

称号及び氏名	博士（農学）西中 康明
学位授与の日付	平成 18 年 3 月 3 1 日
論文名	「里山林のチョウ類の保全生態学的研究」
論文審査委員	主査 石井 実 副査 前中 久行 副査 上甫木 昭春

論文要旨

里山林は、長い間、農用林や薪炭林として維持されてきたが、1960 年代以降、その需要の低下にともない全国的に消失・縮小・分断化が進行し、残された里山林でも伝統的な森林利用の停止により植生遷移が進行している。そのような中で、里山林に生息する野生生物の衰退が顕著になり、チョウ類をはじめ、多くの動植物が国や地方自治体のレッドリストに掲載されるようになった。そのため、里山林とそこに生息する野生生物の保全は、日本における生物多様性を考えるうえで重要な課題となっている。本研究では、チョウ類を研究対象とし、大阪府能勢町に残された里山林「三草山ゼフィルスノ森」を主な調査地として、里山林に生息するチョウ類の保全に必要な要因を明らかにするための一連の野外調査を行った。

本研究ではまず、里山林に成立するチョウ類群集の特徴を明らかにし、里山林の植生管理がそれらに与える影響について調査した。次に、里山林を含む広義の里山を調査地として、植生のモザイクとチョウ類群集の構造との関係について、遷移系列に注目した解析を試みた。さらに、立地の異なる里山林を調査地として、里山林内外の植生構造とチョウ類の種多様性との関係について調査・解析を行った。

第 1 章 里山林のチョウ相の生態学的特徴

里山林のチョウ相の特徴を明らかにするために、調査地内にセンサスルートを設定し、トランセクト法を主体とする定性調査を実施した。その結果、1999 年からの 7 年間に、調査地から 8 科 68 種のチョウ類が確認された。分布型では、日本固有種を含む日華区系の種が 40 種と全体の約 6 割を占めたのに対して、旧北区と東洋区の種はそれぞれ 12、16 種であった。化性については、多化性の種が 48 種と多かったが、1 化性の種も 20 種含まれてい

た。寄主のタイプ別では、落葉広葉樹を寄主とする種が 16 種と多かった他、ササ類や森林性スミレ類に依存する種も、それぞれ 5、4 種みられた。成虫の餌タイプでは、樹液食の種が 11 種と多くみられた。

第 2 章 里山林の管理とチョウ類群集の変化

調査地の里山林では、1999 年から 2004 年の調査期間中、不定期な林床の下刈が実施された他、隣接する数ヶ所の里山林で部分的な皆伐が行われた。このような植生状態の変化がチョウ類群集の構造に及ぼす影響について明らかにするために、トランセクト調査の結果に基づき定量的な解析を行った。

調査期間中に調査地から 8 科 63 種 5814 個体のチョウ類が確認され、優占種はいずれの年もササ食者である 3 種のヒカゲチョウ類であった。ササ食者の個体数は、前年度の下刈面積の増加に伴い減少したが、森林性スミレ類を寄主植物とするヒョウモンチョウ類は、逆に下刈面積とともに増加した。しかし、この傾向は、隣接する里山林で皆伐が行われた後には不明瞭になった。また、チョウ類群集の種組成を含む構造は各年の間で類似性が高かった。

これらのことから、里山林の下刈や隣接林の皆伐は、ササ食者や森林性スミレ食者などの個体数の割合に影響を与えるものの、チョウ類群集の基本的な構造は大きく変化しないことが示された。

第 3 章 里山林の環境要因とチョウ類群集の構造

里山林における光条件や林床の状態などがチョウ類群集に及ぼす影響を明らかにするために、2003～2004 年に調査地内にこれらの環境要因の異なる 25m×25m のコドラートを 31 個設定して調査を行った。各コドラートでは、林冠開空率や林床のネザサの被度を計測し、チョウ類の種と個体数を記録した。そのうち 8 個のコドラートについては、冬期に落葉掻きを実施し、落葉層がチョウ類群集に及ぼす影響を評価した。

この調査では、合計 49 種のチョウ類が観察され、いずれの年もヒカゲチョウ類が上位を占めた。チョウ類の種多様度は林冠開空率と正の相関を示し、低茎草本食者、高茎草本食者、森林性スミレ食者および常緑広葉樹食者は林冠開空率が中程度（25～35%）、藤本食者およびササ食者は明るい（35%以上）コドラートで最も種数が多かった。個体数についても、森林性スミレ食者は林間開空率が中程度のコドラートで、低茎草本食者、高茎草本食者、藤本食者では明るいコドラートで最も多かった。これに対して、ササ食者は林冠開空率の低い（25%以下）コドラートで多い傾向がみられ、特にクロヒカゲについては 15%未満の暗いコドラートで個体数のピークを示した。

林床のネザサ群落については、林冠開空率が中程度の場所では、被度が中程度（50～75%）のコドラートにおいてチョウ類の種数や個体数、とくに藤本食者とササ食者の個体数が多いことが示された。一方、林冠開空率が高い場所では、ネザサの被度が中程度のコドラ

トで低茎草本および藤本食者の個体数が多く、ネザサの被度の高い（75%以上）コドラートにおいてササ食者の個体数が多かった。

落葉層については、林冠開空率が中程度以下のコドラートでは除去によるチョウ類の種多様性の増加は認められなかったが、林冠開空率の高いコドラートでは、除去区のチョウ類の種数と個体数、とくにササ食者の個体数が多かった。

これらのことから、里山林におけるチョウ類の局所的な分布は、林冠開空率やネザサの被度、落葉層の状態など、林内の環境要因の影響を受けることが明らかになった。これは、里山林における木本の伐採や下刈、落葉掻きなどの管理が、チョウ類の群集構造に影響を与えることを示している。

第4章 広義の里山のチョウ類群集の構造

里山林と農地、集落などを含む「広義の里山」を構成するさまざまな遷移系列の植生のモザイクがチョウ類の群集構造に及ぼす影響を評価するために、2004年に調査地とその山麓の農村地域においてトランセクト調査を実施した。また、寄主植物の出現する遷移段階に基づいてチョウ類各種の遷移ランクを決定し、それに基づく群集構造の解析を試みた。

調査の結果、チョウ類の種数と密度は、農村地域より里山林の方が大きいことがわかった。里山林では1化性の種が多く、特にイネ科草本や森林性スミレ類、落葉性カシ類を寄主とする種の密度が高かった。しかし、これらのチョウ類の密度は里山林内の景観要素により異なり、森林性スミレ食者は林間草地、イネ科草本食者は林縁、落葉性カシ類食者は中木林で高かった。遷移ランクを用いて解析を行ったところ、里山林では、農村地域と比べて若齢林から落葉広葉樹林でみられる寄主植物に依存する種が多いことがわかった。しかし、景観要素別にみると、谷津田（農村）や林間草地（里山林）では、ともに高茎草原から若齢林に出現する植物に依存する種が多いなど、農村と里山林の両景観に共通性が認められた。以上のことから、里山林のチョウ類の保全には、若齢林から落葉広葉樹林の遷移段階の植生を維持する他、高茎草本の群落などがある周囲の農村の存在も重要であることが明らかになった。

第5章 里山林内外の植生構造とチョウ類群集の種多様性

里山林内外の植生構造がチョウ類群集の種多様性に与える影響を評価するため、三草山を中心とした半径60kmの範囲内にある10ヶ所の里山林を選定し、2005年にチョウ類のトランセクト調査を行った。各調査地においては、ササ群落の定量調査も実施した。

この調査では、全調査地から合計55種のチョウ類が確認されたが、種数、密度とも調査地ごとに大きく異なった。この調査により、本研究の調査地である三草山では、ヒカゲチョウ類の密度がとくに高いことが明らかになった。そこで、センサスルート周辺のササ類群落とササ食者の種数や密度との関係を解析したところ、密生して丈の低いササ群落の被度がこれらのチョウ類の密度に強く影響していることが示された。また、オープンランド

区間のルート長は、落葉広葉樹林性の植物に依存する遷移ランクの種の種数との間に負の相関が認められたが、群集全体の種多様度への影響は小さかった。一方、より広域の植生構造をみると、常緑広葉樹林や針葉樹植林地の面積は、チョウ類の種多様度と負の相関を示した。主に落葉広葉樹林に依存するチョウ類の種数は、落葉広葉樹林の割合との間に正の相関、市街化地域の割合との間には負の相関を示した。また、森林性スミレ食者のヒョウモンチョウ類は、水田雑草群落の占める割合の増加に伴う種数、密度の増加が認められた。

これらの結果は、里山林における伝統的な森林管理によって維持されてきた景観の存在が、チョウ類群集の種多様性の維持に貢献してきた可能性を示している。

以上のような本研究の結果から、里山林では若齢林から落葉広葉樹林に依存するチョウ類が特徴的であり、また、日本や東アジアに固有のものも多く、これらの種を中心に保全すべきであることが示された。三草山の調査地では、林床の下刈や周囲における皆伐はチョウ類群集の種構成に大きな影響を及ぼさず、基本的な群集構造の安定性が明らかになった。一方、チョウ類の各々の種は林冠開空率やネザサの被度、植生の遷移状態などに反応し、密度を変化させることが示された。また、水田雑草群落など里山林周辺の植生もチョウ類の種多様性に影響を及ぼすことが明らかになった。したがって、里山林のチョウ類の保全には、林内の植生管理に加え、農村地域など周辺の植生についても考慮する必要がある。実際の植生管理においては、チョウ類群集への影響をモニタリングにより評価し、その結果を管理方法に反映させるような順応的管理を行う必要がある。その際、寄主植物の遷移段階に注目したチョウ類群集の解析は、遷移途中相の植生のモザイクである里山林の管理方針を検討するのに有効であると考えられる。

審査結果の要旨

近年の土地利用の変化により、里山林は全国的に消失・分断化が進み、残されたものも管理の放棄による植生遷移が進行している。里山林ではチョウ類を含む多くの野生生物の衰退が著しく、里山林の保全は生物多様性維持のうえで重要な課題となっている。本研究では、大阪府北部の三草山の里山林を主要な調査地として、里山林に生息するチョウ類の保全に必要な要因を明らかにするための一連の野外調査を行った。

まず、里山林のチョウ相の特徴を明らかにするために、調査地においてトランセクト法を主体とした調査を行った。その結果、7年間の調査で8科68種のチョウ類が確認された。その中には大阪府の絶滅危惧種が11種含まれ、日華区系の種が40種、1化性の種も20種と豊富なことが明らかになった。また、幼虫の寄主植物として落葉広葉樹やササ類、森林性スミレ類に依存する種、成虫の食物として樹液に依存する種が多いことも特徴的であった。

次に、調査地内および隣接林の植生状態の変化とチョウ類の群集構造との関係について、定量的なデータに基づき解析した。その結果、調査地ではいずれの年もササ食者である 3 種のヒカゲチョウ類が優占していたが、ササ食者の個体数の割合は前年度の下刈面積の増加ともなって減少し、森林性スミレ食者は逆に増加した。しかし、この傾向は、隣接林での皆伐後には不明瞭になった。一方、チョウ類群集の構造は各年の間で類似性が高かった。これらのことから、里山林の植生管理は林床植物に依存するチョウ類の個体数の割合に影響するものの、群集の基本的な構造には大きな影響を与えないことが示された。

また、里山林内の局所的な環境要因とチョウ類の群集構造との関係を解析するために、コドラー法による調査を行った。その結果、チョウ類の種数は林冠開空率に対応して変化し、特に明るいコドラーで多かったが、暗いコドラーで個体数が多くなる種も認められた。明るいコドラーでは、林床のネザサの被度や落葉層の除去による種多様度への影響も認められた。これらのことから、里山林内のチョウ類の局所的な分布は、間伐や下刈、落葉掻きなどの植生管理の影響を受けることが示された。

さらに、広義の里山を構成するさまざまな遷移系列の植生のモザイクとチョウ類の群集構造との関係を評価するために、調査地および隣接する農村地域においてトランセクト調査を実施した。その結果、チョウ類の種数と密度は農村より里山林で大きく、1 化性の種も同様の傾向を示した。寄主植物の出現する遷移段階に基づく指数により解析した結果、里山林では落葉広葉樹林の植生に依存する種の豊富さが特徴的であったが、農村地域の谷津田と里山林の林間草地には高茎草原～若齢林の遷移段階の植生に依存する種が多いなどの共通性も認められた。これらのことから、里山林のチョウ類の保全には、林内の植生のモザイク創出に加え、周囲の農村地域の植生の維持も重要であることが示された。

最後に、里山林内外の植生構造がチョウ類群集の種多様性に与える影響を評価するために、三草山から半径 60km の範囲にある 10 ヶ所の里山林においてトランセクト調査を行った。調査ルート沿いの植生構造とチョウ類との関係について解析したと結果、ササ食者の密度は丈の低いササ群落の被度と強い正の相関を示した。また、オープンランド区間の長さや落葉広葉樹林性のチョウ類の種数との間には負の相関が認められた。しかし、これらの要因がチョウ類の種多様性に与える影響は小さく、むしろ広域（半径 2.5km 以内）の植生構造の影響のほうが大きかった。すなわち、落葉広葉樹林性チョウ類の種数は落葉広葉樹林の面積の割合との間に、森林性スミレ食者の種数や密度は水田草地の占める面積の割合との間に、それぞれ正の相関を示した。

以上のように、本研究では、里山林のチョウ類群集が高茎草原から落葉広葉樹林の遷移段階の植生に依存する種を主体に構成され、1 化性の種や日本および東アジアに固有の種など、わが国の生物多様性保全にとって重要な種を多く温存していることを明らかにした。また、里山林のチョウ類の保全には、林内における多様な状態の植生の維持に加え、農村地域など周辺の植生の保全も考慮すべきであることを示した。里山林のチョウ類群集を維持するための植生管理においては、モニタリングに基づく順応的管理が必要であるが、本

研究では、寄主植物の遷移段階に基づくチョウ類群集の解析が、遷移途中相の植生のモザイクである里山林の将来にわたる管理方法の検討に有効であることを示した。これらは昆虫学や生態学などの基礎分野ばかりでなく、生物多様性保全に関わる応用分野にも寄与するところが大きい。よって最終試験の結果とあわせて、博士（農学）の学位を授与することを適当と認める。