

環境温度と運動

中川 功哉

北海道大学教育学部健康体育科学講座

Atmospheric Temperature and Exercise

Koya Nakagawa

Department of Health and Physical Education, Faculty of Education, Hokkaido University.

I. はじめに

日本の国土は南北に長く、この位置的あるいは地形的差に基づく各地域の四季の気候特徴があり、私達の生活はこのような地域の気候のもとに進行している。

日常生活における一般的身体活動を含め、運動も地域により差異があり、多彩に行われているが、快適に安全に実施されるためには高温あるいは低温の有する基本的な問題があり、環境温度と運動に関する課題解決が古くから積極的に推進されてきている。

然しながら、周知のように運動による傷害や事故は常に附随する問題であり、特に日本の夏季は高温と同時に高湿であるだけに、産熱の大きいスポーツの実施には生理的に不利な条件が重なるのである。

また、昭和20年代から30年代にかけて、いわゆる運動不足現象が指摘され、多くの機関でその対策も構じられてきたが、今尚、多くの指摘があり、尚一層の努力が望まれている。

II. 高温環境と運動・スポーツ

既述のように日本の気候は夏季には高温と同時に高湿となる特徴がある。試みに過去のオリンピック開催の世界各都市の気候図をみるとその特徴がよく分る。夏季における東京の高温、高湿、ベルリンの低温、低湿、ローマ、ロスアンゼルススの高温、低湿が対稱的である(図1)¹⁾。

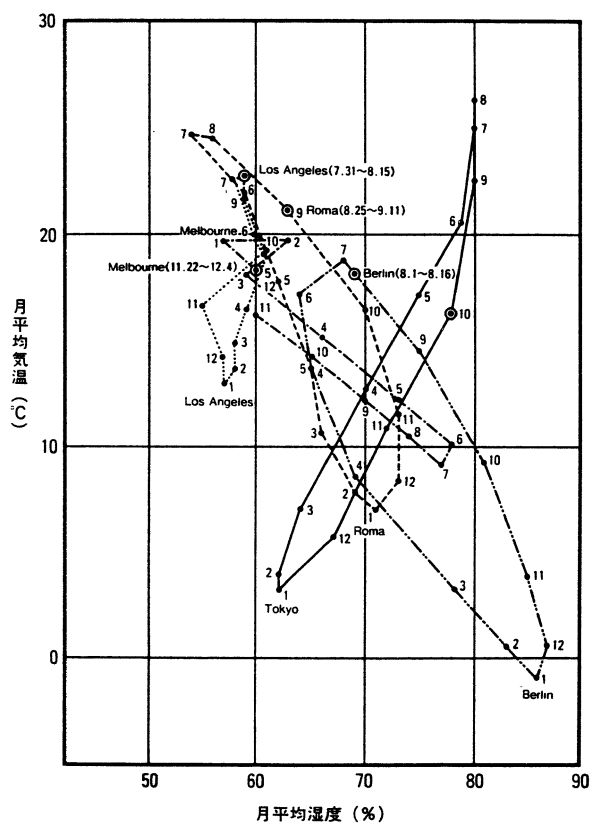


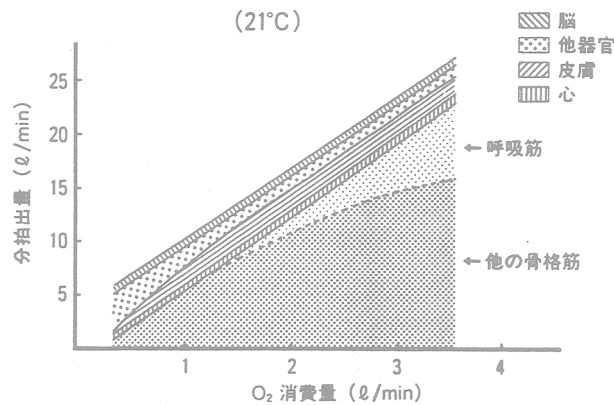
図1 オリンピック開催地の気候図

(理科年表より朝比奈作図 1962)

東京の7・8月は平均気温25℃以上、平均湿度80%であり、日中の最高気温は30℃を超えるのが普通であり、産熱の大きい運動・スポーツに於いては放熱のために著しい努力がはられるようになる。

1. 高温下の運動と循環血流

運動に伴い、活動筋への血流が大きく増すようになるが、環境温が高くない場合、放熱のための皮膚血流量も一定量で経過し、産熱、放熱のバランスが維持され、酸素消費量の大きい運動の遂行が可能である。ところが、高温下の運動ではこの血流配分が変り、圧倒的に皮膚血流が多くなり、同じ強度の運動でも全体の血流を多く要求するようになり、もしも、運動遂行のための血流量の



酸素消費量と全血流の分布 (BrouhaとRadford 1960)

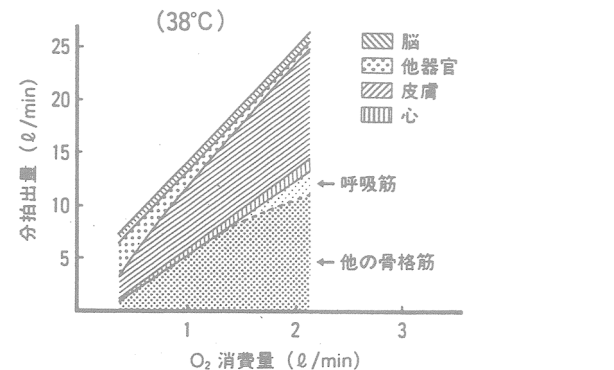


図2 高温環境における運動と血流の分布 (BrouhaとRadford)

(朝比奈：適応協関の生理学より)

均衡がとれないと、運動の能率をおとさざるを得ない(図2) 1)。

皮膚血流を多くし放熱体制に入った時に問題となるのは温度と共に湿度である。

例えば、15℃以下では放熱の大部分が輻射、伝導によって行われ蒸発による部分は極めて少ないが、環境温の上昇

と共に加速度的に蒸発の役割が増大してくる。38℃では全く蒸発のみで放熱が行われるようになる。

いうまでもなく、外気温が高い程、水分蒸発が盛んに行われるが、これを大きく左右するのが湿度の大小である。

2. 高温下の競技能力と疲労

—陸上競技選手、北海道と九州の比較—

夏季に於いても比較的涼しい気候下に生活している北海道の選手にとって、盛夏の本州での競技大会でいつも問題となるのはこの暑さ対策である。

1981年、横浜で開催されたインターハイに出場する北海道代表高校選手について、陸上競技選手を中心に「暑さに関する基本的な調査」を行い、同時に九州代表高校選手との比較を行った²⁾。以下、調査結果の概要をのべる。

まず、トラック競技において短距離種目で記録の向上する傾向もみられたが、長距離種目特に5000mでは本道代表選手は顕著な記録低下が発現している。フィールド競技においては6種目中、九州代表選手は3種目に記録の向上があったが、本道代表選手は1種目(走幅び)のみで、影響の強かったことが分る。

北海道代表選手の競技実施時の気象条件を全道大会と全国大会を種目毎にみると、最高の差で気温で10℃、気湿で20%、全国大会で高かった。

疲労に関して、本道選手は男女共に「大変疲れた」が多く(本道男女約3割、九州男女約1割)、その症状も「汗の出が激しい」(本道男女約4~5割、九州男女約1~2割)、あるいは「食欲が不振である」(本道男女約4~5割、九州男女2割~4割)も本道選手は高率で、暑さの影響を強く受けていることが分る。

また、遠征時に競技能力がよく発揮できなかった理由として、本道の選手は「暑かった」を高率にあげているのである。

暑さ対策の内、飲食については「食事を十分とるよう努めた」は大きな差はなかったが(本道男女2~3割、九州男女3割)、「冷たい飲み物を多くとった」は本道選手が高率であった(本道選手男女1~3割、九州選手男女1割)。

休息、休養についてみると、本道選手の「シャワーや風呂を使う」が高率であり(本道男女3~5割、九州男女0~1割)、また「睡眠をよくとるように努めた」が高率であった(本道男女3~5割、九州男女3割)。

しかしながら実際の睡眠をみると「少し悪かった」「大変悪かった」の合計は九州選手の2~3割に対し、本道

選手は5～6割の訴え率があり、睡眠不良に陥いる選手が多い。

そして、眠りの不良状況として「寝つきが悪かった」(本道男女3割、九州男女1割)が多かったが、「夜中に

表1 遠征時の睡眠状況 (道体協スポーツ科学委員会 1982)

あなたが競技会等に遠征した時の睡眠の状態はどうでしたか。

	1. 大変良かった	2. 少し良かった	3. ふつうであった	4. 少し悪かった	5. 大変悪かった	6. わからない	7. その他
北海道高校陸上							
男子	4 (8.2)	3 (6.1)	20 (40.8)	17 (34.7)	5 (10.2)		
女子	2 (7.7)	2 (7.7)	6 (23.1)	14 (53.8)	2 (7.7)		
九州高校陸上							
男子	5 (6.0)	10 (11.9)	46 (54.8)	20 (23.8)		2 (2.3)	1 (1.2)
女子	1 (2.9)	2 (5.7)	22 (62.9)	10 (28.6)			

【上の表で4.または5.と答えた人に】

睡眠の状態が悪かったのは、具体的にどのような状態だったのですか。

	寝つきが悪かった	目覚めが悪かった	眠りが浅かった	夜中に目が覚めた	わからない	その他
北海道高校陸上						
男子	14 (28.6)	1 (2.0)	5 (10.2)	8 (16.3)	1 (2.0)	4 (8.2)
女子	8 (30.8)	1 (3.8)	5 (19.2)	11 (42.3)		
九州高校陸上						
男子	13 (15.5)	1 (1.2)	3 (3.6)	5 (6.0)		2 (2.3)
女子	4 (11.4)	1 (2.9)	3 (8.6)	5 (14.3)		1 (2.9)

目が醒めた」も高率に現れていた(本道男女2～4割、九州男女1割)(表1)。

以上が調査結果の概要であるが、長年比較的低温に馴化している場合、高温、高湿環境下に於ける競技での急性の適応は、心身に過大な負荷を与えていることが分るのである。汗は蒸発して効力が発揮されるが、湿度の高さが効率を低下し、消耗の度合いが強まっていると思われる。

競技は最高度の精神集中が要求される。そのためには何よりも心身の疲労が払拭され、最高のコンディションが維持される必要があるが、疲労回復の基礎である睡眠にも強く影響していることから、高温、高湿条件は大きな不利を与えているとみなさざるを得ない。

一般的に温熱馴化は2週間で獲得されると考えられているが、これ丈の余裕をもって対処し得る場面はそう多くないのが現実と思われる。

3. 高温下の競技と暑さ対策

— マラソンについて —

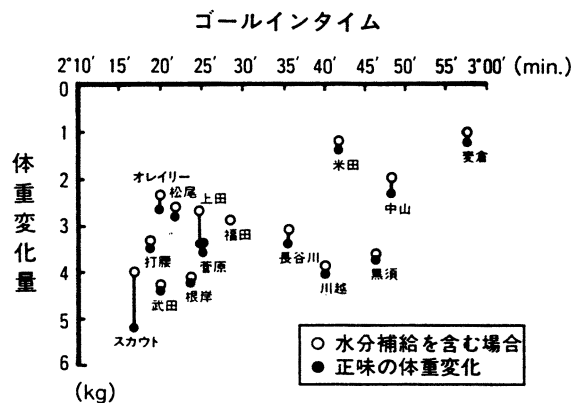
産熱と放熱のダイナミックなバランスが求められる最もハードな運動はマラソン競技に代表されるが、マラソン走行時の産熱、放熱及び環境気温の実験によると、気温15℃下で保たれているバランスは、気温20℃下では熱蓄積があり、温度上昇と共にこの熱蓄積が高まる。

そして、我が国を代表する一流マラソンランナーの各競技会と気温の関係を検討した結果からも、マラソン記録は気温15℃以上で低下し始め、20℃以上では急激に低下

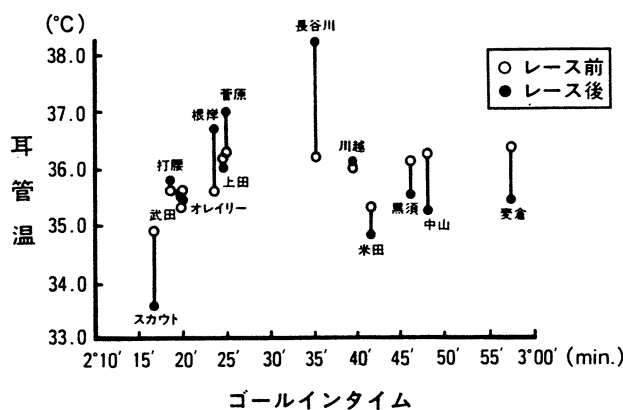
してくることも確かめられている³⁾。

陸連の科学委員会では数年来、札幌でのマラソン時に体重や体温を測定し、暑さ対策を検討してきている⁴⁾。1992年の北海道マラソンは8月末に行われたが、天候は晴れで、5km毎測定の一般気温は23℃～28℃(平均25.2℃)、相対湿度49%～75%(平均60.3%)であったが、地表温度は26℃～35℃(平均29.2℃)であり、高温環境であった。

フルマラソンレース前後の上位8名の体重減少は平均3.35kgで全体として記録の良い人の減少が大きく、耳管温は上位7名のレース前が平均35.6℃、レース後が35.7℃であったが、内容はレース後の上昇者4名、下降者3名で、反応はまちまちであった(図3)。



ゴールインタイムと正味の体重変化量との関係 (男子)



ゴールインタイムとレース前後の耳管温との関係 (男子)

図3 マラソンと体重、体温 (小林 1992)

実験室内の運動では、一般的には耳管温の上昇が認められているが、本レースでは冷水(13℃)を頭部や体幹、四肢にかけることによって、過度の温度上昇をおさえることが各選手によって行われている。

各給水地点で全員が冷水をふくんだスポンジを利用し、頭、首、体幹、大腿など各部位に冷水をかけていることがアンケートにより確認されており、また、内省報告でも「冷たくて良かった」としている。意識でもこのような身体冷却法の効果が認められている。

1992年に日体協に「スポーツ活動における熱中症事故予防に関する研究班」が設置され、研究が推進され、その中間報告が出されている⁵⁾。その中に新聞報道にみる20年間(1970年～1990年)の運動時熱中症事故の発生状況が示されており(件数108、死亡数91、非死亡数477)、今後とも引き続き起る可能性はいつでもあるのである。

熱中症も古くから、多くの機関で対策が構じられてきているが、暑熱環境下の運動の安全性確保の諸問題は、今後とも身近な問題として常に留意する必要がある。

Ⅲ. 低温環境と運動・スポーツ

気温、降雪基準からみて、我が国の約6割が寒冷積雪地域とされており⁶⁾、冬季にはスキー、スケートをはじめ多くの冬季スポーツが全国各地域で実施されている。

寒冷刺激と生命維持機構に関する諸問題も古くから検討され、この基礎研究の集積の上に寒冷と運動・スポーツの問題も検討されているが、今日、快適な暖房の普及による自然気候順応の不足あるいは運動不足から招来するからだの未鍛錬の問題があると考えられるのである。

1. 冬季の運動の問題

—冬季の運動不足解消のために—

一般的に夏季に比較して冬季は運動不足に陥りがちである。北海道における農協職員約1,000名について体力・健康に関するアンケート調査から「この一年間の運動・スポーツの実施」を四季別にみると、男女共に20歳代から50歳代にかけて、いずれも夏季に比し冬季が低率になっている。週単位の実施は加齢と共に低くなるが、全体平均でみると、男女共に夏季は3割強、冬季は2割の実施である⁷⁾。

冬季の運動不足は発育期の児童、生徒に及んでいる。道南の小学校児童の9月と2月の授業開始から授業終了までの学校生活の時間、万歩計や心拍数で活動水準を調べた結果、2月の降雪期は活動量が低下し、特に体育授業の行われない日では運動強度、活動量ともに顕著に低

下していることが報告されている⁸⁾。また、同じように児童の最大酸素摂取量は夏季には発達しているが、冬季では停滞しており、単位体重当り最大酸素摂取量は12月から2月にかけて低下していることが認められている⁹⁾。したがって児童においても活動水準と有酸素能力の発達は同調して進行し、季節変動を示している。

冬季の運動不足を解消し、積極的に心身の鍛錬をはかる目的で種々な工夫が試行されており、近年、歩くスキーも大いに普及している。一般のスキー愛好者や児童・生徒の学校体育で無理なく行われる歩くスキーで、適度な呼吸循環機能の亢進をきたすことが確かめられている。成人初心者の5km平地滑走(129m/分のスピード)で平均心拍数173拍/分、酸素摂取量37ml/kg・分まで亢進され、また小学校児童の歩くスキーの授業(100分)でも平均147拍/分の例が報告されている。冬季の積雪を生かした、無理のないスポーツ活動で、大いに発達の刺激を受けている。

我が国における運動処方研究は昭和30年代に開始され、現在まで地道に研究が進み、確立されてきている。しかしながら運動・スポーツの実践となると問題点が残るのである。これだけ多くの機関で、運動・スポーツの効用が訴えられても、仲々規則的な実践にまで結びつかない現実があり、改めて生活処方そのものが問題となるのである。

運動・スポーツの実践はいわば大きな意味で心身の余裕がないとできにくいと考えられるのである。運動処方では休養や栄養を基礎とする生活処方そのものの検討の中で、始めて生きてくるものであろうと考えられる。

1977年及び1988年に、札幌市民(それぞれ約1000名)についての体力・健康のアンケート調査から、「体力がない」、「健康が悪い」、また「運動不足を感じる」が増える傾向にある。しかしながら「運動・スポーツの実施」は全く同率であった。そして同時に睡眠の夜型傾向も特に20歳代の若い世代で強まっている¹⁰⁾。この傾向は睡眠による基本的な生活疲労の払拭のために好ましいことでなく、一つの問題点を提示していると考えられる。同じ現象が発育期の子どもたちにもみられるのである。札幌市教育研究所の調査で、朝の集会で具合の悪くなった児童・生徒は先ず第一にこの睡眠不足をあげているのである。

Ⅳ. おわりに

私達は恵まれた四季豊かな大自然の中に生活しているのであるが、夏季の暑熱下でも、冬季の寒冷下でも、い

つもこの大自然とゆったりと対話し、融和する姿勢をいつでも保持したいものであり、特によく留意された安全性のもとに、意欲的な運動により心とからだの健康を積極的に推進したいと願う次第である。

文 献

- 1) 朝比奈一男：第8章運動と環境 第4編運動の生理学 p 976～994. 生理学大系 I 吉村寿人 高木健太郎 猪飼道夫編集適応協関の生理学. 医学書院. 1970
- 2) 中川功哉・原崎正・石井清一・端山篤・堀米志郎・見戸長治・後藤俊・竹田憲司：北海道スポーツ選手の競技力に及ぼす高温の影響について. 北海道体育協会スポーツ科学研究報告 p 1～81. 北海道体育協会スポーツ科学委員会. 1982
- 3) 猪飼道夫：環境とスポーツ. スポーツトレーナー教本 (1級用) p 27～38. 日本体育協会. 1967
- 4) 小林寛道・八木規夫・杉田正明・江橋博・伊藤章・高松薫・形本静夫：北海道マラソン (1992) における体重体温変化. 日体協スポーツ医・科学研究報告 p 173～179. 日本体育協会. 1993
- 5) 中井誠一：熱中症と環境条件. 川原貴・森本武利編集. スポーツ活動における熱中症予防 p 7～15. 日本体育協会. 1993
- 6) 倉島厚：生活と温度 中山昭雄編集. 温熱生理学 p 523～538. 理工学社1985
- 7) 中川功哉・室木洋一・森谷 繁・須田力：季節的運動生活特徴と体力・健康に関する調査並びに実験的研究. 昭和63年度科学研究費補助金研究成果報告書 P 1～36. 1990
- 8) 志手典之・新開谷央・伊藤久美子：非降雪期および降雪期における小学校児童の身体活動水準の差異について. 北海道体育学研究第23巻 p 33～42. 1988
- 9) 志手典之・新開谷春子・新開谷央・：小学校児童における有酸素的能力および無酸素的能力の季節変動について. 北海道体育学研究第25巻 p 1～6. 1990
- 10) 中川功哉：健康・体力の意識と実態の時代推移に関する研究. 北海道大学教育学部紀要第57号 p 223～249. 1992