

# 屋外スポーツ活動時の熱中症の予防について

## — 温熱環境、飲水量、予防意識の実態調査

### Prevention of heat stroke for outdoor sports

#### – Survey on thermal environment, water intake and prevention awareness

○寺垣内梓(大阪市立大学) 梅宮典子(大阪市立大学) 大倉良司(大阪市立大学) 橋本頼幸(大阪市立大学)

Azusa TERAGAITO Noriko UMEMIYA Ryoji OKURA Yoritaka HASHIMOTO

OSAKA CITY UNIVERSITY

Thermal environment measurement and questionnaire survey were carried out for outdoor sports in summer. Results: 1) WBGT was more sensitive to the change of the thermal environment than SET\* was. 2) Subjective evaluations on thermal comfort and sweat sensation were related to water intake. 3) Subjective evaluation on the frequency of air-conditioner use in daily life was related to occurrence of heat stroke. 4) Patience with the cold and poor blood circulation were related to the prevention awareness for heat stroke, while patience with the heat or inclination toward perspiration were not.

## 1. 研究の背景と目的

図1に示すように、都市によって様々であるが熱中症の発生件数が急増している。地球温暖化、都市高温化に伴う夏季の暑熱環境の悪化が関連していると思われる。近年では、WBGTによる熱中症危険度予測がネット上で公開され注意を喚起するなど、熱中症への社会の関心が高まっている。

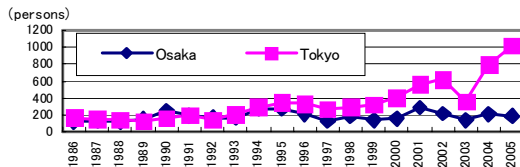


Figure 1 Number of emergency for heat stroke  
(reported by Emergency Services)

本研究は、夏季の暑熱環境が厳しいとされる大学のグラウンドにおいて温熱環境の測定と運動クラブ員へのアンケート調査により、1)建築の分野でよく使われる温熱環境評価指標 SET\*を熱中症発症予測のための暑熱環境指標として使うことが妥当かどうか、2)飲水量と熱中症発生傾向の関係、3)熱中症予防意識に関連する項目の抽出と検討を目的とする。なお建築現場も調査したが、アンケート回収数が3日間で28通しか得られなかったため、本報はグラウンドについてのみ報告する。

## 2. 方法

### 2.1 調査対象

調査場所は大学のグラウンド（大阪市住吉区）を選んだ。調査日時は2008年8月6日・19日、9月1日・8日の9時から16時で、天候は調査時間中は晴れ、または曇りで、8月6日、9月1日は調査終了後降雨があった。

### 2.2 測定項目

表1に測定項目を示す。日影を避けて設置した。なお8月6日はWBGT計を用いた4項目のみ測定している。

Table 1 Measured items

Devis	Time	Interval	Measured items
WBGT meter	9:00-16:00	1 min	Air temp., Humidity, Globe temp., Wet bulb temp.
Weather station	10:00-16:00	1 min	Solar irradiance, Air velocity, Wind direction, Air temp., Humidity
Assmann hygrometer	10:00-16:00	1hour	Dry bulb temp.,Wet bulb temp. (Under forced convention)

### 2.3 アンケート調査

8月6日、9月1日・8日にグラウンド付近でクラブをしていた軟式野球、ソフトボール、サッカー、陸上、ハンドボール、ラグビー、ラクロス部の学生が練習終了後記入した。回収数は8月6日53(回収率100%)、9月1日28(同62.2%)、8日37枚(同44.6%)である。

Table 2 Questionnaire items

Question	Item(number of categories)
Sensation when practicing	Thermal sensation(7), Thermal comfort(4), Thermal acceptability(2), Sweat(4), Local sweat(4), Solar radiation(4), Air movement(4), Clothing(18)
Training menu	Training(item, min), Place(3), Schedule, Times for toilet, Water intake(item, ml), Place for rest(3), Activity level(3), Fatigue(4)
Physical condition · Habit	Thirst(4), Physical condition after training(7), Today's condition(5), Tolerance for heat(3), for cold(3), Poor circulation(3), Weak chest(3), Perspiring(3), Chronic disease, Frequency for AC(5), Fan(5), Sleep(3), Nutrition(3), Alcohol(3), Smoking(3), Experience for sports, Frequency for participation(4), Years of membership, Reasons for participation(9), Prevention awareness for heat stroke(2), Acquaintance of heat stroke patients(3)
Basic Attribute	Name, Height, Weight, Sex, Year, Grade, Club, Faculty, Place of High school graduated(3)

### 2.3 SET\*と WBGT の算出方法

SET\*は気温、黒球温度、風速、湿球温度を入力し、1分間隔に算出する。着衣量・代謝量はアンケートから推測し、回答者ごとに1日中一定と仮定した。

着衣量は、ISO9902にもとづき、着衣量を  $I_{cl}$ 、各衣服の着衣量を  $I_{clu}$  として、次式で求めた。

$$I_{cl} = \sum I_{clu} \quad \dots (1)$$

また、代謝量  $M$  は活動内容をランニング、筋トレ、基礎練習、試合練習の4つに分けて尋ね、ランニング、筋トレの代謝率を全クラブで共通とし、基礎練習、試合練習をクラブごとに設定した。

WBGT は、湿球温度を  $T_w$ 、黒球温度を  $T_b$ 、気温を  $T_a$  として、次式で求めた

$$WBGT = 0.7 \times T_w + 0.2 \times T_b + 0.1 \times T_a \quad \dots (2)$$

### 3. SET\*と WBGT との関係

8月6日、9月1日、9月8日の3日間のSET\*とWBGTについて比較する。求めたSET\*とWBGTの相関を図2、図3、図4に示す。

図2、図3、図4より9月8日だけが他の2日に比べ下方に位置している。これはこの日の気温が他の2日に比べて低かったためである。しかし、SET\*の値にはそれほど大きな違いはない。つまり9月8日は他の日に比べ、WBGTの値は小さくなっているにも関わらず、SET\*には他の日と大きな違いがない。

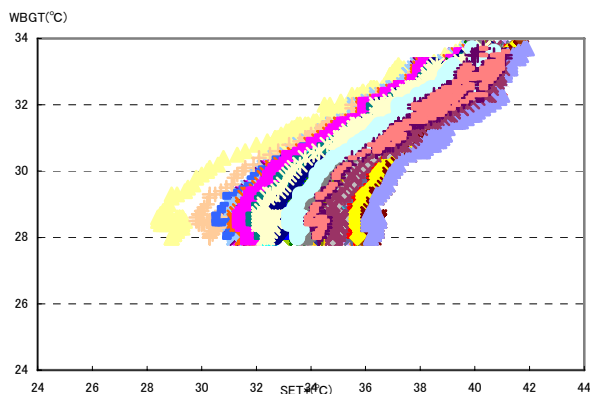


Fig.2 Relation between SET\* and WBGT on August 6

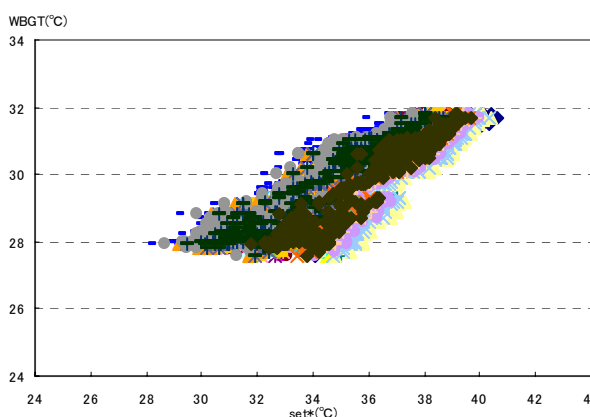


Fig.3 Relation between SET\* and WBGT on September 1

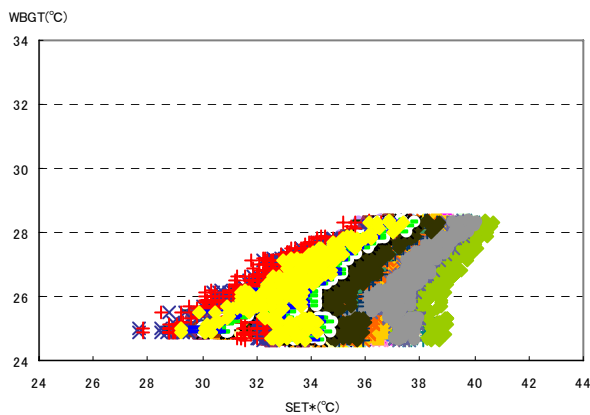


Fig.4 Relation between SET\* and WBGT on September 8

以下に9月8日が他の2日と違うWBGT値をとった原因を考察する。

#### 3.1 黒球温度による検討

本研究の調査で測定した項目の中で3日間で最も変化があった黒球温度の3日間の経時変化を図5に示す。

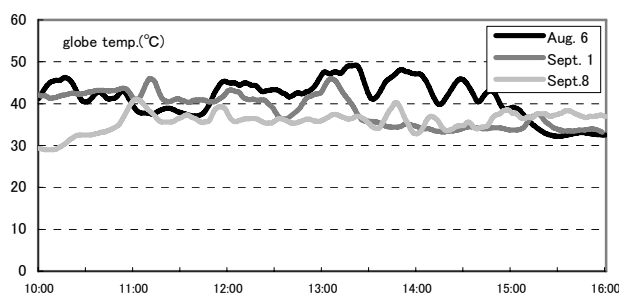


Fig.5 Time variation of globe temp. in 3 days' measurements

図5より、8月6日、9月1日の平均黒球温度はそれぞれ41.4°C、38.9°Cである。一方、9月8日は平均黒球温度が34.7°Cと他の2日に比べて低い。この違いがSET\*とWBGTの関係のほかの日との違いの一因と考えられる。9月8日の低い黒球温度をWBGTのほうがSET\*よりも反映しているといえる。

### 3.2 代謝量による検討

クラブごとに練習内容が違うため代謝量は異なる。陸上部の3日間の平均はそれぞれ3.48met(8月6日)、3.46met(9月1日)、3.43met(9月8日)であり、大きな差はない。女子ラクロス部ではそれぞれ3.64met(8月6日)、4.15met(9月8日)であり、日により代謝量が異なっている。9月8日は図4より「非常に暑い」と答える人がおらず、代謝量は暑さによって調節されているといえる。

SET\*は代謝量を考慮にいれているのに対してWBGTはいれていない。暑さにより代謝量が変わらないクラブと変わるクラブがあるので、日別の温熱環境をSET\*で調べるのは難しいといえる。

### 3.3 温熱感申告による検討

温熱感に関する項目の申告を3日間で比較する。図6は温熱環境評価として悪い側に評価された項目の各日の割合を示している。

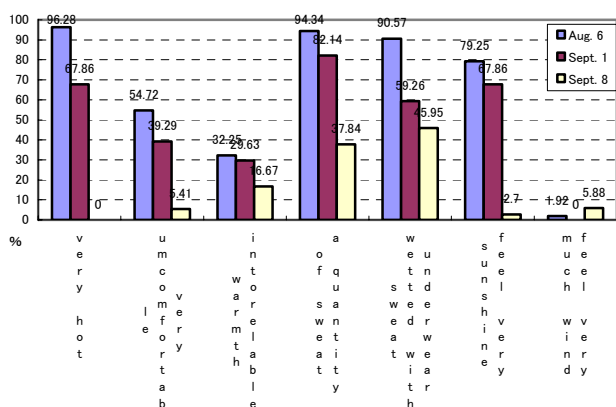


Fig.6 Seven items' vote rate of thermal feelings

「運動中に感じた風」以外の項目で3日間で統計的に有意な差があった。8月6日と9月8日を比べると、8月6日のほうが評価は良くない。

すなわち、SET\*に大きな違いがなかったにも関わらずアンケートによる評価の日による違いは顕著といえる。ここでも、暑熱環境におけるスポーツ時の温熱感覚をより反映するのはSET\*よりもWBGTであると言える。

## 4. 飲水量

暑さ・寒さについて(8項目)、今日のクラブについて(7項目)、体調・体質・生活習慣・意識について(19項目)、回答者の特性(3項目)をそれぞれ2つにカテゴリー分けをし、飲水量(水、お茶、スポーツドリンク、その他の合計)の平均値の差のt検定を行う。

### 4.1 「運動中の快適性」と飲水量

表3にカテゴリー別の飲水量の合計の結果を示す。アンケート項目の「運動中の快適性」(4段階)をカテゴリー「不快ではない」に回答項目「快適」「少し不快」、カテゴリー「不快」に回答項目「不快」「非常に不快」と分けて検定する。回答者108(欠損10人)である。

Table 3 Thermal comfort vote when training and water intake

Category	Number	Mean (ml)	Max (ml)	Min (ml)
Not uncmf.	37	861	4000-	100
Uncomfortable	71	1434	4000-	100

表3より平均飲水量は「不快」と答えた人のほうが多い。運動中の快適性の2カテゴリーにおける飲水量の平均値には、p値0.05%で差がある。ただし最大・最小飲水量に大きな差はない。

不快だと感じているから水分を多くとるのか、水分を多くとるから不快だと感じるのか2つの考え方ができる。しかし、普段の生活で水分を多くとるから不快だと考えることは少ないので、前者の考え方だと思われる。不快だと感じ、人が自分自身で水分をとることにより、快適にしようとしているという可能性がある。

### 4.2 「運動中の汗の量」と飲水量

表4にカテゴリー別の飲水量の結果を示す。アンケート項目の「運動中にかけた汗の量」(4段階)をカテゴリー「大量にかいた」に回答項目「大量にかいた」、カテゴリー「その他」に回答項目「かいた」「あまりない」「まったくない」に分けて検定する。回答者108(欠損10人)である。

Table 4 Sweat when training and Water intake

Category	n	Mean (ml)	Max (ml)	Min (ml)
Heavily	79	1371	4500-	100
Expt. for heavily	29	876	2000-	200

表4より運動中の汗の量の2カテゴリにおける平均飲水量には、p値0.10%で有意な差がある。なお、最大飲水量は「大量にかいた」と答えた人のほうが多い。最小飲水量は「その他」の人のほうが多い。

汗をかいたと申告する人のほうが水分を多くとっている。体質の「汗かきかどうか」には有意差がなかったため、摂取水分量は汗かきかどうかではなく、運動時の汗の量に関係しているといえる。

## 5. 予防意識

熱中症に関する調査項目のうち「熱中症の発生」をアンケートの現在の体調で熱中症に該当する症状が「特にない」と答えた人と症状がひとつでも該当した人に2分し、「熱中症に対する意識」を「気をつけている」「気をつけていない」に2分する。

### 5.1 「ここ一週間における自宅での冷房の使用頻度」と「熱中症の発生」

調査前一週間における冷房使用頻度と調査日練習後の熱中症の症状の発生の有無とは、X自乗検定のp値が0.28%で、強い関連がある。図7は、「ここ一週間における自宅での冷房の使用頻度」(5段階)の分布を、運動後に熱中症の何らかの症状が「ある」と症状が「特にない」のあいだで比較している。回答者116(欠損2)である。

冷房を「ずっとつけている」「よくつけている」は熱中症の症状「ある」が多く、「ときどきつける」「あまりにつけない」は熱中症の症状「ない」が多い。「まったくにつけない」は同数である。

日常での冷房の使用頻度が高いほうが熱中症の症状が「ある」と答える傾向が高いことがわかる。つまり、普段暑さに慣れていない人が厳しい暑さに対応しにくくなっているといえる。

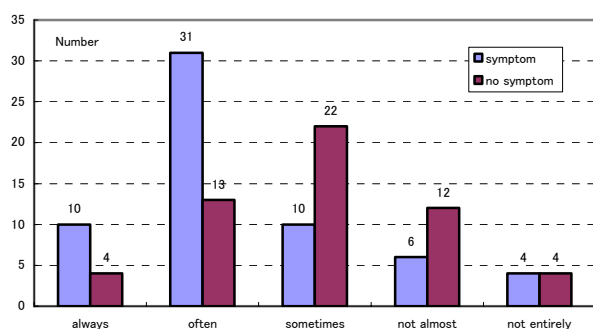


Fig.7 Frequency of air-conditioner use and occurrence of heat stroke

### 5.2 「寒がり」「冷え性」と「熱中症に対する意識」

体質のなかで「寒がり」「冷え性」と「熱中症に対する意識」とは、それぞれのp値が0.10%、0.28%で強い関連がある。図8と図9は、「寒がり」(3段階)・「冷え性」(3段階)の分布を、熱中症に対する意識(「気をつけ

ている」と「気をつけていない」の2段階)のあいだで比較している。回答者はそれぞれ100人(欠損18人)、97人(欠損21人)である。回答者115人(欠損3人)である。

体質の「寒がり」「人並み」は熱中症を「気にしている」人が多く、「寒がりではない」は回答者数は少ないが熱中症を「気にしていない人」が多い。

体質の冷え性は3段階すべてにおいて熱中症を「気にしている」人が多い。

体質では寒がりと冷え性が熱中症を気にしているかどうかに関連していた。一方、暑がりや汗かきかどうかは熱中症に対する意識と有意差が見られなかった。すなわち、暑さに敏感な人は熱中症を気にせず、寒さに敏感な人が熱中症を気にしていることが言える。

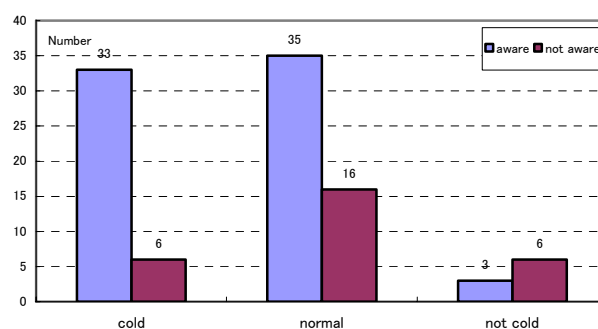


Fig.8 Patience with the cold and awareness for heat stroke

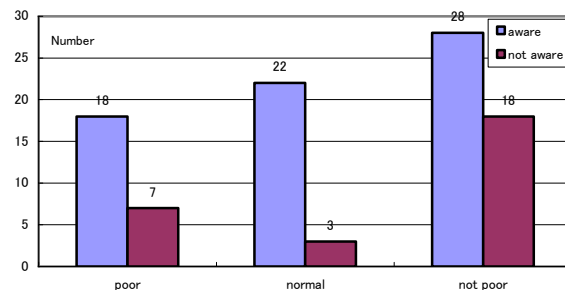


Fig.9 Patience with the poor blood circulation and awareness for heat stroke

## 6. 結論

暑熱環境の厳しいグラウンドでの温熱環境測定と運動部員を対象とした熱的申告、飲水量、予防意識のアンケートから以下が明らかになった。1)黒球温度実測値、代謝量および申告結果から、WBGTのほうがSET\*よりも温熱環境の小さな変化を反映できる。2)運動中及び休憩中に飲んだ水分量には、「快適性」「汗の量」の評価によって有意な差が見られた(p<1%)。3)冷房使用頻度が高い人のほうが熱中症の症状が見られる(p<1%)。4)「寒がり」「冷え性」の人は熱中症を気にしている(p<1%)。「暑がり」「汗かき」の人にはこの傾向はない。

参考文献 1) ASHRAE Fundamentals Handbook, Chap.8 THERMAL COMFORT pp.8.1-8.22, 2005 2) ISO9920, Ergonomics of the thermal environment