

資料

# 屋内体育施設における 7・8 月期の環境温度の実態

府木 薫<sup>\*1</sup> 文谷知明<sup>\*2</sup>

## はじめに

熱中症とは熱に中る(あたる)ことを意味しており、暑熱環境下において生じる障害の総称として用いられている。熱中症にはいくつかの病型があり、重症である熱射病になると、適切な処置が遅れた場合には高体温から多臓器不全を併発し死亡する例もある。近年、学校管理下においての死亡事故は、昭和50年から平成13年までの27年間に135件(年間平均5件)発生している<sup>1)</sup>。そのほとんどが体育・スポーツ活動によるものである。それ以外でも発生している。特に暑熱環境下の屋外や体育館における運動、部活動の際に多く発生している。

運動時における熱中症を予防するため、日本体育協会はガイドラインとして「熱中症予防のための運動指針」<sup>2)</sup>を作成している(資料1)。これは WBGT(湿球黒球温度: Wet Bulb Globe Temperature)を指標とし、「ほぼ安全(21℃未満)」、「注意(21~25℃)」、「警戒(25~28℃)」、「嚴重警戒(28~31℃)」、「運動は原則中止(31℃以上)」の5段階に分け、具体的な注意事項を示したものである。このように予防指針は示されているものの、現時点では体育施設における WBGT を用いた暑熱環境下での基礎的データはほとんど存在しない。

そこで本研究では、夏期における体育館の環境温度の実態を把握するとともに、WBGT と気温の関連性から熱中症予防に活かせる資料を得ることを目的とした。

## 方 法

### (1) 項目および方法

平成19・20年の7・8月に熱中症指標計(WBGT-103: 京都電子工業社製)を用い、川崎医療福祉大学体育館内の環境温度を32日測定した。測定項目は WBGT(℃)、気温(℃)、湿度(%)である。また冷房の有無も調査した。測定場所は、第1アリーナ(体育館Ⅰ)および第2アリーナ(体育館Ⅱ)の二箇所

である。体育館Ⅰは当体育館の2階にあり、床面積は1,409m<sup>2</sup>(縦幅40.0m, 横幅32.5m)である。体育館Ⅱは当体育館の1階にあり、床面積は907m<sup>2</sup>(縦幅19.2m, 横幅39.8m)である。体育館Ⅰ・Ⅱともに直射日光の影響を受けない入口から左5m内側にて環境温度を測定した。また事前調査を実施し、窓・戸を締めきった日とそうでない日で差がなかったため、気流(ドア・窓の開閉)等は考慮せず測定を実施した。測定時刻は14時とした。

### (2) 統計処理

各測定値は平均値±標準偏差で示した。WBGT と気温の相関は Pearson の積率相関係数から求め、その有意水準は5%未満とした。統計解析には SPSS14.0J を用いた。

WBGT ℃	湿球 温 ℃	乾球 温 ℃		
31	27	35	運動は原則中止	WBGT31℃以上では、皮膚温より気温のほうが高くなる。特別の場合以外は運動は中止する。
28	24	31	嚴重警戒(激しい運動は中止)	WBGT28℃以上では、熱中症の危険が高いので激しい運動や持久走など熱負荷の大きい運動は避ける。運動をする場合には積極的に休息をとり水分補給を行う。体力の低いもの、暑さに慣れていないものは運動中止。
25	21	28	警戒(積極的に休息)	WBGT25℃以上では、熱中症の危険が増すので、積極的に休息をとり、水分を補給する。激しい運動では、30分おきくらいに休息をとる。
21	18	24	注意(積極的に水分補給)	WBGT21℃以上では、熱中症による死亡事故が発生する可能性がある。熱中症の徴候に注意するとともに運動の合間に積極的に水を飲むようにする。
			ほぼ安全(適宜水分補給)	WBGT21℃以下では、通常は熱中症の危険は小さいが、適宜水分の補給が必要である。市民マラソンなどではこの条件でも熱中症が発生するので注意。

WBGT(湿球黒球温度)  
 屋外: WBGT=0.7×湿球温度+0.2×黒球温度+0.1×乾球温度  
 屋内: WBGT=0.7×湿球温度+0.3×黒球温度

○環境条件の評価はWBGTが望ましい。  
 ○湿球温度は気温が高いと過小評価される場合もあり、湿球温度を用いる場合には乾球温度も参考にする。  
 ○乾球温度を用いる場合には、湿度に注意。湿度が高ければ、1ランク厳しい条件の注意が必要。

資料1 熱中症予防のための運動指針

\*1 青虎会 フジ虎ノ門整形外科病院 \*2 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科  
 (連絡先) 府木 薫 〒412-0045 御殿場市川島田字中原1067-1 フジ虎ノ門整形外科病院  
 E-Mail: fukky-pucky-pocky@hotmail.com

## 結 果

## (1) 体育館 I・II の環境温度

体育館 I・II の WBGT , 気温 , 湿度の平均値を表 1 に示した . 測定期間中の WBGT は  $27.2 \pm 2.3^{\circ}\text{C}$  ( 体育館 I :  $27.8 \pm 2.1^{\circ}\text{C}$  , 体育館 II :  $26.7 \pm 2.4^{\circ}\text{C}$  ) であり , 気温は  $29.7 \pm 2.6^{\circ}\text{C}$  ( 体育館 I :  $30.1 \pm 2.5^{\circ}\text{C}$  , 体育館 II :  $29.3 \pm 2.7^{\circ}\text{C}$  ) , 湿度は  $67.4 \pm 11.3\%$  ( 体育館 I :  $69.6 \pm 11.8\%$  , 体育館 II :  $65.1 \pm 10.4\%$  ) であった . これらの結果は冷房の有無に関係なく表記した . また測定期間中の最高 WBGT は  $32.3^{\circ}\text{C}$  , 最高気温は  $36.0^{\circ}\text{C}$  であり , 体育館 I で測定された .

## (2) 冷房の有無と WBGT

7 月期の体育館 II において , 冷房をいれた日は 9 日間 , いれなかった日は 23 日間であった . そこで体育館 II ( 7 月 ) の冷房の有無による WBGT を図 1 に示した . 冷房有り  $24.5 \pm 1.3^{\circ}\text{C}$  , 無し  $27.3 \pm 2.4^{\circ}\text{C}$  であった .

## (3) WBGT と気温の関係

両体育館合わせた WBGT と気温の関係を図 2 に示した . WBGT と気温の間には  $0.927$  と非常に高い相関係数が得られた .

## 考 察

熱中症は屋外だけでなく屋内でも , 気温  $24^{\circ}\text{C}$  以上 ,

表 1 7 月・8 月の体育館 I および体育館 II の環境温度

項目	単位	体育館 I		体育館 II	
		平均値±標準偏差	(範囲)	平均値±標準偏差	(範囲)
7 月	WBGT	$27.7 \pm 2.0$	(23.8~30.6)	$25.7 \pm 2.3$	(22.7~30.4)
	気温	$29.7 \pm 2.4$	(25.9~33.1)	$28.1 \pm 2.5$	(25.3~34.1)
	湿度	$74.0 \pm 11.2$	(54.3~88.4)	$66.4 \pm 10.8$	(51.6~87.6)
8 月	WBGT	$27.8 \pm 2.2$	(24.5~32.3)	$27.9 \pm 2.0$	(25.0~31.5)
	気温	$30.6 \pm 2.7$	(25.8~36.0)	$30.6 \pm 2.2$	(26.6~34.2)
	湿度	$64.7 \pm 10.8$	(49.4~85.5)	$63.7 \pm 10.1$	(48.1~82.5)
合計	WBGT	$27.8 \pm 2.1$	(23.8~32.3)	$26.7 \pm 2.4$	(22.7~31.5)
	気温	$30.1 \pm 2.5$	(25.8~36.0)	$29.3 \pm 2.7$	(25.3~34.2)
	湿度	$69.6 \pm 11.8$	(49.4~88.4)	$65.1 \pm 10.4$	(48.1~87.6)

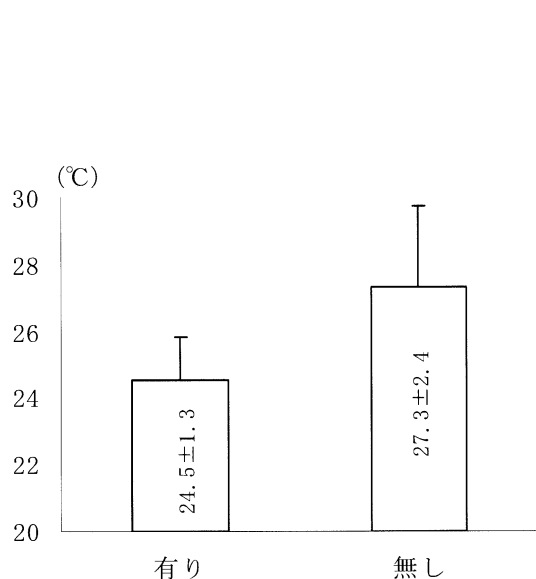


図 1 体育館 II ( 7 月期 ) の冷房の有無による WBGT

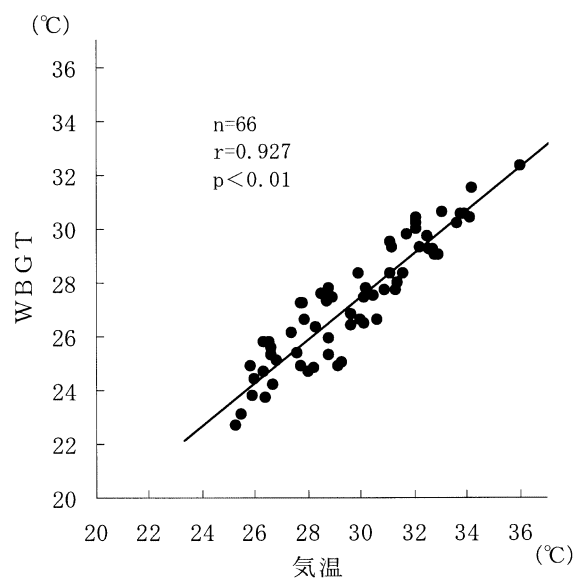


図 2 WBGT と気温の関係

WBGT23°C以上で発症し、さらに運動時のWBGTが28°C以上になると、熱中症発生数が特に増加するという報告がある<sup>3,4)</sup>。一日のうちで気温が最も高値を示す時間帯は14時前後である。そこで本研究では、この14時に測定を行うこととした。また事前調査を実施し、窓・戸を締めきった日とそうでない日で差がなかったため、気流(ドア・窓の開閉)等は考慮せず測定を行った。その結果、測定を行った32日間の平均WBGTは $27.2 \pm 2.3^\circ\text{C}$ 、平均気温は $29.7 \pm 2.6^\circ\text{C}$ であり、体育館IでWBGT28°C以上の日は14日(43.8%)、体育館IIでは9日(28.1%)であった。これらのことより、1日の中で最高気温を記録するこの時間帯において、当体育館は熱中症を起こす可能性が高い体育施設であることがわかった。

ところで夏期の屋外においては10時から16時の時間帯<sup>5)</sup>、また屋内体育施設では10時から17時の時間帯<sup>6)</sup>WBGT・気温は大きく変化しないという報告がある。そのため、14時前後のみで熱中症の予防策を考えるのではなく、午前の早い時間から熱中症対策を講じることも重要である。体育実技や部活動中の熱中症を予防するためには、積極的に水分補給をさせ<sup>7)</sup>、また運動に不慣れな者や体調不良の者には、運動時間の短縮もしくは中止を検討する必要がある<sup>8)</sup>。

冷房をいれた場合は、いれなかった場合と比較してWBGTが約3°C低かった。運動指針<sup>2)</sup>に照らし合わせると、危険度を1段階下げることができた。

また冷房をいれた場合、WBGT28°C以上の日は一日もなかった。冷房をいれることで熱中症の危険性を軽減させることができる。このことより体育施設に冷房をいれ、環境温度を管理する必要性があると考えた。

従来、WBGT値を得るためには乾球温度計、湿球温度計および黒球温度計が必要であった。そのため持ち運びにも設置にも手間がかかり、様々な場所でWBGTを測定することは困難であった<sup>9)</sup>。今回使用したWBGT計は、近年日本で開発されたコンパクトな装置であり、スポーツ現場などで容易に測定することが可能である<sup>10)</sup>。しかしながら経済面を考慮すると、すべての体育施設に設置することは難しい。そこでWBGTに代わる指標として、WBGTと相関の高かった気温を用い試算を作成した。WBGT21°Cを気温に換算すると22.8°Cとなり、WBGT25°Cは27.7°C、WBGT28°Cは31.4°C、WBGT31°Cは35.1°Cとなった。この特長は、温度計という身近なもので代用できる点にある。当体育館における熱中症予防の大まかな指標として、「ほぼ安全」(23.0°C未満)、「注意」(23.0~27.5°C)、「警戒」(27.5~31.5°C)、「嚴重警戒」(31.5~35.0°C)、「運動は原則中止」(35°C以上)とすることができる。

本研究に際し、測定者としてご協力いただいた吉川大喜、村本文典、森川正規、山内敬太、北川知樹、大島洋樹各氏に厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 文部科学省スポーツ・青年局：熱中症を予防しよう ― 知って防ごう熱中症 ―。独立行政法人日本スポーツ振興センター健康安全部健康安全事業課，2007。
- 2) 川原貴，森本武利，白木啓三，朝山正巳，中井誠一，伊藤静夫：スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック。平成18年度改訂版，財団法人日本体育協会，2006。
- 3) 中井誠一：熱中症の発生実態と環境温度。日本生気象学会雑誌，41(1)，51-54，2004。
- 4) 中井誠一，新矢博美，芳田哲也，寄本明，井上芳光，森本武利：スポーツ活動および日常生活を含めた新しい熱中症予防対策の提案 ― 年齢，着衣および暑熱順化を考慮した予防指針 ―。体力科学，56(4)，437-444，2007。
- 5) 小林久幸：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。帝塚山大学短期大学部紀要，40，68-74，2003。
- 6) 倉掛重精：防げる熱中症を防ぐための「新分類」― 現場からの報告 ―。Sportsmedicine，15，16-18，2003。
- 7) 中井誠一，芳田哲也，寄本明，岡本直輝，森本武利：運動時の発汗量と水分摂取量に及ぼす環境温度(WBGT)の影響。体力科学，43，283-289，1994。
- 8) 寄本明：WBGT(湿球黒球温度)を指標とした運動時暑熱障害予防に関する研究。デサントスポーツ科学，13，228-235，1992。
- 9) 海原翔：ヒート・ストローク熱射病のカルテ ― 事件が事故が災害か ―。日本図書刊行会，1997。
- 10) 丸山博：熱中症予防用暑熱環境計(WBGT計)の開発。陸上競技学会誌，3(1)，31-35，2005。

(平成21年5月15日受理)

**The Condition of Heat Environment Temperature in a  
Gymnasium during Summer**

Kaoru FUKI and Tomoaki BUNYA

(Accepted May 15, 2009)

Key words : WBGT, heat environment temperature, gymnasium, heatstroke index

Correspondence to : Kaoru FUKI

Seikokai Fuji Toranomom Orthopedics Department Hospital  
Gotenba, 412-0045, Japan

E-Mail: [fukky\\_pucky\\_pocky@hotmail.com](mailto:fukky_pucky_pocky@hotmail.com)

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.19, No.1, 2009 185-188)