

# アメリカンフットボールにおける熱中症および外傷発生とグラウンドでの環境変化の検討

Association between the incidence of heat disorders and injuries, and environmental variations of the playing field during American Football

反町武史\*, 川原 貴\*, 藤谷博人\*, 月村泰規\*  
立石智彦\*, 中山晴雄\*, 麻生 敬\*, 福田 崇\*

キー・ワード：Heat disorder, American Football, Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)  
熱中症, アメリカンフットボール, 湿球黒球温度

〔要旨〕 グラウンドでの湿球黒球温度(WBGT)の変化を調査し, 同時期に発生した外傷や熱中症との関係について検討した. 熱中症予防運動指針をもとに WBGT28℃ 以上に着目して評価した. 8,9月ともに 28℃ 以上の高値となる日が多かった. 測定期間内で筋痙攣と熱中症は各々 35 件, 7 件であった. これを測定結果と対比すると両者とも 1 日のうちで WBGT が最も高い時間帯に多く発生する傾向が見られた. 熱中症は半数以上が 31℃ 以上のときに発生していた. フィールドで WBGT を測定することで実際の状況を把握でき, それが熱中症の予防につながると示唆された. また 9 月でも WBGT が高値となるものが多く, 公式戦の時期や時間帯にも検討が必要であると考えられた.

## はじめに

地球温暖化が着実に進み, 猛暑の夏が生活を脅かしている環境の中で, 対策や予防をせずに激しい運動を行うとスポーツによる熱中症事故が発生する可能性がある. ひとたび事故が発生すると人命が失われるおそれがある. また死亡事故に至らなくても選手やそのチームならびにチーム関係者に多大な影響を及ぼすことが予測できる. このため, 熱中症は正しい認識を持ち, 適切に予防することが非常に大切である.

人体と環境の熱収支は伝導, 輻射, 対流, 蒸発の過程に依存している. 環境因子としては気温・湿度・風・日射・物体表面温度(輻射熱)があることが知られており, これらを総合的に評価する指標として湿球黒球温度(Wet-bulb Globe Temperature: 以下, WBGT)がある. WBGT は 1957

年に Yaglou と Minard<sup>1)</sup> により提唱され, 乾球温度, 湿球温度および黒球温度により算出される. WBGT は, 高温環境の指標として「暑さ指数」とも言われ, 熱中症予防措置のための指標となっている. しかし, 実際に試合が開催されているグラウンドで WBGT を測定して検討を行った報告は数少ない. 今回, 我々は関東の大学アメリカンフットボールにおいて公式戦が始まる 9 月も暑さが続き, 真夏日となることも少なくないことに注目し, 9 月を中心として前後 1 か月(8 月~10 月)のグラウンドでの WBGT を測定して現場での温度変化を調査した. 我々は 1991 年度から公式戦にゲームドクターを派遣しており, その試合の中でレフリーストップがかかりグラウンドから運び出された選手に対し, ゲームドクターは外傷報告書に外傷状況を記載し報告することを義務付けている. この報告書に基づき, 調査期間内に発生し報告された外傷および熱中症の発生と WBGT の関連について検討を行ったので報告する.

\* 関東学生アメリカンフットボール連盟メディカル委員会

## 対象および方法

WBGT の測定場所は東京都調布市にあり、関東学生アメリカンフットボール連盟が主催する中で最も試合数が多いアミノバイタルフィールドであった。測定日は2012年9月から10月の公式戦が行われる土曜日および日曜日で各試合の開始時間である11:00, 13:30, 16:00であった。また、比較のために8月もいくつかの日を測定対象日としたが、8月は公式戦がないため他の競技団体が使用していない土曜日、日曜日の同時刻に測定した。測定方法はグラウンド中央50ヤードライン上でハンディー型の携帯 WBGT 測定器（京都電子工業社製、WBGT-103）を用いて地上から1.5mと0.5mの高さの2点で計測して比較検討を行った。評価は日本体育協会が提唱している熱中症予防運動指針<sup>2)</sup>をもとに WBGT 28℃ 以上に着目して評価した。

また、調査期間内に首都圏30会場で公式戦154試合が開催された。その中の21会場97試合で外傷や障害が発生して連盟に報告された。これらの会場全てが地理的に近い場所に存在し、環境条件も近似していると考えられることから、この事例をまとめて調査し、さらにその中で筋痙攣と熱中症に注目して WBGT の測定結果と対比して検討した。

## 結 果

### 1. WBGT 測定値

地上から1.5mの高さでは、8月と同様に9月でも WBGT の値が高い日が多くあった。28℃ を基準としてみた場合、第1, 第2試合の開始時間帯である11:00, 13:30で28℃ 以上の高値となる日が多く、9月でも第3試合の開始時間帯である16:00で30℃ 以上の日があった（図1）。10月の第1週土曜日に関しては測定した会場で試合がなかったため測定されなかったが、10月のそれ以外の日では28℃ を超えた日はなかった。

地上から0.5m高さでは、1.5mのものと比較するとやや高値になっている日も散見されるが、いずれも28℃ 以上の高値となる日が9月でも数多くあった（図2）。

### 2. 環境省のデータとの比較

我々が測定したグラウンドの周辺で環境省が公式に測定している観測地点のデータと対比して、

気温の推移も合わせてグラフとした（図3）。ただし、環境省が公式に測定して発表しているのは2012年までは、6, 7, 8, 9月の4か月だけであるため、8月と9月のみのデータで示した。環境省と実際のグラウンドの温度には差があり、グラウンドで測定した値の方が発表値より7.9℃ ~0.5℃ 高値を示した。

### 3. 公式戦で報告された外傷の内訳

関東学生アメリカンフットボール連盟では秋季公式戦における外傷調査を1991年より開始し、これまでに数多くの調査結果を報告し<sup>3-8)</sup>、そのデータを現場にフィードバックして様々な予防対策に役だててきた。今回もこの調査結果を利用して2012年9月および10月に発生して連盟に報告された外傷について調査した。内訳は図の如くで、10月末までで総数が256件であった（図4）。最も多いのは打撲で84件32.8%、次いで捻挫（靭帯損傷）が64件25%であった。この中で、筋痙攣と熱中症に注目してみると各々、35件13.7%、7件2.7%であった。

次にこれを月別にみると9月は総数139件、10月は117件であった（図5）。どちらの月も打撲が最も多く、次いで捻挫（靭帯損傷）が多かった。また筋痙攣はやや9月のほうが多いものの両方の月で発生しており9月は20件14.4%、10月は15件12.8%であった。しかし、熱中症は全て9月にのみ発生しており、7件5.0%であった。

### 4. 疾患ごとによる WBGT との比較

注目した筋痙攣と熱中症の発生について、グラウンド環境も疾患の発生に影響を及ぼすと考えられる。今回、外傷や障害が発生した21会場で、人工芝は13会場で8会場は天然芝もしくは土のグラウンドであった。筋痙攣は35件中29件、熱中症は7件中全てが人工芝のグラウンドで発生していた。今回、WBGT を測定した試合会場は人工芝グラウンドであり、他の人工芝グラウンドの WBGT はこれに近似していると考えられるので、これら人工芝での筋痙攣と熱中症を時間別に WBGT と比較した。

#### ①筋痙攣と WBGT の比較

筋痙攣は9月に20件69.0%、10月に9件31.0%発生しているが、発生を時間別に分けると、いずれも第2試合での発生が多くみられた。WBGT は第2試合の開始時が最も高く、WBGT が最も高い時間帯に筋痙攣が多く発生する傾向が

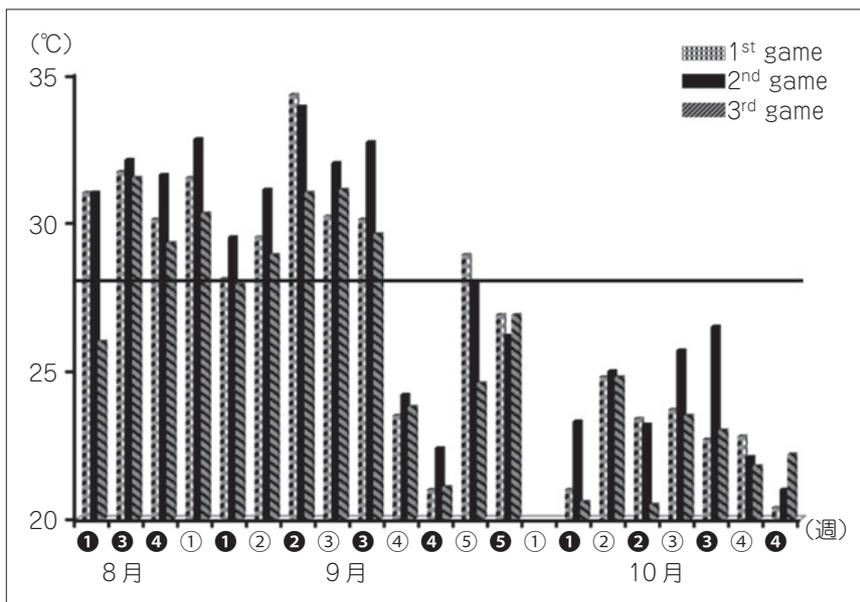


図1 WBGT 測定値 (地上から 1.5m の高さ)  
 ①は第1週目の土曜日, ②は第1週目の日曜日を表す

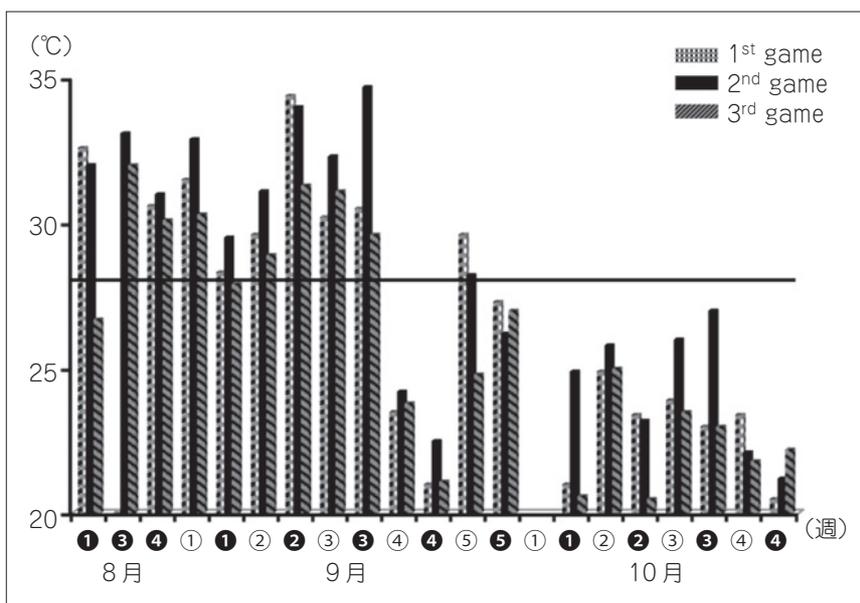


図2 WBGT 測定値 (地上から 0.5m の高さ)  
 ①は第1週目の土曜日, ②は第1週目の日曜日を表す

みられた (図6).

②熱中症とWBGTの比較

熱中症の発生を時間別に分けてみると、7件全てが9月の第1, 第2試合のみで発生していた。これにWBGTの推移を重ね合わせてみると筋痙攣と同様に1日のうちでWBGTが最も高い時間帯に熱中症が多く発生する傾向がみられた。また、4件57.1%は熱中症予防運動指針の中の「運動は原則中止」の範囲に入る31°C以上で発生していた

(図7).

■ 考 察

本研究では暑熱環境の中で実際に試合が行われている試合会場でWBGTを測定してグラウンドレベルでの温度変化を調査した。今回の結果では図3の如く、実際にグラウンドで測定した値は環境省が公式に発表した値より高くなっており、実際のグラウンドでの測定値と発表値の間には温度

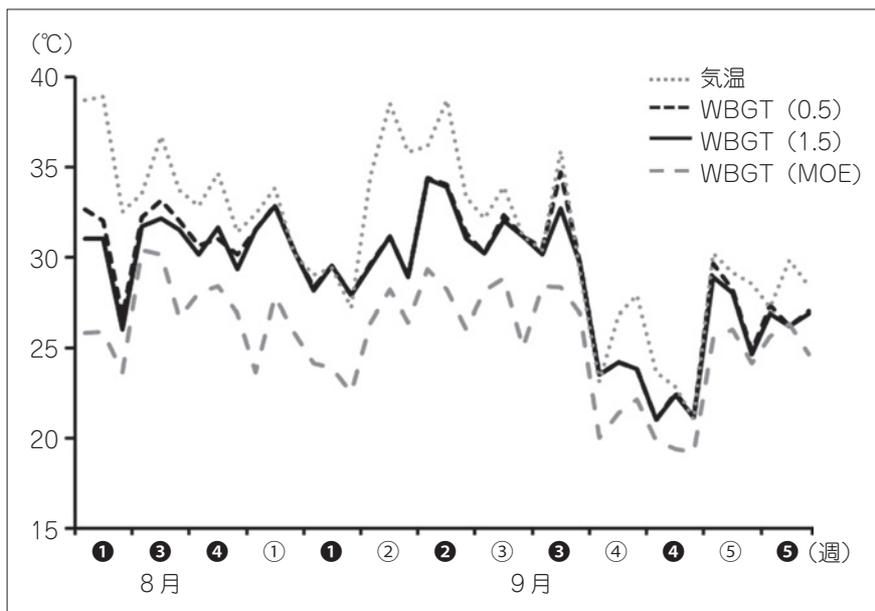


図3 WBGT 測定値と環境省のデータとの比較  
 環境省のデータと比較して、グラウンドでの測定値が高値を示した。  
 WBGT (0.5)：地上 0.5m での測定値  
 WBGT (1.5)：地上 1.5m での測定値  
 WBGT (MOE)：環境省の発表値

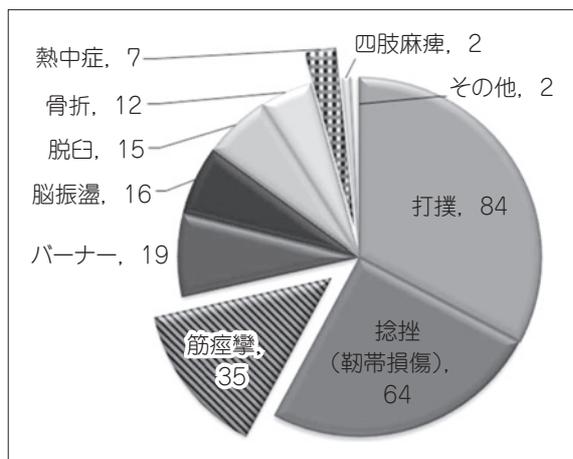


図4 公式戦で報告された外傷の内訳  
 調査期間内で外傷総数は 256 件であった。

差があった。久米<sup>9)</sup>は、WBGT の測定器には様々なものがあり、この中で大事なのは、この黒球温度計の部分の大きさであり、そのサイズは3インチから6インチまであり、大きさによって測定値にばらつきがあることを述べている。そして様々な測定器を用いて測定を行ったところ、機種によって差があり、黒球温度計が小さい携帯型のものが6インチの黒球温度計を使用した標準型のものに比べ1~2℃ 高く測定される傾向があること

を報告した。我々が使用したのは黒球温度計が小さい携帯型のものであるため、今回は実測値が発表値より高く測定されたのではないかと推察した。しかし、それを加味しても今回の結果ではグラウンドの測定値のほうが環境省の発表値より、相対的に高い傾向にあった。これは競技が開催されるグラウンドで実際に WBGT を測定することで、選手がプレーしている現場での微細な環境変化を把握でき、さらに、その変化に対してしっかりと対応していくことが熱中症の予防につながっていくのではないかと考察した。

また、今回の結果をみると8月と同様9月前半でも熱中症予防運動指針の中の「嚴重警戒」の範囲にあたる WBGT 28℃ 以上の高値となる日が多く、特に第1, 第2 試合の開始時間帯である 11:00 または 13:30 のいずれかで WBGT 値がその日の最高値を示していた。さらには第3 試合の開始時間帯である 16:00 でも 30℃ 以上の真夏日となる日が散見された。これより様々な問題があるとはいえ、暑さが続く9月前半でのリーグ戦開催には再検討する余地があるのではないかと考えた。また、この時期にスポーツ競技を行う際には、暑熱環境にいる選手に対して十分な配慮が必要であると思われる。

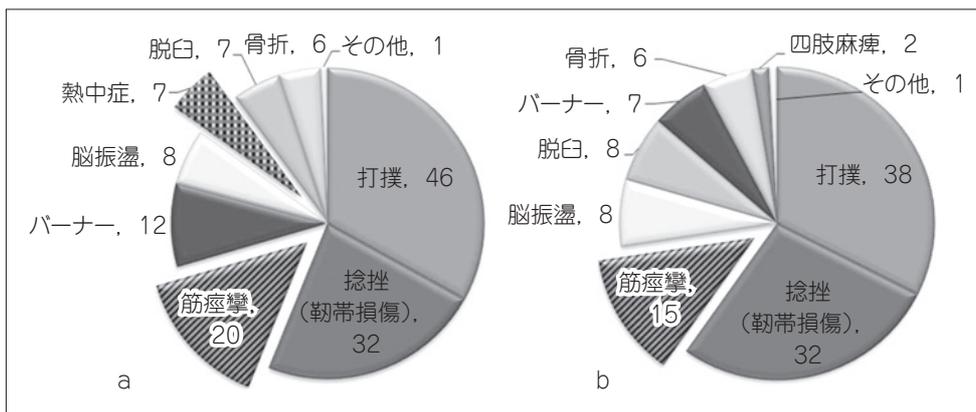


図5 公式戦で報告された外傷の内訳 (月別)  
 a. 9月, b. 10月  
 9月は総数139件, 10月は117件であった。どちらの月も打撲が最も多く, 次いで捻挫 (靭帯損傷) が多かった。

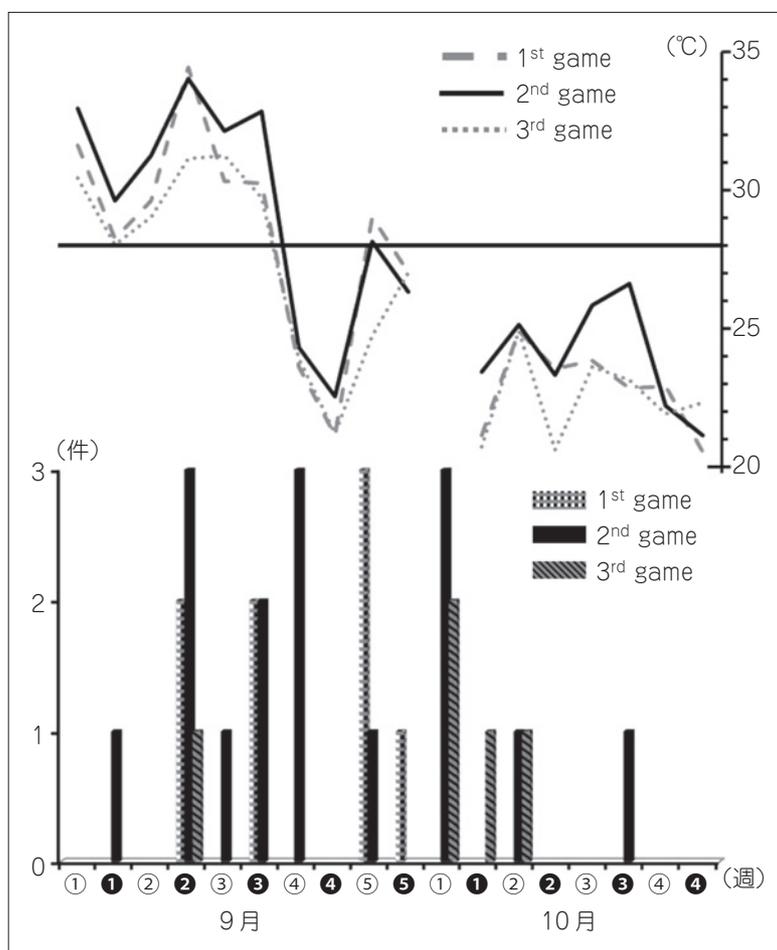


図6 筋痙攣とWBGTの比較  
 1日のうちでWBGTが最も高い時間帯に筋痙攣が多く発生する傾向がみられた。

今回注目した疾患の一つである筋痙攣 (こむら がえり) はスポーツ活動中によく発生するものであるが, 逆に, 全く発生しない日もある。筋痙攣

と暑熱環境に何らかの因果関係があるのではないかと考え, 調査期間内に発生した筋痙攣を調査し, 時間別にWBGTを測定したグラフと重ねて比較

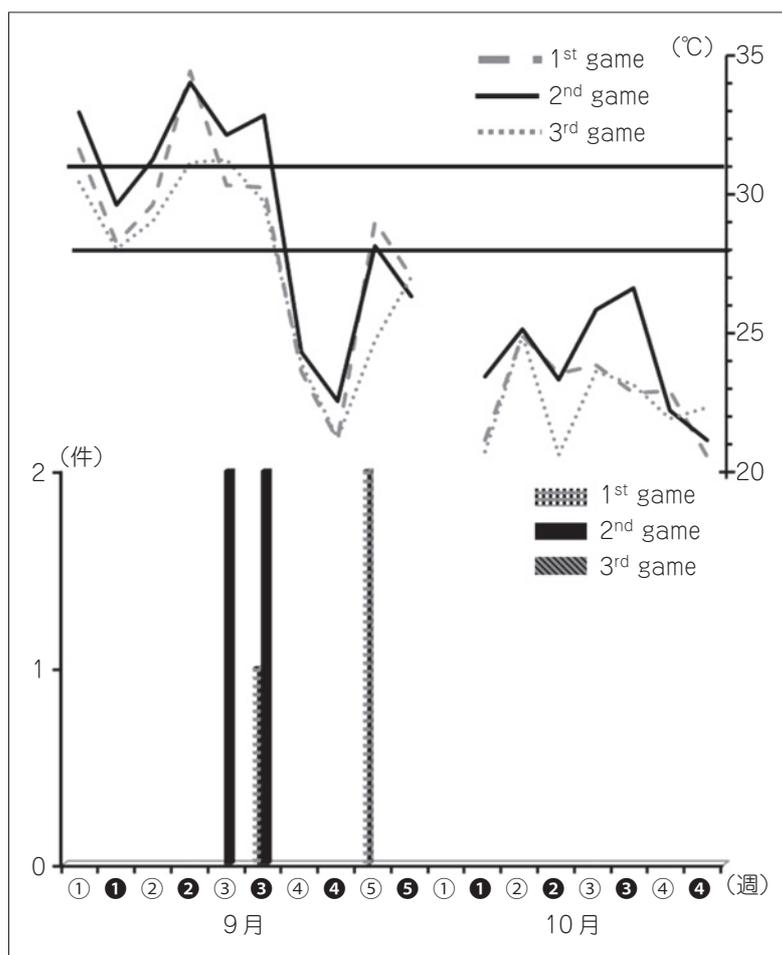


図7 熱中症とWBGTの比較  
全てが9月の第1, 第2試合で発生していた。

した。図6の如く、1日のうちでWBGTが最も高い時間帯に筋痙攣が多く発生している傾向であった。これは暑熱環境下では体内の循環血流量のバランスが崩れ、それにより筋肉の異常収縮が生じ、筋痙攣が発生するのではないかと推考した。しかし、WBGTの推移とは関係なく筋痙攣が発生している日も数多くあり、筋痙攣の発生には暑熱環境以外の要因も関わっていることが示唆された。

注目したもう一つの疾患である熱中症は近年増加傾向にあり、様々な状況下での発生が報告されている。その中でスポーツ活動中における熱中症は暑熱環境と密接な関係がある<sup>10)</sup>とされている。今回、調査期間内に発生した熱中症を調査し、時間別にWBGTを測定したグラフと重ねて比較した。図7にあるように全てが9月に発生しており、その中で半数以上は日本体育協会が提唱する熱中症予防運動指針の「運動は原則中止」の範囲に入る31℃以上で発生していた。よって、WBGT

31℃以上の環境でスポーツ活動を行うことは危険なことであり、熱中症を予防するという観点から考えても、今後、練習や試合の中止や時間変更を実際に行うことが必要になってくるのではないかと考えられた。また熱中症は1日のうちでWBGTが最も高くなる第1または第2試合の開始時間帯で全て発生しており、第3試合での発生は一件もなかった。このことより、9月に行われるリーグ戦の日時の再考だけでなく、試合開始の時間帯にも十分に留意して熟考する必要があると考えられる。

### まとめ

関東学生アメリカンフットボール連盟の公式戦が始まる9月を中心として前後1か月(8月~10月)のグラウンドでのWBGTを測定して現場での温度変化を調査した。また、その際に発生し連盟に報告された外傷報告書をもとに検討を行っ

た。今回の調査では黒球温度計が小さい携帯型のものを使用したため、計測値が環境省の発表値より高く測定された可能性があるが、それを考慮してもグラウンドの測定値のほうが環境省の発表値より、相対的に高い傾向にあった。これはグラウンドで実際に WBGT を測定することで、選手がプレーしている現場での微細な環境変化の把握を可能にし、さらに、その変化に柔軟かつ迅速に対応していくことが熱中症の予防につながっていくと示唆された。また、9月でも測定した10日間のうち7日間が WBGT 28℃ 以上の高値となる日であった。さらに筋痙攣と熱中症に注目して調査したところ、双方とも WBGT が高値を示す時間帯に数多く発生する傾向がみられた。このことから9月の公式戦の開催時期や試合の開始時間帯にも今後、再検討が必要なのではないかと推察された。

#### 謝 辞

本研究にご理解、ご協力をいただきました関東学生アメリカンフットボール連盟の前川誠様、スタッフの皆様ならびにメディカル委員の先生方に深謝いたします。

#### 文 献

- 1) Yaglou, C.P., Minard, C.D.: Control of heat casualties at military training. *Am. Med. Ass. Archs. Ind. Health* 16: 304-314, 1957.
- 2) 川原 貴, 小松 裕, 中井誠一ほか: スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック. 2013.
- 3) 中嶋寛之, 川原 貴, 阿部 均: アメリカンフットボール試合時における外傷について. *臨床スポーツ医学* 10: 255-256, 1993.
- 4) 阿部 均, 中嶋寛之, 川原 貴: アメリカンフットボール試合時における外傷について(第2報). *臨床スポーツ医学* 12(1): 86-91, 1995.
- 5) 安部総一郎, 中嶋寛之, 川原 貴ほか: アメリカンフットボール試合時における外傷について—5年間の検討—. *臨床スポーツ医学* 15(5): 547-551, 1998.
- 6) 藤谷博人, 中嶋寛之, 黒沢 尚ほか: 関東大学アメリカンフットボール連盟における過去7年間の外傷について—秋季公式戦における外傷ならびに年間を通じた重症頭頸部外傷事故の検討—. *日本臨床スポーツ医学会誌* 7(2): 64-68, 1999.
- 7) 藤谷博人, 中嶋寛之, 黒沢 尚ほか: 関東大学アメリカンフットボール秋季公式戦における過去13年間の外傷—近年の傾向とその対策—. *日本整形外科学会雑誌* 25(2): 263-268, 2006.
- 8) 藤谷博人, 阿部 均, 川原 貴ほか: 関東大学アメリカンフットボール秋季公式戦における過去20年間の外傷について. *日本臨床スポーツ医学会誌* 20(3): 550-557, 2012.
- 9) 久米 雅, 芳田哲也, 中井誠一: 屋外環境における WBGT 計測装置の比較・検討. *日本生気象学会雑誌* 47(3): 55, 2010.
- 10) 中井誠一, 寄本 明, 芳田哲也ほか: 高温環境とスポーツ運動—熱中症の発生と予防対策—. 篠原出版新社, 東京, 2007.

(受付: 2014年7月2日, 受理: 2015年5月22日)

## Association between the incidence of heat disorders and injuries, and environmental variations of the playing field during American Football

Sorimachi, T.\* , Kawahara, T.\* , Fujiya, H.\* , Tsukimura, Y.\*  
Tateishi, T.\* , Nakayama, H.\* , Aso, K.\* , Fukuda, T.\*

\* Kanto Collegiate American Football Association, Medical Committee

**Key words:** Heat disorder, American Football, Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)

**[Abstract]** We investigated the association between variations in wet bulb globe temperature (WBGT) of the playing field and the incidence of injuries and heat disorders. Our evaluation focused on WBGT above 28°C based on the sports guidelines for the prevention of heat disorders. There are many days in August and September when the WBGT rises above 28°C. During the investigation period, leg muscle cramps and heat disorders occurred in 35 and 7 cases, respectively. The incidences of heat disorders were evaluated in relation to the WBGT measurements, and both conditions tended to develop more commonly on the day with the highest WBGT. More than half of the cases of heat disorder occurred at a WBGT above 31°C. We suggest that heat disorders can be prevented through overall assessment of the actual situation by measuring WBGT in the playing field. A review of the season for holding official games and the starting time is also necessary, considering that peak WBGT occurs on many days in September.