

## 帽子着用が暑熱環境下の長距離走に及ぼす影響

吉塚一典<sup>1)</sup> 濱田臣二<sup>2)</sup> 川尾勇達<sup>3)</sup>

1) 佐世保工業高等専門学校 2) 北九州工業高等専門学校 3) 熊本高等専門学校

### Effect of wearing a cap on long-distance running in a hot environment

Kazunori Yoshizuka<sup>1)</sup> Shinji Hamada<sup>2)</sup> Hayato Kawao<sup>3)</sup>

1) National Institute of Technology, Sasebo college

2) National Institute of Technology, Kitakyusyu college

3) National Institute of Technology, Kumamoto college

#### Abstract

This study was conducted to examine the effects of wearing a cap on long-distance running during interval training (400 m × 10 sets) in a hot environment. The results showed an increase in tympanic temperature (T<sub>tym</sub>) up to 38.8°C ± 0.3°C with a cap and 38.7°C ± 0.3°C without a cap, indicating no significant difference between the two conditions. A significantly lower rating of perceived exertion despite the heat was observed during intervals in the subjects who did not wear a cap, thus revealing that the subjects were more comfortable without a cap.

These results suggest that wearing a cap did not attenuate T<sub>tym</sub> elevation during an approximately 20-minute long-distance run. Rather, it reduced the runners' comfort owing to the increase of sense of effort and heat.

#### I. 緒言

2020年の東京オリンピックでは、マラソンや競歩などの長距離種目にとって過酷な暑熱環境下での競技となることが予想されている。他にも中学、高校など各種全国大会も夏季に実施されている現状を鑑みると、熱中症などへの安全面のみならず、暑熱環境下でいかに競技パフォーマンスを発揮させるかも重要な課題である。

運動と体温の関係は多くの研究が行われてきたが、日本では1984年のロス五輪、1991年の東京での世界選手権開催を契機とし、日本陸連と日本体協のスポーツ科学研究所を中心に研究と対策が進められた。その結果、日本選手が暑熱下マラソンで好成績を上げたとともに、「熱中症予防ガイドブック」(川原ら1999)や「陸上競技の水分摂取マニュアル」(梶原ら1997)など、現場での熱中症予防対策の普及が進んだ。

一方、近年、脳温の上昇が疲労の要因となる(Nybo

et al 2008, Nielsen et al 2001) ことが明らかになった。つまり夏季の大会で成績を残すためにも、体温の上昇防止対策を考えることは重要なことである。

運動中の体温上昇を防ぐための様々な対応策(クーリング、給水、水かけ)も検討されているが、外部から入る熱を防ぐ「遮熱」も重要なことと考えられており、以前から炎天下での帽子の着用が呼びかけられている。帽子に関しては、着帽により鼓膜温や直腸温の上昇度や頭頂部の温度が低く抑えられること、発汗量が少ないこと(緑川ら1992, 寄本ら1982)など輻射熱を防ぐ効果が明らかにされているが、これらは気流のない状況を対象にしたものである。走ることで秒速5mほどの「強制対流」が発生するランニングは、他の運動種目に比べ多くの気流を前面から受けながら運動することになる。つまり、ランニング中の着帽は遮熱のメリットだけではなく、減風による放熱阻害のデメリットも併せ持つ可能性がある。しかし、このような特性を併せ

持つランニング中の着帽について、現場レベルで調べた研究はほとんど見られない。

そこで、本研究では長距離走時の帽子着用が、鼓膜温を中心とした生理学的指標並びに選手の感覚的指標に及ぼす影響について調べることを目的とした。

## II. 方法

### 1. 被験者

被験者はS高専の陸上競技部に所属し、中長距離を専門とする男子部員8名とした。全ての被験者には、実験の内容についてその危険性を含めて十分な説明をし、参加への同意を得た。被験者の身体特性は、年齢が $17.8 \pm 1.2$ 歳、身長が $171.5 \pm 3.7$ cm、体重が $57.7 \pm 4.8$ kgであり、5000m走のベストタイムは $16'01'' \pm 37''$ であった。被験者は実験前2日から実験終了まで学寮で生活させ、同一の食事を摂取させた。水分摂取についてはアップ開始以降、実験終了まで禁止した。

### 2. 実験手順

実験は、暑熱環境であり、かつWBGTの条件がほぼ同程度となった2日間（平成25年7月28日及び7月31日の10時～15時）を選んで、S高専の400mトラック（土質）で実施した。実験は、帽子を着用しない無帽条件（以下無帽）と、ランニング用メッシュキャップ（図1）を逆向き（つばが後ろ）に着用させた着帽条件（以下着帽）の2条件とし、全被験者がこの2日間で両方の条件の測定に参加した。なおウォーミングアップ（15～20分）時は両条件とも帽子を着用せず、帽子の着用はアップ後の測定を終えた時点とした。なお測定にはクロスオーバーデザインを用い、8名の被験者を①4名、②4名に分けて測定し、2回目には①、②の条件を入れ替えて測定を行った。

主運動は400m×10セットのインターバルトレーニングとし、400m走のペースは各自の5000mの記録を400mに換算した記録-1秒に設定し、各疾走間には1分間の休息をはさんだ。なおこのタイム設定は、本研究で用いた暑熱環境下において、ほぼ最後まで完遂できると予想されるものにした。インターバルトレーニングの時間は、休息时间も含めて約21分間であった。

ウォーミングアップを行う前には鼓膜温と体重を測定した（以下アップ前と呼ぶ）。その後15～20分のウォーミングアップを行い、10分間の休息



図1. 帽子および実験の様子

をはさんでから、再度鼓膜温と体重の測定を行った（以下アップ後と呼ぶ）。主運動を開始してからは、各疾走間の休息を1分間とし、休息時には毎回鼓膜温、心拍数（HR）、主観的運動強度（RPE）、主観的暑さ感覚（以下暑さ感覚）の測定を実施した。短時間で測定を完了させるため、被験者1名につき4名の検者が作業を分担し、鼓膜温の測定と同時進行でHRの確認および、RPE、暑さ感覚を口頭で回答させた。その後テント外でサーモショット（F30、Avio製）により表面温を撮影するまでを約50秒で終え、次セットのスタートの10秒前にはトラックに待機させた。また最終10セット目の終了後には、鼓膜温などとともに体重の測定を行った（以下運動後と呼ぶ）。

鼓膜温の測定は、直射日光の影響を受けないよう配慮し、ゴール地点内側に設置したテント内で赤外線式鼓膜体温計ジニアス（日本シャーウッド社製）を用いて実施した。測定に際しては、熟練した検者が外耳を後上方に引っ張って外耳道をまっすぐにし、センサー部分をできるだけ奥まで挿入して鼓膜の方へ向け、安定した数値が出るまで2～4回測定を行ってその最高値を採用した。環境温度の測定は、WBGT温度計（WBGT-103、京都電子工業株式会社製）を用いて20分間隔で測定した。体重の測定は、最小表示50gの体重計（UC-322、ユー・アンド・デイ社製）を用い、ランニングパンツのみを着用させた状態で汗を完全に拭き取ってから実施し、脱水率は（アップ前体重-運動後体重）÷アップ前体重×100で算出した。RPEはBorgの尺度の日本語版を用いて、被験者の暑さ感覚については、温冷感の中でも暑さに特化させた6から20までの15段階のスケール（表1）を作成し、数値を口頭にて回答させた。

### 3. 統計処理

各変数の測定結果は、平均値±標準偏差（mean ±

表 1. 主観的暑さ感覚

20	
19	非常に暑い
18	
17	かなり暑い
16	
15	暑い
14	
13	やや暑い
12	
11	暖かい
10	
9	快適
8	
7	やや涼しい
6	

表 2. 実験時の環境温

	H25年7月28日 14時～16時	H25年7月31日 10時～12時
WBGT	30.9°C (29.9～31.7)	31.3°C (31.2～31.5)
気温	32.6°C (32.1～33.3)	33.8°C (33.0～34.6)
湿度	52.0% (42.8～60.0)	54.0% (47.4～62.0)
風速 (近隣測候所値)	3.3m/s (南南西2.4～4.0)	3.7m/s (南南西2.4～4.3)
平均値 (最低値～最高値)		

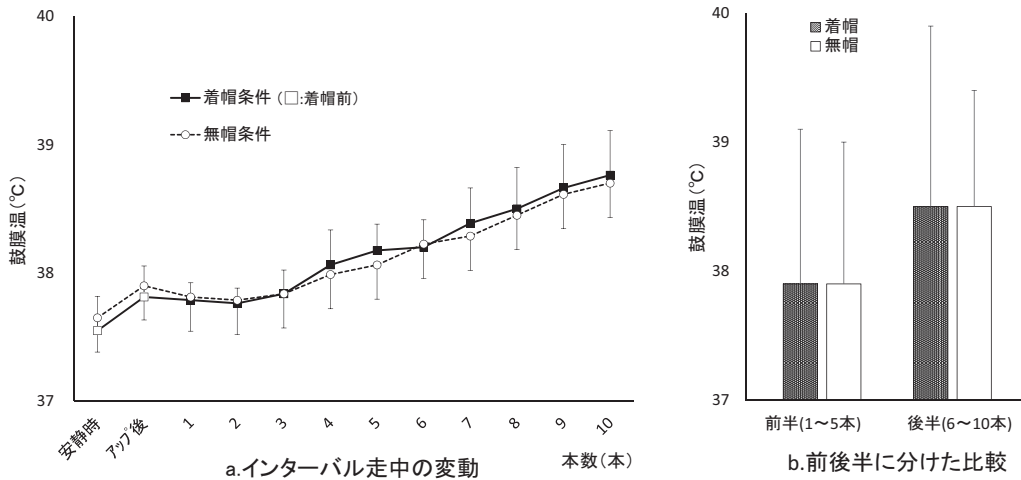


図 2. 鼓膜温 (平均±標準偏差)

SD) で示した。条件の評価は二元配置分散分析を用い、着帽の効果を検定した。平均値の差の検定には一元配置分散分析を、その後の検定には Tukey を用いた。また着帽の効果を前半と後半に分けて比較するために対応のある t 検定をおこなった。全ての統計処理には SPSS 23 を用い、有意水準は 5% 未満とした。

### Ⅲ. 結果

#### 1. 環境条件と運動の遂行状況

表 2 は、実験時の環境条件を示したものである。実験時の WBGT は、平成 25 年 7 月 28 日が平均で 30.9°C (29.9～31.7°C)、7 月 31 日が 31.3°C (31.2～31.5°C) と、ほぼ同等の条件であった。これを日本体育協会が示している「熱中症予防のための運動指針」(川原ら 1999) の基準にあてはめると、両日の全ての時間帯が「嚴重警戒」および「原則運動中止」に分類された。なお、本研究で設定した 10 セットのインターバルトレーニングにおいては、被験者全員が最後まで規定のペースに従って±1 秒以内で

走ることができた。

#### 2. 鼓膜温

図 2a は、インターバル走中の無帽と着帽の鼓膜温の変動を示したものである。両条件ともインターバル走のセット数が増えるにつれて鼓膜温が上昇し、最終セットでは無帽 38.7 ± 0.3°C、着帽 38.8 ± 0.3°C まで上昇したが、着帽の効果は認められなかった。図 2b は、10 本のインターバル走を前半 (1～5 本) と後半 (6～10 本) に分けて両条件の鼓膜温を比較したものであるが、両条件間に有意な差は認められなかった。

#### 3. 脱水率と HR

表 3 には、運動前に対する運動後の脱水率を示した。開始前からの脱水率は、無帽 1.6 ± 0.3%、着帽 1.4 ± 0.6% であり、条件間に有意な差は認められなかった。HR は、1 本目無帽 170 ± 7bpm、着帽 169 ± 6bpm から次第に上昇して 10 本目無帽 188 ± 8bpm、着帽 187 ± 6bpm となったが、いずれの本数においても両者に有意な差は認められなかった。

表 3. インターバルトレーニング前後での脱水率

	脱水率 (%)	
	無帽条件	着帽条件
安静時 vs 運動後	1.6 ± 0.3 (1.2 ~ 2.0)	1.4 ± 0.6 (0.2 ~ 2.3)

平均値 ± S D  
(最低値 ~ 最高値)

#### 4. 被験者の感覚 (RPE, 暑さ)

図 3a は、インターバル走中の RPE の変動を示した。無帽、着帽両条件ともセット数の進行につれて RPE も上昇し、最終セットでは無帽 16.4 ± 0.7, 着帽 16.9 ± 1.9 であったが、着帽の効果は認められなかった。図 3b は前半と後半に分けて RPE を比較したものであるが、いずれも着帽のほうが有意に高い値を示した。

図 4a は、インターバル走中の暑さ感覚の変動を示した。両条件とも最終セットの温熱感は無帽 17.1 ± 1.5, 着帽 17.1 ± 1.6 と同値であったが、

帽子の効果 (P<0.05) が認められた。図 4b は前半と後半に分けて選手の暑さ感覚を比較したものである。前半は着帽が 14.8 ± 1.3 と無帽 14.3 ± 0.9 に比べて有意に高い値を示したが、後半は条件間に差が見られなかった。

#### IV. 考察

##### 1. 生理学的指標 (鼓膜温を中心に) からみた検討

運動中の過度な体温上昇は、熱中症などの疾病を引き起こすとともに、競技パフォーマンスの低下をもたらすことから、給水 (Montain et al 1992, 森本 1987, 寄本 1995) やクーリング (Booth et al 1997, Cotter et al 2004, 井上ら 2009) などによる体温上昇抑制対策も多数研究されている。

しかし、実際の長距離走の現場で実践できる対策は限られており、夏季の 5000m レース直後にはほとんどの選手が高体温に陥り、40.5℃以上の鼓膜温を示した選手も多数みられることが報告 (吉塚

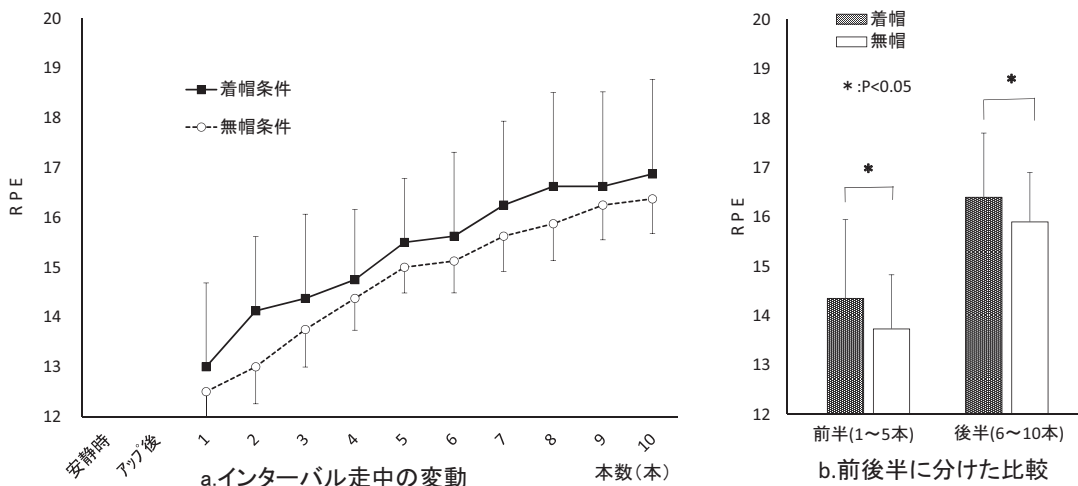


図 3. R P E (平均 ± 標準偏差)

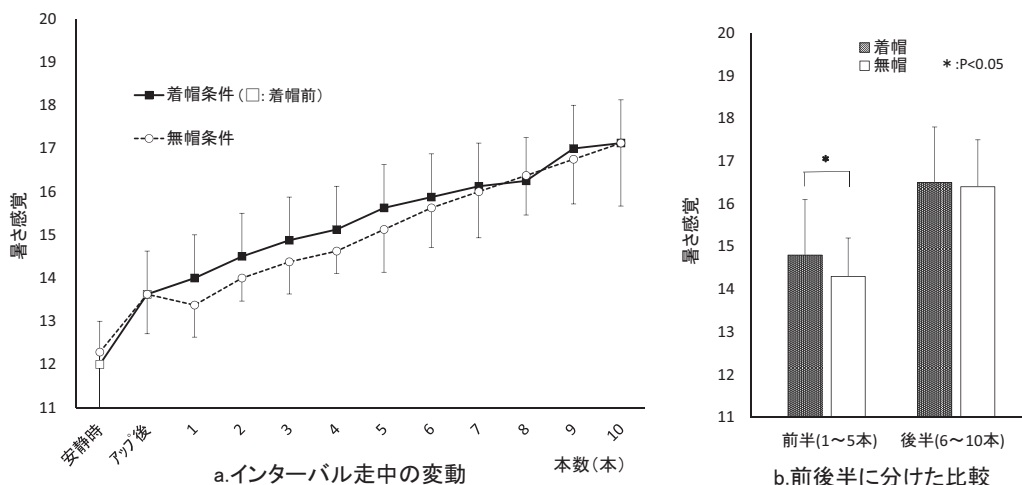


図 4. 暑さ感覚 (平均 ± 標準偏差)

ら 2007) されている。暑さ対策の中でも、最も普及している着帽の有効性については衆知の通りであるが、その中でも今回は 20 分程度のランニングを対象として、鼓膜温に注目して考察する。

今回用いた赤外線式鼓膜温計は、検者の手技により測定誤差が認められることも報告 (Lawrence et al., 1996; Briner, 1996) されているが、鼓膜への接触を必要とせず、瞬時に測定ができるため、選手への負担も少なく、実際のスポーツ現場で多数の被験者を対象とした測定に実用的であるといえる。また、鼓膜温は脳温を反映する (Benzinger, 1959; Mariak et al., 1994) と考えられていること、脳温の上昇が疲労の要因となる (Nybo 2008, Nielsen et al 2001) ことなどから、今回、着帽の効果を検討する 1 つの指標とした。

本研究における鼓膜温 (図 2) を見ると、最終セットで着帽条件 38.8℃、無帽条件 38.7℃とアップ後に比べていずれも 0.8 ~ 1.0℃上昇しており、帽の有無による差は認められなかった。このことにより、炎天下の長距離走 (20 分程度) においては、帽子を着用しても鼓膜温の上昇抑制には効果が低いことが示唆された。一方、着帽による鼓膜温の上昇抑制効果を示した報告 (緑川ら 1992) もみられることから、運動環境や運動時間などによりその効果が異なると考えられ、本研究結果は炎天下での帽子着用自体を否定するものではない。

次に、鼓膜温の変動 (図 2) をみると、1 ~ 2 本目にかけて鼓膜温の一時的な低下傾向を示したのちに上昇に転じた。この変動に関してはこれまでの研究でも多数報告 (岡ら 1999, 増田 1975) されており、増田は、運動開始とともに鼓膜温が一過性に低下し、被験者や運動強度に関係なく発現すること、また低下の程度は 0.03 ~ 0.09℃で、低下した鼓膜温が上昇を開始するまでの潜時は 4 ~ 6 分であると報告している。鼓膜温が一過的な低下するメカニズムについて、内田ら (1987) は、運動開始直後において交感神経作用により皮膚血管が収縮し、皮膚表面の冷たい静脈血が還流するとき、向流熱交換により冷却された動脈血が内頸動脈に流入して鼓膜温が下降するが、筋運動によって温められた血液が脳内に入るため鼓膜温は漸次上昇するとしている。そして運動時における鼓膜温の初期下降は、視床下部温と体温との差を大きくし、放熱を促進させると考えられている。

このような一時的な低下が見られる鼓膜温であるが、図 2 を見ると、無帽に比べて着帽の低下が小さいように見える。有意な差が認められるほどではな

いが、その変動パターンと被験者の主観的暑さ感覚 (図 4) が似ていること、並びに顔面温 (図 5) における無帽 1 本目の低下との関連性など興味深い点である。鼓膜温の一過性の低下には上述したメカニズムがあると理解したうえで、もう一つ気流の影響も考察したい。

頭部への送風に関しては、多くの研究で運動中の体温 (直腸温, 食道温) 上昇の抑制効果が確認 (Shaffrath et al 1984, Caputa et al 1980, Addams et al 1992) されており、鼓膜温を指標とした報告においても、気温 24℃の環境下で顔面に 3.75m/s の送風を行うことで鼓膜温が 0.7℃低下したことが報告 (Germain et al 1987) されている。逆に頭部をフードで覆って風を遮ると鼓膜温が上昇し、ごく軽い運動しかできなくなる (Canbanac et al 1979) ことから、頭部への気流の重要性が確認されている。

このような気流の影響も考えると、着帽における鼓膜温の低下が小さい傾向は、帽子で覆われた部分からの放熱が妨げられたことによる可能性も推察される。本研究では、帽子内の気流量の測定は出来ていないが、メッシュ生地であっても帽子が額や頭部に密着しており、風の抜け道がないことから気流の大半が阻害されていたのではないかと考えられる。今後、帽子内の気流量の測定およびその影響の検討が課題となろう。

顔面への送風によって鼓膜温が低下する機序については、Cabanac (1998) や Nagasaka (2000) らにより、発汗状態のヒト顔面への送風は汗の蒸発を促進し、その結果、顔面表層の血液が冷却され、その血液が眼角静脈経由で頭蓋内に流入し、鼓膜温が低下すると推察されている。

本研究では、サーモショットの画像から顔面部および頭頂部について、そのエリアの平均値を算出してみた。体表面の汗の影響なども懸念されるが、放熱の重要な効果器の役割を持つ頭部の状態を知るため、そのエリアの平均値を顔面温、頭頂部温として考察を加えてみる。

顔面温 (図 5(a)) は、走り始めると安静時の 35℃前後から両条件とも次第に低下して 33℃前後で推移し、帽子の有無による差は認められなかった。この結果は帽子を被っても顔面部分からの放熱は阻害されないことを示唆するものであり、帽子のツバを後ろ向き着用させたことで、顔面への気流がほとんど減じられなかったものと推察される。そのような中で、走り始めの 1 本目において、有意な差ではないものの無帽の値が着帽に比べて低下していた。

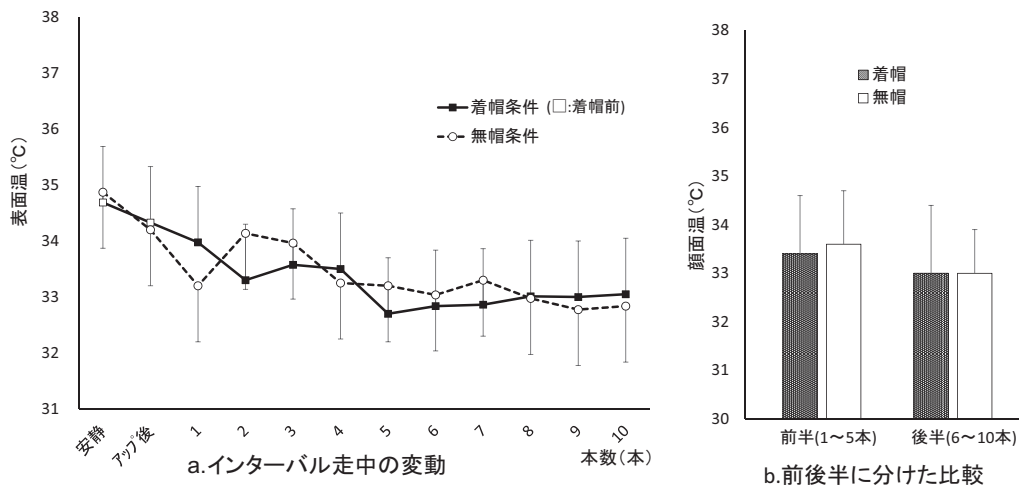


図 5. 顔面温 (平均± 標準偏差)

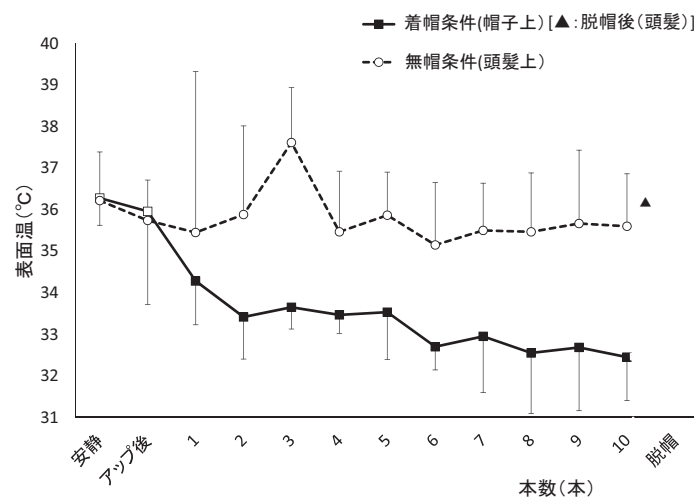


図 6. インターバル走中の頭頂部温 (平均± 標準偏差)

この点と、後述する被験者の暑さ感覚との関係性も興味深い。

次に頭頂部の温度 (図 6) の最終セット後をみると、無帽の頭髪上が  $35.4 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$  であったのに対し、帽子の生地は  $32.4 \pm 1.0^{\circ}\text{C}$  と低い値を示していた。しかし、着帽条件の被験者が帽子を脱いだ直後の頭髪上は  $36.2 \pm 1.8^{\circ}\text{C}$  を示しており、帽子内部は帽子上より  $4^{\circ}\text{C}$  ほど高かった。これは、帽子によって気流が妨げられ、頭部の表面温が下がりにくい状態であったことを示唆するものである。

鼓膜温の観点からの考察をまとめると、実際の長距離走では、着帽による遮熱のメリットは見られるものの、帽子に覆われた頭部からの放熱阻害のデメリットも生じていることが示唆され、両者が相殺されていると考えられた。

また、脱水率や、HR においても帽子の有無による差は認められなかった。寄本ら (1982) は着帽が水分損失を防ぐことを報告しており、本研究でも着帽が無帽より脱水率が低い傾向にあったが、有意な

差ではなく、脱水率には運動時間の影響も関与していると考えられた。つまり、本研究では運動時間が 20 分程度と短かったため明確な差が生じる前に運動が終了したとも推察され、より長時間に及ぶ運動であれば、また別の結果となることも考えられる。いずれにしても、20 分程度のランニングの場合、帽子の有無による生理学的 (鼓膜温, 脱水, HR) な影響は小さいと考えられた。

## 2. 被験者の主観的感覚から見た検討

次に、被験者の感覚や感想を観点に考察を進める。被験者の感覚からは、気流の影響の大きさが窺えた。RPE (図 3) は無帽の方が終始有意に低く、暑さ感覚 (図 4) においても前半は無帽の方がより低い値を示した。これは、顔面への送風により温熱快適感覚が向上したとする報告 (Brown et al 1982) と一致するものであった。また被験者の感想においても、着帽に否定的な意見 (帽子の中が蒸れて不快, より暑く感じたなど) が大半を占めた。

これらの結果は、同じ運動強度であっても、帽子を被ると被験者はよりきつく、より暑く、不快に感じていることを示すものであり、帽子着用のデメリットとなる要素を示唆するものである。Kissenら(1971)は、高体温時に送風その他の方法で頭部を冷やすと、同じ体幹部温であっても温熱的な心地よさが増大し、最大仕事量が増えたとし、頭部への送風の有効性を報告している。

すなわち20分程度の長距離走に限定すれば、直射日光が当たったとしても、帽子を被らず頭部に気流を当てた方が被験者はより快適に運動できることが明らかになった。

その一方で、無帽時に頭頂部が熱くなったという一部意見があったことや、暑さ感覚において後半は有意差が認められず両条件間がほぼ同値となった点も興味深い。すなわちフルマラソンや50km競歩などのより長時間に及ぶ競技の場合は、着帽による遮熱のメリットが増大する可能性があり、20分程度の本研究の結果をそのまま当てはめるわけにはいかないだろう。

先日のリオ五輪女子マラソンで、福土選手がゴール直後に帽子を脱いだ際に髪が相当濡れていた。TV映像であり、頭部への水かけの有無なども分からない状況ではあるが、東京五輪に向け、さらなるデータの蓄積と、用具を含めた暑さ対策も必要であると考えられる。

本研究は科研費(課題番号24500781 基盤C)の助成を受けたものであることを付記し、謝意を表す。

## V. 要約

本研究では、暑熱環境下で長距離走者がインターバルトレーニング(400m×10セット)を行った際の帽子着用の効果について検討した。

その結果、着帽条件、無帽条件のいずれも鼓膜温が上昇し、両条件下に有意差は見られなかった。被験者のRPE、暑さ感覚においては無帽の方が有意に低い値を示し、感覚的には無帽の方が快適性がより高いことが分かった。

これらの結果から、20分程度の長距離走においては、着帽の有無による鼓膜温などへの影響は少ないこと、また着帽には効果面だけではなく、努力感や暑さ感が増大したり、選手の快適感が低下してしまう側面も持っていることが示唆された。

## VI. 引用文献

- Addams, W. C., Mack, G. W., Langhans, G. W., Nadel, E. R. (1992) Effects of varied air velocity on sweating and evaporative rate during exercise, *J. Appl. Physiol.*, 73:2668-2674.
- Benzinger, T. H. (1959) On physical heat regulation and the sense of temperature in man, *Proc. Nat. Acad. Sci.*, 45: 645-659.
- Booth, J., F. Marino, J. J. Ward (1997) Improved running performance in hot humid conditions following whole body precooling, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 29:943-949.
- Briner, W. W. (1996) Tympanic membrane vs rectal temperature measurement in marathon runners, *JAMA.*, 276: 194.
- Brown G A, Williams GM. (1982) The effects of head cooling on deep body temperature and thermal comfort in man, *Aviat Space Environ Med* 53(6):583-586.
- Cabanac, M., Caputa, M. (1979) Open loop increase in trunk temperature produced by face cooling in working humans., *J. Physiol.*, 289:163-174.
- Cabanac, M. (1998) Selective brain cooling in humans, *FASEB. J.*, 7: 1143-1147.
- Caputa, M., Cabanac, M. (1980) Muscular work as thermal behavior in humans, *J. Appl. Physiol.*, 48: 1020-1023.
- Cotter, J. D., G. G. Sleivert, W. S. Roberts, M. A. Febbraio (2004) Effect of pre-cooling, with and without thigh cooling on strain and endurance exercise performance in the heat, *Comp. Biochem. Physiol., A. Mol. Integr. Physiol.*, 128:667-677.
- Germain, M., Jobin, M., Cabanac, M. (1987) The effect of fanning during recovery from exercise hyperthermia, *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, 65:87-91.
- 井上修平, 山本正嘉 (2009) 暑熱環境下と快適環境下における運動間の休息時に行うアイシングの効果. *トレーニング科学*, 21(4): 357-368.
- 川原貴, 朝山正己, 白木啓三, 中井誠一, 森本武利 (1999) 熱中症予防ガイドブック, 日本体育協会.
- 梶原洋子, 山本正彦 (1997) 陸上競技の水分摂取

- マニュアルーアスリートのための暑さ対策ー, 財団法人日本陸上競技連盟.
- Kissen, A. T., Hali., J. F., Klemm, F. K. (1971) Physiological responses to cooling the head and neck versus the trunk and leg areas in severe hyperthermic exposure, *Aerospace Med.* 42:882-888.
- 緑川知子, 登倉尋実 (1992) 暑熱放射熱存在下における帽子着用が温熱生理反応に与える効果, *日本家政学誌*, 43(5):421-427.
- Lawrence, E. A., E. Yoran, E. G. John, M. H. Emily, W. H. Roger, O. R. William, D. T. Paul. (1996) Heat and cold illnesses during distance running, *Med. Sci. Sports Exerc.*, 28(12): i-x.
- Mariak, Z., J. Lewko, J. Luczaj, B. Polocki, M. D. White (1994) The relationship between measured human cerebral and tympanic temperatures during changes in brain temperatures, *Eur. J. Appl. Physiol.*, 69: 545-549.
- 増田みつる (1975) 運動と体温, *東京慈恵会医科大学雑誌* 90:1-15.
- Montain, S. J., E. F. Coyle (1992) Fluid ingestion during exercise increases skin blood flow Independent of increase in blood volume, *J. Appl. Physiol.*, 73:903-910.
- 森本武利 (1987) 水分摂取と塩分バランス, *臨床スポーツ医学*, 4(10):1097-1103.
- 永坂鉄夫 (2000) ヒトの選択的脳冷却とその医学・スポーツ領野への応用, *日生氣誌*, 37: 3-13.
- Nielsen, B., T. Hyldig, F. Bidstrup, J. Gonzalez-Alonso, G. R. Christoffersen (2001) Brain activity and fatigue during prolonged exercise in the heat, *Pflugers Arch.*, 442(1): 41-48.
- Nybo, L. (2008) Hyperthermia and fatigue, *J. Appl. Physiol.*, 104: 871-878.
- Nybo, L., B. Nielsen (2001) Hyperthermia and central fatigue during prolonged exercise in humans, *J. Appl. Physiol.*, 91: 1055-1060.
- 岡孝子, 小原繁 (1999) 60分ペダリング運動時の外耳道温と局所発汗量の変動, *徳島大学総合科学部人間科学研究* (7):1-9.
- Shaffrath, J., D., Adams, W. C (1984) Effects of airflow and work load on cardiovascular drift and skin blood flow, *J. Appl. Physiol.*, 56:1411-1417.
- 内田欽司, 服部正明, 増田充 (1987) 運動および温浴初期における鼓膜温低下の意義, *体力科学* 36(1):44-45.
- 寄本明, 中井誠一, 芳田哲也, 森本武利 (1995) 屋外における暑熱化運動時の飲水行動と体温変動の関係, *体力科学*, 44:357-364.
- 寄本明, 岡本進, 玄田公子, 佐藤尚武 (1982) 運動時の着帽効果に関する実験的研究, *デサントスポーツ科学* (3):224.
- 吉塚一典, 山本正嘉 (2009) 暑熱環境下でのインターバル走トレーニング中における頭部への「水かけ」が鼓膜温上昇の抑制に及ぼす影響: トレーニング科学, 21(1):65-71.
- 吉塚一典, 山本正嘉 (2007) 暑熱環境下での5000mレースにおける体温上昇ー鼓膜温を指標としてー, *トレーニング科学*, 19(3):263-273.