

# 横浜市内における2015年夏季の暑さ指数(WBGT)の調査

関浩二、小倉智代、内藤純一郎、山下理絵、岩崎満（横浜市環境科学研究所）

## Research on Wet Bulb Globe Temperature (WBGT) in the summer of 2015 in Yokohama

Koji Seki, Tomoyo Ogura, Junichiro Naito, Rie Yamashita, Mitsuru Iwasaki  
(Yokohama Environmental Science Research Institute)

キーワード：ヒートアイランド、暑さ指数、WBGT、熱中症

### 要旨

横浜市内の平均気温は長期的に上昇傾向にあり、熱中症患者数の増加など人の健康への悪影響が懸念されている。熱中症予防に有効な指標として用いられている暑さ指数(WBGT)について、現在、横浜市内では横浜地方気象台でのみ観測が行われている。本調査では、横浜市内の各地域で暑さ指数にどの程度の差があるかを定量的に把握するため、市内17地点で2015年6月2日から9月30日まで暑さ指数の調査を行った。その結果、調査期間中の暑さ指数の平均値には、地点間で最大で0.6℃の差があった。また、この17地点と横浜地方気象台での暑さ指数の比較の結果、横浜地方気象台での暑さ指数は市内の暑さ指数を全体的に捉えられていることが分かった。さらに、暑さ指数の調査結果を用いた分析から、暑さ指数が高くなるにつれて1時間あたりの熱中症による救急搬送人員数が増える関係があることが分かった。

### 1. はじめに

横浜市を含む都市部の平均気温は長期的に上昇傾向にあり、熱中症患者数の増加など人の健康への悪影響が懸念されている。環境省では、2006年に熱中症予防情報サイト<sup>1)</sup>を開設し、毎年、暑さ指数(WBGT(湿球黒球温度): Wet Bulb Globe Temperature)の情報を提供している。2015年は5月13日から10月16日まで、全国841地点の暑さ指数の予測値(翌々日まで3時間毎)及び実況値(1時間毎)の情報提供を実施している。

また、横浜市総務局では、横浜市防災情報Eメール<sup>2)</sup>の配信項目の一つとして、2012年から、希望者に対して6月から9月まで熱中症予防情報を提供している。横浜市域での暑さ指数(WBGT)が31℃以上に達した場合にメール配信による注意喚起を行っている。

一方、横浜市環境科学研究所では、2002年から横浜市内での夏季の気温観測を実施しており、観測結果からは市内の地域間での気温差が見られている<sup>3)</sup>。例として、2014年7~8月の市内の平均気温の分布図を図1に示す。観測地点(市内43地点)のうち、平均気温が一番高い地点(鶴見区生麦での27.1℃)と一番低い地点(港南区港南台での25.7℃)では平均気温に1.4℃の差があった。

このことから、市内の地域間では暑さ指数にも差が生じていると予想される。また、環境省等が提供している横浜の暑さ指数の情報は横浜地方気象台の観測データ<sup>4)</sup>を基にしているため、市内の各地域と横浜地方気象台での暑さ指数にどの程度の差があるかを定量的に把握することも、熱中症予防を効果的に推進する上で重要と考えられる。本調査では、市内の各地域での暑さ指数を調査し、地域間での暑さ指数の差などについて分析を行った。

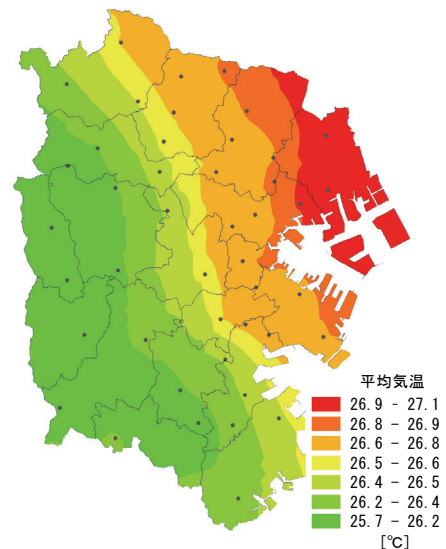


図1 横浜市内の平均気温の分布図  
(2014年7~8月)

### 2. 調査方法

#### 2-1 調査地点及び調査期間

市内の17地点(以下、「調査地点」という。)において、2015年6月2日から9月30日までの121日間(以下、「調査期間」という。)、1時間間隔で暑さ指数の調査を行った。調査地点の施設名及び所在地を表1に、調査地点の位置を図2に示す。当初、市内の全区(18区)で1地点ずつの調査を計画していたが、栄区では他の調査地点との比較が可能な地点での調査を実施できなかったため、栄区以外の17区で調査を行った。

表1 調査地点（17地点）の施設名・所在地

番号	施設名	所在地
1	鶴見土木事務所	鶴見区鶴見中央 3-28-1
2	神奈川土木事務所	神奈川区神大寺 2-28-22
3	西土木事務所	西区浜松町 12-6
4	中部水再生センター	中区本牧十二天 1-1
5	南土木事務所	南区別所 1-7-24
6	港南土木事務所	港南区丸山台 1-9-10
7	保土ヶ谷土木事務所	保土ヶ谷区神戸町 61
8	旭土木事務所	旭区今宿東町 1555
9	磯子土木事務所	磯子区磯子 3-14-45
10	金沢土木事務所	金沢区寺前 1-9-26
11	港北土木事務所	港北区大倉山 7-39-1
12	緑土木事務所	緑区十日市場町 876-13
13	青葉土木事務所	青葉区市ヶ尾町 31-1
14	都筑水再生センター	都筑区佐江戸町 25
15	戸塚土木事務所	戸塚区戸塚町 2974-1
16	泉土木事務所	泉区和泉町 4623
17	瀬谷土木事務所	瀬谷区三ツ境 153-7

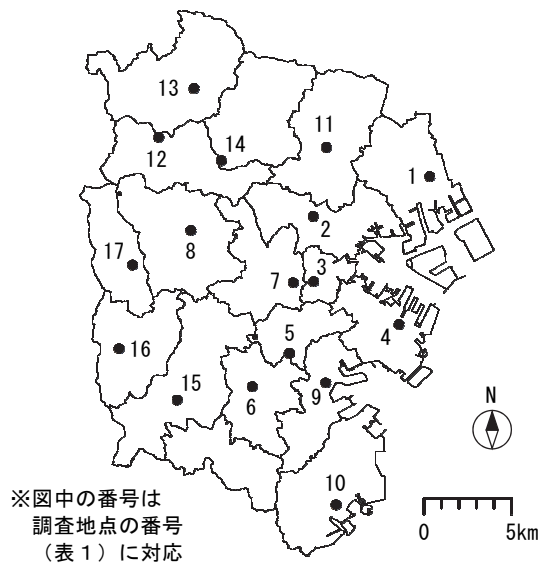


図2 調査地点の位置

## 2-2 測定項目及び測定方法

暑さ指数の算出のために、調査地点（17地点）において、気温（以下、「乾球温度」という。）、相対湿度及び黒球温度の3項目を測定した。本調査に使用した測定器の型式及び仕様を表2に示す。乾球温度及び相対湿度の測定では、測定器のセンサーを自作のシェルターに格納し、気象庁での温度計設置の基準<sup>5)</sup>に準拠して、屋上の床面から高さ約1.5mの位置で測定を行った。黒球温度の測定では、センサー部を直径約15cmの黒球（株）安藤計器製工所製CK-150）に格納し、屋上の床面から高さ約1.5mの位置で測定を行った。例として、都筑水再生センターでの測定器の設置風景を図3に示す。

表2 測定に使用した測定器の型式・仕様

測定項目	気温 (乾球温度)	相対湿度	黒球温度
メーカー	(株) ティアンドデイ		
型式	TR-72wf		TR-52i
測定範囲	0~55℃	10~95% RH	-60~155℃
測定精度	±0.5℃	±5% RH (25℃、 50% RH において)	±0.3℃ (-20~ 80℃ において)
測定分解能	0.1℃	1% RH	0.1℃



図3 測定器の設置風景（都筑水再生センター）

## 2-3 暑さ指数の算出

暑さ指数（WBGT）は、熱中症を予防することを目的として、1957年にYaglouとMinard<sup>6)</sup>によって提案された指標である。この指標は人体と外気との熱のやりとり（熱収支）に着目した指標で、人体の熱収支に与える影響の大きい湿度、日射・輻射などの周辺の熱環境、気温の3つを取り入れたものである。

暑さ指数（WBGT）は労働環境や運動環境の指針として有効であると考えられている。例として、日本生気象学会が2013年に公表した「日常生活における熱中症予防指針（Ver.3）」<sup>7)</sup>を表3に示す。この他に、運動に関する指針として、（公財）日本体育協会が「熱中症予防運動指針」<sup>8)</sup>を公表している。また、労働環境における暑さ指数（WBGT）について、国際的にはISO 7243<sup>9)</sup>、国内ではJIS Z8504<sup>10)</sup>として規格化されている。

屋外での暑さ指数（WBGT）[℃]は、湿球温度を $t_w$  [℃]、黒球温度を $t_g$  [℃]、乾球温度を $t_d$  [℃]とすると、式(1)で与えられる。

$$WBGT = 0.7 t_w + 0.2 t_g + 0.1 t_d \quad (1)$$

本調査では、乾球温度 $t_d$ 及び黒球温度 $t_g$ については実測値、湿球温度 $t_w$ については乾球温度及び相対湿度から算出した計算値を用いて、暑さ指数を算出した。

表3 日常生活における熱中症予防指針 (Ver. 3)

温度基準 (WBGT)	注意すべき生活活動の目安	注意事項
危険 (31℃以上)	すべての生活活動でおこる危険性	高齢者においては安静状態でも発生する危険性が高い。外出はなるべく避け、涼しい室内に移動する。
嚴重警戒 (28℃以上 31℃未満)	危険性	外出時は炎天下を避け、室内では室温の上昇に注意する。
警戒 (25℃以上 28℃未満)	中等度以上の生活活動でおこる危険性	運動や激しい作業をする際は定期的に充分に休息を取り入れる。
注意 (25℃未満)	強い生活活動でおこる危険性	一般に危険性は少ないが激しい運動や重労働時には発生する危険性がある。

ここで、本調査における湿球温度  $t_w$  の算出方法について述べる。乾球温度  $t_d$  における水の飽和蒸気圧を  $E$  [hPa]、相対湿度を  $RH$  [%] とすると、蒸気圧  $e$  [hPa] は式(2)で与えられる。

$$e = E \times \frac{RH}{100} \quad (2)$$

一方、湿球温度  $t_w$  における水の飽和蒸気圧を  $E'$  [hPa]、気圧を  $P$  [hPa] とすると、蒸気圧  $e$  は Sprung の式<sup>11)</sup>を用いて、式(3)で与えられる。なお、本調査では、気圧  $P$  のデータとして、気象庁が提供する横浜地方気象台の気象データ<sup>4)</sup>を使用した。

$$e = E' - 0.000662 \times P(t_d - t_w) \quad (3)$$

また、本調査では水の飽和蒸気圧の近似式として、Tetens のパラメータ値<sup>12)</sup>による August-Roche-Magnus の式<sup>13)、14)</sup>を使用した。この近似式による飽和蒸気圧の相対誤差が 0~50℃ の範囲では 1% 未満<sup>15)</sup> であることから、本調査においては無視できる程度の誤差と考えられる。この近似式では、乾球温度  $t_d$  と湿球温度  $t_w$  における水の飽和蒸気圧  $E$  及び  $E'$  は、それぞれ、式(4)、式(5)で表される。

$$E = 6.11 \times 10^{\frac{7.5 t_d}{t_d + 237.3}} \quad (4)$$

$$E' = 6.11 \times 10^{\frac{7.5 t_w}{t_w + 237.3}} \quad (5)$$

本調査では、式(2)~(5)から湿球温度  $t_w$  の計算値を算出した上で、式(1)から暑さ指数 (WBGT) を算出した。

### 3. 結果と考察

#### 3-1 各区での暑さ指数の時間数の分布

各調査地点 (17 地点) において、調査期間 (2015 年 6 月 2 日から 9 月 30 日まで) に測定した乾球温度、相対湿度及び黒球温度から、調査期間内の 1 時間間隔の暑さ

指数を算出した。

例として、鶴見土木事務所 (調査地点 1) での暑さ指数 (1℃ 間隔) 毎の時間数の分布を図 4 に示す。また、各調査地点について、調査期間中の暑さ指数の平均値及び暑さ指数 (WBGT) が 4 つの温度基準 (注意、警戒、嚴重警戒、危険。表 3 参照) の場合毎の時間数の割合を表 4 に示す。

調査期間中の暑さ指数の平均値は、全調査地点の中で、西区及び港南区での値 (23.6℃) が一番高く、旭区での値 (23.0℃) が一番低かった。調査期間中の暑さ指数の平均値には、調査地点 (17 地点) 間で最大で 0.6℃ の差があった。

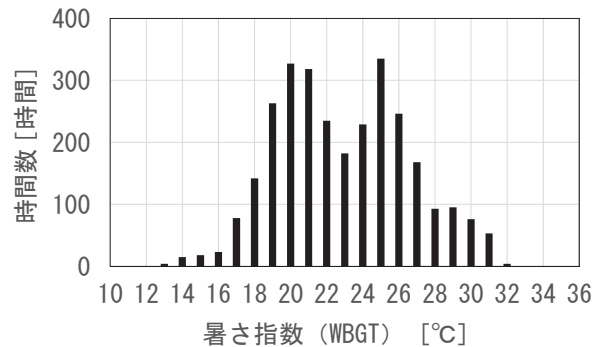


図4 鶴見土木事務所での暑さ指数 (1℃ 間隔) 毎の時間数の分布

表4 各調査地点での調査期間中の暑さ指数の平均値・時間数の割合

調査地点の区名	平均値 [°C]	時間数の割合 [%] (注1)			
		注意 (25℃未満)	警戒 (25℃以上 28℃未満)	嚴重警戒 (28℃以上 31℃未満)	危険 (31℃以上)
鶴見	23.4	63.2	25.8	9.1	2.0
神奈川	23.2	66.0	23.8	8.4	1.8
西	23.6	62.5	24.8	9.0	3.7
中	23.5	63.1	24.4	9.8	2.7
南	23.4	63.6	24.8	9.6	2.0
港南	23.6	62.2	24.5	9.5	3.8
保土ヶ谷	23.3	65.7	22.1	9.4	2.8
旭	23.0	68.8	20.5	8.5	2.1
磯子	23.5	62.6	25.4	9.0	3.1
金沢	23.4	64.1	24.7	9.9	1.3
港北	23.3	64.6	24.3	8.6	2.5
緑	23.1	67.6	22.1	8.4	1.9
青葉	23.1	67.4	22.3	8.6	1.7
都筑	23.4	64.3	23.7	9.6	2.4
戸塚	23.4	64.9	22.1	9.5	3.5
泉	23.2	66.7	22.4	9.0	1.8
瀬谷	23.1	67.4	22.2	8.5	1.9
平均	23.3	65.0	23.5	9.1	2.4

(注1) 小数点第二位で四捨五入しているため合計が必ずしも 100% となっていない。

### 3-2 各調査地点と横浜地方気象台での暑さ指数の差

本調査で算出した各調査地点（17 地点）における調査期間内の 1 時間間隔の暑さ指数と、環境省が熱中症予防情報サイト<sup>1)</sup>で提供する横浜地方気象台での同時刻の暑さ指数の実況推定値（速報版）（以下、「横浜地方気象台での暑さ指数」という。）との比較を行った。

例として、鶴見土木事務所（調査地点 1）での暑さ指数から横浜地方気象台での暑さ指数を引いた差（0.2℃間隔）毎の時間数の分布を図 5 に示す。調査期間中の平均値では、鶴見土木事務所での暑さ指数は、横浜地方気象台での暑さ指数よりも 0.21℃高かった。

各調査地点での暑さ指数から横浜地方気象台での暑さ指数を引いた差の調査期間中の平均値、標準偏差及び 1℃以上の差がある時間数の割合を表 5 に示す。調査地点の暑さ指数の平均値が一番高い港南区では横浜地方気象台での暑さ指数よりも約 0.4℃高く、調査地点の暑さ指数の平均値が一番低い旭区では横浜地方気象台での暑さ指数よりも約 0.2℃低かった。また、17 地点の平均の暑さ指数と横浜地方気象台での暑さ指数の差は、調査期間中の平均値では約 0.1℃の差であった。以上から、横浜地方気象台での暑さ指数は、横浜市内の暑さ指数を全体的に捉えられていると考えられる。また、各調査地点と横浜地方気象台での暑さ指数に 1℃以上の差がある時間数の割合は、17 地点の平均では 14.6%であった。

一方、各調査地点と横浜地方気象台での暑さ指数に 1℃以上の差がある時間数の割合を、6 時間毎の時間帯別に集計した結果を表 6 に示す。17 地点の平均値で見ると、夜間（18 時～5 時）では暑さ指数に 1℃以上の差がある時間数が 5%未満であったのに対して、朝から夕方（6 時～17 時）では 25%程度と大きく、日中の方が夜間に比べて市内の各地域と横浜地方気象台での暑さ指数の差が大きいことが分かった。このことから、今後、市内の各地域で熱中症予防の取組を効果的に進めていくためには、日中において、夜間に比べて、市内の各地域と横浜地方気象台での暑さ指数の差を考慮に入れた方がよいと考えられる。

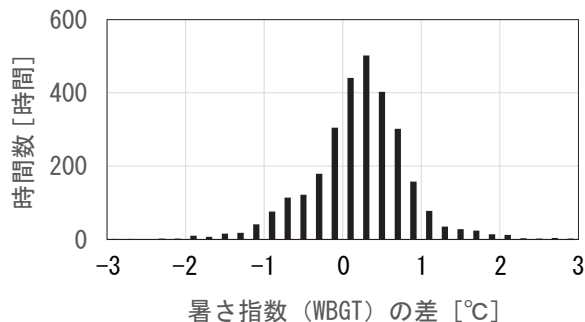


図 5 鶴見土木事務所での暑さ指数から横浜地方気象台での暑さ指数を引いた差（0.2℃間隔）毎の時間数の分布

表 5 各調査地点での暑さ指数から横浜地方気象台での暑さ指数を引いた差の調査期間中の平均値・標準偏差・1℃以上の差がある時間数の割合

調査地点の区名	平均値 [°C]	標準偏差 [°C]	1℃以上の差がある時間数の割合 [%]
鶴見	0.21	0.63	10.4
神奈川	-0.02	0.67	11.7
西	0.36	0.77	15.6
中	0.34	0.55	9.1
南	0.22	0.61	9.5
港南	0.38	0.74	16.4
保土ヶ谷	0.11	0.66	12.1
旭	-0.23	0.78	18.2
磯子	0.31	0.67	12.9
金沢	0.18	0.65	11.3
港北	0.11	0.73	13.9
緑	-0.11	0.82	18.5
青葉	-0.10	0.82	18.0
都筑	0.22	0.80	18.3
戸塚	0.20	0.79	17.2
泉	-0.03	0.79	17.1
瀬谷	-0.14	0.80	17.6
平均	0.12	0.72	14.6

表 6 各調査地点と横浜地方気象台での暑さ指数に 1℃以上の差がある時間数の割合（時間帯別）

調査地点の区名	調査地点と横浜地方気象台の暑さ指数に 1℃以上の差がある時間数の割合 [%]			
	0 時～5 時	6 時～11 時	12 時～17 時	18 時～23 時
鶴見	1.4	17.4	16.1	6.6
神奈川	2.2	21.7	20.4	2.6
西	0.7	34.2	25.6	1.8
中	0.3	20.0	13.9	2.1
南	0.4	17.4	15.7	4.6
港南	0.8	28.7	28.9	7.0
保土ヶ谷	1.4	24.8	20.4	1.7
旭	10.3	30.3	27.8	4.3
磯子	0.3	23.8	23.9	3.6
金沢	1.2	20.0	19.4	4.7
港北	2.1	25.3	22.9	5.2
緑	6.2	30.6	31.0	6.2
青葉	8.5	27.7	28.2	7.7
都筑	5.1	30.3	24.7	13.0
戸塚	2.5	31.3	31.8	3.2
泉	8.5	27.7	27.4	4.8
瀬谷	6.3	30.2	29.3	4.4
平均	3.4	26.0	24.0	4.9

### 3-3 暑さ指数毎の熱中症による救急搬送人員数

横浜市消防局では、熱中症関連情報<sup>16)</sup>の一環として熱中症発生状況を調査している。本調査では、暑さ指数と熱中症による救急搬送人員数の関連を調べるため、調査地点のある17区での調査期間内の熱中症による救急搬送人員数(計867人)について、本調査で算出した暑さ指数毎に救急搬送人員数を集計した。

例として、鶴見土木事務所(調査地点1)での暑さ指数(1℃間隔)毎の、鶴見区内での熱中症による救急搬送人員数の分布を図6に示す。この図において、暑さ指数が32℃の場合の熱中症による救急搬送人員数(1人)が、31℃の場合の救急搬送人員数(8人)よりも少なくなっている原因としては、図4に示すように、暑さ指数が32℃の時間数(4時間)が31℃の時間数(53時間)よりも大幅に少なくなっている影響が含まれている。

また、全調査地点(17地点)での暑さ指数(1℃間隔)毎の、17区での熱中症による救急搬送人員数の分布を図7に示す。

さらに、暑さ指数(WBGT)が4つの温度基準(注意、警戒、嚴重警戒、危険。表3参照)の場合毎の、17区での熱中症による救急搬送人員数の集計結果を表7に示す。

表7 熱中症による救急搬送人員数の集計結果

地点 (区)	熱中症による救急搬送人員数 [人]				合計
	注意 (25℃ 未満)	警戒 (25℃以上 28℃未満)	嚴重 警戒 (28℃以上 31℃未満)	危険 (31℃ 以上)	
鶴見	6	20	31	9	66
神奈川	6	15	17	11	49
西	3	8	13	13	37
中	5	25	39	19	88
南	1	17	35	6	59
港南	1	9	14	13	37
保土ヶ谷	1	8	15	26	50
旭	8	21	21	14	64
磯子	0	5	21	10	36
金沢	0	11	29	10	50
港北	6	16	30	20	72
緑	1	9	14	7	31
青葉	1	16	32	11	60
都筑	3	6	15	12	36
戸塚	7	14	17	18	56
泉	5	12	13	7	37
瀬谷	4	13	17	5	39
合計	58	225	373	211	867

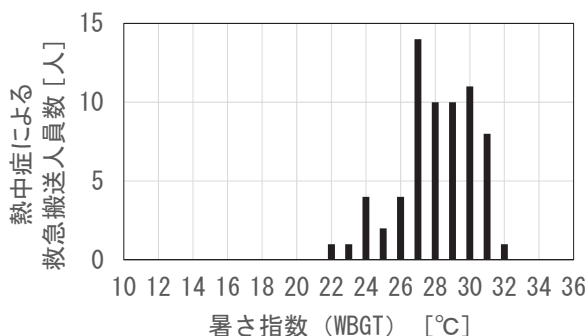


図6 暑さ指数(1℃間隔)毎の鶴見区内での熱中症による救急搬送人員数の分布

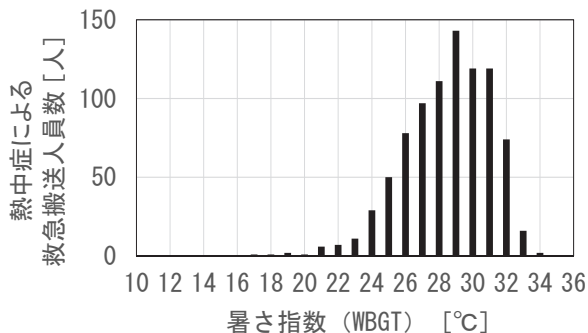


図7 暑さ指数(1℃間隔)毎の17区での熱中症による救急搬送人員数の分布

### 3-4 暑さ指数と単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数の関係

3-1で求めた各調査地点での暑さ指数(1℃間隔)毎の時間数の分布と、3-3で求めた暑さ指数(1℃間隔)毎の熱中症による救急搬送人員数の分布から、暑さ指数(1℃間隔)毎に単位時間(1時間)あたりの救急搬送人員数を計算した。例として、鶴見土木事務所(調査地点1)での暑さ指数(1℃間隔)毎の、鶴見区内での単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数の分布を図8に示す。

各調査地点について、暑さ指数(1℃間隔)毎の単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数の分布に対して、最小二乗法を用いた線形近似による分析を行った。なお、線形近似の際には、各調査地点での暑さ指数(1℃間隔)毎のデータのうち、調査期間内の暑さ指数の時間数が10時間未満のデータ及び調査期間内の熱中症による救急搬送人員数が4人未満のデータについては、データに含まれる誤差が大きいと考え、線形近似を行う対象から除いた。

例として、鶴見土木事務所(調査地点1)での暑さ指数(1℃間隔)毎の、鶴見区内での単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数の線形近似結果を図9に示す。

線形近似直線の決定係数( $R^2$ )が0.90と高い値を示しており、暑さ指数が高くなるにつれて単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数が増える関係が見られた。この線形近似直線の傾きから、鶴見区では暑さ指数が1℃高くなるにつれて、熱中症による救急搬送人員数が単位時間(1時間)あたり0.022人増えると推測される。

同様の方法で、各調査地点について、暑さ指数（1℃間隔）毎の、単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数を線形近似した際の、線形近似直線の傾き、決定係数（R<sup>2</sup>）及び近似に用いた暑さ指数の範囲を表8に示す。各調査地点での線形近似直線の決定係数（R<sup>2</sup>）は、決定係数が低い地点（南区、戸塚区）でも0.5以上、決定係数が高い地点（中区、青葉区）では0.95以上となっており、全体的に、暑さ指数が高くなるにつれて単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数が増える関係が見られた。

一方、全調査地点（17地点）での暑さ指数（1℃間隔）毎の、17区での単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数の分布を図10に示す。また、全調査地点（17地点）での暑さ指数（1℃間隔）毎の、17区での単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数の分布に対して線形近似を行った結果を図11に示す。

ここでも線形近似直線の決定係数（R<sup>2</sup>）が0.92と高い値を示しており、暑さ指数が高くなるにつれて単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数が増える関係が見られた。なお、線形近似の際には、暑さ指数（1℃間隔）毎のデータのうち、全調査地点（17地点）での調査期間内の暑さ指数の時間数が170時間未満のデータ及び17区での調査期間内の熱中症による救急搬送人員数が68人未満のデータについては、データに含まれる誤差が大きいと考え、線形近似を行う対象から除いた。

表8 各調査地点で単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数を線形近似した際の線形近似直線の傾き・決定係数等

地点（区）	傾き [人/ 時間・℃]	決定係数 R <sup>2</sup>	近似に用いた暑さ指数の範囲 [℃]
鶴見	0.022	0.90	24、26～31
神奈川	0.019	0.83	24～26、28～31
西	0.016	0.70	27～28、30～31
中	0.042	0.96	26～32
南	0.026	0.55	26～31
港南	0.018	0.72	26～28、30～31
保土ヶ谷	0.082	0.72	27～28、30～32
旭	0.043	0.62	25～31
磯子	0.020	0.68	27～32
金沢	0.040	0.79	26～31
港北	0.046	0.79	26～32
緑	0.018	0.65	25、29～31
青葉	0.042	0.97	26～31
都筑	0.046	0.78	28～30、32
戸塚	0.029	0.52	24、26～27、 29～32
泉	0.012	0.93	24～26、29～31
瀬谷	0.016	0.88	25、27～29、31

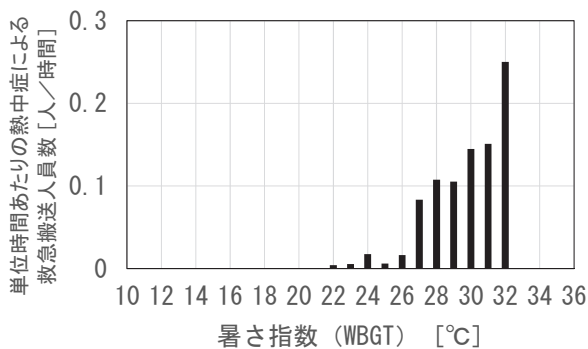


図8 暑さ指数（1℃間隔）毎の鶴見区内での単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数の分布

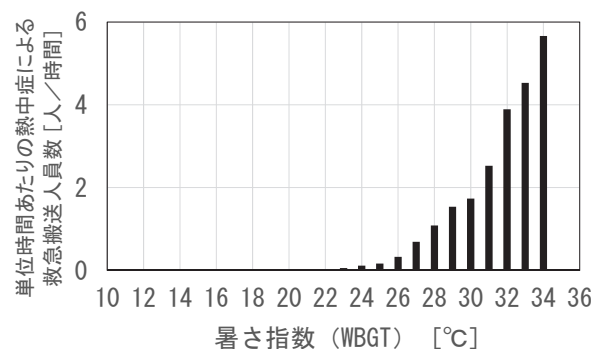


図10 暑さ指数（1℃間隔）毎の17区での単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数の分布

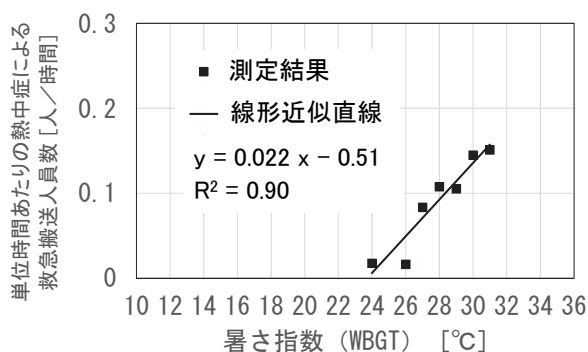


図9 線形近似結果（鶴見区内での単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数）

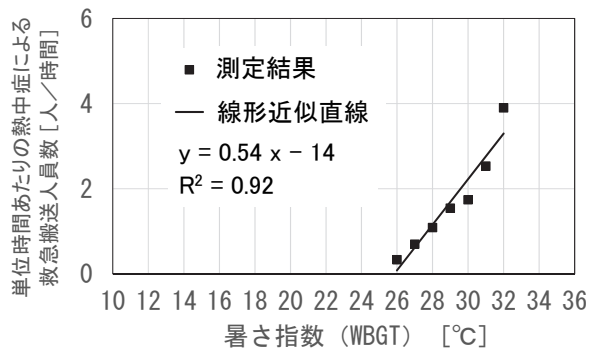


図11 線形近似結果（全調査地点での単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数）

#### 4. おわりに

横浜市内での熱中症予防を効果的に進めていくために、市内の地域間で暑さ指数にどの程度の差があるかを定量的に把握することを目的として、市内 17 地点で 2015 年 6 月 2 日から 9 月 30 日まで暑さ指数の調査を行った。

本調査の結果、調査期間中の暑さ指数の平均値は、全調査地点の中で、西区及び港南区での値 (23.6℃) が一番高く、旭区での値 (23.0℃) が一番低く、最大で 0.6℃ の差があった。

また、17 地点の平均の暑さ指数と横浜地方気象台での暑さ指数の差は、調査期間中の平均値では約 0.1℃ の差であり、横浜地方気象台での暑さ指数は、横浜市内の暑さ指数を全体的に捉えられていることが分かった。

一方、各調査地点と横浜地方気象台での暑さ指数の差を 6 時間毎の時間帯別に集計したところ、17 地点の平均値で見ると、夜間 (18 時～5 時) では暑さ指数に 1℃ 以上の差がある時間数が 5% 未満であったのに対して、朝から夕方 (6 時～17 時) では 25% 程度と大きいことが分かった。このことから、今後、市内の各地域で熱中症予防の取組を効果的に進めていくためには、日中において、夜間に比べて、市内の各地域と横浜地方気象台での暑さ指数の差を考慮に入れた方が良いと考えられる。

さらに、本調査で得られた暑さ指数と単位時間 (1 時間) あたりの熱中症による救急搬送人員数の関係を分析したところ、暑さ指数が高くなるにつれて単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数が増える関係があることが分かった。

本調査で得られた市内の地域間での暑さ指数の差の傾向や、暑さ指数と単位時間あたりの熱中症による救急搬送人員数の関係は、今後、市内の地域毎の熱中症予防の取組の推進や、市内の地域毎の熱中症リスクの予測などに活用できると考えられる。

#### 謝 辞

本調査の実施に当たり、横浜市内の各区の土木事務所、中部水再生センター及び都筑水再生センターに暑さ指数の調査場所を提供いただきました。横浜市消防局救急課から横浜市内の熱中症による救急搬送人員数のデータを提供いただきました。横浜市健康福祉局衛生研究所感染症・疫学情報課からデータ分析についての助言をいただきました。横浜市環境創造局政策課及び横浜市温暖化対策統括本部調整課から暑さ指数の調査結果の活用方法等について助言と協力をいただきました。この場を借りて皆様にお礼申し上げます。

#### 文 献

- 1) 環境省：熱中症予防情報サイト、<http://www.wbgt.env.go.jp/> (2017 年 3 月時点)
- 2) 横浜市：防災情報 E メール、<http://www.city.yokohama.lg.jp/somu/org/kikikanri/email/> (2017 年 3 月時点)
- 3) 横浜市記者発表資料：平成 26 年夏の気温観測結果をお知らせします～今年の横浜の夏、過去 4 年と比べて暑くなかった夏、<http://www.city.yokohama.lg.jp/kankyo/kisha/h26/140926-5.html> (2017 年 3 月時点)
- 4) 気象庁：過去の気象データ検索、<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2017 年 3 月時点)
- 5) 気象庁：気象観測の手引き、81pp. (1998)
- 6) C. P. Yaglou and D. Minard : Control of heat casualties at military training centers, *A. M. A. Arch. Ind. Health*, **16**, 302-316 (1957)
- 7) 日本生気象学会：日常生活における熱中症予防指針 Ver. 3 確定版、<http://seikishou.jp/pdf/news/shishin.pdf> (2017 年 3 月時点)
- 8) 公益財団法人日本体育協会：スポーツ活動中の熱中症予防ガイドブック (平成 25 年度改定版)、52pp. (2013)
- 9) International Organization for Standardization : ISO 7243:1989 Hot environments—Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT-index (wet bulb globe temperature) (1989)
- 10) 日本工業規格：JIS Z 8504:1999 人間工学—WBGT (湿球黒球温度) 指数に基づく作業者の熱ストレスの評価—暑熱環境 (1999)
- 11) 日本工業規格：JIS Z 8806:2001 湿度—測定方法 (2001)
- 12) O. Tetens: Uber einige meteorologische Begriffe, *Z. Geophys.*, **6**, 297-309 (1930)
- 13) O. A. Alduchov and R. E. Eskridge : Improved Magnus form approximation of saturation vapor pressure, *J. Appl. Meteor.*, **35**, 601-609 (1996)
- 14) M. G. Lawrence : The relationship between relative humidity and the dewpoint temperature in moist air, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **86**, 225-233 (2005)
- 15) 菅原広史、近藤純正：飽和水蒸気圧の計算誤差、*水文・水資源学会誌*、**7** (1)、440-443 (1994)
- 16) 横浜市：熱中症関連情報、<http://www.city.yokohama.lg.jp/shobo/qg/sonota/nettusyo.html> (2017 年 3 月時点)