

## 高圧水蒸気処理による木材の着色

北嶋俊朗・大野善隆・佐藤幸志郎・古曳博也・阿部優\*

日田産業工芸試験所・\*別府産業工芸試験所

### Color Development of Wood using Autoclave for Steam Sealing.

Toshirou KITAJIMA ・ Yoshitaka OONO ・ Koushirou SATOU ・ Hiroya KOHIKI ・ Masaru ABE\*

Hita Industrial Art Division ・ \*Beppu Industrial Art Division

#### 要旨

木材に水と熱だけで着色を行うために、密閉容器の中に水蒸気を注入して 130℃～150℃の温度で処理を行った。その結果、無処理材に比べて MOE は 20～30%低下した。材色は茶褐色に変化し、150℃・3 時間の処理で無処理材との色差 ( $\Delta E^*ab$ ) は 27 だった。また割れの発生原因は処理温度や処理時間に比べ、材のばらつきに大きく依存することが判明した。

#### 1. はじめに

現在、PRTR(環境汚染物質排出・移動登録)や環境ホルモンなど、産業廃棄物に対する社会的感心が高まっている。こうした中で、木材の高圧水蒸気処理は、有害な化学物質を使わずに木材に対して着色を行うことができるため、使用中のみならず使用後の焼却においても従来の製品に比べ有毒ガスの発生が少ないと考えられる。この着色機構は明らかではないが、ヘミセルロースの加水分解によるリグニン-フルフラール樹脂形成に起因する<sup>1)</sup>と考えられている。ここではこの技術の実用化に向けての研究を報告する。

#### 2. 実験方法

木材を耐圧密閉容器に入れて水蒸気を注入して、130℃～150℃(0.1MP～0.5MP)の範囲で処理を行った。処理時間は、1～3 時間である。

##### 2.1 木材の強度変化

アルダー、ゴム、シカモア、スギ、ハックベリー、ベイマツ、ユリノキ、イエローポプラの 8 種類の木材を、150℃で 1 時間・2 時間処理したものと、無処理材で曲げヤング率の比較を行った。

##### 2.2 含水率の変化

ベイマツ、ユリノキの 2 種類の木材を、150℃で 2 時間処理したものと無処理材で含水率の変化の比較を行った。

##### 2.3 材内部の温度変化

高圧水蒸気状態と常圧状態における木材内部への熱の伝導を測定した。試験片はベイマツ(半径方向 100mm,接線方向 150mm)を使い、木口面から 10,20,40,80mm の接線面中心部より半径方向に 50mm の穴をあけ、内部に熱電対を埋め込み、空隙部分をエポキシ樹脂で埋めた。これを高圧水蒸気中と大気中の 150℃の雰囲気下に置き、木材内部の温度変化を測定した。(Fig.1)

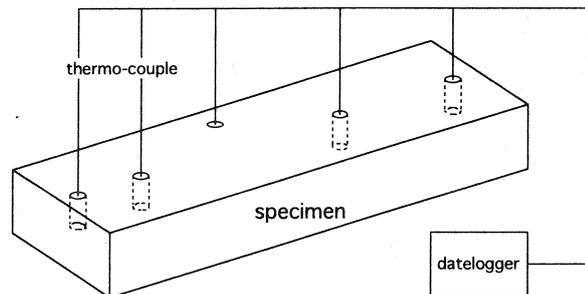


Fig1. Mesuration of heat conduction

##### 2.4 処理温度・時間別の材色の変化

処理方法による着色の効果をみるために処理を行った材料内部の色の变化を測定した。試験片はシカモア材(半径方向 50mm,直径方向 200mm,繊維方向 1200mm)で、それぞれ 130・140・150℃で 1・2・3 時間処理したものを、木口面・接線面より半分に割り手押し鉋で表面処理したものを色差計で測色した。

##### 2.5 処理温度・時間別の材料の割れ

処理条件に処理材に発生した割れを測定した。試験片はシカモア材(半径方向 50mm,直径方向 200mm,繊維方向 1200mm)で、それぞれ 130・140・150℃で 1・2・3 時間処理したものの 5mm 以上の長さの割れの数で評価した。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 木材の強度変化

一例としてアルダー、スギ、ユリノキ材で 150℃・2 時間水蒸気処理したものと、無処理の材料の MOE を Fig.2 に示す。スギの無処理材は強度にばらつきがあるが、それぞれの材料で 20~30%の MOE の低下がみられた。一般的に木材乾燥においては樹種に限らず高温及び処理時間が長くなるほど強度が低下するので、これと同様の理由によるものと思われる。また 120℃以下で短時間に処理を行った場合は、セルロースの結晶化が進んで逆に強度が増加するといわれているが、3.4 で述べるように低温での短時間処理では在色に変化しないために、強度の低下を免れることはできないと考えられる。

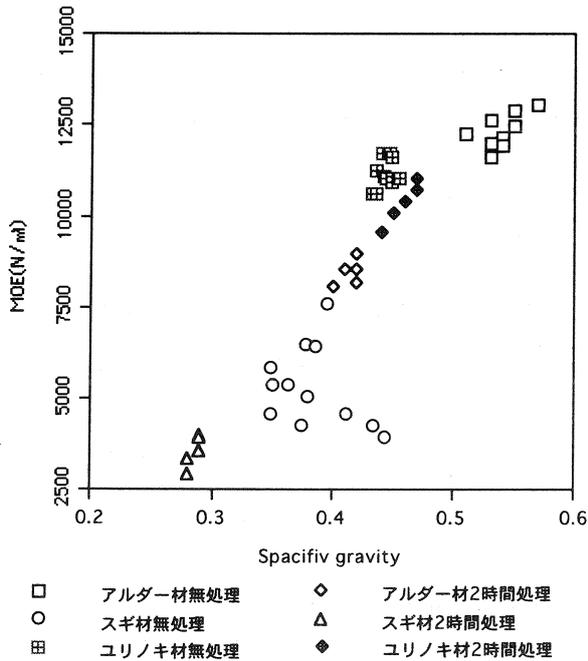


Fig.2 Relationship between steaming wood and nothing on MOE of bending

#### 3.2 含水率の変化

一例としてイエローポプラ、ハックベリー材で 150℃・2 時間水蒸気処理したものと、無処理の材料の含水率変化を Fig.3 に示す。両試験片共に処理直後は無

処理材に比べ含水率が高いが、1 日後にはほぼ同じ含水率に、その後は大きく下がっている。これは水蒸気処理時に木材内部と密閉容器内の圧力差から、細胞と細胞をつないでいるピットが破壊され、通過性が改善されたものと考えられる。このことは次項の 3.3 の材内部の温度変化の測定からも推察される。

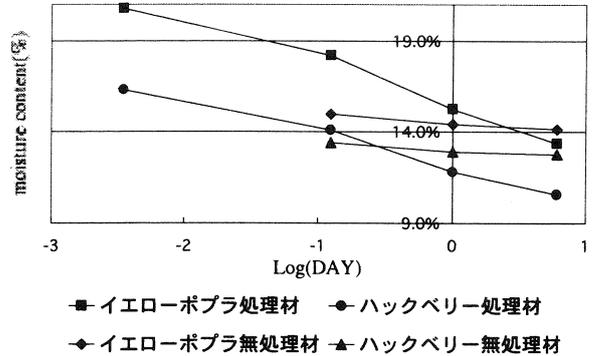


Fig.3 Variation of moisture content

#### 3.3 材内部の温度変化

結果を Fig.4,5 に示す。大気中の処理に比べ密閉系

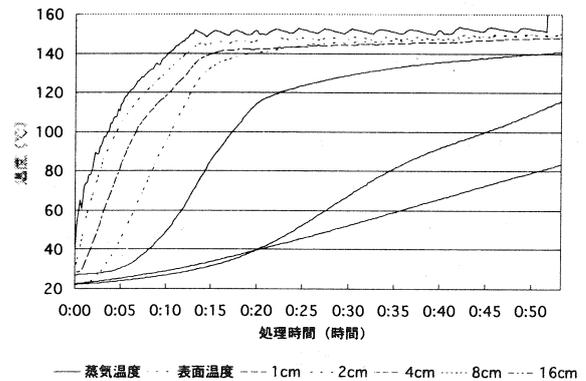


Fig.4 Wood temperature variation in autoclave

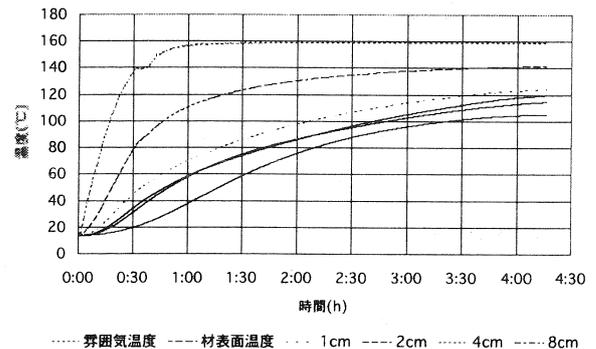


Fig.5 Wood temperature variation in air

で処理を行うと、雰囲気温度にほぼ追従して木材表面の温度が上昇する。これは冷たい木材表面に水蒸気が当たり、そのときの凝縮熱が理由と考えられる。また、密閉容器内で処理した材料は大气中で処理したものに比べ、木口方向から順に温度が急激に上昇しているが、これは3.2で述べたように、木材内部と密閉容器内の圧力差により細胞と細胞をつなぐピットが破壊され、繊維方向の通過性が改善されるためと考えられる。しかしこのことにより木材表面及び木口付近の含水率が、水蒸気が凝縮して水となるために、上昇して3.5で述べる割れの原因の一部になると考えられる。このため、今後は部位別に切って含水率の変化を測定する必要がある。

### 3.4 処理温度・時間別の材色の変化

結果の一例を Fig.6,7 に示す。処理時間が長いほど、

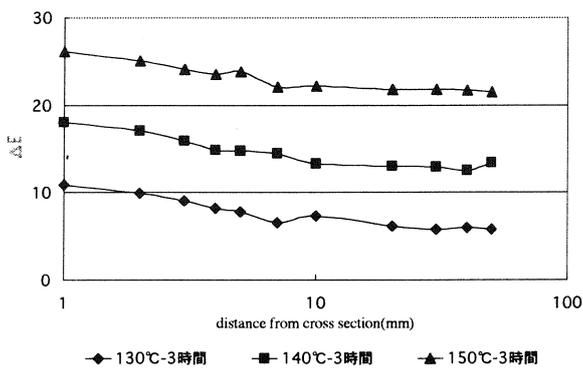


Fig.6 One of the relationship between development temperature and  $\Delta E$

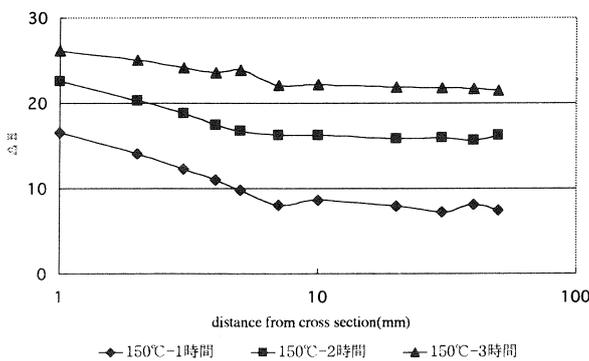


Fig.7 One of the relationship between development time and  $\Delta E$

そして処理温度が高いほど $\Delta E$ が大きいことがわかる。 $\Delta E$ の9割は $L^*$ の減少によるもの、残り1割が $a^*$ , $b^*$ の変化によるものである。目視で言えば茶褐色方向に動いた。 $\Delta E$ を着色量と考えれば、木口より80mm以上の内部は均一に着色されている。これは3.2や3.3で述べたように、凝縮してできた水がヘミセルロースの加水分解を促進したためと考えられる。

### 3.5 処理温度・時間別の材料の割れ

結果を Fig.8 に示す。処理時間が長いほど、そして処理

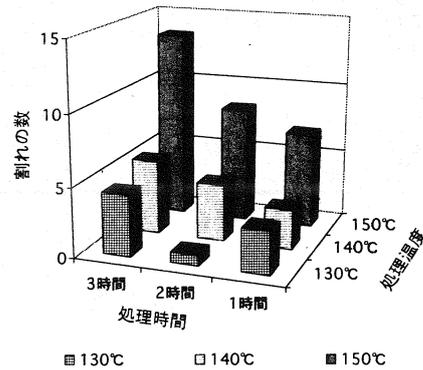


Fig.8 処理温度・処理時間別の割れの数

温度が高いほど、割れの数が多くなる傾向にある。しかしその後の追試験で、割れは同一樹種内のばらつきに大きく依存することがわかった。木材乾燥においては、内部と外部の含水率の差による引っ張り応力が割れの原因であるため、この場合も同様の原因が考えられる。しかし材表面・内部共に割れが入るため、どの時点で割れるのか、今後の測定が必要である。

## 4. 試作

高圧水蒸気処理材の製品への適合性を検討するために試作を行った。材種には県内家具産業の主力製品である張りぐるみの椅子を選択し、以下のコンセプトを設定した。

- ・品質感のアップした高圧水蒸気処理材をアピールするため、木材フレームを表面に出す、置きクッションタイプの応接椅子とする。
- ・木材フレーム部は高圧水蒸気処理材の見本として活用できるように、各パーツにポリウムを持たせ、直線基調で木目のわかりやすいものとする。また、試験素材で今後の経年変化による材の狂い等も予測されるため、仕口にはボルトナットを活用し、分解・組立の容易な構造とする。

試作品の一例を Fig.9 に示す。



Fig.9 Utilized sofa

## 6. まとめ

今回の試験で温度や処理時間による材質強度や色の変化はわかった。しかし割れの問題を解決しないことには実用化は難しい。また4.の試作段階でわかったことだが、処理材は材料が脆く加工中に欠けることがあった。このため衝撃試験を今後行う必要がある。

今後は密閉容器内での割れを測定すると共に、水蒸気を使わない着色方法を検討したい。

## 文献

- 1) 棚橋光彦：木材工業技術短信 Vol.12, No.1, P.16