

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 30 日現在

機関番号：17401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2014～2016

課題番号：26420586

研究課題名（和文）居住環境における悪臭の国際的実態調査と対策評価方法の検討

研究課題名（英文）International survey on indoor odor and evaluation method for removal performances

研究代表者

長谷川 麻子（Hasegawa, Asako）

熊本大学・大学院先端科学研究部（工）・准教授

研究者番号：80347004

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,900,000円

研究成果の概要（和文）：住宅内で居住者に感知され不快と感じる臭気について、国際的なアンケート調査を実施、対策が必要とされる悪臭のタイプを絞り込んだ。並行して、JIS小形チャンバー法により低減性能が明らかでない建材を対象として、超小型チャンネルデバイスを用いた新たな試験装置により性能試験を行い、法定試験同等の結果が得られることを確認した。さらに、熊本地域の素材を対象にケミカルガスに対する低減性能について検証、再放散特性や寿命予測の可能性も示唆した。

研究成果の概要（英文）：International questionnaire survey was carried out and uncomfortable odors could be almost the same as the result of Japanese survey. The removal testing method using a small channel device was developed and the removal performances against chemical pollution gases of several materials can be evaluated by shorter hours than JIS small chamber method.

研究分野：建築環境・設備

キーワード：室内空気質

1. 研究開始当初の背景

2003年の建築基準法改正により、いわゆる「シックハウス症候群」の罹患を予防・低減するため、建材由来のホルムアルデヒド(HCHO)放散は低減され、0.5回/hの常時換気が義務付けられて、室内濃度を厚生労働省の指針値である80ppb以下に抑制する対策がとられた。その結果、2011~2012年厚生労働省の実態調査によれば、住宅内のHCHO濃度は大幅に低減して40ppb程度であり、指針値が示されている他の揮発性有機化合物(VOC)についても、居住者の持ち込む防虫剤など生活用品に由来する化合物以外は低減されており、健康被害が大幅に減少しただけではなく、いわゆる建材臭に対する対策は成功したといえよう。したがって、居住者が不快感を抱く次なるにおいては、生活環境における悪臭である。

日本では、住宅の壁装仕上げ材料としてビニルクロスが一般的だが、室内空気汚染とその健康影響が問題となった頃から室内濃度を低減する「パッシブ建材」が登場し、その性能試験方法は2007~2008年にかけて日本工業規格(JIS)として定められたが、この性能試験方法を実施できる機関が九州にはなく、法定価格が高額であるために新規に開発された材料を気軽に供することはできない。また、この試験方法は国際規格(ISO)としても制定されたが、実際にこれらの法定試験において除去対象とする化学物質は主に室内濃度指針値が示されているホルムアルデヒドをはじめとする揮発性有機化合物であり、本研究で取り扱おうとしている悪臭を構成する成分とは異なる。

2. 研究の目的

住宅内で居住者に感知され不快と感じる臭気について、アンケートを用いた国際的な実態調査を実施、対策が必要とされる悪臭のタイプを絞り込む。並行して、JIS小形チャンバー法により低減性能が明らかな建材を対象として、超小型チャンネルデバイスを用いた新たな試験装置により性能試験を行い、法定試験同等の結果が得られることを確認のうえ、熊本地域の素材を対象にケミカルガスに対する低減性能について検証、臭気対策としての応用や効果を検討する。

3. 研究の方法

3-1 居住環境における不快なにおいに関する国際的アンケート調査、対象成分の選定

空気清浄機の性能試験に関する国際標準化(ISO)委員会において、研究代表者とともにメンバーである大同大学 光田恵 教授が作成した「生活環境のにおいに対する意識調査」の内容を、研究代表者が英訳し、ISO会議や国際会議の場で配布してきた。

本アンケートは、性別、年齢、国籍といった回答者情報と、生ごみ臭や体臭など各種のにおいを提示し、自宅および自宅以外の生活

環境において感じる度合い、快・不快の別、感じる場所について問うている。

このアンケート用紙を、会議や学会の場を活用しながら、メール等でも広く国際的に配布・回収し、これらの回答を集計して居住環境において除去対象とすべき臭気について各国事情を分類し、明らかな発生源があれば局所的な濃度低減対策の必要性について検討するなど、今後の研究対象とすべき悪臭成分を抽出・選定する。

3-2 超小型チャンネルを用いた濃度低減性能実験

既往の基盤研究(C)で製作・使用してきた塩化ビニル製の超小型チャンネルデバイスを用いて、既にJIS小形チャンバー法によってHCHO濃度低減性能が明らかな建築材料をはじめとして、3-1で選定される臭気成分の低減対策に適用できそうな素材、特に熊本県内で産出され入手が容易な材料を供試体として、濃度低減性能試験を行う。

図1に超小型チャンネルの構成と材料施工方法を、図2に試験装置の系統図を示す。

超小型チャンネルデバイスは、安価な塩化ビニル製で、外形200×40×5mm^tの上下板に、直線部が130mmで20mm^tの空洞部を有する中板を挟み、材料表面を空気が流れる構造になっている。これをクールインキュベーター内に設置し、JIS小形チャンバー法と同様の温度条件である28±1°Cで試験を行った。

試験装置は、低濃度ガスを定常濃度・一定流量でチャンネルに供給し、材料表面を通過したのちの出口濃度をマイクロガス分析システムによって定性・定量する仕組みである。チャンネルへの供給濃度や流量は変更可能なので、試料負荷率と濃度低減効果の関係だけでなく、供給濃度や材料表面の気流速度と低減効果との関係についても試験を行うことができる。

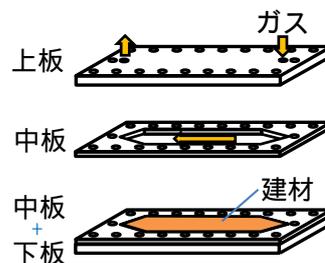


図1 超小型チャンネルデバイスの構成および材料施工方法

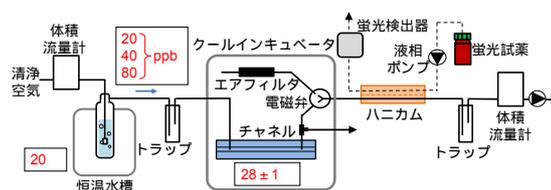


図2 試験装置系統図

4. 研究成果

4-1 居住環境における不快なにおいに関する国際的アンケート調査結果

今回取りまとめたサンプル数は 67 で、日本における調査(N=3955)に比べて非常に少ないが、本アンケート調査の Phase 1 として分析してみる。回答者の国籍は欧州とアジアが多く、年齢層別では 20 代が過半数を占めていたが、男女の比率や住居形式は戸建住宅と集合住宅がほぼ 1:1 であった。

自宅内・外のいずれにおいても強く感じ不快であるとされたにおいは、生ごみ臭、排泄物・トイレ臭、体臭、たばこ臭であった。既往の研究によれば、これらの臭気に対する寄与が大きい化学物質は、生ごみ臭の場合メチルメルカプタン、トイレ臭はトリメチルアミン、体臭はイソ吉草酸、たばこ臭はアセトアルデヒドであることが指摘されている。したがって、空気清浄機やフィルタなど、空気浄化に関する性能試験で除去対象とするべきガス状汚染物質としては、室内濃度指針値が示されている化学物質に加え、これらの成分が候補として挙げられるであろう。

におい・かおり環境協会の調査結果によれば、日本人が自宅内外で感じる不快なにおいは、生ごみ臭、排泄物・トイレ臭、排水口臭、たばこ臭であった。今回の外国人に対する調査ではサンプル数が極端に少ないものの、日本人と外国人との間で強く感じる不快なにおいは共通しているようである。

4-2 超小型チャンネルを用いた濃度低減性能実験

空気中の HCHO を定常的に低減する建材として(財)日本建築センターの建設技術審査証明事業により「室内空気中の揮発性有機化合物低減技術(建材)」として認定されている湿式内装材料を、超小型チャンネルデバイスに施工し、HCHO ガスの 1) 濃度 20ppb で供給流量を変化させた場合、2) 供給濃度を变化させた場合について試験を行った。

1) 供給流量を変化させた場合

図 3 に、供給流量を 100 ~ 200ml に変更した場合のチャンネル出口濃度を示す。

これら以外に、300ml、500ml に変更した場合についても複数回試験を行っており、いずれの場合も供給濃度の約 90% が低減されていることが分かった。

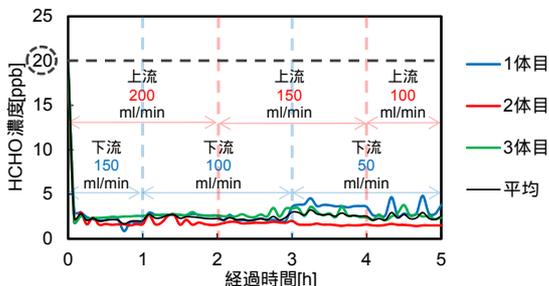


図 3 供給流量を変更した場合のチャンネル出口濃度

2) 供給濃度を变化させた場合

図 4 に、HCHO 濃度を 20、40、80ppb で供給した場合のチャンネル出口濃度を示す。

いずれの濃度で供給しても、低減性能はほとんど差異が認められなかった。

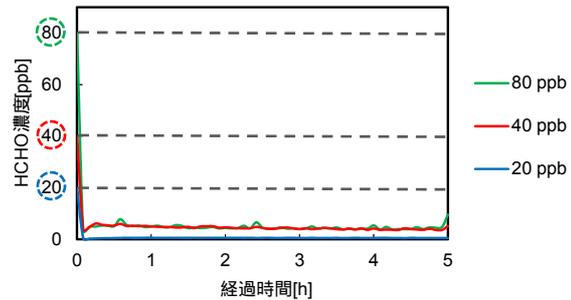


図 4 供給濃度を変更した場合のチャンネル出口濃度

図 5 に、本試験結果と JIS 小形チャンバ法によって得られた供給濃度と除去率の関係を示す。ここに除去率とは、供給濃度を 100 とした場合に出口濃度がどれだけ低減されているかを表している。

本試験方法は、JIS 小形チャンバ法と比較してコンパクトな装置で短時間の試験によって、低減性能については同等の結果が得られることが分かった。

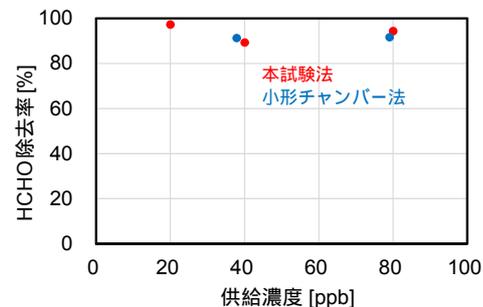


図 5 HCHO 供給濃度と除去率の関係

ここまでの実験結果から、本試験装置および方法によって、各種材料の化学物質ガスに対する低減性能が容易に得られることが分かったので、4-1 で選定される臭気成分に対する低減性能試験に先立ち HCHO および硫化水素(H₂S)ガスを用いて、3) 熊本県産材料「リモナイト」の低減性能、および 4) 長時間実験による再放散の可能性やライフタイムの予測を目的にさらなる実験を行った。

3) リモナイトの低減性能について

図 6 に、リモナイトを超小型チャンネルデバイスに施工して HCHO あるいは H₂S ガスを 20ppb で供給した場合の出口濃度を計測した結果から求めた除去率を示す。

リモナイトは、阿蘇山近郊で無尽蔵に採取可能な土壌資源であり、H₂S などの悪臭成分を除去できる性質をもち、吸着後の材料を洗浄して再生すれば再利用可能なエコマテリアルである。今回の試験結果においても H₂S

ガスに対する除去率はほぼ 100%であったが、HCHO ガスに対しては 20%程度であった。このように、本試験方法であれば、同じ材料であっても対象とするガスによって低減性能が異なることを、1 日の実験で定量的に把握できる。

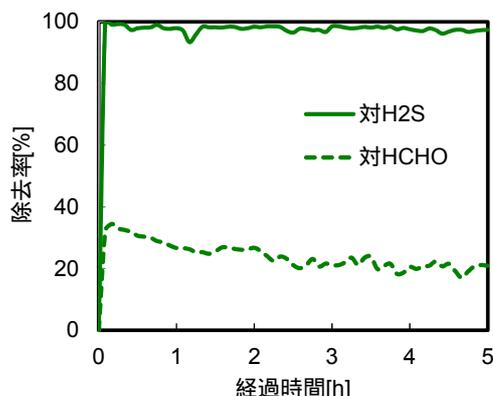


図 6 リモナイトの HCHO および H₂S ガス低減性能

4) 再放散およびライフタイム予測

図 7 に、リモナイトに対して HCHO の低減性能試験を終えたのち清浄空気を供給した場合の出口濃度を示す。

H₂S ガスの低減性能試験を終えたのち清浄空気を供給した場合は、リモナイトからの再放散は認められなかったが、HCHO ガスに対しては物理吸着していたために再放散しているものと考えられる。このように、本試験方法は材料ごとの低減性能だけでなく、吸着・再放散特性についても示すことができる。

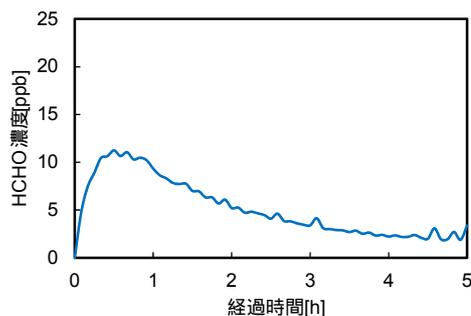


図 7 HCHO 吸着後リモナイトの再放散試験結果

図 8 に、リモナイトに対して 20ppb の H₂S ガスを 24 時間供給し続けた場合のチャネル出口濃度を示す。

今回の実験では 24 時間しか連続計測ができておらず、リモナイトの低減性能が低下する様子を観察することはできなかったため、低減性能のライフタイムを予測することは難しい。

しかしながら、H₂S ガスを定性・定量するマイクロガスシステムの蛍光試薬を、温度、

濃度とも安定した状態で管理することさえできれば、より長時間の試験も可能であり、各種ガス成分に対する材料の低減性能についてライフタイムを予測することができそうである。

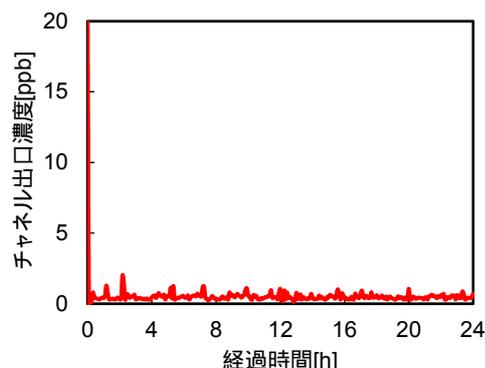


図 8 リモナイトの H₂S ガスに対する低減性能劣化試験結果

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Akira Yanaga, Naruto Hozumi, Shin-ichi Ohira, Asako Hasegawa and Kei Toda: Formaldehyde vapor produced from hexamethylenetetramine and pesticide: Simultaneous monitoring of formaldehyde and ozone in chamber experiments by flow-based hybrid micro-gas analyzer, *Talanta*, 148, pp.649 - 654, 2016.2. (査読有)

〔学会発表〕(計 7 件)

椎葉 智恵、長谷川 麻子「壁装材料の化学物質低減性能に関する簡易試験法の開発 - その 5 - 」日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.695-696、2016.8.24-26、福岡大学

Asako Hasegawa, Tomoe Shiiba, Megumi Mitsuda: What is your unpleasant odor?, Indoor Air 2016 Proceedings, paper No.373, 2016.7.3-8, Belgium

椎葉 智恵、室積 拓実、長谷川 麻子、戸田 敬「内装材料の HCHO 濃度低減性能に関する実験的研究」第 9 回室内環境学会九州支部研究発表会、2016.1.29、アクロス福岡

椎葉 智恵、長谷川 麻子、光田 恵「生活環境における臭気原因物質に関する調査研究 外国人に対するアンケート結果 」日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.803-804、2015.9.4-6、東海大学湘南キャンパス

室積 拓実、長谷川 麻子「壁装材料の化学物質低減性能に関する簡易試験法の開発 - その 4 - 」日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.813-814、2015.9. 4-6、東海大学湘南キャンパス

椎葉 智恵、長谷川 麻子、光田 恵「外国人を対象とした生活環境中の臭気に関するア

ンケート調査」第 28 回におい・かおり環境
学会講演要旨集、pp.54-55、2015.8.25-26、代
同大学(名古屋市)

室積 拓実、田中 清也、長谷川 麻子、戸
田 敬「内装材料の化学物質低減性能に関す
る実験的研究 その 3 」第 32 回空気清浄と
コンタミネーションコントロール研究大会
予稿集、pp.205-207、2015.4.21、早稲田大学

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

長谷川 麻子 (HASEGAWA, Asako)

熊本大学・大学院先端科学研究部・准教授

研究者番号：8 0 3 4 7 0 0 4

(2) 研究分担者

戸田 敬 (TODA, Kei)

熊本大学・大学院先端科学研究部・教授

研究者番号：9 0 2 6 4 2 7 5

宗像 瑞恵 (MUNEKATA, Mizue)

熊本大学・大学院先端科学研究部・准教授

研究者番号：3 0 2 6 4 2 7 9