

昆虫類の生活史からみた環境

～瀬戸内海沿岸の丘陵地と島嶼群の現状と比較～

岡野 航佑 高見 春人 廣江 友美

指導教員 平川 真太郎

要約

環境は多くの人々が現状を理解・把握し保全について考えなければならない。環境調査法には様々な方法があるが、私達は調査地点で採集できた昆虫類の生態情報を分析・解析することで、昆虫類の生息地である環境即ち調査地点の環境を考察・推測できるのではないかと考え、本研究を行った。調査地点を環境の異なる2地点に定め、採集物を比較し生態や食性などの情報から調査地点の植生や地形などの環境を考察した。

Abstract

We must understand our environment and think about protecting it. There are many ways to investigate an environment where insects live. We thought we could evaluate the condition of the environment by the insects found in it. We compared one area with another to find and study patterns such as vegetation and geographical features.

キーワード 昆虫類, 生態情報, 環境調査, 外来生物

Keywords Insect, Habits information, Environmental research, Alien species

1. 序論

以前、小川にはホタルが飛び、様々な生物が生息していた。現在、ホタルは見かけなくなったものの、多様な生物はまだ見ることができる。私たちは生えている植物や生息する生物を観察して環境の変化や季節の変化などを感じている。では、環境は以前に比べて変化したのだろうか。そして現在の状況はどうなっているのか。

環境について調べるには、物理的・化学的情報などいろいろな方法があり、各種機器や化学的分析が主に用いられている。この結果から得られた情報は、単位や数値などの解釈が難しく、多くの人が理解しにくい専門的な内容が含まれる。多くの人が現在の環境の状況を把握し、理解した上で改善や保全について考える必要があるだろう。それには、調査結果がより多くの人に理解しやすく、身近なものでなければならない。

2. 研究内容

そこで、私達は環境を調べるにあたり、調査地点に生息する生物からそれを評価できないかと考えた。普段の

生活で見かける一般的な植物や動物を使った調査結果であれば、専門的な知識が無くても理解がしやすく、環境について多くの人が考えるきっかけになるのではないかと考えた。中でも、様々な環境に生息している昆虫類から得られる情報をもっとも適していると考えた。

昆虫を調査対象にした理由は、昆虫は種数も個体数も多く捕獲も容易で私達高校生にもデータ収集が可能ではないかと思われ、昆虫類では一般的な種類については、図鑑等の文献情報により食性や生息環境などの生態情報を得ることが可能だからである。昆虫類の生息状況を調査し、採集物から得られる生態情報を基に調査地点の環境の現状を推定することができるのではないかと考えた。

従来の生物による環境調査は、採集物の数や希少種を中心にした生物の有無による考察や、指標生物による判定基準で環境の善し悪しを判断する方法が主に行われている。しかし、私たちは採集物である昆虫類の生活史を考察の主とし、食性や食草など様々な生態情報から採集地点即ち調査地点の環境を考察する方法を考案した。調

査したい項目に対して、採集した昆虫類の持つ生態情報から条件に合った情報を取り出し、解析・考察・検証に用いる。最大の種数・個体数を持つ昆虫類の生態情報のデータを分析する調査方法は、現地に行かなくても採集物があれば生態情報から解析が可能であり、調べたい項目に対して条件に沿った情報を選択し考察することも可能である。そしてこの標本から環境を推測する方法で調査した結果は、一般的な昆虫類の情報であるので多くの人が理解しやすい。また、採集物が標本として保存できるので、過去・未来のデータとの比較の資料として利用できる。

先行研究では、浅口市金光町の里山と河川敷の採集物の中のトンボ目とチョウ目の比較から環境を推定・考察し、調査地点の水辺環境の良さが示唆されたが、本研究では丘陵地と島嶼群を調査地点とし、異なる2地点の比較からそれに伴う昆虫相とその食性などを考察し、それぞれの環境と地形の特徴である開放系と閉鎖系をこの方法を用いて明らかにする。

〈研究方法〉

1 調査地点

まず、調査地点を瀬戸内海沿岸の岡山県における環境の異なる2地点(図1参照)に定めた。浅口市金光町占見新田の遙照山(405.5m)登山道・鬼の手形岩付近までの畑が多く人家の少ない里山(図2参照)と、笠岡市白石島(笠岡駅南海上約12km、フェリーで約50分。瀬戸内海国立公園のひとつ。島の中央部に鬼が城(128m)という山)(図3参照)の、同様の景観の2地点を調査することにした。



図1



図2



図3

2 調査期間

調査期間は、2月～8月末までとした。春から初夏にかけてのこの期間は、昆虫の活動が活発な期間であるため採集物の数や種類が得られやすいと考えたことと、幼虫などの同定は困難であるがこの期間で成虫になった状態で採集を行えば同定作業も容易になるのではないかと考え、この期間を採集期間とした。

3 調査方法

(1) 昆虫類の採集

昆虫類の採集は無作為採集で、スウィーピング法(捕虫網を無作為に振るう)を行った。



図3 採集用具



図4 採集活動

(2) 標本作製

採集物の保存は乾燥標本を作製した。標本作製の手順は、「自然観察の手引き(倉敷市自然史博物館友の会)」に従って、大型の翅のある昆虫は展翅板で展翅テープなどを使って展翅し、コウチュウ目などは展足板で足や触角を整え、小型の昆虫は整形して乾燥後、台紙に貼り付けて昆虫針を刺した。害虫被害に遭わないように数週間乾燥させ、展翅板・展足板に貼り付けていた針を外して、データラベル(採集地・日付・採集者)を付ける。その後、標本箱に収納して金光学園生物教室に保存している。



図5 展翅



図6 展足



図7 台紙

(3) 同定作業

採集物の同定作業は、まず目、科別に分類し、次に図鑑の図や写真、説明文と照合し、可能な限り、属・種名の同定を行った。細かいところは双眼実体顕微鏡で観察しながら行った。

また、倉敷市立自然史博物館の行事「標本の名前を調べる会」も利用して同定作業の協力を得た。

4 環境の推定法

植物食の昆虫と捕食性の昆虫の抽出・生息場所の植生や環境の考察、外来種の抽出(文献で検索)をし、採集物全体の状況を調べた。採集できた昆虫類から、全体の目数、科数、種数、文献で調べた食草の種数の比較などから、生息場所の状況を整理しまとめた。調査項目は、①昆虫類の採集・比較、生態調査、②植物食・捕食性昆虫の食性から調査地点の植生や環境などの考察(指標性を示すものとして、チョウ目・ハムシ類は線としての植生環境、トンボ目は水域と森林、草原・水辺などの環境

の多様性、訪花性甲虫は植生環境、森林の自然性（枯損木、倒木など）、地表性甲虫は林相と陸上脊椎動物相の指標性があり、これらにも着目して考察する。また、ジェネラリスト（広い範囲の条件に適応するもの）・スペシャリスト（狭い範囲の条件に適応するもの）の両方の情報を分析し考察する。）③採集物に含まれる外来生物の調査、①～③の調査から得られた情報から生息地の状況を判定し、2地点の情報から環境を考察し、地形については開放性と閉鎖性を昆虫相と生態情報から明らかにできるか検証・考察する。

5 多様度・類似度指数の算出

・分類学的多様度

本研究ではi番目の種とj番目の種のカテゴリ学的距離 W_{ij} を、次のように定義した。i番目の種とj番目の種が、同じ種であれば $W_{ij} = 0$ とする。i番目の種とj番目の種が、異なる種であるが、同じ属であれば $W_{ij} = 1$ とする。i番目の種とj番目の種が、異なる属であるが、同じ科であれば $W_{ij} = 2$ とする。i番目の種とj番目の種が、異なる科であるが、同じ綱であれば $W_{ij} = 3$ とする。例えば、ナガサキアゲハ(チョウ目アゲハチョウ科)とヤマトシジミ(チョウ目シジミチョウ科)では $W_{ij} = 2$ となる。

まず、カテゴリ学的距離 W_{ij} をすべての種間で求め足し合わせ、次に全組み合わせで割り平均カテゴリ学的多様度 (Δ^+) を求めた。S:全種数 L:分析に用いた分類階数の数とすると、 Δ^+ は次のような式になる。

$$\Delta^+ = \frac{2 \sum_{i=1}^S \sum_{j=1}^S W_{ij}}{S(S-1)}$$

Δ^+ は $1 \leq W_{ij}$ の範囲をとる。本研究では $L-1$ で割り標準化したものを扱う。多様度が高いほど値は1に近づく。

・分類学的類似度

2つの群集 A, B 間で、種ごとに相手方の群集中でもっとも近いカテゴリ学的距離を持つものを探して距離の最小値 (W_a, W_b) を求め、その総和を全種数で割ったものを群集間のカテゴリ学的距離 (TD) と定義する ($0 \leq TD \leq 1$)。群集間のカテゴリ学的距離を標準化し、1から引くことでカテゴリ学的多様度 (Δ_s) を求める。TD, Δ_s は次のような式になる。類似度が高いほど値は1に近づく。

$$TD = \frac{\sum_{i=1}^S W_{a_i} + \sum_{i=1}^S W_{b_i}}{S_a + S_b} \quad \Delta_s = 1 - \frac{TD}{L-1}$$

5 結果

(1) 調査地点：遙照山（丘陵地）について



図8



図9



図10

現在も引き続き同定作業を継続しており、結果・考察については今回までに種名が判明したもののみを記載し考察する。また食草や生息場所については、文献に表記されていた種・科名をすべて、生息場所についても記載されていた環境すべてを記載・集計した。

まず、遙照山で採集した昆虫類(表1, 図11~13参照)については、採集物全体に含まれる科数・種数ではコウチュウ目をもっとも多く、チョウ目の仲間も多く、次いでカメムシ目が多かった。

採集地点の近くには、ため池や人家・畑がみられ、山の道は整備された登山道が続き、遙照山の周りにはいくつかの低山が連なる。(図8~10参照)



図11



図12



図13

表1

目名	目数	科数	種数
アミメカゲロウ目	1	1	1
カメムシ目	13	28	28
コウチュウ目	24	62	62
シリアゲムシ目	1	1	1
チョウ目	9	31	31
トンボ目	7	11	11
ナナフシ目	1	1	1
ハエ目	5	8	8
ハチ目	6	9	9
バッタ目	4	4	4
(不明)	11	1	1
合計	10	82	157

(2) 調査地点：白石島（島嶼群）について



図14



図15



図16

次に、白石島で採集した昆虫類についてであるが、こちらも現在も同定作業を継続中であり、今回までに種名が判明したもののみを使って考察する。

白石島での採集物(表2, 図17~19参照)は、種数では遙照山と大差がなかったが、目・科に着目すると大きく異なるものがあった。科数ではコウチュウ目・チョウ

目で差がみられ、白石島ではほぼ同じであった。

川岸にはフジツボが上流まで付着していて、満潮時にはかなり海水が上流に上がると思われる。島中央部の山へのアプローチに人家や畑が続く側と鬱蒼とした道から寺へ続く側とがある。採集中、島の人から「畑に害虫が多くて困っている。何かよい対策を知らないか」「ガがとでも多くて大変だ」などのお話を伺った(図14~16参照)。



図17



図18



図19

表2

別表4: 白石島 目・科・種数表			
目名	目数	科数	種数
アミメカゲロウ目		2	2
カメムシ目		8	13
コウチュウ目		12	41
ゴキブリ目		2	3
チョウ目		11	32
トンボ目		5	9
ナナフシ目		1	1
ハエ目		5	9
ハサミムシ目		1	1
ハチ目		11	24
バッタ目		4	7
不明		1	
合計	11	62	142

(3) 遙照山と白石島の多様度・類似度指数

表3

多様度指数			
遙照山		白石島	
S	158	S	141
L	4	L	4
S(S-1)/2	12403	S(S-1)/2	9870
Δ+	2.742	Δ+	2.797
Δ+/(L-1)	0.914	Δ+/(L-1)	0.932

表4

類似度			
遙照山		白石島	
L	4		
Sv	158	Wv	171
Ss	141	Ws	141
TD	1.043		
Δs	0.652		

多様度をみると標準化された数値は0から1の間で動く。結果は、遙照山と白石島はともに0.9台で数値に大きな差はないので、2地点の多様度はほぼ同様であるといえる。しかし、これは採集回数や採集技術、同定作業の能力によるのではっきりと断言できない。類似度をみると、標準化された数値は0から1の間で動き、2地点の構成種が異なるほどΔsは1より小さくなる。結果は、類似度が0.65であることからこの2地点の類似度は低いと考えられる。そこで、採集できた科・種数が大きく異なった目ごとに多様度と類似度を算出した。

表5

カメムシ目 多様度指数			
遙照山		白石島	
S	27	S	13
L	3	L	3
S(S-1)/2	351	S(S-1)	78
Δ+	1.909	Δ+	1.885
Δ+/(L-1)	0.954	Δ+/(L-1)	0.942

表6

類似度			
遙照山		白石島	
L	3		
Sv	27	Wv	38
Ss	13	Ws	12
TD	1.250		
Δs	0.375		

表7

表8

コウチュウ目 多様度指数			
遙照山		白石島	
S	62	S	41
L	3	L	3
S(S-1)/2	1891	S(S-1)	820
Δ+	1.936	Δ+	1.873
Δ+/(L-1)	0.968	Δ+/(L-1)	0.937

表9

チョウ目 多様度指数			
遙照山		白石島	
S	31	S	32
L	3	L	3
S(S-1)/2	465	S(S-1)	496
Δ+	1.880	Δ+	1.883
Δ+/(L-1)	0.940	Δ+/(L-1)	0.942

表11

トンボ目 多様度指数			
遙照山		白石島	
S	11	S	9
L	3	L	3
S(S-1)/2	55	S(S-1)	36
Δ+	1.873	Δ+	1.722
Δ+/(L-1)	0.936	Δ+/(L-1)	0.861

類似度			
遙照山		白石島	
L	3		
Sv	62	Wv	74
Ss	41	Ws	36
TD	1.068		
Δs	0.466		

表10

類似度			
遙照山		白石島	
L	3		
Sv	31	Wv	23
Ss	32	Ws	28
TD	0.810		
Δs	0.595		

表12

類似度			
遙照山		白石島	
L	3		
Sv	11	Wv	11
Ss	9	Ws	7
TD	0.900		
Δs	0.550		

全体の多様度や目ごとの多様度は0.9台でカメムシ目・コウチュウ目・チョウ目ともに多様度をみるとほぼ同様であるので、2地点の類似度は低いといえる。

白石島のトンボ目の多様度は0.86と少し低い値が算出された。この結果から、白石島は生息するトンボ目の科や種が限られる地点ではないかと考えられる。

この結果と、生態情報での調査結果を比較する。地点の多様度が同様という結果は、採集し同定できた種数がほぼ同様だったことを示している。類似度が異なるのは、カメムシ目・コウチュウ目の科数・種数の差を表しているが、トンボ目で類似度に大きく差がみられた。

6 考察

1 それぞれの地点について生態情報から環境を考察する。

(1) 調査地点：遙照山(丘陵地)(表13参照)

採集できたコウチュウ目のカミキリムシ科やコガネムシ科、また、チョウ目でもアゲハチョウ科やシジミチョウ科の幼虫が陽樹を食草としているものが多い。採集されたカメムシ目の多くがイネ科、アブラナ科、マメ科などを食物としているものがあることから、コウチュウ目・チョウ目の食草についてみてみると、樹木(陽樹)やマメ科・アブラナ科などの作物が多くみられた。ハエ目では落ち葉などの腐植物を食べるものがみられた。

植物食の昆虫の食性から遙照山の植生を推定すると、採集できた植物食のカメムシ目の食物は広葉樹(カエデなど)や果樹(ミカン、モモ、ナシ、リンゴ、ウメなど)や、イネ科やマメ科の雑草、ダイズ、ゴマ、ニンジンなどの畑作物など、コウチュウ目では広葉樹・針葉樹、果樹・柑橘類などの樹木、チョウ目では幼虫が果樹・柑橘

類、落葉樹、バラ科（バラ、コデマリ、ユキヤナギなど）、ニシキギ科、ニレ科、ヤナギ類などと、マメ科（カラスノエンドウ、ダイズなど）、セリ科、ブナ科、イネ科などの植物を食物にしており、これらが生育していると思われる。アブラナ科のみを食草にするナガメ（カメムシ目カメムシ科）やツマキチョウ（チョウ目シロチョウ科）、マメ科のみのマルカメムシ（カメムシ目マルカメムシ科）やツバメシジミ（チョウ目シジミチョウ科）、モンキチョウ（チョウ目シロチョウ科）などが採集できたことからいえる。

上記にあげた植物の生育する環境は、遷移のあまり進んでいない森林があると考えられ、周辺には草原・農耕地があると考えられる。食草から考察する地形・地質については、登山道入り口付近のため低山地の山林であるので日当たりが良く、常緑小高木の落葉樹、照葉樹の山林であると考えられ、畑や人家の庭などに利用された土壌であるので、栽培される樹木を食樹とする昆虫が多い。畑作物や雑草・花などが食草である昆虫類が確認できることから畑が存在し、畑土や周辺の土は排水が良く耕土の深い砂質土壌も含まれると思われる。

次に、採集物の生息地の情報から考察する地形・地質については、トンボ目についてみると、生息地に着目すると、平地や溪流がみられた。平地に生息するものと溪流に生息するものがみられたことから低山地ではないかと考えられる。コウチュウ目については、樹皮の中や倒木の下、朽木で生息するもの、ハエ目では腐食物、他にも枯れ木などで営巣するものもみられることから、山地であると考えられる。また、大型の昆虫が採集でき、幼虫が樹木を食草としているものが多く、幼虫の食草が山野に多いものが採集できた。捕食性のトンボ目、ハチ目でも大型ものが多く採集でき、餌となる他の昆虫も豊富に豊富に生息していることがうかがえる。山中に棲むバッタなど大型の昆虫を捕食する種類が多く、生活場所も山地や林間に生息するものが主だった。トンボ目では、生活場所が山地や林間・池沼や湿地などの種が採集できた。アサヒナカワトンボ（トンボ目カワトンボ科）が確認できた。本種の幼虫は、主として山地・丘陵地の溪流・緩流に生息し、成虫も流れからあまり離れないことから、遙照山の調査地点付近の谷川で発生しているものと考え

られる。また、分布が局所的であるスギタニルシジミ（チョウ目シジミチョウ科）が採集できたことから、山地・渓谷があると推定される。林相や陸上脊椎動物相の指標性を示す地表性甲虫をみると、オサムシ科やゴミムシ科のものがみられたことから、山林・朽木等があると考えられ、オオヒラタシデムシ（コウチュウ目シデムシ科）やセンチコガネ（コウチュウ目センチコガネ科）など、獣糞や腐敗動物質を食餌とするものも多くみられたことから、陸上脊椎動物も生息しているものと思われる。

外来生物では、キマダラカメムシ（カメムシ目カメムシ科）、モンシロチョウ（チョウ目シロチョウ科）が同定できている。キマダラカメムシはサクラ・ナシを加害し、モンシロチョウはアブラナ科を加害する。

表 13

表7 遙照山 昆虫類の生息情報から考察した調査結果		遙照山(丘陵地)の調査結果		推定される環境		
食草	ジェネラリストからの情報	樹木	76回 (広葉樹・落葉樹 など/カエデ/コナラ/ブナ/スノキ (針葉樹: シモツケ/ヒノキ/トドナなど) (シラカシ/クマノ木/ササなど)	コナラ/スギ/シイ類	遷移の進んでいない森林	
		果樹	20回			低山地の山林
		農作物	26回 (ダイズ・ゴマ・ニンジンなど)			林間
		アブラナ科	9回			常緑小高木 落葉樹
		マメ科	6回			照葉樹
		イネ科	14回			農耕地 畑作物/家畜
		キナンド	4回			人家の庭 農地/雑草
		タケ科	4回			草原 畑/農地
		花・雑草 他	16回			
		スベシヤリストからの情報	カメムシ目	ナガメ/シロカメムシ	アブラナ科	畑土など 雑水の臭い土
コウチュウ目	ジェネラリストからの情報	サビユウタナガカメムシ	イネ科			
		アカハカメムシ	イネ科			
		ホソハカメムシ	イネ科			
		クモベカメムシ	イネ科			
		ヒゲナガカメムシ	スズメ			
		マルカメムシ	マメ科			
		キウス/カキリムシ	キナンド			
		イチゴ/ハナゾウムシ	イチゴ/バラ科			
		ダイオウ/サルゾウムシ	アブラナ科			
		ウハムシ	ウリの害虫			
フジハムシ	フジの害虫					
チョウ目	ジェネラリストからの情報	アカヒナガハムシ	サルトリイバラに集まる			
		アゲハ	ミコト			
		ベニシジミ	タケ科			
		ムラサキツバメ	ブナ科/マチ/シイ属			
		ニッコウ/ダシヤク	コナラ			
		ホシムシジ	バラ科/シモツケ属			
		ホシムシ	サカキ			
		ツバメシジミ	マメ科			
		モンキチョウ	マメ科			
		ツマキ/コウモクセン	スズメ科/スズメ属			
ヤマシジミ	カタ/シイ科					
ツマキチョウ	アブラナ科					
モンシロチョウ	アブラナ科					
生息環境	ジェネラリストからの情報	カメムシ目	山地・山林・山野 1. 林・林縁 4. 草地 2.	山地・山林・林間		
食草の生息場所	ジェネラリストからの情報	コウチュウ目	遷移 13. 田畑 3	山地・山林・林間		
		コウチュウ目	山地・山林・山野 24. 朽木・倒木・落葉 9. 草地 1	渓流・緩流		
		コウチュウ目	遷移 4. 田畑 5. 原 5	平地		
		チョウ目	山地・山林・山野 4. 林・林縁 8. 低山地 5. 平地・低地 9	池沼・湿地		
		トンボ目	野原・草地 7. 遷移 3. 田畑 8. 原 10. 緩地 3	平地		
		トンボ目	低山地 1. 丘陵地 3. 平地・低地 6. 池沼・沼地 5.	平地		
		ハエ目	湿地 4. 谷間・林間 3. 深草 2. 水田 2	平地		
		ハチ目	山地 2. 林間・雑木林 2. 溪流沿い 2	林間		
		ハチ目	平地 2	樹木(朽木・倒木など)		
		スベシヤリストからの情報	コウチュウ目	クチキムシの仲間 樹木/朽木/腐敗		
その他	ジェネラリストからの情報	トンボ目	アサヒナカワトンボ 渓流・緩流			
		トンボ目	ヤブヤンマ 林の中の水たまり			
		トンボ目	トリアンボ 水生植物が豊かな池沼			
		ハエ目	アサヒナカワトンボ 渓流沿いの草山道			
		ハエ目	ベッコウガ/カワトンボ 山地・溪流沿い			
		※分布が局所的: スギタニルシジミ				
		コウチュウ目	オオヒラタシデムシ トナリなどを食する山地・渓流	陸上脊椎動物		
		コウチュウ目	センチコガネ 腐敗動物質に集まる	牛馬糞・老熟糞		

(2) 調査地点：白石島（島嶼群）（表 14 参照）

採集物全体からみると、遙照山に比べて種名が半明した種数はほぼ同じだが、科で見ると大きく異なった。コウチュウ目・カメムシ目では数は半数で、チョウ目についても科の違いがみられた。採集できたコウチュウ目・カメムシ目の食草はイネ科やマメ科、果樹などの常緑樹が主で、チョウ目ではガの仲間や大型のチョウが多く採集でき、これらには樹木を食草にするものが多くみられた。トンボ目では、平地の池沼や止水域などに生息するものが多く採集できた。

植物食の昆虫の食性から白石島の植生を推定すると、採集できた植物食のカメムシ目の食物は広葉樹や果樹（ミカン、モモ、ナシ、リンゴ、ウメなど）やイネ科やマメ科の雑草、ダイズ、ゴマ、ニンジンなどの畑作物など、コウチュウ目では広葉樹、果樹・柑橘類などの樹木、チョウ目では幼虫が果樹・柑橘類、落葉樹、バラ科（バラ、ボケ、ハギなど）、ニレ科、ヤナギ類などと、マメ科（カラスノエンドウ、ダイズなど）、アブラナ科、イネ科などの植物を食物にしており、これらが生育していると考えられる。広葉樹の葉や根を食草とするクロコガネ・コガネムシ（コウチュウ目コガネムシ科）やミカン科を食草とするアゲハ・ナガサキアゲハ（チョウ目アゲハチョウ科）、バラ科シモツケ属が食草のホシミスジ（チョウ目タテハチョウ科）などが採集できたことから言える。

それらの植物の生育する環境は、広葉樹・落葉樹の山林で、栽培される樹木が主であることから、周辺には農耕地・人家があると考えられる。食草から考察する地形・地質については、低山地の山林であるので日当たりが良く、果樹園や人家の庭などに利用され栽培される樹木やその周辺の雑草を食草・食樹とする昆虫が多い。畑作物や雑草・花などが食草である昆虫類が確認できることから畑が存在し、畑土や周辺の土は排水が良く、砂質土壌も含まれると思われる。

次に、採集物の生息地の情報から考察する地形・地質については、トンボ目についてみると、生息地には湖沼や水田・平地や止水域を好むものが多いことから、島の中で生息できる水域は低地にあり流れはあまりないと思われる。また、水域からあまり移動しないのがみられ、採集できたクロスジギンヤンマ（トンボ目ヤンマ科）（図20参照）は木陰のある沼地で閉鎖的な環境を好むことから、その水域は狭く樹木も多い場所があると思われる。コウチュウ目では朽木や樹皮に生息するものや、沿岸地域に限り生息するヨツスジトラカミキリ（コウチュウ目カミキリムシ科）（図21参照）や、平地から山地・林間にかけて分布するものがみられること、ハチ目では林縁から草地で狩るものがあることから低山地から林・草地があると考えられ、キアシハナダカバチモドキ（ハチ目ジガバチ科）（図22参照）は分布が局所的で排水の良い砂地に生息しこれが採集できたことから、排水の良い裸

地、砂地があると思われる。地表性甲虫については、オサムシ科、ゴミムシ科など採集できたが獣糞などを食餌とする昆虫はあまり採集できず、小型のものしか採集できなかった。陸上脊椎動物も遙照山に比べて少ないのではないかと思われる。

外来生物については、こちらの地点もモンシロチョウが数多く採集でき、クロゴキブリも採集できたが、キマダラカメムシは採集できなかった。



図 20



図 21



図 22

表 14

表 8 白石島 昆虫類の生息情報から考察した調査結果		白石島(島嶼部)の調査結果		推定される環境	
食草	ジュネリストからの情報	樹木	59回 (広葉樹・落葉樹 など)	低山地の山林	
		果樹	21回 (ミカン、ブドウ、モモ、ナシ、など)	林間	
		農作物	2回 (ワサビなど)	常緑小高木 落葉樹 雑草類	
		アブラナ科	10回	農耕地 畑作物、果樹	
		マメ科	11回	人家の庭 栽培種	
		イネ科	4回	草原 畑、周辺	
		タケ科	3回	畑など	
		花・雑草 他	8回	排水の良い土	
		スペシャリストからの情報	カメムシ目: ホツヘリカメムシ	マメ科	排水の良い土
			ウスラカメムシ	イネ科	排水の良い土
生息環境	ジュネリストからの情報	カメムシ目	山地・山林・山野 9, 低山地 2, 林・林縁 1, 運道 4,	山林・山地 朽木・樹木	
		コウチュウ目	山地・山林・山野 24, 朽木・倒木・落葉 8, 野原・草地 6,	低地	
		チョウ目	運道 1, 田畑 1, 竹林 1		
		トンボ目	山地・山林・山野 20, 低山地 4, 平地・低地 6	平地、低地	
		ハエ目	野原・草地 2, 運道 2, 田畑 3, 畑 7, 湿地 6, 湿地 6	北沼	
		ハチ目	平地・低地 6, 池沼・沼地 7, 湿地 3, 清川 2, 水田 3	止水域	
		ハチ目	林縁 2, 草原 1, 花上 4	湿地	
		ハチ目	竹・樹木 2		
		スペシャリストからの情報	コウチュウ目: ベニカミキリ	竹に生息	
			キマダラ	樹木	
その他	ジュネリストからの情報	トンボ目: アオシロイトトンボ	排水植物が豊富な池沼		
		ハラビロトンボ	排水植物が豊富な池沼		
	※分布が局所的: キアシハナダカバチモドキ	排水の良い低地、河川敷			
	コウチュウ目: ロメダクソコガネ	敷裏に集まる		陸上脊椎動物	

2つの地点の採集物から、それぞれの調査地点の現状を比較する。

遙照山については、水域や森林・草原・水辺などの環境の多様性の指標性を示すトンボ目が多数採集できたことから、付近の水辺環境は整っていることが考えられ、大型のトンボ目が多数採集できたことから、多種多数採集できたチョウ目が捕食対象となっていると考えられ、植生環境の指標性を示すチョウ目の食草の種類も様々であるので、調査地点の植生も多様であると推測される。

白石島については、遙照山に比べて採集できたトンボ目の科数が少なく、コウチュウ目・カメムシ目の科数も少なかった。植生や水域の状況から限られたのか、本土から移動ができないため遙照山より科数が少ないのではないかと考えられる。また、暖地や裸地・砂地などを生

息地にするものや、食草が乾燥した日当たりのよい所を生育地とするものがあることや、閉鎖的な生息場所を好むものがあること、生息できる水域が平地や池沼であるものが多いことから、水環境や水辺環境が遙照山に比べ限られているのではないかと思われる。

外来生物については、モンシロチョウがどちらの地点でも多数確認された。遙照山・白石島ともに調査地点付近にキャベツ畑を確認しており、そこで生息していると考えられる。また、遙照山ではキマダラカメムシがみられたが、白石島では採集できなかった。岡山県では2003年に発見され県南部に分布を拡大しているが、白石島にはまだ移動できていないと思われる。

2 2つの地点の得られた生態情報を選択して解析し、開放系と閉鎖系を検証する。

まず、多様性・類似度指数で比較・検証する(表3~12参照)。結果から2地点に大きな差が見られなかった。これは、採集法・採集回数が少ないなどの問題から考察できるほどの採集量が無かったと思われる。しかし、採集物表から採集物の科・種が目ごとに数が異なっていたため、4つの目ごとに算出して比較したところ違いがみられた。特にトンボ目に差がみられ、丘陵地と島嶼群の昆虫類の多様性・類似度指数でみると、トンボ目に特徴があることが考察される。

多様性・類似度指数の結果から、2地点の違いは主にトンボ目の違いから推測できることは分かった。次に、この4つの目の中で生態情報の開放・閉鎖系の証明に利用できる項目を選択し、生態情報から2地点の考察を行う(表15参照)。

カメムシ・コウチュウ目からは、飛翔・移動能力から考察する。ヨコバイ・アワフキの仲間は小型で風に乗って移動しやすいなど移入の機会が多いが、主な種は移動能力が高くなく、長距離や海などを渡ることができる機会も少ないと考える。遙照山のデータは科・種数とも多く外来生物のコウチュウ目の移入・分布も早いことから開放系の地形で、白石島では科・種数が少なかったこと、外来生物のカメムシ目の種の移入も白石島が遅いことから、白石島は閉鎖系であると考えられる。

次に、チョウ目からは、飛翔能力、科・種の割合、寄生昆虫、捕食者、食草から考察する。チョウ目は羽など

の特徴から長距離の移動が可能である。遙照山では、科・種も大型も小型も多種多様のものが採集できた。植生も豊かであるため繁殖もしやすい。白石島では、特に大型のチョウ目を多く採集できたことから、より大型の方が移動の機会が多く、食草もそれらが食餌とするものが多かったため、繁殖しやすい種が大型のものが島の中で優勢であったと考えられる。チョウ目全体に含まれる種でガの仲間が多かったことから、寄生・捕食者の影響を考えた。チョウ目に寄生する昆虫は小型のため、寄生対象が移動すると同時に移動できる可能性は低いと考える。大型のチョウ目を捕食する捕食性昆虫や小動物といった捕食者が少ないこと、寄生・捕食者の移動も困難であり、捕食対象とならない種が繁殖すると考えられる。上記のことから、白石島は閉鎖系の地形であると考えられる。

トンボ目からは、飛翔能力と生息する科・種の割合、生息場所から考察する。トンボ目も移動能力が高いが、繁殖には生息場所、特に水環境に影響を受ける。遙照山では溪流から池沼。水田など多種多様の水環境が存在すると考えられるため、移入しても多種のトンボ目が繁殖できる。しかし、白石島では平地の池沼などの水環境に生息する種しか確認できていないことから、水環境が限定されて、移入しても繁殖が可能な種のみが繁殖し、科・種数が少なくなったと考える。

上記のことから、比較して考察すると、遙照山(丘陵地)は開放系の地形であり、白石島(島嶼群)は閉鎖系の地形ではないかと考える。

表15

表9 閉鎖系と開放系の考察		遙照山(丘陵地)のデータ	白石島(島嶼群)のデータ	分析・解析	閉鎖・開放の考察
使用する種類	使用する生態情報				
カメムシ目	飛翔能力・移動能力	科・種数が多	科・種数が少	ヨコバイ・アワフキなどの小型種は風や移入で移動しやすい	コウチュウ目は移動能力が高いため、閉鎖環境では種数が限定
コウチュウ目				ヨコバイ・アワフキ以外の移動能力は小さい	開放環境では移動しやすい(種数が多様化)
	外来生物の移入	キマダラカメムシを採集	キマダラカメムシ未採集	農圃で分布拡大しているが島には移入していない	閉鎖環境では外来生物の移入のきっかけが少ない
	飛翔能力	大型・小型種々な種	大型の種が多数	チョウ目は長距離の移動が可能・大型の種が移動能力が高い	移動能力が高く、大型の移動・定着機会が小型より多い 大型で繁殖しやすい種が閉鎖環境で優勢になった
	生息する科・種	全体に種々な種	全体にガの仲間が多	ガの天敵・生息環境を考察	
チョウ目	寄生・捕食者	捕食性昆虫が大型多	捕食性昆虫が大型少	幼虫に寄生する昆虫は小型のため、長距離の移動は困難	閉鎖環境では寄生・捕食する昆虫が少ないと繁殖しやすい
				捕食性昆虫の種・数	
		獣糞や動物質を食餌とする種が多	獣糞や動物質を食餌とする種が少	幼虫・成虫を捕食する動物	食草の多様な方が多様な種の繁殖が可能
	食草	食草の種が多	食草の種が少	植生・環境により繁殖に影響	
	飛翔能力	大型・小型種々な種	小型のものが多	トンボ目は長距離の移動が可能	移動能力が高く、大型の移動・定着機会が小型より多い 島は捕食する昆虫が少ない
	生息する科・種	科・種数が多	科・種数が少	捕食性対象の影響	
	生息場所	溪流・池沼などの水環境が豊か	平地・水環境が限られる	環境に適応・繁殖できる種が少ない	島の生息できる水環境が限られている

3. 結論

昆虫類の生活史から調査する方法で、丘陵地と島嶼群

の昆虫類の食性から生息地の環境について考察した。

遙照山（丘陵地）では、トンボ目に着目して考察すると、水辺環境に生活を依存したトンボ目が多くみられたのは、水辺環境に多様な植物が生育し多くの昆虫類が生息することから、餌となる昆虫類が多く生息しているためではないかと考えられる。水生昆虫の幼虫期だけでなく成虫にとっても生物相豊かな水辺環境は必要であり、それが水辺に生息する他の生物にとっても良い環境ではないかと思われる。水辺の環境が良いことから、植物やそれに纏わる生物が多様に生息している地域であるのではないかと考えられる。

白石島（島嶼群）では、トンボ目では種類も少なく水域を離れないものや池沼など平地を生息地にするものが多くみられ、科数も少ないということは、生息できる種類が限られる環境であると考えられ、それには水環境が限られているからとも考えられる。遙照山に比べカメムシ目やコウチュウ目の採集物の科・種数が少なかったのは、島嶼のため移動の機会が少ないためと植生によるものとかと考えられ、長距離の移動が可能と思われるチョウ目の採集できた種が丘陵地と異なっていることも、食草となる植生環境などの生息環境が異なることで、生息できる科や種に違いがみられたのではないだろうか。

外来生物については、近年丘陵地で分布を拡大しているものは、島嶼群にはまだ侵入していないと思われる。

次に、閉鎖系と開放系の検証については、4つの目に着目して生態情報を選択し考察した。移動能力や生息する科・種の割合、食性・捕食者、生息場所などから検証した。遙照山（丘陵地）は、科・種数が多種多様で、外来生物の分布状況、水環境と食草の豊かさなどが推測されることから開放系、白石島（島嶼群）は、科・種数が限られ、割合が異なり、捕食者や食草・水環境が限定されることが推測されることから、閉鎖系の地形であると考察された。

本研究のこの調査方法は、専門的な作業など行わなくても、昆虫類の生態情報を文献から調べると、食草や生息場所などを明らかにできる。この情報を分析すると採集地点の植生や水辺環境、地形や地質などが考察され、具体的に環境を考察できた。昆虫類はそれぞれ特有の生活史を持っており、そのデータを調べ分析・解析するこ

とで様々なことが分かり、いろいろな条件の調査に応用できる。

今回、白石島の調査の中で準絶滅危惧種のキアシハナダカバチモドキ（ハチ目ジガバチ科）（図 22 参照）が見つかった。本種の特徴は、河岸や海岸などの日当たりの良い固い砂の裸地に穴を掘り営巣し、成虫は大型のバッタ類を狩る。狩った虫を巣穴に持ち込んで産卵するため、海浜のコンクリート化などにより生息環境が悪化するとされる。このような希少種の発見は、この環境調査の一環として得られる。環境推定だけでなく、生態系の保全を考える上でもこの方法をつかった継続的な調査が必要ではないかと考える。

4. 今後の課題

今後の研究課題は、浅口市金光町・笠岡市を含む岡山県南西部は昆虫類についてあまり研究・調査されていない地域なので、今回のこのデータを元に今後もこの地域の昆虫類の生息調査を行いたい。採集活動について、種の多様度に対して、調査の差異により採集出来た種数に異なった可能性については、月毎に採集を行うなど昆虫類の活動期間に合わせた調査を行うことや、今回採集に用いたスウィーピング法以外の方法も取り入れ、万遍無く多数の種を採集することを目的として FIT (Flight Interception Trap) やピットフォールトラップを併用することも考えている。

また、今回は地形の違いをこの生態情報で検証・分析したが、他の条件についても検証する方法を考えて調査したい。外来生物についても、在来の生態系のなかで他の生物への影響が心配されており、今後も引き続き注目して調査したい。

5. 謝辞

倉敷市立自然史博物館の奥島雄一先生、同館主催の「標本の名前を調べる会」でお世話になった近藤光宏先生、野崎達也先生、広瀬正明先生、守安敦先生、山地治先生、TA の岡山大学大学院 角 拓人先生、ありがとうございました。

6. 参考文献

- 昆虫の保全生態学 渡辺守 著 東京大学出版会
(2007)
- 自然観察の手引き 倉敷市立自然史博物館友の会
(2002) 15-23
- 岡山県の外来生物 倉敷市立自然史博物館
(2012) 19-39
- 指標生物 (財)日本自然保護協会編集 思索社
(1985) 53-63,304-305
- 探究II 論文集 金光学園高等学校 (2012) 132-139
- 原色昆虫図鑑 平嶋義宏他 監修 北隆館 (2010)
- 新牧野日本植物図鑑 牧野富太郎 北隆館 (2008)
- 分類学的多様度あるいは類似度指数
<http://nakaikemi.com/bunruigakutekishisu.htm>
<http://www.pref.tokushima.jp/docs/2011032400162/files/h21-3-8-kontyu.pbf>