

住宅用建材の吸湿・脱湿挙動と 5 タイプの部屋の 吸脱湿シミュレーション

土志田沙織・川尻祐賀理・城島栄一郎

生活環境学科 材料化学研究室

The water Absorption and Desorption Properties of the Building /
Interior Materials and the Simulations of 5-types of Rooms

Saori DOSHIDA, Yukari KAWAJIRI and Eiichiro JOJIMA

Laboratory of Materials Chemistry, Department of Human Environmental Sciences

The water absorption and desorption properties of the building / interior materials are measured by the weight method. In order to control the humidity of the rooms moderately by the materials, the water absorption and desorption abilities of 5 type-rooms which were made of different materials were estimated by the simulations, and the following results were obtained.

- (1) The water regain and the speeds of the absorption/desorption depend on the building / interior materials.
- (2) The wooden houses have an enough ability to control the humidity of the rooms moderately.

Key words : building material 建材, interior material 内装材, humidity 湿度
room 室内, water absorption 吸湿

1. 目的

春夏秋冬 1 年を通して日本の気候は温湿度の変化が大きい。湿気はカビや結露の原因となり、乾燥はウィルスの繁殖や肌荒れの原因となる。昔からの日本住宅は木や紙から造られており、このような変化の多い日本の気候にうまく対応してきたものである。しかしながら、近年では新しい建材の使用や気密性の高い構造の住宅が多く、結露しやすい環境となっている [1]。これらの対策として、エアコンの利用や湿気の多い梅雨時には除湿、冬の湿気の少ない時期には加湿と、室内の湿度を電気機器によって調節する家庭が増えてきた。こうした電気機器の利用ではなく、住宅が本来もつ湿度機能が重要であることには変わりはない。そこで、材料の特性を利用することにより、各居住空間での湿度を適度にコントロールすることができないかと考えた。

建築用ボードの研究では建材の寸法変化や強度の面からの研究が多い。温度・湿度環境下における吸湿・

放湿と水中浸漬下における吸・放水特性について、各種建材の含水率・吸湿率・厚さ変化率・長さ変化・湿潤たわみ率・曲げ性状を求め、吸・湿水により力学的性能は低下するが、水湿分の除去により性能は回復することは報告されている [2]。吸湿関係では、モルタル類 3 種、広葉樹 3 種、針葉樹 3 種の建築用仕上げ材料の吸湿と放湿の重量変化から、容積吸湿率、重量吸湿率、平衡容積吸湿率、平衡重量吸湿率を求め、吸湿能・放湿能を比較し、モルタル類は室内湿度調節能が最も乏しく、広葉樹は湿分が比較的少なく室内湿度調節能が大きいとしている [3、4、5]。

本研究では、多種類の建材・内装材の吸湿と脱湿特性を測定し、建材と内装材の湿気を調節する能力を調べた。更に、建材と内装材の素材の組み合わせによってどの程度室内の水蒸気量を吸脱湿できるかのシミュレーションをおこない、快適な湿度環境を保ち結露や過乾燥を防ぐために、建材や内装材の吸脱湿能力が果たす役割を検討した。最終的には、電気機器による調節ではなく材料の特性を利用することにより、各居住

空間での湿度を適度にコントロールすることができないかを検討することを目的とした。

2. 実験

2.1 試料

内装材・建材としての市販の木材類 16 種類、カーペット 4 種類、障子紙 2 種類、襖 2 種類、畳 1 種類を用いた。そのうち、建材類 9 種 [2]、カーペット 2 種、代表的な材料を選択し測定を行った。建材類は 3×3 cm に切り出し、紙類は適当な重量に切断し試料とした。

2.2 吸脱湿過程の水分率測定

各試料の吸湿過程を調べるために、試料を 105°C の恒温乾燥器に 3 時間以上放置したものを絶乾試料とし、その後、 20°C で相対湿度 65% の恒温恒湿室で重量増加を測定し、水分率の変化を時間の経過とともに求めた。脱湿過程は、 20°C で 100% RH で長時間放置し十分吸湿した試料を、恒温恒湿室 ($20^{\circ}\text{C} \cdot 65\%$ RH) において重量減少を測定した。 $(20^{\circ}\text{C}$ で 100% RH でカビの発生があり、一部の試料は測定ができなかった。)

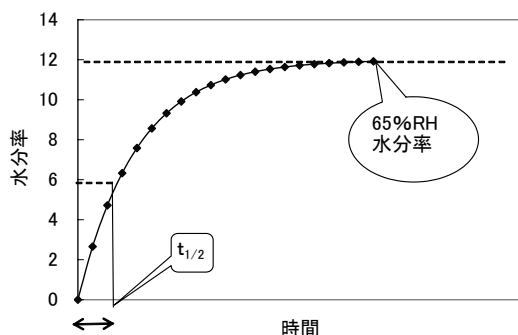


図1 吸湿のモデル図

図1および図2に吸湿と脱湿過程のモデルを示したように、定常状態 (65% RH) となるまでの水分率の増加分の 1/2 となるまでの時間を $t_{1/2}$ とし吸湿の速さの基準とし、脱湿過程で放出された水分量の 1/2 の値になるまでにかかる時間を $t_{1/2}$ とし脱湿の速さの基準とした。

2.3 部屋のタイプ別の水分率のシミュレーション

広さ約 8 畳の正方形の部屋で天井までの高さ 2.5m、容積約 30m^3 の空間を想定し、床、天井、壁の面積を求めた。次に、表1に示すように壁、天井、床などに使用する建材・内装材の種類を変えた 5 つのタイプの洋室と和室を設定し、部屋全体を囲う内装材全体の吸湿過程と脱湿過程をシミュレーションした。

シミュレーションでは 20°C で材料が乾燥した状態 (0% RH) から標準状態 (65% RH) になるまでの吸湿過程、および、十分に吸湿した状態 (100% RH) から標準状態になるまでの脱湿過程を計算により求めた。計算は表1の各部屋における建材と内装材の使用面積から各材料の使用重量を求め、それらと 2.2 で測定した吸湿過程と脱湿過程の各時間における建材の水分率との積をとり部屋全体の吸湿量の時間経過を求めた。

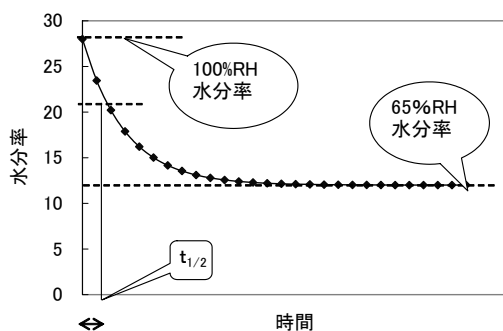


図2 脱湿のモデル図

表1 シミュレーションに設定した部屋のタイプ

部位	面積(cm^2)	割合(%)	洋室			和室		
			①総ヒノキ	②2×4(OSB)	③石膏ボード・カーペット	④和室1	部位	面積(cm^2)
天井	122500	21%	ヒノキ	石膏ボード	石膏ボード	石膏ボード	天井	115900
床	122500	21%	ヒノキ	チェリー	カーペット	畳	畳	115900
壁	305200	51%	ヒノキ	OSB	石膏ボード	石膏ボード	壁	183000
ドア	13000	2%	ヒノキ	杉	ヒノキ	杉	襖	118300
窓	31900	5%	ガラス	ガラス	ガラス	ガラス	障子	62700
合計	595100	100%					合計	595800
								割合(%)
								⑤和室2
								天井
								壁
								床
								障子
								紙
								紙

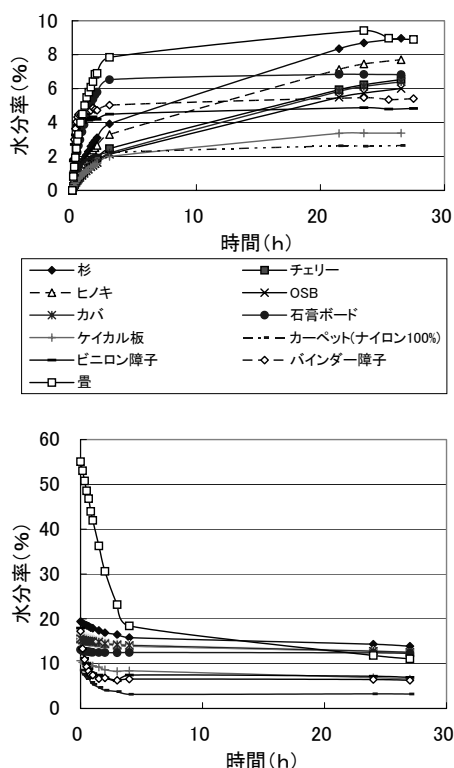


図3 建材と内装材の水分率の変化

表2 試料の吸湿量と吸湿・放湿の速度
(空欄については未測定のため測定値なし)

建材・内装材	水分率(%)		$t_{1/2}$ (分)		乾燥時の重量(g)	試料の大きさ(cm) (縦×横×厚さ)
	20℃,65%RH	20℃,100%	吸湿①	放湿②		
チェリー	9.6	15.4	910	209	6.2	3×3×1.2
カバ	9.1	15.6	890	240	6.5	3×3×1.2
ラワン材	9.8		1150		5.9	3×3×1.4
ナラ	9.8		1740		9.1	3×3×1.5
杉	10.5	19.4	260	155	4.5	3×3×1.4
ヒノキ	9.7	16.7	660	189	7.4	3×3×2
赤松	10.7		750		6.0	3×3×1.5
パイン	10.4	19.3	400	160	4.7	3×3×1.5
ホワイトウッド	11.2	20.0	520	175	6.0	3×3×2
MDF	7.9		470		7.9	3×3×1.5
SPF	11.0		970		9.0	3×3×1.9
SPF(防虫防腐材)	11.1		870		8.1	3×3×1.9
OSB	9.2	16.0	980	198	5.8	3×3×1
石膏ボード	6.7	13.1	45	240	5.0	3×3×0.9
ケイカル板	3.6	10.7	130	125	3.7	3×3×0.4
気孔ケイカル	3.6		140		3.3	3×3×0.4
カーペット(ナイロン100%)	2.6	8.6	27	50	2.1	3×3×0.4
カーペット(ポリプロピレン100%)	1.5		0.04		1.8	3×3×0.7
カーペット(PP73%, PE27%)	0.02		18		2.4	3×3×0.7
カーペット(綿100%)	4.6	17.3	19	45	1.2	3×3×0.4
障子(パルプ70%, レーヨン25%, ビニロン5%)	4.8	17.9	8	13	1.2	10×25×0.01
障子(パルプ75%, 合繊・他25%)	5.4	17.3	10	17	1.1	10×25×0.01
襖(混紗和紙)	19.0	17.7	6	13	1.8	12×11×0.02
襖(レーヨン紙)	19.1	19.8	10	23	2.6	12×8.8×0.03
畳	9.4	55.1	55	105	1.1	4.5×5×0.15

3. 結果および考察

3.1 吸脱湿過程の水分率測定

図3に各種の建材内装材の吸湿と脱湿過程の水分率の時間変化を示した。測定したすべての建材と内装材について、20℃ 65% RH で定常状態になった時の水分率と、吸湿速度の尺度としての時間 $t_{1/2}$ をまとめて表2に示した [1]。この結果から、木質系では2×4などに使用される木質ボード (OSB) は一般の木材に比べて吸湿量が約半分と少なく、吸湿性が小さいことがわかる。これは樹脂などの充填剤の影響と考えられる [2]。繊維系では天然繊維が化学繊維より水分率が大きい。吸脱湿の速度をみると、木材系は吸湿・脱湿に長時間を要し、紙系は速い速度で吸湿、脱湿をすることがわかる [6]。畳は紙系の次に速く吸湿し水分率が最も高い。繊維系は中間的な速さで定常状態になった。

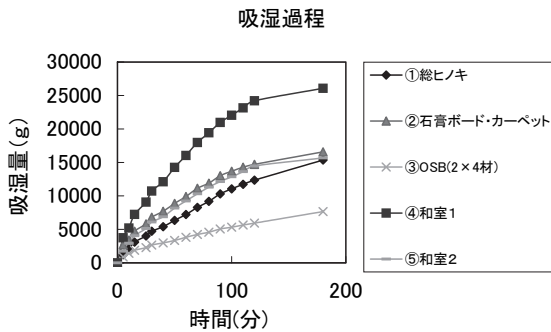


図4 部屋のタイプと吸湿過程のシミュレーション

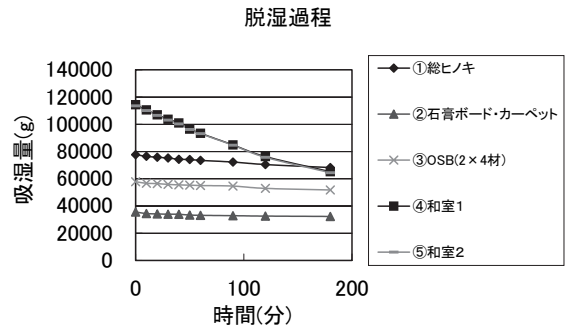


図5 部屋のタイプと脱湿過程のシミュレーション

3.2 部屋のタイプ別の水分率のシミュレーション結果

2.2で述べた広さ約8畳の5タイプの部屋について、部屋全体を囲う内装材による吸湿過程と脱湿過程の水分量のシミュレーション結果は次のようになった。

乾燥した内装材全体が20℃、65% RHの環境での吸湿量の180分までの時間推移を図4に、十分に吸湿した内装材全体が65% RHの環境での脱湿量の180分までの時間推移を図5に示した。65% RHまでの吸湿過程では、木造住宅のどの部屋においても100分以内に吸湿量が5,000g以上となり、シミュレーションした空間容積（約30立方メートル）の20℃の飽和水蒸気量（約600g）を大きく上回っており、密閉された室内での急な加湿などに十分対応できることがわかる。また、本研究では内装材の吸脱湿量と室内空間の湿度変化との対応関係の実験データはないが、密閉された室内空間の調湿には吸脱湿の速度が重要と考えられる。シミュレーションでは吸湿過程での $t_{1/2}$ が小さい畳、紙、繊維、石膏ボードの使用量が多い部屋（③④⑤）の吸湿速度が速いことがわかる。また、脱湿過程では $t_{1/2}$ が小さい畳、紙、繊維の使用量が多い部屋（④⑤）の脱湿速度が速いことがわかる。このように畳や紙（ふすまなど）系が多く使用されていると、吸湿と脱湿の双方の速度が高く調湿能力の優れた部屋となると考えられ、高温多湿期と乾燥期の二面がある日本の気候に適していると推測される。

4. まとめ

建材や内装材の吸脱湿特性を測定し、建材、内装材の湿気を調節する働きを検討し、次の結果を得た。

- (1) 建材・内装材の種類による吸湿量、脱湿量および吸脱湿の速度が異なる。
- (2) 木造住宅では、建材による吸湿・脱湿量が空気中の水分の量に比べて十分に大きい。また、湿度の変動を緩和するには、建材の吸脱湿速度が速いことが必要であると考えられる。

付記：本研究の一部は2009年日本繊維製品消費科学会年次大会（2009.6.13 京都女子大学）で発表した[7]。

文献

1. 土志田沙織, 川尻祐賀理, 城島栄一郎, 2008年日本繊維製品消費科学会年次大会研究発表要旨, (2008)
2. 浅野猪久夫, 朝倉書店, 木材の事典, (1982)
3. 向井毅, 菊池政史, 宮城進, 建築用ボード類の吸湿・水および放湿・水特性に関する基礎的検討, 日本建築学会関東支部研究報告集, 257～264 (1987)
4. 中尾正喜, 建築材料の吸放湿特性の動的測定法, 日本建築学会計画系論文報告書, 1～8 (1985)
5. ダウ化工株式会社, 熱と環境 VOL.46, 1～15 (1995)
6. 浅野真一, 芦沢達, 河野寛, 建築用各種仕上材料の吸湿放湿能について, 日本建築学会研究報告, 85～86 (1955)
7. 土志田沙織, 城島栄一郎, 日本繊維製品消費科学会2009年次大会研究発表要旨, 231 (2009)