

住環境における 1 人当たりの換気量と建物関連症状に関する横断研究

The association between ventilation in residences and building-related symptoms : cross-sectional study in Japan

○岩山遼太郎 (会員)^{1,3)}、鈴木規道 (会員)²⁾、嶋谷圭一 (会員)²⁾、高口倅暉 (会員)²⁾、
津村佳余 (会員)²⁾、中山誠健 (会員)²⁾、森千里 (会員)²⁾

1) 積水ハウス (株) 総合住宅研究所、2) 千葉大学予防医学センター、3) 千葉大学大学院医学薬学府
○Ryotaro IWAYAMA^{1,3)}, Norimichi SUZUKI²⁾, Keiichi SHIMATANI²⁾, Kohki TAKAGUCHI²⁾,

Kayo TSUMURA²⁾, Yoshitake NAKAYAMA²⁾, Chisato MORI²⁾

1) Comprehensive Housing R&D Institute, Sekisui house, Ltd.,

2) Center for Preventive Medical Sciences, Chiba University,

3) Graduate School of Medical and Pharmaceutical Sciences, Chiba University

Abstract: In Japan, in 2003, the installation of 24-hour ventilation systems became mandatory to combat building-related symptoms (BRS). This study aims to determine the association between the incidence of BRS and the amount of ventilation per person by 24-hour ventilation equipment. A nationwide survey (online) was conducted from January 24 to March 13, 2023. Ventilation equipment information was obtained from building specifications. Binomial logistic regression analysis was used to calculate odds ratios and 95% confidence intervals for 2541 subject, $p < 0.05$ was considered to indicate statistical significances. This study showed the need to consider the amount of ventilation per person in housing and the differences in trends by ventilation rate.

Keywords : 室内空気質、建物関連症状、住環境、換気、横断調査

1. 緒言

2003 年、建築基準法により、建物関連症状 (Building-Related Symptoms、以下 : BRS) の対策として 24 時間換気設備の設置が義務化された。換気設備の必要換気量は、空間の体積比または想定人数に応じて決定される。先行研究では、オフィスにおいて 1 人当たりの換気量と BRS の関連の報告がある^{1,2)}。しかし、住宅では質問紙による換気設備の有無などの主観的な評価に留まる^{3,4)}。

本研究では、建物情報の客観的な換気量を入手し、換気回数と 1 人当たりの換気量、それぞれの BRS との関連性を明らかにする。

2. 方法

2003 年以降に竣工した住宅の居住者を対象に、2023 年 1 月 24 日から 3 月 31 日にかけて全国 WEB 調査を実施した。回答開始画面で、個人情報保護や建物情報提供について同意を得た。本研究は、

千葉大学大学院医学研究院倫理審査委員会の承認 (M10381) を得ている。

建設会社より、建築地域、構造、換気設備、床面積に関する情報の提供を受けた。換気設備の仕様および床面積、同居人数を基に、換気回数および 1 人当たりの換気量 (LDK) を算出した。

アンケートでは、BRS、個人特性、世帯特性、生活習慣に関して確認した。BRS 有訴は、MM040EA 質問票の日本語翻訳版を用いた⁵⁾。12 種類の症状のうち 1 つでも、ここ半年の間に「よくある」「ときどき」と回答した人のうち、自宅の環境に関連していると思うか? に対し「はい」と回答した人を BRS 有訴と定義した。また症状の種類に応じて、一般症状、粘膜症状、乾燥症状にカテゴリ分けし、各々をアウトカムとした。

統計解析では、全データが得られた 2541 名を対象に、BRS 及び各カテゴリを従属変数とした二項ロジスティック回帰分析により、 $p < 0.05$ を統

計的有意として、オッズ比 (OR) 及び 95%信頼区間 (CL) を算出した。換気回数と 1 人当たりの換気量 (LDK) は 3 分位値で区分し、説明変数間の多重共線性は Spearman の順位相関係数で確認した (0.3 未満)。なお、全ての分析は、SPSS version 27.0 for Windows (SPSS Inc.) を用いた。

3. 結果

二項ロジスティック回帰分析の結果を Table 1 に示す。換気回数では、いずれも有意な関連は認められなかった。1 人当たりの換気量 (LDK) では、一般症状が Low に対し、Middle (OR=0.63, CL=0.43-0.92)、High (OR=0.65, CL=0.43-0.96) で有意に減少、乾燥症状が High (OR=1.38, CL=1.08-1.77) で有意に増加した。

4. 考察

本解析の結果は、1 人当たりの換気量 (LDK) の増加による CO₂ 濃度の低下、冬期の乾燥した外気の侵入による影響だと推測される。従来、換気回数は建材の HCHO 放散量、1 人当たりの換気量は人の呼気 CO₂ を基に決定される。換気回数ではなく、1 人当たりの換気量 (LDK) が関連したのは、人体 (CO₂、発汗等) または生活行為 (調理等) から発生した人数により増加する可能性がある汚染物質に起因しているためだと考えられる。

研究限界として、本研究では環境測定を実施していないため、実際の室内空気質とは紐づいていない。室内化学物質濃度の高さなどにより、結果が異なる可能性がある。また、冬期横断研究であるため、季節性は考慮できていない。

5. まとめ

本研究では、住宅において 1 人当たりの換気量を考慮することで、BRS をより予防できる可能性を示した。詳細な建物情報を用いた解析は、より良い室内環境の創造に有意義である。今後、より詳細な関連を検討するため、換気種別 (第 1 種換気設備、第 3 種換気設備) による層別解析を実施する予定である。

6. 文献

1. W. J. Fisk, Quantitative relationship of sick building syndrome symptoms with ventilation rates, *Indoor Air* 2009; 19: 159-165
2. O A Seppänen, Association of ventilation rates and CO₂ concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings, *Indoor Air*. 2004
3. Reiko Kishi, Indoor environmental pollutants and their association with sick house syndrome among adults and children in elementary school, *Building and Environment*. 2018
4. A. Kanazawa, Association between indoor exposure to semi-volatile organic compounds and building-related symptoms among the occupants of residential dwellings, *Indoor Air*. 2010
5. K. Andersson, Epidemiological approach to indoor air problems, *Indoor Air*. 1998

Table 1. Binomial Logistic Regression Analysis for BRS ^a. (*p < 0.05, N=2541)

| | | BRS ^b | | General Symptoms ^b | | Mucosal Symptoms ^b | | Dry Skin Symptoms ^b | |
|---|--------|------------------|-------------|-------------------------------|--------------------|-------------------------------|-------------|--------------------------------|--------------------|
| | | OR | 95%CL | OR | 95%CL | OR | 95%CL | OR | 95%CL |
| Ventilation Frequency (times/h) ^c | Low | Ref | | | | | | | |
| | Middle | 0.84 | (0.68-1.05) | 0.77 | (0.53-1.11) | 1.18 | (0.88-1.59) | 0.88 | (0.69-1.11) |
| | High | 0.96 | (0.77-1.20) | 0.70 | (0.47-1.03) | 1.15 | (0.85-1.55) | 1.07 | (0.84-1.35) |
| Ventilation Volume per Person in LDK (m ³ /h) ^d | Low | Ref | | | | | | | |
| | Middle | 0.96 | (0.77-1.20) | 0.63* | (0.43-0.92) | 0.87 | (0.64-1.17) | 1.04 | (0.82-1.33) |
| | High | 1.19 | (0.94-1.49) | 0.65* | (0.43-0.96) | 0.99 | (0.73-1.34) | 1.38* | (1.08-1.77) |

^a Adjustment variables: gender, age, household income, medical history, neurotic tendencies, smoking, cleaning frequency, air purifier, humidifier, energy-saving area classification, structure, ventilation type, "ventilation frequency and number of people living together" or "ventilation volume per person in LDK".

^b BRS : any symptoms, General Symptoms : tiredness, heavy/painful head, nausea/vertigo, difficulty concentrating, Mucosal Symptoms : itchy eyes, runny/stuffy nose, cough, Dry Skin Symptoms : dry throat/face/hand, scaly head

^c Ventilation Frequency (times/h) : Low <0.59, Middle ≥0.59 - <0.69, High ≥0.69

^d Ventilation Volume per Person in LDK (m³/h) : Low <14.1, Middle ≥14.1 - <20.6, High ≥20.6