

睡眠時の湿度条件が心理・生理反応に及ぼす影響に関する実験的研究

川島 庸^{*1}、垣鏑 直^{*2}、井上 義美^{*3}^{*1}足利工業大学大学院修士課程、^{*2}足利工業大学教授・工博、^{*3}日立製作所（株）**Evaluation on different humidities during sleep based on
psychological and physiological responses**Yoh KAWASHIMA^{*1}, Naoshi KAKITSUBA^{*2} and Yoshimi INOUE^{*3}^{*1}Graduate Student, Graduate School of Eng., Ashikaga Institute of Technology

(g02308ky@mail.ashitech.ac.jp)

^{*2}Prof., Ashikaga Institute of Technology, Dr.Eng (naoshi@ashitech.ac.jp)^{*3}Senior Eng., Hitachi Ltd.Co(y-inoue@msrd.hitachi.co.jp)

ABSTRACT: The present study was designed to evaluate the effect of relative humidity on quality of sleep in summer based on psychological and physiological responses. Four healthy male subjects volunteered to participate sleep experiments conducted at an artificial climatic room in Ashikaga Institute of Technology in August 2002. Three humidity levels have been tested; cond.1: 40%, cond.2: 60%, and cond.3: 80%. EEG, EOG, body temperature, skin temperature and weight loss during sleep were continuously recorded during experimental periods. Subjective evaluation on sleep was evaluated with the OSA sleeping questionnaire soon after subjects woke up. The results showed that humidity cond.2 induced better quality of sleep as compared with other patterns.

1. はじめに

昨年の夏期に行った被験者実験¹⁾では、湿度を50%一定、温度条件を就寝後26℃に2時間冷房する間欠冷房のパターン、就寝後28℃に連続冷房するパターン、30℃一定となるパターンの3条件とし、睡眠中の冷房条件の良否を比較検討した。その結果、連続冷房は間欠冷房よりも快適に睡眠できることを確かめた。また、間欠冷房は冷房しない場合と比べ、心理・生理反応に大きな差はなく、安眠効果が少ないことも確かめた。そこで、本実験では、昨年度行った実験の3条件の中で最も良いと評価された温度条件である28℃を睡眠中の設定温度として連続冷房を行い、湿度条件を3条件に設定した時の心理・生理的効果の良否を比較検討し、睡眠時の最適な湿度条件を模索することを目的とした。

2. 実験方法

実験は青年被験者4名を対象に2002年8月に足利工業大学・建築学科実験棟内に設置されている人工気候室にて実施した。被験者の資料を表1に示す。また、表1中のA_Dは体表面積を示している。

Table1 Subjects' physical characteristics

Name	M.K	S.K	K.K	H.T
Age	21	22	22	22
Height[cm]	167.9	170.3	176.8	168.0
Weight[kg]	87.7	61.0	73.0	59.1
AD[m ²]	1.9	1.7	1.9	1.7
the Average sleep time [hour]	8.0	7.0	8.0	7.5
the Average bed time	AM 1:00	AM 1:30	AM 1:00	AM 1:00
the Average hour of rising	AM 9:00	AM 8:30	AM 8:30	AM 8:30

真夏日の条件が外気温 30℃以上ということと,これまでのエアコン利用の調査研究²⁾の結果から,室温が 30℃を超えると大方の人がエアコンのスイッチを入れることが確かめられているので,冷房の閾値を 30℃と定め,コントロールの環境を室温 30℃,湿度においては熱帯夜を想定し 80%と設定した。また,睡眠時の設定条件は以下の 3 条件とした。設定条件を図 1 に示す。条件 1 は湿度 40%,条件 2 は湿度 60%,条件 3 は 80%とし,室温は就寝後 28℃一定とした。

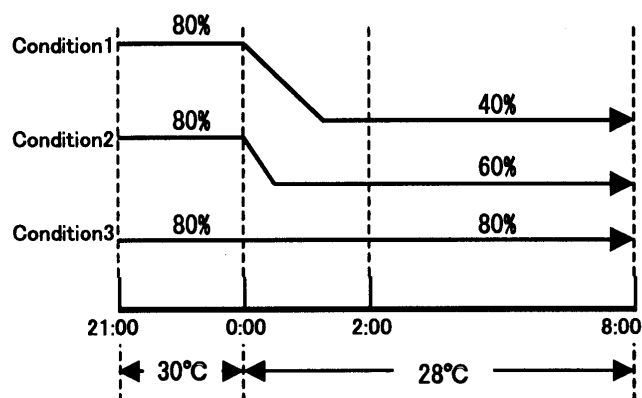


Fig.1 Experimental conditions

睡眠ポリグラフとして脳波,眼球電図を測定し,睡眠記録は Rechtschaffen and Kales の国際基準によって判定した。睡眠中の直腸温と皮膚温は 1 分毎に測定した。発汗量の推定のために就寝直前から起床直後までの体重を 1 分毎に測定し体重の経時変化を求めた。また,起床直後には被験者が横になっている状態で代謝量を 5 分間連続測定し,その後 OSA 睡眠調査表を用いて主観的睡眠感を調査した。

実験時の被験者の着衣条件は,綿 100% の半袖 T シャツとハーフパンツで,寝具は綿シーツを掛けたマットとタオルケットのみとした。

被験者は 21 時に主室に入室し,人工気候室に付属しているシャワー室にてシャワーを浴びた後,前室において電極及びセンサーを装着した。23 時から主室に入室し,環境条件に暴露された。0 時より消灯と共に就寝させ,睡眠中の生理的測定を開始し,起床は翌朝 8 時とした。

3. 結果及び考察

3.1 睡眠ポリグラフ

全睡眠時間における各睡眠段階の出現率の比較を図 2 に示す。全睡眠時間中の覚醒時間及び体動の量は,条件 2 が他の 2 条件と比べ最も少なく,条件 1 と条件 3 においては大きな差は見られなかった。他の睡眠段階については 3 条件間で大きな差は認められなかった。

各条件における入眠までの時間と睡眠中における中途覚醒の回数及び中途覚醒時間を表 2 に示す。入眠までの時間,中途覚醒の回数及び中途覚醒時間についても条件 2 がそれぞれ最も少ない値を示した。以上の結果から,統計的な有意差は認められなかったが,条件 2 は他の 2 条件よりも寝付きが良く,睡眠中の中途覚醒が少なくなることが確認できた。

睡眠中において Stage 4 の増加が見られなかったことの原因は特定できないが,考えられる原因としては,予備実験が不十分であったため,被験者が実験室での睡眠に十分に慣れていなかったことなどが一因として挙げられる。

[%]

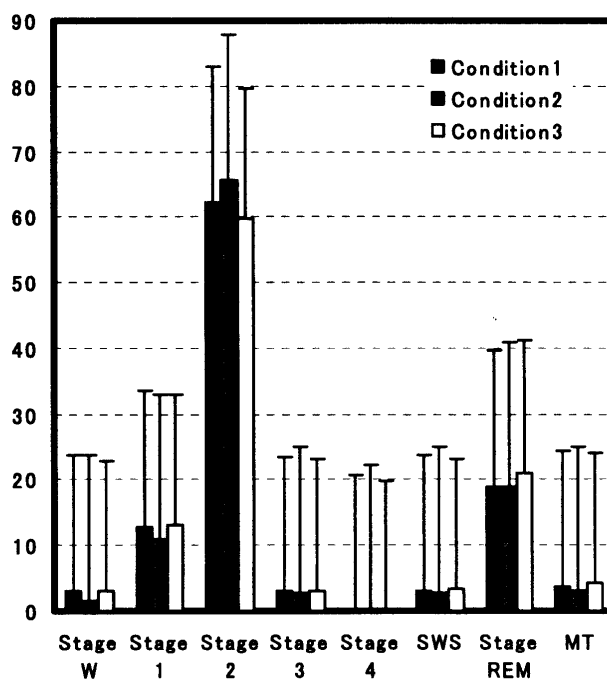


Fig.2 Percentages of each sleep stage during sleep

Table2 Sleep latency, numbers of awakening and periods of awakening for each sleep conditions

		Cond.1	Cond.2	Cond.3
Sleep latency	[min]	6.4	1.8	4.6
Numbers of awakening	[times]	1.8	1.5	1.3
Periods of awakening	[min]	8.1	5.9	8.8

3. 2 体温

睡眠中における直腸温の経時変化を図3に示す。3条件の直腸温は就寝後それぞれ一定の割合で起床まで低下し続け、AM5:30～AM7:30の間に各条件共に最小値を示した。その後、条件2と条件3は起床まで一定の値を示したが、条件1に関しては起床まで一定の割合で上昇し続けた。また、最小値は条件1で36.44℃、条件2で36.5℃、条件3で36.57℃であった。このように、各条件間において約0.05℃の差が見られた。以上のことから、室温が一定でも湿度を低くすることで体温の低下に顕著な差が生じることを確認できた。

Rectal temp.[℃]

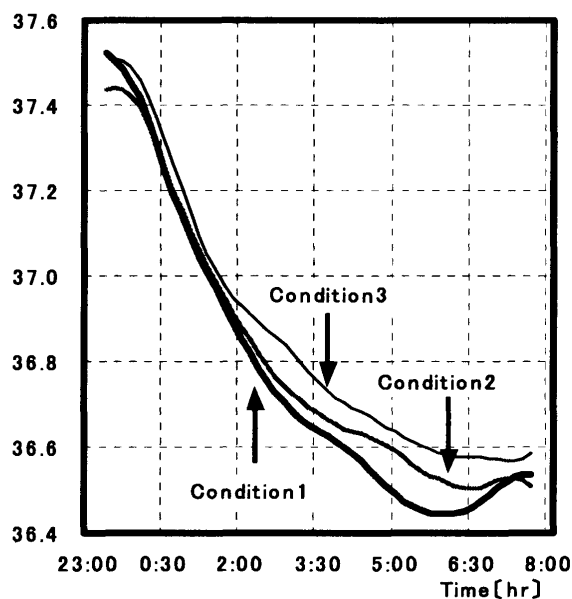


Fig.3 Changes in rectal temperature

3. 3 体重減少量

就寝直前から起床直後まで1分毎に測定した体重の経時変化を図4に示す。睡眠中(8時間)における体重減少量は条件1が最も多く約0.5[kg]、条件2は約0.4[kg]、条件3は約0.3[kg]であった。また、体重

の減少率は、条件1が-0.069[kg/h]、条件2が-0.06[kg/h]、条件3が-0.043[kg/h]であった。従って、体重減少量が湿度の影響を受けることを確かめた。

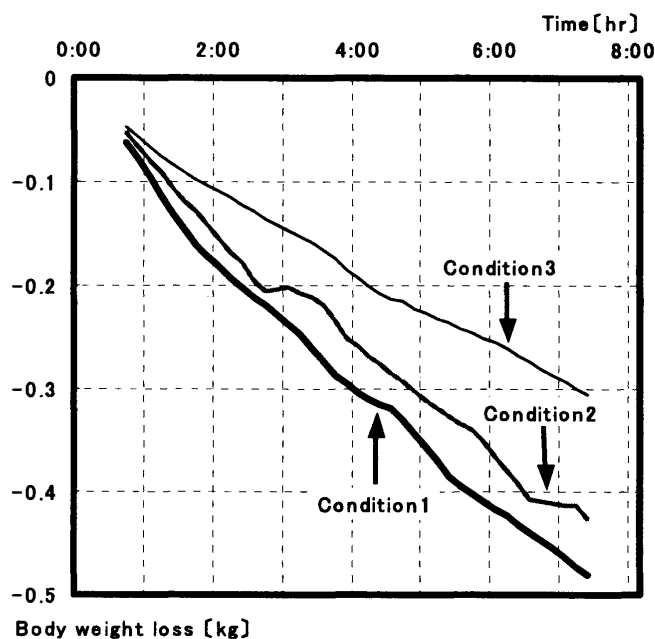


Fig.4 Changes in body weight loss

直腸温と体重減少量の関係を図5に示す。直腸温と体重減少量には高い相関が見られ、体温が高いほど、身体からの水分蒸発量が少なくなる関係を確認した。この結果から、睡眠中の相対湿度の違いにより、不感蒸泄量に差が生じ、結果的に体温に差を生じさせたと考えられる。

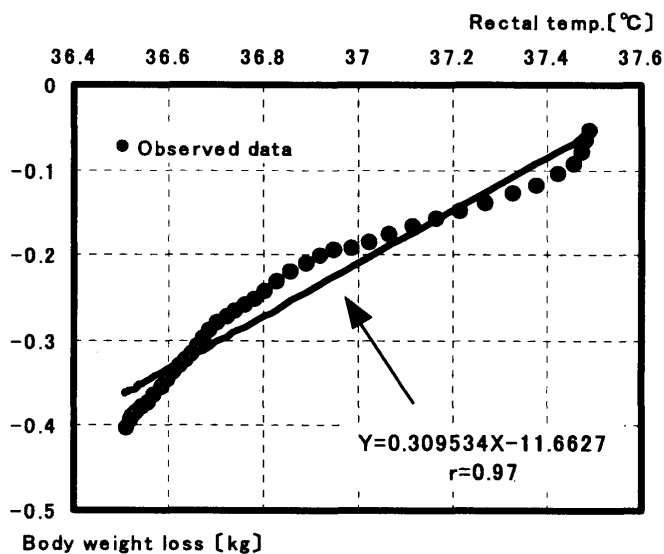


Fig.5 Relationship between the rate of changes in body weight loss and rectal temp.

3.4 代謝量

起床直後に測定した代謝量は、条件3が約34.5〔W/m²〕と最も高く、条件1と条件2に関しては大きな差は見られなかった。その結果を図6に示す。

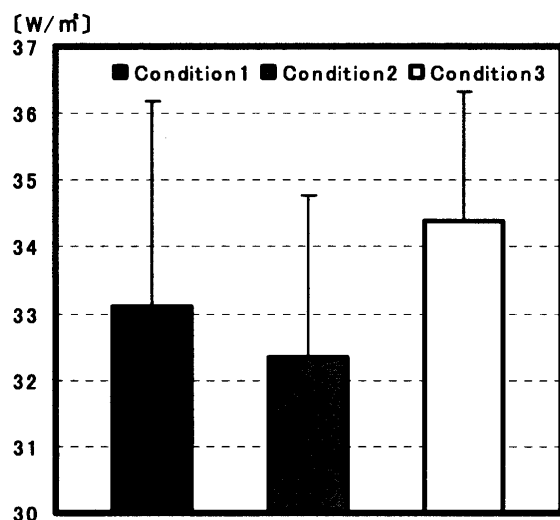


Fig.6 Basal metabolism under the three conditions

3.5 主観的睡眠感

起床直後にOSA睡眠調査票を用いて調査した主観的睡眠感を表す5因子の結果を図7に示す。5因子の内、統合的睡眠因子及び入眠因子においては条件1が最も大きな値を示し、眠気因子、睡眠維持因子及び気がかり因子においては条件2が最も大きな値を示した。また、条件3は全てにおいて最も低い値を示した。条件1は脳波解析の結果より、入眠するまでに3条件の中で最も時間がかかったが、主観的睡眠感では3条件の中で最も円滑に入眠できたことを示している。また、条件2に関しては、脳波の解析結果と同様に、3条件の中で睡眠中の中途覚醒が最も少なかったことが睡眠維持因子の値により示されている。

4. まとめ

本実験で得られた生理・心理反応の結果から、条件2が他の2条件よりも入眠までにかかった時間及び覚醒時間が共に短く、睡眠中の直腸温も起床まで安定した値を示した。また、主観的睡眠感においても中途覚醒が少なかったことを確かめた。条件1は睡眠後半

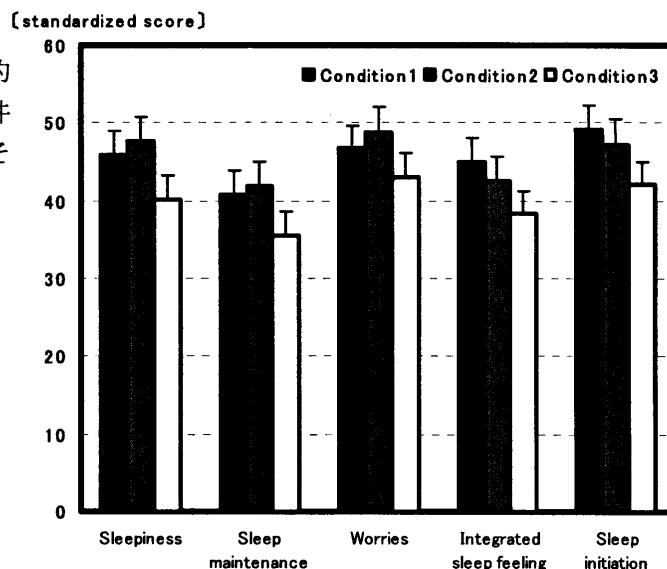


Fig.7 Subjective evaluation on each sleep factor

における中途覚醒の量が増加したが、主観的睡眠感では統合的睡眠因子及び入眠因子において3条件の中で最も良い評価を示し、心理的には快適に睡眠できることが示された。また、睡眠後半における中途覚醒の増加は、体温が上昇したためと考えられる。条件3に関しては睡眠中の中途覚醒が多く、主観的にも良い評価は得られなかった。つまり、睡眠時の湿度条件は、条件2のように60%程度に設定することで、生理・心理的に良い評価を得られることが明らかとなった。また、条件1のような40%程度の低湿の場合は生理的に睡眠の質を低下させることが示唆された。

現在、分析中のデータもあるので、今後、それらのデータも含め、総合的に各条件を評価する所存である。

謝辞：本実験にご協力頂いた足利工業大学建築学科の広原 隆之君と被験者の方々に感謝の意を表します。

《参考文献》

- 1) 川島 庸 他：日本建築学会大会学術講演梗概集、2002
- 2) 垣鏑 直 他：日本建築学会大会学術講演梗概集、1995
- 3) 都築 和代 他：第25回人間－生活環境シンポジウム研究報告集、2001