

氏 名	ヤニ スディヤニ Yanni Sudiyani
学位(専攻分野)	博 士 (農 学)
学 位 記 番 号	論 農 博 第 2481 号
学位授与の日付	平 成 15 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	CHARACTERIZATION OF UNTREATED AND CHEMICALLY MODIFIED WOOD AFTER OUTDOOR EXPOSURE (屋外暴露した無処理及び化学修飾木材の特性)
論文調査委員	(主 査) 教 授 今 村 祐 嗣 教 授 藤 田 稔 教 授 中 坪 文 明

論 文 内 容 の 要 旨

最近, 世界的に木材の屋外利用, 例えばデッキ, 遊具や木橋などが増加してきている。木材は屋外に暴露されると, 変色, 汚染, 表面の崩壊と割れ, 腐朽などの化学的, 生物的, 物理的劣化を受ける。

本研究は, 先ず, 木材が屋外に暴露された際に発生する劣化現象を化学的, 物性的, 組織学的, 微生物学的に解析した。次いで, 木材の耐候性を向上させる方策としていくつかの化学修飾の手法を試みたが, この内, 優れた効果が認められた低分子量フェノール樹脂の注入処理を素材及びパーティクルボードに適用し, 耐候性の向上を評価した。この際, 日本及び熱帯地域での代表的な造林樹種であるスギ並びにアルビジアを試験対象としたが, 比較のために耐候性が高いと評価されている数種の熱帯産木材も供試した。屋外暴露は世界的にみても気象環境の厳しい日本並びにインドネシアで行った。

第1章では, 屋外(日射だけと日射及び雨水)あるいは人工的な促進劣化条件に暴露したスギ並びにアルビジア材について, 木材の成分分析と IR と ESR による分析を行った。その結果, リグニンの酸化反応がすべての場合に認められたが, スギと比較してアルビジアではリグニンとヘミセルロースが顕著に減少した。また, リグニンの分子構造の崩壊が水分の存在下で加速されることが明らかになった。

第2章では, インドネシアで屋外暴露した熱帯産5樹種の木材成分の変化を, より直接的な分析が可能な拡散反射 IR と光音響 IR を用いて解析した。その結果, ベンゼン環を含む木材成分の分解と消失が暴露表面の近くで急速に発生することが示され, また, 前章で明らかにされた紫外線と水分の複合作用でリグニン-ヘミセルロースの分解が進行する様子が, この直接的分析法によっても裏付けられた。

第3章では, 熱帯産5樹種の木材をインドネシアで屋外暴露し, 木材の暴露表面に発生するカビの繁殖状況を観察した。その結果, カビの繁殖状況については樹種によって差異がみられたが, 樹種による構成成分の違い, 表面のぬれ特性や木材密度との間には明確な相関は認められなかった。暴露した木材表面から20種のカビや変色菌が単離・同定されたが, これらの内, *Aureobasidium* 属, *Cladosporium* 属, *Penicillium* 属が樹種に関係なく共通して認められた主要な属であった。

第4章では, 日射や風雨による作用あるいはカビや変色菌の繁殖によって木材が劣化し, その影響で腐朽菌による分解が促進されることが予測されることから, 屋外暴露した木材に白色腐朽菌 *Pycnoporus coccineus* (ヒイロタケ) を人工的に接種し, 分解の過程を観察した。その結果, 屋外暴露されたアルビジアに接種した *P. coccineus* は, 屋外暴露期間が長くなるに従って表面だけでなく内部へ菌糸を拡大・侵入させる傾向が明確に認められた。

第5章では, 木材に化学修飾処理(アセチル化処理, プロピレンオキサイド処理, DMDHEU 処理, 低分子量フェノール樹脂注入処理)を施し, 屋外暴露前後において表面特性の変化や耐腐朽性に与える影響を検討した。その結果, アセチル化と低分子量フェノール樹脂の注入処理が長期間にわたり耐候性を向上させることが示された。

第6章では, 耐候性の向上に有効な手法であることが認められた低分子量フェノール樹脂の注入処理を素材及びパーティクルボードに適用し, 実用的な見地からその効果を明らかにした。その結果, 素材においては, 変色や割れの発生だけでなくカビや変色菌の生育をも抑制できることが示された。また, パーティクルボードでは, 屋外暴露によって生じる厚さ膨張

や腐朽の進行を抑えることが可能であった。

以上のように、本論文は屋外に暴露した木材の組成や物性の変化を多面的に解析し、それを踏まえて化学的な手法により耐候性の向上を試みたものである。

論文審査の結果の要旨

木材は屋外に暴露されると化学的、生物的、物理的劣化を受けるが、それに対する抵抗性を耐候性と呼んでいる。木材の屋外使用の増大に伴って、その耐候性を向上させることが重要となってきた。本研究は、木材が屋外に暴露された際に発生する特性を解析し、それを踏まえて耐候性を向上させる方策としてのいくつかの化学修飾の手法を試み、このうちすぐれた効果が認められた低分子量フェノール樹脂の注入処理を木質材料に適用したものであり、評価すべき成果は以下の点である。

1. 木材の成分分析と IR と ESR による分析を行ったところ、リグニンの酸化反応がすべての場合に認められたが、スギに比較してアルビジア材においてリグニンとヘミセルロースが顕著に減少した。また、リグニンの分子構造の崩壊が水分の存在下で加速されることが明らかになった。

2. 屋外暴露した場合の木材成分の変化を、より直接的な分析が可能な拡散反射 IR と光音響 IR を用いて解析した結果、ベンゼン環を含む木材成分の分解と消失が暴露表面の近くで急速に発生することが示され、また、紫外線と水分の複合作用でリグニン-ヘミセルロースの分解が進行する様子が、この直接的分析法によっても裏付けられた。

3. 熱帯産の5樹種の木材をインドネシアで屋外暴露し、表面に発生するカビ（不完全菌及び子嚢菌）の繁殖状況を観察した結果、暴露した木材表面には20種のカビが識別された。このうち *Aureobasidium* 属、*Cladosporium* 属、*Penicillium* 属が共通して認められた主要な種であった。

4. 日射や風雨による作用あるいはカビの繁殖によって木材が劣化し、その影響で腐朽菌による分解が促進されることが予測されることから、屋外暴露した木材に白色腐朽菌の *Pycnoporus coccineus*（ヒイロタケ）を人工的に接種し、分解の過程を観察した。その結果、屋外暴露されたアルビジア材に接種した *P. coccineus* は、暴露期間が長くなるに従って表面だけでなく内部へ腐朽菌糸を拡大・侵入させる傾向が明確に認められた。

5. 木材に化学修飾処理（アセチル化処理、プロピレンオキシド処理、DMDHEU 処理、低分子量フェノール樹脂注入処理）を施し、屋外暴露前後において表面特性の変化や耐腐朽性に与える影響を検討し結果、アセチル化と低分子量フェノール樹脂の注入処理が長期間にわたり耐候性を向上させることが示された。

6. 耐候性の向上に有効な手法であることが認められた低分子量フェノール樹脂の注入処理を素材及びパーティクルボードに適用し、実用的な見地からその効果を検討した結果、素材においては、変色や割れの発生だけでなくカビの生育をも抑制できることが示された。また、パーティクルボードでは、屋外暴露によって生じる厚さ膨張や腐朽の進行を抑えることが可能になった。

以上のように、本論文は屋外に暴露した木材の組成や物性の変化を多面的に解析し、それを踏まえて化学的な手法により耐候性の向上を試みたものであり、木質劣化制御学、木質材料学および木質成分化学の発展に寄与するところが大きい。

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15年2月13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）の学位が授与される学力が十分にあるものと認めた。