



チョウのサナギの色の不思議

行成 正昭（友の会会員）

はじめに

チョウやガの一生をみると、卵が孵化して幼虫となり、さらにサナギというステージを経て成虫となる。このように4つの発育ステージを辿る。発育の途中で、成虫とは異なった形態、生理、生態を変えることを変態といい、チョウやガ、甲虫、ハチ、ハエなどのように4つのステージを経過する変態の様式を完全変態と呼んでいる。

サナギの時期は、見た目には最も不活発で、食物もとらず排泄も行わず、体重の増加もなく、一般に不動のままであるが、その中では著しい改変が行われ、発育の完了を遂げる時に当たっていることが知られる。このように、ほとんど死の状態のように見えるチョウのサナギから似ても似つかない成虫が生まれ出て、やがて大空に飛び立つのを観察した古人達は、チョウを復活の象徴、あるいは死者の靈魂（ブ

シュケ）とみなしていたのも無理からぬことだったのかも知れない。

サナギの色

アブラナ科植物のキャベツやブロッコリーなどにつきもののモンシロチョウ（シロチョウ科）のサナギは、緑色の葉裏に付いているものはきれいな緑色をしているが、褐色の板塀などに付いているものは灰褐色をしている。また、温州ミカン、ナツミカン、ユズ、本県特産のスダチなどの栽培品種やサンショウ、カラタチなど馴染みが深い植物をエサとするアゲハチョウ科のアゲハ（ナミアゲハ）（図1）もサナギには緑色と褐色の2タイプがある。葉や緑色の小枝に付いているサナギは鮮やかな緑色で、枯れ枝や幹、板塀などに付いているのは褐色をしている（図2）。このように、モンシロチョウもアゲハも付いている場所に適応した見事な保護色となっており、そうやすやすとは見つけることができない。これは捕食者に対する隠蔽色、カモフラージュとして有効に働いているのかも知れない。



図1. アゲハチョウの成虫（上がメス、下がオス）



図2. アゲハチョウのサナギ（中央）

サナギの色はどのように決定されるのか？

モンシロチョウでは、いろいろな色の箱の中に老熟幼虫ろうじゅくようちゅうを入れて窓ぎわに置くといった簡単な実験によって、サナギの色が周囲の色に影響されて変わることを知ることができる。サナギになるために糸をかけている幼虫が自分の足場の色と明るさをキャッチし、そこが明るい黄色や緑色の場合に緑色のサナギになり、暗ければ暗色のサナギになる。ただ、越冬するサナギ（休眠型）は褐色型が断然多くなるが、これは日照時間に関係があると考えられている。

アゲハの場合

元熊本大学教授の平賀壮太氏ひらが そうた（分子生物学）は、中学1年生の時、アゲハの卵や幼虫を飼育箱で飼育していると、緑色や褐色のサナギが出てくることに気付いた。サナギの色はどのようにして決まるのか疑問に思い、まずカメレオンのように周りの色に似た色のサナギになるのではないかと仮説を立て調べてみることにした。実験方法は、板に穴を開けて割り箸わしを差し込み、サナギになる直前の終齢幼虫しゅうれいをとまらせた。さらに、それぞれの箸はしに透明なガラスコップをかぶせて、いろいろな色の画用紙を巻き付けた。数日後にコップを外して結果を見たところ、ガラス面でサナギになったものは全て緑色になり、サナギの色は周りの色とは無関係であるという意外な結果となった。

中学時代にサナギの色を決定する環境要因を明らかにすることができなかった平賀氏は、定年退官後、この研究テーマに再挑戦した。平賀氏は、サナギになる場所の色がどのように影響するか調べるために、表面がツルツルした光沢紙こうたくしにいろいろな色を付けて実験を行った。その結果、光沢紙の上では紙の色とは無関係に緑色のサナギになると結論された。そして、それならばザラザラした粗粒面そりゅうめんではサナギの色はどうなるのだろうか疑問に思った。そこで、粒子りゅうしの大きさがN100（粒子の大きさは平均0.1mm、密度は1cm²あたり3014個）のサンドペーパー、濾紙ろし、光沢紙を使って実験を行ってみたところ、このサンドペーパーではサナギが全て褐色にな

り、ザラザラした表面では褐色のサナギになりやすいことがわかったのである。

アゲハのサナギの色彩決定に関与する環境要因として、足場の匂いにお、枝の曲率半径きょくりつ、夏の高温や湿度が疑われ、それまで何人か昆虫の専門家がこの問題に取り組んできたが、環境要因があまりに複雑で明確な結論を得ることができていなかった。平賀氏は保護色に結びつく自然界の環境要因を探して、それまでに行われてきた実験条件を一つ一つ丁寧に追試していった。そして、粗粒面しよつかくしげきからの触覚刺激（接触刺激）が強いと褐色のサナギになることから、サナギになる場所の「粗粒面へいかつめん、平滑面」の違いが最も重要であることを突き止めたのである。もちろん、光や湿度なども影響する。先にもふれたように、野外の食樹上では、緑色で表面がツルツルした葉や小枝にできたサナギは緑色になり、褐色でザラザラした木の幹や枯れ枝などにできたものは褐色になる。アゲハの場合、色とは関係なくサナギになる場所の表面から受ける触覚刺激によってサナギの色を決めているのだ。

アオスジアゲハでの実験

平賀氏はさらに、誰も行っていなかったクスノキが食樹であるアオスジアゲハの色彩決定機構の解明にも挑戦した。このチョウが属する *Graphium* 属の他のチョウについても、このような研究はされていなかった。いろいろな実験装置を考案し、実験を行ってみたところ、このチョウの幼虫にゅうしやこうは入射光と反射光の照度の差を識別していることがわかった。

実際に照度計を使って照度の測定を繰り返し行ってみたところ、幼虫は、背面から入射光（散乱光）を受け、腹面から反射光とうかこうと透過光の和を受けて、その照度差 [入射光 - (反射光 + 透過光) = 照度差] を感知してサナギの色を決めているというのだ。照度差がない場合は緑色のサナギとなり、照度差が40ルクス以上あれば赤褐色のサナギになることを明らかにした。屋外ではクスノキの緑の葉は直射日光を透過しやすいので、葉を透過した光と葉からの反射光の和は、空からの散乱光とほぼ同じレベルの照度となり、太陽光に対して葉の裏側では緑色の

サナギになる。一方、クスノキの赤い葉や枯れた葉では赤褐色のサナギになる。

周りの色に合わせてサナギの色を決めているモンシロチョウに対し、アゲハやアオスジアゲハは同じアゲハチョウ科に属しているが、サナギの色彩決定機構はそれぞれの種で全く異なっていたのである。しかも、それぞれの色彩決定機構が違うにもかかわらず、自然界では周りの環境の色に合った保護色のサナギになるというのだから驚きである。

天敵から身を守るために

このようなサナギの色の違いが、実際に天敵の目を眩ます保護色として有効に働くのだろうか。小学校理科教師の小出俊子先生が、草原にモンシロチョウの緑色と褐色のサナギを**碁盤目状**に同数置いてニワトリを1羽放したところ、緑色のサナギは20%が捕食されただけなのに、褐色のサナギは80%も捕食された。ところが、地表に置いた場合は緑色のサナギが90%捕食されたのに対し、褐色のサナギは10%しか捕食されなかったという実験結果が得られている。

サナギが**色彩多型**である日本のチョウは、アゲハチョウ科、シロチョウ科の他にもタテハチョウ科、



図3. カラスアゲハのサナギの体を食い尽くして出てきたアゲハヒメバチ（ヒメバチ科）の成虫（アゲハヒメバチは蛹1頭から普通1頭だけ脱出する単寄生蜂）

ジャノメチョウ科、テングチョウ科など沢山いる。これらのサナギの色彩決定はどのように行われているのか興味は尽きない。

どのような天敵がいるのか

野外から採集してきた幼虫を飼育し、サナギから成虫が羽化するのを楽しみに待っていると、サナギの横腹に丸い穴を開けて寄生バチや寄生バエ（アオスジアゲハのサナギからは寄生バエがよく出現する）が出てきて驚かされたり、がっかりさせられることがよくある。自然界で生き抜き、種を存続させていくのはそんなに甘くはないのだ。

アゲハの場合、卵の時期にはタマゴバチ類に寄生されたり、アリやクモ類に捕食されたりする。幼虫期には発育段階で異なるものの、各種寄生バチの他、アリ類、クモ類、カメムシ類に捕食される。3歳以後の幼虫になると、アシナガバチやスズメバチ類などに襲われ、肉ダンゴにされて持ち去られる。アオムシコバチのように、サナギになった直後に、サナギの体内に多数の卵を産み付けて寄生生活するようなハチもいる。さらに細菌や糸状菌やウィルスに感染して死ぬものもいる。

食虫性の鳥類、哺乳類、爬虫類も強力な天敵である。中でもエナガ、シジュウカラ、ホオジロ、ヒヨドリ、ムクドリなどの野鳥は強力で、何らかの防御する手段を有しないことにはサナギにとっては極めて危険な存在となる。サナギの保護色は、主に鳥の目を欺くために進化したとも言われるほどである。

県立農業研究所（徳島県名西郡石井町）敷地内の東端に、県病虫害防除所の本館と並んで車庫として使用している建物がある。その白っぽいコンクリートでできた外壁の高さ約1.5mの位置にアゲハのサナギ（褐色）が付いていた。裏庭に温州ミカンの成木が6本植わっているので不思議ではない。というのも、このチョウの幼虫は蛹化前にかかなりの距離を歩く習性があるからである。そこでは落葉した梅の枝でも褐色のサナギがよく見つかる。

2000年2月23日午後3時30分頃のことである。筆者の立っている位置から数メートルしか離れ

ていない地上を、上を伺ったり横を向いたり、なにか落ち着かない様子で徘徊していたツグミ（ヒタキ科）が、次の瞬間、白い壁のサナギに飛びついて食べてしまった。近くに自生しているセンダンの実を食べているところはよく見かけていたが、アゲハのサナギを捕獲するとは予想だにしていなかったのが驚いた。

平賀氏の実験では、アゲハは白色のザラザラしたブロック塀で褐色のサナギを、赤いツルツルしたプラスチック容器で緑色のサナギを作った。このことは、アゲハのサナギが人工物の色に順応した保護色にならないことを示している。当然といえば当然である。かつてこのようなことは経験していないのだから。先のツグミに捕食されたサナギは、ザラザラした白壁という人工物に騙されて保護色になれなかった故に、悲劇的な結末を迎えることになってしまった。

十楽寺の天井画と俳人

滝 よし子（友の会会員）

板野町大坂の十楽寺には、江戸時代後期に奉納された天井画が残されています。数年前お寺が建て替えられたとき、古い本堂を解体し、天井画だけはそのまま新築の本堂の廊下に再利用（保存）したというわけです。

天井画とは、「天井の装飾として描かれた絵画の総称（『広辞苑』）」です。その数 99 枚、俳句だけのものと簡単な淡彩や墨画の俳画を添えたもので、一流の絵師による芸術作品ではなく、軽妙洒脱でむしろ稚拙美といえるかも知れませんが、そこには奉納した 115 名の俳人たちの俳諧に対する情熱と、仏様への信仰心の篤さが伝わってきます。

十楽寺は、JR 高徳線阿波大宮駅の近くにある真言宗の小さなお寺で、「本尊は正観世音、開基良弁大僧正、其後詳ならず、中興開基は讃岐山田郡笠岡村より来り住職となる（『板野郡誌』下巻）」とあって、詳しいことはわかりませんが、寺伝によると室町時代の創建のお寺のようです。



天井画「揃わねば知る よしもなし 仏の坐 筆海」

藩政時代には寺の横を讃岐街道が通り、1kmほど北に向かうと大坂峠への登り口にさしかかります。そこは、かつて大坂口番所（関所）があったところで、お遍路さんや通行人、また物資の監視に目を光らせました。現在は板野町の史跡になり、旧番所跡村瀬館として一般公開されています（ただし日曜日のみ）。

余談になりますが、この讃岐街道は代々阿波の殿様の巡国の道でした。十楽寺の背後から眺望する番所近辺の風景は、特に景勝地として殿様も眺められ、「御巡見北方佐野御界目迄御道筋之図」の中の一場面として描かれています。この真景図は、何度か徳島城博物館で展示されました。多少人家は変わりましたが、今も風景は同じです。

それはさておき、十楽寺は天保 12（1841）年（13 年とも）4 月、火災により焼失してしまいましたが、弘化 4（1847）年の春に再建されます。この時、檀那寺のため、大坂口番所役人の村瀬市左衛門さんは、村の有力者というより俳句仲間の 3 人の村人と共に、4 人が発願主となって、十楽寺本堂の格天井に俳句と絵画を奉納しました。本堂再建のための勧進の意図も、大いにあったと思われます。

江戸時代も後期になると、俳句は庶民的な趣味の文芸として、各地で流行したといわれます。農作業や仕事の合間に句を作り、ペンネームの俳号を持ち、月並句会が大変盛んでした。大坂村も現役御番人の



発願主・村瀬市左衛門ら4人の名がみえる

村瀬市左衛門さんを中心に、俳諧は村の中に根付いていったと思われます。彼は立机者（俳句の宗匠）であったかどうかは不明ですが、添削依頼の手紙などの資料が残されていることから、宗匠的な役割を果たしたようです。各地に詠草を出したり、近郷近在、はては徳島城下や讃岐東部の神社仏閣へ作品を奉納したりしています。

ところで、十楽寺天井画の俳人115名の内、13名が讃岐の俳人で、当時有名な人達だったことが判明しました。たとえば桃溪・哦月・綾岱・李暁の4人は、天保9年大坂から出版された『阿淡予讃俳諧四国集』に入選し掲載されています。また、他に花



天井画「名月や ふたりの袖に まつの影 高崎柳處」



天井画「山越の空へ離るゝ雲雀かな 徳府産己杉」

酔という人は三谷浅右衛門といい、和三盆糖の製造家、しかも文学の道に勝れ、郷内各所に句碑が建立されています。

阿波の俳人3名もこの俳諧四国集に取り上げられ、彼等の活躍ぶりが偲べれます。しかし、天井画作者の大半の人達が俳号のみ記された人も多く、徳島市・鳴門市・北島町・つるぎ町・板野町と広範囲に及び、人物を特定することは困難です。いずれにしても、江戸時代大坂村の小さな寺に、当時一流の名の知られた俳人達の作品が奉納されたことは、特筆すべきと思います。

発願主の1人、現役の番所役人・村瀬市左衛門さんの俳諧に対する情熱と、幅広い交友関係が窺われ、興味深いです。大勢の人達に見てほしいと願っております。

友の会行事報告

キャンプで自然体験！

- 日 時 7月30日(土) 14:00～
31日(日) 11:30
- 場 所 海部郡美波町 恵比須浜・日和佐川
- 担 当 佐藤陽一、小川 誠、中尾賢一、山田量崇(博物館学芸員)、松岡 功(博物館普及課)
- 参加者 23名



恵比須浜で海の生きもの観察

昨年度は悪天候で実施できなかった友の会キャンプですが、今年度は県南美波町の恵比須浜キャンプ場で実施することができました。

初日は、お昼過ぎに「道の駅ひわさ」に集合した後、恵比須浜へ場所を移して海辺の植物観察や海の生きもの観察をしました。そして、夕食までの自由時間にはキャンプ場前の海水浴場で水遊びをしたりカヌーに乗ったりして楽しみました。夕食は定番のバーベキュー。魚や肉をお腹いっぱい食べました。そして、夜の活動はブラックライトを使っていろいろな物を照らす実験をしました。夜に少し雨が降りましたが大丈夫でした。

2日目は、朝食をとった後、日和佐川へ移動し川の生きもの観察をしました。各自たも網を手にアユ、オイカワ、カワムツなどの魚や、テナガエビなどをつかまえました。中には源流部にしか生息しないナガレホトケドジョウもいました。天候にも恵まれ、県南の自然を満喫した2日間でした。



夕食はバーベキュー

最後になりますが、伊勢ひとみさん、南部洋子さん、向原敬夫さんにはお手伝いいただきました。ありがとうございました。(松岡 功：友の会事務局)

Voic^e 参加者の声

●中村太一

キャンプでカヌーに乗れるとは思っていなかったけれど、カヌーに乗ることができてうれしかったです。バーベキューはみんなで食べて、よりおいしかったです。テントで寝るのは初めてだったのでわくわくしました。川はとてもきれいでした。キャンプに来年も行きたいです。これからもよろしくお願いします。

●新居千夏

わたしは日和佐川での活動が一番楽しいなと思いました。学芸員さんに教えてもらったとおりのとり方とると、魚やエビがいっぱいとれました。とった生き物は、スジエビ、カジカガエルのオヤマジャクシ、コオニヤンマのヤゴ、カワムツ、ヌマエビ、サワガニなどです。今度は川にもぐって魚をつかまえたいと思います。

●新居明果

海の活動でお姉ちゃんにカヌーに乗せてもらいました。わたしはそのあいだに貝がらや石を集めていました。また行きたいです。



日和佐川で川の生きもの観察

友の会行事報告

草と虫の観察会・
生物画を描こう

- 日時 9月25日(日) 10:00～16:30
 ○場所 文化の森総合公園、博物館講座室
 ○担当 行成正昭(友の会役員)、茨木 靖、
 山田量崇(博物館学芸員)、松岡 功(博
 物館普及課)
 ○参加者 8名

朝夕めっきり涼しくなり秋らしくなってきた9月25日、講師に和田賢次さんをお迎えし、「草と虫の観察会・生物画を描こう」を実施しました。

午前中は、草や虫を観察しながら文化の森総合公園内を散策しました。講師先生や役員の方々、学芸員からいろいろ教えていただき、草や虫の見方が変わりました。

午後は講座室に場所を移し、講師先生に指導していただきながら、採集してきた植物を細かいところまで観察し、こつこつ丁寧に絵を描いていきました。ほとんど全員が初めてでしたが、みなさん力作に仕上げることができました。

今年度は小・中学校の運動会シーズンと重なったためか、子どもたちの参加がなかったのが残念です。来年度に実施する場合、少し時期をずらしたいと思いました。(松岡 功：友の会事務局)



講師の話に聞き入る参加者



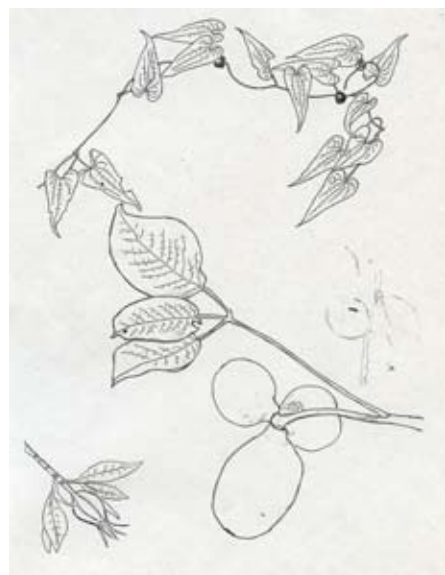
植物を観察しながら丁寧に絵を描いていきます

Voice 参加者の声

●伊勢ひとみ

「草と虫の観察会・生物画を描こう」に参加させていただきお世話になりました。爽やかな秋晴れのなか、昆虫や植物を採集しながらほどよい散策ができました。ジョロウグモの巣では、雌雄で待機していることを初めて知りました。雄は雌の容姿にはほど遠くしゃしゃで目立たなく控えていました。また、毛虫やハチ類は刺すので嫌いでしたが、皆がみな刺すわけではないことなど色々教えていただき、少し昆虫への関心が変わりました。

午後、細やかな筆遣いで緻密に描かれた和田先生の作品の数々を見せていただき、感動で言葉が出ませんでした。自信もなく描き上げた自分の絵には不満足でしたが、これを機に身近な草花を描いてみようと思いました。不慣れなためか少々肩が凝りました。



伊勢ひとみさんの作品



徳野とも子さんの作品

たが、大変有意義な一日でした。ありがとうございました。

●徳野とも子

午前の草と虫の観察会では、イモ虫、毛虫がこんなチョウやガになると聞きながら観察すると、それらがちょっと違ったものに見えました。野の花はすがりかけのものが多くてちょっと残念ですが、木の実やムベの実など秋の観察会もいいなと思いました。

午後の生物画では、ルーペ片手に細かい部分を拡大して描くのは難しく、「見たとおり描きなさい。」と言われても……。他の人たちの大胆な構図や細かい描写に感心していました。でも、どうか作品ができて良かったと思いました。

●松家京子

「草と虫の観察会・生物画を描こう」に参加させていただきました。ありがとうございました。



松家京子さんの作品

午前中は文化の森の裏山をゆっくりと散歩して小さな生き物の生態、植物の名前を教えてください、なかでもジョロウグモが雌雄一緒にいることやクマバチは人を刺さないことを知り驚きました。

生物画は特徴をよく見て描く以外に方法はないらしく、「見てその通りに描けばいい。」と、いとも簡単に言われるのが何だかおかしかったです。自宅でもネコジャラシを描いてみました。

●住友せつ子

秋の爽やかさを身に、心ならずも一緒に過ごさせていただき、一日楽しく不得手な絵に挑戦すること乍ら、皆様の温かいご指導のもと、はからずも立派な出来に感じ入りました。本当にありがとうございました。

年齢差をとうに忘れ、植物の名前、虫の名前、次々と忘れていく今日、若き方達の力を満身に受け、いつまでも大切に元気の源と頑張っていきたいと思っております。機会があると出歩くこと、好奇心満々の私ですが、ご迷惑のかからない程度に参加させていただきます。良い企画に参加できましたこと嬉しく思います。今後ともよろしく願いいたします。



住友せつ子さんの作品

アワーミュージアム 第47号

2011年10月31日発行：徳島県立博物館友の会
〒770-8070 徳島市八万町向寺山 徳島県立博物館内
TEL 088-668-3636 FAX 088-668-7197
E-mail: mus-fukyu@mt.tokushima-ec.ed.jp