上高地におけるチョウ類群集の季節変動と環境評価

山根　仁・金原伸大・江田慧子・中村寛志
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

本研究は長野県松本市にある上高地において，チョウ類群集の季節変動や種構成を明らかにするとともに，チョウ類群集を用いて環境評価を行った。調査は2009年５月26日，６月23日，７月24日，７月30日，８月20日，10月16日の計６回のチョウ類のトランセクト調査を行い，また2009年７月24日と７月30日には定点観測を実施した。その結果，トランセクト調査では７科41種554個体が，また，定点観測では６科24種152個体が確認された。上高地の種構成は高原性種の割合が53.7%で最も高く，またクモマツマキチョウ北アルプス・戸隠亜種 *Anthocharis cardamines isshikii*，オオイチモンジ *Limenitis populi jezoensis*，コヒオドシ *Aglais urticae esakii* の３種の高山チョウが確認された。上位優占３種は，ヤマキマダラヒカゲ *Neope niphonica niphonica*，コムラサキ *Apatura metis substituta*，スジグロシロチョウ *Pieris melete melete* であった。Simpson の多様度指数の値は，平均8.22で６月23日以外は安定した値を示した。*EI* 指数は100となり，「良好な林や草原」と判定され，環境階級存在比（*ER*）による環境評価では，天然更新林といった環境の１次段階と判定された。また，過去の上高地や近隣の島々谷のチョウ類群集との比較から，現在の上高地のチョウ類群集はタテハチョウ科や高原性種が増加傾向にあり，それらの種の生息に特に適した環境になりつつあることが示唆された。

キーワード：チョウ類群集，トランセクト調査，上高地，タテハチョウ科，高原性種，環境評価

緒　　言

長野県松本市の上高地は槍ヶ岳の南東から流下する梓川によって形成された盆地であり，焼岳火山群の噴火活動によって生じた池に土砂が堆積してできたとされている。また上高地は北アルプスの谷間にあるため，北西側は穂高連峰から焼岳，南東側には六百山や霞沢岳など2500m級の山麓に囲まれている。気候はブナ，ミズナラ，クロベ，コメツガ，トウヒなどが混在していることから，落葉広葉樹林と亜高山帯針葉樹林の境界線に位置しているとされ，豊かな植生をしている[16]。

さらに，上高地は1952年から国の特別名勝・特別天然記念物に指定され，動植物の採集が禁止され，手厚い保護がなされている。このような上高地の自然環境を保全していくためには，定量的環境評価を行いその環境の構造や自然度を正確に把握することが必要である。近年は昆虫相のデータを用いた環境評価が盛んに行われ[17]，人的開発や地球温暖化による環境変化を示しうる指数の開発も試みられている[11]。

特にチョウ類は昼行性で種の同定が容易であり，また他の生物と比較して生態的な知見が豊富なため，種ごとに生息分布度や環境指標価を設定することが可能である[12]。上高地のチョウ類については長野県に生息する149種のチョウのうち[15]，その半数近くの68種が上高地に生息していることが報告されている[2]。しかし，多くの報告が目撃情報などの定性的データであり，群集解析をして環境評価を行うための定量的調査はほとんど行われていないのが現状である[13),14]。

本研究は，上高地におけるトランセクト調査を通してチョウ類群集の季節変動や種構成を定量的に明らかにし，上高地の環境評価を行うことを目的とした。また過去の報告と比較して上高地のチョウ類群集の変化を考察した。本研究は，2008年度から信州大学山岳科学総合研究所と松本市との連携融合事業である「上高地・槍・穂高地域における自然環境の変動と保全・適正利用に関する総合研究」による研究の一部である。なお本調査は自然公園法にもとづ

受付日　2010年１月４日
受理日　2010年２月３日

く環境省の許可（環中地松許第090804001号），文化財保護法にもとづく文化庁の許可（21受庁財第 4 号の76）および林野庁より上高地高山植物等採取許可を受けて実施した。

材料と方法

1．調査地の概要

調査地として長野県松本市の上高地を設定した。上高地は飛騨山脈南部の穂高連峰と槍ヶ岳を源流とする梓川の川上にある標高1500m～1620mの盆地である。同地の植生はケショウヤナギに代表される川辺林とハルニレやサワグルミなどの湿地林で覆われており，急峻な斜面にはコメツガ，トウヒ，クロベなどの針葉樹林で覆われている。この上高地内の明神橋から新村橋を渡りまた明神橋に戻ってくる左岸沿いの遊歩道と右岸沿いの治山運搬路に約8.0㎞のトランセクト調査用ルートを設定した（図１a)。このルートをさらにＡからＥまでの小ルートに分け，各ルートの特徴を表１に示した。また定点観測地として，上高地温泉ホテル前と信州大学山岳科学総合研究所の上高地明神ステーション（以下明神ステーション）前を設定した（図１b)。

2．調査方法と調査時期

トランセクト調査　設定したルートを一定速度で歩き，左右，前方，上方を広く見渡し，目撃したチョウの種名と個体数を同一個体の重複を避けて記録した。本調査では，センサスの幅についての厳密な設定は行わなかった。本来トランセクト調査では，目視同定困難な個体はネットで捕獲し，種を同定後放逐する。しかし，上高地は特別名勝・特別天然記念物に指定されており，動植物の捕獲が禁止されているため調査中に目視同定できなかった個体は記録に入れなかった。チョウの分類体系は白水[8]に沿った。

調査は2009年の５月26日，６月23日，７月24日，７月30日，８月20日，10月16日の計６回，原則として晴天微風の条件化で，午前11時～午後13時までの間に行った。また，調査は小ルートＡ，Ｂ，Ｃ，Ｄの梓川左岸と小ルートＥの梓川右岸をそれぞれ別の調査者が，同時刻に行った。

定点観測　上高地に生息している種で，トランセクト調査では確認できない種をカバーするため，定点観測を実施した。上高地温泉ホテル前では，2009年７月24日，同30日の２回，それぞれ13時40分から14時までの20分間行った。明神ステーション前では，2009年７月30日の８時30分から11時45分の間に，15分間の観測を６回行った。

3．解析方法

本研究では，チョウ類群集構造を評価するために種数，個体数，多様度指数 $1/\lambda$[9]，*EI* 指数[10]，環境階級存在比（*ER*）[12]を使用した。また，調査ルート間のチョウ類の群集構造を比較・検討するために，類似度指数 α[7]とグループ別 *RI* 指数法[4)6)]を使用した。

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あり，以下の式で求められる。

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

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。

***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

表１　トランセクト調査を行った上高地の小ルートの概要

小ルート	距離(m)	概要
A	1000	新村橋を通り徳沢キャンプ場までの比較的薄暗い散策路。シラビソ・ウラジロモミ，サワグルミ・ハルニレの群落が続く。
B	380	徳沢キャンプ場内を通るルート。キャンプ場は開けた芝生で日当たりもよく，吸蜜植物も見られる。森林植生はサワグルミ・ハルニレ群落。
C	2700	徳沢キャンプ場から明神館までのルート。比較的薄暗いが，明るく開けた場所が点在し，吸蜜植物も多く見られる。サワグルミ・ハルニレ群落。
D	440	明神館から明神橋を通り，山岳総研の明神ステーションへと続くルート。明神館前と明神橋は日当たり良好。植生はケショウヤナギ群落。
E	3500	新村橋から明神橋までの梓川右岸ルート。大半がサワグルミ・ハルニレ群落だが明神橋付近はケショウヤナギ，新村橋付近はシラビソ・ウラジロモミが群生する，全体的に薄暗い散策路。

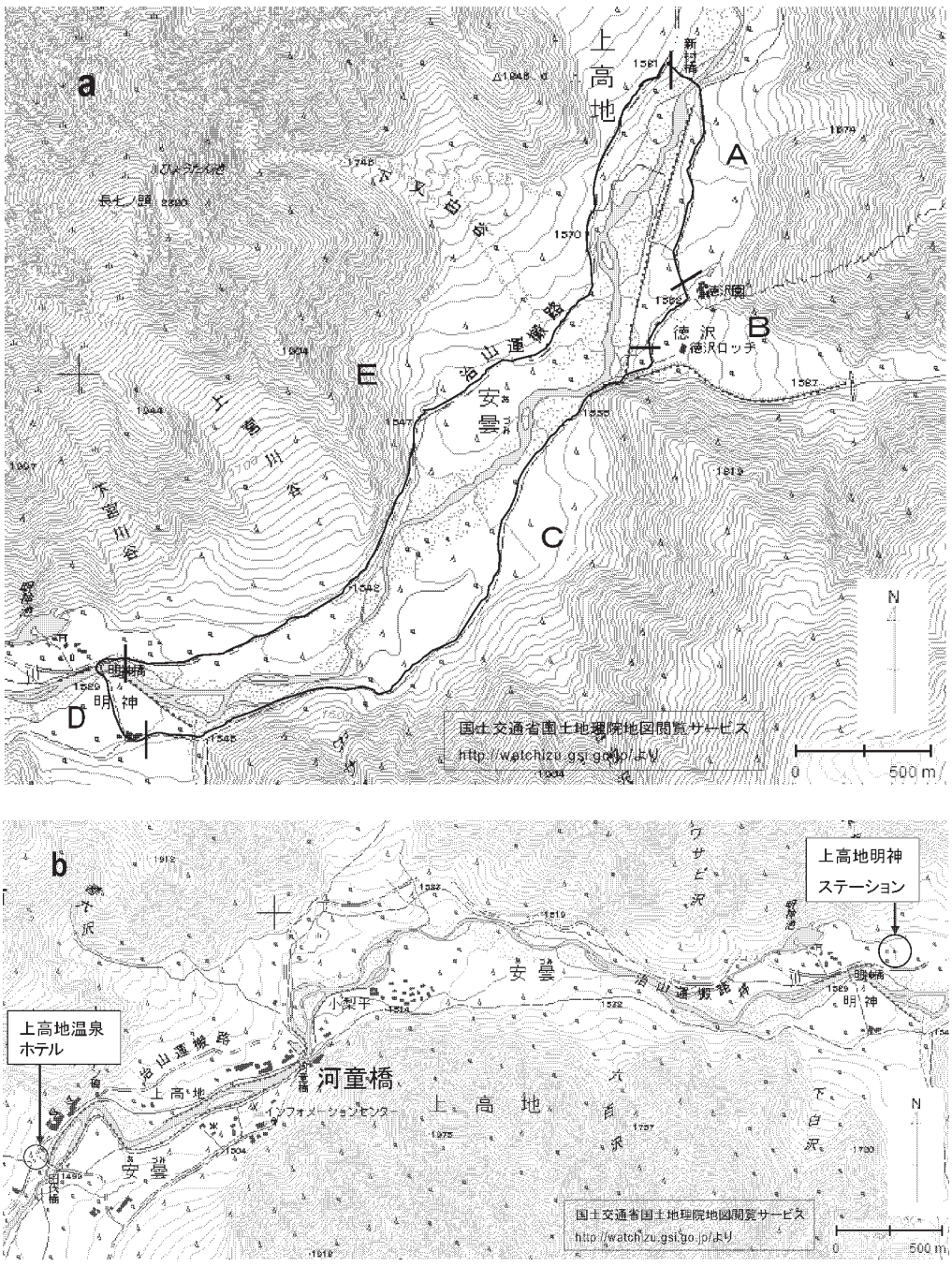

図1　上高地におけるトランセクト・ルートと定点観測地点
a：トランセクト調査のルート，道路上の｜は小ルートの区切りを示す．
b：定点観測地点

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価をベースに，種数と個体数のデータから 4 つの環境段階（ps：primitive stage 天然更新林や極相林などの原始段階，as：afforested stage 植栽・薪炭林などの非定住利用段階，rs：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 番目の種の指標価

したがって，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 回の調査あたりの補正個体数＝観察個体数／調査ルート距離（km）

月平均補正個体数＝その月の補正個体数の合計／その月の調査回数

年間補正総個体数＝月平均補正個体数の年間合計値

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。

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

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。

グループ別 *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，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。

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

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 1 kmあたりの補正個体数を用い，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：x＝0，ランク 1：0＜x≦2，ランク 2：2＜x≦10，ランク 3：10＜x≦30，ランク 4：30＜x（x：1 kmあたりの補正個体数）

結　　果

1．種数と個体数

上高地におけるトランセクト調査で確認した種数と個体数を表 2 に示した。トランセクト調査では計 6 回の調査で 7 科41種554個体が確認された。この地域で最も種数・個体数ともに多かったのはルートＥで 7 科31種296個体であった。次に多かったのはルートＢで 6 科25種107個体であった。最も少なかったのはルートＡで 3 科 9 種23個体であった。

定点観測の結果を表 3 に示した。3 回の調査で 6 科24種152個体が確認された。上高地温泉ホテル前では 5 科11種37個体が，また山岳総研ステーション前では 6 科24種115個体が確認された。

2．種構成

トランセクト調査で確認したチョウの科別ごとの種数とその割合を表 4 に示した。表 4 には調査結果とともに「信州の蝶」[1)]に記述されている長野県の確認種もあわせて示した。科別の割合を見ると，最も高い割合を示したのがタテハチョウ科で，46.3％と全体の半分近くを占めた。次いで高かった科はシロチョウ科，シジミチョウ科，ジャノメチョウ科で12.2％であった。また，長野県の確認種と比較すると，タテハチョウ科の割合は約 2 倍高く，シジミチョウ科の割合は半分以下になっていることがわかった。

表 5 は，「信州の蝶」[1)]に基づき，トランセクト調査での確認種を生息区分別に分類し，その種数と割合を示したものである。また，長野県の確認種もあわせて示した。これによると，高原性種の割合が53.7％で最も高く，次いで里山性の種で24.4％であった。長野県の確認種と比較すると，高原性種の割合が高いことがわかった。

本調査では長野県のレッドリスト種の準絶滅危惧種に指定されているコヒオドシ *Aglais urticae esakii*，環境省と長野県のレッドリスト種の準絶滅危惧種に指定されているクモマツマキチョウ北アルプス・戸隠亜種 *Anthocharis cardamines isshikii*，さらに環境省のレッドリスト種の絶滅危惧Ⅱ類と長野県のレッドリスト種の準絶滅危惧種に指定されているオオイチモンジ *Limenitis populi jezoensis* の高山性種 3 種が確認された。これら 3 種は，長野県の天然記念物，オオイチモンジは県条例により指定希少野生動植物に指定されている。

トランセクト調査で確認したチョウの上位優占種の生息区分と個体数，および占有率を表 6 に示した。これによると優占1位にランクされた種は高原性のヤマキマダラヒカゲ *Neope niphonica niphonica*，次いで多かった種は河畔・郊外性のコムラサキ *Apatura metis substituta* であった。また，優占上位10中 6 種が高原性種で，その割合は64.2％であった。

3．季節変動

トランセクト調査における種数・個体数の季節変動を図 2 に，また優占上位 6 種の季節変動を図 3 に示した。上高地における種数のピークと個体数の

ピークはともに８月中旬であった。優占第１位のヤマキマダラヒカゲは６月下旬に最も多く観察された。２番目に多かったコムラサキ *Apatura metis substituta* は７月下旬に多くの個体が出現した。３番目はスジグロシロチョウ *Pieris melete melete* であり，５月下旬から８月下旬まで見られ，そのピークは８月下旬であった。また，優占上位４，５，６位のヒメキマダラヒカゲ *Zophoessa callipteris callipteris*，カラスシジミ *Fixsenia w-album fentoni*，ミドリヒョウモン *Argynnis paphia tsushimana* はその季節変動が全く同じであり，ピークは８月下旬であった。

上高地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。上高地における多様度指数の値は1.89から11.60の間で変化し，調査の平均は8.22であった。全調査で最も高い値を示したのは７月30日であった。全調査で最も低い値を示したのは６月23日であった。この日はヤマキマダラヒカゲ１種のみが突出して多く出現したため多様度指数の性質上，極端に低い値となった。上高地ではこの時期を除いて概ね10前後の安定した値を示していた。

表２　上高地のトランセクト調査で確認されたチョウの種類と個体数

種　　名	小ルート										合計	
	A		B		C		D		E			
	個体数	/km	個体数	/km	個体数	/km	個体数	/km	個体数	/km	個体数	年間補正個体数*
キアゲハ *Papilio machaon hippocrates*	1	1.00					1	2.27	1	0.29	3	0.38
カラスアゲハ *Papilio dehaanii dehaanii*					1	0.37	1	2.27	1	0.29	3	0.38
ミヤマカラスアゲハ *Papilio maackii maackii*									2	0.57	2	0.25
クモマツマキチョウ *Anthocharis cardamines isshikii*			1	2.63							1	0.13
ヤマトスジグロシロチョウ *Pieris nesis japonica*			6	15.79	2	0.74	2	4.55			10	0.75
スジグロシロチョウ *Pieris melete melete*			15	39.47	10	3.70	2	4.55	20	5.71	47	4.94
スジボソヤマキチョウ *Gonepteryx aspasia niphonica*			2	5.26			1	2.27	2	0.57	5	0.63
モンキチョウ *Colias erate poliographus*			3	7.89	4	1.48			2	0.57	9	0.94
ゴイシシジミ *Taraka hamada hamada*									2	0.57	2	0.13
ウラゴマダラシジミ *Artopoetes pryeri pryeri*			4	10.53	3	1.11			2	0.57	9	0.63
カラスシジミ *Fixsenia w-album fentoni*			4	10.53	4	1.48	4	9.09	27	7.71	39	4.75
スギタニルリシジミ *Celastrina sugitanii sugitanii*					1	0.37					1	0.13
ヒメシジミ *Plebejus argus micrargus*									17	4.86	17	1.13
サカハチチョウ *Araschnia burejana strigosa*			1	2.63	2	0.74	2	4.55	6	1.71	11	1.38
ヒメアカタテハ *Vanessa cardui cardui*			1	2.63							1	0.06
アカタテハ *Vanessa indica indica*									1	0.29	1	0.13
キタテハ *Polygonia c-aureum c-aureum*					1	0.37					1	0.13
シータテハ *Polygonia c-album hamigera*			2	5.26	2	0.74	1	2.27	2	0.57	7	0.63
エルタテハ *Nymphalis l-album samurai*	1	1.00									1	0.13
ヒオドシチョウ *Nymphalis xanthomelas japonica*					1	0.37			3	0.86	4	0.31
キベリタテハ *Nymphalis antiopa asopos*	4	4.00	1	2.63	1	0.37			1	0.29	7	0.88
コヒオドシ *Aglais urticae esakii*			2	5.26	2	0.74	5	11.36	2	0.57	11	1.00
ルリタテハ *Kaniska canace ishima*									2	0.57	2	0.19
コヒョウモン *Brenthis ino tigroides*			3	7.89			2	4.55			5	0.38
ウラギンスジヒョウモン *Argyronome laodice japonica*									1	0.29	1	0.06
オオウラギンスジヒョウモン *Argyronome ruslana ruslana*			1	2.63							1	0.13
メスグロヒョウモン *Damora sagana liane*	1	1.00	12	31.58					1	0.29	14	1.69
ミドリヒョウモン *Argynnis paphia tsushimana*					2	0.74	6	13.64	28	8.00	36	4.38
ギンボシヒョウモン *Speyeria aglaja fortuna*			5	13.16	5	1.85					10	1.06
イチモンジチョウ *Ladoga camilla japonica*					1	0.37					1	0.13
オオイチモンジ *Limenitis populi jezoensis*			1	2.63					2	0.57	3	0.19
コムラサキ *Apatura metis substituta*	1	1.00	10	26.32	4	1.48	13	29.55	22	6.29	50	3.38
ツマジロウラジャノメ *Lasiommata deidamia interrupta*									2	0.57	2	0.25
クロヒカゲ *Lethe diana diana*	4	4.00	4	10.53					23	6.57	31	2.63
ヒカゲチョウ *Lethe sicelis sicelis*	2	2.00	3	7.89	1	0.37			5	1.43	11	0.75
ヒメキマダラヒカゲ *Zophoessa callipteris callipteris*	6	6.00	4	10.53	14	5.19	3	6.82	19	5.43	46	5.31
ヤマキマダラヒカゲ *Neope niphonica niphonica*	3	3.00	7	18.42	20	7.41	1	2.27	62	17.71	93	10.06
アサギマダラ *Parantica sita niphonica*			1	2.63					2	0.57	3	0.31
コチャバネセセリ *Thoressa varia varia*			2	5.26	2	0.74			24	6.86	28	1.94
オオチャバネセセリ *Polytremis pellucida pellucida*									2	0.57	2	0.25
イチモンジセセリ *Parnara guttata guttata*			12	31.58	1	0.37			10	2.86	23	1.56
個体数合計	23	23.00	107	281.58	84	31.11	44	100.00	296	84.57	554	54.38
種数	9		25		22		14		31		41	

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[8]。

表 3　上高地の定点観測で確認されたチョウの種類と個体数

種　　名	温泉ホテル前			山岳総研ステーション前							総計
	7/24	7/30		7/30							
	13:40	13:40	合計	8:30	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	合計	
ミヤマカラスアゲハ *Papilio maackii maackii*							1			1	1
ヤマトスジグロシロチョウ *Pieris nesis japonica*	1	2	3	2				1		3	6
スジグロシロチョウ *Pieris melete melete*						1				1	1
スジボソヤマキチョウ *Gonepteryx aspasia niphonica*						1	2	2	2	7	7
モンキチョウ *Colias erate poliographus*	2	1	3								3
ゴイシシジミ *Taraka hamada hamada*		1	1	1						1	2
カラスシジミ *Fixsenia w-album fentoni*	2	3	5								5
ヒメシジミ *Plebejus argus micrargus*	2	2	4			1		1		2	6
アカタテハ *Vanessa indica indica*		1	1	1						1	2
シータテハ *Polygonia c-album hamigera*						1				1	1
エルタテハ *Nymphalis l-album samurai*						1				1	1
コヒオドシ *Aglais urticae esakii*				2	1	1	1			5	5
クジャクチョウ *Inachus io geisha*								1		1	1
コヒョウモン *Brenthis ino tigroides*				1	1	3	1	1	1	8	8
ミドリヒョウモン *Argynnis paphia tsushimana*	1	2	3								3
ギンボシヒョウモン *Speyeria aglaja fortuna*				1						1	1
イチモンジチョウ *Ladoga camilla japonica*				1	1					2	2
コムラサキ *Apatura metis substituta*		1	1	2	1	2	4	1	2	12	13
クロヒカゲ *Lethe diana diana*					2		1		3	6	6
ヒカゲチョウ *Lethe sicelis sicelis*				1	1	1		2	1	6	6
ヒメキマダラヒカゲ *Zophoessa callipteris callipteris*		1	1		2	3				5	6
ヤマキマダラヒカゲ *Neope niphonica niphonica*						2			1	3	3
コチャバネセセリ *Thoressa varia varia*	9	4	13	11	8	10		5	4	38	51
イチモンジセセリ *Parnara guttata guttata*	2		2	3				3	4	10	12
個体数合計	19	18	37	26	17	27	10	17	18	115	152
種数	7	10	11	11	8	12	6	9	8	21	24

チョウの分類体系は白水（2006）に沿った[8]。

表 4　上高地と長野県産チョウの科別種数の比較

科名	上高地		長野県*	
	種数	%	種数	%
アゲハチョウ科	3	7.3	12	8.1
シロチョウ科	5	12.2	13	8.7
シジミチョウ科	5	12.2	45	30.2
テングチョウ科	0	0.0	1	0.7
マダラチョウ科	1	2.4	1	0.7
タテハチョウ科	19	46.3	37	24.8
ジャノメチョウ科	5	12.2	20	13.4
セセリチョウ科	3	7.3	20	13.4
合計	41	100	149	100

*浜ら（1996）による[1]

表 5　上高地と長野県産チョウの生息区分別種数の比較

生息区分	上高地		長野県*	
	種数	%	種数	%
高山	3	7.3	10	6.7
高原	22	53.7	52	34.9
里山	10	24.4	58	38.9
河畔・郊外	4	9.8	22	14.8
市街地	2	4.9	7	4.7
合計	41	100	149	100

*浜ら（1996）による[1]

表 6　上高地における優占上位10種と全個体数に占める割合

種名	生息区分	個体数	%
ヤマキマダラヒカゲ	高原	93	16.8
コムラサキ	河畔・郊外	50	9.0
スジグロシロチョウ	河畔・郊外	47	8.5
ヒメキマダラヒカゲ	高原	46	8.3
カラスシジミ	高原	39	7.0
ミドリヒョウモン	里山	36	6.5
クロヒカゲ	高原	31	5.6
コチャバネセセリ	高原	28	5.1
イチモンジセセリ	市街地	23	4.2
ヒメシジミ	高原	17	3.1

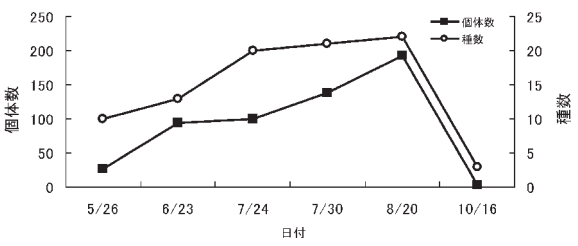

図 2　上高地におけるチョウ類群集の種数と個体数の季節変動

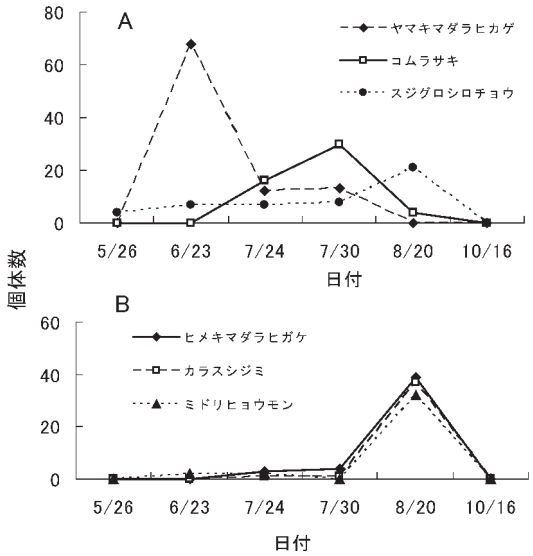

図３　上高地における優占６種の季節変動
Ａ：優占１～３位種，Ｂ：優占４～６位種

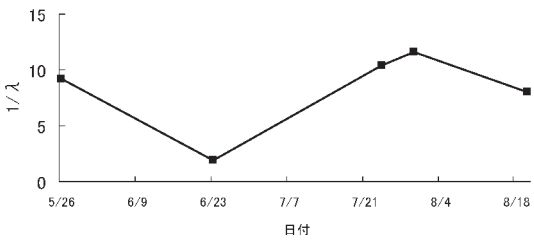

図４　上高地における Simpson の多様度指数 1/λ の季節変動

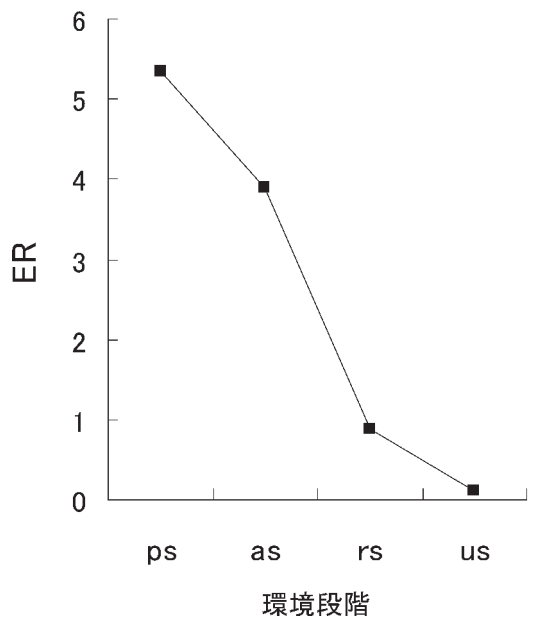

図５　上高地の環境階級図

表７　上高地における小ルート間の類似度指数 α

	B	C	D	E
A	0.349	0.587	0.229	0.514
B		0.599	0.476	0.557
C			0.387	0.798
D				0.497

４．類似度

全調査ルートについて，それぞれの小ルート間の類似度を Pianka の類似度指数 α[7]を用いて表７に示した。上高地においてはＣ－Ｅ間の類似度が0.798と最も高い値を示し，Ｂ－Ｃ，Ａ－Ｃと続いている。一方，Ａ－Ｂ，Ａ－Ｄ，Ｃ－Ｄ間が低い値を示した。また左岸のＡＢＣＤを込みにしたデータと右岸のＥの間での類似度は0.783と高い値を示した。

５．環境評価

環境評価指数 *EI*　*EI* 指数は，その値により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判断できる[10]。今回得られた *EI* 指数をこの分類基準にあてはめると，上高地の *EI* 値は100になり，「良好な林や草原」と判定された。

環境階級存在比 *ER*　環境階級存在比[13]を用いて，上高地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。上高地では ps に極めて高いピークをもち，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。これより原始的自然が強く残っているが，里山的環境も多いと判断できる。

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[1]が分類した生活区分，すなわち高山，高原，里山，河畔・郊外，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[6]を各ルートごとに用い，レーダーチャートに示した（図６）。これにより，それぞれの調査ルート間の環境別の多様性の違いを視覚的に把握することができる。

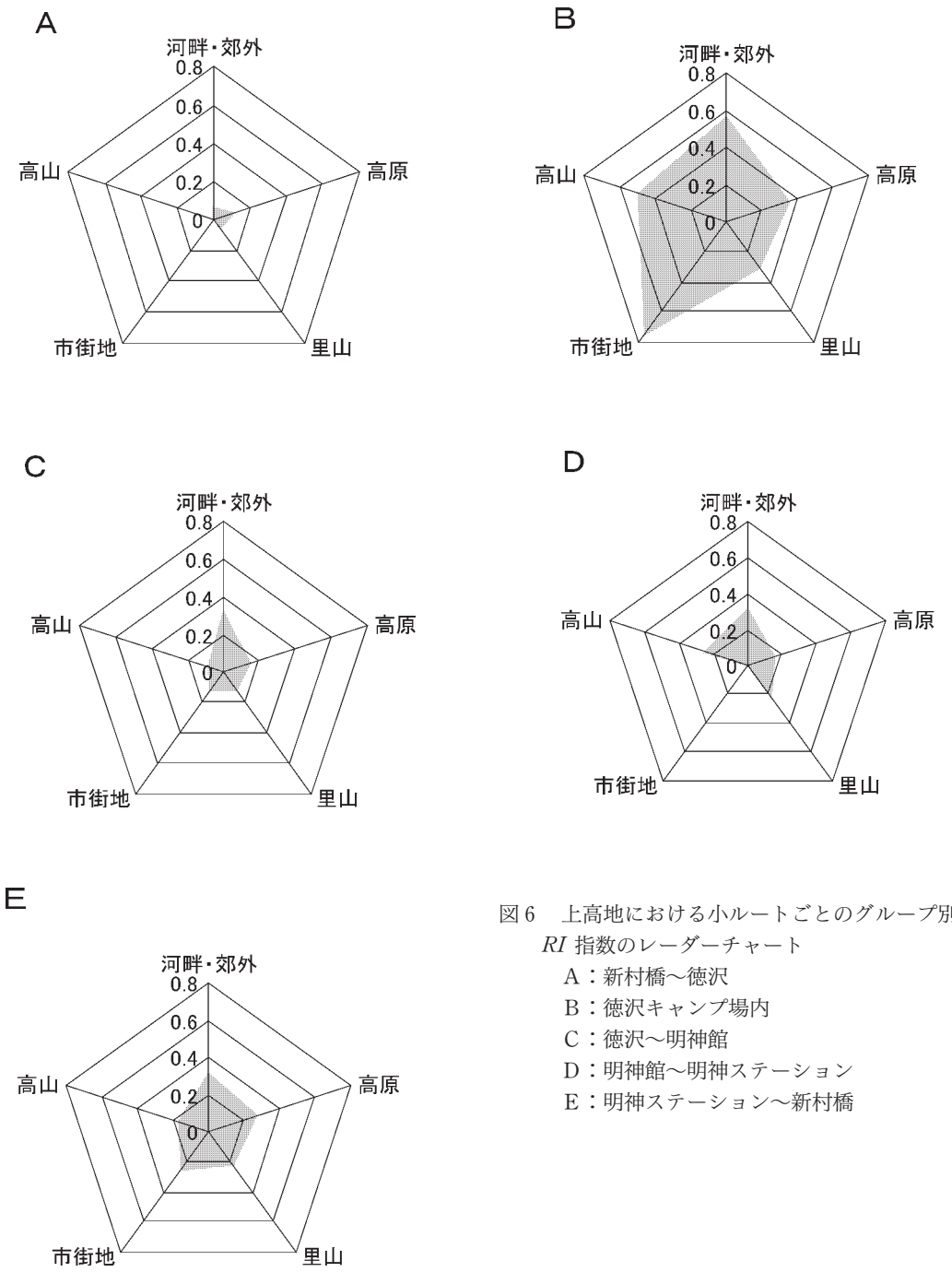

図 6　上高地における小ルートごとのグループ別 *RI* 指数のレーダーチャート
A：新村橋～徳沢
B：徳沢キャンプ場内
C：徳沢～明神館
D：明神館～明神ステーション
E：明神ステーション～新村橋

これによるとルートAでは高山性，市街地性の種が全く見られず，その他の区分の *RI* 値も低い値となった。Bでは調査距離が短いにもかかわらず，多くの種と個体数が確認されたため *RI* 値が全体的に高い値となった。特にイチモンジセセリ *Parnara guttata guttata* が多く見られたため市街地性の値が高かった。一方，Dでは市街地性の種が見られなかったが，その他の区分の値は高かった。Eはすべての区分でバランスよく値が高かった。また，高原性種の値が突出しているルートは無く，高原性種の値が最も高かったルートはAのみであった。

考　　察

1．上高地のチョウ類群集の特徴

全調査ルートの確認種の科別種数を見ると，タテハチョウ科の割合が高く，上高地では他の科と比較してタテハチョウ科のチョウ類が多く生息することがわかった（表 4）。一方，シジミチョウ科の割合

が長野県全体と比べて極端に低かった。これは，シジミチョウ科はトランセクト調査では発見確率が低下するためと考えられる。確認種の生息区分を見ると，高原性種が53.7%を占めていた（表５）。さらに科別割合の高かったタテハチョウのほとんどが高原性種であった。また，上位優占10種中６種が高原性種であり（表６），種数・個体数ともに高原性種の割合が高いことがわかった。一方，クモマベニヒカゲ，オオイチモンジ，コヒオドシの高山チョウが３種見られ，上高地は標高1500～1620mの亜高山帯であり，これらの高山チョウの生育に適していることがわかった。また上位優占２位のコムラサキと同３位のスジグロシロチョウが河畔・郊外性種であり，これは調査ルートが梓川沿いを通っていることを裏付けている。

環境評価指数 *EI* による環境の分類に従うと[10]，上高地地域は多自然に分類された。*EI* 法は里山から都市部にかけての身近な自然を対象にした指数であり，チョウ類の生息に不適な気象条件の厳しい高山・亜高山帯や原生林のチョウ相には適用できないとされているが，上高地は亜高山帯にもかかわらず比較的多くの種類が確認されたため，適切な評価になったものといえる。

一方，環境階級存在比 *ER* を用い環境評価を行ったところ[12]，ps をピークとしたグラフが描かれ，良好な環境が残された地域と判断できた。これは *EI* と同様に，高山性・高原性種が多く見られたことを裏付ける評価になった。

本調査では，５つのトランセクトルートのうちＢ，Ｃ，Ｅで種数，個体数が多かったのに対し，Ａでは明らかに少なかった（表２）。これは新村橋から徳沢に至る遊歩道には，日照が良くチョウ類の活動できるオープンスペースが無いためであると考えられる。ＣとＥの植生はともにサワグルミ－ハルニレ群落からなり，日当たりのよい河原に隣接するなど，微環境条件が似ているため類似度が高かったといえる。またＤはルート内において他の小ルートと異なった植生の環境であり明るい開けたルートであったため，アゲハチョウ科が多くタテハチョウ科が少ないなど，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比較的低くなった。

本調査では，すべてのルートでコムラサキ，ヒメキマダラヒカゲ，ヤマキマダラヒカゲが見られた。これは，これらの種が吸水のために集まる水溜りやぬかるみがすべてのルートに存在したためと考えられる。

２．過去の上高地のチョウ類群集との比較

田下ら（2006）[14]の1992年～1994年，2003年・2004年の確認種，山田ら（1984）[16]の1983年・1984年の確認種と比較すると，本調査の種構成は田下（2006）[14]とよく似ていた。今回の調査でのみ確認できた種はスギタニルリシジミ，キタテハ，ウラギンスジヒョウモン，オオウラギンスジヒョウモン，メスグロヒョウモン，イチモンジチョウの６種で，そのうち５種がタテハチョウ科であり３種が高原性種であった。今回確認できなかった種はモンシロチョウ，キチョウ，ベニシジミ，ツバメシジミ，ルリシジミ，アサマシジミ，テングチョウ，クジャクチョウ，ウラギンヒョウモン，クモマベニヒカゲ，ヒメウラナミジャノメ，ヒメキマダラセセリ，コキマダラセセリの13種であり，そのうち７種が里山性，河畔・郊外性種であった。全体的に見るとアゲハチョウ科はキアゲハ，カラスアゲハ，ミヤマカラスアゲハの３種で25年間変化は見られず，タテハチョウ科は年々増加しているが，シジミチョウ科やセセリチョウ科は減少している。さらに，高原性種も年々増加する傾向にあった。

上高地はかつて農牧業が行われていたが，1935年からは森林保護のため牧場が廃止され，現在では特別天然記念物となり，農林業生産活動は行われていない。したがって上高地は人的圧力から隔離され植生の遷移が進むことで，最近25年間に徐々に里山的環境を失い，高原性種の生息に適した環境に変化してきていると考えられる。

３．島々谷のチョウ類群集との比較

中村・前田[5]が行った島々谷および明神～徳本峠での確認種と比較して，今回の調査でのみ確認できた種は13種で，そのうち６種がタテハチョウ科，３種がシジミチョウ科であった。今回確認できなかった種は29種で，そのうち13種がシジミチョウ科，８種がタテハチョウ科であり里山性，河畔・郊外性種は合わせて21種であった。また百瀬[3]の確認種，蛭川[2]の1971年～2008年の確認種を加えると過去に上高地と島々谷では125種のチョウが確認されている。これをもとにチョウ類の生活区分ごとに，各調査での確認割合を示した（表８）。これを見ると本調査では高原性種が過去のデータの50%近くが確認されているのに対して，里山性や河畔・郊外性種の確認は少なく，過去のデータの20%ほどであった。一方，中村・前田[5]の調査では高原性，里山性，河畔・郊外性種が島々谷で50%近く確認され，これらの種が多いことがわかる。このことから島々谷は里山性種

表 8　上高地と島々谷の過去の調査データにおけるチョウ類の確認種数との比較

生息区分	本調査 (2009)		上高地[2] (1971～2008)		上高地[17] (1983，1984)		上高地[15] (1992～1994，2003，2004)		島々谷[4] (1953)		島々谷[6] (2006)		調査データを込みにした総計	
	種数	%	種数	%	種数	%	種数	%	種数	%	種数	%	種数	%
高山	3	30.0	9	90.0	4	40.0	3	30.0	7	70.0	3	30.0	10	100
高原	22	47.8	33	71.7	18	39.1	19	41.3	44	95.7	23	50.0	46	100
里山	10	20.8	21	43.8	11	22.9	9	18.8	46	95.8	23	47.9	48	100
河畔・郊外	4	26.7	8	53.3	6	40.0	3	20.0	15	100	8	53.3	15	100
市街地	2	33.3	4	66.7	1	16.7	3	50.0	6	100	1	16.7	6	100
合計	41	32.8	75	60.0	40	32.0	37	29.6	118	94.4	58	46.4	125	100

の生息に適した里山的環境に加えて，高原性種や河畔・郊外性種も広く生育していることがわかる。一方，上高地は島々谷と隣接してはいるが，里山性のシジミチョウがほとんど見られず，高原性種の生息に特に適した環境であるといえる。

本研究によって上高地は，タテハチョウ科，高原性種の生息に適した自然環境であることがわかった。また希少種も多く見られ，成虫のみならず卵・幼虫などを違法な採集者から保護していくことが重要である。さらに高山帯・亜高山帯は地球温暖化の影響を受けやすいといわれており，今後も継続的にチョウ類群集のモニタリング調査を行い，上高地の貴重な自然の保全活動に役立てる必要がある。

引用文献

1) 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，P.288.
2) 蛭川憲男（2008）100年間の上高地から槍ヶ岳の蝶．ほおずき書籍，長野，P.248.
3) 百瀬武夫（1953）長野県の蝶類とその採集地Ⅶ．島々谷の蝶類．信州昆虫学会会報・特集号：1-12.
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・前田剛志（2008）長野県の島々谷および上高地明神から徳本峠におけるチョウ類群集について．信州大学環境科学年報　30：48-56.
6) 中村寛志・豊嶋　弘（1995）チョウの分布から見た環境評価―*RI* 指数を利用した香川県の例について―．環動昆　7：1-12.
7) Pianka, E.R. (1973) The structure of lizard communities. Annual Review of Ecology and Systematics 4 : 53-74.
8) 白水　隆（2006）日本産蝶類標準図鑑．学習研究社，東京都，P.336.
9) Simpson E.H. (1949) Measurement of diversity. Nature 163 : P.668.
10) 巣瀬　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，83-90．日本鱗翅学会・日本自然保護協会，大阪.
11) 巣瀬　司（1996）トランセクト調査による環境評価．昆虫と自然　31(14)：9-12.
12) 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.
13) 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(2)：73-88.
14) 田下昌志・丸山　潔・中村寛志・小林久夫（2006）長野県上高地地区におけるチョウ類群集を用いた治水工法の評価の試み．環動昆　16(4)：157-166.
15) 田下昌志・西尾規孝・丸山　潔編（1998）長野県産チョウ類動態図鑑．文一総合出版，東京.
16) 山田哲雄・亀山　章・中堀謙二・吉田利男・上原武則・今西貞夫（1984）上高地の自然．上高地自然教室，松本，P.124.
17) 吉田宗弘・平野裕也・高波雄介（2004）東京都武蔵野地域の都市公園のチョウ類群集．環動昆第15巻第 1 号：1-12.

Seasonal change of the butterfly community and the environmental evaluation on Kamikochi in Nagano Prefecture

Hitoshi YAMANE, Nobuhiro KINPARA, Keiko KODA and Hiroshi NAKAMURA
Education and Research Center of Alpine Field Science, Faculty of Agriculture,
Shinshu University, Minamiminowa, Nagano 399-4598, Japan

Summary

Seasonal changes of the butterfly community at Kamikochi in Nagano Prefecture were investigated and the environments were evaluated by structural analysis of the butterfly community. Six investigations were done along the walking road in Kamikochi of about 8.0 km using transect counts in period from May 26 to October 16 in 2009. Three investigations were done using fixed point counts on July 24 and July 30 in 2009. From transect counts, forty-one species of 7 families and 554 individuals could be confirmed in these investigations and the mean individuals per one investigation were 54.4. On the other hand, twenty-four species of 6 families and 152 individuals were observed from fixed point counts. Butterflies inhabiting in the highland accounted for 53.7% and three alpine species *Anthocharis cardamines isshikii*, *Limenitis populi jezoensis* and *Aglais urticae esakii* were observed. Dominant species were *Neope niphonica niphonica*, *Apatura metis substituta* and *Pieris melete melete*. The average value of Simpson's diversity was 8.22. The value of *EI* of Kamikochi index was 100, indicating a favorable natural environment for butterflies. Existence ratio of environmental stage (*ER*) indicated that the study areas could be classified as in a "primitive stage". It was indicated by comparing survey records in Kamikoch since 1984 and Shimshima Valley that the ratio of alpine and nymphalid butterflies were increasing.

Key word : butterfly community, transect counts, Kamikochi, nymphalid butterflies, the highland species