

# 暑熱環境下の少年サッカー大会 における環境温度の測定

小 林 久 幸

## I 緒 言

日本の少年期におけるサッカー大会は、高温多湿の夏期いわゆる暑熱環境下に集中して、しかも連日連戦で行われることが多い。このため個人の体力差によって生体にかかる負担度は異なり、熱中症になる危険性が高まったり、体力の消耗によってゲーム中のパフォーマンス、創造的なプレーやゲーム展開、正確な技術の発揮が困難になる可能性が増大すると考えられている<sup>1)</sup>。

暑熱環境下における暑熱障害予防については Yaglou と Minard (1957) は環境温度 WBGT を暑熱環境基準として提唱している<sup>2)</sup>。次いで ACSM (1975, 1984) および McArdle ら (1981) などが各種スポーツ活動時の WBGT により暑熱障害予防を指摘している<sup>3～5)</sup>。日本でも中井ら (1982, 1990, 1992) および寄本 (1992) が暑熱障害予防および暑熱環境下における生体の負担度の増大を報告している<sup>6～9)</sup>。

サッカーでは、暑熱環境下での生体の負担度に関しては河野ら (1993) の報告があり<sup>10)</sup>、さらに生体の負担度と環境温度 WBGT に関しては、長谷川ら (1996, 1997)、沼澤ら (1998)、磯川ら (1999)、金子ら (2000) および安松ら (2001) などいくつかの報告がある<sup>11～15)</sup>。また、ゲーム中のパフォーマンスに関しては、戸刈ら (1998)、石崎ら (1999)、沼澤ら (1999)、安松ら (1999) および戸刈ら (2000) などの報告がある<sup>16～20)</sup>。

近年、(財)日本体育協会は高温許容基準を示す温熱指標として WBGT を用いて、熱中症予防のための運動指針を提示している<sup>21)22)</sup>。さらに(財)日本サッカー協会では、1997年に「サッカーの暑さ対策ガイドブック」を作成した<sup>23)</sup>。しかしながら、我が国においてはその指標そのものが十分に普及していないために<sup>24～26)</sup>、ジュニア期の各大会における環境条件の測定装置として WBGT 計を用いた例は数少ない。

磯川ら (1997) は全日本少年サッカー大会、全国中学校サッカー大会、全国高校総体サッカー競技および全日本高校女子サッカー大会など、日本のジュニアからユース年代の各種全国大会開催地の環境温度 WBGT を測定して、各開催地の WBGT は 30℃ を超す日が数日にわたり、特に競技実施時間帯の平均 WBGT は 28℃～30℃ の範囲にあったと報告している<sup>27)</sup>。

そこで、今回は通常週に 1・2 日間の活動形態の対外試合の行動範囲は市町村レベルの極めて一般的な少年サッカーチームが、初めて全国レベルの大会に参加した時の開催地の環境温度

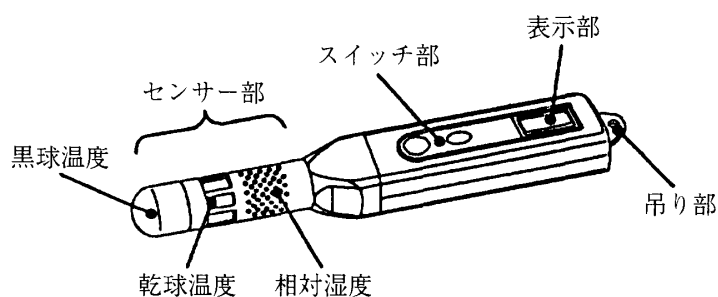
WBGT などの実態を一部報告する。

## II 測定方法

- (1) 測定期間：2001 年 8 月 17 日（金）～20 日（月）の 4 日間とした。
- (2) 測定場所および対象試合：静岡県清水市 f 小学校で行われた第 15 回全国少年少女草サッカー大会の 22 試合および交流試合の 8 試合，計 30 試合である。
- (3) 測定項目：暑熱環境計（Wet Bulb Globe Temperature, WBGT-102 京都電子工業 k. k. 製）を地上 1.2 m の高さにピッチと同条件の場所に設置して，午前 7 時～午後 5 時までの環境温度（WBGT），乾球温度（NDB：Natural Dry Bulb Temperature），輻射熱に関する黒球温度（GT：Globe Temperature），および相対湿度（RH：Rate Humidity）などを 1 時間間隔で大会期間中を通して測定した（図 1）。

WBGT は湿度の影響を受ける湿球温度，輻射熱に関係する黒球温度および気温を表す乾球温度の 3 つの指標を用いて次式によって求めた。

$$\text{WBGT} = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度}$$



## III 結 果

大会期間中の暑熱環境下で測定された環境温度（WBGT）では，第 1 日目は 26℃～29℃ であり，次いで第 2 日目も 25℃～30℃ と同じく高い値を示した。一方，第 3 日目はやや低く 23℃～27℃ であり，さらに第 4 日目も第 3 日目と同じくやや低く 23℃～26℃ であった。これら第 3・4 日目は第 1・2 日目と比してやや低い値を示して特徴的であった。

この WBGT を競技実施時間帯の午前 9 時より午後 4 時でみると，第 1 日目および第 2 日目は 27℃～30℃ と最も高い値を示した。一方，第 3 日目および第 4 日目は 24℃～27℃ であり第 1・2 日目に対して約 3℃ とやや低かった。なお，午前 9 時より午後 4 時の競技実施時間帯の平均 WBGT は第 1 日目 28.3℃，第 2 日目 28.1℃，第 3 日目 25.5℃，第 4 日目 25.0℃ などの 25℃～28℃ の範囲であった（図 2）。

次いで，WBGT の 1 日の時間経過では，第 1 日目は午前 7 時より午前 12 時にかけて 26℃

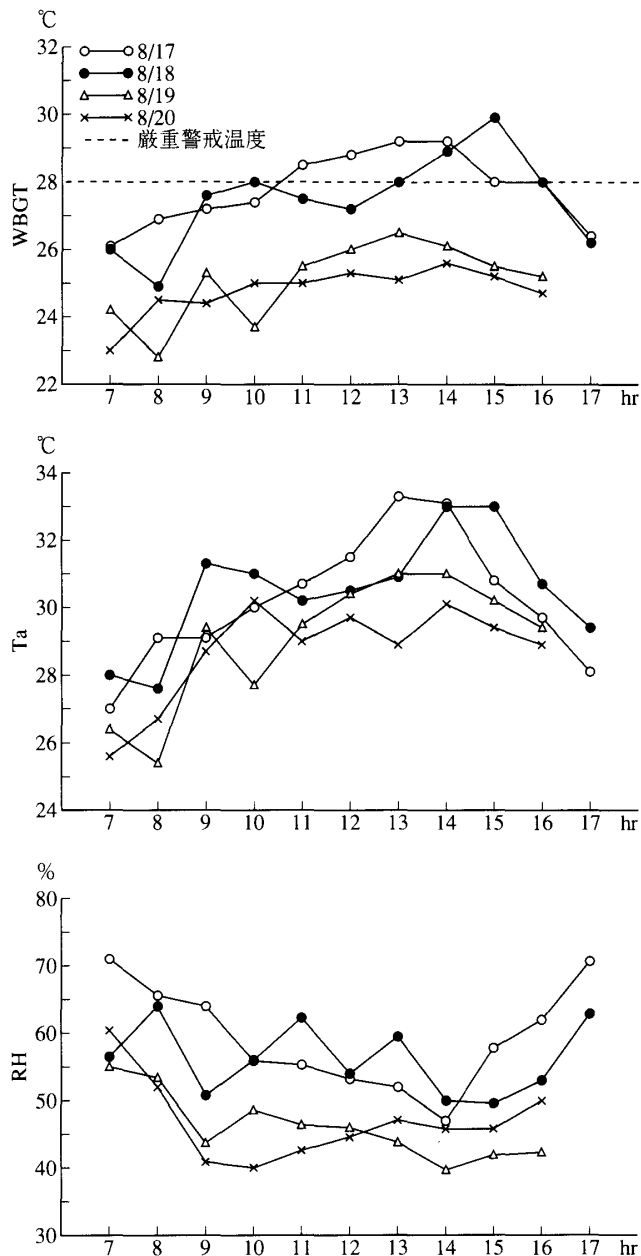


図2 少年大会の開催期間中の WBGT, 気温 (Ta) および湿度 (RH) の1日の変化

より 29℃ へと徐々に上昇し、その後午後 2 時まで最高値の 29℃ を水平に維持し、午後 3 時以降午後 5 時の 26℃ へと急激に下降していた。第 2 日目は、午前 8 時の 25℃ より午前 10 時の 28℃ と上昇し、その後午後 1 時までには 27℃～28℃ とほぼ平行に推移したがさらに午後 2 時から再び上昇し、午後 3 時には 30℃ と今回の測定値の最高を示した。一方、第 3 日目は午前 7 時より午前 10 時の間に 23℃～25℃ の範囲で上下動し、その後午前 11 時より午後 4 時の間は 25℃～26℃ とほぼ水平に推移した。第 4 日目は午前 8 時以降午後 4 時まで 24℃～25℃ とほとんど変化がみられず水平に推移していた。

気温は WBGT と同じ傾向を示し、第 1 日目は 27℃～33℃ であり、次いで第 2 日目は 28℃～33℃ と同じく高い値を示した。一方、第 3 日目は 26℃～31℃、さらに第 4 日目は 26℃～30℃ と第 1・2 日目に比して約 1～2℃ とやや低い値を示していた。なお、午前 9 時より午後 4 時の競技時間帯の平均気温では、第 1 日目は 31.0℃、第 2 日目

31.3℃、第 3 日目は 29.8℃、第 4 日目は 29.4℃ などの 29℃～31℃ の範囲であった。

気温の 1 日の時間経過では、午前 7 時より午前 9 時にかけて 26℃ より 30℃ へと急激に上昇し、次いで午前 9 時より 12 時までは約 30℃ とほぼ水平に維持して、その後午後 2 時まで 30℃ より 32℃ へと再び上昇していた。午後 2 時以降は 32℃ より午後 4 時の 29℃ へと徐々に下降していく傾向であった。なお、第 4 日目は午前 10 時および午後 2 時に最高の 30℃ を示したが、他は 29℃ 以下でやや低い値を示していた。

一方、湿度は先の WBGT および気温などとは逆の傾向を示していた。第 1 日目は 47%～71% であり、次いで第 2 日目は 50%～64% であった。一方、第 3 日目は 40%～55% であり、

さらに第4日目も40%~60%とほぼ同じであり、これら第3・4日目は第1・2日目に比して約10%と低い値を示していた。なお、午前9時より午後4時の競技時間帯の平均湿度では、第1日目56%、第2日目54%、第3日目44%、第4日目45%などの44%~56%の範囲であった。

湿度の1日の時間経過では、第1日目は朝方の午前7時の71%より徐々に下降して午後2時の47%へと低下し、その後午後5時の71%へと逆に上昇した。第2日目は第1日目とはやや異なり、午前7時より午後1時の間で55%~65%と10%の範囲内で上下動しながら変化し、午後2時および午後3時に50%と低い値を示し、その後午後5時の63%へと上昇した。第3日目および第4日目は第1・2日目よりも約10%と低く推移してやや異なり、午前9時より午後4時まで40%~50%の範囲を水平に推移していた。なお、第4日目は午前10時の40%を最低値とし、その後やや上昇して推移していた。

#### IV 考 察

サッカー競技は激しい身体活動を要求される。このため暑熱環境下における暑熱障害予防として、(財)日本体育協会の「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」<sup>21)</sup>および「夏のトレーニング・ガイドブック」<sup>22)</sup>、さらに(財)日本サッカー協会の「サッカーの暑さ対策ガイドブック」<sup>23)</sup>などが公表されている。これらには、WBGTが31℃を超した場合は「運動は原則中止」、さらに28℃~31℃では「激しい運動は中止」とする厳重警戒(厳重注意)を示している。

しかし、中井ら(1981, 1990, 1992)はWBGTの28℃以下の環境でも熱中症の発生はみられ、死亡事故も起きている。さらにWBGTの比較的低い環境での死亡事故発生は、事故発生の数日前から急激にWBGTの上昇しているときであるとしている<sup>6~8)</sup>。

近年、このようなWBGTによるガイドラインが公表されているが、しかし現在でも夏期において多くのサッカーの全国大会および各府県内の公的・私的の大会が開催されている。このことは日程、試合会場および選手団の宿泊所などの確保の関係から夏期休暇中に開催せざるを得ない状況にあること、さらに開催地の環境温度が測定されておらず、環境状態が把握されていないことによるものと考えられよう。

磯川ら(1997)は、夏期における全国少年サッカー大会(川崎市)、全国中学校サッカー大会(大垣市)、全国高校総体サッカー競技(韭崎市)および全日本高校女子サッカー大会(神戸市)などの試合時の環境のWBGTはいずれも「厳重警戒(厳重注意、激しい運動は中止)」の28℃を超え、一時的にはあるが「運動は原則中止」の31℃を超していた。これらの開催地は熱中症の発生がいつ起こってもおかしくないと報告している<sup>27)</sup>。

今回の清水市での全国少年少女草サッカー大会では、「厳重警戒(厳重注意、激しい運動は中止)」のWBGT 28℃を超えたのは大会期間全5日間うち前半に当る第1日目の28.3℃および第2日目の28.1℃の2日間であった。これらは、先述の磯川ら(1997)の報告と一致し

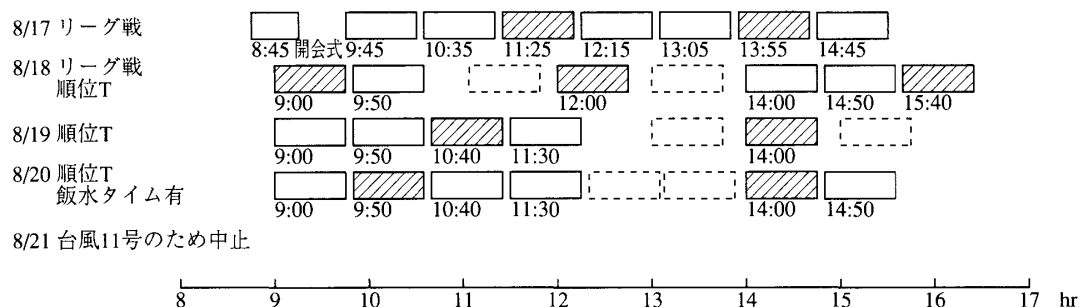


図3 競技日程（////F 少年クラブ出場試合，----交流試合）

ているものと考えられよう。

一方、大会期間の後半に当たる第3日目および第4日目では、WBGTは25.5℃、25.0℃であり、「警戒（積極的に休息）」のWBGT25℃～28℃の範囲内であった。この第3・4日目は「台風11号」の接近のためと考えられよう。なお、その後最終日に当たる第5日目の試合はこの「台風11号」のため中止となった。現地では、第3・4日目は台風接近前の微風模様であり、湿度も第1日目56%、第2日目54%などと比して第3日目44%、第4日目45%とやや低く、いくぶんかやわらいだ湿気の少ない感触を受けたように思われる。しかし、「厳重警戒（厳重注意、激しい運動は中止）」のWBGT28℃以下とは言え、やはり暑熱障害予防のためには積極的な休息および水分補給などが必要であろう。このため、今回の全国少年少女草サッカー大会の試合運営上の措置では第4日目の試合においてサッカー競技規則（ルール）の変更である「飲水タイム」<sup>28)</sup>を採用していたこと、さらに大会期間中各会場では各選手団あてにテントを張り、提供して直射日光や雨水などを防ぐべく会場設営されていたことは評価されるべきと考えられよう（図3）。

以上のことより、現在でも、激しい運動にあたるサッカー競技が少年の生体に重大なる危険をおよぼすと考えられる暑熱環境下において行われていることが示されたものと考えられよう。今後は、夏期においては早朝より午前10時までおよび午後4時以降夕方までの時間帯において、照明施設等を備えた会場で試合・大会を実施すべきであろう。

## V 要約およびまとめ

2001年8月の暑熱環境下において開催された第15回全国少年少女草サッカー大会（清水市）の試合会場での環境温度を、暑熱環境計を用いて午前7時より午後5時まで1時間間隔で測定した。結果は以下の通りであった。

① 大会期間中の環境温度WBGTの平均では、第1日目28.3℃、第2日目28.1℃、第3日目25.5℃、第4日目25.0℃であった。

② 大会期間中の気温および湿度などの平均では、第1日目31.0℃（湿度56%）、第2日目31.3℃（54%）、第3日目29.8℃（44%）、第4日目29.4℃（45%）であった。

③ 第1日目および第2日目は熱中症予防のための運動指針による厳重警戒（厳重注意，激しい運動は中止）WBGT 28℃～31℃ の範囲内で試合が行われていた。

#### 文 献

- 1) 金子保敏, 戸刈晴彦, 安松幹展, 磯川正教, 丸山剛生, 沼澤秀雄, 福井真司, 石崎聡之 (2000) 暑熱環境におけるサッカーゲーム中の生体負担度に関する研究, 平成 11 年度全国高等学校総合体育大会サッカー競技の場合, サッカー医・科学研究, Vol. 20: 202-208.
- 2) Yaglou, C. P. and Minard, C. D. (1957) Control of heat casualties at military training centers. Am. Med. Ass. Archs. Ind. Health, 16: 302-316.
- 3) American College of Sports Medicine (1975) Prevention of heat injuries during distance running. Med. Sci. Sports, Exerc., 7(1): vii-viii.
- 4) American College of Sports Medicine (1984) Prevention of thermal injuries during distance running. Med. Sci. Sports, Exerc., 16(5): ix-xiv.
- 5) McArdle, M. D. Katch, F. I. and Katch, V. L. (1981) Exercise Physiology—Energy, Nutrition, and Human Performance. Lea & Febiger, Philadelphia, 350.
- 6) 中井誠一, 高野清江, 伊藤 孝 (1981) 運動中の暑熱障害発生と気象条件. 保健の科学, 23: 205-208.
- 7) 中井誠一, 寄本 明, 森本武利 (1990) 夏季運動時温熱環境の実態と温熱指標の比較. 体力科学, 39(2): 120-125.
- 8) 中井誠一, 寄本明, 森本武利 (1992) 環境温度と運動時熱中症事故発生との関係. 体力科学, 41(5): 540-547.
- 9) 寄本明 (1992) WBGT を指標とした暑熱下運動時の生体応答と熱ストレスの評価. 体力科学, 41(4): 477-484.
- 10) 河野照茂, 他 (1993) 炎天下サッカーが成長期サッカー選手に及ぼす影響についての調査・研究. 第 13 回サッカー医・科学研究会報告書: 69-72.
- 11) 長谷川博, 安松幹展, 磯川正教, 丸山剛生, 戸刈晴彦 (1996) 夏季全国中学校サッカー大会における選手の負担度. サッカー医・科学研究, Vol. 16: 77-83.
- 12) 長谷川博, 磯川正教, 丸山剛生, 戸刈晴彦 (1997) 全日本少年サッカー大会における生体負担度に関する実態調査. サッカー医・科学研究, Vol. 17: 145-148.
- 13) 沼澤秀雄, 磯川正教, 安松幹展, 長谷川博, 丸山剛生, 金子保敏, 戸刈晴彦 (1998) 中学年代の全国大会における飲水が生体に与える影響. サッカー医・科学研究, Vol. 18: 143-146.
- 14) 磯川正教, 安松幹展, 戸刈晴彦, 丸山剛生, 沼澤秀雄, 金子保敏, 石崎聡之 (1999) サッカーの試合における環境温度と体温, 発汗量の関係. サッカー医・科学研究, Vol. 19: 112-116.
- 15) 安松幹展, 戸刈晴彦, 磯川正教, 沼澤秀雄, 福井真司, 長谷川博, 石崎聡之 (2001) 暑熱環境下の試合における主審の生体負担度. サッカー医・科学研究, Vol. 21: 52-55.
- 16) 戸刈晴彦, 金子保敏, 磯川正教, 丸山剛生, 沼澤秀雄, 福井真司, 安松幹展 (1998) 暑熱下におけるゲーム中のパフォーマンスの変動, サッカー. 日本体育学会第 49 回大会号: 519.
- 17) 石崎聡之, 磯川正教, 丸山剛生, 金子保敏, 沼澤秀雄, 福井真司, 安松幹展, 戸刈晴彦 (1999) 暑熱環境がサッカーのゲーム中における状況把握の回数に及ぼす影響. 日本体育学会第 50 回記念大会号: 591.
- 18) 沼澤秀雄, 磯川正教, 丸山剛生, 金子保敏, 福井真司, 石崎聡之, 安松幹展, 戸刈晴彦 (1999) ボールタッチからみたサッカー全国大会のゲーム分析, 暑熱環境におけるゲームへの影響. 日本体育学会第 50 回記念大会号: 592.
- 19) 安松幹展, 戸刈晴彦, 磯川正教, 丸山剛生, 金子保敏, 沼澤秀雄, 福井真司, 石崎聡之 (1999)

暑熱環境がオフense・ディフェンスライン間の距離に及ぼす影響. 日本体育学会第 50 回記念大会号: 593.

- 20) 戸刈晴彦, 安松幹展, 磯川正教, 丸山剛生, 金子保敏, 沼澤秀雄, 福井真司, 石崎聡之 (2000) 暑熱環境が中学サッカー選手の技術, 戦術へ及ぼす影響. 日本体育学会第 51 回大会号: 432.
- 21) 川原 貴, 森本武則 (1994) スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック. (財) 日本体育協会.
- 22) 川原 貢, 他 (2000) 夏のトレーニング・ガイドブック. (財) 日本体育協会.
- 23) 戸刈晴彦, 磯川正教, 丸山剛正, 長谷川博 (1997) サッカーの暑さ対策ガイドブック. (財) 日本サッカー協会.
- 24) 戸刈晴彦, 安松幹展, 松田克彦, 白石安男 (2001) サッカーにおける暑熱対策に関する実態調査, 地域による比較. 日本スポーツ方法学会第 12 回大会号: 36.
- 25) 安松幹展, 戸刈晴彦, 松田克彦, 白石安男 (2001) サッカーにおける暑熱対策に関する実態調査, 競技レベルによる比較. 日本スポーツ方法学会第 12 回大会号: 37.
- 26) 白石安男, 安松幹展, 戸刈晴彦, 松田克彦 (2001) サッカーにおける暑熱対策に関する実態調査, 指導者の年齢による比較. 日本スポーツ方法学会第 12 回大会号: 38.
- 27) 磯川正教, 戸刈晴彦, 丸山剛生, 長谷川博 (1997) 夏期大会における環境温度の測定 (WBGT). サッカー医・科学研究, Vol. 17: 95-99.
- 28) (財) 日本サッカー協会 (1998) 暑熱下のユース以下の試合での飲水について. サッカー競技規則 LAWS OF THE GAME 1998/99: 98-99.