

霧島山系のヒノキ人工林林床におけるモミ稚樹密度の規定要因*1

近藤美由紀*2 · 吉田茂二郎*3 · 溝上展也*3 · 村上拓彦*3

近藤美由紀・吉田茂二郎・溝上展也・村上拓彦：霧島山系のヒノキ人工林林床におけるモミ稚樹密度の規定要因 九州森林研究 59：289-291, 2006 霧島山系のモミ・ツガ天然林は、戦後の拡大造林によって面積が急減し、近年では上層木の高齢化による樹勢の衰えや同樹種の後継樹の不足から消滅が懸念されている。そうしたモミ・ツガ天然林の再生方法として、人工林内の既存の稚樹を育成してもとのモミ・ツガ天然林へと再転換する方法に着目し、ヒノキ人工林林床におけるモミ稚樹密度を規定する要因を検討した。その結果、天然林内の母樹の胸高断面積密度が稚樹の密度に大きな影響を及ぼすことが明らかになった。また、種子源に加えて立地環境を考慮することの重要性が示された。

キーワード：モミ・ツガ天然林、稚樹密度、種子源、地形

I. はじめに

モミ・ツガ天然林は暖温帯上部から冷温帯下部にかけての移行帯部に成立する森林である。九州南部の霧島屋久国立公園内にはアカマツを含むモミ・ツガ天然林が存在するが、戦後の拡大造林によって面積が急減し、近年では高齢による上層木の樹勢の衰えや下層の後継樹の不足から、消滅が懸念されている。そうしたモミ・ツガ天然林の再生方法の一つとして、既存の人工林内に存在するモミ・ツガ稚樹の育成によるモミ・ツガ天然林型林分への誘導が考えられる。

モミ・ツガは上層木による更新阻害を受けやすいため(荒上, 1987), 人工林からの再転換の場合、上層木をコントロールするための施業が必要と考えられる。施業法に関しては、ヒノキ人工林において間伐がモミ・ツガ稚樹の更新を促進したことが明らかとなっている(上間, 2000)など、有効な施業法が明らかになりつつある。一方で、施業を行う際には林床でのモミ・ツガ稚樹の更新・存在が必要であり、それには種子源である天然林と再転換対象となる人工林の配置を考慮することが必要である。

本研究では、種子源と地形という立地環境に着目して、ヒノキ人工林におけるモミ稚樹の本数密度を規定する要因について検討を行ったので報告する。

II. 方法

1. 調査方法

対象地は鹿児島県と宮崎県にまたがる霧島山系一帯の国有林で、その大部分が霧島屋久国立公園に指定されている。モミ天然林と隣接するヒノキ人工林2箇所(59林班た小班, 64林班と小班, 図

ー1)において、幅2mのトランセクトを59林班た小班に6本、64林班と小班に2本それぞれ設置し(図-2, 3), トランセクト内にあるすべての稚樹について測位を行った。また、隣接する天然林において林縁から50m以内の母樹の位置と直径を調査した。なお、本研究においては、稚樹を樹高が0.3m以上2.0m以下の個体、母樹を天然林内で最上層の林冠を形成している個体と定義した。さらに、人工林において0.01haの円形プロットを59林班た小班に8点、64林班と小班に6点設置し、ヒノキと胸高直径4cm以上の広葉樹について胸高直径および樹高を測定するとともに、各プロットの中で全天空写真の撮影を行った。調査は2004年9月~12月, 2005年7月~9月にかけて実施した。

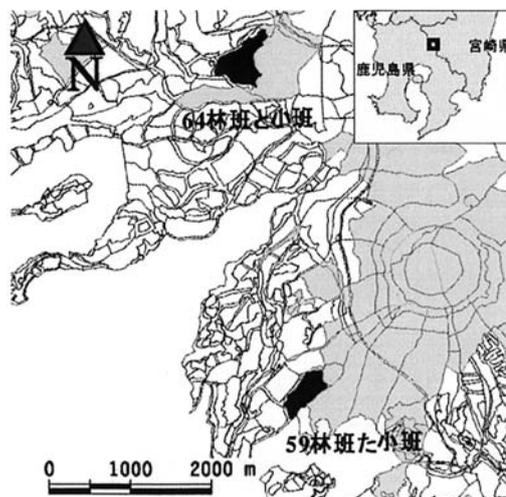


図-1. 対象地の位置

*1 Kondo, M., Yoshida, S., Mizoue, N. and Murakami, T. : Factors affecting density of *Abies firma* seedlings on forest floor of hinoki (*Chamaesymparis obtusa*) plantations in Kirishima.

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

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

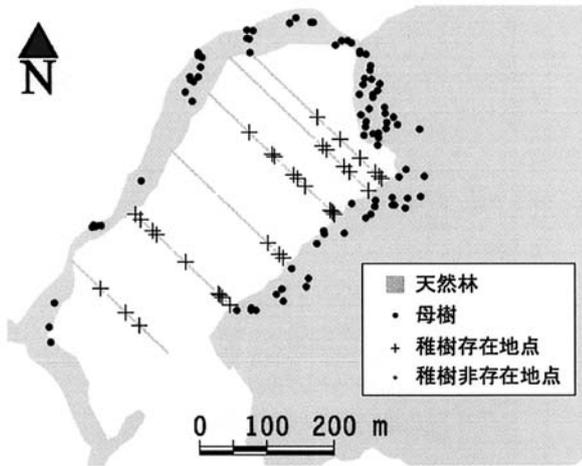


図-2. 59林班た小班における母樹と稚樹の分布

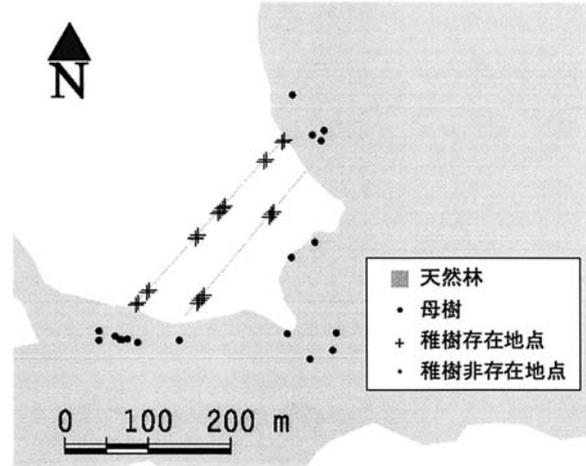


図-3. 64林班と小班における母樹と稚樹の分布

2. 解析方法

人工林内で撮影した全天空写真から, Lia32 (<http://www.vector.co.jp/soft/win95/edu/se033430.html>) を使用して光合成有効放射 (PAR) を算出し, PAR から求められる Gap Light Index (GLI) (Chanham, 1988) を光環境の指標として使用した。人工林の林分構造と GLI について, 各小班で比較を行った。

トランセクトを 2×10m のブロックに分割して解析単位とし, ブロック内の稚樹本数を集計した。母樹からの距離, 母樹の本数密度およびサイズによる影響を評価するために, 各ブロックの中心から 100m 以内にある天然林内の母樹までの距離および母樹の断面積を算出して母樹に重みづけを行い, 範囲内全ての母樹を合計する場合, 最近接のもののみを評価する場合の 2 種類の方法を用いて種子源の評価を行った。距離は, そのまま用いる場合と, 以下の (1) 式 (伊藤ほか, 2004) で距離の効果に変換した場合の二通りを用いて比較検討した。

$$Effect = \frac{1}{\exp\left(\frac{\ln 100}{100} \times Dist\right)} \quad (1)$$

ここで, Dist: 母樹からの距離 (m)。この式では種子源からの距離に応じて種子散布量が指数関数的に減少することが想定されており, 変換した値が 0~1 に収まるようになっている。つまり, 変換した値は種子源である母樹に接する地点で 1 をとり, 母樹からの距離に応じて指数関数的に減少し, 100m 離れた地点で 0.01 となる

また, 1/25000 の地形図から等高線を作成し 20m メッシュの DEM を発生させ, 各ブロックにおける地形因子 (傾斜, 凹凸, 日射量, 集水面積, 露出度) の値を算出した。

まず種子源について算出された指標のみを変数に用いてポアソン線形回帰を行い, 種子源の影響を評価した。次に, 種子源で採択された指標と地形因子を用いてステップワイズ (変数増加法) を行い, 最適な変数の組み合わせについて検討した。

なお, ポアソン対数線形モデルは, 応答変数 Y (y₁, y₂, ... y_n) の確率分布にポアソン分布を仮定し, Y の期待値 (μ) が非負のときに適切なモデルである。ポアソン対数線形モデルの一般式は (2) 式で示される。

表-1. 各小班の林分構造の概要

	59林班た小班	64林班と小班
立木密度 (本/ha)	1800	2800
平均直径 (cm)	16.18	14.65
平均樹高 (m)	10.66	10.47

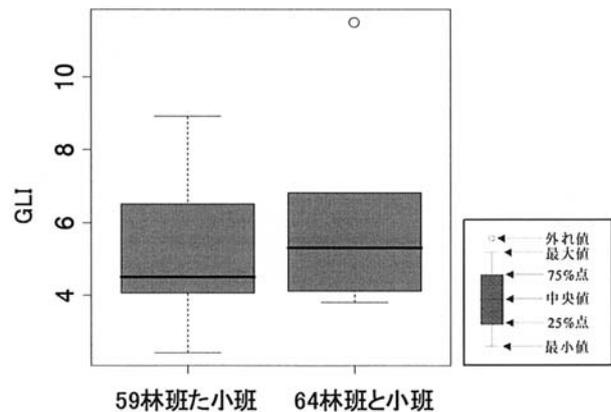


図-4. 各小班の GLI の分布

$$\log(\mu) = \alpha + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n \quad (2)$$

ここで, x₁, x₂, ... x_n は説明変数, β₁, β₂, ... β_n は回帰係数, α は定数である。また, モデル選択の基準には赤池の情報量基準 (Akaike's Information Criterion: 以下 AIC と略す) を用いた。

III. 結果および考察

1. 林分構造と光環境の比較

各小班における林分構造の概要を表-1 に示す。立木密度は 59 林班た小班で 1800 本/ha, 64 林班と小班で 2800 本/ha と, 林分構造には大きな差が見られた。しかし, 算出した GLI の分布からは, 小班間に傾向の差は見られず, 各小班内においても GLI は暗いレンジでばらついていた (図-4)。これより, 今回の対象地においては, 人工林内の光環境は一定とみなせるものと考えられた。

2. 種子源の評価

種子源の指標をそれぞれ変数に用いたモデルの AIC を表-2 に示す。距離よりも変換した距離効果を用いたほうが、AIC が小さくモデルのあてはまりがよくなっていた。これより、種子散布による影響を考慮する必要があると考えられた。また、断面積を重みづけに加えたほうがあてはまりがよいことから、種子散布量は母樹のサイズに依存するのではないかと考えられた。さらに、どの場合にも最近接の母樹のみを評価するよりも合計して評価するほうが有効であったことから、稚樹の本数密度には周囲の母樹密度が影響を及ぼすことが明らかになった。これは、落下種子数が胸高断面積密度の違いに一致した(水永ほか, 1998) という既往の研究と一致する結果といえる。

表-2. 種子源を変数に用いたモデルの AIC

	変数	AIC
再近接	距離	1030.03
	距離効果	1022.65
	距離 + 断面積	978.08
	距離効果 + 断面積	978.91
合計	距離	869.37
	距離効果	885.04
	距離 + 断面積	856.29
	距離効果 + 断面積	840.62

3. 地形の評価

ステップワイズ法の結果、最初に種子源の指数が採択され、次に傾斜が、さらに集水面積が採択された。種子源のみのモデルをモデル1、モデル1に傾斜を加えたモデルをモデル2、モデル2に集水面積を加えたモデルをモデル3とし、モデル式と AIC を表-3 に示す。

種子源が最初に採択されたことから、稚樹の定着には種子源が

最も影響を及ぼしていることが明らかになった。また、地形因子である傾斜と集水面積が有効な変数として採択されたことから、種子源と同様に立地環境をも考慮することの重要性が示された。

モデル式の中で傾斜の係数が正、集水面積の係数が負であったことから、傾斜が大きく集水面積の小さい場所、つまり、急峻な場所や支尾根を含んだ起伏に富んだ地形に稚樹が定着しやすいのではないかと推察された。

IV. おわりに

霧島山系のヒノキ人工林において稚樹の本数密度を規定する要因について検討したところ、稚樹の定着密度には母樹の胸高断面積密度が最も影響を及ぼすことが明らかになった。また、種子源に加えて立地環境をも考慮することの有効性が示された。

謝辞

本研究の遂行にあたり、鹿児島森林管理署加治木事務所、宮崎森林管理署えびの事務所には格別の便宜を図っていただいた。ここに記して、心より御礼申し上げます。

引用文献

- 荒上和利 (1987) 九大演報57: 17-108.
 Canham, C. D. (1988) Ecology 69 (5): 1634-1638.
 伊藤哲ほか (2004) 景観生態学会誌 9: 18-25.
 水永博巳ほか (1998) 鹿大演報26: 22-31.
 上間千鶴ほか (2000) 日林九支研論53: 21-24.
 (2005年11月14日 受付; 2005年12月22日 受理)

表-3. 種子源と地形を用いたモデル1~3のモデル式と AIC

	モデル式	AIC
モデル1	$\log(\mu) = -1.188 + 0.00026SS$	840.6
モデル2	$\log(\mu) = -2.093 + 0.00026SS + 0.063SLP$	816.4
モデル3	$\log(\mu) = -1.944 + 0.00025SS + 0.064SLP - 0.025WA$	804.8

SS, 種子源; SLP, 傾斜; WA, 集水面積