

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 辰巳 晋一

林分構造の不均一性が顕著な異齡混交林の動態を予測するための手法として、個体ベース森林動態モデリングへの関心が世界的に高まっている。本モデリング手法は、林分内に存在する樹木個体の空間配置を明示的に取り扱い、個体間および個体-環境要因間の相互作用を近傍解析に基づき定式化する。異齡林施業の適用に伴う林分構造や木材収穫の変化を定量的に予測可能な個体ベース森林動態モデルが、これまでに数多く提案されてきた。一方で、より多様な林分条件の下で高い精度の動態予測を可能とするモデルの開発が求められている。そこで本論文では、択伐施業が行われている北海道の針広混交林を対象として、階層ベイズアプローチに基づく空間明示的個体ベース森林動態モデルを構築し、様々な伐採シナリオにおける針広混交林の動態を定量的に予測した。

本論文ではまず、森林の動態を規定する樹木の3つの生活史過程（更新、成長、死亡）について、それぞれ個体ベースモデリングを行った。はじめに、更新過程に関連して、林分内における下層植生（ササ）の空間分布を定量化するためのモデルを構築した。上層を占める成木の樹種とサイズ、ササとの距離がササの密度・高さに及ぼす効果を階層ベイズモデルにより推定し、成木がササを抑制する効果は広葉樹よりも針葉樹で大きく、大径木よりも中径木（胸高直径 33.0~45.0 cm）で大きく、ササとの距離が近いほど大きくなる傾向を検出した。次に、林分内における更新木の空間分布を定量化するためのモデルを構築した。成木およびササが更新木の出現確率に及ぼす効果をゼロ強調ポアソンモデルにより推定し、特に針葉樹中径木がササ抑制を介して更新を間接的に促進することを明らかにした。本結果は、択伐施業に伴う針葉樹中径木の減少がササを増加させ、ひいては更新を抑制する可能性をも示唆しており、北海道の針交混交林において天然更新を確保する上で、針葉樹中径木の個体数維持がきわめて重要であることを指摘した。

成長過程については、個体間の近傍競争における競争力の種間差を明示的に組み込んだモデルを構築した。対象木（トドマツ）の直径成長に対して、近傍木の樹種とサイズ、対象木との距離が及ぼす競争効果をベイズモデルにより推定し、胸高直径が大きく、対象木との距離が近いほど、近傍木の競争効果は大きくなる傾向を検出した。一方、樹種による競争効果の違いは概して小さく、調査地に出現した39種のうち、3種のみで有意な差が検出された。本結果より、樹木の成長過程において近傍木の競争効果には種間差がみられるものの、多くの樹種がほぼ同等の競争力を持つことが示唆された。

死亡過程に関しては、択伐作業に伴う残存木の死亡率を定量化するためのモデルを構築した。残存木の樹種とサイズ、伐倒木および集材路からの距離が死亡率に及ぼす効果を階層ベイズモデルにより推定し、残存木が針葉樹（トドマツ、エゾマツ）であり、胸高直径

が小さいときに死亡率はより高くなる傾向を検出した。また、残存木の位置が伐倒木や集材路に近く、伐倒木の DBH が大きいほど有意に死亡率が高くなった。これらの結果より、持続的に択伐施業を行っていく上では、特に針葉樹小径木の支障発生回避への配慮が重要であることを指摘した。

次いで、ササ、更新、成長、死亡の各モデルを統合することにより、針広混交林の動態を予測するための空間明示的個体ベースモデルを構築した。択伐施業林を対象とした動態シミュレーションによって予測された林分構造（胸高断面積、直径階分布、樹種構成）の推移は、過去における実際の推移をよく再現していた。今後 200 年間の林分構造とササ分布の変化について、従来の択伐方法（回帰年 10 年、胸高断面積伐採率 15%、伐採木の針葉樹比 90%）を仮定してシミュレーションを行った結果、将来的にはササの繁茂が広がって更新が阻害され、立木密度が低下する状況が予測された。そこで、林分構造を長期的に維持可能な択伐方法を探索し、研究対象とした林分においては、回帰年を 30 年、胸高断面積伐採率を 35%、伐採木の針葉樹比を 60%とし、広葉樹小径木の除伐を同時に行う択伐方法が有効であることを指摘した。

以上のように本論文は、樹木の生活史過程に基づく個体ベース森林動態モデルの構築を通じて、北海道の針広混交林における林分構造の長期的変化を定量的に予測し、持続可能な択伐施業のあり方を具体的に示したものである。下層植生による更新阻害、競争効果の種間差、伐採に伴う残存木の死亡などを明示的に組み込んだ、新たな個体ベース森林動態モデルを提示した研究として、本論文の成果は高く評価できる。よって審査委員一同は、本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。