

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

永 野 昌 博*・中 島 健 太 郎**

【要 旨】 大分大学旦野原キャンパスとその周辺地域の自然環境ならびに生物多様性の状況を評価するため、それらの環境に生息するチョウ類群集をルートセンサス法で調べた。大分大学構内に 18 ルート、隣接する里山景観が広がる住床地区に 4 ルート、新興住宅地の高江地区に 5 ルートを設け、2011 年の 4 月下旬から 11 月下旬までの 8 ヶ月間で、約 15 日間隔で調査を実施した。統計解析の際は、連続した 3 から 6 本のルートを景観や森林までの距離を基準に 1 つの調査区として統合した上で解析を行った。

結果、合計で、8 科 39 種 1402 匹のチョウ類を確認することができた。最優占種は全ルートとも市街地に多くみられるベニシジミ、ヤマトシジミ、キタキチョウのいずれかで、このことから本調査地は全域的に人為的影響を強く受けている環境と判断された。個体数、種数、環境指数のいずれにおいても「住床-里山」地区が有意に高く、他の調査区間では有意差はみられなかった。多様度指数による解析結果においても、「住床-里山」は他の調査区よりも有意に高い値を示した。環境指数による環境区分では、「住床-里山」は農村的環境と、他の 5 地区は住宅地・公園緑地的環境と判断された。

これらのことから、大分大学旦野原キャンパスは、一見緑が豊富で自然も豊かと思われるが、チョウ類群集による解析では、住宅地の公園程度の自然環境・生物多様性でしかないと評価された。この原因として、草本植生に占める外来種の割合、里山林の放棄などによる生態系の単純化が考えられた。今後、構内の生物多様性を高めるためには、外来種の管理と在来種の保全、ならびに大学周辺の里山の活用と保全が重要であると考察された。

【キーワード】 チョウ 群集 生物指標 生物多様性 環境教育

平成 24 年 5 月 31 日受理

* ながの・まさひろ 大分大学教育福祉科学部生物学教室 (生態学)

** なかしま・けんたろう 大分大学教育福祉科学部学校教育課程教科教育コース理科選修

I はじめに

近年、生物多様性は、自然愛護的観点のみならず産業や文化など人類の生活基盤と関わりの深い必要不可欠な資源・機能という認識が高まりつつあり、その保全に向けた啓発活動、実践活動が求められている（開発，2011）。生物多様性保全の情報基盤として、生物多様性の測定は必須である（環境省，2010）。しかし、小さな空間においてもその生物多様性（全ての生物種とその個体数）を網羅するのは技術的、労力的にも困難であり、まして生態系単位でそれを明らかにすることは不可能と言える。そこで、特定の生物、または生物群集を調査し、その存在の有無や群集構造などを分析することで、その空間の環境状態や生物多様性を評価する試みが行われている（Mace & Baillie, 2007）。このような特定の生物・生物群は、指標生物と呼ばれ、河川の水生生物群集や植物群集などが広く知られている（日本自然保護協会，1994）。

チョウ類群集も代表的な指標生物の一つで（吉田，2002）、チョウ類群集を用いた環境評価法は、日浦（1976）、田中（1988）、巢瀬（1993）、田下・市村（1997）、中村（2007）、Nishinaka & Ishii（2007）をはじめ、日本において発展してきており、これまでもいくつかのチョウ類特有の評価法が提案されている（中村，2010）。この背景には、日本にはチョウ類の愛好家が多く、生態学的知見が集積しているため、種それぞれの季節消長や生息環境が明らかにされていること、また、種数が適当であったり、同定が比較的容易であったり、無害であったり、昼行性であったりと指標生物としてのいくつかの好適条件がチョウ類に備わっていることがある（石井，2001）。また、知名度が高く、ギフチョウなどの希少種の存在は、自然環境保全のシンボリックな存在になりうること（日本チョウ類保全協会，2007）も指標生物として適している。チョウ類群集を指標とした環境評価の先行研究も多く、青柳・吉尾（2002）はチョウ類群集と都市化について、Ohwaki et al.（2007）はチョウ群集と植生について、Kitahara et al.（2008）はチョウ類の多様性と蜜植物の多様性について、Rossi & Halder（2010）は、チョウ類の多様性と景観について研究しており、それぞれに一定の関連性を述べている。これらの研究によって、一般則として、チョウ類は都市的環境を好む種、里山の環境を好む種、原生林の環境を好む種に大きく分かれ、里山の環境においてチョウ類の多様性は最も高くなる傾向を示すことが明らかとなっている（石井，2001）。また、里山の管理放棄、単一植物の造林化、外来種の分布拡大などの都市化による様々な環境変化はチョウ類群集の多様性を大きく減少させるといわれている（井上，2005）。

大分大学旦野原キャンパスは、大分市中心市街地から約 10km の距離にあり（図 1）、敷地面積は約 65ha と大銀ドームの 12 倍以上の面積を有す（大分大学，2012）。大学周辺には駅、や新興住宅地などの都市的環境が拡大しつつあるが、山林や田畑など自然環境、農村環境も地域的に残存している。大学構内は、校舎や駐車場やなどの人工物が半分近い面積を占めるが、残りの半分は森林や植栽林、芝生などの緑地が残されているため、緑に囲まれた自然豊かな大学という印象を受ける。しかし、構内の生物相に関する知見は僅かであり（永野・藏淵，2011；永野・後藤，2011）、現在の自然状態が質的に豊かかどうかは疑問が持たれる。

これらを背景とし、本研究では、大分大学旦野原キャンパス内および近隣の里山景観が残る住床地区と新興住宅地が広がる高江地区のチョウ類群集の多様性を解明、比較することによって、それぞれの自然環境の現状を評価すること、ならびに、生物多様性の増減に与える環境要因を明らかにすることを目的とした。

II 方法

1 調査方法

チョウ類の調査は、今井・石井(1998)のルートセンサス法を参考に設計した。1ルートは、約100mと定め、このルート上の左右約10mの幅を調査範囲(約200m²)とした。1つのルートには、2種類の環境(例えば、森と草原)を跨がないように、できるだけ均一な環境の場所を選定した。ルートは歩道、車道、農道、林道などの既存の道を利用した。但し、住宅地内の小規模公園の3地点(調査地番号②⑤⑥⑦)は、直線距離が100m未満であり、公園全体の面積が200m²程度であったため、ルートは設定せずに、公園全体を調査範囲とした。ルートを歩きながら、目撃したチョウを目視で同定して記録した。目視で同定困難な種は、補虫網によって採集した後、同定した。同定は、海野・青山(1993)、大脇・村山(2010)、白水(2011)を参考にして行い、判断が難しい個体は専門家に写真によって同定してもらった。全調査日とも1種-1個体は標本記録用として捕獲に努めた。調査は、原則2名で実施し、全調査とも少なくとも1名は執筆者のどちらかが担当した。尚、和名と学名は、平嶋(1989)を基準にしたが、キタキチョウは加藤・矢田(2005)によって和名、学名が変更されたので、それに従った。

2 調査日時

本調査は、2011年の4月下旬から11月上旬の8ヶ月間、約2週間間隔で計13回行った。具体的な調査日は表2の通りである。多くのチョウ類は、午前10時から午後2時の間を餌探索、配偶者探索などの活動ピークとしているため(今井・石井, 1998)、本調査も原則としてこの4時間の間に実施した。ルートの調査順は、「大分大学(ルート①→⑧)、住床(⑨→⑫)、高江(⑬→⑰)」と「高江(⑬→⑰)、住床(⑨→⑫)、大分大学(①→⑧)」を交代しながら行った(図2、図3、図4)。また、調査日は、チョウ類の飛翔行動の活性が高い、晴れまたは曇りで、かつ、風の弱い日を選び行った。

3 調査地

本調査は、大分県大分市の中心街(大分駅)より約10km離れた大分市郊外の大分大学旦野原キャンパス、住床、高江の3地域を調査地とした(図1)。これら3地域はそれぞれ2kmほどの距離に位置しているが、景観は大きく異なる。各調査地域の巨視的な景観は、大分大学構内は、30年以上前は森と田畑が広がる里山景観であったと想像されるが、大学の移転と拡大によって、約65haの敷地の半分は、校舎等の大規模建造物が点在し、それを取り囲むように草地、グラウンド、植栽林、無管理状態の荒れた雑木林(モウソウチク、コナラ、アラカンなどが優占する林)が配置されており、かつての里山景観はほとんど残っていない(図2、図5~図20)。住床地域は、森林、ため池、小川、茶畑、菜の花畑、水田、民家がモザイク状に配置されているいわゆる里山の環境である(図3、図21~24)。高江地域(高江ニュータウン内)もかつては、里山的環境であったが、1980年代からの宅地開発の波によって現在は1600戸を超す典型的な郊外の新興住宅地域となっており、住宅群には、計画的に公園が配置されている(図4、図25~28)。ルート数は調査地によって異なり、大分大学旦野原キャンパス内に18ルート(図2)、住床地域に4ルート(図3)、高江地域に5ルート(図4)を設定した。尚、各調査ルートの環境の詳細は中島(2012)に記載されている。

次章の統計解析を行うため、連続した3本から6本のルートを景観と森林までの距離を基準に1つの調査区にまとめ、以下の6つの調査区を設けた。尚、上段のように本調査地を大分大学、住床、高江の3つに分けて記述する際には、住床地域のように‘地域’を調査地の単位として用い、以下のように調査地を6つに分けて記述する際には、住床地区のように‘地区’を調査地の単位とし、また、‘調査区’という言葉も‘地区’と同等の意味として用いる。

1) 分大ー教育棟地区(ルート①～⑤, 大分大学教育福祉学部棟及び経済学部棟周辺):いずれも校舎と草地と植栽された木々が入り混じる環境で、1ha以上の森林からはいずれも20mから50mの位置にある。ここでは、年3回以上の草刈りが行われており、イネ科草本などが優占し、植栽木はサクラ、ヤマモモなどである。

2) 分大ーグラウンド地区(ルート⑥～⑨, 大分大学サッカーグラウンド及びラグビーグラウンド周辺):森林からは50m以上離れており、ルート周辺ならびにルート上の多くは植物の生育がみられないグラウンドである。グラウンドの周縁には、シバやススキなどの草本、ならびに植えられたサクラなどの樹木がみられる。

3) 分大ー森林地区(ルート⑩～⑮, 大分大学体育館裏の森林周辺):森林から10m以内に位置する。森林はコナラが優占するが、数十年前より管理が途絶えており、アラカシやモウソウチクなどが混じる。林内は暗く、低木層はヤブツバキなどの数種が生育するのみである。コースにはハルジオンなどの外来種が目立って生育している。

4) 分大ー工学棟地区(ルート⑯～⑲, 大分大学工学部棟周辺):森林からは50m程度離れており、また、周囲の多くは校舎等の人工建造物が占めている。クスノキなどの植栽地や公園的な環境も存在する。

5) 住床ー里山地区(ルート⑲～㉑, 住床地区の農地周辺):コナラやスギなどが優占する大面積の森林と隣接しており、コース周辺には、ため池、小川、茶畑、野菜畑、柑橘類の果樹園、水田があり、典型的な里山景観が広がっている。尚、住床地区のルート㉒は、スギ林内であり、他の住床地区のルートと大きく環境が異なることから、以下の統計解析からは除外した。

6) 高江ー住宅地地区(ルート㉓～㉗, 高江地域の公園内):いずれも住宅地に囲まれた公園で、モクレンやサクラなどの植栽樹、シバが優占する草地が存在し、これらは定期的に草刈、剪定等の管理が行われている。周辺の多くの住宅では庭木や花が植えられている。



図 1. 大分市における調査地の位置図



図 2. 大分大学の調査ルート



図 3. 住床地域の調査ルート



図 4. 高江地域の調査ルート



図 5. ルート①



図 6. ルート②



図 7. ルート③



図 8. ルート④



図 9. ルート⑤



図 10. ルート⑥



図 11. ルート⑦



図 12. ルート⑧



図 13. ルート⑨



図 14. ルート⑩



図 15. ルート⑪



図 16. ルート⑫



図 17. ルート⑬, ⑭



図 18. ルート⑮



図 19. ルート⑯



図 20. ルート⑰, ⑱



図 21. ルート⑲



図 22. ルート⑳



図 23. ルート㉑



図 24. ルート㉒



図 25. ルート㉓, ㉔



図 26. ルート㉕



図 27. ルート㉖



図 28. ルート㉗

4 分析法

得られた調査データから各ルートの個体数、種数、環境指数（巢瀬，1998）、シンプソンの多様度指数（Simpson, 1949）を計算し、それらを上記の6つの調査区ごとの平均値、標準誤差を算出した。また、個体数、種数、環境指数、多様度指数は、一元配置の分散分析を行い、群間変動の有意差があることを確認した後、Scheffe の多重比較検定によって調査区間の有意差を調べた。有意差の判定は、危険率が5%未満とし、図中のアルファベットが異なると、それらの間には有意差が検出されたことを示している（図29～図32）。

環境指数（EI）とは、日本に生息するチョウ類を生息環境の違いによって3タイプに分類し、高山帯や原生林のような人為的影響の少ない環境に生息している種には3点、都市部など人為的影響の強い環境にも生息する種には1点、農村などそれらの中間的な環境に生息する種には2点の評点を定め（表2の学名の右の【 】の中に各種の評点を示す）、調査地内のチョウ群集の全種の評点を合計した下の計算式の値が環境指数である。環境指数は種の有無のみを計算し、個体数は考慮されない。尚、巢瀬（1998）では、環境指数と環境の関係を表1のように示している。

表1 環境指数が指標する環境の区分

環境指数	環境区分	具体的な環境
0～9	貧自然	都市中央部
10～39	寡自然	住宅地・公園緑地
40～99	中自然	農村・人里
100～149	多自然	良好な林や草原
150～	富自然	極めて良好な自然

$$EI = (\text{評点1の種数}) \times 1 + (\text{評点2の種数}) \times 2 + (\text{評点3の種数}) \times 3$$

シンプソンの多様度指数（SID）は、群集の複雑さを示す指数で、種数が多く、均衡度が高い群集ほど高い値を示す。計算式は、以下の通りである。

$$SID = 1 / \sum (ni / N)^2 \quad (\text{ただし、} N = \text{総個体数、} ni = i \text{ 番目の種の個体数})$$

Ⅲ 結果

1 チョウ相

本調査では、合計8科、39種、1402個体のチョウ類を確認することができた（表2）。これらの中に大分県内初記録種は含まれていなかったが、絶滅危惧種のウラナミジャノメ（環境省絶滅危惧Ⅱ類，大分県絶滅危惧Ⅱ類）が大分大学構内と高江地域で、ツマグロキチョウ（環境省絶滅危惧Ⅱ類，大分県準絶滅危惧種）が大分大学構内と住床地域で確認された（表3）（環境省2006，大分県，2011）。巢瀬（1998）のチョウ類の区分における3点の種（人為的影響の低い環境に生息する種）は、ダイミョウセセリやクロコノマチョウをはじめ計7種、2点の種（農村的な人と自然が共存する環境に生息する種）は、ジャコウアゲハやウラギンシジミをはじめ計24種と全体の61.5%を占め、1点の種（都市などの人為的影響の強い環境に生息する種）は、モンシロチョウやベニシジミなど8種であった（表2）。

調査全体において最も個体数が多かった優占種は1位がベニシジミ（288個体）、2位がヤマトシジミ（277個体）、3位がキタキチョウ（202個体）であった。また、全調査ルートにおいてもこの3種のいずれかが最優占種となっていた。

2 季節消長

4月上旬から11月下旬まで2週間間隔で調査したことで、各種の季節消長を大まかであるが把握することができた。表2が示すように季節消長は種によって異なり、モンキチョウのように春から夏にかけて出現するタイプ、イチモンジセセリのように秋に出現するタイプ、ヤマトシジミのように春から秋まで長い期間活動するタイプがみられた。最も多くの合計種数が確認されたのは8月11日の22種、次いで多かったのが8月30日と9月14日の20種、その次は4月26日、5月9日、6月9日も19種であった。最も合計種数が少なかったは、11月21日の3種、次いで10月31日の8種であった。合計個体数は9月が最も多く、次いで5月、次いで8月の順であり、これら合計個体数の消長は、ヤマトシジミなどの優占種の個体数の季節消長と連動していた。最も合計個体数が少なかったのは11月、次いで10月であった。

表2 各種の季節消長

科名	和名 学名【EI 評点】	調査月 日	4 26	5 9	6 9	6 23	7 15	7 31	8 11	8 30	9 14	9 29	10 12	10 31	11 21	合計
セセリチョウ科 Hesperiidae																
	ダイミョウセリ <i>Thymelicus leoninus leoninus</i> (Butler, 1878)	[3]			2											2
	イチモンジセリ <i>Parnara guttata guttata</i> (Bremer et Grey, 1852)	[1]								1	1	6	9			17
	クロセリ <i>Notocrypta curvifascia curvifascia</i> (C. et R.Felder, 1862)	[2]												1		1
アゲハチョウ科 Papilionidae																
	ジャコウアゲハ <i>Byasa alcinous alcinous</i> (Klug, 1836)	[2]	2	6	2				1	1	2					14
	アオスジアゲハ <i>Graphium sarpedon nipponum</i> (Fruhstorfer, 1903)	[2]	1	10		1	8	4	20	11	11	3				69
	キアゲハ <i>Papilio machaon hippocrates</i> C. et R.Felder, 1864	[2]		2	2	1	1			2	3					11
	ナミアゲハ <i>Papilio xuthus</i> Linnaeus, 1767	[1]	1	2	4	2	4	3	10	2	8	4	1			41
	クロアゲハ <i>Papilio demetrius</i> Stoll, [1782]	[2]	1	2					1	2	1					7
	ナガサキアゲハ <i>Papilio memnon thunbergii</i> von Siebold, 1824	[1]		1						1	2	2				6
	モンキアゲハ <i>Papilio helenus nicconicolens</i> Butler, 1881	[3]		3								1				4
	カラスアゲハ <i>Papilio bianor dehaanii</i> C. et R.Felder, 1864	[3]		1		1	1			2	4					9
	ミヤマカラスアゲハ <i>Papilio maackii</i> Menetries, 1858	[3]					1		2							3
シロチョウ科 Pieridae																
	キタキチョウ <i>Eurema mandarina</i> (de l'Orza, 1869)	[2]	11	9	8	6	20	7	15	19	27	24	40	16		202
	ツマグロキチョウ <i>Eurema laeta betheseba</i> (Janson, 1878)	[1]	3													3
	モンキチョウ <i>Colias erate poliographus</i> Motschulsky, 1860	[2]			1	1	2	1								5
	ツマキチョウ <i>Anthocharis scolymus</i> Butler, 1866	[2]	3													3
	モンシロチョウ <i>Pieris (Artogeia) rapae crucivora</i> Boisduval, 1836	[1]	3	6	18	9	4	6	3	1	5	3	1			59
	スジグロシロチョウ <i>Pieris (Artogeia) melete melete</i> Menetries, 1857	[2]	2		12	4	1	3	7	1						30
シジミチョウ科 Lycaenidae																
	ムラサキシジミ <i>Narathura japonica</i> (Murray, 1875)	[2]								1	1	3				5
	ベニシジミ <i>Lycaena phlaeas daimio</i> (Matsumura, 1919)	[1]	26	19	50	68	28	12	10	16	27	12	8	9	3	288
	ヤマトシジミ <i>Zizeeria maha argia</i> (Menetries, 1857)	[1]	26	30	2	13	3	9	31	39	32	25	30	26	11	277
	ルリシジミ <i>Celastrina argiolus ladonides</i> (de l'Orza, 1869)	[2]	3	2	2	7	2	3	3	3	5					30
	ツバメシジミ <i>Evers argiades hellotia</i> (Menetries, 1857)	[2]	3		7	12	1	4	2		1					30
	ウラギンシジミ <i>Curetis acuta paracuta</i> de Niceville, 1901	[2]			1				15	7	12	32	10	4		81
テングチョウ科 Libytheinae																
	テングチョウ <i>Libythea celtis celtoides</i> Fruhstorfer, [1909]	[2]	1													1
タテハチョウ科 Nymphalidae																
	ツマグロヒョウモン <i>Argyreus hyperbius hyperbius</i> (Linnaeus, 1763)	[1]		1	1	1		2	4	3	10	9	9	2		42
	コミスジ <i>Neptis sappho intermedia</i> W.B.Pryer, 1877	[2]		4			2	2	4	4	5	7	2			30
	サカハチチョウ <i>Araschnia burejana strigosa</i> Butler, 1866	[2]	1	1								1				3
	キタテハ <i>Polygonia c-aureum c-aureum</i> (Linnaeus, 1758)	[2]			1									1		2
	ルリタテハ <i>Kaniska canace nojaponicum</i> (von Siebold, 1824)	[2]							1				2	1		4
	ヒメアカタテハ <i>Cynthia cardui</i> (Linnaeus, 1758)	[2]						1					1			2
	アカタテハ <i>Vanessa indica</i> (Herbst, 1794)	[2]	4	2	2			2	1			1			1	13
	イシガケチョウ <i>Cyrestis thyodamas mabella</i> Fruhstorfer, 1898	[2]						1	2		4	6	2			15
	コムラサキ <i>Apatura metis substituta</i> Butler, 1873	[2]			1											1
ジャノメチョウ科 Satyrinae																
	ヒメウラナミジャノメ <i>Ypthima argus</i> Butler, 1866	[2]	5	42	2	4	3	2	1	4	11	3	1			78
	ウラナミジャノメ <i>Ypthima motschulskyi nipponica</i> Murayama, 1969	[3]				2										2
	ジャノメチョウ <i>Minois dryas bipunctata</i> (Motschulsky, 1860)	[2]					1			1						2
	クロヒカゲ <i>Lethe diana diana</i> (Butler, 1866)	[3]	1	1			1					4				7
	クロノマチョウ <i>Melanitis phedima oitensis</i> Matsumura, 1919	[3]	1						2							3
合計個体数			98	144	118	132	82	63	135	119	170	149	117	60	15	1402
合計種数			19	19	18	15	16	17	20	19	20	18	14	8	3	39

表 3 調査ルートごとの各種の記録。 □は最優占種, ▬は第2優占種, ▬は第3優占種。

科名	調査区 種名	ルートNo.	分大-教育棟					分大-グランド					分大-森林					分大-工学棟					住床-里山					住床-スギ林					高江-住宅地					合計
			①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖	㉗									
セセリチョウ科																																						
	ダイミョウセセリ														2																			2				
	イチモンジセセリ							1		2			1							4	2	3	3	1									17					
	クロセセリ																			1													1					
アゲハチョウ科																																						
	ジャコウアゲハ												1							1	7	4					1						14					
	アオスジアゲハ	3	2	1	2			1	2				3	5	11		2	2	8	9	5	3	3	1	4	1	1						69					
	キアゲハ																2		2						2		3	2					11					
	ナミアゲハ	1	2			1	1					1	2			1	2	2	1	6	4		3	3	2	2							41					
	クロアゲハ			1				1					1	2						1	1												7					
	ナガサキアゲハ																	1		2	1										2	6						
	モンキアゲハ											1	2			1																	4					
	カラスアゲハ						1					1	1	2						1	3												9					
	ミヤマカラスアゲハ																				1		2										3					
シロチョウ科																																						
	キタキチョウ	2	10	5	9	3	6	13	7	7	7	5	14	17	16	4	6	9	4	12	18	12	1	3	5	5	1	1					202					
	ツマグロキチョウ																1					2											3					
	モンキチョウ									1	3			1																			5					
	ツマキチョウ																1				2												3					
	モンシロチョウ	2	3	1		2	1	6	2	3	4	2	7	3	1	3	2				5	6		2		1	2	1					59					
	スジグロシロチョウ						1					1	3			6	2				10	3		1	2					1		30						
シジミチョウ科																																						
	ムラサキシジミ																				1	1		2		1							5					
	ベニシジミ	23	30	13	11	7	2	9	5	9	12	10	7	8	7	1	17	10	7	11	14	18	2	3	11	14	17	10					288					
	ヤマトシジミ	13	30	38	6	1	2	2	2	8	4	2	6	3	26	1	4	23	54	24	12			1	3	6	6						277					
	ルリシジミ	2	3	1				3				2	5	3	1		7			2	1												30					
	ツバメシジミ	1	1	1	4						4		4		1	3				2						3							24					
	ウラギンシジミ	1		1						4	3	13	5	8	6	2			12	6	3	6	3	5	1	3	5						87					
テングチョウ科																																						
	テングチョウ																					1											1					
タテハチョウ科																																						
	ツマグロヒョウモン	2	7		2	4	3	1			1	3				1		1		1				1	2	5	3	5					42					
	コミスジ												1		1			4	1	3	12	8											30					
	サカハチチョウ																				1	2											3					
	キタテハ																								2								2					
	ルリタテハ																				1	3											4					
	ヒメアカタテハ			1																								1					2					
	アカタテハ									1			1	1	1					2	3	3					1						13					
	イシガケチョウ			1																7	2	1	3	1									15					
	コムラサキ												1																				1					
ジャノメチョウ科																																						
	ヒメウラナミジャノメ	2	10	5		1	1			1	7	2	2		6	3	2				5	9	12	7				1	2				78					
	ウラナミジャノメ					1																					1						2					
	ジャノメチョウ					1		1																									2					
	クロヒカゲ																				1	1	2	3									7					
	クロコマチョウ												1										1	1									3					
合計個体数 52 98 69 35 21 15 36 20 23 49 34 46 60 71 23 70 29 28 101 166 122 54 23 33 38 48 38 1402																																						
合計種数 11 10 12 7 9 7 9 6 6 10 10 10 15 14 9 14 8 9 19 25 22 14 11 10 9 14 12 39																																						

3 調査ルートごとの各種の出現頻度

各調査ルートで採集された種を表 3 に示した。ダイミョウセセリ、クロセセリ、テングチョウ、キタテハ、コムラサキは 1 地点でしか確認されておらず、また、各種とも確認数が少ないため、本調査地においては希少な種といえる。一方、全 27 調査ルートのうち過半数の 14 地点以上でみられた種は、アオスジアゲハ、ナミアゲハ、キタキチョウ、モンシロチョウ、ベニシジミ、ヤマトシジミ、ルリシジミ、ウラギンヒョウモン、ツマグロヒョウモン、ヒメウラナミジャノメの計 10 種で、これらは本調査地域では普通種といえる。

4 個体数・種数

全 27 ルートを景観と森林までの距離により 6 つの調査区にまとめ、それら調査区の個体数と種数の平均値を図 29 と図 30 に示した。個体数の平均値は、「住床・里山」が有意に他の調査区よりも高かった (ANOVA $F=10.2$, $P<0.001$; Scheffe's test $P<0.001$)。また、最も植生が貧弱な「分大・グランド」が最も低い値を示したが、「住床・里山」以外の 5 調査区の間には有意な差はみられなかった。種数の平均値も「住床・里山」のみ他の 5 調査区よりも有意に高い値を示し (ANOVA $F=17.0$, $P<0.001$; Scheffe's test $P<0.001$)、「分大・グランド」が最も低い値を示したが、「住床・里山」以外の 5 調査区間には有意差は検出されなかった。

5 環境指数 (EI)

各調査区の環境指数の平均値においても「住床・里山」のみ有意に高く (ANOVA $F=17.8$, $P<0.001$; Scheffe's test $P<0.001$)、他 5 調査区間には有意差はみられなかった。また、環境指数の評点が 3 点の種は「住床・里山」と「分大・森林」に多く分布しており、他地区の多くは 1 点種、2 点種のみの種構成となっていた。巢瀬 (1998) の環境区分に従うと、「住床・里山」は 41.7 点であるので農村・人里的な環境の「中自然」と判定され、それ以外の 5 地区は 10 以上 40 未満の範囲であったため、住宅地・公園緑地な環境を示す「寡自然」とであると判定された。

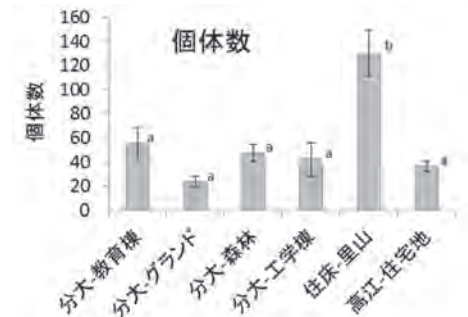


図 29 個体数。(図中のエラーバーは標準誤差、図中のアルファベットは多重比較検定の結果を示しており、アルファベットが異なれば、その間には $P<0.05$ の有意差があったことを意味する)

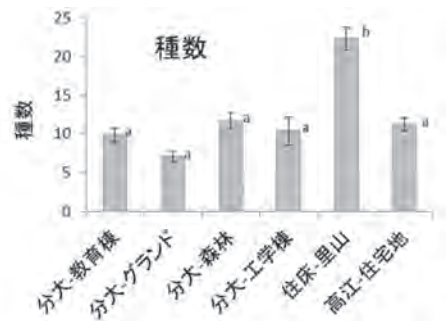


図 30 種数。(同上)

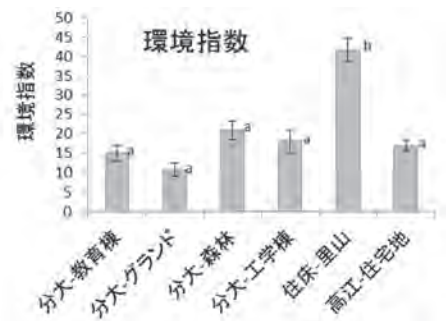


図 31 環境指数。(同上)

6 多様度指数

シンプソンの多様度指数を用いた解析結果も「住床・里山」は、有意に他 5 地区より高い値を示した (ANOVA $F=13.3$, $P<0.001$; Scheffe's test $P<0.05$)。「分大・森林」は「分大・教育棟」と「分大・グラウンド」より有意に高い値であった (Scheffe's test $P<0.05$)。

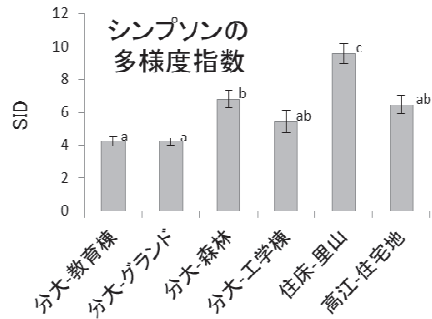


図 32 シンプソンの多様度指数 (同上)

IV 考察

本調査では、合計 8 科、39 種、1402 個体のチョウ類を確認することができた (表 2)。大分県にはこれまで 128 種が記録されているので (宮田ら, 1999; 野崎, 2001; 三宅, 2007; 三宅, 2010), 本調査地には県内の約 3 割のチョウ類が生息しているといえる。大分県産チョウ類 124 種 (タッパンルリシジミ, クロマダラソテツシジミ, ダイセンシジミ, ウスキシロチョウは巢瀬 (1998) に未掲載種であるため対象外とした) を巢瀬 (1998) のチョウ類の生息環境による区分によって分類すると、人為的影響の少ない原生林的環境を好む種 (3 点種) は 42 種で全体の 32.8%, 人と自然が共存する里山的環境を好む種 (2 点種) は 69 種で全体の 53.9%, 人為的影響の強い都市的環境を好む種 (1 点種) は 13 種と全体の 10.7% を占めている。本調査全体では、3 点種 : 2 点種 : 1 点種 = 7 種 : 24 種 : 8 種 = 17.9% : 61.5% : 20.5% という割合であり、これらの値は、大分県全体のチョウ相と比較すると 3 点種が少なく、2 点種と 1 点種が多いといえる。このことから、本調査地は全体として、都市的環境に偏りつつある里山的環境と判断できる。実際の本調査地の環境には、原生林的な自然はなく、里山と公園緑地の中間的な環境といえるため、上記の評価と概ね合致するといえる。

日本産チョウ類約 240 種のうち 63 種が環境省によって絶滅危惧種に指定されており (環境省, 2006), 同様に大分県産チョウ類 128 種のうち 26 種が大分県の絶滅危惧種に指定されている (大分県, 2011)。その割合は共に 20% 以上と高い値となっている。これら絶滅危惧種の多くは、里山の消失と質的劣化がその絶滅危惧要因となっていることが多い (石井, 1993; 日本チョウ類保全協会, 2007)。本調査地で確認された絶滅危惧種は、ウラナミジャノメ (環境省絶滅危惧Ⅱ類, 大分県絶滅危惧Ⅱ類) とツマグロキチョウ (環境省絶滅危惧Ⅱ類, 大分県準絶滅危惧種) の 2 種のみであり、本調査地のチョウ相全体におけるその割合は約 5% でしかなかった。このことは、本調査地に生息していた絶滅危惧種の多くは既に地域的に絶滅してしまったことを物語っていると考えられる。つまりは、大分大学や高江地域はもとより里山の景観が残っている住床地域であっても、既に健全な里山生態系は部分的に崩壊しており、希少種の生息環境としては不適となっていると言わざるを得ない。

優占種は、ベニシジミ, ヤマトシジミ, キタキチョウの 3 種が代表的であった。全 27 調査ルートにおいてこの 3 種のいずれかの種が最優占種となっていた。ベニシジミ, ヤマトシジミ

は都市環境の指標種（1 点種）であり、キタキチョウは里山指標種（2 点種）であるが、都市にも多くみられる種であり、このことから本調査地の環境は、人の営力を強く受けているといえよう。逆に、全調査で 3 個体以下しか確認されてなかった本調査地における希少種は、ミヤマカラスアゲハ、ツマグロキチョウ、ツマキチョウ、テングチョウ、コムラサキ、ウラナミジャノメ、ジャノメチョウ、クロコノマチョウ、ダイミョウセセリ、クロセセリの 10 種であった。中でもテングチョウ、コムラサキ、クロセセリは 1 匹のみしか確認されなかった。これらの食草は、テングチョウはエノキ類、コムラサキはヤナギ類、クロセセリはミョウガなどショウガ科植物である。これらの植物は本調査地内に少ないながらも存在していてチョウの少なさと一致している。今後、これらの植物を保護、増やすことができればこれらのチョウ類の個体数も増加する可能性は高いと考えられる。

景観と森林までの距離の違いによって 27 のルートを 6 つの調査区にまとめ、種数や個体数などを 1 ルートあたりの平均±標準偏差で比較した（図 29～図 33）。調査実施前、種数は、景観のモザイク性が高い環境及び森林に近い環境が、より高い値になるであろうと予想し、それは、「住床・里山」>「分大・森林」>「分大・教育棟」=「分大・工学棟」>「分大・グランド」>「高江・住宅地」の順であった。しかし、種数の結果は、「住床・里山」（ 22.3 ± 1.9 種）>「分大・森林」（ 11.7 ± 2.7 ）>「高江・住宅地」（ 11.2 ± 1.9 ）>「分大・工学棟」（ 10.3 ± 3.2 ）>「分大・教育棟」（ 9.8 ± 1.9 ）>「分大・グランド」（ 7.0 ± 1.4 ）となり（図 30）、6 番目と予想した「高江・住宅地」が 3 番目となった。また、有意差も「住床・里山」とその他 5 調査区の間のみでしか検出されなかった。これは、「高江・住宅地」の種数が予想以上に多く、「分大」全体の種数が予想以上に少なかったためである。「分大」全体の種数が少ないことに関する考察は後述するとし、まずは、「高江・住宅地」の見た目の環境以上に多くの種数を確認できた推論を二つ挙げる。一つは、「高江・住宅地」の調査ルートはどれも住宅に囲まれているが、その住宅街の向こうには森林が存在しており、その距離は 500m 以内と、飛翔能力の高いチョウ類にとっては、「高江・住宅地」もそれらのチョウ類の行動圏内となっている可能性が高いことである。ただし、大分大学のいずれの調査ルートも「高江・住宅地」よりも近距離に森林が存在するため、この推論だけでは、本結果を十分には説明できない。もう一つの推論は、「高江・住宅地」の庭木、花壇など園芸植物がチョウ類の生息環境として機能しているということである。高江地域の多くの住宅の敷地は 70 坪から 100 坪と日本の一般的な敷地と比べるとかなり広く、多くの住宅は広い庭を有しており、そこには必ずといっていいほど庭木、花卉、野菜など何らかの植物が栽培されている。栽培植物の調査は行っていないが、ナミアゲハの食草となるミカン科の植物やツマグロヒョウモンの食草となるパンジーなどスミレ科の植物は確認しており、また、それに対応したチョウ類も確認していることから、高江地域の庭の栽培植物が「高江・住宅地」のチョウ類の種数に何らかの影響を与えていると考えられる。

環境指数の順位も種数と同様の予想を立てていたが、種数と同じく「高江・住宅地」が予想外に高順位になった（図 31）。但し、全ての順序が種数と同じではなく、種数では「高江・住宅地」は「分大・工学棟」より上で 3 番目に高い値であったが、環境指数においては「分大・工学棟」より下となり 4 番目となった。この順位変動の要因は、環境指数は都市環境に生息する種は 1 点、里山環境に生息する種は 2 点、原生林環境に生息する種は 3 点と種による重みづけによる評価指数であることが関係しており、「分大・工学部」では 3 点種であるモンキアゲハが確認されていること、1 点種と 2 点種の比率において「分大・工学部」は「高江・住宅地」より 2 点種

の方が多かったことによるものと考えられる。

環境指数が指標する環境区分（巢瀬，1998）では、「住床-高江」は里山環境であることを示す中自然であったが、他の5つの調査区は皆、住宅地や公園緑地のような都市的環境を示す寡自然と判定された。このことから、「高江-住宅地」のチョウ群集が見た目の環境よりも豊富という訳ではなく、大分大学が全体的に景観や緑地面積の割にはチョウ相が貧弱であると解釈できる。また、本調査区では群を抜いてあらゆる評価が高かった「住床-里山」であるが、中自然（環境指数範囲 40～99 点）の中の 42 点であり、多自然（100～149 点）や富自然（150 以上）には程遠い値であり、全国的にみると決して豊かなチョウ類群集とは言えない。

総個体数は、時に、少数の優占種によって大きな数値となることがあり、そのような状況は生態学的に良好な状態とはいえない（木元・武田，1989）。そのため、総個体数のみで何かを指標することは難しいと言われているが、本結果では、種数、環境指数、多様度指数のいずれの分析においても一番高い値であった「住床-里山」、一番低い値であった「分大-グランド」が、総個体数においても共に同じ順番となっており、また、他の分析同様に総個体数でも「住床-里山」だけ他の調査区と有意差が得られた（図 29）。このことから、チョウ類においては総個体数も大まかな環境の良し悪しを指標できるものと推察された。

シンプソンの多様度指数は、群集の種数が多く、その種構成が均衡度が高ければ、高い値を示す指数である。そのため、「分大-教育棟」は優占種が個体数全体の多くを占めていたため、相対的に指数値が下がり、また、「分大-森林」、「高江-住宅地」では個体数は少なかったものの、優占種の優占度合は低く、種構成の均衡性が高かったため、種数よりも相対的に数値が上がった（図 32）。よって、個体数、種数、環境指数では有意差が検出されなかった「分大-森林」と「分大-教育棟」、ならびに「分大-森林」と「分大-グランド」の間で有意差がみられるようになったものとする。

このように、チョウ類群集から評価した大分大学構内の自然環境は、決して豊かとはいえず、住宅地や公園緑地程度のものでしかないという結論が導かれた。しかし、大分大学にはチョウ類以外の希少生物は数多く生息しており（永野・藏淵，2011）、また景観的にも住宅地よりは遥かに豊かな自然を有しているように思える。この見た目の環境とチョウ類群集からみた環境評価のギャップはどこから生じているのであろうか。一つには、大分大学は、被植率は高いが、草本植生に占める外来種の割合が高いためチョウ類の食草にあった植物が少ないと推察した。チョウ類は極一部の種を除き、全て食植性であり、種により食草が決まっている（白水，2011）。在来種の多くは在来の植物を食草としている。そのため、外来植物の増大、在来植物の減少は、チョウ類の種数、個体数に負の影響を与えているのではないかと考えられる。しかし、Arthur (2002) は、都市部においては、外来植物であっても幼虫の代替食草になったり、成虫の餌として機能したりし、それがチョウ類群集の多様性を高めているとの報告している。一方、Florens et al. (2010) は、島嶼環境においては、外来植物の分布拡大による在来植物の減少がチョウ類群集の多様性を低下させていると述べている。おそらくは、在来植生の大部分が破壊されてしまった都市環境では、外来植物の分布拡大によってチョウ群集の多様性も上昇するが、在来植生が残る環境においては、外来植物の分布拡大は、在来植物を減少させることとなるため、チョウ群集の多様性も下降すると思われる。本研究では、植物相の調査を行っていないため、外来植物とチョウ類群集の関係について明確に言及することはできない。しかしながら、永野・稲津（未発表データ）では、大分大学構内のタンポポ類の 80% 以上は、外来種、もしくは

は、外来種との雑種であるとの結果が出ており、また、永野・後藤（2011）の簡易植物相調査からも大分大学構内の植物相、特に草本層には外来植物がかなりの割合を占めていると推察される。よって、大分大学構内のチョウ類群集が貧弱である要因として、外来植物の影響の可能性は高いと思われる。

また、里山の管理放棄、それに伴う林床植生の単純化や竹林の分布拡大はその空間の生物多様性に大きな負の影響を与えており（鈴木，2010）、チョウ類においても同様の影響が報告されている（石井，1993；田下，2010）。大分大学構内の里山林が管理放棄状態になって久しいこと、竹林化が進行していることは、森の外観を一見するだけ明白である。このことから、大分大学構内のチョウ類相の貧弱さの要因の一つとして、大分大学構内の里山林の荒廃は深い関係があると思われる。

一方、住床地区では、在来植物の多様性が高く、また、水田、果樹園、畑、森林、池、小川などの多様な環境がモザイク状に配置されていた。これらの好適環境条件がチョウ群集の多様性を高め、他の調査区のそれと有意な差として現れたと思われる。しかし、一般的な里山環境と比較すると（巢瀬，1998）、住床地区といえども、種数、環境指数は高いものではなく、絶滅危惧種もツマグロチョウ 1 種・1 個体しか確認することができなかった。この要因としては、今回調査した住床地区は 3 世帯の農地しかないため面積的に小さいこと、他の農地や集落と離れていること、森林の管理放棄、竹林拡大が進んでいることが挙げられる。

これらのことから、今後、チョウ類の多様性に配慮した環境を保全・創造・再生していくためには、画一的な緑地面積の大きさではなく、植物の多様性に配慮する必要があると考えられた。特に外来植物の増大と在来植物の減少は、チョウ類に大きな負の影響を与えることが示唆されたため、外来植物を選択的に駆除し、在来植物を優先的に保全することが必要といえる。また、緑地だけでなく、水辺や農地など多様な環境が同所的に存在することがチョウ類の多様性を支えていると考えられた。それはチョウ類のみならず生物多様性全体を大きく向上させるものであり、今後、それらに配慮した計画的な環境設計とその管理が大分大学構内の自然環境ならびに里山の保全活動に求められる。

V 謝辞

大分県内のチョウ相についての情報提供や同定指導を頂いた三宅武氏（大分昆虫同好会会長）、研究計画立案時にご指導頂いた大脇淳准教授（新潟大学農学部）。資料提供等のご協力を頂いた大分大学教育福祉科学部の高濱秀樹教授、泉好弘准教授。データ整理・解析など多大なご指導・ご助言頂いた大分大学教育福祉科学部内地留学生中野吾一氏（現中津市立如水小学校教諭）ならび同大学院教育学研究科後藤大輝氏。野外調査に協力頂いた大分大学の岩田将悟氏、久保田友一氏、隈本正倫氏、宮原亜希氏、宮原美鈴氏、山本一成氏。数々の助言を頂いた大分大学教育福祉科学部生態学研究室の稲津文佳氏、藏淵友花氏、後藤砂紀氏、白澤佳那子氏。以上の方々に心より感謝の意を表します。

参考文献

- 青柳正人・吉尾政信 (2002) 大阪北部の都市環境におけるチョウ類群集の多様性, 環動昆, 13 (4), 203 - 217.
- Arthur M. S. (2002) The Californian urban butterfly fauna is dependent on alien plants, Diversity and Distributions, 8(1), 31-40.
- 今井長兵衛・石井実 (1998) チョウの調べ方, 288pp. 文教出版, 大阪.
- 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 (2), 43 - 64.
- 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 (1993) 里山が危ない, 里山の自然を守る (石井実・植田邦彦・重松敏則), 2 - 23. 築地書館, 東京.
- 石井実・広瀬俊哉・保田淑郎 (1998) チョウの調べ方, 233pp. 文教出版, 東京.
- 平嶋義宏 (監) (1989) チョウ目, 887-1088, 本産昆虫総目録, 1767pp. 九州大学農学部昆虫学教室, 福岡.
- 日浦勇 (1976) 大阪・奈良地方低地における蝶相とその人為による変貌, 自然史研究, 1 (10) : 189 - 206.
- 開発法子 (2011) 市民調査から生物多様性を保全した持続可能な地域づくりへ, 市民調査全国大会 2010 報告書 (日本自然保護協会 編), 8 - 17.
- 環境省 (2010) 生物多様性総合評価報告書, 277pp, 環境省.
- 環境省 (2006) 改訂・日本の絶滅のおそれのある野生生物 5・昆虫類, 248pp, 自然環境センター, 東京.
- 加藤義臣・矢田脩 (2005) 西南日本および台湾におけるキチョウ 2 型の地理分布とその分類学的位置, 蛾と蝶, 56 (3), 171-183.
- 木元新作・武田博清 (1989) 群集パラメータと多様度指数, 群集生態学入門, 124 - 151. 共立出版, 東京.
- Kitahara M., Yumoto M. & Kobayashi T. (2008) Relationship of butterfly diversity with nectar plant species richness in and around the Aokigahara primary woodland of Mount Fuji, central Japan, Biodiversity and conservation, 17 (11), 2713 - 2734.
- Mace, G. M. & Baillie, J. E. M. (2007) The 2010 biodiversity indicators: challenges for science and policy, Conservation Biology, 21(6), 1406-1413.
- 三宅武 (2007) 大分県初記録のリウキュウムラサキ, 二豊のむし, 45, 32-33.
- 野崎敦士 (2001) 大分県にてアマミウラナミシジミを採集, 二豊のむし, 38, 30.
- 三宅武 (2010) 大分県のルリウラナミシジミ 2009 年, 二豊のむし, 48, 104-105.
- 宮田彬・三宅武・野崎敦士・玉嶋勝範 (1999) 大分県の鱗翅類, 507pp, 大分.
- 永野昌博・後藤砂紀 (2011) 土壤動物を指標とした植生管理と生物多様性の関係—大分大学構内における土壤動物を用いた自然の豊かさ評価—, 大分大学教育福祉科学部研究紀要, 34(1), 73-84.
- 永野昌博・藏洲友花 (2011) 大分大学構内におけるオオイタサンショウウオの生息状況. 大分大学教育福祉科学部研究紀要, 33 (2), 139 - 146.
- 中村寛志 (2007) 指標種による環境評価, 野生生物保全技術第2版 (新里達也・佐藤正孝編), 242 - 258. 海遊舎, 東京.
- 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.
- 中島健太郎 (2012) チョウ類を指標とした大分大学周辺の環境評価, 平成 23 年度大分大学教育福祉科学部卒業論文, 65pp. 大分大学教育福祉科学部生態学研究室, 大分.
- 日本自然保護協会 (1994) 指標生物—自然をみるものさし—, 360pp. 平凡社, 東京.
- 日本チョウ類保全協会 (2007) チョウ類保全ガイド—チョウをシンボルに自然環境を守る—, 23pp, 日本チョウ類保全協会, 神奈川.

- Nishinaka Y. & Ishii, M. (2007) Mosaic of various seral stages of vegetation in the Satoyama, the traditional rural landscape of Japan as an important habitat for butterflies, Transactions of the Lepidopterological Society of Japan, 58(1), 69 - 90.
- Ohwaki A., Nakamura K. & Tanabe S. (2007) Butterfly assemblages in a traditional agricultural landscape: importance of secondary forests or conserving diversity, life history specialists and endemics, Biodiversity and conservation, 16(5), 1521-1539.
- 大脇淳・村山暁 (2010) 十日町市の「チョウ図鑑」, 47pp. 十日町市立里山科学館「森の学校」キョロロ, 新潟.
- 大分大学 (2012) 大分大学パフォーマンスレポート 2012, 17pp, 大分大学, 大分.
- 大分県 (2011) レッドデータブックおおいた 2011, 249pp, 大分県生活環境企画課, 大分.
- Rossi J. -P. & Halder I. V. (2010) Towards indicators of butterfly biodiversity based on a multiscale landscape description. Ecological indicators, 10, 452 - 458.
- Simpson E. H (1949) Measurement of diversity, Nature, 163, 88.
- 白水隆 (2011) 日本産蝶類標準図鑑 (第3刷), 336pp. 学研教育出版, 東京.
- 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 (日本鱗翅学会編), 83 - 90.
- 巢瀬司 (1998) 環境指標性を利用した解析, チョウの調べ方 (今井長兵衛・石井実編), 59-69. 文教出版, 大阪.
- 玉嶋勝範・三宅武 (2010) 大分県のクロマダラソテツシジミ 2009 年, 二豊のむし, 48, 99-103.
- 鈴木重雄 (2010) : 里山における竹林の拡大. 地理, 55 巻, 9 号, 37 - 43.
- 田中蕃 (1988) 蝶による環境評価の一方法, 蝶類学の最近の進歩 (三枝豊平・矢田脩・上田恭一郎編) 日本鱗翅学会特別報告6, 527 - 566.
- 田下昌志・市村敏文 (1997) 標高の変化とチョウ群集による環境評価, 環動昆, 8, 73 - 88.
- 田下昌志 (2010) 里山の管理とチョウ群集の多様性, 蝶と蛾, 60 (1), 52-62.
- 海野和男・青山潤三 (1993) 日本のチョウ (第7刷新装版), 191pp. 小学館, 東京.
- 吉田宗弘 (2002) 都市環境指標としてチョウ類群集の問題点, 環動昆, 13 (2), 87 - 92.
- 鷲谷いづみ・宮下直・西廣淳・角谷拓 編 (2010) 保全生態学の技法 - 調査・研究・実践マニュアル, 327pp. 東京大学出版会, 東京.

Environmental Evaluation by Butterfly Communities in and around Oita University

NAGANO, Masahiro and NAKASHIMA, Kentaro

Abstract

To evaluate the natural environment of Dannoharu campus of Oita University, we investigated butterfly communities by route census surveys in and around the University from April to November in 2011. Eighteen census routes were in the university grounds where there were buildings, parking lots, sports grounds, grass-land and forest. A further four routes were in the Sumitoko district, a traditional rural landscape with paddy fields, vegetable farms and forest. Five more routes were in the Takae district, an emergent residential area with some mini parks. After some analysis, Three to six adjoining routes were treated as one site on account of similarity of landscape and distance from forest.

In the total survey, 39 species and 1402 individuals were recorded. The dominant species in all routes was one of *Lycaena phlaeas daimio* or *Zizeeria maha argia* or *Eurema hecabe*. These species indicate urban or residential areas which are affected strongly by humans. As a result of analysis by Scheffe's test, the Sumitoko site is significantly higher in the number of individuals, species richness and environmental index (Sunose, 1993) than other sites. No significant difference was shown between every other site. The environmental index value indicated that the Sumitoko site was rural, but the environments of the other sites were indicated as residential areas or parks.

Therefore, although Oita University has large green areas and seemed to be a good natural environment, it is hard to conclude from the analysis of butterfly communities that it is a good natural environment. Probably, the causes of this can be attributed to increase of invasive plants and the decrease of native plants. Thus, we need integrated management of the natural environment; in particular, we need to attach importance to the expulsion of invasive plants, the conservation of native plants, and the revivification and utilization of traditional rural ecosystems.

【Key words】 Butterfly, Biological indicator, Biological diversity, Environmental evaluation, Environmental education