

## 《論 文》

## 龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2008年

——環境選好性——

山 本 道 也

Community Structure of Butterflies Observed in and near Ryugasaki,  
2008, Based upon Their Habitat Preference  
MICHIIYA YAMAMOTO

## キーワード

チョウ群集 (butterfly assemblages), 環境選好性 (habitat preference), 群分析 (cluster analysis), 都市化 (urbanization)

## はじめに

1982年開始の調査ルートを固定してのチョウ成虫帯状センサスは、景観変化の安定した2012年をもって終了とした(1993年は調査せず)。調査地は、大規模工業団地誘致に付随するニュータウン建設の計画域の中にあつて、当初の関東平野外縁部に広がる谷津を特徴とする農村景観から、30年余をかけて、郊外型市街景観へと大きく変貌した。1985年の一部の雑木林の伐採、造成工事の開始を手始めに、造成域は南から北へ断続的に拡大され、調査ルートを挟む形で最寄りのJR駅に向かう2本の大型道路建設が進むのと並行して、1992年には調査ルートの南半部の居住区(=南街区)で住宅建設が始まり、居住人口の増加とともに、1994年にはJR駅を結んで路線バスも運行され始めた。さらに、市街化計画は調査ルートの北半部にも及び(1997年～)、幹線道路の新設を手始めに、2000～2007年にかけて総合病院、市の総合体育館、陸上競技場などの大型施設が相次いで建設、竣工され、隣接して北街区が出現、大型道路沿いでは複数の商業施設も営業を始めた。そして、2012年の大型ホームセンターの開設をもって、当調査地を含む周辺域を対象とした郊外型市街化計画(龍が岡ニュータウンと呼称)の概観は整った。居住区では、造成地の2/3は

どに建物が建てられ、空き地は家庭菜園として利用されたり、そのまま放置されたりして荒地化している所もあるが、総合病院、総合運動公園、郊外型商業施設も整い、調査地そのものが新興住宅街へと様変わりし、往時の景観を残すのは谷津沿いに残った斜面林のみとなった。調査ルートとして使用していた農道も当初のままのものは全体の1/10ほどで、旧ルートをなぞる形で新設された道路で代替してセンサスを続行して来た。この間、チョウ相は、自然変動(種内・種間競争、気候変化によるもの)に加えて、景観変化による影響を被ることになった(山本, 1989, 1991a, 1991b, 1993, 1994, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2010, 2012, 2013, 2014, 2016a, 2017, 2018, 2019a, b, 2020a, c, 2021a, b, 2022a, b)。

本報告ではその住宅建設期中期の段階(山本, 2007, 2016b参照)に当たる2008年におけるチョウ相の変化を環境選好性の観点から報告、論議する。解析の手順は従来の報告を踏襲している。以下にその主要点を列挙する。

1. 3～11月まで1旬につき2回の帯状センサスの結果を19の調査小区ごとにまとめ、得られた種ごとの調査小区別個体数を等距離補正し、それを基礎データとして解析する。
2. この調査小区別補正個体数分布の結果に、主成分分析と群分析を併用し、チョウ下群集とその生息環境の類型化を行う。

3. 上述の方法で細分化された下群集について、生息環境ごとに種数、個体数、多様性、優占種の違い、及びそれらの経年変化に言及し、景観変化との関連性を考察する。

### 調査地および調査方法

龍ヶ崎市郊外の、谷津田を挟んで南北二つから成る段丘（海拔20～25m）を縫う幅3.5m、全長約2.5Kmの農道を帯状センサスのためのルートとして利用した。調査初期、南側段丘には斜面林に囲まれて点在する人家を抜けて、竹林、畑地帯が広がり、次の斜面林を降りると谷津田があり、ルートは谷津田を抜けて、北側段丘に至る。なだらかな斜面林を上った北側段丘には、わずかな畑、落葉広葉樹主体の雑木林、

杉・松の比較的若い植林地、アズマネザサが優占する荒地が続き、更に古い杉植林地を抜けて、小学校敷地外縁と二つの民家で終わっていた。センサスルートは、おおよその景観の違いによって19の小区に分けられ（南からA区 = A<sub>1</sub>～A<sub>4</sub>小区, B区 = B<sub>1</sub>～B<sub>4</sub>小区, C区 = C<sub>1</sub>～C<sub>4</sub>小区, D区 = D<sub>1</sub>～D<sub>3</sub>小区, 表1, 2。1986年報告までは15の調査小区であったが、1987年からは、A区での造成工事による景観変化を考慮して、A<sub>2</sub>, A<sub>4</sub>小区をそれぞれ二分し、A<sub>2a</sub>, A<sub>2b</sub>, A<sub>4a</sub>, A<sub>4b</sub>小区とし、さらに、1990年からは新設道路の工事で二分されたC<sub>3</sub>をC<sub>3a</sub>, C<sub>3b</sub>, 同様のD<sub>2</sub>をD<sub>2a</sub>, D<sub>2b</sub>とした）、小区ごとに目撃されたチョウの種類と個体数が記録された（山本, 1983, 1989参照）。

調査ルートの南半部 (= A区) で多くを占

表1 1982～2002年の各調査小区別景観変化と林地率\*, 環境指数\*\*

調査小区	距離(m)	1982年	1983～1991年の変化	1992～2002年の変化
A <sub>1</sub>	260	(4) 人家, 竹林, 照葉・落葉樹の混交低木林	変化なし	側溝新設工事 (1996年)
2a	140	(1) 畑地 (ジャガイモ, ナスなど)	ルート右側造成後荒地化 (1986年)	道路拡幅工事(1994年), 新築家屋(1995年)
2b	120	(3.5) 左: 竹林, 右: 造園用地	右側10mを残して造成 (1987年)	右側再造成 (1997年) 後荒地化
3	160	(1) 畑地(ジャガイモ, キャベツ, ナスなど)	変化なし	コイン洗車場開業 (1999年)
4a	220	(1) 畑地 (ジャガイモ)	工事用道路建設 (1984年)	住宅街, バス運行開始 (1994年)
4b	150	(1) 畑地(ジャガイモ, ナス, キャベツ)	荒地化後(1987年), 造成・道路建設(1989年)	住宅建設 (1993～1999年)
B <sub>1</sub>	90	(4) 照葉樹を低・中層木とする杉林	間伐 (1989年)	
2	90	(1) 水田, 沼沢地	アシ・ガマ湿地化後埋め土 (1991年)	河川改修工事(1993～1998年), テニスコート(1999年)
3	140	(4) 照葉・落葉樹の混交林とササ藪	伐採(1985年), 造成(1986年)後荒地化	再整地(1996年), 総合体育館建設開始(2001年～)
4	100	(2.5) 左: 畑地(ピーナッツ), 右: ササ藪		大型道路建設工事を完了(1996年), 総合体育館オープン(2002年)
C <sub>1</sub>	130	(4) コナラが優占する雑木林	南側10mを残し皆伐(1985年), 残存林皆伐(1987年)	シバ吹付工事 (1997年)
2	190	(4) 赤松の多い雑木林で林床はササ	伐採 (1990年), 造成 (1991年)	荒地化
3a	130	(2.5) 左: ササ藪, 右: 荒地(ススキなど)	伐採 (1990年), 造成 (1991年)	荒地化
3b	90	(3) 左: ササ藪, 右: シンジユの林	左側道路建設工事 (1989年)	ササ藪皆伐後造成・道路建設工事(1999～2001年)
4	100	(2.5) 左: ササ林床の杉林, 右: ピーナッツ畑	1988年以降畑荒地化	病院建設開始(2000年), 病院駐車場完成(2001年)
D <sub>1</sub>	100	(4) 林床植物の豊富な杉林	変化なし	杉林皆伐, 造成後(1999年)病院建設開始(2000年), 2001年開業
2a	20	(3) ササ藪	大型道路工事開始(1985年), 供用開始(1989年)	ササ藪, 杉林, 保存林として整備(2000年)
2b	160	(2) 左: 小学校用地, 右: ササ藪	右側伐採(1990年)後シンジュ低木林形成(1991年)	皆伐, 造成(1994年), 1棟新築(1997年)
3	80	(4) 左: ササ藪, 右: 杉とササ藪	左側伐採(1990年)後シンジュ低木林形成(1991年)	皆伐, 造成(1994年), アパート(1998年), サッカー部合宿所(2000年)
林地率 (%)		49.4	49.4～27.1	23.1～14.2
環境指数平均		2.68	2.68～1.81	2.09～1.48
都市化			ニュータウン建設工事開始(伐採, 造成, 荒地化)	南街区完成, 都市化の北進

\* 林地率: 環境指数3, 4の調査ルート全体に占める割合

\*\* 環境指数: カッコ内の数値-0: 裸地, 1: 耕作地, 2: 荒地, 3: 低木林, 4: 高木林, 調査ルートの左右で平均化

めていた耕作地は1985年以降一旦造成された後の荒地化が進行し、特に、A<sub>4</sub>小区ではセイタカアワダチソウの広い群落形成されていたが、1989年以降、再整地が行われ、下水道を主とした土工事も始まり、居住区建設が本格化した。1992年には生活用道路工事も始まり、1993～1994年にかけて住宅建設が一斉に進み、当初計画予定の南街区(=現城之内地区)が出現、1994年秋には最寄りのJR駅を結んでバスの運行も始まった。街区から少し外れていた調査ルート(=A<sub>2</sub>～A<sub>3</sub>小区)左右の畑地にも新築棟が目立つようになってきた。

B<sub>1</sub>小区は谷津田のB<sub>2</sub>小区に下る斜面林の中のルートで、調査初期にはD<sub>2b</sub>小区にある小学

校への通学路としても利用されていたが、1985年のB<sub>3</sub>小区(谷津田北側斜面林内ルート)での斜面林伐採で始まった大規模土地改良工事の開始に伴い、ほぼ廃道化され、1999年にはA<sub>4</sub>小区側にフェンスがめぐらされ、通行不能となった。迂回して調査はB<sub>2</sub>小区側から続行されたが、これに伴い、ルート両側の斜面林も林床のササが背丈を越えて茂るに任され、斜面林を構成する種々の木々の成長もあり、2000年あたりからはルート内通路は木漏れ日も届かないほどに鬱閉された状態となった。

谷津田(B<sub>2</sub>小区)では1991年に埋め立て工事が始まり、安定化のために数年寝かせた後、1997年の河川の付け替え工事を手始めに、自然

表2 2008年の各調査小区別景観変化と林地率、環境指数

調査小区	距離(m)	2008年の景観	環境指数
A <sub>1</sub>	260	斜面林内(左斜面:竹林, 右斜面:竹林, 昭葉・落葉樹の混交中木林, 次小区境を間伐—マント群落形成)	(4)
2a	140	左:畑地(荒地化, 草刈りがなく高莖化), 右:4棟, 周辺は雑草群落(イネ科草本に混じってキツネノマゴなど)	(1)
2b	120	左:竹林, 右:中学校完成(グラウンドと調査道路の間は造成地, 秋にかけてヤハズソウとイネ科草本群落形成)	(2)
3	160	左:畑地(ジャガイモ, キャベツ, ナスなど), 北側造成地にコイン洗車場 右:4棟	(1)
4a	220	左:3棟+1棟新築(3/7~), 農地, 荒地, 家庭菜園 右:農地, 荒地(イネ科草本群落)+2棟+1棟新築(3/4~)	(1)
4b	150	左:5棟, 荒地, 家庭菜園 右:斜面林近接	(1)
B <sub>1</sub>	90	照葉樹を低・中層木とする杉林, 林床にアズマネザサが成長(2m余)し, 鬱閉度が高まる	(4)
2	90	テニスコートと駐車場が整備(周辺はイネ科の雑草群落に混じってヒメジヨウヤクローバーが目立つ), 駐車場拡張工事(全面舗装)	(0.5)
3	140	総合体育館(南側に斜面林残存+サザンカ植栽+法面斜面にクローバー, イネ科草本群落)	(1)
4	100	左:天然芝陸上競技場(調査ルートとの間にクローバ群落の空地), 右:C <sub>1</sub> 大型道路併設の歩道(サツキとカナメモチの生垣)	(1)
C <sub>1</sub>	130	左:駐車場+クチナシ植栽, 右:大型道路を隔てて北街区増築工事中	(1)
2	190	荒地化(ササ+クズ+タデ類などの雑草群落が繁茂)	(2)
3a	130	荒地化(ヨシ+ササ+クズ+タデ類などの雑草群落が繁茂し, 高莖化)	(2.5)
3b	90	歩道(サツキ植栽)つき大型道路完成	(0.5)
4	100	総合病院沿いの大型舗装道路の歩道(サクラ, サツキ植栽)	(0.5)
D <sub>1</sub>	100	総合病院, 左:大型舗装道路, 右:杉, コナラ混交残存林	(1.5)
2a	20	D <sub>1</sub> から続く一部杉林の残存+斜面造成+林床は整備され遊歩道新設, ねむの木伐採(10/2)	(1.5)
2b	160	左:小学校用地+周辺空き地には家庭菜園を含む荒地, 右:1棟+農地	(1)
3	80	左:大学サッカー部第一合宿所+駐車場, 右:アパート3棟+大学サッカー部第二合宿所建設中+荒地, 回転寿司店	(0.5)
林地率(%)			14.2
環境指数平均			1.58
都市化		北街区建設中	

公園工事が動き出し、1999年には2面のテニスコートと駐車ロットが設けられ、残された南北両斜面林に沿って散策路も整備されて、公園緑地が完成した。最初の森林伐採、造成工事から10年余を経過したB<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>小区は再整地後放置され、ササ、タデ、クズ群落が背丈を越えるほどに目立ってきていたが、1996年以降は、B<sub>3</sub>小区で5年後完成予定の総合体育館付随の屋外プール建設のための大規模改良土工事が始まり、工事車の出入りが頻繁になった。1997年末からはB<sub>2</sub>小区とB<sub>4</sub>小区をつなぐ迂回路が造られ、法面造成工事も進み、調査は迂回を余儀なくされ、1998年には、B<sub>3</sub>小区は旧ルートに近接した斜面林沿いの調査小区で代替することになった。翌年には旧ルートに復帰したが、B<sub>3</sub>小区の迂回路は舗装され、斜面上部の屋外プールに向かって傾斜の緩やかな法面（シバ、クローバーなどの短茎雑草群落とカシ植栽）が広がった。B<sub>4</sub>小区は大型舗装道路に沿って歩道と生垣（サツキとカナメモチ）が作られ、屋外プールに続く総合体育館の建設も始まり、2002年のオープンをもってB<sub>2</sub>~B<sub>4</sub>小区での谷津、斜面林を改良しての市街化工事は完了した。

一方、北半部でも1995年に南伸してきた大型道路工事がC<sub>4</sub>→B<sub>4</sub>小区沿いにまで進み、1996年には共用開始、その北東側の谷津地形造成後の広大な荒地では再造成後の宅地化が進み、北街区（＝現松ヶ丘地区）としての家屋建設が始まった。また1990年以降、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>、D<sub>3</sub>小区でも本格的に伐採、造成が進行し、林地はA<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>、C<sub>4</sub>の一部とD<sub>1</sub>、D<sub>2a</sub>小区を残すのみとなっていた。更に1999年にはC<sub>4</sub>、D<sub>1</sub>小区でも伐採、造成が行われ、翌年には総合病院建設が始まり、2001年、開業に至った。そのためC<sub>3</sub>小区の北半分からC<sub>4</sub>小区とD<sub>1</sub>小区の一部にかけては新設の舗装道路沿いの歩道（道路沿いにサツキ植栽、反対側法面にはシバ貼り付け）がセンサスルートとなった。D<sub>3</sub>小区では当初の杉、ササ藪が皆伐され（1991年）、その後新たにシンジュの低木林が形成されていたが、1997年には改めて伐採、造成が進み、1998年にはアパー

ト1棟、2000年には拡幅舗装された調査用道路を挟んで大学サッカー部合宿所が開設された。このため、調査地全体の林地率も当初の49.4%から2001年以降、14.2%に減少した（山本、2007）。2005年10月下旬以降には、B<sub>4</sub>、C<sub>1</sub>小区の造成後荒地で、サッカー兼用の陸上競技場建設が始まり、調査ルート沿いに工事用フェンスが張られ、更に、D<sub>3</sub>小区の民間アパート隣りの空き地でも大学サッカー部第二合宿所の建設工事が始まった。2007年5月には完成した天然芝陸上競技場でJFL公式戦が始まり、試合時には調査ルート沿いでも車や観戦者で活況を呈した。同時期3月からは、運動公園への駐車場需要への対応のためB<sub>2</sub>小区東側荒地を対象に駐車場拡張工事が始められ、2008年には全面舗装、200台収容の駐車場が完成した。調査後25年余を経て調査地も含めた周辺域は当初の近郊農村的景観から新興住宅街の景観へ大きく変貌した。

上記調査地での帯状センサスを2008年3月上旬～11月下旬まで、1旬につき2回（3月1、7、13、17、22、26日、4月2、5、12、15、22、29日、5月1、6、17、18、24、27、6月1、7、10、16、24、28日、7月1、8、11、15、25、28日、8月1、6、11、15、21、27日、9月1、8、10、17、23、27日、10月2、9、10、16、21、28日、11月4、6、13、17、21、29日）、計54回行い、記録された種類と個体数を小区ごとにまとめ、以後の解析に処した。センサス開始時刻は10:00を予定としたが、低温期（4、5、11月）では10:15～10:30とした（その他の方法の詳細については、山本、1983を参照）。

## 結果および考察

目撃されたチョウは、5科45種3,397個体であった。個体数（＝実数）は各種ごとに調査小区別にまとめられた（図1では過去との比較のため15小区で処理、山本、1991a, b, 1993, 1994, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005,

2010, 2012, 2013, 2014, 2016a, 2017, 2018, 2019a, b, 2020a, c, 2021a, b, 2022a, b 参考)。以下, 過去25年間の調査と比較しながら, それぞれの種について調査地での環境選好性の概要を述べる(種名の後のカッコ内に目撃総個体数(=実数)を1982年/1983/1984/1985/1986/1987/1988/1989/1990/1991/1992/? = 1993(調査なし)/1994/1995/1996/1997/1998/1999/2000/2001/2002/2003/2004/2005/2006/2007/2008年のかたちで示す)。

1. ジャコウアゲハ (12/16/7/3/11/6/15/7/2/0/0/?/6/1/0/4/4/6/12/9/4/11/2/1/2/11/7) : 前9年間を通して, 特に, 耕作地とその周辺域から成るA<sub>2</sub>小区に目撃個体が集中していたが, 1994年以降はD<sub>1</sub>, D<sub>2a, b</sub>小区に目撃が集中するようになった。木陰などに隣接したオープンな立地を好む。1985年に目撃総個体数は大きく減少した。その後一時的に回復したものの再び減少傾向を示し, 一時期目撃されない年もあったが, 1997年以降, D<sub>2a</sub>小区で一桁ながら連続して目撃されるようになり, 稀に二桁目撃の年も出てきた。当年はC<sub>4</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2a</sub>小区での複数個体の目撃により, 過去平均をわずかに上回った。

2. アオスジアゲハ (37/94/75/32/103/88/80/128/79/104/136/?/52/99/42/22/75/79/83/61/80/90/48/146/54/62/74) : 26年間を通し, 林地のA<sub>1</sub>小区, それに近接したA<sub>2a</sub>小区に目撃が集中する傾向は変わっていないが, 移動力が大きいため, 他の小区で目撃される個体も多かった。ほぼ3年間隔で増減しながらも増加傾向にあり, 1992年にはそれまでの最高となった。その後は減少傾向にあり, 1997年には過去26年間の最低となった。翌年以降はA<sub>1</sub>小区を中心に2004年を除いてそれまでの平均を上回るまでに回復し, 2005年は更に三桁に増加, 過去26年間の最高となり, 実数上の優占種(その年の平均個体数を上回った種)の一つとなった。翌年以降はそのA<sub>1</sub>小区で半減し, いずれも過去平均を下回る二桁目撃となった。

3. キアゲハ (24/16/33/14/9/15/22/13/17/

17/12/?/19//23/10/14/51/38/36/24/45/35/52/62/54/18/41) : 当初はA<sub>1</sub><A<sub>2</sub>小区の日当たりの良い立地での目撃が安定していたが, 次第に他の小区, 特に耕作地とその周辺域であるA<sub>4</sub>, D<sub>2b</sub>小区などに広がる傾向がみられた。目撃総個体数は増減を繰り返し, 1986年には一桁目撃となり, 過去26年間の最低となった。その後二桁目撃に復帰, 増減を繰り返し, 1998年にはA<sub>3</sub>, A<sub>4b</sub>小区で急増, それまでの最高の目撃となった。その後はわずかに減少したものの, 2004年からはB<sub>2</sub>小区で大幅に増加し, 2005年には過去26年間の最高となった。その後減少, 前年はD<sub>2b</sub>小区を除く全小区で減少し, 過去平均を大幅に下回っての目撃となったが, 当年はA区で増加し, 過去平均を大幅に上回った。

4. アゲハ (41/56/43/55/136/108/80/53/71/140/119/?/77/101/76/70/109/132/214/188/215/177/104/223/152/134/207) : ほとんどの小区で万遍なく目撃された。その中でも林地のA<sub>1</sub>, 林縁環境のA<sub>4b</sub>, D<sub>2a</sub>小区では安定して多かった。目撃総個体数は長期に渡って二桁台目撃を基本に1986年にはC<sub>1</sub>小区, 1991年にはB<sub>3</sub>小区でも大幅に増加して, 数年おきに三桁台への急増がみられていたが, 1998年以降はA<sub>1</sub>, A<sub>4b</sub>, D<sub>2a</sub>小区を中心に三桁台で安定, 優占種としても安定し, 2000年, 2002年と更に増加して最高目撃数を更新した。ルート復帰したB<sub>3</sub>小区, 2000年に伐採, 造成地化されたC<sub>4</sub>, D<sub>1</sub>小区では減少したが, 食樹のカラタチ生垣のあるD<sub>2b</sub>小区で大幅に増加した。その後は三桁を維持したものの, D<sub>2b</sub>小区での減少で過去平均を下回る年もあったが, 2005年には同小区で倍増し, 過去26年間の最高の目撃となった。翌2年間と同小区で減少したが, 当年は同小区で大幅に増加し, 過去平均を大幅に上回って目撃された。

5. モンキアゲハ (0/0/1/0/1/0/0/0/2/0/2/?/0/0/0/0/0/1/0/0/0/0/0/0/0/0/2) : 目撃は稀。1984, 1986年に1個体ずつ, 1990, 1992年は2個体ずつがA区で, 1999年はB<sub>4</sub>小区で移動中の個体が目撃された。近隣の生息地(茨城県東部)からの移動個体の可能性が高い。1999

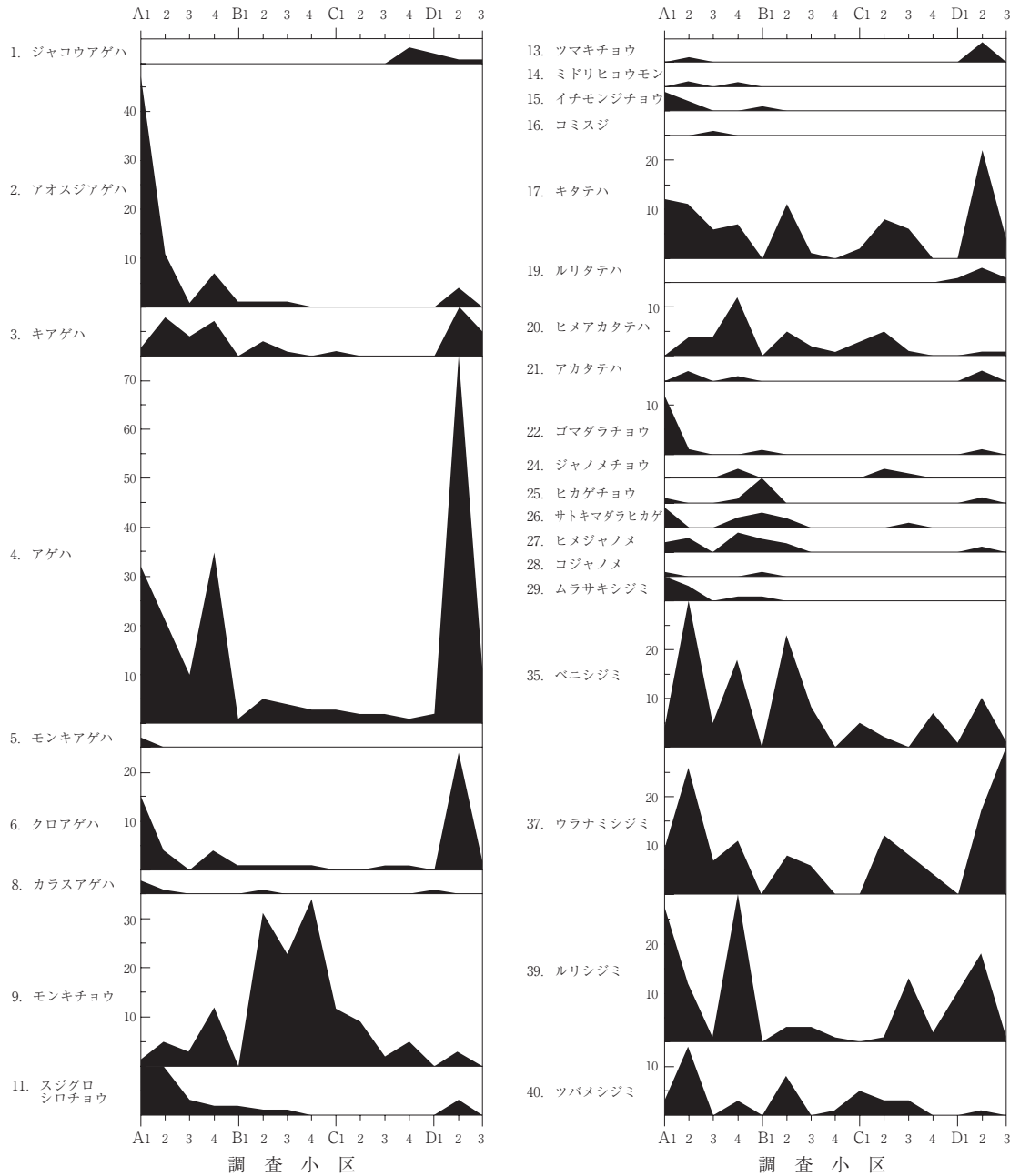
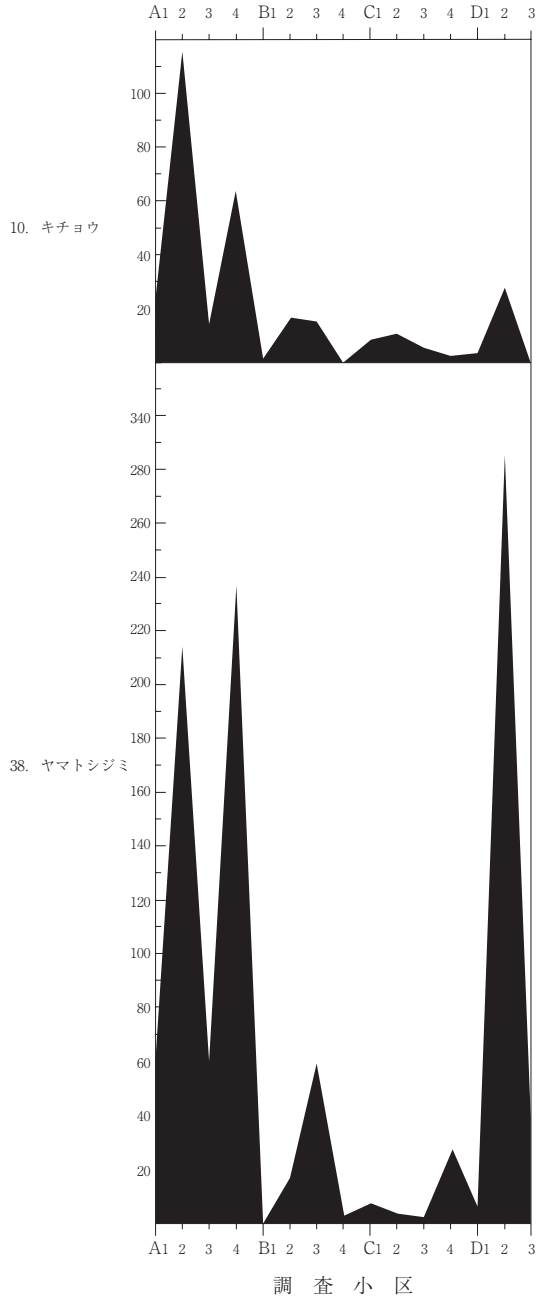
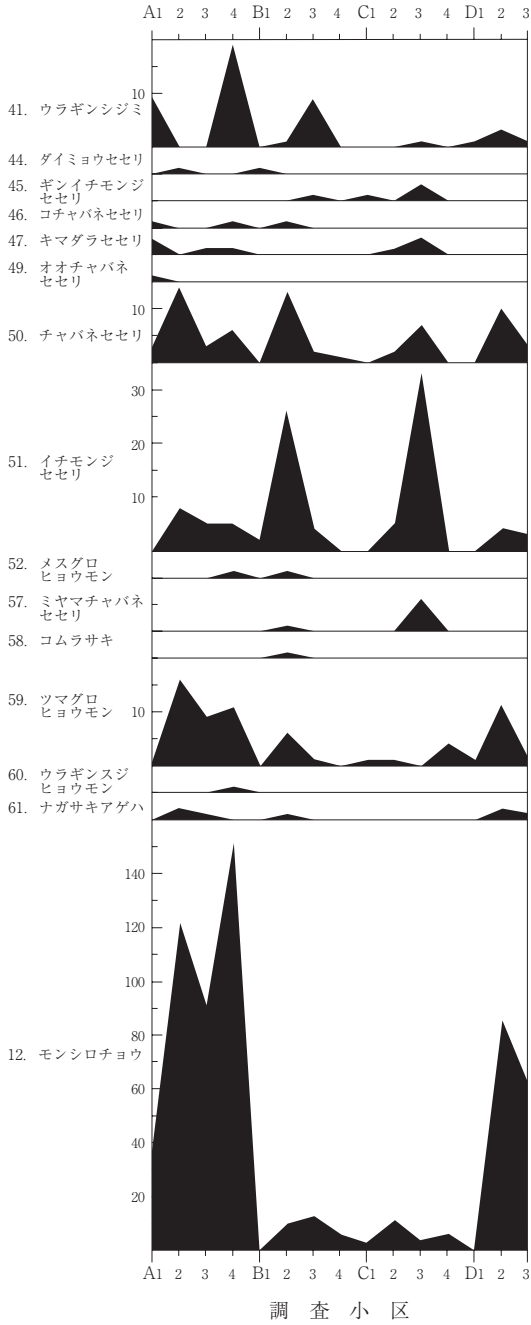


図1 目撃種45種の個体数の空間分布（モンシロチョウ、



キチョウ, ヤマトシジミは目盛りを合わせるため後出).

年以降、目撃が途絶えていたが、当年はA<sub>1</sub>小区での目撃があった。

6. クロアゲハ (10/29/18/9/15/9/25/35/16/20/21/?/22/24/12/13/24/27/29/23/36/46/18/34/39/26/55) : 木陰を好み、林地のA<sub>1</sub>小区、カラタチ生垣のあるD<sub>2b</sub>小区で多く目撃された。目撃総個体数は1985年に過去26年間の最低となり、以後、二桁目撃で増減を繰り返し、2003年にはそれまでの最高となった。翌年は一転D<sub>2b</sub>小区で急減したが、その後は同小区で増加して、当年は過去26年間の最高となった。

7. オナガアゲハ (0/0/1/0/0/0/1/0/0/0/2/?/0/0/1/0/3/0/2/0/0/0/0/0/0/0) : 目撃なしの年が多いが、目撃されても1, 2個体が普通。1998年には3個体が目撃され、過去26年間の最高となった。A<sub>1</sub>, A<sub>2a</sub>, B<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>小区と、いずれも林地およびその周辺での目撃であった。後年8年間は目撃なし。

8. カラスアゲハ (9/25/39/16/17/12/20/9/12/23/6/?/7/13/6/3/17/8/9/6/2/6/4/3/3/1/6) : 当初は林地のC<sub>1</sub>>A<sub>1</sub>>D<sub>1</sub>>B<sub>1</sub>小区などで目撃の安定していた森林性種。1987年のC<sub>1</sub>小区での伐採、造成により、同小区での目撃はなくなった。1984年までは増加傾向にあり、同年には過去26年間の最高の目撃となった。その後、緩やかな減少傾向を示し、その間、A<sub>1</sub>小区で減少した上に、D<sub>1</sub>小区は2000年以降、総合病院建設地となり、周辺にわずかの林地が残されたが、生息地としては不適となったことで、一桁目撃の年も出始めた。特に後10年は当年も含めて一桁目撃が連続し、前年は1個体目撃に終わり、過去最低の目撃となっていた。

9. モンキチョウ (7/4/7/10/1/18/17/41/33/16/22/?/87/40/10/137/263/120/138/91/246/242/205/237/232/239/135) : 林地を除く全ての小区で目撃された。当初の一桁目撃から1987年を境に増加傾向を示し、その後もA<sub>4</sub>小区、B区を中心に増加傾向が続き、1994年は、A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub>, B<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>小区でそれまでの目撃レベルをはるかに上回って急増した。その後一端減少したが、1997年からB~C区で急増し、調査開始後

初めて三桁を超え、優占種として安定し、翌年は更に倍増して過去26年間の最高となった。その後は減少し、2001年は再び二桁となったが、翌年以降は前年まで1997年急増のC<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>小区では減少したが、シバ、クローバーで覆われたB<sub>2</sub>小区を筆頭にB<sub>3</sub>小区でも多数が目撃されるようになり、1998年のレベルまで回復していた。当年はB<sub>2</sub>小区での減少で、三桁台は維持したものの大幅に減少した。

10. キチョウ (69/140/116/87/181/145/161/179/212/286/192/?/409/953/182/301/1,052/769/481/240/485/387/192/236/421/261/304) : 個体数が多く目撃小区もすべてに及んだ。特に、A<sub>2</sub>, A<sub>4</sub>, C<sub>3</sub>, D<sub>2</sub>小区の林縁や草丈の高い荒地で目撃個体が多かった。1986年に目撃総個体数が急増、以後、高水準が続き、1994年には荒地化後、植生が回復したB<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>小区で大幅に増加、さらに1995年にはそれまでのレベルをはるかに上回る目撃数となった。翌年の前2小区での公園緑地化工事の始まりでの一転急減を経て、再び増加し、1998年には初めての4桁目撃で最優占種となり、過去26年間の最高となった。放置化が進んだ荒地でヤハズソウ群落が形成されたA<sub>2b</sub>小区、ハギ類が成長したA<sub>4b</sub>, C<sub>3b</sub>, D<sub>2a</sub>小区などで大幅に増加した。以後優占種として三桁台を維持しながらも減少傾向を示し、2004年以降はC<sub>3b</sub>小区で大幅に減少して、いずれも過去平均を下回っての目撃となった。前々年はA<sub>2b</sub>, A<sub>4b</sub>小区で大幅に増加して、過去平均を大幅に上回ったが、前年、当年は前2小区で半減し、いずれも過去平均を下回った。

11. スジグロシロチョウ (39/38/43/5/16/35/47/82/57/24/31/?/95/8/5/3/13/26/17/13/3/4/12/11/21/35/32) : 目撃小区は多く、特に林地のA<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>小区、林地に近接したA<sub>2</sub>小区では複数個体が目撃された。最初の3年間の目撃総個体数はあまり変わりがなく、1985年になって一桁に急減した。以後は増加傾向を示し、1994年にはA<sub>1</sub>, A<sub>2a</sub>, b, D<sub>2b</sub>小区で急増、過去26年間の最高となり、2度目の優占種への仲間入りとなった。翌年は一転してそれらの小区で急減



し、一桁目撃となり、1997年は更に減少して、過去26年間の最低となった。その後しばらくは二桁目撃に復帰したが、一桁目撃の年もあり、回復は低調で、長らく過去平均を下回った状態が続いていたが、前年、当年はA<sub>1</sub>、A<sub>2a</sub>小区での増加で、いずれも過去平均を上回る目撃となった。

12. モンシロチョウ (212/371/421/455/306/331/342/299/440/303/382/?/477/665/323/533/364/507/506/539/448/488/628/685/638/786/600) : 耕作地とその周辺域からなるA<sub>2</sub>~A<sub>4</sub>小区で多くが目撃され、優占種の筆頭となることもしばしばであった。前4年間を通じて増加傾向が著しかったが、1986年には減少、以後は緩やかな増減を繰り返し、1995年にはA<sub>3</sub>、A<sub>4b</sub>小区で急増し、それまでの最高の目撃となった。その後は増減しながらも過去平均を上回る年が多く続き、2004年からはA<sub>2</sub>~A<sub>4</sub>小区で大幅に増加し、さらに2004年はB<sub>2</sub>小区、前年にはD<sub>2b</sub>、D<sub>3</sub>小区での目撃増も加わって、過去26年間の最高となった。当年はA<sub>2b</sub>小区で大幅に減少したものの、過去平均を大幅に上回っての状態が続いた。

13. ツマキチョウ (23/9/16/21/6/6/17/7/7/7/1/?/12/11/4/2/4/2/11/4/3/0/1/3/4/8/5) : 林地に近接した耕作地周辺域などで目撃される。A<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>小区などで多く目撃されていたが、後小区ではオープン化の影響を受けて目撃が途絶えた。その後、A<sub>2a</sub>小区や新たにD<sub>2b</sub>小区などで目撃されるようになった。目撃総個体数は二桁目撃と一桁目撃の間で増減を繰り返しながら減少傾向にあって、1992年には1個体目撃となった。1994、1995年にはA、D区で複数個体が目撃され、二桁目撃へと復帰したが、その後4年は再び一桁目撃となった。2000年には再びA区での増加で二桁目撃となったが、2001年からは再び一桁目撃へと減少し、2003年は初めて目撃なしに終わった。その後は目撃される年が連続したが、当年同様、過去平均を上回る年は少なくなって来た。

14. ミドリヒョウモン (0/0/2/0/1/2/1/1/0/

0/1/?/6/5/2/0/4/2/1/0/2/3/1/0/1/5/2) : 1984年以降ほぼ連続して目撃されるようになり、1994年には一桁ながらも林地のD<sub>1</sub>、その林縁部からなるD<sub>2a</sub>小区を中心に過去26年間の最高となった。その後は減少傾向にあり、再び目撃なしの年も出始めた。前年は久しぶりに複数小区に渡っての過去平均を上回る目撃となったが、当年はわずかに減少し、過去平均とはほぼ同数の目撃となった。

15. イチモンジチョウ (27/50/56/33/39/32/34/21/16/6/6/?/12/5/10/3/20/6/4/2/0/5/2/1/1/8/8) : 1985年以前は林地のB<sub>3</sub>、C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>小区に目撃が集中しており、そこでの増減が目撃総個体数の年変動の原因と思われたが、1986年以後には伐採後のB<sub>3</sub>小区での目撃がなくなり、C<sub>1</sub>~C<sub>3</sub>小区でも伐採や工事車両の通行の影響を受けて目撃数が急減した。後年は残された林地のA<sub>1</sub>、B<sub>1</sub>小区やその隣接小区で目撃された。目撃総個体数は1982、1983、1984年と増加したが、その後減少傾向にあり、1991年には一桁台となった。その後二桁目撃の年もあったが、1998年を最後に一桁台に減少し、2002年には調査開始後初めての目撃なしとなった。以後、A<sub>2a</sub>小区周辺や林地のB<sub>1</sub>小区で目撃され、前年、当年はA<sub>1</sub>、A<sub>2a</sub>小区でも複数個体が目撃されたが、減少傾向は否めなかった。

16. コミスジ (76/105/101/44/57/81/83/63/56/20/68/?/37/98/34/7/36/16/10/2/3/9/1/1/7/2/1) : 1985年までは、林地のB<sub>1</sub>、B<sub>3</sub>、C<sub>1</sub>、D<sub>3</sub>小区に目撃個体が集中する分布パターンで三桁目撃の優占種入りの年もあったが、1986年にはB<sub>3</sub>小区が伐採で生息不能となり、後背林地も大幅に縮小したため、以後B<sub>1</sub>小区への移動増となって現れた。その後、1991年のC区での伐採による目撃減で、目撃小区は林地のB<sub>1</sub>>A<sub>1</sub>>C<sub>4</sub>>D<sub>1</sub>小区などに限られた。1999年には、さらにC<sub>4</sub>、D<sub>1</sub>小区が伐採、造成地化され、B<sub>1</sub>>A<sub>1</sub>小区及びその周辺に限られての目撃となった。増減を繰り返しながらも減少傾向がうかがえ、1995年の急増を境にその減少に拍車がかかり、1997年は調査開始後初めての二桁目撃

で、それまでの最低となった。その後二桁目撃に復帰したが、減少傾向は否めず、2001年以降は一桁目撃の年が連続し、2004年には初めて1個体目撃となり、その後も当年も含めて1個体目撃の年が増えて来た。

17. キタテハ (56/62/47/63/178/119/114/65/95/87/60/?/46/107/62/98/69/115/176/36/83/96/56/56/111/130/89) : 耕作地とその周辺域からなるA<sub>2</sub>, A<sub>4</sub>小区に集中して目撃され、更に、1985年以降、C<sub>3</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>小区も加わった。特に、A区では土地買収の結果、耕作地が荒地化し、セイタカアワダチソウが優勢となり、秋期には本種成虫がしばしば吸蜜に訪れ、1986年には前4年間のレベルをはるかにしのぎ、過去26年間の最高の目撃となった。それらの小区が、1989年には造成、裸地化され、その後の目撃数の減少を招き、1994年にはそれまでの最低の目撃となった。以後回復傾向がみられ、植生の回復とともに再びそれらの小区、特にC<sub>3a, b</sub>, D<sub>2b</sub>小区で増加し、優占種に名を連ね、2000年には更に増加して、過去最高に迫るまでになったが、翌年に行われたC<sub>3b</sub>小区での病院建設に伴う道路改修工事の影響を受けて、一転急減、過去26年間の最低となった。その後、工事終了後2年間はC<sub>3a</sub>, D<sub>2b</sub>小区で倍増して、過去25年間の平均を上回って目撃され、優占種にも復帰したが、2004年、翌年は同小区で半減し、いずれも過去25年間の平均を下回った。一方、前々年はA<sub>1</sub>, D<sub>2b</sub>小区で、前年はA<sub>4b</sub>, C<sub>3a</sub>小区での増加で、三桁目に回復、優占種にも復帰した。当年は前年増加の2小区で減少して、過去平均とはほぼ同数の目撃となった。

18. ヒオドシチョウ (0/0/0/0/0/1/0/0/0/0/0/?/0/1/1/0/0/0/0/1/0/0/0/0/0/0) : 1987年に林地のB<sub>1</sub>小区、かなりの間をおいて、1995年、1996年と続いて1個体ずつが荒地のC<sub>1</sub>小区で目撃された。その後4年連続で目撃されず、2001年になって林地のD<sub>2a</sub>小区で、翌年にはA<sub>1</sub>小区でそれぞれ1個体ずつが目撃された。その後、当年も含めて目撃されず、周囲からの侵入個体の可能性が高いと思われた。

19. ルリタテハ (4/4/0/3/3/6/0/4/2/2/3/?/5/0/0/2/3/3/3/1/6/2/2/3/5/3/4) : 目撃数が少なく、目撃小区も一定していないが、ほぼ毎年目撃されていて、生息の可能性が高い。林地に近接したオープンな立地での縄張り行動がよく見られた。2002年は一桁ながら過去26年間で2回目の最高目撃となった。その後は減少傾向にあったが、当年は過去25年間の平均を上回っての目撃となった。

20. ヒメアカタテハ (4/1/4/3/6/19/5/17/10/5/29/?/75/44/8/68/80/87/94/52/121/84/73/65/48/71/39) : 耕作地とその周辺域の荒地からなるA<sub>4</sub>小区で多数が目撃されていた。1987年に急増、その後しばらく増減を繰り返し、1992年から再び同小区で急増、1994年には、調査開始後初めて優占種に仲間入りした。1996年は急減、一桁目撃となったが、翌年には回復、B<sub>2</sub>, C<sub>3b</sub>小区でも大幅に増加し、以後3年連続で最高目撃数を更新した。2001年は減少したものの、翌年にはA区、B<sub>2</sub>小区で倍増、調査開始後初めての三桁目撃となった。その後はC<sub>3b</sub>小区で減少し、二桁目撃となったものの、調査初期に比べ、A区、B区で減少したものの、D<sub>2b</sub>小区で増加して高いレベルで推移していたが、当年は前小区で半減し、過去25年間の平均をわずかに下回った。

21. アカタテハ (0/1/3/4/3/6/6/6/4/3/4/?/6/8/5/2/8/3/8/1/3/4/3/8/8/0/5) : 前種とはほぼ同じ環境選好性を示すが、B~C区での目撃は少なく、やや林縁性が強い。一桁ながら、増減幅が大きく、2000年の過去26年間で3度目の最高目撃を機に減少傾向にあったが、前々年、前年と連続して再び最高目撃の年となった。前年は一転、目撃なしに終わったが、当年は過去平均とはほぼ同数まで回復した。

22. ゴマダラチョウ (6/14/7/4/33/3/6/9/3/1/11/?/1/9/15/3/0/2/5/1/0/9/1/6/5/1/15) : エノキ成木のあるA<sub>1</sub>小区での目撃が安定していた。1986年に急増して過去26年間の最高となったが、翌1987年には一転して急減、その後一桁目の目撃にとどまったまま、1991、1994年

は1個体目撃に終わった。1996年には増加して、二桁目撃となったが、以後一桁目撃止まりで、2002年は過去26年間で2度目の目撃なしとなった。その後も一桁台で増減し、当年はA<sub>1</sub>小区で多個体が目撃され、久しぶりに二桁目撃の年となった。

23. ヒメウラナミジャノメ (190/212/290/105/88/97/101/140/67/12/32/?/8/4/2/7/17/1/0/0/3/0/1/0/1/0/0) : 林地やその林縁で目撃された。調査開始3年間は優占種として、A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>小区, D区で万遍なく増加傾向にあり、1984年には過去26年間の最高を記録した。特に目撃数の多かったB<sub>3</sub>, C<sub>1</sub>小区では1985年に始まった伐採で、以後急減したが、1987年からはD区を中心に増加傾向を示した。1990年以降はそのD<sub>2b</sub>, D<sub>3</sub>小区で伐採が行われたため減少、1991年には優占種からもはずれ、1994年には調査開始後初めて一桁台の目撃となった。その後、1998年を除いて、一桁目撃の年が続き、更に、2000年以降は当年同様目撃なしの年も目立って来た。1998年の増加はルート変更されたB<sub>3</sub>小区での目撃によるものであり(山本, 2017)、当該種の生息域がいまだ周辺域に確保されていることを示唆していた。

24. ジャノメチョウ (7/0/2/1/0/4/5/1/0/0/0/?/0/1/2/2/1/0/0/1/1/2/1/2/0/2/5) : 草丈の高い荒地を好み、1986年以前では1小区のみに目撃が集中する傾向があった。1987年になって複数の小区で目撃され、特に、B~C区の造成後の荒地などで散発的に目撃されていたが、1990年以降は目撃が途絶えていた。1995年になって数年ぶりに1個体がD<sub>3</sub>小区で目撃され、以後の連続目撃で、当種の移動能力の低さを考えると、少数ながら定着を続けていた可能性が高いと思われた。その後2年間は目撃なしが続いたが、2001年以降、前々年を除いて、C<sub>2</sub>, C<sub>3a</sub>小区などで連続して目撃され、当年はA<sub>4b</sub>小区も加わって、過去平均を上回る目撃となった。

25. ヒカゲチョウ (134/242/172/46/176/124/83/47/62/32/52/?/27/46/15/22/42/17/8/10/

14/19/6/22/9/4/8) : 調査開始4年間は、林地のC<sub>1</sub>>B<sub>3</sub>>B<sub>1</sub>小区に目撃のピークをもつ分布パターンで一致していたが、1983年の著しい増加後は減少し、1985年の伐採開始で二桁台への減少となった。翌年以後は、B<sub>3</sub>, C<sub>1</sub>小区が造成で生息不能となり、残ったB<sub>1</sub>小区で増加して三桁目撃に復帰した。以後そのB<sub>1</sub>小区でも目撃数が減り、減少傾向は明らかで、優占種からも外れ、1988年以降は目撃も二桁台に落ち、1996年にはそれまでの最低となった。その後多少の回復はあったものの、2000年には調査開始後初めて一桁目撃となり、その後は二桁目撃に復帰したが、当年を含む後3年間は過去最低となった前年を含めて一桁目撃の年が連続した。

26. サトキマダラヒカゲ (40/217/190/36/100/198/235/72/26/46/91/?/9/79/39/30/70/12/11/12/44/97/8/13/39/16/12) : 1985年までは目撃個体の分布パターンはいずれも林地のA<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>1</sub>小区にピークをもっていたが、1986年以後はB<sub>3</sub>小区で、1988年以後はC<sub>1</sub>小区で伐採、造成地化が進んだ結果、そこでの目撃はゼロに近づき、残されたA<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>小区での増減が全体の増減を左右するようになった。目撃総個体数は、調査初期には三桁目撃で優占種の年も多かったが、1985年にいったん大きく減少した後増加、1988年にはC<sub>1</sub>小区での伐採にもかかわらずA<sub>1</sub>小区で急増し、過去26年間の最高となった。翌年は急減し、以後二桁目撃に落ち、優占種からも外れることも多くなり、1994年には調査開始後初めての二桁目撃となった。翌年には急増し、二桁目撃に戻ったが、以前ほどの回復は見られずにいた。しかし、2002年に大幅に増加し、翌年は更に増加して、過去25年間の平均を上回り、1992年以来の優占種への復帰となった。A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>小区に加え、B<sub>1</sub>斜面林に近接するA<sub>4b</sub>小区でも大幅に増加した。一転、2004年はそれらの小区で急減、調査開始以来2度目の一桁目撃となり、過去26年間の最低となった。以後、前2小区に加えてD<sub>2a</sub>小区でも増加して二桁目撃に戻ったが、過去平均を大幅に下回った状態は続いている。

27. ヒメジャノメ (50/64/79/18/25/18/14/15/23/7/43/?/12/30/15/11/19/30/18/9/15/16/2/9/13/7/15) : 調査開始3年間は、いずれも林地のA<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>小区に目撃が集中し、目撃総個体数は増加傾向にあったが、B<sub>3</sub>小区での1985年に行われた伐採と、引き続いて起こった翌年の同小区の非生息地化で目撃集中小区は二つに減った。その後は増減を繰り返しながらも減少傾向を示し、1991年には調査開始後初めての一桁目撃となった。翌年の急増の後は二桁は維持したが、過去平均を下回る年が続き、2004年の過去最低以降、当年も含めて過去平均を下回る年が連続した。

28. コジャノメ (6/18/16/9/7/3/14/11/9/6/11/?/5/15/6/8/11/11/12/11/8/8/1/0/4/1/2) : 目撃数は少なく、分布パターンは前種とよく似ているが、局地性が強く、林地のB<sub>1</sub>>A<sub>1</sub>小区に目撃に限られる傾向にあった。目撃総個体数は1983年にピークをもち、その後減少傾向を示し、1987年の一桁目撃を底に、以後は10個体前後で増減を繰り返していたが、2004年は1個体目撃へと大きく減少し、翌年は目撃なしとなり、以後、一桁台前半の目撃が続いた。

29. ムラサキシジミ (10/45/5/14/3/29/39/29/10/6/14/?/19/24/3/9/21/17/11/4/25/25/20/26/18/23/10) : 林地性のチョウであるが、林地に近接したオープンな立地でも吸蜜や日光浴行動がよく見られ、従来からA<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>小区での目撃が多かった。目撃総個体数は増減を繰り返し、1983年に過去26年間の最高、3年後には最低の一桁目撃となった。以後3年間は二桁台で増加傾向にあったものの、1991年には再び一桁目撃となった。その後再度増加傾向の二桁目撃が続いたが、1996年に一桁台へと急減、1986年と同じ最低レベルとなった。その後は1998年の二桁目撃への復帰以降、再び減少傾向を示し、2001年の一桁目撃を底に、後6年間はA<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>小区で急増、前年まで過去平均をわずかに上回る二桁目撃が続いたが、当年は過去平均を下回る減少となった。

30. ウラゴマダラシジミ (6/9/0/2/0/2/0/0/

0/0/1/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 個体数が少ないため、目撃されない年もあった。林地のC<sub>1</sub>小区での目撃が比較的安定していたが、伐採により、1986年以降同小区では目撃されなくなり、1987年の林地のB<sub>1</sub>小区での目撃を最後に連続4年間目撃されていなかった。その後1992年になって同小区で1個体が目撃されたが、以後は当年を含めて目撃されていない。

31. ウラナミアカシジミ (0/0/0/1/1/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 1985, 1986年に各1個体が林地のC<sub>1</sub>小区で目撃されたが、同小区での伐採により以後の目撃が途絶えた。

32. ミズイロオナガシジミ (1/2/0/0/2/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 林地のC<sub>1</sub>, D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>小区で目撃されたことがあるが、1987年以後の目撃はない。

33. オオミドリシジミ (1/4/1/0/0/0/1/1/1/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 個体数は少ないものの、C区などの雑木林で目撃が期待できた。1985年以降、3年間続けて目撃されず、その後、3年間続けて目撃されたが、1991年以後の目撃はない。

34. トラフシジミ (2/2/1/2/2/4/5/9/2/1/1/?/2/0/1/0/0/1/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 林地に近接したオープンな立地のA<sub>2</sub>, C<sub>4</sub>小区などで目撃されることがあった。1989年は一桁ながら過去26年間の最高となり、目撃小区も複数に広がったが、その後減少、調査後半は目撃されない年も出始めた。1999年の1個体目撃以降、当年も含めて目撃されていない。

35. ベニシジミ (6/10/38/32/48/26/16/28/61/26/36/?/22/22/26/29/30/55/52/73/98/128/162/202/172/143/114) : 当初、目撃はA区に集中していた。1986年以降減少傾向にあったが、1990年には急増し、それまでの最高となった。以後は半減状態が続いていたが、1999年の倍増を機に増加傾向が顕著になり、2001年以降、毎年最高目撃数を更新し、2003年以降は三桁台となり、優占種としても安定、2005年は更

に増加して、過去26年間の最高となった。 $A_2$ ,  $A_4$ 小区ばかりでなく、 $B_2$ 小区を筆頭に造成直後の小区で広範囲に渡って目撃されるようになった。本種の生息域が畑地周辺域であることを考えると、長年の荒地化による植被の過剰な回復は本種にとって不適であり、むしろ造成直後や $B_2$ 小区のような定期的に刈り入れされた後の植生の疎らな環境を好むようであった。2005年以降は、それらの小区で減少し、減少傾向を示したが、当年を含めて過去平均は大幅に上回った。

36. ゴイシシジミ (5/0/0/36/115/44/9/1/4/5/5/?/0/0/0/2/5/2/0/0/0/0/0/0/0/0) : 1985年になって目撃総個体数が急増、翌年更に三桁まで増加し、過去26年間の最高となり、この年の優占種の一つとなった。1985年の目撃個体は林地の $B_3$ 小区に集中し、1986年にはそれが林地の $C_1$ 小区に移った。 $B_3$ 小区での伐採により、残された数少ない好適環境である $C_1$ 小区への移入がそこでの一時的個体数の急増をもたらした例と思われた(山本, 1994, 1995参照)。以後は急減し、さらに、 $C_1$ 小区の造成地化で調査初期の少ない水準に戻った。1994年から3年連続で目撃されなかったが、その後3年間は一桁目撃となり、2000年からは当年も含めて再び目撃なしとなった。

37. ウラナミシジミ (13/7/9/13/9/42/1/35/29/4/10/?/28/37/11/52/26/181/307/243/357/3/318/241/33/128/138) : 例年は、A区、特に耕作地とその周辺域からなる $A_2$ ,  $A_4$ 小区での目撃が安定し、他の小区では散発的であったが、1987年には目撃個体が急増、目撃小区も $C_3$ ,  $D_2$ 小区などが加わった。翌年は急減、1個体目撃となったがすぐに回復、その後増減を繰り返し、1999年に調査開始後初めての三桁目撃へと急増、優占種の仲間入りをした。その後も三桁目撃の年が続き、2002年には過去26年間の最高となった。 $A_{2a}$ ,  $C_{3a}$ 小区で急増した。前小区ではアズキヤインゲンなど、後小区ではクズへの依存度が高かった。2003年は一転、一桁目撃へと急減した。従来から目撃が集中していた

小区での植生に大きな変化はなく、夏季の長期の低温の影響が示唆された(山本, 2020b)。翌2年間は夏季の暑さも平常並みに戻り、前2小区を中心に三桁目撃に復帰、過去平均を大幅に上回るレベルまでに回復した。一方、前々年は暑さの遅れはあったものの、前2年と同様暑い夏ではあったが、それらの小区で大幅に減少、二桁台へ急減し、急減の原因を夏の低温にだけ求めるわけにはいかない例となった。前年、当年は $A_{2a}$ ,  $D_3$ 小区で急増し、三たびの三桁目撃となった。

38. ヤマトシジミ (419/446/394/483/275/344/278/339/523/181/384/?/332/266/258/438/576/832/895/1,084/991/700/1,068/1,075/786/1,530/995) : 当調査地での安定した優占種で毎年上位3位以内を占める目撃があり、特に1999年以降は最優占種として安定した。幼虫の食草であるカタバミとの結びつきが強い。A区に特に多く、そこでの増減が全体の増減の主因となっていた。調査開始時に多かったB区では伐採以降目撃数が大きく減少した。1994年以降、 $A_3$ ,  $A_4$ 小区で住宅の新設が進み、疎らながら家が建ち始め、周辺の造成地は家庭菜園として利用され、雑草群落が形成されて、 $A_{2a}$ ,  $A_{4a, b}$ ,  $D_{2b}$ 小区を除いては食草のカタバミが押され気味となっていた。1997年以降はこれら4小区で急増した。目撃総個体数は三桁を維持しながらも増減を繰り返し、1990年には急増してそれまでの最高となったが、翌年は一転急減し、過去26年間の最低となった。次の年にはほぼ倍増したが、その後は減少気味で推移していた。1997年に再び大幅に増加、以降年を追って過去最高を更新し、2001年には $A_{4b}$ 小区で更に急増し、1998年のキチョウ以来2種目の四桁目撃種となり、それまでの最高となった。翌2年間はその $A_{4b}$ 小区で減少し、四桁は切ったが、2004年は $A_{2a}$ 小区、翌年は $A_{4b}$ 小区で急増し、再び四桁目撃となった。前々年は $D_{2b}$ 小区を除いた全小区で減少し、三桁台の目撃となったが、前年は $D_{2b}$ 小区で急増し、再び四桁目撃で過去最高を更新した。当年は同じ小区で大幅に減少したも

の、増加の勢いは止まっていなかった。

39. ルリシジミ (108/65/90/63/93/159/73/45/56/66/57/?/40/23/25/48/43/17/36/28/79/124/29/88/59/58/123) : 調査開始の4年間は林地やその近接地のA<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C区などに目撃が集中していたが, 1986年以後, 伐採の行われたB<sub>3</sub>, C<sub>1</sub>小区で大幅に目撃個体が減る一方で, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>3</sub>, D<sub>2</sub>小区では安定して目撃されていた。目撃総個体数は1987年までは優占種として三桁と二桁の間で増減を繰り返し, 1987年には過去26年間の最高となった。以降は減少傾向が顕著で, 1992年を最後に優占種からも外れ, 1999年には二桁目撃は維持したものの, 過去26年間の最低となった。その後は回復傾向にあり, 2002年に倍増し, 翌年, B<sub>1</sub>小区を除く目撃安定小区の全てで更に増加して, 過去26年間で3回目の三桁目撃となり, 1992年以來の優占種への仲間入りとなった。2004年は一転, A<sub>1</sub>, D<sub>2a</sub>小区での減少で, 過去平均を下回るまで急減したが, 2005年は前小区での回復とA<sub>4b</sub>小区での増加が加って, 再び過去25年間の平均を上回る目撃となった。前々年, 前年はそれらの小区で減少し, いずれも過去平均をわずかに下回ったが, 当年は同小区で大幅に増加し, 調査開始以來4度目の三桁目撃となり, 優占種にも復帰した。

40. ツバメシジミ (100/45/84/46/54/116/105/104/140/46/157/?/150/397/164/155/85/187/220/134/166/158/145/60/76/86/40) : ほとんどの年で優占種。従来はC<sub>3</sub>>A<sub>2</sub>小区にある荒地に目撃のピークをもち, 加えて1985年の伐採以降は, B<sub>2</sub>小区で目撃個体が増加した。その後も増減を繰り返しながら, 1991年のB<sub>2</sub>小区での埋め立て工事終了後, 食草のヤハズソウの混じった雑草群落が年を追って勢いを増し, それとともに目撃個体が大幅に増加し, 特に1992年以降は増加傾向が顕著となり, 1995年にピークを迎え, 過去26年間の最高となった。翌年, そのB<sub>2</sub>小区で再整地工事が始まり, 目撃集中小区はC<sub>4</sub>>B<sub>3</sub>>A<sub>4</sub>小区となり, 目撃総個体数

は半減, 1998年には二桁目に落ち込んだ。翌年, 造成工事が始められたC<sub>4</sub>小区では大幅に減少したが, 代わってC<sub>3a</sub>小区と公園化工事の終了で雑草群落が回復したB<sub>2</sub>小区, 加えて従来からのA<sub>2b</sub>小区がその後の増減の中心となり, 1999年には倍増, 三桁目を回復し, 以降, 2004年まで, 過去25年間の平均を上回って目撃されていた。一転, 2005年のC<sub>3a</sub>小区での急減が原因で二桁目の過去平均を大幅に下回る目撃となって以降は過去平均をわずかに下回る状態が続いていたが, 当年は更にB<sub>2</sub>小区で大幅に減少し, 過去最低となった。

41. ウラギンシジミ (48/46/53/33/32/73/56/21/59/17/19/?/16/39/26/28/12/17/34/46/77/27/66/68/29/109/44) : 1985年までは飛翔範囲が広いめほとんどの小区で万遍なく目撃されるパターンを保っていたが, 1986年以降, 伐採, 造成地化の影響でB<sub>3</sub>, B<sub>4</sub>, C<sub>1</sub>小区では減少, もしくは目撃が途絶えることが多くなっていた。1987年にはそれまでの最高を記録したが, その後は増減を繰り返しながら他小区でも減少傾向にあり, 1998年は過去26年間の最低となった。2000年からは斜面林に沿うA<sub>4b</sub>小区で急増し, 更に2002年には改修工事が終了して一部に斜面林が残されたB<sub>3</sub>小区での目撃増が加わって, それまでの最高となった。以降, それらの小区で増減を繰り返し, 前年はA<sub>4b</sub>, B<sub>3</sub>小区を中心に, 調査開始後初めて三桁目の目撃となり, 1987年に次ぐ2度目の優占種入りとなった。一方, 当年は前小区で減少し, 過去平均とほぼ同数の目撃となった。

42. テングチョウ (0/0/0/0/1/1/1/3/1/1/2/?/1/1/0/0/0/0/0/0/0/1/1/0/1/0) : 1986年になって初めて1個体がA<sub>2</sub>小区で目撃されて以降, 目撃小区は異なるものの, 1995年まで連続して目撃され, この間は定着していたと考えてよいだろう。1996年以降は長期に渡って目撃されずにいたが, 2004年はA<sub>2a</sub>小区で, 2005年はD<sub>2a</sub>小区で新生虫1個体ずつが目撃された。前々年は目撃を欠いたが, 前年は越冬個体がA<sub>2a</sub>小区で目撃され, 当年は再び目撃0となっ

た。

43. ミヤマセセリ (10/4/2/1/7/12/2/5/4/0/0/?/1/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 目撃総個体数は1985年まで減少, その後増加に転じ, 1987年には林地のC<sub>1</sub>小区での急増により, 過去26年間の最高となった。しかし, 秋にはC<sub>1</sub>小区が皆伐され, 翌年は大幅に減少, それまでの増減傾向がC<sub>1</sub>小区での増減に依存していた上, 隣区のC<sub>2</sub>小区でも伐採, 造成が進み, 1995年以降の目撃なしは予想された結果であった。

44. ダイミョウセセリ (10/14/10/5/15/25/17/18/13/14/11/?/14/22/21/21/20/9/9/0/2/6/1/2/2/2/2) : 林地のA<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, C<sub>4</sub>, D<sub>1</sub>小区で複数個体が目撃されていた。1985年に目撃総個体数は半減し, 一桁目撃となったが, 翌年からは再び二桁目撃に復帰し, 1987年にはB<sub>1</sub>, C<sub>1</sub>小区で増加, 過去26年間の最高となった。その後は減少気味に推移したが, 1995年から再び増加して, 過去の平均を上回って目撃されていた。その後, 1999年のC<sub>4</sub>, D<sub>1</sub>小区での伐採, 造成が響いて急減し, 以降, 一桁目撃となり, 2001年は調査開始後初めての目撃なしに終わった。翌年以降はA<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>小区などで目撃されたものの, 一桁目撃に終始し, 当年も過去25年間の平均を大幅に下回った状態が続いた。

45. ギンイチモンジセセリ (1/0/1/0/1/1/7/3/5/1/0/?/0/0/3/8/1/1/4/9/5/47/49/31/14/2/5) : 1988年, B<sub>2</sub>小区で一桁ながら急増し, その後は長らく減少傾向にあった。前半の増加はB<sub>2</sub>小区での水田放棄後の荒地化で植生が変化したことがプラスに作用した例と思われた。そのB<sub>2</sub>小区では1991年に全面埋め立て工事が始まり, 1997年の水路付け替え工事を経て, 1999年にはテニスコート1面と広い駐車ロットが整備され, 同小区での長期に渡った改良工事が終了した。その間, A<sub>2</sub>, A<sub>4</sub>などのイネ科草本の目立つ荒地や, 改修工事下でも植生の回復したB<sub>2</sub>小区の荒地で複数個体が維持され, 1997年に再び急増, 一桁ながらそれまでの最高の目撃となった。翌2年間は整備が進んだB<sub>2</sub>小区での

目撃がなくなり, 1個体目撃に終わって, 同種の調査地での絶滅も間近と思われた。しかし, 2000年には, 伐採, 造成地化後, ヨシ群落が形成されたC<sub>3a</sub>小区で複数個体が目撃され, 2001年は更に同小区を中心に他のC小区にも目撃が広がり, 2003年, 2004年にはC<sub>3a</sub>小区で急増, 一気に二桁目撃となり, 最高目撃数を更新した。一方, 2005年以降は, そのC<sub>3a</sub>小区でのササの高茎化がヨシ群落を圧倒し, 本種の増加が緩和, 前々年には急減, 前年, 当年は更に一桁目撃へと減少し, いずれも過去25年間の平均を大幅に下回った。

46. コチャバネセセリ (85/125/161/3/82/199/54/173/164/17/77/?/39/16/33/11/26/13/4/0/0/2/1/7/3/0/3) : 1985年には一桁目撃へと急減したが, 調査初期には三桁目撃で優占種になった年も多く, 1987年には過去26年間の最高を記録した。その後は増減を繰り返し, 増加時は林地のC<sub>3</sub>小区での目撃増が特に顕著であったが, 1991年には, 前年7月に行われた同小区の伐採の影響を受けて急減, 以降, 二桁目撃が常態となり, 優占種からも外れ, 翌年の林地のC<sub>4</sub>小区での急増を最後に減少傾向が顕著となった。1999年, このC<sub>4</sub>小区が伐採, 造成地化され, 二桁を切るまでに減少, 2001年, 2002年はずいに目撃0となった。その後, 散発的に複数個体が目撃される年が連続したが, 前年は再び目撃0となり, 当年を含めて当調査地では希少種になってしまった。

47. キマダラセセリ (5/3/1/3/1/3/3/5/13/13/16/?/1/11/5/17/30/27/39/30/57/33/11/7/8/11/9) : 調査開始後8年間は安定して目撃されていたものの, 個体数は一桁止まりであった。1990年になって, A<sub>1</sub>, A<sub>2a</sub>小区の林縁を中心に倍増し, 3年連続で二桁目撃となっていたが, 1994年は一転して急減, 1個体目撃となった。翌年には回復し, 1997年以降は過去平均を上回る二桁目撃が常態となった。2002年にはA<sub>1</sub>小区の林縁で集中的に目撃され, 過去26年間の最高の目撃となった。以後同小区で減少, 2005年以降, 当年も含めて一桁目撃の年が多く

なってきた。

48. ホソバセセリ (1/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 1982年に林地のC<sub>2</sub>小区で1個体が目撃されたが、その後はまったく目撃されなくなり、本種の環境選好性の狭さを考えると、当調査地では姿を消したと結論づけてよいだろう。

49. オオチャバネセセリ (345/399/338/327/668/445/422/280/156/72/223/?/77/118/106/132/54/14/10/7/2/0/1/0/0/0/1) : 1985年以前では、A<sub>1</sub>, B<sub>1</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, D<sub>1</sub>小区などの林縁で多く目撃され、1986年にC<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>小区で急増、前4年のレベルを大幅に上回り、同じ上位優占種のヤマトシジミ、モンシロチョウを抜いて第一位、過去26年間の最高の目撃となった。以後は三桁目撃を維持しながらも減少傾向となった。その間、B<sub>3</sub>, C<sub>1</sub>小区での伐採、その後の造成の影響によるB<sub>2</sub>~C<sub>3</sub>小区での急減と、以後の植生の回復に伴うB<sub>3</sub>小区での一時的増加や、雑木林で時々行われる下草刈りの影響なども目撃個体数の増減に影響していた可能性があった。1991年には調査開始後初めての二桁目撃に減少、以後は増加のみられた年もあったが、いずれも以前のレベルには届かず、1997年の三桁目撃を最後に優占種からも外れ、翌年からは二桁目の過去最低を更新し続けた。続いて森林環境小区のC<sub>4</sub>, D<sub>1</sub>小区での1999年の伐採、オープン化により、B<sub>1</sub>小区の林縁が唯一本種が安定して目撃される小区となった。2001年からはそのB<sub>1</sub>小区でも目撃がなく、調査開始後初めての一桁目撃となり、以後、目撃されない年も出始め、前年まで3年間目撃されない年が続いた。当年はA<sub>1</sub>小区での1個体目撃となった。B<sub>1</sub>小区での減少は、当小区での森林の成熟により、鬱閉度が高まり、当種が好む開放的森林とそれに続く林縁的環境が消失したことが原因と考えている。

50. チャバネセセリ (0/0/0/0/0/2/0/1/8/8/14/?/10/32/14/39/36/139/161/97/166/75/105/105/60/128/64) : 1987年になり初めてA<sub>2a</sub>, C<sub>3</sub>小区で目撃されて以降、一桁ながら1990年に急

増、1992年以降は更に増加し二桁目となり、1999年には、D<sub>2b</sub>小区の荒地で大幅に増加して三桁目に突入、初めて優占種となり、2002年には更に増加して、過去26年間の最高となった。翌年以降はA区、D<sub>2b</sub>小区を中心に、B<sub>2</sub>, C<sub>3a</sub>小区などの植生が疎らなオープンな立地で安定して目撃され、二桁目撃と三桁目撃を繰り返していた。前年はB<sub>2</sub>小区を中心に三桁目撃へ増加し、優占種にもなったが、当年はD<sub>2b</sub>小区を除く目撃集中小区の全てで半減し、過去平均は上回ったものの大幅な目撃減となった。

51. イチモンジセセリ (155/202/58/189/164/124/267/71/156/68/92/?/44/55/93/129/104/36/45/75/135/132/181/86/87/161/95) : オオチャバネセセリと環境選好で重複するが、よりオープンな立地を好むようである。多くの年で三桁目撃の優占種となったが、目撃総個体数は年による増減が大きい。1984年に急減、二桁目撃まで減少したが、翌年には回復した。1985年までは、A<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>小区の林縁に目撃が集中していたが、B<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>小区でのその後の伐採、造成で減少、その後の植生の回復を受けて増加と、激しく増減し、1988年には過去26年間の最高となった。その後はA区で減少し、二桁目撃の年が続いたが、1994年を底に増加に転じ、1997, 1998年とA<sub>4</sub>, C<sub>4</sub>, D<sub>2b</sub>小区で大幅に増加し、優占種にも復帰した。翌年はC<sub>4</sub>小区での皆伐、造成地化を受けて再び急減、二桁目撃で過去26年間の最低となり、優占種からも外れた。以後はA区を中心に増加傾向を示し、2002年以降、三桁目撃まで回復、優占種にも復帰した。一方、2005年、2006年はA区で大幅に減少、二桁目撃となり、いずれも過去25年間の平均も下回ったが、前年は一転、A区を中心にB<sub>2</sub>, C<sub>3a</sub>小区も加わって三桁目に倍増、優占種にも復帰した。当年はA区で大幅に減少し、二桁目撃となり、過去平均も下回ったが、優占種状態は続いた。

52. メスグロヒョウモン (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/1/?/1/4/1/2/5/1/1/0/2/3/2/2/1/2) : 1992年になって初めて林地のD<sub>3</sub>小区で1個体



が目撃されたのを機に、連続して目撃されるようになった。1995年には複数個体が目撃され、1998年も一桁ながら目撃小区も複数に広がり、過去26年間の最高の目撃となり、定着の可能性が大きくなっていった。一方、1998年から始まった同小区での再造成、アパート建設、2000年の大学サッカー部合宿所建設を受けて減少、翌年は目撃なしに終わった。以後の生息が危ぶまれたものの、2002年から再び他の小区で複数個体が目撃され、当年も2個体目撃ながら目撃が途切れずにいる。

53. クロコノマチョウ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/1/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 1995年に初めて1雌が林地のB<sub>1</sub>小区で目撃された。本種はそれまで茨城県には定着していなかったが、1994年に茨城県南部で秋個体の目撃情報が相次ぎ、越冬も確認、以後の動向が注目されることになった。その後、周辺域では定着した所もあったが、当調査地では目撃されない年が続いた。

54. コツバメ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/1/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 1996年、C<sub>3b</sub>小区シンジュ林で新鮮1個体を目撃した。筑波山では生息が確認されており (Kita hara and Fujii, 1994)、飛翔力も大きいため、1995年侵入、翌年羽化の可能性が高い。以後の目撃はなかった。

55. ウスイロコノマチョウ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/1/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : クロコノマチョウと同時期に茨城県南部の各地で目撃情報があり、1997年、調査地のD<sub>1</sub>小区の林床で目撃されたが、その後の目撃はなかった。

56. アサギマダラ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/1/0/0/0/0/0/1/0/1/0) : 1999年にA<sub>1</sub>小区で目撃。他の年ではあるが、調査地周辺域での目撃例があり、2005年と2007年とともにA<sub>2a</sub>小区で1個体ずつが目撃された。いずれも生息地である筑波山からの分散個体と思われた。

57. ミヤマチャバネセセリ (0/0) :

0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/7/9/16/35/36/18/9/7) : 2001年になってC<sub>3b</sub>小区で初めて目撃。同小区での道路新設の掘り下げ工事に伴い、法面に芝が張られ、幼虫の食草となるイネ科草本なども混入したことで、成虫の侵入も考えられるが、卵、幼生などが紛れ込んでの侵入、定着の可能性もある。いずれにしても、当種の好む日当たりの良い荒地環境が多くなり、次第に増加、翌年には他の小区でも目撃され、二桁へと増加、2004年、2005年は更に増加して、2005年には過去26年間の最高となった。以後、前々年、前年と半減し、前年、当年は再び一桁目撃になったが、過去平均は上回った状態が続いた。

58. コムラサキ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/1/0/0/1/1/0/1) : 2002年8月、D<sub>2a</sub>小区で伐り残されたネム中木周辺を飛翔する雄を目撃。2005年はB<sub>3</sub>小区で、2006年はA<sub>3</sub>小区、そして当年は6月にB<sub>3</sub>小区で1雌が目撃された。

59. ツマグロヒョウモン (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/11/63) : このチョウの北上による茨城県での目撃は2004年頃から話題となっていたが、当調査地では前年9月が初見となり、以後1ヶ月の間にD<sub>2b</sub>小区を中心にA区も加わって二桁台まで目撃数を伸ばした。当年も7月以降、同小区で急増し、瞬く間に当調査地の普通種になってしまった。温暖化と幼虫の食草となるパンジーの花壇への普及が原因と言われ (望月, 山口, 2021)、今後の動向が注目された。

60. ウラギンスジヒョウモン (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/1) : 当調査地初見。A<sub>4b</sub>小区の荒地でオオキンケイギクの吸蜜中を目撃。

61. ナガサキアゲハ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/7) : 当調査地初見。7月の初見日以降、9月にも複数個体が目撃され、ウラナミシジミのような北上個体の侵入後の繁殖ではなく、当調査地でも既に定着段階に入っているように見受けられた (井上

ら、2008参考)。

以上のうち目撃45種からなる龍ヶ崎市周辺域のチョウ群集について、その群集構造を環境選好性に基づいて解析し、その構造下での種数、個体数、多様性、優占種について報告し、以前の継続調査と比較、論議する。以後、各調査小区の距離を100mとして個体数補正したものを基礎データとして解析を進める(総補正個体数は2,906、小数点以下は切り上げ、整数値を扱う)。

### 1. 群集構造

補正総個体数4以上の36種の19調査小区に対する個体数分布マトリックスから、群分析(=  $C_{\lambda}'$ ,  $C_{\delta}'$ ; 小林, 1995参考)と主成分分析(= PCA)とを併用して、二つの生息環境(H-I, I', II)と二つの下群集(A-I, I', II, II', II'')とを区別した。

生息環境(図2): 前述36種の19調査小区に対する個体数分布から、調査小区間の類似度( $C_{\lambda}'$ ——重なり度指数, 森下, 1979; Kobayashi, 1981, 1987)を算出し、それを群分析するとともに、個体数分布の主成分分析を行い、妥当なクラスターを抽出した。主成分分析の第1軸は、因子負荷量の大きな要素が、+はツマグロヒョウモン>ヤマトシジミ>アゲハ>ベニシジミ>キアゲハ ( $r \geq 0.7$ ), キチョウ>モンシロチョウ>アカタテハ>スジグロシロチョウ>キタテハ>チャバネセセリ>ルリシジミ>ナガサキアゲハ ( $0.7 > r \geq 0.5$ )で、環境のオープン化に関係していると考えられた。第2軸は、+がサトキマダラヒカゲ>コチャバネセセリ>カラサアゲハ>ツバメシジミ>ヒメジャノメ>チャバネセセリ>スジグロシロチョウ ( $0.7 > r \geq 0.5$ ), -がルリタテハ>クロアゲハ ( $r \geq 0.7$ ), ナガサキアゲハ>キアゲハ>ルリシジミ>アゲハ ( $0.7 > r \geq 0.5$ )でチョウの光感受性に関係した軸と考えられた。第3軸は+がイチモンジセセリ>チャバネセセリ ( $0.7 > r \geq 0.5$ ), -がイチモンジチョウ>ゴマダラチョウ>ムラサキシジミ ( $r \geq 0.7$ ), ヒカゲチョウ>

アオスジアゲハ ( $0.7 > r \geq 0.5$ ), 第4軸は+がアカタテハ>ツマキチョウ ( $0.7 > r \geq 0.5$ ), 第5軸は+がキマダラセセリ ( $r \geq 0.7$ ), ギンイチモンジセセリ>ジャノメチョウ ( $0.7 > r \geq 0.5$ ), 第6軸は+でジャノメチョウ>ヒメアカタテハ>ウラギンシジミ ( $0.7 > r \geq 0.5$ )と関係が深く(累積寄与率=79.8%), それらを考慮した上で、前2軸(累積寄与率=42.0%)への主成分得点の分布(図2下)と群分析の結果(図2上)を照合して19の調査小区を大きく二つに分けた。

H-I, I': 斜面林近接の村落人家周辺域( $A_1$ ), 造成後荒地と耕作地との混在域( $A_{4a}$ ), 公園緑地( $B_2$ ), 新設歩道端やその周辺の空地( $B_3, B_4, C_1, C_2, C_4$ ), 造成後の放置地で高茎の雑草群落(セイタカアワダチソウ, タデ類, ヨシ他イネ科草本など)がクズに覆われている調査小区( $C_{3a}$ ), 造成後の荒地に沿った大型道路沿いの歩道( $C_{3b}$ ), 残存林沿いの大型道路端( $D_1$ ) (=市街空地と仮称, 従来の市街緑地と市街荒地を含めた総称)。

H-II: 斜面林に接した耕作地と新築家屋の混在域( $A_{2a}, A_{2b}, A_{4b}$ ), 耕作地( $A_3$ ), 唯一残された斜面林の中の調査小区( $B_1$ ), 調査ルートのもう一方が新たに保全林として整備された調査小区( $D_{2a}$ ), 耕作地と人家や新設建物との混在域( $D_{2b}, D_3$ )など調査初期の村落的影響が残るオープンな環境(=村落周辺域; 従来は人家周辺域で表現してきたが、2003年の市街環境の出現で区別が必要になってきたために名称を改めた)。

林地内ルートでの $B_1$ 小区や林縁環境の $D_{2a}$ 小区が2004年と同様に、再び村落周辺域の中の1小区の扱いとなり、調査環境が次第に市街化対象域として均一化してきたため、ここで区別した二つの生息環境の独立性が実体を反映したもののなのか、操作上のものなのか、現時点では判断を留保したまま議論を進めることにする。

チョウ下群集(図3): 前述36種の各調査小区への個体数分布から得られたチョウ各種の環境選好性の類似度( $C_{\delta}'$ ——重なり度指数, 森

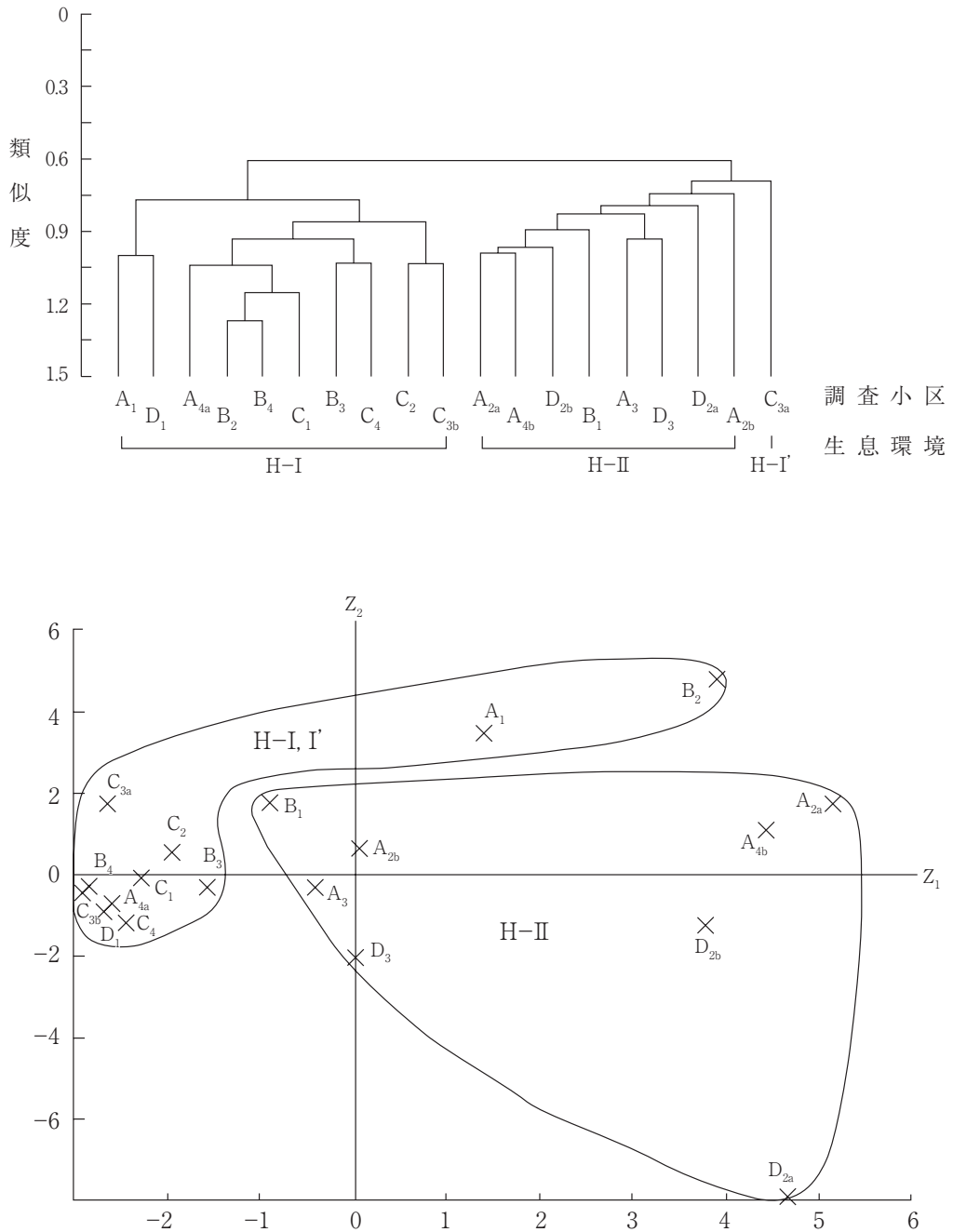


図2 チョウ相(補正総個体数4以上の36種)からみた調査環境の類似性. 上段: 群分析 ( $C_1$ ). 下段と対応させて二つの生息環境 (H-I, I', II) に分類. 下段: 上段と対応した各調査小区の主成分得点の分布.

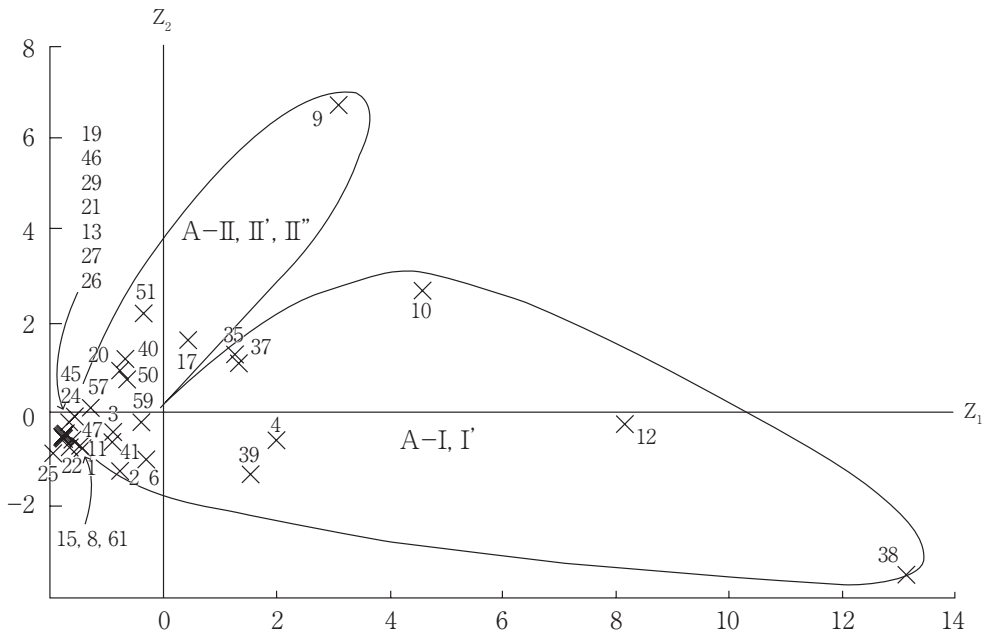
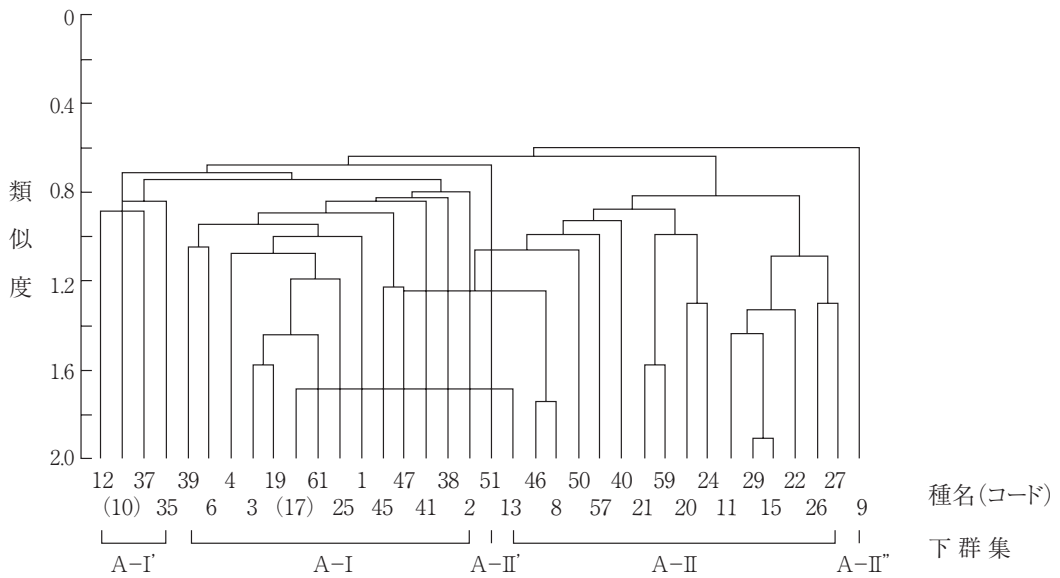


図3 補正総個体数4以上の36種についての環境選好性の類似性. 上段: 群分析 ( $C_s'$ ). 下段と対応させて二つの下群集 (A-I, I', II, II', II'') に分類. 種名コードは図1と対応. 下段: 36種の主成分得点の分布.

表3 チョウ下群集と生息環境(太線枠)との対応(太数字=優占種)

下群集	コード	種名	生息環境										H-II										H-I'		合計	増減	
			A <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	A <sub>10</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	B <sub>3</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	A <sub>3a</sub>	A <sub>3b</sub>	D <sub>3a</sub>	D <sub>3b</sub>	A <sub>3c</sub>	A <sub>3a</sub>	B <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>3a</sub>	A <sub>3b</sub>	C <sub>3a</sub>			
A-I'	12	モンジロチヨウ	15		11	12	6	3	10	6	6	3	6	3	78	86	50	57	77	25	11	1		457	↑		
	37	ウラナミンジミ	4		2	9	5	4	7	2	7	2	7	2	19	5	11	5	38	5	11	6		117	↑		
	10	キチヨウ	10	3	3	18	7	11	2	6	4	6	4	4	37	38	13	2	9	35	54	2		254	↑		
	35	ベニシジミ	2	1	2	26	4	6	7	2	2	2	2	2	15	10	4	4	2	25	9	2		119	↑		
	39	ルリシジミ	11	10		4	1	3	2	1	3	3	2	1	8	20	4	1	2	60	2	9		141	↑		
	6	クロアゲハ	6	2	2	6	3	1	1	1	2	2	2	2	3	3	9	2	3	55	1	1		89	↑		
	4	アゲハ	13	2	2	6	3	3	3	1	2	2	2	2	14	21	41	2	7	13	50	3	1		189	↑	
	3	キアゲハ	1		1	4	1	1	1						4	4	5	2	2	5	3			49	↑		
	19	ルリタテハ																	6	1	2	10	5			17	↑
	25	ヒカゲチヨウ	1	2		2				3					2	1	1	1	2	2	5	5			13	↑	
A-I	1	シヤコウアゲハ																				3		5	↑		
	45	キンイロモンジセセリ	2					1	1				1		1							3		5	↑		
	47	キマダラセセリ	4	1		2		7				1		1	13	2		1	2	5	5	3		8	↑		
	41	ウラキンシジミ	25	6	8	19	3	6	28	27	2	3	2	3	143	147	167	37	40	95	12	1		768	↑		
	38	ヤマトンシジミ	19			2		1							8	5	3	2	1		1			42	↑		
	2	アホシジメアゲハ																						3	↑		
	(28)	コジャノメ	1												1									3	↑		
	(44)	ダイミヨウセセリ													1									2	↑		
	(14)	ミドリヒヨウモン													1									2	↑		
	(16)	コムシジ													1									1	↑		
A-II'	(6)	ウラキンシジメチヨウモン																						1	↑		
	51	イロモンジセセリ	5		2	29	13	2	1	3	3	3	4	4	6	2	3	3	4	4	4	25		85	↑		
	17	キタテハ													8	5	14					3		69	↑		
	13	ツマキチヨウ	1			2									1		3							4	↑		
	46	コチヤバネセセリ	2	1		2									1		1							4	↑		
	8	カラスアゲハ	2			2									1		1							6	↑		
	50	チヤハネセセリ	2		1	15	1	2			2	2	2	2	9	3	7	2	4	2	2	6		56	↑		
	57	ミヤマチヤバネセセリ	1			2									2		1					4		9	↑		
	40	ツバメシジミ	1		1	9	1	4			2	3	2	2	5	2	1				7	3		36	↑		
	21	アカタテハ	1	1	1	7	6	1	1	1	4	1	1	1	9	7	7	6	2	5	4	1		57	↑		
A-II	59	ツマダクロヒヨウモン													2							1		5	↑		
	20	ヒメアカタテハ	4			2									6	2	2	3	2	2	2	24		5	↑		
	24	ジャノメチヨウ	2												2		2					1		5	↑		
	11	スジダロシロチヨウ	2												2		2					1		8	↑		
	29	ムラサキシジミ	2												2		1					1		7	↑		
	15	イロモンチヨウ	5												1		1					1		9	↑		
	22	コマダラチヨウ	2												1		1					1		7	↑		
	26	サトキマダラヒカゲ	2			3									2		2					1		9	↑		
	27	ヒメジャノメ	1			3									1		2		4	4	2	1		12	↑		
	(52)	メスダクロヒヨウモン				2									1		3	1	4					15	↑		
A-II''	(58)	コムラサキ	1																					3	↑		
	(5)	モンキアゲハ	1																					2	↑		
	(49)	オチヤバネセセリ	1																					1	↑		
	9	モンキチヨウ	145	27	36	238	46	45	104	62	51	29	388	402	356	38	150	206	390	122	5	71		2,906	↑		
	合計			2	35	29	10	17	5	5	5	3	6	2	2	2	2	2	2	2	2			122	↑		

↑: 目撃総個体数が2008年に過去26年間の最高となった種  
 ↓: 目撃総個体数が2008年に過去26年間の最低となった種  
 →: 2008年の目撃総個体数が過去25年間の平均とほぼ同じだった種  
 ↘: 2008年の目撃総個体数が過去25年間の平均を上回った種  
 ↙: 2008年の目撃総個体数が過去25年間の平均を下回った種

表4 1982～2008年の目撃総種数, 総目撃個体数, 群集全体の多様性 (H'), 均等性 (J), 優占種の優占率

調査年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
目撃総種数	43	40	42	41	44	45	43	44	43	39	43	—	41	41	42
総目撃個体数	1,698	2,165	2,013	1,531	2,048	2,307	2,134	1,906	2,325	1,552	2,089	—	2,018	3,012	1,454
多様性 (H')	4.31	4.31	4.29	4.06	4.23	4.49	4.40	4.48	4.35	4.20	4.38	—	4.10	3.74	4.20
均等性 (J)	0.794	0.810	0.796	0.757	0.774	0.818	0.811	0.821	0.801	0.795	0.806	—	0.765	0.699	0.780
優占種の優占率 (%)	79.2	75.3	76.9	76.6	86.5	85.2	81.5	79.5	82.2	74.9	83.0	—	76.0	77.1	79.6

調査年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2007年までの平均
目撃総種数	41	41	43	39	37	40	38	42	40	40	40	45	41.3
総目撃個体数	2,162	3,090	2,978	3,069	2,637	3,313	2,886	2,870	3,241	2,787	3,550	2,906	2,433.4
多様性 (H')	4.00	3.75	3.76	3.97	3.71	3.93	4.03	3.70	3.83	3.80	3.52	3.87	4.06
均等性 (J)	0.747	0.700	0.693	0.750	0.713	0.739	0.768	0.686	0.720	0.713	0.662	0.705	0.757
優占種の優占率 (%)	81.0	71.7	84.2	82.7	81.0	86.7	85.2	84.7	76.5	77.4	83.5	82.9	80.4

下, 1979) を群分析し, 主成分分析の結果と照らし合わせて妥当なクラスターを抽出した。主成分分析の第1軸は, 因子負荷量がB<sub>1</sub>小区を除く全ての調査小区で+でかつほとんどの小区で大きなことから (A<sub>4b</sub> > A<sub>2a</sub> > B<sub>3</sub> > A<sub>4a</sub> > D<sub>2b</sub> > C<sub>4</sub> > A<sub>3</sub> > A<sub>1</sub> > D<sub>2a</sub> > D<sub>3</sub>, r ≥ 0.7, C<sub>3b</sub> > C<sub>1</sub> > C<sub>2</sub> > B<sub>2</sub> > A<sub>2b</sub> > D<sub>1</sub>, 0.7 > r ≥ 0.5), 目撃個体数の多さに関係しているとみなされた。一方, 第2軸は, 因子負荷量が+で大きな値がB<sub>2</sub> > B<sub>4</sub> > C<sub>2</sub> > C<sub>1</sub> (0.7 > r ≥ 0.5) で得られていることから, オープンで人為的影響の強い環境への選好性を示す軸とみなされた。第3軸は+がD<sub>1</sub>, -がD<sub>3</sub> (0.7 > r ≥ 0.5), 第4軸は+がC<sub>3a</sub> (r ≥ 0.7), 第5軸は-がB<sub>1</sub> > A<sub>2b</sub> (0.7 > r ≥ 0.5) で得られた。5軸を考慮した上で (累積寄与率 = 84.7%), 前2軸 (累積寄与率 = 63.5%) への主成分得点の散布図 (図3下) と群分析の結果 (図3上) を照合し, 二つの下群集 (A - I, I', II, II', II'') を区別した。

A - I, I' : 村落周辺域 (H - II) を中心に市街空地 (H - I, I') にかけて活動する下群集 (= 村落周辺群集と仮称)。

A - II, II', II'' : 市街空地を中心に村落周辺域にかけて広く活動する下群集 (= 市街空地群集と仮称)。

これら二つの生息環境 (市街空地, 村落周辺域) に二つのチョウ下群集 (村落周辺群集, 市街空地群集) を対応させ, さらに目撃3個体以下の9種 (カッコ内) をそれぞれの分布中心に応じて追加し, 全構成種45種についての環境選

好性の全体像を示したのが表3である。

村落周辺域を中心に市街空地にかけてはヤマトシジミ > モンシロチョウ > キチョウ > アゲハ > ルリシジミ > ベニシジミ > ウラナミシジミ > クロアゲハを優占種 (平均個体数 = 64.6を上回った種, 後述) とする22種2,332個体から成る目撃個体数で圧倒的な村落周辺群集が成立していた。

市街空地を中心に広く村落周辺域にかけてはモンキチョウ > イチモンジセセリ > キタテハを優占種とする23種574個体から成る市街空地群集が成立していた。

後年は森林群集の縮小が加速し, オープンランド群集と森林群集を対立軸としてきた分析が意味を持たなくなって来たため, 2004年報告からは従来のオープンランド群集 - 森林群集を対立軸とした分析も念頭におきながら, オープンランド群集が分岐したそれぞれの新下群集にも焦点を当てて, 以後の本格的市街化の進展に伴うチョウ群集の変化に対応することにしていたが, 当年はかつての森林群集や林縁群集は村落周辺群集に吸収され, 2004年や前年と同じく調査地は事実上のオープンランド群集一色となったことになる。今後はその中で, 従来の村落周辺群集とより市街周辺にまで活動域を広げた市街空地群集に分析の焦点が移っていくと思われる。

## 2. 種数

当年の目撃総種数45種は1987年以来の過去26

年間で2度目の最高数となり(表4), C区全小区を筆頭に2001年から特に顕著になって、前年まで認められていた長期的減少傾向が $A_{4b}$ ,  $B_2$ ,  $D_{2b}$ 小区などでの目撃種数の増加傾向の影響で当年になって打ち消されてしまった( $r = -0.367$ ,  $p > 0.05$ )。一方、全種がオープンランド群集所属になったことにより、オープンランド群集としては2002年までは減少傾向にあったが、26年間を通しての傾向は見いだせなかったものの( $r = 0.322$ ,  $p > 0.05$ ), 2003年以降は増加傾向が顕著となった。

目撃種数は生息環境別(以後、I'をIに統合)でも下群集別(以後、I'をIに、II', II''をIIに統合)でも大きな差はなく、各下群集の目撃種数はそれぞれの生息中心環境で高目にはなっていたが、調査環境全体が市街化によるオープン化に向かって均一化してきていることを反映しているように思えた(表5)。

調査小区別では、目撃種数の多い小区は $A_{4b} > A_1 > A_{2a} = B_2 > D_{2b}$ 小区であり、 $D_{2b}$ 小区を除いていずれも従来からの谷津斜面林に近接し

た小区であることが興味深い。一方で、全19小区のうち村落周辺群集 > 市街空地群集が9小区、逆の市街空地群集 > 村落周辺群集が1小区、他の9小区では両群集が拮抗し、村落周辺群集の優勢小区が多く見られた(図4A)。

### 3. 個体数

当年の総目撃個体数は過去25年間の平均を上回り(表4), 26年間で増加傾向を示した( $r = 0.767$ ,  $p < 0.001$ )。1985年を除いて、調査開始から1990年までは増加傾向にあったが、A区での道路工事、 $B_2$ 小区での全面土工事、 $C_1 \sim C_{3a}$ 小区での造成地化が開始された1991年は急落した。以後、植生の回復とともにオープンランド群集や森林、モザイク群集の一部が侵入、定着し、 $D_{2a} > B_1$ 小区を筆頭に総目撃個体数が急増、一方、1996年には、特に $B_4$ ,  $C_1 \sim C_{3a}$ 小区での市街化の進展の影響を受けて、総目撃個体数が再び急減した。以後、当年を含む後10年間は $A_{2a} > D_{2a} > A_{4b} > B_2$ 小区などで目撃数が増加し、前年の過去最高を筆頭に全ての年で過

表5 二つの下群集の各環境に占める割合(種数)

	H - I		H - II		全体	
	種数	割合(%)	種数	割合(%)	種数	割合(%)
A - I	17	44.7	21	52.5	22	48.9
A - II	21	55.3	19	47.5	23	51.1
全体	38	100.0	40	100.0	45	100.0

表6 二つの下群集の各環境に占める割合(個体数)

	H - I		H - II		全体	
	個体数	割合(%)	個体数	割合(%)	個体数	割合(%)
A - I	515	60.3	1,817	88.5	2,332	80.2
A - II	339	39.7	235	11.5	574	19.8
全体	854	100.0	2,052	100.0	2,906	100.0

表7 二つの下群集の各環境における多様性(H')と均等性(J')

	H - I		H - II		全体	
	H'	J'	H'	J'	H'	J'
A - I	3.308	0.809	2.922	0.665	3.050	0.684
A - II	3.254	0.741	3.647	0.859	3.586	0.793
全体	4.256	0.811	3.519	0.661	3.873	0.705

去平均を上回る増加となった。また、前年に引き続き、当年も調査地の群集全体がオープンランド群集として処理された結果、オープンランド群集の総目撃個体数の経年変化は前々年以降、特に増加傾向が強化されたことになった ( $r = 0.752$ ,  $p < 0.001$ )。

生息環境別では村落周辺域への集中が圧倒的で、下群集別では全体の8割強が村落周辺群集となり、村落周辺群集の拡大が顕著になった。村落周辺群集は村落集周辺域への集中が顕著であった。また、市街空地群集も市街空地>村落周辺域とはなかったが、村落周辺域でも多くが目撃された(表6)。

調査小区別でも、村落周辺域の  $A_{4b} > D_{2a} > A_{2a} > D_{2b}$  小区で目撃が突出し、更に、全19小区のうち村落周辺群集>市街空地群集の小区は14小区に上り、村落周辺群集の依然として健在を印象付けた(図4B)。

#### 4. 多様性

群集全体の多様性 (=  $H'$ , Kobayashi, 1981 参考) は、1987~89年をピークに1995年に大きく落ち込み、1997年以降は前年の過去最低も含めて過去25年間の平均を下回り、全体として低下傾向となった(表4,  $r = -0.798$ ,  $p < 0.001$ )。目撃種数 ( $r = 0.483$ ,  $p < 0.01$ ) 及び均等性 ( $r = 0.982$ ,  $p < 0.001$ ) との相関が高かったが、目撃種数の減少と均等性の低下との相関はうかがえなかった ( $r = 0.309$ ,  $p > 0.05$ )。

オープンランド群集としては、当年の構成種数の増加により多様性は大幅に上昇したが、目撃種数 ( $r = 0.843$ ,  $p < 0.001$ ) 及び均等性値 ( $r = 0.737$ ,  $p < 0.001$ ) との相関が高く、その経年変化に直線的関係を見出せなかった ( $r = -0.165$ )。

生息環境別では市街空地>村落周辺域となり、村落周辺域ではA-I群集での寡占化を反映して、種数よりも均等性値の影響を大きく受ける結果となった。下群集別でも市街空地群集>村落周辺群集となり所属種数はほとんど変わらなかったが、均等性値の影響を受けた結果

となった(表7)。その結果、A-I群集はH-Iで、A-II群集はH-IIと、両群集とも本来の生息環境での多様性値は低下することとなった。

調査小区別変化では、群集全体の多様性値は両下群集の影響を受けて変動し(A-I:  $r = 0.794$ ,  $p < 0.001$ , A-II:  $r = 0.578$ ,  $p < 0.01$ , 図4C), 均等性値変化 ( $r = 0.601$ ,  $p < 0.01$ ) とも種数変化 ( $r = 0.512$ ,  $p < 0.05$ ) とも相関が認められた。一方、下群集の多様性値変化は村落周辺群集では種数変化 ( $r = 0.395$ ) とも均等性値変化とも ( $r = 0.455$ ) 相関は認められなかったが、市街空地群集は種数変化 ( $0.883$ ,  $p < 0.001$ ) と均等性値変化 ( $0.589$ ,  $p < 0.01$ ) 両方の影響を受けて変動した(図4D)。

#### 5. 優占種

優占種(平均個体数=64.6を越えた種)は、ヤマトシジミ>モンシロチョウ>キチョウ>アゲハ>ルリシジミ>モンキチョウ>ベニシジミ>ウラナミシジミ>クロアゲハ>イチモンジセセリ>キタテハ>の11種で、これらで総目撃個体数の82.9% (=2,410/2,906) を占め、この優占種による優占率は過去25年間の平均を上回ったが(表4), 1982年からの経年傾向は見出せなかった ( $r = 0.235$ )。内訳は、村落周辺群集で8種、市街空地群集で3種となった。これらオープンランド群集では優占種の優占率が9割近くの状態が1999年以降多くなり、優占種による寡占化も後年程目立って来ていた ( $r = 0.480$ ,  $p < 0.05$ )。中でも、ヤマトシジミの優占率が後年程高くなり ( $r = 0.733$ ,  $p < 0.001$ )、後年群集の大きな特徴になって来た。一方、森林群集では調査期前半には長期に渡って優占種であったオオチャバネセセリやサトキマダラヒカゲ、ヒカゲチョウ、ヒメウラナミジャノメ、コムスジ、コチャバネセセリなどは後半には優占種からはずれ、目撃総数を大きく減らす趨勢の中で、後年になると優占種が存在しない年も多くなり、2004年と前年、当年には下群集さえ



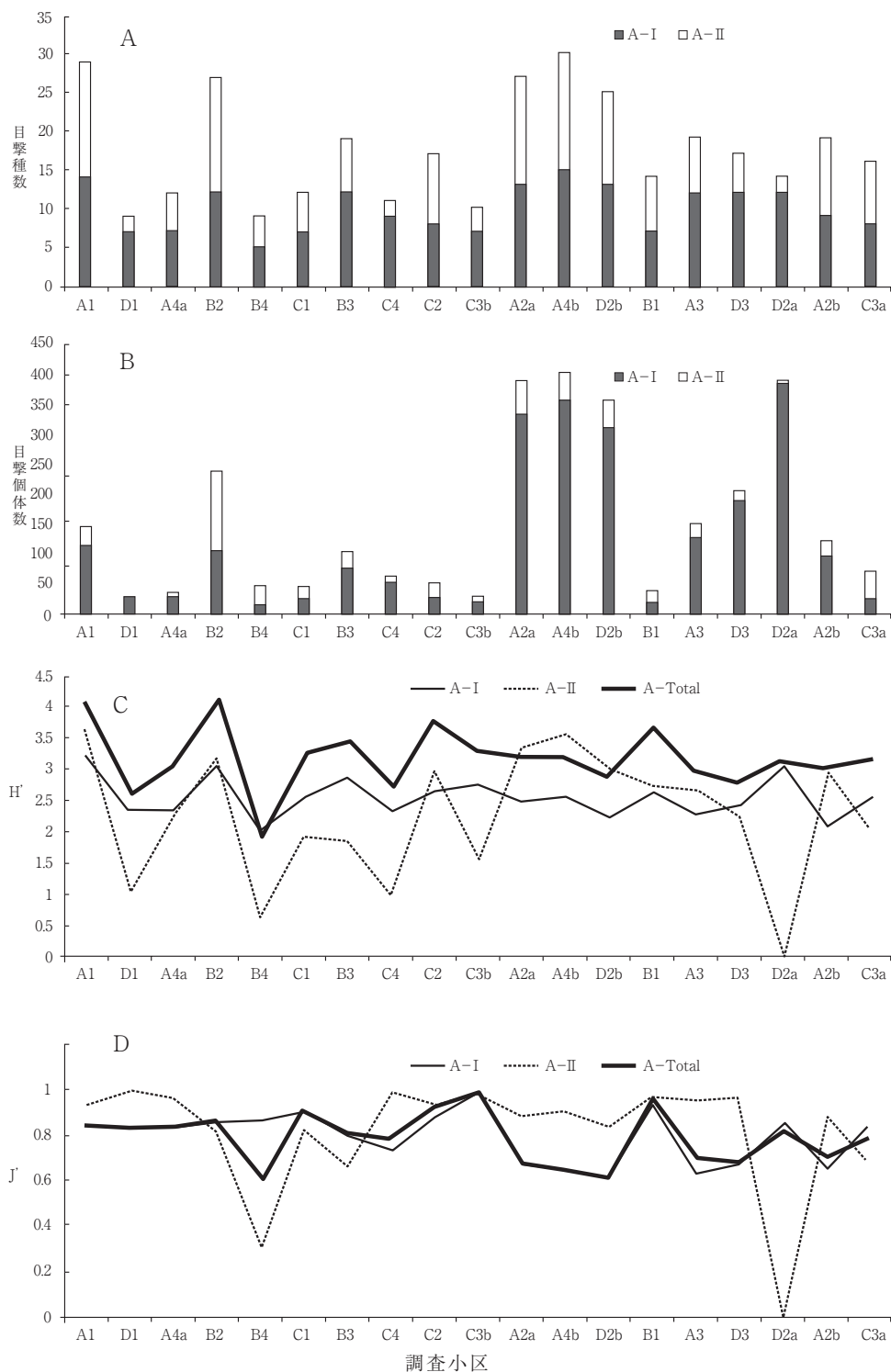


図4 種数 (A), 個体数 (B), 多様性 (C), 均等性 (D) の下群集別にみた調査小区における違い。

維持ができない状態になった。一方、後年にはオープンランド群集にウラナミシジミとチャバナセセリが加わるようになり、従来のチョウ群集への市街化による影響とともに、温暖化に伴う分布北上種の生息域の拡大、定着という問題も考慮する必要が出てきた。

## 6. 26年間の変化 (=市街化の影響)

目撃された45種の目撃総個体数のそれぞれについて過去25年間と比較し、その増減について5段階に分けて表3右欄矢印にまとめた。2008年に目撃総個体数の最高値を示した種が5種(A-I群集=3, A-II群集=2)、過去25年間の平均を上回って目撃された種が14種(A-I群集=8, A-II群集=6)、平均とほぼ同じだった種が6種(A-I群集=2, A-II群集=4)、平均を下回って目撃された種が19種(A-I群集=8, A-II群集=11)、2008年に最低値を示した種が1種(A-I群集)となった。前二者を増加種(=19)、後二者を減少種(=20)とし、同様の処理を遡って1983~2007年までを行い、表8左欄が得られた。更に、下群集の森林群集(=W)とオープンランド群集(=O)でも同様の処理を行い、その増減種数傾向を表8右欄に示した。1985年の森林群集の劣化後、1986年から3年間、両下群集で増加種優勢傾向が続き、当該群集は以前の状態を凌ぐまでに回復した。その後、1989年を境に回復に歯止めがかかり、1991年以降、1995年と1998年を除いて、減少種数>増加種数という逆転現象が明確になった。その後、2000年からは再び増加種数>減少種数状態が2004年と前々年を除いて継続した。一方、下群集では森林群集は1991年以降1995年と1998年を除いて減少種優勢状態が当年まで続き、2004年に引き続き、前年、当年は下群集自体が消滅してしまった。オープンランド群集では逆の増加種数 $\geq$ 減少種数状態が2001年を除いて当年まで継続し、特に、2000年以降の全群集での増加種優勢状態はオープンランド群集の影響が強かったことを示唆していた。更に、次第に優占種もオープンランド群集

所属の種に偏るようになった上に、それらの個体数の増加による寡占化が進んだ。結果として全群集の多様性値が減少傾向を示し、総目撃個体数は増えたものの全体として多様性値を指標にした群集劣化が顕在化してきたといえる。

関東平野外縁に広がる谷津地形での開発・市街化は、森林伐採→大規模造成→土壌の安定化に伴う数年の荒地化→再度の造成、整地→各種土工事→住宅地での建物建設と緑化(=市街化)と長期に渡って進行し、チョウ群集は生息地のオープン化とそれに続く数年の回復期を何回か経ることになる。1996年は総目撃個体数が過去26年間の調査の中で最低の年となり、進歩を増した市街化工事の影響を大きく受けての結果と思われた。特に造成工事開始直後は大型重機による造成作業を手始めに、対象地区の植生は大きく損なわれる。そのような調査ルートで目撃されるチョウは多くが移動中のものか周辺域からの侵入個体とならざるを得ない。一方、造成工事終了後、土地は安定化のためしばらくは寝かされ、主として根性植物(当調査地ではアズマネザサやクズ)や周辺地域からの侵入植物により部分的には植生が回復し、荒地化が進行する(=造成後荒地)。その後、最終的な市街化工事が始まると、舗装道路が新設され、多くの建築物が出現、植生も道路法面にシバが貼られ、各種生垣(当調査地ではサツキやツツジなど)や並木(当調査地ではハナミズキ、サクラなど)とともに道路端には多くの帰化植物(当調査地では各種イネ科草本、オオキンケイギク、コメツブツメクサなど)が定着する(2004年調査では市街荒地として総称)。1995年や1998年はその一時的回復の例であったが、1999年からは、調査初期からの林地ルートは斜面林のため開発を免れたB<sub>1</sub>小区とA<sub>1</sub>小区の一部のみとなり、他小区の多くでは市街化工事が終盤にさしかかってきたことを考えると、今後も続く本調査の中で森林群集の再びの回復という局面は出現しそうもない。実際、過去26年間で目撃された61種のチョウのうち、調査初期には目撃されたが、その後、調査後半になって、

表8 調査年ごとの目撃総個体数(補正值)の増加種・減少種数

(W=森林群集, O=オープンランド群集)

調査年	増加種数	全群集 減少種数	不変種数	下群集での増(↗)減(↘)		
				W	O	独立性 ( $\chi^2$ )
1983	24	9	7	↗**	↗	
1984	17	16	9	→	→	
1985	12	26	3	↘	↗	
1986	23	19	2	↗	↘	
1987	31	14	0	↗*	↗	
1988	28	12	3	↗	↗**	
1989	20	20	4	↘	↗	
1990	24	16	3	↗	↗*	*
1991	9	25	5	↘	↘*	
1992	18	20	5	↘	↗	
1993	-	-	-			
1994	17	20	4	↘*	↗	*
1995	24	14	3	↗	↗	
1996	14	27	1	↘	→	
1997	18	21	2	↘	↗	*
1998	23	16	2	↗	↗	
1999	20	21	2	↘	→	
2000	21	13	5	↘*	↗**	**
2001	18	16	3	→	↘	
2002	24	12	4	↘	↗*	
2003	23	12	3	↘	↗	**
2004	15	23	4	-	→	
2005	20	16	4	↘	↗	
2006	16	20	4	↘	↗	
2007	21	15	4	-	↗	
2008	19	20	6	-	→	

\* : 0.05 > p > 0.01, \*\* : p < 0.01 (カイ二乗検定)

10年以上連続で目撃されていないチョウはウラナミアカシジミ, ミズイロオナガシジミ, オオミドリシジミ, ホソバセセリ, ウラゴマダラシジミ, ミヤマセセリ, クロコノマチョウ, コツバメ, ウスイロコノマチョウ, 5年以上連続で目撃されていないチョウはオナガアゲハ, トラフシジミ, ゴイシジミであり, ゴイシジミを除き, いずれも森林選好の種であった。逆に, チャバネセセリ, ミヤマチャバネセセリは調査前半には確認されず, 後半になって侵入, 定着したチョウであり, 前年以降, 温暖化による北上種のツマグロヒョウモンとナガサキアゲハが加わって来た(山本, 2016b参照)。いずれも村落, 市街を問わず人家周辺域を好むチョウで

ある。以後の4年は, 2000年から進んで来た最終的な市街化域の拡大と温暖化の影響も加えて, 従来からのオープンランド群集を中心に, 今後の村落周辺群集の去就も含めて, 市街空地群集に市街空地での荒地や緑地への侵入植物や市街人家周辺域での生垣や庭木などに依存する種も加わったチョウ相への最終的な変化を促すものとなるだろう。

### 摘要

茨城県龍ヶ崎市郊外で, 1982年から1993年の中断を経て30年間連続で行われた2.5Km-チョウ成虫帯状センサス調査の中の2008年の環境選

好性に基づくチョウ相変化の報告である。同年、3～11月にかけて1旬につき2回の調査で5科45種3,397個体が目撃され、距離補正の上(総補正個体数=2,906)、群集構造、種数、個体数、多様性、優占種についての生息環境による違いが報告された。以下はその結果である。

1. 目撃補正総個体数4以上のチョウ36種の19の調査小区への個体数分布マトリックスより、群分析と主成分分析を併用して、二つの生息環境(市街空地、村落周辺域)と二つの下群集(村落周辺群集、市街空地群集)を区別した。

2. 村落周辺域を中心に広く市街空地にかけてはヤマトシジミ>モンシロチョウ>キチョウ>アゲハ>ルリシジミ>ベニシジミ>ウラナミシジミ>クロアゲハを優占種とする目撃個体数で圧倒する村落周辺群集が成立していた。

3. 市街空地から広く村落周辺域にかけてはモンキチョウ>イチモンジセセリ>キタテハを優占種とする市街空地群集が成立していた。

4. 調査開始前半では当群集を代表する下群集であった森林群集は徐々に勢力を弱め、構成種の多くが姿を消し、他の下群集に吸収されたものも多く、ほぼ消滅状態となった。代わってオープンランド群集が勢力を拡大し、後年はその中の優占種、特にヤマトシジミの優占率が上昇して来た。

5. 目撃総種数は過去26年間の最高となり、総目撃個体数は過去25年間の平均を上回ったが、多様性値と均等性値は過去平均を下回り、特に調査地北部で進む市街化の影響で、森林群集は消滅寸前の一方、オープンランド群集内では優占種による寡占化、後年は特にヤマトシジミによる寡占化が加速し、今後も調査地群集の多様性値を指標とした劣化が進むものと思われた。

#### 引用文献

Kitahara, M. and K.Fujii (1994) Biodiversity and community structure of temperate butterfly species within a gradient of human disturbance:

an analysis based on the concept generalist vs. specialist strategies. *Res. Popul. Ecol.* **36**(2): 187-199.

Kobayashi, S. (1981) Diversity indices: Relations to sample size and spatial distribution. *Jap. J. Ecol.*, **31**: 231-236.

——— (1987) Heterogeneity ratio: A measure of beta-diversity and its use in community classification. *Ecol. Res.*, **2**: 101-111.

小林四郎 (1995) 「生物群集の多変量解析」194pp., 蒼樹書房, 東京.

森下正明 (1979) 「森下正明生態学論集」第二巻. II +585pp., 思索社, 東京.

望月, 山口 (2021) 「ツマグロヒョウモンの北上に関する生気候学的研究」*日生氣誌*, **57**(4): 135-141.

山本道也 (1983) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相」*流通経済大学論集*. **18**(1): 28-51.

——— (1989) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相——環境選好性」同上. **24**(1): 32-45.

——— (1991a) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1982年——環境選好性」同上. **26**(1): 1-10.

——— (1991b) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1983年——環境選好性」同上. **26**(2): 41-53.

——— (1993) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1984年——環境選好性」同上. **27**(3): 34-47.

——— (1994) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1985年——環境選好性」同上. **29**(2): 94-115.

——— (1995) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1986年——環境選好性」同上. **29**(4): 1-20.

——— (1997) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1987年——環境選好性」同上. **32**(2): 38-53.

——— (1999) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1988年——環境選好性」同上. **34**(2): 23-38.

——— (2001) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1989年——環境選好性」同上. **36**(2): 1-19.

——— (2003) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1990年——環境選好性」同上. **38**(1): 1-16.

——— (2005) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1991年——環境選好性」同上. **40**(1): 1-16.

——— (2007) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 20年間の変化」同上. **41**(4): 33-67.

——— (2010) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1992年——環境選好性」同上. **44**(4): 1-17.

——— (2012) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1994年——環境選好性」同上. **46**(4): 13-30.

——— (2013) 「竜ヶ崎市周辺のチョウ相, 1995年——環境選好性」同上. **48**(2): 1-19.

——— (2014) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1996年——環境選好性」同上. **49**(1): 11-30.

——— (2016a) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1997年——環境選好性」同上. **51**(1): 1-20.

- (2016b) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相 —30年間の変化」流通経済大学創立50周年記念論文集 (創立50周年記念論文集編集委員会編), 717-782. 流通経済大学出版会.
- (2017) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1998年—環境選好性」同上. 52(1): 1-21.
- (2018) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1999年—環境選好性」同上. 53(1): 1-21.
- (2019a) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2000年—環境選好性」同上. 53(3): 27-48.
- (2019b) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2001年—環境選好性」同上. 54(1): 93-115.
- (2020a) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2002年—環境選好性」同上. 54(3): 133-157.
- (2020b) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2003年—季節消長」同上. 54(4): 1-22.
- (2020c) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2003年—環境選好性」同上. 55(1): 31-57.
- (2021a) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2004年—環境選好性」同上. 55(3): 1-28.
- (2021b) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2005年—環境選好性」同上. 56(1): 9-36.
- (2022a) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2006年—環境選好性」同上. 56(3): 1-28.
- (2022b) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2007年—環境選好性」同上. 57(1): 81-109.

### Synopsis

Yamamoto, Michiya, 2023. Community structure of butterflies observed in and near Ryugasaki, 2008, based upon their habitat preference. *Ryutsu-keizai Daigaku Ronshu* (The Journal of Ryutsu-keizai University), Vol. 57, No.3: 47-75.

This paper reported results about butterfly assemblages surveyed in 2008 in the series of a long span survey continued in 1982 to 2012 from the viewpoint of habitat preference, especially focusing to the relation of assemblage change with urbanization in and around the survey areas.

A butterfly community in Ryugasaki, Ibaraki Pref., was composed of two subcommunities

(town's green space and roadside one, village area one), previously discussed together as openland subcommunity, in two different habitats (town's wastelands, town's green spaces and road sides, and cultivated areas and human habitats).

A village area subcommunity with an overwhelming number of individuals observed, including eight predominants, *Pseudozezeria maha*, *Pieris rapae crucivora*, *Eurema hecabe mandarina*, *Papilio xuthus*, *Celastryna argiolus*, *Lycaena phlaeas*, *Lampides boeticus* and *Papilio protenor*, and other 14 species, was formed in and near cultivated areas and human habitats.

A town's green space and roadside subcommunity, including three predominants, *Colias erate*, *Parnara guttata* and *Polygonia c-aureum*, and other 20 species, was formed in town's wasteland, town's green spaces and roadsides. The woodland subcommunity had nearly disappeared in later years, while the openland subcommunity classified in the previous papers had grown huge.

Although the total species number observed in 2008's survey had been most for 26 years, the community diversity index and the community equitability index had been gradually decreasing in those 26 years, caused by two factors; an oligopolistic state by the top predominant species, *Pseudozezeria maha* in the openland subcommunity had been accelerated, while the woodland subcommunity had gradually declined with a narrow survival in later years, as open habitats had enlarged with the final progress of urbanization in and around the survey route.