

## 論文審査の結果の要旨

申請者氏名

笹川 裕史

国民の森林に対する要求が変化する中で、二段林はこれからの森林の一形態として注目を集めつつある。しかし、一斉林と比べると、二段林の成長過程は十分に把握されていない。そこで、本研究では、そのような状況を改善するために、各分野において一般的とされる既往のモデルを吟味し、それらを有機的に統合することにより、樹冠形成モデル、材積成長モデル、光環境モデルから成る新たな二段林距離従属型の成長モデルの構築を目指している。本研究の特徴は、一つの成長モデルの中に3つのサブモデルを組み込み、サブモデル同士がそれぞれの情報の入力・出力を介して相互に関連し合う形にしたこと、林木間の距離という因子を導入して距離従属型の二段林の成長メカニズムをモデル化した点にある。

第1章では、人工二段林を取り巻く背景に言及し、二段林を対象とした成長モデルの既往の研究について整理すると共に、研究目的及び研究手法を明らかにしている。

第2章では、中部森林管理局管内のヒノキーヒノキ人工二段林の資料を用いて陽樹冠表面積を求める樹冠モデルを構築している。まず、著者は陽樹冠表面積を対象木の全樹冠表面積から隣接樹冠に食い込む表面積を除くことで導く方法を提案した。さらに、樹冠長を求める過程で *CCR* という指標を開発した。*CCR* とはパイプモデル理論から導かれたモデルで、樹冠重心と樹高の比率である。また、局所密度指標 *APA* および閉鎖林における樹冠長からアロメトリー式におけるパラメータを求める方法を導いている。続いて、対象木の周囲密度に応じて変化する閉鎖林における樹冠長推定式を提案した。本章で推定された陽樹冠表面積は次章の材積成長モデルの入力値となる。

モデルからの陽樹冠表面積の推定値は実測値にほぼ等しく、本章で構築した樹冠モデルの有効性が確認されている。

第3章では、前章で構築した樹冠モデルからの出力値・陽樹冠表面積を用いて幹材積連年成長量を推定する材積成長モデルを構築している。資料としては、千葉演習林内二段林試験区において採取した樹幹解析データおよび収穫表の値が用いられている。梶原は単木における各部分でのエネルギー収支について仮定をおき、 $\Delta v = a * sc - b * ss$  で表される幹材積成長モデルを報告している。ただし、*sc*: 陽樹冠表面積、*ss*: 冠表面積である。本論でのパラメータの推定は、1. 収穫表および樹幹解析データに基づくモデル林分の設定、2. パラメータ *b* の算定、3. パラメータ *a* の追跡の手順で行われて

いる。まず、各モデル林分から計算された幹表面積の合計および材積連年成長量からパラメータ  $b$  を求め、それを材積成長モデルにあてはめて各時点のパラメータ  $a$  を求めた。実測値と収穫表からの推定値を比較したところ、両者は類似の変化過程をたどることがわかった。そこで、本研究では現実のデータから求められた  $a$  と収穫表から求められた  $a$  は類似の変化過程をすると仮定し、単木に関する材積成長モデルを開発した。

第4章では、光環境モデルとして、立木位置と太陽軌道からフーリエ型減衰式を用いて局所相対照度を導くサブモデルを考案した。フーリエ型減衰式は

$$F(\omega) = u \cdot \frac{\sin \theta}{\theta} = u\phi \text{ で表され、変数 } \theta = \frac{u\pi}{T} \text{ は周期 } T \text{ および区間 } u \text{ で求められる。} \phi \text{ を}$$

相対照度と考えると、一般に相対照度を求めるのに用いられている門司-佐伯の指数型減衰式とは好対照をなす。フーリエ型減衰式から局所相対照度を求めたところ、門司-佐伯式から求められる局所相対照度と近い値が得られた。局所相対照度が求められたところで、1.太陽軌道から林外全天日射量  $R$  を求め、2. $R$  から林外照度  $I_0$  を求め、3.先に求めた局所相対照度と  $I_0$  から局所林内照度  $I$  を求めた。 $I_0$  および  $I$  を光-光合

成曲線に当てはめて比をとると  $\frac{P'}{P_0} = \frac{I' 1 + aI_0}{I_0 1 + aI'}$  と導かれる。以上より、本章では、こ

の比をもって成長割合とし、成長割合を材積成長モデルから求められた材積連年成長量に掛けることにより、下木の材積連年成長量を推定する新しい光環境モデルを考案している。

第5章では、千葉演習林二段林試験地のデータを用いて、樹冠モデル、材積成長モデル、光環境モデルを統合した「統合モデル」のシミュレーションを行い、樹幹解析から得られた樹高、材積、胸高直径の値と成長予測値を単木レベルで比較したところ、両者の相関は高く、統合モデルの妥当性が確認された。

第6章では第5章までの成果を整理し、さらに今後の課題や応用化への展望について述べている。

以上、本論文は、理論とシミュレーションの両面から様々な成長モデルを検討することにより、新たな知見を含む人工二段林の距離従属型の統合モデルを開発したもので、これからの人工二段林の研究に資するものと考えられる。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。