

ある大学体育館における5, 6, 7月期の 環境温についての一考察

文 谷 知 明*¹

要 約

本調査では2007年, 2009年および2011~2018年の5~7月期において, 大学体育館(館内冷房使用無し)の環境温を経年的に測定した. 環境温は気温, 湿度および WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) の3項目とした. 主な結果は次のとおりである. 1) 7月期における気温と WBGT の間には高い相関関係 ($r = 0.922$) がみられた. 2) 経年とともに環境温は高くなる傾向にあった. 3) WBGT が28℃に達する, 遅くとも7月中旬以降には冷房措置の必要性が示された.

1. 緒言

館内冷房を使用していない夏期の体育館は蒸し暑く, 授業時や部活動中に, 不快感や体調不良を訴える学生は少なくない. 熱中症とは暑熱環境下で起こる身体適応障害の総称であり, 学校管理下における2017年度の発生数は4,940件にのぼる¹⁾. 適切な処置が遅れ, 最も重度な熱射病にまで達した場合には死に至ることもあり, 同管理下での死亡事故は, 1975年から2017年までの43年間に170件発生している²⁾. その86%は運動部の活動中に起こっているが, 体育の授業中に発生している例も少なくない. 多くは屋外での事故ではあるものの, 1/3程度は屋内で起こっている. 死亡事故の防止はもちろんのこと, 熱失神・熱けいれん(軽度), 熱疲労(中等度)に罹ることなく, 運動・スポーツを快適に楽しめる環境を整えることは指導者・管理者にとって重要なことである³⁾.

そこで本調査では, ある大学体育館における環境温の実態を把握するとともに, 気温と WBGT の関係性について検討し, 熱中症予防の一助となる資料を得ることを目的とした.

2. 方法

2007年, 2009年および2011~2018年の5~7月期において, 岡山県倉敷市内の大学体育館(A体育館とB体育館; いずれも館内冷房使用無し)の環境温を測定した. 参考として, 高温期には冷房を使用す

る本館(2階の図書館前)でも測定した. 環境温は気温(℃), 相対湿度(%; 以下, 湿度と記す)および WBGT [℃; 湿球黒球温度; Wet Bulb Globe Temperature (暑さ指数)] の3項目とした. なお, 2018年のA体育館については改修工事のため測定できなかった. 測定時刻は昼休み時間の12時~12時30分に定め, 週2回以上実施した. 測定位置は外気の影響が少なく, 使用している場合にも迷惑になりにくい, 体育館入口扉から約5m横, 壁から約1m内側, 高さは床から1.2~1.5mとした. 測定機器には熱中症指標計(WBGT-103; 京都電子工業株式会社)を用いた.

気温と WBGT の熱中症危険度区分は, 財団法人日本体育協会(現: 公益財団法人日本スポーツ協会)の「熱中症予防ガイドライン(熱中症予防のための運動指針)」⁴⁾に準じた. 本結果の図には「注意(積極的に水分補給)」「警戒(積極的に休息)」「嚴重警戒(激しい運動は中止)」「運動は原則中止」それぞれの境界値(気温: 順に28℃, 31℃, 35℃, WBGT: 順に25℃, 28℃, 31℃)にラインを加えた.

気温と WBGT の相関関係は, Pearson の積率相関係数から求めた. 各月は二区分し, 上旬は1日~15日, 下旬は16日~31日とした. なお, 7月下旬は春学期(前期)の授業期間内の値を集計した.

*1 川崎医療福祉大学 医療技術学部 健康体育学科
(連絡先) 文谷知明 〒701-0193 倉敷市松島288 川崎医療福祉大学
E-mail: bunya@mw.kawasaki-m.ac.jp

3. 結果

まず、10ヵ年の気温、湿度および WBGT の季節変動を平均値で示した (図1)。気温および WBGT は5月上旬から7月下旬に向かって上昇した。湿度については、5月期は40%台と低かったが、6月になると上昇し、7月上旬には70%を越えピークとなった。全般的には、3項目とも B 体育館が A 体育館より高値であった。B 体育館は7月下旬に、WBGT における「厳重警戒 (激しい運動は中止)」域28℃に達していた。なお、本館2階は7月には冷房が入っているため、気温、湿度および WBGT の上昇は抑えられていた。

次に、A 体育館の7月期の環境温 (気温, WBGT) の年次推移を平均値と最高値で示した (図2, 図3)。気温は経年とともに高くなる傾向にあり、上旬と下旬の平均気温は、2017年 (30.0℃, 31.5℃) は2007年 (25.7℃, 28.2℃) より順に4.3℃, 3.3℃高かった。

WBGT も経年とともに高くなる傾向にあり、上旬と下旬の平均 WBGT は、2017年 (27.4℃, 28.8℃) は2007年 (24.7℃, 25.6℃) より順に2.7℃, 3.2℃高かった。

次に、B 体育館の7月期の環境温 (気温, WBGT) の年次推移を平均値と最高値で示した (図4, 図5)。経年とともに高くなる傾向にあり、上旬と下旬の平均気温は、2018年 (29.4℃, 34.2℃) は2007年 (26.1℃, 29.3℃) より順に3.3℃, 4.9℃高かった。WBGT も経年とともに高くなる傾向にあり、上旬と下旬の平均 WBGT は、2018年 (27.3℃, 31.1℃) は2007年 (25.0℃, 26.6℃) より順に2.3℃, 4.5℃高かった。

さらに、10ヵ年の気温と WBGT の関係を月別に示した (図6)。相関係数 (r) は、5月0.772 ($p < 0.05$)、6月0.767 ($p < 0.05$)、7月0.922 ($p < 0.05$) であり、7月は0.9を超える高い関係性を示した。

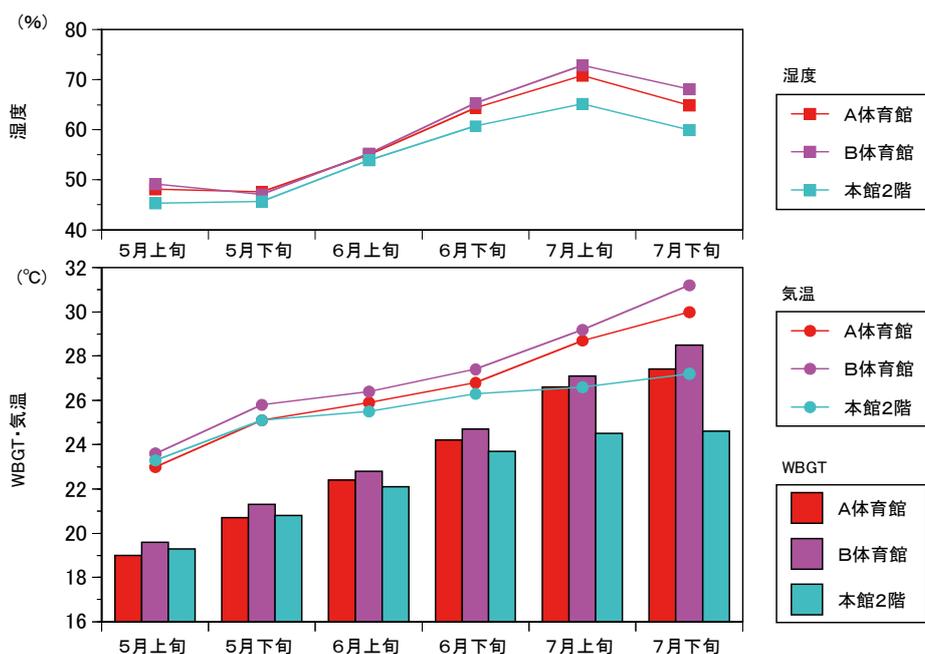


図1 10ヵ年の気温、湿度および WBGT の季節変動

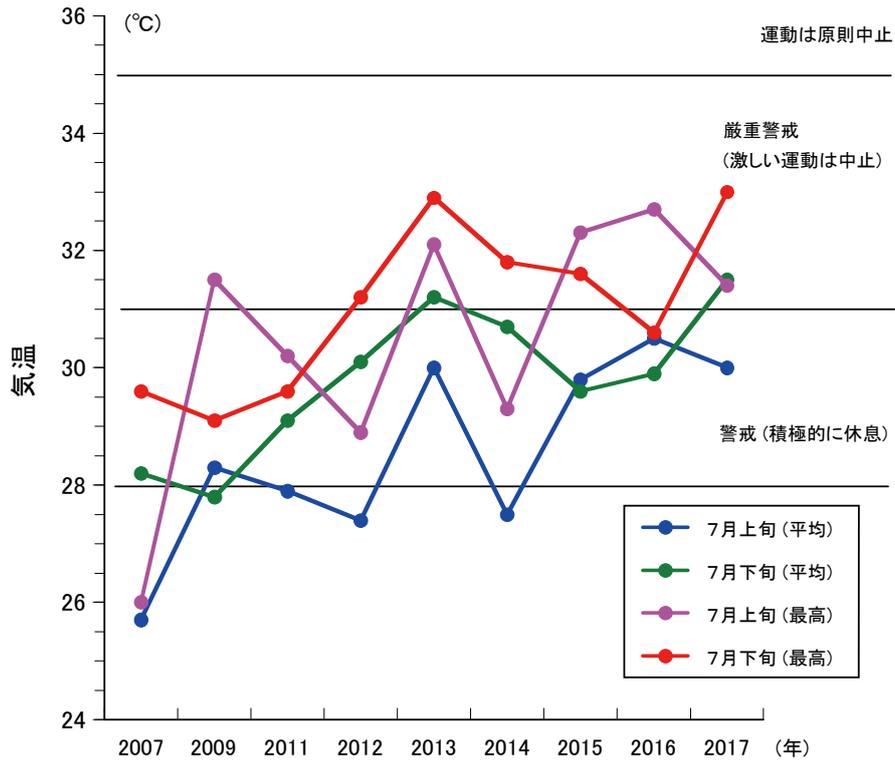


図2 A体育館における7月期の気温の年次推移

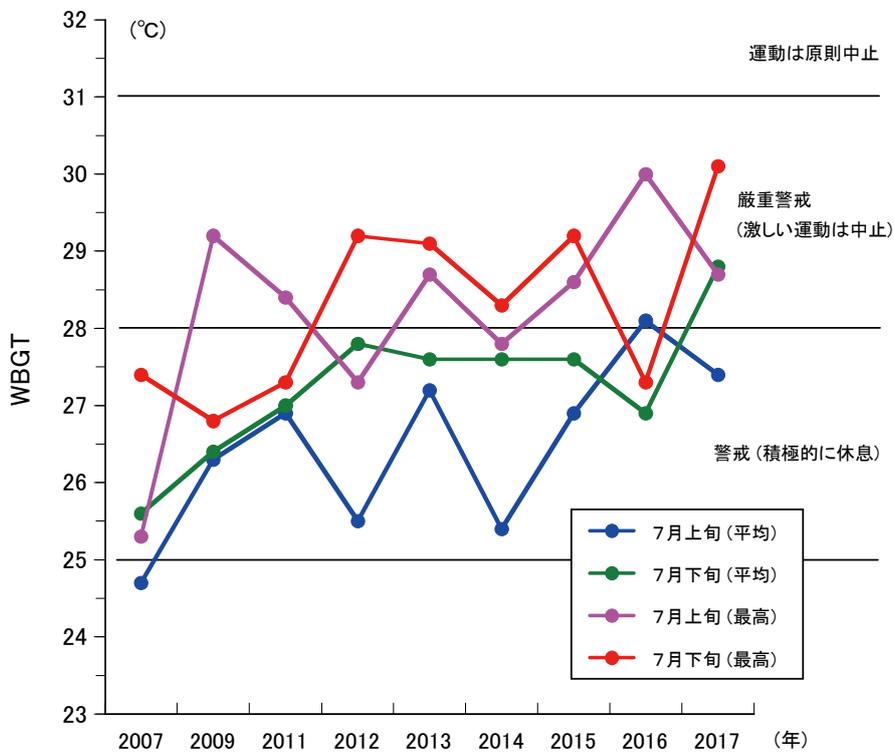


図3 A体育館における7月期のWBGTの年次推移

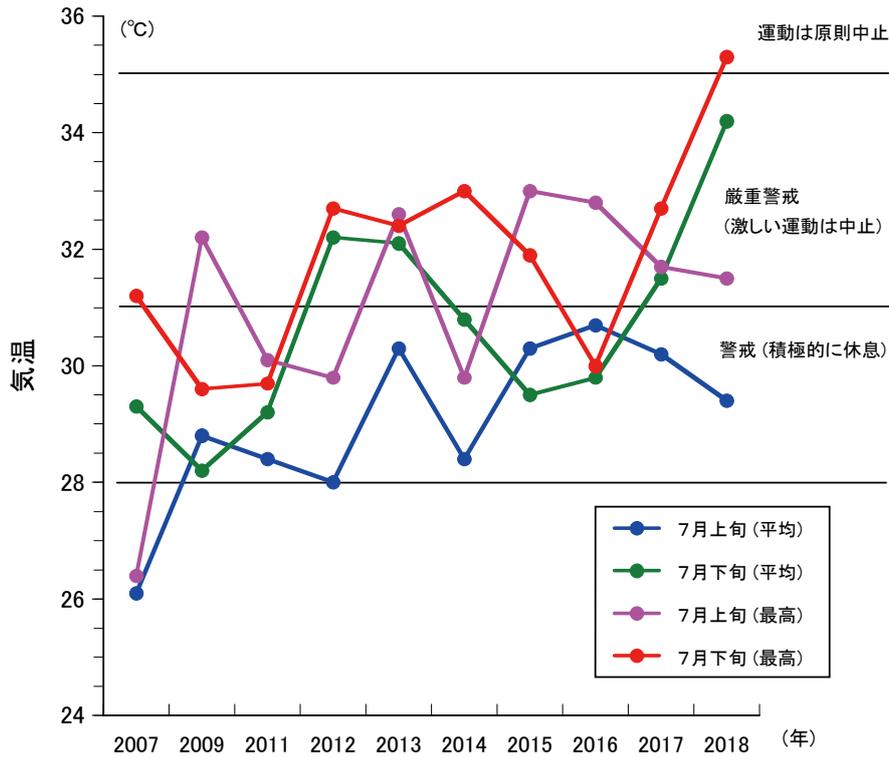


図4 B体育館における7月期の気温の年次推移

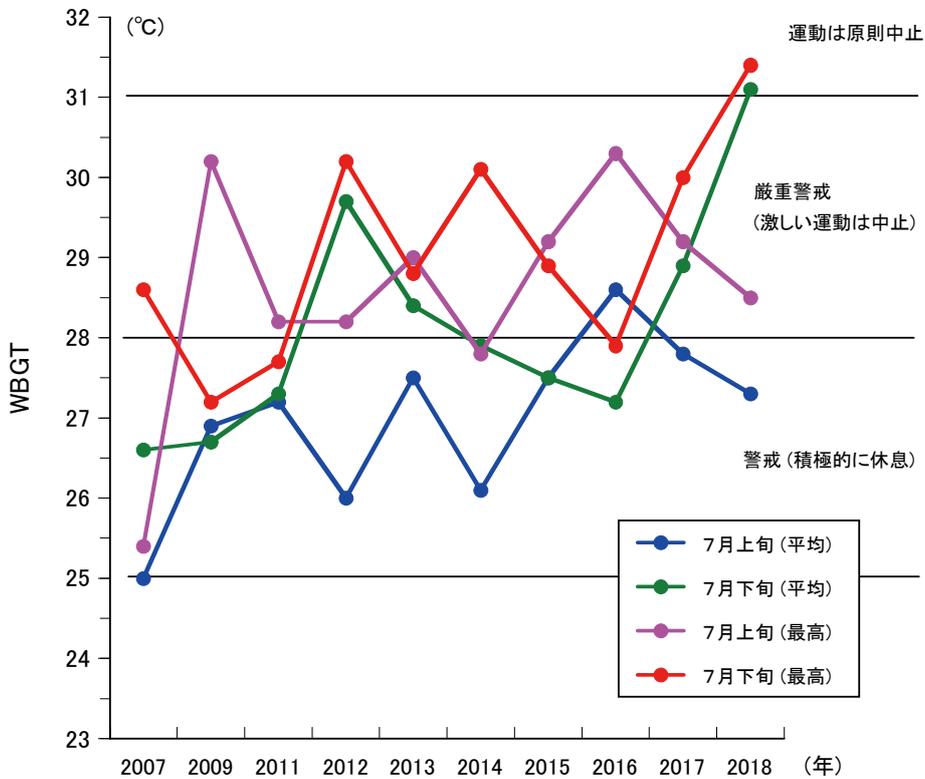


図5 B体育館における7月期のWBGTの年次推移

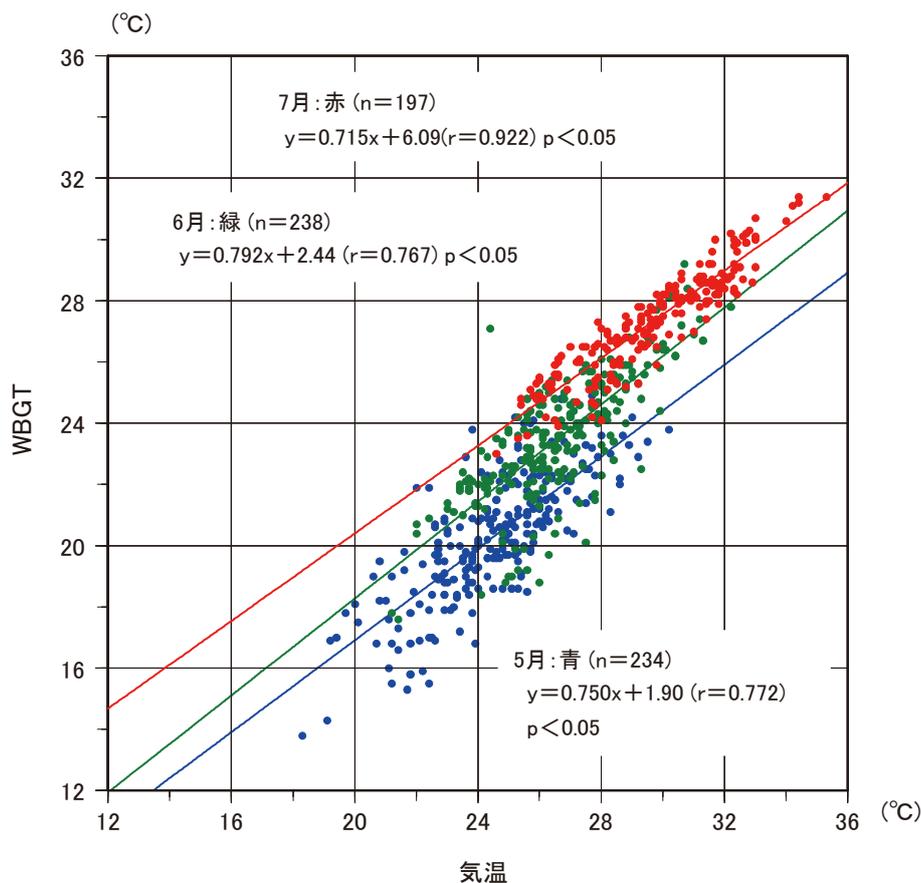


図6 10ヵ年の月別の気温とWBGTの関係

4. 考察

4.1 両体育館の環境温に差がみられた理由

5月上旬から7月下旬の6区分の平均値でみると、B体育館はA体育館よりも気温は0.7℃、WBGTが0.6℃高かった。その理由として、B体育館の総容積は約16,500m³でA体育館の約25,000m³よりも狭く³⁾熱がこもりやすいこと、B体育館は窓のある北側と南側に近接した建物があり風通しが悪いことなどが挙げられる。

4.2 7月期の気温およびWBGTの年次推移

2007年から2018年(2008年と2010年は測定無し)までの環境温は、年によって高低はあるものの、全般的には上昇傾向がみられた。倉敷市の気象データ⁵⁾を3年間ずつまとめて表すと、平均気温および最高気温は順に、2007~2009年(26.7℃, 34.8℃), 2010~2012年(27.1℃, 35.1℃), 2013~2015年(26.9℃, 35.3℃), 2016~2018年(28.0℃, 35.6℃)であり、平均気温は1.3℃、最高気温は0.8℃上昇している。本結果(体育館内温の上昇)はこの気象データ(外気温の上昇)から説明することができる。地球温暖化が徐々に進んでいることが伺えた。

4.3 気温とWBGTの関係

府木と文谷⁶⁾は7月、8月期の気温とWBGTの間には高い相関係数0.927が得られたと報告している。本調査の7月期も0.922と同様に高かったが、5月期は0.772、6月期では0.767とやや低めであった。湿度(平均値±標準偏差)を両体育館合計で月別に表すと、5月期は47.9±12.4%, 6月期60.0±12.0%, 7月期69.7±8.9%であり、7月期の標準偏差が低値であった。屋内では「WBGT(℃)=0.7×湿球温度(℃)+0.3×黒球温度(℃)」⁴⁾の式が成り立つため、70%を占める湿度の影響はかなり大きい。7月は梅雨期にあり、天候にもよるが湿度は高値(平均値は70%超)を維持している。つまり、湿度のばらつきの少なさ(標準偏差の低さ)が気温とWBGTの強い相関につながったと推察する。

ここで、WBGTを目的変数(y)、気温を説明変数(x)とした時の回帰式から気温とWBGTの関係を考えてみる。各月の平均気温(5月期25℃, 6月期27℃, 7月期30℃)を説明変数に入力すると、WBGT(目的変数)は順に19.9℃, 23.8℃, 27.5℃となり、気温とWBGTとの差は順に4.1℃, 3.2℃, 2.5℃となる。この7月期の差の小ささも湿度のば

らつきが少ないことを意味している。よって、WBGT が測定できない場合には、7月期は気温での代替が可能と思われる。なお、今回は7月下旬までの授業期間内の値をまとめたが、8月期も同様に気温の高い日が続く。残暑が厳しい中での部活動にも十分な注意が必要である。

4.4 冷房措置についての提案

熱中症は気温が24～25℃、WBGT では23℃から起こり始め、WBGT27～28℃以上で多発する^{7,8)}ことが指摘されている。本調査とは異なる体育館での冷房の有無を比較した調査⁶⁾によると、冷房有りの場合ではWBGT が約3℃低かったと述べている。これを運動指針⁴⁾に照らし合わせると、危険度を1

段階下げることになり、熱中症の危険性を軽減させることができるとしている。

快適で安全な運動環境を提供することは指導者・管理者の責務である。運動指針⁴⁾を鑑み、WBGT が28℃「嚴重警戒（激しい運動は中止）」に達した際には冷房措置を講じることが必要と考える。

5. 結語

本調査では5～7月期の大学体育館（館内冷房使用無し）の環境温を測定した。その結果、遅くとも7月中旬からはWBGT 指標による「警戒」域と「嚴重警戒」域の境界値28℃に達する日が出現することから、冷房措置の必要性が示された。

謝 辞

本調査に際し、測定者としてご協力をいただきました。これまでのゼミ生の皆様に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) 独立行政法人日本スポーツ振興センター：学校の管理下における熱中症の発生状況。
http://www.mext.go.jp/a_menu/kenko/anzen/_icsFiles/afieldfile/2018/05/16/1339094_02_4_1.pdf, 2018. (2018.9.22 確認)
- 2) 独立行政法人日本スポーツ振興センター：学校の管理下における熱中症死亡事故事例の発生傾向。
http://www.jpnsport.go.jp/anzen/Portals/0/anzen/kenko/jyouhou/pdf/nettyuusyo/29nettyuusyou_pp.%206-8%20.pdf, 2018. (2018.9.22 確認)
- 3) 文谷知明：ある大学体育館における環境温，風速および体感覚についての一考察．川崎医療福祉学会誌，23(2)，291-299，2014.
- 4) 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年度版改訂，日本体育協会，東京，2006.
- 5) 気象庁：過去の気象データ・ダウンロード。
<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>, 2018. (2018.9.24 確認)
- 6) 府木薫，文谷知明：屋内体育施設における7・8月期の環境温度の実態．川崎医療福祉学会誌，19(1)，185-188，2009.
- 7) 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.
- 8) 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一年齢，着衣及び暑熱順化を考慮した予防指針一．体力科学，56(4)，437-444，2007.

(平成30年12月10日受理)

A Consideration of Environmental Temperature in Gymnasiums at a Certain University in May, June and July

Tomoaki BUNYA

(Accepted Dec. 10, 2018)

Key words : environmental temperature, WBGT, gymnasium

Abstract

This survey was to measure the environmental temperature in gymnasiums with no whole cooling at a certain university in May, June and July for 10 years. The measured years were 2007, 2009 and 2011-2018, and the environmental temperature was 3 items of temperature, humidity and WBGT (Wet Bulb Globe Temperature). The main results are as follows. 1) There was a high correlation ($r=0.922$) between the temperature and WBGT in July. 2) Environmental temperature tended to increase with the passing of years. 3) After the middle of July at the latest when the WBGT reaches 28 °C, it suggested the necessity of air conditioning support.

Correspondence to : Tomoaki BUNYA

Department of Health and Sports Science
Faculty of Health Science and Technology
Kawasaki University of Medical Welfare
Kurashiki, 701-0193, Japan

E-mail : bunya@mw.kawasaki-m.ac.jp

(Kawasaki Medical Welfare Journal Vol.28, No.2, 2019 519 – 525)