

学位論文審査の結果の要旨

氏名	桐林 真人
審査委員	主査 藤本 高明 ⑩ 副査 日置 佳之 ⑩ 副査 川口 英之 ⑩ 副査 長澤 良太 ⑩ 副査 芳賀 弘和 ⑩
題目	応力波を用いた立木ならびに原木の非破壊的な材質評価とその応用
審査結果の要旨 (2,000字以内)	
<p>スギは日本固有の針葉樹であり、木目が真っ直ぐで加工性に優れ、手触りや香りが良いことから、古来、生活製品や住宅などに用いられてきた。また、スギはさし木増殖が容易であり、かつ成長が旺盛であるといった造林上の利点も有していることから、古くから主要造林樹種として日本国内で広く造林され、現在その面積は全人工林の4割を超えている。それらの多くは戦後、集中的に造林されたものであることから、柱や梁などの建築部材を製材できる径級に十分に達している。現在、この成熟した国内人工林の需要拡大が我が国の林業・木材産業の喫緊の課題となっている。</p> <p>木材は生物材料なので、密度や強度などの材質指標が樹種間、個体間もとより同一個体内でも著しく変動する。このため木材の品質管理や木質資源の有効活用のためには、木材工業・林業それぞれのステージで、製材加工や伐採以前のできるだけ早い段階において、木材材質に基づく原木や立木の選別や管理を行うことがきわめて重要となる。これを実現するためには、多様な木材材質を迅速かつ非破壊的に評価できなければならない。近年、製材工場などでは、個々の材料の強度や含水率などが生産ライン上で計測・評価されているが、原木や立木の段階でそれら进行评估する技術は確立されていない。本研究では、資源流通の上流にあたる立木ならびに原木の段階で各種木材材質を簡易かつ非破壊的に評価可能な手法の確立を目指すとともに、様々な実践的な現場で同手法の応用を試みた。</p> <p>本研究では、各種の非破壊的な材質調査手法の中でも応力波法に注目した。木材を打撃することによって生じる応力波の伝搬時間を計測することによって強度性能（ヤング係数）を推定できることが知られているが、従来の方法では打撃の強弱や計測方向の違いによって十分な精度が得られなかった。</p>	

本研究では、計測に際しセンサーの打撃手段に定力打撃装置を用いることで出力結果の再現性の著しい向上を実現した。また、センサーの配置や間隔を様々な条件で検討し、最適な計測条件を確立した。本手法により、伐採後の丸太や製材後の柱材での強度性能を立木の状態で精度良く推定できることを確認した。さらに、本手法を用い、鳥取県内の公有林に生育するスギ立木を対象に強度性能を調査した結果、外観の形質に優れ、かつ高い強度性能を有する個体を複数確認することができた。

木材中の水分は製品の寸法安定や乾燥コスト、燃料として利用する際の発熱量に大きな影響を与えるが、特にスギでは、生材含水率が高いうえ、個体毎の含水率のばらつきも大きい。このため製品の品質・寸法安定化あるいは乾燥コストのコントロール、さらには木質バイオマス燃料としての利用のためには、含水率の把握が不可欠となる。増大しつつある木材のエネルギー需要を背景に、現場で問題となっている燃料用チップの原料丸太の乾燥手法の提言を目標に、応力波法の適用を試みた。木材内部を伝搬する応力波が木材内部の水分量の影響を受けることに注目し、前述の改良した計測手法を用いて、原料丸太の乾燥状況をはい積み状態で効率的に把握する手法を確立した。そして、この計測手法を用いて鳥取県内のチップ生産事業所の原木ヤードにおいて、はいの積み方や乾燥開始時期の違いによる原料丸太の乾燥状況を調べることによって、効率的に乾燥できる原料丸太のはい積み方法や乾燥に適した季節、ならびに乾燥に必要な期間を明らかにした。

伐木を造材せず枝条をつけたままで林内に放置する「葉枯らし乾燥」は、材色の改善や搬出時の重量軽減などを目的に行われてきたが、葉枯らしに要する期間や含水率の低減状況は不明であった。葉枯らしに必要な乾燥期間を把握することを目的に、応力波法の適用を試みた。改良した計測手法を用いて伐採したスギを長期間定点計測した結果、伐採されたスギ樹幹内の水分変化を相対値として捉えることで、葉枯らしの必要期間が2か月程度であることを明らかにした。

樹幹内水分量の変動は応力波伝播時間に影響するため、本研究で確立した立木状態での材質評価を通年で実施するためには、樹幹内水分量の季節変化の把握しなければならない。スギ立木の伝播時間計測を約18ヶ月間にわたって実施した結果、樹幹内における水分量の季節変化に起因すると考えられる伝播時間の変化を捉えることができた。前述で選抜した個体の強度に対するこの変化の影響は少なく、選抜結果に影響しなかった。

これら一連の研究により、これまで困難であった立木や原木の段階での簡易かつ高精度な材質評価が可能となった。本手法は、林業・木材産業の最重要課題である国産材需要拡大に不可欠な技術になると期待できる。実際、本研究で得られた成果は速やかに林業や木材産業の各現場で運用されるまでに至っている。以上を総合して、本研究は博士（農学）の学位論文として十分な価値を有すると判断した。