

速報

イスノキ植栽木の成長に侵入木と斜面位置が与える影響^{*1}矢部岳広^{*2}・高嶋敦史^{*3}

矢部岳広・高嶋敦史：イスノキ植栽木の成長に侵入木と斜面位置が与える影響 九州森林研究 73：99－102，2020 沖縄県で広く植栽されてきたイスノキの管理保育方法を検討するため、約30年生のイスノキ人工林2カ所を調査した。両試験地には、イジュをはじめとする高木性樹種が多く侵入していた。立木の3次元位置からGISを使用して斜面の傾斜角を求め、試験地を斜面位置ごとに区分したところ、PlotAでは、斜面下部で侵入木のイジュが大きく成長していたが、イスノキは斜面位置間でサイズの違いはみられなかった。試験地内は侵入種が優占する上層と、イスノキなどが構成する下層に階層化していた。PlotBでは、イジュ、イスノキともに斜面位置間でサイズの違いはみられなかった。また、イスノキを取り巻く光環境を推定するために、全天空写真を撮影し林床付近の開空度を求めたところ、周辺の非皆伐天然林と同程度に暗かった。このことから、本研究の試験地では、上層の侵入木による被圧の影響が、イスノキ植栽木の斜面位置間での成長の差を生まない原因となっていることが疑われた。

キーワード：沖縄、イスノキ、広葉樹人工林

I. はじめに

沖縄島北部では1970年代までリュウキュウマツの造林が行われてきたが、マツ材線虫病の影響が深刻になった1980年代以降はイスノキ、イジュ、クスノキ等の広葉樹造林に転換されている(沖縄県農林水産部森林管理課, 2017)。しかし、その広葉樹人工林に関しては造林開始後40年ほどしか経過していないため、管理保育方法はいまだ十分に確立されていない。

イスノキは本土復帰後の沖縄県において延べ241haにわたって植栽されてきた(沖縄県農林水産部森林管理課, 2017)。沖縄県においてイスノキと並ぶ主要な造林樹種のひとつに挙げられるイジュの人工林に関しては、地形が成長に与える影響(高嶋, 2012)や、除間伐基準(小多ほか, 2016)に関する研究が行われているが、イスノキの人工林に関しては、人工林、二次林、老齢林におけるサイズ構造の報告(高嶋, 2010)が存在する程度である。イスノキ人工林には、植栽後40年が経過しようとしているものもあり、早急な管理保育方法の検討が求められている。

一般に、樹高成長は地形の影響を受けることが知られており、沖縄島北部の人工林においても、高木性のイジュは、斜面下部で樹高が高くなることが報告されている(高嶋, 2012)。よって、同様に高木性であるイスノキについても樹高成長に地形が影響すると考えられた。そこで本研究では、地形区分を行ってイスノキ人工林の林分構造を詳細に調査するとともに、斜面位置による地形区分を行い、斜面位置間でイスノキ植栽木のサイズに差がみられるか検証した。そのことによって、今後のイスノキ人工林の管理保育方法検討のための基礎的な知見を得ることを目的とした。

II. 対象地および方法

沖縄島北部の国頭村に位置する琉球大学与那フィールド77林班り小班の31年生イスノキ人工林に、斜面上部から下部までを網羅する10m×25mの試験地(PlotA)、29年生のイスノキ人工林に尾根から斜面までを網羅する15m×15mの試験地(PlotB)を設置した(図-1)。それぞれ4,500本/ha、4,580本/haの密度でイスノキが植栽された後、7年生時まで年1回下刈りが行われた。除間伐は実施されていない。

測定対象は、胸高直径(DBH)1cm以上のイスノキと、DBH2cm以上の侵入木(木生シダを含む)で、それらの樹種名、DBH、樹高(H)、3次元の根元位置を2018年6～11月に記録した。根元位置の計測には、TruPulse 360°Bを使用した。

ここで、斜面位置と立木の生育状況の関係を評価するため、3次元の根元位置座標からGISソフトのArcGIS 10.6(ESRI)を

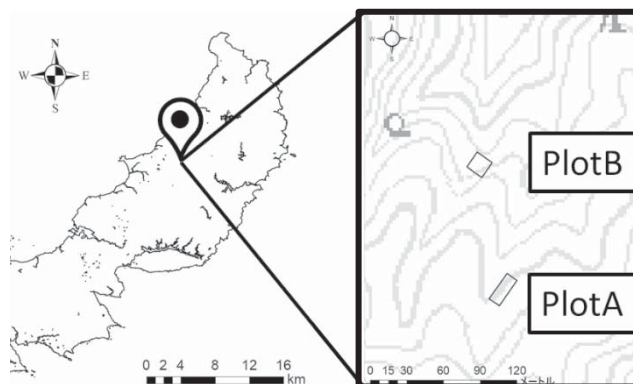


図-1. 試験地位置図 [右の図は国土地理院の数値地図25000(地図画像)「沖縄」を使用]

*1 Yabe, T.: Effect of invaded trees and slope positions on the growth of planted *Distylium racemosum*.

*2 琉球大学大学院農学研究科 Grad. Sch. Agric., Univ. Ryukyus, Nishihara, Okinawa 903-0213, Japan

*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, Kunigami, Okinawa 905-1427, Japan

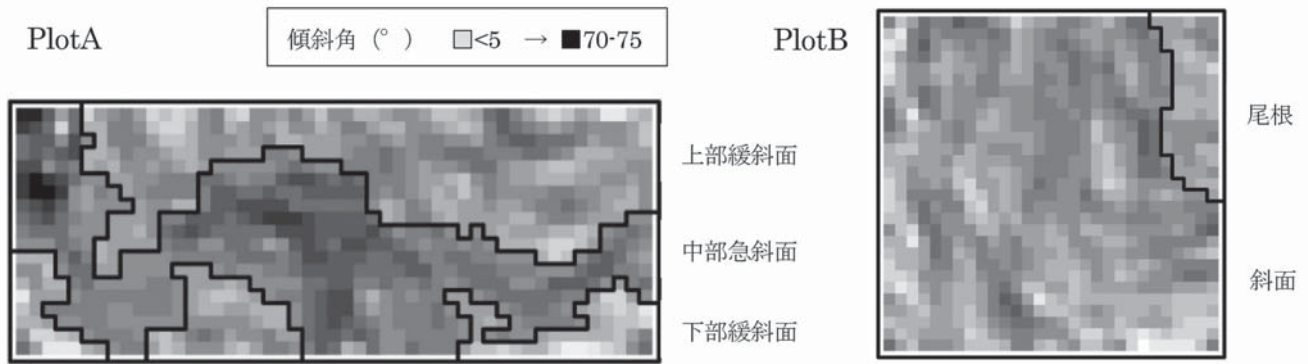


図-2. 2 試験地における傾斜角と斜面位置区分

使用して0.5 m メッシュのデジタル標高モデル (DEM) を作成した。得られた DEM からセルごとの傾斜角を計算し、それぞれの試験地内部の地形区分を行った。PlotA は、傾斜角 30 度を基準にして、上部緩斜面、中部急斜面、下部緩斜面の 3 つに区分した (図-2)。PlotB は、傾斜角 30 度以上の傾斜地に囲まれた尾根が試験地の上部にあり、それ以外はほぼ一様な斜面と区分した。

侵入木、イスノキの DBH, H について、試験地間で平均値に有意な差 ($p < 0.05$) がみられるか t 検定を行った。また、イスノキとイジュの DBH, H について、各試験地の斜面位置間で違いがみられるか、多重比較 (Tukey-Kramer 法) および t 検定を行った ($p < 0.05$)。

光環境の測定では、魚眼レンズ (Nikon Fisheye Converter FC-E 8 0.21 x) を装着したデジタルカメラ (Nikon COOLPIX 4500) を用いて、両試験地で格子状に 2.5 m 間隔で全天空写真を撮影した。すべての撮影点において、画像サイズは VGA、露出補正無し、F 値は 2.6 で固定し、カメラ高 1.3 m に設定し三脚で固定して撮影を行った。レンズは水準器を用いて水平を保った。得られた写真から解析ソフト Lia 32 ver 0.378 (山本, 2008) を用いて、開空度 (Canopy Openness: CO) を求めた。そして ArcGIS 10.6 を使用し、IDW 法から両試験地で 0.04 m メッシュの CO を計算した。

最後に、イスノキの成長と根本位置の環境要因 (斜面位置、傾斜角、CO) との関係を一一般化線形モデル (GLM) で確認した。

Ⅲ. 結果および考察

PlotA では、全樹種の胸高断面積合計は 41.6 m^3/ha であった。割合は、イジュ 43.1%、イタジイ 16.7%、エゴノキ 11.7%、ホルトノキ 5.0%、イスノキ 4.8% などとなっていた。侵入木で高木性のイジュ、イタジイ、エゴノキで 7 割以上を占めており、目的樹種のイスノキは 4.8% と低い割合であった (表-1)。全樹種合計の幹本数密度は 8,160 本/ha で、そのうちイスノキは 2,880 本/ha であった。

PlotB では全樹種の胸高断面積合計は 37.9 m^3/ha であった。割合は、ヒカゲヘゴ 27.5%、イジュ 21.5%、イスノキ 17.6%、ホルトノキ 9.3% などとなっていた。PlotA には出現しなかった木生シダのヒカゲヘゴが大きな割合を占めていた。PlotA で大

きな割合を占める高木性のイジュ、イタジイ、エゴノキは少なくなっていた。一方で、イスノキの割合は PlotA に比べて高くなっていた。全樹種合計の幹本数は 10,578 本/ha で、そのうちイスノキが 5,156 本/ha であった。

2 つの試験地の H 階別幹本数分布は、図-3 のようになった。まず、PlotA では、H 階 7 m は隣り合う H 階と比較して幹本数が少なく、その H 階を境界にして分布が 2 山型になっていた。この結果から PlotA は H=7.0 m を境界にして、上層と下層に階層化していると判断された。一方で、PlotB は上層と下層の明瞭な境界が現れず、階層化していないと判断された。

次に、DBH 階別幹本数分布は図-4 のようになった。両試験地でイスノキよりも侵入木が大きく成長していた。ほとんどのイスノキは DBH 7.0 cm 以下だったが、侵入木では最大で DBH 27.0 cm に達しているホルトノキもあった。イスノキよりも DBH が大きい侵入木は PlotA で PlotB よりも多くみられた。

試験地間で樹木のサイズを比較すると、侵入木の H は PlotA において平均 7.1 m、PlotB において平均 6.0 m となり PlotA が有意に大きかった。イスノキの H は PlotA において平均 3.6 m、PlotB において平均 4.5 m となり PlotB が有意に大きかった (図-5)。DBH についても、侵入木は PlotA において平均 7.6 cm、PlotB において平均 6.7 cm で PlotA が有意に大きかったが、イスノキは PlotA において平均 2.7 cm、PlotB において 3.7 cm で PlotB が有意に大きかった (図-6)。

PlotA では、イスノキについて、上部緩斜面、中部急斜面、下部緩斜面で、平均 DBH はそれぞれ 2.6 cm、2.5 cm、3.2 cm、平均 H は 3.6 m、3.5 m、3.8 m、となり有意差はみられなかった (図-7) が、優占度の高い侵入種であるイジュについては、平均 DBH はそれぞれ 9.0 cm、11.5 cm、17.0 cm、平均 H は 7.5 m、9.4 m、10.4 m となり上部緩斜面に比べて下部緩斜面で有意に大きかった (図-8)。PlotB では、イスノキについて、尾根、斜面で、平均 DBH はそれぞれ 3.8 cm、3.6 cm、平均 H は 4.5 m、4.5 m、イジュについて平均 DBH はそれぞれ 7.5 m、11.0 m、平均 H は 6.6 m、8.1 m となり、ともに DBH, H に斜面位置間で有意差はみられなかった。PlotA では、イジュは地形の影響により下部緩斜面でサイズが大きくなったものと考えられた。一方で、植栽木のイスノキのサイズには地形による影響が表れていなかった。

表-1. 測定木の胸高断面積合計と幹本数

樹種	PlotA		PlotB	
	胸高断面積 (m ² /ha)	幹本数 (本/ha)	胸高断面積 (m ² /ha)	幹本数 (本/ha)
イスノキ	2.0	2880	6.7	5156
イジュ	18.0	1560	8.2	800
イタジイ	7.0	440	0.4	178
エゴノキ	4.9	840	0.2	267
ヒカゲヘゴ	0.0	0	10.4	578
ホルトノキ	2.1	120	3.5	133
その他	7.8	2320	8.5	3467
合計	41.6	8160	37.9	10578

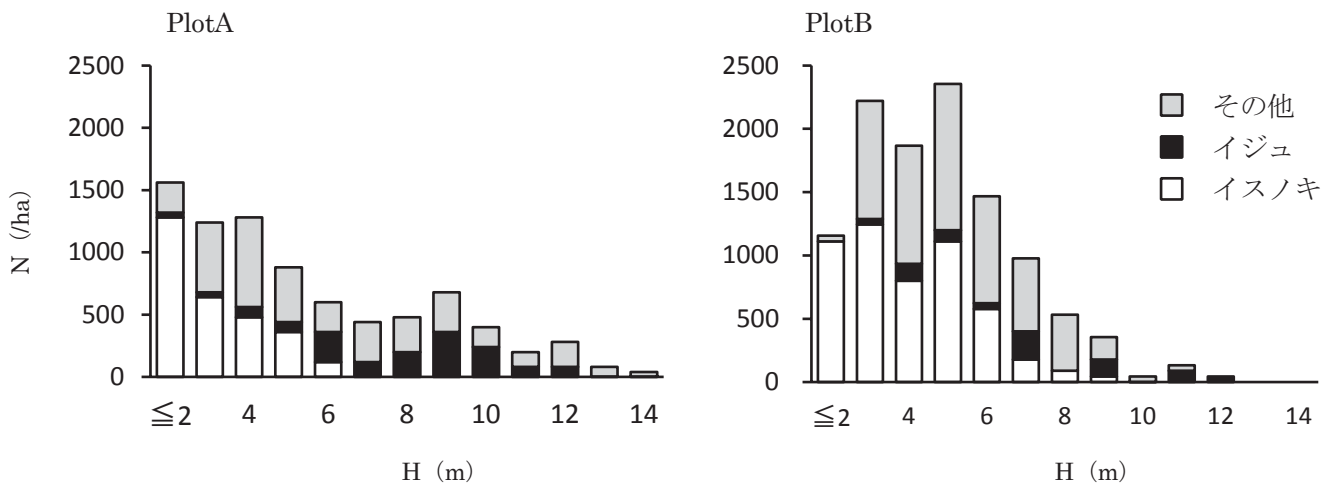


図-3. イスノキと侵入木のH階別幹本数分布

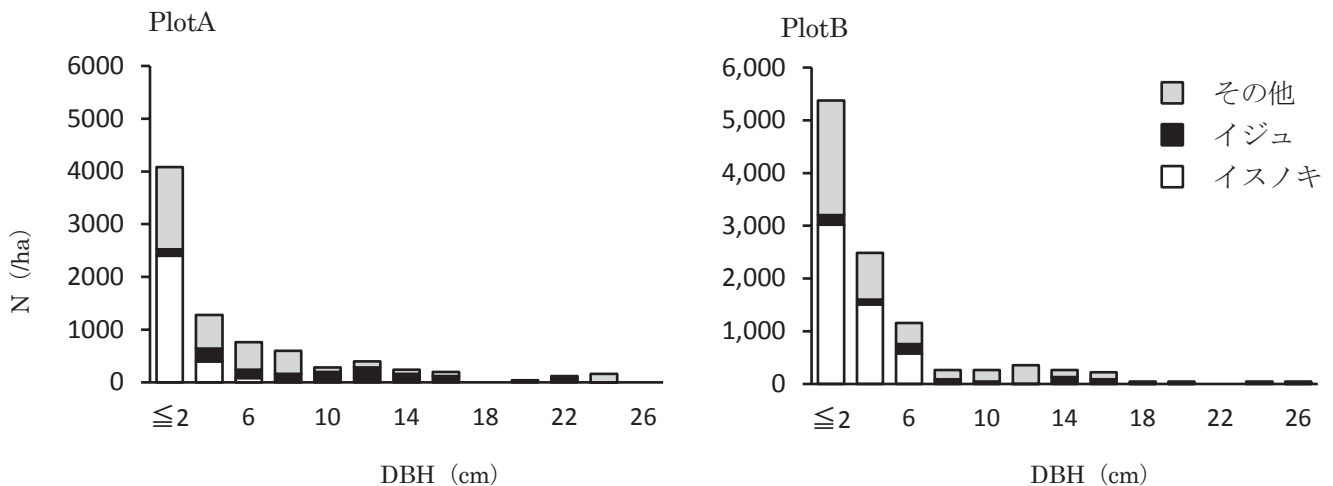


図-4. イスノキと侵入木のDBH階別幹本数分布

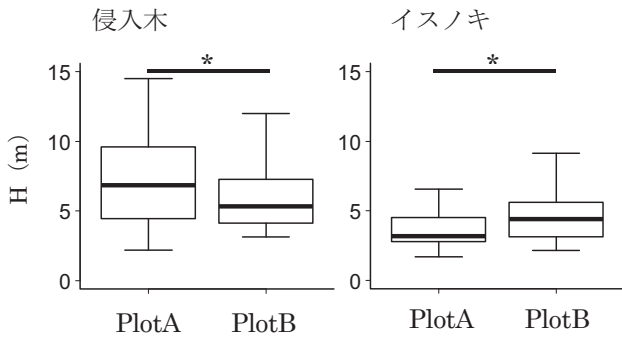


図-5. 侵入木とイスノキの平均 H (*は有意差を示す, $p < 0.05$)

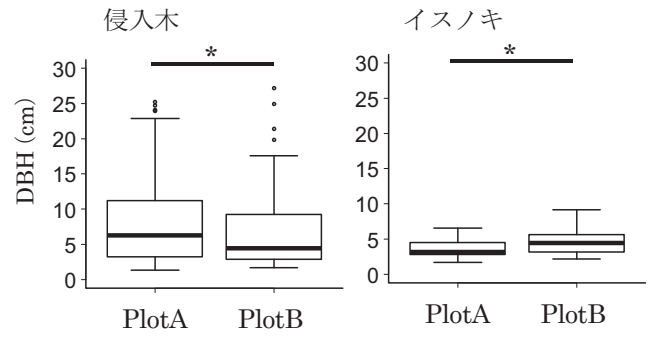


図-6. 侵入木とイスノキの平均 DBH (*は有意差を示す, $p < 0.05$)

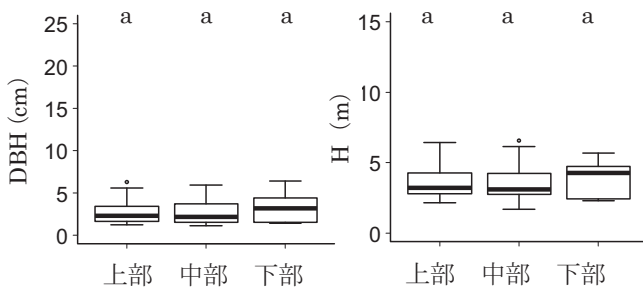


図-7. PlotA の斜面位置間のイスノキの DBH, H の多重比較 (a, b は多重比較における有意差を示す, $p < 0.05$)

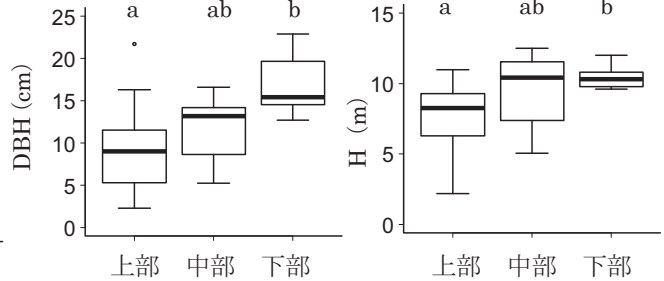


図-8. PlotA の斜面位置間のイジュの DBH, H の多重比較 (a, b は多重比較における有意差を示す, $p < 0.05$)

両試験地において 2.5 m 間隔で撮影した全天空写真から求められた林床付近の CO を比較すると、PlotA の平均値は 8.4 %、PlotB の平均値は 9.8 % となり PlotB のほうが有意に明るかった。一方で、PlotA、PlotB とともに斜面位置間で CO に有意な差はみられなかった。CO は PlotA で最大で 10.5 %、最小で 5.9 %、PlotB で最大で 11.6 %、最小で 8.0 % であった。沖縄島北部の非皆伐林の開空度は 5~11 % 程度と報告されており (Enoki, 2004)、両試験地の林床の光環境はそれと同程度に暗かった。

斜面位置、傾斜角、CO とイスノキ DBH、H の関係を GLM より評価した結果では、いずれの変数にも相関はみられなかった。

以上の結果から、本研究の試験地ではイスノキ植栽木の成長について、斜面位置、傾斜角、CO の影響がみられないことが明らかとなった。一方で、上層の侵入木による被圧の影響は疑われることから、今後はさらに多様な林分を調査し、イスノキの成長に侵入木による被圧の程度や斜面位置が与える影響について検討することが必要である。また、本試験地に植栽されたイスノキの成長は概ね良好とは言えず、植栽初期の下刈りだけではその後侵入木に被圧されることが明らかとなった。そのため、今後のイスノキ人工林の管理では、侵入木の除伐によりイスノキを取り巻く光環境を適切に管理することが重要であると考えられた。

謝辞

本研究を行うにあたって、様々なご指導を頂いた芝正己教授、ならびに調査に協力していただいた、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の皆様へ深く感謝する。本研究は、環境研究総合推進費 (4-1804) 「世界自然遺産のための沖縄・奄美における森林生態系管理手法の開発」によって実施された。

引用文献

- Enoki T *et al.* (2004) *Plant Ecology* 173 : 283-291.
 小多祥基ほか (2016) *九州森林研究* 69 : 27-33.
 沖縄県農林水産部森林管理課 (2017) *沖縄の森林・林業* 平成 29 年版, 81 pp.
 高嶋敦史ほか (2010) *九州森林研究* 63 : 50-52.
 高嶋敦史 (2012) *九州森林研究* 65 : 57-59.
 山本一清 (2008) LIA 32 ver.0.378. URL : https://www.agr.nagoya-u.ac.jp/~shinkan/LIA_32/ (2019 年 7 月 4 日利用)
 (2019 年 11 月 8 日受付; 2019 年 12 月 25 日受理)