

三ノ峰におけるチョウ類群集の多様性 (2017年の記録)

梅村信哉^{*1}

要旨：大野市三ノ峰において2017年8月3日から10月1日にトランセクト法を用いてチョウ類群集の調査を行った。今回の調査の結果、5科14種485個体のチョウ類が確認された。優占種はベニヒカゲ、アサギマダラ、ヒメキマダラヒカゲであった。環境階級存在比 (ER) を用いてチョウ類群集を解析したところ、三ノ峰では原始的な自然の傾向が強く残されていることが示され、この傾向は標高の高い地点ほど顕著であった。優占種が総個体数に占める割合、季節変動の解析からも、三ノ峰のチョウ類群集の構造はベニヒカゲに著しく偏った構造となっていることが2017年の調査でも示された。本州の他の山岳域のチョウ類群集との比較から、三ノ峰のチョウ類群集はベニヒカゲに著しく偏った構造となっていることに加え、アサギマダラが相対的に多いこと、タテハチョウ類が総個体数に占める割合が低いことで特徴づけられることがわかった。

キーワード：三ノ峰、チョウ類群集、トランセクト調査、亜高山帯、環境評価

Shinya UMEMURA^{*1}. Species diversity and seasonal changes in the butterfly community structure of Mt. Sannomine, Ono City, Fukui Prefecture, Japan (records of 2017). Ciconia (Bulletin of Fukui Nature Conservation Center) 21: 13-22.

Butterfly community structure was surveyed by transect count method in Mt. Sannomine, Ono City, Fukui Prefecture, Japan, during August 3 to October 1, 2017. A total of 485 individuals of 14 species belonging to five families were recorded during the study. The dominant species were *Erebia neriene nipponica*, *Parantica sita*, and *Zophoessa callipteris*. The existence ratio of environmental stage (ER) indicated that the study area could be classified as in a primitive stage, and that the primitive environment was better preserved at higher altitudes. Analysis of the existence ratio of the dominant species to the total number of individuals, and the relationship between the seasonal changes in the butterfly community and those in the dominant species, suggested that the butterfly community structure in this area was characterized by a strong influence of *E. neriene nipponica*, an alpine species. In addition, comparison of the butterfly community structure in Mt. Sannomine and those of other sites in alpine or subalpine zones, Honshu District, Japan, suggested that the butterfly community structure in Mt. Sannomine was also characterized by a high existence ratio of *P. sita* and a low existence ratio of nymphalid butterflies.

Key words: Mt. Sannomine, butterfly community, transect survey, Subalpine zone, environmental assessment

はじめに

三ノ峰 (標高 2,138m) は石川・富山・福井・岐阜県にまたがる白山山系の 2,000m を超す山嶺の南端に位置し、日本の 2,000m を超す山の中では最も西に位置している。頂上は石川県側にあるため、山頂からやや南に下がった三ノ峰避難小屋付近の標高 2,095m の地点が福井県内で最も標高の高い所となっており、周辺には高山帯の自然植生であるハイマツ低木林や雪田草原が見られる。白山の高山帯は日本の高山帯の最西端となるため、ハイマツをはじめ雪田特有のハクサンコザクラ、クロユリなど 100 種を超える北方系の植物が、この地域を分布の西限もしくは南限としている (福井県自然環境保全調査研究会監修 1999)。この地域は、高山性昆虫が多く、高山蝶のベニヒカゲ *Erebia neriene nipponica* や高山蛾のソウウ

シクロオビナミシヤク *Heterothera taigana sounkeana*, アルプスギンウワバ *Syngrapha ottolengui nyiwonis* の県内唯一の生息地として知られる。また、ハクサンクロナガオサムシ *Carabus arboreus hakusanus* やハクサンミヤマヒナバタ *Chorthippus supranimbus hakusanus* などの白山山塊固有亜種や、ゴマシジミ (八方尾根・白山亜種) *Maculinea teleius hosonoi*, ハクサンシリアゲ *Panorpa hakusanensis*, ナガマルハナバチ *Bombus consobrinus* などの山岳地域に生息する昆虫の記録もあり、本地域が分布の西限となるものも多い (福井県自然環境保全調査研究会編 1985; 福井県安全環境部自然環境課編 2016)。

地球温暖化が進行する中で、高地生態系の変化に伴って、三ノ峰の高山性昆虫の分布域の縮小・分断化等の影響が早い段階で現れることが懸念される。しかし、本地域における昆虫類のまとまった記録としては

* 連絡・別刷請求先 (Corresponding author) E-mail: sumemura@ma.city.fukui.lg.jp

1 福井市自然史博物館 〒918-8006 福井県福井市足羽上町 147

Fukui City Museum of Natural History. Asuwakami-cho 147, Fukui, Fukui 918-8006, Japan.

下野谷・梅村（2012）のガ類の報告がある程度で、これ以外には断片的な記録が散見されるにすぎなかった。このような背景から、梅村（2016）は三ノ峰の生態系をモニタリングしていく上での基礎的な知見を得ることを目的とし、高山帯において定量的な調査が実施されているチョウ類（中村 2011；環境省自然環境局生物多様性センター 2014）について、トランセクト法を用いて群集構造の記載を行い、その解析から環境評価を行った。

しかし、チョウ類群集の構造解析においては、より正確な評価を行うために同一ルートについて継続した複数年の調査の必要性が指摘してされており（吉田 1997）、天候変化が激しい高標高地ではなおさら複数年の調査の継続が必要であると考えられる。筆者は、引き続いて 2017 年にも三ノ峰においてチョウ類群集の調査を行ったので、その結果について報告する。

調査地と調査方法

調査地

調査は大野市の白山国立公園内の三ノ峰登山道沿いで実施した。標高 1,671m の剣ヶ岩から、標高 2,095m の越前三ノ峰までの約 1.45km を調査ルートとして設

定し、標高・植生等を考慮して小ルート A、B の 2 つに分けた（図 1、表 1）。このルートは、梅村（2016）で報告したものと同一である。

なお、調査地は白山国立公園特別保護地区に含まれているため、調査の実施に際し、環境省中部地方環境事務所長より動物の捕獲・殺傷許可を得た（環中地国許第 1707283 号）。

調査期間・調査方法

調査は、2017 年 8 月 3 日から 10 月 1 日の期間に計 6 回（8 月 3 日、8 月 13 日、8 月 27 日、9 月 4 日、9 月 19 日、10 月 1 日）行った。

調査は上述したルートを一定の速度で歩き、前方、左、右、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するというトランセクト法で行った。目視で同定できなかった種については捕虫網で捕獲して確認した。調査中に種が確認できなかった個体については記録から除外した。また、スジグロシロチョウ *Pieris melete* とヤマトスジグロシロチョウ *P. nesis* は調査中の同定が難しいことから「スジグロシロチョウ類」として扱った。

種の同定までできなくとも、カラスアゲハ *Papilio*

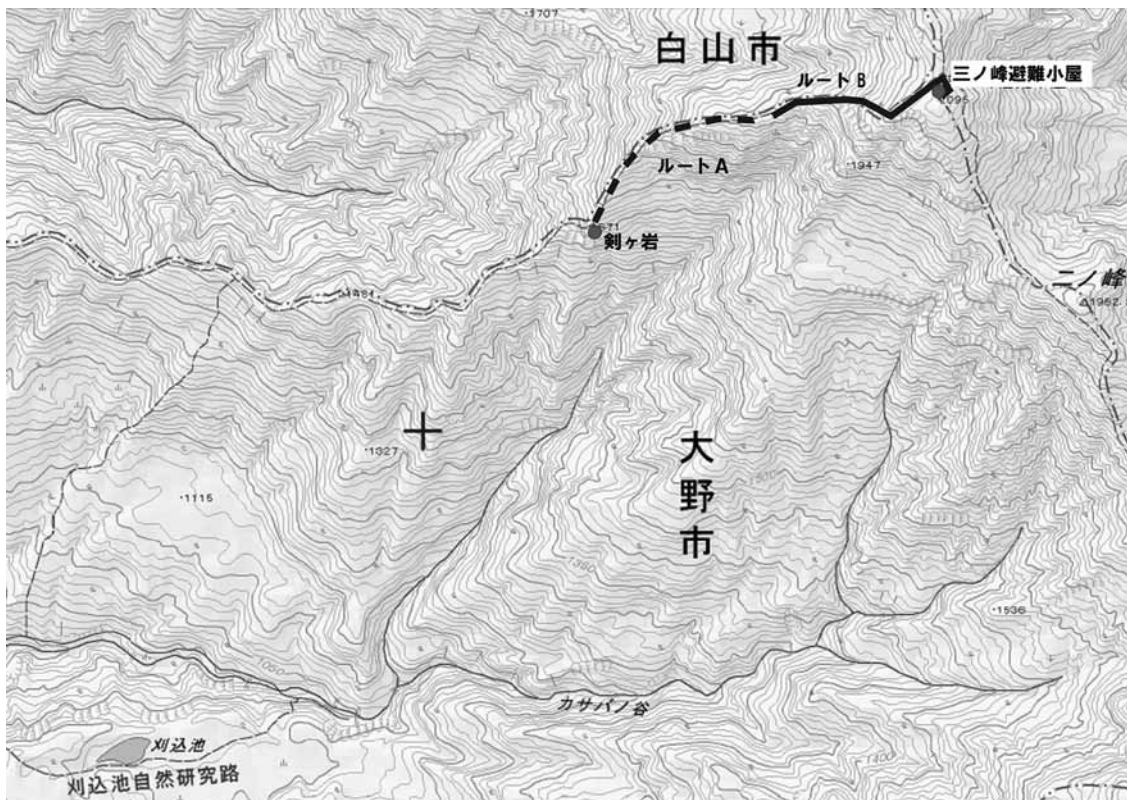


図 1 調査ルート（国土地理院 25000 分の 1 地形図を加工）。

表1 調査ルート概要

小ルート	標高	距離	概要
A	1671 ~ 1900	約 600m	大野市剣ヶ岩から三ノ峰山頂まで 1.2km の標識地点。急峻な登山道が続き、登山道沿いにはチシマザサ群落やクガイソウ、ハクサンフウロ、シモツケソウなどを含む高山植生がみられる。北側(石川県側)斜面にはダケカンバ林やチシマザサの群落が、南側(福井県側)の斜面には風衝草原が主に広がる。
B	1900 ~ 2095	約 850m	三ノ峰山頂まで 1.2km の標識地点から三ノ峰避難を経て越前三ノ峰(福井県最高標高地点)に至る。登山道沿いにはチシマザサ群落と高山植物のお花畑が混在。ダケカンバ林は少なくなり、三ノ峰避難小屋周辺ではハイマツがみられるようになる。斜面にはチシマザサ群落や風衝草原が主に広がる。

dehaanii またはミヤマカラスアゲハ *P. maackii*, ヒョウモンチョウ類, ジャノメチョウ類の一種というところまで判断できたものもあったため、これらについてはそれぞれ「カラスアゲハ類」, 「ヒョウモン類」, 「ジャノメ類」として記録し、以下で述べる補正個体数合計と季節変動には含めたが、種数や解析からは除外した。

調査は登山の往路・復路で別々に実施し、晴天時・微風時かつチョウ類が多く確認できた方のデータを解析に採用した。

種名ならびに分類は白水(2006)に従った。

解析方法

種数, 個体数に加え, 小ルート間のチョウ類群集の多様性を比較するために, Shannon-Weaver の H' 関数を使用した。また, 本州の高山帯・亜高山帯におけるチョウ類群集と比較して, 三ノ峰におけるチョウ類群集の特徴を明らかにするために, 類似係数(QS)および重複度指数(α)を利用した。

個体数は 1km・調査 1 回あたりの値に換算し, 各指数は次式により算出した(木元・武田 1989)。

$$H' = -\sum p_i \cdot \log p_i \quad (p_i = n_i / N)$$

N : 総個体数, n_i : i 番目の種の個体数

$$QS = 2d(a+b)$$

a : 地域 A の種数, b : 地域 B の種数, c : 地域 A, B の共通種数

$$\alpha = \sum p_{Ai} \cdot p_{Bi} / \sqrt{\sum p_{Ai}^2 \cdot \sum p_{Bi}^2}$$

$$p_{Ai} = n_{Ai} / N_A, p_{Bi} = n_{Bi} / N_B$$

n_{Ai}, n_{Bi} : 地域 A と地域 B における種 i の個体数,
 N_A, N_B : 地域 A と地域 B のルートの総個体数

また, チョウ類群集の調査データより環境を評価する手法として, 環境階級存在比 ER (田中, 1988) を使用した。この方法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 (p_s : 原始段階—原始的自然(天然更新林や極相林), a_s : 二次段階—山村的自然(植栽地や里山), r_s : 三次段階—農村的自然(採草地や農耕地を含む農村・人里), u_s : 四次段階—都市的自然(公園緑地や住宅)) の $ER(X)$ をそれぞれ次の式で求め, それらの構成割合から環境を評価するものである。

$$ER(X) = (\sum Xi \cdot Ti \cdot Li) / (\sum Ti \cdot Li)$$

Xi : i 番目の種の環境段階 X における生息分布度

Ti : i 番目の種の年間補正総個体数

Li : i 番目の種の指標値

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

$$= \text{観察個体数} / \text{調査ルート距離 (km)}$$

月平均補正個体数

$$= \text{その月の補正総個体数} / \text{その月の調査回数}$$

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

結果

個体数と種構成

調査全体を通じて 5 科 14 種 485 個体のチョウ類を確認した。小ルート別にみると, ルート A では 5 科 10 種 149 個体が, ルート B では 5 科 11 種 336 個体が

表2 三ノ峰のトランセクト調査で確認されたチョウ類の補正個体数（個体数/km/調査）と確認総個体（括弧内）。

種名	ルート全体			ルートA			ルートB		
	2017	2016	2年間合計	2017	2016	2年間合計	2017	2016	2年間合計
アゲハチョウ科									
キアゲハ <i>Papilio machaon</i>	2.87 (25)	1.98 (23)	2.36 (48)	3.33 (12)	2.92 (14)	3.10 (26)	2.55 (13)	1.32 (9)	1.85 (22)
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i>		0.17 (2)	0.10 (2)					0.29 (2)	0.17 (2)
カラスアゲハ類	0.35 (3)	0.17 (2)	0.25 (5)	0.28 (1)	0.21 (1)	0.24 (2)	0.39 (2)	0.15 (1)	0.25 (3)
シロチョウ科									
スジグロシロチョウ類 <i>Pieris sp.</i>	1.26 (11)	1.47 (17)	1.38 (28)	1.94 (7)	1.88 (9)	1.90 (16)	0.78 (4)	1.18 (8)	1.01 (12)
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i>	0.46 (4)	0.09 (1)	0.25 (5)	0.83 (3)	0.21 (1)	0.48 (4)	0.20 (1)		0.08 (1)
モンキチョウ <i>Colias erate</i>		0.78 (9)	0.44 (9)		0.83 (4)	0.48 (4)		0.74 (5)	0.42 (5)
シジミチョウ科									
ウラギンシジミ <i>Curetis acuta</i>	0.11 (1)	0.69 (8)	0.44 (9)		1.25 (6)	0.71 (6)	0.20 (1)	0.29 (2)	0.25 (3)
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha</i>	0.11 (1)	0.09 (1)	0.10 (2)	0.28 (1)	0.21 (1)	0.24 (2)			
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus</i>	0.11 (1)	0.34 (4)	0.25 (5)	0.28 (1)	0.83 (4)	0.60 (5)			
ウラナシジミ <i>Lampides boeticus</i>		0.09 (1)	0.05 (1)		0.21 (1)	0.12 (1)			
タテハチョウ科									
テングチョウ <i>Libythea lepita</i>		0.43 (5)	0.25 (5)		0.63 (3)	0.36 (3)		0.29 (2)	0.17 (2)
サカハチチョウ <i>Araschnia burejana</i>	0.11 (1)		0.05 (1)				0.20 (1)		0.08 (1)
ヒメアカタテハ <i>Vanessa cardui</i>	☆		☆	☆		☆			
アカタテハ <i>Vanessa indica</i>	0.11 (1)	0.09 (1)	0.10 (2)				0.20 (1)	0.15 (1)	0.17 (2)
ヒオドシチョウ <i>Nymphalis xanthomelas</i>	0.57 (5)	0.86 (10)	0.74 (15)	0.83 (3)	1.04 (5)	0.95 (8)	0.39 (2)	0.74 (5)	0.59 (7)
ルリタテハ <i>Kaniska canace</i>	0.11 (1)		0.05 (1)				0.20 (1)		0.08 (1)
クジャクチョウ <i>Inachis io</i>		0.09 (1)	0.05 (1)					0.15 (1)	0.08 (1)
ウラギンヒョウモン <i>Fabriciana adippe</i>		0.09 (1)	0.05 (1)		0.21 (1)	0.12 (1)			
ヒョウモン類	0.23 (2)	0.52 (6)	0.39 (8)		0.63 (3)	0.36 (3)	0.39 (2)	0.44 (3)	0.42 (5)
ベニヒカゲ <i>Erebia neriene nipponica</i>	38.05 (331)	16.12 (187)	25.52 (518)	16.39 (59)	8.54 (41)	11.90 (100)	53.33 (272)	21.47 (146)	35.13 (418)
ヒメウラナミジャノメ <i>Ypthima argus</i>		0.09 (1)	0.05 (1)					0.15 (1)	0.08 (1)
クロヒカゲ <i>Lethe diana</i>		0.09 (1)	0.05 (1)					0.15 (1)	0.08 (1)
ヒメキマダラヒカゲ <i>Zophoessa callipteris</i>	4.14 (36)	1.29 (15)	2.51 (51)	7.50 (27)	0.83 (4)	3.69 (31)	1.76 (9)	1.62 (11)	1.68 (20)
ヤマキマダラヒカゲ <i>Neope nipponica</i>		0.09 (1)	0.05 (1)		0.21 (1)	0.12 (1)			
ジャノメ類	0.12 (1)	0.09 (1)	0.10 (2)	0.28 (1)		0.12 (1)		0.15 (1)	0.08 (1)
アサギマダラ <i>Parantica sita</i>	6.67 (58)	2.41 (28)	4.24 (86)	8.89 (32)	3.54 (17)	5.83 (49)	2.00 (26)	1.62 (11)	3.11 (37)
セセリチョウ科									
コチャバネセセリ <i>Thoressa varia</i>	0.23 (2)	☆	0.10 (2)	0.28 (1)	☆	0.12 (1)	0.20 (1)		0.08 (1)
ヒメキマダラセセリ <i>Ochlodes ochraceus</i>	0.11 (1)		0.05 (1)	0.28 (1)		0.12 (1)			
イチモンジセセリ <i>Parnara guttata</i>	☆		☆				☆		☆
種数	14	19	23	10	14	16	11	13	17
補正個体数（確認総個体数）	55.75 (485)	28.10 (326)	39.95 (811)	41.39 (149)	24.17 (116)	31.55 (265)	65.88 (336)	30.88 (210)	45.88 (546)
H'	1.784	2.512	2.128	2.613	3.137	2.918	1.063	1.941	1.550

☆はトランセクト調査時以外でそのチョウが確認されていることを示す。

確認され、補正個体数(個体数/km²調査)は、ルートAで41.39個体、ルートBで65.88個体であった(表2)。梅村(2016)と合わせ、2年間の調査で確認したチョウ類の種数はルート全体で23種811個体(補正個体数:39.95)であり、ルートAでは16種265個体(補正個体数:31.55)、ルートBで17種546個体(補正個体数:45.88)であった。

表3に優占3種を示した。優占種はルート全体ではベニヒカゲ、アサギマダラ *Parantica sita*、ヒメキマダラヒカゲ *Zophoessa callipteris* であり、小ルート別に見ると、ルートAではベニヒカゲ、アサギマダラ、ヒメキマダラヒカゲ、ルートBではベニヒカゲ、アサギマダラ、キアゲハ *Papilio machaon* であった。優占3種が総個体数に占める割合は、ルート全体で87.6%、ルー

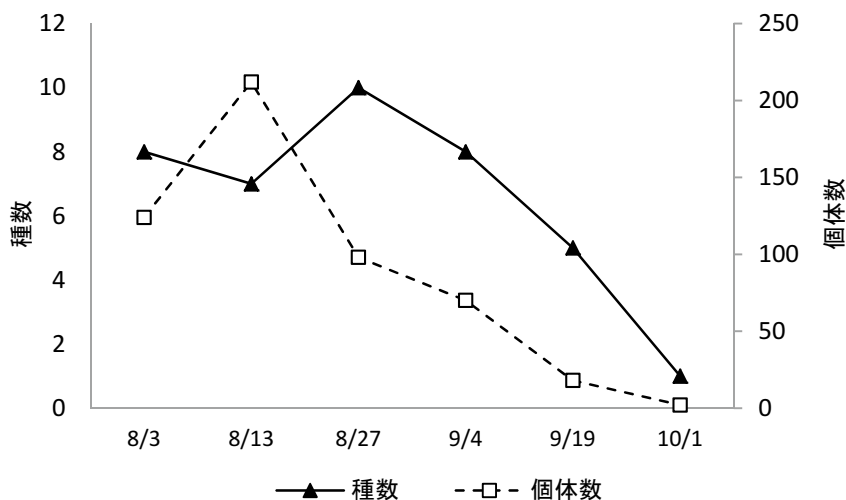


図2 三ノ峰におけるチョウ類群集の種数と個体数の季節変動。

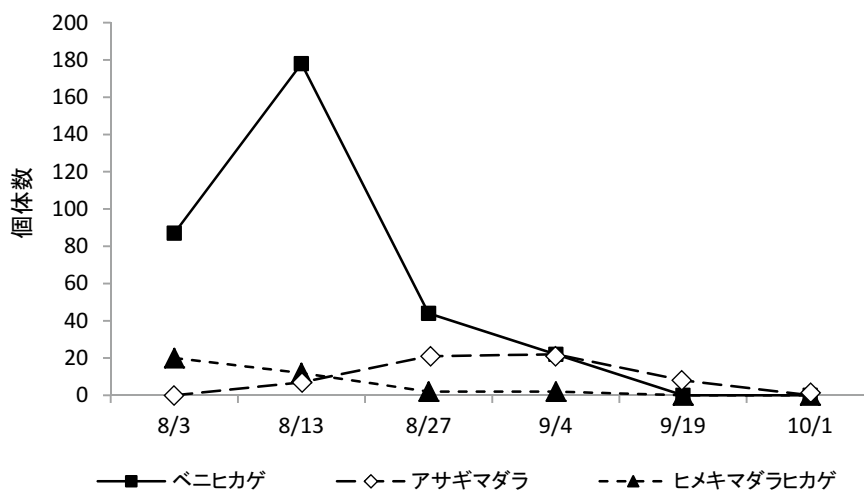


図3 三ノ峰における優占3種の季節変動。

表3 三ノ峰における優占種と占有率。

	ルート全体			ルートA			ルートB		
	2017	2016	2年間合計	2017	2016	2年間合計	2017	2016	2年間合計
1位	ベニヒカゲ 68.2%	ベニヒカゲ 57.4%	ベニヒカゲ 63.9%	ベニヒカゲ 39.6%	ベニヒカゲ 35.3%	ベニヒカゲ 37.7%	ベニヒカゲ 81.0%	ベニヒカゲ 69.5%	ベニヒカゲ 76.6%
2位	アサギマダラ 12.0%	アサギマダラ 8.6%	アサギマダラ 10.6%	アサギマダラ 21.5%	アサギマダラ 14.7%	アサギマダラ 18.5%	アサギマダラ 7.7%	アサギマダラ 5.2%	アサギマダラ 6.8%
3位	ヒメキマダラヒカゲ 7.4%	キアゲハ 7.1%	ヒメキマダラヒカゲ 6.3%	ヒメキマダラヒカゲ 18.1%	キアゲハ 12.1%	ヒメキマダラヒカゲ 11.7%	キアゲハ 3.9%	ヒメキマダラヒカゲ 5.2%	キアゲハ 4.0%

ト A で 79.2%，ルート B で 92.6% であった。優占第 1 位のベニヒカゲが総個体数に占める割合は、ルート全体で 68.2%，ルート A で 39.6%，ルート B で 81.0% であった（表 3）。

梅村（2016）のデータとあわせて 2 年間の調査結果でみると、優占 3 種はルート全体およびルート A ではベニヒカゲ、アサギマダラ、ヒメキマダラヒカゲであり、ルート B ではベニヒカゲ、アサギマダラ、キアゲハであった。優占 3 種が総個体数に占める割合はルート全体で 80.8%，ルート A で 67.9%，ルート B で 87.4% であり、優占第 1 位のベニヒカゲが総個体数に占める割合はそれぞれで 63.9%，37.7%，76.6% であった。

季節変動

種数、個体数の季節変動を図 2 に、優占 3 種の季節変動を図 3 に示した。種数のピークは 8 月 27 日に、個体数のピークは 8 月 13 日に認められた。優占種の季節変動をみると、ベニヒカゲは 8 月 13 日に出現ピークを迎えた後、徐々に減少し、9 月 19 日には全くみられなくなった。アサギマダラは 8 月 13 日から確認されるようになり、8 月 27 日、9 月 4 日に個体数が増加したのち、9 月 19 日には 8 月 27 日とほぼ同じ個体数まで減少した。ヒメキマダラヒカゲは 8 月 3 日に最も多くの個体数が確認され、その後、8 月 27 日に個体数が大幅に減少し、9 月 19 日には全くみられなくなった。

個体数の季節変動と優占 3 種の季節変動を比較した

ところ、三ノ峰の個体数の季節変動は優占第 1 位のベニヒカゲの個体数変動に大きく支配されていた。

多様度指数、環境存在比 ER

1km あたりの個体数をもとに多様度指数 H を算出し、小ルート間で比較したところ、ルート A では 2.613 であったのに対し、ルート B では 1.063 であった。ルート全体では H は 1.784 であった。梅村（2016）とあわせて 2 年間の合計データで H を算出したところ、ルート A では 2.918 であったのに対し、ルート B では 1.550 であり、ルート全体では 2.128 であった（表 2）。

また、環境階級存在比 ER を用いて、三ノ峰の環境を評価し、図 4 に示した。三ノ峰では ps にきわめて高いピークを持ち、 as 、 us 、 rs の順に値が高く、原始的な自然が強い環境にあると判断された。

小ルート別のデータをもとに、環境階級存在比 ER を用いて環境を評価した結果でも、ルート全体の場合と同じ傾向が認められたが、より標高の高いルート B の方が ps の値は高くなっており、より原始的な自然の傾向が強いことが明らかになった（図 4）。

考察

三ノ峰におけるチョウ類の群集構造

今回の調査を通じて、5 科 14 種 485 個体のチョウ類を確認した。また、トランセクト調査時以外にルート A においてヒメアカタテハ *Vanessa cardui* を 8 月 28

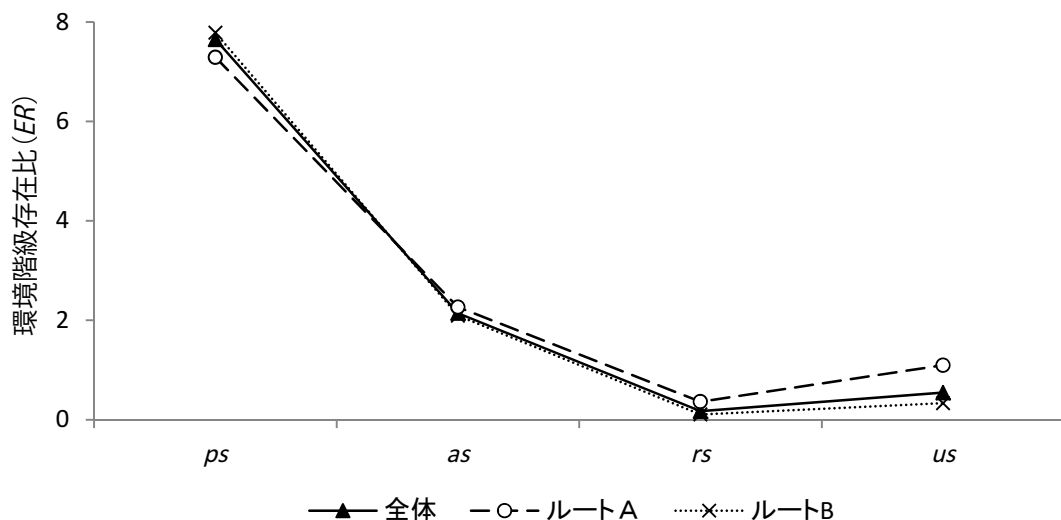


図 4 三ノ峰における環境階級存在比 (ER)。
 ps , 原始段階; as , 二次段階; rs , 三次段階; us , 四次段階

日に、ルート B において 8 月 27 日にイチモンジセセリ *Parnara guttata*, 9 月 19 日にテングチョウ *Libythea lepita* が確認されている。梅村 (2016) と合わせると、2016 年、2017 年の 2 年間で三ノ峰の剣ヶ岩から越前三ノ峰間の登山道では 5 科 25 種のチョウが確認されたことになる。

三ノ峰では、今回の調査で優占第 1 位となったベニヒカゲのほかに、過去にゴマシジミとヒメシジミ *Plebejus argus micragus* の 2 種の絶滅危惧種の記録がある (村田 1989; 下野谷 1996)。ゴマシジミは 1986 年に剣ヶ岩周辺で確認されたのを最後に、県内で公式な記録はなく、ヒメシジミは 1996 年に剣ヶ岩よりも標高の低い地点で採集されているのを最後に記録がないことから、同地域での生息状況の確認が急務であるが、今回の調査では確認できなかった。このほか、今回の調査で確認されたチョウ類以外に三ノ峰ではギンボシヒョウモン *Speyeria aglaja* (朝日 1988)、ミドリヒョウモン *Argynnis paphia* とオオウラギンスジヒョウモン *Argyronome ruslana* の記録がある (下野谷・浅野 1998)。また、福井市自然史博物館には三ノ峰で 1970 年 8 月 20 日に採集されたキベリタテハ *Nymphalis antiopa* および 1970 年 8 月 24 日に採集されたシータテハ *Polygonia c-album* の標本が収蔵されている。さらに、2016 年 8 月 25 日には剣ヶ岩より標高の低い六本檜周辺の登山道上でフジミドリシジミ *Sibatanozephyrus fujisanus* のメスを確認している。以上の結果をまとめると、三ノ峰一帯 (福井県側) でこれまでに少なくとも 5 科 33 種のチョウが確認されていることになる。

2017 年のトランセクト調査の結果では、ベニヒカゲ、アサギマダラ、ヒメキマダラヒカゲが優占種となっており、特にベニヒカゲが突出して個体数が多くなっていた。優占 3 種が総個体数に占める割合は 87.6% であり、ベニヒカゲが総個体数に占める割合は 68.2% となっていた。2016 年、2017 年の 2 年分のデータの合計でもベニヒカゲが総個体数に占める割合は 63.9% と高い値になっていた。

標高 1,671m ~ 1,900m のルート A と標高 1,900m~2,095m のルート B で確認総個体数に占めるベニヒカゲの割合を比較したところ、2017 年の結果ではルート A で 39.6%、ルート B で 81.0% であった。2016 年、2017 年の合計で見ると、ベニヒカゲが確認総個体数に占める割合はルート A では 37.7%、ルート B では 76.6% であり (表 3)、標高が高くなるほどチョウ類群

集の構造がベニヒカゲに偏っていた。

多様性指数 H を小ルート間で比較したところ、2017 年の結果ではルート A で 2.613 であるのに対し、ルート B では 1.063、2 年間合計ではルート A で 2.918、ルート B で 1.550 であり、ルート A に比べてルート B でチョウ類群集の多様性は低くなっていた (表 2)。これは、標高の高いルート B でチョウ類群集の構造が優占種、特に優占第 1 位のベニヒカゲに偏っていたためであろう。

環境階級存在比 ER を用いて三ノ峰の環境評価を行ったところ、原始的な自然が残された環境であると評価された。小ルート別に ER を比較したところ、環境階級存在比のグラフは似たような形をしていたが、原始的な自然を表す ps の値は高標高のルート B でより高くなっており、標高の高いところでより原始的な自然が残されていることが示された。2016 年にも同様の結果が得られている (梅村 2016)。今回確認されたチョウ類のうち、ベニヒカゲとヒメキマダラヒカゲは原始段階の生息分布度が高く、指標値も大きい (田中 1988)。小ルート間でこれらの個体数を比較すると、ヒメキマダラヒカゲはルート B よりルート A で多かった。一方、ベニヒカゲが確認総個体数に占める割合を比較するとルート B ではルート A で 2 倍以上になっており (表 2)、これが環境階級存在比の評価結果にも大きく影響したと考えられる。

個体数の季節変動と優占 3 種の季節変動の比較から、三ノ峰の個体数の季節変動は優占第 1 位のベニヒカゲの個体数変動に大きく支配されていることが示された (図 2, 図 3)。同様の結果が 2016 年にも得られている (梅村 2016)。

以上のことから三ノ峰のチョウ類群集はベニヒカゲの個体数が突出して多く、群集構造を大きく支配していることで特徴づけられるという結果が 2 年の調査で確かめられたといえよう。

他の高山・亜高山帯との比較

有本 (2016) は、岩手県早池峰山のチョウ類群集の特徴を明らかにするために、過去にチョウ類の定量データが蓄積されている日本アルプスの高山帯・亜高山帯のチョウ類群集と重複度指数 α に基づく解析を行っている。高山帯・亜高山帯では天候変化が激しく、入山して調査を行うことができる期間も異なるため、調査頻度、調査期間などに違いがあるなどの問題はあ

表4 三ノ峰と本州の高山帯・亜高山帯地域のチョウ類群集間の群集の重複度および類似度。

	三ノ峰 (2017)	三ノ峰 (2016)	蝶ヶ岳 A	蝶ヶ岳 B	奥又白	八方尾根	仙丈ヶ岳 馬ノ瀬ルート	仙丈ヶ岳 仙丈ルート	北岳谷筋	北岳稜線	早池峰山
三ノ峰 (2017)		0.995	0.109	0.777	0.051	0.953	0.477	0.066	0.964	0.094	0.479
三ノ峰 (2016)	0.606		0.114	0.777	0.054	0.959	0.493	0.111	0.963	0.132	0.510
蝶ヶ岳 A	0.370	0.438		0.327	0.034	0.076	0.101	0.267	0.039	0.203	0.234
蝶ヶ岳 B	0.231	0.323	0.560		0.087	0.762	0.527	0.035	0.799	0.300	0.420
奥又白	0.316	0.372	0.486	0.500		0.078	0.078	0.003	0.057	0.042	0.048
八方尾根	0.240	0.333	0.250	0.174	0.286		0.471	0.109	0.951	0.119	0.489
仙丈 馬ノ瀬ルート	0.345	0.412	0.429	0.296	0.410	0.385		0.554	0.524	0.620	0.821
仙丈 仙丈ルート	0.435	0.429	0.364	0.095	0.182	0.300	0.583		0.015	0.763	0.748
北岳谷筋	0.286	0.242	0.370	0.231	0.421	0.320	0.552	0.348		0.060	0.454
北岳稜線	0.519	0.625	0.385	0.320	0.324	0.333	0.714	0.636	0.370		0.648
早池峰山	0.452	0.556	0.600	0.414	0.488	0.357	0.625	0.615	0.516	0.600	

右上は α 、左下はQSの値を示す。

蝶ヶ岳 A, B は田下ほか (2007), 奥又白は田下ほか (2006), 八方尾根は須賀 (2010), 仙丈ヶ岳および北岳は有本・中村 (2007), 早池峰山は有本 (2016) のデータを使用。

るものの、本州の高山帯・亜高山帯の定量データと比較することで、三ノ峰のチョウ類群集の特徴をある程度明らかにすることができるかもしれない。そこで、本稿でも過去にチョウ類の定量データが蓄積されている本州の高山帯・亜高山帯との間で類似係数QSおよび重複度指数 α を算出し、表4に示した。本州の高山帯・亜高山帯のデータとして、北アルプスの蝶ヶ岳 A, 蝶ヶ岳 B は田下ほか (2007) の 2003 年のデータ、奥又白は田下ほか (2006) の 2003 年のデータ、八方尾根は須賀 (2010)、南アルプスの北岳谷筋ルート、稜線ルートおよび仙丈ヶ岳馬ノ瀬ルート、仙丈ルートは有本・中村 (2007)、早池峰山は有本 (2016) の 2014 年の調査データを使用し、それぞれ 1kmあたり、調査 1 回あたりに換算した補正個体数を用いて算出した。

表4より、三ノ峰と北アルプスの八方尾根、南アルプスの北岳谷筋ルートで α の値が0.9以上と非常に高くなっていた。北アルプスの八方尾根は標高1,680~2,130m付近の一部に湿地を含む亜高山帯の自然草原で、2009年の調査ではチョウの確認総個体数の約6割をベニヒカゲが占めていたことが報告されている(須賀, 2010)。この地点は標高、環境の面でも三ノ峰によく似ていると考えられ、チョウ類群集の構造も類似しているのだろう。しかし、三ノ峰-八方尾根間の類似係数QSは0.240(2017年)、0.333(2016年)と低く、共通種が多いわけではないことが示された。一方、南アルプス北岳谷筋ルートは標高2,220m~2,850mで三ノ峰よりも標高が高く、ダケカンバの灌木帯や急斜面の草地が広がる環境である。このルートで2002年に

行われたトランセクト調査では、15種164個体が確認されており、うち約76%にあたる125個体がベニヒカゲで、ベニヒカゲに偏った群集構造であるところが三ノ峰と共通していたために α が高くなったと考えられる。三ノ峰-北岳谷筋ルート間でも類似係数QSは0.286(2017年)、0.242(2016年)と低く、種構成はあまりに似ていないことが示された。

日本アルプスの高山帯・亜高山帯には三ノ峰に生息しない高山蝶が生息しており、今回比較を行った蝶ヶ岳ではミヤマモンキチョウ *Colias palaeno*, クモマツマキチョウ *Anthocharis cardamines*, コヒオドシ *Aglais urticae*, クモマベニヒカゲ *Erebia ligea takanonis*, タカネヒカゲ *Oeneis norna*, タカネキマダラセセリ *Carterocephalus palaemon* が、奥又白ではクモマツマキチョウ, コヒオドシ, クモマベニヒカゲが、仙丈ヶ岳馬ノ瀬ルートではクモマツマキチョウ, クモマベニヒカゲが、北岳谷筋ルートではクモマベニヒカゲが、北岳稜線ではコヒオドシとクモマベニヒカゲが確認されている。産する高山蝶類の違いが、日本アルプスの調査地と三ノ峰の間の類似係数QSに影響を及ぼしていると考えられる。特に蝶ヶ岳 A ではタカネヒカゲ, ミヤマモンキチョウ, コヒオドシの3種に偏った群集構造となっており、これが三ノ峰間との α 値が低くなった原因であろう。奥又白, 仙丈ヶ岳仙丈ルート, 北岳稜線ルートも三ノ峰との間で α 値が低くなっており、チョウ類群集の構造が大きく異なっていた。奥又白は標高は1,750mと、三ノ峰のルートと同じくらいであるが、溪流沿いのルートであり、三ノ峰と環境が

表5 三ノ峰と本州の高山帯・亜高山帯地域における確認総個体数に占めるタテハチョウ類の割合の比較。

三ノ峰 (2017)	三ノ峰 (2016)	蝶ヶ岳 A	蝶ヶ岳 B	奥又白	八方尾根	仙丈ヶ岳 馬ノ瀬ルート	仙丈ヶ岳 仙丈ルート	北岳谷筋	北岳稜線	早池峰山
1.71	4.33	22.86	13.89	12.82	17.02	50.00	44.86	8.37	41.95	54.07

タテハチョウ科のうち、テングチョウ、ジャノメチョウ類、アサギマダラを除いた種が総個体数に占める割合。

蝶ヶ岳 A, B は田下ほか (2007), 奥又白は田下ほか (2006), 八方尾根は須賀 (2010), 仙丈ヶ岳および北岳は有本・中村 (2007), 早池峰山は有本 (2016) のデータを使用。

大きく異なっている。群集構造を見ると今回の三ノ峰の調査では確認されなかったヒメシジミが突出して多くなっており、これが α の低い値に反映されたのであろう。また、仙丈ヶ岳仙丈ルートは標高2,890mから2,975mの岩尾根に小規模な花畑が見られる環境であり、風衝草地の続く三ノ峰の環境とは異なっている。チョウ類群集を見ると、クジャクチョウ *Inachis io* が相対的に多くなっており、これが三ノ峰との間の α 値を低くした要因であると考えられる。

岩手県の早池峰山は三ノ峰と同じく高山蝶ではベニヒカゲが確認されているのみである。しかし、このルートはオオシラビソなどの林内が含まれており、こうした環境の違いがチョウ類群集の違いに影響を及ぼした可能性がある。また、早池峰山のチョウ類群集を見ると、クジャクチョウが相対的に多くなっており、これが三ノ峰との間の α 値を低くした原因であると考えられる。

有本・中村 (2007) は南アルプスの高山帯のチョウの特徴として、高山蝶とタテハチョウ類の割合が高いことを述べている。そこで、全個体数に占めるタテハチョウ類 (ジャノメチョウ類、アサギマダラもタテハチョウ科であるが、ここでは除く) が総個体数に占める割合を比較し、表5に示した。この表より、本州の他の山岳域に比べて三ノ峰ではタテハチョウ類の割合が低いという特徴があることが伺われる。一方、アサギマダラは三ノ峰では2016年、2017年ともに優占第2位と相対的に多く確認されているのに対し、他の高標高域ではさほど多く確認されていない。

以上、他の高標高域との比較から、三ノ峰のチョウ類群集には、群集構造がベニヒカゲに著しく偏っており、アサギマダラも相対的に多いが、タテハチョウ類はさほど多くないという特徴があることが明らかになった。2017年は8月、9月にしか調査をできなかったが、三ノ峰に記録のある絶滅危惧種であるヒメシジミの生息を確かめるためには7月の調査が必要であると考えられる。また、ここ2年の調査ではモニタリングサイト1000の調査マニュアルに定める定点調査が

実施できていないため、定点調査の実施も含めて今後も調査を継続していく必要がある。

謝辞

本稿を取りまとめるにあたり、有益なご助言をいただいた信州大学名誉教授の中村寛志博士に心より御礼申し上げます。また、三ノ峰の調査にご協力いただいた福井市自然史博物館学芸員の出口翔大氏ならびに非常勤職員の金剛晴彦氏、福井市自然史博物館友の会の柴田智広氏にも御礼申し上げます。さらに、白山国立公園特別保護地区における動物の捕獲・殺傷許可申請の際にお世話になった環境省中部地方環境事務所白山自然保護官事務所の宮下央章氏、本稿の投稿に当たって様々な便宜を図って下さった福井県自然保護センターの國永知裕氏にも御礼申し上げますの次第である。

引用文献

- 有本 実. 2016. 早池峰山高山帯から亜高山帯におけるチョウ類群集の定量調査. 環動昆 28 (2) : 91-101.
- 有本 実・中村寛志. 2007. 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. 環動昆 18 (1) : 1-15.
- 朝日純一. 1988. 三の峰でギンボシヒョウモン採集. だんだら (2) : 11.
- 福井県自然環境保全調査研究会 (編). 1985. みどりのデータ・バンク総括報告書. 福井県, 福井.
- 福井県自然環境保全調査研究会 (監修). 1999. 福井県のすぐれた自然 (植生編). 福井県県民生活部自然保護課, 福井.
- 福井県安全環境部自然環境課 (編). 2016. 改訂版 福井県の絶滅のおそれのある野生動植物. 福井県安全環境部自然環境課, 福井.
- 環境省自然環境局生物多様性センター. 2014. モニタリングサイト1000 高山帯調査一重要生態系監視

- 地域モニタリング推進事業－2008～2012年度とりまとめ報告書. 環境省自然環境局生物多様性センター, 富士吉田.
- 木元新作・武田博清. 1989. 群集生態学入門. 共立出版, 東京.
- 村田文彦. 1989. 三ノ峰でゴマシジミを採集. *だんだら* (3): 6.
- 中村寛志. 2011. 高山チョウとモニ 1000. 中村寛志・江田慧子 (編) 蝶からのメッセージ 地球環境を見つめよう 山岳科学ブックレット No.7. 信州大学山岳総合科学研究所, 松本. pp. 18-29.
- 下野谷豊一. 1996. ヒメシジミとクロコノマチョウの福井県からの記録. 福井市自然史博物館研究報告 (43): 69.
- 下野谷豊一・浅野裕治. 1998. チョウ目 LEPIDOPTERA. 福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会 (編) 福井県昆虫目録第2版. 福井県, 福井: pp. 441-556.
- 下野谷豊一・梅村信哉. 2012. 三ノ峰産ガ類の追加記録. 福井市自然史博物館研究報告 (59): 41-46.
- 白水 隆. 2006. 日本産蝶類標準図鑑, 学研教育出版, 東京.
- 須賀 丈. 2010. 北アルプス八方尾根のチョウ類－温暖化影響のモニタリング 2009年の記録－. 長野県環境保全研究所研究報告 (6): 45-50.
- 田中 藩. 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 (6): 527-566.
- 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山工法の評価の試み. *環動昆* 16 (4): 157-166.
- 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.
- 梅村信哉. 2016. 三ノ峰におけるチョウ類群集の多様性と季節変動. *Ciconia* (20): 1-10.
- 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 (4): 198-207.