

複層林における下木の樹高成長モデル

森林総合研究所九州支所 松本 光朗

経
営

1. はじめに

複層林では上木の閉鎖状態によって林内の光環境が変化し、下木の成長に影響を与える。複層林の収穫予測を行う場合、この成長抑制を考慮した下木の樹高成長の予測が必要である。しかしながら、下木の成長に関する資料は少なく、データの解析からモデルを作成するというアプローチは現在のところ難しい。

このような背景から、理論的成長曲線のひとつであるミッチャーリッヒ式を基礎に、上木がもたらす光環境の変化を含んだ下木の樹高成長モデルを開発した。

2. 下木樹高成長モデルの導出

林分収穫表では樹高成長式として修正指数曲線が用いられている。修正指数曲線は、簡単な変形により理論的成長曲線の一つであるミッチャーリッヒ式に変換される。

ミッチャーリッヒ式は、成長速度が成長の上限と現在量の差に比例するという考え方に立つものである。複層林においては、上木の成長および樹冠の閉鎖にともない林内の照度低下が生じ、その結果として下木の成長が抑制される。そこで、(1)式で表されるミッチャーリッヒ式の基礎方程式において、右辺に照度低下による成長の抑制を表す抑制係数を乗じた成長式を考案した。

$$\text{ミッチャーリッヒ式 } dH/dt=k(M-H) \quad (1)$$

$$\text{拡張式 } dH/dt=k(M-H)F \quad (2)$$

ここで、H：下木の樹高、M：樹高の上限値、k：係数、F：抑制係数。

抑制係数Fは0～1をとる。上木が無いときはF=1となり、ミッチャーリッヒ式そのものとなる。簡単にするため数値解を得る式を求めると(3)式となり、さらに収穫表と同様に1分期を5年とすれば(4)式が得られる。

$$H_t=H_{t-1}+k(M-H_{t-1})\cdot F_{t-1}(t=1, 2, 3, \dots) \quad (3)$$

$$H_t=H_{t-5}+5k(M-H_{t-5})\cdot F_{t-5}(t=5, 10, 15, \dots) \quad (4)$$

ちなみに、熊本地方すぎ林分収穫表⁶⁾を用い地位2

等地について係数を求めたところ(5)式が得られた。

$$H_t=H_{t-5}+5\cdot 0.01131\cdot(35.947-H_{t-5})\cdot F_{t-5} \quad (t=5, 10, 15, \dots) \quad (5)$$

抑制係数Fは上木の状態によって変化するが、実験・調査からは今のところ十分な資料を得るに至っていない。そこで、河原³⁾が求めた林内相対照度と相対樹高の関係を表す(6)式、および藤森²⁾が求めた密度管理図における収量比数と林内相対照度の関係を表す(7)式を利用した。

$$\text{河原の式(スギ樹高)} \quad 1/RH=0.169/RI+1/118 \quad (6)$$

$$\text{藤森の式} \quad RI=84.3\cdot RY+83.5 \quad (7)$$

ここで、RH：相対樹高(%)、RI：林内相対照度(%), Ry：収量比数。

収量比数が林内の光環境と密接な関係を持つことは良く知られている。安藤⁵⁾は間伐直後の収量比数と林内相対照度の間に相関が見られることを示し、松本⁴⁾は混牧林に関する研究で家畜の飼料となる林内植生の生産量を収量比数から推定する手法を開発した。特に松本の研究とは、林内植生と複層林における下木という違いはあるものの、林内における光環境と植物の反応という点では大きな相違は無く、これは下木の成長を推定するために収量比数を用いる妥当性を示すものである。

さて、(6)、(7)の2式の林内相対照度R1に注目して収量比数と相対樹高の関係式を求めると(8)式が得られる。

$$1/RH=0.169/(-84.3\cdot RY+83.5)+1/118 \quad (8)$$

(8)式の相対樹高Hの100分の1をとれば、それは(5)式の抑制係数Fと考えることができる。

$$F_t=RH_t/100 \quad (9)$$

(8)式のRYは密度管理図に示される係数を用い、上木の本数密度と上層樹高から求められる。

$$RY_t=(aH_t^2+a'H_t^2/a''H_t^2)/(aH_t^2+a'H_t^2/N_t) \quad (10)$$

ここで、H：上層樹高(m)、N：本数密度(本/ha)、a、a'、a''、b、b'、b''：係数。

したがって、上木の樹高成長と密度管理図が定められれば、(5)、(8)、(9)、(10)式を利用することにより下木の成長を推定することができる。その手順は図-1に示

した。

3. モデルの検討と考察

当モデルの性質を調べるため、熊本営林局の複層林施業体系図・スギ標準タイプに従った密度管理（以下複層林密度管理と示す）を行った場合と、通常の林分収穫予想表に従った密度管理を行った場合（以下一般的密度管理と示す）の下木の成長を推定した。

いずれの場合も樹高成長は熊本地方すぎ林林分収穫表⁸ 2等地の値を利用し、(4)式の係数は九州地方国有林スギ密度管理図⁹ のものを利用した。また、下木の植栽は上木が60年生の時とし、上木を100年生に主伐することとして推定を行った。その結果を図-2, 3に示した。

複層林密度管理を行った場合、早くから上木の密度を低く管理するため、下木の成長速度の抑制比率は14~34%と幅はあるものの比較的低く推定された。一方、一般的密度管理では抑制比率は36~39%と常に高く推定された。下木の40年生時の樹高は複層林密度管理の場合は12.1m、一般的密度管理では10.1mと推定された。ちなみに通常の一斉林の場合、15.3mであるので、これらの差が上木の影響を意味している。

上木の主伐後は光環境が改善され、下木の樹高成長に関する抑制は無くなる。このモデルでも上木伐採直後に急激な下木の成長が推定されたが、このことは上木の密度が高い一般的密度管理の場合で顕著であった。下木100年生時には複層林密度管理の場合には25.9m、一般的密度管理では24.6mと推定された。ちなみに、一斉林の場合は27.3mである。上木の主伐時点よりも二者の差は縮小されたことが分かる。

これら推定値の詳細な適合性については、データ不足のため現在のところ判断はできない。しかし、複層林における下木の動態について一般的な知見に反する点はなく、当モデルは複層林における下木の樹高成長を予測するモデルとして妥当なものであると考えられる。

引用文献

- (1) 安藤貴：林試研報，323，58~59，1983
- (2) 藤森隆郎：複層林の生態と取扱い，林業科学技術振興所，pp.96，1989
- (3) 河原輝彦：林試研報，323，133~134，1983
- (4) 松本光朗：日林誌，72，286~291，1990
- (5) 林野庁：九州地方国有林スギ林分密度管理図，pp.7，日本林業技術協会，1981
- (6) 林野庁，林業試験場：熊本地方すぎ林林分収穫表，pp.11，1954

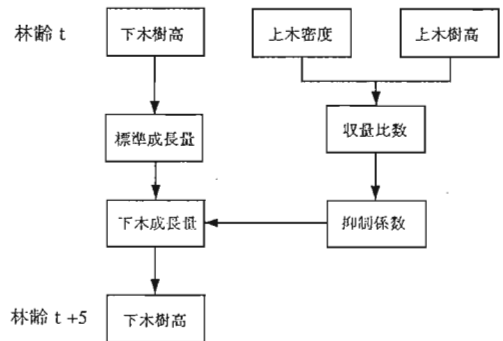


図-1 下木の樹高成長を推定する手順

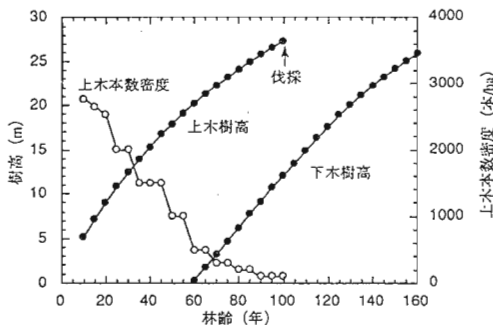


図-2 複層林密度管理を行った場合の下木の樹高成長

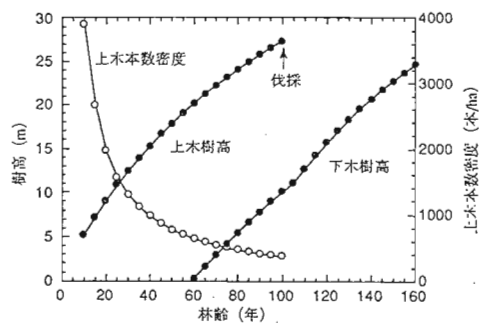


図-3 一般的な密度管理を行った場合の下木の樹高成長