保健医療科学　2014　Vol.63 No.4 p.334－341

特集：建築衛生

＜総説＞

建築室内環境に関連する症状とそのリスク要因

東賢一

近畿大学医学部環境医学・行動科学教室

Health effects and the risk factors associated with indoor environment in office buildings

Kenichi AZUMA

Department of Environmental Medicine and Behavioral Science, Kinki University Faculty of Medicine

抄録

欧米では1970年代後半頃より，建築物の室内環境に起因すると思われる居住者の健康影響や不快感の問題が報告された．いわゆるシックビルディング症候群と呼ばれているものである．本稿では，シックビルディング症候群の概要と日本の実態について解説する．シックビルディング症候群の症状は，粘膜の刺激，皮膚の乾燥や紅斑等の症状，頭痛やめまいなどの非特異症状などがあり，特定の建築物や居室内で就業中に増悪し，これらの場所から離れると改善または消失するのが特徴である．臨床的に診断が可能な喘息や過敏性肺炎やレジオネラ症などを含むビル関連疾患とは明確に区別される．これまでの疫学調査の結果から，シックビルディング症候群の要因としては，性別やアトピー体質などの個人要因，ダスト・揮発性有機化合物・微生物などの室内空気汚染物質，温湿度・照度・空調設備・換気・清掃・設備の維持管理などの建築物に関わる要因が報告されている．著者らが，日本でシックビルディング症候群に関連する症状の有症率と関連するリスク要因を調査したところ，1990年代に調査された米国の大規模オフィスビルほどではないが，日本でもシックビルディング症候群の問題が少なからず残っており，温湿度環境，薬品や不快臭，ほこりや汚れ，騒音，居室の改装，温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準に対する不適合との関係等の可能性が示唆された．近年，温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準の不適合率が増加しており，公衆衛生学的見地からも，今後，これらの要因に関する詳細な調査を行い，より一層の対策を検討していく必要がある．

キーワード：疫学，建築物，室内空気質，シックビルディング症候群，作業環境，ストレス

Abstract

Since the early 1970s, nonspecific building-related symptoms (BRSs), occasionally called sick building syndrome (SBS), have emerged as an occupational and environmental health issue in the United States and European countries. BRSs comprise respiratory (stuffy and irritated nose, cough, sore throat, and shortness of breath), ocular, skin, and nonspecific (fatigue and headache) symptoms that are temporally related to working in particular buildings. SBS must be distinguished from several well-defined building-related illnesses (BRIs) that are caused by specific exposures in indoor environments and may, at least

連絡先：東賢一
〒589-8511　大阪府大阪狭山市大野東377-2
377-2 Ohnohigashi, Osakasayama, Osaka 589-8511, Japan.
Tel: 072-366-0221（内線3274）
Fax: 072-368-1192
E-mail: kenazuma@med.kindai.ac.jp
［平成26年６月30日受理］

in theory, be specifically diagnosed. BRIs include asthma, hypersensitivity pneumonitis, and legionnaires' diseases. Previous epidemiological studies reported that various factors are associated with SBS. These include personality traits (female and atopy), indoor pollutants (dust, volatile organic compounds, and molds), building-related factors (thermal comfort, lighting, poorly maintained ventilation systems, and poor humidification systems), and work stress. We conducted a nationwide questionnaire survey to examine the association between environmental factors and BRSs among employees working in office buildings in Japan. The surveys were conducted from January 2012 to October 2012 in 315 offices with 3335 employees during winter and 307 offices with 3024 employees during summer. Prevalence of eye irritation, nonspecific symptoms, upper respiratory symptoms, lower respiratory symptoms, and skin symptoms related to the building were 12.1%, 14.4%, 8.9%, 0.8%, and 4.5% during winter and 18.3%, 14.1%, 6.7%, 0.9%, and 2.2% during summer, respectively. Multivariate analyses revealed that these BRSs were significantly associated with thermal comfort, dryness, odors, dust, and noise during both winter and summer. In addition, during summer, nonspecific symptoms were significantly associated with floor carpet, and upper respiratory symptoms were significantly associated with walls painted in the workplace in the preceding 3 months. Furthermore, nonconformance to the relative humidity standard during winter was significantly associated with eye irritation, upper respiratory symptoms, and skin symptoms, while nonconformance to the carbon dioxide standard during summer was significantly associated with nonspecific symptoms. This study suggests the importance of improving office environments in terms of factors affecting the health of employees, such as thermal comfort, dryness, odors, dust, and noise. This study also indicates that the excess ratios against the relative humidity and carbon dioxide standards should be decreased. Further detailed research examining the health effects of these environmental exposures in office buildings, and further actions to reduce the effects are needed to protect public health.

keywords: buildings, epidemiology, indoor air quality, sick building syndrome, work environment, occupational stress

(accepted for publication, 30th June 2014)

I.　はじめに

日本や欧米の先進諸国では，経済や産業の発達とともに，人口の都市部への集中が起こり，建築技術の進歩も相まって，都市部を中心に大規模な建築物が多数建設された．建築物は，風雨や寒暑などの好ましくない外部環境から居住者を守り，外敵の侵入を防ぐシェルターであるとともに，そこで過ごす居住者の生活や活動を支える重要な生活基盤である．従って，安全性のみならず，健康で衛生的な環境が保持されていなければならない．しかしながら，このような建築物において，建築物の室内環境に起因すると思われる居住者の健康影響が報告され，これらの先進諸国を中心に，その実態調査や対策が進められてきた．いわゆるシックビルディング症候群（Sick Building Syndrome: SBS）と呼ばれるものである．

本稿では，シックビルディング症候群について，その概念や関連するリスク要因等について紹介するとともに，近年，著者らが日本で行った実態調査の概要を紹介したい．

II.　シックビルディング症候群について

欧米では1970年代後半頃より，建築物の室内環境に起因すると思われる居住者の健康影響や不快感の問題が報告された．世界保健機関欧州事務局（World Health Organization Regional Office for Europe: WHO Europe）は，1982年 6 月にドイツのネルトリンゲンで開催した専門家会合において，シックビルディング症候群に関する議論を行い，初めて報告書をまとめている[1]．

この報告書によると，シックビルディング症候群の症状は，眼・鼻・喉の刺激，粘膜や皮膚の乾燥感，皮膚の紅斑，倦怠感，頭痛，気道感染や咳の頻発，声のかすれ，喘鳴，かゆみ，非特異的な過敏症状，吐き気，めまいなどの特徴があり，ある集団でこれらの症状の発生頻度が高く，それぞれの発症事例において，室内環境との関係を特定するのが困難なものである．また，シックビルディング症候群は，建築物の新築や改築直後に発生する一時的なものと，およそ年単位で持続的に発生するものがあり，前者の症状は，建築物の新築や改築直後に建築材料や塗料などから放散される揮発性有機化合物によるもので，症状は時間の経過とともに改善し，およそ半年後には大半の症状が消失する．しかし後者の症状は，室内空気や換気設備などの調査を行っても明白な原因がみあたらないものである [1]．シックビルディング症候群の症状は，特定の建築物や居室内で就業中に増悪し，これらの場所から離れると改善または消失するのが特徴である [2-4]．

その後Kreissは，建築物の室内環境に起因すると思われる居住者の健康影響について，病理学的にも診断が可能な喘息，過敏性肺炎，レジオネラ症等の感染症などは，ビル関連疾患（Building-Related Illnesses: BRIs）と分類してシックビルディング症候群とは区別すべきだと提唱している [5]．そして米国環境保護庁が以下のように両者の概念を定義している [6]．シックビルディング症候群では，①建築物の居住者は，頭痛，目や鼻や喉の刺激，乾性咳，皮膚の乾燥やかゆみ，めまい，吐き気，集中力の欠如，倦怠感，臭気過敏などの急性の不快症状を生じる，②これらの発症原因は不明である，③これらの症状の大半は建物から離れると軽減される．ビル関連疾患では，①建築物の居住者は，咳，胸部圧迫感，発熱や悪寒，筋肉痛などの症状を呈する，②これらの症状は，臨床的に定義可能であり，明らかに特定可能な原因を有する，③これらの症状は，建物から離れても快復するまでに長期間要する可能性がある．

ビル関連疾患では，上記以外にも，鼻炎，呼吸アレルギー，建物内での感染症，加湿器熱，一酸化炭素や殺虫剤などの有害物質への曝露に特徴的な症状などがある [7, 8]．その原因としては，ウイルス，細菌，カビ，原虫などの微生物やアレルゲン性化学物質などがあり，一般にシックビルディング症候群よりも症状が重篤である．シックビルディング症候群は，ビル関連症状（Building-Related Symptoms: BRSs）と呼ばれることもあり [9]，オフィスビルだけでなく，学校，医療施設，介護福祉施設などの他の建物でも生じる [10]．また，北欧諸国では一般住宅に対してもシックビルディング症候群の用語を適用しているが [10]，その概念についてこれまで大きな変化はない．

シックビルディング症候群，ビル関連疾患ともに，国際疾病分類第10版（ICD-10）において傷病名としては分類されていない．しかし世界保健機関はICD-10の解説書において，汎発性で詳細不明の労働関連疾患としてシックビルディング症候群を取り上げている．そして，明確に定義された診断基準を定めることや，病因論に関して結論を出すには時間が掛かるが，このような新しい問題を特定可能にする，あるいは何らかのかたちで分類することは，実態調査等を行うにあたりとても重要であるとしている．また，ICD-10の一般原則に従って，最も重大な症状を一次診断，他の全ての症状を二次診断としてコード化するよう試みるべきであるとしている [11]．日本では2002年，ICD-10に対応した傷病名マスター及び標準病名マスターにおいて，シックハウス症候群／シックビルディング症候群が登録され，基本分類コードとしてICD-10のT529（有機溶剤の毒作用：有機溶剤，詳細不明）が付与されている．

III. シックビルディング症候群の疫学

シックビルディング症候群に関する最初の疫学研究は，英国のFinneganらによるものであろう．Finneganらは，1980年代初めに 9 つのオフィスビルに従事する1,385名の事務員を調査したところ，頭痛，倦怠感，粘膜刺激の症状を呈する従業員が多く，その有症率は自然換気方式の建物よりも空調設備が設置された建物で有意に高かったと報告している [3]．1987年には英国のBurgeらがさらに大規模な疫学調査結果を報告している．Burgeらは，英国内で42のオフィスビルに従事する4,373名の事務員を調査したところ，約50%の従業員で倦怠感，鼻づまり，喉の渇き，頭痛などの症状を呈していた．また，胸部圧迫感，呼吸困難などの下気道症状を呈する従業員は 9 %であった．そして，空調設備が設置された建物での有症率は，自然換気方式の建物の 2 倍以上であった報告している [4]．

Skovらは，デンマークで14のオフィスビルに従事する4,369名の事務員を調査したところ，目や鼻や喉などの粘膜刺激症状が20～30%，頭痛や倦怠感や不快感などの症状が26～41%であり，男性よりも女性で有意に有症率が高かったと報告している [12]．また，これらの症状は，床のダストや敷物，換気方式などの建築室内環境と関連していたが [13]，ノーカーボン紙や複写機やVDT（ビデオ表示端末装置）を用いる作業，職場のストレスや仕事の質とも関連していたと報告している [14]．

スウェーデンでも1980年代半ばに大規模な疫学調査が実施され，約30～50%の従業員で粘膜刺激症状や頭痛や倦怠感などの症状が観察されている [15]．これらの調査以降，欧米を中心に大規模な疫学調査が実施され，シックビルディング症候群の要因などが研究されてきた．特に米国環境保護庁は，BASE（Building Assessment Survey and Evaluation Study）と名付けた大規模な疫学調査を1994年から1998年の間に25州37都市から無作為抽出された100の大規模オフィスビルに対して実施している [16]．既往のレビュー論文などから [6, 8, 10, 17]，シックビルディング症候群に関連する要因を表 1 にまとめた．

表 1　シックビルディング症候群に関連する要因（文献 [6, 8, 10, 17] をもとに作成）

分類	要因
個人	・性別 ・アトピー体質，気道過敏症
作業	・単純労働（下働きの要素がより強い仕事） ・コンピュータの使用頻度が高い
室内汚染	・室内汚染物質（揮発性有機化合物，オゾン，タバコの煙，ダストや微粒子，燃焼生成物，真菌や細菌などの微生物） ・外気からの汚染物質（自動車排ガス，建物からの排ガス）
建物	・カーペット使用，改装後 ・低湿度，高い室内温度，不十分な温度管理 ・不十分な照度管理 ・空調設備が設置された建物，不十分な換気 ・不十分な清掃や設備の維持管理 ・水害
心理社会	・仕事の満足度，ストレス ・社会構造

IV. 日本の建築物衛生法と空気環境管理基準

日本では，戦後，経済の発展，人口の都市への集中，建築技術の目覚ましい進歩等に伴って，都市部を中心に大規模な建築物が多く建設され，ビル等の建築物の中で１日の大半を過ごす人々が飛躍的に増大した．

建築物における衛生的環境の確保に関する法律（従前の略称「ビル衛生管理法」．本報では，以下「建築物衛生法」という．）は，不適切な建築物の維持管理に起因する健康への影響事例が1960年代にいくつも報告されたことから，建築物の維持管理に関し環境衛生上必要な事項等を定めることにより，建築物における衛生的な環境の確保をはかり，公衆衛生の向上及び増進に資することを目的として，1970年に制定された．この法律では，建築物環境衛生管理基準を規定し，空気環境の調整，給水および排水の管理，清掃，ねずみ・昆虫等の防除に関し，環境衛生上良好な状態を維持するために必要な措置について定めた．そして，空気環境の調整に関する基準としては，浮遊粉じん，一酸化炭素，二酸化炭素，温度，相対湿度，気流に対して管理基準が設定された．また，2002年にはホルムアルデヒドの管理基準が追加された．

建築物環境衛生管理基準は，建築物内部の人工的な総合環境を網羅した管理基準であり，この管理基準を遵守するため，建築物の所有者は権原者として管理技術者を選任し，管理項目に沿った維持管理を実施する義務が課せられている．日本では，この法律の施行によって，シックビルディング症候群の発生が抑えられてきたと考えられている [18]．しかし，温度，相対湿度，二酸化炭素について，建築物衛生法の管理基準に適合しない特定建築物の割合（不適率）が1999年頃から上昇傾向にある [19-21]（図１）．

これまで日本では，シックビルディング症候群に関連する要因について，受動喫煙と時間外労働との関係を示唆する報告はあるが [22]，シックビルディング症候群の有症率や広範なリスク要因を調査した報告はほとんど見あたらない．従って，近年の不適率の上昇傾向を鑑みれば，日本におけるシックビルディング症候群の実態を把握し，そのリスク要因を明らかにする必要がある．

V. 日本における実態調査

著者らは，事務所に勤務する従業員の健康状態と職場環境等を調査し，オフィス環境に起因すると思われる症状の実態と職場環境との関連性や建築物の維持管理上の課題を明らかにするために，建築物の管理者や利用者に対するアンケート調査を実施した [23, 24]．調査は，公益社団法人全国ビルメンテナンス協会に加入する全国都道府県の会員企業（約3,000社）の本社・支社等の事務所の管理者と従業員を対象とした．調査は2012年１月～３月の冬期と2012年８月～10月の夏期に実施した．調査票は，米国環境保護庁，米国国立労働安全衛生研究所，欧州共同研究によるシックビルディング症候群の質問票を参照し，低湿度でのVDT作業，超微小粒子，微生物汚染など近年懸念される諸問題や職業性ストレスを考慮した調査票を新たに作成した．

冬期は315件の企業の管理者（回収率64.4%）及び3,335人の従業員，夏期は307件の企業の管理者（回収率62.8%）及び3,024人の従業員から回答を得た．職場環境に強い疑いのあるシックビルディング症候群に関連する主症状の有症率は，冬期で非特異症状14.4%，目の刺激12.1%，上気道症状8.9%，下気道症状0.8%，皮膚症状4.5%であった．夏期ではそれぞれ18.3%，14.1%，6.7%，0.9%，2.2%であった．図２に，冬期及び夏期における

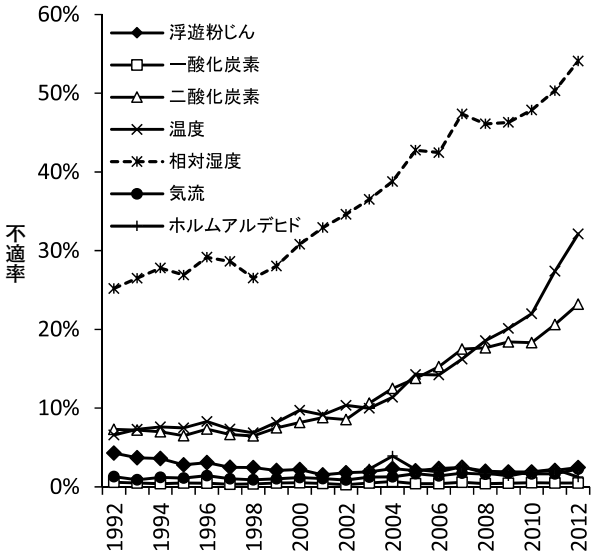

図１　特定建築物における空気環境管理基準の不適率の年次推移（文献 [19-21] をもとに作成）

それぞれの詳細な症状の有症率と1990年代に実施された米国BASE研究（100建築物，4,326人）の有症率 [25] を示す．

1990年代の米国の大規模オフィスビルほど，2012年に調査した日本の有症率は全体的に高くはなかった．しかし，非特異症状で16%前後，目の刺激で13%前後，上気道症状では８%前後の有症率であった．また，これらの症状を少なくとも１つ有するものの割合は25%であった．従って，いまだにシックビルディング症候群の問題が日本にも少なからず残っていることが明らかとなった．特に，気が重い，の有症率はBASE研究よりも高く，のどの渇きや痛み，皮膚の乾燥やかゆみについては，BASEの有症率に迫る結果であった．のどの渇きや皮膚の乾燥は，過乾燥と関係している可能性があり，建築物衛生法の管理基準において，相対湿度の不適率が近年上昇していることとの関係が懸念される．

図３に過去４週間に従業員が感じた職場環境の状態を示す．冬期は過乾燥と感じる従業員の割合が最も高く，静電気の刺激を感じる従業員の割合も高かった．著者らが2009年に実施した調査でも，相対湿度の冬期の不適率は夏期の約2.5倍であり，冬期は低湿度傾向にある建物の割合が多かった [26]．静電気は低湿度下で発生しやす

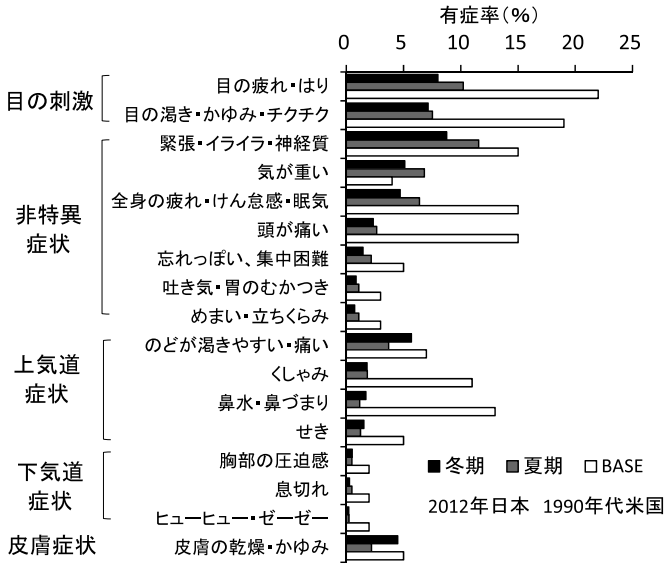

図２　各症状の有症率（文献 [23-25] をもとに作成）

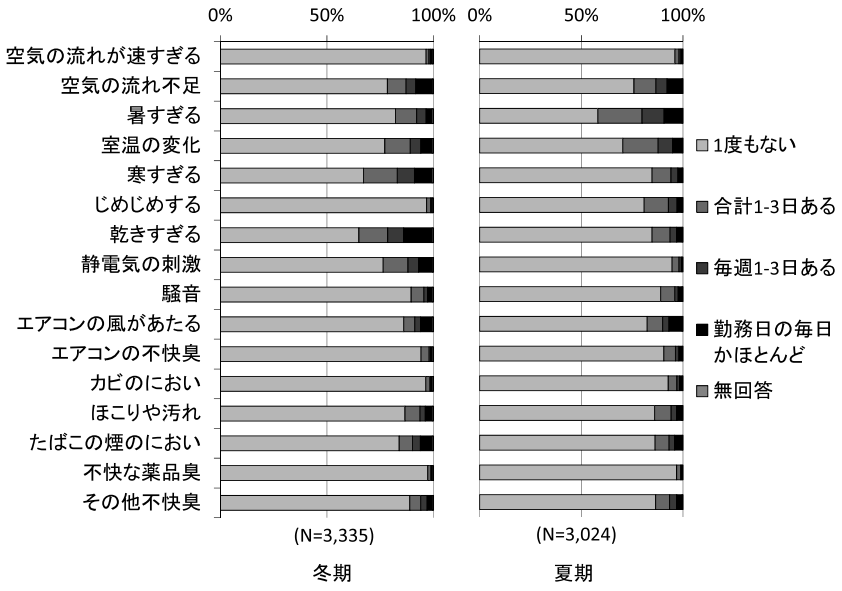

図３　過去４週間の職場環境（文献 [23, 24] から引用）

く，カーペット歩行時の人体の帯電圧は相対湿度の上昇とともに低下するが，人が静電気ショックを感じる限界といわれる3kV程度に達するには，相対湿度40～50%程度必要であると報告されている [27].

5つの主症状に関与するリスク要因について，多変量解析を用いて解析した結果を表2に示す [23, 24]．冬期・夏期ともに，温湿度環境，薬品・不快臭，ほこりや汚れ，騒音などの環境要因とシックビルディング症候群に関連する症状との関係が示唆された．さらに夏期では，カーペットの使用や3ヶ月以内の壁の塗装との関連性が示唆された．建築物の維持管理項目では，冬期の湿度基準の不適合と目の症状や上気道症状や皮膚症状，冷却加熱装置の汚れと上気道症状との関連性が示唆された．また，夏期の二酸化炭素基準の不適合と非特異症状との関連性が示唆された．近年，温湿度や二酸化炭素の建築物環境衛生管理基準の不適合率の増加が起こっているが，それを減少させることが，建築物の従業員の健康影響を防止するうえで，今後の重要な課題であると考えられる．

表2　シックビルディング症状群に関連するリスク要因の概要（文献[23, 24]をもとに作成）

症状	リスク要因		
	建築物	環境（作業，室内空気）	ストレス
目の刺激			
冬期	・個別／中央併用方式の空調システム ・湿度基準の不適合	・寒すぎる ・乾きすぎる ・静電気の刺激 ・エアコンの風	・身体愁訴
夏期	・鉄道の近く	・カーペットの使用 ・コンピュータの使用 ・薬品の使用[a] ・室温の変化 ・乾きすぎる ・静電気の刺激 ・不快な薬品臭[a]	・仕事負担量 ・身体愁訴
非特異症状			
冬期		・寒すぎる ・乾きすぎる ・騒音 ・ほこりや汚れ ・その他不快臭[b]	・活気の低下 ・イライラ感 ・不安感 ・身体愁訴 ・対人ストレス
夏期	・二酸化炭素基準の不適合	・勤務時間の長さ ・カーペットの使用 ・空気の流れ不足・身体愁訴 ・騒音 ・その他不快臭[b]	・イライラ感 ・抑うつ感
上気道症状			
冬期	・冷却加熱装置の汚れ ・湿度基準の不適合	・乾きすぎ ・ほこりや汚れ ・不快な薬品臭[a]，その他不快臭[b] ・職場の勤務者数の多さ	・身体愁訴
夏期	・鉄道の近く	・3ヶ月以内の壁の塗装 ・空気の流れ不足 ・乾きすぎ ・エアコンの風 ・不快な薬品[a]，その他不快臭[b]	・身体愁訴
下気道症状			
冬期	・鉄道の近く	・室温の変化 ・騒音	仕事の適性度の低さ
夏期		・ほこりや汚れ	
皮膚症状			
冬期	・地下階数 ・温度基準不適合	・乾きすぎる ・騒音 ・その他不快臭[b]	・疲労感 ・身体愁訴
夏期		・空気の流れ不足 ・乾きすぎ ・不快な薬品臭[a]	

[a] 洗剤，接着剤，修正液，他の臭いのする薬品；[b] 体臭，食品臭，香水等

VI. おわりに

1970年代後半から1980年代前半にかけて，シックビルディング症候群の問題が指摘され，1980年代から1990年代にかけて，欧米諸国を中心に多くの実態調査がなされた．米国環境保護庁は，大規模な商業ビル向けに，1991年に建築物の所有者と管理者用の建築物空気質ガイド [28]，1997年にオフィスビル居住者の室内空気質ガイド [29]，1998年に建築物空気質行動計画 [30]，2002年には室内空気質建築物教育評価モデル（I-BEAM）[31] を発表し，対策を進めてきた．日本では，1970年に施行された建築物衛生法によって，シックビルディング症候群の発生が抑えられてきたと考えられる．しかし，著者らの調査によると，1990年代の米国の大規模オフィスビルほどではないが，日本でもシックビルディング症候群の問題が少なからず残っており，温湿度環境，薬品や不快臭，ほこりや汚れ，騒音，居室の改装，温湿度や二酸化炭素の不適合との関係等の可能性が示唆された．本結果はアンケート調査に基づく主観評価であることから，リスク要因に関しては，室内環境質の測定等を含めたより詳細な調査を行い，問題点を明らかにしたうえで，より一層の対策を検討していく必要がある．

謝辞

本論考の一部は，厚生労働科学研究費補助金「建築物環境衛生管理及び管理基準の今後のあり方に関する研究（H23－健危－一般－009），研究代表者 大澤元毅」によって実施された結果が引用されている．

文献

[1] WHO. Indoor air pollutants: exposure and health effects. Reports on a WHO meeting: 1982.6.8-11: Nordlinmgen, Germany. EURO Reports and Studies 78. 1983.

[2] Molhave L. The sick buildings and other buildings with indoor climate problems. Environment International. 1989;15(1-6):65-74.

[3] Finnegan MJ, Pickering CAC, Burge PS. The sick building syndrome: prevalence studies. BMJ. 1984; 289:1573-5.

[4] Burge PS, Hedge A, Wilson S, et al. Sick building syndrome; a study of 4373 office workers. The Annals of Occupational Hygiene. 1987;31:493-504.

[5] Kreiss K. The sick building syndrome: where is the epidemiologic basis? American Journal of Public Health. 1990;80:1172-3.

[6] U.S. EPA. Sick building syndrome. Indoor Air Facts. No.4(revised). 1991.

[7] OSHA. Indoor air quality, 29 CFR. Fed Reg. 1994;59:15968-16039.

[8] Redlich CA, Sparer J, Cullen MR. Sick-building syndrome. Lancet. 1997;349:1013-6.

[9] Kreiss K. The sick building syndrome in office buildings–a breath of fresh air. The New England Journal of Medicine. 1993;328:877-8.

[10] Burge PS. Sick building syndrome. Occupational and Environmental Medicine. 2004;61:185-90.

[11] Karjalainen A, WHO. International statistical classification of diseases and related health problems (ICD-10) in occupational health. Geneva: World Health Organization: 1999. WHO/SDE/OEH/99.11

[12] Skov P, Valbjørn O. The sick building syndrome in the office environment; the Danish town hall study. International environmental. 1987;13:339-44.

[13] Skov P, Valbjørn O, Pedersen BV. Influence of indoor climate on the sick building syndrome in an office environment. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. 1990;16:363-71.

[14] Skov P, Valbjørn O, Pedersen BV. Influence of personal characteristics, job-related factors and psychosocial factors on the sick building syndrome. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. 1989;15:286-95.

[15] Norback D1, Michel I, Widstrom J. Indoor air quality and personal factors related to the sick building syndrome. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health. 1990;16:121-8.

[16] U.S. EPA. A standardized EPA protocol for characterizing indoor air quality in large office buildings. Washington DC; U.S. Environmental Protection Agency: 2003.

[17] Hodgson MJ. Sick building syndrome. Geneva; Encyclopedia of Occupational Health and Safety, International Labor Organization: 2011.

[18] 厚生労働省生活衛生課．建築物衛生管理検討会報告書．2002.

[19] 大澤元毅，研究代表者．厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業「建築物の特性を考慮した環境衛生管理に関する研究」平成21～22年度総括・分担総合研究報告書．2011.

[20] 東賢一，池田耕一，大澤元毅，鍵直樹，柳宇，齊藤秀樹，鎌倉良太．建築物における衛生環境とその維持管理の実態に関する研究．空気調和・衛生工学会論文集．2012；179：19-26.

[21] 総務省統計局．政府統計の総合窓口 衛生行政報告例（平成21～24年度）．2014.

[22] Mizoue T, Reijula K, Andersson K. Environmental tobacco smoke exposure and overtime work as risk

factors for sick building syndrome in Japan. American Journal of Epidemiology. 2001;154:803-8.

[23] Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Shimodaira T, Osawa H. Prevalence of and risk factors for nonspecific building-related symptoms in employees working in office buildings: Relationships among indoor air quality, work environment, and occupational stress in summer and winter. In: Proceedings of the 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate: 2014.7.7-12: Hong Kong. HP0073. p.7. 2014.

[24] 大澤元毅，研究代表者．厚生労働科学研究費補助金健康安全・危機管理対策総合事業「建築物環境衛生管理及び管理基準の今後のあり方に関する研究」平成24年度総括・分担研究報告書．2013.

[25] Brightman HS, Milton DK, Wypij D, Burge HA, Spengler JD. Evaluating building-related symptoms using the US EPA BASE study results. Indoor Air. 2008;18:335-45.

[26] Azuma K, Ikeda K, Osawa H, Kagi N, Yanagi U, Shimodaira T, Saito H, Kamakura R. Questionnaire survey on indoor air quality and maintenance of sanitary environment in buildings. In: Proceedings of the 12th International Conference on Indoor Air Quality and Climate: 2011.6.5-10: Austin, Texas. 2011; 248:6.

[27] 木村裕和，稲次俊敬，小河宏．最近のカーペットの問題点．繊維機械学会誌．2002;55:4-12.

[28] U.S. EPA. Building air quality: A guide for building owners and facility managers. Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency; 1991. EPA 402-F-91-102

[29] U.S. EPA. An office building occupants guide to indoor air quality. Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency; 1997. EPA-402-K-97-003

[30] U.S. EPA. Building air quality action plan. Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency; 1998. EPA 402-K-98-001

[31] U.S. EPA. IAQ building education and assessment model (I-BEAM). Washington DC: U.S. Environmental Protection Agency; 2002.