全身温冷感中立付近の室温における湿度の温冷感、乾湿感ならびに快適感に及ぼす影響に関する実験的研究

INFLUENCES OF ENVIRONMENTAL HUMIDITY ON SUBJECTIVE THERMAL COMFORT UNDER THE NEUTRAL ROOM TEMPERATURE OF THERMAL SENSATION

松本泰輔 ——— * 1 福田英司 ——— * 2

Taisuke MATSUMOTO — * 1 Eiji FUKUDA ——— * 2

キーワード：
温熱環境, 室温, 湿度, 温冷感, 乾湿感, 官能検査

Keywords:
Thermal environment, Room temperature, Humidity, Thermal sensation, Dryness sensation, Sensory test

The discussion about indoor humidity has been conducting extensively. This paper examines influence of environmental humidity on thermal comfort based on the subjective evaluation by sensory tests. The neutral range of dryness sensation is marked out at humidity of 42%RH to 58%RH in summer and of 33%RH to 67%RH in winter. Subjects give wide latitude in winter humidity compared to summer.

1. はじめに

1930年、大倉書店は大阪毎日新聞社選定の健康住宅設計図案集¹⁾を発行している。当該図案集は、大阪毎日新聞社が国民健康増進運動の一環としておこなった競技設計の入選作を掲載するものである。募集要件には、構造設備は特に防暑を第1とし防寒を副とすべきこと、防寒設備として冬期室内の温度は摂氏15℃以上を保ちうるべき暖房設備を付すること、各室の自然換気力は1回ないし2回多くとも3回とすること、本邦の特殊気候たる梅雨期の防湿に遺憾なきを期することをあげ、とりたてて冬期の室内湿度についての具体的な要件はあげていない。当時の住宅分野にあっては、温熱環境要素としての室内湿度、特に、健康問題との密接な関係が指摘されている乾燥についての議論は少なかったようである²⁾。しかし、現在、住宅外皮の高性能化にともない、室内湿度が論題として取り上げられる機会が多くなっている。

本研究は、全身温冷感中立付近の室温における湿度の温冷感、乾湿感ならびに快適感に及ぼす影響について検討するものである。

2. 既往の研究

建築基準法施行令第129条の2の6第3項では、室内湿度の基準を相対湿度40%RH～70%RHとしている。ANSI/ASHRAE Standard 62-2001³⁾では、相対湿度30%RH～70%RHを推奨範囲としている。ANSI/ASHRAE Standard 55-1992⁴⁾では、湿度下限の基準値を絶対湿度4.5g/kg(DA)としているが、2004年版ではこれを削除している。深井、伊藤、佐々木の研究⁵⁾では、着衣量0.5cloの男女18人を対象に、実験室のSET*を20℃～24℃、相対湿度を10%RH～70%RHと

した場合について官能検査をおこない、温冷感、乾燥感、不快感についての申告結果から、低湿環境では乾燥感さえも申告されず、冬期の低湿限界は明確にできないとしている。石垣、松原、権田、堀越の研究⁶⁾では、下着のみを着用した男性2人を対象に、室温を24℃～32℃、相対湿度を50%RH～90%RHとした場合について被験者実験をおこない、温冷感、涼暖感、快適感についての申告結果から、温冷感、涼暖感が中立となる室温28℃では、温冷感、涼暖感、快適感、いずれの申告も湿度による影響は小さいとしている。堤、田辺、秋元、鈴木の研究⁷⁾では、着衣量0.6cloの男女18人を対象に、実験室のSET*を25.2℃、相対湿度を30%RH～70%RHとした場合について官能検査をおこない、温冷感、乾湿感、不快感、刺激感などの申告結果から、湿度による温冷感、不快感への影響はほとんどないとし、空気質が清浄な場合には、湿度による乾湿感の有意な変化も認められないとしている。しかし、筆者は、暖冷房使用の実態について調査⁸⁾する際に伺った住宅で、冬期室内の乾燥についての住まい手からの指摘を口頭で受けている。また、長谷川と吉野の研究⁹⁾では、高气密高断熱住宅60棟を対象にアンケート調査をおこない、67%の住宅が冬期室内の乾燥を指摘するとしている。堤、田辺、秋元、鈴木の研究¹⁰⁾では、低湿環境が住まい手に及ぼす影響の1つに粘膜刺激をあげ、湿度環境の評価には温熱感覚とあわせて、これらの影響についても検討が必要であるとしている。

本研究は、全身温冷感中立付近の室温において、20%RH～80%RHの湿度が、温冷感、乾湿感ならびに快適感に及ぼす影響と、あわせて、かゆみ感、ベタつき感、息苦しさ感についても申告させた官能検査の結果を報告するものである。

¹⁾ ㈱ボラス暮らし科学研究所住環境G 係長・博士(工学)
(〒343-0826 埼玉県越谷市東町2-266-1)

²⁾ ㈱ボラス暮らし科学研究所住環境G 社員・修士(工学)

¹⁾ CC, POLUS Life-Style R&D Center Inc., Dr. Eng.

²⁾ Staff, POLUS Life-Style R&D Center Inc., M. Eng.

3. 本研究の範囲

全身温冷感中立付近の室温における湿度の温冷感、乾湿感ならびに快適感に及ぼす影響について検討するにあたり、実験計画の過程と重要と思われる前提条件を以下に示す。

- 1)温冷感や快適感などについての主観は、日によって程度が異なるとされているが¹¹⁾、本研究では、異なる温湿度条件を実験室に設定して、1日に5回、官能検査をおこなった。
- 2)一定温度環境でおこなう官能検査と一定湿度環境でおこなう官能検査とでは、乾湿感に及ぼす影響が異なるとされているが¹²⁾、本研究では、より乾湿感への影響が大きい一定温度環境で官能検査をおこなった。
- 3)官能検査は、年齢25歳～35歳の男女15人についておこなった。
- 4)官能検査は、夏期と冬期でわけ、夏期は2009/07/19～2009/09/27、冬期は2009/12/19～2010/01/31の期間でおこなった。
- 5)被験者には着衣の指定は特におこなわず、官能検査では各自の部屋着を着てもらった。夏期の平均着衣量は0.549clo、冬期の平均着衣量は0.945cloであった。
- 6)被験者には、現在の住宅での起居様式において最もくつろぎ姿勢としての指向性強い、椅座位安静を指示した¹³⁾。
- 7)住まい手にとつての温熱環境を評価する場合、室内では居住域を測定対象範囲とし、椅座時には床上高さ100mm、600mm、1100mmの3つについて測定することが推奨されているが¹⁴⁾、本研究では、このうち椅座時の腹部高さとなる床上高さ600mmの温湿度を用いて検討した。

4. 実験概要

実験は、写真1に示す株式会社ボラス暮らし科学研究所の人工気象室を用いておこなった。

被験者の概要を、表1に示す。

官能検査は、年齢25歳～35歳の男女15人についておこなった。実験手順を、図1に示す。

実験は、15分の休憩と30分の官能検査を交互に繰り返すものとした。官能検査は、1日に5回、それぞれの官能検査ごとに異なる湿度を設定しておこなった。実験室の室温には、筆者の研究¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾での、夏期全身温冷感中立室温としての28℃ならびに冬期全身温冷感中立室温としての22℃を設定した。実験室の相対湿度には、20%RH、40%RH、50%RH、60%RH、80%RHの5段階を設定した。被験者には、実験室入室直後、10分後、20分後、30分後に、それぞれについての主観を申告させた。

主観評価項目および主観評価に用いた言語尺度を、表2に示す。

主観評価項目は、全身の温冷感、乾湿感、快適感、目・鼻・喉・肌の乾き・かゆみ感、足裏と肌のベタつき感、息苦しさ感とした。

測定項目および測器を、表3に示す。

実験室の環境物理量として、温度、相対湿度、黒球温度、風速を実験室中央において1分間隔で測定した。

夏期と冬期の官能検査は、同じ被験者についておこなった。被験者には、実験室に設定した湿度条件を知らせておらず、全ての被験者について、相対湿度20%RHから順に80%RHまで暴露していった。なお、官能検査中の飲食は禁止したが、姿勢の拘束や被験者同士の会話については特に制限しなかった。また、それぞれの官能検査の

写真1 実験風景

表1 被験者概要

被験者人数	15人(男性:10人・女性:5人)
平均年齢	31.6歳±3.8歳(男性:32.4歳・女性:29.5歳)
平均身長	170.1cm±9.2cm(男性:173.8cm・女性:160.0cm)
平均体重	57.4kg±10.1kg(男性:61.4kg・女性:46.5kg)
平均着衣量	夏期/0.549±0.121clo(男性:0.575clo・女性:0.478clo) 冬期/0.945±0.136clo(男性:0.925clo・女性:0.986clo)
想定代謝量	安静椅座位標準代謝量 58.15W/m ² =1.0Met

図1 実験手順

表2 主観評価項目および主観評価に用いた言語尺度

温冷感(全身)					乾湿感(全身)					快適感(全身)				
暑	暖	やや暖	どちらでもない	涼	非常に乾燥	乾燥	やや乾燥	湿	非常に湿	非常に心地よい	やや心地よい	どちらでもない	不快	非常に不快
い	かい	かい		しい	する	する	する	っている	っている	い	い			
+3 +2 +1 0 -1 -2 -3					+3 +2 +1 0 -1 -2 -3					+3 +2 +1 0 -1 -2 -3				
乾き・かゆみ感					ベタつき感					息苦しさ感				
非常にある	ある	ややある	ない		非常にベタ	ややベタ	ベタつかない			普通	やや息苦しい	息苦しい	息苦しくてつらい	
+3 +2 +1 0 -1 -2 -3					+3 +2 +1 0 -1 -2 -3					+3 +2 +1 0 -1 -2 -3				

表3 測定項目および測器

測定項目	測定点/測器
温度	床面温度、FL+100mm・+200mm・+300mm・+600mm +1100mm・+1800mm・+2000mm 測器:C-C熱電対(江藤電気)
相対湿度	FL+600mm 測器:電子式高分子湿度センサ(TDK)
黒球温度	FL+300mm・+600mm・+1100mm 測器:グローブサーモメータ(柴田化学)
風速	FL+300mm・+600mm・+1100mm 測器:無指向性熱線風速計(日本カノマックス)
記録	測器:サーモダックF(江藤電気)

図2 実験室の温湿度制御状況

間に設けた15分の休憩に用いた前室の室温は、実験室と同様とし、相対湿度は50%RHに調節した。休憩中の飲食については許可した。

実験室の温湿度制御状況を、図2に示す。

室温、相対湿度ともにおおむね計画通りに制御されており、夏期ならびに冬期の、各湿度での官能検査開始時には、目標とする相対湿度が実験室内に再現されていた。

実験中の平均室温、床上高さ600mmの平均黒球温度、床上高さ100mmと1100mmの平均温度、それぞれの偏差を、表4に示す。

夏期官能検査および冬期官能検査ともに、室温と黒球温度の差、床上高さ100mm～1100mmの温度差は小さく、放射や上下温度差の影響は、軽減できていた。なお、実験中の室内風速は $0.11 \pm 0.05 \text{ m/s}$ となっていた。

5. 結果および考察

5-1. 湿度が温冷感、乾湿感、快適感に及ぼす影響

夏期官能検査における温冷感、乾湿感、快適感の平均申告の経時変動を、図3に示す。

温冷感は、相対湿度20%RH、40%RH、50%RHで「0.どちらでもない」となっている。温冷感は、相対湿度60%RHから徐々に暖かい側での評価となり、相対湿度80%RHでは「+1.やや暖かい」となっている。乾湿感は、相対湿度20%RH～80%RHで湿度の変化にあわせて、「+2.乾燥する」～「-2.湿っている」と変化している。相対湿度20%RHでは、実験室入室20分後～30分後の主観評価が一定せず、生理的反応あるいは心理的反応が定常となっていない。これには、汗や涙などの皮膚水分や、呼吸気道となる口腔および鼻腔粘膜の蒸発などの、時間の経過にあわせた進行が影響しているものと考えられる。快適感、はおおよそ乾湿感と対応している。相対湿度40%RH、50%RH、60%RHでは「0.どちらでもない」となっているが、相対湿度20%RHでは「-1.やや不快」となり、相対湿度80%RHでは「-1.やや不快」～「-2.不快」となっている。

冬期官能検査における温冷感、乾湿感、快適感の平均申告の経時変動を、図4に示す。

温冷感は、相対湿度20%RHでやや涼しい側の評価となっているが、実験室入室30分後の主観評価は、相対湿度20%RH～80%RHで、おおよそ $-0.5 < (\text{温冷感}) < 0.5$ となっている。それぞれの傾向は、夏期とほぼ同様であるが、相対湿度20%RHと80%RHの乾湿感ならびに快適感の主観評価は、夏期に比して、冬期のほうが「0.どちらでも

表4 実験中の室温、黒球温度、上下温度の平均値と標準偏差

	室温	黒球温度 (FL+600mm)	温度 (FL+100mm)	温度 (FL+1100mm)
夏期				
平均	27.7°C	27.8°C	27.7°C	27.7°C
標準偏差	0.1°C	0.1°C	0.1°C	0.1°C
冬期				
平均	22.1°C	22.2°C	22.0°C	22.0°C
標準偏差	0.1°C	0.2°C	0.1°C	0.1°C

図3 夏期の温冷感、乾湿感、快適感の平均申告変動

図4 冬期の温冷感、乾湿感、快適感の平均申告変動

ない」により近いところで評価されている。

5-2. 湿度がかゆみ感、ベタつき感、息苦しさ感に及ぼす影響

夏期官能検査におけるかゆみ感、ベタつき感、息苦しさ感の平均申告の経時変動を、図5に示す。なお、図中には、平均乾湿感の経時変動についても示している。

相対湿度20%RH、40%RHではかゆみ感が申告され、相対湿度60%RH、80%RHではベタつき感、息苦しさ感が申告されている。乾湿感は、低湿環境ではかゆみ感に、高湿環境では肌のベタつき感によく対応している。相対湿度20%RHのかゆみ感は一定せず、時間の経過にあわせて、よりある側で評価されるようになっている。

冬期官能検査におけるかゆみ感、ベタつき感、息苦しさ感の平均申告の経時変動を、図6に示す。なお、図中には、平均乾湿感の経時変動についても示している。

冬期も、相対湿度20%RH、40%RHではかゆみ感が申告され、相対湿度60%RH、80%RHではベタつき感、息苦しさ感が申告されている。乾湿感は、低湿環境ではかゆみ感に、高湿環境では肌のベタつき感によく対応している。しかし、かゆみ感、ベタつき感、息苦

図5 夏期のかゆみ感、ベタつき感、息苦しさ感の平均申告変動

図7 湿度と温冷感との関係

しさ感は、いずれも乾湿感と同様に、夏期に比して、冬期のほうが「0.ない」、「0.ベタつかない」、「0.普通」により近いところで評価されている。特に、低湿環境での肌のかゆみ感についてはほとんど申告されていない。これには、夏期と冬期の、季節の違いや着衣の違いが影響しているものと考えられる。

5-3. 湿度と温冷感との関係

実験室入室 30 分後の申告を用いて整理した湿度と温冷感との関係を、図 7 に示す。なお、絶対湿度は湿度計の示度から Sonntag の式¹⁹⁾を用いて求めている。

温冷感は、湿度による影響をほとんど受けていない。相関係数 R は、いずれの場合も 0.40 以下と低くなっている。夏期ならびに冬期をあわせた $-0.5 < \text{温冷感} < +0.5$ となる範囲は、相対湿度で 14%RH～62%RH、絶対湿度で 2.1g/kg(DA)～14.5g/kg(DA)となっている。

5-4. 湿度と乾湿感との関係

実験室入室 30 分後の申告を用いて整理した湿度と乾湿感との関係を、図 8 に示す。

夏期ならびに冬期ともに、相対湿度 50%RH 付近で乾湿感が「0.どちらでもない」となっている。相関係数 R は、いずれの場合も 0.75 以上と高くなっている。 $-0.5 < \text{乾湿感} < +0.5$ となる範囲は、夏期に相対湿度 42%RH～58%RH、冬期に相対湿度 33%RH～67%RH となっ

図6 冬期のかゆみ感、ベタつき感、息苦しさ感の平均申告変動

図8 湿度と乾湿感との関係

ている。乾湿感が「0.どちらでもない」となる絶対湿度は、夏期に 12.2g/kg(DA)、冬期に 8.2g/kg(DA)となっている。また、 $-0.5 < \text{乾湿感} < +0.5$ となる範囲は、夏期に絶対湿度 10.1g/kg(DA)～14.3g/kg(DA)、冬期に絶対湿度 5.4g/kg(DA)～10.9g/kg(DA)となっている。

5-5. 湿度と快適感との関係

実験室入室 30 分後の申告を用いて整理した湿度と快適感との関係を、図 9 に示す。

冬期の湿度は、夏期に比して、広く許容されている。 $-0.5 < \text{快適感} < +0.5$ となる範囲は、夏期に相対湿度 29%RH～69%RH、絶対湿度 6.7g/kg(DA)～16.2g/kg(DA)となり、冬期に相対湿度 20%RH～77%RH、絶対湿度 3.2g/kg(DA)～12.8g/kg(DA)となっている。前項 2 の建築基準法施行令の湿度基準の上限 70%RH は、夏期の 69%RH に近い値であるが、夏期ならびに冬期ともに、低湿環境側の範囲は、湿度基準の下限 40%RH に比して、低くなっている。

5-6. 乾湿感とかゆみ感、ベタつき感、息苦しさ感との相関

相対湿度 50%RH 以下の乾湿感と、かゆみ感、ベタつき感、息苦しさ感の、それぞれの主観評価申告との相関係数 R を、表 5 に示す。なお、冬期相対湿度 50%RH 以下では、肌のベタつき感についての申告がなかったため示していない。

低湿環境での乾湿感は、かゆみ感によく対応し、夏期には喉のか

ゆみ感と、冬期には目のかゆみ感との相関がもっとも高くなっている。乾湿感とかゆみ感との相関は、おおよそ冬期のほうが、夏期に比して、より高くなっているが、その差はわずかとなっている。

相対湿度 50%RH 以上の乾湿感と、かゆみ感、ベタつき感、息苦しさ感の、それぞれの主観評価申告との相関係数 R を、表 6 に示す。なお、冬期相対湿度 50%RH 以上では、肌の乾き・かゆみ感についての申告がなかったため示していない。

高湿環境での乾湿感、ベタつき感によく対応し、夏期ならびに冬期ともに、肌のベタつき感との相関がもっとも高くなっている。また、乾湿感とベタつき感との相関は、夏期のほうが、冬期に比して、より高くなっている。

5-7. 考察

本研究は、全身温冷感中立付近の室温における湿度の温冷感、乾湿感ならびに快適感に及ぼす影響について報告するものである。

既往の研究では、全身温冷感中立付近の室温における湿度の温冷感、乾湿感ならびに快適感に及ぼす影響は小さいとしている。本研究の結果も、おおよそ既往の研究にならうものとする。しかし、湿度と乾湿感には確かな相関があり、低湿環境でも乾燥感が申告されないとする既往の研究とは異なる結果となっている。これには、それぞれに用いた申告表の内容が関係しているものと推測する。筆者は住宅会社の開発部門に所属し、商品開発・管理業務に従事している²⁰⁾。商品開発の場では、概念化されていない刺激は、感覚器官には受容されても知覚はいまいにしか発生しないとされている²¹⁾。乾湿感についての主観を評価させるには、乾湿感の意味の明確な限定が必要であると考え。被験者にとって、乾湿感の意味の示唆になるのが並列された主観評価項目である。天野、吉野、Berglund、熊谷の研究²²⁾では、乾湿感とともに臭気感や刺激感などを主観評価項目として官能検査をおこない、刺激感が申告される場合には、乾燥感も申告される傾向があるとしている。これには、乾燥感は刺激感が惹起されたときに惹起されるものであることを被験者に示唆した影響があるものと推測する。しかし、この場合、刺激感の意味の限定も被験者にとっては困難なものとする。身体内外の情報を受容する感覚には、特殊感覚、皮膚感覚と深部感覚からなる体性感覚、内臓感覚があるとされている²³⁾。このうち、皮膚や粘膜から起こる皮膚感覚には、触圧覚、温覚、冷覚、痛覚とこれらの変形とみられるかゆみ、くすぐったさ、振動覚などがあるとされているが²⁴⁾、空気の乾燥を直接受容するような感覚はみあたらない。本研究では、被験者が間接的に知りうる乾燥の情報は、堤、田辺、秋元、鈴木の研究¹⁰⁾で指摘されている粘膜蒸発や皮膚水分の蒸発によって発生する持続的な弱い痛覚刺激としてのかゆみ感によるものと考え、主観評価項目として、乾湿感と並べてかゆみ感についても被験者に申告させている。かゆみ感の意味の限定は被験者にとって容易であり、この主観評価項目によって、低湿環境での乾湿感と湿度との高い相関が得られたものとする。夏期ならびに冬期ともに、乾湿感とかゆみ感の高い相関を示すが、冬期の乾湿感、夏期に比して、「0.どちらでもない」により近いところで評価されている。堤、田辺、秋元、鈴木の研究⁷⁾では、目の乾湿感や皮膚水分量には季節順化による影響があるとしている。この季節順化による影響が、本研究の結果にもあらわれたものとする。また、冬期の肌のかゆみ感についてほとんど申告がなかったのは、衣服の被覆によって皮膚水分の

図 9 湿度と快適感との関係

表 5 低湿環境での乾湿感と各主観評価申告との相関

	乾き・かゆみ感				ベタつき感	息苦しさ感
	目	鼻	喉	肌	足裏	肌
夏期乾湿感	0.758	0.708	0.793	0.702	-0.303	0.210
冬期乾湿感	0.841	0.809	0.789	0.710	-0.189	—

表 6 高湿環境での乾湿感と各主観評価申告との相関

	乾き・かゆみ感				ベタつき感	息苦しさ感
	目	鼻	喉	肌	足裏	肌
夏期乾湿感	0.404	0.345	0.403	0.386	0.487	0.909
冬期乾湿感	0.215	0.121	0.121	—	0.394	0.771

蒸発が緩和されたためと考える。高湿環境側では、乾湿感と肌のベタつき感が高い相関を示している。ベタつき感は触圧覚刺激として、間接的に湿度の情報を被験者に知らせるものとする。鈴木、新海、大平の研究²⁵⁾では、衣服のベタつきについて、Temming の研究²⁶⁾では、椅子のベタつきについて、仲川、松井、湯浅の研究²⁷⁾では、床仕上げ材料のベタつきについて検討し、いずれも皮膚と接触対象物との間の水分量がベタつき感に密接に関係しているとしている。官能検査中の被験者には、これらに加えて、皮膚と皮膚との接触もあったものと推測する。ベタつき感は接触対象物の最大静止摩擦係数と表面吸水速度および皮膚からの水分蒸発速度の 3 つの要素から求められる物理量としてのベタつき係数で評価でき、最大静止摩擦係数に比例し、表面吸水速度ならびに水分蒸発速度に反比例するとされている²⁷⁾。高湿環境でベタつき感がよりある側で申告されるのは、皮膚水分の蒸発速度が低下し、また、衣服や椅子などが環境の水分を吸収して、皮膚が接する面の表面吸水速度が低下したことが相加的に影響したためと考える。既往の研究では、目などの局所的な乾湿感湿度の変化による影響があると認めても、全身としての乾湿感については湿度の変化による影響は認められないとしている。乾湿感に限らず、全身としての感覚が、どの局部感覚と対応しているかの議論は重要である。この点については本論文で明確にしえないが、少なくとも、全身としての感覚は、それぞれの局部感覚が統合された感覚である。たとえば、温冷感では、中立申告(「0.どちらでもない」)から離れるほど、全身としての感覚は、もっとも程度が高い(「-3.寒い」あるいは「+3.暑い」により近い)申告をする局部感覚の影響を受けるという報告²⁸⁾がある。かゆみ感やベタつき感とし

て、より明確に意味が限定された局部からの乾湿情報が、本研究の全身としての乾湿感を励起したものと考える。

6. まとめ

本研究の結果を以下に要約する。

- 1) 全身温冷感中立付近の室温では、温冷感、湿度による影響をほとんど受けない。
- 2) 乾湿感と湿度には高い相関があり、 $-0.5 < (\text{乾湿感}) < +0.5$ となる範囲は、夏期に相対湿度 42%RH～58%RH、冬期に相対湿度 33%RH～67%RH となる。
- 3) 快適感と乾湿感是对応し、冬期の湿度は、夏期に比して、広く許容される。
- 4) $-0.5 < (\text{快適感}) < +0.5$ となる範囲は、夏期に相対湿度 29%RH～69%RH、冬期相対湿度 20%RH～77%RH となり、建築基準法施行令の湿度基準に比して、低湿環境側の範囲が広い。
- 5) 乾湿感、低湿環境ではかゆみ感によく対応し、高湿環境では肌のベタつき感によく対応する。

なお、本論文は 2009 年度日本建築学会関東支部研究報告会へ投稿した論文¹⁵⁾ならびに 2010 年度日本建築学会大会学術講演会(北陸)へ投稿した論文²⁹⁾に、追加、修正をおこなってまとめたものである。

参考文献

- 1) 大阪毎日新聞社：健康住宅設計図案集，大倉書店，1930.4
- 2) 長谷川兼一：快適と健康性 高気密・高断熱と過乾燥，建築雑誌，第 114 巻，第 1438 号，pp.22～23，1999.5
- 3) ANSI/ASHRAE Standard 62-2001：Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality，American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.，2001
- 4) ANSI/ASHRAE Standard 55-1992：Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy，American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.，1992
- 5) 深井一夫，伊藤宏，佐々木真希：温熱的中立付近の環境における湿度の快適限界に関する実験的検討 その 1 冬季被験者実験による低湿側の検討，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.1347～1348，1993.9
- 6) 石垣秀圭，松原辰樹，権田信，堀越哲美：気温と湿度の組み合わせ条件が人体の生理・心理反応の季節差に及ぼす影響に関する試行実験，日本建築学会計画系論文集，第 543 号，pp.49～56，2001.5
- 7) 堤仁美，田辺新一，秋元孝之，鈴木孝佳：湿度環境とホルムアルデヒドが熱的快適性・知的生産性に与える影響に関する被験者実験，日本建築学会環境系論文集，第 572 号，pp.31～37，2003.10
- 8) 松本泰輔，福田英司，松岡大介：東京近郊の次世代省エネルギー基準適合住宅を対象とした室内温熱環境と暖冷房使用に関する実態調査，日本建築学会技術報告集，第 17 巻，第 35 号，pp.211～216，2011.2
- 9) 長谷川兼一，吉野博：高断熱高気密住宅における居住者の乾燥感に関する冬期調査，日本建築学会計画系論文集，第 509 号，pp.91～96，1998.7
- 10) 堤仁美，田辺新一，秋元孝之，鈴木孝佳：夏季における低湿度環境とコンタクトレンズ装用が在室者に与える影響に関する研究，日本建築学会計画系論文集，第 564 号，pp.17～23，2003.2
- 11) 永村一雄，斎藤平蔵：床暖房と人体生理および温冷感との関係に関する実験的基礎研究，日本建築学会計画系論文集，第 353 号，pp.21～31，1985.7
- 12) 田辺新一，堤仁美，鈴木孝佳：オフィス空間における湿度が熱的快適性に与える影響に関する研究 第 1 報 - 空気温度・相対湿度の組合せによる温冷感の違い，空気調和・衛生工学会論文集，第 109 号，pp.1～9，2006.4
- 13) 沢田知子：イス坐家具導入過程からみた起居様式の指向性 現代住宅における起居様式の変容過程に関する研究(その 1)，日本建築学会計画系論文報告集，第 438 号，pp.33～42，1992.8
- 14) 日本建築学会環境基準 AIJES-H002-2008：室内温熱環境測定基準・同解説，社団法人日本建築学会，2008.3
- 15) 松本泰輔，福田英司：夏期の住まい手の温熱感覚と実居住下住宅における冷房操作生起要因に関する実験的研究，2009 年度日本建築学会関東支部研究報告集，pp.129～132，2010.3
- 16) 松本泰輔，松井勇：足裏局所加熱が全身の血行動態および温冷感に及ぼす影響に関する実験的研究 - 実験室の温湿度設定にステップ変動を与えた場合について -，日本建築学会環境系論文集，第 621 号，pp.17～22，2007.11
- 17) 松本泰輔，松井勇：周壁加熱時の足裏加熱が温冷感に及ぼす影響に関する実験的研究 - 実験室の温湿度設定にステップ変動を与えた場合について -，日本建築学会環境系論文集，第 73 巻，第 628 号，pp.721～725，2008.6
- 18) 松本泰輔，松井勇：吹抜けを有する冬期実空間における足裏加熱が全身温冷感に及ぼす影響に関する実験的研究 - 実験室の温湿度設定にステップ変動を与えた場合について -，日本建築学会環境系論文集，第 75 巻，第 652 号，pp.491～497，2010.6
- 19) JIS Z 8806-2001：湿度 - 測定方法，財団法人日本規格協会，2001
- 20) 松本泰輔，松前和則，茂木徹：給気予熱常時換気システムの開発，日本建築学会技術報告集，第 15 巻，第 30 号，pp.469～474，2009.6
- 21) 梅澤伸嘉：消費者心理のわかる本 マーケティングの成功原則 55，同文館出版，p.59，2006.9
- 22) 天野健太郎，吉野博，Larry G. Berglund，熊谷淳：揮発性有機化合物が空気質の主観評価に及ぼす影響に関する考察(その 1) - 実験概要及び評定尺度法による空気質評価 -，日本建築学会東北支部研究報告集，第 63 号，pp.301～304，2000.6
- 23) 高松研，堀内ふき：NEW 生体のしくみ標準テキスト 新しい解剖生理 <第 2 版>，医学映像教育センター，p.46，2009.12
- 24) 同上書，pp.60～62
- 25) 鈴木淳，新海克彦，大平通泰：湿潤布のすべり抵抗における界面張力の作用，工業技術院繊維高分子材料研究所 繊維高分子研究所研究報告，第 102 号，pp.171～177，1974.3
- 26) Josef Temming：Assessment of the Summer Suitability of Cars Seats，2nd International Conference Vehicle Comfort Ergonomic, Vibrational, Noise and Thermal Aspects，pp.349～358，1992.10
- 27) 仲川常勝，松井勇，湯浅昇：床仕上材料のべたつき感に関する研究，日本建築士学会論文報告集，第 3 巻，第 1 号，pp.11～19，1995.9
- 28) 坊垣和明，今川望，伊藤裕安，山田茂：上下温度分布のある環境の体感効果 その 3 冬期実験における皮膚温・温冷感による検討，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.273～274，1987.10
- 29) 松本泰輔，福田英司：暖房時における相対湿度が住まい手の乾湿感に及ぼす影響に関する実験的研究，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.611～612，2010.9

[2010 年 9 月 11 日原稿受理 2011 年 4 月 12 日採用決定]