

平成25年度厚生労働科学研究費補助金（健康安全・危機管理対策総合研究事業）
分担研究報告書

1. 建築物利用者の職場環境の空気質と健康に関する実態調査のデータ解析

分担研究者 東 賢一 近畿大学医学部 講師

研究要旨

昨年度までの調査において、事務所に勤務する労働者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健康障害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行った。本アンケート調査の1年後、本アンケート調査において「室内空気質の実測調査に協力可能」との回答を得た建築物の事務所に対して、温湿度、二酸化炭素、一酸化炭素、浮遊粉じん等の建築物環境衛生管理基準の空気環境の監視項目、微小粒子状物質（PM_{2.5}）、粒径別の粒子状物質、細菌や真菌などの実測調査を実施した。またその際に、従業員用のアンケート調査を実施した。今年度は、これらの調査で得られた職場環境の空気質と健康に関する実態調査のデータを解析し、建築物利用者の健康に影響する空気質の項目を明らかにした。冬期11件（107名）、夏期13件（207名）から得られたSBS関連症状と室内空気質の測定値との関連性に関する解析を行った。冬期では、非特異症状と高い粉じんレベル（5 μ m以上）、上気道症状と高いアルデヒド類濃度や高い室内温度、皮膚症状と低い室内温度との間に関連性がみられた。また、皮膚症状と低湿度にも有意な傾向があった。夏期では、上気道症状と高いトルエン濃度、皮膚症状と低い室内温度との間に有意な関係がみられた。本調査のもととなった全国規模で行ったアンケート調査では、温湿度、ほこり、薬品臭、不快臭とSBS関連症状との間に有意な関係が示唆された。本調査は、限られた建築物での断面調査であったが、室内空気質の実測調査によって、温湿度、粉じん、アルデヒド類やトルエンがSBS関連症状に影響していることを示唆し、全国規模のアンケート調査結果を裏付ける重要なデータを得ることができた。本調査では、有症率の調査において、回答率に偏りが存在する可能性が高く、断面調査のため全体的に測定データ数も多くは得られなかった。今後は、縦断的な調査によって、エビデンスのレベルをより向上させた調査を行う必要がある。本研究で得られた成果は、そのための重要な基礎データにもなる。

研究協力者

大澤元毅 国立保健医療科学院
鍵 直樹 東京工業大学
柳 宇 工学院大学建築学部
池田耕一 日本大学理工学部
中村孝之（公社）全国ビルメンテナンス協会
下平智子（公社）全国ビルメンテナンス協会
芦野太一（公社）全国ビルメンテナンス協会
齊藤秀樹（公財）日本建築衛生管理教育センター
齋藤敬子（公財）日本建築衛生管理教育センター
鎌倉良太（公財）日本建築衛生管理教育センター
高野大地 日本大学理工学部

A. 研究目的

近年、建物の大規模化、用途の複合化、建築設備の変化、省エネルギー対応など、従来の想定を超える状況が急速に進行している。日本では、建築物における衛生的環境の確保に関する法律（建築物衛生法）や労働安全衛生法に基づく事務所衛生基準規則によって、いわゆるシックビルディング症候群（SBS）の発生が防止されてきたといわれている。しかし、著者らが平成21年度に実施した調査^{1,2)}によると、近年、「温度」、「相対湿度」、「二酸化炭素」について、建築物衛生法の建築物環境衛生管理基準に適合しない特定建築物の割合（不適率）が、特に事務

所において上昇傾向にあることが明らかとなっている。また、室内の微生物汚染や大気中の超微小粒子汚染、VDU（パソコン等のディスプレイ装置）作業に与える低湿度の影響など、室内環境や建物外の大気汚染による健康影響が近年示唆されており、これらの要因による事務所労働者の健康影響が懸念される。

昨年度までの調査では、事務所に勤務する労働者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健康障害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行った。

アンケートは、公益社団法人全国ビルメンテナンス協会の全国都道府県の会員企業（約 3000 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 月の冬期及び 2012 年 8 月～10 月の夏期に実施した。冬期は 315 件の企業の管理者（回収率 64.4%）及び 3,335 名の従業員（企業数 320 件）から回答を得た。夏期は 307 件の企業の管理者（回収率 62.8%）及び 3,024 名の従業員（企業数 309 件）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（SBS）関連症状（米国 NIOSH の基準）の有症率は、冬期で非特異症状 14.4%、目の症状 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。同様に夏期ではそれぞれ 18.3%、14.1%、6.7%、0.9%、2.2%であった。これらの症状に関連する環境要因を解析した結果、冬期および夏期ともに、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 SBS 関連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。

本アンケート調査の 1 年後、本アンケート調査において「室内空気質の実測調査に協力可能」との回答を得た建築物の事務所に対して、温湿度、二酸化炭素、一酸化炭素、浮遊粉じん等の

建築物環境衛生管理基準の空気環境の監視項目、微小粒子状物質(PM_{2.5})、粒径別の粒子状物質、細菌や真菌などの実測調査を実施した。またその際に、従業員用のアンケート調査を実施した。

最終年度である今年度は、これらの調査で得られた職場環境の空気質と健康に関する実態調査のデータを解析し、建築物利用者の健康に影響する空気質の項目を明らかにすることを目的とした。

本研究で得られた成果は、建築物における衛生的環境を確保するうえで、今後の建築物に必要な管理基準や監視方法等のあり方に関する施策の立案に寄与するものである。

B. 研究方法

B.1 調査対象

2012 年 1 月～3 月（冬期）及び 2012 年 8 月～10 月初め（夏期）に全国規模のアンケート調査を行った建物のうち、実測調査への協力が可能との回答があり、SBS 関連症状の有症者の割合が高いところと低いところを選定した。但し、このアンケート調査において、SBS 関連症状に対して職場のストレスによる影響が大きい建物は除外した。

SBS 関連症状については、全国規模のアンケート調査で実施した調査項目において、NIOSH の 5 つの主症状（目の症状、非特異症状、上気道症状、下気道症状、皮膚症状）のうち、1 つ以上を有するものをクライテリアとした。そして、調査を実施した建物において得られた回答のうち、そのクライテリアを満たす従業員の割合を有症率と定義した。空気質の実測調査で行ったアンケート調査でも、同様のクライテリアで有症率を算出した。ただし、断面調査であるため、その日に欠勤しているものや、調査票を配付できなかったものもいるため、この有症率には相応のバイアスが掛かっている可能性があることに留意しなければならない。

調査は、それぞれのアンケート調査の 1 年後の 2013 年 1 月～3 月（冬期）と 2013 年 8 月～9 月（夏期）に実施した。但し、アンケート調査から 1 年経過していることから、担当者の異動などもあり、調査への協力が得られなかった建築物も散見されたため、さらに新規協力建物に

ついて、直接コンタクトを行った。

B.2 調査項目

空気質としては、温度、相対湿度、一酸化炭素、二酸化炭素、浮遊粉じん、PM_{2.5}、PM₁₀、粒径別粉じん濃度(0.3μm以上、0.5μm以上、0.7μm以上、1.0μm以上、2.0μm以上、5.0μm以上)、揮発性有機化合物(ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、p-ジクロロベンゼン、テトラデカン、フタル酸ジブチル(DBP)、フタル酸ジ-2-エチルヘキシル(DEHP)、総揮発性有機化合物(TVOC)、真菌濃度、細菌濃度を計測した。計測用の試料は、各事務所の1フロアの一点及び外気について、30分間の採取を行った。また、事務所1件あたりに管理者用調査票1部、従業員用調査票を最大20部配付した。夏期調査の一部では、さらに可能な限り従業員調査票を配付した。従業員用調査票は無記名とし、調査票記入後、無記名の封書に厳封して管理者用調査票とまとめて郵送により回収した。これらの調査票は、2012年1月～3月(冬期)及び2012年8月～10月初め(夏期)に全国規模のアンケート調査で使用した調査票と同じものである。

B.3 データ解析

建物の事務所の空気質とそこに勤務する従業員のSBS関連症状との関係を解析するために、それぞれの事務所における5つのSBS関連症状の有症率を算出し、測定した空気質との関係を解析した。また、有症率にバイアスが掛かっている可能性があること、測定データが多くないことから、各従業員におけるSBS関連症状の有無と、その従業員が勤務する事務所の測定結果との関係を解析した。2つの解析方法を用いることで、解析方法による違いの有無を把握し、解析結果に対する判断の信頼性を高めるよう試みた。

(倫理面での配慮)

本研究は、国立保健医療科学院研究倫理審査委員会の承認(承認番号NIPH-IBRA#12003)を得て実施した。

C. 研究結果

また、それぞれの建物の事務所における主症状の有症率を表 1-2 に示す。冬期に調査した非特定建築物の中には、従業員数が少ないものが

C.1 建物の基本属性

表 1-1 に調査を実施した建築物の概要を示す。

表 1-1 調査を実施した建物の概要

| 時期 | 管理用ID | 地域 | 建築物衛生法 | 空調方式 | 従業員回答数 | 男性比率 | 平均年齢 | 喫煙率 | 喫煙対応 |
|----------|-------------|------|--------|-------|--------|------|------|------|------|
| 冬期 | T-01 | 東京 | 特定 | 個別 | 11 | 63.6 | 45.9 | 0.0 | 一部会議 |
| | T-02(新規) | 東京 | 特定 | 中央 | 7 | 85.7 | 41.4 | 14.3 | 禁煙 |
| | F-01 | 福岡 | 特定 | 個別 | 5 | 80.0 | 36.2 | 80.0 | 禁煙 |
| | F-02 | 福岡 | 特定 | 個別 | 9 | 11.1 | 40.9 | 22.2 | 完全分煙 |
| | F-03 | 福岡 | 特定 | 個別 | 12 | 66.7 | 53.4 | 16.7 | 禁煙 |
| | F-04 | 福岡 | 特定 | 中央 | 17 | 76.5 | 43.4 | 23.5 | 禁煙 |
| | O-01 | 大阪 | 非特定 | 中央 | 3 | 66.7 | 42.3 | 33.3 | 禁煙 |
| | O-02 | 大阪 | 非特定 | 個別 | 9 | 66.7 | 47.8 | 33.3 | 建物の外 |
| | O-03(1)(新規) | 大阪 | 非特定 | 個別 | 7 | 85.7 | 39.6 | 0.0 | 禁煙 |
| | O-03(2)(新規) | 大阪 | 非特定 | 個別 | 15 | 73.3 | 38.1 | 6.7 | 禁煙 |
| | O-04 | 大阪 | 特定 | 個別 | 12 | 41.7 | 38.8 | 0.0 | 完全分煙 |
| | 夏期 | T-01 | 東京 | 特定 | 個別 | 11 | 63.6 | 46.1 | 0.0 |
| T-02(新規) | | 東京 | 特定 | 中央 | 10 | 80.0 | 42.2 | 20.0 | 禁煙 |
| T-03(新規) | | 東京 | 特定 | 個別 | 59 | 83.1 | 42.2 | 47.5 | 禁煙 |
| F-01 | | 福岡 | 特定 | 個別 | 5 | 80.0 | 36.4 | 80.0 | 禁煙 |
| F-02 | | 福岡 | 特定 | 個別 | 13 | 23.1 | 43.6 | 38.5 | 完全分煙 |
| F-03 | | 福岡 | 特定 | 個別 | 10 | 70.0 | 51.1 | 20.0 | 禁煙 |
| F-04 | | 福岡 | 特定 | 中央 | 9 | 77.8 | 46.7 | 33.3 | 完全分煙 |
| O-04 | | 大阪 | 特定 | 個別 | 7 | 42.9 | 44.0 | 28.6 | 完全分煙 |
| O-05(新規) | | 大阪 | 特定 | 中央・個別 | 20 | 50.0 | 44.8 | 10.0 | 禁煙 |
| O-06(新規) | | 大阪 | 特定 | 個別 | 13 | 84.6 | 41.5 | 23.1 | 無回答 |
| O-07(新規) | | 大阪 | 特定 | 個別 | 20 | 20.0 | 42.1 | 30.0 | 完全分煙 |
| O-08(新規) | | 大阪 | 特定 | 個別 | 20 | 90.0 | 50.1 | 40.0 | 完全分煙 |
| O-09(新規) | 大阪 | 特定 | 中央 | 10 | 90.0 | 48.6 | 20.0 | 禁煙 | |

表 1-2 主症状の有症率 (%)

| 時期 | 管理用ID | 目の症状 | 非特異症状 | 上気道症状 | 下気道症状 | 皮膚症状 | いずれかの症状 |
|----------|-------------|------|-------|-------|-------|------|---------|
| 冬期 | T-01 | 27.3 | 18.2 | 9.1 | 0.0 | 18.2 | 45.5 |
| | T-02(新規) | 28.6 | 14.3 | 14.3 | 0.0 | 0.0 | 28.6 |
| | F-01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | F-02 | 22.2 | 44.4 | 33.3 | 0.0 | 0.0 | 55.6 |
| | F-03 | 16.7 | 16.7 | 25.0 | 0.0 | 8.3 | 25.0 |
| | F-04 | 29.4 | 5.9 | 23.5 | 0.0 | 0.0 | 35.3 |
| | O-01 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | O-02 | 11.1 | 22.2 | 0.0 | 0.0 | 11.1 | 22.2 |
| | O-03(1)(新規) | 28.6 | 14.3 | 0.0 | 0.0 | 14.3 | 28.6 |
| | O-03(2)(新規) | 40.0 | 33.3 | 13.3 | 0.0 | 6.7 | 46.7 |
| | O-04 | 16.7 | 33.3 | 25.0 | 0.0 | 0.0 | 50.0 |
| | 夏期 | T-01 | 0.0 | 9.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| T-02(新規) | | 10.0 | 20.0 | 20.0 | 0.0 | 0.0 | 30.0 |
| T-03(新規) | | 11.9 | 13.6 | 6.8 | 0.0 | 0.0 | 22.0 |
| F-01 | | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| F-02 | | 23.1 | 30.8 | 15.4 | 0.0 | 0.0 | 38.5 |
| F-03 | | 10.0 | 20.0 | 10.0 | 0.0 | 20.0 | 30.0 |
| F-04 | | 22.2 | 33.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 33.3 |
| O-04 | | 28.6 | 14.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 28.6 |
| O-05(新規) | | 15.0 | 15.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 25.0 |
| O-06(新規) | | 7.7 | 7.7 | 15.4 | 0.0 | 0.0 | 23.1 |
| O-07(新規) | | 25.0 | 20.0 | 15.0 | 0.0 | 10.0 | 35.0 |
| O-08(新規) | | 10.0 | 5.0 | 5.0 | 0.0 | 0.0 | 20.0 |
| O-09(新規) | 10.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | |

あり、夏期では調査対象外とした建物もある。その代替として、夏期にはより多くの建物を新規に追加して調査を行った。

C.2 事務所の有症率と室内空気質の関係

解析にあたっては、基本属性として、男性比率、平均年齢、喫煙率を変数に含めた。また、室内空気質では、温度、相対湿度、一酸化炭素、二酸化炭素、粉じん、粉じん(粒径別)、PM_{2.5}、PM₁₀、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド、トルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、パラジクロロベンゼン、テトラデカン、DBP、DEHP、TVOC、真菌、細菌を変数に含めた。

多変量解析に投入する独立変数を選定するにあたっては、5つの主症状の有症率と相関係

数が高い($p < 0.2$)変数を選定した。また、独立変数間での多重共線性が高い変数(相関係数0.9以上)は、1つに変数を絞った。粉じん類は多重共線性が高いため、浮遊粉じんとPM_{2.5}に限定した。多変量解析では重回帰分析を行い、変数増減法を用いて解析を行った。なお、冬期のトルエン、エチルベンゼン、キシレン、スチレン、パラジクロロベンゼン、テトラデカン、DBP、DEHP、TVOCは、5件の建物でデータの欠測があったため解析対象から除外し、別途これらの物質を入れた解析を追加した。

表1-3に主症状の有症率と空気質の相関を示す。また、主な空気質と主症状との関係を図11-1~図1-14に示す。その後、表1-4と表1-5に重回帰分析結果を示す。

表1-3 主症状の有症率と空気質の相関

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

| | 男性比率 [%] | 平均年齢 | 喫煙率 [%] | 温度 [°C] | 相対湿度 [%] | 一酸化炭素 [ppm] | 二酸化炭素 [ppm] | 粉じん [mg/m ³] | PM _{2.5} [mg/m ³] | PM ₁₀ [mg/m ³] | ホルムアルデヒド [μg/m ³] | アセトアルデヒド [μg/m ³] | トルエン [μg/m ³] | エチルベンゼン [μg/m ³] | キシレン [μg/m ³] | スチレン [μg/m ³] | テトラデカン [μg/m ³] | DEHP [μg/m ³] | TVOC [μg/m ³] | 真菌濃度 [cfu/m ³] | 細菌濃度 [cfu/m ³] |
|---------|----------|--------|---------|---------|----------|-------------|-------------|--------------------------|--|---------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 冬の非特異症状 | -0.727* | -0.054 | -0.507 | .143 | .209 | .609* | .534 | .178 | .582 | .586 | .230 | .675* | .213 | .368 | .450 | .857* | -.035 | -.040 | .214 | .616* | .565 |
| 冬の非特異症状 | -0.639* | .167 | -.351 | .797** | .667* | .548 | .346 | .742** | .585 | .582 | .643* | .745** | .492 | .570 | .554 | .687 | .274 | .205 | .566 | .543 | .392 |
| 冬の皮膚症状 | .233 | .411 | -.427 | -.481 | -.466 | -.260 | -.047 | -.241 | -.266 | -.262 | -.241 | -.255 | .134 | -.403 | -.431 | -.335 | -.034 | .066 | -.051 | -.251 | -.250 |
| 夏の非特異症状 | -.659* | .080 | -.060 | .088 | -.036 | -.031 | -.080 | - | .218 | .207 | -.163 | .366 | -.162 | -.252 | -.376 | -.363 | .276 | - | -.130 | .064 | .021 |
| 夏の非特異症状 | -.509 | .110 | -.163 | -.046 | .136 | -.499 | -.169 | - | .395 | .388 | .095 | .068 | .319 | -.059 | -.154 | -.195 | .542 | - | .191 | -.002 | .122 |
| 夏の皮膚症状 | -.289 | .356 | -.271 | -.78** | .182 | -.156 | .215 | - | -.069 | -.076 | -.003 | -.013 | .139 | .149 | -.208 | -.312 | .297 | - | .542 | .444 | .152 |

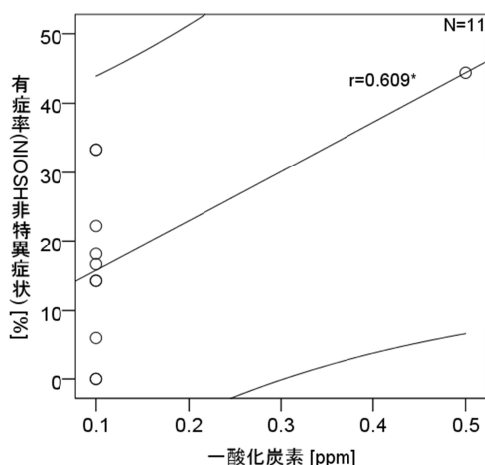


図1-1 冬期の非特異症状と一酸化炭素

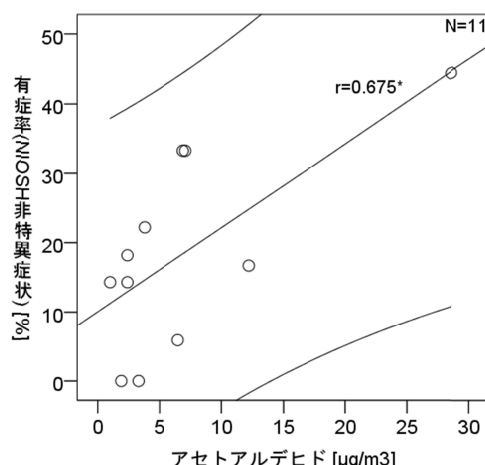


図1-2 冬期の非特異症状とアセトアルデヒド

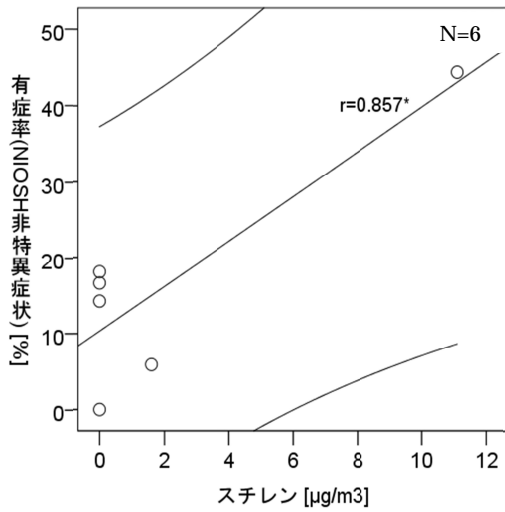


図 1-3 冬期の非特異症状とスチレン

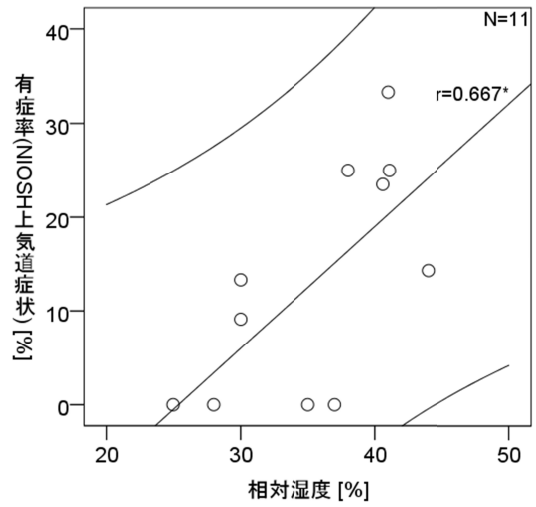


図 1-6 冬期の上気道症状と相対湿度

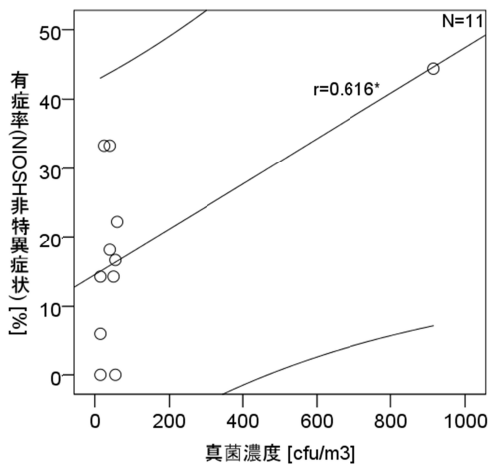


図 1-4 冬期の非特異症状と真菌濃度

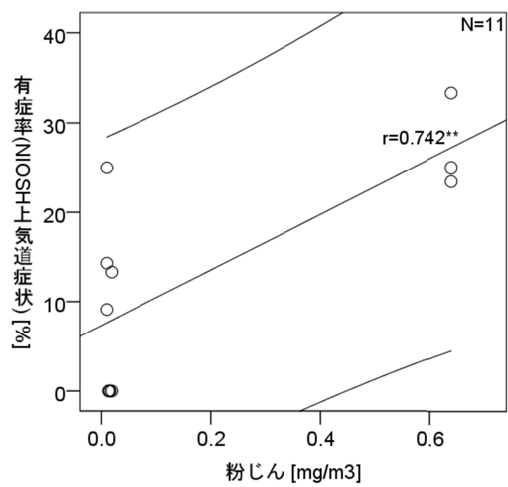


図 1-7 冬期の上気道症状と粉じん

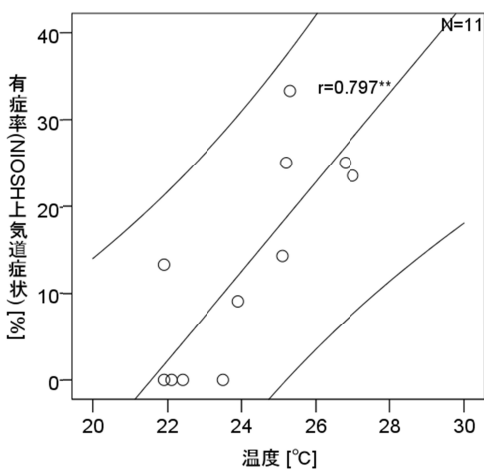


図 1-5 冬期の上気道症状と温度

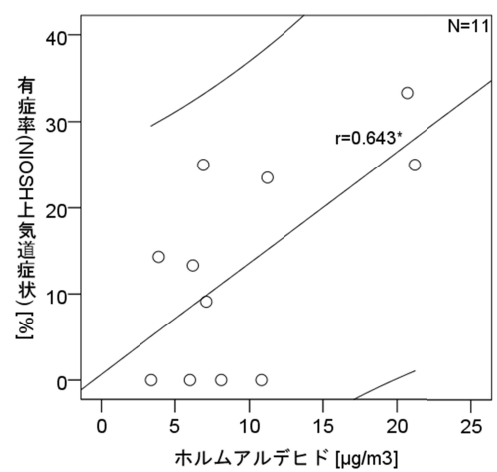


図 1-8 冬期の上気道症状とホルムアルデヒド

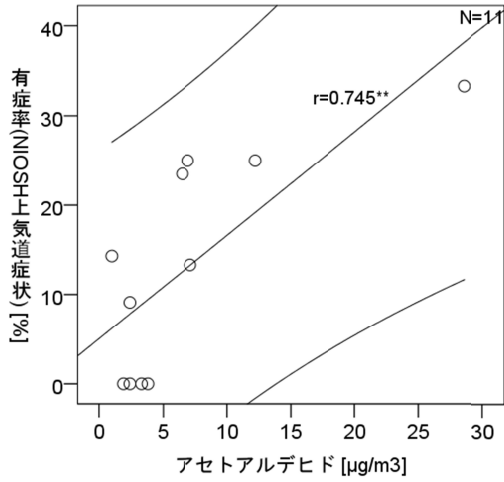


図 1-9 冬期の上気道症状とアセトアルデヒド

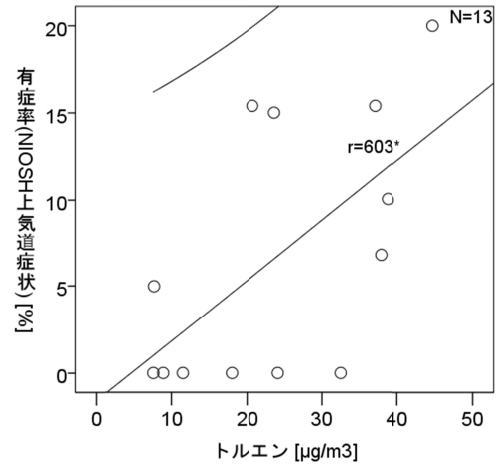


図 1-12 夏期の上気道症状とトルエン

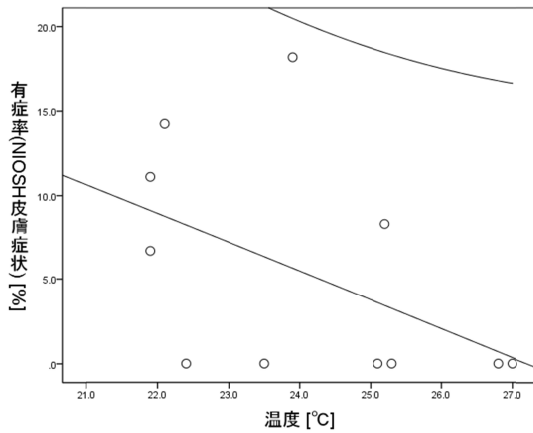


図 1-10 冬期の皮膚症状と温度

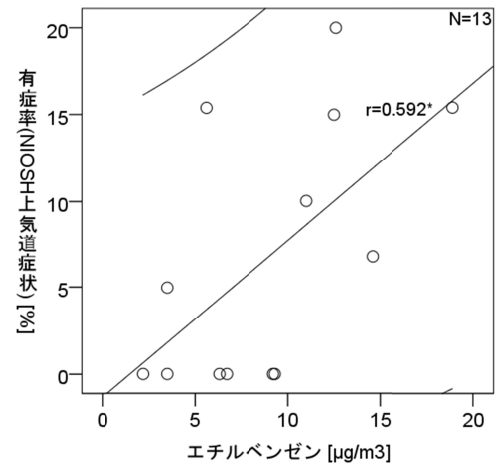


図 1-13 夏期の上気道症状とエチルベンゼン

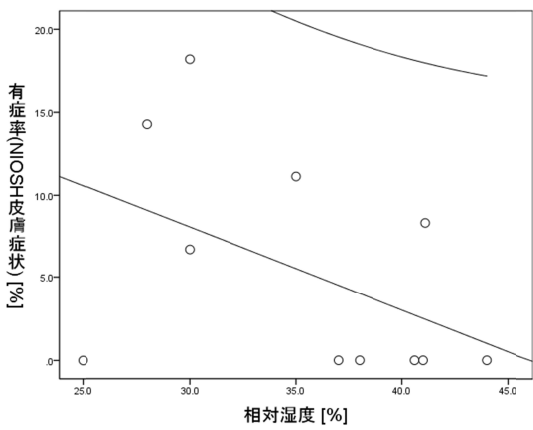


図 1-11 冬期の皮膚症状と相対湿度

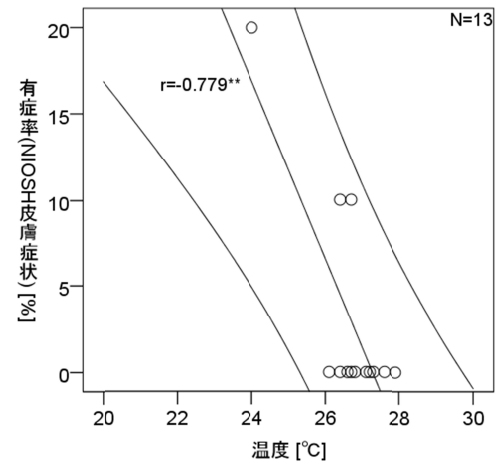


図 1-14 夏期の皮膚症状と温度

表 1-4 重回帰分析結果

| 非特異症状(冬期) | | n = 11 | | | |
|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|
| | 偏回帰 係数 | 標準 偏回帰係数 | p値 | 95%信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| (定数) | 49.86 | | 0.003 | 29.36 | 70.37 |
| 男性比率 | -0.52 | -0.92 | 0.008 | -0.82 | -0.22 |

R² = 0.53, ANOVA p < 0.05

| 上気道症状(冬期) | | n = 11 | | | |
|-----------|-----------|-------------|-------|---------|--------|
| | 偏回帰 係数 | 標準 偏回帰係数 | p値 | 95%信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| (定数) | -88.48 | | 0.001 | -131.40 | -45.57 |
| 温度 | 3.97 | 0.62 | 0.001 | 2.16 | 5.79 |
| アセトアルデヒド | 0.84 | 0.54 | 0.002 | 0.40 | 1.28 |

R² = 0.89, ANOVA p < 0.001

| 皮膚症状(冬期) | | n = 11 | | | |
|----------|-----------|-------------|-------|---------|--------|
| | 偏回帰 係数 | 標準 偏回帰係数 | p値 | 95%信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| (定数) | 63.75 | | 0.017 | 14.58 | 112.92 |
| 喫煙率 | -0.17 | -0.60 | 0.040 | -0.34 | -0.01 |
| 温度 | -2.27 | -0.64 | 0.030 | -4.27 | -0.28 |

R² = 0.56, ANOVA p < 0.05

| 非特異症状(夏期) | | n = 13 | | | |
|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|
| | 偏回帰 係数 | 標準 偏回帰係数 | p値 | 95%信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| (定数) | 20.96 | | 0.023 | 3.49 | 38.43 |
| 男性率 | -0.19 | -0.43 | 0.090 | -0.41 | 0.04 |
| テトラデカン | 0.90 | 0.47 | 0.068 | -0.08 | 1.89 |

R² = 0.48, ANOVA p < 0.05

| 上気道症状(夏期) | | n = 13 | | | |
|-----------|-----------|-------------|-------|---------|------|
| | 偏回帰 係数 | 標準 偏回帰係数 | p値 | 95%信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| (定数) | -1.63 | | 0.673 | -9.91 | 6.65 |
| トルエン | 0.35 | 0.60 | 0.029 | 0.04 | 0.65 |

R² = 0.36, ANOVA p < 0.05

| 皮膚症状(夏期) | | n = 13 | | | |
|----------|-----------|-------------|-------|---------|--------|
| | 偏回帰 係数 | 標準 偏回帰係数 | p値 | 95%信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| (定数) | 140.79 | | 0.001 | 67.21 | 214.37 |
| 温度 | -5.16 | -0.78 | 0.002 | -7.92 | -2.41 |

R² = 0.61, ANOVA p < 0.01

表 1-5 重回帰分析結果(変数にスチレン含む)

| 非特異症状(冬期) | | n = 6 | | | |
|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|
| | 偏回帰 係数 | 標準 偏回帰係数 | p値 | 95%信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| (定数) | 49.86 | | 0.003 | 29.36 | 70.37 |
| 男性比率 | -0.52 | -0.92 | 0.008 | -0.82 | -0.22 |

R² = 0.85, ANOVA p < 0.01

| 上気道症状(冬期) | | n = 6 | | | |
|-----------|-----------|-------------|-------|---------|-------|
| | 偏回帰 係数 | 標準 偏回帰係数 | p値 | 95%信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| (定数) | 7.45 | | 0.119 | -2.99 | 17.90 |
| アセトアルデヒド | 30.97 | 0.88 | 0.020 | 7.86 | 54.08 |

R² = 0.78, ANOVA p < 0.05

冬期 11 件 (107 名), 夏期 13 件 (207 名) から得られた SBS 関連症状と室内空気質の測定値との関連性に関する解析を行った結果, 重回帰分析の結果より, 冬期では, 上気道症状と高いアセトアルデヒド濃度や高い室内温度, 皮膚症状と低い室内温度との間に有意な関係がみられた。

夏期では, 上気道症状と高いトルエン濃度, 皮膚症状と低い室内温度との間に有意な関係がみられた。変数にスチレンを加えた場合でも, 冬期では上気道症状と高いアセトアルデヒド濃度との間に有意な関係がみられた。

C.3 従業員の主症状と室内空気質の関係

事務所における有症率と室内空気質に関する解析と同様に, 解析にあたっては, 基本属性として, 男性比率, 平均年齢, 喫煙率を変数に含めた。なお, 建物の空調方式はカテゴリーデータのため, 重回帰分析では独立変数として使用しなかったが, 本解析では多重ロジスティック回帰分析を用いるため, 建物の空調方式を独立変数として用いた。建築物衛生法の改正で個別空調方式が利用可能になって以来, 個別空調方式を有する建物で, 温湿度等の不適率が向上している可能性が指摘されている^{1),2)}。室内空気質では, 温度, 相対湿度, 一酸化炭素, 二酸

表 1-6 主症状の有無と空気質の単変量解析結果

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

| | 温度 [] | 相対 湿度 [%] | 一酸 化炭素 [ppm] | 二酸 化炭素 [ppm] | 粉じん [mg/ m ³] | 粉じん 0.3μ m [~] | 粉じん 2.0μ m [~] | 粉じん 5.0μ m [~] | PM2.5 [mg/ m ³] | PM10 [mg/ m ³] | ホルム アル デヒド [μg/ m ³] | アセト アル デヒド [μg/ m ³] | トル エン [μg/ m ³] | エチ ルベ ンゼ ン [μg/ m ³] | キシ レン [μg/ m ³] | スチ レン [μg/ m ³] | テトラ デカ ン [μg/ m ³] | TVOC [μg/ m ³] | 真菌 濃度 [cfu/ m ³] | 細菌 濃度 [cfu/ m ³] |
|-----------------------------|-----------|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--|--|--------------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 冬の 目 の 症 状 | 0.29 | -0.14 | -0.14 | 0.55 | 0.56 | 0.03 | -0.10 | -0.09 | -0.05 | 0.10 | 0.32 | -0.09 | -0.11 | -0.03 | 0.22 | 0.09 | -0.20 | -0.31 | 0.02 | -0.21 |
| 冬の 非 特 異 症 状 | -0.13 | 0.08 | 1.29 | 1.84 | -0.01 | 0.95 | 1.23 | 1.31 | 1.41 | 1.82 | 2.03* | 1.21 | 1.23 | 0.79 | 1.66 | 1.04 | 1.26 | 1.46 | 1.55 | 0.42 |
| 冬の 上 気 道 症 状 | 3.16** | 3.03** | 1.22 | 1.14 | 2.75* | 2.43* | 1.43 | 1.47 | 1.49 | 1.25 | -0.15 | 1.44 | 1.43 | 2.53* | 2.14* | 1.65 | 2.10* | 1.95 | 1.13 | 1.77 |
| 冬の 皮 膚 症 状 | -1.58 | -1.72 | -0.73 | -0.18 | -1.08 | -0.96 | -0.75 | -0.61 | -0.42 | 0.13 | 0.67 | -0.79 | -0.77 | -0.52 | -0.81 | 0.45 | -1.01 | -1.05 | -0.95 | -0.03 |
| 夏の 目 の 症 状 | -0.07 | 0.37 | -0.38 | -0.71 | | 0.79 | 0.72 | 0.93 | 0.91 | 0.68 | -0.70 | 0.79 | 0.77 | -0.22 | 0.88 | -0.25 | -0.64 | -1.52 | -0.65 | 0.07 |
| 夏の 非 特 異 症 状 | -0.46 | 1.26 | -2.06* | -0.92 | | 0.89 | 1.11 | 1.17 | 1.22 | 1.24 | -0.16 | 1.11 | 1.10 | 0.57 | -0.02 | 1.33 | 0.01 | -0.81 | -0.34 | 1.00 |
| 夏の 上 気 道 症 状 | 0.16 | -0.73 | -0.06 | -0.60 | | 1.30 | 0.92 | 1.43 | 1.59 | 1.83 | 0.51 | 0.84 | 0.85 | -0.29 | 0.38 | 1.80 | 1.86 | -0.14 | 1.04 | 0.47 |
| 夏の 皮 膚 症 状 | -2.11 | 1.14 | -0.77 | 0.61 | | -0.04 | -0.68 | -0.35 | 0.16 | 1.39 | -0.04 | -0.27 | -0.30 | -0.70 | 3.18** | -0.40 | -0.16 | -1.40 | -6.48** | -0.47 |

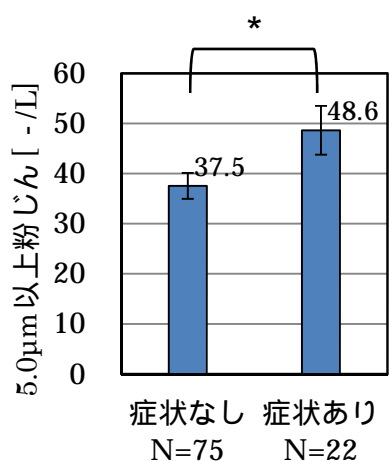


図 1-15 冬期の非特異症状と 5μm 以上粉じん

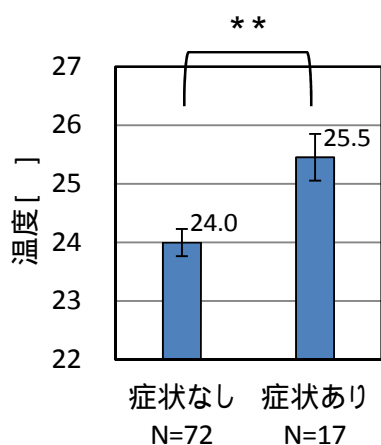


図 1-16 冬期の上気道症状と温度

化炭素,粉じん,粉じん(粒径別),PM_{2.5},PM₁₀,ホルムアルデヒド,アセトアルデヒド,トルエン,エチルベンゼン,キシレン,スチレン,パラジクロロベンゼン,テトラデカン,DBP,DEHP,TVOC,真菌,細菌を変数に含めた。

多変量解析に投入する独立変数を選定するにあたっては,5つの主症状の有症率との間の単変量解析のp値が0.2未満の変数を選定した。単変量解析は,基本属性は χ^2 検定,空気質測定項目はt検定を行った。また,独立変数間での多重共線性が高い変数(相関係数0.9以上)は,1つに変数を絞った。粉じん類は多重共線性が高いため,浮遊粉じんとPM_{2.5}に限定した。多変量解析では多重ロジスティック回帰分析を行い,尤度比での変数増加法を用いて解析を行った。なお,冬期のトルエン,エチルベンゼン,キシレン,スチレン,パラジクロロベンゼン,テトラデカン,DBP,DEHP,TVOCは,5件の建物でデータの欠測があったため解析対象から除外し,別途これらの物質を入れた解析を追加した。

表 1-6 に主症状の有症率と空気質の単変量解析の結果を示す。また,主な空気質と主症状との関係を図 1-15 ~ 図 1-30 に示す。その後,表 1-7 と表 1-8 に多重ロジスティック回帰分析の結果を示す。

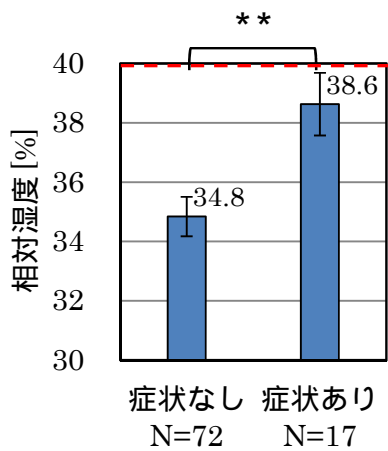


図 1-17 冬期の上気道症状と相対湿度

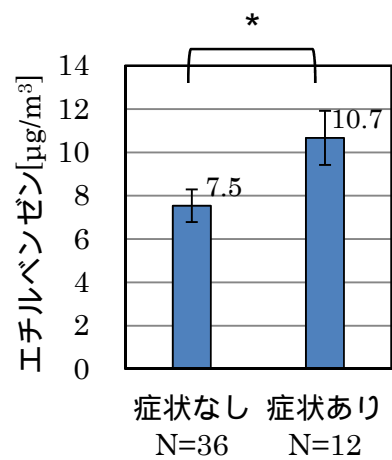


図 1-20 冬期の上気道症状とエチルベンゼン

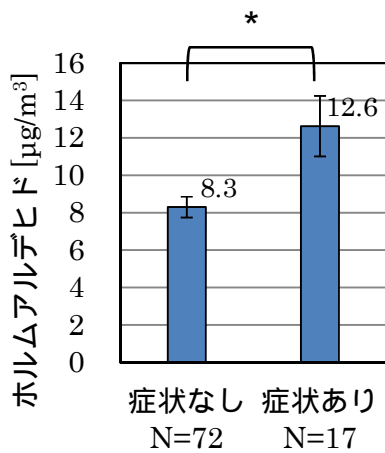


図 1-18 冬期の上気道症状とホルムアルデヒド

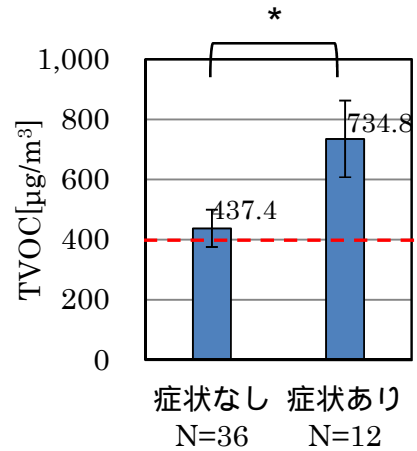


図 1-21 冬期の上気道症状と TVOC

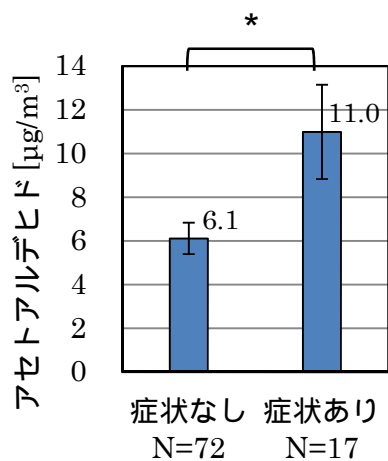


図 1-19 冬期の上気道症状とアセトアルデヒド

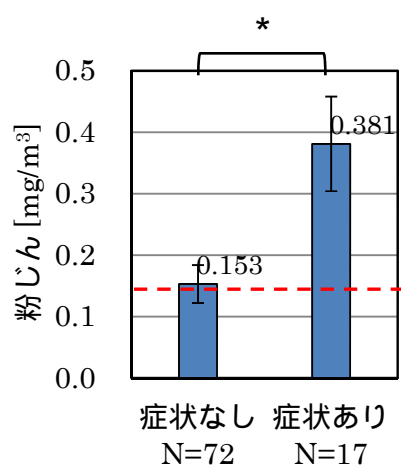


図 1-22 冬期の上気道症状と粉じん

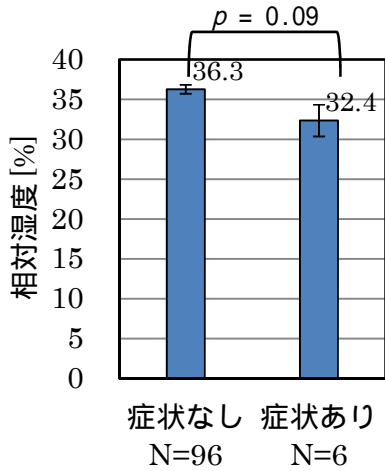


図 1-23 冬期の皮膚症状と相対湿度

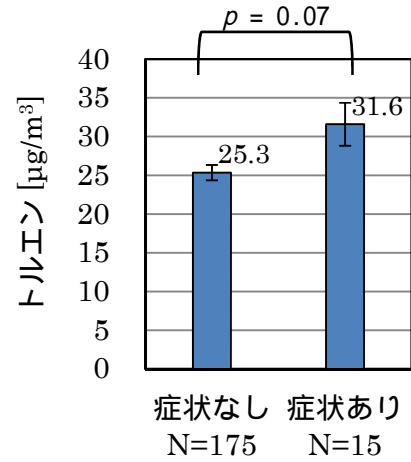


図 1-26 夏期の上気道症状とトルエン

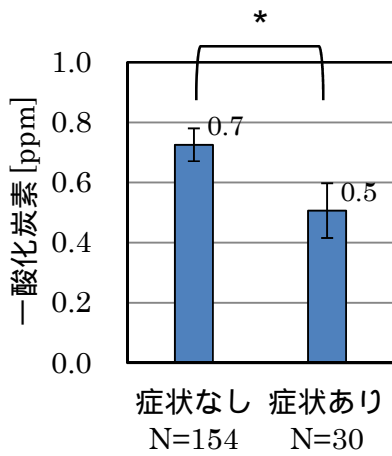


図 1-24 夏期の非特異症状と一酸化炭素

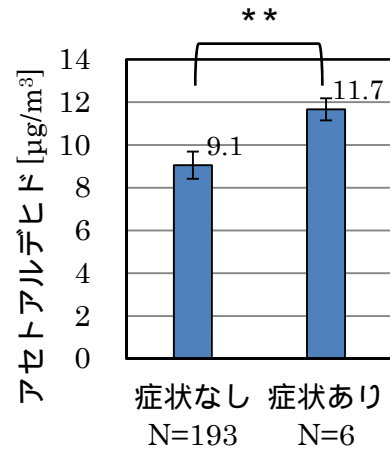


図 1-27 夏期の皮膚症状とアセトアルデヒド

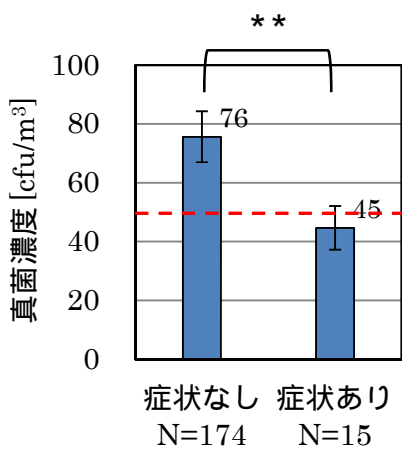


図 1-25 夏期の上気道症状と真菌濃度

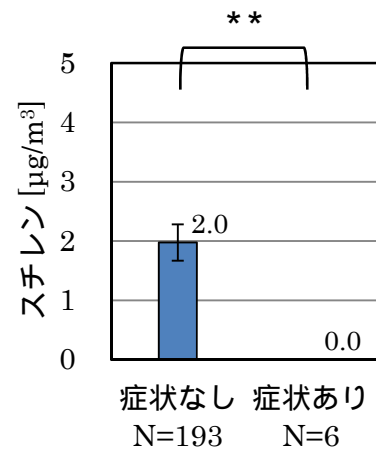


図 1-28 夏期の皮膚症状とスチレン

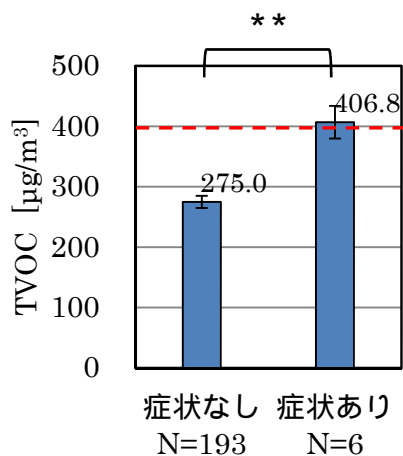


図 1-29 夏期の皮膚症状と TVOC

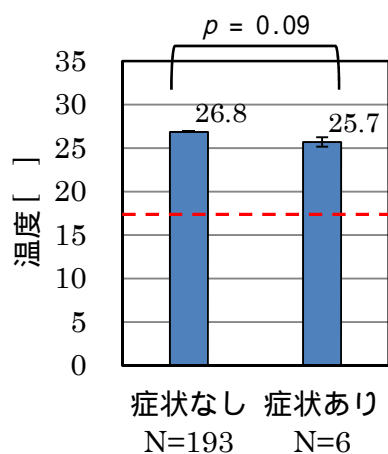


図 1-30 夏期の皮膚症状と温度

表 1-7 多重ロジスティック回帰分析結果

| 非特異症状(冬期) | | N = 97 | | | |
|----------------------------|---------------------------|--------|------|----------|------|
| | 偏回帰係数 | p値 | オッズ比 | 95% 信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| 粉じん粒径別 _{5.0µm} 定数 | 0.02 | 0.049 | 1.02 | 1.00 | 1.04 |
| 定数 | -2.16 | 0.000 | 0.12 | | |
| モデル | 2検定 p < 0.05, 判別の中率 77.3% | | | | |

| 目の症状(夏期) | | N = 192 | | | |
|----------|---------------------------|---------|------|----------|------|
| | 偏回帰係数 | p値 | オッズ比 | 95% 信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| 男性 | -1.44 | 0.001 | 0.24 | 0.10 | 0.55 |
| 定数 | -0.95 | 0.001 | 0.39 | | |
| モデル | 2検定 p < 0.01, 判別の中率 85.4% | | | | |

| 上気道症状(冬期) | | N = 89 | | | |
|-----------|---------------------------|--------|------|----------|------|
| | 偏回帰係数 | p値 | オッズ比 | 95% 信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| 温度 | 0.34 | 0.053 | 1.40 | 1.00 | 1.97 |
| ホルムアルデヒド | 0.10 | 0.041 | 1.10 | 1.00 | 1.21 |
| 定数 | -10.80 | 0.013 | 0.00 | | |
| モデル | 2検定 p < 0.01, 判別の中率 80.9% | | | | |

| 非特異症状(夏期) | | N = 183 | | | |
|-----------|---------------------------|---------|------|----------|------|
| | 偏回帰係数 | p値 | オッズ比 | 95% 信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| 男性 | -1.33 | 0.001 | 0.26 | 0.12 | 0.60 |
| 定数 | -0.90 | 0.002 | 0.40 | | |
| モデル | 2検定 p < 0.01, 判別の中率 84.2% | | | | |

| 皮膚症状(冬期) | | N = 102 | | | |
|----------|---------------------------|---------|-------|----------|------|
| | 偏回帰係数 | p値 | オッズ比 | 95% 信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| 男性 | -1.76 | 0.060 | 0.17 | 0.03 | 1.08 |
| 相対湿度 | -0.16 | 0.067 | 0.85 | 0.72 | 1.01 |
| 定数 | 3.62 | 0.227 | 37.17 | | |
| モデル | 2検定 p < 0.05, 判別の中率 94.1% | | | | |

| 上気道症状(夏期) | | N = 188 | | | |
|-----------|---------------------------|---------|------|----------|------|
| | 偏回帰係数 | p値 | オッズ比 | 95% 信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| 男性 | -1.63 | 0.006 | 0.20 | 0.06 | 0.63 |
| トルエン | 0.05 | 0.050 | 1.06 | 1.00 | 1.11 |
| 定数 | -3.22 | 0.000 | 0.04 | | |
| モデル | 2検定 p < 0.01, 判別の中率 92.6% | | | | |

| 皮膚症状(夏期) | | N = 197 | | | |
|----------|---------------------------|---------|---------|----------|------|
| | 偏回帰係数 | p値 | オッズ比 | 95% 信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| 男性 | -3.28 | 0.019 | 0.04 | 0.00 | 0.59 |
| 温度 | -1.39 | 0.004 | 0.25 | 0.10 | 0.64 |
| 定数 | 34.59 | 0.007 | 1.1E+15 | | |
| モデル | 2検定 p < 0.01, 判別の中率 97.0% | | | | |

表 1-8 多重ロジスティック回帰分析結果
(N数の小さい物質を含む)

| 非特異症状(冬期)(キシレン、スチレンのN数少含める) N = 54 | | | | | |
|--|-------|-------|-------|----------|--------|
| | 偏回帰係数 | p値 | オッズ比 | 95% 信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| 粉じん粒径別_5.0 μ m | 0.04 | 0.032 | 1.04 | 1.00 | 1.08 |
| 定数 | -2.98 | 0.001 | 0.05 | | |
| モデル 2検定 p < 0.05, 判別の中率 81.5% | | | | | |
| 上気道症状(冬期)(トルエン、キシレン、テトラデカンのN数) N = 48 | | | | | |
| | 偏回帰係数 | p値 | オッズ比 | 95% 信頼区間 | |
| | | | | 下限 | 上限 |
| 粉じん | 2.91 | 0.030 | 18.44 | 1.32 | 256.68 |
| 定数 | -2.33 | 0.002 | 0.10 | | |
| モデル 2検定 p < 0.05, 判別の中率 75.0% | | | | | |

冬期 11 件 (107 名), 夏期 13 件 (207 名) から得られた SBS 関連症状と室内空気質の測定値との関連性に関する解析を行った結果, 多重ロジスティック回帰分析の結果より, 冬期では, 非特異症状と高い粉じんレベル (5 μ m 以上), 上気道症状と高いホルムアルデヒド濃度との間に有意な関係がみられた。また, 皮膚症状と低湿度にも有意な傾向があった。

夏期では, 上気道症状と高いトルエン濃度, 皮膚症状と低い室内温度との間に有意な関係がみられた。変数に N 数の少ない化学物質を加えた場合でも, 冬期では非特異症状と高い粉じんレベル (5 μ m 以上) との間に有意な関係があった。また, 上気道症状と高い粉じん濃度との間に有意な関係がみられた。

項目によっては若干の差があるものの, 総じて重回帰分析と同様の傾向がみられた。

D. 総括

冬期 11 件 (107 名), 夏期 13 件 (207 名) から得られた SBS 関連症状と室内空気質の測定値との関連性に関する解析を行った。冬期では, 非特異症状と高い粉じんレベル (5 μ m 以上), 上気道症状と高いアルデヒド類濃度や高い室内温度, 皮膚症状と低い室内温度との間に有意な関係がみられた。また, 皮膚症状と低湿度にも有意な傾向があった。

夏期では, 上気道症状と高いトルエン濃度,

皮膚症状と低い室内温度との間に有意な関係がみられた。

本調査のもととなった全国規模で行ったアンケート調査では, 温湿度, ほこり, 薬品臭, 不快臭と SBS 関連症状との間に有意な関係が示唆された。本調査は, 限られた建築物での断面調査であったが, 室内空気質の実測調査によって, 温湿度, 粉じん, アルデヒド類やトルエンが SBS 関連症状に影響していることを示唆し, 全国規模のアンケート調査結果を裏付ける重要なデータを得ることができた。

本調査では, 有症率の調査において, 回答率に偏りが存在する可能性が高く, 断面調査のため全体的に測定データ数も多くは得られなかった。今後, 空気質測定フロアーの従業員に対してより高い回答率 (数) を得たうえで, 例えば 2 ヶ月に 1 回等を繰り返す縦断的な調査によって, エビデンスのレベルをより向上させた調査を行う必要がある。本研究で得られた成果は, そのための重要な基礎データにもなる。

参考文献

- 1) 大澤元毅ら: 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, 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, 2011 年 3 月。
- 2) 大澤元毅ら: 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 年度総括・分担総合研究報告書, 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, 2010 年 3 月。

E. 研究発表

学会発表

- 1) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Shimodaira T, Osawa H. Relationship of the risk factors for indoor air quality, work environment, and occupational stress with the symptoms of employees working in office buildings. The joint ISEE, ISES and ISIAQ Environmental Health Conference 2013 in Basel, Switzerland, 19–23 August, 2013.
- 2) 高野大地, 池田耕一, 東 賢一, 鍵 直樹,

- 柳 宇,大澤元毅,中川優馬. 建築物利用者の職場環境と健康に関するアンケート調査. 2013年度日本建築学会大会,2013年8月30日-9月1日,北海道.
- 3) 高野大地,池田耕一,東 賢一,鍵 直樹,柳 宇,大澤元毅,中川優馬. 建築物利用者の職場環境と健康に関するアンケート調査. 平成25年度空気調和・衛生工学会大会,2013年9月25-27日,長野.
- 4) 高野大地,池田耕一,東 賢一,鍵 直樹,柳 宇,大澤元毅,中川優馬. 建築物利用者の職場環境と健康に関するアンケート調査. 平成25年度室内環境学会学術大会,2013年12月5-6日,佐世保.
- 5) 高野大地,池田耕一,東 賢一,鍵 直樹,柳 宇,大澤元毅,中川優馬. 建築物利用者の職場環境と健康に関するアンケート調査. 第41回建築物環境衛生管理全国大会,2014年1月23-24日,東京.
- 6) 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: Relationship among Indoor Air Quality, Work Environment, and Occupational Stress in Summer and Winter. 13th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Hong Kong, China, 7-12 July, 2014. (in submitted)
- 7) 東 賢一,池田耕一,鍵 直樹,柳 宇,下平智子,大澤元毅. オフィスビル労働者のビル関連症状とリスク要因に関する調査. 第84回日本衛生学会学術総会,2014年5月25-27日,岡山(予定).
- F. 知的財産権の出願・登録状況(予定含む)
予定なし