

速報

沖縄県北部地域亜熱帯性二次林における地形の林分構造への影響評価^{*1}井口朝道^{*2} ・ 高嶋敦史^{*3} ・ 吉田茂二郎^{*4} ・ 溝上展也^{*4}

井口朝道・高嶋敦史・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の林分構造への影響評価 九州森林研究 61：140–143, 2008 沖縄島北部やんばる地域は生態学的観点から重要な地域であり、森林を管理する上で林地の特性に基づくゾーニングは不可欠である。一般に、林地の特性の一つである地形が林分構造に影響を与えることが知られているが、本地域では十分な検討がされていない。そこで本研究では破壊的攪乱を受けていない二次林を対象とし、資源分布の地形的変異を示すと考えられる平均均配、有効起伏量、露出度、傾斜の4つの数値的地形因子を用いて地形が林分構造に与える影響について把握した。その結果、尾根地形では幹密度は高いものの個体サイズが小さいことから林分全体での材積等は有意に小さくなった。一方、谷地形では幹密度は低くなったが、それ以上に個体サイズが大きく林分材積も大きくなり、山腹地形は中間程度の値を示した。このように地形に応じた林分構造の違いが確認され、木材生産に際し材積を第一に考えた場合では、谷地形が適していることが示唆された。

キーワード：林分構造、地形、ゾーニング、亜熱帯性二次林、やんばる

Iguchi, T., Takashima, A., Yoshida, S. and Mizoue, N.: Topographic effects on the forest structure in subtropical secondary forests on northern part of Okinawa Island Kyushu. J. For. Res. 61: 140–143, 2008 The northern part of Okinawa Island, called Yanbaru, is an important region from the viewpoint of ecology. Therefore, the forest of the region should be managed with appropriate zoning based on physical features of site. In general, it is well known that topography, one of the physical features, affects on the forest structure. However, the effects of topography have not been fully investigated in this region. We utilized four numerical topographic indices, which might reflect the nutrition and water distribution in the soil, to evaluate the influence of topography on forest structure. The mean stem diameter, height and volume were higher in the valley than on the ridge. On the other hand, stem numbers were higher on the ridge than in the valley. Our results suggested it was appropriate to product timber in the valley to gain much volume.

Key words: forest structures, topography, zoning, subtropical secondary forests, Yanbaru

I. はじめに

沖縄島の北部山岳地域はやんばると呼ばれ、国土面積のわずか0.1%という土地に植物種が日本全体の28%にも及ぶ1089種生育するといわれている(新城・宮城, 1988)。また、ノグチゲラやヤンバルクイナ等の固有種も多数生息しており、生態学的観点から非常に重要な地域であると評価され、近年国立公園化も検討されている。

その一方、林業活動も行われており、やんばるの森林を管理していく上で、今後は利用する地域や保全・保護を優先させる地域等をゾーニングしていくことが重要である。このゾーニングは、林地の潜在的な特性に基づいて行われるべきだと考えられ、林地の特性の一つである地形が林分構造へ及ぼす影響について把握する必要がある。地形の影響に関しては、土壌中の水分・養分などの資源の分布によるものと攪乱によるものとの2つの経路に大きく分類されるが(菊池, 2001)、本研究では後述の通り、人為による伐採後は破壊的な攪乱を受けていない林齢50年生以上の二次

林を対象としている。これまで他地域ではTateno and Takeda (2003)に代表されるように林分構造への地形の影響について多数の報告がされているが、本地域においては複数の数値的地形因子を用いた研究例は少なく(Enoki *et al.*, 2003)、未だ十分ではない。

そこで、本研究ではやんばる地域を対象に、資源分布の地形的変異に着目して、複数の数値的地形因子から地形が林分構造に与える影響について把握することを目的とする。

II. 対象地および使用データ

(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1999年の間の年平均気温は22℃、年平均降水量は2456mmである。また基岩は砂岩と粘板岩からなり、黄色土が発達している(Enoki, 2003)。対象地は約20m×20mの方形区プロットであり、

^{*1} Iguchi, T., Takashima, A., Yoshida, S. and Mizoue, N.: Topographic effects on the forest structure 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. Bioenvir. Sci., Kyushu 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., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

本研究では標高約150m～370mに位置する48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年の与那フィールド（旧与那演習林）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) 地形データ

地形の影響を評価するため、本研究では平均勾配（ASG）、有効起伏量、露出度、傾斜の4つの数値的地形因子を用いた。そのうち、先の3つはTNT-mips（MicroImages社）を用いて数値標高モデル（DEM）から算出した。これらは林地における水分・養分などの資源の分布に関わる地形因子として提唱されており、Mitsuda *et al.* (2001) においても林地生産力に関わる地形因子としてこれらを採用している。なお、解析に使用したDEMは解像度10mの北海道地図（株）製のTerrainを20mメッシュに変換したものをを使用した。

平均勾配は、そのアルゴリズムがBlaszczynski (1997) によって作成された周囲8方向の平均勾配として算出した。正の値は凸型、負の値は凹型、0の値は平行斜面の形状を表す。ここでは水分とそれに付随する養分の集積の指標として用いた。

有効起伏量は、地位推定の際に土壌中の水分量を説明する指標として考案されたものである（竹下, 1964）。今回はプロット中心点から半径100mの範囲における最大標高点と中心点との標高差として算出し、プロットの斜面上の位置を表すことから地形的な集水能力の指標として用いた。

露出度は、局所的な地形の開放や閉塞の程度を示すものであり、風と関連のある蒸発散条件、つまり乾燥条件を示す（福島ほか, 1974）。DEMから露出度を算出するアルゴリズムは村上ほか（2000）によって作成されており、本研究では仰角3度で周囲1kmを見渡した際の360度中、開けている角度の割合として算出した。

傾斜は2007年に行った現地測量を基に算出した。その際、プロットを中心点から4角を見た際の方位角、仰角または俯角、斜距離をLaser Ace（Measurement Devices Ltd.）を用いて測定した。中心点を含むそれら5つの点を3次元座標に変換し、重回帰を用いることで回帰平面式（式-1）を得た。

$$Z = aX + bY + c \quad (\text{式-1})$$

ここで定数a, bはそれぞれX方向・Y方向の勾配を示すので、これらの値から合成勾配（S）を算出し（式-2）、さらに度数単位に変換した。

$$S = \sqrt{a^2 + b^2} \quad (\text{式-2})$$

またこの3次元座標の値からプロット面積の再計算も行い、林分構造データに反映させた。

(3) 林分データ

胸高直径（DBH）データには、2000年から2001年にかけてDBH 4 cm以上の木本植物を対象として行われたDBH測定の結果を用いた。その後、2007年に48プロット中41プロットにおいてDBH-樹高のアロメトリー式の作成を目的としてDBHと測竿を用いた樹高の測定を行った。また傾斜木については樹長を測定した。これらのプロットではイタジイ（スダジイ）とイジュの2種

が圧倒的に優占し、またこの2種の境界線解析による樹高曲線間には大きな差がないことが知られている（高嶋, 2008）。よって本研究では直径階別本数を考慮した上でこの2種から1プロットあたり20～30本を選木し、測定を行った。

Ⅲ. 解析方法

(1) 地形分類

地形因子をもとに、階層的クラスター解析（Ward法）を行い、各プロットを地形の類似したグループに分類した。解析にはSPSS Base 11.0Jを用いて、非類似度としては地形因子の単位の違いを考慮し、標準化したユークリッド距離を用いた。また地形因子について分散分析を行い、各地形グループの特徴を把握した。

(2) 林分構造の比較

林分構造は、平均胸高直径、平均樹高、平均材積、幹密度、胸高断面積合計、材積合計、種構成について分散分析を行い、各地形グループについて比較した。樹高については、プロット毎のDBH-樹高のアロメトリー式を用いて算出し、2001年から2002年にかけてのDBH測定時の樹高を推定した。なお、この樹高曲線はイタジイ、イジュの2種から作成したものであるが、プロット内の全樹種についても対応するものとした。材積は砂川（1967）による沖縄に生育する広葉樹を対象とした材積式（式-3）を用いて算出した。なおV, D, Hはそれぞれ材積、胸高直径、樹高を示す。

$$V = 0.000075D^{1.96732} \times H^{0.79377} \quad (\text{式-3})$$

また種構成の比較には胸高断面積比と本数比の2つの優占度を用いた。

Ⅳ. 結果および考察

(1) 地形分類

地形因子を用いてクラスター解析を行ったところ、A（30プロット）、B（6プロット）、C（12プロット）の3つのグループに分類された（図-1）。

箱ひげ図に示すように、Bグループは傾斜が小さく、平均勾配は大きく、また有効起伏量は小さく露出度は高かった（図-2）。一方でCグループはいずれの地形因子においてもBとは反対の傾向を示し、Aグループは有効起伏量・露出度に関してはB, Cの中間の値を示した。これらの4つの地形因子を総合的に考慮することで、Aグループを山腹地形、Bグループを尾根地形さらにCグループを谷地形と定義した。



図-1. 48プロットの地形因子による分類結果

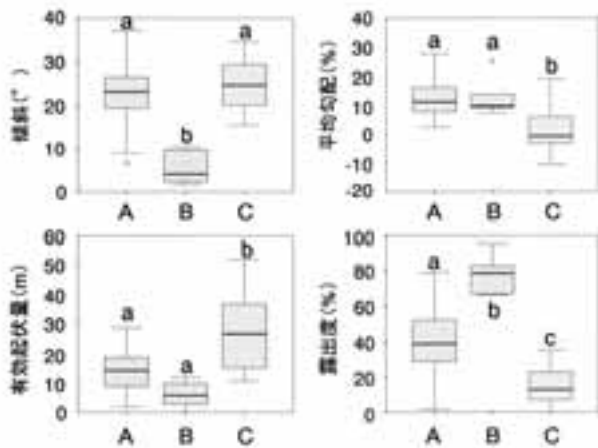


図-2. グループ間の地形因子の比較
注) 異なるアルファベット (小文字) は有意差を示す (P < 0.05)。

(2) 林分構造の比較

図-3に各グループの林分構造を比較した結果を優占度の高いイタジイ、イジュとその他の樹種に分けて示す。なお、樹高・材積に関する3項目については対象プロットが41個に限られ、Aグループ(山腹地形)、Bグループ(尾根地形)、Cグループ(谷地形)にはそれぞれ26、4、11プロットが含まれた。

尾根地形では、平均胸高直径、樹高などは他地形に比べ小さく、そのため単木材積も小さい値を示した。一方、幹密度は最も高いが単木サイズの小ささが密度以上に反映され、林分全体の林分材積合計等は有意に小さくなった。谷部では尾根とは対照的に幹密度は低いものの、それ以上に個体サイズが大きいため林分全体の材積合計は最も大きな値を示した。また山腹地形に関してはいずれの項目においても両地形の中間の値を示した。

既往の研究によると斜面下部では土壌が厚く、細かい土粒子の量が多いことから水分・養分の保持能力が高くなること (Enoki *et al.*, 1996)、また窒素 (N) の無機化・硝化の進む速度が速い

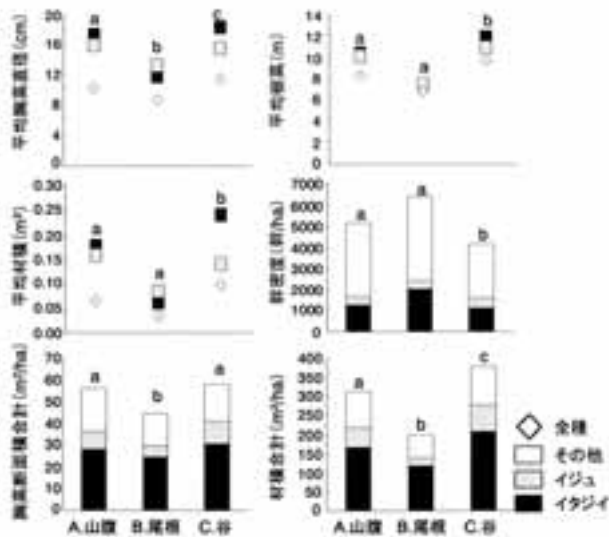


図-3. グループ間の林分構造の比較
注) 異なるアルファベット (小文字) は全種で分散分析を行った際の有意差を示す (P < 0.05)。

ことから可給態Nの量が多くなること (Tateno and Takeda, 2003)、さらにこれらの性質が斜面上部に行くにしたがって減少することが報告されている。また尾根地形に見られる凸型の地形では水分・養分が発散するのに対し凹型の地形ではそれらが集積することが推測される。さらに露出度の高い尾根地形では閉塞した谷地形に比べ、風の影響によってより乾燥していると推察される (福島ほか, 1974)。

これらの要因が組み合わせられ、尾根地形では水分・養分の不足により個体サイズ・材積合計等は小さく、密であるのに対し、水分・養分が豊富な谷地形では樹高が大きくなり、それに伴う競争から密度の減少と優勢木の直径の成長が進行したと推測された。

次に種構成に関して、胸高断面積比における優占種5種の2種類の優占度を示す (図-4)。いずれも全地形においてイタジイが最も大きくなった。また、この5種の分散分析の結果、ヒメユズリハの胸高断面積比が尾根地形で有意に大きく、本数比は尾根部でイジュより大きくイタジイに次ぐ優占度を示した。これはヒメユズリハが乾燥に強いという特性を有することに起因すると考えられた (林, 1969)。

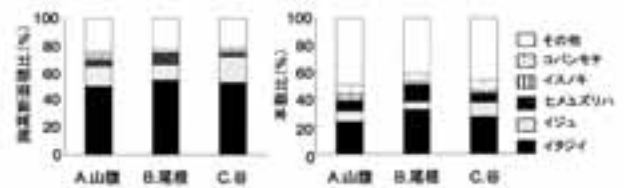


図-4. グループ間の種構成の比較

V. おわりに

本研究ではやんばる地域におけるゾーニングに向けた基礎的知見の集積を目的として、地形が林分構造に与える影響の把握を試みた。その中で、尾根地形と谷地形において個体サイズ・材積・密度に関して大きな差異が確認された。これらの林分構造の違いから、木材生産に際し材積を第一に考えた場合では、谷地形が適していることが示唆された。今後、天然林施業地としてゾーニングを行う場合には、今回の解析において谷地形に含まれる立地環境を持つ場所から、生態系への影響を十分に配慮した上で選択していくことも1つの手段として有効である。

謝 辞

本研究を行うにあたって調査協力をしていただいた琉球大学与那フィールドの技術職員の方々、また九州大学森林計画学研究室の皆様へ深く感謝を申し上げます。

引用文献

Blaszczyński, J. S. (1997) PE & RS. 63 : 183-191.
 Enoki, T. *et al.* (1996) Ecol. Res. 11 : 299-309.
 Enoki, T. (2003) Ecol. Res. 18 : 103-113.
 福島敏彦ほか (1974) 福岡県林試時報 23 : 1-34.

- 林弥栄 (1969) 有用樹木図説 (林木編). p. 322, 誠文堂新光社, 東京.
- 菊池多賀夫 (2001) 地形植生誌. 1-3, 東京大学出版会, 東京.
- Mitsuda, Y. *et al.* (2001) J. For. Res. 6 : 87-93.
- 村上拓彦ほか (2000) 森林計画誌 34 : 13-26.
- 新城和治・宮城康一 (1988) 沖縄県天然記念物調査シリーズ第30集 国頭郡天然記念物緊急調査Ⅲ. 117-193, 沖縄県教育委員会, 沖縄.
- 砂川季昭 (1967) 琉大農学報 14 : 1-122.
- 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 (印刷中).
- 竹下敬司 (1964) 福岡県林試時報 17 : 1-109.
- Tateno, R. and Takeda, H. (2003) Ecol. Res. 18 : 559-571.
(2007年11月19日受付; 2008年1月31日受理)