

5 小笠山におけるアサギマダラの季節消長 part II 及び 蛹化と植物からのシグナル

1 季節消長について

(1) はじめに

私たちは、2008 年 10 月に掛川市と袋井市にまたがる小笠山丘陵において、アサギマダラのマーキングを行った。小笠山は以前からアサギマダラの越冬地として知られており、2009 年の 1 月や 2 月の予備調査でも若齢幼虫が見つかった。ところが文献調査を行ってみると、まとまった報告が無いことがわかった。そこで 2009 年 3 月からは、渡りをする蝶アサギマダラが小笠山をどのように利用しているかを明らかにすることを目的として、定点観察を行っている。

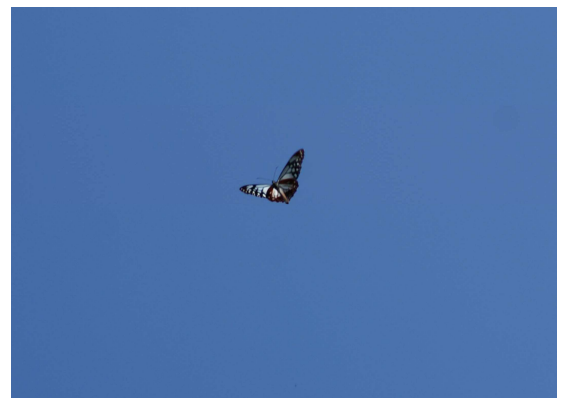


図 1 小笠山に飛来したアサギマダ

(2) 調査方法

アサギマダラ (*Parantica sita*) は (図 1)、鱗翅目タテハチョウ科マダラチョウ亜科に分類され、日本では全国各地に生息している。春には北上し、秋には南下する。私たちの定点観察は、原則 1 ヶ月に 1 回のペースで行っている。小笠山丘陵の中の道路沿いで、幼虫の食草であるキジョランが生えている 4 ヶ所を観察地点と決めた。毎回手の届く限りのキジョランの葉の裏を調べて、卵、幼虫、蛹の有無を確認している。その他に、成虫の目撃数及び開花植物も記録している。

(3) 結果と考察

次のグラフは 1 年半に及ぶ定点観察の結果を示している。

昨年、私たちは約半年間の調査で、図 5 のようなアサギマダラの小笠山における季節消長を予測した (原田他 2009)。予測では、成虫は小笠山に春と秋に現れるが、繁殖の場として主に利用するのは秋から冬にかけてであると

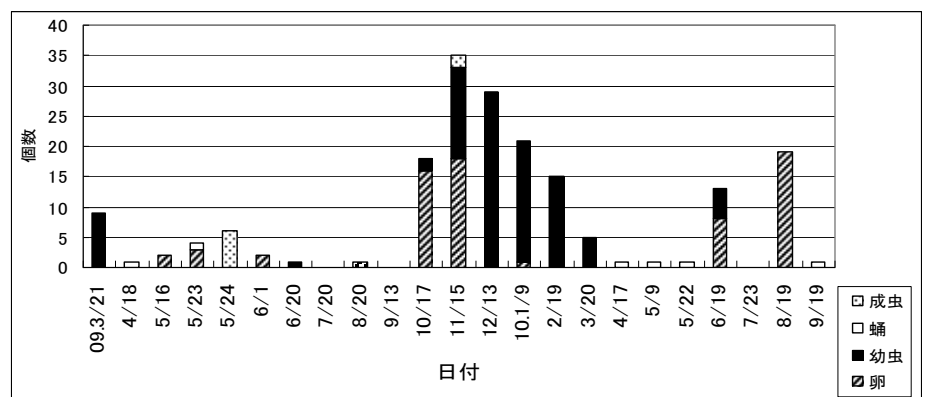


図2 定点観察の結果

た。何故なら、春に産卵して行っても、その後の夏の暑さ、捕食者や寄生者の増加で、幼虫は

無事に育ちにくい。秋に孵化すれば、そのような生育を妨げる環境要因が減少し、繁殖の成功率が高くなると考えられるからである。予想通り、10月から2月には卵や幼虫がどの季節よりも多く見つかった。成虫は2009年の秋には、11月に2頭見かけただけ(図2)だった。しかし、続く12月の調査では幼虫が1年のうち最も多く、そのほ

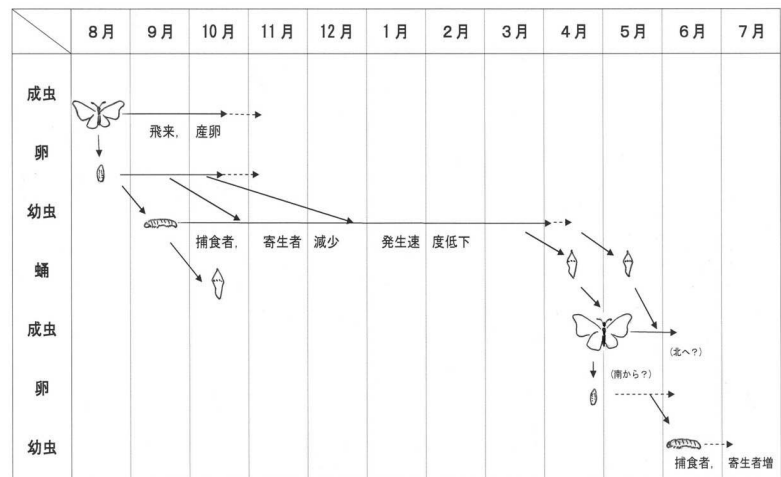


図3 小笠山におけるアサギマダラの季節消長

とんどが若齢幼虫だったため、かなりの数が飛来したと推測される。春の成虫調査では、2009年は成虫を数頭目撃し交尾行動も確認したが、翌年は全く見ることはできなかった。理由としては、春に低温が続いたためと考えられる。しかし6月には卵と幼虫が見つかったので、やはり成虫はいたことになる。しかしその産卵していった成虫は小笠山で羽化した可能性もあるが、北上して来た可能性も捨てきれない。

7月の調査では2年連続して卵から成虫まで全く何も見つからなかった。やはり、アサギマダラは暑さに弱いと言えるだろう。ところが8月になると、卵が2009年には1個、2010年には19個見つかった。これらの卵は小笠山で羽化した個体が産んだものとは考えられず、近距離にある涼しい山岳地帯から来る個体が産んだのではないかとと思われる。なお、2010年の19個という数は多くの成虫が飛来したように見えるが、一ヶ所に集中的に産みつけられていたため、少数の成虫が産みつけた可能性がある。何故なら、2009年に行った強制採卵実験で、1頭の雌が2日間で、1株のツルモウリンカに合計58個の卵を産んだからである。

以上をまとめると、夏の終わりから移動してくる成虫が産卵した卵が、常緑のキジョランの葉を食べながら秋から冬にゆっくりと成長し、初夏に蛹になって羽化して北または山岳地帯へと飛んで行くというのが、小笠山でのアサギマダラの主な生活史のようである。

2 ワンダリング実験について

(1) 動機

私たちはアサギマダラの飼育・観察を、その食草であるキジョランの栽培とあわせて、2008年に行っている(原田 2008)。鉢植えのキジョランの葉裏で蛹化した個体を観察する中で、同じ株の他の葉が落葉しても、蛹のついた葉は落葉せず羽化まで達することに気づいた。蛹が羽化する際、成虫が羽を伸ばす空間が必要である。したがって、羽化する前に蛹が付いた葉が地面に落ちてしまえば、正常な羽化はできない。なお、栽培しているキジョランの株では、羽化前に落葉したものは全く無かった。計20枚の羽化殻がついた葉が落葉するまでの平均日数は112.7日。終齢幼虫は前蛹になる前、餌を食べずに葉やつるの上を歩き回るワンダリングを行い、一般的には葉の裏で蛹化する。私たちはワンダリングを行う理由の一つは、落葉しそうなものとそうでないものと選別するためと考えた。一般に植物の老化を促進するのは、植物ホルモンの一種であるエチレンである。そこで私たちは、「終齢幼虫は葉からの老化のシグナルであるエチレンが無いことを確認してから蛹化する」という仮説を立て、実験を行った。

(2) 方法

農薬の※エテホンがエチレンを発生させることを知り、文献を調べたところ、※ACC という薬品がエチレンだけを発生させるということがわかった。

※ (エテホン：日産エスレ 10〔植物成長調整剤〕 日産化学工業株式会社)

※ ACC・・・1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸。植物の細胞内におけるエチレンの前駆物質。

ア Y字管を用いた実験

この実験のために、口径3 cm、長さは右の図2に示したようなY字管を、特注によりガラス器具業者に作製してもらい、用いた。

- ① 前述の方法で葉にACC水溶液、蒸留水をしみ込ませる。
- ② Y字管の中にキジョランの枯れたつるを挿入し幼虫が歩きやすいようにする。
- ③ 二股に分かれたY字管の先のそれぞれに、ACC処理した葉と無処理の葉を入れ、終齢幼虫をY字管の下の部分から歩き出させ、二股分岐の所でどちらを選ぶか観察する。
- ④ 2枚の葉を入れ替えたり、Y字管の向きを180度変えて光の当たる向きを変えたりすることを数回繰り返す。

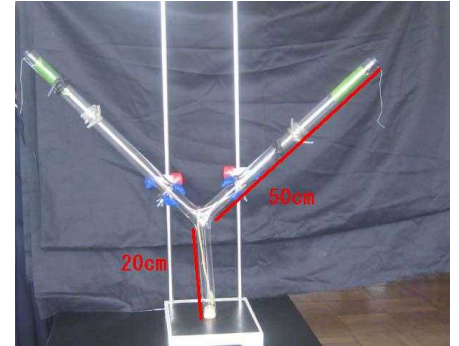
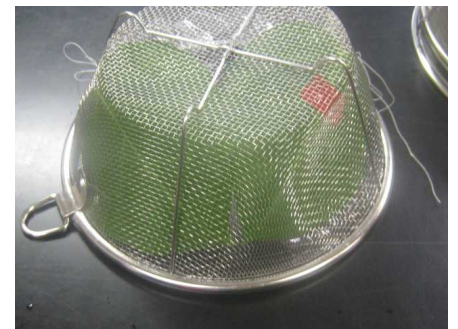


図4 Y字管



イ 籠を用いた実験

- ① 前述の方法で、葉にACC水溶液と蒸留水を注入する。
- ② 籠の内側に2枚の葉を接近させてテープではりつける。

図5 籠に貼り付けた葉

- ③ 机上に終齢幼虫を置いて、この籠をかぶせ、様子を見る。

(3) 結果と考察

ア ① 結果 幼虫は、葉や光の向きを変えても毎回同じ側を選んだ。

② 考察

Y字管の中には、足場として枯れたキジョランの茎を入れたが、形が左右対称ではなく、明るさも違った。この実験を行う際、左右の条件をより近づける必要がある。

この方法では幼虫がY字管の中を逆戻りできないため、進んだ方向を完全に選んだとは言えない。ワンダリングしている幼虫は、つるから葉へ移ると、葉の中央付近まで進み、上半身を動かし周囲を確認するような行動をとる。その後しばらく静止し、その葉を選べば糸を吐いて台座を作り始める。一方、その葉が気に入らなかった場合、Uターンをしてつるに戻り他の葉のチェックに行った。そのため、実験を行う際に、幼虫がUターンできるように工夫することも必要であろう。また、実験中に幼虫が臨界期に達してしまい、Y字管のガラス壁で前蛹になってしまうケースもあった。

イ ① 結果 現在の実験例は1例のみだが、無処理の葉で蛹になった。ただし、ACC処理の葉に縁を接する付近の側脈上で蛹化した。

② 考察

無処理の葉に蛹をつくったものの、処理した葉の近い位置であったため、明確に無処理葉を選んだとは判断できない。さらに装置を工夫し、実験を重ねていく必要がある。

ウ 総合的考察

実験ア、イとも実験例が少ないので、仮説に対する結論は出せていない。

幼虫の成長速度には個体差があり、キジョランの葉の ACC 処理とのタイミングを合わせることが難しかった。終齢幼虫が葉を食べるのを止めてワンダリングを始める時には、体色が少し透き通った緑色になる。これで私たちは実験開始の判断していたのだが、体色変化にも個体差があり、イの実験では何組もの葉が実験開始後に食べられてしまい、挙句に策そのものに台座をつくってしまうような失敗もあった。

また、前述したように ACC をキジョランの葉に注入してからエチレンを発生するまでにどのくらいの時間を要するか分からないため、エチレン発生葉を本当に用いているのか定かでなく、ガスクロマトグラフィーで気体の発生の時期を確かめる必要がある。

3 接点の観察について

(1) 動機

羽化殻が付いた葉が落ちるまでに 1 年近くかかったこともあったが、それだけ時間が経っても、羽化殻の付け根の部分は葉の裏に残っていた。このことから、蛹と葉の接点の構造がどのようなになっているのか疑問に思った。本研究の基礎的なデータになると考え、走査型電子顕微鏡を用いて観察することにした。

(2) 方法

ア 試料作成法

羽化殻の付いた措葉から、接点の部分を含む 5 ミリ四方の切片をつくり、脱水のため、アルコール純度の低いほうから高いほうへ順に浸していく。70%、80%、90%、100%エタノールに、それぞれ 15 分以上浸した。さらに、酢酸イソアミルによる脱水を 15 分間ずつ 2 回行った。その後、臨界点乾燥装置で試料を乾燥させ、金属載台にマウントし、イオンスパッタリング装置を用いて金属を蒸着させた。

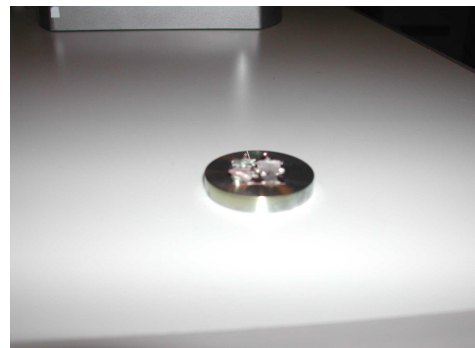


図 6 作製した試料

イ 観察

走査型電子顕微鏡を用いて試料を観察し、接点部分の写真を撮影した。

(3) 結果と考察

図 6 より、終齢幼虫が葉に付けた多量の糸に向かって、蛹の側から沢山のこぶ状突起が出ていることが分かる。突起にはリング状になった糸が少なくとも 1, 2 本かかっていた。突起は両端が鉤状に曲がっており、引っかけた糸が簡単には外れないようになっている。糸の側もざらついて摩擦を増しているのではないかと考え、高倍率で観察してみた（図 7）が、滑らかであることが分かった。糸は幼虫が絹糸腺で生産した絹タンパク質であると考えられるため、表面は滑らかなのだと推測できる。脱皮した蛹がそれまでかぶっていた幼虫の殻から抜ける瞬間に、尾部の突起を糸の塊の中に突っ込まなくては落下してしまうため、その瞬

間には滑らかでないといけないのだろう。したがって、蛹は突起を何本かの糸のループに引っ掛けることだけで、支えられているのではないと思われる。

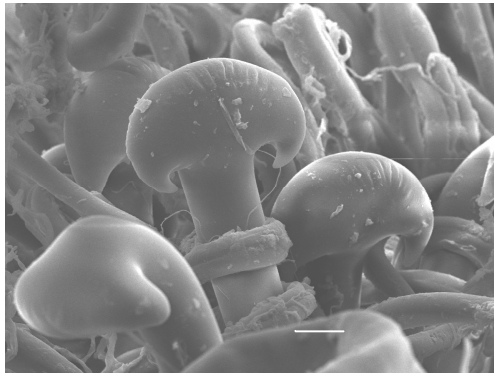


図7 接点の拡大図（バーの長さは20 μ m）

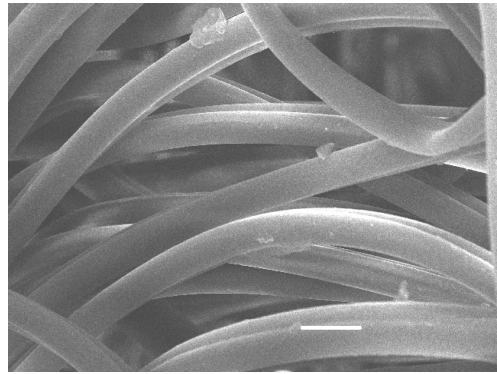


図8 台座を構成する糸（バーの長さは10 μ m）

謝辞

広島大学大学院生物圏科学研究科の本田計一教授、大阪府立大学大学院生命環境科学科の平井規央助教、静岡市在住の高橋真弓先生、桶ヶ谷沼ビジターセンター福井順治所長、静岡県農林技術研究所の貫井秀樹氏、静岡県総合教育センターの遠山一郎指導主事、助手の増田典子様には、研究を進める上で大変お世話になりました。

また、ワンダリングの研究については、名古屋大学大学院生命農学研究科の森仁志教授に御助言をいただいています。さらには、財団法人武田科学振興財団様より、「高等学校理科教育振興奨励」として奨励金を頂いています。あわせて御礼申し上げます。

引用・参考文献

- ・加藤義臣(2005) 幼虫の形態、蛹の形態、『チョウの生物学』 本田計一・加藤義臣編，東京大学出版会，66-73
- ・宮武頼夫、福田晴夫、金沢至編著 2003 『旅をする蝶アサギマダラ』 むし社，東京
- ・高田峰雄.『1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸処理が、種々の発育段階のカキ果実のエチレン生成に及ぼす影響』 .2006.千葉大学教育学部紀要.第37巻.第2部.111-119
- ・佐藤英治 2006『アサギマダラ 海を渡る蝶の謎』 山と溪谷社，東京
- ・高橋真弓 1984『静岡県及び山梨県南部におけるアサギマダラの記録と季節・標高との関係』 駿河の昆虫 No.127 p 3685 - 3693
- ・福井順治 1985『アサギマダラの幼虫の採集と飼育の記録』 駿河の昆虫 No130 p 3773
- ・清邦彦 1991『静岡県とその周辺におけるアサギマダラの幼生期などの記録』 駿河の昆虫 No156 4443 - 4446
- ・本田計一・八木済『マダラチョウの配偶行動と性フェロモン』 昆虫と自然 43（2）,2008 p 14 - 19
- ・平井規央 2000 『紀伊半島の3生息地におけるアサギマダラ的生活史』 昆虫と自然 32（6）, 23 - 26
- ・原田 楓・加藤歩実 2009 『アサギマダラの飼育 PartⅡ及び小笠山におけるアサギマダラの季節消長』 第53回静岡県学生科学賞 科学教育振興委員会賞受賞論文 小・中・高等学校児童生徒理科研究発表論文集 2009年版 36-40