

バイオクリマ研究会  
第19回 研究セミナー

要 旨 集

平成27年12月5日（土）  
いであ株式会社 GE カレッジホール

主催：NPO法人 バイオクリマ研究会

協賛：日本生気象学会  
後援：いであ株式会社

# 「バイオクリマ研究会 第19回 研究セミナー」 開催のご案内

日程：平成27年12月5日(土) (Ver. 20151126)  
会場：いであ株式会社 GE カレッジホール (東急田園都市線 駒沢大学駅・桜新町駅 より徒歩12分)  
参加費：1000円 懇親会費：2000円 (学生は半額)  
主催：特定非営利活動法人バイオクリマ研究会 協賛：日本生気象学会

- 10:00 ~ 10:05 開会あいさつ 稲葉 裕 (バイオクリマ研究会 理事長、順天堂大学名誉教授)
- 10:05 ~ 12:00 一般口演 司会：松原斎樹 (京都府立大学)
- 10:05~10:20 露場移転にともなう観測データの切断と気象統計項目の変化ー岡山地方気象台の事例ー 重田祥範(公立鳥取環境大学環境学部)
- 10:20~10:35 東京タワーにおける夜間NO<sub>2</sub>濃度とポテンシャルオゾン濃度 苗村晶彦(戸板女子短期大学・総合教養センター)、渡邊善之(平岡環境科学研究所)
- 10:35~10:50 大山ヘルスリゾートメディスン 平沼茂(いであ株式会社)
- 10:50~11:05 京都市の町家型住宅居住者の夏期と冬期の居住環境評価と温熱環境実態に関する研究 阿波一馬,松原斎樹,柴田祥江(京都府立大学生命環境科学研究所)
- 11:05~11:20 局地的な強風現象(愛媛県・肱川あらし)が人のバイタルサイン・温熱生理に与える影響 大橋唯太,岡林大輝,中矢直幸(岡山理科大学),重田祥範(鳥取環境大学),岩本裕之,宮原啓(いであ株式会社)
- 11:20~11:35 中央高地式気候に属する長野市の暑熱環境調査(1)-地上気温の形成要因- 重田祥範(公立鳥取環境大学環境学部),荻原悠季(立正大学地球環境科学部)
- 11:35~11:50 中央高地式気候に属する長野市の暑熱環境調査(2)-ヒートインデックスの日変化- 荻原悠季(立正大学地球環境科学部),重田祥範(公立鳥取環境大学環境学部)
- 11:50 ~ 13:00 昼休み
- 13:00 ~ 15:00 第1部「看護・介護分野におけるバイオクリマ」 総合司会：野本 茂樹 (東京都健康長寿医療センター研究所)  
1部司会：平田 耕造 (神戸女子大学)
- 13:00~13:20 看護・介護分野とバイオクリマ 平田 耕造 先生 (神戸女子大学)
- 13:20~13:40 療養現場におけるバイオクリマ由来の心身症状への影響 多田 真寿美 先生 (神戸在宅ケア研究所)
- 13:40~14:20 褥瘡(床ずれ)の発生要因に関する基礎研究 武田 利明 先生 (岩手県立大学)
- 14:20~15:00 角層水分量とスキンケア 岡田 ルリ子 先生 (愛媛県立医療技術大学)
- (15:00~15:10 休憩)
- 15:10 ~ 17:20 第2部「寝床内気候」 2部司会：野本 茂樹(東京都健康長寿医療センター研究所)
- 15:10~15:40 寝具に求められる基本性能と寝床内気候 吉兼 令晴 先生 (西川リビング株式会社)
- 15:40~16:20 季節と寝床内気候 水野 一枝 先生 (東北福祉大学)
- 16:20~17:00 季節と就寝環境が睡眠に及ぼす影響 都築 和代 先生 (産業技術総合研究所)
- 17:00~17:20 総合討論
- 17:20~17:25 閉会あいさつ 吉野 正敏 (バイオクリマ研究会 監事、筑波大学名誉教授)
- 17:30 ~ 19:00 懇親会 (同会場)

## 【問い合わせ先】

特定非営利活動法人 バイオクリマ研究会 事務局 (いであ株式会社 バイオクリマ事業部内) 担当：平沼、池田  
TEL：045-593-7601 E-mail：[bcrc\\_office@bio-clima.net](mailto:bcrc_office@bio-clima.net) URL：<http://www.bio-clima.net/>

# 一般口演

1 鈴：発表終了5分前（10分経過時）、  
2 鈴：発表終了時（12分経過時）、  
3 鈴：質疑応答終了時（15分経過時）

# 露場移転にともなう観測データの切断と気象統計項目の変化－岡山地方気象台の事例－

\*重田祥範（公立鳥取環境大学環境学部）・大橋唯太（岡山理科大学生物地球学部）

## 1.はじめに

岡山地方気象台は、1890年に岡山県立測候所として岡山市内山下の旧岡山城郭内に開設され、1949年には岡山市津島（現：岡山大学農学部農場）に移転し、業務を開始した。その一方で、1982年には岡山市街地のほぼ中心部に位置するJR岡山駅から南南西約600mの岡山地方合同庁舎（桑田町）に移転した。そして、今日まで「岡山の観測値」として多くの市民に利用されてきた。しかしながら、2014年12月に庁舎北側に完成した大型商業施設の影響で、露場周辺の環境が著しく変化すると予想されたため、2015年3月5日に風向・風速計ならびに日照計以外の地上気象観測機器は、再び岡山市津島（現：岡山大学陸上競技場）に移設された。ただし、1982年以前の観測露場とは異なり、東へ約900m離れた場所となった。

岡山地方気象台では、気候特性を評価する指標として、従来から日最低気温（ $T_{min}$ ）・日最高気温（ $T_{max}$ ）の階級別日数を記録している。特に、熱帯夜日数などの気象用語は睡眠障害など生活環境へ密接に関連した言葉であり、市民の関心も高い。そこで、本研究では岡山地方気象台の露場移転にともなう観測データの切断に着目し、移転後に観測される気温の階級別日数・時間数について実際の観測値から推定を試みた。

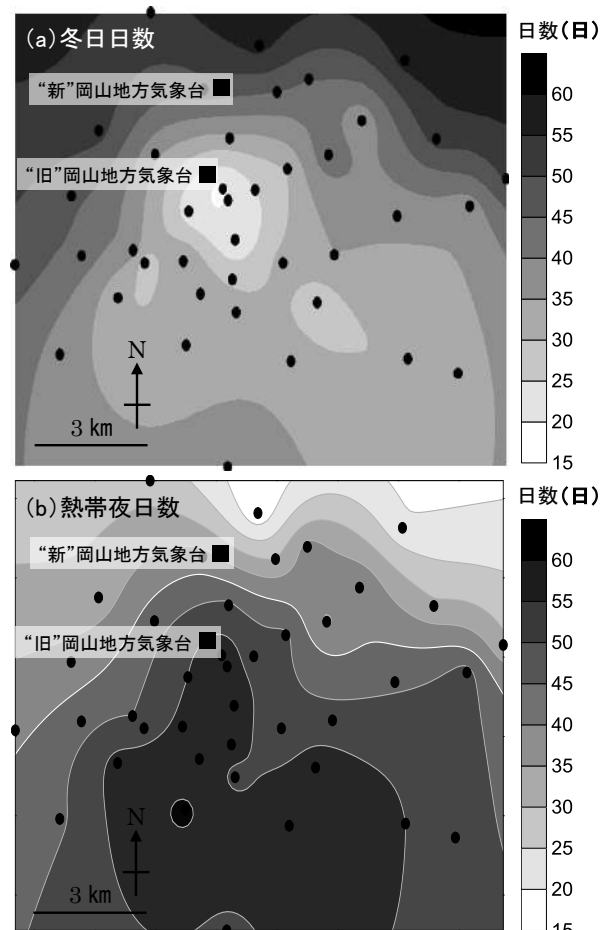
## 2.研究概要

岡山地方気象台ならびに岡山平野における気温の階級別日数・時間数の算出には、筆者らが2007年9月～2011年3月にかけて実施した「岡山平野における高密度気温観測」で得られた実測値を使用した。ここでは、欠測もなく1年間のデータが連続的に取得された2010年1月1日～2010年12月31日（計365日）を解析対象日とする。なお、本研究で用いる気象統計項目の定義は、日境界を0時（24時）とし、熱帯夜などの気象用語やその閾値に基づいて集計される気温の階級別日数・時間数および日中の平均気温（6:10～18:00）、夜間の平均気温（0:10～6:10, 18:10～24:00）、日平均気温（0:10～24:00）とする。気温の測定場所は天空率0.5以上かつ地表面状態が裸地である街区公園とし、東西13km, 南北13kmの範囲内に41地点設けた。測定値のサンプリング間隔は120秒であり、解析には10分ごとに中央平均した20分間の平均値を用いた。

## 3.結果

測定された気温をもとに岡山地方気象台ならびに岡山平野における気温の階級別日数・時間数を明らかに

した。その結果、冬日日数は都市部（岡山地方気象台を含む地域）で少なく約20日（約150時間以下）であった（図1a）。一方、北側の郊外では50日以上（約400時間）となっており、2倍以上の明瞭な差が認められた。一方で、熱帯夜日数は都市部から南の沿岸部にかけて多く50日以上であったが、観測領域北部では少なく20日未満となっており、熱帯夜日数でも2倍以上の差であることが明らかとなった（図1b）。



第1図 気温の階級別日数の水平分布。(a)は冬日日数( $T_{min} < 0.0^{\circ}\text{C}$ ), (b)は熱帯夜日数( $T_{min} \geq 25.0^{\circ}\text{C}$ )をそれぞれ示す。図中の●は気温の定点型観測をおこなった地点。集計期間は、2010年1月1日～12月31日（計365日間）。

## 4.気象台移転にともなう観測値の変化予測

岡山地方気象台の露場が移転することにより、気温とその階級別日数には下記のような変化が予測される。

- ①. 日最低気温は年平均で $1.0\sim 1.5^{\circ}\text{C}$ 低下する。
- ②. 日最高気温は年平均でほとんど変化しない。
- ③. 冬日日数は90～100%増加する。
- ④. 猛暑日日数はほとんど変化しない。
- ⑤. 熱帯夜日数は約20～30%減少する。

# 東京タワーにおける夜間 NO<sub>2</sub> 濃度とポテンシャルオゾン濃度

苗村晶彦（戸板女子短期大学・総合教養センター）、渡邊善之（平岡環境科学研究所）

## 1. はじめに

夏季は強い日射の気象条件下において大気汚染物質の光化学反応が進み、高濃度の光化学オキシダントが発生することがある。光化学オキシダントは、光化学反応が進行することにより二次的大気汚染物質として生成され、そのほとんどが O<sub>3</sub> である。1980 年代には長野県において夜間光化学オキシダント濃度が高くなることが報告されているが、この原因として大気汚染気塊が東京等を大規模大気汚染物質発生源として、光化学反応を伴って長野県へ移流するとされている（栗田と植田, 1985）。

一方、初冬季は、NO<sub>2</sub> 濃度や浮遊粒子状物質濃度が非常に高濃度となることが頻繁に発生する。この原因として、冬季は夜間に弱風で接地逆転層が発生することにより大気汚染物質の拡散が抑制されること及び燃料の燃焼量が増加するからである。ただし、近年における大都市地域では自動車 NO<sub>x</sub>・PM 法等の効果により冬季の大気汚染は大きな改善が見られる。

本研究は東京圏の大気汚染に着目し、その中心地である東京タワーにおいて、光化学オキシダントの原因物質となる NO<sub>2</sub> さらには O<sub>3</sub> 汚染の特性を解明する指標として用いられるポテンシャルオゾン(以下、PO)を解析して季節別特徴を明らかにすることを目的とした。東京において夜間に滞留する高濃度 NO<sub>2</sub> に焦点をあて、その際の PO 濃度を算出し、季節別に東京で発生した夜間の NO<sub>2</sub> 等の汚染の滞留の特徴や輸送の可能性を解析した。

## 2. 方法

解析した場所は東京都港区にある東京タワー（北緯 35.66 度、東経 139.75 度、標高 23 m、高度 333 m の塔）とした。東京都内は現在人口約 1300 万人の世界有数の都市である。解析した年は、光化学スモッグ注意報が最多の 28 都府県に及んだ 2009 年とした。この年の 4 月 1 日から 12 月 31 日までの期間を解析した。用いたデータは各自治体や国が設置している大気常時監視測定結果および気象観測所の測定結果とした。東京タワーにおいては高度 25 m において NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NO<sub>x</sub> 濃度のデータを使用した。O<sub>3</sub> は NO により容易に分解されるため、その濃度変動が生成によるものか、NO による分解なのかを判断することが困難である。そこで、O<sub>3</sub> の NO による分解を補正した PO を指標として用いることで O<sub>3</sub> 汚染の特性の解明を行う。

## 3. 結果

高度 25m における夜間 (18~24 時) NO<sub>2</sub> 濃度が平均 50 ppb

を越えたのは、通り春季~夏季 (4~8 月) に 3 日、秋季~初冬 (9~12 月) に 7 日の合計 10 日を数えた。最も高かったのは 6 月 24 日で平均値は 70.3 ppb であった。また、夜間 NO<sub>2</sub> 高濃度の時、PO 濃度については春季~夏季と秋季~初冬で顕著な違いがあった。

春季~夏季における高度 25m における夜間 (18~24 時) NO<sub>2</sub> 濃度が平均 50 ppb を越えた日の NO<sub>2</sub> 濃度および PO 濃度の推移 (16 時から翌日の 9 時まで) について、NO<sub>2</sub> 濃度に関しては、最高値は 6 月 24 日の 20 時の 86 ppb であった。6 月 11 日および 6 月 24 日については、21 時から急激に NO<sub>2</sub> 濃度が低下し、6 月 11 日については 1 時に 8 ppb まで濃度が低下した。また、PO 濃度については、最高値は 5 月 18 日の 16 時の 89 ppb であった。また PO 濃度は夜明け前に、5 月 18 日および 6 月 24 日において 60 ppb を越えていた。

秋季~初冬における高度 25m における夜間 (18~24 時) NO<sub>2</sub> 濃度が平均 50 ppb を越えた日の NO<sub>2</sub> 濃度および PO 濃度の推移 (16 時から翌日の 9 時まで) について、NO<sub>2</sub> 濃度に関しては、最高値は 10 月 30 日の 18 時の 85 ppb であった。全般的に濃度推移は 2 時から濃度の低下が見られ、その低下の傾向は同様であった。また、PO 濃度については、最高値は 11 月 27 日の 17 時の 65 ppb であり、その推移は NO<sub>2</sub> 濃度に比べて、一様な傾向が確かめられた。

## 4. 考察

2009 年 4~12 月の東京タワーの高度 25 m における PO の夜間 12 時間 (18 時~翌日 6 時) 平均濃度が 80 ppb を越えた日は合計で 3 例あったが、いずれの場合も翌日の日中 12 時間の平均濃度が 80 ppb を越えていた。3 例中の 5 月 20 日のケースでは、翌日に福島県において光化学スモッグ注意報が発令されている。また、山梨県においても 5 月 20 日に光化学スモッグ注意報が発令された。そこで、栗田と植田 (1985) の解析方法を用いて、当日 15 時における Kriging 法による海面補正気圧を調べると、気圧の分布図から本州中心部に熱的低気圧が形成されていることがわかり、その中心部が山梨県韮崎近辺であった。従って、5 月 20 日は晴天静穏の中、東京圏から山梨県へ緩やかな風が吹き、大気汚染気塊が移流し、山梨県において高 O<sub>3</sub> 濃度となり、光化学スモッグ注意報が発令されるに至ったと考えられる。

## 引用文献

栗田秀實, 植田洋 (1985) : 傾度風が弱い場合の大気汚染物質の長距離輸送と熱的低気圧および総観気象の関係. 大気汚染学会誌, 20 : 251-260.

# 神奈川県大山におけるヘルスリゾートメディスン実証フィールド形成の紹介

平沼 茂（いであ株式会社 バイオクリマ事業部）

## 1. はじめに

いであ(株)は、欧州を先進事例とする気象気候の機能を活用した健康づくり（バイオウェザー：健康気象）の構築を目指している。近年、インターネットインフラ環境の充実や、モバイル端末の高機能化がはかられていることなどで、それらをバイオウェザーに活用できる時代が到来した。つまり、各個人直近の気象（環境）状態を小型測器で捉え、モバイル端末に記録すると同時に、心拍変動等のバイタル情報もウェアラブルセンサで捉え、それらをモバイル端末を介してサーバーに送信し収納する。そして、必要に応じて履歴を含めて健康リスクの回避率向上や防御力向上に寄与する情報をモバイル端末に提供するサービスが可能となった。弊社ではこれらのシステム構築を「いであライフケアサービス：iLCS」と銘打ち、取り組みを開始した。

## 2. HRM

任意の地を訪れ、その場所の気象気候（環境）を利用し、健康に寄与させるメソッド、仕組みを、ヘルスリゾートメディスン（Health Resort Medicine、以下HRM）と呼ぶが、弊社ではこのHRMに上述のiLCS（情報提供サービス）を融合させることを企画し、現在実証段階にまで達している。

## 3. 実証フィールド：大山（東丹沢）

【iLCS & HRM】の実証フィールドには、神奈川県東丹沢にある大山（おおやま、山頂標高1252m）を選定した。

この大山は別名「雨降り山」とも呼ばれ、古くから信仰を集め大山阿夫利神社、大山寺なども建立されている。それら中腹にある神社仏閣へのアクセスには、ケーブルカーが整備されており、高齢者も容易にアクセスできる。また、それに伴い栄えた参道には、名物である豆腐などをもてなす食堂、土産物屋、旅館等が軒を並べ、平素の生活環境とは異なった空間が呈されている。さらには、山頂へのアクセス路も国定公園内の登山道として整備されており、大山は観光客や登山客を集める観光リゾート地として既に確立されている。

そして、当該地は低山である為、尾根線、谷沢線、樹林帯などが存在することで微気象（微環境）に富んでおり、且つ、標高差300mを6分間という短時間で往来するケーブルカーを利用すれば、急激な環境変化（気温や気圧など）にも暴露されることなどから、様々な環境状態、環境負荷を浴びることが可能なエリアであるということで、実証フィールドとして選定した。

## 4. 実証試験の内容

実証試験は弊社の他に東海大学医学部・体育学部とも共同して研究するフレームを組み、環境&運動の負荷を捉えることから着手することとした。

具体的には、携行型測器やウェアラブルセンサを用い、ケーブルカーに乗車することで、急激な環境変化（気温や気圧など）に暴露される影響、および、同程度の強度のウォーキング運動を標高の違う平野部と山地でそれぞれ行い、異なる環境条件下での運動が生体に与える影響をモニタリング、評価することなどに、着手している。

## 5. 実証フィールドの有効性

iLCSは、日常生活での個人単位での気象（環境）情報、バイタル情報の“見える化”をまず行う。一方、健康づくりは、【運動・休息・栄養】のバランスであることから、この3要素の調律をHRMで行う。そして、大山の気象気候環境や観光サービスをHRMの考え方でカタログ化し、見える化による解析結果と融合し、「大山HRMプログラム」としてパッケージングすることが、本取り組みとなる。

また、神奈川県では少子高齢化社会の対応施策として「未病産業（国家戦略特区事業）」の整備を進めている。上述のパッケージ化は、その整備事業にマッチした情報サービス産業と成り得るとして認められ、「平成27年度未病産業の創出に係るモデル事業」の一つとしても採択されている。

## 6. 課題

本実証試験では、特に「気象病等を有する方」の参加協力が不足している状況である。



# 京都市の町家型住宅居住者の夏期と冬期の居住環境評価と温熱環境実態に関する研究

阿波一馬 松原齋樹 柴田祥江 (京都府立大学生命環境科学研究科)

## 1. はじめに

地球温暖化対策として、エネルギー消費量の削減は重要な課題であり、国土交通省[1]は、2020年までに住宅の省エネルギー基準の適合を義務化する方針である。一方、伝統的木造住宅では、基準値の適合が困難であるという声もあり、岡崎ら[2]は、京都の町家居住者は開口部の小さい閉鎖的な空間に対する嫌悪感が強いとした。閉鎖的な空間を嫌う居住者の感性も活かした省エネルギー対策を検討することは有意義である。石田ら[3]は、町家の温熱環境を調査し、夏期の不快な温熱環境を改善する機能を有しているとした。また、福坂ら[4]は、京都市の戸建居住者は涼しさを得る行為を行う中で涼感や季節感を得て、満足感や快適感を感じ環境を許容しているとした。

本研究では、町家を改修して住み始めた居住者を対象とし、居住者の住まい方、居住環境や温熱環境に対する評価、および温熱環境とエネルギー消費量の実態を明らかにすることを目的とする。

## 2. 方法

京都市内の町家型住宅 11 戸を対象にヒアリング調査と温湿度実測調査を行った。調査期間は、夏期が 2014 年 9 月 25 日～11 月 30 日、冬期が 2015 年 1 月 26 日～3 月 3 日である。温湿度測定点は、居間の床上 50mm ( $\theta f$ )、1000mm ( $\theta m$ )、1800mm ( $\theta c$ ) 等である。外気温 ( $\theta o$ ) は京都市のアメダスの記録を用いた。

## 3. 結果および考察

### 3.1 夏期調査結果

居住者は光や風の動き、自然の音、天然素材に対して肯定的に評価していた。また、視覚・聴覚・嗅覚において様々な刺激を感じ、心理的な影響があるとしている。注意配分の変化により温熱的不快さが緩和されていることが示唆された。暑さに対し否定的な意見は少なく、ほとんどの居住者が暑さを許容している。防暑の工夫の実施状況は、打ち水 9 戸、すだれ 6 戸、風鈴 5 戸、夏用の敷物 4 戸、建具交換 3 戸であった。他にも様々な工夫を行っており、涼しさを得る行為を行う中で涼感や季節感を得て満足感や快適感を感じ環境を許容していた。窓は開放的であり、現代的な住宅は「圧迫感がある」「空気が動いておらず気持ち悪い」とし、気密性の高い空間に対する嫌悪感が強かった。エアコンを設置していない住戸は、土間を日常生活の場とし、放射熱損失により体感温度が低く抑えられていた。また、1 階寝室の住戸の方が 2 階寝室の住戸よりも就寝時の冷房使用量が少ない傾向にあった。

### 3.2 冬期調査結果

積極的な暖房使用により、寒さに対して否定的な回答は少なかった。暖房器具は、エアコン 4 戸、ガスファン

ヒータ 8 戸、石油ストーブ 3 戸、こたつ 3 戸、床暖房 3 戸であった。多くの居住者は厚着をしており、湯たんぽを使用している住戸は 3 戸であった。

対象住戸 8 戸の 2 月 18 日における居間の暖房時平均室温を図 1 に示す。B、G 邸はユカ座(こたつ使用)、D 邸はユカ座(こたつ使用)で団欒時のみイス座、I、F、H、A、E 邸はイス座である。各住戸の  $\theta f$  の値を見ると、ユカ座の 2 戸は 14°C より低く、イス座は I 邸を除き 14°C より高い。イス座で過ごす際に居住者が許容できる条件として床面付近温度が 14°C 以上という松原ら[5]の報告と同様の結果となった。I 邸はイス座で  $\theta f$  が 13.1°C (<14°C) であり、冬は暖房が効きづらく寒いと不満を述べ、イス座での生活が定着していないと言える。

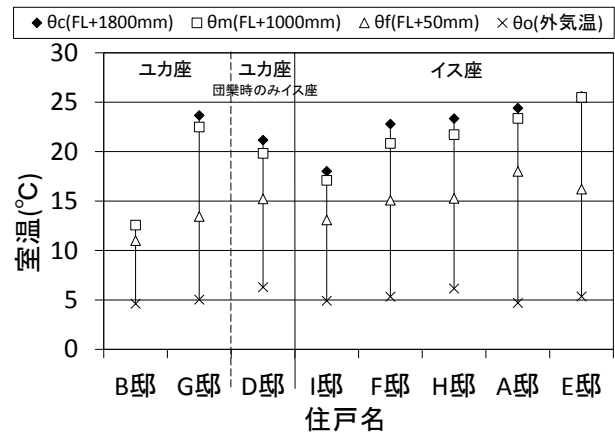


図 1. 暖房時平均室温 (2 月 18 日)

## 4. おわりに

町家型住宅居住者の夏期及び冬期における住まい方と意識、温熱環境の実態を調査し、以下の知見が得られた。

- 1) 視覚・聴覚・嗅覚等の刺激を肯定的に評価し、注意配分の変化により暑さが緩和されていることが示唆された。
- 2) 1 階寝室の住戸の方が 2 階寝室の住戸よりも就寝時の冷房使用量が少ない傾向にあった。
- 3) 閉鎖的な空間を嫌う傾向があり、夏期は窓開放を積極的にし、気密性の高い空間に対する嫌悪感も強かった。
- 4) 松原ら[5]と同様、冬期の床面付近温度は、ユカ座は 14°C より低く、イス座は I 邸を除き 14°C より高かった。

## 5. 文献

[1]国土交通省:低炭素社会に向けた住まいと住まい方推進会議 2010 [2]岡崎甚幸ら:京町家の環境技術と生活態度として文化の形成、武庫川女子大学出版部, 2012 [3]石田秀樹ら:開放系住居の夏の環境特性 町家の冷気積層型の上方開放空間, 日本建築学会計画論文集, No. 408, 23-32, 1990 [4]福坂誠ら:京都市の戸建住宅における夏期の涼しさを得るための行為の実態調査 住宅における視覚・聴覚要因等の活用の実態に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 79(696), 133-140, 2014 [5]松原齋樹ら:京都市近辺地域における冬期住宅居間の熱環境と居住者の住まい方に関する事例研究~暖房機器使用の特徴と団欒時の起居様式~, 日本建築学会計画論文集, No. 488, 75-84, 1996

# 局地的な強風現象（愛媛県・肱川あらし）が人のバイタルサイン・温熱生理に与える影響

\*大橋 唯太・岡林 大輝・中矢 直幸（岡山理科大学）  
重田 祥範（鳥取環境大学）・岩本 裕之・宮原 啓（いであ株式会社）

## 1. 肱川あらし

瀬戸内海に面する愛媛県大洲市長浜地域では、初冬から10m/sを超える強風がしばしば出現する。この現象は「肱川あらし」と呼ばれ、古くより気象学的な調査研究がおこなわれてきた（例えば、中田, 1982; 森・鎌田, 1994; 名越, 2009）。肱川あらしは特に早朝の時間帯に強く吹き、内陸にある大洲盆地での冷気湖の形成がトリガーとなっている（Ohashi et al., 2014）。したがって移動性高気圧に覆われるなど、冬型の気圧配置が弱まる気象条件が肱川あらしの発生には重要である。愛媛県大洲盆地を含む周辺地形の様子を図1に示す。

## 2. 寒冷ストレス

肱川あらしの影響を受ける長浜地域では、「上と下では袷（あわせ）一枚ちがう」（森田, 2007）という言葉があるほど、強風による寒さが窺える。ここでいう上は長浜地域のこと、下にあたる内陸は大洲盆地を指している。寒候期には毎日のように肱川あらしは発生するため、長浜地域の住民には慣れた日常なのかもしれない。しかしこの強風は濃い霧と内陸の冷気を伴うため、ただ風が吹くことによる体温の低下以上の寒冷ストレスが人体に作用していると予想される。

大橋ほか（2012）は、肱川あらしによる体感温度の低下量を現地観測している。その結果を図2に示す。体感温度には、気象側要素から算出した風冷温度指数（Groen, 2009）が使われた。気温は肱川あらしが吹く河口のほうが内陸の盆地よりも2~3℃高い条件にもかかわらず、体感温度でみれば河口のほうが4~5℃も低く氷点下となっている様子がわかる。

## 3. 測定

今回、心拍などバイタルサイン変動のリアルタイム歩行測定ができる機会を得たので、2015年の11月から12月にかけて、現地で肱川あらしによる人体の温熱生理反応とバイタルサイン変化をとらえる。測定（出力）要素は以下のとおりである。

人体側要素：心拍数（bpm）、心拍間隔（秒）、ストレス指標（LF/HF）、3軸加速度、体表面温度（℃）、鼓膜温度（℃）、血圧（mmHg）。使用機器はmyBeat（ユニオンツール株式会社）、耳式体温計（オムロン株式会社）、上腕式血圧計（オムロン株式会社）

気象側要素：気温（℃）、相対湿度（%）、気圧（Pa）、照度（lx）、黒球温度（℃）、風速（m/s）。使用機器はSensordrone（Sensorcon, Inc.）、ベルノン式黒球温度計（柴田科学株式会社）、温湿度計TR-77Ui（T&D株式会社）、ペーン式風速計Kestrel4500（Nielsen-Kellerman, Inc.）

比較のために、肱川あらしが吹く長浜地域（図1中の河口）だけでなく、無風となる大洲盆地（図1中の盆地）でも測定をおこなってみる。実際の観測結果については、本発表で報告する。

謝辞

測定機器の使用法や特性などについて、いであ株式会社の宮下良治氏に多くの助言をいただきました。この場を借りて感謝申し上げます。本観測は、岡山理科大学研究倫理審査委員会の承認を得て実施されました。

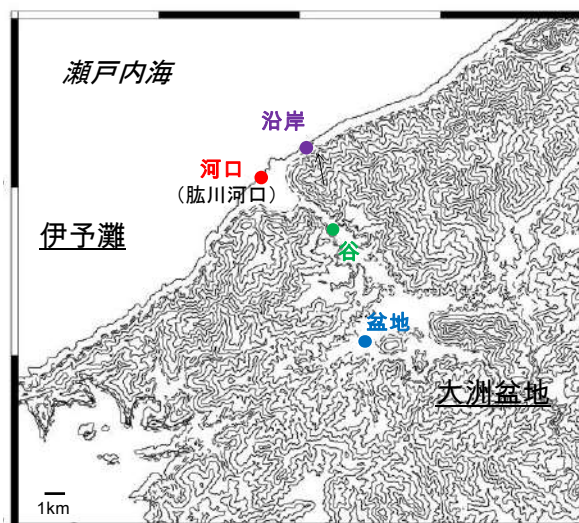


図1 愛媛県大洲盆地の地形。「(肱川)河口」の地点で肱川あらしが顕著に発生する。一方の内陸にある「(大洲)盆地」は無風で、放射霧に覆われる。

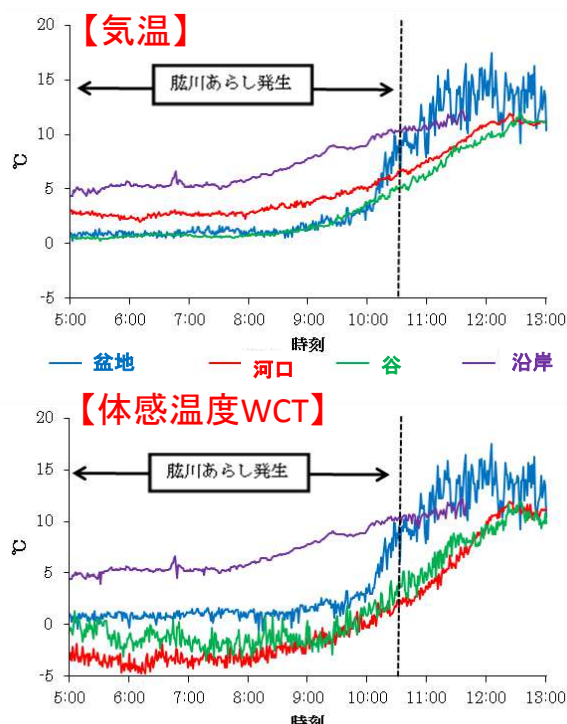


図2 気温と体感温度の比較（2011/12/21）。測定地点は図1を参照。



# 中央高地式気候に属する長野市の暑熱環境調査 (1) - 地上気温の形成要因 -

重田祥範 (公立鳥取環境大学環境学部)・荻原悠季 (立正大学地球環境科学部)

## 1. はじめに

中央高地式気候に属する長野市にて地上気象観測をおこない、空間的に密な気温情報を得ることを試みた。そのうえで、盆地内に位置する長野市の日最低気温と日最高気温に着目して、地上気温の決定要因について明らかにすることを目的とした。さらに、夜間のヒートアイランドの発達に対して重要な因子である日中の全天日射量と、夜間風速の依存性について検討した。

## 2. 観測概要

対象地域である長野市は、長野県北部に位置した中央高地式気候を形成する。観測対象地域は JR 長野駅を中心とする東西 10km、南北 8km の地域であり、観測地点は、計 34 地点設けた (図 1)。長野市は盆地に位置しており、一級河川の信濃川が南北に、犀川が東西に流れている。市街地郊外や南部の地域は、扇状地および平坦地からなっており、平坦地には水田が広がっている。また、西部から北部にかけての地域は、中山間地域である。

気象観測には、重田 (2012) によって開発された自然通風式シェルターと小型グローブ温度計を使用する。また、温湿度センサー (T&D 社製の TR-5106) による観測項目は気温、相対湿度、大気圧とし、10 分間隔でデータ抽出をおこなった。また、黒球温度 (サーミスタセンサー, TR-3110) の測定もおこなった。一方、風に関するデータは、裾花川谷口に位置し、長野県環境保全研究所が管理・計測している“県庁”と“もんぜんぷら座”の値を使用した。さらに、長野市周辺における大気の流れを把握するため、長野地方気象台および環境省が管轄している市内 3ヶ所の環境大気測定局のデータも併用する。

## 3. 結果

周辺環境が気温に与える影響を調べるため、天空率と各地点で測定された気温を比較する。解析に用いたデータは、夏季の好天静穏日が続いた 2015 年 8 月 1 ~ 10 日の日最低気温と日最高気温のアンサンブル平均値である。天空率と日最低気温の関係を図 2 に示す。各相関分析の結果、天空率と日最低気温・日最高気温には有意な相関は認められなかった (図 2)。

次に、夜間の顕熱フラックスが負の場合に生じる大気冷却量に着目し、夜間の放射冷却に天空率がどの程度寄与しているのかを明らかにする。夜間の大気冷却量  $\Delta T$  は次の (1) 式から求めた。

$$\Delta T = T_d - T_m \quad (1)$$

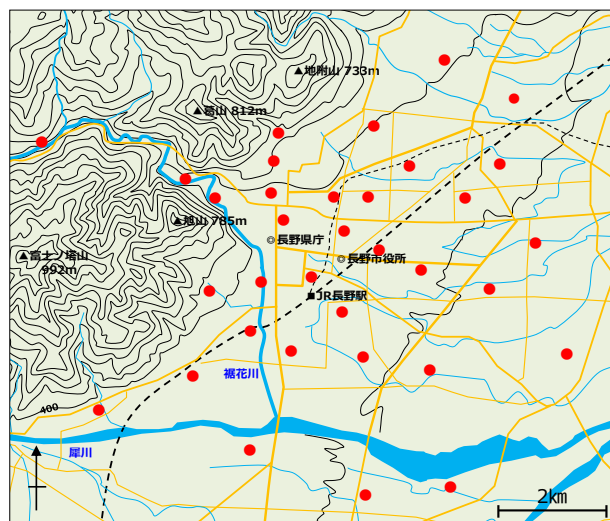


図 1. 長野市における地上気象観測地点。●は観測地点を示す。

$T_d$  は日没前 18 時の気温,  $T_m$  は翌朝 9 時までに測定された日最低気温を意味する。ここで、日中の蓄熱に対する議論を厳密にするため、日照時間が 10 時間以上の晴れの日であった 6 日間 (8 月 1・2・7・8・9・10 日) のアンサンブル平均した値を用いた。その結果、天空率と夜間の大気冷却量のあいだには、有意な相関は認められなかった ( $r = 0.048$ )。

夜間の気温低下には、その場の空間開放度 (天空率) の大きさに起因した、放射冷却によるものが一般的である。しかしながら、長野市における夜間の気温低下には、この天空率の大小による放射冷却よりも、それ以外の外部的要因で決定づけられていることが示唆された。

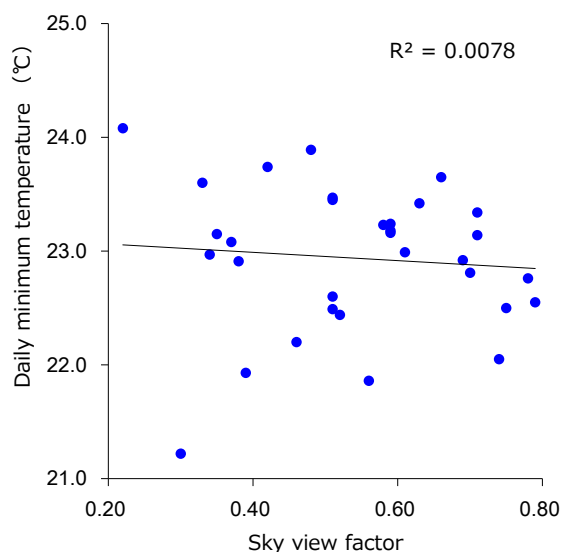


図 2. 日最低気温と天空率の関係 (2015 年 8 月 1 ~ 10 日のアンサンブル平均値)

# 中央高地式気候に属する長野市の暑熱環境調査 (2) - ヒートインデックスの日変化 -

荻原悠季 (立正大学地球環境科学部)・重田祥範 (公立鳥取環境大学環境学部)

## 1. はじめに

長野市は長野県北部に位置し、周囲を山に囲まれた盆地内に位置している。そのため、寒暖の差(いわゆる日較差)が大きい。そのため、長野市の暑熱環境は、他の都市よりも時空間的に特異な振る舞いをすると予想される。その中で、榑原(1998)は夏季に気温の移動型観測を実施し、晴天日の夜間には都市内外で約 2°C の気温差があると報告している。しかしながら、移動型観測では面的に気温分布を捉えることは可能であるが、それは断片的な結果に過ぎず、時間的な変化は捉えることができない。また、ヒートインデックスなどの体感温度を把握する際には、暴露時間を把握することが重要であり、従来の移動型観測では不十分であると言える。

そこで、本研究は長野市を対象に定点型の気象観測を多地点で実施し、都市内外の暑熱環境場を気温と温熱指標それぞれで検討した。そして、両者の値を比較し特徴的な違いが認められるのか明らかにした。

## 2. ヒートインデックスの算出

暑熱環境を主眼とした都市気候を把握するため、解析対象日は、夏季の好天静穏日が継続した 2015 年 8 月 1 日～10 日とした。体感温度の評価には、温熱指標である Heat Index (HI; 屋外体感指標) を用いた。この HI は熱中症状を防ぐために、アメリカの NWS (National Weather Service) が開発した気温と湿度を加味した指標であり、次の (1) 式で計算される。この HI は人の生理現象を反映する指標の一つとして考えられている。ここで、T は気温(°F)、RH は相対湿度(%)とする。

$$\begin{aligned}
 HI = & -42.379 + 2.04901523 * T + 10.14333127 * RH \\
 & - 0.22475541 * T * RH - 0.00683783 * T * T \\
 & - 0.05481717 * RH * RH + 0.00122874 * T * T * RH \\
 & + 0.00085282 * T * RH * RH \\
 & - 0.00000199 * T * T * RH * RH \quad (1)
 \end{aligned}$$

## 3. 結果

都市と郊外における気温とその差の日変化を図 1 示す。気温の変動は都市部と水田間、都市部と谷口間ともに日の出から日中にかけて小さく、日没以降には大きくなる傾向をもつ。都市部と水田間の気温差は 16 時頃に最大約 2.0°C となり、その後 21 時から定常状態である。都市部と谷口間の気温差の最大値は、都市部と水田間よりも出現時間が遅く、20 時半頃に最大 2.4°C となり、そ

の後 24 時頃まで 2°C 以上の状態が続いた。次に、局所的な暑熱環境の特性を把握するため、HI の日変化を示した。都市部と水田における HI の変動は気温と類似しているが、その一方で、谷口の HI は日中にかけて谷口の方が高くなるという違いが認められた。この要因として、HI は高温域においては相対湿度の影響がより大きくなるという特徴があり、日中における都市部の相対湿度が谷口よりもかなり低いことが反映されていると推測される(図省略)。そのため、体感温度を表すヒートインデックスでは、都市部や水田よりも谷口の方が高くなったと予想される。以上のことより、HI は気温と異なった日変化の振る舞いをしており、相対湿度の重要性が示唆された。

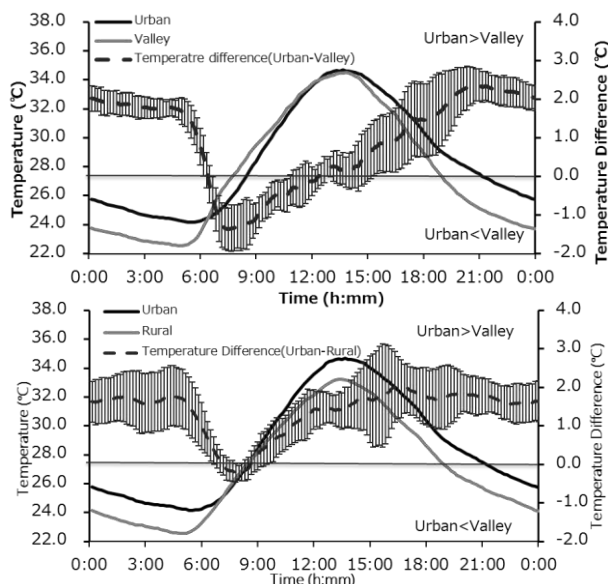


図 1. 都市と郊外における気温差の日変化(連続 10 日間のアンサンブル平均) 上図: 都市と郊外(水田), 下図: 都市と郊外(谷口).

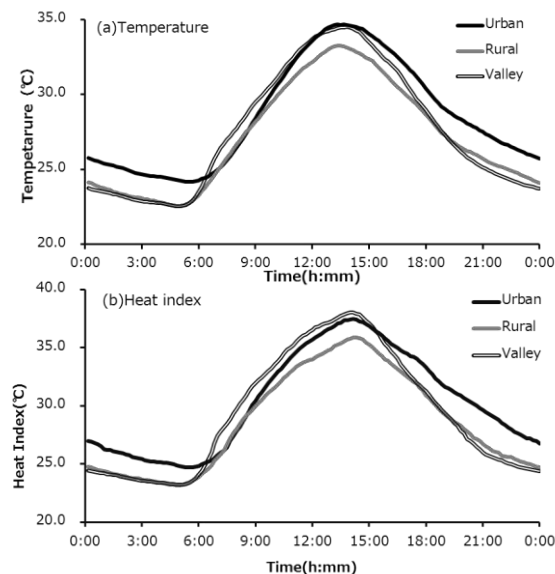


図 2. 3 地点における HI の日変化(連続 10 日間のアンサンブル平均)

## 午後 第1部

「看護・介護分野におけるバイオクリマ」

# 「看護・介護分野の中のバイオクリマ」

## ～生活の中の体温調節～

ひらた こうぞう

平田 耕造

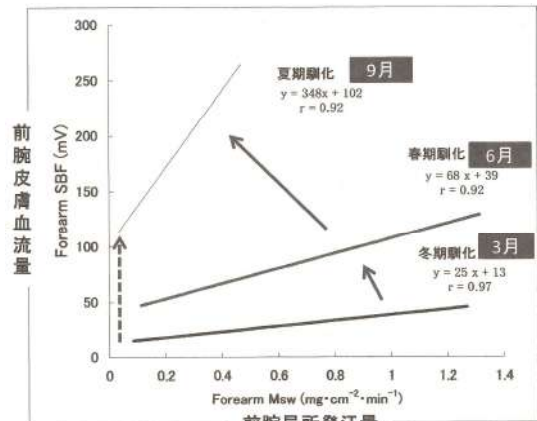
神戸女子大学家政学部

### はじめに

超高齢社会を迎え、必要な医療・介護サービスは住み慣れた生活場で受けるため、季節・気候など環境因子が生体に大きな影響を及ぼす。日本には四季があり身体は季節馴化するとともに、衣服や冷暖房などの環境要因や体格・体質等の身体特性によって修飾される。看護・介護分野のバイオクリマ研究に関係する、生活の場における人の体温調節反応に関する3つの要因①暑熱刺激に対する自然な季節順化の影響、②冷えに対する体格・血流反応の影響、③発汗時の衣服の吸湿性による影響、について報告する。

### 1. 暑熱刺激に対する自然な季節順化の影響

成人女性7名を被験者とし、冬季馴化（3月初旬）、春季馴化（6月初旬）、夏季馴化（9月初旬）に室温27℃下で70分間の下肢温浴（水温35℃→41℃）時の直腸温、皮膚血流量（レーザードップラー法）と局所発汗量（換気カプセル法）を連続測定した。その結果、下肢温浴負荷に対して直腸温の上昇は冬（0.30℃）、春（0.20℃）、夏（0.04℃）であった。前腕皮膚血流量/前腕局所発汗量は図1のようになり、発汗量に対して皮膚血流量が増加するような馴化が判明した。



各季節における局所発汗量と皮膚血流量の関係

### 2. 冷えに対する体格・血流反応の影響

女子大学生104名について、主観的に冷え性か否かと身長、体重から求めたBMIの関係を図2に示した。冷え性者のBMIは80%以上が21未満に集中している。一方、非冷え性者のBMIは21以上が70%以上と、体格の影響を受けていることが示唆された。

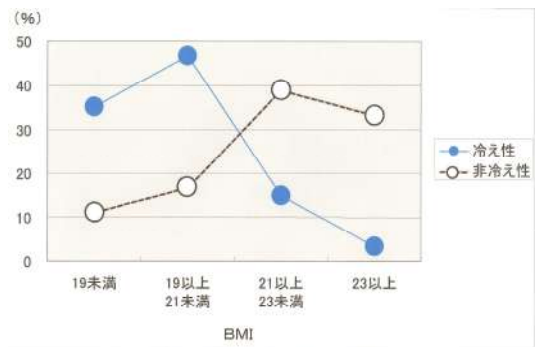


図2. 冷え性、非冷え性者のBMI分布

室温を25℃、20℃、15℃と低下したときの毛細血管血流量をM320(株JMC, 京都)で測定した結果、25℃から20℃では減少したが、15℃への低下時には25℃のときよりも高い値を示した。このとき15℃ではAVA血流量を含む指血流量は著明な減少が認められた。

### 3. 発汗時の衣服の吸湿性による影響

温度27.2℃、湿度50%の人工気象室内で湿度のみ95%へ上昇させたときの綿(C)とポリエステル(P)製Tシャツの衣服表面温度変化を図3に示した。Cは2.3℃上昇し60分間にわたってPより高い値を示した。このTシャツを着用し暑熱負荷を与えたところ、発汗開始とともにCの衣服表面温度、皮膚温、皮膚血流量はPより有意に高い値となり、温冷感も暑いとの申告であった。衣服の吸湿性は発汗時には熱負荷を増大することが示された。

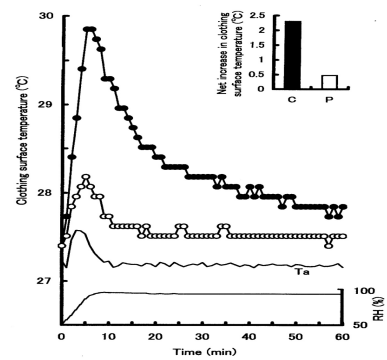


図3. 綿(●, C)とポリエステル(○, P)における衣服表面温度の変化.

## 療養現場における、バイオクリマに関連する心身状況への影響 ～訪問看護師からの報告～

多田 真寿美\*、平田 耕造\*\*

\* (一財) 神戸在宅ケア研究所しあわせ訪問看護ステーション

\*\* 神戸女子大学

**【はじめに】**在宅療養者の環境は、病院のような画一的環境とは違い、住環境、寝衣・寝具の選択基準、冷暖房器具の有無や使用基準が各個人で、千差万別である。季節・気候・気象などの環境要因は在宅療養者の心身に大きな影響を及ぼすものであり、中には熱中症や、低体温による意識消失などの生命を脅かすものもある。本研究では、在宅療養現場で実際に起こった現象を報告し、状態の予測から悪化の予防や不安の軽減等、在宅療養現場の質の向上を目的とする。

**【実施】**本財団のしあわせ訪問看護ステーションにおいて、平成16～27年の11年間に対応した在宅療養における症例を振り返り、バイオクリマに関連すると考えられる問題を抽出してまとめた。

**【結果及び考察】**<急な気温の変化・季節の変化で起きる心身への影響:冬→春、春→夏、夏→秋>

1) 人工呼吸器を装着したALS療養者:毎年喀痰の性状が徐々に固くなり、吸引が困難となると同時に、排便の性状の硬化、濃縮尿、皮膚の乾燥、アレルギーによる皮膚のトラブルが起きる。(例 H24. 6. 27 以降、平均気温が 24.0℃を超え始める時期) 2) 1) と同時期に、他の療養者数人も便秘や便の硬化、痰の硬化、皮膚の乾燥や掻痒感・幻覚が生じる。3) 褥瘡への影響:栄養状態や姿勢、寝具など、褥瘡の発生に起因する条件は変わっていないのに、皮膚や組織の水分量が減少し、骨の突出が強くなり、その時期に毎年褥瘡ができる。(例 H23. 9. 21～27 形成。19 日までの平均気温は 24～29℃。20 日以降 23.8℃以下と低下しはじめた時期。また、平均気温が 30℃を 9 日間上回った後である H26. 7. 31 にも形成。) 4) 精神的影響:突然ヒステリックに心身の症状(複数個所の疼痛や不快、背部の熱感、口腔内粘つき、幻聴、幻視)を始終訴える。躁鬱病患者の異常行動、てんかん発作、アルツハイマー患者の症状悪化等あり(例 H24. 6. 18～27 出現。平均気温が 23℃以上に上昇し始める時期。) またその時期は、他の利用者からも訪問看護ステーションへの心身の不安の訴えの電話が増える。5) 乳幼児の 6 月 9 月の不機嫌・自傷行為・食欲低下・排便困難・嘔吐の出現。  
<季節・天候・気圧による身体的変化>

1) 点滴の速度の変化:毎日 1500ml の点滴を夕方開始し、午前 9 時に終了するところが、午前 3 時から速く落ち、5 時には終了してしまった。(台風の通過時間と一致し、前日 1007.1hPa が当日 993.5hPa、最低気圧 980.8hPa であった。) また、H24. 7. 3 の大雨で気圧が 998.4hPa、10 分間最大降水量 15.5mm の時、点滴が 10 分で 50cc (設定は 20cc) と速く滴下した。梅雨時期は、点滴のスピードが不安定になると自覚する療養者と家族の声がある。2) 低体温による意識障害:パーキンソン病で寝たきりの療養者が体温 34.0℃ (H24. 1. 25～26 最高気温 6.1～6.3℃最低気温 0～-1℃湿度 50%平均気圧 1012.7) にて意識消失と呼吸抑制が出現した。後日も、掛物を外し端座位となった途端に意識混濁が見られた。(H24. 2. 8～10 最高気温 5.6～7.2℃最低気温 -1.4～0.8℃湿度 48～52%平均気圧 1010～1018hPa) 3) 冬季の末梢壊死:糖尿病からの透析患者の末梢循環障害により手足の指が壊死をおこす。以上のすべてにエビデンスがあるかは不明であるが、これらの身体症状が強くと出現すると、生命の危険や、入院を要し、それに伴う介護者の身体的・精神的また経済的負担も大きくなる。季節・気候・気象などが自律神経に関与することは知られている。

今後、それらの環境の変化に伴う心身の症状を問題とする在宅療養の現場にこそバイオクリマの視点が必要と考えられ、それにより悪化の予防や不要な不安は軽減され、療養生活の QOL が向上すると期待する。

## 褥瘡(床ずれ)の発生要因に関する基礎研究

武田利明(岩手県立大学・看護学部)

日本褥瘡学会では平成 18 年から褥瘡に関する全国調査を 3 年ごとに実施しており、医療施設における褥瘡の発生は激減しているものの、在宅での褥瘡発生率は 2.08%(2013)で未だに多いのが現状である(大学病院 1.16%, 一般病院 1.60%)<sup>1)</sup>。その要因として在宅での介護力不足とともに、褥瘡についての知識が十分に普及していないことも考えられる。在宅医療の推進により、重度の要介護状態となった場合でも出来る限り住み慣れた地域で療養することができる医療体制が進められていることから、在宅療養者の褥瘡予防・ケアは一層重要になるとと思われる。

褥瘡は、骨突起部上の組織に長時間の圧力が加わることによって血管が押しつぶされ血液の供給が悪くなり、局所の組織が死んで潰瘍となった病態である。その直接的な外的要因は、圧力とずれであるが生体要因は組織耐久性の著しい低下である。そして、この組織耐久性の低下を引き起こす要因として、栄養低下や圧迫部位の湿潤状態、浸軟が考えられている、さらに、社会的サービスや社会保障制度などの情報不足なども指摘されている。このように、褥瘡は他の多くの『疾病』とは異なる要因が複雑に関与して発生することから、多職種連携のチーム医療が重要になっている。

今回は、演者らの基礎研究によって明らかになった褥瘡の発生要因について概説する。栄養状態が低下することにより、生体への影響として①全身の骨格筋が萎縮する、②表皮細胞の DNA 合成能が低下する、③線維芽細胞のタンパク合成能が低下する、などが明らかとなった<sup>2)</sup>。①は病的な骨突出の形成に、②と③は皮膚組織の耐久性の低下と組織再生不良の要因となる。これらの基礎研究に基づき、圧力の作用とずれの影響についてさらに検討した結果、圧力以上にずれの影響が強いことを示すデータが得られている<sup>3,4)</sup>。これらの知見は、褥瘡予防のために日常的に行なっている体位変換時のずれの作用(循環動態への影響)を視覚的に確認できるようになり、体位変換の工夫にも活用されている<sup>5)</sup>。

基礎研究で得られた多くのデータを紹介し、『古くて新しい疾病』の代表にもなっている褥瘡の発生過程や病態の特徴について理解が深まることを願っている。

### 【文献】

- 1) 武田利明ら(実態調査委員長)：第 3 回(平成 24 年度)日本褥瘡学会実態調査委員会報告 1 ～療養場所別褥瘡有病率、褥瘡の部位・重症度(深さ)～, 褥瘡会誌, 17(1), 58-68, 2015.
- 2) Takeda T. et al. : Effects of malnutrition on development of experimental pressure sores, J. Dermatol. , 19, 602-609, 1992.
- 3) 片倉久美子・武田利明：ずれの作用がウサギの皮膚血流動態に及ぼす影響, 褥瘡会誌, 8(4), 572-578, 2006.
- 4) 武田利明：栄養状態を加味した実験系での褥瘡の基礎研究, 褥瘡会誌, 9(2), 132-139, 2007
- 5) 武田利明：文献レビューによる看護ケアのベストプラクティス ～褥瘡予防のための体位変換～, 看護技術, 60(14), 76-78, 2014.

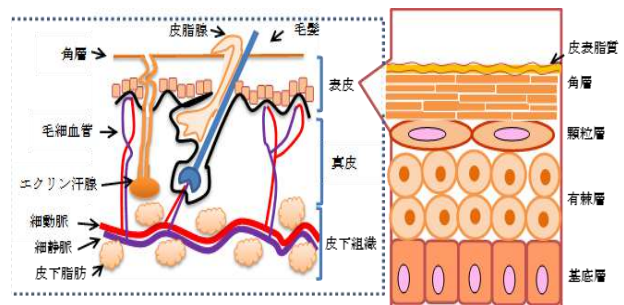
## 角層水分量とスキンケア

岡田ルリ子

愛媛県立医療技術大学 保健科学部 看護学科

人の全身を覆う皮膚の最外層には、皮表脂質で覆われた角層がある。角層の内側には顆粒層・有棘層・基底層があり、表皮を形成している。この表皮と真皮・皮下組織で皮膚は構成される。身体最外層の厚さ  $20\mu\text{m}$  に満たない角層は、外界からの物理的、化学的、生物学的侵襲に対する障壁として、さらに体内の水分や血漿等の体外への漏出を防ぐバリアとして機能する。この角層のバリア機能は、

Erias らが提唱した bricks-and-mortar model で説明されている。すなわち、角層細胞は塀を作る時のレンガとして角層の基本骨格を構成するものであるが、バリア機能の主体は、塀を作る時のセメントにたとえられ、疎水性のセラミドを主成分とした角層細胞間脂質であるとされる。また角層は、こうしたバリア機能のほかにも、正常皮膚の



表面に適度の水分を保ち、滑らかで柔らかくするという水分保持機能を有し、細胞間脂質は、角層の水分保持にも重要な役割を果たしている。角層内の水分は、角層深部に水の形態で存在する自由水と、分子として角層成分に結合して存在する結合水とがあり、結合水の量は細胞間脂質の量に規定される。皮表脂質は、膜あるいは角層細胞間への浸透により、過度の大气中の水分吸収や体外への水分喪失を防ぐ役割を持っている。角層細胞内の水分結合物質であるアミノ酸をはじめとする低分子の水溶性の天然保湿因子 (NMF) も水分と結合し、水分保持機能に大きく貢献している。

さて、冬季における大気の乾燥やエアコンの使用による低湿等で“ドライスキン”という病態が生じる。これは、角層水分量が減少した状態である。角層水分量とは、上述のように皮膚表層に含まれる水分量であり、皮膚内部の状態や角層の機能が反映されることから、バリア機能と水分保持能の重要なバロメーターである。その年間変化は、発汗の多い夏に最高値を示し、秋から次第に減少して、空気の乾燥する冬季に最低値となり、春季に再び上昇する。この現象は、年齢や被覆・露出を問わず一定に認められるとの報告がある。角層水分量は、このような相対湿度と、皮脂量や角質細胞間脂質などの影響を受ける保湿能に依存するため、皮脂が少ない小児や高齢者、角質細胞間脂質が減少するアトピー性皮膚炎患者は、ドライスキンに傾きやすい。ドライスキンになると、皮膚バリア機能が低下するが、角層のバリア機能と水分保持機能の間には相関性が認められ、バリア機能が悪ければ水分を保持できず、乾燥して角層が剥がれ落ちて鱗屑を形成し、さらに乾燥で亀裂が生じれば、ますます環境からの刺激を受けバリア機能も悪くなるという悪循環を繰り返し、アレルギー惹起、感染症合併、痒みの誘発など多彩な病態を有する。

そこで、ドライスキンをはじめとする皮膚障害を予防し、角層水分量を保持するスキンケアが重要となる。このスキンケアの方法については、講演で紹介する。

午後 第2部

「寢床内気候」

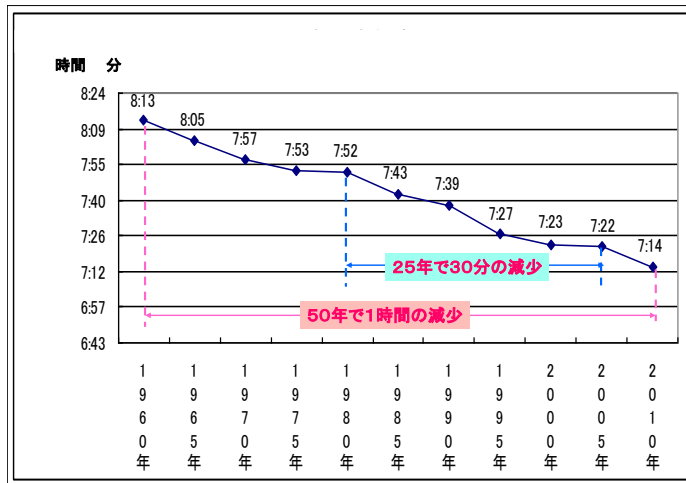


# 寝具に求められる基本性能と寝床内気候

西川リビング株式会社 睡眠環境科学研究所 吉兼令晴

## 1. はじめに

昔から、健康を支える 3 本柱は、「栄養」「運動」「睡眠」と言われており、誰もがその重要性は認識していると思う。睡眠の重要性がメディアを通じて報じられる機会が多くなったが、まだまだ十分な理解が少なく、快適な睡眠を支える寝具についてはあまり論じられていないと思う。ここでは、寝具に求められる基本性能について解説すると共に、快適な寝床内気候を実現するための要素を述べてみたいと思う。最後に弊社商品の中からであるが、従来商品と比べて寝床内気候の改善などを旨として開発された機能商品を紹介する。今、お使いの寝具・寝装品を点検していただき、快適な睡眠を得て美と健康の維持に役立てて欲しい。



出典:「国民の生活時間・2010 NHK放送文化研究所・編」

図1 平日の睡眠時間の時系列変化 (国民全体)

## 2. 寝具の大切さ

21 世紀に入り、私たちの生活習慣はますます多様化すると共に超高齢化社会へと推移している。周りを見渡せば、パソコンや携帯電話などに代表される高度な技術開発に支えられた道具は、今や欠かせないものとなった。また、快適な空調が完備した住宅施設、24 時間営業の商業施設など便利な社会を実感している。しかし、日本人の睡眠時間は短くなる一方であり、目が疲れる、肩が凝る、あるいは、不眠をはじめとする睡眠障害を訴える人が増加している。平日の睡眠時間の時系列変化を図 1 に示した。国民全体では、平日の睡眠時間は 1980 年で 7 時間 52 分であったが、25 年後の 2005 年には、7 時間 22 分と 30 分減少しており、2010 年は 7 時間 14 分である。このような現代だからこそ、眠っているときくらいは、すべての人が心やすらぎ、ほっとした気持ちで過ごせる快適な空間と質の良い眠りを得て欲しい。

快適な睡眠を得るためには、私たち人間の睡眠のメカニズム、寝室の環境の構成要素、そして寝具の性能を理解する必要がある。そして、規則正しい生活習慣を实践し、くつろげる寝室環境で、季節に応じた寝具の組み合わせをお薦めする。快適な睡眠を得るための要素をまとめると図 2 のようになる。

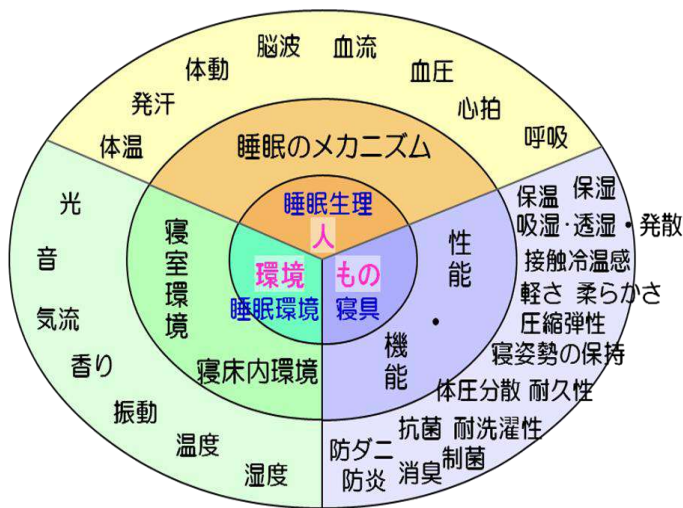


図2 快適睡眠を得るための構成要素

## 3. 寝床内気候 (寝床内環境)

眠るときに一番身近にあるものはパジャマや毛布、タオルケットなどの寝装品と寝具であり、快適な睡眠を得るためには季節や寝室の環境 (温度、湿度) の変化に応じて適切な種類のものを選び組み合わせる必要がある。

私たちがふとんに寝たときに、体の周りに掛けふとんと敷きふとんで囲まれた小さな空間がある。この空間の環境を寝床内気候(寝床内環境)といい、快適睡眠を得るには、この環境を快適な温度、湿度の領域に保つ必要がある。寝床内の気温は、当初室温と同じであるが、人がふとんに入ると身体から発する温熱によって急上昇を始める。やがてふとんが暖められて、人体の皮膚表面から発散される熱量とふとんから放出される熱量の間にバランスが保たれ、寝床内温度もほぼ一定となり、 $33^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ のときが快適となる。また、相対湿度は、人がふとんに入った直後から放出される水分によりいったん急激な初期上昇をするが、すぐに温度の上昇に従って低下し、温度曲線とは逆相位になる。やがて、温度が平衡に達する時点で、湿度もほぼ平衡状態となり、 $50\% \pm 5\%$  (RH) のときが最も快適になる。

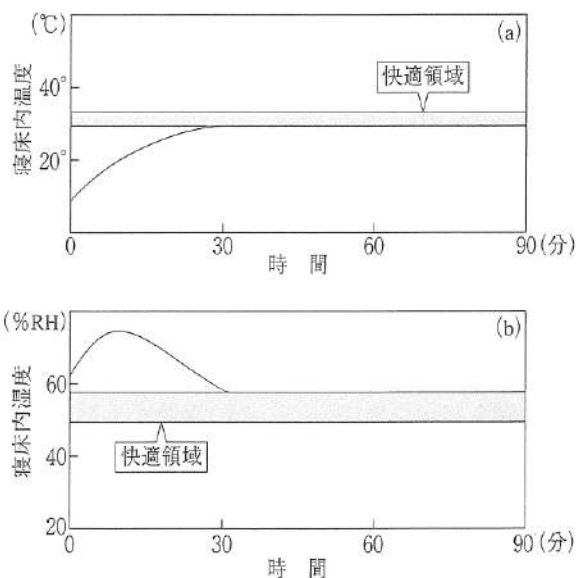


図3 快適な寝床内環境の領域

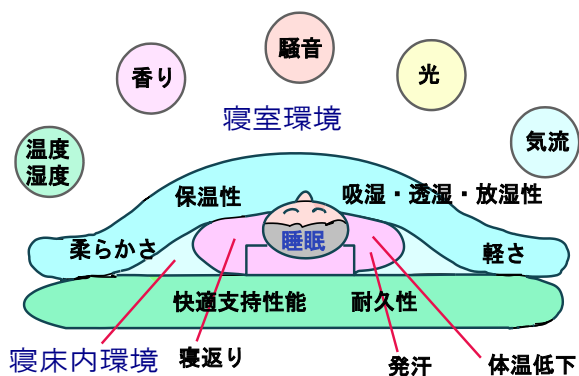


図4 眠りに影響を及ぼす環境要素

#### 4. 寝具に求められる基本性能

寝具に求められる性能は、睡眠中の生理現象と密接な関係を持っている。基本性能を以下に記す。

##### ① 保温性：

夜になると身体の産熱量が減少し体温が下がり始める。体温は明け方まで下がり続け、午前5時頃に最低レベルに達する。パジャマを着ただけで、毛布やふとんを掛けずに寝てしまったら風邪をひいてしまうであろう。睡眠時の体温の変化や寝室の冷気から体温を保持するために、寝具には保温性が先ず必要である。

##### ② 吸湿・透湿・放湿性：

人の身体からは、常に汗が出ているが、この汗には不感蒸泄(気相の水分：水蒸気)と発汗(液相の水)の2種類がある。睡眠中は、体温調整などこの汗が重要な役割を果たしている。したがって、身体と接する寝具には十分な吸湿性が求められ、また、湿度が高くなることによる「蒸れ」を防ぐために吸湿・透湿・放湿性能が必要である。

##### ③ 軽さ：

掛けふとんには、軽さも必要である。一般的に、私たちは睡眠生理的に、一晩のうちに約20回の寝返りを繰り返す。これは、身体の重さで押さえられている部分を重さから開放して血の循環を良くしたり、暖まりすぎたところに空気を送って冷やしたり、蒸れを感じたときに湿気を逃すためなど必然的なものである。重い寝具は、人体に負担をかけ、寝返りのたびに快眠を妨げることになる。特に、高齢者の方には、重い寝具は心臓への負担も大きくなるので注意が必要である。

##### ④ 柔らかさ(ドレープ性)：

掛けふとんには寝床内の暖かさを逃さないためにも身体に添いやすい柔らかさ(ドレープ性)が要求される。ドレープ性に優れていると、寝返りをうつときにもなめらかなフィット感が得られ、暖かさも逃げにくくなる。

##### ⑤ 快適支持性能：

敷きふとんの大切な機能として、自然にゆったりと立っているときと同じ寝姿勢が保てる必要がある。そのためには、身体に局所的な集中荷重がかからないよう(床つき感がないよう)支え、体圧分散性に優れていること。快適睡眠を妨げないように寝返りがうちやすいこと(適度な弾力性が必要)などが要求される。

表1 寝具に求められる基本性能

掛け寝具	敷き寝具
<p>●眠るための基本機能の面から</p> <p>①保温性 ②吸湿・発散・透湿性 ③軽さ ④ドレープ性(柔らかさ)</p> <p>●生活利便性の面から</p> <p>①日頃の手入れのしやすさ ②収納性 ③衛生機能 ④クリーニング方法</p> <p>●ファッション性(ホームファッション)</p>	<p>●眠るための基本機能の面から</p> <p>①快適支持性能(体圧分散) ②理想的な寝姿勢の保持 ③保温性 ④吸湿・発散・透湿性 ⑤耐久性(へたりにくさ)</p> <p>●生活利便性の面から</p> <p>①日頃の手入れのしやすさ ②軽さ ③収納性 ④衛生機能 ⑤クリーニング方法</p> <p>●ファッション性(ホームファッション)</p>

4-1. 掛けふとん

掛けふとんは快適性の面から保温性が良く、吸湿・透湿・放湿性に優れているものが良く、また、身体の上に掛けるものであるから身体に負担をかけない重さで寝返りがうちやすいことや肌触りが良いことなどが要求される。

掛けふとんには、一般掛けふとんのほかに肌掛けふとん、夏掛けふとんなどの種類があるが、これらの掛けふとんは就寝中の汗を吸収し、また放湿させる機能がなければならない。そのために、ふとんに適した中わた素材が要求され、現在では綿(めん)、合繊、真綿(まわた)、羊毛、羽毛、麻などが使用されており、これらのミックスも行なわれている。

中わたの種類や中わたの量により保温性や吸湿・透湿・放湿性が変わってくるので、日本の四季に応じて、うまく種類を使い分けて欲しい。また、ふとんがわ地も綿サテンを中心に多くの種類があるが、生地糸番手や密度、組織によりふとんの性能を左右するので、がわ生地の種類も大切な要素になる。

4-2. 敷きふとん

敷きふとんは保温性や吸湿・透湿・放湿性が要求されることはもちろんであるが、長時間体重がかかるため、弾力性や耐久性が大きなポイントとなる。同時に、健康維持という観点から快適支持性能、つまり、正しい寝姿勢が保て体圧が分散されていること、また、寝返りもしやすい適度な硬さも必要である。合繊ふとんわたが登場してからも、綿わたが長く使われている。合繊ふとんわたの敷きふとん専用

素材(固わたなど)が開発されてからも、綿わたの人気は根強く、ポリエステルわたとの混綿という形で使われている。また、羊毛敷きふとんについても、へたりにくい中芯を入れるなどして、適度な硬さと耐久性のために素材の吟味と構造にさまざまな工夫がされている。

最近では、ウレタン素材を使用し独自のCutting技術を駆使した特殊キューブ構造の体圧分散に優れ、通気性の良い敷きふとんも開発され注目されている。

敷きふとんを選ぶポイントは、温度湿度の快適性と共に何よりも自分の体型と体重に合った硬さの敷きふとんを選ぶことを忘れないで欲しい。

5. 室温に応じた寝具の組合せ

寝具・寝装品を組み合わせるときに知っておきたいことは、それぞれに使われている繊維素材の熱伝導率や公定水分率である。寝床内気候に大きく影響するからである。

表2 各繊維素材の特性

素材	比重 (g/cc)	比熱 (Cal/g°C)	熱伝導率 (W/m·K)	公定水分率 (%)	強度 (g/d)	伸度 (%)
綿	1.58	0.32	2.88	8.5	3.0~4.9	3~7
ウール	1.32	0.33	0.48	15	1.0~1.7	25~35
シルク	1.33	0.33	1.49	12	3.0~4.0	15~25
麻	1.50	0.32	2.83	12	5.6~6.5	1.8~2.3
レーヨン	1.50	0.32	1.90	11	2.5~3.1	16~22
ポリエステル	1.38	0.25	1.26	0.4	4.7~6.5	20~50
アクリル	1.17	0.36	1.02	2	2.5~5.0	25~50
ナイロン	1.14	0.33	1.43	4.5	4.5~7.5	25~60
備考	数値小が軽い	数値大が冷め難い	数値小が暖かい	数値大が吸湿良い	数値大が強い	数値大が伸縮性良い

また、商品が肌に触れたときに暖かかったり、冷たく感じるのは、生地表面の構造が影響している。起毛生地は空気層があるので暖かく、冷感素材の場合は、表面が平らかで接触面積が広いと冷たく感じる。図5は、生地の代表的な織物組織の平面と断面と組織図を示している。

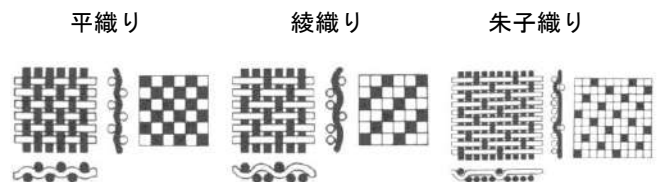


図5 主な織物組織(三原組織)

次に寝具・寝装品の組み合わせで保温性がどのように変わるのかの一例を「掛けふとん、掛けカバー、毛布」の組み合わせでそれぞれ測定したので紹介する。

ふとんの保温性は、JIS L1911-1996 ふとんの保温性試験方法で規定されている方法で測定した。ふとんの保温性は、クロー値(clo)という単位で示すことができる。

組み合わせによる保温性の違いを表3に示す。



図6 ふとんの保温性試験機

表3 組み合わせ寝具での保温性の違い(一例)

掛けふとんの種類と組合せ	clo値	重量	1kgあたりのclo値
①羽毛90%+綿加 <sup>®</sup> -	6.9	3.2	2.2
②羽毛90%+綿加 <sup>®</sup> -+羊毛毛布	7.5	5.0	1.5
③羽毛90%+綿加 <sup>®</sup> -+アクリル毛布	8.1	5.2	1.6
④羽毛90%+ウール加 <sup>®</sup> -	7.2	3.2	2.3
⑤羽毛90%+タオル加 <sup>®</sup> -	7.8	3.4	2.3
⑥ロイヤルスター(タ <sup>®</sup> 90%) +綿加 <sup>®</sup> -	7.4	3.0	2.5
⑦ロイヤルスター(タ <sup>®</sup> 90%) +ウール加 <sup>®</sup> -+おひざ毛布	7.9	4.5	2.0
⑧合繊掛けふとん(ポリエステル短繊維わた)+綿カバー	4.4	3.6	1.2

日本には、はっきりとした四季があるので、その四季に応じた寝具の組合せを行ない寝床内環境が快適な範囲になるようにする必要がある。

夏に使う寝具は、熱がこもらず、吸湿・透湿・放湿性が良いふとんであること。また、冬に使う寝具は、保温力の高いふとんであること。実際の家庭で

の組み合わせの例を表4に示す。

シーツやカバー類、パジャマ類など肌に直接触れるものは、その接触温冷感や表面構造からくる肌触りも睡眠の質に影響を及ぼすことも忘れてはならない。

表4 季節ごとの寝具の組み合わせの例

季節	暦	時期と室温の目安	掛けふとん	敷きふとん
春季	立春	2月中旬～ 3月中旬 (6～15℃)	・合掛け+綿毛布 ・羽毛ふとん	・敷ふとん ・ウール敷パット ・綿ポアシーツ
	春分	3月中旬～ 4月下旬 (16～20℃)	・合掛け+綿毛布 ・合掛け	・敷ふとん ・ニットパイルシーツ ・タオルシーツ
夏季	立夏	4月中旬～ 6月中旬 (21～25℃)	・合掛け ・肌掛け	・敷ふとん ・ガーゼシーツ ・タオルシーツ
	大暑	6月中旬～ 7月下旬 (26～30℃)	・肌掛け ・綿毛布 ・タオルケット	・敷ふとん ・タオルシーツ ・タオル敷パット
秋季	立秋	8月中旬～ 9月上旬 (25～21℃)	・綿毛布 ・タオルケット ・肌掛け	・敷ふとん ・タオルシーツ ・タオル敷パット
	秋分	9月中旬～ 10月下旬 (20～16℃)	・肌掛け ・合掛け	・敷ふとん ・タオルシーツ ・タオル敷パット
	霜降	10月中旬～ 11月下旬 (15～11℃)	・合掛け+綿毛布 ・羽毛ふとん ・合掛け	・敷ふとん ・ニットパイルシーツ
冬季	冬至	12月中旬～ 1月初旬 (6～15℃)	・ツインダウン ・羽毛ふとん ・ウール毛布	・敷ふとん ・ウール敷パット
	大寒	1月中旬～ 2月上旬 (5～0℃)	・ツインダウン+綿毛布 ・羽毛ふとん+綿毛布	・敷きふとん ・綿ポアシーツ ・アクリル敷パット

## 6. 機能性寝具

### (1)冷感素材PCM<sup>®</sup>と真白綿が快適な寝心地を実現

・Ice\*Mist<sup>®</sup>敷きパッドは、春夏向きの商品で、冷感素材PCM(Phase Change Materials/相変換物質)を内蔵した敷きパッドである。PCM<sup>®</sup>が睡眠中の体温状態を感知してふとん自体の温度をコントロールし、寝床内の温度を理想の状態(33℃±1℃)に近づける。温度調節のメカニズムは、PCM<sup>®</sup>を構成する超微粒子マイクロカプセル内にある特殊物質が、使用環境の温度に応じ、吸熱・放熱を繰り返す、睡眠中の体温状態に適した温度に調整する働きをするからである。このふとんを用いた睡眠実験では睡眠リズムを安定させ、メラトニン(睡眠物質)の分泌を促進させる効果が示された。詰めものの真白綿は、吸水性の高い綿わたであり、側生地にはドライタッチ加工生地を採用している。

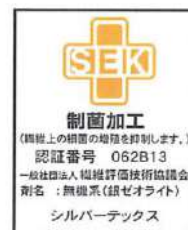
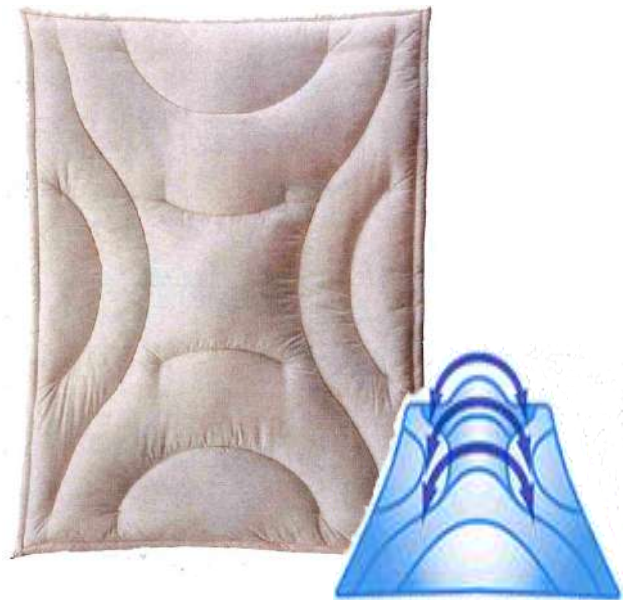


図7 Ice\*Mist®敷きパッド (4隅バンド付)

## (2) エルゴノミクスによる快適なフィット感

・「**ERGO CLEAN®**」は、いかに体にフィットし、暖かい空気をふとんの外に逃がさないかの研究から誕生した掛けふとんである。人体データに基づく詳細な設計で、「天地対称」の3D-Fitのキルティングパターンが特徴で、人間が寝た状態で最適な形のドーム状に盛り上がり、体にぴったりとフィットするので、ふとん内部の余分な隙間を解消し、保温性を高めることができる。このキルティングを可能にしたのは、ふとんの詰めものの特徴にある。ふとんの詰めものには、中空のポリエステル長繊維 (Tow/エンドレスファイバー) を採用し、これを独自技術でウェーブ状の特殊形状に加工したわたを詰めものとして充てんすることで、わたの片寄りやわた切れの心配がなくなり、斬新なキルティングラインが可能になった。これらの構造上の特徴から、発塵が非常に少なく、家庭洗濯機の容量6kg以上での丸洗いが可能である。

また、側生地には、制菌加工 (シルバーテックス加工) がされており、部屋干しでのニオイの原因菌であると言われているモラクセラ菌に対しても効果がある。日本アトピー協会の推薦商品でもある。



日本アトピー協会  
S 803400 A

※側生地のみ

図9 ERGO CLEAN®の特徴

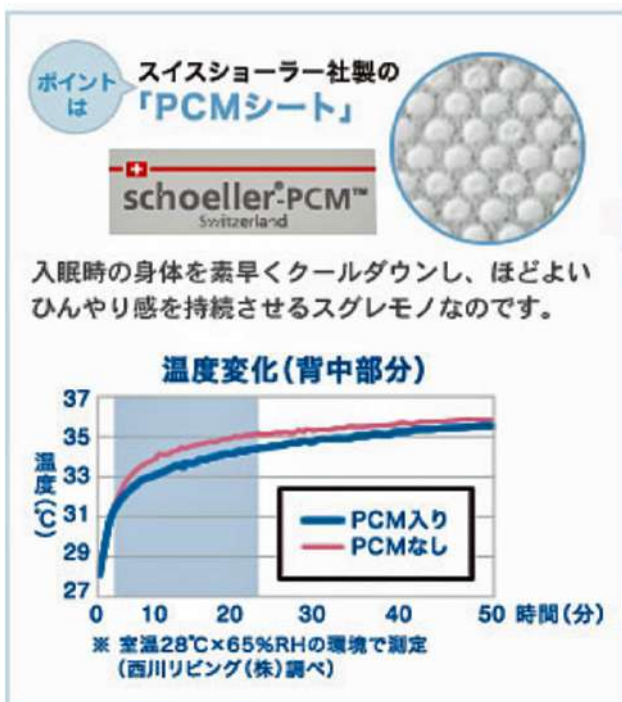


図8 夏季の寝室環境で、PCM®の効果確認

### (3) 湿気を通し、アレルゲンを通さない

・「GORE®羽毛ふとん ロイヤルスター®」は、西川リビング㈱とジャパングオアテックス㈱が共同開発した羽毛ふとんである。機能素材「GORE®メンブレン」をふとんがわ地の裏面に加工したところが特徴である。この素材は、多孔質層に1平方センチあたり14億個もの微細な孔(0.2μm)をもっている。ひとつの孔の大きさは、水滴の2万分の1、水蒸気分子の約700倍なので、寝汗などの湿気は通すが、ホコリやダニなどのアレルゲンは通さない。従来の羽毛ふとんのがわ地は、詰めものであるダウンの吹き出しを防ぐために、高密度の織物しか適していなかった。したがって、羽毛ふとんのがわ地の軽量化には限界があったが、「GORE®メンブレン」の特性を活かして、綿100%の生地の場合、1㎡当たり約100グラム、通常の羽毛用生地に比べ30%もの軽量化を実現している。従来の羽毛ふとんのようにふとんがわ地の重さで空気層を潰してしまわないので、保温効果が一層アップしている。また、水蒸気を通す量(透湿量)は一般の羽毛掛けふとんの1.3倍もあり、湿度の高い季節でもムレ感の少ない快適な寝床内になる。

「GORE®メンブレン」が清潔で快適な眠りを実現するので、日本アトピー協会の推薦商品でもある。



図10 快適な寝床内気候を実現する  
GORE®羽毛ふとん ロイヤルスター®

\* GORE®は、W. L. Gore&Associates の商標です。

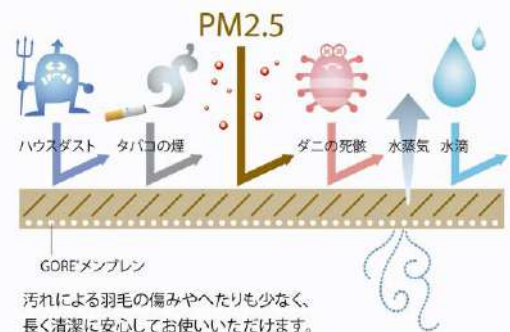
## 理想のふとん用生地!



側生地の裏面に日本ゴア株式会社の超極薄の特殊フィルムを接着させることにより生まれた、軽く、優れた透湿性、画期的な防塵性を備えた、理想の羽毛ふとん用生地です。

## 清潔!

ホコリ、ダニ、タバコの煙、花粉、ハウスダストなどがふとんに侵入するのを防ぎます。



GOREメンブレン

汚れによる羽毛の傷みやへたりも少なく、長く清潔に安心してお使いいただけます。

## 蒸れにくい!

### 透湿性実験



透湿性実験

それぞれにお湯を注ぐと、GOREメンブレンの方は水蒸気を通すのでコップがくもりませんが、ビニール素材の方は変化がありません。



GORE®羽毛ふとん「ロイヤルスター」・  
GORE®ベビー羽毛ふとん「ロイヤルスター」・  
GORE®きれいな敷きふとん「ロイヤルスター」は日本アトピー協会推薦品です。

図11 GORE®羽毛ふとんの特徴

# 季節と寢床内気候

みずの かずえ  
水野 一枝

東北福祉大学感性福祉研究所

はじめに

日常的に、暑さや寒さで睡眠が妨げられることを経験するように、季節による環境温湿度の変化は睡眠に影響を及ぼす。睡眠への影響には、環境温湿度とあわせて、寝具と人体の間にできる空間の温度と湿度である寢床内気候も影響を及ぼす。寢床内気候は、寝室や寝具、寝衣などの環境条件と、睡眠や体温、寝返りなどの人体の条件により影響をうける。従って、環境と人体の条件をあわせて寢床内気候を検討することが重要になる。

睡眠と体温調節

睡眠には夢を見ていることの多いレム睡眠と、第1段階～第4段階わけることができるノンレム睡眠がある。ノンレム睡眠は段階が増すにつれ深い睡眠になる。正常な睡眠は、覚醒からノンレム睡眠の第1段階から、第2、第3、4段階へと進み、レム睡眠へと移行する。ノンレム睡眠からレム睡眠までの約90～100分の睡眠周期を4～5回繰り返し、起床を迎える。睡眠には、体温が深く関連している。入眠する約30分前から皮膚温が上昇し、深部体温が低下する。皮膚温の上昇と、深部体温の低下が、快適な睡眠に重要である (Gilbert, 2002)。体温とともに寢床内気候も変化する。人が布団に入ると、寢床内温度は上昇し、湿度も急上昇した後は低下し、一晩を通じて安定した温湿度が保たれる。快適な睡眠がえられているときの寢床気候は、温度 32～34℃、相対湿度 50±5%の範囲と言われる (梁瀬, 1999)。

季節と寢床内気候

季節の中でも春、秋は快適な寢床気候を保ちやすい。しかし、夏期は寢床内湿度が90%近くまで上昇し、蒸暑感が睡眠を妨げる (梁瀬, 1999)。固めで人体との接触面積が少なく、透湿性の高いマットレス (水野他, 2012) や麻のシーツとベッドパッド (水野他, 2013)、新しく開発された冷感素材のパジャマ (水野他, 2015) では寢床内湿度が低下し、暑さも軽減されている。

冬期は、睡眠には影響を及ぼさないが、室温の低下とともに足部の寢床内温度が低下する (Tsuzuki, 2002; Okamoto-Mizuno, 2005)。室温が低下すると一般に掛寝具を増やすが、敷布団からの放熱は掛布団よりも大きい。保温性の高いシーツ (Okamoto, 1997a) や敷布団 (水野他, 2013) では、寢床内温度が高く保たれ、睡眠感が改善されていた。室温にもよるが、夏や冬に敷寝具やシーツ等を工夫することで、寢床内気候を快適に保つ効果が期待できる。

一方、褥瘡予防のための体圧分布を軽減したマットレスでは、寢床内湿度の上昇 (Okamoto, 1997b, c) や睡眠時の深部体温が布団よりも低く保たれること (Okamoto, 1998) が報告されている。季節の温湿度にあわせて、使用方法に注意が必要となる。

引用文献

- Gilbert, SS, van den Heuvel, CJ. et al (2004): *Sleep Med Rev*, 8(2), 81-93.
- 梁瀬度子 (1999): 温熱環境, 睡眠環境学(鳥居鎮夫編), 152-157, 朝倉書店.
- 水野一枝、水野康、松浦倫子他 (2013): 日本繊維製品消費科学会誌, 54:12-19.
- 水野一枝、水野康、山本光璋他 (2012): 日本家政学会誌, 63, 391-397.
- 水野一枝、水野康、松浦倫子他 (2015): 日本繊維製品消費科学会誌, 56, 266-273.
- Tsuzuki K, Okamoto-Mizuno K. et al (2002): *Proceedings of the 10th International Conference on Environmental Ergonomics*, 361-364.
- Okamoto-Mizuno, K, Tsuzuki, K. et al (2005): *Ergonomics*, 48(7), 749-57.
- Okamoto, K, Matuo, K, Nakabayashi, K. et al (1997a): *Journal of Home Economics of Japan*, 48(12): 1077-1082.
- 水野一枝、水野康、松浦倫子他 (2013): 日本生理人類学会誌, 18(1), 53.
- Okamoto, K, Mizuno, K, Okudaira. N (1997b): *Applied Human Science*, 16(3): 97-102.
- Okamoto, K, Mizuno, K, Okudaira. N (1997c): *Applied Human Science*, 16(4): 161-166.
- Okamoto, K, Nakabayashi, K, Mizuno, K. et al (1998): *Applied Human Science*, 17:233-237.



## 季節と就寝環境が睡眠に及ぼす影響

都築和代

産業技術総合研究所 人間情報研究部門

### はじめに

室内温熱環境は睡眠に影響を与える重要な環境要因の一つであり、体温調節や温熱快適性と強く関係している<sup>1)</sup>。室内温熱環境は、季節の気候、建物の断熱性や人の暖冷房行動の影響を受けて形成される。夏季においては、居住者は扇風機やエアコンディショナー(以下、エアコン)を使用することにより、快適な環境を作り出そうとする。睡眠環境と温熱快適性に関する最近の研究成果を紹介する。

### 温熱環境が睡眠へ及ぼす影響

人工気候室や実物大実験室を使用して、温熱環境条件を設定し、人体への影響を調べた。

暑熱環境は睡眠中の発汗量を増やし、深部体温の低下を妨げ、その結果、睡眠効率を低下させていた<sup>2)</sup>。また、エアコン運転を模擬して、睡眠の前半、もしくは、後半のどちらかを冷房し、それ以外を暑熱環境とした場合に、体温調節と睡眠の影響を調べた。その結果、前半冷房時には皮膚温と深部体温が低下するが、後半暑熱時には皮膚温とともに深部体温も上昇し、睡眠効率は低下した<sup>3)</sup>。一方、前半暑熱時には皮膚温も深部体温も低下せず、徐波睡眠が有意に減少したが、後半冷房時には皮膚温・深部体温ともに低下し、徐波睡眠が増える傾向にあった。

暑熱環境において扇風機を使用して送風した場合、冷房時ほどには皮膚温や深部体温の低下は観察されなかったが、睡眠効率は改善した<sup>4)</sup>。エアコンからの気流があたる位置で就寝し、2種類の冷房気流にさらされた状態

を比較した。その結果、睡眠効率には有意な差を認めなかったが、冷気流があたることにより皮膚温は変動し、また、体動が起り、心拍数が上昇するなどの反応が観察され、気流の吹き出し頻度が高い方がそれらの反応は顕著であった<sup>5)</sup>。

大学生の睡眠や寝室温熱環境の実態調査では、高齢者<sup>1)</sup>に比べて、季節の影響が少ないことが示された<sup>6)</sup>。東南アジア地域の実態調査では、エアコンによる低温な睡眠環境の実測結果<sup>7)</sup>が示された。

### 参考文献

- 1) Tsuzuki, K., et al., (2015): Effects of seasonal illumination and thermal environments on sleep in elderly men, *Building and Environment*, 88:82-88
- 2) Tsuzuki, K., et al., (2004): Effects of humid heat exposure on human sleep stage, melatonin secretion and thermoregulation during nocturnal sleep. *Journal of Thermal Biology*, 29:31-36.
- 3) Okamoto-Mizuno, K., et al., (2005): Effects of partial humid heat exposure during different segments of sleep on human sleep stages and body temperature. *Physiol Behav.*, 83(5): 759-65.
- 4) Tsuzuki, K., et al., (2007): Effects of airflow on body temperatures and sleep stages in a warm humid climate. *Int J Biometeorol.*, 52(4): 261-270.
- 5) 森戸直美, ほか (2010) : 冷房の気流が睡眠と皮膚温に及ぼす影響—被験者実験による冷房方法の比較—. *空気調和・衛生工学会論文集*, 161 : 19-27.
- 6) 都築和代, ほか (2014) : 季節の温熱環境が青年の睡眠と温熱快適性に及ぼす影響、日本建築学会大会(近畿)学術講演会梗概集(環境工学 II), 311-312.
- 7) Mori I., Tsuzuki K., Field survey on indoor thermal environment of bedroom during sleep in Southeast Asia, *Indoor air 2016* (submitting).