



岐阜大学機関リポジトリ

Gifu University Institutional Repository

## Visualization of Materials Penetration into Wood and Morpho-anatomical Analysis Using X-rays

メタデータ	言語: English 出版者: 公開日: 2022-12-12 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: AYUNI NUR APSARI メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12099/88957">http://hdl.handle.net/20.500.12099/88957</a>

氏 名 (本国籍)	AYUNI NUR APSARI (インドネシア共和国)
学位の種類	博士 (農学)
学位記番号	農博甲第792号
学位授与年月日	令和4年9月30日
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物資源科学専攻
研究指導を受けた大学	静岡大学
学位論文題目	Visualization of Materials Penetration into Wood and Morpho-anatomical Analysis Using X-rays (X線を用いた木材への物質浸透の可視化と組織学的影響 の解明)
審査委員会	主査 静岡大学 教授 河合 真 吾 副査 静岡大学 准教授 小 林 研 治 副査 岐阜大学 教授 光 永 徹 副査 静岡大学 助教 田 中 孝

## 論文の内容の要旨

木材は、無垢材での利用に加え、近年は木材の挽き板や単板、チップなどを接着剤でくっつけた木質材料が用いられることが増えてきている。また、木材に各種薬液を含浸させて性能を向上させることもよく行われている。木材は多孔質材料であることから、その表面に接着剤を塗布したり薬液を含浸させたりした際には、その一定量が木材に浸透する。接着剤や薬液の浸透は、接着面の破壊強度や処理薬剤の材内分布などに大きな影響を与えているはずであるが、そしてその浸透形態は木質材料の水熱物性や透過性にも一定の影響を及ぼしていると推測されるが、これまで木材内に入り込んださまざまな物質を直接的に観察する方法は限られていた。

本研究では、X線を用いて、木材中に入り込んだ接着剤や処理薬剤の分布を観察するための手法を確立することを目的とした。さらに、木材に接着剤を塗布してくっつけた場合に接着剤はどこまで浸透しているのか、木材中に入り込んだ薬剤はどう分布しているのかについての知見を得ることを目指した。

論文前半では、代表的な木質材料の一つである合板を用いて、やはり代表的な接着剤であるフェノール樹脂接着剤の塗布量と原料単板の密度を変えて合板を製造し、それらを複数の管電圧条件でX線レントゲン装置に供することで、それらが合板厚さ方向の接着剤分布にどう及ぼすかを検討した。これにより低い管電圧のX線ほどフェノール樹脂接着剤がよく透視できることを改めて確認したことに加え、接着剤の塗布量にかかわらず接着層の幅が0.3~0.9 mm程度となり、その平均は0.5 mm程度で変わらないこと、つまり接着剤の塗布量をいくら増やしても単板の深さ方向への浸透距離はほとんど変わらないと考えられることを明らかにした。その原理として、スギの晩材部にはほとんど浸透が起こらないことが影響しているという仮説を提案した。

論文後半では、X線マイクロCTという技術を木質材料中の物質分布の観察に応用することを検討した。木材に含ませた低分子フェノールおよび銅系保存剤の三次元観察に必要な諸条件について実験的に検討した。含有物質に造影剤の付与やX線像に写りやすくなる化学修飾をせずともX線CT観察を可能にする道を拓いた。

これら、本博士論文で明らかにされた知見は、木材中のさまざまな物質の形態観察やそれに及ぼす組織構造の影響、ひいては木材に含まれた各種物質の分布が材料の水熱機械特性に及ぼす影響の検討に利用できると考えられ、木材関連研究のさらなる発展に寄与するものと考えられる。

## 審査結果の要旨

申請者であるアユニ ヌル アプサリは、フェノール樹脂接着剤の塗布量を変えて作製したスギ合板の接着層のX線レントゲン観察を行い、低い管電圧のX線ほどフェノール樹脂接着剤がよく透視できることを改めて確認したことに加え、接着剤の塗布量にかかわらず接着層の幅が0.3~0.9 mm程度となり、その平均は0.5 mm程度で変わらないこと、つまり接着剤の塗布量をいくら増やしても単板の深さ方向への浸透距離はほとんど変わらないと考えられることを明らかにした。その原理として、スギの晩材部にはほとんど浸透が起こらないことが影響しているという仮説を提案した。

また、X線CTにより木材に含ませたさまざまな物質の三次元観察に必要な諸条件について実験的に検討し、含有物質に造影剤の付与やX線像に写りやすくなる化学修飾をせずともX線CT観察を可能にする道を拓いた。これらの知見は木材中のさまざまな物質の形態観察やそれに及ぼす組織構造の影響の検討に利用できると考えられ、木材関連研究のさらなる発展に寄与するものであることを認める。

### 基礎となる学術論文

- 1) A. N. Apsari, E. Sudoyo, E. M. Alamsyah, K. Kobayashi and T. Tanaka: The visualization of low-molecule phenol (LMP) and copper naphthenate on treated wood using X-ray microtomography. *Scientific Reports*, 12(1), 2239, 2022.
- 2) A. N. Apsari and T. Tanaka: Effects of glue spreading rate and veneer density on sugi (*Cryptomeria japonica*) plywood adhesive penetration. *Maderas Ciencia y tecnologia*. 25(2), 1-17, 2022

### 既発表学術論文

- 1) T. S. Ekaputri, A. N. Apsari and T. Tanaka: Visualization of Commercial Coating Penetration into *Fagus crenata* Blume Wood Using a Non-Destructive X-ray Microtomography. *Coatings*, 11(8), 927, 2021.
- 2) 田中 孝, アユニ ヌル アプサリ, ティアナ ソリハー エカプトリ: 木材の流体透過性. *木材工業*. 76(12), 526-533, 2021.