

学位論文題名

# Ecological studies on drosophilid flies and their parasitoids

(ショウジョウバエとその捕食寄生者に関する生態学的研究)

## 学位論文内容の要旨

生物多様性の保全是環境科学の主要な課題の一つであるが、そのためには自然界において多様性がどのように創出され、維持されているかについての理解は欠かせない。本学位論文は、ショウジョウバエとその寄生蜂を対象とし、多様性維持機構を探るものである。

ショウジョウバエ科昆虫は、現在、全世界から約3900種、日本からは約300種が知られ、生活様式も多様であり、その多様性創出・維持機構については多くの研究がなされてきた。また、食物選好性など生態が似た種が同所的に生息することも多く、こうした種の共存機構については特に注目を集めてきた。ショウジョウバエのように短命で、パッチ状に分布する資源を利用する種の共存には、棲み分けや食い分けなど資源分割の他に、集中分布機構が重要な役割を果たしていると考えられている。また、天敵も個体群の調節を通し、共存になんらかの影響を及ぼしていると考えられるが、ショウジョウバエの天敵については寄生蜂が重要であることが知られているものの、その生態についての情報は極めて少ない。また、寄主と捕食寄生者がどのように共存しているかも、多様性を考える上で重要な問題である。本学位論文では、まずショウジョウバエの共存機構について、特に集中分布機構に注目して、検討する。さらに、果物食ショウジョウバエについて、その主な天敵である寄生蜂の種構成、分布、生態を明らかにするとともに、ショウジョウバエ-寄生蜂系の安定性がどのように維持されているかについても検討する。

第1章では、多種共存における棲み分け・食い分けの重要性を明らかにするため、ショウジョウバエの生息場所と食物選好性を東京近郊で調べた。その結果、主に人家環境に生息する種、主に森林環境に生息する種、どちらの環境にも生息する種が認められた。食物選好性は人家環境に生息する種ではかなり似ていたが、森林環境に生息する種では分化しており、果実・花を好むもの、草本類の腐った葉を好むもの、キノコを好むものなどに分かれた。こうしたニッチの相違が、まず彼らの共存を可能にしていると考えられた。

第2章では、集中分布機構の重要性を明らかにするため、サクラの実で繁殖するショウジョウバエを対象に、集中分布するかどうか、集中分布するならば、それが共存を促進するかどうかについて検討した。果実など短命でパッチ状に分布する資源で繁殖する生物では、各種が独立に集中分布するならば共存できる。競争に弱い種は競争に強い種に利用されていないパッチを利用することにより生き残ることができるからである。もっとも、集中分布していれば常に共存できる訳ではなく、どのような機構で集中分布しているかが重要である。ショウジョウバエの場合、資源上で競争関係にあると考えられる幼虫の集中分布は、1) 産卵メスが集中分布する、2) 産卵メスはランダムに分布するもの

の一度に複数個の卵を産む、という二つの機構により生じる。理論的研究により、前者は共存を促進するが、後者はしないとされている。これまでの多くの研究により、ショウジョウバエの幼虫は集中分布することが示され、集中分布機構が共存を促進しているとされてきた。しかし、これらの研究では、集中分布がどのように生じたかについては調べられていない。本研究の結果、*Drosophila suzukii* の幼虫はランダム分布すること、一方、*D. rufa* と *D. lutescens* の幼虫は集中分布することが明らかになった。しかし、*D. rufa* と *D. lutescens* の幼虫の集中分布は産卵メスが一度に複数の卵を産むため生じていることが、産卵実験およびシミュレーションにより、示された。従って、これら2種の共存には集中分布機構は重要な役割を果たしていないと結論された。なお、*D. suzukii* の幼虫のランダム分布は、産卵メスがランダム分布し、各メスが多くの場合一度に1個の卵しか産まないことに起因していた。

上記研究では、*D. rufa* と *D. lutescens* の幼虫の集中分布は産卵メスが一度に複数の卵を産むためであることが示されたが、産卵メスの分布様式については直接確かめては無い。そこで、第3章ではメス個体が集中分布するかどうかについてバナナを使った野外調査により調べた。その結果、メス個体は弱いながらも集中分布していた。従って、これらショウジョウバエの共存には弱いながらも集中分布機構が働いている可能性がある。また本章では、パッチサイズに対する選好性が種により異なるか否かについても調べた。その結果、人党性種と野生種ではパッチサイズに対する選好性に違いが認められた。こうしたことも彼らの共存に寄与していると考えられた。

以上の結果から、ショウジョウバエの共存は、主に棲み分けや食べ分けなどによる資源分割により促進され、集中分布機構の役割はまったくない訳ではないが、かなり小さいものと結論された。この結果は、ショウジョウバエの多種共存機構についてのこれまでの議論に一石を投じるものである。

第4章では、札幌、仙台、東京、鹿児島、奄美大島、沖縄、西表島において、果物食ショウジョウバエの幼虫期に産卵する寄生蜂相を調べた。その結果、4科6属15種が確認された。主な属は、*Asobara* (6種)、*Leptopilina* (3種)、*Ganaspis* (3種)であった。優占種は *Asobara japonica* で、札幌から西表島まで分布しており、日本本島の個体群は単為生殖をし、南西諸島の個体群は有性生殖をすることが明らかになった。他の種の分布はそれほど広くなく、主に北日本に分布するもの、南日本から東北まで分布するもの、南西諸島に分布するものに分かれた。また、主に日本本島に分布する寄生蜂の寄主選択性は弱かったが、南西諸島に分布する寄生蜂は比較的強い寄主選択性を示した。

第5章では、ショウジョウバエー寄生蜂系の安定性を探るため、東京近郊において、寄生蜂の空間的および季節的变化を調べた。その結果、*Ganaspis xanthopoda* は主に森林に、*A. japonica* は人家周辺の林に、*Leptopilina* sp. は高地に多く、寄生率は70%近くになることもあった。一方、主な寄主である *Drosophila lutescens* はどの環境にも広く見られた。このように、寄生蜂の分布は寄主の分布に比べかなり不均一で、このことがショウジョウバエー寄生蜂系の安定性に寄与していると考えられた。また、ショウジョウバエは3月下旬から繁殖を開始するにも関わらず、寄生蜂の繁殖開始は5月上旬とかなり遅れる。ショウジョウバエが寄生を受けない時期があることも、ショウジョウバエー寄生蜂系の安定性に寄与している可能性がある。

本研究により、日本におけるショウジョウバエの寄生蜂の種構成、分布、生態の一端が明らかになるとともに、ショウジョウバエー寄生蜂系の安定性に寄与する要因も推定された。これらの研究は、寄主-捕食寄生者系の安定性維持機構、寄生蜂がショウジョウバエの個体群動態、多種共存に果たす役割についての研究の基礎となるものである。

# 学位論文審査の要旨

主 査 教 授 木 村 正 人

副 査 教 授 戸 田 正 憲

副 査 准教授 鈴 木 仁

副 査 教 授 片 倉 晴 雄 (大学院理学研究院)

学 位 論 文 題 名

## Ecological studies on drosophilid flies and their parasitoids

(ショウジョウバエとその捕食寄生者に関する生態学的研究)

生物多様性がどのように維持されているかは生態学の中心課題の一つであるとともに、生態系の保全においても重要な情報である。申請者は、本学位論文において、ショウジョウバエとその寄生蜂を対象とし、多様性維持機構を探った。ショウジョウバエ科昆虫は、現在、全世界から約3900種、日本からは約300種が知られ、生活様式も多様であり、多様性維持機構の研究には極めて有用な材料である。

申請者は、まず多種共存における棲み分け・食い分けの重要性を明らかにするため、ショウジョウバエの生息場所と食物選好性を調べた。その結果、主に人家環境に生息する種、主に森林環境に生息する種、どちらの環境にも生息する種を認めるとともに、種により果実・花を好むもの、草本類の腐った葉を好むもの、キノコを好むものなどに分かれることを示し、こうしたニッチの相違がまず彼らの共存を可能にしていると結論した。

次に、集中分布モデルについて検討した。集中分布モデルとは、ショウジョウバエのように、果実など短命でパッチ状に分布する資源を利用する生物では、各種が独立に集中分布するならば共存できる、とするものである。もっとも、集中分布していれば常に共存できる訳ではなく、どのような機構で集中分布しているかが重要である。ショウジョウバエの場合、資源上で競争関係にあると考えられる幼虫の集中分布は、1)産卵メスが集中分布する、2)産卵メスはランダムに分布するものの一度に複数個の卵を産む、という二つの機構により生じうる。理論的研究により、前者は共存を促進するが、後者は必ずしも促進する訳ではないとされている。今回、サクラの実で繁殖するショウジョウバエについて調査を行い、*Drosophila rufa* と *D. lutescens* の幼虫の集中分布は産卵メスが一度に複数の卵を産むことにより生じていることを明らかにした。このことより、これら2種の共存には集中分布機構は重要な役割を果たしていないと結論した。一方、バナナを用いた野外調査において、種によっては、メス個体が弱いながらも集中分布することを観察し、これらの種の共存においては、集中分布機構が弱いながらも働いている可能性があることを示した。

以上の結果から、申請者は、ショウジョウバエの共存は主に棲み分けや食い分けなどによる資源分

割により促進され、集中分布機構はまったく働いていない訳ではないが、その寄与はかなり小さいものと結論した。これらの結果は、ショウジョウバエの多種共存機構についての理解を大きく深めるものである。

次に、申請者は、ショウジョウバエとその寄生蜂がどのように共存しているかを明らかにすることを目的に研究を行った。寄生蜂はショウジョウバエの主要な天敵であることが知られているものの、その生態についての情報は極めて少ない。そこで、申請者は日本における果実食ショウジョウバエの寄生蜂相を明らかにするため、札幌から西表島に至る日本各地において調査を行った。その結果、4科6属15種の寄生蜂を確認した。主な属は、*Asobara* (6種)、*Leptopilina* (3種)、*Ganaspis* (3種)であること、優占種は*Asobara japonica*で札幌から西表島まで分布することを明らかにした。また、日本本島に分布する寄生蜂の寄主選択性は弱い、南西諸島に分布する寄生蜂の寄主選択性は比較的強いことを明らかにした。

続いて、申請者は、ショウジョウバエー寄生蜂系の安定性を探るため、東京近郊において、寄生蜂の空間的および季節的変化を調べた。その結果、*Ganaspis xanthopoda*は主に森林に、*A. japonica*は人家周辺の林に、*Leptopilina* sp.は高地に多く、寄生率は70%近くになることもあった。一方、主な寄主である*Drosophila lutescens*はどの環境にも広く見られた。このように、寄生蜂の分布は寄主の分布に比べかなり不均一であり、このことがショウジョウバエー寄生蜂系の安定性に寄与していると結論した。また、ショウジョウバエと寄生蜂の出現時期に差があることを見出し、このこともこの系の安定性に寄与していると結論した。これらの研究は、寄主-捕食寄生者系の安定性維持機構、さらには寄生蜂がショウジョウバエの個体群動態・多種共存に果たす役割についての理解を大きく深めるものである。

以上のとおり、本研究はショウジョウバエとその寄生蜂の多様性維持機構について新知見を得たものであり、生態学・環境科学の発展に貢献するところ大なるものである。

よって、申請者は博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。