

(論文内容の要旨)

広葉樹木部の主要な基本構成要素は木部繊維である。木部繊維は、樹木の生命活動や環境条件等の影響を受けながら蓄積されていくため、その形態学的特徴の解析から、樹木の成長履歴を推測するための情報が得られる。熱帯広葉樹の成長履歴に関する知見は、特に、地球規模での緊急課題のひとつである熱帯地域での植林活動への有益な情報になると考えられる。しかしながら、一年を通じて気温が高く湿潤な熱帯地域に生育する広葉樹は明瞭な年輪を持たず、木材解剖学的視点での成長リズムに関しては、ほとんど知られていない。

そこで、まず、熱帯地域での植林事業に有用であるアカシア (*Acacia mangium*) の木部繊維形態に注目した。その成長履歴を評価するために、樹幹から採取した木片に対して解繊法（木部繊維を氷酢酸などで単離する手法）を施して、木部繊維の伸長量の経時的な変化パターンを解析した。その変化パターンの解析からは、樹木が成熟期に入る時点の木部繊維の部位を推定することができる。その部位は成熟材と未成熟材との境界の指標として利用可能であり、樹木を木質材料として利用する際に非常に有益な指標となる。本解析結果から、アカシアマンギウムにおいて、形成層齢（樹齢）よりもむしろ、形成層における紡錘形始原細胞の分裂数（成長量）が、木部繊維の成熟に関与していることが示唆された。さらにその月間伸長量と気象要因（月降水量・月平均気温）との関係を、相互相関法を用いて解析したところ、月間伸長量と月降水量との間に高い相関を見出した。つまり熱帯多雨林で生育する樹種において、一年を通してほぼ一定である気温よりも、むしろ多少の季節変動を示す降水量の方がその成長に影響を与えることが示唆された。本解析手法では、木部繊維を解繊するために、木片の採取を必要とするが、貴重な樹種における木部繊維形態の解析のためには、より低破壊的な解析手法が望まれる。

そこで、一枚の木口面切片を用いて木部繊維の形状を低破壊的に推定する一木口面切片法を考案し、アカシアマンギウムを用いてその妥当性の検証を行った。本手法では、一枚の樹幹木口面（横断面）切片中の各木部繊維の横断面に注目する。木部繊維の伸長率は、紡錘形始原細胞の形状に由来する木部繊維中央部の横断面と、分裂後の割り込み成長により伸長した木部繊維伸長部の横断面の存在比により求められる。また、軸方向柔組織は木部繊維と異なり、紡錘形始原細胞からの分裂、分化の過程でほとんど伸長しないため、軸方向柔組織ストランド長に木部繊維の伸長率を掛けることにより、木部繊維長を推定することができる。本検証の結果、一木口面切片法は従来法である解繊法と同様の木部繊維長の推定に有効であることが示された。また、解析対象となる木部繊維の横断面面積の頻度分布グラフを作成することにより、その解析部位における木部繊維の伸長率だけでなく、その形状モデルを再構築できる可能性が示唆された。このモデル構築は、成長リズムが不明瞭とされてきた広葉樹の成長履歴を復元する

際に有益であると考えられる。

提案した一木口面切片法を、伐採が困難な貴重な樹種に適用するために、中米山地雲霧林の代表広葉樹種の一つであるクスノキ科アボガド属の樹種 (*Persea donnellsmithii*) に注目した。雲霧林とは、熱帯や亜熱帯地域の山地で霧が多く湿度の高い場所の林をさす。本樹種は絶滅危惧種に指定されているキヌバネドリ科の鳥ケツァールの生態と密接に関係しており、中米において生物多様性の保全の視点で非常に重視されている樹種の一つである。しかし、その保全政策のため伐木が非常に難しく、木材試片を採取しての木材解剖学的解析はほとんど実施されていない。そこで、供試木への傷害による影響の少ない細いスティック状の試料木片（成長錘コア）を採取する方法を用いて、雲霧林と温帯林に生育する本樹種の木材組織構造の特徴を抽出し、これらの木部繊維形状の成長輪内変動を比較解析した。この比較解析から、雲霧林という特殊な環境条件が本樹種の成長に与える影響に関する知見を得た。すなわち、温帯林に生育する *Persea donnellsmithii* は成長輪界での木部繊維伸張率の減少が明瞭であるのに対して、雲霧林のそれは明瞭さを欠いた。さらに、木部繊維の横断面面積の頻度分布も温帯林産とで相違があり、木部繊維の形状が異なることが示唆された。

一木口面切片法は、一枚の木口面切片から木部繊維の長さや形状のような形態情報と、その繊維の位置情報が同時に得られるだけでなく、成長錘コアといった供試木への影響の少ない試料から評価することができる低破壊的な方法として、伐採の困難な樹木での成長履歴の解析が可能であり、非常に適用性の高い手法であると考えられる。

(論文審査の結果の要旨)

熱帯広葉樹は植林事業やパルプ・チップ材料として広く利用されている。しかしながら、その成長リズムに関しては、不明瞭な年輪構造のために木材解剖学的アプローチが難しく、これまでは樹幹の円周成長解析等の測樹学的アプローチに限られていた。

本論文は、年輪構造の不明瞭な熱帯広葉樹における木部繊維寸法の変化に着目し、その成長リズムを木材解剖学的に解明するために、ステレオロジーに基づくきわめてユニークかつ低破壊的な解析手法を試みた。さらに、考案した低破壊的手法を伐採等が困難である保護対象の樹種に対して適用し、従来よりも正確で詳細な成長情報を提供できることを明らかにした。本論文において評価すべき点は以下の通りである。

1. 試料木片を用いた木材解剖学的アプローチと、樹幹の肥大成長量を毎月測定する測樹学的アプローチとを併用することにより、年輪を持たない熱帯広葉樹のアカシア (*Acacia mangium*) における木部繊維伸長量の経時変動解析を実現した。
2. 木部繊維伸長量の経時変動と複数の成長要因との比較解析を実施することにより、熱帯広葉樹のアカシア (*Acacia mangium*) 木部繊維の成熟過程における影響要因、すなわち降水量による影響を明らかにした。
3. 木部繊維長測定法に関して、採取した木片に対する化学反応処理（脱リグニン処理等）を必要とする従来の「解繊法」に対して、一枚の樹幹横断面切片を用いて低破壊的かつ非化学反応処理的に木部繊維の形状を評価する「一木口面切片法」を考案した。そして、同手法の妥当性を熱帯広葉樹のアカシア (*Acacia mangium*) を用いて検証した。
4. 考案した一木口面切片法の適用性を評価するために、中米の雲霧林に生育するクスノキ科アボガド属の保護対象樹種 (*Persea donnellsmithii*) に適用し、本手法の本樹種に対する妥当性を正しく評価した。
5. 一木口面切片法の適用性を評価する目的で、雲霧林と温帯林に生育する同クスノキ科アボガド属供試木の成長リズムを本手法を用いて比較解析した。両供試木間で異なる形態変化の特徴を捉え、雲霧林の特異な気候条件が及ぼす本樹種への影響を考察した。

以上のように、本論文は、広葉樹の基本構成要素である木部繊維の形態的特徴を、従来よりも低破壊的かつ詳細に捕捉する独創的な手法を考案し、適正に検証している。また、その実用性を考慮している点で十分に評価され、今後の広葉樹の成長リズムの解明に大いに貢献することが期待される。

よって、本論文は博士（農学）の学位論文として価値あるものと認める。

なお、平成 21 年 2 月 9 日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士（農学）の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。