

## 〈資料〉

## 竹材の耐朽性評価と過熱蒸気処理による耐朽性付与

伊藤貴文・増田勝則・酒井温子

モウソウチクに対して220~240℃で2~8時間の過熱蒸気処理を実施し、その耐朽性評価を、オオウズラタケ、カワラタケを用いた抗菌操作により実施した。モウソウチクは木材に比べて熱変成を受けやすく、過熱蒸気処理により高い重量減少率が得られると共に、耐朽性の発現も容易であり、本研究において設定した中で、最も軽度な「220℃で2時間」という処理条件でも、JIS K 1571に定められた木材保存剤の性能基準値を満たした。

## 1. はじめに

西日本を中心にして荒廃竹林の拡大が社会問題化している。当センターで実施した調査においても、1979年から2000年の間に、旧奈良市、桜井市ならびに天理市において竹林が1.8~3倍に増加したことが明らかになっている<sup>1,3)</sup>。近年、一部の竹林所有者やNPO、ボランティア団体などが、里山の整備を目的として、竹林の伐採や間伐を始めているが、その活動を継続性のあるものにするには、伐採した竹材が何らかの形で利用され、利益を生むことが求められる。また、整備事業が軌道に乗れば、資源は分散して存在するものの、大量の竹材が排出されることになる。フローリング等の建材として使うという試みは四国などでなされているが、荒廃した竹林から得られる竹材は低質なものが多く、歩留まりが極端に低くなる。炭化も各地で行われているが、現状として市場は小さく、今後需要が大きく伸びることも期待できない。

大きな需要が期待できる市場の一つとして、土木資材としての利用が考えられる。例えば、チップ化して、舗装の骨材や屋上敷設物として利用できれば、ヒートアイランド現象の緩和や冷暖房効率の改善などが期待できる「エコマテリアル」と成り得る。そのためには、高い耐朽性があることが必須と考え、モウソウチク素材の耐朽性を評価した上で、過熱蒸気による加熱処理を実施した結果、スギ材などの木材とは異なる知見が得られたので報告する。

## 2. 材料と方法

## 2.1 タケ試験材

3年生のモウソウチクを供試材とした。気乾状態にある竹材を厚さ方向には加工せずに、幅（接線）方向30mm、繊維方向350mmに挽き割り、試験材とした。1試験条件

当たり13本の試験材を用いた。過熱蒸気処理に供する前に105℃の送風式乾燥機で全乾状態にして、重量を測定した。

## 2.2 過熱蒸気処理

別報<sup>4)</sup>に記載した過熱蒸気処理装置を用い、材温を220~240℃、所定温度に達した後の維持時間を2、4、8時間として処理を行った。13本の竹材は重なり合わないように入れた。いずれの場合もそのうち1本の試験材の中央付近に、竹材の表側から深さ3mm程度（壁厚さの半分程度）で、熱電対と等しい直径1.4mmの穴を開け熱電対を差し込み、温度管理を行った。壁面ヒーター温度や過熱蒸気ヒーター温度など、設定した諸条件や温度の管理は全て、別報<sup>4)</sup>でスギ材等の処理を行ったときと同じであった。所定時間が経過した後は、過熱蒸気ヒーターを切り、生蒸気を槽内に入れ、試験材の温度が150℃以下になるまで放置後、取り出した。処理後105℃の送風式乾燥機に入れ、全乾状態での重量測定を行い、過熱蒸気処理に伴う重量減少率を求めた。

## 2.3 耐朽性の評価

温度測定用に供した以外の12本のタケ試験材から、繊維方向10mmの試験片を4体ずつ、合計48体切り出し、室内ビン試験による耐朽性の評価に供した。

切り出した4体の試験片のうち2体（合計で24体）は、耐候操作を実施した後、オオウズラタケとカワラタケによる抗菌操作に12体ずつ供した。残りの2体（合計で24体）は、耐候操作を実施せずに、同様の抗菌操作に供した。耐候操作および抗菌操作は、いずれもJIS K 1571「木材保存剤の性能試験方法及び性能基準」に準拠して実施したが、耐候操作後および、抗菌操作後の重量は、試験片を105℃の送風式乾燥機中で全乾状態にして測定し、抗菌操作による重量減少率を求めた。なお、試験方法は別報<sup>4)</sup>に詳しい。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 過熱蒸気処理の条件と処理により生じる重量減少率との関係

過熱蒸気処理の条件とそれに伴う重量減少率との関係を図1に示す。ここでは、参考のために、別報<sup>4)</sup>に報告したスギ辺材試験片の結果も併せて示している。モウソウチクはスギ材に比べて、はるかに大きな重量減少率を示し、240℃の処理では30%を超えた。しかも、4時間の処理で重量減少率はほぼ飽和状態にあり、熱分解が容易に生じていることも明らかになった。別報<sup>4)</sup>では針葉樹よりも広葉樹の方が高い重量減少率が得られることを報告したが、その際用いたアルダー材と比較しても、モウソウチクの重量減少率は10%以上高い値である。この温度領域では主に、木材の場合ヘミセルロースが分解されると言われているが、モウソウチクに含まれるヘミセルロース量は20~25%であり<sup>5)</sup>、それを超える重量減少率が得られたことになる。竹材には10%を超える豊富な抽出成分が含まれており<sup>5)</sup>、ヘミセルロースとともにそれらが分解されたことによると推察できる。

ところで、スギ辺材の試験片は20mm (T) × 20mm (R) × 10mm (L) と小さく、今回用いた竹試験材とは形状が異なるので正確な比較はできない。しかし、30mm (T) × 30mm (R) × 350mm (L) のスギ辺材杭試験片を用いたときと、上述の小試験片を用いて、220、240℃で8時間の処理をしたときの重量減少率を比べると、220℃の処理では前者の杭試験片が11.8%、後者の小試験片が10.8%、240℃ではそれぞれ18.9%、17.7%であり、両者の差は1%程度であることから、試験片の大きさが重量減少率に及ぼす影響は大きくないと判断した。

#### 3.2 過熱処理条件と耐朽性との関係

オオウズラタケによる抗菌操作の結果を図2に示す。左図は耐候操作をせずに抗菌操作をしたとき、右図はJIS K 1571に従い、耐候操作後に抗菌操作を実施したときの結果である。図3は、カワラタケによる抗菌操作の結果である。このときも、参考としてスギ辺材での結果を併記した。

まず、オオウズラタケでの結果(図2)では、モウソウチク素材(無処理)の重量減少率は、スギ辺材の半分程度であった。過熱蒸気処理による耐朽性の発現は、スギ辺材よりも容易であり、今回設定した中で最も軽度の熱処理条件である220℃で2時間という処理でも、3%以下の重量減少率となった。耐候操作をしなかったときには、スギ辺材でも240℃で2時間の処理で、高い耐朽性を示したが、耐候操作により極端な性能の低下が見ら

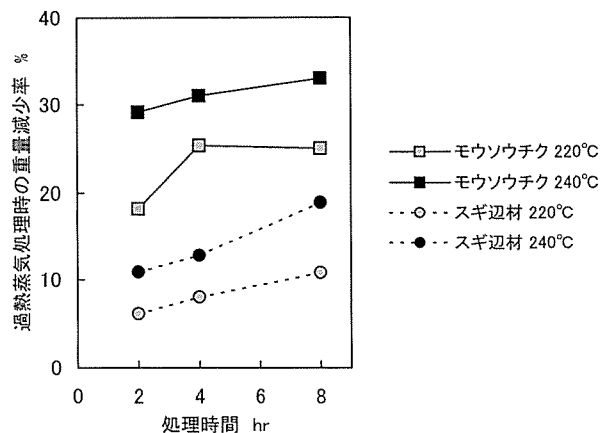


図1 過熱蒸気処理の条件とそれに伴う重量減少率との関係

れ、比較的軽度の熱処理では、それにより生じた水溶性の成分が耐朽性の発現に寄与していると考えられる。それに対して、モウソウチクでは、耐候操作が耐朽性に及ぼす影響はほとんどなく、軽度の熱処理においても水に不溶性成分が耐朽性発現に寄与していることが分かった。

一方、カワラタケでは(図3)、耐候操作をしなかったときには、モウソウチク素材(無処理)は、スギ辺材の半分程度の重量減少率であったが、耐候操作を実施したときには、スギ辺材と同様の重量減少率になった。竹材に含まれている水溶性の抽出成分が、カワラタケに対してある程度の抗菌性を示していると推察できる。耐候操作後にはカワラタケに対する抵抗性が著しく低下して、それによる重量減少率がオオウズラタケよりも高くなった。

過熱蒸気処理を行うと、モウソウチクではオオウズラタケでの結果と同様に、耐朽性は顕著に向上した。モウソウチク素材の耐朽性は、先にも述べたとおり、耐候操作により著しく低下したが、過熱蒸気処理後のモウソウチクでは耐候操作後にも、耐朽性は維持されていた。このことは、素材が持っていた抗菌成分ではなく、熱処理により新たに生成した成分により、性能の発現が見られたことを示している。

別報<sup>4)</sup>によると、用いた樹種の中では、スギ材は熱処理により耐朽性を付与しやすい樹種であったが、JIS K 1571に規定された木材保存剤の性能基準値である「抗菌操作による重量減少率3%以下」を満たすには、240℃では8時間の処理時間を要し、220℃では24時間処理を行っても、基準値を満たせなかった。それに対して、モウソウチクでは今回の試験で設定した全ての条件でその基準値を満たし、ピン試験の結果からすると、220℃で

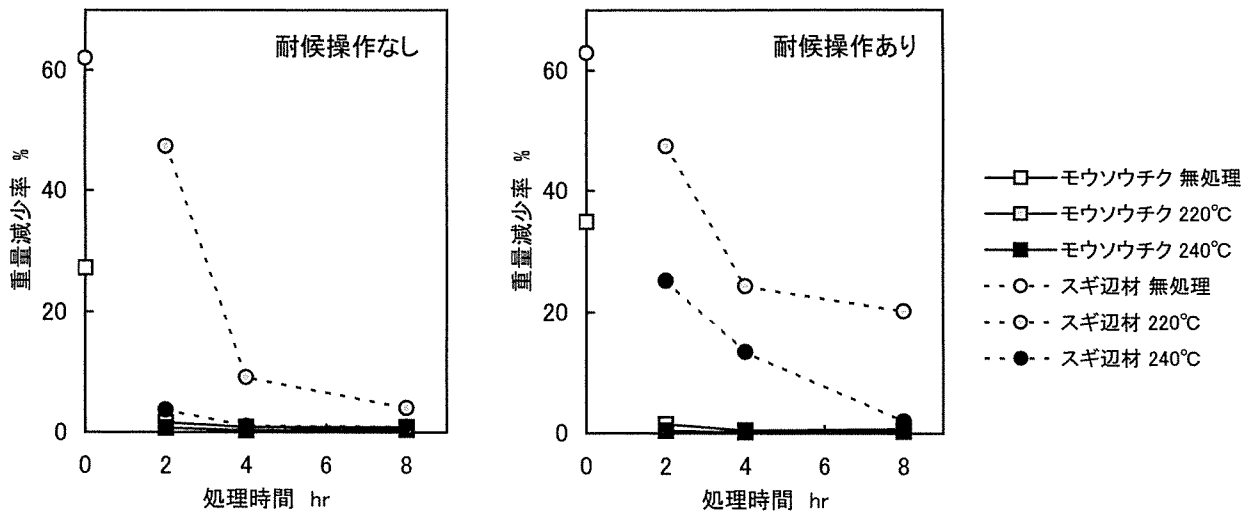


図2 過熱蒸気処理条件とオオズラタケによる重量減少率との関係

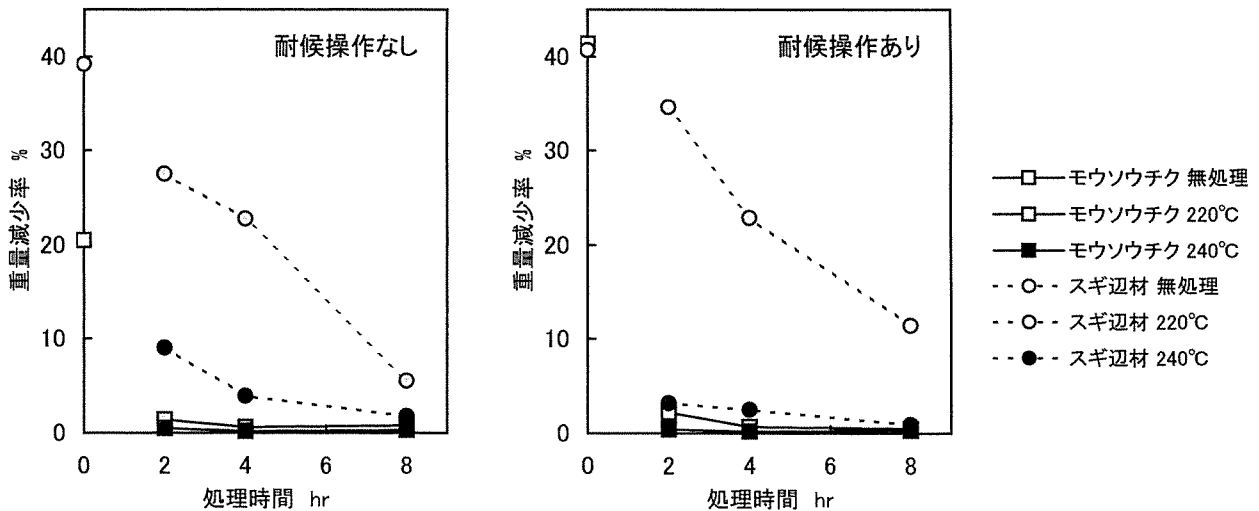


図3 過熱蒸気処理条件とカワラタケによる重量減少率との関係

2時間の処理でも十分な耐朽性が発現した。

#### 4. おわりに

竹材を土木資材として利用することにより、大きな市場が期待できる。そのためには高い耐朽性が必須であると考え、過熱蒸気処理によりその向上を目指した。

スギ等の木材と比べて、モウソウチクは熱による変成を受けやすく、過熱蒸気処理により、木材よりもはるかに大きな重量減少率が得られた。耐朽性の発現は木材よりも容易であり、本研究において設定した中で、最も軽度な条件である220°Cで2時間という処理でも、JIS K 1571に規定された木材保存材の性能基準値を満たした。今後、どの程度まで処理条件を緩和することができるかについて検討したい。

なお、当研究は日本木材学会が公募した「江間忠木材・江間忠合板研究助成制度」により実施しました。関係各位に御礼申し上げます。

#### 引用文献

- 1) 宮崎祐子, 江口篤, 生澤起一: 竹林の拡大防止とバイオマス資源としての評価, 平成17年度奈良県森林技術センター業務報告, P.6 (2006)
- 2) 宮崎祐子, 西口陽康, 西尾起一: 竹林の拡大防止とバイオマス資源としての評価, 平成18年度奈良県森林技術センター業務報告, P.5 (2007)
- 3) 宮崎祐子, 和口美明, 河合昌孝, 西尾起一: 竹林の拡大防止とバイオマス資源としての評価, 平成19年度奈良県森林技術センター業務報告, P.2 (2008)

- 4) 伊藤貴文, 増田勝則: 過熱蒸気処理による木材への耐朽性付与. 奈良県森林技術センター研究報告, 38, 45-52 (2009)
- 5) 安藤浩毅, 古川郁子, 神野好孝, 大庭英樹, 坂本剛: モウソウチク由来加圧熱水分解物の抗白血病細胞活性. 平成13年度鹿児島県工業技術センター研究発表会予稿集. 鹿児島県工業技術センター編. 鹿児島, 2001-7, 鹿児島県工業技術センター. 2001  
(2009年1月14日受理)