

【審査結果の要旨】

本研究では、発筍からの経過時間の異なる複数本のモウソウチクを実験対象とし、竹の物理的性質の変化と、細胞壁実質量やその分布、構成成分の含有割合や量、質といった竹材構成要素の関わりから竹の物性発現機構について検討している。

第1章では、本人の興味を出発点とし、そこから本研究を始めるに至るまでの経緯と共に、本研究の成果が竹だけでなく、広く木質植物にも応用できる可能性のある重要な基礎研究であることが述べられている。

第2章では、竹の成長に伴う組織構造、構成成分の変化に関する既往の研究の中から、本研究で得られた実験結果の整理や考察の補足に必要な情報について適切に選択され、まとめられている。

第3章では、成長に伴う竹の物理的性質の変化を明らかにするために、力学的性質および残留応力についての測定結果が示されている。

力学試験としては、比較的大きな寸法の試験片を用いた曲げ試験と、小さな試験片を用いた動的粘弾性試験を行っている。その結果、曲げ弾性率が竹齢と共に増加し、特に発筍から105日までの期間で顕著に増加することが示されている。また、動的弾性率 (E')、損失弾性率 (E'') は、竹齢と共に増加することなどが示されている。

残留応力については、ある部位の周辺組織を切除した際にあらわれる解放ひずみと、湿潤状態で熱を加えた際にあらわれる熱回復ひずみから評価されている。解放ひずみの大きさは、発筍後105日までの期間において減少することが明らかにされ、熱回復ひずみの大きさは、発筍後105日までの期間において増加し、発筍後130日までの期間で減少、その後、伸び変形に転じ、発筍後9年までの期間で伸び変形の大きさが増大することが明らかにされている。

第4章では、竹齢の増加に伴う各竹材構成要素の変化について検討されている。

細胞壁実質量に関する検討では、容積密度が竹齢の増加に伴い増加することが確認されている。細胞壁厚については、竹齢の増加に伴って内皮側の柔細胞と外皮側の繊維細胞で顕著な肥厚がおこることが示されている。細胞壁率については、柔組織では、発筍後169日から1年の期間で顕著に増大し、維管束では、発筍後43日から56日の期間で顕著に増大することが明らかにされている。

竹材構成成分に関する検討では、主要構成成分の割合については、発筍から84日が経過するまでの期間においてリグニンの含有割合と重合度が増加するが、それ以降では成分の割合は大きく変化しないことが示されている。

結晶性構成要素については、竹齢によらずほぼ一定であることが示されている。

非晶性構成要素について、赤外分光法により検討した結果、成分割合がほぼ一定である発筍後84日以降においても、竹齢の増加と共にリグニンの官能基に対する周囲の分子構造からの干渉の強化や、リグニンにおける架橋の進行が起こっていると

考察している。また、動的粘弾性の温度依存性から検討した結果、成分割合がほぼ一定である発筈後 84 日以降において、リグニンの重合度や架橋密度が増加している可能性についても示している。以上、両者の検討結果から、リグニンの官能基間とその周辺の分子構造間の距離が小さくなるように、つまり、リグニン周辺で分子が緊密に存在するようになった可能性を示唆している。

第 5 章では、以上までの検討結果を総合して考察がなされており、曲げ弾性率は、試験片全体の密度ではなく、曲げ試験時の圧縮側に多く存在する細胞の細胞壁実質量によって向上するという、既存の説を発展させた新説を提示した。また、微小部の E や E'' は、試験片中の細胞の細胞壁実質量とともに増加することを示している。また、残留応力は、セルロースマイクロフィブリルの間隙にリグニンが堆積することによる間隙の拡大と、リグニンとその周辺の分子構造の緊密化によるマイクロフィブリルの縮小によって変化すると考えられている。このような、非晶成分の緊密化は竹材の力学的性質の向上にも寄与すると考察している。

以上のように、本研究では、これまで大まかにしか検討されていなかった竹材の物理的性質に対する各種竹材構成因子の寄与について詳細に明らかにし、それらの知見を丁寧に整理して報告している。これらの知見は、成分や組織構造が竹と似ている木材の研究の発展にも寄与する可能性が高く、その学術的価値は非常に高いといえる。また、特に竹齢による竹材の各種構成成分の違いに関する知見は、今後、竹齢ごとの適材適所を考える際の基盤となるものであり、竹材の利用についての応用研究の発展にも資するものである。

以上により、本研究は学位論文としての要件を満たすにふさわしい内容であると判断した。

6 最終試験の結果の要旨

平成 29 年 2 月 16 日 (木) 午前 10 時 30 分より、博士学位論文発表会を、本学図書館 3 階視聴覚室にて、発表 40 分、その後、質疑応答 20 分の時間配分で行った。質問の内容は、タケの木質化の過程における化学成分変化の結果の詳細について説明を求めるもの、また、化学成分の分析方法や結果の解釈の仕方について説明を求め、その後議論に発展するなど、多岐に及ぶものであった。いずれの質問に対しても本人の経験や知識をもとに的確に回答した。

最終試験の結果については、審査委員全員一致で合格とした。

以上