

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6095206号
(P6095206)

(45) 発行日 平成29年3月15日(2017.3.15)

(24) 登録日 平成29年2月24日(2017.2.24)

(51) Int.Cl. F 1
GO 1 W 1/17 (2006.01) GO 1 W 1/17 D

請求項の数 3 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2012-252826 (P2012-252826) (22) 出願日 平成24年11月19日(2012.11.19) (65) 公開番号 特開2014-102106 (P2014-102106A) (43) 公開日 平成26年6月5日(2014.6.5) 審査請求日 平成27年10月26日(2015.10.26)</p>	<p>(73) 特許権者 504180239 国立大学法人信州大学 長野県松本市旭三丁目1番1号 (72) 発明者 鈴木 純 長野県上伊那郡南箕輪村8304 国立大 学法人信州大学農学部内 審査官 田中 秀直</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 湿黒球水温計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水が満たされて密閉された容器と、
 前記容器の下方に設置された水の補給容器と、
 前記容器の外面を覆って装着され、下部側から前記補給容器に延出した部位が前記補給容器に差し入れられ、湿らせた状態に維持される、外観色が黒色の吸水性を有するウェット材と、
 前記容器に水を満たした状態で前記容器内の水温を測定する測定手段と、
 を備えることを特徴とする湿黒球水温計。

【請求項 2】

前記測定手段として、直読式の水温計を備えることを特徴とする請求項 1 記載の湿黒球水温計。

【請求項 3】

前記測定手段として、前記容器内の水温を検知する温度センサと、該温度センサの出力信号を継続的に記録する記録計とを備えることを特徴とする請求項 1 記載の湿黒球水温計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、暑熱環境の測定に使用でき、熱中症等の予防に利用できる湿黒球水温計に関

する。

【背景技術】

【0002】

人体を取り巻く環境に関しては、近年の夏期高温傾向を反映して、興味が高まっている。いわゆる暑熱環境の把握には、黒球と呼ばれる装置の温度から換算された湿球黒球温度（WBGT：Wet Bulb Black Globe Temperature）が温熱指標として知られており、熱中症の発生とWBGTとが高い相関関係を有することから、熱中症予防の温度指標として利用されている。WBGTを測定する装置としては、黒球温度センサ、気温センサ、湿度センサを備えた測定装置等が提案されている（特許文献1、2）。しかしながら、WBGTの測定装置は特殊な装置であり、広く普及しているとは言い難い。このような実測や取扱いが難しい黒球温度を使用せずにWBGTを予測する方法として、気温と湿度の実測値から代替的にWBGTを換算する方法が開発されている（特許文献3）。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2003-114284号公報

【特許文献2】特開2010-96733号公報

【特許文献3】特開2010-266318号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

気温と湿度から代替的にWBGTを換算する方法は、相対湿度と気温からWBGTの予測近似式を用いてWBGTを予測する方法である。しかしながら、この方法では、屋内外の差、すなわち日射がある場合とない場合の差異を表現することはできない。たとえば、同じ気温と湿度の値から得られたWBGTは、野外では日射によって過小評価となっていることが予想され、一方屋内では、過小評価あるいは正しい傾向の評価すら出来ない可能性を含んでいる。

本発明は、人を取り巻く暑熱環境を簡便にかつ正確に測定することができ、熱中症等の予防に好適に利用することができる湿黒球水温計を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

30

本発明に係る湿黒球水温計は、水が満たされて密閉された容器と、前記容器の下方に設置された水の補給容器と、前記容器の外面を覆って装着され、下部側から前記補給容器に延出した部位が前記補給容器に差し入れられ、湿らせた状態に維持される、外観色が黒色の吸水性を有するウェット材と、前記容器に水を満たした状態で前記容器内の水温を測定する測定手段とを備えることを特徴とする。

本発明者は、本構成に係る湿黒球水温計によれば容器内の水温が湿球黒球温度（WBGT）に略一致する温度となることを実験的に確かめ、本発明に想到したものである。湿黒球水温計がWBGTに略一致する温度指標を示す理由は、湿黒球水温計が、太陽放射、大気及び地面からの赤外放射、気温、湿度、風などの暑熱環境をすべて取り込むことによるものと考えられる。

40

容器の形状も中空の球形、楕円体、有底の円筒体等、任意の形状を選択することができる。

【0006】

ウェット材は、熱輻射を取り込むために黒色の外観とする。黒色の素材を使用してウェット材を作製することもできるし、塗装等によりウェット材の外観色を黒色としてもよい。

測定時には、ウェット材は常時、湿っている状態にする。

ウェット材を湿らせる方法として、前記ウェット材を湿らせる水分を補給するための補給容器を設け、前記ウェット材に、前記補給容器内に延出して水に浸される部位を設けて、補給容器に収容した水を毛細管現象を利用してウェット材に供給する方法は有用である

50

【 0 0 0 7 】

前記ウェット材として、黒色の、伸縮性及び吸水性を有する素材を用いて、筒状に形成したものは、前記容器にウェット材を簡単に装着でき、容器に装着した際に容器の外面にぴったりと添わせて取り付けことができ、水の気化作用が効果的に作用して、測定精度を向上させることができるという利点がある。

【 0 0 0 8 】

前記測定手段として、直読式の水温計を備える場合は、水温計の示度を読み取るだけでWBGTを予測することができる。

また、測定手段として、容器内の水温を検知する温度センサと、温度センサの出力信号を継続的に記録する記録計とを備える場合は、湿黒球水温計の温度推移を継続して測定することにより、さらに確実にWBGTを予測することが可能である。

【 発明の効果 】

【 0 0 0 9 】

本発明に係る湿黒球水温計は、きわめて簡易な構成によって暑熱環境指標である湿球黒球温度(WBGT)を予測することが可能であることから、一般用としてさまざまな用途に広く利用することができる。また、だれでも簡単に使用することができ、熱中症の予防等に容易に利用することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 0 】

【 図 1 】 測定に使用した湿黒球水温計と乾黒球水温計の構成を示す説明図である。

【 図 2 】 サッカー場の温度測定に湿黒球水温計を使用した結果を示すグラフである。

【 図 3 】 湿黒球水温計の温度とWBGTとを比較して示したグラフである。

【 図 4 】 乾黒球水温計の温度とWBGTとを比較して示すグラフである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 1 】

本発明に係る湿黒球水温計は、黒色をなす容器に水を満たし、容器の外表面を湿らせた状態で容器内の水温を測定する構成とした測定装置であり、この湿黒球水温計は、その温度指標値が温熱指標として従来用いられているWBGT(Wet Bulb Black Globe Temperature)に近似する値として得ることができるという特徴を有する。したがって、本発明に係る湿黒球水温計を利用すれば、湿黒球水温計の温度を直読するのみでその測定対象環境におけるWBGTを予測することが可能である。

【 0 0 1 2 】

(湿黒球水温計の構成)

図 1 は、測定に使用した湿黒球水温計 1 0 と乾黒球水温計 3 0 の構成を示す。乾黒球水温計 3 0 は湿黒球水温計 1 0 との作用を対比するために使用した。

本実施形態の湿黒球水温計 1 0 は、水を満たすための容器 1 2 と、容器 1 2 の外表面を湿らせた状態に維持するウェット材 1 4 と、ウェット材 1 4 に水を補給する補給容器 1 6 と、容器 1 2 に満たされた水の温度を検知する温度センサ 1 8 と、温度センサ 1 8 の出力値を自動記録する記録計 2 0 とを備える。

【 0 0 1 3 】

容器 1 2 は、測定時に水を満たして使用するもので、湿黒球水温計 1 0 はこの容器 1 2 に入れている水温を測定する。本実施形態では、容器 1 2 に水を補給したりするために、キャップ付きの円筒状の金属缶を容器 1 2 とし、容器 1 2 の外表面を黒色に塗装して使用した。容器 1 2 の外表面を黒色にしたのは、測定対象環境における輻射作用を取り入れやすくするためである。容器 1 2 の外表面を黒色にする方法は、塗装に限らず、化学的処理を利用する、黒色の素材を用いて容器を作製する等の方法を利用することができる。容器 1 2 は金属材料に限るものではなく、適宜材料を使用することができる。

【 0 0 1 4 】

ウェット材 1 4 には、伸縮性を有する黒色の織布を筒状に形成したものを使用し、容器 1 2 の外側から被せるように装着した。これによって、ウェット材 1 4 が容器 1 2 の外面にならって装着され、容器 1 2 全体がウェット材 1 4 により被覆された。ウェット材 1 4 を筒状にすることで、容器 1 2 全体が容易にウェット材 1 4 によって被覆されること、容器 1 2 の外面にぴったりとウェット材 1 4 が接することにより、ウェット材 1 4 からの水の気化作用を的確に容器 1 2 に作用させることができる。

ウェット材 1 4 を黒色の織布によって形成したのは、測定対象環境における輻射作用を有効に取り入れるためである。黒色のウェット材 1 4 を使用する場合は、必ずしも黒色の容器 1 2 を使用しなくてもよいが、容器 1 2 自体も黒色にする方が測定精度が向上する。

【 0 0 1 5 】

ウェット材 1 4 は、容器 1 2 にウェット材 1 4 を装着した状態で、ウェット材 1 4 の下部側が下方に延出するようにし、容器 1 2 の下部に水の補給容器 1 6 を連結し、補給容器 1 6 にウェット材 1 4 の延出した部位 1 4 a を差し入れる。補給容器 1 6 に水を入れ、ウェット材 1 4 から延出した部位 1 4 a を水に浸しておくことにより、補給容器 1 6 からウェット材 1 4 に水が吸い上げられ、ウェット材 1 4 全体が湿った状態になる。

【 0 0 1 6 】

容器 1 2 の形状及び大きさはとくには限定されるものではなく、中空の球形等の任意の立体形状とすることができる。ウェット材 1 4 を伸縮性のある織布を用いて筒状に形成する方法は、容器 1 2 が任意の立体形状でも、容器 1 2 の外面にぴったりウェット材 1 4 を接触させて、容器 1 2 全体を被覆することができるという利点がある。

なお、ウェット材 1 4 は必ずしも筒状に形成しなければならないものではない。容器 1 2 全体を被覆する装着方法によれば、単なる長尺体に形成したものを使用することもできる。また、熱シユリンク性を有する素材を利用して、容器 1 2 の外面にぴったり合わせて被覆するようにすることも可能である。

また、黒色以外のウェット材 1 4 を使用するような場合は、容器 1 2 の外面にウェット材 1 4 を装着した後に、ウェット材 1 4 を含めた容器 1 2 全体を塗装等により黒色にすればよい。

【 0 0 1 7 】

本実施形態では、ウェット材 1 4 の吸水性（毛細管現象）を利用して、補給容器 1 6 からウェット材 1 4 に水を供給してウェット材 1 4 を湿らせている。この方法は、補給容器 1 6 に水を補充するだけでウェット材 1 4 を湿らせておくことができ、構成が簡易であり、管理が容易であるという利点がある。

しかしながら、ウェット材 1 4 を湿らせておく方法は、本実施形態の方法に限定されるものではない。たとえば、容器 1 2 に装着されたウェット材 1 4 に、水をスプレーあるいは滴下して供給する器具を付設し、随時、水を供給してウェット材 1 4 を湿らせた状態で測定することも可能である。比較的短時間での測定の場合は、このような方法を採用することもできる。

【 0 0 1 8 】

本実施形態では、容器 1 2 に満たされた水の温度を測定する測定手段として、容器 1 2 に温度センサ 1 8 として熱電対を挿入し、記録計 2 0 を用いて温度センサ 1 8 の出力を継続して計測した。、容器 1 2 内の水温を継続して測定して温度推移を観察する方法は、測定対象環境における暑熱指標の時間的な変化を知ることにより、測定対象環境における暑熱環境が人体に及ぼす影響を、より確実に把握することができる。

【 0 0 1 9 】

本発明に係る湿黒球水温計は、容器 1 2 に満たされている水の水温が測定対象環境における暑熱指標である WBGT に相当する。したがって、温度センサ 1 8 のかわりに水温の測定手段として水温計を取り付けておき、水温計の示度を読んで測定対象環境における暑熱指標 WBGT を予測することができる。なお、測定時の温度表示部を備える記録計 2 0 を用いて温度を監視する方法によることももちろん可能である。

WBGT は、その温度によって、危険性の度合いが分類されている。したがって、湿黒球水

10

20

30

40

50

温計の示度の直読値から、運動を継続してよいかどうか、その場から退避すべきかどうかといった判断をすることができる。通常、WBGTの値が26を超えた場合は、活動を停止する必要がある。

【0020】

(乾黒球水温計)

図1に示すように、乾黒球水温計30は、容器12と同一サイズ、同一形状の金属缶からなる容器32と、容器32の外面を被覆する黒クロス材34と、容器32に満たされた水の温度を検知する温度センサ36とを備える。黒クロス材34は湿黒球水温計10の容器12を被覆するウェット材14と同一の黒色の伸縮性の素材からなる。温度センサ36は湿黒球水温計10の温度センサ18と同一のセンサ(熱電対)であり、記録計20に接続されている。乾黒球水温計30は、黒クロス材34を乾いた状態にしている点を除いて、湿黒球水温計10と同一の構成からなる。

10

【0021】

(測定例)

上記湿黒球水温計10を使用し、夏季のサッカー場における暑熱環境を実際に測定した。サッカー場はかなり高温環境になることから、湿黒球水温計を用いて暑熱環境を示す温熱指標を測定する対象として選んだ。

上記湿黒球水温計10をサッカー場の人工芝上、地上1.5mの位置に、支柱で直立に支持し、3日間にわたって、継続的に温度指標を測定した。

図2に測定結果を示す。図2中で、人工芝地のWBGTとは、人工芝が敷設されている位置で測定した気温と湿度に基づいて計算により求めた(換算した)WBGTであり、芝のWBGTとは自然芝が植えられた位置で測定した気温と湿度から計算により求めたWBGTである。湿黒球水温は、人工芝上での湿黒球水温計10の温度推移である。

20

【0022】

図2を見ると、3日間とも、湿黒球水温計10の温度は、日の出直後から気温に追隨して上昇している。一方、人工芝と自然芝のWBGT(計算値)は、この時間体では湿黒球水温計の温度よりも低めに推移している。これは、湿黒球水温計10の容器12が縦長であるために、太陽高度が低い時間帯(810~1010)で太陽放射を多く受光したためと考えられる。太陽高度についての差異は、日没に近い時刻から日没までの時間帯(1610~1810)以降)についても同様に推移すると考えられる。図2は、日没に近い時間帯でも、人工芝と自然芝のWBGTが湿黒球水温計の温度よりも低めに推移している傾向を示す。湿黒球水温計10の温度指標と計算から求めたWBGTの差は、太陽高度による差異が寄与しているものと考えられる。

30

【0023】

図3は、上述した測定結果を、湿黒球水温計10の温度指標とWBGTとを比較して示したグラフである。湿黒球水温計10による温度測定実験では、同時に、乾黒球水温計30を湿黒球水温計10と並べて支持し、同様に乾黒球水温計30による温度測定を行った。図4は、乾黒球水温計30による温度指標をWBGTと比較して示したものである。

図3、図4では、水温計の水温が上昇する午前のデータ(黒)と水温が上がり熱的平衡の状態となる午後のデータ(白抜き)に分けて示している。

40

【0024】

湿黒球水温とWBGTを比較すると、熱平衡になった午後のデータは1:1の線上にあり、湿黒球水温計10の温度指標がほぼWBGTに一致している。この測定結果は、湿黒球水温計10の温度指標がWBGTに略一致すること、すなわち、湿黒球水温計10の温度の直読値がWBGTに相当することを意味している。湿黒球水温計10が示す温度(直読値)は、太陽放射や水温等の影響で、WBGTとは若干相違する場合もあるが、WBGTの温熱指標として有効に利用することができる。

【0025】

図4は、乾黒球水温計30の温度値とWBGTとは大きく外れることを示す。この測定結果は、本発明に係る湿黒球水温計と乾黒球水温計の温熱指標の相違が、その装置構成に起因

50

すること、言い換えれば、湿黒球水温計が暑熱環境を好適に反映する構成となっていることを示唆する。すなわち、本発明に係る湿黒球水温計は、太陽放射、大気面からの赤外放射、気温、湿度、風などの暑熱環境を温度指標として反映する構成となっており、結果として、温度指標値がWBGTに近似した値として表れると考えられる。

【0026】

従来法、すなわち黒球温度を利用してWBGTを得る方法や、気温と相対湿度からWBGTを推定する方法は広く普及している。真球に近い形状の黒球や雰囲気環境要因から、平均的なWBGTを推定していると思われる。これに対して本発明で使用する縦長の容器12は、より人体の形状に近く、これは胴体を模したものと考えれば、従来法より、より正確に人体を取り巻く環境を把握できる可能性がある。また言い換えれば、本発明の測定が容器内部の水温であることを考えると、人体の体温に及ぼしている外的環境の影響を測定しているとも考えられる。

10

【0027】

図4に示すように、乾黒球水温計の温度指標値は、湿黒球水温計の測定値と比べて、データの線形性が良好である。また、測定から、乾黒球水温計の温度が地表面の温度に略一致することがわかっている。乾黒球水温計の温度は、直接的にはWBGTと相関関係を有するものではないが、測定対象環境の暑熱環境を示す指標の一つとして利用することは可能である。

【0028】

本発明に係る湿黒球水温計は、水を満たす容器と、容器の外表面を覆って装着するウェット材と、容器内の水温を測定する水温計等の測定手段を必須の構成として備えるのみであり、きわめて簡易な構成によって、暑熱環境指標としてのWBGTを予測することが可能である。

20

構成が簡易であることから、温度センサと記録計を使用する場合でも、製作費を安く抑えることができ、従来使用されている温度計や湿度計に類するものとして、一般用に広く利用することが可能である。

また、気温や湿度からWBGTを換算して求めるといった操作がまったく不要であり、湿黒球水温計の水温がそのままWBGTとなるから、だれでも簡単に使用することができるという利点がある。

【0029】

30

暑熱環境下においては、その環境がどの程度、人体に影響を及ぼすか、熱中症等が発生しやすいかどうかといったことを、数値的に把握することが重要である。WBGTは人体に与える暑熱環境との相関関係が高い指標値であり、本発明に係る湿黒球水温計を利用することで、確実にかつ手軽にWBGTを知ることができ、熱中症等の予防に容易に対処することが可能になる。

なお、湿黒球水温計は熱中症予防や野外でのスポーツ環境の把握のみではなく、ハウス栽培農業に導入して栽培環境の予測、植物体温の予測や、室内冷暖房の最適な加温冷却量の把握、などに応用することが可能である。

【符号の説明】

【0030】

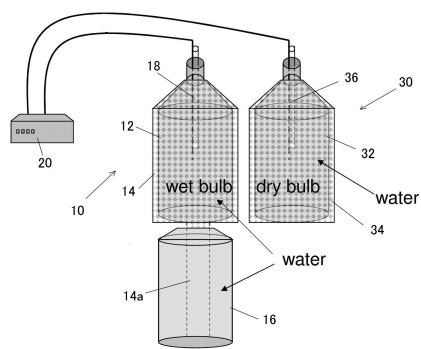
40

- 10 湿黒球水温計
- 12 容器
- 14 ウェット材
- 14a 延出部
- 16 補給容器
- 18 温度センサ
- 20 記録計
- 30 乾黒球水温計
- 32 容器
- 34 黒クロス材

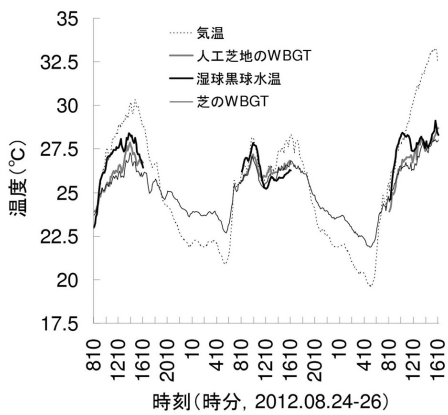
50

3 6 温度センサ

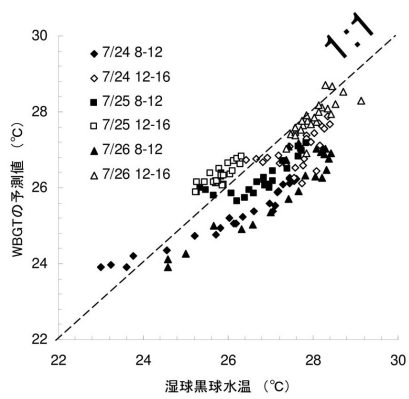
【図1】



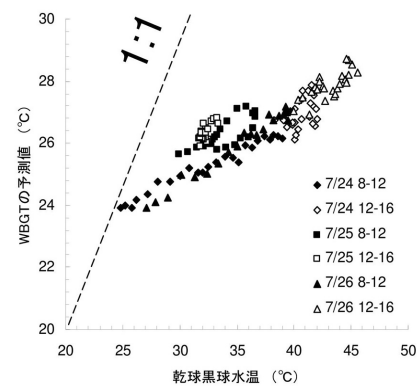
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許第03992942 (US, A)

MOHAMED YOUSSEF BESHIR et al. , Threshold values for the Botsball: A field study of occupational heat , Ergonomics , 1982年 5月10日 , Vol.25, No.3 , P.247-254

M.Y. BESHIR , A comprehensive comparison between WBGT and Botsball , AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION JOURNAL , 1981年 2月 , Vol.42 No.2 , P.81-87

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G01W 1/17

JSTPlus (JDreamIII)