

スピードスケート短距離種目におけるウォーミングアップの検討

本田 浩史 高橋 弘彦

キーワード：スピードスケート，ウォーミングアップ，寒冷環境

An examination of warming-up in short distance speed skating

Hiroshi Honda Hirohiko Takahashi

Abstract

In this study, the present investigator tried to clarify the effects of warm-up for winter sport events, specifically speed skating and short track, which are performed in a cold environment inducing the decrease in body temperature. The main objectives were to examine in a cold environment (1) the effectiveness of warm-ups with related and un-related activities to skating, and (2) the effect of resting time between warm-up and races.

Subjects were 10 healthy male students aged 19~25 years old. The cold environment was set in an artificial climate room, in which the temperature was regulated at 0°C and relative humidity at 50±10%. In this experiment, a bicycle ergometer was used as related exercise and a treadmill as non-related exercise. Subjects wore the same cloths as they wore in actual races as well as windbreaker and jersey outwear. In both treadmill and bicycle ergometer, intensities were set at high and low levels, and the resting times between warm-up and main event were 5 and 10 minutes. Measurements were made after main events on weight, oxygen intake, heart rate, rectal temperature, and fluctuations of the center of gravity.

From this study, it was found that performance was high when the resting time was shortened, and that the warm-up on a treadmill revealed significant differences in the rectal temperature and Lonberg's Rate. In a cold environment, the level of rectal temperature seemed to affect performance, and, also, swinging of the arms reduced the decrease in the Lonberg's rate. It was suggested that, in actual races, as the body temperature rapidly decreased in a cold environment after the warm-up and perspiration, good performance might be achieved by controlling the intensity of warm-up and adequately treating perspiration.

Key words : speed skating, warming-up, cold environment

I. 緒言

様々なスポーツ活動において必ず行われているのがウォーミングアップ（以下 W-up）である。目的としては、体温を高めることを含む心身のコンディショニングである。身体の各器官系の適応性を向上させ、スムーズに運動に移行できる状態にすることでより高いパフォーマンスの発揮を目的とするのが一般的である。一方では、傷害を予防するという面も持ち合わせている。小林ら（1983）は、身体運動による W-up の有効性を認める報告と有効性を認めないとする報告とがみられ、これらの報告の異なった結論は、主運動形態や W-up の方法などが、それぞれの報告において異なっていることにも起因しており、W-up の持つ多様な要素のためであると報告している。さらに、これまでの報告では、環境温度の違いによる W-up の影響について取り扱った研究が少ないことも述べている。本研究において、特に体温低下の起こりやすい寒冷環境下で行われる冬季種目、中でもスピードスケート短距離およびショートトラックにおける W-up の効果を明らかにしていきたいと考えた。

スピードスケートの競技会における W-up は、会場、気候、競技会によっても異なるが、おおむね 2 通りに分けることができる。ひとつは、公式練習でしか氷上での W-up ができない場合、もう一つは自由に氷上での W-up ができる場合である。陸上での W-up についてはランニングで行う選手と自転車エルゴメータや自転車ローラーにより行う選手に分かれている。そのため、レースや練習前の W-up について、関連動作の W-up として自転車エルゴメータを使用することとした。また、非関連動作の W-up としてランニングをトレッドミルにて行い、関連動作と非関連動作による W-up の効果を検討したいと考えた。

一方で、ほとんどの選手が W-up からレースまでに召集や着替えなどで時間を取られるため、レースの 10 分から 15 分前には W-up を終わらせている。そのため、W-up によりせっかく暖めた体を冷やしてしまう可能性も否定できないと思われる。しかし、スピードスケートの召集時間帯はレース開始の 30 分～1 時間前からと長くとられているため、W-up の開始前や途中で召集を受けることができることから、W-up 終了からレースまでの休息時間を短縮できるものと考えられる。また、ショートトラックや一部の競技会では、レース直前の召集しかないため、直前まで W-up を実施できる場合もある。これらのことから召集や着替えの時間による体温の低下を避ける対策はとれると考えられる。そのため、W-up からレースまでの時間を短くした場合の効果についても検討したいと考えた。

本研究では、寒冷環境下での関連動作、非関連動作による W-up の有効性および W-up からレースまでの休息

時間の影響について明らかにしていきたい。そのため、W-up から主運動までの休息の時間を 2 条件設定し、W-up も関連動作である自転車エルゴメータと非関連動作であるトレッドミル走の 2 条件と計 4 条件とした。各条件の W-up から主運動までを人工気候室にて行い、生理的反応、主観的反応、パフォーマンスから関連動作、非関連動作、休息の時間の長さによる影響を検討することを目的とした。

II. 研究方法

1. 被験者・環境条件

被験者は、実験に同意の得られた年齢 19～25 歳の日常的にトレーニングを行っている健康な男子学生 10 名とし、身体的特性を表 1 に示した。

環境条件は、人工気候室を用いて、国内での競技会場となるスケートリンクに問い合わせをし、競技会の多い 1 月の各会場の平均値から気温 0℃、相対湿度 50±10% に制御した。風速はトレッドミル走による W-up の場合のみ走速度と同等に制御し、自転車エルゴメータによる W-up の場合には、競技会等で屋内での W-up に使用されていることがほとんどであるため送風は行わなかった。

表 1 被験者の身体的特性

Subjects	Age (years)	Height (cm)	Weight (kg)	Vo ₂ max (ml/kg/min)	主運動負荷 (kp)
A	25	180	71.8	56.7	5.4
B	24	169	83.0	53.3	5.9
C	22	168	70.9	51.3	4.7
D	22	168	76.7	49.9	5.9
E	22	165	51.9	64.4	3.9
F	20	168	56.0	58.5	4.4
G	20	181	76.3	50.5	5.8
H	19	170	69.1	53.3	4.0
I	19	178	63.9	52.3	4.5
J	19	181	65.9	63.6	5.4
Mean	21.2	172.8	68.6	55.4	5.0
SD	2.1	6.4	9.5	5.3	0.8

2. 着衣条件

着衣条件は、すべての実験において、各自の屋内用シューズ、靴下、下着、T シャツを着用し、全員に同一メーカーのウインドブレーカー、手袋、スピードスケート用のワンピース、ジャージの上着を使用した。

3. 実験計画

実験計画を立てるにあたって、スピードスケート、ショートトラックの日本学生氷上競技連盟加盟大学および日本スケート連盟強化選手計 20 人に対し、事前に電話により、W-up の時間や内容について詳しく聞きとり調査を行った。その結果は、約 1 時間前から 30 分程度の陸上での W-up を行うとの回答が多く、その内容はランニングまたは自転車エルゴメータや自転車ローラーなどで行い、体をあたためるという感覚で行うとの回答や足が軽く感じるまで軽めのランニングを行うという選手が多か

った。W-up の順番としては、ランニングまたは自転車漕ぎ→体操→ストレッチという選手が多数を占めた。また、ダッシュやジャンプを入れたり、途中で強度を変えろという回答も多くみられた。W-up 条件はこれらをもとに設定した。

実験 1, 実験 3 の実験プロトコルを図 1 に実験 2, 実験 4 の実験プロトコルを図 2 に示した。被験者は、エアコンによって 20℃に制御された前室に入室し、自由着衣のまま 30 分以上の安静の後、裸体での体重計測を行なった。その後、一旦人工気候室に入室し、開眼、閉眼共に 30 秒の計 1 分の重心動揺を測定した。そして前室に戻り測定用器材を装着し、実験を開始した。開始から 10 分間は、前室にて椅座安静を保ち、その後人工気候室に入室して 25 分間の W-up を行った。W-up は、15 分間の自転車エルゴメータまたはトレッドミル走、10 分間のストレッチとした。実験 1, 実験 3 ではストレッチを先に行い、実験 2, 実験 4 では自転車エルゴメータまたはトレッドミル走を先に行った。また、自転車エルゴメータまたはトレッドミル走では、途中で強度を変えろという回答も多くみられたことから強度の低いもの (Low) と強度のやや高いもの (High) を設定し、Low-High-Low の順で各 5 分ずつ行った。その後、実験 1 および実験 3 では人工気候室内にて REST2 を 5 分、実験 2 および実験 4 では前室にて 10 分間の REST2 をとり、いずれの条件でも REST2 内で重心動揺の測定を行った。次に主運動を行なった。主運動は、POWERMAX-V にて全力ペダリングを 40 秒間とした。また、主運動終了直後に重心動揺の測定を行った。その後 15 分の回復期とした。また、実験終了後に重心動揺の測定と裸体での体重計測を行なった。また、自転車エルゴメータでは、Low を負荷 50W, 回転数 70rpm とし、High を負荷 70W, 回転数 90rpm とした。トレッドミル走では、Low を時速 5km/h とし、High を時速 7km/h とした。

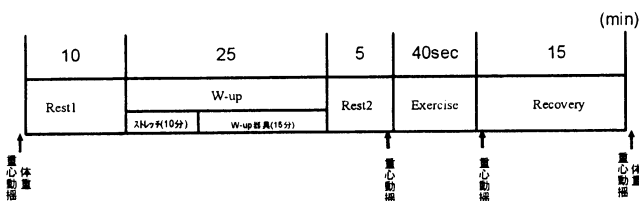


図 1 実験プロトコル 1 (実験 1, 実験 3)

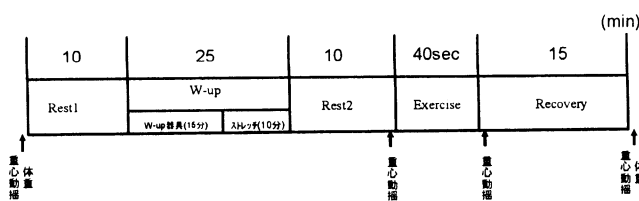


図 2 実験プロトコル 2 (実験 2, 実験 4)

4. 測定項目

測定項目は、生理的反応として、酸素摂取量、心拍数、直腸温をそれぞれ 20 秒毎に測定した。体重は、実験の前後に測定し、体重減少量を求めた。重心動揺は実験開始直前、主運動の前後、実験終了後の計 4 回測定した。重心動揺では、外周面積と総軌跡長のロンベルグ率をバランスの指標として求めた。また、ロンベルグ率=閉眼時÷開眼時である。パフォーマンスの評価として、POWERMAX-V による 40 秒最大努力での自転車漕ぎを行い、パワー、回転数の 2 項目を測定した。主観的反応としては、15 段階の主観的運動強度、10 段階の温冷感を実験開始時、W-up の前後、主運動の前後、実験終了時の計 6 回自己申告させた。

これらの有意性に関する統計的検定は、SPSS により分散分析、対応のある T 検定により行い、有意水準は、5% 未満とした。

III. 結果

1. W-up 中における生理的反応の変動の比較

W-up 中の生理的反応について、最大酸素摂取量からみた W-up の相対的強度 (以下、 $\% \dot{V}O_{2max}$) と心拍数、直腸温の W-up 中の 5 分 (Low-High-Low) ごとの平均値を比較した。 $\% \dot{V}O_{2max}$ 、心拍数、直腸温の変動については、 $\% \dot{V}O_{2max}$ 、心拍数では、いずれの W-up 器具も同程度の強度で推移した。しかし、心拍数では、はじめの Low よりも後の Low の方が 15 beat/min 程度高値を示した。心拍数、酸素摂取量は、W-up の運動強度を同一に規定するために調整しており、W-up 時に差は認められなかった。

直腸温においては、W-up 開始時には、ほとんど差は見られなかった。その後は、W-up が自転車エルゴメータの場合よりも W-up がトレッドミル走の場合の方がいずれの時間帯でも高値を示す傾向がみられたが、有意な差は認められなかった。

2. 主運動開始時の生理的反応の比較

直腸温、心拍数、酸素摂取量について比較した。T 検定の結果を表 2 に示した。直腸温においては W-up が自転車エルゴメータの場合よりトレッドミル走の場合の方が有意に高値を示した ($p < 0.05$)。各条件間においては、実験 3 と実験 4 が実験 1 と実験 2 を比較し有意に高値を示していた ($p < 0.05$)。また、心拍数と酸素摂取量においては、いずれも有意差はみられなかったが、心拍数では、実験 4 が他の 3 条件よりも低値を示す傾向にあり、100-110beat/min に近い値であった。

表 2 主運動開始時における T 検定結果

測定項目	W-up条件	Mean	S.D.
酸素摂取量 (ml/kg/min)	5分間	20.28	4.78
	10分間	18.97	6.39
	自転車エルゴメータ	19.45	5.31
	トレッドミル走	19.80	6.03
心拍数 (beat/min)	5分間	118.70	21.47
	10分間	115.40	20.57
	自転車エルゴメータ	118.84	19.83
	トレッドミル走	115.25	22.13
直腸温 (°C)	5分間	37.33	0.44
	10分間	37.17	0.39
	自転車エルゴメータ	37.12	0.49
	トレッドミル走	37.38	0.28

※ (p < 0.05)

3. パフォーマンスの比較

パワー、回転数を図 3 に示した。パワーでは、W-up が自転車エルゴメータの場合より W-up がトレッドミル走である場合の方が高値を示す傾向にあったが、有意な差は認められなかった。また、直前まで W-up をしていた実験 1 と REST2 を 10 分間とった実験 2 では、同じ W-up 器具で W-up をしたが実験 1 の方が高値を示す傾向にあった。実験 3 と実験 4 でも同じ傾向がみられ、実験 4 よりも実験 3 の方が高値を示す傾向にあった。

回転数では、W-up が自転車エルゴメータの場合より W-up がトレッドミル走での場合の方が高値を示した (p < 0.05)。回転数においては、実験 3 が他の 3 条件よりも有意な高値を示していた (p < 0.05)。

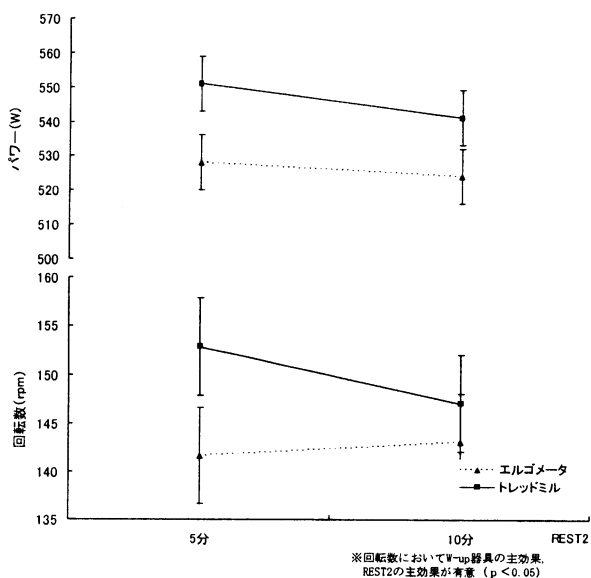


図 3 主運動におけるパワー、回転数の比較

4. 回復期における生理的反応の比較

酸素摂取量では回復期 6 分目以降、実験 1、実験 3 が実験 2、実験 4 と比較して高値を示す傾向にあったが、有意な差は認められなかった。また、心拍数では、回復期 1 分目から 4 分目まで実験 2、実験 4 が実験 1、実験 3 と比較して高値を示す傾向にあった。また、回復期 6 分目から 10 分目まで実験 1、実験 3 が実験 2、実験 4 と比

較して高値を示す傾向があり、回復期 6 分、7 分に有意な差が認められた (p < 0.05)。

5. 主観的感覚の比較

主観的運動強度の変動は、実験開始から W-up 前までは、「楽である」または「かなり楽である」と申告していた。W-up 開始から徐々に上昇し、主運動後には、「非常にきつい」または「かなりきつい」と申告していた。また、実験終了後は下降し、平均的に「ややきつい」から「楽である」の間の申告であった。実験中、有意差は認められなかった。

温冷感の変動は、実験開始から W-up 前までは、「少し涼しい」または「涼しい」と申告していた。W-up 開始から W-up 後にかけて、暖かい方向へ上昇し、「ふつう」または「少し涼しい」と申告していた。W-up 後から主運動前にかけて、寒い方向へ下降し、主運動後には上昇した。主運動終了後には再度下降し、「少し涼しい」または「涼しい」と申告していた。主運動前の申告において、各条件間では、実験 3 が他の 3 条件と比較して有意な高値を示した (p < 0.05)。

6. ロンベルグ率および直腸温の変動と水分損失量

ロンベルグ率は、各条件毎に比較し、外周面積、総軌跡長を図 4 に示した。いずれにおいても、主運動前の測定においては実験 3、実験 4 が実験 1、実験 2 よりも高値を示す傾向が見られ、外周面積の主運動前の測定では実験 3 が実験 2 と比較して有意な高値を示していた (p < 0.05)。主運動後にも同様の傾向が見られたが有意な差は認められなかった。また、W-up を自転車エルゴメータで行った場合には、実験前の測定と比較して主運動前の測定で、低下が見られた。

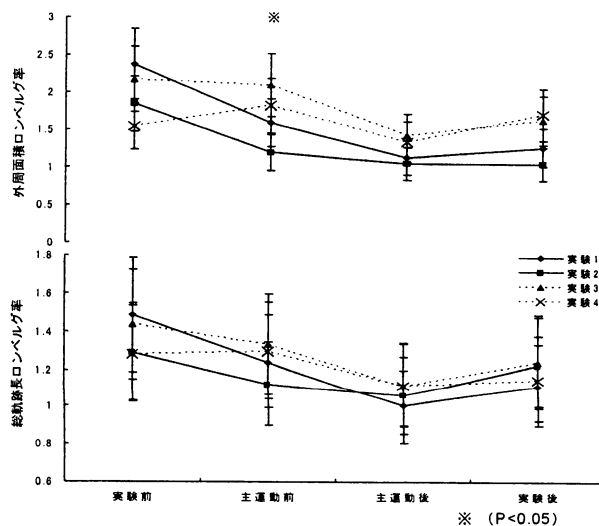


図 4 ロンベルグ率の変動

直腸温の実験中の変動について、実験 1、実験 3 を図 5 に示し、実験 2、実験 4 を図 6 に示した。実験 1 と実験 3 では、実験開始から 30 分まで差がみられず、30 分から 40 分の 10 分間では実験 3 の方が上昇し、40 分以降実験 3 が実験 1 に比較して有意な高値を示した ($p < 0.05$)。実験 2 と実験 4 では、31 分までは、差は認められなかったが、31 分から 39 分と 42 分から 47 分に実験 4 が有意な高値を示した ($p < 0.05$)。また、回復期においては有意な差は認められなかった。

水分損失量より水分欠乏率を算出した。水分損失量は、約 100 g - 330 g の間であり、水分欠乏率は全ての被験者が 1%未満であった。

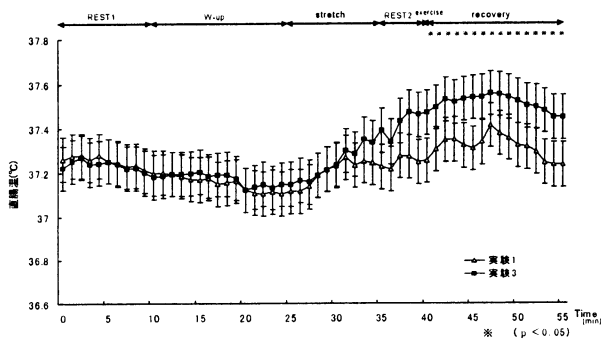


図 5 直腸温の推移 (実験 1, 実験 3)

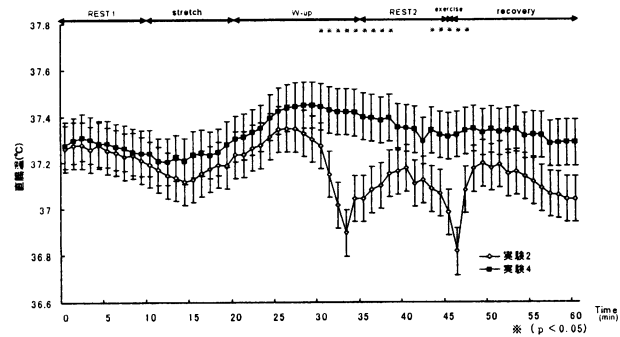


図 6 直腸温の推移 (実験 2, 実験 4)

IV. 考察

1. W-up 中における生理的応答の変動

W-up 中において、強度を事前に調整していたため、% $\dot{V}O_{2max}$ 、心拍数には差は見られず、同程度の強度であった。このことから、関連動作と非関連動作がパフォーマンスに及ぼす影響や W-up から主運動までの時間の短縮の影響を検討することができるものと考えられる。

直腸温においては、トレッドミル走の場合が自転車エルゴメータの場合と比較して、有意差は認められなかったものの、常時高値を示す傾向にあった。これは、上半身をほとんど動かしていない自転車エルゴメータと比較するとトレッドミル走においては全身運動により、産熱

量が増加していたためと考えられる。

2. 主運動開始時の生理的応答とパフォーマンス

本研究では、主運動を POWERMAX-V を用いて 40 秒間の最大努力で行うこととした。そのため、関連動作を自転車エルゴメータ、非関連動作をトレッドミル走として実験を行った。これまでの先行研究では、関連動作が効果ありと報告されているものと効果なしと報告されているものが半々ほどである。また、石河 (1973) は、W-up は日常的に必ず実施されているのにもかかわらずその効果については、必ずしも一致しないと報告している。本研究では、W-up をトレッドミルにて行った場合では、自転車エルゴメータにて行った場合と比較して、直腸温において有意な高値を示した ($p < 0.05$)。このことから、関連動作である自転車エルゴメータよりも非関連動作であるトレッドミル走の方が体温を上昇させる効果が大きいものと思われる。パフォーマンスについては、小林ら (1988) によれば、最もよいパフォーマンスが発揮できるとされる心拍数は、100-110beat/min とされており、心拍数が 120 beat/min を超えたり、80 beat/min 以下の水準ではあまりよい成績が得られないと報告されている。本研究では 120 beat/min を超えたり、80 beat/min 以下のケースは認められなかった。小林ら (1983) によれば W-up の有無にかかわらず、直腸温が 37.4°C ~ 37.7°C でもっともよいパフォーマンスが得られたと報告している。本実験においてもその範囲内にあった実験 3 のパフォーマンスが他の 3 条件と比較して高値を示したことから、常温環境や暑熱環境と同様に寒冷環境下においても主運動開始時の直腸温のレベルがパフォーマンスに影響を及ぼすことが示唆された。

また、本研究では W-up から主運動までの休息時間を 5 分および 10 分で行った。REST2 が 10 分の実験 2、実験 4 においては W-up の最後にストレッチを入れていることから器具による W-up 終了 20 分後に主運動を実施したことによる。寒冷環境下においては、身体から空気中への熱放散が促進されるため直腸温や筋温などの低下が早く大きいことが一般的に認知されている。そのため、W-up と主運動間の休息時間が短い方が W-up により上昇させた体温の保持が行いやすく、望ましいとされる体温に留めておくことが可能であると考えられる。特にパワーでは 3 名が REST2 が 5 分の場合で 30W 程度高値を示しており、そのうちの 2 名は心拍数 100-110beat/min、直腸温 37.4°C ~ 37.7°C の範囲内であったことから、REST2 の時間が短いほうがより高いパフォーマンスを発揮することができる可能性があると考えられる。そのため、競技会等では開始直前までできる限り体を動かし、これまでに報告されている心拍数や直腸温にできる限り近づける、または維持することが必要となるものと思われ

れる。

また、酸素摂取率においては、有意差が認められなかったことから、W-up の負荷装置及び休息時間の差異は呼吸効率には影響しなかったものと考えられる。

3. 回復期における生理的反応

回復期において、酸素摂取量に差は認められなかった。Wattら(1975)は、W-upを変えて主運動後の酸素摂取量の経過に差は見られなかったと報告していることからW-upが主運動後の酸素摂取量に影響することはないものと考えられる。心拍数においては、実験3、実験4が実験1、実験2と比較して6分、7分に有意に高値を示した($p < 0.05$)。回復期の直腸温は、実験3、実験4が実験1、実験2と比較して高値を示し、実験3が、実験1と比較して回復期開始から終了まで有意に高値を示した($p < 0.05$)。これは、W-upによる体温の上昇や主運動のパフォーマンスの差異の影響により回復期の直腸温や心拍数の経過に差が見られたものと思われる。

4. 主観的感覚

主観的運動強度においては、有意な差が認められなかった。しかし、実験中の変動では、4条件すべてにおいて主運動での急激な上昇や回復期の下降が見られた。山地(1981)は、主観的運動強度は疲労感や努力感のような主観的な指標が一つの基準となっていることから、このような精神状態の主観的運動強度への影響は避けられないと報告している。このことから、主運動による強度の高い運動によって強い疲労感や努力感を伴うと考えられる。また、回復期における低下は運動による疲労の軽減によるものと考えられる。

また、温冷感においては、主運動前の申告において、実験3が他の3条件と比較して有意に高値を示した($p < 0.05$)。

中井(1983)は、温冷感や快適感は深部体温や皮膚温によって影響されると報告している。そのため、直腸温の上昇度の違いによって温冷感の申告に差が認められたものと考えられる。

5. ロンベルグ率および直腸温の変動と水分損失量

重心動揺計でのロンベルグ率は、外周面積、総軌跡長の2項目について実験開始直前、主運動の前後、実験終了後の計4回求めた。本研究では、ロンベルグ率を開眼時のバランスの指標として測定した。ロンベルグ率は、その値が高いほど開眼時のバランスがよいとされている。特にスピードスケートなどのバランスが重要な滑走競技においては、高値を示すほど高いパフォーマンスを得られる可能性があるものと考えられる。外周面積、総軌跡長いずれにおいても、実験前と主運動前を比較して、

実験1、実験2のW-upを自転車エルゴメータで行った場合に低下が顕著に現れていた。また、主運動前における外周面積のロンベルグ率においては、W-upが自転車エルゴメータよりもトレッドミルの方が有意($p < 0.05$)な高値を示した。また、実験3のパフォーマンスが特に高かった。これらは、トレッドミル走での腕を振る動作が脚負担を軽減し、ロンベルグ率の低下が抑制されたものと思われる。そのため、レース開始時までロンベルグ率が高値のまま維持されれば、高いパフォーマンスが発揮できる可能性が考えられる。主運動後の測定では、いずれの実験においても外周面積、総軌跡長共に低下が見られるが、これは、主運動による疲労の影響であると思われる。実際の競技会においてもレース終盤にバランスを崩して転倒する選手が見受けられるが、その状態が現れているものと思われる。特に身体バランスの必要なスピードスケートにおいては、過度なW-upはロンベルグ率を低下させ、スキルの低下やバランスを崩すことによる失速、最悪の場合には転倒などのミスを招く可能性が高くなると考えられる。

直腸温の変動では、特に実験3において、30分を経過してから他の3条件よりも比較的高く推移していた。しかし、実験1、実験3と実験2、実験4の間では、W-upにおける順序が異なるため検定はせず、同内容のW-upである実験1と実験3、実験2と実験4にて検定を行った。実験3と実験1では、30分を経過するまではほとんど同様な傾向で推移していたが、徐々に実験3が高値を示し、40分以降実験終了まで実験3が有意に高値を示した($p < 0.05$)。W-up後直ぐに主運動を行っているためほとんど影響はみられなかった。実験2と実験4では、器具によるW-upの終りにかけて上昇し、31分から39分と42分から47分に実験4が有意に高値を示した。これは、主運動前に前室にてREST2をとっているため、実際の競技会では屋外にてW-upを行い、その後暖かい控え室に戻った場合に同様な傾向がみられるものと思われる。このREST2を前室ではなく人間環境計測制御装置内で行った場合、実験2では36℃台のまま推移している可能性が高いことが考えられ、実際の競技会では屋外にてW-upを行い、そのまま屋外にいた場合と同様な傾向がみられると思われる。

また、図5と図6を比較するとW-up中の内容が違うということもあると考えられるが、W-up途中からW-up終了にかけて実験3、実験4において上昇傾向にある。そのW-up内容がトレッドミル走であることからエルゴメータでの自転車漕ぎの場合には、着衣量を増やすなどしての直腸温などの体温の低下を防ぐことを考える必要があると思われる。

体重減少量については、特異な被験者はいなかった。さらに、体重減少量は、約100gから300g程であった。

また、体重に対する概略値である水分欠乏率では、1%以下であり、体重減少量はごく少量であった。菅谷(1999)は、一般的に体重に対する概略値で2%の水分欠乏率となると運動能力や体温調節機能が低下すると報告している。しかし、本実験では、1%を超えることがなかったことから、水分損失による体重減少の影響で運動能力や体温調節機能が低下したということはなかったものと思われる。

6. 寒冷環境下における W-up の検討

本研究においては、競技会時と同様な環境条件下にて、実験を行った。しかし、常温環境下での目安とされる体温までの上昇は実験3にしか見られなかった。芳田(2001)は、寒冷下運動時の深部体温の上昇は環境温度よりも運動強度の影響が大きいとしていることから、寒冷環境下においては、体温に対する気温や風の影響が大きい、全身運動による産熱や着衣により体温低下を防ぎ、体温を上昇させることができると考えられる。

スピードスケートなど屋外にて W-up を実施しなければならない状況が多い冬季種目においては、特に体の保温を考えウインドブレーカーやオーバージャージなどを着用し、その上にスキーウェアを着用するなどの対策をとることが望ましい。また、できる限り全身運動により体温を上昇させ、W-up 終了後は体温低下を防止することがパフォーマンスを最大限に発揮するために有効であると考えられる。本研究においては、アンケートの結果に多くみられたランニングや自転車エルゴメーターの後にストレッチや体操を行った場合よりストレッチや体操を行い、その後にランニングや自転車エルゴメーターを行った方がよいパフォーマンスの発揮がみられたことから、これまでの W-up の順序を見直す必要があるものと考えられる。

また、体温の上昇により発汗の増加が考えられ、逆にその発汗によって W-up 終了から競技までの間に皮膚からの放熱により体温の急激な低下が起こることも考えられる。そのため、寒冷環境下における種目においては W-up を自覚的に発汗が起こらず体が温かく感じる程度にとどめておくか、W-up 終了後に汗のふき取りなどの処理をしっかりと行い、体温の低下の小さいうちに競技が開始できるように調整する必要があるものと考えられる。本研究においては、W-up 時に発汗の認められた被験者はいなかったため、強度の高い W-up による検討も行う必要があるものと考えられる。

また、本研究では、自転車エルゴメーターでの W-up ではハンドルを持った状態で漕いでいた。しかし、足に合わせて腕を振る動作を入れることで、トレッドミルと同様の全身運動にて体温を上昇させることが可能となるかもしれない。また、これまでに関連動作による研究にお

いて効果が確認されている場合もある(石河ら 1983)。これらのことから、体温の上昇、維持と関連動作の作用によりさらに能力を発揮できる可能性も高いと考えられるため、さらに研究を重ねる必要があるものと思われる。

V. 文献

- Watt, E.W., and J. I. Hodgson (1975) The effect of warm up on total oxygen cost of a short treadmill run to exhaustion. *Ergonomics*, 18 (4) 397-401
- 大平充宣訳(1983)運動生理学の基礎. ベースボール・マガジン社:東京, p.320-321.
- 安田好文・油座信男・伊藤宏(1983)ウォーミングアップが運動時の生体機能に及ぼす影響について. *デサントスポーツ科学* 4:251-264.
- 渡部和彦(1988)冬季競技のウォーミングアップとクーリングダウン. *Japanese Journal of SPORTS SCIENCES* 7 (10):647-652.
- 猪飼道夫・石河利寛訳(1963)運動の生理学. ベースボール・マガジン社:東京, p.17-23.
- 石河利寛(1973)ウォーミングアップの生理学. *体育学研究* 18 (1):1-8.
- 小林寛道・近藤孝晴・桜井伸二・桜井佳世(1983)温度環境(19°C, 32°C)とウォーミングアップ運動量が最大運動遂行能力に与える影響について. 昭和58年度日本体育協会スポーツ科学研究報告6:4-16
- 後藤真二・池上晴夫(1991)ウォーミングアップがパフォーマンスと有酸素および無酸素性エネルギー代謝に及ぼす影響. *デサントスポーツ科学* 12:285-294.
- 浅見俊雄・万木良平・山崎省一ウォーミングアップクーリングダウンに関するアンケート調査. 昭和58年度日本体育協会スポーツ科学研究報告6:51-55.
- 石河利寛・青木純一郎・浅見俊雄・小林寛道・宮下充正・万木良平・金子敬二(1983)ウォーミングアップとクーリングダウンに関する研究. 昭和58年度日本体育協会スポーツ科学研究報告6:1-3.
- 小林寛道(1988)陸上競技のウォーミングアップとクーリングダウン. *Japanese Journal of SPORTS SCIENCES* 7 (10):642-646.
- 中井誠一(1983)夏季運動時の温熱環境と温熱ストレス. *日本体育大学紀要* 12:85-91.
- 菅屋潤壹(1999)体温調節の働き. *スポーツ医科学*. 杏林書院:東京, p.197.
- 石河利寛・青木純一郎・浅見俊雄・小林寛道・宮下充正・万木良平・金子敬二(1983)ウォーミングアップとクーリングダウンに関する研究. 昭和58年度日本体育協会スポーツ科学研究報告6:1-3.
- 山地啓司・橋本一隆・橋爪和夫(2000)トレッドミル走における持続時間と生理学的応答の変動. *体育学研究*

45 (1) : 15-23.

芳田哲也 (2001) 寒冷下での運動とトレーニング. 宮村

実晴編新運動生理学 (下巻). 真強交易医書出版部 : 東京, p.273-280