

## 《論 文》

## 龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2000年

——環境選好性——

山 本 道 也

Community Structure of Butterflies Observed in and near Ryugasaki,  
2000, 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带状センサスは、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、大規模工業団地建設の計画域の中にあって、30年余をかけて、当初の関東平野特有の谷津景観から郊外型都市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、造成域は断続的に拡大され、調査ルートを挟む形で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での住宅建設が始まり、居住人口の増加とともに、1994年には最寄りのJR駅を結んで路線バスも運行され始めた。さらに、都市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が営業を始めた。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都市化計画(龍が岡ニュータウンと呼称)の概観は整った。2018年現在、居住区では、造成地の2/3ほ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域へと様変わりし、往時の景観を残すのは谷津沿いに形成されてい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)。

本報告ではその住宅設建設期初期の段階(山本, 2007, 2016b参照)に当たる2000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回の带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、優占種の違いに言及する。

### 調査地および調査方法

龍ヶ崎市郊外の海拔20～25mの南北二つから成る段丘を縫う幅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(調査初期には谷津景観を背景にして竹林、畑地、水田、照葉樹・落葉広葉樹からなる雑木林、杉・松の植林地などが含まれていた)。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。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、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で多くを占めていた耕作地は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が形成されていたが、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本格化し、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の左右にも新築棟が目立つようになってきた。

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、自然公園化工事が動き出し、1999年には2面のテニスコートと駐車ロットが設けられ、残された斜面林に沿って散策路が整備されて、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、クズ群落が目立ってきていたが、1996年以降は、5年後に竣工予定の屋外プールの土工事が進み、工事車の出入りが頻繁になった。さらに、1997年末から始められたB<sub>3</sub>小区での法面造成工事で、迂回を余儀なくされ、1998年には、

表1 2000年における調査ルート沿いの各調査小区の景観変化

調査小区	距離 (m)	景観
A1	260	人家(1軒は空き家となり、周辺は荒地化)、斜面林(左斜面:竹林, 右斜面:竹林, 照葉・落葉樹の混交中木林)
2a	140	左:畑地(荒地化), 右:3棟新築(前年)、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)
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)
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:3棟(前年)+1棟新築
4a	220	左:2棟+農地, 荒地, 家庭菜園, 右:農地, 荒地+2棟
4b	150	左:1棟+農地, 荒地, 家庭菜園, 右:斜面林近接
B1	90	照葉樹を低・中層木とする杉林, 林床はアズマネザサが成長(2m余)
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)
3	140	新設道路沿いの広い法面にクローバを主とする雑草群落が成立
4	100	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)
C1	130	左:芝吹付後の裸地, 右:40～50棟からなる北街区建設工事および大型道路建設工事中
2	190	荒地化(ササ+クズ+タデ類などの雑草群落が繁茂)
3a	130	荒地化(ササ+クズ+タデ類などの雑草群落が繁茂)
3b	90	造成工事進行中
4	100	総合病院建設工事中(主として駐車場+舗装道路+人工土手)
D1	100	総合病院建設工事中(主として建物+人工土手), 右:一部杉林残存
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)
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:新築1棟+農地
3	80	左:5/26～大学サッカー寮建設中, 右:荒地化

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>小区には舗装道路が新設され、片側に傾斜の緩やかな法面が広がり、B<sub>4</sub>小区は大型舗装道路に沿って生垣と歩道が作られ、まったくの人工的環境となった。

一方、北半部でも1995年にB<sub>4</sub>～C<sub>4</sub>小区沿いにまで大型道路工事が及び、1996年には共用開始、その北側の造成後の広大な荒地では宅地化が進み、北街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が、前年の1999年にはC<sub>4</sub>、D<sub>1</sub>小区も伐採、造成が進行し、当年には総合病院建設が始まった。林地率も当初の49.4%から当年には15.0%に減少した。

上記調査地での帯状センサスを2000年3月上旬～11月下旬まで、1旬につき2回（3月3、9、13、18、25、30日、4月2、8、12、17、24、28日、5月1、7、12、15、22、29日、6月2、7、15、18、26、30日、7月1、5、10、15、21、28日、8月2、7、11、17、23、26日、9月2、8、10、18、21、27日、10月6、7、11、19、21、26、31日、11月8、11、19、24、30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、7科39種3,716個体であった。個体数は各種ごとに調査小区別（過去との比較のため15小区で処理）にまとめられた（図1、山本、1989、1991b、1993、1994、1995、1997、1999、2001、2003、2005、2010、2012、2013、2014、2016a、2017、2018参考）。以下、過去17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を1982年/1983年/1984年/1985年/1986年/1987年/1988年/1989年/1990年/1991年/1992年/? = 1993年、調査なし/1994年/1995年/1996年/1997年/1998年/1999年/2000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) : 1985年に目撃総個体数は大きく減少した。その後は一時的に回復したものの再び減少傾向にあり、一時期目撃されない年もあったが、1997年以降、一桁ながら連続して目撃されるようになってきた。当年は久しぶりに二桁目撃となり、過去17年間の平均を大幅に上回った。前9年間を通して、特に、耕作地とその周辺域である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>2</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。

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) : 18年間を通し、林地のA<sub>1</sub>小区、それに近接したA<sub>2</sub>小区に目撃が集中する傾向は変わっていないが、移動力が大きいので、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年には過去18年間の最高となった。その後は減少傾向にあり、1997年は過去18年間の最低となった。翌年以降は増加し、当年も過去17年間の平均を上回って目撃された。A<sub>1</sub>小区での増加が顕著だった。

3. キアゲハ (24/16/33/14/9/15/22/13/17/17/12/?/19//23/10/14/51/38/36) : 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>2</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年には過去18年間の最低を記録した。その後も増減を繰り返し、前々年は急増、過去18年間の最高の目撃となった。当年は減少したものの、過去17年間の平均を上回った。B区での減少が顕著であった。

4. アゲハ (41/56/43/55/136/108/80/53/91/140/119/?/77/101/76/70/109/132/214) : 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>4</sub>、D<sub>2a</sub>小区では安定して多かった。1986年の目撃総個体数の急増以降、減少傾向にあったが、1990年から増加に転じ、翌年にはそれまでの最高の目撃となった。その後は再び減少傾向にあったが、前々年、前年と増加し、当年は更に増加して過去18年間の最高となった。ルート復帰したB<sub>3</sub>小区、前年に伐採、造成地化されたC<sub>4</sub>、D<sub>1</sub>小区では減少したが、D<sub>2</sub>小区で大幅に増加した。

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) : 1984, 1986年に1個体ずつ、1990年、1992年は2個体ずつがA区で、前年は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。当年の目撃はなかった。

6. クロアゲハ (10/29/18/9/15/9/25/35/16/20/21/?/22/24/12/13/24/27/29) : 木陰を好み、林地のA<sub>1</sub>小区で多く目撃された。目撃総個体数は1985年に過去18年間の最低となり、以後、増減を繰り返し、1989年には過去18年間の最高となった。その後の変動は小さく、当年は過去17年間の平均を上回って目撃された。A<sub>1</sub>、D<sub>2a</sub>小区での目撃が安定していた。

7. オナガアゲハ (0/0/1/0/0/0/0/1/0/0/0/2/?/0/0/1/0/3/0/2) : 目撃なしの年が多いが、1984, 1988年に林地のD<sub>1</sub>小区で1個体ずつ、1992年は2個体、前々年には3個体で、過去17年間の最高の目撃となった。A<sub>1</sub>、A<sub>2</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。当年はD<sub>2a</sub>小区で目撃された。

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) : 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18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、一桁目撃の年も出始め、1997年には過去18年間の最低となった。翌年には増加したものの、当年は過去17年間の平均を下回った。A<sub>1</sub>、

A<sub>2</sub>小区で減少し、D<sub>1</sub>小区は造成のため生息不能となった。

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) : 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年から再び急増し、調査開始以降初めて三桁を超え、翌年はさらに倍増して過去18年間の最高の目撃となった。その後は減少したものの、三桁を維持し、当年も過去17年間の平均を大幅に上回った。1997年急増のC<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>小区では減少したが、シバ、クローバーが植栽されたB<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>小区で多数が目撃されるようになった。

10. キチョウ (69/140/116/87/181/145/161/179/212/286/192/?/409/953/182/301/1,052/769/481) : 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、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。翌年は一転急減したが、再び増加し、前々年には初めての4桁目撃で最優占種となり、過去18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>2</sub>小区、ハギ類が成長したC<sub>3</sub>、D<sub>2</sub>小区などで大幅に増加した。当年は減少したものの過去17年間の平均を大幅に上回った。

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) : 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年になって急減し、一桁の目撃となった。以後は増加傾向を示し、1994年はD<sub>2a</sub>小区で多数が目撃され、過去18年間の最高となった。翌年は一転して一桁目撃まで急減し、1997年は更に減少して、過去18年間の最低と

なった。その後二桁目撃に復帰したが、当年も過去17年間の平均を下回った。1994年に急増したA<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, D<sub>2a</sub>小区で大幅に減少した。

12. モンシロチョウ (212/371/421/455/306/331/342/298/440/303/382/?/477/665/323/533/364/507/506) : 耕作地とその周辺域からなるA<sub>2</sub> ~ A<sub>4</sub>小区, 特に, A<sub>3</sub>小区で多く, 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年には急減, 以後は緩やかな増減を繰り返し, 1995年には大幅に増加し, 過去18年間の最高の目撃となった。その後も増減が続き, 当年は過去17年間の平均を大幅に上回った。A<sub>2</sub> ~ A<sub>4</sub>小区で大幅に増加し, さらにB<sub>2</sub>, D<sub>2b</sub>小区での目撃増も目立った。

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) : 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>2</sub>小区や新たにD<sub>2</sub>小区などで目撃されるようになった。目撃総個体数は1983年に大幅に減少し, その後, 増減を繰り返しながら減少傾向にあり, 1992年には1個体目撃となってしまった。1994, 1995年には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。当年はA区で二桁目撃へと増加し, 過去17年間の平均を上回った。林地に近接した耕作地周辺域などで目撃されることが多く, 年1化性種ということもあって以後の動向が注目された。

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) : 1984年以降ほぼ連続して目撃されるようになり, 1994年には1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17年間の最高の目撃となった。その後は減少傾向にあり, 当年は1個体目撃に終わった。

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) : 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。その後も大幅な増加はみられず, 1997年

は, 過去18年間の最低となった。翌年は増加したものの, 当年も一桁目撃となり, 過去17年間の平均を下回った。1985年以前は林地のB<sub>3</sub>, C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>小区に個体数が集中しており, 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。当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。

16. コミスジ (76/105/101/44/57/81/83/63/56/20/68/?/37/98/34/7/36/16/10) : 増減を繰り返しながらも減少傾向がうかがえ, 1995年の急増を境に減少に拍車がかかり, 1997年は調査開始以降初めての二桁目撃で, 過去18年間の最低となった。その後二桁目撃に復帰したが, 減少傾向は否めず, 当年は過去17年間の平均を大幅に下回った。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一致していたが, 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。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。前年はさらにC<sub>4</sub>, D<sub>1</sub>小区の林地が伐採, 造成地化され, B<sub>1</sub> > A<sub>1</sub>小区での目撃となった。

17. キタテハ (56/62/47/63/178/119/114/65/95/87/60/?/46/107/62/98/69/115/176) : 目撃総個体数は1986年に前4年間のレベルをはるかにしのぐ増加があり, 過去18年間の最高を示した。その後は減少傾向にあり, 1994年には過去18年間の最低の目撃となった。以後回復傾向がみられ, 前年はそれまでの平均を大幅に上回って優占種に名を連ね, 当年は更に増加して, 過去最高に迫るまでになった。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, さらに, 1985年以降, A区, C<sub>3</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>小区では, 土地買収の結果耕作地が荒地化し, 秋期にはセイタカアワダチソウが優勢となり, 本種成虫がしばしば吸蜜に訪れ, 増加傾向の原因となっていた。それらの小区が, 1992年は造成,

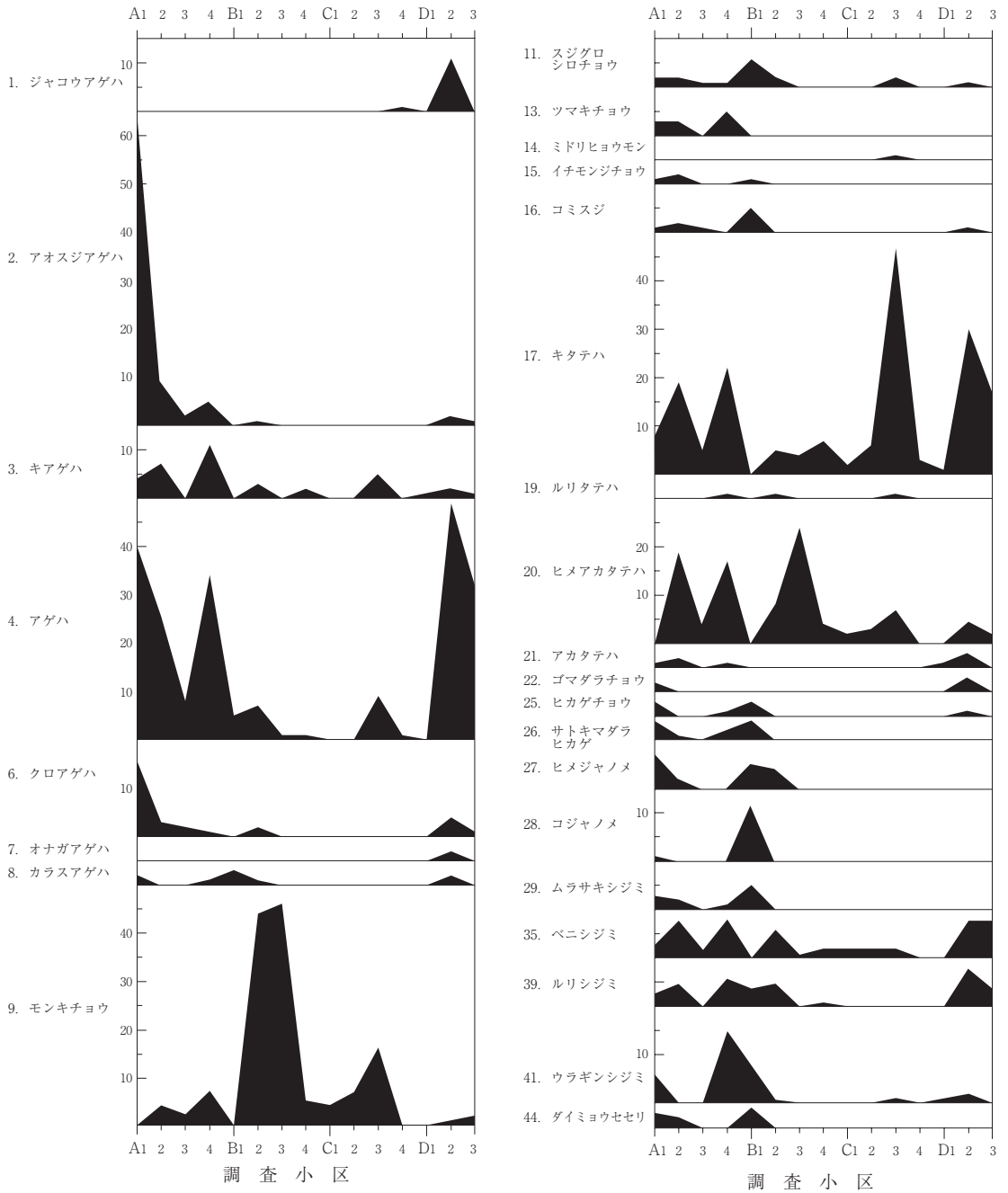
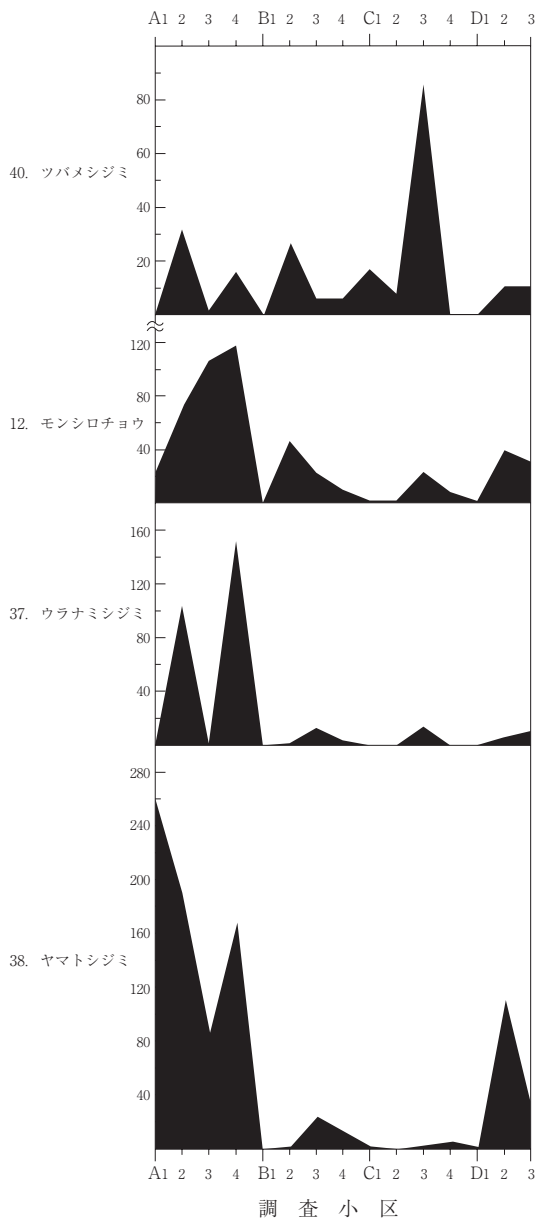
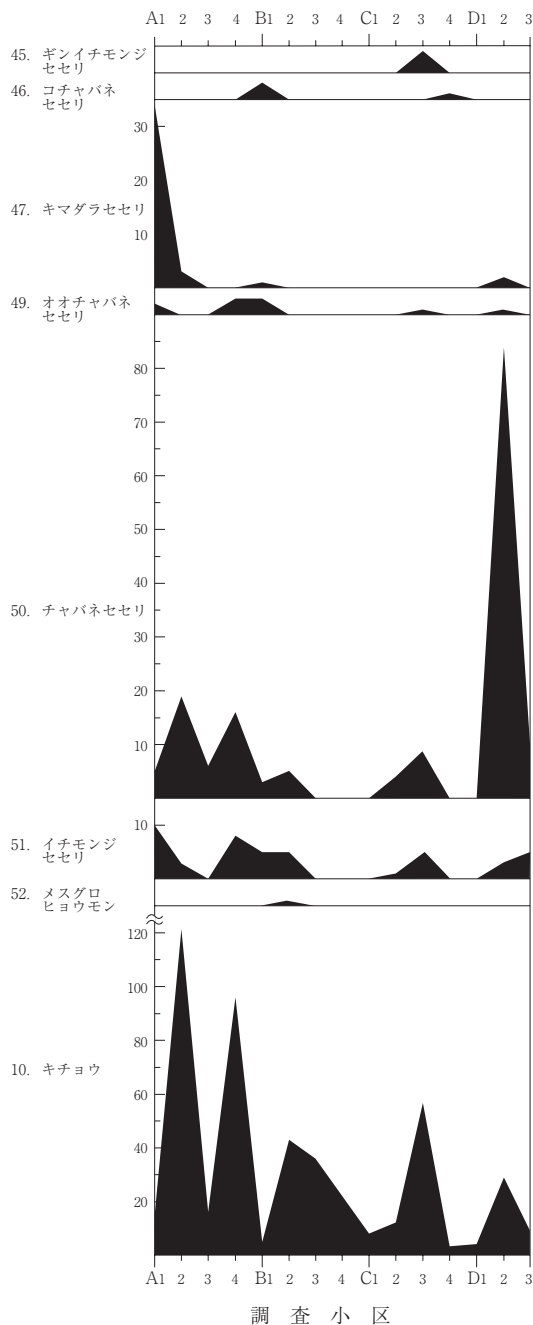


図1 目撃種39種の個体数の空間分布（キチョウ，ツバメシジミ，



モンシロチョウ, ウラナミシジミ, ヤマトシジミは目盛りを合わせるため後出).

裸地化され、目撃数の減少を招いたが、その後の植生の回復とともに再びそれらの小区、特にC<sub>3</sub>、D<sub>2</sub>小区で増加した。

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) : 1987年、かなりの間において、1995年、1996年と続いて1個体ずつが目撃されたが、当年を含めて4年連続で目撃されず、周囲からの侵入個体の可能性が高い。

19. ルリタテハ (4/4/0/3/3/6/0/4/2/2/3/?/5/0/0/2/3/3/3) : 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普通。当年は過去17年間の平均とほぼ同数が目撃された。

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) : 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年から再び急増、1994年には、調査開始以来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、以後当年も含めて3年連続で最高目撃数を更新した。後年は目撃集中小区のA<sub>4</sub>小区だけでなく、A<sub>2</sub>、B<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>小区でも大幅に増加した。

21. アカタテハ (0/1/3/4/3/6/6/6/4/3/4/?/6/8/5/2/8/3/8) : 前種とほぼ同じ環境選好性を示すが、やや林縁性が強い。数は少ないものの増加傾向にあり、一桁ながら、前々年、当年は過去18年間の最高の目撃となった。

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) : 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18年間の最高となったが、翌1987年には一転して急減、その後一桁台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年は増加して、二桁目撃となったが、以後一桁目撃止まりで、当年の目撃も過去17年間の平均を下回った。

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) :

林地やその林縁で目撃された。調査開始3年間には優占種として増加傾向にあり、1984年には過去18年間の最高を記録した。以後急減、1987年からは再び増加傾向にあったが、1989年を境に減少傾向が明らかになり、1991年には優占種からもはずれ、1994年には調査開始以来初めて一桁台の目撃となり、前々年は二桁台に戻ったが、前年は1個体目撃となり、当年はついに目撃0となった。目撃度が高い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ったが、特に目撃数の多かったB<sub>3</sub>、C<sub>1</sub>小区での伐採、オープン化が1985年の減少の主な原因と思われる、その後4年間の増加はD区での増加に負っていた。1990年以降はそのD<sub>2</sub>、D<sub>3</sub>小区が伐採され、再びの急減となった。前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、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) : 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年には複数の小区で目撃され、特に、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る可能性が高いと思われた。前年、当年の目撃はなかった。

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) : 1983年の著しい増加後は減少し、1985年には二桁台への減少となったが、翌1986年には急増し、1984年のレベルに戻った。以後は減少傾向にあり、優占種からも外れ、1988年以降には目撃も二桁台に落ちた。1996年にはそれまでの最低となり、その後多少の回復はあったものの、当年には調査開始以来初めての一桁目撃となり、過去18年間の最低となった。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、1986年に以



後は、B<sub>3</sub>、C<sub>1</sub>小区の造成によりB<sub>1</sub>小区に目撃が集中することになった。そのB<sub>1</sub>小区でも目撃数が減り、減少傾向が明らかになった。

26. サトキマダラヒカゲ (40/217/190/36/10/198/235/72/26/46/91/?/9/79/39/30/70/12/11) : 目撃総個体数は1986年に大きく減少したが、以後増加、1988年には過去18年間の最高となった。以後、漸減し、二桁目撃に落ち、優占種からも外れることが多くなり、1994年には過去18年間の最低となり、調査開始以来初めての一桁目撃となった。その後急増し、二桁目撃に戻ったが、減少傾向は明らかで、当年も過去17年間の平均を大幅に下回った。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>小区で目撃はゼロに近づき、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。

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) : 1982～1984年にかけて目撃総個体数は増加傾向にあったが、以後は減少傾向にあり、1991年には調査開始後初めての一桁目撃で過去18年間の最低となった。その後は増減を繰り返しながら減少傾向を示し、当年も過去17年間の平均を大幅に下回った。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>小区に目撃が集中する分布パターンであったが、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。

28. コジャノメ (6/18/16/9/7/3/14/11/9/6/11/?/5/15/6/8/11/11/12) : 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>小区に目撃が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年には過去18年間の最低となった。翌年の急増後は増減を繰り返し、当年は過去17年間の平均をわずかに上回って目撃された。目撃が集中するB<sub>1</sub>小区での増加が原因であった。

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) : 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た。目撃総個体数は増減を繰り返し、1983年に過去18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。その後再び増加傾向の二桁目撃が続いたが、1996年には一桁目撃へと急減、1986年と同じ最低レベルとなった。前々年以降二桁目撃に復帰したが、当年も過去17年間の平均を下回った。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。

30. ウラゴマダラシジミ (6/9/0/2/0/2/0/0/0/0/0/1/?/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をされなくなり、1987年を最後に連続5年間目撃されていなかった。その後1992年になって林地のB<sub>1</sub>小区で1個体が目撃されたが、以後は当年を含めて7年連続で目撃されていない。

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) : 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) : 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、目撃個体が非常に少なく、当年も含めて以後13年間は目撃がなかった。

33. オオミドリシジミ (1/4/1/0/0/0/1/1/0/0/?/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、その後は3年間続けて目撃されたが、再び当年も含めて後9年は目撃されなかった。以後もC区での伐採を考えると目撃が途絶える可能性が高い。

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) : 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年は一桁目撃ながら過去18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。当年の目撃はなかった。

35. ベニシジミ (6/10/38/32/48/26/16/28/61/26/36/?/22/22/26/29/30/55/52) : 当初は目撃は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、過去18年間の最高となった。以後は半減状態が続いていたが、前年、当年は増加し、過去17年間の平均を大幅に上回った。A<sub>2</sub>、A<sub>4</sub>小区ばかりでなく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。

36. ゴイシジミ (5/0/0/36/115/44/9/1/4/5/5/?/0/0/0/2/5/2/0) : 1985年になって目撃総個体数が急増、翌年さらに増加し、過去18年間の最高となった。1985年の目撃個体は林地のB<sub>3</sub>小区に集中し、1986年にはそれが林地のC<sub>1</sub>小区に移った。B<sub>3</sub>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<sub>1</sub>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。以後は急減し、さらに、C<sub>1</sub>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年間一桁目撃が続いた。当年の目撃はなかった。

37. ウラナシジミ (13/7/9/13/9/42/1/35/29/4/10/?/28/37/11/52/26/181/307) : 例年は、A区、特に耕作地とその周辺域からなるA<sub>2</sub>、A<sub>4</sub>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<sub>3</sub>、D<sub>2</sub>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、前年は調査開始以来初めての三桁目撃へと急増、優占種の仲間入りをし、更に当年は倍増、過去18年間の最高の目撃となった。A<sub>2</sub>、A<sub>4</sub>小区で急増した。

38. ヤマトシジミ (419/446/394/483/275/344/298/339/523/181/384/?/332/266/258/438/576/

832/895) : 当調査地での安定した優占種で毎年上位3以内を占める目撃があった。幼虫の食草であるカタバミとの結びつきが強い。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18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年に大幅に増加、以降年を追って増加し、当年は過去18年間の最高の目撃となった。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<sub>3</sub>、A<sub>4</sub>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<sub>2</sub>、A<sub>4</sub>、D<sub>2b</sub>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3小区で急増した。

39. ルリシジミ (108/65/90/63/93/159/73/45/56/66/57/?/40/23/25/48/43/17/36) : 目撃総個体数は増減を繰り返し、1987年には過去18年間の最高となり、以降は減少傾向が顕著で優占種からも外れ、1995年には過去18年間の最低レベルに近づいた。以後、回復傾向をみせたものの、前年には急減し、過去18年間の最低となった。当年は増加したが過去17年間の平均を下回った。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。当年はC<sub>3</sub>小区での目撃はなかったが、他の小区で回復した。

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) : 従来から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、特に1992年以降は増加傾向が顕著で、1995年には過去18年間の最高の目撃となった。その後半減、前々年はさらに半減した

が、前年には倍増、当年は更に増加して過去17年間の平均を上回った。B<sub>2</sub>小区では、1991年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つつ1995年にはピークを迎えた。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>2</sub>>A<sub>4</sub>小区となり、目撃総数は半減し、前々年はさらに造成工事が始められたC<sub>4</sub>小区でも大幅に減少した。一方、代わってC<sub>3</sub>小区と従来からのA<sub>2</sub>小区がその後の増減の中心となった。

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) : 1987年には過去18年間の最高を記録したが、その後は増減を繰り返しながら減少傾向にあり、前々年は過去18年間の最低の目撃となった。当年は増加し、過去17年間の平均とほぼ同数が目撃された。1985年までは飛翔範囲が広いた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、B<sub>3</sub>、B<sub>4</sub>、C<sub>1</sub>小区で減少、もしくは目撃が途絶えることが多くなっていた。後年の減少は全小区に及んでいたが、当年は斜面林に沿うA<sub>4</sub>小区で集中的に目撃された。

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) : 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9年間の目撃があり、この間は定着していたと考えてよいだろう。

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) : 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18年間の最高となった。しかし、翌年はC<sub>1</sub>小区での皆伐により、大幅に減少し、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年以降の目撃ゼロ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) : 1985年に目撃総個体数は半減し、過去18年間の最低と

なったが、翌年からは増加し、1987年には過去18年間の最高となった。その後は減少気味であったが、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が、前年、当年は急減し一桁目撃となった。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が、前年のC<sub>4</sub>、D<sub>1</sub>小区での伐採、造成が響いた。

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) : 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。1997年に再び急増し、一桁ながら過去18年間の最高の目撃となった。前々年、前年は一桁1個体目撃に終わったが、当年は増加して過去17年間の平均を上回った。前半の増加はB<sub>2</sub>小区での荒地化後の植生の回復がプラスに作用した例と思われた。1994年からはそのB<sub>2</sub>小区で全面土工事が始まり、同小区は生息地として不適となった。代わって、A<sub>2</sub>、A<sub>4</sub>、その後再び植生の回復したB<sub>2</sub>小区などのイネ科草本の目立つ荒地で複数個体が目撃されるようになってきていた。その後、B<sub>2</sub>小区での改良工事の影響を受けて再び希少種となっていたが、植生が回復し、ヨシ群落が形成されたC<sub>3</sub>小区で複数個体が目撃された。

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) : 1985年に一桁目撃へと急減した後、振幅は激しいものの増加に転じ、1987年には過去18年間の最高を記録し、優占種にもなった。その後は増減を繰り返しながらも減少傾向が顕著となり、優占種からも外れ、1991年以降は二桁目撃で推移した。増加は林地のC<sub>3</sub>小区で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、二桁目撃が常態となり、翌年は林地のC<sub>4</sub>小区で多数が目撃され、目撃総個体数が大幅に増加した。以後、このC<sub>4</sub>小区で減少し、当年は、この小区での前年の伐採、造成地化でさらに減少し、過去18年間で2度目の一桁目撃となった。

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) : 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>2</sub>小区を中心に倍増し、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年以降二桁目撃に復帰、増加傾向を示し、当年には過去18年間の最高の目撃となった。A<sub>1</sub>小区の林縁で集中的に目撃された。

48. ホソバセセリ (1/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/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、その後同小区での伐採の影響も受けてまったく目撃されなくなった。当調査地では姿を消したと結論づけてよい段階だろう。

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) : 目撃総個体数は、1986年に急増、前4年のレベルを大幅に上回り、同じく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18年間の最高の目撃となった。以後、減少著しく、1991年には調査開始以来初めての二桁目撃となり、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、前年はそれまでの最低、当年も更に減少して過去18年間の最低となり、今後の減少傾向を示唆する結果となった。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ていたが、1986年以降、B<sub>3</sub>、C<sub>1</sub>小区の伐採、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るが、趨勢としての林縁環境の減少とともに以後も目撃個体数を減らしていくことが予想された。当年には残り少なかった森林環境小区の内、C<sub>4</sub>、D<sub>1</sub>小区での前年の伐採、オープン化により、B<sub>1</sub>小区が唯一本種が安定して目撃される小区となった。

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) : 1987年になり初めてA<sub>2</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撃となり、前年はさらに急増して三桁目撃に突入、初めて優占種となった。当年は更に増加して、前年の最高記録を更新した。A<sub>2</sub>小区を中心に、B<sub>3</sub>、C<sub>3</sub>小区など伐採、造成後の植生が疎らなオープンな立地で安定して目撃されるようになってきた。前年、当年はD<sub>2</sub>小区の荒地で大幅に増加した。

51. イチモンジセセリ (155/202/58/189/164/124/267/72/156/68/92/?/44/55/93/129/104/36/45) : 個体数は多いが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、1988年には過去18年間の最高の目撃となった。以後増減を繰り返しながらも減少傾向を示していたが、1994年を底に増加に転じ、その後三桁目撃まで回復した。前年は急減、二桁目撃は維持したものの過去18年間の最低の目撃となり、優占種からも外れた。当年も過去17年間の平均を大幅に下回った。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。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た。更に1992年以降、A区で減少傾向にあったが、1997、1998年とA<sub>4</sub>、C<sub>4</sub>、D<sub>2a</sub>小区で大幅に増加し、前年のC<sub>4</sub>小区での皆伐、造成地化を受けて再び急減した。

52. メスグロヒヨウモン (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/1/?/1/4/1/2/5/1/1) : 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り、1995年は複数個体が目撃され、前々年も一桁ながら目撃小区も複数に広がり、過去18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。前々年から始まった同小区での再造成、アパート建設、更に当年の大学サッカー寮建設を受けて後2年間は1個体目撃となった。以後の生息が危ぶまれた。

53. クロコノマチョウ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/1/0/0/0/0/0) : 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が、当調査地での目撃もその影響の一端と思われた。その後は当年も含めて目撃されなかった。

54. コツバメ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/1/0/0/0/0) : 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 (Kitahara 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/?/0/0/0/1/0/0/0) : 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。その後は目撃されなかった。

56. アサギマダラ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/1/0) : 前年になって初めてA<sub>1</sub>小区で目撃。調査地以外での周辺域で他の年ではあるが目撃例があり、いずれも生息地である筑波山からの移動個体と思われた。当年の目撃はなかった。

以上のうち目撃39種からなる龍ヶ崎市周辺域のチョウ群集について、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、優占種の環境による違いを報告、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 (小数点以下は切り上げ、整数値を扱う。補正総個体数は3,069)。

## 1. 群集構造

補正総個体数5以上の34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<sub>δ'</sub>, C<sub>λ'</sub>, 小林, 1995参考) と主成分分析 (= PCA) とを併用して、三つの生息環境 (H-I, II, III) と三つの下群集 (A-I, II, III) とを区別した (図2, 3)。

生息環境 (図2) : 前述34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<sub>δ'</sub> ——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、+はヒカゲチョウ>スジグロシロチョウ>サトキマダラヒカゲ>オオチャバネセセリ>ムラサキシジミ>ダイミョウセセリ>コジャノメ>ウラギンシジミ>コムスジ>コチャバネセセリ>カラスアゲハ>イチモンジチョウ>ヒメジャノメ (r ≥ 0.7), ルリシジミ (0.7 > r ≥ 0.5) であったことから、環境の森林化の強さに関係しているとみなされた。第2軸は、+がダイミョウセセリ>コムスジ (0.7 > r ≥ 0.5), -がジャコウアゲハ>オナガアゲハ>キタテハ>ルリシジミ>キチョウ>アゲハ (r ≥ 0.7), キアゲハ>カラスアゲハ (0.7 > r ≥ 0.5) で、林縁や伐採跡地などに認められる人為的影響の大きさに関係していると考えられた。これらの2軸 (累積寄与率 = 50.4%) への主成分得点の分布 (図2下) と群分析の結果 (図2上) は、19の調査小区が大きく三つに分けられることを示していた。

H-I : 耕作地 (A<sub>3</sub>) がその代表であり、人家周辺域 (A<sub>1</sub>, A<sub>2a</sub>, D<sub>2b</sub>), 荒地と耕作地との混在域 (A<sub>4a</sub>, A<sub>4b</sub>), 伐採造成跡地 (C<sub>3b</sub>, C<sub>4</sub>, D<sub>3</sub>) など人為的影響が強いオープンな環境 (= 人家周辺域)。

H-II : 唯一残された斜面林の中の調査小区 (B<sub>1</sub>) (= 林地)

H-III : 伐採跡地 (C<sub>2</sub>, D<sub>1</sub>), 造成後の放棄地で雑草群落 (セイタカアワダチソウ, タデ類, イネ科草本など) が形成されている調査小区 (A<sub>2b</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, C<sub>3a</sub>, D<sub>2a</sub>) や新設道路沿いの種々の侵入植物の目立つ調査小区 (C<sub>1</sub>, B<sub>4</sub>)。道端や伐採跡地, その後の荒地を含む調査小区からなる (= 荒地)。

チョウ下群集 (図3) : 前述34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<sub>λ'</sub> ——重なり度指数, 森下, 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

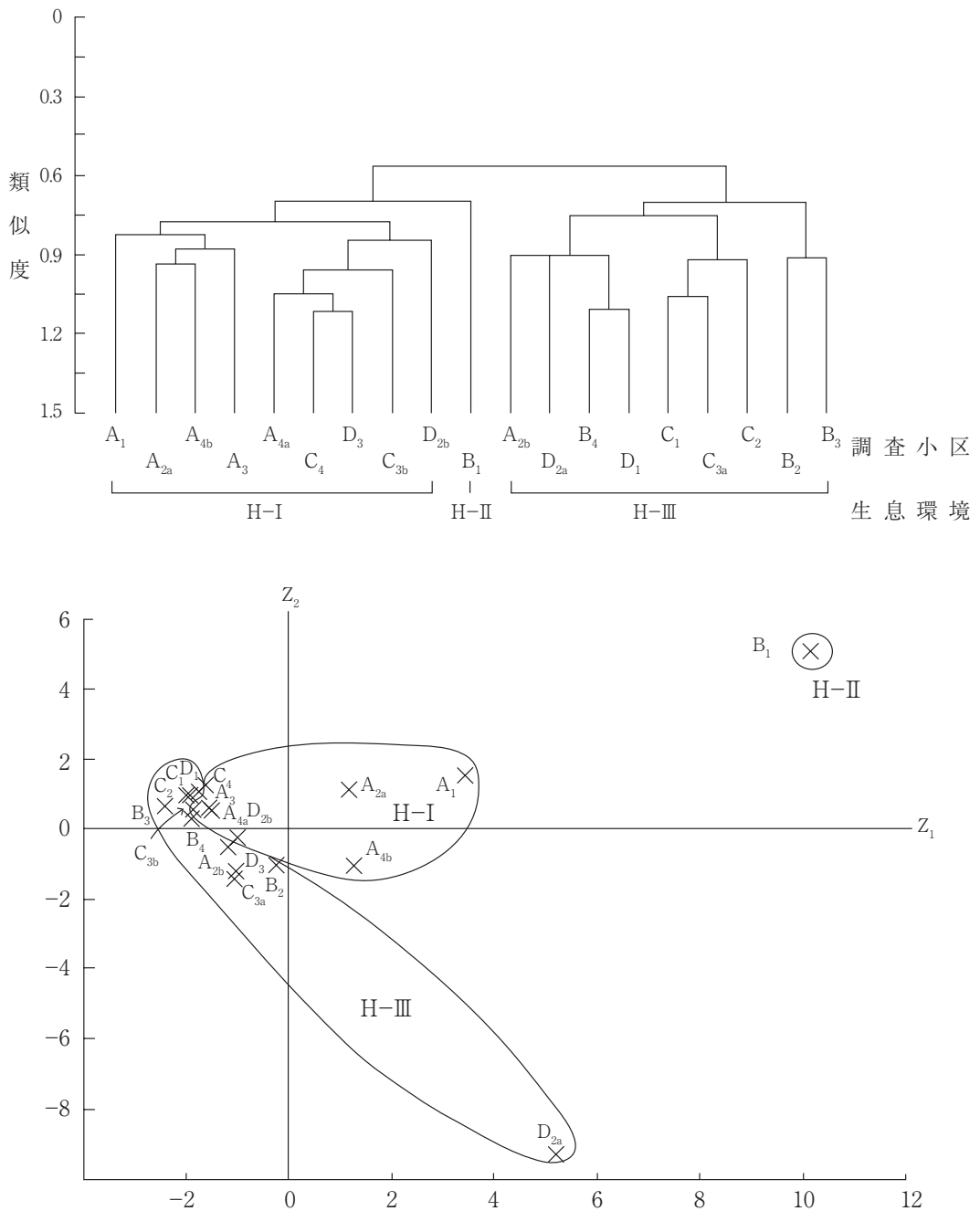


図2 チョウ相（補正総個体数5以上の34種）からみた調査環境の類似性. 上段：群分析（C<sub>s</sub>'）. 下段と対応させて三つの生息環境（H-I, II, III）に分類. 下段：上段と対応した各調査小区の主成分得点の分布.

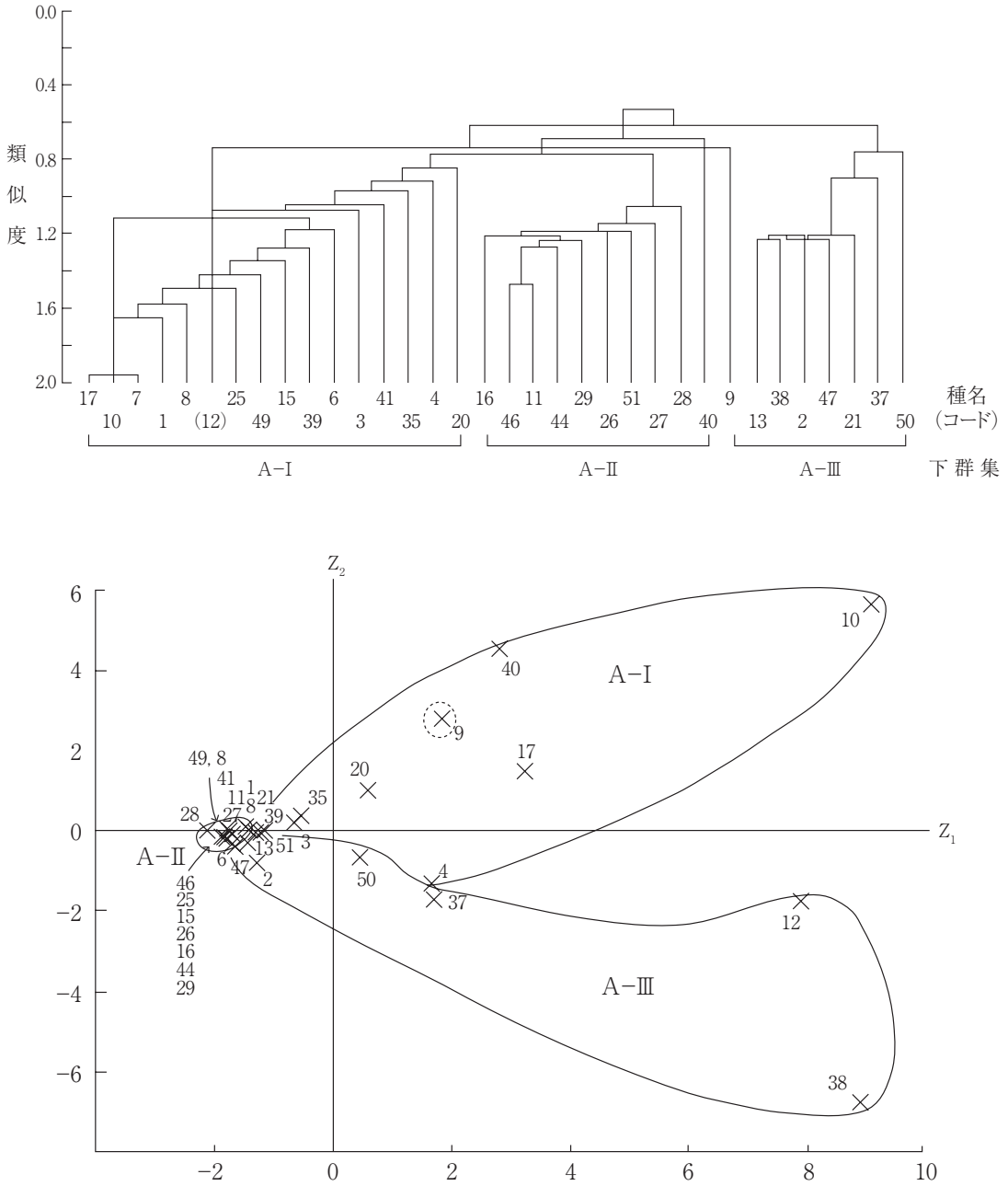


図3 補正総個体数5以上の34種についての環境選好性の類似性. 上段: 群分析 ( $C_1'$ ). 下段と対応させて三つの下群集 (A-I, II, III) に分類. 種名コードは図1と対応. 下段: 34種の主成分得点の分布.

表2 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	生息環境		H-I							H-II							H-III							合計
	コード	種名	A <sub>1</sub>	A <sub>2a</sub>	A <sub>3b</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>3a</sub>	C <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	C <sub>3b</sub>	D <sub>3b</sub>	B <sub>1</sub>	A <sub>3b</sub>	D <sub>3b</sub>	B <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	C <sub>1</sub>	C <sub>3a</sub>	C <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>			
A-I	17	キダテハ	4	7	8	4	5	3	23	8	14		9	40	7	1	2	31	4	6	3	179		
	7	オナガアゲハ											10									10		
	1	ジャコウアゲハ					1			3		4	35									39		
	8	カラスアゲハ									3	4	10							2		18		
	25	ヒカガシヨウ										4	5									12		
	49	オオチャバネセリ					1					4	5					1				14		
	15	イチモンジチヨウ										2	2									5		
	39	ルリシジミ							5		2	5	2	30	1					6		60		
	6	クロアゲハ							2		2	2	2	5						3		25		
	10	キチヨウ					2		2	4	9	6	67	80	22	4	7	42	7	48	26	447		
	3	キアゲハ					2		2	2	1	1	3	5	2	1		4		4		36		
	41	ウラギンシジミ										9	5	5		1				2		32		
	35	バニシジミ					2		10		5	1	5	2	2	2				7		49		
	4	アゲハ					3		42	5	24	6	4	55	1					8		210		
	16	ヒメアカタテハ					2		3	4	3	3	10	10	4	4	2	4	2	9	18	78		
	20	ヒメアカタテハ					2		14	2	6	3	10	10	6		14	65	5	30	5	194		
	40	ツバメシジミ										6	4	4				4				4		
	45	キンイチモツジセリ										2	1					1		2		4		
	19	ルリタテハ					1						6									4		
	22	コマダラチヨウ									2											4		
52	メスグロヒヨウモン																				3			
14	ミドリヒヨウモン																				2			
A-II	16	コムシジ	1	1	1	1				1		6	1				1				11			
	46	コチャバネセリ										4										5		
	11	スジグロシロチヨウ						1				7	1	5				2	3		22			
	44	ダイミヨウセリ										5										9		
	29	アラサキシジミ										6	1									11		
	26	サトキマダラヒカゲ										5										10		
	51	イチモンジセリ					2		7		2	6						4	1	6		39		
	27	ヒメジャノメ										6								5		16		
	28	コジャノメ										13										14		
	A-III	12	モンシロチヨウ	10	40	44	67	24	8	40	8	25		14	5	10	1	3	12	2	52	17	382	
9		モンキチヨウ											2		5		4	10	4	49	33	124		
13		ツマキチヨウ					1		3	4	1											9		
38		ヤマトシジミ	99	117	71	55	29	5	47	3	65		22	30	12	1	1	1	4	17		579		
2		アオスジアゲハ	25	6	4	2			2		2		1							2		44		
47		キマダラセリ	13	2								2	1									20		
21		アカタテハ	1	2	1						2	2										7		
37		ウラナミンジミ	2	73	88	2	8		14	2	5		2		4			10		2	10	222		
2		チャバネセリ	2	11	5	4	5		13	2	52	4	4	5				7	3	6		123		
220		合計	351	353	163	96	22	240	44	229	104	161	340	76	10	35	206	30	258	131	3069			



成分分析の第1軸は、因子負荷量がほとんどの調査小区で+でかつ大きなことから ( $r \geq 0.5$ )、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  $C_2 > C_{3a} > C_1$  小区 ( $0.7 > r \geq 0.5$ )、-が  $A_1 > A_{2a} > D_{2b}$  小区 ( $0.7 > r \geq 0.5$ ) で得られていることから、よりオープンな環境への選好性を示す軸とみなされた。以上の2軸(累積寄与率 = 69.3%)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、三つの下群集を区別した。

A-I : H-III に対応する下群集 (=モザイク群集と仮称)。

A-II : H-II に対応する下群集 (=森林群集と仮称)。

A-III : H-I に対応する下群集 (=オープンランド群集と仮称)。

これら三つの生息環境(人家周辺域、林地、荒地)に三つのチョウ下群集(モザイク群集、森林群集、オープンランド群集)を対応させ、さらに目撃4個体以下の5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39種についての環境選好性の全体像を示したのが表2である。モザイク群集には、キチョウ > アゲハ > ツバメシジミ > キタテハ > ヒメアカタテハを優占種(平均個体数 = 78.7を上回った種)

表3 1982~2000年の目撃総種数, 目撃総個体数, 群集全体の多様性 (H'), 均等性 (J')

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
目撃総種数	43	40	42	41	44	45	43	44	43	39
目撃総個体数	1,722	2,160	2,012	1,531	2,048	2,307	2,134	1,906	2,325	1,552
多様性 (H')	4.31	4.31	4.29	4.06	4.23	4.49	4.40	4.48	3.65	4.20
均等性 (J')	0.796	0.810	0.796	0.757	0.704	0.818	0.811	0.821	0.676	0.795
	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	1999年までの平均
目撃総種数	43	—	41	41	42	41	41	43	39	42.12
目撃総個体数	2,089	—	2,018	3,012	1,454	2,162	3,090	2,978	3,069	2,147
多様性 (H')	4.27	—	4.10	3.74	4.20	4.00	3.75	3.76	3.97	4.13
均等性 (J')	0.806	—	0.765	0.699	0.780	0.747	0.700	0.693	0.750	0.763

表4 三つの下群集の各環境に占める割合(種数)

	H-I		H-II		H-III		全体	
	種数	割合(%)	種数	割合(%)	種数	割合(%)	種数	割合(%)
A-I	17	48.6	8	42.1	19	59.4	21	53.8
A-II	9	25.7	9	47.4	5	15.6	9	23.1
A-III	9	25.7	2	10.5	8	25.0	9	23.1
全体	35	100.0	19	100.0	32	100.0	39	100.0

表5 三つの下群集の各環境に占める割合(個体数)

	H-I		H-II		H-III		全体	
	個体数	割合(%)	個体数	割合(%)	個体数	割合(%)	個体数	割合(%)
A-I	533	31.0	40	38.5	849	68.1	1,422	54.3
A-II	50	2.9	58	55.8	29	2.3	137	9.7
A-III	1,135	66.1	6	5.7	369	29.6	1,510	36.0
全体	1,718	100.0	104	100.0	1,247	100.0	3,069	100.0

表6 三つの下群集の各環境に多様性 (H') と均等性 (J')

	H-I		H-II		H-III		全体	
	H'	J'	H'	J'	H'	J'	H'	J'
A-I	3.044	0.745	2.893	0.964	3.024	0.712	3.162	0.720
A-II	2.577	0.813	3.082	0.972	1.833	0.790	2.930	0.924
A-III	2.197	0.693	0.918	0.918	2.184	0.728	2.341	0.738
全体	3.538	0.690	4.122	0.970	3.771	0.754	3.966	0.750

とする21種1,422個体，森林群集には，優占種を欠く9種137個体，オープンランド群集にはヤマトシジミ>モンシロチョウ>ウラナミシジミ>モンキチョウ>チャバネセセリを優占種とする9種1,510個体が属した。

## 2. 種数

目撃総種数は39種で過去17年間の平均(=42.1)を下回った(表3)。森林群集種は，当年は9種で構成され，前年に引き続き，過去18年間の最低レベルとなり，1998年にみられた調査環境全域での植生の回復の影響による森林群集への回帰現象が一過性だったと判断された(25/1982年，20/1983年，26/1984年，12/1985年，26/1986年，28/1987年，23/1988年，22/1989年，11/1990年，23/1991年，21/1992年，17/1994年，7/1995年，18/1996年，25/1997年，34/1998年，15/1999年)。一方，オープンランド群集は9種で，後3年間はほぼ10種前後と低めに推移した(18/1982年，20/1983年，16/1984年，5/1985年，18/1986年，17/1987年，20/1988年，22/1989年，31/1990年，16/1991年，22/1992年，9/1994年，11/1995年，24/1996年，16/1997年，7/1998年，10/1999年)(表4)。調査小区別のすべての小区でオープンランド・モザイク群集が種数で上回り(図4A)，1991年以来続いていた当調査地における森林群集の衰退がここに来て一段と鮮明になった。

## 3. 個体数

目撃総個体数は過去17年間の平均を大きく上回った(表3)。A区での道路工事，B<sub>2</sub>小区での全面土工事，C<sub>1</sub>～C<sub>3a</sub>小区での造成地化の開始で，1991年は目撃総個体数が急落したが，以後，植生の回復とともにオープンランド群集や森林・荒地群集の一部が侵入，定着し，D<sub>2a</sub>>B<sub>3</sub>小区で目撃総個体数が急増，一方，1996年には，特にB<sub>4</sub>，C<sub>1</sub>～C<sub>3a</sub>小区での市街化の進展の影響を受けて，目撃総個体数が再び急減した。その間，1982年以降続いていた森林群集種の増加が止まって，1988年以降は逆に減少傾向が顕

著となり，1991年以後は1995年と前々年を除いてさらにその傾向に拍車がかかっていた(1,020/1982年，1,328/1983年，1,351/1984年，609/1985年，1,469/1986年，1,621/1987年，1,076/1988年，883/1989年，813/1990年，742/1991年，668/1992年，333/1994年，1,714/1995年，530/1996年，633/1997年，876/1998年，290/1999年)。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→各種土工事→建物建設と長期に渡って進行し，チョウ群集にとって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。前々年もその一時的回復の例であったが，当年に至って林地は斜面林のため開発を免れたB<sub>1</sub>，A<sub>1</sub>小区の2小区のみになったことを考えると，今後も続く本調査の中で森林群集の再びの回復という前々年と同様の局面は出現しないように思われた。一方，オープンランド群集種は，過去17年間の平均を上回り(702/1982年，832/1983年，662/1984年，270/1985年，579/1986年，686/1987年，1,058/1988年，890/1989年，893/1990年，810/1991年，1,421/1992年，1,685/1994年，1,298/1995年，924/1996年，1,499/1997年，876/1998年，1,072/1999年)，1991年以降これまで続いていたオープンランド・モザイク群集の台頭という図式の延長線上に戻ったと考えられた。同じ傾向は調査小区別でも認められ，B<sub>1</sub>小区を除く全ての小区でオープンランド・モザイク群集>>森林群集となった(表5，図4B)。一方で，B<sub>4</sub>，C<sub>1</sub>，C<sub>2</sub>，C<sub>4</sub>小区では調査ルートを含めて，市街化に向けての本格工事(道路整備，新築家屋の増加など)が始まり，オープンランド群集種の生息環境にとっても不利な状況が進んだ。また，B<sub>1</sub>小区のような森林景観が維持されている小区でも孤立化と成熟化(鬱閉度の上昇)の影響を受けて目撃総数の減少も顕著になってきた。

## 4. 多様性

群集全体の多様性(=H', Kobayashi, 1981)参

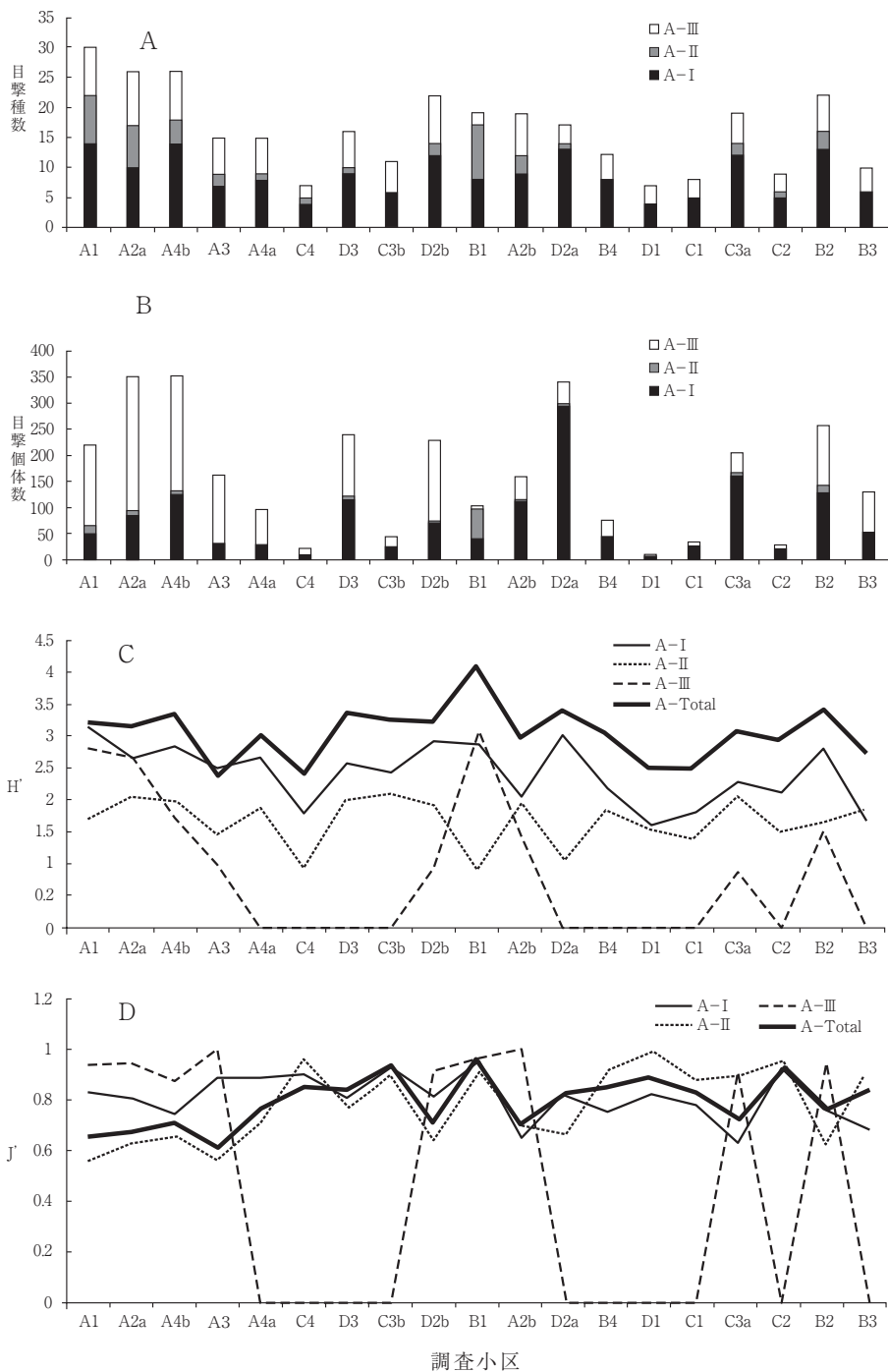


図4 種数 (A), 個体数 (B), 多様性 (C), 均等性 (D) の下群集別にみた調査小区における違い。

考)は1987~89年をピークに1990年と1995年に大きく落ち込み、1999年以降、当年も含めて過去の平均を大きく下回り、全体として低下傾向となった。森林群集だけでなく(3.59/1982年, 3.55/1983年, 3.79/1984年, 2.62/1985年, 3.61/1986年, 3.99/1987年, 3.56/1988年, 3.53/1989年, 2.86/1990年, 3.71/1991年, 3.34/1992年, 3.42/1994年, 2.92/1995年, 2.96/1996年, 3.25/1997年, 3.17/1998年, 3.15/1999年), オープンランド群集でも大幅に低下した(2.99/1982年, 2.78/1983年, 2.54/1984年, 0.78/1985年, 2.76/1986年, 2.73/1987年, 3.24/1988年, 2.01/1989年, 2.20/1990年, 2.73/1991年, 3.54/1992年, 3.46/1994年, 1.68/1995年, 1.55/1996年, 2.86/1997年, 2.18/1998年, 1.78/1999年)。オープンランド群集では均等性値が、森林群集では種数が大幅に減少したことが多様性低下の原因と考えられた(表6)。一方、調査小区別変化では、群集全体の多様性は種数( $r = 0.574$ ,  $p < 0.05$ )に影響されて変動し、オープンランド群集では種数( $r = 0.684$ ,  $p < 0.01$ )の影響を受けて変動、森林群集は種数( $r = 0.968$ ,  $p < 0.001$ )と均等性( $r = 0.855$ ,  $p < 0.001$ )の両方の影響を受けて変動していた(図4C, D)。

## 5. 優占種

優占種(平均個体数=78.7を越えた種)は、ヤマトシジミ>キチョウ>モンシロチョウ>ウラナミシジミ>アゲハ>ツバメシジミ>カタテハ>モンキチョウ>チャバネセセリ>ヒメアカタテハの10種で、これらで目撃総個体数の82.7%(=2,538/3,069)を占めた。この優占率は過去17年間の平均を超えるレベルであった(1982年=78.9%, 1983年=75.2%, 1984年=76.9%, 1985年=70.0%, 1986年=86.2%, 1987年=85.2%, 1988年=81.5%, 1989年=79.5%, 1990年=82.2%, 1991年=74.9%, 1992年=83.0%, 1994年=76.0%, 1995年=77.1%, 1996年=79.6%, 1997年=81.0%, 1998年=71.7%, 1999年=84.2%)。このうち森林群集種は前年1種、当年は該当種がなく、こ

こでも森林群集の衰退を裏付ける結果となった。また、オープンランド・モザイク群集の優占種として前年から新たにウラナミシジミとチャバネセセリが加わり、今後の動向が温暖化による分布の北上という観点から当年以降の注目点となる。

## 6. 市街化工事の影響

1996年は目撃総個体数が過去18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。特に工事開始直後は大型重機による造成工事を手始めに対象地区の植生は大きく損なわれた。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、その後は工事中による攪乱は終わり、部分的には植生が回復し、さらに、植栽により新たな植被が追加され、市街地としての安定化が始まり、オープンランド・モザイク両下群集種の定着と回復がその後の目撃総個体数の増大となって表れたと思われた。一方、当年の新たなそして最終的な市街化域の拡大は、当該地のチョウ相の新たな最終的变化を促すものとなる。

## 摘 要

龍ヶ崎市郊外で1982年から30年間連続で行われた2.5Km<sup>2</sup>-チョウ成虫帯状センサス調査の中の2000年における生息環境に基づくチョウ相変化についての報告である。3~11月にかけて1旬につき2回の調査で7科39種3,716個体が目撃され、距離補正の上(補正総個体数=3,069)、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. 目撃総個体数5以上のチョウ34種の19の調査小区への補正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、三つの生息環境(人家周辺域、林地、荒地)と三つの下群集(モザイク群集、森林群集、オープンラン

ド群集)を区別した。

2. 人家周辺域ではヤマトシジミ>モンシロチョウ>ウラナシジミ>モンキチョウ>チャバネセセリを優占種とする9種1,510個体がオープンランド群集を構成していた。

3. 唯一残された林地には優占種を欠く9種137個体の森林群集が成立していた。

4. 荒地には、キチョウ>アゲハ>ツバメシジミ>キタテハ>ヒメアカタテハを優占種とする21種1,422個体のモザイク群集が成立していた。

5. 目撃総個体数は過去17年間の平均を上回ったが、目撃総種数、多様性、均等性は過去17年間の平均を下回り、当年の新たな調査地内の市街化開発の拡大により、前々年にみられた森林・荒地群集の一時的回復が終了し、オープンランド群集の優勢と森林群集の衰退が一段と加速した。

#### 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.
- 山本道也 (1983) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相」流通経済大学論集, 18(1): 28-51.
- (1989) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相——環境選好性」同上, 24(1): 32-45.
- (1991a) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1982年——環境選好性」同上, 26(1): 1-10.
- (1991b) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1983年——環境選好性」同上, 26(2): 41-53.
- (1993) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1984年——環境選好性」同上, 27(3): 34-47.

- (1994) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1985年——環境選好性」同上, 29(2): 94-115.
- (1995) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1986年——環境選好性」同上, 29(4): 1-20.
- (1997) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1987年——環境選好性」同上, 32(2): 38-53.
- (1999) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1988年——環境選好性」同上, 34(2): 23-38
- (2001) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1989年——環境選好性」同上, 36(2): 1-19.
- (2003) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1990年——環境選好性」同上, 38(1): 1-16.
- (2005) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1991年——環境選好性」同上, 40(1): 1-16.
- (2007) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 20年間の変化」同上, 41(4): 33-67.
- (2010) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1992年——環境選好性」同上, 44(4): 1-17.
- (2012) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1994年——環境選好性」同上, 46(4): 13-30.
- (2013) 「龍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. 流通経済大学出版社.
- (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

#### Synopsis

Yamamoto, Michiya, 2019. Community structure of butterflies observed in and near Ryugasaki, 2000, based upon their habitat preference. *Ryutsu-keizai Daigaku Ronshu (The Journal of Ryutsu-keizai University)*, Vol. 53, No.3: 27-48.

A butterfly community in Ryugasaki, Ibaraki Pref., was composed of three subcommunities in three different habitats (wastelands, woodlands and human habitats). A mosaic subcommunity, including *Eurema hecabe mandarina*, *Papilio xuthus*, *Everes argiades*, *Polygonia c-aureum*, *Vanessa cardui* and other 16 species, was formed in wastelands. A woodland subcommunity, including nine species with lack of the dominant species, was formed in woodlands. An

openland subcommunity, including *Pseudozezeeria maha*, *Pieris rapae crucivora*, *Lampides boeticus*, *Colias erate*, *Pelopidas mathias* and other four species, was formed in and near cultivated areas and human habitats.

The total individual number observed in 2000's survey was more than the average of the preceding 17 years, but the total species number, the community

diversity index and the community equitability index showed less value than the average level in the preceding 17 years, caused by two factors; the openland subcommunity in the surveyed area was dominated in 2000's communities, while the woodland subcommunity's decline was accelerated, as open habitats had enlarged with the final progress of urbanization around the survey route.