

令和6年度 朝日庄内森林生態系保全センター調査報告書

朝日山地におけるチョウ類群集のトランセクト調査



サカハチチョウ 2024年9月4日 山形県 鶴岡市 大鳥

令和7（2025）年3月

林野庁 東北森林管理局 朝日庄内森林生態系保全センター

朝日山地におけるチョウ類群集のトランセクト調査

有本 実・工藤 終也・十川 尚久

林野庁 東北森林管理局 朝日庄内森林生態系保全センター

摘要: ニホンジカ *Cervus nippon* による植生への影響を受けていない朝日山地において、チョウ類群集の定量データを収集することを目的にトランセクト調査を実施した。調査は2024年の5月から10月にかけて毎月2回行い、合計38種594個体のチョウ類を記録した。上位優占5種はキタキチョウ *Eurema mandarina*, サカハチチョウ *Araschnia burejana*, コムラサキ *Apatura metis*, ミドリヒョウモン *Argynnis paphia*, アカタテハ *Vanessa indica* の順で、これら5種で全確認個体数の66.3%を占める結果となった。本調査データと併せて、東北地方の山岳地域3箇所及び近畿地方のニホンジカの高密度地域4箇所におけるチョウ類のトランセクト調査データを用いて環境階級存在比 (*ER*) による環境評価を行ったところ、ニホンジカの摂食により植生が著しく衰退した環境は *ER* で適切に評価されないことが明らかになった。

キーワード: 朝日山地, チョウ類群集, トランセクト調査, ニホンジカ, 環境階級存在比 (*ER*), モニタリングサイト1000

Transect counts of butterfly communities in the Asahi Mountains in the Tohoku region of Japan

Minoru ARIMOTO, Shuya KUDO and Naohisa TOGAWA

ASAHI-SHONAI Forest Ecosystem Conservation Center,

TOHOKU Regional Forest Office, Forestry Agency

Abstract: Transect counts were used to collect quantitative data on butterfly communities in the Asahi Mountains in the Tohoku region of Japan, where vegetation is unaffected by sika deer (*Cervus nippon*). Surveys were conducted twice a month from May to October 2024, and 594 individuals from 38 butterfly species were recorded. The top five dominant species were *Eurema mandarina*, *Araschnia burejana*, *Apatura metis*, *Argynnis paphia* and *Vanessa indica*. These five species accounted for 66.3% of the total confirmed population. In addition to these survey data, butterfly transect data from three mountainous areas in the Tohoku region and four high sika deer-dense areas in the Kinki region were used with the existence ratio of environmental stage (*ER*) to evaluate the environment. The results indicated that areas where vegetation had severely declined due to sika deer feeding were not properly assessed by the *ER*.

Key words: Asahi Mountains, Butterfly community, Transect count, Sika deer, Existence ratio of environmental stage (*ER*), Monitoring Site 1000

1. はじめに

朝日山地は山形県と新潟県の県境に位置する花崗岩の隆起山脈で、磐梯朝日国立公園の一角を担っている。この山域の主要部分は原生的な自然状態が維持されており、低地から高山帯まで広範な植生帯が存在し、多様な動植物が生息・生育している。これらの原生的な森林生態系を保存することにより、自然環境の維持、動植物の保護、遺伝資源の保存、森林施業・管理技術の発展、学術研究等に資するため、2003年に朝日山地森林生態系保護地域（以下、保護地域と表記）が設定された（東北森林管理局・関東森林管理局，2014）。

保護地域の設定当初より、「朝日山地森林生態系保護地域モニタリング調査」が東北森林管理局の発注業務として実施されており、朝日山地における適切な森林保全及び利用の在り方について検討するための基礎資料のデータ収集が継続して行われている（東北森林管理局，2024a）。また、東北森林管理局には有識者等により構成される東北森林管理局保護林管理委員会 朝日山地森林生態系保護地域部会（以下、部会と表記）が設置されており、毎年一度モニタリング調査や保護地域の管理状況等について協議を行っている。令和4（2022）年度の部会においては、朝日山地で将来的にニホンジカ *Cervus nippon*（以下、シカと表記）による食害が起こった際の評価と復元への目標設定等に資するために、チョウ類群集のトランセクト調査を行ってはどうかという提案が一名の委員より挙げられたところである（東北森林管理局，2022）。

近年、全国各地から急速に高密度化したシカによる生態系への影響について報告されている（羽山，2001；日本森林学会（編），2011）。シカは一部の忌避植物を除くほぼ全ての植物を採食するため（高槻，1989，2006），多くの種の幼虫が食植性であるチョウ類に対しては間接的な影響が大きい。シカによる植生の衰退が著しい地域では、例えば栃木県奥日光ではコヒョウモンモドキ *Melitaea ambigua* が絶滅し（長谷川，2010），兵庫県南但馬地域ではギフチョウ *Luehdorfia japonica* が絶滅したほか（近藤，2013），長崎県対馬ではツシマウラボシシジミ *Pithecopis fulgens* がほぼ野生絶滅の状態に陥り、関係機関等による保全活動が行われている（日本鱗翅学会自然保護委員会，2020；神宮，2022）。

チョウ類は現地で目視による種の同定が比較的容易であり、多くの愛好家がいって生態的な知見が豊富である。また、生活史を通じて植物と密接な関係をもっているため、生息域の植生の状態を評価する指標種として有効であり、これまでに各地でチョウ類群集のトランセクト調査が行われ、環境評価を目的とする様々なデータ解析法が提案されてきた（田中，1988；巢瀬，1993；田下・市村，1997；中村，2000）。環境省において2003年より開始されたモニタリングサイト1000事業では、高山帯及び里地サイトの調査項目にチョウ類が含まれており、毎年全国各地のチョウ類群集の定量データが蓄積されているが（生物多様性センター『モニタリングサイト1000 Since 2003』），朝日山地の保護地域内においてはどちらの調査サイトも設定されておらず、チョウ類群集のトランセクト調査はこれまでにほとんど実施されていないのが現状である。

本調査では、朝日山地における森林生態系の変化を評価する上での基礎資料として、いまだシカの影響を受けていない朝日山地のチョウ類群集の定量データ1年分を収集することを目的に、保護地域内においてチョウ類群集のトランセクト調査を実施した。また、本調査地のチョウ類群集の特徴を把握するため、東北地方の山岳地域3箇所及び近畿地方のシカの高密度地域4箇所で開催されたチョウ類群集のトランセクト調査結果と比較検討を行った。加えて、以上合計8箇所のチョウ類群集のトランセクト調査データを用いて各調査地の環境評価を試み、チョウ類群集のデータからシカの影響を適切に評価できるか否か検証したものである。

2. 調査地及び調査方法

(1) 調査地

調査地は朝日山地北部に位置する赤川上流の東大鳥川沿いに選定し、保護地域内の川沿いに開設された未舗装の車道沿いに往復約 1.86km の調査ルートを設定した (図 1)。赤川は以東岳付近を源に発して山形県酒田市浜中で日本海に注ぐ、流路延長約 70km の一級河川である。調査地は以東岳から直線距離で約 10km 北北西に位置し、行政区画としては山形県鶴岡市大鳥に属する。

調査起点 (38° 25′ 51.47″ N, 139° 48′ 06.94″ E) の一角には 35 年生のスギ *Cryptomeria japonica* の人工林が見られるが、折り返し地点 (38° 25′ 35.19″ N, 139° 48′ 34.65″ E) に至る調査地一帯はおおむね落葉広葉樹が生育している。川沿いにはサワグルミ *Pterocarya rhoifolia* やヤナギ類 *Salix* sp. が主体の溪畔林が形成され、山腹はブナ *Fagus crenata* が優占する広葉樹林が広がっている。ルートの一部には雪崩地形の岩壁が接しており、プレハブ小屋や資材置き場用の空地も見られた (写真 1~8)。



図 1 東大鳥川の調査ルート位置図 (電子国土 WEB 地理院地図を使用)

(2) 調査方法

「モニタリングサイト 1000 里地調査マニュアル チョウ類 (ver. 3.2)」(生物多様性センター, 2023) に準じたトランセクト調査を実施した。具体的には、設定した調査ルートを一定の速度で歩き、左右、前方、上方約 5m の範囲内で目撃したチョウ類の種と個体数を、同一個体の重複を避けて記録した。目視で同定できない種のみ捕虫網で捕獲して確認し、同定後にその場で放逐した。捕獲できず同定に至らなかったヒョウモンチョウ類 *Argynnis* sp. については、「ヒョウモンチョウ類」という名称で記録した。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 *Pieris japonica*, サトウラギン

ヒョウモン *Fabriciana* sp. とヤマウラギンヒョウモン *Fabriciana* sp. については、外見による識別が困難なため、それぞれ「スジグロシロチョウ類」「ウラギンヒョウモン類」として記録した。

なお、チョウ類の飛翔活動は天候に大きく左右されるため、天候の変化が激しい山岳地域で調査を行う際には、調査中の気象条件を定量的に測定し記録しておくことが重要である(須賀, 2010; 有本, 2017)。本調査地についても朝日山地北部の山岳地域であることを考慮し、「モニタリングサイト 1000 高山帯調査マニュアル (2016 年度改訂版)」（生物多様性センター, 2016）に準じて、調査開始時、折り返し時及び終了時に天気及び雲量を記録した上で、併せて気温 (°C)、風速 (m/s)、照度 (lux) についても測定した。雲量は空全体を見渡し、0~100%の範囲で10%刻みの値を記録した。気温は Kestrel 3000 Pocket Weather Meter で計測し、風速についても同機器を用いて1分間計測した平均値を記録した。照度の測定には SEKONIC Illuminometer i-346 を使用した。

調査は 2024 年 5 月 5 日から 10 月 17 日の期間に、可能な限り晴天微風の日を選び午前 9 時 40 分から 11 時 40 分の間で毎月 2 回、合計 12 回実施した。

(3) 解析方法

本調査地におけるチョウ類群集の特徴を把握するため、東北地方の山岳地域及び近畿地方のシカの高密度地域で実施された以下のチョウ類群集のトランセクト調査結果を比較データとして使用した。

- ・ **朝日山地周辺地域**：山形県鶴岡市「天狗森」（環境省・モニタリングサイト 1000 プロジェクト）
- ・ **白神山地周辺地域**：秋田県八峰町「中の又林道」及び秋田県藤里町「田苗代湿原」（藤里森林生態系保全センター, 2021）
- ・ **シカの高密度地域**：奈良県奈良市「春日山」及び「高円山」（杉山・辻野, 2023）
兵庫県養父市「石原」及び「妙見」（近藤, 2017）

天狗森については、環境省・モニタリングサイト 1000 プロジェクトによるデータを https://www.biodic.go.jp/moni1000/findings/data/index_file_butterfly.html より 2024 年 5 月 20 日にダウンロードし、朝日庄内森林生態系保全センターで解析したものであり、東大鳥川の調査地から直線距離で約 23km 北北東に位置する。なお、朝日山地及び白神山地におけるシカの生息状況は、いずれも低密度である。また、シカの高密度地域である上記 4 箇所については、春日山と高円山では 1993 年と 2021 年、石原と妙見では 2001 年と 2014 年に調査が行われており、シカによる植生の衰退が顕著になる前後の定量データが取得されているため、「春日山 1993」「春日山 2021」のように各調査地名の後に調査年を併記して調査年別に解析を行った。各調査地における調査概況については、**表 1** のとおりである。

データを解析する方法として、各調査地における補正個体数、種数及び Shannon-Wiener 関数 (H') (Margalef, 1958) を算出して比較した。また、チョウ類群集の定量データを用いて環境を評価する手法として、日本産チョウ類全種の環境指標値が付与されている環境階級存在比 ER (田中, 1988) を使用して解析を行った。

補正個体数 各調査地で調査回数や調査距離が異なっているため、以下の式で 1 km 当たりの補正個体数を算出した。

$$\text{補正個体数} = \text{各調査地の確認個体数} / \text{調査回数} / \text{調査距離 (km)}$$

なお、春日山と高円山で 1993 年に実施された調査では、それぞれ約 400 m² に設定された調査範囲内において観察されたチョウ類を記録する、という手法がとられている。杉山・辻野 (2023) においては、春日山と高円山で実施された 1993 年と 2021 年の調査データを比較するに当たり、調査回数は 2021 年にそろえて 16 回に補正しているが、調査距離については特段の補正は行われていない。本報告書では、

表 1 各調査地における調査概況

調査地	調査年月	調査回数	距離(km)	標高(m)	調査環境
東大鳥川	2024年 5～10月	12	1.86	382～406	広葉樹林内の川沿いの未舗装車道
天狗森 ¹⁾	2007年 6～10月	8	0.93	620～650	ため池脇・草地・広葉樹林内の歩道
中の又林道 ²⁾	2020年 4～10月	7	1.98	113～148	広葉樹林内の沢沿いの未舗装林道
田苗代湿原 ²⁾	2020年 5～10月	7	1.90	779～794	広葉樹林内と湿原内の歩道
春日山1993 ³⁾	1993年 4～11月	—	—	—	—
春日山2021 ³⁾	2021年 4～11月	16	2.80	160～280	広葉樹・針葉樹林内の未舗装車道・歩道
高円山1993 ³⁾	1993年 4～11月	—	—	—	—
高円山2021 ³⁾	2021年 4～11月	16	1.90	175～380	広葉樹林・湿地・竹林・草地を含む歩道
石原2001 ⁴⁾	2001年 4～10月	19	0.90	220～240	溪流沿いの人工林内の林道
石原2014 ⁴⁾	2014年 4～10月	同上	同上	同上	同上（植生衰退）
妙見2001 ⁴⁾	2001年 4～10月	19	1.30	540～740	尾根部人工林と二次林内の歩道
妙見2014 ⁴⁾	2014年 4～10月	同上	同上	同上	同上（植生衰退）

1) 環境省・モニタリングサイト1000プロジェクト, 2) 藤里森林生態系保全センター（2021）, 3) 杉山・辻野（2023）, 4) 近藤（2017）に基づく。

1993年の春日山と高円山の調査については、便宜的にそれぞれ2021年の調査回数と距離にそろえて補正個体数を算出した。すなわち、調査回数は両調査地ともに16回、調査距離は春日山が2.80km、高円山は1.90kmとしてデータ解析を行った。

Shannon-Wiener 関数 (H') この指数は情報理論に基づく多様度指数であり、種数と種ごとの個体数の均一性を表現する指数で、以下の式で算出される。

$$H' = - \sum (n_i/N) \cdot \log_2 (n_i/N)$$

N：総個体数, n_i ：i番目の種の個体数

H' は種数が多く均一性が高くなるほど大きな値となり、その群集の種多様性が高いことを示す。なお、同定に至らなかったヒョウモンチョウ類のデータについては、解析から除外した。

環境階級存在比 ER ERは、チョウ類群集のトランセクト調査データを用いて調査地の環境や自然度を判定する手法である。日本産チョウ類の生態情報を加味して全種ごとに与えられた生息分布度（ps：primitive stage 極相林や天然更新林などの原始段階, as：afforested stage 植栽林・薪炭林などの二次段階, rs：rural stage 農村・人里などの三次段階, us：urban stage 公園や住宅地などの四次段階）と指標価（表2）をベースに、種数と個体数データから4つの環境段階のER(X)値（X：ps, as, rs, us）をそれぞれ以下の式で求め、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

良好な環境ほど原始段階の比率が高くなり、四次段階の比率が小さくなるもので、4つの環境段階の総和は10になる。図2に示したモデルグラフのように、各環境段階を横軸に折れ線グラフの環境階級図を描き、グラフの線形から環境評価を行うものである。なお、田中（1988）の日本産蝶類の生息分布

度と指標価の一覧表に記載されている「キチョウ *Eurema hecabe*」「エゾスジグロシロチョウ *Pieris napi*」「ウラギンヒョウモン *Fabriciana adippe*」の3種については、現在はそれぞれキタキチョウ *Eurema mandarina* とミナミキチョウ *Eurema hecabe*, ヤマトスジグロシロチョウとエゾスジグロシロチョウ *Pieris nesis*, サトウラギンヒョウモンとヤマウラギンヒョウモンに分類が細分化されている(日本チョウ類保全協会, 2019). そこで本報告書では, キタキチョウは「キチョウ」に, スジグロシロチョウ類は調査地の環境を考慮して「エゾスジグロシロチョウ」に, ウラギンヒョウモン類は「ウラギンヒョウモン」に読み替えて ER を算出した. また, 同定に至らなかったヒョウモンチョウ類のデータについては, 解析から除外した.

表2 日本産チョウ類各種の ER の
生息分布度と指標価の例

種名	生息分布度				指標価
	ps	as	rs	us	
スギタニリジミ	9	1	0	0	4
サカハチチョウ	2	6	2	0	3
テンゲチョウ	5	3	2	0	2
キチョウ	1	4	3	2	1

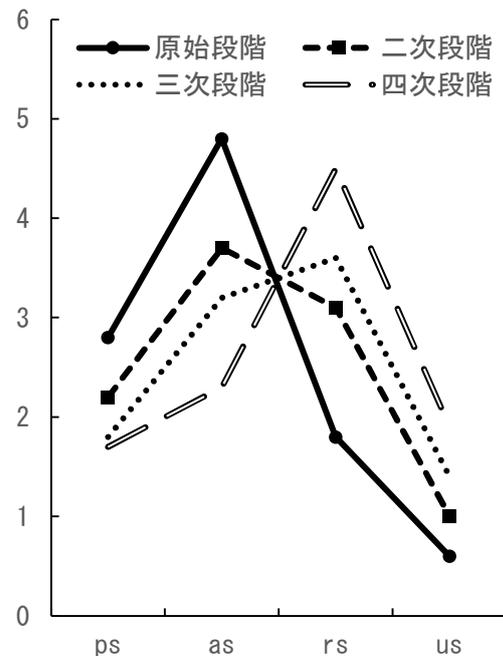


図2 環境評価の指標となる ER のモデルグラフ
(田中 (1988) を基に作図)

3. 結果及び考察

(1) 東大鳥川のトランセクト調査結果

付表に東大鳥川における 2024 年のトランセクト調査結果を示す. 各調査日における気象条件の測定値については, 調査開始時, 折り返し時及び終了時に計測した値の平均値を記載した.

12 回の調査で合計 38 種 594 個体のチョウ類が記録され, 補正個体数の合計値は 26.61 であった. 上位優占 5 種はキタキチョウ (写真 9), サカハチチョウ *Araschnia burejana* (写真 10), コムラサキ *Apatura metis* (写真 11), ミドリヒョウモン *Argynnis paphia*, アカタテハ *Vanessa indica* の順で, これら 5 種で全確認個体数の 66.3% を占める結果となった (表 3). 調査ルート沿いにはコムラサキの食草であるヤナギ類の溪畔林が広がり, 道路法面にはキタキチョウの食草であるヤマハギ *Lespedeza bicolor* が自生していた. 道路脇にはサカハチチョウとアカタテハの食草であるアカソ *Boehmeria silvestrii* やミヤマイラクサ *Laportea cuspidata* などが群生しており, 5 月の調査時にはヒョウモンチョウ類の食草となるオオタチツボスミレ *Viola kusanoana* やオオバキスミレ *Viola brevistipulata* などのスミレ類が林床の至る所で開花していた. 東大鳥川で記録された上位優占 5 種は, こうした調査地の環境が良く反映された種構成であることがうかがえる.

表3 各調査地におけるチョウ類群集の上位優占5種の補正個体数及び総個体数に占める割合

調査地	1位	2位	3位	4位	5位	割合(%)
東大鳥川	キタキチョウ 6.18	サカハチチョウ 6.05	コムラサキ 2.60	ミトヽリヒョウモン 1.88	アカタテハ 0.94	66.3
天狗森	モンキチョウ 1.48	ルリシジミ 1.21	スヅヅグヽロシロチョウ 0.94	ミトヽリヒョウモン 0.94	カラスアゲハ 0.81	50.6
中の又林道	スヅヅグヽロシロチョウ類 10.39	サカハチチョウ 0.94	シタテハ 0.51	ヒメキマダヽラセリ 0.51	ミトヽリヒョウモン 0.43	83.1
田苗代湿原	ヒメキマダヽラヒカゲ 0.38	スヅヅグヽロシロチョウ類 0.23	カラスアゲハ 0.15	クヅヽヤクチョウ 0.15	クロヒカゲ 0.15	60.9
春日山1993	ルリシジミ 1.00	テングヽチョウ 0.89	コムシジ 0.74	キタキチョウ 0.69	オチヤハヽネセリ 0.60	48.8
春日山2021	ルリシジミ 1.09	ヤマトシジミ 0.94	ムラサキシジミ 0.42	コムシジ 0.29	テングヽチョウ 0.27	75.0
高円山1993	キタキチョウ 1.74	モンシロチョウ 1.64	ベヽニシジミ 1.28	サトキマダヽラヒカゲ 1.22	ルリシジミ 1.09	39.1
高円山2021	ヤマトシジミ 1.35	ヒカゲヽチョウ 1.12	モンキアゲハ 1.02	サトキマダヽラヒカゲ 0.86	ルリシジミ 0.79	43.1
石原2001	キタキチョウ 8.19	テングヽチョウ 7.31	ヒメウラナミシヽヤノメ 6.90	スヅヅグヽロシロチョウ 5.03	コムシジ 2.63	57.0
石原2014	ヒメウラナミシヽヤノメ 5.32	テングヽチョウ 1.17	キタキチョウ 0.76	ベヽニシジミ 0.35	コムシジ 0.35	85.5
妙見2001	スヅヅグヽロシロチョウ 2.67	テングヽチョウ 1.34	ヒメキマダヽラヒカゲ 1.26	モンシロチョウ 1.17	キタキチョウ 1.09	53.1
妙見2014	テングヽチョウ 0.85	モンシロチョウ 0.40	スヅヅグヽロシロチョウ 0.28	キタキチョウ 0.12	ミトヽリヒョウモン 0.12	80.0

また、本調査では環境省第4次レッドリストで絶滅危惧Ⅱ類に指定されているウラギンスジヒョウモン *Argyronome laodice* が1個体、同じく準絶滅危惧種に指定されているヒメシジミ *Plebejus argus* (写真12) が9個体確認された。両種ともに農地や採草地等の半自然草原を主な生息場所とし、圃場整備や草地の管理放棄によって好適な生息環境が失われたことが大きな減少要因である(環境省, 2014)。本調査ルートは以東岳の登山口に至る車道ということもあり、毎年崩土の除去や路肩の除草等による道路の維持管理が行われている。こうした毎年継続される適度な管理作業によって、道路脇等にチョウ類の生息に好適な草地環境が創出されているものと推測される。

その他に注目すべき種として、9月4日に雪崩地形の岩壁(写真4・6)で1個体確認されたツマジロウラジャノメ *Lasiommata deidamia* が挙げられる。本種の食草は露岩地に自生するイネ科の草本類で、近年は崩壊防止などの工事によって崖の環境が失われるとともに各地で減少している(日本チョウ類保全協会, 2019)。全国17の都道府県において各地方自治体版のレッドデータブックに掲載されており、

青森県レッドデータブックでは最重要希少野生生物の A ランクに指定されている（青森県，2020）．本調査地の岩壁は人工的な改変が加えられておらず，本種の安定した生息環境が維持されているものと考えられる．ウラギンスジヒョウモン，ヒメシジミ及びツマジロウラジャノメを保全するためには，路面をアスファルトで舗装したり岩壁をコンクリートで補強したりするような工事は行わずに，従来通り必要最小限の崩土の除去や除草作業等を継続していくことが肝要であろう．

ツマジロウラジャノメを確認した9月4日の調査では合計17種146個体が記録され，種数・個体数ともに本調査を通して最多となった．この日は上位優占1位となったキタキチョウが発生ピークを迎えつつあり，優占2位となったサカハチチョウの年2化目の発生ピークと重なったこと，加えて調査当日は快晴微風で雲量0%，照度も11万luxを超えており気象条件が最適だったことが主な要因である．

2024年の朝日山地一帯は，春季と秋季の天候は比較的安定していたが，一方で夏季には天候不順の日が続き，7～8月にかけて調査に適した日を選定することは困難を極めた．7月12日，7月23日及び8月20日は薄曇りの中で調査せざるを得ず（付表），記録種数及び個体数は過少評価されているものと考えられる．8月9日は晴天微風時に調査を行うことができたが，調査ルート上で植物体の葉陰に静止しているチョウ類が散見された．それらもカウントしたものの，高温により飛翔活動が抑えられ見落とされていた個体が多かった可能性が高く，この日も同様に過小評価となっていると推測される．

また，当初は10月11日に本調査を終了する予定で，当日午前6時日本気象協会発表の天気予報で鶴岡市の晴天を確認した後に調査を行ったが，調査地では9時42分から雨が降り始めたため今回のデータ解析からは除外し，10月17日に再度調査を実施した．参考に10月11日のデータを列記すると，調査時間は9時40分～10時30分，天気は雨，平均値の雲量100%，気温16.0℃，風速0.2m/s，照度8,433luxで，確認したチョウ類はヤマハギの葉裏に静止していたキタキチョウ1個体のみである．モニタリングサイト1000里地調査マニュアルでは，チョウ類の発生期に毎月2回，晴天微風時に調査を行うことと定められているが，天候の変化が激しい山岳地域において当マニュアルに沿って調査を実施することは，とりわけ天候不順の年では極めて難しい．将来にわたりチョウ類群集のトランセクト調査を継続させるとなると，後述するように調査地の地元の研究機関がその役割を担うことが望ましいと考えられる．

（2）他の調査地域におけるチョウ類群集との比較

東大鳥川と朝日山地周辺地域の天狗森，白神山地周辺地域の中の又林道・田苗代湿原，シカの高密度地域である春日山・高円山・石原・妙見におけるチョウ類群集の補正個体数，種数及び H' を比較したグラフを図3に示す．

はじめに東大鳥川のデータを同じ東北地方の天狗森・中の又林道・田苗代湿原と比較すると，補正個体数・種数ともに最多となり， H' は天狗森に次いで高い値となった．東大鳥川の調査地一帯は原生的なブナ林や溪畔林が広がっている一方で，道路脇には多様な草本類がソデ群落を形成しており，資材置き場などの人為的な攪乱が大きい空地も存在する．そのため，ミヤマカラスアゲハ *Papilio maackii* やイチモンジチョウ *Limenitis camilla* といった森林環境を好む種からウスバシロチョウ *Parnassius citrinarius* やヒメウラナミジャノメ *Ypthima argus* など草地環境を好む種，さらにはモンシロチョウ *Pieris rapae* やヤマトシジミ *Zizeeria maha* など市街地に生息する種まで幅広く確認され，より多くの種及び個体数の記録につながったものと考えられる（付表）．上位優占5種に着目すると，サカハチチョウやミドリヒョウモンなどの共通する種が挙がり，その他の優占種についてもおおむね東大鳥川で確認された種が含まれていた（表3）．東北地方の山岳地域におけるチョウ類の種構成は似通っているが，群集内における上位種の優占割合が異なり，その偏りが H' の値に反映されているものと考えられる．天

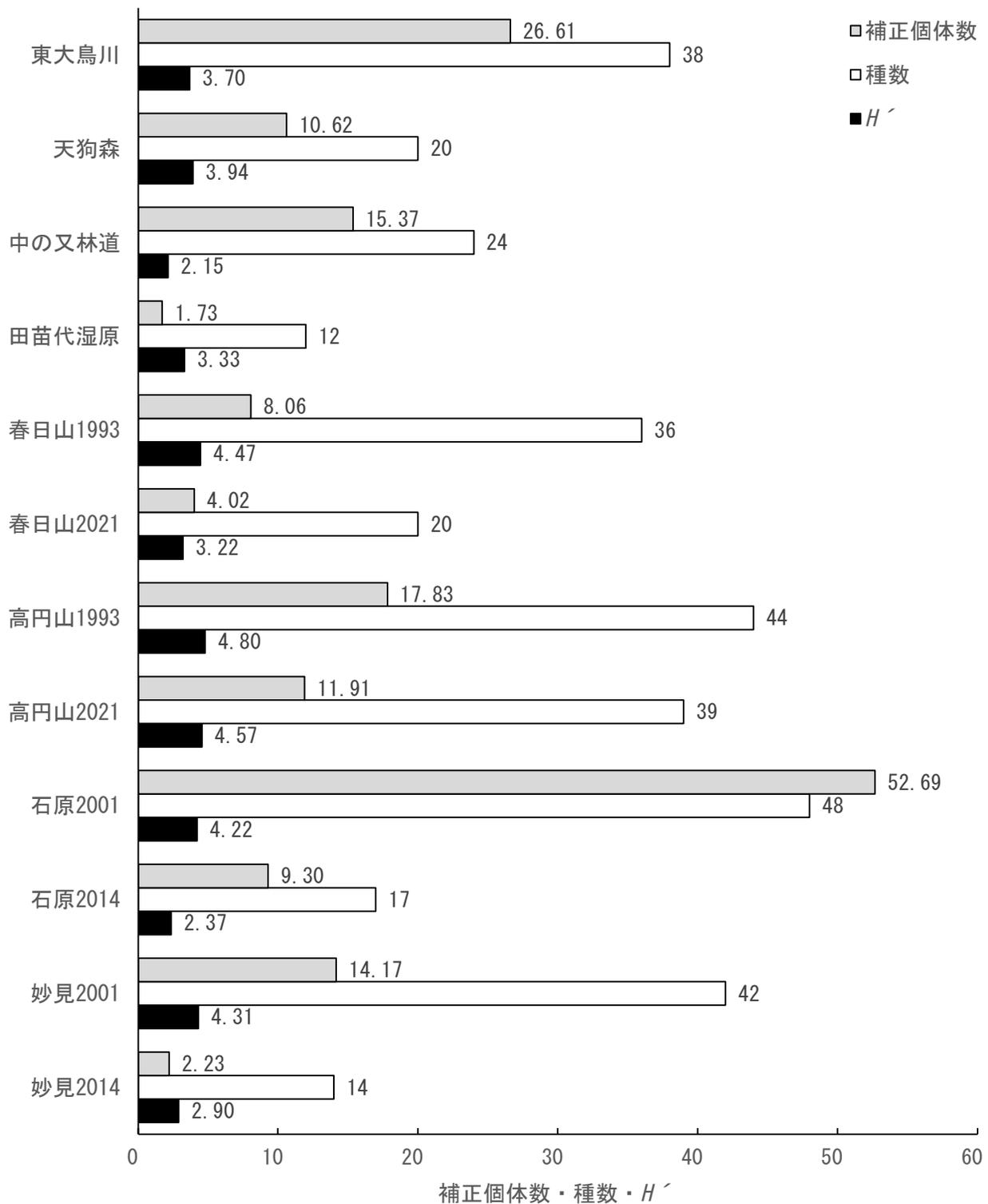


図3 各調査地におけるチョウ類群集の補正個体数・種数・ H'

天狗森は確認種数が20種と少ないものの、上位優占5種の割合が50.6%と低く均一性の高い群集であるため、東大鳥川より H' が高い値となったものである。ただし、天狗森・中の又林道・田苗代湿原の3箇所は調査回数自体が少ないため（表1）、特に種数については過少評価されている可能性が高いことに留意する必要がある。

次に近畿地方のシカの高密度地域について見ると、奈良県の春日山・高円山、兵庫県の石原・妙見の4箇所全てにおいてシカによる植生の衰退後のデータの方が補正個体数・種数・ H' の値は減少し、上位

優占5種の占める割合は増加した。これはチョウ類群集の種多様性が低下していることを表しているが、春日山・高円山の減少度合いは石原・妙見と比較して小さかった。春日山・高円山の1993年の調査は前述のとおりトランセクト調査とは異なり、種数・個体数ともに過大評価されている可能性もある。春日山と高円山のデータを杉山・辻野(2023)より参照すると、例えば両地域ともに2021年にはキタキチョウが激減してスジグロシロチョウは記録されなくなったが、ヤマトシジミが大幅に増加しており、春日山2021の上位優占2位、高円山2021の上位優占1位となっている。高円山に関しては、環境省第4次レッドリストで絶滅危惧IB類に指定されているクロシジミ *Niphanda fusca* (環境省, 2014) が2021年に増加していることもあり、現在も豊かなチョウ類相を有していると指摘されている。

一方、補正個体数・種数・ H' ともに大きく減少した石原・妙見については、近藤(2017)より2001年と2014年に調査地の景観写真が定点撮影されており、シカによる下層植生の著しい衰退状況が克明に記録されている。また、永幡(2024)は両調査地周辺の兵庫県北部から鳥取県にかけて、シカの摂食により林床の植生が失われて多くの昆虫類が消失した体験談を著述している。石原・妙見におけるチョウ類の減少要因は、近藤(2017)の指摘どおりシカによる自然植生の衰退が大きく関与しているものと考えられる。ただし上位優占5種について確認すると、春日山2021と高円山2021でランクから外れたキタキチョウが石原2014では3位に、妙見2014では4位に、同じく春日山と高円山で確認されなくなったスジグロシロチョウが妙見2014で3位にランクされている。一方で春日山と高円山で増加したヤマトシジミについては、石原2014では確認されなくなり、妙見2014では減少に転じた。

このように奈良県と兵庫県の調査地を比較すると、チョウ類の減少度合いが異なり、なおかつ増減する種も異なることが判明した。これは、高密度化したシカによってチョウ類が総じて一律に減少する訳ではなく、影響を受けるチョウ類の種や反応が地域によって異なることを示唆している。例えば高円山2021の上位優占5種の中には、ササ類 *Sasa* sp. を食草とするヒカゲチョウ *Lethe sicelis* とサトキマダラヒカゲ *Neope goschkevitschii* が含まれているが、ササ類は積雪量の多い東北地方における冬期間のシカの主要な餌資源となっている(相川, 2021; ムラノほか, 2024)。仮に朝日山地でシカの生息密度が上昇した場合は、コチャバネセセリ *Thoressa varia* (写真13) やオオチャバネセセリ *Zinaida pellucida* (写真14) など、ササ類を食草とするチョウ類が大きく減少することも予測される。

(3) チョウ類群集データを用いた環境評価

各調査地におけるERを算出しグラフ化した環境階級図を図4に示す。はじめに東北地方の4箇所の調査地について比較すると、東大鳥川と天狗森はともにasが突出し、次いでps, rs, usの順に値が低下する線形が描かれ、図2のモデルグラフから原始段階の環境と判定された。天狗森の方が東大鳥川よりもpsが高く、asが低い値で、より原始段階の要素が強いことが表現されている。中の又林道と田苗代湿原については、類似するモデルグラフが無いpsをピークとする右肩下がりのグラフとなった。田中(1988)は、あらゆる環境が図2の四つのモデルのいずれかに属するという訳ではなく、各モデルの中間的あるいは移行的なものがあり、またより原始的な場合やその逆の場合は、モデルをさらに強調したグラフになることもありうると指摘している。中の又林道と田苗代湿原は、このグラフの線形から東大鳥川や天狗森よりもさらに原始的な要素が強い環境であると判定されたものである。中の又林道の調査地は東大鳥川よりも小規模な沢沿いで、林道以外は人為的な攪乱が小さい広葉樹林が広がっている。田苗代湿原は原生的なブナ林内と湿原内の登山道を調査ルートに設定しており、人為的な影響はさらに小さい環境が維持されている。田苗代湿原の方が中の又林道より急傾斜のグラフとなり、これら2箇所の調査地の環境が的確に評価されたものと考えられる。

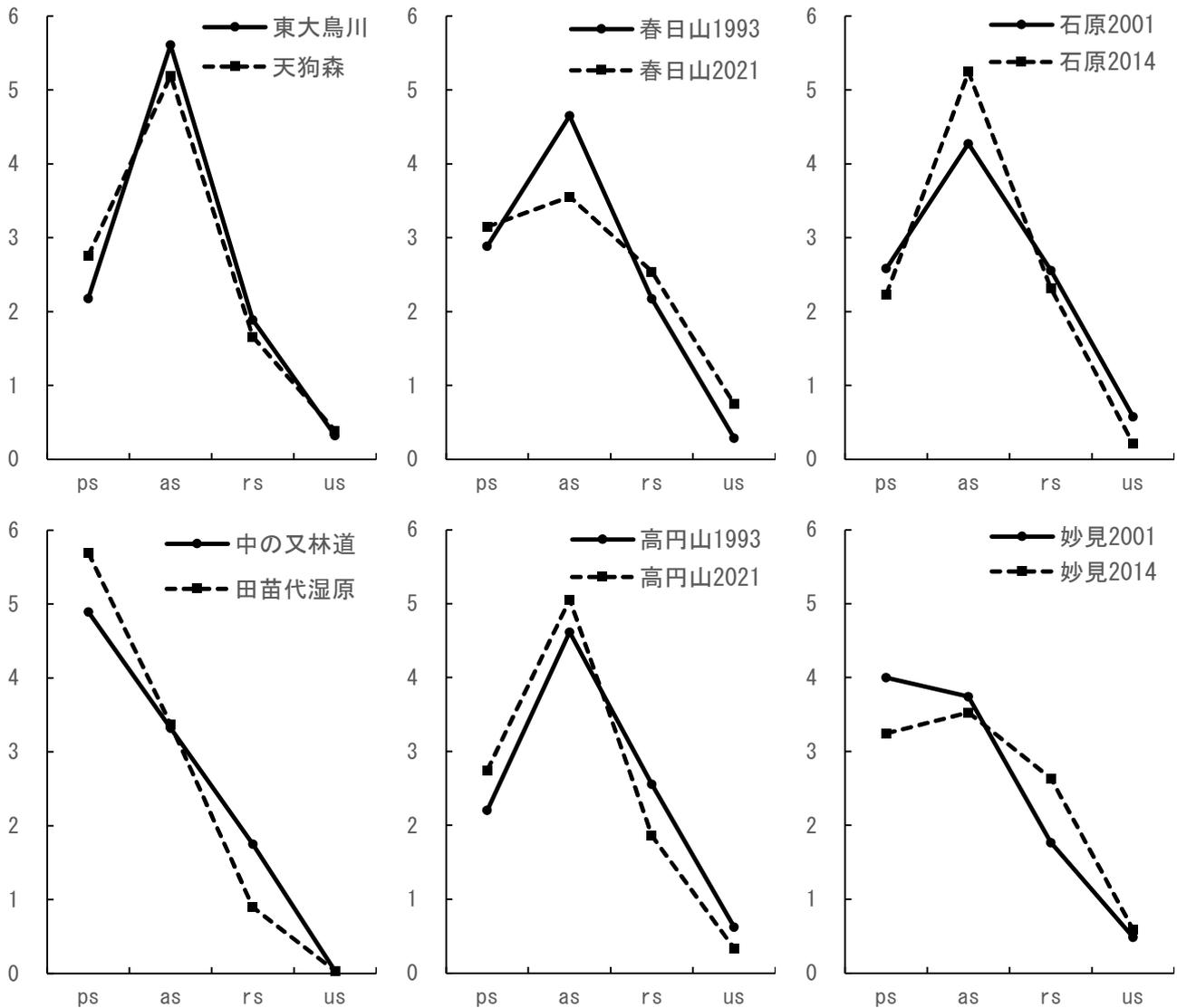


図4 各調査地における環境階級図

続いてシカの高密度地域の4箇所についてグラフを比較すると、全ての箇所においてシカの食害前後で線形が変化した。春日山1993はasをピークとする原始段階で、同2021はasが大きく低下してps, rs, usが上昇し、やはり原始段階と判定された。高円山1993はasが最大で、次いでrsがpsよりも高い二次段階、同2021はasがより突出し、次いでpsがrsよりも高い原始段階と評価された。石原2001はasがピークでpsがrsより僅かに高く、同2014はasがより突出してrsがpsより僅かに高いグラフとなったが、両年ともにpsとrsはほぼ同等の値であり、原始段階から二次段階への移行段階と評価された。妙見2001はpsをピークに右肩下がりの原始段階、同2014はasがピークで続いてpsが高く春日山2021と類似した線形となり、やはり原始段階と判定された。

チョウ類群集データを用いたERによる環境評価は、調査地の環境を的確に表現できる手法としてこれまでに全国各地で積極的に活用されてきたが(例えば、吉田, 2004; 永田ほか, 2006; 大森ほか, 2013; 梅村, 2022), シカの高密度地域において使用された事例は見当たらない。今回初めてシカの高密度地域のERを算出するに当たり、シカの摂食圧により下層植生が衰退した環境では三次段階や四次段階を表すグラフが描かれるものと想定していた。しかしながら、4箇所ともに線形は変化したものの春日山2021・高円山2021・妙見2014は原始段階、石原2014は原始段階から二次段階への移行段階を表すグラ

フが描かれ、下層植生の衰退した調査地の環境が適切に評価されない判定結果となった。この現象は、下層植生の草本類を食草とするチョウ類はシカの摂食圧の増加に伴い衰亡するが、木本類を食草とするチョウ類は比較的影響が小さいことに起因する。

表3に示した上位優占5種のうち、テングチョウ *Libythea lepita* が春日山 2021 で第5位に、石原 2014 で第2位に、妙見 2014 では第1位にランクしている。テングチョウの幼虫の食草は木本類のエノキ *Celtis sinensis* やエゾエノキ *Celtis jessoensis* などで、林床の植生が失われても生存可能であるため、優占種として生き残ったものと考えられる。同様に春日山 2021 で第3位にランクしているムラサキシジミ *Arhopala japonica*、高円山 2021 で第3位のモンキアゲハ *Papilio helenus* も木本食であり、シカの摂食圧に対する影響が小さいため上位種にランク入りしたものであろう。**表2**に例としてテングチョウのERの生息分布度と指標値を示しているが、psが5、asが3、rsが2、usは0で、原始段階により重み付けされた環境評価値が付けられていることが分かる。すなわち、シカの食害後にも生存し続ける木本食のチョウ類のデータが、ERの解析値に大きな影響を及ぼしていることが判明した。東大鳥川ではスギタニルリシジミ *Celastrina sugitanii* が確認されたが（**付表**）、本種はpsが9、asが1で指標値が4と極めて環境指標性が高く（**表2**）、トチノキ *Aesculus turbinata* やミズキ *Cornus controversa* などの木本類を食草としている。仮に東大鳥川周辺の下層植生がシカの食害で消失しても、本種は生存し続けて優占種となる可能性が高い。そのようなチョウ類群集データを用いてERを算出すれば、田苗代湿原のような右肩下がりのグラフが描かれ、シカにより植生が大きく損なわれているにも関わらず“原始段階である”，という誤った評価につながりかねない。

以上、チョウ類の種ごとに環境の重み付けを行うERは、シカの高密度地域において環境評価を行う上で不具合が生じたが、シカの食害後には補正個体数・種数・ H' の値が低下して上位優占種に大きく偏った群集構造に変化することは明らかになった（**図3・表3**）。ただし、中の又林道や田苗代湿原のように、原生的な自然環境下で元々チョウ類の種の多様性が低い地域においては、上位優占種のチョウ類の個体数が抑えられて H' の値が逆に増加することも推測される。したがって、チョウ類群集の定量データを用いてシカの影響を評価するのであれば、補正個体数、種数及び上位優占種割合の増減について比較する程度に留めた方が無難と思われる。その場合はシカの食害前後の複数年にわたりトランセクト調査を継続する必要があるが、シカの影響を評価する手法としては余りにも労力がかかりすぎる。シカの影響評価を行うのであれば、チョウ類群集のデータを用いて間接的に行う必然性は無く、シカの摂食により直接影響が及ぶ植生の定量的な調査（例えば、林野庁，2017）を行った方が現実的で、朝日山地においても「森林詳細調査」「森林植生調査」と称して複数地点でモニタリング調査が継続されている（東北森林管理局，2024b）。こうした植生調査と併行して、カメラトラップ法（福田ほか，2008）やボイストラップ法（江成・江成，2020）などによりシカの生息状況を把握することも重要で、ボイストラップについては朝日山地において令和元（2019）年度より毎年継続中である（東北森林管理局，2024a）。

チョウ類群集のトランセクト調査は長期間にわたり多大な労力がかかるため、シカの影響評価といった限定的な目的で行うのではなく、近年の異常気象や大規模災害、あるいは外来種の分布拡大や各種開発事業など、シカのみならずあらゆる環境変化の指標として活用することを目的として実施した方が望ましい。一例を挙げると、本調査で確認されたウラナミシジミ *Lampides boeticus* は9月19日以降に複数個体が記録されたが（**付表・写真15**）、これは関東～九州地方南部沿岸及びそれ以南の温暖な地域で越冬したものが世代を繰り返しつつ分布を北上させてきたもので（白水，2006）、東北地方では越冬できずに死滅する。**写真16**のウラギンシジミ *Curetis acuta* は本調査地より内陸部で撮影したもので、今回の調査時には確認されなかったが、1990年代以降東北地方において分布の北上傾向を示す記録が相次

いでいる（梅津，2016）．これらの種の確認時期や個体数の変動等を把握することは，地球温暖化の指標としても有効に活用できる．

（４）今後のチョウ類群集のモニタリング体制について

モニタリングサイト 1000 をはじめ，全国各地で実施されているチョウ類群集のトランセクト調査の有用性については論を俟たないが，将来的に朝日山地でチョウ類群集調査を継続することを想定した場合，実行体制の整備が大きな課題である．当センターや朝日山地を管轄する森林管理署の職員が実行するとなると，まずは調査機材をそろえてチョウ類の同定技術を習得する必要があること，職員は3年前後で異動すること，また通常業務の合間を縫って毎月2回，晴天微風時を狙って調査を行うことは極めて困難であることなどから，林野庁職員による実行は非現実的である．今回当センターで調査を行うことができた要因は，令和6（2024）年度にチョウ類群集のトランセクト調査経験者が異動してきて自前の機材を使用したためであり，こうした偶然が重ならない限り職員の直営による実行は不可能であろう．

また，冒頭で述べたとおり東北森林管理局では毎年モニタリング調査業務を発注しているが，変化の激しい山岳地域の天候に配慮して毎月2回行う，という厳しい調査条件は発注業務としてはすぐわず，そもそも受注業者自体がない可能性が高い．同じく冒頭で触れた部会において，ボランティアを募って行ってはどうかという意見も挙げられたが，ボランティアは概して定年退職後の年配者が多く後継者不足に陥りがちで，継続性に不安がある．今回のデータ解析に用いた天狗森の調査は地元の自然保護団体のボランティアによるものだが，調査員の高齢化と若い人の参加が少ないことを問題として抱えており，チョウ類の調査メンバーは一人のみで，メンバーの増員を重要な課題として掲げている（出羽三山の自然を守る会，2023）．

山岳地域の天候の急変に対して臨機応変に調査を行うためには，調査地近郊の地元に生活の拠点があり，調査を最優先に行動できるフットワークの軽い人材が必要不可欠である．モニタリングの継続性も考慮すると調査者は若い方が好ましく，これらを勘案するとチョウ類群集のトランセクト調査は地元の大学等の研究機関が実行するのが最適と考えられる．大学に森林生態学等の研究室があれば，毎年のように学部生や大学院生が配属されるため，人材確保には困らない．卒業論文や修士論文の研究テーマとしてチョウ類群集のトランセクト調査を代々引き継いでいけば，毎年継続して安定したデータを収集することができる．蓄積されたチョウ類群集データを大学の紀要等に掲載してインターネット上で公開すれば，地方大学の地域に対する貢献度がこれまで以上に大きくなることは確実であろう．同大学内に哺乳類や魚類，森林植生などの研究室もあれば，同じ山岳地域の生態系を異なるアプローチにより多面的に評価することも十二分に可能である．

南アルプスの北岳では，2002年より信州大学農学部の応用昆虫学研究室がチョウ類群集のトランセクト調査を開始しており（中村ら，2003），後に同調査地はモニタリングサイト1000高山帯サイトに登録されて毎年チョウ類群集の定量データが収集されている（生物多様性センター，2024）．高山帯サイトには今のところ東北地方が含まれていないため，朝日山地のみならず白神山地，早池峰山，蔵王などで北岳の好例のように地元の大学等を調査実施主体とした調査サイトが新設され，モニタリングサイト1000によるチョウ類群集調査のさらなる発展が期待される．



写真1 調査起点. 左手が35年生のスギ人工林.



写真2 サワグルミ主体の溪畔林



写真3 東大鳥川に近接する箇所



写真4 雪崩地形の岩壁と残雪状況



写真5 写真4を上流側から撮影



写真6 雪崩地形（写真4を上流側から遠望）



写真7 プレハブ小屋とブナ主体の落葉広葉樹林



写真8 折り返し地点. ヤナギ類主体の溪畔林.

(写真1～8 : 2024年5月5日, 有本実撮影)



写真9 キタキチョウ (2024年10月1日)



写真10 サカハチチョウ (2024年7月23日)



写真11 コムラサキ (2024年8月9日)



写真12 ヒメシジミ (2024年6月19日)



写真13 コチャバネセセリ (2024年7月12日)



写真14 オオチャバネセセリ (2024年9月4日)



写真15 ウラナミシジミ (2024年9月19日)



写真16 ウラギンシジミ (2024年10月15日)

山形県 西村山郡 大江町 柳川

付表 東大鳥川における2024年のチョウ類群集のトランセクト調査結果

調査日	5月5日	5月22日	6月6日	6月19日	7月12日	7月23日	8月9日	8月20日	9月4日	9月19日	10月1日	10月17日	合計	補正 個体数 ³⁾
開始時刻	10:18	9:40	9:50	9:40	9:45	9:45	9:50	9:40	9:40	9:40	10:00	9:40		
終了時刻	11:35	11:11	11:10	11:10	11:10	11:15	11:20	11:10	11:40	11:30	11:20	10:50		
天気	快晴	晴	晴	晴	薄曇り	薄曇り	晴	薄曇り	快晴	晴	快晴	晴		
雲量 (%) ¹⁾	0.0	13.3	16.7	40.0	100.0	93.0	30.0	90.0	0.0	53.3	6.7	10.0		
気温 (°C) ¹⁾	27.0	20.8	22.3	25.1	22.7	26.1	27.0	26.7	26.1	23.0	23.0	17.9		
風速 (m/s) ¹⁾	0.7	0.6	0.4	0.5	0.0	0.7	0.3	0.0	0.9	0.3	0.3	0.4		
照度 (lux) ¹⁾	100,467	103,133	99,900	106,000	15,930	43,057	111,000	32,533	111,333	72,000	109,333	98,100		
ウスバシロチョウ <i>Parnassius citrinarius</i>	-	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	0.18
キアゲハ <i>Papilio machaon</i>	-	-	-	3	-	-	1	-	1	-	-	-	5	0.22
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i>	-	-	2	-	1	6	-	1	6	-	-	-	16	0.72
ミヤマカラスアゲハ <i>Papilio maackii</i>	-	9	2	-	-	-	-	-	2	1	-	-	14	0.63
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i>	-	-	-	-	-	1	5	12	42	48	19	11	138	6.18
モンキチョウ <i>Colias erate</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0.04
モンシロチョウ <i>Pieris rapae</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	3	0.13
スジグロシロチョウ類 ²⁾ <i>Pieris</i> sp.	-	-	2	4	1	-	1	4	1	3	-	-	16	0.72
トラフシジミ <i>Rapala arata</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.04
ウラナミシジミ <i>Lampides boeticus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	9	6	17	0.76
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	2	1	-	1	8	0.36
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus</i>	-	-	-	-	1	1	-	3	3	-	-	-	8	0.36
スギタニルリシジミ <i>Celastrina sugitanii</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.09
ツバメシジミ <i>Everes argiades</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0.04
ヒメシジミ <i>Plebejus argus</i>	-	-	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	0.40
テングチョウ <i>Libythea lepita</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.09
ミドリヒョウモン <i>Argynnis paphia</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	14	20	6	1	42	1.88
メスグロヒョウモン <i>Damora sagana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.04
ウラギンスジヒョウモン <i>Argyronome laodice</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.04
オオウラギンスジヒョウモン <i>Argyronome ruslana</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	0.04
ウラギンヒョウモン類 ²⁾ <i>Fabriciana</i> sp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	0.04
ヒョウモンチョウ類 ²⁾ <i>Argynnini</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	14	2	-	-	16	0.72
イチモンジチョウ <i>Limenitis camilla</i>	-	-	-	6	-	-	3	3	2	-	-	-	14	0.63
アサマイチモンジ <i>Limenitis glorifica</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	3	2	-	-	6	0.27
コミスジ <i>Neptis sappho</i>	-	-	-	1	-	-	2	1	3	1	-	-	8	0.36
サカハチチョウ <i>Araschnia burejana</i>	7	29	10	6	2	2	6	14	45	13	1	-	135	6.05
キタテハ <i>Polygonia c-aureum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	0.04
シータテハ <i>Polygonia c-album</i>	1	-	-	-	-	1	-	-	-	2	5	-	9	0.40
ルリタテハ <i>Kaniska canace</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0.04
アカタテハ <i>Vanessa indica</i>	-	-	2	1	5	2	-	4	-	3	3	1	21	0.94
コムラサキ <i>Apatura metis</i>	-	-	-	19	-	2	16	21	-	-	-	-	58	2.60
ツマジロウラジャノメ <i>Lasiommata deidamia</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	0.04
クロヒカゲ <i>Lethe diana</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	0.04
ヒメウラナミジャノメ <i>Ypthima argus</i>	-	-	1	3	-	-	-	-	2	-	-	-	6	0.27
ダイミョウセセリ <i>Daimio tethys</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	0.09
コチャバネセセリ <i>Thoressa varia</i>	-	-	1	4	3	3	1	1	2	-	1	-	16	0.72
ヒメキマダラセセリ <i>Ochlodes rikuchina</i>	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	2	0.09
イチモンジセセリ <i>Parnara guttata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	0.04
オオチャバネセセリ <i>Zinaida pellucida</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	2	1	-	-	5	0.22
個体数合計	8	42	23	62	16	20	40	66	146	102	47	22	594	26.61
種数合計 ²⁾	2	5	8	14	8	10	9	11	17	15	10	7	38	

種名・配列は日本チョウ類保全協会（2019）に、本文中のチョウ類各種の食草は白水（2006）に準拠

1) 各計測値は調査開始時・折り返し時・終了時に計測した値の平均値 2) ヒョウモンチョウ類は種数に含めず、それ以外は各1種としてカウント 3) 確認個体数/調査回数/km=調査地1km当たりの個体数

謝辞

本報告書をまとめるに当たり、出羽三山の自然を守る会 常任理事の長南 厚氏には、文献の一部を御恵与いただき、天狗森の調査状況に関する有益な情報をいただいた。日本チョウ類保全協会 理事の永幡嘉之氏には本調査を実施するきっかけをいただき、同協会の清水郁子氏にはチョウ類のモニタリング等に関する資料を御恵与いただいた。また、山形県山岳連盟 自然保護部会 部長の草刈広一氏には、山形県小国町におけるチョウ類の調査データを御共有いただいた。ここに記して厚く御礼申し上げる。

引用文献

- 相川拓也 (2021) ササに残る食痕をもとにニホンジカの越冬地をつきとめる. Forest Winds No. 87, 森林総合研究所 東北支所, 岩手.
- 青森県 (2020) 青森県の希少な野生生物 —青森県レッドデータブック (2020 年版) —.
- 有本 実 (2017) 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.
- 出羽三山の自然を守る会 (2023) 39. 「モニタリング 1000」里地・里山調査. 「出羽三山の自然を守る会 結成 50 年記念誌 自然保護 50 年のたたかい」, pp. 207-211.
- 江成広斗・江成はるか (2020) ニホンジカの低密度管理の実現を目指したボイストラップ法の有効性. 哺乳類科学 60(1):75-84.
- 長谷川順一 (2010) シカ食害による植生の変貌と昆虫類の衰退. 「日本の昆虫の衰亡と保護」石井 実監修, pp. 268-276, 北隆館, 東京.
- 羽山伸一 (2001) 野生動物問題. 地人書館, 東京.
- 藤里森林生態系保全センター (2021) 白神山地のチョウ類群集調査(上). 白神通信 No. 96:3-4, 林野庁 東北森林管理局 藤里森林生態系保全センター, 秋田.
- 福田秀志・高山 元・井口雅史・柴田叡式 (2008) カメラトラップ法で明らかにされた大台ヶ原の哺乳類相とその特徴. 保全生態学研究 13:265-274.
- 環境省 (2014) レッドデータブック 2014: 日本の絶滅のおそれのある野生生物 5: 昆虫類.
- 近藤伸一 (2013) シカ被害森林のチョウ類相 (兵庫県のチョウ類トランセクト調査 5). きべりはむし 35(2):5-13.
- 近藤伸一 (2017) 兵庫県におけるニホンジカによる自然植生衰退がチョウ類群集に及ぼした影響. 兵庫ワイルドライフモノグラフ(9):63-89.
- Margalef, D.R. (1958) Information theory in ecology. Gen. Syst. 3:36-71.
- ムラノ千恵・服部耕平・齋藤純一・神 孝子・高木善隆・赤澤友光・山岸洋貴 (2024) ニホンジカとカモシカの冬季食性比較による白神山地モニタリングのための指標植物の選定. 哺乳類科学 64(2):233-241.
- 永幡嘉之 (2024) クマはなぜ人里に出てきたのか. 旬報社, 東京.
- 永田斉寿・飯塚日向子・北原正彦 (2006) 福島県いわき市郊外山域におけるチョウ類群集の多様性と構造. 環動昆 17(4):153-165.
- 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(3):109-123.
- 中村寛志・有本 実・須賀 丈 (2003) 南アルプス北岳におけるチョウ類群集の定量的モニタリングについて. 信州大学 山岳科学総合研究所年報 第 1 号:136-137.
- 日本チョウ類保全協会 (2019) フィールドガイド増補改訂版 日本のチョウ. 誠文堂新光社, 東京.
- 日本鱗翅学会自然保護委員会 (2020) 最絶滅危惧チョウ類の保護増殖と地域農林業との共存共益の模索.

- 自然保護助成基金助成成果報告書 28 : 233-246.
- 日本森林学会 (編) (2011) 深刻化するシカ問題 ―各地の報告から―. 森林科学 61 : 2-29.
- 大森悠紀・江田信豊・江田慧子・中村寛志 (2013) 愛知県の海上の森におけるチョウ類の群集構造と環境評価. 信州大学農学部 AFC 報告 第 11 号 : 37-45.
- 林野庁 (2017) 保護林・緑の回廊のモニタリング調査 手法・野帳様式集.
- 生物多様性センター (2016) モニタリングサイト 1000 高山帯調査マニュアル (2016 年度改訂版). 環境省 自然環境局 生物多様性センター, 山梨.
- 生物多様性センター (2023) モニタリングサイト 1000 里地調査マニュアル チョウ類 (ver. 3.2). 環境省 自然環境局 生物多様性センター, 山梨.
- 生物多様性センター (2024) モニタリングサイト 1000 高山帯調査 2008-2022 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, 山梨.
- 生物多様性センター『モニタリングサイト 1000 Since 2003』.
<https://www.biodic.go.jp/moni1000/index.html> (2024 年 12 月 19 日閲覧).
- 神宮周作 (2022) 対馬固有亜種ツシマウラボシシジミの保全活動. ワイルドライフ・フォーラム 26(2) : 11-14.
- 白水 隆 (2006) 日本産蝶類標準図鑑. 学習研究社, 東京.
- 杉山海弥・辻野 亮 (2023) 春日山・高円山・奈良教育大学におけるチョウ類相の変化とその要因. 奈良教育大学自然環境研究センター紀要(24):15-27.
- 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.
- 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.
- 高槻成紀 (1989) 植物および群落に及ぼすシカの影響. 日本生態学会誌 39 : 67-80.
- 高槻成紀 (2006) シカの生態誌. 東京大学出版会, 東京.
- 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」三枝豊平・矢田脩・上田恭一郎編, 527-566. 日本鱗翅学会, 大阪.
- 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.
- 東北森林管理局 (2022) 令和 4 年度 東北森林管理局保護林管理委員会 朝日山地森林生態系保護地域部会 議事概要.
- 東北森林管理局 (2024a) 令和 5 年度 朝日山地森林生態系保護地域モニタリング調査 報告書.
- 東北森林管理局 (2024b) 第 VI 期の朝日山地森林生態系保護地域モニタリング調査項目の検討. 令和 6 年度 東北森林管理局保護林管理委員会 朝日山地森林生態系保護地域部会 資料 5 : 42-44.
- 東北森林管理局・関東森林管理局 (2014) 朝日山地森林生態系保護地域 管理計画書 (平成 26 年 6 月変更).
- 梅村信哉 (2022) 福井市大芝山ならびに末町と足羽三山におけるチョウ類群集の構造の比較と環境評価. 福井市自然史博物館研究報告 第 69 号 : 49-58.
- 梅津一史 (2016) 秋田県におけるウラギンシジミの採集例と越冬観察例. 月刊むし 547 : 26-28.
- 吉田宗弘 (2004) チョウ類群集による都市環境評価のころみ. 環動昆 15(3) : 179-187.

令和6年度 朝日庄内森林生態系保全センター調査報告書
朝日山地におけるチョウ類群集のトランセクト調査

令和7（2025）年3月

林野庁 東北森林管理局 朝日庄内森林生態系保全センター



所長 十川 尚久
生態系管理指導官 有本 実
主事 工藤 柊也