

屋内・屋外におけるスポーツ活動現場の温熱的環境

勝俣 康之*¹ 下石 真由*² 小倉 幸雄*³
久保田豊司*⁴ 安松 秀*⁵ 井上 芳光*⁶

Thermal Environment During Indoor and Outdoor Sports Activities

Yasuyuki Katsumata*¹ Mayu Shimoishi*² Yukio Ogura*³
Toyoshi Kubota*⁴ Hideshi Yasumatsu*⁵ Yoshimitsu Inoue*⁶

Abstract

We compared wet-bulb globe temperature (WBGT) as an integrated index of the thermal environment in outdoor and indoor sports activities. Measurements of globe temperature, relative humidity and air temperature for calculating WBGT were made every 30 minutes during the practice of women's softball and volleyball teams at Osaka Int'l University from April to November. There were no significant group differences in WBGT between indoor and outdoor sports activities from the beginning of July to the middle of September. However, the globe temperature (during July - September) and air temperature (during August) were significantly higher outdoors than indoors. The relative humidity (during July and August) was significantly higher indoors than outdoors. These results suggest that countermeasures against the increases of humidity during indoor sports activity and of solar radiation during outdoor sports activity should be taken to prevent heat disorders.

Key words

WBGT, Globe temperature, Relative humidity, Air temperature, Heat disorders

-
- * 1 かつまた やすゆき：大阪国際大学人間科学部講師 〈2013.9.27受理〉
 - * 2 しもいし まゆ：広島市医師会職員
 - * 3 おぐら ゆきお：大阪国際大学短期大学部教授
 - * 4 くぼた とよし：大阪国際大学人間科学部教授
 - * 5 やすまつ ひでし：大阪国際大学人間科学部教授
 - * 6 いのうえ よしみつ：大阪国際大学人間科学部教授

1 目的

ヒトは進化の過程で、自然環境への合理的な環境適応能を獲得した。しかし、科学技術の急速な発達とアメニティ（快適環境）の追求に伴い生活環境が大きく変化し、現在および将来においてヒトの環境適応能が脆弱化することが懸念されている。さらに、地球温暖化やヒートアイランド現象などヒトを取り巻く環境も大きく変化している。ヒトの温熱的環境適応能の脆弱化や地球温暖化を考え合わせると、現代社会が直面する熱中症の増加などの問題が将来的にさらに拡大することが十分予想され、この予防策を早急に構築する必要性がある。

熱中症とは暑熱環境で発生する障害の総称で、体温調節・循環調節・体液調節に過剰な負担がかかることで発生することが知られている^{1) 2) 3)}。暑熱下のスポーツ活動では熱中症が発生しやすくなるため、古くからさまざまな予防策が提案されている。Yaglou and Minard⁴⁾は温熱的環境指標として湿球黒球温度（以下、WBGTとする）を用い、「WBGT 26.5℃以上では軍隊の訓練を短縮する」と初めて提案している。その後、アメリカスポーツ医学会⁵⁾は「WBGT 28℃以上では10マイル以上の長距離走を禁止すべき」と提唱している。我が国では1991年に日本体育協会に「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、ここでの多くの研究成果に基づき^{6) 7) 8) 9)}、「スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック」が発表されている²⁾。その中で、我が国における運動時熱中症発生時の環境温度（WBGT）分布の解析から、WBGT 21℃以下：ほぼ安全、WBGT 21℃以上：注意、WBGT 25℃以上：警戒、WBGT 28℃以上：嚴重警戒、WBGT 31℃以上：運動は原則中止、と運動指針が発表されている²⁾。その後も熱中症事故の実態調査、スポーツ現場での環境・生体負担度の測定、運動時の体温調節に関する基礎的研究など幅広い研究が進められ^{9) 10)}、このガイドブックは2013年に改訂版が発行されている。また、環境省も日常生活場面での熱中症予防策にのりだし、「熱中症予防保健指導マニュアル」³⁾を作成するとともに、熱中症予防情報のサイトで暑さ指数としてWBGTを地域ごとに詳細に予報している¹¹⁾。

一般に真夏のWBGTには黒球温度として反映される輻射熱が強く影響することから、夏季のスポーツ活動における温熱的環境条件は屋外が屋内よりも劣悪になると考えられがちである。しかし、屋内は屋外よりも風速が低く、湿度が高くなることが予想され、真夏のスポーツ活動としては屋内（人工環境を利用していない場合）でも屋外と同等の生体負担度をうけることも十分考えられる。しかし、屋内と屋外のスポーツ現場における温熱的環境条件はどの季節にどの程度異なるのか、明確なデータはほとんどみられない。また、熱中症に罹患した者の身体・環境状況は屋内と屋外スポーツ現場で異なる特徴が存在するのか、明確ではない。

そこで本研究では、スポーツ活動現場に応じた熱中症予防策を構築するため、本学バレーボール部とソフトボール部の活動現場における温熱的環境（気温、相対湿度、黒球温度、WBGT）を4月から11月の7か月間にわたり測定し、屋内と屋外の温熱的環境条件を比較検討した。さらに、両スポーツ活動時に熱中症に罹患した者の生活・身体・環境状況等を併せてアンケート調査し、スポーツ現場に応じた熱中症予防策を考究した。

2 方法

(1) 温熱的環境調査

本研究では、屋内スポーツとして本学女子バレーボール部、屋外スポーツとして本学女子ソフトボール部を選択し、両クラブにおけるスポーツ活動現場で気温・相対湿度・黒球温度・WBGT（温熱環境を総合的に評価した指標）を測定した。これらの指標は、両クラブの活動現場において熱中症指標計（京都電子工業（株）、WBGT-103）で測定した。なお、熱中症指標計での測定は、測定者の胸の高さで実施するように要請した。全ての調査は、2008年4月中旬から11月中旬まで実施した。また、両チームの監督・コーチに、調査の目的・測定項目などを事前に説明し、調査実施の承諾を得た。

なお、原則的にバレーボール部は屋内で、ソフトボール部は屋外で、学期中には平日は放課後に（バレーボール部：18時～22時、ソフトボール：17時～20時）、週末および休暇中は日中にそれぞれ練習していた。

(2) WBGTとアンケート調査

両クラブの練習時間内（原則として週6日）において、それぞれの活動現場で気温・相対湿度・黒球温度・WBGTを30分毎に測定し、練習日毎に各指標の平均値（日平均データ）を求めた。さらに、各指標の日平均データに基づき、便宜上各月の初旬（1日～10日）、中旬（11日～20日）、下旬（21日～30日 or 31日）ごとの平均値±標準偏差（SD）を算出した。なお、WBGTは以下の式で算出した。

$$\text{屋外：WBGT}(\text{℃}) = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.2 \times \text{黒球温度} + 0.1 \times \text{乾球温度}$$

$$\text{屋内：WBGT}(\text{℃}) = 0.7 \times \text{湿球温度} + 0.3 \times \text{黒球温度}$$

さらに、両クラブ活動中に熱中症に罹患した者に対して、不具合になった時の環境および身体状況（WBGT、練習着、症状、月経周期、睡眠・体調など）を尋ねるアンケート調査を実施した。

(3) 統計処理

温熱環境に関するデータは、練習日毎では平均値で、10日毎では平均値±SDで表示した。練習日毎のデータに基づき、屋内 vs. 屋外の温熱環境指標を10日毎にT検定で比較検討した。さらに、バレーボール部とソフトボール部がほぼ同時に本学内で練習していた7～8月の温熱環境指標をT検定で比較検討した。いずれの検定においても有意水準は $p < 0.05$ に設定した。

3 結果

(1) 温熱環境：屋内 vs. 屋外

図1-Aは、2008年4月中旬から11月中旬までの本学バレーボール部およびソフトボール部が活動した現場における練習中のWBGTの日平均データ（練習中において30分毎に測定したWBGTの平均値）を示す。図1-Bには、WBGTの日平均データから求めた各月の初旬（1日～10日）、中旬（11日～20日）、下旬（21日～30日 or 31日）ごとのWBGTの平均値±SDを示す。WBGTの日間較差および季節変動は屋内スポーツ現場（バレーボール練習時：以下、屋内とする）が屋外スポーツ現場（ソフトボール練習時：以下、屋外とする）

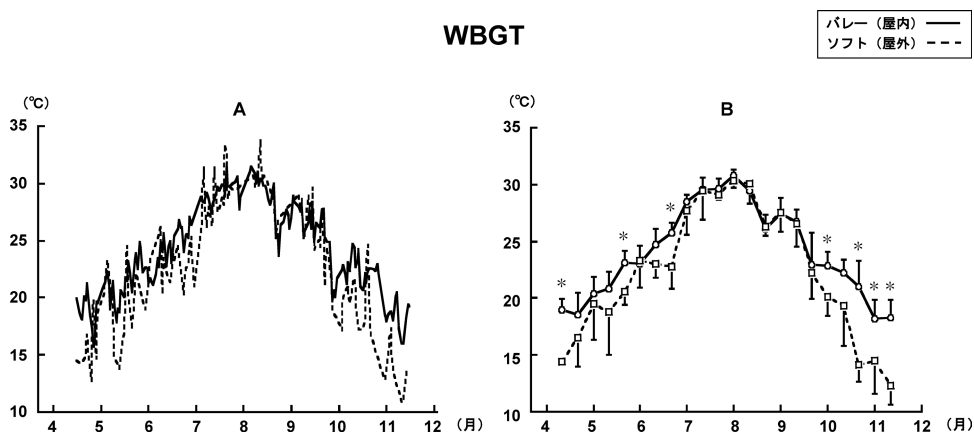


図1 本学バレーボール部（屋内）とソフトボール部（屋外）の活動現場における練習中の湿球黒球温度（WBGT）を日平均（A）と10日平均（B）で示す。データは2008年4月中旬から11月中旬までの各練習時において30分毎に測定し、Aは練習中の一日の平均値を、Bは10日毎の平均値±SD（各月とも初旬、中旬、下旬に区分した）を示す。*は屋内と屋外に有意差があることを示す（ $p < 0.05$ ）。

より小さい傾向だったが、屋内・屋外のWBGT変化パターンは類似していた（図1-A）。すなわち、WBGTは、屋内・屋外とも4月中旬から7月中旬まで上昇し、その後8月中旬まで高い値を保った後、11月中旬まで下降し続ける季節的変動を示した。WBGTの日平均が熱中症発生の嚴重警戒域とされている28℃に達したのは、屋内では7月3日で、屋外では7月5日であり（図1-A）、屋内・屋外とも7月初旬から8月中旬まで連日28℃以上のWBGTを示した。この温熱環境の総合指標であるWBGTが25℃以下の温熱的環境条件では屋内が屋外より有意に高かったが（～6月下旬、9月下旬～）、WBGTが高い7月初旬～9月中旬までは屋内と屋外で有意な差は認められなかった。なお、7・8月にバレーボール部とソフトボール部がほぼ同時に本学内で練習した際のWBGTを比較しても、屋内（ $29.2 \pm 1.5^\circ\text{C}$ 、 $n=27$ ）と屋外（ $29.0 \pm 2.1^\circ\text{C}$ 、 $n=27$ ）で有意な差は認められなかった。

図2・3・4-Aは、4月中旬から11月中旬までのバレーボール（屋内）とソフトボール（屋外）の活動現場における気温、相対湿度、黒球温度の日平均データをそれぞれ示す。さらに、図2・3・4-Bには、日平均データから各月の初旬、中旬、下旬における練習中の気温、相対湿度、黒球温度の平均値±SDをプロットした。気温（図2）には、屋内・屋外ともWBGTと類似した日間較差や季節変動が観察された。気温でも、WBGTと同様に、7月初旬～8月中旬まで屋内と屋外に有意な差は認められず、9月下旬以降は屋内が屋外より有意な高値を示した。ただし、4月～6月では6月下旬においてのみ屋内が屋外より有意に高い気温を示した。また、両クラブとも遠征（バレーボール部：愛知県の中京女子大学体育館、ソフトボール部：宮城県女川町総合運動場）に出ていた8月下旬には屋外が有意な高値を示した。なお、7・8月にバレーボール部とソフトボール部がほぼ同時に本学内で練習した際の気温を比較しても、屋内（ $32.4 \pm 1.6^\circ\text{C}$ 、 $n=27$ ）と屋外（ $33.4 \pm 3.1^\circ\text{C}$ 、 $n=27$ ）で有意差は認められなかった。

屋内・屋外におけるスポーツ活動現場の温熱的環境

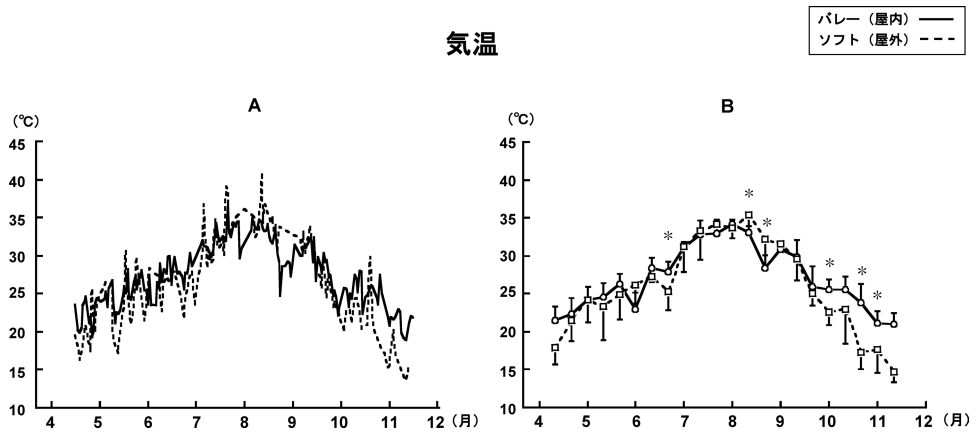


図2 本学バレーボール部（屋内）とソフトボール部（屋外）の活動現場における練習中の気温を日平均（A）と10日平均（B）で示す。データは2008年4月中旬から11月中旬までの各練習時において30分毎に測定し、Aは練習中の一日の平均値を、Bは10日毎の平均値±SD（各月とも初旬、中旬、下旬に区分した）を示す。*は屋内と屋外に有意差があったことを示す（ $p < 0.05$ ）。

相対湿度（図3）では、屋内・屋外とも明確な季節変動はみられなかったものの、日間較差は大きく、20~80%の間を変動していた（図3-A）。相対湿度の10日間平均値でみると（図3-B）、全般的には屋内が屋外より高かったものの、梅雨時期を含む5月下旬から7月中旬まで屋内と屋外間に有意な差はみられなかった。しかし、屋内と屋外でWBGTに相違が観察されなかった7月~8月では、相対湿度は屋内が屋外より有意に高かった（7月下旬、8月中旬・下旬： $p < 0.05$ ）。なお、7・8月にバレーボール部とソフトボール部がほぼ同時に本学内で練習した際の相対湿度は、屋内（ $59.3 \pm 6.5\%$ 、 $n=27$ ）が

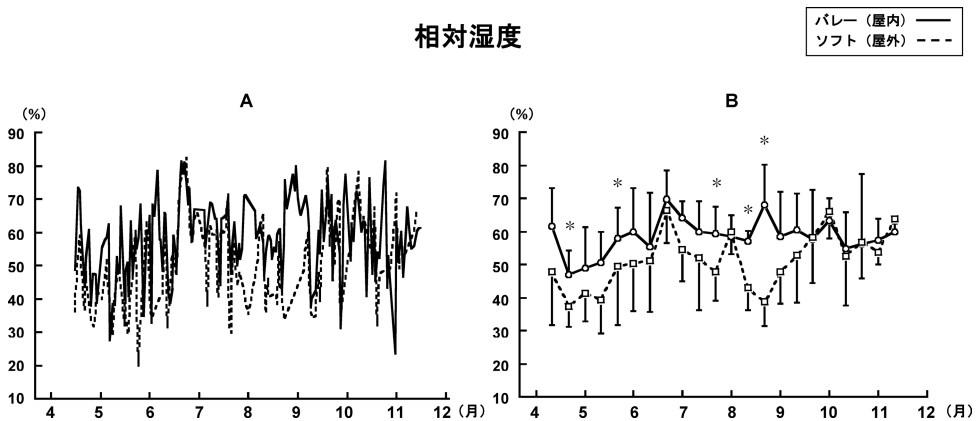


図3 本学バレーボール部（屋内）とソフトボール部（屋外）の活動現場における練習中の相対湿度を日平均（A）と10日平均（B）で示す。データは2008年4月中旬から11月中旬までの各練習時において30分毎に測定し、Aは練習中の一日の平均値を、Bは10日毎の平均値±SD（各月とも初旬、中旬、下旬に区分した）を示す。*は屋内と屋外に有意差があったことを示す（ $p < 0.05$ ）。

屋外 (50.2±11.7%、n=27) より有意に高かった。

輻射熱を反映する黒球温度において、日内変動および日間較差 (図4-A) とも屋外が屋内より大きく、屋内・屋外でWBGTに相違が観察されなかった7～9月において屋外が屋内よりいずれも有意に高い値を示した (7月下旬、8月中旬・下旬、9月初旬：p < 0.05)。なお、7・8月にバレーボール部とソフトボール部がほぼ同時に本学内で練習した際の黒球温度は、屋外 (38.3±5.8℃、n=27) が屋内 (34.4±1.8℃、n=27) より有意に高かった。

(2) 熱中症罹患者のアンケート結果について

調査期間中において、熱中症に罹患した者はバレーボール・ソフトボールとも各3名存在した。この6名の学生に対し、アンケート調査を実施し、その結果を表1に要約した。不具合になった際、いずれの者も意識はあり、自分で水分を摂取できていた。6名全員が1回生で、いずれも初めて熱中症に罹患したと回答していた。両クラブとも練習中には休憩時間を設定し、さらに練習中には自由飲水であったにもかかわらず、満足に水分・塩分補給が出来たと回答した学生はいなかった。また、前日の睡眠時間はいずれの者も6～11時間であった。バレーボール部の2名 (V1とV2) は朝食をとらずに練習に参加していた。体調としてかぜ気味だったと回答した者が1名 (V2) 存在したが、他に練習前に体調異常を訴えていた者はいなかった。また、性周期には一定の傾向はみられなかった。

練習着は、バレーボール部員が半袖Tシャツと短パン、ソフトボール部員が半袖Tシャツ、長袖インナー、ハーフパンツをそれぞれ着用していた。バレーボール部の罹患者1名 (V1) はWBGTが31.8℃の午後の練習中、2名 (V2とV3) はWBGTが30.4℃の週末の二部練習の午後に発生した。また、屋外のソフトボール部の罹患者2名 (S2とS3) はWBGTが33.9℃の日に発生した。この日は西日本大会後の初めての練習であり、2名とも大会にエ

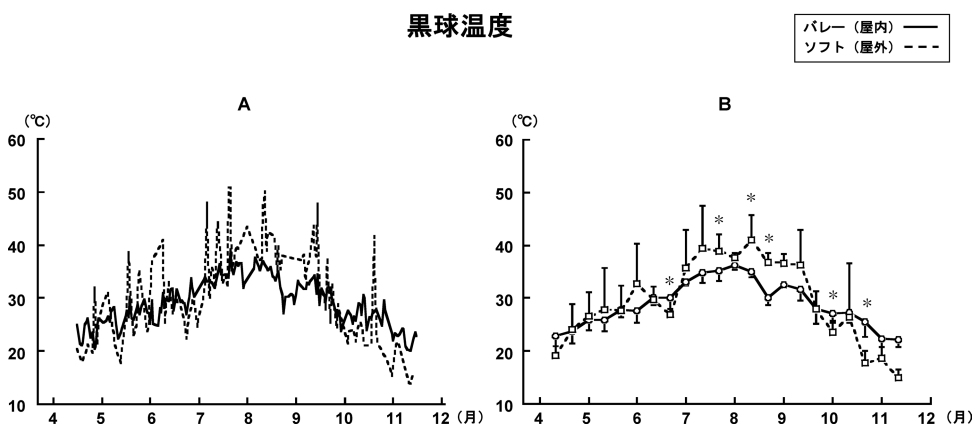


図4 本学バレーボール部 (屋内) とソフトボール部 (屋外) の活動現場における練習中の黒球温度を日平均 (A) と10日平均 (B) で示す。データは2008年4月中旬から11月中旬までの各練習時において30分毎に測定し、Aは練習中の一日の平均値を、Bは10日毎の平均値±SD (各月とも初旬、中旬、下旬に区分した) を示す。*は屋内と屋外に有意差があったことを示す (p < 0.05)。

屋内・屋外におけるスポーツ活動現場の温熱的環境

表1 熱中症罹患者のアンケート結果 (V1～V3はバレーボール部員、S1～S3はソフトボール部員)

罹患者	学年	身長 (cm)	体重 (kg)	WBGT (℃)	睡眠 (時間)	練習着	症状
V1	1	173	60	31.8	8	半袖、短パン	頭痛、倦怠感、 手・足のしびれ
V2	1	172	70	30.4	6	半袖、短パン	頭痛、倦怠感、めまい、 手・足のしびれ
V3	1	168	61	30.4	7	半袖、短パン	頭痛、めまい、立ちくらみ
S1	1	154	70	28.6	6	長袖インナー、半袖、 ハーフパンツ	頭痛、吐き気
S2	1	157	62	33.9	10	長袖インナー、半袖、 ハーフパンツ	頭痛、倦怠感、めまい
S3	1	155	51	33.9	11	長袖インナー、半袖、 ハーフパンツ	頭痛、吐き気、立ちくらみ

ントリーされておらず、3日ぶりに本格的な練習をした者であった。ソフトボール部の他の1名(S1)は、リハビリ中のため長期間本格的な練習に参加していなかった者であり、WBGTが28.6℃で発生した。

4 考察

本研究では、スポーツ活動現場に応じた熱中症予防策を構築することを究極的目的とし、本学女子バレーボール部と女子ソフトボール部の活動現場における温熱的環境(WBGT、気温、相対湿度、黒球温度)を4月中旬から11月中旬までの7か月間にわたり測定し、屋内と屋外で比較検討した。その結果、温熱環境の総合的指標であるWBGTは、それが比較的低い4・5・6・10・11月には屋内が屋外より有意な高値を示したが、比較的高い7月初旬～9月中旬には屋内と屋外で有意な差は認められなかった。この結果とWBGTは運動時の生体負担度と強く関連する温熱的環境指標であること^{2) 3) 4) 5)}を考えると、夏季における本学の屋内スポーツ温熱的環境は屋外とほぼ同等の生体負担を招来する温熱刺激であったことが推察される。

このようなWBGTが屋内と屋外で同等な時期でも他の温熱的環境指標には相違がみられた。すなわち、屋外は屋内より輻射熱を反映する黒球温度が有意に高く(7～9月)、屋内は屋外より相対湿度が顕著に高かった(7～8月)。これらの結果は、熱中症予防策として屋外では輻射熱対策を、屋内では湿度対策をそれぞれより重点的に推進する必要性を示唆している。具体的な予防策としては、屋外の輻射熱対策として帽子の着用、日陰でのこまめな休息など、屋内の湿度対策として気流(風通し)の促進、除湿器の設置などがそれぞれ挙げられる。

一般的に屋内のWBGTは屋外と比し寒冷期で高く、暑熱期で低くなるように設計されている。しかし、本学体育館のWBGTは前述したように7月初旬～9月中旬では屋外よ

り低くならず、ほぼ同等のWBGTであった。これは体育館内の劣悪な換気and/or小さな建築容積により顕著な湿度上昇が生じたためと推察される。加えて、本学体育館は近隣住宅への騒音防止的配慮から、20時以降の練習時には体育館を閉めるように指導されていた。そのため、夏季の夜間練習時でさえも生体負担度が高いことが十分予想でき、このことは7月の20時以降の練習時でもWBGTが嚴重警戒域の28℃を超えていたことから裏付けられている。

本学において、バレーボール部・ソフトボール部とも学期中の平日では放課後に（バレーボール部：18時～22時、ソフトボール部：17時～20時）、週末では日中にそれぞれ練習していた。学期中において屋外スポーツのWBGTは平日の夜間練習時に比べ週末の日中練習時が有意に高く、その変化幅は5℃にも達していた。これらの結果は、ソフトボール部の熱中症予防策として、WBGTが嚴重警戒域である28℃を超えはじめる梅雨明け頃には、週末の練習内容・時間を配慮する必要性があることを示唆している。実際に、2008年度の練習時において熱中症と診断される症状を呈した者は、バレーボール部・ソフトボール部とも各3名であり、6名中4名は7月の梅雨の合間または梅雨明け直後に（V1、V2、V3、S1）、2名は8月初旬の最も暑い時期（S2とS3）に発生していた。三宅ら¹²⁾は、熱中症の発生時期には2峰性がみられ、一つ目として梅雨の合間に突然気温が上がったり、梅雨明け直後の蒸し暑い日に（7月中旬～下旬）、二つ目として一年で最も暑い時期（8月初旬～中旬）にそれぞれ多発することを報告している。本調査においても、6名の結果ではあるが、スポーツ活動時において嚴重警戒域と提唱されているWBGT28℃を超える時期から熱中症が発生し、発生時期に2峰性が存在することを裏付けている。7月中旬～下旬に4名が熱中症に罹患した理由の1つとして、日中練習があげられる。すなわち、夜間練習が続き十分に暑熱順化していない時期に、日中練習でWBGTが急激に上昇すると生体負担度も高くなり、それに週末の練習時間の延長が加わると生体負担度がさらに大きくなり、熱中症が発生したものと推察される。この時期（7月）には、十分に暑熱順化していないことを考慮した週末の練習計画が必要である。

熱中症に罹患した6名はいずれも1回生であった。この結果は、熱中症死亡事故数からみた場合に中学校や高等学校でも体力や技術が未熟な低学年で多いことを報告した先行調査¹³⁾と類似する。これまで有酸素的体力が低い者ほど暑熱順化の獲得が遅く、その獲得レベルも低いことが報告されている¹⁴⁾。熱中症罹患者はいずれも中学・高校でも運動クラブに所属していたが、1回生は高校3年生の引退後から大学での練習再開までの間に体力レベルが低下し、夏季までに十分回復しなかったため、十分に暑熱順化していない者も含まれていたのかもしれない。その原因はいずれにしても、この結果は熱中症予防に向けた1回生に対する配慮が重要であることを示唆している。

不具合になった時の症状として、頭痛を全ての6名が、倦怠感とめまいを各3名が、吐き気と立ちくらみを各2名が、手足のしびれを2名がそれぞれ訴えていた。この訴えといずれの者も意識はあり、自分で水分を摂取できていたことを考え合わせると、重症度分類でⅡ度の熱疲労であったことが窺われる³⁾。両クラブとも水分補給は自由飲水であったにもかかわらず、練習中の水分・塩分補給が満足にできたと回答した学生はいなかった。し

びれを訴えた2名（V1とV2）は朝食を取らずに練習に参加していた。多分、食事による塩分補給が十分でないことに加え、多量発汗に伴う塩分損失を補うこともできなかったために、手足のしびれを生じたものと思われる。そのため、選手には朝食摂取を強く奨励するとともに、体調が悪く朝食を取れない者を練習に参加させないようにすべきである。さらに、V2は風邪気味であったとも回答している。この時期の体調不良者に対しては、練習参加をみあわせて熱中症予防に努めるべきである。

屋外のソフトボール部の罹患者2名（S2とS3）はWBGTが33.9℃で発生した。この日は西日本大会後の初めての練習であり、2名とも大会にエントリーされておらず、3日ぶりに本格的な練習に参加した者であった。ソフトボール部の他の1名（S1）はリハビリ中のため長期間本格的な練習に参加していなかった者であり、WBGTが28.6℃で発生した。熱中症は休み明けや練習初日に多発することが報告され⁹⁾、S1・S2・S3の結果はこのことを裏付けている。長期間の練習離脱は体力の低下、前述したように耐暑性の低下をも招来する。7・8月における長期練習離脱者が練習を再開する日や休み明けの練習開始日には、特にその練習内容に配慮する必要がある。なお、いずれの者も6～11時間の睡眠をとっており、極端な睡眠不足者はいなかった。

以上の結果より、夏季における本学の屋内スポーツ現場（体育館）は屋外とほぼ同等の温熱刺激（WBGT）を示すものの、環境条件の整備からみた熱中症予防策には相違があり、屋外では輻射熱対策、屋内では湿度対策がより重要であることが窺われた。熱中症は、WBGT28℃以上で、低学年の者ほど、練習から遠ざかっていた者ほど、体調を崩した者ほど発生しやすくなる点にも留意すべきである。

参考文献

- 1 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
- 2 日本体育協会（1994）スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック（川原 貴，森本武利 編）
- 3 環境省（2005）熱中症保健指導マニュアル，環境省環境保全部環境安全課
- 4 Yaglou CP, Minard CD (1957) Control of heat casualties at military training. Am Med Ass Arches Ind Health 16: 302-316
- 5 American College of Sports Medicine Position Stand (1975) Prevention of heat injuries during distance running. Med Sci Sports 7 (1): vii-viii
- 6 川原 貴，朝山正巳，北田韶彦，白木啓三，森本武利，中井誠一，小松 裕（1991）No.VIII スポーツ活動における熱中症事故予防に関する研究（第1報），平成3年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告，pp1-47
- 7 川原 貴，朝山正巳，小松 裕，白木啓三，中井誠一，森本武利，伊藤静夫（1992）No.VIII スポーツ活動における熱中症事故予防に関する研究（第2報），平成4年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告，pp1-81
- 8 川原 貴，朝山正巳，小松 裕，白木啓三，中井誠一，森本武利（1993）No.VIII スポーツ活動における熱中症事故予防に関する研究（第3報），平成5年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報告，pp1-40
- 9 中井誠一（2010）運動と水分補給，体温Ⅱ（井上芳光，近藤徳彦 編），ナッパ，pp169-183
- 10 中井誠一，新矢博美，芳田哲也，寄本 明，井上芳光，森本武利（2007）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，着衣及び暑熱順化を考慮した予防指針，体力科学56：437-444

国際研究論叢

- 11 環境省熱中症予防情報 (2013) http://www.wbgt.env.go.jp/graph_tm.php?region=07&prefecture=63&point=635182013
- 12 三宅康史, 有賀 徹, 井上健一郎, 奥寺 敬, 北原孝雄, 島崎修次, 鶴田良介, 前川剛志, 横田裕行 (2008) 熱中症の実態: Heatstroke STUDY 2006最終報告, 日救急医学会誌19: 309-321
- 13 日本体育協会 (2013) スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック (川原 貴編), pp36
- 14 山崎文夫 (2010) 運動トレーニングと暑熱順化, 体温Ⅱ (井上芳光, 近藤徳彦 編集), ナップ, pp186-192