

## 《 解 説 》

## 天然ゼオライト系機能性建築材料

浦山良一, 松本 浩

新東北化学工業株式会社

1756年アイスランドの火山岩から発見された天然鉱物ゼオライトは、それ以後250年に及ぶ歴史の中で、その性能・機能が解明され、「不思議な石」、「新しい素材」と呼ばれ続け、新しい研究開発が行われ、そしてその利用方法は次第に変化してきた。

近年では天然ゼオライトを素材とした複合化製品が開発され、その機能を応用し高付加価値を持った製品化が図られている。また、環境浄化においても、水処理や土壤汚染対策にも有効に活用されている。

そして、天然ゼオライト系機能性建築材料も、他原料である硬化材、繊維、助剤、添加剤との複合化製品で内装材用のボードに仕上げられ、調湿作用や吸着による空気質改善に寄与し、パッシブなエネルギーの要らない環境調整材料として、居住空間を始め取蔵空間等広い分野での建築物に採用されている。

ここでは、天然ゼオライトを素材として開発された機能性建築材料（以下ゼオライト建材と表記）の機能と特性について解説する。

## 1. はじめに

## 1.1 天然ゼオライトの利用と開発

天然ゼオライトの利用方法は、農業用として土壤改良材、混合肥料、家畜飼料、エチレン吸着による鮮度保持など、そして工業用としてガス吸着剤、溶剤からの脱水、触媒、乾燥剤など、またキャットサンド、抗菌剤、水浄化剤、脱臭剤と幅広いものである。

その形状も用途に合わせ粉体や破砕状、また成型加工されたペレット状、球状とさまざまである。

産業界での天然ゼオライトの利用は、その特異な機能と価格により農業分野での採用が多く、工業製品などへの利用は少ない。

しかし、近年の環境問題への対応とメーカー及び各研究機関の努力により、天然ゼオライトの機能と特性を生かした一次製品や二次製品の需要は拡大しており今後更に期待されるものである。

## 1.2 建築材料の動向

古来、日本では木、土、紙などの自然素材を使用した住まいで暮らしてきた。

これらの素材の吸放湿性と、機密性の低い住宅構造により自然換気（隙間風など）が行われ、結露被害や空気質の悪化は現代住宅に比べ大きな問題とはなっていなかった。

しかし、エネルギー削減の観点から、高気密、高断熱の住宅が奨励され、また新建材であるビニルクロス、合板、複合フローリング材、化粧合板などの安価な建築材料が普及し始めた。

新建材は、吸放湿性に乏しく室内結露、カビやダニの発生、VOC等のガスの発生など、湿気を含めた空気質の悪化を引き起こした。

また、新建材には化学物質を放散するものがあり、そして高気密化はその化学物質の濃度を極端に上げる結果となり、換気量が十分に確保されない建物内部に居る人の喉や目への刺激、頭痛や吐き気、アレルギーなどさまざまな症状を引き起こす原因となった。

これが、現在問題となっている「シックハウス候群」である。

これに対して、2003年建築基準法改正でホルムア

受理日：2005年4月4日

〒980-0011 仙台市青葉区上杉1-7-1

新東北化学工業株式会社研究開発室

e-mail: lab@green.ocn.ne.jp

ルデヒド、トルエンなど13種類の化学物質に室内濃度指針値が設定され、健康志向の高まりと共にエンドユーザーはより安全な建築材料への関心を示している。

## 2. 「ゼオライト建材」開発の流れ

天然ゼオライトの水分吸着作用や豊富な資源を背景に、建築材料としての利用を検討したのは20年前のことである。

当時は、新建材などの安価な材料がもてはやされていた時代であり、日本の気候風土に合った従来からの機能を兼ね備えた自然材料による建築物は数を減らしていた。

その弊害として結露などによる人や建築物への被害を増大させる結果となった。

その中において、天然ゼオライトの機能に建築材料として求められる要素を見出し、快適な住空間作りを目指す開発が始まった。

ゼオライト建材の開発にあたって、天然ゼオライトの吸放湿性を生かした調湿性内装建築材料は、従来の土壁や漆喰の持つ機能をゼオライト建材で現代の建築材料として蘇らせ、規格化された工業製品とすることであった。

当時、美術館や博物館などの歴史的収蔵物や美術品のより安全な保存に、吸放湿性を持つ木材が使用されていたが、美術品収蔵に対応するような木材の安定供給や不燃化、そしてコンクリート構築物によるアルカリ物質の問題があった。

美術品は湿気に敏感で、多湿な状態や急激な湿気変動により収蔵物の変色や劣化を招き、歴史的価値を著しく低下させることが懸念されていた。

また、建物の躯体から出るアルカリ性物質が美術品を劣化させることが分かり、ゼオライト建材はそのアルカリ性物質を吸着除去することが明らかとなり、またその調湿性と不燃性などの物性により、収蔵空間での採用が始まった。

初めて商品化した美術館向け機能性ゼオライト建材である商品名「ゼオット」は国内及び海外での実績を挙げ、ゼオライト建材の地位を築いてきた。

しかし、「ゼオット」は450×900×厚さ12mmで、この製造法での大型化はゼオライトの持つ高吸水性により十分な強度が発現せず曲げ強度などの物性に問題が出てしまい建築材料としての大型化が困難で

あり美術館や博物館以外の一般住宅や公共物件への応用が難しかった。

そこで、製造方法並びに複合原料を十分に検討し大型化と軽量化を図り且つ安価に開発されたのが「プレースボード」で910×1820mm又は910×910mmで厚さ6mmの商品である。

使用場所は住宅を始め、老健施設、病院、学校などで、湿度コントロールは基より臭いやVOCの抑制で空気質の改善が目的となった。

以来、抗菌剤処理によりカビや菌を抑制、また光触媒の複合化によりガス分解除去を行う建築材料として発展している。

## 3. ゼオライト建材の特性

### 3.1 調湿性(呼吸性)

ゼオライト建材は天然ゼオライトの吸放湿性に着目した製品である。

即ち、相対湿度に対して、湿度が高い時に湿気を吸湿し、湿度の低い時にゼオライトに蓄えた水分を放湿するという性質を取り入れたものである。

それは、常に周囲の湿度を一定に保とうとする力が強く働くことになる。

その能力は、木材の吸放湿性と比較しても約3倍の能力を発揮する。

図1は25℃で相対湿度をRH90% - 24時間その後RH50% - 24時間と変化させた時の材料が吸湿、放湿するm<sup>2</sup>当りの量を測定したものであり、図よりゼオライト建材は吸放湿容量が大きく、また初期の湿気に対する応答が早いことから、急激な湿度変動にも追従して調湿することが出来る。

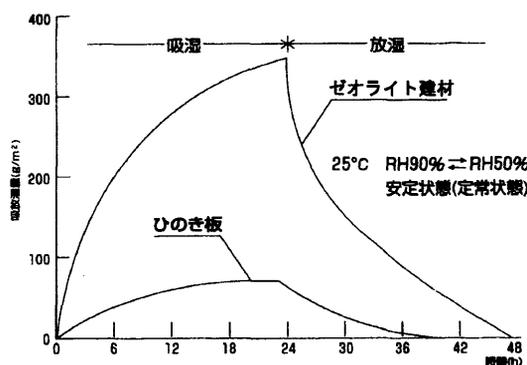


図1 吸放湿性比較

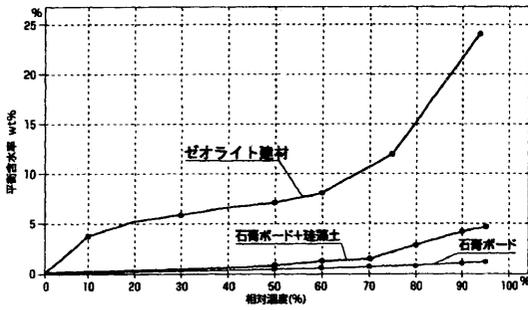


図2 相対湿度と平衡含水率

図2は、相対湿度と平衡含水率のグラフであり、石膏ボード、石膏ボード+珪藻土との比較であるが、ゼオライト建材は中高湿度領域で高い調湿性を示し、平衡含水率も高い。

石膏ボードなどのように平衡含水率が低いと、梅雨時期などの高湿度環境下では短時間で飽和状態となり、湿度コントロールが出来なくなってしまう。

また、ゼオライト建材は、相対湿度がRH70%以上で平衡含水率が大きくなっていることにより、高湿度領域では、吸湿作用がより大きくなり日本のような高温多湿の気候において更に効果を発揮する。

### 3.2 ゼオライト建材の効果

表1 ゼオライト建材の効果

<p><b>健康住宅</b></p> <p>「快適性・健康性」</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・防霉、防カビ、ダニの発生を抑制</li> <li>・冬期暖房時の過乾燥防止</li> <li>・夏期冷房停止後の湿度上昇抑制</li> <li>・脱臭、VOC低減</li> <li>・室内空気環境の改善</li> </ul>
<p><b>省エネ住宅</b></p> <p>「パッシブ建築」</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建材の吸放湿性を利用し、機械力をなるべく用いずに快適な環境をつくる。</li> </ul> <p>(冷房温度1℃上昇で約10%の省エネ)</p>
<p><b>長寿命住宅</b></p> <p>「居住性・耐久性」</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・建築躯体の恒久化</li> <li>・防火性の向上 (不燃材料)</li> </ul>

### 3.3 湿度変動シミュレーション

図3では、標準的な住宅でのゼオライト建材の有無による相対湿度の変動をシミュレーションした結果を表している。

東京地区の8月5日、寝室の相対湿度の変動であ

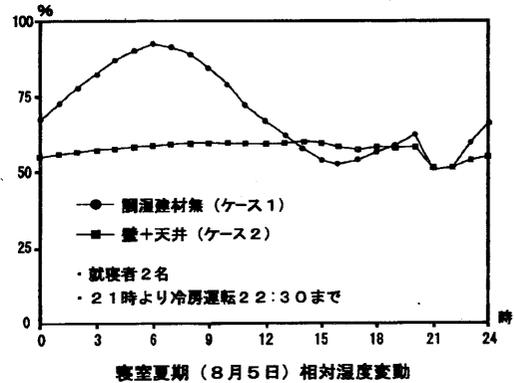


図3 相対湿度変動シミュレーション

るが、在室二名で人体からの発湿と明け方の気温低下により吸放湿のないケース1（石膏ボードにビニルクロス仕上げ）では、相対湿度が大きく変動しRH90%以上の高湿度となってしまいが、ゼオライト建材を施したケース2では相対湿度が60%程度で変動が小さく抑えられておりその調湿作用が理解される。

また、相対湿度を一定に保つことにより、もう一つのメリットが生まれる。

夏期において、人間の温度に対する不快感は湿度によっても変化し、相対湿度10%は温度1℃に匹敵する。

即ち、相対湿度を10%抑えた状態で、エアコンの室温設定を1℃上げて人体に対するストレスはなく、しかもエアコンの電気代を10%削減できることになり省エネ効果につながる。

### 3.4 ガス吸着

ゼオライト建材の脱臭効果について代表的な臭い成分の吸着を図4にあげる。

アンモニアに対してかなりの吸着能力を示し、他のガスに関しても良好な結果となった。

図5はシックハウス症の要因とされているホルムアルデヒドの等温吸着線であるが、ゼオライト建材はホルムアルデヒドの吸着量が60 g/m<sup>2</sup> (濃度5 ppmの場合) の吸着を有する。

### 3.5 光触媒の付加

ゼオライト建材によるガス吸着作用はVOC対策等に有効であるが、更に持続性を高める為に光触媒との複合化を試みた。

ゼオライトと光触媒の複合化により、ゼオライト

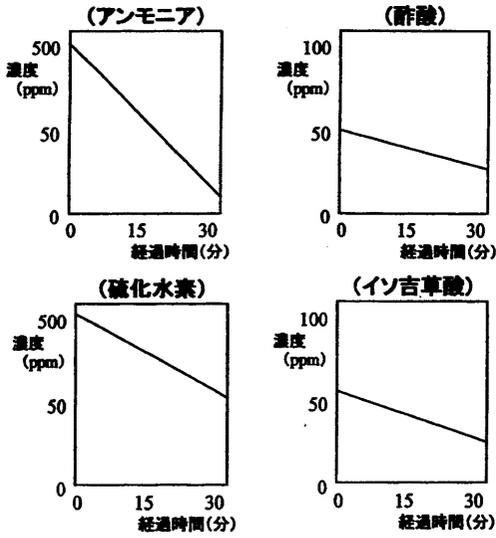


図4 ゼオライト建材ガス吸着

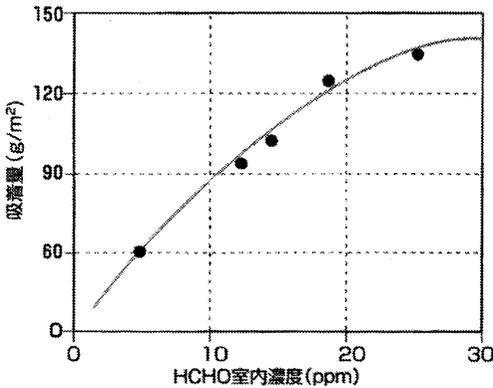


図5 ホルムアルデヒドの等温吸着線 (吸着時間24 h)

の吸着力で、臭いの分子を吸着濃縮して、光触媒の分解能力で臭いを分解することにより高い吸着分解除去能力を有する建築材料が得られた。

これは光触媒の分解能は空気中のガスに直接作用するが、またゼオライトに吸着したガスを分解することでゼオライト建材自体を再生させる効果も併せ持つためであり吸着と分解を組み合わせた効率の良い複合化機能材と言える (図7)。

図6はメチルメルカプタン、ホルムアルデヒド、トルエンの吸着分解の測定結果を表している。

ガス導入⇒ガス吸着分解⇒ガス導入を繰り返したがる、繰り返しの際においても吸着分解の性能に持続性が見られた。

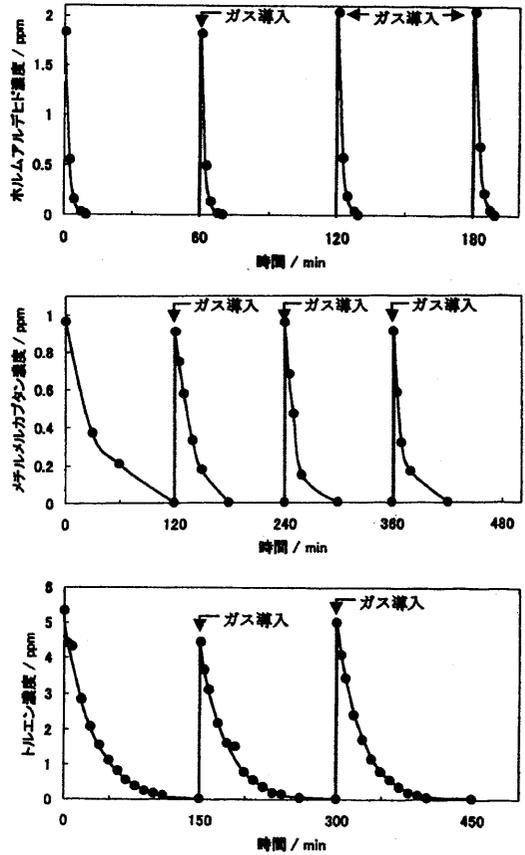


図6 ゼオライト建材ガス分解

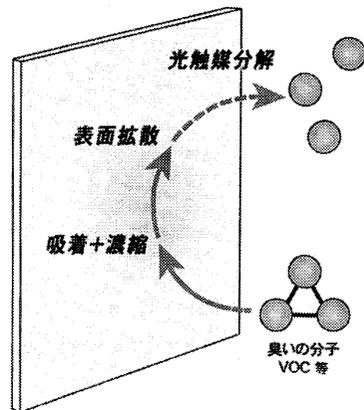


図7 吸着分解型光触媒概念図

4. まとめ

ゼオライト建材は、調湿による収蔵物安定保存を目的に美術館等の収蔵庫に多く使われてきたが、近

年では居住空間での調湿効果による快適性や省エネ効果, そして自然素材による環境負荷の低減化, またVOCや臭気対策の高まりと共に住宅, 病院, 学校, 公共施設への採用が増加している。

また, 一般消費者や建築設計者における建築材料への関心はより健康志向が強まっている。

今後の取り組みとして, 光触媒のガス分解を高効率化させることと, 省エネをシミュレーションするデータシステムなどを構築する事でより具体的な効果を提案できるようにしたい。

また, 簡易に施工できるゼオライトクロスやテクスチャーの優れた塗り壁などの内装仕上げ材の要求もあり, 早急の商品開発を行っている。

最後に, この建築材料は産学官の共同研究で開発

が行われたものであり, そこには鹿島技術研究所の寒河江昭夫博士を始めとして多くの人々が携わってきた。その皆様方に謝意を表す。

本稿のより詳細な内容は以下の文献を参照されたい。

- 富永博夫編, ゼオライトの化学と応用, 講談社 (1987).
- 大沼正吉, ゼオライトとその利用, 技報堂 (1975).
- 上村 武, 小原二郎, 所 壮吉, 壁装と調湿, 彰国社 (2001).
- 寒河江昭夫, 松本浩快適生活空間創出におけるゼオライト建材の役割, ゼオライト研究会ゼオライトフォーラム仙台 (1994).
- 佐藤徹雄, ゼオライト, **4** (1987); **20** (2003).
- 松本 浩, 建築と社会, **86**[1995], 日本建築協会 (2005).

---

## Functional Building Material Using Natural Zeolite

Ryoichi Urayama and Hiroshi Matsumoto

Research & Development Laboratories, Shin Tohoku Chemical Industry Co., Ltd.

A zeolite functional building material was developed that is a composite product using natural zeolite and other natural materials. This product absorbs and releases moisture in the air by an amount three times that of wood, and controls the humidity of the ambient air at a constant. It takes in condensed water through its pores, so that surface condensation is suppressed.

With these superior properties, the product provides a comfortable living environment and an energy saving effect.

The product is capable of absorbing and removing gases such as formaldehyde, a cause of sick building syndrome, and ammonia, a component of odor. With the addition of a photocatalyst, it decomposes such gases absorbed and removes them.

The developed functional building material makes best use of the ability of natural zeolite and it is expected that it will be used in future healthy houses.

Keywords: Humidity control ability, absorption and decomposition of gases, photocatalyst, energy saving, sick building syndrome