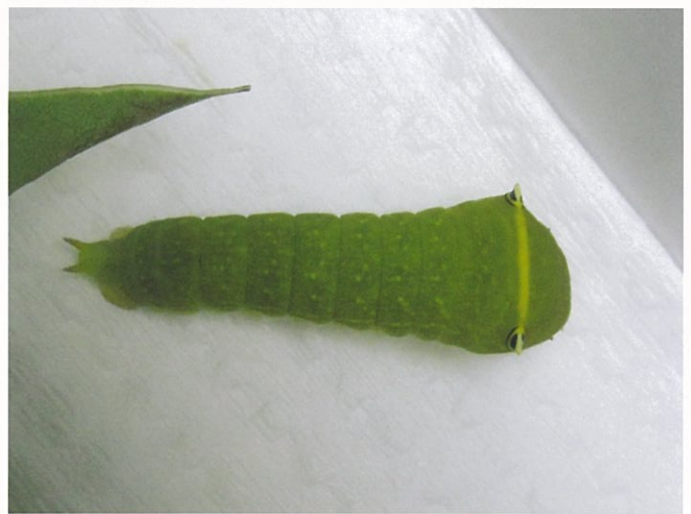
《 き っ か け 》

3年生から理科が始まり、ぼくは毎年アゲハを飼育して
いますが、ずっと気になっていたことがあります。
それは、卵を採ってきて、家で箱や虫かごの中で育てた
幼虫と、外で見かける幼虫とでは、色が少し違うという
ことです。

外で見かける幼虫、特に5齢幼虫は、とても鮮やかな黄
緑色をしていて、まるで緑色の蛍光ペンのようです。こ
れに対し、家で卵から育ててきた幼虫は、色が薄く、少
しくすんだように見えます。



【 自然下育ちの幼虫 】



【 室内で育てた幼虫 】

なぜ、このような体色の違いがあるのか考えてみると、
自然の中で太陽光下で育ってきたことと、部屋の中の蛍
光灯下で育ってきたことが関係しているように思えてき
たのです。

つまり、幼虫が成長する過程で受ける、光の種類や量が
影響しているのではないかとということです。

そこで、なぜ自然下で育った幼虫の体色が、家の中で育
った幼虫よりも濃く、鮮やかな緑色になるのかについて、
幼虫が成長する過程で受ける「光」に注目してみることに
したのでした。

《 はじめに 》

今までぼくがアオスジアゲハを飼育してきた環境は、

場所：家の中（リビングルーム）

エサ：クスノキの葉

つまり、今までの飼育環境と自然の中で育ったものとは、家の中で育ったのか、それとも太陽光下で育ったのかという違いではないかと考えました。このことから「光」が幼虫の体色にどのような影響を与えるのかということを中心に観察を行うことにしました。

《 飼育環境の設定 》

幼虫の飼育環境に差をつけるため、次の5種類の環境を設定しました。

- ① 太陽光下（ベランダ）→ 以下【外】
- ② 部屋（リビングルーム）→ 以下【部】
- ③ 蛍光灯下（昼白色蛍光灯使用：4W）→ 以下【蛍】
- ④ 紫外線下（近紫外線蛍光灯使用：4W）→ 以下【紫】
- ⑤ 暗箱（光に当てない）→ 以下【暗】



【 外 】

【 部 】

【 紫 】 【 蛍 】

【 暗 】

また、写真撮影のために、撮影スタジオと幼虫ケースを作りました。



【 撮影スタジオ 】



【 幼虫ケース 】

《 観 察 の 手 順 》

- ① クスノキやタブノキの新芽に産み付けられているアオスジアゲハの卵を採集する。
- ② ふ化した1齢幼虫を、5種類の環境で同じように食草を与え飼育する。ただし、蛍光灯下と紫外線下については、日出時に点灯し、日没時に消灯する。そして暗箱の幼虫には、食草を与えるとき以外、一切光を当てずに飼育する。
- ③ 1齢から5齢までの各齢、前蛹時・蛹化時に写真撮影し、体色の変化を記録する。
- ④ 各環境で育った幼虫の体色が、成虫の翅の色（水色の部分）に関係しているのかを調べる。

しかし、実際に飼育を始め、よく観察してみると、ふ化直後の幼虫の体色には個体差があることに気づきました。



そのため、1齢から2齢までの体色はあまり参考にならないと考え、体色が緑色になる3齢以上から幼虫の写真撮影を行いました。

【 体 色 の 個 体 差 】

《 予 想 》

自然下で育った幼虫の方が家の中で育った幼虫より色が濃く鮮やかだったということから、太陽光に含まれる紫外線が関係していると考えました。このことから、体色の濃い順に、

【 紫 】 > 【 外 】 > 【 蛍 】 > 【 部 】 > 【 暗 】

となるのではないかと考えます。

そして、幼虫の体色の緑色が濃いほど、成虫の翅の水色も濃くなるのではないかと考えます。

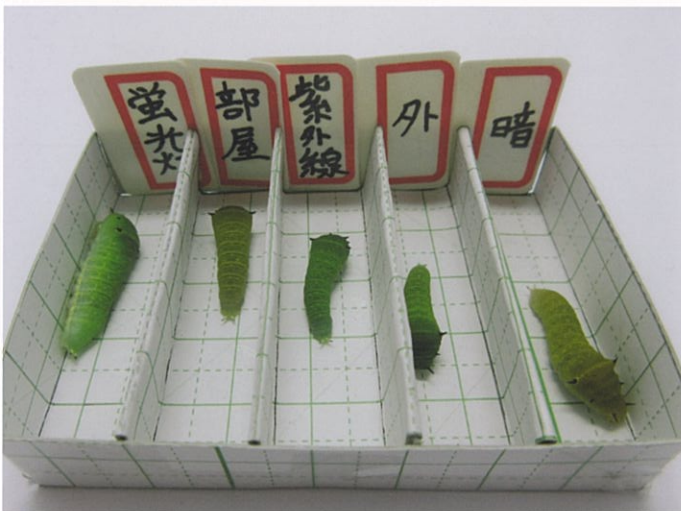
《 実験結果 》

3 齢 幼 虫



【外】と【螢】と【紫】は同じくらいの濃さ。
 【部】は【外】【螢】【紫】と比べると少し薄い黄緑色。
 【暗】は他に比べて黄色味がかった黄緑色。
 共通していることは、頭部の方が黒っぽい色をしている。

4 齢 幼 虫



【外】と【紫】は同じくらいの色の濃さ。
 【螢】は【外】【紫】より少し薄く鮮やかな黄緑色。
 【部】は少し黄色味がかった黄緑色。
 【暗】は少し茶色味がかった色。
 3 齢 幼 虫 と 比 べ る と、頭部の黒味が取れ、環境による

体色に変化が出てきた。

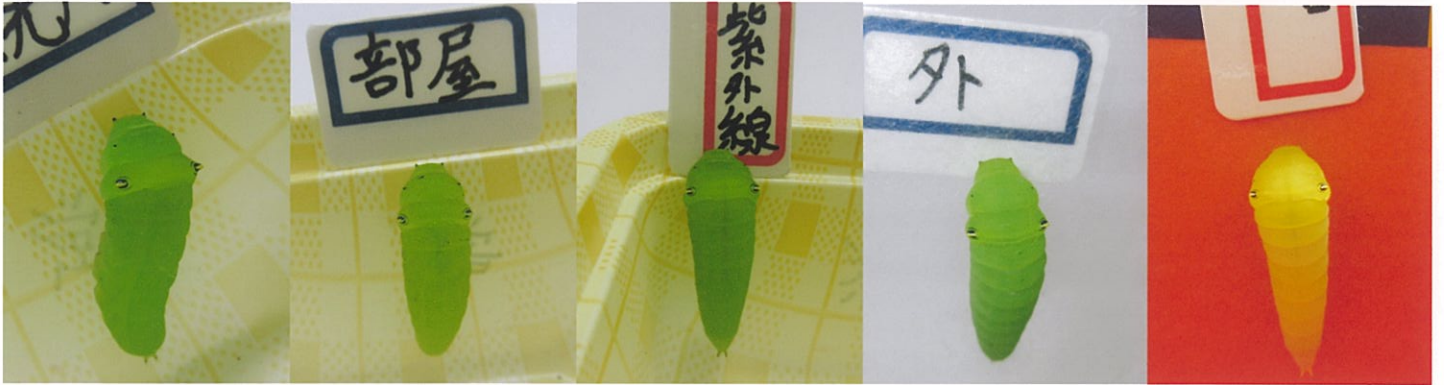
5 齢 幼 虫



【暗】だけ目立って色が違う。黄緑色とはいえず、薄い茶色に黄色味が強く出た感じ。
 【部】は薄い黄緑色。
 【螢】は【外】と比べると少し薄い黄緑色。
 【外】は鮮やかな黄緑色。

【紫】も黄緑色だが、【外】と比べると黄緑色が濃く、鮮やかではない。また、頭部の黄色の部分が他に比べ蛍光色のような色をしていて、体色が濃いのでとても目立つ。

前蛹時



【暗】は黄色。(今まで見たことがない体色)

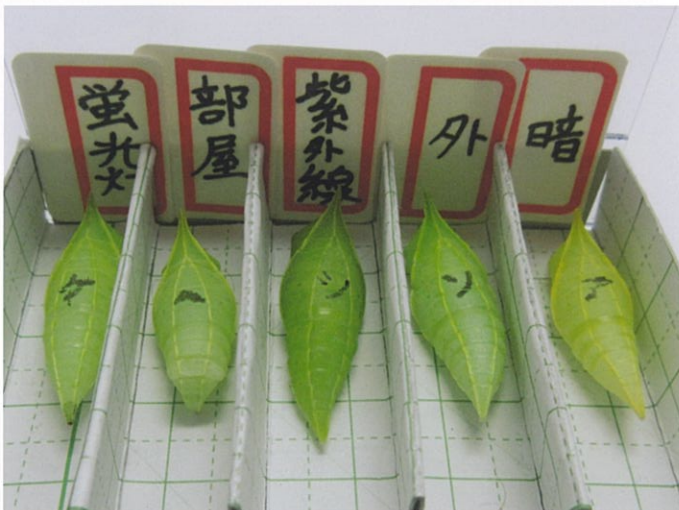
【部】は黄緑色ではあるが、薄い。

【外】は鮮やかで、透明感のある黄緑色。

【蛍】はほとんど【外】と変わらないが、少し薄い。

【紫】は【外】よりも少し濃く鮮やかな黄緑色。

蛹化時



【暗】は黄色味の強い黄緑色。

【紫】は一番濃い黄緑色。

【外】と【蛍】は、ほぼ同じぐらいの色。

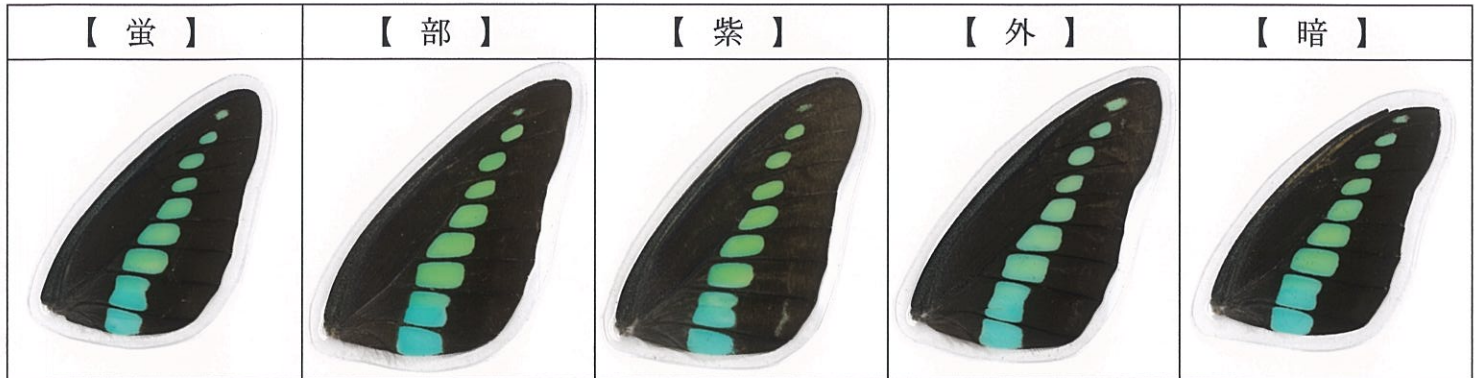
【部】は【外】【蛍】に比べると少し薄い黄緑色。

成虫の翅の色との関係

全て同じ色合いに見える。

どの環境下で育ったものも、翅の色にはほとんど違いが見られなかった。

成虫の翅は、写真ではとても分かりにくいので、実物をラミネートし、貼り付けることにしました。



さらに、成虫の翅については、以下の手順で調べてみることにしました。

1. ルーペでよく観察してみる。



黒い部分には鱗粉がついていましたが、アオスジアゲハの特徴である水色の部分には鱗粉のようなものは見えなかった。

2. 指で触ってみる。

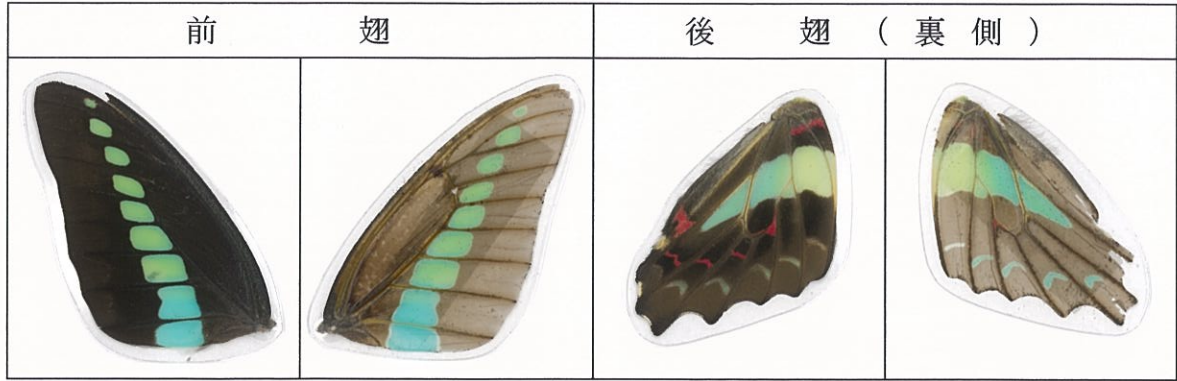


黒い部分は指に黒く細かい鱗粉が付くのに対し、青い部分は何も指に付かなかった。

3. 鱗粉をはがしてみる。

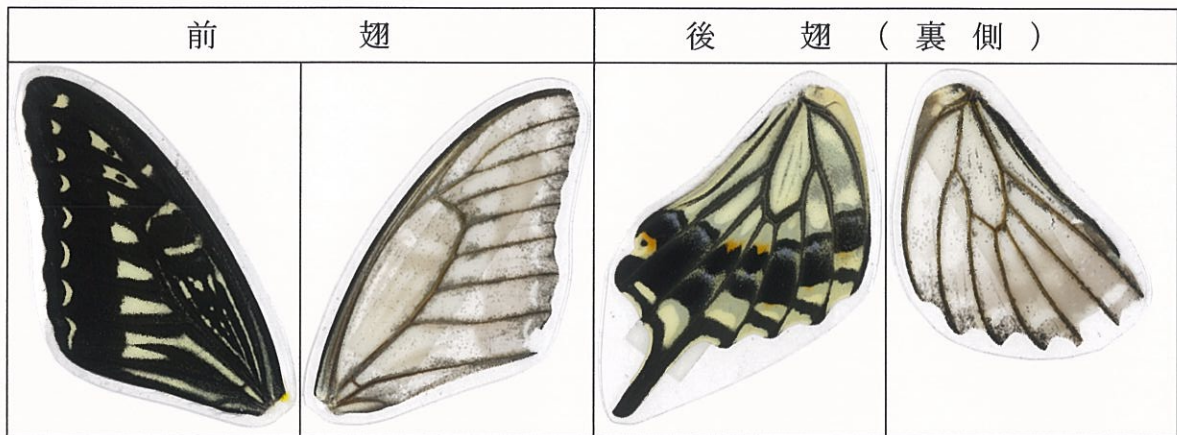


黒い部分と後翅の裏の赤い部分の鱗粉は簡単に取れ、薄く色のついた透明のフィルムのような翅の下地が出てきた。そして青い部分だけは色が残った。



4. ナミアゲハの翅と比べてみる。

アオスジアゲハは、水色の部分だけが残ったの対し、ナミアゲハの翅は、黒い部分だけでなく、青や黄色い部分など全ての鱗粉がとれ、透明なフィルムのような翅の下地だけが残った。



《 分 か っ た こ と 》

- ① 3 齢 幼 虫 ぐ ら い か ら 育 つ 環 境 に よ っ て 、 幼 虫 の 体 色 に 変 化 が 出 て き ま し た 。 そ し て 、 5 齢 幼 虫 で は 、【 暗 】 は 目 立 っ て 茶 色 っ ぽ く 、【 紫 】 は 濃 い 黄 緑 色 と い う よ う に 、 そ れ ぞ れ の 環 境 に よ る 体 色 の 差 が 最 も 大 き く 出 ま し た 。
- ② 前 蛹 時 ・ 蛹 化 時 で も 、 5 齢 幼 虫 の 時 ほど で は な い が 、 目 で 見 て 色 の 違 い が 確 認 で き ま し た 。
- ③ 成 虫 の 翅 は 、 ど の 環 境 下 で 育 っ て も 同 じ 色 に 見 え ま し た 。
- ④ 個 体 差 を 考 慮 し て も 、 幼 虫 ・ 蛹 と も 体 色 の 濃 さ は

【 紫 】 > 【 外 】 > 【 蛍 】 > 【 部 】 > 【 暗 】

の順であることが分かりました。

これらの結果から、幼虫の体色には、浴びる光が影響しているということ。さらに、光も紫外線量が多いほど体色が濃くなるということが分かりました。そして、育った環境や幼虫時代の体色・蛹の色は成虫の翅の色には関係していないということも分かりました。

追加実験

紫外線量が多いほど、体色が濃くなるという結果から、さらに、これを確認するために、暗箱で4齢幼虫まで育てた幼虫を、5齢から紫外線に当てて、変化を観察しました。

追加実験の結果

最初、うす茶色をしていた幼虫が、段々と黄緑色になっていきました。1齢幼虫から紫外線に当てていた幼虫の色にまでは追いつきませんでした。約1週間でアオスジアゲハの幼虫らしい黄緑色に回復しました。



【 4 齢 まで 【 暗 】】

【 5 齢 ～ 【 紫 】】

【 比較 写真 】

左 : 【 紫 】

右 : 5 齢 ～ 【 紫 】

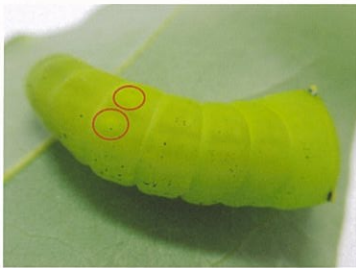
《 考 察 》

今回の観察結果をまとめると、幼虫の体色の違いは、育つ過程で受ける紫外線の量が大きく影響しているが、その体色の濃さが成虫の翅の水色部分に引き継がれることはない。

ということが考えられます。

そこでぼくは、次のように考えました。幼虫の時の皮ふは、やがて蛹のカラとなり、カラの内側では体の造り替えて行くのである。そして羽化する時はこのカラを残して出てくるので、皮ふの色は成虫の体や翅とは関係しない。例えば、人間でも皮ふは日焼けしても、体の内側の筋肉や臓器までは日焼けしないのと同じことで、幼虫も皮ふは光環境に左右されるが、内側の消化器官などには影響しないということです。

つまり、色を決めるものは皮ふだけにあるのです。



このことは、4年生の時、幼虫時代の最後のフンの正体を確かめるために解剖を行った際、オスの場合、背中側の皮ふと消化器官の間に精巣が2個あることが分かりましたが、この精巣は幼虫の体色が濃く出ているときには見え、ガットパ

ージ直前に体色が薄くなると、透けて見ることができるようになります（写真の赤丸部分が、透けて見える精巣）ようになります。このことから、ぼくの考えで良いのではないかと思います。

では、そもそも幼虫の皮ふが緑色になるのは、なぜなのでしょう。アゲハの卵は白っぽいクリーム色か黄色なので、卵から緑色を感じさせるものはありません。しかし、ふ化後は食草を食べて育ちます。その食草であるクスノキ科やミカン科の植物の葉は、緑色です。

つまり、ここままで考えられることは、

- ① 食草から緑色の成分（葉緑素）を体内に取り込む
 - ② 体内で自然に緑色の色素が作られる
- のいずれかではないかということです。このうち、②については、今のぼくには思い付かないので、①について考えてみようと思います。これは、植物の葉を食べることによって、緑色の成分である葉緑素を体内に取り込み、それを皮ふに集めているのではないかということです。でも、今回の実験で、幼虫の体色は光を受けることによ

って鮮やかな緑色になっていくことが分かりました。

このことから、

元々、幼虫の体色に緑色は存在しないが、食草を食べるうちに、葉緑素を体内に取り込んで皮ふに送り、そして、光を浴びるにつれて、皮ふ内の葉緑素が増え、緑色が濃く鮮やかになっていく。

ということが考えられるのではないかと思います。

これは、植物以外でも、体内に葉緑素を持ち、光合成を行って栄養にしているサンゴやイソギンチャクなどもいるし、昆布から葉緑素を体内に取り込んで光合成を行っているウミウシもいるようなので、もしかしたら、アゲハの幼虫も、体内で光合成を行っているのかもしれない。

《 感 想 》

今回の実験で一番苦労したことは、目で見たとおりに、写真で表現するということです。何回も撮り直しをしても、うまくいかないのので、専用の撮影スタジオを作って、せめて、同じ条件の中で撮影ができればと思ったのですが、結局ぼくが実際に見て感じたとおりの色合いを表現することはできませんでした。

また、成虫の翅も、全て同じ色合いとなりましたが、これは、ぼく、つまり人間に見えた色合いであって、紫外線が見えるといわれる、昆虫の目には、もしかしたら、大きな色の違いが見えているのかもしれない。

ぼくは、4年間アオスジアゲハを中心に、アゲハの最後後のフンや蛹の中に残された液体のことなどについて調べてきました。最後に大きな疑問を残したままとなつてしまいました。幼虫の体色には光だけでなく、食草も影響しているのではないか、むしろ、食草から体色を決定する何かを得ているのではないかという疑問です。

このように、調べれば調べるほど新たな疑問が出てきてしまうアゲハの観察は、これからも続いていきそうです。