

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

梅村 信哉*

Comparison of the structure of butterfly communities and environmental evaluation by transect count in Mt. Oshiba, Sue-cho, Mt. Asuwa, Mt. Osagoe and Mt. Hachiman in Fukui City, Fukui Prefecture

Shinya UMEMURA*

(要旨) 福井市大芝山において2020年4月27日～10月26日、末町において2022年4月20日～10月26日にトランセクト法によりチョウ類群集の調査を行った。本調査の結果、大芝山では5科44種382個体、末町では5科45種806個体のチョウ類が確認された。巣瀬のEI指数と環境階級存在比(ER)による検討を行ったところ、両地域では里山的な環境が維持されていることが示されが、ERによる検討では大芝山では原始的な要素もあわせもっていることが示唆された。種数、EI指数を用いて大芝山、末町と足羽三山でチョウ類群集の構造を比較したところ、大芝山、末町は足羽三山に比べてチョウ類の種数が多く、EIの指数値も高かった。多様度指数 H' は大芝山では足羽三山よりも指数値が高かったが、末町は足羽三山より指数値が低く、これは末町では群集構造が優占種に偏っていることに起因すると考えられた。重複度指数 α 、類似係数QSに基づき大芝山、末町と足羽三山でクラスター分析を行ったところ、足羽三山でチョウ類群集の種構成、構造が似通っていることが示された。

キーワード：チョウ類群集、トランセクト法、里山、福井市、環境評価

1 はじめに

里山は、狭義には薪炭林あるいは農用林のことであるが、広義には水田やため池、水路からなる「稲作水系」や畑地、果樹園などの農耕地、採草地、集落、社寺林や屋敷林、植林地などの農村の景観全体、都市周辺の残存林などを含めることも多い(石井, 2005)。最近では、自然に対する理解や共感を得る場としての環境教育の観点から里山の見直しが進んでいる(広木・石原, 2002)。加えて、絶滅のおそれのある生物種の約半数が広義の里山で見られるとされることから、里山は日本の生物多様性のホットスポットとしても注目され(石井, 2010)、その保全は重要な課題である。福井県においても、里地里山の近年の急激な変化を受け、その保全活用を推進すべく、県内の重要里地里山の選定が行われている(福井県自然保護課・福井県自然保護センター, 2006)。

一方で、1950年～60年代の燃料革命、肥料革命により里山林の価値は低下し、開発の対象となって破壊されたり、放棄され遷移が進行したりすることで、多くの身近な昆虫が衰退している(石井, 2010)。長期間放置されてきた里山林は大径・高林化し、下層にはネザサ類や低木が繁茂することにより、生物多様性の低下をもたらすことが指摘され(松本, 2017)、里山林

などの自然に対する人間の働きかけが減少することによる自然の質の低下は生物多様性の第2の危機とされている(環境省, 2021)。さらに、近年では個体数が増加したニホンジカ*Cervus nippon*(以下、シカ)の食害による生態系への影響が懸念され(日本森林学会, 2011)、山間地や里山において、シカの食害により昆虫類、特にチョウ類に深刻な影響が及んでいることが報告されている(長谷川, 2010; 近藤, 2015)。広義の里山の景観で中心的な存在であった水田、水路、ため池などからなる「稲作水系」も、圃場整備やそれに伴う水路のパイプライン化や水田の乾田化、ため池や水路のコンクリート護岸、農薬による水質の悪化やアメリカザリガニ*Procambarus clarkii*、ウシガエル*Lithobates catesbeianus*などの外来種の影響により環境が劣化している(石井, 2010)。

里山の適切な保全を講じるためには、まずその環境の状況や構造、自然度を正確に把握することが必要である(土田ほか, 2012)。近年、昆虫を用いた環境評価の研究が全国各地で行われており、中でも生態知見の豊富なチョウ類群集を用いた環境評価の研究事例は多く報告されている(例えば、石井ほか, 1991; 吉田, 1997; 竹中ほか, 2004; 松本, 2008)。福井県内でも、街中の孤立丘陵である足羽三山(梅村, 2013, 2016, 2017a)や亜高山帯である三ノ峰(梅村,

*福井市自然史博物館 〒918-8006 福井市足羽上町147

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

2017b, 2018), 里山環境が残された敦賀市の中池見湿地(ウェットランド中池見, 2016)などでトランセクト調査によるチョウ類群集の調査事例が報告されている。しかし, 研究事例が集積されている近畿地方などに比べると県内のチョウ類群集の調査事例はまだ少なく, 県内の里山環境の現状を正確に評価し, その変遷を把握するにはより多くの調査事例の蓄積が必要である。本稿では, 県内の低山にある狭義の里山環境である福井市大芝山(以下大芝山)と, 広義の里山環境である福井市末町(以下末町)においてチョウ類を定量的に調査し, その群集構造を記載したものである。また, 県外の先行研究との比較から, 大芝山, 末町および足羽三山の環境評価を試みた。

2 調査地と調査方法

(1)調査地の概要

大芝山

大芝山は丹生山地の北東端付近に位置する標高455.1mの低山である。山麓付近ではスギ*Cryptomeria japonica*の植林が広がっているが, 山上一帯にはクリ*Castanea crenata*, コナラ*Quercus serrata*, ミズナラ*Q. crispula*などの林が生育している(福井県自然環境保全調査研究会, 1985)。

調査は林道越前西部四号線起点付近から未舗装の同林道を通り, 大芝山山頂付近を経て, 追分の池に至る

約1.3kmのルート(標高422~454m)で実施した(図1A)。周囲にはコナラを中心とした二次林が広がるが, 一部にアカマツ*Pinus densiflora*が混じり, スギの植林も見られる。そのほか, ルート内ではタニウツギ*Weigela hortensis*, サルナシ*Actinidia arguta*, スルデ*Rhus javanica*, マンサク*Hamamelis japonica*, リョウブ*Clethra barbinervis*などの樹木やサルトリイバラ*Smilax china*, アケビ*Akebia quinata*などのつる性木本, ススキ*Miscanthus sinensis*, クズ*Pueraria lobata*, オトコエシ*Patrinia villosa*などの草本が見られた。

末町

山際の斜面に湧水があり, 所々で水田や水路に流れ込んで湿地を形成している。当地域ではハッコウトシボ*Nannophya pygmaea*やキタノメダカ*Oryzias sakaizumii*など希少な野生動植物が多く記録されており, 「守り伝えたい福井の里地里山30」に選定されている(福井県自然保護課・福井県自然保護センター, 2006)。調査は, 山際の林縁や水田・休耕田の脇を通る約1.8kmのルート(標高38~66m)で実施した(図1B)。ルート内には, コナラなどの落葉広葉樹林のほか, アカマツやスギの植林, 竹林も一部見られ, 山際には湧水が流れ込む水路や湿地が見られた。そのほか, ルート内ではクリ, アカメガシワ*Mallotus japonicus*やタニウツギ, ハンノキ類, スルデ, シデ類, ハギ類などの樹木やサルトリイバラ, アケビ, フジ



図1. 大芝山と末町の調査ルート(太線)(地理院地図(国土地理院)を使用)

*Wisteria floribunda*などのつる性木本, ススキ, オヒシバ*Eleusine indica*, メヒシバ*Digitaria ciliaris*, ツククサ*Commelina communis*, ヤマノイモ*Dioscorea japonica*, カラスノエンドウ*Vicia sativa*, コナスビ*Lysimachia japonica*, ニガナ*Ixeridium dentatum*, ノアザミ*Cirsium japonicum*, ミゾソバ*Persicaria thunbergii*, セイタカアワダチソウ*Solidago altissima*, スミレ類などが見られた。

(2) 調査期間・調査方法

調査は、大芝山では2020年4月下旬～10月下旬の期間に13回(4月27日, 5月7日, 25日, 6月7日, 21日, 7月16日, 27日, 8月10日, 24日, 9月6日, 19日, 10月5日, 26日), 末町では2022年4月下旬～10月下旬の期間に13回(4月20日, 5月3日, 19日, 6月3日, 19日, 7月2日, 25日, 8月19日, 31日, 9月21日, 30日, 10月12日, 26日)実施した。

調査は、前述したルートを一定の速度で歩き、前方、左右、高さそれぞれ約5mの範囲内で目撃したチョウ類の種名と個体数を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は捕獲して持ち帰り同定し、捕獲できなかったものについては記録から除外した。種の確定に至らなかった個体については、以下のように記録して個体数をカウントし、種数とデータの解析からは除外した。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」として扱い、1種と数えた。

黒色系アゲハ類 (カラスアゲハ*Papilio dehaanii*, ミヤマカラスアゲハ*P. maackii*, クロアゲハ*P. protenor*のいずれか)

ヒョウモンチョウ類 (ミドリヒョウモン*Argynnis paphia*, ウラギンヒョウモン*Fabriciana adippe*, オオウラギンスジヒョウモン*Argyronome ruslana*, メスグレロヒョウモン*Damora sagana*のオスのいずれか)

調査は原則として、晴天または薄曇り・微風の日の10時～15時の間に、約1時間かけて行った。

種名ならびに分類は白水(2006)に従った。

(3) 解析方法

種数、個体数に加え、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、*EI*指数(巢瀬, 1993)と環境階級存在比*ER*(田中, 1988)を使用した。

また、チョウ類群集の多様性を比較することを目的とし、Shannon-Weaverの*H'*関数を用いた。また、調査地間のチョウ類群集の構造を比較するためにPiankaの*α*指数および類似係数(*QS*)を算出し、その値に基づきクラスター分析(非加重群平均法)を行った。

上記によるチョウ類群集の比較は、今回の2調査地間で行うだけでなく、福井市の中心部にある孤立丘陵である足羽三山(足羽山, 兎越山, 八幡山)とも比較した。足羽山のデータは梅村(2016)で報告したルートAとBにまたがる区間の2016年分のデータを用いた。これは、足羽山の稜線部を通る距離約1.3kmのルートである。兎越山, 八幡山は梅村(2017a)で報告した2017年分のデータを用いた。なお、本研究では大芝山でも末町でも4月下旬～10月下旬に13回の調査を実施しているが、足羽山では4月中旬～11月初旬に11回、兎越山と八幡山では4月初旬～11月初旬にそれぞれ14回調査を実施しており、調査時期ならびに調査回数が異なっている。そこで、足羽三山との比較においては、各調査地とも4月～11月初旬までの調査日が近い10回分のデータを用いて種数、個体数、*H'*, *QS*, *α*, *EI*, *ER*を計算し、比較した。*EI*, *ER*の計算にあたっては、スジグロシロチョウ類はスジグロシロチョウ*Pieris melete*として扱った。

各指数は次式により計算した(木元・武田, 1989; 巢瀬, 1993; 田中, 1988)。なお、個体数は1km・1回の調査あたりに換算し、各指数の算出に用いた。

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

N: 総個体数, *n_i*: *i*番目の種の個体数

$$QS = 2c/(a+b)$$

a: 地域Aの種数

b: 地域Bの種数

c: 地域A, Bの共通種数

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

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

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の総個体数

$$EI = \sum Xi$$

X_i: *i*番目の種の環境指数

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

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*番目の種の指標値

なお、ERの計算における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
= 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

3. 結果

(1) 種構成

13回の調査を通して、大芝山では5科44種382個体、末町では5科45種806個体のチョウ類を確認した(表1)。

表2に各調査地の優占5種を示した。大芝山ではツマグロヒョウモン*Argyreus hyperbius*、キタキチョウ*Eurema mandarina*、コムスジ*Neptis sappho*、ヒメウラナミジャノメ*Ypthima argus*、モンキアゲハ*Papilio helenus*が、末町ではキタキチョウ、モンキチョウ*Colias erate*、ツバメシジミ*Everes argiades*、ウラギンヒョウモン*Fabriciana adippe*、ルリシジミ*Celastrina argiolus*が優占種となっており、優占5種が総個体数に占める割合は大芝山で40.1%、末町で69.0%だった。

今回確認されたチョウ類を田中(1988)に従って森林性種と草原性種に分け(表1)、確認種数、個体数に占める割合を調べた。この解析では、スジグロシロチョウ類と種まで同定できなかった種は解析より除外した。大芝山では確認種43種のうち33種(76.7%)が森林性種、10種(23.3%)が草原性種であり、確認個体数368個体のうち291個体(79.1%)が森林性種、77種(20.9%)が草原性種であったのに対し、末町では確認種44種のうち28種(63.6%)が森林性種、16種(36.4%)が草原性種であり、確認個体数788個体のうち509個体(64.6%)が森林性種、279個体(35.4%)が草原性種であった。

(2) 環境評価

EI指数は大芝山で94、末町で93であり、巢瀬(1993)の分類基準にあてはめると中自然(農村・人里)と判断された。

ER指数を算出して図2に示した。どちらの地点でも、二次段階(里山)であるasが最も高かったが、大芝山では次いで原始段階(自然林)であるps、三次段階であるrs、四次段階(都市)であるusの順に値が高く、末町ではrs、ps、usの順に値が高かった。田中(1988)のモデルグラフとの比較から、両調査地とも里山的な環境であるが、大芝山の方が原始段階の要素がより強いと判断された。

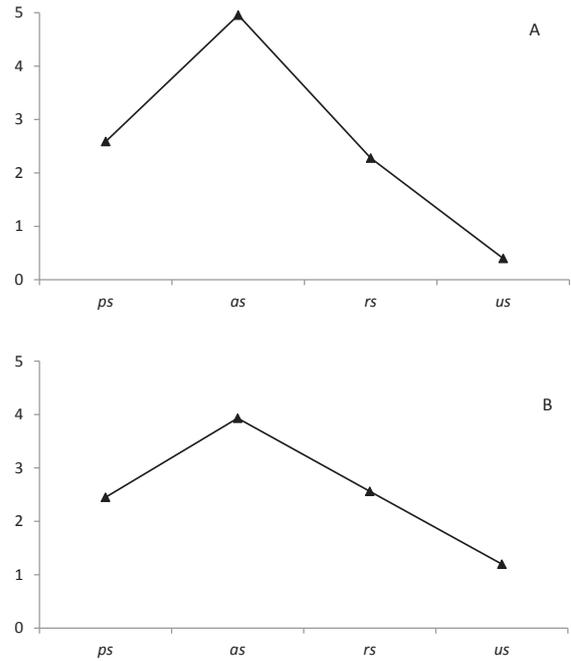


図2. 大芝山及び末町における環境階級存在比(ER).
A: 大芝山, B: 末町
ps, 原始段階; as, 二次段階; rs, 三次段階; us, 四次段階

(3) 足羽三山との比較

4~11月初旬の間の10回分の調査データをもとに、大芝山、末町と足羽三山とでチョウの種数、個体数、多様度指数 H' 、EIを比較して、表3に示した。種数、個体数は末町で最も多く、足羽山で最も少なかったが、 H' の値は大芝山で最も高く、福井市末町で最も低かった。EI指数を各調査地で算出して比較したところ、指数値は大芝山、末町、足羽山、兎越山、八幡山でそれぞれ84、93、46、50、66となり、巢瀬(1993)の基準にあてはめると中自然(農村・人里)と判断された。

さらに、各調査地で10回分の調査データをもとにERを算出し、図3に示した。各調査地ともasが最も高く、大芝山と同様に足羽三山でもps、rs、usの順に指数値が高かった。大芝山、足羽三山は里山的な環境で原始段階の要素が強く、末町は里山的な環境で農村的な要素が強いと判断された。

重複度指数 α 及び類似係数QSに基づくクラスター分析の結果を図4に示した。どちらの指数に基づくクラスター分析でも、八幡山と兎越山が最も似通っており、足羽三山でまとまったクラスターが形成されていた。このことより、足羽三山では種構成も群集構成も似通ったものであることがわかった。 α で見ると、大芝山-足羽山間で指数値が次に高いことから、足羽三山のクラスターと大芝山が連結し、末町はこれらの間の指数値は低かった(図4A)。QSで見ると、大芝山と末町が足羽三山とは別のクラスターを形成した(図4B)。

表1:大芝山および末町のトランセクト調査で確認されたチョウ類の生息環境特性と補正個体数(個体数/km/調査)と確認総個体(括弧内).

種名	生息環境特性	記録	大芝山		末町	
			2020	記録	2022	
アゲハチョウ科 Papilionidae						
ギフチョウ <i>Luehdorfia japonica</i>	F		0.118(2)	◎		0.043(1)
ジャコウアゲハ <i>Byasa alcinous</i>	F					
アオスジアゲハ <i>Graphium sarpedon</i>	F		0.118(2)			
アゲハ <i>Papilio xuthus</i>	F		0.178(3)			0.214(5)
キアゲハ <i>Papilio machaon</i>	G		0.414(7)			0.214(5)
モンキアゲハ <i>Papilio helenus</i>	F		1.420(24)			0.684(16)
クロアゲハ <i>Papilio protenor</i>	F		0.178(3)			0.043(1)
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i>	F		0.650(11)			0.128(3)
ミヤマカラスアゲハ <i>Papilio maackii</i>	F		0.059(1)			0.085(2)
黒系アゲハ			0.059(1)			0.043(1)
シロチョウ科 Pieridae						
ツマキチョウ <i>Anthocharis scolymus</i>	G					0.256(6)
モンシロチョウ <i>Pieris rapae</i>	G					0.470(11)
スジグロシロチョウ類			0.355(6)			0.171(4)
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i>	F		1.893(32)			15.513(363)
モンキチョウ <i>Colias erate</i>	G		0.059(1)			3.120(73)
シジミチョウ科 Lycaenidae						
ウラギンシジミ <i>Curetis acuta</i>	F					0.256(6)
ゴイシシジミ <i>Taraka hamada</i>	F		0.414(7)			
ムラサキシジミ <i>Narathura japonica</i>	F		0.118(2)			0.043(1)
アカシジミ <i>Japonica lutea</i>	F		0.178(3)			
ウラナミアカシジミ <i>Japonica saepestriata</i>	F	○				0.043(1)
ミズイロオナガシジミ <i>Antigius attilia</i>	F		0.178(3)			0.043(1)
ウラクロシジミ <i>Iratsume orsedice</i>	F		0.118(2)			
オオミドリシジミ <i>Favonius orientalis</i>	F		0.118(2)			
ミドリシジミ <i>Neozephyrus japonicus</i>	F					0.299(7)
コツバメ <i>Callophrys ferrea</i>	F		0.118(2)			
トラフシジミ <i>Rapala arata</i>	F		0.059(1)			0.043(1)
ベニシジミ <i>Lycaena phlaeas</i>	G		0.296(5)			0.684(16)
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha</i>	G		0.178(3)			0.299(7)
ツバメシジミ <i>Everes argiades</i>	G		0.237(4)			2.564(60)
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus</i>	F		0.947(16)			1.111(26)
ウラナミシジミ <i>Lampides boeticus</i>	G					0.385(9)
タテハチョウ科 Nymphalidae						
テングチョウ <i>Libythea lepita</i>	F		1.183(20)			0.085(2)
アカタテハ <i>Vanessa indica</i>	G		0.237(4)			0.128(3)
キタテハ <i>Polygonia c-aureum</i>	G					0.385(9)
ヒオドシチョウ <i>Nymphalis xanthomelas</i>	F		0.710(12)			
ルリタテハ <i>Kaniska canace</i>	F		0.237(4)			0.470(11)
オオウラギンシジモウモン <i>Argyronome rustana</i>	F		0.237(4)			0.513(12)
クモガタヒョウモン <i>Nephargynnis anadyomene</i>	F					0.043(1)
メスグロヒョウモン <i>Damora sagana</i>	F			◎		0.171(4)
ミドリヒョウモン <i>Argynnis paphia</i>	F		0.651(11)			0.085(2)
ウラギンヒョウモン <i>Fabriciana adippe</i>	G		0.237(4)			1.453(34)
ツマグロヒョウモン <i>Argyreus hyperbius</i>	G		2.430(41)			0.513(12)
ヒョウモンチョウ類			0.414(7)			0.556(13)
ミスジチョウ <i>Neptis philyra</i>	F		0.178(3)			
コミスジ <i>Neptis sappho</i>	F		1.657(28)			0.128(3)
イチモンジチョウ <i>Ladoga camilla</i>	F		0.947(16)			0.043(1)
ゴマダラチョウ <i>Hestina japonica</i>	F		0.118(2)			
コムラサキ <i>Apatura metis</i>	F			○		
オオムラサキ <i>Sasakia charonda</i>	F			◎		
ヒメウラナミジャノメ <i>Ypthima argus</i>	F		1.657(28)			0.940(22)
ヒメジャノメ <i>Mycalopsis gotama</i>	F					0.128(3)
クロコノマチョウ <i>Melanitis phedima</i>	F			◎		
クロヒカゲ <i>Lethe diana</i>	F		0.118(2)			0.128(3)
アサギマダラ <i>Parantica sita</i>	F		0.178(3)			
セセリチョウ科 Hesperidae						
アオバセセリ <i>Choaspes benjaminii</i>	F	○				
ダイミョウセセリ <i>Daimio tethys</i>	F		0.592(10)			0.128(3)
ミヤマセセリ <i>Erynnis montana</i>	F		0.710(12)			0.085(2)
ホソバセセリ <i>Isoteinon lamprospilus</i>	F		1.124(19)			
コチャバナセセリ <i>Thoressa varia</i>	F		0.059(1)			0.256(6)
キマダラセセリ <i>Potanthus flavus</i>	G	△				0.085(2)
オオチャバナセセリ <i>Polytremis pellucida</i>	G					0.342(8)
チャバナセセリ <i>Pelopidas mathias</i>	G		0.178(3)			0.171(4)
イチモンジセセリ <i>Parnara guttata</i>	G		0.296(5)			0.855(20)
種数			44			45
個体数			22.60(382)			34.44(806)

*表中Fは森林性, Gは草原性の種であることを示し, その分類は田中(1988)に従う.

*表中◎は過去の文献の記録, ○は福井市自然史博物館所蔵の標本に基づく記録, △は本研究以外での筆者の観察記録であることを示す.

表2：大芝山と末町における優占5種.

	大芝山(2020)	末町(2022)
1位	ツマグロヒョウモン 41(10.7%)	キタキチョウ 363(45.0%)
2位	キタキチョウ 32(8.4%)	モンキチョウ 73(9.1%)
3位	コムシジ 28(7.3%)	ツバメシジミ 60(7.4%)
4位	ヒメウラナミジャノメ 28(7.3%)	ウラギンヒョウモン 34(4.2%)
5位	モンキアゲハ 24(6.3%)	ルリシジミ 26(3.2%)

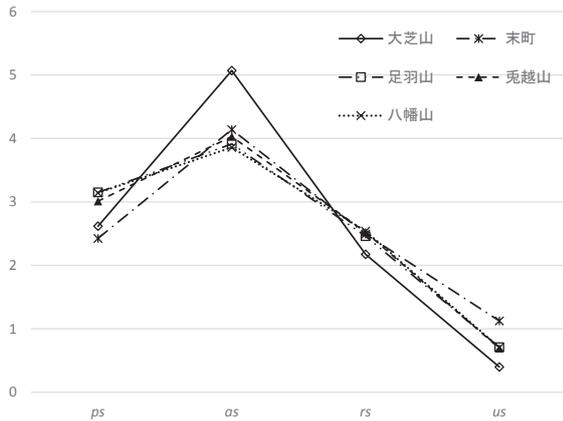


図3. 大芝山、末町と足羽三山における環境階級存在比 (ER) の比較。
ps, 原始段階; as, 二次段階; rs, 三次段階; us, 四次段階

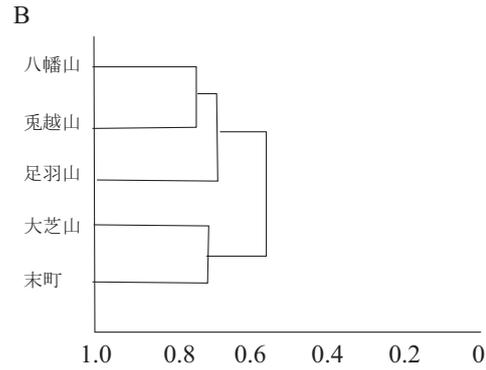
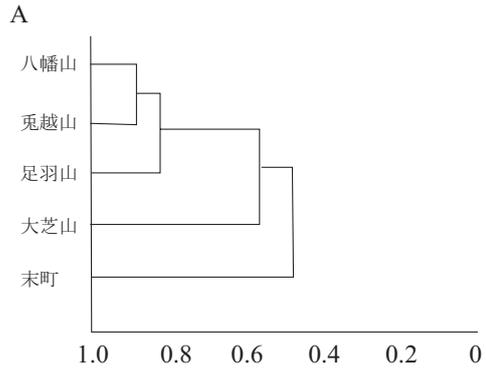


図4. 大芝山及び末町と足羽三山のチョウ類群集の重複度指数 a (A) および類似係数 QS (B) に基づくクラスター分析のデンドログラム.

4. 考察

(1) 種構成

今回の調査では大芝山で5科44種382個体、末町では5科45種806個体のチョウ類が確認された(表1)。今回の調査時以外にも、筆者は大芝山で2014年6月30日にアオバセセリ *Choaspes benjaminii*、2020年6月9日にウラナミアカシジミ *Japonica saepestriata* を観察している。末町では過去にギフチョウ *Luehdorfia japonica*、メスグロヒョウモン *Damora sagana* (下野谷・浅野, 1998)、クロコノマチョウ *Melanitis phedima* (和田, 1992)、オオムラサキ *Sasakia charonda* (福井県安全環境部自然環境課, 2016) の記録がある。さらに、福井市自然史博物館には大芝山で採集されたキマダラセセリ *Potanthus flavus*、末町で採集されたコムラサキ *Apatura metis* の標本が収蔵されている。これらを合わせると、大芝山ではこれまでに47種、末町では48種のチョウ類の記録があることになる。今井・今井 (2011) は、トランセクト調査において種数の推定精度を上げるには、同一コースで少なくとも2年間の継続調査を行うことが望ましいと指摘している。今回の調査では、大芝山、末町でそれぞれ1年間の調査に基づいて報告を行っているが、調査を継続することで、どちらの地域でもより多くの種のチョウを記録できると考えられる。

優占5種に着目すると、キタキチョウが大芝山でも末町でも共通して優占種となっていた。特に、末町ではキタキチョウが総個体数に占める割合が45.0%と非常に高かった(表2)。本種はハギ類やネムノキなどマメ科植物を食草とする多化性の種であり、全国の里山や低山、クヌギやコナラの林の残る都市公園などの調査事例でも優占種となることが多い(石井ほか, 1991; 石井, 2001; 竹中ほか, 2004; 吉田ほか, 2004; 永田ほか, 2006; 松本, 2008)。石井 (2001) は、本種の幼虫がハギ類を餌として利用できることが、都市緑地においても生息を可能にしていることを指摘している。大芝山、末町においても、本種はほぼすべての調査時に確認されており、特に8月下旬~10月初旬に多くの個体が確認された。特に、末町では調査ルート上にハギ類が多く見られたことが、今回の結果につながったと考えられる。

また、大芝山と末町で優占種を比較すると、大芝山では優占5種のうちツマグロヒョウモンを除く4種が森林性のチョウであり、末町ではキタキチョウとルリシジミを除く3種が草原性のチョウであった。大芝山に比べて末町では調査ルート内に水田やスキの草地などが多く見られ、こうした環境の違いが優占種の違いにも表れたと考えられる。

表3：大芝山・末町と足羽三山のチョウ類群集の比較

種名	大芝山 (1.3km)	末町 (1.8km)	足羽山 (1.3km)	兎越山 (1.4km)	八幡山 (1.4km)
アゲハチョウ科					
ギフチョウ <i>Luehdorfia japonica</i>	0.154	0.056	0.077	0.500	
アオスジアゲハ <i>Graphium sarpedon</i>	0.077		0.231	0.571	1.071
アゲハ <i>Papilio xuthus</i>	0.154	0.222	0.022	0.857	1.786
キアゲハ <i>Papilio machaon</i>	0.308	0.222		0.071	0.929
モンキアゲハ <i>Papilio heleus</i>	1.308	0.722	2.615	2.143	3.500
クロアゲハ <i>Papilio protenor</i>	0.231	0.056	0.231	1.071	1.071
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i>	0.615	0.056	1.077	1.071	1.000
ミヤマカラスアゲハ <i>Papilio maackii</i>		0.111	0.154		
シロチョウ科					
ツマキチョウ <i>Anthocharis scolymus</i>		0.333			
モンシロチョウ <i>Pieris rapae</i>		0.500			0.143
スジグロシロチョウ <i>Pieris metete</i>	0.385	0.222		0.214	0.214
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i>	1.846	14.444	1.923	1.357	0.857
モンキチョウ <i>Colias erate</i>	0.077	3.444			
シジミチョウ科					
ウラギンシジミ <i>Curetis acuta</i>		0.111	0.231	0.357	0.500
ゴイシシジミ <i>Taraka hamada</i>	0.462				
ムラサキシジミ <i>Narathura japonica</i>	0.154	0.056			
アカシジミ <i>Japonica lutea</i>	0.231				
ウラナミアカシジミ <i>Japonica saepestrata</i>		0.056			
ミズイロオナガシジミ <i>Antigius attilia</i>	0.231	0.056		0.071	
ウラクロシジミ <i>Iratsume orsedice</i>	0.154				
オオミドリシジミ <i>Favonius orientalis</i>	0.154				
ミドリシジミ <i>Neocephyrus japonicus</i>		0.389			
コツバメ <i>Callophrys ferrea</i>			0.154		
トラフシジミ <i>Rapala arata</i>	0.077	0.056			
ベニシジミ <i>Lycaena phlaeas</i>	0.308	0.611			
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha</i>	0.154	0.278	0.846	0.929	0.714
ツバメシジミ <i>Everes argiades</i>	0.308	2.778	0.077		
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus</i>	0.846	1.389	0.923	0.357	1.214
ウラナミシジミ <i>Lampides boeticus</i>		0.278	0.154		0.143
タテハチョウ科					
テングチョウ <i>Libythea lepita</i>	1.462	0.111	0.154	0.214	0.571
アサギマダラ <i>Parantica sita</i>	0.231		0.154	0.357	0.286
アカタテハ <i>Vanessa indica</i>	0.308	0.167			0.357
ヒメアカタテハ <i>Vanessa cardui</i>					0.071
キタテハ <i>Polygonia c-aureum</i>		0.500	0.077	0.071	
ヒオドシチョウ <i>Nymphalis xanthomelas</i>	0.846		0.615	0.429	0.429
ルリタテハ <i>Kaniska canace</i>	0.231	0.389	1.231	0.429	0.143
オオウラギンズジヒョウモン <i>Argyrome ruslana</i>	0.308	0.556			
クモガタヒョウモン <i>Nepharynnis anadyomene</i>		0.056			
メスグロヒョウモン <i>Damora sagana</i>		0.111			
ミドリヒョウモン <i>Argynnis paphia</i>	0.846	0.111	0.077		0.071
ウラギンヒョウモン <i>Fabriciana adippe</i>	0.231	1.722			
ツマグロヒョウモン <i>Argyreus hyperbius</i>	2.154	0.278	1.846	0.286	0.786
コムシジ <i>Neptis sappho</i>	1.462	0.111	0.154	0.357	0.643
ミスジチョウ <i>Neptis phillyra</i>	0.231				0.071
イチモンジチョウ <i>Ladoga camilla</i>	1.077	0.056		0.071	0.071
ゴマダラチョウ <i>Hestina japonica</i>	0.077			0.214	0.286
ヒメウラナミジャノメ <i>Ypthima argus</i>	1.538	1.222			
ヒメジャノメ <i>Mycalis gotama</i>		0.167			
クロヒカゲ <i>Lethe diana</i>	0.154	0.167			
ヒカゲチョウ <i>Lethe sicelis</i>			0.385	0.286	0.500
サトキマダラヒカゲ <i>Neope goschkevitschii</i>					0.071
セセリチョウ科					
ダイミョウセセリ <i>Daimio tethys</i>	0.769	0.111			
ミヤマセセリ <i>Erynnis montana</i>	0.308	0.111			
ホソバセセリ <i>Isoteinon lamprospilus</i>	1.385				
コチャバネセセリ <i>Thoressa varia</i>	0.077	0.278		0.071	
キマダラセセリ <i>Potanthus flavus</i>		0.111			0.286
オオチャバネセセリ <i>Polytremis pellucida</i>		0.389			0.071
チャバネセセリ <i>Pelopidas mathias</i>	0.231	0.222		0.357	0.286
イチモンジセセリ <i>Parnara guttata</i>	0.308	1.000	0.077		0.143
種数	42	45	24	25	31
個体数(1km・調査1回当たり)	22.46	34.93	13.92	12.71	18.29
H'	4.78	3.61	3.77	4.11	4.26
EI	84	93	46	50	66

・各調査地とも4月～11月初旬の10回分のデータに基づく
 ・足羽山は梅村(2016)、兎越山と八幡山は梅村(2017a)のデータを使用
 ・個体数は1km、1回の調査あたりの補正個体数
 *足羽山は梅村(2016)の小ルートAとBにまたがるルートであり、梅村(2020)でハムシ類を調査していたルートにあたる

(2) 環境評価

今回の調査結果をもとに、巢瀬(1993)のEI指数を算出したところ、大芝山で94、末町で93であり、中自然(農村・人里)と多自然(良好な林や草原)の境界と判定された。クヌギ・コナラ林を切り開いて作られた都市公園や里山的環境における先行研究でも、EIによる評価を行うと60～90くらいで中自然と判断されるケースがいくつか報告されており(吉田ほか, 2004; 永田ほか, 2006; 松本, 2008; 土田ほか, 2012)、大芝山、末町でも里山的な環境が残されていることが示された。また、同じ福井県内の調査事例に注目した場合、単年の調査結果に基づきEI指数を算出すると足羽山では65～83(梅村, 2016)、兎越山では54～58、八幡山では62～71(梅村, 2017a)、敦賀市中池見では75～86(ウェットランド中池見, 2016)であり、大芝山、末町はこれらよりも指数値は高く、県内でも比較的良好的な里山的環境が残されている地域と考えることができる。

田中(1988)の環境階級存在比(ER)による評価では、大芝山、末町とも里山的な環境と判断されたが、大芝山ではより原始段階の要素が強いと判断された(図2)。竹中ほか(2004)は、近畿地方の里山林では、樹木が密生しているために林内が暗く、ネザサなどの下草が繁茂しやすいことから、このような環境でトランセクト調査を行うと、ジャノメチョウ科などのササ食の種が、照葉樹から成る極相林と同様に優勢となり、ERの結果に影響を及ぼすことを指摘している。本調査では、大芝山、末町の両調査地でクロヒカゲ*Lethe diana*が確認されているものの、優占種となっているわけではない。しかし、大芝山ではモンキアゲハが優占種となっており、本種の原始段階の生息分布は5と高く、指標値も2である(田中, 1988)。さらに、大芝山では末町では確認されていないゴイシシジミ*Taraka hamada*やウラクロシジミ*Iratsume orsedice*が確認されており、これらの原始段階の生息分布はそれぞれ6、8と高く、指標値もそれぞれ3、4である(田中, 1988)。こうした違いが、大芝山と末町でERを比較した際に、大芝山で原始段階の要素が強くなるという結果につながったと考えられる。

(3) 足羽三山との比較

大芝山、末町と足羽三山とで種数、多様度指数H'、EI指数を比較したところ、種数、EI指数は足羽三山に比べて大芝山、末町で高い値を示した。多様度指数H'をみると、大芝山では足羽三山に比べて指数値が高かったが、末町では足羽三山より値が低かった(表3)。これは、末町では確認個体数の45.0%を優占第1位のキタキチョウが占め、優占5種が総個体数に占める割

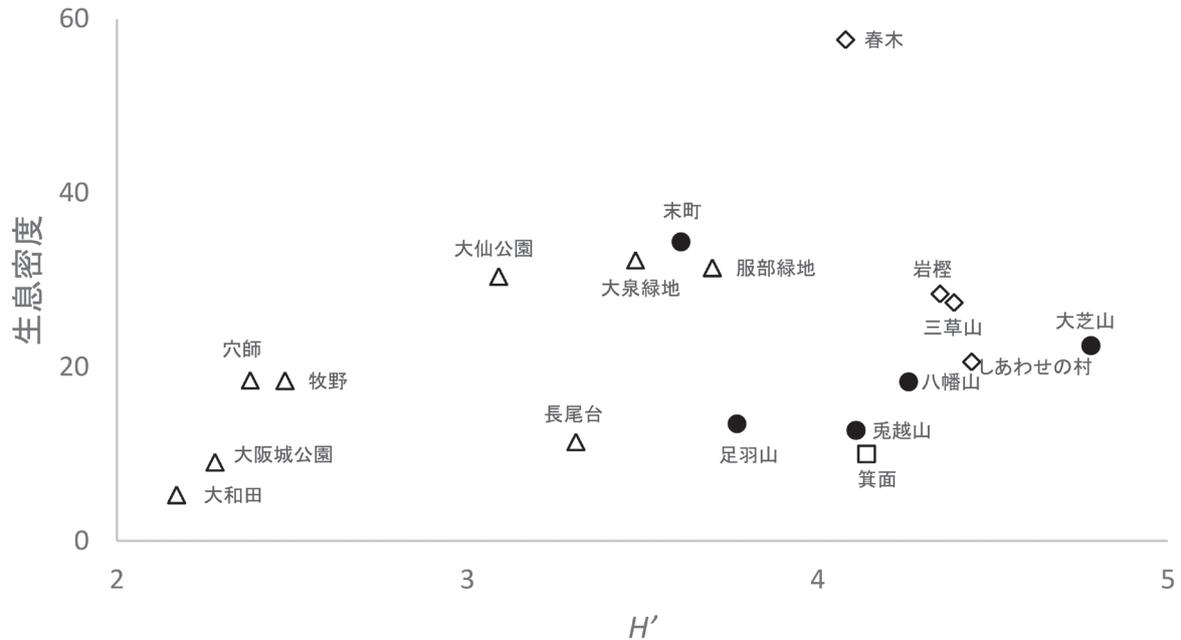


図5. 大芝山、末町および足羽三山と関西地方のいくつかの地域におけるチョウ類群集の多様度指数 (H')と生息密度 (個体数/1km²/調査) の関係。

△: 都市公園, ◇: 里山林, □: 原生林

大阪城公園, 大仙公園, 大泉緑地, 服部緑地, 箕面公園 (いずれも大阪府) の数値は石井ほか (1991), 三草山 (大阪府) の数値は石井ほか (1995), 大和, 牧野, 長尾台 (いずれも大阪府) の数値は吉田 (1997), 穴師, 春木, 長尾台 (いずれも大阪府) の数値は本田 (1997), しあわせの村 (兵庫県) の数値は竹中ほか (2004) の報告より引用した。

合は69.0%と優占種に大きく偏った群集構造になっていることの影響を受けたものであろう。

ERによる評価では、各調査地ともに二次段階asの値が最も高く、似通った形のグラフとなったが、大芝山と足羽三山では次いで原始段階 (ps) の値が高かったのに対し、末町では三次段階 (rs) の方がpsより値が高かった。ERによる評価は、各調査地に残されたコナラなどの里山林の環境をよく反映したものと考えられる。末町では調査地に水田や放棄水田などの農地が含まれていることから三次段階の要素が高くなり、全体として典型的な里山の環境のグラフに似た形になったのに対し、他の4地域では農村的な要素が薄く、代わりにモンキアゲハやカラサアゲハなど原始段階での生息分布値の高い種が相対的に優勢になったことで、原始段階の要素が強いと判断されたものと考えられる。

石井ほか (1995) はチョウ類群集を環境指標に用いる場合に、多様度指数と生息密度を二次元的に配置して評価を行う手法を提唱している。そこで、大芝山および末町と足羽三山の多様度指数と生息密度を近畿地方にいくつかの地域 (大阪城公園, 大仙公園, 大泉緑地, 服部緑地, 箕面公園 (石井ほか, 1991), 大阪府三草山 (石井ほか, 1995), 大阪府大和, 牧野, 長尾台 (吉田, 1997), 兵庫県神戸市しあわせの村 (竹中ほか, 2004) において得られている数値とともに図

5に示した。この図では、末町が近畿地方の里山林と都市公園の間、足羽山が都市公園と原生林および里山林の間、兔越山が原生林、八幡山が原生林と里山林の間、大芝山が里山林の近くにそれぞれプロットされた。EIやERによる評価に、この図の結果を加味すると、各調査地とも里山的な環境が維持されつつも、足羽三山では里山林の遷移が進んで原生林的な要素が強くなっており、さらに足羽山では稜線部の開発の影響も受けて都市公園的な環境への変遷も進んでいると判断される。大芝山では良好な里山的環境が維持されているが、やはり遷移がやや進んで原生林的な要素も入っていると判断される。末町は農地的な環境要素を含むが、近畿地方の事例ではそのような環境での比較できる報告がないため、多様度指数と生息密度をプロットすることによる評価では関西の都市公園の中では里山林に近い自然が残されている大泉緑地や服部緑地の近くにプロットされたのであろう。石井ほか (1991) によれば、大泉緑地は溜池と水田地帯を開発して開園した都市公園であり、園内では比較的まとまったクスギ林があるのに対し、服部緑地は地域本来の景観をなす竹林、マツ林、池などがある程度維持された環境とされている。

重複度指数ならびに類似係数に基づきクラスター分析を行ったところ、足羽三山間ではチョウ類の種構成も個体数を含めた群集構造も似通っていることが示された (図4)。

本稿では、狭義の里山的な要素を残す非孤立森林の大芝山と広義な里山的環境の末町と、街中に残された里山的環境の孤立森林である足羽三山とでチョウ類群集の構造を比較したが、確認種数やEI指数による評価では足羽三山が大芝山や末町に比べてチョウ類が貧弱であり、クラスター分析の結果からは足羽三山間ではチョウ類の種構成ならびに個体数を含めた群集構造が似通っていることが示された。さらに同様な孤立丘陵や郷間的な環境で調査事例を蓄積していくことで、森林の孤立化により衰亡しやすいチョウ類の特徴を明らかにできると期待される。

謝 辞

本稿を取りまとめるにあたり、大芝山の調査にご協力いただいた当館ボランティアの八木正邦氏に御礼申し上げます。また、末町での調査許可をいただいた福井市末町の自治会長をはじめ、地区の皆様にも御礼申し上げます。次第である。

引用文献

- 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2016. 福井県, 536p.
- 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, 281p.+14PL.
- 福井県自然保護課・福井県自然保護センター編, 2006, 守り伝えたい福井の里地里山. 福井県, 48p.
- 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. 石井 実監修, 日本の昆虫の衰亡と保護, 北隆館, 268-276.
- 広木詔三・石原紀彦, 2002, 里山の保全に向けて. 広木詔三編, 里山の生態学, 223-293.
- 今井健介・今井長兵衛, 2011, 京都西加茂における1989-1990年と2006-2007年のチョウ類群集の定量的比較. 環動昆, 22 (2), 59-66.
- 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 (4), 187-193.
- 石井 実, 2005, 里やま自然の成り立ち. 石井 実監修・日本自然保護協会編, 生態学からみた里山の自然と保護, 1-6.
- 石井 実, 2010, レッドデータブックからみた日本の昆虫の衰退と危機要因. 石井 実監修, 日本の昆虫の衰亡と保護, 北隆館, 6-22.
- 石井 実・広渡俊哉・藤原新也, 1995, 「三草山ゼフィルスの森」のチョウ類群集の多様性. 環動昆, 7 (3), 134-146.
- 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. 環動昆虫, 3 (4), 183-195.
- 環境省編, 2021, 守ろう日本の生きものたち 私たちにできること. 環境省, 14p.
- 木元新作・武田博清, 1989, 群集生態学入門. 共立出版, 197p.
- 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 (2), 14-23.
- 松本和馬, 2008, 東京都多摩市の森林総合研究所多摩試験地および都立桜ヶ丘公園のチョウ類群集と森林環境の評価. 環動昆, 19 (1), 1-16.
- 松本和馬, 2017, 里山林の植生管理が昆虫類の生物多様性に及ぼす影響. 環動昆, 28 (1), 27-34.
- 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.
- 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.
- 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, 441-556.
- 白水 隆, 2006, 日本産蝶類標準図鑑, 学研教育出版, 336p.
- 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, 91-101.
- 竹中 健・野津晃司・吉田宗弘, 2004, チョウ類群集を指標に用いた神戸市内保養地の里山環境の評価. 環動昆, 15 (2), 119-130.
- 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.
- 土田秀実・小野 章・江田慧子・中村寛志, 2012, 辰野町荒神山におけるチョウ類の群集構造と季節変動. 信州大学環境科学年報, (34), 17-24.
- NPO 法人ウエットランド中池見, 2016, 中池見湿地のチョウ: 観察ガイドブック. 特定非営利活動法人ウエットランド中池見.
- 梅村信哉, 2013, トランセクト法を用いた足羽山のチョウ類群集の記載と環境評価の試み. 福井市自然史博物館研究報告, (60), 37-44.
- 梅村信哉, 2016, トランセクト法を用いた足羽山のチョウ類群集の記載と環境評価の試み (第2報). 福井市自然史博物館研究報告, (63), 53-60.
- 梅村信哉, 2017a, 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, (64), 55-62.
- 梅村信哉, 2017b, 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.
- 梅村信哉, 2018, 三ノ峰におけるチョウ類群集の多様性 (2017年の記録). Ciconia, 21, 13-22.
- 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.
- 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), 1-12.
- 和田茂樹, 1992, クロコノマチョウの採集記録. 福井市自然史博物館研究報告, (39), P74.

Comparison of the structure of butterfly communities and environmental evaluation by transect count in Mt. Oshiba, Sue-cho, Mt. Asuwa, Mt. Osagoe and Mt. Hachiman in Fukui City, Fukui Prefecture
Shinya UMEMURA

Abstract

Community structures of butterfly were surveyed by transect count method in Mt. Oshiba and Sue-cho, Fukui City, Fukui Prefecture during the period from April to October, 2020 and 2022 respectively. 44 species of 5 families and 382 individuals were confirmed in Mt. Oshiba, and 45 species of 5 families and 806 individuals were confirmed in Sue-cho. The value of *EI*-indices indicate that Mt. Oshiba and Sue-cho were classified into moderate level. By analyzing the structure of butterfly community using existence ratio of environmental stage (*ER*), the environment of these areas were classified into afforested stage. It also suggested that the transition of the environment has slightly progressed to the primitive stage in Mt. Oshiba by the analysis of *ER*. Comparing the structure of butterfly communities between these two areas and Asuwa three mountains (Mt. Asuwa, Mt. Osagoe, Mt. Hachiman) in Fukui City shows that species richness and the value of *EI*-index were higher in Mt. Oshiba and Sue-cho than in Asuwa three mountains. Species diversity (H') was higher in Mt. Oshiba than in Asuwa three mountains, but lower in Sue-cho than in Asuwa three mountains. This result can be attributed to the higher existence ratio of dominant species in butterfly community of Sue-cho than in other areas. Cluster analysis by similarity indices (α and QS) shows species composition and community structures of butterfly in Asuwa three mountains were well similar each other.

Key words

butterfly community, transect count, *Satoyama*, Fukui City, environmental evaluation