

三ノ峰におけるチョウ類群集の多様性と季節変動

梅村信哉^{*1}

要旨：大野市三ノ峰において2016年6月27日から10月21日にトランセクト法を用いてチョウ類群集の調査を行い、その解析から環境評価を試みた。今回の調査の結果、4科20種326個体のチョウが確認された。優占種はベニヒカゲ、アサギマダラ、キアゲハであった。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および季節変動の解析から、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明らかになり、この傾向は高標高の地点ほど顕著であった。

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. Ciconia (Bulletin of Fukui Nature Conservation Center) 20:1-10.

Butterfly community structure was surveyed by the transect count method in Mt. Sannomine, Ono City, Fukui Prefecture from 27 June to 21 October 2016. A total of 326 individuals of twenty species belonging to four families and were recorded during the survey. The dominant species were *Erebia neriene*, *Parantica sita*, and *Papilio machaon*. Existence ratio of environmental stage (ER) indicated that the study area could be in the primitive stage, and that the primitive environment was preserved better at higher altitudes. Analysis of the ratio of individuals of the dominant species to the total number of individuals, and the relation between the seasonal changes in the butterfly community and those in the dominant species suggested that butterfly community structure in this area was characterised by strong influence of *Erebia neriene*, an alpine species.

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

はじめに

近年、地球温暖化の影響が世界各地で現れており、今や地球環境の変化に警鐘が鳴らされている。特に、高地生態系については、顕著にその影響を受けることが予想されている(中村2016)。加えて、近年の中高年の登山ブームにより、多くの人々が高山帯に入るようになったことで、ゴミ・残飯・し尿処理などの山岳域の過剰利用による問題や踏みつけによる高山植生の破壊など、高山生態系の異変も指摘されている(信濃毎日新聞社1995)。

こうした高地生態系の変化を把握するために、環境省生物多様性センターが実施しているモニタリングサイト1000においても、大雪山、北アルプス(立山、蝶ヶ岳～常念岳)、白山、南アルプス(北岳)、富士山の6カ所が調査サイトとして選定され、植生、開花フェノロジーなど生態系において重要な機能を果たす指標生物群の種組成や個体数等を定量的に記録する調査が行われている。このうち、大雪山、北アルプス、白山、南アルプスにおいてはチョウ類の定量的な調査も実施

されており(中村2011)、その成果や調査手法に関する報告がされつつある(環境省自然環境局生物多様性センター2016)。

チョウ類は目撃による同定が可能、生態的知見が蓄積されているなどの理由で環境指標としての有用性が指摘され(石井1993)、その群集解析による環境評価手法について研究報告も多い(例えば、田中1988; 巢瀬1993; 中村・豊嶋1995; 中村2000, 2010など)。また、里山や都市公園などを中心に、チョウ類の群集解析による環境評価の先行研究も数多く報告されている(例えば、石井ほか1991; 吉田ほか2004; 間野2007; 大脇2011; 長田ほか2014など)。

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り、福井県に含まれないため、山頂からやや南に下がった三ノ峰避難小屋の立つ標高2,095mの地点が福井県内で最も標高の高い地域となっており、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

* 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.

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）。この地域の昆虫相は、高山性昆虫が多く、高山蝶のベニヒカゲ *Erebia neriene nipponica* や高山蛾のソウウンクロオビナミシヤク *Heterothera taigana souankeana*、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 1985；福井県安全環境部自然環境課 2016）。

今後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い。

そこで、本研究では、今後三ノ峰の生態系の変遷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、トランセクト法によって同地域のチョウ類群集の調査を行い、群集構造の記載とその解析による環境評価を試みた。

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、標高や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）。

調査ルートにはチシマザサの群落、ダケカンバ林に加えて、カライトソウ、ハクサンフウロ、クガイソウ、シモツケソウ、イワカガミなどから成る高山草原が広がっており、標高 2,000 m を超える三ノ峰避難小屋周辺ではハイマツも一部見られた。

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 1606212 号）。

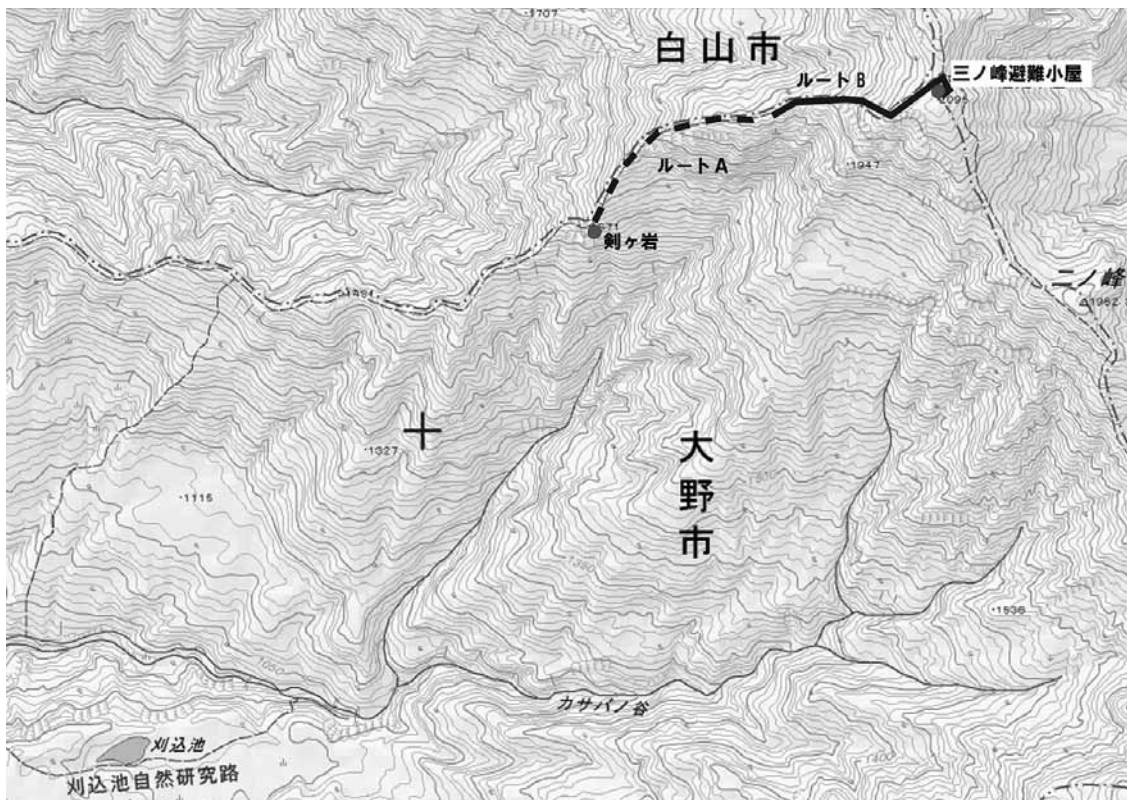


図 1 調査ルート（国土地理院 25000 分の 1 地形図を加工）。

表1 調査ルートの概要.

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, 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.

調査期間・調査方法

調査は, 2016年6月27日から10月21日の期間に計8回(6月27日, 7月19日, 7月23日, 8月6日, 8月25日, 9月3日, 9月25日, 10月21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 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1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. なお, 7月23日~24日, 8月6日~7日は泊りがけで三ノ峰の昆虫相の調査を実施しており, チョウ類のトランセクト調査については7月23日, 8月6日に往路分, 7月24日, 8月7日に復路分の調査を実施しているが, いずれも往路のデータを採用した.

種名ならびに分類は白水(2006)に従った.

解析方法

Shannon-Weaver の H' 関数

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. 個体数は 1km²・調査1回あたりのものに換算し, H' 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

環境階級存在比 ER

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価をベースに, 種数と個体数データから4つの環境段階 (ps : 原始段階—原始的自然(天然更新林や極相林), as : 二次段階—山村的自然(植栽地や里山), rs : 三次段階—農村的自然(採草地や農耕地を含む農村・人里), us : 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.

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

X_i : i 番目の種の環境段階 X における生息分布度

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

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.

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）と確認総個体数（括弧内）。

種名	全 体		ルート A		ルート B	
アゲハチョウ科						
キアゲハ <i>Papilio machaon</i>	1.983	(23)	2.917	(14)	1.324	(9)
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i>	0.172	(2)			0.294	(2)
カラスアゲハ類	0.172	(2)	0.208	(1)	0.147	(1)
シロチョウ科						
スジグロシロチョウ類 <i>Pieris sp.</i>	1.466	(17)	1.875	(9)	1.177	(8)
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i>	0.086	(1)	0.208	(1)		
モンキチョウ <i>Colias erate</i>	0.776	(9)	0.833	(4)	0.735	(5)
シジミチョウ科						
ウラギンシジミ <i>Curetis acuta</i>	0.690	(8)	1.250	(6)	0.294	(2)
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha</i>	0.086	(1)	0.208	(1)		
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus</i>	0.345	(4)	0.833	(4)		
ウラナミシジミ <i>Lampides boeticus</i>	0.086	(1)	0.208	(1)		
タテハチョウ科						
テングチョウ <i>Libythea lepita</i>	0.431	(5)	0.625	(3)	0.294	(2)
アカタテハ <i>Vanessa indica</i>	0.086	(1)			0.147	(1)
ヒオドシチョウ <i>Nymphalis xanthomelas</i>	0.862	(10)	1.042	(5)	0.735	(5)
クジャクチョウ <i>Inachis io</i>	0.086	(1)			0.147	(1)
ウラギンヒョウモン <i>Fabriciana adippe</i>	0.086	(1)	0.208	(1)		
ヒョウモン類	0.517	(6)	0.625	(3)	0.441	(3)
ベニヒカゲ <i>Erebia neriene</i>	16.121	(187)	8.542	(41)	21.471	(146)
ヒメウラナミジャノメ <i>Ypthima argus</i>	0.086	(1)			0.147	(1)
クロヒカゲ <i>Lethe diana</i>	0.086	(1)			0.147	(1)
ヒメキマダラヒカゲ <i>Zophoessa callipteris</i>	1.293	(15)	0.833	(4)	1.618	(11)
ヤマキマダラヒカゲ <i>Neope niphonica</i>	0.086	(1)	0.208	(1)		
ジャノメ類	0.086	(1)			0.147	(1)
アサギマダラ <i>Parantica sita</i>	2.414	(28)	3.542	(17)	1.618	(11)
種数	20		16		14	
補正個体数（確認総個体数）	28.103 (326)		24.167 (116)		30.882 (210)	
H'	2.512		3.137		1.941	

1回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
 = その月の補正総個体数 / 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

結果

個体数と種構成

調査全体を通じて4科20種326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4科16種116個体が、ルートBでは4科14種210個体を確認され、調査距離1kmに換算した補正個体数(個体数/km/調査)では、ルートAで24.167個体、ルートBで30.882個体であった(表2)。

優占種は調査全体ではベニヒカゲ、アサギマダラ *Parantica sita*, キアゲハ *Papilio machaon* であり、小ルート別にみると、ルートAではベニヒカゲ、アサギマダラ、キアゲハ、ルートBではベニヒカゲ、アサギマダラ、ヒメキマダラヒカゲ *Zophoessa callipteris* であった。優占3種が総個体数に占める割合は、調査全体では73.0%、ルートAで62.1%、ルートBで80.0%であった。また、優占第1位のベニヒカゲが総個体数に占める割合は調査全体で57.4%、ルートAで35.3%、ルートBで69.5%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、個体数のピークはともに

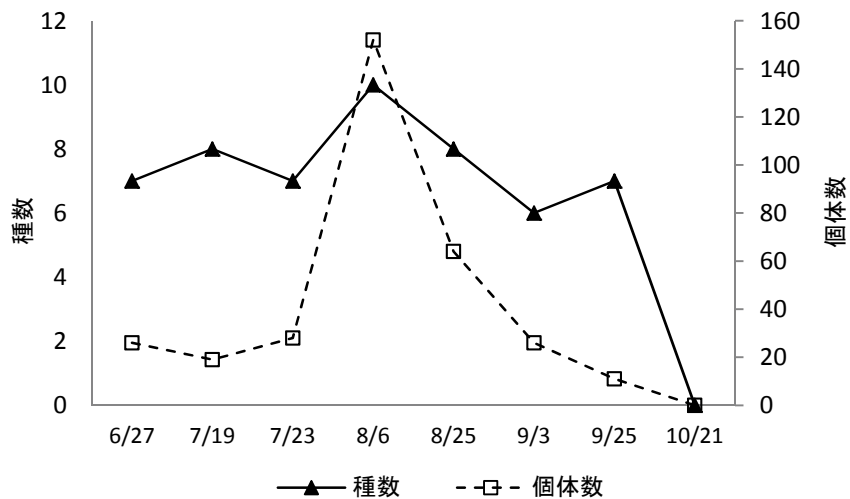


図2 三ノ峰におけるチョウ類群集の種数と個体数の季節変動。

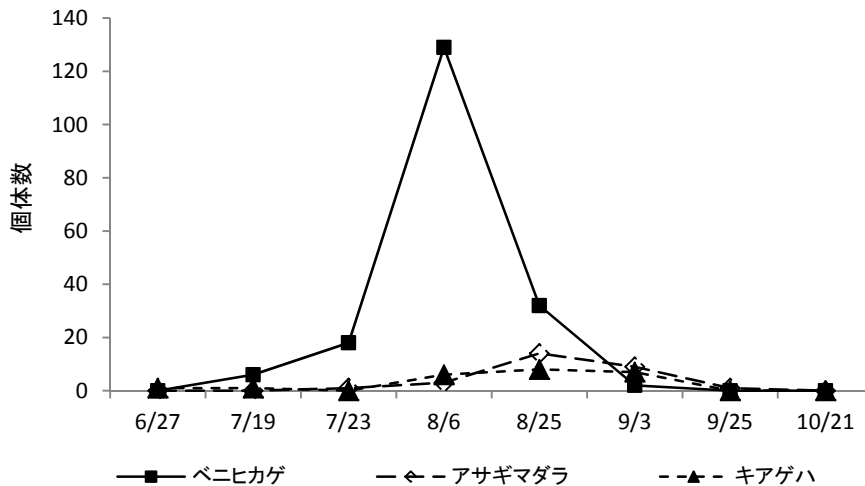


図3 三ノ峰における優占3種の季節変動。

8月6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7月19日より出現し、8月6日に出現ピークを迎えた後、徐々に減少し、9月25日には全くみられなくなった。アサギマダラは7月23日より確認されるようになり、8月25日に出現ピークがあり、徐々に減少して9月25日まで確認された。キアゲハは6月27日、7月19日には1個体ずつが確認されたのみであったが、8月6日、25日、9月3日には6~8個体が確認されていた。

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ることが明らかになった。

多様度指数, 環境存在比 ER

1km²調査1回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3.137であったのに対し、ルートBでは1.941であった。ルート全体では H' は2.512であった。

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 以下の値が順に小さくなっており、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)。

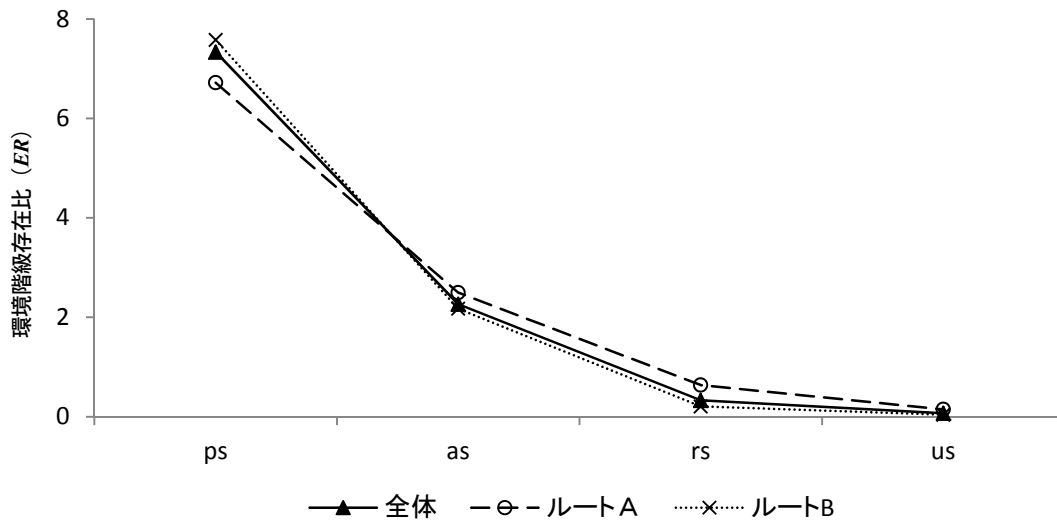


図4 三ノ峰における環境階級存在比 (ER)。
 ps , 原始段階; as , 二次段階; rs , 三次段階; us , 四次段階

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、4科20種326個体のチョウ類を確認した。今回の調査ではセセリチョウ科のチョウ類を記録することができなかったが、トランセクト調査時以外に調査ルート上でコチャバネセセリ *Thoressa varia* が確認されている。

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 *Maculinea teleius hosonoi* 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* の確認記録がある(下野谷・浅野1998)。以上の結果をまとめると、三ノ峰一帯(福井県側)でこれまでに記録されているチョウは5科25種ということになる。

今回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、キアゲハ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73.0%であり、ベニヒカゲが総個体数に占める割合は57.4%となっていた。また、種数・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、個体数の季節変動はベニヒカゲの季節変動に大きく支配される形となっており（図2、図3）、三ノ峰のチョウ類群集が著しくベニヒカゲに偏った構造になっていることが明らかになった。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、ルートAで35.3%、ルートBで69.5%となっており、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るものと推察された。多様性指数 H' を小ルート間で比較しても、ルートAでは3.137であるのに対し、ルートBでは1.941となっており、チョウ類群集の多様度が高標高のルートBで低くなる原因は群集構造がベニヒカゲに偏っていることに起因するものと考えられる。

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。

他の高山・亜高山帯との比較

環境省のモニタリングサイト1000事業では、2008年度より地球温暖化の影響を特に受けやすい高山帯にもサイトを追加設置し、調査方法を検討・試行したうえで、2010年度から本格的な調査が行われている（環境省2010）。このうち、大雪山、北アルプス（蝶ヶ岳～常念岳）、白山、南アルプス（北岳）ではチョウのトランセクト調査が行われ、その結果が報告書にまとめられている。そこで、最も新しい平成27年度モニタリングサイト1000高山帯調査報告書（環境省自然環境局生物多様性センター2016）に報告された2015年のデータをもとに、本州の山岳域であり、かつ定量データでの報告がある白山、南アルプス（北岳山岳荘付近）のトランセクト調査結果と今回の三ノ峰の調査

結果を比較し、表3に示した。白山では8月4日、南アルプスでは9月4日に調査が行われていることから、三ノ峰の結果として、それらに近い8月6日、9月3日のデータをそれぞれ用いることにした。

白山では8種123個体が確認されているのに対し、三ノ峰では10種152個体が確認されていた。白山では福井県では記録のないクモマベニヒカゲ *Erebia ligea* が確認されていたり、三ノ峰では確認できていないヒメアカタテハ *Vanessa cardui* が確認されているなどの違いはあるものの、モンキチョウ、アサギマダラ、ヒメキマダラヒカゲが共通して確認されており、確認総個体数に占めるベニヒカゲの割合が高いなどの共通の特徴が認められた。一方、南アルプスと三ノ峰の結果を比較したところ、三ノ峰では6種25個体、南アルプスでは5種以上21種が確認されているものの、共通種はベニヒカゲ1種のみであった。また、南アルプスでは、今回の三ノ峰の調査では確認されなかったイチモンジセセリ *Parnara guttata* が確認されていた（表3）。

有本・中村（2007）は南アルプスの北岳ならびに仙丈ヶ岳でチョウ類群集の詳細な定量的調査を行い、その結果について報告をしている。この結果のうち、仙丈ヶ岳の標高2,540m～2,716m地点の馬ノ背ルートと、標高2,890m～2,975m地点の仙丈ルートの結果が、高山帯と亜高山帯の違いはあれども、山岳域の稜線を主に通り、本研究で三ノ峰に設定した調査ルートと同じくらいの距離であることから、チョウ類群集の構造を比較するうえで参考になると考えられる。有本・中村（2007）によれば、仙丈ヶ岳の馬ノ背ルートでは16種139個体（補正個体数21.72/km/調査）が確認されており、クジャクチョウとベニヒカゲが優占する群集構造であったのに対し、仙丈ルートでは9種246個体（補正個体数18.72/km/調査）が確認されており、キアゲハとクジャクチョウが優占していた。有本・中村（2007）は、北岳および仙丈ヶ岳のトランセクト調査ならびに定点調査の結果から、高山蝶とタテハチョウ類が南アルプスの山岳域におけるチョウ類相を特徴づけていることを指摘している。三ノ峰ではチョウ類の群集構造が著しく高山蝶のベニヒカゲに偏ったものであったが、クジャクチョウは1個体が確認されたのみで、仙丈ヶ岳で複数個体が確認されているエルタテハ *Nymphalis l-album* やシータテハ *Polygonia c-album* が確認されていないことなどから、タテハチョウ類がチョウ

表3 三ノ峰と他の高山帯において確認されたチョウ類の比較.

* 白山, 南アルプスのデータは環境省自然環境局生物多様センター (2016) より引用.
網掛けの種は今回の三ノ峰のトランセクト調査で確認されていない種を表す.

	三ノ峰		白山	南アルプス
	2016/8/6	2016/9/3	2015/8/4	2015/9/4
アゲハチョウ科				
キアゲハ	6	7		
カラスアゲハ類	2			
シロチョウ科				
スジグロシロチョウ			1	
スジグロシロチョウ類	2			
モンキチョウ	2		1	
シジミチョウ科				
ウラギンシジミ		6		
ルリシジミ		1		
シジミチョウ科の1種			1	
タテハチョウ科				
テングチョウ				
アサギマダラ	3	9	10	
アカタテハ				
ヒメアカタテハ			2	
クジャクチョウ				1
ヒョウモンチョウ類	3			7
ベニヒカゲ	129	2	31	8
クモマベニヒカゲ			2	
ベニヒカゲ or クモマベニヒカゲ			74	
ヒメウラナミジャノメ	1			
ヒメキマダラヒカゲ	3	1	1	
クロヒカゲ	1			
ヤマキマダラヒカゲ				
タテハチョウ科の1種				1
イチモンジセセリ				4
個体数合計	152	26	123	21
種数合計	10	6	8	5

ウ類相を特徴づけているとは言い難い。

また、田下・市村（1997）は北アルプスの蝶ヶ岳の稜線でトランセクト調査を行っており、森林限界以上の稜線部では15種、森林限界以下の稜線部では14種のチョウ類を記録しており、それぞれでタカネヒカゲ *Oeneis norna*・ミヤマモンキチョウ *Colias palaeno*・コヒオドシ *Aglais urticae*、クモマベニヒカゲ・ベニヒカゲ・コヒオドシが優占3種となっていることを報告している。田下・市村（1997）の結果では、蝶ヶ岳の森林限界以上の稜線でのチョウ類群集は優占3種（いずれも高山蝶）が確認総個体数に占める割合は70%を超え、優占3種に大きく偏る群集構造になっているものの、三ノ峰の高標高地点のように優占第1位種（ベニヒカゲ）に著しく偏る群集構造になっているわけではないという違いがあった。また、森林限界以下の稜線では優占3種が確認総個体数に占める割合は54.5%であり、優占種にそこまで偏った群集構造とはなっていない。さらに、田下・市村（1997）は環境階級存在比 *ER* による解析も行っているが、蝶ヶ岳においては原始段階 *ps* が突出して高くなっており、標高とともに二次段階 *as* が低くなるという三ノ峰と同じような傾向が示されていた。

長野県では、亜高山帯でチョウ類のトランセクト調査を行った事例もいくつか報告されている（例えば、田下・市村1997；中村・前田2008；山根ほか2010）。しかし、これらはいずれも亜高山帯の渓流域で調査が行われたものであり、今回の三ノ峰のような亜高山帯山岳域の稜線とはチョウ類群集の種構成も群集構造も大きく異なっている。三ノ峰のチョウ類群集の特徴をより明らかにするためには、県内外の同様な亜高山帯の山岳稜線域におけるチョウ類群集の調査データの蓄積が望まれる。また、吉田（1997）は、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を指摘している。さらに有本・中村（2007）は、高標高地では天候変化が激しいことから、登山道の勾配・高低差等を考慮し、天候の安定している時間帯でトランセクト調査を終えられるようルート設定をする必要性を述べている。以上の点を考慮し、三ノ峰における環境の現状をより詳細に把握すべく、トランセクト調査を複数年継続していく必要があるものと考えられる。

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非常勤職員の金剛晴彦氏、福井市自然史博物館友の会の伊藤哲男氏と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次第である。

本報告は、平成28年度科学研究費補助金（奨励研究・課題番号：16H00446）による研究の一部である。

引用文献

- 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: 1-15.
- 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.
- 石井 実. 1993. チョウ類のトランセクト調査. 矢田 脩・上田恭一郎（編）日本産蝶類の衰亡と保護第2集. 日本鱗翅学会・日本自然保護協会, 大阪. pp. 91-101.
- 石井 実・山田 恵・広渡俊哉・保田淑郎. 1991. 大阪府内の都市公園におけるチョウ類群集の多様性. 環動昆. 3: 183-195.
- 環境省（編）. 2010. 生物多様性国家戦略. 環境省, 東京.
- 環境省自然環境局生物多様性センター. 2016. 平成27年度モニタリングサイト1000 高山帯調査報告書. 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.
- 間野隆弘. 2007. 豊田市都心部のチョウ類群集. 矢作

- 川研究 11：53-60.
- 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. 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.
- 中村寛志. 2010. チョウ類を指標種とした環境評価手法と環境アセスメント. 環動昆 21：85-91.
- 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.
- 中村寛志. 2016. モニタリングサイト 1000 の高山帯調査と南アルプス北岳のチョウ類. 昆虫と自然 51 (4)：12-16.
- 中村寛志・前田剛志. 2008. 長野県の島々谷および上小池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.
- 中村寛志・豊嶋 弘. 1995. チョウ類の指標グループと RI 指数を利用した環境評価の一方法. 環動昆 10：143-159.
- 大脇 淳. 2011. 新潟県十日町市の豪雪地帯における里山のチョウ群集. 蝶と蛾 62：64-74.
- 長田庸平・石井 実・岡島秀治. 2014. 神奈川県大磯丘陵の里山におけるチョウ類群集の種多様性. 蝶と蛾 65：17-25.
- 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.
- 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.
- 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.
- 白水 隆. 2006. 日本産蝶類標準図鑑. 学研教育出版, 東京.
- 巢瀬 司. 1993. 蝶類群集研究の一方法. 矢田 脩・上田恭一郎（編）日本産蝶類の衰亡と保護第 2 集. 日本鱗翅学会・日本自然保護協会, 大阪. pp. 83-90.
- 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・市村敏文. 1997. 標高の変化とチョウ類群集による環境評価. 環動昆 8：73-88.
- 山根 仁・金原伸大・江田慧子・中村寛志. 2010. 上高地におけるチョウ類群集の季節変動と環境評価. 信州大学農学部 AFC 報告 8：29-39.
- 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.
- 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 15：1-12.