

速報

霧島山系のヒノキ人工林に侵入したモミ稚樹の成長量と林床光環境の関係^{*1}小川乃生子^{*2} · 吉田茂二郎^{*3} · 溝上展也^{*3} · 村上拓彦^{*3}

小川乃生子・吉田茂二郎・溝上展也・村上拓彦：霧島山系のヒノキ人工林に侵入したモミ稚樹の成長量と林床光環境の関係 九州森林研究 59：147-149, 2006 霧島山系を代表するモミ・ツガ天然林では、近年面積の縮小・分断化やシカによる採食等の被害が目立ち始め、モミ・ツガの後継樹がほとんど見られないという問題が生じている。一方、天然林を伐採して造成されたヒノキ人工林には経済林としての価値を認められない林分も多いが、それらの林内には天然林内よりも多くのモミ・ツガ稚樹の存在が確認されている。これらのことから、ヒノキ人工林をモミ・ツガ優占林に再転換してモミ・ツガ林を保全するための施業方法、すなわちモミ稚樹を後継樹へと育成させる方法の確立が今後重要になると考えられる。本研究では、人工林林床のモミ稚樹の成長を促進させる要因の1つとして、林床の光環境(Gap Light Index:GLI)に着目し、間伐が実施されたヒノキ林分内でモミ稚樹の樹高成長量と光環境の関係を解析した。その結果、モミ稚樹の樹高成長にはGLIが最低4以上必要であることが明らかとなった。

キーワード：霧島、モミ、更新、成長、光環境

I. はじめに

霧島山系にはモミ・ツガ天然林が約900ha残されている。しかし近年面積の縮小・分断化(西園, 2000)や樹勢の衰え(上杉ら, 1996)、シカによる採食等の被害が目立ち始め(曾根, 1998)、モミ・ツガの後継樹がほとんど見られない(吉田, 1990)という問題が生じている。一方、天然林を伐採して造成されたヒノキ人工林には経済林としての価値を認められない林分も多いが、それらの林内には天然林内よりも多くのモミ・ツガ稚樹の存在が確認されている(中尾, 1985)。これらのことから、ヒノキ人工林をモミ・ツガ優占林に再転換してモミ・ツガ林を保全する方法が注目されている。既往の研究で、再転換を行う施業方法として間伐施業の有効性が示唆されており(上間, 2001)、樹高2m以上あるモミ後継樹の樹高成長には相対幹距51~102%といった強度な間伐が有効であることが明らかになっている。しかし、樹高2m以下のモミ稚樹の育成に適した環境、施業というのは分かっていない。その上、樹高2m以下のモミ稚樹はシカの食害を受けやすいことが分かっているため(上間, 2001)、モミ稚樹を後継樹へと育成させる方法の確立が重要である。

本研究では、人工林林床のモミ稚樹の樹高成長を促進させる要因の1つとして林床の光環境に着目し、間伐が実施された林分内でモミ稚樹の樹高成長量と光環境の関係を検討することを目的とした。

II. 対象地

本研究の対象地は鹿児島県北部の霧島屋久国立公園内にあるモミ・ツガ天然林と隣接する2つのヒノキ人工林である(図-1)。1箇所目は、60林班ろ小班で87年生ヒノキ人工林である。ここでは1994年に区画ごとに異なった強度で間伐が行われている。本研究では便宜上、各区画を間伐強度の高い順に強度区、中度区、弱度区、無間伐区と定義した。この各区画の間伐後の林分構造を表-1に示す。2箇所目の対象地は、62林班ろ小班と73林班た小班とともに86年生ヒノキ人工林となっている。ここでは1996年に帯状伐採が行われている。

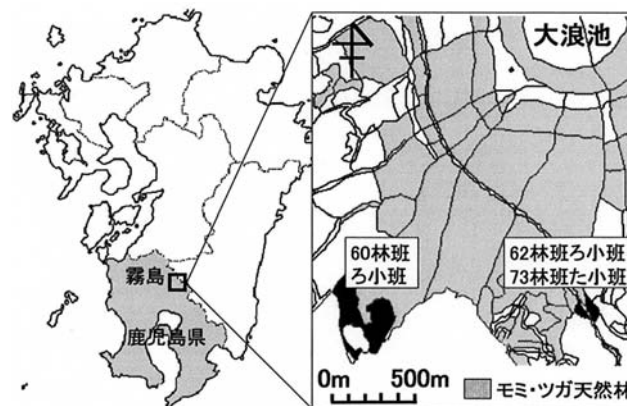


図-1. 対象地

^{*1} Ogawa, N., Yoshida, S., Mizoue, N. and Murakami, T. : The relationship between growth of *Abies firma* saplings and light environment in planted Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) plantations at Kirishima mountains.

^{*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

表-1. 60林班ろ小班の林分構造

	本数間伐率 (%)	相対幹距 (%)	ヒノキ立木密度 1999年(本/ha)
強度区	68	102	81
中度区	73	51	88
弱度区	31	36	375
無間伐区	0	19	1618

Ⅲ. 方法

1. 調査方法

既往の研究で、シカによるモミ稚樹の食害は樹高1.2m以下の個体に特に集中していることが明らかになっている(上間, 2001)。このため林内の生存個体を樹高1.2m以上に育成させることが重要であると考えられる。以上のことから、今回の解析では樹高0.8~1.4mの個体を測定対象とした。

これらの測定対象稚樹について光環境の測定を個体毎に行った。光環境の測定は、各個体の梢端上でデジタルカメラ(Coolpix990, Nikon)と専用の魚眼レンズ(Fish-eye Converter FC-E8, Nikon)を用いて全天空写真を撮影した。Coolpix990の総画素数は3.34メガピクセルである。三脚を用いてカメラを各個体上に固定し(寺岡, 1995)、水準器と方位磁石により水平・方角を視準した。露出は自動とし(Englund *et al.*, 2000)、画質はBasic、画像サイズはVGAとした(Inoue *et al.*, 2002)。全天空写真の撮影は、いずれも日没前後もしくは曇天下といった林冠に直達光が当たらない条件下で撮影している。

また、対象木については、根元直径、樹高、2005年の樹高成長量を測定した。今回測定したサンプル数は全部で49点である。

2. 解析方法

撮影した写真はPhotoshop4.0で手動二値化した後、LIA32(山本, 2003)を用いてGap Light Index (GLI: Canham *et al.*, 1988)を算出した。このGLIは以下の算出式で求めることができ、オープンサイトのPAR(Photosynthetically Active Radiation; 光合成有効放射)に対する測定点のPARの比率を示している。また今回オープンサイトの散乱光は直達光と1:1になるよう計算した(Canham *et al.*, 1990)。

$$GLI = (T_{diffuse} P_{diffuse} + T_{beam} P_{beam}) \times 100 \quad (1)$$

ここで、 P_{beam} は林冠上部のPARにおける直達PARの割合、 $P_{diffuse}$ は林冠上部のPARにおける散乱PARの割合、 T_{beam} は直達光の林床に達する割合、 $T_{diffuse}$ は散乱光の林床に達する割合である。

また今回、GLI値にモミ稚樹の樹高成長量の大小を説明するような閾値があるか検討するために、ブートストラップ法を用いてランダムサンプリングを行った。その際、閾値を変化させるごとにサンプリングを10万回繰り返した。

Ⅳ. 結果と考察

2004年の樹高と2005年の樹高成長量の関係を図-2に示す。両者の間に有意な相関関係は認められなかった($r = 0.09, p < 0.1$)。以上のことから、今回計測した対象サイズ内では樹高成長にサイ

ズ依存性がないといえる。よって今回の解析では、直接樹高成長量とGLIの関係について検討した。

2005年の樹高成長量とGLIの関係を図-3に示す。図からGLIが高くなると樹高成長も良好になる傾向が見てとれた。そこで単回帰を行ったところ、GLIとモミ稚樹の樹高成長に有意な相関が見られた($R^2 = 0.48, p < 0.001$)。

次に樹高成長にGLIがどの程度必要か検討するため、ブートストラップ法を用いて閾値の設定を行った。この結果を図-4と表-2に示す。閾値のGLIが高くなるほど有意確率が減少していく傾向が見られた。また、閾値をGLI 4以上に設定した場合、有意確率がほぼ一定の値をとるようになり、有意確率も1%以下に押さえられることが明らかとなった。

そこで実際にGLIを4で区切った時の2005年の樹高成長量について検討した。GLIが4より低い個体の樹高成長を見てみると(図-5)、全く成長していない個体も多く存在し、全体的にも成長の悪い個体ばかりであった。このことから、モミ稚樹の樹高成長にはGLIが最低4以上必要であると考えられる。一方これと比較すると、GLIが4以上の個体は成長の良好な個体が多く存在していた。しかし、これらの成長量はばらつきが非常に大きかった

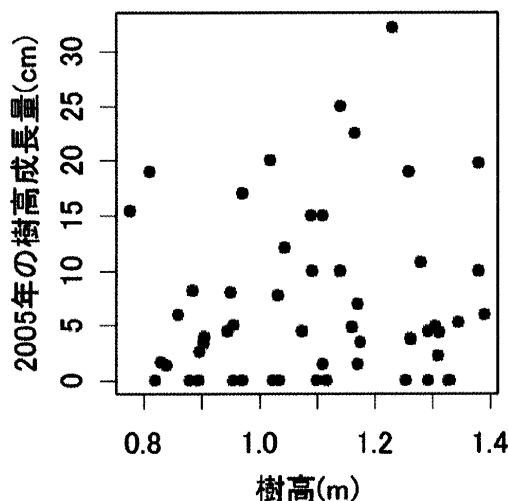


図-2. 樹高と樹高成長の関係

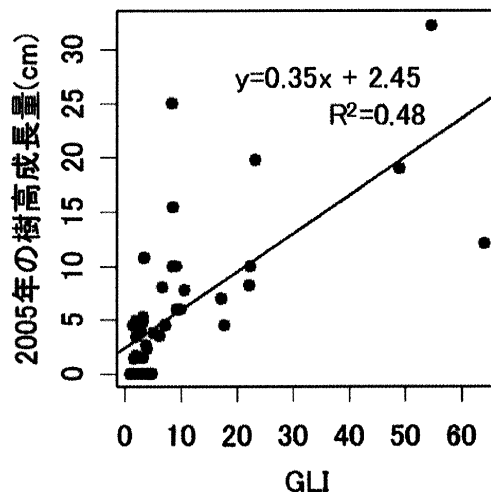


図-3. GLIと樹高成長の関係

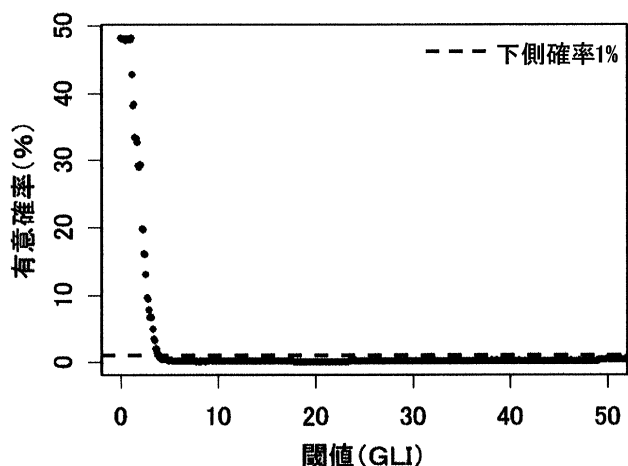


図-4. ブートストラップ法による GLI の閾値検討結果

表-2. ブートストラップ法で採択された閾値で区分したときの2005年の樹高成長量

GLI	個体数	平均樹高成長量 (cm)	標準偏差
<4	29	2.23	2.32
≥4	20	9.38	7.59
ALL	49	5.76	6.91

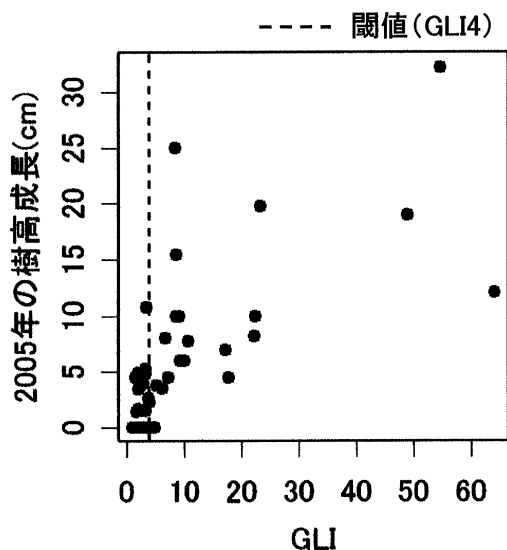


図-5. 閾値で区分したときの GLI と樹高成長の関係

ため、GLIが必要最低限満たされているところではモミ稚樹の成長にはGLI以外の要因も大きく影響しているのではないかと考えられた。

今回の結果からモミ稚樹の樹高成長にはGLIが最低4以上必要であることが明らかとなったが、既往の研究で間伐強度が強すぎるとシカによる食害率が増加し、後から侵入した広葉樹に被圧されてしまうことが分かっている（上間，2001）。そのため人工林内にモミ稚樹しか存在しない場合、始めから強度な間伐を行うのではなく、間伐当初にGLIが4以上となるような弱度な間伐を繰り返し行いモミ稚樹の成長を促進させるべきではないかと考えられる。

V. おわりに

霧島山系のモミ・ツガ天然林と隣接するヒノキ人工林において、林床光環境とモミ稚樹の樹高成長との関係を検討した結果、モミ稚樹の樹高成長にはGLIが最低4以上必要であることが明らかとなった。このGLI ≥ 4という指標を今回導くことができたが、これを施業に反映するにはさらに詳細なデータ収集が必要である。また、今回GLIが必要最低限満たされているところではGLI以外の要因も樹高成長に大きく影響していると考えられた。この要因についても今後詳細に検討していく必要がある。

引用文献

- Canham, C.D. *et al.* (1988) *Ecology*.69:1634-1638.
 Canham, C.D. *et al.* (1990) *Can. J. For. Res.*20:620-631.
 Englund, S.R. *et al.* (2000) *Can. J. For. Res.*30:1999-2005.
 Inoue, A. *et al.* (2002) *J. For. Plann.*8:67-70.
 中尾登志男 (1985) 宮大演報11. 1-162.
 西園朋広 (2000) 九州大学大学院生物資源環境科学研究科修士論文。
 曾根晃一 (1998) 自然愛護22: 18-21.
 寺岡行雄 (1995) 日林九支研論48: 29-30.
 上間千鶴 (2001) 九州大学大学院生物資源環境科学研究科修士論文。
 上杉基・吉田茂二郎 (1996) 日林九支研論49: 31-32.
 山本一清 (2003)
<http://www.vector.co.jp/soft/win95/edu/se033430.html>
 吉田茂二郎 (1990) 鹿大演研報1: 29-41.

(2005年11月14日 受付; 2005年12月22日 受理)