

《論 文》

龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2008年

——季節消長——

山 本 道 也

Community Structure of Butterflies Observed in and near Ryugasaki,
2008, 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に隣接した谷津地形を改良して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。同時期, 谷津田の埋め立てと土地改良工事も進み, 1996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地形を基本とする畑作農村的景観は姿を消し, 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23年後の2008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, 2016, 2018a, b, 2019a, b, 2020a, b, 2021a, b, 2022)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たが、実際には悪天候が予想される場合はできるだけそれに近い日で振り替えて、旬内に収めた。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-1, 7日, 3月中旬=3M-13, 17日, 3月下旬=3L-22, 26日, 4E-2, 5日, 4M-12, 15日, 4L-22, 29日, 5E-1, 6日, 5M-17, 18日, 5L-24, 27日, 6E-1, 7日, 6M-10, 16日, 6L-24, 28日, 7E-1, 8日, 7M-11, 15日, 7L-25, 28日, 8E-1, 6日, 8M-11, 15日, 8L-21, 27日, 9E-1, 8日, 9M-10, 17日, 9L-23, 27日, 10E-2, 9日, 10M-10, 16日, 10L-21, 28日, 11E-4, 6日, 11M-13, 17日, 11L-21, 29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地となった海拔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の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

田では調節池建設工事と並行して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(=現龍ヶ岡公園)。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、現城之内地区)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、現松ヶ丘地区)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。2007年には天然芝陸上競技場でJFL公式戦が開催され、試合時には観戦のための人や車で調査ルートも活況を呈した。同時期、B₂小区駐車場東側に広がっていたイネ科高茎草本が茂る荒地が新たな駐車場スペースとして拡張工事の対象となり、2008年には全面舗装され、運動公園全体の駐車需要の拡大に対応することになった。調査後25年余を経て調査地も含めた周辺域は当初の近郊農村の景観から新興住宅街的景観へ大きく変貌した。

3. 気象

チョウ活動期(3月上旬~11月下旬)の平均

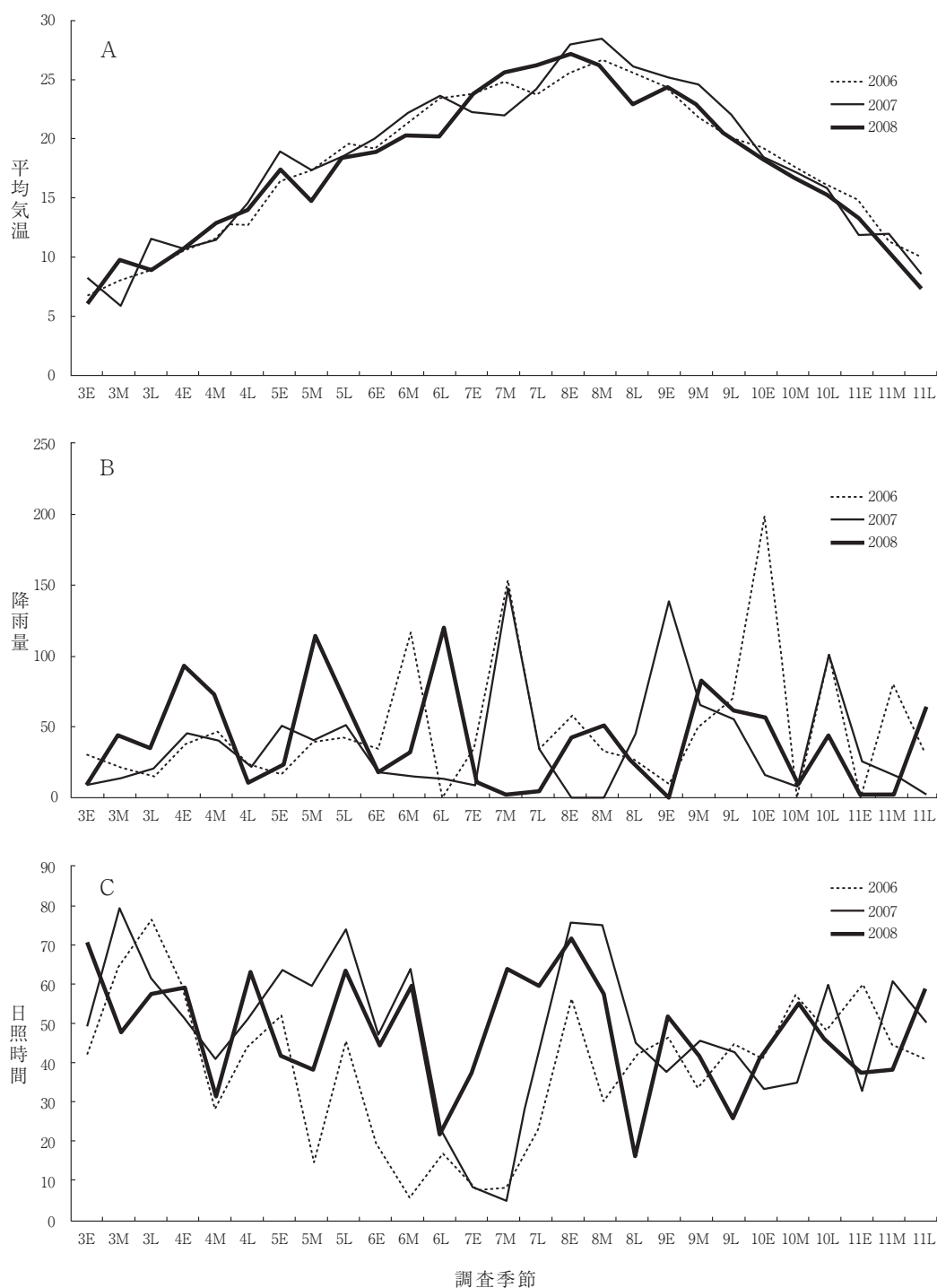


図 1 2006年 (-----), 2007年 (——), 2008年 (——) の平均気温 (A), 降水量 (B) と日照時間 (C). E: 上旬, M: 中旬, L: 下旬.

気温は、過去2年間と比べて、特に、5～6月の低温、梅雨明け直後の7月の高温、そして夏季の8月中・下旬にかけての低温が特徴的な年となった(図1A)。また、当年は梅雨前の3～4月、5月中・下旬に例年より多雨となったが、梅雨期が短く、1年を通しては前年同様少雨の年となった(図1B)。また、当年の日照時間の季節変化は梅雨明けが例年にくらべて早く、日差しの強い暑い初夏が前述の高温につながったと思われた(図1C)。

結果および考察

目撃されたチョウは、5科45種3,397個体(平均個体数=75.5)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25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/1994/1995/1996/1997/1998/1999/2000/2001/2002/2003/2004/2005/2006/2007/2008年のかたちで示す)。

1. ジャコウアゲハ(12/16/7/3/11/6/15/7/2/0/0/?/6/1/0/4/4/6/12/9/4/11/2/1/2/11/7): 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。その後、1997年以降は連続して目撃されるようになってきたが、一桁台の年が多く、当年は過去25年間の平均をわずかに上回った。

2. アオスジアゲハ(37/94/75/32/103/88/80/128/79/104/136/?/52/99/42/22/75/79/83/61/80/90/48/146/54/62/74): 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、長期に渡って二桁台で増減を繰り返し、1997年には過去26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ていたが、2005年になって第一世代で急増し、1992年以来の三桁目撃で過去26年間の最高となり、この年の優占種の一つとなった。翌年は、その第一世代が原因で、過去平均を下回るまで急減した。その後は徐々に増加傾向にあったが、当年に至るも過去平均を下回っての目撃となった(当年は平均個体数にほんのわずかに及ばなかったが、後述では当年の優占種として扱うことにした)。

3. キアゲハ(24/16/33/14/9/15/22/13/17/17/12/?/19/23/10/14/51/38/36/24/45/35/52/62/54/18/41): 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、1985年の半減以降、1986年を除いて長期に渡って二桁台をкаろうじて上回る目撃で推移していた。その後1998年に全世代で急増し、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、2004年からは第二世代で増加して2年続けて過去最高を更新した。一方、前年は第一、二世帯で大きく減少し、過去平均を大幅に下回ったが、一転、当年は第一世代で増加し、過去平均を大幅に上回った。

4. アゲハ(41/56/43/55/136/108/80/53/71/140/119/?/77/101/76/70/109/132/214/188/215/177/104/223/152/134/207): 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。調査初期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、その後の二桁台への減少期を経て、1989年を底に再び三桁を越える年が多くなり、1998年以降は三桁目撃が常態となり優占種としても安定した。増加傾向も顕著で、2005年は全世代で増加して、過去26年間の最高の目撃となった。以降、越冬世代と第一世代で減少したものの、いずれの年も過去25年間の平均を上回り、当年は特に大幅に上回った。

5. モンキアゲハ (0/0/1/0/1/0/0/0/2/0/2/?/0/0/0/0/0/1/0/0/0/0/0/0/0/0/2): 目撃は散発的で, 1999年以降目撃なしが続いていたが, 当年は5月と7月に1個体ずつが目撃された。

6. クロアゲハ (10/29/18/9/15/9/25/35/16/20/21/?/22/24/12/13/24/27/29/23/36/46/18/34/39/26/55): 4~5月(越冬世代), 6~7月(第一世代), 8~9月(第二世代)の年3回の発生が常態である。目撃総数はほぼ二桁台で安定し, 増減傾向は不明瞭。2003年には第一, 二世代で増加し, それまでの最高となったが, 翌年には第二世代が原因で, 過去平均を下回るまで減少した。その後は増加して, 過去平均を上回る年が続き, 当年は越冬世代で増加して, 過去最高の目撃となった。

7. オナガアゲハ (0/0/1/0/0/0/1/0/0/0/2/?/0/0/1/0/3/0/2/0/0/0/0/0/0/0/0): 数年おきに1, 2個体が目撃されるパターンで, 当年も含めてしばらく目撃されていない。移動個体の可能性も大きい。

8. カラスアゲハ (9/25/39/16/17/12/20/9/12/23/6/?/7/13/6/3/17/8/9/6/2/6/4/3/3/1/6): 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, 後年は一桁台の年が連続し, 前年は第二世代の1個体目撃で過去26年間の最低となった。当年は全世代, 複数個体の目撃となったが, 過去平均は下回ったままであった。

9. モンキチョウ (7/4/7/10/1/18/17/41/33/16/22/?/87/40/10/137/263/120/138/91/246/242/205/237/232/239/135): 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台を維持し, 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年には再び第三・四世代で急増, 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26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, 二世代で急増, 三桁台に復帰し, 1998年の過去最高に迫る目撃となり, 以降, 三桁台を維持し, 当年も第三世代以降で増加して, 過去25年間の平均を上回った。

10. キチョウ (69/140/116/87/181/145/161/179/212/286/192/?/409/953/182/301/1,052/769/481/240/485/387/192/236/421/261/304): 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, 目撃個体が多くなり, 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三桁台を維持し, 増加傾向を示した。その後, 1994年に急増, 翌年には更に倍増し, その年の最優占種となった。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26年間の最高となった。その後は三桁台を維持しながら減少傾向を示し, 当年同様, 第二世代以降の減少で過去平均を下回る年も多くなって来た。

11. スジグロシロチョウ (39/38/43/5/16/35/47/82/57/24/31/?/95/8/5/3/13/26/17/13/3/4/12/11/21/35/32): 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年には第二世代で急増, 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年には越冬世代と第一世代で急増し, 過去26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, 翌年には一桁台へと急減, 1997年には過去26年間の最低となった。その後二桁目撃に戻ったものの, 再び2002, 2003年と一桁目撃となった。翌年以降は二桁台に復帰し, 当年は第一, 二世代で増加し, 過去25年間の平均

をわずかに上回った。

12. モンシロチョウ (212/371/421/455/306/331/342/299/440/303/382/?/477/665/323/533/364/507/506/539/448/488/628/685/638/786/600) : 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する。当初は夏前の世代の目撃が夏後世代を上回っていたが, 後年は夏後世代の方が多く目撃されることが多くなった。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。目撃総数は三桁台で推移し, 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, 2004年, 2005年は第四世代で増加し, 2005年には1995年の過去最高を更新した。更に前年は第四世代で大幅に増加して過去26年間の最高となった。当年は第四・五世代で減少したが, 過去平均は大幅に上回った。

13. ツマキチョウ (23/9/16/21/6/6/17/7/7/7/1/?/12/11/4/2/4/2/11/4/3/0/1/3/4/8/5) : 4月に年1回発生。目撃総数は1982年に過去26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, 後年は再び一桁台へと減少し, 2003年には調査後初めての目撃なしとなった。その後再び連続して目撃されるようになり, 当年は過去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/?/6/5/2/0/4/2/1/0/2/3/1/0/1/5/2) : 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26年間の最高となった。その後は減少傾向にあり, 再び目撃されない年も出始めたが, 当年は過去平均とほぼ同数の目撃となった。

15. イチモンジチョウ (27/50/56/33/39/32/

34/21/16/6/6/?/12/5/10/3/20/6/4/2/0/5/2/1/1/8/8) : 5～6月 (越冬世代), 7月下旬～8月 (第一世代) の年2回の発生。目撃総数は当初は二桁台で推移し, 1984年に過去26年間の最高となった。その後は減少傾向を示し, 特に後年は一桁目撃の年が多くなり, 2002年には目撃なしとなった。翌年からは一桁台を回復したが, 当年同様過去平均を下回る年が続いた。

16. コミスジ (76/105/101/44/57/81/83/63/56/20/68/?/37/98/34/7/36/16/10/2/3/9/1/1/7/2/1) : 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二桁目撃となった。翌年以降は二桁台へと復帰したが, 2001年には再び一桁台へと減少, その後の回復も低調で, 当年は越冬世代での1個体目撃となり, 過去25年間の平均に遠く及ばない状態が続いた。

17. キタテハ (56/62/47/63/178/119/114/65/95/87/60/?/46/107/62/98/69/115/176/36/83/96/56/56/111/130/89) : 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26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。一転, 翌年は第三, 四世代で急減して二桁台となり, 過去26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, 翌々年は更に増加して優占種にもなった。その後の2年間は越冬世代で半減して, いずれも過去25年間の平均を下回ったが, 前々年は越冬世代, 第一世代で増加して三桁目撃に回復, 優占種にも復帰し, 前年は更に第三, 四世代で増加して過去25年間の平均を大幅に上回った。当年はその増加世代で大幅に減少し, 過去平均とほぼ同数の目撃となった。

18. ヒオドシチョウ (0/0/0/0/0/1/0/0/0/0/

0/?/0/1/1/0/0/0/0/1/1/0/0/0/0/0/0) : 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/?/5/0/0/2/3/3/3/1/6/2/2/3/5/3/4) : 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26年間で2度目の最高目撃となった。その後は減少気味に推移していたが、当年は2世代に渡って目撃され、過去25年間の平均を上回った。

20. ヒメアカタテハ (4/1/4/3/6/19/5/17/10/5/29/?/75/44/8/68/80/87/94/52/121/84/73/65/48/71/39) : 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。第一世代, 第二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、その後二桁台の年が目立ち始め、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。以後は二桁目撃で減少傾向となり、当年は過去25年間の平均をわずかに下回った。

21. アカタテハ (0/1/3/4/3/6/6/6/4/3/4/?/6/8/5/2/8/3/8/1/3/4/3/8/8/0/5) : 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、2005年と翌年は2世代に渡って目撃され、過去26年間で5度目の最高数となった

が、前年は一転、目撃なしに終わった。当年は2世代、過去平均とはほぼ同数の目撃となった。

22. ゴマダラチョウ (6/14/7/4/33/3/6/9/3/1/11/?/1/9/15/3/0/2/5/1/0/9/1/6/5/1/15) : 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、翌年には過去25年間の平均を上回る増加をみせた。前年は越冬世代の1個体目撃となったが、当年は両世代で急増し、過去平均を大幅に上回った。

23. ヒメウラナミジャノメ (190/212/290/105/88/97/101/140/67/12/32/?/8/4/2/7/17/1/0/0/3/0/1/0/1/0/0) : 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26年間の最高となり、優占種上位の位置を占めた。翌年には大幅に落ち込み、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へと減少した。その後も減少は止まらず、当年のように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/?/0/1/2/2/1/0/0/1/1/2/1/2/0/2/5) : 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、前々年は目撃なしに終わったが、前年、当年は再びの目撃となり、当年は過去25年間の平均を上回った。

25. ヒカゲチョウ (134/242/172/46/176/124/83/47/62/32/52/?/27/46/15/22/42/17/8/10/14/19/6/22/9/4/8) : 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、

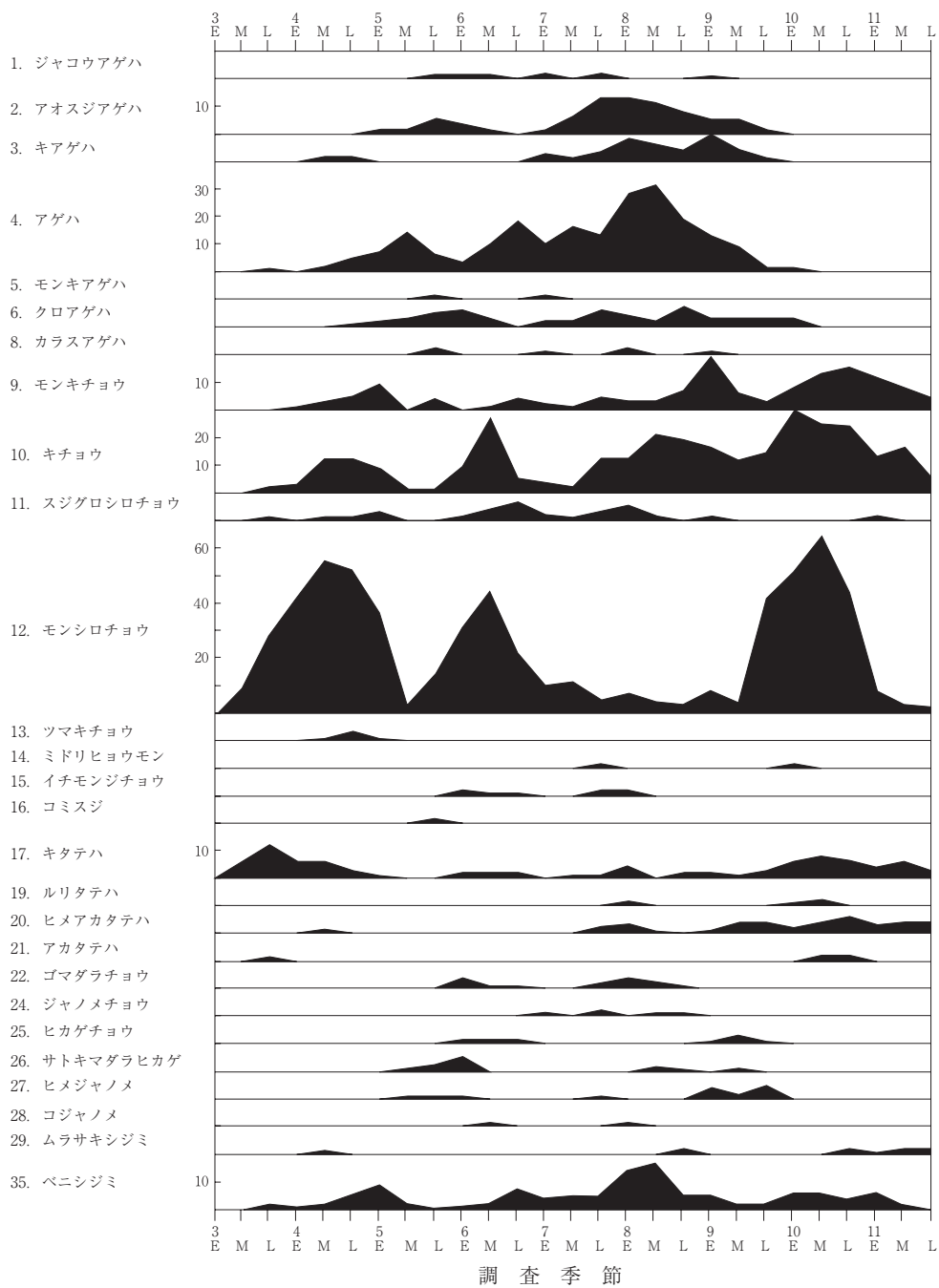
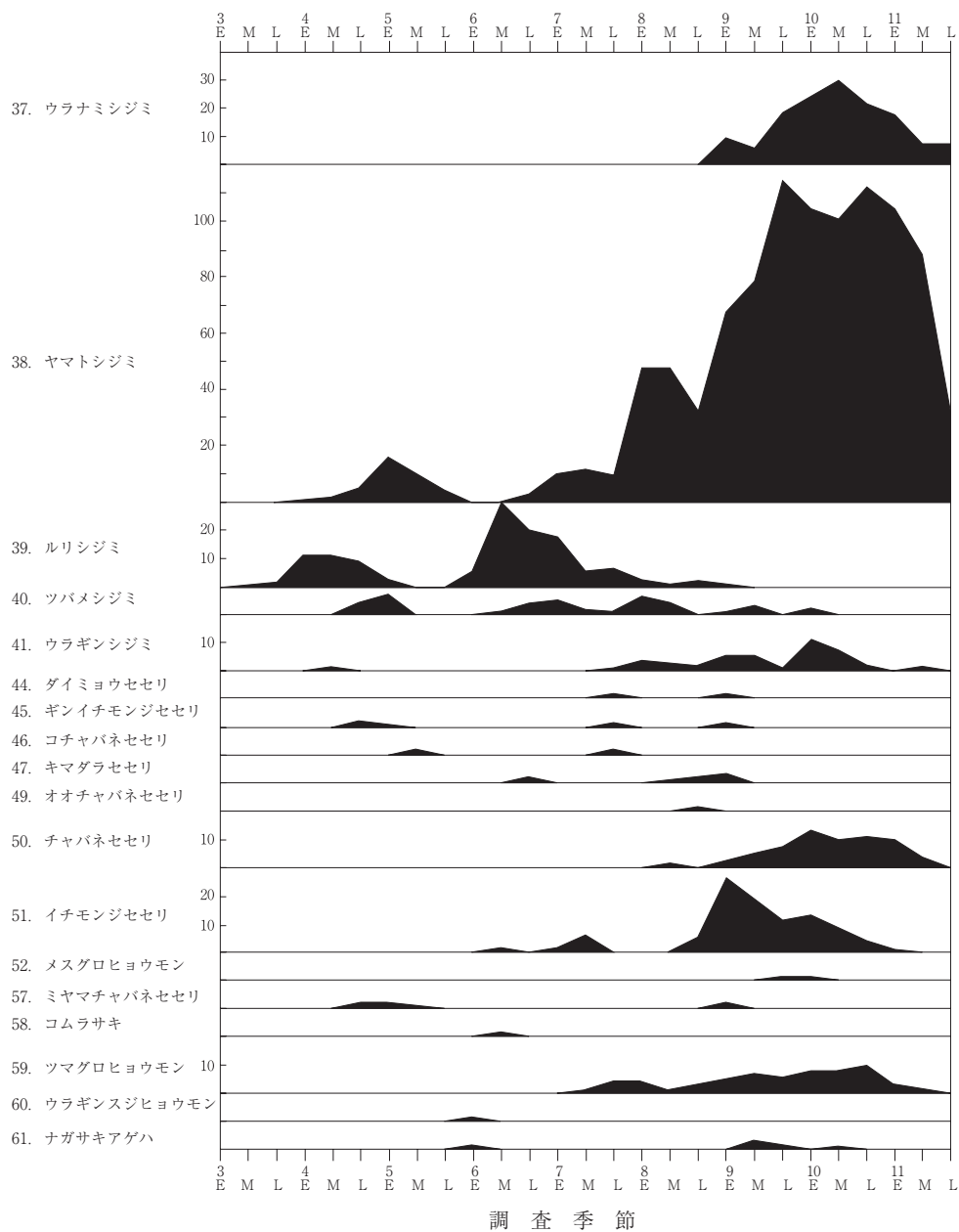


図2 目撃45種の日撃個体数の季節消長.



E：上旬，M：中旬，L：下旬。

1986年以降は両世代でほぼ同じ発生量となった。目撃総数は三桁台が目撃された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台となり、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、2004年は2世代は維持したものの再び一桁台に減少し、それまでの最低となった。2005年は一転第一世代で急増し、二桁目撃となったが、以後は再び一桁台へと減少し、前年には過去26年間の最低となった。当年は増加したものの、過去平均を大幅に下回った状態が続いた。

26. サトキマダラヒカゲ (40/217/190/36/100/198/235/72/26/46/91/?/9/79/39/30/70/12/11/12/44/97/8/13/39/16/12) : 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台と三桁台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台となった。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、一桁台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年以降の優占種の仲間入りとなった。翌年は一転、両世代で急減して一桁目撃となり、過去26年間の最低となった。以後当年も含めて二桁目撃に戻りはしたが、過去平均を大幅に下回る年が続いた。

27. ヒメジャノメ (50/64/79/18/25/18/14/15/23/7/43/?/12/30/15/11/19/30/18/9/15/16/2/9/13/7/15) : 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。目撃総数は当初は二桁台後半で推移し、1984年に過去26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、その後は再び減少気味に推

移し、2004年には第一世代での目撃がなく、調査開始以来3度目の一桁台となり、過去26年間の最低となった。その後若干増加したものの、当年も含めて過去平均を下回る年が続き、前年、当年は第一世代での目撃を欠いた。

28. コジャノメ (6/18/16/9/7/3/14/11/9/6/11/?/5/15/6/8/11/11/12/11/8/8/1/0/4/1/2) : 5～6月(越冬世代)、7～9月中旬(第一・二世代)の年2～3回の発生。二桁目撃と一桁目撃の間で変動し、傾向はつかみづらいが、目撃は安定していた種の一つであった。しかし、2004年は第一世代の1個体目撃、翌年は目撃なしに終わって、にわかに減少傾向が顕著になって来た。当年は越冬世代と第一世代で1個体ずつの目撃となった。

29. ムラサキシジミ (10/45/5/14/3/29/39/29/10/6/14/?/19/24/3/9/21/17/11/4/25/25/20/26/18/23/10) : 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、二世代の目撃は散発的になる年が多い。二桁目撃の年が多いが、時々一桁台の年もあり、調査前半は増減を繰り返しながらも減少気味となり、1996年には一桁台に急減、過去26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年には再び一桁台となったが、翌年には二桁台を回復し、以後、前年までは、二桁目撃で過去平均をわずかに上回る年が続いていたが、当年は第一世代の目撃を欠いて、過去平均を下回る減少となった。

30. ウラゴマダラシジミ (6/9/0/2/0/2/0/0/0/0/1/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 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かったが、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/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 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/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 年 1 回, 6 月中旬の発生。当年も含め, 21 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/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 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/?/2/0/1/0/0/1/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 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 9 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/?/22/22/26/29/30/55/52/73/98/128/162/202/172/143/114) : 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 年に越冬世代と第一世代で倍増し, 以後増加の一途をたどり, 2003 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。2005 年は第二世代でも増加して, 過去 26 年間の最高となった。当年は第三, 四世代で減少したが, 過去 25 年間の平均は大幅に上回った。

36. ゴイシシジミ (5/0/0/36/115/44/9/1/4/5/5/?/0/0/0/2/5/2/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 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 26 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 9 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/?/28/37/11/52/26/181/307/243/357/3/318/241/33/128/138) : 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る。その後の新成虫目撃数の急増につながったと思われる。2002 年には初見日も早まり, 更に増加, 過去 26 年間の最高の目撃となり, 上位優占種の一つとなった。しかし, 一転, 翌年, 一桁目撃に激減。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, 更にこの年は 8 月の集中豪雨などの影響も考えられた。翌 2 年間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が, 前々年は再び二桁目撃に急減した。初見日も大幅に遅れ, この年の最暑日の遅れが影響した可能性もあるが, 急減の原因を夏季の低温に求めたこれまでとは異なる例の可能性を残した。前年, 当年は三たびの三桁目撃でいずれも過去 25 年間の平均を大幅に上回った。

38. ヤマトシジミ (419/446/394/483/275/344/278/339/523/181/384/?/332/266/258/438/576/832/895/1,084/991/700/1,068/1,075/786/1,530/995) : 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多い。調査開始以降優占種からはずれたことはなく, しかも後年はほとんどの調査年で最優占種となった。目撃総数は 1991 年に過去 26 年間の最低となったものの三桁台を維持し, 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台となった。その後 2 年間は三桁台に減少したものの,

2004年は第二世代で、翌年は第三、四世代で増加して、再び四桁台となった。前々年は三桁台に減少したが、前年は再び第三、四世代で大幅に増加して過去最高を更新し、前年は群集全体の36%を占めた。当年は三桁台に減少し、比率も29.3%に減少したが、増加の勢いは衰えていない。

39. ルリシジミ (108/65/90/63/93/159/73/45/56/66/57/?/40/23/25/48/43/17/36/28/79/124/29/88/59/58/123) : 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26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、2003年には過去26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。翌年以降は二桁台に減少し、前年までは過去平均を下回る年が続いていたが、当年は越冬世代、第一世代で大幅に増加し、再び三桁台の目撃となり、優占種にも復帰した。

40. ツバメシジミ (100/45/84/46/54/116/105/104/140/46/157/?/150/397/164/155/85/187/220/134/166/158/145/60/76/86/40) : 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年に二桁目撃となり、過去26年間の最低レベルまで急減、優占種からも外れた。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26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、2005年以降は越冬世代で減少し、二桁台に半減、優占種からもはずれ、いずれも過去25年間の平均を大幅に下回る目撃が続く、当年は全世代で半減して過去最低の目撃となった。

41. ウラギンシジミ (48/46/53/33/32/73/56/21/59/17/19/?/16/39/26/28/12/17/34/46/77/27/66/68/29/109/44) : 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26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、三世代で増加してそれまでの最高となった。翌年には半減したが、以後2年間は倍増、再び半減と増減幅の大きな年が続く、前年は第二、三世代で増加して過去26年間の最高となり、調査開始後初めて三桁台の目撃で、1987年に次いで2度目の優占種の仲間入りとなった。当年は第三世代で大幅に減少し、過去平均とほぼ同数の目撃となった。

42. テングチョウ (0/0/0/0/1/1/1/3/1/1/2/?/1/1/0/0/0/0/0/0/0/1/1/0/1/0) : 1986年以降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、2004年、翌年と6月にそれぞれ1個体(第一世代)が目撃された。前々年の目撃はなかったが、前年は3月に1個体が目撃され、当年は目撃なしとなった。再侵入による定着の可能性も残されたが、以後の動向が注目された。

43. ミヤマセセリ (10/4/2/1/7/12/2/5/4/0/0/?/1/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 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/?/14/22/21/21/20/9/9/0/2/6/1/2/2/2/2) : 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。しかし, 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 2 世代, 複数個体が目撃された年もあったが, 前年は越冬世代, 第一世代でのそれぞれ 1 個体目撃となり, 当年は第一世代と第二世代でそれぞれ 1 個体目撃となった。

45. ギンイチモンジセセリ (1/0/1/0/1/1/7/3/5/1/0/?/0/0/3/8/1/1/4/9/5/47/49/31/14/2/5): 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 2003 年には, 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, 過去 26 年間の最高となった。2005 年からは減少に転じ, 前年, 当年はついに一桁台になり, 過去平均をも下回る状態となった。

46. コチャバネセセリ (85/125/161/3/82/199/54/173/164/17/77/?/39/16/33/11/26/13/4/0/0/2/1/7/3/0/3): 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。その後, 前々年まで 4 年間連続して目撃されていたが, 前年は再び目撃なしに

終わった。当年は 2 世代, 複数個体が目撃された。

47. キマダラセセリ (5/3/1/3/1/3/3/5/13/13/16/?/1/11/5/17/30/27/39/30/57/33/11/7/8/11/9): 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目撃となり, 2002 年には更に増加して, 過去 26 年間の最高となった。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, 2005 年以降, 2 世代は維持したものの調査初期と同じく一桁目撃の年が目立って来た。

48. ホソバセセリ (1/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0): 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/?/77/118/106/132/54/14/10/7/2/0/1/0/0/0/1): 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, 2005 年以降, 3 年連続で目撃されなかったが, 当年は第一世代の 1 個体目撃となった。

50. チャバネセセリ (0/0/0/0/0/2/0/1/8/8/14/?/10/32/14/39/36/139/161/97/166/75/105/105/60/128/64): ウラナミシジミと同様, 当地では 7 月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、その後増加傾向を示し、1992年には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、2004年以降再び三桁に増加、優占種にも復帰する年が多くなって来た。これらの増減パターンは同じ北上種のウラナミシジミと一致することが多く ($r=0.879$, $p<0.001$)、夏季の暑さが原因となっている可能性が高い。当年は二桁台に半減、過去平均は大幅に上回ったものの、優占種からははずれた。

51. イチモンジセセリ (155/202/58/189/164/124/267/71/156/68/92/?/44/55/93/129/104/36/45/75/135/132/181/86/87/161/95) : 5~6月 (越冬世代), 7月 (第一世代), 8~11月 (第二, 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26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、2005年、翌年は第二世代で半減し、いずれも過去25年間の平均を下回った。前年には全世代で増加、三桁目撃に復帰し、当年は過去平均を下回って二桁台に急減したが、依然として優占種状態が続いた。

52. メスグロヒョウモン (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/1/?/1/4/1/2/5/1/1/0/2/3/2/2/1/2) : 1992年10月当調査地で初めて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26年間の最高の目撃となった。2001年に目撃は途絶えたが、翌年から前年を除く当年までは再び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/?/0/1/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 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/?/0/0/1/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 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/?/0/0/0/0/1/0/0/0/0/0/0/0/0/0) : 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/?/0/0/0/0/0/1/0/0/0/0/0/1/0/1/0) : 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、2005年と前年には10月に1個体ずつが目撃された。

57. ミヤマチャバネセセリ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/7/9/16/35/36/18/9/7) : 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、以降更に増加して2003年には二桁目撃となり、翌年には倍増、2005年は過去最高となった。その後は減少し、前年、当年は一桁台目撃となったが、いずれも過去25年間の平均は上回った。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/?/0/0/0/0/0/0/0/0/1/0/0/1/1/0/1) : 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、2005年になって6月中旬に1個体がB₃小区で目撃され、翌年には6月下旬に1個体がA₃小区で目撃された。前年の目撃はなかったが、当年は6月に1雌が目撃された。

59. ツマグロヒョウモン (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/11/63) : このチョウの北上による茨城県での目撃は2004年頃から話題となっていたが(久松・井上, 2007), 当調査地では前年9月が初見となり、以後1ヶ月の間に二桁台まで目撃数を伸ばした。当年も7月以降の目撃となったが、二桁後半まで目撃数が伸びた。温暖化と幼虫の食草となるパンジーの花壇への普及が原因と言われ(望月・山口, 2021), 既に当地でも越冬世代も存在していた可能性もあった。

60. ウラギンスジヒョウモン (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/1) : 当調査地初見。6月, 1雄のオオキンケイギク上での吸蜜を目撃。

61. ナガサキアゲハ (0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/?/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/0/7) : 当調査地初見。6月の初見日以降, 9月にも複数個体が目撃され, ウラナミシジミのような北上個体の侵入後の繁殖ではなく, 当調査地でも既に3回発生の定着段階に入っているように見受けられた(井上ら, 2008参考)。

以上のうち, 目撃された45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34種につて26 (3M~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)と三つの下群集(A-I, I', I'', II, III)への分類が適当と思われた(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): 前述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_{λ}' ——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, 因子負荷量が大きき要素が, +はウラナミシジミ>チャバネセセリ>ヤマトシジミ>ツマグロヒョウモン>ヒメアカタテハ ($r \geq 0.7$), アカタテハ>モンキチョウ>キタテハ>ウラギンシジミ>キチョウ, -がアゲハ>スジグロシロチョウ>ゴマダラチョウ ($0.7 > r \geq 0.5$) であったことから, 活動最盛期の季節の遅さと関係している軸と考えられた。第2軸は+がキアゲハ>アオスジアゲハ ($r \geq 0.7$), イチモンジセセリ>アゲハ>ウラギンシジミ>クロアゲハ>ベニシジミ>ツマグロヒョウモン ($0.7 > r \geq 0.5$) 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軸が+はミヤマチャバネセセリ>ギンイチモンジセセリ ($r \geq 0.7$), ツマキチョウ ($0.7 > r \geq 0.5$), -がサトキマダラヒカゲ ($0.7 > r \geq 0.5$), 第4軸は+がヒメジャノメ>ヒカゲチョウ>イチモンジセセリ, -がベニシジミ ($0.7 > r \geq 0.5$), 第5軸が+がモンシロチョウ, -がムラサキシジミ ($0.7 > r \geq 0.5$), 第6軸が+はルリシジミ ($0.7 > r \geq 0.5$) と関係が深いことも分かった。6軸(累積寄与率=72.9%)を考慮した上で, 前2軸(累積寄与率=41.2%)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月中旬~5月上, 6月上旬~7月上旬。

S-II : 5月中旬, 7月中旬~8月下旬。

S-III : 5月下旬, 9月上~11月下旬。

チョウ下群集(図4): 前記と同様の34種の

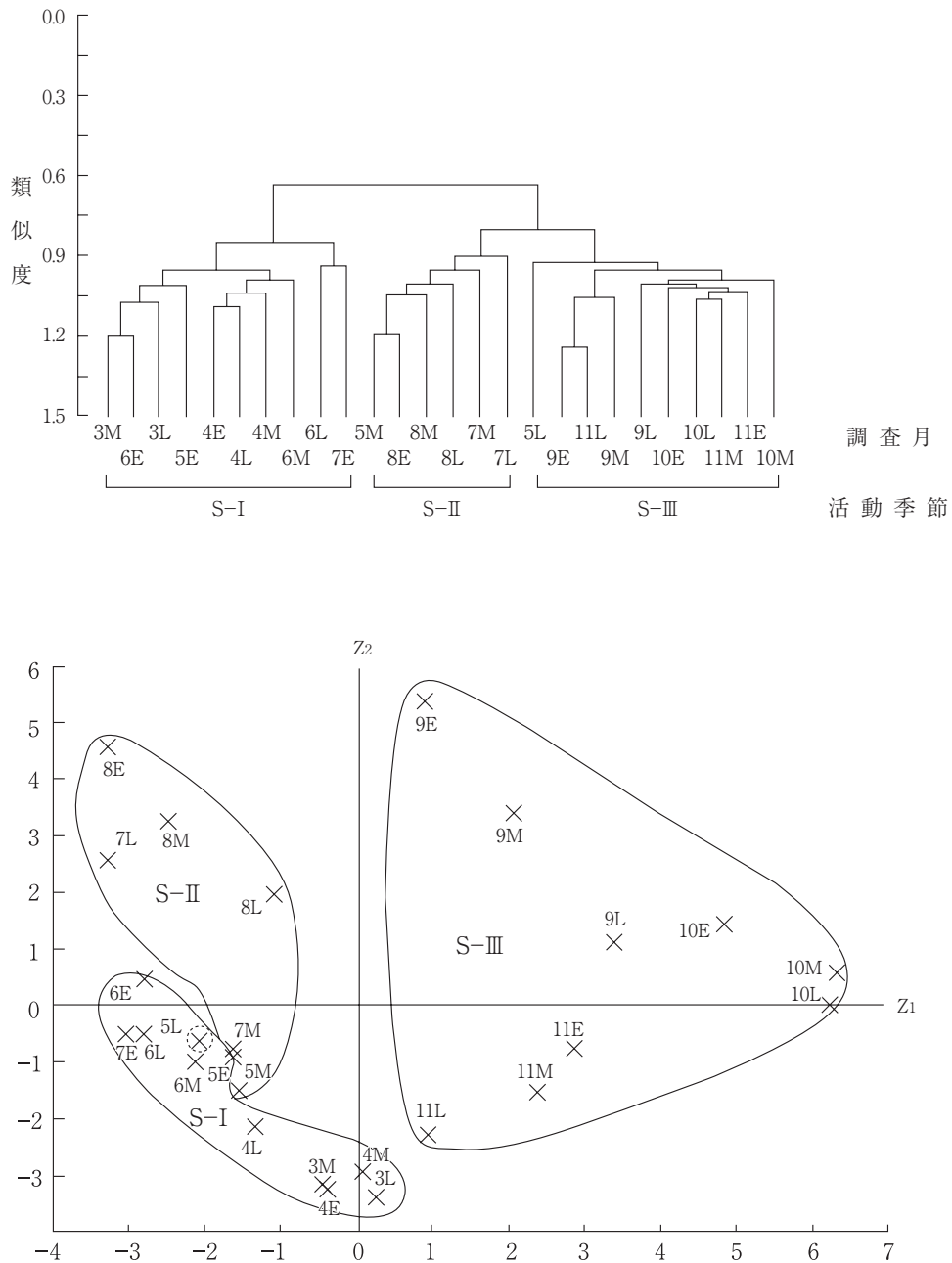


図3 チョウ相（目撃総個体数5以上の34種）からみた26の調査季節の類似性。上段：群分析（ C_d ），下段と対応させて三つの活動季節（S-I, II, III）に分類。下段：上段と対応した各調査季節群集の主成分得点の分布（累積寄与率=41.2%）。E：上旬，M：中旬，L：下旬。

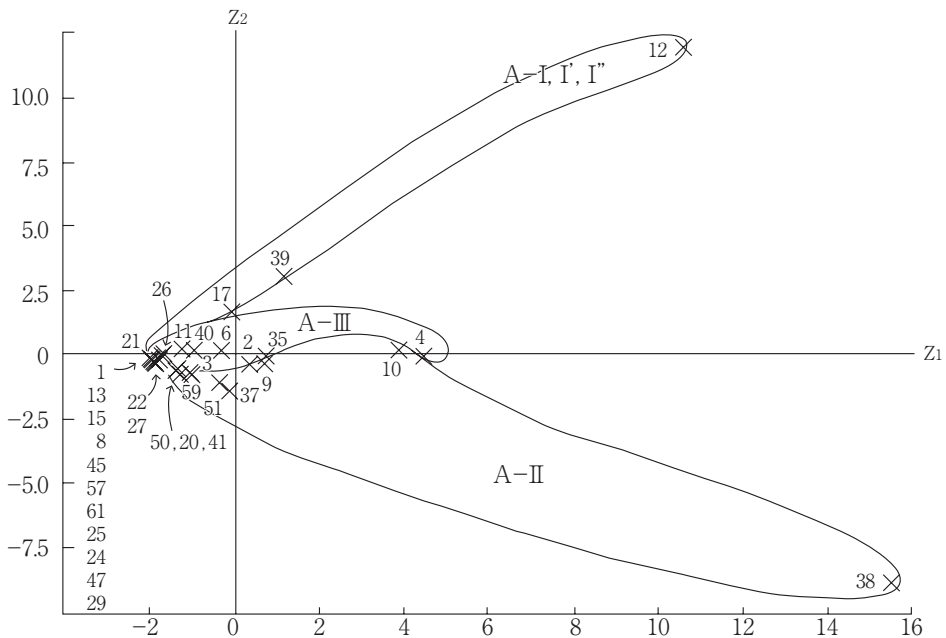
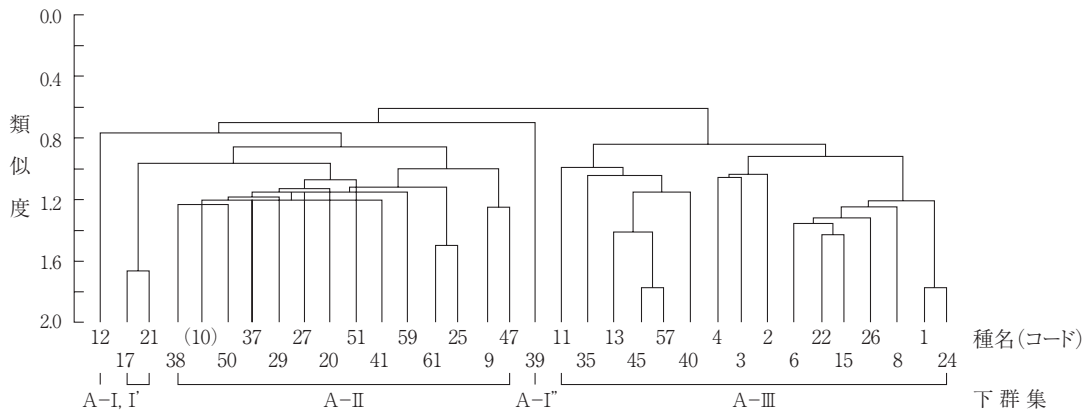


図4 目撃総個体数5以上の34種についての季節消長の類似性。上段：群分析（C_o'），下段と対応させて三つの下群集（A-I, I', I'', II, III）に分類。種名コードは図2と対応。下段：34種の主成分得点の分布（累積寄与率=80.0%）。

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, 5M, 7M, 8E~11M: $r \geq 0.7$, 4E~4L, 5L~7E, 7L: $0.7 > r \geq 0.5$), 目撃個体数の多さに関係しているとみなされた。第 2 軸は, 因子負荷量が 5Mを除く 3M~7Mの全てで+となり (かつ大きな要素が, 3L~4L, 6E, 6M: $r \geq 0.7$,

3M, 5L, 6L: $0.7 > r \geq 0.5$), 一方, 7L~11Lの全てが-で, その中でも大きな要素が 9E, 9M, 11E~11L ($0.7 > r \geq 0.5$) あったことから, 活動最盛期の季節の早さに関係していると考えられた。更に 7L ($0.7 > r \geq 0.5$) は第 3 軸と相関が高く, これら 3 軸 (累積寄与率=90.0%) を考慮しながら, 前 2 軸 (累積寄与率=80.0%) 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。

表 2 1982~2008年の目撃総種数, 総目撃個体数, 群集全体の多様性 (H'), 均等性 (J'), 優占種優占率

調査年	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
目撃総種数	43	40	42	41	44	45	43	44	43	39	43	-	41	41	42
総目撃個体数	2,414	3,216	3,035	2,329	3,091	3,137	2,884	2,496	2,726	1,713	2,457	-	2,309	3,458	1,678
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	3.67	4.01
均等性 (J')	0.774	0.791	0.779	0.714	0.759	0.794	0.788	0.798	0.766	0.769	0.775	-	0.734	0.685	0.744
優占種優占率 (%)	80.7	79.4	82.7	76.1	86.2	87.7	84.0	79.9	77.1	81.7	82.9	-	77.0	81.1	77.8
調査年	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2007年までの平均		
目撃総種数	41	41	43	39	37	40	38	42	40	40	40	45	41.3		
総目撃個体数	2,486	3,433	3,570	3,716	3,174	4,043	3,319	3,619	3,865	3,240	4,235	3,397	3,026.0		
多様性 (H')	3.85	3.70	3.62	3.75	3.42	3.81	3.94	3.56	3.67	3.65	3.36	3.69	3.92		
均等性 (J')	0.719	0.690	0.667	0.710	0.656	0.716	0.750	0.661	0.690	0.685	0.631	0.672	0.730		
優占種優占率 (%)	82.9	74.4	86.0	85.9	82.4	82.4	84.9	85.9	81.5	80.2	88.5	84.6	82.0		

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	4	11.4	3	8.6	4	11.2	4	8.9
A-II	11	31.4	13	37.1	16	44.4	17	37.8
A-III	20	57.2	19	54.3	16	44.4	24	53.3
全 体	35	100.0	35	100.0	36	100.0	45	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	476	57.7	57	8.5	284	14.9	817	24.1
A-II	157	19.1	292	43.4	1,484	78.1	1,933	56.9
A-III	191	23.2	323	48.1	133	7.0	647	19.0
全 体	824	100.0	672	100.0	1,901	100.0	3,397	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	1.176	0.588	1.369	0.864	0.723	0.362	1.132	0.566
A-II	1.938	0.560	2.127	0.575	2.421	0.605	2.454	0.601
A-III	3.312	0.766	2.894	0.681	3.068	0.767	3.202	0.698
全 体	3.218	0.627	3.764	0.734	3.169	0.613	3.692	0.672

A-I, I', I'': 多化性種3種(モンシロチョウ>ルリシジミ>キタテハ), 二化性種1種(アカタテハ)を含む下群集。

A-II: 多化性種7種(ヤマトシジミ>キチョウ>ウラナシジミ>モンキチョウ>チャバネセセリ>ツマグロヒョウモン>ヒメアカタテハ>), 三化性種5種(イチモンジセセリ>ウラギンシジミ>ヒメジャノメ>ムラサキシジミ>ナガサキアゲハ), 二化性種2種(キマダラセセリ>ヒカゲチョウ)を含む下群集。

A-III: 多化性種3種(ベニシジミ>ツバメシジミ>スジグロシロチョウ>), 三化性種8種(アゲハ>アオスジアゲハ>クロアゲハ>キアゲハ>ミヤマチャバネセセリ>ジャコウアゲハ>カラスアゲハ>ギンイチモンジセセリ), 二化性種3種(ゴマダラチョウ>サトキマダラヒカゲ>イチモンジチョウ), 一化種2種(ツマキチョウ>ジャノメチョウ)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4個体以下の11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45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、4個体以下の種)。

A-I, I', I'': S-I (3月上~5月上旬, 6月上旬~7月上旬)にあたる季節前半に活動のピークをもつ, 4種817個体からなる下群集(春群集と仮称)。

A-II: S-III (5月下旬, 9月上旬~11月下旬)にあたる季節後半に活動のピークをもつ, 目撃個体数が最大の17種1,933個体からなる当調査地最大の下群集(秋群集と仮称)。

A-III: S-II (5月中旬, 7月中旬~8月下旬)にあたる夏季に活動のピークをもつ, 目撃種数最大の24種647個体からなる下群集(夏群集と仮称)。

2. 種数

目撃総種数は45種で, 過去26年間で2度目の最高数となり(表2), 1991年の落ち込みを始

まりとして2001年から特に顕著になって前年まで続いていた減少傾向が覆された($r = -0.367$, $p > 0.05$)。その季節変化は, 4~5月, 6月, 7月, 8月下旬~10月下旬と四峰性を示し, 季節を追って行くに従って大きなピークとなった。A-I群集(以下, I', I''を統合して表記)は4月, 6月, 7~8月, 10月と同程度のいずれも小さなピーク, A-II群集は4月, 5~6月, 7~8月, 9~10月と季節を追って大きくなるピーク, A-III群集は4~5月, 6月, 7月上旬~8月中旬, 8月下旬~9月にピークがあり, 7月下旬にかけて最大のピークとなり, いずれの下群集も四峰性を示した。全体としては8月中旬までは所属種数の最も多いA-III群集が優勢であったが, 8月下旬以降はA-II群集が優勢となった(図5A)。A-I, II群集は活動全期間を通して目撃種があったが, A-III群集は夏をピークに10月中旬にはほぼその活動を終えた。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, 活動季節別ではその構成種数はほとんど変わらず, 下群集別ではA-III>A-II>A-Iの順となった。A-I群集は, S-I, IIIで, A-II群集はS-IIIで, A-III群集はS-I, IIで最多となった。

3. 個体数

総目撃個体数は3,397個体で過去25年間の平均(=3,026.0, 表2)を大きく上回った。A区での道路工事, B₂小区での全面土工事, C₁~C_{3a}小区での造成地化が開始された1991年は急落した。以後, 植生の回復とともにオープンランド群集や森林, モザイク群集の一部が侵入, 定着し, D_{2a}>B₃小区を筆頭に総目撃個体数が急増, 一方, 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, 総目撃個体数が再び急減した(山本, 2007参照)。以後, 当年を含む後11年間は前年の過去最高を筆頭に全ての年で過去平均を上回る増加となった(表2)。その結果, 26年間では増加傾向となった($r = 0.558$, $p < 0.01$)。

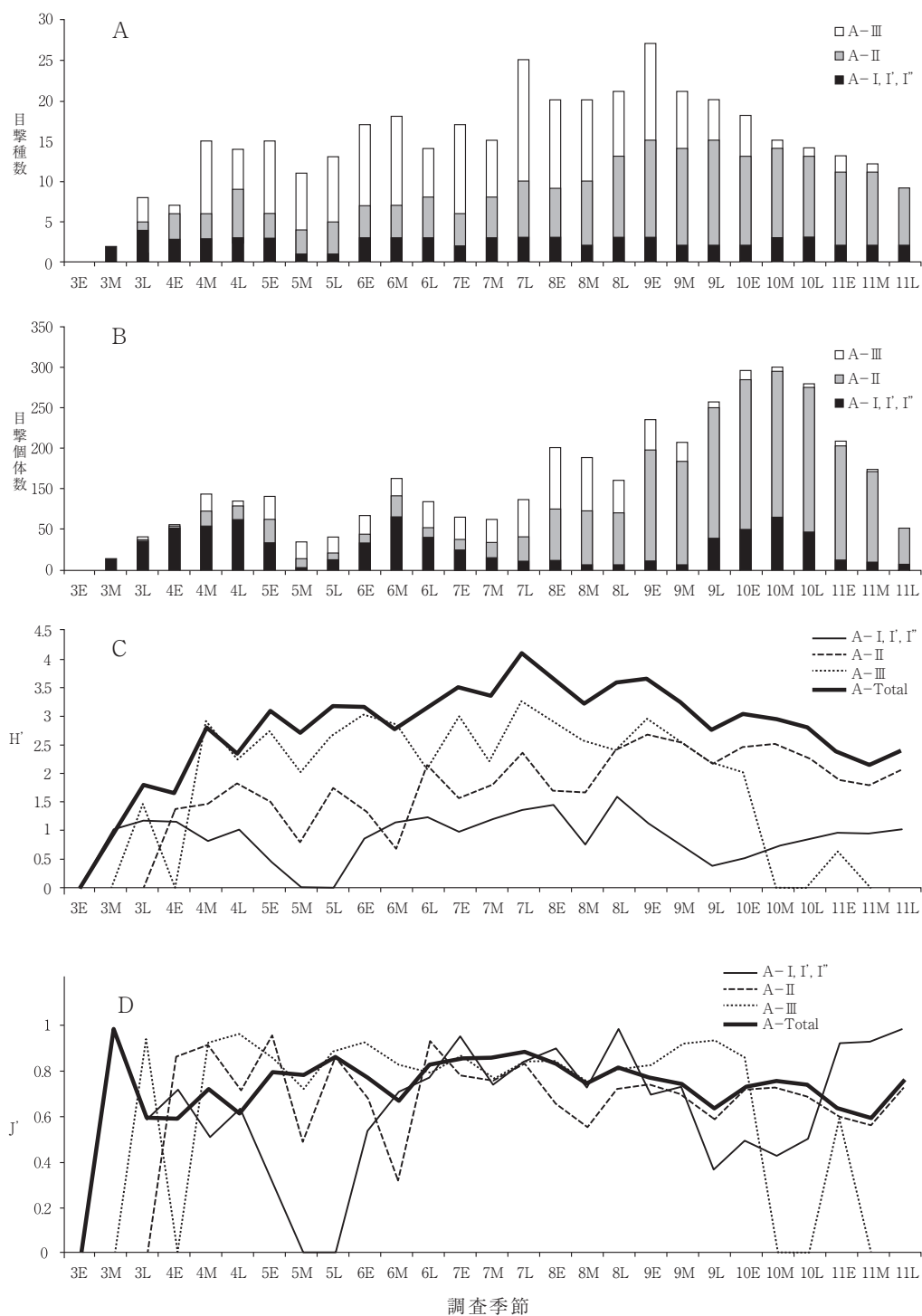


図5 種数, 個体数, 多様性 (H'), 均等性 (J') の下群集別にみた季節変化. E: 上旬, M: 中旬, L: 下旬.

その季節変化は、4～5月、6月に小さな、8月に中程度の、そしてはるかに大きなピークの9～11月上旬と四つのピークが認められた。A-I群集は4月、6月、10月と三つの同程度のピーク、A-III群集は4月、6月、8月と季節と共に大きくなる三つのピークが認められ、A-II群集では4月、6月と小さな、8月に大きな、そして9～10月に最大となる四つのピークを示し、特に9～11月にかけては全体の78.1%と圧倒的多さとなった(図5B)。ヤマトシジミを筆頭にキチョウと続き、後年は安定した最優占種のヤマトシジミ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-III>>S-I>S-II, 下群集別ではA-II>>A-I>A-III群集となった。A-I群集はS-Iに、A-II群集はS-IIIに、A-III群集はS-IIに目撃個体数が集中した。

4. 多様性

群集全体の多様性値(=H', Kobayashi, 1981参考)は、1987～89年をピークに1995年に大きく落ち込み、1997年以降は4.0を上回ることとはなく、前年は2001年の過去最低(H'=3.42)を更新して過去26年間の最低となり、当年を含めて、全体として低下傾向となった(表2, $r=-0.807$, $p<0.001$)。目撃種数の減少($r=0.508$, $p<0.01$)及び均等性値の低下($r=0.985$, $p<0.001$)との相関が高く、後者は特に、1999年以降の最優占種のヤマトシジミの目撃比率が大幅に増加したことに関連づけられた($r=-0.776$, $p<0.001$)。

多様性値の当年の季節変化は、種数変化($r=0.895$, $p<0.001$)とも均等性値変化($r=0.678$, $p<0.001$)ともよく一致していた。種数変化とのずれは、6E, 6M(種数は増えているが、H'は減少)、6L, 10E, 11L(種数は減っているが、H'は増加)、8M(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増加、6Mではキチョウとルリシジミの急増、6Lではモンシロチョウとキチョウの減少、8M, 10Eではキチョウの増加、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-II>S-I>S-III, 下群集別では多様性、均等性ともに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-IIで、A-II群集はS-IIIで、A-III群集はS-Iで多様性が高く、A-I群集は均等性、A-II群集とA-III群集は種数と均等性値の両方の影響を受けて本来の優勢な活動季節と不一致の結果となった。

5. 優占種

優占種(平均個体数=75.5を超える種。当年はこの数値をほんのわずかに下回ったアオスジアゲハも含めた)は11種2,874個体(全個体数の84.6%)であり、この全優占種による優占率(=優占種の目撃総個体数/総目撃個体数)は過去25年間の平均を上回った(表2)。一方で、1982年からの経年傾向は見いだせなかった($r=0.274$)。最優占種のヤマトシジミ単体ではその優占率が1999年以降20%を超え、年とともに上昇傾向となった($r=0.752$, $p<0.001$)。当年優占種のうち3種(モンシロチョウ>ルリシジミ>キタテハ)がA-I群集、5種(ヤマトシジミ>キチョウ>ウラナシジミ>モンキチョウ>イチモンジセセリ)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11種からチャバネセセリ、ウラギンシジミがA-II群集から脱落し、ルリシジミがA-I群集、アオスジアゲハがA-III群集として復活した。当年全群集の多化性種13種中8種、三化性種17種中3種が優占種に属した。

6. 26年間の変化

目撃された45種の目撃総個体数のそれぞれについて過去25年間と比較し、その増減について5段階に分けて表1右欄矢印にまとめた。2008年に目撃総個体数の最高値を示した種が4種(A-II群集=2, A-III群集=2), 過去25年間の平均を上回って目撃された種が17種(A-I群集=2, A-II群集=6, A-III群集=9), 平均とほぼ同じだった種が5種(A-I群集=2, A-II群集=1, A-III群集=2), 過去25年間の平均を下回って目撃された種が17種(A-II群集=8, A-III群集=9), 2008年に最低値を示した種が2種(A-III群集)となった。前二者を増加種(=21), 後二者を減少種(=19)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25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年の目撃種数と目撃総個体数の急減以降、1995, 1998年を除いて減少種数>増加種数という逆転現象が明確になった。そして、2000年からは、2004年と前々年を除いて再び増加種数 \geq 減少種数の状態となった。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~夏下群集群と仮称)は、1986年からの3年間は増加種数 \geq 減少種数となった後、1989年以降、1995年と2003年を除いて、減少種数 \geq 増加種数状態が続き、逆に、夏から秋にか

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	→	↗
2006	17	22	1	↘	→
2007	21	16	3	↘	↗*
2008	21	19	5	→	→

↗：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)

けて目撃のピークをもつ下群集群（夏～秋下群集群と仮称）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 \geq 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～秋下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～秋下群集群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、2003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）、全体としては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、夏～秋下群集群を代表する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な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

2008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45種3,397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25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、三つの活動季節と三つの下群集に分類した。

2. 3月上旬～5月上旬、6月上旬～7月上

旬の季節前半に活動のピークをもつ、モンシロチョウ>ルリシジミ>キタテハを優占種とする小規模の春群集が成立していた。

3. 5月下旬、9月上旬～11月下旬の季節後半に活動のピークをもつ、ヤマトシジミ>キチョウ>ウラナシジミ>モンキチョウ>イチモンジセセリを優占種とする目撃個体数が当調査地最大の秋群集が立っていた。

4. 5月中旬、7月中旬～8月下旬の夏季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目撃種数は多いが目撃個体数は少ない夏群集が成立していた。

5. 目撃総種数は過去26年間の最高となり、総目撃個体数も過去平均を上回ったが、当年も含めて多様性値、均等性値は過去平均を下回り続け、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.
- 井上大成, 植村好延, 久松正樹 (2008) 「茨城県におけるナガサキアゲハ (チョウ目, アゲハチョウ科) の記録」 茨城県自然博物館研究報告, (11) : 17-20.
- 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.

- 久松正樹, 井上大成 (2007) 「茨城県南部におけるツマグロヒョウモン (チョウ目, タテハチョウ科) のいくつかの記録」 茨城県自然博物館研究報告, (10) : 13-15.
- 森下正明 (1979) 「森下正明生態学論集」第2巻, II +585pp., 思索社, 東京.
- 望月, 山口 (2021) 「ツマグロヒョウモンの北上に関する生気候学的研究」 日生氣誌, 57(4) : 135-141.
- 山本道也 (1983) 「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.

—— (2021a) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2005年

——季節消長」 同上, 55(4) : 15-37.

—— (2021b) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2006年

——季節消長」 同上, 56(2) : 17-40.

—— (2022) 「龍ヶ崎市周辺のチョウ相, 2007年

——季節消長」 同上, 56(4) : 47-71.

Synopsis

Yamamoto, Michiya, 2022. Community structure of butterflies observed in and near Ryugasaki, 2008, based upon their seasonal fluctuation. Ryutsu-keizai Daigaku Ronshu (The Journal of Ryutsu-keizai University). Vol. 57(2): 15-40.

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

A butterfly community in Ryugasaki, Ibaraki Pref., 2008, was composed of three subcommunities in three different flight activity peak seasons. Spring subcommunity, including three predominants, *Pieris rapae crucivora* > *Celastrina argiolus* > *Polygonia c-aureum*, and other one species, was formed with their activity peaks of earlier seasons in early March to early May, and in early June to early July. Autumn subcommunity, the most prosperous in all the subcommunities, including five predominants, *Pseudozizeeria maha* > *Eurema hecabe mandarina* > *Lampides boeticus* > *Colias erate* > *Parnara guttata*, and other 12 species, was formed with activity peaks of later seasons in late May, and in early September to late November. Summer subcommunity, including three predominants, *Papilio xuthus* > *Lycaena phlaeas* > *Graphium sarpedon*, and other 21 species, was formed with their activity peaks of summer seasons in mid May, and in mid July to late August.

The diversity index and the equitability index of the whole community observed in this year was less than the average of the previous 25 years, though the total species number observed in this year was the most for those 26 years, and though the total of individual number was more than the average of the previous 25 years, supporting the community richness of the

butterflies in the survey area had been getting lower gradually.

The butterfly communities 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* from 1999 onwards, 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.