

学 位 論 文 題 名

Biotic interactions controlling regenerative
success and spatial patterns of plants
in cool-temperate mixed forests

（冷温帯混交林における植物の更新と空間パターンに作用する生物間相互作用）

学位論文内容の要旨

種子の生存・散布様式や実生の定着に及ぼす生物間相互作用の影響を冷温帯林において調べ、捕食者の環境選好性によって生じる空間的に不均一な捕食圧や同種繁殖個体の存在が、植物の分布パターンや更新に大きな作用を及ぼしている可能性を示唆した。

1. 多年生草本植物ザゼンソウにおける齧歯類による種子の散布と捕食

(1) 林床草本植物ザゼンソウの個体群動態に及ぼす齧歯類の影響を明らかにするため、種子生産数、実生定着数、及び種子の散布・捕食率を隣接する3つの林床植生タイプ（ザゼンソウ群落・ササ群落・ハイイヌツゲ群落）において調べた。

(2) ザゼンソウ開花個体のうち約11%が結実に成功した。しかし、結実した複果のほとんどが齧歯類による食害を受けていた。生産種子数と実生本数から推定した種子の散布から実生定着までの生存率は約18%であった。

(3) ザゼンソウ群落内の林床上に置かれた種子は、エゾアカネズミによってすべて持ち去られた。多くの種子がその場で食べられたが、約15%の種子が分散貯蔵され、その散布距離は平均約9.6 mであった。

(4) このような種子散布パターンを反映して、ザゼンソウ群落内における実生は開花個体の周りに集中することなく、ほぼランダムに分布していた。

(5) この調査地域には、エゾアカネズミの他にヒメネズミとエゾヤチネズミも多く分布していたが、エゾヤチネズミはハイイヌツゲ群落でもっとも密度が高く、反対にエゾアカネズミはザゼンソウ群落でもっとも密度が高かった。

(6) これら3種の齧歯類の環境選好性に応じて、種子の散布パターンも大きく異なり、エゾヤチネズミの密度の高いハイイヌツゲ群落とササ群落では種子の散布率が低く、かつ捕食率が高かった。一方、エゾアカネズミが優占するザゼンソウ群落では種子散布率がもっとも高く、捕食率がもっとも低かった。

(7) これらの結果から、ザゼンソウの実生の定着には、齧歯類の種構成や空間分布が大きな影響を与えているものと考えられた。

2. ササが樹木の更新に及ぼす影響 ―庇陰効果と種子捕食者誘引効果―

(1) 極東アジアの林床に特異的に分布しているササ類が落葉広葉樹の更新にどのような影響を及ぼしているのかを、庇陰効果と種子捕食者誘引効果を調べることによって評価した。対象樹種は、種子サイズの小さいものから順に風散布型樹木アカシデ・アオダモ・ヤマモミジの3種、及び動物散布型樹木コナラ・ミズナラの2種である。

(2) ササの植被率と林床上の光量子との間には負の相関が見られ、ササの被覆は林床上に届く光を著しく減少させていた。

(3) 種子サイズの小さい風散布型樹木の中では、もっとも種子サイズの小さいアカシデの実生・稚樹がササの植被率と負の相関を示し、ササを欠く林床に集中して分布する傾向が見られた。一方、比較的種子サイズの大きなアオダモ・ヤマモミジの2種は、実生・稚樹ともササの植被率と強い相関は示さず、調査区内にはほぼランダムに分布していた。

(4) 以上のように風散布型樹木については、種子サイズあるいは耐陰性の違いによってササによる庇陰効果が異なり、ササは種子サイズの小さい・耐陰性の低い樹種の実生・定着に特に大きな影響を及ぼしているものと考えられた。

(5) 風散布型樹木に対して、種子サイズの非常に大きなコナラ・ミズナラの実生・稚樹はそれぞれの種子サイズ・耐陰性とは関係なくササを欠く林床に集中的に分布していた。

(6) ナラ類の堅果は、非常に多量の栄養分を種子内の子葉に蓄えており、実生の定着は光に強く依存されないものと考えられる。そこで、庇陰効果以外の要因として種子に対する捕食効果を取り上げ、ササの被植の有無による種子捕植率の違いを検討した。

(7) ササの密度の高い所では林床に置かれた堅果が素早く消失したが、ササの密度の低い所では堅果の消失率は低く、多くの堅果が残っていた。

(8) ライブトラップを用いた捕獲調査の結果、ササの植被率の増加に伴って小型齧歯類の密度が増加する傾向が見られた。

(9) 金網を用いて種子捕食効果を排除した場合、ササの密な林床と疎な林床で堅果の発芽率・実生出現率・実生生存率の間に有意な差は見られなかった。

(10) 以上のように、ササは林床上の光エネルギーを減少させ、樹木の実生を庇陰するだけでなく、種子捕食者である齧歯類に好適な生育環境を提供することで、種子サイズの大きな動物散布型樹木の実生の定着・更新に大きな影響を及ぼしているものと考えられた。

3. 冷温帯林極相樹種ヤマモミジとミズナラにおける種子散布から稚樹の定着までに生じる空間分布の変化 ―同種成木個体の影響について―

(1) 実生・稚樹の空間分布パターンを同種成木個体と光の分布パターンに着目して解析した。

(2) 同種成木個体の効果を評価するため、ある同種成木個体から実生・稚樹までの距離とその成木個体のサイズ（胸高直径）を関数にした指数（Neighborhood Index, NI）を用いた。

(3) ヤマモミジの種子・実生はNIと正の相関を示し、それらの多くが成木樹冠下に分布していた。ミズナラでは調査した年に種子を採集できなかったが、実生はある同種成木個体の樹冠下に集中して分布していた。

(4) しかし、生育段階の進行に伴って両種の稚樹はそれぞれのNIと負の相関を示し、同種成木個体から離れた所に分布していた。

(5) それらの稚樹の分布は、光による影響を強くは受けていなかった。

(6) ヤマモミジの実生の生存率は上層木のタイプによって異なり、同種成木樹冠下で死亡率が最も高かった。また、実生の生存には動物による葉の被食が強く関係していた。

(7) ミズナラの実生の生存率は、同種成木個体からの距離に依存しており、親木から離れた実生個体ほど死亡率が低かった。死亡要因は動物による葉の食害によるものが最も多かった。

(8) これらの結果から、同種成木個体の距離に依存した動物による捕食圧の存在が示唆された。

(9) 以上のように、ヤマモミジとミズナラの空間分布パターンや更新には、同種成木個体が間接的に大きな影響を与えているものと考えられた。

これらの結果をもとに、生物間相互作用が植物の繁殖成功や個体群動態に及ぼす影響を考察した。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 甲 山 隆 司
副 査 教 授 東 正 剛
副 査 教 授 石 城 謙 吉
副 査 助 教 授 福 田 弘 巳

学 位 論 文 題 名

Biotic interactions controlling regenerative success and spatial patterns of plants in cool-temperate mixed forests

(冷温帯混交林における植物の更新と空間パターンに作用する生物間相互作用)

近年、生物多様性の維持機構や森林植物の動態を解明する鍵として、動物と植物の相互作用系が注目されつつある。申請論文は、冷温帯林を構成している植物数種について、特に更新初期段階にある種子の生存・散布様式や実生の定着に及ぼす動物の影響を分析して、森林動態に関与する多様な生物間相互作用を機能的に解明することを目的としている。

植物の生存や空間分布の形成過程は、おもに光で代表される非生物的な要因によって説明されることが多いが、更新の初期過程においては、種子捕食者や植食性の動物も深く関与している。一方で、こうした動物の分布も植物がつくりだす空間的な構造に強く影響されている。本論文では、植生の構造に対応した動物の分布パターンを調べ、それによってもたらされる植物の空間的に不均一な更新パターンの形成を解明している。そして、森林の更新過程において、動物と植物の相互作用を通じて生じるフィードバック効果について考察している。

本論文は3章より構成されている。森林生態系の中で密度が高くかつ広い分布域をもつ齧歯類は、種子の生存や散布に大きな影響を与えている。第1章では、冷温帯林の湿性林床に分布する多年生草本ザゼンソウを例に、齧歯類による種子散布パターンの多様性と林床植生に対応した齧歯類の空間分布の変異性を明らかにし、ザゼンソウの個体群動態に及ぼす種子散布者の空間分布の重要性を指摘している。第2章では、極東アジアに特異的に分布しているササ類の森林樹木に対する更新阻害現象を、被陰効果と捕食者誘因効果の二点から解析しており、特に大型種子を生産する樹木については、ササを介して生じる齧歯類の高い捕食圧が、実生の定着を阻害する重要な要因であることを明らか

にしている。定着以降の実生の生存にも植食性の動物が強い影響を与えていると考えられるが、第3章では、同種成木个体がその実生・稚樹の生存に及ぼす更新阻害現象を、冷温帯林の極相種ヤマモミジとミズナラについて解析し、同種成木个体からの距離に依存した植食性昆虫による被食圧が、更新パターンの空間的不均一性を生じさせる重要な要因であることを指摘している。

以上のように、本論文は(1)植生の構造に応じた捕食者の分布パターンの多様性、(2)捕食者の環境選好性によって生じる空間的に不均一な捕食圧、そして(3)種子期と実生期における生物間相互作用の変化、といった諸点を明らかにしている。これら生物間相互作用が、植物の空間分布パターンや更新にバリエーションを生じさせることを指摘した点は、本論文の際だった成果である。森林の動態を、植物と動物の相互作用によって生じるフィードバック過程として把握した点は注目に値し、生態系科学への貢献は大きい。

審査員一同は、上記のように申請論文を評価する。また、申請者が大学院課程において意欲的に勉学・研究を進めるとともに、後進大学院生へ適切な助言をおこなってきたことから、今後、研究者として高い能力を発揮していくことと判断する。以上から、申請者が博士(環境科学)の学位に相当する、十分な資格を有するものと判定する。