

## 南アルプス北岳と仙丈ヶ岳周辺のチョウ類群集の定量的調査

有本 実・中村寛志

信州大学農学部AFC昆虫生態学研究室

(受領 2005年12月2日；受理 2007年1月19日)

Quantitative investigation of butterfly communities at Mt. Kita and Mt. Senjo in the Southern Japan Alps. Minoru Arimoto and Hiroshi Nakamura. Laboratory of Insect Ecology AFC, Faculty of Agriculture, Shinshu University, Minamiminowa 8304, Nagano 399-4598, Japan

### Abstract

A quantitative investigation of butterfly communities was conducted using transect and fixed point counts in alpine zones of Mt. Kita and Mt. Senjo in the Southern Japan Alps in July and August of 2002 and 2003. From transect counts at Mt. Kita, we observed a total of 164 individuals (corrected numbers 31.55/km/transect count) comprising 15 species of butterflies in the Tanisuji route and a total of 96 individuals (corrected nos. 8.26) comprising 14 species in the Ryosen route (only July data). The dominant species were *Erebia nipponica* Janson in the Tanisuji route and *Pieris napi* (Linnaeus) in the Ryosen route. By transect counts at Mt. Senjo, we observed a total of 139 individuals (corrected nos. 21.72) comprising 16 species of butterflies in the Umanose route and a total of 246 individuals (corrected nos. 18.12) comprising 9 species in the Senjo route. The dominant species were *Inachis io* (Linnaeus) in the Umanose route and *Papilio machaon* Linnaeus in the Senjo route. Characteristic butterfly communities in the Southern Japan Alps were of alpine and nymphalid butterflies. Fixed point counts showed that most butterflies appeared in the morning but abruptly disappeared in afternoons when there was bad weather. The correlation coefficient between the number of observed individuals and the luminous intensity (lux) indicated a highly positive relationship. The dominant species observed by fixed point counts were *E. nipponica* on Mt. Kita, and *E. nipponica* in a sub alpine zone and *I. io* in an alpine zone on Mt. Senjo. The method of monitoring butterflies in an alpine zone was discussed.

**Key words :** Butterfly community, Mt. Kita, Mt. Senjo, Transect count, Fixed point count, Luminous intensity

南アルプスの亜高山帯から高山帯におけるチョウ類群集を定量的に把握することを目的とし、2002年と2003年の7・8月に北岳と仙丈ヶ岳において、トランセクト法と定点調査によるチョウ類群集の調査を実施した。北岳のトランセクト調査では、谷筋ルートで7・8月の合計15種164個体(補正個体数31.55/km/調査)、稜線ルートでは7月のみで14種96個体(補正個体数8.26)を確認した。優占種はそれぞれベニヒカゲとエゾスジグロシロチョウであった。仙丈ヶ岳のトランセクト調査では、馬ノ背ルートで合計16種139個体(補正個体数21.72)、仙丈ルートで合計9種246個体(補正個体数18.12)を確認した。優占種はそれぞれクジャクチョウとキアゲハであった。これより南アルプス山岳域のチョウ類相の特徴は、高山蝶とタテハチョウ類であるといえる。定点調査では、何れの調査地でもチョウの出現は午前中で、午後には天候が悪くなり激減し、出現個体数は照度との間に強い相関が見られた。定点調査の優占種は北岳では2箇所ともベニヒカゲ、仙丈ヶ岳においては亜高山帯ではベニヒカゲで高山帯ではクジャクチョウであった。山岳域におけるチョウ類群集の定量的モニタリング手法について検討した。

\*Corresponding author : insect2@gipmc.shinshu-u.ac.jp

## 緒 言

本州中部山岳地帯には、氷河期の遺存種である高山生物相によって構成された独自の閉鎖的生態系が残されている(日浦, 1980)。このような原生自然が見られる山岳地域の多くは国立公園(上信越高原・秩父多摩・中部山岳・南アルプス)や国定公園, 県立自然公園, また天然保護区域(黒部峡谷・上高地・黒岩山)などに指定されている。国立公園内の特別保護地区と天然保護区域では一切の動植物の採集が禁止され, 山岳域における貴重な動植物の保護と環境の保全が図られている。特に長野県では田淵(1959)が研究した高山蝶10種については, 1975年に天然記念物に指定され, さらに2004年には長野県版レッドデータブックに掲載された(長野県生物多様性研究会, 2004)。また2006年にはオオイチモンジ *Limnitis populi* (Linnaeus) やミヤマシロチョウ *Aporia hippia* (Bremer) など一部の高山蝶は指定希少野生動植物となり捕獲が禁止され, 県条例によって保護されるようになった。

しかし近年, スーパー林道の開設や快適な山小屋・登山道などが整備され山全体が観光産業化し, また中高年の登山ブームの到来に伴い, 多くの人々が高山帯に入るようになった。そのためゴミ・残飯・し尿処理など山岳域の過剰利用における問題や踏みつけによる植生破壊など, 高地生態系の異変が指摘されている(信濃毎日新聞社, 1995)。さらに最近では中部山岳域におけるハイマツ帯の枯損が広がり, 地球温暖化との関連が指摘されている(中部森林管理局・日本林業技術協会, 2003)。それゆえ山岳域における動植物のモニタリング調査や環境評価を実施し, 山岳環境の変化を定量的に把握することが急務となっている。

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, 個体数のカウントもしやすいという利点から, トランセクト法による定量調査手法が確立されてきた(山本, 1988, 1998; 石井, 1993; 矢田, 1996)。またチョウ類は他の生物と比較して生態的知見が豊富なため, 種ごとに生息分布度や環境指標値を設定した様々な環境評価手法が提案され(田中, 1988; 巢瀬, 1993, 1996; 田下・市村, 1997; 中村, 2000), 実際に都市近郊や里山環境において, チョウ類群集のデータを基にした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(桜谷・藤山, 1991; 石井ら, 1995; 中村・豊嶋, 1995; 吉田, 1997; 本田, 1997; 関谷, 1998; 北原, 1999; 石井, 2001)。

一方, 高山帯から亜高山帯にかけての山岳環境においては, これまでチョウ類の分布調査や高山蝶の生理・生態に関する研究が主で(江崎, 1952; 小山, 1957; 田淵, 1959; 高橋, 1963, 1975; 黒沢, 1979; 渡辺, 1986), 定量的モニタリング調査は北アルプスの蝶ヶ岳における調査

報告がある程度で, ほとんど実施されていないのが現状である(田下・市村, 1997)。

本研究では, 南アルプスにおける高山帯から亜高山帯の高標高域でのチョウ類の群集を, 定量的に把握することを目的とし, 南アルプスの北岳と仙丈ヶ岳においてトランセクト法と定点調査という2つの手法を用いて調査を実施した。加えて, 山岳域におけるチョウ類群集の定量的モニタリング手法について考察を行ったものである。

本文に先立ち, 国有林内での調査を快く許可いただいた南信森林管理署および仙丈ヶ岳の調査の折に, 大変便宜を図って頂いた仙丈小屋の宮下 隆・みゆき夫妻に厚く謝意を表す。なお本報告は平成15年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2)課題番号15510191)による研究の一部である。

## 調査地と調査方法

## 1. 調査地

調査地は南アルプス国立公園内の北岳(標高 3,192.4 m, 山梨県南アルプス市)と仙丈ヶ岳(標高 3,032.7 m, 長野県伊那市長谷)に設定した。以下に各地点の調査ルートと定点調査の方法および調査地の植生などを記す。

## (1) 北岳

北岳は国内第二の高峰で, 南アルプスでは特に高山植物が豊富な山域である。調査は北岳の登山口である広河原から大樺沢に沿って 3.7 km 上流地点の二俣(2,220 m)

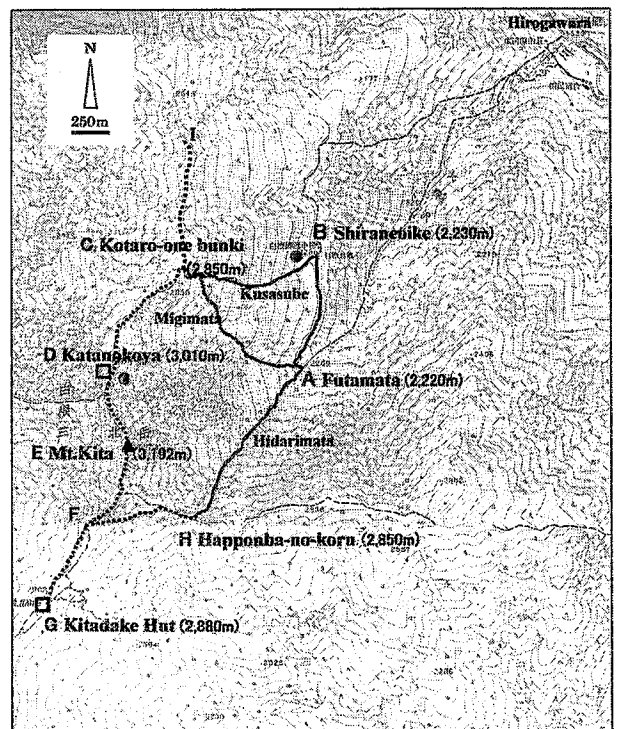


Fig. 1 Map of the survey area on Mt. Kita. Solid line, Tanisuji route; dotted line, Ryosen route; ●, fixed point for survey; □, mountain hut.

を起点として、北岳山頂を経て北岳山荘 (2,880 m) に至るまでの複数の登山道に沿って実施した。さらに登山道を亜高山帯を含む谷筋ルートと高山帯の稜線ルートに区分し、また定点調査のために2つの地点を設定した (Fig. 1)。

**谷筋ルート** 二俣から左俣コースで八本歯のコル (標高 2,850 m) まで約 1.3 km, 二俣から右俣コースで小太郎尾根分岐 (2,850 m) まで約 1.6 km, 二俣から白根御池 (2,230 m) を経て草スベリコースで小太郎尾根分岐まで約 2.5 km の登山道での調査のデータをまとめて谷筋ルートとした。

左俣コースは大樺沢の雪渓周辺にミヤマキンバイやミヤマキンボウゲが群生し、上部の登山道は梯子がかけられた急登の岩場であった。右俣と草スベリコースはダケカンバの灌木帯を抜けると開放された急斜面の草が広がり、ミヤマハナシノブやヤナギランなど多くの高山植物が開花していた。

**稜線ルート** 北岳山荘から北岳山頂を経て肩ノ小屋 (標高 3,010 m) まで約 2.4 km, 北岳山荘から八本歯ノコルまで約 1.4 km, 肩ノ小屋から小太郎尾根 (2,650 m) まで約 2.3 km の稜線上の登山道における調査データを稜線ルートとしてまとめた。

森林限界を越えた高山帯ではハイマツが出現し、稜線上の岩礫地にはシコタンソウやイワベンケイなどが多く開花していた。また山頂周辺は石灰岩地が広がり、キタダケトリカブトやタカネビランジといった南アルプスの特産種など、多様な高山植物が大群落を形成していた。

**定点調査** 調査地点として谷筋ルートに対応して白根御池周辺と、稜線ルートに対応して肩ノ小屋水場斜面の2カ所を設定した (Fig. 1)。白根御池周辺のテントサイトは表土が剥き出しであったが、定点調査範囲の大部分は花畑が広がっていた。また肩ノ小屋水場斜面は、タカネヤハズハハコやキタダケトリカブトなどの広範囲な花畑であった。

## (2) 仙丈ヶ岳

仙丈ヶ岳は山頂直下に3箇所のカール地形が見られ、いずれにも大規模な花畑が広がっている。また北岳とともに、日本百名山 (深田, 1964) の一峰に数えられ、1年を通して多くの登山客で賑わっている。調査は、馬ノ背と仙丈ヶ岳にいたる登山道に沿って設定した2つのルートで実施し、さらに2つの定点調査地点を設定した (Fig. 2)。

**馬ノ背ルート** 藪沢新道の標高 2,540 m 付近から馬ノ背ヒュッテを経て標高 2,716 m の馬ノ背三角点まで、片道 1.6 km の調査ルートを設定した。藪沢沿いはハクサンイチゲなど多くの花が見られたが、藪沢新道下部では、調査を行った 2003 年は8月中旬まで雪渓で覆い尽くされ通行不可能な状態であった。また馬ノ背ヒュッテ周辺は、ダケカンバの林床にマルバダケブキの群落が形成さ

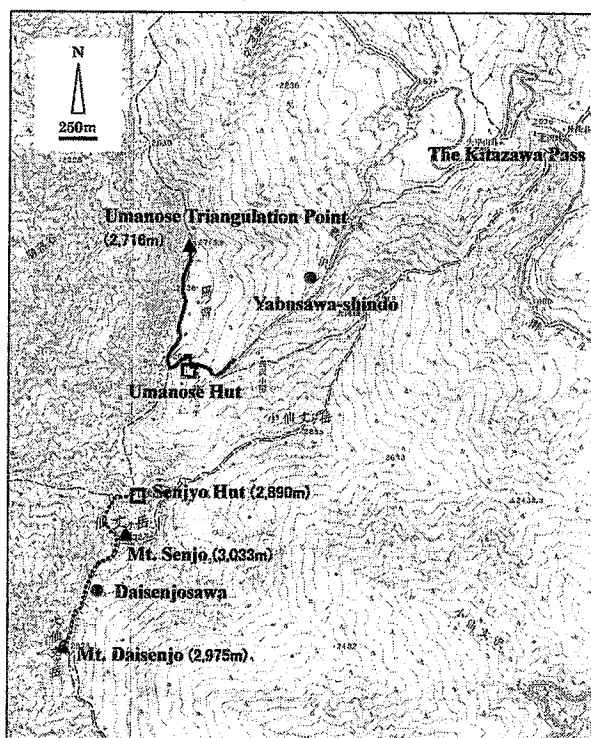


Fig. 2 Map of the survey area on Mt. Senjo  
Solid line, Umanose route; dotted line, Senjo route;  
●, fixed point for survey; □, mountain hut.

れていた。一方、馬ノ背付近はなだらかな尾根筋のハイマツ帯になり、ルート上は平坦な砂礫地が広がっていた。

**仙丈ルート** 仙丈小屋 (2,890 m) から仙丈ヶ岳山頂を経て大仙丈ヶ岳 (2,975 m) まで、片道 1.4 km の調査ルートを設定した。仙丈小屋から仙丈ヶ岳山頂に至る登山道はほとんど瓦礫状であり、礫の隙間からタカネツメクサやチシマギキョウなど多くの高山植物が開花していた。仙丈ヶ岳山頂から大仙丈ヶ岳にかけては瘦せた岩尾根が続くが、大仙丈沢の源頭部付近は、小規模な草原状の花畑が広がっていた。

**定点調査** 調査地点として馬ノ背ヒュッテにいたる藪沢新道の標高 2,300 m 付近と標高 2,970 m にある大仙丈沢源頭の花畑の2カ所を設定した (Fig. 2)。藪沢新道の調査地点はダケカンバなどの灌木の下に草が広がり、様々な花が咲いていたが、調査時にはまだ一部雪渓が残っていた。また大仙丈沢源頭の花畑は草が広がり、仙丈ヶ岳高山帯のなかでは最も花が多いところであった。

## 2. 調査時期

北岳は 2002 年 7 月 23~27 日と 8 月 20~26 日、仙丈ヶ岳は 2003 年 7 月 25 日~8 月 2 日、8 月 11~15 日、8 月 21~27 日に入山して、その期間中の好天候時に調査を実施した。2002 年の北岳調査期間中は天候が不安定であったため、予定したコースの一部しか調査できな

**Table 1** Outline of butterfly survey in the Southern Alps

Area (Year)	Method	Survey route/point (Altitude)	Servey date	Time	Distance (km)	Route** or temperature
Mt. Kita (2002)	Transect count	Tanisuji route (2,220 - 2,850m)	July 25	8:00-9:45	1.3	H⇒A
			July 27	7:10-8:45	2.5	C⇒B⇒A
			August 20	11:30-12:05	0.7	C⇔A (in part)
			August 20	12:15-12:40	1.2	A⇒B
			August 22	8:15-10:22	1.6	A⇒C
			August 26	8:30-9:43	1.6	C⇒A
			Total	7hrs 40min	8.9	
			July 24	8:35-11:42	4.6	D⇔C⇔I
			July 24	12:00-14:25	2.4	D⇒E⇒F⇒G
			July 24	9:00-13:30	2.4	E⇒F⇒H⇒F⇒G
	Ryosen route (2,850 - 3,192m)	July 25	6:10-8:00	1.4	G⇒F⇒H	
	July 26	7:40-9:10	0.5	D⇒E (in part)		
	July 26	9:14-11:54	3.0	D⇒E⇒F⇒G		
	July 26	12:17-14:30	2.7	G⇔H (in part)		
	Total	18hrs 15min	17.0			
Fixed point count	Shiraneoiike (2,230 - 2,330m)	August 21	6:00-16:22			
	Katanokoya (2,910 - 3,010m)	August 25	6:00-16:26			
Mt. Senjo (2003)	Transect count	Umanose route (2,540 - 2,716m)	July 26	8:00-9:55	3.2	
			July 26	10:15-12:00	3.2	
			July 28	8:00-9:30	3.2	Temp : below 12°C
			July 28	10:00-11:25	3.2	Temp : below 12°C
			August 11	10:00-12:26	3.2	
			August 23	10:20-12:25	3.2	
			Total	11hrs 6min	19.2 (12.8*)	
			July 31	6:00-8:20	2.8	
			July 31	8:30-10:40	2.8	
			July 31	11:00-13:21	2.8	
	August 1	6:00-8:13	2.8			
	August 1	8:30-10:35	2.8			
	August 1	11:00-13:21	2.8			
	Senjo route (2,890 - 3,033m)	August 12	11:30-13:33	2.8	Temp : below 12°C	
	August 13	6:00-8:10	2.8	Temp : below 12°C		
	August 13	8:30-10:46	2.8			
	August 13	11:00-13:05	2.8			
	August 23	7:50-9:40	2.8			
August 23	14:05-15:02	1.5	Mt.Senjo⇒Mt.Daisenjo			
Total	24hrs 51min	32.3 (26.7*)				
Fixed point count	Yabusawa-shindo (2,250 - 3,330m)	August 25	6:00-17:00			
	Daisenjosawa (2,970m)	August 22	6:00-17:00			

\* : Total distance except data below 12°C

\*\* : See Figs.1 & 2

かった場合もあった。トランセクト調査と定点調査の実施日時および調査ルートなどを **Table 1** に示した。

### 3. 調査方法

トランセクト調査 調査は上述したルートを一定の速度で歩き、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。目視で同定できない種のみネットで捕獲し、同定した後に放逐した。ただし標高 2,600 m 以上の調査ルートは、南アルプス国立公園特別保護地区に入り捕獲できないため、双眼鏡を用いて同定した。同定できなかった個体については記録から除外したが、仙丈ヶ岳の調査では同定できなかった個体は全てエルタテハ *Nymphalis vaualbum* (Denis & Schiffermuller)、ヒオドシチョウ *Nymphalis xanthomelas* (Denis & Schiffermuller)、クジャクチョウ *Inachis io* (Linnaeus) およびビヨウモンチョウ類のいずれかであると判別できたため、それぞれ「タテハ類」「ヒヨウモン類」として個体数をカウントした。トランセクト調査は、可能な限り晴天時の午前中を選んで実施した。

定点調査 山岳域における花畑のチョウ類の日周活動を定量的に把握するため、上述した4つの調査地点において定点調査を実施した。北岳の白根御池周辺と肩ノ小屋水場斜面では、午前6時から午後4時まで1時間毎に計11回、標高差約100mの斜面に広がる花畑の中の短いルート(250m)を往復し、目撃したチョウの種名と個体数を記録した。また仙丈ヶ岳の藪沢新道では、登山道100mの範囲を30分毎に計22回往復した。大仙丈沢源頭の花畑のみは調査範囲を見渡せる定点に留まり、10分間隔で調査した。調査地点により方法が異なったのは、地形や植生、登山客の込み具合などからその調査地点に最も適している方法を採用したためである。

すべての定点で調査インターバルごとに天候、温度(°C)、照度(lux)、風速(m/s)を測定した。照度の計測には Sansyo Sun Illumind SLX-1332 を使用し、風速の測定には、北岳ではいすゞピラム型携帯用風向風速計を、仙丈ヶ岳では Custom Wind Speed Meter CW-20 を使用した。

### 4. 調査データの解析

トランセクト調査で得られた観察個体数は、種ごとにそれぞれルート単位で月別に集計した。ルートごとに設定した距離や月ごとの調査回数が異なっているため、調査ごとに1kmあたりの個体数に換算した値を月ごとに合計し、その月の調査回数で除した補正個体数(個体数/km/調査回数)を算出した。また2003年の仙丈ヶ岳調査において、気温12°C以下の時に行った4回のトランセクト調査(**Table 1**)ではいずれも確認個体は

なく、解析データから除外した。

以下この補正個体数を用いて調査地域や種間の比較を行い、さらに群集の種多様度を表す Shannon 関数( $H'$ )と群集間の重複度を示す Pianka の  $\alpha$  指数を算出した(小林, 1995)。

## 結 果

### 1. 北岳

#### (1) 個体数と種構成

**Table 2** に北岳におけるトランセクト調査で確認したチョウの種名と個体数および多様度指数( $H'$ )を、月別・ルート別に示した。谷筋ルートでは7月・8月で6回の調査を行い、合計6科15種164個体(補正個体数31.55)、稜線ルートでは7月のみ7回の調査を行い、合計6科14種96個体(補正個体数8.26)のチョウ類を確認した。

谷筋ルートでは7月より8月の個体数が約4倍も多かったが、8月はベニヒカゲ *Erebia niponica* Janson が極端に多く出現しており、 $H'$ の値は逆に小さかった。7月の稜線ルートでは、7月の谷筋ルートと比較して種数が多く、 $H'$ も高い値であった。

北岳トランセクト調査で確認したチョウ類の優占種は、谷筋ルートでは7・8月ともにベニヒカゲで、8月にはクモマベニヒカゲ *Erebia ligea* (Linnaeus) が次に多かった。この2種のみで全確認個体数の88%を占めた。一方、稜線ルートではエゾスジグロシロチョウ *Pieris napi* (Linnaeus)、キアゲハ *Papilio machaon* Linnaeus、クジャクチョウが優占種であった(**Table 2**)。キアゲハは北岳山頂や肩ノ小屋前のテラスで多数確認し、占有行動が見られた。

#### (2) 定点調査

2002年8月21日に亜高山帯の白根御池小屋周辺で行った定点調査では、合計4科11種62個体のチョウ類が確認された(**Table 3**)。優占種はベニヒカゲ、クジャクチョウ、クモマベニヒカゲであった。**Fig. 3**に1時間ごとに確認したチョウの種数・個体数、優占種の個体数および測定した気象データの推移を示した。チョウの出現のピークは午前10時で、12時には登山道の岩礫の上で日光浴をしているベニヒカゲやクジャクチョウを多数確認したが、午後にはほとんど見られなくなった。調査当日は午前5時41分に調査地に日が射し、10時頃までは快晴、10時半頃に上空に雲が出始め、11時半から調査終了時までほとんど日射は遮られた。

同様に8月25日に高山帯の肩ノ小屋の水場斜面で行った定点調査では、5科7種253個体と種数は少ないが、白根御池小屋周辺の4倍以上の個体数が確認された(**Table 3**)。最も多かったのはベニヒカゲ、次いでクモマベニヒカゲであり、この2種のみで全体の95%以上

**Table 2** Species and the numbers of butterflies found by transect counts in Mt. Kita

Species	Tanisuji route						Ryosen route	
	July		August		Total		July	
	Corrected nos.*	Observed nos.	Corrected nos.*	Observed nos.	Corrected nos.*	Observed nos.	Corrected nos.*	Observed nos.
Papilionidae								
<i>Papilio machaon</i> Linnaeus	0	0	0.31	2	0.31	2	2.13	32
<i>Papilio bianor</i> Cramer	0	0	0	0	0	0	0.06	1
Pieridae								
<i>Eurema hecabe</i> (Linnaeus)	0	0	0	0	0	0	0.05	1
<i>Pieris napi</i> (Linnaeus)	0.20	1	0.16	1	0.36	2	2.15	10
Lycaenidae								
<i>Lycaena phlaeas</i> (Linnaeus)	0	0	0.36	1	0.36	1	0	0
<i>Celastrina argiolus</i> (Linnaeus)	0	0	0	0	0	0	0.06	1
Nymphalidae								
<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus)	0	0	0.36	2	0.36	2	0	0
<i>Fabriciana adippe</i> (Denis & Schiffermüller)	0	0	0	0	0	0	0.32	2
<i>Araschnia burejana</i> Bremer	0	0	0.21	1	0.21	1	0	0
<i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus)	0	0	0.16	1	0.16	1	0	0
<i>Nymphalis vai-album</i> (Denis & Schiffermüller)	0.20	1	0	0	0.20	1	0.59	8
<i>Nymphalis antiopa</i> (Linnaeus)	0	0	0.16	1	0.16	1	0	0
<i>Nymphalis xanthomelas</i> (Denis & Schiffermüller)	0.40	2	0.16	1	0.56	3	0.85	10
<i>Kaniska canace</i> (Linnaeus)	0.38	1	0	0	0.38	1	0	0
<i>Inachis io</i> (Linnaeus)	0.40	2	0.16	1	0.56	3	1.56	21
<i>Vanessa indica</i> (Herbst)	0	0	0	0	0	0	0.12	2
Satyridae								
<i>Erebia nipponica</i> Janson	4.37	20	19.54	105	23.91	125	0.15	3
<i>Erebia ligea</i> (Linnaeus)	0.20	1	3.52	18	3.72	19	0.05	1
<i>Lasiommata deidamia</i> (Eversmann)	0	0	0.16	1	0.16	1	0	0
<i>Lethe diana</i> (Butler)	0	0	0	0	0	0	0.06	1
Danaiidae								
<i>Parantica sita</i> (Kollar)	0	0	0	0	0	0	0.11	3
Hesperiidae								
<i>Parnava guttata</i> (Bremer & Grey)	0		0.16	1	0.16	1	0	0
Total	6.15	28	25.39	136	31.55	164	8.26	96
Number of species	7		13		15		14	
H'	1.595		1.312		1.421		2.776	

\* : /km/transect count

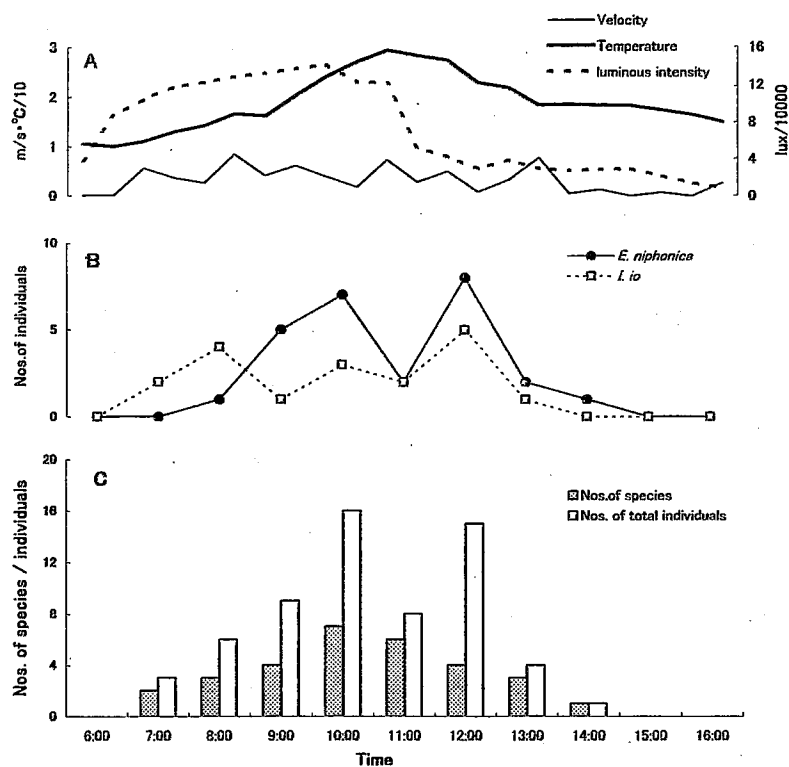


Fig. 3 Results of a fixed point count at Shiraneoike in Mt. Kita on 21 August 2002. A, weather factors; B, the numbers of dominant butterflies; C, species and the number of total individuals.

Table 3 Species and the numbers of butterflies found by fixed point counts in Mt. Kita and Mt. Senjo

Species	Mt. Kita		Mt. Senjo	
	Shiraneoike	Katanokoya	Yabusawa* shindo	Daisenjosawa
<b>Papilionidae</b>				
<i>Papilio machaon</i> Linnaeus	0	2	0	141
<i>Papilio bisnot</i> Cramer	0	2	1	1
<b>Pieridae</b>				
<i>Pieris napi</i> (Linnaeus)	4	0	0	0
<b>Nymphalidae</b>				
<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus)	1	0	0	0
<i>Fabriciana adippe</i> (Denis & Schiffermüller)	2	0	0	0
<i>Speyeria aglaja</i> (Linnaeus)	1	0	9	0
<i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus)	1	0	8	2
<i>Nymphalis vau-album</i> (Denis & Schiffermüller)	2	0	20	3
<i>Nymphalis xanthomelas</i> (Denis & Schiffermüller)	1	0	1	4
<i>Aglais urticae</i> (Linnaeus)	0	0	0	1
<i>Inachis io</i> (Linnaeus)	18	0	1	156
<i>Vanessa indica</i> (Herbst)	0	2	0	0
<b>Satyridae</b>				
<i>Erebia niphonica</i> Janson	26	202	105	65
<i>Erebia ligea</i> (Linnaeus)	5	42	30	0
<b>Danaidae</b>				
<i>Parantica sita</i> (Kollar)	1	1	0	1
<b>Hesperiidae</b>				
<i>Parnara guttata</i> (Bremer & Grey)	0	2	1	0
Total	62	253	176	374
Number of species	11	7	9	9
H'	2.392	0.942	1.828	1.730

を占めた。従ってH'の値は白根御池の調査より小さな値となった (Table 3)。Fig. 4 に1時間ごとの観察結果を示した。午前6時にはベニヒカゲが飛翔し始め、出現のピークは午前9時で、午後になると急激に活動が抑えられた。調査当日は午前5時18分に調査地に日が射し、9時半頃までは快晴、10時頃にガスが沸き始め、11時半には調査地全体が完全にガスに覆われ、調査終了時までほとんど日射は遮られた。

## 2. 仙丈ヶ岳

### (1) 個体数と種構成

Table 4 に仙丈ヶ岳におけるトランセクト調査で確認したチョウの種名と個体数および多様度指数 (H') を月別・ルート別に示した。馬ノ背ルートでは気温 12℃以下であった2回を除き、4回の調査で合計6科16種139個体 (補正個体数 21.72)、仙丈ルートでも気温 12℃以下を除き、10回の調査で合計3科9種246個体 (補正個体数 18.12) のチョウ類を確認した。

馬ノ背ルートでは7月より8月のほうが種数・個体数ともに多く、またH'も高い値であった。仙丈ルートも同様に7月より8月のほうが種数・個体数ともに多かったが、馬ノ背ルートと比較すると、ベニヒカゲやクモマベニヒカゲなどが出現せず、種数・個体数ともに少なく、H'も低い値であった。

仙丈ヶ岳でのトランセクト調査で確認したチョウ類の優占種は、馬ノ背ルートでは7・8月ともにクジャクチ

ョウで、8月にはベニヒカゲが次に多かった。一方、仙丈ルートではキアゲハとクジャクチョウが優占種で、この2種のみで全確認個体数の80%を占めた (Table 4)。(2) 定点調査

2003年8月25日に亜高山帯の蕨沢新道で実施した定点調査では、合計4科9種176個体のチョウ類が確認された (Table 3)。優占3種はベニヒカゲ、クモマベニヒカゲ、エルタテハであった。Fig. 5 に30分ごとに確認したチョウの種数・個体数、優占種の個体数および測定した気象データの推移を示した。チョウの出現のピークは午前8時30分から9時で、ベニヒカゲのピークと一致していた。当日は午前7時に調査地の蕨沢新道のルート半分に日が射し、8時30分には全体に日が当たり、10時頃まで快晴、10時30分頃から雲が広がり13時30分から調査終了時までほとんど日射は遮られた。

8月22日に高山帯の大仙丈沢の源頭部に位置する花畑で行った定点調査では、合計4科9種374個体のチョウ類を確認した (Table 3)。優占種はクジャクチョウ、キアゲハ、ベニヒカゲであった。Fig. 6 に10分間隔で記録したデータを、30分ごとにまとめた調査結果を示した。上位優占種の活動について見ると、キアゲハとクジャクチョウの出現ピークは午前9時から9時30分頃だったが、ベニヒカゲは午前10時を過ぎてから活動が活発になり、13時前にピークが見られた。当日は午前6時30分に調査地に日が射し、9時30分頃まで快晴、10時頃に雲が発生し、11時30分には周辺一帯がガス

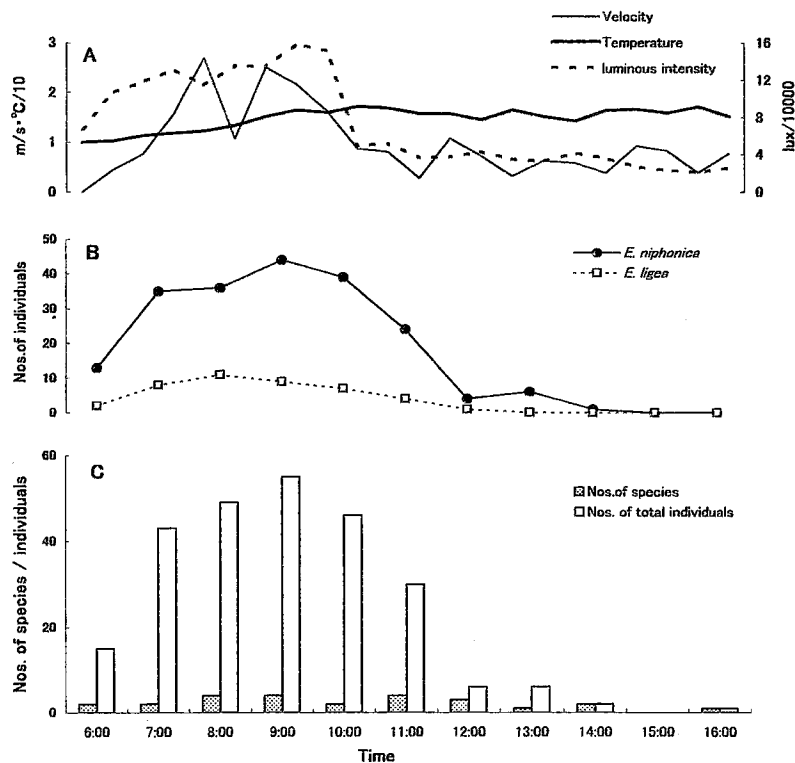


Fig.4 Results of a fixed point count at Katanokoya in Mt. Kita on 25 August 2002. A, weather factors; B, the numbers of dominant butterflies; C, species and the number of total individuals.



Table 4 Species and the numbers of butterflies found by transect counts in Mt. Senjo

Species	Umanose route						Senjo route					
	July		August		Total		July		August		Total	
	Corrected nos.*	Observed nos.	Corrected nos.*	Observed nos.	Corrected nos.*	Observed nos.	Corrected nos.*	Observed nos.	Corrected nos.*	Observed nos.	Corrected nos.*	Observed nos.
Papilionidae												
<i>Papilio machaon</i> Linnaeus	0.16	1	1.09	7	1.25	8	3.33	28	5.53	98	8.86	126
<i>Papilio bianor</i> Cramer	0	0	0.31	2	0.31	2	0.12	1	0.05	1	0.17	2
Pieridae												
<i>Pieris napi</i> (Linnaeus)	1.25	8	0.47	3	1.72	11	0	0	0	0	0	0
<i>Anthocharis cardamines</i> (Linnaeus)	0.31	2	0	0	0.31	2	0	0	0	0	0	0
<i>Gonepteryx aspasia</i> Ménétriés	0	0	0.16	1	0.16	1	0	0	0	0	0	0
Danaidae												
<i>Parantica sita</i> (Kollar)	0	0	0.31	2	0.31	2	0	0	0.15	2	0.15	2
Nymphalidae												
<i>Argynnis paphia</i> (Linnaeus)	0	0	0.16	1	0.16	1	0	0	0	0	0	0
<i>Polygonia c-album</i> (Linnaeus)	0	0	0.78	5	0.78	5	0	0	0	0	0	0
<i>Nymphalis vaughani</i> (Denis & Schiffermüller)	0.31	2	0.31	2	0.62	4	0.24	2	0.15	3	0.39	5
<i>Nymphalis xanthomelas</i> (Denis & Schiffermüller)	1.56	10	0.16	1	1.72	11	0.60	5	0.51	10	1.11	15
<i>Kaniska canace</i> (Linnaeus)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10	1	0.10	1
<i>Inachis io</i> (Linnaeus)	1.72	11	5.31	34	7.03	45	2.26	19	3.32	52	5.58	71
<i>Cynthia cardui</i> (Linnaeus)	0	0	0	0	0	0	0	0	0.10	1	0.10	1
<i>Vanessa indica</i> (Herbst)	0	0	0.47	3	0.47	3	0	0	0.19	2	0.19	2
Fritillaries	0	0	0.16	1	0.16	1	0	0	0.10	1	0.10	1
Nymphalids	0	0	0	0	0	0	0.60	5	0.77	15	1.37	20
Satyridae												
<i>Erebia nipponica</i> Janson	0	0	4.22	27	4.22	27	0	0	0	0	0	0
<i>Erebia ligea</i> (Linnaeus)	0.16	1	2.03	13	2.19	14	0	0	0	0	0	0
Hesperiidae												
<i>Parnara guttata</i> (Bremer & Gray)	0	0	0.31	2	0.31	2	0	0	0	0	0	0
Toral	5.47	35	16.25	104	21.72	139	7.15	60	10.97	186	18.12	246
Number of species	7		15		16		5		9		9	
H'	2.293		2.820		3.041		1.619		1.675		1.685	

\* : km/transect count

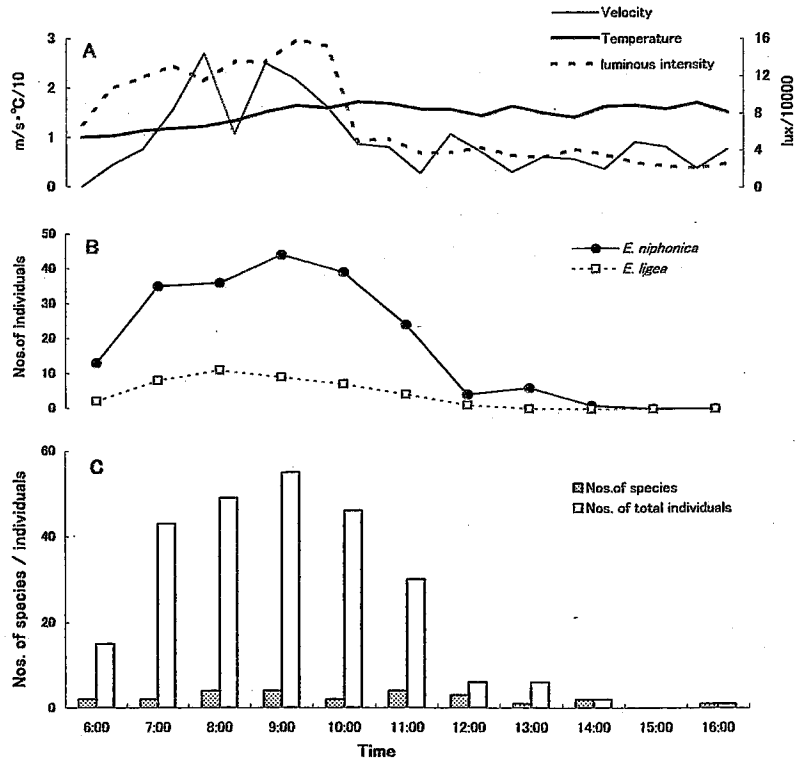


Fig. 5 Results of a fixed point count at Yabusawa-shindo on Mt. Senjo on 25 August 2003. A, weather factors; B, the numbers of dominant butterflies; C, species and the number of total individuals.

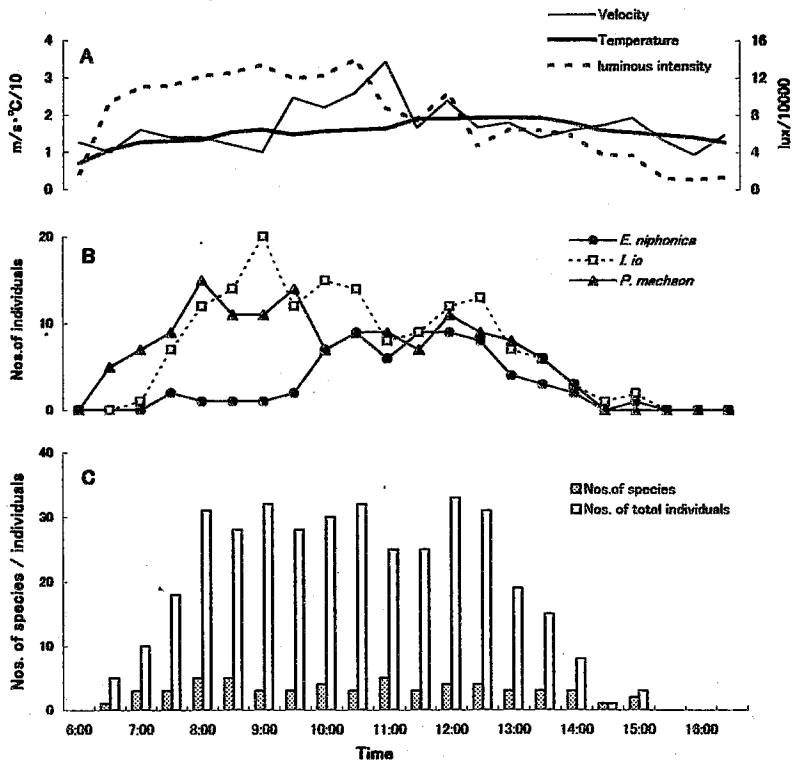


Fig. 6 Results of a fixed point count at Daisenjosawa on Mt. Senjo on 22 August 2003. A, weather factors; B, the numbers of dominant butterflies; C, species and the number of total individuals.

に覆われた。その後 12 時過ぎに太陽が現れたが次第にガスが深くなり、15 時以降はほとんど日射が遮られた。

### 3. 気象要因とチョウの出現個体数

定点調査における時間ごとのチョウの出現個体数とその時の気象要因との相関係数を求め、Table 5 に示した。肩ノ小屋と藪沢新道の調査では、照度と全出現個体数、ベニヒカゲおよびクモマベニヒカゲの出現個体数との間に、強い正の相関が認められた。また大仙丈沢でも照度と全出現個体数、クジャクチョウおよびキアゲハとの間に、やや強い正の相関がみられたが、ベニヒカゲと照度の相関係数は 0.243 と低い値であった。一方、白根御池

では出現個体数と照度との間には有意な相関はみられなかったが、温度や風速との間にはやや強い相関がみられた。

### 4. 調査ルート間の類似度

Table 6 にトランセクト調査の 7 月と 8 月の合計補正個体数をもとに算出した調査ルート間の類似度指数 ( $a$ ) を示した。ただし、北岳稜線ルートは 7 月のみのデータを使った。これより北岳の谷筋ルートについては、同じ北岳の稜線ルートおよび仙丈ルートとの間の  $a$  はかなり低い値であった。一方、北岳稜線ルートの 7 月のデータは、仙丈ヶ岳の 2 つのトランセクトルートとの類似度が

Table 5 Coefficient of correlation between the number of butterflies and weather factors

Fixed Point	Number of individuals	Wind velocity (m/s)	Luminous intensity (lux)	Temperature (°C)
Mt. Kita	All butterflies	0.650 *	0.591	0.631 *
	<i>E. niphonica</i>	0.476	0.369	0.612 *
	<i>I. io</i>	0.614 *	0.481	0.409
	<i>E. ligea</i>	0.224	0.341	0.401
Katanokoya	All butterflies	0.747 **	0.938 **	-0.336
	<i>E. niphonica</i>	0.711 *	0.949 **	-0.327
	<i>E. ligea</i>	0.802 **	0.902 **	-0.414
Mt. Senjo	All butterflies	-0.172	0.922 **	0.607 **
	<i>E. niphonica</i>	-0.231	0.891 **	0.518 *
	<i>E. ligea</i>	-0.170	0.767 **	0.690 **
	<i>N. vau-album</i>	-0.073	0.679 **	0.420 **
Daisenjosawa	All butterflies	0.263 *	0.730 **	0.432 **
	<i>I. io</i>	0.151	0.725 **	0.424 **
	<i>P. machaon</i>	0.209	0.680 **	0.189
	<i>E. niphonica</i>	0.260 *	0.243 *	0.500 **

\*, \*\*: There was a significant correlation at  $P < 0.05$  and  $P < 0.01$ , respectively.

Table 6 Pianka's similarity index ( $a$ ) of butterflies found by transect counts

	Ryosen route (Mt. Kita)	Umanose route (Mt. Senjo)	Senjo route (Mt. Senjo)
Tanisuji route (Mt. Kita)	0.076	0.528	0.026
Ryosen route (Mt. Kita)	-	0.620	0.762
Umanose route (Mt. Senjo)	-	-	0.554

高かった。

## 考 察

### 1. 南アルプス山岳域におけるチョウ類の群集構造

浜ら (1996) の長野県蝶類分布一覧によると、仙丈ヶ岳では 32 種のチョウ類がリストされている。このうちメスアカミドリシジミ *Chrysozephyrus smaragdinus* (Bremer) をはじめとするミドリシジミ類 5 種は、亜高山帯以上の標高で行った本調査では確認できないため、これらの種を除いて、本調査結果との種構成の類似度を示す QS 指数 (Sørensen, 1948) を求めると、0.704 であった。特に浜ら (1996) がリストしたタテハチョウ科の種は全て確認できた。これより 7 月と 8 月の本調査で南アルプスのチョウ類相が、ほぼ正確に把握できたものといえる。ただし 2002 年に藪沢で筆者らが生息を確認しているタカネキマダラセセリ *Carterocephalus palaemon* (Pallas) は、2003 年の本調査では雪渓が 8 月まで残っていたため確認できなかった。

田下ら (1997) は、北アルプスの蝶ヶ岳の稜線と花畑でのトランセクト調査で 21 種を確認している。本調査とその種構成を比較すると、南アルプスには棲息していないミヤマモンキチョウ *Colias palaeno* (Linnaeus) とタカネヒカゲ *Oeneis norna* (Thunberg) が確認されているが、タテハチョウ科が 6 種のみで、本調査では目撃したギンボシヒヨウモン *Speyeria aglaja* (Linnaeus) やキベリタテハ *Nymphalis antiopa* (Linnaeus) などが記録されていない。従って本調査との間の QS 指数は 0.583 であった。これは田下ら (1997) は、距離 500 m を 30 分間で往復する方法でトランセクト調査を行っており、2 km 近くの距離を設定した本研究との調査方法の相違によるものと考えられる。

長野県には 149 種のチョウ類の棲息が確認されているが (田下ら, 1999), このうち本調査において確認したチョウは 27 種で、長野県産の約 18% であった。この南アルプス山岳域のチョウ類相の特徴を把握するため、科別種数の割合を長野県産 149 種と比較した (Table 7)。これより北岳と仙丈ヶ岳ではともにタテハチョウ科の割合が約 50% と高く、長野県産の割合の約 2 倍であった。一方、長野県産では 30.9% の割合を占めるシジミチョウ科と 13.4% を占めるセセリチョウ科の種が、山岳域ではほとんど見られなかった。従ってタテハチョウ科を主体としてアゲハチョウ科、シロチョウ科およびジャノメチョウ科で 80% 以上の種が構成されていることが、南アルプス山岳域のチョウ類群集の大きな特徴であるといえる。

日浦 (1973) は、日本産チョウ類を世界的な分布形態から 5 つの地理的分布型に分類した。長野県産のチョウでは、日本特産種とヒマラヤ型、アムール型の 3 つを併せた「日華系」の割合は 63.8% (95 種)、シベリア型の「旧北系」は 26.8% (40 種)、マレー型の「東洋系」は 9.4% (14 種) と分類されている (浜ら, 1996)。本調査で確認されたチョウ類は、シベリア型の割合が北岳で 60.9% (14 種)、仙丈ヶ岳で 57.9% (11 種) と極めて高く、一方「日華系」の割合が低かった。特にタテハチョウ科では、北岳と仙丈ヶ岳をあわせて 13 種が確認されているが、そのうちミドリヒヨウモン *Argynnis paphia* (Linnaeus) やエルタテハなど 9 種がシベリア型であった。このように南アルプス山岳域のチョウ類相は、クモマツマキチョウやタカネキマダラセセリなどの高山蝶と、シベリア型のタテハチョウ類が特徴であるといえる。

### 2. 山岳域におけるチョウ類群集のトランセクト法

本調査では、山岳域におけるチョウ類群集を定量的に

**Table 7** The number of species of each family found in this survey and Nagano Prefecture

Family	Mt. Kita		Mt. Senjo		Nagano Pref.	
	Nos. of species	%	Nos. of species	%	Nos. of species	%
Papilionidae	2	8.7	2	10.5	12	8.1
Pieridae	2	8.7	3	15.8	13	8.7
Lycaenidae	2	8.7	0	0	46	30.9
Nymphalidae	11	47.8	10	52.6	36	24.2
Satyridae	4	17.4	2	10.5	20	13.4
Libytheidae	0	0	0	0	1	0.7
Danaidae	1	4.3	1	5.3	1	0.7
Hesperiidae	1	4.3	1	5.3	20	13.4
Total	23	100	19	100	149	100

把握するために、トランセクト法と定点調査を実施した。ここではチョウ類群集の調査で一般的に用いられているトランセクト法(石井, 1993; 矢田, 1996; 山本, 1998)を、高標高の山岳域で適用した場合の問題点について検討する。

**調査ルート** 従来のマニュアルでは、ルートは延長2~4 km程度で、できるだけ調査地の代表的な環境を通る周回コースとされている。しかし、標高の高い山岳域では、調査途中で天候が急変することがよくあり、気象条件の偏差がデータに混入して調査精度が低くなる可能性がある。調査中に天候変化の影響を受けない距離として、本調査では仙丈ヶ岳の仙丈ルートで片道1.4 km、馬ノ背ルートで片道1.6 km、北岳では7月24日の例外を除いて大体0.5~3.0 kmを設定したが(Table 1)、2002年の北岳における調査では天気急変により、ルート途中で調査を中止する場合があった。

本調査から照度は、山岳域でチョウの出現と高い相関があることがわかった(Table 5)。さらに定点調査の結果から(Figs. 3~6)、照度が安定している時間は長く午前中の2時間以内といえるであろう。この2時間を山岳域の登山道においてチョウ類のトランセクト調査をしながら歩ける距離に換算すると、勾配が緩やかであれば2 km以内、勾配が急であれば高低差300 m以内が登坂可能な範囲といえる。田下ら(1997)は、蝶ヶ岳の高山帯で、本調査より短い片道500 mのルートを設定している。このように高標高地特有の激しい天候の変化や、険しい登山道を歩く労力を考慮すると、できるだけ短い調査ルートを短時間で調査するのが望ましいと考えられる。

巢瀬(1993)は、ブナの原生林内ではチョウ類の種数も個体数も少ないことを指摘しており、また Kitahara and Watanabe (2003)は、富士山北西麓の青木ヶ原樹海内部のチョウ類群集は、樹海周辺の林縁部より有意に種数と種多様性が低いことを実証している。南アルプス山岳域でもトウヒやシラビソの原生林が広がる亜高山帯尾根筋にトレスされた登山道では、チョウ類はほとんど見られなかった。そのため山岳域で調査ルートを設定する際には、チョウがよく出現する場所を選ぶ必要がある。しかし、亜高山帯から高山帯にかけて国立公園内の特別保護区域に指定されている地域では、既存の登山道をはずれて花畑の中やタテハチョウ類がよく観察される溪流の源流域に調査ルートを設定することは困難であるという問題点がある。従って予備調査を行い、チョウが集まる花の豊富な花畑などを通過する登山道を探してから、調査ルートを設定することが重要であるといえる。

**調査時期・調査頻度** 従来のマニュアルでは環境の経年変化を把握するには、年間を通して約2週間間隔で月に2回以上実施することとされている。しかし、高標高域は平地と比べ6月頃までは積雪のため、また9月以降

は気温が低くなり、チョウ類の調査可能な期間は夏季の気候が安定する7月と8月に限定されている。本研究では北岳で夏季に2回、仙丈ヶ岳で夏季に3回の頻度で調査を実施した。調査頻度を増やすほど精度は向上するが、好天の調査日を確保するためには、1回の入山にアプローチの長い北岳などでは最低5日間必要とみなすと、高山帯では7月と8月に3回入山して調査するのが妥当と考えられる。

**調査日・調査時刻** 従来のマニュアルでは、晴天か薄曇りまたは気温20℃以上の曇天で無風あるいは微風の日の午前10時から12時の間に行うとされている。

本研究の定点調査で高山帯では、チョウの活動は気温よりむしろ照度に大きく左右されること、また午前10~11時頃には雲やガスが湧き照度が低下し、午後には出現個体数が急激に減少することがわかった(Table 5, Figs. 3~6)。

夏季の山岳地帯における天候は、一般的に早朝は「山風」により雲が低地に吹き下ろされていて快晴だが、昼前にはガスが湧き出し「谷風」に吹き上げられ、午後には概ね天気が崩れる傾向がある(城所, 1997)。従って、高山帯でチョウ類のトランセクト調査を行うには、晴天の日に遅くともチョウの飛翔活動が活発になる午前8時頃から調査を開始し、天候が安定し十分な日射がある午前10時には調査を終了させるのが最適であると考えられる。また平地では曇天であっても気温が高ければチョウ類は活動するため、調査は可能とされているが、山岳域では曇りの日はチョウが活動しないので、トランセクト調査はまず不可能であるといえる。

### 3. 定点調査とトランセクト法の比較

定点調査と8月に実施したトランセクト調査で確認したチョウの種数と個体数を比較すると、北岳と仙丈ヶ岳ともにトランセクト調査の方が定点調査より確認種数が多かった(Tables 2~4)。また定点調査のみで確認された種がギンボシヒョウモン、エルタテハおよびコヒオドシ *Aglais urticae* (Linnaeus) の3種であるのに対して、トランセクト調査のみで確認された種はキベリタテハやツマジロウラジャノメ *Lasiommata deidamia* (Eversmann) など11種もあった。複数回行ったトランセクト調査と8月に2回のみ実施した定点調査の比較ではあるが、調査距離が長く異なった環境を広範囲にカバーできるトランセクト調査の長所を示しているといえる。

しかし、個々の調査データを詳しく検討すると、2003年8月22日に仙丈ヶ岳の大仙丈沢で実施した定点調査では9種374個体を確認しているが、翌日行った仙丈ルートでの2回のトランセクト調査では8種77個体で、ベニヒカゲ、コヒオドシ、エルタテハのように前日の定点調査で出現した種を確認できなかった例があっ

た。定点調査を行った22日の気温は、午前8時に15℃を超え、正午頃には20℃に達した(Fig. 6)。この気温の上昇に伴い大仙丈カールの大規模な花畑からベニヒカゲが飛来し、観察個体数が増加した。一方、翌日は午前8時の気温が13.6℃、14時で16.8℃であったのに加え、前日より強い風が吹きベニヒカゲの飛翔を妨げたため、トランセクト調査では、定点調査を行った大仙丈沢付近を通るルートにもかかわらず確認できなかつたと考えられた。

群集生態学的な解析を目的とするトランセクト調査では、樹上性の種やルートを外れた場所に局所的に生息する種、静止する傾向の強い種はカウントされ難いといった不可避な問題は、基準さえ守れば常に同等に混入する要素と仮定して、統一の調査基準を設けて記録をとり解析すればよいと言われている(石井, 1993)。しかし、山岳域における気候変化の影響とはいえ、高山蝶のベニヒカゲやコヒオドシのように指標性の高い種の見落としは、環境評価に大きな影響を生じさせる要因となる可能性がある。定点調査においては、ほとんどの種が午前中に出現していることを考慮すると、山岳域のチョウ類群集の定量的調査として、前述したような山岳域に適したトランセクト法を実施し、同時に花畑などチョウ類が観察できる地点を選定して、別の調査者が午前中の8時から10時までの早い時間帯に定点調査も併せて行うのが最適であるという結論に至る。

今後さらに多くの高標高域の地域でおこなったトランセクト法と定点調査の調査結果を比較・検討して、気候条件の厳しい山岳域での定量的なチョウ類のモニタリング手法とその基準作りをしていく必要がある。

## 引用文献

- 中部森林管理局・日本林業技術協会編(2003)平成14年度中央アルプス駒ヶ岳特定地理保護林のハイマツ枯損状況調査報告書。中部森林管理局, 長野。
- 江崎悌三(1952)高山蝶小考。New Entomol. 2: 1-7。
- 深田久弥(1964)日本百名山。新潮社, 東京。
- 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。
- 日浦勇(1973)海を渡る蝶。蒼樹書房, 東京。
- 日浦勇(1980)日本の高山生物相ノート。昆虫と自然 15: 2-11。
- 本田悦義(1997)大阪府和泉地方の自然環境の異なる3地域のチョウ類群集。環動昆 8: 129-138。
- 石井実(1993)チョウ類のトランセクト調査。「日本産蝶類の衰亡と保護第2集」矢田脩・上田恭一郎編, pp.91-101, 日本鱗翅学会・日本自然保護協会, 大阪。
- 石井実・広渡俊哉・藤原新也(1995)「三草山ゼフィルの森」のチョウ類群集の多様性。環動昆 7: 134-146。
- 石井実(2001)広義の里山の昆虫とその生息場所に関する一連の研究。環動昆 12: 187-193。
- 城所邦夫(1997)山の気象学。山と溪谷社, 東京。
- 北原正彦(1999)富士山北麓の様々な森林環境におけるチョウ類群集の種多様性。環動昆 10: 11-29。
- Kitahara, M. and M. Watanabe (2003) Diversity and rarity hotspots and conservation of butterfly communities in and around the Aokigahara woodland of Mount Fuji, central Japan. Ecol. Res., 18: 503-522。
- 小林四郎(1995)生物群集の多変量解析。蒼樹書房, 東京。
- 小山長雄(1957)高山蝶の生態・生理と分布—ミヤマモンキチョウを中心として—。新昆虫 10: 6-9。
- 黒沢良彦(1979)高山の蝶たち。自然科学と博物館 46: 61-68。
- 長野県生物多様性研究会・長野県自然保護研究所編(2004)長野県版レッドデータブック—長野県の絶滅のおそれのある野生生物—動物編。長野県, 長野。
- 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。
- 中村寛志(2000)チョウ類群集の構造解析による環境評価に関する研究。環動昆 11: 109-123。
- 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。
- 関谷善行(1998)神戸市神出山田自転車道沿道のチョウ類群集の多様性。環動昆 9: 39-46。
- 信濃毎日新聞社編(1995)生きものたちのシグナル。信濃毎日新聞社, 長野。
- 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」矢田脩・上田恭一郎編, pp. 83-90, 日本鱗翅学会・日本自然保護協会, 大阪。
- 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: 9-12。
- Sørensen, T. (1948) A method of establishing group of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content and its application to analyses of the vegetation on Danish commons. Biol. Skar. 5: 1-34。
- 田淵行男(1959)高山蝶。朋文堂, 東京。
- 高橋真弓(1963)赤石山脈におけるベニヒカゲ属 *Erebia* の分布。蝶と蛾 14: 60-69。
- 高橋真弓(1975)南アルプスの蝶相とその成り立ち。南アルプス・奥大井学術調査報告書(静岡県自然保護協会): 10-20。
- 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.
- 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.
- 田下昌志・西尾規孝・丸山潔編（1999）長野県産チョウ類動態図鑑。文一総合出版，東京.
- 渡辺康之（1986）高山蝶一山とチョウと私一。築地書館，東京.
- 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.
- 山本道也（1998）ルートセンサス法。「チョウの調べ方」日本環境動物昆虫学会編，pp. 29-43，文教出版，大阪.
- 矢田 脩（1996）トランセクト調査のすすめ。昆虫と自然 31：2-4.
- 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.