

プロセスモデルを応用した林地生産力分布推定の試み

光田靖・家原敏郎・松本光朗（森林総研）

要旨：林地生産力の空間分布を、プロセスモデルを適用したシミュレーションにより推定することを試みた。プロセスモデルにはオーストラリアで開発された3-PGモデルを応用した。対象樹種をスギとして、固定試験地の経年観測データを用いて焼き鈍し法によるパラメータの推定を行った。ただし、今回対象としたパラメータは葉群による日射の吸収効率、日射エネルギーの変換効率、および大気飽差に対する気孔抵抗反応の指標の3つのみである。気象観測点において観測されたデータ、国土交通省の提供する1kmメッシュ気象データおよび50mメッシュ標高データを用いて、50mメッシュでの気象を推定した。これを入力としてプロセスモデルを用いた10年間の成長シミュレーションにより、50mメッシュでの平均材積成長量を推定し林地生産力分布とした。シミュレーションによる平均材積成長量は大気飽差の影響を強く受けることが明らかとなり、そのため低標高地で林地生産力が高く、高標高地で低くなるという結果となっていた。より高解像度の地形との関連においては、谷部で入射光が低くなるため、林地生産力が低くなるという現実に反する結果となっていた。

キーワード：林地生産力、プロセスモデル、3-PG

I はじめに

対象とする樹種に関して林地生産力の空間分布を把握することは森林経営の基本である(6)。また、最近では空間分布を明示した森林における炭素収支の推定、モントリオールプロセスにおける基準2「森林生態系の生産力の維持」などといった課題において、林地生産力の推定は重要な位置を占めている。

これまで林地生産力は地形、気象および土壌といった規定因子との相関関係を解析し、その分布パターンを把握する方法が採られてきた(6)。しかし、近年では物理環境に対する植物の応答プロセスをモデル化し、モデルによるシミュレーションにより林地生産力の分布を把握するという手法が採られるようになってきた(5)。プロセスモデルを応用することにより、物理環境の変異に伴う植物の複雑な応答を表現でき、これまで説明できなかった林地生産力の変異が説明できるという可能性がある。そこで、プロセスモデルを応用して林地生産力分布を推定することを試みた。

本研究においては、固定試験地の継続調査データを用いてスギを対象としたプロセスモデルのパラメータを推定し、そのパラメータを用い、50mメッシュの気象データを入力としてモデルにより材積成長量を推定して林地生産力の指標とした。

II モデル概要

本研究ではプロセスモデルとして、オーストラリアで開発された3-PGモデルを利用した(5)。ここではモデルの概要を説明するに止める。太陽からの日射は葉群により吸収される。このエネルギーを利用して光合成が行

われるが、大気飽差、土壌水分および温度といった物理環境により律速される。ここでは律速因子は0から1の値をとり、吸収した光合成有効放射量に乗じられる。律速因子により減じられた日射エネルギーを元に、樹種固有の変換効率で光合成による物質生産が行われる。こうして計算される総一次生産量から、葉、枝、幹、および根それぞれの呼吸量が減じられて純一次生産量が計算される。この純一次生産量から葉の着け換えなどの各器官の回転量を差し引いた残りが成長量となる。この成長量は各器官へと配分される。

本研究においてパラメータ推定の対象としたのは、葉による日射の吸収効率、日射エネルギーの変換効率、および大気飽差に対する気孔抵抗の反応パラメータの3つである。その他においては、各器官における呼吸量、回転率のパラメータは文献1, 7を、その他については元になったモデルのパラメータ(3)を用いた。

III 対象地および使用データ

林地生産力分布の対象としたのは、茨城県北部の北茨城市と高萩市である。標高データは国土地理院発行の50mメッシュ標高を用いた。気象データとしては、国土地理院発行の1kmメッシュ気象データ(ファイル名: G62-02M)、および館野気象観測点における毎時観測データを用いた。

また、パラメータ推定のためスギ固定試験地データとして、関東森林管理局管内の国有林に設定された横山スギ人工林収穫試験地および南山スギ人工林収穫試験地のデータを用いた(2)。横山試験地においては間伐区と比較区が設定されており、それぞれ7回と5回測定されて

Yasushi MITSUDA, Toshiro IEHARA, Mitsuo MATSUMOTO (Forestry and Forest Products Research Institute, Matsunosato1, Tsukuba Ibaraki 305-8687) Trial to predict the spatial distribution of site productivity using a process-based growth model.

いる。南山試験地においては間伐区のみで7回測定されている。

IV 方法

1. 50mメッシュ気象データ作成

館野気象観測点における1991年から2005年までの毎時測定データから、月別平均全天日射量および月別平均大気飽差をもとめた。また、平均大気飽差を推定するため、平均最低気温、降水量、および全天日射量を説明変数とする一般化加法モデルによるモデルを作成した。

全天日射量は太陽入射角の余弦（日射係数）に比例するという仮定の下、各50mメッシュについて月別に日射係数を計算し、館野気象観測点が存在するメッシュの日射係数との比を計算して、気象観測点の月別平均全天日射量に乗じて全天日射量の推定値とした。

月別平均降水量については1kmメッシュデータを用いた。月別平均、最高、最低気温については1kmメッシュデータを基礎として、1kmでの標高と50mメッシュでの標高較差から補正した。

推定された最低気温、降水量、および全天日射を入力として、先に構築したモデルにより50mメッシュでの月別平均大気飽差を推定した。

2. パラメータ推定

収穫試験地における継続測定データを利用して、連なる測定時を期首・期末とした成長期間を設定し、期首となる測定時の測定データを入力としてモデルを期末まで動かした。推定された林分蓄積と期末となる測定時の林分蓄積の誤差が最小となるように、焼き鈍し法により先述の3パラメータの推定を行った。なお、収穫試験地における測定は幹を対象としたものであるため、文献4により各器官のバイオマス量を推定した。また、収穫試験地の気象データについては、収穫試験地が存在する50mメッシュについて推定された気象データを用いた。

3. 林地生産力分布図作成

以上から推定されたパラメータおよび50mメッシュの気象データを用いて、各メッシュについて10年間の成長予測を行った。林分の初期値は横山試験地間伐区の初回調査データとした。10年間の平均材積成長量を林地生産力の指標として、対象地における50mメッシュの分布図を作成した。

V 結果および考察

モデルにより50mメッシュで推定された林地生産力（平均材積成長量）を図-1に示す。入力に対する感度を分析したところ、推定値は大気飽差により強く規定される結果となっていた。大気飽差を推定するモデルにおいては、最低気温が最も強く影響しており、その結果、最低気温の分布に沿った林地生産力分布となったと考えられる。

また、50mメッシュの地形との関係を見てみると、谷部で生産力が低くなるという結果となっており、これは

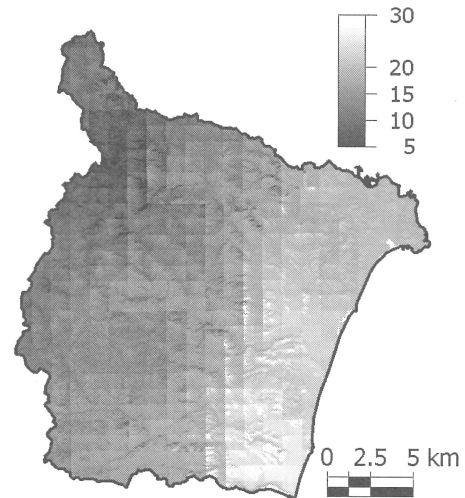


図-1 林地生産力分布図

通常観測される分布パターンと逆の結果となっている。谷部においては日射が遮られるため、成長が悪くなったと考えられる。この結果は、今回構築したモデルが土壌水分動態をあまり考慮していないことに起因すると考えられる。

今回のモデルでは林地生産力分布を十分に説明できていないと考えられ、今後は蒸発散パラメータなど水循環に着目した改良を行う予定である。

引用文献

- (1) CHIBA, Y. (1998) Simulation of CO₂ budget and ecological implications of sugi (*Cryptomeria japonica*) man-made forests in Japan. *Ecol. Modell.* 111: 269-281.
- (2) 家原敏郎・宮本麻子・福田未来・西園朋広・佐野真・高橋正義 (2001) 関東森林管理局東京分局管内収穫試験地の林分構造と成長. 59pp., 森林総合研究所, つくば.
- (3) KESTEVEN, J., LANDSBERG, J.J., and URS AUSTRALIA. (2004) Developing a national forest productivity model. 116pp., Australian Greenhouse Office, Canberra.
- (4) FUKUDA, M., IEHARA, T., and MATSUMOTO, M. (2003) Carbon stock estimates for sugi and hinoki forests in Japan. *For. Ecol. Manage.* 184: 1-16.
- (5) LANDSBERG, J.J., and WARING, R.H. (1997) A generalized model of forest productivity using simplified concepts of radiation-use efficiency, carbon balance and partitioning. *For. Ecol. Manage.* 95: 209-228.
- (6) MITSUDA, Y., YOSHIDA, S., and IMADA, M. (2001) Use of GIS-derived environmental factors in predicting site indices in Japanese larch plantations in Hokkaido. *J. For. Res.* 6: 87-93.
- (7) 只木良也・蜂屋欣二 (1968) 森林生態系とその物質生産. 64pp., 林業科学技術振興所, 東京.