

総 合 討 論

九 大 農 長 正 道

「Growth Model について」の話題提供者 3 氏による以上の研究報告に対し、それぞれ簡単な質疑応答のあと、午後、南雲氏（東大）の司会により総合討論が行われた。なお総合討論では個々の問題のみに止まらず、Growth Model、測定部門を含め、広い視野にもとづいた討論を、たとえば試験地のとり方や必要なデータ、あるいは Growth Model に対する今後の研究のすすめ方、等についてもその対象として積極的に意見を出して欲しいとの要望が司会者から提起された。

総合討論の内容を個々の発言について要約し記述すると次のとおりである。

森田（林試九州支場）：Mitchell は枝の長さからクローネを推定し、そのクローネから直径や材積を推定している。このように測定し難いものを独立変量とすると Simulation の精度が悪くならないか。

高田：Mitchell は基本方針として空中写真等を用いてクローネの大きさ、形等から各因子を推定しようとしている。クローネは直径と最も関係が深い。その他のどの方法がよいかの検討は未だすすんでいない。測定誤差はランダム変量として取り扱うこともできる。

西川（林試）：高田氏の（4）式は誤差項に正規乱数を発生させているが、他の式はどうか。石田氏の場合はどうか。

高田：そのとおりで、みな正規乱数を発生させている。

石田：ここに示したものは Deterministic なモデルであり、正規乱数は入っていない。

西川：各種の環境因子が変わったとき Simulation の有効性が発揮されると考える。そして生態学や土壌学系の仮説の正当性を定めるのが統計学に携るものには必要ではないか。また Simulation をやる以上、施業その他実際面に役立つものでなければならぬと考える。また天然林について種内競争や種間競争等の問題を Simulation の中に取り入れることはできないか。

石田：どの段階でモデルを作るかが問題だ。計量生態学者のアプローチは非常にミクロ的個体的で、そのモデルには競合、更新、上層木等の現象や概念がないため、集

団としての林学にはあまり有用でない。林学は長期のデータを必要とする致命的欠陥がある。森林を対象とするいわゆる集団把握は別途に作る必要があろう。他方、鈴木氏の方法による Simple な仮定、つまり確実な方法からの接近法、ミクロ的なものの積上げ、その中間的な問題等、いくつかのアプローチの仕方があり、単に Growth Model や Simulation といっても異質的なものが混在しており、一括して論じることが難しい。したがっていろいろな方面からつめていき、終局的にどこかで結論は見出せると思う。いまずぐ実際面に結びつかなくても測定立場からもっと研究をすすめたらよいのではないか。

司会：この点に関して他にモデルの作り方その他の意見があれば……

高田：造林学者の意見は光合成や呼吸のモデルがある。これらは大豆その他の植物に研究例がみられる。しかし林学ではこのようなモデルは非常に複雑になり、現在の電算機的能力ではできない。鈴木氏による Simple なモデルは出せるが、石田氏が指摘された複雑な Simulation Model は現在の電算機では無理である。

鈴木：光量はミクロ的な面だけでなく、マクロ的な扱い方、み方もある。光の量は林分では Total としては一定である。これに関しては四手井氏と同じ考えである。なお私の理論は林学としてのいくつかの前提を含ませている。たとえば Mitscherlich の生長曲線はそのプロセスが問題でなく、それから導いてきた最後のところに意義があり、これを前提としている。

小林（道試）：昨年、木梨氏が①単木単位、（距離従属）②林分単位（距離独立）③鈴木氏の確率モデル、のような3のタイプの Growth Model を紹介された。それぞれに長短があり、ミクロ、マクロの問題とあわせ、いまずぐには良否は決められないであろう。むしろ1つ1つの積上げが必要と感じる。そして最後に林分としてのものと個々の積上げを同じ法則性にのせることこそ Growth Model の将来の指向点ではないか。なお生態学的な根拠のない仮定には疑問がある。たとえば Newnham のモデルも幾何学的な考えだけで生態学的な裏付けがない。受光角は競争指数よりも生態学的に意義が高いのではないかと考える。

鈴木：生態学ではモンシー & 佐伯により受光量（光の浸透）に対する積分をやっている。しかしこれをそのままマクロな現象に結びつけることには問題がある。

石田：ドイツでクムスレーが単木の受光量について極めて精度の高い測定をしている

る。しかしその解析法は検討されていない。このようなミクロ的単木的なデータをそのまま林学のようなマクロなものにもちこむには問題がある。相当の吟味が必要である。

司会：話題提供者 3 氏の持論を大別するとマクロモデルとミクロモデルに分けられる。そしてマクロモデルに対応するのが鈴木氏，ミクロモデルが石田・高田両氏の立場とみられる。そして将来，相互のモデルの間には関係が出るであろうというみ方もあった。しかし私はミクロの立場に相違があれば両モデルの間には関係はつかないと考える。そして両モデルはそれぞれの立場で発展していかなければならないと考える。なお，鈴木モデルは収穫表に，石田・高田モデルは択伐・間伐施業につながっていくのではないか。

鈴木：現在，収穫表そのものはやっていない。しかし現段階でも Direct には結びついている。またミクロな研究，たとえば樹木の生長の微小変動の解析はやっている。また 2 つの樹種の Competition，つまり直径と樹高を入れた遷移方程式を用いてお互いのマイナス因子を与えあって Competition させることによる結びつけの問題も検討中である。

司会：四手井氏の研究は密度管理という形であらわされるのでは……。また収穫表も密度管理という形で解明できれば林学にとって大きな進歩と考える。鈴木モデルからの見通しはないか。

鈴木：今のところない。なお四手井モデルの t は Stationary であり Effect である。私のモデルの t はあくまでも時間である。

司会：その他，質問，意見，感想等，何でも結構ですから……。

高田：私が受光角や Simulation をはじめるとき，いろいろ教えていただいた甲斐原氏がみえているので，何かご意見を聞きたい。

甲斐原（佐大）：受光角は生長を支配する極めて重要な Factor と考えた。そしてそれを森林全体に集計していくには高田モデルが使えないかと考え，高田氏に相談してはじめた。四手井氏のやり方は経験式にもとづくものであると私は考えた。これにもう 1 つモデルを組み入れたのが高田氏の受光角だ。

高田：Simulation で困っていることは上層木の枯死である。いまこれは Random に枯らしているが，枯れると受光角が大きく変化する。これを補うことは大きな問題

である。したがって西川氏が指摘するような生態的な問題が出てくると思う。今後は枯れかかっている上層木のデータを集め、解析をすすめていくつもりだ。

森田：九州でのスギ、ヒノキの場合、施業的な間伐・択伐を先に入れることで Mortality の問題は除いている。1本の間伐によって周囲の木がその空間をどう利用し生長が変わるかを調べたいと考えている。

司会：次に、Growth Model の問題を発展させていくにあたって、今後の研究のすすめ方に対する意見を出して欲しい。たとえば試験地のとり方や希望のデータ、データバンクの問題など……………。

石田：人工林、天然林を含め経歴の分った古い林分の樹木位置図が欲しい。現在数研にはチミケップ、イシベツ、日光（カラマツ）、高尾（ブナ）、秩父（スギ人工林）、黒岳ぐらいしかない。近々、樹木位置図作成のための一定形式のプログラムを作り配りたいので、これにもとづいて野帳を統一して欲しい。

甲斐原：時系列データの不足をカバーするため、受光角を入れた Simulation のようなもの考えている。

田村：（高知大）：魚梁瀬の千本山スギは樹冠位置図、材積調査などを大正時代から時系列的に4、5個所について局で測定しており、生態的にもはっきりしている。面積は小さいが使えるなら利用して欲しい。

高田：データが普遍的に利用できるよう、この研究会で最少限の測定項目を決めてはどうか。私は林木位置図、樹冠投影図、樹冠長、樹冠形（縦断面）、樹勢等が必要である。

石田：胸高直径の位置、測定法から確定する必要がある。樹種もローマ字か何か統一した表示法を希望する。

鈴木：樹種は学名ではどうか。

森田：番号ではどうか。

石田：番号は後の利用面で大変だ。出てきたものがすぐ判るものがよい。

司会：一応の討論は出つくしたと思う。あと残り時間を自由討論にあてたい。

箕輪（東大）：石田氏のモデルでは直径分布はどんな分布をするか。

石田：パラメーターをかえれば t 分布でも Gaussian 分布でもでてくる。

鈴木：直径遷移は直径、時間を離散的に考えれば基本的にはすべて2項分布の

Convolutionとなる。何回も2項分布をConvolutionしていけばPoisson分布になり、さらに正規分布になる。

石田：われわれが欲しいのは森林の分布のパターンである。

鈴木：直径はSimulationでできるが、平均値を使っているので数値計算と同じになる。

石田：マクロ的には同じになるだろう。

鈴木：途中のステップが欲しいときはMonte Carlo methodが有効だが、全ステップが欲しい場合はその必要はない。

石田：われわれはMeanだけでなく、その巾も欲しい。

鈴木：話は変わるが、Bitterlich法で必要な点を調べたらRandomに1,500点とっても5%に入らなかった。積分幾何学は理論的には興味があるが、林学では分散が大きくなる。実際には無意識に平均的なところを有意選択しているのではないか。

石田：Growth Modelでは全数調査が必要だろう。ただ、稚樹などのように数が多いときはサンプリングしかない。

司会：若い人の活動が今後の会の発展に大きい役割を有する。若い人の積極的発言を……。

箕輪：高田氏のAngle Summationについて……。

高田：1番近い木が最も強い影響を与えるということがAngle Summationの考え方だ。ただ私の2例での計算結果では両方ともあまり効いていない。

石田：樹木には光の当る部分と影の部分がある。したがってモデルに取り入れる場合、Angle Summationや受光角のような一定の方法を考えるのは問題ではないか。

鈴木：個々には差はあるが、森林全体では受光量は一定になると考える。したがってその上にたって各林木の受光量の差を論じるべきではないか。受光角は実際には測定が難しいので、もっとSimpleにした方がよいと思う。

森田：沢山の林分を集合して作った密度管理図も、個々の林分にあてはめる場合、うまく合わない。

鈴木：吉良氏らによる密度効果理論は次元解析による実験式であり、極限状態を想定したモデルだと思う。したがって途中の段階ではあてはまらないのは当然で、その段階では応用すべきではないと考える。

司会：議論もほぼ出つくしたと思う。時間もきたので、今回のシンポジウムはこれで終わりたい。

なお、Growth Model の問題を含め、研究会の今後のあり方、すすめ方等については次の総会でさらにつめていきたい。

~~~~~

以上が総合討論における個々の発言内容の要約である。午後1時15分からの1時間半足らずの限られた時間ではあったが、司会者の適切な進行と50余名におよぶ出席者により、討論の内容は多岐にわたりきわめて充実したものであった。とくに Growth Model という、きわめて重要かつ難しい課題について、話題提供者3氏による貴重な研究報告、およびそれにつづく討論の過程で出された意見や問題点の指摘等により、今後の研究のすすめ方についても多くの指針が示されたものとする。

なお、その中で提起されたいくつかの問題点、たとえば生態学的なみ方、考え方、および林学部門への取り入れ方の問題、受光角、Angle Summation の問題、ミクロとマクロの両モデルと Growth Model との結びつけないしは法則性の問題、等は引きつづき究明するべき今後の研究課題であるとする。また、Growth Model のための試験地の設定方法、データのとり方、必要かつ普遍的なデータ項目（林木位置図、樹冠投影図、樹冠長等）の統一化、ならびにこれらを含めて以前から提起されているデータバンクの問題、等についても本研究会で検討され、可及的速やかに実行に移されるべき事項の1つとする。

以上の諸点が今回のシンポジウムでさらにうきぼりにされ、出席者の討論の対象となり、関心を深めたことも大きな成果の1つであったと感じる。

おわりに本稿の取り纏めに際し南雲氏他3名のご協力をえた。また私の不勉強で内容に対する記述が間違っていないかと危惧する。その場合は出席者により訂正をお願いしたい。