

学位論文題名

同齢単純林の林分密度管理方法と
サイズ分布を含む林分成長予測モデル

学位論文内容の要旨

本研究は、多くの場合同齢単純林を形成する天然生のシラカンバ林とダケカンバ林を対象として、植物成長のロジスティック理論に基づき成長段階毎の平均サイズ-密度関係を明らかにし、次いで各成長段階においてある込み合い方の林分のサイズ(材積、樹高、胸高直径)分布を予測するモデルを検討し、定量的な林分保育指針の確立をめざしたものである。結果等は、以下の通りである。

1. 林分の平均サイズ-密度関係およびサイズ分布のデータをえるための毎木調査と、個体の地上部器官量を求めるためのサンプリング調査を、北海道大学天塩地方演習林と雨龍地方演習林で行った。個体の器官量は相対成長関係を用いて推定することとし、幹材積と樹皮重は胸高直径と樹高を、枝重と葉重は胸高直径と樹高と樹冠長を独立変数として推定できることが明かとなった。林分現存量あるいは蓄積は個体量の合計値として求めた。

2. 樹幹部器官量が除かれることによるバイアスをさけるため、まず個体重(現存量)ベースでの解析を行った。調査林分の地上部現存量は、シラカンバ林は16.0~161.7t/ha、ダケカンバ林は9.5~165.1t/haであった。現存量-密度関係から最多密度線が求められ、その切片と傾きは、陽性の落葉広葉樹としては穏当な値であった。また過去発表されたデータも含めて検討し、両林分でみられた現存量の最大値は、それぞれの種の最大収量と考えることができた。

3. 林分密度管理の基礎となる成長段階毎の平均個体重－密度関係を、競争－密度効果の逆数式のパラメータ値の成長にともなう推移として検討した。競争密度効果の逆数式は2つのパラメータをもち、これらは従来林分密度管理理論において、成長段階のべき乗関数として求められてきたが、本研究の結果では、そのうちの1つで成長が進むにつれて一定となる傾向がみられた。この結果はシラカンバ林とダケカンバ林に共通にみられ、一方のパラメータの一定の傾向は、植物成長のロジスティック理論上平均個体重－密度関係の推移をより正しく反映するものと考えられた。この一定の傾向を示すパラメータは漸近値をもつ関数で、他方のパラメータはべき乗関数で近似できた。これらのことから、パラメータの一定値の逆数は最大収量にほぼ一致すること、理論的には最終収量一定の法則が保証されること、平均個体重－密度関係を表すC－D曲線は曲線的な移動経路をとること、競争－密度効果の逆数式のパラメータ間の関係も曲線的であること、および成長段階毎の理論的な最大収量と実際の最大収量の成長経過がロジスティック曲線によく適合することが明らかにされた。

4. 次いで、林学分野で重要な因子である材積（蓄積）ベースでの検討を行った。材積ベースでの検討には、文献からえられたデータも加えた。蓄積の分布範囲は、シラカンバが $23.5 \sim 288.8 \text{ m}^3/\text{ha}$ 、ダケカンバが $10.9 \sim 235.6 \text{ m}^3/\text{ha}$ であり、これらの最大値は、それぞれの種の最大蓄積と考えられた。また蓄積－密度関係から最多密度線を求めたが、切片と傾きは穏当な値であった。両林分の平均材積－密度関係に競争－密度効果の逆数式をあてはめ、林分成長にともなうパラメータの推移を検討した。結果は、平均個体重－密度関係でえられた結果と同様で、一方のパラメータは漸近値をもつ関数で、他方のパラメータはべき乗関数で近似された。この結果はシラカンバとダケカンバに共通であり、密度管理理論の再検討が必要である

と考えられた。またこれらの推定式で求められるパラメータにより導かれる平均材積－密度関係に関する諸特性は、平均個体重－密度関係の場合と同様であった。

5. 上述の検討により確立された平均材積－密度関係に基づいて、林分のサイズ分布について検討した。サイズ分布として、最初に材積分布のモデリングを行うこととし、材積分布の近似関数として適当であると考えられたM N Y法により、各林分の材積分布の近似を行った。その結果、シラカンバ林では82%が、ダケカンバ林では72%の林分が、部分個体群の平均材積と最小材積の関係が線形である分布密度関数で近似されたので、この関数から導かれるM N Y関係を用いて材積分布を近似することとした。この関数はパラメータを3つもつが、分布の形を決定するパラメータは成長段階と込み合い方の関数として求めることができ、他のパラメータは最小材積が近似的に0であると仮定して求め、平均材積－密度曲線上に位置する任意の林分について材積分布を予測できることがわかった。しかしこのモデルでは、両樹種の調査林分の実際の材積分布に対する適合性があまりよくなかった。この結果には最小材積がつねに0と仮定されていることが大きな影響を及ぼしていると考えられたので、最小材積 $\neq 0$ とする修正を行い、モデルの適合性を改善した。

6. 平均サイズ－密度トラジェクトリーの新たなモデルを提唱し、様々なデータを用いて、このモデルが同齢単純林の平均サイズ－密度トラジェクトリーとして適当であることを示した。またこのトラジェクトリーモデルを用いて、ある初期密度で成長を開始した林分の材積分布の推移について予測し、材積分布の歪度やサイズヒエラルキーについて検討した。この場合も、最小材積 $\neq 0$ としたモデルのとき、植物個体群で一般的にみられる傾向が再現された。

7. 最小材積 $\neq 0$ と修正した材積分布予測モデルを用いて、樹高分布と胸高直径分布の推定を行った。まず調査林分の樹高－胸高直径

アロメトリーを拡張相対成長式で近似し、パラメータを成長段階や込み合い方によって標準化し、材積－（樹高、胸高直径）アロメトリーを利用して、材積分布からこれらの分布を推定した。その結果、林分の成長初期には背揃いの傾向があること、胸高直径分布は正に歪む傾向があること、樹高分布は負に歪む傾向があることなどが示された。

8. リチャーズ関数を用いて、シラカンバ林とダケカンバ林の地位指数曲線を確立した。地位指数曲線を利用して、両樹種のポピュレーションダイナミクスについて検討し、生残曲線が回転させたシグモイド型であること、および林分成長にともなう死亡率の推移を明らかにした。

9. 平均材積－密度関係と材積分布予測モデルに基づいて、間伐シミュレーションを行った。間伐方法としては上層間伐を仮定し、間伐率を変化させたシリーズと間伐回数を変えたシリーズでシミュレーションを行った。結果としては、総収穫量や主伐時のサイズ分布には間伐率の影響が大きいことが予測された。

10. 最後に、本研究における問題点と今後の検討課題について言及した。

学位論文審査の要旨

主査	教授	五十嵐	恒夫
副査	教授	滝川	貞夫
副査	教授	只木	良也 (名古屋大学)
副査	助教授	矢島	崇

学位論文題名

同齢単純林の林分密度管理方法と サイズ分布を含む林分成長予測モデル

本論文は、7章で構成され、図88、表29、引用文献230、総頁数286頁の和文論文である。別に参考論文9編が添えられている。

同齢単純林を形成する天然生のシラカンバ林とダケカンバ林を対象とし、植物成長のロジスティック理論に基づき成長段階毎の平均サイズ-密度関係を明らかにし、各成長段階における林分のサイズ(材積、樹高、胸高直径)分布を予測するモデルを検討し、定量的な林分保育指針の確立をめざしたものである。

1. 林分の平均サイズ-密度関係、サイズ分布のデータをえるため148林分について毎木調査と、個体の地上部器官量を求めるためのサンプリング調査を、北海道大学天塩地方演習林と雨龍地方演習林で行った。個体の器官量は相対成長関係を用いて推定し、幹材積と樹皮量は胸高直径と樹高を、枝重と葉重は胸高直径と樹高と樹冠長を独立変数として推定できることが明らかとなった。林分現存量あるいは蓄積は個体量の合計値として求めた。

2. 調査林分の地上部現存量は、シラカンバ林は16.0~161.7t/ha、ダケカンバ林は9.5~165.1t/haであった。両林分で見られた現存量の最大値は、それぞれの種の最大収量と考えることができた。

3. 林分密度管理の基礎となる成長段階毎の平均個体重-密度関係を、競争-密度効果の逆数式のパラメータ値の成長にともなう推移として検討した。競争密

度効果の逆数式は2つのパラメータをもち、これらは従来林分密度管理理論において、成長段階のべき乗関数として求められてきた。本研究では、そのうちの1つが成長が進むにつれて一定となる傾向がみられ、植物成長のロジスティック理論上平均個体重－密度関係の推移をより正しく反映するものと考えられた。

4. 蓄積は、シラカンバが $23.5 \sim 288.8 \text{ m}^3/\text{ha}$ 、ダケカンバが $10.9 \sim 235.6 \text{ m}^3/\text{ha}$ であり、これらの最大値は、それぞれの種の最大蓄積と考えられた。両林分の平均材積－密度関係に競争－密度効果の逆数式をあてはめ、林分成長にともなうパラメータの推移を検討したが、一方のパラメータは漸近値をもつ関数で、他方のパラメータはべき乗関数で近似された。この結果はシラカンバとダケカンバに共通であり、密度管理理論の再検討が必要であると考えられた。

5. 材積分布の近似関数として適当であると考えられたMNY法により、各林分の材積分布の近似を行った。シラカンバ林では82%が、ダケカンバ林では72%の林分が、部分個体群の平均材積と最小材積の関係が線形である分布密度関数で近似されたので、この関数から導かれるMNY関係を用いて材積分布を近似した。この関数はパラメータを3つもつが、分布の形を決定するパラメータは成長段階と込み合い方の関数として求めることができ、他のパラメータは最小材積が近似的に0であると仮定して求め、平均材積－密度曲線上に位置する任意の林分について材積分布を予測できることを明らかにした。

6. 平均サイズ－密度トラジェクトリーの新たなモデルを提唱し、様々なデータを用いて、このモデルが同齢単純林の平均サイズ－密度トラジェクトリーとして適当であることを示した。

7. 最小材積 $\neq 0$ と修正した材積分布予測モデルを用いて、樹高分布と胸高直径の推定を行った。まず調査林分の樹高－胸高直径アロメトリーを拡散相対成長式で近似し、パラメータを成長段階や込み合い方によって標準化し、材積－（樹高、胸高直径）アロメトリーを利用して、材積分布からこれらの分布を推定した。

8. リチャーズ関数を用いて、シラカンバ林とダケカンバ林の地位指数曲線を確立した。地位指数曲線を利用して、両樹種のポピュレーションダイナミクスについて検討し、生残曲線が回転させたシグモイド型であること、および林分成長にともなう死亡率の推移を明らかにした。

9. 平均材積-密度関係と材積分布予測モデルに基づいて、間伐シュミレーションを行った。間伐方法としては上層間伐を仮定し、間伐率を変化させたシリーズと間伐回数を変えたシリーズでシュミレーションを行った。結果としては、総収獲量や主伐時のサイズ分布には間伐率の影響が大きいことが予測された。

以上のように本研究は、天然更新補助作業の実施により大面積を占めつつあるカンバ類の同齢単純林について、生態学的理論に基づき定量的な保育指針を確立したもので、造林学上貢献するところがきわめて大きいものがある。

よって審査員一同は、別に行った学力確認試験の結果と合わせて、本論文の提出者 渋谷正人は、博士(農学)の学位を受けるに十分な資格があると認定した。