

高齢者施設向け機能性壁材の開発

續木康広 渡邊雅也 水木龍二*¹ 佐々木洋一*¹

秋山昌江*² 村岡則子*² 武村淳司*² 近藤益代*²

Development of functional wall material for elderly facility

TSUZUKI Yasuhiro, WATANABE Masaya, MIZUKI Ryuji, SASAKI Yoichi,
AKIYAMA Masae, MURAOKA Noriko, TAKEMURA Junji and KONDO Masuyo

現在、消臭機能や、空気浄化作用を謳う機能性壁材は数多く存在するが、実際の使用環境で、その効果を証明したものは少ない。

そこで、本研究では、高齢者施設で必要とされる消臭機能を持つ機能性壁材を開発することを目的とした。高齢者施設で発生する臭気に対して有効な消臭機能を持つ素材を選定し、機能性壁材を試作するとともに、実際の使用環境下で評価するために、高齢者施設の協力を得て実証試験を行った。その結果、開発した機能性壁材は、本施設で問題となっていたアンモニアに対する消臭効果が確認された。

キーワード：高齢者施設、壁材、臭気、消臭

はじめに

2000年の介護保険制度導入により、利用者による介護サービスの自由選択が採用され、生活空間の整備など介護サービスの質の向上が重要視されるようになった。生活空間の中で、ストレスがなく快適に生活を送るには、発生する臭気をいかに調整するかが重要である。

そこで本研究では、県内の高齢者施設において問題となっている臭気の調査を行い、対象臭気に有効な消臭機能を有する壁材を試作した。試作した壁材について、実際の使用環境下での性能評価のため、高齢者施設にて実証試験を実施した。

実験方法

1. 高齢者施設での臭気調査

事前調査として、県内の高齢者施設(写真1)の個室タイプの部屋において臭気の調査を行った。調査は、施設職員への聞き取り及び検知管法による測定を行った。聞き取り調査の結果から、尿臭の原因物質であるアンモニア濃度の測定を行うこととした。測定については、排尿の時間が不定期であることから、パッシブタイプのアンモニア検知管(No. 3 DL(株)ガステック製)を用い、一定期間中に存在するアンモニア濃度を測定することとした。また、同時に汗臭の成分の一つである酢酸(No. 81D(株)ガステック製)の測定も行った。



写真1 施設室内

2. 機能性壁材の試作・評価

(1) 機能性壁材の試作

吸着材には酸化剤や中和剤など臭気物質を、臭気の発しない物質に変化させる化学吸着材と活性炭やゼオライトなど表面積の大きい素材に吸着させる物理吸着材の2種が存在する。

化学吸着材を中心に物理吸着材、機能性繊維、無機有機複合吸着材などについて性能評価を行い、使用する吸着材の選定を行った。

*1 フジワラ化学(株) *2 聖カタリナ大学

この研究は、「平成28年度産学官共同研究(高齢者施設向け機能性壁材の開発)」の予算で実施した。

評価の結果から、複数の吸着材を配合し、3種類の試作壁材を作製した。

吸着材の性能評価は以下の方法で行った。

i) 試料作製

吸着効果の低い試験用ベースを作製し、このベースに対し一定条件で吸着材を添加したものを試料とした。

ii) 試験体作製

作製した試料を10×10cmのアルミ板に塗布、乾燥させたものを試験体とした。

iii) 試験方法

試験体を封入したテドラーバッグに一定濃度に調整した各種臭気ガスを一定量注入し、経時的に残存ガス濃度を測定し各吸着材の性能を比較した。

評価の結果から、施設で発生する臭気に対して効果的なものを選択し、機能性壁材の試作を行った。

壁材の試作は、現場施工に関する作業性、塗膜の性能（付着強さ等）、アク止め性能（施工工程の簡略化）等を加味して行った。

(2) 試作壁材の臭気吸着性能試験

試作した3種類の壁材について、消臭性能評価を行った。施設での事前調査の結果から、対象臭気として、尿臭と汗臭の原因物質であるアンモニアと酢酸を選択した。

また、加齢臭の原因とされる trans-2-ノネナールの吸着性能についても評価を行った。

i) アンモニア吸着性能試験

試作した壁材について、高濃度域及び低濃度域でのアンモニア吸着試験を行った。

・高濃度アンモニア吸着性能試験

試料片を2Lテドラーバッグにいれ、切口をシールした後、濃度500ppmのアンモニアガスを導入し、一定時間ごとのガス濃度を検知管（No. 3L、No. 3La(株)ガステック製）で測定した。

・低濃度アンモニア吸着性能試験

試験用サンプルを10Lテドラーバッグにいれ、切口をシールした後、約100ppbのアンモニアガスを導入し1時間後における臭気ガスの濃度を検知管（美術館用900(株)ガステック製）で測定した。

ii) 酢酸吸着試験

試作した壁材について、酢酸吸着試験を行った。

試験用サンプルを10Lテドラーバッグにいれ、切口をシールした後、約30ppmの酢酸ガスを導入し30分ごとのガス濃度を検知管（No. 81L、No. 81La(株)ガステック製）で測定した。

iii) trans-2-ノネナール吸着試験

試作した壁材約0.5gを500mLの三角フラスコに入れ、窒素ガスで置換した後、1%(w/v)のtrans-2-ノネナール溶液を5μL導入し、通気性のないフィルムで栓をした。20°Cの恒温槽で1時間静置後、ガスクロマトグラフ質量分析計（日本電子(株)製AMSUN200型）を用いて測定した。ノネナールの減少率は、得られたクロマトグラムにおけるノネナールのピーク面積より算出した。

3. 高齢者施設での実証試験

県内の高齢者施設の個室1室において試作した壁材を施工し、実際の使用環境下での性能評価を行った。10月28日に試作壁材を施工し、施工後から一定期間ごとにアンケート調査と検知管によるアンモニア濃度及び酢酸濃度測定を実施した。評価は、施工終了日の平成28年10月28日から平成29年1月31日まで実施した。

アンケート調査による評価では、介護現場に従事している職員3名を対象に、壁材の施工前後での臭いの強さと質について評価を行った。

臭いの強さについては、6段階臭気強度表示法（5：強烈な臭い、4：強い臭い、3：楽に感知できる臭い、2：何の臭いであるか分かる弱い臭い、1：やっと感知できる臭い、0：無臭）を用い評価²⁾を用い、施工の前後で該当する臭気強度を選ぶ方式とした。

また、臭いの質については、臭気源評価及び質評価尺度を用い、生ゴミ、料理、タバコ、し尿、カビ、汗、医薬品、建材、ほこり、洗剤、塗料、こげ、加齢臭の13項目の源臭から発生しているおのの種類を選ぶ方式とした。

実験結果及び考察

1. 高齢者施設での臭気調査

事前調査として、実証試験を行う高齢者施設において臭気の測定を行った。

施設職員への聞き取り調査の結果、尿臭が気になる時があると回答があったため、検知管法による測定では、尿臭の原因物質であるアンモニアを測定対象とした。また、今回の調査では汗臭が気になるといった意見はなかったが、気温が上がる夏場や換気回数の減る冬場において、汗臭の問題が発生する可能性を考え、汗臭の原因物質である酢酸も測定対象とした。

測定の結果（表1）、1週間当たりの平均アンモニア濃度は、6.0ppm、平均酢酸濃度は3.2ppmであった。

今回の測定で検出されたアンモニア濃度を1時間当たりに換算すると約0.04ppmであった。ヒトのアンモニアの嗅覚閾値は、1.5ppm¹⁾とされているため、室内にアンモニア発生源が存在し、常に一定量のアンモニアが放散されると仮定すると、本測定から得られた値ではアンモニア臭は感じられないはずである。この結果は、調査を行った個室にトイレが設置されておらず、おむつ交換などの排泄処理時に臭気が発生することと一致する。

表1 施設臭気の事前測定

	1週間当たりのアンモニア濃度	1週間当たりの酢酸濃度
平均値(ppm)	6.0	3.2

2. 機能性壁材の試作・評価

(1)機能性壁材の試作

吸着材の性能評価の結果（表2）から、メチルメルカプタン、硫化水素に顕著な効果を示したF、様々な臭気に対して幅広く吸着性能を持つI、アンモニア吸着に対し費用対効果が高い無機物理吸着材のJ、T、アンモニア吸着に特化した化学吸着材Vを組み合わせ、試作壁材①～③の3種類の壁材を試作した。

試作壁材① F、I、J、T

試作壁材② F、I、J、T、V

試作壁材③ I、J、T、V

表2 各臭気に対する吸着材の性能評価

品番	アンモニア	トリメチル アミン	ヒドリジ ン	メチルメル カプタン	硫化 水素	酢酸	イソ吉草 酸	アルテ [®] ヒ ト [®]	ノネナール
A	○	○		○	○				
B	○				○	○		○	
C						○	○		○
D	○	○	○						
E		○	○						
F				○	○				
G							○		
H								○	○
I	○	○		○	○	○	○	○	○
J	○								
K		○							
L	○	○		○	○				
M	○					○	○		○
N	○					○	○		○
O	○	○		○	○			○	○
P	○					○	○		○

品番	アンモニア	トリメチル アミン	ピリジ ン	メチルメル カプタン	硫化 水素	酢酸	イソ吉草 酸	アルテ ト	ノネナール
Q					○	○		○	
R	○	○			○	○		○	
S					○	○		○	
T	○								
U								○	
V	○								

(2) 試作壁材の臭気吸着試験

i) アンモニア吸着試験

高濃度域でのアンモニア吸着試験結果及び低濃度域でのアンモニア吸着試験の結果を表3、4に示す。

表3 高濃度アンモニア吸着試験

	試作壁材①	試作壁材②	試作壁材③
初期濃度(ppm)	500	500	500
30分後濃度(ppm)	5.0	4.0	2.5
60分後濃度(ppm)	2.5	1.9	2.0
120分後濃度(ppm)	2.0	1.0	1.1

表4 低濃度アンモニア吸着試験

	試作壁材①	試作壁材②	試作壁材③
初期濃度(ppb)	120	122	120
60分後濃度(ppb)	30.7	N.D.	N.D.

高濃度域でのアンモニア吸着試験の結果から、最終的なアンモニア吸着量は、3種の試作壁材で大きな差は見られなかったが、30分後濃度が試作壁材①>②>③の順であったことから、試作壁材③の吸着速度が最も大きいと考えられる。

また、低濃度域での結果から、試作壁材①は、試作壁材②、③に比べ吸着性能が劣っていた。

ii) 酢酸吸着試験

酢酸吸着試験の結果を図1に示す。

酢酸吸着試験においても、最終的な酢酸吸着量に大きな差は見られなかった。しかし、試作壁材②の30分後の吸着性能は、他の試作壁材に比べ劣っていた。

iii) trans-2-ノネナール吸着試験

アンモニア吸着試験において、良好な吸着性能を示した試作壁材②、③について、高齢者施設での使用を目的としていることから、加齢臭の対策も必要と考え、加齢臭の原因とされているtrans-2-ノネナールの吸着性能評価を行った。

ノネナールの1時間後における減少率は、試作壁材②で87%、試作壁材③で94%であり、試作壁材③の吸着性能が優れていた。

これらの結果から、アンモニア吸着性能、ノネナール吸着性能が良好な試作壁材③を施設での実証試験に用いることとした。

3. 高齢者施設での実証試験

施設での臭気の測定結果を表5に示す。この結果から、機能性壁材施工後では、アンモニア濃度が53%減少し、室内で発生したアンモニア臭気が施工前に比べ素早く除去されたことが示唆される。

また、酢酸濃度に関しては、少ないながらも減少が確認された。

今回試験を行った期間は、10月末から1月末までの冬季であり、発汗が少なく酢酸が高濃度で存在

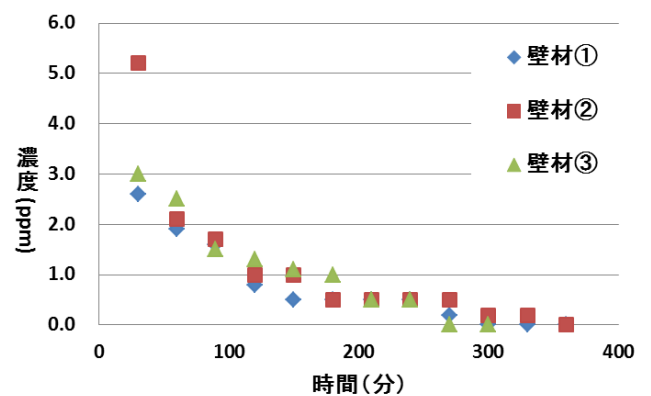


図1 酢酸吸着試験

していなかったため差が出にくかったものと考えられる。気温が高く、発汗量が多くなる夏季では、汗臭の減少効果も期待される。

表5 施設での試験結果

	平均アンモニア濃度	平均酢酸濃度
壁材施工前(ppm)	6.0	3.2
壁材施工後(ppm)	2.8	2.8
減少率(%)	53	13

該当する居室での臭いを介護職員が数値化した結果、施工前は、臭気強度 1～2 の範囲で臭いを感じていることが分かった。施工後の調査では、吸気強度は、0（無臭）となった。

また、臭いの質に関して、施工前は、「し尿」の数値が最も多く、次ぎに「汗」、「建材」、「ほこり」、「加齢臭」が同数であったのに対し、施工後は、いずれも該当する項目は「0」の数値を示した(図2)。

これらの結果から、アンケート調査においても、検知管による評価と同じく試作壁材に消臭効果があることが確認できた。

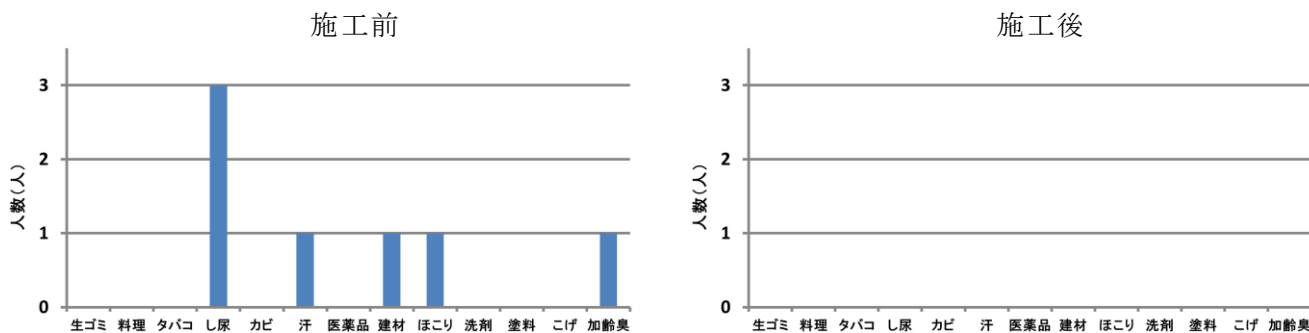


図2 臭いの質

まとめ

1. 実証試験前に、施設における臭気調査を行い、問題となっている臭気の特定を行った。
2. フジワラ化学株式会社において、特定した臭気を対象として、複数種の吸着材を配合した消臭機能を有する3種類の機能性壁材を試作した。
3. 試作壁材について、高濃度域及び低濃度域でのアンモニア吸着試験、酢酸及び加齢臭の原因とされる trans-2-ノネナールに対する吸着試験を行い、最も吸着能力が高い壁材を施工用壁材とした。
4. 県内の高齢者施設の協力を得て、施設向け壁材の実証試験を行った。
5. 高齢者施設における試作壁材の実証試験の結果、室内のアンモニア濃度が減少することが確認できた。
6. アンケートによる官能評価においても、臭気物質の低減を示す結果が得られ、試作壁材の消臭機能を確認することができた。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご協力いただきました高齢者施設の利用者や職員の方々、調査分析に携わった聖カタリナ大学の学生の方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 永田 好男, 竹内 教文: 日本環境センター所報, p79 (1990).
- 2) 環境省: 臭気対策行政ガイドブック, p1 (2002).