

学 位 論 文 要 旨

氏 名 平田 令子

題 目

針葉樹人工林における森林性鳥類と野ネズミの種子散布様式と広葉樹の侵入に果たす役割
(Seed dispersal of frugivorous birds and wood mice and their roles in invasion of broad-leaved trees into a conifer plantation)

針葉樹人工林の生物種の多様性や水土保持機能の維持・回復にとって、針広混交林化は重要な手法の一つと考えられている。そこで、果実食性鳥類と森林性野ネズミによる種子散布が、針広混交林化、すなわち針葉樹人工林への広葉樹の侵入に与える影響を明らかにするために、2002年から2006年まで、鹿児島大学農学部附属高隈演習林第4林班内のスギ人工林とそれに隣接する常緑広葉樹林内において、(1)果実食性鳥類による被食型種子散布の状況、(2)調査地の鳥類相、および鳥類の糞内容物(採餌項目)、(3)森林性野ネズミによる貯食型種子の散布の状況、(4)人工林内の広葉樹の生育状況を調査した。その結果、隣接する広葉樹林からの果実の供給は少なく、散布範囲も限られていたのに対し、果実食性鳥類によって被食散布された種子は、種数・種子数とも有意に多く、スギ人工林内に広く散布されていた。プロットセンサスによりヒヨドリ、エナガ、ヤマガラが調査地に多数生息していたことが明らかになった。しかし、捕獲できたエナガの糞からは種子がまったく得られず、ヤマガラの糞からは破壊された種子の破片が得られた。マテバシイの母樹から人工林への堅果の供給は、林分の境界から最大で4mまでであったにもかかわらず、稚樹は人工林内に広く分布していた。調査地には多数のアカネズミが生息しており、そのうちの15個体の行動圏は広葉樹林と人工林の両林分にわたって広がっていた。これらのアカネズミにより人工林内へ最大34.5mの距離を磁石付きドングリが運搬され、人工林内に貯食されたドングリの一部は、翌年の春まで残されていた。人工林内には8種2238本の低木～高木種の風散布型の広葉樹の稚樹、14種2119本の低木～高木種の貯食散布型の広葉樹の稚樹、63種16296本の低木～高木種の被食散布型の広葉樹の稚樹(針葉樹のイヌガヤ36本を含む)が生育していた。貯食型散布と被食型散布の稚樹はいずれも人工林内に広範に分布した。広葉樹の稚樹は、人工林内では広葉樹林との境界から10m以内の範囲に最も多く出現し、それより離れると個体数の著しい変化は見られなかった。以上の結果より、ヒヨドリを主とする果実食性鳥類は、被食散布型の広葉樹の多数の種子を人工林内に広く散布し、多数の稚樹の発生を助長し、被食散布型の広葉樹の人工林の侵入に重要な役割を果たしていることが明らかとなった。また、貯食(重力)散布型の広葉樹ではアカネズミが、多数の種子を持ち込み、発芽に好適な場所に貯食することで、多数の稚樹の侵入と生育を可能にしていることが明らかとなった。

学 位 論 文 要 旨

氏 名	Ryoko Hirata
題 目	Seed dispersal of frugivorous birds and wood mice and their roles in invasion of broad-leaved trees into a conifer plantation (針葉樹人工林における森林性鳥類と野ネズミの種子散布様式と広葉樹の侵入に果たす役割)

For maintenance and recovery of biodiversity and functions to conserve soil and water of conifer plantations, the mixed forest management with coniferous and broad-leaved species is considered to be one of the effective forest operations. In order to evaluate the effects of seed dispersal by frugivorous birds and wood mice on invasion of broad-leaved trees into the plantations, we studied (1) seed dispersal pattern by frugivorous birds, (2) avifauna in study site and the contents of feces of birds (food item), (3) seed hoarding by wood mice, (4) the occurrences of seedlings of broad-leaved species in a plantation of Japanese cedar, *Cryptomeria japonica* D. Don, and in an evergreen broad-leaved forest close to the plantation at the Takakuma experimental forest of Kagoshima University from 2002 to 2006. The numbers of bird-dispersed seeds and their seed species deposited in the traps in the plantation were significantly larger than those derived from naturally fallen fruits. In the plantation, naturally fallen fruits were localized around the broad-leaved forest, while the bird-dispersed seeds were widely dispersed. Brown-eared bulbul *Hypsipetes amaurotis*, Long tailed tit *Aegithalos caudatus*, and Varied tit *Parus varius* were observed most frequently in the study site. The feces of Long tailed tit did not contain any seeds, and those of Varied tit contained injured seeds. Although the maximum distance of invasion of *P. edulis* acorns into the plantation by primary dispersal was 4.4m from the border, the seedlings of *P. edulis* occurred throughout the plantation. A large number of wood mice, *Apodemus speciosus*, were trapped in the study site, and the home ranges of 15 individuals extended over both stands. The magnet-attached acorns we placed under the mother trees in the broad-leaved forest were transported by these mice into the plantation. The maximum distance from the border to cache site in the plantation was 34.5m. Some acorns hoarded in the plantation were not recovered until the next spring. In the plantation, the total of 2238 seedlings of small and tall broad-leaved trees of 8 anemochorous species, 2119 seedlings of small and tall broad-leaved trees of 14 synzoochorous species, and 16296 seedlings of small and tall broad-leaved trees of 63 endozoochorous species (including 38 seedlings of conifer tree, *Cephalotaxus harringtonia*) occurred. Seedlings of both synzoochorous and endozoochorous tree species were widely distributed in the plantation. The numbers of seedlings of these species in the plantation were most within 10m of the border, and did not differ significantly in the area 20-70m from the border. From these results, we concluded that frugivorous birds, especially *H. amaurotis* contribute largely to the invasion and establishment of endozoochorous tree species in the plantation and that the wood mice, especially *A. speciosus* also contribute to the invasion and establishment of synzoochorous tree species in the plantation through their hoarding activity.

学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏名	平田 令子
審査委員	主査 鹿児島大学 教授 曾根 晃一
	副査 鹿児島大学 助教授 畑 邦彦
	副査 佐賀大学 教授 鈴木 信彦
	副査 鹿児島大学 教授 津田 勝男
	副査 宮崎大学 助教授 伊藤 哲
審査協力者	
題目	<p>針葉樹人工林における森林性鳥類と野ネズミの種子散布様式と広葉樹の侵入に果たす役割</p> <p>(Seed dispersal of frugivorous birds and wood mice and their roles in invasion of broad-leaved trees into a conifer plantation)</p>
<p>戦後の拡大造林により造成された針葉樹人工林のうち、林業労働力の不足などの原因で、十分に手入れされないまま放置され、森林がもつ多様な公益的機能を発揮できなくなっているものが増加し、その解決策の一つとして、育成単層林を広葉樹林を含む育成複層林へ誘導することが提唱されている。その場合、針葉樹人工林への広葉樹の侵入を促す必要があり、その過程で、果実食性鳥類や森林性野ネズミによる種子散布が重要な役割を果たすと考えられる。そこで、学位申請者は、果実食性鳥類や森林性野ネズミが広葉樹の針葉樹人工林への侵入に果たす役割を評価するため、鹿児島大学農学部附属高隈演習林内のスギ人工林とそれに接する常緑広葉樹林内において、有力な果実食性鳥類とそれらによる被食型種子の散布状況、重力散布型の種子の二次分散（貯食散布）にかかわる森林性野ネズミの生息状況と種子分散の実態、そして人工林内での広葉樹の生育状況を調査し、以下の知見を得た。</p> <p>広葉樹林内で結実した果実の自然落下によりスギ人工林へ供給された種子の種数や個体数は少なく、散布範囲も広葉樹林との境界部に限られていたが、果実食性鳥類の被食散布による種子の落下は、スギ人工林のほとんど全ての場所に及び、種数と個体数も自然落下した種</p>	

子より有意に多かった。

鳥類のプロットセンサスを通して、調査地とその周辺では、一年を通してヒヨドリ、エナガ、ヤマガラが多数生息していること、多くの広葉樹が結実する秋以降はシロハラが多数飛来することが明らかになった。捕獲した鳥類の糞内容物を分析した結果、エナガの糞からは種子が発見できず、ヤマガラの糞からは種皮の破片が回収できた。これらの結果から、ヒヨドリとシロハラが最も有力な種子散布者であると考えられた。

広葉樹林内に生育し、貯食散布型の種子を生産する優占的な広葉樹のマテバシイの堅果は、母樹の樹冠下およびその周辺に落下し、スギ人工林内への落下は、広葉樹林との境界から4mの範囲に限られた。ところが、マテバシイの稚樹・幼樹は、スギ人工林内に広く生育していた。調査地には、アカネズミとヒメネズミが生息していた。特に有力な種子散布者であると考えられるアカネズミの15個体の行動圏は、広葉樹林とスギ人工林の両方にまたがっていた。これらのアカネズミは、スギ人工林内へ最大約35mマテバシイの堅果を運搬、貯食し、その一部は、翌春まで回収されることなく残されていた。

スギ人工林内では、風散布型の広葉樹8種2238本、貯食散布型の広葉樹14種2119本、被食散布型の広葉樹63種16296本の稚樹が広範に生育していた。稚樹の密度は、広葉樹林との境界から10m以内で最も高く、境界からそれ以上中にはいると、稚樹の密度に著しい差は見られなかった。

これらの結果をもとに、ヒヨドリをはじめとする果実食性鳥類や森林性野ネズミが広葉樹のスギ人工林への侵入、定着に果たす役割について議論している。

以上のように、本研究は、果実食性鳥類や種子食性の森林性野ネズミの種子分散の特徴を明らかにし、これまでほとんど行われていなかった針葉樹人工林の生態学的研究分野に新しい知見を加えただけでなく、現在大きな社会問題化しているスギ人工林の針広混交化の施策を実施していく上で、これら果実食性や種子食性動物の活動を利用することが可能であることを示唆し、今後の林野行政の遂行にも大いに役立つものと考えられた。

したがって、審査員一同は、本論文は博士（農学）の学位論文として十分に価値があるものと判断した。

最終試験結果の要旨

学位申請者 氏名	平田 令子
審査委員	主査 鹿児島大学 教授 曾根 晃一
	副査 鹿児島大学 助教授 畑 邦彦
	副査 佐賀大学 教授 鈴木 信彦
	副査 鹿児島大学 教授 津田 勝男
	副査 宮崎大学 助教授 伊藤 哲
審査協力者	
実施年月日	平成19年 1月 22日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) <input checked="" type="radio"/> 口答 <input type="radio"/> 筆答	
<p>主査および副査は、平成19年1月22日(月曜日)の公開審査会において、学位論文申請者に対し学位申請論文についての説明を求め、その内容および関連事項について試問を行った。具体的には、別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることが出来た。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が博士(農学)の学位を受けるに十分な学力ならびに識見を有するものと認めた。</p>	

学位申請者 氏 名	平田 令子
Q. 糞内容物の調査において、ヒヨドリは捕獲されていなかったが、ヒヨドリの捕獲は難しいのか？ A. 難しい。ヒヨドリは高い場所を飛行するからである。 Q. 一般にヒヨドリは種子散布に貢献するとされているとのことだが、それはどのような調査によるものなのか？ A. 糞内容物の調査よりむしろ行動観察による報告例が多い。 Q. 動物による散布の空間分布は林内構造と関係があるのか？散布される場所のマイクロハビタットとの対応はあるのか？ A. 一般に林内のギャップや結実木の存在は鳥類による種子散布に影響する。それらは鳥類を誘引するからである。野ネズミの場合、今回自らの行動圏に堅果を運搬することが明らかになったわけだが、その行動圏の決定には遮蔽物の存在など敵からどのように身を守るかという要素が大きく、従って林内構造は種子散布に大いに影響することになる。 Q. 混交林化技術を確立する上で、どのような誘導が出来るかという背景から、2003年と2004年の貯食場所が違うのは興味深い。何故違ったのか？ A. 林内の環境条件が変わったわけではないので、違いがあるとすれば関与するネズミの個体の違いである。 Q. 結局 by chance なのか？ A. そのように思われる。 C. 調査時期・調査期間といった調査方法の違いが関係あるのではないか。 C. 環境条件の違いは学位論文内で既に取り替えているデータから分析可能である。今後更に踏み込んだ解析を期待する。 Q. 調査に際して確認した堅果の埋め戻しは行ったのか？ A. 埋め戻しは行ったがその後の生存確認はまだ行っていない。	

Q. 貯食場所に何か特徴はなかったか？

A. 倒木の下などネズミが行動しやすい場所に貯食される傾向がある。

Q. 貯食された堅果が食べられる場所と忘れられる場所の違いは何か？

A. 集中的に貯食された場所は食べられやすく、分散的に貯蔵された場所は食べられにくい傾向があった。

Q. 果実が熟する時期はいつ頃か？

A. 秋～冬に熟するものが大半である。

Q. 混交林化に重要なのは散布だけでなくその後の定着時の環境条件もある。散布がランダムならば稚樹の分布は定着環境を示唆するのではないか？

A. 例えばヤブニッケイの場合、種子の散布量が多かった割に実際に定着している稚樹は少ない。逆にシロダモの稚樹は散布量の割に多く見られる。このような例もあるので、興味深い課題だと思われる。

C. 樹齢解析により定着過程が推察できるのではないか。それは混交林化技術開発のヒントになるはずである。

Q. 隣接する林道の影響はなかったか？

A. 鳥が林内に入ってくるやすくなるなどの影響はあった。一般に林道の存在が種子散布に影響するようなケースも考えられるかもしれない。

Q. 今回は針葉樹林への種子散布を見ているわけだが、広葉樹林での研究例はあるのか？今回と比較してどうか？

A. 研究例は少なくない。例えば鳥の場合、広葉樹林では結実木の存在が重要であり、種子散布はそれらへ集中する傾向がよく報告されている。ネズミの場合、運搬距離等については広葉樹林でも今回と差はない。

Q. この人工林はどの程度管理されているのか？

A. 過去の施業経過の詳細は不明だが、下層植生が一部除伐される程度であったようである。調査開始後は現状を維持している。

C. 人間の手による森林管理は種子散布に影響すると思われるが、技術指針という観点から

は今後操作実験を期待したい。例えば間伐の効果が見られるはずである。

Q. ネズミは集中的な貯食を行うという印象があるが、今回は分散的な貯食例が多かった。これは一般的に見られるものなのか？

A. 野ネズミは集中貯蔵と分散貯蔵の両方を行うことが知られている。

Q. 野ネズミは堅果を一つずつ運搬するのか、まとめて運搬するのか？

A. 写真に示したように一つずつ運搬する。

Q. スギ林の中に鳥が広く種子を散布しているが、食物の少ないスギの人工林には鳥が入ってきにくいという印象がある。彼らは何の目的で人工林に入ってくるのか？

A. 人工林の状態による。例えば結実木があれば、果実食性鳥類は人工林にも入ってくる。

Q. 下層植生に乏しい場合は種子散布の効果は落ちるか？

A. そのような場合、果実食性鳥類は林内に入ってくると思われず、落ちると思われる。

Cは審査者からのコメント。