

体温から見るアサギマダラ *Parantica sita* の行動生態

2年4組 池田 功輝 2年4組 丸田 明日香 2年3組 河野 克矢
指導者 若山 勇太

1 課題設定の理由

アサギマダラ *Parantica sita* は長距離移動をする蝶として知られており、日本では春に北上、秋に南下する。秋の南下ルートについては概略が明らかになってきており(藤井ら,2007)、また愛媛県や四国西南部における移動ルートや四国内での生態についても動向が示されてきた(若山ら,2007;若山ら,2008;若山ら,2012)。また、アサギマダラが好む 20°C 付近を中心に、±5°C で渡りのスイッチが入るのではないかとした仮説「20°C±5°C 説」(若山ら,2012) は興味深い。20°C から +5°C で北上のスイッチが入り、20°C から -5°C で南下のスイッチが入ることから、アサギマダラの体温と気温との関連性が考えられるが、得能ら(2016) は、アサギマダラの体温は気温よりも行動との関連性が強いのではないかと述べている。

これらの背景を踏まえ、筆者らはアサギマダラの体温と行動生態の関係について、移動性の小さいアゲハチョウ類と比較して考察することで、渡りのメカニズムに迫りたいと考え、本研究を始めた。

2 仮説

- (1) アサギマダラの体温は行動(飛翔・訪花・休息)との相関がある。
- (2) 体温と行動生態との関連性について、アサギマダラとアゲハチョウ類は異なる性質を持っている。
- (3) アサギマダラの体温は気温との相関がある。

3 アサギマダラ (*Parantica sita*) の生態

(1) 長距離移動

繁殖のため、最適環境を求めて長距離移動をする。春は北上し、夏は高原に集い、秋は南下する。

(2) 渡りの特徴

山地では尾根伝いに林の中を移動し、海岸では風の影響を受けて半島や岬から島伝いに飛翔する。

(3) 食草と訪花植物

幼虫の食草はガガイモ科(キジョラン、イケマ等)で、成虫はキク科(特にヒヨドリバナ属:ヒヨドリバナ、ヤマヒヨドリバナ、ヨツバヒヨドリ、フジバカマなど)が多い。愛媛県や四国西南部においてはこの他に、鬼ヶ城山系でキオンに訪花する個体が多い。

(4) ピロリジジンアルカロイド (PA)

雄は PA を吸蜜で得て、フェロモンを合成する。雌も吸蜜で得ることはあるが、フェロモン合成には関与しない。外敵にとっては毒となり得る(以上、佐藤,2006 より引用)。

4 研究の方法

(1) チョウの体温測定

体温測定は井出(2012)を参考に、マザーツール社製の放射温度計を用いた。チョウの胸部にレーザーを3秒程度照射し、表示された平均温度を記録した(写真2)。また、捕獲時の行動(飛翔・訪花・休息)を記録した(写真3)。なお、対照群としてアゲハチョウ類(アゲハ、ナガサキア

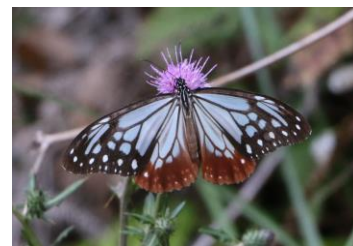


写真1 ヨシノアザミに訪花するアサギマダラ(雄)



写真2 チョウの体温測定

ゲハ、モンキアゲハなど)の体温と行動を同様に記録した。

また、調査地は以下の通りであり、4月～11月に適宜調査を行った。

愛媛県宇和島市宮下(大池)、同三間町黒井地、同津島町柿之浦、
愛媛県南宇和郡愛南町須ノ川、同御荘菊川～長洲、同芝、同外泊～高茂



写真3 チョウの行動 (a)飛翔 (b)訪花 (c)休息

(2) アサギマダラのマーキングによる生態調査

調査年月日・天候・気温・性別(雌の場合は後尾状況(硬結・交尾跡・擦過跡))・行動・体温のほか、前翅長・鮮度・破損状況を記録した。

5 結果と考察

(1) アサギマダラの体温と渡りへの影響

昆虫は変温動物であり、その体温は空気から伝わる伝導熱(温まることもあるし冷めることもある)と太陽から吸収する輻射熱(温まる)のプラスマイナスで決まる。したがって、体を温めたい時は日向に出て日光浴を行い、輻射熱を吸収すればよい。一方で、体温が上がり過ぎそうな時は、日陰などの輻射熱が吸収されない場所へ行けばよい。また、体温が高くなりすぎると命を落とす危険性があり、逆に低体温では筋肉を十分に動かすことができない(以上、鶴井,2012より引用)。

アサギマダラとアゲハチョウ類の平均体温を表1にまとめた。アサギマダラの体温はアゲハチョウ類に比べて約9℃低く、22℃前後となっている。飛翔すると筋肉が収縮し、体温も上昇することから、アサギマダラは渡りという長時間の飛翔で体温が上がることに備え、比較的lowめの体温に保たれているのではないか。その体温を「平熱」と考えたとき、20℃±5℃説に照らしてみると、平熱を5℃程度超えるとオーバーヒートへの危険シグナルとなり、涼しいと

ころを求めて北上(高地へ移動)し、平熱を5℃程度下回ると低体温への危険シグナルとなり、温かいところを求めて南下(低地へ移動)すると説明できる。

表1: アサギマダラとアゲハチョウ類の平均体温

| | 平均体温(℃) | | |
|---------|------------|-----------|------------|
| | 雄 | 雌 | 全個体 |
| アサギマダラ | 22.8 (171) | 21.8 (69) | 22.5 (240) |
| アゲハチョウ類 | 32.8 (5) | 31.4 (28) | 31.6 (33) |

()内は測定個体数を示す。

(2) アサギマダラの「省エネ飛翔」

アサギマダラとアゲハチョウ類の行動別体温を図1にまとめた。アゲハチョウ類は飛翔時の平均体温が休息時に比べて約2.5℃上昇するのに対し、アサギマダラでは飛翔時の平均体温が休息時や訪花時に比べてあまり上昇していない。写真3(a)のように、アサギマダラはむやみに羽ばたかず「省エネ飛翔」をしており、その優雅な姿が魅力の一つでもある。この飛翔のメカニズムによって飛翔時の体温上昇を防いでいるのではないかと考えられる。もしかすると、渡りの本当の意義はこの体温調節にあるのかもしれない。

(3) 気温との相関

得能ら(2016)は全個体の体温と気温との関係から相関係数を算出し、アサギマダラの

体温と気温との相関は見られないとのデータを示していたが、筆者らは調査をしながら「調査地ごとならば相関あるのではないか」と感じ、調査値ごとにデータをまとめてみた(図2)。結果としては、調査値ごとでも体温と気温に強い相関は見られなかった。気温の記録は1時間程度に1度記録しているだけなので、さらに詳細に相関を調べるためには気温も1頭ずつ記録する必要がある。

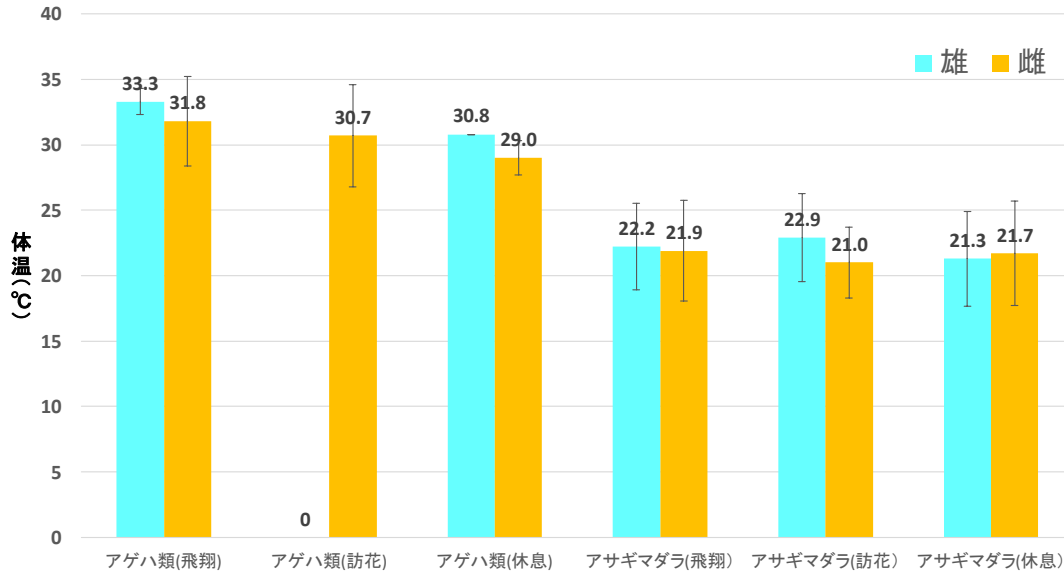


図1：アサギマダラとアゲハチョウ類の行動別体温

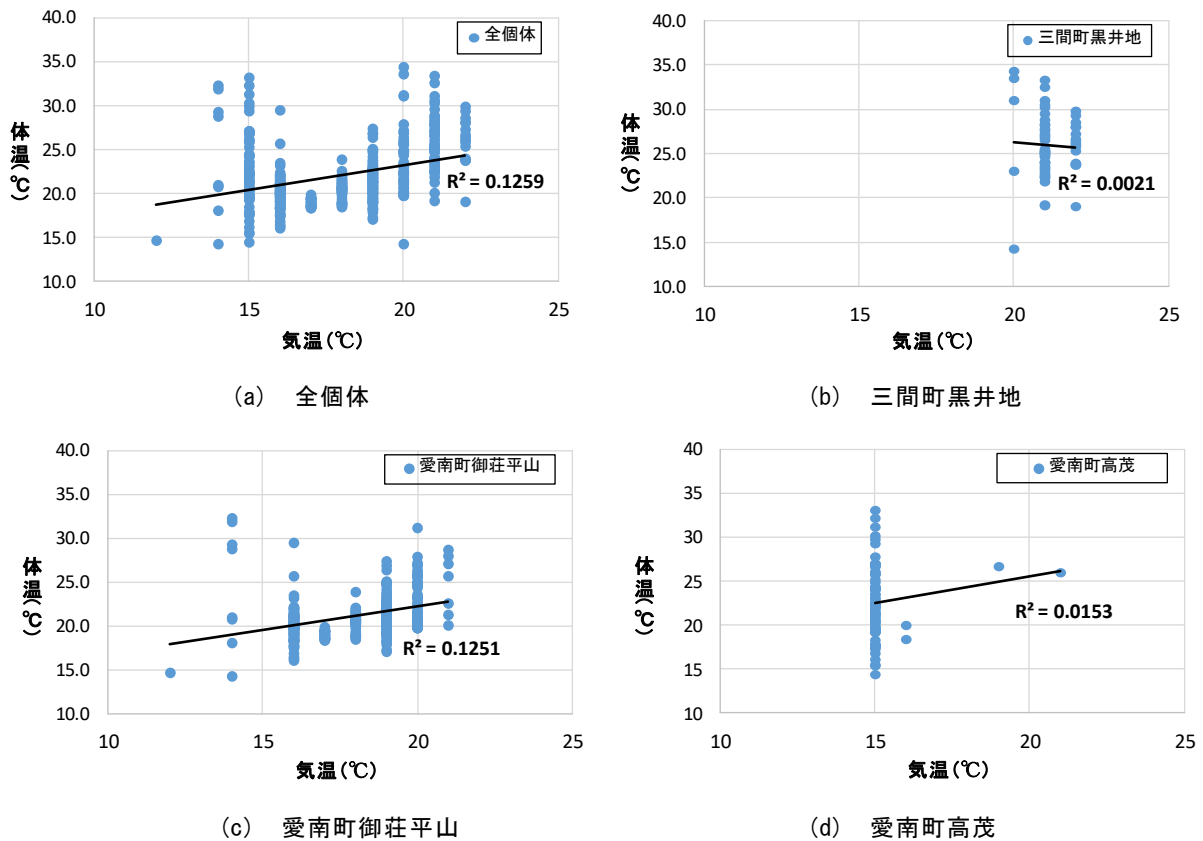


図2：アサギマダラの体温と気温の関係性

(4) 仮説の検証

- ① 仮説(1)については、図1より有意な差は見られず、検証されなかった。
- ② 仮説(2)については、図1よりアサギマダラは飛行時の体温上昇を防ぐ飛行メカニズムを持っていることが示唆され、その仮説は正しかったと言える。
- ③ 仮説(3)については、図2より体温と気温には正の相関があるとは言えない。よって仮説(3)は否定され、得能ら(2016)の考察は正しかったと言える。

6 今後の課題

- (1) 鶴井(2012)によると、バッタの体温は気温よりも1~10℃程度高く、バッタの体温は気温が高い程高くなるという。今回の結果ではアサギマダラの体温は行動や気温との相関は見られなかった。アサギマダラの体長(前翅長)と体温との関係や時間帯との関係について改めてデータを解析し、研究していきたい。
- (2) チョウの飛行時における羽ばたき回数と体温の関係から、アサギマダラの省エネ飛行のメカニズムに迫っていきたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、以下の方々の指導助言・調査協力をいただいた。心から感謝申し上げます。

橋越清一氏(愛媛県立南宇和高等学校) 金田忍氏(BVアサギマダラの会)
アサギネット <http://www.2h.biglobe.ne.jp/~pen/asagi-keijiban100.htm> の皆様

参考文献

- ・井出純哉(2012)「昆虫の体温と行動」『昆虫と自然』ニューサイエンス社 47(13) 2-3.
- ・佐藤英治(2006)『アサギマダラ 海を渡る蝶の謎』山と溪谷社 p.1-96.
- ・鶴井香織(2012)「ハライシバッタの斑紋と体温調節：オーバーヒートリスクが隠蔽色の進化を妨げる？」『昆虫と自然』ニューサイエンス社 47(13) 4-7.
- ・得能寛太・坂本宙也・秋月生大(2016)「アサギマダラ *Parantica sita* の渡りの決め手は何か？」『平成27年度SSH生徒課題研究論文集』愛媛県立宇和島東高等学校 p.109-112.
- ・藤井恒(2007)「アサギマダラの移動調査-地道な調査活動とその成果-」『月刊むし』むし社 434:2-15.
- ・若山勇太・橋越清一・古川一実・中村悦子(2007)「渡りの教材化Ⅱ～四国西南部におけるアサギマダラの渡りのルート探索～」『2007年度日本生物教育会(JABE)第62回全国大会香川大会,研究発表要旨資料』日本生物教育会 57.
- ・若山勇太(2008)「愛媛県南予南部におけるアサギマダラの渡りルート探索」『愛媛県立宇和島東高等学校研究紀要』愛媛県立宇和島東高等学校 35:26-31.
- ・若山勇太・橋越清一・山口和美(2012)「伯方島のアサギマダラ」『伯方島の生物-第三次伯方島生物総合調査報告一』愛媛県高等学校教育研究会理科部会生物部門 148-156.