

夏休み理科自由研究

嘉津宇岳のバタフライ・ウォッチング IV

～チョウの年変動と温度耐性実験～



2015年9月

名護市立屋部中学校

3年B組 北村 滯

嘉津宇岳のバタフライ・ウォッチング IV ～チョウの年変動と温度耐性実験～

沖縄県 名護市立屋部中学校 3年B組 北村 澤

1. はじめに

チョウを通して緑の豊かさを調べることを、バタフライ・ウォッチングと言う。

この研究は、2011年10月から開始し、今年で4年経過した。今回の研究では、実際にチョウの飛翔に適した温度を調べるために温度耐性実験を行った。また、現在継続中の調査ルートは嘉津宇岳入口～嘉津宇岳駐車場であるが、その下方の嘉津宇岳入口～国道449号線に突き当たる付近では開けた環境になっている。ここに新たに調査ルートを設置し、環境の異なる2つのルートでチョウ類の比較を行うと共に、嘉津宇岳の継続調査（モニタリング調査）も実施した。

2. 仮説の設定

仮説1：ルート1では「まとまった緑の残る環境」および「豊かな緑の残る環境」の指標となるチョウが多くみられ、ルート2では「緑の少ない環境」の指標となるチョウが多く見られる。

仮説2：チョウは気温が17℃以下、および30℃以上になると活動が鈍くなる。

3. 調査場所

ルート1：嘉津宇岳入口～嘉津宇岳駐車場までをルート1とする。嘉津宇岳は石灰岩地であり、入り口から駐車場までは様々な植物が生い茂っている。(図1)。

ルート2：嘉津宇岳入口～国道449号線に突き当たる付近までルート2とする(図1)。このあたりの市道は、片側2車線で街路樹が植えられ、石材採掘場もある。周辺環境はかなり開けており、植物も少ない。

St.1, St.2, St.3：ルートの端にそれぞれ St.1 (嘉津宇岳駐車場), St.2 (嘉津宇岳入口), St.3 (国道から坂道を上ってすぐ) を設定し、温湿度計で調査日に温度と湿度を計測した。

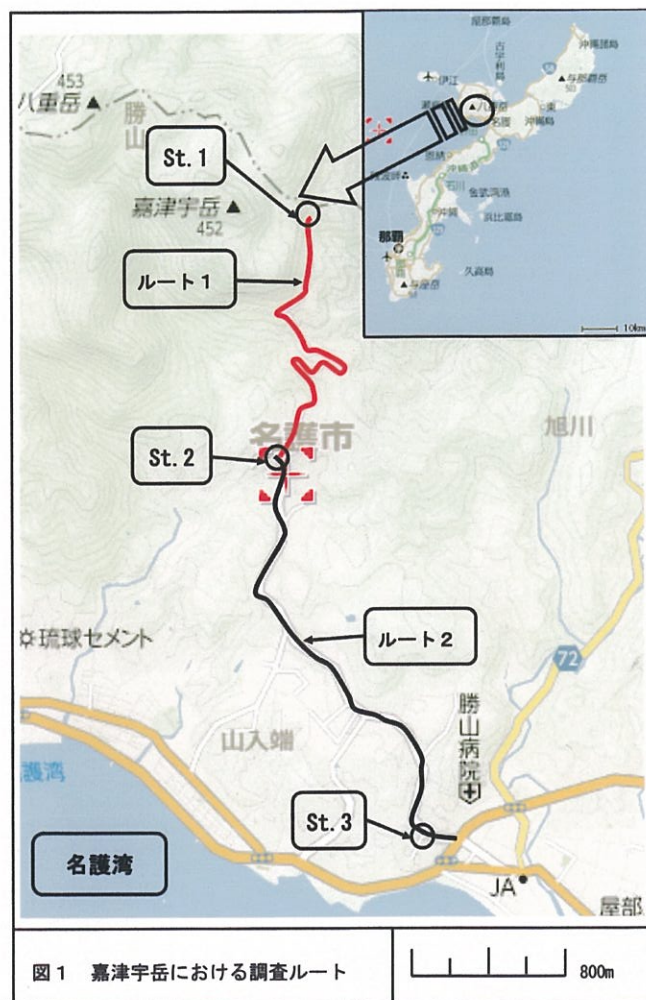
4. 調査方法

(1) 調査期間

ルート1においては、2011年10月から年変動調査(モニタリング調査)を毎月2～3回実施し、ルート2においては、2014年11月30日からルート1と同じ日に調査を行った。ルート2の温度と湿度の測定(St.2, 3)は2014年12月14日から開始した。温度耐性実験は、2015年8月9日に行った。

(2) 調査方法

ルートセンサス法で調査を行った。確認できたチョウの種類と個体数を調査票に記録した。捕



獲したチョウは、種類を調査票へ記録後に逃がした。

調査票に記録したチョウが見られる環境を、「緑の少ない環境」、「まとまった緑の残る環境」、「豊かな緑の残る環境」に分け、環境ごとに設定されたチョウの個体数を集計した。

①年変動調査（モニタリング調査）

毎月、2～3回、11時頃にルートセンサス法を実施した。

※調査票は、沖縄県立辺土名高等学校環境科で使用している調査票を参考にした。

②温度耐性実験（写真13～23参照）

嘉津宇岳で実験に使用するチョウをなるべく多くの種類を捕獲した。家に持ち帰り、自宅内で水槽に10匹前後ずつ分けて入れた。次に、大きめのクーラーボックスの中で水を周囲に敷き詰め、温度を下げながら観察した（低温耐性実験）。その後、外に水槽を出し、太陽の光で温度を上げてチョウを観察記録した（高温耐性実験）。チョウの状態は、次のように定義して観察・記録した。

チョウの状態：

正常、休止1(触れると翅が動く)、休止2(触れると脚が動く)、静止(触れても動かない)
低温回復：低温で動けなくなった状態から、再び動ける状態になる。

(3) 集計方法

「チョウによる緑の環境診断 調査票」では、チョウが見られる環境区分によって、チョウの種類ごとにスコア(得点)が決まっている。例えば、「緑の少ない環境で見られるチョウ」は1点(例：モンシロチョウ)、または2点(例：アカタテハ)、「まとまった緑の残る環境で見られるチョウ」は3点(例：アオスジアゲハ)、「豊かな緑の残る環境で見られるチョウ」は4点(コノハチョウ)、または5点(フタオチョウ)である。これらの得点を集計して、調査地の総合点を算出した。総合点が高いほど、調査場所の緑が豊かであることが分かる。

総合点の算出方法は、以下の通り。

総合点＝確認したチョウの得点＋確認したチョウの得点＋確認したチョウの得点＋・・・。

5. 結果

(1) 気温と湿度(St.1、St.2、St.3)

気温と湿度は、図2に示した。測る時刻は、午前11:00頃としSt.3、St.2、St.1の順序で測った。今回、ルート1～ルート2まで調査を広げた期間は、2014年11月～2015年8月までで、いずれの調査日も3地点のうちでSt.1が最も気温が低かった。続いて湿度は、いずれの調査日も、St.1のほうがSt.2、St.3より湿度が高かった。

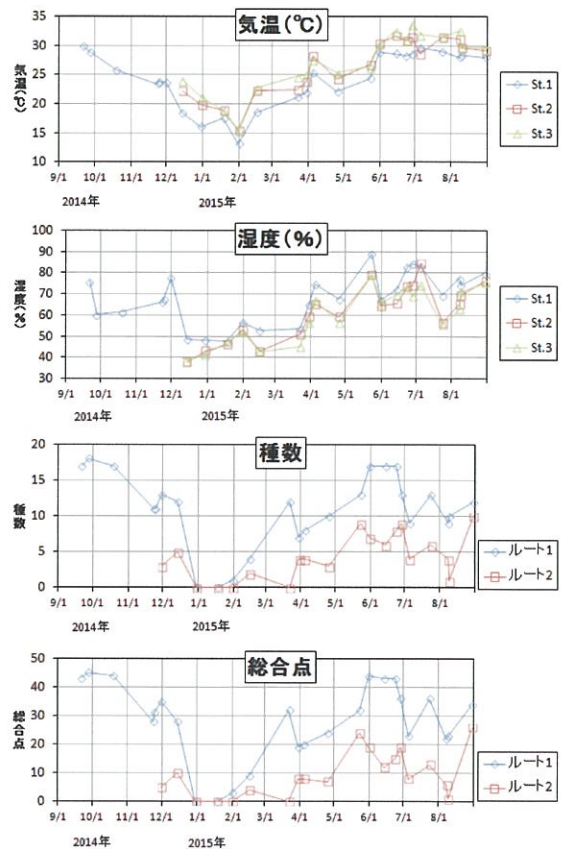


図2 各ルートにおける気温・湿度・確認種数・総合点の調査結果

(2) 各調査ルートにおける種数と総合点の比較

各調査ルートにおける種数と総合点の比較を図2に示した。種数が最も多く出たのは、ルート1で17種、ルート2は、10種だった。また、種数が最も少なかったのは、ルート1、ルート2ともに0種だった。続いて総合点が一番高かったのは、ルート1で44点、ルート2は、26点だった。また、総合点が一番低かったのは、ルート1、ルート2ともに0点だった。

ルート1よりルート2の方が種数と総合点ともに低かった。

(3) 各調査ルートにおけるチョウの総個体数および代表的出現種の個体数の比較

2014年11月～2015年8月までの各ルートの総個体数と代表的出現種の個体数を図3～4に示した。ルート1で、一番総個体数が高かったのは、2015年5月23日で270個体、また、一番低かったのは2014年12月30日、2015年1月18日で0個体だった。

ルート2で、一番総個体数が高かったのは、2015年5月23日で35個体、また、一番低かったのは2014年12月30日、2015年1月18日、3月22日で0個体だった。

緑の少ない環境の指標種のモンシロチョウはルート2で多く確認できる傾向が見られたが、シロオビアゲハはルート1の方が多く確認できた。まとまった緑の残る環境の指標種であるイシガケチョウ、アオスジアゲハ、ジャコウアゲハ等、豊かな緑の残る環境の指標種であるコノハチョウいずれもルート2よりもルート1の方が、総個体数が多い傾向が見られた。

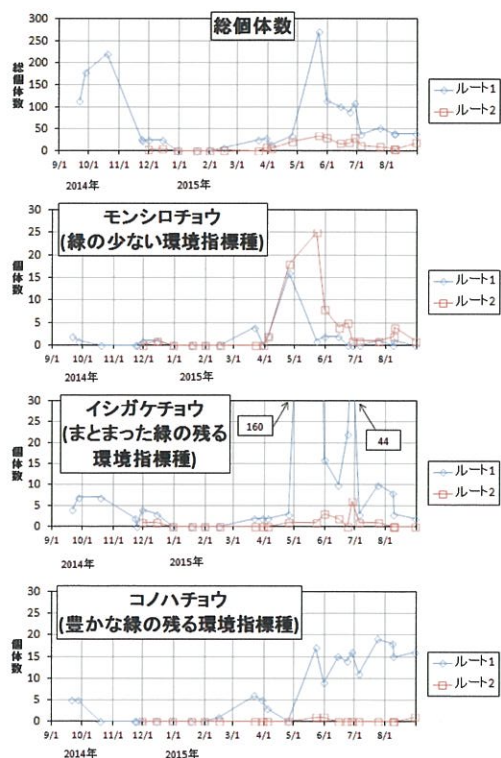


図3 嘉津宇岳調査ルートにおけるチョウの調査結果

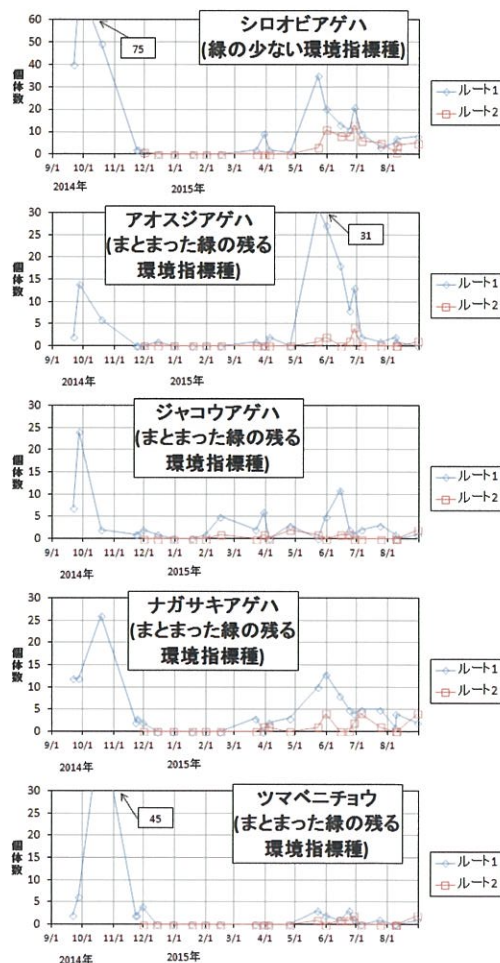


図4 嘉津宇岳調査ルートにおけるチョウの調査結果

(4) ルート1におけるチョウの年変動(モニタリング調査結果)

ルート1は、2011年10月から2015年8月まで継続調査を行っている。そこで、嘉津宇岳でよく見られるチョウの個体数と種数と総合得点を図5~6に示し、年間のチョウの変動を比べた。

2012年は大型の台風3つ、台風15号(8/26)、台風16号(9/16)、台風17号(9/29)が通過し、2014年は大型の台風2つ、台風8号(7/8-9)、12号(8/1)、19号(10/12)が通過、2015年は大型の台風3つ、台風9号(7/10)、12号(7/25)、15号(8/24)が通過したので、グラフにその位置を示した。種数と総個体数でみると、おおむね、例年3~4月に小さなピークがあり、5~8月にかけて大きなピークがあり、10月頃に小さなピークがあるという年3回のピークが見られた。

台風の終わる時期である10月で比較すると、2011年10月2日は18種、219個体、10月9日は19種、442個体に対し、台風17号通過後の2012年10月1日は8種、15個体、10月3日は2種、2個体であり、大型台風が通過した2012年10月の種数と総個体数の方が、低い値を示した。その翌年の2013年10月13日は16種、100個体にまで回復した。しかし、2014年では10月12日に台風19号が通過したが、台風通過後の10月19日の調査では17種、220個体と種数と個体数ともに例外的に多かった。また、例年8月には種数と総個体数が多い傾向が見られるが、2014年と2015年では7月と8月に大型台風が通過後、個体数が減少する傾向が見られた。

シロオビアゲハでは、2011年10月2日は73個体、9日は180個体であるのに対し、2012年10月1日は2個体、3日は0個体、9日は10個体であり、2012年10月の方が、個体数が少なかった。2013年10月13日は個体47個体にまで回復した。2014年10月19日は49個体であり、昨年並みであった。

アオスジアゲハでは、2011年10月2日は27個体、10月9日は75個体であるのに対し、2012年10月1日は0個体、3日は0個体、9日は2個体であり、2012年10月の方が、個体数が少なかった。2013年10月13日は5個体、20日は2個体であり、2014年10月19日は6個体であった。したがって、アオスジアゲハは2011年以降の10月では減少傾向が続いている。

イシガケチョウは、2011年10月2日は26個体、9日は33個体であるのに対し、2012年10月1日は0個体、3日は0個体、9日は1個体であった。2013年10月13日は14個体、20日は5個体であり、2014年10月19日は7個体であった。

ナガサキアゲハでは、2011年10月と2012年10月での出現個体数はどちらも0~2個体であり、大きな差は見られなかった。2013年10月では5~7個体であったが、2014年10月19日には26個体と多く確認できた。2015年は比較的個体数の多い傾向が見られた。

コノハチョウにおいては、2011年10月と2012年10月での出現個体数はどちらも0~2個体であり、大きな差は見られなかった。2012年では4月から確認できたが、2013年では6月からようやく確認でき、春季の出現個体が確認されるのが遅かった。2014年では4月から確認できた。2015年では2月から確認できており、5月~8月にかけてほぼ毎回10個体以上確認できており、個体数の多い傾向が見られた。

ジャコウアゲハは、年による個体数の変動が大きく、2011年と2013年は多いが、その他の年は比較的少なかった。

アサギマダラは、例年10月以降からよく確認されているが、2011年と2013年に比較的個体数が多く確認できた。

リュウキュウアサギマダラは2011年~2015年まで常に確認個体数が10個体未満であり、嘉

津宇岳においては、比較的個体数が少ないチョウである。

ツマベニチョウは1回の調査で10個体以上確認できることは少ないが、2011年10～11月では10個体以上確認できることが多かった。2012年では常に10個体未満であり、2013年では10個体以上確認できたのは、6月2日に10個体、11月24日に11個体の2回であった。2014年10月19日では45個体と過去最多を記録したが、2015年では8月まで常に10個体未満であった。

モンキアゲハは1回の調査で10個体以上確認できることは少なく、10個体以上確認できたのは、2013年6月2日の11個体のみであった。

全体的に見て、大型台風が通過した2012年では、前年と比べて9～10月にチョウが激減し、翌年の春季の出現時期が遅くなる傾向が見られた。大型台風が通過しなかった2013年では個体数が回復する傾向が見られた。2014年と2015年では7月と8月の大型台風が通過後に個体数が減少する傾向が見られた。

(5) チョウの温度耐性実験結果(低温耐性と高温耐性)

チョウ類の温度耐性実験の結果(低温耐性と高温耐性)の結果を図7に示した。

採集することができたチョウは、ヤマトシジミ(分布域:本州～南西諸島)1個体、シロオビアゲハ(分布:奄美諸島以南)4個体、アオタテハモドキ(分布:沖縄島以南)1個体、ナガサキアゲハ(分布:東日本太平洋側と西日本以南)2個体、イシガケチョウ(分布:西日本以南)3個体、リュウキュウミスジ(分布:奄美諸島以南)1個体、ツマベニチョウ(分布:奄美諸島以南)1個体であった。これら全てを実験に用いた。

①低温耐性

温度を31℃から13℃まで下げると、実験に用いたチョウのうち、シロオビアゲハ、アオタテハモドキ、イシガケチョウ、リュウキュウミスジ、ツマベニチョウは19～18℃で動けなくなった(低温による活動休止)。ただし、ヤマトシジミは14～13℃になるまでは、触れると動いた。

その後、氷を取り除き、水槽をベランダに出して日光を当て温度を上げていくと、シロオビアゲハ、アオタテハモドキ、ナガサキアゲハ、イシガケチョウは22～25℃付近でほぼ正常に動きだしたが、ツマベニチョウとヤマトシジミは28～29℃付近で漸く回復し、他種に比べて回復が遅かった。

②高温耐性実験

水槽をベランダに置いた状態で日光を当て温度を上げ続けていくと、35℃付近で全体的に活動が鈍くなった。アオタテハモドキ、リュウキュウミスジ、ヤマトシジミは35℃付近で動けなくなった。シロオビアゲハとナガサキアゲハは37℃付近から動けなくなり、ツマベニチョウは38℃付近で痙攣を起こした後、動けなくなった。イシガケチョウは38℃で動きが鈍くなったが、動ける個体もいた。ベランダに置いていた都合上、39℃以上には気温は上がらなかったため、実験は38℃で終了とした。

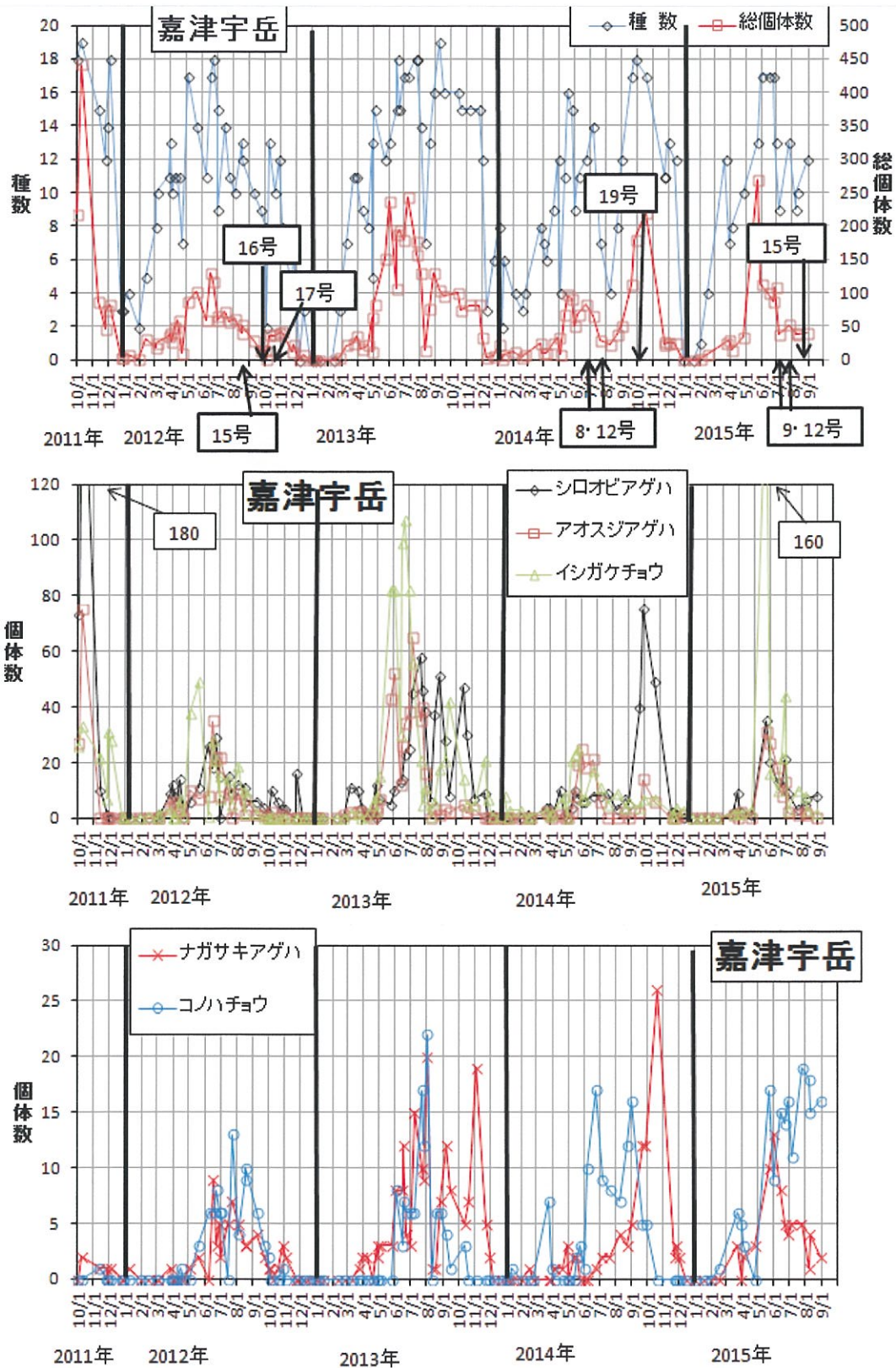


図5 嘉津宇岳でよく見られるチョウの個体数と種数と総合得点の変動(2011年10月~2015年8月)

※2012年は大型の台風3つ、台風15号(8/26)、台風16号(9/16)、台風17号(9/29)が通過。

※2014年は大型の台風3つ、台風8号(7/8-9)、12号(8/1)、19号(10/12)が通過。

※2015年は大型の台風3つ、台風9号(7/10)、12号(7/25)、15号(8/24)が通過。

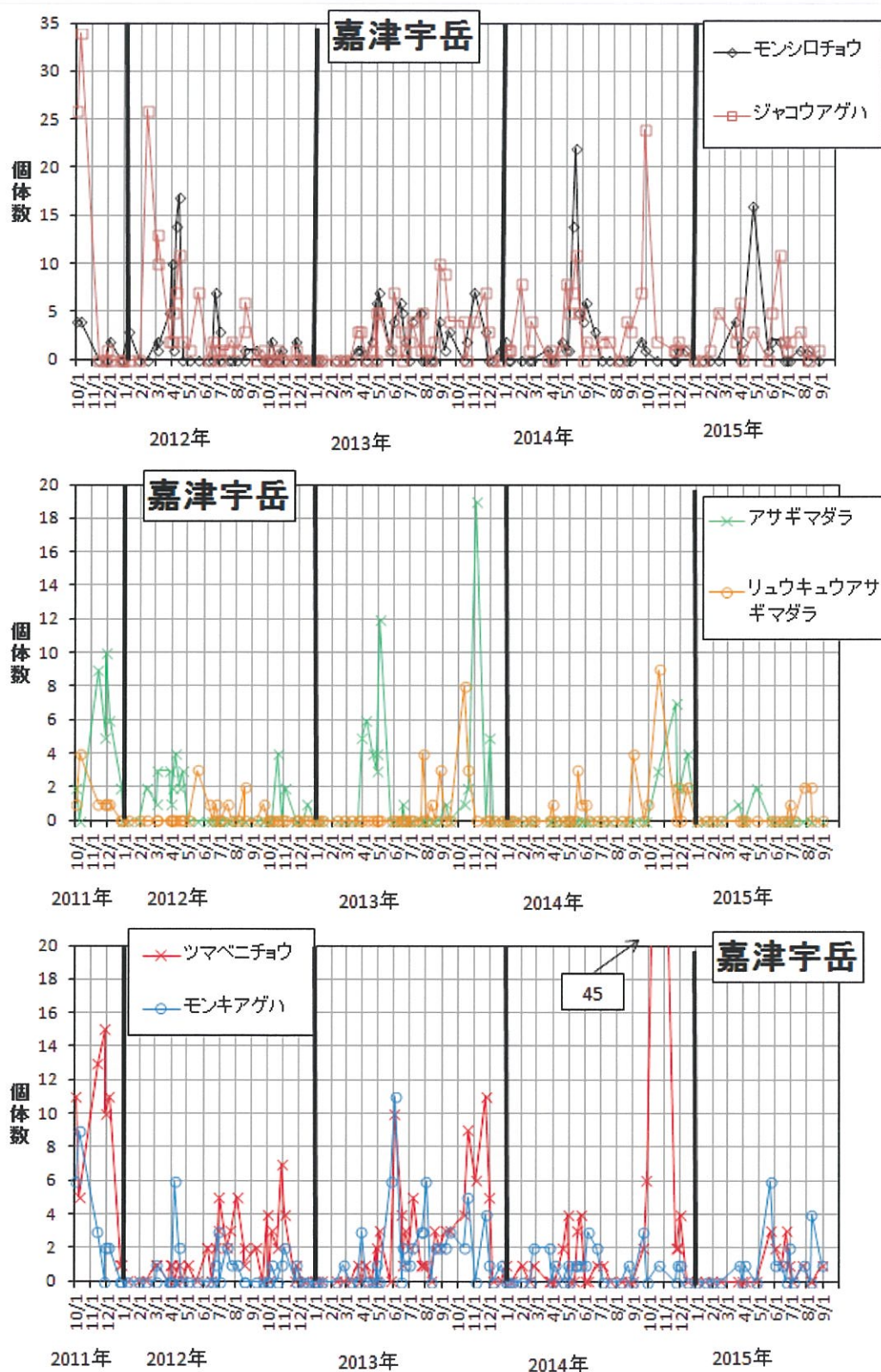


図6 嘉津宇岳でよく見られるチョウの個体数と種数と総合得点の変動(2011年10月～2015年8月)

※2012年は大型の台風3つ、台風15号(8/26)、台風16号(9/16)、台風17号(9/29)が通過。

※2014年は大型の台風3つ、台風8号(7/8-9)、12号(8/1)、19号(10/12)が通過。

※2015年は大型の台風3つ、台風9号(7/10)、12号(7/25)、15号(8/24)が通過。

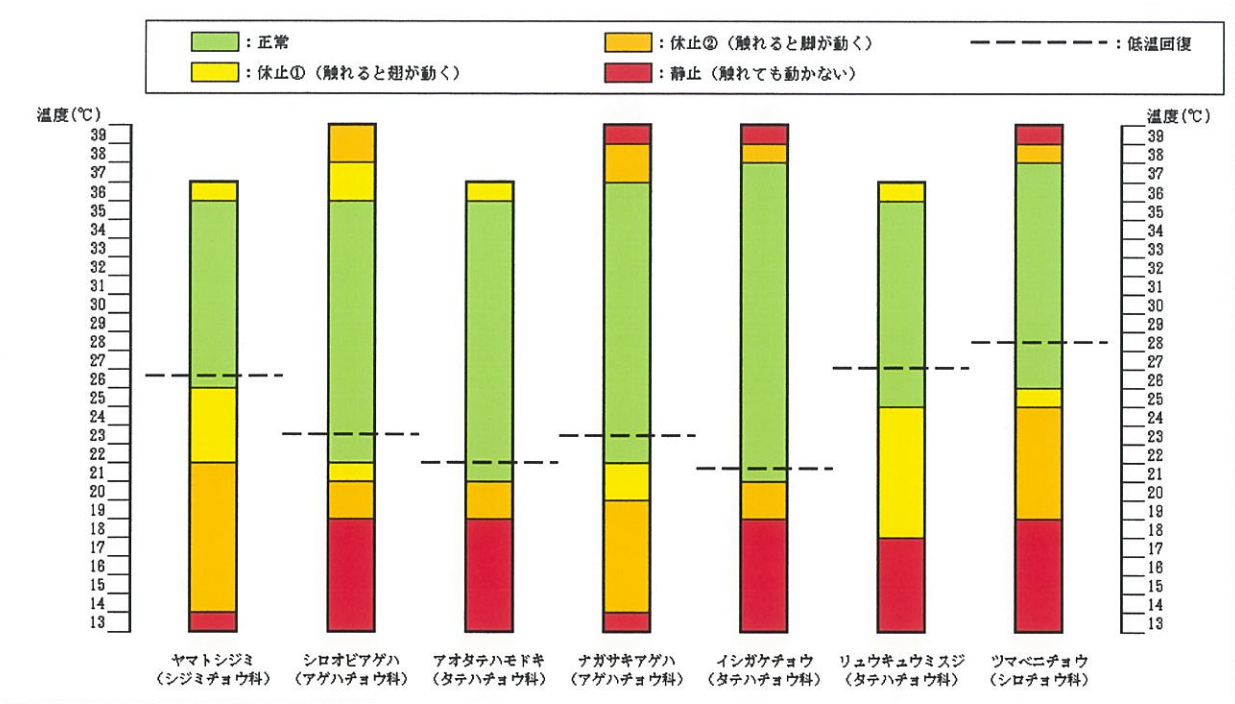


図7 チョウ類の温度耐性実験結果 (低温耐性と高温耐性)

(6) 嘉津宇岳のチョウ検索シート Ver. 4 の作成

これらの調査結果を基にして、嘉津宇岳のチョウ検索シート Ver.4 を作成した。

嘉津宇岳のチョウ検索シートVer.4(その1)

緑の少ない環境で見られるチョウ(スコア:1点または2点)



まとまった緑の残る環境で見られるチョウ(スコア:3点)



2015年8月 作成者: 北村海(名護市立屋部中学校3年) 写真: 北村海、育海、表明

嘉津宇岳のチョウ検索シートVer.4(その2)

緑 まとまった緑の残る環境で見られるチョウ(スコア:3点)



豊かな緑の残る環境で見られるチョウ(スコア:4点)



2015年8月 作成者: 北村海(名護市立屋部中学校3年) 写真: 北村海、育海、表明

※オキナクスアゲハの写真は、『Papilio ~蝶と自然と~ by Hiroshi Kuniyasu』(<http://homepage3.nifty.com/papilio/index.html>)を転用。

6. 結果から考えられること (考察)

(1) 各調査ルートにおけるチョウの総個体数および代表的出現種の個体数の比較

ルート1では、ルート2と比べてチョウの種類数と総個体数が多く確認できた。ルート2はルート1と比べて道幅が広く、かつ、植生もまばらであるため、『緑の少ない環境』の指標種のモンシロチョウなどは確認できたが、それ以外の種は生息が困難である可能性がある。また、気温もルート1と比べて高く、特に夏季では道路の照り返しや植物による日陰などが少ないため、さらに温度が上がっていると考えられる。

以上より、仮説1『ルート1では「まとまった緑の残る環境」および「豊かな緑の残る環境」の指標となるチョウが多くみられ、ルート2では「緑の少ない環境」の指標となるチョウが多く見られる。』は検証できたと考えられる。

(2) 年変動 (モニタリング)

嘉津宇岳におけるチョウの年間の変動の比較では、2011年10月～2012年8月までの結果では、1年間に3回程度個体数のピークが見られる種類が多かった。例えば、シロオビアゲハやアオスジアゲハ、ジャコウアゲハ、イシガケチョウ、リュウキュウミスジ、ツマベニチョウ、モンキアゲハ、オキナワカラスアゲハ、コノハチョウは、1年間に3回程度ピークが見られたため、最低でも年3世代以上繰り返していると考えられる。

しかし、2012年8月下旬～9月にかけて、大型の台風3つ、台風15号(8/26-27、降水量125-159mm)、台風16号(9/16、降水量114.5mm)、台風17号(9/29、降水量91mm)が連続して通過したため、嘉津宇岳の調査ルートの道路では、樹木が倒れ、大量の葉や枝が落ちている状態が続いていた。このことは、2011年10月にはチョウの個体数がピークに達していた種類が多かったが、2012年10月にはチョウの個体数が激減し、しばらくチョウの種類と個体数が回復しなかったことと関係している可能性がある。大型台風により、チョウの幼虫の食草が激減し、それによってチョウの生育に影響した可能性が考えられる。2013年にはチョウの種類数と個体数が回復してきた。2013年には大型台風が接近しなかったため、チョウの食草が回復したと考えられる。しかし、2014年の7月から8月にかけて、チョウの種類数と個体数は減少した。2014年の7月と8月には大型台風が通過したため、チョウの種類数と個体数に影響を及ぼしたと考えられる。しかし、2014年に台風19号(10/11-12、降水量379mm)が通過したが、その1週間後の10月19日の調査では、比較的チョウの種類数と個体数が多く確認できた。台風通過後にチョウの種数と個体数が減少しなかった初めての例であり、食草への影響が少なかったなど、何らかの原因が考えられる。

今後も継続調査によって、チョウの出現状況と台風などの自然災害の影響を見ていきたい。

(3) 温度耐性実験

温度耐性実験は、1992年に北山高校生物クラブ(当時の顧問:安座間安史先生)が実施し、『今帰仁村における蝶類の生態調査(PART II)～蝶類の出現状況と気温との関連について～』の中で発表している。その論文の中では、特にはっきりとした結果を得ることができたツマベニチョウ、ジャコウアゲハ、キチョウ、リュウキュウミスジの4種について報告されている。私が実験した結果と比較するとツマベニチョウとリュウキュウミスジにおいては、比較的似た結果が得られていた。ジャコウアゲハとキチョウについては、実験していないため、今後実験したい。

仮説2『チョウは気温が17℃以下、および30℃以上になると活動が鈍くなる。』は、低温耐性については、ある程度検証できたが、高温耐性については30℃では比較的活発に活動しており、35℃以上で漸く影響が出だしたため、高温に強い種が多い傾向が見られた。このことは、沖縄本島に生息しているチョウの多くが南方系の種であることと関係がある可能性が考えられる。今回実験したチョウは、温帯域が主な生息環境であるのはヤマトシジミのみであり、その他は南方系の種である。ヤマトシジミが他の種よりも低温耐性が強かったことは、この分布域に関係していると考えられる。

また、チョウの種によっても温度耐性には多少の違いが見られた。本田・加藤(2005.)の「チョウの生物学」によると、「チョウにはそれぞれの種に最適な体温があって(たとえばベニモンアゲハやキシタアゲハの一種 *Troides rhadamanthus* では30～40℃)、これが生息環境や発生時期、あるいは休眠や季節型の発現などとも密接に関連している。」と記載されている。このことから、チョウの種類によって最適な気温も多少異なるのではないかと考えられる。

7. 今後の課題

調査を続けていくと、その年その年でチョウの種類によって出現数が増減するのが分かった。おそらく、台風などによる食草の減少や回復によって、年ごとにチョウの個体数は影響を受けていると思うが、食草の調査までは時間と労力の都合上、手が回らなかった。コノハチョウにおいては、昨年まで見られた場所よりも標高が低い場所でもよく確認できる傾向が見られた。今後はコノハチョウの食草、オキナワスズムシソウの分布が広がったかを調べ、関係を明らかにしたい。

今回8月に温度耐性実験を行ったので、10月頃から本州から飛来してくるアサギマダラは調べることが出来なかった。アサギマダラは出現時期が10～4月なので、低温でも活動できる可能性が考えられる。したがって、アサギマダラについても調べてみたい。また、今回は1回しか実験を行えなかった。もっと実験回数や、チョウの種類と個体数を増やして実験結果の精度をあげたい。さらに、高温実験においては、ヒーターを使い徐々に温度を上げていくなど工夫を考えたい。

8. 感想

嘉津宇岳のバタフライ・ウォッチングも4年が経て、嘉津宇岳の様子を知ることが出来た。2014年の台風で、かなり大きく土砂崩れが起きた所に1年たった今年の夏には、植物が生えてきて植生が回復する様子が見られた。自然の偉大さを知ることが出来た。

温度耐性実験では、温度を下げるための工夫を考えることが大変だった。その後、日光を使って温度を上げた時は、急激に温度が上がったので記録を取るのに手間取ってしまった。

9. 参考文献

- (1)猪又敏男, 2006. 新装版山溪フィールドブックス⑤ 蝶. 山と溪谷社.
- (2)日本チョウ類保全協会, 2012. フィールドガイド 日本のチョウ. 誠文堂新光社.
- (3)北山高等学校 生物クラブ, 1992. 今帰仁村における蝶類の生態調査 (PART II)

～ 蝶類の出現状況と気温との関連について ～



写真1 チョウを探しているところ
(ルート1) 2015.8.9



写真2 国道449線を上がってすぐの場所
(ルート2) 2015.7.24



写真3 温度を下げるため、氷を使った
(低温耐性実験) 2015.8.9



写真4 温度を上げるため、外で日光を当てた
(高温耐性実験) 2015.8.9

嘉津宇岳のチョウ検索シートVer.4(その1)

緑の少ない環境で見られるチョウ(スコア:1点または2点)



シロオビアゲハ
(食草:ミカン類)
出現:2~12月
(図鑑では周年)



モンシロチョウ
(食草:キャベツ)
出現:1~12月



アカタテハ
(食草:ノカラムシ)
出現:1~12月



アオタテハモドキ
(食草:イワダレソウ、
オオバコ)
出現:3~12月



ウスイロコノマチョウ
(食草:イネ、チガヤ)
出現:3~5月
(図鑑では周年)



ウスキシロチョウ
(食草:ナンバンサ
イカチ)
出現:1~12月

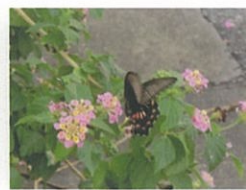
まとまった緑の残る環境で見られるチョウ(スコア:3点)



ツマグロヒョウモン
(食草:スマレ類)
出現:1, 4~8月
(図鑑では周年)



アオスジアゲハ
(食草:タブノキ、
ヤブニッケイ)
出現:3~10月



ジャコウアゲハ
(食草:ウマノスズ
クサ)
出現:1~11月
(図鑑では周年)



ナガサキアゲハ
(食草:カラスザン
ショウなど)
出現:1~12月
(図鑑では2~12月)



イシガケチョウ
(食草:イヌビワ
類、ガジュマル)
出現:1~12月



リュウキュウミスジ
(食草:タイワンクス)
出現:1~12月

嘉津宇岳のチョウ検索シートVer.4(その2)

続 まとまった緑の残る環境で見られるチョウ(スコア:3点)



ルリタテハ
(食草: サルトリイ
バラ)
出現: 3~12月



リュウキュウヒメジャ
ノメ
(食草: チガヤ、スス
キ)
出現: 3~11月



アサギマダラ
(食草: サクララン)
出現: 10~4月
(図鑑では10~5月)



ナミエシロチョウ
(食草: ツゲモドキ)
出現: 2~12月
(図鑑では周年)



リュウキュウアサギマダラ
(食草: ツルモウリンカ)
出現: 4~11月
(図鑑では周年)



ツمامラサキマダラ
(食草: ガジュマル)
出現: 9~3月
(図鑑では周年)



← 蛹
オオゴマダラ
(食草: ホウライカ
ガミ)
出現: 周年



ツマベニチョウ
(食草: ギョボク)
出現: 4~1月
(図鑑では3~11
月)

豊かな緑の残る環境で見られるチョウ(スコア:4点)



コノハチョウ
(食草: オキナワズズ
ムシソウ)
出現: 4~11月
(図鑑では周年)



モンキアゲハ
(食草: ミカン類)
出現: 3~12月
(図鑑では2~12
月)



オキナワカラスアゲハ
(食草: カラスザンショウ、
ハマセンダン)
出現: 3~12月
(図鑑では2~10月)



テングチョウ
(食草: クワノハエノ
キ)
出現: 周年

2015年8月 作成者: 北村滯(名護市立屋部中学校3年) 写真: 北村滯、育海、崇明

※オキナワカラスアゲハの写真は、「Papilio ~蝶と自然と~ by Hiroshi Kuniyasu」(<http://homepage3.nifty.com/papilio/index.html>)を転用。