

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

中規模建築物における衛生管理の実態と
特定建築物の適用に関する研究

平成 29 年度 総括・分担研究報告書

研究代表者 大澤 元毅
平成 30 (2018) 年 3 月

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

中規模建築物における衛生管理の実態と特定
建築物の適用に関する研究

平成 29 年度 総括研究報告書

研究代表者 大澤 元毅

目 次

・ 総括研究報告書	
中規模建築物における衛生管理の実態と特定建築物の適用に関する研究	・・・ 1
大澤 元毅	
・ 分担研究報告書	
1 . 中規模建築に関する全国統計データ	・・・ 11
長谷川 兼一	
2 . 室内空気環境衛生の実態	・・・ 21
2-1 温度・湿度・CO ₂ 濃度	・・・ 22
柳 宇	
2-2 微生物・パーティクル	・・・ 27
柳 宇	
2-3 室内 PM2.5	・・・ 31
鍵 直樹	
2-4 化学物質	・・・ 35
金 勲	
2-5 エンドトキシン（細菌内毒素）	・・・ 38
金 勲	
3 . 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査	・・・ 41
- 全国規模の冬期断面調査 -	
東 賢一	
4 水質管理の現状	・・・ 49
島崎 大	
5 . 中規模建築物の衛生管理における課題	・・・ 55
大澤 元毅	

平成29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）
総括研究報告書

中規模建築物における衛生管理の実態と特定建築物の適用に関する研究

研究代表者 大澤 元毅 国立保健医療科学院 主任研究官

研究要旨

特定建築物（延床面積3,000 m²以上の建築物、学校は8,000 m²以上）に該当しない中小規模の建築物には同法が適用されておらず、監視や報告の義務がないことから衛生管理状況の実態が不明瞭である。近年、地球環境保全と省エネに対する意識向上が要求されるなかで、中小建築物は用途、運営や管理形態の多様さなどから十分な技術的支援を得られず、適切な対応がとられていない可能性も懸念されている。

本研究では、2,000～3,000 m²の中規模建築物における室内環境及び空気衛生環境を中心に、給排水の管理、清掃、ねずみ等ペスト防除といった、建築物衛生法の環境衛生管理基準項目に係る要素の実態と、建築物利用者の健康状況を調査し、特定建築物の適用範囲拡大も含めた適切な衛生管理方策の検討に必要な科学的根拠を明らかにすることを目的とする。

環境衛生管理に法的根拠のない中規模建築ではその管理に十分な技術的支援を得られず、管理が不十分な状況が懸念される数は特定建築物のおよそ半数に及ぶことが明らかにされた。

また、空調分野における新技術の普及や建物の外皮性能の多様化などから、温度・湿度・気流の他に在室者の温熱感に影響する要素を含めた衛生管理の必要性がうかがわれ、温熱総合指標などの活用も検討を要する。

一方、室内浮遊粉じん濃度は低く保たれて、近年管理基準を逸脱する建物は少なくなったが、PM2.5やナノ粒子など新たに考慮する必要がある環境要素の登場も確認された。

水質管理については、中規模建築における衛生管理意識・活動の不十分さが、ペストコントロールに関しては現状実態の傾向と課題が明らかにされ、次年度からの研究方針に関する示唆を得た。

本研究では、現行の建築物衛生法が適用されない中規模建築物における室内環境及び空気衛生環境を中心に、給排水の管理、清掃、ねずみ等の防除など、建築物衛生法の環境衛生管理基準項目に係る要素の実態と建築物利用者の健康状況調査を継続し、特定建築物の適用範囲拡大も含めた適切な衛生管理方策の検討に必要な科学的根拠を明らかにしていく。

研究分担者

東 賢一 近畿大学
鍵 直樹 東京工業大学
金 勲 国立保健医療科学院
島崎 大 国立保健医療科学院
長谷川兼一 秋田県立大学
柳 宇 工学院大学

研究協力者

谷川 力（公社）日本ペストコントロール協会
渡邊康子（公社）全国ビルメンテナンス協会
奥村龍一 東京都健康安全研究センター
齋藤敬子（公財）日本建築衛生管理教育センター
杉山順一（公財）日本建築衛生管理教育センター

A.研究目的

建築物における衛生的環境の確保に関する法律（以下、建築物衛生法）が適用される特定建築物（店舗、事務所等の特定用途で延床面積3000 m²以上の建築物、学校は8000 m²以上）には、建築物環境衛生管理基準の遵守、その管理実態の報告、建築物環境衛生管理技術者の選任等が義務づけられている。

一方、特定建築物に該当しない中小規模の建築物（以下、中小建築物）には同法が適用されておらず、衛生管理に努めるように記されているものの、監視や報告は義務でないことから、衛生管理状況の実態は不明瞭である。また近年、

地球環境保全と省エネに対する意識向上が要求されるなかで、中小建築物は用途、運営や管理形態の多様さなどから十分な技術的支援を得られず、適切な対応がとられていない可能性も懸念されている。

本研究では、建築物衛生法が適用されない中小建築物の中でも 2000～3000 m²の中規模建築物における室内環境及び空気衛生環境を中心に、給排水の管理、清掃、ねずみ等ペスト防除といった、建築物衛生法の環境衛生管理基準項目に係る要素の実態と、建築物利用者の健康状況を調査し、特定建築物の適用範囲拡大も含めた適切な衛生管理方策の検討に必要な科学的根拠を明らかにすることを目的とする。

B. 研究方法

3年計画の初年度として、以下のサブテーマに分けて進めている。

B.1 中規模建築に関する全国統計データ

室内環境の適切な管理と運用を担保するため、現行の建築物衛生法適用範囲を見直し、中小規模建築物にも拡張することの是非が問われているが、判断材料現状と関連情報が十分に整備されている訳ではない。

そこで、特定建築物の範囲拡張を含めた衛生管理方策の検討に資する基礎的資料を得るため、国土交通省が実施している「法人土地・建物基本調査」による統計データを入手し、中小建築物ストックの現状を把握した。

B.2 室内空気環境等の衛生実態

中小規模建築物の室内環境の実態把握と今後の研究の方向性を明確にするため、中小建築物7建物を対象に空気衛生及び給排水関連の事前調査を行った。

調査項目は、温度・湿度・CO₂濃度、浮遊微生物(カビ、細菌濃度)、パーティクル、PM_{2.5}、化学物質(アルデヒド類、VOCs)、エンドトキシン(細菌内毒素)である。温度・湿度・CO₂濃度は連続測定センサーを用いて20分間隔の2週間連続測定を行った。他の項目は現場を訪問して2時間程度の定点測定となる。給水に関しては、貯水槽の維持管理・点検状況と蛇口飲料水の水質検査を行った。但し、今年度の実測は調査と測定の方針を定めるための概況把握を目

的とした試行的なものであり、全ての項目を同時に行っている訳ではない。

B.2.1 温度・湿度・CO₂濃度

対象建築物の室内に小型の温度・湿度・CO₂センサーを設置し20分間隔で2週間の連続測定を行った。外気温湿度測定にはボタン式温湿度センサーを用いた。

B.2.2 生菌(カビ、細菌)及びパーティクル

立ち入り測定では、浮遊細菌と浮遊真菌の測定にSCD培地とDG18培地を用い、吸引量を100L(100L/min×1min)とした。また、浮遊細菌と真菌の測定に併せ、粒径別浮遊粒子濃度の測定も同時・同箇所で行った。室内と屋外の粒径別浮遊粒子濃度は、1分間隔計30分間の連続測定を行った。既往の建築物衛生関連研究においては培養法によるカビ・細菌濃度の測定に限界があるため、DNA解析による細菌叢(バイオーム)の測定も試験的に同時に行う場合が増えている。本研究でも比較の意味を含め細菌叢について検討して行く。

B.2.3 室内PM_{2.5}

2013年以来、中国からの越境汚染による国内PM_{2.5}の濃度上昇が話題となり、社会の関心が高まっている。事務所建築物における室内PM_{2.5}の実態を明らかにするため、特に特定建築物よりも空調設備性能が劣る場合が多い中小規模建築における室内PM_{2.5}及び粒径別粒子の特徴について検討する。

PM_{2.5}の測定には、可搬型で光散乱法を用いたPM_{2.5}計(TSI DustTrak)を用いた。粒子の性状によりこの機器が表示する濃度と実際の質量濃度は異なることから、本研究においては、大気で通常用いられている係数を用いて換算し表示する。測定は、各対象室30分程度の計測を行った。また、PM_{2.5}濃度測定と並行して、浮遊粒子の粒径分布の特性を把握するため、粒径別粒子の個数濃度測定を行った。さらに、超微粒子の粒径別個数濃度(粒径約800nm以下)についても、可搬型粒径分布測定器を用いて計測した。

B.2.4 化学物質(アルデヒド類、VOCs)

事務所建築物における化学物質濃度の現状を把握するため、厚生労働省の指針値に示されている物質を中心に実測調査を行った。化学物質

として、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドなどのカルボニル化合物については、DNPH-HPLCにより定量分析を行った。トルエンなどVOCsについては、Tenax捕集剤を用いて捕集し、GC/MSにより分析を行った。捕集時間は両者とも30分であり、同時に外気の捕集も行った。

B.2.5 エンドトキシン

エンドトキシン (Endotoxin、以下 ET) は微生物 (グラム陰性菌) の細胞壁成分であり、細胞壁の破壊により放出される。ET は内毒素、リポ多糖 (LPS)、外因性発熱物質 (Exogenous pyrogen) とも知られる。微生物の中でも、グラム陰性菌は、大腸菌、サルモネラ、腸内細菌科、ヘリコバクター、レジオネラなど真正細菌の大部分が属するため、実質的に ET は水、空気、土壌などあらゆる生活環境に存在する。

換気指標の CO₂ 濃度や化学物質汚染指標の TVOC のように、室内環境における空気中細菌濃度や汚染度など、微生物による汚染状況や環境改善の面で有意義な総合指標としての活用をめざして、ET 濃度に着目して研究を行っている。

空気中 ET サンプルングには、直径 47mm の MCE フィルター (Mixed Cellulose Ester Membrane Filter) に 100L (30min at 3.3L/min) を吸引・捕集した。カイネティック比濁法 (Toxinometer ET-5000) により定量を行った。

B.3 環境要素と在室者の健康状態に関する調査

建築物衛生法が適用されない中規模建築物に勤務する建築物の管理者と従業員を対象に、自記式調査票を研究対象に配付し、同一内容を夏期及び冬期の2回回答を求めて、郵送等にて回収した。

比較のため、特定建築物も対象に含めて、公益社団法人全国ビルメンテナンス協会に協力を要請し、研究対象となる建築物事務所の紹介を得た。

建築物の管理者または事務所の責任者に対しては「建築物の維持管理状況の調査」(管理者用調査) 事務所の従業員に対しては「職場環境と健康の調査」(従業員用調査)を実施した。管理者用調査では、事務所及び事務所が入居する建築物の維持管理状況などを設問し、従業員用調査では、職場環境と健康状態などを聞いた。管

理者用調査票1部、従業員調査票は在室時間の長い従業員に対して、平成30年1月5日、500社に管理者用調査票(各社に1部)及び従業員調査票(各社に15部)を配布した。また、中規模建築物の調査数を補うために、別途、東京と大阪の6つの事務所にも管理者用調査票と従業員調査票(トータル183部)を配布した。

B.4 水質管理の現状

本研究では給水管理と水質に関する中小規模建築の現状と課題を把握する。内容としては貯水槽水道における受検状況の確認、貯水槽水道の衛生管理状況および水質管理に関する現地調査である。

厚生労働省医薬・生活衛生局水道課より近年の簡易専用水道(有効容量10m³超)ならびに小規模貯水槽水道(有効容量10m³以下)を対象とした登録検査機関による検査の受検率の情報を入手し、受検状況の推移について把握、課題点を取りまとめた。

また、大阪府内の中規模建築物(A、B)を対象として、貯水槽水道の衛生管理および水質管理に関する以下の現地調査の可否を問い合わせ、承諾が得られた項目を対象として現地調査を実施した。

なお、居室内蛇口水および貯水槽水の水質検査としては遊離残留塩素および総残留塩素を現場にて測定した。

B.5 中規模建築物の衛生管理における課題

次年度以降の方向性検討のための資料整備を目的に、特定建築物の面積要件の変遷に関する資料調査と、公益社団法人日本ペストコントロール協会が実施した既往のアンケート調査結果の再評価を行い、今後考慮すべき課題の整理と研究の方向性検討を実施した。

(倫理面での配慮)

本調査は、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#12160)および近畿大学医学部倫理委員会の承認(承認番号29-237)を得て実施している。

研究で知り得た情報等については漏洩防止に十分注意して取り扱うとともに、研究以外の目的では使用しない。

C. 結果及び考察

C.1 中規模建築に関する全国統計データ

国土交通省が平成 25 年度に実施した「法人土地・建物基本調査」による統計データを入手し、それを集計することにより、中小建築物ストックの現状を把握した。

5 年毎に全法人（国及び地方公共団体を含まない）を対象として行われる同調査は、資本金 1 億円以上は全数調査、1 億円未満は層別抽出を採用し、72.2%（送付約 49 万法人から約 35 万 4 千の有効回答）と高い有効回答率を得ている。また、母集団推定により得られた建物の総件数 93.1 万件に対して、統計データを得られた建物件数は約 42.2 万件（約 45%）と多くの標本を得て信頼性が高い。なお、特定建築物が含まれる建物用途は、事務所、店舗、ホテル・旅館、文教用施設である。

事務所の建物総数は、東京都が最も多く、大阪府、愛知県、北海道が続く。東京都では特定建築物が全体の 25% を占めているのに対し、地方の県では特定建築物の割合は 10% 未満と低い。また、床面積が 2,000~3,000 m² 未満の建物数は全体の 5% 程度、東京都においても 9.0% と割合は低い。

建物件数では事務所、店舗が多いが、いずれの用途においても床面積 2000 m² 未満の割合が高く、全体の 50~90% を占めている。事務所の場合、特定建築物の割合 11.7% (12,352 件) に対し、床面積 2,000~3,000 m² 未満の建物は 5.7% (6,054 件) と、特定建築物の約半数であった。特定建築物に該当する建物の用途別の割合は、事務所 48%、店舗 36% となった。ただし、「法人土地・建物基本調査」は、法人格を有する建物が対象のため、特に、学校用途に含まれる建築が対象からはずれていることから、全体のバランスには偏りが存在する。

C.2 室内空気環境衛生の実態

C.2.1 温度・湿度・CO₂ 濃度

本項目は北海道の 3 物件（夏期測定）に対してのみデータ回収と解析が行われた。

温度は何れの建物においても、平日は 24~28 の間で変動しており、全ビルの 75 パーセントは建築物衛生法の管理基準 17~28 を満足している。H1 と H2 ビルの最高温度は当

該管理基準値の上限 28 を超えたが、28 を上回ると温度が急に下がることから、低い温度設定の冷房運転がされていることが窺えた。

相対湿度は上限の 70% を超えることはなかった。また、すべてのビルの相対湿度中央値は 50% 以下となっていた。

CO₂ 濃度の中央値は 400~700ppm の範囲にあり、全体的には十分な外気量が導入されていたが、窓の閉め切りなどにより 1000ppm を超える時間帯も生じて、1 件のみ瞬時値が 2000ppm 近くまで上がることがあった。

C.2.2 微生物・パーティクル

浮遊細菌濃度において、日本建築学会の維持管理基準値である 500cfu/m³ 以下を満足する結果となった。すべての建物で外気濃度より室内濃度（I/O 比）が高くなっていったが、2 物件は室内濃度と外気濃度が比較的近い濃度が検出された。1 物件は外気濃度の 4 倍程度の室内濃度（360cfu/m³）が検出された。1 物件のみ給気の測定を行うことができたが（他のビルは換気運転休止中）給気濃度は外気濃度よりも低く空調機のエアフィルタによる空気中の浮遊細菌の捕集・除去効果が確認された。また、給気中の浮遊細菌濃度より室内の浮遊細菌濃度が高く、室内に細菌の発生源（人体）があることが再確認された。空調方式別にみると、AHU 方式が PAC 方式よりも比較的に低い濃度を示している。

室内浮遊真菌濃度においては、2 建物で建築学会基準 50cfu/m³ を上回る結果となったが、真菌叢から見ると何れも外気の影響を受けていた。

浮遊真菌の菌種別割合については、室内、外気、給気すべてにおいて好湿性真菌の *Cladosporium* spp. が最も多く検出された。

パーティクル濃度の I/O 比は、1 物件の 5.0µm 以上の粒径で顕著に高い結果を示した以外は、全て 1.0 を下回った。粒径 0.3~0.5µm の I/O 比は全て 1.0 を下回るが、他の粒径と比較すると高い値を示した。空調方式別にみると、AHU 方式の方が、I/O 比は低かった。

浮遊粒子濃度の S/O 比（給気 / 外気濃度）では、1.0µm 以下の粒径が 1.0 を上回る結果となった。外気濃度と給気濃度の比が 1 を大きく上回っていることから、空調機内での浮遊粒子の汚染発生が示唆された。また、粒径が小さくな

るにつれて、給気濃度の方が高くなる傾向が見られた。

C.2.3 室内PM2.5

中規模建築物における室内PM2.5濃度測定の結果、0.01 mg/m³以下となっており、大気環境の基準値「1日平均値が35 µg/m³以下及び年平均値が15 µg/m³」を下回る結果となった。I/O比は1以下と、既往調査の特定建築物と同様の傾向となった。

大気におけるPM2.5の傾向を調査した結果、近年は減少傾向にあるものの、地域ごとでは、北東部では濃度が低く、南西部では濃度が高い傾向が確認できた。更に冬季における九州地方の濃度が他の地域と比較して高い。しかしながら、ここ数年でPM2.5濃度は減少する傾向となっていることを確認した。

C.2.4 化学物質

アルデヒド類であるホルムアルデヒド、アセトアルデヒドは厚生労働省指針値100µg/m³及び48µg/m³の指針値を超過する室はなかった。両物質共に全測定点で検出されたが、ホルムアルデヒドは平均濃度13.6±8.3µg/m³、アセトアルデヒドは10.9±5.5µg/m³と低い水準であった。

他の物質としてはアセトン、プロピオンアルデヒド、クロトンアルデヒド、メタクロレインが検出されているがいずれも濃度は低い。室内濃度が外気濃度よりやや高くなっている場合もあるが、一般的な室内濃度レベルであり、室内に高放散の汚染源は存在しないと考えられる。

VOCsの中にも厚生労働省指針未満となっていた。

厚生労働省で指針値が定められている13物質中、有機溶剤系としてはトルエン、エチルベンゼン、キシレン、テトラデカンが検出されたが濃度としては低い水準にあり、TVOC暫定目標値も上回っていなかった。トルエンが殆どの室内で検出されたが、平均濃度8.9±3.6µg/m³と低い値であった。全物質とも外気からは殆ど検出されていないか低かったことから室内由来が多いと考えられる。

αピネン、Dリモネンなどは木材や果実の香り成分であり、建材だけでなく洗剤、芳香剤などにも使われるため住宅ではよく検出されるが、今回測定したオフィスビルでは殆ど検出されな

かった。

TVOCも暫定目標値400µg/m³を超える結果はなく、平均濃度94.3±96.2µg/m³、最大値303.4µg/m³と全体的に低い水準にあった。VOCsは竣工初期に高く、時間経過と共に放散が促進され低くなることが一般的であり、今回測定対象としたオフィスビルは長年使われている物件であったことから室内濃度が低くなっていたと考えられる。

C.2.5 エンドトキシン

中小規模オフィスにおける室内ET濃度は2ヶ所を除いた7ヶ所が0.5 EU/m³未満であり、一般的なオフィス濃度レベルにあった。高齢者施設や一般住宅では数～数十EU/m³を超える濃度も観察されることから中小規模のオフィス濃度は全般的に低いと言える。

3月の大阪実測ではやや高い傾向が示されたが、雨天による影響の可能性も疑われることから、今後の影響因子として考慮してゆく必要がある。

特定建築物の場合は一般的に在室者の密度が低いことに加え、空調による外気導入・希釈とフィルターによる捕集によりET濃度が低いことが示されているが、中小規模建築に対しても測定を継続し、冬季の加湿器使用による微生物汚染も視野に入れ、室内ET濃度の実態を把握していく必要がある。

C.3 環境要素と在室者の健康状況に関する調査

冬期の断面調査として500社超の事務所に対してアンケート調査を依頼し、185社(1,969名)から回答を得た。回答が得られた建築物の延床面積は、2000 m²未満の小規模事務所が82件、2000～3000 m²の中規模建築物が17件、特定建築物が79件、3000 m²以上の非特定建築物が7件となった。特定建築物は目標サンプル数の範囲内であったが、中規模建築物のサンプル数が目標よりも大幅に少ない結果となった。

一方、立ち入りを伴う室内測定調査への協力も2000～3000 m²の中規模建築物が6件、特定建築物が15件となり、全体的に少なめであるとともに、特に中規模建築物の協力数が少ない結果となった。

建築物や事務所に関する簡単な集計と解析を

行った結果、過去2ヶ月間に従業員で苦情が発生した建物の比率は、全体的に温度、湿度で苦情の発生比率が高く、次いで臭気の苦情の発生比率が高かった。

中規模建築物と特定建築物との間では全ての項目で有意な差はみられなかった。特定建築物における温度と相対湿度の建築物環境衛生管理基準に対する不適率は、過去15年間で上昇しており、高い水準となっていることから、中規模建築物においても同様の傾向である可能性が考えられた。

中規模建築物におけるサンプル数と協力数の確保については、次年度以降、公益社団法人全国ビルメンテナンス協会や他の関係団体等と検討を行い、改善を図っていく。

C.4 水質管理の現状

本研究では、貯水槽水道における受検状況の確認、貯水槽水道の衛生管理状況および水質管理に関する現地調査を実施した。厚生労働省医薬・生活衛生局水道課より近年の簡易専用水道（有効容量10m³超）ならびに小規模貯水槽水道（有効容量10m³以下）を対象とした登録検査機関による検査の受検率の情報を入手し、受検状況の推移について把握、課題点を取りまとめた。また、大阪府内の中規模建築物2か所を対象として、貯水槽水道の衛生管理および水質管理に関する以下の現地調査の可否を問い合わせ、承諾が得られた項目を対象として現地調査を実施した。

貯水槽水道において、水道法上の法的義務のある簡易専用水道の検査受検率は80%弱、義務のない小規模貯水槽水道の検査受検率は3%程度にとどまっていた。後者は全国で84万施設以上が設置されており、検査指摘率も簡易専用水道より高いため、各自治体における条例制定など衛生管理水準の向上に向けた取組みが必要である。

今回の調査対象とした中規模建築物2箇所では、貯水槽水道の有効容量が大きく異なっており、建築物Bは簡易専用水道に該当し、また、建築物Aは小規模貯水槽水道に該当する可能性が高かった。このため、両建築物の貯水槽を含む給水施設を対象とした管理水準は、大きく異なることが想定される。測定対象の1軒では給

水末端の残留塩素濃度有効残留塩素濃度が0.09mg/L（1回目）および0.14mg/L（2回目）となったことから、休日や夜間の水滞留時における貯水槽での残留塩素消費の程度など、給水過程の衛生状況に関する詳細な調査が必要であると考えられた。

他の建物では、簡易専用水道に求められる法定検査、清掃、水質検査の記録を保持しており定期的な管理が行われていることは確認できたものの、設置者による日常的な点検や水質検査は実施されていなかった。また、貯水槽が六面点検不可との記載があり、地下式であると推定された。残留塩素濃度は蛇口水および高架水槽水ともに十分に確保されており、高架水槽から蛇口に至る過程での残留塩素の低減もわずかであり、衛生状況に関する問題の存在は認められなかった。

今回の調査対象とした中規模建築物においては、貯水槽の有効容量が10m³を超える簡易専用水道を有する建築物、有効容量が10m³以下となる小規模貯水槽水道を有する建築物のいずれも存在しており、両者共に貯水槽を含む衛生管理に関する課題点が見受けられた。

C.5 中規模建築物の衛生管理における課題

特手建築物の面積要件に関する資料調査では、特定建築物の適用範囲を規定する面積要件が、時代・社会の要請と技術の環境変化に応じて随時柔軟に拡張の見直しが重ねられてきた経緯と背景を検討した。

特に近年は、社会の高齢化や健康志向につれて、衛生環境と健康・快適性に対する要求の高まりが顕著である。一方、温暖化対策に係る二酸化炭素排出抑制のためのエネルギー制約が、衛生管理の遂行に影響を及ぼすことも否めず、特に経営や運用が零細な場合、衛生管理側の負担増への配慮の必要性も強く示唆された。これに関しては近年、空調設備技術、給排水技術、計測・情報技術等の発展がその負担軽減に寄与しており、今後もその活用が期待されると考えられる。

ペストコントロール協会アンケート調査の再評価では、主に動物管理実務者の立場から企画・実施されたアンケート調査の結果を、建築物衛生管理の観点から見直すとともに、来年度

以降に予定する新たな調査の企画に資する知見を得ることを意図した。同調査結果によると、

- ・ 中小建築物では、ねずみ・昆虫の防除が義務としてではなく必要性として強く認識されている
- ・ 建物の築年数は、床面積 3,000 m²以上の建築は「21 年以上」が 52%、3,000 m²未満では「4-20 年」が 59%と最多数を占め、「3 年以内」はいずれの面積区分においても 4-8%と少ない
- ・ 面積規模にかかわらず食品取扱い施設のある建物にネズミ昆虫防除の必要性（契約割合）が高い
- ・ 建築物の面積が小さいほど「ねずみ昆虫が多い」との理由から防除が発注されている
- ・ 措置水準は、2,000 m²未満で 9%、2,000 ~ 3,000 m²未満で 6%、3,000 m²以上で 5%と、面積が小さい建物ほど高い傾向がある
- ・ 管理状況を築年数別に比較したところ、「良い」は築年数が多いほど減少し（52%から 32%）、「悪い」は築年数が多いほど増加した（6%から 17%）
- ・ 3,000 m²以上で管理状況が「良い」で回答が高い
- ・ 食品取扱施設、長時間業務施設や建物の老朽化にともなって管理状況が「悪い」に偏るなどの知見が挙げられた。

D. まとめ

建築物衛生法適用対象外である中小規模の建築物においては、監視や報告の義務がないことから衛生管理状況の実態が不明瞭となっている。近年の地球環境保全・省エネに係る変化につれて、衛生性や健康性に関する意識が高まり、衛生管理を取り巻く環境変化が進行しているが、建築物衛生法が適用されないことから、衛生環境管理が十分な技術的支援を得られず、衛生管理が不十分な状況が懸念される中規模建築物の数が特定建築物のおよそ半数に及ぶことが明らかにされた。

また、空調分野における新技術の普及や建物の外皮性能の多様化などから、温度・湿度・気流の他に在室者の温熱感に影響する要素を含めた衛生管理の必要性がうかがわれ、温熱総合指標などの活用も検討を要する。一方、室内浮遊粉じん濃度は低く保たれて、近年管理基準を逸脱する建物は少なくなったが、PM2.5 やナノ粒

子など新たに考慮する必要がある環境要素の登場も確認された。

水質管理については、中規模建築における衛生管理意識・活動の不十分さが、ペストコントロールに関しては現状実態の傾向と課題が明らかにされ、次年度からの研究方針に関する示唆を得た。

本研究では、現行の建築物衛生法が適用されない中規模建築物における室内環境及び空気衛生環境を中心に、給排水の管理、清掃、ねずみ等の防除など、建築物衛生法の環境衛生管理基準項目に係る要素の実態と建築物利用者の健康状況調査を継続し、特定建築物の適用範囲拡大も含めた適切な衛生管理方策の検討に必要な科学的根拠を明らかにしていく。

平成29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. 中規模建築に関する全国統計データ

分担研究者 長谷川 兼一 秋田県立大学システム科学技術学部 教授
分担研究者 東 賢一 近畿大学医学部 准教授
研究代表者 大澤 元毅 国立保健医療科学院 主任研究官

研究要旨

建築物衛生法が適用されない延床面積 3,000m² 未満の中規模建築物における衛生環境の維持管理の実態や、建築物利用者の健康状態や職場環境等の実態は明らかになっていない。また、法律が規定する基準面積を引き下げ、環境衛生管理の適用範囲を拡大することがたびたび議論されてきたが、状況を裏付ける情報が十分に整備されている訳ではない。

そこで、本研究では国土交通省が実施している「法人土地・建物基本調査」による統計データを入手し、中小建築物ストックの現状を把握した。得られた結果は以下のとおりである。

- 1) 母集団推定により得られた建物件数の総数は 93.1 万件に対して、統計データにより得られた建物件数の合計は約 42.2 万件である。「法人土地・建物基本調査」では約 45%の標本が得られていた。
- 2) 用途別の建物においては床面積 2,000m² 未満の割合が高く、全体の 50~90%を占めていた。建物件数では、事務所、店舗が多い。
- 3) 事務所の場合、特定建築物の割合は 11.7%(12,352 件)であった。床面積 2,000~3,000 m² 未満の建物は 5.7%(6,054 件)であり、特定建築物の約半数であった。
- 4) 特定建築物に該当する建物の用途別の割合では、事務所が 48%、店舗は 36%となった。ただし、「法人土地・建物基本調査」では、法人格が有する建物を対象としているため、特に、文教施設に含まれる国公立の学校建築が対象からはずれているため、全体のバランスには偏りが存在していた。
- 5) 事務所の建物総数は、東京都が最も多く、大阪府、愛知県、北海道が次に続く。特定建築物は、東京都では他の地域とは異なり全体の 25%を占めているが、地方の県では特定建築物の割合は低く 10%未満である。また、床面積が 2,000~3,000 m² 未満の建物は全体の 5%程度であり、東京都であっても 9.0%と割合は低い。

研究協力者

谷川 力（公社）日本ペストコントロール協会
渡邊康子（公社）全国ビルメンテナンス協会
奥村龍一 東京都健康安全研究センター
齋藤敬子（公財）日本建築衛生管理教育センター
杉山順一（公財）日本建築衛生管理教育センター

られている。同法が適用されない中小規模の建築物（以下、中小建築物）においても衛生管理に努めるように記されているが、現在は監視や報告の義務がないことから衛生管理状況の実態が不明瞭となっている。また近年、省エネに対する建築物所有者や使用者の意識向上が要求される状況下において、中小建築物は運営や管理形態の多様さなどから十分な技術的支援を得られず、適切な対応がとられていない可能性が懸念される。

予てから、法律に規定されている基準面積を引き下げることが議論されているが、状況を裏付ける情報が十分に整備されている訳ではない。

A. 研究目的

建築物衛生法が適用される特定建築物（店舗、事務所等の特定用途で延床面積 3,000 m²以上の建築物、同 8000 m²以上の学校）には、建築物環境衛生管理基準の遵守、その管理実態の報告、建築物環境衛生管理技術者の選任等が義務づけ

そこで、特定建築物の範囲拡大を含めた適切な衛生管理方策の検討に必要な基礎的データを得るために、国土交通省が実施している「法人土地・建物基本調査」による統計データを入手し、中小建築物ストックの現状を把握する。

B. 研究方法

B.1 統計データの概要

ここで扱う統計データは、平成 25 年に実施された「法人土地・建物基本調査」を経て整備され、政府が公開しているデータである。この調査は、「法人土地基本調査」「法人建物調査」「企業の土地取得状況等に関する調査」の 3 種類の統計調査が平成 25 年調査から統合され、国土交通省が実施している。このうち、建物に関する情報の取得は平成 10 年より 5 年毎に実施されている。ここでいう法人とは、法律の規定により法人格を認められているもののうち、事業を営んでいるものであり、国及び地方公共団体は除かれる。「法人土地・建物基本調査」の目的は、土地・建物の所有や利用状況に関する全国の実態を明らかにすることであるため、本研究で意図している中小建築物のストックの把握する上で、有意義な情報が得られると判断した。しかしながら、公開されている統計データでは建物の床面積の情報が限定されており、特定建築物か否かを判断する 3,000m² を閾値とする区分がされていない。そこで、国土交通省へ調査票情報の提供を申し出、該当する統計データのオリジナルを入手した。

B.2 調査の方法・項目

調査は平成 25 年 1 月 1 日付けて実施された。対象は、国及び地方公共団体以外の法人であり、国内に本所、本社または本店を有するものである。そのうち、資本金 1 億円以上の全ての会社と、資本金 1 億円未満の会社及び会社以外の法人のうち国土交通大臣が定める方法により選定した法人の約 49 万法人とされた。これらの法人に調査票が送付され、約 35 万 4 千法人から有効な回答(有効回答率約 72.2%)が得られている。

「法人土地・建物基本調査」は、母集団の現状を把握することを目的としているため、取得した情報から母集団の結果を推定することができるよう、資本金 1 億円以上の法人に対しては

全数調査、資本金 1 億円以下の法人に対しては、層別抽出法による標本調査になる。なお、標本抽出方法の詳細については、国土交通省が公表している「調査の概要等」の資料 (http://www.mlit.go.jp/report/press/totikensangyo02_hh_000083.html) を参照されたい。

調査に使用された調査票は 2 種類あり、調査票 A は全法人、調査票 B は資本金 1 億円以上の法人に対する調査に使用された。本研究では、調査票 A のうち、建物の床面積等に関する情報が得られる項目を用い、主として以下のデータの利用を国土交通省に申し出た。

- 1) 法人の名称
- 2) 法人の本所・本社・本店の所在地(都道府県)
- 3) 法人の業種
- 4) 所有する建物の有無
- 5) 法人が所有している建物(延べ床面積 200m²未満)の頭数・合計床面積
- 6) 法人が所有している建物(延べ床面積 200m²以上)の所在地(都道府県) 延べ床面積、構造、建築時期、建物の利用現況。

法人が延べ床面積を記入する際には、以下を優先順位とされている。

現況の面積

不動産登記簿上の面積

もしくは固定資産台帳の面積、建築確認申請書などで用いる面積。

図 1-1 に平成 25 年法人土地・建物基本調査により集計された結果のうち、主な利用現況別建物件数の割合を示す。図を見ると、法人が所有している建物の件数は標本推定の結果 93.1 万件、そのうち「事務所」が 23.6% で最も割合が高く、次いで「店舗」が 19.2% となっている。

C. 研究結果および考察

C.1 用途別の建物件数

図 1-2 に、全国における用途別の建物件数を示す。統計データにより得られた建物件数の合計は約 42.2 万件であるが、図 1-1 の総数(93.1 万件)と比較すると 45% 程度の標本が得られていることになる。用途別割合では、図 1-1 の結果と類似しており、標本抽出の妥当性の一端が確認できる。なお、本研究の範囲では母集団推定は行わず、標本データを集計することとする。

C.2 用途建物の床面積区分の件数

図 1-3 に用途別の床面積区分ごとの建物件数、図 1-4 に用途別の床面積区分の建物割合を示す。いずれの建物においても床面積 2,000m² 未満の割合が高く、全体の 50~90%を占めている。また、建物件数では、事務所、店舗が多く、次いで倉庫、文教用施設となる。「法人土地・建物基本調査」により得られた統計データのうち、特定建築物が含まれる建物用途は、事務所、店舗、ホテル・旅館、文教用施設である。

事務所の場合、床面積 3,000m² 以上の特定建築物に該当する割合は 11.7%(12,352 件)、2,000~3,000 m² 未満は 5.7%(6,054 件)である。2,000~3,000 m² 未満の事務所は特定建築物の約半数ということになる。ちなみに、全国の特定建築物は 45,000 件程度といわれており、そのうち、事務所は 42%(約 18,900 件)、店舗は 21%(9,450 件)である。これと比較すると、「法人土地・建物基本調査」により得られた統計データは、実際の特定建築物の約 65%を抽出していることになる。床面積区分の割合が実態を捉えていると仮定すると、床面積 2,000~3,000 m² 未満の事務所は約 9,000 件程度存在することになる。

店舗の場合、特定建築物に該当する割合は 12.5%(9,352 件)、2,000~3,000 m² 未満は 6.4%(4,782 件)である。店舗については、一般に認識されている特定建築物の件数と類似しており、ほぼ全てを抽出していることになる。事務所と同様に、2,000~3,000 m² 未満の店舗を推定すると、4,800 件程度が該当する。

図 1-5 に、特定建築物に該当する建物の用途別の割合を示す。建物件数は 25,730 件であり、事務所が占める割合は 48%、店舗は 36%となっている。「法人土地・建物基本調査」では、法人格が有する建物を対象としているため、文教施設に含まれる国公立の学校建築が対象からはずれている。そのため、全体のバランスには偏りが見られることになる。

C.3 事務所における都道府県別の床面積区分の件数

図 1-6 に、事務所における都道府県別の床面積区分の件数を示す。建物総数は、東京都を筆頭に、大阪府、愛知県、北海道と多い。同時に、

特定建築物に該当する建物もこれらの地域では多いが、東京都では他の地域とは異なり全体の 25%を占めている。一方、地方の県では特定建築物の割合は低く 10%未満であり、人口が多い都市域ほど、特定建築物の割合が高いことになる。また、床面積が 2,000~3,000 m² 未満の建物は全体の 5%程度であり、東京都であっても 9.0%と割合は低い。

C.4 特定建築物の建設時期

図 1-7 から図 1-10 に、事務所、店舗、ホテル・旅館、文教用施設の床面積区分毎の建設時期の割合を示す。文教用施設を除けば、床面積が大きくなるほど、建設時期は新しくなる傾向が窺える。また、昭和 56 年以降に建設された建物が全体の半数以上を占めている。特に、店舗の建設時期は平成 3 年以降が半数以上を占め、比較的、新しい建物が多いことが分かる。

D. まとめ

本研究では、特定建築物の範囲拡大を含めた適切な衛生管理方策の検討に必要な基礎的データを得るために、国土交通省が平成 25 年度に実施した「法人土地・建物基本調査」による統計データを入手し、それを集計することにより、中小建築物ストックの現状を把握した。

「法人土地・建物基本調査」は全国の法人を対象とした全数調査ではないが、母集団推定が意図されているとともに、有効回答率が 72.2%（約 49 万法人に対して約 35 万 4 千法人から有効な回答を取得）と信頼性が高い統計データと考えられる。

本研究では、母集団推定は実施せずに、統計データそのものを集計して傾向を示した。その結果、以下のことがわかった。

母集団推定により得られた建物件数の総数は 93.1 万件に対して、統計データにより得られた建物件数の合計は約 42.2 万件である。「法人土地・建物基本調査」では約 45%の標本が得られたことになる。

いずれの用途別の建物においても床面積 2,000m² 未満の割合が高く、全体の 50~90%を占めている。建物件数では、事務所、店舗が多い。

事務所の場合、特定建築物の割合は

11.7%(12,352 件)であった。床面積 2,000~3,000 m² 未満の建物は 5.7%(6,054 件)であり、特定建築物の約半数という割合になる。

特定建築物に該当する建物の用途別の割合では、事務所が 48%、店舗は 36%となった。ただし、「法人土地・建物基本調査」では、法人格が有する建物を対象としているため、特に、文教施設に含まれる国公立の学校建築が対象からはずれているため、全体のバランスには偏りが存在する。

事務所の建物総数は、東京都が最も多く、大阪府、愛知県、北海道が次に続く。特定建築物は、東京都では他の地域とは異なり全体の 25% を占めているが、地方の県では特定建築物の割合は低く 10% 未満である。また、床面積が 2,000~3,000 m² 未満の建物は全体の 5% 程度であり、東京都であっても 9.0% と割合は低い。

E. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

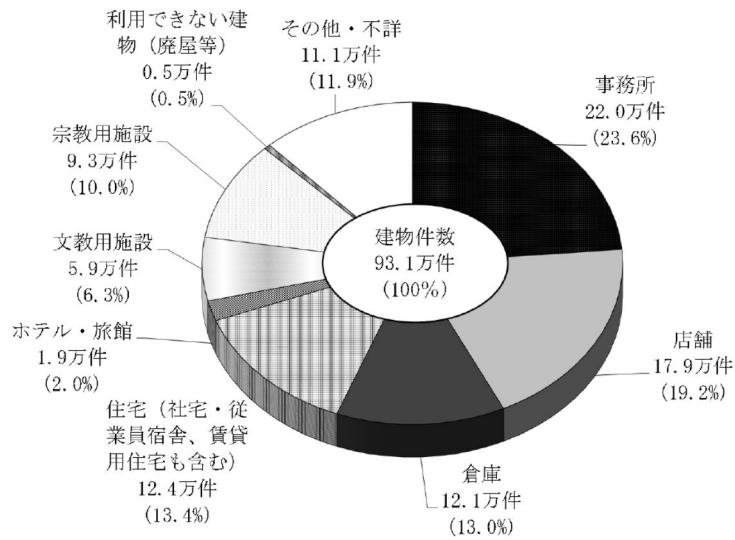


図 1-1 主な利用現況別建物件数の割合(国土交通省 政策統括官:「平成 25 年法人土地・建物基本調査 確定集計・結果の概要」,平成 27 年 12 月 25 日)

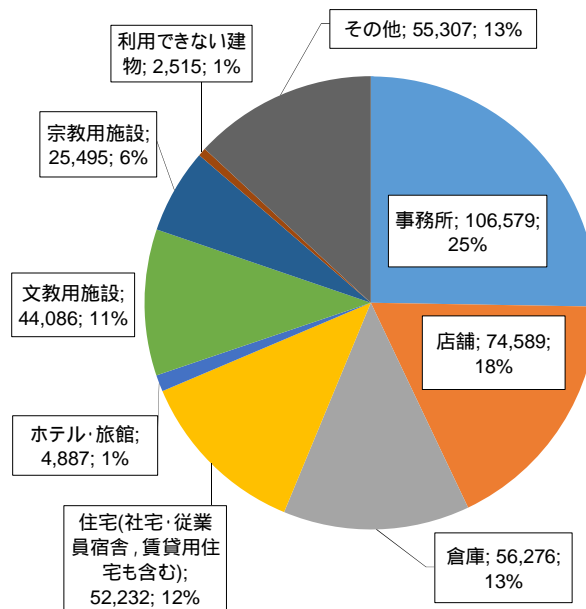


図 1-2 用途別の建物件数

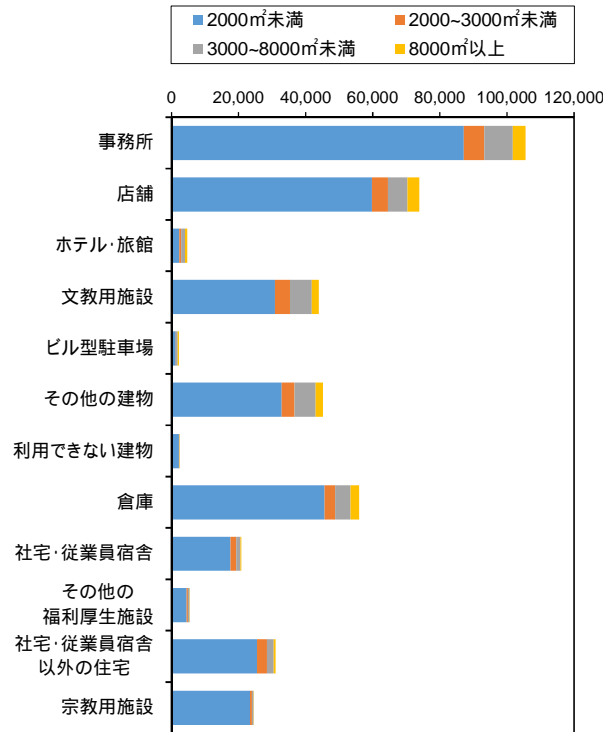


図 1-3 建物用途別の床面積区分毎の件数

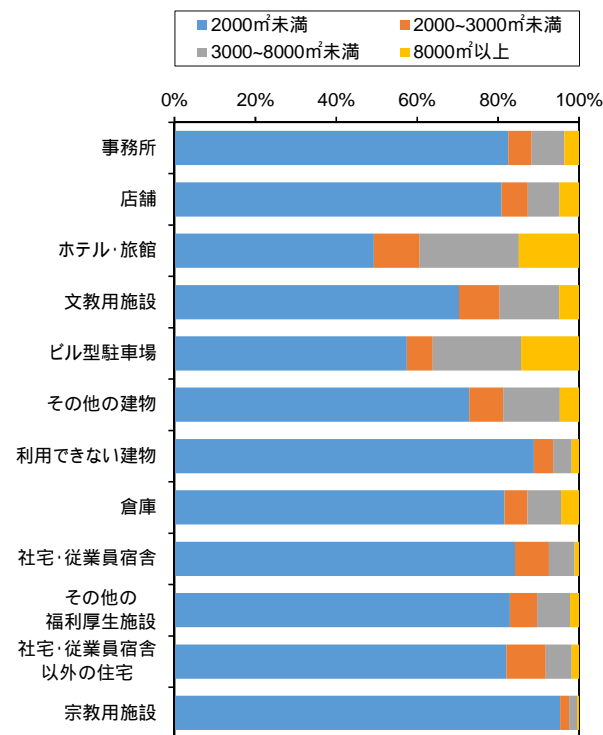


図 1-4 建物用途別の床面積区分毎の割合

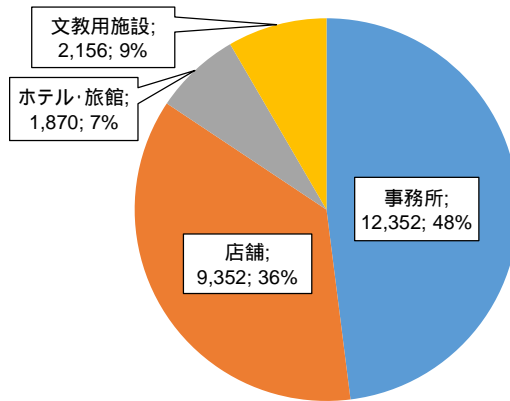


図 1-5 調査対象に含まれる特定建築物の割合

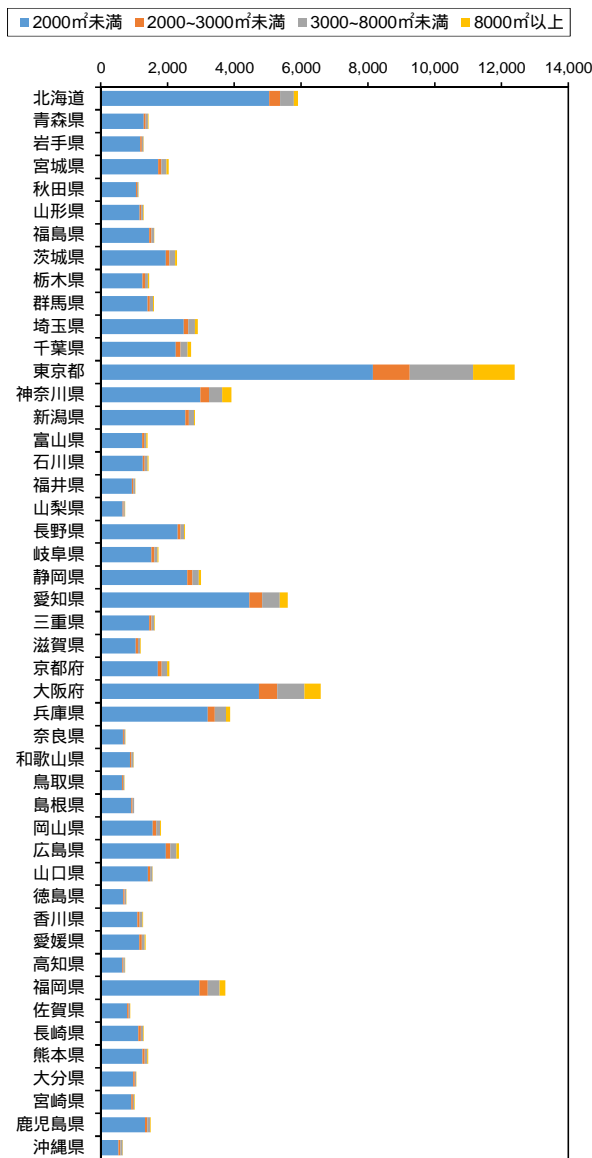


図 1-6 都道府県別の床面積区分毎の件数(事務所)

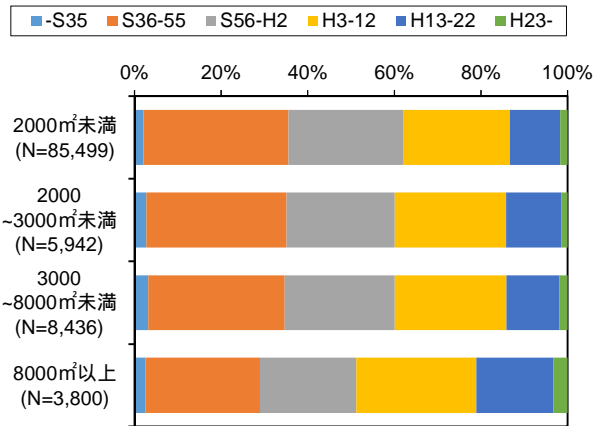


図 1-7 床面積区分における建設時期の割合(事務所)

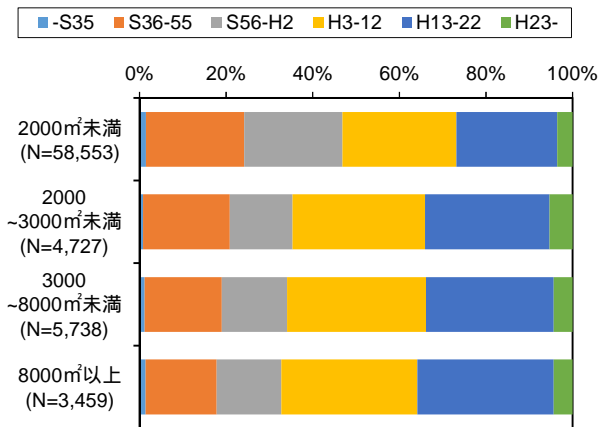


図 1-8 床面積区分における建設時期の割合(店舗)

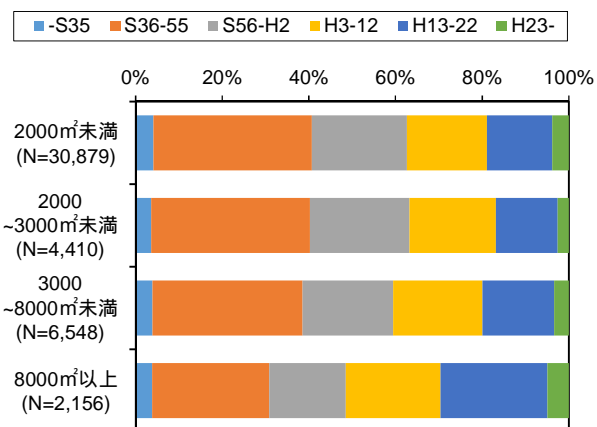


図 1-9 床面積区分における建設時期の割合(ホテル・旅館)

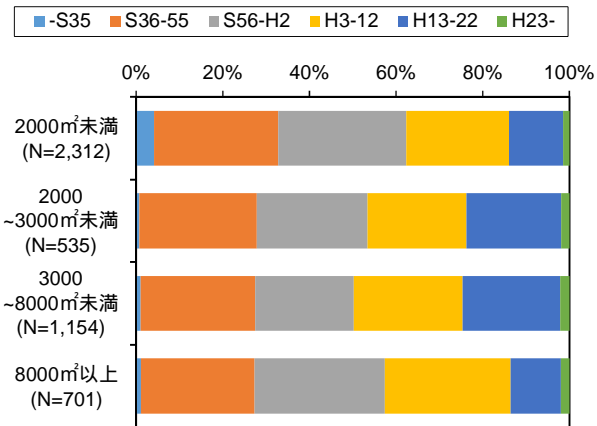


図 1-10 床面積区分における建設時期の割合(文教用施設)

平成29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

2. 室内空気環境衛生の実態

分担研究者	柳 宇	工学院大学建築学部 教授
分担研究者	鍵 直樹	東京工業大学環境・社会理工学院 准教授
分担研究者	金 勲	国立保健医療科学院 主任研究官
分担研究者	東 賢一	近畿大学医学部 准教授
分担研究者	長谷川兼一	秋田県立大学システム科学技術学部 教授

研究要旨

本研究では、中規模建築物における空気衛生環境及び給排水の管理に係る実態を把握する目的で現場測定を行った。調査項目は、温度・湿度・CO₂濃度、浮遊微生物（カビ、細菌濃度）、パーティクル、PM2.5、化学物質（アルデヒド類、VOCs）、エンドトキシン（細菌内毒素）である。

温湿度、CO₂、微生物及びパーティクル濃度は夏期実測に対する結果のみ解析が行われた。温度は全ビルの75パーセンタイル値は管理基準17~28を満足していた。最高温度は28を超えることがあったが、28を上回ると温度が急に下がることから、低い温度設定の冷房運転がされていた。相対湿度は上限の70%を超えることはなく、すべてのビルの相対湿度中央値は50%以下となっていた。CO₂濃度の中央値は400~700ppmの範囲にあったが、窓の閉め切りなどにより1,000ppmを超える時間帯も生じていた。

浮遊細菌濃度において、日本建築学会の維持管理基準値を満足する結果となった。外気濃度より室内濃度（I/O比）が高くなっていったが、2物件は室内濃度と外気濃度が比較的近い濃度が検出された。給気中の浮遊細菌濃度より室内の浮遊細菌濃度が高く、室内に細菌の発生源（人体）があることが再確認された。空調方式別にみると、AHU方式がPAC方式よりも比較的に低い濃度を示した。

パーティクル濃度のI/O比は、1物件で5.0μm以上の粒径で顕著に高い結果を示した以外は1.0を下回った。粒径0.3~0.5μmのI/O比は全て1.0を下回った。空調方式ではAHUのI/O比は低かった。浮遊粒子濃度のS/O比（給気/外気濃度）では、1.0μm以下の粒径が1.0を上回る結果となり、空調機内での浮遊粒子の汚染発生が示唆された。粒径が小さくなるにつれて、給気濃度の方が高くなる傾向が見られた。

室内PM2.5は10μg/m³以下と大気環境基準を下回った。I/O比<1.0と、既往調査の特定建築物と同様の傾向となった。PM2.5の全国大気濃度を調べた結果、北東部では濃度が低く、南西部では濃度が高い傾向が確認できた。特に冬季における九州地方の濃度が他の地域と比較して高い。

化学物質では、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドは全測定点で低い水準であり、ホルムアルデヒドは平均濃度13.6±8.3μg/m³、アセトアルデヒドは10.9±5.5μg/m³であった。VOCs成分も厚生労働省指針値未満となり、TVOC暫定目標値も上回ることはなかった。全物質とも外気からは殆ど検出されていないか低かったことから室内由来が多い。

ET濃度は2ヶ所を除いた7ヶ所が0.5EU/m³未満であり、一般的なオフィス濃度レベルにあった。一方、3月の大阪実測ではやや高い傾向が示されたが、雨天による影響の可能性も疑われることから、今後の影響因子として考慮してゆく必要がある。

研究協力者 谷川 力（公社）日本ペストコントロール協会 渡邊康子（公社）全国ビルメンテナンス協会	奥村龍一 東京都健康安全研究センター 齋藤敬子（公財）日本建築衛生管理教育センター 杉山順一（公財）日本建築衛生管理教育センター
--	--

2. 室内空気環境衛生の実態

建築物衛生法が適用される特定建築物（店舗、事務所等の特定用途で延床面積 3000 m²以上の建築物、同 8000 m²以上の学校）には、建築物環境衛生管理基準の遵守、その管理実態の報告、建築物環境衛生管理技術者の選任等が義務づけられている。同法が適用されない中小規模の建築物（以下、中小建築物）においても衛生管理に努めるように記されているが、現在は監視や報告の義務がないことから衛生管理状況の実態が不明瞭となっている。

そこで本研究では、建築物衛生法が適用されない 2000～3000 m²の中規模建築物における空気衛生環境及び給排水の管理に係る実態を把握する目的で現場測定を行った。

調査項目は、温度・湿度・CO₂濃度、浮遊微生物（カビ、細菌濃度）、パーティクル、PM2.5、化学物質（アルデヒド類、VOCs）、エンドトキシン（細菌内毒素）そして貯水槽の維持管理・点検状況と蛇口飲料水の水質検査である。

但し、今年度の実測は調査と測定の方針を定めるための概況把握を目的とした試行的なものであり、全ての項目を同時に行っている訳ではない。

2-1 温度・湿度・CO₂濃度

A. 調査対象ビルの概要

測定対象を表 2-1-1 に示す北海道札幌市内にある 3 ビルとした。立ち入り測定は 2017 年 8 月 26 日であり、測定終了後に温湿度二酸化炭素（CO₂）濃度データロガーを設置し、2 週間の連続測定（測定間隔：20 分）を行った。H1～H3 ビルの空調方式は図 2-1-1～2-1-3 に示す通りである。なお、H1 と H2 ビルは機械換気であるが、H3 ビルは窓開けによる自然換気の方式をとっている。

立ち入り測定に IAQ モニター 2211（KANOMAX 製）、パーティクルカウンター、バイオサンプラー、2 週間連続測定に Thermo Recorder（TR-76Ui、T&D 社製）を用いた。

表 2-1-1 測定対象室の概要

測定対象	測定日	測定対象室面積 [m ²]	在室者 [人]	人員密度 [m ² /人]
H1	8/26～9/7	200	17	11.8
H2	8/26～9/8	25	3	8.3
H3	8/26～9/9	75	10	7.5

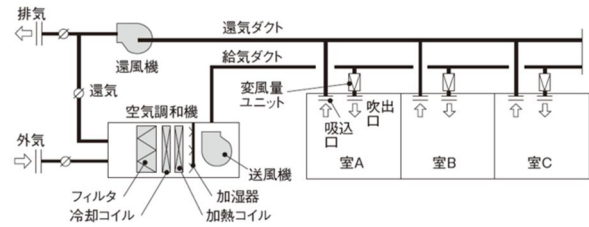


図 2-1-1 H1 ビルの空調方式

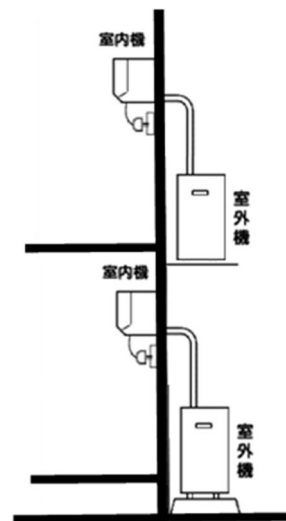


図 2-1-2 H2 ビルの空調方式

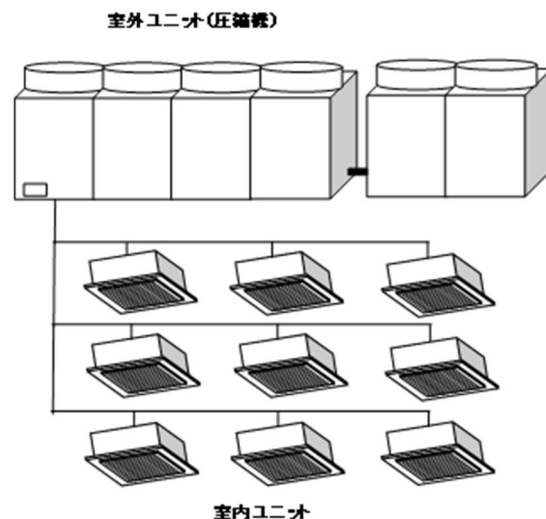


図 2-1-3 H3 ビルの空調方式

B. 測定結果

B.1 温度

図 2-1-4 に各測定対象室に 9~17 時の室内温度の四等分値（最大値、75% タイル値、中間値、25% タイル値、最小値）を示す。図中の赤線は建築物衛生法管理基準の上限値 28 を示している。

全てのビルの 75% タイル値は建築物衛生法の管理基準 17~28 を満足しているが、H1 と H2 ビルの最高温度は建築物衛生法管理基準値の上限を超えていた。

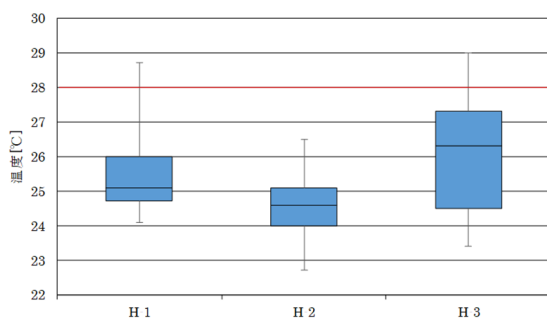


図 2-1-4 測定対象ビルの室内温度分布

図 2-1-5 と図 2-1-6 に測定対象 H-1 の室内温度の 1 週間目と 2 週間目の経時変化を示す。図中の赤枠は休日、青枠は執務時間帯（9 時～17 時）を示している。平日は 24~28 の間で変動していた。1 週間目の後半からの執務時間帯の室内温度の変動は大きく、定常状態に達することはなかった。

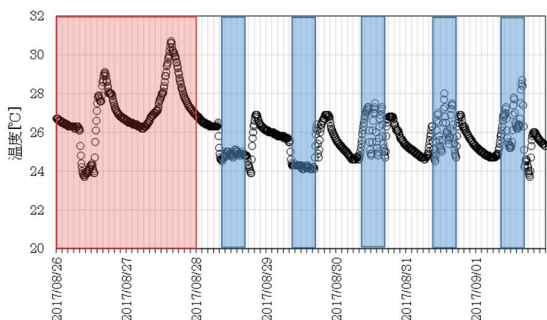


図 2-1-5 H1 ビル室内温度の経時変化(1 週間目)

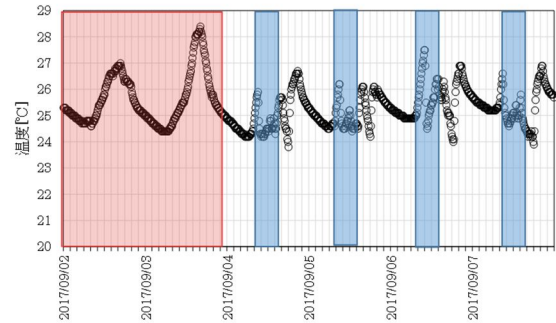


図 2-1-6 H1 ビル室内温度の経時変化(2 週間目)

図 2-1-7 と図 2-1-8 に測定対象 H2 の 1 週間目と 2 週間目の室内温度の経時変化を示す。図中の赤枠は休日、青枠は執務時間帯（9~17 時）を示す。室内温度は 22~27 の間で変動していた。前述した H1 ビルと同様に、執務時間帯の室内温度の変動は大きく、定常状態に達することはなかった。

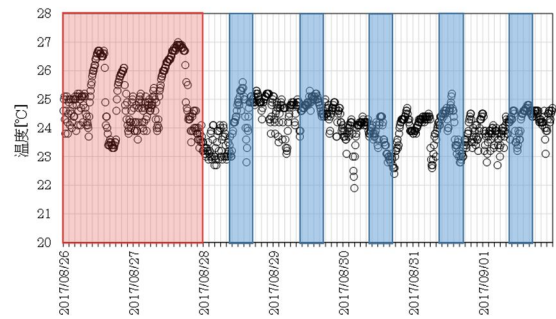


図 2-1-7 H2 ビル室内温度の経時変化(1 週間目)

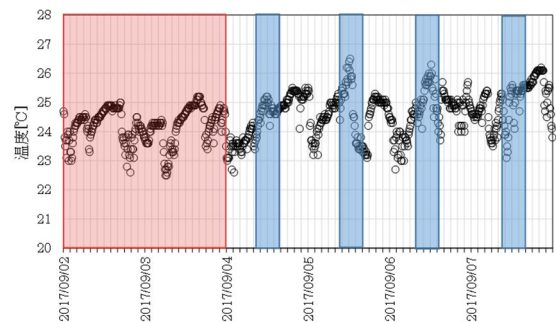


図 2-1-8 H2 ビル室内温度の経時変化(1 週間目)

図 2-1-9 と図 2-1-10 に測定対象 H3 ビルの 1 週間目と 2 週間目の室内温度の経時変化を示す。図中の赤枠は休日、青枠は執務時間帯を示す。執務時間帯にも基準値の 28 を上回る日があったが、28 を上回ると温度が急に下がり、低い温度設定の冷房運転がされていることが窺えた。

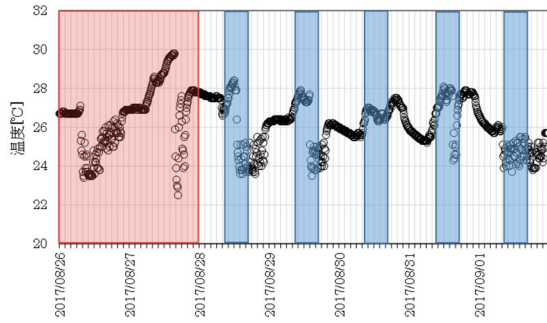


図 2-1-9 H3 ビル室内温度の経時変化(1 週間目)

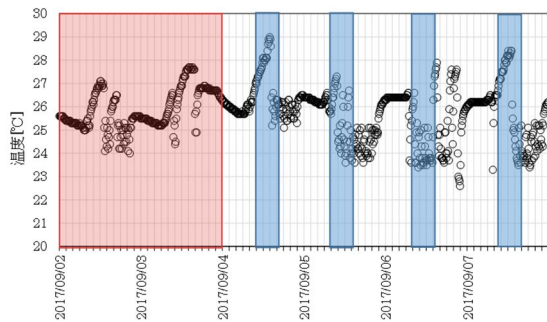


図 2-1-10 H3 ビル室内温度の経時変化(2 週間目)

B.2 相対湿度

図 2-1-11 に各測定対象の執務時間帯(9 時~17 時)の室内温度の四等分値を示す。図中の赤線は建築物衛生法の管理基準値の 40~70%を示している。何れの値が上限の 70%を超えることはなかった。また、すべてのビルの相対湿度の中央値 50%以下となっていた。

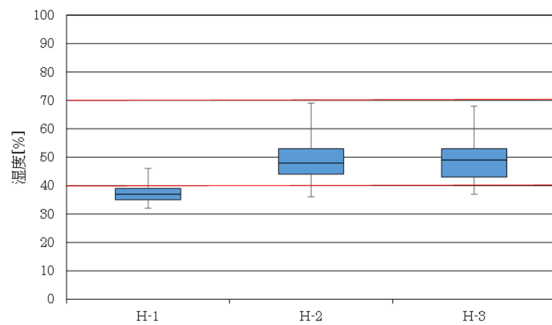


図 2-1-11 測定対象ビルの室内温度分布

図 2-1-12 と図 2-1-13 に測定対象 H1 ビルの室内相対湿度の経時変化を示す。図中の赤枠は休日、青枠は執務時間帯(9 時~17 時)を示す。室内相対湿度において、測定対象 H1 では 30~50%の間で変動していた。

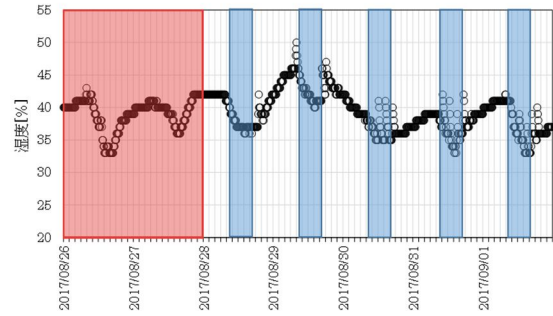


図 2-1-12 H1 ビル室内相対湿度の経時変化(1 週間目)

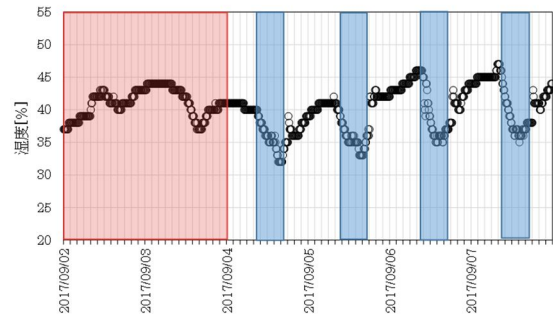


図 2-1-13 H1 ビル室内相対湿度の経時変化(2 週間目)

図 2-2-14 と図 2-2-15 に測定対象 H2 の室内相対湿度の経時変化を示す。図中の赤枠は休日、青枠は執務時間帯(9 時~17 時)を示す。相対湿度において、H2 ビルでは 35~70%の間で変動していた。

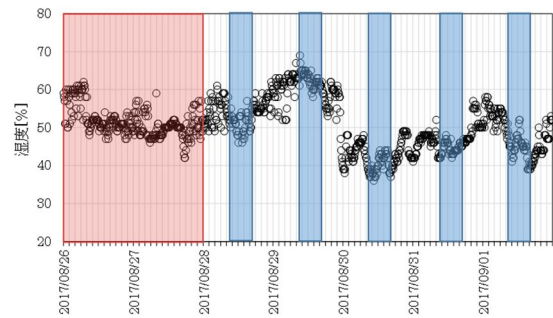


図 2-1-14 H2 ビル室内相対湿度の経時変化(1 週間目)

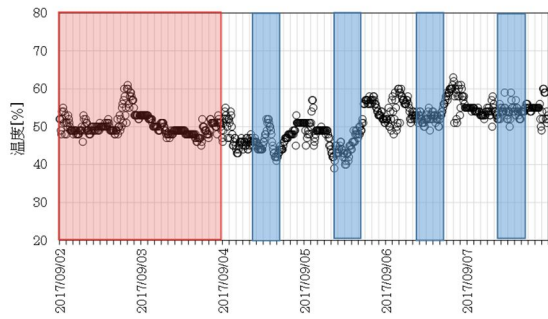


図 2-1-15 H2 ビル室内相対湿度の経時変化
(2週間目)

図 2-2-16 と図 2-2-17 に測定対象 H3 の室内相対湿度の経時変化を示す。図中の赤枠は休日、青枠は執務時間帯（9 時~17 時）を示す。相対湿度において、H3 では 35 ~ 70%の間で変動していた。最大でも基準値の 70%を超えることはなかった。

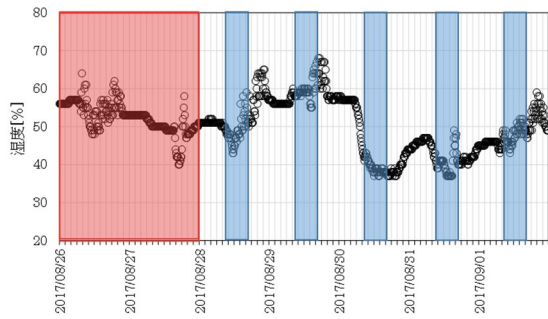


図 2-1-16 H3 ビル室内相対湿度の経時変化
(1週間目)

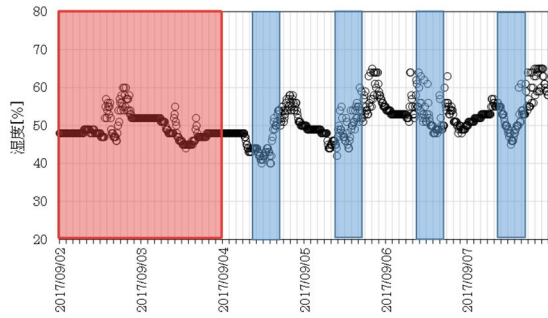


図 2-1-17 H3 ビル室内相対湿度の経時変化
(2週間目)

B.3 CO₂濃度

図 2-2-18 に各測定対象の執務時間帯（9~17 時）の CO₂ 濃度を示す。図中の赤線は建築物衛生法の管理基準の 1000ppm を示している。CO₂ 濃度の中央値は 400 ~ 700ppm の範囲にあり、十分な外気量が導入されていることが分かった。

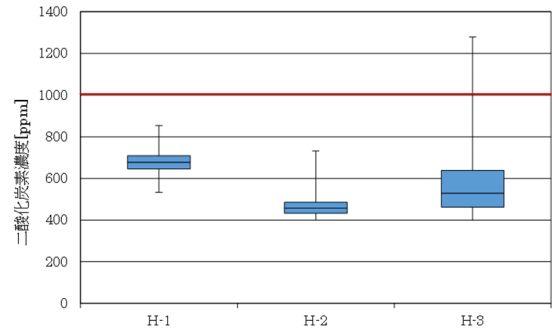


図 2-1-18 測定対象ビルの室内 CO₂ 濃度の分布

図 2-1-19 と図 2-1-20 に H1 の室内 CO₂ 濃度の経時変化を示す。図の赤枠は休日、青枠は執務時間帯（9 時~17 時）を示す。H1 の室内 CO₂ 濃度については、400ppm ~ 900ppm の間で変動していた。建築物衛生法により定められた基準値

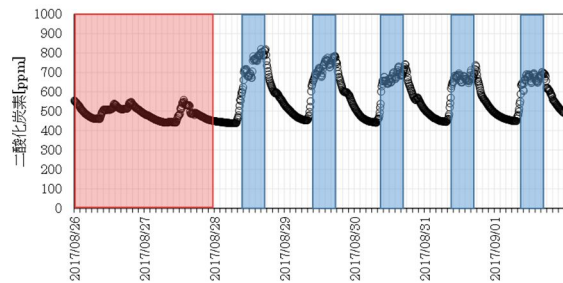


図 2-1-19 H-1 室内 CO₂ 濃度の経時変化
(1週間目)

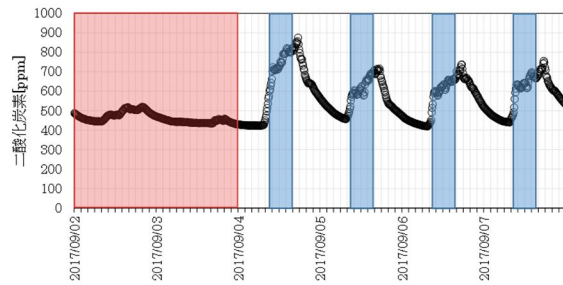


図 2-1-20 H-1 室内 CO₂ 濃度の経時変化
(2週間目)

の 1000ppm 以下を常に満たしている結果となった。執務時間帯の CO₂ 濃度は上昇し続け、終業後徐々に低下していた。

図 2-1-21 と図 2-1-22 に H2 の室内 CO₂ 濃度を示す。図中の赤枠は休日、青枠は執務時間帯（9~17 時）を示す。H2 の執務時間の室内 CO₂ 濃度は 400 ~ 1000ppm の間で変動していた。

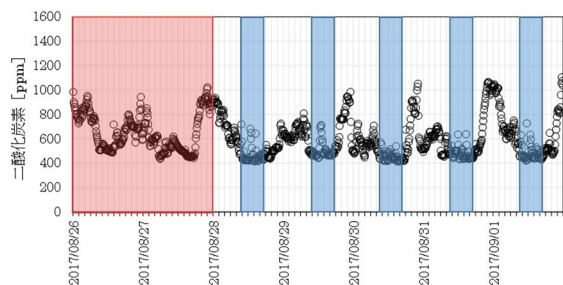


図 2-1-21 H-2 ビル室内 CO₂ 濃度の経時変化
(1週間目)

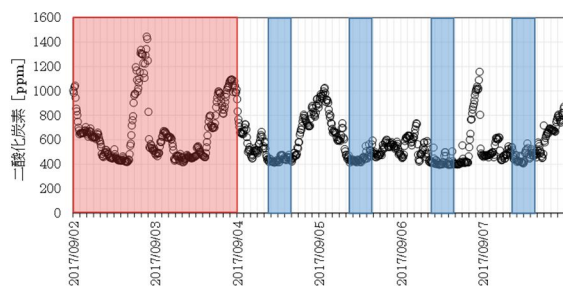


図 2-1-22 H-2 ビル室内 CO₂ 濃度の経時変化
(2週間目)

図 2-1-23 と図 2-1-24 に H3 の室内 CO₂ 濃度の経時変化を示す。図中の赤枠は休日、青枠は執務多くの人がいる時間帯（12時~21時、ビルメンテナンス業）を示す。H3 の室内 CO₂ 濃度については、400~2000ppm の間で変動していた。最大値は建築物衛生法により定められた基準値である 1000ppm 以下を大きく上回っていた。

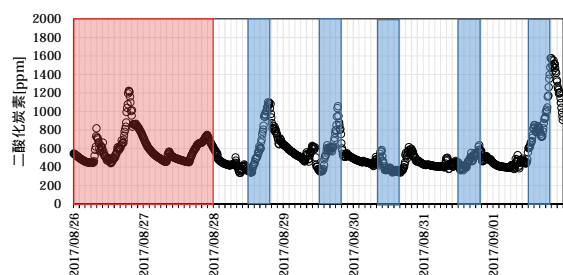


図 2-1-23 H-3 室内 CO₂ 濃度の経時変化
(1週間目)

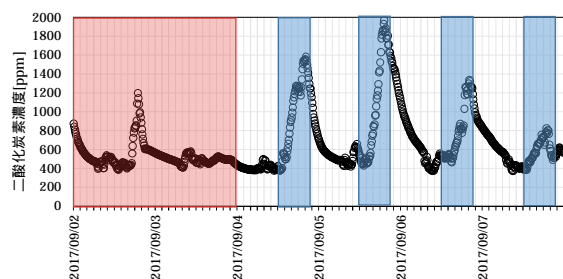


図 2-1-24 H-3 室内 CO₂ 濃度の経時変化
(2週間目)

2-2 微生物・パーティクル

A. 研究方法

対象建物は「2-1 温度・湿度・CO2」と同じ北海道の3物件である。微生物の測定は8月26日の立ち入り時に行った。浮遊細菌と真菌の測定にはバイオサンプラー（MBS-1000、ミドリ安全製）を使用した。測定箇所は室内の机上（IA）、給気口（SA）、屋外（OA）の3ヶ所で、各箇所ですぐダブルサンプリングを行った。IA・SA・OAともにサンプリング量は、1分間100ℓ（100ℓ/min）で行った。細菌のサンプリングと培養にはソイビーンカゼイン寒天培地（SCD培地）を用い、真菌にはジクロラン・グリセロール寒天培地（DG-18培地）を用いた。

B. 測定結果

B.1 浮遊細菌

図2-2-1に浮遊細菌濃度、図2-2-2に浮遊細菌濃度の室内濃度と外気濃度の比（I/O比）を示す。図2-2-1中の赤線は日本建築学会の維持管理基準値であるAIJES-A0002-2013の500cfu/m³を示している。図2-2-2中の赤線は、室内濃度と外気濃度の比であるため、1を上回ると室内に主な発生源があることを示しており、1を下回ると、汚染源が室内ではなく外気にあることを示している。

今回測定を行った測定物件すべてにおいて、日本建築学会の維持管理基準値である500cfu/m³を十分に満足する結果となった。すべての建物で外気濃度より室内濃度が高くなっていったが、H1とH2は室内濃度と外気濃度が比較的近い濃度が検出された。H3は外気濃度の4倍程度の室内濃度（360cfu/m³）が検出された。今回の測定で給気の測定を行えたのはH1のみであるが（H2ビルは換気運転を止めていた）H1の給気濃度は外気濃度よりも低いため、空調機のアエフィルタによって空気中の浮遊細菌が捕集されることが確認された。また、給気中の浮遊細菌濃度より室内の浮遊細菌濃度が高いため、室内での細菌の発生源（居住者）があることは再確認された（図2-2-3）。

空調方式別にみると、AHU方式のH1方が、PAC方式のH2、H3よりも比較的に低い濃度を示している。

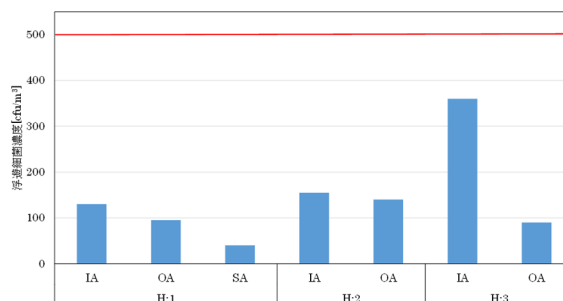


図 2-2-1 浮遊細菌濃度

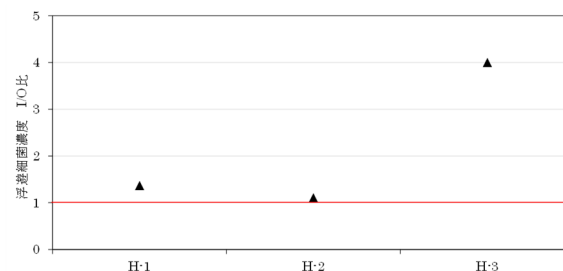


図 2-2-2 浮遊細菌濃度の I/O 比

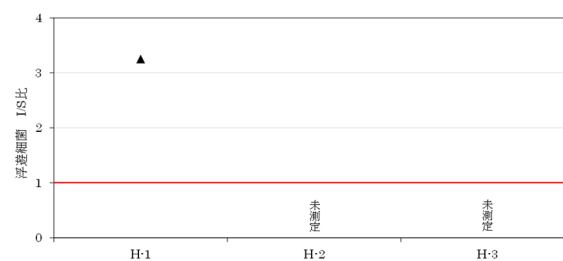


図 2-2-3 浮遊細菌濃度の I/S 比

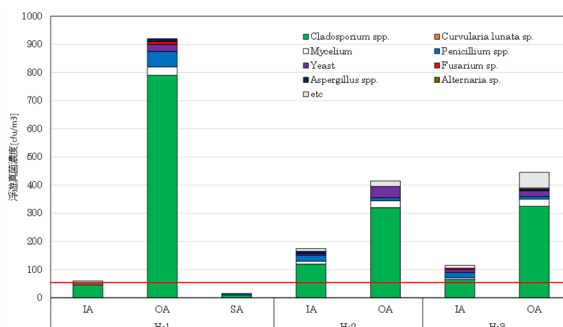


図 2-2-4 浮遊真菌濃度

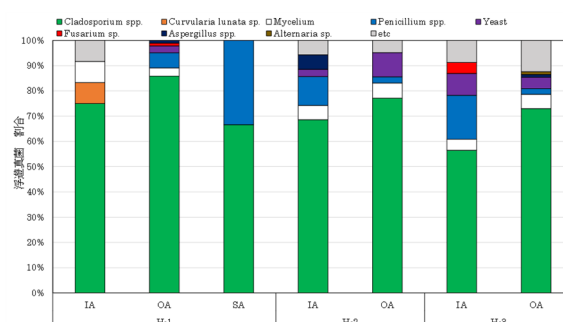


図 2-2-5 真菌の菌種別割合

B.2 浮遊真菌

図 2-2-4 に浮遊真菌濃度、図 2-2-5 に真菌の菌種別割合を示す。図 2-2-4 中の赤線は日本建築学会の AIJES-A0002-2013 の維持管理基準値であるある $50\text{cfu}/\text{m}^3$ を示しており、IA は室内、SA は給気口、OA は外気である。

室内浮遊真菌濃度においては、H2 と H3 の室内濃度が $50\text{cfu}/\text{m}^3$ を上回る結果となった。H3 は自然換気であり、外気の影響を受けているためさほど問題とならない。また、H2 の室内真菌叢は外気と似ていることから、外気の影響を受けているものと推察された。

浮遊真菌の菌種別割合については、H1、H2、H3 の建物の室内、外気、給気すべてにおいて、好湿性真菌の *Cladosporium* spp. が最も多く検出された。

H1 の室内では、*Cladosporium* spp. の約 75% で $45\text{cfu}/\text{m}^3$ に次いで、*Curvularia lunata* が約 10% の $5\text{cfu}/\text{m}^3$ 、*Mycelium* は 10% の $5\text{cfu}/\text{m}^3$ の真菌が検出された。また、H1 の外気、給気、H2 の室内、H3 の室内においては、*Cladosporium* spp. に次いで、好乾性真菌の *Penicillium* spp. が検出された。

H2 の室内では、*Cladosporium* spp. は全体の約 70% の $120\text{cfu}/\text{m}^3$ で、*Penicillium* spp. は約 10% の $20\text{cfu}/\text{m}^3$ 検出され、次いで好乾性真菌の *Aspergillus* spp. が、約 5% の $10\text{cfu}/\text{m}^3$ の濃度で検出された。

H3 の室内では、*Cladosporium* spp. は約 55% の $65\text{cfu}/\text{m}^3$ で *Penicillium* spp. が、約 15% の $20\text{cfu}/\text{m}^3$ の濃度で検出され、次いで好湿性真菌の *Yeast* が約 10% の $10\text{cfu}/\text{m}^3$ 、同じく好湿性真菌の *Fusarium* spp. も約 5% の $5\text{cfu}/\text{m}^3$ の濃度で検出された。全体的に外気において *Cladosporium* spp. の濃度が顕著に高く、室内でも濃度は低くなったものの、多くの割合で *Cladosporium* spp. が検出される結果となった。

図 2-2-6 浮遊真菌濃度の室内濃度と外気濃度の比 (I/O 比) を示す。いずれの建物においても 1 を下回る結果となった。そのため、汚染源は室内ではなく、外気にあることが示唆された。H1 は特に低く室内濃度は約外気濃度の $1/10$ であり、AHU 内のエアフィルタによる浮遊真菌の捕集効果が高いことが分かった。

B.3 浮遊微粒子

浮遊微粒子の測定は 8 月 26 日の立ち入り時に行った。浮遊微粒子の粒径別浮遊粒子個数濃度の測定には、パーティクルカウンター

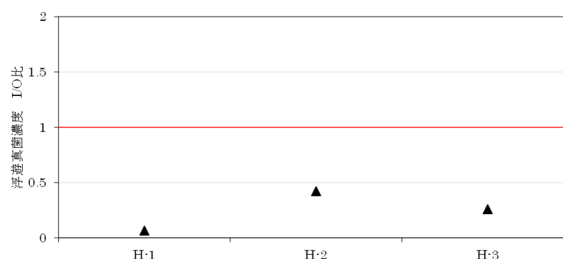


図 2-2-6 浮遊真菌濃度の I/O 比

(P611 AIRY TECHNOLOGY 製) を使用し、空気中の粒子濃度を 6 段階の粒径別 ($0.3 \sim 0.5\mu\text{m}$ 、 $0.5 \sim 0.7\mu\text{m}$ 、 $0.7 \sim 1.0\mu\text{m}$ 、 $1.0 \sim 2.0\mu\text{m}$ 、 $5.0\mu\text{m} \sim$) に測定を行った。測定時間は約 20 ~ 30 分間で行い、測定間隔は 1 分間とした。図 2-2-8 ~ 図 2-2-13 粒径別浮遊微粒子濃度を示す。

H1 の IA はほかの建物と比べてもすべての粒径において低い濃度を示した。一方、H1 の SA 中の $1.0\mu\text{m}$ 以下の浮遊粒子濃度が、外気より高い値を示しており、空調系にサブミクロン粒子の発生があったものと推察される。

H2 は IA、OA とともに他の建物に比べて高い値で検出された。粒径別でも、 $5.0\mu\text{m}$ 以上を除くすべての粒径で IA、OA とともに他の建物に比べて高い濃度で検出された。特に OA においては、 $0.3 \sim 0.5\mu\text{m}$ と $5.0\mu\text{m}$ 以上を除き、他の建物に比べてどの粒径においても顕著に高い濃度が検出された。IA については、 $5.0\mu\text{m}$ 以上を除くすべての粒径で他の建物と比較して少し高い値であった。

H3 では、 $5.0\mu\text{m}$ 以上の粒径で IA が他の建物より顕著に高い数値が検出された。また唯一、IA の浮遊粒子濃度が OA の浮遊粒子濃度よりも高い値で検出された。

図 2-2-14 に浮遊粒子濃度の室内濃度と外気濃度の比 (I/O 比) を、図 2-2-15 に浮遊粒子濃度の給気濃度と外気濃度の比 (S/O 比) を示す。

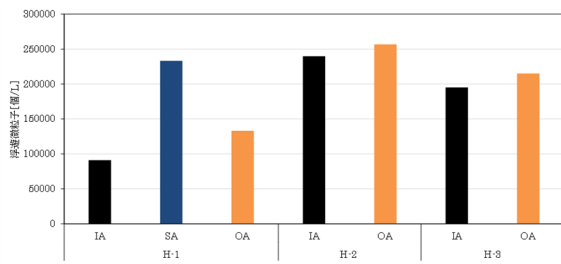


図 2-2-8 浮遊微粒子濃度 (0.3 ~ 0.5μm)

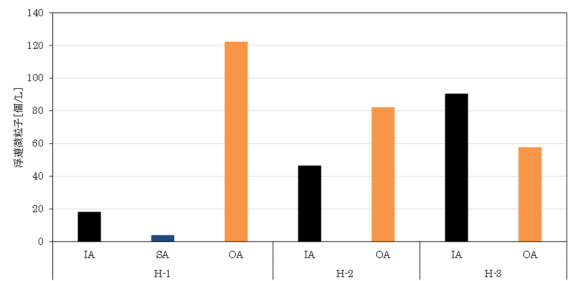


図 2-2-13 浮遊微粒子濃度 (5μm ~)

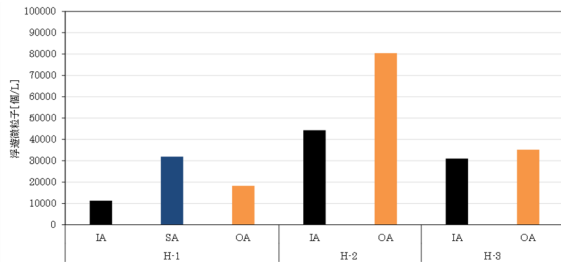


図 2-2-9 浮遊微粒子濃度 (0.5 ~ 0.7μm)

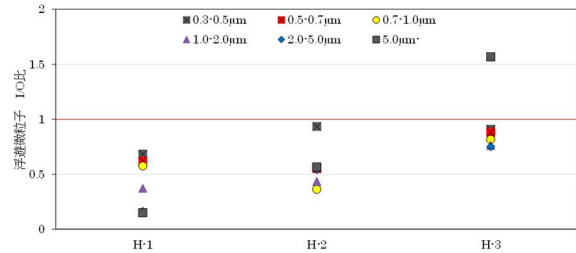


図 2-2-14 粒径別浮遊粒子濃度の I/O 比

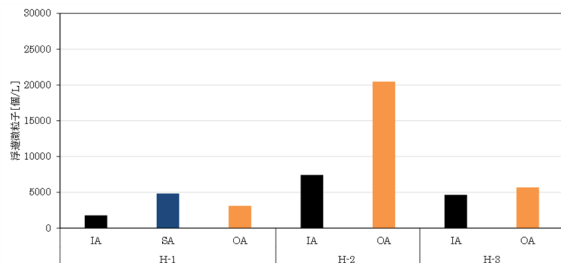


図 2-2-10 浮遊微粒子濃度 (0.7 ~ 1.0μm)

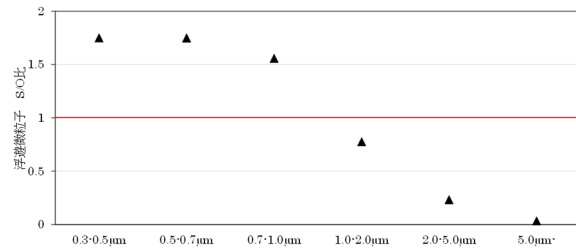


図 2-2-15 粒径別浮遊粒子濃度の S/O 比

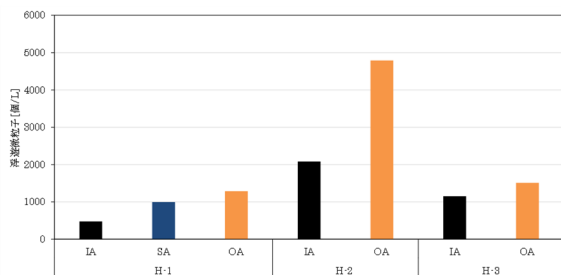


図 2-2-11 浮遊微粒子濃度 (1.0 ~ 2.0μm)

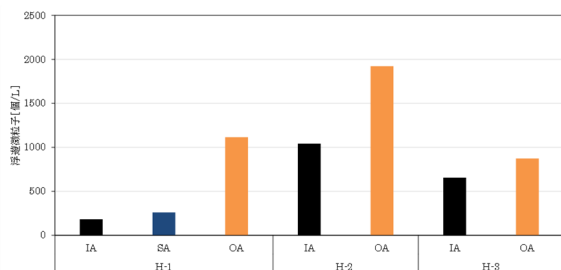


図 2-2-12 浮遊微粒子濃度 (2.0 ~ 5.0μm)

図中の赤線は、1を下回ると外気濃度の方が、浮遊粒子濃度が高いことを示しており、1を上回ると室内濃度の方が、浮遊粒子濃度が高く室内に汚染源があることを示している。また図中の赤線は、1を下回ると外気濃度の方が高いことを示し、1を上回ると給気濃度の方が高く給気口内に汚染源があることを示している。

浮遊粒子濃度の I/O 比において、H3 の 5.0μm 以上を除くすべてにおいて、1を下回る値となった。H3 の 5.0μm 以上の粒径では、ほかのビルの 5.0μm 以上と比較しても著しく高い結果であった。一方で 0.3 ~ 0.5μm については、すべて 1を下回っているが、他の粒径に比較しても高い値であった。また建物別では、H3 において、5.0μm を除くすべての粒径で 1を下回っているが、すべての粒径において、1に近く外気の粒子がほとんど除去されることなく室内に入って

きていることが示唆された。建物の空調方式別にみると、AHU 方式の方が、I/O 比が低い値であった。

浮遊粒子濃度の S/O 比において、 $1.0\mu\text{m}$ 以下の粒径において 1 を上回る結果であった。外気濃度と給気濃度の比であり 1 を大きく上回っていることから、空調機内で浮遊粒子の汚染が示唆された。また、粒径が小さくなるにつれて、給気濃度の方が高くなる傾向が見られた。

2-3 室内 PM_{2.5}

A. 研究目的

浮遊粒子に関する建築物室内の基準は、建築物衛生法で 10 μm 以下の粒子を対象として 0.15 mg/m³ 以下と設定されている。一方、大気環境では PM_{2.5} を対象として 1 年平均が 15 μg/m³ 以下、1 日平均が 35 μg/m³ と設定されているが、建築物室内の PM_{2.5} に関する基準はない。

平成 28 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）「建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究」では、特定建築物において室内 PM_{2.5} の実測調査を行った。結果として、室内 PM_{2.5} 濃度は 0.002 ~ 0.03 mg/m³ 程度となり、大気の基準である「1 日平均値が 35 μg/m³ 以下」は下回った。また、I/O 比（室内濃度/外気濃度の比）については、同一建物内の濃度は概ね同様の値を示しており、室内での発生源のほか、浮遊粒子の粒径分布、空調方式の種類より検討することで、外気からの侵入する微粒子を処理する空調機（フィルタ）の特性が関係しているものと示唆された¹⁾。

本研究では、中規模建築物においても、同様に室内 PM_{2.5} 濃度の実測を行うことで、その傾向を把握することとした。更に I/O 比の観点から、室内 PM_{2.5} 濃度は外気濃度に影響を強く受ける。よって、日本全国の PM_{2.5} 濃度の傾向について整理し、特徴の把握を行った。

B. 研究方法

B.1 建築物における実測調査

対象とした建築物は、表 2-3-1 に示すとおり事務用途となっている。2018 年冬期において、東京、埼玉、大阪における建築物にて行った。対象とした建築物の空調設備は、個別方式に分類され、換気設備として全熱交換器が採用されているところもあるが、換気設備がないものもあった。なお、E02-1、E02-2、E02-3 は同一建物となっている。

PM_{2.5} の測定には、多くの既往の研究において用いられている可搬型の PM_{2.5} 計（TSI DustTrak DRX 8533）を用いることとした。この装置は、光散乱法を用いており、1 分毎の濃度を記録するものである。ただし、粒子の性状によりこの機器が表示する濃度と実際の質量濃度は異なる

ことが知られており、換算係数を乗じて濃度とするのが一般的である。本研究においては、この係数を大気で通常用いられている 0.38 とし、表示する。測定については、各対象部屋において 30 分程度の計測を行った。また、外気においても同様に測定を行った。

表 2-3-1 実測対象建物の概要

	E01	E02-1	E02-2	E03-3	W01	W02
場所	東京	埼玉			大阪	大阪
空調方式	個別	個別			個別	個別
換気装置	換気装置	全熱交換器			換気装置	なし

B.2 日本全国大気 PM_{2.5} 濃度

日本全国の大気中 PM_{2.5} 濃度については、国立環境研究所で公開されている環境数値データベースを元に、都道府県別の PM_{2.5} 濃度についてまとめた

（<http://www.nies.go.jp/igreen/index.html>）

なおここでは、各都道府県における一般環境大気測定局（一般局）及び自動車排出ガス測定局（自排局）における平成 27 年度（平成 27 年 3 月～平成 28 年 4 月）のデータを使用した。

C. 結果及び考察

C.1 建築物における実測調査

図 2-3-1 に各室内及び外気における PM_{2.5} 濃度の測定結果及び室内と外気濃度の比を表す I/O 比を示す。今回の室内濃度については、全ての室内において 0.01 mg/m³ 以下となっており、大気の基準値の「1 日平均値が 35 μg/m³ 以下及び年平均値の 15 μg/m³」を下回る結果となった。なお、外気については、室内よりも高い値になっており、大気の基準値である「1 日平均値が 35 μg/m³ 以下」となった。同一建物である E02 においては 3 部屋とも室内濃度及び I/O 比が同じ値になった。I/O 比は、1 以下となること、同一建物においては同様の傾向となることについては、特定建築物における調査結果と同じ傾向であり、建築物の外調機及び換気装置に含まれるエアフィルタなどの設備による影響が大きいものと考えられる。

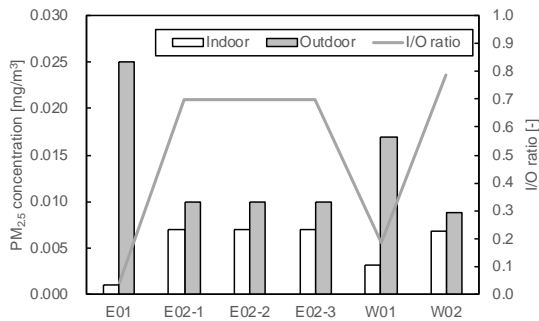


図 2-3-1 室内・外気 PM_{2.5} 濃度と I/O 比

C.2 日本全国大気 PM_{2.5} 濃度

図 2-3-2 に大気における PM_{2.5} の年平均値 (μg/m³) を都道府県別に表したものを示す。北海道、宮城県、秋田県、長崎県は濃度が低く、10 μg/m³ であった。一方、岡山県、香川県、佐賀県、長崎県は比較的濃度が高く、16 μg/m³ であった。概ね、北東部では濃度が低く、南西部では濃度が高い傾向が確認できた。瀬戸内地域においては、瀬戸内工業地域や瀬戸内海に面するため、濃度が高くなったものと考えられる。また、九州地方は大陸からの偏西風などによる越境大気汚染により、広域で高濃度現象が発生したものである。

図 2-3-3 に各都道府県において日平均値が 35 μg/m³ を超えた日数及びその割合を示す。比較すると香川県で最大 18 日、広島、愛媛、福岡でも 10 日以上であった。日平均値が 35 μg/m³ を超えた日数に関して、南西部の方が多かった。しかし、その割合は最大日数の香川県でも 5% で、基本的には日平均値以下の濃度であることがわかった。超過した日数に関して、南の地域の方が多いたことがわかる。

図 2-3-4 及び図 2-3-5 には、各地域の月別の大気中の PM_{2.5} 濃度を示す。季節にかかわらず、南西側の地域の PM_{2.5} 濃度が高い傾向が確認できた。特に、10 月から 3 月にかけては九州地方の濃度が他の地域と比較して高い。中国からの PM_{2.5} の越境汚染は黄砂と同じ時期で 2 月～4 月に多いことから、同様の傾向が確認できた。また 5 月から 7 月は中国地方の濃度が高い。日本全体の PM_{2.5} 濃度では、4 月及び 5 月が高く、9 月、11 月、12 月の濃度は低いことがわかった。

10 月の濃度が前後の月よりも特異に高いため、図 2-3-5 及び図 2-3-6 に、10 月及び直近の 9

月における各地域の月平均及び日平均 PM_{2.5} 濃度を示す。両者を比較しても、地域によらず、全国的に 10 月の濃度が高い傾向であることがわかった。10 月においては、中国においても石炭による暖房需要のため、大気汚染が悪化することが多く、その影響が現れたものと考えられている。

図 2-3-7 には、関東地方の月平均値の月別 PM_{2.5} 濃度変化であるが、概ね 15 μg/m³ 以下であった。

なお、PM_{2.5} の経年変化は、図 2-3-8 に示す大気汚染のモニタリングを行う一般環境大気測定局 (一般局) 及び自動車排出ガス測定局 (自排局) の年平均値から、平成 25 年度以降緩やかな改善傾向にある²⁾。平成 28 年度においては、夏季に梅雨前線や多発した台風影響により、各地で降水量が多く、光化学反応により生成された二次粒子が蓄積し、高濃度現象が発生しなかった。冬季には全国的に暖冬となり気象条件による高濃度現象が発生しにくい気象状況であった。そのため、この年度は気象条件の影響により、低い濃度傾向であったことと考えられる。

また、近年の低減傾向は、観測値と化学輸送モデルによる解析により、中国国内の PM_{2.5} 濃度レベルの低減傾向より、PM_{2.5} 高濃度越境汚染が急速に改善に向かうことによるものが原因であるとしている³⁾。しかしながら、中国の大気汚染物質の年平均濃度は低下傾向にあるが、PM_{2.5} 濃度に影響を与える様々な要因は気象条件など時期や地域によって異なること、今後は日本国内における大気汚染発生への寄与が相対的に増大することから、引き続き注視していく必要があると考えられる。

D. まとめ

中規模建築物における室内 PM_{2.5} 濃度の測定の結果、0.01 mg/m³ 以下となっており、大気の基準値の「1 日平均値が 35 μg/m³ 以下及び年平均値の 15 μg/m³」を下回る結果となった。I/O 比については、1 以下となり、特定建築物と同様の傾向となった。

大気における PM_{2.5} の傾向を調査した結果、近年は減少傾向にあるものの、地域ごとでは、北東部では濃度が低く、南西部では濃度が高い

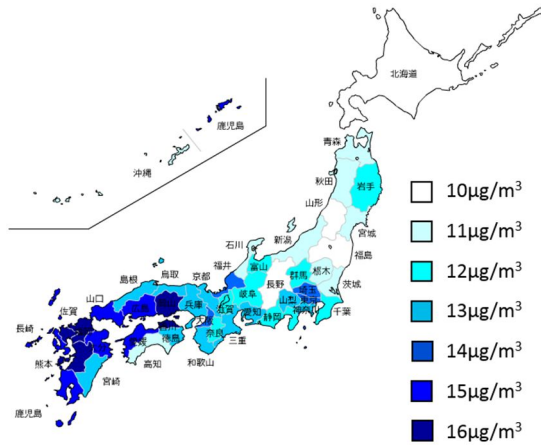


図 2-3-2 PM_{2.5} 濃度地図

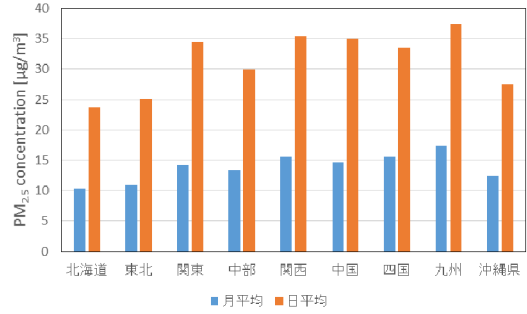


図 2-3-6 10月の各地域月・日平均 PM_{2.5} 濃度

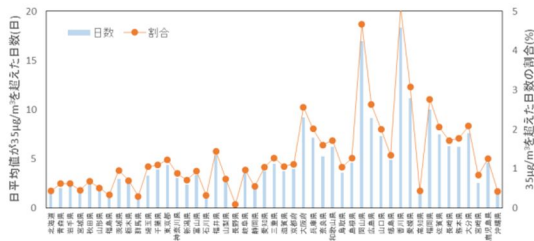


図 2-3-3 日平均値が 35 µg/m³ を超えた日数とその割合

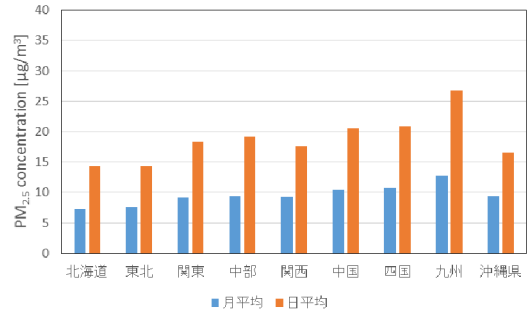


図 2-3-7 9月の各地域月・日平均 PM_{2.5} 濃度

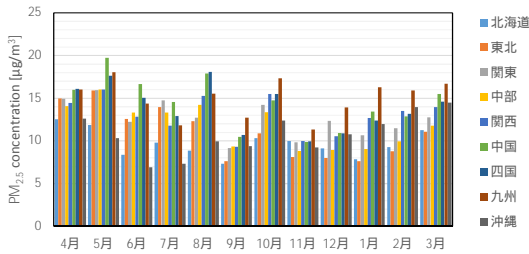


図 2-3-4 地域別月別の PM_{2.5} 濃度

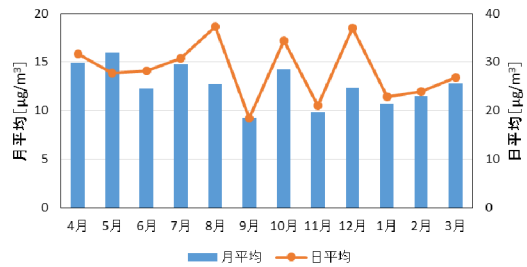


図 2-3-8 関東地方の各月の月平均・日平均

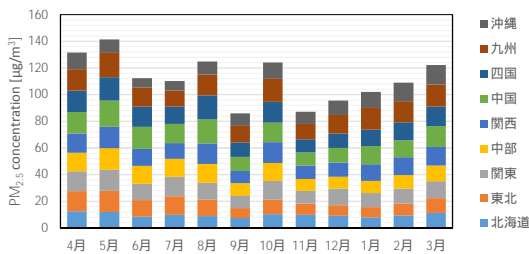


図 2-3-5 各月の各地域 PM_{2.5} 濃度の積み上げ

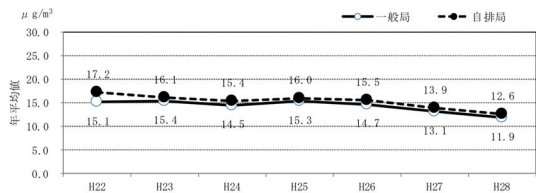


図 2-3-9 PM_{2.5} の年平均値の推移

傾向が確認できた。更に冬季における九州地方の濃度が他の地域と比較して高い。しかしながら、ここ数年で PM_{2.5} 濃度は減少する傾向となっていることを確認した。

E. 参考文献

- 1) 鍵直樹:事務所建築物における PM_{2.5} 濃度の実態と室内外濃度比, 空気清浄, 54(4), 258-262, 2016
- 2) 環境省水・大気環境局:平成 28 年度大気汚染の状況, 2018.3
- 3) 鵜野伊津志ほか:PM_{2.5} 越境問題は終焉にむかっているのか?, 大気環境学会誌, 52(6), 177-184, 2017

2-4 化学物質

A. 研究目的

建築物環境衛生管理基準におけるホルムアルデヒドの基準値は 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ である。シックハウスに関連してホルムアルデヒドを含む 13 物質が厚生労働省により濃度指針値が、TVOC については暫定目標値が定められているが、建築物衛生法においては基準値にはなっていない。特定建築物では、建築物環境衛生管理基準により二酸化炭素濃度を基準に適切な換気が行われていることが確認できることや、室内の化学物質発生源が住宅ほど多くないこと、設計換気量が住宅より多いことから化学物質濃度は低いと考えられている。

ここでは、建築物衛生法の適用対象ではない中小規模の事務所建築物における化学物質濃度の現状を把握するため、厚生労働省の指針値に示されている物質を中心に実測調査を行った。

B. 研究方法

B.1 調査対象

対象とした建築物は前項で対象としている北海道（記号 H、3 件） 関東（記号 E、2 件） 関西（記号 W、2 件）の中小規模事務所ビル全てである。2017 年 8 月（夏期）及び 2018 年 1 月及び 3 月（冬期）に、各建築物において測定を行った。

B.2 調査方法

ホルムアルデヒド、アセトアルデヒドなどのカルボニル化合物については、DNPH カートリッジを用いて 30 L 捕集（30min at 1.0L/min）を行い、HPLC により 12 成分の定量分析を行った。トルエンなど VOCs については、Tenax-TA 充填捕集管を用いて 5L 捕集（30min at 166mL/min）し、GC/MS により 45 成分の定量を行った。なお、TVOC の算出には、C6 ヘキサンから C16 ヘキサデカンに検出したピークをトルエン換算して算出した。

C. 研究結果及び考察

各測定点における化学物質濃度を表 2-4-2 及び表 2-4-3 に示す。指針値が定められている物質の中で、今回の測定から検出された成分や住宅やオフィスなど室内でよく検出される成分は

表 2-4-1 空气中化学物質の測定概要

測定項目	内容
アルデヒド類	DNPH カートリッジ 30L(at 1.0L/min) HPLC (12 物質定性)
VOCs	Gerstel Tube(Tenax-TA) 5L(at 166mL/min) GC-MS (45 物質定性)

表内に青の陰影で記している。

アルデヒド類であるホルムアルデヒド、アセトアルデヒドは厚生労働省指針値 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 及び 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ に対し指針値を超過する室はなかった。

両物質共に全測定点で検出されたが、ホルムアルデヒドは平均濃度 13.6 \pm 8.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、アセトアルデヒドは 10.9 \pm 5.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ と低い値であった。

他の物質としてはアセトン、プロピオンアルデヒド、クロトンアルデヒド、メタクロレインが検出されているがいずれも低い濃度である。室内濃度が外気濃度よりやや高くなっているが、普段の室内濃度レベルであり、室内に高放散の汚染源は存在しないと考えられる。

アセトアルデヒドはエタノールの酸化物で二日酔いの原因物質とも知られているが、木材から放散されることがある。

アセトンは生活中で最もよく使われる溶剤の一つであり、マジックペン、マニキュア除去剤など日用品にも幅広く使われており、人体や木材からも放散される物質である。

プロピオンアルデヒドは油臭や汗臭成分として知られているが、亜麻仁油を含んだ天然ワックスから放散されるとの報告もある。

メタクロレインは室内では普段見られない物質であり、今回の実測でも検出されたのは殆どが外気からであった。

VOCs の中からも厚生労働省指針値や TVOC 暫定目標値を上回る成分はなく低い値となっていた。

厚生労働省で指針値が定められている 13 物質中、有機溶剤系としてはトルエン、エチルベンゼン、キシレン、テトラデカンが検出されたが、濃度としては低い水準であり、厚生労働省指針値を超えた物質はなかった。

表 2-4-2 アルデヒド類濃度[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

Carbonyls	2017年8月(北海道)						2018年1月(東京)						2018年3月(大阪)			
	H01		H02		H03		E01		E02				W01		W02	
	In	OA	In	OA	In	OA	In	OA	1F	2F	3F	OA	In	OA	In	OA
Formaldehyde	20	4	14	7	15	2	12	2	5	6	6	1	14	3	31	
Acetaldehyde	14	4	11	5	8	3	12	4	5	6	7	4	12	3	23	
Acetone	24	4	15	4	20	5	23	3	11	17	17	3	28	3	68	
Propionaldehyde	3	3	4	3		3	10	6	8	9	9	7				
Crotonaldehyde													15	18	38	
2-Butanone								4								
Methacrolein		3				3						8			5	
n-Butyraldehyde														4		
Benzaldehyde																
Valeraldehyde																
m-Tolualdehyde																
Hexaldehyde																

表 2-4-3 VOCs 濃度[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

VOCs	2017年8月(北海道)						2018年1月(東京)						2018年3月(大阪)			
	H01		H02		H03		E01		E02				W01		W02	
	In	OA	In	OA	In	OA	In	OA	1F	2F	3F	OA	In	OA	In	OA
2-Butanone																
Hexane																
Ethyl Acetate							7								14	26
Benzene																
Methyl Isobutyl Ketone																
Toluene	12		7		11		9	4		4	4	3	11	8	14	16
Ethylbenzene	8				9		3						4	2	3	4
Xylene					32		6									5
Styrene																
Nonane	12				12								5		5	
α -Pinene																
1,2,3-Trimethylbenzene					28											4
p-Dichlorobenzene																
D-Limonene	8				5		3						3			
Undecane					18		2									5
Nonanal					6		3			3			7		9	
Dodecane	4				3		1									
Tridecane					3											
Tetradecane					3		1									2
Hexadecane																2
TVOC	161	-	11	-	303	15	120	9	11	41	4	6	87	26	109	66

中でもトルエンが殆どの室内で検出されたが、平均濃度 $8.9 \pm 3.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と低い値であった。全物質外気からは殆ど検出されていないか低かったため室内由来が多い。

α ピネン、D リモネンなどは木材や果実の香り成分であり、建材だけでなく洗剤、芳香剤などにも使われるため住宅ではよく検出されるが、今回測定したオフィスビルでは殆ど検出されな

かった。

TVOCも暫定目標値 $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ を超える結果はなく、平均濃度 $94.3 \pm 96.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、最大値 $303.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ と全体的に低い水準にあった。VOCs は竣工初期に高く、時間経過と共に放散が促進され低くなるのが一般的であり、今回測定対象としたオフィスビルは建築から長年使われている物件であったことから室内濃度が低く

なっていたと考えられる。

D. まとめ

今回の実測においては、季節に関わらずいずれの建築物においてもホルムアルデヒドの基準値及び厚生労働省の室内化学物質指針値、TVOC 暫定目標値を上回る建物はなかった。

2-5 エンドトキシン（細菌内毒素）

A. 研究目的

エンドトキシン（Endotoxin、以下 ET）は微生物（グラム陰性菌）の細胞壁成分であり、細胞壁の破壊により放出される。ET は内毒素、リポ多糖（LPS）、外因性発熱物質（Exogenous pyrogen）とも知られる。微生物の中でも真菌及び陽性グラム群生物を除く陰性グラム群生物に限定され、グラム陰性菌には大腸菌、サルモネラ、腸内細菌科、ヘリコバクター、レジオネラなど真正細菌の大部分が属するため、実質的に ET は水、空気、土壌などあらゆる生活環境に存在する。

微生物汚染度の同定のために ATP（adenosine triphosphate；アデノシン三リン酸）法や個数濃度測定機なども紹介されているがまだ確立した方法とは言えず、最近 PCR 法を用いた DNA 解析など先端技術も導入されつつある。分野、目標とする結果、費用や現場適用など目的によって何を選ぶかが決まるが、例えば換気指標の CO₂ 濃度や化学物質汚染指標の TVOC のように、微生物に関してもそのような指標の存在は室内環境における汚染状況や環境改善の面で大変有意義であり、空气中細菌濃度や汚染度の指標として ET 濃度に注目している。

B. 研究方法

B.1 調査対象

対象とした建築物は前項で対象としている北海道（記号 H、3 件） 関東（記号 E、2 件） 関西（記号 W、2 件）の中小規模事務所ビル全てである。2017 年 8 月（夏期）及び 2018 年 1 月及び 3 月（冬期）に、各建築物において測定を行った。

B.2 調査方法

B.2.1 空気サンプリング

図 2-5-1 に捕集用フィルター及び現場測定風景を示す。空気試料として微生物の培地吸引では 100L を用いることが多い。本研究における ET サンプリングでは、直径 47mm の MCE フィルター（Mixed Cellulose Ester Membrane Filter）に 100L（30min at 3.3L/min）を吸引・捕集した。捕集したフィルターは線滅菌試験管に保管、蒸留水（注射用水；ET フリー）を添加し、ボル



図 2-5-1 MCE フィルター及び測定風景

テックスミキサーで攪拌した後、上澄み液を分注・分析した。

B.2.2 濃度分析

分析装置として Toxinometer ET-5000（和光純薬）を用いた。日本薬局方及び FDA 認証分析法にはゲル化法・比濁法・比色法の 3 つがあるが吸光比濁法は精度が高く定量しやすい利点があり、1~0.001EU/mL の広範囲・高感度で検出できるため環境中汚染程度を測定するのに適合している。リムルステスト（Limulus test）ではライセート（Limulus amoebocyte lysate）試薬と反応させた ET のゲル化に伴う濁度変化をカイネティック比濁法で測定し、検量線に基づいて定量する。ET 濃度が高いとゲル化反応が速く、低いと遅くなることを原理としている。

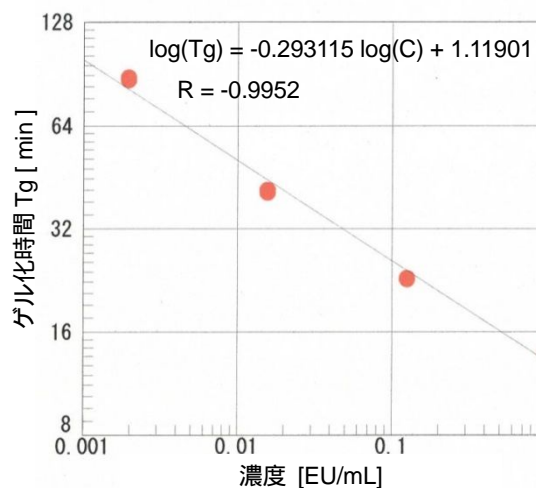


図 2-5-2 検量線例（4 点、8 倍稀釈）

ゲル化に伴う透過光量比変化を計測し測定開始から設定閾値（94.9% at 37.0）に達するまでの時間（Tg：ゲル化時間）で ET 濃度が決定される。定量のために、1.0、1/8、1/64、1/512(=0.00195)EU/mL の 4 段階の濃度標準を用

いて検量線例を図 2-5-2 に示す。
濃度単位としては、「EU/m³」：空気単位容積当たり濃度、EU は Endotoxin Unit (ET 活性値) のことである。

C. 研究結果及び考察

ET 濃度測定結果について図 2-5-3 に示す。棒グラフは ET 濃度であり、図中の印は I/O 比 (Indoor air concentration/Outdoor air concentration: 外気濃度に対する室内空気濃度の比) である。

空气中エンドトキシンに関する指針値は存在しないが今までの研究^{1), 2)}から、オフィスにおける濃度は 1 EU/m³ 以下が多く、高齢者施設など発生源 (人体) が多く存在する場合や冬期加湿器による水の汚染がある場合は数 EU/m³ から 70EU/m³ を超えることも観察される。

今回の実測では在室者が少ない中小建築物だったこと、外気の直接導入による換気が想定される時期だったことから濃度は低い水準となっていた。

既往研究³⁾から、外気 ET 濃度は夏・冬より中間期の方が高く、室内は冬期の加湿器の使用によって濃度が高くなる場合があることが示されている。

今回の測定では 3 月の大阪実測物件は ET 濃度がやや高い傾向を示しており、偶然性、地域的特性、測定当日の気候 (晴天、雨天) の影響などが考えられるが、既報告では大阪と東京との地域による濃度の差はさほど大きくなかった。今回の 3 月測定日は雨天となっていたが、雨滴が土壌菌を飛散させ遠くまで運ぶことを示している論文⁴⁾もあり、雨の影響の可能性も考えられる。

D. まとめ

中小規模オフィスにおける室内 ET 濃度は 2 ヶ所を除いた 7 ヶ所が 0.5 EU/m³ 未満であり、一般的なオフィス濃度レベルにあった。高齢者施設や一般住宅では数 ~ 数十 EU/m³ を超える濃度も観察されることから中小規模のオフィス濃度は低いと言える。

3 月の大阪実測ではやや高い傾向が示された

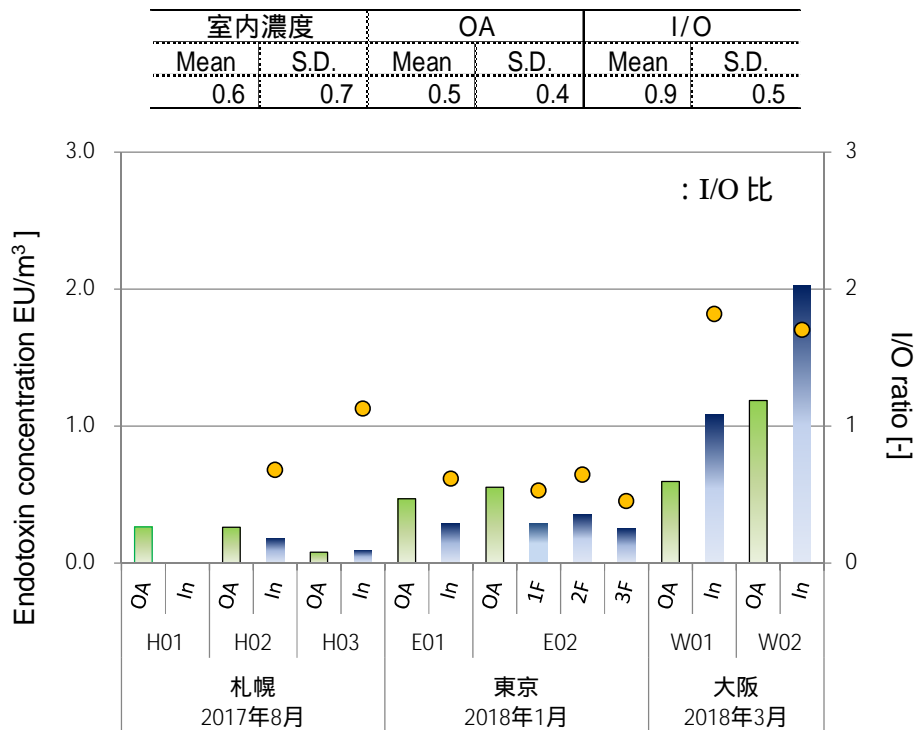


図 2-5-3 中小規模オフィスの ET 測定結果

が、雨天による影響の可能性も考えられ、今後の影響因数として考慮してゆく必要がある。

特定建築物の場合は在室密度が低いことに加え、空調による換気とフィルターリングで ET 濃度が低いことが示されているが、中小規模建築に対しても測定を継続し、冬季の加湿器使用による微生物汚染も視野に入れ、中小規模建築物で起こりうる環境を想定しながら、室内 ET 濃度の実態を把握していく。

E. 参考文献

- 1) 金勲, 柳宇, 鍵直樹, 東賢一, 大澤元毅, 林基哉: 室内環境中エンドトキシンに関する研究 その 1 空気中エンドトキシン濃度と培養法による浮遊細菌濃度との関係、日本建築学会大会学術講演梗概集 .pp.613-4、2017.9.
- 2) 金勲, 柳宇, 鍵直樹, 東賢一, Lim Eunsu, 大澤元毅, 林基哉: エンドトキシンの室内環境濃度、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.719-22、2016.8.
- 3) 金勲: 2. 健康危機に対応した環境衛生の実態と管理項目の検討—2-5 エンドトキシン、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「建築物環境衛生管理に係わる行政監視等に関する研究」(研究代表者: 大澤元毅・課題番号: H26-健危-一般-007) 平成 26~28 年度総括・分担総合研究報告書、p.40-44、2017.3.
- 4) Young Soo Joung, Zhifei Ge and Cullen R. Buie : Bioaerosol generation by raindrops on soil, Nature Communications, DOI: 10.1038/ncomms14668, pp.1-10, 2017.3.

平成29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

3. 建築物利用者の職場環境と健康に関する実態調査
全国規模の冬期断面調査

分担研究者	東 賢一	近畿大学医学部 准教授
分担研究者	長谷川兼一	秋田県立大学システム科学技術学部 教授
分担研究者	鍵 直樹	東京工業大学環境・社会理工学院 准教授
分担研究者	柳 宇	工学院大学建築学部 教授
分担研究者	金 勲	国立保健医療科学院 主任研究官

研究要旨

建築物衛生法が適用されない延床面積 2000～3000m²の建築物（以下、中規模建築物）における衛生環境の維持管理の実態や、建築物利用者の健康状態や職場環境等の実態を把握するために、冬期の断面調査として500社超の事務所に対してアンケート調査を依頼した。本調査では、中規模建築物と比較評価するために特定建築物も約半数含めた。その結果、2018年4月19日時点で185社、1969名から回答を得た。回答が得られた建築物の延床面積は、2000m²未満の小規模事務所で82件、2000～3000m²の中規模建築物で17件、特定建築物で79件、3000m²以上の非特定建築物で7件となり、特定建築物は目標サンプル数の範囲内であったが、中規模建築物のサンプル数が目標よりも大幅に少ない結果となった。次年度以降に予定している立ち入り検査による室内測定調査への協力も、2000～3000m²の中規模建築物で6件、特定建築物で15件となり、全体的に少なめであるとともに、特に中規模建築物の協力数が少ない結果となった。現在、データの入力と整理の作業中ではあるが、建築物や事務所に関する簡単な集計と解析を行った結果、空調方式は、特定建築物から中規模建築物、小規模建築物へと延床面積が小さくなるに従って、個別方式の割合が増大した。過去2ヶ月間に従業員で苦情が発生した建物の比率は、全体的に温度、湿度で苦情の発生比率が高く、次いで臭気の苦情の発生比率が高かった。中規模建築物と特定建築物との間では全ての項目で有意な差はみられなかった。特定建築物における温度と相対湿度の建築物環境衛生管理基準に対する不適率は、過去15年間で上昇しており、高い水準となっていることから、中規模建築物においても同様の傾向である可能性が考えられた。次年度以降、室内環境の測定調査に協力可能な事務所に対して室内環境の測定調査をあわせて実施し、健康状態や室内の維持管理状況との関係について調査する予定である。中規模建築物におけるサンプル数と協力数の確保についても関係団体等とさらに検討を行う予定である。

研究協力者

大澤元毅 国立保健医療科学院
林 基哉 国立保健医療科学院
島崎 大 国立保健医療科学院
開原典子 国立保健医療科学院
渡邊康子（公社）全国ビルメンテナンス協会

A. 研究目的

建築物衛生法が適用される特定建築物（店舗、事務所等の特定用途で延床面積3000m²以上の建築物、同8000m²以上の学校）には、建築物環境衛生管理基準の遵守、その管理実態の報告、建築物環境衛生管理技術者の選任等が義務づけられている。同法が適用されない中小規模の建築物（以下、中小建築物）においても衛生管理に努めるように記されているが、現在は監視や

報告の義務がないことから衛生管理状況の実態が不明瞭となっている。また近年、省エネに対する建築物所有者や使用者の意識向上が要求される状況下において、中小建築物は運営や管理形態の多様さなどから十分な技術的支援を得られず、適切な対応がとられていない可能性が懸念される。

そこで本研究では、建築物衛生法が適用されない 2000~3000 m²の中規模建築物における空気環境を中心に、給排水の管理、清掃、ねずみ等の防除といった、環境衛生管理基準規定項目に係る実態と、建築物利用者の健康状況を調査し、特定建築物の範囲拡大も含めた適切な衛生管理方策の検討に必要な科学的根拠を明らかにすることを目的としている。

本研究で得られた成果は、建築物衛生法の適用範囲の検討に資するものであり、今後の建築物衛生行政における施策の立案に寄与するものである。

B. 研究方法

B.1 研究デザイン

自記式調査票を研究対象の会社等に配付し、郵送等にて回収する。建築物の管理者または事務所の責任者に対しては「建築物の維持管理状況の調査」(管理者用調査)、事務所の従業員に対しては「職場環境と健康の調査」(従業員用調査)を実施する。管理者用調査では、事務所及び事務所が入居する建築物の維持管理状況などを問う。従業員用調査では、職場環境と健康状態などを問う。事務所 1 件あたり管理者用調査票 1 部、従業員調査票は在室時間の長い従業員に対して 15 部配付する。本研究は、人体から採取された試料を用いない観察研究である。

B.2 調査対象と調査規模

対象は、建築物衛生法が適用されない中規模建築物に勤務する建築物の管理者と従業員である。比較のため、特定建築物も対象に含めた。公益社団法人全国ビルメンテナンス協会に協力を要請し、研究対象となる建築物事務所の紹介を得た。

従業員用調査は、事務所に在室する時間が比較的長い日勤の管理職や事務職等の従業員に対

して実施し、ビルの清掃や環境測定に従事する従業員は原則として調査対象に含まない。

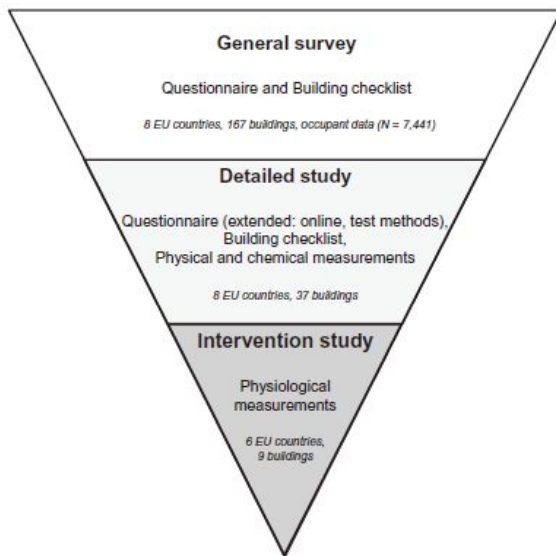
本調査の規模としては、調査依頼数の設定を 500 社とし、中規模建築物と特定建築物を約 2 : 3 から 3:2 の間程度に設定した。本来は母集団からの無作為抽出が前提ではあるが、母集団が 5,000、10,000、100,000 であったとしても、代表性を考慮したサンプル数は、許容誤差(精度)と信頼レベル(母集団の特性の代表性)を最低限度のレベルに設定すると、サンプル数は 67~95 件程度となる。近年の統計データからは、事務所用途の特定建築物が日本全体で約 18000~19000 件であるが、中規模建築物を特定建築物の半分から同数程度としても、サンプル数に影響はない。そして、調査票の回収率を 2012 年に本研究者らが実施した全国規模のアンケート調査時¹⁾⁻³⁾の実績 65% に設定すると調査依頼数は 103~146 件程度、一方、回収率を低く見積もって 35% に設定すると調査依頼数は 191~271 件程度となる。従って、調査依頼数の設定をそれぞれ 200~300 社、合計 500 社であれば、回答率が低くても対応可能となる。公益財団法人全国ビルメンテナンス協会の会員会社は約 3000 社であり、500 社より多く設定しても回答率の向上はさほど見込めないと考えられることから、調査依頼数を 500 社とした。

建築物調査時のサンプル数を約 100 前後とする研究は、他にもみられる。米国環境保護庁が 1990 年代に実施した BASE(Building Assessment Survey and Evaluation) 研究では、全米 21 都市から無作為に選定された 100 件のオフィスビルを調査している⁴⁾。

日本で厚生労働省が実施しているシックハウス(室内空気汚染)問題における全国調査では、約 100 戸前後の住宅を調査している⁵⁾。厚生労働省の調査では、全国の住宅から無作為抽出する方法でサンプリングされていないが、東京都内で無作為抽出法との比較を行った結果、室内環境の測定結果にほぼ差がないことが確認されている。全国規模でサンプリングを行うことで、信頼レベルを一定レベル確保できる。

欧州では、2011 年以降に OFFICAIR 研究が進められている⁶⁾。欧州 8 カ国(ポルトガル、スペイン、イタリア、ギリシャ、フランス、ハン

ガリー、オランダ、フィンランド) から 167 件のオフィスビルを任意に選定し、アンケート調査を実施している(一般調査)。そしてその後、室内環境の測定調査を加えた詳細調査を 37 件のオフィスビルに実施している(詳細調査)。最終的には、9 件のオフィスビルにおいて、室内清掃等の改善効果を把握する介入研究を実施している(介入研究)。詳細調査になると、測定を目的とした立ち入り検査となり、調査への協力数が少なくなっている。



欧州 8 カ国による建築物の衛生環境と健康調査

詳細調査に関する先行研究として、本研究者が 2013 年に実施した立ち入り検査による測定調査^{1),7)}では、2012 年の全国規模のアンケート調査¹⁾⁻³⁾で立ち入り検査への協力可能と回答があった事務所から、従業員の健康状態や室内の衛生状態が良好から不良まで幅のある建築物を選定し、東京、大阪、福岡において、冬期に 11 の事務所、夏期に 13 の事務所で詳細測定調査と従業員の健康アンケート調査を実施した。その結果、シックビルディング症候群と室内温度や浮遊粉じんとの関係がみられており、特に、粒径のより小さい浮遊粉じんほど、上気道症状との関係がみられ、特定建築物で使用されている中性能フィルターでは、粒径の小さい粉じんの外気からの侵入を十分防止できていない可能性を示した。詳細調査になると、調査への協力数が少なくなり、サンプリングの代表性に対す

る信頼レベルは低下するが、衛生状態等の差を考慮することにより、室内環境における問題点の把握は可能である。

以上の状況を踏まえて、本研究においては、調査依頼数 500 件のアンケート調査をフェーズ 1 とし、その後測定機器を送付して 1~2 週間程度連続測定(温度、湿度、二酸化炭素)を実施する室内測定調査 1 をフェーズ 2 とし、フェーズ 1 の回答者の中から 30~50 件程度(フェーズ 2 へ協力可能と回答があった事務所)選定して次年度以降に調査を実施する計画である。また、事務所内への立ち入りを行って詳細な室内環境測定(化学物質、微生物、粉じん等)を実施する室内測定調査 2 をフェーズ 3 とし、フェーズ 1 の回答者の中から 10~15 件程度(フェーズ 3 へ協力可能と回答があった事務所)選定して次年度以降に調査を実施する計画である。フェーズ 2 とフェーズ 3 の事務所を選定する際には、従業員の健康状態や衛生状態が良好から不良まで幅のある建築物を選定する予定である。

B.3 自記式調査票

管理者用及び従業員調査票は、平成 23~28 年度の研究で使用した調査票^{1)-3),8)}をもとに作成した。従業員調査票は、米国環境保護庁⁹⁾、米国国立労働安全衛生研究所¹⁰⁾、欧州共同研究¹¹⁾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 VDU(visual display unit)作業、超微小粒子、微生物汚染などの近年懸念される諸問題や職業性ストレス¹²⁾を考慮した調査票となっている。従業員調査票は、個人属性、職場環境、健康状態(23 症状、15 既往疾患歴)、職場の空気環境の状態、職業性ストレスの状態などの質問で構成されている。

(倫理面での配慮)

本調査は、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 N I P H - I B R A # 1 2 1 6 0)および近畿大学医学部倫理委員会の承認(承認番号 2 9 - 2 3 7)を得て実施している。

C. 研究結果および考察

平成 30 年 1 月 5 日に管理者用調査票を 500 社（従業員調査票各社 15 部含む）に配布した。また、中規模建築物の調査数を補うために、別途、東京と大阪の 6 つの事務所にも管理者用調査票と従業員調査票（トータル 183 部）を配布した。

その結果、2018 年 4 月 19 日時点で 185 社、1969 名から回答を得た。現在、データの入力と解析作業を進めているが、管理者用調査票の回答から、回答が得られた建築物や事務所に関する簡単な集計と解析結果を表 3-1～表 3-5 に示す。

表 3-1 建築物の延床面積

延床面積 (m ²)	特定建築物	非特定建築物	合計
2,000 未満	0	82	82
2,000～3,000	0	17	17
3,000～5,000	17	2	19
5,000～10,000	26	3	29
10,000～50,000	27	2	29
50,000 以上	9	0	9
合計	79	106	185

3000m²以上の非特定建築物 7 件

表 3-1 より、回答が得られた建築物の延床面積は、2000m²未満の小規模事務所で 82 件、2000～3000m²の中規模建築物で 17 件、特定建築物で 79 件、3000m²以上の非特定建築物で 7 件となり、合計 185 件であった。特定建築物は、目標とするサンプル数の範囲内であったが、中規模建築物のサンプル数が目標よりも大幅に少ない結果となり、その分、小規模建築物のサンプル数が多い結果となった。事前の調査対象リストでは、中規模建築物と考えられていた建築物が、調査の結果、小規模建築物であったことが原因と考えられる。

表 3-4 に空調方式を示す。空調方式は、特定建築物から中規模建築物、小規模建築物へと延床面積が小さくなるに従って、個別方式の割合が増大した。

表 3-5 に過去 2 ヶ月間に従業員で苦情が発生

した建築物の比率を示す。全体的に、温度、湿度で苦情の発生比率が高く、次いで臭気の苦情の発生比率が高かった。中規模建築物と特定建築物との間で χ^2 検定を行ったが、全ての項目で有意な差はみられなかった。小規模建築物と特定建築物の間では、温度と湿度において、小規模建築物の方が苦情が発生した建築物の比率は有意に低かった。特定建築物における温度と相対湿度の建築物環境衛生管理基準に対する不適率は、過去 15 年間で上昇しており、高い水準となっているが、中規模建築物においても同様の傾向である可能性が考えられる。

表 3-2 建築物の主な用途

延床面積	事務所	店舗	旅館	その他	不明	合計
2,000 未満	80	0	0	1	1	82
2,000～3,000	15	2	0	0	0	17
3,000～5,000	15	0	1	3	0	19
5,000～10,000	27	0	1	1	0	29
10,000～50,000	26	0	0	3	0	29
50,000 以上	9	0	0	0	0	9
合計	172	2	2	8	1	185

表 3-3 地方別回答件数

地方	2000m ² 未満	中規模建築物	特定建築物	合計
東北地方	3 (3.7%)	2 (11.8%)	4 (5.1%)	9 (5.1%)
関東地方	44 (53.7%)	7 (41.2%)	36 (45.6%)	87 (48.9%)
中部地方	8 (9.8%)	2 (11.8%)	15 (19.0%)	25 (14.0%)
近畿地方	4 (4.9%)	1 (5.9%)	7 (8.9%)	12 (6.7%)
中国地方	6 (7.3%)	0 (0.0%)	2 (2.5%)	8 (4.5%)
四国地方	0 (0.0%)	1 (5.9%)	1 (1.3%)	2 (1.1%)
九州地方	17 (20.7%)	4 (23.5%)	14 (17.7%)	35 (19.7%)
合計	82	17	79	178

表 3-4 空調方式

空調方式	2000m ² 未満	中規模 建築物	特定 建築物	合計
中央方式	9 (11.0%)	3 (17.6%)	27 (34.2%)	39 (21.9%)
個別方式	67 (81.7%)	10 (58.8%)	32 (40.5%)	109 (61.2%)
中央・個別 併用方式	4 (4.9%)	4 (23.5%)	19 (24.1%)	27 (15.2%)
不明	2 (2.4%)	0 (0.0%)	1 (1.3%)	3 (1.7%)
合計	82	17	79	178

表 3-5 過去 2 ヶ月間に従業員で苦情が発生した建物の比率

環境項目	n	2000m ² 未満	中規模 建築物	特定 建築物
温度	175	11.3%* (9/80)	23.5% (4/17)	29.5% (23/78)
湿度	173	8.9%* (7/79)	11.8% (2/17)	20.8% (16/77)
気流	169	2.6% (2/77)	0.0% (0/17)	4.0% (3/75)
臭気	176	6.2% (5/81)	5.9% (1/17)	9.0% (7/78)
騒音	175	4.9% (4/81)	0.0% (0/17)	5.2% (4/77)
衛生害虫等	176	4.9% (4/81)	0.0% (0/17)	2.6% (2/78)
水漏れ・結露・ 雨漏り	175	7.4% (6/81)	0.0% (0/16)	6.4% (5/78)
清掃	176	2.5% (2/81)	0.0% (0/17)	5.1% (4/78)
廃棄物処理	174	2.5% (2/80)	0.0% (0/17)	1.3% (1/77)
その他 (衛生全般)	168	2.6% (2/77)	0.0% (0/16)	0.0% (0/75)

中規模建築物 / 特定建築物で χ^2 検定を実施したが、全ての項目で有意な差はなかった。小規模建築物 / 特定建築物では温度と湿度で有意な差がみられた。

管理者用調査票では、室内測定調査 1(温度、相対湿度、二酸化炭素の連続測定) 室内測定調査 2(温度、相対湿度、二酸化炭素の連続測定 + 粉じん濃度、浮遊微生物や化学物質などの空気環境項目の立入測定) に対する調査協力依頼を行った。室内測定調査 1 への協力可能事務所は、2000m² 未満の小規模事務所 40 件、2000 ~ 3000m² の中規模建築物で 8 件、特定建築物で 21 件であった。室内測定調査 2 への協力可能事務所は、2000m² 未満の小規模事務所 25 件、2000 ~ 3000m² の中規模建築物で 6 件、特定建築物で 15 件であった。

次年度以降、室内環境の測定調査に協力可能な事務所に対して、室内環境の測定調査をあわせて実施し、健康状態や室内の維持管理状況との関係について調査する予定である。

但し、中規模建築物の回収数については、目標サンプル数を大幅に下回る結果となった。そのため室内測定調査への協力数も少ない結果となった。従って、これらのサンプル数と協力数がさらに増加するよう、公益財団法人全国ビルメンテナンス協会や他の関係団体等と検討を行っていく。

また、本調査は冬期の調査であった。本研究者らが 2012 年に実施した特定建築物における調査において、冬期と夏期では、シックビルディング症候群の関係因子が異なり、夏期では多湿感や化学薬品臭との関係がみられた^{1),3)}。従って、次年度の夏期にも同様の全国規模のアンケート調査を実施し、季節的な違いを把握する予定である。なお、その際にも、中規模建築物のサンプル数や室内測定調査への協力数が増えるよう、公益財団法人全国ビルメンテナンス協会等と検討を行っていく。

D. 総括

冬期の断面調査として 500 社超の事務所に対してアンケート調査を依頼した結果、2018 年 4 月 19 日時点で 185 社、1969 名から回答を得た。回答が得られた建築物の延床面積は、2000m² 未満の小規模事務所 82 件、2000 ~ 3000m² の中規模建築物 17 件、特定建築物 79 件、3000m² 以上の非特定建築物で 7 件となり、特定建築物は目標サンプル数の範囲内であったが、

中規模建築物のサンプル数が目標よりも大幅に少ない結果となった。立ち入り検査による室内測定調査への協力も 2000～3000m² の中規模建築物で 6 件、特定建築物で 15 件となり、全体的に少なめであるとともに、特に中規模建築物の協力数が少ない結果となった。現在、データの入力と整理の作業中ではあるが、建築物や事務所に関する簡単な集計と解析を行った結果、過去 2 ヶ月間に従業員で苦情が発生した建物の比率は、全体的に温度、湿度で苦情の発生比率が高く、次いで臭気の苦情の発生比率が高かった。中規模建築物と特定建築物との間では全ての項目で有意な差はみられなかった。特定建築物における温度と相対湿度の建築物環境衛生管理基準に対する不適率は、過去 15 年間で上昇しており、高い水準となっていることから、中規模建築物においても同様の傾向である可能性が考えられた。中規模建築物におけるサンプル数と協力数の確保については、次年度以降、公益財団法人全国ビルメンテナンス協会や他の関係団体等と検討を行っていく。

E. 参考文献

- 1) 大澤元毅ら. 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 25 年度総合研究報告書, 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, 2014 年 3 月.
- 2) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Prevalence and risk factors associated with nonspecific building-related symptoms in office employees in Japan: relationships between work environment, Indoor Air Quality, and occupational stress. *Indoor Air* 25:499–511, 2015.
- 3) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Evaluating prevalence and risk factors of building-related symptoms among office workers: Seasonal characteristics of symptoms and psychosocial and physical environmental factors. *Environmental Health and Preventive Medicine* 22(114), 38, 2017. doi:10.1186/s12199-017-0645-4.
- 4) Burton LE, Baker B, Hanson D, Girman JG, Womble SE, McCarthy JF. Baseline information on 100 randomly selected office building in the United States (BASE): gross building characteristics. *Proceedings of Healthy Buildings 2000*, Vol. 1, pp.151–155.
- 5) 厚生労働省. シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会. 第 11 回～第 20 回シックハウス (室内空気汚染) 問題に関する検討会配付資料, 2012 年～2016 年.
- 6) Bluysen PM, Roda C, Mandin C, Fossati S, Carrer P, de Kluzenaar Y, Mihucz VG, de Oliveira Fernandes E, Bartzis J. Self-reported health and comfort in 'modern' office buildings: first results from the European OFFICAIR study. *Indoor Air* 26:298–317, 2016.
- 7) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Physicochemical risk factors for building-related symptoms in air-conditioned office buildings: Ambient particles and combined exposure to indoor air pollutants. *Sci Total Environ* 616–617:1649–1655, 2018.
- 8) 大澤元毅ら. 建築物環境衛生管理に係る行政監視等に関する研究, 平成 28 年度総合研究報告書, 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, 2017 年 3 月.
- 9) US Environmental Protection Agency: A standardized EPA protocol for characterizing indoor air quality in large office buildings. Washington, D.C., US Environmental Protection Agency, 2003.
- 10) National Institute for Occupational Safety and Health: Indoor Air Quality and Work Environment Symptoms Survey, NIOSH Indoor Environmental Quality Survey. Washington, DC: NIOSH, 1991.
- 11) Andersson K: Epidemiological approach to indoor air problems. *Indoor Air* 4 (suppl): 32–39, 1998.
- 12) 厚生労働省: 職業性ストレス簡易調査票, 2005.

F. 研究発表

F.1 論文発表

- 1) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Evaluating prevalence and risk factors of building-related symptoms among office workers: Seasonal characteristics of symptoms and psychosocial and physical environmental factors. *Environmental Health and Preventive Medicine* 22(114), 38, 2017. doi:10.1186/s12199-017-0645-4.
- 2) Azuma K, Yanagi U, Kagi N, Osawa H. A review of the effects of exposure to carbon dioxide on human health in indoor environment. *Proceedings of the Healthy Buildings Europe 2017*, ID0022, 6 pages, 2017.
- 3) Azuma K, Ikeda K, Kagi N, Yanagi U, Osawa H. Physicochemical risk factors for building-related symptoms in air-conditioned office buildings: ambient particles and combined exposure to indoor air pollutants. *Science of the Total Environment* 616–617:1649–1655, 2018.
- 4) Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Kim H, Kaihara N, Hayashi M, Osawa H. Effects of thermal conditions and carbon dioxide concentration on building-related symptoms: a longitudinal study in air-conditioned office buildings. *Proceedings of the 15th international conference of Indoor Air Quality and Climate*, ID106, 6 pages, in press, 2018.

F.2 学会発表

- 1) 東 賢一、柳 宇、鍵 直樹、大澤元毅. 低濃度二酸化炭素による建築物居住者の健康等への影響に関する近年の知見. 第90回日本産業衛生学会, 東京, 2017年5月11日-5月13日.
- 2) Azuma K, Yanagi U, Kagi N, Osawa H. A review of the effects of exposure to carbon dioxide on human health in indoor environment. *Healthy Buildings Europe 2017*, Lublin, Poland, July 2-5, 2017.
- 3) 東 賢一、鍵 直樹、柳 宇、金 勲、開原典子、林 基哉、大澤元毅. オフィスビル労働

者のビル関連症状と温熱環境および二酸化炭素濃度に関する縦断調査. 第91回日本産業衛生学会, 熊本, 2018年5月16日-19日. (in acceptance)

- 4) Azuma K, Kagi N, Yanagi U, Kim H, Kaihara N, Hayashi M, Osawa H. Effects of thermal conditions and carbon dioxide concentration on building-related symptoms: a longitudinal study in air-conditioned office buildings. *The 15th international conference of Indoor Air Quality and Climate*, Philadelphia, PA, USA, July 22-27 2018. (in acceptance)

G. 知的財産権の出願・登録状況 (予定含む)
予定なし

平成29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

4. 水質管理の現状

分担研究者 島崎 大 国立保健医療科学院 上席主任研究官

研究要旨

中規模建築物における簡易専用水道（貯水槽の有効容量 10m³ 超）および小規模貯水槽水道（有効容量 10m³ 以下）の存在状況、ならびに、定期的な貯水槽の衛生管理や水質管理に関する状況について明らかにすることを目的として、全国の貯水槽水道における受検状況を確認するとともに、大阪府内の中規模建築物 2 箇所における貯水槽水道の衛生管理状況と水質管理に関する現地調査を実施した。本邦の貯水槽水道において、水道法上の法的義務のある簡易専用水道の検査受検率は 80% 弱、義務のない小規模貯水槽水道の検査受検率は 3% 程度にとどまっていた。後者は全国で 84 万施設以上が設置されており、検査指摘率も簡易専用水道より高いため、各自治体における条例制定など衛生管理水準の向上に向けた取り組みが必要であると考えられた。今回の調査対象とした中規模建築物においては、簡易専用水道あるいは小規模貯水槽水道を有する建築物のいずれも存在しており、両者とも施設の衛生管理ならびに水質管理に関する課題点が見受けられた。

A. 研究目的

中規模建築物においては、建築物衛生法に規定される「建築物環境衛生管理基準」に従って貯水槽の衛生管理および飲料水の水質管理を行う義務は課せられていないものの、多数の者が使用、利用するものについては努力義務が課せられており、当該基準に従って維持管理をするように努めなければならないとされている（建築物衛生法第 4 条第 3 項）。また、有効容量 10m³ を超える貯水槽を有する建築物においては、水道法に規定される簡易専用水道管理基準に従って貯水槽の衛生管理、水質管理を行うこと（水道法第 34 条の 2 第 1 項）、年 1 回登録検査機関の検査を受けること（水道法第 34 条の 2 第 2 項）が義務づけられている。

さらに、有効容量 10m³ の貯水槽についても、自治体によっては条例により簡易専用水道に準じた維持管理を管理者（所有者）に求めている場合がある。しかしながら、中規模建築物における貯水槽の衛生管理や水質管理についての状況は明確でない。

そこで、本研究課題では、中規模建築物における簡易専用水道（貯水槽の有効容量 10m³ 超）および小規模貯水槽水道（有効容量 10m³ 以下）の存在状況、ならびに、定期的な貯水槽の衛生管理や水質管理に関する状況について明らかにすることを目的とした。

B. 研究方法

(1) 貯水槽水道における受検状況の確認

厚生労働省医薬・生活衛生局水道課より近年の簡易専用水道（有効容量 10m³ 超）ならびに小規模貯水槽水道（有効容量 10m³ 以下）を対象とした登録検査機関による検査の受検率の情報を入手し、受検状況の推移について把握、課題点を取りまとめた。

(2) 中規模建築物における貯水槽水道の衛生管理状況および水質管理に関する現地調査

大阪府内の中規模建築物（A,B）を対象として、建築物管理担当者に対し、貯水槽水道の衛生管理および水質管理に関する以下の現地調査の可否を問い合わせた。承諾が得られた項目を対象として、2018年3月5日(月)に各建築物の現地調査を実施した。

貯水槽の管理記録の確認

- ・定期受検（水道法登録検査機関による）
- ・日常点検（設置者による）
- ・貯水槽清掃（塩素剤による貯水槽内の消毒）
- ・水質検査（貯水槽または蛇口での採水調査）

居室内蛇口水（給水栓水）の残留塩素濃度測定

貯水槽水の残留塩素濃度測定

なお、居室内蛇口水および貯水槽水の残留塩素濃度測定には、ハンディ型残留塩素濃度計（HACH社 Pocket Chlorimeter II）を用い、専用試薬により遊離残留塩素および総残留塩素を現場にて測定した。蛇口水の測定の際には、日常的に使用されている蛇口を選定、あらかじめ給水栓から3分間放水した後に採水した。貯水槽水の測定の際には、ドレインのバルブを開いて3分間放

水した後に採水した、遊離残留塩素および総残留塩素濃度の測定は各2回行った。

C. 研究結果

(1) 貯水槽水道における受検状況の確認

平成18年度～27年度の10年間における簡易専用水道の法定検査受検率および検査指摘率を表4-1に、小規模貯水槽水道の検査受検率および検査指摘率を表4-2にそれぞれ示す。平成27年度における簡易専用水道の施設数は全国で208,798施設、うち検査を実施した施設数は163,482施設であり受検率は78.3%となった。これは直近の平成25,26年度よりは幾分改善されたものの、平成17年度以降、継続して8割以下の受検率にとどまった。検査における指摘率（管理基準逸脱等の指摘があった施設の割合）は23.8%となり、過去10年間を通じて漸減傾向となった。

一方、平成27年度における小規模貯水槽水道の施設数は全国で208,798施設、うち検査を実施した施設数は27,281施設であり受検率は3.2%となり、過去10年間では最も高い受検率であった。検査指摘率は26.9%であり、過去10年間で最も低い割合となった。

(2) 中規模建築物における貯水槽水道の衛生管理状況および水質管理に関する現地調査

貯水槽の管理記録の確認

建築物Aについては、貯水槽の容量を除き、当該建築物の管理者からの情報提供は得られなかった。貯水槽は6m³(2m×2m×1.5m、有効容量不明)であり、簡易専用水道には該当しないと判断された。

建築物Bについては、貯水槽20m³×1槽、

高架水槽 12 m³×1 槽を備えており、簡易専用水道に該当していた。ただし、貯水槽は六面点検不可との記載があった。登録検査機関による法定点検を年 1 回、槽内の清掃・消毒を年 1 回実施し、実施記録を適切に保持していることが確認された。

表 4-1 本邦の簡易専用水道における
法定検査受検率ならびに検査指摘率

年度	検査受検率 [%]	検査指摘率 [%]
H18	79.0	31.3
H19	78.4	32.4
H20	80.0	34.7
H21	79.0	27.7
H22	79.8	27.3
H23	79.4	25.3
H24	78.7	26.2
H25	76.5	25.5
H26	76.4	24.2
H27	78.3	23.8

表 4-2 本邦の小規模貯水槽水道における
検査受検率ならびに検査指摘率

年度	検査受検率 [%]	検査指摘率 [%]
H18	2.9	35.3
H19	2.6	36.7
H20	2.6	31.1
H21	3.0	34.6
H22	3.2	32.1
H23	3.0	32.4
H24	3.2	29.3
H25	3.0	28.4
H26	3.1	28.3
H27	3.2	26.9

一方、水道水質（色、濁り、異臭味、残留塩素）に関する設置者による日常検査、ならびに、

業者による水質検査は未実施であった。

居室内蛇口水（給水栓水）の残留塩素濃度測定

建築物 A では、調査対象としたフロアに 1 箇所のみ給水栓が設置されており、給水末端に瞬間湯沸かし器が接続されていた（写真 4-1）。採水に際しては温水・冷水調整ノブをすべて冷水となるように調整した。遊離残留塩素、総残留塩素濃度を表 4-3 に示す。遊離残留塩素濃度は、測定 1 回目は 0.09mg/L となり、水道法（第 22 条）ならびに同施行規則（第 17 条第 1 項）に定める給水末端で確保すべき遊離残留塩素濃度 0.10mg/L を下回っていた。その 2 分後に行った測定 2 回目は 0.14mg/L となった。総残留塩素濃度は 0.26 および 0.24mg/L であった。

建築物 B では、給水末端に浄水器が接続されていたため、浄水器を経ないようノブを調整して採水した（写真 4-2）。遊離残留塩素は 0.26 および 0.23mg/L、総残留塩素濃度は 0.35 および 0.33mg/L であった（表 4-3）。

貯水槽水の残留塩素濃度測定

建築物 A では、貯水槽水の採水許可を得ることができなかった。

建築物 B では、高架水槽にて採水を行った（写真 4-3）。高架水槽の遊離残留塩素濃度は 0.27 および 0.25mg/L、総残留塩素濃度は 0.36 および 0.41mg/L であった（表 4-4）。

表 4-3 蛇口水中遊離残留塩素濃度および総残留塩素濃度

建築物	遊離残留塩素 [mg/L]		総残留塩素 [mg/L]	
	1 回目	2 回目	1 回目	2 回目
	A	0.09	0.14	0.26
B	0.26	0.23	0.35	0.33

表 4-4 貯水槽中遊離残留塩素濃度および総残留塩素濃度

建築物	遊離残留塩素 [mg/L]		総残留塩素 [mg/L]	
	1 回目	2 回目	1 回目	2 回目
	B	0.27	0.25	0.36



写真 4-3 建築物 B の高架水槽



写真 4-1 建築物 A の給水末端



写真 4-2 建築物 B の給水末端

D. 考察

(1) 貯水槽水道における受検状況の確認

有効容量 10m³ を超える貯水槽水道は水道法により簡易専用水道と位置付けられ、定期的な法定検査の受検が義務づけられているものの、受検率は 8 割を下回っている状況にあり、法定検査を受けていない施設が少なからず（全国で 45,316 施設）存在することが確認された。また、受検施設における指摘率は漸減傾向にあるものの、直近では 23.8%の施設が衛生管理状況に関する指摘を受けており、各施設における日常的ならびに定期的な管理水準の向上が課題である。

一方、法定検査の受検義務が水道法上は定められていない小規模貯水槽水道（有効容量 10m³ 以下）については、3%程度の受検率で推移していること、指摘率は簡易専用水道と同様に漸減傾向にあるものの、簡易専用水道よりも高い値であることから、施設数が簡易専用水道の 4 倍以上存在することから、衛生管理上の課題が大きいものと考えられた。自治体によっては条例や要綱を制定してこのような小規模貯水槽水道に対しても指導を行っている場合があり、その

ような取組みをさらに推進する必要があると考えられる。具体的には、今回の現地調査対象とした大阪府においては、簡易専用水道に対しては「簡易専用水道管理運営指導要綱」¹⁾を、小規模貯水槽水道に対しては「小規模貯水槽水道衛生管理指導要領」²⁾をそれぞれ定め、後者については、当該施設の設置者等は所定の管理基準（清潔の保持および水質検査の実施）に従って自ら適正な管理に努めなければならないとしている。

なお、上記の貯水槽水道の施設数および受検率については、各都道府県や政令指定都市等の衛生行政担当部局等が把握できている数値に基づいており、当該の担当部局において、各施設の所在地ならびに受検状況に関する情報が十分に入手できていない可能性について留意する必要がある。

(2) 中規模建築物における貯水槽水道の衛生管理状況および水質管理に関する現地調査

今回の調査対象とした中規模建築物 2 箇所では、貯水槽水道の有効容量が大きく異なっており、建築物 B は簡易専用水道に該当し、また、建築物 A は小規模貯水槽水道に該当する可能性が高かった。このため、両建築物の貯水槽を含む給水施設を対象とした管理水準は、大きく異なることが想定される。建築物 A については、蛇口水の採水調査以外に協力が得られなかったため、管理水準は明確にならなかった。限られた測定結果ではあるものの、給水末端の残留塩素濃度有効残留塩素濃度が 0.09mg/L（1 回目）および 0.14mg/L（2 回目）となったことから、休日や夜間の水滞留時における

貯水槽での残留塩素消費の程度など、給水過程の衛生状況に関する詳細な調査が必要であると考えられた。

建築物 B は、簡易専用水道に求められる法定検査、清掃、水質検査の記録を保持しており定期的な管理が行われていることは確認できたものの、設置者による日常的な点検や水質検査は実施されていなかった。また、貯水槽が六面点検不可との記載があり、おそらく地下式であると推定された。この形式の場合、貯水槽の破損が判明しづらいため、日常的ならびに定期的な管理において特に注意を要するものである。なお、残留塩素濃度は蛇口水および高架水槽水ともに十分に確保されており、高架水槽から蛇口に至る過程での残留塩素の低減もわずかであり、衛生状況に関する問題の存在は認められなかった。

E. 結論

本邦の貯水槽水道において、水道法上の法的義務のある簡易専用水道の検査受検率は 80% 弱、義務のない小規模貯水槽水道の検査受検率は 3% 程度にとどまっていた。後者は全国で 84 万施設以上が設置されており、検査指摘率も簡易専用水道より高いため、各自治体における条例制定など衛生管理水準の向上に向けた取組みが必要であると考えられた。

今回の調査対象とした中規模建築物においては、貯水槽の有効容量が 10m³ を超える簡易専用水道を有する建築物、有効容量が 10m³ 以下となる小規模貯水槽水道を有する建築物のいずれも存在しており、両者共に貯水槽を含む衛生管理に関する課題点が見受けられた。

F. 参考文献

- 1) 大阪府健康医療部環境衛生課水道・生活排水グループ：簡易専用水道管理運営指導要綱

<http://www.pref.osaka.lg.jp/kankyoeisei/anzenkakuho/kansensuiyoukou.html>

- 2) 大阪府健康医療部環境衛生課水道・生活排水グループ：小規模貯水槽水道衛生管理指導要領

<http://www.pref.osaka.lg.jp/kankyoeisei/anzenkakuho/syokiboyouryou.html>

平成29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

5. 中規模建築物の衛生管理における課題

研究代表者	大澤 元毅	国立保健医療科学院	主任研究官
分担研究者	柳 宇	工学院大学建築学部	教授
分担研究者	東 賢一	近畿大学医学部	准教授
分担研究者	長谷川兼一	秋田県立大学システム科学技術学部	教授
分担研究者	鍵 直樹	東京工業大学環境・社会理工学院	准教授
分担研究者	島崎 大	国立保健医療科学院	上席主任研究官
分担研究者	金 勲	国立保健医療科学院	主任研究官

研究要旨

多数の者が使用・利用する建築物の衛生環境確保と公衆衛生の維持向上を目指す「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」（以下、建築物衛生法）は、用途と規模要件（延べ面積 3000 m²以上、但し学校においては 8000 m²以上）を満たす建築物を「特定建築物」と規定して適用対象を限定している。一方、床面積が 3000 m²未満で同法が適用されない建築物（以下、中規模建築物）においても、多数の者が使用・利用する場合には、建築物環境衛生管理基準に則った維持管理が努力義務とされているものの、運用と衛生環境については資料に乏しく、その実態は明らかでない。

本課題では、文献調査及び実態調査から得られた知見及び既往資料から、中規模建築物における適切な衛生管理を担保するために対処すべき課題を明らかにすることを目的として、文献調査及び実測調査で収集した知見等をもとに検討を行った。

本年度（3年計画の初年度）は、空気・温熱環境に関して衛生管理と健康影響に関するアンケートと実測調査を先行させる一方、既往調査研究の再評価などを行ない、一律の管理が義務付けられていない中規模建築における温熱空気環境・水環境及びペストコントロールの衛生管理水準には個別性が大きいこと、調査対象に適する中規模建築物を集めるのが難しいことなど、2年目以降の研究実施に係る課題の所在を明らかにした。

研究協力者

谷川 力（公社）日本ペストコントロール協会
渡邊康子（公社）全国ビルメンテナンス協会
奥村龍一 東京都健康安全研究センター
齋藤敬子（公財）日本建築衛生管理教育センター
杉山順一（公財）日本建築衛生管理教育センター

が努力義務とされているが、その実態については資料に乏しく衛生管理に係る状況を明らかにすることが求められている。

昭和 30 年代の高度経済成長を経て公害が社会問題となる中、建築需要の増大や空調・搬送等の建築技術の発展を受けて、昭和 40 年代には建築物の高層・大型化が急速に進行するにつれて建築物における衛生環境管理に関する認識が高まり、昭和 45 年の建築物衛生法制定、昭和 48 年、平成 14 年の見直しへと繋がってきた。本課題では、次年度以降の方向性検討のための資料整備を目的とし、初年度に実施した資料調査と、試行実施中の実測調査結果をもとに検討を行った。

A. 研究目的

多数の者が使用・利用する建築物の衛生環境確保と公衆衛生の維持向上を図る建築物衛生法では、用途と規模の要件により適用対象の「特定建築物」を規定している。一方、床面積 3000 m²未満(学校を除く)で適用対象外となる建築物においても、多数の者が使用・利用する場合には、建築物環境衛生管理基準に則った維持管理

B. 研究方法

B.1 建築物衛生法における特定建築物要件

床面積条件から建築物衛生法が適用されない中規模建築物における環境衛生の実態を見直すにあたって、その要件に関する背景と経緯を、既往資料を用いて検討した。

建築物衛生法制定に関する基本資料としては、制定時の提案理由、法文及び国会審議の議事録があるが、本検討では要件に関する改正経緯に着目し、以下の資料を参照した。

- 1) 空気調和衛生工学会、昭和 40 年度厚生科学研究「ビルディングの環境衛生基準に関する調査研究」
- 2) 昭和 41 年 8 月 13 日公害審議会中間答申
- 3) 古賀章介、「ビル衛生管理法」、帝国地方行政学会、昭和 46 年 5 月
- 4) 昭和 48 年 6 月 9 日環衛第 99 号、各都道府県知事・各政令市市長あて厚生省環境衛生局長通達「建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令の一部を改正する政令の施行について」(面積要件 8000 から 5000 m²へ)
- 5) 金光克己ほか、昭和 49 年度厚生科学研究「ビル環境衛生管理の近代化に関する調査研究」
- 6) 昭和 50 年 7 月 18 日政令第 226 号「建築物における衛生的環境の確保に関する法律施行令の一部を改正する政令」(面積要件 5000 から 3000 m²へ)
- 7) 社団法人全国ビルメンテナンス協会 20 年史、昭和 61 年 7 月
- 8) 小川博ほか、平成 9 年度厚生科学研究「ビル等の衛生的環境の確保に関する研究「シックビル症候群に関する研究」」
- 9) 小川博ほか、平成 11 年度厚生科学研究「建築物の多様化に対応した新たな維持管理手法の構築」
- 10) 財団法人ビル管理教育センター 30 年史、平成 13 年 9 月
- 11) 建築物衛生管理検討会報告書、平成 14 年 7 月
- 12) 小畑美知夫ほか、平成 19 年度厚生労働科学研究「建築物の衛生的環境の維持管理に関する研究(小規模建築物における居住環境の維持管理に関する研究)」

B.2 中規模建築物における衛生管理の特性

ペストコントロールに関する運用状況については公益社団法人日本ペストコントロール協会が、加盟会社(所属会員 883 社)を対象に独自に実施したアンケート調査結果について建築環境工学の観点から見直しを行った。配布した「所在地」,「築年数」,「延べ面積」,「用途」,「ねずみ・昆虫等の発生状況」,「清掃などの管理」などの項目からなる用紙を、郵便で回収し、295 社(33.4%)から 3382 建物についての回答を得た。詳細な動向把握をめざして平成 30 年度に建築的項目を加味した再調査をおこなうことを計画している。

C. 研究結果

C.1 建築物衛生法における特定建築物要件

昭和 41 年 8 月に公害審議会が行った「健康的な居住水準の設定について」と「多数人利用建築物の衛生基準の設定について」の中間答申参照資料 2)が契機となり、後者が昭和 45 年第 63 国会における建築物衛生法制定に結実した。参照資料 10)によれば、昭和 30 年代後半に国立公衆衛生院によって実施された冷房調査、労働科学研究所による診療記録調査などで明らかとなった室内環境に関連する健康影響の懸念される状況が、当時の公害問題と相まって立法の背景を構成している。また、上記資料 1)は基準案に基礎資料を提供した調査研究である。

なお、同法は当初「建築物衛生管理法案(仮称)」として立法準備が開始されたが、昭和 43 年 5 月の第 58 国会に議員提案された「建築物における衛生的環境の確保に関する法律案」が継続審議の後に廃案となるなど、様々な紆余曲折を経ている。

一方、当時は担当部局が自ら詳細な解説を出版する事例があり、昭和 45 年に成立した同法に関しても厚生省(当時、環境衛生課 法規担当課長補佐)の古賀章介が、法制定の経過と背景から、仕組みと内容の解説・想定問答に及ぶ情報が詳細かつ明快に記した「ビル衛生管理法」上記資料 2)を執筆・出版している。

本研究の主旨に照らして同書の適用要件に関連する記述を以下に抜粋・要約する。

1) 対象建築物の要件として、「1 建築基準法にいう建築物であること」「2 多数の者が使用、利用する建築物であること」「3 相当程度の規模を有すること」「4 特殊な用途に供される建築物でないこと」「5 環境衛生上特に配慮が必要な建築物であること」を挙げている。

2) 「相当程度の規模」として、「特定用途に供される部分の延べ面積が八〇〇〇平方メートル以上であり、かつ、もっぱら特定用途以外の用途に供される部分の延べ面積が特定用途に供される部分の延べ面積の五パーセント以下であること」としている。

3) 特定建築物の規模を八〇〇〇平方メートル以上と定めた背景として、「本法が、多数の者が使用、利用する相当程度の規模を有する建築物を対象としていること、維持管理が不適切である場合の影響がきわめて大きいところをまず対象とすることが妥当であること、八〇〇〇平方メートル以上の建築物でなければ空気調和設備を設けている場合が多く、また、管理機構が複雑になっていること、などの理由により、さらに建築物衛生管理技術者の選任の義務その他各種の義務が課されるという事情も考慮して、とりあえず、八、〇〇〇平方メートルとされたものである」としながらも、「しかしながら、この規模の引き下げによる対象範囲の拡大は、近い将来において検討されるべき課題であろう」その際、用途別の規模の設定を検討すべきではないかと考える」とも述べている。

以上のように、制定時の面積要件（8000㎡以上）は技術的な背景と社会経済的配慮に基づいて設けられたが、当初から暫定的なものと見なされ、制定後2年余りの政令改正(昭和50年)^{参照資料3)}により「5000㎡以上」へ速やかに拡張されている。この改正は、既存の課題へ対応する拡大と位置付けられ特段の理由付けはなされていない。

次いでに5000㎡から3000㎡への要件見直しは昭和50年改正^{参照資料6)}によって行われるが、それに先立って基礎資料を提供した研究が参照資料5)である。この研究では、東京都内の事務所建築物の実態調査と、当時特定建築物に該当しない床面積2500～5000㎡の小規模ビルの

衛生管理状況調査を実施して資料を提供している。

記された主な成果(比較)を以下に抜粋・要約する。

- 1) 帳簿、書類の整備・保存状況が悪い。
- 2) 給水については、構造・設備・維持管理状況とも非常に悪い。
- 3) ゴミ処理状況では、ゴミの種別による区分けした集積場を持たないビルが多い。
- 4) ビル管理法の趣旨については、小規模ビルではまだ浸透していない。
- 5) 空気環境状況で不適が高いのは、相対湿度、浮遊粉じん量、CO₂である。

以上のように床面積5000㎡以上と未満の建築物の衛生管理水準間には歴然とした優劣差が示されて、面積要件見直しの根拠を提供している。

次いで参照した資料8)9)は、上述の面積要件見直しから20年余りが経過し、技術的には空調設備、衛生管理設備等の普及と高度化、社会経済的な受容性と健康・衛生への認識の高まりに鑑みて始められた検討である。平成8年の参照資料8)では、複合用途の除外、適用用途制限などの問題点を強調したうえで、3000㎡以下の建築物に衛生上の課題が多いとしている。面積要件に関連する部分を抜粋・要約すると、

- 1) 1000～3000㎡の建築物数は約7000と推定され、3000㎡以上の建築物数(約12000、何れも昭和49年7月推定)に比して相当数以上存在する
- 2) 規模・用途・管理状況等に係る調査31件及び、うち12件における詳細実測調査結果より、床面積規模が小さくなるほど維持管理方法に問題がある
- 3) (同調査により)書類検査、設備点検等に問題が大きい
- 4) (同調査により)温度、炭酸ガスを中心に不適率が高い
- 5) 適用範囲を見直す際は、維持管理の負担が大きくなりすぎないように行政が配慮すべきである等が記されている。

さらに平成 11 年の参照資料 9)では、資料 8)の認識を前提に検討を進め、現行要件を満たす建築物に現行の義務を課す「第一種特定建築物」と、3000 m²未満及び用途を拡張した建築物を「第二種特定建築物」とに位置付けるなど、「特定建築物」の枠組みを修正する提案を行っている。

平成 13 年には厚生労働省内に「建築物衛生管理検討会」が組織され、建築物衛生法施行から 30 年余りを経て、社会的ニーズや関心の高まりなどの状況変化への対応の検討が開始された。同検討会報告書は建築物を取り巻く社会状況の変化、建築物衛生の観点から対策が必要な問題を論じた後、建築物環境衛生管理基準の見直し、その他、今後検討すべき課題について言及している。

最終節「特定建築物の要件について」の「延べ面積要件について」における記述を以下に抜粋・要約する。

- 1) 昭和 45 年制定時には 8000 m²以上であった面積要件が、昭和 48 年には 5000 m²以上、昭和 50 年には 3000 m²以上に改正・拡張されてきた
- 2) 適正な衛生環境確保には床面積 3000 m²未満の中小規模建築物にも法適用が望ましいことに疑いはない
- 3) 維持管理権原者の負担や維持管理の実態等にも考慮しつつ、例えば、延べ床面積 2000 m²以上への拡張を検討する可能性が示唆される

C.2 公益社団法人日本ベストコントロール協会アンケートの再評価

1) 所在地と規模

アンケート調査では全都道府県から、床面積 3,000 m²以上 43%、2,000～3,000 m²未満 23%、2,000 m²未満 34%、を含む 3,296 現場の回答を得た。回答現場数の上位を見ると、3,000 m²以上の現場数上位は、東京、愛知、大阪の順で、これに神奈川、北海道、兵庫が続いた。一方、2,000～3,000 m²未満の上位は東京、愛知、神奈川、2,000 m²未満は東京、大阪、愛知の順であった。いずれの規模においても、PC 対象の建築物が圧倒的に大都市圏に集中している実情が確認された。また、ねずみ・昆虫の防除の必要性が、義

務としてではなく 3,000 m²未満の建築物で強く認識されていることがうかがえた。

2) 築年数

3,000 m²以上の建築は「21 年以上」が 52%、3,000 m²未満では「4-20 年」が 59%と最多数を占め、「3 年以内」はいずれの面積区分においても 4-8%と少ない。3,000 m²以上の特定建築物においても 21 年以上経過の老朽化建築物が半数以上を占める実態が明らかにされた。

3) 用途

「事務所」においては 3,000 m²以上の大規模建物が 41%と高率なのに対し、「飲食店」と「食品販売店」を加えた食品取扱い施設では、2,000 m²未満で 62%、2,000～3,000 m²未満で 40%、3,000 m²以上で 53%を占める点が特徴的である。が示された。

4) 契約について

面積の大小を問わず、建築物の害虫防除の契約には、「建物全体で年間管理」が求められている傾向がうかがわれた。

・契約受注の理由として「ねずみ昆虫が多いから」を挙げる回答が、2,000 m²未満では 48%、2,000～3,000 m²未満では 31%、3,000 m²以上では 18%を占め、面積が小さい建物ほど高かった。一方、「建築物衛生法に基づいて」の回答は、2,000 m²未満で 16%、2,000～3,000 m²未満で 31%、3,000 m²以上で 56%を占め、面積が小さいほど低い。さらに「予防のため」は、面積区分間に有意な差はなかった。建築物の面積が小さいほど「ねずみ昆虫が多い」との理由から防除が発注されている実態が示された。

5) ネズミ・昆虫等の直近の生息状況

・床面積との関係

ゴキブリでは、「許容」「警戒」「措置水準」とも建築物の各面積区分間に有意差はなく、いずれの区分においても「許容水準」は平均 80%の高い回答割合を得た(参考文献 1)。一方「措置水準」は、2,000 m²未満 5%、2,000～3,000 m²未満 4%、3,000 m²以上 6%と顕著な差はない。

ネズミの場合も「許容」「警戒」「措置水準」とも面積区分間に有意差はなく、いずれの区分でも「許容水準」が平均 80%の高い割合を占める。一方、「措置水準」は、2,000 m²未満で 9%、

2,000～3,000㎡未満で6%、3,000㎡以上で5%と、面積が小さい建物ほど高い傾向があった。

蚊の「措置水準」は2～3%で、面積間の差は見られず、ハエ・コバエの「措置水準」は5%程度であった。ダニ、トコジラミの総回答数は23件、11件と少なく、「措置水準」はダニ1件、トコジラミ2件と稀である。

6) 清掃などの管理状況

面積規模別に管理状況を見ると「良い」は、3,000㎡未満の30%に対し、3,000㎡以上では43%と高率であった。一方、「悪い」は、3,000㎡未満の18%は、3,000㎡以上の12%より高く評価が低い。

用途別では、「良い」は病院、事務所、興行場で42%～47%を示し、「悪い」は飲食店、食品販売所、物販店、サウナで20%～24%であった。

管理状況を築年数別に比較したところ、「良い」は築年数が多いほど(52%から32%)減少し、「悪い」は築年数が多いほど(6%から17%)へと増加した。3,000㎡以上の建築物で管理状況が「良い」で回答が高いのは、建築物衛生法の適用と、その運用下での改善の指導が反映されているものと推察される。

さらに、食品取扱施設、長時間業務施設や建物の老朽化にともなって管理状況が「悪い」に偏る傾向が示された。

D. 考察

D.1 建築物衛生法における特定建築物要件

以上のように、特定建築物の適用範囲を規定する面積要件は、時代・社会の要請と技術の環境変化に応じて随時柔軟に拡張の見直しが重ねられてきた。特に近年は、社会の高齢化や健康志向につれて、衛生環境と健康・快適性に対する要求の高まりが顕著である。一方、温暖化対策に係る二酸化炭素排出抑制のためのエネルギー制約が、衛生管理の遂行に影響を及ぼすことも否めず、特に経営や運用が零細な場合、衛生管理側の負担増につながりやすい。

これに関しては近年、空調設備技術、給排水技術、計測・情報技術等の発展がその負担軽減に寄与しており、今後もその活用が期待される。

D.2 中規模建築物における衛生管理の特性

抽出された知見を踏まえて、省エネ、防災、

緑化、都市環境などの影響に対処するための建築工学的な示唆を得られる改善アンケート案を作成し、実態把握と将来像構築への資料を得ることが求められる。

E. 結論

本課題は特定建築物に係る要件見直しの潮時を判断する根拠資料を提供する活動の一環である。過去の経緯に鑑みると、全体動向の把握を目的とするアンケート或いはヒアリングによる調査とそれを裏付ける実態調査の組み合わせが一般的であった。

本研究ではフェーズ1のアンケートが前者、フェーズ3の詳細調査が後者にあたり、簡易な実態把握を行うフェーズ2でそれらに関連づけフェーズ3のフィールド確保に繋げることを構想している。しかし、初年度のフェーズ1でフェーズ2に供する調査先が募集できなかったことから、3段階構想の見直しを検討中である。

一方、ペストコントロールについては新たな課題の出現が顕著であり、その発掘と対応策模索のために効果的なアンケート調査を実施する必要がある。

F. 参考文献

- 1) 害虫防除業中央協議会(2008)IPMに基づくねずみ・害虫管理の進め方(カタログ)
- 2) 害虫防除業中央協議会(2015)建築物におけるねずみ・昆虫の生息状況に関するアンケート調査報告書.

研究成果の刊行に関する一覧表（初年度）

なし