

節電下のオフィス環境における温湿度と微生物

齊藤宏之^{*1,2}, 澤田晋一^{*3,4}, 安田彰典^{*5}, 岡 龍雄^{*1,2}, 萩原正義^{*6}, 田井鉄男^{*7}, 時澤 健^{*4},
呂 健^{*4}, 加部 勇^{*8}, 幸地 勇^{*8}, 佐藤裕司^{*9}, 瀧上知恵子^{*9}, 土肥紘子^{*9}

我が国の梅雨期～夏期は高温多湿であり、温湿度の問題とともにカビに代表される微生物による汚染が深刻となっている。これらはシックビル症候群の一因として考えられており、オフィス環境においても無視することはできない。今回、我々は梅雨期のオフィス環境における空中浮遊微生物濃度ならびにカビの生えやすさを示すカビ指数を温湿度と共に測定し、その関連性を見た。その結果、空中浮遊微生物は真菌・細菌共に特に高い濃度レベルでは無かったが、場所によってばらつきがみられ、高いところでは屋外と同レベルであった。カビ指数は殆どの場所で低い値であり、今回対象としたようなオフィス環境においてはカビ指数によるカビ生育環境の把握は難しいと思われた。また、アンケート調査にて関係のありそうな自覚症状や環境への訴えを確認した限りではカビに関連する訴えは余り見られなかった一方で、一般的にシックビル症候群の症状とされる呼吸機能系、粘膜系、不定愁訴系の訴えが一定割合で見られた。今回の結果より、一般的なオフィス環境における微生物による影響は比較的可能性が低いと考えられるが、作業場所によって大きく異なることが予測されることから、一定の注意が必要であると考えられる。

キーワード: オフィス環境, 温湿度, 微生物, カビ, 細菌

1 はじめに

近年、オフィス環境に勤務する労働者の増加に伴い、その労働衛生水準の向上が求められており、オフィスビルの室内空気質の改善と適切な管理が不可欠となっている。一方で、空気環境中には様々な種類の微生物が浮遊しており、場合によっては様々な健康影響を引き起こす可能性が指摘されている。我が国においては居住空間でのいわゆる「シックハウス症候群」についての研究が先行しているが、その過程においてカビ、ダニとシックビル症候群やシックハウス症候群との関連性が指摘されている¹⁾。オフィス環境においても梅雨期～夏期の高温多湿時や、エアコン使用時等に微生物による汚染と、それにもなう健康影響の可能性が考えられる²⁾。特に福島第一原発事故以後の全国的な節電要請に伴い、夏期のオフィス温熱環境の悪化が懸念されており、その結果として従来に比べてより高温多湿側にシフトしている可能性が考えられる。高温多湿はカビの生育を促進する因子であることから、オフィス環境においてもそのリスクの増大が懸念される。そこで本研究は、オフィスビルに潜在する有害因子の把握と健康影響との関連の解明を目的とした研究の一環として、節電下のオフィスビルにおける

浮遊微生物と温湿度の測定ならびに、従業員を対象としたアンケート調査を実施する機会を得たので、その結果について報告する。

2 研究方法

1) 対象

首都圏の、異なる大型オフィスビル内にある事業所(A～Fの6ヶ所)ならびにそこに勤務する従業員を対象とし、2011年の梅雨期に調査を実施した。なお、空調のシステムの差異等については不明である。

2) 温湿度調査

各事業所毎に21ヶ所の机上・棚上・パーティション上(床から1m前後)に温湿度計(TR-72Ui, TR-73Ui, TR-74Ui)を設置し、ある1日の9:00～17:00の間、5分毎に測定し、気温ならびに相対湿度の平均値を求めた。

3) 空中浮遊微生物調査

温湿度測定位置(各21ヶ所)において、慣性衝突式空中浮遊菌サンプラー(MBS-1000, ミドリ安全)を用いて毎分100Lでクロラムフェニコール添加DG-18寒天平板培地(真菌用)およびシクロヘキシミド添加SCD寒天平板培地(細菌用)上にサンプリングした。サンプリング後、真菌は25℃7日間培養後、細菌は37℃3日間培養後にコロニー数をカウントした。

4) カビ生育環境調査

Eを除く5事業所内(A, B, C, D, F)の10ヶ所にカビセンサー(アイデック)を設置し、4週間後に回収した後、顕微鏡により基準菌(*Eurotium herbariorum* J-183)の菌糸長を測定した。菌糸長は長い方から5本測定し、2～4番目の3本の平均値を採用した。測定された菌糸長を標準曲線によって応答単位に換算し、測定期間(4週間)で除算してカビ指数を得た³⁾。なお、カビ指数とは

*1 労働安全衛生総合研究所 研究企画調整部

*2 同 有害性評価研究グループ

*3 同 国際情報・研究振興センター

*4 同 人間工学・リスク管理研究グループ

*5 同 健康障害予防研究グループ

*6 同 環境計測管理研究グループ

*7 同 作業条件適応研究グループ

*8 古河電工株式会社

*9 富士通株式会社

基準菌の生育状況からカビの生育環境を定量的に示すものである。梅雨期の一般的なオフィス環境におけるカビの生えやすさを把握するために実施した。

5) アンケート調査

温湿度ならびにカビ汚染による影響の有無を把握する目的でアンケート調査を実施した（有効回答者数：1306名）。調査票は米国 EPA BASE プロジェクトの調査票⁴⁾

を基に和訳及び一部改変したものを用い、本報では自覚症状ならびに職場環境への訴えの中から温湿度やカビ汚染に関連があると思われる項目を取り上げた。なお、事業所Eにおけるアンケート回収率が非常に低かったことから、Eを除く5事業所において比較した。

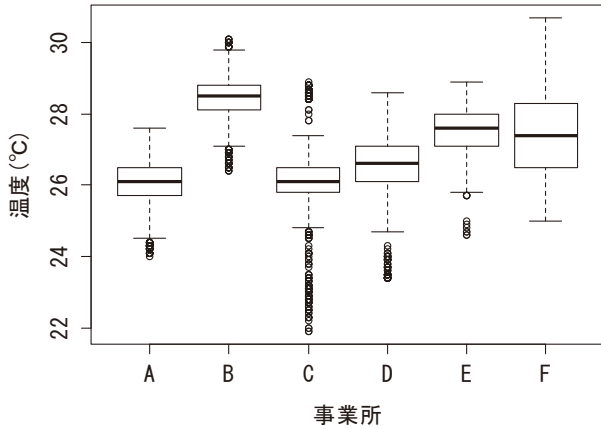


図 1：事業所毎の気温分布

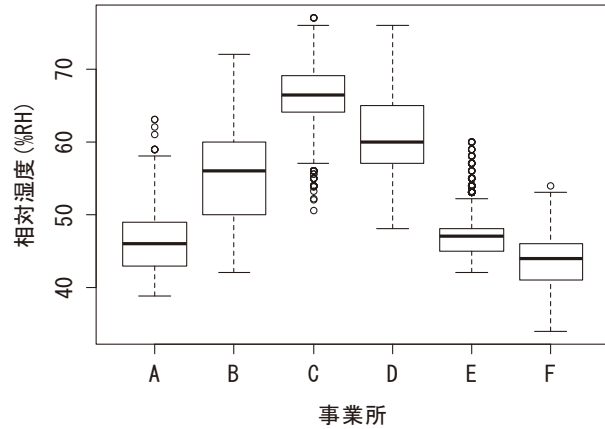


図 2：事業所毎の湿度分布

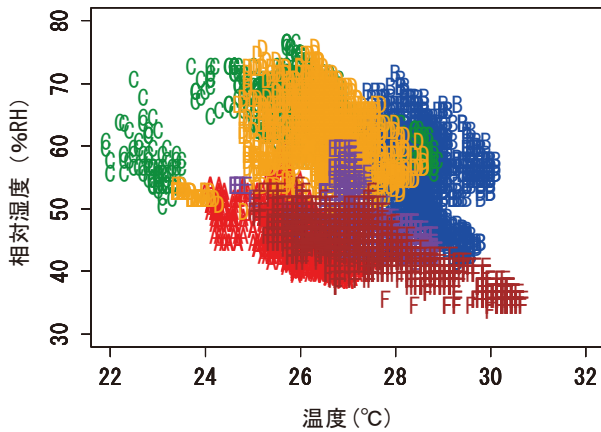


図 3：事業所毎の温湿度分布
(図中の A~F は事業所を表す)

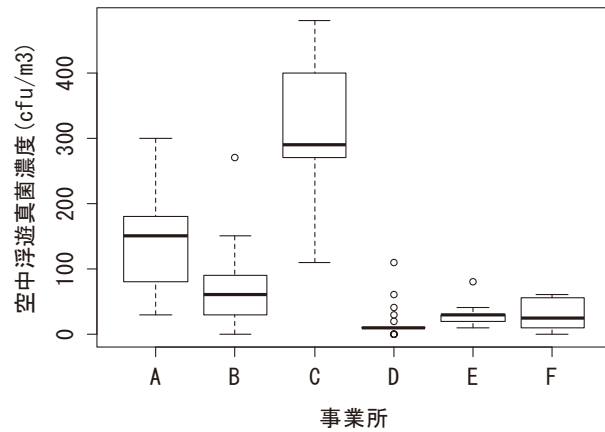


図 4：事業所毎の空中真菌濃度分布

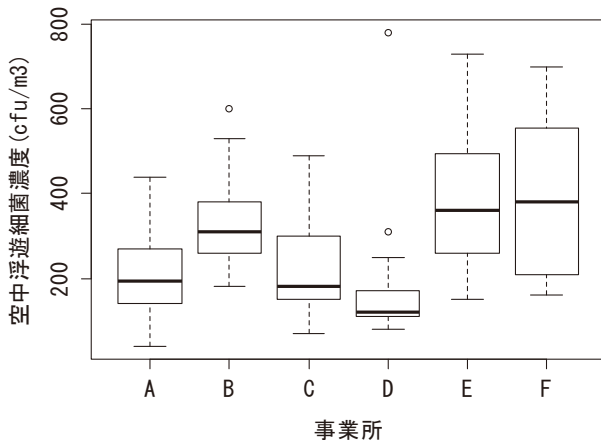


図 5：事業所毎の空中細菌濃度

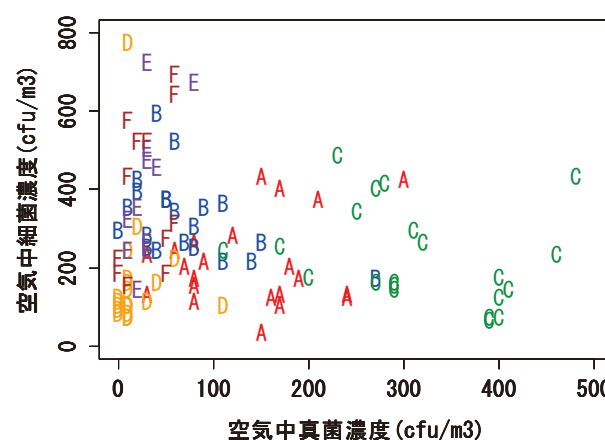


図 6：事業所毎の空中真菌濃度と細菌濃度
(図中の A~F は事業所を表す)

3 結果

対象事業所の気温は全体として高く、事業所によっては事業所内の平均気温が 28℃を超過していた(図 1)。湿度は事業所によるばらつきが大きく、事業所内の平均湿度で 40%RH 台から 70%RH 台であった(図 2)。事業所毎の温湿度プロット(図 3)でわかるように、事業所間で温湿度がかなりばらついていた。このようなばらつきが生じた背景には、2011 年の節電の影響で空調使用開始時期が事業所によってばらついており、梅雨期における

空調の使用が制限されている事業所が存在したこともその要因として考えられる。

空中浮遊微生物濃度(図 4, 5)は真菌, 細菌共に比較的低いレベルであったが、一部において真菌濃度の高い場所が見られた(事業所 C)。細菌濃度も事業所間でのばらつきがみられたが、概して低いレベルであった(図 5)。空気中の浮遊真菌濃度と浮遊細菌濃度の間には関連性は見られなかった(図 6)。カビ指数についても事業所 C の一部で高い値となっていたが(図 7), 必ずしも空気中真

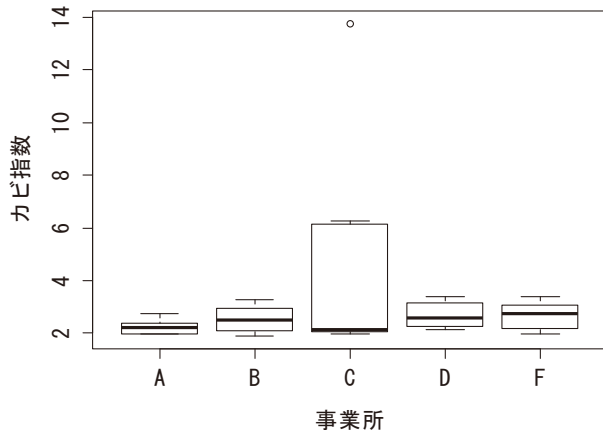


図 7: 事業所毎のカビ指数

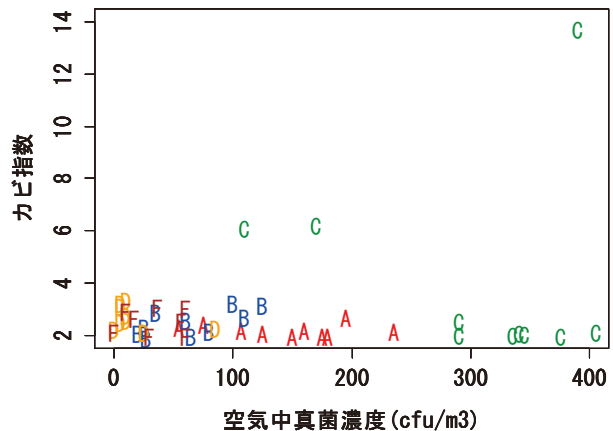


図 8: 事業所毎の空気中真菌濃度とカビ指数 (図中の A~F は事業所を表す)

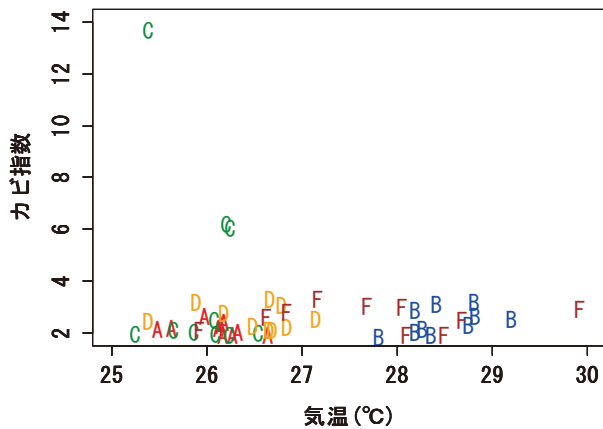


図 9: 事業所毎の気温とカビ指数 (図中の A~F は事業所を表す)

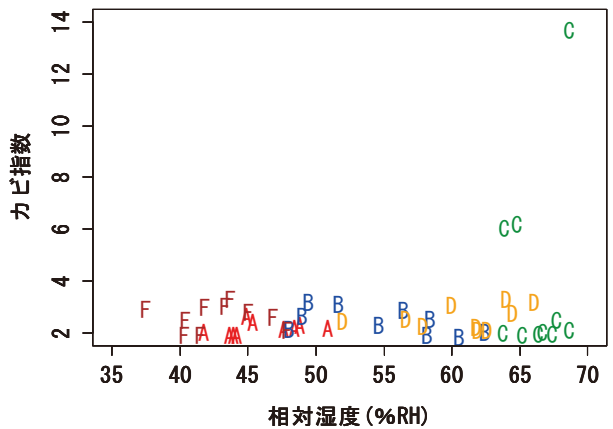


図 10: 事業所毎の相対湿度とカビ指数 (図中の A~F は事業所を表す)

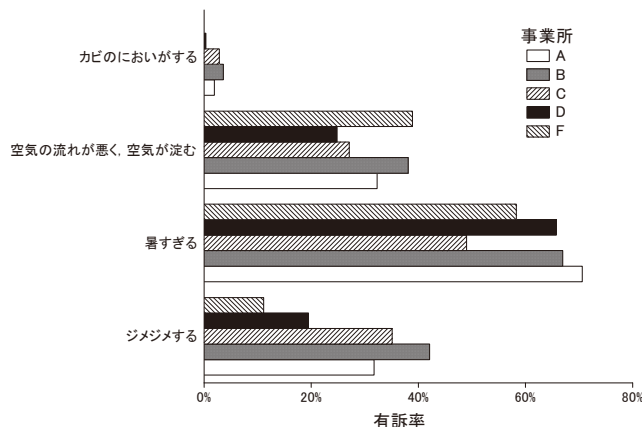


図 11: 事業所別の環境への訴え

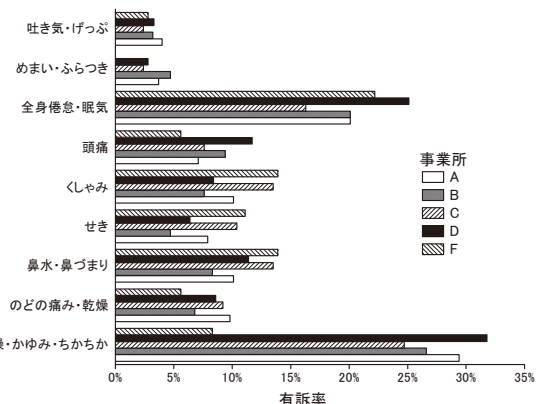


図 12: 事業所別の自覚症状

菌濃度が高いところのカビ指数が高いというわけでもなかった(図8)。気温との関連性はほとんど見られなかったが(図9)、カビ指数が高かった場所は相対湿度が高かった場所であり、湿度とのある程度の関連性が示唆された(図10)。しかしながら、高湿度の場所においても必ずしもカビ指数が高いというわけでも無かった。

アンケートの結果における環境の訴えでは暑すぎる、じめじめする、空気が淀むといった訴えが多く見られた一方で、カビ臭いという訴えの割合は低かった(図11)。

自覚症状については一般的にシックビル症候群の症状とされる呼吸機能系、粘膜系、不定愁訴系の訴えが一定割合で見られた(図12)が、空中浮遊微生物や温湿度がどの程度自覚症状に影響しているのかについては今回の結果からは明確にはならなかった。

4 考察

梅雨期のオフィス環境における温湿度と微生物の状況について調査した結果、温湿度では事務所則における基準範囲(28℃, 70%RH)を超過する高温多湿の問題が存在している一方で、空中浮遊微生物濃度ならびにカビの生えやすさについては事業所毎、場所毎のばらつきが大きいものの、全体としては比較的低いレベルであることがわかった。カビ臭さを訴えた人が少なかったことからこれは明らかであり、これは過去の測定結果と照らし合わせても同様である²⁾。一方、温湿度測定結果との関連性や、事業所内における温湿度と空中浮遊微生物濃度の関連性については本調査の結果からは明確ではなかったが、最も相対湿度が高かった事業所Cにおいて空中真菌濃度ならびにカビ指数が高い傾向があったことから、高湿度とカビの間には何らかの関連があるのではないかと考えられる。今回の調査では空中浮遊微生物ならびに温湿度測定は一日のみの測定であるのに対し、カビ指数は測定期間(4週間)の影響を見ているため、必ずしもこれらの結果が一致しない要因となっていると考えられる。また、カビの生育可能性を示すカビ指数はほとんどの場所で低い値であったが、これは今回用いたカビセンサーが25℃ 93.6% RHを基準気候として設計されたもの

であることが影響していると思われる³⁾。相対湿度の高かった場所の一部においてカビ指数が高い傾向が見られたが、相対湿度が高くてもカビ指数が低い場所もあったことから、少なくとも今回調査を行ったようなオフィス環境においては、カビセンサーによるカビの生えやすさの把握は難しいと考えられる。

今回の結果から、一般的なオフィス環境では細菌・真菌共に問題になるケースはそれほど多くはないことが推察される。その一方で、空調や加湿器等を汚染源とした微生物汚染と健康影響の報告もあることから、管理状況によってはオフィス環境における微生物汚染が発生し、健康影響が生じる可能性も無視できない。また、今後も原発停止ならびに電気料金高騰による節電が続くことが予測され、梅雨期～夏期のオフィス環境は引き続き高温多湿となることが考えられる。こうした場合、これまでよりも微生物にとって増殖しやすい環境となるため、今まで以上にオフィスの温湿度や空中浮遊微生物とその影響について留意していく必要があると思われる。

文 献

- 1) 関 明彦, 瀧川智子, 岸 怜子 他. シックハウス症候群に係わる医学的知見の整理. 日本衛生学雑誌 62, 939-948, 2007.
- 2) 吉澤晋, 菅原文子. 空調建物内の微生物汚染 各種ビルにおける測定結果. 空気清浄 23(3) 17-26, 1986.
- 3) 阿部恵子. カビ指数による室内環境評価. 防菌防黴 29(9) 557-566, 2001.
- 4) 米国環境保護庁(EPA). Building Assessment Survey and Evaluation (BASE) Study. <http://www.epa.gov/iaq/base/>
- 5) 柳 宇, 池田耕一. 空調システムにおける微生物汚染の実態と対策に関する研究: 第一報 微生物の生育環境と汚染実態. 日本建築学会環境系論文集 593, 49-56, 2005.
- 6) 勝井則明. 加湿器の微生物汚染による健康影響. 防菌防黴 19(2) 79-87, 1991.
- 7) 狩野文雄. ビル空調における加湿装置の微生物汚染とその制御対策. 空気清浄 43(3) 209-219, 2005.