

## 資料

## 鹿児島の暑さ指数 (WBGT) 出現状況について

## Regarding the Appearance of Heat Index (WBGT) in Kagoshima

山田正人 永田実土 坂元克行

## 1 はじめに

気候変動の影響により鹿児島県の気温は上昇を続けており、将来はさらなる上昇が予想されている。国においては、気候変動適応の一分野である熱中症対策を強化するため、気候変動適応法を改正し、熱中症の危険が高い場合に国民に注意を促す特別警戒情報等を法定化し、熱中症予防対策を強化したところである。熱中症特別警戒情報（以下「特別警戒アラート」という。）・熱中症警戒情報（以下「警戒アラート」という。）の発表の判断は、暑さ指数 (WBGT) をもとに行われている。WBGTは、熱中症のリスクを評価する暑熱環境の指標として、様々な場で熱中症を予防するために活用されている。

当センターにおいても、熱中症対策に資するため熱中症搬送者数に関する分析やWBGTの観測等に取り組むことを計画している。今回、熱中症搬送者数に関する分析の基礎データとすべく、環境省が熱中症予防サイトで提供している過去データを用いて、鹿児島（鹿児島市）のWBGTの程度を区分し、区分別の出現状況等を整理したので報告する。

## 2 調査方法

## 2.1 対象期間

環境省が熱中症予防サイトの暑さ指数 (WBGT) の実況と予測<sup>1)</sup>で公表しているWBGTの過去データのうち、2010年から2023年の5月から10月のWBGTを使用した。

## 2.2 WBGT区分

日本生気象学会の「日常生活における熱中症予防指針 Ver. 4<sup>2)</sup>（以下「熱中症予防指針」という。）において公表されているWBGTを「温度指標」とする4段階の温度基準域による区分に、環境省の熱中症予防サイトの暑さ指数 (WBGT) の実況と予測<sup>1)</sup>で区分されている「ほぼ安全」を加えた5段階の「危険」（31℃以上）、「嚴重警戒」

（28℃以上31℃未満）、「警戒」（25℃以上28℃未満）、「注意」（21℃以上25℃未満）、「ほぼ安全」（21℃未満）の各温度基準域について、それぞれの出現頻度を整理した。

また、特別警戒アラート、警戒アラートの発表基準の1つとして、WBGTの35℃及び33℃が用いられていることから、「危険」については、WBGTを1℃毎にも区分して整理した。

## 2.3 WBGT積算量の算出

WBGTの高い暑熱環境下で長い時間さらされると、より熱中症のリスクが高まるのではと考えられることから、指標の一つとして「嚴重警戒」以上での温度基準域にある時間帯での1日当たりのWBGT積算量を算出した。

熱中症予防指針において、熱中症弱者は「嚴重警戒」以上の温度基準域では、不要な外出、屋外での作業などは控えることとされている。なお、WBGT28℃の場合には0.1℃を加算することとし、WBGT28.1℃の場合には0.2℃を加算することとして1時から24時の正時のWBGTから27.9℃を減じた値を1時間毎に加算していくことで、1日当たりのWBGT積算量として算出した。

## 2.4 対象地点

WBGTが観測及び推計されている県内の27地点のうち、唯一のWBGT観測地点である鹿児島（鹿児島市）について、WBGTを整理した。

## 3 結果

## 3.1 月毎WBGTの分布

月毎WBGTの各温度基準域分布を確認するために、図1-1に2023年の日最高WBGTの出現日数、図1-2に2023年のWBGTの出現時間数について、「危険」、「嚴重警戒」、「警戒」、「注意」、「ほぼ安全」の各温度基準域の分布を示す。また、2010年から2023年までの平均的な月毎

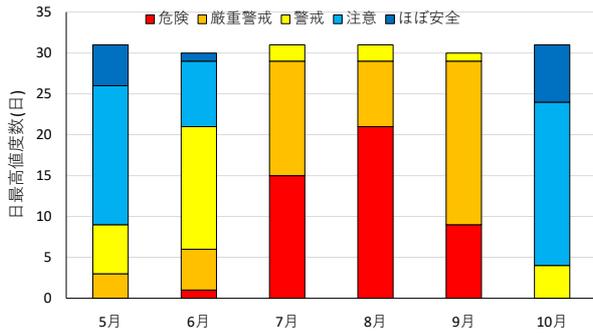


図1-1 2023年の日最高WBGTの月毎出現日数分布

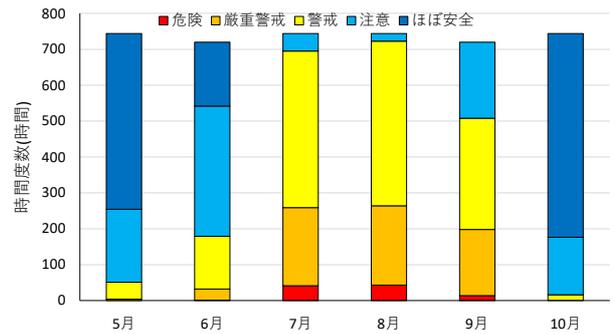


図1-2 2023年のWBGTの月毎出現時間分布

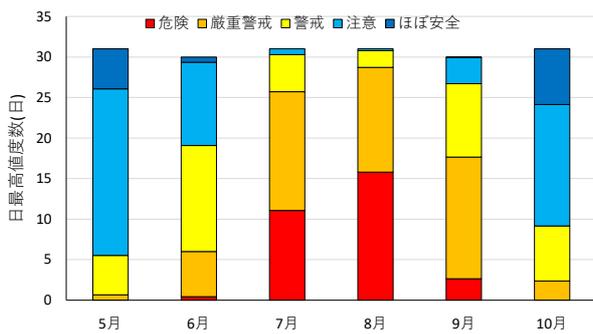


図2-1 14年間平均の日最高WBGTの月毎出現日数分布

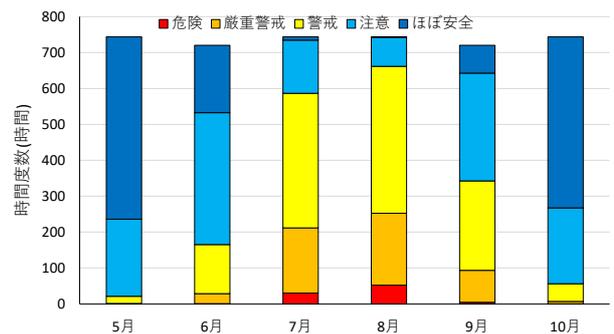


図2-2 14年間平均のWBGTの月毎出現時間数分布

WBGTの各温度基準域分布を確認するために、図2-1に14年間平均の日最高WBGTの出現日数、図2-2に14年間平均のWBGTの出現時間数について、各温度基準域の分布を示す。

図1-1及び図2-1に見られるように、2023年、14年間平均ともに日最高WBGTの「危険」は7月から9月に分布比率が高く、6月にはわずかに出現していた。なお、2023年の7月から9月は全ての日において「警戒」以上となっていた。14年間平均では、7月に0.7日、8月に0.2日、9月に3.3日「注意」以下が出現していたものの、その他の日は「警戒」以上となっていた。また、図1-2及び図2-2に見られるように、2023年のWBGTの出現時間数、14年

間平均のWBGTの出現時間数についても、2023年、14年間平均ともに7月と8月は「危険」が多く出現していた。グラフからは読み取れないが、2023年の6月に1時間、14年平均の6月に0.6時間、9月に4.6時間「危険」が出現していた。

### 3. 2 7月から9月のWBGT分布の経年推移

年毎のWBGT出現分布の推移を確認するために、「危険」の出現頻度が高かった7月から9月における日最高WBGTの出現日数分布の経年推移及びWBGT出現時間数分布の経年推移を図3-1及び図3-2に示す。

日最高WBGT「危険」が出現した日数は、2013年、

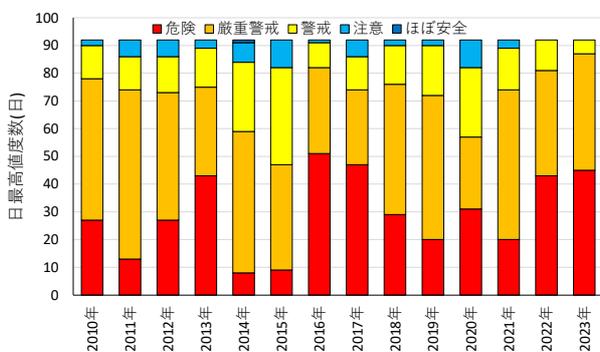


図3-1 7月から9月の日最高WBGT出現日数分布の経年推移

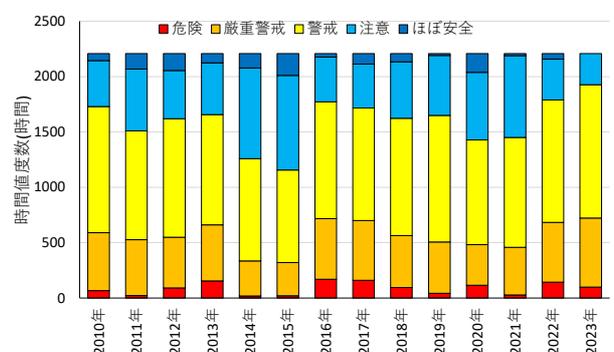


図3-2 7月から9月のWBGT出現時間数分布の経年推移

2016年、2017年、2022年、2023年の5ヶ年が43日以上と多く、2016年が51日と最も多かった。なお、2022年と2023年は全ての日において「警戒」以上となっていた。

WBGT「危険」が出現した時間数は、日最高WBGT「危険」が出現した日数の多かった5ヶ年が98時間以上と多く、2016年が169時間と最も多かった。また、2020年も114時間出現していた。

3. 3 「危険」温度基準域内のWBGT分布の経年推移

日最高WBGTについて、「危険」温度基準域内の区分は1°C刻みとしたWBGT分布の経年推移を表1及び図4に示す。

特別警戒アラート発表の基準の1つであるWBGT35°C以上の出現日は無かった。WBGT34°C以上35°C未満の出現日は、2016年7月に3日あり、最高WBGTは34.9°Cであった。警戒アラート発表基準WBGT33°C以上の出現日は14年間に15日あり、2016年と2017年が5日と最も多かった。

表1 日最高WBGTの「危険」温度基準域内出現日数分布 (単位：日)

年	年最高WBGT(°C)	35°C以上	34°C以上 35°C未満	33°C以上 34°C未満	32°C以上 33°C未満	31°C以上 32°C未満	計
2010	32.0	0	0	0	2	25	27
2011	31.8	0	0	0	0	13	13
2012	32.7	0	0	0	9	19	28
2013	33.8	0	0	2	17	24	43
2014	32.6	0	0	0	3	5	8
2015	32.0	0	0	0	1	8	9
2016	34.9	0	3	2	24	24	53
2017	33.1	0	0	5	15	27	47
2018	32.9	0	0	0	13	16	29
2019	32.1	0	0	0	1	19	20
2020	33.3	0	0	2	13	18	33
2021	32.5	0	0	0	1	19	20
2022	33.0	0	0	1	14	28	43
2023	32.9	0	0	0	10	36	46

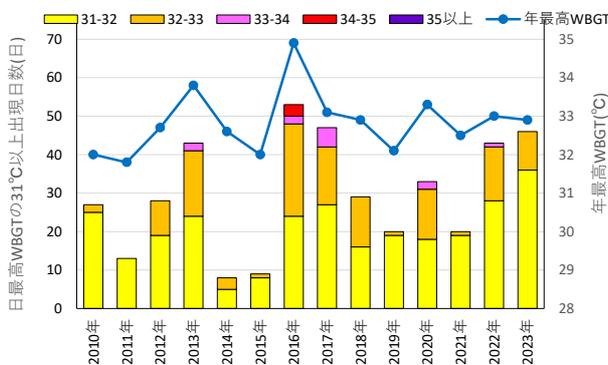


図4 日最高WBGTの「危険」出現日数分布

3. 4 「危険」連続出現日数及び連続出現正時数の状況  
日最高WBGTの「危険」連続出現日数分布を表2に示す。

す。

2017年には、日最高WBGTが32°C以上となった日が13日連続していた。日最高WBGT31°C以上が10日以上連続したのは、2013年に20日連続、2016年に27日連続、2017年に16日連続、2018年に13日連続、2020年に15日連続、2022年に17日連続の計6回であった。

表2 日最高WBGTの「危険」連続出現日数分布

(単位：回)					
連続日数	35°C以上	34°C以上	33°C以上	32°C以上	31°C以上
1	0	3	11	35	57
2	0	0	2	14	28
3	0	0	0	9	10
4	0	0	0	1	10
5	0	0	0	1	6
6	0	0	0	2	6
7	0	0	0	2	4
8	0	0	0	0	2
9	0	0	0	0	2
10以上	0	0	0	1	6

(注) 各WBGTには、上位のWBGT日数が含まれる。

月別の時間WBGT「危険」連続出現正時数分布を表3に示す。

2012年8月16日と2020年8月18日には9時から17時までの9正時連続で「危険」が継続するなど、「危険」の継続が見られた。2020年8月の16日と17日はともに10時から17時までの8正時連続で「危険」、13日と15日はともに7正時連続で「危険」が継続するなど2020年8月は「危険」が継続する頻度が高かった。なお、2017年8月は8日7時から10日4時までの連続45時間にわたり「厳重警戒」以上が継続していた。

表3 月別時間WBGT「危険」連続出現正時数分布

(単位：回)							
連続時間	5月	6月	7月	8月	9月	10月	計
1	0	5	118	137	37	0	297
2	0	0	44	64	7	0	115
3	0	1	22	31	2	0	56
4	0	0	10	24	0	0	34
5	0	0	5	17	0	0	22
6	0	0	11	10	0	0	21
7	0	0	3	10	1	0	14
8	0	0	0	5	0	0	5
9	0	0	0	2	0	0	2

3. 5 WBGTと1日当たりのWBGT積算量の年間推移

日最高WBGTにおいて、7月から9月に「危険」の出現回数が最も多かった2016年と最も少なかった2014年の日最高WBGT、日最高気温<sup>3)</sup>及び1日当たりのWBGT積算量の推移を図5-1と図5-2に示す。

2016年は、7月上旬から8月下旬に「危険」が出現していた。一方、2014年は、7月下旬のみに「危険」が出現

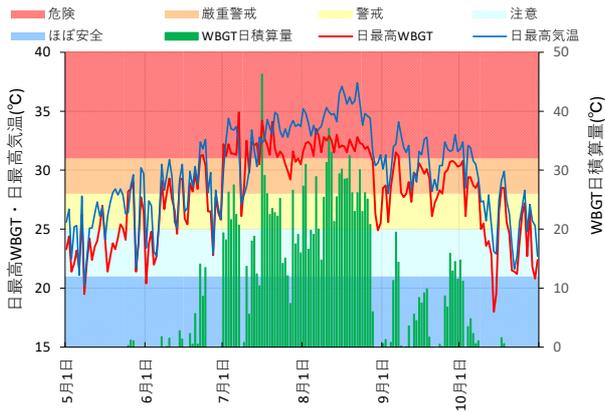


図5-1 日最高WBGTとWBGT日積算量 (2016年)

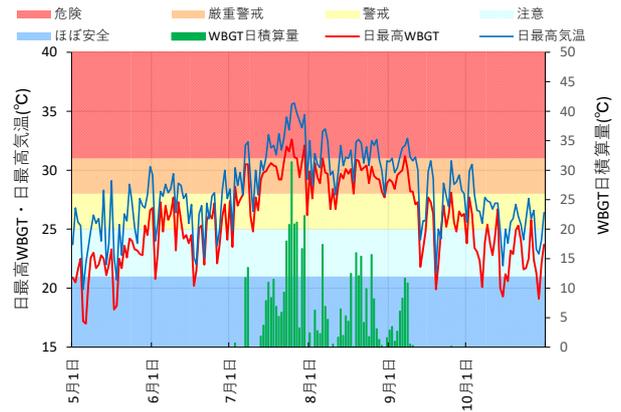


図5-2 日最高WBGTとWBGT日積算量 (2014年)

していた。

日最高WBGTの最高値は、2016年7月7日の34.9°Cであったが、同日の28°C以上の出現は6正時連続であり、1日当たりのWBGT積算量は20.7°Cであった。一方、同年7月16日の積算対象時間は、14正時連続であったため1日当たりのWBGT積算量が46.3°Cと突出して高かった。なお、7月16日11時から翌17日3時までは17正時連続で「厳重警戒」以上であった。2014年の1日当たりのWBGT積算量は、7月25日の31.4°Cを除き低かった。

### 3. 6 WBGTと気象要因との関連

#### 3. 6. 1 WBGTと気温

2016年5月から10月のWBGTと気温の散布図を図6に示す。

同じ気温であっても、WBGTには5°Cから9°Cの差があった。

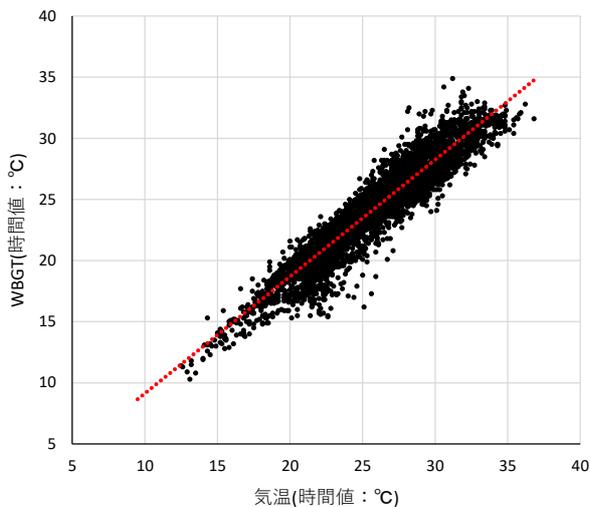


図6 2016年5月から10月のWBGTと気温の散布図

#### 3. 6. 2 WBGTと気温と湿度の関係性

2016年7月から9月のWBGTと気温と湿度<sup>3)</sup>の散布図を図7に示す。湿度は6段階に区分し色分けして示した。

気温が23°Cから28°Cまでは、湿度が高いほどWBGTも高くなっていった。29°C以上では湿度が90%を超える状況はないが、やはり湿度が高いほどWBGTも高くなる傾向が窺える。

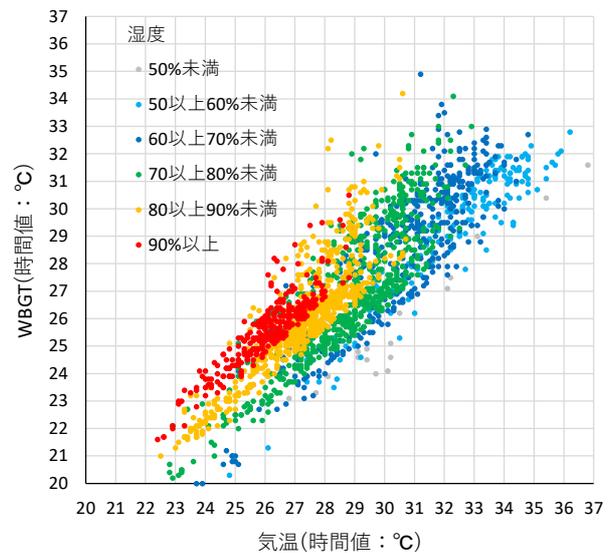


図7 2016年7月から9月のWBGTと気温と湿度の散布図

#### 3. 6. 3 WBGTと気温と日射量の関係性

2016年7月から9月の日中（8時から18時）WBGTと気温と日射量<sup>3)</sup>の散布図を図8に示す。日射量は7段階に区分して色分けして示した。

WBGT、気温、日射量はそれぞれ比例関係にあることから、日射量からは湿度と異なり明確な独立した影響は窺えなかった。日射量が高くなれば気温も高くなり、WBGTも高くなる関係性と考えられる。

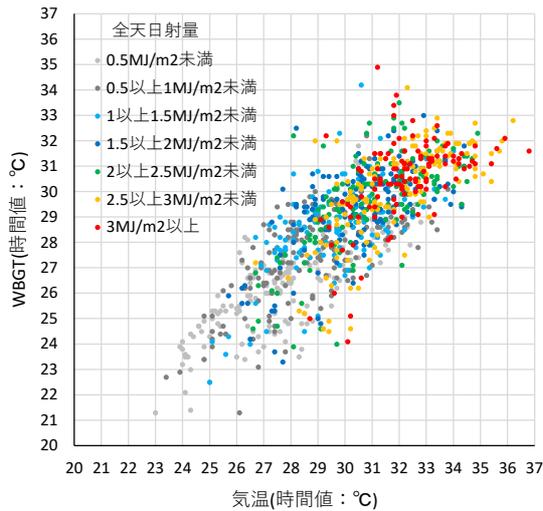


図8 2016年7月から9月日中のWBGTと気温と日射量の散布図

#### 4 まとめ

- 1) 2023年、14年間平均ともに日最高WBGT「危険」が出現した日数は7月から9月に多く、6月の出現した日数はわずかであった。
- 2) 日最高WBGT「危険」が出現した日数については、2013年、2016年、2017年、2022年、2023年の5ヶ年が多く、2016年が最も多かった。
- 3) 警戒アラート発表基準WBGT33°C以上が出現した日は14年間に15日あった。なお、特別警戒アラート発表の基準の1つであるWBGT35°C以上の出現日はなかった。
- 4) 2017年に13日連続して日最高WBGT32°C以上があった。また、2012年8月16日と2020年8月18日は朝9時から夕方17時までの9正時連続「危険」であった。
- 5) 7月から9月に「危険」の出現回数が最も多かった2016年は7月上旬から8月下旬に、最も少なかった2014年は7月下旬のみに「危険」が出現していた。また、1日当たりのWBGT積算量を算出したところ、日最高WBGTとは異なる傾向の場合があった。
- 6) 同じ気温であっても、WBGTには5°Cから9°Cの差があった。湿度が高いほどWBGTも高くなっていた。WBGT、気温、日射量はそれぞれ比例関係にあった。

#### 参考文献

- 1) 環境省；熱中症予防サイトの暑さ指数(WBGT)の実況と予測  
[https://www.wbgt.env.go.jp/wbgt\\_data.php](https://www.wbgt.env.go.jp/wbgt_data.php)

(2024/7/3アクセス)

- 2) 日本生気象学会；日常生活における熱中症予防指針 Ver. 4

<https://seikishou.jp/committee/> (2024/7/3アクセス)

- 3) 気象庁；過去の地点気象データ・ダウンロード

<https://www.data.jma.go.jp/risk/obsdl/index.php>