

別紙様式 3

4 大学連携研究（公募型）支援費に係る研究成果（ホームページ用）

事 項	(所 属)	(職 名)	(氏 名)
共同研究 代表者	京都工芸繊維大学	助教	岡久 陽子
研究組織 の体制	京都府立大学	教授	古田 裕三
	京都府立大学	助教	神代 圭輔
	神戸大学	助教	本郷 千鶴
研究の名称	竹齢の違いによるセルロースマイクロフィブリル傾角の変動と力学特性との関連性		
研究のキーワード（注1）	竹・セルロースマイクロフィブリル傾角・セルロース結晶構造・曲げ試験		
研究の概要 （注2）	<p>竹は無性繁殖による成長の速さが高く評価され、木材科学をはじめ建築学、工学関連など多方面から新規利用法の開発や研究が進められている。しかし、これまで主に職人による伝承をもとに利用されてきており、未だ素材に関する科学的な知見が不十分であることが指摘されている。その一つに竹齢による材の伝承的選別がある。職人たちの間では竹齢が3-5年生のものが高強度でよく“しなる”とされ、その年代のものを選別して建築や道具として使用されてきた。本研究では、この伝承的選別の科学的根拠に迫るため竹齢による細胞壁構造、特に基本骨格であるセルロースマイクロフィブリルに焦点を当て、その結晶構造やマイクロフィブリル傾角の経年変化の測定を行った。また、同部位の曲げ強度試験を行うことで両者の関連性について考察を行った。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>異なる竹齢サンプル：1～9年生</p> <p>本研究の概念図</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>異なる竹齢サンプルの X 線回折図</p> </div> </div>		

<p>研究の背景</p>	<p>竹材には適正伐採齢があると経験的に言われており、その竹齢に属するものが選定され、伐採、利用されている。本研究では竹齢による細胞壁構造、特に基本骨格であるセルロースマイクロフィブリルに焦点を当て、その結晶構造やマイクロフィブリル傾角の違いを明らかにする。また、これらを物性試験結果と照らし合わせることにより、伝承的選別の科学的根拠を明らかにすることを目的としている。これらの結果から得られる竹材独自の生物的特徴を活かし、それぞれの竹齢に適した新規機能性付与技術の提案を行う。</p>
<p>研究手法</p>	<p>竹齢の異なるモウソウチク (<i>Phyllostachys pubescens</i>・京都府産・当年稈/2/4/5/7/9年生・秋季伐採) の節間中央部、内皮側および外皮側のそれぞれから試験片 (L:120 x W:12 x T:2 mm) を作製し、3点曲げ試験を行った (加重速度5mm/min, スパン360mm、内皮側負荷)。また、同部位のX線回折試験により相対結晶化度、微結晶長、マイクロフィブリル傾角の測定を行った。</p>
<p>研究の進捗状況と成果</p>	<p>密度は全ての竹齢において内皮側に比べて外皮側の方が高かった。内皮側では竹齢による密度の違いは確認されなかったが、外皮側では竹齢5年生が最も高く、1年生および9年生のものは低かった。</p> <p>曲げ試験の結果では弾性率、強度ともに総じて内皮側に比べて外皮側の方が高かった。また、それらの値は竹齢4,5年生で最も高く、1,2年生、7,9年生は低いという、「3-5年生の竹が強い」という職人間での伝承と同様の結果であった</p> <p>X線回折による解析の結果、相対結晶化度の竹齢による違いは確認されなかったが、すべての竹齢で内皮側より外皮側の方が高かった。マイクロフィブリル傾角は総じて外皮側に比べて内皮側の方が大きな値を示した。また、当年稈では大きく、2年生から7年生までは小さな値で安定した後、9年生で再び大きな値を示した。竹の2次壁の形成は維管束鞘繊維で発筍後3~4年間、柔細胞においても2年間以上、継続することが確認されている。このような細胞壁の厚壁化は、当年稈のようなごく初期のマイクロフィブリル傾角にのみ影響している可能性があるものの、2年目以降には影響しないことが明らかになった。一方で、細胞壁の形成が完了した9年生のマイクロフィブリル傾角が2~7年生に比べて大きな値を示しており、成長に伴う細胞壁の厚壁化の他に細胞壁マトリクス成分の構造変化など他の要因がマイクロフィブリル傾角の変動に関与している可能性が考えられる。</p> <p>また、色彩色差計で材色を測定したところ竹齢の増加にともない当年生との色差も増加したことから、何らかの材質変化が生じている可能性も示唆された。</p> <p>これらの結果から、それぞれの竹齢に適した新規機能性付与技術 (高強度材料化・パルプ化・解繊・ナノファイバー化など) の提案を行う予定である。</p>

<p>地域への研究成果の還元状況</p>	<p>京都府教育庁が実施する「子どもの知的好奇心をくすぐる体験事業」の講師登録を行っており、学内外のオープンセミナーへ積極的に参加し、幅広い世代へ研究成果について発信する予定である。</p>
<p>研究成果が4大学連携にもたらす意義</p>	<p>京都は歴史的に多くの竹林を保有し、古くはエジソンの発明した白熱電球のフィラメントに八幡のマダケが使われるなど、良質の竹の産地として知られている。しかし、現在の用途は装飾材など極めて限定的であるうえ、大部分が海外からの安価な輸入竹原料で賄われているため、国内の竹使用量は年々減少し、国内の竹林放置による里山や植林地の侵食、森林生態系の破壊が危惧されている。このような状況は京都も例外ではなく、改善ためにも竹材の新たな用途展開が求められている。竹齢の違いによるセルロースマイクロフィブリル傾角の変動を明らかにし、力学特性との関連性について考察した、これらの系統的な研究は旧来の伝承的技術にはじめて科学の光を当てるものである。本研究の代表および分担者はそれぞれの専門分野で竹材を用いた研究をこれまでも精力的に行ってきたおり、竹の代表的な産地である京都府内に位置する京都工芸繊維大学および京都府立大学との共同研究で行われた本研究はそれぞれの大学が推し進めている地域活性化にも大いに寄与すると確信する。</p>
<p>研究発表 (注3)</p>	<p>学会発表（口頭・1件）：第67回日本木材学会大会・2016年3月17-19日・福岡</p>

注1 「研究のキーワード」欄には、ホームページ閲覧者が、研究内容のイメージをつかめるように、キーワードとなる用語を3個から5個程度、記述すること。

注2 「研究の概要」欄には、ホームページ閲覧者の理解の助けとなるように、写真、表、グラフ、図などを用いて、作成すること。

注3 「研究発表」欄には、論文、学会発表、ニュース・リリース等について記述すること。

注4 研究成果が「知的財産」の発明に該当する場合は、ホームページでの公表により、新規性の喪失となるため注意すること。

注5 本書は、A4サイズ3ページ以内とすること。