

冬季の入浴と睡眠に関する研究：足浴との比較及び 入浴のタイミングについて

成, 恩貞

<https://doi.org/10.11501/3168348>

出版情報：九州芸術工科大学，1999，博士（芸術工学），課程博士
バージョン：
権利関係：

第II章

冬季における入浴と足浴が 睡眠に及ぼす影響

II-1. 緒言

睡眠は多様な要因によって妨害される。寝室や寝床内の温湿度、人の話し声や周囲の騒音、寝室の照明や朝日の影響などの寝室の物理的環境は睡眠妨害の主要な原因となっている（宮沢ら、1988）。冬季において最も睡眠を妨げるのは「足の冷え」であるといわれており、梁瀬（1981）は女子大生を対象として寝つけない原因を調査した結果、「蒸し暑い」と答えた場合が67%で最も多く、次いで「寒くて足が冷えたとき」が33%であった。つまり、寝つきに対しては寝室や寝床内の温湿度が大きく影響している場合が多い。

冬季において寝室が寝つき難いほど寒い原因としては、多くの日本の伝統的住宅においての中央暖房システムの不備（Kanda et al., 1996）、夏季の扇風機やクーラーの使用率が高いのに対し、冬季の暖房器具の使用はほとんど見られないこと（宮沢ら、1985）などが挙げられる。冬季における日本の住宅の寝室温度を調査した研究結果によると、その範囲は2°Cから14°Cまでであり（池田ら、1994；長谷川ら、1985；Kanda et al., 1999）、このような冬季の低い温熱環境では睡眠を妨げることが予想される。

日本では、冬季においてもよく眠れることを目的として、就寝前によく入浴が行なわれてきた。Kanda et al. (1995)によると、高齢者を対象として入浴の目的を調査した結果、冬の場合被験者の80%以上が体を温めるために入浴を行っており、実際に彼らの60%が入浴後に良い睡眠を得られたという。

身体加熱の方法としての入浴と睡眠の関係に関する先行研究においては、温浴による徐波睡眠（SWS）の増加が示されたが、これらは長時間、数回の温浴が行なわれる実験の結果であり、その時の直腸温の上昇は1.8°C（Horne and Reid, 1985）と1.64°C（Jordan et al., 1990）であった。これら

の結果は、日本で日常的に行なわれている入浴の時の上昇値に比べるとあまりにも高く、日常入浴による睡眠への影響として評価するには適当ではない。実際に、湯温が 40°Cでの 20~30 分間の入浴による直腸温の上昇は 0.8~0.9°Cと報告されている (Dorsey et al、1996 ; 大中、1997)。このように、健康者の日常入浴を対象とした入浴の睡眠への影響に関する研究は極めて少ない。

足浴は足を湯水に浸し適度の温度刺激と水刺激により血行を改善し足全体を保温するため臨床において利用されている看護介入のひとつであり (稲見と内海、1992)、治療の目的で看護の面で頻繁に使われている (玄田、1981 ; 稲見ら、1988 ; 森田ら、1991 ; 田中ら、1992 ; Falkenbach et al、1997 ; 川平ら、1998)。足底は、血液が多く流れるような構造になっており、熱の吸収率も良く、温められた血液はすぐに身体中に回るので、入浴できない人や足腰が冷えたときなどに効果があるといわれている (白倉、1998)。さらに、足浴は身体の清潔や、全身を温めるだけでなく、爽快感をもたらして気分を緩わらせることなど、不眠の援助としても有効であることが知られている (玄田、1981)。しかしながら、足浴と睡眠との関連は経験的な評価にとどまっているのが現状であり (土江、1992)、生理学的な研究はまれである。

冬季の睡眠前に入浴や足浴は睡眠妨害を減らして、より快適な睡眠が得られることが期待されるが、その点に着目して実際に行なわれた研究は非常に少ない。そこで、本研究では日常の入浴と足浴が睡眠に及ぼす生理的、心理的影響を検討することを目的とした。

II-2. 方法

II-2-1. 被験者

被験者は 21~40 歳（平均 26.9 歳）の健康な女性 9 名（8 名の学生と 1 名の研究者）とした。女性を対象としたのは、男性より冷えに敏感なので、温浴による効果が期待されるためである。被験者の身体的特徴は、身長 158.4 ± 4.7 cm、体重 51.4 ± 4.1 kg、体表面積 1.47 ± 0.07 m²、ローレル示数（体充実示数） 129.7 ± 13.1 であった（Table II-1）。実験の前に、彼女らの病気の既往歴、普段の睡眠時間、睡眠薬の常用有無、普段の目覚めるきっかけ、睡眠時の暖房方法、入浴行動などについて事前に調査した。全ての実験は、冬季に済ませるために、被験者の月経周期は考慮せず生理期間を避けて行った。なお、実験日の日中は飲酒やカフェインの摂取、過度な運動、昼寝をしないように協力してもらった。実験に当っては、実験の内容を説明し、了解を得て、自発的に参加してもらった。

Table II -1 Physical characteristics of the subjects

Subject	Age (year)	Height (cm)	Weight (kg)	BSA (m ²)	Rohrer index
A	26	155	52	1.45	139.6
B	22	157	49	1.43	126.6
C	32	163	53	1.52	122.4
D	25	157	50	1.44	129.2
E	40	165	48	1.46	106.9
F	28	160	52	1.49	127.0
G	24	163	55	1.54	127.0
H	24	156	59	1.54	155.4
I	21	150	45	1.33	133.3
Mean	26.9	158.4	51.4	1.47	129.7
SD	5.9	4.7	4.1	0.07	13.1

$$BSA = W^{0.444} \times H^{0.663} \times 0.008883$$

$$Rohrer \text{ index} = W / H^3 \times 10^7$$

II-2-2. 環境条件

(1) 実験条件

実験は温湿度が制御できる人工気候室、および人工気候室内の浴室で行なった。睡眠実験室として使われた人工気候室の温湿度は、日本の冬季の寝室温を想定して、10°C、RH50%に設定した。実験は、全身温浴を行なった後の睡眠 (Condition B)、膝下までの足部温浴を行なった後の睡眠 (Condition F)、そして就寝前に入浴や足浴を行なわない睡眠 (Control) を三つの条件として実施した。

(2) 寝具および衣服条件

寝具は、シングルサイズのベッドで、木綿のシーツを被せた敷布団 (wool/polyester : 50/50)、毛布 (100% acryl)、掛布団 (wool/polyester : 50/50) を各々1枚ずつ用いた。被験者は用意した長袖のパジャマ (100% cotton) と本人のブラジャーとショーツを着用した。なお、就寝前の待機時には、パジャマの上にカーデガン (100% acryl) を着用させた。

II-2-3. 実験手順

各被験者別の実験は総5夜で行なわれた。適応のために2夜 (最初は設定された環境条件での睡眠、第2夜は電極やセンサーまで付けた状態での睡眠) を実施した上で、第3夜からは生理的反応を測定した。三つの条件の実験は順序効果のないように無作為で行なった。

被験者は19時30分まで実験室に来室し、当日の体調などに関するアンケートに答えた。まず、実験室で夕食を摂り (全ての被験者は同種類の食事を摂った)、その1時間後からパジャマに着替え、電極やセンサーを貼り付け、21時50分に睡眠実験室へ入室させた。室内ではパジャマの上にカーデガンを着用させた。入浴条件 (Condition B) では、予め40°Cの湯を入れた浴槽に、裸で22時10分から20分間全身を肩まで浸けてもらい、入浴

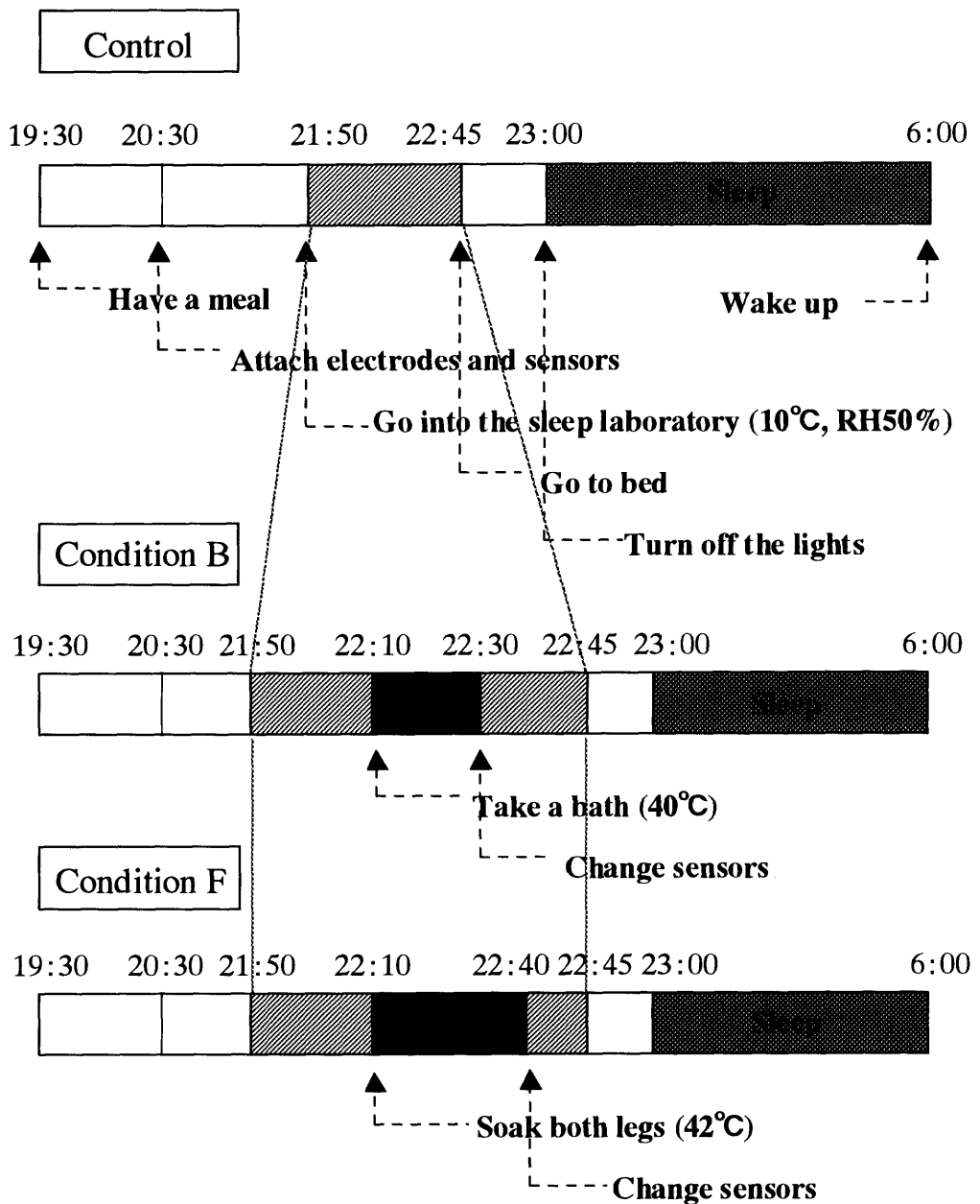


Fig. II-1 Procedure of the experiment. Subjects were assigned to three sleep conditions: sleep after bathing (Condition B), sleep after hot footbath (Condition F), and sleep without either treatment (Control).

が終わったら水気をよく拭いて、湯にぬれた皮膚温センサーを貼り直した。足浴条件 (Condition F) では、睡眠実験室の中で、パジャマとカーデガンの服装で椅子に座り、下衣を折り曲げ、42°Cと設定された湯に 22 時 10 分から 30 分間両足を膝下まで浸けさせた。足浴の容器はポリ性材質で、温度設定や感電遮断装置が付いているものであった。足浴が終わったら下腿をよく拭き、お湯にぬれた下腿と足背センサーを貼り直した。入浴や足浴を行わない条件 (Control) は、21 時 50 分から睡眠実験室に入室して、パジャマとカーデガンの服装で入床まで読書や音楽鑑賞などで時間を過ごした。各被験者が寢床に入った時刻は 22 時 45 分であり、23 時からは消灯して睡眠時の生理的測定を開始した。翌日の朝 6 時に生理的測定は終了し、実験者が入室して被験者を起床させた。なお、アンケートによって前夜の睡眠感を調査した。

II-2-4. 測定項目

(1) 睡眠ポリグラフ

睡眠ポリグラフとして、脳波 (EEG)、眼球電図 (EOG)、筋電図 (EMG) および心電図 (ECG) を脳波計 (EEG-5214、日本光電) を用い、紙記録と同時に DAT テープに終夜記録した。脳波は基準となる C4-A1、C3-A2 以外に後頭部 (O1-A2) からも導出した (Fig. II-2)。眼球電図は一側耳朶を基準とし、電極を左眼又は右眼の眼窩外側縁 1 cm 外側・1 cm 下に置き、2 チャンネルで記録した。筋電図はオトガイ筋から双極表面筋電図を記録し、胸部双極の心電図を誘導した。睡眠記録は Rechtschaffen and Kales (1968) の国際基準によって、10mm/sec の紙送りスピードで記録し、30 秒を一単位として、同一実験者が各睡眠段階を判定した。消灯から stage 1 又はそれ以上の段階が 3 分以上続けば入眠として判定し、睡眠効率 は消灯から起床までの時間に対する全睡眠時間の割合を計算した。

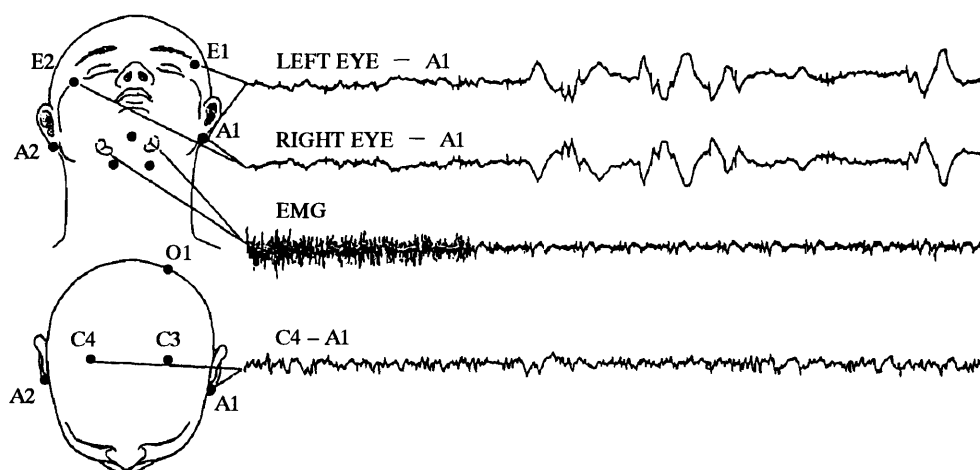


Fig. II -2 Measuring points of EEG, EMG, and EOG.

(2) 体動

睡眠中の体動はマット形の SCSB (Static Charge Sensitive Bed : Biorecoy Co., Finland) をベッドのマットレスと敷布団の間に設置して測定した。SCSB は睡眠中の心弾動図、呼吸、体動を無拘束で測定するために開発された装置である (Alihanka, 1982)。睡眠中の体動は、SCSB と専用のコンピューターを接続し、1 分間の間に被験者が動いた時間を秒単位で測定した。なお、参考として暗視カメラを用い、実際の行動も観察した。

(3) 直腸温および皮膚温

直腸温センサーは、専用のゴムカバーをかけ、肛門の中に 12 cm まで挿入した。皮膚温は Hardy and DuBois (1938) の七点法を用いて、前額 (額中央部)、腹部 (臍の左側 2 cm)、前腕 (前腕内面中央線上の 1/2 の点)、手背 (手背中央線の 1/2 の点)、大腿 (大腿前面中央線上の 1/2 の点)、下腿 (下腿前面中央線上の 1/2 の点)、足背 (足背中央線中心) の 7 カ所をサーミスターで測定した。平均皮膚温は同じく Hardy and DuBois の式を用いて、前

額×0.07+腹部×0.35+前腕×0.14+手背×0.05+大腿×0.19+下腿×0.13+足背×0.07として算出した。直腸温と皮膚温は、睡眠実験室に入室した時点(21時50分)から起床(6時)まで、サーミスターデータロガー(LT8A, Gram Corp.)を用い、1分間毎に連続的に測定した。入浴および足浴によってぬれた皮膚温センサーは全て貼り直し、直腸温センサーは最初に挿入したままで入浴や睡眠を行なった。

(4) 寝床内気候および衣服内気候

寝床内気候は温湿度測定装置のセンサーを、敷布団の足元のシーツに装着し、衣服内気候は同センサーを胸部の皮膚と衣服の間に固定した。両方とも Thermo Recorder (RS-10, ESPEC Corp.) により、1分毎に終夜測定を行なった。

(5) 主観的睡眠感

主観的睡眠感は、起床後 OSA 睡眠調査表(小栗ら、1985)を用いて、睡眠感に関連した五つの因子(眠気、睡眠維持、気がかり、総合的睡眠感、寝つき)に関するアンケート調査を行なった(Fig. II-3)。また、その結果から、小栗ら(1985)の尺度値によって睡眠指数を算出した。睡眠指数とは、各項目に与える点数が高いほど、良い睡眠感を示す値のことである。

II-2-5. 分析方法

全ての測定値は平均(±標準偏差)で示した。体温と体動のデータ分析は被験者、条件、時間の要因で三元配置の分散分析を行ない、睡眠段階および睡眠パラメーター、主観的睡眠感のデータ分析は被験者と条件の二元配置の分散分析として行なった。

なお、分散分析(ANOVA)において主効果が認められた場合は、さらに t 検定を行ない、各条件間の有意差を検討した。全ての統計的な有意水準は、p 値が 0.05 未満の範囲とした。

B. 起床時調査

B-1

		非 常 に	か ず か す か す か す か す	非 常 に	
1. 昨夜は、ふだんにくらべて	ぐっすり眠れた				眠れなかった
2. いますぐ、この調査に	テキパキと答えられる				めんどろくさい
3. 昨夜は、ふだんにくらべて、寝具が	気になった				気にならなかった
4. 今朝は、ふだんにくらべて、気分が	ゆったりしている				緊張している
5. 今日、やることなすことすべて	うまくいきそう				うまくいきそうもない
6. 全体として、昨夜の睡眠は	よい				わるい
7. 今朝は、ふだんにくらべて	食欲がある				食欲がない
8. 昨夜の寝つきは、ふだんにくらべて	よかった				わるかった
9. 今朝は、ふだんにくらべて	不快な気分である				さわやかな気分である
10. めざまめで頭がはつきりするまでの時間は、ふだんにくらべて	短い				長い
11. 今朝は、ふだんにくらべて	解放感がある				ストレスを感じる
12. 夜中にめざまめた回数は、ふだんにくらべて	多かった				少なかった
13. 今朝は、ふだんにくらべて、からだ	だるい				シャキッとしている
14. 全体として、今朝の気分は	わるい				よい
15. 今朝は、ふだんにくらべて	ねむい				頭がはつきりしている
16. 今朝は、ふだんにくらべて、昨夜の睡眠状態が	気になる				気にならない
17. 昨夜の睡眠時間は、ふだんにくらべて	長い				短い
18. 今朝は、ふだんにくらべて	集中力がある				集中力がない
19. 昨夜は、ふだんにくらべて、まわりの音や光が	気になった				気にならなかった
20. 今朝は、ふだんにくらべて、疲れが	残っている				疲れがとれている
21. 寝返りの量は、ふだんにくらべて	多かった				少なかった
22. 今朝は、ふだんにくらべて	やる気がある				やる気がない
23. 全体として、今朝の体調は	よい				わるい
24. 昨夜は、ふだんにくらべて、温度や湿度は	快適だった				不快だった
25. 今朝は、ふだんにくらべて、心配事が	多い				少ない
26. 昨夜の眠りの深さは、ふだんにくらべて	浅い				深い
27. 今朝は、ふだんにくらべて、気分が	イライラしている				のんびりしている
28. 今朝は、ふだんにくらべて、いま、自分がかかえている問題に、考えが	とらわれやすい				とらわれない
29. 寝ついてから、ウトウトしている状態は、ふだんにくらべて	少なかった				多かった
30. 昨夜の夢の量は	多かった				全くなかった
<夢を見た人は次の質問に答えて下さい>					
31. 昨夜の夢の内容は	楽しい				不快

* 昨夜は、およそ、どのくらい眠ったと思いますか。(時計を見ないで答えて下さい) 時間 分くらい

B-2

今朝のあなたの状態として、次のことからのうち、当てはまるものがあれば、 印でかこんで下さい。

また、その程度がひどい場合には、下の 内にその番号を記入して下さい。

- | | | | | | |
|---------|------------|---------|------------|---------|-----------|
| 1. 頭痛 | 2. 発熱 | 3. 鼻づまり | 4. せき | 5. 下痢 | 6. 腹痛 |
| 7. めまい | 8. 立ちくらみ | 9. ふらつき | 10. 舌のもつれ | 11. はき気 | 12. 息ぐるしき |
| 13. 動悸 | 14. 手足のむくみ | 15. だるさ | 16. 筋肉痛 | 17. 関節痛 | 18. 口のかわき |
| 19. 発しん | 20. 便秘 | 21. 発汗 | 22. 手足のふるえ | 23. 頻尿 | |

Fig. II-3 Subjective sleep estimation of OSA (小栗、1994).

II-3. 結果

II-3-1. 睡眠ポリグラフ

各条件別の睡眠段階および睡眠パラメーターについて分散分析を行なった結果 (Table II-1)、一部の睡眠段階において条件間の有意差が示された ($p < 0.05$)。

(1) 睡眠段階

全睡眠中の覚醒時間 (Wake) と体動時間 (MT) は、他の条件に比べ Control において増加する傾向があったが、条件間の有意な差はなかった。REM 睡眠においては、Condition B と Condition F 間に有意差が認められ ($p < 0.01$)、Condition F より Condition B の方が有意に減少することが示された。Stage 2 は、逆に Condition F より Condition B の方が有意な増加を示した ($p < 0.05$)。徐波睡眠 (SWS) は Control より Condition F が増加する傾向があったが、有意な違いは認められなかった。一方で、stage 3 には両条件間に有意な差が認められた ($p < 0.05$)。

(2) 前・後半の睡眠段階

全睡眠過程における条件間の違いを比較するために、総 420 分の睡眠を前・後半各々 210 分に分けて検討した (Table II-2)。その結果、REM 睡眠においては、前・後半睡眠の両方とも 3 条件間の有意差が認められ ($p < 0.05$)、REM 睡眠は睡眠前半では Condition F において増加の傾向を、睡眠後半では Condition B において減少傾向を示した。全睡眠時間では有意な差がなかった覚醒時間と体動時間は、睡眠の前半では Control における有意な増加が示された ($p < 0.01$)。なお、stage 2 は睡眠の後半で Condition B が Condition F に比べて有意に多くなり、stage 3 も、睡眠の後半においては Control に対して Condition F における有意な増加が認められた ($p < 0.05$)。

Table II-2 Mean sleep variables under the three conditions: bathing (Condition B), hot footbath (Condition F) and non-treatment (Control) before going to bed

	Average (SD) min		
	Condition B	Condition F	Control
<i>Total time of</i>			
Wake	21.94 (19.26)	26.17 (21.36)	40.56 (26.07)
MT	0.06 (0.17)	0.11 (0.33)	0.22 (0.44)
Wake + MT	22.00 (19.34)	26.28 (21.62)	40.78 (26.18)
REM **	50.61 (20.68) ^a	72.28 (14.76)	64.72 (13.06)
Stage 1	44.72 (18.30)	43.44 (14.03)	42.94 (15.12)
Stage 2 *	249.17 (34.06) ^a	219.50 (36.47)	219.33 (48.83)
Stage 3 *	35.11 (23.97)	42.17 (23.13) ^c	27.17 (19.70)
Stage 4	18.44 (27.08)	16.33 (20.82)	25.06 (32.48)
SWS (S3+S4)	53.56 (33.53)	58.50 (32.06)	52.22 (39.25)
<i>First 210min</i>			
Wake	14.56 (17.76)	17.33 (15.57)	33.39 (23.32)
MT	0.06 (0.17)	0.00 (0.00)	0.11 (0.33)
Wake + MT **	14.61 (17.81) ^b	17.33 (15.57) ^c	33.50 (23.41)
REM *	15.78 (13.18) ^a	29.50 (8.10) ^c	16.72 (13.00)
Stage 1	18.78 (16.00)	18.72 (9.61)	20.50 (12.98)
Stage 2	111.44 (22.50)	100.06 (29.24)	100.28 (32.96)
Stage 3	29.44 (23.37)	29.78 (20.69)	21.78 (19.89)
Stage 4	15.50 (23.72)	14.61 (19.98)	17.22 (19.34)
SWS (S3+S4)	44.94 (29.35)	44.39 (28.14)	39.00 (23.31)
<i>Second 210min</i>			
Wake	7.39 (8.83)	8.83 (11.28)	7.17 (7.88)
MT	0.00 (0.00)	0.11 (0.33)	0.11 (0.33)
Wake + MT	7.39 (8.83)	8.94 (11.47)	7.28 (7.98)
REM *	34.83 (10.89) ^b	42.78 (13.93)	48.00 (14.28)
Stage 1	25.94 (10.16)	24.72 (7.21)	22.44 (7.24)
Stage 2 *	137.67 (19.34) ^a	119.44 (20.77)	119.06 (21.45)
Stage 3 *	5.67 (7.89)	12.39 (9.43) ^c	5.39 (8.14)
Stage 4	2.94 (6.06)	1.72 (5.17)	7.83 (15.54)
SWS (S3+S4)	8.61 (11.00)	14.11 (12.75)	13.22 (22.20)
Total sleep time (min)	398.06 (19.26)	393.83 (21.36)	379.39 (26.16)
Sleep efficiency (%)	94.76 (4.57)	93.77 (5.09)	90.34 (6.20)
Sleep onset latency (min) *	11.22 (17.06) ^b	15.50 (14.37) ^c	29.39 (23.38)
REM latency (min)	137.44 (43.72)	99.39 (39.37)	109.61 (49.59)
First REM duration (min)	11.50 (7.26)	13.83 (12.96)	13.61 (13.83)
Wake after sleep onset (min)	9.61 (9.88)	10.67 (12.54)	11.17 (11.28)

* P < 0.05, ** P < 0.01 in ANOVA. MT, movement time; SWS, slow wave sleep.

a : Significant differences between Conditions B and F.

b : Significant differences between Condition B and Control.

c : Significant differences between Condition F and Control.

(3) 睡眠パラメーター

入眠潜時（消灯から入眠までの時間）は他の条件に比べ Control では有意に遅延された ($p < 0.05$)。睡眠効率も Control において低い傾向があったが、統計的な有意差は認められなかった。Condition B では、REM 潜時（入眠から最初の REM が来るまでの時間）が長く、最初の REM 期が短い傾向があったが、これに関して他の条件との有意差は認められなかった。睡眠中における覚醒時間は有意な違いは示されなかった。

II-3-2. 体温

分散分析の結果、直腸温および平均皮膚温は被験者、条件、時間によって有意に影響された (Fig. II-4、 $p < 0.05$)。

(1) 直腸温

Condition B における直腸温は他の条件より高く、全睡眠期を通じて 36.5°C 以上を維持した。直腸温において、3 条件間に有意差が存在した時間帯は 22 時 30 分から 4 時 30 分までであった ($p < 0.05$)。即ち、入浴が済んだ 22 時 30 分から 23 時までの直腸温は、Condition B が他の条件より有意に高く、睡眠が開始した 23 時 30 分から 4 時 30 分までの直腸温は、Condition B が Condition F より有意に高い値を見せた。Condition B において、入浴による直腸温の増加は $1.0 (\pm 0.44)^{\circ}\text{C}$ であったが、Condition F の足浴による直腸温の増加はほとんど見られなかった。なお、睡眠に入る消灯時 (23 時) の直腸温は、Condition B が他の条件より有意に高く ($p < 0.05$)、その値は Condition B、Condition F、Control が各々 $37.6 (\pm 0.45)$ 、 $36.9 (\pm 0.23)$ 、 $36.9 (\pm 0.47)^{\circ}\text{C}$ であった。

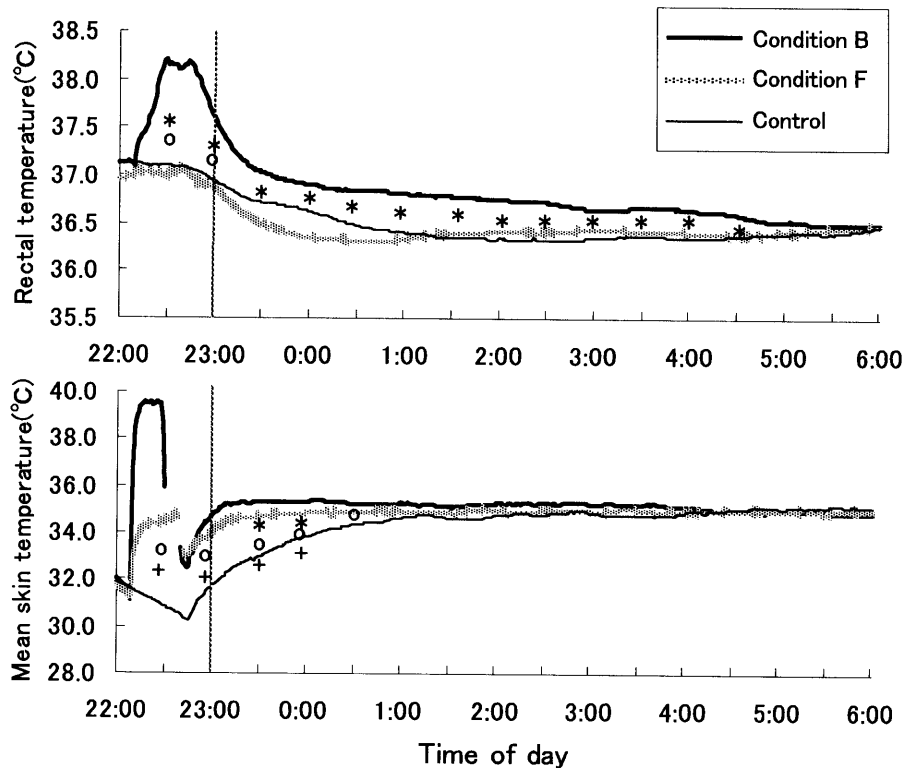


Fig. II -2 Changes in rectal temperature and mean skin temperature under three conditions. Statistical significance of Condition B vs Condition F (*; $P < 0.05$), Condition B vs Control (o; $P < 0.05$), and Condition F vs Control (+; $P < 0.05$) were evaluated with *t*-tests.

(2) 平均皮膚温

平均皮膚温は、入浴や足浴による温浴が行なわれた時点から0時30分まで、Controlが他の条件より有意に低い値を示した ($p < 0.05$)。しかしながら、1時以後の3条件の平均皮膚温は、他の条件と同じレベルであった。Condition BおよびCondition Fの温浴による平均皮膚温の上昇値は、それぞれ $7.9 (\pm 1.21)$ と $3.5 (\pm 0.76)$ °Cであった。消灯時の平均皮膚温は、Controlが他の条件より有意に低く ($p < 0.05$)、その値はCondition B、Condition F、Controlが各々 $34.7 (\pm 1.02)$ 、 $33.9 (\pm 0.55)$ 、 $30.5 (\pm 3.26)$ °Cであった。

II-3-3. 体動

分散分析の結果、睡眠中の体動は被験者、条件、時間の要因によって有意に影響されるという結果が得られた (Fig. II-5、 $p < 0.05$)。就寝後最初の90分間、他の条件に比べて Control において、体動が多く出現した。特に、就寝後最初の30分間の Control における体動は、他の条件に比べて有意に多く ($p < 0.05$)、その30分間の体動時間は Condition B、Condition F、Control が各々10.8 (± 20.6)、11.3 (± 15.0)、33.0 (± 40.7) sec/30min であった。0時30分以後には3条件間に大きな差は見られなかったが、2時30分~3時と3時30分~4時には Control が Condition F よりも有意に多い体動時間を示した ($p < 0.05$)。

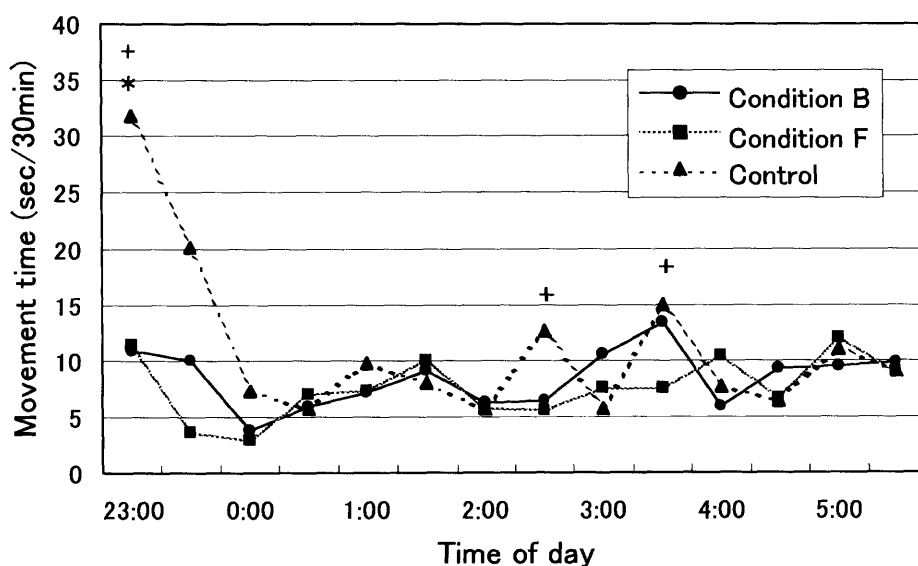


Fig. II -5 Changes in body movements during sleep under three conditions. Data are expressed as the average of movement time (sec) per 30 min during sleep. Statistical significance was verified by *t*-test of Condition B vs Control (*; $P < 0.05$) and Condition F vs and Control (+; $P < 0.05$).

II-3-4. 寝床内気候

Fig. II-6 は睡眠中の足元の寝床内気候を示す。終夜の寝床内温度は 12～18℃の分布を示し、非常に低い傾向が見られた。Control における寝床内温度は全睡眠時間を通じて最も低く、睡眠の最初の 2 時間はわずかながら Condition F が高く、4 時 30 分～5 時は Condition B が高かったが、統計的有意差は認められなかった。

終夜の寝床内湿度の分布は 42～67%RH の範囲で示された。寝床内湿度において、睡眠の最初の 1 時間は Condition F が高く、その以後は Condition B が低い傾向を示した。特に、23 時には Control より Condition B が有意に高い寝床内湿度を示したが、3 時 30 分、4 時 30 分～6 時には Control より Condition B が有意に低い値を示した。なお、Condition F の寝床内湿度よりも Condition B の方が有意に低かった時間帯は 2 時、5 時、6 時であった ($p < 0.05$)。

II-3-5. 衣服内気候

Fig. II-7 は睡眠中人体の胸部とパジャマの間の衣服内気候を示す。終夜の衣服内温度は最初の 30 分間で急激に上昇し、それ以後は 32.6～34.5℃の比較的安定した傾向を示したが、条件間の有意差は認められなかった。衣服内湿度は就寝から一時間後までは Condition B が非常に高く、起床前一時間半前からは Control が高く、全般的には Condition F が最も低い傾向を示した。特に 23 時には Condition F より Condition B が、5 時には Condition B より Control が有意に高い衣服内湿度を示した ($p < 0.05$)。

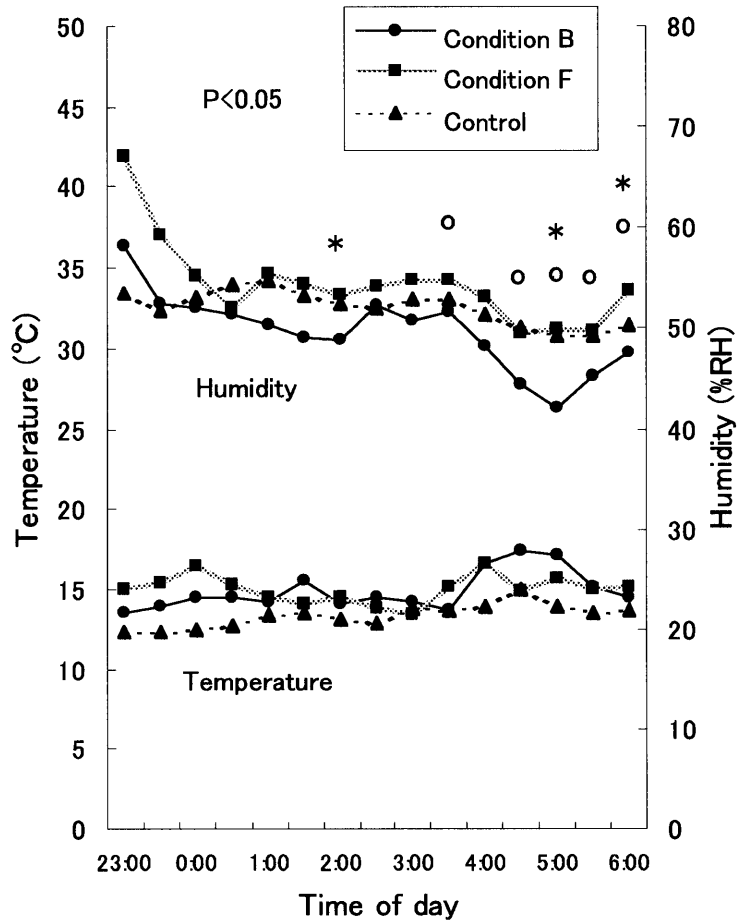


Fig. II-6 Changes in bed climate of the foot under area. Average of nine subjects. Statistical significance was verified by *t*-test of Condition B vs Condition F (*; $P < 0.05$) and Condition B vs Control (o; $P < 0.05$).

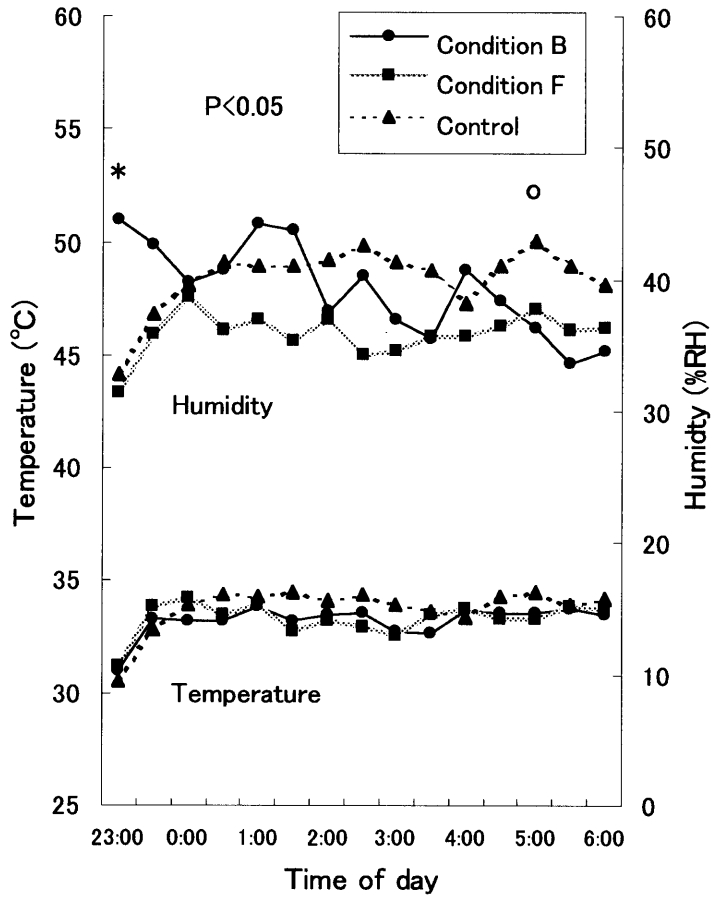


Fig. II -7 Changes in micro climate between the chest and clothing. Average of nine subjects. Statistical significance was verified by *t*-test of Condition B vs Condition F (*; $P < 0.05$) and Condition B vs Control (o; $P < 0.05$).

II-3-6. 主観的睡眠感

起床後調査した主観的睡眠感は、他の条件に比べ Control が有意に悪い結果が示され、Control における OSA の 5 因子は Condition B と Condition F よりも全て低いスコアを示した (Fig. II-8)。特に、寝つきに関する因子においては、Control が最も悪く評価され、多数の被験者が Control の時には足が冷えて寝つき難かったと訴えた。OAS から求めた睡眠指数においても、Condition B と Condition F が Control より有意に高い数値を見せ ($p < 0.05$)、その値は各々 $871.7 (\pm 120.3)$ 、 $864.0 (\pm 176.2)$ 、 $600.0 (\pm 200.1)$ であった (Fig. II-9)。

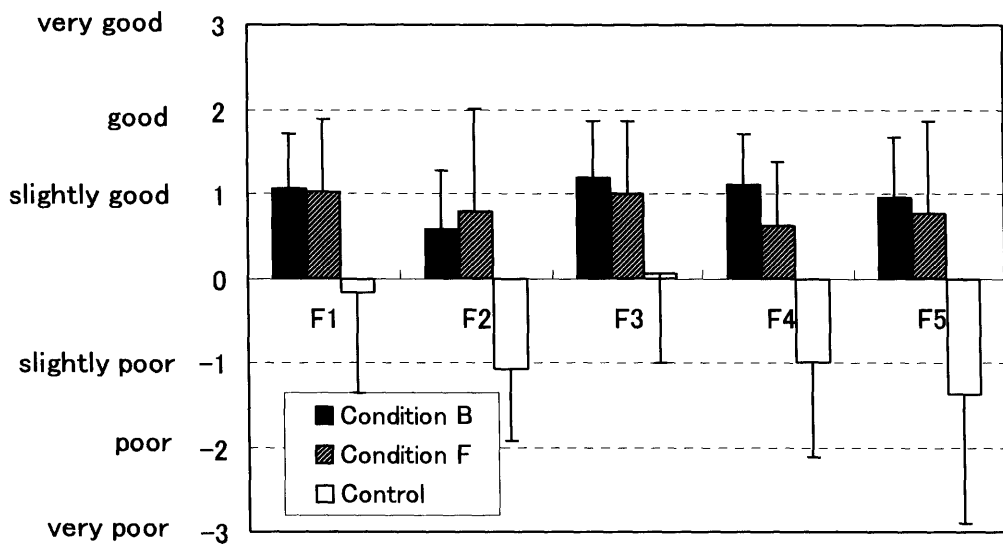


Fig. II-8 The five factors of OSA involving sleepiness in the morning (F1), sleep maintenance (F2), anxiety (F3), synthetic sleep (F4), and falling asleep (F5).

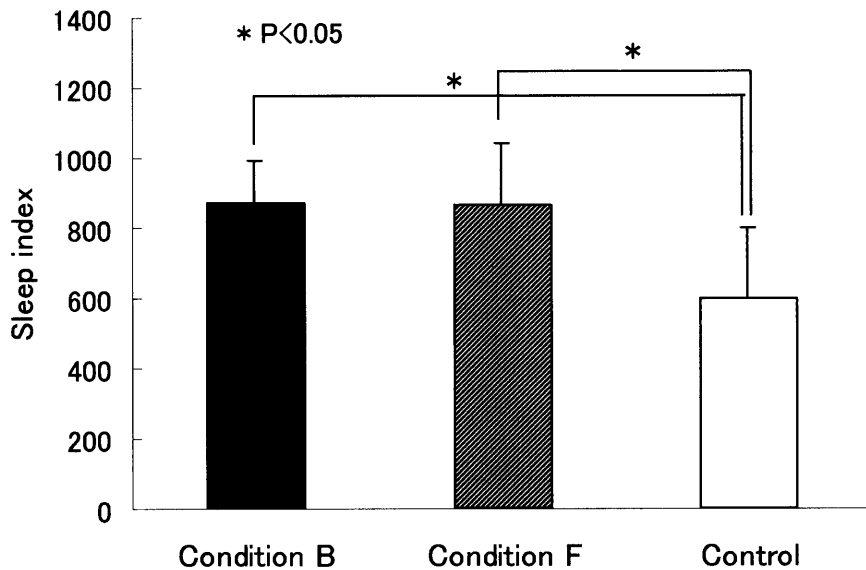


Fig. II-9 Sleep index calculated by OSA.

II-3-7. 体温と睡眠変数との関係

Table II-3 は、睡眠変数と入床時 (22 時 45 分) 体温との相関関係を示す。入眠潜時と平均皮膚温 ($r = -0.62$, $p < 0.01$)、そして覚醒時間と平均皮膚温の間 ($r = -0.48$, $p < 0.05$) には逆相関を示し、睡眠効率と平均皮膚温の間には正の相関が認められた ($r = 0.48$, $p < 0.05$)。さらに、REM 睡眠と直腸温の間にも有意な相関が示され ($p < 0.05$)、REM 潜時と直腸温の間には正の相関 ($r = 0.46$) があり、REM 睡眠の割合と直腸温の間には逆相関 ($r = -0.47$) が見られた。

Table II-3 Correlation coefficients between body temperatures upon going to bed (22:45) and sleep parameters

	Tsk (°C)	Tre (°C)
Sleep onset latency (min)	- 0.6220**	- 0.0410
Sleep efficiency (%)	0.4769*	0.0383
Wake+MT (%)	- 0.4751*	- 0.0419
Wake after sleep onset (min)	0.0781	- 0.0339
SWS latency (min)	0.0129	0.0868
REM latency (min)	0.2288	0.4642*
Slow wave sleep (%)	- 0.2501	- 0.1287
Stage 3 (%)	0.1846	- 0.2385
Stage 3 on the first half of sleep (%)	0.2205	- 0.1999
REM (%)	0.0395	- 0.4729*

Tsk : Mean skin temperature

Tre : Rectal temperature

* P < 0.05; ** P < 0.01

II-4. 考察

本研究の主な目的の1つは、日常的に行なわれる入浴が睡眠に与える影響を検討することである。これまで受動的な身体加熱の睡眠への影響については、多くの研究が行なわれてきた。Horne and Reid (1985) は、41°Cの湯に30分間3回の入浴をすることによって1.8°Cの直腸温の上昇を齎し、その後の夜間睡眠時において、徐波睡眠が増加してREM睡眠が減少したことを報告した。Jordan et al. (1990) は、42~43°Cに至る40分間2回の入浴によって直腸温が1.6°C上昇し、夜間睡眠の最初150分間において徐波睡眠とREM睡眠が増加したことを報告した。なお、これらの入浴方法は、日本で日常的に行なわれている入浴行動とは相異なるものであり、入浴後の直腸温の上昇値が高く、日常入浴による睡眠への影響の検討を行なう上では適当ではない。本研究で入浴による直腸温の増加は1.0°Cであり、先行研究より報告された値(0.8~0.9°C)を若干上回った程度であった(Dorsey et al., 1996; 大中, 1997)。なお、足浴による直腸温の増加はほとんど見られなかった(Fig. II-4)。

入眠潜時はCondition BとCondition FがControlに比べ有意に短縮し、睡眠効率においても入浴や足浴を行なった条件がControlに比べて高い傾向を示した(Table II-1)。入眠潜時と就床時の平均皮膚温間の逆相関、睡眠効率と平均皮膚温間の正相関などの結果より、冬季には就床時の皮膚温が高いほど寝つきが良くなることが示唆された(Table II-3)。さらに、消灯時(23時)Controlの平均皮膚温は他の条件より2°C以上低く、寝つき悪かったことが推測された(Fig. II-2)。一方、就床時の直腸温と入眠潜時及び睡眠効率の間では有意な相関関係が認められなかった(Table II-3)。従って、直腸温の上昇が必ずしも入眠潜時を短縮させるわけではないことが推察された。

多数の研究より、体動は睡眠評価のための有効な指標として報告された

(Ohnaka et al., 1995a ; 大中ら、1988 ; Kanda et al., 1999)。Controlにおいて、睡眠の最初の 30 分間頻繁な体動が測定され (Fig.II-5)、冬季の入浴と足浴は、入眠期の体動を押さえて寝つきを良くすることが推測された。冬季の入浴による睡眠への影響を高齢者と若年者を対象として調査した Kanda et al. (1999) によると、入浴を行なった条件が入浴無しの条件より、最初の 3 時間の睡眠で体動が多かったことが報告された。入浴および足浴は、冬季の入眠の援助として有効だと思われる。さらに、入浴・足浴は、本研究で行なわれた主観的睡眠感においても良い成績を示し、睡眠感に関する全ての因子で、Control に比べ Condition B および Condition F が、相対的に良い評価が示された (Fig.II-8)。

身体加熱による徐波睡眠の増加が多数報告されてきた (Horne and Moore, 1985 ; Horne and Reid, 1985 ; Jordan et al., 1990)。しかしながら、本研究では 3 条件間に徐波睡眠の有意差は見られなく、ただし、stage 3 においては Control より Condition F が有意に増加した (Table II-2)。Condition B において、全睡眠時間が増加する傾向があったが、浅い睡眠である stage 2 が有意に増加したことが確認された。身体加熱による睡眠に関する先行研究に比べ (Horne and Staff, 1983 ; Horne and Moore, 1985 ; Horne and Reid, 1985 ; Jordan et al., 1990)、本研究での徐波睡眠期は多少短く (52~59 分)、その原因としては、先行研究の直腸温の上昇値が本研究よりかなり大きかったことと、本研究の環境温度が低かったこと (10°C) などが挙げられよう。

受動的加熱による REM 睡眠への影響に関しては、睡眠の最初 150 分間で REM 睡眠が増加したという報告があり (Jordan et al., 1990)、逆に、前半睡眠での REM 睡眠が減少したという報告もある (Horne and Reid, 1985)。なお、多くの報告では、身体加熱と REM 睡眠とは関係ないことを報告した (Horne and Staff, 1983 ; Bunnell and Hornath, 1985)。本研究で、REM

睡眠は全睡眠時間を通じて Condition B において有意に減少した (Table II-2)。この結果は、多数の被験者 (9 名中 6 名) において Condition B の場合に最初の REM 期を失った傾向のために現れたものであると思われる。就寝直前に行なわれる高温の入浴は、交感神経系に負担を引き起こし、REM 睡眠の正常な出現を抑制させるのかも知れない。REM (%) と就床時の直腸温、および REM 潜時と就床時の直腸温間の逆相関も、この事実を裏付けている (Table II-3)。Condition F において、足浴後直腸温の上昇がほとんど見られないにも関わらず、REM 睡眠の減少は表れなかった (Fig. II-4)。

冬季には、高齢者、特に脳卒中、心筋梗塞などの疾患を持っている人において、しばしば入浴中の死亡が起きている (Tochihara, 1998)。入浴は「身体清潔」、「冬季の保温」、「疲労の緩和」、「爽快感の追求」などの利点があるが (杉, 1991 ; Ohnaka et al., 1995 b; 大中, 1997 ; 美和ら, 1997)、長時間の高温全身入浴は生理的な負担がかかり、特に高齢者や障害者には悪影響が生じる恐れがある。従って、高齢者や障害者にとって、より良い睡眠を得るために冬季に入浴を行なうことは適切とは言えない。

足浴は看護の面において、入浴できない患者に対し介護の手段として頻繁に利用されている (稲見と内海, 1992 ; 稲見ら, 1988 ; 森田ら, 1991)。下肢冷感のある患者が足浴を行なった後、疲労感を与えず、入浴感覚と近い効果的な保温が得られた。さらに、下肢の冷感及び倦怠感など苦痛の軽減といった効果も見られた (森田ら, 1991)。土江 (1992) は、足浴は入眠潜時を短縮し、覚醒回数を減少させ、入眠を促進する手段として有効であることを報告し、これは本研究の結果と一致するものである。しかしながら、土江の報告では、体動や深部温が測定されておらず、REM 睡眠などの詳細な睡眠パラメーターも示されていない。さらに、昼間の睡眠に対して行なわれた実験なので、足浴が夜間睡眠に及ぼす影響は明確されていなかった

た。本研究の結果は、睡眠前に行なわれる冬季の足浴は寝つきを良くさせ、より良い睡眠の援助として有効であることが明らかにした。

冬季の寒い寝室での睡眠前に行なわれる入浴および足浴によって、入眠と主観的睡眠感が非常に向上した。なお、入浴の条件では REM 睡眠が減少し、足浴の条件では徐波睡眠である stage 3 の増加が見られた。これらの結果から、冬季における足浴は、入眠を容易にさせ、睡眠の質を高めるためにより有効であることが示唆された。さらに、足浴は障害者や高齢者、もしくは心臓疾患の患者において、入浴の代わりに身体的、精神的快適感が安全・効果的に得られ、睡眠援助の手段としても有効であると考えられる。