

《論 文》

龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1999年

——環境選好性——

山 本 道 也

Community Structure of Butterflies Observed in and near Ryugasaki,
1999, 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。調査地は、大規模工業団地建設の計画域の中であって、30年余を過ぎた現在、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年の一部の森林の伐採、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も始まった。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、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(龍ヶ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)。

本報告ではその住宅建設期初期の段階(山本, 2007, 2016b参照)に当たる1999年(1993年は調査せず)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

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=A₁～A₄小区、B区=B₁～B₄小区、C区=C₁～C₄小区、D区=D₁～D₃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、A₂、A₄小区をそれぞれ二分し、A_{2a}、A_{2b}、A_{4a}、A_{4b}小区とし、さらに、新設道路の工事で二分されたC₃をC_{3a}、C_{3b}、同様のD₂をD_{2a}、D_{2b}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、A₄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。

最初の森林伐採、造成工事から10年余を経過したB₃、B₄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B₃小区での法面造成工事で、迂回を余儀なくされ、1998年には、B₃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。当年は旧ルートに復帰したが、B₃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、B₄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B₄～C₄小区沿いに

表1 1999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
A ₁	260	人家、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：センサス用道路拡幅舗装(前年)、中学校完成(グラウンドが調査道路に近接)
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開設 右：再整地(裸地化)、道路舗装完了、3棟新築
4a	220	左：新設2棟+農地、荒地、家庭菜園、右：農地、荒地、2棟新築
4b	150	左：新設1棟+農地、荒地、家庭菜園、右：斜面林近接
B ₁	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	河川改修工事終了し、テニスコートと駐車場が整備
3	140	道路新設、道路沿いの法面にクローバを主とする雑草群落が成立
4	100	C ₁ 大型道路併設の歩道に調査ルート変更
C ₁	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	再整地後荒地化(タデ類などの雑草群落が成立)
3a	130	再整地後荒地化(タデ類などの雑草群落が成立)
3b	90	左：ササ藪、右：シンジュの林伐採後造成工事進行中(3/2～)
4	100	左右：造成工事進行中
D ₁	100	杉林皆伐後造成工事(3/2～)
2a	20	ササ藪、D ₁ から続く一部杉林の残存
2b	160	左：小学校用地、右：伐採の後荒地化(カナムグラ群落)
3	80	左右：造成後荒地化

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、C₂、C₃、D₃小区でも本格的に伐採、造成が進行し、林地はA₁、B₁、C₄の一部とD₁、D_{2a}小区を残すのみとなっていたが、当年にはC₄、D₁小区も伐採、造成が進行し、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1999年3月上旬～11月下旬まで、1旬につき2回（3月2、7、14、17、24、29日、4月1、10、14、17、27、28日、5月1、7、13、17、21、26日、6月1、6、10、16、21、29日、7月1、8、12、17、23、27日、8月2、6、11、16、21、26日、9月1、6、10、14、23、30日、10月2、6、11、18、21、26日、11月3、8、11、19、22、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、7科43種3,570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、2017参考）。以下、過去16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）：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、目撃されない年も出てきた。当年の目撃は過去16年間の平均とほぼ同数であった。前9年間を通して、特に、耕作地とその周辺域であるA₂小区に目撃個体が集中し、そこでの増減が目撃総個体数の年変動に影響していたと思われる。当年はD_{2a}小区でも複数が目撃された。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）：17年間を通し、林地のA₁、それに近接したA₂小区に目撃が集中する傾向は変わっていないが、移動力が大きいと、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17年間の最高となった。その後は減少傾向にあり、前々年は過去17年間の最低となった。前年、当年と増加し、過去16年間の平均とほぼ同数が目撃された。A₁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）：当初はA₁<A₂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A₄、D₂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17年間の最低を記録した。その後も増減を繰り返し、前年は急増、過去17年間の最高の目撃となった。当年は減少したものの、過去16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）：全ての小区で万遍なく目撃された。その中でも林地のA₁、林縁環境のA₄、D_{2a}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、翌年は過去17年間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、前年、当年と増加し、いずれも過去16年間の平均を上回った。ルート復帰したB₃小区、当年になって伐採、造

成地化されたC₄、D₁小区では減少したが、A₄小区で増加した。

5. モンキアゲハ (0/0/1/0/1/0/0/0/2/0/2/?/0/0/0/0/0/1) : 1984, 1986年に1個体ずつ, 1990年, 1992年は2個体ずつがA区で, 当年はB₄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。

6. クロアゲハ (10/29/18/9/15/9/25/35/16/20/21/?/22/24/12/13/24/27) : 木陰を好み, 林地のA₁小区で多く目撃された。目撃総個体数は1985年に過去17年間の最低となり, 以後, 増減を繰り返し, 1989年には過去17年間の最高となった。その後の変動は小さく, 当年は過去16年間の平均を上回って目撃された。A₁, D_{2a}小区での目撃が安定していた。

7. オナガアゲハ (0/0/1/0/0/0/1/0/0/0/2/?/0/0/1/0/3/0) : 目撃なしの年が多いが, 1984, 1988年に林地のD₁小区で1個体ずつ, 1992年は2個体, 前年には3個体で, 過去17年間の最高の目撃となった。A₁, A₂, D₁小区と, いずれも林地およびその周辺での目撃であった。当年の目撃はなかった。

8. カラスアゲハ (9/25/39/16/17/12/20/9/12/23/6/?/7/13/6/3/17/8) : 当初は林地のC₁>A₁>D₁>B₁小区などで目撃の安定していた森林性種。1987年のC₁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年まで増加傾向にあり, 同年には過去17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, 前々年は, 過去17年間の最低の目撃となった。前年は増加したものの, 当年は過去16年間の平均を下回った。A₁, A₂小区で減少した。

9. モンキチョウ (7/4/7/10/1/18/17/41/33/16/22/?/87/40/10/137/263/120) : 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A₄小区, B区を中心に増加傾向が続き, 1994年には, A₂, A₃, B₂, C₃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, 前々年から再び急増, 調査開始以降初めて三桁を超え, 前年はさらに倍増して過去17年間の最高の目撃となった。当年は減少したものの, 三桁を維持し, 過去16年間の平均を大幅に上回った。前年急増のC₁, C₂小区での減少が影響した。

10. キチョウ (69/140/116/87/181/145/161/179/212/286/192/?/409/953/182/301/1,052/769) : 個体数が多く目撃小区もすべてに及んだ。特に, A₂, A₄, C₃, D₂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, 前年には初めての4桁目撃で最優占種となり, 過去17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A₂小区, ハギ類が成長したC₃, D₂小区などで大幅に増加した。当年は減少したものの過去16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) : 目撃小区は多く, 特に林地のA₁, D₁小区, 林地に近接したA₂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_{2a}小区で多数が目撃され, 過去17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, 前々年は更に減少して, 過去17年間の最低となった。当年は増加したが, 過去16年間の平均を下回った。1994年に急増したA₁, A₂, D_{2a}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) : 耕作地とその周辺域からなるA₂~A₄小区, 特に, A₃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年は大幅に増加し, 過去17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16年間の平均を大幅に上回った。A₂小区で大幅に増加し、さらにB～C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) : A₂, B₃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、A₂小区や新たにD₂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、当年を含めて後4年は再び一桁目撃となった。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) : 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D₁, その林縁部からなるD_{2a}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、当年は過去16年間の平均とほぼ同数がA₄小区で目撃された。

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) : 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、前々年は、過去17年間の最低となった。前年は増加したものの、当年も一桁目撃となり、過去16年間の平均を下回った。1985年以前は林地のB₃, C₁, C₂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B₃小区での目撃がなくなり、C₁～C₃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A₁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) : 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、前々年は調査開始

以来初めての一桁目撃で、過去17年間の最低となった。前年、当年と増加したが、過去16年間の平均を大幅に下回った。1985年までは、林地のB₁, B₃, C₁, D₃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B₃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B₁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B₁>A₁>C₄>D₁小区などに限られた。当年はさらにC₄, D₁小区の林地が伐採、造成地化され、B₁>A₁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) : 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17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17年間の最低の目撃となった。その後回復傾向がみられ、当年は過去16年間の平均を大幅に上回って、優占種に名を連ねた。耕作地とその周辺域からなるA₂, A₄小区に集中して目撃され、さらに、1985年以降、A区, C₃, D₂, D₃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、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) : 1987年、かなりの間をおいて、1995年、1996年と続いて1個体ずつが目撃されたが、前々年、前年、当年と目撃はなく、周囲からの侵入個体と思われた。

19. ルリタテハ (4/4/0/3/3/6/0/4/2/2/3/?/5/0/0/2/3/3) : 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、生息の可能性が高かった。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16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) : 耕作地とその周辺

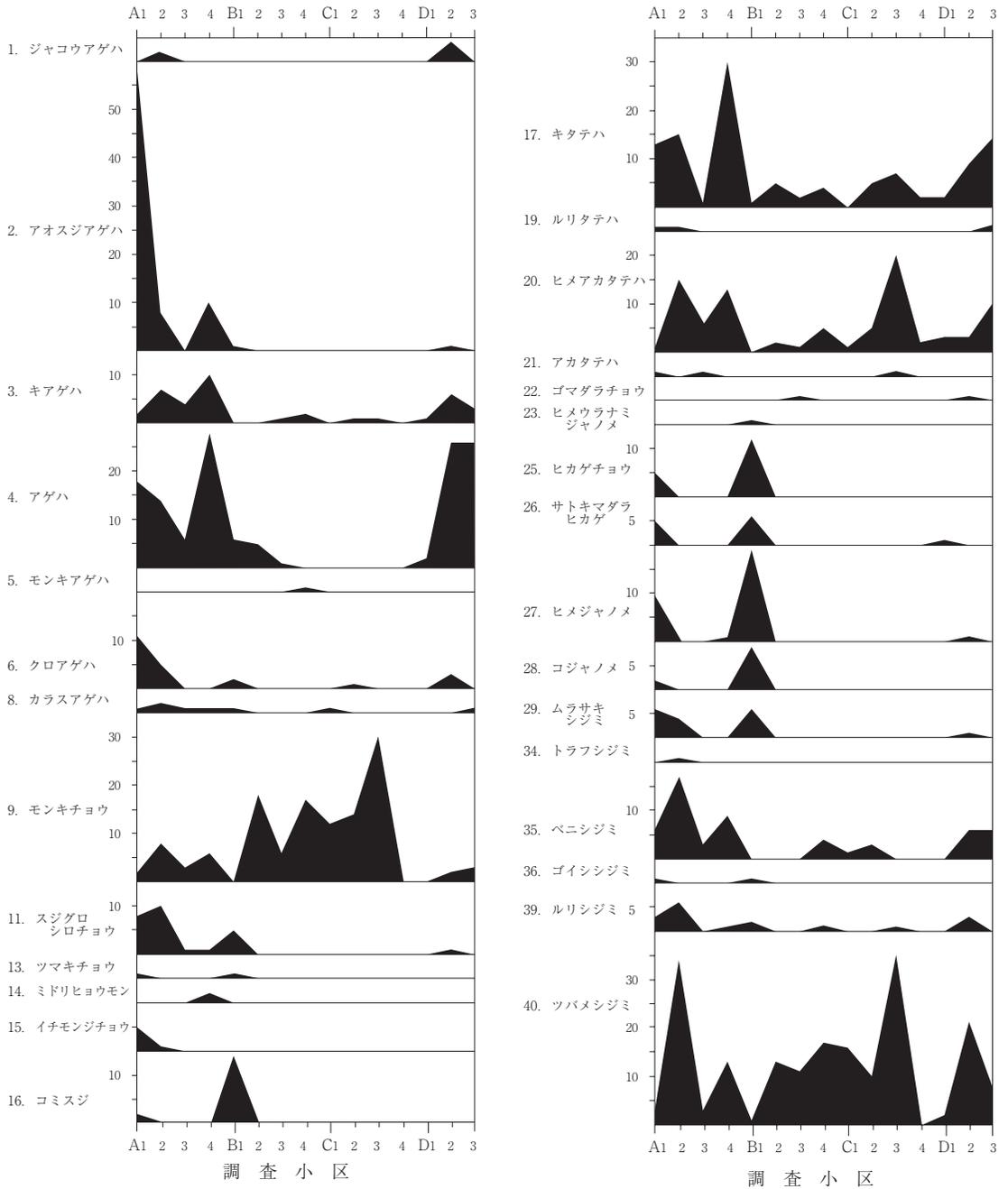
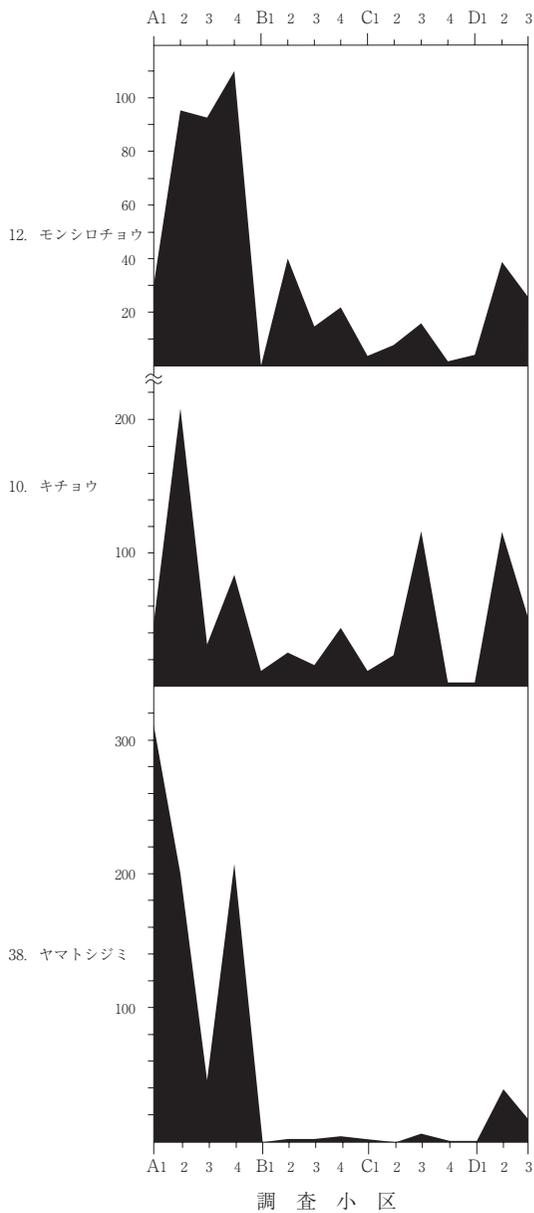
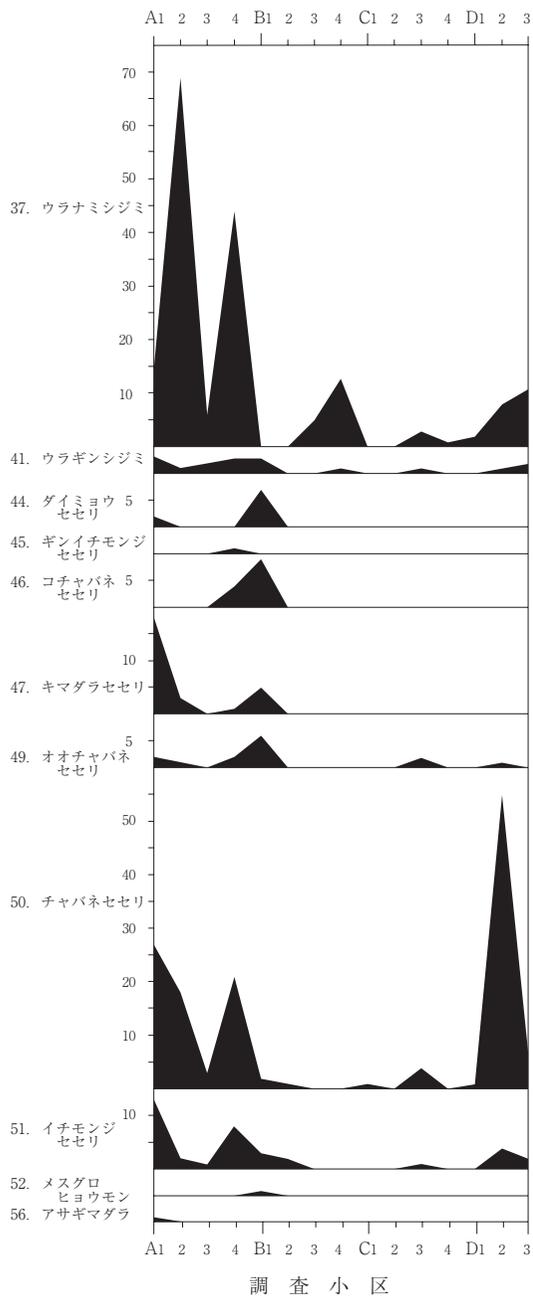


図1 目撃種43種の個体数の空間分布 (モンシロチョウ,



キチョウ, ヤマトシジミは目盛りを合わせるため後出).

域の荒地からなるA₄小区で多数が目撃された。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、さらに当年は過去17年間の最高の目撃となった。目撃集中小区のA₄小区だけでなく、A₂、C₃、D₃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) : 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、前年は過去17年間の最高の目撃となった。当年は減少し、過去16年間の平均を下回った。

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) : エノキ成木のあるA₁小区での目撃が安定していた。1986年に急増して過去17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16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) : 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増加傾向にあり、1984年には過去17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、前年は二桁台に戻ったが、当年は1個体目撃となり、過去17年間の最低となった。目撃度が高いA₁、B₁、B₃、C₁、C₂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B₃、C₁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、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D₂、D₃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B₃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) : 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D₃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。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) : 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年は過去17年間の最低となり、その後多少の回復はあったものの、当年も過去17年間の最低レベルに近づいた。調査開始4年間は、林地のC₁>B₃>B₁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年以後は、B₃、C₁小区の造成によりB₁小区に目撃が集中することになった。そのB₁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) : 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17年間の最高となった。以後、漸減し、優占種からも外れることが多くなり、1994年には過去17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、二桁の目撃に戻ったが、減少傾向は明らかで、当年も過去16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A₁、B₁、B₃、C₁小区にピークをもっていたが、1986年以後はB₃小区で、1988年以後はC₁小区で目撃はゼロに近づき、A₁、B₁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) : 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17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ていたが、当年は過去16年間の平均とほぼ同数まで回復した。調査開始3年間は、いずれも林地のA₁, B₁, B₃小区に目撃が集中する分布パターンであったが、B₃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。当年は、残されたB₁小区での増加が顕著だった。

28. コジャノメ (6/18/16/9/7/3/14/11/9/6/11/?/5/15/6/8/11/11) : 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B₁>A₁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17年間の最低となった。翌年の急増後は増減を繰り返して、当年は過去16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B₁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) : 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17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。前年、当年と二桁目撃に復帰、過去16年間のほぼ平均まで回復した。従来からA₁, A₂, B₁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) : 個体数が少ないため、目撃されない年もあった。林地のC₁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B₁小区で1個体が目撃されたが、以後は当年を含めて6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) : 1985, 1986年に各1個体が林地のC₁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) : 林地のC₁, D₁, D₂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12年間は目撃がなかった。

33. オオミドリシジミ (1/4/1/0/0/0/1/1/1/0/0/?/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8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) : 林地に近接したオープンな立地のA₂, C₄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17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。当年は1個体が目撃された。

35. ベニシジミ (6/10/38/32/48/26/16/28/61/26/36/?/22/22/26/29/30/55) : 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17年間の最高となった。以後は半減状態が続いていたが、当年は増加し、過去16年間の平均を大幅に上回った。A₂, A₄小区での増加が特徴的であった。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/?/0/0/2/5/2) : 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17年間の最高となった。1985年の目撃個体は林地のB₃小区に集中し, 1986年にはそれが林地のC₁小区に移った。B₃小区での伐採により, 残された数少ない好適環境であるC₁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, C₁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, その後当年も含めて3年間一桁目撃が続いた。

37. ウラナシジミ (13/7/9/13/9/42/1/35/29/4/10/?/28/37/11/52/26/181) : 例年は, A区, 特に耕作地とその周辺域からなるA₂, A₄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C₃, D₂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, 当年は調査開始以来初めての三桁目撃へと急増, 過去17年間の最高の目撃となった。A₂, A₄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) : 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かった。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年には急増して過去17年間の最高のレベルに近づいたが, 翌年は一転急減し, 過去17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。前々年には大幅に増加, 前年, 当年とさらに増加し, 当年は過去17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, A₃, A₄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, A₂, A₄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。

39. ルリシジミ (108/65/90/63/93/159/73/45/56/66/57/?/40/23/25/48/43/17) : 目撃総個体数は増減を繰り返し, 1987年には過去17年間の最高となり, 以降は減少傾向が顕著で優占種からはずれ, 1995年は過去17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, 当年には急減し, 過去17年間の最低となった。調査開始の4年間は林地やその近接地のA₁, A₂, B₃, 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B₃, C₁小区で大幅に目撃個体が減る一方で, A₁, A₂, B₁, C₃, D₂小区では安定して目撃されていた。当年はそれらの全ての小区で減少した。

40. ツバメシジミ (100/45/84/46/54/116/105/104/140/46/157/?/150/397/164/155/85/187) : 従来からC₃>A₂小区にある荒れ地に目撃のピークをもち, 加えて1985年の伐採以降は, B₂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年は過去17年間の最高の目撃となった。その後半減, 前年はさらに半減したが, 当年は倍増し, 過去16年間の平均を上回った。B₂小区では1991年の埋め立て工事後, 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B₂小区で再整地工事が始まり, 目撃集中小区はC₄>B₂>A₄小区となり, 目撃総数は半減し, 前年はさらに造成工事が始められたC₄小区でも大幅に減少した。一方, 代わってC₃小区と従来からのA₂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) : 1987年には過去17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, 前年は過去17年間の最低の目撃となり, 当年も過去16年間の平均を下回った。1985年までは飛翔範囲が広いとほとんど的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, B₃, B₄, C₁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だ。

42. テングチョウ (0/0/0/0/1/1/3/1/1/2/?/1/1/0/0/0/0) : 1986年になって初めて1個体がA₂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) : 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C₁小区での急増により, 過去17年間の最高となった。しかし, 翌年はC₁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C₁小区での増減に依存していた上, 隣区のC₂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) : 1985年に目撃総個体数は半減し, 過去17年間の最低となったが, 翌年からは増加し, 1987年には過去17年間の最高の目撃となった。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, 当年は急減し一桁目撃となった。林地のA₁, B₁, C₄, D₁小区で複数個体が目撃されていたが, 当年のC₄, D₁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) : 1988年, B₂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。前々年は急増し, 一桁ながら過去17年間の最高の目撃となった。前年, 当年は一転1個体目撃に終わった。前半の増加はB₂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B₂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, A₂, A₄, その後再び植生の回復したB₂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, B₂小区での改良工事の影響を受けて再び希少種となった。

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) : 1985年に一桁目撃へと急減した後増加に転じ, 1987年には過去17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C₃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C₄小区で多数が目撃され, 目撃総個体数が大幅に増加したが, 以後, このC₄小区で減少し, 当年は, この小区での伐採, 造成地化でさらに目撃総個体数が減少し, 過去16年間の平均を大幅に下回った。

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) : 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, A₁, A₂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, 前々年には二桁目撃に復帰, 前年はさらに倍増し, 過去17年間の最高の目撃となった。A₁小区の林縁で集中的に目撃され, 当年も過去16年間の平均を大幅に上回って目撃された。

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C₂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16年間は目撃されていない。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) : 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17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, 当年も大幅に減少して過去17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、A₁、B₁、B₃、C₁、C₂、C₃、D₁小区などの林縁で多く目撃されていたが、1986年以降、B₃、C₁小区の伐採、その後の造成の影響によるB₂~C₃小区での急減と、以後の植生の回復に伴うB₃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、C₄、D₁小区での伐採、オープン化により、B₁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) : 1987年になり初めてA₂、C₃小区で目撃されて以降、一桁ながら1990年に急増、1992年には更に増加し二桁台が目撃され、当年はさらに急増して三桁台に突入、過去17年間の最高となり、初めて優占種となった。A₂小区を中心に、B₃、C₃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。当年はD₂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/?/44/55/93/129/104/37) : 個体数は多いが年による増減が大きい。1984年に急減、二桁台まで減少したが、翌年には回復し、1988年には過去17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前2年は三桁台の目撃となっていた。当年は急減、過去17年間の最低の目撃となり、優占種からもはずれた。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、A₂、B₃、C₃小区の林縁に目撃が集中していたが、B₃小区では、伐採の影響で一時的に急増したものの、1986年以降急減、C₃小区でも1990年の造成開始を受けて急減、1992年以降、A区でも減少傾向にあったが、前2年はA₄、C₄、D₂小区で大幅に増加したが、当年は後2小区の皆伐、造成地化で急減した。

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) : 1992年になって初めて林地のD₃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、前年も一桁ながら目撃小区も複数に広がり、過去17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。当年は前年の同小区の造成地化を受けて1個体目撃へと減少した。

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) : 1995年に初めて1雌が林地のB₁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) : 1996年、C_{3b}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) : 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、前々年、調査地のD₁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) : 当年になって初めてA₁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。

以上のうち目撃43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2,978)。

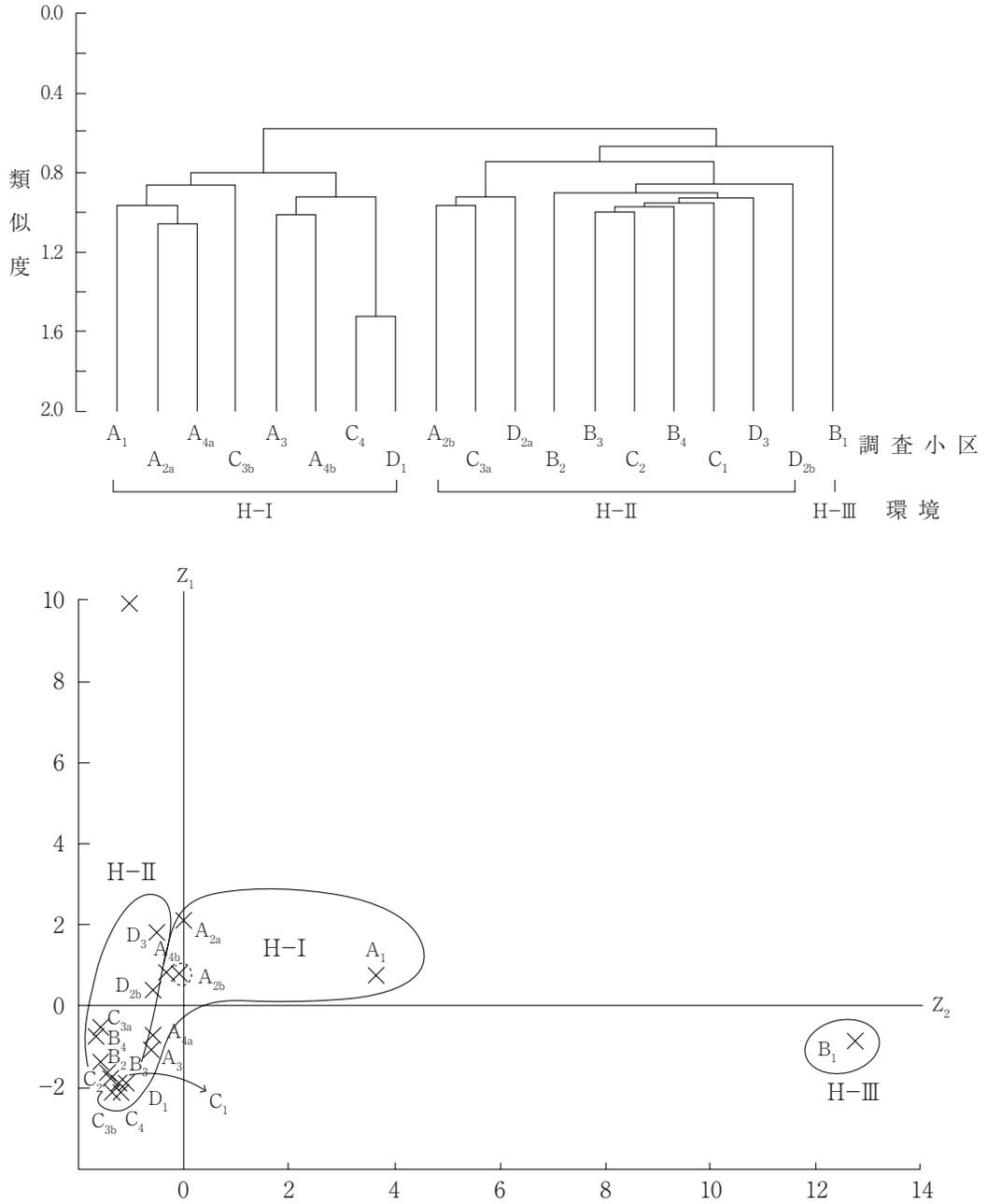


図2 チョウ相からみた調査環境の類似性. 上段：群分析 (C_9). 下段と対応させて三つの生息環境 (H-I, II, III) に分類. 下段：上段と対応した各調査小区の主成分得点の分布.

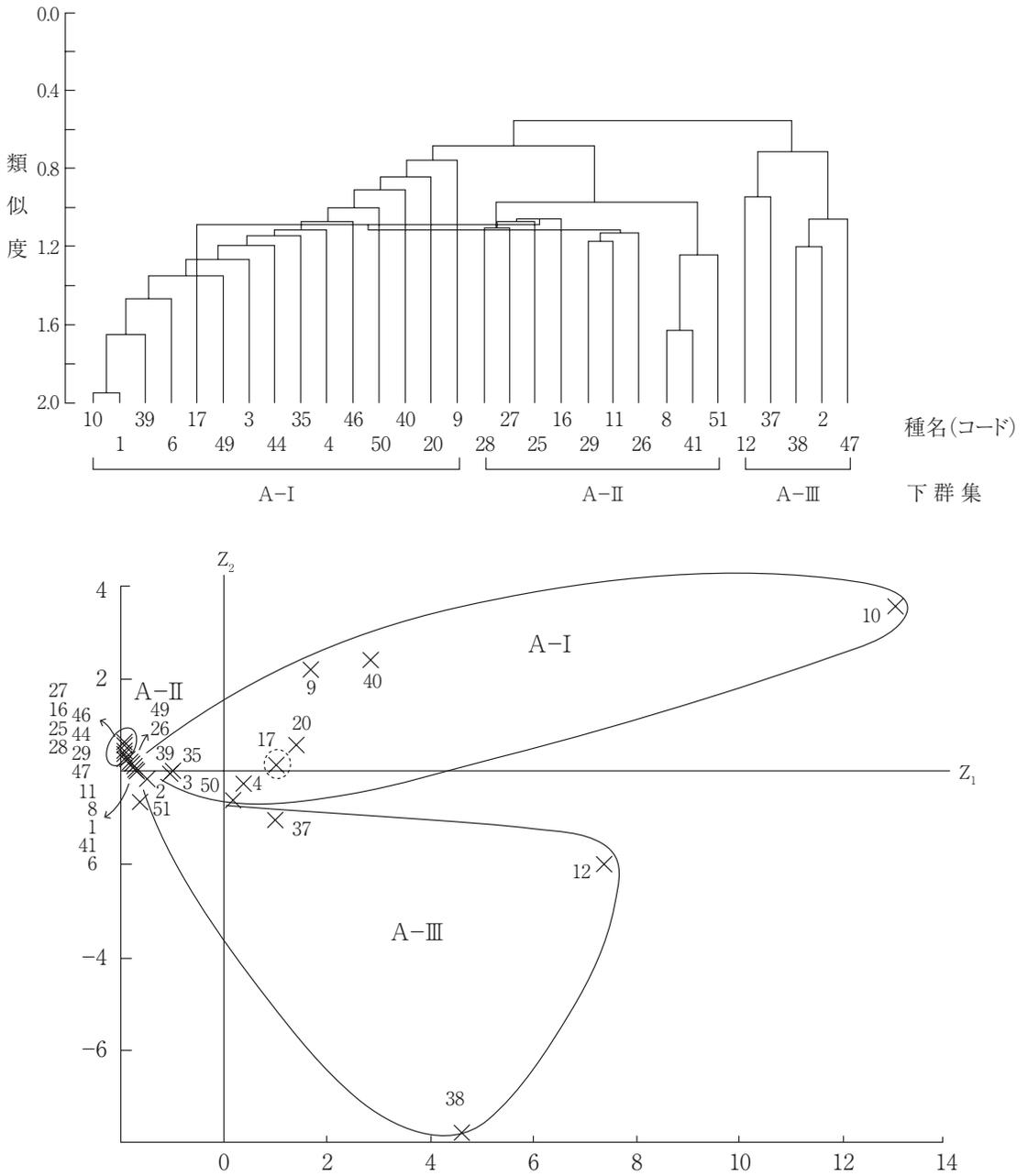


図3 補正総個体数5以上の30種についての環境選好性の類似性. 上段: 群分析 (C_{λ}). 下段と対応させて三つの下群集 (A-I, II, III) に分類. 種名コードは図1と対応. 下段: 30種の主成分得点の分布.

1. 群集構造

補正総個体数5以上の30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_{δ}' ; C_{λ}' ; 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30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_{δ}' ——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、+はヒメジャノメ>サトキマダラヒカゲ>ヒカゲチョウ>ダイミヨウセセリ>コジャノメ>ムラサキシジミ>コムシジ>コチャバネセセリ>キマダラセセリ>スジグロシロチョウ>ウラギンシジミ>オオチャバネセセリ ($r \geq 0.7$), カラスアゲハ>イチモンジセセリ>(0.7> $r \geq 0.5$)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、+がキアゲハ>キチョウ>ベニシジミ>ルリシジミ>ジャコウアゲハ>アゲハ>クロアゲハ>キタテハ ($r \geq 0.7$), チャバネセセリ>ツバメシジミ (0.7> $r \geq 0.5$)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=61.5%)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_3)がその代表であり、人家周辺域(A_1), 林地に近接した耕作地(A_{2a} , C_4), 荒地と耕作地との混在域(A_{4a} , A_{4b}), 伐採造成跡地(C_{3b} , D_1)など人為的影響が強いオープンな環境(=人家周辺域)。

H-II: 伐採跡地(C_1 , C_2 , D_3), 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_{2b} , B_2 , B_3 , B_4 , C_{3a} , D_{2a} , D_{2b})。伐採跡地やその後の荒地化を含む調査小区からなる

(=荒地)。

H-III: 唯一残された斜面林の中の調査小区(B_1) (=林地)

チョウ下群集(図3): 前述30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_{λ}' ——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($r \geq 0.7$), 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 A_1 小区($r \geq 0.7$), $A_{4a} > A_{4b} > A_{2a}$ 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=75.0%)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-IIに対応する下群集(=モザイク群集と仮称)。

A-II: H-III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, 荒地, 林地)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13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43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>ツバメシジミ>アゲハ>チャバネセセリ>モンキチョウ>ヒメアカタテハを優占種(平均個体数=69.3を上回った種)とする18種1,616個体、森林群集には、キタテハを優占種とする15種290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>ウラナミシジミを優占種とする10種1,072個体が属した。

2. 種数

目撃総種数は43種で過去16年間の平均(=

42.1) をわずかに上回った(表3)。森林群集種は、当年は15種で構成され、過去17年間の最低レベルとなり、前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)。一方、オープンランド群集は10種と増加し、前年の落ち込みから回復した(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)(表4)。調査小区別のほとんど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とオープンランド群集の台頭という図式に戻ったことが示唆された。

3. 個体数

目撃総個体数は過去16年間の平均を大きく上回った(表3)。A区での道路工事、B₂小区での全面土工事、C₁~C_{3a}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_{2a}>B₃小区で目撃総個体数が急増、更に、1996年には、特にB₄、C₁~C_{3a}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年と前年を除

表3 1982~1999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	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	1998年 までの平均
目撃総種数	43	40	42	41	44	45	43	44	43	39	43	—	41	41	42	41	41	43	42.1
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	2,089	—	2,018	3,012	1,454	2,162	3,090	2,978	2,095.1
多様性(H')	4.31	4.31	4.29	4.06	4.23	4.49	4.40	4.48	3.65	4.20	4.27	—	4.10	3.74	4.20	4.00	3.75	3.76	4.16
均等性(J')	0.796	0.810	0.796	0.757	0.704	0.818	0.811	0.821	0.676	0.795	0.806	—	0.765	0.699	0.780	0.747	0.700	0.693	0.768

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	15	39.5	16	55.2	9	34.6	18	41.9
A-II	13	34.2	7	24.1	15	57.7	15	34.9
A-III	10	26.3	6	20.7	2	7.7	10	23.2
全体	38	100.0	29	100.0	26	100.0	43	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	393	32.1	1,164	73.5	59	34.9	1,616	54.3
A-II	94	7.7	94	5.9	102	60.4	290	9.7
A-III	738	60.2	326	20.6	8	4.7	1,072	36.0
全体	1,225	100.0	1,584	100.0	169	100.0	2,978	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	2.780	0.712	2.551	0.638	2.886	0.911	2.721	0.653
A-II	2.772	0.749	1.621	0.577	3.423	0.876	3.415	0.805
A-III	1.747	0.526	1.536	0.594	0.811	0.811	1.783	0.537
全体	3.408	0.649	3.325	0.684	4.290	0.913	3.761	0.693

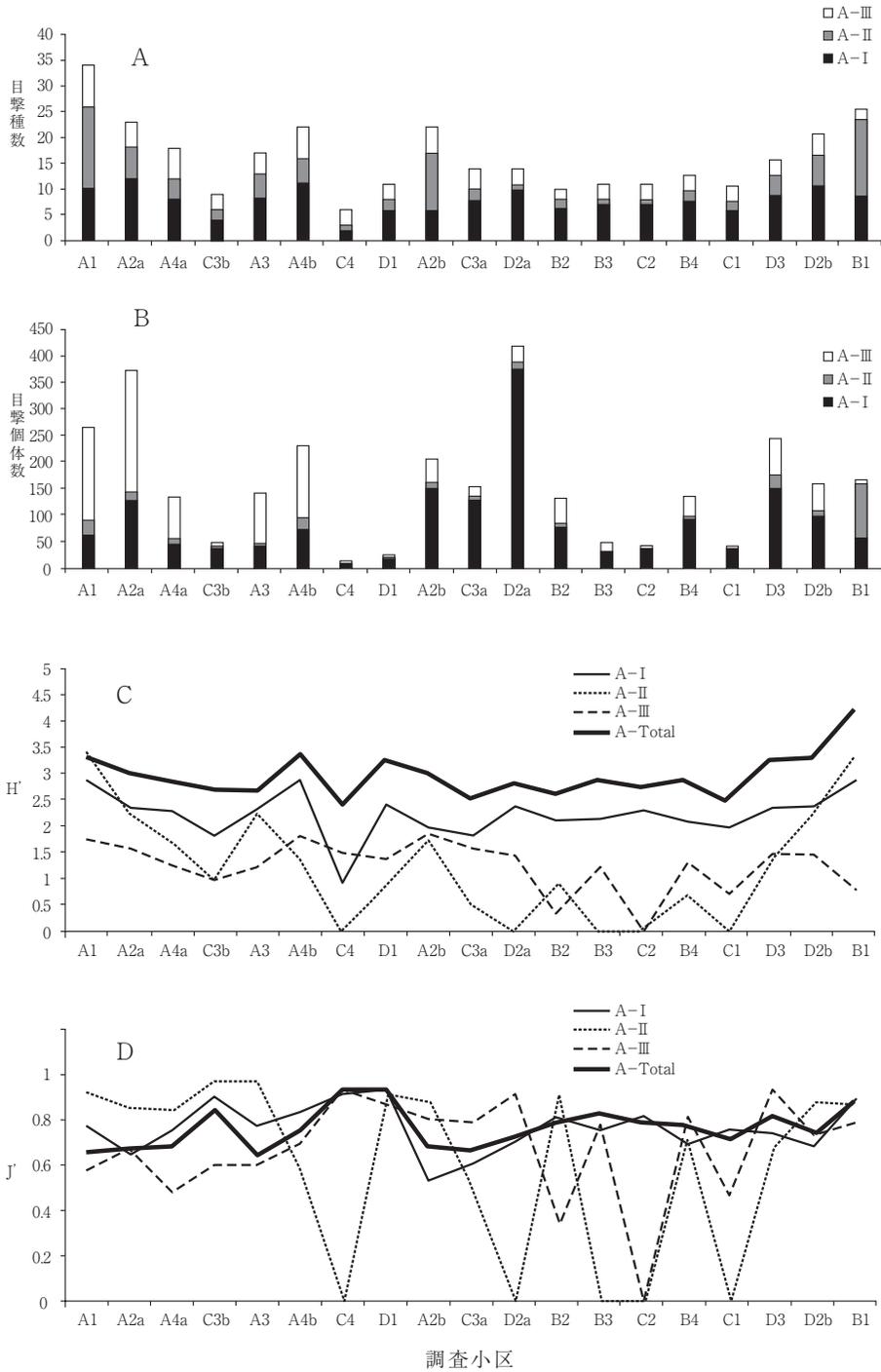


図4 種数 (A), 個体数 (B), 多様性 (C), 均等性 (D) の下群集別にみた調査小区における違い。

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)。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保存対象のB₁, A₁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16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), 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, B₁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, A_{2b}, B₄, C₁~C₄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, B₁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の影響を受けた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, 1981参考)は1987~89年をピークに1990年と1995年に大きく落ち込み, 前年, 当年も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), 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)。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($r=0.674$, $p<0.01$)に影響されて変動し, オープンランド群集では種数($r=0.577$, $p<0.05$), 均等性($r=0.774$, $p<0.001$)の影響を受けて変動, 森林群集も種数($r=0.914$, $p<0.001$)と均等性($r=0.761$, $p<0.001$)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=69.3を越えた種)は, キチヨウ>ヤマトシジミ>モンシロチョウ>ツバメシジミ>アゲハ>ウラナミシジミ>チャバネセセリ>モンキチヨウ>キタテハ>ヒメアカタテハの10種で, これらで目撃総個体数の84.2%(=2,507/2,978)を占めた。この優占率は過去16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%)。このうち森林群集種は1種であり, 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新たにウラナミシジミとチャバネセセリの登場はその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16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、前々年、前年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、両下群集種の定着と回復が目撃総個体数の増大となって表れたと思われた。一方、当年の新たな市街化域の拡大は、その回復が再び一時的なものに終わったことを示唆した。

摘 要

1999年の龍ヶ崎市郊外の2.5Km-帯状センサスにより、チョウ成虫の生息環境の調査が行われた。3～11月にかけて1旬につき2回の調査で7科43種3,570個体が目撃され、距離補正の上(補正総個体数=2,978)、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30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(荒地、森林、人家周辺域)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. 荒地には、キチョウ>ツバメシジミ>アゲハ>チャバネセセリ>モンキチョウ>ヒメアカタテハを優占種とする18種1,616個体のモザイク群集が成立していた。

3. 唯一残された林地にはキタテハを優占種

とする15種290個体の森林群集が成立していた。

4. 人家周辺域ではヤマトシジミ>モンシロチョウ>ウラナミシジミを優占種とする10種1,072個体がオープンランド群集を構成していた。

5. 目撃総種数、目撃総個体数が過去16年間の平均を上回ったが、多様性、均等性は過去16年間の平均を下回った。当年の新たな調査地における市街化開発の拡大により、前年にみられた森林・荒地群集の一時的回復が終了し、モザイク・オープンランド群集の優勢とそれぞれの群集の優占種による寡占化が強まった結果と思われた。

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.
- 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.

Synopsis

Yamamoto, Michiya, 2018. Community structure of butterflies observed in and near Ryugasaki, 1999, based upon their habitat preference. *Ryutsu-keizai Daigaku Ronshu* (The Journal of Ryutsu-keizai University), Vol. 53, No.1: 1-21.

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*, *Everes argiades*, *Papilio xuthus*, *Pelopidas mathias*, *Colias erate*, *Vanessa cardui* and other 12 species, was formed in wastelands. A woodland subcommunity, including *Polygonia c-aureum* and other 14 species, was formed in woodlands. An openland subcommunity, including *Pseudozezeeria maha*, *Pieris rapae crucivora*, *Lampides boeticus* and other seven species, was formed in and near cultivated areas and human habitats.

The total individual number and the total species number observed in 1999's survey were more than the average of the preceding 16 years, but the community diversity index and the community equitability index showed less value than the average level in the preceding 16 years, caused by two factors; the openland subcommunity in the surveyed area recovered in 1999; furthermore all the subcommunities were oligopolized by their each dominant species, due to the progress of urbanization around the survey route.