

更新初期林分の動態予測に関する研究

富山県林業技術センター林業試験場 主任研究員 石田 仁

1 はじめに

近年、林業・環境保全・自然保護等の多方面から健全な天然林の育成に対する要望が高まっています。現在ある森林が時間の経過とともにどのように成長するのか、また、除伐や間伐のような施業が下木にどのような影響を及ぼすかを正確に予測することは、天然林の施業や保全の上で非常に重要であるといえます。天然林は、主に樹木の成長と枯死によって変化していきますが、両者は樹木が生育している光環境と密接に関連しています。

今回、林分の樹木位置から林内の任意地点の光環境を比較的に高い精度で推定する方法について検討しました。また、樹種毎の光-成長曲線と光-枯死亡率曲線を併用し(1)、更新初期林分の動態を予測するモデルを作成いたしましたので紹介します。

2 動態予測モデル

(1) 林内の任意地点における光環境の推定

樹木を単純な樹形で表し、樹木の位置関係から任意地点で撮影される全天写真の像を幾何学的に求めます(図-1)。その全天写真の像から Anderson(2)の方法を用いて推定された受光量は、実際に計測された値と有意に一致します(t 検定、 $p < 0.001$)。

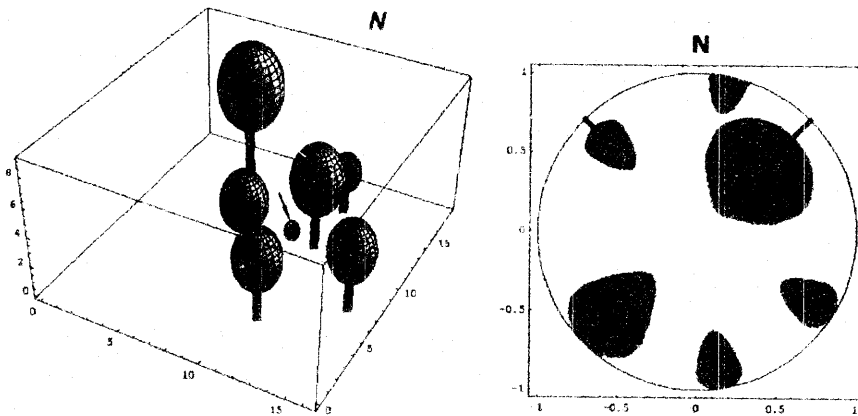


図-1 樹木位置関係と全天写真像

(2) 光成長曲線と被圧枯死亡率曲線

稚樹の伸長成長 L (cm/yr) と、diffuse site factor DIF (=相対照度) との間には、

$$L = a \text{Log} [DIF] + b DIF + c \quad (1)$$

という関係式が成立し、稚樹の西暦年 $yr2$ における樹高 H は、稚樹が発生した西暦年 $yr1$ からの積算伸長量として、次式によってあらわされます。

$$H = \sum_{i=yr1}^{yr2} F(DIF_i) \quad (F; \text{式(1)}、DIF_i; \text{各年に稚樹が受けた} DIF) \quad (2)$$

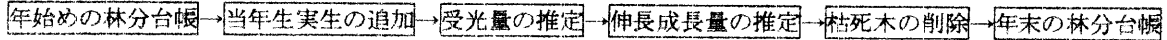
また、稚樹が一定期間内に被圧枯死する確率は、

$$a \text{Exp}[-b DIF] + c \quad (3)$$

であらわされます。 a 、 b 、 c は、樹種によって異なる係数です。

3 シミュレーション

[番号, 樹種, x座標, y座標, 樹高] の毎木調査資料を林分台帳と呼ぶことにします。上述のモデルでは、樹木の位置関係から個々の樹木の受光量が推定でき、さらに受光量から伸長成長量および被圧枯死するかどうかを推定できます。本シミュレーションでは、以下の計算処理を年数分繰り返すことで林分の動態を予測します。



(1) シミュレーションの設定

このシミュレーションがどの程度有効かを検討するために、ブナ林内に更新したブナ、イタヤカエデ、ケヤマハンノキ、オノエヤナギを主要構成樹種とする林分の調査結果とシミュレーション結果との対比を行いました。この林分は、1977年に造られた林道の土捨て場に更新した林分であり、全くの裸地から土捨て場形成後の散布種子のみによって形成されてきたものと推測されます(3)。

シミュレーションでは、ブナ、イタヤカエデ、ケヤマハンノキ、オノエヤナギの4種の実生が年毎に表-1のように発生するものとししました。ブナとイタヤカエデの加入数は、1990~1994年の観察値を繰り返して与えたものです。ケヤマハンノキ、オノエヤナギの新加入数は、不明でしたので、各樹種で毎年一定とし、①{a, b} = {1, 1}, ②{a, b} = {30, 30}, ③{a, b} = {100, 100} の3シリーズについてシミュレーションを実施しました。

表-1 実生発生密度(/ 144 m²)

Fc: ブナ, Am: イタヤカエデ, Ah: ケヤマハンノキ, Ss: オノエヤナギ

List	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Fc	0	16	0	18	0	0	16	0	18	0	0	16	0	18	0	0	16
Am	0	21	27	37	10	0	21	27	37	10	0	21	27	37	10	0	21
Ah	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a
Ss	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b	b

(1) シミュレーションの結果

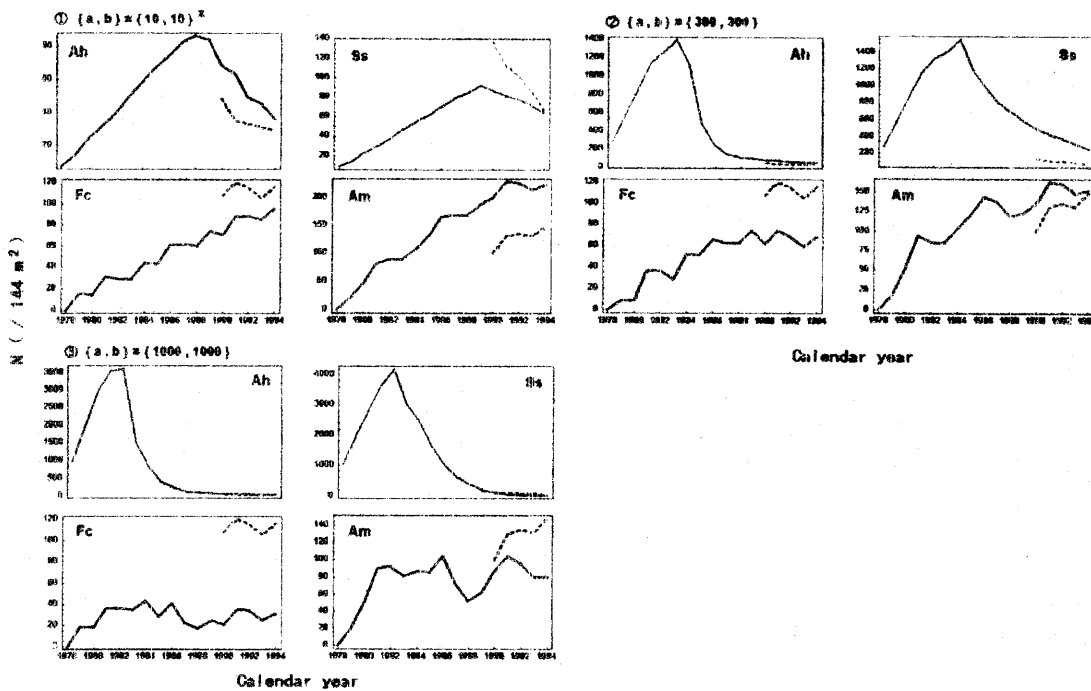


図-2 立木密度の変化

実線: シミュレーションによる予想値、点線: 実際の観察値

ケヤマハンノキとオノエヤナギは、更新直後に本数を増加させますが、林分の鬱閉にともなって実生の定着ができなくなり、被圧枯死も進むため一定の期間を経過すると急に本数密度を減らします(図-2)。本数の減少が始まる時期は、実生の発生密度の高いシリーズほど早くなる傾向があります。これは、立木密度が高いほど林分の鬱閉する時期が早まるためであると考えられます。このことは、ブナやイタヤカエデの樹高にも現れていました。シリーズ①で約4mに達しているのに対して、②で1m、③では50cm以下でした。現実の林分では約1mでしたので、結果としては②に近いようです。早い時期に除伐すれば①のような林分に仕立てることも可能であったことも示唆されます。実測の本数密度では、1990~1994年の5年間でケヤマハンノキとオノエヤナギが減少、ブナとイタヤカエデが横ばいですが、いずれのシミュレーションでも基本的な傾向は良く合っています。また、ケヤマハンノキとオノエヤナギの最終年の本数密度は、シリーズに関係なくほぼ一定の値に落ち着いています。これは、樹冠が一定の大きさを持っている場合、各樹木が確保できる光の量が樹木の分布密度によって規定されるためであると考えられます。

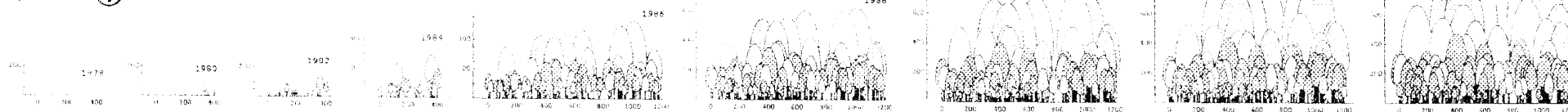
4 おわりに

このシミュレーション・モデルでは、樹種別の樹高成長および立木本数の変化の傾向について比較的高い精度で推定できることがわかりました。ここに示した光-成長曲線は樹高約10mの樹木まで応用できると考えられます。樹木位置と樹高に関する資料があれば、単木レベルで将来予測が可能であり、除間伐の効果についても林分台帳から対象木を削除することで光環境の改善程度などが簡単に予測できます。しかしながら、当モデルは現時点で多くの欠点も持っています。例えば、樹種による樹形の違いや、枯れ上がりなど成長にともなう樹冠の変化が全く考慮されていません。収量まで正確に予測するためには、今後、特に樹冠・樹形の形成過程に関する研究を進めていく必要があると考えています。雑草やササによる被圧の影響も定量的に明らかにしなくてはならないでしょう。プログラムはMathematicaというあまり一般的でない言語を用いて作成されており、計算にも時間がかかります。将来的には、多くの方々に簡単に利用していただけるような天然林成長予測システムの開発を目指したいと思います。

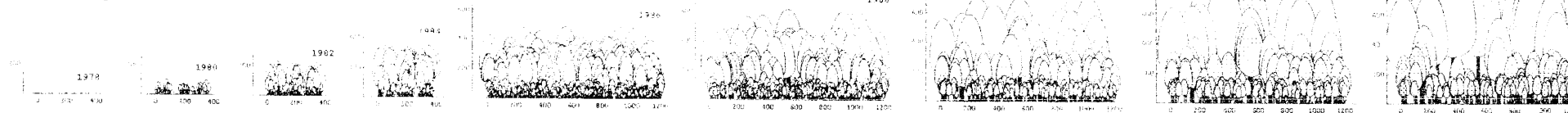
文 献

- (1) ANDERSON M.C.(1964)Studies of the woodland light climate I.The photographic computation of light conditions. *Journal of Ecology*:52:27-41
- (2) ISHIDA M. & PETERS R.(1998)The effects of potential PAR on shoot extension in juveniles of the main tree species in a temperate forest in Japan. *Ecological research*:13:2:in press
- (3) 石田 仁(1992)ブナ林内土捨て場に更新した高木性樹種の分布と伸長成長. *日林誌* :74 :337-341

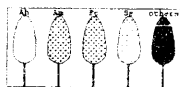
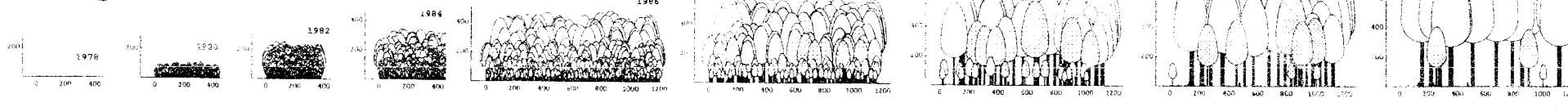
シリーズ①



シリーズ②



シリーズ③



実際の林分

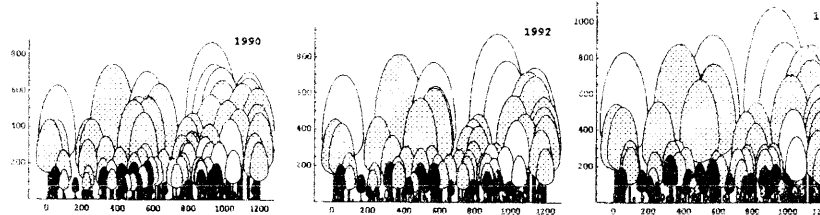


図-3 森林断面図