

# 会津桐を使用した木製葬祭用具の調湿性能評価

Humidity control performance evaluation of wooden funeral utensils using Aizu paulownia wood

会津若松技術支援センター 産業工芸科 齋藤勇人 吉田智

本開発事業では①会津桐部材の評価、②会津桐製骨壺の評価の2段階に分けて調湿・吸湿性能を表現するための試験方法を探索した。会津桐部材をJIS A 1470の方法で評価したところ、木口面では板目・柀目面と比較して約2.8倍の吸湿量を示した。会津桐製骨壺の温湿度サイクル試験及び一定温度下における放置試験を行い、各種試験方法を比較した。その結果、性能値を最もわかりやすく表現できる試験方法として、初期条件で容器内部を湿潤させ一定温度で静置する試験方法を得た。

Key words: 会津桐 調湿 吸湿 放湿

## 1. 緒言

応募企業である会津桐タンス株式会社では図1に示すように三島町産会津桐を使用した会津桐製骨壺を開発している。また、骨壺内の保管物にカビが発生しづらいことを消費者へ説明するためのデータ取得を課題にしている。しかし、骨壺内の調湿性能の評価試験には公定法がない。

そこで、本研究では製品の魅力を表現できる試験方法を見出すことを目的とし、①会津桐材の調湿性能の評価、②会津桐製骨壺の調湿性能の評価の2つに分けて試験を実施した。

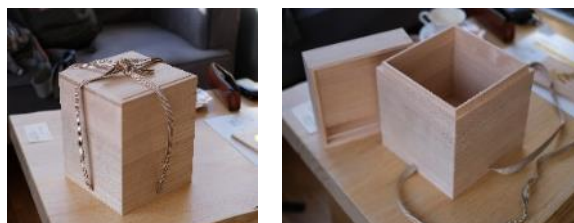


図1 開発中の会津桐製骨壺

## 2. 供試材及び供試品

供試材には福島県三島町産桐材を使用した。JIS Z 2101:2009 木材の試験方法に準拠して測定した供試材の全乾比重は0.25、含水率は11.5[%]、平均年輪幅は5.9[mm]であり、文献値(キリ 気乾比重 0.29、含水率12.0[%] 年輪幅 11.5[mm])<sup>1)</sup>と比較して三島町産桐材の年輪幅は小さい。このため会津桐は木目模様が緻密になり材面に美観を呈すると言われていて、特に三島町産の会津桐は高級品として扱われてきた。

また、①会津桐材の調湿性能の評価には三島町産桐材の供試板、②会津桐製骨壺の調湿性能の評価には図2の三島町産桐材を使用した桐箱供試品(内寸135×135×H180[mm])、及び比較用供試品(内寸直径180×H230[mm])を用いた。



図2 供試品

## 3. 実験

### 3. 1. 会津桐材の調湿性能の評価

一般社団法人日本建材・住宅設備産業協会では「調湿建材登録・表示制度」を設けており、調湿建材判定基準<sup>2)</sup>に照らして一定以上の性能を有する製品を登録し、調湿建材マークを表示する制度を運用している。また、この判定基準に用いられる試験方法は、JIS A 1470(調湿建材の吸放湿性試験方法)から引用されている。本開発ではこの試験方法を採用して調湿性能の評価を行った。

#### 3. 1. 1. 湿度応答法

JIS A 1470-2:2014 建築材料の吸放湿性試験方法—第2部:湿度応答法—中湿域に準じて行った。この手順について略記すると、①試験体を温度 $23\pm 0.5$ [°C]、湿度 $50\pm 2$ [%RH]の雰囲気中で吸湿履歴を経て恒量になるまで養生し、吸放湿面を除いた5面はアルミテープを貼りつけ断湿する。②断湿処理試験体を恒温恒湿槽(温度 $23\pm 0.5$ [°C]、湿度 $50\pm 2$ [%RH])内に設置し、重量を継続的に測定できる天秤に載せる。③恒温恒湿槽の設定条件を吸湿過程(温度 $23\pm 0.5$ [°C]、湿度 $75\pm 2$ [%RH]、12時間保持)から放湿過程(温度 $23\pm 0.5$ [°C]、湿度 $50\pm 2$ [%RH]、12時間保持)に変化させ、図3に示すように③の過程の重量変化を測定する。④得られた重量変化から単位面積当たりの吸湿量、放湿量を算出し経過時間に対応させた吸放湿図を作成す

る。なお、試験片は表1に示す3種類とした。

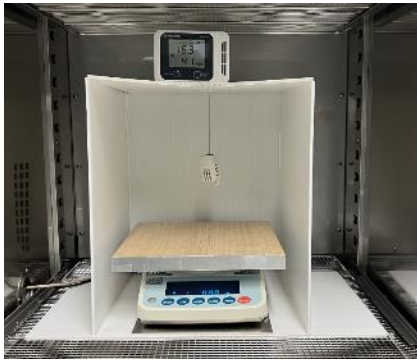


図3 湿度応答法

表1 湿度応答法の試験片

記号	吸放湿面	寸法[mm] (平面 a×b×厚さ t)
LT21	板目	250×250×21
LR21	柃目	250×250×21
RT10	木口	250×250×10

### 3. 2. 会津桐製骨壺の調湿性能の評価

#### 3. 2. 1. 室内放置試験

図4に示すように供試品を試験室環境に静置して内外の温度・湿度を測定し、実際の外環境の温湿度変化に応じた供試品内の温湿度の把握を行った。なお、実験室で夏季(令和5年8月7日～13日)、冬季(令和5年11月27日12月4日)の2期に試験を実施した。



図4 室内放置試験

#### 3. 2. 2. 温湿度サイクル試験

恒温恒湿槽内に内部が空の供試品を静置し、槽内の相対湿度を50[%RH]に保った状態で槽内温度15[°C]下で2.5時間養生後、図5に示すように1時間で連続的に槽内温度を35[°C]まで昇温し5時間保持、その後1時間で連続的に15[°C]まで降温し5時間保持という12時間サブサイクルを2サイクル連続で実施した。また、前述のサイクルで槽内温度を変化させたときの供試品内の温湿度を計測した。

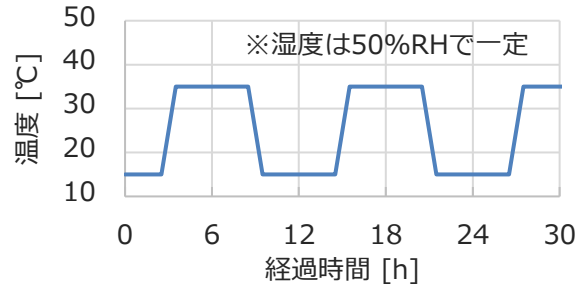


図5 試験槽内の温度サイクル

### 3. 2. 3. 一定温湿度下における放置試験

供試品内に蒸留水1[g]を含んだセルロース繊維を入れ、恒温恒湿槽内に静置し、槽内の温度を25[°C]、相対湿度を50[%RH]に保持した。このときの供試品内の温湿度の変化を計測した。密閉された吸湿性のない容器であれば十分な時間経過後に容器内の相対湿度がかぎりなく100[%RH]になる。

## 4. 結果及び考察

### 4. 1. 会津桐材の調湿性能の評価

#### 4. 1. 1. 湿度応答法

湿度応答法の結果を表2に示す。RT10(木口)の吸湿量はLT21(板目)及びLR21(柃目)の約2.8倍であり、比較して木口面が高い吸質能力を持つことがわかった。また、表2に示す吸湿量を表3の(一財)日本建材・住宅設備産業協会の制定する「調湿建材登録・表示制度」に関する調湿建材判定基準による判定基準に照らすと、RT10のみが判定基準を満たした。この結果は製品の容積や使用条件設定などの製品の開発・設計上重要な情報となると考えられる。例えば、空気温度20[°C]の飽和水蒸気量は17.3[g/m<sup>3</sup>]であるため、そこから室温が0[°C]まで低下したときに発生する凝縮水の量は17.3[g/m<sup>3</sup>]である。このときLR21であっても容積1[m<sup>3</sup>]あたり1[m<sup>2</sup>]の吸放湿面積があれば結露に対処できる可能性がある。なお、吸放湿量は試験条件の温湿度値やその履歴によって異なると考えられるため、製品開発の際に設計条件に合わせた詳細な製品試験が必要である。

表2 湿度応答法の結果の実数値

記号	吸湿量 [g/m <sup>2</sup> ]	放湿量 [g/m <sup>2</sup> ]	蓄湿量 [g/m <sup>2</sup> ]
LT21	23.84	18.88	4.96
LR21	23.20	17.6	5.6
RT10	63.84	59.04	4.8

表3 吸放湿量の判定基準<sup>2)</sup>

	3 時間後	6 時間後	12 時間後
吸湿量 [g/m <sup>2</sup> ]	15 以上	20 以上	29 以上
放湿量 [g/m <sup>2</sup> ]	-	-	12 時間後の 吸湿量の 70[%]

#### 4. 2. 会津桐製骨壺の調湿性能の評価

##### 4. 2. 1. 室内放置試験

夏季及び冬季の室内放置試験の結果を図6、7に示す。夏季、冬季ともに空調による室内温度の変化に伴い、室内及び供試品の湿度が変化している。空調時に比較用供試品は外気の変化に敏感に反応するが、桐箱供試品は比較的安定した湿度を保っている。また、内部の温度湿度の変化にも桐箱供試品と比較用供試品でそれぞれ特徴が見られる。しかし、この室内放置試験は結果が解釈し難く、一般消費者へ製品の魅力を伝わり難い。

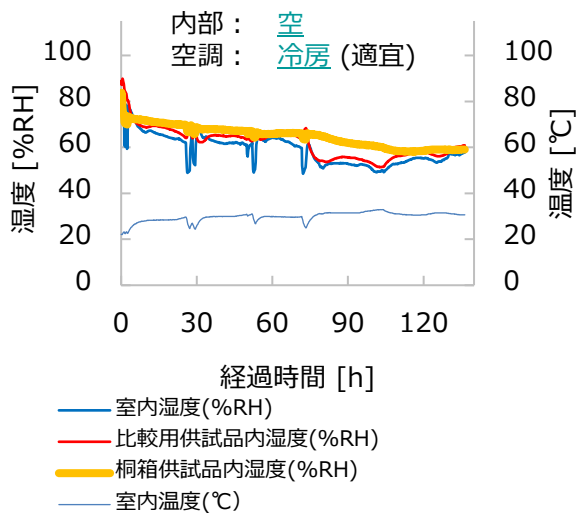


図6 室内放置試験の結果(夏季)

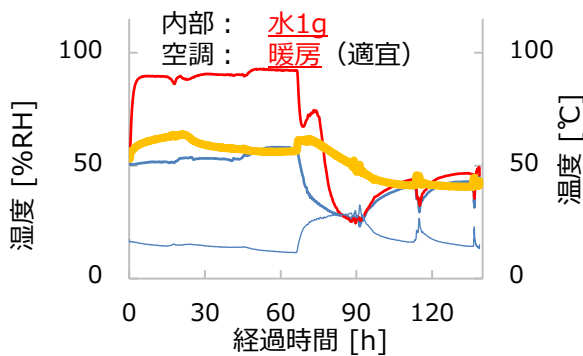


図7 室内放置試験の結果(冬季)

##### 4. 2. 2. 温湿度サイクル試験

図8に温湿度サイクル試験により得られた結果を示す。十分時間経過後に温度のサイクル変化に合わせて各供試品内の湿度が周期変化していることが分かる。

次に図8における温度上昇時の湿度変化の挙動のみを表す図9と温度下降時の湿度変化の挙動のみを表す図10を示す。比較用供試品について見ると、温度上昇時に内部の湿度が低下し、温度下降時に湿度が上昇している。すなわち、温度下降時は空気の飽和水蒸気量が低下するため結露が生じる危険が高まる。

一方で桐箱供試品は温度上昇時に桐箱内湿度が上昇し、温度上昇時に桐箱内湿度は下降している。すなわち結露の危険が高まる温度下降時に内部湿度を低下させており、結露の抑制効果があると解釈することができる。このような挙動の要因には木材の平衡含水率が関係していると推察する。

平衡含水率は木材の含水率が外周の空気の温湿度条件に平衡した含水率状態を言う。木材の平衡含水率と雰囲気湿度との関係は特異な逆S字曲線を描くことで知られている<sup>3)</sup>。温度一定下で雰囲気湿度が高ければ平衡含水率も高くなり湿った状態となり、湿度一定下で温度が高くなるほど平衡含水率は低くなり乾いた状態になる。このことは感覚的にも受け入れやすい。実際に図9、10の桐箱内の温湿度変化は木材の平衡含水率で説明できる。

なお、初期の湿度が槽内温度、桐箱、比較用供試品で異なっているのは、試験開始時に試験槽外の空気が供試品内に入り初期の内部湿度が乱れたことによると考えられた。したがって、この試験方法は初期条件が揃えづらい欠点を有している。

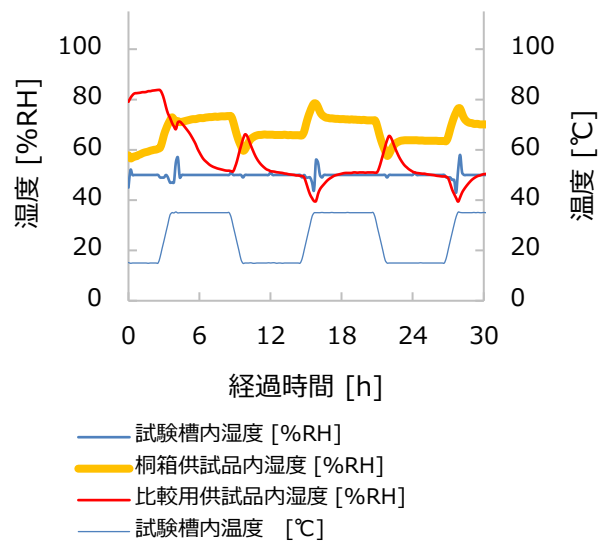


図8 温湿度サイクル試験の結果(湿度 50%RH)

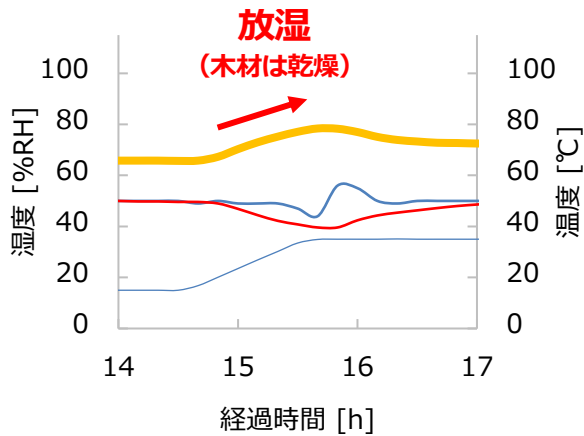


図9 温度上昇時の湿度変化

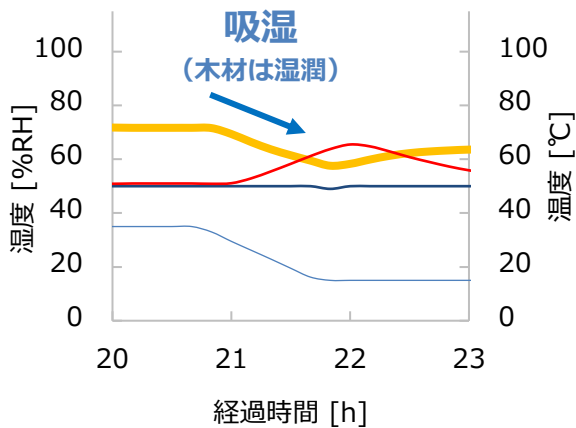


図10 温度下降時の湿度変化

#### 4. 2. 3. 一定温湿度下における放置試験

定値試験の結果を図11に示す。この結果では比較用供試品内の湿度は試験開始直後から急速に90[%RH]付近まで上昇し、30時間以上湿度保持後に急速に試験槽内の湿度50[%RH]付近まで下降した。このことから比較用供試品はふたと本体の間に隙間があり通気していると考えられた。容器内に添加した蒸留水がある間は高湿度状態であるが、通気により容器内の蒸留水が尽き、外気と同じ湿度状態に戻ったと考えられた。

一方、桐箱供試品は内部に蒸留水を添加したにも関わらず湿度が65[%RH]以下に抑えられており、時間経過に伴い徐々に湿度が50[%RH]台に低下した。以上の2つの供試品の試験結果を比較することで比較用供試品は内部の保管物が湿気を有している場合に内部が高湿度状態を継続しやすく、保管物に悪影響を及ぼしやすいと考えた。一方、桐箱供試品は内部の保管物が湿気を有していても内部の湿度の上昇を抑制し、保管物を緩やかな湿度変化の環境に置くことができる。

以上の情報が図11の結果より読み取れる。この試験方法は桐箱の評価を行う上で2つの利点がある。ま

ず1つ目は、一定温湿度下における放置試験は温湿度サイクル試験と比較して結果が簡素になった点である。温湿度サイクル試験の結果である図8と比較して図11は桐箱の調湿性能を端的に示している。

2つ目は、結果の再現性が高い点である。図8の結果では供試品内の初期湿度を同じにすることが難しく再現性が悪かったが、図11では初期条件が一致し、試験の再現性が向上した。

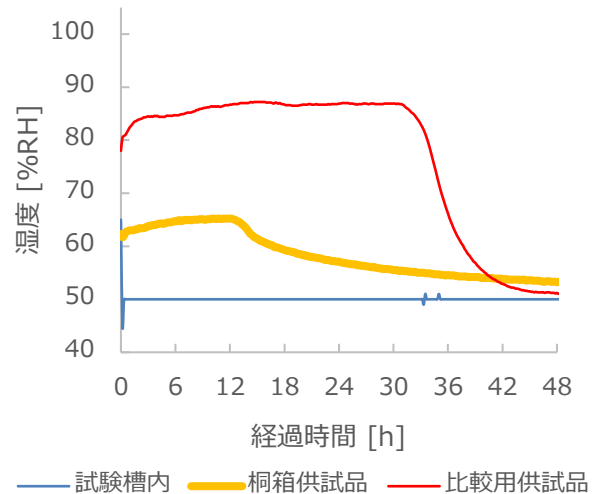


図11 一定温湿度下における放置試験の結果

## 5. 結言

会津桐製骨壺の調湿性能の評価試験は用途や構造に合致する公定法がなかった。そこで、本研究では製品の魅力を十分に表現できる試験方法を見出すことを目的とし、①会津桐材の調湿性能の評価、②会津桐製骨壺の調湿性能の評価の2つに分けて試験を実施したところ、以下の知見が得られた。

### ①会津桐材の調湿性能の評価

- 湿度応答法によりRT10(木口)の吸湿量はLT21(板目)及びLR21(柀目)の約2.8倍であり、高い吸質量を持つ。
- 調湿建材判定基準による判定基準(表3)に照らすと、RT10のみが判定基準を満たす。
- 初期の吸湿速度が極めて大きく、初期吸湿量が全体吸湿量の大半を占める。

### ②会津桐製骨壺の調湿性能の評価

- 室内放置試験では夏季、冬季ともに空調による温度変化に伴って、供試品内の湿度が変化した。しかし、結果が複雑で分かり難く、一般消費者に魅力を伝え難い。
- 温度サイクル試験では、十分時間経過後に温度

のサイクル変化に合わせて各供試品内の湿度が周期的に変化していることが分かった。

- ・ 桐箱供試品は結露の危険が高まる温度下降時に箱の内部湿度を低下させ、結露を抑制する効果がある。
- ・ 定値試験ではサイクル試験と比較して結果が簡素になった。

#### 謝辞

本開発事業を進めるにあたり供試材及び試験品を製作・提供いただいた会津桐タンス株式会社の板橋様及び社員の皆様、また展示会出展により会津桐製骨壺の市場評価を調査し、逐次情報共有いただいた（有）スクウェアの佐藤様に深く感謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 林産試験場編. 木材工業ハンドブック第5版4刷. 丸善(株). 昭和42年, p. 132.
- 2) (一財)日本建材・住宅設備産業協会. 「調湿建材登録・表示制度」に関する調湿建材判定基準. [https://www.kensankyo.org/nintei/tyousitu/ki\\_jyun.pdf](https://www.kensankyo.org/nintei/tyousitu/ki_jyun.pdf) (参照 2024-02-29).
- 3) 寺澤眞著. 木材乾燥のすべて. 青海社, 1994, p. 146-147.