

画像解析による木材の吸放湿性の評価

Evaluation of Moisture Absorption/Desorption Properties of Wood by Performing Image Analysis

寺尾美里矢*1・宮野則彦*2

Miriya Terao*1, Norihiko Miyano*2

* 1 日本大学大学院生物資源科学研究科

Graduate School Bioresource Sciences, Nihon University, Fujisawa, Kanagawa 252-0880

* 2 日本大学生物資源科学部

College of Bioresource Sciences, Nihon University, Fujisawa, Kanagawa 252-0880

要旨: 木材の諸特性を明らかにし、さらに多様な利用法を追求する上で、その特性・機能をより簡便に評価する方法が必要である。本研究では、木材の吸放湿特性を画像解析により評価することを目的として、木材試料の木口面を実体顕微鏡で観察し、その画像データを基に木材の吸湿性と空隙要素の面積率や周囲長との関係を検討した。結果、今回用いた国産広葉樹 24 樹種の試料においては、単位面積当たりの空隙面積率が 14% 以上のものは、それ以下のものと比較して吸湿量と空隙面積率との相関が高くなることが確認された。それらの試料について、空隙面積率と吸湿開始 10 分・30 分・12 時間後のそれぞれの吸湿量との関係を検討したところ、吸湿の時間が短いほど空隙面積率との相関が高くなった。また、空隙面積率がほぼ同程度であるにも関わらず、吸湿量が大きく異なる試料があり、これらについて検討すると、単位面積当たりにおける空隙総周囲長が大きいものほど初期の吸湿量が大きくなることが明らかになった。

キーワード: 吸放湿性, 空隙面積率, 空隙周囲長, 画像解析

Abstract: In order to better understand wood's properties and identify its additional diverse uses, a simple characterization method is needed. In this study, intended to evaluate absorption and desorption properties of wood's by image analysis, stereo microscopy was performed on the end surfaces of wood samples. The obtained image data were used to determine the relationship between a sample's absorption and its other properties, such as the ratio of its void area and circumference. For 24 types of domestic broad-leaf trees used in this study, those with void area ratios greater than 14% showed stronger correlations between their absorption and void area ratios compared to those with lower void area ratios. For such samples, the relationship between the void area ratio and absorbed moisture content 10 min, 30 min, and 12 h following absorption initiation indicates that a shorter absorption time results in a stronger correlation with the void area ratio. Additionally, some samples absorbed more moisture than others, even when sharing similar void area ratios, and samples with larger total void circumferences per unit area had larger initial absorption.

Key-words: moisture sorption, void area ratio, void circumferences, image analysis

I はじめに

平成 22 年に木材利用促進法が施行されて以降、平成 25 年には国産材マークや木材利用ポイント制度ができ、平成 27 年には林野庁主導でウッドデザイン賞が創設された(2)。また、2020 年の東京オリンピックでは競技場や選手村が木造となることが公表され、話題となった。このように、木材利用に対する関心は事業者だけでなく、

一般の人々の間でも高まっている。これらのことから、木材の機能や特性を、従来よりもさらに多様な方法で活用することが必要である。また、多様な利用法を迫るとともに、その品質を効率よく評価する方法も必要と考えられる。

当研究室では木材活用法の一つとして木材の吸放湿性に着目し、測定データを蓄積してきた。これらのデー

タと試料の空隙面積率等の画像解析結果との相関性を評価することができれば、工業的な生産性を検討する上で、原料段階での性能評価における効率化と信頼性の向上を図ることができ、木材の調湿建材としての利用の可能性はさらに広がると考えられる。以上の背景より、木材の吸放湿性能を画像解析を用いて、従来よりも効率的に評価する方法を検討することを本研究の目的とする。

II 実験

1. 試料 実験試料は、表-1に示した国産広葉樹材24種を対象とした。全ての試料は約1年前に塚越の研究(3)により、JIS A 1470-1:2014「建築材料の吸放湿試験方法-第1部:湿度応答法」に準拠して吸放湿試験が行われ、その後気乾状態で養生していたものであり、気乾密度の測定値を表-1に示した。なお、吸放湿試験時の寸法は60×60×12mmで、60×60mmの1面のみを吸放湿面としている。

表-1. 試験体と気乾密度の実測値一覧

Table 1 List of specimens and actual measured value of air dry density

樹種名	気乾密度 (g/cm ³)	樹種名	気乾密度 (g/cm ³)
アサダ	0.730	シラカシ	0.959
イチイガシ	0.947	セン	0.458
エンジュ	0.646	タブ	0.641
カエデ	0.763	チシャノキ	0.611
キハダ	0.424	トチ	0.422
クスノキ	0.496	ナラ	0.722
クリ	0.489	ニガキ	0.609
クルミ	0.444	ニレ	0.630
ケヤキ	0.646	ハゼ	0.758
コナラ	0.594	マカンバ	0.667
シイ	0.577	ミズメ	0.781
シナ	0.486	ヤマザクラ	0.673

2. 試料の調製及び解析 上記の吸放湿試験では、試料の板目ないし柾目面の1面のみが吸湿・放湿をしているが、木部構造内における道管等の空隙構造が、板目ないし柾目面より吸湿した水分の拡散速度に影響を及ぼしていると考えられること、また、それら空隙の観察をするには木口面の方が適していることから、本実験では観察対象面を木口面とする。まず試料の木口面を、木口削り機を用いて滑らかに切削する。その後、実体顕微鏡を用いて切削面を10倍に拡大した画像を画像解析ソフト

に取り込み、画像の空隙の部分の色を抽出し、2値化処理を行う。処理対象面積は22104388μm²である。色の抽出を行う際には、選択した画面上のRGB値の大小により2値化されるが、特に色の濃い試料の場合、空隙でない部分の色も検出してしまう事象が発生したため、朱肉により染色をすることで、画面上の色を赤(R値)の濃淡のみで表現されるようにし、空隙の検出をより円滑に行えるようにした。また、面積値に下限値を設けない場合は際限なく微細な点までも検出されてしまい、隣接する空隙が結合状態になる等の誤差が生じる。そのため本実験においては、空隙面積200μm²を下限値とし、それ以下の部分は削除した。その後手で細部の調整を行った。次に、抽出された空隙部分の面積と周囲長の計測を行い、画像から計測された値と、各試料の吸湿量との比較を行った。空隙面積とは、空隙1つあたりの画面上の面積であり、空隙周囲長とは、検出された部分の外周の長さを示す。面積は検出した画素全ての面積とし、周囲長は、境界画素の中間点を結ぶ線の長さとなる。これらの操作を行う前後の画像を図-1に示す。図1-aで黒く見えている空隙部分が処理後の図1-bでは色が付き、埋まっていることがわかる。また、空隙ではなく切削時に生じたひびの部分は、空隙と同じように黒く見えているが、手動で修正する際に消去したため、処理後の右図において検出されていないことが示されている。なお、今回使用した試料の吸放湿試験データでは、各試料の吸湿量に対する放湿量の割合が、吸湿量の大小や樹種に関わらずおおよそ60-70%の間であったため、空隙面積率との比較には各試料の吸湿量のみを用いた。

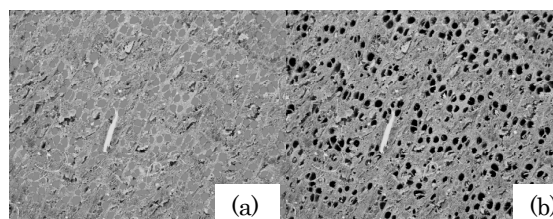


図-1. 空隙を検出する前(a)後(b)の画像

Fig. 1 Before(a) and after(b) analysis of image

III 結果と考察

1. 単位面積当たりの空隙面積率が14%以上のもの 画像解析結果として、処理対象面積に対する空隙総面積の割合を空隙面積率として示す。図-2より、今回測定対象とした試料において空隙面積率が14%未満のものでは、空隙面積率と吸湿量との相関が見られないことがわかる。これは、空隙面積率が高くなるにつれて、材中の木部構造が単純化し、吸湿量に対する空隙の在り様

が与える影響が大きくなるためではないかと考えられる。また既往の研究(1)より、吸放湿性には密度が大きく影響していると報告されていることから、空隙面積率および密度と吸湿量との相関性について、空隙面積率 14%以上の試料を対象に検討した結果を図-3に示す。図のように試料の密度よりも空隙面積率のほうが吸湿性との相関が大きいことが明らかになった。

2. 空隙面積率と吸湿時間の関係 上記において、空隙面積率と吸湿量との間に相関関係が認められた空隙面積率 14%以上の試料に関して、吸湿開始 10 分後、30 分後、12 時間後の吸湿量と空隙面積率との相関性を図-4、図-5、図-6に示す。図より、吸湿時間の増加とともに空隙面積率との相関が低くなるのがわかる。このことから、木口面の空隙面積率は初期の吸湿量を推定するのに適していると考えられる。そこで以下においては、吸湿開始 10 分後の吸湿量との相関性を対象として考察する。

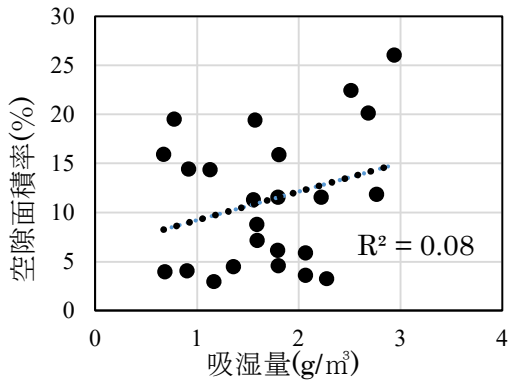


図-2. 空隙面積率と吸湿開始 10 分後の吸湿量
Fig.2 Relationship between void area ratios and amount of moisture absorbed in 10 minutes

3. 空隙面積率が同等程度で吸湿量が異なる材における空隙総周囲長の差異 空隙面積率の値が同等程度でありながら吸湿量が異なる材について、空隙総周囲長と吸湿量との関係を検討した。図-7に空隙面積率が約 4%であった 4 樹種(シラカシ、ハゼ、アサダ、ニガキ)について、図-8には空隙面積率が約 11%であった 4 樹種(ミズメ、ナラ、シイ、コナラ)について空隙総周囲長と 10 分後の吸湿量の関係を示す。図のように、空隙総周囲長が大きいものほど吸湿量が大きくなるという関係が得られた。図-8においては、プロットが 1 つ大きく外れてしまっているが、これ以外の 3 樹種はおおむね同じ傾向がみられる。図に示されていない他の樹種についても、同等程度の空隙面積率を有するものについては同

じ関係性が認められた。これは、空隙総面積が同じでも、空隙総周囲長が増加することで、吸着表面積が大きくなり、吸湿量が増加するためであると考えられる。空隙面積率が同等程度で空隙総周囲長が大きくなる要因としては、各空隙の大きさの分布が異なることと、形が異なることが考えられる。実験に用いた試料では、空隙の円形度にあまりばらつきがみられなかったことから、各空隙の大きさと個数に影響を受けていると考えられる。

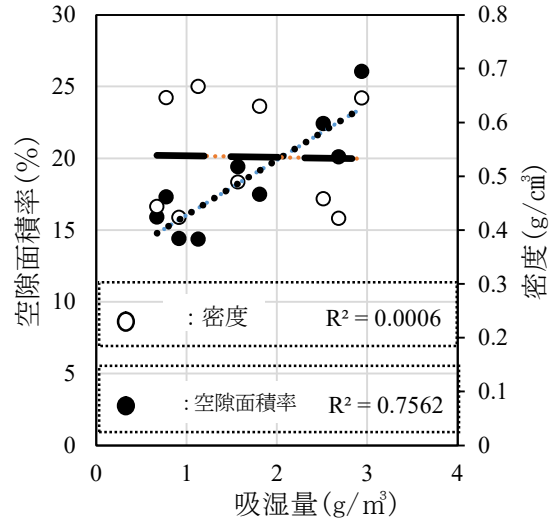


図-3. 各試料の密度及び空隙面積率と 10 分後の吸湿量の関係
Fig.3 The density of each samples and void area ratios versus amount of moisture absorbed in 10 minutes

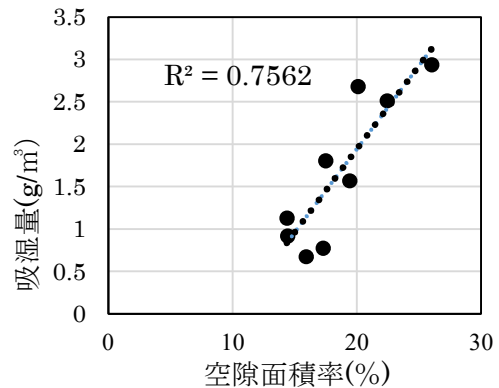


図-4. 空隙面積率と吸湿開始 10 分後の吸湿量 (空隙面積率 14%以上のもの)
Fig.4 Relationship between void area ratios and amount of moisture absorbed in 10 minutes (Over 14% of the void area ratios)

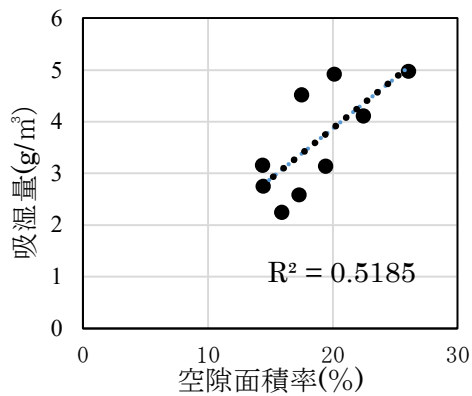


図-5. 空隙面積率と30分後の吸湿量
Fig.5 Relationship between void area ratios and amount of moisture absorbed in 30 minutes

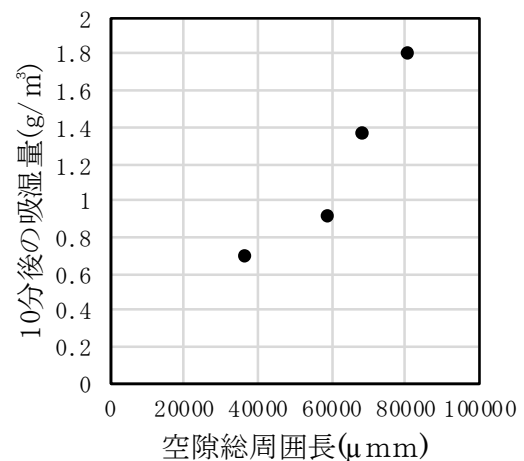


図-7. 空隙面積率が同等程度(約4%)で吸湿量が異なる木材の空隙総周囲長と10分後の吸湿量の関係
Fig.7 Relationship between amount of moisture absorbed in 10 minutes and void circumference of wood with roughly the same void area ratio (ca. 4%) but different amount of moisture absorbed

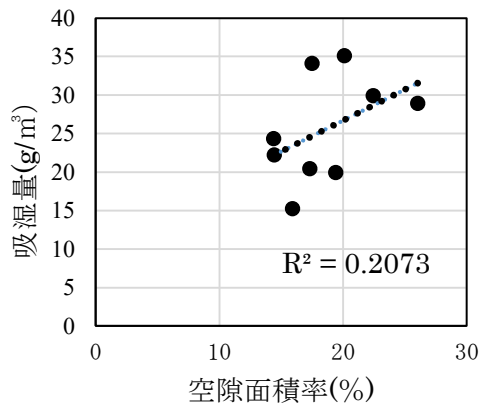


図-6. 空隙面積率と12時間後の吸湿量
Fig.6 Relationship between void area ratios and amount of moisture absorbed in 12 hours



図-8. 空隙面積率が同等程度(約11%)で吸湿量が異なる木材の空隙周囲長と10分後の吸湿量の関係
Fig.8 Relationship between amount of moisture absorbed in 10 minutes and Void circumferences of wood with roughly the same void area ratio (approximately 11%) but different amount of moisture absorbed

IV おわりに

従来の吸放湿性能の評価方法は、どちらかという湿度の日変動を想定してのものであるが、生活行動に伴うもっと細かな変化にも対応できる性能やその評価法も必要である。今回の木口面を対象とした画像解析の結果、画像より得られた空隙面積率及び空隙総周囲長の値と初期の吸放湿性との高い相関が見出された。これにより、木口面の画像解析法は各種木材で吸放湿現象が発生した初期の段階での吸放湿性の評価方法として使用できる可能性が高いことを示した。

引用文献

- (1) 大釜敏正ら (2001) 木材およびセラミックス系人造木材の調湿効果. 木材学会誌 47: 97-102
- (2) 林野庁編 (2016) 平成28年度版森林・林業白書 2-4
- (3) 塚越弓月 (2015) 建築空間設計に係る木材の湿度並びに温度特性. 日本大学大学院 生物資源科学研究科 生物資源利用科学専攻. 平成27年度修士論文