

# 陶磁器素地の調湿機能について

伊藤 隆\*, 林 茂雄\*, 山本 佳嗣\*\*, 新島 聖治\*\*\*

## Humidity Controlling Properties of China Bodies

Takashi ITO, Shigeo HAYASHI, Yoshitsugu YAMAMOTO and Seiji NIIJIMA

We studied on humidity controlling properties of china bodies which contained clay minerals. As a result, china bodies fired at 700°C showed the highest humidity controlling property. Among the studied china bodies, Tokiguchi gairome clay showed the highest humidity controlling property, but thickness of the specimens did not have a large effect on the humidity controlling property. Hydrothermal treatments at 180°C(1 MPa) of Tokiguchi gairome clay and Iga body that fired at 700°C increased the humidity controlling property by about 1.5 times.

Key words: Humidity Controlling Property, China Body, Low Temperature Firing

### 1. まえがき

萬古焼, 伊賀焼で製造されている陶磁器製品の多くは, 陶器質の素地であり、緻密な磁器質とは異なり、多くの微細な気孔を有する多孔質体である。この気孔には、外部から水や空気などが出入りできる状態の開気孔と密閉された状態の閉気孔があり、開気孔の場合、気孔の大きさ、形状及び量などによって、吸着、透過、保水、触媒作用などの物理化学的性質が左右される。

開気孔が水を吸収したり放出したりする性質を利用した多孔質な陶磁器製品としては、調湿タイル<sup>1)</sup>、保水性ブロック<sup>2)</sup>などがある。中でも、調湿タイルは、シックハウスが社会的問題として、大きな関心と呼んでおり、湿度を調節する機能(調湿機能)を有し、快適な住環境を作り出すことができる材料として、珪藻土やゼオライトなどを利用した高機能なものが市販されている。これらは、数ナノメートルの細孔を有しており、細孔中で水蒸気の凝縮と気化が自律的に行われることで調湿機能が発揮される<sup>3)</sup>。

粘土は、粒子径が2ミクロン以下の微粒子で構成されており、カオリナイト、ハロイサイト、モンモ

リロナイトなどの粘土鉱物が主体となっている。陶磁器素地の素焼で知られるように、粘土の集合体を低温で焼成すると、粘土鉱物の脱水分解と焼結が起こり、微細気孔を有する多孔質体が形成されるため、調湿機能を発現する可能性がある。

特殊な材料を用いず、粘土を主体とする物質の低温焼成による調湿材料は、低コストでの製造、様々な形状への対応などが可能であり、建材以外に保存容器類など、新たな製品への展開が期待できることから、各種陶磁器素地などの調湿性能を調べたので、その結果について報告する。

### 2. 実験方法

#### 2. 1 試験体の作製

粘土として、土岐口蛙目(水ヒ物)、ニュージーランドカオリン(NZカオリンと称す。)、富谷カオリン、ベントナイト及び村上粘土を用いた。また、市販陶磁器素地用坯土(陶磁器用に配合された土)として、半磁器土(特白)、伊賀土及びタイル土を用いた。さらに、粘土含有物質として、浄水汚泥を用いた。組成の概要を表1に示す。

これらを乾燥し、粉碎、500~1000ミクロンの目開きのふるい通過後、約40MPaの圧力で120×120×約13mmの大きさにプレス成形した。以後、特に断らない限りこのサイズの成形体を試験体に供した。

\* 窯業研究室応用技術グループ

\*\* 窯業研究室伊賀分室

\*\*\* 窯業研究室材料開発グループ

各成形体を電気炉により、昇温速度 150°C/時(ただし、200°C~400°Cは 50°C/時)、所定温度での保持 30 分として焼成した。一部の試験体は、オートクレーブにより 180°C 1MPa (2 時間保持) で水熱処理を行った。

また、比較のため、木材としてラワン、ヒノキ、スギを、市販調湿材としてアロフェン含有焼成タイル(以後、市販調湿材 A と称す。)及び珪藻土頁岩含有焼成タイル(以後、市販調湿材 B と称す。)を同様の寸法にして用いた。

表 1 陶磁器素地等の組成概要

名称	組成の概要
土岐口蛙目	カオリナイト系粘土
NZ カオリン	ハロイサイト系粘土
富谷カオリン	ディッカイト系粘土
ベントナイト	モンモリロナイト系粘土
村上粘土	セリサイト系粘土
半磁器土(特白)	粘土-陶石-長石系
伊賀土	粘土-長石-石英系
タイル土	粘土-長石-石英系
浄水汚泥	粘土-長石-石英系

## 2. 2 調湿試験

JIS<sup>4)</sup> に準拠し、2. 1 で作製した各試験体で、約 120×120mm の一面を吸放湿面とし、他の面はアルミテープを貼り付けて断湿した。この試験体を槽内攪拌用ファンの付いた恒温恒湿槽に入れ、23°C、相対湿度 50% で恒量化した後、相対湿度 90%、50% で各 24 時間放置した。この間、所定の時間ごとに重量変化を測定し、各重量変化分を吸放湿面積で割った値を吸放湿量とした。

JIS 法では、相対湿度の設定を各種塩飽和水溶液を入れた恒温槽で得られる相対湿度を試験に用いているが、前田<sup>5)</sup>は、相対湿度 50% を基準として吸放湿試験をすべきであると提案しており、市販の製品カタログでもこの提案に沿った内容になっているものが多いことから、本研究においても相対湿度 50% を基準とした。

なお、相対湿度 90% で 24 時間吸湿後の吸湿量を 24 時間吸湿量、その後、相対湿度 50% で 24 時間放湿後の放湿量を 24 時間放湿量とした。

## 3. 結果と考察

### 3. 1 焼成温度と調湿機能

粘土を含む代表的物質として、土岐口蛙目、伊賀土及び浄水汚泥を選択し、600~1200°C で焼成して、吸放湿特性を調べた結果を図 1~3 に示す。

これから、いずれも 1000°C 以下で焼成したものは、相対湿度 90% にしたときの吸湿による重量増加、相

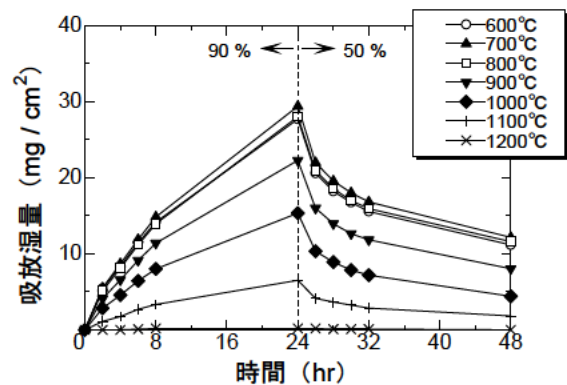


図 1 土岐口蛙目焼成体の吸放湿特性

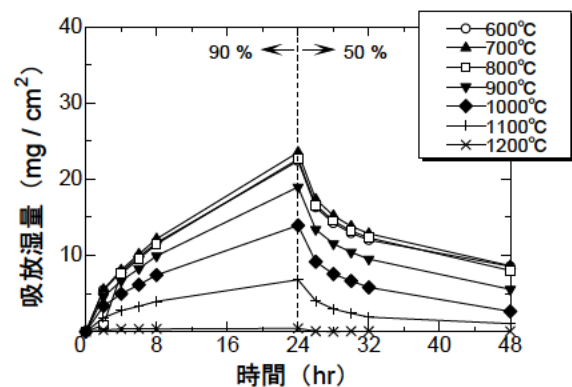


図 2 伊賀土焼成体の吸放湿特性

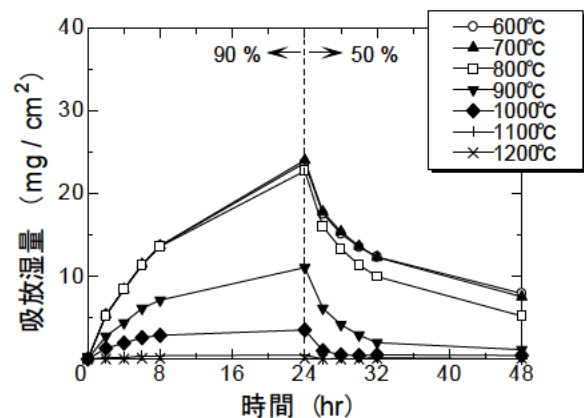


図 3 浄水汚泥焼成体の吸放湿特性

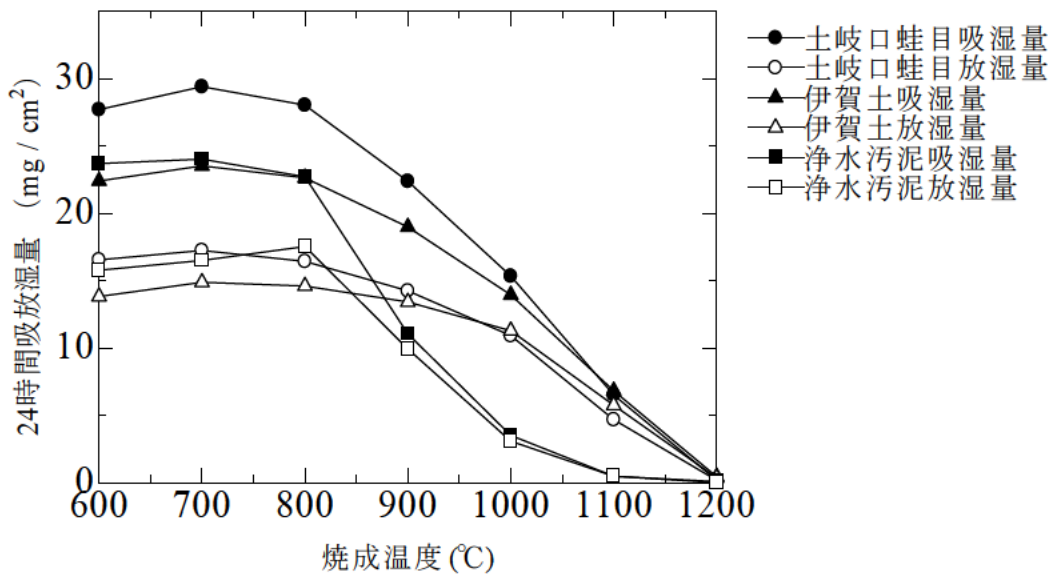


図4 焼成温度と24時間吸放湿量

対湿度 50%にしたときの放湿による重量減少が明確であり、ある程度の調湿機能を有していることがわかるが、1200°Cで焼成したものは、調湿機能が全くない。

24時間吸湿量と24時間放湿量の焼成温度による変化を図4に示す。これから、いずれも24時間吸湿量及び24時間放湿量は、700°C付近で焼成したものが最も高い値となり、900°C以上で焼成すると急激に低下することがわかる。

従って、調湿機能から見れば、粘土を含む物質の焼成温度は、700°C程度が最適と考えられる。

### 3.2 調湿機能における試験体の厚さの影響

土岐口蛙目を用い、厚さを7.5~16.8mmで作製した試験体により、24時間吸放湿量を測定した結果を図5に示す。これから、24時間放湿量は、試験体の厚さが増加するに伴い若干低下する傾向にあるが、試験体の厚さによる有意な差はほとんど見られない。

従って、今回の試験に用いた範囲の厚さであれば、試験体の厚さによる調湿機能への影響は、ほとんどないと考えられる。

### 3.3 陶磁器素地等の種類と調湿機能

700°Cで焼成した各種陶磁器素地等、各種木材及び市販調湿材の24時間吸放湿量測定結果を図6に示す。これから、粘土(土岐口蛙目、NZカオリン、富谷カオリン、ベントナイト、村上粘土)は、その

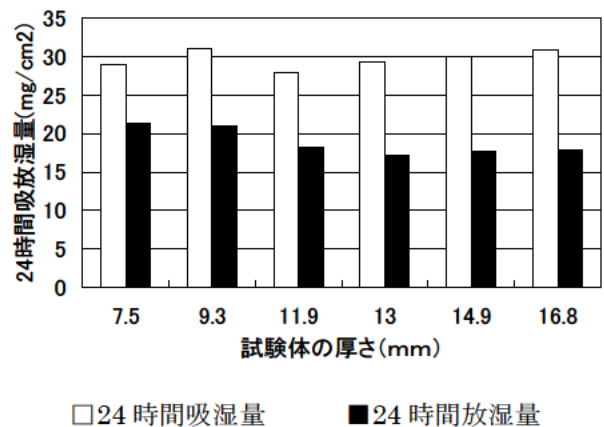
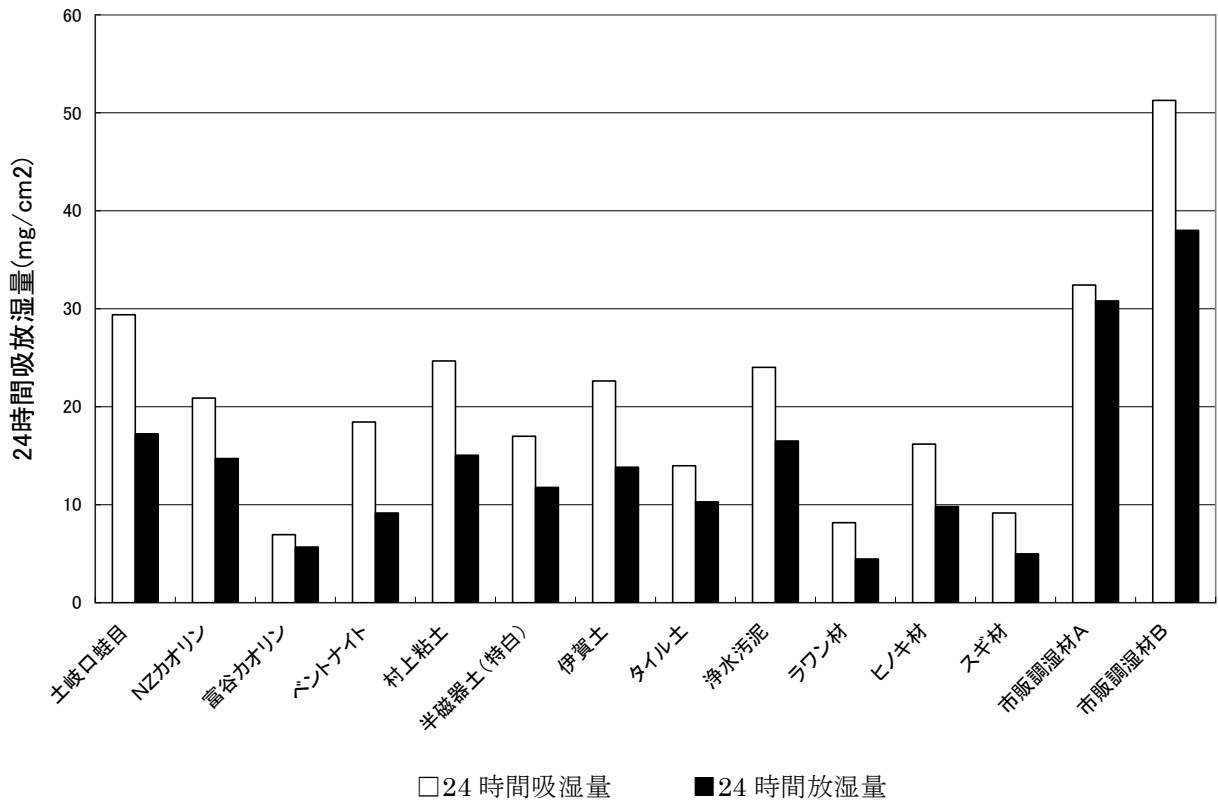


図5 試験体の厚さと吸放湿量

種類によって調湿機能はかなり異なり、土岐口蛙目が最も高く、富国カオリンが最も低い。化学分析値からのノルム計算では、各試料で粘土質物の含有量は多少異なるものの、カオリナイト系粘土が良好な調湿機能を有するといえる。

また、市販陶磁器素地(半磁器土、伊賀土、タイル土)においては、伊賀土が最も良いが、浄水汚泥はさらに高い調湿機能を示した。

アロフェン含有する市販調湿材Aは24時間吸湿量と放湿量がほとんど同じであり、良好な調湿機能を有している。木材では、ヒノキ材が最も調湿機能が高いが、陶磁器素地700°C焼成体などよりも低い値を示した。



□24時間吸湿量 ■24時間放湿量

図6 各種陶磁器素地等の吸放湿量

粘土及び陶磁器素地の700℃焼成体では、土岐口蛙目が、最も高い調湿機能を示している。市販調湿材に比べると調湿機能は低いが、木材よりも1.5～2倍程度高く、調湿材料として使うことも十分検討に値する。

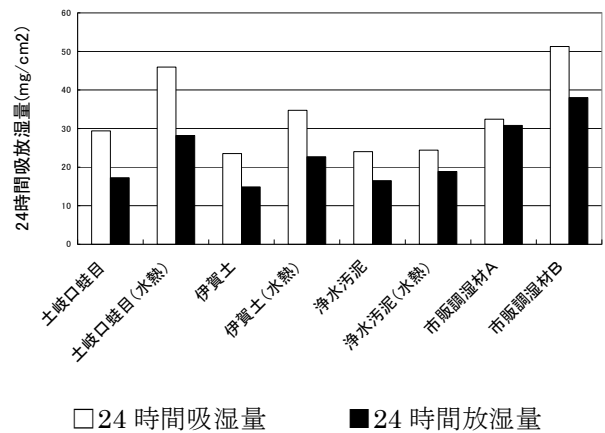
### 3.4 水熱処理と調湿機能

図7に土岐口蛙目、伊賀土、浄水汚泥の700℃焼成体、これらの水熱処理したもの及び市販調湿材の24時間吸放湿量について比較した結果を示す。

これから、水熱処理により、土岐口蛙目と伊賀土は、調湿機能が約1.5倍向上しているが、浄水汚泥は、ほとんど変化していない。これは、土岐口蛙目、伊賀土はカオリナイト系の粘土分が多いが、浄水汚泥は石英分が多く粘土分が少ないことが関係している可能性がある。

水熱処理した土岐口蛙目、伊賀土は、市販の調湿材に近い調湿機能を示しており、水熱処理による調湿機能の向上は興味深い。また、調湿機能を有するものは化学物質の吸着性能も優れていると考えられ、脱臭、有害物質の除去などに利用できる可能性があるため、今後、このような機能を調べることも重要である。

なお、曲げ強度を測定した結果、土岐口蛙目700℃



□24時間吸湿量 ■24時間放湿量

図7 24時間吸放湿量の比較

焼成体は、4.9MPa、同水熱処理物は5.3MPaであり、通常の陶磁器素地の素焼程度であった。

このように、水熱処理するだけでは強度を向上させることは困難である。調湿材料として、様々な用途に応用するには、今後、強度を向上させるための手法を検討する必要がある。

## 4. まとめ

粘土及び陶磁器素地等の焼成体における調湿機能について調べた結果、次のことが明らかになった。

- (1)調湿機能は、600～900℃で焼成したものが高く、700℃程度での焼成が最適である。
- (2)試験体の厚さは、調湿機能にあまり影響しない。
- (3)粘土の種類としては、土岐口蛙目が最も高い調湿機能を示した。
- (4)陶磁器素地及び浄水汚泥は、700℃焼成体でいずれもある程度の調湿機能を示した。
- (5)土岐口蛙目、伊賀土の700℃焼成体は、水熱処理により調湿機能が約1.5倍向上した。

## 参考文献

- 1)福水浩史：“エネルギーを使わずに湿度を調節する－調湿建材－”. セラミックス, 37(1), P.6-9(2002)
- 2)阿部美紀也：“水の蒸発潜熱で涼しい環境を作る

－保水性建材－. セラミックス, 37(1), P.10-13(2002)

- 3)渡村信治ほか：“インテリジェント型調湿材料の開発に関する基礎研究”. 名古屋工業技術研究所報告, 49, P.105-114(2000)
- 4)JIS A1470-1, 調湿建材の吸放湿性試験方法－第一部：湿度応答法－湿度変動による吸放湿試験方法(2002)
- 5)前田雅喜：“産総研における標準化戦略とセラミックス－環境調和型建材－”. セラミックス, 39(5), P.395-397(2004)

(本研究は法人県民税の超過課税を財源としています)