

低湿度の人体影響に関する基礎的研究

Effects of Low Humidity on Human Body

ライフサイエンス専攻 9840428 堤 仁美

Hitomi TSUTSUMI

1. はじめに

日本のオフィスにおける湿度基準は、ビル管理法(建築物における衛生的環境の確保に関する法律)で相対湿度40%~70%とされている。しかし、近年、空調設備システムの技術向上により氷蓄熱システムを用いた低温冷風システムや自然換気を用いたオフィスビルが出現してきている。夏季や中間季においては、ビル管理法で定める相対湿度40%以下にしても快適性、健康性、省エネルギー性の観点から問題がない場合があると予想される。一方、電車、バス、飛行機等の乗り物の内部空間で、乾燥感を生じるということは実生活においてたびたび経験することである。長距離を移動するこれらの乗り物内では、人(乗客、乗務員)はその空間への長時間の滞在を強いられるため、温熱環境の人体への影響が懸念される。そこで、本研究では、低湿度が人体に与える温熱的及び非温熱的影響を明らかにすることを目的とした。

2. 高分子を用いた相対湿度センサの気圧補正実験

飛行機は、飛行中、機内の気圧が地上と比較して低くなるという特徴がある。実測を行う場合には、高分子を利用した相対湿度センサがよく用いられる。しかし、センサが気圧によって影響を受けるかどうかは不明である。そこで、高分子を用いた相対湿度センサの測定値の気圧補正試験を行った。

実験は、1999年11月22日~12月17日まで、早稲田大学理工学部61号館温熱環境室内の温熱環境槽において行われた。実験方法は、「飽和塩法」とし、「JIS B 7920¹⁾」に準拠して行った。また、温熱環境槽の温湿度設定条件については、「JIS Z 8703²⁾」より、室温25℃、湿度50%RHとした。実験に用いた湿度センサとその測定原理を表1に示す。塩化ナトリウム、炭酸カリウム、塩化マグネシウム、塩化リチウムを飽和塩として用いた。それぞれ25℃において75%RH、43%RH、33%RH、11%RHの恒湿空間が実現可能である。密閉容器として真空デシケータを用い内部の空気はファンで攪拌した。図1に実験風景を示す。

実験はデシケータ開放後、温熱環境槽の空調を25℃、50%RHで一定に保ち定常に達した後、飽和塩を投入し、デシケータを密閉。デシケータ内が恒湿に

達したのち30分間5分毎に大気圧における測定を行った。その後、真空ポンプでデシケータ内の空気を吸引し、圧力を10kPa(約0.1気圧)低下させ、30分間5分毎に測定を行った。

同様に、20kPa、30kPa、40kPa、50kPa減少させた環境下での測定を行った。図2に

Thermo Recorder及びVAISALAセンサについて各塩、各気圧時の定常状態に達した測定時間中最後の3回の測定値を平均した

値及び近似直線を示す。これらのセンサを用いて低気圧環境下で相対湿度の測定を行う際、気圧による補正は必要ないことが

わかった。一方、低湿度になるほど基準値と測定値のずれが

大きくなっている。高分子電気抵抗式センサの低湿度領域の測定が困難という特徴³⁾があると言われている。低湿度での湿度補正が必要であるということがわかった。

3. 実態調査

99年夏季以降、長距離を移動する乗り物の内部空間の温湿度測定をThermo Recorderを用いて行った。図3に飛行機内での測定例を示す。測定値は前項で求めた式で補正した。国際線機内は15%RH程度といった低湿度が長時間続く。ただし、国内線では30%RH以下程度である場合も見られた。

4. 被験者実験

4-1被験者実験概要 低湿度によって生じる粘膜、皮

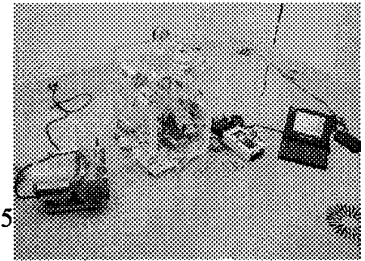


図1 実験風景

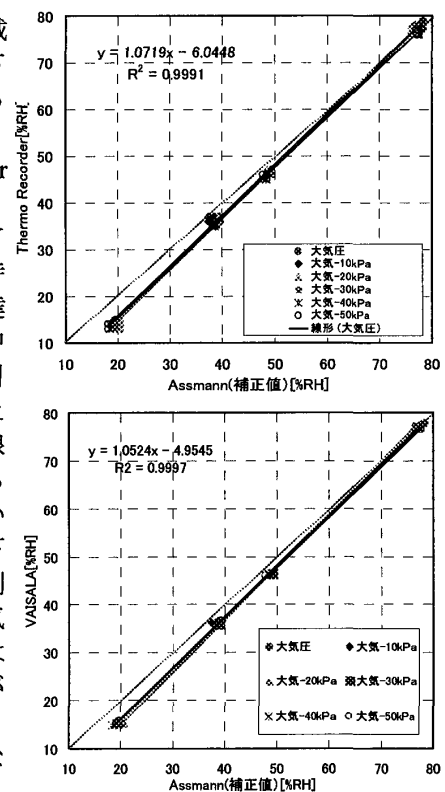


図2 基準値-各センサ指示値

(上:Thermo Recorder, 下:VAISALA)

表1 実験に使用したセンサ

基準器	センサの測定原理	測定精度
調査センサ	Hisamatsu THERMOMETER Relative Humidity Sensor (TDK)	アスマン通風乾湿球湿度計(小型)
Thermo Recorder RS-11 (タバイEspec)	高分子電気抵抗式	気象庁検定合格品Assmannと(±0.2℃)の補正を行った。
ELECTRONIC RH CALIBRATOR HMC20 (VAISALA)	高分子電気抵抗式	±3%RH
デシケータ内湿度測定	Thermo Recorder RS-11	1気圧において±5%RH
温熱環境槽測定	C-C熱電対 (φ0.32mm)	飽和塩に対して±2%RH (0~90%)、±3%RH (90~100%)
	C-C熱電対 (φ0.32mm)	1気圧において±0.5℃
	TDK Relative Humidity Sensor	±3%RH

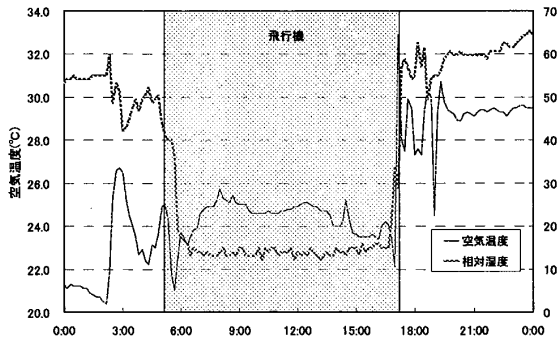


図3 飛行機の測定例

(1999/8/20 ロンドン→成田)

膚、目の乾燥といった症状と人間の心理的要素である温冷感、乾湿感との関係や、低湿度の認知部位を調べる被験者実験を行った。実験は2000年1月8日～18日に、早稲田大学理工学部温熱環境室にて、健康な大学生年齢の男女4名を被験者として行った。実験条件を表2に示す。等SET*条件とした。

被験者は、180分の曝露期間中、オフィスでの作業を想定した1.2metの踏み台昇降運動を行った⁴⁾。心理的測定項目として、温冷感、快不快感、熱的受容度、乾湿感、湿度快不快感、湿度受容度、口・目の乾湿感、快不快感、発汗感、乾燥していると感じる部位、湿っていると感じる部位についての申告を10分ごとに行った。生理的項目としては皮膚温8点⁵⁾、衣内湿度、体重等の測定を行った。また、60分おきにまばたき許容時間、左前腕部及び左手甲の皮膚水分量、頬の内側の口腔粘膜水分量を測定した。

表2 実験条件

	空気温度	相対湿度	気流速度	Clo値	代謝量	SET*	TSENS
1	25.0℃	50%	静穏気流	0.6clo	1.2met	25.2℃	0
2	25.6℃	20%	静穏気流	0.6clo	1.2met	25.2℃	0

4-2 測定結果 図4に両条件の全身乾湿感・目の乾湿感・口の中の乾湿感、図5に全身の湿度快不快感・目の快不快感・口の中の快不快感の被験者の平均値を示す。乾湿感では、20%RH環境下の方が、「乾いている」と申告しており、さらに全身より口の中や目の方が「乾いている」と感じていることが分かる。また、快不快感についても、特に20%RH環境下において、全身よりも口の中や目の方が不快に感じている。まばたき許容時間は50%RH環境下の方が長い値を示した。また、本実験において測定した口腔粘膜水分量は個人差が大きく、かつ湿度の影響をあまり受けなかった。頬の内側にある唾液腺の影響であると思われる。

図6に、「湿っている」または「乾いている」と感じた部位について、それぞれの部位が実験中一人あたり申告された回数の平均を示す。湿潤感が手や足で感知されやすいのに対し、乾燥感目は、口、唇、喉といった粘膜部分で感知されることが分かった。

5. まとめ

(1) 高分子電気抵抗式及び高分子静電容量式湿度セ

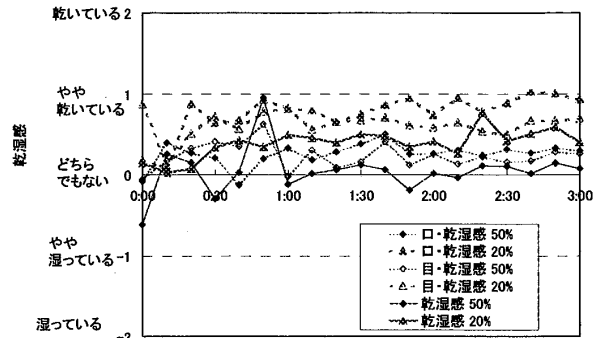


図4 乾湿感

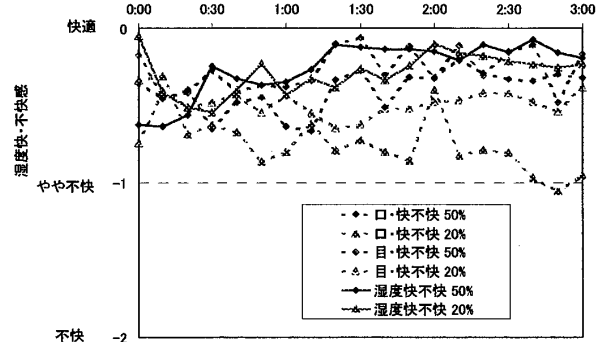


図5 快不快感

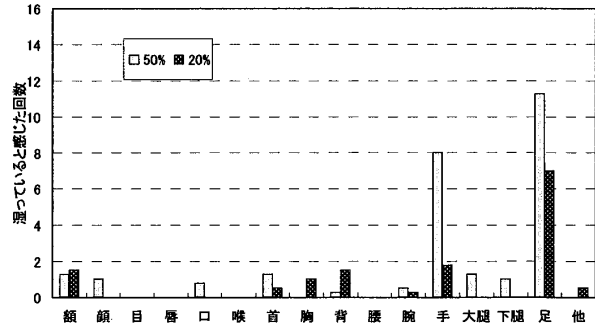
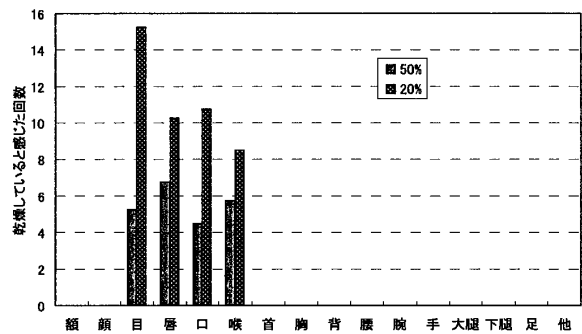


図6 乾いている / 湿っていると申告した回数の平均

ンサを用いて低気圧環境を測定する場合、気圧の補正は必要ないが、低湿度での補正が必要である。

(2) 飛行中、国際線の飛行機内は15%RH以下といった低湿度環境になった。

(3) 被験者実験より、20%RHでは全身よりも目・口といったところでより低湿度の影響を強く受けており、低湿度を不快に感じているということがわかった。

【参考文献】 1) JIS B7920 湿度計 - 性能試験方法 2) JIS Z 8703 3) 温度計測・センサ研究会編著; 温度計測・センサのマニュアル, 学研社, 1989 4) 田辺, 今村, 蔭, 鈴木; オフィスにおける湿度が熱的快適性に与える影響, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, 1995, pp.683-688 5) 中山昭雄編; 温熱生理学, 理工学社 1981

(指導教官 田辺新一)