

低密度で植えられたスギ・ヒノキの応力波伝搬速度について

林業研究部 研究員 渡辺 靖崇

はじめに

林業技術センターでは、昨年から、林野庁近畿中国森林管理局と共同で低密度植栽が植栽木の材料強度に与える影響について研究を行っています。今回はその結果の一部を紹介します。

低密度植栽とは

本題に入る前に、まず低密度植栽について簡単に説明します。日本国内の林業では、従来、3,000本/ha程度の植栽密度が一般的な方法でした。これを1,000本/ha、1,500本/ha程度の植栽密度にすることを「低密度植栽」といいます(林野庁2020)。植栽本数を減らすことで、植栽にかかる費用を減らすことができただけでなく、間伐の回数を減らすことができるため、施業全体の費用を減らすことができます。近年、木材価格の低迷により施業コストを低減したい

という森林所有者が増えていることから注目されている、施業方法です。

低密度植栽が材料強度に与える影響

低密度植栽による植栽木の材料強度への影響を及ぼす要因として、未成熟材の割合の増加があります。スギやヒノキの場合、植栽から5年程度の間には幹の中心に形成される部分は「未成熟材」といい、その後外側に形成される「成熟材」の部分と比べ強度が低いことが分かっています。植栽密度が高いほど、初期の成長が抑えられるため未成熟材の割合を減らすことができ、高強度の材を作ることができます。では、低密度にすればそれほど未成熟材の割合が多くなるかというとそうではありません。なぜなら植栽密度を減らすほど、自然発生する植生が増え、それらと

植栽木との競争により、初期成長がその影響を受けるからです。

低密度植栽が植栽木の材料強度に与える影響についていくつかの報告がありますが(たとえば袴田2023等)、植栽地域による違いもあるため、まだまだ調査事例を積み上げていく必要があります。

そこで本研究では広島県内の国有林にて、植栽密度が材料強度へ与える影響を調査しました。

低密度植栽の試験地

今回、調査を行った試験地は2カ所あります。

一つは、広島県神石高原町にある篠原山国有林です。平成4年度に超低コストな施業方法「合自然的森林施業方法の確立」の試験地を設定し、10年間の生育調査を広島北部森林管理署が実施しています。植栽樹種はすべてヒノキです。植栽密度は1,000本/ha、1,500本/ha、3,000本/haの3区を設定しています。林齢は調査時(2023)には32年生でした。広島北部森林管理署が材積調査を行った結果、植栽密度が低くなるほど、1本あ

たりの材積が大きくなる特徴がありました(清水・山本2022)。

もう一つは、広島県福山市にある新元重山国有林です。先に紹介した篠原山国有林とは市町は異なりますが、実際は近距離にあります。こちらの試験地の植栽樹種は、スギ、ヒノキの2種類です。植栽密度は1,000本/ha、1,500本/ha、2,000本/ha、3,000本/haの4区を設定しています。この試験地の調査時(2023)の林齢は、スギは32年でヒノキは51年でした。

応力波伝搬速度

立木の状態で材料強度を推定する方法として「応力波伝搬速度」を計測する方法があります。応力波伝搬速度はFAKOPPという機械を用いて計測を行います。その方法は、FAKOPPの打込みセンサーを立木の上側、受信センサーを下側に打ち込み、送信機に打撃を与えて出る応力波が受信センサーまでの到達する時間を測るものです。この到達時間を「応力波伝搬時間」といい、その値と、打込みセンサーと受信センサーの距離か

ら「応力波伝搬速度」を簡単に計算することができません。「応力波伝搬速度」が分かれば動的ヤング係数を求めることができ、動的ヤング係数と材料強度には正の相関関係があることが分かっているの

測定結果



写真 FAKOPP の測定の様子

篠原山の試験地の植栽樹種は、ヒノキで、植栽密度ごとに5本ずつ、合計15本の立木についてFAKOPPでの応力波伝搬速度の計測を行いました。その結果、統計的に有意な差はなく、植栽密度の違いによる材料強度への影響は確

認できませんでした。

新元重山の試験地の樹種はスギ・ヒノキの2種類で、植栽密度が4段階の合計8か所の調査区を設定し20本ずつ、合計160本の立木を調査しました。こちらでも篠原山の調査と同じく統計解析を行った結果、先の結果と異なり、植栽密度が低くなるほど応力波伝搬速度が低くなる結果となりました(図1)。この結果からは、植栽密度が低くなるほど材料強度が低くなる可能性が示唆されます。

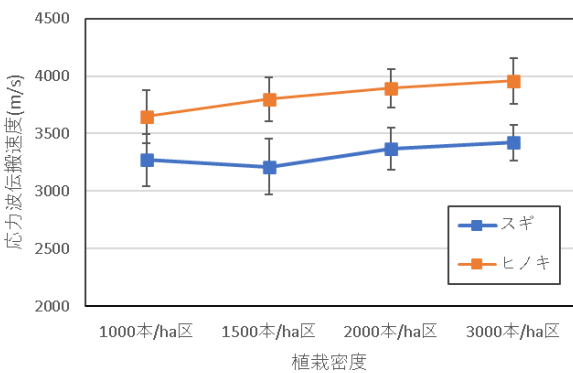


図1 新元重山での応力波伝搬速度の測定結果

理由としては、調査本数の違いが考えられます。篠原山での調査のほうが新元重山での調査より調査本数が少なかったため、統計的に有意な差が出にくくなっていました。

今後の研究の方向

今回は立木の状態での調査であったため、あくまで簡易的な方法での材料強度の推定の結果でした。応力波伝搬速度の結果のみでは、植栽密度が材料強度に与える影響を明らかにとは言えません。

実際の材料強度を知るためには強度試験を行う必要があります。そのため、今後は立木を伐採し、原木丸太での状態の強度測定や無欠点小試験体での強度試験を計画しています。また、樹幹解析によって詳細な成長量の解析をすることで、植栽密度の違いが植栽木へ与える影響を明らかにする予定です。

引用文献

林野庁 (2020) スギ・ヒノキ・カラマツにおける低密度植栽のた

めの技術指針：一般社団法人日本森林技術協会、25pp

袴田哲司 (2023) 植栽密度の違いが2年生スギ、ヒノキの成長と応力波伝搬速度に及ぼす影響。静岡県農林研報 16. p29-35.

清水康平・山本伊織 (2022) 低密度植栽地 (ヒノキ) の現況と再造林の省力化に向けた取り組み。令和4年度森林・林業交流発表会