

養成技術者の研究・研修成果等

1．養成技術者氏名：水野 一枝

2．養成カリキュラム名：不均一・非定常な睡眠温熱環境の評価

3．養成カリキュラムの達成状況

不均一・非定常な睡眠温熱環境の評価を目的とし、夏期の高温多湿環境が睡眠の質を著しく低下させることを明らかにし、対処方法として頭部冷却の効果を検討した。これらの成果はいずれも国際誌に掲載済みである。また、高温多湿環境が睡眠に及ぼす影響に関しては青年を対象としていた報告が多いことから、高齢者に着目した。高齢者では睡眠中の高温環境の影響は青年よりも大きいことが実験室実験により示唆され、この成果は国際誌に掲載予定である。また、日常生活における睡眠温熱環境は不均一・非定常なことが多いことから高齢者の自宅において季節による温熱環境の相違が睡眠に及ぼす影響を検討した。その結果、夏期の高温環境が冬期の低温環境よりも睡眠の質を低下させていることが明らかとなった。このことから、高齢者の特性を検討するため、青年との比較を行い、高温環境が睡眠や体温に及ぼす影響の年齢差は特に入眠初期に見られることが明らかとなった。高温環境に比べ影響の少なかった冬期においても、10 以下の室温では睡眠に影響があることが示唆された。その対処療法として電気毛布を低温環境で使用する効果を検討し、睡眠維持の一助となることが示唆され、この成果は国際誌で査読済みである。

4．成果（A4版3枚程度）

睡眠温熱環境が睡眠や体温に及ぼす影響に関しては多くの報告があり、夏の高温多湿環境や冬の低温環境は、睡眠の質を著しく低下させることが知られている。しかし、これまでの報告は青年を対象としており、高齢者を対象とした報告例は極めて少ない。高齢者では不眠の訴えが増加し、体温調節能力も低下する。高温、低温環境の影響を解明しより快適に眠る睡眠環境を提供することは、高齢者の健康な生活を考える上で極めて重要である。そこで、本研究では 1)高温環境が高齢者の睡眠および体温に及ぼす影響、2)季節差が高齢者の睡眠および寝床内気候に及ぼす影響、3)年齢差が夏期の睡眠および寝床内気候に及ぼす影響の三点について検討した。

1) 高温環境が高齢者の睡眠および体温に及ぼす影響

日本の夏に代表される高温多湿環境は、覚醒を増加させ、徐波睡眠やレム睡眠を抑制することが知られているが、青年を対象とした報告例が殆どである。そこで本研究では、夏期の高温環境が高齢者の睡眠、体温、および主観申告に及ぼす影響について検討することを目的とした。

被験者は心身ともに健康な65歳以上の高齢者10名を対象とした。実験は2室の人工気候室を用いて行い、被験者が就寝前に安静を保つ1室を26 50%RH、就寝する2室を26 50%RH (26/50)、32 50%RH (32/50)の2条件とした。就寝条件は、ベッドを用いて、敷き用にベッドパッドとシーツ、掛け用にタオルケット1枚とし、半袖、半ズボンのパジャマ（綿100%）とパンツ1枚を着用してもらった。被験者は、1室で2時間安静を保った後、2室で23:00~6:00まで就寝した。終夜睡眠脳波を記録し、Rechtschaffen & Kalesの国際判定基準に従って30秒毎に視察判定を行った。直腸温、皮膚温、衣服内温度・湿度は30秒毎に連続測定し、主観申告として就寝前後の温冷感、快適感、湿潤感、及び起床時の睡眠感を申告してもらった。

入眠潜時やその他の睡眠段階潜時に有意差は見られなかった。各睡眠段階の出現時間では、32/50で26/50よりレム睡眠が有意に減少し、覚醒が増加していた。その他の睡眠段階に差は見られなかった。直腸温は32/50(平均±SD/36.6±0.18)で26/50(36.8±0.15)よりも高いレベルで推移した。平均皮膚温は、32/50で26/50よりも有意に高く保たれていた。胸部の衣服内温度は、32/50で26/50よりも有意に高かった。

従来、睡眠構築には影響がないと言われていた32でも、高齢者では睡眠、体温、及び衣服内温湿度に

有意差が見られたことから、高齢者では睡眠中の高温環境の影響は青年よりも大きいことが考えられる。また、本研究の結果から快適な睡眠温熱環境の設定には年齢差を考慮する重要性が示唆された。

2) 季節差が高齢者の睡眠および寢床内気候に及ぼす影響

高齢者の睡眠環境の調査に関しては多くの報告例があるが、環境温湿度の測定と主観的な睡眠感の報告に留まっているものが殆どである。そこで、本研究では夏期の高温環境と冬期の低温環境が睡眠および寢床内気候に及ぼす影響を比較するために、アクチグラフを用いて睡眠/覚醒の判定を行い冬期、夏期、秋期における温熱環境の影響について検討することを目的とした。

被験者は、心身ともに健康な65歳以上の高齢者13名とした。就寝、起床時刻は被験者の通常通りの時刻にしてもらった。調査期間は冬期(1月下旬~2月)、夏期(7月下旬~8月)、秋期(10月~11月上旬)であった。被験者の自宅において夜間就寝中の皮膚温、寢床内温湿度を1分毎に連続測定した。また、主観申告として測定当日の生活行動、就寝状況、就寝前後の温冷感、快適感、湿潤感、及び起床時の睡眠感を申告してもらった。測定は1日~2日の間隔をおき、2夜行った。アクチグラフ、寢室内温湿度、屋外温度は1分毎に5日間連続測定した。アクチグラフの睡眠/覚醒の判定にはCole-Kripkeによるアルゴリズムを用い、睡眠変数を算出した。冬期、夏期、秋期における温熱環境の影響を検討する為、同一被験者で3期にデータの得られた12名について季節差を検討した。更に、冬期については低温環境の影響を検討する為、得られた13名の被験者のデータを寢室温度が10℃以上に保たれていた7名(H)と、それ以下の6名(L)とにわけて比較した。

a) 冬期、夏期、秋期における温熱環境の影響: 夜間の寢室の平均温湿度は、冬期(8.6 ± 2.7 ℃, $60 \pm 7\%$)、夏期(27.5 ± 1.3 ℃, $72 \pm 10\%$)、秋期(14.1 ± 2.6 ℃, $67 \pm 8\%$)であり、温度は夏期で高く、湿度は冬期で低かった。寢具では、掛け布団の枚数が夏期で冬期、秋期に比べ有意に減少した。就寝時刻に差はみられなかったが、起床時刻は夏期で冬期よりも早かった。アクチグラフから算出した睡眠変数では、夏期で冬期、秋期よりも有意に入眠潜時、覚醒時間が延長し、睡眠効率が有意に低下していた。夜間睡眠中の活動量も夏期で冬期、秋期に比べ有意に増加した。皮膚温では、足背が秋期で冬期、夏期に比べ有意に低く上昇が遅れていた。大腿、下腿、足背は、睡眠の後半で夏期が冬期よりも有意に低かった。前額は夏期で秋期、冬期よりも有意に高かった。胸部の寢床内温度は夏期で、冬期よりも有意に低かった。寢床内湿度は夏期で冬期、秋期に比べ睡眠後半で有意に高かった。

従来、高温環境よりも低温環境の方が睡眠に及ぼす影響は大きいと言われている。しかし、本研究の結果から、日常生活においては冬期の低温環境よりも、夏期の高温環境の方が高齢者の睡眠中の温熱ストレスを増加させている可能性が示唆された。また、夏期の高温環境では入眠潜時の延長が見られたことから、高温環境に対しては睡眠前半への対処策が重要であると考えられる。

b) 冬期の低温環境が及ぼす影響: 夜間の寢室の平均温湿度は、H(11.0 ± 2.5 ℃, $58 \pm 8\%$)、L(6.7 ± 1.3 ℃, $64 \pm 9\%$)であった。敷き布団、掛け布団、衣類の枚数、クロー値に差はみられなかった。アクチグラフから算出した睡眠変数では、LでHよりも睡眠効率は減少し、平均覚醒時間が増加した。皮膚温では、前額がLでHよりも有意に低かった。足背はLでHよりも上昇が遅れる傾向が見られた。胸部の寢床内温度は、入床時は有意にLでHよりも低かった。

本研究では、睡眠中に十分な寢具を使用していた為、皮膚温は前額、足背を除くと差がみられていない。しかし、睡眠ではLでHよりも睡眠効率が低下し、平均覚醒時間が増加していたことから、寢室温度を10℃以上に保つ重要性を示唆している。

3) 年齢差が夏期の睡眠および寢床内気候に及ぼす影響

これまでに、高齢者を対象として、アクチグラフを用いて睡眠/覚醒の判定を行い冬期、夏期、秋期における温熱環境の影響が睡眠に及ぼす影響について検討してきた。その結果、冬期の低温環境よりも夏期の高温環境の方が睡眠中の温熱ストレスを増加させている可能性が示唆された。そこで、本研究では最も影響の見られた夏期において、青年を対象に同様の測定を行い、高齢者と比較することを目的とした。

被験者は心身ともに健康な20歳代の青年19名(男性10名、女性9名)とし、アクチグラフ、寢室内温湿

度を自宅で5日間連続測定した。方法は先行研究で行った高齢者の研究と同様であり、期間中、就寝中の皮膚温、寝床内気候、就寝前後の主観申告を2夜測定した。結果は、以前取得した高齢者の同様のデータ19名(男性6名、女性13名)と比較した。

夏期の寝室内温湿度に高齢者と青年で有意差は見られなかった。就寝状態では、下着の枚数、クローム値が高齢者で青年よりも有意に増加した。高齢者で青年よりも入眠潜時、覚醒、活動量は有意に増加し、睡眠効率は低下した。高齢者での覚醒と活動量の増加は、就寝してから1時間の間に顕著に差が見られた。皮膚温では、前額が有意に高齢者で青年よりも低かった。胸、大腿、平均皮膚温は高齢者が青年にくらべ有意に就寝後の上昇が遅れていた。衣服内温度も高齢者が青年にくらべ有意に就寝後の上昇が遅れていた。年齢差が睡眠および体温調節に及ぼす影響は主に睡眠初期に顕著であることが示唆された。

5. 成果の対外的発表等

(1) 論文発表(論文掲載済、または査読済を対象。コピーを添付。)

Kazue Okamoto-Mizuno, Kazuyo Tsuzuki, Koh Mizuno
Effects of head cooling on human sleep stages and body temperature
Int J Biometeorol, 48: 98-102, 2003

Kazuyo Tsuzuki, Kazue Okamoto-Mizuno, Koh Mizuno
Effects of humid heat exposure on sleep, thermoregulation, melatonin, and microclimate
J Thermal Biol, 29: 31-36, 2004

Kazue Okamoto-Mizuno, Kazuyo Tsuzuki, Koh Mizuno
Effects of mild heat exposure on sleep stages and body temperature in older men
Int J Biometeorol, 印刷中

Kazue Okamoto-Mizuno, Kazuyo Tsuzuki, Yasushi Ohshiro, Koh Mizuno
Effects of an electric blanket on sleep stages and body temperature
Ergonomics, 査読済

(2) 口頭発表(発表済を対象。予稿集のコピーを添付。)

1)水野一枝、都築和代、水野康
高温多湿環境が睡眠および体温に及ぼす影響
第53回日本家政学会 2001年5月

2)水野一枝、都築和代、水野康
室温変化が睡眠および体温に及ぼす影響
第26回日本睡眠学会 2001年6月

3)都築和代、水野一枝、水野康
高温多湿環境が睡眠および体温調節に及ぼす影響
第26回日本睡眠学会 2001年6月

4)都築和代、水野一枝
頭部冷却が高温多湿環境下での就寝中の体温調節反応に及ぼす影響
第40回日本生気象学会 2001年10月

5)都築和代、水野一枝、水野康、岩城達也
高温高湿環境下における睡眠時の体温調節に関する研究
第25回人間-生活環境系シンポジウム 2001年12月

- 6)都築和代、水野一枝、水野康
冷房環境が睡眠時の高齢者と青年の体温と睡眠に及ぼす影響
第 47 回 日本生理人類学会 2002 年 5 月
- 7)水野一枝、都築和代、大城靖彦、水野康
電気敷毛布が睡眠及び体温に及ぼす影響
第 47 回日本生理人類学会 2002 年 5 月
- 8)都築和代、水野一枝
冬期の室温が人の睡眠および体温調節反応に及ぼす影響
第 54 回日本家政学会 2002 年 6 月
- 9)水野一枝、都築和代
室温変化が睡眠および体温に及ぼす影響
第 54 回日本家政学会 2002 年 6 月
- 10) Okamoto-Mizuno K, Tsuzuki K, Mizuno K
Effects of mild heat exposure on sleep stages and body temperature of the elderly
The 10th International Conference on Environmental Ergonomics, 2002, Kyushu, September
- 11)Tsuzuki K, Mizuno K, Mizuno K
Effects of low temperatures on human sleep and thermoregulation using bedding in winter
The 10th International Conference on Environmental Ergonomics, 2002, Kyushu, September
- 12)水野一枝、都築和代、水野康
高温環境が高齢者の睡眠および体温に及ぼす影響
第 41 回日本生気象学会 2002 年 11 月
- 13)水野一枝、都築和代
低温環境が高齢者の睡眠および体温に及ぼす影響
第 55 回日本家政学会 2003 年 5 月
- 14)水野一枝、都築和代
温熱環境が高齢者の睡眠および寢床内気候に及ぼす影響
第 28 回日本睡眠学会 2003 年 6 月
- 15)都築和代、水野一枝
夏期の冷房が高齢者と青年の睡眠と体温に及ぼす影響
第 28 回日本睡眠学会 2003 年 6 月
- 16)水野一枝、都築和代
季節差が高齢者の睡眠および寢床内気候に及ぼす影響
第 22 回日本家政学会被服衛生学部会 2003 年 8 月
- 17)水野一枝、都築和代、大城靖彦、水野康
低温環境が睡眠中の心臓自律神経活動に及ぼす影響
第 5 回日本感性工学会 2003 年 10 月

18)都築和代、水野一枝、多屋秀人、大福敏彦、岩田朋巳
温熱環境における感覚特性の年齢差
第5回日本感性工学会 2003年 10月

19)水野一枝、都築和代
冬期の睡眠と寝具
第26回快適性を考えるシンポジウム 2004年 1月

(3)特許等(出願番号を記載)
特になし