

# 琉球大学学術リポジトリ

## [報文]散孔材4樹種の相対湿度の変動による寸法変化

メタデータ	言語: 出版者: 南方資源利用技術研究会 公開日: 2014-10-26 キーワード (Ja): 平衡含水率, 吸着, 脱着, 乾縮, 膨潤, 散孔材 キーワード (En): Equilibrium moisture content, Adsorption, Desorption, Shrinkage, Swelling, Diffuse porous wood 作成者: 林, 弘也, HAYASHI, Hiroya メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016544">http://hdl.handle.net/20.500.12000/0002016544</a>

# 報 文

## 散孔材 4 樹種の相対湿度の変動による寸法変化

林 弘 也\*  
(琉球大学農学部)

Dimensional changes of four diffuse porous woods due to relative humidity

Hiroya HAYASHI\*  
College of Agriculture, University of the Ryukyus  
Senbara, Nishihara-cho, Okinawa, 903-01

Variation of relative humidity induced dimensional changes in tangential direction of four diffuse porous hard woods; normal and straight grain woods of ISUNOKI (*Cercidiphyllum japonicum*), KATSURA (*Distylium racemosum*), TABUNOKI (*Persea thunbergii*), and EGONOKI (*Styrax japonicum*). The Investigated range of relative humidity was the range of the moisture content of wood from 8% at surface absorbed water to 30% at fiber saturation point. By static conditioning method with many steps in relative humidity, woods swelled in a desorption process and shrank in an adsorption process at a limited humidity condition. This was provided on the condition that a conditioning process was changed from desorption process and vice versa. At this condition, wood equilibrium moisture content in an adsorption process was a lower than that in a desorption process in spite of increasing relative humidity. And woods shrinkage at a higher relative humidity in an adsorption process was greater than that at a lower relative humidity in a desorption process.

Key words : Equilibrium moisture content, Adsorption, Desorption, Shrinkage, Swelling, Diffuse porous wood.

キーワード : 平衡含水率, 吸着, 脱着, 乾縮, 膨潤, 散孔材

### 緒 言

木材は周囲の相対蒸気圧と平衡状態を保つために、空気中の水分を吸収したり、空気中に水分を排出する。木材のこの性質は、空気中の水分の吸収、木材中の水分の脱着を繰り返し生じ、これにより木材は膨潤と乾縮を繰り返すことになる。このことが使用中の木材の寸法安定性の問題を引き起こし、実用上の問題となる。また、木材中の水分は材の物理的性質に大きな影響を与えるので、材中の水分の存在状態や含水率の管理は重要な問題である。

相対湿度と木材の平衡含水率との関係は等温線で示されているが、等温線は温度に影響され

ると同時に水分の吸着過程と脱着過程では異なった等温線を描き、ヒステリシスを示す<sup>5)</sup>。また生材状態からの脱着過程の平衡含水率は非常に高い値を示し、一度全乾状態で平衡に達した材の脱着過程の平衡含水率とは異なった含水率を示す<sup>9)</sup>。木材が吸着過程から脱着過程への移行をしたときに示される平衡含水率は吸着等温線から脱着等温線に緩やかに移行し、生材状態からの等温線と一致する<sup>2)</sup>。移行の状態は相対湿度の調整方法によっても変動を示し、関与する因子も多く、一義的に決定されるものではない。しかし、移行状態に置ける両等温線の関係は材の寸法変化を知る上で重要な意味を持っている

\* 〒903-01 沖縄県中頭郡西原町千原1

ので、木材の寸法安定の観点から検討する必要がある。本報告では、材の接線方向に於ける相対湿度と膨潤量、乾縮量の関係を表面吸着水の含水率領域から繊維飽和点（以後F.S.P.とする）近傍の含水率範囲について検討した。

### 材料及び方法

供試材には生長輪内に細胞構成が比較的均質である広葉樹散孔材を用いた。通直木理を持つ散孔材からイスノキ (*Cercidiphyllum japonicum*)、カツラ (*Distylium recemosum*)、タブノキ (*Persea thunbergii*)、エゴノキ (*Styrax japonica*) の4樹種を選定した。カツラ材は市販材であるが、他の3樹種は沖縄県名護市にある北明治山で伐採し、試験片の作成までの間水中に保存し、生材状態を維持した。試験片は地上高1.0 mの部位から採取した材の辺材部から作成した。試験片は材の接線方向に約20 mm、放射方向に約2～3 mm、繊維軸方向に約60 mmの板目板であり、エンドマッチ状態で3個の試験片を採取した。目切れの無い試験片2個を選定し、実験に供し

た。実験は試験片履歴が一定になるように試験片の取扱いに注意して行った。生材状態の試験片を温度25℃、相対湿度65±4%で気乾状態に調湿した。膨潤乾縮測定用の直角ストレインゲージ（共和電業製、K-10-B4-11）を試験片に材の接線方向と繊維軸方向に一致するように接着した。試験片の調湿は塩の飽和溶液で調湿した空気をエアープンプで試験片調湿槽（デシケータ）中を循環させて行った。調湿に使用した塩の飽和溶液はTable 1に示した。調湿の順序は相対湿度65%から約18%まで低下させ、次に約18%から約100%まで増加させた。各相対湿度の調湿時間は10時間とした。必要ときにはこのサイクルを数回繰り返した。材の含水率は試験終了後に試験片を熱風乾燥機で全乾にし、計算によって求めた。膨潤乾縮量はストレインメータ（新興通信工業製、DAS-601B型動歪計、PS7-LT型静歪計）で測定した。測定装置のブロックダイアグラムをFig. 1に示した。

吸着、脱着過程の等温線は生材状態からの最

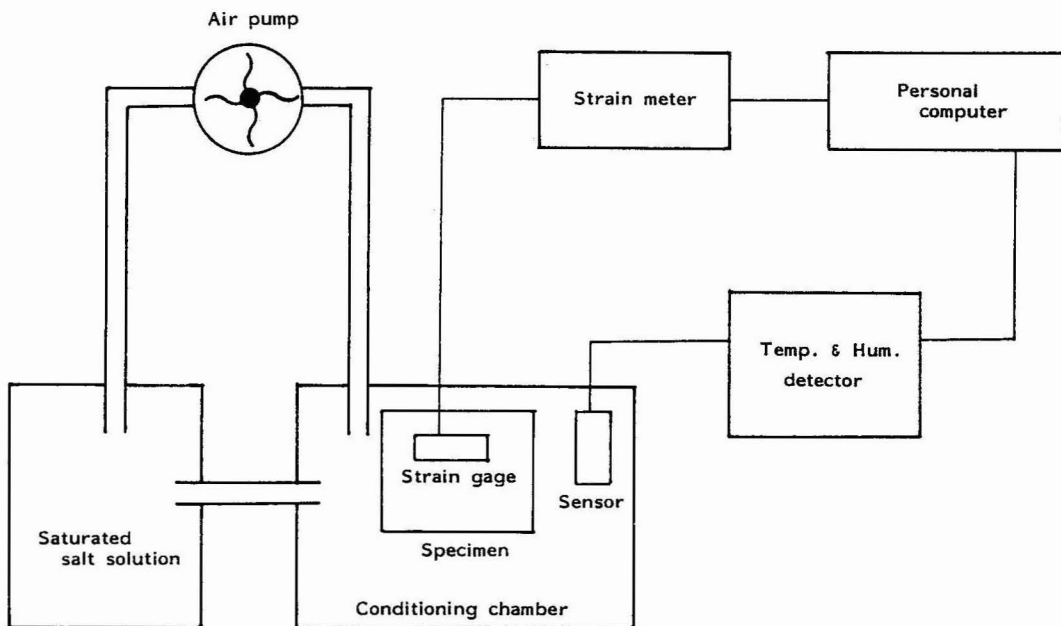


Fig. 1 Schematic diagram of measuring apparatus

初の脱着過程では相対湿度が約50%までは全乾状態を経験した材に比較して平衡含水率が高く、異なった等温線を示す<sup>2)</sup>。そこで今回実施した実験では、試験片が生材状態からストレングージを貼付けるまでの過程、更に約9%の含水率になるまでの脱着過程は生材状態の影響があり、木材が特異な挙動をするものとして除外して考えた。すなわち約9%の含水率からほぼF.S.P.の含水率までの膨潤過程以後の過程を膨潤、乾縮過程として対象とした。

結果及び考察

木材の等温線は温度と相対湿度によって決定されるが材の樹種によって変動することが認められている。また全ての環境条件が同一であっても、木材が吸着過程にあるか、脱着過程にあるのかによっても等温線は異なっている。すなわち同一の試験片が等温線ヒステリシスループを描くことになる。等温線の脱着過程に対する吸着過程の平衡含水率の比は、White spruceが0.83, Klinki pineが0.78であり<sup>4)</sup>、吸着過程の平衡含水率は脱着過程の平衡含水率に比較し約15~22%低い値となり、ヒステリシスを確認できる。Fig. 2には、生材状態から全乾状

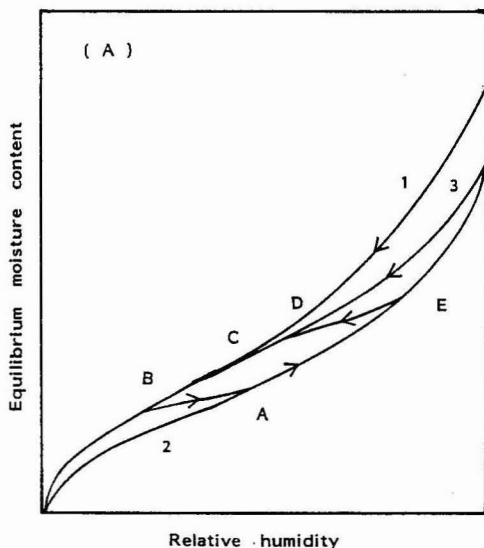


Fig. 2 Isotherm diagram

態までの脱着等温線(1)と全乾状態から飽水状態までの吸着等温線(2)およびF.S.P.以下の含水率領域の脱着及び吸着等温線(3)を示し、F.S.P.以下の含水率範囲の等温線はF.S.P.以上の含水率領域を含む完全な等温線と異なっている<sup>1)</sup>。この等温線は図中にA B C D Eで示すように2つの生材状態を含んだ完全な等温線の間中に位置する。木材寸法が、材の含水量に影響されて膨潤乾縮することを考慮すると相対湿度に対する膨潤量、乾縮量の関係も等温線と同様のヒステリシスを示す<sup>5)</sup>。木材の寸法変化は、理論上はF.S.P.以下の含水率範囲に限られ、寸法に明確な最小点と最大点があることが等温線と異なった特徴である。相対湿度が0%と100%の範囲にあり、寸法変化量は相対湿度0%と100%のF.S.P.時の変化量の範囲にある。ある相対湿度範囲で吸着、脱着過程を繰り返したときに材の平衡含水率は両過程で異なるので、やはりヒステリシスループを示すことが予想される。Fig. 3に寸法変化量と相対湿度の関係を示したが、エゴノキ材、カツラ材は上述したことを示している。ダブノキ材には脱着過程から吸着過程に移行したときに、相対湿度が増加したにも係わらず収縮している現象が認められた。等温線のヒステリシスループは、材の平衡含水率が、脱着過程では、到達最大平衡含水率から減少し、平衡含水率が増加することは考えられていない。また吸着過程では、到達最小含水率から増加し、減少することは考えられていない。これはFig. 2に示した図のように、1は完全な等温線とある相対湿度からの脱着等温線(BCDE)を示したものであり、この脱着等温線は高い相対湿度状態と低い相対湿度状態を交互に設定し、材の含水率が自律的に調整されたときの等温線である。材を調湿するときの相対湿度が段階的に変更され、平衡含水率を小幅に調湿して行く場合には、Fig. 4に示した様になる。吸着等温線から脱着等温線に移行する過程で、調湿する相対湿度がFr点からCr点よりも低いDr点に設定されると、典型的な通常の脱着等

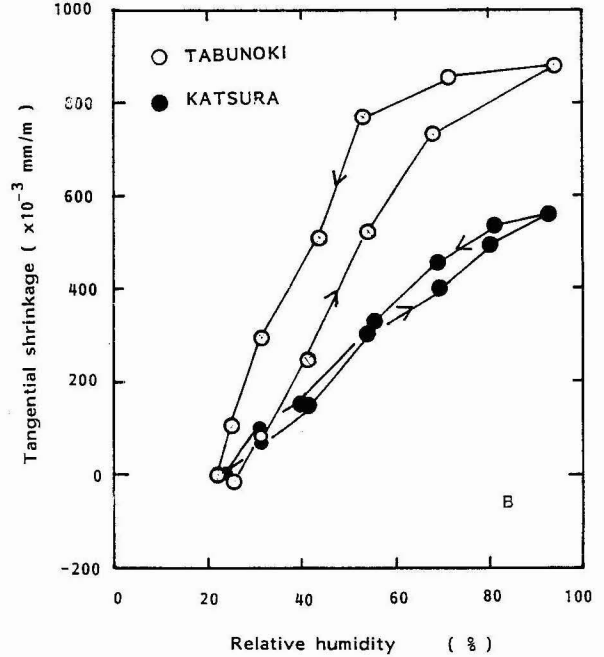
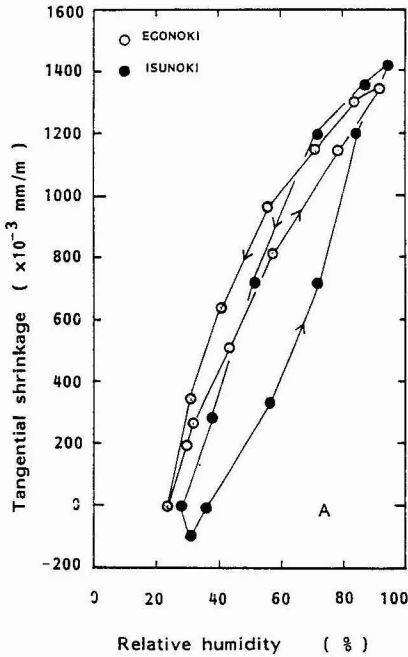


Fig. 3 Shrinkage and swelling of diffuse porous woods to relative humidity.

湿線を示すが、Fr点とCr点の中間の相対湿度に設定、調湿されると、等温線はCeよりも高くなる。この時には相対湿度は低下しても平衡含水率はCe点よりも高くなる。同じことは脱着等温線から吸着等温線に移行するときにも起こり、相対湿度が減少しても平衡含水率が高くなる現象が生じることになる。Fig. 5 に示した

相対湿度と膨潤量、乾縮量の図では、吸着過程では、相対湿度100%付近で調湿された試験片の含水率がF.S.P.に達していないとき、図中脱着過程の平衡含水率Cr点よりも高く、調整された吸着過程の平衡含水率Er点よりも低い調湿環境にさらされたとき、寸法変化は膨潤過程の寸法曲線から乾縮過程の寸法曲線に移行す

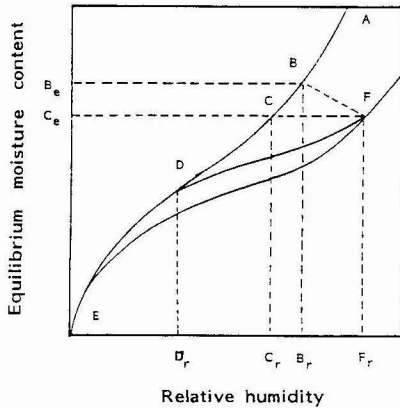


Fig. 4 Transition of isotherm diagram from adsorption process to desorption process.

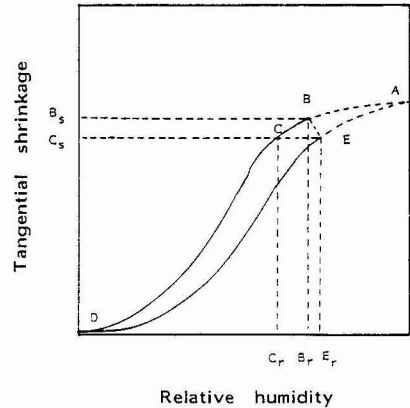


Fig. 5 Schematic diagram of shrinkage and swelling to relative humidity.

るが、この時相対湿度の差で試験片の含水率が増大し、試験片の寸法が膨脹する状態になる。この状態は調湿する相対湿度のステップを小さくすることで生じる相対湿度の変化によって起こる。本実験では調湿する含水率を細かく区分し、各区分の調湿時間は約10時間行い、試験片には水分傾斜がない十分な平衡状態にあったときのデータすなわち静的な状態のデータであったと考えられる。含水率は等温線上で考えられる吸着等温線から脱着等温線あるいはその逆の状態に移行したときの平衡含水率の差で生じるであろうと考えられる。相対湿度の設定を細かく調整するならば、いずれの樹種でも発生することが可能であろう。

### 結 論

約8～30%の含水率範囲で広葉樹散孔材の膨潤乾縮を測定し相対湿度と膨潤乾縮量の関係について検討し、次のような結論を得た。

- 1, 静的な相対湿度の調整では、脱着過程で膨脹し、吸着過程で収縮する相対湿度領域がある。
- 2, この現象は脱着過程の乾縮曲線から吸着過程の膨潤曲線へ、またはこの逆過程で曲線を行移した場合に、平衡含水率が増減するために生じる。

### 参考文献

- 1) 北原覚一 (1966) 木材物理, 森北出版, 東京, 33.
- 2) Okoh K.I.A and Skaar C.(1980) Moisture sorption isotherms of the wood and innerbark of ten southern US hard woods, Wood Fiber, 12 : 98-111.
- 3) Spalt H.A. (1958) The fundamentals of water vapor sorption by wood, Forest Prods. J., 8 : 288-295.
- 4) Stamm A.T. (1964) Wood and cellulose science, Ronald press, New York, 549.
- 5) 渡辺治人 (1978) 木材理学総論, 農林出版, 東京, 232.