

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

梅村 信哉*

Description of the community structure of butterfly and environmental evaluation by transect counts in Mt. Asuwa, Fukui City, Fukui Prefecture
Shinya UMEMURA*

(要旨) 福井市足羽山において2013年4月25日から11月2日にトランセクト法を用いてチョウ類群集の調査を行い、その解析から環境評価を試みた。今回の調査の結果、5科34種734個体のチョウ類が確認された。優占種はキタキチョウ、アゲハ、モンキアゲハ、ヤマトシジミ、モンシロチョウであった。また、ギフチョウ、アカシジミなど里山の環境を代表する種が13種確認された。EI指数による評価では足羽山では里山的な環境が残されていることが示されたが、環境階級存在比(ER)を用いてチョウ類群集を解析したところ、足羽山の環境は里山的な環境の二次段階から農地・人里など環境の三次段階へ移行しつつある可能性が示唆された。

キーワード：チョウ類群集、トランセクト法、足羽山、EI指数、環境階級存在比ER

1 はじめに

足羽山は福井平野の中央に位置し、足羽川と日野川の2つの川に囲まれた標高116.5mの小さな山である。スギ・ヒノキの植林やモウソウチク林が一部混じるが、コナラを中心とした落葉広葉樹林が植生の大半を占め、神社仏閣の周りにはスダジイなどの常緑広葉樹林が残るなど、周囲を市街地に囲まれた孤立丘陵の割には豊かな自然が残されている(福井市自然史博物館, 2008; 室田ら, 2008)。また、足羽山ではギフチョウ *Luehdorfia japonica* の生息が確認されており、周辺を市街地に囲まれた低山でギフチョウの生息できる環境が残されている例は全国的にも珍しいことから、足羽山のギフチョウは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、福井市自然史博物館によるいくつかの報告がある(例えば長田, 1999など)。また、福井県昆虫目録(福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会編, 1985)や福井県昆虫目録第2版(福井県自然環境全調査研究会昆虫部会編, 1998)にも足羽山での昆虫類の記録を多く見ることができる。しかし、これらの記録は断片的なものが多く、ある昆虫グループのまとまった記録はさほど多くはない(例えば福井市自然史博物館, 1994; 室田ら, 2008など)。

福井市自然史博物館では2013年度より足羽山総合調査を開始した。これは市街地化の進行に伴い、足羽山ならびにその周辺地域の環境が大きく変化する中で、

足羽山の自然の現状を把握し、絶滅危惧種の保全や外来種の対策を含めた足羽山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ている。

近年、ある地域に生息する生物群集は、その地域の環境を総合的に反映した存在であるとの認識のもとに、一定地域内の環境を、その地域に生息する生物群集を解析することにより評価することが試みられている(吉田, 1997)。とりわけチョウ類は、昼行性で種の同定が容易であり、生態的な知見が豊富であるため、チョウ類群集を用いた環境評価手法について多くの報告がされている(例えば、田中, 1988; 巢瀬, 1993; 中村, 2000, 2010; 中村・豊嶋, 1995など)。また、チョウ類の群集解析による環境評価の先行研究も数多く報告されている(例えば、吉田, 1997; 松本, 2008; 永野・中島, 2012など)。

本稿では、足羽山の環境の現状を評価し、今後にわたってその環境の変遷をモニタリングしていくための基礎的な知見を得ることを目的とし、足羽山総合調査の一環として2013年に足羽山のチョウ類群集の定量的な調査を行ったものである。

2 調査地および調査方法

(1) 調査地

足羽山の自然史博物館を基点に、招魂社沿道からNHK送信所、愛宕橋を経て福井平和塔を1周した後、郷土植物園、大塚山古墳の林内を経て、柄鏡塚古墳横

*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, Fukui, 918-8006 Japan.

の道路を門前まで降り、門前町の山際の道路を歩いて饅頭山古墳を経た後、弘法太師堂から西墓地を1周して柄鏡塚古墳、足羽山公園遊園地駐車場に至るまでの約6.7kmを調査ルートとして設定した(図1)。この調査ルートをさらに植生と景観からA～Eの小ルートに分けた(表1)。なお、植生の記載は福井市自然史博物館(2008)を参考にし、必要に応じて現地調査で補足することとした。

(2) 調査方法・調査期間

調査は、晴れ、またはうす曇りで微風の日の午前9時30分から午後3時の間に、調査ルートを約3時間かけて歩きながら、調査者の前方、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2013年4月から11月の期間に計11回(4月25日、5月8日、5月24日、6月12日、6月28日、7月26日、9月5日、9月13日、9月27日、10月10日、11月2日)行った。

種名ならびに分類は白水(2006)に従った。

(3) 解析方法

本調査で収集したデータを解析する方法として、種数、個体数に加え、小ルート間でチョウ類群集の多様度ならびに類似度を比較するためにShannon-WeaverのH'関数、重複度指数(α)を使用した。H', α は次式により算出した(木元・武田, 1989)。なお、個体数は1kmあたりのものに換算し、各指数の算出に用いた。

Shannon-WeaverのH'関数

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、以下の式で求められる。

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

N:総個体数, n_i : i 番目の種の個体数

重複度指数 α

この指数は、各調査ルートのチョウ類群集の類似性を表現する指数で、以下の式で求められる。

$$\alpha = \sum p_{A_i} \cdot p_{B_i} / \sqrt{\sum p_{A_i}^2 \cdot p_{B_i}^2}$$

$$p_{A_i} = n_{A_i} / N_A, p_{B_i} = n_{B_i} / N_B$$

n_{A_i}, n_{B_i} : 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

この値が大きいほど、両地域間のチョウ類群集の構成が似ていることを示す。

また、チョウ類群集の調査データより環境を評価する手法として、環境階級存在比ER(田中, 1988)とEI指数(巢瀬, 1993)を使用した。

環境階級存在比ER

ERは日本産チョウ類の種ごとに与えられた生息分布度と指標値をベースに、種数と個体数データから4つの環境段階(ps :原始段階-原始的自然, as :二次段階-山村的自然, rs :三次段階-農村的自然, us :四次段階-都市的自然)のER(X)をそれぞれ次の式で求め、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 番目の種の指標値

なお、ここでの年間補正総個体数の求め方は以下の通りである。

1回調査あたりの補正個体数

$$= \text{観察個体数} \times 150 \text{ (分)} / \text{観察時間 (分)}$$

月平均補正個体数

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

年間補正総個体数 = 月平均補正個体数の年間合計

EI指数

この指数は、種に環境の評価値を与え、確認された全種の合計値より環境を評価するものである。数値が大きいほど、チョウにとっての自然環境が良好であることを示す。

$$EI = \sum X_i$$

X_i : i 番目の種の環境指数

3 結果

(1) 種数と個体数

調査全体を通じて5科34種734個体のチョウ類を確認した。小ルート別に見ると、種数が最も多かったのはルートAで、5科25種207個体が確認された。次いで種数が多かったのはルートDで、5科24種213個体が確認された。一方、確認種数が少なかったのはルートBとルートEで、それぞれ4科17種71個体と4科17種46個体であった。ギフチョウはルートAの郷土植物園周辺で4月25日に1個体確認された(表2)。

(2) 種構成

今回の調査を通して、最も個体数が多かった優占

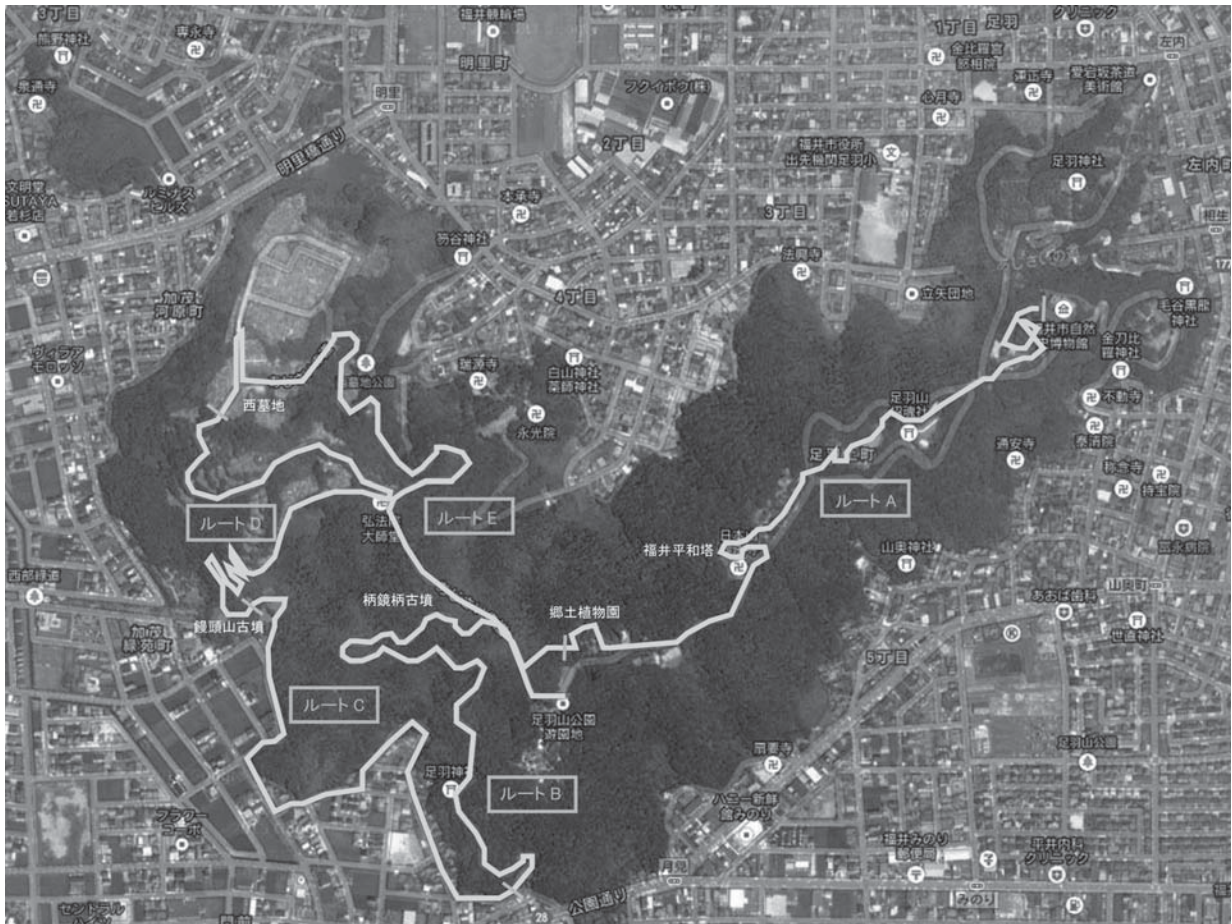


図1：調査ルート

表1：小ルートの概要

区間	ルート距離	環境	植生
A 自然史博物館～郷土植物園	1.5km	常緑樹林・二次林に接した公園、花木園、人工造成地（神社仏閣等）。明るい区間。	常緑樹林（スダジイ・モミ）、二次林（コナラ・ソヨゴ/コナラ・シラカシ）。一部伐採跡群落としてタニウツギ、ガマズミなどが見られる。公園ではツツジ類やソメイヨシノなどが植栽。
B 大塚山古墳～門前	1.3km	二次林、スギ・ヒノキの植林地、モウソウチク林内を通る車道。薄暗い区間が混じる。	二次林（コナラ/ソヨゴ）、スギ・ヒノキ林・モウソウチク林
C 足羽山麓	1.2km	住宅地、耕作地。山際では二次林、スギ・ヒノキの植林地・モウソウチク林と接する。明るい区間	耕作地（アブラナ科野菜、ウリ科野菜など）、二次林（コナラ・ソヨゴ）、スギ・ヒノキ林、モウソウチク林
D 饅頭山古墳～西墓地	1.6km	墓地、崩壊地、二次林。明るい区間。	崩壊地（ススキ、クズなど）、二次林（コナラ・ソヨゴ）
E 西墓地～足羽山遊園地	1.1km	墓地、二次林・スギ・ヒノキの植林地の中を通る車道。薄暗い区間が混じる。一部崩壊地。	二次林（コナラ・ソヨゴ）/崩壊地（クズ）/スギ・ヒノキ林

表2：足羽山の調査で確認されたチョウ類の個体数

種名	生息環境の性格	小ルート					合計
		A	B	C	D	E	
アゲハチョウ科							
ギフチョウ <i>Luehdorfia japonica</i>	F	1 (0.67)					1
アオスジアゲハ <i>Graphium sarpedon</i>	F	3 (2.00)	3 (2.31)	2 (1.67)	9 (5.625)	2 (1.82)	19
アゲハ <i>Papilio xuthus</i>	F	20 (13.33)	8 (6.15)	29 (24.17)	24 (15.00)	4 (3.64)	85
キアゲハ <i>Papilio machaon</i>	G	9 (6.00)		4 (3.33)	8 (5.00)	1 (0.91)	22
モンキアゲハ <i>Papilio helenus</i>	F	31 (20.67)	20 (15.38)	3 (2.50)	20 (12.50)	6 (5.45)	80
クロアゲハ <i>Papilio protenor</i>	F				1 (0.63)	1 (0.91)	2
カラスアゲハ <i>Papilio dehaanii</i>	F	10 (6.67)	3 (2.31)		9 (5.63)	5 (4.55)	27
シロチョウ科							
モンシロチョウ <i>Pieris rapae</i>	G	1 (0.67)	1 (0.77)	48 (40.00)	1 (0.63)	1 (0.91)	52
キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i>	F	19 (12.67)	8 (6.15)	49 (40.83)	42 (26.25)	4 (3.64)	122
モンキチョウ <i>Colias erate</i>	G	5 (3.33)			9 (5.63)		14
シジミチョウ科							
ウラギンシジミ <i>Curetis acuta</i>	F	4 (2.67)	5 (3.85)	8 (6.67)	16 (10.00)		33
ムラサキシジミ <i>Narathura japonica</i>	F		1 (0.77)				1
アカシジミ <i>Japonica lutea</i>	F		3 (2.31)	1 (0.83)			4
ベニシジミ <i>Lycaena phlaeas</i>	G	1 (0.67)		6 (5.00)	8 (5.00)		15
ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha</i>	G	11 (7.33)		25 (20.83)	38 (23.75)		74
ツバメシジミ <i>Everes argiades</i>	G		1 (0.77)				1
ルリシジミ <i>Celastrina argiolus</i>	F	27 (18.00)	3 (2.31)	4 (3.33)	8 (5.00)	2 (1.82)	44
ウラナミシジミ <i>Lampides boeticus</i>	G	1 (0.67)		3 (2.50)	1 (0.63)		5
タテハチョウ科							
テングチョウ <i>Libythea lepita</i>	F	2 (1.33)	2 (1.54)		3 (1.88)		7
アカタテハ <i>Vanessa indica</i>	G	12 (8.00)		1 (0.83)			13
キタテハ <i>Polygonia c-aureum</i>	G			1 (0.83)	2 (1.25)		3
ヒオドシチョウ <i>Nymphalis xanthomelas</i>	F	11 (7.33)			4 (2.50)	8 (7.27)	23
ルリタテハ <i>Kaniska canace</i>	F	9 (6.00)					9
ミドリヒョウモン <i>Argynnis paphia</i>	F	1 (0.67)	1 (0.77)		1 (0.63)	1 (0.91)	4
ツマグロヒョウモン <i>Argyreus hyperbius</i>	G	16 (10.67)	2 (1.54)	2 (1.67)	3 (1.88)	1 (0.91)	24
コムスジ <i>Neptis sappho</i>	F		6 (4.62)	1 (0.83)	1 (0.63)	1 (0.91)	9
イチモンジチョウ <i>Ludoga camilla</i>	F	2 (1.33)		1 (0.83)	1 (0.63)	1 (0.91)	5
ゴマダラチョウ <i>Hestina japonica</i>	F				2 (1.25)	1 (0.91)	3
ヒメウラナミジャノメ <i>Ypthima argus</i>	F			1 (0.83)			1
ヒメジャノメ <i>Mycalopsis gotama</i>	F			2 (1.67)			2
クロヒカゲ <i>Lethe diana</i>	F	5 (3.33)	1 (0.77)			2 (1.82)	8
ヒカゲチョウ <i>Lethe sicelis</i>	F	1 (0.67)					1
アサギマダラ <i>Parantica sita</i>	F	2 (1.33)	3 (2.31)		1 (0.63)	5 (4.55)	11
セセリチョウ科							
イチモンジセセリ <i>Parnara guttata</i>	G	3 (2.00)		6 (5.00)	1 (0.63)		10
種数		25	17	20	24	17	34
個体数		207	71	197	213	46	734
個体数/1km		138.00	54.62	164.17	133.13	41.82	
H'		4.06	3.48	3.12	3.67	3.68	

生息環境の性格でFは森林性種、Gは草原性種を示す。

種は1位がキタキチョウ *Eurema mandarina* (122個体)であり, 以下アゲハ *Papilio xuthus* (85個体), モンキアゲハ *P. helenus* (80個体), ヤマトシジミ *Zizeeria maha* (74個体), モンシロチョウ *Pieris rapae* (52個体)の順に個体数が多かった (表2). 優占5種が全個体数に占める割合は56.3%であった. キタキチョウ, アゲハ, モンキアゲハはすべての小ルートで確認され, 足羽山に広く分布しているものと考えられた. 一方, モンシロチョウはほとんどが足羽山の麓を通るルートCで確認された. ルートCには, アブラナ科の蔬菜が栽培されている畑が含まれており, モンシロチョウはその畑周辺で集中して確認された.

また, 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識別し (表2), 確認種数, 個体数に占める森林性種, 草原性種の種数, 個体数を小ルート間で比較し, 表3に示した. どの小ルートでも種数, 個体数ともに森林性種の方が草原性種より多くなっていた. ルートCでは他に比べて草原性種の占める割合が種数, 個体数ともに高くなっているのに対し, ルートB, Eでは種数, 個体数ともに森林性種の占める割合が高くなっていた. 足羽山全体で見ると, 確認種数34種のうち森林性種は23種 (67.6%), 草原性種11種 (32.4%) であり, 確認個体数734個体のうち森林性種は501個体 (68.3%), 草原性種は233個体 (31.7%) であった.

(3) 季節変動

種数, 個体数の季節変動を図2に, 優占5種の季節変動を図3に示した. 種数のピークは6月12日と9月5日に認められた. 種数は6月12日以降, 10月10日までさほど大きく増減することなく変動した. 個体数は9月13日が最も多く, 7月26日, 6月12日にもピークが見られた. 9月13日のピークはキタキチョウならびにアゲハの個体数の増加と, 7月26日のピークはアゲハ, ヤマトシジミの出現ピークと, 6月13日のピークはモンシロチョウの出現ピークと対応していた.

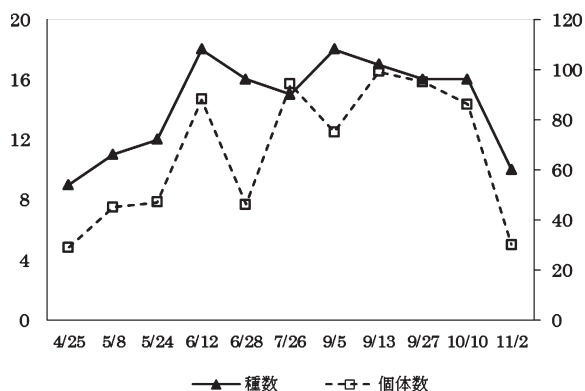


図2：足羽山におけるチョウ類群集の種数と個体数の季節変動

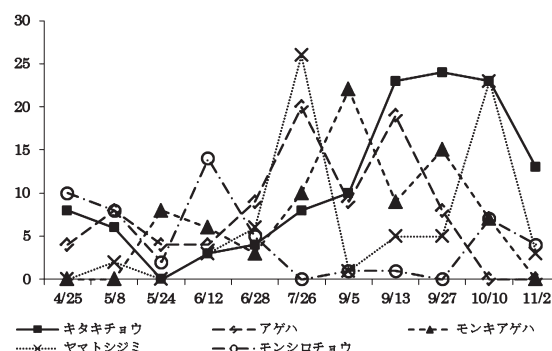


図3：足羽山における優占5種の季節変動

(4) 多様度・重複度

1kmあたりの個体数をもとに多様度指数H'を算出し, 小ルート間で比較したところ, H'の値はルートAで4.06と最も高く, ルートCで3.12と最も低かった (表2).

各小ルート間のチョウ類群集の構造を詳しく比較するために重複度 α を算出し, 表4に示した. ルートA-Bで α は最も高くなった (0.75). また, ルートC-D間の α 値も0.73と高かったが, ルートA-C, B-C, C-E間の α 値は0.35~0.46と低い値であった.

表3：足羽山における森林性種と草原性種の種数と個体数

小ルート	種数		個体数	
	森林性種	草原性種	森林性種	草原性種
A	16 (64.0%)	9 (36.0%)	148 (71.5%)	59 (28.5%)
B	14 (82.4%)	3 (17.6%)	67 (94.4%)	4 (5.6%)
C	11 (55.0%)	9 (45.0%)	101 (51.3%)	91 (48.7%)
D	15 (62.5%)	9 (37.5%)	142 (66.7%)	71 (33.3%)
E	14 (82.4%)	3 (17.6%)	43 (93.5%)	3 (6.5%)
全 体	23 (67.6%)	11 (32.4%)	501 (68.3%)	233 (31.7%)

表4：足羽山における小ルート間の重複度指数 (α)

	B	C	D	E
A	0.75	0.46	0.71	0.70
B		0.40	0.62	0.66
C			0.73	0.35
D				0.52

(5) 環境評価

今回得られたEI指数を巢瀬 (1993) の分類基準に当てはめると、足羽山は65になり、中自然 (農村・人里) と判定された。

また、環境階級存在比ERを用いて足羽山の環境を評価し、図4に示した。図中のps (primitative stage) は天然更新林や極相林といった環境の原始段階、as (afforested stage) は植栽地や里山といった環境の二次段階、rs (rural stage) は採草地、耕作地を含む農村・人里といった環境の三次段階、us (urban stage) は公園緑地や住宅といった環境の四次段階を示している。その結果、asが最も高く、rsがasより少し低く、usの値は最も低かった (図4)。田中 (1988) のモデルグラフとの比較から、足羽山は二次段階の自然と判断されたが、rsの値が高く、三次段階へ移行しつつあると考えられた。

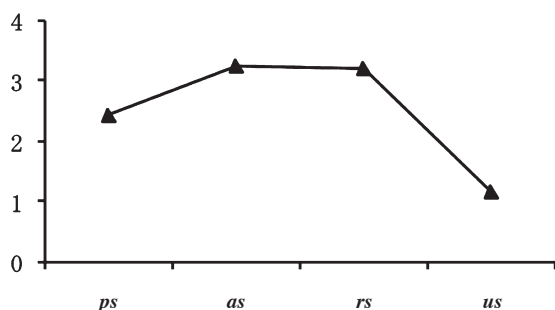


図4：足羽山における環境階級存在比 (ER)。
ps, 原始段階; as, 二次段階; rs, 三次段階; us, 四次段階

4 考察

(1) 足羽山のチョウ類

今回の調査では5科34種のチョウ類が確認された。本調査以外でも、筆者は2009年から2013年の間にミヤマカラスアゲハ *P. maackii*, コツバメ *Callophrys ferrea*, トラフシジミ *Rapala arata*, ミズイロオナガシジミ *Antigius attilia*, メスグロヒヨウモン *Damora sagana*, コムラサキ *Apatura metis*, ヒメアカタテハ *Vanessa cardui*, キマダラセセリ *Potanthus flavus*, アオバセセリ *Choaspes benjaminii*の9種のチョウを確認している (梅村, 未発表)。従って、近年でも足羽山では少なくとも43種のチョウ類の生息記録があるとい

うことができる。これを福井県昆虫目録第2版 (福井県自然環境保全調査研究会昆虫部会編1988), 飯田・渡辺 (1989), ならびに、当館の所蔵標本の記録とあわせると、足羽山から記録のあるチョウは5科61種ということになる。足羽山に生息するチョウの記録については、足羽山でのトランセクト調査を継続するとともに、当館所蔵の標本データをまとめる形で稿を改めて報告したい。

今回確認されたチョウ類のうち、ギフチョウ、テングチョウ *Libythea lepita*, クロヒカゲ *Lethe diana*, ヒカゲチョウ *Lethe sicelis*, ミドリヒヨウモン *Argynnis paphia*, イチモンジチョウ *Ladoga camilla*, コミスジ *Neptis sappho*, ルリタテハ *Kaniska canace*, ヒオドシチョウ *Nymphalis xanthomelas*, ゴマダラチョウ *Hestina japonica*, ムラサキシジミ *Narathura japonica*, アカシジミ *Japonica lutea*, ウラギンシジミ *Curetis acuta*の13種は石井 (2001) によって里山を代表するチョウとして扱われている種であった。センサス以外で確認したコツバメ, ミズイロオナガシジミ, メスグロヒヨウモン, コムラサキも里山を代表するチョウであり、足羽山にもこのようなチョウが生息できる環境が残されていることが伺われたが、トランセクト調査で確認された総個体数に占める里山性チョウ類の割合は14.7%と高い値ではなかった。

優占種はキタキチョウ, アゲハ, モンキアゲハ, ヤマトシジミ, モンシロチョウの5種であった。このうち、アゲハ, ヤマトシジミ, モンシロチョウは巢瀬 (1993) や浜ら (1996) で市街地・都市性の種とされている種であり、関西や関東の都市公園や住宅地における調査例でも優占種となっている (吉田, 1997; 吉田ら, 2004)。また、キタキチョウも多化性で、里山や都市環境におけるトランセクト法の先行研究で優占種にリストアップされるケースが多い (松本, 2008; 永野・中島, 2012; 関谷, 1998; 土田ら, 2012; 吉田, 1997; 吉田ら, 2004)。一方、モンキアゲハが優占種となるケースはあまりなく、モンキアゲハが相対的に多いことが足羽山のチョウ類群集のひとつの特徴といえるかもしれない。

(2) 足羽山のチョウ類の群集構造

今回のトランセクト調査で確認された34種のチョウ類のうち、森林性のチョウ類は23種、草原性のチョウ類は11種であった。草原性のチョウ類のうち、キアゲハ *P. machaon*, モンシロチョウ, ツマグロヒヨウモン *Argyreus hyperbius*は5つの小ルートのうち4以上の小ルートで確認され、足羽山で広く生息していることが示唆されたが、そのほかの8種は公園部を含むルートA, 麓を通るルートC, 墓地周辺のルートDで確認

されており、足羽山の草原性のチョウ類にとっては明るく開けた公園部や墓地周辺、麓が重要な生息地になっていることが伺われた。

小ルート間でチョウ類の多様性および群集構造を比較したところ、チョウ類の種数、種多様性は二次林、常緑広葉樹林に接した公園、花木園、人工造成地などを含むルートAで最も高くなっていった。先行研究により、森林とオープンランドが接する林縁でチョウ類の種数や種多様度が高まることが指摘されてきたが（石井ら、1993；関谷、1998）、今回の結果もこれらの指摘を支持するものであるといえる。また、北原・渡辺（2001）はチョウ類の種数、種多様性と草本種数の間に高い相関があり、森林内・森林周辺の草本植生環境の多様性の維持がチョウ類群集の多様性の重要な基盤となることを指摘している。ルートAは、二次林の林縁や公園などに草本が多く見られる場所であった。一方、チョウの種数が少なかったルートB、ルートEは林内を通る車道で草本が少なく、定期的に根元から草が刈られてしまう区域であった。今回は、草本の種数、草本被度を調査しているわけではないため、北原・渡辺（2001）の指摘を支持する結果が得られたとは言い切れないが、今後、各小ルートで草本の種類、草本被度などを調査し、確認されたチョウ類の種数、種多様度との相関関係を調べていくことで、チョウ類の多様性を保護していく上で適した足羽山の公園管理の方針を提示できることが期待される。

(3) 環境評価

今回のトランセクト調査の結果を元に、巢瀬（1993）のEI指数を算出したところ、足羽山では65となり、中自然（農村・人里）と評価された。この指数は種ごとの指数を総和として求めるもので、調査回数が少なければ過小評価となることが指摘されている（松本、2008）。筆者は足羽山においてトランセクト調査以外の機会にミヤマカラスアゲハ、コツバメ、トラフシジミ、ミズイロオナガシジミ、メスグロヒヨウモン、コムラサキ、ヒメアカタテハ、キマダラセセリ、アオバセセリの9種のチョウを確認している。これらを含めてEIを算出しても84で中自然の評価からは変わることにはなかった。クヌギ・コナラ林などを切り開いて作られた典型的な里山的环境における先行研究でも、EIによる評価を行うと指数値は60代～90代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（松本、2008；永田ら、2006；土田ら、2012；吉田ら、2004）、前述の種構成の結果とあわせても足羽山では里山的环境が残されていると判断できる。

一方、田中（1988）の環境階級存在比による評価でも、足羽山では二次段階（as）が三次段階（rs）より

もわずかに高値を示し、里山的环境と評価されるが、三次段階に移行しつつある可能性が示唆された。

今回は2013年の1年の調査結果を元に、チョウ類群集の構造解析から足羽山的环境評価を試みた。石井（1993）は、トランセクト調査を行う場合に4月から11月の期間に原則として月2回の調査を行うこととしているが、今回は十分な調査回数を確保することができなかった。吉田（1997）は特に都市化の進んだ地域間で種数やEI指数を用いて比較を行う場合、1つのルートについて継続した複数年の調査が必要であることを指摘しているが、都市化の進んだ地域に限らず、より正確な評価を行ううえでは複数年の調査に基づいた解析が必要であろう。さらに、今後、足羽山の公園整備や二次林の管理放棄、麓の宅地開発などの影響をモニタリングする意味でも、また、外来種の進入による環境変化をモニタリングしていく上でも、足羽山総合調査の一環として、チョウ類のトランセクト調査を継続し、その結果について稿を改めて報告できればと考えている。

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農学部の中村寛志教授に心より御礼申し上げます。

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。福井県県民生活部自然保保護課、556p。
- 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、P60。
- 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、15p。
- 福井市自然史博物館、2008、福井市自然史博物館展示ガイド。福井市自然史博物館、P8。
- 浜 栄一・栗田貞多男・田下昌志、1996、信州の蝶。信濃毎日新聞社、288p。
- 飯田信行・渡辺 崇、1989、足羽山でオオムラサキを採集。だんだら、(3) P14。
- 石井 実、1993、チョウ類のトランセクト調査。日本鱗翅学会・日本自然保護協会、日本産蝶類の衰亡と保護第2集、91-101。
- 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・植田邦彦・重松敏則、1993、里山の自然を守る。築地書店、171p。
- 木元新作・武田博清、1989、群集生態学入門。共立出版、197p。
- 北原正彦・渡辺 牧、2001、富士山北麓青木ヶ原樹海周辺におけるチョウ類群集の多様性と植生種数の関係。環動

- 昆, 12 (3), 131-145.
- 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・田塾 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.
- 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, 2010, チョウ類を指標種とした環境評価手法と環境アセスメント. 環動昆, 21 (2), 85-91.
- 中村寛志・豊嶋 弘, 1995, チョウ類の指標グループとRI指数を利用した環境評価の一方法. 環動昆, 10 (4), 143-159.
- 永野昌博・中島健太郎, 2012, チョウ類群集を指標とした大分大学周辺の自然環境評価. 大分大学教育福祉科学部研究紀要, 34 (2), 151-165.
- 長田 勝, 1999, 福井市足羽山におけるツマグロヒヨウモンの記録. 福井市自然史博物館研究報告 (46), 113-115.
- 関谷善行, 1998, 神戸市神出山田自動車道沿道のチョウ類群集. 環動昆, 9 (2), 39-46.
- 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. 日本鱗翅学会・日本自然保護協会, 日本産蝶類の衰亡と保護第2集, 83-90.
- 田中 藩, 1988, 蝶による環境評価の一方法. 『蝶類学の最近の進歩』 日本鱗翅学会特別報告, (6), 527-566.
- 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.
- 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.

Description of the community structure of butterfly and environmental evaluation by transect counts at Mt. Asuwa, Fukui City, Fukui Prefecture
Shinya UMEMURA

Abstract

Community structure of butterfly was surveyed by transect count method in Mt. Asuwa, Fukui City, Fukui, Prefecture in the period from 25 April to 2 November, 2013.

34 species of 5 families and 734 individuals were confirmed in this survey. The dominant species were *Eurema mandarina*, *Papilio xuthus*, *P. helenus*, *Zizeeria maha*, and *Pieris rapae*. 13 species of butterflies inhabiting coppice such as *Luehdorfia japonica*, *Japonica lutea* were contained in the species confirmed in this survey. The value of *EI*-index indicated that Mt. Asuwa was classified into moderate level. By analyzing the structure of butterfly using existence ratio of environmental stage (*ER*), the environment of Mt. Asuwa was classified into afforested stage in the transition to rural stage.

Key words : butterfly community, transect count, Mt. Asuwa, *EI*-index, existence ratio of environmental stage (*ER*)