

長野県の萱野高原と大芝高原における チョウ類群集の季節変動と環境評価

江田慧子*・浜 栄一**・中村寛志***

* 信州大学農学部食料生産科学科

** 長野県松本市

*** 信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センター

要 約

本研究は長野県伊那谷にある萱野高原と大芝高原においてチョウ類群集の季節変動や種構成明らかにするとともに、チョウ類群集を使ってこの2つの地域の環境評価をおこなった。調査は2007年4月29日から11月7日までの期間に、萱野高原と大芝高原それぞれで14回のトランセクト調査を行った。その結果、萱野高原では8科54種464個体が、また大芝高原では5科14種93個体が確認された。萱野高原の種構成は、里山性のチョウ類の割合が44.4%で最も高く、また里山性と高原性のチョウ類で約73%を占めた。大芝高原では河畔・郊外性のチョウ類の割合が42.9%と最も高く、高原性と里山性のチョウ類の割合が低かった。萱野高原の上位優占3種は、ミドリヒョウモン *Argynnis paphia*, ミヤマセセリ *Erynnis montanus*, クロヒカゲ *Lethe diana* で、また大芝高原においては、キタキチョウ *Eurema mandarina*, ジャノメチョウ *Minois dryas bipunctata*, ホシミスジ *Neptis pryeri* であった。萱野高原での Simpson の多様度指数の値は、大芝高原より3倍程高かった。EI 指数は萱野高原で124となり、「良好な林や草原」と判定され、大芝高原は31となり、「住宅地」と判定された。また環境階級存在比 (ER) による環境評価では、萱野高原では里山といった環境の2次段階と評価され、大芝高原では採草地や農村といった環境の3次段階と公園緑地や住宅といった環境の4次段階の値が高かった。またグループ別 RI 指数の結果から、萱野高原では天竜川支流の小黒川や大泉川流域の里山地域の環境と類似していることが明らかになった。

キーワード：チョウ群集，トランセクト調査，萱野高原，大芝高原，環境階級存在比 (ER)，RI 指数

緒 言

里山は日本において1950年代以前の農林業技術と人間の生活様式の下で形成・維持されてきた⁵⁾。採草地は牛馬の飼料に使われ、また二次林は20～30年に一度、伐採して薪や炭にされ、下草や落葉は堆肥として利用された。しかし、1960年代の高度経済成長期以降、エネルギー革命と化学肥料の普及、農業の機械化により里山本来の存在価値は失われ、それとともに里山の景観とそこに生息する多様な生物の衰退が顕著になっている⁹⁾。最近では、特に自然に対する理解や共感を得る場としての環境教育の観点から里山の見直しが進んでおり、全国的に身近な自然環境の再生や保全が重要な課題になってきている³⁾。

里山保全の適切な方策を講じるにはまずその環境

の状況や構造、自然度を正確に把握すること、いわゆる環境評価が必要不可欠である。信州大学農学部附属アルプス圏フィールド科学教育研究センターの昆虫生態学研究室では、長野県の里山地域における生物多様性の調査の一環として、各地で昆虫相の定量的データを収集し里山環境の評価を行ってきた^{6),13),19)}。近年昆虫相のデータを用いた環境評価が盛んに行われているが、とりわけチョウ類は種の同定が容易で、他の昆虫グループと比較して生態的な知見が豊富であるため、種ごとに生息分布度や環境指標値を設定することが可能となり、最近では環境評価を目的とするさまざまなデータ解析法が提案されている^{4),15),16),17),18),20)}。また実際に環境評価や環境アセスメントに積極的に利用されている^{8),11),21)}。長野県伊那谷地域でも大泉川流域¹⁾、小黒川流域⁷⁾、手良沢山演習林と棚沢川下流域などでトランセクト調査や定点調査を用いチョウ類群集の解析が行われてきた。

受付日 2008年1月6日

受理日 2008年2月18日

本研究は長野県伊那谷にある人的な整備や管理が行われている萱野高原と大芝高原においてチョウ類群集の季節変動や種構成明らかにするとともに、チョウ類群集を使ってこの2つの地域の環境評価をおこなったものである。

本文に入るに先立ち、調査に協力いただいた南山大学教授 江田信豊博士と萱野高原にある「信州かやの山荘」の皆様へ謝意を表す。本研究は平成19年度箕輪町教育委員会受託研究「箕輪町萱野高原自然(昆虫・植物相)調査」による研究の一部である。

材料と方法

1. 調査地域

トランセクト調査を行う調査地として長野県上伊那郡箕輪町の萱野高原と同郡南箕輪村の大芝高原を設定した(図1)。萱野高原は天竜川の東に位置し、標高は1,200m、眼下に伊那谷が広がり東には中央アルプスを一望することができる。同地の植生はシラカンバ、コナラ、ミズナラなどの落葉広葉樹とアカマツが中心で、林内の一部には人為的に植生されたミズバショウが群生している湿地や植物園も点在する低山地の里山環境である。この萱野高原内の散策路に約2.7kmのトランセクト調査用のルートを設定した。このルートをさらに植生と景観からAからHまでの小ルートに分けた。各ルートの特徴は表1に示した。

大芝高原は天竜川の西に位置し、標高800mのアカマツ林内にテニスコートなど複合施設、キャンプ

場、人工湖、温泉宿泊施設などが整備された面積約100haの公園である。この大芝高原内の散策路に約3.1kmのトランセクト調査用のルートを設定した。このルートをさらに植生と景観からAからDまでの小ルートに分け、各ルートの特徴を表1に示した。

2. 調査方法

調査はトランセクト調査法を用い、設定したルートを一定速度で歩き、左右、前方、上方で目撃したチョウの種と個体数を同一個体との重複を避けて記録した。目視で同定できなかった種のみネットで捕獲して確認した。調査中に種の確認ができなかったものについては、捕獲できたものは持ち帰り同定し、捕獲できなかったものは記録に入れなかった。

調査は2007年4月29日から11月7日までの期間に、約2週間に1度、午前10時から12時まで約2時間のトランセクト調査を行った。調査は萱野高原と大芝高原それぞれで14回行った。各調査日には調査開始時と終了時の温度、照度、風力も記録した。

3. 解析方法

本調査で収集したデータを解析する方法として、種数、個体数、Simpsonの多様度指数 λ ¹⁴⁾、Piankaの類似度指数 α ¹⁰⁾、田中の環境階級存在比 ER ¹⁷⁾、巢瀬の EI 指数¹⁵⁾および中村の RI 指数⁴⁾を使用した。

Simpsonの多様度指数 λ この指数は確率論に基づく平均多様度指数で、種数と種ごとの個体数の均一性を表現する指数で以下の式で求められる。

$$\lambda = \sum n_i(n_i - 1) / N(N - 1)$$



図1 調査地の萱野高原と大芝高原の位置とトランセクト・ルート

表1 トランセクト調査を行った小ルートの概要

小ルート	距離(m)	概要
萱野高原	A	580 かやの山荘, キャンプ場広場, 草原を通る山頂付近の広く明るい遊歩道, アカマツ・コナラ林にシラカンバ, ツツジ類が人工的に植栽。
	B	490 小道の遊歩道, アカマツ林にコナラなど落葉広葉樹が混じる。比較的明るい。
	C	140 カシミザクラ, コナラ, クリなど落葉広葉樹が中心で, 暗くて細い遊歩道。
	D	320 カシミザクラ, コナラ, カエデ類など落葉広葉樹が中心で, 暗くて細い遊歩道。
	E	210 ミズバショウの湿地と植物園を通る比較的暗い小道の遊歩道。見本樹が植栽されている。
	F	150 比較的明るい小道の遊歩道, クリ林で落葉広葉樹が中心。
	G	210 比較的暗い小道の遊歩道, ミズナラ, コナラ, モミ類が混じるアカマツ林。
	H	590 アカマツ林内を通っている舗装道路, 開けた空間も多く小ルート内では最も明るい。ヤマツツジなどの吸蜜植物も多い。
大芝高原	A	850 アカマツ林内を開いて作られた野球場やテニスコートなど複合施設の間の舗装道路で, 小ルート内では最も明るい。
	B	480 人工的に作られた大芝湖や芝生広場の周囲を通る遊歩道。アカマツ林。
	C	1380 大芝高原内に設置された森林セラピーロード。カシミザクラやコナラなどが混在するアカマツ林。明るい遊歩道。
	D	390 アカマツ林内の舗装された遊歩道。

N : 総個体数, n_i : i 番目の種の個体数
 群集に1種しかいないときは $\lambda = 1$ となる。したがって本研究では, 多様度の尺度として, $1/\lambda$ を用いた。 $1/\lambda$ は種数が多く均一性が高くなるほど大きな値となり, その群集の多様性が大きいことを示す。
類似度指数 α この指数は, 2つの地域のチョウ類群集の類似性を表現する指数で, 以下の式で求められる。

$$\alpha = \frac{\sum(n_{Ai} \cdot n_{Bi})}{[\{\sum(n_{Ai}/N_A)^2 + \sum(n_{Bi}/N_B)^2\}^{1/2} \cdot N_A \cdot N_B]}$$

n_{Ai}, n_{Bi} : 地域Aと地域Bにおける種 i の生息密度

N_A, N_B : 地域Aと地域Bのルートの総生息密度

この値が大きいほど, 両地域間のチョウ類群集の構成が似ていることを示す。

EI 指数 この指数は, 日本産チョウ類各種に環境の評価値を与え, 確認された全種の合計値により環境を評価するものである。数値が大きいほどチョウにとって良好な自然環境であることを示し, 以下の式で求められる。

$$EI = \sum X_i$$

X_i : i 番目の種の環境指数

環境階級存在比 (ER) ER は, 日本産チョウ類の種ごとに与えられた生息分布度と指標値をベース

に, 種数と個体数データから4つの環境段階 (ps: primitive stage 天然更新林などの原始段階, as: afforested stage 植栽・薪炭林などの非定住利用段階, ru: rural stage 農村・人里段階, us: urban stage 都市段階) について, それぞれの ER (X) 値 (X: ps, as, rs, us) を次の式で求め, その構成割合から環境を評価するものである。

$$ER(X) = (\sum X_i \cdot T_i \cdot I_i) / (\sum T_i \cdot I_i)$$

X_i : i 番目の種の求める環境段階の生息分布度

T_i : i 番目の種の年間補正総個体数

I_i : i 番目の種の指標値

従って, ある地域の環境は, 原始段階の ER (sp), 非定住利用段階の ER (as), 農村・人里段階の ER (rs), 都市段階の ER (us) という4つの ER 値で表現される。

なお, ここでの年間補正総個体数の求め方は, 以下の通りである。

$$1 \text{ 回の調査あたりの補正個体数} = \text{観察個体数} / \text{調査ルート距離 (km)}$$

$$\text{月平均補正個体数} = \text{その月の補正個体数の合計} / \text{その月の調査回数}$$

$$\text{年間補正総個体数} = \text{月平均補正個体数の年間合計値。}$$

RI 指数 この指数は個体数をランク値 (順位) に置き換えて求めるもので, 0 から 1 までの値をとり,

表 2 萱野高原と大芝高原の調査で確認されたチョウの種類と個体数

	萱野高原								年間補正 個体数*	大芝高原					年間補正 個体数*	
	A	B	C	D	E	F	G	H		合計	A	B	C	D		合計
ウスバアゲハ <i>Parnassius citrinarius</i>	3			1	4	2			10	1.852	2	1		3	0.484	
アゲハ <i>Papilio xuthus xuthus</i>	4			1				3	8	1.667						
キアゲハ <i>Papilio machaon hippocrates</i>	18	2							20	3.704						
クロアゲハ <i>Papilio protenor</i>				1					1	0.185						
オナガアゲハ <i>Papilio macilentus macilentus</i>			1	4		1	1		7	1.296						
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii dehaanii</i>	5	7	1	1			3	2	19	3.519						
ミヤマカラスアゲハ <i>Papilio maackii maackii</i>	13	9		2			2		26	4.815						
モンシロチョウ <i>Artogeia rapae crucivora</i>											6	1	1	8	1.075	
エゾスジグロシロチョウ <i>Pieris dulcinea</i>						2	1		3	0.556						
スジグロシロチョウ <i>Pieris melete melete</i>	10	1			1	1	1	7	21	3.889	5			5	0.806	
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i>	8	2							10	1.852	9	1	14	2	26	3.387
スジボソヤマキチョウ <i>Gonepteryx aspasia nipponica</i>				1	1				2	0.370						
モンキチョウ <i>Colias erate poliographus</i>	10							3	13	2.407	6		1	3	10	1.237
ウラギンシジミ <i>Curetis acuta paracuta</i>								1	1	0.185						
ムラサキシジミ <i>Narathura japonica japonica</i>								1	1	0.185						
ウラゴマダラシジミ <i>Artopoeses pryri pryri</i>				1			6	1	8	1.481						
オオミドリシジミ <i>Favonius orientalis orientalis</i>	6	1							7	1.296						
ジョウザンミドリシジミ <i>Favonius taxila taxila</i>				4					4	0.741						
トラフシジミ <i>Rapala arata arata</i>	1								1	0.185						
ベニシジミ <i>Lycaena phlaeas daimio</i>	1			1			1	3	5	0.556	3			3	0.430	
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha argia</i>	1							1	2	0.370						
ツバメシジミ <i>Everes argiades argiades</i>	7							3	10	1.852						
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus ladonides</i>	8		1	2			2	2	15	2.778	3			3	0.484	
ウラナミシジミ <i>Lampides boeticus</i>	3								3	0.556						
テングチョウ <i>Libythea lepita celtoides</i>								4	4	0.741						
ヒメアカタテハ <i>Vanessa cardui cardui</i>													1	1	0.161	
アカタテハ <i>Vanessa indica indica</i>	1								1	0.185						
エルタテハ <i>Nymphalis l-album samurai</i>	1						1		2	0.370			1	1	0.161	
ルリタテハ <i>Kaniska canace nojaponicum</i>	2								2	0.185						
コヒョウモン <i>Brenthis ino tigrisoides</i>	1							2	3	0.556						
オオウラギンシジミ <i>Argyrogonome ruslana ruslana</i>	1	1							2	0.370						
クモガタヒョウモン <i>Nephargynnis anadyomene midas</i>	3		1					2	6	1.111						
メスグロヒョウモン <i>Damone sagana liane</i>	4							4	8	1.481						
ミドリヒョウモン <i>Argynnis paphia tsushimaana</i>	25	1	1	3	1	1		23	55	10.185						
ギンボシヒョウモン <i>Speyeria aglaja fortuna</i>	1								1	0.185						
ウラギンヒョウモン <i>Fabriciana adippe pallescens</i>	1								1	0.185						
ツマグロヒョウモン <i>Argyreus hyperbius hyperius</i>	1								1	0.185						
スミナガシ <i>Dichorragia nesimachus nesiotis</i>					1				1	0.185						
ミスジチョウ <i>Neptis philyra excellens</i>								1	1	0.185			2	2	0.323	
ホシミスジ <i>Neptis pryri</i>											1		13	14	1.935	
コミスジ <i>Neptis sappho intermedia</i>	6	3	4		1		2	2	18	3.333	1			1	0.161	
イチモンジチョウ <i>Limenitis camilla japonica</i>				1		1		5	7	1.296						
ゴマダラチョウ <i>Hestina japonica japonica</i>				1				1	2	0.370						
コムラサキ <i>Apatura metis substituta</i>	1								1	0.185			1	1	0.108	
オオムラサキ <i>Sasakia charonda charonda</i>	1		1	1			1	3	7	1.296						
ヒメウラナミジャノメ <i>Ypthima argus argus</i>			1					3	4	0.185						
ジャノメチョウ <i>Minois dryas bipunctata</i>	10			3				3	16	2.963	12	2		1	15	1.828
クロヒカゲ <i>Lethe diana diana</i>	3	4	2	1	5	2	1	12	30	5.556						
ヒメキマダラヒカゲ <i>Zophea callipteris callipteris</i>		3	2				2		7	1.852						
ヤマキマダラヒカゲ <i>Neope nipponica nipponica</i>	1	1	4		3				9	1.667						
アサギマダラ <i>Parantica sita nipponica</i>	1			2				6	9	1.667						
ダイミョウセセリ <i>Daimio tethys tethys</i>	5	3				1		2	11	2.037						
ミヤマセセリ <i>Erynnis montanus montanus</i>	21	3	6	7	4	1		7	49	9.074						
コチャバネセセリ <i>Thoressa varia varia</i>					2			1	3	0.556						
スジグロチャバネセセリ <i>Thymelicus leoninus leoninus</i>							2		2	0.370						
ヒメキマダラセセリ <i>Ochlodes ochraceus</i>	1		1					2	4	0.741						
イチモンジセセリ <i>Parnara guttata guttata</i>	2								2	0.370						
個体数合計	191	42	25	38	23	13	24	108	464	85.926	48	5	34	6	93	12.581
種数	37	15	12	19	10	10	12	29	54		10	4	8	3	14	

年間補正個体数：月1回・1kmあたりに換算したの個体数を12ヶ月を合計した値 (本文参照)
 チョウの分類体系は白水 (2006) に沿った¹¹⁾。

表3 萱野高原、大芝高原と長野県産チョウの科別種数の比較

科名	萱野高原		大芝高原		長野県*	
	種数	%	種数	%	種数	%
アゲハチョウ科	7	13.0	1	7.1	12	8.1
シロチョウ科	5	9.3	4	28.6	13	8.7
シジミチョウ科	11	20.4	2	14.3	45	30.2
テングチョウ科	1	1.9	0	0.0	1	0.7
マダラチョウ科	1	1.9	0	0.0	1	0.7
タテハチョウ科	18	33.3	6	42.9	37	24.8
ジャノメチョウ科	5	9.3	1	7.1	20	13.4
セセリチョウ科	6	11.1	0	0.0	20	13.4
合計	54	100	14	100	149	100

*浜ら (1996) による²⁾

表4 萱野高原、大芝高原での確認種の生息区分

生息区分	萱野高原		大芝高原		長野県*	
	種数	%	種数	%	種数	%
高山	0	0.0	0	0.0	10	6.7
高原	15	27.8	2	14.3	52	34.9
里山	24	44.4	4	28.6	58	38.9
河畔・郊外	11	20.4	6	42.9	22	14.8
市街地	4	7.4	2	14.3	7	4.7
合計	54	100	14	100	149	100

*浜ら (1996) による²⁾

1に近いほど種数、個体数ともに多いことを示す。種の個体数の多少を順位変数でランクづけすることにより、ラフなデータであっても取り扱うことができる利点がある。

$$RI = \sum RI / \{S(M-1)\}$$

S：調査対象種数、M：ランクの数、

R_i：i番目の種のランク

本研究では、チョウ類の個体数ランクを次の5段階に決めた。ランク0：個体数0、ランク1：個体数1～2、ランク2：個体数3～9、ランク3：個体数10～29、ランク4：個体数30個体以上。

結 果

1. 種数と個体数

萱野高原と大芝高原におけるトランセクト調査で確認されたチョウ類の種類と個体数を表2に示した。萱野高原では計14回の調査で8科54種464個体が観察された。この地域で最も種数・個体数ともに多かったのはAルートで8科37種191個体であった。次に多かったルートはHで8科29種108個体であった。最も少なかったルートはFで5科10種13個体であった。一方、大芝高原では計14回の調査で5科14

種93個体が観察され、この地域で最も種数・個体数ともに多かったのはAで4科10種48個体であり、最も少なかったルートはBで3科4種5個体であった。

萱野高原と大芝高原で確認したチョウの科別ごとの種数とその割合を、浜ら (1996) の「信州の蝶」²⁾による長野県産全種の科別種数とあわせて表3に示した。これより萱野高原は長野県産種数と比較してアゲハチョウ科とタテハチョウ科の割合が高く、シジミチョウ科の割合が低いという傾向が見られた。大芝高原においては、テングチョウ科とマダラチョウ科は確認されず、タテハチョウ科の割合が最も高かった。また、シロチョウ科の割合が長野県産種数と比較して約3倍となっており、その割合が非常に高いことが分かった。

2. 種構成

表4は浜ら (1996) が分類した長野県産チョウ類の生息区分²⁾を用いて確認種をグループ分けしたものである。これによると、萱野高原は里山性と高原性のチョウ類で約73%を占めており、中でも長野県産種数と比較して里山性のチョウ類の割合が最も高く、44.4%であった。しかし、高山性のチョウは1種も確認されなかった。また、本調査では環境庁

表 5 萱野高原と大芝高原における優占上位10種と全個体数に占める割合

萱野高原				大芝高原			
種名	生息区分	個体数	%	種名	生息区分	個体数	%
ミドリヒョウモン	里山	55	11.9	キタキチョウ	河畔・郊外	26	13.6
ミヤマセセリ	里山	49	10.6	ジャノメチョウ	里山	15	7.9
クロヒカゲ	高原	30	6.5	ホシミスジ	里山	14	7.3
ミヤマカラスアゲハ	高原	26	5.6	モンキチョウ	河畔・郊外	10	5.2
スジグロシロチョウ	河畔・郊外	21	4.5	モンシロチョウ	市街地	8	4.2
キアゲハ	里山	20	4.3	スジグロシロチョウ	河畔・郊外	5	2.6
カラスアゲハ	高原	19	4.1	ウスバアゲハ	里山	3	1.6
コムスジ	河畔・郊外	18	3.9	ベニシジミ	河畔・郊外	3	1.6
ジャノメチョウ	里山	16	3.4	ルリシジミ	里山	3	1.6
ルリシジミ	里山	15	3.2	ミスジチョウ	高原	2	1.0

2006年度版レッドリスト種の絶滅危惧II類に分類されているチョウとして、高原性のスジグロチャバナセセリ *Thymelicus leoninus* と留意種に該当している里山性のオオムラサキ *Sasakia charonda* が確認された。また、温暖化の影響によって近年生息域が北上し、分布が拡大しているムラサキシジミ *Narathura japonica* も確認された。

一方、大芝高原においては河畔・郊外性のチョウ類の割合が42.9%と最も高く長野県産種数と比べても高い値であることが分かった。また、長野県産と比較して高原性と里山性のチョウ類の割合が低いことも分かった。

表 5 に優占上位10種の出現個体数と生息区分を示した。萱野高原においては、上位10種中5種は里山性の種で占められる結果となった。丘陵地や山地の明るい場所によく見られるミドリヒョウモン *Argynnis paphia* や4月から5月にかけて見られる年1化性のミヤマセセリ *Erynnis montanus* が上位を占めていた。また、高原の比較的、照度の低い場所を好むクロヒカゲ *Lethe Diana* や低山地域を生息環境とするミヤマカラスアゲハ *Papilio maackii* が高原性のチョウとして次に続いていた。

大芝高原においては、優占上位10種中、河畔・郊外の種と里山の種が共に4種とほぼ全体を占めていた。1年を通して発生しているキタキチョウ *Euryma mandarina* は、個体数が他と比較し突出していた。続いて、里山性のジャノメチョウ *Minois dryas bipunctata* やホシミスジ *Neptis pryeri* となった。ホシミスジは植生のユキヤナギがあるポイントのみで集中的に観察された。

3. 季節変動

種数、個体数の季節変動を図2に、また優占上位5種の季節変動を図3に示した。萱野高原における

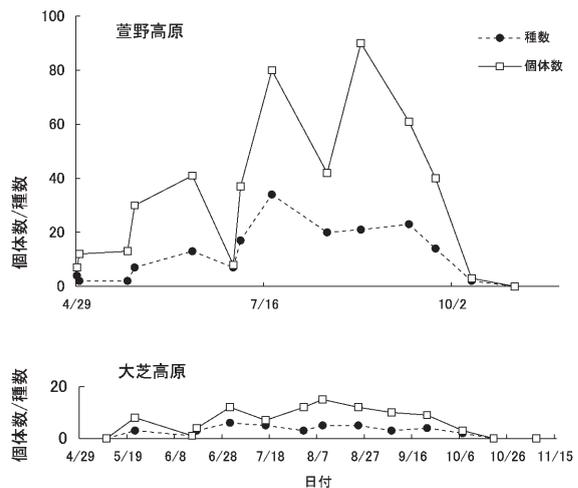


図2 萱野高原と大芝高原におけるチョウ類群集の種数と個体数の季節変動

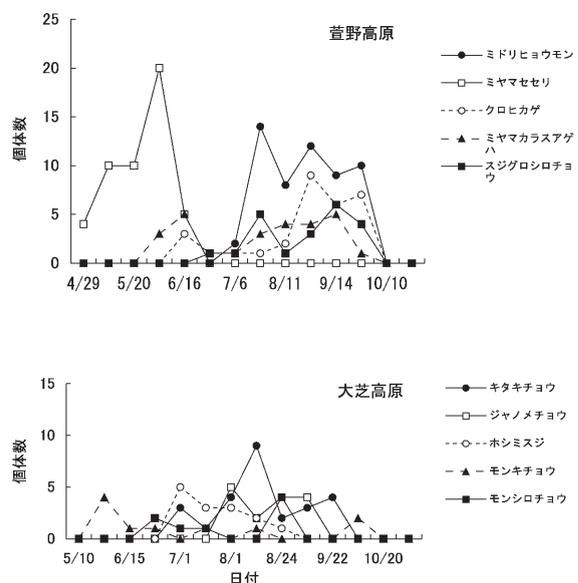


図3 萱野高原と大芝高原における優占5種の季節変動

種数のピークは7月中旬から下旬に、個体数のピークは8月下旬であった。最も個体数の多かったミドリヒョウモンは、7月中旬から9月下旬まで最も多く観察された。2番目に多かったミヤマセセリは、4月下旬から5月下旬に多くの個体が出現した。3番目はクロヒカゲであり6月中旬から9月下旬まで多く見られ、そのピークは8月下旬であった。4番目のミヤマカラスアゲハは5月下旬から6月下旬と7月上旬から9月下旬の2つのピークが見られ、5番目のスジグロシロチョウ *Pieris melete* は7月上旬から9月下旬まで見られた。本地域では年1化性の種が多く見られウスバアゲハ *Parnassius citrinarius* が5月下旬から6月中旬に見られた。2化性の種であるコミスジ *Neptis sappho intermedia* は、5月下旬から6月中旬と7月上旬から9月下旬の2つのピークが見られた。またルリシジミ *Celastrina argiolus ladonides* は4月下旬から5月下旬と7月上旬から9月下旬の2つの明瞭なピークが見られた。加えて通常2化が予想されるキアゲハ *Papilio machaon hippocrates* は、本年度の調査では1化目の4月上旬から5月下旬には全く見られなかった。その後7月上旬から9月下旬には多くの個体が観察されたが、明らかに2化目の特徴を有していた。

一方、大芝高原における種数、個体数は5月下旬と7月上旬、8月の中旬にピークがあるが、萱野高原に比べ全体の変動が少なかった(図2)。7月のピークはホシミスジのピークと重なっていた。ホシ

ミスジが減少していくにつれ、ジャノメチョウの個体数が増加し、8月のピークはジャノメチョウのピークと重なっていることが分かる。

萱野高原と大芝高原のチョウ類群集の多様度の季節変動を Simpson の多様度指数 $1/\lambda$ を用いて図4に示した。萱野高原における多様度指数の値は0から28.0の間で変化し、調査の平均は10.22であった。全調査で最も高い値を示したのは7月3日であった。この日は途中で降雨があり7種8個体と個体数が少なかったために多様度指数の性質上、極端に高い値となった。7月上旬から多様度が高くなったのは図2の出現種数の季節変動とよく一致している。最も低い値を示したのは4月30日であり、この日は2種12個体が確認された中で、ミヤマセセリが10個体を占めたためであるといえる。

一方、大芝高原における多様度指数は0から7の間で変化し、調査の平均は3.12であった。6月下旬より多様度が上昇し、7月19日は、大芝高原の中では5種と多い種数が確認できたが、ホシミスジ以外の種は1個体のみが発見となった。そのため種数は多いが個体数は少ないという結果になり、最も高い多様度指数を示した。8月に一度多様度は下がり、8月下旬に再び上昇したがその後減少した。

萱野高原における多様度指数は、大芝高原より高く平均で見ると大芝高原の約3倍となった。また萱野高原は季節が移り変わるにつれ大きく変動しているが、大芝高原は出現種数が少なかったためあまり大きな変化は見られなかった。

4. 類似度

萱野高原内と大芝高原内の小ルート間の類似度を Pianka の類似度指数 α を用いて表6、7に示した。萱野高原においては、A-H間の類似度が0.687と最も高い値を示し、C-E、E-Fと続いている。一方、E-G、G-H、F-G間が低い値を示した。AとHはともに広い道路沿いの明るい開けたルートで、微環境条件が似ているため類似度の値が高かったといえる。またC、E、Fは共に照度の低い場所であり、観察された個体が少なかったため類似した。

一方、大芝高原ではA-B間の類似度が最も高く、B-C間が低い値を示した。Bでは4種5個体が観察されたが、すべての種がAでも観察されていることから類似度が高くなった。またCは大芝高原内においても他の場所とは異なった植生の環境であるため、観察されたチョウの種が異なり、他の小ルートとの類似度が低くなった。

5. 環境評価

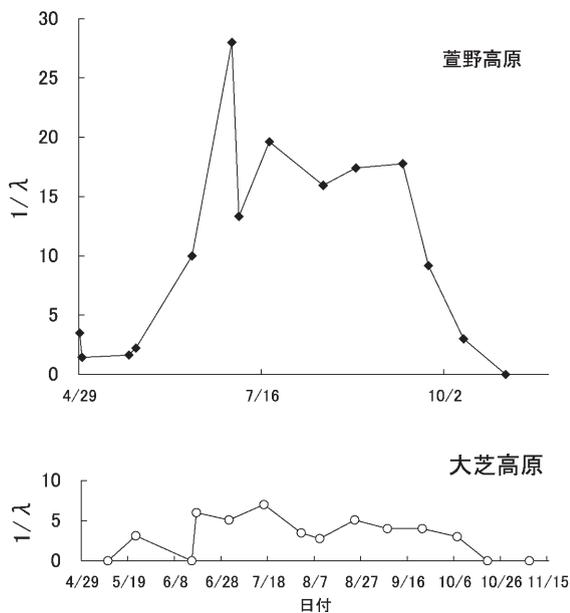


図4 萱野高原と大芝高原における Simpson の多様度指数の季節変動

表 6 萱野高原における小ルート間の類似度指数 α

	B	C	D	E	F	G	H
A	0.535	0.470	0.598	0.377	0.358	0.209	0.687
B		0.439	0.343	0.330	0.262	0.478	0.296
C			0.547	0.646	0.302	0.276	0.384
D				0.429	0.395	0.249	0.501
E					0.636	0.110	0.456
F						0.165	0.505
G							0.163

表 7 大芝高原における小ルート間の類似度指数 α

	B	C	D
A	0.833	0.420	0.690
B		0.293	0.404
C			0.428

EI 指数 集瀬は EI 指数 0～9 は都市中央部, 10～39は住宅地, 40～99は農村・人里, 100～149は良好な林や草原, 150以上は極めて良好な林や草原を示しているとしている¹⁵⁾。今回得られた EI 指数をこの分類基準にあてはめると, 萱野高原は124になり, 「良好な林や草原」と判定された。一方, 大芝高原は31となり, 「住宅地」と判定され, チョウ類群集にとっては大芝高原より萱野高原の方が良好な環境であることが分かった。

ER 指数 環境階級存在比¹⁷⁾を用いて, 調査地域の環境評価を行った結果を図 5 に示した。図中の ps (primitive stage) は天然更新林や極相林といった環境の原始段階, as (afforested stage) は植栽林や里山といった環境の 2 次段階, rs (rural stage) は採草地や農村といった環境の 3 次段階, us (urban stage) は公園緑地や住宅といった環境の 4 次段階を示している。萱野高原では as に極めて高いピークを持ち, rs 値は内側に屈曲し, us の値は最も低く, as から rs への急激な変化に特徴がある。これより多少の人的攪乱が加わった二次的な自然環境すなわち自然が比較的残されている里山の環境であると判断できる。大芝高原においては, as が 3.44 でピークになりつつも, rs, us ともに萱野高原よりも大きな値になった。as がピークになることは二次段階の特徴を有しているが, rs の値が高いことから萱野高原よりも人的営力が加わった三次段階に移行している環境であることが分かった。

グループ別 RI 指数 RI 指数はそれぞれの地域の全個体数と全種数を利用して, チョウの適応環境に適しているかを判断するものだが, 今回はチョウの種を浜らが分類した高山, 高原, 里山, 河畔・郊外,

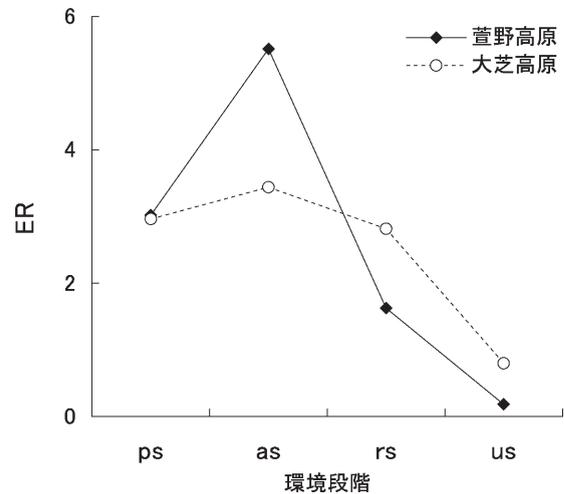


図 5 萱野高原と大芝高原の環境階級図

ps: 天然更新林や極相林といった環境の原始段階

as: 植栽林や里山といった環境の 2 次段階

rs: 採草地や農村といった環境の 3 次段階

us: 公園緑地や住宅といった環境の 4 次段階

市街地の 5 つにグループ化し, 別々に RI 指数を算出するグループ別 RI 指数法⁸⁾を用いレーダーチャートに示した (図 6)。これにより萱野高原は市街地性の種以外は全てバランスのとれた群集であることが視覚的に把握できる。また, 全体としても大芝高原より RI 指数の値が高く, 種数, 個体数ともに多く出現したことが読み取れることから, チョウ類群集にとって良好な環境であることが分かった。一方, 大芝高原のグループ別 RI 指数は河畔・郊外性の種に偏っており, 里山, 高原性の種は少ないことが分かった。

考 察

1. 本調査地におけるチョウ類群集の特徴

本調査で行った萱野高原と大芝高原の 2 地点では, 前者が合計 54 種 464 個体, 後者では合計 14 種 93 個体のチョウ類が確認された (表 2)。本調査結果を同じ伊那谷での大泉川¹⁾と小黒川流域⁷⁾での調査と比較してみると, 種数, 1 回あたりの確認個体数, 多

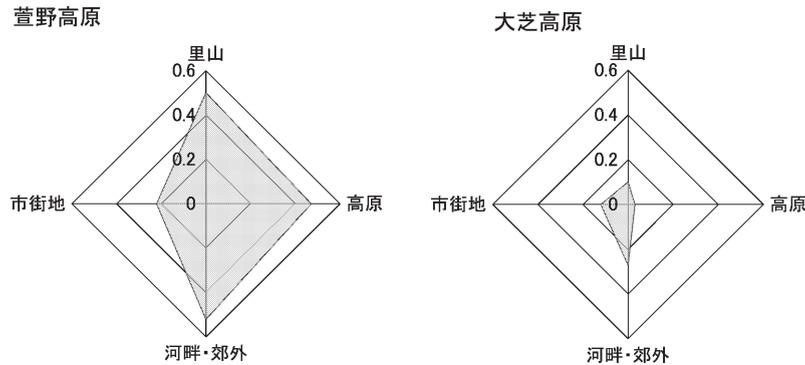


図6 萱野高原と大芝高原におけるグループ別 RI 指数のレーダーチャート

様度指数 ($1/\lambda$) は、萱野高原においては非常に類似した傾向が見られたが、大芝高原においては全ての結果で低い値を示した。

大泉川の調査と萱野高原の調査を比較してみると、大泉川における優先上位10種のうち、6種は河畔・郊外性のチョウであり、2種が里山性で高原性のチョウはコチャバネセセリわずか1種であった。しかし、萱野高原における優占種をみると、里山性が5種、高原性のチョウが3種で河畔・郊外性の種はわずか2種であり、その種構成は大泉川よりさらに里山・高原性の傾向が高いと考えられる。また萱野高原の調査ルートには河川沿いの道が含まれていないことが、上位優占種に河畔・郊外性種が大泉川より少なかった要因であるといえる。一方、大芝高原における優占種上位10種の構成は、里山性のチョウが4種、河畔・郊外性が4種であり、高原性のチョウはわずかにミスジチョウ1種であり、モンシロチョウのような市街地の種も1種認められ、大泉川における種構成と類似している。これは大芝高原と大泉川の調査地とが隣接しているためと考えられる。

2. チョウ類群集を用いた環境評価について

EI 指数^{15),16)}は、萱野高原では124であり、大泉ダムの上流の値(120)と差がなく、良好な林・草原であると考えられる。しかし、大芝高原においては31となり、いずれの地域よりも極端に低い値を示し、住宅地に近い環境であると考えられる。ER 指数による環境評価によると、萱野高原では大泉川¹⁾や小黒川⁷⁾と同様の as をピークとしたグラフとなり二次的な自然で構成された里山環境であると判断することができた。

グループ別 RI 指数のレーダーチャートをみると、萱野高原と大芝高原ではチョウ類の群集構造が大きく異なっていた。萱野高原のチャートは、大泉ダムの上流のチャートと類似しているが、チャートの数

値が高いことから、大泉川の上流よりさらに多様性が高いと考えられる。一方、大芝高原のチャートは大泉ダムの下流の水田を中心とした農耕地を通る調査ルートのチャートと類似点多かった。これは同じ人的な整備や管理が行われているが、大芝高原の方がより整備や管理が加わっている高原であると考えられる。また萱野高原では、低山地の豊かな雑木林、アカマツ林さらに草原であった場所にシラカバやツツジ類を植栽して整備し、遊歩道や植物園、宿泊施設を設置しているのに対して、大芝高原はヒノキが混じるアカマツ林内を総合的な公園・スポーツ施設に整備して高原内を管理しているため、チョウ類群集の多様度が低くなったものと考えられる。

本研究では、トランセクト調査による伊那谷の萱野高原と大芝高原のチョウ類群集の解析により、調査地の自然環境を評価することができた。今後も長野県におけるチョウ類群集のモニタリング調査を行い、それぞれの地域に即した里山環境の保全や維持管理活動に役立てていく必要がある。

引用文献

- 1) 有本 実・中村寛志 (2003) 大泉川流域のチョウ類群集のトランセクト調査による里山環境の評価. 環境科学年報 信州大学 25:65-72.
- 2) 浜 栄一・栗田貞多男・田下昌志 (1996) 信州の蝶. 信濃毎日新聞社, 長野市, P288.
- 3) 広木詔三・石原紀彦 (2002) 里山の保全に向けて. 広木詔三編「里山の生態学」, PP223-293. 名古屋大学出版会, 名古屋市.
- 4) 中村寛志 (1994) RI 指数による環境評価(1) RI 指数の性質と分布, 瀬戸内短期大学紀要 24:37-41.
- 5) 中村寛志 (2007) 里山の生物多様性と資源管理技術. 「農林業がつくる地域環境と保全技術」信州大学田園環境工学研究会編, pp.190-204, ほおずき書籍. 長野.

- 6) 中村寛志・大平仁夫・山崎隆弘・浅岡孝知 (2005) 信州大学農学部附属 AFC 西駒ステーション桂小場試験地周辺における昆虫相(1)コウチュウ目 (Coleoptera) ・カメムシ目 (Hemiptera) . 信州大学農学部 AFC 報告 3 : 37-49.
- 7) 中村寛志・田中綾子 (2001) 小黒川流域のチョウ類群集の季節変動とトランセクト調査による環境評価の試み. 環境科学年報 信州大学 23 : 107-113.
- 8) 中村寛志・豊嶋 弘 (1995) チョウの分布からみた環境評価—RI 指数を利用した香川県の例について—. 環動昆 7 : 1-12.
- 9) 日本林業技術協会編 (2000) 里山を考える101のヒント. pp.92-175. 東京書籍, 北区.
- 10) Pianka, E. R.(1973) The structure of lizard communities. Annual Review of Ecology and Systematics 4 : 53-74.
- 11) 桜谷保之・藤山静雄 (1991) 道路建設とチョウ類群集. 環動昆 3 : 15-23.
- 12) 白水 隆 (2006) 日本産蝶類標準図鑑. 学習研究社, 東京都, p.336.
- 13) Siddiquee, S. U. and H. Nakamura (2004) The community of ground beetles (Carabidae) at different environmental sites in the campus of Faculty of Agriculture, Shinshu University. New Entomologist vol.53 (1,2) : 23-28.
- 14) Simpson E.H. (1949) Measurement of diversity. Nature 163 : 688.
- 15) 巢瀬 司 (1993) 蝶類群集研究の一方法. 日本産蝶類の衰亡と保護 第 2 集 pp.83-90, 日本鱗翅学会・日本自然保護協会, 大阪.
- 16) 巢瀬 司 (1996) トランセクト調査による環境評価. 昆虫と自然 31(4) : 9-12.
- 17) 田中 蕃 (1988) 蝶による環境評価の一方法. 「蝶類学の最近の進歩」日本鱗翅学会特別報告 第 6 号 : 527-566.
- 18) 田下昌志・市村敏文 (1997) 標高の変化とチョウ群集による環境評価. 環動昆 8 : 73-88.
- 19) 田下昌志・中村寛志・福本匡志・丸山 潔・降旗剛寛 (2007) 北アルプスの高山から里山にかけてのチョウ類群集とモニタリングのあり方. 蝶と蛾 58 (2) : 183-198.
- 20) 山本道也 (1988) 蝶類群集の研究法. 「蝶類学の最近の進歩」日本鱗翅学会特別報告 第 6 号 : 191-210.
- 21) 吉田宗弘 (1997) チョウ類群集による大阪市近郊住宅地の環境評価. 環動昆 8 : 198~207.

Seasonal change of the butterfly community and evaluation of the environment at the Kayano Heights and the Ohshiba Heights in Nagano Prefecture

Keiko KODA*, Eiichi HAMA** and Hiroshi NAKAMURA***

*Faculty of Agriculture, Shinshu University

**Matsumoto City, Nagano

***AFC, Faculty of Agriculture, Shinshu University

Summary

Seasonal changes of the butterfly community at the Kayano Heights and the Ohshiba Heights in Nagano Prefecture were investigated and the environments were evaluated by structural analysis of the butterfly community. Fourteen investigations were done along the road on the Kayano Heights of about 2.7 km and the Ohshiba Heights of about 3.1 km using transect counts in period from April 29 to November 7 in 2007. In the Kayano Heights, fifty-four species of 8 families and 464 individuals could be confirmed in these investigations and the mean individuals per one investigation were 85.9. Butterflies inhabiting in the coppice (Satoyama) accounted for 44.4% and dominant species were *Argynnis paphia*, *Erynnis montanus* and *Lethe Diana*. On the other hand, in the Ohshiba Heights fourteen species of 5 families and 93 individuals could be confirmed in these investigations and the mean individuals per one investigation were 12.6. Butterflies inhabiting in the river side environment accounted for 42.9% and dominant species were *Eurema mandarina*, *Minois dryas bipunctata* and *Neptis pryeri*. The average value of Simpson's diversity of the Kayano Heights was three times as high as that of the Ohshiba Heights. It became clear by analyzing the structure of the butterfly community using existence ratio of environmental stage (ER) that the Kayano Heights were classified into typical afforested stage and the Ohshiba Heights

into urban stage. It was indicated by the grouping *RI* index method that the diversities of species living in the heights, the coppice and the river side were nearly same values at the Kayano Heights. However, the Ohshiba Heights showed only the river side was high value.

Key word : butterfly community, transect counts, the Kayano Heights, the Ohshiba Heights, existence ratio of environmental stage (*ER*), *RI*-index