

道産アルミノ珪酸塩を使用した高機能吹付け衛生壁材



酪農家さんの声から生まれた衛生壁材

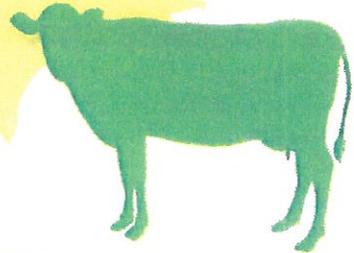
デオドラント・ゼオ

雑菌
抑制

強力
脱臭

調湿
効果

デオドラント・ゼオはアンモニア等を強力脱臭し、アルカリ性を持続する事による雑菌の抑制を行い、衛生的な飼育環境を整えます。



Before

塗布前

After

塗布後

どなたでもお手持ちの設備で簡単に塗布作業できます



化学物質を使っていません

天然素材

酪農家さんの声から生まれた衛生壁材

デオドラント・ゼオ

◆優れた脱臭効果

本製品の主成分であるアルミノ珪酸塩のアンモニア吸着能力・脱臭性能は非常に高く、他の鉱物より優れています。これにより衛生環境を改善することができます。

◆安全性の高い雑菌抑制効果

アルカリ性の高い消石灰を配合することにより、生石灰乳・ドロマイト石灰乳塗布と同様の雑菌封じ込め作用がありますので、衛生面でも安心してお使いいただけます。また、材料は漆喰と同様の不燃性材料です。

◆調湿機能で快適な環境

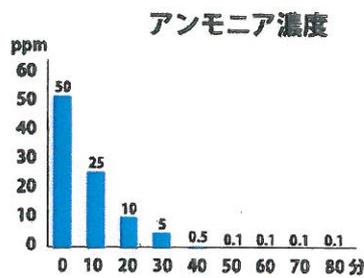
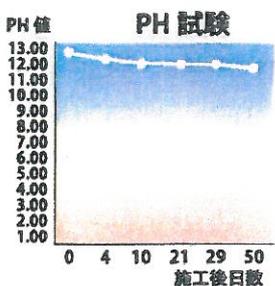
アルミノ珪酸塩は無数の細孔を有することから、調湿機能に優れており(90%R.H⇔50%R.Hで30g/m²吸放湿します)、牛舎を夏は涼しく冬は暖かい快適な環境に保ちます。

◆やさしい天然素材のみを使用

従来の石灰乳塗布ではすぐに剥離しやすく、壁に付着するまでにかなりの時間を要します。本製品は海藻から抽出した天然の糊剤を配合しておりますので、舐めても安心です。剥離もしにくく水がかかっても問題ありません。また、結露カビ・ダニの発生を防ぎアレルギー対策としても効果が期待できます。

◆安全でかんたんに施工可能

水で溶いた本製品をコンプレッサーとリシンガンで吹き付けるだけです。どなたでもかんたんに施工できます。生石灰乳のような発熱もなく安全で、乾燥までの時間が早く大幅に作業時間と手間を短縮できます。冬場においても作業可能です。 ※有償にて当社による施工も可能です。



主な成分 ■アルミノ珪酸塩 : 荷姿 ■10kg/袋
 ■水酸化カルシウム : 使用可能面積 ■13.2m²(約2棟以上)

どなたでも簡単に衛生環境をつくれます



●製造元



ZEO 株式会社 ゼオ

〒003-0801 札幌市白石区菊水1条4丁目1-5

☎011-820-1310 📠011-820-1312 🌐http://zeo.jp.com

受託研究報告書

消石灰・ゼオライト系畜舎消毒資材の
サルモネラ菌に対する消毒効果

平成 27 年 3 月

北海道立総合研究機構 畜産試験場
基盤研究部 家畜衛生グループ

試験期間：平成 27 年度

【試験担当者】

(地独) 北海道立総合研究機構 畜産試験場
基盤研究部 家畜衛生グループ 主査(家畜衛生) 及川 学
(oikawa-manabu@hro.or.jp)
研究主幹 平井 綱雄
基盤研究部長 仙名 和浩

1. 背景および目的

消石灰・ゼオライト系畜舎消毒資材は、生石灰やドロマイト石灰などと同様にカーフハッチや畜舎などの消毒用に開発された吹き付け用消毒資材である。本資材の特徴は、消石灰（強アルカリによるたんぱく質変性効果を有する）、ゼオライト（調湿・吸着効果を有する）と海藻から抽出された天然成分の糊が配合されており、生石灰やドロマイト石灰よりも付着性に優れ、乾燥が速いとされる。本資材は、スプレーガンなどで容易に吹き付けでき、生石灰のような発熱はせず、吹き付け時の跳ね返りも少ないため、安全で作業性に優れている。しかし、消石灰にゼオライトや糊が混合した状態での除菌効果は確認されていない。

消石灰・ゼオライト系畜舎消毒資材の除菌効果を明らかにするため、牛糞便等の有機物存在下において、サルモネラ菌に対する吹き付け前および吹き付け後資材の除菌効果を明らかにする。

2. 成績

2-1 消石灰・ゼオライト系畜舎消毒資材の除菌効果

目的

消石灰・ゼオライト系畜舎消毒資材の吹き付け時の除菌効果を明らかにするために、吹き付け前資材懸濁水におけるサルモネラ菌と牛糞便中腸内細菌に対する除菌効果を明らかにする。

方法

①添加菌液の調整

サルモネラ・ティフィムリウム（当场野外分離株）を5～6時間の震とう培養で2回増菌後、菌数を確認するため階段希釈、DHL 寒天培地へ塗布、菌数を確認した。翌日コロニー数から菌数を算出し、保冷しておいた菌液をPBSで 10^8 CFU/mlへ希釈調整を行った。

②試験資材とpH測定

試験資材は、消石灰・ゼオライト系資材（以下「ゼオ石灰」）、動力噴霧器用ゼオ石灰（以下「動噴用ゼオ石灰」）の2種。除菌効果を有する対照資材として、工業用消石灰（以下「消石灰」）、ドロマイト系石灰（バスターホワイトD（ベッセル社）、以下「ドロマイト石灰」）、さらに除菌効果を持たない対照資材として炭酸カルシウム（以下「炭カル」）を使用した。これら資材の0.2gと蒸留水20mlを混合し、pHを測定した。

③資材の調整・除菌処理

蒸留水10mlに0.1gの各資材を加えて1%資材水を作成後、牛糞便（ホルスタイン種搾乳牛3～4頭の糞便混合物）1gと調整サルモネラ菌液1mlを添加し、攪拌機でよく攪拌後10分間反応させ、その後9%炭酸水素ナトリウム水25mlで反応を停止させた（炭カルの対照区も同様に処理した）。短時間

の遠心（3000rpm1分）で資材等を除去後、さらに遠心（4500rpm15分）で集菌し、1mlPBSによく懸濁させた。添加菌液以外は各資材について n=3 となるよう処理を行った。

④処理菌液の培養・菌数測定

除菌処理等によって軽度に損傷した生菌を検出するために、まず非選択培地であるトリプトソイ寒天培地 5ml に混釈し、37°C 2 時間培養後、DHL 寒天培地 15ml を重層して 37°C で 24 時間培養を行った。黒色コロニーをサルモネラ菌とし、赤色ハローを伴った大きめのコロニーを腸内細菌とし、コロニー数を計測した。

結果

pH については、炭カル以外の石灰系資材は、pH12.6 以上の強アルカリを示すことが確認された（表 1）。

ゼオ石灰、動噴用ゼオ石灰、消石灰、ドロマイト石灰の 4 資材は、サルモネラ菌、腸内細菌ともに検出限界以下（10CFU/ml）となった一方、対照区の炭カルでは添加したサルモネラ菌液に近い $10^{7.5}$ CFU/ml のサルモネラ菌、また $10^{3.2}$ CFU/ml の腸内細菌が検出された（表 2）。サルモネラ菌に対し、10%牛糞便の有機物存在下でもゼオ石灰、動噴用ゼオとともに他の石灰系資材と同等の除菌効果を有し、対照の炭カルと比較して $1/10^6$ 以下へ低下させる 99.9999% 以上の除菌効果が確認された。

表 1. 石灰系消毒資材の 1%懸濁水における pH (n=2)

	試験資材				
	ゼオ石灰	動噴用ゼオ石灰	消石灰	ドロマイト石灰	対照(炭カル)
pH	12.6	12.7	12.7	12.8	9.7

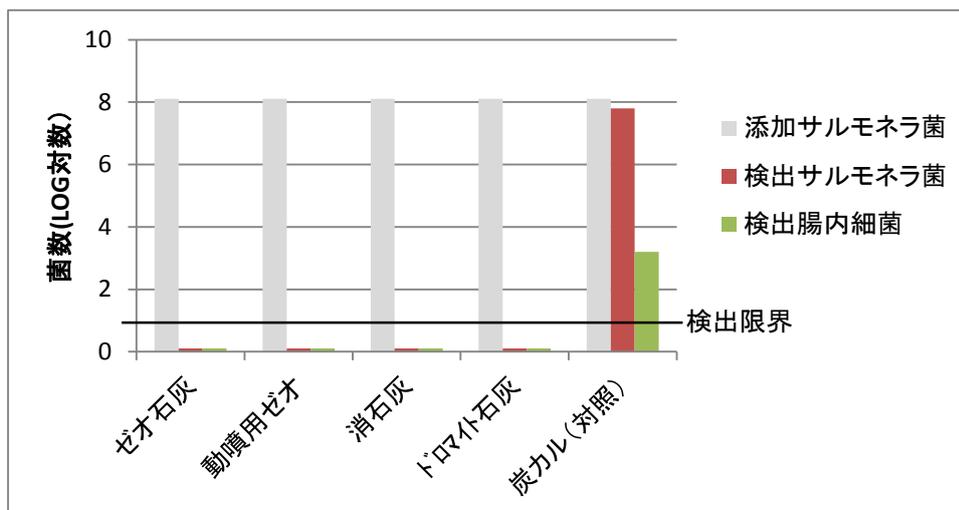
表 2. 有機物(牛糞便)存在下におけるサルモネラ菌等に対する石灰系消毒資材の除菌効果
(検出菌数 CFU/ml, n=3)

検出菌種	試験資材				
	ゼオ石灰	動噴用ゼオ石灰	消石灰	ドロマイト石灰	対照(炭カル)
サルモネラ菌	ND ^{注1)}	ND	ND	ND	$10^{7.8}$
腸内細菌	ND	ND	ND	ND	$10^{3.2}$

注 1) ND: 全て検出限界以下 (<10CFU/ml)

注 2) 試験方法: 1%資材水 10ml に牛糞便 1g とサルモネラ・ティフィムリウム 10^8 CFU/ml を添加、攪拌後、10 分間感作後、9%炭酸水素 Na 水 25ml で反応を停止、遠心(3000rpm1分)で資材を除去後、遠心(4500rpm15分)で集菌し、1mlPBS に懸濁させて、トリプトソイ寒天培地 5ml で混釈培養 2 時間後、DHL 寒天培地の重層培養を実施。

<参考（表 2 をグラフ化）>



2-2 吹き付け後資材の抗菌効果

目的

吹き付け後資材の抗菌効果について確認するために、吹き付け後資材の懸濁水におけるサルモネラ菌および牛糞便中腸内細菌に対する除菌効果を明らかにする。

方法

①添加菌液の調整

前試験と同様に、サルモネラ・ティフィムリウムの増菌液を作成し、 10^8 CFU/ml 濃度の調整菌液を作成した。

②試験資材の準備と pH 測定

試験資材は、ゼオ石灰の吹き付け前の粉剤、吹き付け 3 日後および約 1 か月後の吹き付け済ベニヤ板資材から薬さじで粉状に削り落としたもの、以上計 3 資材、さらに除菌効果を持たない対照資材として炭カルを使用した。これら資材の pH 測定は前試験と同様に行った。

③資材の調整・除菌処理・処理菌液の培養・菌数測定

前試験と同様に、試験を行った。

結果

試験資材の pH については、吹き付け 1 か月後であっても pH12 以上の強アルカリを維持していることが確認された（表 3）。

サルモネラ菌については吹き付け前、吹き付け 3 日後では検出されず、吹き付け 1 か月後では一部で若干のサルモネラ菌が検出されたが、対照区と比較して $1/10^6$ 以下へ低下させる 99.9999% 以上の除菌効果が確認された（表 4）。腸内細菌については、吹き付け 3 日後、吹き付け 1 か月後と経過するにつれて検出される菌数

が増加する傾向が確認された。

表 3. 消石灰・ゼオライト系消毒資材の吹付後 1%懸濁水におけるpH
(n=2)

	試験資材		
	吹付前	吹付 3 日後 ^{注1)}	吹付 1 か月後
pH	12.6	12.4	12.5

表 4. 消石灰・ゼオライト系消毒資材の吹き付け後時間経過と除菌効果
(検出菌数 CFU/ml、n=3)

検出菌種	試験資材			対照(炭カル)
	吹付前	吹付 3 日後 ^{注1)}	吹付 1 か月後	
サルモネラ菌	ND ^{注2)}	ND	<10 ^{1.0} ^{注3)}	10 ^{7.5}
腸内細菌	<10 ^{1.2} ^{注3)}	10 ^{1.6}	10 ^{2.0}	10 ^{3.5}

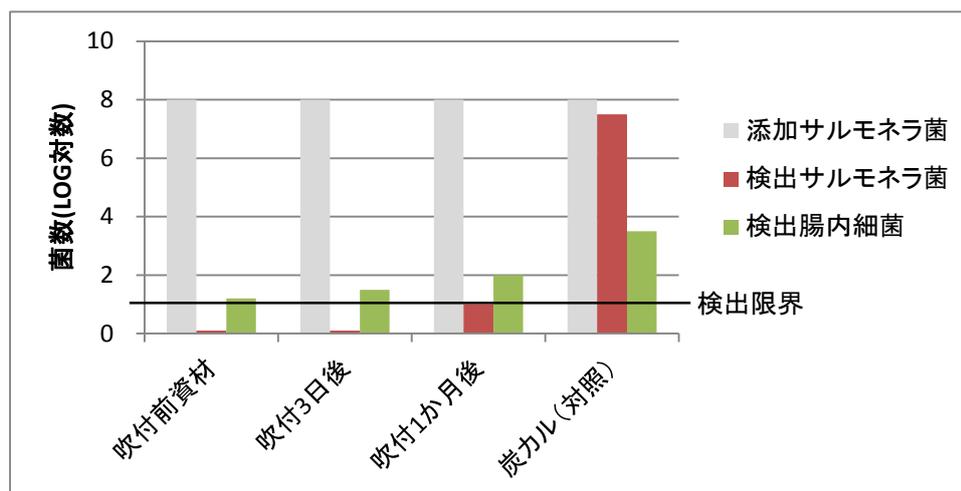
注 1) 吹き付けた資材を削り取った資材を試験資材とした

注 2) ND: n=3 全てで検出限界以下(<10CFU/ml)

注 3) 一部が検出限界以下

注 4) 試験方法: 表 2-注 2) の試験方法と同じ

<参考 (表 4 をグラフ化) >



3. 総合考察

消石灰・ゼオライト系畜舎消毒資材は、既存の畜舎消毒資材である消石灰やドロマイト系石灰と同等の除菌効果があることが確認された。本資材の実際の吹付け条件は40～45%乳剤であるが、試験は1%資材水の条件で実施した。本資材は消石灰が主な成分の混合資材であること、また消石灰自体は水への溶解度が低く0.17%程度とされていることから、1%条件でも除菌効果を示すには十分な濃度と判断したためである。近年畜舎消毒資材として使用されることが多いドロマイト石灰の原料は、海水中で石灰岩のカルシウムの一部がマグネシウムに置き換わったものとされ、カルシウムとマグネシウムの比率が2:1程度の比率で安定しやすいが、ドロマイト石灰の成分は産地によって異なり不明である。水酸化マグネシウム自体は弱アルカリのため、消毒成分は2/3程度含まれる水酸化カルシウム成分(消石灰)によるものと考えられることから、ドロマイト石灰は水酸化マグネシウムを一部含む消石灰と考えた場合、人工的に消石灰を配合した本資材と同等の除菌効果をもつと考えられた。

本資材の吹付け後の除菌(抗菌)効果を示すため、2-2試験では吹付け後の資材を削り落とした資材の1%懸濁水における除菌効果を確認したところ、吹付け後室内で約1か月経過したものでも、除菌効果を確認することができ、吹き付けた後でも水分存在下ではサルモネラ菌に対して一定の除菌効果を保持していると考えられた。一方、腸内細菌に対しては、添加したサルモネラ菌ほど除菌効果が認められなかった。サルモネラ菌は後から人工的に添加したものであり、そのほとんどが水中で遊離した状態と考えられる一方、腸内細菌は添加した牛糞便中の食物残渣と複雑に絡み合った状態と考えられることから、資材の除菌効果が十分に作用できなかった可能性がある。

2-2試験では吹付け後の時間経過とともに、サルモネラ菌や腸内細菌が検出される傾向が認められたことから、資材の軽度な劣化によるものと考えられた。消石灰成分の除菌効果の劣化は、湿度などの水分の有無によって影響を受ける可能性があり、畜舎の環境条件によっては本試験以上に劣化が進む可能性がある。実際の畜舎で抗菌効果がどの程度持続するかは今後の課題と考えられた。

本試験で行った強アルカリ石灰系資材の除菌効果を示すに当たり、反応を停止させるために中和を行う必要があるがその方法については確立されていない。本試験の中和方法は、弱アルカリの炭酸水素ナトリウムの大量添加を行い、弱アルカリまでの弱い中和処理を行う手法とした。また、アルカリによる菌体表面の変性が予想されたことから、まず非選択培地であるトリプトソイ寒天培地による短時間の混濁培養で蘇生後、選択培地であるDHL寒天培地を重層する損傷菌の検出手法を用いた。以上の方法により対照区に添加したサルモネラ菌を、試験区と同一処理で回収率高く検出することができ、吹付け後の効果試験でもサルモネラ菌や腸内細菌について検出精度を高めることができたと考えられた。

4. 要約

- ・消石灰・ゼオライト系畜舎消毒資材である本資材は、既存の畜舎消毒資材である消石灰やドロマイト系石灰と同等の除菌効果があることが確認された。
- ・本資材は、吹付け3日後や1か月経過した後でも、懸濁水条件下においては一定の除菌効果を維持していることが確認された。

英機工業分担分試験結果のまとめ

1 試作吹付材の物性評価

剥離試験及び摩耗試験を実施し、試作した吹付材2種類と市販ドロマイトプラスター（ホワイトD）との物性を比較した。

1.1 剥離試験

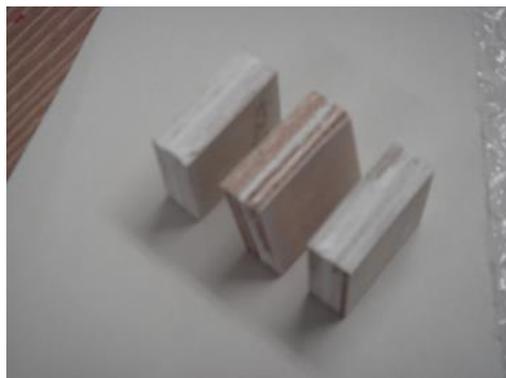
(北総研工業試験場設備使用)

1.1.1 試験体の調製方法

30mm×30mm に切り出した厚さ5.5mm のシナ合板上に、吹付材組成物スラリーを Phot.1に示した様にコテ塗りした。さらにその上に同じサイズのシナ合板を被せ、重りを載せてスラリーを硬化させ、シナ合板の間に吹付材を挟み込んだ試験体を作製した。試験体は消石灰30%品、消石灰50%品、及び市販ドロマイトプラスター（ホワイトD）の3種類を作製した。



Phot.1 試験体の調製



Phot.2 試験体

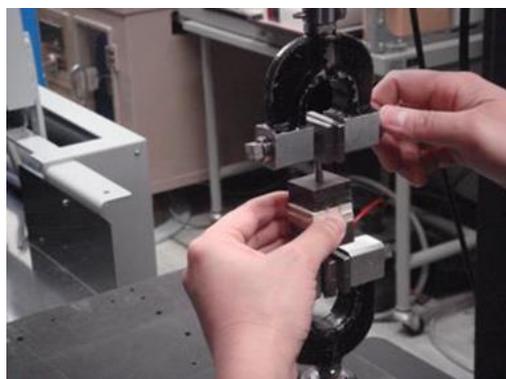
1.1.2 剥離試験

試験体にエポキシ樹脂を用いて剥離試験用の治具を接着し、平面引張試験によって剥離試験を行った。試験治具の接着は Phot.3、試験機への試験体の取り付けは Phot.4に示した。試験体は各試料5体を作製した。

なお、治具を接着した試験体は測定まで数日間室内に放置しておいたが、その間に治具の重量で剥離破壊したものが観察された。剥離破壊した試験体は、ドロマイトプラスターでは5試験体中全片、消石灰30%品は3片、消石灰50%は品1片であった。



Phot.3 試験治具の接着



Phot.4 試験機への試験体の取り付け

1.1.3 試験結果

事前に剥離破壊しなかった試験可能な試験体で剥離試験を行い、その剥離試験結果を Table.1に示した。表より明らかなように、破壊強度はごく小さく、ばらつきも大きく強度を比較できるデータとはならなかった。しかしながら、測定前に破壊したものはさらに強度が低いと考え、今回の試作品2種類はドロマイトプラスターと比べると同等かそれ以上の強度を有すると判断される。

また、試験片の破壊状態は、Phot.5～7に示したが、ドロマイトプラスター、及び消石灰30%品では合板との接着面からの破壊と試料層間での破壊が混在していた。それに対して、消石灰50%品は全数試料層間破壊を示した。このことから合板への付着力はドロマイトプラスターと同程度かそれ以上であると判断された。

Table.1 剥離試験結果

Sample		最大点試験力	最大点応力
		N	N/mm ²
消石灰30%	1	17.63	0.0196
	2	8.79	0.0098
消石灰50%	1	13.42	0.0149
	2	1.8	0.0020
	3	4.67	0.0052
	4	2.62	0.0029



Phot.5 ドロマイトプラスター



Phot.6 消石灰30%品



Phot.7 消石灰50%品

1.2 摩耗試験

(北総研工業試験場設備使用)

1.2.1 試験体の調製方法

約30cm 角の5.5mm シナ合板に吹付材組成物スラリーをコテ塗りし、硬化乾燥後、10cm 角に切り出したものを試験体とした。



Phot.8 摩耗試験体

1.2.2 摩耗試験

摩耗試験はテーパー型摩耗試験機を用い、250gの荷重をかけて50cycleの研削を2回繰り返して摩耗減量を測定した。Phot.9、10に試験状態を示した。



Phot.9 摩耗試験機に試験体をセット



Phot.10 摩耗試験

1.2.3 試験結果

摩耗試験結果を Table.2に示した。また、試験後の試験体の状態を Phot.11～14に示した。ドロマイトプラスターは最初の50cycle試験で既に合板が露出してしまったので、2回目の試験は行わなかった。

摩耗減量はドロマイトプラスターでは50cycleで0.4～0.5g、消石灰30%品で0.5～0.8g、消石灰50%品で0.2～0.3gであり、消石灰配合量が多いほど硬質化することがわかる。なお、ドロマイトプラスターは試験体が薄く仕上がっており、50cycleに達しない段階で下地の合板が露出しており、消石灰試料との摩耗減量の比較はできないが、消石灰試料よりはるかに摩耗に弱い感触であった。したがって、摩耗性に関して、消石灰50%品は市販のドロマイトプラスターを上回る耐摩耗性を有しており、消石灰30%品も同等以上の性能を有していると判断できる。

Table.2 摩耗試験結果(摩耗減量)

	50cycle	100cycle
ドロマイトプラスター	0.4926	
	0.3855	
Sample.1 (30)	0.5031	0.9762
	0.8012	1.7616
Sample.2 (50)	0.2573	0.6693
	0.2468	0.6402

単位:g



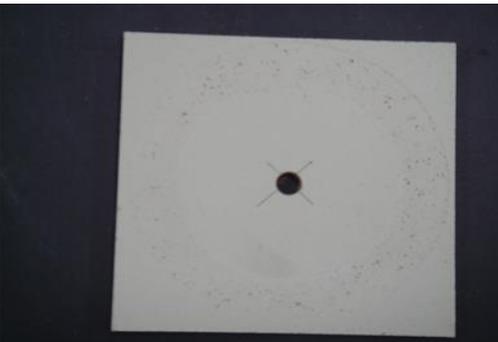
Phot.11 ドロマイトプラスター



Phot.12 ドロマイトプラスター



Phot.13 消石灰30%品(100cycle 終了)



Phot.14 消石灰50%品(100cycle 終了)

2 試作吹付材のアンモニア吸着

試作吹付材のアンモニア吸着性を把握するために、消石灰50%品(ゼオライト配合量30%)と市販ドロマイトプラスター(ホワイト D)のアンモニア吸着量を測定した。また、一般的に含水したゼオライトはアンモニアを吸着しないとの指摘があったことから、含水状態のゼオライトを用いてアンモニア吸着量の測定を試みた。

2.1 試験方法

2.1.1 アンモニア測定系

アンモニア吸着測定容器として、Phot.16に示した上蓋と側部にガラス栓を取り付けた12L 容のガラスデシケーターを用いた。アンモニアの測定手順は以下の通りである。まず、デシケーター内に所定量の試料を入れたガラスシャーレを置く。次に上蓋のガラス栓を外して、マイクロシリンジで約4%に希釈したアンモニア水溶液10 μ l をデシケーター内に注入する。注入後、ガラス栓を取り付け、上蓋と側面のコックを閉じてデシケーターを密閉状態とする。所定時間毎にアンモニア検知管(ガステック社、GASTEC No.3L)を用いてデシケーター内の空気をサンプリングし、アンモニア濃度を測定する。



Phot.16 アンモニア吸着量測定用デシケーター

2.1.2 試料

用いた試料は、市販のドロマイトプラスター(ホワイト D)、試作吹付材消石灰50%品(ゼオライト30%)、及び加水して水分量を調製した仁木ゼオライトである。水分量は、8.2%、18.5%、及び29.5%の3水準とした。

2.2 試験結果と考察

測定結果を Table.3、Fig.1、及び Fig.2に示した。

試作吹付材消石灰50%品と市販のドロマイトプラスター(ホワイト D)のアンモニア吸着性を見るために、1.00gの試料を測定用デシケーターに入れ、初期アンモニア濃度28~30ppm として吸着試験を行った。その結果、ドロマイトプラスターは6時間後でも23ppm と高いアンモニア濃度を保っており、アンモニア吸着性を示さないことが明らかになった。一方試作吹付材消石灰50%(ゼオライト30%)品は6時間後のアンモニア濃度は3ppm まで減少し、アンモニア吸着性を示した。

ゼオライトの含水によるアンモニア吸着量の大きな変化は認められなかった。試験した含水率は Max29.5%であるが、この値は、Fig.3に示した相対湿度90%RH の時のゼオライトの平衡含湿率が約15%であることを考えると、実用的にはこの含水率を超えることはない。したがって当初、水とアンモニアは競合吸着の関係にあり、先に水の吸着によってアンモニアの吸着が阻害されると考えていたが、その恐れのないことが示された。

Table.3 アンモニア吸着量測定結果

試料 時間	ホワイトD 1.00g	吹付材2 1.00g	ゼオライト(含水率)		
			8.2% 0.50g	18.5% 0.50g	29.5% 0.60g
	10min	28	30	23.4	27
60min	28	14	6	11	11.5
120min	27	9	3	5	5
240min	27	5	1.5	2.5	3
360min	23	3	0	2	

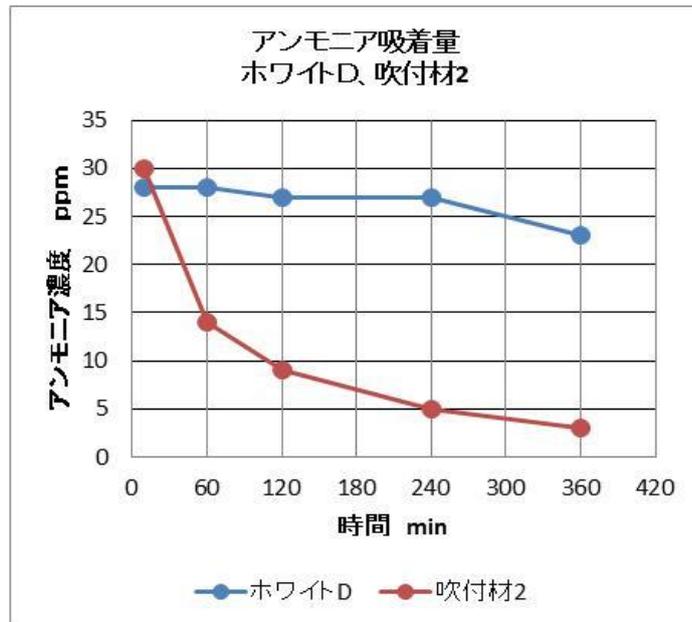


Fig.1 市販ホワイト Dと試作吹付材2(ゼオライト30%)のアンモニア吸着量

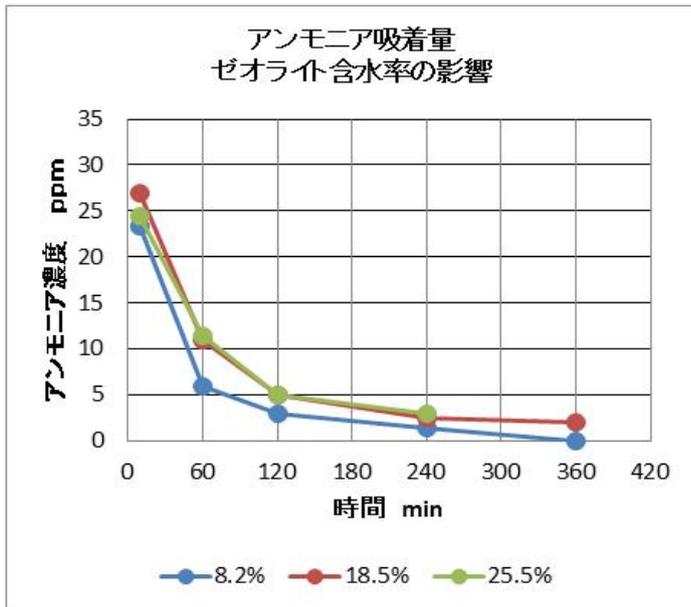


Fig.2 ゼオライト含水率がアンモニア吸着量におよぼす影響

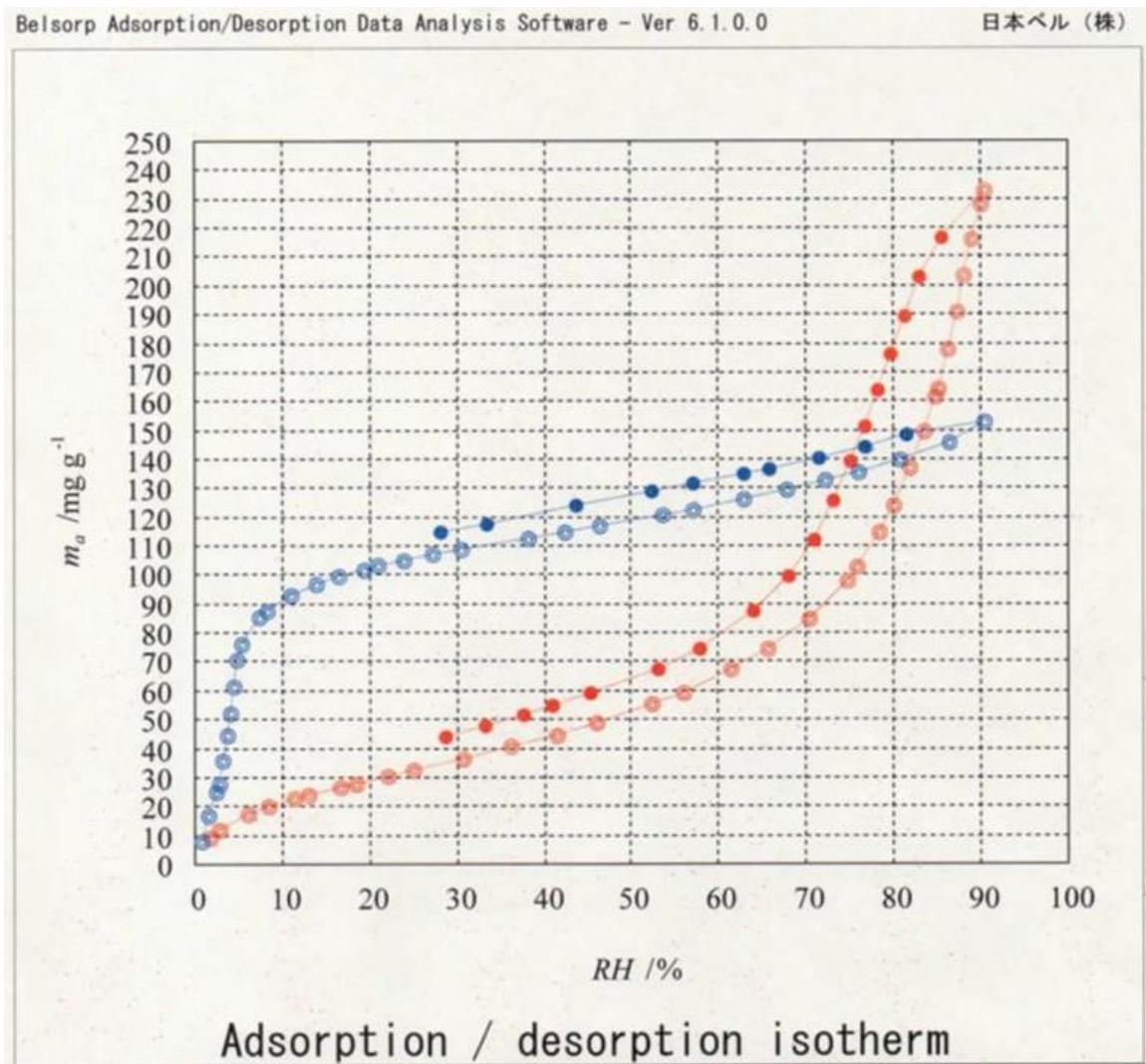


Fig.3 ゼオライト、珪質頁岩の水蒸気吸着等温線

(北総研工業試験場設備使用)

3. 結論

消石灰にゼオライトを添加することによってアンモニア吸着機能が付与されることが明らかになった。また、ゼオライトが吸水してもアンモニア吸着能には大きな影響を与えないことも明らかになった。