

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. Osagoe, Mt. Hachiman and Mt. Asuwa in Fukui City

Shinya UMEMURA*

(要旨) 福井市兎越山と八幡山において、2016年、2017年にトランセクト法を用いてチョウ類を調査し、その群集構造の解析から環境評価を試みた。2年間の調査で、兎越山では5科34種534個体、八幡山では5科38種644個体のチョウ類が確認された。類似係数 QS 、重複度指数 α を用いて足羽三山で比較を行ったところ、チョウの群集構造は三山でよく似ていることが示されたが、種多様度は八幡山、兎越山、足羽山の順に高くなっていった。 EI による評価では三山とも里山的な環境が維持されていると判断されたが、 ER による評価では三山とも原始段階に近いと判断され、環境の現状と異なっていた。いずれの地点でもモンキアゲハとカラスアゲハが相対的に多いことが ER による評価に影響を与えていた。また、他県の里山環境との比較からも、足羽三山では里山的な環境が維持されていることが示され、モンキアゲハが相対的に多いことが特徴であると考えられた。

キーワード：チョウ類群集、トランセクト法、足羽三山、多様度指数、環境評価

1 はじめに

兎越山、八幡山は福井平野の中央に位置し、それぞれ標高82m、131mの孤立丘陵である。スギ・ヒノキの植林やモウソウチク林が一部混じるが、コナラ・アバマキを中心とした落葉広葉樹林が植生の大部分を占め、山頂付近は公園などの造成地となっている(中村・吉澤、未発表)。兎越山、八幡山に生息するギフチョウ *Luehdorfia japonica* は、周辺を市街地に囲まれた低山で生息環境が残されている例が全国的にも珍しいため、隣接する足羽山のギフチョウとともに福井市の天然記念物に指定されている(福井市教育委員会編、1978)。

足羽山の昆虫類については、これまでに福井市市自然史博物館によるいくつかの報告(例えば福井市自然史博物館、1994など)があり、有剣蜂類については非常にまとまった記録がある(室田ほか、2008)。さらに、福井市自然史博物館では2013年度より足羽山の環境の現状を把握し、その管理ならびに利活用のための基礎的な知見を得ることを目的とした総合調査を実施しており、その一環で文献ならびに当館所蔵の標本データの整理による昆虫目録の整備を進めている。加えて、目視による同定が可能であり、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ているチョウ類(石井、1993)と、幼虫・成虫

ともに食植性で特定の植物を餌とし、かつ成虫もあまり移動しないことから環境変化の指標になると期待されるハムシ類(大野、1974、1980)については、定量的調査を行って群集構造を記載し、その解析により環境評価も試みられている(梅村、2013、2015、2016)。

一方、兎越山、八幡山の昆虫相の記録は足羽山に比べるとずっと少なく、福井県昆虫目録および同第2版(福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会編、1985、1998)や陶山・陶山(2010)などに断片的な記録のみみられる程度である。特に、兎越山の昆虫相に関する知見は非常に少ない。

筆者は、福井市街地に隣接して残された孤立丘陵である足羽山、兎越山、八幡山の環境比較を行うことで、足羽山の環境の特徴をより明らかにすることを目的とし、2016年～2017年に兎越山、八幡山においてチョウ類、ハムシ類の定量的調査を行った。本稿では、チョウ類群集の構造の記載と、その解析から兎越山、八幡山の環境を評価した結果について報告する。さらに、梅村(2016)で報告した足羽山における調査データとの比較から、足羽三山におけるチョウ類群集の多様性や群集構造の比較を行った。

*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, Fukui City, Fukui 918-8006, Japan

2 調査地と調査方法

(1) 調査地の概要

兎越山

福井市営兎越山墓地北の公園を起点に、かんぼの宿の前を通り、旧社村忠魂碑周りを1周して出雲記念館裏側を通り、測町へ下る約1.4kmを調査ルートとして設定した(図1)。調査ルートはコナラ・ソゴ林の林縁、林内が主体であるが、一部スギの植林地やモウソウチク林の林縁も含まれていた。また、ルートにはソメイヨシノやアジサイの植栽も多く、タカノツメ、エノキ、カラスザンショウ、ムラサキシキブなどの樹種も見受けられたほか、ヤブガラシやイタドリ、ヤマノイモなどの草本やササ類もみられた。

八幡山

展望台西の八幡山広場を起点とし、展望台周りを1周した後、月見広場を経て福井市立豊小学校に下る約1.4kmを調査ルートとして設定した(図1)。兎越山同様、調査ルートはコナラ・ソゴ林の林縁、林内が主体であり、一部にスギの植林地、モウソウチク林が見られたが、兎越山に比べると展望を目的として林が切り開かれたり、公園などの造成地となるなど、明るく開けた区間が長かった。ルート内にはエノキ、コナラ、アベマキなどの樹種が見られるほか、クズやヤマノイモなどの草本やササ類も多くみられた。

(2) 調査期間・調査方法

調査は、2016年は4月下旬～11月初旬の期間に各調査地で13回(兎越山：5月2日、5月20日、6月8日、6月20日、7月10日、7月22日、8月12日、8月31日、9月12日、9月30日、10月15日、10月24日、11月7日、八幡山：4月25日、5月21日、6月7日、6月20日、7月10日、7月22日、8月12日、8月29日、9月12日、9月30日、10月15日、10月24日、11月7日)、2017年は4月初旬～11月初旬の間に各調査地で14回(兎越山：4月10日、4月25日、5月8日、5月28日、6月14日、6月27日、7月18日、7月27日、8月21日、9月2日、9月21日、10月10日、10月18日、11月2日、八幡山：4月5日、4月24日、5月7日、5月28日、6月9日、6月23日、7月7日、7月21日、8月9日、8月30日、9月14日、10月5日、10月17日、11月6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、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。

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。

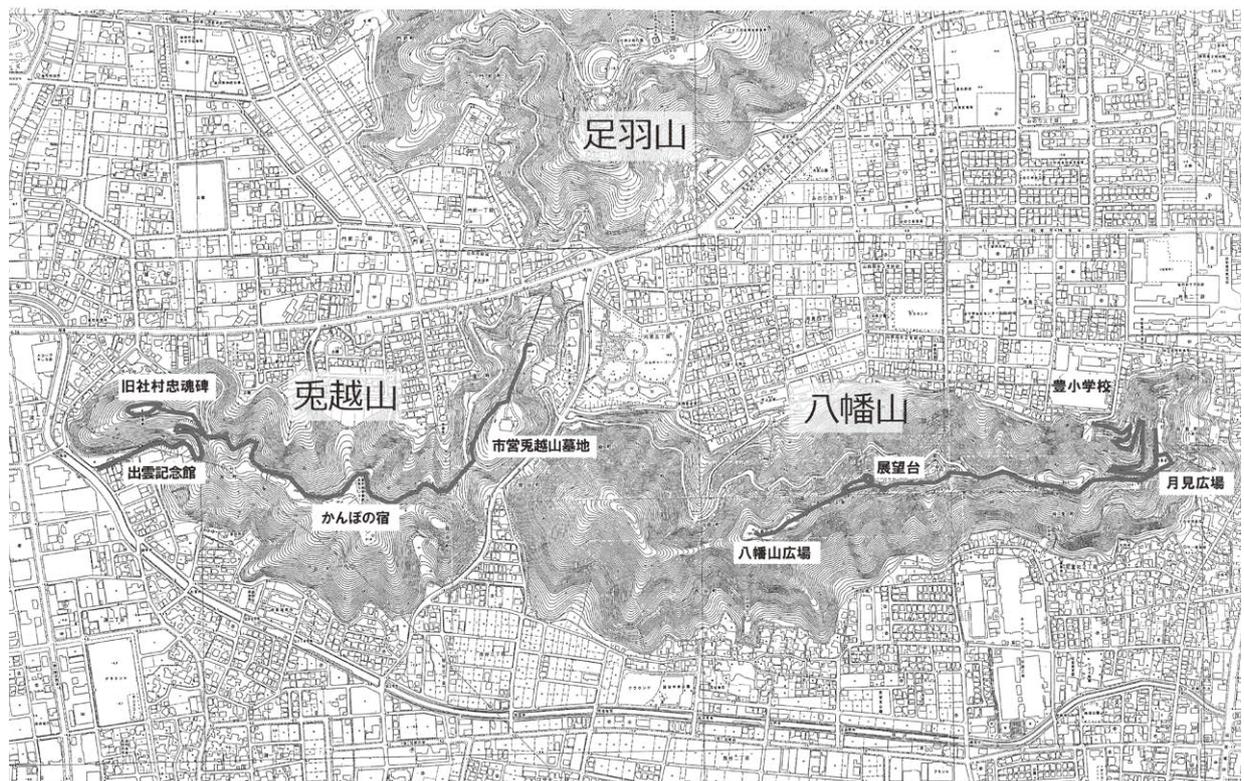


図1：調査ルート

(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、足羽三山の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、類似係数（*QS*）、Piankaの*α*指数を利用した。足羽山のデータは、梅村（2016）で報告した小ルートAとBにまたがる区間の2015年分、2016年分のデータを用いた。これは、今回の調査地と同様に稜線部を通る距離約1.3kmのルートで、梅村（2015）でハムシ類の調査ルートとして報告しているものと同一である。なお、足羽山では2015年は4月～10月末に10回、2016年は4月～11月初旬に11回の調査を行っているが、今回の調査とは調査期間および調査回数に違いがある。そこで、三山とも調査を行っている2016年については、4月末～11月初旬の調査日が近い10回分のデータを用い、足羽山の2015年の調査データに合わせて、兎越山、八幡山では2017年の4月中旬から10月末までの調査日が近い10回分のデータを採用することにした。これらのデータを用いて*H'*、*QS*、*α*、*EI*、*ER*を計算し、比較した。

各指数は次式により計算した（木元・武田，1989；巢瀬，1993；田中，1988）。

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

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

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

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

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のルートの総個体数

$$EI = \sum Xi$$

Xi : *i*番目の種の環境指数

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

Xi : *i*番目の種の環境段階の生息分布度
Ti : *i*番目の種の年間補正総個体数
Ii : *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。

$$1 \text{回調査あたりの補正個体数} \\ = \text{観察個体数} / \text{調査ルート距離 (km)}$$

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

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

3 結果

(1) 種構成と個体数

兎越山では2016年の調査で5科28種284個体、2017年には5科30種250個体、2年間では5科34種534個体のチョウ類が確認された。一方、八幡山では2016年の調査で5科35種317個体、2017年には5科32種327個体、2年間では5科38種644個体のチョウ類が確認された(表1)。

表2に優占5種を示した。2年間の調査結果によると、兎越山では多い順にモンキアゲハ*Papilio helenus*、キタキチョウ*Eurema mandarina*、カラスアゲハ*Papilio dehaanii*、アゲハ*Papilio xuthus*、クロアゲハ*Papilio protenor*が、八幡山ではモンキアゲハ、カラスアゲハ、アゲハ、ルリシジミ*Celastrina argiolus*、キアゲハ*Papilio machaon*が優占5種であった。

年別にみると、兎越山ではモンキアゲハ、キタキチョウは2016年、2017年いずれの年でも優占第1位、第2位となっており、カラスアゲハもいずれの年でも優占種に入っていたが、2016年にはコミスジ*Neptis sappho*、ルリシジミ、ヤマトシジミ*Zizeeria maha*が優占5種に入り、アゲハ、クロアゲハは優占5種に入らなかった。八幡山では、モンキアゲハがいずれの年でも優占第1位となっており、カラスアゲハ、キアゲハ、ルリシジミも優占5種に入っていたが、2016年にはキタキチョウが優占第3位となっており、アゲハが優占5種に入らなかった。

優占5種が全体の個体数に占める割合は、兎越山では2016年、2017年、2年間合計でそれぞれ56.0%、49.2%、48.9%であり、八幡山では45.4%、47.1%、45.5%であった。

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。兎越山では確認種数34種のうち、森林性種は24種（70.6%）、草原性種は10種（29.4%）であり、確認個体数534個体のうち森林性種は447個体（83.7%）、草原性種は87個体（16.3%）であった。八幡山では確認種数38種のうち、森林性種は25種（65.8%）、草原性種は13種（34.2%）であり、確認個体数644個体のうち森林性種は501個体（77.8%）、草原性種は143個体（22.2%）であった。

(2) 環境評価

*EI*指数は、兎越山では2016年は54、2017年で58、2年分合計では66であり、巢瀬（1993）の分類基準に当てはめると中自然（農村・人里）と判定された。八幡山では、2016年は71、2017年で62、2年分合計では77であり、中自然と判定された。

表1: 兎越山と八幡山における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)・確認総個体数(括弧内)

種名	生息環境 特性	兎越山				八幡山			
		～2015	2016	2017	2年間合計	～2015	2016	2017	2年間合計
アゲハチョウ科									
ギフチョウ <i>Luehdorfia japonica</i>	F	△		0.357 (7)	0.185 (7)	○			
ジャコウアゲハ <i>Byasa alcinous</i>	F					△			
アオスジアゲハ <i>Graphium sarpedon</i>	F		0.989 (18)	0.765 (15)	0.873 (33)	○	0.769 (14)	0.969 (19)	0.873 (33)
アゲハ <i>Papilio xuthus</i>	F		0.989 (18)	1.173 (23)	1.085 (41)	○	1.044 (19)	1.480 (29)	1.270 (48)
キアゲハ <i>Papilio machaon</i>	G		0.604 (11)	0.102 (2)	0.344 (13)	○	1.319 (24)	1.122 (22)	1.217 (46)
モンキアゲハ <i>Papilio helenus</i>	F		2.637 (48)	1.837 (36)	2.222 (84)	○	2.692 (49)	2.704 (53)	2.698 (102)
クロアゲハ <i>Papilio protenor</i>	F		0.879 (16)	1.020 (20)	0.952 (36)	○	0.659 (12)	0.867 (17)	0.767 (29)
オナガアゲハ <i>Papilio macilentus</i>	F					○			
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i>	F		1.154 (21)	1.071 (21)	1.111 (42)	○	1.209 (22)	1.378 (27)	1.296 (49)
ミヤマカラスアゲハ <i>Papilio maackii</i>	F					○	0.055 (1)	0.102 (2)	0.079 (3)
シロチョウ科									
ツマキチョウ <i>Anthocharis scolymus</i>	G					○			
モンシロチョウ <i>Pieris rapae</i>	G		0.165 (3)	0.051 (1)	0.106 (4)	○	0.055 (1)	0.102 (2)	0.079 (3)
スズグロシロチョウ <i>Pieris melete</i>	F		0.165 (3)	0.204 (4)	0.185 (7)		0.220 (4)	0.153 (3)	0.185 (7)
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i>	F		1.923 (35)	1.173 (23)	1.534 (58)	○	1.319 (24)	0.918 (18)	1.111 (42)
モンキチョウ <i>Colias erate</i>	G			0.051 (1)	0.026 (1)	○	0.055 (1)		0.026 (1)
シジミチョウ科									
ウラギンシジミ <i>Curetis acuta</i>	F		0.549 (10)	0.255 (5)	0.397 (15)	○	0.440 (8)	0.357 (7)	0.397 (15)
アカシジミ <i>Japonica lutea</i>	F	◎	0.055 (1)	0.000	0.026 (1)				
ウラナミアカシジミ <i>Japonica saepestriata</i>	F	◎		★					
ミズイロオナガシジミ <i>Antigius atilia</i>	F			0.051 (1)	0.026 (1)	○		★	
トラフシジミ <i>Rapala arata</i>	F	◎				○	0.055 (1)		0.026 (1)
コツバメ <i>Callophrys ferrea</i>	F	○		0.051 (1)	0.026 (1)	○			
ベニシジミ <i>Lycaena phlaeas</i>						○			
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha</i>	G		0.989 (18)	0.867 (17)	0.926 (35)	○	0.769 (14)	0.765 (15)	0.767 (29)
ツバメシジミ <i>Everes argiades</i>	G					○	0.165 (3)		0.079 (3)
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus</i>	F		0.989 (18)	0.612 (12)	0.794 (30)	○	1.374 (25)	1.173 (23)	1.270 (48)
ウラナミシジミ <i>Lampides boeticus</i>	G					△	0.110 (2)	0.102 (2)	0.106 (4)
タテハチョウ科									
テングチョウ <i>Libythea lepita</i>	F		0.165 (3)	0.306 (6)	0.238 (9)	○	0.330 (6)	0.408 (8)	0.370 (14)
サカハチチョウ <i>Araschnia burejana</i>	F					○			
アカタテハ <i>Vanessa indica</i>	G		0.110 (2)	0.051 (1)	0.079 (3)	○		0.306 (6)	0.159 (6)
ヒメアカタテハ <i>Vanessa cardui</i>	G					○		0.051 (1)	0.026 (1)
キタテハ <i>Polygonia c-aureum</i>	G		0.055 (1)	0.051 (1)	0.053 (2)	○			
ヒオドシチョウ <i>Nymphalis xanthomelas</i>	F			0.408 (8)	0.212 (8)	○	0.165 (3)	0.816 (16)	0.503 (19)
ルリタテハ <i>Kaniska canace</i>	F		0.440 (8)	0.357 (7)	0.397 (15)	○	0.275 (5)	0.102 (2)	0.185 (7)
クモガタヒヨウモン <i>Nephargymnis anadyomene</i>	F					○			
ミドリヒヨウモン <i>Argynnis paphia</i>	F		0.055 (1)		0.026 (1)	○	0.055 (1)	0.051 (1)	0.053 (2)
ツマグロヒヨウモン <i>Argyreus hyperbius</i>	G		0.330 (6)	0.306 (6)	0.317 (12)		0.989 (18)	0.612 (12)	0.794 (30)
スミナガシ <i>Dichorragia nesimachus</i>	F					○	0.055 (1)		0.026 (1)
ミスジチョウ <i>Neptis phillyra</i>	F						0.055 (1)	0.051 (1)	0.053 (2)
ミスジ <i>Neptis sappho</i>	F		1.044 (19)	0.408 (8)	0.714 (27)	○	0.714 (13)	0.459 (9)	0.582 (22)
イチモンジチョウ <i>Ludoga camilla</i>	F			0.102 (2)	0.053 (2)	△	0.110 (2)	0.051 (1)	0.079 (3)
ゴマダラチョウ <i>Hestina japonica</i>	F		0.165 (3)	0.153 (3)	0.159 (6)	○	0.110 (2)	0.204 (4)	0.159 (6)
オオムラサキ <i>Sasakia charonda</i>	F					○			
クロヒカゲ <i>Lethe diana</i>	F					△	0.165 (3)		0.079 (3)
ヒカゲチョウ <i>Lethe sicelis</i>	F		0.330 (6)	0.204 (4)	0.265 (10)		0.934 (17)	0.510 (10)	0.714 (27)
サトキマダラヒカゲ <i>Neope goschkevitschii</i>	F		0.055 (1)		0.026 (1)	△	0.055 (1)	0.051 (1)	0.053 (2)
アサギマダラ <i>Parantica sita</i>	F		0.275 (5)	0.255 (5)	0.265 (10)	○	0.604 (11)	0.204 (4)	0.397 (15)
セセリチョウ科									
ダイミョウセセリ <i>Daimio tethys</i>	F						0.055 (1)		0.026 (1)
ミヤマセセリ <i>Erynnis montana</i>	F					○			
コチャバネセセリ <i>Thoressa varia</i>	F		0.055 (1)	0.051 (1)	0.053 (2)				
キマダラセセリ <i>Potanthus flavus</i>	G		0.055 (1)		0.026 (1)		0.165 (3)	0.204 (4)	0.185 (7)
オオチャバネセセリ <i>Polytremis pellucida</i>	G							0.051 (1)	0.026 (1)
チャバネセセリ <i>Pelopidas mathias</i>	G		0.110 (2)	0.357 (7)	0.238 (9)		0.220 (4)	0.255 (5)	0.238 (9)
イチモンジセセリ <i>Parnara guttata</i>	G		0.275 (5)	0.102 (2)	0.185 (7)		0.055 (1)	0.102 (2)	0.079 (3)
合計			15.604 (284)	12.755 (250)	14.127 (534)		17.418 (317)	16.684 (327)	17.037 (644)

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、トランセクト調査時以外に確認していることを示す。

表中◎は2015年に確認していることを、○は福井県昆虫目録第2版の記録、△は福井市自然史博物館所蔵の標本に基づく記録であることを示す。

表2：兎越山と八幡山における優占5種

兎越山			
	2016	2017	2年間合計
1位	モンキアゲハ 17.0%	モンキアゲハ 14.9%	モンキアゲハ 15.7%
2位	キタキチョウ 12.4%	アゲハ・キタキチョウ 9.5%	キタキチョウ 10.9%
3位	カラスアゲハ 7.4%		カラスアゲハ 7.9%
4位	コムスジ 6.7%	カラスアゲハ 8.7%	アゲハ 7.7%
5位	ヤマトシジミ・ルリシジミ 6.4%	クロアゲハ 8.3%	クロアゲハ 6.7%
八幡山			
	2016	2017	2年間合計
1位	モンキアゲハ 15.5%	モンキアゲハ 16.2%	モンキアゲハ 15.8%
2位	ルリシジミ 7.9%	アゲハ 8.8%	カラスアゲハ 7.6%
3位	キタキチョウ・キアゲハ 7.6%	カラスアゲハ 8.3%	アゲハ・ルリシジミ 7.5%
4位		ルリシジミ 7.3%	
5位	カラスアゲハ 6.9%	キアゲハ 6.7%	キアゲハ 7.1%

(3) 足羽三山のチョウ類群集の比較

足羽三山におけるチョウ類群集の種数、多様度指数 H' 、 EI 指数を表3に示した。種数は八幡山で最も多く、足羽山と兎越山は同数であった。 H' の値は八幡山、兎越山、足羽山の順に高くなっており、 EI は足羽山で65、兎越山で62、八幡山で75であった。

足羽三山間で環境階級存在比 ER を比較した結果を図2に示した。どの地点でも、二次段階 as の値が最も高く、次いで ps 、 rs の順に値が高くなる原始段階を示したが、兎越山の2016年では ps と rs の値が比較的近い二次段階寄りの原始段階、八幡山の2016年では ps と as の値が比較的近い形となった。

足羽三山間で類似係数 QS 、重複度指数 a を計算し、表4に示した。 QS の指数値はどの調査地間でも0.781～0.783となっており、チョウ類群集の種構成がよく似ていたことが示された。また、 a はどの調査地間でも0.8以上と高くなっており、兎越山と八幡山で0.927と非常に高い値を示しており、個体数も含めた群集構造が両地点で非常によく似ていることが示された。

4 考察

(1) 種構成

今回の調査を通して兎越山では5科34種534個体、八幡山では5科38種644個体のチョウ類が確認された。本調査以外でも、兎越山では2017年7月3日、7月18日にウラナミアカシジミ *Lampides boeticus* を、八幡山では2017年6月9日にミズイロオナガシジミ *Antigius attilia* を

確認している。また、2015年4月22日には兎越山でトラフシジミ *Rapala arata* を確認しており、過去3年以内に兎越山では36種、八幡山では39種のチョウ類を確認していることになる。さらに、福井県昆虫目録第2版(福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会編, 1998)ならびに当館の所蔵標本の記録とあわせると、これまでに記録のあるチョウは兎越山では5科36種、八幡山では5科50種ということになる(表1)。

ギフチョウについては兎越山では確認することができたが、八幡山では確認することができなかった。福井県昆虫目録第2版(福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会編, 1998)によれば、八幡山では1982年にはギフチョウの記録があるが、今回調査したルート上にはギフチョウの食草となるカンアオイはあまり見られなかった。また、八幡山のコナラ・ソゴ林は下草刈などの管理があまりされず、全体として鬱蒼としていた。こうしたことから、近年ではギフチョウの生息環境が悪化していると考えられる。一方で、兎越山では、旧社村忠魂碑周辺でギフチョウが確認されている。この周辺は住民により草刈や清掃などの管理が行われており、コナラ林の林床に光が届く明るく開けた区間が保たれていて、ギフチョウの食草となるカンアオイも多くみられた。

過去に八幡山で記録があり、今回の調査で確認されなかったチョウには、ギフチョウのほかにオオムラサキ *Sasakia charonda* やサカハチチョウ *Araschnia burejana* が挙げられる。オオムラサキの食草となるエノキ、サカハチチョウの食草として知られるアカソ、ヤブマオ、

表3：足羽三山におけるチョウ類群集の補正個体数の比較

種名	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>	0.077	0.500	
アオスジアゲハ <i>Graphium sarpedon</i>	0.385	1.643	1.929
アゲハ <i>Papilio xuthus</i>	0.923	2.143	2.714
キアゲハ <i>Papilio machaon</i>	0.154	0.571	2.714
モンキアゲハ <i>Papilio helenus</i>	3.913	4.857	6.143
クロアゲハ <i>Papilio protenor</i>	0.385	2.286	1.714
オナガアゲハ <i>Papilio macilentus</i>	0.077		
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i>	1.769	2.786	2.857
ミヤマカラスアゲハ <i>Papilio maackii</i>	0.231		0.214
シロチョウ科			
モンシロチョウ <i>Pieris rapae</i>		0.214	0.143
スジグロシロチョウ <i>Pieris melete</i>	0.077	0.500	0.500
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i>	2.672	2.786	1.786
モンキチョウ <i>Colias erate</i>			0.071
シジミチョウ科			
ウラギンシジミ <i>Curetis acuta</i>	0.308	0.857	0.714
アカシジミ <i>Japonica lutea</i>		0.071	
ミズイロオナガシジミ <i>Antigüs attilia</i>		0.071	
トラフシジミ <i>Rapala arata</i>			0.071
コツバメ <i>Callophrys ferrea</i>	0.154		
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha</i>	0.836	1.786	1.357
ツバメシジミ <i>Everes argiades</i>	0.154		0.214
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus</i>	1.979	1.929	2.857
ウラナシジミ <i>Lampides boeticus</i>	0.231		0.071
タテハチョウ科			
テングチョウ <i>Libythea lepita</i>	0.462	0.429	0.929
アカタテハ <i>Vanessa indica</i>	0.077	0.143	0.214
ヒメアカタテハ <i>Vanessa cardui</i>			0.071
キタテハ <i>Polygonia c-aureum</i>	0.154	0.071	
ヒオドシチョウ <i>Nymphalis xanthomelas</i>	1.615	0.429	0.786
ルリタテハ <i>Kaniska canace</i>	1.462	0.786	0.357
メスグロヒヨウモン <i>Damora sagana</i>	0.154		
ミドリヒヨウモン <i>Argynnis paphia</i>	0.231	0.071	0.071
ツマグロヒヨウモン <i>Argyreus hyperbius</i>	2.651	0.571	1.714
スミナガシ <i>Dichorragia nesimachus</i>			0.071
ミスジチョウ <i>Neptis philyra</i>			0.143
コミスジ <i>Neptis sappho</i>	0.297	1.714	1.000
イチモンジチョウ <i>Ludoga camilla</i>		0.071	0.214
ゴマダラチョウ <i>Hestina japonica</i>	0.077	0.357	0.429
クロヒカゲ <i>Lethe diana</i>	0.077		0.071
ヒカゲチョウ <i>Lethe sicelis</i>	0.615	0.571	1.714
サトキマダラヒカゲ <i>Neope goschkevitschii</i>	0.077	0.071	0.143
アサギマダラ <i>Parantica sita</i>	0.692	0.357	0.286
セセリチョウ科			
ダイミョウセセリ <i>Daimio tethys</i>			0.071
コチャバネセセリ <i>Thoressa varia</i>		0.071	
キマダラセセリ <i>Potanthus flavus</i>		0.071	0.214
チャバネセセリ <i>Pelopidas mathias</i>	0.308	0.429	0.571
イチモンジセセリ <i>Parnara guttata</i>		0.357	0.071
種数	32	32	37
個体数	23.272	29.571	35.214
H'	4.079	4.171	4.252
EI	65	62	75

・足羽山は2015年10回、2016年10回の2年分の調査データに基づく
 ・兎越山、八幡山は2016年、2017年に各10回の2年分の調査データに基づく
 ・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（2015）でハムシ類を調査していたルートにあたる

表4：足羽三山におけるチョウ類群集の類似度(QS)と重複度(α)

	足羽山	兎越山	八幡山
足羽山		0.841	0.846
兎越山	0.781		0.927
八幡山	0.783	0.783	

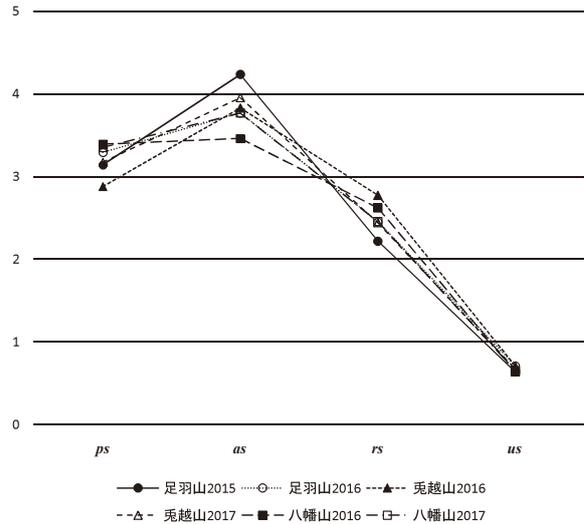


図2：足羽三山における環境階級存在比(ER)の比較。
 ps, 原始段階(自然林); as, 二次段階(里山)
 rs, 三次段階(農村); us, 四次段階(都市)

カラムシは八幡山にも足羽山にもみられるが(中村幸世・井上美代子・櫻井知栄子, 私信), これらのチョウは足羽山でも過去に記録があるものの, 近年では確認されておらず, その原因としてオオムラサキについては雑木林の管理放棄や道路舗装等の影響, サカハチチョウについては林縁環境, 麓を含めた草地環境の悪化が指摘されている(梅村, 2016). 八幡山においても, 同様の理由でこれらのチョウが消失してしまったものと考えられる.

(2) 環境評価

今回のトランセクト調査の結果をもとに, 巢瀬(1993)のEI指数を算出し, 環境評価を行ったところ, 兎越山, 八幡山ともに2016年, 2017年, 2年間合計のいずれでも中自然(農村・人里)と評価され, 指数値は兎越山に比べて八幡山で高くなっていた. 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), 兎越山・八幡山でも里山的な環境が残されていると判断できる.

(3) 足羽三山によるチョウ類群集の比較

足羽三山間で種数, 多様度指数H', EIを比較したところ, 種数, H', EIとも八幡山で最も高い値を示した(表3). 類似係数QS及び重複度指数αを調査地間で計算したところ, QSはどの調査地間でも0.781~0.783と高い値を示し, チョウ類群集の種構成がよく似ていることが示された. また, αは各調査地間で0.8以上と高い値を

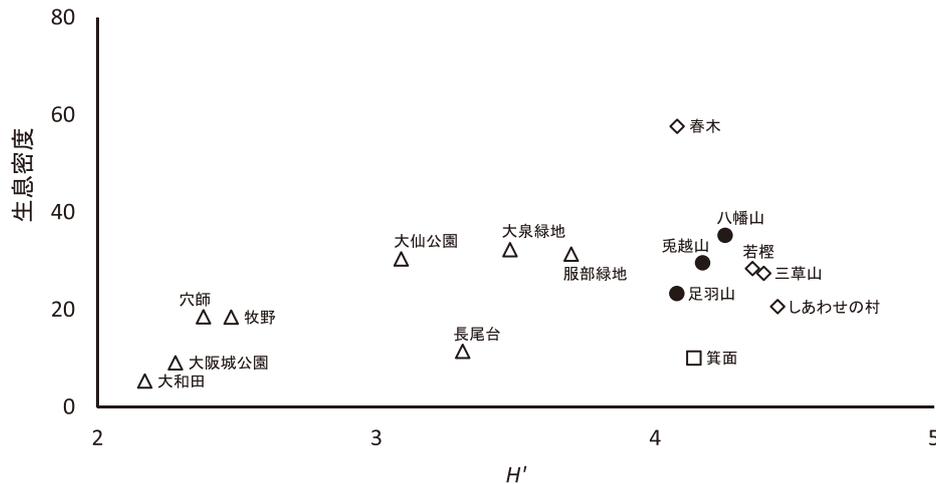


図3：足羽三山と関西地方のいくつかの地域におけるチョウ類群集の多様度指数 (H') と生息密度 (個体数/1km/調査) の関係。

△：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)、大和田、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。

示していたが、兔越山と八幡山では0.927と非常に高くなっており、個体数も含めたチョウ類の群集構造が非常によく似ていることが明らかになった (表4)。

3地点のチョウ類の種構成を詳細にみていくと、どの地点でもモンキアゲハの個体数が最も多くなっており、足羽山では次いでキタキチョウが多かったのに対し、兔越山はカラスアゲハとキタキチョウが2番目に多く、八幡山ではカラスアゲハとルリシジミが2番目に多かった。また、兔越山と八幡山ではクロアゲハの個体数が多いのに対して、足羽山では少ないなどの群集構造の違いが見られた (表3)。

環境階級存在比 ER を足羽三山で比較したところ、どの調査地でも原始段階のパターンを示した。梅村 (2016) は、麓までを含めたルートでトランセクト調査を行った結果から ER による検討を行い、足羽山では二次段階のパターンを示したとの報告をしているが、稜線部の調査データのみに基づく解析では、足羽山も兔越山・八幡山と同じく ER は原始段階のパターンを示すことが明らかになった。

竹中ほか (2004) の神戸市内の里山環境、松本 (2008) による東京都内の里山環境でのチョウ類群集の先行研究でも、 ER を用いた評価を行うと原始段階を示すパターンやこれに近いパターンが示されることが報告されている。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、かつ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チョウが、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。本研究では、八幡山のヒカゲチョウを除く

とササ食のチョウがそれほど多く確認されているわけではない。一方で、モンキアゲハ、カラスアゲハが兔越山・八幡山の両地点で優占5種に入っており、足羽山の稜線部においても多く確認されている (表2、表3)、これらの原始段階の生息分布度はそれぞれ5と高く、指標値も2である (田中、1988)。以上より、兔越山、八幡山、足羽山の稜線部ではモンキアゲハ、カラスアゲハが相対的に多いことが原始段階 ps の値を高くする結果につながっ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考える手法を提唱している。そこで、今回の調査により得られた多様度指数と生息密度を、近畿地方のいくつかの地域 (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)、大阪府大和田、牧野、長尾台 (吉田、1997) 大阪府穴師、春木、長尾台 (本田、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3に示した。兔越山、八幡山、足羽山は近畿地方の里山環境の地点に近い場所にプロットされており、この図からも足羽三山では里山的な環境が維持されていることが伺える。

近畿地方の里山林では、ササ食のチョウ類が ER の評価に影響を及ぼすのに対し、足羽三山ではモンキアゲハとカラスアゲハが影響を及ぼしていると考えられた。特に、モンキアゲハは足羽三山のいずれでも優占1位となっていることから (表3)、モンキアゲハが相対的に多いことが足羽三山のチョウ類群集を特徴づけていると言えそうである。

本稿では、チョウ類群集の解析をもとに、兔越山、

八幡山の環境評価を試みるとともに、足羽三山の環境の比較を行った。しかし、より正確な環境の把握のためには、チョウ類以外の生物を使用した多面的な評価の必要性が指摘されている(石井, 1993)。筆者は、足羽三山においてハムシ群集の定量的な調査も行っているため、ハムシ群集の解析による足羽三山の環境の違いについても稿を改めて報告したい。

謝 辞

本稿を取りまとめるにあたり、本文をお読みいただき、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、足羽山および八幡山の植生についてご教示いただいた当館学芸員の中村幸世氏、当館友の会の井上美代子氏と櫻井知栄子氏にも御礼申し上げます。

引用文献

- 福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会編, 1985, 福井県昆虫目録. 福井県, 404p.
- 福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会編, 1998, 福井県昆虫目録(第2版). 福井県, 565p.
- 福井市教育委員会編, 1978, 福井市の文化財. 福井市教育委員会.
- 福井市自然史博物館, 1994, 『足羽山の自然しらべ』調査報告書(1993年度調査結果). 福井市自然史博物館.
- 本田悦義, 1997, 大阪府和泉地方の自然環境の異なる3地域のチョウ類群集. 環動昆, 8(3), 129-138.
- 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, 91-101.
- 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, 3(4), 183-195.
- 木元新作・武田博清, 1989, 群集生態学入門. 共立出版, 197p.
- 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.
- 室田忠男・羽田義任・野坂千津子・田埜 正・黒川秀吉, 2008, 2006年までに採集された福井市足羽山の有剣蜂類. 福井市自然史博物館研究報告, (55), 89-104.
- 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.
- 大野正男, 1974, 都市環境下におけるハムシ科甲虫の分布. 文部省特定研究・都市生態系の特性に関する基礎研究, 93-128.
- 大野正男, 1980, 指標生物としてのハムシ科甲虫. 自然科学と博物館, 47(3), 112-115.
- 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.
- 陶山智子・陶山治宏, 2010, 足羽三山とみのり地区の蜂類. あられがこ, (48), 17-23.
- 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.
- 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, 2015, 福井市足羽山におけるハムシ群集の多様性と季節消長. 福井市自然史博物館研究報告, (62), 53-58.
- 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.
- 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.

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

Community structures of butterfly were surveyed by transect count method in Mt. Osagoe and Mt. Hachiman, Fukui City, Fukui, Prefecture in 2016 and 2017. 34 species of 5 families and 534 individuals were confirmed in Mt. Osagoe, on the other hand, 38 species of 5 families and 644 individuals were confirmed in Mt. Hachiman. Comparison of the community structures of butterflies was conducted among Mt. Osagoe, Mt. Hachiman, and Mt. Asuwa and the value of similarity indices show that the community structures of butterfly resembles each other among these three areas. Species diversity was high in order of Mt. Hachiman, Mt. Osagoe, and Mt. Asuwa. The value of *EI*-index indicated that Mt. Osagoe, Mt. Hachiman, and Mt. Asuwa were classified into moderate level. By analyzing the structure of butterfly using existence ratio of environmental stage (*ER*), the environment of these three areas were classified into primitive stage, which didn't indicate the present conditions of the environments in each area. *Papilio helenus* and *Papilio dehaanii* were counted relatively a lot in each area, which is considered to affect the analysis by *ER*. Relatively high existence ratio of *Papilio helenus* in butterfly communities were considered to characterize the community structures of butterfly in these three areas.

Key words

butterfly community, transect count, diversity index, environmental evaluation