

## 気候変動による暑熱・健康等への影響に関する研究（第3報）

Study on the effects of climate change on heat and health (3<sup>rd</sup> Report)

藤田 哲也

Tetsuya FUJITA

## 要 旨

地域における熱中症リスク管理手法の検討を目的とした気象学的特徴等を把握するため、香川県内の2地域において、市内の小学校12地点で、夏期における温湿度の測定を行い、温湿度から換算した各地点の暑さ指数の比較を行った。また、ヒートアイランドの影響を受けるとみられる高松市の人口集中地区において、土地の利用形態の異なる地点（住宅街、工業地帯、都市公園）でもWBGT及び温湿度の測定を実施した。

高松市の日最高WBGTの月別平均値は、沿岸部の市街地の地点よりも比較的標高の高い内陸部の郊外の地点で高い傾向を示した。夜（18:00～翌6:00）の月別平均WBGT値については、沿岸部の市街地の地点で高く、1日の変動を見ても夜は下がりにくい傾向が見られた。土地の利用形態の異なる地点でのWBGTの変動を比較した結果、日中は都市公園の地点が最も高かったものの、夜は大幅に下がり、1日の変動が最大になった一方で、工業地帯の地点については、変動が小さかった。

さらに、香川県の熱中症搬送者数と日最高WBGTの関係について解析を行った結果、WBGTの上昇とともに熱中症搬送者数は梅雨明け付近を境に急増するが、その後、WBGTが高い状態でも徐々に減少することが確認された。また、日最高WBGTの値が29℃前後を境に熱中症搬送者数が急激に増加する傾向が確認された。

## Abstract

In order to understand meteorological conditions for the analysis of heat stroke risk management methods in the region, temperature and humidity were measured during the summer at 12 elementary schools in two city areas in Kagawa Prefecture, and wet bulb globe temperature indexes converted from temperatures and humidity at each location were compared. WBGT and temperature/humidity measurements were also conducted in the densely populated areas of Takamatsu City at points with different land use patterns (residential areas, industrial areas, and urban parks), which are considered to be heat islands.

The monthly mean of daily maximum WBGT values in Takamatsu City tended to be higher in relatively elevated inland suburban areas compared to coastal urban areas. The monthly mean WBGT values at night (18:00 to 6:00 the next day) were higher in urban coastal areas, and the daily variations showed that the values had a tendency to not fall significantly at night. A comparison of WBGT variations at sites with different land use patterns showed that while the highest WBGT values during the day were observed at urban park sites, they dropped significantly at night and had the largest daily variations, while variations observed for sites in industrial areas were small.

Analysis of the relationship between the number of heat stroke related hospitalizations and the daily maximum WBGT in Kagawa Prefecture showed that the number of heat stroke related hospitalizations increased sharply around the end of the rainy season as WBGT rises, but then gradually decreased even when WBGT was high. In addition, a sharp increase in the number of people hospitalized for heat stroke was observed when the daily maximum WBGT value was around 29°C.

キーワード：気候変動 WBGT 熱中症搬送者数

## I はじめに

気候変動による気温の上昇に伴い、香川県内における熱中症搬送者数は増加傾向にあり、気象庁による将来予測でも猛暑日や熱帯夜日数の増加が予測されている<sup>1)</sup>。

このことから、熱中症リスクは今後さらに高まると考えられ、早急な対策が求められる。

一方、熱中症の発生傾向は地理的条件や気象学的条件により大きく異なるため、リスクをもたらす要因となる気象学的特徴を有する地域における現状の把握及び分析が、効果的な適応策の検討につながると期待される。

そして、これまでの検討<sup>2)</sup>で、気温と湿度を測定できれば、近傍の風速等の気象データをもとに暑さ指数(WBGT)を算出することが可能であることが示されている。

また、高松市内にある小学校での検討<sup>3)</sup>において、日最高WBGTの月別平均値を比較すると、ヒートアイランドの影響が大きいとされる沿岸部の市街地の地点よりも比較的標高の高い内陸部の地点や沿岸部でも周辺が山で囲まれている地点において、高い傾向や、夜については、沿岸部の地点で月別平均WBGTが高く、1日のWBGTの変動を見ても沿岸部の市街地では下がりにくい傾向が示されている。

本調査では地域における熱中症リスク管理手法の検討を目的とした気象学的特徴等を把握するため、香川県内で人口の多い高松市と丸亀市の各市内にある小学校12地点(各市6地点)で、夏期の温湿度を測定し、温湿度から換算した各地点のWBGTの比較を行った。

また、ヒートアイランドの影響を受けているとみられる高松市の人口集中地区において、土地の利用形態の異なる4地点(住宅街(小学校での検討の2地点)、工業地帯、都市公園)でも温湿度を測定し、各地点のWBGTを比較した。

さらに、熱中症搬送者数が梅雨明け直後に急激に増加すること<sup>4)</sup>や、日最高WBGTと熱中症搬送者数との相関が確認されていること<sup>5)</sup>から、本調査では、それらの傾向も調査することとした。

## II 方法

### 1 WBGTの地域差について

#### (1) 測定地点

高松市及び丸亀市を沿岸部、平野部、内陸部の3つのエリアに区分し、その各エリアで測定機器の設置の協力を得られた12校(各市、各エリア2校ずつ)において、

温湿度・WBGT等の測定を実施した。(図1)

高松市内の測定地点を図2に、その概況を表1に示す。また、丸亀市内の測定地点を図3に、その概況を表2に示す。

測定機器のうち、温湿度計は、小学校の敷地内の百葉箱の中に設置した。百葉箱が設置されていなかった小学校は、仮設の百葉箱を設置した。

測定期間は令和5年7月1日～10月31日とし、その期間の測定データについて解析を行った。

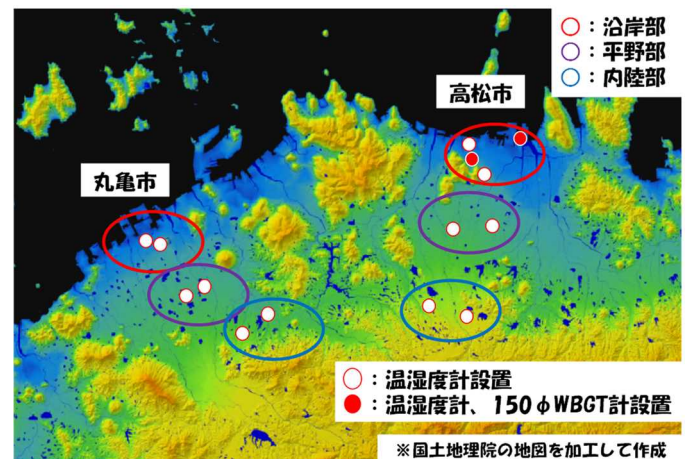


図1 測定地点の位置図(全体)

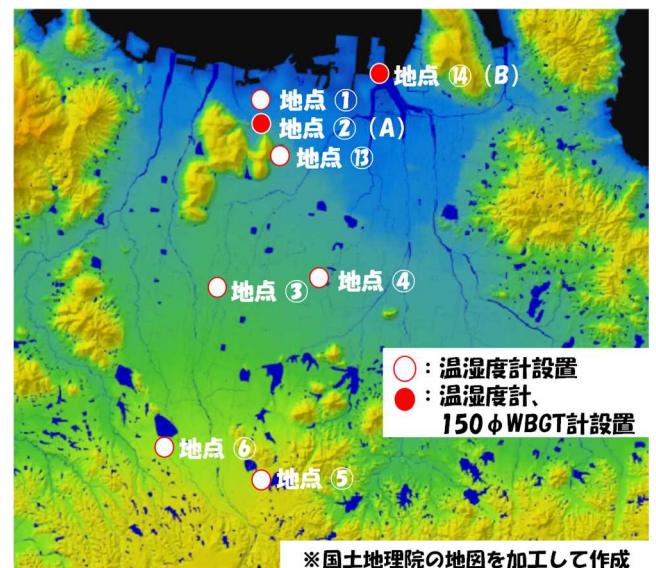


図2 測定地点の位置図(高松市)

表1 測定地点の概況(高松市)

地点名	説明	海拔(m)	海からの距離(km)
①	沿岸部(人口集中地区)に所在する小学校	2	0.8
②(A)	沿岸部(人口集中地区)に所在する小学校	4	1.7
③	平野部(人口集中地区近郊)に所在する小学校	34	7
④	平野部(人口集中地区近郊)に所在する小学校	25	6.6
⑤	内陸部(郊外)に所在する小学校	87	12.4
⑥	内陸部(郊外)に所在する小学校	93	12.6
⑬	市街地に所在する庭園(都市公園)	7	2.6
⑭(B)	市街地の工業専用地域に所在する調査研究機関	3	0.1

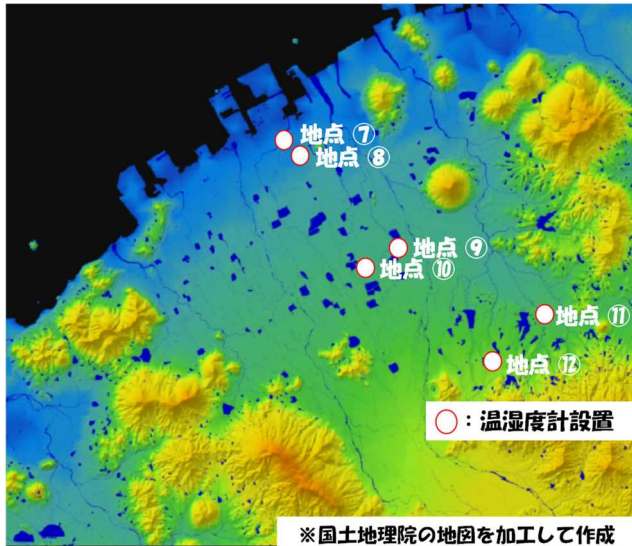


図3 測定地点の位置図(丸亀市)

表2 測定地点の概況(丸亀市)

地点名	説明	海拔(m)	海からの距離(km)
⑦	沿岸部(人口集中地区)に所在する小学校	2	0.9
⑧	沿岸部(人口集中地区)に所在する小学校	6	1.2
⑨	平野部(人口集中地区近郊)に所在する小学校	21	5.8
⑩	平野部(人口集中地区近郊)に所在する小学校	25	5.8
⑪	内陸部(郊外)に所在する小学校	42	10.6
⑫	内陸部(郊外)に所在する小学校	60	10.7

(2) 測定機器

温湿度の測定は、図4に示す(株)藤田電機製作所製 WATCH LOGGER KT-255Fを使用した。

温湿度からWBGTへの換算は、小野ら(2014)<sup>6)</sup>の式により、

$$WBGT = 0.735 \cdot Ta + 0.0374 \cdot RH + 0.00292 \cdot Ta \cdot RH + 7.619 \cdot SR - 4.557 \cdot SR^2 - 0.0572 \cdot WS - 4.064$$

の式により与えられるものとする。

ここで、Ta：乾球温度(°C)

RH：相対湿度(%)

SR：全天日射量(kW/m<sup>2</sup>)

WS：風速(m/s) である。

ただし、全天日射量SR及び風速WSの項は0として計算

した。



図4 温湿度計

表3 温湿度計の測定可能範囲・精度

	WBGT(°C)	気温(°C)	相対湿度(%RH)	黒球温度(°C)
測定可能範囲	—	-30~70	0~99	—
測定精度	—	±0.3 (-10~50)	±5	—

2 WBGTの土地利用形態による違いについて

(1) 測定地点

図2に示す高松市内の測定地点のうち、地点①及び②(A)を住宅街、地点⑬を都市公園、地点⑭(B)を工業地帯として測定した。

温湿度計は、地点①及び②の敷地内の百葉箱の中で測定し、百葉箱がなかった地点⑬及び⑭は、仮設の百葉箱を設置し、その中で測定した。

また、地点②(A)及び地点⑭(B)には、黒球部の直径が150mmのWBGT計(以下「150φWBGT計」という。)も設置した。

測定期間は温湿度計については、令和5年7月1日~10月31日とし、150φWBGT計については、令和5年7月29日から10月31日とした。

(2) 測定機器

温湿度の測定は、上記1の(2)と同じ温湿度計を用いた。

WBGTの測定は、図5に示す鶴賀電機株製 MODEL 402Bを使用した。



図5 150φWBGT計

表4 150φWBGT計の測定可能範囲・精度

	WBGT (°C)	気温 (°C)	相対湿度 (%RH)	黒球温度 (°C)
測定可能範囲	0~60	0~60	10~90	0~80
測定精度	±1.5 (15~40)	±0.5 (20~50)	±3 (30~90, at 25°C)	±0.5 (20~60)

### III 結果及び考察

#### 1 WBGTの地域差について

##### (1) 日最高WBGTの地域差

各地点における日最高WBGTの月平均値のうち、高松市の結果を図6~図9及び表5に、丸亀市の結果を図10~図13及び表6に示す。各市内のエリア別で比較すると、高松市は、標高の高い内陸部で日最高WBGTが高い傾向を示したが、丸亀市は、高松市ほど傾向に差は見られなかった。

陸地は海と比べ気温が上昇しやすく、内陸ほど海風の影響も受けにくくなること、また、周辺が山で囲まれていることで平地に比べて空気の流れが悪く、暖かい空気が滞留しやすいことなどが、WBGTが高くなる要因として考えられるが、高松市よりも内陸部の海拔が低く、海からの距離が短い丸亀市では、これらの傾向があまり現れなかったものと思われる。

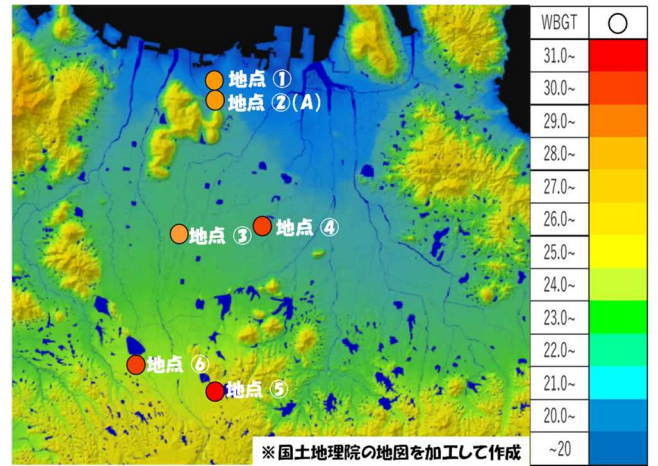


図6 日最高WBGTの月平均(高松市:7月)

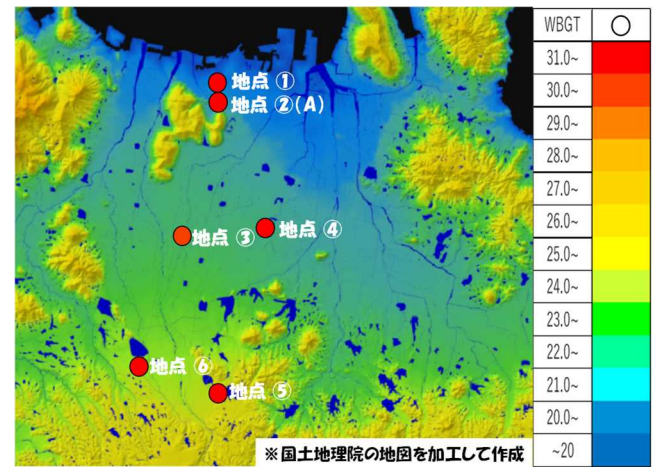


図7 日最高WBGTの月平均(高松市:8月)

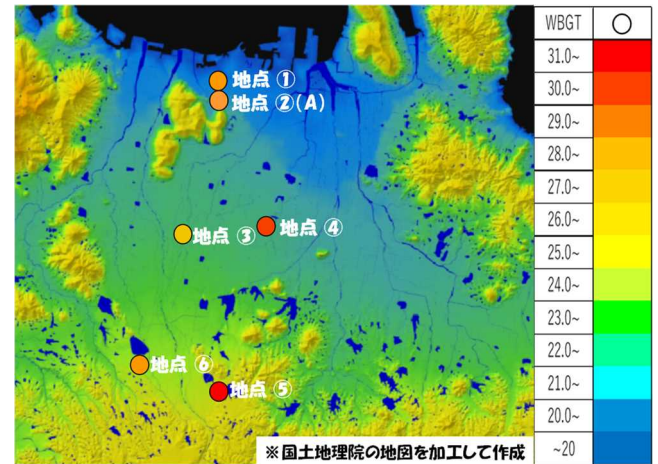


図8 日最高WBGTの月平均(高松市:9月)

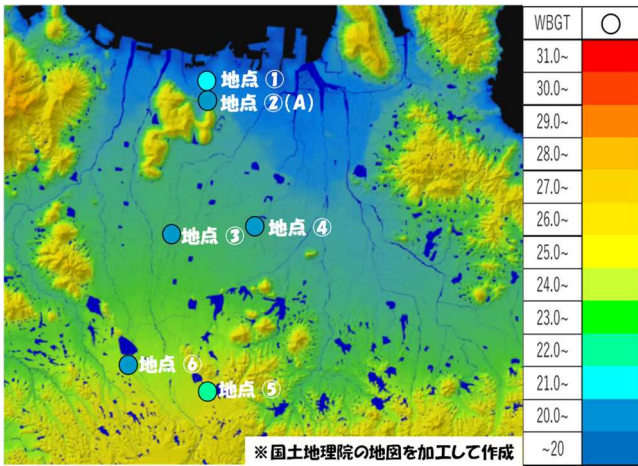


図 9 日最高 WBGT の月平均(高松市:10 月)

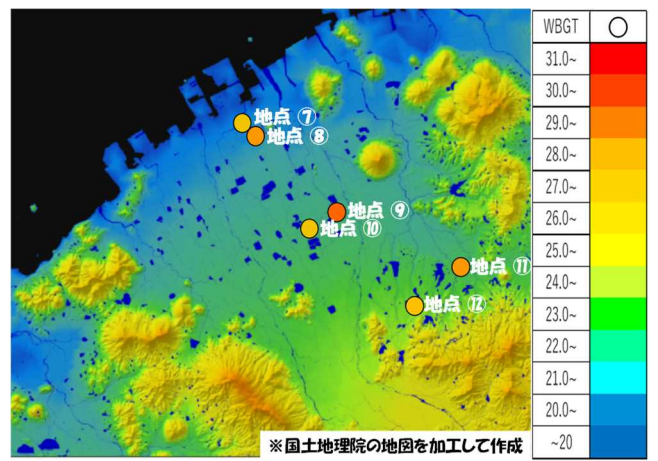


図 12 日最高 WBGT の月平均(丸亀市:9 月)

表 5 日最高 WBGT の月平均(高松市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点①	地点②	地点③	地点④	地点⑤	地点⑥
7月	29.6	29.9	29.5	30.8	31.0	30.5
8月	31.2	31.4	30.8	32.0	32.2	31.0
9月	29.3	29.7	28.7	30.3	31.6	29.2
10月	21.0	20.5	20.3	20.6	22.5	20.4

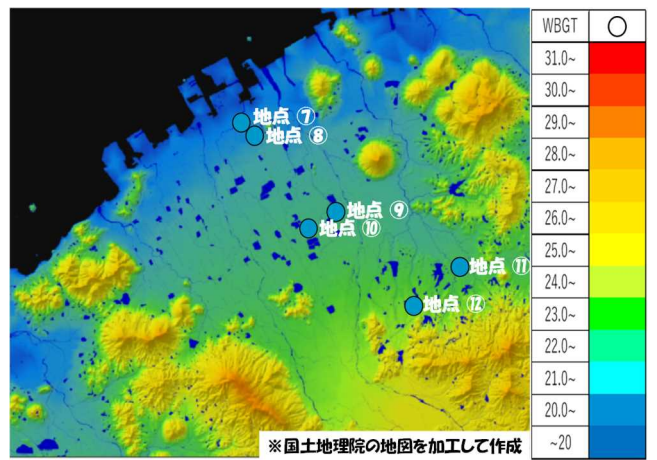


図 13 日最高 WBGT の月平均(丸亀市:10 月)

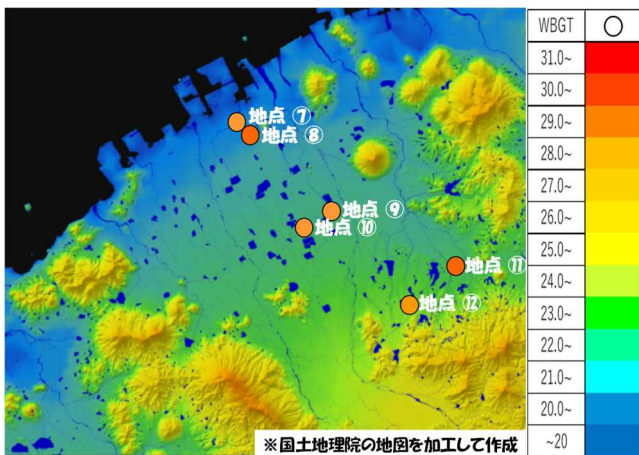


図 10 日最高 WBGT の月平均(丸亀市:7 月)

表 6 日最高 WBGT の月平均(丸亀市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点⑦	地点⑧	地点⑨	地点⑩	地点⑪	地点⑫
7月	29.1	30.1	29.3	29.3	30.1	29.5
8月	30.1	31.6	31.0	30.4	30.7	30.4
9月	28.2	29.7	30.0	28.8	29.6	28.6
10月	20.4	20.8	20.4	20.1	20.6	20.0

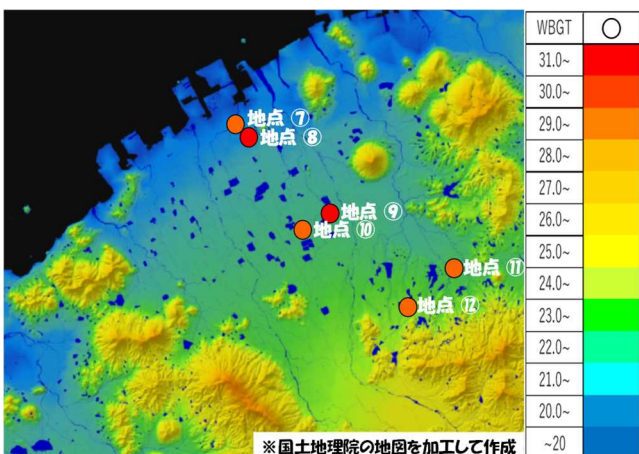


図 11 日最高 WBGT の月平均(丸亀市:8 月)

(2) 夜平均 WBGT の地域差について

18:00～翌6:00の夜(以下「夜」という。)平均WBGTの月別平均値のうち、高松市の結果を図14～図17及び表7に、丸亀市の結果を図18～図21及び表8に示す。

夜においてはいずれの市も沿岸部で WBGT が高い傾向を示した。これは、沿岸部は一日を通して温度の変動が少ない海に近く、内陸部に比べて気温が下がりにくいことや、風の影響で暖かい空気が滞留しやすいことが要因として考えられる。また、沿岸部の地域は内陸部と比較して住宅や建物等が密集した市街地であることから、ヒートアイランドの影響も考えられる。

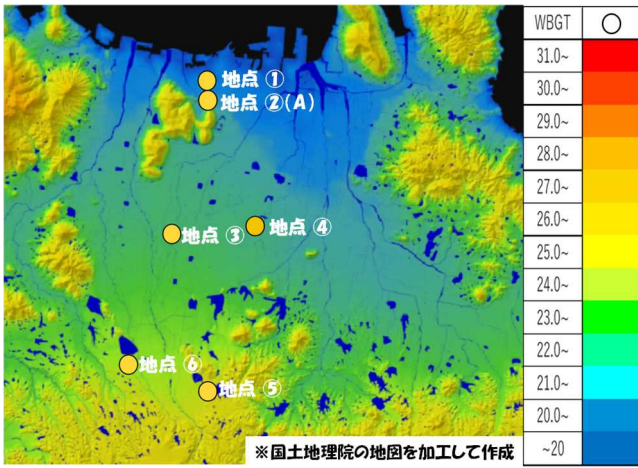


図 14 夜平均 WBGT の月平均(高松市:7月)

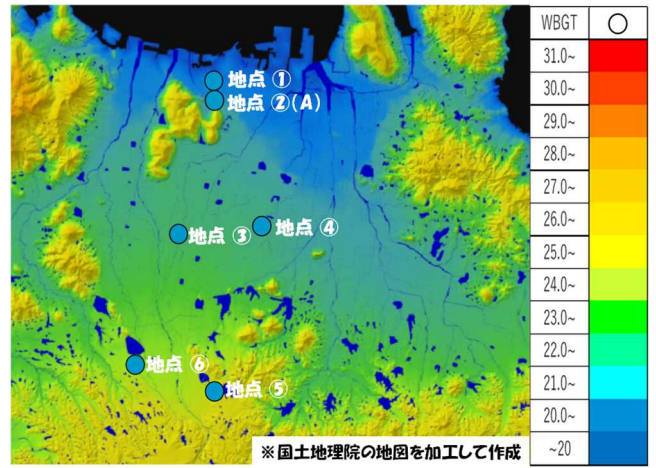


図 17 夜平均 WBGT の月平均(高松市:10月)

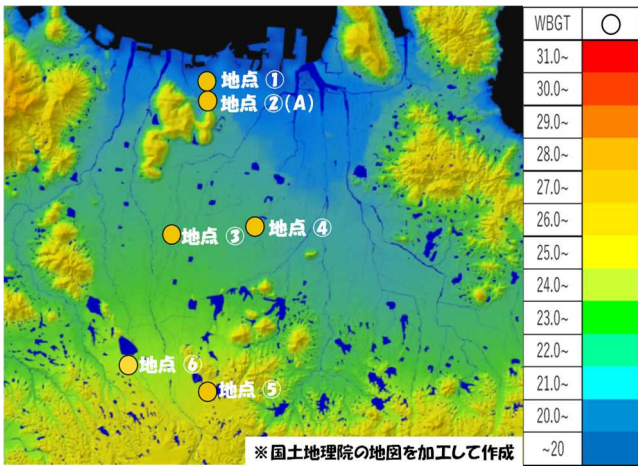


図 15 夜平均 WBGT の月平均(高松市:8月)

表 7 夜平均 WBGT の月平均(高松市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
	地点①	地点②	地点③	地点④	地点⑤	地点⑥
7月	26.6	26.9	26.2	27.5	26.3	26.0
8月	28.1	28.3	27.1	28.4	27.1	26.8
9月	26.0	26.2	25.0	26.1	24.9	24.7
10月	16.6	16.6	15.2	16.8	15.8	15.4

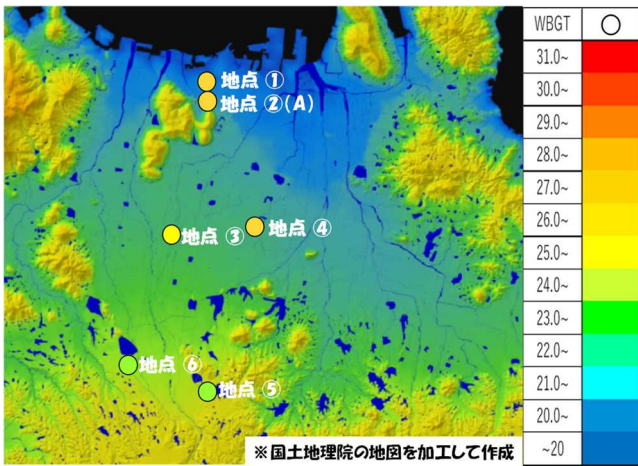


図 16 夜平均 WBGT の月平均(高松市:9月)

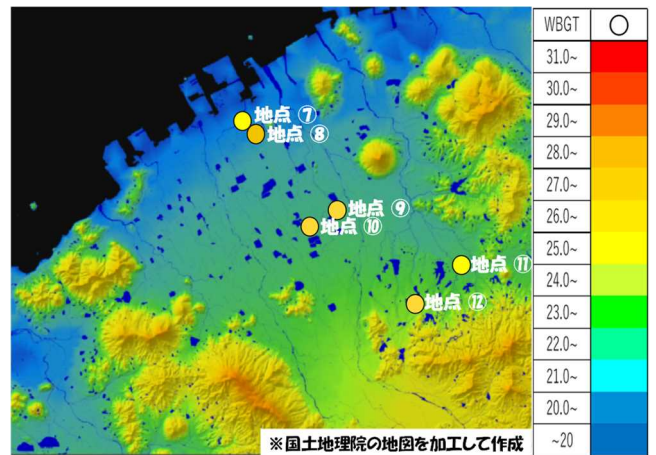


図 18 夜平均 WBGT の月平均(丸亀市:7月)

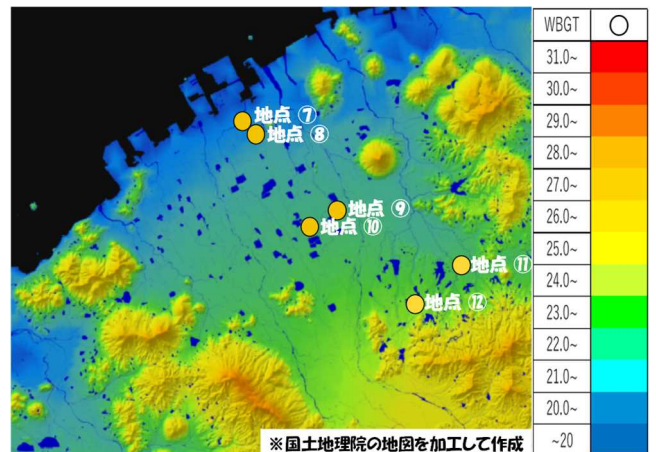


図 19 夜平均 WBGT の月平均(丸亀市:8月)

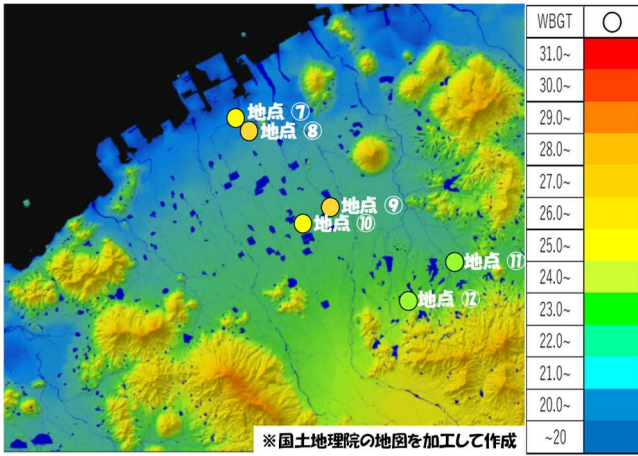


図20 夜平均WBGTの月平均(丸亀市:9月)

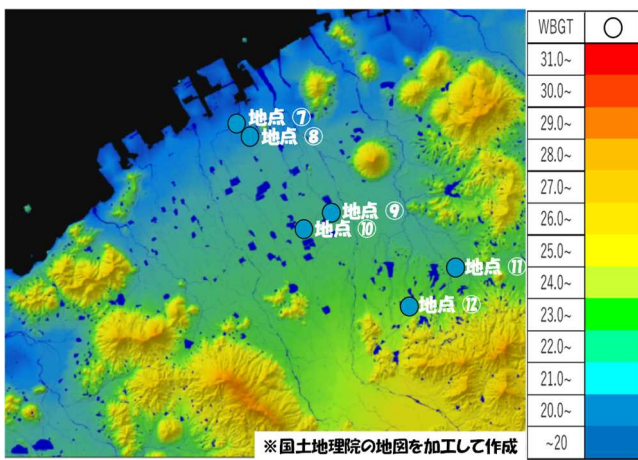


図21 夜平均WBGTの月平均(丸亀市:10月)

表8 夜平均WBGTの月平均(丸亀市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点⑦	地点⑧	地点⑨	地点⑩	地点⑪	地点⑫
7月	25.9	27.3	26.7	26.2	25.8	26.0
8月	27.1	28.5	27.7	27.2	26.6	26.6
9月	25.0	26.4	26.0	25.4	24.7	24.7
10月	15.5	16.7	16.2	15.7	14.8	15.0

トアイランドの影響が示唆された。これらのことから、日中はヒートアイランドの影響はあるものの、地理的な要因が気温上昇に大きな影響を与えたため、結果として標高の高い内陸部でWBGTが高くなったが、夜はヒートアイランドの影響で沿岸部のWBGTが下がりやすくなったのではないかと考えられる。

図24の丸亀市内のエリア間でWBGTの変動を比較した結果、高松市同様、内陸部での地点で日較差が最大となり、沿岸部の地点で最小となる傾向が見られた。(図25及び表11、12)

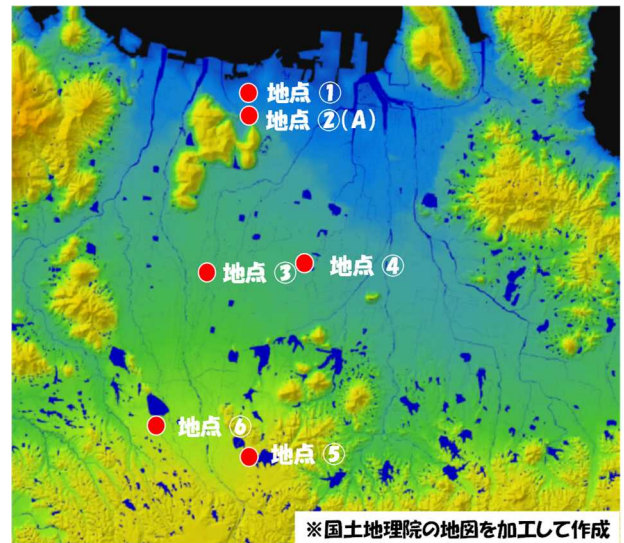


図22 比較地点(高松市)

表9 WBGTの日較差の月平均(高松市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点①	地点②	地点③	地点④	地点⑤	地点⑥
7月	4.4	4.2	4.8	5.3	6.8	6.2
8月	4.4	4.5	5.1	5.2	6.8	5.6
9月	4.8	5.1	5.5	6.2	8.6	6.1
10月	5.8	5.2	6.9	5.8	8.7	6.5

(3) WBGTの変動の比較

ヒートアイランドによる影響を調査するため、各地点におけるWBGTの日較差を比較した。

高松市における月別の日較差の平均を図22及び表9に、代表的な日のWBGTの推移を図23及び表10に、丸亀市における月別の日較差の平均を図24及び表11に、代表的な日のWBGTの推移を図25及び表12に示す。

高松市では、日中は内陸部の地点⑤が最も高かったものの、夜においては、逆に最も低くなり、WBGTの日較差が最大になった。(図23) また、沿岸部の地点が、WBGTの日較差が最も小さくなる傾向が見られ(表9、10)、ヒ-

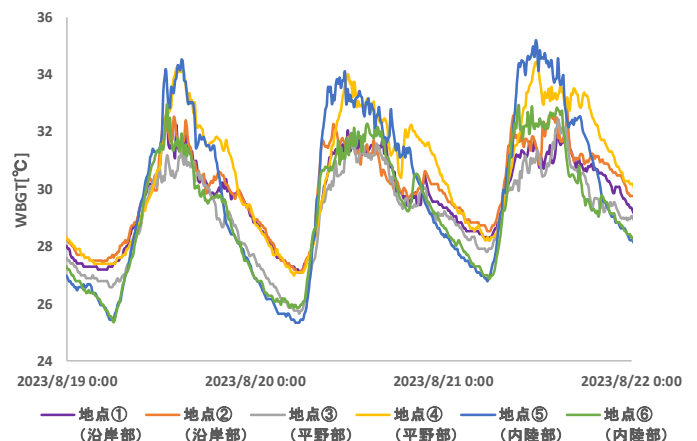


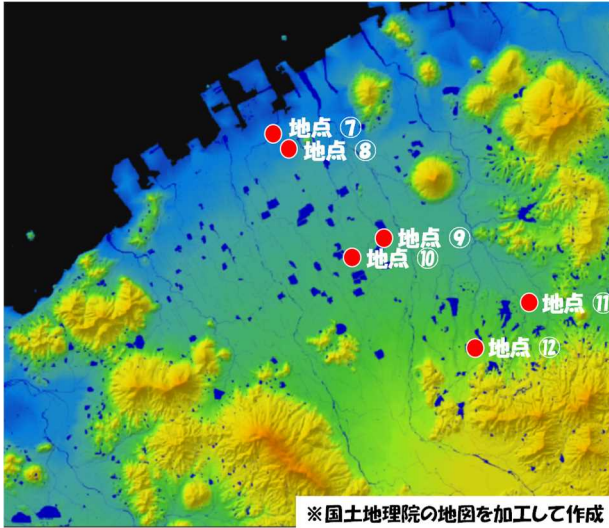
図23 WBGTの推移(高松市)(令和5年8月19日~21日)

表10 WBGTの日較差(高松市)(令和5年8月19日~21日)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点①	地点②	地点③	地点④	地点⑤	地点⑥
8月19日	5.2	5.1	4.8	6.8	9.1	7.6
8月20日	4.9	5.2	6.1	7.0	8.7	6.4
8月21日	3.8	4.3	4.6	6.2	8.4	6.0

表12 WBGTの日較差(丸亀市)(令和5年8月19日~21日)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点⑦	地点⑧	地点⑨	地点⑩	地点⑪	地点⑫
8月19日	4.1	5.6	6.3	5.3	7.4	6.0
8月20日	4.6	6.3	7.2	5.2	7.0	6.1
8月21日	3.9	5.1	5.9	4.5	6.0	5.4



※国土地理院の地図を加工して作成

図24 比較地点(丸亀市)

表11 WBGTの日較差の月平均(丸亀市)

分類	沿岸部		平野部		内陸部	
地点	地点⑦	地点⑧	地点⑨	地点⑩	地点⑪	地点⑫
7月	4.4	4.5	4.2	4.4	6.0	5.1
8月	4.1	4.9	5.0	4.6	5.6	5.2
9月	4.6	5.2	6.0	5.1	6.7	5.6
10月	6.6	6.1	6.4	6.2	7.8	6.7

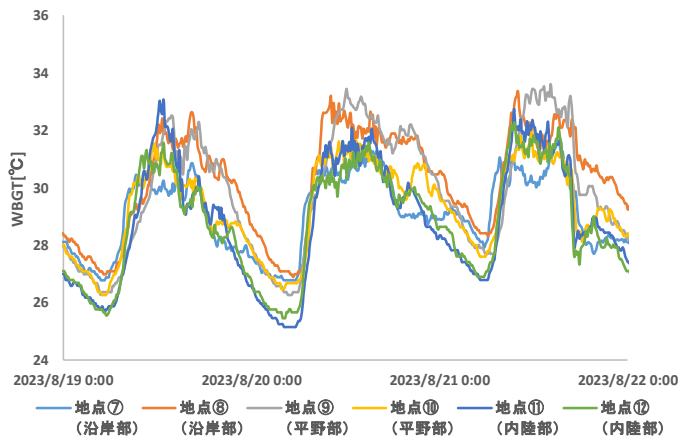


図25 WBGTの推移(丸亀市)(令和5年8月19日~21日)

## 2 WBGTの土地利用形態による違いについて

### (1) 日最高WBGTの土地利用形態による違い

土地利用形態によるWBGTの違いを比較するため、高松市人口集中地区の各地点の日最高WBGTの月平均を求めた結果を図26~29及び表13に示す。

高松市人口集中地区の比較においては、都市公園の日最高WBGTが最も高く、工業地帯が最も低い結果となった。都市公園については、測定場所が上空に遮蔽物のない茶園の中の草地であり、夏季の日中は草地の表面温度が気温相当まで上昇し、樹木に覆われた場所に比べ冷気形成効果が弱かったことや、公園敷地の三方を密集市街地、残る一方も山に囲まれており、近接した密集市街地からの流入も含め、暖かい空気が滞留しやすくなっていたことなどが考えられる。

一方、工業地帯については、海や川に近接しており、他の地点と比べ風通しがよく、涼しい海風が気温上昇を抑制したものと考えられる。

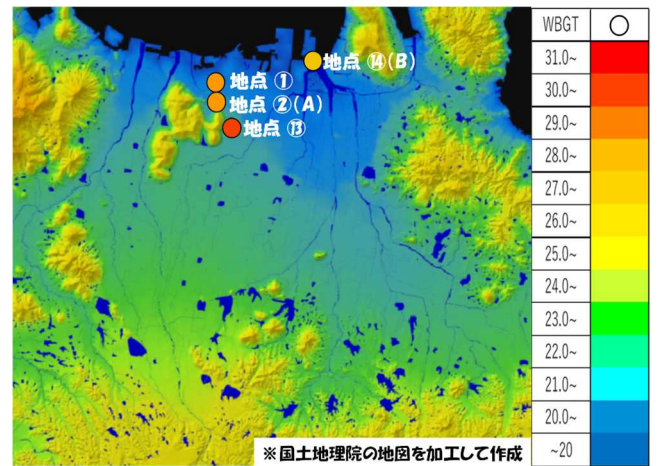


図26 日最高WBGTの月平均(高松市人口集中地区:7月)



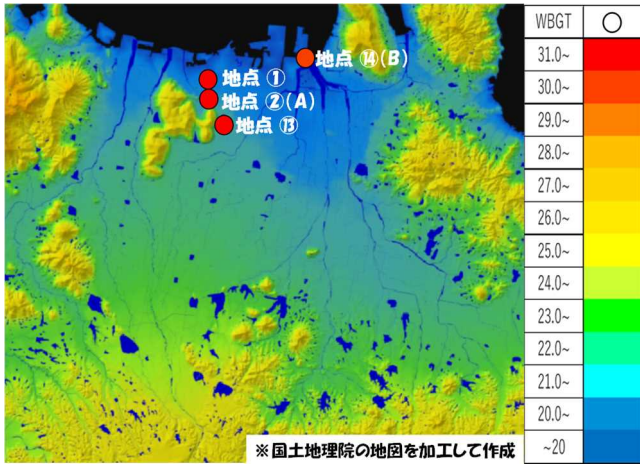


図 27 日最高 WBGT の月平均(高松市人口集中地区:8 月)

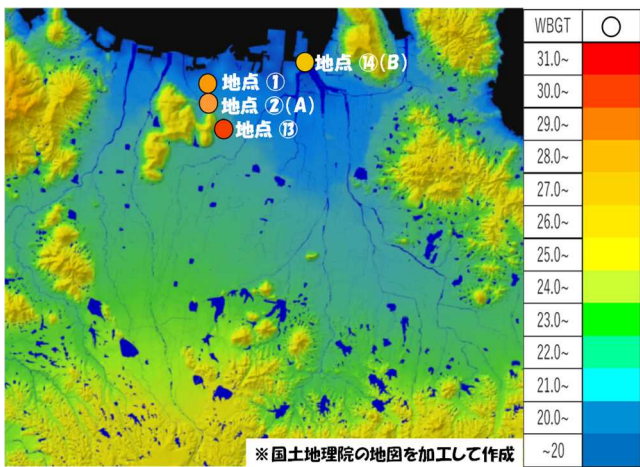


図 28 日最高 WBGT の月平均(高松市人口集中地区:9 月)

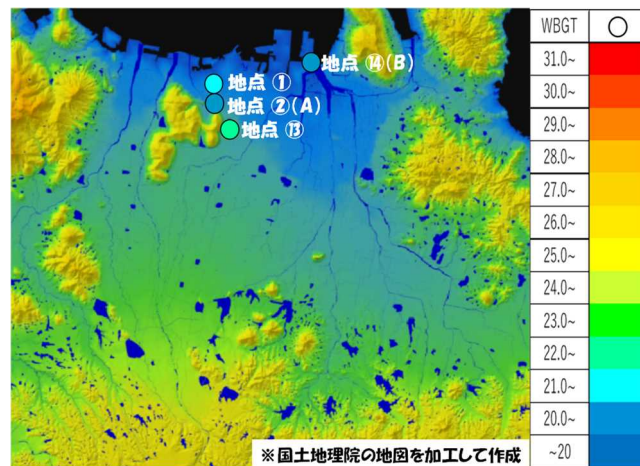


図 29 日最高 WBGT の月平均(高松市人口集中地区:10 月)

表 13 日最高 WBGT の月平均(高松市人口集中地区)

分類	住宅街		都市公園	工業地帯
地点	地点①	地点②	地点③	地点④
7月	29.6	29.9	30.8	28.8
8月	31.2	31.4	32.0	30.4
9月	29.3	29.7	30.6	28.8
10月	21.0	20.5	22.3	20.5

(2) 夜平均 WBGT の土地利用形態による違い

高松市人口集中地区の夜平均 WBGT の月別平均を求めた結果を図 30～図 33 及び表 14 に示す。

高松市人口集中地区の比較においては、都市公園も沿岸部近傍に所在するにも関わらず、他の地点に比べ夜は WBGT が低い傾向であった。都市公園については、敷地の大部分が緑地であり、夜はアスファルトやコンクリートで表面が被覆された市街地と比べ放射冷却などにより表面温度が下がりやすく、また、隣接する山林からも冷たい空気が流れ込むなどして密集市街地の中にあっても WBGT が低く抑えられたものと考えられる。

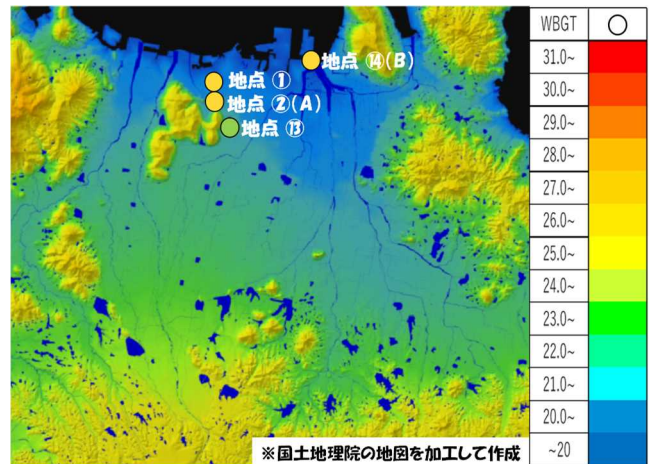


図 30 夜平均 WBGT の月平均(高松市人口集中地区:7 月)

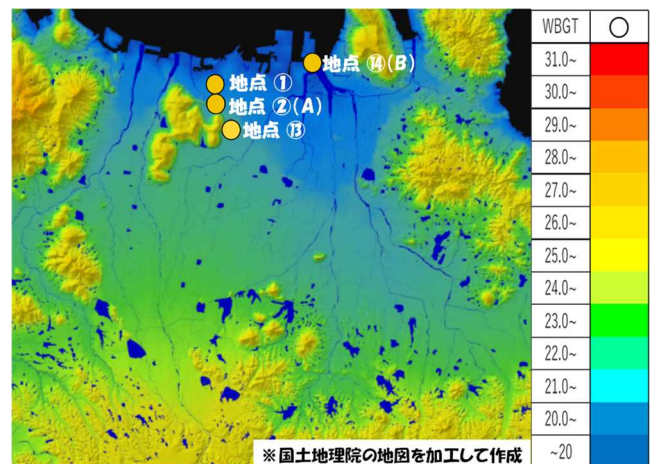


図 31 夜平均 WBGT の月平均(高松市人口集中地区:8 月)

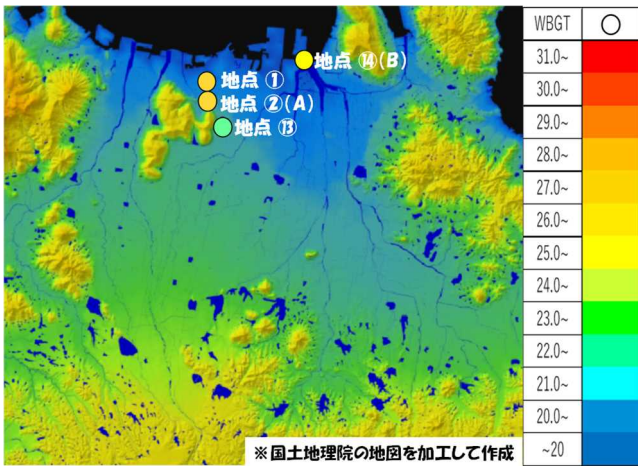


図 32 夜平均 WBGT の月平均 (高松市人口集中地区:9 月)

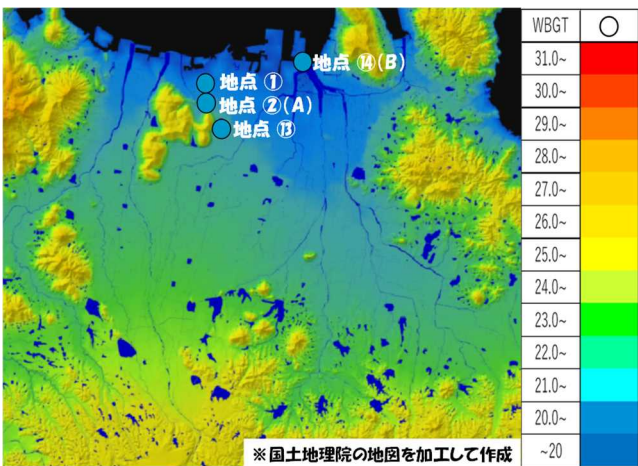


図 33 夜平均 WBGT の月平均 (高松市人口集中地区:10 月)

表 14 夜平均 WBGT の月平均 (高松市人口集中地区)

分類	住宅街		都市公園	工業地帯
地点	地点①	地点②	地点③	地点⑭
7月	26.6	26.9	24.8	26.3
8月	28.1	28.3	26.3	27.9
9月	26.0	26.2	23.8	25.9
10月	16.6	16.6	14.5	16.4

(3) 代表的な日における土地利用形態別の WBGT の推移  
 代表的な日における土地利用形態別の WBGT の推移を  
 図 34 に示す。

日中は都市公園の地点⑬が最も高かったものの、夜に  
 においては、大幅に下がり、1 日の WBGT の変動が最大にな  
 った一方で、工業地帯の地点⑭については、1 日の WBGT  
 の変動が最小であった。(図 34)

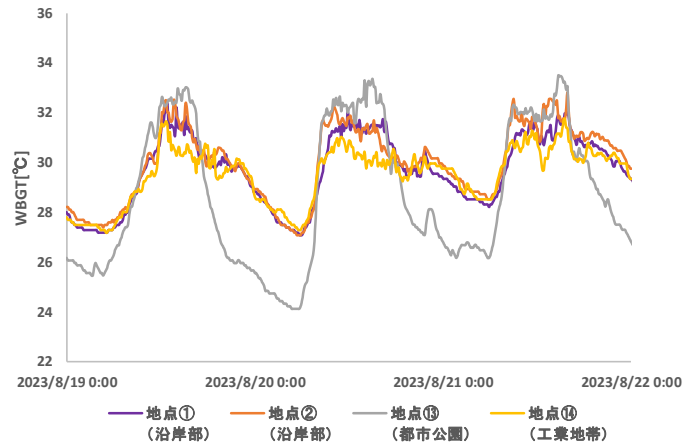


図 34 WBGT の推移 (高松市人口集中地区)  
 (令和 5 年 8 月 19 日~21 日)

(4) 150φ WBGT 計

高松市人口集中地区 2 地点における 150φ WBGT 計の測  
 定結果を図 35 及び図 36 に示す。

日最高 WBGT については温湿度計の結果に比べ、全体的  
 に高い値ではあったものの、変動については温湿度計と  
 同様の推移を示した。150φ WBGT 計値は、住宅街である地  
 点② (A) に比べ、工業地帯である地点⑭ (B) のほうが低  
 く、温湿度計の結果と同様の傾向を示した。また、夜平  
 均 WBGT についても、温湿度計における結果に比べ、全  
 体的に低い値ではあったものの、変動については温湿度計  
 での結果と同様の推移をたどり、土地利用形態の違いに  
 よる傾向については、住宅街である地点② (A) と工業地  
 帯である地点⑭ (B) ではほぼ同じ水準で、温湿度計の結果  
 と同様の傾向を示した。

日最高 WBGT が温湿度計による結果に比べて全体的に  
 高い結果になったのは、温湿度計からの WBGT の推計では、  
 全天日射量及び風速の影響を考慮していないため、温湿  
 度計の結果ではその分 WBGT が低い値になっていること  
 などが原因として考えられる。また、夜平均 WBGT が温湿  
 度計における結果に比べて全体的に低い結果になったの  
 は、温湿度計が百葉箱内に設置されていることにより、  
 野晒しで設置されている WBGT 計に比べて、湿度がこもり  
 やすい状態であったことや、温湿度計の湿度センサーの  
 劣化などにより湿度が高く計測されてしまった可能性が  
 考えられる。

しかしながら、WBGT 計と温湿度計で WBGT の高低のべ  
 ースラインが異なったり、測定値に誤差は生じたりする  
 ものの、変動の推移や地点での高低の傾向については、  
 いずれも同じ傾向であるため、地点間での WBGT の特性を

比較する際に、温湿度計を使用する方法も有効であると考えられる。

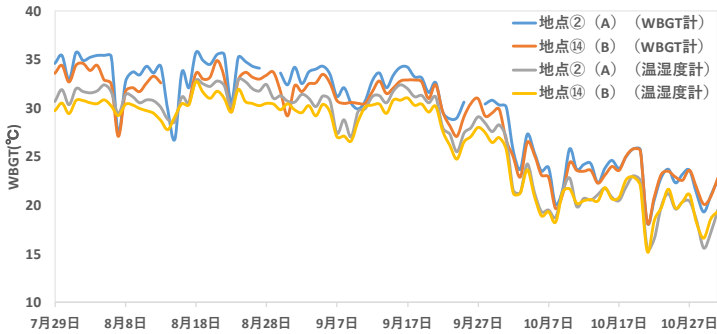


図 35 日最高 WBGT の推移 (高松市人口集中地区)  
(令和 5 年 7 月 29 日～10 月 31 日)

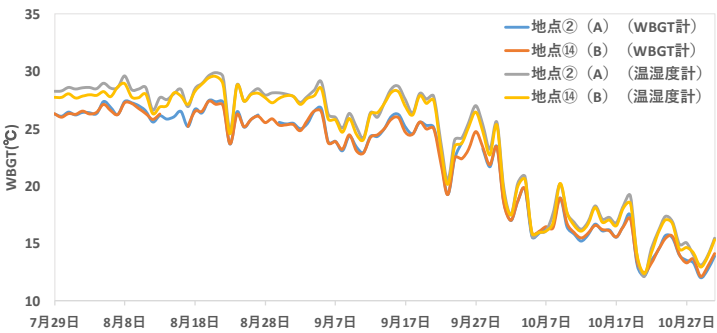


図 36 夜平均 WBGT の推移 (高松市人口集中地区)  
(令和 5 年 7 月 29 日～10 月 31 日)

### 3 熱中症救急搬送者数と WBGT との関係

(1) 熱中症搬送者数データの収集 (総務省消防庁: 熱中症による救急搬送人員に関するデータ<sup>7)</sup>)

総務省消防庁が公開している香川県の熱中症搬送者数の合計(5～9月)を図 37 に示す。

2023 年における香川県の熱中症搬送者数は 767 人となり、前年の 2022 年と同水準の搬送者数となった。また、総務省消防庁において熱中症による救急搬送人員の調査が開始された 2008 年から見ても、2018 年、2022 年に次ぐ 3 番目に多い搬送者数であった。

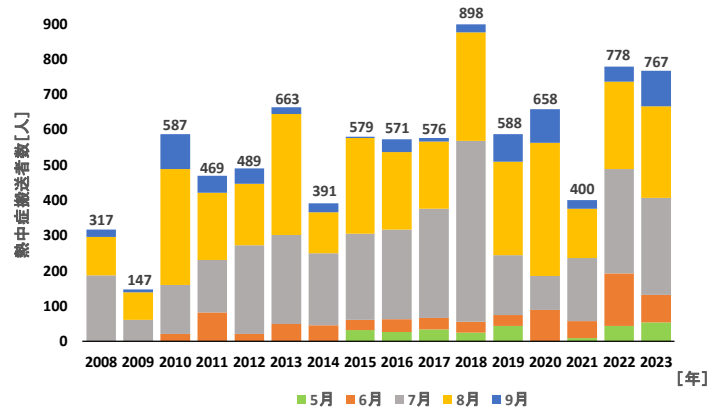


図 37 5～9 月の香川県の熱中症搬送者数の推移  
(2008～2023 年)

総務省消防庁のデータを用いて作図

(2) 熱中症搬送者数データの収集 (高松市及び丸亀市)

高松市消防局 (高松市、三木町及び綾川町を管轄し、香川県の人口の約 50% を占める) 及び丸亀市消防本部 (丸亀市を管轄し、香川県の人口の約 12% を占める) から、2023 年の熱中症搬送者についてデータ提供を得て解析を行った結果を図 38～図 45 に示す。高松市、丸亀市いずれにおいても高齢者が搬送者の約半数を占め (図 38 及び図 42)、中等症や重症になる割合も他の年齢層に比べ高かった (丸亀市における乳幼児のデータは中等症の 1 名のみのため除外。) (図 39 及び図 43)。なお、高松市においては、高齢者が中等症や重症になる割合が半数以上と非常に高率であった。また、発生場所別で見ると、高松市では住宅が約半数を占めており、丸亀市でも約 4 割を占めていた (図 40 及び図 44)。さらに、高松市、丸亀市いずれにおいてもそのうちの約 8 割を高齢者が占めていた (図 41 及び図 45)。

高齢者は、体の冷えを嫌がったり、節電を意識したりすることや、暑さを感知しにくくなることなどから、冷房使用時間が短く、使用する際でも設定温度が高いため、夏季の居室の室温が若年者に比べて高くなっており<sup>8)</sup>、室内環境の悪化に気付かず熱中症になっていることが原因の一つと考えられ、エアコンなどの冷房機器の使用の啓発とともに室内環境改善のための技術開発が必要となっている。

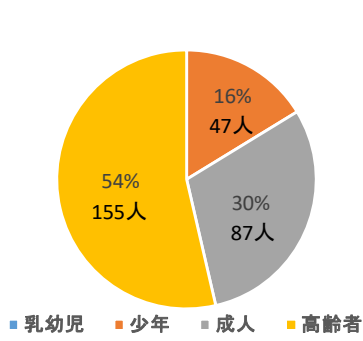


図38 熱中症搬送者割合(高松市)

高松市消防局のデータを用いて作図

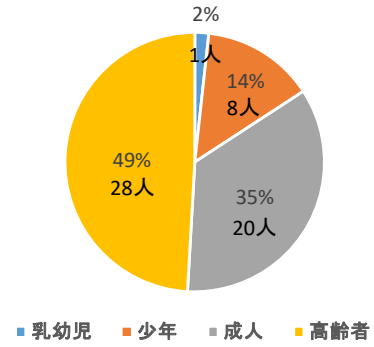


図42 熱中症搬送者割合(丸亀市)

丸亀市消防本部のデータを用いて作図

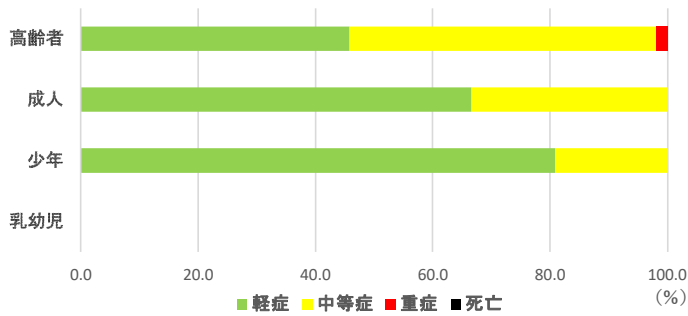


図39 年齢層別の熱中症の症状割合(高松市)

高松市消防局のデータを用いて作図

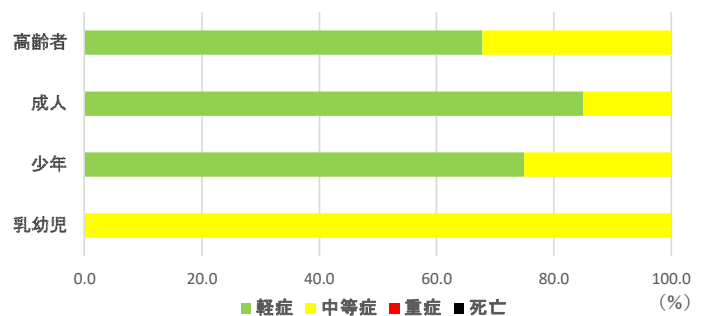


図43 年齢層別の熱中症の症状割合(丸亀市)

丸亀市消防本部のデータを用いて作図

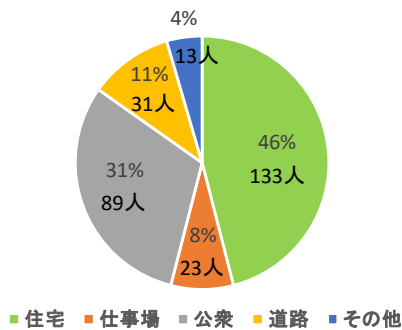


図40 熱中症発生場所割合(高松市)

高松市消防局のデータを用いて作図

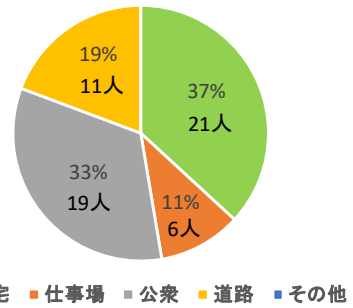


図44 熱中症発生場所割合(丸亀市)

丸亀市消防本部のデータを用いて作図

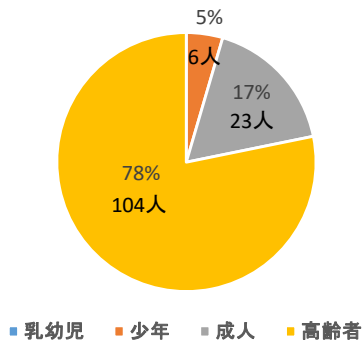


図41 住宅における熱中症の年齢層別割合(高松市)

高松市消防局のデータを用いて作図

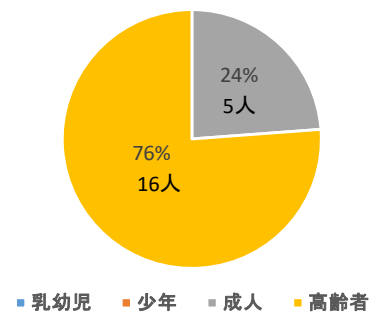


図45 住宅における熱中症の年齢層別割合(丸亀市)

丸亀市消防本部のデータを用いて作図

(3) 熱中症搬送者数と日最高 WBGT

全国的に熱中症搬送者数と日最高 WBGT には相関があるとされていることから、香川県における令和5年のデータをもとに解析を行った。なお、解析にあたっては、総務省消防庁が公開している熱中症搬送者数データ及び環境省が公開している暑さ指数(WBGT)の実況推定値(高松)のデータを用いた。熱中症搬送者数と日最高 WBGT の推移を図46に、熱中症搬送者数と日最高 WBGT の関係を図47に示す。

さらに、他の自治体の調査などで熱中症搬送者数が梅雨明け直後に急激に増加すること<sup>4)</sup>が示されていたことなどから、熱中症搬送者数と日最高 WBGT の関係については、搬送日を梅雨明け前、梅雨明け前後1週間、梅雨明け後の3つの期間に区分し、解析結果を示した。熱中症搬送者数と日最高 WBGT の推移を見てみると日最高 WBGT

は5月から8月上旬にかけて上昇し、その後徐々に下降しているのに対して、熱中症搬送者数は梅雨明け付近を境に急増し、その後徐々に減少している。また、熱中症搬送者数と日最高 WBGT の関係を見ると日最高 WBGT が29℃前後になるのを境に熱中症搬送者数が急激に増加する傾向が確認された。また、梅雨明け前と梅雨明け後のデータを比較すると、同じ WBGT 値であっても、梅雨明け前のほうが梅雨明け後に比べて熱中症搬送者数が高い傾向にあり、特に25℃から27℃付近が顕著であった。暑い日が続くと、人の体は次第に暑さに慣れて(暑熱順化)、暑さに強くなるが、梅雨の合間や、梅雨明け直後の晴れの日などでは、体が暑さに十分慣れていないため、同じ WBGT 値であってもこの期間の熱中症搬送者数が多くなる傾向や、この期間に急増する傾向が見られたものと思われる。

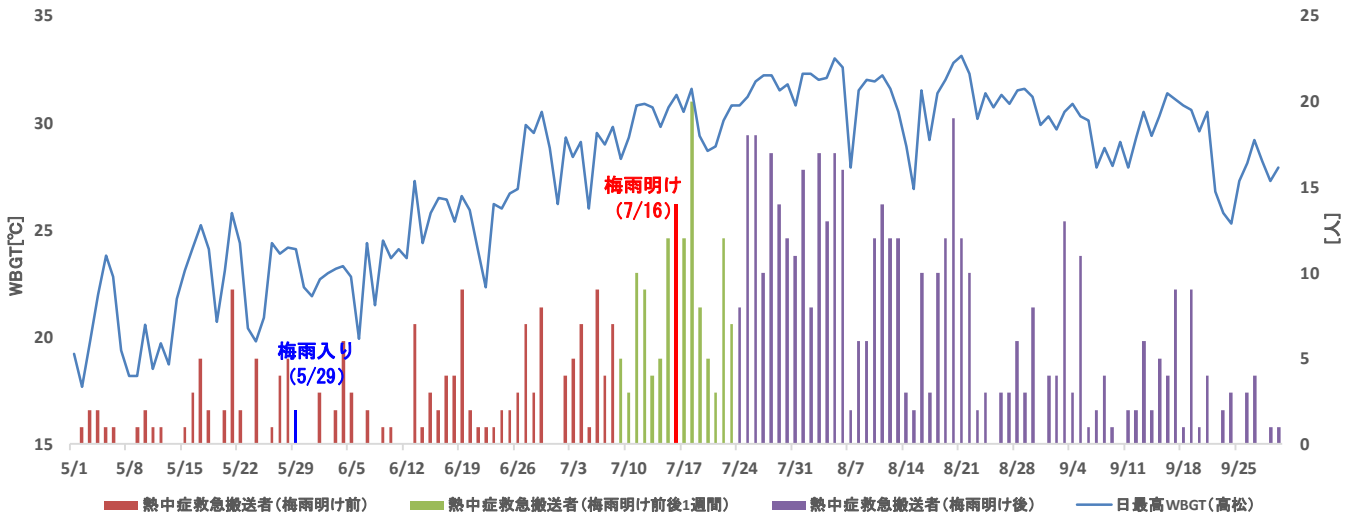


図46 香川県における熱中症搬送者数と日最高 WBGT の推移(令和5年5月～9月)

総務省消防庁及び環境省のデータを用いて作図

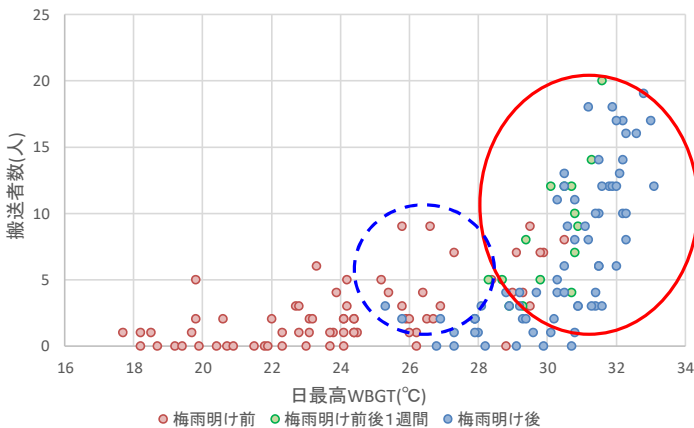


図47 香川県における熱中症搬送者数と日最高 WBGT の関係(令和5年5月～9月)

総務省消防庁及び環境省のデータを用いて作図

(4) 梅雨明け前後の熱中症搬送者数

総務省消防庁が公開している令和5年の熱中症搬送者数データから香川県においても熱中症搬送者数が梅雨明け付近を境に急増している傾向が見られたので、直近10年間の傾向を調査した。国土交通省気象庁が公開している四国地方の梅雨明け日と総務省消防庁が公開している熱中症搬送者数の直近10年間のデータをもとに、梅雨明け前後を1週間ごとに区分し、その週ごとの熱中症搬送者数の10年間の累計の推移を示したグラフを図48に示す。

熱中症搬送者数の10年間の累計の最多は梅雨明け後1週目ではなく、梅雨明け後2週目であったが、増加率については、梅雨明け後1週間が梅雨明け前1週間に比べ約

2.3倍と最も高かった。

また、梅雨明け数週間は熱中症搬送者数が高い水準を維持しており、その後、徐々に減少していく傾向が見取れた。

これは、梅雨明け後の気温上昇に体が慣れておらず、暑熱順化が不十分なことが原因として考えられ、本県においても暑熱順化を踏まえた熱中症予防の啓発が必要と考えられる。

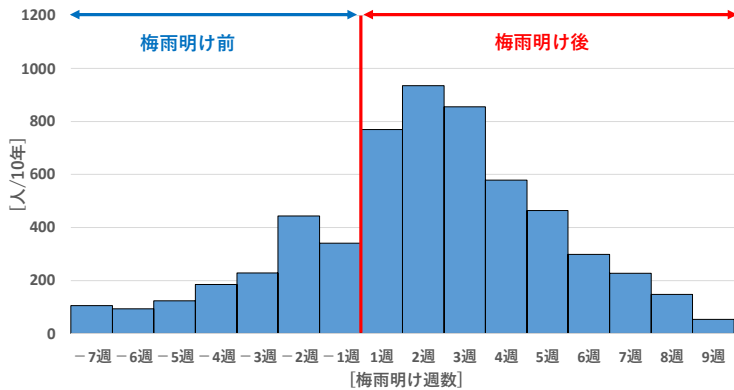


図48 梅雨明け前後の週ごとの熱中症搬送者数  
(平成26年～令和5年の5月～9月)

総務省消防庁及び環境省のデータを用いて作図

#### IV まとめ

今回の調査では、市街地の地点ではヒートアイランドの影響があるものの、日中は地理的な要因がWBGTの上昇に大きな影響を及ぼすことや、県内の別の地域での類似のエリア間の比較でWBGTの変動について同様の傾向を確認することができた。また、人口集中地区内においては、土地の利用形態や立地状況の違いによってWBGTの変動やヒートアイランドの影響の受け方に違いが生じる可能性が示唆された。

さらに、熱中症搬送者数においても日最高WBGTとの関係が確認できたことや、解析の結果、梅雨明け前後に熱中症搬送者が増加することや、搬送者のうち、約半数を高年齢者が占め、その多くが住宅で発生していることなどがわかった。

これらの調査結果を基にさらなるデータの収集・整理に努め、今後の熱中症対策の資料に資することを目指していく。

#### 謝辞

本研究は、国立環境研究所との共同研究(適応型)「気候変動による暑熱・健康等への影響に関する研究(研究代表者:岡和孝)」の一環として実施した。

本研究を進めるにあたり、機器の設置場所の提供をはじめ、ご協力いただいた小学校及び都市公園の関係の皆様には深く感謝申し上げます。

また、熱中症搬送者についてのデータの提供をいただいた高松市消防局及び丸亀市消防本部にも感謝申し上げます。

#### 文献

- 1) 文部科学省及び気象庁:日本の気候変動2020—大気と陸・海洋に関する観測・予測評価報告書—
- 2) 岡本一真, 鷺岡和寿:気候変動による暑熱・健康等への影響に関する研究, 香川県環境保健研究センター所報, 21, 59-65, (2022)
- 3) 藤田哲也, 岡本一真:気候変動による暑熱・健康等への影響に関する研究(第2報), 香川県環境保健研究センター所報, 22, 76-82, (2023)
- 4) 田中貴裕, 近藤玲子, 鶴見賢治, 鈴木英幸:過去10年間における市内の熱中症救急搬送状況の解析, 川崎市環境総合研究所年報, 11, 16-22, (2023)
- 5) 小野雅司:地球温暖化と熱中症, 地球環境, 14(2), 263-270, (2009)
- 6) 小野雅司, 他:通常観測気象要素を用いたWBGTの推定, 日生気誌, 50(4), 147-157, (2014)  
doi:10.11227/seikisho.50.147
- 7) 総務省消防庁:熱中症による救急搬送人員に関するデータ, <https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/post4.html> (2024/3/21 閲覧)
- 8) 環境省環境保健部環境安全課:熱中症環境保健マニュアル(令和4年3月改訂)