

5. 建物利用者の執務環境と建物規模

－全国規模の冬期及び夏期における断面調査データを用いた分析－

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 小林 健一 国立保健医療科学院 上席主任研究官

研究要旨

中小建築物のうち主に事務所建築物における室内環境の特徴を明らかにすることを目的として、執務環境の各種物理環境を調査した。ここでは、建築物の管理者や従業員に対するアンケート調査の結果の妥当性を検証しながら、特定建築物との比較を通じて、中小建築物に特有の環境的課題を把握する。その結果、以下のことがわかった。

- 1) 中小建築物と特定建築物と差が見られた項目として、「空調方式」「給水方式」が挙げられる。「空調方式」には、個別方式、「給水方式」には直結方式を採用する割合が高い。
- 2) 冬期の室内環境に対して、特定建築物と中小建築物とに差が見られる項目は、「寒すぎる」「静電気を感じる」「エアコンの気流」「エアコンの悪臭」「カビの臭い」であった。いずれの項目も「特定建築物」の方が知覚する頻度が低い。
- 3) 夏期の室内環境に対して、「2,000m²未満」では、「じめじめする」「エアコンの悪臭」「かびの臭い」，「中規模建築物」では「じめじめする」に対する申告の頻度が、特定建築物よりも高い。これらは、ダンプネスと関連する項目であり、湿度調整が十分に行われていない実態が推察される。
- 4) ノンパラメトリック検定を用いた統計分析結果より、冬期・夏期ともに建物規模と室内環境の物理量とは関連性があることが示されるとともに、執務者の室内環境に対する申告と整合していることが確認された。しかしながら、冬期の相対湿度を除いて、建築物環境衛生管理基準に該当する項目の全てが基準を満たす範囲に収まっているため、中小建築物の衛生環境が著しく阻害されているとはいえない。

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

本章では、建築物の管理者や従業員に対するアンケート調査とともに、各種物理環境の実測調査により得られたデータをもとにして、中小建築物に特有の環境的課題を把握する。なお、調査では、現行の建築物衛生法が適用される特定建築物（事務所等の特定用途で延床面積 3,000 m²以上の建築物を優先して抽出）についても調査の対象とし、これらの建築物の執務環境との比較をする。

A. 研究目的

主として事務所建築を対象にして、中小規模の建築物（以下、中小建築物）における室内環境の特徴を明らかにすることを目的として、衛生環境にかかわる執務環境の実態調査を実施した。調査の詳細については3章を参照されたい。

B. 研究方法

B.1 調査の概要

本章で扱う調査データは3章「建物利用者の

職場環境と健康に関する実態調査」により得られたデータの一部である。全体の調査フレームのうち、フェーズ2（測定機器を郵送、測定後、建物利用者が返送）、フェーズ3（調査員が訪問して調査）と位置づけている実測調査である。ここでは、平成29年度の夏期・冬期、平成30年度の夏期・冬期、令和元年度の冬期に実施された調査データを一括して扱う。

B.2 調査対象の概要

冬期、夏期ともに、執務空間の温湿度、CO₂濃度、化学物質濃度、浮遊真菌濃度、浮遊細菌濃度を測定した。その他、浮遊粉塵やエンドトキシン濃度も計測しているが、ここでは扱っていない。測定概要については、1章を参照されたい。また、フェーズ2では55件、フェーズ3では22件の事務所建築を分析対象とするが、同じ建物であっても執務空間が異なれば、別の建物として扱った。また、執務者への室内環境に対するアンケート調査の結果と暴露環境を比較するに当たっては、同じ執務空間にて過ごしている場合でも、それぞれの執務者が暴露されている環境として独立して分析に用いた。

C. 研究結果および考察

C.1 冬期の執務環境のアンケート調査結果

表5-1に冬期の調査における建物種別の建物特性に関する集計結果を示す。建物種別として、中小建築物を「2,000m²未満」「中規模建築物」に分類し、その他を「特定建築物」とした。「空調方式」「給水方式」において、「2,000m²未満」「中規模建築物」の特徴が見られる。「空調方式」については、「中規模建築物」が個別方式を採用する割合が有意に高い。また、「給水方式」についても直結方式を採用する割合が高い。

表5-2に、冬期の調査における建物種別と室内環境に関する集計結果のうち、中小建築物と「特定建築物」との差が見られた項目を主に示す。「性別」では、6割が男性、4割が女性、「年代」では、40代の割合が最も高く、次いで30代、50代が続いている。これらについては、建物規模による差は見られない。

「特定建築物」と中小建築物とに差が見られる項目は、「寒すぎる」「静電気を感じる」「エアコンの気流」「エアコンの悪臭」「カビの臭い」

であった。いずれの項目も「特定建築物」の方が知覚する頻度が低い。また、中規模建築物において、室内環境に対する知覚の頻度が高い項目は、「静電気を感じる」「カビの臭い」が挙げられ、いずれも湿度に関わる物理環境といえる。特に、「静電気を感じる」に対しては、一度もないとの回答は60%に留まっている。「エアコンの悪臭」「カビの臭い」については、知覚する頻度は全体的に低く、いずれの建物においても10%未満である。

C.2 夏期の執務環境のアンケート調査結果

表5-3に夏期の調査における建物種別の建物特性に関する集計結果を示す。冬期の結果と同様に、「空調方式」では「中規模建築物」が個別方式を、「給水方式」では直結方式を採用する割合が有意に高いことが確認できる。

表5-4に、夏期の調査における建物種別と室内環境に関する集計結果を示す。冬期の調査結果と同様、「性別」「年代」とともに建物規模による差は見られない。

「2,000m²未満」では、「特定建築物」に比べて、執務者による「じめじめする」「騒音」「エアコンの悪臭」「カビの臭い」「たばこの臭い」に対する申告の傾向が異なっている。「中規模建築物」では、「じめじめする」「たばこの臭い」に対する申告の頻度が「特定建築物」よりも高い。また、「2,000m²未満」では、「じめじめする」「エアコンの悪臭」「かびの臭い」などダンプネスと関連する項目において、「特定建築物」よりも申告する割合が高くなっている。中小規模建物においては、湿度調整が十分に行われていない実態が推察される。

C.3 建物規模と室内環境についての統計分析

図5-1と図5-2に、建物規模と、温度、相対湿度、CO₂濃度、TVOC濃度、浮遊真菌濃度、浮遊細菌濃度との関係を示す。各建物の執務空間の代表値として、温湿度とCO₂濃度については、測定期間中の執務時間中に平均値を用いた。TVOC濃度、浮遊真菌濃度、浮遊細菌濃度については、調査員が訪問した際に採取したサンプルより分析している。それらの代表値を建物規模別に分類し、中央値、第一・第三四分位、最大・最小値を示している。これらの関連性の有意性を検定するため、ノンパラメトリック検定

の一つである Kruskal-Wallis 検定を行って建物規模と各種物理量との関連性の有意性を評価した。また、ランク間の有意性を多重比較により検定した。解析には、IBM SPSS Statistics v23 を用いた。

表 5-2 と表 5-4 では、執務者の室内環境に対する申告の集計結果を示したが、建物規模による差が確認された項目がある。それらと、物理環境との関係を示した図 5-1 と図 5-2 を照らし合わせれば、建物規模による室内環境の特徴が明確に把握することができる。図 5-1 は冬期、図 5-2 は夏期の調査結果に基づく統計分析結果を示している。

図 5-1 を見ると、Kruskal-Wallis 検定の結果、いずれの項目においても有意性が確認されたため、建物規模と室内環境の物理量とには関連性があるといえる。図 5-1(a)~(c)に示す各建物の中央値に着目して、建築物環境衛生管理基準と照らし合わせると、相対湿度(図 5-1(b))が基準を下回っており、既に指摘されている通り乾燥傾向にあることがわかる。温度(図 5-1(a))では、「特定建築物」よりも中小建築物の方が平均温度は低く、執務者の「寒すぎる」との申告の傾向と整合している。相対湿度(図 5-1(b))は、中小建築物の方が低く、「静電気を感じる」と整合すると考えられる。その他、二酸化炭素濃度(図 5-1(c))、TVOC 濃度(図 5-1(d))とも「2,000m²未満」の小規模建物で濃度が高くなっており、執務者の申告のうち、「エアコンの悪臭」や「カビの臭い」を知覚する割合が小規模建物の方が高いことと整合している。浮遊真菌濃度は全体的に低く、中央値で 50cfu/m³程度であるため、外気の状態と大きな差異はないと考えられ、室内で真菌が繁殖している可能性は低いと推察される。また、浮遊細菌濃度は「2,000m²未満」の小規模建物で有意に高いため、室内衛生環境の管理の有無が影響している可能性が指摘できる。

次に、図 5-2 を見ると、図 5-1 と同様に Kruskal-Wallis 検定の結果、建物規模と室内環境の物理量とには関連性があるといえる。建築物環境衛生管理基準に該当する項目(図 5-2(a)~(c))について、各建物の中央値はいずれも基準を満たしている。相対湿度(図 5-2(b))は、「特定建築物」よりも中小建築物の方が有意に高く、

表 5-4 にて示した執務者の「じめじめする」と整合すると考えられる。二酸化炭素濃度(図 5-1(c))、浮遊真菌濃度(図 5-2(e))では、「特定建築物」よりも中小建築物の方が有意に高くなっており、執務者の「エアコンの悪臭」「かび臭い」という申告の割合の高さと整合している。しかしながら、いずれも濃度が低く、二酸化炭素濃度については、中央値が 1,000ppm 以下、浮遊真菌濃度については 50cfu/m³程度である。したがって、換気が不十分で衛生環境が著しく阻害されているとは必ずしもいえないことに留意すべきである。

D. まとめ

中小建築物のうち主に事務所建築物における室内環境の特徴を明らかにすることを目的として、執務環境の各種物理環境を調査した。ここでは、建築物の管理者や従業員に対するアンケート調査の結果の妥当性を検証しながら、特定建築物との比較を通じて、中小建築物に特有の環境的課題を把握する。その結果、以下のことがわかった。

①中小建築物と特定建築物と差が見られた項目として、「空調方式」「給水方式」が挙げられる。

「空調方式」には、個別方式、「給水方式」には直結方式を採用する割合が高い。

②冬期の室内環境に対して、特定建築物と中小建築物とに差が見られる項目は、「寒すぎる」「静電気を感じる」「エアコンの気流」「エアコンの悪臭」「カビの臭い」であった。いずれの項目も「特定建築物」の方が知覚する頻度が低い。

③夏期の室内環境に対して、「2,000m²未満」では、「じめじめする」「エアコンの悪臭」「かびの臭い」、「中規模建築物」では「じめじめする」に対する申告の頻度が、特定建築物よりも高い。これらは、ダンプネスと関連する項目であり、湿度調整が十分に行われていない実態が推察される。

④ノンパラメトリック検定を用いた統計分析結果より、冬期・夏期ともに建物規模と室内環境の物理量とには関連性があることが示されるとともに、執務者の室内環境に対する申告と整合していることが確認された。しかしながら、冬期の相対湿度を除いて、建築物環境衛生管理基

準に該当する項目の全てが基準を満たす範囲に収まっているため、中小建築物の衛生環境が著しく阻害されているとはいえない。

E. 知的財産権の出願・登録状況（予定含む）

予定なし

表 5-1 冬期の調査における建物種別の建物特性に関する集計結果

項目	2000m ² 未満 n/(N=53)	中規模建築物 n/(N=18)	特定建築物 n/(N=17)
空調方式			
中央方式	1 (1.9)]*	2 (11.1)]*	8 (47.1)
個別方式	44 (83.0)	12 (66.7)	7 (41.2)
中央・個別併用	7 (13.2)]	4 (22.2)]	2 (11.8)
給湯方式			
中央方式	4 (7.5)	4 (22.2)	0 (0.0)
局所方式	42 (79.2)	13 (72.2)	14 (82.4)
設置されていない	5 (9.4)	1 (5.6)	3 (17.6)
給水方式			
貯水槽方式	19 (35.8)]*	10 (55.6)]*	14 (82.4)
直結方式	32 (60.4)	8 (44.4)	2 (11.8)
その他	1 (1.9)	0 (0.0)	1 (5.9)

* 「2000m²未満」と「特定建築物」、「中規模建築物」と「特定建築物」とのカイ2乗検定による有意性あり

表 5-2 冬期の調査における建物種別と室内環境に関する集計結果

職場環境	2000m ² 未満 n/(N=393)	中規模建築物 n/(N=212)	特定建築物 n/(N=143)
性別			
男性	225 (57.3)	138 (65.1)	89 (62.2)
女性	164 (41.7)	73 (34.4)	53 (37.1)
年代			
20代	50 (12.7)	24 (11.3)	12 (8.4)
30代	81 (20.6)	45 (21.2)	42 (29.4)
40代	115 (29.3)	68 (32.1)	41 (28.7)
50代	83 (21.1)	52 (24.5)	29 (20.3)
60代	58 (14.8)	22 (10.4)	17 (11.9)
寒すぎる			
一度もない	230 (58.5)]*	129 (60.8)]*	108 (75.5)
月1-3日ある	90 (22.9)	39 (18.4)	22 (15.4)
毎週1-3日ある	43 (10.9)	29 (13.7)	7 (4.9)
毎日	30 (7.6)]	15 (7.1)]	6 (4.2)
じめじめする			
一度もない	366 (93.1)	207 (97.6)	139 (97.2)
月1-3日ある	21 (5.3)	3 (1.4)	3 (2.1)
毎週1-3日ある	4 (1.0)	0 (0.0)	1 (0.7)
毎日	2 (0.5)	2 (0.9)	0 (0.0)
静電気を感じる			
一度もない	282 (71.8)]*	124 (58.5)]*	110 (76.9)
月1-3日ある	56 (14.2)	41 (19.3)	20 (14.0)
毎週1-3日ある	31 (7.9)	21 (9.9)	9 (6.3)
毎日	24 (6.1)]	26 (12.3)]	4 (2.8)
騒音			
一度もない	311 (79.1)	178 (84.0)	129 (90.2)
月1-3日ある	46 (11.7)	20 (9.4)	8 (5.6)
毎週1-3日ある	20 (5.1)	5 (2.4)	2 (1.4)
毎日	16 (4.1)	9 (4.2)	4 (2.8)
エアコンの気流			
一度もない	295 (75.1)]*	179 (84.4)]*	121 (84.6)
月1-3日ある	50 (12.7)	18 (8.5)	13 (9.1)
毎週1-3日ある	15 (3.8)	6 (2.8)	8 (5.6)
毎日	33 (8.4)]	9 (4.2)]	1 (0.7)
エアコンの悪臭			
一度もない	361 (91.9)]*	199 (93.9)	138 (96.5)
月1-3日ある	21 (5.3)	9 (4.2)	0 (0.0)
毎週1-3日ある	6 (1.5)	0 (0.0)	3 (2.1)
毎日	5 (1.3)]	4 (1.9)	2 (1.4)
カビの臭い			
一度もない	369 (93.9)]*	191 (90.1)]*	141 (98.6)
月1-3日ある	17 (4.3)	13 (6.1)	1 (0.7)
毎週1-3日ある	4 (1.0)	1 (0.5)	1 (0.7)
毎日	3 (0.8)]	7 (3.3)]	0 (0.0)
たばこの臭い			
一度もない	316 (80.4)	186 (87.7)	121 (84.6)
月1-3日ある	34 (8.7)	14 (6.6)	8 (5.6)
毎週1-3日ある	19 (4.8)	6 (2.8)	5 (3.5)
毎日	24 (6.1)	6 (2.8)	9 (6.3)

* 「2000m²未満」と「特定建築物」、「中規模建築物」と「特定建築物」とのカイ2乗検定による有意性あり

表 5-3 夏期の調査における建物種別と室内環境に関する集計結果

項目	2000m ² 未満 n/(N=53)	中規模建築物 n/(N=18)	特定建築物 n/(N=16)
空調方式			
中央方式	1 (1.9)]*	3 (16.7)]*	7 (43.8)
個別方式	45 (84.9)	12 (66.7)	7 (43.8)
中央・個別併用	7 (13.2)	3 (16.7)	2 (12.5)
給湯方式			
中央方式	5 (9.4)	2 (11.1)	0 (0.0)
局所方式	42 (79.2)	14 (77.8)	14 (87.5)
設置されていない	5 (9.4)	1 (5.6)	2 (12.5)
給水方式			
貯水槽方式	17 (32.1)]*	10 (55.6)]*	14 (87.5)
直結方式	33 (62.3)	8 (44.4)	2 (12.5)
その他	1 (1.9)	0 (0.0)	0 (0.0)

* 「2000m²未満」と「特定建築物」、「中規模建築物」と「特定建築物」とのカイ2乗検定による有意性あり

表 5-4 夏期の調査における建物種別と室内環境に関する集計結果

職場環境	2000m ² 未満 n/(N=383)	中規模建築物 n/(N=225)	特定建築物 n/(N=149)
性別			
男性	231 (60.3)	135 (60.0)	83 (55.7)
女性	152 (39.7)	90 (40.0)	66 (44.3)
年代			
20代	44 (11.5)	16 (7.1)	10 (6.7)
30代	90 (23.5)	49 (21.8)	38 (25.5)
40代	116 (30.3)	80 (35.6)	45 (30.2)
50代	79 (20.6)	55 (24.4)	34 (22.8)
60代	54 (14.1)	25 (11.1)	22 (14.8)
寒すぎる			
一度もない	274 (71.5)	156 (69.3)	102 (68.5)
月1-3日ある	62 (16.2)	40 (17.8)	29 (19.5)
毎週1-3日ある	27 (7.0)	18 (8.0)	14 (9.4)
毎日	20 (5.2)	11 (4.9)	4 (2.7)
じめじめする			
一度もない	280 (73.1)]*	155 (68.9)]*	123 (82.6)
月1-3日ある	67 (17.5)	40 (17.8)	12 (8.1)
毎週1-3日ある	24 (6.3)	18 (8.0)	11 (7.4)
毎日	12 (3.1)	12 (5.3)	3 (2.0)
静電気を感じる			
一度もない	360 (94.0)	215 (95.6)	142 (95.3)
月1-3日ある	19 (5.0)	7 (3.1)	6 (4.0)
毎週1-3日ある	2 (0.5)	3 (1.3)	1 (0.7)
毎日	2 (0.5)	0 (0.0)	0 (0.0)
騒音			
一度もない	313 (81.7)]*	195 (86.7)	137 (91.9)
月1-3日ある	35 (9.1)	16 (7.1)	6 (4.0)
毎週1-3日ある	11 (2.9)	7 (3.1)	0 (0.0)
毎日	24 (6.3)	7 (3.1)	6 (4.0)
エアコンの気流			
一度もない	278 (72.6)	176 (78.2)	121 (81.2)
月1-3日ある	44 (11.5)	13 (5.8)	12 (8.1)
毎週1-3日ある	15 (3.9)	10 (4.4)	8 (5.4)
毎日	46 (12.0)	26 (11.6)	8 (5.4)
エアコンの悪臭			
一度もない	322 (84.1)]*	197 (87.6)	138 (92.6)
月1-3日ある	34 (8.9)	19 (8.4)	4 (2.7)
毎週1-3日ある	12 (3.1)	6 (2.7)	2 (1.3)
毎日	15 (3.9)	2 (0.9)	5 (3.4)
カビの臭い			
一度もない	335 (87.5)]*	201 (89.3)	142 (95.3)
月1-3日ある	31 (8.1)	16 (7.1)	3 (2.0)
毎週1-3日ある	7 (1.8)	5 (2.2)	1 (0.7)
毎日	10 (2.6)	3 (1.3)	3 (2.0)
たばこの臭い			
一度もない	324 (84.6)	205 (91.1)]*	123 (82.6)
月1-3日ある	27 (7.0)	10 (4.4)	12 (8.1)
毎週1-3日ある	15 (3.9)	7 (3.1)	4 (2.7)
毎日	17 (4.4)	3 (1.3)	10 (6.7)

* 「2000m²未満」と「特定建築物」、「中規模建築物」と「特定建築物」とのカイ2乗検定による有意性あり

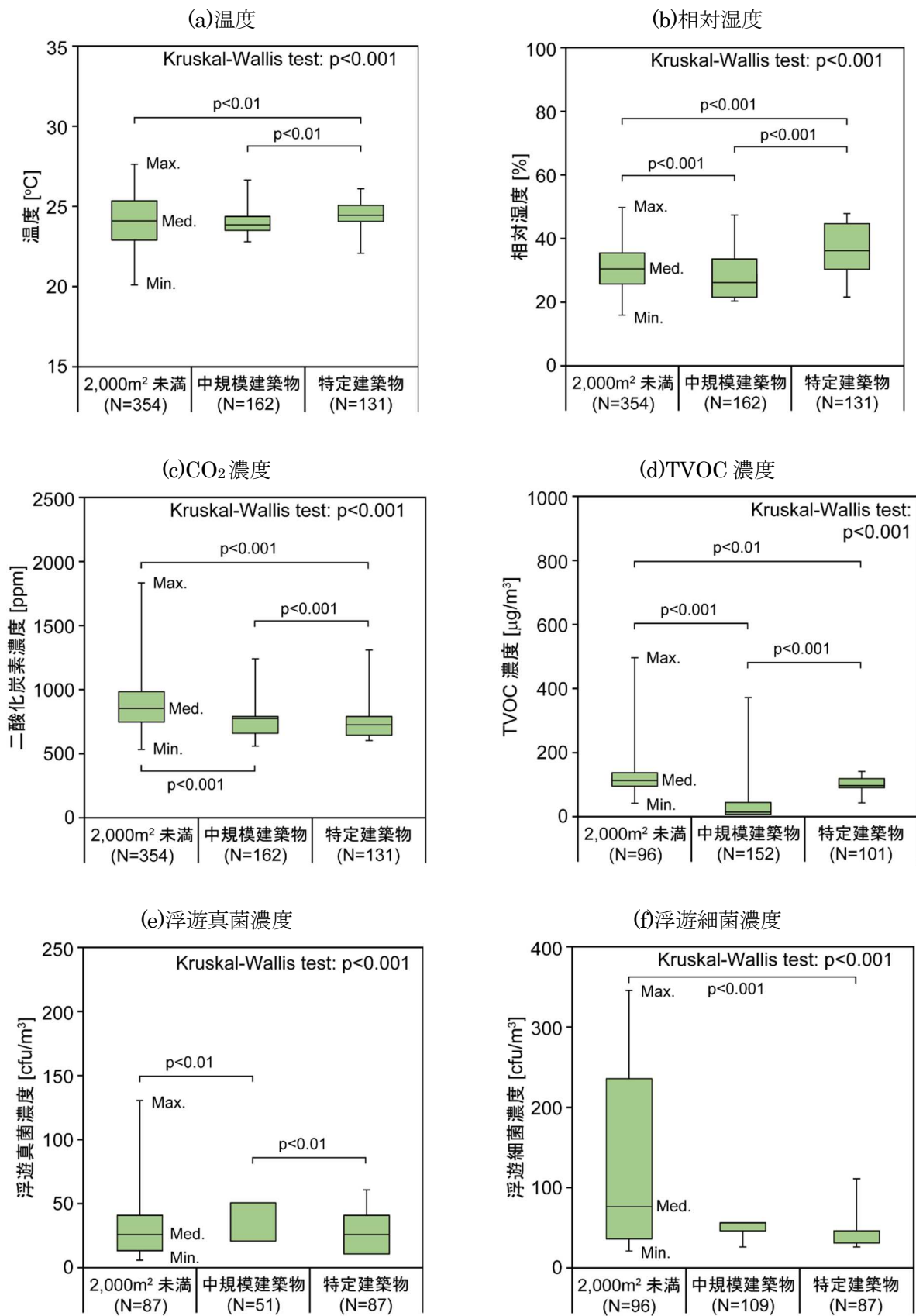


図 5-1 建物規模と実測調査結果との比較(冬期調査)

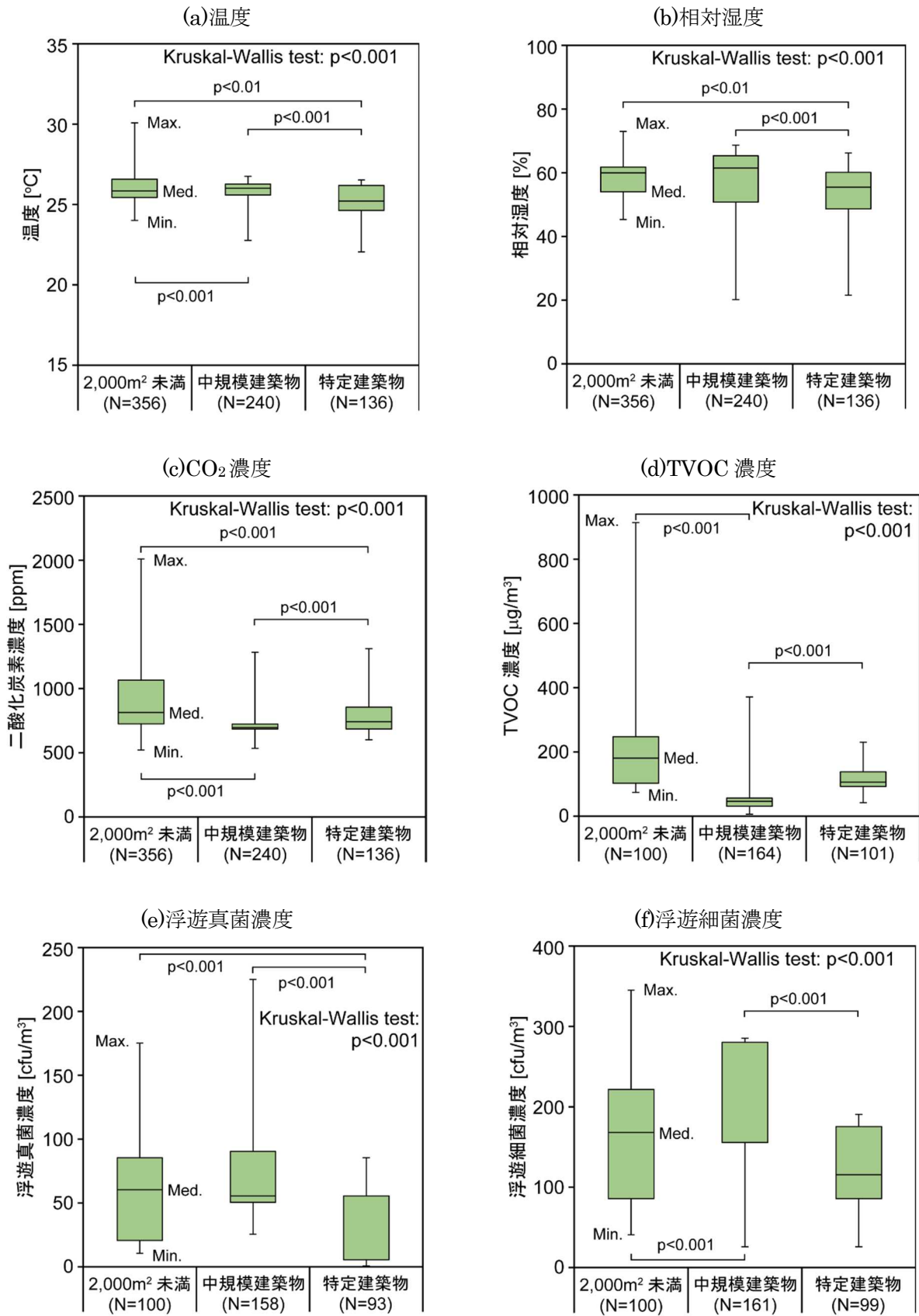


図 5-2 建物規模と実測調査結果との比較(夏期調査)

