

宮崎県諸塚村における帯状複層林の成長特性^{*1}福永光太郎^{*2} ・ 中間康介^{*2} ・ 溝上展也^{*3} ・ 吉田茂二郎^{*3}

I. はじめに

1970年代後半から複層林施業に関する研究が盛んになり全国的に二段林の造成が進められた。二段林は複層林の代表的な林型であるが更新木の成長不良や保残木伐採時における更新木への損傷等の問題が指摘されている。そこで近年では、作業効率のよい施業法として帯状複層林施業が注目されている。しかしながら、その研究事例は少なく、長期的な成長特性は明らかでない。そこで本研究では、帯状伐採後35年が経過した調査地において、前回調査から8年間の林分変化から更新木の成長特性を解析した。さらに、有効と思われるモデル式を競争指数を用いて構成し、そのモデルを用いて、成長が確保できる帯幅について検討した。

II. 対象地と調査内容

調査地は宮崎県諸塚村大字家代に位置する帯状複層林である(図-1)。林分全体の面積は6.02 ha、標高は約730~790 m、平均斜度は13度の尾根に近い西向き平衡斜面である。1975年に、天然下種更新を図るため、等高線に対して直角方向(東西方向)に保残帯25 m、皆伐帯20 mの交互帯状伐採が実施され、同時に保残帯では間伐が実施された。1977年に、皆伐帯にスギとヒノキが植栽され、保残帯ではスギ・ヒノキが補植された。調査はまず、2001年に100 m × 50 mの方形プロット(図-1枠内)を設置し、胸高直径、樹高、立木位置を計測した。2009年に同プロットの再測を行い、加えて斜面上下の20 m × 100 mの範囲で胸高直径、樹高、立木位置を計測した。

III. 解析方法

1) 林分構造と林縁効果

林分構造を検討する際に、林縁付近の保残木2本を結ぶ直線を林縁と仮定し、保残帯と更新帯で樹種ごとに材積、材積成長量をまとめた。また、一般的な林分と比較するため宮崎県耳川流域の収穫表と比較した。林縁効果については、形状比と単木的な成長に注目し、林縁からの最短距離との関係性を検討した。形状比つ

いては更新木についてのみ検討し、単木的な成長量については、更新木と保残木で比較した。

2) 競争指数によるモデル化

Mitsuda *et al.* (2002) を参考に更新木に対する周囲の保残木の影響を垂直方向の競争と捉えて指数化した競争指数(以下、VCI)を用いた。VCIは以下の式で表わされる。

$$VCI = \sum_{j=0}^n a \tan \left[\frac{H_j + Z_j - Z_i}{Dist_{ij}} \right] \quad (1)$$

ここで、 $Dist_{ij}$ = 個体間距離、 H_j = 競争木の樹高、 a = 定数、 Z_j = 競争木の標高、 Z_i = 対象木の標高である。

VCIを独立変数とした回帰分析を行い、 $y = a \times \exp(bVCI)$ の指数式でモデル式を構築した。従属変数には、胸高直径、樹高、直径成長量、樹高成長量を用いそれぞれのモデルのあてはまりを決定係数を基準に評価した。今回は、植栽位置の偏りがみられたため、ヒノキ更新木の優勢木(以下、ヒノキ優勢木)のみについて解析した。このとき優勢木は、プロットを5 mメッシュで区切り、各メッシュ内で最も樹高の高いものと定義した。なお、本調査地ではスギは帯中央に植栽されているため、ヒノキのみを解析の対象とした。

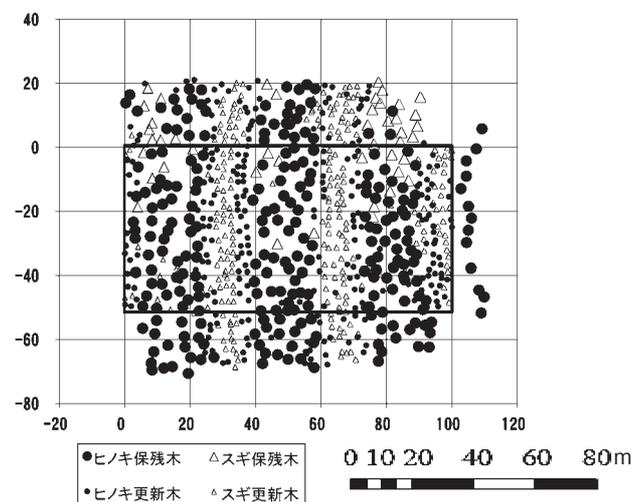


図-1. 立木位置図

^{*1} Fukunaga, K., Nakama, K., Mizoue, N. and Yoshida, S.: Characteristics of growth in the alternate strip-clearcutting stand, the case of Morotsuka, Miyazaki prefecture, southern Japan.

^{*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} 九州大学大学院農学研究院 Fac. Agric., Kyushu Univ., Fukuoka 812-8581

表-1. 林分構造の変化

	面積 (ha)	01年時 本数	09年時 本数	01年時 材積 (m ³ /ha)	09年時 材積 (m ³ /ha)	材積増加 (m ³ /ha/year)
上木ヒノキ	0.225	153	153	531.5	684.5	19.1
下木ヒノキ	伐採帯 保残帯	158 27	142 17	89.5 4.6	133.0 4.1	5.4 -0.1
合計		185	159			
上木スギ	0.225	18	18	61.4	77.0	1.9
下木スギ	伐採帯 保残帯	151 13	138 13	139.8 4.7	284.0 6.9	18.0 0.3
合計		164	151			
全体	0.500	503	464	425.2	612.6	23.4

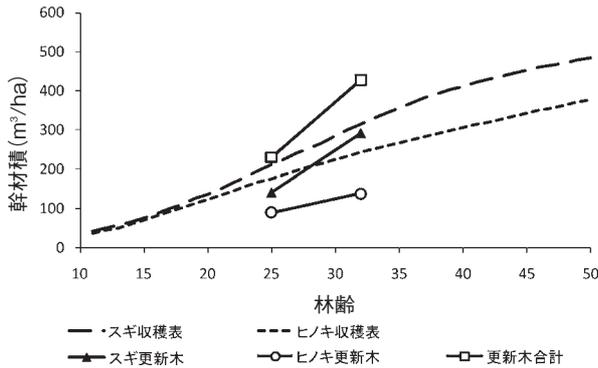


図-2. 宮崎県耳川流域の収穫表との比較

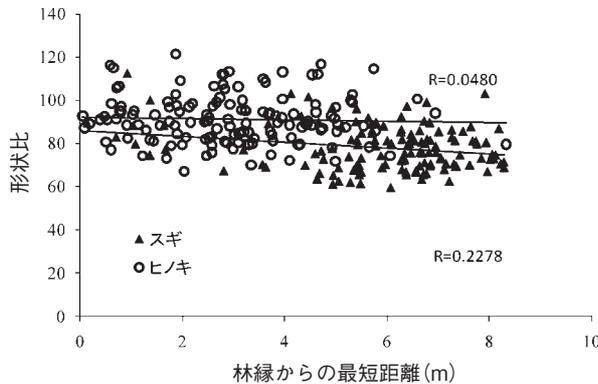


図-3. 林縁からの最短距離と形状比の関係

また、競争木の選択にあたっては、(2)式で示される相対距離を基準とし(以下、選択距離とする)、選択距離内に存在するすべての保残木を競争木とみなした。選択距離は、モデル式の決定係数が最大となる値から決定した。

$$(\text{選択距離}) = \frac{Dist_{ij}}{H_j + Z_j - Z_i} \quad (2)$$

3) 帯幅のシミュレーション

VCIの検討で得られた適切なモデル式を用いて、帯幅と更新木の成長の関係をシミュレートした。保残帯については調査データに基づき、立木密度500本/ha、平均樹高22mを与えた。更新帯の帯幅は、保残木樹高比(上木平均樹高22m)で0.25, 0.50, 0.75, 1.00, 1.25, 1.50, 2.00, 2.50の8通り変化させ、ヒノキ更新木の優勢木のみで評価した。シミュレーションの手順は、①更新帯の帯幅を設定し、②保残木を植栽間隔1.5mでランダムに発

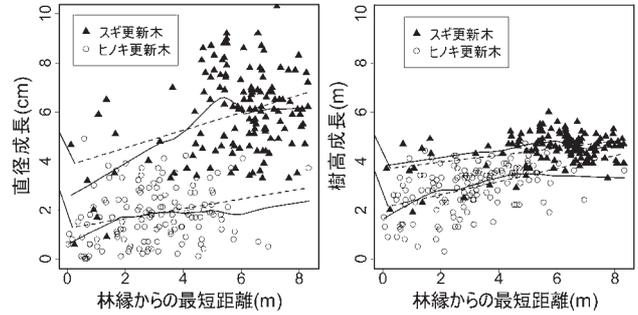


図-4. 林縁からの最短距離と更新木の各成長量の関係
※破線は回帰直線、実線は平滑線

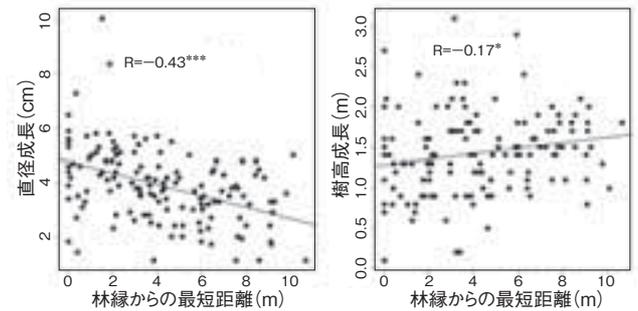


図-5. 林縁からの最短距離と保残木の各成長量の関係
* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001

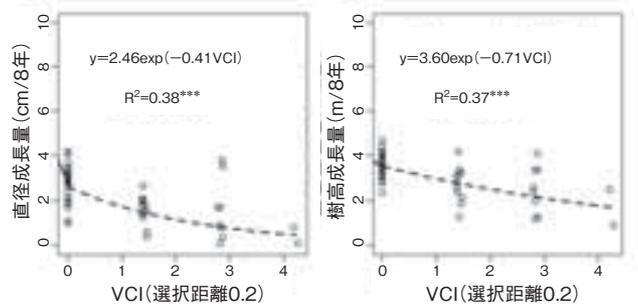


図-6. VCI(競争指数)と各成長量の関係

生させ、③保残木樹高を正規乱数で発生させ、④VCIを計算し、⑤算出されたVCIに基づいて個体サイズと成長量を推定した。なお、②で発生させる保残木の樹高は、今回の対象地の平均樹高とその標準偏差に基づき発生させた。

IV. 結果

1) 林分構造と林縁効果

表-1に保残木と更新木の単年材積成長量を比較した結果を示す。保残木は21.1m³/ha/year、更新木は23.7m³/ha/yearとなり更新木が保残木を上回った。

図-2に宮崎県耳川流域の収穫表と更新木の材積成長との比較結果を示す。今回の対象地はスギとヒノキが混植されていたので、更新木全体の材積と各樹種の材積を収穫表と比較した。図-2より更新木全体の成長量は収穫表の値を上回ることがわかった。また、グラフの傾きから成長が良好であることが示された。

図-3に林縁からの最短距離と更新木形状比の関係を示す。林

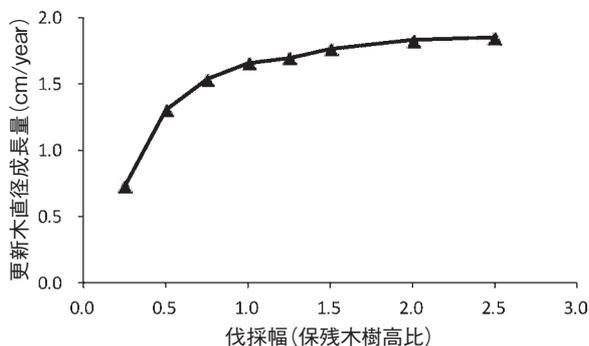


図-7. 伐採幅と更新木平均直径成長

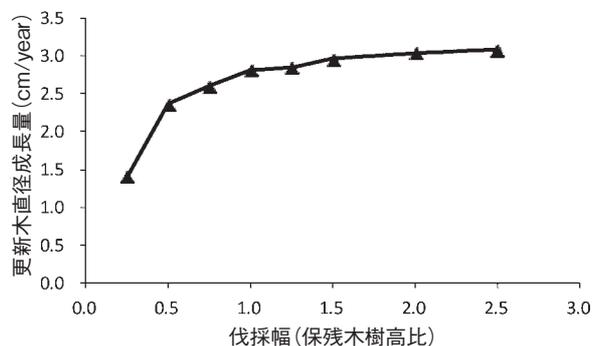


図-8. 伐採幅と更新木平均樹高成長

縁からの最短距離と形状比との間にはスギ、ヒノキともに有意な関係性はみられなかった。なお、調査区全体の平均形状比はスギ、ヒノキでそれぞれ 78, 91 であった。

図-4 に林縁からの最短距離と更新木の各成長量の関係についての結果を示す。全てについて有意な相関関係（スギ、ヒノキの直径成長については、それぞれ 0.35, 0.20, スギ、ヒノキの樹高成長については、それぞれ 0.37, 0.45）が示され、帯中央部から林縁にかけて成長量が低下していく傾向があることがわかった。同様に保残木と林縁からの最短距離との関係を図-5 に示す。樹高成長、直径成長で有意な相関が得られ、林縁付近で保残木の直径成長が大きく、樹高成長は抑制されることがわかった。

2) 競争指数によるモデル化

VCI を用いたモデル式の検討で最も決定係数の高かった選択距離 0.2 の場合のグラフを図-6 に示す。両方の成長量について有意な回帰式が得られ、競争指数 (VCI) と成長量の関係をモデル式で表せることがわかった。直径成長量を従属変数とするモデル式 $y = 2.46 \exp(-0.41VCI)$ と樹高成長量を従属変数とする $y = 3.60 \exp(-0.17VCI)$ を次の帯幅シミュレーションに用いた。

3) 帯幅シミュレーション

図-7, 図-8 にシミュレーションの結果を示す。グラフを見ると伐採幅 1.0 以上（今回は 22 m 以上）では各平均成長量が収束していく傾向がみられた。つまり、保残木樹高程度の帯幅ならば平均的な成長量は確保されると言える。これは、更新木の個体サイズのみを用いて帯幅を検討した荒木ほか (2005) とほぼ同様の結果であった。

V. 考察

1) 更新木、保残木への影響

更新木については林縁付近での個体サイズの低下が示されたが、材積成長量は保残帯を上回り、また、収穫表と比較しても更新帯の良好な成長を示した。形状比については、林縁の影響が検出されなかったことなどから、帯状複層林造成時の更新木の成長、形状比の 2 点についてのマイナス効果は少ないと考えられ、成長量を維持しつつ複層林化を図れる林型であると推察できる。

保残木については、林縁付近で直径成長が促進され、樹高成長が抑制される傾向が示され、少なからず林縁ができたことによる影響を受けていると考えられる。また、保残木に対する林縁効果を考える際には、林地保全への効果や風害などのリスクへの耐性が変化したかなどを考慮することが重要と考えられ、今後保残木への影響をより細かく見ていく必要があると推察できる。

2) 帯幅の検討

8 年間の期間成長量を用いたシミュレーションを行った結果、更新木の個体サイズのみを使用した既存の研究と一致する結果が得られ、更新帯については成長量を考慮した場合も保残木平均樹高程度の帯幅が必要であることが明らかになったが、今回用いた競争指数 (VCI) は、保残木、更新木の立木密度が大きく影響するため、林分構造が異なるところでの検討を行い、より適切な帯幅を検討する必要があると思われる。

引用文献

- 荒木美穂ほか (2005) 日林学術稿 116 : 749 .
 Mitsuda, Y. et al. (2002) J. For. Res. 7 : 185-191 .
 (2010 年 10 月 23 日受付 ; 2011 年 1 月 13 日受理)