

**厚生科学研究研究費補助金  
健康科学総合研究事業**

気候・地勢および温冷刺激の保養効果の自律神経指標による評価に関する研究

**平成12年度 総括・分担研究報告書**

主任研究者 **鏡 森 定 信**

平成13(2001)年3月

## 目次

I. 総括研究報告	
気候・地勢および温冷刺激の保養効果の自律神経指標による評価に関する研究 主任研究者 鏡森定信 富山医科薬科大学医学部保健医学.....	1
II. 分担研究報告	
1. 温泉入浴および保養地の視覚環境刺激が自律神経指標に及ぼす影響に関する研究 本橋 豊 秋田大学医学部公衆衛生学.....	5
2. 運動浴のリラックスおよび睡眠への効果について 関根道和 富山医科薬科大学医学部保健医学.....	11
3. 温度・湿度（不快指数）の心拍変動解析からみた心臓自律神経活動に対する影響 中川秀昭 金沢医科大学公衆衛生学.....	18
4. 暑さに対する温熱指標（不快指数）からみた日本各地方の保養地としての適正 鏡森定信 富山医科薬科大学保健医学.....	22
III. 研究成果の刊行に関する一覧表.....	34
IV. 研究成果の刊行物・別刷.....	35
1. Time dependent Effects of Japanese-style Spa Bathing on Rectal Temperature and Subjective Sleepiness	
2. The Effect of Taking Bath with Aroma Essence on Cardiac Autonomic Nerve Activity during Sleep	
3. 温泉入浴の保養効果の自律神経・脳波使用による評価	
4. Time-of-day Effect of Ethanol Consumption on EEG Topography and Cognitive Event-related Potential in Adult Males	

気候・地勢および温冷刺激の保養効果の自律神経指標による評価に関する研究

主任研究者 鏡森定信 富山医科薬科大学教授

研究要旨

初年度は温浴行動の健康影響を自律神経系への作用を中心に置き、心理・生理学的面からみた保養効果を把握するための妥当な指標の選択を目的に研究を行った。本年度は評価委員会からの心理精神的健康面への影響の面の把握をさらに強化すべきとの指摘にしたがい、本年度は初年度のホルター心電計による心拍変動からみた心臓自律神経活動に加えて主観的気分や脳波検査・睡眠の質などに関する指標も導入して保養における温浴の効果を把握する指標の具体的提示を行った。また、保養地の環境面からその健康影響を評価するために気象条件のうち、今回の研究の主題である保養地における温冷刺激との関連で、気温と湿度から判定する不快指数を指標として、それが心臓自律神経活動に影響することをヒトのモニタリング観察によりまず確認し、ついで日本各地方の不快指数を算出し、環境面から保養地を評価する方法を具体的に提示した。

分担研究者

中川秀昭・金沢医科大学教授  
本橋 豊・秋田大学医学部教授  
関根道和・富山医科薬科大学医学部助手

A. 研究目的

保養地において温浴行動を客観的および主観的の両面からその健康影響を把握するための心理・生理学的指標を具体的に提示すること、および保養地の環境面からの評価として本研究の主題である温冷刺激と関連する気象条件の要因についても具体的にそれを評価する方法を提示し保養地の総合的評価に資することを目的とした。

B. 研究方法

1. 温浴行動の心理・生理学的指標の具体

的提示に関する研究

- 1) 全身浴（41° C）の脳波、自律神経機能検査および主観的気分尺度からの検討

実際に保養地で全身温浴を行い、その間の脳波記録、前後の重心動揺測定、気分尺度の記入などを行なって、緊張度の減少やリラックス感の増強を判定した。

- 2) 運動浴の唾液および尿中物質濃度、リフレッシュ感、睡眠の質からの検討

運動増進施設のクアガーデンの温水プール（34° C）を使用して各30分からなるストレッチ浴、歩行を中心としたエクササイズ浴そして浮遊浴を行いその影響を唾液中のナトリウム、カリウム、分泌型免疫グロブリンA、尿中の

カテコラミンと成長ホルモンなどの生化学的検査項目およびリフレッシュ感や睡眠の質に関する質問表から検討した。

なお、これらの実験的研究においては、被験者の説明と同意をえた。また、被験者が何時でも実験を中止できることを保証して行った。

## 2. 気象要因からみた保養地の環境評価に関する研究

### 1) 不快指数と心臓自律神経活動との関連について

富山県内に所在する金属加工工場において、交替制勤務に従事する男性労働者から6名の協力者(25歳~30歳)を得て対象とした。ホルター心電計とともに温湿度モニター計を携帯してもらい、心拍変動スペクトル解析によって昼勤時と夜勤時の心拍数ならびに温湿度環境に対する心拍変動の応答を調べた。なお、今回は温湿度環境の評価として、アメリカ気象局の気温と相対湿度を用いる不快指数を使用した。

ホルター心電計の記録を5分間隔の区間に同期して各区間の自律神経活動の平均値を求め、次にその間の不快指数を計算し、最後に両者を時系列として対応させ分析に供した。

### 2) 不快指数による日本各地方の保養地としての環境面から見た適正

日本の気象庁の各気象台の気象計測結果の直近の1998年の気温と相対湿度を使用し、一時間毎の気温と湿度の平均値からアメリカ気象局の方法にしたがって不快指数を算出した。この不快指数を春(5月)、夏(8月)、秋(10月)、冬(1月)につ

いて、それぞれ1時間毎の気温、相対湿度から不快指数を算出しその平均値の24時間の移り変わりを求めた。

各地方の区分は、各種の分野で用いられているように、北海道(札幌)、東北(秋田、盛岡)、関東(宇都宮、東京)、北陸(富山)、東海(静岡)、近畿(大阪)、中国(広島)、四国(高知)、九州(熊本)、沖縄の10地方とし、各地方から原則として1都道府県を選んだ。この他に日本の代表的保養地である軽井沢を加えて四季の代表月の24時間の不快指数の変動から環境面からの適正の検討を行なった。

## C. 研究結果

### 1. 温浴行動の心理・生理学的指標の具体的提示に関する研究

#### 1) 全身浴の脳波、自律神経機能検査および主観的気分尺度からの検討

全身入浴を3回繰り返す温浴により、脳波の周波数分析では、 $\alpha$ 2波パワー値の増加が認められ主観的リラックス感も上昇した。また、平衡機能を鋭敏に反映する指標である重心動揺量は、温泉入浴後に動揺軌跡長が減少した。

#### 2) 運動浴の唾液および尿中物質濃度、リフレッシュ感、睡眠の質からの検討

健康増進施設のクアガーデンでの実験の結果、午後、夜いずれの運動浴も熟睡感を増すが、夜の方がよりそれが強く、午後の運動浴では主観的調査における覚醒度の上昇、夜のそれでは唾液中のNa/K比の上昇、すなわちリラックス感の上昇がみられた。一方、唾液中の免疫グロブリンAあるいは尿

中のカテコラミンや成長ホルモンでは運動浴による効果を明らかにすることはできなかった。

## 2. 気象要因からみた保養地の環境評価に関する研究

### 1) 不快指数と心臓自律神経活動との関連について

不快指数として問題となり始める70前後で、不快指数の増加にともなって心臓交感神経活動指標(低周波/高周波成分比; LHR)は上昇し、一方その副交感神経活動指標は低下するという生理学的にも至当な反応を示した。

### 2) 不快指数による日本各地方の保養地としての環境面から見た適正

夏8月の24時間の各時間帯の平均不快指数からみて、北海道と軽井沢は避暑地として最適の地位にあった。この後に秋田、盛岡、宇都宮、富山が続き、その他の地方は気象条件から見て避暑には適さないと判定された。なお、沖縄は冬の不快指数がいわゆる「快適」に近いレベルにあり、その温暖さとともに不快指数からみても冬季の保養に適していた。

## D. 考察

全身浴で確認された脳波および自律神経検査の所見と主観的な気分尺度の評価は、客観的な指標と主観的な指標の両面からの総合的評価で構成されている。また、何れの検査や質問表もその非侵襲性と簡便性から保養地での使用についても、コスト・パフォーマンスの面からも妥当なものと思慮される。したがって、これらは温浴の精神的なリラクゼーション効果を評価する有用

な指標であると考えられた。

本研究では、運動浴についても客観的および主観的指標を使用してその健康影響を記録した。本研究で提示された指標は、今後様々な温浴方法の評価に利用され、根拠に基づいた保養地での温浴行動の進展に資することを期待したい。

ところで、保養地の温冷刺激は温浴とともに休養・保養の重要な構成要素である。

本研究では、不快指数70あたりから不快を訴える人が出現すること考慮して、まずこの近辺の不快指数が心臓自律神経活動に関連することを明らかにした後、日本各地の気象台の気温と相対湿度を使用して、環境面から保養地としての適正を判定する方法を具体的に提示した。気温と相対湿度はどこでも一般に測定されている気象要因であり、汎用性の高い指標である。したがって、各保養地では、それぞれきめの細かいその活用を通じて環境評価に役立てることが出来る。もっとも、この不快指数では、ほとんど微風の状態を前提にしており、風の吹きようによってはこの値にも変化をもたらすので、注意が必要である。

以上本研究により、温浴行動の評価ならびに保養地における気候要因の健康影響に関してそのモニタリングおよび分析法を具体的に提示した。

## E. 結論

温浴行動の健康影響を自律神経系への作用を中心に置き、心理・生理学的面からみた保養効果を把握するための妥当な指標の開発を目的に研究を継続した。

本年度は心理精神的健康面への影響の把握をさらに強化して、主観的な気分、睡眠の

質や脳波検査、自律神経活動に関連する生化学的検査などの指標も導入して保養効果の把握法を提示した。

また、保養地の環境面からその健康影響を評価するために気象条件のうち、今回の研究の主題である保養地における温冷刺激との関連で、気温と湿度から判定する不快指数を指標として、それが心臓自律神経活動に影響することをヒトのモニタリング観察によりまず確認し、ついで日本各地方の不快指数を算出し、環境面から保養地を評価する方法を提示した。

#### F. 健康危険情報

特になし

#### G. 研究発表

##### 1. 論文発表

- 1) Kagamimori S, Sekine M, Nakagawa H, Motohashi Y, et al. Time studies on Japanese spa resort visitors by monitoring heart rate variability. The 7<sup>th</sup> Annual Symposium on Complementary Health Care, 2000, 12, Exter(UK).
- 2) Sekine M, Kagamimori S. The Effect of Taking Bath with Aroma Essence on Cardiac Autonomic Nerve Activity during Sleep. 日本温泉気象物理学会. 64(2),87-92,2000
- 3) 泉一郎、上野美和子、鏡森定信.

健常男性の夜間睡眠時心臓自律神経活動水準—夜間睡眠時心拍変動パワースペクトル運動実施の関連—. 体力科学、2000,49:820

- 4) Liu Y, Higuchi S, Motohashi Y. Time-of-day effects of ethanol consumption on EEG topography and cognitive event-related potential in adult males. J. Physiol. Anthropol. 19,249-254,2000
- 5) 樋口重和, 本橋豊. 温泉入浴の保養効果の自律神経・脳波指標による評価, 日本生気象学会雑誌 37(3),S46,2000
- 6) Higuchi S, Motohashi Y. Diurnal variations in P300 component of human cognitive event-related potential, EEG activity and on physiological anthropology. The Korean Society of Living Environmental System Ed., 2000,115-116. (Hanyang University Seoul Korea)

#### H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得  
なし
2. 実用新案登録  
なし

## 温泉入浴および保養地の視覚環境刺激が自律神経指標に及ぼす 影響に関する研究

分担研究者 本橋豊 秋田大学医学部教授（公衆衛生学講座）

**研究要旨：** 温泉入浴および保養地の視覚環境刺激が自律神経指標および脳機能指標に及ぼす影響について評価することを目的とした。まず、温泉入浴が自律神経指標と脳機能指標に及ぼす影響について研究した。被験者は健康な成人男性7名（平均年齢 39.4±7.4 歳）であり、東北地方の保養地の温泉（約 41℃）において入浴を行い、入浴前後の自律神経指標及び脳機能指標を調べた。入浴スケジュールは2分の休憩をはさんで3分間の全身入浴を3回繰り返した。脳波の周波数分析の結果、 $\alpha$ 2波パワー値の増加が認められた。また、平衡機能を鋭敏に反映する指標である重心動揺量は、温泉入浴後に動揺軌跡長が減少した。以上の結果は入浴後の精神的なリラクゼーション効果と対応しており、温泉入浴の効果を客観的に評価できる有用な指標であると考えられた。

次に、保養地の気候・地勢要素として重要と考えられる視覚刺激が自律神経指標に及ぼす影響を評価するために、被験者に就寝前に白色光と暖色光の二つの異なる色温度環境で生活させ、その後の睡眠時における直腸温の変化を調べた。その結果、白色光に曝露した場合に夜間睡眠時の直腸温の低下が暖色光と比べて大きいことが明らかになった。これは、保養地における就寝前の視覚刺激としては色温度環境に配慮することが重要であることを示唆するものと考えられた。

### (1) 保養地における温泉入浴が自律神経指標および脳機能指標に及ぼす影響に関する研究

#### A. 研究目的

温泉入浴の保養効果を自律神経指標および脳機能指標を用いて多面的に評価することを目的とした。

#### B. 研究方法

被験者は健康な成人男性7名（平均年齢 39.4±7.4 歳）であった。実験は平成11年11月～12月にかけて行い、実施時刻は午前10時から12時であった。入浴スケジュールは2分の休憩をはさんで3分間の全身入浴を3回繰り返した。温泉の温度は約41℃であった。入浴前と入浴30分後に次の項目についての測定を

行った。主観評価（入浴前後の筋肉・精神および全体的な疲労感、眠気、注意力、入浴後の気持ちよさとリラックス感）、脳波指標として安静閉眼時の脳波（生体アンプシステム、MME3116、日本光電）、自律神経指標として収縮期血圧・拡張期血圧（自動血圧計）、心拍数、体温（口腔温）、重心動揺量（静的重心動揺解析システム・システムグラフィコーダーG-5500、アニマ）であった。脳波は中心部から導出し、1分間の閉眼時脳波に対してFFTによる周波数分析を施し、 $\theta$ 波（4～8Hz）、 $\alpha$ 1波（8～10Hz）、 $\alpha$ 2波（10～13Hz）、 $\beta$ 1波（13～20Hz）の各帯域の平均パワー値を求めた。重心動揺量の計測では直立姿勢時（30秒間）の重心動揺面積、重心動揺総軌長、重心動揺位置と速度のベクトル分析を閉眼時と開眼時の

両方で行った。

(倫理面への配慮) 被験者に対して、書面によるインフォームド・コンセントをとった後、研究を開始した。

### C. 研究結果と考察

主観申告は温泉入浴後に筋肉の疲労感が増加していたが、精神の疲労感と全体的な疲労感は減少していた。(図1) しかし、これらの変化に統計的有意差は認められなかった。眠気と注意力は入浴前後でほとんど差が認められなかった。入浴後に行った主観評価では、気持ちよかった、リラックスできたと評価をし

ていた。図2に入浴前後の各周波数帯域パワーの平均値と標準誤差を示す。α2波パワー値に入浴後の増加傾向が認められた ( $p < 0.10$ )。他の周波数帯域のパワー値はわずかに増加が認められたが、統計的有意差は認められなかった。自律神経指標では収縮期血圧にのみ統計的な有意差が認められ、収縮期血圧は入浴後に低下していた。(図3) 体温は入浴後に増加していたが統計的有意差は認められなかった。図4に重心動揺量総軌跡長の平均値と標準誤差を示す。重心動揺量総軌跡長は開眼と閉眼条件で温泉入浴後に減少しており、開眼時の減少には統計的有意差が認められた。

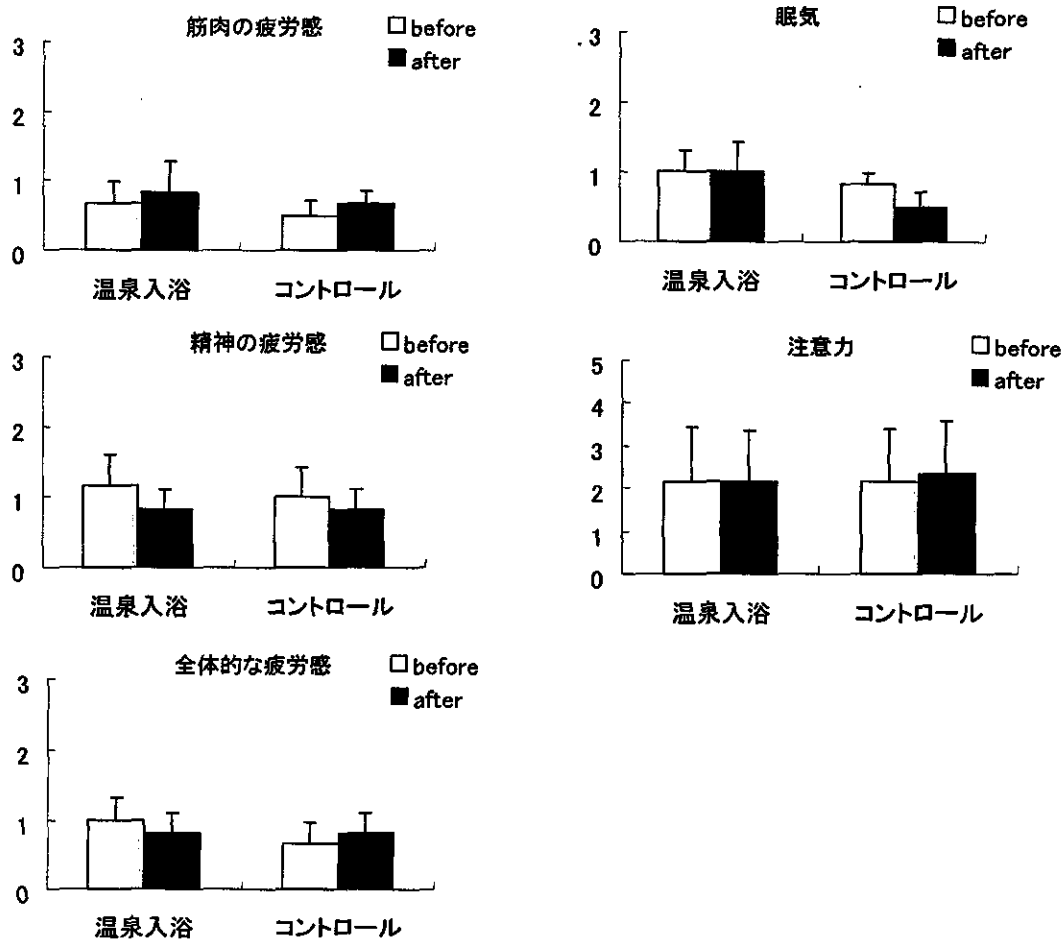


図1 温泉入浴による主観的疲労感, 眠気, 注意力の変化



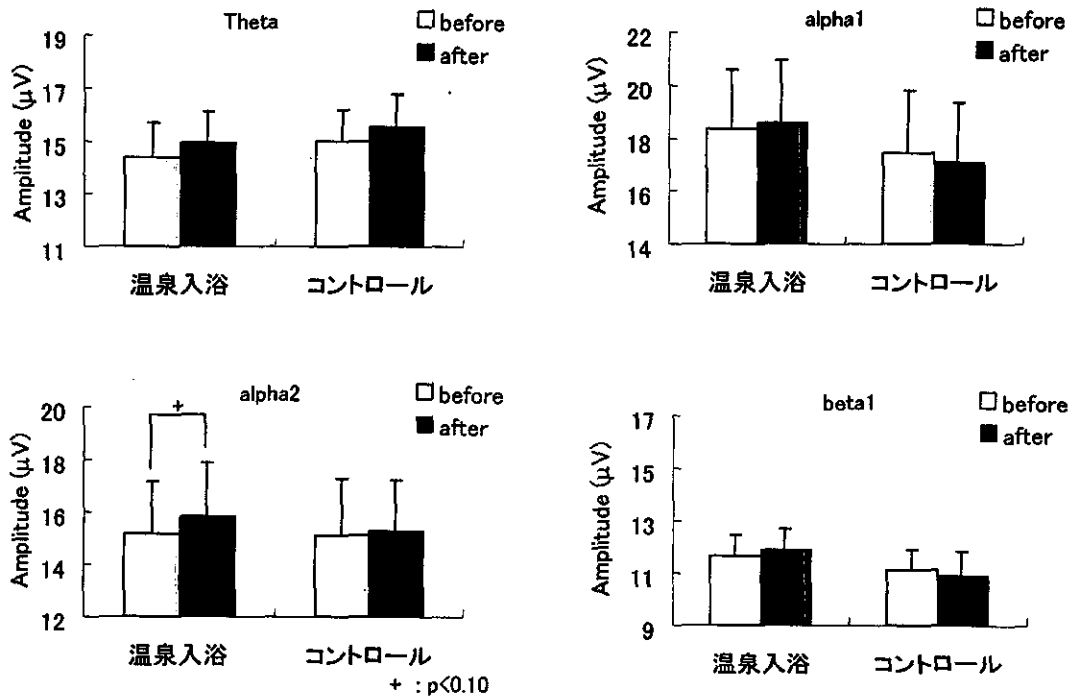


図2 温泉入浴による閉眼時脳波の各周波数帯域における振幅の変化

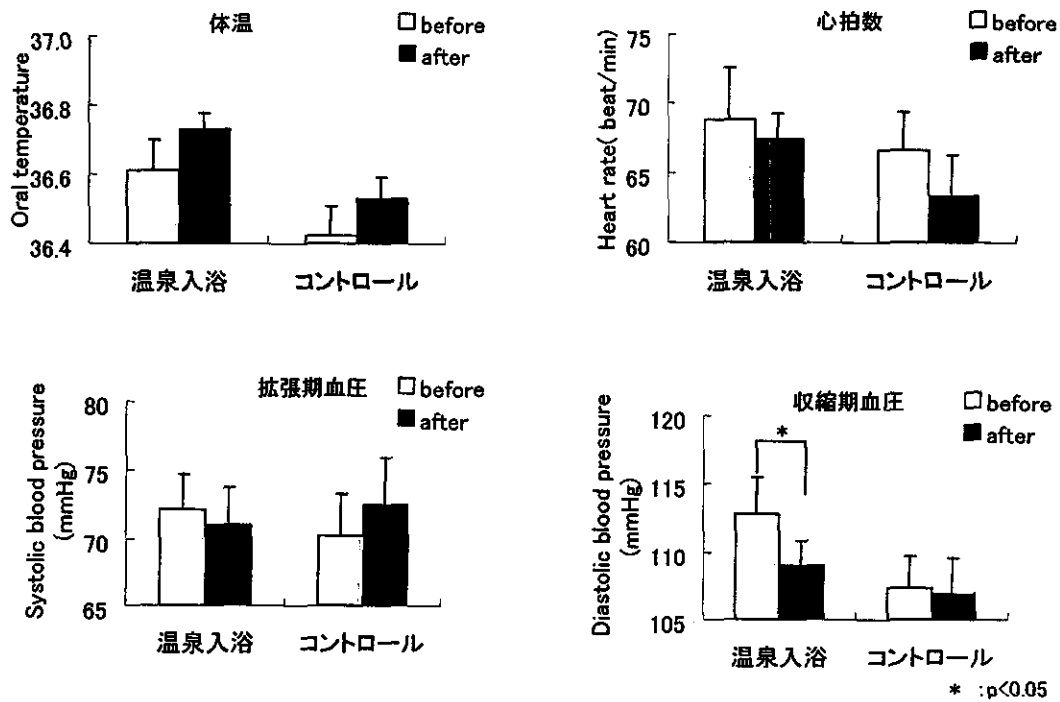


図3 温泉入浴による体温および自律神経機能の変化

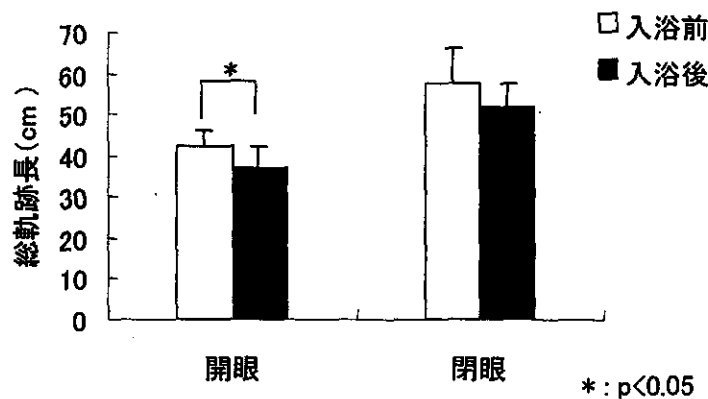


図4. 入浴前後の重心動揺量総軌跡長

- (2) 保養地の気候・地勢要素として重要な視覚刺激（色温度条件）が睡眠時の直腸温の推移及び睡眠脳波に及ぼす影響に関する研究

#### A. 研究目的

保養地においては、昼間の活動時や夜間の休息時に様々な環境条件に曝露されるが、本研究ではとくに保養地の視覚刺激（色温度条件）に着目して、色温度条件の差違が睡眠時の直腸温の推移に及ぼす影響について調べた。

#### B. 研究方法

被験者は実験の前日に順応夜として実験室で1時から8時まで7時間の睡眠をとった。実験当日は、午後9時に実験室に訪れ、午後10時30分から翌朝の午前5時まで、各照明条件に曝露された。照明条件は高照度条件（1000 lux）で3000Kと6700Kの2つの色温度条件を設定した。3000Kはレヅ色の暖色系の色温度条件であり、6700Kは白色系の色温度条件であった。照度は机上面の水平面照度である。実験室の温度は $24 \pm 1$ ℃、相対湿度は約50%であった。

この間、被験者は椅座位安静を保ち、1時間毎に30分間の生理・心理計測（直腸温、主観的眠気など）。測定以外の時間帯は、被験者は仮眠、テレビの視聴、運動以外の活動が許された（読書、音楽鑑賞など）。さらに、被験者には実験中は光源を見つめないように指示を与えた。午前5時に消灯し、被験者は午前8時まで3時間の睡眠をとった。起床時には主観的な眠気、目覚め感と睡眠の評価を行った。

照明条件間の有意差検定には対応のあるt検定を用いた。

（倫理面への配慮）被験者に対して、書面によるインフォームド・コンセントをとった後に研究を開始した。

#### C. 研究結果と考察

図5に直腸温の推移を示した。3000K条件下と比べて6700K条件下では、午前3時頃から午前8時にかけて、直腸温が低下する傾向を認めた。主観的申告では起床時の眠気は6700Kでは3000Kと比べて高い傾向が認められた。熟睡感と目覚め感については3000Kと6700Kの間で有意な差は認められなかった。

今回の研究結果は、就寝前の色温度条件の違いが睡眠時の直腸温の推移、主観的眠気等に影

響を及ぼす可能性を示唆している。暖色系の色温度条件と比べて白色系の色温度条件の方がその後の睡眠時の直腸温を低下させやすいという結果であったが、このことは白色系の色温度が睡眠の質を高める可能性を示唆しているものと考えられる。就寝前の照度条件を暗くすることが望ましいことはこれまでも言われてきたが、色温度条件の違いが深部温に及ぼす影響については、十分に検討されてこなかった。今回の研究結果は保養地における入眠環境の要素としての色温度条件の重要性を示唆するものである。

深部温を指標とした保養効果の発現には休

息時の環境照度条件が影響している可能性が示唆されることから、保養プログラムの策定にあたってはこの点を十分に考慮する必要がある。また、直腸温を指標として保養効果の照度条件のような環境条件の影響を鋭敏に検出することが可能であることが示されたことから、直腸温は保養プログラムの効果判定を行うための自律神経指標として妥当であるものと考えられた。

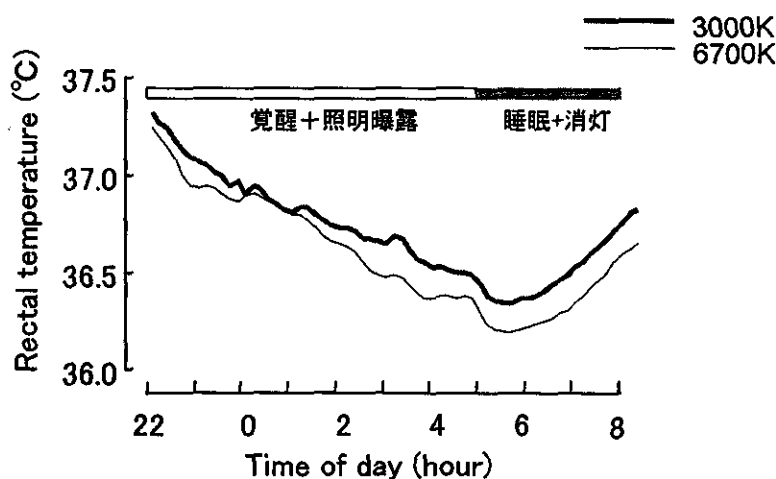


図5 夜間の異なる色温度照明下における直腸温の変化

F. 健康危険情報

特になし

G. 研究発表

1. 論文発表

- (1) Liu Y, Higuchi S, Motohashi Y.  
Time-of-day effects of ethanol consumption on EEG topography and cognitive event-related potential in adult males. *J. Physiol. Anthropol.* 19, 249-254, 2000.

2. 学会発表

- (1) Motohashi Y, et al.  
Time-dependent effects of Japanese style spa-bathing on rectal temperature circadian rhythm. The 3<sup>rd</sup> ASRS Congress in the year 2000 in Thailand, December, Bangkok, 2000.
- (2) 樋口重和、本橋豊. 温泉入浴の保養効果の自律神経・脳波指標による評価、*日本生気象学会雑誌* 37(3), S46, 2000.

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

厚生科学研究費補助金 (健康科学総合研究事業)

分担研究報告

運動浴のリラックスおよび睡眠への効果について

分担研究者 関根道和 富山医科薬科大学保健医学講座 助手

**研究要旨** 温浴(34℃)中に各 30 分のストレッチ、歩行、浮遊の合計 90 分のいわゆる運動を行った場合の効果を、主観的リラックス感や睡眠感および客観的指標としての唾液中のナトリウム、カリウム、免疫グロブリンAの濃度、尿中の成長ホルモン、カテコラミンや睡眠中脳波などから検討した。その結果、午後、夜いずれの運動浴も熟睡感を増すが、夜の方がよりそれが強いこと、午後の運動浴では主観的調査における覚醒度の上昇、夜のそれでは唾液中の Na/K 比の上昇、すなわちリラックス感の上昇のみられることが分かった。唾液中の IgA や尿中のカテコラミンでは運動浴による効果を明らかにすることはできなかった。

A. 研究目的

温浴のリラックスおよび睡眠への効果を高めるために、通常の温浴に加えて、温水中のストレッチ体操(ストレッチ浴)、歩行(歩行浴)および浮遊(フローティング浴)の3種類の要素で構成される運動浴を考案し、温泉健康増進施設における臨地実験により、その効果を検討することを目的とした。

B. 研究方法

臨地実験の対象は、男性医学生 6 人(年齢 23~25 歳)、女性医学生 4 人(年齢 23~26 歳)の合計 10 人とした。

1) 臨地実験の時間帯、およびグループ分けとしては、その実行時間を昼(14時開始)と夜(20時30分開始)の2通り設定するとともに、学生グループをA、Bの2つのグループ(各、男性3人、女性2人)に分

け、一方を運動浴参加、一方を非参加のコントロールとし、それぞれの条件のもとでリラックス感および睡眠に対する効果を比較検討した。なお、臨地実験を行った温泉健康増進施設へは、毎回A、B両グループの全員で向かった。具体的には、次のようにローテーションを組んだ。6月6日の火曜日(1日目)、6月13日の火曜日(2回目)は夜にプログラムを実施し、6月20日の火曜日(3回目)、6月27日の火曜日(4回目)は昼に実施、1回目および3回目はグループBが運動浴を行い、2回目、4回目はグループAが行い、他のグループはコントロールとなった。

2) 効果判定指標としては、まず、リラックスするとその分泌が上昇するものとして、唾液中の電解質(Na, K mEq/lとその比のNa/K)<sup>1)</sup>および分泌型免疫グロブリンA(IgA)<sup>2)</sup>を測定した。覚醒度の生理的指

標として尿中カテコラミン (pg/mg Cr) の測定を採用した。睡眠の質とその変動に関連するものとして、尿中成長ホルモン (GH pg/mg Cr) を測定した。唾液の採取は昼の実施時においては、12時、13時30分(以上、運動実施前)、15時(運動実施後)、15時30分(温泉浴後)、19時、就寝前、翌朝8時の計7回、夜の実施時においては、12時、19時、20時(以上、運動前)、21時30分(運動浴後)、22時(温泉浴後)、就寝前、翌朝8時の計7回行った。尿の採取は、実験日の翌日の早朝尿に一回とした。また、主観的指標として、睡眠についてのOSA質問票<sup>3)</sup>およびリラックス感のアンケート<sup>4)</sup>を採用した。OSA質問票は実験日の翌朝起床時に記入し、リラックス感の質問票は、昼の実験時においては運動浴前の13時30分、運動浴後の15時、温泉浴後の15時30分とその1時間後の16時30分の計4回、夜の実験時においては、運動浴前の20時、運動浴後の21時30分、温泉浴後の22時、その1時間後23時の計4回記入した。なお、これらは運動浴への参加の有無に関わらず、全員同じ時間に行った。この他に、一名のみ、実験日と非実験日の各一回、就寝中脳波を測定した。

### C. 研究効果

OSAについて検討したところ、夜の運動浴実施時では第4因子(統合睡眠の因子)がコントロールよりも有意に高い値を示し、また他の4つの因子では有意差はなかったものの、何れもコントロールよりもそのスコアが高かった。昼の運動浴実施時では第1因子(眠気の因子)と第3因子(気がかりの因子)がコントロールより有意に高い

スコアを示し、残りの因子では夜の運動浴時と同様に有意差はないが高値を示した。昼と夜のデータを合計して検討すると第5因子(寝付きの因子)のみで統計学的有意差が見られず、他の4因子では、運動浴実施時で高値がみられた(図1)。

唾液中のNa, Kについては、運動浴後では、昼に行ったときは被験者とコントロールの間に有意差がみられなかった。しかし夜に行ったときには有意差がみとめられ、被験者の方が有意に運動浴後にNa/K比が上昇した(図2)。また、運動浴実施の後の入浴後については、昼、夜のいずれの場合とも被験者でNa/K比が減少し、コントロールでは上昇したので、統計的に有意差を示すこととなった(図2,3)。IgAについては、運動浴前後、そして入浴前後のいずれの場合でも昼、夜の実施時ともに被験者とコントロールの間で有意差を認めなかった(図4,5)。脳波については、運動浴実施後は全睡眠時間内で睡眠深度の浅いStage1・2が占める時間が対照の非実験時より短く、深いStage3・4が対照時に比べ長くなった(図6)。リラックス感の質問票では、30項目からなる質問を点数化し、運動浴前後、入浴前後での変化率を被験者とコントロールの間で比較検討した。運動浴後では昼に行った場合も夜に行った場合も、被験者群でのリラックス感の上昇が見られたが、統計的に有意であったのは昼のみであった。なお、入浴後では昼、夜ともに有意差は見られなかった(図7,8)。クレアチニン補正カテコラミン値では個人による変動が大きく、有意差はみられなかった(表2)。

#### D. 考察

OSA 睡眠スコアについては、夜と昼の実験を合わせると寝付きの因子以外の4種類の因子が被験者で有意に高値を示したので、今回の運動浴-入浴プログラムが睡眠の質の向上に作用していることが伺える。また、リラックス感の質問票に関しては、運動浴を行うことにより、昼のプログラムの場合のみスコアの上昇がみられた。先行研究によれば、朝の入浴は覚醒的に、夕方入浴は眠気を誘うように作用するといわれている。今回のリラックス感の質問票の内容は覚醒のレベルを反映している項目が多いことから、今回のような昼の入浴そして運動の効果があいまってこのような結果をもたらしたものと推測される。

唾液中の Na, K については、Na は唾液の分泌量と比例してその濃度も上昇し、また、我々の先行研究で明らかのように大きな日内変動があり、朝の唾液の多い時にその濃度が高いことから、リラックスにより唾液の分泌は反映する指標として採用した。なお、唾液中の K 濃度は唾液分泌量に関わらずほぼ一定であることから日内変動も少ないので、Na/K 比をリラックス効果を反映する指標として取り扱った。実際、唾液中の Na/Ka 比をモニタリングした我々の先行研究でも、朝から夕方にかけてそれが減少し、保養日では対照日に比較して高値を示すことが確認している。今回のこの Na/K 比の上昇が夜の運動浴後に観察されたことは、昼より夜の方がリラックス効果を期待できることを示唆している。運動浴後に行った入浴の後に被験者の Na/K 比が減少したのは、入浴によって発汗しその影響で唾液の分泌量が低下したために、唾液

の分泌量の減少にともない Na 濃度が低下してしまっただけではないかと考えられる。したがって、今回の結果は、34℃での運動浴ではリラックス効果を Na/K 比でみることは妥当であっても、42℃の入浴ではこの指標が適当とはいえないことを示している。一方、リラックスの指標として用いられる IgA の変化率では運動浴-入浴による有意差がみられなかった。その理由として、個人間のデータのばらつきが大きいことが考えられ、個人のリラックス評価としては必ずしも適当な指標とはいえなかった。

#### E. 文献

- 1) Edge, WM & O'Mullane, DM (Ed): Saliva and oral health. British Dental Association (Thanet Press Ltd, Margate), 1996.  
翻訳本  
河野正司監訳、唾液-歯と口腔の健康-、医歯薬出版株式会社、1998.
- 2) Tsujita, S & Morimoto, K: Secretory IgA in saliva can be a useful stress marker. Environmental Health & Preventive Medicine, 1-8, 1999.
- 3) 小栗 貢、白川修一郎、阿住一雄: OSA 睡眠調査票の開発 - 睡眠感評定のための統計的尺度構成と標準化 - 精神医学、79-799, 1985.
- 4) 中高年労働者ヘルスケア検討委員会  
ストレス小委員会報告、企業におけるストレス対応のための指針、産業医学ジャーナル、61-66, 1986.

#### F. 健康危険情報

特になし

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得  
なし

2. 実用新案登録

なし



表 1. 運動浴の実験プロトコール

実施日	時間	コントロール	被験者
6月6日	20:30	A	B
6月13日	20:30	B	A
6月20日	14:00	A	B
6月24日	14:00	B	A

表 2. 運動浴と尿中のカテコラミンと成長ホルモン(クレアチニン補正 ; pg/mg.cr)

	アドレナリン		ノルアドレナリン		ドパミン		成長ホルモン	
	昼	夜	昼	夜	昼	夜	昼	夜
被験者	8.89	9.63	84.87	96.75	586.83	670.09	8.34	7.13
コントロール	9.27	8.63	77.98	88.07	562.91	679.90	8.57	8.98
t-検定	0.86	0.53	0.69	0.63	0.69	0.63	0.94	0.57

図1. 運動浴の入浴プログラム実施時と非実施時の OSA 睡眠スコアの比較 (昼と夜の合計)

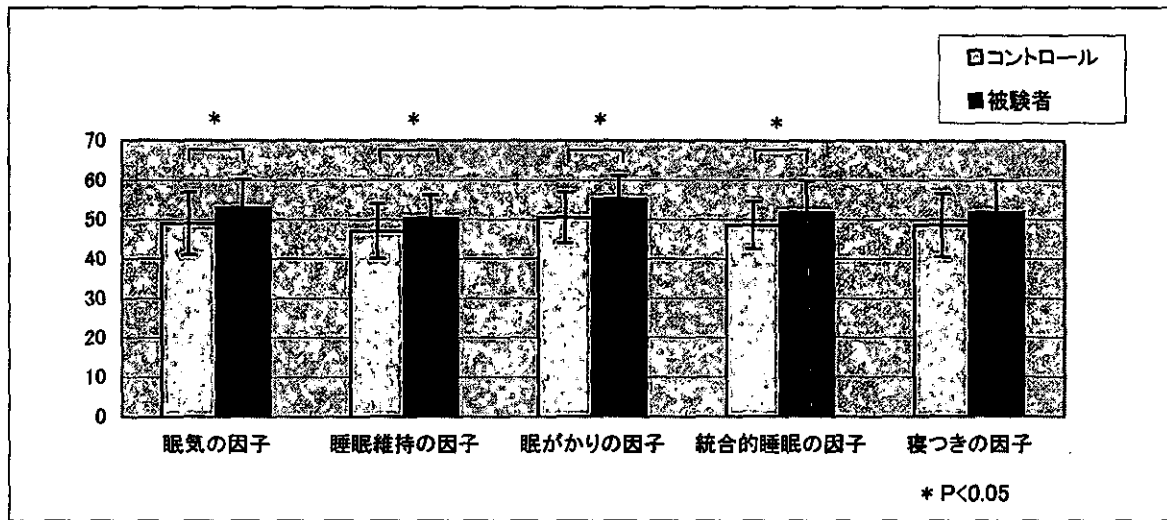


図2. 運動浴前後の唾液中 Na/K 比の変化

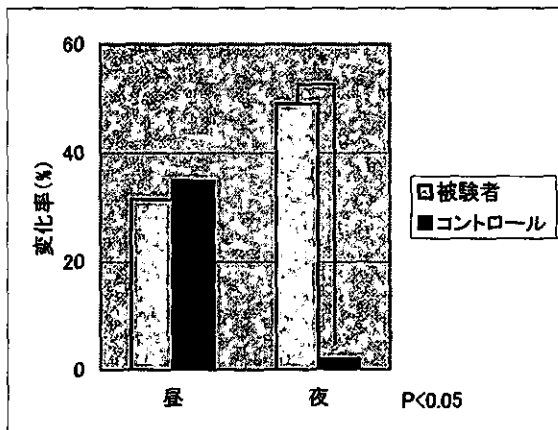


図4. 運動浴前後の唾液中 IgA の変化

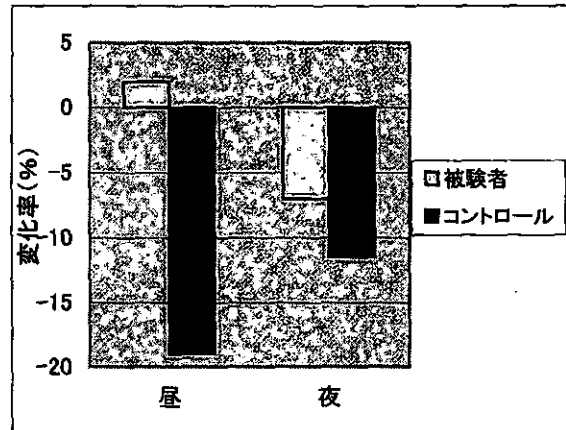


図3. 入浴前後の唾液中 Na/K 比の変化

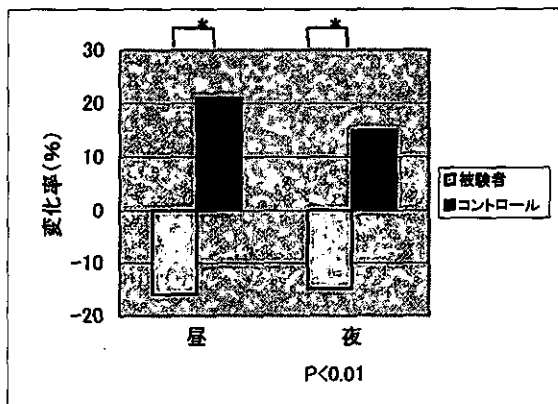


図5. 入浴前後の唾液中 IgA の変化

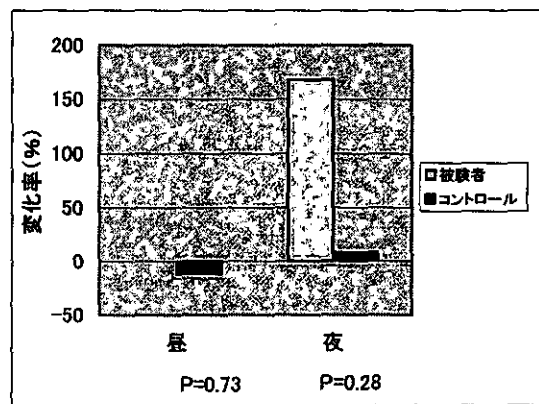


図6 運動浴—入浴実施日と非実施日の睡眠中脳波成分構成の比較

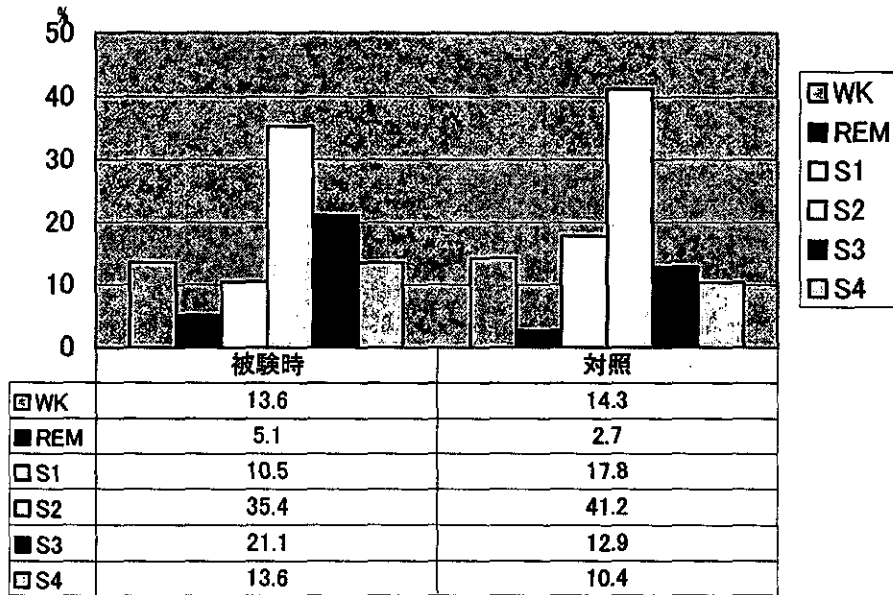


図7. 運動浴前後のリラックス質問票スコアの変化

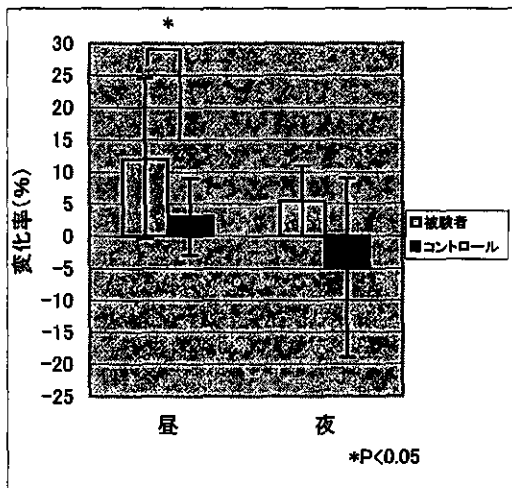
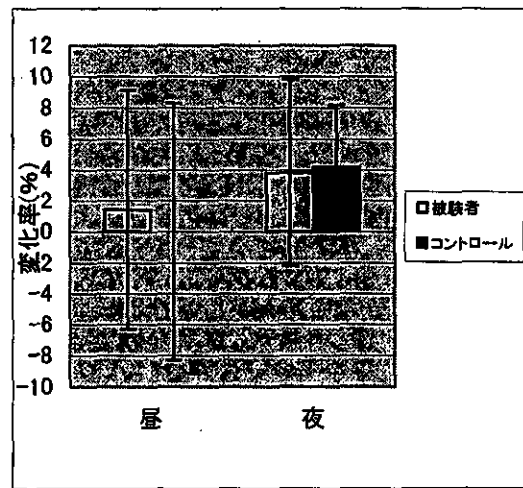


図8. 入浴前後のリラックス質問票スコアの変化



温度・湿度(不快指数)の心拍変動解析からみた心臓自律神経活動に対する影響

分担研究者 中川秀昭(金沢医科大学公衆衛生学講座)

研究協力者 鏡森定信 益島 茂(富山医科薬科大学保健医学講座)

**研究要旨** 保養地において、健康影響要因として重要な自然環境要因である温度・湿度(不快指数として一元的に指標化)について、連続モニタリングが可能な心拍をホルター心電計で記録し、その変動スペクトル解析により心臓自律神経活動への影響を検討した。

不快指数として問題となり始める75以下から60以上の一般に快適とされる範囲内で、不快指数の増加にともなって心臓交感神経活動指標(低周波/高周波成分比; LHR)は上昇し、一方その副交感神経活動指標は低下するという生理学的にも至当な反応を示した。

しかしながら、睡眠が十分でなかった夜勤者ではこの線にそった反応はみられなかった。

本研究により、保養地における気候要因の健康影響のモニタリング法とその分析法を提示するとともに、その評価におけるヒト側の要因の重要性についても指摘した。

#### A 研究目的

保養地では、散策を楽しんだり、スポーツに興じたりすることも保養効果を高めるという視点から勧められている。その際、戸外の気象条件がこれにどのように影響するかを明らかにする目的で本研究をおこなった。

このような影響を明らかにするためには、非侵襲的で保養者に負担が少なくかつ保養のリラックス効果を反映する適切な指標が必要となる。

本研究では、このような条件にかなうものとして、ホルター心電計の連続記録データを用いて行なう心拍変動スペクトル解析による心臓自律神経活動指標を採用して検討を行なった。

#### B 研究方法

富山県内に所在する金属加工工場において、交替制勤務に従事する全男性労働者699名を対象母集団とした。対象者はいずれも昼勤(午前7:30~午後3:40)、準夜勤(午後3:30~午後11:40)、および、夜勤(午後11:30~午前7時40分)のいずれかの勤務形態で一定間隔(3-5日)従事した後、休日を取り、次に他のいずれかの勤務形態に従事していた。この集団から、6名のボランティア被験者(25歳~30歳)にホルター心電計とともに温湿度モニター計を携

帯してもらい、心拍変動スペクトル解析によって昼勤時と夜勤時の心拍数ならびに温湿度環境に対する心拍変動の応答を調べた。

なお、今回は温湿度環境の評価として、不快指数を使用した。

その算定式はアメリカ気象局の気温と相対湿度を用いるためこの両者が測定されていれば次式から容易に算出できる<sup>1)</sup>。

$$Q = 1.8t - 0.55(1 - H)(1.8t - 26) + 32$$

t ; 気温℃ H ; 相対湿度

各被験者に、昼勤最終日と夜勤最終日の2日間の出勤時刻にホルター心電計を装着しそれぞれ24時間の心電図を記録した。心電図の各R波のピークを検出しRR間隔の時系列を求めた。RR間隔の24時間の時系列を労働時間(始業から8時間)と睡眠時間(平均RR間隔が最大になる連続4時間)に分けそれぞれについてRR間隔の平均値と標準偏差を求めた。

心拍変動のスペクトル解析を行った対象では、RR間隔の24時間の時系列を5分間隔に切り分けてそれぞれをスペクトル解析(Lomb法)に供した。RR間隔の変動に関する10秒周期(0.1Hz)前後の帯域(0.05-0.15Hz)のスペクトル密度の積分値を低周波成分(LF)、呼吸周期前後の帯域(0.15-0.3Hz)のスペクトル密度の積分値を高周波成分(HF)と定義し、ま