

学 位 論 文 題 名

Top-down effects of parasitoids on
mycophagous drosophilid community

(キノコ食ショウジョウバエ群集に対する寄生蜂のトップダウン効果)

学位論文内容の要旨

キノコ、落下果実、糞など比較的短い時間しか利用できず、パッチ状に分布する資源を生息場所、繁殖場所に利用する昆虫群集は、しばしば非常に高い種多様性を示すことが知られている。これらの昆虫群集では、個々のパッチでは時に、激しい種内・種間競争が生じることが知られており、多種共存を維持する機構として、捕食者・寄生者によるトップダウン効果が種間の競争を緩和し共存を促進させることが挙げられる。また、競争種の空間的集中分布や資源分割などがこれらの昆虫群集の多種共存に寄与していると考えられている。本研究では、寄生蜂がキノコ食ショウジョウバエ類の共存にどのような影響を与えているかを調べるために、この3栄養段階システム（キノコ・ショウジョウバエ・寄生蜂群集）の年次変動を考慮に入れて、共存を促進する効果である“disproportionate parasitism”と共存を阻害する効果である“apparent competition”を同時に評価した。“disproportionate parasitism”とは、優占する宿種の個体群密度を下げることで、宿種間の競争を緩和し、共存を促進する間接効果であり、“apparent competition”とは、優占する宿種が寄生者を増加させることを通して、優占種と寄生者を共有している非優占種の宿種を群集から排除し、多種共存を阻害する間接効果である。なお、ショウジョウバエ類の寄生蜂とその効果については、欧米でかなりの知見が蓄積されているものの、日本を含むアジア地域においては、これまで全く研究されることがなかった。

調査は、北海道大学苫小牧研究林において、2000年から2003年の4年間、6月から10月まで決まったコース上に発生したキノコの種類、発生量などを記録し、そのキノコ上のショウジョウバエ及び寄生蜂を採集するというセンサスをほぼ毎日行った。また、朽ちたキノコは実験室に持ち帰ってショウジョウバエと寄生蜂を飼育した。その結果、5種の寄生蜂（コマユバチ科4種、ツヤヤドリタマバチ科1種）が見つかり、寄生は、7月初旬から8月初旬に集中して起こることがわかった。また、キノコの出現パターンのクラスター分析結果から、各年は、5つの季節に分けられ、各季節ごとにキノコ・ショウジョウバエ・寄生蜂の三者間の量的食物網を作成した。得られた量的食物網の構造を Mantel test によって比較したところ、2000年と他の年の群集構造は、統計的に有為に異なっていることがわかった。これは、2000年に発生したキノコが他の年と異なり、優占するショウジョウバエと寄生蜂

の種類が変化したためである。また、Rott & Godfray (2000)や Lewis *et al.* (2002)が用いた量的な Parasitoid overlap diagram を改良して、ある年に受けた寄生は、前年の他のショウジョウバエ種から発生した寄生蜂によるものか、同じショウジョウバエ種からの寄生蜂によるものを区別し、それぞれの大きさを、寄生率で表すことにより、“disproportionate parasitism”と“apparent competition”の効果を同時に評価できるようにした。その結果、群集構造の変化があっても、優占するショウジョウバエに対する self-loop 効果（前年に同じ宿主種のショウジョウバエから発生した寄生蜂による寄生）によって、優占種の寄生率が非常に高くなり、“disproportionate parasitism”は、安定的にキノコ食ショウジョウバエ類の共存に寄与することが示唆された。また、年次間の群集組成の変化（特に優占寄生蜂種の交代）のために、“apparent competition”による共存を阻害する効果は、非優占種のショウジョウバエには、持続的に働かず、軽減されることがわかった。以上の結果から、寄生蜂のトップダウン効果は、餌資源が変動するために、年によってショウジョウバエ群集の構造が変化するにもかかわらず、この2つの過程により、安定的に共存を促進している可能性が示唆された。

本研究は、様々な共存機構が提唱されているシステムを用いて、今まで詳細な研究がなされていなかった群集レベルでの寄生者の効果を評価するとともに、宿主の利用する資源の変動が寄生者のトップダウン効果に与える間接的な影響も明らかにした。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 戸 田 正 憲
副 査 教 授 木 村 正 人
副 査 教 授 日 浦 勉

学 位 論 文 題 名

Top-down effects of parasitoids on mycophagous drosophilid community

(キノコ食ショウジョウバエ群集に対する寄生蜂のトップダウン効果)

キノコ、落下果実、糞など比較的短期間しか利用できず、パッチ状に分布する資源を生息場所、繁殖場所に利用する昆虫群集は、非常に高い種多様性を示すことが知られている。これらの昆虫群集では、個々のパッチでは、激しい種内・種間競争が生じることが知られており、多種共存を維持する機構として、捕食者・寄生者によるトップダウン効果が種間の競争を緩和し共存を促進させることが挙げられる。申請論文は、寄生蜂がキノコ食ショウジョウバエ類の共存にどのような影響を与えているかを調べるために、この三栄養段階システム（キノコ・ショウジョウバエ・寄生蜂群集）の年次変動を考慮に入れて、共存を促進する効果である“disproportionate parasitism”と共存を阻害する効果である“apparent competition”を同時に評価することを目的としている。前者は、優占する宿主の個体群密度を下げることで、宿主間の競争を緩和し、共存を促進する間接効果であり、後者は、優占する宿主が寄生者を増加させることを通して、優占種と寄生者を共有している非優占種の宿主を群集から排除し、多種共存を阻害する間接効果である。

成果として、まず、日本を含むアジア地域では、全く知見のなかったショウジョウバエ類の寄生蜂のファウナ、宿主範囲、寄生率を明らかにした点が挙げられる。また、キノコ・ショウジョウバエ・寄生蜂の三者間の量的食物網を各調査年（2000年から2003年までの4年間）の季節ごとに作製し、Mantel testを用いて、得られた量的食物網の構造を比較した結果、2000年の量的食物網の構造は、他の3年のものと比べて全く異なっており、2000年とその他の年とは、三栄養段階群集構造が大きく異なっていることを明らかにした。量的食物網は、潜葉性昆虫とその寄生蜂群集でも報告されているが、本研究のように長期間の群集構造の変化を示したものは無く、クラスター分析による季節分けや Mantel testによって食物網構造の違いを統計的に示すなどこれまでの先行研究では、行われなかった独自の解析方法が用いられている。また、Rott & Godfray (2000)や Lewis *et al.* (2002)が用いた量的な Parasitoid overlap diagram を改良して、ある年に受けた寄生は、前年の他のショウジョウバエ種から発生した寄生蜂によるもの

か、同じショウジョウバエ種からの寄生蜂によるものを区別し、それぞれの大きさを、寄生率で表すことにより、“disproportionate parasitism”と“apparent competition”の効果を同時に評価できる新しい方法を考案した。それにより、群集構造の変化があっても、優占するショウジョウバエに対する self-loop 効果（前年に同じ宿主種のショウジョウバエから発生した寄生蜂による寄生）によって、優占種の寄生率が非常に高くなり、“disproportionate parasitism”は、安定的にキノコ食ショウジョウバエ類の共存に寄与すること、また、年次間の群集組成の変化（特に優占寄生蜂種の交代）のために、“apparent competition”による共存を阻害する効果は、非優占種のショウジョウバエには、持続的に働かず、軽減されることを明らかにした。以上の結果から、寄生蜂のトップダウン効果は、餌(キノコ)資源の変動に起因するショウジョウバエ・寄生蜂群集の年次変化を介して、この 2 つの過程により、安定的にショウジョウバエ群集における多種共存を促進している可能性を示唆している。本研究は、様々な共存機構が提唱されているシステムを用いて、今まで詳細な研究がなされていなかった群集レベルでの寄生者の効果を評価するとともに、宿主の利用する資源の変動が寄生者のトップダウン効果に与える間接的な影響も明らかにした点で、非常に高く評価できる。また、“apparent competition”に関する過去の研究は、群集構造の変化を考慮せずに評価していたため、この効果を過大に評価してきた可能性がある。本研究は、長期間の膨大なデータを利用し、三栄養段階システムの変動性を考慮に入れて、“apparent competition”について新たな視点を提供したことは、特に大きな意義があると思われる。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院課程における研鑽や取得単位なども併せ、申請者が博士（地球環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判断する。