

被験者実験による夏期の設定湿度の違いが快適性に及ぼす影響の評価

建築都市デザイン学科 2280080066-1 福嶋 康旗
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

近年、オフィスビルでの省エネルギーの対策としてクールビズの推奨温度 28℃が設けられている。しかし、これだけでは快適性が考慮されておらず、多くの場合不快な空間となるため、省エネルギーをしつつ快適性を維持できる空間を形成する必要がある。そのため快適性を考慮した設定湿度の緩和として心理量を加味することが重要と考えられ、心理量を考察に含めた研究を行ってきた。

既往研究では外気温度の日変動による心理量変化の効果を確認した^{文1)}。そこで、さらなる心理に与える影響の要因として湿度に着目する。設定湿度の緩和と同時に設定湿度も制御し、定常状態における発汗を抑制することで快適性を向上させることができると考えられる。既往研究ではまたデュアルコイル型空調機を用いることで再熱コイルよりも低い消費エネルギーで湿度調整が可能なことを示した^{文2)}。しかし、湿度の違いによる快適性の変化については不明確である。

そこで本研究では実オフィスでの夏期における室温を 28℃としたときに設定湿度を 60%RH・50%RH・40%RH の 3 ケースとなる定常な環境を形成し、被験者実験によるアンケート調査及び環境測定を行う。湿度における形成した環境の変化によって快適性に及ぼす影響について温冷感や快適感、乾湿感、発汗の有無などから検証する。

2. 概要

2.1 実験概要

実測対象オフィスはデュアルコイル型空調機を導入している大阪市内の F ビル 5 階の一室、実測期間は 7 月 20 日から 9 月 20 日の約 2 ヶ月間であり、被験者実験はこのうち 14 日間で行っている。考察には定常状態とするため各設定湿度にて安定している時間のデータを用いる。

2.2 被験者実験概要

各日の被験者は健康な男子大学生 8 名とし、着衣量は 0.5clo (肌着、半袖シャツ、長ズボン) とする。被験者には定常状態となるよう初めに 30 分の準備時間をとった。実験時には 1.2met の作業量として PC 作業を課している。アンケートは快適感申告・温冷感申告・乾湿感申告^{注1)}を中心に発汗についても 10 分おきに申告させた。(図 1)

室内温熱形成にはばらつきがあるため被験者はインテリア側とペリメータ側に分け、60 分×2 セットを各セットで場所を入れ替えて行っている。(図 2)

2.3 環境測定概要

インテリア側とペリメータ側それぞれの被験者の付近では PMV 計による環境測定も行っている。PMV 計では温度 Ta、湿度 φ_R、気流 v、平均放射温度 Tr を 1 分間隔で測定し、clo 値と作業量とを含めた温熱 6 要素から予想温冷感申告 PMV、予測不快者率 PPD、さらに濡れ率^{注2)}についても算出する。(図 3)

	-3	-2	-1	0	1	2	3
温冷感申告 (寒い)	寒い	涼しい	やや涼しい	どちらでもない	やや暖かい	暖かい	暑い (暑い)
快適感申告 (不快)	非常に不快	不快	やや不快	どちらでもない	やや快適	快適	非常に快適 (快適)
乾湿感申告 (乾燥)	非常に乾いている	乾いている	やや乾いている	どちらでもない	やや湿っている	湿っている	非常に湿っている (湿潤)

図 1 主なアンケート内容

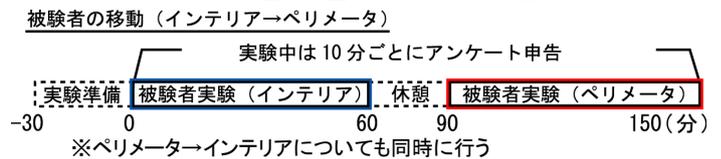


図 2 被験者実験の流れ

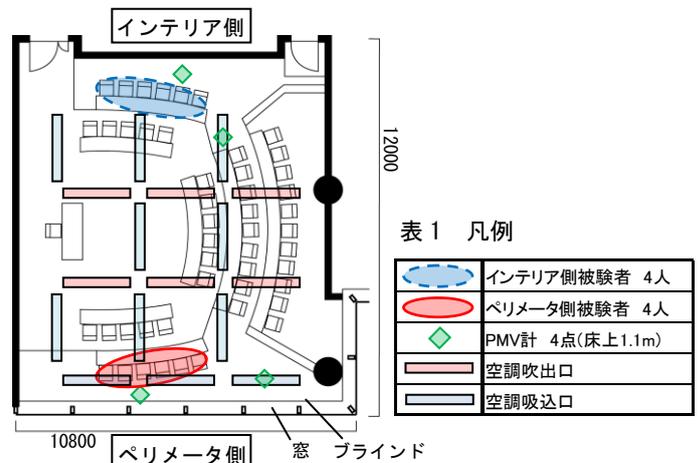


表 1 凡例

	インテリア側被験者 4人
	ペリメータ側被験者 4人
	PMV計 4点(床上1.1m)
	空調吹出口
	空調吸込口

図 3 被験者位置と測定箇所

3. 結果・考察

3.1 環境測定結果

表 1 に PMV 計による環境測定で 28℃60%RH・50%RH・40%RH となった時間のデータを示す。下記 3 ケースではそれぞれの環境となった時間のうち PMV が約 1 で同程度となったデータを用いている。PMV が一定となっている理由は平均放射温度 Tr が各ケースで変化しているためと考えられる。

このときの PPD は 30%程度で差はほとんど見られず、濡れ率に関しても 20%で概ね一致している。

表 1 各ケースにおける環境測定結果

case 1 28°C60%RH										
日時	時間帯	形成環境	PMV	PPD [%]	Ta [°C]	φ _a [%]	v[m/s]	T _r [°C]	SET*	濡れ率
7/21	13:00~13:40	28°C60%RH インテリア	1.03 (0.06)	27.3 (2.5)	28.2 (0.2)	58.8 (0.7)	0.01 (0.01)	27.0 (0.2)	27.57	20.81
7/22	14:30~15:30		0.99 (0.15)	26.2 (6.1)	28.1 (0.5)	58.1 (2.0)	0.00 (0.01)	26.9 (0.4)	27.35	20.26
7/25	13:00~14:00		1.08 (0.11)	29.7 (5.0)	28.3 (0.3)	59.6 (1.8)	0.01 (0.02)	27.2 (0.4)	27.69	21.55
()内は標準偏差										
case 2 28°C50%RH										
日時	時間帯	形成環境	PMV	PPD [%]	Ta [°C]	φ _a [%]	v[m/s]	T _r [°C]	SET*	濡れ率
7/21	13:00~13:40	28°C50%RH ペリメータ	1.03 (0.04)	27.5 (1.9)	28.0 (0.1)	54.0 (1.1)	0.04 (0.02)	27.6 (0.1)	27.45	20.11
7/22	14:30~15:30		1.04 (0.15)	28.2 (6.5)	28.1 (0.4)	52.7 (2.8)	0.02 (0.01)	27.6 (0.4)	27.46	20.01
7/25	13:00~14:00		1.14 (0.16)	32.6 (7.8)	28.3 (0.5)	52.7 (2.7)	0.03 (0.03)	28.1 (0.4)	27.73	21.12
()内は標準偏差										
case 3 28°C40%RH										
日時	時間帯	形成環境	PMV	PPD [%]	Ta [°C]	φ _a [%]	v[m/s]	T _r [°C]	SET*	濡れ率
9/12	12:50~	28°C40%RH ペリメータ	1.09 (0.17)	30.6 (7.7)	28.6 (0.6)	38.9 (0.8)	0.11 (0.03)	28.7 (0.6)	27.49	19.42
9/14	13:50		1.09 (0.05)	30.0 (2.4)	28.4 (0.1)	38.8 (0.3)	0.08 (0.04)	28.7 (0.2)	27.37	19.1
()内は標準偏差										

3.2 アンケート結果

図 4、図 5 にアンケートによる各ケースの温冷感申告の平均、湿潤不満足者率^{注 3)}を示す。アンケートは表 1 に示した時間のデータを用いている。28°C環境下の PMV が同程度の時間である 3 ケースであるにもかかわらず、アンケートによる温冷感申告は低湿度に向かうにつれて低下している。また、湿潤不満足者率も 10%程度の不満足者はいるものの減少の傾向が見られる。

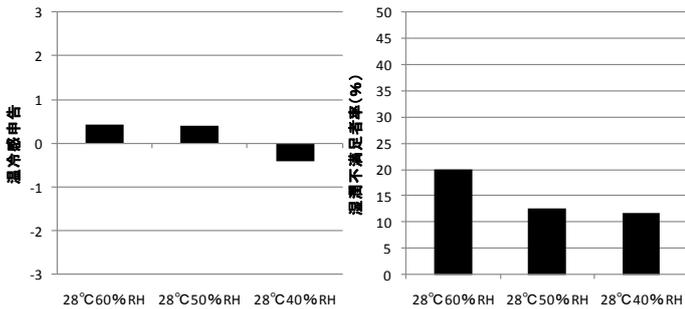


図 4 温冷感申告平均

図 5 湿潤不満足者率

3.3 PPD とアンケート不快率

図 6 に環境測定での PPD とアンケートでの快適感申告による不快者率^{注 4)}との比較を示す。アンケートによる不快者率は低湿度に向かうにつれて低くなり、PPD との差は徐々に大きくなっている。特に 28°C40%RH でのアンケート不快者率は約 12%と許容な範囲に抑えられている。

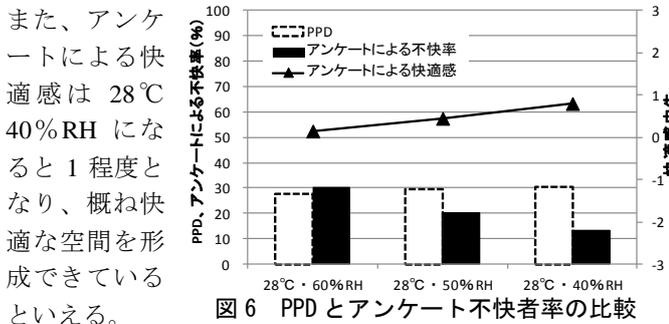


図 6 PPD とアンケート不快者率の比較

3.4 発汗申告の割合による考察

PPD とアンケート不快者率のずれの要因として発汗による影響が考えられる。図 7 に各ケースにおける発汗申告の割合を示す。「発汗なし」と申告した割合は低湿度になるにつれて増加し、特に 28°C40%RH では約 9 割を占めている。湿潤不満足者率 (図 5) から 28°C環境は多少、発汗を起こす環境である可能性がある。PMV 及び PPD は熱的中立な環境での指標である^{注 5)}。発汗を起こす環境で用いるべきではなく、発汗による心理量については加味されていない。28°C60%RH・50%RH 環境は皮膚に汗が残ってしまうが、28°C40%RH では汗の蒸発による不快者率低下につながる可能性があると考えられる。

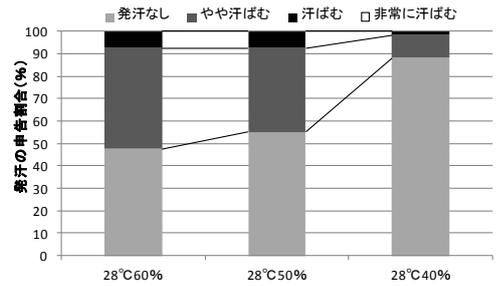


図 7 各ケースにおける発汗申告の割合

4. まとめ

被験者実験によるアンケート及び環境測定から設定湿度の違いが与える快適性への影響を検証した。

- 1) 28°C環境下で設定湿度を変えた場合、環境測定による PPD とアンケートによる不快者率に差が見られた。
- 2) 同程度の PMV であっても各アンケート結果は低湿度に向かうにつれて向上している。特に 28°C40%RH では概ね快適な空間といえる。
- 3) 1)の要因として発汗による不快感が PMV 及び PPD には加味されていないことによる可能性がある。
- 4) 28°C環境下では湿度を制御することで PMV による指標以上の快適性効果を期待できる可能性がある。

今後の課題として、発汗には衣服内気候が大きくかわっていると考えられる。発汗を抑制するために衣服内気候を考察する必要がある。

注釈

注 1) 快適感申告, 温冷感申告, 乾湿感申告: ASHRAE の 7 段階指標を基に作成。注 2) 濡れ率: SET*を求める際に用いる。温熱 6 要素から算出。注 3) 湿潤不満足者率: 乾湿感申告 > 0 か 乾湿感快適度 < 0 の申告数をアンケート数で除したもの。注 4) 不快者率: 快適感申告 < 0 の申告数をアンケート数で除したもの。注 5) PMV=±1 の範囲以内で使用するのが望ましい。(新版 快適な温熱環境のメカニズム, 社団法人空気調和・衛生工学会)

参考文献

文 1) 伊藤絢一、近本智行、小林知広、大西堯、石黒亮、荒井義人: 湿度と輻射の最適制御空調を目指したオフィスビルにおける省エネルギー・快適性の検討(その 2) 外気温度情報を被験者に与えることによる心理量変化の検証、日本建築学会学術講演梗概集(東京)2011 年 8 月、pp.77-78 文 2) 大西堯、近本智行、小林知広、伊藤絢一、石黒亮、荒井義人: 湿度と輻射の最適制御空調を目指したオフィスビルにおける省エネルギー・快適性の検討(その 1) 還気と外気を個別処理するデュアルコイル型空調機の性能評価、日本建築学会学術講演梗概集(東京)2011 年 8 月、pp.75-76