

## 湿度の適正範囲について考える

Keyword 湿度、乾燥感、ダンプネス、ウイルス

文・吉野 博 東北大学 名誉教授  
フォーラム正会員C

暖かいとか寒いとかの温熱快適性に影響を与える環境要素は、よく知られているように温度、相対湿度、輻射、気流速度である。この中で相対湿度は、温熱快適性に影響するだけではなく、乾燥感、知覚空気質（空気の臭い）、結露やカビの発生促進、ウイルスの活性度など、様々な面で影響を及ぼしている。即ち、相対湿度が高ければ結露やカビの発生につながり、低ければ乾燥感をもちやすばかりでなく、インフルエンザウイルスが活性化し風邪を引きやすくなるといわれている。事務所ビルにおける相対湿度の適正範囲は建築基準法、並びにビル管法では40%から70%と定められている<sup>注1)</sup>。この範囲の下限の40%については、冬期の多くの住宅では30%を下回る実態があり、もっと低くしても良いのではないかという議論もされている。しかし、現段階ではその方向へと基準を変える動きは見られない。ここでは最近の知見も加えて、湿度と健康・快適性の関係などについて整理してみることにする。

### 1. 快適性と相対湿度

冒頭で述べたように相対湿度は、温熱快適性に影響する要素の一つである。日本の夏は、温度が高く湿度も高いためにジメジメして不快である。しかし湿度が低ければ、暑くてもカラッとしていて不快さは緩和される。インドのニューデリーを訪問した時に、温度が40℃を越えていたが、湿度が低かったのでカラッとした暑さだったことを覚えている。

一方、湿度が低い場合、乾燥感を感じるかもしれないが、温度が22℃前後に維持されていれば、温熱的な意味での不快さは感じないであろう。先にも述べたように最近の高断熱・高气密住宅では湿度が30%以下に下がることは珍しくない。航空機の中の湿度は10%以下にもなるが、温熱的に不快さを感じることはない。アメリカ暖房冷凍空調学会（ASHRAE）に示された快適範囲<sup>1)</sup>では、湿度の下限は、ほとんど0%近くまで伸びている。快適性という観点から言えば、相対湿度の下限値を決めることは難しいようである。

因みに、ASHRAEの快適範囲の湿度の上限は、絶対湿度で12g/kg<sup>2)</sup>となっており、温度の上限である26.7℃の時には相対湿度が56%である。

### 2. 乾燥感と相対湿度

湿度が低いことによる問題は、乾燥感や肌のカサカサ感、喉の渇きや痛みである。特に高断熱住宅に移った居住者か

らは、乾燥に関する問題が数多く指摘されている。この問題に対して高断熱高气密住宅210軒を対象として1994年冬期に実施した我々の調査<sup>2)</sup>によれば、「乾燥気味になった」と回答した割合は54%であった。また、2011年1月に実施した約4,000軒を対象とした全国調査<sup>3)</sup>によれば、図1に示すように61%の住宅で乾燥を感じており、健康に何らかの影響を受けていると回答した割合は22.8%で、具体的には、「皮膚の乾燥」(16.6%)、「目、鼻、喉の乾燥」(15.8%)、「風邪を引きやすい」(12.3%)などについて申告している。また、断熱性能が高いほど乾燥感を申告する割合は高いが、健康被害の割合は低く、断熱水準の向上が健康への影響を低減させることが示唆された。

更に、102軒で温湿度を測定したところ、相対湿度が低いほど乾燥感が強まるという関係性は見られたが、相対湿度が40%以下であっても、すべての居住者が乾燥感を訴えているわけではなかった。乾燥感には化学物質が影響するという知見もあることから、化学物質濃度も同時に測定したが、乾燥感との関係について明らかにすることはできなかった。

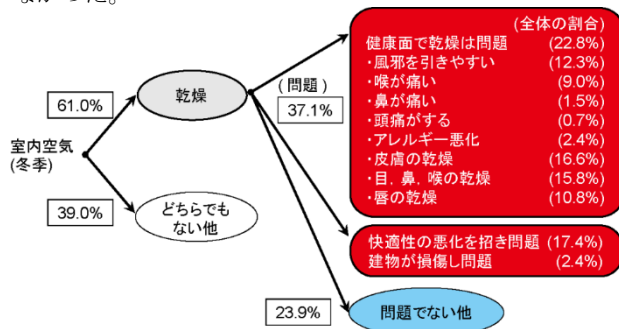


図1 冬季の室内での乾燥感と健康への影響<sup>3)</sup>

乾燥感に関しては、Wolkoffが膨大な資料に基づいて文献研究<sup>4)</sup>を行っているが、乾燥感には低湿度、室内空気質、鼻の疾患などと関連するが、特定の原因は見つからなかった報告している。

関連して、栃原ら<sup>5)</sup>は、男子大学生を対象に被験者実験を行い、室内温度25℃において相対湿度20%以下では、鼻腔内の繊毛が乾燥し粘膜浄化作用が低下することを示した。更に相対湿度が30%以下の環境では、眼球粘膜が乾燥し、まばたき回数が増加することを報告している。

### 3. ウイルスと相対湿度

風邪を引く原因の一つは乾燥だといわれており、医者に行けば、部屋を乾燥させないようにとのアドバイスを受ける。確かに低湿度の環境下では、インフルエンザウイルスの生存率が高いという研究が見られるが、同じウイルスでもポリオの場合は逆で、低湿度の方が死滅率は低いという報告がある<sup>6)</sup>。最近の研究によれば、ウイルスは33%より低い場合と100%に近い場合に活性化し、その中間の湿度では活性度が落ちることを報告<sup>7)</sup>している。新型コロナウイルスに関しては、中国の研究者が湿度の高い地域ほど感染ケースが高いことをネットで発表しているが、研究の蓄積が待たれるところである。

#### 4. ダンプネスと健康

湿度が高い環境下では結露やカビが発生する。湿気の多い室内の環境をダンプネスという言葉で表現することがある。世界保健機関の定義によれば、ダンプネスとは、「カビや水漏れ、カビ臭さ、建物の劣化、微生物汚染など、測定または目視できる過度の湿気を原因とする問題が確認できるような状態」と定義している。その結果として、アレルギー疾患などの健康への影響が表れる。全国の児童1,800人を対象とした我々の全国調査<sup>8)</sup>によれば、結露やカビ、水シミ等の発生と児童のアレルギー性症状に強い関連性が見られ、発生頻度が高いほど、症状に及ぼす影響が大きくなることが分かった。更に、長谷川<sup>9)</sup>は、全国の住宅5,000軒を対象とした調査によって、ダンプネスと児童のアレルギー疾患との関係を分析した。目で見える結露、カビ、水シミに関するアンケート調査の結果に基づいて算出したダンプネスの程度とアレルギー症状の有症率の関係を示すと図2になる。図によればダンプネスの程度が大きくなるにしたがって、鼻症状、喉症状の有症割合が大きくなる事が明らかである。

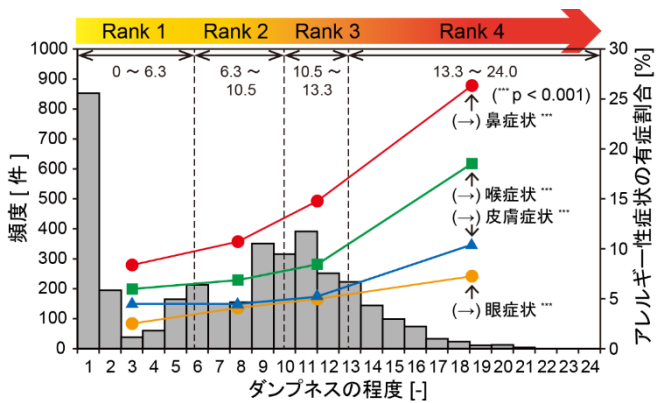


図2 ダンプネスの程度とアレルギー性症状の有症率<sup>9)</sup>

ダンプネスはダニの繁殖も促す可能性があり、柳<sup>10)</sup>、高岡<sup>11)</sup>は、温度、相対湿度が高い夏季にチリダニ数が多いことを住宅の実測で明らかにしている。因みに松本らの実験<sup>12)</sup>では、86%、76%、61%、36%の下で飼育されたコナヒョウヒダニとヤケヒョウヒダニは、36%の場合に、幼虫期までに全例が死亡したと報告している。

ダンプネスを防止する効果的な方法は、断熱・気密性能の向上、適切な暖房、継続的な換気である。その結果、湿気を除去し、壁、床、天井の表面温度を低下させず維持することによって結露の発生を抑えることができる。

ただし、高断熱住宅においても、結露の被害は数多く見られ、事例集をまとめた単行本<sup>13)</sup>に詳しく紹介されている。それによれば断熱や気密の施工が不十分であったり、換気設備に不具合があったりした場合に室内、小屋裏、壁体の中で結露が発生している。事例から分かることは、施工が設計通り行われていないことが大きな原因の一つということである。

ところで、東日本大震災の際に浸水被害を受けた住宅を対象として室内環境や健康調査<sup>14)</sup>を実施したが、それらの住宅では、浸水後、湿度が高い状態がしばらく続き、居住者の健康への影響も見られたことが分かった。

近年、豪雨災害が続いており、洪水による浸水被害が各地で見られる。また、山間部では泥の被害もみられる。このような被害が生じないような対策、そして浸水が発生し

ても復旧が速やかに図れる方策などについて今後とも検討する必要がある。

#### 5. 高湿度がもたらすその他の問題

高湿度がもたらすその他の問題としては以下の点が増えられる。①エンタルピー<sup>注2)</sup>が高いほど知覚空気質が悪くなる、即ち、空気が良くないと感じる。②揮発性有機化合物の建材からの放散量が大きくなる。従って、室内のホルムアルデヒド濃度は冬よりも夏の方が一般的に高まる。③冷房時のエネルギー消費量が増加する。クーラー運転時は冷却コイルで除湿するのでエネルギーを消費する。④木材の劣化が促進される。特に壁体内で結露した場合にはそれが顕著となる。

#### 6. まとめ

以上のように相対湿度は高くても低くても問題であり、特に高い場合には、カビ・ダニの発生に結び付き、アレルギー疾患の一つの原因となることもわかってきた。高湿度の環境を防ぐには、十分な断熱性能と気密性能の確保、適切な換気・暖房の運転が大切である。また、調湿材の利用も有効であると考えられるが、適切な設置方法については、検討が必要である。

#### 注

- 1) ビル管法の正式名称は「建築物における衛生的環境の確保に関する法律」である。住宅には適用されないが、快適範囲を議論する際には参考にされている。
- 2) 温度と湿度に関連する物理量で、温度が高いほど、絶対湿度が高いほどエンタルピーは高くなる。

#### 文献

- 1) ASHRAE, 2004. ANSI/ASHRAE Standard 55-2004
- 2) 長谷川、吉野：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、1998年7月
- 3) 長谷川、吉野、三田村：住宅における乾燥感の実態と乾燥による健康影響に関する調査研究、日本建築学会環境系論文集、第84巻 760号、2019年6月
- 4) Peder Wolkoff: The mystery of dry indoor air - An overview, Environment International 121, 2018
- 5) 鮮干、柄原他：低湿度が人間に与える影響に関する調査研究（その：生理反応から見た低湿度環境の許容度に関する研究、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、2005年8月
- 6) 池田：室内空気汚染の原因と対策、日刊工業新聞社、1998年11月
- 7) Kaisen Lin and Linseu C. Marr, Humidity-Dependent Decay of Viruses, but Not Bacteria, in Aerosols and Droplets Follows Disinfection Kinetics, Environmental Science & Technology, 54, 2020
- 8) 吉野他：児童のアレルギー性疾患と居住環境要因との関連性に関する調査研究—アンケート調査結果を用いた健康影響要因に関する統計分析—、日本建築学会環境系論文集、第79巻 第695号、2014年1月
- 9) 長谷川他：住宅のダンプネスのアンケートによる評価法の提案と子供のアレルギー疾患に及ぼす影響に関する全国調査、日本建築学会環境系論文集、第81巻 723号、2016年5月
- 10) 柳他：高層住宅における夏期前後の生ダニおよびダニアレルゲンの制御に関する研究(5)、日本建築学会大会学術講演会梗概集 (D)、1990年
- 11) 高岡正敏：ダニと住環境 第3回 I.ダニの生態「住環境の変化とダニ類の増殖」編、建材試験センター 建材試験情報、2014年12月
- 12) 松本他：コナヒョウヒダニ、ヤケヒョウヒダニの生活史におよぼす湿度の影響、衛生動物、Vol.37, No.1、1986年
- 13) 日経ホームビルダーズ：100の失敗に学ぶ結露完全解決、日経BP社、2019年2月
- 14) K. Hasegawa, H. Yoshino, et al.: Indoor environmental problems and health status in water-damaged homes due to tsunami disaster in Japan, Building and Environment 93, 2015