

## 各種調湿建材の平衡含水率

## Equilibrium moisture content of various moisture controlling building materials

平田潤哉\*1・宮野則彦\*2

Junya HIRATA \*1 and Norihiko MIYANO \*2

\* 1 日本大学大学院生物資源科学研究科

\* 1 Grad. Sch. Bioresour. Sci., Nihon Univ., Fujisawa, 252-0880

\* 2 日本大学生物資源科学部

\* 2 Coll. Bioresour. Sci., Nihon Univ., Fujisawa, 252-0880

**要旨:** 近年、建物内部の湿度環境の調整をはかる手段の一つとして、調湿性能を有する各種の内装材料が研究開発されている。現在までに製品化されている調湿建材は、素材及び形状が多岐にわたり、各々の吸放湿量及び吸放湿特性が異なっていることがこれまでの研究により明らかになった。調湿建材の吸放湿特性には、建材の平衡含水率が大きく関わっていることが考えられる。そこで本研究では、市販されている37種の調湿建材を対象として、「JIS A 1475 : 2004 建築材料の平衡含水率測定方法」に準拠して平衡含水率の測定を行った。その結果、各々の素材が異なることによる平衡含水率の相違が確認された。調湿建材の採用にあたっては、住宅ではその立地環境や施工空間の規模、目的等を考慮し、収蔵庫等では収納物の環境湿度特性に適した調湿建材を採用することが必要となる。

キーワード: 調湿建材, 平衡含水率, 吸放湿特性

**Abstract:** In late years, as one of the means to consult with about adjustment of the humidity environment in building, various interior materials having moisture controlling property are researched and developed. To date, in manufactured the moisture controlling building material, material and a shape vary, and it was revealed that each water vapour adsorption/desorption content and water vapour adsorption/desorption property was different by a past research. It is thought that equilibrium moisture content of building materials greatly affects water vapour adsorption/desorption property of moisture controlling building material. This research measured equilibrium moisture content according to "JIS A 1475 Method of test for hygroscopic sorption properties of building materials." for 37 kinds of commercially available moisture controlling building material. As a result, a difference of equilibrium moisture content by each material being different was confirmed. It becomes necessary to adopt moisture controlling building material in consideration of the location environment, a scale of the construction space and a purpose in the house. In addition, it becomes necessary to adopt moisture controlling building material suitable for environmental humidity properties of things in the storage.

**Keywords:** moisture controlling building material, equilibrium moisture content, water vapour adsorption/desorption property

## I はじめに

近年の日本住宅では、高断熱・高气密化が一段と進み、室内環境の面では、結露の発生や過乾燥状態が見られるようになった。特に、極端な低湿度住環境は重大な健康被害にもつながる恐れがある(2)。

これらの現象を解消するために、建築内装材料は吸放湿性能がある方が望ましいとされ、様々な調湿建材が研究開発されるようになった(3)。しかし、現在市販されている調湿建材には、原料や形状の違いなど様々なものがあるにも関わらず、製品毎の特性を考慮せずに利用されている現状がある。さらに、施工目的や施工空間の湿

度環境に適した調湿建材を選択しなかったために、十分な効果が得られていない事例も見受けられる。

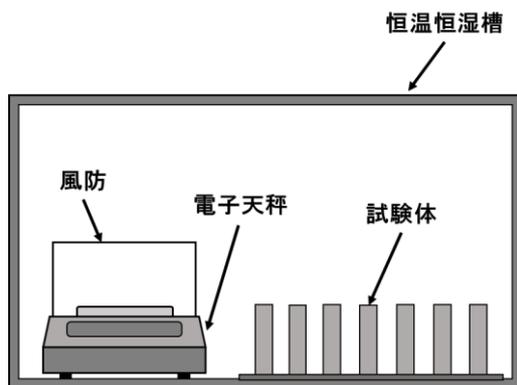
これまでの研究で、素材の相違によって、吸放湿量および吸放湿特性に差異が生じていることが明らかとなっている(1)。また、絶対湿度と吸放湿量との間に相関性があり、季節によって調湿効果にかなりの差があることから(4)、調湿建材の吸放湿特性には、材料の平衡含水率が大きく関わっていると考えられる。

そこで本研究では、現行の調湿建材の平衡含水率を測定し、各々の調湿機能との関係を比較検討し、調湿建材の適材適所の利用を提案することを目的とする。

## II 実験

1. **実験試料** 対象とした試験体を表一に示す。試験体の分類には、使用されている素材が木質素材のものは木質系、粘土鉱物類は土質系、その他の調湿建材を無機質系として分類した。なお、今回対象とした試験体は木質系9種、土質系8種、無機質系20種の計37種である。試験体の縦横寸法は100×100 (mm) とし、厚さは市販されている製品の厚さとした。試験体の入手段階で測定面積を満たすことができなかつた試験体に関しては、入手することができた大きさで測定を行った。

2. **実験方法** 測定は、「JISA1475 建築材料の平衡含水率の測定方法」のチャンバー法に準拠して図一のように恒温恒湿槽内で行った。測定時の温度条件は23±0.5℃とし、相対湿度条件は35, 45, 55, 75, 85, 99%とした。測定は、各相対湿度で恒量となるまで行い、恒量が確認された直後に次の相対湿度に変化させ、同様の測定を行った。なお、24時間間隔で測定した連続する3回の測定値の質量変化量が24時間前の質量の0.1%以下となった時点で恒量とする。測定は、吸湿過程から行い、放湿過程終了後に試験体を乾燥させ、全乾重量を測定した。



図一 実験装置の簡略図

Fig.1 Simple figure of the experimental equipment

3. **解析方法** 平衡含水率の解析方法を以下に記す。一般的に平衡含水率の表記には、平衡質量含水率を使用しているが、これは質量基準での値であるので、同一体積の試料であっても密度によって全乾質量が異なるので、同一体積の試料に含まれている水分量を直接的に知るには不都合である。調湿建材等の施工は面積および容積を基準として行われていることから、平衡含水率の表記も材料の密度に影響されることのない容積基準で表わした方が、使用者の理解が容易になると考えられる。従って、今回の報告では、「JISA1476 建築材料の含水率測定法」により定められている容積基準質量含水率の値を使用して解析を行う。

$$u = \frac{(m-m_0)}{m_0} \dots \textcircled{1}$$

$$w = u\rho_0 \dots \textcircled{2}$$

ここに、 $u$  : 平衡質量含水率 (kg/kg),  $m$  : 試料の質量 (kg),  $m_0$  : 全乾時の試料の質量 (kg),  $w$  : 容積基準質量含水率 (kg/m<sup>3</sup>),  $\rho_0$  : 全乾時の試料の密度 (kg/m<sup>3</sup>)

表一 試験体一覧

Table 1 List of specimens

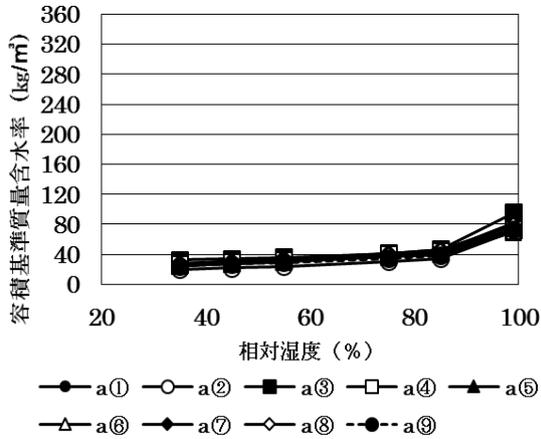
分類	試験体番号	素材名	測定面積(mm <sup>2</sup> )	厚さ(mm)	密度(kg/m <sup>3</sup> )
木質系	a①	木炭	57×100	9.3	597.65
	a②	木質繊維	100×100	10.0	281.58
	a③	木材+セメント	97×109	26.3	718.92
	a④	スギ(A)	100×101	27.2	300.62
	a⑤	スギ(B)	101×101	26.1	271.57
	a⑥	スギ(C)	100×101	27.3	278.02
	a⑦	スギ(D)	102×99	26.7	307.44
	a⑧	スギ(E)	100×100	36.7	361.47
	a⑨	スギ(F)	100×100	36.5	328.88
土質系	b①	アロフェン(A)	99×99	5.6	1488.41
	b②	カオリン	100×100	7.3	1268.51
	b③	アロフェン(B)	75×75	5.7	1554.90
	b④	ゼオライト(A)	100×100	5.9	1030.36
	b⑤	ゼオライト(B)	100×100	6.1	1028.10
	b⑥	パーミキュライト(A)	100×100	6.0	888.35
	b⑦	パーミキュライト(B)	100×100	9.6	895.63
	b⑧	パーミキュライト(C)	100×100	9.9	941.40
無機質系	c①	稚内層珪質頁岩(A)	100×100	8.3	1233.96
	c②	稚内層珪藻頁岩(B)	100×100	10.1	1171.60
	c③	ケイ酸カルシウム(A)	75×133	12.5	583.86
	c④	石膏(A)	100×100	9.6	651.27
	c⑤	ALC粉末	51×51	6.6	888.70
	c⑥	珪藻土	100×100	6.0	732.79
	c⑦	石膏(B)	100×100	9.5	670.12
	c⑧	石膏(C)	100×100	9.3	685.09
	c⑨	石膏(D)	100×100	9.4	651.67
	c⑩	石膏(E)	100×100	9.8	595.98
	c⑪	ケイ酸カルシウム(B)	100×100	6.1	938.62
	c⑫	稚内珪藻土(A)	100×100	6.3	915.23
c⑬	ダイライト	100×100	5.9	592.02	
c⑭	ロックウール(A)	100×100	9.7	423.41	
c⑮	ロックウール(B)	100×99	12.0	314.03	
c⑯	稚内珪藻土(B)	100×100	6.1	971.79	
c⑰	ロックウール(C)	100×100	12.3	332.98	
c⑱	天然石	60×75	7.2	1159.27	
c⑲	珪藻頁岩	100×100	12.4	359.35	
c⑳	石膏(F)	100×100	9.4	578.08	

※素材欄の同一素材の括弧付けアルファベットは製品別を意味する。

## III 結果と考察

1. **木質系調湿建材の容積基準質量含水率** 今回測定した木質系試料の吸湿過程における容積基準質量含水率を図二に示す。図より、製品毎の容積基準質量含水率に大きな差は確認できなかった。また、平衡含水率曲線

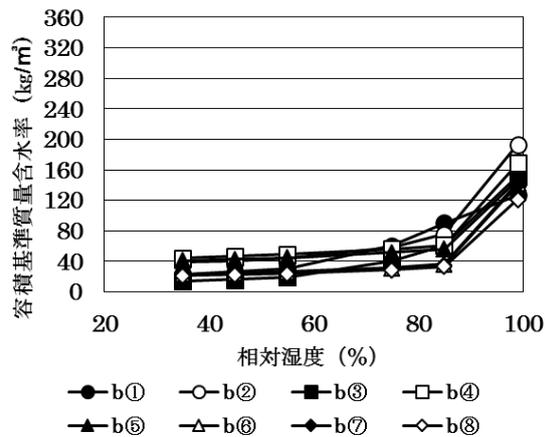
は全体的に緩やかに上昇していく傾向が見られ、高湿度域であっても容積基準質量含水率は高い値を示さなかった。これらの結果から、木質系は高湿度環境の地域や場所には適さないであろうことが明らかとなった。



図一 2. 木質系の容積基準質量含水率の比較

Fig.2 Comparison of each equilibrium moisture content mass by volume curve of wood - base

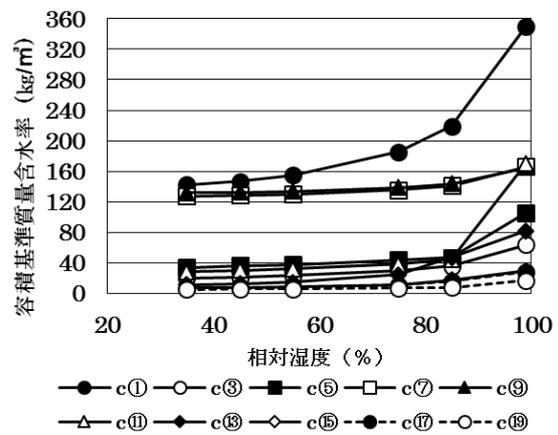
2. 土質系調湿建材の容積基準質量含水率 土質系試料の吸湿過程における容積基準質量含水率を図一 3 に示す。図より、製品毎の容積基準質量含水率に大きな差は確認できなかった。また、平衡含水率曲線は全体的に緩やかに上昇していく傾向が見られ、高湿度域に近づくにつれて容積基準質量含水率も高い値を示していくことが確認できた。これらの結果から、土質系は高湿度環境が継続される地域や場所であっても採用することができるであろうことが明らかとなった。



図一 3. 土質系の容積基準質量含水率の比較

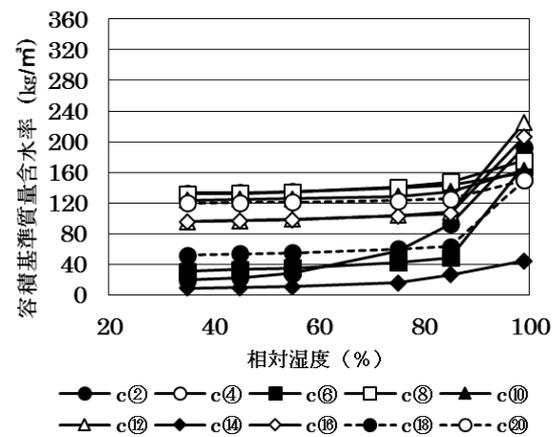
Fig.3 Comparison of each equilibrium moisture content mass by volume curve of soil - base

3. 無機質系調湿建材の容積基準質量含水率 今回測定を行った無機質系試料の吸湿過程における容積基準質量含水率を図一 4 と図一 5 に示す。無機質系は試験体の個数が多いため、表一 1 の試験体番号の中で奇数を図一 4、偶数を図一 5 に示した。これらの図より、製品の素材が異なることによって容積基準質量含水率に大きな差が生じていることが確認できた。また、無機質系の平衡含水率曲線は木質系のように緩やかに上昇するものや土質系のように高湿度域に近づくにつれて大きく上昇していくもの等、製品毎の含水特性の差が明らかとなった。これらの結果から、無機質系は施工場所やその地域で起こりうる湿度環境を十分に考慮した上で、その湿度環境に適した調湿建材を採用する必要があることが考えられる。



図一 4. 無機質系の容積基準質量含水率の比較 (その 1)

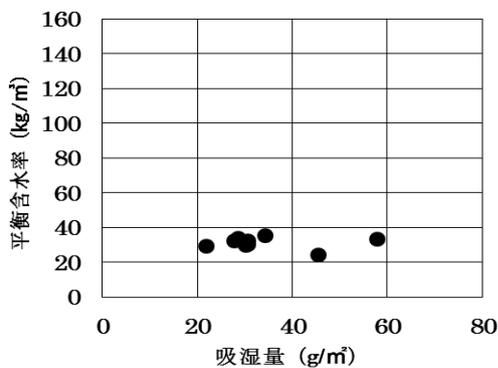
Fig.4 Comparison of each equilibrium moisture content mass by volume curve of inorganic - base (No.1)



図一 5. 無機質系の容積基準質量含水率の比較 (その 2)

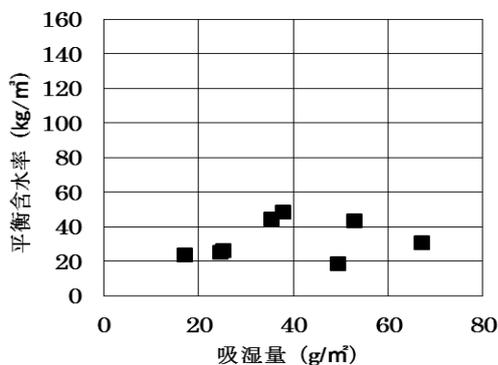
Fig.5 Comparison of each equilibrium moisture content mass by volume curve of inorganic - base (No.2)

4. 平衡含水率と吸湿量の比較 建築材料の性能評価を行っている建材試験センターでは、調湿建材の平衡含水率を評価する場合、吸湿過程の相対湿度55%時の容積基準質量含水率の値が規定の数値を上回ることを定めている。また、吸湿量についても規定の数値を定めている。このように調湿建材の評価項目で重要となるのは吸湿量と平衡含水率であるので、既に報告した調湿建材の吸湿量(1)と今回測定した平衡含水率との関係性の確認を試みた。図一六、図一七より、木質系と土質系は平衡含水率がほぼ一定であるが、吸湿量にはばらつきが確認された。また、図一八より、無機質系は主に珪藻土類と石膏を原料としている調湿建材が高い平衡含水率を示し、その他は低い平衡含水率を示した。これらの結果から、吸湿量は、平衡含水率だけではなく、製品の透湿性や表面積などの他の要因も影響していることが示唆される。



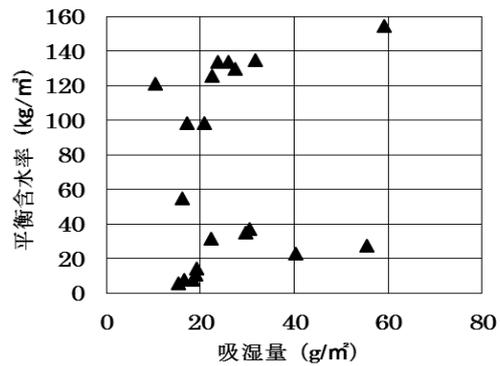
図一六. 木質系の平衡含水率と吸湿量の比較

Fig.6 Comparison between equilibrium moisture content mass and water vapour adsorption content of wood - base



図一七. 土質系の平衡含水率と吸湿量の比較

Fig.7 Comparison between equilibrium moisture content mass and water vapour adsorption content of soil - base



図一八. 無機質系の平衡含水率と吸湿量の比較

Fig.8 Comparison between equilibrium moisture content mass and water vapour adsorption content of inorganic - base

#### IV おわりに

本研究は、市販されている37種の調湿建材を対象として、平衡含水率の測定を行った。その結果、調湿建材に使用されている素材や製法が異なることによって、個々の平衡含水率に差異が見られることが明らかとなった。また、吸湿量との関係性を確認した結果、平衡含水率が一定であっても、吸湿量が異なることが示された。現在、調湿建材の開発に関する文献の報告は、平衡含水率と吸湿量のどちらか一方の性能評価のみでの報告例が多くなっている。今回の結果から、片方の性能評価のみでは十分な評価が行えないことが示唆された。さらに、住宅内装材として調湿建材を採用する場合は、住宅の立地環境や施工空間の規模、使用目的等を考慮して各種の調湿建材を適材適所で採用する必要があることが明らかとなった。

#### 引用文献

- (1) 平田潤哉・宮野則彦 (2015) 各種調湿建材の素材と吸放湿特性. 関東森林研究 **66**(1) : 49-52
- (2) 黒木康輔・長谷川兼一・松本真一・源城かほり (2005) 住宅の湿度環境と健康影響に関する研究 その2 国内外における文献調査. 日本建築学会学術講演梗概集 (近畿) **2005** : 989-990
- (3) 宮野則彦・神谷清仁・水谷章夫・宮野秋彦 (2001) 土壁および土質系調湿建材の吸放湿特性について: 建築材料の吸放湿に関する実験的研究 その4. 日本建築学会東海支部研究報告集 **39** : 521-524
- (4) 宮野則彦・神谷清仁・水谷章夫・小林定教・宮野秋彦 (1998) 天然素材による調湿建材の性能について. 第2回アジアの建築国際交流シンポジウム論文集 : 393-396