〔原 著〕

透湿の視点よりみた「筏構造」の市販敷寝具の 衛生学的検討

多 田 千 代*

Hygienic Study on Raft-Structure Mattress from the Viewpoints of Water Vapour Permeability

Chiyo TADA*

Temperatures, relative humidities, and water vapour pressures inside and outside of the test mattress were compared with those in case of cotton mattresses while resting in bed.

The test mattress had a raft-structure made of 21 hard polyurethan-foam cylinders, 7.8 cm. in diameter, 90 cm. in length. The structure of the raft was covered with 3 sheets of layers, a sheet of soft polyurethan-foam, a sheet of polyethylene air-caps and cotton cloth, forming a sandwich-structure.

The results were as follows;

1) When the microclimate inside of bed reached the comfortable and steady state, the values of temperature, relative humidity and vapour pressure in the space between the tatami-mat and the mattress were smaller in case of resting in raft-structure mattress than in cotton mattress.

2) In case of resting in raft-structure mattress, moisture evaporation from a human body did not permeate the mattress, but diffused along the back of the body through the concave surface of air-caps.

3) As a result of observation over two years it was confirmed that wet moulds did not grow on the surface of either tatami-mat or the raft-structure mattress in case of resting in raft-structure mattress.

I は じ め に

高齢者人口の増加につれて、家庭内における「寝たきり老人」の寝具の衛生管理は、同居家族にとって、負担の大きい重要な課題となろうとしている。

かつて、「寝たきり老人」や「長わずらいの病人の寝床」は、畳の部屋の一定の場所に敷いたまま、いわゆる万年床にしておくと、敷ぶとんと畳の間にカビ

が生え、ついには、畳も下層のふとんも内部まで腐って使用に耐えないものになってしまうことが、経験的に知られていた。そのような事態に至ることを未然に防止する方法の一つとして、寝床の位置を、数日程度の間隔で移動させるとよいことが知られているが、臥床する人間を乗せたままの重い寝床全体を、このような頻度で移動させることは複数の人手がなければ不可能である。同居家族

* 県立新潟女子短期大学

* Niigata Women's College

数が減少の傾向を増していることを考えると、これはやがて実行困難な管理方法となるであろう。

敷ぶとんと畳とが接している面で、特に、人体の軀幹部に対応する部位に多くカビが生えるのであるが、これは、人体から放散される熱と水分によって、この部位の温度・湿度が、湿性カビ繁殖の好適条件近くまで上昇し、それが持続されるからである。不感蒸泄、さらには発汗によって、就寝中の人体から放散される水分の一部は、①もめんわた自体の吸湿と放湿、②繊維間隙の拡散という2つの経路によって下方へ向って敷ぶとん層を透過（以下、これを下向透湿と仮称する）し、畳表面に到達する。畳も、吸湿性の藁の集合体であるので、もめんわたぶとんと同様な機構で下向透湿が進行するが、両者の透湿速度が異なるために両層間部分に水分が停滞し、この部分の水蒸気密度、相対湿度（以下、これを湿度と略称する）を共に高める結果になることについてはすでに報告した¹⁾²⁾そして、いわゆる万年床にしても、カビが発生しないようにするためには、畳にふとんを直接に敷いて寝するという習慣を廃し、敷ぶとんの最下層表面からの下向透湿を妨げない床材料のベッドを使用することが、一つの有効な方法であることも、同報告²⁾中で述べた。

わが国における最近のベッドの普及は著しい。しかし、畳の座敷にふとんを敷いて寝るという就寝習慣は、短い年月のうちに消滅するとは考えられない。この習慣は、自然的風土、歴史的環境の中で、100～300年の長い年月を経て、日本人の生活の中に定着した根強いものだからである³⁾合理的なベッドの導入に関する研究と平行して、畳の上での万年床を可能にするところの、敷く寝具（以下、これを敷寝具と呼称する）の研究の必要性がここにある。

最近、「新型の健康ふとん」と称される敷寝具が多数市場に現われた。現在すでに10数種類が数えられている⁴⁾⁵⁾これら、新製品は、主として医学的、人間工学的立場に立って発想されており⁶⁾⁷⁾、透湿機構の変革をその主目標としたものではない。しかし、それらの多くが、人体の背面に接する面を平面でなく、波型または凹凸にして、背面との接触が、線あるいは点でおこなわれるように意図

して設計されている。これらの構造は、透湿の立場からみて、本研究目的に合致した構造であろうと推定される。なぜならば、就寝中の人体背面から下向きに放散される不感蒸泄や汗の水分は、畳に達する前に、この構造ならば、背面に添った広い空隙を通過して平面的に拡散（以下、これを平面拡散と仮称する）できると考えられるからである。

以上のような推定に基づいて、今回は先ず市販品中から、筏構造の製品をとりあげ、その透湿様相をもめんわた敷ぶとんと比較すると共に、実際に、2年間にわたって万年床にして、カビ発生の有無を観察した。

II 測定と観察方法

1) 供試寝具、寝室、被検者および測定日

現在市販されている筏構造のものには、図一1に示した(a)、(b)の2種が見られた。これらは、いずれも中国の湖南省の或る長寿村において、竹を筏状に結束して用いている竹製ベッドからヒントを得て製品化したといわれている。(a)は、直径が7.8cm、長さがおよそ90cmの円柱状に成型された硬質ウレタンフォーム21本を筏状に細紐で結束して中心部に配置し、その全表層を、厚さおよそ1.8の軟質ウレタンフォームでしっかり包み、さらにその上を、シート状のポリエチレンエアークラップで覆い包み、サンドウィッチ構造をとっている。(b)は、硬質ウレタンフォームの円柱は用いず、シート状の軟質のウレタンフォームとポリエチレンエアークラップとを重ねて、ポリプロピレンのパイプを芯にして、ロールサンドウィッチ構造にしっかりと巻き上げて、(a)と同程度の太さ、長さの円柱をつくり、これを筏状に結束している。(a)も(b)も最終的には、もめん^{めん}の側布で覆って仕上げられている。ここでは(a)を実験に供し、記号をMとした。Mと比較するために、在来のもめんわた入り敷ぶとんの、同質、同寸のものを2枚重ねにして用いた。この記号をCとし、MとCの大きさ等を表1に示した。

なお、その他の寝具は、季節のものを、MとCに共通に用いた。掛ぶとんは、ポリエステル中わた入り、毛布は純毛、タオルケット・寝衣・敷布はもめんのタオル地であった。

被検者は、身長155cm、体重55kg、22才の健康な成人女子1名で、測定室は、新潟市内にある本造2階建住宅の1階、南面の寝室専用の8帖畳敷和室であった。測定日には測定2時間前に供試寝具を測定室の畳の上に、図1の状態に敷きのべて測定時まで放置し、室内温湿度と平衡状態になるよう留意した。Cの測定日は昭和51年11月23日、Mの測定は、同25日であった。同規模の測定は前年4月にも行なったが、本研究において問題とする透湿機構に関しては同傾向であったので、その報告は本報告から除外した。

2) 測定部位と温度・湿度の測定

図1の(i)において、C-I₋₁は上腹部真下の、敷ぶとんと寝衣の間であり、C-II₋₁は、その鉛直線上に並ぶところの、敷ぶとんと畳との間の点である。図1の(ii)に示したM-I₋₁、M-II₋₁はそれぞれC-I₋₁、C-II₋₁に対応する部位である。ただし、この2点は上腹部真下であると同時に、波型の谷の部分にくるようにした。M-I₋₂とM-I₋₃は、M-I₋₁と同じ谷に添って、端方向へおよそ

15cmずつ離れている。M-II₋₂、M-II₋₃は、それぞれの真下で、畳と寝具との間である。

各測定点の温湿度の測定には、昭和理化学(株)製のミニマ鋭感湿度計を用いた。この湿度の受感部には、温度測定用サーミスターが組みこまれている。測定は、就床直前から就床後2.5～3時間までを5～15分ごとに、その後起床までは30分ごとに測定した。室内温湿度は、自記温湿度計を用い、就寝者の右方で、畳上50cmの位置1ヶ所で測定した。水蒸気圧は、定法に従い、温湿度測定値から算出した。室内の気流は、戸を閉め切っていたのでほぼ無風とみなし測定しなかった。

3) 長期間にわたるカビ発生の有無の観察

昭和52年1月より同年12月まで、同測定室において身長150cm、体重55kg、54才の健康な成人女子1名を被検者とし、敷寝具としてはMを、掛寝具には季節の寝具を用い、月におよそ1回の掃除時以外は万年床とし、敷寝具Mと畳との間に敷きのべた白色純綿平織シーツにカビが発生したか否かを肉眼で観察した。さらに、昭和53年1月より同

図1 現在市販されている筏構造の新型敷寝具

表1 供試敷寝具(記号, MとCの2種)

寝具記号	供試敷寝具	要 項	丈 cm	幅 cm	厚さ cm	重量 g	側(がわ)布地質
M	筏構造の市販敷寝具(図1-(a))		196	92	12(10)*	7000	もめん朱子織物
C	もめんわた入りの敷ぶとん, 2枚		180	88	2枚で9(6)*	2枚で9600	もめん平織物

*()内の数字は、就寝時の背面圧縮厚さを示す

図2 寝床内の温・湿度測定部位

年12月まで、畳の上に厚地のビニールシートを敷いた場合について、上記と全く同規模の観察を行なった。なお、観察地新潟の、観察期間中の月別温度・湿度の平均を、東京のそれと比較して図-4に示した。

Ⅲ 結果と考察

1) MとCの透湿様相比較

供試寝具CとMを用いて就寝した場合の、各測定点の温度、湿度、水蒸気圧の時間的経過の1部を、図-3の(I)、(II)に示した。就寝後2.5~3時間経過以後の温度、湿度、水蒸気圧は、各測定部位ごとにほぼ定まり、その後、起床まではほぼ一定値となった。すなわち、熱流、湿流がほぼ定常状態に達していることを示した。そこで、紙面の都合と、また、本研究の目的であるCとMの比較、測定部位間の比較を容易にするために、図-3には就床時2.5~3時間値までを示したものである。

水蒸気の拡散の方向は、中間に吸湿性物質が介在する場合も介在しない場合も、水蒸気圧勾配に支配されることは、すでに実験的に証明されている⁹⁾。図-3において、水蒸気圧-時間曲線に着目すると、C-I-1曲線は就床初期に急上昇し、15分経過後はほぼ一定値を示している。これに対しC-II-1曲線は、就床後から2時間余を経過するころまで上昇を続けている。この両曲線の様相は、筆者が先にもめんわた入り敷ふとんを用いて行な

た測定の結果²⁾と一致している。これらの諸結果を総合すれば、やはり、人体から下方へ放散された水分は、吸湿性のもめんわた層と畳の藁層を透して下向透湿しているが、透湿速度は、めんわた敷ふとん>畳であるため、両層間の水蒸気圧が上昇を続けること、また、ふとんの層は体重圧により広い面積がほぼ一様に圧縮されて、繊維間空隙が著しく減少し、そのため、水平透湿はかなり困難な状態にあることが確認される。

Mを用いた場合は、M-II-1の曲線の上昇度が極めて微弱である。すなわちM-I-1曲線の急上昇に対し、M-II-1曲線は殆んど応じておらず、このことは、Mでは下向透湿が無いことを示すものである。それに対し、円柱間の谷に添っての平面透湿が活発であることは、各測定時刻において、水蒸気圧が常に $I-1 \gg I-2 \gg I-3$ の関係にあることから明らかである。図-1の(a)に示したように、Mは表層を不透湿のポリエチレンキャップで覆われている。したがって円柱間の谷は透湿路にはなり得ない。しかし、谷の部分には体重圧は加わりにくい。したがって、この部分にあって、圧縮されないポリエチレンエヤキャップの表面凹部の空隙、人体と寝衣や敷布間の空気層および繊維間空隙が、それぞれ有効な透湿通路になったと考えることができる。

2) MとCの寝床気候比較

寝床内の温度・湿度の条件は、就寝者の快感、

図3 就寝中の各測定部位における温度、湿度、水蒸気圧の時間的経過

快眠を左右する重要な条件である。このことはすでに中嶋⁹⁾によって明らかにされ、その後の多くの寝具衛生研究者により確認されている。

C-I-₁の就寝後1～2時間値はおよそ33℃、43%、M-I-₁の1時間値はおよそ35℃、56%で、いずれも快感域内にあった。しかし、M-I-₁の2時間値は、室内湿度の急上昇に伴って上昇して68%となり、快感域をやや越えた。このような、室内環境条件や身体条件が、快感上不利な方向に変化をした場合の、調節能力に関しては、今後さらに慎重にMとCの比較検討をする必要があると考えられる。

ところで、図一1に示した(b)については今回測定をおこなわなかった。(a)、(b)は同じく筏構造であるが、図一1の断面構造から明かなように、

円柱間の谷の大きな空隙が、平面透湿の通路になり得る場合においては明確な差がある。上述の湿度調節能においては(a)<(b)であろうと推定されるので、引き続き検討の予定である。

3) CとMの断熱効果比較

図一3において、温度—時間曲線に着目すると、内面温度はC-I-₁<M-I-₁、下層温度は、C-II-₁>M-II-₁の関係にあり、内面と下層の温度差は、定常状態においてCではおよそ9℃、Mではおよそ20℃と著しく大きい。CとM間にみられるこのような差異は、両者の断熱効果がC≪Mの関係にあることを示すものである。このように断熱効果に差異の生じる理由の第1は、Mを構成する3種の素材がいずれも微細な気泡を十分に含んだ断熱材で

図4 観察期間中の新潟地方の月平均温湿度、
ならびに東京地方との比較

あることは勿論であるが、特に、サンドウィッチ構造の中心部に配置された円柱が、硬質ウレタンフォームの成形物で人体圧により圧縮されず、有効な厚さを保持することにあると考えられる。わたしは非圧縮時にはきわめて嵩高であるから断熱効果は大きい、これを敷ぶんとして用いると有効な含気の多くを失う。第2の理由としては、非吸湿性素材からできているので、吸湿による断熱効果の低下¹⁰⁾を生じないことがあげられる。

4) Mを用いた場合の、畳と敷寝具間の温度と湿度、およびこの部位にカビが生えないことの確認

図-3から明らかなように、就寝後2時間経過後のC-II-₁の温湿度は22℃、77%に達している。これに対し、M-II-₁のそれはおよそ13℃、70%と低い。両者のこの値の比較から、Cにくらべ、Mでは畳と敷寝具間にカビが生えにくいであろうことは容易に推定されるが、このことは、さらに、2年間にわたる着用実験により確認した。すなわち、Mを直接畳上に敷いた万年床においても、その間にビニールシートを敷いた場合の万年床においても、カビ発生の有無を肉眼判定する目的で挿入した白布にカビは認められなかった。

なお、図4から明らかなように、観察を行なっ

た日本海側の新潟地方は、一年間を通じて湿度が高い。したがって、太平洋側地域よりもカビの生えやすい条件の地域においても、Mの使用によりカビが生えにくくなることを確認したことになる。

以上のように、Mを用いると、畳と敷寝具間の温湿度が上昇せず、この部分に、万年床を長期間続けてもカビが生えない理由としては、Mの素材と構造に基づくところの次の3つの事項があげられる。①断熱効果が大きく、体熱が下層まで伝達されにくい。②背面に添った平面透湿が主体で、下向透湿がない。③畳に面した円柱間の谷の部分において、素材に圧迫が加わらないため、空気の流動がおこなわれやすい。また、円柱と畳が接する面においても、ポリエチレンエアーキャップの凹部をとっての空気の流動が可能である。

IV ま と め

筏構造の新型の敷寝具の透湿機構、その他の衛生学的有用性を検討する目的で、実際に着用、就寝し、その内外面の温度、相対湿度、水蒸気圧を測定、また、畳との間のカビ発生の有無を観察し、次の結論を得た。

1) 2年間にわたる着用実験により、筏構造の新型敷寝具を用いると、多湿地帯において万年床にしておいても、畳との間にカビが生えないことを確認した。

2) その理由は、この寝具の素材と構造に由来する。湿気は、背面に添って平面的に拡散し、畳面へ向けての透湿がない。断熱効果が著しく大きく、畳面まで体熱は伝達されない。畳と寝具表面とは密着せず空気の流動が可能である。すなわち、もめんわた敷ぶとんを用いた場合のような、湿性カビ繁殖の好適条件は用意されない。

終わりに臨み、御助言と御校閲を賜った、帝京大学医学部公衆衛生学教室山本幹夫教授にあつく御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 多田千代：布田綿の吸湿に関する研究（第1報），家政誌，7(3)，101，1956
- 2) 多田千代：透湿過程よりみた寝具の衛生学的

- 研究第2編)「ふとん」の就寝時における, 吸湿と透湿, ならびにその管理に関する考察, 日本公衛誌, 7(11), 1103~1110, 1960
- 3) 小川光暘: 寝所と寝具の歴史, 143~176, 雄山閣, 1973
- 4) フィールド産業(株)資料: 奇蹟のヘルスロール—新しい睡眠・寝具・健康管理の知恵—17, ライフ社, 1978
- 5) 主婦の友生活シリーズ: 健康をつくるふとん・ベッド・寝具, 41~45, 主婦の友社, 1978
- 6) 小原二郎: ベッドの人間工学, 臨床科学, 3(6), 832~839, 1967
- 7) 小原二郎: 暮らしの中の人間工学, 147~162, 実教出版, 1975
- 8) たとえばJ.D.Babbitt: Can., J., Res., A 18, 105, 1940
- 9) 中嶋朝子: 寝床気候の研究, 京府医大誌, 52(1), 51~76, 1952
中嶋朝子: 寝床気候の研究(第2報)一冬季寝具厚薄の保温力一, 京府医大誌, 53, 257~263, 1953
- 10) 高橋はる子: 綿の熱伝導度について(第3報), 家政誌, 5(4), 432~433, 1955