

沖縄県北部地域亜熱帯性二次林における地形指標を用いた林地生産力の推定*¹

玉城雅範*² ・ 高嶋敦史*³ ・ 太田徹志*² ・ 吉田茂二郎*⁴ ・ 溝上展也*⁴

玉城雅範・高嶋敦史・太田徹志・吉田茂二郎・溝上展也：沖縄県北部地域亜熱帯性二次林における地形指標を用いた林地生産力の推定
九州森林研究 62：185-187, 2009 沖縄県北部地域亜熱帯性二次林において地形指標を用いた林地生産力に影響を与えている地形要因を
解明し、林地生産力の推定を試みた。林地生産力の指標にはイタジイとイジュの断面積合計を用いた。地形指標は既往の研究において林
地生産力を表すのに有効であるとされている有効貯留容量、有効起伏量、露出度を用いた。重回帰分析の結果、用いた地形指標で林地生
産力に影響を与えているのは有効起伏量のみであった。しかし、今回行った重回帰分析の結果は、他の研究と比べても推定精度が低く、
林地生産力に影響を与える地形要因の解明と林地生産力の推定には十分ではないと考えられる。今後、要因の解明と推定精度を上げてい
くためには、地形指標と林地生産力の指標を再検討する必要がある。

キーワード：沖縄、亜熱帯性二次林、林地生産力、断面積合計、地形

I. はじめに

沖縄島北部ヤンバル地域には、亜熱帯性常緑広葉樹林が広がっている。この森林では、ヤンバルクイナやノグチゲラといった固有種も数多く生息しており生態学的価値も高い。しかしその一方で、この森林は現在も育成天然林施業や小面積皆伐などの林業活動が実施されており、今後は生態系への負担を軽減するような集約的な木材生産システムの開発が求められている（高嶋，2008）。集約的な木材生産システムの確立には、樹木の成長の指標である林地生産力を把握することが重要である。林地生産力は地形と深い関連があることが示されている（竹下，1964；吉田，1985）。近年では数値標高モデル（DEM）から地形指標を算出し、その地形指標を用いて林地生産力を示す研究も報告されている（Mitsuda *et al.*, 2001, 2007）。

また、新本ら（1990）はヤンバル地域の亜熱帯性常緑広葉樹林の優占種であるイタジイとイジュの蓄積量は林分総蓄積量の50%以上である事を示している。そのため、イタジイとイジュを合わせた生産力がヤンバル地域の林地生産力と考えることができる。

そこで本研究では、沖縄島北部ヤンバル地域の亜熱帯性常緑広葉樹二次林においてイタジイとイジュの生産力に影響を与える地形要因を解明し、その推定を行った。

mmである（琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター，2002）。本研究では標高約150～370mに位置する、約20m×20mの方形区プロット60箇所を使用した。なお、各プロットを中心点の位置座標はGPS測位によって記録されている。また試験地の位置する林分は、1954年の与那演習林（現与那フィールド）設立以降手を加えられておらず、戦後の復興資材生産を目的とした伐採活動から回復した林齢55～60年程度の二次林である。なお、この伐採以後、破壊的な攪乱を受けた場所は含まれていない。

(2) 使用データ

林分データには、2000年から2001年にかけて胸高直径（DBH）4 cm以上の立木を対象として行われたDBH測定の結果の中からイタジイとイジュの結果のみを使用した。対象となるプロットのイタジイとイジュの平均胸高直径、ha当り本数、ha当り断面積合計を表-1に示す。

また地形データには、北海道地図製製のTerrainを使用した。

表-1. イタジイとイジュの林分構造

項 目	範 囲
平均胸高直径 (cm)	9.4-28.6
ha当り本数 (本)	608-3237
ha当り断面積合計 (m ² /ha)	21.3-50.2

II. 対象地および資料

(1) 対象地

沖縄島北部に位置する琉球大学与那フィールド内に複数設置されている天然林固定試験地を対象地とした。この地域の1992年から2002年の間の年平均気温は22.6℃、年平均降水量は2,472.2

III. 解析方法

(1) 地形指標

本研究では、既往の研究（寺岡ら，1991）において林地生産力を表すのに有効であると考えられている有効貯留容量、有効起伏

*¹ Tamashiro, M., Takashima, A., Ohta, T., Yoshida, S. and Mizoue, N.: Predicting site productivity using topographical indices in subtropical secondary forests on northern part of Okinawa Island.

*² 九州大学大学院生物資源環境科学府 Grad. Sch. Biores. and Bioenvir. Sci., Kyusyu Univ., Fukuoka 812-8581

*³ 琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター与那フィールド Yona Field, Subtropical Field Science Center, Fac. Agric., Univ. Ryukyus, Okinawa 905-1427

*⁴ 九州大学農学研究院 Fac. Agric., Kyusyu Univ., Fukuoka 812-8581

量および露出度を地形指標として用いた。これらの地形指標は、土壌水分を間接的に表現できると考えられている。

有効貯留容量は水分貯留能力の指標である。まず、Blaszczynski (1997) により提案されたアルゴリズムを使用して凹凸度を、2007年に行った現地測量を基に傾斜を算出した。それらの結果を用い、土層の総貯留量および粗大孔隙率を決定し(表-2)、竹下・高木 (1977) の式(式-1)を用いて算出した。

$$Se = P(1 - 0.13 \times r \times \sin \alpha) \quad (\text{式-1})$$

Se: 有効貯留容量 (mm), P: 総貯留量 (mm)

r: 粗大孔隙率 (%), α : 傾斜 (°)

表-2. 傾斜, 凹凸度に応じた土層の総貯留量および粗大孔隙率

項目/堆積様式	緩傾斜葡行	残積	崩積	葡行	急峻葡行
傾斜 (°)	0-19	0-19	20-39	20-39	40
凹凸度	凹	凸	凹	凸	
総貯留量 (mm)	453	170	405	334	294
粗大孔隙率 (%)	3.97	4.27	4.5	5.16	6.36

有効起伏量は地下流量の指標である。これは、プロット中心点から半径100mの範囲における最大標高とプロットの中心点の標高の差である。露出度は蒸発散量の指標である。これは対象地点を中心として1度ごとに周囲を視準した時に山体に遮られなかった視準線の合計本数(積算角度)として計算される(村上ら, 2000)。本研究では、ヤンバル地域は地形が複雑なため視準距離を500m(露出度500), 250m(露出度250), 200m(露出度200), 150m(露出度150), 100m(露出度100), 50m(露出度50)と変化させ露出度を算出した。但し、有効起伏量および露出度の算出はMicroImages社製 TNT-mips ver. 6.9を用いた。

(2) データ分析

林地生産力の指標には上層木の平均樹高が一般的に用いられるが、本研究では樹高に影響を与える樹齢が不明なために樹高を林地生産力の指標として用いることができない。一方で断面積合計を林地生産力の指標として捉えた報告がある(Fralish, 1994)。よって、本研究では林地生産力の指標をイタジイとイジユを合わせた断面積合計(以下、断面積)とした。

まず断面積と地形指標および地形指標間の Pearson の相関係数を算出した。次に、露出度のそれぞれの見渡し半径において重回帰モデルを構築し、最も当てはまりの良いモデルを選択した。モデルの変数選択には赤池の情報量規準(AIC)を用いた。

IV. 結果

(1) 相関係数

断面積と各地形指標および地形指標間の相関係数を表-3に示す。断面積と各地形指標との相関が最も高いもので0.454(有効起伏量)、低いもので0.021(有効貯留容量)となり、全体として低い相関関係となった。露出度は、相関が高い順に露出度の見渡し距離が100>150>200>250>50>500mとなり、見渡し距離が100mで最も相関が高くなった。地形指標間の関係は、有効貯留容量に対してはどの地形指標とも弱い相関を示した。露出度に関しては見渡し半径の違いによる大きな差はみられなかった。

表-3. 断面積と各地形指標および地形指標間の相関係数

相関係数	断面積	有効貯留容量	有効起伏量
有効貯留容量	0.021		
有効起伏量	0.454	0.071	
露出度 500	-0.176	-0.214	-0.586
露出度 250	-0.211	-0.224	-0.590
露出度 200	-0.257	-0.199	-0.625
露出度 150	-0.298	-0.187	-0.665
露出度 100	-0.352	-0.215	-0.684
露出度 50	-0.189	-0.200	-0.468

(2) 重回帰モデル

重回帰分析の結果を表-4に示す。露出度の見渡し半径の違いによる変数選択の違いはみられなかった。すべての見渡し距離で有効起伏量のみが選択された。予測の精度を表す決定係数(R²)は0.206, 自由度調節済み決定係数(Ra²)は0.192であった。

表-4. 重回帰分析の結果

偏回帰係数		決定係数 (R)	自由度調節済み決定係数 (Ra ²)
定数項	有効起伏量		
31.083	0.278	0.206	0.192

V. 考察

DEMから算出した地形指標を用い林地生産力を推定したMitsuda *et al.* (2001, 2007)の研究と比較を行った。Mitsuda *et al.* (2001)は、対象林分を単純カラマツ人工林とし、林地生産力の指標を38年生の上層木樹高とした。説明変数は凹凸度、露出度、被陰度が選択された。その結果Ra²は、0.723であった。Mitsuda *et al.* (2007)は、対象林分を単純スギ人工林とし、林地生産力の指標を40年生の上層木樹高とした。説明変数は一年間の日射の積算量、開空度が選択された。その結果R²は、0.522であった。以上の結果と比べ本研究で算出した重回帰モデルのR², Ra²は低くなっていた。つまり、林地生産力に影響を与える地形指標は有効起伏量と示唆されたが、今回の結果から林地生産力に影響を与える地形要因を解明し、林地生産力の推定を行うことは不十分と考えられる。

VI. 今後の課題

本研究で使用した天然林固定試験地では、斜面位置によって林分断面積合計に差があることが示されているので(井口ら, 2008), 今後は斜面位置を表す地形指標を検討していく必要がある。加えて、ヤンバル地域では林分構造が台風等の風の影響を受けていることが示唆されているので(Kubota *et al.*, 2004), 今後は風の影響を表す指標についても考慮する必要がある。

また今回の対象地は、約60年間無施業の林分であったが、それ以前の施業履歴が影響を及ぼした可能性がある。よって今後は、それ以前の施業履歴を考慮して、林地生産力を検討する必要がある。

引用文献

- 新本光孝ら (1990) 琉大農学報 37 : 253-258.
- Blaszczynski, J. S. (1997) PE. & RS. 63 : 183-191.
- Fralish, J. S. (1994) Ecol. Appl. 4 : 134-143.
- 井口朝道ら (2008) 九州森林研究 61 : 140-143.
- Kubota, Y. *et al.* (2004) J. Ecol. 92 : 230-240.
- Mitsuda, Y. *et al.* (2007) J. For. Res. 12 : 177-186.
- Mitsuda, Y. *et al.* (2001) J. For. Res. 6 : 87-93.
- 村上拓彦ら (2000) 森林計画誌 34 : 13-26.
- 琉球大学農学部附属亜熱帯フィールド科学教育研究センター
(2002) 平成14年度年報 : 75-76.
- 高嶋敦史 (2008) 平成19年度亜熱帯森林・林業研究会研究発表論
文集 : 24-27.
- 竹下敬司 (1964) 福岡林試時報 17 : 1-101.
- 竹下敬司・高木潤治 (1977) 福岡林試時報 26 : 1-51.
- 寺岡行雄ら (1991) 九大農学芸誌 45 : 125-133.
- 吉田茂二郎 (1985) 鹿大演報 13 : 1-66.
(2008年12月6日受付 ; 2009年1月12日受理)