

## 障害者スポーツの運動処方に関する研究 車いす マラソン競技者の運動中の温度変化について

その他のタイトル	Research on Exercise Prescription for Physically Impaired Athletes: Thermoregulatory Responses in Wheelchair Racing
著者	三浦 敏弘, 小田 慶喜
雑誌名	關西大學文學論集
巻	52
号	2
ページ	31-41
発行年	2002-11-30
URL	<a href="http://hdl.handle.net/10112/1924">http://hdl.handle.net/10112/1924</a>

# 障害者スポーツの運動処方に関する研究 ——車いすマラソン競技者の運動中の温度変化について——

三 浦 敏 弘・小 田 慶 喜

## I. 緒 言

従来トレーニング処方や運動処方に関する研究は、健常者の健康や競技生活を課題としてとらえ評価することに重きが置かれている。我々は、大学における体育実技を担当し、運動処方を基礎にした健康教育の必要性を痛感している。しかし、身体に障害をもつ学生を対象とした場合、基礎となる運動処方に関する研究の領域に限界を感じざるをえない。本来、体育は人間が平等に実施できるものであり、平等にその権利を有することに疑問の余地はない。大学の教育においても学生は平等に学ぶ権利を有し、基本的により健康的生活を享受するものと考えられる。障害を有する受講者を対象とした場合、プログラムの開発や運動処方の指標の不備から、その平等性が歪められているのが現状である。現代社会においても、基本的な生活を営む権利の段階で、多くの障壁が存在するのである。スポーツトレーニングの理論や運動処方の実践が広く受け入れられ、社会における医療や福祉は十分に受け入れられているような錯覚を受けるが、現実には多くの問題を含んでいる。特に障害を有しながらも、さらに高いレベルで積極的に記録や技術の向上に、努力している障害者スポーツ競技者においては、競技者としてのトレーニング指標の存在は皆無に等しい。

障害者スポーツに関しては、オリンピック開催国でオリンピック開催年度にパラリンピックとして開催される競技の報道により、少しずつその実施状況が明らかにされつつある。しかし、事実を正確に伝え、判断材料としてのデータ伝搬としての役割を果たすメディアの働きとしての報道ではなく、視聴率競争

重視の商業放送としての目的の偏りから、多くの競技は編集段階で削除され、極めて一部の天才的能力を持った競技者にメディアは集中し、英雄の創造を産み出す機能のみが重視されている。それ以外の、ジャパンパラリンピックや身体障害者国体、市民レベルでの身体障害者競技については、報道関係者を含む社会全体の注目度は皆無と言ってよいのが実情である。しかし、Ludwig Guttmann によって創始され、パラリンピック競技開催の礎となったストックマンデビル車椅子競技大会<sup>1)</sup>や、中村 裕によって提唱された大分国際車椅子マラソンなどは、スポーツ文化の存在を知る上で重要な役割を果たすと考えられる。

本研究の基本的考え方は、積極的な競技者としてのトレーニング指標づくり、ならびに健康的生活が実践できる運動処方<sup>2)</sup>の基礎資料となる障害者スポーツの生理的反応を解析し、障害者が積極的に競技者として参加できるような指標づくりを実践することである。特に、競技を実施する環境条件やトレーニングの運動強度に関しては、健常者以上に注意が必要であり、より安全に競技を楽しむ環境が積極的に研究されなければならない。今回は初心者が参加することを想定し、車いすマラソン競技参加を希望する学生を被験者として、夏期と冬期のレースにおいて身体が受ける温度変化を中心に、レースやトレーニングをより安全に実践する課題を検討した。

## II. 方 法

障害者スポーツとして開催されている、車いすによるロードレース競技中の皮膚温度変化および心拍数連続測定を実施した。高温環境下のレースとして夏期開催のロードレース(7月下旬)、寒冷環境下のロードレースとして冬期開催のロードレース(11月中旬)を選択し、実際のレース中の測定を実施した。

競技中の皮膚温は VINE 社製の携帯用 4 チャンネル記憶装置 mac quarto VM 4-064 (重量約 320 g) を用いて連続測定された。測定機器は車いす駆動の妨げにならないように競技用車いすの後部に固定され、皮膚温度測定用のケーブル類は競技中の動きを規制しないように、粘着テープで余裕を持って固定された。皮膚温度の測定部位は、背部、胸部、下腿部の 3 カ所であり、さらに外

気温度の測定としてレース用車いすの後部地上 30 cm での温度変化を記録した。図 1 にレース用車いすと温度測定部位を示した。

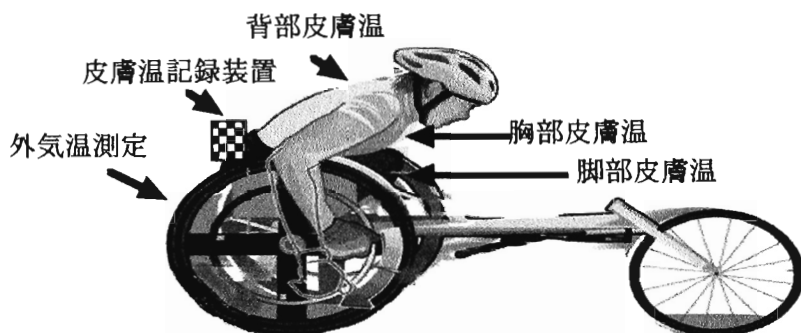


図 1. 車いす乗車ポジションと各温度測定部位

測定に協力した被験者は、20 歳の男子学生 1 名であり、障害の診断は第 12 胸椎脱臼骨折脊髄損傷による両下肢の機能全廃（12 歳時に受傷）が認められ、普段の生活は生活用車いすを利用している。通学等の移動は自ら自家用車を運転し、車の乗降や車いすの車内への収納等を含め基本的な生活は、全て自分で実施することができる。ただし、自力での座位姿勢の保持は不可能と診断され、胸部より下位筋肉の機能は低下している。

競技中の心拍数は VINE 社製の Memory Mac により連続測定された。被験者の身体的特徴は身長 160.0 cm、体重 51.2 kg であり、腕エルゴメトリーによる最大酸素摂取量は 37.6 ml/kg・min、最高心拍数は 198 拍/分であった。

### III. 結 果

高温環境下のレースとして、夏期開催のロードレース（7 月下旬）中の背部、胸部、下腿部、外気温度の変化を図 2 に示した。対象としたロードレースの距離はハーフマラソン（21.0975 km）であり、約 60 分でレースを終了ゴールしている。スタート地点でのアスファルトの上 30 センチの外気温度は 33.0°C を記

録している。レース直前の外気温、背部皮膚温度、胸部皮膚温度はほぼ同じ値を示している。外気温はスタートと同時に風を巻き込むことにより30°C以下へと低下し、レース終了後はスタート時とほぼ同じ気温に急速に変化することが認められる。車いすのロードレースにおいて最も大きな働きをする背部の皮膚温度は30°C以上を維持し続けることが認められる。胸部の皮膚温度は、空気の抵抗を受けることと、汗により湿ることでレース中低下する傾向を示した。下腿部により測定した脚部の皮膚温度の変化は、レース直前でも20°Cと低く、レース中はさらに低下する傾向が認められた。

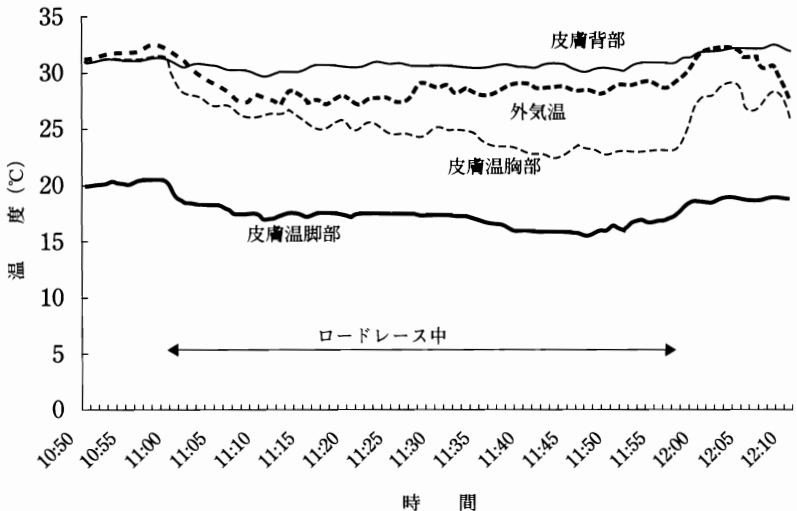


図2. 高温環境下での車いすレース中の温度変化

同様に寒冷環境下のロードレースとして冬期開催のロードレース(11月中旬)中の背部、胸部、下腿部、外気温の変化を図3に示した。対象としたロードレースの距離はハーフマラソン(21.0975 km)であり、やはり約60分でレースを終了ゴールしている。スタート地点でのアスファルトの上30センチの外気温は18.0°Cを示している。レース直前の背部皮膚温度、胸部皮膚温度は30°Cとほぼ同じ値を示している。外気温と脚部皮膚温度も20°C前後の同じ様な値を示

している。外気温度はスタートと同時にさらに低下することが認められた。寒冷環境下でも、車いすのロードレースにおいて最も大きな働きをする背部の皮膚温は 30°C以上を維持し続けることが認められた。胸部の皮膚温度は、空気の抵抗を受けることと、汗により湿ることでレース中は低下する傾向を示した。下腿部により測定した脚部の皮膚温度の変化は、レース直前でも 20°Cと低く、スタート直後低下し、レース中はほぼ一定の値を維持することが認められた。

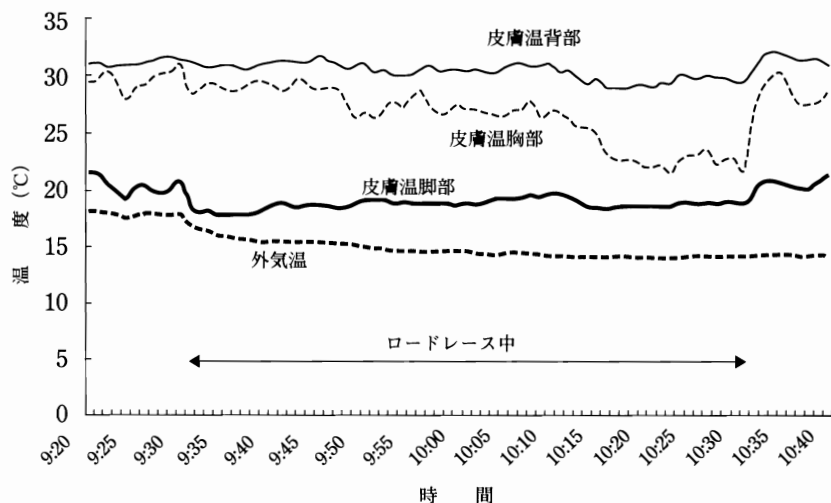


図3. 寒冷環境下の車いすレース中の温度変化

ロードレース中の連続測定により求めた平均心拍数は、高温環境下でのレースで177.7拍/分であった。また、寒冷環境下のレースにおける平均心拍数は175.5拍/分であり、有意な差は認められなかった。

#### IV. 考 察

高温環境下と寒冷環境下でのロードレースに参加し、その温度変化を測定した。環境温に関係なく、ハーフマラソンを両レースとも約60分でゴールしている。ロードレース開催の場所は異なるが、レースの高低差等よく似通ったコー

スであるため、同等の能力を発揮できたと考えられる。高温環境下でのスタート地点でのアスファルトの上 30 センチの外気温は 33.0°C を記録しているが、安全に競技を継続するため、夏期用のレースウェアを使用し、できるだけ露出部を多くする方法を取った。レース直前の外気温、背部皮膚温度、胸部皮膚温度はほぼ同じ値を示している。外気温はスタートと同時に風を巻き込むことにより 30°C 以下へと低下するが、強い筋力を継続して発揮する背部の皮膚温度は 30°C 以上を維持し続けることが認められる。胸部の皮膚温度は、空気の抵抗を受けることと、汗により湿ることでレース中低下する傾向を示すことから、背部への気流の流れを生じるような工夫が必要であることが示唆された。下退部により測定した脚部の皮膚温度の変化は、レース直前でも 20°C と低く、レース中はさらに低下する傾向が認められた。

寒冷環境下においては、レース中の体温の低下を防ぐために、冬季用のレースウェアを装着し、露出部を少なくするようところがけた。スタート地点での外気温は 18.0°C を示していたがレース中も外気温は低下する傾向が認められた。レース直前の背部皮膚温度、胸部皮膚温度は 30°C とほぼ同じ値を維持することができた。寒冷環境下でも、車いすのロードレースにおいて激しい働きをする背部の皮膚温度は 30°C 以上を維持し続けることが認められ、発汗をとまなうことから、ウェアや換気の機能を考える必要が示された。レース直前外気温と脚部皮膚温度も 20°C 前後の同じ様な値を示したことから、脚部の温度低下を心配し、下腿用のウェアを重ね着する工夫してレースに臨んだ。その結果、スタート直後低下するが、レース中はほぼ一定の値を維持することが認められた。背部、胸部、下腿部の 3 カ所における高温環境下および寒冷環境下での差は認められなかった。

障害を有していても健常者と同様に平等にスポーツを楽しむことは、これからの社会にとって重要な課題である。しかし、社会における福祉が充実してきたといわれる現代社会においても、障害を持ちながら競技者として自立し、スポーツを楽しんだり、競技スポーツに積極的に参加することへの認識は低いままである。運動処方やトレーニング処方でも健常者を対象に理論や実践が展開さ

れており、身体運動の指導に関わっている者においても、健常者が通常実施できる運動処方やトレーニング処方を障害を持っている人にそのままの利用が可能かどうかさえも示すことが出来ないのが実情である。障害者スポーツのための栄養やトレーニングの強度、トレーニングの種類等を車イスの競技を中心に解説したものは、求めてもなかなか入手することが困難であった。そこで、積極的に車イス競技に参加しようという学生の要請を受け、車イスマラソンレース中の生体情報を獲得することから始め、試行錯誤しながら障害者スポーツ実施者に適応した様式を求めるという方法しか取れないことは、厳しい現実である。小田<sup>2)</sup>は、車イスレース中の心拍数を連続測定し、その運動中の強度測定を実施しているが、一般的に与えられる理論ということにまでは至っていない。しかし、近年赤嶺と前田<sup>3)</sup>による「車椅子マラソン」というタイトルで、車イスでのロードレースを実践研究した著作が出るに至り、多くの競技者が科学的トレーニングの理論を試みるできるようになった。

さらに、効率の良いリムの操作を行うための競技者の車イス上でのポジションの決定などは、シートの高さやハンドリムの調整がより高いパフォーマンスを発揮するために重要な要素であることが報告されている<sup>4)</sup>。加えて、競技用車イスに関する技術研究の発展も記録の向上に大きな影響を与えている。米満<sup>5)</sup>によれば、競技用車イスの変遷は近年特に技術の改善がみられ、自転車競技のパーツ類の利用から独自の技術の発展へと著しい変化がなされていることを報告している。特にマラソン仕様の車イスの改善は、メカニカルな組み合わせや材質に集中するようになってきている<sup>7)</sup>。素材がスチールからアルミニウムやチタンへ、車輪が金属スポークからカーボンスポークへと変化し、競技用車イスの軽量化がはかられていることが競技成績に多大な影響を与えることになっている<sup>8)</sup>。しかし、このような工学的技術論だけでなく、指宿<sup>9)</sup>の報告にみられるように、車イスバスケットボール実施者である運動群と非運同群を比較して有酸素作業能力が運動実施群において有意に高いことを示していることを評価すれば、リハビリテーション医療終了後の定期的運動の実施におけるトレーニング効果も大いに評価するべきであろう。



障害者スポーツの実践においても、一般的なトレーニング処方にもられるように、技術、パワー、持久力等の向上を目指し競技特性を重視したトレーニング理論の展開がなされるが、体温調節機能等特殊な環境条件が複雑に絡むことが、安全で効率的なトレーニングを展開するうえで非常に難しい状況を生みだしている。一般的に発汗や皮膚血流量、深部体温の変動を効率的調整することによって、高い能力を発揮できることが競技により結果を引き出す条件となるが、トレーニングにより個人の環境温度への適応能力が高められることが認められている<sup>10)</sup>。しかし、脊髄損傷による体温調節機能の障害はトレーニングによっても回復が難しく、また環境への適応も難しいとされている。特に一般道路を使用して実施されるマラソン競技は、環境条件が競技に大きく影響を与える競技である。運動中の環境温度および体温の変化は、安全に身体運動を実施するために、注意しておかなければならない課題であることは、健常者のスポーツにおいても重要である。特に車いすマラソンの場合は、輻射熱の大きいアスファルト上を長時間走行し、地上30～50cmの高さに頭部を含む身体全体を暴露しなければならないため、暑熱対策は重要な問題であると考えられる。小田<sup>2)</sup>らの報告によれば、気温30～40°Cの変動に対し、胸部皮膚温度は20～32.5°Cの範囲で同じようなパターンの変動を示したが、下腿においてはレースの後半に向けて徐々に低下する傾向が認められたことを示唆している。脊髄損傷者の体温調節に関しては、健常者と同様の変化をしないであろうことは推測されるが、指宿ら<sup>11)</sup>によれば脊髄損傷者の上肢の動的運動が下肢の血流に及ぼす影響は、皮膚血流量の増加と筋血流量の増加が同様に起きるのではなく、上肢の運動筋で加熱された血液が下肢の皮膚血管へと分布し、体温調節に主として作用していることを報告している。下半身マヒ身体障害者の運動処方を検討する場合、下腿への正常な血液の循環をどのように維持するかが大きな問題となる。健常者においては筋のミルキングアクションによるポンピングによって、下腿からの血流の還流を助ける方法が取られるが、脊髄損傷者の下腿においてはその循環動態が明確にされていない。

今回対象としたマラソンレースは高温度環境下と寒冷環境下を選択して、競

技中の皮膚温度の変化を測定検討した。高温環境下において、下肢筋群の温度の低下を効率の良いラジエーターと考えてよいものか否か検討を要するところである。さらに、寒冷環境下のロードレース中の下腿皮膚温度の変化が走行時の環境温に類似してくることを予測したが、20°C前後で一定の値を維持することが認められた。このことは外気温度の影響を受け極度に下腿の温度が低下する可能性を、ウェアや風防等で防御することができる可能性を示した。Sawka<sup>12)</sup>や Buschbacher<sup>13)</sup>らは、脊髄損傷者の上肢と下肢の体温調節の難しさから、高温や低温環境下での身体運動には危険が大きいことを示唆している。貯留され冷却された血液が下腿の筋に与える影響、あるいは低温の血液の還流が循環器へどのような影響をおよぼすのかは、今後の検討を必要とするところである。高温環境下での運動においては、一般市民ランナーに対する注意と同じ方法で対処できるが、低温環境下においては、環境温度に機能を失っている脚の温度が接近していく現象をくい止める方法の開発が望まれる。今後の課題とし、脚抹消循環の体温低下による全身運動への影響を検討する必要がある。車いすを使用したロードレースは、健常者のマラソンと同様一年を通じて実施される状況になっており、環境温度を考慮した競技運営のあり方を今一度考える時期にある。夏期パラリンピックや冬期パラリンピックを実施する際には、より重要な問題点として安全で効果的な競技運営が求められる。

## V. まとめ

高温度環境下と寒冷環境下のレースとして、夏期開催のロードレース (7月下旬) と冬期開催のロードレース (11月中旬) 中の背部、胸部、下腿部、外気温度の変化を測定した。対象としたロードレースの距離はハーフマラソン (21.0975 km) であり、約 60 分でレースを終了ゴールした。

高温度環境下においてはスタート地点でのアスファルトの上 30 センチの外気温は 33.0°C で、レース直前の外気温度、背部皮膚温、胸部皮膚温はほぼ同値を示した。外気温はスタートと同時に 30°C 以下へと低下し、レース終了後はスタート時とほぼ同じ気温に急速に変化することが認められた。背部の皮膚温度

は30°C以上を維持し続けることが認められ、胸部の皮膚温度は、空気の抵抗を受けることと、汗により湿ることでレース中低下する傾向を示した。下腿部により測定した脚部の皮膚温度の変化は、レース直前でも20°Cと低く、レース中はさらに低下する傾向が認められた。

寒冷環境下においては、スタート地点でのアスファルトの上30センチの外気温は18.0°Cを示した。レース直前の背部皮膚温度、胸部皮膚温度は30°Cとほぼ同じ値を示していた。外気温と脚部皮膚温度は20°C前後の同じ様な値を示していた。外気温はスタートと同時にさらに低下することが認められた。寒冷環境下でも、車いすのロードレースにおいて最も大きな働きをする背部の皮膚温度は30°C以上を維持し続けることが認められた。胸部の皮膚温度は、空気の抵抗を受けることと、汗により湿ることでレース中は低下する傾向を示した。下腿部により測定した脚部の皮膚温度の変化は、レース直前でも20°Cと低く、スタート直後低下し、レース中はほぼ一定の値を維持することが認められた。

背部、胸部、下腿部の3カ所における高温環境下および寒冷環境下での差は認められなかった。

ロードレース中の連続測定により求めた平均心拍数は、高温度環境下でのレースで177.7拍/分であった。また、寒冷環境下のレースにおける平均心拍数は175.5拍/分であり、有意な差は認められなかった。

脊髄損傷者の上肢と下肢の体温調節の難しさから、高温度や低温度環境下での身体運動には健常者と比較して危険が大きいことが推測される。貯留され冷却された血液が下腿の筋に与える影響、あるいは低温の血液の還流が循環器へどのような影響をおよぼすのかは、今後の検討を必要とするところである。高温度環境下での運動においては、一般市民ランナーに対する注意と同じ方法で対処できるが、低温環境下においては、環境温に機能を失っている脚の温度が接近していく現象をくい止める方法の開発が望まれる。

参考文献

- 1) Wolf Arnold et al., Sport mit Rollstuhlfahrern, Johann Ambrosius Barth,134-143,1992.
- 2) 小田慶喜ら, 障害者スポーツの運動処方-車いすマラソン競技者の運動中の心拍数変動について-, 兵庫教育大学娯野体育研究会「健」10:14-18, 1995.
- 3) 赤嶺卓哉 前田究, 車椅子マラソン 医・科学的研究と実践指導-, 不昧堂出版, 79-121, 1997.
- 4) Higgs, C. An analysis of racing wheelchairs during the 1980 Olympic Games for the Disabled, Res. Q. Exerc. Sport 54:229-233,1980.
- 5) Walsh, C.M., G.E. Marchiori, and R.D. Steadward. Effect of seat position on linear velocity in wheelchair sprinting. Can. J. Appl. Sport Sci. 11:186-190, 1986.
- 6) 米満ら;スポーツ用車いす, 総合リハ, 21, 113-120, 1994.
- 7) Weege, R.D., Technische Voraussetzungen fuer den Aktivsport im Rollstuhl. Orthopedie-Technik 36:395-402, 1985.
- 8) 日本身体障害者スポーツ協会;車椅子スポーツの調査研究, 平成4年度調査研究報告書, 6-14, 1992.
- 9) 指宿ら;車椅子使用者の日常生活の身体活動量, デサントスポーツ科学, 11, 221-231, 1990.
- 10) 池上晴夫, 運動処方 理論と実際, 朝倉書店, 105-113, 1982.
- 11) 指宿ら;水銀ラバーストレンゲージ法からみた上肢運動における前腕および下腿血流量, 障害者体育・スポーツ研究会研究紀要, 15, 32-35, 1991.
- 12) Sawka M.N., Temperature regulation during upper body exercise: Able-bodied and spinal cord injured, Medicine and Science in Sports and Exercise, 21, S132-S140, 1989.
- 13) Ralph M. Buschbacher, Randall L. Braddom; Sports Medicine and Rehabilitation, A Sport-Specific Approach, Hanley & Belfus, Inc., 267-274, 1994.