

四季において高齢者の就寝温熱・光環境が睡眠に及ぼす影響に関する研究

都築和代^{*1}, 佐古井智紀^{*1}, 黒河佳香^{*2}

^{*1}産業技術総合研究所, ^{*2}国立環境研究所

Effects of thermal and lighting environment on sleep and body temperature for old persons living in detached houses in a local area during four seasons

Kazuyo TSUZUKI^{*1}, Tomonori SAKOI^{*1}, Yoshika KUROKAWA^{*2}

^{*1}National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, ^{*2}National Institute for Environmental Studies

Abstract : A field survey on thermal and lighting environment, sleep, thermoregulation and sensation for old persons during the nocturnal sleep period was carried out in the winter, spring, summer and autumn. The subjects were eight older male and participated in the field survey for a week during the four seasons. The field survey showed that the ambient temperature in the summer season was significantly higher than that in autumn and winter seasons and ambient humidity was lowest in the winter season. There was no significant difference in illuminance intensity among the four seasons. The timing of going to bed was not different among the four seasons, however, the timing of good morning was earliest in the spring season. The duration of being in bed and the latency to sleep were not significantly different among the four seasons. However, the duration of sleeping was shorter in the summer season than that in other seasons because the number and duration of waking during sleep period in the summer was significantly more and longer than that in other seasons. Consequently sleep efficiency index was $88 \pm 6\%$, $83 \pm 10\%$, $89 \pm 5\%$, $89 \pm 5\%$ in the spring, summer, autumn and winter seasons, respectively. The sleep efficiency index was significantly lowest in the summer season. Although there was no significant difference in Tsk among the four seasons, the skin temperature for forehead and thigh and microclimate humidity inside clothing on the chest showed significant seasonal difference.

Key Words : elderly, sleep, season, thermal environment, lighting, skin temperature, actigraph

要旨 : 高齢者の就寝時における温熱および光環境の実態と、高齢者の睡眠ならびに皮膚温反応を明らかにする目的で、四季について実態調査を実施した。その結果、就床中の外気温および寝室の平均温湿度は、春（順に、 18.0°C , 22.5°C , 65% ）、夏（ 24.9°C , 27.8°C , 73% ）、秋（ 12.3°C , 18.4°C , 70% ）、冬（ 0.4°C , 10.3°C , 60% ）であった。手首位置での照度の平均値は、春 1865lx 、夏 444lx 、秋 1273lx 、冬 872 であった。アクチグラフにより測定した睡眠変数は、就床時刻には差が無かったが、起床時刻は春、夏、秋、冬の順に遅くなり、有意な差が認められた。結果として就床時間には有意な季節差が認められず、入眠潜時にも差が認められなかったが、睡眠時間には季節差が認められた。特に、中途覚醒の覚醒回数、覚醒時間が夏で最も多く長くなり、その結果、睡眠効率は、春（ $88 \pm 6\%$ ）、夏（ $83 \pm 10\%$ ）、秋（ $89 \pm 5\%$ ）、冬（ $89 \pm 5\%$ ）で、夏は他の季節よりも有意に減少していた。平均皮膚温に季節による有意な差は認められなかったが、前額・大腿部皮膚温ならびに寝床内湿度には気節による有意な差が認められた。

キーワード : 高齢者, 睡眠, 季節, 温熱環境, 光環境, 皮膚温, アクチグラフ

1. はじめに

睡眠障害の健康に対する被害については、近年急速に研究が進んできていると報告されている¹⁾。睡眠障害により、免疫機能は減弱し、生体防御や生体維持機能

能が低下²⁾すると考えられている。循環器機能には、さらに深刻な影響が生じ、睡眠時呼吸障害は、高血圧症、右心室肥大、不整脈、多血症などの原因となり、虚血性心疾患や脳血管性痴呆の重要な要因となること

表1 四季における夜間睡眠中の外気温、寝室、トイレ、居間の気温と湿度

		春	夏	秋	冬
		average (SD)	average (SD)	average (SD)	average (SD)
外気温	(°C)	18.0 (1.8)	24.9 (1.0)	12.4 (3.6)	0.4 (1.1)
寝室	気温(°C)	22.5 (1.4)	27.8 (1.0)	18.4 (1.8)	10.3 (2.6)
	相対湿度(%)	64.8 (7.5)	72.6 (7.4)	69.8 (6.7)	59.4 (5.9)
トイレ	気温(°C)	21.4 (1.4)	27.5 (1.0)	16.9 (3.1)	7.3 (2.4)
	相対湿度(%)	72.8 (9.1)	79.8 (6.2)	77.2 (7.3)	61.4 (7.9)
居間	気温(°C)	22.5 (1.7)	27.8 (1.2)	18.7 (1.8)	12.2 (2.9)
	相対湿度(%)	64.5 (8.7)	74.1 (8.6)	66.6 (8.4)	48.0 (9.5)

が指摘³⁾されている。睡眠障害や睡眠不足は、記憶にも影響する。夜間睡眠が分断され日中に強い眠気の混入する睡眠時呼吸障害の患者では、記憶が障害されるところの報告は多い。高齢者でも加齢の影響でREM睡眠が減少する。REM睡眠は、記憶の固定過程に関与している可能性が高く、高齢者での学習能力の衰退との関連も疑われている。高齢者の睡眠障害の治療場面では、認知・行動療法などの睡眠衛生あるいは生活習慣の調整技術が有用な場合が多い⁴⁾。

老人保健施設に入所中の不眠高齢者を対象とした調査により、日中の平均網膜入射光量（照度）がきわめて低い水準にあることが明らかになった⁵⁾。これら不眠高齢者では松果体ホルモンであるメラトニンの著しい低分泌を示すことが明らかにされている。メラトニンは概日シグナルを伝達する時計ホルモンとして知られている。メラトニンは夜間（暗期）に集中して分泌される。また、適切な時間帯に投与すると、メラトニンはヒト概日リズム位相シフトや催眠効果を引き起こすため、睡眠リズム障害の治療薬としても頻用されている。加齢によりメラトニン分泌量は減少し、分泌のタイミングが前進するが、これによって加齢に伴う睡眠特性の変化、例えば睡眠時間の前倒しや睡眠維持能の低下などに、メラトニンが重要な役目を果たしていると推測されてきた。しかし、メラトニンと睡眠老化

との間の因果関係は未だ明らかではない⁶⁾。

前報⁷⁾では、温熱環境と高齢者の睡眠との関連について冬、夏、秋について検討した。本報では、前報に引き続き、四季について健康な高齢男性を対象に調査を実施し、温熱環境と光環境を併せて計測すると

ともに、アクチグラフで睡眠・活動計測、ならびに、就寝中の皮膚温を計測するとともに、就寝前後でアンケートを実施したので報告する。

2. 実態調査

2. 1 方法

被験者は、心身ともに健康な高齢男性8名（平均±SD、年齢64.0±1.2歳、身長162.6±6.2cm、体重67.4±7.9kg）とした。事前調査⁸⁾から極端な朝型または夜型でないこと（2名が朝型、5名がやや朝型、1名がどちらでもない）、不眠、過度のいびき、昼寝、服薬の習慣のない者を対象とした。測定期間中は、徹夜や睡眠不足を避け、一過性の激しい運動を禁止し、普段通りの生活と労働を心がけてもらった。就寝、起床時刻、就寝状態は被験者の通常通りにしてもらった。

測定期間は春（4月下旬～5月上旬）、夏（7月下旬～8月上旬）、秋（10月下旬～11月上旬）、冬（1月下旬～2月上旬）であり、2004年に実施した。

測定項目は皮膚温、寝床内温湿度、寝室内温湿度、アクチグラフ、アクチウオッチ、主観的睡眠感、温冷感、快適感とした。環境の温湿度は1分毎にサーモレコーダー（RS-11）で測定した。光環境については、アクチウオッチについている照度計により1分間隔で連続測定した。全ての皮膚温と寝床内温湿度はサーミスタ

センサ、湿度センサ、小型温湿度記録装置（LT-8A, LT-8B）で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温冷感、快適感などを申告してもらった。皮膚温の測定は1日～2日の間隔をおき、2夜行った。アクチグラフ・アクチウオッチ、寝室内温湿度、屋外温度は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-Kripke⁹⁾によるアルゴリズムを用い、睡眠変数を算出した。

表2 四季における光環境（照度）

	春	夏	秋	冬
	average (SD)	average (SD)	average (SD)	average (SD)
1000lx以上の時間(分)	193 (152.8)	94 (70.8)	161 (169.1)	128 (143.6)
Average(lx)	1,865 (1941.2)	444 (359.0)	1,273 (1584.8)	872 (978.3)
幾何平均照度(lx)	169 (187.2)	38 (24.0)	105 (168.2)	51 (47.3)
Max(lx)	43,161 (32343.1)	22,987 (26322.0)	28,404 (30256.1)	31,835 (30999.2)
Sum(lx)	1,792,885 (1904791)	442,197 (353576.5)	1,185,127 (1474805)	801,937 (893854.7)
時間あたりのSum(lx/h)	112,014 (116591.3)	26,660 (21564.4)	76,442 (95190)	52,373 (58759.8)

表3 四季におけるアクチグラフによる睡眠変数と活動量

	春	夏	秋	冬
	average (SD)	average (SD)	average (SD)	average (SD)
就寝時刻(h:mm)	22:31 (1:17)	22:35 (0:57)	22:35 (0:43)	22:51 (0:55)
起床時刻(h:mm)*	5:41 (1:07) cd	5:58 (0:37) d	6:09 (0:34) ad	6:30 (0:32) abc
就床時間(min)	431.2 (100.8)	443.9 (56.2)	455.3 (51.6)	460.3 (59.0)
入眠潜時(分)	15.3 (22.8)	19.3 (16.7)	13.8 (11.0)	16.3 (14.6)
睡眠時間(min)*	381.8 (96.3) d	366.4 (61.2) cd	405.5 (57.9) b	412.1 (64.0) ab
覚醒時間(min)*	49.4 (25.3) b	77.5 (45.6) acd	49.8 (18.7) b	48.3 (20.2) b
平均覚醒回数*	9.3 (5.0) bd	12.3 (8.6) acd	8.7 (3.5) b	7.4 (3.4) ab
最長覚醒時間(min):	21.1 (14.4) b	29.5 (19.6) acd	19.8 (6.2) b	22.9 (15.5)
就寝中活動量	17.2 (7.0)	25.5 (12.8)	17.1 (4.5)	16.1 (6.3)
睡眠効率(%)*	88.3 (5.9)	82.7 (10.4) acd	88.9 (4.7) b	89.3 (5.5) b
日中活動量	207.5 (34.5)	199.8 (35.1)	170.4 (42.6)	185.0 (55.7)
日中睡眠時間	36.6 (50.5)	30.1 (39.9)	86.1 (70.2)	18.2 (25.9)

* 季節による有意な差あり, $P<0.05$ a 春と有意差あり, $P<0.05$ b 夏と有意差あり, $P<0.05$ c 秋と有意差あり, $P<0.05$ d 冬と有意差あり, $P<0.05$

2. 2 結果

調査日の日の出時刻は、春 4:46、夏 4:43、秋 5:59、冬 6:41 であり、日の入り時刻は、春 18:25、夏 18:46、秋 16:44、冬 17:02 であった。

表 1 に夜間睡眠中の外気温、寝室、トイレ、居間の気温と湿度の平均値 (SD) を示す。夜間の寝室の気温は夏、春、秋、冬の順で高く、湿度も同様の順であった。外気温が 8 名×2 晩の実測中、春と秋の計測期間中には冷暖房器具の使用が認められなかったが、夏の計測期間中には、エアコン使用が 5、扇風機使用が 5、何も使用しないが 6 であった。また、冬の計測期間中には電気敷き毛布使用が 2、湯たんぽ使用が 2、ホットカーペット使用が 1 であった。

表 2 に光環境の平均値 (SD) を示す。1000lx 以上の時間は夏がもっとも短く、冬、秋、春の順に長くなったが、条件間に有意な季節による差は認められなかった。平均照度、幾何平均照度は、同様に夏、冬、秋、春の順に高くなったが、有意な季節による差は認められなかった。最高照度、照度の積算値、ならびに時間当たりの照度積算値は春に最も高値を示し、夏に低値を示したが、季節による有意な差は認めなかった。

表 3 にアクチグラフから算出した睡眠変数と活動量の結果を示す。就寝時刻に季節による有意な差はみられなかったが、冬に他の季節よりも遅くなっていた。起床時刻には有意な差が認められ、春は秋・冬に比べて有意に早く、夏は冬よりも有意に早く、秋は春・冬に比べて有意に早かった。つまり、冬は他のどの季節よりも有意に遅くなった。その結果、就床時間は季節による有意な差は認められなかったが、春が最も短く、冬が最も長くなっていた。春については、SD が他の季節

に比べて約 2 倍となり、ばらつきが多い結果となった。入眠潜時には季節差は認められなかったが、平均覚醒回数、最長覚醒時間、ならびに覚醒時間が夏では春、秋、冬よりも有意に、多く、かつ延長し、睡

眠効率が低下していた。夜間睡眠中の活動量も季節間で有意な差は認められなかったが、夏で最も多かった。測定当日の日中の活動量、昼寝時間に有意差はみられなかったが、秋が最も昼寝時間は長く、SD が大きいことから個人差があることが伺えた。

図 1 に睡眠中の平均皮膚温、前額・足部皮膚温と胸部寝床内湿度の変動を示す。平均皮膚温では季節間に有意な差は認められなかった。前額皮膚温には有意な季節差が認められ、春と夏は有意に冬よりも高く、夏は秋よりも有意に高かった。大腿部皮膚温にも有意な差が認められ、秋は春や夏よりも有意に高く、冬は夏よりも有意に高かった。これは、寝具や寝衣による影響が考えられる。寝床内胸部湿度についても有意な季節差が認められ、春・夏は冬よりも有意に高くなった。

3. まとめ

前報の結果から、健康な高齢者の日常生活においては、冬の低温環境よりも夏の高温環境の方が入眠潜時を遅延させ、中途覚醒を増加させ、睡眠効率が低下させることによって、高齢者の睡眠に悪影響を及ぼしている可能性を示唆していた。また、就床時刻に差は認められなかったが、起床時刻が春・夏に早くなり、その結果、睡眠時間を短縮させていることが明らかになった。この早朝の起床は、春・夏に日の出時刻が早くなっている影響を受けていると考えられるが、春よりも夏の方が睡眠時間は短くなっていた。これは、中途覚醒回数の増加や覚醒時間の増加によるものであり、その結果、睡眠効率が低下していることが明らかになった。つまり、夏の高温環境が睡眠効率低下させている一因と考えられる。光環境 (照度) の計測結果は、

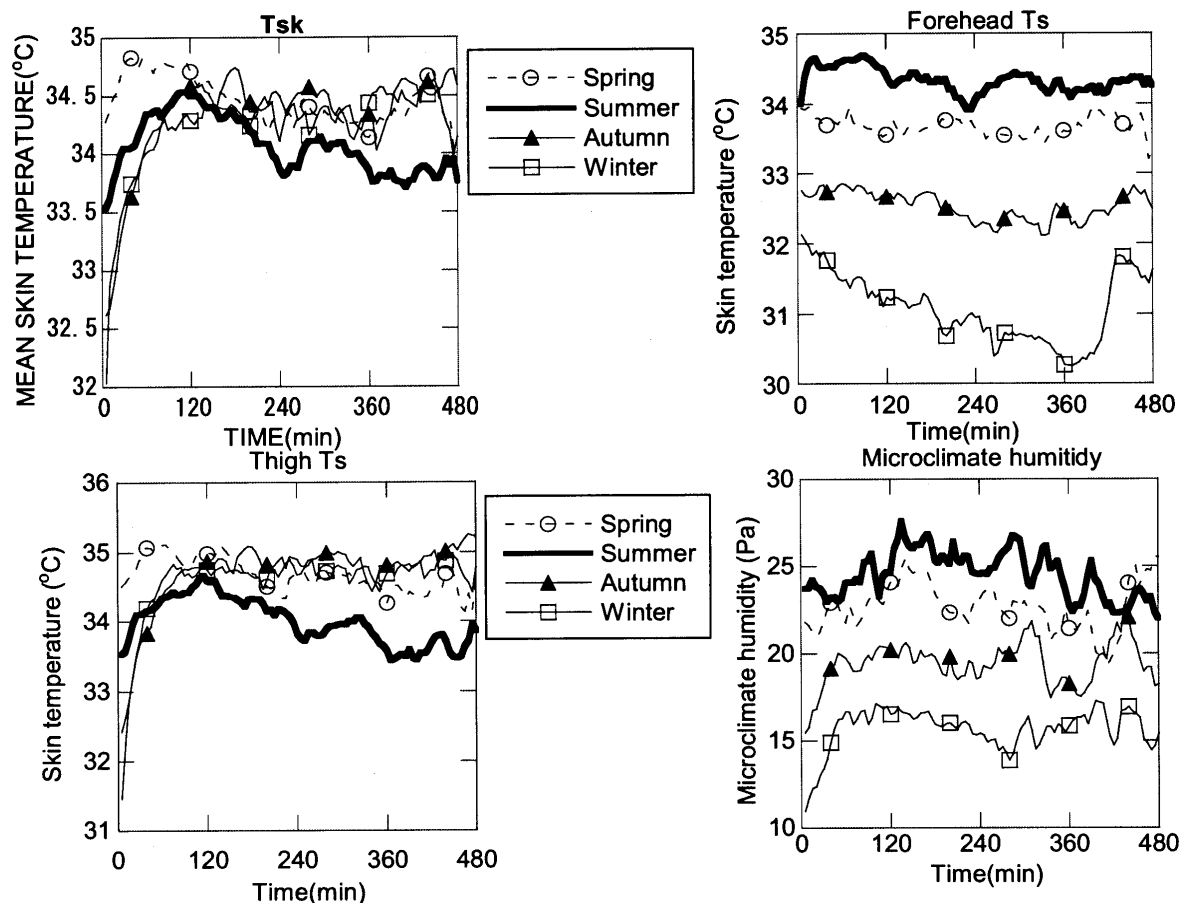


図1 四季における睡眠中の平均皮膚温，前額・大腿皮膚温
ならびに寝床内胸部湿度の時間変動

季節による差を示さなかった。これは、腕時計型のアクチグラフを用いて手首の位置で照度を測ったことによる影響も考えられ、さらに既往研究との比較や検討が必要であろう。本研究結果から、夏の就寝時に寝室を冷房等により適正な温熱環境に設定することが睡眠時間の短縮の改善に寄与できると考えられる。今後さらに、冷房の有無や暖房の有無、着衣量との関連、温冷感・快適感や睡眠感との関係について検討する予定である。

【謝辞】

本研究を遂行するにあたり被験者として協力いただいた方々、そしてご教示いただきました水野一枝博士に深謝します。

【引用文献】

- 1) 白川修一郎，高齢者の健康増進における睡眠の役割，ジェロンテクノロジー研究フォーラム，2003
- 2) Dings DF, Douglas SD, Hamarman S, et al: Sleep deprivation and human immune function. *Advances in Neuroimmunology* 5: 97-110, 1995.
- 3) Kiley JP, Edelman N, Derderian S, et al: Cardiopulmonary disorders of sleep. In: *Wake Up America: A National Sleep Alert. Vol.2 (Report of the National Commission on Sleep Disorders Research,*

Dement WC, Chairman), U.S. Department Health and Human service, pp.10-75, 1994.

- 4) 白川修一郎，田中秀樹，山本由華吏，駒田陽子，水野康：高齢者の睡眠健康増進のための必要事項。 *Progress in Medicine* 22(6): 1441-1445, 2002.
- 5) Mishima, K., M. Okawa, T. Shimizu, Y. Hishikawa, Diminished Melatonin Secretion in the Elderly Caused by Insufficient Environmental Illumination *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, Vol.86 No.1, 129-134 (2001)
- 6) 三島和夫，高齢者を取り巻く光環境と睡眠，ジェロンテクノロジー研究フォーラム，2003
- 7) 都築和代，佐古井智紀，水野一枝，季節の睡眠温熱環境が高齢者の睡眠および体温調節に及ぼす影響，第30回人間生活環境系シンポジウム報告集，2006
- 8) Horne JA, Ostberg OA (1976) Self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol* 4:97-110
- 9) Cole RJ, Kripke DF, Gruen W, et al (1992) Sleep15:461-4691) Dijk DJ, Duffy JF, Czeisler CA (2000) *Chronobiol. Int.* 17:285-311.

<連絡先>

都築 和代

つくば市東 1-1-1 中央第 6

産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門

k.tsuzuki@aist.go.jp