

〈特別研究課題〉 避難所を模擬した環境が睡眠時の人体に及ぼす影響
に関する基礎研究

助成研究者 豊橋技術科学大学 都築 和代



避難所を模擬した環境が睡眠時の人体に及ぼす影響 に関する基礎研究

都築 和代
(豊橋技術科学大学)

Effects of simulated shelter environment on the human body during the sleeping period

Kazuyo Tsuzuki
(Toyohashi university of technology)

Abstract :

In recent years, many large-scale disasters have occurred and life in an evacuation shelter has been the subject of some focus. However, with these facilities an insufficient thermal environment is assumed, which is thought to have an adverse effect on the health of evacuated people. In this research, we aimed to examine sleep in shelter-analogue settings in winter and autumn to determine the effects of thermal environment on sleep parameter, skin and rectal temperature, subjective sensation in evacuation shelters. So two bedding conditions were chosen: a pair of futons and four sheets of blankets for emergency. One night the subject used a pair of futons (3.1 clo) and on the other the subject used the emergency supplies of four blankets (1.3 clo) and a set of portable partitions in winter. Moreover, the sleeping experiments were done in the participants' bedroom in their houses. In autumn two bedding conditions were compared; four blankets for disaster relief and four blankets with air mattress. Sleep parameters were measured by actigraphy, where the microclimate temperature of the participants were continuously measured and recorded during the sleeping period. The participants were requested to respond to three questionnaires: before sleep, after sleep, and retrospective sensation during sleep. The questionnaire consisted of thermal comfort, sleep quality, subjective symptom, and fatigue. Twelve young healthy students took part in the sleep study of two nights for seven hours from midnight to 7 am in the gymnasium. Average

sleep efficiency index (SEI) was 86% in Blankets and 91% in Futon in the gymnasium as compared to 98% in their bedrooms in winter. No significant difference in SEI between Blankets and Blankets with air mattress in autumn (96%).

1. はじめに

近年、東日本大震災に代表される多くの大規模災害が発生し、避難所での生活に注目が集まっている。避難所は、近隣地域の体育館や公民館など公共施設が開放され、仮住まいとして利用される。しかし、それらの施設は居住用ではないため、誰もが安心して暮らせる生活環境が提供されるとは限らず、避難者の健康を損なう可能性もあると推察される^{1), 2)}。

避難所の温熱環境や二酸化炭素濃度等の実態については、既往研究^{1), 3), 4)}で報告されている。冬季の場合、夜間の体育館内室温は5℃前後⁴⁾まで低下し、低温な環境であることが確認されている。また、避難所に備蓄されている備蓄品数⁴⁾は、災害救助用毛布が避難所一ヶ所当たり12.3枚、ストーブが避難所一ヶ所あたり0.1台と極めて少ない。これらのことから、避難所が必ずしも過ごしやすい環境ではないことが容易に推測される。

人は夜間に良質な睡眠をとるか否かで、日中の生活の質が大きく変わってくる。そのため、被災者の精神衛生や復興の観点から、良質な睡眠を取ることできる環境が提供されることが望ましい。しかしながら、避難所の低温環境下で人が生活し、そこで睡眠した場合の人体への影響を明らかにした研究は見当たらず、現在までに行われている研究や報告では、寝具の断熱性など温熱性能が示されていないため、避難所への問題提起や結果に統一性が認められない。また、現在まで多くの夏季についての睡眠環境研究が実施されているが、冬季環境下での睡眠に関する研究は少ない。そのため、本研究では冬季に本学の体育館内武道場にて、避難所を想定した災害救助用毛布を使用する場合と通常寝具である布団を使用する場合の2条件を設定し、寒冷環境下の避難所で人が睡眠する際の生理反応への影響を明らかにすることを目的として被験者実験を実施した。また、避難所は普段生活する環境とは異なるため、避難所実験後に、自宅において同様の測定実験を実施した。秋季には、冬季実験結果を踏まえ、秋季の避難所を想定した寝具に加え、事前に具備できる用品を使つての睡眠環境の改善を試みるための条件を設定し、生理反応への影響を明らかにするための実験を実施した。

2. 研究方法

2.1 温熱環境及び生理測定

環境測定項目の詳細を表1に、生理測定項目の詳細を表2に示す。温熱環境の測定項目については、外気の温湿度、各就寝環境の頭部付近と足元付近の温湿度、寝床内気候を30秒間隔で測定した。足元付近の温湿度測定の結果は、頭部付近の温湿度とほとんど差がなかったため、本稿では頭部付近の温湿度を室内温熱環境として扱う。寝床内気候は、掛布団や毛布の内側の腰部分で測定を行った。生理測定項目については、皮膚温7点(前額、胸部、上腕、大腿、下腿、足甲、背中)、直腸温、心拍、活動量の測定を行った。皮膚温については皮膚温センサーを各部位にサージカルテープを用いて貼付し、直腸温については直腸温センサーに使い捨てのゴムカバーで被覆し、その上にワセリンを塗布して、約10cm肛門から直腸に挿入し留め置いた。測定した皮膚温から、Hardy

&DuBoisの7点法⁶⁾(1)より平均皮膚温を算出した。

$$\text{平均皮膚温} = 0.07 * \text{前額} + 0.35 * \text{胸} + 0.14 * \text{腕} + 0.19 * \text{大腿} + 0.13 * \text{下腿} + 0.07 * \text{足背} \quad (1)$$

活動量はアクチグラフ⁵⁾、^{注1)}によって測定を行い、Coleらのアルゴリズム⁵⁾による解析ソフトAW2を使用し、睡眠効率(Sleep Efficiency Index, SEI)、中途覚醒回数(Wakefulness(N))、中途覚醒時間(Wakefulness(min))、入眠潜時(Sleep Onset Latency, SOL)、睡眠時間(Sleep time)などの睡眠変数の算出を行った。睡眠効率は、以下の式(2)によって算出を行う。

$$\text{睡眠効率(\%)} = \frac{\text{睡眠時間(min)}}{\text{睡眠時間(min)} + \text{中途覚醒時間(min)}} \quad (2)$$

表1 物理環境測定項目

測定項目	測定機器	精度	測定点	測定間隔
温度(°C)	室内空気	熱電対 T型	頭部、脚部付近	30秒
	寝床内	T&D おんどとり TR-74i	掛布団内部の腰部分	
	グローブ	熱電対 T型、艶消し黒球	頭部付近	
	外気	T型 熱電対	武道場南側屋外	
		T&D おんどとり TR-74i		
	床面 敷寝具面	熱電対 T型	各寝床腰部分	
相対湿度(%)	室内空気		頭部付近	
	寝床内	T&D おんどとり TR-74i	掛布団内部の腰部分	
	外気		武道場南側屋外	
風速(m/s)	風速変換器 Model 6322D	±3%+0.1	頭部付近	

表2 生理測定項目

測定項目	測定機器	精度	測定点	測定間隔
皮膚温度	サーミスタ皮膚温度計	0.1°C	7点	30秒
直腸温	サーミスタ体腔挿入型温度計		直腸内部10cm程度	
睡眠変数	アクチグラフ	-	非利き腕	
心拍	アクティブトレース心拍計	0.001秒	胸部3点	1kHz

表3 主観申告

測定項目	測定方法	測定間隔
温冷感	9段階評価	睡眠前後
快適感	7段階評価	
疲労感	4段階評価	
自覚症状	自覚症しらべ(産業疲労研究会)	
自覚的睡眠	OSA 睡眠調査票MA版(日本睡眠改善協議会)	起床時

表4 寝具条件の諸元とclo値

	布団条件		毛布条件	
	掛け	敷き	災害用毛布	段ボール製パーテーション
大きさ(mm)	1550×2100	1100×2200	1400×2000	2000×2000×1000
質量(kg)	2.1	2.7	1.4	-
材料	ポリエステル 100%		ポリエステル 100%	段ボール
枚数	1	1	敷1、掛3	敷1
Clo値(clo)	3.1		1.3	
メーカー	タンスのゲン株式会社		ウェブマート	

2.2 主観申告

研究協力者は睡眠前と起床後に温冷感、快適感について申告し、睡眠感は起床後にOSA睡眠調査票MA版⁷⁾を用いて調査した。使用した質問紙の種類と時機を表3に記す。OSAの得点は母集団の標準化得点の平均を50点とZ値化している。

2.3 実験条件

(1) 冬季

就寝環境は、避難時を想定して本学内災害救助倉庫に備蓄されている2m×2m×1mの段ボール製パーティションと災害救助用毛布4枚(敷1枚、掛3枚)を使用して就寝する毛布条件(以下、毛布と記す)と、普通の一組の布団(敷布団1枚、掛布団1枚)を使用して就寝する布団条件(同様に、以下、布団と記す)の計2条件を設定した。また、布団条件では段ボール製パーティションは使用せず、災害用寝具(毛布条件)での睡眠と通常寝具(布団条件)での睡眠の比較を行った。使用した寝具の諸元とサーマルマネキンによる断熱性の測定結果を表4に示す。また、表4のclo値については、各条件で使用する寝具をすべて(毛布：敷1枚、掛3枚、布団：敷1枚、掛1枚)使用した際のclo値である。使用した災害救助用毛布(以下、毛布と呼称)の就寝環境を図1～3に、布団の就寝環境を図4に示す。

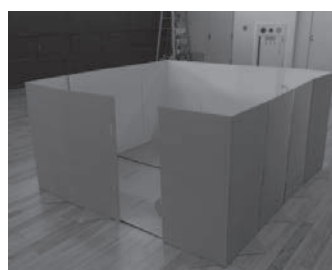


図1 段ボール製パーティション



図2 災害用毛布



図3 毛布条件



図4 布団条件

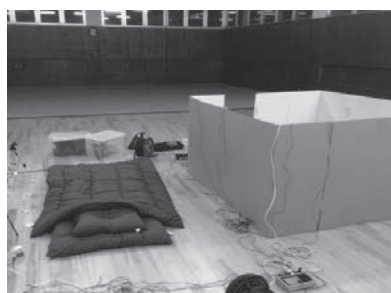


図5 実験風景

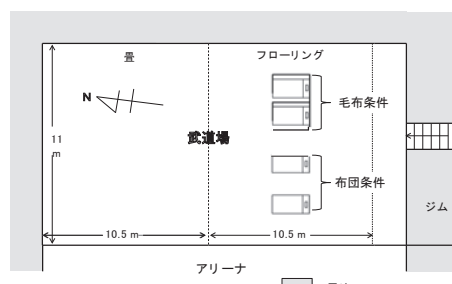


図6 武道場見取り図および配置図

研究協力者は1人当たり布団と毛布の2条件をそれぞれ1回ずつ参加する。測定は1晩につき4人(毛布：2人、布団：2人)同時に行い、計6日(延24人)行い、実験を行った6日間の天候については全日晴れであった。また、実験データに偏りがないうよう、第一夜目を毛布から6人、布団から6人と統制して実験を行った。実験を行った武道場は北面、東面が全面、南面の一部が外気と接している構造となっている。窓については、北面、東面の上部と下部に小窓が設けられており、南面の一部に引き戸が設けられている。武道場内の全景を図5、6に示す。

研究協力者の服装は、図7に示すように、上半身はインナーシャツ、トレーナー、パーカーを着用し、下半身は下着、スウェットパンツ、ジャージに統一した。サーマルマネキンを使用して着衣量を測定したところ、0.76 cloであった。



図7 睡眠実験時の服装

自宅での睡眠実験は、測定項目や実験の手続きは体育館実験と同様であり、寝具の使用についてのみ、普段通りの睡眠環境で実施した。

(2) 秋季

就寝環境は、避難時を想定して、本学内災害救助倉庫に備蓄されている災害救助用毛布4枚(敷1枚、掛3枚)を使用して就寝する毛布条件(以下、毛布と記す)と、災害救助用毛布4枚(敷1枚、掛3枚)を使用し敷毛布の下にエアーマット1枚を敷いたエアーマット条件(以下、エアーマットと記す)の計2条件を設定した、表5に示す。

表5 秋季の使用寝具

条件	毛布 2	Air Mat
掛け寝具	毛布 3 枚	毛布 3 枚
敷き寝具	段ボール + 毛布 1 枚	エアーマット + 毛布 1 枚

使用した寝具の諸元とサーマルマネキンによる断熱性の測定結果を表6に示す。毛布条件とエアーマット条件の就寝環境を図8、9に示す。避難所を模擬した体育館において、研究協力者は毛布とエアーマットの2条件にそれぞれ1回ずつ参加した。測定は1晩につき4人(毛布：2人、エアーマット：2人)を同時に行い、計6晩(延24人)を実施した。実験データに偏りがないうよう、第一夜目が毛布の被験者、エアーマットの被験者が、それぞれ6人ずつになるように統制して実験を行った。

表6 エアーマットの諸元

	Air Mat 条件	
	災害用毛布	エアーマット
大きさ (mm)	1400×2000	1950×580×50
質量 (kg)	1.4	—
材料	ポリエステル 100%	ポリエチレン + ナイロン
枚数	4	1
Clo 値 (clo)	1.5 clo	
メーカー	タンスのゲン株式会社	エコロヴィーバルーン



図8 毛布2条件



図9 エアーマット条件

被験者の服装は、冬季と同様に上半身：インナーシャツ、トレーナー、パーカー、下半身：下着、スウェットパンツ、ジャージに統一 (0.76 clo)した。

2.4 実験日の手順

被験者は実験夜に22：30に武道場に集合し、各種センサーを装着し、その後、23：45まで各就寝環境にて安静をとった。23：45よりアンケートを記入し、24：00に消灯し、翌朝7：00までの計7時間の睡眠を被験者はとった。実験夜の前の行動については、日中は普段通りに授業やサークル活動、アルバイト等を許可し、入浴、食事については研究協力者の自由とした。その際、睡眠に影響があるため、実験夜の飲酒は禁止とした。また、消灯後の活動については、携帯電話等の電子機器の使用の一切を禁止し、被験者間の会話等も禁止した。

3. 結果と考察

3.1 冬季

屋外気温と睡眠環境の気温、寝床内気温の平均値を図11に示す。屋外気温は4℃であり、体育館内の気温は5℃であった。同時期の参加者の自宅寝室における気温は14℃と体育館に比べ約10℃高くなった。この理由としては暖房器具の使用による影響と建物の断熱性が挙げられる。寝床内温度は、布団と人体との間の温度である。研究協力者の自宅寝室での寝床内温度は睡眠初め23℃であったが、徐々に上昇し約30℃で安定した。体育館での布団と毛布は最初約15℃であり、就寝中徐々に上昇し、布団は約25℃まで上昇し、毛布は約22℃であり、毛布の方が低くなった。体育館

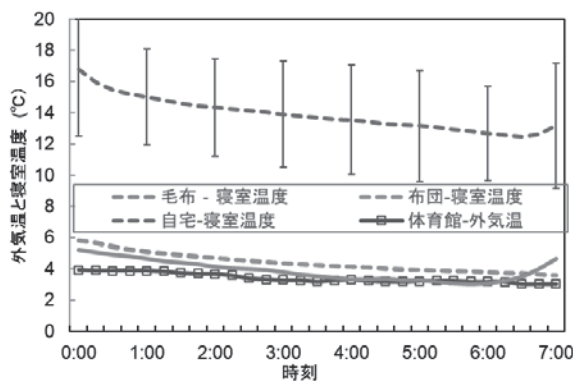


図10 外気温と室温との関係

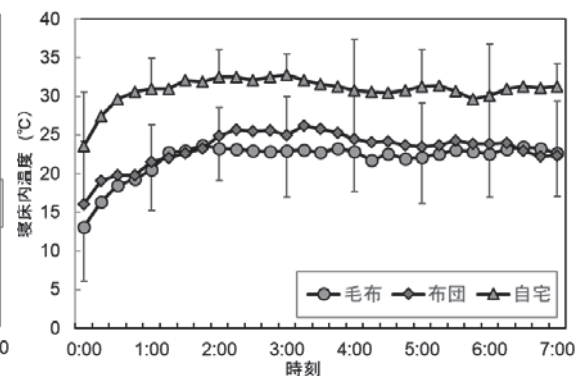


図11 寝床内温度

での毛布・布団条件と自宅での寝床内温度は、8℃程度の違いがあった。この結果は、体育館に暖房をいれることは避難時には現実的ではないので、寝具の断熱性能を上げる必要があると考えられる。

表7にアクチグラフにより計測 算出した睡眠変数を示す。自宅での睡眠では睡眠効率が平均で98%であったが、体育館での毛布・布団ともに睡眠効率は有意に低くなり、86%と91%であった。自宅での睡眠に比べ、入眠潜時は体育館での睡眠では長くなっているものの、有意な差は無かった。中途覚醒時間 中途覚醒回数は自宅よりも体育館での毛布・布団ともに大きくなり 布団よりも毛布の方が長くなっていた。つまり、避難所を模擬した体育館で寝ることにより 寝付くまでに平均で3分から5分程度長くなり、寝ている間の中途覚醒は自宅での睡眠に比べ回数で2倍、時間で2～3倍と長くなり、寝ている時間が30分～50分程度短くなった。今回のアクチグラフは 避難所を模擬した体育館での睡眠において、睡眠深度が変わったかどうかまでは判定できないが、覚醒時間の増加を示唆しており、睡眠効率が10%程度低下して、睡眠が悪化したことを示している。

表7 睡眠変数への影響

	毛布	布団	自宅
睡眠効率 (%)	86.4	91.2	98.3
中途覚醒回数 (N)	20.3	15.1	9.4
中途覚醒時間 (min)	69.9	50.0	20.6
入眠潜時 (min)	18.0	16.0	13.4
睡眠時間 (min)	348.4	368.3	400.8

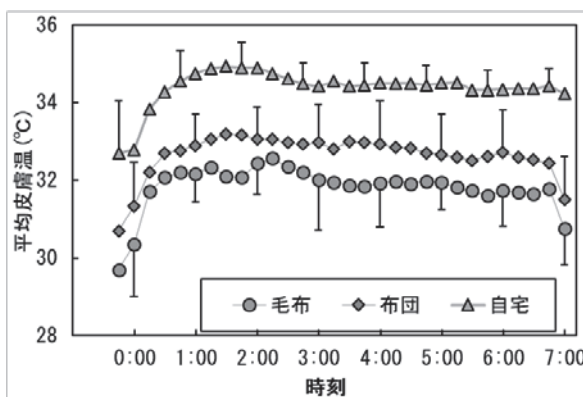


図12 平均皮膚温への影響

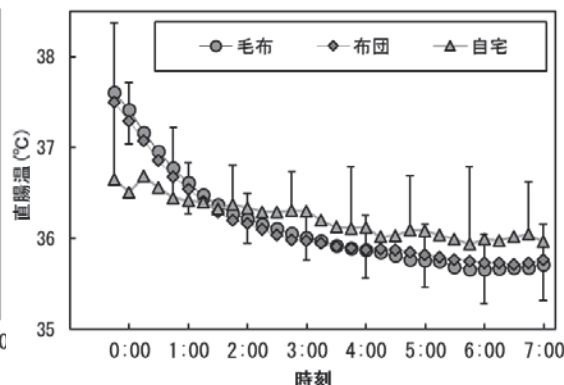


図13 直腸温への影響

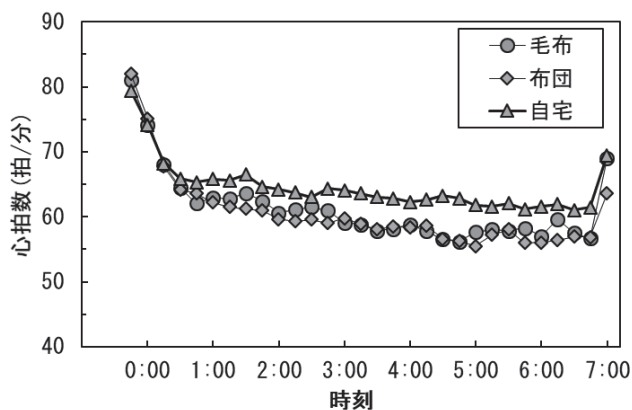


図14 心拍数への影響

図12、13に就寝中の平均皮膚温と直腸温の変動を示す。自宅での睡眠時の平均皮膚温では最初33℃で徐々に上昇し、睡眠中は約35℃で安定した。体育館での睡眠時は約30℃から始まり上昇は著しかったが 布団で33℃、毛布32℃と、自宅睡眠時よりも約2℃低い値で安定した。寝室や寝床内気候の温度による違い、また、寝具の断熱性の違いが平均皮膚温に影響していると考えられる。直腸温に関しては、3条件間に有意な差は認められなかったが、就寝開始からの低下度は自宅よりも体育館での布団と毛布の方が大きくなった。このことから、皮膚温への影響に注目する必要があると考えられる。

図14に心拍数への影響を示す。睡眠前からの低下度は3条件ほぼ同じであるが、睡眠 0分後には、布団と毛布条件の心拍数は自宅より低くなっており、布団と毛布の間には明確な違いは認められなかった。

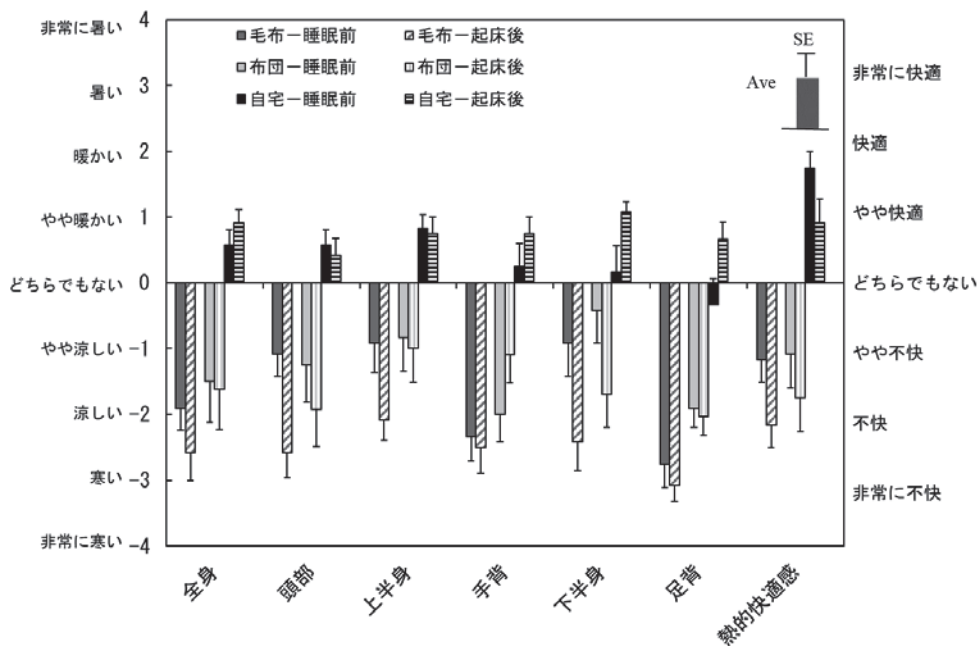


図15 温冷感、快適感への影響

主観申告の結果を図15に示す。睡眠前の温冷感は全身、各部位に関わらず、体育館での毛布・布団条件では寒い側申告であり、起床後も同様に寒い側申告で、寒さは緩和されず、より寒い側の申告となっていた。一方、自宅での睡眠前はどちらでも～やや暖かいの間となり、起床後もほぼ同等か、下半身・足では睡眠前よりも暖かい側申告であった。熱的快適感に関しては、温冷感と同様に体育館での毛布・布団条件ともにやや不快の申告であったが、起床後はより不快側に変化していた。一方、自宅では睡眠前は快適～やや快適申告であったが、起床後は、やや快適申告となっていた。これらの結果は、体育館での気温ならびに寝床内温度が低かったため、平均皮膚温も体育館での実験の方が低くなっており、そのことが起床後の寒さや不快側申告に影響していると考えられる。

図16にOSA調査票による主観的睡眠感への影響を示す。「夢み」には3条件間で差が認められなかった。「夢み」を除くと自宅の結果は45～50のほぼ平均値であり、全ての因子について、自宅、布団、毛布の順に値が低くなっていった。特に、「入眠と睡眠維持」について、布団、毛布の順に値が低くなっていた。このことから、毛布と布団条件による睡眠感は自宅での睡眠よりも評価が低く、また、布団よりも毛布の方が全ての評価項目において睡眠感の評価は低くなった。これらの結

果は、アクチグラフで測定した睡眠効率と同じ傾向であり、寝室の温度や寝具の断熱性が物理的な睡眠変数や主観的な睡眠感に影響を及ぼしていると考えられた。

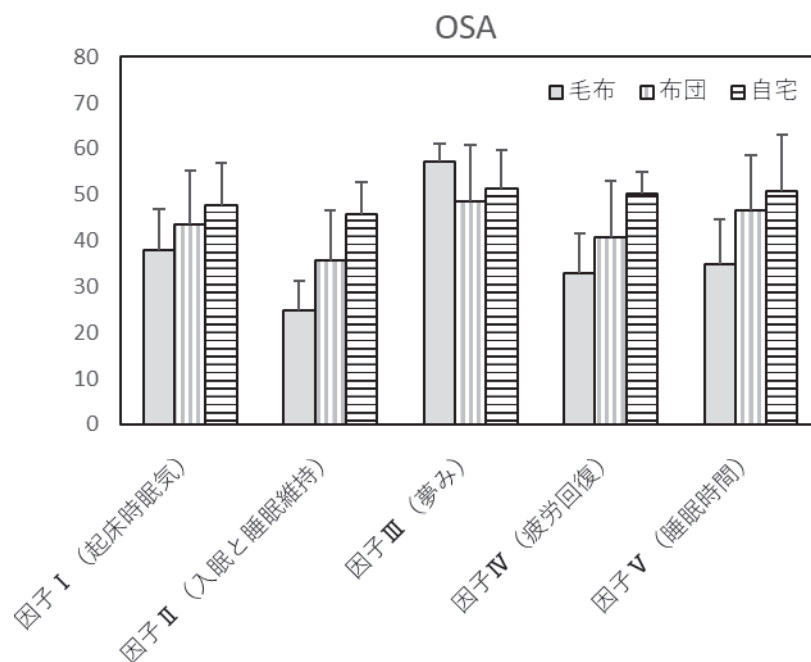


図16 OSA睡眠調査票

3.2 秋季

屋外気温と睡眠環境の気温、湿度の変動を図17に示す。外気温の平均は実験開始時15℃、明け方の平均は14℃であった。室温の変動は、睡眠開始時は16.5℃、明け方に15℃であり、相対湿度は65%であった。体育館と自宅で暖房がはいっていないため、ほぼ同じ室温になっていた。

表8にアクチグラフから計測・算出した睡眠変数を示す。睡眠効率は毛布とエアーマット毛布ともに約96%で差はなかった。しかし入眠潜時がエアーマット毛布6分、毛布16分となり、エアーマット毛布の方が早く寝付けていた。エアーマット毛布の入眠潜時が短かった理由としては、エアーマット使用により床の固さが緩和された影響と考えられ、寝つきをよくするために、エアーマットによる弾力(柔軟)性の増加が有効であると考えられる。

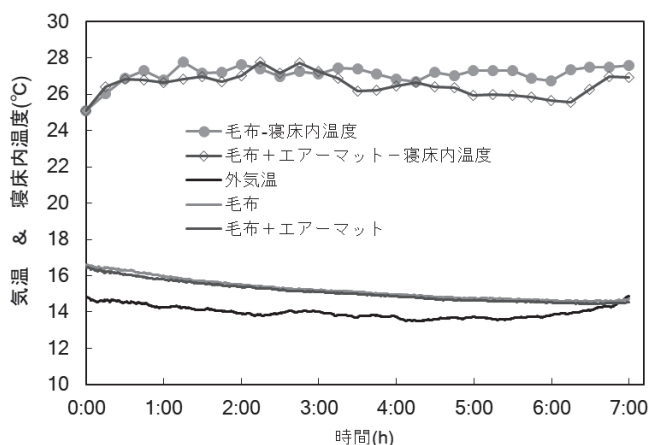


図17 気温と寝床内温度

表8 睡眠変数

	毛布	毛布+エアーマット
睡眠効率 (%)	96.2	95.6
中途覚醒回数 (N)	10.4	9.6
中途覚醒時間 (min)	26.3	21.8
入眠潜時 (min)	15.7	5.8
睡眠時間 (min)	392.7	398.2

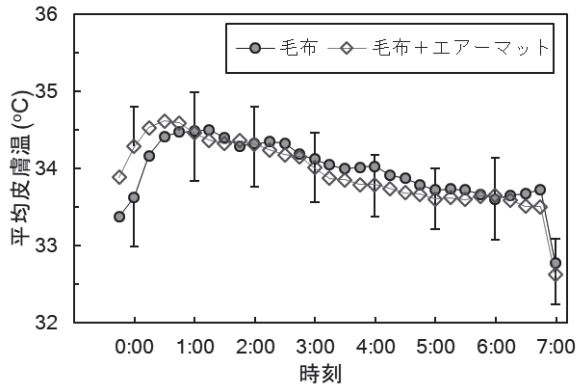


図18 平均皮膚温への影響

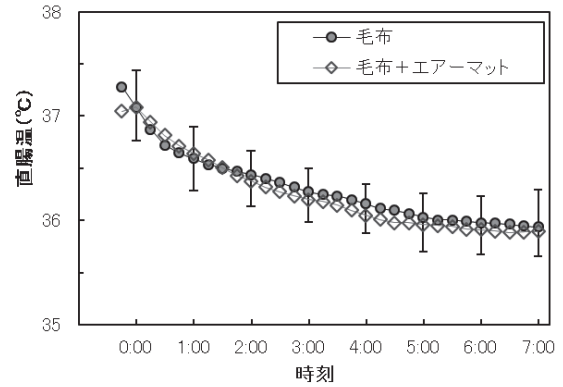


図19 直腸温への影響

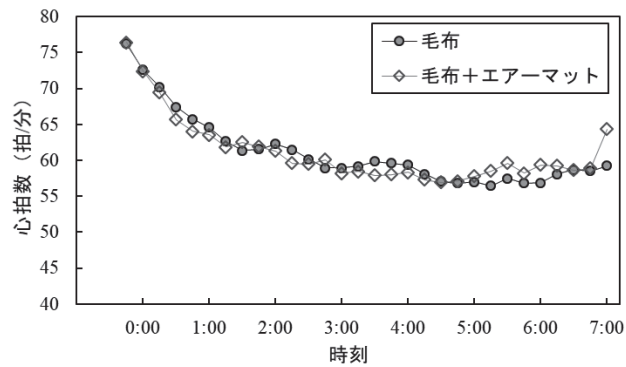


図20 心拍数への影響

図18に平均皮膚温、図19に直腸温への影響を示す。平均皮膚温については、睡眠前は33.5℃であり、睡眠開始後はわずかに上昇し、30分後には2条件ともに34.5℃程度とほとんど差が認められなかった。入眠時にはエアーマットの方が高く、あるいは、早く上昇する傾向が認められ、睡眠後半ではエアーマットの方がやや低くなる傾向が認められた。直腸温は睡眠前37℃であり、毛布とエアーマット毛布の直腸温には差が認められない。睡眠中の直腸温は両条件ともに低下し、毛布とエアーマット条件で差が認められなかった。

図20に心拍数への影響を示す。心拍数は消灯前から睡眠開始1時間までで急激に低下するが、その後、低下は鈍くなる。体育館での毛布とエアーマット毛布条件の間で差は認められなかった。

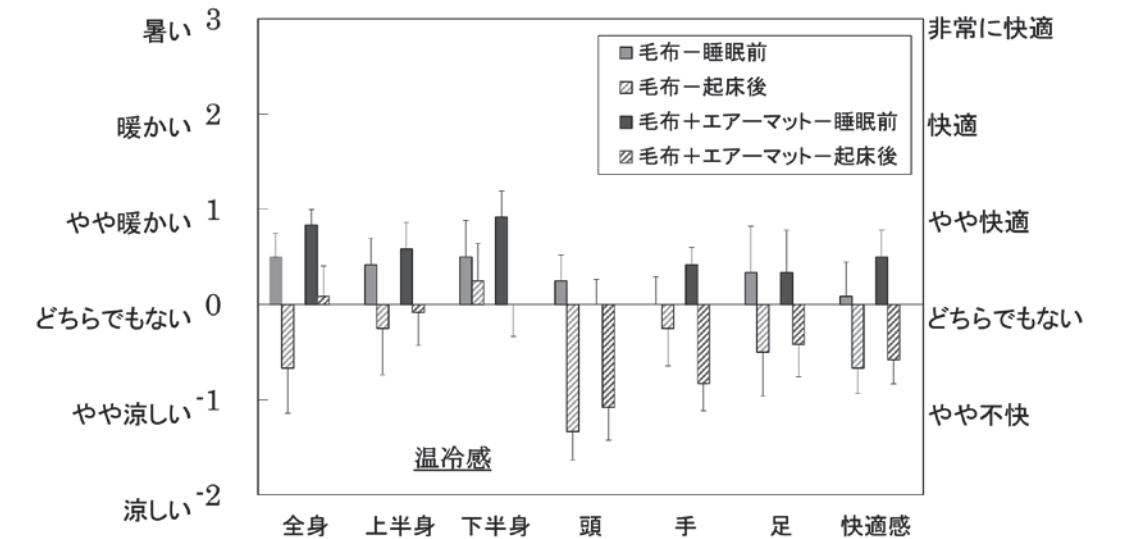


図21 温冷感・快適感申告への影響

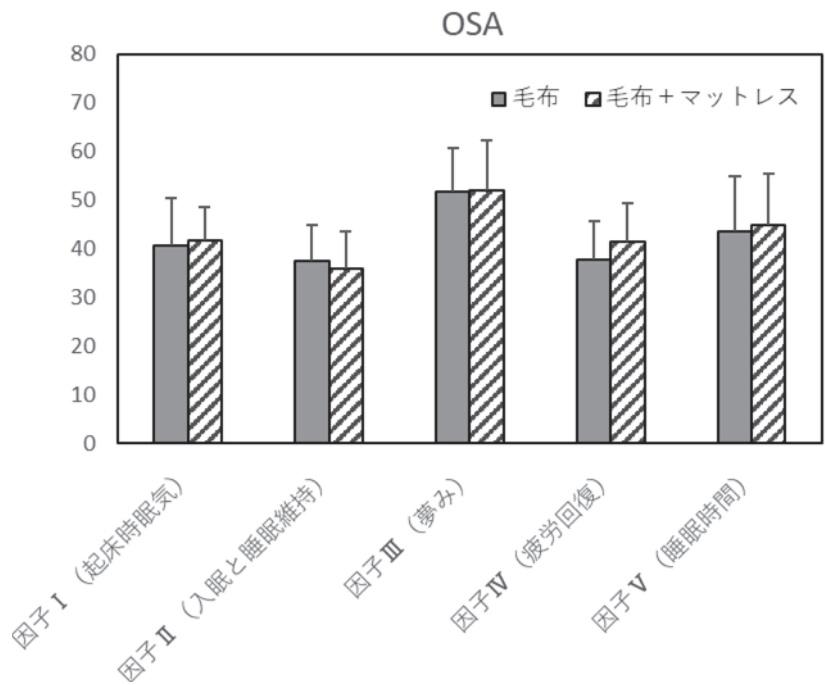


図22 OSA調査票

睡眠前と睡眠後の温冷感、快適感申告への影響を図21に示す。全身温冷感申告は睡眠前やや暖かいであるが起床後は毛布でやや涼しいに変化し、エアーマットではどちらともいえないであった。部位毎にみても、睡眠前はやや暖かい側申告であるが、起床後には涼しい側申告になっていた。快適感申告についても同様に、睡眠前はどちらともいえない～やや快適申告であったが、起床後はやや不快申告であった。毛布とエアーマットによる明確な違いは認められなかった。

よく眠れたかどうかの主観というのは、日常生活行動である睡眠においては重要であると考えられる。OSA睡眠調査票については、夢みで50を超えているが、それ以外の因子で平均値は50未満であり、毛布とエアーマットで差は認められなかった。

避難所を模擬した実験のうち、昼寝を扱った水野らの研究¹⁵⁾では、段ボールベッドの有無で睡眠や体温調節、主観申告を比較している。人工気候室を15℃に設定して13～15時の2時間昼寝であ

るが、脳波測定による睡眠に有意な差を認めなかった。また、背中、手、足の皮膚温が段ボールベッドを使った方が高くなっており、背中以外の部位皮膚温への影響が本実験結果とは異なる。今後さらにデータを集積し比較検討する必要がある。

4. まとめ

冬季の避難所を模擬した体育館での睡眠実験の結果、体育館の気温は約5℃と屋外気温4℃と1℃程度の違いであった。自宅では暖房器具の使用により14℃が保たれていたが、個人差が認められた。睡眠変数に関しては自宅での睡眠に比べて体育館での睡眠は、中途覚醒時間や回数が増えて、睡眠効率は有意に低下した。しかし、体育館での毛布と布団との比較においては有意な差は認められなかった。体育館で使用した寝具は断熱性に差があり、布団よりも毛布の方が断熱性は低くなった。その結果、毛布の方が布団に比べて、寝床内温度では約2℃、平均皮膚温で約1℃低くなり、この寝床内温度や皮膚温の低下が中途覚醒を増やす原因になったと考えられた。しかし、自宅での睡眠と比べると、室温の違いや寝具の違いなどにより、より平均皮膚温や心拍数は低く、睡眠効率も低下し、温冷感や寒さを感じる側、睡眠感は悪化などの主観申告に違いが認められた。震災直後や避難当初には冬季であっても避難所にて暖房実施を導入することは難しいと考えられる。そこで、現状の寝具を使用する場合には、断熱性を向上させるなどの方策が必要であると考えられる。

秋季の避難所を模擬した体育館での睡眠実験の結果は、毛布条件とエアーマット付き毛布条件では、皮膚温、心拍数の生理反応や睡眠効率、温冷感や主観申告に有意な差を認めなかった。しかし、寝つきを示す入眠潜時がエアーマット付き毛布で有意に短くなっていた。このことは、秋季の就寝環境は、睡眠に悪影響を及ぼさなかったことを示し、エアーマットを敷くことにより寝付きにかかる時間が短くなり、睡眠が改善されたことを示唆していた。

既往研究⁹⁾では、冬季の就寝時には寝室に暖房を入れず、寝具を増やして就寝している場合が多いことが報告されている。実態調査の結果では、高齢者の場合、室温は3℃程度と低かったが、寒さに関しての不平等は述べられておらず、寝具を増やして対応していることが示唆された。そのため、十分な断熱性を持つ寝具を使用し、人工気候室において3℃、10℃、17℃の環境を設定し、睡眠脳波、皮膚温や直腸温を測定した¹⁰⁾。その結果、平均皮膚温と睡眠変数、主観申告には3条件について有意な違いは認められなかった。しかし、前額皮膚温は気温に比例し、また、直腸温は気温や前額皮膚温に比例して、低下した。つまり、寝具の断熱性が高い場合、寝具に覆われている皮膚温には気温による違いは認められなかったが、体の内部の直腸温や心電図¹¹⁾には影響が認められていた。このことは、寒気に晒される前額皮膚温の低下や、それに付随する呼吸の吸気が直腸温を低下させたことを意味している。今回の冬季の体育館温度は、先行研究と同様に5℃未満であった。そのうえ、避難所を模擬した寝具を使用したことにより、寝具の断熱性が低かったため、平均皮膚温は低くなり、睡眠効率は低下し、主観申告は悪化していたと考えられる。避難所での暖房は限定的であると考えられ、また、現状具備されている寝具が睡眠のためというよりは、避難救助用として多用途を目的とした毛布であったことも原因の一つと考えられる。しかし、その避難所での毛布は、冬季の暖房の入らない避難所では、十分な断熱性を有しているとは言えず、改善が必要であると考えられる。今後さらに現実的な対応が可能な方法を模索し、検討する必要がある。

謝辞

実験に協力いただきました研究協力者の方々に深謝いたします。

引用文献

- 1) 飯野由香里, 倉淵隆, 小笠原岳, 湯浅梢: オフサイト避難所における生活 境の実態, 日本建築学会技術報告集, 第18巻, 第40号, pp1009-1012, 2012.10
- 2) 羽賀義之, 金俊豪, 三橋伸夫: 新潟中越地震における地域施設の指定避難所としての使われ方の実態と傾向-旧長岡市の指定避難所を事例に-, 日本建築学会計画系論文集, 第73巻, 第624号, pp.349-355, 2008.2
- 3) 五十嵐百合子, 塩谷奈緒子: 新潟県中越沖地震における避難所の温熱環境, 第31回 人間・生活環境系シンポジウム報告集, pp.65-68, 2007.11
- 4) 浜田祐章, 森太郎, 南真一 他6名: 厳冬季における避難所の温熱環境調査, 日本建築学会北海道支部研究報告集, No.87, pp.235-238, 2014.6
- 5) Roger J,Cole. Daniel F,Kripke. et al.: Automatic Sleep/Wake Identification From Wrist Activity, American Sleep Disorders Association and Sleep Research Society, Sleep, Vol. 15, No.5, pp.461-469, 1992
- 6) Hardy J.D. & DuBois E.F., The technic of measuring radiation and convection, Nutrition, 15(5): 461-475,1968
- 7) 山本由華吏, 田中秀樹, 高瀬美紀, 山崎勝男, 阿住一雄, 白川修一郎: 中高年・高齢者を対象とした OSA睡眠感調査票 (MA版) の開発と標準化, 脳と精神の医学, Vol. 10, pp. 401-409, 1999
- 8) 水野 一枝, 水野 康, 西山 加奈, 田邊 素子, 水谷 嘉浩, 小林 大介: 段ボールベッドが低温環境での入眠過程に及ぼす影響, 日本生気象学会雑誌, 第54号, pp. 29-32, 2017. 3
- 9) 都築和代, 横山一也, 横井孝志, 小木 元, 多屋秀人, 吉岡松太郎, 中村和男: 農村地域における高齢者住宅の温熱と空気環境の実態, 日本生気象学会雑誌38(1), 23-32,2001
- 10) Tsuzuki K., Okamoto-Mizuno K., Mizuno K., Ooshiro Y., The effects of low air temperatures on human sleep and body temperature with the use of bedding, Buildings 2018, 8(6), 76; <https://doi.org/10.3390/buildings8060076>
- 11) Okamoto-Mizuno K, Tsuzuki K, Mizuno K, Ohshiro Y. Effects of low ambient temperature on heart rate variability during sleep in humans, Eur J Appl Physiol., 105(2):191-7.2009

参考文献

- 望月 要佑, 前田 和毅, 都築 和代, 鍋島 佑基, 冬季の避難所を想定した睡眠環境が人の生理反応に及ぼす影響に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 83, 747, 465-472, 2018
- 鍋島佑基, 大畑瑛悠, 都築和代, 前田和毅, 望月要佑, 冬季の避難所を模擬した睡眠環境における人の主観申告に関する研究, 日本建築学会環境系論文集, 84, 756, 143-150, 2019.

