

AMCoR

Asahikawa Medical College Repository <http://amcor.asahikawa-med.ac.jp/>

北海道公衆衛生学雑誌 (2007.03) 20巻2号:38～41.

北海道の一般住宅におけるシックハウス症候群に関する疫学研究

西條泰明

北海道の一般住宅におけるシックハウス症候群に関する疫学研究

西條 泰明¹⁾

要 旨

札幌市近郊の新築・改築数年以内の住宅1,775戸を対象に質問票を配布し、564軒から回答を得た（回収率31.8%）。結露・カビの発生があるほうが症状あり群で有意に多く、結露では症状あり群のオッズ比は2.98（95%信頼区間：1.88-4.72）であった。カビでは症状あり群のオッズ比は3.12（95%信頼区間：1.85-5.24）であった。更に、湿度環境の指標（カビと結露）について指標が1つよりも両方あるほうの相対危険度が高くなり、湿気の指標について相加的な関係を認めた。

さらに、築5年以内の住宅96軒において、アルデヒドと揮発性有機化合物（VOC）濃度を測定し、その居住者317名の自覚症状の関連を検討した。ホルムアルデヒドとアセトアルデヒド濃度は症状との関連を認めなかった。一方、VOCには症状と関連が有意に認められたものはいくつかあり、それらのオッズ比は1.60から5.57であった。VOCと症状に関しても、トルエンを除いた総VOCはのど・呼吸器の症状のオッズ比が2.38から2.48であり、トルエンを測定できた42軒に限るとTotal VOCsは症状と強く関連し、オッズ比は5.08から11.91であった。

シックハウス対策には、化学物質濃度対策とともに、適切な湿度環境に留意する必要があると考えられた。

キーワード：シックハウス症候群；シックビルディング症候群；空気室内環境；疫学；湿度環境；揮発性有機化合物，ホルムアルデヒド

緒 言

日本でシックハウス症候群が注目される以前、1970年代に欧米のオフィスビルの空気室内環境問題としてシックビル症候群が問題となっていた。Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 4th Edition¹⁾の定義によれば、(1)シックビル症候群（狭義）は、①非特異的な感覚器症状（眼、鼻、喉の刺激症状、頭痛、倦怠感、皮膚刺激症状、軽度の神経毒性症状）、②ビル内の20%以上の人訴える、③ビルを離れると良くなる、④多種の要因が重なって原因になることもあるとしている。さらに(2)シックビル関連病は、原因が明らかで医学的に病名がつくもの（アレルギー、皮膚炎、レジオネラ細菌感染、過敏性肺炎、有機溶剤中毒症）としている。以上の2つを合わせたものが、広義シックビル症候群となる。一方、日本ではシックハウス症候群としてもっぱら新・改築後の化学物質濃度と関連して論じられることが多かった。また、シックハウス症候群に“いわゆる化学物質過敏症”が加わり、病因と対策がわかりづらくなっている状態である。一方、欧米では、湿度環境（Dampness）や生物的環境も、室内空気環境の重要な因子として捉えられている。しかし、欧米の研究でも、一般住宅を対象に室内環境の化学物質や真菌などを実際に測定し健康影響を調査したものは少なかった。また日本のこれまでの研究では、「症状がある人のみの住宅調査」や、「環境化学物質濃度を測定しているが症状との関連は検討していない」など一方の側面のみ報告が多かった。欧米のオフィスビルに関する研究では、多くの研究がシックビルディング症状は室内の揮発性有機化合物（VOC）濃度と関連すると報告している。しかし、一般住居に関してはVOCと症状の関連についての報告はほとんどない。そこで、我々は北海道の一般住宅を対象に自覚症状に影響する住居環境要因を検討した。

方 法

① 自覚症状調査と湿度環境の影響²⁾

札幌市近郊のハウスメーカー24社の協力を得て新築・

1) 旭川医科大学健康科学講座

連絡先：西條 泰明

〒078-8510 北海道旭川緑が丘東2条1丁目1-1

TEL 0166-68-2402

FAX 0166-68-2409

E-mail : y-saijo@asahikawa-med.ac.jp

改築数年以内の住宅 1775 戸を対象に、住宅の構造や状態、生活態度、現在の症状についての質問票を配布し、564 軒から回答を得た(回収率 31.8%)。症状については、「ない・殆どない・時々ある・いつもある」の 4 段階の回答のうち、「時々ある・いつもある」と回答したものを「症状あり」と考え、そのなかで「新築あるいは改築後に発症・悪化した症状」をシックハウス症候群に関連した症状と考えカウントした。また 62 項目の各症状を皮膚症状、眼症状、鼻症状、耳症状、のどの症状、胸の症状、精神・神経症状、体温・汗の症状、泌尿生殖症状、関節症状、消化器症状の 11 のカテゴリーごとに分けて、1 個以上のカテゴリー症状がある場合を「入居後に発症・悪化した群(発症・悪化群)」と定義し、2 個以上のカテゴリーにわたり症状があつて多訴と考えられる症状を「多訴群」と定義して湿度環境が症状とどのように関連しているか検討した。

② 化学物質濃度の自覚症状への影響³⁾

有症状の者がいる住宅とない住宅を、ランダムに割り付けてサンプリングした築 5 年以内の住宅 96 軒において、アルデヒドと VOC 濃度を測定し、その居住者 317 名の自覚症状の関連を検討した。

症状は眼、鼻、皮膚、のどと呼吸器、全精神・神経症状について検討し、ときどき以上の症状が主に住居で生じるものを症状有とした。質問票では喫煙、アレルギー疾患の既往、住宅で過ごす時間について質問した。

ホルムアルデヒドとアセトアルデヒドは 1 週間パッシブサンプラー(Waters Sep-Pak Xposure)を居間に設置し HPLC にて分析した。VOC もパッシブサンプラー(Shibata Passive Type VOC Sampler)にてサンプリングし GCMS にて分析した。トルエンは 42 軒のみの結果となった。そのため、総 VOC は、測定しえた合計の VOC (Total VOCs1) とトルエンを除いた合計の VOC (Total VOCs2) で評価した。

統計解析はロジスティック回帰分析で症状出現に対する VOC 濃度のオッズ比を検討した。気中ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、VOC 濃度は正規分布でないため、対数変換して説明変数として投入した。解析では交絡因子の調整のため性、年齢、ペット、家の平均滞在時間、家族数、アレルギー・喘息の既往、結露の発生、カビの発生で調整した。

結 果

① 自覚症状調査と湿度環境の影響

回答を得た 564 世帯中、質問票を記載したのは、男性 465 人(82.4%)、女性 96 人(17.0%)、性不明 3 人(0.5

%)、平均年齢は 44.2±11.6(平均±標準偏差)歳であつた。

住居形態は一戸建て 555 軒(98.4%)、集合住宅 6 軒(1.1%)、未回答 3 軒(0.5%)であつた。また住居の構造は、木造在来工法が 340 軒(60.3%)、プレハブ(木質系) 31 軒(5.5%)、プレハブ(鉄骨系) 10 軒(1.8%)、プレハブ(コンクリート系) 10 軒(1.8%)、枠組壁工法 115 軒(20.4%)、在来(鉄骨造・RC系) 28 軒(5.0%)、未回答 30 軒(5.3%)であつた。住居のリフォームは 7 軒(1.2%)であつた。現在の住居へ新築・改築後の平均月数は 16.1±17.9(平均±標準偏差)月であつた。

入居後、それぞれの家屋の中で最も症状の強いものについて記載を依頼し、症状を訴えたのは 30~49 歳の女性と 19 歳以下の子供に多い傾向を認めた。

回答を得た 564 のうち「症状がある」と記載したのは 210 軒(回答世帯の 37.2%)で、その中で「発症・悪化群」は 94 軒(16.7%)、「多訴群」は 57 軒(10.1%)であつた。発症・悪化した症状はカテゴリー別にみると 1 位から順にのどの症状(7.1%)、皮膚症状(6.9%)、精神・神経症状(5.3%)、眼症状(5.1%)、鼻症状(4.1%)の順であつた。

湿度環境の指標と症状の関連については、結露・カビの発生があるほうが症状あり群、多訴群とも有意に多く、結露では症状あり群のオッズ比と 95%信頼区間(カッコ内)は 2.98(1.88-4.72)、多訴群では 3.32(1.88-5.85)であつた。一方、カビでは症状あり群のオッズ比は 3.12(1.85-5.24)、多訴群では 3.24(1.57-6.06)であつた。更に、湿気の指標(カビと結露)について、どちらか一方が存在する場合、両方ある場合のオッズ比を図 1 に示した。症状あり群、多訴群とも湿気の指標が 1 つよりも両方あるほうの相対危険度が高くなり、湿気の指標について相加的な関係を認めた(図 1)。

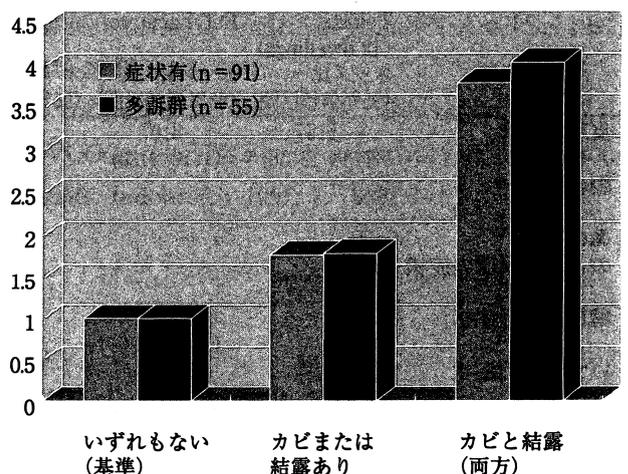


図 1 カビまたは結露が 1 つと両方の場合のオッズ比 (N=564)

② 化学物質濃度の自覚症状への影響

築5年以内の住宅96軒において、アルデヒドとVOC濃度を測定し、その居住者317名の自覚症状の関連を検討した。トルエンは42軒のみの結果となった。そのため、総VOCは、測定しえた合計のVOC (Total VOCs1) とトルエンをのぞいた合計のVOC (Total VOCs2) で評価した。

ホルムアルデヒドの日本の厚生労働省の指針値を超えた家は13軒(80 ppb)、アセトアルデヒドが3軒(30 ppb)、トルエンは42軒中19軒(260 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、パラジクロロベンゼンは2軒(240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)、ノナナールも2軒(42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)であった。エチルベンゼン、スチレン、キシレンに関しては、指針値を超えたものはなかった。(それぞれ、3800 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, and 870 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)。ホルムアルデヒドとアセトアルデヒド濃度は症状との関連を認めなかった。一方、VOCには症状と関連が有意に認められたものがいくつかあり、それらのオッズ比は1.60から5.57であった(表1)。

総VOCと症状に関しても、トルエンを除いた総VOCはのど・呼吸器の症状のオッズ比が2.38から2.48であり、トルエンを測定できた42軒に限るとTotal VOCsは症状と強く関連し、オッズ比は5.08から11.91であった。なお、今回VOCは常用対数変換したのでオッズ比は濃度が10倍になったときの症状が増加する相対危険度を示している。

考 案

湿度環境がシックハウス症状に影響する機序として、次のような理由で悪影響を及ぼすと考えられる。1. 高湿度は結露をおこし真菌の生育を生じやすくする。微生物自体がVOCのような化学物質を産生したり⁴⁾, en-

dotoxins や(1-3)-beta-D-gulucanを産生する^{5,6)}。2. 高湿度はハウスダストを増やす⁷⁾。3. 構造的な dampness は構造物の化学的変性から2-ethyl-1-hexanolのような化学物質を産生する⁸⁾。

欧米の報告ではシックビルディング症状に関連する要因として、いくつかの住居の湿度環境の悪化が症状と関連していることが報告されている。しかしそれらは古い集合住宅であったり⁹⁾、建築後、種々の年数の家であったり¹⁰⁻¹²⁾、呼吸器症状のみ¹³⁻¹⁵⁾に焦点を当てたもので、本調査のように築年数の浅い戸建住宅に実施したものではなかった。我々の調査結果からは、築数年以内の日本の一般住宅でも湿度環境についてシックハウス対策のため、適切な湿度環境を明らかにする研究が必要と考えられる。

多くの欧米の研究がシックビルディング症状はVOCと関連するとしている。しかし、住居についてはVOCと症状の関連についての報告はまれである。壁紙、木材、壁の塗料はホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、VOCsの主たる原因と考えられる。今回は化学物質濃度については日本の指針値を下回るものが多かった。1997にホルムアルデヒドの木材からの拡散に基準が作られ、さらに、厚生労働省がホルムアルデヒド、アセトアルデヒドやVOCについて1997から指針値の設定をしてくれているからかもしれない。しかし、建築が終わるとすぐに住み始めることが多いので、実際その時点は、さらに高い濃度に曝露している可能性が高い。

欧米の研究では、室内のVOCは喘息に関連ありと報告されている¹⁵⁾。しかし一般住宅の環境濃度と自覚症状についての検討はまれである。MolhaveはVOCの混合濃度はシックビルディング症状の原因としているが¹⁶⁾、LehmannらはTotal VOC (TVOC)は症状の原因とし

表1 症状とVOCの関連

	Toluene (42 dwellings) オッズ比 (95%信頼区間)	Butyl acetate オッズ比 (95%信頼区間)	Alpha-pinene オッズ比 (95%信頼区間)	Nonanal オッズ比 (95%信頼区間)	Xylene オッズ比 (95%信頼区間)	Total VOCs1 ^a (42軒) オッズ比 (95%信頼区間)	Total VOCs2 ^b オッズ比 (95%信頼区間)
皮膚の症状	5.57 (1.38-22.56)*	2.07 (1.12-3.86)*				14.09 (2.41-82.20)**	
眼の症状					2.18 (1.03-4.59)*	11.91 (1.71-82.95)*	
鼻の症状							
のど・呼吸器の症状			1.84 (1.07-3.17)*	2.79 (1.10-7.07)*	2.22 (1.10-4.46)*		2.38 (1.03-5.48)*
精神・神経症状		1.95 (1.02-3.76)*					
いずれかの症状	4.17 (1.45-12.00)**		1.60 (1.06-2.42)*			5.86 (2.09-16.42)***	

*P<0.05, **P<0.01, ***P<0.001

性、年齢、ペット、家の平均滞在時間、家族数、アレルギー・喘息の既往、結露の発生、カビの発生で調整常用対数変換しているためオッズ比は濃度が10倍になったときの相対危険度となる。また、VOCで有意なもののみを示している。

a:すべてのVOCの合計(42軒)

b: Tolueneを除いたVOCの合計

結論できないとしている¹⁷⁾。我々は刺激症状のみでなくそのほかの多くの症状を対象に調査した。VOC以外の他の原因との複合効果、あるいはアレルギー症状の悪化によるものも関連していると考えられる。

以上、北海道の一般住宅を対象とした疫学調査により湿度環境の悪化や気中 VOC 濃度の上昇がシックハウス症状に影響することが考えられた。

謝 辞

本研究は、北海道大学大学院医学研究科公衆衛生学分野教授岸玲子先生の御指導をはじめ、佐田文宏、片倉洋子、浦嶋幸雄、畠山亜希子、向原紀彦、小林智、神和夫、飯倉洋治、倉橋典絵、近藤朋子、貢英彦、梅村朋弘、水野信太郎諸先生方との共同研究により行ったものです。この場を借りて御礼申し上げます。尚、本研究は厚生労働科学研究費補助金による研究助成を受けた。

文 献

- 1) Clayton G, Clayton FE. Toxicology, Volume 2, Part F, Patty's Industrial Hygiene and Toxicology, 4th Edition. John Wiley & Sons 1994.
- 2) 西條泰明, 岸玲子, 佐田文宏, 他. シックハウス症候群の症状と関連する要因 — 北海道の一般住宅を対象にした実態調査. 日本公衆衛生雑誌, 2002; 49: 1169-1183.
- 3) Saijo Y, Kishi R, Sata F, et al. Symptoms in relation to chemicals and dampness in newly built dwellings. *Int Arch Occup Environ Health*. 2004; 77: 461-470.
- 4) Wessen B, Schoeps KO. Microbial volatile organic compounds--what substances can be found in sick buildings? *Analyst* 1996; 121: 1203-1205.
- 5) Andersson MA, Nikulin M, Koljalg U, et al. Bacteria, molds, and toxins in water-damaged building materials. *Appl Environ Microbiol* 1997; 63: 387-393.
- 6) Rylander R. Indoor air-related effects and airborne (1-3)-beta-D-glucan. *Environ Health Perspect*. 1999; 107 Suppl 3: 501-503.
- 7) Munir AK. Mite sensitization in the Scandinavian countries and factors influencing exposure levels. *Allergy* 1998; 53(48 Suppl): 64-70.
- 8) Wieslander G, Norback D, Nordstrom K, et al. Nasal and ocular symptoms, tear film stability and biomarkers in nasal lavage, in relation to building-dampness and building design in hospitals. *Int Arch Occup Environ Health* 1999; 72: 451-461.
- 9) Engvall K, Norrby C, Norback D. Sick building syndrome in relation to building dampness in multi-family residential buildings in Stockholm. *Int Arch Occup Environ Health* 2001; 74: 270-278.
- 10) Haverinen U, Husman T, Vahteristo M, et al. Comparison of two-level and three-level classifications of moisture-damaged dwellings in relation to health effects. *Indoor Air* 2001; 11: 192-199.
- 11) Koskinen OM, Husman TM, Meklin TM, et al. The relationship between moisture or mould observations in houses and the state of health of their occupants. *Eur Respir J* 1999; 14: 1363-1367.
- 12) Platt SD, Martin CJ, Hunt SM, et al. Damp housing, mould growth, and symptomatic health state. *BMJ* 1989; 298: 1673-1678.
- 13) Waegemaekers M, Van Wageningen N, Brunekreef B, et al. Respiratory symptoms in damp homes. A pilot study. *Allergy* 1989; 44: 192-198.
- 14) Brunekreef B. Damp housing and adult respiratory symptoms. *Allergy* 1992; 47: 498-502.
- 15) Norback D, Bjornsson E, Janson C, et al. Asthmatic symptoms and volatile organic compounds, formaldehyde, and carbon dioxide in dwellings. *Occup Environ Med* 1995; 52: 388-395.
- 16) Molhave L. Controlled experiments for studies of the sick building syndrome. *Ann N Y Acad Sci* 1992; 641: 46-55.
- 17) Andersson K, Bakke JV, Bjorseth CG, et al. TVOC and health in non-industrial indoor environments. *Indoor Air* 1997; 7: 78-91.