



Title	気相アセチル化による木材の高耐久化に関する研究 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	長谷川, 祐
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第13938号
Issue Date	2020-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/77994
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Yu_hasegawa_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士の専攻分野の名称 博 士（農学）

氏名 長 谷 川 祐

審査担当者	主 査	教 授	浦 木 康 光
	副 査	教 授	玉 井 裕
	副 査	講 師	幸 田 圭 一
	副 査	講 師	重 富 顕 吾

学 位 論 文 題 名

気相アセチル化による木材の高耐久化に関する研究

本論文は、和文 135 頁、図 62、表 8、8 章からなり、参考論文 1 編が付されている。

カーボンニュートラルである木材を、家屋、家具、さらに橋梁の部材として利用することは、二酸化炭素の長期の固定化に繋がることから、世界的に再注目を集めている。特に、国産材の利用は、カーボンフットプリントの観点から林野庁が積極的に推進しているところである。しかし、木材には、“歪む”、“腐る”といった欠点があるために、屋外での使用には、それらの問題点を克服する処理が必要である。これらを一度の処理で解決する手段として木材の化学修飾法が古くから研究され、その一つとしてアセチル化木材が有望な処理法と考えられており、欧州での実用化に至っている。

木材をアセチル化すると、木材が疎水性になるとともに、バルキングと呼ばれる膨潤状態を保つようになり、水分変化によって引き起こされる“歪み”が抑制され、寸法安定性が高くなる。同時に、耐腐朽性および耐蟻性が増す。しかし、従来の「液相アセチル化」処理では、反応試薬である無水酢酸の木材への浸透を促進するための加圧装置が必要なことと、木材内部までアセチル化されることによる処理材の重量増加が課題となっていた。

そこで、長谷川氏は、簡易な反応装置の使用と木材表層のみのアセチル化による軽量化を目的とした「常圧気相アセチル化」に着目し、この処理を施した木材の寸法安定性、耐腐朽性および耐候性を評価して、耐久処理としての気相アセチル化の有用性を見出した。その概要を以下に記す。

1. 気相アセチル化木材の寸法安定性と耐腐朽性

本項では、無水酢酸蒸気を柾目面や板目面から木材内部に拡散させることを目的として、木口面をシールしたスギ心材の角材状試験体 [30 mm (T) × 30 mm (R) × 180 mm (L)] に対し、気相アセチル化（処理条件：80℃で1～72時間）を行った。

木材表面からの気相アセチル化の進行は、予想通り処理時間に依存した。耐腐朽性が顕著に発現すると報告されているアセチル基量 [木材に対する重量増加 (WPG)] が 15%以上となる表面からの厚さは、24 時間の処理では 2～3 mm であったが、72 時間の処理では、6～7 mm に達した。このため 24 時間処理では、JIS 基準を満たす耐腐朽性

を示したのは、白色腐朽菌のカワラタケに対してのみに過ぎなかったが、72 時間処理では、木質材料の耐腐朽性能評価においてより重要度が高い褐色腐朽菌のオオウズラタケに対しても、有効な耐腐朽性を示した。また、寸法安定性に関しても、72 時間の気相アセチル化処理木材が優れており、木材全体が高い置換度でアセチル化された液相アセチル化木材に匹敵する性能を示した。この実験により、表面のみのアセチル化でも十分な耐久性を付与できることを示すとともに、高い耐腐朽性を発現させるのに必要なアセチル化層の厚さを定量的に明示した。

2. 気相アセチル化木材の耐候性

木材を長期間屋外に暴露すると、干割れを起こす。その抑制を目的に、ウェザーメーターを用いた促進耐候試験を行い、耐候性に対する気相アセチル化の効果を検証した。アセチル化試験体には、スギ、トドマツおよびカラマツの板材 [12 (R) mm × 65 (T) mm × 130 (L) mm] を用いた。その結果、干割れ発生率は、無処理材のトドマツで 60%以上、カラマツとスギが約 26%であったのに対し、気相アセチル化によってスギは 0%、トドマツは 1%台、カラマツが 4%前後と大幅に抑制できた。また、寸法安定性を比較すると、アセチル基量が最も多いにスギ材に対し、高い効果が観測された。この樹種間の相違は、薬剤の浸透性に関連する樹種特性に起因すると推定した。

3. 気相アセチル化による木材の寸法変化

この研究における気相アセチル化は木材表面から内部へと進行するため、断面形状の大きな実用サイズの正角材では、アセチル化によるバルキングに時間差が生じ、断面形状が変化することが予想された。そこで、トドマツ心材の正角材試験体 [105 mm 角 × 170 mm (L)] に対して気相アセチル化を行い、この反応による膨潤挙動を解析した。

気相アセチル化により、正角材だった試験体は、中心部が凹んだ“砂時計型”の形状をとるようになった。これは、板目面の膨潤率が柃目面の膨潤率より大きいという、木材の膨潤異方性に起因すると結論付けた。さらに、処理時間を 72 時間まで延長すると、試験体内の膨潤率の違いによる内部割れが発生した。そこで、長谷川氏は、このアセチル化による変形を抑制するための改良点を提案した。

以上、本論文は、気相アセチル化木材の耐久性に関する効果を実験的に明らかにした。さらに、アセチル化条件の検討を通して、大断面の試験体では変形を生じることなどの今後の課題を見出すとともに、その解決法の提案にも及び、今後、木質材料のアセチル化処理技術を日本でも普及させるための基礎的知見を与えた。

よって、審査員一同は、長谷川 祐 氏が博士（農学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと認めた。