

《論 文》

龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1998年

——季節消長——

山 本 道 也

Community Structure of Butterflies Observed in and near Ryugasaki,
1998, Based upon Their Seasonal Fluctuation
MICHIIYA 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の群集調査は, 1993年の中断を経て, 2012年に終了した。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予定域の中にあり, 1985年の一部地域での林の伐採, 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年には住宅予定区域で一斉に住宅建築が開始, 1994年には路線バスも運行され, 当初は調査地の半分程を占めた林地も1/5程に減った。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的景観から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的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13年後の1998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。解析の手順は従来の報告 (山本 1989, 1992, 1993, 1994, 1996, 1997, 1998, 2000, 2002, 2004, 2009, 2011, 2012, 2014, 2015) 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する。

調査地および調査方法

1. 帯状センサス法

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, 悪天候の場合はできるだけそれに近い日でふりかえた。1998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—3, 7日, 3月中旬=3M—13, 19日, 3月下旬=3L—23, 26日, 4E—3, 5日, 4M—11, 19日, 4L—22, 29日, 5E—1, 5日, 5M—10, 16日, 5L—22, 29日, 6E—1, 5日, 6M—12, 16日, 6L—24, 26日, 7E—3, 8日,

7M—11, 18日, 7L—21, 29日, 8E—3, 5日, 8M—11, 17日, 8L—23, 25日, 9E—4, 5日, 9M—11, 17日, 9L—20, 25日, 10E—2, 9日, 10M—12, 19日, 10L—20, 26日, 11E—10月30日, 11月6日, 11M—13, 16日, 11L—21, 25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予定域にあった海拔20~25mの二つの段丘とそれらに挟まれた谷津田を縦断する幅2.5m, 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, 竹林, 畑地, 水田, 雑木林などで構成されており, 周辺域に見られる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, 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南側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, 1996年には14.6%と更に落ち込んだ。谷津田では1991年に埋め立て工事が始まり, 数年安定化のために寝かせた後, 1997年の河川の付け替え工事を手始めに, 公園工事が動き出した。調査地南半部では, 荒地化した耕作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小区北側の市街化工事が本格化し, 幹線道路工事と住宅建設も急ピッチで進められ, 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

1998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, 活動期前半(4月中

~5月下旬)と後半(9月中旬~11月中旬)は, 過去2年間と比べて高温となり, 一方, 夏期は過去2年間と同程度で推移した(図1A)。また, 前年と同様空梅雨の年で(1B), 6~9月上旬にかけて曇天の日が極端に多く, 日照時間の少ない日が連続した(1C)。梅雨明けも過去2年間と比べて2週間ほど遅く, その後10月中旬まで残暑が続き, 過去2年間と比べて高温で推移した。秋雨期も明確でなく, 1年を通して雨量は少ない年となった(図1B)。

結果および考察

目撃されたチョウは, 7科41種3,433個体で, 総目撃個体数は1996年の最低から回復し, 前年と比べても5割増しとなり, 過去15年間の平均を大幅に上回った。個体数は, 種ごとに1旬ずつまとめられ(図2), 目撃総個体数が算出された。以下, 過去15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年/1984年/1985年/1986年/1987年/1988年/1989年/1990年/1991年/1992年/?=1993年/1994年/1995年/1996年/1997年/1998年のかたちで示す—1993年は調査なし)。

1. ジャコウアゲハ(12/16/7/3/11/6/15/7/2/0/0/?/6/1/0/4/4): 5月中旬(越冬世代), 8月中旬(第一世代), 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にあり, 目撃されない年も出てきた。当年の目撃は過去15年間の平均を下回った。第一世代での目撃はなかった。

2. アオスジアゲハ(37/94/75/32/103/88/80/128/79/104/136/?/52/99/42/22/75): 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3年ごとにピークがあり, そのピークが次第に大きくなり, 1992年には過去16年間の最高の目撃となった。その後, 減少傾向を示し, 前年は過去16年間の最低の目撃となった。当年は増加し, 過去

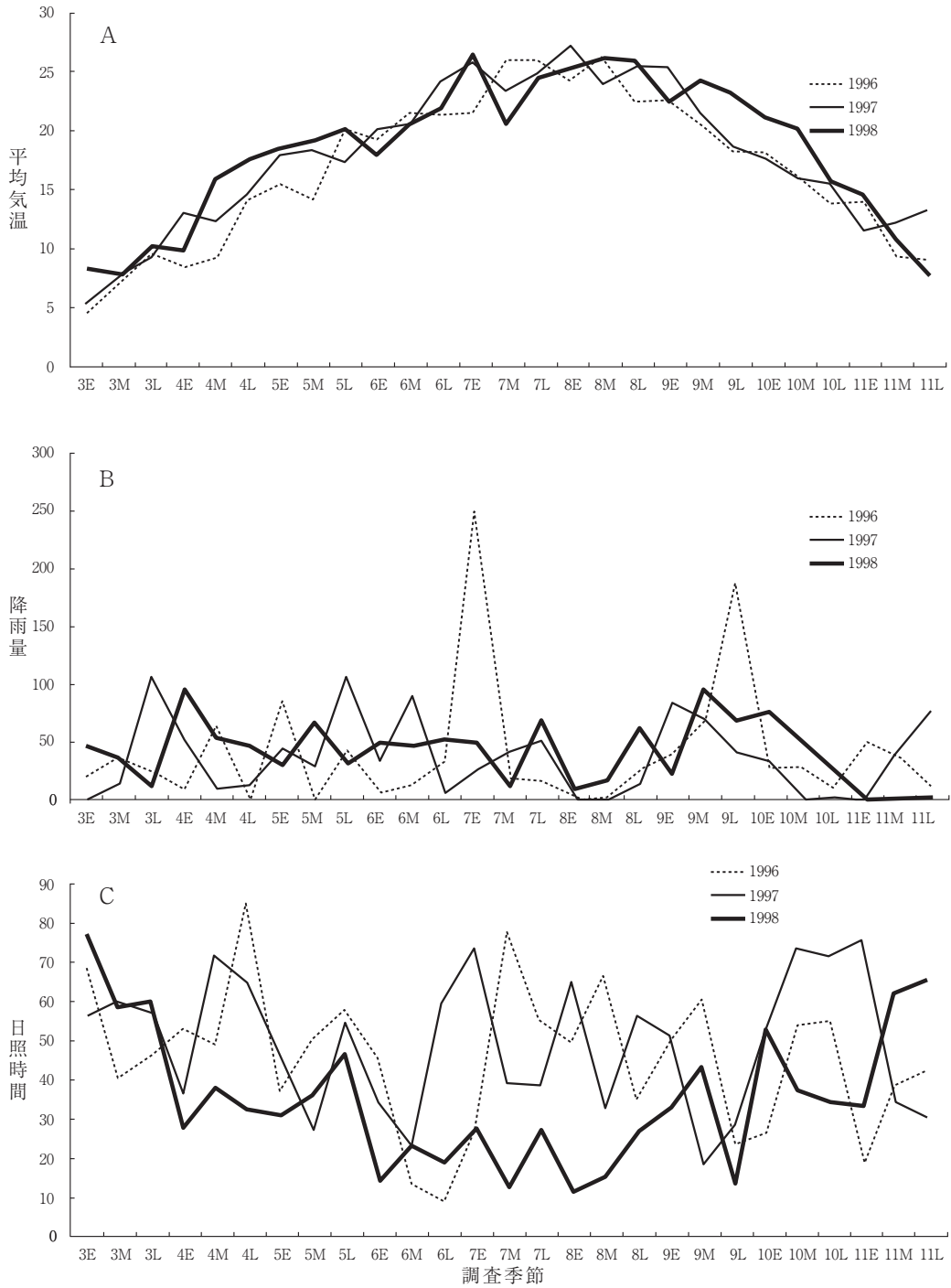


図1 1996年(-----), 1997年(——), 1998年(——)の平均気温(A), 降水量(B)と日照時間(C). E: 上旬, M: 中旬, L: 下旬.

15年間の平均をわずかに上回った。増加は全世界で認められた。

3. キアゲハ (24/16/33/14/9/15/14/13/17/17/12/?/19/23/10/14/51) : 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年に倍増, 翌年には半減して以降, 長期に渡って半減状態で安定していたが, 当年は急増し, 過去16年間の最高となった。増加は全世界に及んだ。

4. アゲハ (41/56/43/55/136/108/80/53/91/140/119/?/77/101/76/70/109) : 4～5月 (越冬世代), 6～7月 (第一世代), 8～9月上旬 (第二世代) の年3回の発生。1986年の目撃総数の急増以降減少傾向にあったが, 1989年を底に, 再び増加し, 1991年には過去16年間の最高の目撃となった。以後, 再び減少傾向にあったが, 当年は増加し, 過去15年間の平均を上回った。増加は越冬世代で顕著であった。

5. モンキアゲハ (0/0/1/0/1/0/0/0/2/0/2/?/0/0/0/0/0) : 目撃は散発的で当年も含めて5年連続で目撃されなかった。

6. クロアゲハ (10/29/18/9/15/9/25/35/16/20/21/?/22/24/12/13/24) : 4～6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。目撃総数はほぼ二桁目撃で安定し, 増減傾向は不明瞭。当年の目撃総数は過去15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) : 1984年と1988年に1個体ずつ, 1992年に2個体が目撃された。前々年も1個体が目撃され, 当年は複数個体が目撃されたが, 目撃されない年も多く, 移動個体の可能性が高い。

8. カラスアゲハ (9/25/39/16/17/12/20/9/12/23/6/?/7/13/6/3/17) : 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。目撃総数は1984年をピークに減少傾向にあり, 一桁目撃の年も多くなってきたが, 当年は増加し, 過去15年間の平均を上回って目撃された。全世界で増加した。

9. モンキチョウ (7/4/7/10/1/18/17/41/33/

16/22/?/87/40/10/137/263) : 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る。調査初期は一桁目撃が常態であったが, 1989年に急増し, その後は減少傾向にあったが, 再び1994年に1989年を上回って急増した。以後, 再び減少傾向にあったが, 前年は再び急増, 調査開始以来, 初めて三桁を超え, 当年は更に倍増し, 過去16年間の最高の目撃となった。増加は越冬世代も含め, 活動前半期に顕著であった。

10. キチョウ (69/140/116/87/181/145/161/179/212/286/192/?/409/953/182/301/1,052) : 6月 (第一世代), 7～8月 (第二世代), 9月 (第三世代), 10月～翌年5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, 第四世代で最も多くなる。越冬後の成虫の目撃は少ない。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。前々年は一転急減したが, 当年は再び大幅に増加し, 初の四桁目撃となり, 過去16年間の最高となった。第三世代以降で大幅に増加した。増加は全世界に及んだ。

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) : 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4～5回の発生。目撃総数は1985年の一桁目撃となる急減以後, 徐々に増加し, 1989年には大幅に増加し, 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16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, 翌年には急減, 一桁目撃となった。その後は回復がみられず, 当年も減少して, 過去15年間の平均を下回った。越冬世代での目撃がなかった。

12. モンシロチョウ (212/371/421/455/306/331/342/298/440/303/382/?/477/665/323/533/364) : 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。8月には目撃個体が減少し, 第三世代以降再び増加する。ほとんどの調査年で最優占種となっている。目撃総数は, 1995年に急増し, 過去16年間の最高となった。越冬世代で大幅に増加した。その後増減を繰り返し, 当年は過去15年間の平均を下回って目撃された。第一世代での減少が目立った。

13. ツマキチョウ (23/9/16/21/6/6/17/7/7/7/1/?/12/11/4/2/4) : 4月に年1回発生。目撃総数は1982年に過去16間の最高となって以後は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個体目撃となり, 過去16年間の最低となった。その後は回復傾向を示していたが, 後2年は再び一桁目撃へと減少し, 当年も過去15年間の平均を下回った。

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) : 6月下旬~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。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16年間の最高の目撃となった。その後は減少傾向にあったが, 当年は過去15年間の平均を上回って目撃された。

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) : 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年に最高となり, 以後は減少傾向となり, 後年は一桁目撃も珍しくなくなって, 前年は過去16年間の最低の目撃となった。当年は増加して, 過去15年間の平均を上回って目撃された。

16. コミスジ (76/105/101/44/57/81/83/63//56/20/68/?/37/98/34/7/36) : 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。増減を繰り返しながらも減少傾向が伺え, 1995年の急増を境に減少に拍車がかかり, 前年は調査開始後初めての一桁目撃で, 過去16年間の最低となった。第二世代で

大幅に減少した。当年は再び増加したが, 過去15年間の平均を下回って目撃された。

17. キタテハ (56/62/47/63/178/119/114/65/95/87/60/?/46/107/62/98/69) : 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。目撃総数は1986年の急増を境に減少傾向にあり, 1994年には過去16年間の最低となった。その後回復傾向がみられたものの, 当年は過去15年間の平均を下回って目撃された。第三, 四世代で減少した。

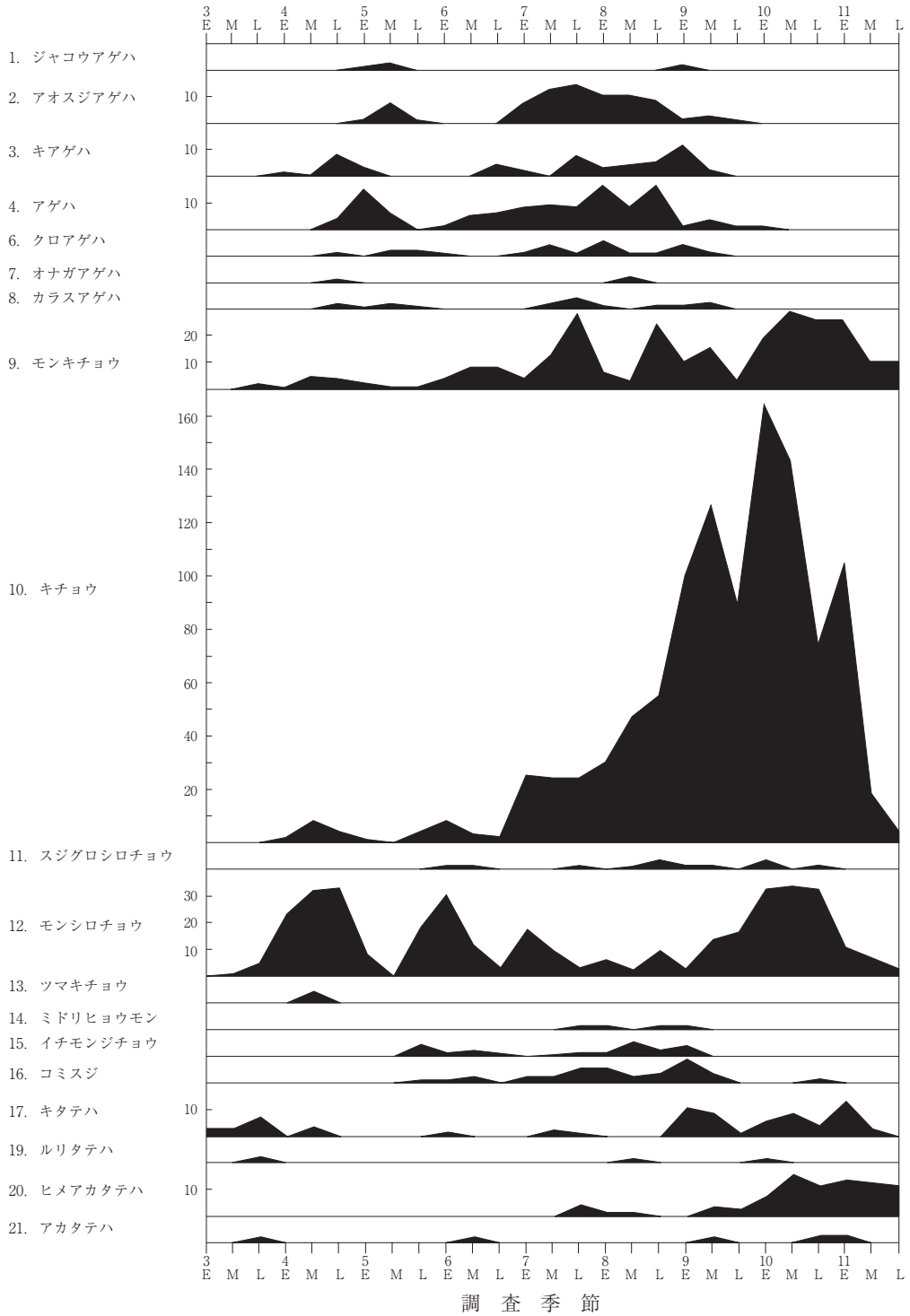
18. ヒオドシチョウ (0/0/0/0/0/1/0/0//0/0/?/0/1/1/0/0) : 1987年6月に1個体が目撃されたが, 定着はしなかった。その後, 1995年, 1996年と越冬個体が目撃されたが, 前年, 当年と目撃されず, 近隣からの移動個体の可能性が高い。

19. ルリタテハ (4/4/0/3/3/6/0/4/2/2/3/?/5/0/0/2/3) : 6月(第一世代)と8~11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, 少ないながらも当調査地で生息していると考えられる種の一つである。

20. ヒメアカタテハ (4/1/4/3/6/19/5/17/10/5/29/?/75/44/8/68/80) : 4~5月(第一世代), 6月下旬~7月(第二世代), 8~9月(第三世代), 10~11月(第四世代=越冬世代)の年3~4回の発生と思われる。9月以降の目撃が普通。目撃総数は1992年に大幅に増加, 1994年は更に急増, 初めて優占種の仲間入りをした。前々年は急減し, 一桁目撃となったが, 前年, 当年と回復し, 当年は過去16年間の最高となった。第三, 四世代で大幅に回復した。

21. アカタテハ (0/1/3/4/3/6/6/6/4/3/4/?/6/8/5/2/8) : 目撃個体は少なく, 全世代の発生を確認できないが, 10~11月の目撃が安定している。一桁目撃ではあるが, 1995年は過去16年間の最高となった。以後は減少したが, 当年の目撃は再び1995年レベルに戻った。

22. ゴマダラチョウ (6/14/7/4/33/3/6/9/3/1/11/?/1/9/15/3/0) : 5~6月(越冬世代),



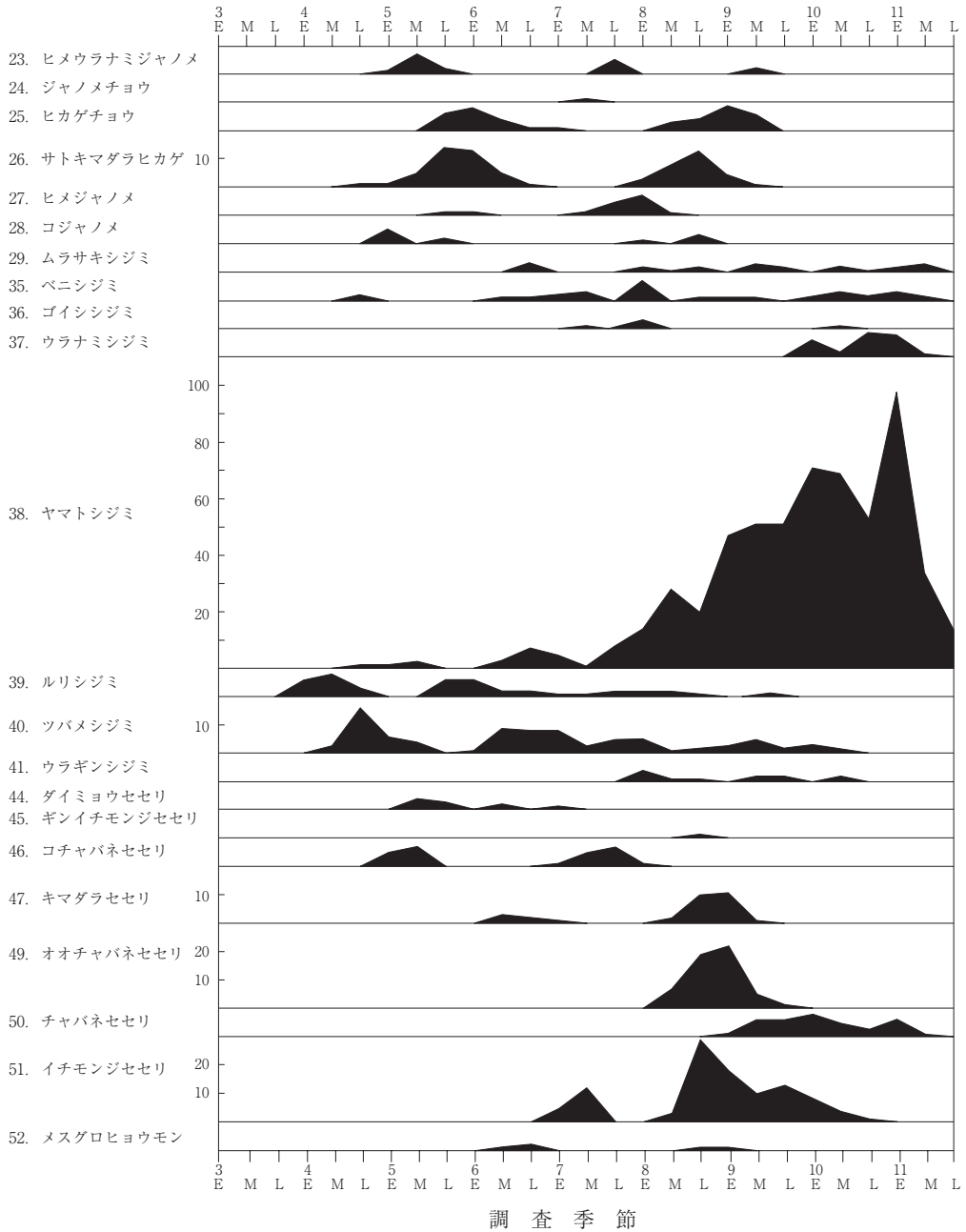


図2 目撃41種の個体数の季節消長. E: 上旬, M: 中旬, L: 下旬.

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、1994年の目撃

総数は1個体と過去15年間の最低レベルとなった。その後増加傾向にあったが、当年は調査開始後初めて目撃なしとなった。

23. ヒメウラナミジャノメ (190/212/290/105/88/97/101/140/67/12/32/?/8/4/2/7/17) : 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。目撃総数は1986年に大幅に落ち込み, その後回復の兆しを見せたが, 1990年を最後に優占種から外れ, その後の減少は著しく, 1994年には初めての一桁台目撃となり, 当年は二桁目撃へと増加したが, 過去15年間の平均を大幅に下回り, 当調査地では希少な存在になりつつある。減少は全世代に及んだ。

24. ジャノメチョウ (7/0/2/1/0/4/5/1/0/0/0/?/0/1/2/2/1) : 7月中旬～8月にかけて年1回発生。1989年以降目撃が途絶えていたが, 1995年に1個体が目撃され, その後当年も含めて4年連続での目撃となった。

25. ヒカゲチョウ (134/241/172/46/176/124/83/47/62/32/52/?/27/46/15/22/42) : 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ている。目撃総数は1983年の最高を境に増減を繰り返しながら1987年に優占種からはずれ, その後減少傾向が鮮明になり, 前々年は過去16年間の最低となった。当年は増加したものの, 過去15年間の平均を大幅に下回った。

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) : 5～6月(越冬世代)と8～9月(第一世代)の年2回の発生。目撃総数は年によって大きく変動し, 1988年の最高値を境に急減し, その後は増減を繰り返しながらも減少, 1994年は調査開始後初めての一桁目撃となった。翌年には急増したが, 再び減少傾向にあり, 当年は増加したものの過去15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) : 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1984年に過

去16年間の最高となったが, 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, 二桁台を回復したものの再び減少傾向にあり, 当年の目撃は過去15年間の平均を下回った。第二世代での目撃がなかった。

28. コジャノメ (6/18/16/9/7/3/14/11/9/6/11/?/5/15/6/8/11) : 5月(越冬世代), 7～9月中旬(第一・二世代)の年2～3回の発生。二桁目撃の年もあるが, 一桁目撃の年も多く, 当年は二桁に届き, 過去15年間の平均をわずかに上回った。

29. ムラサキシジミ (10/45/5/14/3/29/39/29/10/6/14/?/19/24/3/9/21) : 6～7月(第一世代), 8～9月(第二世代), 10月～翌年4月(第三世代=越冬世代)の年3～4回の発生。増減を繰り返しながら, 次第に減少傾向にあり, 前々年は急減し, 過去16年間の最低の目撃となった。第二世代での目撃がなく, 越冬世代でも大幅に減少した。当年は増加し, 過去15年間の平均を上回って目撃された。

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) : 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, 当年も含めて5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) : 6月, 年一回の発生。1985, 1986年の目撃以降, 目撃されていない。

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) : 年1回, 6月中旬の発生。当年も含め, 11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) : 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) : 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。一時増加傾向にあったが, 1989年をピークに減少, 1個体目撃の年も多くなり, 当年の目撃はなかった。

35. ベニシジミ (6/10/38/34/48/26/16/28/61/26/36/?/22/22/26/29/30) : 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。第一・二世代での増減が目撃総数の増減の原因となっていた。当年は過去15年間の平均をわずかに上回って目撃された。

36. ゴイシジミ (5/0/0/43/115/45/9/1/4/5/5/?/0/0/0/2/5) : 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年にはさらに増加し, 過去16年間の最高を記録し, 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, 前年, 当年と複数個体が目撃された。いずれにせよ, 調査初期にみられた低レベル状態に戻ったことは間違いない。

37. ウラナミシジミ (13/7/9/13/9/42/1/35/29/4/10/?/28/37/11/52/26) : 8月下旬に北上個体がみられ, 10~11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, 1991年以降, 増加傾向がみられ, 前年は過去16年間の最高が目撃となった。当年は半減したが, 過去15年間の平均を上回って目撃された。10~11月にかけての増減が目撃総数の年変化に大きく影響していた。

38. ヤマトシジミ (419/446/394/483/275/344/278/339/523/181/384/?/332/266/258/438/576) : 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, 四世代)の年4~5回の発生。後の世代ほど発生量が大きい。最優占種の一つ。目撃総数は1991年に過去16年間の最低となったものの, 三桁目撃を維持し, 優占種からはずれたことはなかった。1994年にはほぼ過去15年間の平均まで回復し, 以後, 減少気味であったが, 前年に大幅に増加し, 当年はさらに増加して過去16年間の最

高の目撃となった。第二, 三世代での増加が目立った。

39. ルリシジミ (108/65/90/63/93/159/73/45/56/66/57/?/40/23/25/48/43) : 3~4月(越冬世代), 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。目撃総数は1987年の急増以降減少傾向にあり, 1995年には過去16年間の最低となった。当年は増加したものの過去15年間の平均を下回った。減少は全世界で認められた。

40. ツバメシジミ (100/45/84/46/54/116/105/104/140/46/157/?/150/397/164/155/85) : 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, 優占種として高水準を維持して来たが, 1991年に急減, 過去16年間の最低レベルとなった。しかし, 翌年は一転して急増, 優占種に復帰し, 1995年には更に急増, 過去16年間の最高が目撃となった。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。翌年には半減, 当年は更に半減し, 過去15年間の平均を下回った。第二, 三世代で大きく減少した。

41. ウラギンシジミ (48/46/53/33/32/73/56/21/59/17/19/?/16/39/26/28/12) : 7~8月(第一世代), 9月(第二世代), 10~11月(第三世代=越冬世代)の年2~3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にあり, 一時的に増加したものの, 当年は減少し, 過去16年間の最低となった。第二, 三世代で減少した。

42. テングチョウ (0/0/0/0/1/1/3/1/1/2/?/1/1/0/0/0) : 1986年以降9年連続して目撃され, 定着したと考えられたが, 目撃のすべてが越冬成虫ばかりであり, 新成虫の目撃はいまだない。いずれにしてもかなり生息数は少ないと思われる。前々年からは目撃0の年が続いている。

43. ミヤマセセリ (10/4/2/1/7/12/2/5/4/0/0/?/1/0/0/0) : 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、当年も含めて4年連続で目撃されていない。

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) : 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。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, 当年の目撃数も, 過去15年間の平均を上回った。越冬世代で増加したが, 第二, 第三世代での目撃はなかった。

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) : 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ていた。しかし, 1991年は再び1個体に減少し, その後, 目撃なしの年が続いていたが, 前々年は, 越冬世代, 第一世代で複数個体の目撃があり, 前年は更に増加して, 一桁ながら過去16年間の最高となった。当年は一転, 再び1個体目撃となった。

46. コチャバネセセリ (85/125/161/3/82/199/54/173/164/17/77/?/39/16/33/11/20) : 5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り, 当年も過去15年間の平均を大幅に下回り, 一桁目撃も時間の問題のように思われた。減少は両世代で認められた。

47. キマダラセセリ (5/3/1/3/1/3/3/5/13/13/16/?/1/11/5/17/30) : 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, 当年は大幅に増加し, 過去16年間の最高となった。第一世代で大きく増加した。

48. ホソバセセリ (1/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0) : 1982年に1個体が目撃されて以降, 15年連続で目撃がなく, 本調査地では絶滅

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) : 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位以内の目撃総数となっていたが, 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り, その後も優占種ではあるものの, 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。当年も大幅に減少して, 過去16年間の最低となり, 優占種からもはずれた。越冬世代での目撃がなかった。

50. チャバネセセリ (0/0/0/0/0/2/0/1/8/8/14/?/10/32/14/39/36) : 8月以降2回以上の発生。1987年, 初めて2個体が目撃され, その後増加傾向にあり, 1992年からは二桁台の目撃となり, その後も二桁台を維持しながら増減を繰り返し, 前年は過去16年間の最高数が目撃された。当年も前年並みの目撃数で過去15年間の平均を上回った。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), 今後の動向に注意が必要。

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) : 6月 (越冬世代), 7月 (第一世代), 9～11月 (第二世代) の年3～4回の発生。第二世代での発生量が最も多い。目撃総数は増減をくり返し, 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, 過去16年間の最低となった。その後回復傾向にあったが, 当年は減少し, 優占種ではあったものの, 過去15年間の平均を下回った。越冬世代の目撃はなかった。

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) 1992年に当調査地で初めて目撃, 1995年には複数個体も目撃され, 当年も一桁ながら過去16年間の最高の目撃となった。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 (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0)

0/?/0/1/0/0/0) 1995年4月に越冬雌1個体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、今後の動向が注目されていたが、その後、当調査地では3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/?/0/0/1/0/0) 前々年に初めて1個体が目撃された。筑波山では生息が確認されており (Kitahara and Fujii 1994)、侵入個体の可能性が高い。

55. ウスイロコノマチョウ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/1/0) 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、前年、本調査地でも1個体が目撃された。当年の目撃はなかった。

以上のうち、目撃された41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報告、論議する。

1. 群集構造

総個体数5以上の34種の26 (3Eは目撃個体数が少ないため解析から除く) 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 ~ III) と三つの下群集 (A-I ~ III) への分類が適切と思われる (図3, 4)。以下、それぞれの特徴について列記する。

活動季節 (図3) : 総個体数5以上の34種の26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 ($C\delta'$ —— 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、+はコミスジ>キアゲハ>クロアゲハ>キマダラセセリ>イチモンジチョウ>アゲハ>オオチャバネセセリ>アオスジアゲハ>サトキマダラヒカゲ>カラスアゲハ>ヒカゲチョウ、-はヒメアカタテハ>ウラナミシジミ>チャバネセセリ>ヤマトシジミ ($0.7 > r \geq 0.5$) であったことから、活動終了期の

早さと関係していると考えられた。第2軸は+がキチョウ>ヤマトシジミ ($r \geq 0.7$) オオチャバネセセリ>カタテハ>ヒメジャノメ>イチモンジセセリ>キマダラセセリ>ゴイシシジミ>チャバネセセリ>モンキチョウ>スジグロシロチョウ>コミスジ ($0.7 > r \geq 0.5$) であったことから、調査季節それぞれの目撃総個体数の多さに関係している軸と思われる。これら2軸 (累積寄与率=42.9%) 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、26の調査季節を次の三つの活動季節に分類した。

S-I : 3月中・下旬, 5月上・中旬, 9月上旬~11月下旬。

S-II : 6月中旬~8月下旬。

S-III : 4月, 5月下旬・6月上旬。

チョウ下群集 (図4) : 前記と同様の34種の季節消長の類似度 ($C\lambda'$ —— 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、因子負荷量がほとんどの調査季節で+でかつ大きな ($r \geq 0.5$) ことから、チョウそれぞれの目撃総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、4E>4L>4M>6E>5L ($r \geq 0.7$), 6M>3L ($0.7 > r \geq 0.5$), であったことから、出現最盛期の季節的早さに関係していると考えられた。これら2軸 (累積寄与率=67.2%) 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10種 (キチョウ, ヤマトシジミ, モンキチョウ, ヒメアカタテハ, カタテハ, チャバネセセリ, ベニシジミ, ウラナミシジミ, ムラサキシジミ, スジグロシロチョウ), 三化性種3種 (イチモンジセセリ, カラスアゲハ, ウラギンシジミ), 二化性種4種 (オオチャバネセセリ, キマダラセセリ, イチモンジチョウ, アカタテハ) を含む下群集。

A-II : 多化性種3種 (モンシロチョウ, ツバメシジミ, ルリシジミ), 三化性種5種 (キアゲハ, コミスジ, クロアゲハ, ヒメジャノ

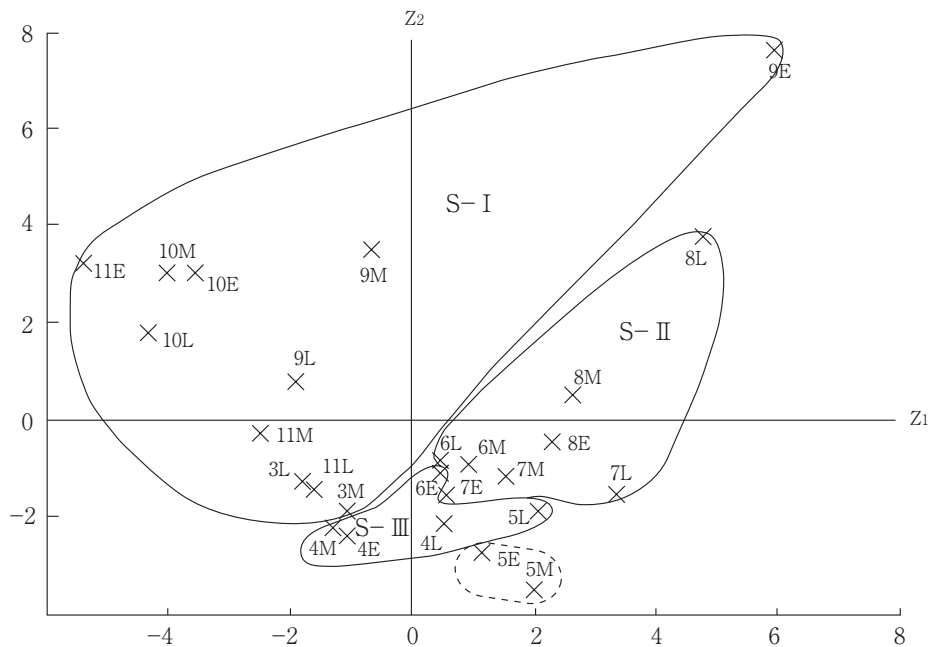
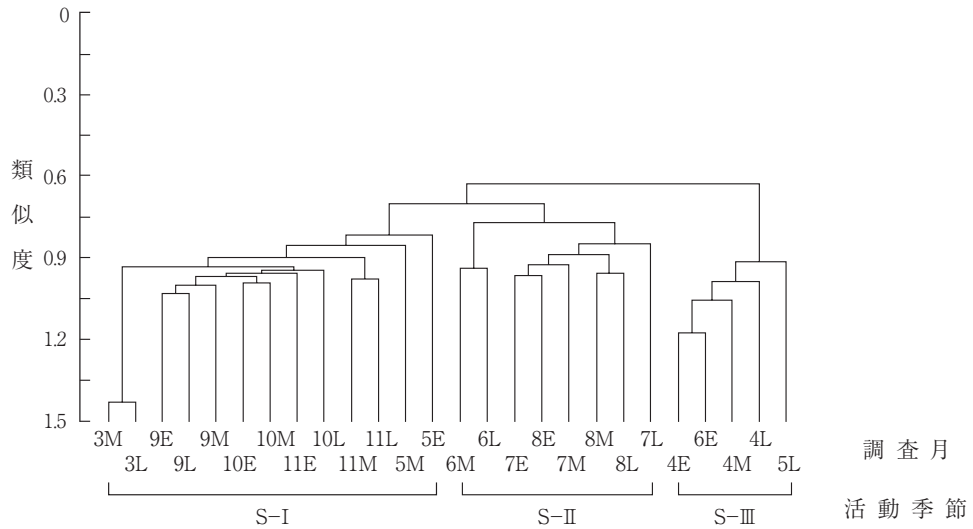


図3 チョウ相からみた調査季節の類似性。上段：群分析 (C_s')、下段と対応させて三つの活動季節 (S-I ~ III に分類)。下段：上段と対応した各調査季節群集の主成分得点の分布 (累積寄与率=42.9%)。E：上旬、M：中旬、L：下旬。

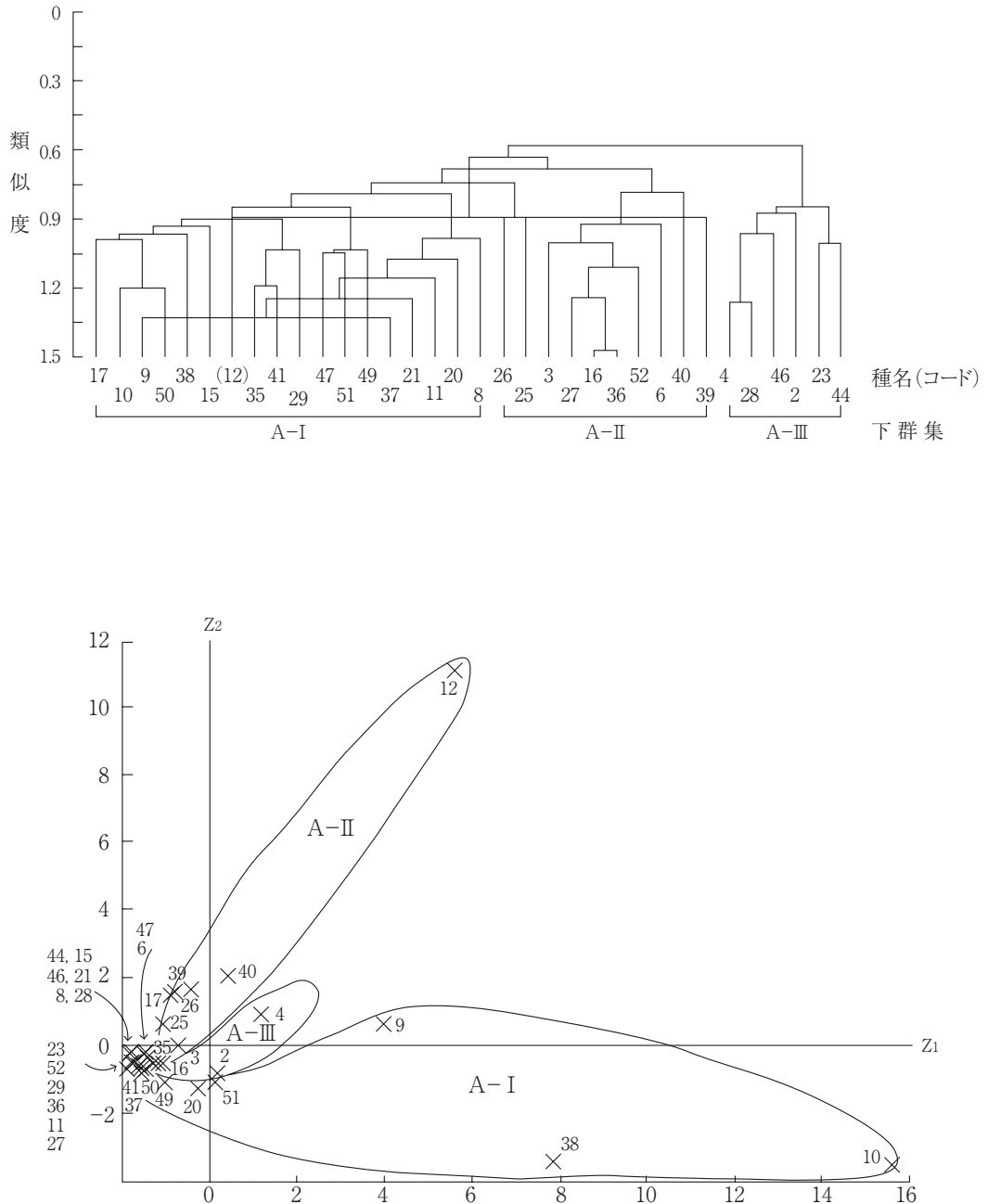


図4 目撃個体数5以上の34種についての季節消長の類似性. 上段: 群分析 (C_{λ} '), 下段と対応させて三つの下群集 (A-I ~ III) に分類. 種名コードは図2と対応. 下段: 34種の主成分得点の分布 (累積寄与率 = 67.2%).

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)

群集 A-I	活動季節												S-I												S-II												S-III					合計
	3E	3M	3L	9E	9L	9M	10E	10M	11E	11L	11M	5E	5M	5E	6M	6L	7E	7E	8E	7M	8M	8L	7L	4E	6E	4M	4L	5L														
17	3	3	7	10	1	8	5	8	12	3	2												1						69													
10				87	126	163	142	104	73	17	4	1											2	2	8	8	4	1,052														
50				1	6	8	5	6	3	1																		36														
38				47	51	71	69	97	53	33	14	2	1															576														
15				3																								20														
35				1	2	2	1	3	3	2	2																	30														
41				2	3	2	2	2	1	3																		12														
29				2	3	2	2	2	1	3																		21														
47				11	13	10	8	4	1	1																		30														
51				22	1	5	19	29	26	10	10	1	3															104														
49				2	10	3	15	19	6	2	8	9	1															54														
9				2	1	1	3	7	15	13	11	12	11															263														
37				2	1	1	1	3	2	2																		26														
21				1	1	1	3	7	15	13	11	12	11															8														
11				1	2	3	7	15	13	11	12	11																13														
20				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															80														
8				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															17														
(1)ルコウアアガハ				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															4														
(19)ルリタテハ				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															3														
26				5	9	6	1	6	1	3	5	1	5															70														
25				11	2	3	1	3	1	3	1	4	4															42														
3				8	1	3	1	3	1	3	1	4	4															51														
27				9	1	3	1	3	1	3	1	4	4															19														
16				3	3	3	1	3	1	3	1	4	4															36														
36				6	4	4	1	6	1	6	1	2	2															5														
52				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															5														
6				3	3	3	1	3	1	3	1	4	4															24														
40				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1															25														
12				3	3	3	1	3	1	3	1	4	4															85														
12				1	5	3	16	13	32	33	20	32	6	2														364														
39				1	5	3	16	13	32	33	20	32	6	2														43														
(13)ツマキチヨウ				1	1	1	3	1	3	1	3	1	6	15														4														
4				1	1	1	3	1	3	1	3	1	6	15														109														
28				46	コサババネセセリ									5	6	8	16	9	9	16	8							11														
46				2	アオスジアガハ									7	5	1	1	5	3	7								26														
2				1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	7	1	7	10	13	10	8	14							75														
23														7	1	7	1	1	1	5	5							17														
44														4		2	1	2	2	1	5							20														
(14)ミドリヒヨウモン				1										4		2	1	1	1	2	1							4														
(7)オナガアガハ																												3														
(24)シヤノメチヨウ																												1														
(45)キンイモシジセリ																												1														
総計	3	4	17	284	190	275	329	316	293	218	87	42	49	53	63	51	89	125	105	147	237	136	33	77	63	81	66	3,433														

↑: 総目撃個体数が1998年の過去16年間の最高となった種
 ↓: 総目撃個体数が1998年の過去16年間の最低となった種
 →: 1998年の総目撃個体数が過去15年間の平均とほぼ同じだった種
 ↗: 1998年の総目撃個体数が過去15年間の平均を上回った種
 ↘: 1998年の総目撃個体数が過去15年間の平均を下回った種

メ, ゴイシシジミ), 二化性種3種(サトキマダラヒカゲ, ヒカゲチョウ, メスグロヒョウモン)を含む下群集。

A-Ⅲ: 三化性種4種(アゲハ, アオスジアゲハ, ダイミョウセセリ, ヒメウラナミジャノメ), 二化性種2種(コチャバナセセリ, コジャノメ)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7種をそれぞれの分布中心に応じて上述の下群集に追加し, 更に目撃数の少なかった3Eの結果を加え, 全構成種41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-I (3月, 5月上・中旬, 9月上旬~11月)に活動のピークをもつ19種からなる下群集(秋群集と仮称)。

A-II: S-Ⅲ (4月, 5月下旬・6月上旬)に活動のピークをもつ12種からなる下群集(春群集と仮称)。

A-Ⅲ: S-II (6月中旬~8月下旬)に活動のピークをもつ10種からなる下群集(夏群集と仮称)。

2. 種数

全種数の季節変化は, 5月と6月に小さな, そして8~9月に大きなピークがある三峰性を示した(図5A)。このパターンはA-I群集とA-II群集に明瞭に表れ, A-Ⅲ群集は5月と8月にピークを示す二峰性を維持していた。5月にみられた総種数の最初のピークはA-I, II群集, 6月の小さなピークもA-I, II群集, 8~9月の大きなピークは前半がA-Ⅲ群集, 後半はA-II群集によるところが大きい。その後, 10~11月はA-I群集が優勢になった。表2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。A-I群集はS-Iで, A-II群集はほぼ満遍なく, A-Ⅲ群集はS-IIで最高値を示した。

3. 個体数

全個体数の季節変化は, 4月と6月に小さな, そしてはるかに大きなピークの9~10月と三つのピークをもつ。最初の小さな2つのピークはA-II群集, 9~10月にかけての大きなピークはA-I群集で形成され, A-Ⅲ群集は5月と7~8月にかけて小さなピークを示した(図5B)。A-I群集の多さ, 特にキチョウは初めての四桁目撃となり, 全目撃個体数の3割となる突出をみせた。表3には, 各下群集の三つの活動季節への個体数分布が示してある。A-I群集はS-Iで, A-II群集はほぼ万遍なく, A-Ⅲ群集はS-IIで優勢となっていた。

4. 多様性

多様性(H')の季節変化は, 全体として, 種数変化とよく一致していた($r = 0.823$, $p < 0.001$)。ずれは, 4E, 9M(種数は変わらないが, H'は減少), 7M, 10L(種数は変わらないが, H'は増加), 5M, 10M, 11M(種数は減っているが, H'は増加), 5L, 7E, 8M(種数は増えているが, 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'-値に影響されている部分であった(図5D)。4Eではモンシロチョウの減少, 5Mではアゲハ, モンシロチョウの減少, 5Lではサトキマダラヒカゲ, モンシロチョウの増加, 7Eではキチョウ, モンシロチョウの増加, 7Mではオオチャバナセセリ, イチモンジセセリの増加, 8Mではヤマトシジミの増加, 9Mではキチョウ, モンシロチョウの増加, 10M, 10Lではキチョウの減少, 11Mではキチョウ, ヤマトシジミ, モンシロチョウの減少がJ'-値変動の原因となっていた(表1参照)。表4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。A-I, A-II群集はS-IIで, A-Ⅲ群集はS-Iで多様性が高くなっていた。いずれの群集も均等性値が低下したため, 種数と個体数が集中した本来の活動季節では多様性値が低下する傾向がみられた。

表2 三つの下群集の各環境に占める割合 (種数)

	S-I		S-II		S-III		全体	
	種類	割合(%)	種類	割合(%)	種類	割合(%)	種類	割合(%)
A-I	19	51.4	16	43.3	8	33.3	19	46.3
A-II	11	29.7	11	29.7	10	41.7	12	29.3
A-III	7	18.9	10	27.0	6	25	10	24.4
全体	37	100.0	37	100.0	24	100.0	41	100.0

表3 三つの下群集の各環境に占める割合 (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	1,811	83.8	549	57.6	58	18.1	2,418	70.4
A-II	278	12.9	222	23.3	248	77.5	748	21.8
A-III	71	3.3	182	19.1	14	4.4	267	7.8
全体	2,160	100.0	953	100.0	320	100.0	3,433	100.0

表4 三つの下群集の各環境における多様性 (H') と均等性 (J')

	S-I		S-II		S-III		全体	
	H'	J'	H'	J'	H'	J'	H'	J'
A-I	2.506	0.590	2.943	0.736	2.624	0.875	2.663	0.627
A-II	2.099	0.607	2.984	0.863	2.198	0.662	2.558	0.714
A-III	2.386	0.850	2.126	0.640	2.353	0.910	2.316	0.697
全体	3.148	0.604	4.115	0.790	3.139	0.685	3.696	0.690

5. 優占種

優占種 (平均個体数=83.7を超える種) は7種2,553個体 (全個体数の74.4%) であり, そのうち4種 (キチョウ>マトシジミ>モンキチョウ>イチモンジセセリ) がA-I群集, 2種 (モンシロチョウ>ツバメシジミ) がA-II群集, 1種 (アゲハ) がA-III群集に属した (表1, 右欄)。前年の優占種10種のうちオオチャバネセセリ, キタテハ, ヒメアカタテハが外れた。7種のうち5種が多化性種, 2種が三化性種であり, 二化性種はゼロであった。

6. 16年間の変化

1998年に目撃された41種の目撃総個体数のそれぞれについて過去15年間と比較し, その増減について5段階に分けて表1右欄矢印にまとめた。1998年に目撃個体数の最高値を示した種が9種 (A-I群集=6, A-II群集=2, A-III群集=1), 過去15年間の平均を上回って目撃された種が12種 (A-I群集=6, A-II群

集=1, A-III群集=5), 平均とほぼ同じだった種が1種 (A-I群集=1), 平均を下回って目撃された種が18種 (A-I群集=5, A-II群集=9, A-III群集=4), 1998年に最低値を示した種が1種 (A-I群集) であった。前二者を増加種 (=21), 後二者を減少種 (=19) として表5が得られた。1985年の当該チョウ群集の劣化後, 1986年から3年間, 増加種優勢傾向が続き, 当該群集は以前の状態を凌ぐまでに回復した (表6)。その後, 1989年を境に歯止めがかかり, 1991年以降, 減少種>増加種という逆転現象が明確になった上に多様性値も減少傾向を示し, 再び, 群集劣化が顕在化してきた。当年は, 減少種<増加種とはなったが, 増加種が秋群集に集中し, 総目撃種数, 多様性, 均等性はいずれも過去15年間の平均を下回り, 依然として1991年以降続いている劣化傾向の延長線上にあったと結論づけてよいだろう。

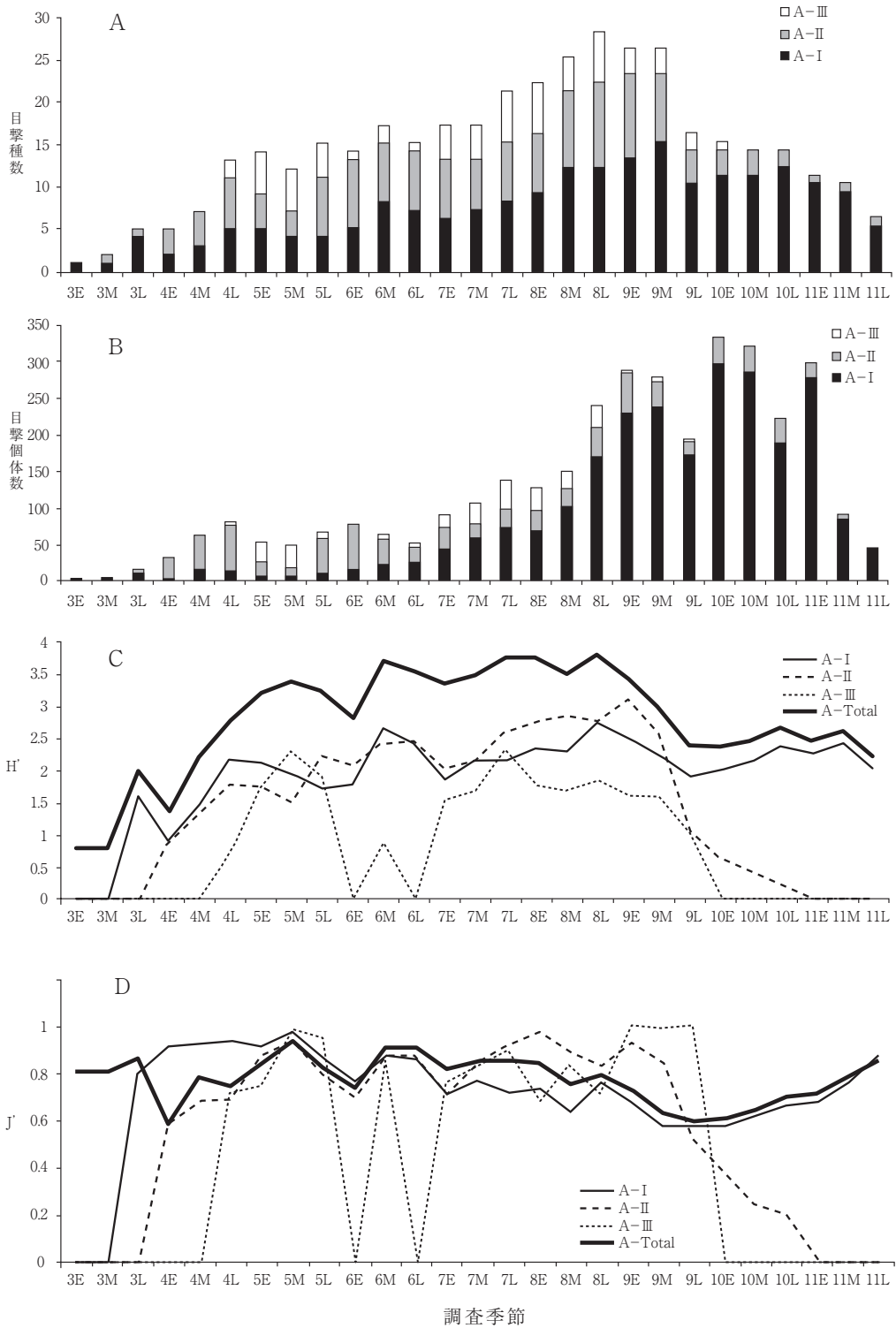


図5 種数, 個体数, 多様性 (H'), 均等性 (J') の下群集別に応じた季節変化. E: 上旬, M: 中旬, L: 下旬.

表5 調査年ごとの増加種・減少種数

調査年	増加種数	減少種数	その他
1983	26	8	6
1984	21	16	5
1985	15	24	2
1986	24	24	0
1987	29	16	0
1988	25	14	4
1989	20	21	3
1990	18	18	7
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

表6 1982～1998年の総目撃種数, 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
総目撃種数	43	40	42	41	44	45	43	44	43
総目撃個体数	2,414	3,216	3,035	2,329	3,091	3,137	2,884	2,496	2,726
多様性 (H')	4.2	4.21	4.2	3.83	4.14	4.36	4.28	4.36	4.15
均等性 (J')	0.774	0.791	0.779	0.715	0.759	0.794	0.788	0.798	0.766

調査年	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1997年までの平均
総目撃種数	39	43	-	41	41	42	41	41	42.1
総目撃個体数	1,713	2,457	-	2,309	3,458	1,678	2,486	3,433	2628.6
多様性 (H')	4.06	4.21	-	3.93	3.67	4.01	3.85	3.70	4.1
均等性 (J')	0.769	0.775	-	0.73	0.685	0.744	0.719	0.690	0.759

摘要

1998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、7科41種3,433個体のチョウが目撃され、群集構造、種数、個体数、多様性、優占種の季節変化について解析が行われた。以下はその結果である。

1. 総目撃個体数5以上のチョウ34種の26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下群集と、三つの活動季節に分類した。

2. 3月, 5月上・中旬, 9～11月にかけてはキチョウ>ヤマトシジミ>モンキチョウ>イチモンジセセリが優占する全19種からなる秋群集が成立していた。

3. 4月, 5月下旬～6月上旬にかけてはモンシロチョウ>ツバメシジミが優占する全12種からなる春群集が成立していた。

4. 6月中旬～8月にはアゲハが優占する全10種からなる夏群集が成立していた。

5. 総目撃種数, 多様性値, 均等性値などから判断して、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、そして1998年においても再び群集劣化が顕在化してきた。

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一季節消長」同上, **24**(2): 31-42.
- (1992)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1983年一季節消長」同上, **26**(3): 49-62.
- (1993)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1984年一季節消長」同上, **27**(2): 45-59.
- (1994)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1985年一季節消長」同上, **28**(3): 15-30.
- (1996)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1986年一季節消長」同上, **30**(4): 9-23.
- (1997)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1987年一季節消長」同上, **31**(4): 1-15.
- (1998)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1988年一季節消長」同上, **33**(1): 1-15.
- (2000)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1989年一季節消長」同上, **35**(1): 1-16.
- (2002)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1990年一季節消長」同上, **37**(1): 15-30.
- (2004)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1991年一季節消長」同上, **39**(1): 17-31.
- (2009)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1992年一季節消長」同上, **43**(4): 11-26.
- (2011)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1994年一季節消長」同上, **45**(4): 1-17.

- (2012)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1995年一季節消長」同上, **47**(3): 1-17.
- (2014)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1996年一季節消長」同上, **48**(4): 1-17.
- (2015)「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 1997年一季節消長」同上, **49**(3): 1-19.

Synopsis

Yamamoto, Michiya, 2016. Community structure of butterflies observed in and near Ryugasaki, 1998, based upon their seasonal fluctuation. *Ryutsu-keizai Daigaku Ronshu* (The Journal of Ryutsu-keizai University). Vol. **51**(3): 1-19.

A butterfly community in Ryugasaki, Ibaraki Pref. is composed of three subcommunities in three different seasons. Autumn subcommunity, including *Eurema hecabe mandarina* > *Pseudozezeeria maha* > *Colias erate* > *Parnara guttata* and other 15 species, is formed in March through early and mid May, and from September to November. Spring subcommunity, including *Pieris rapae crucivora* > *Everes argiades* and other ten species, is formed in April, and in late May to early June. Summer subcommunity, including *Papilio xuthus* and other nine species, is formed in mid June to 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 deteriorated again since 1991. The deterioration of the community had been also continued in 1998, judging from the fact that each of the community parameters, the total number of species observed, the diversity index of the community and the equitability index of the community showed a lower value in the year than each of the averages of them observed in the preceding 15 years.