

疎植造林による育林施業体系の開発

令和2年度～令和6年度
森林チーム 松本 純

1. 目 的

森林資源と林業経営の持続性を確保するためには、価格及び生産性の向上、低コスト化等により林業経営の効率化を図ることが重要である¹⁾。大分県では課題解決に向け、従来主流だった2,500～3,000本/ha程度の植栽密度を2,000本/ha以下に減らす疎植造林（低密度植栽と同義）を実施することで造林経費を削減する取組を進めてきた。

現在は更なる低コスト化に向けて、1,500本/haを下回る植栽密度についても検討を進めているところだが、全国的にも事例が少なく、樹冠閉鎖の遅れによる植栽木及び競合植生への影響が明らかになっていない。これを受け、植栽本数の低密度化による影響を明らかにすることを目的として本研究課題で5か年に渡って試験を実施したので、その成果を報告する。

2. 本研究で得られた成果

1) 初期成長の違い及び下刈回数に与える影響

疎植造林における初期成長の違いや品種間差の把握を目的として、標高350m、大分県杵築市に位置する超疎植モデル林にて検証を行った。本モデル林は令和2年2月に図-1の配置で異なる密度（1,000、1,500、2,000、3,000本/ha）で特定苗木を含む多様なスギ品種及びヒノキが植栽された密度試験林である。調査は各年成長休止期に行い、令和6年度は12月24日に樹高と根元径を計測した。

1～4年目における植栽密度別での成長比較の結果、並びに各品種における成長の違いは過去の年報で報告している^{1)～4)}。5年目の植栽密度別の平均樹高を図-2に示す。5年目における傾向は1～4年目と同様の結果を示し、スギ・ヒノキ共に2,000本/haが最も成長が良かった。密度と初期成長の相関関係は確認

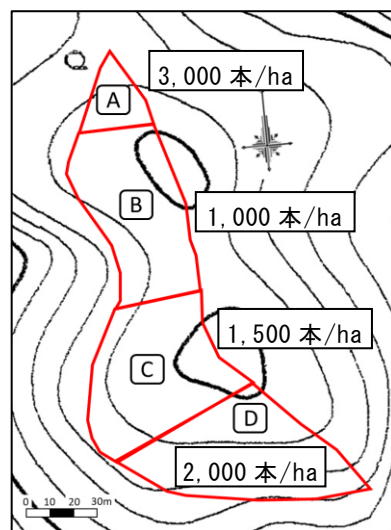


図-1 モデル林の植栽配置

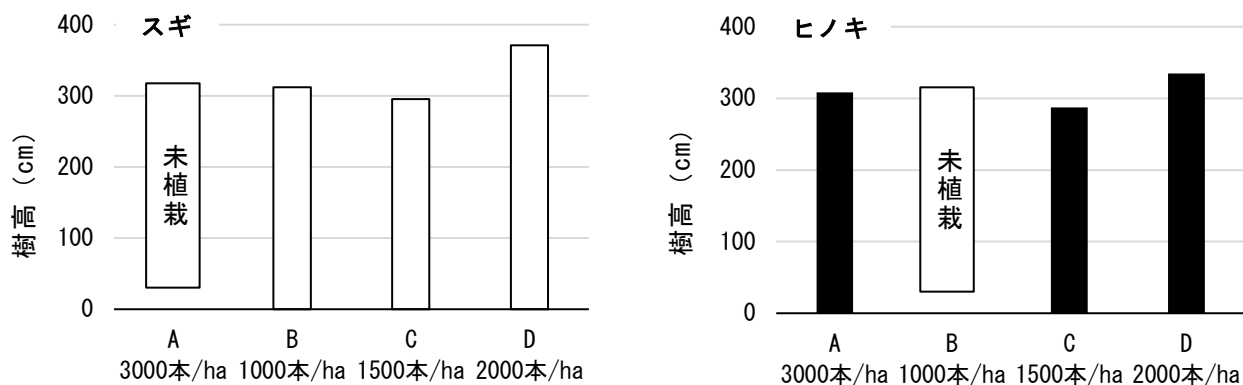


図-2 スギ（左）及びヒノキ（右）の植栽密度別樹高

されなかったことから、植栽密度ではなく斜面方位等の地形による影響が主な要因と考えられた。今回の結果に加え、一般的に樹高成長は植栽密度の影響をほとんど受けず、過去の事例でも初期成長への影響はないとする報告があるため、疎植造林において初期成長への影響はほとんどないことが示唆された。

施業の低コスト化は林業において喫緊の課題であり、特に下刈回数の削減に関する議論は国内でも盛んである。下刈の主目的は植栽木の成長を阻害する雑草木を除去することだが、目的の達成が可能かつ最小限の下刈回数に関する知見が整理されつつある。近年では植栽木と競合植生との関係から下刈の実施を判断するという考え方が主流となっておりこの考え方に基くと、競合植生の樹高が植栽木樹高を超えた時に下刈が必要となる⁵⁾。植栽密度を落としても初期成長の樹高差が生じないことを踏まえると、疎植造林における下層植生との競合状態も同様と考えられ、植栽密度の低減は下刈回数の増と関連しないと考えられた。

2) 樹形及び節への影響

令和5年度の試験で異なる植栽密度(1,500、3,000本/ha)間で樹形及び節の状況を比較した⁴⁾。

樹幹解析の結果では、樹冠閉鎖後の直径成長に違いが見られ、閉鎖の早い高密度林分では直径成長が早く衰える傾向が認められた⁴⁾。4mごとに玉切り後、元口と末口の径を計測し、(元口径－末口径)/元口径で示す細り率(4m括約)を計算した。その結果を図-3に示す。細り率と密度間には相関関係が示されず、少なくとも1,500本/haではうらごけになりやすい傾向は確認できなかった。

異なる植栽密度で植栽した試験地から採材し、節の数及び大きさを比較した結果、材長1mあたり節が2～3個多く、直径が平均で2～3mm大きくなった⁴⁾。ただし、試験を行った3,000本/haは無間伐という条件のため、現実林分ではこの結果よりも小さな差となる可能性が高い。また同試験地で強度測定を行ったところ、密度よりも品種の方が木材強度に与える大きいという結果が得られている⁶⁾。以上から、1,500本/haの植栽密度においては樹形や節への影響は軽微である可能性が高いと考えられた。

一方で、孤立木環境や林縁では枝が多く残り、その結果うらごけになると言われており、このことはパイプモデル理論⁷⁾、⁸⁾で実証されているほか、ヒノキでは1,000本/haで強度が低下するという報告もある⁹⁾など更なる低密度では負の影響が高まる可能性があるため、今後も詳細な検討が必要である。

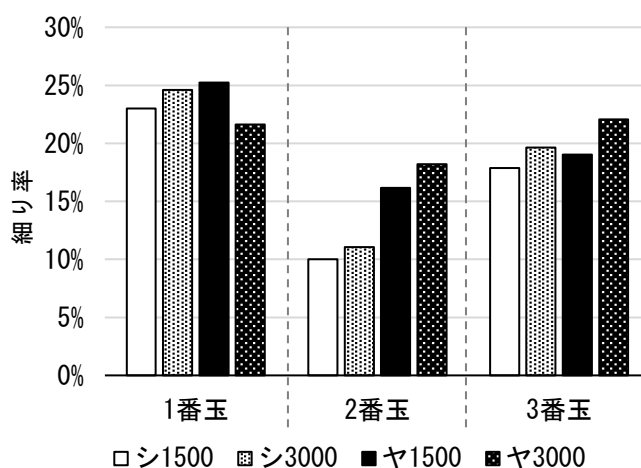


図-3 条件別4m丸太の細り率
シ：シャカイン、ヤ：ヤマグチ、数字は植栽密度をそれぞれ示す。
例：シ1500・・・シャカイン1500本/ha

3) シミュレーション及び施業体系の提案

これまでの研究成果を踏まえて再度作成した施業体系並びにコスト試算を図-4に示す。今回の施業体系における条件設定は令和3年度に示した施業体系案²⁾と同様だが、間伐の取扱いについては7齢級以降の間伐を搬出間伐としている。

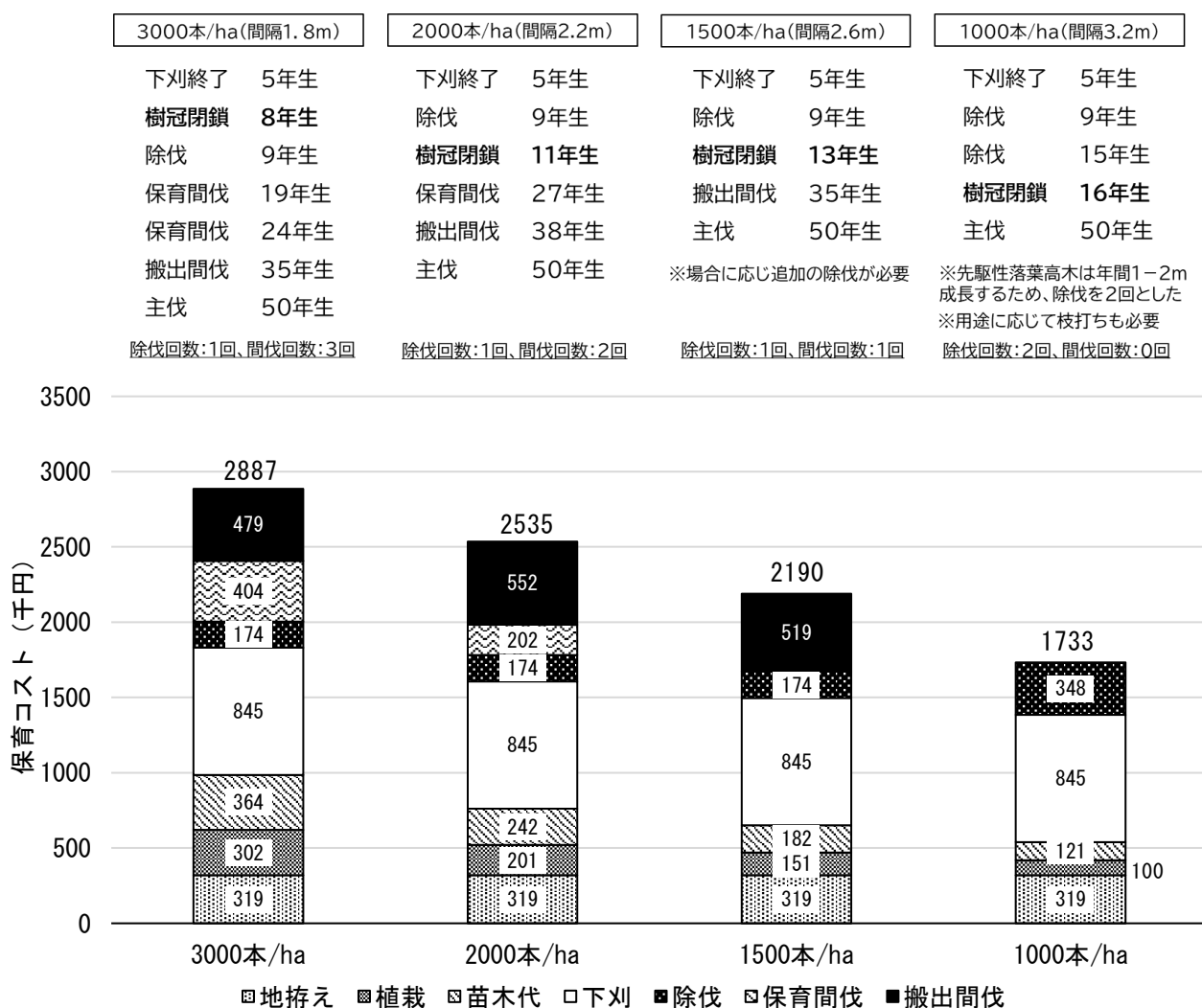


図-4 疎植造林における施業体系並びにコスト試算

※1 設定条件：地位2.0、下刈回数5回、 $R_y=8.0$ で7.0になるよう間伐（7齢級以上は搬出間伐）、50年生で主伐

※2 R6年度4期標準単価表（基礎単価）から試算

※3 シカ柵設置費、運搬費は除外、搬出間伐に伴う販売収入は加味していない

植栽密度を下げるほど樹冠閉鎖が遅れ、下刈完了から期間が空くため、除伐及びつる伐りが増加するケースが増えることが想定される。特に1,000本/haでは下刈終了から11年もの期間が空くことから、除伐を1回行っただけでは侵入した先駆性落葉高木に樹高が追いつかれるため複数回の除伐が必要になる可能性が高い。その一方で、間伐回数は植栽密度を下げるほど回数が減り、1,000本/haでは無間伐で伐期に到達する結果となった。

図-4にて示したコスト計算の結果では、保育コストの総額は植栽密度を下げるほど減となった。内訳として、植栽に係る苗木代及び労務単価の低減に加えて間伐回数の減が低コスト化に寄

与している。植栽の低密度化により、除伐が増となる分のコストは増えるものの、差し引きでコストの総額は減となる。ただし、今回は販売収入を加味していないため、搬出間伐に係る収入でコストの減少幅は小さくなると考えられた。

3. まとめ

植栽密度を下げるほどコスト低減効果が大きいという結果が得られ、少なくとも 1,500 本/ha までは樹形や節への影響も軽微だと考えられた。一方でそれよりも低密度の植栽においては樹形や節への影響が発生する可能性がある点に注意が必要である。また、植栽間隔が広い低密度林分では少数の枯損でも大きな空間が発生してしまう点も検討の余地がある。1,000 本/ha では植栽間隔が 3.2m 程度であり、枯損木が発生すると長期間樹冠が閉鎖しないため、単位面積ベースの収量にも影響を及ぼす可能性が想定される。

疎植造林はコストの省力化が実現できる一方で注意すべき点も多く、どのような林分でも低密度で植栽すればいいとは言えない。このため植栽にあたっては、競合する植生タイプや獣害等による潜在的な枯損リスクや目標とする材質等を勘案しながら植栽密度を選択する必要がある。

引用文献

- 1) 松本純：令和 2 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，2-7（令和 3 年）
- 2) 松本純：令和 3 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，2-9（令和 4 年）
- 3) 松本純：令和 4 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，2-4（令和 5 年）
- 4) 松本純：令和 5 年度大分県農林水産研究指導センター林業研究部年報，2-7（令和 7 年）
- 5) 山川博美ほか：スギ植栽木の樹高成長に及ぼす期首サイズと周辺雑草木の影響, 日本森林学会誌 Vol. 98, 241-246（平成 28 年）
- 6) 津島俊治・古賀信也・小田一幸・白石進：スギさし木品種の成長と木材性質へ及ぼす植栽密度の影響, 日本木材学会誌 Vol. 52 No. 4, 196~205（平成 18 年）
- 7) Shinozaki, K., Yoda, K. et al. (1964a) A quantitative analysis of plant form. Japanese Journal of Ecology, 14, 97-105
- 8) Shinozaki, K., Yoda, K. et al. (1964b) A quantitative analysis of plant form. Japanese Journal of Ecology, 14, 133-139
- 9) 広島森林管理署：低密度植栽で造成されたスギ・ヒノキの標準伐期齢を超えた林分の林分構造及び材質（幹形・強度）調査結果について，平成 28 年度国有林野事業業務研究発表会・森林技術部門（平成 28 年）