

モミ・ツガ林の樹冠の成長によるギャップの修復過程

— 単木の成長モデルによるシミュレーション —

九州大学農学部 伊藤 哲・荒上 和利

1. はじめに

森林の更新過程におけるギャップの修復には、後継樹の伸長成長による過程とギャップ隣接木の樹冠の拡大による過程がある。したがって、後継樹の更新の成功の是非には、ギャップ隣接木の樹冠成長によるギャップの閉鎖過程が大きく影響すると考えられる。

本研究では、九州大学宮崎演習林のモミ・ツガ林で得られた1984年から1991年の直径成長と樹冠面積のデータを用いて、単木の直径成長および樹冠拡大を隣接する樹木との関係からモデル化し、側方からのギャップ修復過程のシミュレーションによる予測を試みた。

2. 単木の成長モデル

単木の直径(D)がロジスティックに成長すると仮定すると、直径成長率(RDGR)は次式で得られる。

$$RDGR = \lambda (1 - D/D_m) = \lambda - \lambda/D_m * D \quad (式1)$$

ここで λ は最大の成長率、 D_m は直径の上限値である。直径成長が個体のサイズに依存し、利用可能な空間のサイズに制約される(λ と D_m が個体間の競争状態によって変化する)と考えると、不均一な分布状態の森林における任意の個体のRDGRは次のようにあらわされる。

$$RDGR = \gamma(\alpha) - \beta(\alpha) * D \quad (式2)$$

ここで、 $\gamma = \lambda$ 、 $\beta = \lambda/D_m$ 、 α は個体の競争状態(利用可能な空間サイズ)を示す指数である。図-1に α の算出方法を示す。対象木の周囲を4方位に分割し、方位*i*において隣接する個体までの距離を l_{i0} 、隣接個体の樹冠半径を C_{i0} として、 α_{i0} を l_{i0} と C_{i0} の差と定義し、次式によって平均の α を求めた。

$$\alpha = \sum \alpha_{i0} / i = \sum (l_{i0} - C_{i0}) / i \quad (式3)$$

なお、胸高直径と樹冠面積には常に一定の関係が成り立つと仮定し、 C_{i0} は、1991年に測定された胸高直径と樹冠投影面積の相対成長関係(図-2)から、樹冠投影領域を正円とした平均値として算出した。

図-3には、実測値によるDとRDGRの関係を示す。DとRDGRの関係を α で層化して直線回帰することにより、式2の $\beta(\alpha)$ および $\gamma(\alpha)$ が算出された。図-

4および図-5には、 α と β 及び γ との関係を示す。 γ は α の値に関わらずほぼ同じ値をとり、 β は $1/\alpha$ に対して二次関数的な値をとったので、 γ は平均値(2.516)を、 β は図-4に示す α の二次関数を採用した。

以上の手順によって得られたモデルを図-6に示す。孤立木($\alpha = \infty$)の最大直径は185cmと推定された。

3. ギャップ修復の予測

上記のモデルを用いて、ギャップの側方修復のシミュレーションを行った。シミュレーションに関して、樹木が均等に分布し、林冠が閉鎖したばかりの一斉林を3種類想定した(図-7)。また、直径成長と樹冠面積の成長は連動し、各方位の樹冠半径の拡大はその方位の α に比例すると仮定した(図-8)。

図-9に、ギャップ形成時のギャップの面積を100としたときの、ギャップ面積の変化のシミュレーション結果を示す。図に示すように、それぞれの林分において、ギャップサイズの違いによる修復速度の違いが予測された。また、100㎡のギャップの修復過程をみると個体サイズの小さい林分に比較して、個体サイズの大きな林分では、ギャップ修復の初速度は大きい、時間の経過に伴って成長が頭打ちになるため、ギャップの修復が不可能となる結果が得られた。このように、同じサイズのギャップであっても、個体サイズの違いによって、修復速度が異なることが予想された。

4. 考 察

このモデルは、不均一な森林における樹木の成長を個体レベルでモデル化することにより、ギャップ形成後の不均一な森林の成長を予測することを目的とした。このように、個体レベルでの相互作用をモデル化することによって、樹木が集中分布する森林の成長を個体レベルで解析し、成長の不均一性を予測することが可能であると考えられる。しかしながら、今回のモデルでは、樹木の樹高差や樹冠の形状を評価できていない。今後は、3次元的な樹冠形や光環境をモデル化し、階層間の競争を評価していく必要がある。

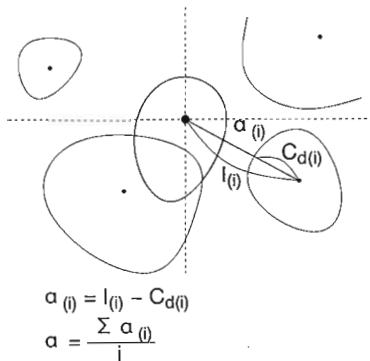


図-1 競争係数 α の算出方法

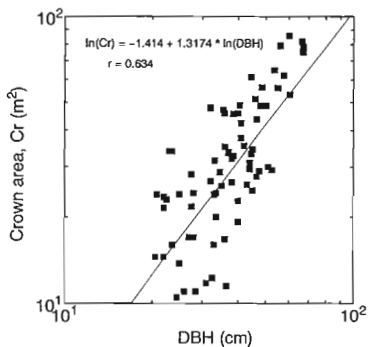


図-2 胸高直径と樹冠面積の相対成長関係

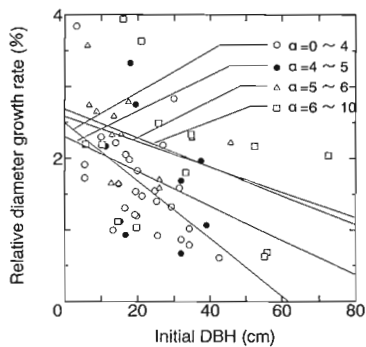


図-3 初期直径と直径成長率の関係

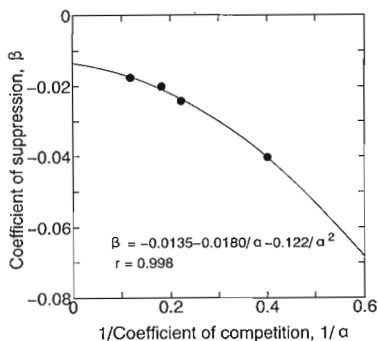


図-4 係数 α と係数 β の関係

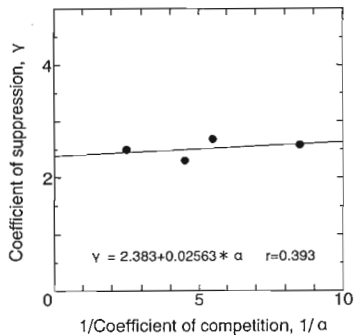


図-5 係数 α と係数 γ の関係

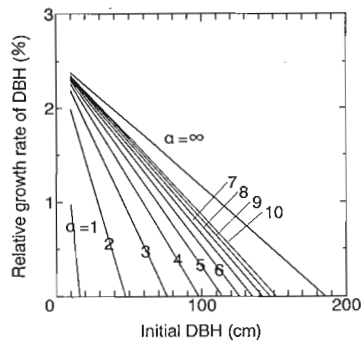
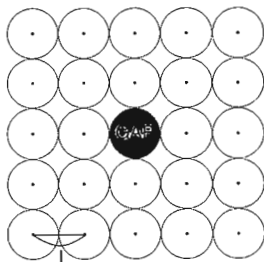


図-6 モデルによる初期直径と直径成長率の関係



$l = 2$ (m), DBH = 7 (cm), N = 2500 (/ha)
 $l = 5$ (m), DBH = 28 (cm), N = 400 (/ha)
 $l = 10$ (m), DBH = 80 (cm), N = 100 (/ha)

図-7 シミュレーションのために想定した林分の模式

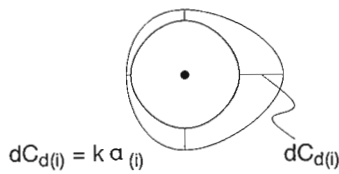


図-8 各方位の樹冠半径の拡大速度 ($dC_{d(t)}$) の算出方法

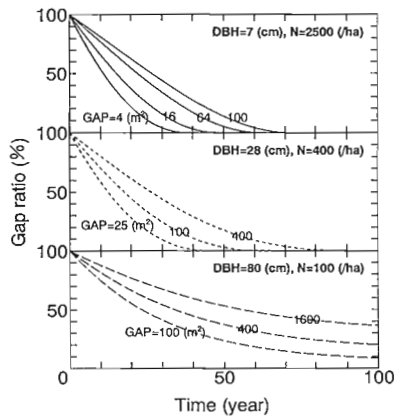


図-9 ギャップの側方修復過程のシミュレーション結果