

称号及び氏名 博士(緑地環境科学) 吉田 周

学位授与の日付 2021年2月28日

論文名 都市化によるチョウ相の変化に関する保全生態学的研究

論文審査委員
主査 平井 規央
副査 藤原 宣夫
副査 加我 宏之

論文要旨

かつて関東や関西の都市周辺には、農地、燃料や肥料などを供給する二次林、集落などによって構成される里地里山の景観が広がり、多様な生態系が維持されていたが、近年の都市域の急速な拡大により、里地里山に生息していた多くの動植物種が衰退している。古くから人々の関心の高いチョウ類においても特に高度経済成長期以降に東京や大阪などの都心部で種数が減少し、多くの種で生息域の縮小が指摘されてきた。チョウ類は植食性で植物との結びつきが強く、自然環境の状態を把握し、その保全を検討するのに有用とされる。都市化にともなうチョウ類の衰退は植生の多様性の劣化を意味すると考えられる。本研究では、古くから鱗翅類研究がおこなわれ、チョウ類のトランセクト調査も行われてきた京都市を調査地として、都市化によるチョウ類の衰退要因を明らかにし、チョウ類群集の回復のための方策を検討することを目的とした。

本論文は4章で構成され、第1章では、標本調査により昭和前期の京都市のチョウ相を復元し、土地利用との関係を考察した。第2章では、里地里山地域に造成された住宅地周辺においてチョウ類群集の調査を実施し、その特徴と変化について考察した。第3章では、二次林を構成要素に含む都市緑地においてチョウ類群集の調査を行い、その特徴を明らかにした。第4章では、都市域におけるチョウ類の多様性を評価するための都市化非耐性指数を考案し、チョウ類の保全への適用を試みた。

第1章 標本調査により復元した昭和前期の京都市のチョウ相と土地利用との関係

標本は特定の種がある場所、ある時期に生息したことを示す証拠であり、多くの標本を集めたコレクションは過去の生物相を示す有効な資料となる。そこで、箕浦忠愛博士が京都府内で採集したチョウ類の標本(箕浦コレクション)のラベル情報にもとづき1930年代から1950年代の京都市周辺のチョウ種の分布を調査し、京都府および環境省のレッドリスト掲載種と比較した。

箕浦コレクションは1904年から1969年にかけて京都府内の50カ所で採集された63種961個体の標本によって構成され、7種のレッドリスト掲載種が含まれていた。961個体の中で924個体(96.1%)は1930年代から1950年代に採集されていた。個体数上位5種は、ベニシジミ、ヤマトシジミ、ルリシジミ、ウラナミシジミ、モンキチョウであった。採集地を8地域(嵯峨、衣笠、西賀茂、岩倉-東山、西山、山間部東部、山間部西部、京都市外)に分けて種数と個体数を比較したところ、嵯峨および衣笠では43種496個体が採集されていた。レッドリスト掲載種についてみると、この2地域においてオオウラギンヒョウモンやウラナミアカシジミなどの絶滅危惧種が衰退したことを示していた。

1931年と2016年の間で嵯峨および衣笠の土地利用の変化を国土地理院発行の地図(1/25000)の解析によって検討したところ、両地域ともに市街地の拡大にともなって水田と水田周囲の二次草原を意味する荒れ地が減少していた。また、嵯峨では針葉樹林が減少して常緑広葉樹林がやや増加し、衣笠では針葉樹林や落葉広葉樹林が減少していた。以上より、かつては普遍的に分布していた一部のチョウ種が、二次草原と、針葉樹や落葉樹によって構成される二次林の減少により衰退し、レッドリストに掲載されるまでになったと考えられた。

第2章 里地里山地域に造成された住宅地周辺のチョウ類群集の特徴と変化

都市化による里地里山地域の縮小がチョウ類の多様性に及ぼす影響を検討するため、京都市の岩倉において、2012年から2016年までの4月から10月の月2回、チョウ類のトランセクト調査を実施した。5年間の調査において、38種2,960個体のチョウ類を確認した。個体数上位の種は、モンシロチョウ、ヤマトシジミ、キタキチョウ、ヒメウラナミジャノメ、モンキチョウであり、これら5種で総個体数の77.4%を占めた。対照的に、11種は5年間の総個体数が5未満であり、それらのうちの10種は日華区系の種であった。38種中20種は寄主植物の遷移ランク（SR）が5以上の森林性種であったが、総個体数の90%以上はSR4以下の林縁性種または草原性種で占められていた。レッドリスト掲載種は確認されなかったが、落葉広葉樹で構成される里山の二次林に依存する種がミヤマセセリやアカシジミなど6種確認された。

箕浦コレクション、および1957年から1983年までのチョウ類の文献記録によると、調査地を含む岩倉周辺ではギフチョウなど10種のレッドリスト掲載種を含む83種が記録されていた。本研究の調査では、この83種中46種が確認できなかった。確認できなかった46種中35種はSRが5以上の森林性種、34種は日華区系の種であった。1931年と2016年の土地利用を比較したところ、水田の大幅な減少と市街地の顕著な拡大が認められた。以上の結果は、京都市の郊外において都市化の進行による里地里山地域の縮小に伴い、落葉広葉樹林との結びつきが強い日華区系の森林性のチョウ種が衰退したことによってチョウ類の多様性が低下したことを示している。

第3章 二次林を構成要素に含む都市緑地のチョウ類群集の特徴

京都市岩倉に近接する丘陵地に位置し、主に落葉広葉樹で構成される二次林を構成要素に含んでいる宝が池公園において、2019と2020年の3月から10月まで月2回のチョウのトランセクト調査を行ない、45種1023個体のチョウを確認した。個体数の上位5種は、ヤマトシジミ、キタキチョウ、ヒメウラナミジャノメ、コツバメ、ツマグロヒョウモンであり、森林性の種であるコツバメが含まれていた。宝が池公園のチョウ類群集は、近接する岩倉周辺に比較して、森林性種の種数が多く草原性種の個体数が少なかった。

45種の中には、京都府レッドリスト掲載種であるキマダラルリツバメなどの落葉広葉樹で構成される二次林に特徴的な森林性種が12種含まれており、落葉樹林の存在がチョウ類の多様性を高めていることが確認された。また、過去に岩倉周辺で記録がある83種のうち、半数以上の43種が確認されたが、森林性種の中には個体数が少ない種もあった。このことには、低木層や林床植物の衰退が関わっていると考えられることから、植生遷移を抑制するような落葉樹林の管理を行う必要があると考えられた。

第4章 都市域におけるチョウ類の都市化非耐性指数の考案と保全への適用

先行研究にもとづき、都市化によるチョウ類の衰退には、第2章で明らかにした環境嗜好性と地理的分布型に加えて、幼虫の寄主植物、成虫の餌資源、移動性、化性が関わりと推定した。これら6つの要素について、チョウ類の種ごとに3つの水準を設定した。本研究の調査地に既存の研究を加え、都市公園4カ所、住宅地3カ所、大学キャンパス1カ所、二次林を含む緑地2カ所の合計10カ所のそれぞれについて、確認された種を目的変数、6つの要素を説明変数とした数量化2類による判別式を用いて、対象とした調査地で過去から現在までに確認されている87種について生息の可否を判定した。判別式の妥当性を示す相関比の平均値は0.46、予測と実際の確認種との一致度を示す判別的中率の平均値は83.0%であった。各要素の目的変数に対する寄与の大きさは調査地ごとに異なっており、すべての要素がいずれかの調査地において上位に入っていた。これらのことから6つの要素は都市緑地または都市化が進行する地域のチョウ相の形成に強く関連していると考えられた。

そこで、6つの要素の3水準を1~3点として、チョウ種ごとに合計し、6~18点で評価する都市化非耐性指数を考案した。1980年代以前に岩倉周辺で記録のある83種を宝が池公園で確認した45種および岩倉で確認した38種と比較すると、1980年代以前の記録種中の33種が確認できなかった。この33種について指数を計算したところ、31種で指数が13以上であった。次に、過去に記録のある種、宝が池公園での確認種、岩倉周辺での確認種に加えて、近年に京都市中心部に造成された梅小路公園で記録のある36種について、指数の分布を比較した。指数13未満の種は、1980年代以前では30種、宝が池公園では28種、岩倉周辺では26種、梅小路公園では28種であり大きな違いは認められなかったが、指数13以上の種は、1980年代以前の53種に対して、宝が池公園では19種、岩倉周辺では12種、梅小路公園では8種であった。

以上のことから、指数が13未満の種は都市においても生息できる可能性が高いが、13以上では指数の増加とともに都市に生息できる可能性は低下すると考えられた。他地域における既存の研究22例にこの指数を適用したところ、指数の中央値と指数13以上の種の割合は里地里山でもっとも高く、二次林を含む都市緑地、里地里山に造成された住宅地、都市緑地の順となり、都市化の進行に伴う多様性の低下を反映していた。

本研究の結果から、都市化の進行に伴う里地里山の縮小によって、日華区系の森林性種の中で1化性かつ移動性の低い種が衰退し、チョウ類の多様性が低下したことが明らかになった。一方、落葉広葉樹によって構成される二次林を構成要素に含む都市緑地には、森林性種が多く生息しており、樹林が多様性の維持に貢献していると考えられた。これらのデータに基づいて考案した都市化非耐性指数を用いることにより、衰退種の特定と都市域におけるチョウ類の多様性の評価が可能になった。以上より、都市域におけるチョウ類の種多様性の維持・増進のためには、多様な落葉広葉樹をできるだけ多く植栽・管理して、都市化によって衰退する種の寄主植物と餌資源を提供できる安定した植生の維持が重要であり、そのことが都市域における生物多様性の回復や保全につながると考えられる。

審査結果の要旨

近年の都市域の急速な拡大により、チョウ類を含む多くの動植物種の種多様性が減少している。チョウ類の多くは植食性で植物との結びつきが強いため、都市化にともなうチョウ類の衰退は植生の多様性の減少を意味すると考えられる。本研究では、古くから鱗翅類研究がおこなわれてきた京都市を調査地として、都市化による植生の変化とチョウ類の衰退の関係を明らかにし、チョウ類群集の多様性を回復するための方策を検討した。

第1章では、京都府内の50カ所で採集されたチョウ類の標本によって構成される箕浦コレクションのラベル情報にもとづき1930年代から1950年代の京都市周辺のチョウ類各種の分布を復元した。その結果、7種のレッドリスト掲載種を含む63種961個体の分布が標本から再構成され、現在では市街地となっている京都市西部にツマグロキチョウやウラミアカシジミなどのレッドリスト掲載種が、当時は広く分布していたことを明らかにした。国土地理院発行の地図による土地利用の変化の解析から、市街地の拡大によるかつての里地里山の二次草原や二次林などの減少が、それらの植生に依存していたチョウ類の衰退に影響したことを指摘した。

第2章では、里地里山地域に造成された住宅地を含む京都市岩倉地域においてトランセクト調査(2012~2016年)を実施するとともに文献調査を行い、チョウ相の特徴と変化、その要因について考察した。その結果、トランセクト調査では38種2,960個体を確認し、それらのうち6種はこの地域の里地里山の二次林で広く見られた種であったが、総個体数の約8割を占める上位5種は市街地でも見られる草原性または林縁性の種であった。一方、箕浦コレクションおよび文献の調査によりこの地域の過去のチョウ相として認められた83種と比較し、落葉広葉樹林との結びつきが強い日華区系の森林性種が衰退してチョウ類の多様性が低下したことを明らかにし、同時に土地利用の変化との関係を解析することにより、都市化の進行によって里地里山地域の植生が縮小していることを示した。

第3章では、里地里山の残存二次林を構成要素に含む京都市宝が池公園のチョウ類群集の特徴をトランセクト調査(2019, 2020年)によって明らかにした。その結果、レッドリスト掲載種であるキマダラルリツバメなどの森林性種12種を含む45種1,023個体を確認し、落葉広葉樹林の存在がチョウ類の種多様性を高めていることを示した。しかし、里地里山の落葉広葉樹林から常緑広葉樹林への遷移の進行による低木層や林床の草本植物の多様性の低下によって一部の森林性種が衰退していることから、植生遷移を抑制するような落葉広葉樹林の管理を行う必要があることを指摘した。

第4章では、都市化により衰退するチョウ類の特徴として、前3章で指摘した植生環境嗜好性と地理的分布型に加えて、先行研究と前3章の解析結果から幼虫の寄主植物、

成虫の餌資源，移動性，化性の要素が関わると推定し，各要素について水準を設定して都市化との関係についての評価を行った．本研究と先行研究の調査地 10 カ所を対象として，各要素を説明変数とした数量化 2 類による生息種予測を行い，これら 6 要素がすべて都市内緑地または都市化が進行する地域のチョウ相の形成に強く関連していることを示した．そこで，各要素に得点を与えることによりチョウ種ごとの都市化との関係を評価する都市化非耐性指数を考案し，この指数の高い種ほど都市に生息できる可能性が低下することを示す尺度とした．他地域における先行研究 22 例のチョウ類群集にこの指数を適用したところ，指数が高い種の割合は里地里山地域の群集でもっとも高く，二次林を含む都市内緑地，里地里山地域に造成された住宅地，二次林を含まない都市内緑地の順となり，都市化の進行にともなうチョウ相の変化を反映することが確認でき，本研究で考案した都市化非耐性指数の有効性を示した．

本研究では，都市化の進行に伴う里地里山の縮小とともに，日華区系の森林性種の中で 1 化性かつ移動性の低い種が衰退し，チョウ類の多様性が低下していることを明らかにした．一方，落葉広葉樹によって構成される二次林を含む都市内緑地には，森林性種が比較的多く生息しており，樹林の存在がチョウ類の多様性の維持に貢献していることを示した．さらに，考案した都市化非耐性指数がチョウ類の生息環境の評価を可能にすることを示し，都市緑地におけるチョウ類の多様性の回復には，多様な樹種の植栽と適切な管理によって，幼虫の寄主植物と成虫の餌資源を供給できる安定した植生の維持が必要であることを指摘した．

以上の研究成果は，昆虫学や生態学などの基礎分野に加えて，保全生態学などの緑地環境科学の発展に大きく寄与するものである．従って，本論文の審査ならびに最終試験の結果と併せて，博士（緑地環境科学）の学位を授与することを適当と認める．