

論文

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

杉山 海弥^{1*}, 辻野 亮¹

¹ 奈良教育大学自然環境教育センター

Changes in butterfly fauna in Mt. Kasuga, Mt. Takamado and Nara University of Education and their influencing factors

Kaiya Sugiyama^{1*}, Riyou Tsujino¹

¹ Center for Natural Environment Education, Nara University of Education

要旨：春日山原始林、高円山、奈良教育大学自然環境教育センター奈良実習園、奈良教育大学高畑キャンパスの4地点で2021年4月から11月まで、トランセクト法によってチョウ類相を調査し、5科50種のチョウ類を確認した。チョウ類の種数、Simpsonの多様度指数 $1-\lambda$ 、Shannon-Wienerの多様度指数 H' を用いてチョウ類の多様度を算出し、1993年と比較すると、すべての調査地におけるすべての指標で1993年よりも多様度が減少しており、チョウ類の多様性が低下していることが示された。また、環境指数である巣瀬のEI指数も、すべての調査地で1993年より減少しており、ほとんどのチョウ類にとって環境が悪化していることが示された。チョウ類の減少の要因として、本調査地ではニホンジカ *Cervus nippon* の採食によるチョウ類の寄主植物の減少が考えられた。また、高円山の草地には絶滅危惧種を含む多くのチョウが生息しており、重要な生息地である。よって、奈良市においてチョウ類の多様性を保全するためには草地の維持が必要である。

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教育センター紀要, (24): 15–27.

キーワード：EI 指数、多様度指数、チョウ類相、トランセクト法、ニホンジカ

Abstract: The butterfly fauna was surveyed by the transect count method from April to November 2021 at four sites in Nara city, Mt. Kasuga, Mt. Takamado, Nara Training Field of the Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, and the Takabatake campus of Nara University of Education and 50 species of butterflies in five families were identified. Butterfly diversity was calculated using the number of butterfly species, Simpson's diversity index $1-\lambda$, and Shannon-Wiener diversity index H' and compared with that of 1993 showing a decrease in diversity since 1993 for all indices at all survey sites. In addition, the Sunose's EI index, an environmental indicator, has declined at all sites since 1993, suggesting that the habitat environment had deteriorated for most butterflies. A possible factor in the decline of butterflies in the study area was the reduction of butterfly host plants due to foraging by sika deer *Cervus nippon*. The grassland of Mt. Takamado is an important habitat for many butterflies including endangered species. Therefore, grassland maintenance is necessary to conserve butterfly diversity in Nara City.

Sugiyama K, Tsujino R (2023) Changes in butterfly fauna in Mt. Kasuga, Mt. Takamado and Nara University of Education and their influencing factors. Bulletin of Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, (24): 15–27.

* 〒630-8528 奈良市高畑町 奈良教育大学自然環境教育センター

Center for Natural Environment Education, Nara University of Education, Takabatake-cho Nara, 630-8528 Japan

Email: yamaumi1103@gmail.com 2022年3月31日受付、2022年9月18日受理

Keywords: butterfly fauna; *Cervus nippon*; diversity index; EI index; transect count method

はじめに

地球規模生物多様性概況第 5 版によると、生物多様性はこれまでにない速さで失われており、森林・湿地などの野生動物の生息地の減少や、気候変動などによるサンゴの白化など生物多様性の喪失要因は増加傾向にある (CBD 2021)。その喪失を緩和するためにも、生物多様性の現状を把握し、それに対してどのような行動がありうるかを検討することで、喪失を阻止する方向を示す必要がある (環境省, 生物多様性総合評価検討委員会 2010)。環境省は生物多様性国家戦略の中で生物多様性の危機として 4 つの項目を取り上げており、里山の放棄のような「自然に対する働きかけの縮小による危機」はその一つである (環境省 2012)。例えば里山はチョウ類の多様性が高い環境である (石井 2001)。里山では人の働きかけによって草地が維持されてきたが、管理放棄されることで草地が森林へと遷移してチョウ類にとって良質な生息域が減少し、環境省により絶滅危惧 I A 類 (CR) に分類されている (環境省 2020) オオウラギンヒョウモン *Fabriciana nerippe* をはじめとした多くのチョウ類が局所絶滅したり、衰亡したりしている (井上 2005; Nakamura 2011)。また、ニホンジカ *Cervus nippon* の採食による植生の衰退が、チョウ類相に深刻な影響を及ぼしている (近藤 2015)。

奈良県奈良市に位置する春日山は奈良県によって絶滅寸前種に分類されるルーミスジミ *Arhopala ganesa* やオオウラギンヒョウモン、絶滅危惧種に分類されるギンイチモンジセセリ *Leptalina unicolor* 等が生息する貴重な場所であるが、これらの中には 20–30 年以上観察が報告されていないチョウもいる (奈良県 2017a)。また、シルビアシジミ *Zizina emelina* の食草がニホンジカの採食によって減少することでシルビアシジミが絶滅に陥ったとされている (奈良県 2017a)。このように、春日山では多くのチョウ類が絶滅または絶滅の危機に瀕している。春日山 (春日山原始林の林縁部および林内) とその周辺に位置する高円山、奈良教育大学自然環境教育センター奈良実習園 (以後、実習園と呼ぶ)、奈良教育大学高畑キャンパス (以後、奈教大と呼ぶ) では、トランセクト法及び一定の面積内で出現したチョウを記録することで 1993 年にチョウ類相が調べられているが (森本 1994) それ以降の記録がない。森本 (1994) では、調査地全体で 57 種のチョウが確認されており、その中には、クロシジミ *Niphandia fusca* やオオムラサキ *Sasakia charonda* などの環境省によって絶滅危惧種に指定され (環境省 2020)、奈良県版レッドデータブックにも希少種に指定されている種も含まれる (奈良県 2017a)。森本 (1994) が行われた 1993 年以降にはニホンジカの採食や建物の建設などにより植生が変化し (前迫 2004)、それに伴って絶滅危惧種を含むチョウ類相が衰退している可能性がある。よって、絶滅危惧種を含む春日山近辺でのチョウ類を保全するためには、チョウ類相の現状を明らかにし、モニタリングすることが必要である。

本研究では、春日山、高円山、実習園、奈教大においてチョウ類相のトランセクト調査を行い、得られたデータを森本 (1994) や他地域と比較し、その変化や違いを明らかにすることで、チョウ類の種多様性減少に対する今後の対策について考察することを目的とする。

方法

調査地

本調査は、奈良市の奈良盆地北東部に位置する春日山と高円山、実習園、奈教大で行った。それぞれの調査地は約 0.5–1.2 km 離れている (図 1)。奈教大から西へ約 900 m にある奈良地方気象台 (標高 102 m) の観測データによると、2012 年から 2021 年までの 10 年間の年間平均気温は 15.7°C、年間降水量は 1,512.0 mm であった (気象庁ウェブサイト 過去の気象データ検索 <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>、2022 年 1 月 7 日確認)。

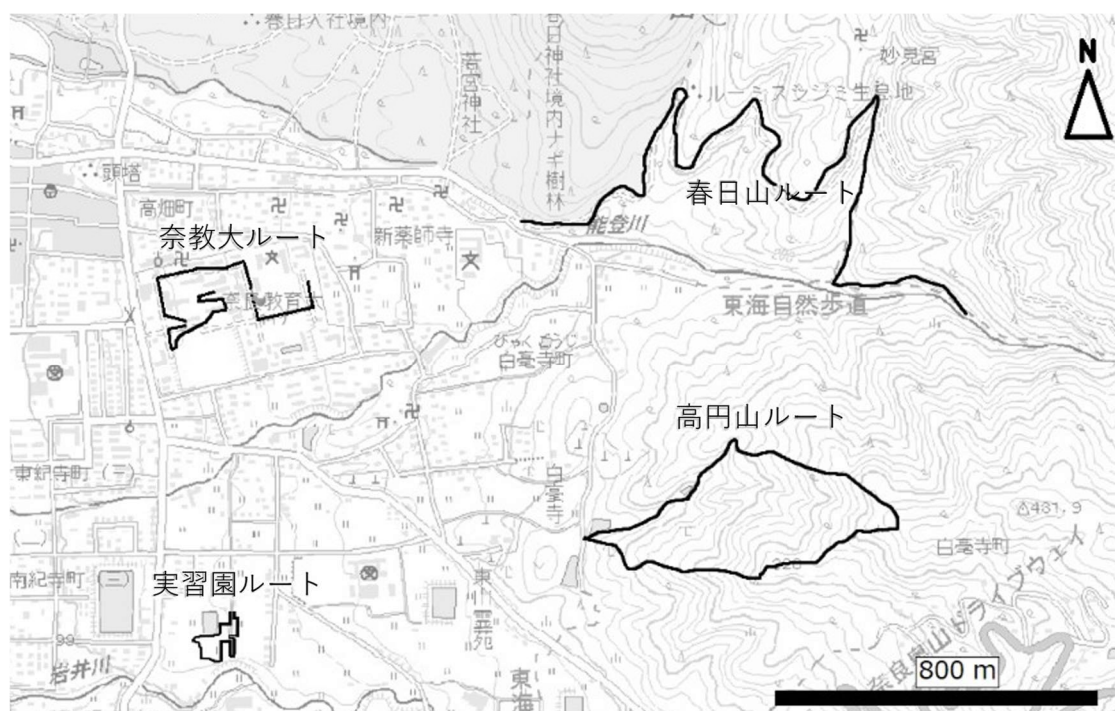


図1. 各調査地の位置関係と調査ルート。太線が調査ルートを示す。奈教大は奈良教育大学高畑キャンパス、実習園は奈良教育大学自然環境教育センター奈良実習園を示す。

春日山は、原生的状態を維持している貴重な照葉樹林として1924年に「春日山原始林」として天然記念物に、1955年には特別天然記念物に指定され、1998年には「古都奈良の文化財」として東大寺や興福寺とともに世界遺産に登録された(奈良市1999)。また、春日山、奈良公園、東大寺、興福寺などを含む奈良市一円に生息するニホンジカは「奈良のシカ」として、1957年に文化財保護法により天然記念物に指定された(奈良公園史編集委員会1982)。

春日山原始林はツブラジイ *Castanopsis cuspidata* などのブナ科の常緑広葉樹林が優占する照葉樹林が成立している(前迫2013)。調査ルート(約2.8km、標高160–280m、図1)は、イチイガシ *Quercus gilva* が優占するイチイガシ林、モミ *Abies firma* や常緑のカシ類が優占するモミ・カシ林、ムクロジ *Sapindus mukorossi* が優占してウラジロガシ *Quercus salicina*、スギ *Cryptomeria japonica*、ケヤキ *Zelkova serrata* などが混じるムクロジ林、スギ、カシ類とツブラジイが優占するスギ・カシ・ツブラジイ林(奈良県2017b)が含まれる林内の未舗装車道と歩道に設置した。調査ルート中の能登川沿いの林縁部の林床まで日光が届く場所では、ナチンダ *Pteris wallichiana* などのニホンジカの嗜好植物が目立つ。日光が届かない場所では、下層植生が衰退し、ニホンジカの口の届く範囲の枝葉が失われるディアラインが見られた。春日山にて行われたニホンジカの推定生息密度調査では、2005年から2015年にかけて、15.3–22.8頭/km² から37.5–38.6頭/km² に増えており(鳥居ほか2007; 前迫ほか2018; 山中ほか2021)、カメラトラップ調査でニホンジカの出現頻度が多く場所で約3倍に増加していた(前迫ほか2018)。また、奈良の鹿愛護会が毎年奈良公園平坦部と若草山で行っているニホンジカの個体数調査によると(奈良の鹿愛護会 <https://naradeer.com/learning/img/number/map.pdf>、2022年1月18日確認)、ニホンジカの個体数は1994年前後から頭打ちになり始め、その頃から春日山でニホンジカによる食痕や樹皮剥ぎが増えたとされている(立澤2013)。これらのことから、春日山では1994年頃から2021年にかけてニホンジカが増加していると考えられる。

春日山のすぐ南に位置する高円山はコナラ *Quercus serrata* やクヌギ *Quercus acutissima* のような落葉ナラ類が主体の二次林である (酒井 2015)。ニホンジカは生息しているが、生息密度は不明である。調査ルート (約 1.9 km、標高 175–380 m, 図 1) には、落葉広葉樹林、湿地、竹林、草地などの多様な植生が含まれる。例年 8 月 15 日に奈良大文字送り火が山頂の草地で行われており、大文字送り火が市内からよく見えるようにするため、2019 年には西斜面の木々が伐採された。また、飛び火による火災を防ぐために芝生の草刈りが毎年奈良県によって行われている。

実習園は栽培関係・生物学関係の講義・実習に利用され、敷地面積は約 1.1 ha である (北川 1994)。年間を通してイネ *Oryza sativa* やサツマイモ *Ipomoea batatas*、ジャガイモ *Solanum tuberosum*、夏野菜など様々な作物が栽培されている。さらに、カキ *Diospyros kaki* やウメ *Prunus mume* などが植えられた果樹園がある。実習園にはニホンジカが圃場内に入らないようにするための電気柵と防鹿柵があるため、草本層を貧弱にさせるようなニホンジカによる採食圧の影響は小さいが、管理のための草刈りが行われていることから、草本層は貧弱である。実習園近辺も様々な作物を育てる圃場が多い。実習園内の畦道の整備のため調査期間内に下草が毎月 1 回刈り取られた。調査ルート (約 0.5 km、標高 120 m, 図 1) は他の調査地と比べても開花植物の種数や個体数、花序数が多く、春に 6 科 13 種、夏に 9 科 17 種、秋に 6 科 7 種の植物が開花する (梅村 2019)。

奈教大は 2013 頃には 10–20 頭のニホンジカが棲みついていたことが知られており (鳥居 2013)、2020 年には 4–34 頭のシカが棲みついていた (川崎裕次郎 私信, 2020 年の調査による)。芝地は刈り取られ、草丈が常に低くなるように管理されている。調査ルート (約 1.1 km、標高 115–125 m, 図 1) は草地と樹林地を含み、近辺にはチョウの食草となるエノキ *Celtis sinensis* やクヌギ、イロハカエデ *Acer palmatum*、フジ *Wisteria floribunda* などがある。他にもサンゴジュ *Viburnum odoratissimum*、オッタチカタバミ *Oxalis dillenii*、ムラサキカタバミ *Oxalis debilis* などの蜜源植物がみられた。

野外調査

2021 年の 4 月から 11 月まで、春日山、高円山、実習園、奈教大において毎月 2 回 (月の前半と後半)、できるだけ晴天の日を選び、10 時から 15 時の間にチョウ類相の調査を行った。4 箇所に設置したルート内をおよそ時速 2 km で歩き、左右・前方・上方の 5 m 以内で確認されたチョウの種名と数を記録するトランセクト法を行った。森本 (1994) と同様に、本調査でも種の同定は捕虫網で採集した後に行い、採集できない場合は目視により同定した。捕獲個体が重複する可能性がある場合は、捕獲したチョウを三角紙に入れて一時保管し、調査後に放した。

森本 (1994) では、春日山の原始林林縁部、高円山、実習園、および奈教大の調査面積をそれぞれ約 400 m² に設定し、その範囲内で観察されたチョウを記録していた。また、春日山原始林内ではトランセクト法を用いてチョウ類相を調べていた。森本 (1994) において春日山の原始林林縁部と表現していた場所は林内の林冠ギャップがある場所だったと思われるが、本調査時にはギャップは閉塞しつつありそれほど明るくなかった。そのため春日山の原始林内と林縁部には、環境に大きな差異が認められなかったため (著者の観察)、本調査では林内と林縁部に分けずにトランセクトを設定した。

チョウ類の食草は福田ほか (1982, 1984a, 1984b) に、チョウの学名は日本チョウ類保全協会 (2019) によった。

統計解析

多様性の指標として、チョウの種数、Simpson の多様度指数 $1-\lambda$ (Simpson 1949)、Shannon-Wiener の多様度指数 H' (Shannon and Weaver 1949) を用いた。また、巢瀬 (1993) の EI 法を用いてチョウ類にとっての環境を評価した。EI 法とは、人が利用していない原始的な環境に生息する種に 3、農村や都市など人が積極的に利用している環境に生息する種に 1、両者の中間的な存在の種に 2

の指数を与えたものであり (巢瀬 1993)、以下で示す式のように個体数は加味しない。求められた値が 0–9 の場合は都市中央部、10–39 の場合は住宅地・公園緑地、40–99 の場合は農村・人里、100–149 の場合は良好な林や草原、150 以上の場合は極めて良好な林や草原に分類される。それぞれは以下の式で計算した

Simpson の多様度指数 $1-\lambda$

$$1 - \lambda = 1 - \frac{\sum ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

Shannon-Wiener の多様度指数 H'

$$H' = -\sum pi \log_2 pi$$

EI 指数

$$EI = \sum Xi$$

ただし、 N は全個体数、 ni は種 i の個体数、 pi は種 i が全個体の中で占める割合、 Xi は種 i の環境指数である。

また、森本 (1994) では春日山において調査を月に一回しか行っていない月があったが、データ数の偏りを防ぐために調査が 1 回の月は記載された個体数を 2 倍にしたうえで本研究のデータと比較した。

他の研究の調査地との比較

本調査地と他地域のチョウ類の多様度や生息環境を比較するために、兵庫県伊丹市の笹原公園 (五十川 2016)、大阪府高槻市の関西大学高槻キャンパス (吉田 2019)、広島県東広島市の広島大学東広島キャンパス (佐藤・坂本 2017)、京都府京都市の森林総合研究所関西支所 (佐藤ほか 2015)、兵庫県養父市の石原、加瀬尾、妙見、森 (近藤 2015, 2018) のトランセクト調査の結果から、Simpson の多様度指数 $1-\lambda$ 、Shannon-Wiener の多様度指数 H' 、EI 指数を計算して本研究と比較した。笹原公園は都市的な環境であり、関西大学高槻キャンパス、広島大学東広島キャンパス、森林総合研究所関西支所は、それぞれ都市と森林の両方が近くにあり、都市公園的な環境である。養父市石原 (標高 220–240 m)、加瀬尾 (標高 420–450 m)、妙見 (標高 540–740 m) の 3 か所は 2001 年と 2014 年に調査が行われており、いずれも山々に囲まれた農村地帯である。この 3 地点では、2001 年の調査実施時にはニホンジカの採食圧が大きくなかったが、2014 年の調査までにニホンジカが増加し、採食圧が大きくなった (近藤 2015)。養父市森では、2009 年にはニホンジカが多く生息して採食圧が大きかったが、2018 年には、ニホンジカの捕獲強化によって個体数が減少し、採食圧が減少した (井上・高木 2019)。一方、笹原公園 (2010–2014) と高槻キャンパス (2012–2013)、東広島キャンパス (2015)、森林総研関西支所 (2008–2009) では市街地に囲まれているためニホンジカの影響はないと推測される。

ニホンジカがチョウ類相に与える影響を明らかにするために、同一調査地でニホンジカの採食圧が大きい時と小さい時のデータがある 6 調査地 (石原、加瀬尾、妙見、森、春日山、奈教大) を対象とし、2021 年の春日山、奈教大、2014 年の石原、加瀬尾、妙見、2009 年の森はニホンジカの影響が大きい地点、1993 年の春日山、奈教大、2001 年の石原、加瀬尾、妙見、2018 年の森はニホンジカの影響が小さい地点として、種数、Shannon-Wiener の多様度指数 H' 、Simpson の多様度指数 $1-\lambda$ 、EI 指数をウィルコクソンの符号順位検定で比較した。また、森本 (1994) と本研究の 4 箇所の Shannon-Wiener の多様度指数 H' 、Simpson の多様度指数 $1-\lambda$ と EI 指数をウィルコクソンの符号順位検定で比較した。

表 1. 春日山原始林で行ったトランセクト法によるチョウ類調査の調査日と確認個体数。

| 種名 | 学名 | 調査日 (2021年) | | | | | | | | | | | | | | | | 合計 |
|------------|-----------------------------|-------------|-------|-------|-------|------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-----|
| | | 4月20日 | 4月27日 | 5月11日 | 5月23日 | 6月9日 | 6月23日 | 7月4日 | 7月23日 | 8月11日 | 8月26日 | 9月10日 | 9月24日 | 10月5日 | 10月22日 | 11月4日 | 11月16日 | |
| アオスジアゲハ | <i>Graphium sarpedon</i> | | | | | 1 | | 1 | 3 | 1 | 2 | | 1 | | | | | 9 |
| クロアゲハ | <i>Papilio protenor</i> | | | | | 1 | | | | | | | | | | | | 1 |
| モンキアゲハ | <i>Papilio helenus</i> | | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| ナミアゲハ | <i>Papilio xuthus</i> | | | | 1 | | | | 2 | | | | | | | | | 3 |
| モンシロチョウ | <i>Pieris rapae</i> | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| キタキチョウ | <i>Eurema mandarina</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| サトキマダラヒカゲ | <i>Neope goschkevitchii</i> | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | 2 |
| ヒカゲチョウ | <i>Lethe sicelis</i> | | | | | | 2 | | | | | | | | | | | 2 |
| ヒメウラナミジャノメ | <i>Ypthima argus</i> | | | 1 | | | | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| コミスジ | <i>Neptis sappho</i> | 1 | | 2 | | | 1 | | 1 | | 2 | 4 | 1 | 1 | | | | 13 |
| ホシミスジ | <i>Neptis pryori</i> | | | | | | 1 | | 1 | | | | 1 | | | | | 3 |
| ミスジチョウ | <i>Neptis phillyra</i> | | | | 3 | | 1 | | | | | | | | | | | 4 |
| ルリタテハ | <i>Kaniska canace</i> | | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| テングチョウ | <i>Libythea lepita</i> | 1 | 1 | 1 | | 3 | | | 4 | | | | | | | 2 | | 12 |
| ウラギンシジミ | <i>Curetis acuta</i> | | | 1 | | 2 | 1 | | 1 | | | 1 | | 2 | | | | 8 |
| ムラサキシジミ | <i>Arhopala japonica</i> | | | | | | 1 | | 4 | 2 | 3 | | 2 | | | 5 | 2 | 19 |
| トラフシジミ | <i>Rapala arata</i> | 1 | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 3 |
| アカシジミ | <i>Japonica lutea</i> | | | | | 4 | | | | | | | | | | | | 4 |
| ルリシジミ | <i>Celastrina argiolus</i> | | | | | 22 | 23 | | 4 | | | | | | | | | 49 |
| ヤマトシジミ | <i>Zizeeria maha</i> | | | 1 | | 1 | 10 | 2 | 20 | | 1 | 6 | | 1 | | | | 42 |
| 20種 | | 3 | 3 | 6 | 5 | 34 | 40 | 5 | 40 | 4 | 9 | 11 | 5 | 5 | 0 | 5 | 5 | 180 |

結果

本研究では、春日山で4科20種180個体(表1)、高円山で5科39種362個体(表2)、実習園で5科29種1,111個体(表3)、奈教大で4科21種287個体(表4)、合計5科50種1,940個体のチョウ類が確認された(表5, 6)。

森本(1994)と比較すると、どの調査地点でもチョウの種数、多様度指数、EI指数が減少していた(表5)。森本(1994)ではどの調査地もEI指数による環境分類で農村・人里に分類されたが、本研究では、高円山と実習園は森本(1994)と同じく農村・人里に、春日山と奈教大は住宅地・公園緑地に分類された。

先行研究と本研究の各調査地での種数は14種(2014年の妙見)から56種(広島大)、 H' は2.37(2014年の石原)から4.80(1993年の高円山)、 $1-\lambda$ は0.613(2021年の奈教大)から0.955(1993年の高円山)、EI指数は27(2014年の伊丹市)から113(2015年の広島大)の間をとった(表5)。

チョウ類の種数は、同じ地点でニホンジカの採食圧が大きいとき(平均 \pm SD は 17.5 ± 2.59 , $N=6$)と小さいとき(37.8 ± 11.0 , $N=6$)に有意な差が見られた($V=21$, $p=0.031$)。 H' は、ニホンジカの採食圧が大きいとき(2.82 ± 0.37 , $N=6$)と小さいとき(4.17 ± 0.33 , $N=6$)に有意な差が見られた($V=21$, $p=0.031$)。 $1-\lambda$ は、ニホンジカの採食圧が大きいとき(0.77 ± 0.10 , $N=6$)と小さいとき(0.92 ± 0.02 , $N=6$)に有意な差が見られた($V=21$, $p=0.031$)。EI指数は、ニホンジカの採食圧が大きいとき(32.8 ± 4.3 , $N=6$)と小さいとき(77.7 ± 23.5 , $N=6$)に有意な差が見られた($V=21$, $p=0.031$)。

表 2. 高円山で行ったトランセクト法によるチョウ類調査の調査日と確認個体数

| 種名 | 学名 | 調査日 (2021年) | | | | | | | | | | | | | | | | 合計 |
|------------|------------------------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| | | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 10 | 10 | 11 | 11 | |
| | | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | |
| | | 12 | 22 | 14 | 26 | 7 | 20 | 3 | 21 | 8 | 27 | 13 | 26 | 6 | 22 | 2 | 17 | |
| | | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | |
| アオスジアゲハ | <i>Graphium sarpedon</i> | 4 | 3 | 3 | | | | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | | | | | 19 |
| クロアゲハ | <i>Papilio protenor</i> | | | 1 | | 1 | | 1 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | | | | | 16 |
| モンキアゲハ | <i>Papilio helenus</i> | | | 4 | 1 | 4 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 6 | 6 | 1 | 1 | | | 31 |
| カラスアゲハ | <i>Papilio dehaanii</i> | 5 | 2 | | | | | | 4 | 2 | | 3 | | | | | | 16 |
| ナミアゲハ | <i>Papilio xuthus</i> | 2 | 1 | | 1 | | | | 1 | | | 2 | | | | | | 7 |
| キアゲハ | <i>Papilio machaon</i> | | | | | | | | 1 | | | | | | | | | 1 |
| モンシロチョウ | <i>Pieris rapae</i> | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 7 |
| キタキチョウ | <i>Eurema mandarina</i> | 1 | 1 | 1 | | | | | | 2 | 1 | | | | | 1 | 1 | 8 |
| モンキチョウ | <i>Colias erate</i> | 1 | | 1 | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| サトキマダラヒカゲ | <i>Neope goschkevitschii</i> | 1 | 1 | | 1 | | | | 1 | 14 | 5 | | 1 | 2 | | | | 26 |
| クロヒカゲ | <i>Lethe diana</i> | | | | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | 2 |
| ヒカゲチョウ | <i>Lethe sicelis</i> | | | | | 1 | 4 | | | 7 | 15 | 7 | | | | | | 34 |
| コジャノメ | <i>Mycalesis francisca</i> | | 2 | | | | 2 | | | | | 1 | | | | | | 5 |
| ヒメジャノメ | <i>Mycalesis gotama</i> | | | | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| ヒメウラナミジャノメ | <i>Ypthima argus</i> | | 2 | 3 | | | | | | 4 | 1 | 2 | | | | | | 12 |
| ジャノメチョウ | <i>Minois dryas</i> | | | | | | | | 2 | 2 | 3 | | | | | | | 7 |
| クロコノマチョウ | <i>Melanitis phedima</i> | | | | | | | | | | | | | | | 2 | | 2 |
| コミスジ | <i>Neptis sappho</i> | | | 1 | 1 | | | | | 2 | | | | | | | | 4 |
| アサマイチモンジ | <i>Limenitis glorifica</i> | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | 2 |
| イチモンジチョウ | <i>Limenitis camilla</i> | | | | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 |
| ルリタテハ | <i>Kaniska canace</i> | | | | | | | | | | 1 | | | 2 | 3 | | | 6 |
| ヒオドシチョウ | <i>Nymphalis xanthomelas</i> | 3 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | 4 |
| アカタテハ | <i>Vanessa indica</i> | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 2 |
| ヒメアカタテハ | <i>Vanessa cardui</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 2 |
| ミドリヒョウモン | <i>Argynnis paphia</i> | | | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | | 2 |
| メスグロヒョウモン | <i>Damora sagana</i> | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | | 2 |
| ツマグロヒョウモン | <i>Argyreus hyperbius</i> | | | 2 | 1 | | 3 | 1 | 4 | | | | 3 | | | | | 14 |
| テングチョウ | <i>Libythea lepita</i> | 5 | 4 | 2 | | 1 | | | | | 1 | | | | | 1 | 3 | 17 |
| ウラギンシジミ | <i>Curetis acuta</i> | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 5 | | | 8 |
| ムラサキシジミ | <i>Arhopala japonica</i> | | | | | | | | | 2 | 4 | | | 1 | | 1 | 5 | 13 |
| クロシジミ | <i>Niphandia fusca</i> | | | | | | 2 | 6 | | 1 | | | | | | | | 9 |
| ベニシジミ | <i>Lycaena phlaeas</i> | | | | | | | 1 | | | | | | | | | | 1 |
| ルリシジミ | <i>Celastrina argiolus</i> | 2 | | | 4 | 2 | 1 | 1 | 2 | 8 | | 3 | 1 | | | | | 24 |
| ヤマトシジミ | <i>Zizeeria maha</i> | | 3 | 1 | | | 2 | | 2 | | | 5 | 10 | 3 | 7 | 6 | 2 | 41 |
| ミズイロオナガシジミ | <i>Antigius attilia</i> | | | | | 2 | | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | 6 |
| ウラナミシジミ | <i>Lampides boeticus</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 |
| ミヤマセセリ | <i>Erynnis montana</i> | 3 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 4 |
| イチモンジセセリ | <i>Parnara guttata</i> | | | | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| ダイミョウセセリ | <i>Tagiades tethys</i> | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | | | 2 |
| 39種 | | 14 | 23 | 26 | 19 | 15 | 18 | 14 | 25 | 53 | 41 | 34 | 26 | 14 | 18 | 11 | 11 | 362 |

表4. 奈良教育大学高畑キャンパスで行ったトランセクト法によるチョウ類調査の調査日と確認個体数

| | | 調査日 (2021年) | | | | | | | | | | | | | |
|------------|-----------------------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 種名 | 学名 | 4 | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 10 | 10 | 11 | 11 | 合計 |
| | | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | 月 | |
| | | 7 | 22 | 4 | 26 | 10 | 20 | 3 | 24 | 11 | 28 | 13 | 23 | 4 | 16 |
| | | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 | 日 |
| アオスジアゲハ | <i>Graphium sarpedon</i> | 1 | 1 | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | | 9 |
| クロアゲハ | <i>Papilio protenor</i> | | | | | | | | | 2 | | | | | 2 |
| カラスアゲハ | <i>Papilio dehaanii</i> | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | 2 |
| モンキアゲハ | <i>Papilio helenus</i> | | | | | | | | 1 | | | | | | 1 |
| ナミアゲハ | <i>Papilio xuthus</i> | 2 | 7 | 5 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | | | 27 |
| モンシロチョウ | <i>Pieris rapae</i> | 1 | 1 | 8 | 1 | | 1 | | | | | | 1 | 2 | 15 |
| キタキチョウ | <i>Eurema mandarina</i> | 3 | | | | | | | | | | 4 | 1 | 1 | 9 |
| モンキチョウ | <i>Colias erate</i> | 1 | 1 | 1 | | | | | | | | | | | 3 |
| サトキマダラヒカゲ | <i>Neope goshkevitschii</i> | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| ヒメウラナミジヤノメ | <i>Ypthima argus</i> | 1 | 2 | | | | 3 | 1 | 1 | 4 | 1 | | | | 13 |
| ゴマダラチョウ | <i>Hestina persimilis</i> | 1 | | | | | | | | | | | | | 1 |
| コムラサキ | <i>Apatura metis</i> | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 |
| コムスジ | <i>Neptis sappho</i> | | | | | | | | | | 2 | | | | 2 |
| ツマグロヒヨウモン | <i>Argyreus hyperbius</i> | 1 | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 3 |
| テングチョウ | <i>Libythea lepita</i> | | | | | | 1 | | | | | | 1 | | 2 |
| ウラギンシジミ | <i>Curetis acuta</i> | | | | | | | | | | 3 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| ベニシジミ | <i>Lycæna phlaeas</i> | 1 | | | | | | | | | | | 1 | | 2 |
| ルリシジミ | <i>Celastrina argiolus</i> | | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 | | | | | | | | 9 |
| ツバメシジミ | <i>Evers argiades</i> | | | | | | 1 | | | | 1 | | | | 2 |
| ヤマトシジミ | <i>Zizeeria maha</i> | 2 | 5 | 6 | 5 | 1 | 7 | 11 | 3 | 22 | 25 | 28 | 30 | 2 | 175 |
| ウラナミシジミ | <i>Lampides boeticus</i> | | | | | | | | | | | | | 1 | 1 |
| 21種 | | 6 | 20 | 19 | 15 | 10 | 7 | 12 | 14 | 8 | 25 | 33 | 44 | 35 | 287 |

表3. 奈良教育大学自然環境教育センター奈良実習園で行ったトランセクト法によるチヨウ類調査の調査日と確認個体数

| 種名 | | 学名 | 調査日 (2021年) | | | | | | | | | | | | 合計 | | | | |
|------------|---------------------|----|-------------|-------|------|------|-------|------|-------|------|------|------|-------|--------|-----|--------|----|----|------|
| | | | 4月8日 | 4月21日 | 5月5日 | 5月8日 | 5月21日 | 6月6日 | 6月14日 | 7月5日 | 7月8日 | 8月9日 | 9月10日 | 10月11日 | | 11月17日 | | | |
| アオスジアゲハ | Graphium sarpedon | | 1 | | | | | | 1 | | 1 | 1 | | 4 | | | | | |
| クロアゲハ | Papilio protenor | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 2 | | | | | |
| ナミアゲハ | Papilio xuthus | | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 | 27 | | | | |
| キアゲハ | Papilio machaon | | | | 1 | | 2 | | | | 1 | | | 4 | | | | | |
| モンシロチョウ | Pieris rapae | | 10 | 11 | 5 | 28 | 29 | 14 | 14 | 3 | 1 | 3 | 3 | 9 | 6 | 136 | | | |
| キタキチョウ | Eurema mandarina | | 2 | | | | | | | 1 | 4 | 4 | 14 | 9 | 1 | 35 | | | |
| モンキチョウ | Colias erate | | 2 | 5 | 2 | 6 | 2 | 2 | 1 | | 2 | | | 4 | 24 | | | | |
| サトキマダラヒカゲ | Neope gosckevitchii | | | 3 | 7 | 4 | 1 | | 1 | 1 | 2 | 7 | 2 | | 28 | | | | |
| ヒカガチョウ | Lethe stictis | | | | | | 3 | 3 | 1 | | 7 | 2 | | | 16 | | | | |
| ヒメジャノメ | Myclestes gotama | | | | | 3 | 3 | 5 | 3 | 1 | 3 | 1 | 6 | 5 | 3 | 33 | | | |
| ヒメウラナミジャノメ | Ypthima argus | | 6 | 22 | 49 | 5 | 3 | 56 | 7 | 1 | 23 | 39 | 15 | | 226 | | | | |
| クロコノマチョウ | Melanitis phedima | | | | | | | | | | | | | 5 | 5 | | | | |
| ゴマダラチョウ | Hestina persimilis | | | | | | | 1 | | | | | | | 1 | | | | |
| ホミスジ | Neptis sappho | | | | | | | | | | 1 | 1 | | | 2 | | | | |
| ホシミスジ | Neptis pryri | | | | | 2 | | | | 1 | 1 | | | | 4 | | | | |
| キタテハ | Polygonia c-aureum | | 1 | 2 | 1 | | | 1 | | 2 | 1 | 5 | 1 | 9 | 4 | 27 | | | |
| ルリタテハ | Kaniska canace | | | | | | | | | | | 1 | | | 1 | | | | |
| アカタテハ | Vanessa indica | | | | | | | | 1 | | | | | | 2 | | | | |
| ツマグロヒョウモン | Argyreus hyperbius | | 1 | | | | | | | | 5 | 3 | 2 | 5 | 1 | 17 | | | |
| ウラギンシジミ | Curetis acuta | | | | | | | 1 | | | 1 | 1 | | | 3 | | | | |
| ベニシジミ | Lycæna phlaeas | | 14 | 8 | 2 | 5 | 10 | 10 | 1 | 1 | 2 | 1 | 3 | 2 | 11 | 8 | 79 | | |
| セルリシジミ | Celastrina argiolus | | 3 | 2 | 5 | 1 | 2 | 1 | 4 | | 1 | | | | | 20 | | | |
| ツバメシジミ | Everes argiades | | 3 | 2 | 1 | 5 | 3 | 8 | 2 | 5 | 1 | 2 | | 1 | 1 | 34 | | | |
| ヤマトシジミ | Zizeeria maha | | 2 | 8 | 8 | 3 | 1 | 14 | 11 | 25 | 21 | 59 | 68 | 28 | 42 | 18 | 31 | 9 | 348 |
| ウラナミシジミ | Lampides boeticus | | | | | | | | | | 1 | 6 | 3 | 10 | 1 | 21 | | | |
| コチャバネセリ | Praethoreassa varia | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | | | |
| キマダラセリ | Polanthis flavus | | | | | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 | | | |
| チャバネセリ | Pelopidas mathias | | | | | 2 | 1 | | | | | | | | 1 | 4 | | | |
| イチモンジセリ | Parnara guttata | | | | | | | | | | 1 | 5 | | | | 6 | | | |
| 29種 | | | 43 | 61 | 88 | 51 | 59 | 56 | 109 | 46 | 38 | 93 | 147 | 82 | 86 | 26 | 91 | 35 | 1111 |

表 5. 本調査の解析結果と他の研究の解析結果。表中のデータは 1) 五十川 (2016)、2) 近藤 (2015)、3) 近藤 (2018)、4) 佐藤・坂本 (2014)、5) 吉田 (2019)、6) 佐藤ほか (2015)、7) 森本 (1994) にもとづく。

| 調査地 | 年 | 種数 | H' | $1-\lambda$ | EI | EI指数による環境 | シカの採食圧 |
|-------------------------------|-----------|-------|-----------|-------------|-------|-----------|--------|
| 笹原公園 ¹⁾ | 2010–2014 | 17–22 | 2.54–3.23 | 0.713–0.861 | 27–38 | 住宅地・公園緑地 | 無 |
| 石原 ²⁾ | 2001 | 48 | 4.22 | 0.919 | 98 | 農村・人里 | 小 |
| | 2014 | 17 | 2.37 | 0.658 | 30 | 住宅地・公園緑地 | 大 |
| 加瀬尾 ²⁾ | 2001 | 50 | 4.50 | 0.940 | 103 | 良好な林や草原 | 小 |
| | 2014 | 16 | 3.12 | 0.856 | 30 | 住宅地・公園緑地 | 大 |
| 妙見 ²⁾ | 2001 | 42 | 4.31 | 0.925 | 88 | 農村・人里 | 小 |
| | 2014 | 14 | 2.90 | 0.809 | 28 | 住宅地・公園緑地 | 大 |
| 森 ³⁾ | 2009 | 17 | 2.94 | 0.819 | 33 | 住宅地・公園緑地 | 大 |
| | 2018 | 24 | 3.79 | 0.912 | 52 | 農村・人里 | 小 |
| 広島大学東広島キャンパス ⁴⁾ | 2015 | 56 | 4.01 | 0.875 | 113 | 良好な林や草原 | 小 |
| 関西大学高槻キャンパス ⁵⁾ | 2012–2013 | 43 | 3.60 | 0.839 | 81 | 農村・人里 | 小 |
| 森林総合研究所関西支所 ⁶⁾ | 2008–2009 | 41 | 4.41–4.56 | 0.940–0.945 | 73–77 | 農村・人里 | 小 |
| 春日山原始林 ⁷⁾ | 1993 | 37 | 4.47 | 0.936 | 78 | 農村・人里 | 小 |
| 春日山原始林 | 2021 | 20 | 3.22 | 0.849 | 38 | 住宅地・公園緑地 | 大 |
| 高円山 ⁷⁾ | 1993 | 44 | 4.80 | 0.955 | 86 | 農村・人里 | 有 |
| 高円山 | 2021 | 39 | 4.57 | 0.947 | 76 | 農村・人里 | 有 |
| 自然環境教育センター奈良実習園 ⁷⁾ | 1993 | 36 | 4.13 | 0.921 | 66 | 農村・人里 | 有 |
| 自然環境教育センター奈良実習園 | 2021 | 29 | 3.30 | 0.835 | 51 | 農村・人里 | 有 |
| 奈良教育大学高畑キャンパス ⁷⁾ | 1993 | 26 | 3.74 | 0.892 | 47 | 農村・人里 | 小 |
| 奈良教育大学高畑キャンパス | 2021 | 21 | 2.37 | 0.613 | 38 | 住宅地・公園緑地 | 大 |

森本 (1994) と本研究の 4 箇所の種数の平均値は 35.8 (SD = 7.4) と 27.3 (SD = 8.8) (ウィルコクソンの符号順位検定: $W = 10, p = 0.125$)、Shannon-Wiener の多様度指数 H' の平均値は 4.29 (SD = 0.45) と 3.37 (SD = 0.91) (ウィルコクソンの符号順位検定: $W = 10, p = 0.125$)、Simpson の多様度指数 $1-\lambda$ の平均値は 0.93 (SD = 0.03) と 0.81 (SD = 0.14) であり (ウィルコクソンの符号順位検定: $W = 10, p = 0.125$)、これらに有意な差は見られなかった。同様に EI 指数はそれぞれ 69.3 (SD = 17.0) と 50.8 (SD = 18.0) であり、有意な差が見られなかった (ウィルコクソンの符号順位検定: $W = 10, p = 0.125$)。

考察

森本 (1994) ・他の研究の調査地との比較

本研究で調査した 4 箇所では、森本 (1994) と比較して多様度指数及び EI 指数に有意な差が認められなかったがどの地点でも減少していたことから (表 5)、本調査地全体で多くのチョウにとって生息環境が悪化していることがうかがえる。しかし、森本 (1994) の高円山について本研究の高円山が他地域の調査を含めた全調査の中で 2 番目に多様度指数が高いことから、高円山ではチョウ類の多様性が減少しているものの、現在も豊かなチョウ類相を有していることがわかる。関西大学高槻キャンパス (吉田 2019)、広島大学東広島キャンパス (佐藤・坂本 2017)、森林総合研究所関西支所 (佐藤ほか 2015) は都市と森林の両方が近くにある点で奈教大と類似しており、森本 (1994) の奈教大では多様度指数がこれら 3 地点と近い値を示していた。しかし本研究では森本 (1994) に比べて大幅に多様度指数が減少しており、奈教大がチョウにとって好適な環境ではなくなったことがわかる。

ニホンジカの影響

ニホンジカによる採食圧の強さによってチョウ類の多様度指数に差が見られ、EI 指数で分類された環境の違いからもニホンジカによる影響が確認できた。ニホンジカの採食圧が増加したと

表 6. 1993 年と（森本 1994）と 2021 年（本研究）のチョウの記録個体数。

| 種数 | 学名 | 春日山 | | 高円山 | | 実習園 | | 奈教大 | | 総計 | |
|-------------|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 1993 | 2021 | 1993 | 2021 | 1993 | 2021 | 1993 | 2021 | 1993 | 2021 |
| アオスジアゲハ | <i>Graphium sarpedon</i> | 9 | 9 | 11 | 19 | 30 | 4 | 4 | 9 | 54 | 41 |
| クロアゲハ | <i>Papilio protenor</i> | 9 | 1 | 5 | 16 | 13 | 2 | 10 | 2 | 37 | 21 |
| カラスアゲハ | <i>Papilio dehaanii</i> | 2 | | 4 | 16 | | | | 2 | 6 | 18 |
| モンキアゲハ | <i>Papilio helenus</i> | 10 | 1 | 4 | 31 | 3 | | 3 | 1 | 20 | 33 |
| ナミアゲハ | <i>Papilio xuthus</i> | | 3 | 15 | 7 | 50 | 27 | 26 | 27 | 91 | 64 |
| キアゲハ | <i>Papilio machaon</i> | | | 8 | 1 | 17 | 4 | 7 | | 32 | 5 |
| オナガアゲハ | <i>Papilio macilentus</i> | 1 | | 2 | | | | | | 3 | 0 |
| ジャコウアゲハ | <i>Atrophaneura alcinous</i> | | | | | 2 | | 3 | | 5 | 0 |
| モンシロチョウ | <i>Pieris rapae</i> | 2 | 1 | 50 | 7 | 56 | 136 | 35 | 15 | 143 | 159 |
| キタキチョウ | <i>Eurema mandarina</i> | 31 | 1 | 53 | 8 | 55 | 35 | 39 | 9 | 178 | 53 |
| モンキチョウ | <i>Colias erate</i> | | | 10 | 2 | 7 | 24 | 9 | 3 | 26 | 29 |
| スジグロシロチョウ | <i>Pieris melete</i> | 18 | | 24 | | 12 | | 18 | | 72 | 0 |
| ツマキチョウ | <i>Anthocharis scolymus</i> | 2 | | 5 | | 1 | | | | 8 | 0 |
| サトキマダラヒカゲ | <i>Neope goschkevitschii</i> | | 2 | 37 | 26 | 24 | 28 | 12 | 2 | 73 | 58 |
| クロヒカゲ | <i>Lethe diana</i> | 6 | | 14 | 2 | | | | | 20 | 2 |
| ヒカゲチョウ | <i>Lethe sicelis</i> | 8 | 2 | 25 | 34 | 1 | 16 | 2 | | 36 | 52 |
| コジャノメ | <i>Mycalasis francisca</i> | | | 1 | 5 | | | | | 1 | 5 |
| ヒメジャノメ | <i>Mycalasis gotama</i> | 1 | | 16 | 1 | 6 | 33 | | | 23 | 34 |
| ヒメウラナミジャノメ | <i>Ypthima argus</i> | | 2 | 19 | 12 | 103 | 226 | 44 | 13 | 166 | 253 |
| ジャノメチョウ | <i>Minois dryas</i> | | | 13 | 7 | 2 | | | | 15 | 7 |
| クロコノマチョウ | <i>Melanitis phedima</i> | | | | 2 | | 5 | | | 0 | 7 |
| ゴマダラチョウ | <i>Hestina persimilis</i> | | | 3 | | 6 | 1 | 2 | 1 | 11 | 2 |
| コムラサキ | <i>Apatura metis</i> | | | | | 2 | | | 1 | 2 | 1 |
| コミスジ | <i>Neptis sappho</i> | 33 | 13 | 18 | 4 | 7 | 2 | | 2 | 58 | 21 |
| ホシミスジ | <i>Neptis pryri</i> | | 3 | 1 | | 3 | 4 | | | 4 | 7 |
| ミスジチョウ | <i>Neptis philyra</i> | 2 | 4 | | | | | | | 2 | 4 |
| アサマイチモンジ | <i>Limenitis glorifica</i> | 1 | | | 2 | 1 | | 5 | | 7 | 2 |
| イチモンジチョウ | <i>Limenitis camilla</i> | 4 | | 1 | 1 | | | | | 5 | 1 |
| キタテハ | <i>Polygonia c-aureum</i> | | | 9 | | 7 | 27 | 5 | | 21 | 27 |
| ルリタテハ | <i>Kaniska canace</i> | 14 | 1 | 9 | 6 | 1 | 1 | 1 | | 25 | 8 |
| ヒオドシチョウ | <i>Nymphalis xanthomelas</i> | | | | 4 | | | | | 0 | 4 |
| アカタテハ | <i>Vanessa indica</i> | | | 1 | 2 | | 2 | | | 1 | 4 |
| ヒメアカタテハ | <i>Vanessa cardui</i> | | | | 2 | | | | | 0 | 2 |
| ミドリヒョウモン | <i>Argynnis paphia</i> | 9 | | 3 | 2 | 2 | | | | 14 | 2 |
| メスグロヒョウモン | <i>Damora sagana</i> | 1 | | 2 | 2 | | | 1 | | 4 | 2 |
| ツマグロヒョウモン | <i>Argyreus hyperbius</i> | | | 13 | 14 | 15 | 17 | 6 | 3 | 34 | 34 |
| テングチョウ | <i>Libythea lepita</i> | 40 | 12 | 12 | 17 | 3 | | 2 | 2 | 57 | 31 |
| アサギマダラ | <i>Parantica sita</i> | 1 | | | | | | | | 1 | 0 |
| イシガケチョウ | <i>Cyrestis thyodamas</i> | 2 | | | | | | | | 2 | 0 |
| ウラギンスジヒョウモン | <i>Argyronome laodice</i> | | | 1 | | | | | | 1 | 0 |
| オオヒカゲ | <i>Ninguta schrenckii</i> | 1 | | 1 | | | | | | 2 | 0 |
| オオムラサキ | <i>Sasakia charonda</i> | 1 | | | | | | | | 1 | 0 |
| ヒョウモンチョウの一種 | | 1 | | | | | | | | 1 | 0 |
| ウラギンシジミ | <i>Curetis acuta</i> | 18 | 8 | 18 | 8 | 4 | 3 | 1 | 6 | 41 | 25 |
| ムラサキシジミ | <i>Arhopala japonica</i> | 23 | 19 | 7 | 13 | 4 | | | | 34 | 32 |
| クロシジミ | <i>Niphanda fusca</i> | | | 5 | 9 | | | | | 5 | 9 |
| トラフシジミ | <i>Rapala arata</i> | 11 | 3 | | | | | | | 11 | 3 |
| アカシジミ | <i>Japonica lutea</i> | 1 | 4 | | | | | | | 1 | 4 |
| ベニシジミ | <i>Lycaena phlaeas</i> | | | 39 | 1 | 101 | 79 | 40 | 2 | 180 | 82 |
| ルリシジミ | <i>Celastrina argiolus</i> | 45 | 49 | 33 | 24 | 28 | 20 | 7 | 9 | 113 | 102 |
| ツバメシジミ | <i>Everes argiades</i> | 1 | | 10 | | 34 | 34 | 11 | 2 | 56 | 36 |
| ヤマトシジミ | <i>Zizeeria maha</i> | | 42 | 11 | 41 | 105 | 348 | 94 | 175 | 210 | 606 |
| ミズイロオナガシジミ | <i>Antigius atilia</i> | | | | 6 | | | | | 0 | 6 |
| ウラナミシジミ | <i>Lampides boeticus</i> | | | | 1 | | 21 | | 1 | 0 | 23 |
| コツバメ | <i>Callophrys ferrea</i> | 1 | | 1 | | | | | | 2 | 0 |
| ミヤマセセリ | <i>Erynnis montana</i> | | | 1 | 4 | | | | | 1 | 4 |
| コチャバネセセリ | <i>Thoressa varia</i> | 10 | | 10 | | | 1 | | | 20 | 1 |
| キマダラセセリ | <i>Potanthus flavus</i> | 1 | | | | 7 | 1 | | | 8 | 1 |
| チャバネセセリ | <i>Pelopidas mathias</i> | | | | | 20 | 4 | | | 20 | 4 |
| イチモンジセセリ | <i>Parnara guttata</i> | 1 | | 3 | 1 | 26 | 6 | 4 | | 34 | 7 |
| ダイミョウセセリ | <i>Daimio tethys</i> | | | | 2 | | | | | 0 | 2 |
| オオチャバネセセリ | <i>Zinaida pellucida</i> | 27 | | 14 | | 2 | | | | 43 | 0 |
| ヒメキマダラセセリ | <i>Ochlodes ochraceus</i> | 13 | | | | | | | | 13 | 0 |
| 総計 | | 361 | 180 | 542 | 362 | 760 | 1111 | 391 | 287 | 2054 | 1940 |
| 種数 | | 37 | 20 | 44 | 39 | 36 | 29 | 26 | 21 | 57 | 50 |

考えられる春日山と奈教大にくわえて兵庫県養父市の石原、加瀬尾、妙見、森ではチョウ類の多様度指数は減少した。EI 指数でみると、ニホンジカによる採食圧が低かったときは環境が農村・人里・良好な林や草原に分類されていたが、採食圧が高くなると住宅地・公園緑地に分類された(表 5)。これらの結果から、ニホンジカの採食圧の増加は、チョウ類の生息環境をチョウ類にとって良好でない環境に変えていることを示唆している。

春日山、高円山、奈教大の三地点でチョウ類相の変化を引き起こした要因のひとつとして、ニホンジカの採食による植生への影響が考えられる。春日山では、野生のアブラナ科を食草とするスジグロシロチョウ *Pieris melete*、イネ科やカヤツリグサ科を食草とするジャノメチョウ亜科やイネ科を食草とするセセリチョウ科のほとんどの種が減少している(表 6)。これらのチョウの食草のほとんどがニホンジカの嗜好植物であり(橋本・藤木 2014)、ニホンジカに食草を食べられることによって減少したと考えられる。同様に、高円山や奈教大でもニホンジカの嗜好植物を食草とするスジグロシロチョウやベニシジミ、キタキチョウなどのチョウ類が減少している。ヤマトシジミ *Zizeeria maha* の食草であるカタバミ科の一種のミヤマカタバミ *Oxalis debilis* はニホンジカの嗜好植物に分類されており、本調査地でヤマトシジミが食草とするカタバミ *Oxalis corniculata* も嗜好植物であると推測される。しかし、全調査地においてヤマトシジミの数は大幅に増加していた。これは、小型草本であるカタバミがニホンジカの採食を逃れ、安定して生育していると考えられる事例(松山ほか 2016)があることから、本調査地においてもカタバミが十分に存在し、ヤマトシジミの個体群を支えていたことが原因と考えられる。また、ミカン科樹木を食草とする一部のアゲハチョウ科のチョウ類は、ニホンジカの嗜好植物と不嗜好植物の両方を食草としている可能性があり(橋本・藤木 2014)、しかも成木に対するニホンジカの採食圧は無視できるので、チョウ類への影響は小さいと考えられる。ブナ科樹木を食草とするアカシジミは奈良県版レッドデータブック(奈良県 2017a)に記載されている希少種だが、同様の理由で春日山においては個体数が安定して多かった。

ニホンジカの採食による、チョウ類への影響を小さくする方法として、防鹿柵の設置が考えられる。防鹿柵を設置することにより、柵内の植生が回復し蜜源植物が増えることで、柵外に比べて柵内に訪花するチョウ類やマルハナバチ類が有意に増えた事例(Nakahama et al. 2020)があることから、春日山においても防鹿柵を設置することがチョウ類保全に有効であると考えられる。

チョウ類の保全

本調査では多くのチョウ類が減少している一方で、環境省により絶滅危惧種 I B 類に分類される(環境省 2020)と共に、奈良県版レッドデータブック(奈良県 2017a)で希少種に分類されるクロシジミや、奈良県版レッドデータブック(奈良県 2017a)に記載されているメスグロヒョウモンなどが高円山において森本(1994)同様に記録された。これは、高円山において、大文字送り火のために草地が管理され維持されていたため、草原性のクロシジミやメスグロヒョウモンが生息できる環境であった(井村 2008)ことが要因であると考えられる。森林伐採の減少や里山の管理放棄などによる草地の喪失・断片化が多くの草原性のチョウ類に遺伝的多様性や個体数の低下を引き起こしている中で(Nakamura 2011; Nakahama et al. 2018)、草原性のチョウで絶滅のリスクが高いクロシジミ(井村 2008)を有する高円山の草地の維持は非常に重要であり、これからも行っていく必要がある。

謝辞

文化庁(3 文庁第 25 号)および奈良公園事務所からは、特別天然記念物春日山原始林、天然記念物ルーミスジミ棲息地、名勝奈良公園における調査の許可を受けた。奈良市観光協会の職員の方々からは高円山についての情報提供を受けた。村松大輔特任准教授には有意義な助言を頂い

た。ここに記して厚くお礼申し上げる。

引用文献

- CBD (2021) 「地球規模生物多様性概況第 5 版」(GBO5), p. 210.
- 福田 晴夫, 浜 栄一, 葛谷 健, 高橋 昭, 高橋 真弓, 田中 蕃, 田中 洋, 若林 守男, 渡辺康之 (1982) 原色日本蝶類生態図鑑 (I), p. 277. 保育社, 大阪.
- 福田 晴夫, 浜 栄一, 葛谷 健, 高橋 昭, 高橋 真弓, 田中 蕃, 田中 洋, 若林 守男, 渡辺康之 (1984a) 原色日本蝶類生態図鑑 (III), p. 373. 保育社, 大阪.
- 福田 晴夫, 浜 栄一, 葛谷 健, 高橋 昭, 高橋 真弓, 田中 蕃, 田中 洋, 若林 守男, 渡辺康之 (1984b) 原色日本蝶類生態図鑑 (IV), p. 373. 保育社, 大阪.
- 橋本 佳延, 藤木 大介 (2014) 日本におけるニホンジカの採食植物・不嗜好性植物リスト. 人と自然, 25: 133–160.
- 井村 治 (2008) レッドリスト分析による草原性チョウ類保全のための評価. 日本草地学会誌, 54: 45–56.
- 井上 大成 (2005) 日本のチョウ類の衰亡理由. 昆虫ニューシリーズ, 8: 43–64.
- 井上 裕司, 高木 俊 (2019) 兵庫県におけるニホンジカ管理政策の概要. 「兵庫県におけるニホンジカ管理の現状と成果」. 兵庫ワイルドライフモノグラフ, 11: 1–13.
- 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.
- 五十川 謙 (2016) 伊丹市笹原公園のチョウ. 伊丹市昆虫館研究報告, (4): 1–6.
- 環境省 (2012) 生物多様性国家戦略 2012–2020: 豊かな自然共生社会の実現に向けたロードマップ, p. 252. 環境省, 東京.
- 環境省 (2020) 環境省レッドリスト 2020 の公表について. <https://www.env.go.jp/press/107905.html> (2022 年 7 月 18 日確認)
- 環境省, 生物多様性総合評価検討委員会 (2010) 生物多様性総合評価報告書. p. ii.
- 北川 尚史 (1994) 自然環境教育センターの概要, pp. 17–21. 奈良教育大学自然環境教育センターの自然.
- 近藤 伸一 (2015) ニホンジカの食害がチョウ類群集に及ぼした影響 (2001 年と 2014 年のチョウ類トランセクト調査比較). きべりはむし, 37: 14–23.
- 近藤 伸一 (2018) ニホンジカの個体数減少に伴うチョウ類群集の改善 —シカの食害地における 2009 年と 2018 年のチョウ類トランセクト調査比較—. きべりはむし, 41: 1–4.
- 前迫 ゆり (2004) 春日山原始林の特定植物群落 (コジイ林) における 17 年間の動態. 奈良佐保短期大学研究紀要, 11: 37–43.
- 前迫 ゆり (2013) 春日山原始林の植生. 前迫ゆり (編) 世界遺産春日山原始林-照葉樹林とシカをめぐる生態と文化, pp. 40–60. ナカニシヤ出版, 京都.
- 前迫 ゆり, 幸田 良介, 佐々木 奨, 杉浦 聖斗, 花谷 祐哉 (2018) 世界文化遺産春日山原始林におけるニホンジカの森林利用. 地域自然史と保全, 40: 83–91.
- 松山 周平, 谷 鑫, 立岩 沙知子, 白澤 紘明, 吉岡 崇仁 (2016) 長治谷草地のシカ排除柵内外の植生変遷と柵の開放試験. 森林研究, 79: 11–20.
- 森本 くみ子 (1994) 奈良公園・高円山・奈良教育大学におけるチョウ相. (奈良教育大学 編) 奈良公園の自然, 149–162.
- Nakahama N, Uchida K, Ushimaru A, Isagi Y (2018) Historical changes in grassland area determined the demography of semi-natural grassland butterflies in Japan. Heredity, 121: 155–168.
- Nakahama N, Uchida K, Koyama A, Iwasaki T, Ozeki M, Suka T (2020) Construction of deer fences

- restores the diversity of butterflies and bumblebees as well as flowering plants in semi-natural grassland. *Biodiversity and Conservation*, 29: 2201–2215.
- Nakamura Y (2011) Conservation of butterflies in Japan: status, actions and strategy. *Journal of Insect Conservation*, 15: 5–22.
- 奈良県 (2017a) 大切にしたい奈良県の野生動植物—奈良県版レッドデータブック—. 奈良県くらし創造部景観・環境局景観・自然環境課, 奈良.
- 奈良県 (2017b) 「春日山原始林保全計画」. 平成 29 年, p. 82.
- 奈良公園史編集委員会 (1982) 奈良公園史 (自然編). 奈良県.
- 奈良市 (1999) 世界遺産 古都奈良の文化財. 奈良市, 奈良県.
- 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.
- 酒井 有紀 (2015) 春日山原始林とその周辺二次林におけるナラ枯れ被害の進行状況と樹種による反応の差異. 平成 26 年度奈良教育大学学位論文.
- 佐藤 隆士, 濱口 京子, 浦野 忠久, 井上 大成 (2015) 森林総合研究所関西支所 (京都府) のチョウ類相. *環動昆*, 26: 1–10.
- 佐藤 祐輔, 坂本 充 (2017) 広島大学東広島キャンパスのチョウ相. 広島大学総合博物館研究報告, 9: 95–102.
- Shannon, CE, Weaver W (1949) *The Mathematical Theory of Communication*, 144pp. The University of Illinois Press, Urbana, Illinois.
- Simpson EH (1949) Measurement of diversity. *Nature*, 163: 88.
- 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.
- 立澤 史郎 (2013) 「奈良のシカ」の生態と管理. 前迫ゆり (編) 世界遺産春日山原始林—照葉樹林とシカをめぐる生態と文化, pp. 194–212. ナカニシヤ出版, 京都.
- 鳥居 春己 (2013) 春日山原始林のニホンジカ. 前迫ゆり (編) 世界遺産春日山原始林-照葉樹林とシカをめぐる生態と文化, pp. 213–225. ナカニシヤ出版, 京都.
- 鳥居 春己, 高野 彩子, 景山 真穂子, 原沢 牧子 (2007) 奈良公園春日山原始林におけるニホンジカ密度推定の試み. *関西自然保護機構会誌*, 28: 193–200.
- 梅村 美穂 (2019) 奈良実習園および名張市短野町における水田畦畔雑草の訪花昆虫相. 平成 30 年度 奈良教育大学 卒業論文.
- 山中 康彰, 辻野 亮, 鳥居 春己 (2021) 春日山原始林に生息するニホンジカの空間分布. 奈良教育大学自然環境教育センター紀要, (22): 11–20.
- 吉田 宗弘 (2019) チョウ類を対象にしたトランセクト調査にもとづく都市周辺の環境評価. *環動昆* 30: 15–24.

