

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 池田 潔彦

我が国各地域の山林野には、戦後植栽されたスギ、ヒノキ等人工林の針葉樹資源が成熟期を迎えつつあり、住宅建築部材等への利活用が期待されているが、これらの循環的利用を持続的かつ効率的に推進するには育成の各段階において資源の量と質の情報を的確に把握する必要がある。本論文は応力波伝播速度（以下、 V_p ）による立木段階での材質の評価手法を確立し、構造用木材としての育成と利用の現場に向けた適用効果について明らかにしたものである。

スギ林分で立木の V_p と含水率の季節変動や日変動を調査した結果、辺材および心材の含水率は、生長期と生長休止期あるいは季節間において明確な変動傾向が認められなかった。また、同一の林分内で3月、8月、11月に伐倒した各含水率分布にも、伐倒時期の違いによる有意差は認められなかった。スギ辺材の高含水率領域（250%～100%）において、 V_p は含水率の減少に伴い直線的に増し、立木辺材部における含水率の変動を V_p によってモニターできると考えられた。スギの同一立木で V_p の日変動を1時間毎に調査した結果、顕著な変動傾向は認められなかった。一方、同一のスギ立木で V_p の季節変動を調査した結果では各月間に有意な変動が認められ、その要因は樹幹辺材部の含水率変動による影響と推定された。立木の V_p と樹幹辺材部の含水率とは無相関であった反面、立木 V_p と丸太の動的ヤング係数（以下、 E_d ）とには相関関係が認められた。また、立木辺材部の密度は個体間のばらつきが極めて小さく、立木個体間もしくは樹種間における伝播速度の差異は辺材部ヤング係数の差異を示すと考えられた。このため、立木の V_p 計測精度に及ぼす含水率変動の影響は極めて少ないと考えられ、立木 V_p はヤング係数の有効な推定指標になることを明らかにした。立木 V_p の計測によって林分内における立木ヤング係数のばらつきを効率良く推定出来ることが明らかとなった。その場合、1林分当たりの立木調査本数は50本以上が適当と考えられた。

生育条件が異なる地域内のスギ林分で立木 V_p を計測するとともに、スギ平角製材を例として建築用構造部材の製造に向けた立木 V_p 情報の適用について検討した。さらに、静岡県天竜地域の様々な林分のスギ丸太材質を評価し、それより採材、乾燥した梁桁用平角製材品の材質と強度性能を調べ、スギ丸太原木段階における等級区分の有効性の検証を行った。生育環境が異なる林分の立木 V_p は平均値、下限値ともに有意差が認められ、林齢の高い林分の立木 V_p が速い値を示した。一方、立木 V_p と胸高直径との間には、明らかな負の相関関係は認められなかった。立木 V_p と丸太 E_d もしくは平角のMOEとに相関関係が認められ、天竜地域の林分から針葉樹の構造用製材の日本農林規格における機械等級区分（以下、JAS機械等級）製材基準でE70～E110の4つの等級、同じく1林分から3つの等級に属するスギ平角を製造できることが推定された。林分内の立木を V_p によって2つに等級区分した場合、それらから製造された各平角の曲げ強度性能には明確な差異が認められた。丸太 E_d と

平角もしくは正角の MOE および MOR との関係はともに高い相関関係が認められ、丸太段階で E_r により JAS 機械等級区分した場合、製材品の曲げ強度性能に各等級間に明らかな差異が認められ、特に所定の曲げ性能が必要である梁桁部材の製造においてその有益性が確認された。これらの結果から、地域内の針葉樹林分に生育している立木の生長形質量と伝播速度による材質情報を加味した評価によって、製品製造の歩留り向上等に結びつくことが判明した。

間伐試験地や林齢が異なる県内の 4 林分でヒノキ立木の V_p と胸高直径を調査し、林齢や間伐に伴う林分密度がヒノキ材質に及ぼす影響について検討した。また、同一の生育環境の林分に生育するスギとヒノキの立木について、林分内のばらつきを伝播速度で比較し、その分布から選木した個体の無欠点小試片の試験結果から林齢推移に伴う個体内の変動や材質面における成熟期の推定を行った。ヒノキ林分内における立木 V_p の変動係数は、若い 19 年の林分の方が成熟期に達した 45 年および 70 年の林分より小さい。ヒノキ立木 V_p と丸太 E_h とには、スギと同様に有意な相関関係が認められた。間伐の有無により樹冠（林分）密度が異なった試験区の間では胸高直径および V_p の平均値に明らかな差異が認められた。この要因としては、間伐後に形成された材部の密度や年輪幅、晩材率、ヤング係数が環境変化の影響を受けたためと考えられた。林齢 19~70 年の林分内における立木の V_p には、間伐に伴う林分密度の変化や林齢、地位等の生育条件の違いによる差異がみられたが、それらの胸高直径（生長）への影響と比較して V_p （材質）への影響は少ない。

同一林分内に生育するスギとヒノキの立木 V_p のばらつきを比較した結果、両樹種間に有意な差異は認められなかった。また、それらの立木 V_p 分布から成熟期にある一林分から製材した場合、JAS 針葉樹構造用製材の機械等級区分ではスギ、ヒノキともに 3 つの等級に属することが判明した。MOE および密度と髄からの年輪数との関係では、髄から外皮に向け MOE では増加傾向を密度では減少傾向を示した。また、樹幹半径方向（生育過程）の材質変動はスギがヒノキより大きなことが示唆された。林齢増に伴う MOE の向上が見られるのは、ヒノキが植栽後 20~30 年、スギが同 50 年までであった。材質（密度、MOE）が成熟する林齢は、スギでは 30 年以降、ヒノキでは 20 年以降と考えられた。

数ヶ所の次代検定林や見本林でスギ精英樹各系統の立木 V_p を計測し、伐倒した丸太 E_h との関係、さし木クローンと実生家系との比較、系統間や林分間の差違等について検討した。クローンおよび実生家系で立木 V_p と丸太 E_h とには有意な相関関係が認められ、特に各系統における立木 V_p と丸太 E_h の平均値の相関は高く、立木 V_p より系統間の比較が可能であった。さし木クローンの系統内における変動係数は、実生家系や地スギ立木のそれと比較して 3~5% と小さく、JAS 機械等級区分のヤング係数基準において 1 または 2 つの等級に相当した。一方、実生家系の系統内における変動係数は地スギ一般実生のそれとほぼ同じであった。立木 V_p はさし木クローン間もしくは実生家系間で有意差が認められ、特にクローン間ではヤング係数の系統間差が大きく現れる。さし木クローンは、林分内の立木ヤング係数のばらつきを抑制でき、その系統特性も現れることから、材質育種への導入効果が期待できた。

以上本論文は木材利用に関わる立木材質の評価手法を確立し、育成と木材の構造的利用への適用効果を明らかにしたものであり、学術上、応用上貢献するところが大きい。よって審査員一同は博士（農学）の学位を授与する価値があると認めた。