

研究発表 25

高温環境下における寝床面温度が寝床気候及び睡眠経過に及ぼす影響

奈良女子大学 ○宮 沢 モリエ・磯 田 憲 生・梁 瀬 度 子

The Effects of the Bed Temperature on the Bed Climate and the Sleeping Pattern under High Temperature

Morie MIYAZAWA, Norio ISODA, Takuko YANASE

Department of Dwelling, Faculty of Home Economics, Nara Women's University

It was the purpose of this paper to investigate the values of suitable thermal environmental elements on the bed climate. The bed temperature (mattress side) was changed four times from 23°C to 32°C at the room temperature of 27°C. The changes of relative humidities and temperatures in bed, the sensation of sleeping when the subjects went to bed and awoke and the physiological reactions during sleeping were measured.

The results were as follows;

1) Psychological satisfaction and the sleeping pattern were good when the bed temperatures were 23 and 26°C.

2) When the bed temperature was 29°C, the central value of the temperatures beneath the bed sheet just before changing the form of supine posture was almost the same as the central value of the skin temperatures of back. And in the case of the bed temperatures of 29°C and over, psychological satisfaction changed from comfort to discomfort.

3) When the bed temperature was in excess of 29°C, the mean heat flow at the breast and back was about 20 kcal/m²h as the result of the radiant heat which caused by the frequent body movements, exposure body to ambient air and perspiration.

1. はじめに 夏季は寝苦しさを緩和する積極的な方法としてクーラーの夜間使用があげられるが、この方法は経済性の面や、寝室の冷えすぎによる人体への影響も大きいことから、未だ採用されにくく、寝具による調節のみが主になされている現状である。夏向きの寝具の選択、すなわち、掛・敷布団の厚さ調節や、シーツを冷涼感のあるものにする方法は従来より行われてきているにもかかわらず、寝室が非常に高温になった場合は、その効果は小さく、きわめて消極的な方法と言えよう。本報は、睡眠中の快適な寝床内環境をつくりだすための温熱指標を求めるとを目的とし、省エネルギー的にも有効と考えられる寝床面冷房を行い、睡眠環境の改善をはかろうと試みたものである。気温27°C下で寝床面温度を4段階に制御した実験を行い、寝床気候が睡眠に及ぼす影響を検討した。

2. 実験方法 実験室は夏季を想定して環境調節内を気温27°C・湿度70%に設定した。測定期間は1983年7-9月である。寝床断面図を図1に示す。寝床内の温度コントロールはパネルに温・冷水を循環させる方法をとった。設定温度はパネル上面を基準とし、23・26・29・32°Cの4段階と

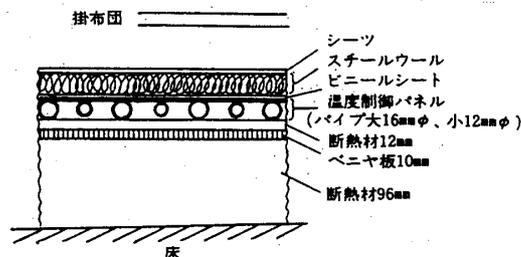


図1 寝床断面図

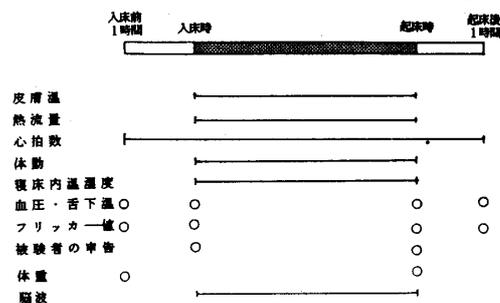


図2 実験計画

第 8 回 人間—熱環境系シンポジウム報告集 (昭和59年12月)

した。以後、これらの設定温度を床面温と称する。寝具は掛用として毛布1枚 (毛 100%) を毛布カバーで包布したものを使用した。敷用としては、クッション性があり、かつ熱伝導率の高いスチールウールをシートで被った物を使用した。パネルの下は断熱材を用い下方の熱伝導を防いだ。寝衣は約0.3cloの綿 100%のパジャマである。被験者は健康な成人女子2名 (被験者A・B) を起用した。年齢 (才) ・身長 (cm) ・体重 (kg) については、順に被験者Aで22・161・48.5、被験者Bで22・162・54.0である。被験者には当日ごく普通の生活を送るよう指示した。入床時刻は22~23時、起床は自然覚醒によった。実験計画を、図2に示す。平均皮膚温測定についてはHardy & Duboisの7点法を採用しこれに加え前胸部及びその垂直方向の背側の2点を追加した。測定にはC-C (0.2mmφ) 熱電対を使用し、自動平衡温度記録計により行った。追加した胸・背部位は抵抗型湿度計 (エース社) を用い湿度測定も同時に行った。熱流測定は、皮膚温を測定した胸・背部位付近の2箇所に熱流板 (28X12X1.2mm) を通気性テープで固定させ、出力は2ペンレコーダーにより行った。心拍数は携帯用心拍記録装置 (VINB製) により1分間の心拍数を終夜記録した。また、脳波測定は、脳波計 (日本光電社製) で記録し、脳波段階はAPSSによって定められたRechtschaffen & Kalesの (1968) の判定基準¹⁾に基づいた。体重は人体用台秤を用いて測定し、体重減少量より水分蒸発放熱量を求めた。また、寝床気候の測定はシート上及びシートとスチールウール間の人体の背と腰及び頭横にあたる計7点を測定した。上記の自動平衡記録計にて温度を記録すると同時にシートとスチールウール間の2点及び毛布下計3点については抵抗型湿度計にて温・湿度を同時に記録した。睡眠中の体動は超高感度ビデオカメラを用い録画、その時の照明はビデオ撮影可能の最低照度42lxとし、被験者にはアイマスクを使用させた。また、被験者の感覚申告はアンケート記入による方法をとった。

3. 結果及び考察 図3は被験者Bの床面温26・32℃の場合の睡眠経過例である。床面温32℃は26℃に比べ、入床後の安定した深い眠りのあとは特に体動が多く、それらは第2・3周期の睡眠サイクルに影響を与えており、睡眠段階がst.1,2を中心

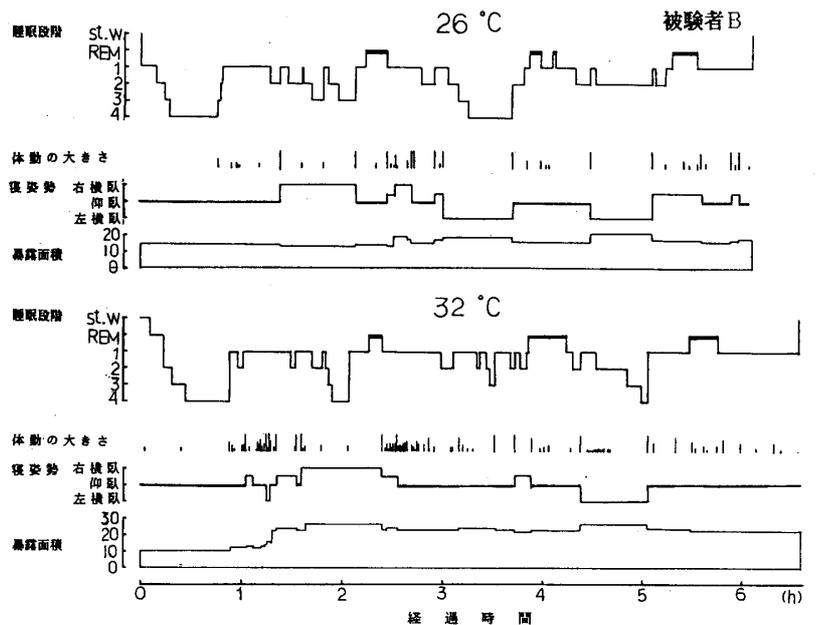


図3 睡眠経過

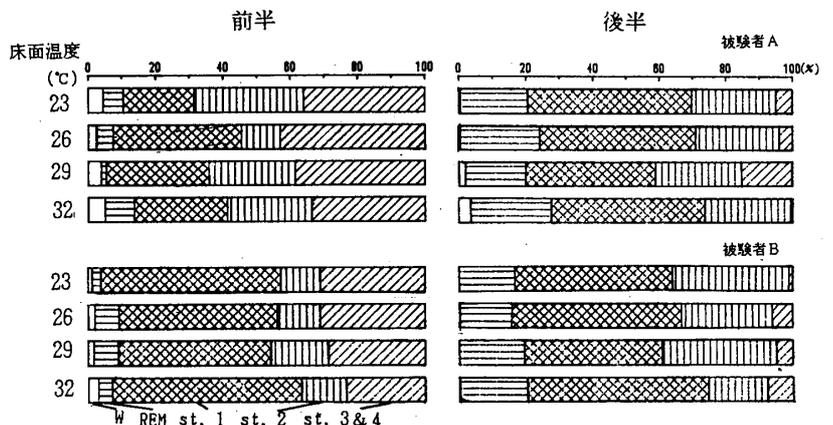


図4 睡眠段階割合

第8回 人間-熱環境系シンポジウム報告集 (昭和59年12月)

とし、眠りが浅い。又、4周期目にst.3&4の出現がみられる。暴露面積については身体が布団から出ている量を皮膚表面積の部位別割合に応じて便宜上の点数を与え、外気の人体への影響を調べる目安とした。この例では、睡眠サイクルの2周期目で床面温32℃の方が26℃にくらべ増加の傾向が見られる。次に睡眠段階割合を図4に示す。被験者Aの睡眠前半では深い眠りであるst.3&4が多いものに床面温26℃があげられ、後半では床面温が高いほど覚醒の割合が多い。また、被験者Bでは後半での覚醒はみられなかったが前半の覚醒は被験者Aと同様の傾向が示される。また、st.3&4の割合は前半では床面温が高いほど少なく、逆に、後半ではその割合は床面温が高い程多い。これは睡眠前半の眠りが不足がちになったため、その補充がなされているものと考えられよう。

被験者の感覚申告 (図5) について、両被験者とも床面温26℃以下は「冷んやりとした」側にあり「心地よい」感じをうけている。気分的にも26℃以下は「おちついた」、「快い」申告をしている。逆に床面温29℃以上では「暖かく」、「心地が悪く」、「おちつかず」、「不快」となり、特に床面温32℃で最も評価が悪い。申告による冷え・ほてり・発汗について (図6) は、被験者Bの申告が主になっている。床面温23℃では被験者Bは入・起床時とも冷えの申告範囲が広い。逆にほてりの申告は26℃以上に多くみられる。床面温29℃以上では起床時に両被験者共に発汗の申告が多く、蒸暑感を持っていると言えるであろう。

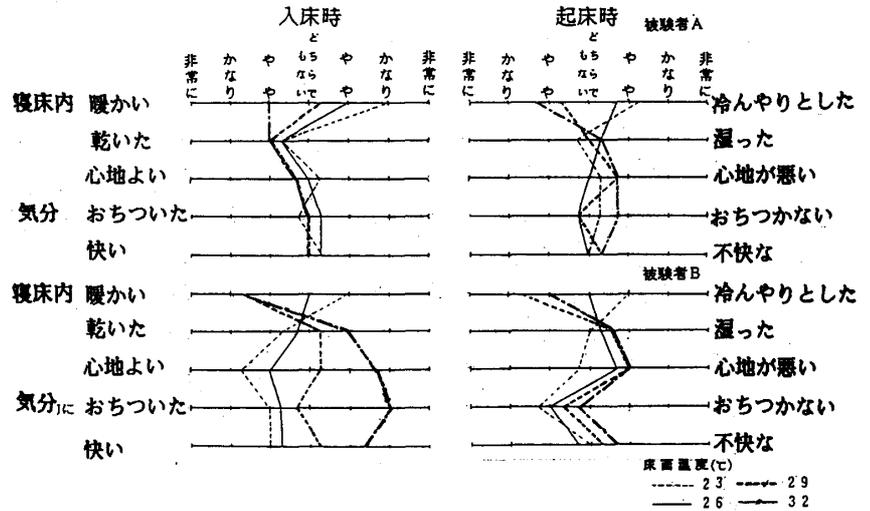


図5 感覚申告

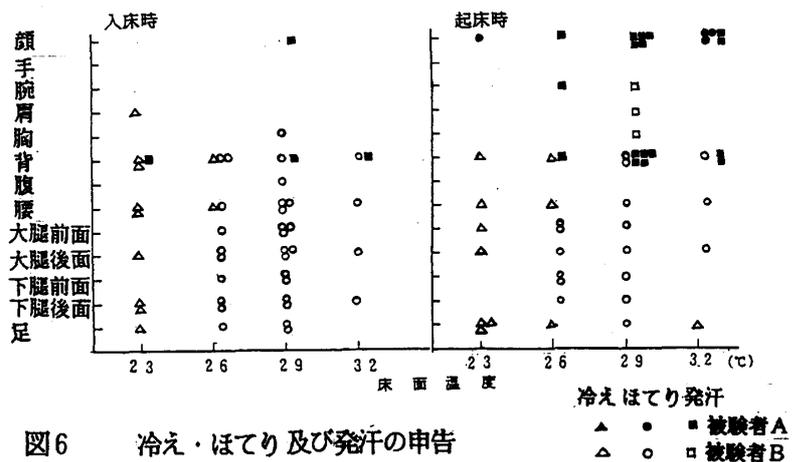


図6 冷え・ほてり及び発汗の申告

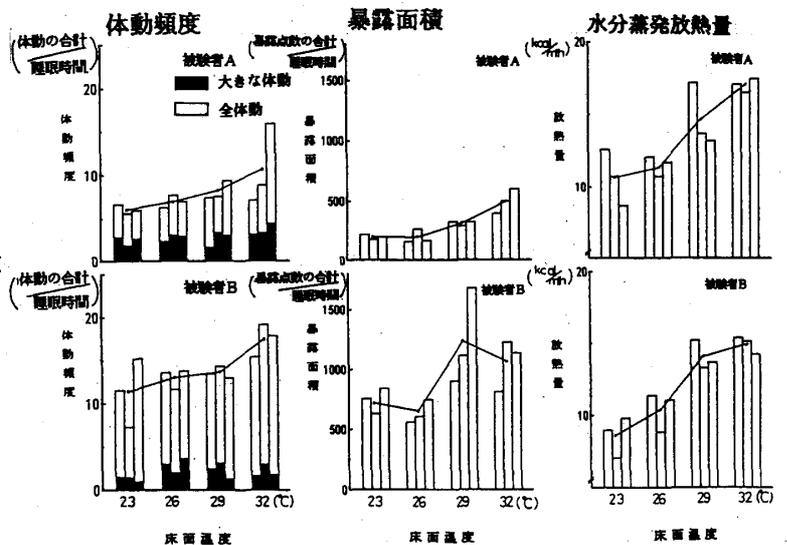


図7 体動頻度・暴露面積及び水分蒸発放熱量

第8回 人間-熱環境系シンポジウム報告集(昭和59年12月)

体動頻度・暴露面積(図7)について、低床面温の場合は全体動の頻度が少なく、床面温が高くなるに従って増加する。又、その程度は被験者BでAの約2倍であった。両被験者とも床面温が高くなるに従って暴露面積の増加が見られ、床面温29℃以上では床面温23・26℃に比べ1.5~2倍程度となる。又、被験者AはBに比べ暴露量が少ない。水分蒸発放熱量(図7)は、暴露量の少ない被験者Aの方がBより多い。床面温が高くなるに従って放熱量は増加し、床面温29℃以上で顕著である。床面温29℃では両被験者とも約14kcal/m²・hであり両者の差が小さくなる。

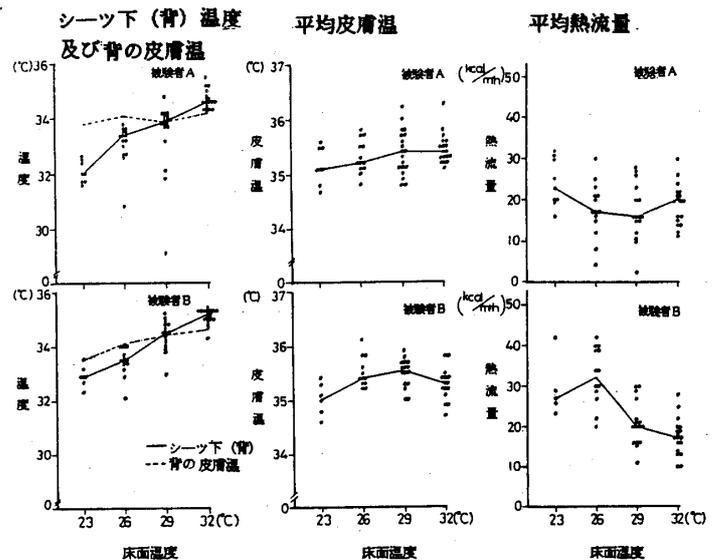


図8 寝返り直前の温熱状態

次に、寝返り直前の温熱状態(図8)を床面温の影響が大きい仰臥時を中心に、仰臥から横臥になる直前の温熱状態をプロットし各々の中央値について検討を行う。まず、シーツ下(背)温は両被験者とも、床面温が高くなるに従い上昇する。背の皮膚温は被験者Aでは床面温による差はないが、Bはシーツ下温の傾向と似ている。しかし、両被験者とも床面温29℃を境としてその位相が逆転している。床面32℃では背の皮膚温より、シーツ下温が高くなっており、これは寝床面から人体(背)側へ熱の移動が起こりうる状態と考えられる。床面温29℃以上で水分蒸発放熱量の増加及び感覚申告の評価が悪く、発汗申告もみられることから、29℃以上の場合、不快な寝床気候となると言えるであろう。床面温23~29℃間では床面温の上昇に伴う平均皮膚温の上昇が認められる。しかし、床面温29℃以上では被験者Aではその上昇の停止、Bは下降現象が示された。これらの現象から、被験者Aは主として発汗に伴う水分蒸発放熱量の増加、Bは体動頻度・暴露面積の増加による寝床気候及び人体表面の放熱量の調節をしていると考えられよう。平均熱流量(胸+背/2)は、被験者Aの場合、床面温32℃を除き床面温が高くなるに従いわずかずつではあるが減少する。床面温32℃では発汗等の体温調節により、放熱量が増加し、約20kcal/m²・h(中央値)となる。被験者Bでは快適床面温と申告している23・26℃で約30kcal/m²・h、29・32℃で、体動・身体暴露・発汗等による調節が行われた結果約20kcal/m²・hになることがわかった。

4. まとめ 寝床内の感覚申告は、床面温23・26℃が好ましいとしており、睡眠経過等によっても裏付けられた。又、床面温26℃と29℃の間に快適から不快に移る変化点が見られた。また、被験者の睡眠中の体温調節のタイプには、主として水分蒸発放熱量の増加をはかるタイプと体動頻度・暴露面積の増加による2つのタイプが見られた。それらの増加は床面温29℃以上で顕著であった。寝返り直前のシーツ下(背)温が背の皮膚温以上になる床面温は29℃で、これ以上の床面温は好ましくないと考える。また、積極的放熱が行われ、その結果平均熱流量は約20kcal/m²・hとなった。

文献

1) Rechtschaffen A. & Kales, 清野茂博(訳): 睡眠脳波アトラス, 医歯薬出版, 東京(1971)

終りにあたり、本実験の熱流測定・床面制御等について御協力頂きました近畿大学工学部助手梶井宏修氏に深謝いたします。