

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 5月13日現在

機関番号：12501
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2010～2012
 課題番号：22510099
 研究課題名（和文） 室内空気質の新しい評価システムの開発

研究課題名（英文） Development of new evaluation system of indoor air quality

研究代表者

戸高 恵美子（TODAKA EMIKO）
 千葉大学・予防医学センター・准教授
 研究者番号：30334212

研究成果の概要（和文）：室内空気質の新しい評価システムの開発を試みるために、室内空気中の化学物質濃度、臭気について調査検討した。臭気については、測定した室内の各化学物質濃度を嗅覚閾値濃度で除した値を臭気閾値比（Odor Threshold Ratio, OTR）と定義し、数値化を試みた。結果、化学物質濃度と臭気は全体的に相関を示したが、化学物質濃度が低くなると相関は弱くなり、両者ともシックハウス様の症状に有意に関連していることがわかった。上記から臭気が室内空気質を評価する一つの指標となりうること、また、新しい評価法の可能性があることが判明した。

研究成果の概要（英文）：To develop new evaluation system of indoor air quality, indoor VOCs (volatile organic compounds) were measured and analyzed. Next, odor threshold ratio (OTR) was investigated if it would be useful to evaluate indoor air. OTR of a chemical is obtained by dividing concentration level by its odor threshold value. In conclusion, TVOC (total volatile organic compounds) and TOTR (total odor threshold ratio) are correlated significantly with SBS symptoms. It suggests odor could be a new method to evaluate indoor air quality in addition to TVOC.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境技術・環境材料

キーワード：人間生活環境・シックハウス症候群

1. 研究開始当初の背景

近年、省エネの観点から高気密性の住環境の必要性が説かれ、エネルギー効率が上昇した反面、室内に揮発性有機化合物（VOC）がこもるようになったことから、「シックハウ

ス症候群」が問題になっている。シックハウス症候群は、室内空気中の VOC によって目や鼻の症状、頭痛やめまい、呼吸器系の疾患などを発症するが、原因物質はさまざまである。これまで、国によってホルムアルデヒド

の室内濃度基準値（0.08ppm）が設定されているほか、クロルピリフォスについては原則使用禁止となった。さらに、厚生労働省は上記2物質以外の11物質については「室内濃度指針値」を設けた。しかし、その後は規制対象物質以外の物質が新たに使用されるようになり、同症候群は複雑化・多様化し、しかも原因化学物質は検出されにくくなっているのが現状である。そこで同症候群の原因とされる室内空気質について新たな測定分析方法や臭気などのヒトの感覚を指標に加えた新しい評価システムの開発が必要とされている。

2. 研究の目的

本研究では「シックハウス症候群」の問題を根本的に解決するために①室内空気中の原因化学物質の測定、分析方法の開発、および②臭気等の体感評価を原因物質評価の指標に加えた新評価システムの確立を目的とする。具体的には小型、簡易型の空気採取機器の開発、正確に空気質の状態を把握するための採取方法の検討、宅配による空気採取機器の送付および返還システムの開発、臭気、体感評価と空気中の化学物質の相関関係を検討し新評価システムの開発を研究する。

3. 研究の方法

本研究では、千葉大学柏の葉キャンパス内に建設した化学物質を低減したモデルタウン「ケミレスタウン」内の実験棟を活用し、建材や建築方法によって室内空気中のTVOCがどのように異なるか、季節の変化（温度・湿度の変化）によってどのように変化するかを、80程度の化学物質濃度を精密分析して測定することによって明らかにする。また、これまで考えられてこなかった臭気による健康影響についてより客観的に把握できる方法を開発する。さらに、従来想定されてこな

かった新しいVOCの存在の報告が相次いでいることから、現実に室内に存在するVOCの中で濃度の高いものから上位10物質程度を検出し特定する方法を開発する。そして、シックハウス症候群問題が発生した際に全国どこで発生しても同じ方法で測定できるよう、宅配型の簡易型ポンプを使用して空気捕集を行い、サンプラーを宅配で分析会社に送り、問題の室内のVOCをより正確に把握する方法を開発する。

4. 研究成果

「ケミレスタウン」内の各実験棟において部材の放散速度試験、室内空気中の化学物質濃度を測定および体感評価試験を行った結果、3年を通してTVOCが戸建型実験棟では概ね $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下、公共施設を想定した実験棟では $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 以下の低濃度を保つことができた。室内空気中VOC濃度については、VOC64物質、アルデヒド類17物質を精密分析し、その積算をこの実験における「総揮発性有機化合物（TVOC）」とした。

（宅配型簡易ポンプの開発と性能検証）

シックハウス症候群症状を訴える患者が、症状を引き起こす場所の空気中化学物質濃度を測定、原因を特定すること、どの化学物質が症状と関連しているのかを調査するために開発を進めてきた宅配型簡易ポンプを完成させ、24時間捕集ポンプと性能比較試験及び使用方法の検査を実施したところ、ほとんど変わらないという良好な結果が得られこれからの調査に使用できることが判明した。

（臭気による評価システム開発）

シックハウス症候群の症状を訴える人の多くが臭気についても訴えていることから室内空気中の化学物質を臭気を用いて客観的に評価し、新しい指標を策定することによってシックハウス症候群を予防することを

試みた。具体的には各物質の室内濃度を嗅覚閾値濃度で除した値を臭気閾値比と定義し、実際の住宅における臭気閾値比および総OTR (TOTR) を算出し、空気中の化学物質濃度との相関を見ることで臭気による評価の妥当性を検討した。結果、TVOC、TOTRとも夏季に増加し冬季に減少、経年とともに減少する傾向がみられ、全体的に相関を示したが、TVOCが低くなると相関は弱くなった。OTRの低い物質は、濃度そのものが低くても臭いを感じやすいため、症状に影響している可能性がある。すなわち、TVOCが低くてもシックハウス症候群の訴えがある場合、TOTRが評価の基準となる可能性が推察された。そこで実際に室内空気質測定をした場所で健康なボランティアによる体感評価実験をおこない、TVOC、TOTRそれぞれで症状がでる可能性が高い値を統計的に算出した。その結果、TVOCで約400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 以上、TOTRで40以上になるとシックハウス様の症状が出やすいということがわかった。この結果は、室内空気中の化学物質量のみならず、臭気もシックハウス症候群の発症の一因となっていることが推察される。つまり臭気閾値比は室内空気質を評価する一つの指標となりうること、また、新しい評価法の可能性があることが判明した。

5. 主な発表論文等 〔雑誌論文〕(計8件)

- ① 森 千里、中岡宏子、花里真道、戸高恵美子：シックハウス症候群予防のための化学物質感受性セルフチェック「ケミレス必要度テスト」の開発：環境改善型予防医学による化学物質問題対策の実践例，臨床環境医学，査読有，21，1-7，2012
- ② 小高陽子、戸高恵美子、瀬戸 博、齋藤育江、中岡宏子、花里真道、森 千里：植物油添加漆喰から揮発するアルデヒド

類によるシックハウス症候群誘発の可能性，臨床環境医学，査読有，22，192-200，2012

- ③ Mori C，Todaka E，Nakaoka H and Hanazato M：Chemiless town and town of public health (TOP) project based on sustainable health science.Jpn. J. Clin. Ecol.，査読有，20：90-99，2011

- ④ Nakaoka H，Todaka E，Hanazato M，Saito I，Seto H，Chemiless Town Project Consortium and Mori C：Total odor threshold ratio can be a new method to evaluate indoor air quality. Jpn. J. Clin. Ecol.，査読有，20：115-122，2011

- ⑤ Minako Hisamitsu，Emiko Todaka and Chisato Mori：The Influence of Environmental Exposure to Formaldehyde in Nasal Mucosa of Medical Students during Cadaver Dissection, Allergology International, 査読有，Vol. 60, No. 3:373-379, 2011

- ⑥ 花里真道，戸高恵美子，中岡宏子，瀬戸博，ケミレスタウンプロジェクト・コンソーシアム，森 千里：室内化学物質を低減した居室ユニットの設計・開発，臨床環境医学，査読有，20：100-107，2011

- ⑦ 花里真道，戸高恵美子，中岡宏子，瀬戸博，ケミレスタウンプロジェクト・コンソーシアム，森 千里：室内化学物質を低減したオフィスの改装設計と濃度測定，臨床環境医学，査読有，20：108-114，2011

- ⑧ 戸高恵美子，森 千里：未来世代のためのまちづくり ケミレスタウン・プロジェクト 日本予防医学会雑誌，査読有，5(2)：42-45，2010

〔学会発表〕(計21件)

- ① 中岡宏子，瀬戸 博，戸高恵美子，花里真道，森 千里：臭気閾値比を使用した新しい室内空気質の評価方法の提案 平成24年度室内環境学会学術大会，2012年12月15，16日，東京

- ②中岡宏子、瀬戸 博、戸高恵美子、齋藤育江、花里真道、森 千里：臭気閾値比を使用したシックハウス症候群予防のためのリスク指標の構築-環境改善型予防医学の実践として- 第 10 回日本予防医学会学術総会、2012 年 11 月 24, 25 日、広島
- ③Nakaoka H, Todaka E, Hanazato M, Seto H and Mori C.: A proposal of a new method to evaluate indoor air quality by using odor threshold ratio. 10th International Conference of Healthy Buildings, 8-12 July 2012, Brisbane, Australia
- ④Todaka E, Nakaoka H, Hanazato M, Seto H and Mori C.: A self-check questionnaire for evaluating sensitivity to chemicals to prevent sick building syndrome, 10th International Conference of Healthy Buildings, 8-12 July 2012, Brisbane, Australia
- ⑤Todaka E, Nakaoka H, Hanazato M, Seto H and Mori C.: Sick building syndrome and total volatile organic compounds, 48th congress of EUROTOX , June 17-20, 2012, Stockholm, Sweden
- ⑥中岡宏子、瀬戸 博、戸高恵美子、花里真道、森 千里：大学内事務室における臭気を考慮した室内空気環境評価、平成 23 年度室内環境学会学術総会、2011 年 12 月 8,9 日、静岡
- ⑦花里真道、福原敦志、瀬戸 博、戸高恵美子、中岡宏子、森 千里：室内化学物質濃度を低減したオフィス改装設計と濃度軽減手法の開発、平成 23 年度室内環境学会学術総会、2011 年 12 月 8,9 日、静岡
- ⑧戸高恵美子、森 千里：ケミレストウン・プロジェクト 5 年間の成果、第 20 回日本臨床環境医学会学術集会、2011 年 11 月 12,13 日、千葉
- ⑨中岡宏子、瀬戸 博、戸高恵美子、花里真道、森 千里：臭気を用いた室内空気環境の評価法、第 20 回日本臨床環境医学会学術集会、2011 年 11 月 12,13 日、千葉
- ⑩齋藤育江、大貫 文、戸高恵美子、中岡宏子、森 千里、保坂三継、小縣昭夫：未規制物質による室内汚染の現状、第 20 回日本臨床環境医学会学術集会、2011 年 11 月 12,13 日、千葉
- ⑪花里真道、戸高恵美子、中岡宏子、瀬戸博、森 千里：室内化学物質を軽減した居室ユニットの設計・開発、第 20 回日本臨床環境医学会学術集会、2011 年 11 月 12,13 日、千葉
- ⑫小高陽子、中岡宏子、戸高恵美子、花里真道、森 千里：接着剤及び粘着剤不使用の床材施工における室内空気中 SVOC の濃度調査、第 20 回日本臨床環境医学会学術集会、2011 年 11 月 12,13 日、千葉
- ⑬H. Nakaoka, E. Todaka, M. Hanazato, H. Seto and C. Mori: An approach to “chemiless office” which aims to prevent sick-building syndrome by improving the office indoor air, 50th Anniversary Annual Meeting of Society of Toxicology (SOT), March 6-10, 2011, Washington DC, USA
- ⑭M. Hanazato, E. Todaka, H. Nakaoka and C. Mori: Analysis of top 10 volatile organic compounds (VOCs) to evaluate the indoor air quality which may cause sick building syndrome, 50th Anniversary Annual Meeting of Society of Toxicology (SOT), March 6-10, 2011, Washington DC, USA
- ⑮花里真道、戸高恵美子、中岡宏子、齋藤育江、瀬戸博、森 千里：住宅の室内化学物質における上位 10 物質の濃度と割合、平成 22 年度室内環境学会学術総会、2010 年 12 月 9,10 日、横浜
- ⑯小高陽子、戸高恵美子、中岡宏子、齋藤育

江, 森 千里 : 床材リフォーム時における室内空气中の難燃剤を含めた SVOC の濃度調査、平成 22 年度室内環境学会学術総会、2010 年 12 月 9,10 日、横浜 M. Hanazato,

⑰ 戸高恵美子, 福原敦志, 中岡宏子, 花里真道, 瀬戸博, 森 千里 : OA フロアー支持脚用接着剤由来のイソドデカンによるシックハウス症候群発症について、平成 22 年度室内環境学会学術総会、2010 年 12 月 9,10 日、横浜

⑱ Y. Odaka, H. Nakaoka, E. Todaka and C. Mori : Exposure to semi volatile organic compounds including flame retardants indoor air from the floor, ISES-ISEE 2010, Aug.28 – Sep.1, 2010, Seoul, Korea

⑲ E. Todaka, H. Nakaoka and C. Mori : Relationship between building materials, structure and volatile organic compounds (VOCs) indoor air, ISES-ISEE 2010, Aug.28 – Sep.1, 2010, Seoul, Korea

⑳ H. Nakaoka, E. Todaka, M. Hanazato and C. Mori : The efficiency of chemical sensitivity screening test in Japanese, Korean and English to prevent sick building syndrome, ISES-ISEE 2010, Aug.28 – Sep.1, 2010, Seoul, Korea

㉑ 中岡宏子, 戸高恵美子, 花里真道, 森 千里 : 予防医学実践としてのケミレスタウンの試み、第 19 回日本臨床環境医学会学術集会、2010 年 7 月 2, 3 日、東京

[図書] (計 1 件)

Mori C and Todaka E: Environmental contaminants and children's health –Sustainable Health Science for Future Generations, Maruzen Planet Co., Ltd. 2011 pp133

[その他]

ホームページ等

<http://cpms.chiba-u.jp/chemiless.html>

6. 研究組織

(1)研究代表者

戸高 恵美子 (TODAKA EMIKO)
千葉大学・予防医学センター・准教授
研究者番号 : 30334212

(2)研究分担者

森 千里 (MORI CHISATO)
千葉大学・大学院医学研究院・教授
研究者番号: 90174375

中岡 宏子 (NAKAOKA HIROKO)
千葉大学・予防医学センター・特任助教
研究者番号 : 60588648