

林分シミュレーションに対する生長モデルの研究 (I)

— モデル設定の概要 —

九州大学農学部 木 梨 謙 吉
西 沢 正 久
長 正 道

1. 緒言 最近、森林を含む自然環境の重要性が強調される中で、森林生産の意義は決して消滅した訳ではない。より一層精密な経営に対する可能性を与える電算機技術を導入し、林分シミュレーションに対する生長モデルの研究を行なうことは、今日世界的に森林計測部門の重要な課題となってきたといえる。

2. 生長モデルの3型 林分シミュレーションに対する生長モデルは次の3つの型が基本的に考えられる。

(A) 単木距離従属モデル：単木間の距離を考えた場合で距離従属モデル (Distance dependent model) といい、必然的に林木位置図が必要となる。このモデルの基本的仮定は、ある木の競争の量はその木の競争圏と隣接木の競争圏との重なり具合に比例しているということである。このモデルは木間の距離を考慮することによって非常に精密な生長予測の可能性はあるが、一面、競争効果の生物的測定の困難性と林木位置図の作製と記録の大量貯蔵を必要とするところが難点といわれている。

(B) 単木距離独立モデル：単木間の距離を考えない場合で、距離独立モデル (Distance independent model) といい、その考え方は、木は個々の大きさとか同じ直径のグループの中とかで、ある数学的関数にもとづいて生長するものである。このモデルは数学的なモデルの作り方によって非常に異なり、簡単な回帰式から非常に複雑な確率過程までである。この間にあって、顕著な差異を示すものは分析的モデルと実験的モデルであるが、このうち実際の収穫予測として、いずれがよいかは、にわかには判断し難い。このモデルの特長は林木位置図を必要としないことであり、欠点は個樹の生長予測の精度に限界があることである。

(C) 林分として距離独立モデル：林分としての距離独立モデルとしては正常収穫表が、この型に属するが、最近のこの種のモデルは殆んど類似点を認められない。計算機の能力は高度に複雑な計算を行ない、実質的

な無数のパラメーターを含む収穫関数の解を可能にした。これは林分を単位とするから経営目的に適用度が高い反面、個樹の精密な予測に不適である。しかし将来は、このモデルの発達が期待される。

3. 本研究における考え方

(A) の林木位置図を必要とするものは、樹間相互間の距離をことごとく知らねばならないので実用上きわめて煩雑で、特定の実験用を除いては経営林への適用はさしずめ無理が予測される。また電算機容量からみても、個樹の生長量の相互関連性の解明という点からも非常に困難な点が多い。また (C) の方法は、たとえかなりの改良を加えるとしても従来^{りようが}の収穫表の域を凌駕するとは考え難い。そこで (A) の単木的位置と距離の制約をすて、なおかつ (C) の林分としての把握が可能ないように、林分の直径分布を加味した

(B) の方法のうち、とくに CLUTTER と ALLISON の行なった「ニュージーランドにおけるラジアータ松の生長および収穫」すなわち N.Z.F.P. 収穫シミュレーション・システムを参考として、九州のスギ人工林に対し、実験的モデルを考え方の基礎として、既往における各種の調査林分、生長量試験地、収穫試験地の資料を用いることにした。このシステムは基本的には林分レベルであるが、個々の推定においては単木的であり、(C) と (B) の両方の性格をもつといえる。

4. 方法

1) 初期林分の記述 その林分の平均直径 \bar{d} 、最小直径 d_{min} 、直径分散 σ_d^2 を林輪 A、本数 N から推定することが考えられるが、本研究においてはさしあたり毎木調査のなされた林分において、ワイブル分布の3つのパラメーター a, b, c の計算をすすめている。ワイブル分布における a は最小直径を、 b は分布のスケール、 c は分布型をあらわすもので、いずれも林齢 A と本数 N に関連が深い。したがって A と N から \bar{d} 、 d_{min} 、 σ_d^2 を推定し、さらに a, b, c を求めること

が考えられる。従来、多くの直径分布表は直径の一定巾で表現されているが、このシステムでは CLUTTER らが行ったように、各直径階の頻度を等しくするようにし、その直径階の中央値 d_i をワイブル分布のパラメーターから計算して設定し、この直径階はその林分で固定して、将来の生長予測のつづく限り、これを動かさない。

また樹高は各直径階 d_i と A とおよび N の関数として取り扱う。初期林分としては第 1 回間伐時点からがよいであろう。一般にはある直径階以下は全部伐採され、ある直径階までは半分程度伐られるというようになるであろう。間伐によって直径階と樹高は不変である。もちろん全部の木が伐られた直径階は消滅する。間伐後の本数にもとづいて材積や断面積の計算が行なわれる。

2) 生長予測過程 間伐量および残存林分の計量後は収穫シミュレーターは次期収穫林齢に達する時点の林分に生長させねばならない。この生長予測は 1 年ベースにもとづいて、(a) 断面積総増加量、(b) 本数減少量、(c) 断面積枯死量の予測にはじまる。以下の計算は、単位当り ha を、この研究では $0.1ha$ としたらよいと考えている。 $0.1ha$ の上記の諸量を各直径階に割りふる。このとき重要なことは直径階が一定の刻みの関係でなくて相対的な頻度の基礎におかれているということである。その結果、直径階移動という必要はない。いいかえると一度ある木が特定の直径階に属すると、それは収穫まで、そこに記載されて止ることになる。もちろん、その階の特性の記述としての統計量は時とともに変化する。

3) 断面積総増加量の予測 材積生長量推定の精度は断面積増加量推定の信頼度に重大にかかっている。これは著者も認めていることであるが、正味の断面積生長量は林分の枯死断面積を適当にあらわさない点に CLUTTER らも着目し、直接的な正味の断面積増加を予測をすることを避け、断面積合計の推定と断面積枯死量とを、それぞれ分離する予測法を採用している点は優れた着想といえる。断面積増加量には林齢 A と初期断面積 B からの非直線モデルが用いられる。

4) 本数枯死量予測 スギ人工林における枯死量も非常に変動的で、モデルをつくることは、きわめて困難である。ニュージーランドのラジアータ松林でも、その状態はおよそ似ていると思われる。ある条件のもとでは数年間枯死量は殆んどなく、相当のうっ閉状態に入ってから台風や雪害等で相当の被害をうけ、また再び枯死量が少なくなり、安定するという傾向は九州のス

ギ人工林でもある程度似ているであろう。ここでのモデルとしては前後 2 時点における本数と年齢をそれぞれ N_1, N_2, A_1, A_2 とすると、 $\log N_2$ と $\log N_1$ の比は年齢 A_2, A_1 のそれぞれ逆数の比、あるいはさらにその比の A_1 のあるべきに等しいとする考え方に立つが、スギ人工林についてこれらを検討し、とくにべきのあり方を吟味する。

5) 断面積枯死量の予測 断面積枯死量の予測式には BEKKHUIS のモデルが使われているが、それは断面積枯死量は A_1 における平均直径の二乗と $(N_1 - N_2)$ の積に比例させた式である。

6) 間伐後の直径階中央値の予測 間伐後、前の両時点における平均断面積に対するそれぞれの直径階断面積の比 R_2, R_1 の対数の比は A_2 と A_1 のべき乗に比例しているとし、間伐後の直径階中央値 d_{2i} は R_1, A_2, A_1, B_2, N_2 の関数として計算が可能である。

7) 各直径階ごとの枯死量の割り振り ある直径階の枯死率 p_i は R_{1i} をべきとする指数に比例させ、計算上は R_{1i} をべきとする指数の重みをもった直径階の本数と全本数の比となり、結局 $\hat{n}_{2i} = n_{2i} - \hat{p}(N_1 - N_2)$ となる。

5. 要 約 林分シミュレーションに対する生長モデルの研究として、CLUTTER らの N.Z.F.P. 収穫シミュレーション・システムを模範とし、距離独立で、林分を単位とするが、はじめに林齢、本数を出発点とし、ワイブル分布を用いることによって直径階を等頻度で切り、これを収穫時まで保持し、すべての推定は、この直径階ごとに行なう。1 年ベース、 $0.1ha$ 単位として、基本的には断面積増加量、本数減少量、断面積の枯死量の予測を実施し、間伐後の直径階、中央値の予測および枯死量の直径階への割り振りについて九州のスギ人工林を対象として研究を行なう。

なお本研究は昭和 50 年度文部省科学研究助成金一般研究 B により、林分グロースモデル、シミュレーション・システムとして OKITAC-4300 CPU (メモリ-12kw) などの整備をなし、既往の各種スギ林分のデータを充当するものである。

文 献

J.L. CLUTTER and B.J. ALLISON: A Growth and Yield Model for Pinus Radiata in New Zealand. IUFRO, Joint Meeting, 1973.

D.D. MUNRO: Forest Growth Model-A Prognosis. IUFRO, Joint Meeting, 1973.

木梨謙吉: Growth Model について, 85 回 日林講, 61~62, 1974.