

《論 文》

龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2005年

——季節消長——

山 本 道 也

Community Structure of Butterflies Observed in and near Ryugasaki,
2005, Based upon Their Seasonal Fluctuation
MICHIYA YAMAMOTO

キーワード

チョウ群集 (butterfly assemblages), 季節消長 (seasonal fluctuation), 群分析 (cluster analysis), 都市化 (urbanization)

はじめに

1982年より始められた龍ヶ崎市郊外におけるチョウ成虫の群集調査は、1993年の中断を経て、2012年に実調査30年で終了した。その調査ルートは大規模工業団地隣接のニュータウン建設計画域の中にあり、1985年の一部ルートでの林の伐採、造成に始まり、年を追って造成は他の森林域や耕作域に拡大されるとともに、1992年には調査ルート南半部の住宅予定区域（南街区）で一斉に住宅建築が開始、1994年には路線バスも運行され始めた。その後、1997年には市街化工事の中心は調査ルート北半部に移り、2000～2007年にかけて総合病院、総合運動公園、そして隣接の北街区建設が急ピッチで進められ、当初は調査地ルートの半分程を占めていた林地もかつての谷津地形に残る斜面林だけとなった。2012年、調査開始後30年を経て、調査環境は、当初の南関東に典型的な谷津田を基本とする畑作農村の景観は姿を消し、総合運動公園を中心とする、いまだ造成地も散在する新興住宅街の景観へと様変わりした。本報告は、その調査環境の激変が始まって20年後の2005年の調査結果を季節消長に基づいて解析したものである。解析の手順は従来（山本 1989, 1992, 1993, 1994, 1996, 1997, 1998, 2000,

2002, 2004, 2009, 2011, 2012, 2014, 2015, 2016, 2018a, b, 2019a, b, 2020a, b) を踏襲している。その要点は下記の通りである。

1. 3～11月まで1旬につき2回の帯状センサスを行い、得られた種ごとの目撃個体数を各調査季節でまとめ、その調査季節別個体数分布を解析の出発点とする。

2. その調査季節別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活動季節の類型化を行う。

3. 上述の方法で細分化された下群集について、活動季節ごとに種数、個体数、多様性、優占種の違いに言及し、それまでの調査結果と比較することによって、市街化の進展が当該チョウ群集に及ぼした影響を多様性を指標として考察する。

調査地および調査方法

1. 帯状センサス法

チョウ複数種の個体数の季節消長を知るためには、定期的に帯状センサス（＝ルートセンサス）を行うのが効率良くデータを集積できる。定刻開始の定距離センサス（10:00開始—2.5km 帯状センサス）を1旬につき2回の割合で行い、その旬合計個体数を以後の解析の基礎とした。調査間隔はできるだけ一定が理想的であ

り、計画では、毎月、1, 6, 11, 16, 21, 26日の6回を調査予定日とし、悪天候が予想される場合はできるだけそれに近い日でふりかえた。2005年3月上旬から11月下旬まで、1旬に2回、計54回の同センサスが行われた(3月上旬=3E-2, 8日, 3月中旬=3M-12, 18日, 3月下旬=3L-27, 31日, 4E-1, 6日, 4M-10, 15日, 4L-21, 28日, 5E-3, 5日, 5M-10, 16日, 5L-21, 26日, 6E-5, 6日, 6M-12, 17日, 6L-20, 27日, 7E-1, 5日, 7M-10, 15日, 7L-21, 28日, 8E-1, 6日, 8M-11, 15日, 8L-21, 30日, 9E-1, 8日, 9M-13, 17日, 9L-22, 26日, 10E-2, 7日, 10M-13, 20日, 10L-23, 28日, 11E-4, 8日, 11M-13, 18日, 11L-24, 28日)。その他の方法の詳細については、山本(1983)を参照。

2. 調査地

龍ヶ崎市郊外のニュータウン建設計画対象域となった海拔20~25mの二つの段丘(南半部と北半部と仮称)とそれらに挟まれた谷津田を縦断する幅3.5m, 全長約2.5Kmの農道をセンサスルートとして利用した。調査初期、ルートの両側は、斜面林沿いに人家や竹林、畑地(=南半部)、水田(谷津田)、荒地、コナラ・クヌギ雑木林、杉植林地(=北半部)などで構成されており、関東平野周辺域に見られる谷津地形を基本にした近郊農村的景観が成立していた。1985年以降、当調査地では本格的にニュータウン建設工事が始まり、南半部では耕作地の造成、北半部では林地の伐採が進み、大規模造成地が出現した。谷津田は放棄され、湿原に変わり、耕作地の多くも荒地化が進行した。林地伐採は調査ルート北半部の南側(B₃小区)から年を追って北側へと拡大し、林地率(=林地ルートの距離/全調査ルート距離)は、当初の49.4%から1992年には23.1%と半減し、2001年以降は14.2%と更に落ち込んだ(山本, 2007)。谷津田では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。同時期、調査地南半部では、荒地化していた造成地で道路建設と宅地造成が進み、新築工事が一斉に進む中、1992年には複数の生活用舗装道路も完成、1994年には最寄り駅への路線バスも運行され、市街化(=南街区)に拍車がかかった。一方、1996年からは、調査地北半部のB₄~C₄小区北側でも市街化工事(=北街区)が本格化し、A₁, B₁小区を除いて、最後まで残されていた林内ルートのC₄, D₁小区での1999年の皆伐と並行して、幹線道路工事、総合病院建設、総合運動公園整備(屋外プール併設の総合体育館、陸上競技場、テニスコート2面、周囲は自然公園)、北街区での住宅や各種商業施設の建設も急ピッチで進められ、2001年には造成後のC₄, D₁小区で総合病院が竣工し、翌年には総合体育館もオープンした。2005年には、B₄, C₁小区の造成後荒地で10月下旬以降、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、D₃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。調査後20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的景観へ大きく変貌した。

3. 気象

2005年におけるチョウ活動期(3月上旬~11月下旬)の平均気温は、4月中旬から5月下旬にかけては過去2年間より低め、8月上旬から10月下旬は高めに推移し、11月に入ってから好天が続き、放射冷却が進んで急速に寒くなった(図1A, C)。また、日照時間からみて梅雨期と秋雨期が明瞭ではあったが、いずれもこの期間は前2年と比べて雨量が少なく、曇天日が長く続いた年となった(図1B, C)。

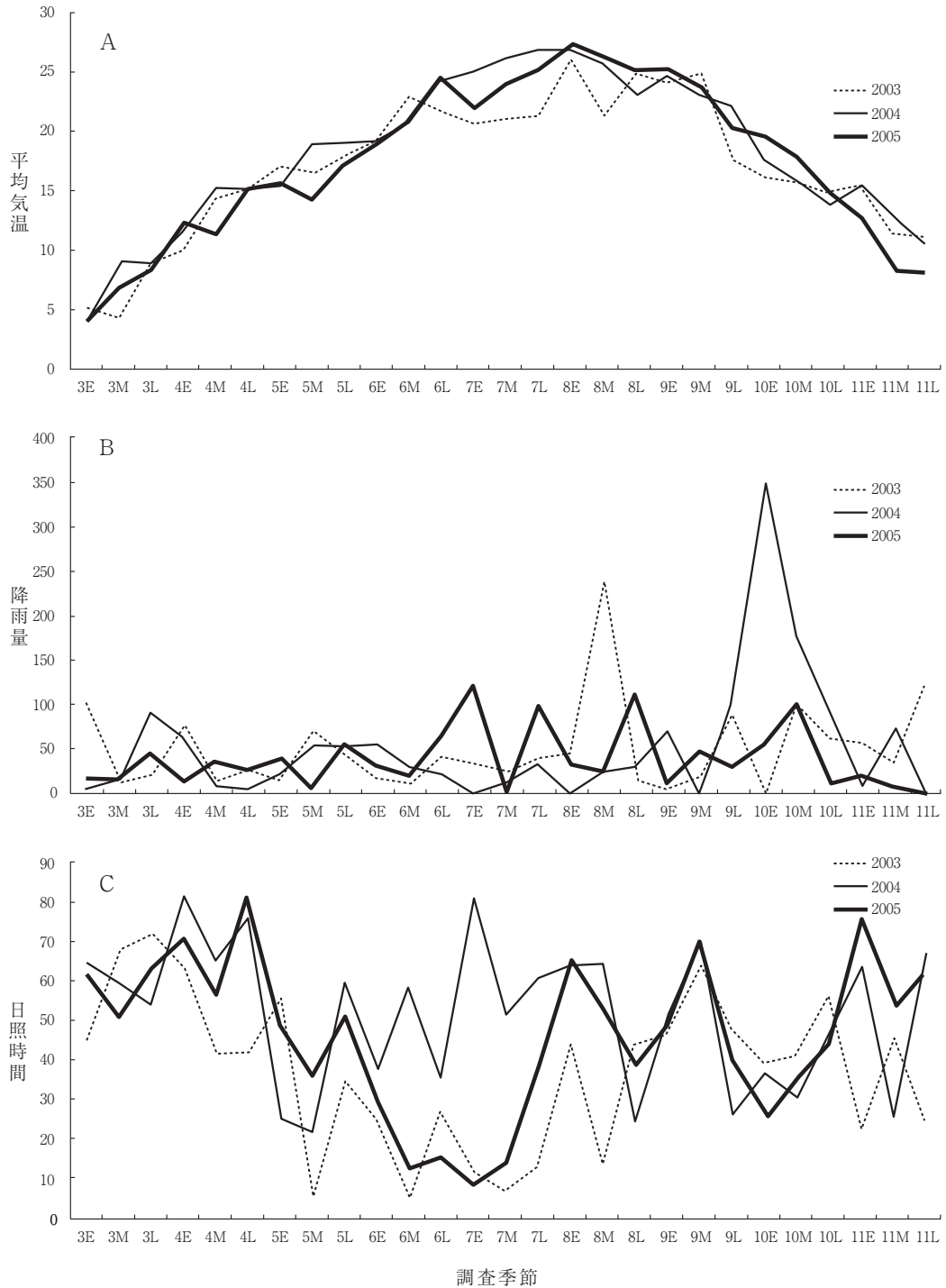


図1 2003年 (.....), 2004年 (——), 2005年 (—) の平均気温 (A), 降水量 (B) と日照時間 (C). E: 上旬, M: 中旬, L: 下旬.

結果および考察

目撃されたチョウは、5科40種3,865個体（平均個体数=96.6）で、目撃個体数は種ごとに1旬ずつまとめられ（図2）、種別目撃総個体数が算出された。以下、過去22年間と比較しながら、それぞれの種について当調査地での季節消長と目撃総個体数の経年変化の概要を述べる（種名の後のカッコ内に目撃総個体数=目撃総数を1982年/1983/1984/1985/1986/1987/1988/1989/1990/1991/1992/?=1993年、調査無し/1994/1995/1996/1997/1998/1999/2000/2001/2002/2003/2004/2005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) : 5月（越冬世代）、7月（第一世代）、8～9月（第二世代）の年3回の発生。1990年から目撃総数が減少傾向を示し、一時期目撃されない年もあった。1997年以降は連続して目撃されるようになってきたが、一桁目撃の年が多く、当年は第一世代での1個体目撃となった。

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) : 5～6月（越冬世代）、7月（第一世代）、8～9月（第二世代）の年3回の発生。目撃総数は当初ほぼ3年ごとに三桁を越えるピークがあり、優占種（=その年の平均個体数を上回った種）になることも多かった。そのピークが次第に大きくなり、1992年にはそれまでの最高となった。その後は、二桁目撃で増減を繰り返し、1997年には過去23年間の最低となった。翌年には過去の平均並みに回復し、以降は平年をわずかに上回って目撃される年が連続したが、前年には半減、当年は第一世代で急増して過去23年間の最高となった。

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) : 4～5月（越冬世代）、6月（第一世代）、8～9月（第二世代）の年3回の発生。目撃総数は、1984年に前年の倍増となったが、翌年に

は半減して、1986年を除いて長期に渡ってその状態で安定していた。その後1998年に急増し、それまでの最高となった。以後、減少傾向を示したものの、以前ほどは減少せず、前年、当年は第二世代で増加して2年続けて過去最高を更新した。

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) : 4～5月（越冬世代）、6～7月（第一世代）、8～9月（第二世代）の年3回の発生。調査を始めた頃は優占種ではなかったが、1986年の三桁を越えての目撃総数の急増、その後の二桁目撃への減少期を経て、1989年を底に再び三桁を越える年が多くなり、1998年以降は三桁目撃で優占種として安定した。増加傾向も顕著で、2002年には越冬世代で増加して、それまでの最高となった。前々年、前年は減少したが、優占種として三桁を維持し、当年、再び全世代で増加して、過去23年間の最高の目撃となった。

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) : 目撃は散発的で、1999年以降目撃なしが続いている。

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) : 4～5月（越冬世代）、6～7月（第一世代）、8～9月（第二世代）の年3回の発生。目撃総数はほぼ二桁目撃で安定し、増減傾向は不明瞭。前々年には第一、二世世代で増加し、過去23年間の最高となったが、前年には二世世代が原因で、過去平均を下回るまで減少した。当年は全世代で増加して過去22年間の平均を上回った。

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) : 数年おきに1、2個体が目撃されるパターンで、当年の目撃はなかった。移動個体の可能性もある。

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) : 5～6月（越冬世代）、7月（第一世代）、8～9月（第二世代）の年3回の発生。目撃総数は1984

年をピークに減少傾向にあり、後年は一桁目撃の年も多くなり、2002年は第一世代でのみの一桁目撃で過去23年間の最低となった。当年は第二世代を欠き、過去22年間の平均を下回った。

9. モンキチョウ (7/4/7/10/1/18/17/41/33/16/22/?/87/40/10/137/263/120/138/91/246/242/205/237) : 3~4月(越冬世代), 6月(第一世代), 7~8月(第二世代), 9~11月(第三・四世代)の5回程度の発生と推測された。調査初期には一桁目撃が続いたが、1987年以降は恒常的に二桁目撃を維持し、1989年に急増、その後は二桁目撃ながらも減少傾向にあったが、再び1994年に1989年を上回る急増となった。その後、一旦減少したが、1997年には再び急増、調査開始後初めて三桁を超え、以降、優占種として安定し、翌年には更に倍増、過去23年間の最高となった。その後は減少し、2001年は再び二桁目撃になったが、翌年には第一世代、第二世代で急増、1998年の最高に迫る目撃となり、当年は第三世代以降で増加して、過去22年間の平均を大幅に上回った。

10. キチョウ (69/140/116/87/181/145/161/179/212/286/192/?/409/953/182/301/1,052/769/481/240/485/387/192/236) : 当調査地での安定した上位優占種の一つ。5~6月(第一世代), 7~8月(第二世代), 9月(第三世代), 10月~翌年4月(第四世代=越冬世代)の年4~5回の発生。第二世代以降、出現個体が多くなり、第三、四世代で最も多くなる。調査初期には越冬後の成虫の目撃は少なかったが、後年は比較的多くが目撃されるようになった。目撃総数は1985年の減少以降長期に渡って増加傾向にあり、更に1994年に急増、翌年は更に倍増し、最優占種となった。特に、第二世代以降で大幅に増加した。1996年は一転急減したが、1998年は再び大幅に増加し、初の四桁目撃となり、過去23年間の最高となった。その後は三桁目撃に戻り、減少傾向ではあったが、前々年までは過去平均を上回る状態が続いた。前年、当年は第二世代で半減し、三桁維持の優占種状態は変わらないものの、過去22年間の平均を下回った。

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) : 3~4月(越冬世代), 6月(第一世代), 7~8月(第二世代), 9~10月(第三世代)の年4回の発生。目撃総数は1985年の一桁目撃への急減以後、徐々に回復し、1989年には急増、初めて優占種の仲間入りをした。以後、再び減少傾向にあったが、1994年には再び急増し、過去23年間の最高となり、再び優占種にリストアップされた。しかし、翌年には一桁目撃へと急減、1997年には過去23年間の最低となった。その後二桁目撃に戻ったものの回復は低調で、当年も全世代で目撃されたが、過去22年間の平均は下回った。

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) : 3~4月(越冬世代), 5~6月(第一世代), 7月(第二世代), 9月(第三世代), 10~11月(第四・五世代)の年5~6回の発生。夏季には目撃個体が減少し、第三世代以降再び増加し、後年は後世代ほど多く目撃された。ほとんどの調査年でヤマトシジミに次ぐ最優占種となっていた。目撃総数は、1995年に急増し、それまでの最高となった。越冬世代で大幅に増加した。その後増減を繰り返し、前年、当年は第四世代で増加し、当年は過去23年間の最高となった。

13. ツマキチョウ (23/9/16/21/6/6/17/7/7/7/1/?/12/11/4/2/4/2/11/4/3/0/1/3) : 4月に年1回発生。目撃総数は1982年に過去23年間の最高となって以降は3年おきで増加することもあったが、全体としては減少傾向にあり、1992年には1個体目撃となった。その後は回復傾向を示していたが、後年は再び一桁目撃へと減少し、前々年には調査後初めての目撃なしとなった。前年、当年は過去22年間の平均を下回っての目撃となった。

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) : 6~7月の年1回の発生ながら、成虫は夏の夏眠期を経て9月にも見られることがある。1984年に初めて

目撃され、目撃の途絶えた年もあったが、1994年は一桁ながら過去23年間の最高となった。その後は減少傾向にあり、再び当年も含めて目撃されない年も出始めた。

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) : 5～6月(越冬世代), 7月下旬～8月(第一世代)の年2回の発生。目撃総数は1984年に過去23年間の最高となり、その後は減少傾向で、特に後年は一桁目撃の年が多くなり、2002年には目撃ゼロとなった。当年は第一世代の1個体目撃に終わった。

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) : 5～6月(越冬世代), 7～8月(第一世代), 9月(第二世代)の年2～3回の発生。調査初期には三桁目撃で優占種となった年もあったが、後年は減少に拍車がかかり、1997年には調査開始後初めての一桁目撃となった。翌年以降は二桁目撃へと復帰したが、2001年には再び一桁目撃へと減少、その後の回復も低調で、当年は第一世代の1個体目撃で、前年同様過去23年間の最低となった。

17. キタテハ (56/62/47/63/178/119/114/65/95/87/60/?/46/107/62/98/69/115/176/36/83/96/56/56) : 5～6月(第一世代), 7～8月(第二世代), 9～10月(第三世代), 10月下旬～翌年4月(第四世代=越冬世代)の年3～4回の発生。多い年には三桁に届いて目撃され、優占種の仲間入りをすることもある。目撃総数は1986年の急増による過去23年間の最高目撃を境に減少傾向を示していたが、1994年の底以降は増加に転じ、2000年には過去最高レベルに近づいた。翌年は第三、四世代で急減して二桁目撃となり、過去23年間の最低となったが、その翌年にはその両世代で倍増して過去平均まで回復、前々年は更に増加して優占種にもなった。前年、当年は越冬世代で半減して過去22年間の平均を下回った。

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) : 1987年6月に

1個体が目撃されたが、定着はしなかった。その後も散発的に越冬個体が目撃されたが、本種の移動能力の大きさを考えると近隣からの移動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) : 6～7月(第一世代)と8月～翌年4月(第二世代=越冬世代)の年2回の発生と思われる。目撃が途絶える年もあったが、少ないながらも目撃される年の方が多く、1997年以降は連続して目撃され、当調査地で定着していると考えられた種の一つである。2002年には一桁ながら、過去23年間で2度目の最高の目撃となった。その後減少、前年は第一世代での目撃がなかったが、当年は2世代に渡って目撃され、過去22年間の平均とは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/?/75/44/8/68/80/87/94/52/121/84/73/65) : 4～5月(越冬世代), 6～7月(第一世代), 8～9月(第二世代), 10～11月(第三世代)の年3～4回の発生と思われる。越冬世代、第一世代での目撃は散発的で、9月以降の目撃が普通。目撃総数は調査初期には一桁目撃が続いたが、その後二桁目撃の年が目立ち始め、1992年に大幅に増加、1994年は更に急増して初めて優占種の仲間入りをした。1996年には急減し、一桁目撃となったが、その後の回復は著しく、以降、再び優占種に復帰し、それまでの最高目撃数を更新し続け、2002年には更に急増、調査開始後初めて三桁目撃となった。第二、三世代で急増した。以後は二桁目撃へと減少したものの、当年も過去22年間の平均を上回った。

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) : 6～7月(第一世代), 9月～翌年4月(第二世代=越冬世代)の年2回の発生と思われる。目撃個体は少なく、全世代の発生を確認できない年が多いが、第二世代の目撃が安定している。一桁目撃が連続していたが、当年は2世代に渡って目撃され、過去23年間で4度目の最高数となった。

22. ゴマダラチョウ (6/14/7/4/33/3/6/9/3/1/11/?/1/9/15/3/0/2/5/1/0/9/1/6) : 5～6月(越冬世代), 7月下旬～9月中旬(第一世代)の年2回の発生が常態である。1986年の異常発生とも呼べる年を除いて一桁台の目撃が多く, 1個体目撃の年も少なからずあり, 1998年には調査開始後初めての目撃なしとなった。その後は一桁目撃に復帰, 2002年は再び目撃なしとなったが, 翌年は過去22年間の平均を上回る増加をみせた。当年は2世代で目撃され, 過去22年間の平均とほぼ同数が目撃された。

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) : 5～6月(越冬世代), 7月下旬～8月(第一世代), 9月(第二世代)の年2～3回の発生。発生量は越冬世代で最大となるのが常態。調査初期には三桁目撃の優占種で, 1984年には過去23年間の最高となり, 優占種上位の位置を占めた。翌年に大幅に落ち込み, その後回復の兆しも見せたが, 1990年を最後に優占種からもはずれ, その後の減少は著しく, 1994年には初めての一桁台目撃へと減少した。その後も減少は止まらず, 当年同様目撃されない年も多くなってきた。

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) : 7～8月にかけて年1回発生。1990年以降目撃が途絶えていたが, 1995年に1個体が目撃され, その後4年連続で目撃された後再び2年間目撃なしとなった。2001年からは連続して目撃され, 当年は過去22年間の平均とほぼ同数の目撃となった。

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) : 5～7月(越冬世代), 8～9月(第一世代)の年2回の発生。従来は越冬世代の発生量が第一世代を上回っていたが, 1986年以降は両世代でほぼ同じ発生量となった。目撃総数は三桁が目撃された1983年の最高を境に, 増減を繰り返しながら1988年以降は二桁目撃へ減少, 以後, 優占種からもはずれた。その後更に減少傾向が鮮明になり, 2000年には調査開始

後初めての一桁目撃となり, それまでの最低となった。翌年以降は二桁目撃に戻っていたが, 前年は2世代は維持したものの再び一桁に減少し, 過去23年間の最低となった。当年は一転第一世代で急増し, 二桁目撃となったが, 過去22年間の平均は下回った。

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) : 5～6月(越冬世代)と8～9月(第一世代)の年2回の発生。調査前半の目撃総数は年によって二桁目撃と三桁目撃の間で大きく変動し, 多い年には優占種にもなった。その後, 1988年の過去最高目撃を境に急減し, その後は二桁目撃で増減を繰り返しながらも減少傾向を示し, 1994年には調査開始後初めての一桁目撃となった。翌年は急増して二桁目撃に戻ったが, 1999年から連続して最低レベル状態が続き, 一桁目撃も時間の問題と思われた。しかし, 2002年, 2003年と急増し, 2003年には両世代で急増, 1992年以来の優占種の仲間入りとなった。前年は一転, 両世代で急減して一桁目撃となり, 過去23年間の最低となり, 当年も二桁目撃に戻りはしたが, 過去22年間の平均を下回った。

27. ヒメジャノメ (50/64/79/18/25/18/14/15/23/7/43/?/12/30/15/11/19/30/18/9/15/16/2/9) : 5～6月(越冬世代), 7～8月(第一世代), 9～10月(第二世代)の年3回の発生。目撃総数は二桁ながら1984年に過去23年間の最高となり, 優占種にもなったが, 以降減少傾向にあり, 1991年には初めて一桁台に落ち込んだ。翌年は急増し二桁台を回復したが, その後は二桁台は維持したものの再び減少傾向を示し, 前年には第一世代での目撃がなく, 一桁目撃に急減, 過去23年間の最低となった。当年は増加したものの, 第一世代を前年同様欠き, 過去22年間の平均を下回った。

28. コジャノメ (6/18/16/9/7/3/14/11/9/6/11/?/5/15/6/8/11/11/12/11/8/8/1/0) : 5月(越冬世代), 7～9月中旬(第一・二世世代)の年2～3回の発生。二桁目撃の年もあるが, 一

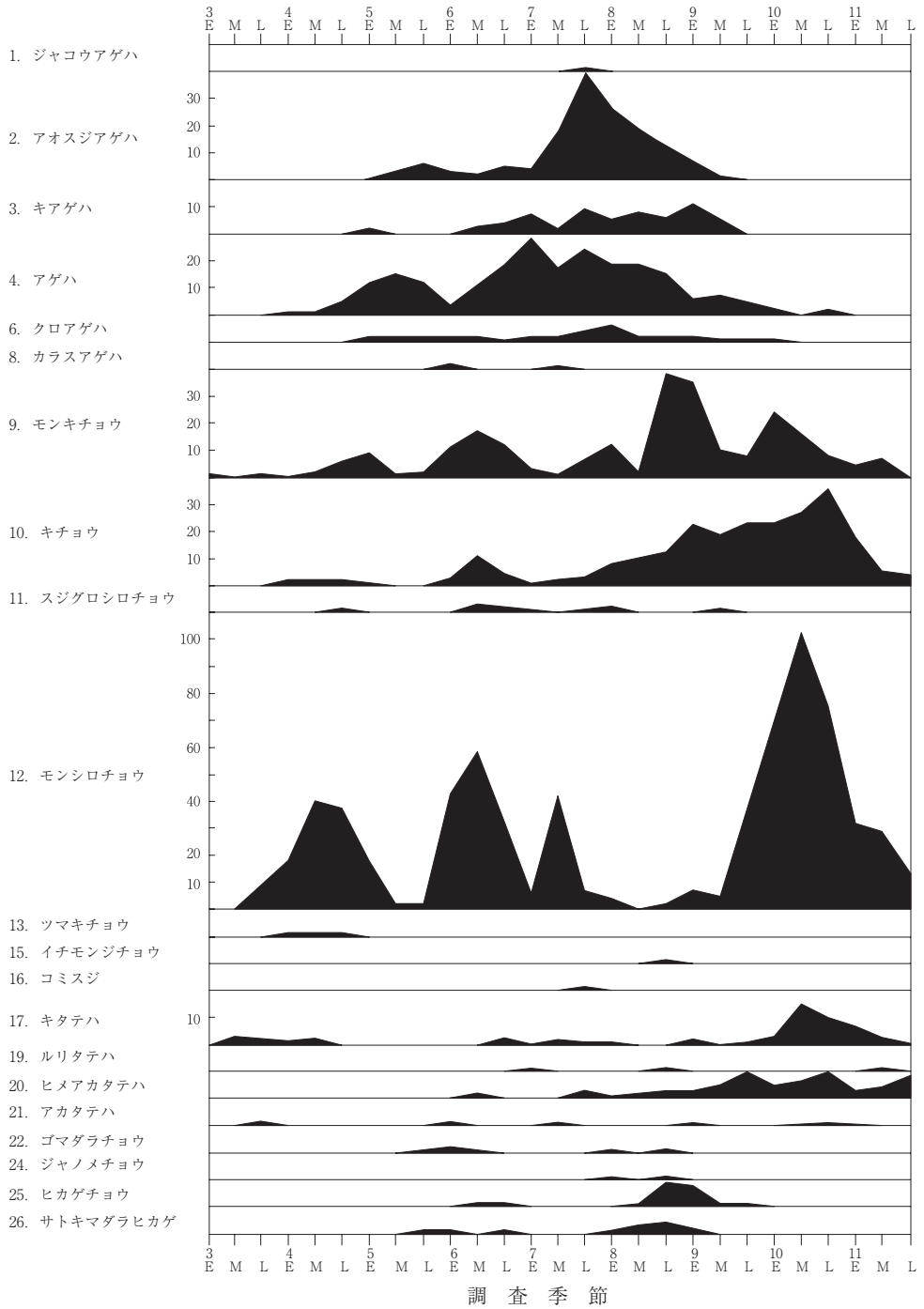
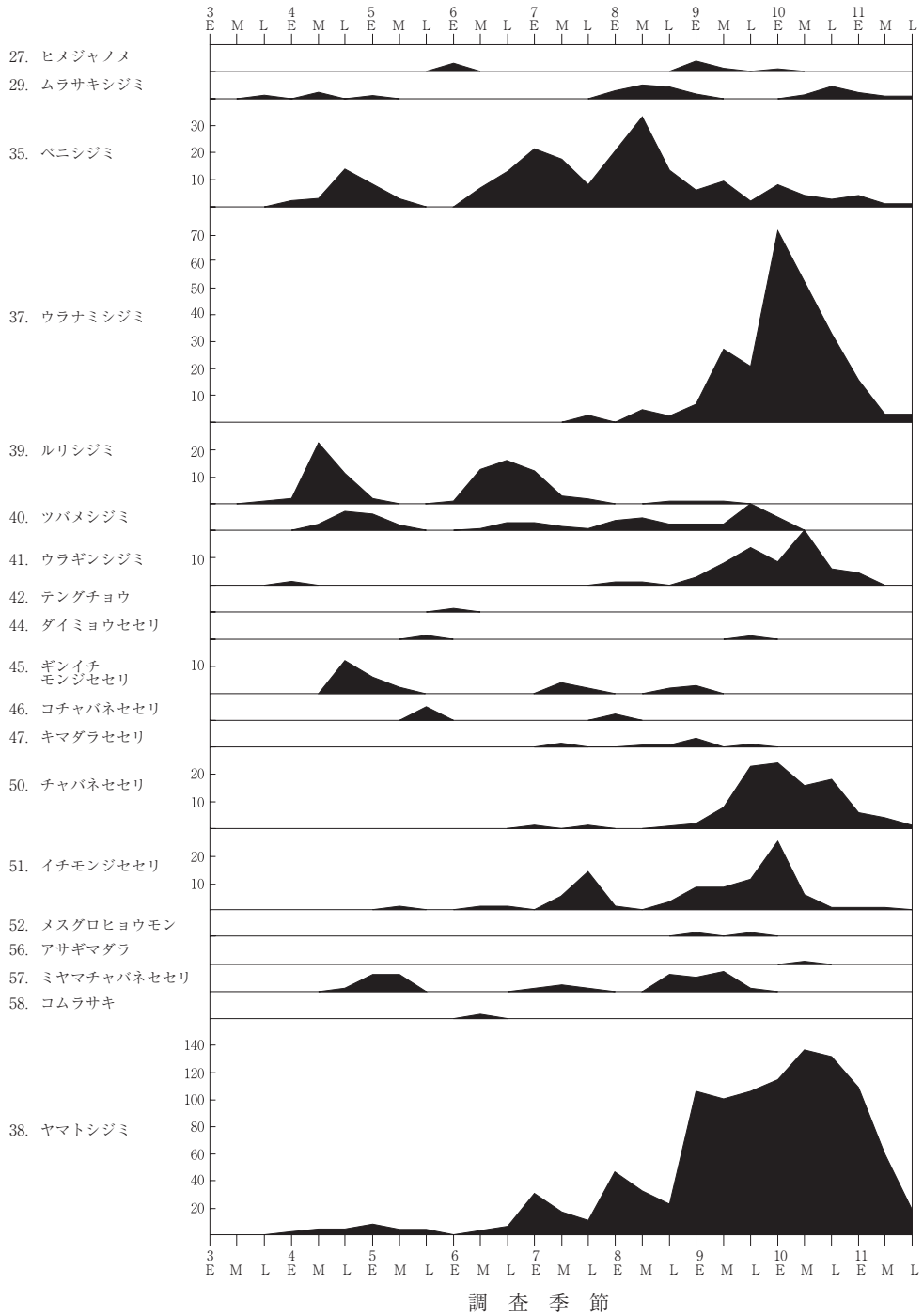


図2 目撃40種の目撃個体数の季節消長（ヤマトシジミは



目盛りを合わせるため後出). E: 上旬, M: 中旬, L: 下旬.

桁目撃の年も多く、傾向のつかみづらい種の一つである。前年は第一世代の1個体目撃で、当年は目撃なしに終わった。

29. ムラサキシジミ (10/45/5/14/3/29/39/29/10/6/14/?/19/24/3/9/21/17/11/4/25/25/20/26) : 6~7月(第一世代), 8~9月(第二世代), 10月~翌年4月(第三, 四世代=越冬世代)の年3~4回の発生。第一, 二世世代の目撃は散発的になる年が多い。増減を繰り返しながらも減少傾向となり, 1996年には急減し, 過去23年間で2度目の最低目撃となった。越冬世代で大幅に減少した。その後二桁目撃に復帰し, 2001年には再び一桁目撃となったが, 翌年には二桁目撃へと回復し, 当年も越冬成虫の目撃が例年になく多く, 過去22年間の平均を上回った。

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) : 6月上旬~中旬にかけて年1回発生。1988年以降4年連続で目撃されていないが, 1992年は1個体を目撃。以後の目撃はない。

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) : 6月, 年1回の発生。1985, 1986年の目撃以降は目撃なし。

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) : 年1回, 6月中旬の発生。当年も含め, 18年連続で目撃なし。

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) : 年1回, 7月の発生。発生量が少ないため, 目撃年も断続的となる。1990年を最後に目撃が途絶えている。

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) : 4月下旬~5月(越冬世代), 6月下旬~7月(第一世代)の年2回の発生。一桁目撃ながら一時増加傾向にあったが, 1989年をピークに減少, 目撃のない年も多くなり, 1999年以降, 当年も含めて6年連続で目撃なし。

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) : 4~5月(越冬世代), 6~7月(第

一世代), 8月(第二世代), 9~11月(第三, 四世代)の年4~5回の発生。目撃総数は増減をくり返し, 1990年に急増したものの, 翌年は半減し, 以後はあまり大きく変動せず推移した。その後, 1999年に倍増し, 以後増加の一途をたどり, 前々年には調査開始後初めての三桁目撃となり, 優占種の仲間入りをした。更に前年には越冬世代と第一世代で増加し, 当年は第二世代でも増加して, 過去23年間の最高となった。

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) : 発生回数は5月(越冬世代)と7~8月(第一世代), 9~10月中旬(第二世代)の年3回と推定された。1985年に目撃個体が急増, 1986年にはさらに三桁目撃へと増加し, 過去23年間の最高を記録, この年の優占種の一つとなった。以降は急減し, 1994年以降は目撃されない年が続いたが, 1997年から3年間は一桁ながら複数個体が目撃された。その後は当年も含めて6年間目撃なし。

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) : 8月に北上個体がみられ, 9~11月には新成虫が出現する。侵入後, 1~2回の発生を完了するものと思われる。目撃総数は調査初期には増減をくり返し, 一桁目撃の年もあったが, 1999年に急増, 調査開始後初めて三桁目撃となり, 優占種の仲間入りをした。翌年には更に増加し, それまでの最高となった。夏期の高温で北上個体の出現時期も例年より早く, 侵入個体も多かったと思われ, その後の新成虫目撃数の急増につながったと思われた。2002年には初見日も早まり, 更に増加, 過去23年間の最高の目撃となり, 上位優占種の一つとなった。一方, 前々年は一桁目撃に激減した。これまでも, 本種では1988年, 1991年, 1996年と急減の年があり, いずれも当該年の夏季の長期の低温や日照不足との関連がうかがわれ, 更に前々年は8月の集中豪雨などの影響も考えられた。前年, 当年は夏季の暑さも平年並みに戻り, 目撃総数は再び三桁状態に戻った。

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) : 4~5月(越冬世代), 6月中旬~7月(第一世代), 8月(第二世代), 9~11月(第三, 第四世代)の年4~5回の発生。後の世代ほど発生量が多い。ほとんどの調査年で最優占種。目撃総数は1991年に過去23年間の最低となったものの三桁目撃を維持し, 優占種からはずれなかった。翌年の倍増後, しばらく減少気味であったが, 1997年になって再び大幅に増加し, 以後毎年最高目撃数を更新し, 2001年には第三・四世代で急増して, 調査開始後初めての四桁目撃となった。その後2年間は三桁目撃に減少したものの, 前年は第二世代で, 当年は第三・四世代で急増して, 再び四桁目撃となり, 過去23年間の最高レベルに近づいた。

39. ルリシジミ (108/65/90/63/93/159/73/45/56/66/57/?/40/23/25/48/43/17/36/28/79/124/29/88) : 3~4月(越冬世代), 5~6月(第一世代), 7月(第二世代), 8~9月(第三世代)の年4回の発生。調査前半は多くの年で優占種であった。目撃総数は1987年に急増し, 過去23年間の最高となって以降長らく減少傾向にあったが, 1999年の過去最低を底に増加に転じ, 前々年には過去23年間で3回目の三桁越えとなり, 1992年以来の優占種の仲間入りとなった。増加は越冬世代と第一世代で顕著であった。前年は一転両世代で急減し, 優占種からもはずれしたが, 当年は再び両世代で増加して過去22年間の平均を上回って目撃された。

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) : 4~5月(越冬世代), 6~7月(第一世代), 8月(第二世代), 9~10月(第三世代)の年4回の発生。目撃総数は1987年の急増以降, 優占種として三桁目撃の高水準を維持して来たが, 1991年に二桁目撃に急減, 過去23年間の最低レベルとなった。しかし, 翌年は一転して急増, 三桁目撃に戻り, 優占種にも復帰した。1995年には更に倍増, 過去23年間の最高の目撃となった。特に越

冬世代で大発生し, 発生期間も3月下旬~5月下旬までと長期化した。翌年以降は半減したもののほとんどの年で三桁目撃を維持していたが, 当年は二桁に半減し, 優占種からもはずれ, 過去22年間の平均を下回る目撃となった。

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) : 7~8月(第一世代), 9月(第二世代), 10月~翌年4月(第三世代=越冬世代)の年3回の発生。越冬は成虫で行われるが, 越冬個体の目撃はまれ。目撃総数は1987年の急増を境に減少傾向を示し, 一時的には増加した年もあったが, 1998年には過去23年間の最低となった。以後は増加傾向を示し, 2002年には第二, 三代で増加して過去23年間の最高となった。翌年には半減したが, 再び, 前年, 当年は倍増し, 過去22年間の平均を上回った。

42. テングチョウ (0/0/0/0/1/1/1/3/1/1/2/?/1/1/0/0/0/0/0/0/0/0/1/1) : 1986年以降9年連続して目撃され, 定着したと考えられた。目撃のすべてが3~4月の越冬成虫と10月の新成虫であり, 当調査地では年1化性と考えられた。いずれにしてもかなり生息数は少ない。その後再び長期に渡って目撃されなくなっていたが, 前年, 当年になって6月にそれぞれ1個体(第一世代)が目撃された。再侵入による定着の可能性もある。

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) : 年1回, 4月に発生。1987年の急増以降減少し, 目撃されない年も多くなり, 1994年を最後に目撃されていない。

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) : 5~6月(越冬世代), 7~8月(第一世代), 9月(第二世代)の年3回の発生。1987年の目撃総数の大幅な増加以降減少傾向にあったが, 1995年から再び増加し, 以後, それまでの平均を上回って目撃される年が続いていたが, 1999年以降は一桁目撃に急減, 2001年には目撃なしとなった。翌年以降は複数個体が目

撃され、当年は越冬世代と第二世代で各1個体が目撃された。

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) : 4~5月(越冬世代), 7月(第一世代), 9月(第二世代)の年3回の発生。当初は目撃されても1個体目撃に終始していたが、1988年の大幅な増加の影響を受け、しばらく複数個体が目撃される年が続いた。しかし、1991年は再び1個体目撃へと減少し、その後は目撃なしの年が続いていた。1996年になって、越冬世代、第一世代で複数個体の目撃があり、1997年は更に増加して、一桁ながらそれまでの最高の目撃となった。翌年、翌々年は一転、再び1個体目撃となったが、2000年に複数個体が目撃され、2001年には一桁ながらそれまでの最高の目撃となって、全世代での発生が認められた。更に前々年は、全世代で急増し、調査開始後初めて二桁を越えた。目撃はC_{3a}小区に集中し、本種に好適な中茎ヨシ群落の成立が原因と考えられた。翌年も前年の急増が越冬世代に持ち越され、第一、二世代では減少したが、前年を上回る目撃となった。当年は減少したものの、過去22年間の平均を大幅に上回った。

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) : 5~6月(越冬世代)と7~8月中旬(第一世代)の年2回の発生。目撃総数は振幅の大きな増減をくり返しながらも当初は優占種の一つとして三桁目撃の年もあったが、後年は減少傾向が著しく、二桁目撃が常態となっていた。更に2000年には一桁目撃に減少し、2001、2002年は調査開始後初めての目撃なしとなった。前々年、前年は1、2個体の目撃に留まり、当年は両世代でわずかに増加したが、過去22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/?/1/11/5/17/30/27/39/30/57/33/11/7) : 6~7月(越冬世代), 8~9月(第一世代)の年2回の発生と思われる。調査初期には、目撃総数が一桁止まりの年が続いたが、

1990年以降二桁目撃の年が多くなり、1998年以降はそれまでのほぼ倍増となり、2002年には更に増加して、過去23年間の最高となった。第一世代で大きく増加した。以後は両世代で減少傾向を示し、当年は2世代は維持したものの一桁目撃まで減少し、過去22年間の平均を下回った。

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) : 1982年に1個体が目撃されて以降、目撃がなく、当調査地では絶滅したと考えてよいだろう。

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) : 6~7月(越冬世代)と8月下旬~10月(第一世代)の年2回の発生。調査前半期には優占種として上位3位以内の目撃総数を維持していたが、1989年から減少が目立ち、1991年には調査開始後初めて三桁を切った。翌年には三桁目撃に復帰し、その後も優占種ではあったものの、以前ほどの目撃総数には届かず、減少傾向は否めなかった。更に、1998年以降その減少に拍車がかかり、二桁目撃に転落、優占種からもはずれ、2001年には調査開始後初めての二桁目撃となり、前々年、当年はついに目撃なしとなった。

50. チャバネセセリ (0/0/0/0/0/2/0/1/8/8/14/?/10/32/14/39/36/139/161/97/166/75/105/105) : ウラナミシジミと同様、当地では秋近くになっての北上個体の定着、増殖が常態であるが、越冬幼虫の目撃例もあり(Inoue, 2008)、2000年の5月下旬の目撃例も含めて、以後の動向に注意が必要。8月以降2回以上の発生と思われる。1987年、初めて2個体が目撃され、その後増加傾向にあり、1992年に二桁台の目撃となり、その後も二桁台を維持しながらしばらく増減を繰り返してきていたが、1999年に急増、一挙に三桁目撃に突入、優占種にもなった。2002年には更に増加して最高目撃数を更新した。翌年は半減して二桁目撃になったが、前年、当年は再び三桁に増加、優占種にも復帰し、過去22年間の平均を大幅に上回った。

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) : 5~6月(越冬世代), 7月(第一世代), 8~11月(第二, 第三世代)の年3~4回の発生。第二世代での発生量が最も多い。目撃総数は二桁目撃と三桁目撃との間で増減をくり返し, 多い年には優占種にもなるが, 安定はせず, 傾向のつかみ難い種の一つである。1994年には大幅に減少し, それまでの最低となった。その後は回復傾向を示し, 優占種として三桁目撃の年もみられたが, 1999年は一転再び第二世代で大幅に減少, 過去23年間の最低となった。以後は増加傾向を示し, 2002年から3年間は再び三桁目撃の優占種に復帰したが, 当年は第二世代で半減して優占種からもはずれ, 過去22年間の平均を下回った。

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) : 1992年10月に当調査地で初めて1雌が目撃され, 以後, 連続して目撃されるようになり, 1998年は6~7月にかけて一桁ながら過去23年間の最高の目撃となった。2001年に目撃は途絶えたが, 翌年からは再び当年も含めて過去平均を上回る目撃が連続した。筑波山での生息は確認されており (Kitahara and Fujii 1994), 侵入個体が定着した可能性が高い。

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) : 1995年4月に越冬1雌が初めて目撃された。調査地周辺域では同年から目撃例が相次ぎ, 定着の可能性も含めて, 以後の動向が注目されていたが, その後, 周辺域での定着情報は増えたが, 当調査地では10年続いて目撃されていない。

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) : 1996年に初めて1個体が目撃された。以後, 当年を含めて目撃されていない。筑波山では生息が確認されており (Kitahara and Fujii 1994), 新鮮個体であったため, 前年の侵入個体から発生した可能性が高い。

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) : クロコノマチョウと同時期に茨城県南部の各地で生息

が確認され始め, 1997年, 当調査地でも1個体が目撃された。以後, 当年も含めて目撃されていない。

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) : 筑波山での北上個体の繁殖が確認されており, 1999年になって初めて当調査地で目撃された。新鮮個体ではあったが分散力が高いため移動個体の可能性が高かった。以後, しばらく目撃されていなかったが, 当年は10月に1個体が目撃された。

57. ミヤマチャバネセセリ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/7/9/16/35/36) : 4~5月(越冬世代), 6~7月(第一世代), 8~9月(第二世代)の年3回の発生。2001年になって初めて3世代, 複数個体が目撃され, 前々年以降更に増加して二桁目撃となり, 前年には倍増, 当年は過去最高となった。2000年の新設道路の掘り下げ工事に伴い, 道路沿いの法面に芝が貼られた人工土手が整備され, 食草となるイネ科草本なども混入した。生息条件が整っての成虫の侵入も考えられるが, 食草とともに卵, 幼生などが紛れ込み, 定着した可能性もある。

58. コムラサキ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/1/0/0/1) : 2002年8月, D_{2a} 小区で伐り残されたネム中木の周辺を飛翔する1雄を目撃した。以後の目撃はなかったが, 当年になって, 6月中旬に1個体がB₃小区で目撃された。

以上のうち, 目撃された40種で構成された本調査地でのチョウ群集について, 群集構造, 種数, 個体数, 多様性, 優占種の季節による変化を過去の調査と比較しながら報告, 論議する。

1. 群集構造

目撃総個体数5以上の28種の25 (3L~11L) の調査季節に対する個体数マトリックスに群分析 (小林, 1995参考) と主成分分析 (PCA) とを併用して, 三つの活動季節 (S-I, II, III', III) と三つの下群集 (A-I, II, III', III) への分類が適当と思われた (図3, 4)。以下,

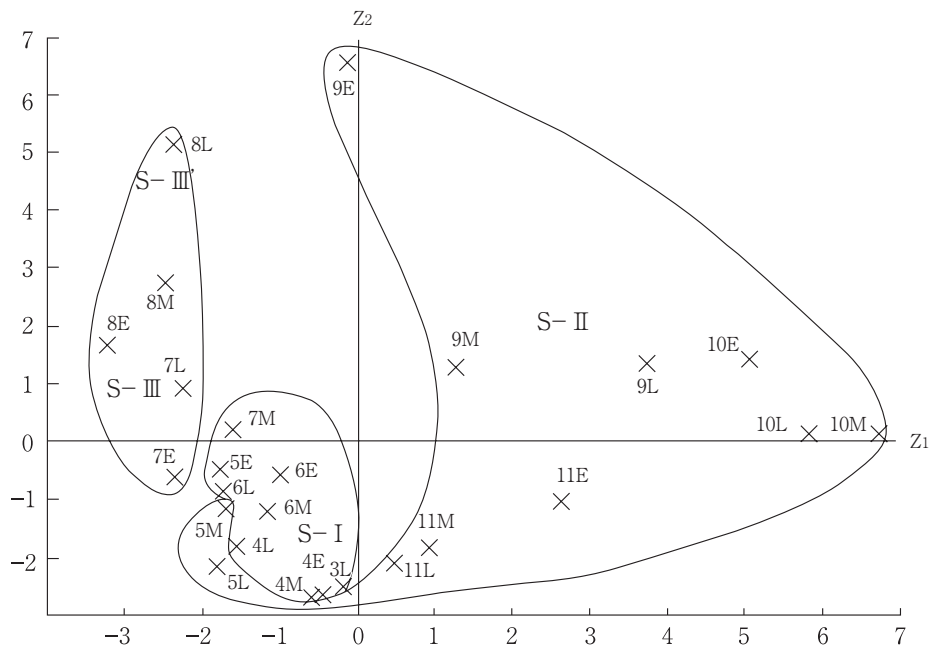
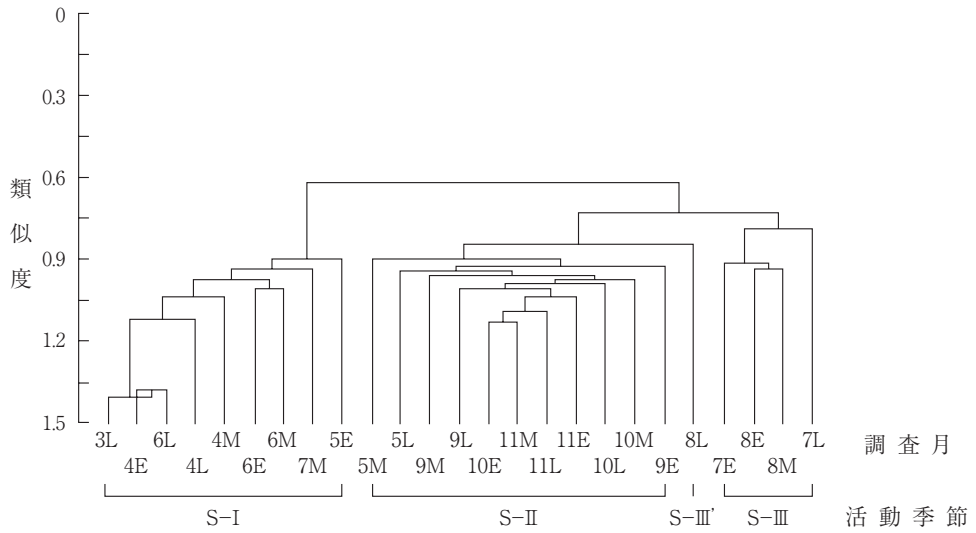


図3 チョウウ相（目撃総個体数5以上の28種）からみた25の調査季節の類似性。上段：群分析（C_i'），下段と対応させて三つの活動季節（S-I～III）に分類。下段：上段と対応した各調査季節群集の主成分得点の分布（累積寄与率=46.4%）。E：上旬，M：中旬，L：下旬。

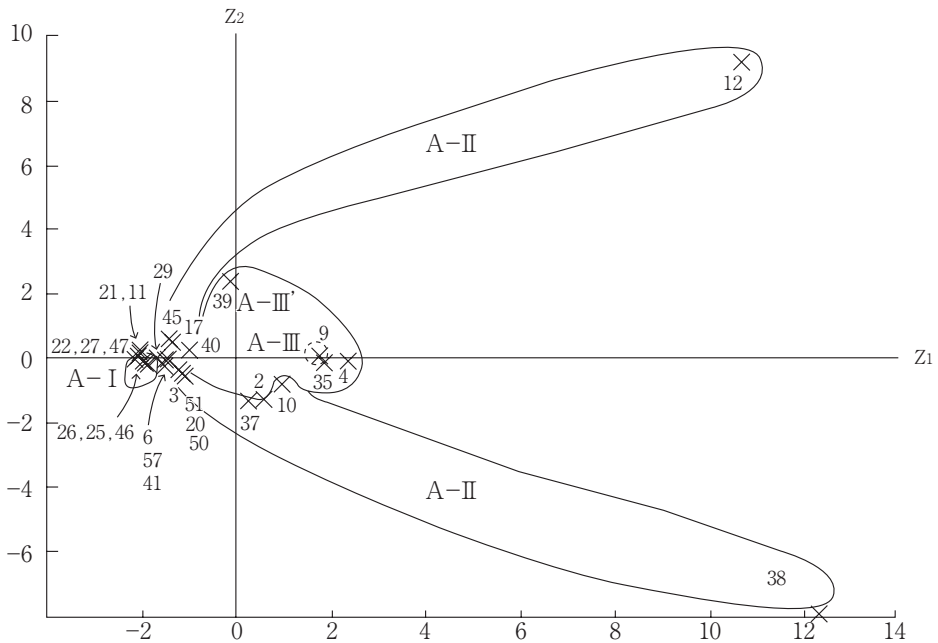
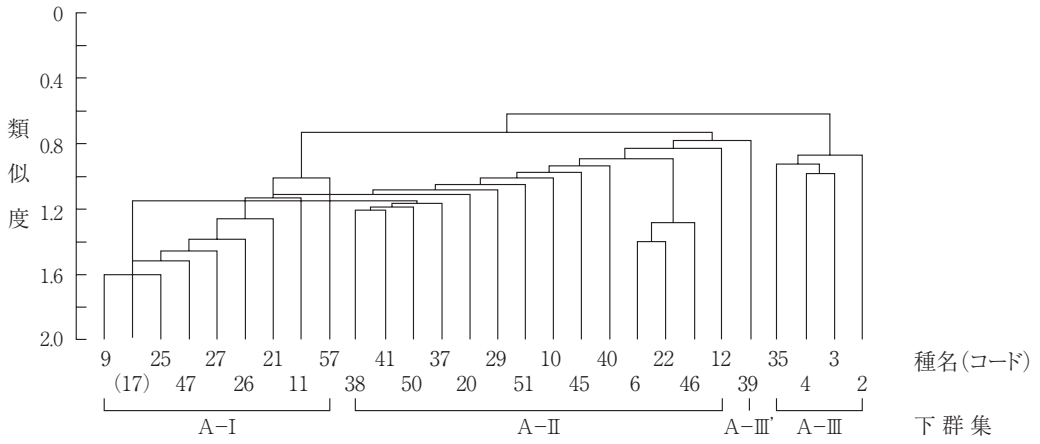


図4 目撃総個体数5以上の28種についての季節消長の類似性. 上段: 群分析 (C_s'), 下段と対応させて三つの下群集 (A-I ~ III) に分類. 種名コードは図2と対応. 下段: 28種の主成分得点の分布 (累積寄与率 = 72.7%).

表1 活動季節とチヨウ下群集 (太字 = 優占種, 太実線枠 = 下群集)

下群集	コード	種名	活動季節												S-II							S-III							合計	増減			
			3E	3M	3L	4E	4L	4M	4M	6E	6M	7M	5E	5M	5L	9M	9L	10E	10M	11L	11L	11E	10L	10M	9E	8L	8M	7L			7E	8E	8M
A-I	9	モンキチヨウ	1			1	12	6	2	11	17	1	9	1	2	10	8	22	7	1	5	8	16	35	38	3	12	2	7	22	↗		
	25	ヒカガチヨウ								1				1	1								8	9						22	↗		
	47	キマダラセセリ									1												3	1						7	↗		
	27	ヒメジャノメ								3													4							9	↗		
	26	サトキマダラヒカガ								1													2							13	↗		
	21	アカタテハ								1													1							8	↗		
	11	スジクロシロチヨウ									3												2							11	↗		
	57	ミヤマチャバネセセリ										2	6										5							36	↗		
	(19)	ルリタテハ																					1							3	↗		
	(24)	ジャノメチヨウ																												3	↗		
	(42)	テングチヨウ																												2	↗		
	(58)	コムラサキ									1																			1	↗		
	(15)	イチモンジチヨウ																												1	↗		
	A-II	17	キタテハ	3	2	1	2	2	2	4	4	3	17	8	1	3	3	1	3	3	1	7	10	15	2	23	30	46	33	11	56	↗	
		38	ヤマトシジミ	1	1	5	4	4				3	17	8	4	4	101	106	115	59	19	108	132	136	106	23	30	46	33	11	1,075	↗	
41		ウラボシシジミ			1										8	14	9			5	6	20	3						68	↗			
50		チャバネセセリ													8	23	24	4	1	6	18	16	2	1	1	1	1	1	1	105	↗		
37		ウラナミシジミ													26	21	71	3	3	16	33	50	7	3	3	1	1	1	1	241	↗		
20		ヒメアカタテハ										2			5	10	5	4	8	3	10	6	3	3	3	1	2	3	5	65	↗		
29		ムラサキシジミ																					1	4	4	3	5	1	1	26	↗		
51		イチモンジセセリ										1	5	1	1	8	11	25	1	1	2	4	1	1	5	8	3	1	1	86	↗		
10		チヨウ													2	4	2	2	3	11	2	1	1	3	2	2	1	8	10	3	236	↗	
45		ギンイチモンジセセリ																													26	↗	
6		クロアゲハ													3	7	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	34	↗	
22		ゴマダラチヨウ																													6	↗	
46		コチャバネセセリ																													7	↗	
12		モンシロチヨウ																													60	↗	
(44)		ダイミョウセセリ																													2	↗	
(52)	メスグロヒヨウモン																													2	↗		
(56)	アサギマダラ																													2	↗		
A-III	39	ルリシジミ	1	2	16	11	22	1	13	3	2			1	1	2	5	34	69	29	14	32	75	102	7	2	6	4	7	685	↗		
	35	ベニシジミ	2	13	14	3	7	17	8					3	9	2	8	1	1	4	3	4	6	13	13	21	21	33	8	201	↑		
	4	アゲハ	1	11	5	1	12	4	28	12				15	6	7	5			2		2	15	19	18	24	19	17	223	↑			
	3	アゲハ			4																										62	↑	
	2	アオスジアゲハ			5																										146	↑	
	(8)	カラスアゲハ													3	6	1														3	↗	
	(13)	ツマキチヨウ																													3	↗	
	(16)	コムスシ																													3	↗	
	(1)	ジャコウアゲハ																														1	↗
	合計			1	3	15	29	113	101	82	84	130	150	81	41	24	226	276	385	118	53	209	337	402	268	171	111	170	149	136	3,865	↗	

↑ : 目撃総個体数が2005年に過去23年間の最高となった種
 ↓ : 目撃総個体数が2005年に過去23年間の最低となった種
 ↗ : 2005年の目撃総個体数が過去22年間の平均を上回った種
 ↘ : 2005年の目撃総個体数が過去22年間の平均を下回った種

それぞれの特徴について列記する。

活動季節(図3): 前述28種の25の調査季節への個体数分布を用いて調査季節間の類似度(C_s' ——重なり度指数, 森下, 1979; Kobayashi, 1987; 小林, 1995)を群分析する一方, 主成分分析により妥当なクラスターを抽出した。主成分分析の第1軸は, 因子負荷量が大きな要素が, +はチャバネセセリ>ウラナシジミ>ウラギンシジミ>ヤマトシジミ>キチョウ>カタテハ>ヒメアカタテハ>モンシロチョウ ($r \geq 0.7$), -はアゲハ>クロアゲハ ($0.7 > r \geq 0.5$)であったことから, 活動最盛期の季節的遅さと関係している軸と考えられた。第2軸は+がヒカゲチョウ>キマダラセセリ>モンキチョウ>キアゲハ ($r \geq 0.7$), サトキマダラヒカゲ>アゲハ ($0.7 > r \geq 0.5$)であったことから, それぞれのチョウのもつ温度感受性に関係している軸と思われた。また, 第3軸は+がツバメシジミ ($0.7 > r \geq 0.5$), 第4軸は+がギンイチモンジセセリ>ミヤマチャバネセセリ, -がアオスジアゲハ ($0.7 > r \geq 0.5$), 第5軸は+がムラサキシジミ, -がゴマダラチョウ ($0.7 > r \geq 0.5$), 第6軸が+がルリシジミ>スジグロシロチョウ ($0.7 > r \geq 0.5$)と関係が深いことも分かった。6軸(累積寄与率=76.4%)を考慮した上で, 前2軸(累積寄与率=46.4%)への主成分得点分布(図3下)と群分析結果(図3上)を照合して, 25の調査季節を次の三つの活動季節に分類した。

S-I: 3月下旬~5月上旬, 6月上旬~6月下旬, 7月中旬。

S-II: 5月中・下旬, 9月上旬~11月下旬。

S-III, III': 7月上旬, 7月下旬~8月下旬

チョウ下群集(図4): 前記と同様の28種の季節消長の類似度(C_s' ——重なり度指数, 森下, 1979)を群分析する一方, 主成分分析により妥当なクラスターを抽出した。主成分分析の第1軸は, 因子負荷量がすべての調査季節で+でかつほとんどが大きなことから(5E, 7E, 7M, 9E~11L: $r \geq 0.7$, 3L~4L, 6E~6L, 8E, 8M: $0.7 > r \geq 0.5$), 目撃個体数の多さに関係し

ているとみなされた。第2軸では, 因子負荷量が+でかつ大きな要素が, 3L~4M, 6E, 6M ($r \geq 0.7$), 4L, 6L ($0.7 > r \geq 0.5$), また, 7L~11Lの全てで-, その中でも大きな要素が8E, 9E, 9M ($0.7 > r \geq 0.5$)あったことから, 活動最盛期の季節的早さに関係していると考えられた。更に5M ($r \geq 0.7$)と7L ($0.7 > r \geq 0.5$)は第3軸と, 5L ($r \geq 0.7$)と7L ($0.7 > r \geq 0.5$)は第4軸と, 8L ($0.7 > r \geq 0.5$)は第5軸と相関が高く, それら5軸(累積寄与率=92.9%)を考慮しながら, 前2軸(累積寄与率=72.7%)への主成分得点分布(図4下)と群分析結果(図4上)を照合して, 当該群集から次の三つの下群集を抽出した。

A-I: 多化性種2種(モンキチョウ, スジグロシロチョウ), 三化性種1種(ミヤマチャバネセセリ), 二化性種5種(ヒカゲチョウ>サトキマダラヒカゲ>ヒメジャノメ>アカタテハ>キマダラセセリ)を含む下群集。

A-II: 多化性種8種(ヤマトシジミ>モンシロチョウ>ウラナシジミ>キチョウ>チャバネセセリ>ヒメアカタテハ>ツバメシジミ>カタテハ), 三化性種5種(イチモンジセセリ>ウラギンシジミ>クロアゲハ>ギンイチモンジセセリ>ムラサキシジミ), 二化性種2種(コチャバネセセリ>ゴマダラチョウ)を含む下群集。

A-III, III': 多化性種2種(ベニシジミ>ルリシジミ), 三化性種3種(アゲハ>アオスジアゲハ>キアゲハ)を含む下群集。

上述の三つの活動季節に三つのチョウ下群集を対応させ, さらに目撃5個体未満の12種を過去の調査での所属下群集を参考にそれぞれの分布中心に応じて上述の下群集に追加し, 全構成種40種についての季節消長(3E~11L)の全体像を示したのが表1である(カッコ内は, 5個体未満の種)。

A-I: S-II, III, III' (5月中・下旬, 7月上旬, 7月下旬~11月下旬)に活動のピークをもつ, 種数は多いが個体数は少ない13種351個体からなる小さな下群集(夏・秋群集と仮称)。

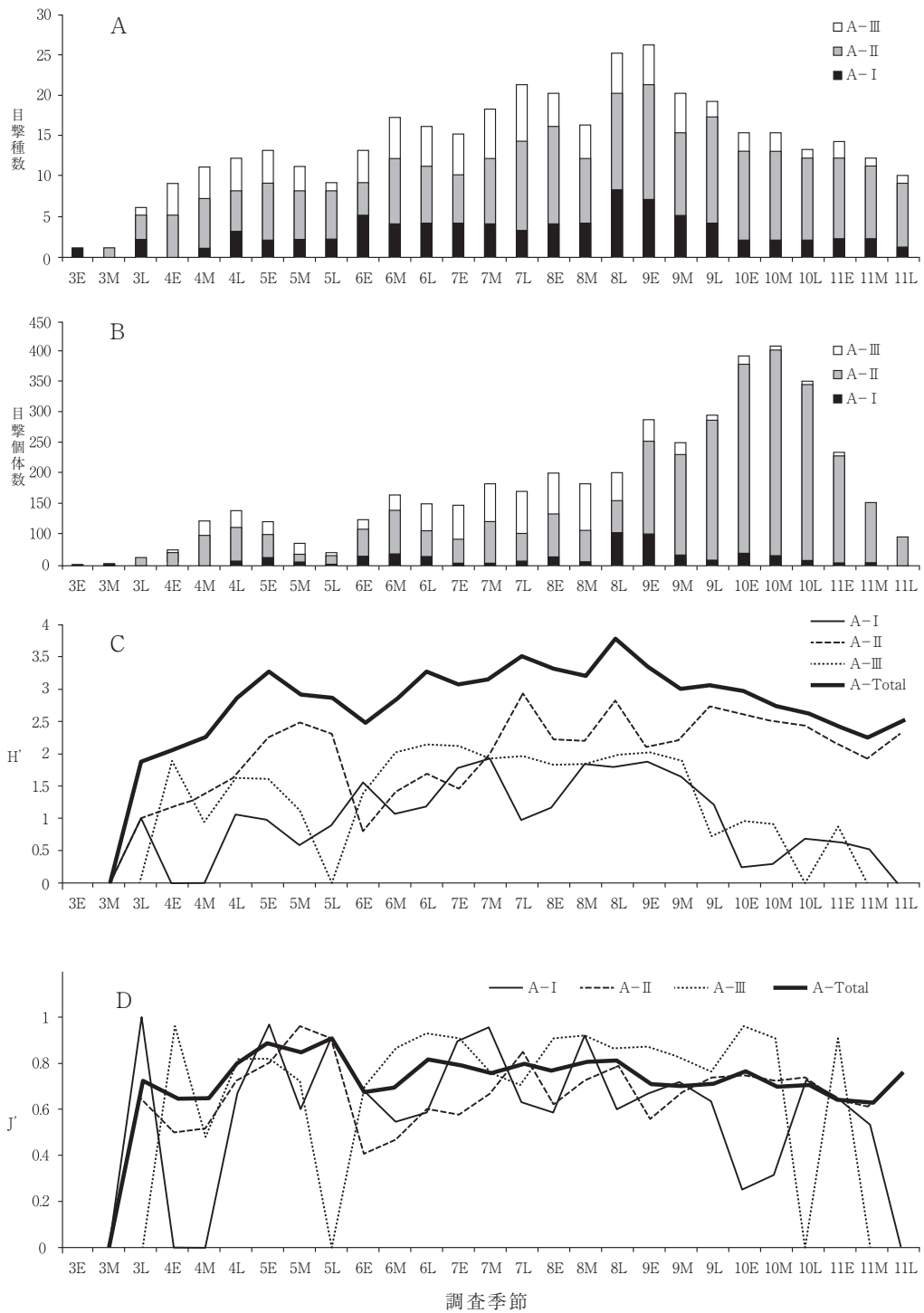


図5 種数、個体数、多様性 (H')、均等性 (J') の下群集別にみた季節変化。E：上旬，M：中旬，L：下旬。

A-II : S-II (5月中・下旬, 9月上旬～11月下旬) に活動のピークをもつ, 種数, 個体数ともに最多の18種2,786個体からなる当調査地最大の下群集 (秋群集と仮称)

A-III, III' : S-I, III, III' (3月上旬～5月上旬, 6月上旬～8月下旬) に活動のピークをもつ9種728個体からなる下群集 (春・夏群集と仮称)。

2. 種数

目撃総種数は40種で, 過去22年間の平均 (= 41.5, 表2) をわずかに下回った。その季節変

化は, 4～5月と10月に小さなピーク, 6, 7～8月上旬に中位の, そして8月中旬から9月に最大のピークと五峰性を示した (図5A)。A-I, III (以下, III' を統合) 群集は4～5月, 6月, 7～8月上旬, 8月中旬～9月にピークがあり, A-I 群集では8月中旬～9月のピークが, A-III 群集では7～8月上旬のピークが最も大きい。A-II 群集は6月上旬を除く全ての調査季節で構成種数が最も多く, 10, 11月はほとんどがこの下群集によって占められた。A-I, II 群集は季節後半, A-III 群集が季節前半に活動が活発になる下群集として

表2 1982～2005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')

調査年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
目撃総種数	43	40	42	41	44	45	43	44	43	39	43	-	41
総目撃個体数	2,414	3,216	3,035	2,329	3,091	3,137	2,884	2,496	2,726	1,713	2,457	-	2,309
多様性 (H')	4.20	4.21	4.20	3.83	4.14	4.36	4.28	4.36	4.15	4.06	4.21	-	3.93
均等性 (J')	0.774	0.791	0.779	0.715	0.759	0.794	0.788	0.798	0.766	0.769	0.775	-	0.730
調査年	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2004年までの平均	
目撃総種数	41	42	41	41	43	39	37	40	38	42	40	41.5	
総目撃個体数	3,458	1,678	2,486	3,433	3,570	3,716	3,174	4,043	3,319	3,619	3,865	2,922.9	
多様性 (H')	3.67	4.01	3.85	3.70	3.62	3.76	3.42	3.81	3.94	3.56	3.67	3.97	
均等性 (J')	0.685	0.744	0.719	0.690	0.667	0.710	0.656	0.716	0.750	0.661	0.690	0.738	

表3 三つの下群集の各活動季節に占める割合 (種数)

	S-I		S-II		S-III		全体	
	種数	割合 (%)	種数	割合 (%)	種数	割合 (%)	種数	割合 (%)
A-I	10	34.5	9	28.1	9	29.0	13	32.5
A-II	12	41.4	18	56.3	15	48.4	18	45.0
A-III	7	24.1	5	15.6	7	22.6	9	22.5
全体	29	100.0	32	100.0	31	100.0	40	100.0

表4 三つの下群集の各活動季節に占める割合 (個体数)

	S-I		S-II		S-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	88	11.2	164	7.0	99	13.4	351	9.1
A-II	446	56.5	2,047	87.5	293	39.8	2,786	72.1
A-III	255	32.3	128	5.5	345	46.8	728	18.8
全体	789	100.0	2,339	100.0	737	100.0	3,865	100.0

表5 三つの下群集の各活動季節における多様性 (H') と均等性 (J')

	S-I		S-II		S-III		全体	
	H'	J'	H'	J'	H'	J'	H'	J'
A-I	1.778	0.535	1.620	0.511	1.939	0.612	1.849	0.500
A-II	1.901	0.530	2.620	0.628	2.697	0.690	2.730	0.655
A-III	2.235	0.796	1.910	0.822	2.126	0.757	2.263	0.714
全体	3.340	0.688	3.177	0.635	3.759	0.759	3.671	0.690

大別できる。表3は、三つのチョウ下群集の各活動季節での種数を示している。全体としては、活動季節別ではS-II>S-III(以下、III'と統合)>S-I, 下群集別ではA-II>A-I>A-IIIの順で目撃種数が多かった。A-I群集ではS-I~IIIの間での目撃種数の差は小さかったが、最も構成種数の多いA-II群集はS-IIで、A-III群集はS-I, IIIで最多となった。

3. 個体数

総目撃個体数は3,865個体で過去22年間の平均(=2,922.9, 表2)を大きく上回った。その季節変化は、4月、6月、7~8月に小さな、そして大きなピークの8~9月、最大の10月と五つのピークが観察された。4月はA-II, III群集、6月はA-II群集、7~8月がA-II, III群集、8~9月はA-I, II群集、10月はA-II群集で特徴づけられた(図5B)。9~10月にかけてはA-II群集が突出し、この下群集で全体の87.8%を占めた。ヤマトシジミを筆頭にモンシロチョウ、ウラナミシジミと続き、優占種の上位3位までがこの下群集に所属していることが大きな理由であった(表1, 右欄)。表4に三つの下群集の三つの活動季節への個体数分布を示した。全体としては、活動季節別ではS-II>>S-I>S-III, 下群集別ではA-II>>A-III>A-Iとなった。A-I, II群集はS-IIに、A-III群集はS-IIIへの集中がみられ、中でもA-II群集のS-IIでの突出が特筆される。

4. 多様性

群集全体の多様性は2001年の過去最低(H'=3.42)以降2年連続で上昇していたが、前年、当年は、目撃総種数は増えたものの、2001年同様、最優占種のヤマトシジミの目撃総数が大幅に増加したことによって均等性が過去22年間の平均を大幅に下回ったため、多様性値も大幅に低下し、再び多様性低下の長期的趨勢に戻ったと考えられた(表2)。その季節変化は、種数

変化($r=0.855$, $p<0.001$)と均等性値変化($r=0.895$, $p<0.001$)の両方とよく一致していた。種数変化とのずれは、6E, 9E, 11E(種数は増えているが、H'は減少), 6L, 9L, 11L(種数は減っているが、H'は増加), 10M(種数は変わらないが、H'は減少)で見出された(図5C)。いずれも個体数の集中性を表すJ'-値に影響されていた部分であった(図5D)。6Eではモンシロチョウの急増、6Lでは前種の減少、9Eではヤマトシジミの急増、9L, 10Mではモンシロチョウの増加、11Eではモンシロチョウの突出、11Lではヤマトシジミの減少がJ'-値変動の主な原因となっていた(表1参照)。表5に三つの下群集の三つの活動季節における多様性値と均等性値を示した。全体としては、活動季節別では多様性、均等性ともにS-III>S-I>S-II, 下群集別では多様性はA-II>A-III>A-I, 均等性はA-III>A-II>A-Iとなった。いずれも多様性値が種数よりも均等性値に大きく影響されたことが分かる。結果として、A-I群集はS-IIIで、A-II群集はS-II, IIIでA-III群集はS-I, IIIで多様性が高く、J'値の影響を受けながらもそれぞれ優勢な活動季節に一致していた。

5. 優占種

優占種(平均個体数=96.6を超える種)は9種3,149個体(全個体数の81.5%)であり、そのうち1種(モンキチョウ)がA-I群集、5種(ヤマトシジミ>モンシロチョウ>ウラナミシジミ>キチョウ>チャバネセセリ)がA-II群集、3種(アゲハ>ベニシジミ>アオスジアゲハ)がA-III群集に属した(表1, 右欄)。前年の優占種10種からイチモンジセセリとツバメシジミが脱落し、アオスジアゲハが復活した。当年全群集の多化性種15種中7種、三化性種12種中2種が優占種に属した。

6. 23年間の変化

目撃された40種の目撃総個体数のそれぞれについて過去22年間と比較し、その増減について

表6 調査年ごとの増加種, 減少種数と下群集群でのその増減

下群集群: 春~夏 = 活動期の前半にピークのある下群集群
 : 夏~秋 = 活動期の後半にピークのある下群集群

調査年	全 群 集			下群集群	
	増加種数	減少種数	不変種数	春~夏	夏~秋
1983	26	8	6	↗**	↗
1984	21	16	5	↗	→
1985	14	25	2	↘**	→
1986	24	20	0	↗	→
1987	29	16	0	→	↗*
1988	26	13	4	↗	↗
1989	20	21	3	↘	→
1990	19	18	6	↘	↗
1991	8	27	4	↘	↘**
1992	19	21	3	↘	↗
1993	-	-	-		
1994	15	24	2	↘	→
1995	23	16	2	↗	↗
1996	12	29	1	↘**	↘
1997	16	23	2	↘**	↗
1998	21	19	1	↘	↗
1999	17	20	6	↘	→
2000	21	15	3	→	↗*
2001	17	18	2	↘	→
2002	24	14	2	→	↗*
2003	25	12	1	↗	↗
2004	16	24	2	↘**	↗
2005	21	16	3	→	↗

↗: 増加種数>減少種数, ↘: 増加種数<減少種数, →: 増加種数=減少種数
 *: p<0.05, **: p<0.01 (カイ二乗検定)

5段階に分けて表1右欄矢印にまとめた。2005年に目撃総個体数の最高値を示した種が7種(A-I群集=2, A-II群集=1, A-III群集=4), 過去22年間の平均を上回って目撃された種が14種(A-I群集=3, A-II群集=10, A-III群集=1), 平均とほぼ同じだった種が3種(A-I群集=2, A-II群集=1), 過去22年間の平均を下回って目撃された種が15種(A-I群集=6, A-II群集=6, A-III群集=3), 2005年に最低値を示した種が1種(A-III群集=1)であった。前二者を増加種(=21), 後二者を減少種(=16)とし, 更に各調査年の下群集を大きく二つ(調査季節前半に活動のピークをもつ下群集群と後半にピークを持つ下群集群)に分け, それぞれに前述と同じく当該年での増加種数と減少種数を算出し, その差の傾向を矢印で過去22年も含めて表6右欄に示した。群集全体としては, 1985年の当該チョウ群集の劣化後(H'=3.83, 表2), 1986

年から3年間, 増加種優勢傾向が続き, その後, 1989年を境に回復に歯止めがかかり, 1991年以降, 1995, 1998年を除いて減少種>増加種という逆転現象が明確になった。そして, 2000年からは, 前年を除いて再び増加種>減少種の状態となった。しかし, 下群集群別に解析を進めてみると, 春から夏にかけて目撃のピークをもつ下群集群(春~夏群集群と仮称)は, 1986年からの3年間は増加種数≧減少種数となった後, 1989年以降, 1995年と前々年を除いて, 減少種数≧増加種数状態が続き, 逆に, 夏から秋にかけて目撃のピークをもつ下群集群(夏~秋群集群と仮称)では1991年と1996年を除いて, 当年も含めて一貫して増加種数≧減少種数状態であったことが分かる。すなわち, 1986年から3年間は両下群集群が寄与して増加種優勢状態となり, 1985年の落ち込みからの群集回復が図られたが, 2000年以降の増加種数優勢状態は夏~秋群集群の影響が大きかったことが分かる。

また、同時期、次第に優占種も夏～秋群集所属の種で占められ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ことによって均等性値が低下し、1996年、2002年、前々年のような多様性の一時的回復は何度かみられたものの(表2)、全体としての多様性値が減少傾向を示し、それを指標としての群集劣化が顕在化して来たと言える。また、1999年以降、最優占種のヤマトシジミの優占率が20%を超え、前出の均等性値に大きく影響するようになり、以後はヤマトシジミの個体数の増減によって多様性値が変動することも予想され、市街化に伴う群集全体の長期的変化が活動時期を異にする幾つかの下群集間の関係から始まって、その一群としての夏～秋下群集群へ、更にそれらの優占種、そしてこの数年はその最優占種であるヤマトシジミへと焦点が移って来たと考えている。

摘 要

2005年3～11月に行われた1旬につき2回、計54回の2.5Km一帯状センサスにより、茨城県龍ヶ崎市近郊(龍ヶ岡)では、5科40種3,865個体のチョウが目撃され、群集構造、種数、個体数、多様性、優占種の季節消長に基づく解析が行われ、それまで継続してきた22年間の連続調査と比較した。以下はその結果である。

1. 目撃総個体数5以上のチョウ28種の25の調査季節への個体数分布マトリックスに、群分析と主成分分析を併用し、三つの活動季節と三つの下群集に分類した。

2. 5月中・下旬、7月上旬、7月下旬～11月下旬に活動のピークをもつモンキチョウを優占種とする13種からなる多種少個体の夏・秋群集が成立していた。

3. 5月中・下旬、9月上旬～11月下旬に複数の活動のピークを持つヤマトシジミ>モンシロチョウ>ウラナシジミ>キチョウ>チャバネセセリを優占種とする18種からなる多種多個体の調査地最大の秋群集が成立していた。

4. 3月上旬～5月上旬、6～8月に活動のピークをもつアゲハ>ベニシジミ>アオスジアゲハを優占種とする9種からなる小さな春・夏群集が成立していた。

5. 総目撃個体数は過去22年間の平均を上回ったが、目撃総種数、多様性値、均等性値は過去22年の平均を下回ったことから、調査地のチョウ群集は1985年の落ち込みから4年間は一時的に回復したものの、1991年以降、長期的傾向としては、当年も含めて、9月以降に個体数が増大する秋群集の肥大化とその優占種、特に後年は最優占種のヤマトシジミによる寡占化が原因で群集劣化の趨勢の中にあると考えられた。

引用文献

- Inoue, T.(2008) A preliminary study on the overwintering of *Pelopidas mathias* (Fabricius) (Lepidoptera, Hesperidae) in the northern Kanto region, central Japan. 蝶と蛾 Trans. Lipid. Soc. Japan, 59(1): 23-28.
- 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.(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2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—季節消長」同上, 24(2): 31-42.
- (1992) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1983年—季節消長」同上, 26(3): 49-62.
- (1993) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1984年—季節消長」同上, 27(2): 45-59.
- (1994) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1985年—季節消長」同上, 28(3): 15-30.
- (1996) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1986年—季節消長」同上, 30(4): 9-23.
- (1997) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1987年

- 季節消長」同上, 31(4): 1-15.
 —— (1998)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1988年
 ——季節消長」同上, 33(1): 1-15.
 —— (2000)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1989年
 ——季節消長」同上, 35(1): 1-16.
 —— (2002)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1990年
 ——季節消長」同上, 37(1): 15-30.
 —— (2004)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1991年
 ——季節消長」同上, 39(1): 17-31.
 —— (2007)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 20年間の
 変化」同上, 41(4): 33-67.
 —— (2009)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1992年
 ——季節消長」同上, 43(4): 11-26.
 —— (2011)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1994年
 ——季節消長」同上, 45(4): 1-17.
 —— (2012)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1995年
 ——季節消長」同上, 47(3): 1-17.
 —— (2014)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1996年
 ——季節消長」同上, 48(4): 1-17.
 —— (2015)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1997年
 ——季節消長」同上, 49(3): 1-19.
 —— (2016)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1998年
 ——季節消長」同上, 51(3): 1-19.
 —— (2018a)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1999年
 ——季節消長」同上, 52(3): 1-20.
 —— (2018b)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2000年
 ——季節消長」同上, 53(2): 1-20.
 —— (2019a)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2001年
 ——季節消長」同上, 53(4): 1-21.
 —— (2019b)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2002年
 ——季節消長」同上, 54(2): 89-110.
 —— (2020a)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2003年
 ——季節消長」同上, 54(4): 1-22.
 —— (2020b)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2004年
 ——季節消長」同上, 55(2): 15-37.

Synopsis

Yamamoto, Michiya, 2021. Community structure of butterflies observed in and near Ryugasaki, 2005, based upon their seasonal fluctuation. Ryutsu-keizai Daigaku Ronshu (The Journal of Ryutsu-keizai University). Vol. 55(4): 15–37.

A butterfly community in Ryugasaki, Ibaraki Pref., 2005, was composed of three subcommunities in three different flight activity seasons. Summer-autumn subcommunity, including *Colias erate* and other 12 species, was formed with a large number of species but a small number of individuals, in mid May, late May, early July, and from late July to late November. Autumn subcommunity, the most prosperous in all the subcommunities, including *Pseudozizeeria maha* > *Pieris rapae crucivora* > *Lampides boeticus* > *Eurema hecabe mandarina* > *Pelopidas mathias* and other 13 species, was formed with a large number of species and individuals, in mid May, late May and from early September to late November. Spring-summer subcommunity, including *Papilio xuthus* > *Lycaena phlaeas* > *Graphium sarpedon* and other six species, was formed in early March to early May, and in early June to late August.

The butterfly community surveyed had recovered temporarily from the 1985's deterioration for the subsequent four years. But it was suggested that the community surveyed had been deteriorating again since 1991, caused mainly by oligopoly of the dominant species, especially *Pseudozizeeria maha* since 1999, of the summer-autumn or autumn subcommunity getting larger in later years in parallel with the progress of urbanization in and around the survey area.