

平成 30 年 6 月 14 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K00613

研究課題名(和文) 臭気を含む室内空気環境の新しい健康影響評価法の開発

研究課題名(英文) Development of a new assessment method for indoor air environment including odor

研究代表者

中岡 宏子 (Nakaoka, Hiroko)

千葉大学・予防医学センター・准教授

研究者番号：60588648

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：新築直後と入居後3か月の室内空気調査と居住する人の健康調査、実験棟居室で健康なボランティアによる約2時間の実証実験を行うことでヒトの五感による室内空気環境の評価方法の確立を試行した。具体的には空気環境の違いによる主観的なデータ(アンケートによる症状、臭気など)に加えて、客観的データ(脳波、心拍変動、唾液アミラーゼ、課題遂行等)をとり統計解析を行った。現在までのところ、感受性の高い群においては数値化された臭気と症状に関連があることがわかっており、臭気を室内空気の評価方法の一つとすることの可能性が見えてきた。さらに臭気と脳波、心拍変動、課題遂行について感受性の高い群での検証をしていく予定である。

研究成果の概要(英文)：In order to develop a new assessment method for indoor air environment, indoor air samples of new built houses and houses which passed 3 months after occupants' move-in, were collected and analyzed. At the same time evaluation tests by human's sensitivity were done. In addition, evaluation of the relationship between indoor environment and its related adverse health effects using subjective (questionnaire investigation) and objective data (brain waves and heart rate variability) was investigated. As a result, the possibility to evaluate by quantified odor (OTR: Odor threshold ratio) was found. However no significant differences were found in terms of degrees of performance and relaxation of participants between the different indoor air environments. Additional research and analysis will be conducted with more participants to further examine the relationship between the indoor environment and related health effects.

研究分野：室内環境とヒトへの健康影響

キーワード：室内空気環境 臭気 評価方法

1. 研究開始当初の背景

室内空気中の揮発性有機化合物 (VOC) が主な原因とされる「シックハウス症候群」「シックスクール症候群」については、現在、2003年に改正された建築基準法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、シロアリ駆除剤のクロルピリフォスについては原則使用禁止となっている。さらに、厚生労働省は上記2物質以外の11物質については毒性的観点から罰則規定のない「室内濃度指針値」を設けている。しかし、その後、規制対象物質の代替品や未規制対象物質が多く使用されるようになり、同症候群問題は複雑・多様化している。つまり同症候群の原因物質はさらに多様化し、しかも検出しにくくなっているのが現状である。そのため化学物質を総量で規制すること、あるいは人の感覚である臭気を客観的に評価することなどほかの対策が必要となってきた。ただし、現在、定義されている化学物質の総量 (TVOC) だけでは不十分であること (Nakaoka et al 2014)、またヒトの感覚である臭気と症状の関係を客観的に評価することが難しいために更なる調査と対策が必要となっている。

2. 研究の目的

本研究は室内空気環境を空気中の化学物質濃度とそのプロファイルおよび臭気がヒトの健康にどのように影響を及ぼすか、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の発症を予防するための対策システムを開発することを目的とする。

3. 研究の方法

実際の家庭において、これまでに千葉大学予防医学センターで開発をおこなってきた宅配型簡易測定ポンプ(ケミレスポンプ)で室内空気採取と測定、分析を行い、正確な空気測定方法の確立を行う

- (1) 上記空気測定と同時に質問票による症状、臭気などの調査および千葉大学環境医学診療科での健康評価をおこない、空気中化学物質濃度、種類と症状の関係を明確にする。
 - (2) 臭気による健康影響について嗅覚刺激が脳血流変化に及ぼす影響の調査を行い、臭気 閾値を新しい指標とした室内空気汚染の客観的評価方法を開発する。
- 上記のデータをもとに室内化学物質によって引き起こされる「シックハウス症候群予防対策システム」を構築していく。

4. 研究成果

2015年度、新築直後の51戸および入居後3か月の室内空気調査と健康調査を行い、2016年度は症状の訴えのあったオフィスで13か月にわたっての室内環境調査、健康調査およびシックハウス症状の訴えがある相談者の症例研究を行った。同時に問題があると推測された建材、塗料についての放散速度試験を行い、症状の原因追及を試みた。2017年度は、新しく建設した実験棟居室にて健康なボランティアによる約90分の短期滞在による実証実験を行った。2017年度の実験は、空気環境の違いによる主観的なデータ(アンケートによる症状、においなど)に加えて、客観的データ(脳波、心拍変動、唾液アミラーゼ、呼気一酸化窒素、課題遂行)をとり解析を行った。

症例研究の結果からは高い精度 ($R^2 = 0.994$, $Q^2 = 0.912$) で化学物質や環境因子によって症状の強さを予測できた。具体的には、症状の強さはドデカン、D5 (デカメチルシクロペンタシロキサン)、テキサノール、イソドデカンといった化学物質と強い正の相関を示し、反対に湿度と負の相関を示すという結果が得られた。(図1)

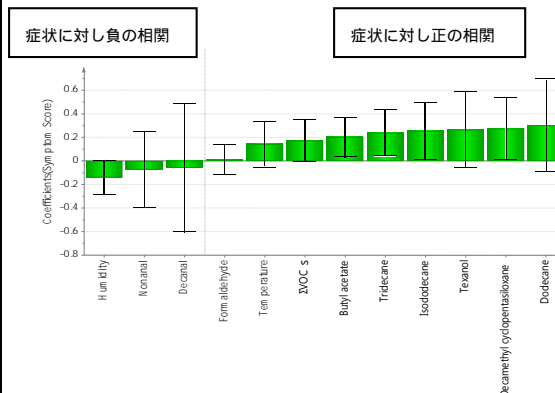


図1 症状と環境要因、室内空気中化学物質濃度との関係バーの長さが長いほど症状との相関が高くなる

つまりこれらの特定の化学物質への曝露が少なければ少ないほど症状の発現を予防できるということがわかった。症例研究という限界はあるが、確かに室内空気中の特定の化学物質がヒトに健康影響を及ぼしていること、そしてその化学物質の濃度によって症状の強さを予測できることを示唆しており、空気中の化学物質の削減がシックハウス症候群の予防につながる可能性があることがわかってきた。

臭気と化学物質濃度、症状などのアンケート調査、客観的データの関係は、43人のデータを得ることができた。2017年10月に竣工した2棟の実験棟(LH)A棟とB棟は外見、内装の見た目はほとんど同じだが、構造材、と内装材の違いで室内空気中化学物質濃度は大きく差があった。(図2左)体感評価試験参加者の臭気強度の認知については有意差が見られた(図2右)が脳波、心拍変動については有意差が見られなかった。(表1)

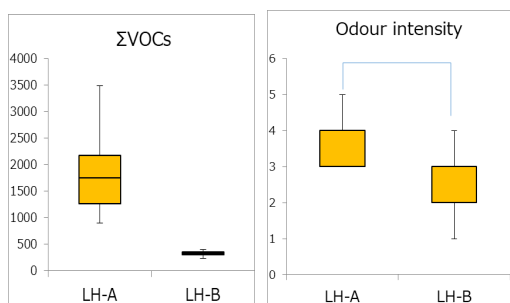


図2 左:実証実験棟2棟の化学物質濃度差
右:被験者による臭気強度差

表1.ケミレスTVOCと被験者データとの関係

	/ 脳波	LF/HF 自律神経	1桁暗算
VOCs	0.29	0.05	-0.25
	N-back 記憶課題	SBS 症状	臭気強度
VOCs	0.21	0.10	0.66*

スピアマン順位相関係数

* $p < 0.01$

上記の結果は、サンプルサイズが小さく、被験者のほとんどが健康で若いボランティアであったため、今回の実験時のAB両棟の室内空気中化学物質濃度や臭気強度は90分程度の短時間曝露だと影響を及ぼさない程度であったと推察される。今後、4年間にわたって400人程度にサンプルサイズを増やしていくこと、加えて化学物質に対する感受性の高い大人、子供あるいはアレルギーの病歴を持つ人に対しても同様な結果が得られるかどうか調査、検証をしていく予定である。

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6件)

Nakaoka H., Suzuki N., Nakayama Y., Takaya K., Todaka E., Tanaka S., Matsushita K., and Mori C. A preliminary study to investigate the relationship between indoor environment and its effect on physical and mental health, WIT Press, 2018 (in press) 査読有

W. Jin, M. Otake, A. Eguchi, K. Sakurai, H. Nakaoka, M. Watanabe, E. Todak, C. Mori, Dietary Habits and Cooking Methods Could Reduce Avoidable Exposure to PCBs in Maternal and Cord Sera, Scientific Reports, 7:17357, 査読有 doi: 10.1038/s41598-017-17656-9, 2017

中岡宏子、戸高恵美子、花里真道、鈴木規道、中山誠健、高谷一成、下田美智子、森千里 環境改善型予防医学に基づいたケミレスタウン・プロジェクト、臨床環境医学、26(2)、98-107、2017 査読有

中岡宏子、鈴木規道、中山誠健、高谷一成、下田美智子、戸高恵美子、花里真道、森千里 ケミレスタウン・プロジェクトフェーズ3の目指すもの2017年-2022年の展望、臨床環境医学、26(2)、108-113、2017 査読有

高谷一成、中岡宏子、鈴木規道、中山誠健、下田美智子、戸高恵美子、森千里 可搬型リアルタイムVOC分析装置の開発への展望、臨床環境医学、26(2)、92-97、2017 査読有

H. Nakaoka, H. Seto, E. todaka, N. Suzuki, C. Mori, Relationship between indoor air chemical exposure and adverse health effects in a multiple chemical sensitivity suspected patient: a case report study, Sustainable Development Vol. , 699-706, 2015 査読有

〔学会発表〕(計28件)

中岡宏子、鈴木規道、下田美智子、中山誠健、高谷一成、戸高恵美子、森千里、化学物質過敏症疑いの患者の室内曝露と症状発現の関係について その2、平成29年度室内環境学会学術大会 2017年12月12-14日 佐賀市文化会館(佐賀県佐賀市)

鈴木規道、中岡宏子、中山誠健、高谷一成、下田美智子、花里真道、戸高恵美子、森千里、室内空気質に関する意識・住環境・個人属性アンケート調査 その2 住居環境および個人属性とシックハウス症候群に関する相関分析、平成29年度室内環境学会学術大会

2017年12月12-14日佐賀市文化会館(佐賀県佐賀市)

中山誠健、中岡宏子、鈴木規道、高谷一成、下田美智子、花里真道、戸高恵美子、森千里、室内空気質に関する意識・住環境・個人属性アンケート調査 その1 住居環境および個人属性とシックハウス症候群に関する記述統計、平成29年度室内環境学会学術大会 2017年12月12-14日 佐賀市文化会館(佐賀県佐賀市)

高谷一成、中岡宏子、鈴木規道、中山誠健、下田美智子、森千里、リアルタイム VOC分析のためのイオン付着法を用いたイオン移動度分析装置の開発、原子衝突学会第42回年会 2017年9月8,9日 上智大学 (東京都千代田区)

H.Nakaoka, N.Suzuki, A.Eguchi, E.Todaka, C.Mori, An approach to make a healthy indoor environment in order to prevent adverse effects on human, Healthy Buildings 2017 Europe, P0196, Jul. 2-5, 2017, Lubin (Poland)

中山誠健、高谷一成、鈴木規道、中岡宏子、森千里、ケミレスタウンプロジェクト・フェーズ 2017-2022での展望、第26回日本臨床環境医学会学術大会、2017年6月24, 25日 東海大学高輪キャンパス(東京都港区)

鈴木規道、中岡宏子、中山誠健、高谷一成、森千里、環境と健康を考えた未来世代のための街づくり 研究事例の紹介、第26回日本臨床環境医学会学術大会、2017年6月24, 25日 東海大学高輪キャンパス(東京都港区)

中岡宏子、鈴木規道、中山誠健、高谷一成、森千里、環境改善型予防医学とケミレスタウンプロジェクト、第26回日本臨床環境医学会学術大会、2017年6月24, 25日東海大学高輪キャンパス(東京都港区)

⑨森千里、江口哲史、櫻井健一、宮宗秀伸、渡邊応宏、戸高恵美子、環境が及ぼす子どもたちへの健康影響、第26回日本臨床環境医学会学術大会、2017年6月24, 25日東海大学高輪キャンパス (東京都港区)

鈴木規道、中岡宏子、下田美智子、花里真道、森千里 新築住宅における竣工3か月後のVOCs濃度の経時変化について 平成28年

室内環境学会学術大会、2016年12月15, 16日産業技術総合研究所(茨城県つくば市)

下田美智子、中岡宏子、鈴木規道、山田智美、花里真道、戸高恵美子、森千里 新築住宅における室内空気曝露評価(2) -健康影響アンケートを用いて- 平成28年室内環境学会学術大会、2016年12月15, 16日産業技術総合研究所(茨城県つくば市)

中岡宏子、鈴木規道、下田美智子、山田智美、花里真道、戸高恵美子、森千里 新築住宅における室内空気曝露評価(1) -ヨーロッパ曝露評価を用いて- 平成28年室内環境学会学術大会、2016年12月15, 16日産業技術総合研究所(茨城県つくば市)

H.Nakaoka, N.Suzuki, M.Hanazato, A.Eguchi, C.Mori An approach to make a healthy indoor environment in order to prevent adverse effects on human, IMETI2016, Oct. 29-31, 2016, (Taichung, Taiwan)

N.Suzuki, M.Hanazato, H.Nakaoka, T.Yamada, A.Eguchi, C.koga, C.Mori, Emission rates and substances from low volatile organic compounds(VOCs) paints, IMETI2016, Oct. 29-31, 2016, (Taichung, Taiwan)

M.Hanazato, N.Suzuki, C.koga, H.Nakaoka, C.Mori, A study of design for reduction and monitoring of volatile organic compounds in indoor air : the case of a commercial bank in Japan, IMETI2016, Oct. 29-31, 2016, (Taichung, Taiwan)

C.Mori, H.Miyaso, A.Eguchi, Y. Matsuno, M.Yamamoto, M.Watanabe, H.Nakaoka, E.Todaka, H.Fukuoka, A.Hata, K.Sakurai, Recent findings of our Japanese birth cohort study with omics analysis: Chiba study of Mother and Children's Health (C-MACH), ISEE2016, Sep 1, 2016 (Rome, Italy)

鈴木規道、花里真道、中岡宏子、古賀千絵 新築住宅 51棟における竣工直後の室内空気中化学物質濃度について 2016年度日本建築学会大会 2016年8月24-26日福岡大学(福岡県福岡市)

H.Nakaoka, N.Suzuki, T. Yamada, E.Todaka, C.Mori, A Eguchi Health

impact of indoor air chemical exposure on a multiple chemical sensitivity suspected patient: Case report study, Indoor Air 2016, Jul 3-8, 2016, (Ghent, Belgium)

N.Suzuki, H.Nakaoka, M.Hanazato, S.Shiga, C.Mori, Contributing chemicals to TVOC value as a risk indicator of indoor air quality, ISEE-ISES AC2016, Jun.26-29,2016, Hokkaido University (Sapporo, Hokkaido)

H.Nakaoka, E.Todaka, M.Hanazato, N.Suzuki, M.Matanabe, A.Eguchi, C.Mori, Correlation of symptoms of sick building syndrome to odor concentration levels, ISEE-ISES AC2016, Jun.26-29,2016, Hokkaido University (Sapporo, Hokkaido)

⑳E.Todaka, H.Nakaoka, M.Hanazato, C.Mori, Environmental Preventive Medicine: Example of Chemiless Town Project, ISEE-ISES AC2016, Jun.26-29,2016, Hokkaido University (Sapporo, Hokkaido)

㉑中岡宏子、鈴木規道、山田智美、江口哲史、森千里、化学物質過敏症疑いの患者の室内曝露と症状発現の関係について、平成 27 年室内環境学会学術大会、2015 年 12 月 3,4 日沖縄コンベンションセンター(沖縄県那覇市)

㉒鈴木規道、中岡宏子、山田智美、志賀里美、花里真道、戸高恵美子、森千里 新築住宅における竣工直後の室内空気中化学物質濃度について 平成 27 年室内環境学会学術大会、2015 年 12 月 3,4 日沖縄コンベンションセンター(沖縄県那覇市)

㉓志賀里美、中岡宏子、鈴木規道、山田智美、戸高恵美子、森千里、SBS 症状の訴えのあったオフィスの室内空気環境調査、平成 27 年室内環境学会学術大会、2015 年 12 月 3,4 日沖縄コンベンションセンター(沖縄県那覇市)

㉔M.Hanazato, N.Suzuki, H.Nakaoka, C.Mori, Time-Dependent Change in the Indoor Chemical Concentrations: A Review of Concentrations Measured in New House, 2015 International Symposium of Environmental Medicine, Oct.24,25,2015 National Taiwan University (Taipei, Taiwan)

㉕N.Suzuki, H.Nakaoka, M.Hanazato, C.Mori, Volatile Organic Compounds in Indoor Air: A Review of Concentrations Measured in New Houses, 2015 International Symposium of Environmental Medicine, Oct.24,25,2015

National Taiwan University (Taipei, Taiwan)

㉖H.Nakaoka, N.Suzuki, S.Shiga, C.Mori, Indoor Air Chemicals Found after Reports of Office Odor and SBS Symptoms, 2015 International Symposium of Environmental Medicine, Oct.24,25,2015 National Taiwan University (Taipei, Taiwan)

㉗瀬戸博、中岡宏子、鈴木規道、山田智美、森千里、化学物質過敏症が疑われる患者の曝露状況調査 その1、日本臨床環境医学会学術集会 2015 年 6 月 6,7 日 北里大学(東京都港区)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況(計0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等
<https://chemiless.wixsite.com/chemiless>

6. 研究組織

- (1)研究代表者
中岡 宏子 (NAKAOKA, Hiroko)
千葉大学・予防医学センター・准教授
研究者番号：60588648
- (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
- (3)研究分担者
瀬戸 博 (SETO, Hiroshi)
千葉大学・予防医学センター・特任教授
研究者番号：60725810