

氏 名 (本 籍) ^{あら}荒 ^き木 ^{まさ}真 ^{ゆき}之 (東京都)

学 位 の 種 類 農 学 博 士

学 位 記 番 号 博 乙 第 196 号

学 位 授 与 年 月 日 昭 和 59 年 3 月 22 日

学 位 授 与 の 要 件 学 位 規 則 第 5 条 第 2 項 該 当

審 査 研 究 科 農 学 研 究 科

学 位 論 文 題 目 落 葉 広 葉 樹 林 内 の 光 強 度 推 定 に 関 す る 研 究

主 査 筑 波 大 学 教 授 農 学 博 士 花 田 毅 一

副 査 筑 波 大 学 教 授 農 学 博 士 大 垣 智 昭

副 査 筑 波 大 学 教 授 農 学 博 士 赤 羽 武

副 査 筑 波 大 学 教 授 農 学 博 士 青 山 経 雄

副 査 筑 波 大 学 教 授 陣 内 巖

論 文 の 要 旨

これまで森林内の光強度を推定する適確なモデルがなかった。本研究は散光条件下の落葉広葉樹模型林を対象とし、相対照度の垂直分布を推定するモデルを開発したものである。

その概要は次のとおりである。

(1) 葉層の光透過率を求めるサブモデル

群落内の光の減衰を把握する基本概念として、散光に対する部分葉層（葉層を層化した一部）の光透過率（Ts）を定義した。すなわち、部分葉層の底面の光強度をその表面の光強度で除した値とした。この光透過率を部分葉層内の葉群諸要因（葉傾角、葉長など葉群の性質を示す要因）から推定する方法を開発し、サブモデルとした。

まず、群落の部分葉層を仮定し、縦、横、高さが1 m、1 m、0.2 mの大きさのものを箱と称した。つぎにその箱は個々の葉が占有する単位空間の集合体と考え、その単位空間を角棒と称し、その大きさを定めた。すなわち、幅は平均葉幅、高さは葉の持ち上り高さ、長さは箱の長さに等しい。したがって、箱の水平方向の角棒数は100(cm)/平均葉幅(cm)、垂直方向の角棒数(n_1)は20(cm)/葉の持ち上り高さ(cm)で示される。箱の大きさは各層位とも同じであるが、角棒の大きさは箱ごとに異なる。

次に、葉群諸要因（葉傾角、葉長、葉幅、葉面積、葉の光透過率、幹の乾重、枝の乾重、枝の

傾き角, 幹と枝の容積密度数) の測定から 1 つの角棒に配分される幹, 枝, 葉の投影面積を As , Ab , Al とする。角棒上面に照射する光強度 (相対照度) を 100% とし, 葉の光透過率 (Ltr) を % で示すと, 底面積 A の角棒の光透過率 ($\Delta Ts'$) は次式のとおりととなる。

$$\Delta Ts'(\%) = \frac{(A - Al - As - Ab) \times 100 + (Al \times Ltr)}{A}$$

箱内には n_1 個の角棒が重なっているので, 箱あたり, すなわち部分葉層の光透過率は次式のとおりととなる。

$$Ts'(\%) = \left(\frac{\Delta Ts'}{100} \right)^{n_1} \times 100$$

以上 2 式と式中の各要素を推定する方法を併せたものがサブモデルである。このサブモデルでは群落の葉群諸量と光環境との間に作用-反作用の系が形成され, その反作用すなわち葉群による光環境形成過程を解明した。

さらに, サブモデルの性質, 特徴, 理論的意義を比較計算によって考察した。

(2) サブモデルの検証

エゴノキ, エノキ, クヌギ, コナラ, シラカンバ, トウカエデ, ハンノキ, ブナの 8 樹種の模型林を用い, サブモデルの構成および精度を検証した。

すなわち, 各模型林群落の各層境界面での相対照度の測定, 個体・層位ごとの葉群諸量の測定を行ないその測定値から各樹種, 各層位の Ts' を推定した。この値を実測値 Ts と比較すると, 差は極めて小さいことが明らかにされた。 Ts と Ts' 間の相関係数は, ブナが最大で $r=0.96$, コナラが最小で $r=0.65$ で, コナラを除き, 有意水準は 5% 以下であった。

(3) 層の光透過率に関与する諸要因と相対照度間の回帰式

葉群諸量の照度に対する反応を考察し, 回帰式を求めた。

葉長, 葉幅, 葉傾角が, 相対照度の対数に対する直線式で表わせることは, 従来の研究と同様であったが, 直線の傾きに種による差異があった。

次に, 各層の葉面積, 葉の光透過率, 各層の幹の断面積合計値, 各層の枝の投影面積合計値と層の照度間にそれぞれ回帰関係があることが明らかになり, 用いた 8 樹種ごとに各要因との回帰式の係数を定めた。

(4) 群落葉層内光量推定モデル

サブモデルと回帰式を結合し, 各層位の相対照度を推定するモデルを作成した。

群落第 1 層が受ける照度は 100% であるから, 第 1 層内諸要因の値は回帰式の照度に 100% を代入して得られる。第 1 層の光透過率はサブモデルに諸要因の値を代入して求められ, これから第 1 層底面の照度が求められる。この第 1 層底面の照度が第 2 層を照射するので, 同様の方法で第 2 層の諸要因の値, 光透過率, 底面照度の推定が可能である。この繰り返えしにより各層位の相対照度を推定する。このモデルの推定精度は, 実測値と比較したところ, 極めて高いことが明らかにされた。

したがって、このモデルは群落内の照度の減衰過程の機構解明だけでなく、相対照度推定手法として利用しうる。

(5) モデルの一般化

モデルを現実林分に適用しうるように一般化の検討を行った。

まず、層深度を本研究では 0.2 m としたが、現実林分では一般に 0.5~2.0 m に設定、測定されているので、その検討をした。すなわち、層深度を 0.4 m として計算したところ、精度が高くなった例もみられたが、0.2 m の場合と精度はほぼ同じであった。

次に、回帰式の一般型を見出すための検討がなされた。回帰式には林分差、季節差が影響するという前提のもとに検討した。

一般に、林齢が進むと個体群は自己間引を起しながら生長する。葉層は上方に移動するが、林分の葉量は経年的にほぼ一定であるので、葉層の深さ、葉分布密度の変動は少ない。したがって、林分差の回帰式に与える影響は少ないことを数値的、理論的に明らかにした。

また、季節差は、回帰式に大きく関係することが判った。葉は開葉後次第に成葉化するが、成葉化後も葉傾角、比面積などの要因は光環境の変化に対応する再適応現象が存在することが明らかにされた。

また、葉量は 5 月頃が最大で 6 月には落葉により極小を示した。しかし 7 月には新葉の出葉により再び大きくなる。葉量の季節変化は、葉の寿命、適応、光環境の変化の 3 者のバランスにより生ずると考察した。

したがって、葉群諸要因の季節変化は、葉の適応現象と葉量の変化によることが明らかにされた。

以上の研究を通じ、散光条件下の落葉広葉樹林の相対照度の垂直分布推定の方法を明らかにし、あわせて、林内光環境の形成機構を解明した。本研究の成果は、群落光合成モデルへの発展、針葉樹人工林の照度推定モデルの作成の基礎に役立つと考える。

審 査 の 要 旨

群落内の光強度推定に関する研究は多いが、それらに共通の問題として、既存の物理法則による解明は詳細、厳密になされているが、生物の集団である群落としての葉群の光環境に対する反応に関する実験が乏しく、仮説によるモデル作成が多い。

本研究は、葉群諸要因と光環境形成過程の関係を詳細に実験、測定、考察し、その上にたって新しい林内の光強度推定モデルを開発したものである。しかも、推定モデルの実用化についても精細な検討が加えられ、今後のこの種の研究発展の基礎を固めたものと評価する。本研究は幼齢木での模型林を対象としたものであるので、極めて困難を伴うと思うが、実地林分での本モデルの適用の可能性の検討が期待される。また、主要造林樹種である針葉樹林分での林内光強度推定モデルの

開発を期待したい。

よって、著者は、農学博士の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。