

長崎県における熱中症発生と気象との関連性 (2021 年度)

古賀 康裕, 福田 祥一

気候変動の影響の中でも熱中症による健康影響については、長崎県内でも死亡者が出ており対応は急務である。そこで、熱中症の地域特性を把握するため、気象庁観測地点よりも細かい地域ごとに、2020 年から 2022 年までの 3 年計画で気温および湿度を測定できるデータロガーにより気象観測を実施することとしている。2020 年、2021 年の 2 年間の観測した気象データより熱中症発生リスクの指標となる暑さ指数 (WBGT: Wet-bulb globe temperature) (以下「WBGT」という。) を推計したが、WBGT が高い地域が必ずしも熱中症による救急搬送者が多いわけではないことが判明した。この要因として、高齢者は熱中症の発症リスクが高いため、高齢者の割合が多い地域において、熱中症による救急搬送者が多い結果になっていることと、WBGT が高い地域では暑熱順化が比較的進みやすいため、WBGT が低い地域と比べると熱中症の発症が抑えられている可能性が示唆された。2021 年からは WBGT が 31 以上になると予想される日に、国が熱中症警戒アラートを発出することになっており、長崎県でも熱中症の発生を抑えるために効果的な普及啓発手法について検討していく必要がある。

キーワード: 熱中症、暑さ指数 (WBGT)、気象データ

はじめに

世界の年平均気温は 100 年あたり 0.73°C の割合で、日本の年平均気温は 100 年あたり 1.28°C の割合でそれぞれ上昇している¹⁾。世界中で温室効果ガスの排出を抑制する対策 (緩和策) に取り組んでいるが、最も厳しい温暖化対策を取ったとしても、世界の平均気温は上昇し、21 世紀末に向けて気候変動の影響のリスクが高くなると予想されている。このようなことから、緩和策を講じて回避できない気候変動の影響を予防・軽減するための対策 (適応策) の必要性が世界的に強調されている。

長崎市 (長崎地方気象台) においても年平均気温が 100 年あたり 1.50°C の割合で上昇しており²⁾、長崎県では、「第 2 次長崎県地球温暖化 (気候変動) 対策実行計画」を策定し、必要な取組を推進中である。環境保健分野では、自然生態系、健康影響などの分野で、より地域の実情に応じた対応が望まれているが、健康影響のうち特に熱中症に関しては、死亡者も出ており対応は急務であると考えられる。ここ 10 年の熱中症による救急搬送者数の推移を図 1 に示す。

熱中症の危険性は県内一様ではなく気象条件等による地域ごとの特性があるものと考えられるが、気象庁による長崎県内の観測地点は、気温が 18 地点 (本土 10 地点、離島 8 地点)、湿度が 6 地点 (本土 4 地点、離島 2 地点) であり、熱中症発生の地域特性の分析に

は、より地域に密着した気象観測を実施する必要があると考えられるため、2020 年から 2022 年までの 3 年計画で、気温および湿度を測定できるデータロガーを用いた気象観測を実施することとした。

本稿では、2021 年の気象観測結果および熱中症発生状況、それらの関連性について報告するとともに、2020 年、2021 年の 2 年間のデータを用いた地域ごとの発生状況の違いについても報告する

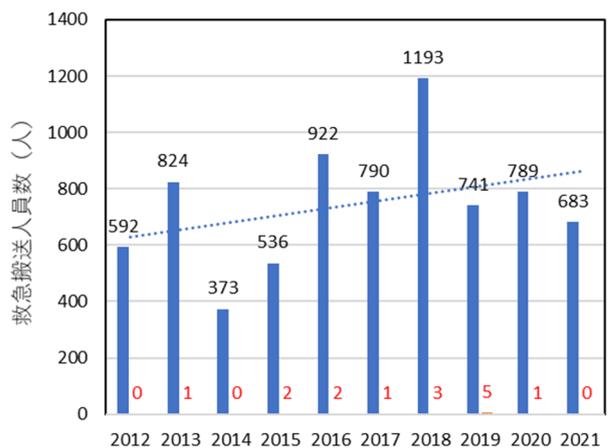


図 1 長崎県における熱中症による救急搬送者数 (赤字は死亡者数)

調査地点および方法

1 気象 (気温および湿度) の観測

表1、図2および図3に示す各観測地点において、データロガーを用い気温および湿度を観測した。2020年度の結果では島原半島地域の WBGT について高い傾向が見られたことから、島原半島地域に追加のデータロガーを設置し、密に測定することにした(地点番号40から59の地点)。なお、各観測地点は小学校であり、各校が所有している百葉箱もしくは当センター所

有の小型百葉箱を設置し、その中にデータロガーを設置した。

- ・観測機器:おんどり RTR-507S, RTR-507B (株ティアンドデイ)
- ・地点数:県内59地点
- ・観測期間:2021年7月~10月

表1 データロガーによる気象観測地点(地点番号は図2および図3の丸数字と対応)

地点番号	地点名	市町名	地点番号	地点名	市町名	地点番号	地点名	市町名	地点番号	地点名	市町名
1	南	長崎市	16	小浜	雲仙市	31	志佐	松浦市	46	川床	雲仙市
2	福田	長崎市	17	南串第二	雲仙市	32	福島養源	松浦市	47	大塚	雲仙市
3	山里	長崎市	18	第一	島原市	33	平戸	平戸市	48	愛野	雲仙市
4	野母崎	長崎市	19	大三東	島原市	34	志々伎	平戸市	49	千々石第一	雲仙市
5	外海黒崎	長崎市	20	口之津	南島原市	35	山田	平戸市	50	千々石第二	雲仙市
6	長浦	長崎市	21	布津	南島原市	36	福江	五島市	51	北串	雲仙市
7	西海東	西海市	22	富の原	大村市	37	有川	新上五島町	52	南串第一	雲仙市
8	時津北	時津町	23	黒木	大村市	38	盈科	壱岐市	53	第二	島原市
9	諫早	諫早市	24	彼杵	東彼杵町	39	鶏鳴	対馬市	54	第三	島原市
10	西諫早	諫早市	25	東	波佐見町	40	多比良	雲仙市	55	第四	島原市
11	伊木力	諫早市	26	早岐	佐世保市	41	土黒	雲仙市	56	第五	島原市
12	有喜	諫早市	27	柚木	佐世保市	42	八斗木	雲仙市	57	湯江	島原市
13	飯盛西	諫早市	28	船越	佐世保市	43	神代	雲仙市	58	野田	南島原市
14	小長井	諫早市	29	楠栖	佐世保市	44	岩戸	雲仙市	59	有馬	南島原市
15	鶴田	雲仙市	30	江迎	佐世保市	45	大正	雲仙市			

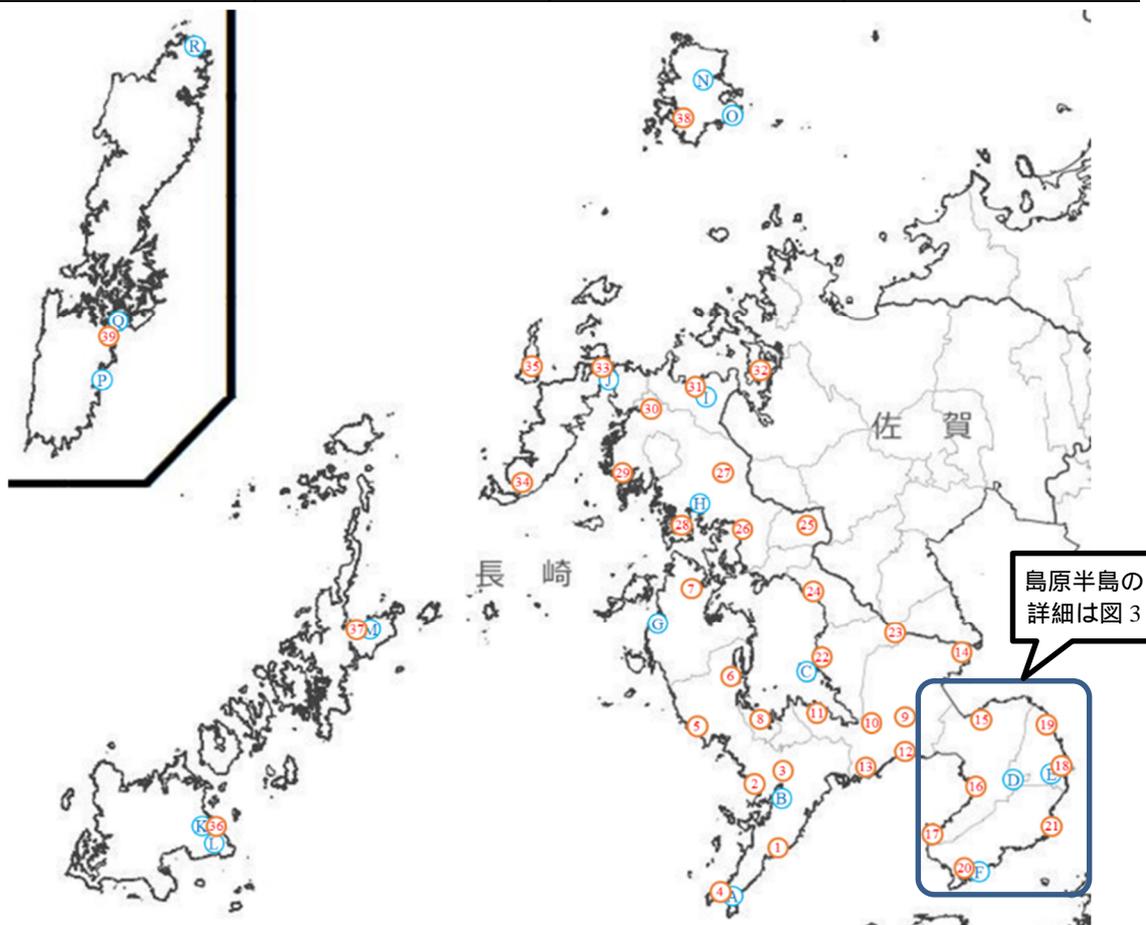


図2 データロガーによる気象観測地点(丸数字)および気象庁の観測地点(丸アルファベット)

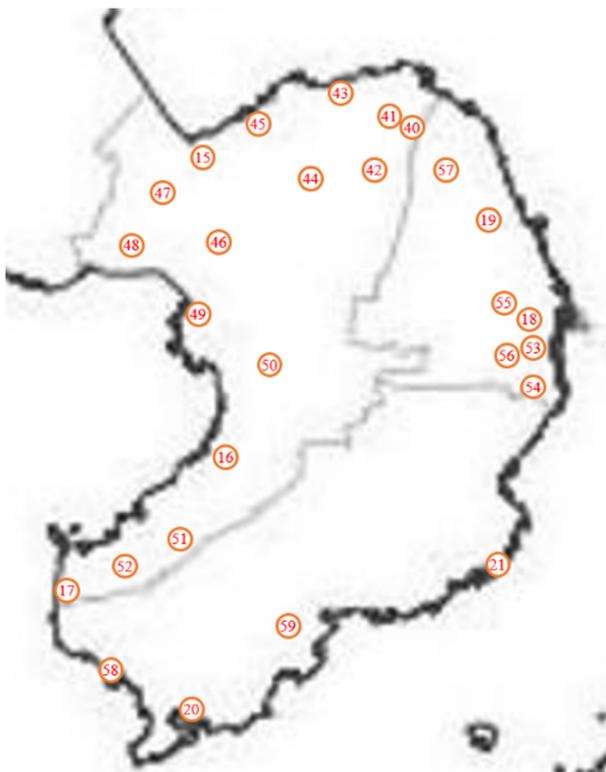


図 3 島原半島地域におけるデータロガーによる気象観測地点(丸数字)

2 WBGT の推計

気温および湿度を観測した 59 地点について、以下の式³⁾を用いて WBGT の推定値を計算した。

$$\text{WBGT} = 0.735 \times \text{Ta} + 0.0374 \times \text{RH} + 0.00292 \times \text{Ta} \times \text{RH} + 7.619 \times \text{SR} - 4.557 \times \text{SR}^2 - 0.0572 \times \text{WS} - 4.064$$

Ta: 気温 (°C)、RH: 相対湿度 (%)、

SR: 全天日射量 (kW/m²)、WS: 風速 (m/s)

観測した気温および湿度に加え、直近の気象庁観測地点における風速および全天日射量を用いた。直近の気象庁観測地点で全天日射量の観測が無い場合は、以下の式⁴⁾を用いて日照時間から全天日射量の推定値を計算した。

$$\text{SR}/\text{SR}_0 = 0.198 + 0.537 (n/N)$$

SR₀: 大気外水平面日射量 (kW/m²)、

n: 日照時間 (hour)、N: 日照時間 (hour)

3 熱中症発生状況の確認

熱中症の発生状況については、県消防保安室がとりまとめている熱中症による救急搬送者数に加え、県内 10 消防局・消防本部から提供を受けた熱中症による救急搬送者の詳細データを用いた。

結果及び考察

1 気温

各観測地点の気温の月平均値を図 4 に示す。観測

地点数はデータロガーによる観測地点 59 地点、気象庁 18 地点の計 77 地点だが、データロガーの不調や故障、百葉箱の破損等により、正常に観測できなかった 7 地点を除外している。

全体的に、県内では、島原半島の東側、長崎市から佐世保市にかけての大村湾周辺の地域において気温が高い傾向が見られた。

2 湿度

各観測地点の湿度の月平均値を図 5 に示す。地点数はデータロガーによる観測地点 59 地点、気象庁 6 地点の計 65 地点だが、データロガーの不調や故障、百葉箱の破損等により、正常に観測できていない 5 地点を除外している。

全体的に、県内では、標高が高く気温が低い地点(雲仙岳、黒木(大村市))や県西側の外海に面している地点(五島列島、対馬市、平戸市、西海市、長崎市南部等)で湿度が高い傾向が見られた。

3 WBGT の推計

WBGT は熱中症発生リスクの指標となるが、WBGT の日最高値が熱中症の救急搬送者数と強い相関があるため⁵⁾、各観測地点の WBGT の日最高値の月平均値を図 6 に示す。地点数はデータロガーによる観測地点 59 地点、気象庁の各観測項目を利用した環境省による推計値が発表されている 14 地点の計 73 地点だが、データロガーの不調や故障、百葉箱の破損等により、正常に観測できていない 7 地点を除外している。

全体的に、県内での傾向は気温と似た傾向を示していたほか、特に 8 月においては五島列島や南島原市、西海市で高い傾向が見られた。

また、「日常生活における熱中症予防指針」⁶⁾においては、熱中症発生の指標として WBGT を採用しており、「危険」(31°C 以上)、「厳重警戒」(28°C 以上 31°C 未満)、「警戒」(25°C 以上 28°C 未満)、「注意」(25°C 未満)の 4 段階の「温度基準域」に分けられている。2021 年夏期において WBGT の日最高値が特に高かった 7 月 11 日から 8 月 10 日の 1 か月間(図 10 参照)における WBGT の日最高値が、「危険」の基準である 31°C 以上になった日数を図 7 に示す。

県内での傾向として、島原半島の北側と南側の沿岸地域で、31°C 以上になった日数が多い地点が特に集中していた。これらの地域では、他の地域と比較して熱中症のリスクが高かった可能性がある。今後も注視していく必要があると思われる。

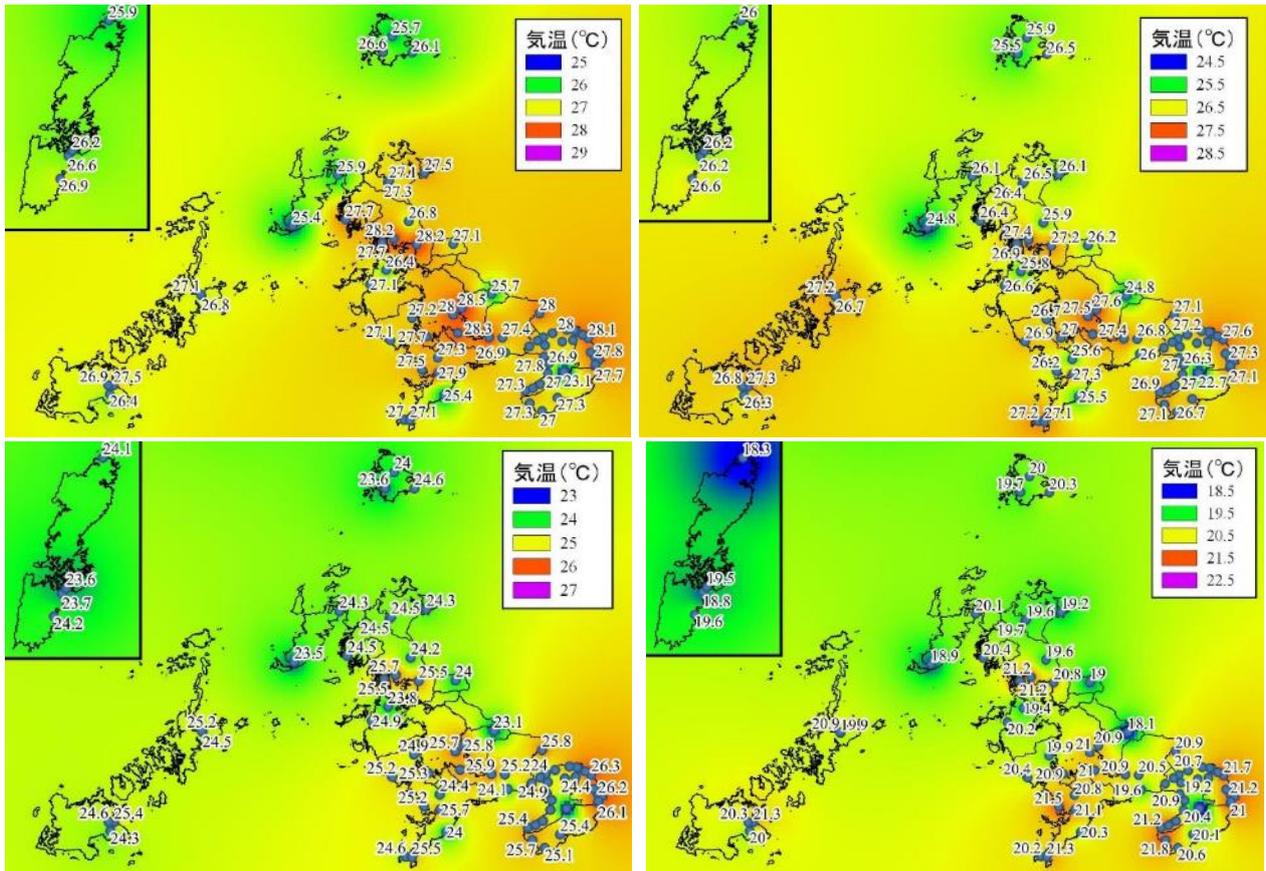


図4 各観測地点の月平均気温(左上:7月、右上:8月、左下:9月、右下:10月)

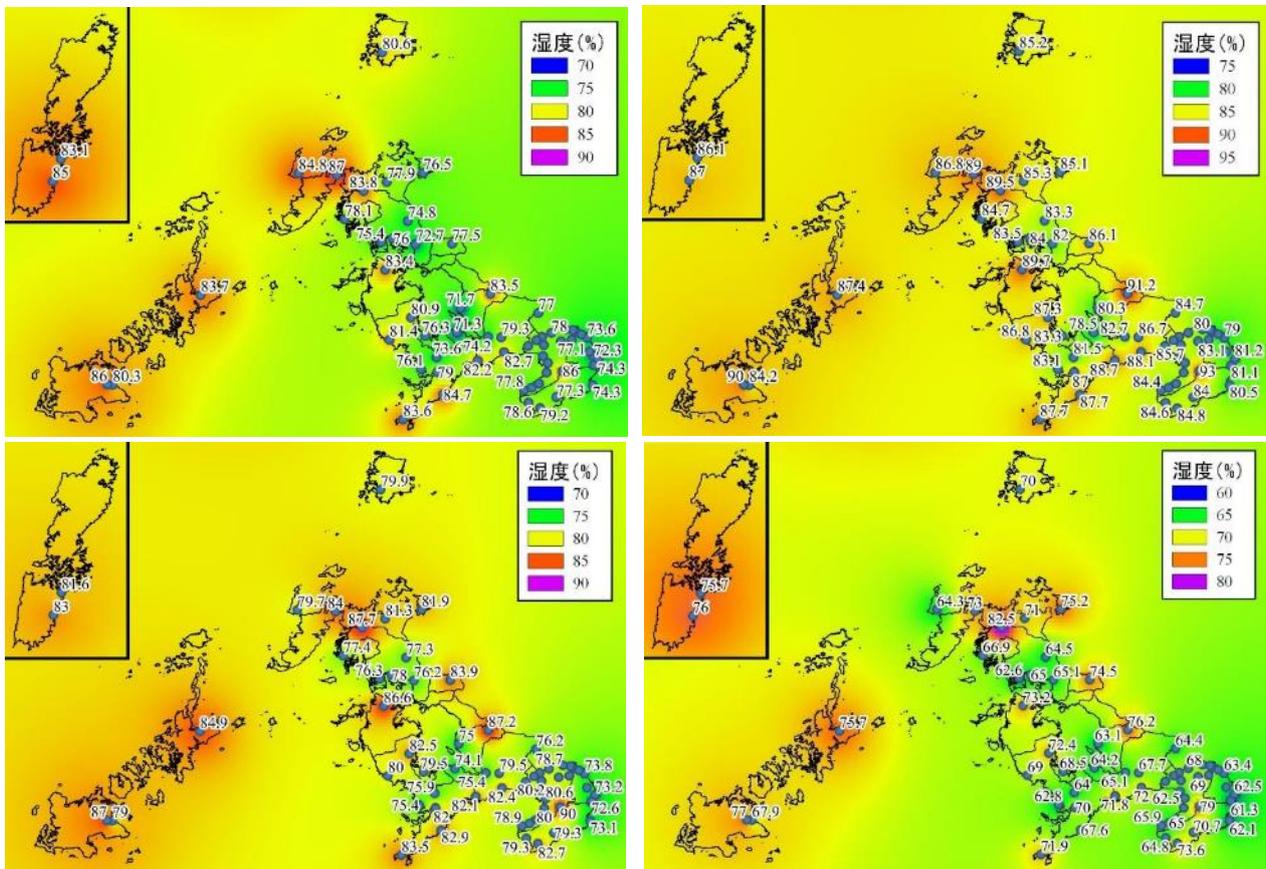


図5 各観測地点の月平均湿度(左上:7月、右上:8月、左下:9月、右下:10月)

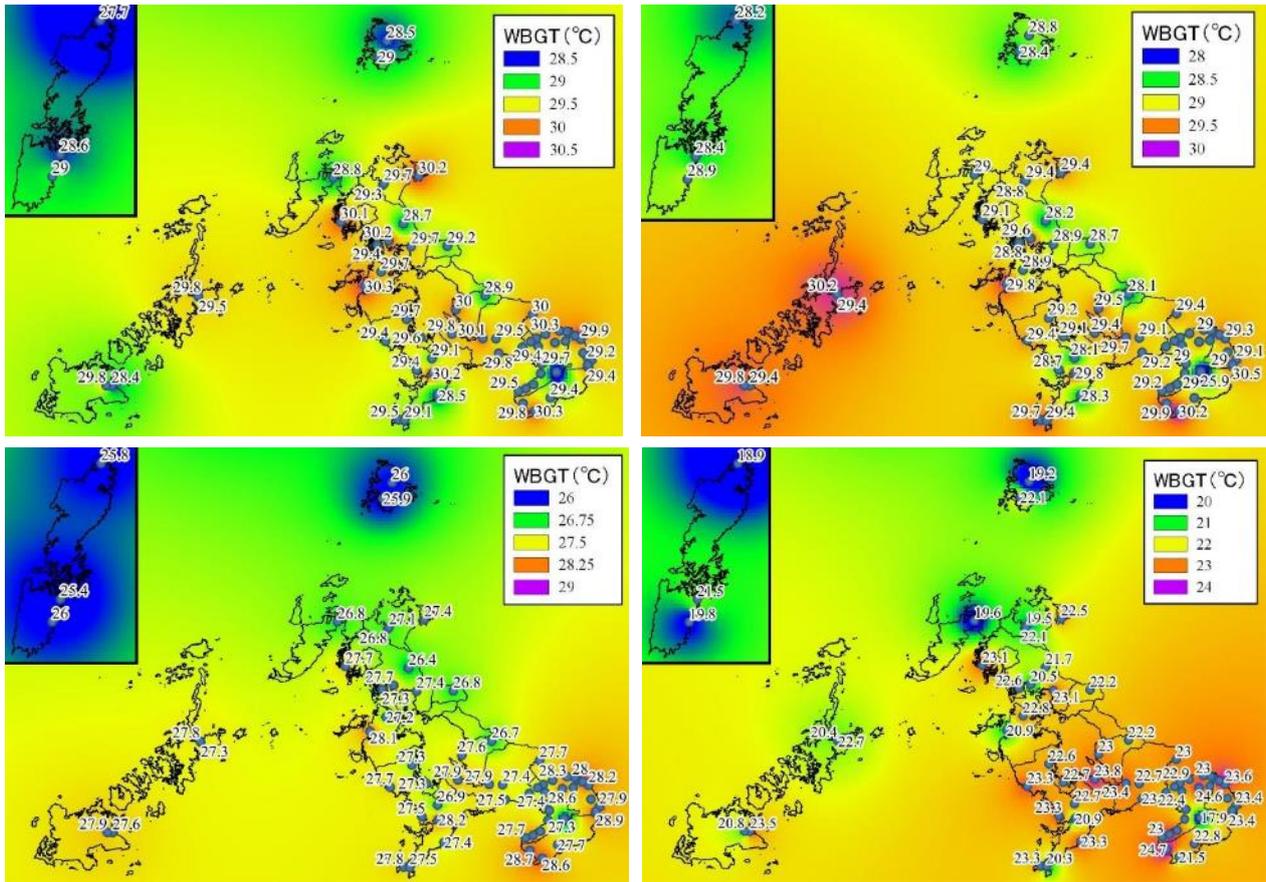


図 6 各観測地点の WBGT の日最高値の月平均値(左上:7月、右上:8月、左下:9月、右下:10月)

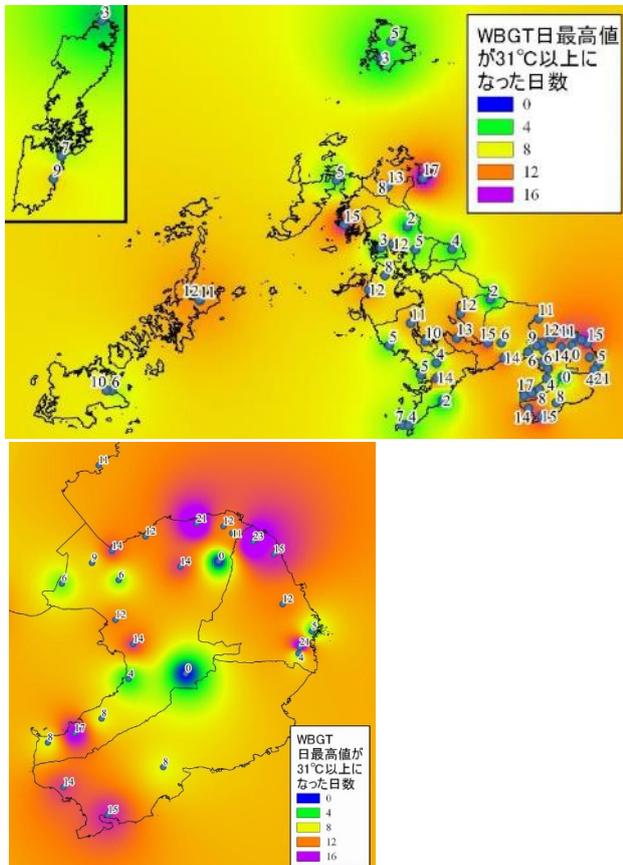


図 7 各観測地点の WBGT の日最高値が 31°C 以上になった日数(7月 11日～8月 10日の 1か月間)
(上:県内全域、下:島原半島のみ拡大)

表 2 2021 年の月別の熱中症による救急搬送者数
(データ集計期間は 4 月 26 日から 10 月 3 日の間)

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	計
熱中症による長崎県内の救急搬送者数	2	25	88	272	237	54	5	683
うち死亡者数	0	0	0	0	0	0	0	0

4 熱中症発生状況

2021 年の長崎県内の熱中症による救急搬送者は 683 人で、死亡者が 0 人、重症者が 11 人であった。月別の熱中症による救急搬送者数を表 2 に、年代別の搬送者数を図 8 に、発生場所別の搬送者数を図 9 に示す。

月別の搬送者数では、6 月が 88 人と、2008 年の調査開始後で最も多い数となった。また、8 月が 237 人と、直近の 10 年で 2 番目に少ない数となった。これは 8 月の長雨の影響と考えられる。全体としてはここ 10 年で 7 番目に多い搬送者数であった。

搬送者の年代は、65 歳以上の高齢者が 56%、うち 75 歳以上が 39%を占める結果となった。年代別の人口比と比較すると、75 歳以上の搬送者が特に多いことが確認できる。

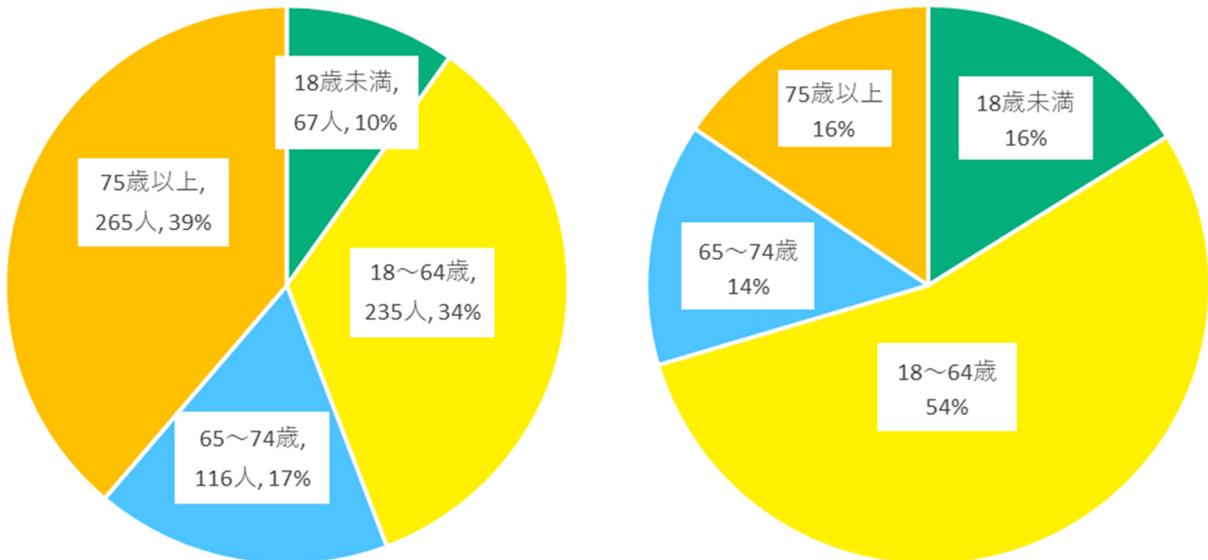


図8 2021年の長崎県内の熱中症による年代別の救急搬送者内訳(左)と年代別の人口比(右)

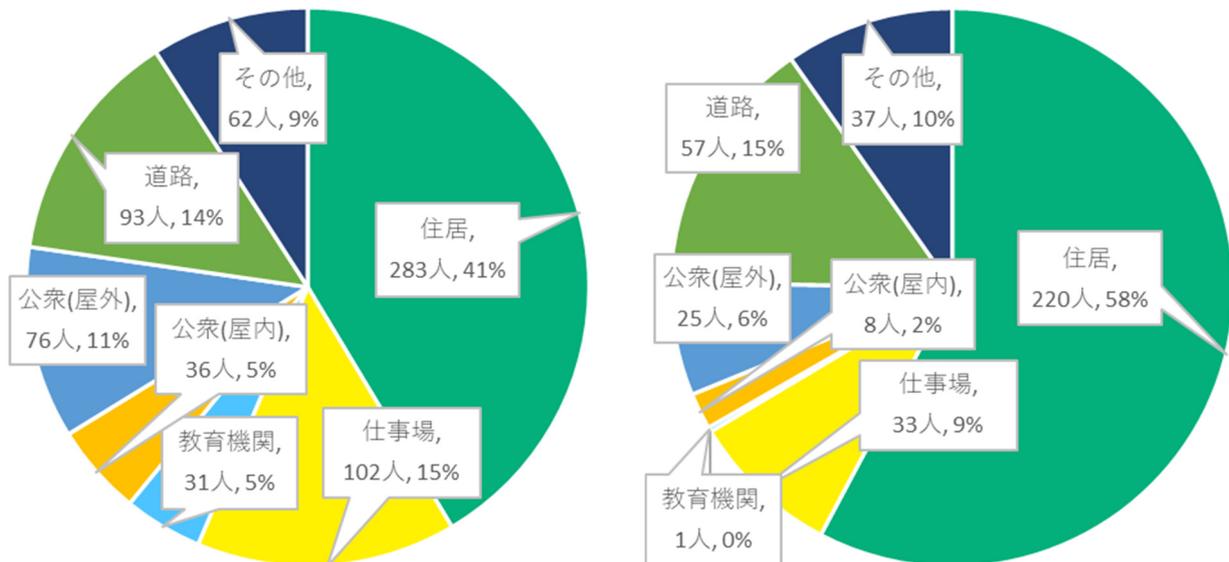


図9 2021年の長崎県内の熱中症による発生場所別の救急搬送者内訳(左:全年代、右:65歳以上)

発生場所については、住居が最も多く 283 人 (41%)、仕事場が 102 人 (15%)、道路が 93 人 (14%)、公衆の場所(屋外)が 76 人 (11%) の順となっていた。また、65 歳以上に限ると住居の割合が 58% と高くなり、高齢者が住居内で熱中症になっているケースが多いことが推測される。

5 WBGT と熱中症発生状況との関係

WBGT の日最高値(県内全地点の平均値)と、熱中症による救急搬送者の推移を図 10 に示す。7 月 13 日頃の梅雨明け後に WBGT の日最高値が高くなり、それに伴って救急搬送者数が増えている。さらに、WBGT の日最高値が急激に上がった日や最高

値を更新した日は搬送者が多い傾向があることが確認できる。

また、WBGT の日最高値(県平均)別の一日あたりの救急搬送者数(2020,2021 の 2 年間分)を図 11 に示す。2020 年と比較して 2021 年は WBGT が高い日の救急搬送者数が減っている。2021 年からは WBGT が 31 を超えると予想された日に、国による熱中症警戒アラートが発令されるようになっており、減少した要因の一つは、この熱中症警戒アラートにより熱中症に対する防護行動を取る人が増えた可能性が考えられる。

図 10 および図 11 により、WBGT が高くなることで、熱中症の発生が増加することが確認できた。

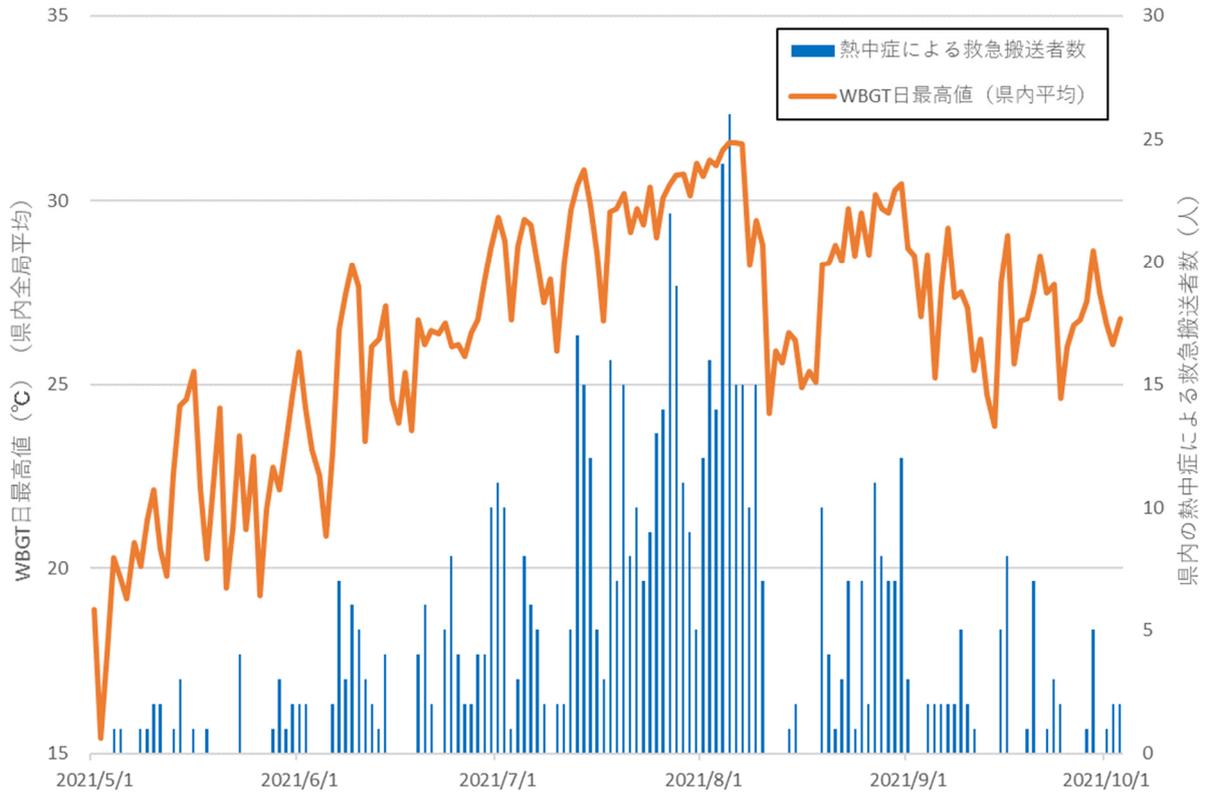


図 10 WBGT の日最高値(県平均)と熱中症による救急搬送者数の推移

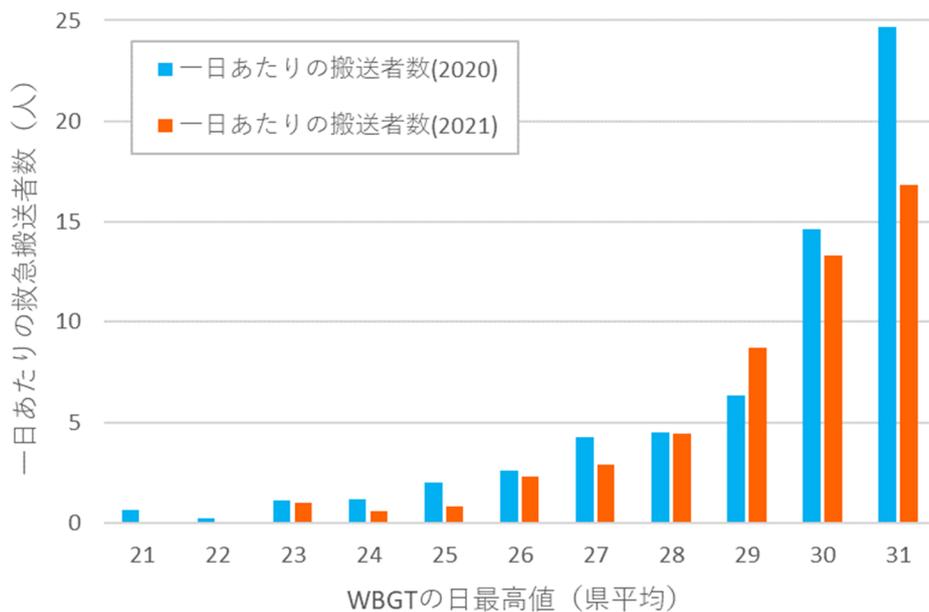


図 11 WBGT の日最高値(県平均)ごとの一日あたりの熱中症による救急搬送者数(2020,2021)

6 地域による熱中症発生状況の違い

県内 10 消防局・消防本部のそれぞれの管轄区域における、2020 年、2021 年の 2 年間合計の人口 10 万人あたりの熱中症による救急搬送者数を図 12 に、各消防局・消防本部の管轄区域を図 13 に示す。

人口が比較的少ない離島地域や松浦市および平

戸市の県北地域において、救急搬送者数が多かった。

各消防局・消防本部における熱中症による救急搬送者の年齢分布を図 14 に、人口の年齢分布を図 15 に示す。離島地域や県北地域の救急搬送者数が多い地域では、人口に占める 65 歳以上の高齢者の割合が多いため、救急搬送者が多くなる要因の一つになって

いると考えられる。

また、熱中症による救急搬送が発生した日の WBGT の日最高値について、県内で最も WBGT が高くなる地域である島原地域と最も低くなる対馬市を比

較した結果を表 3 および図 16 に示す。なお、WBGT の日最高値は、救急搬送者データを収集している全期間をカバーしている気象庁島原局、気象庁厳原局を、地域を代表する地点として使用した。

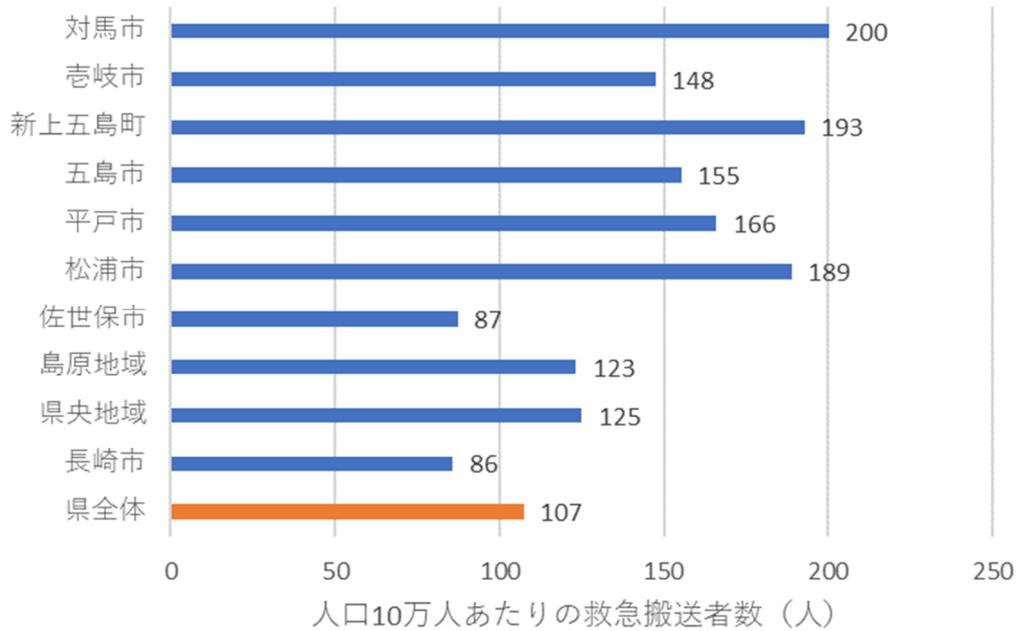


図 12 県内 10 消防局・消防本部における熱中症による救急搬送者数 (人口 10 万人あたり:2020 年、2021 年の 2 年間合計)

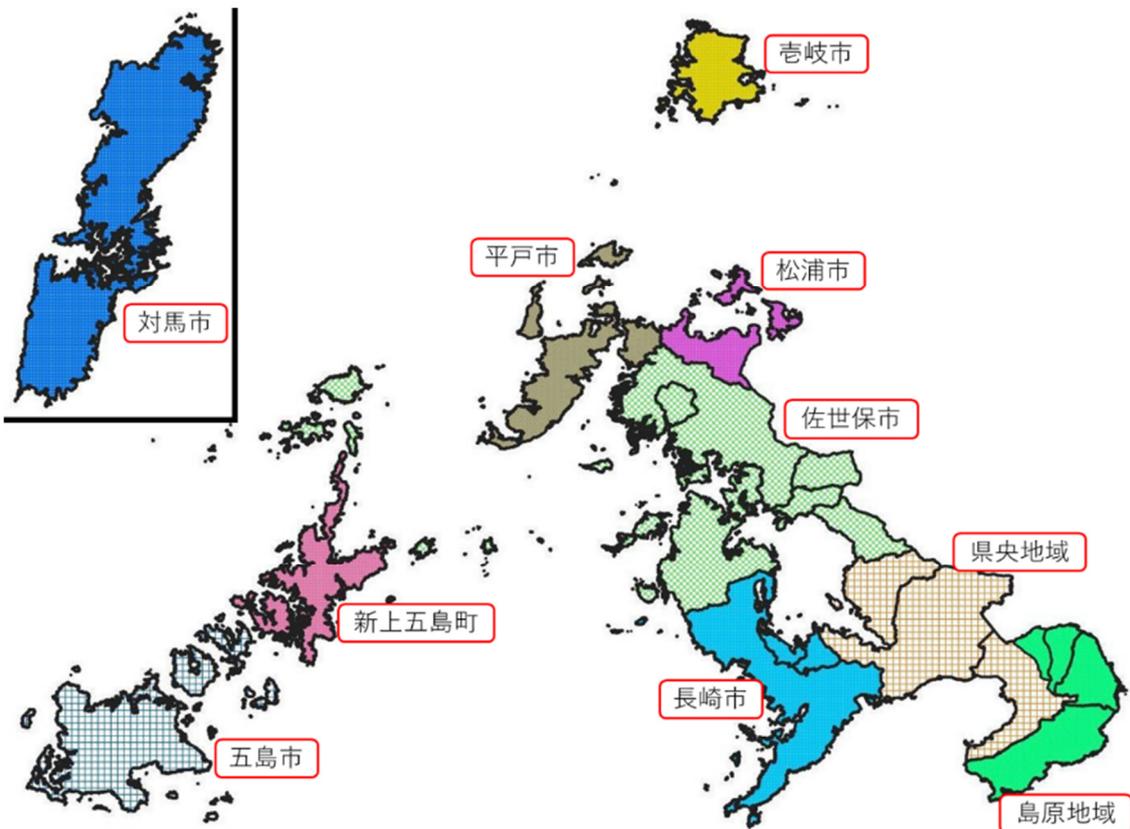


図 13 県内 10 消防局・消防本部の管轄区域

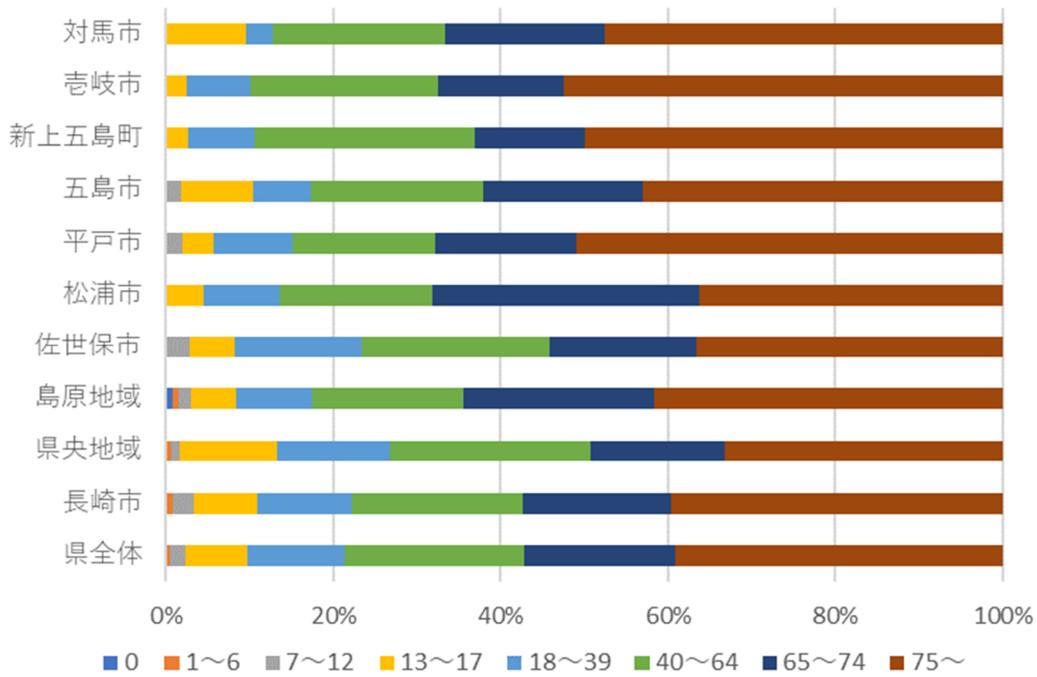


図 14 県内 10 消防局・消防本部における熱中症による救急搬送者の年齢分布 (2020 年、2021 年の 2 年間合計)

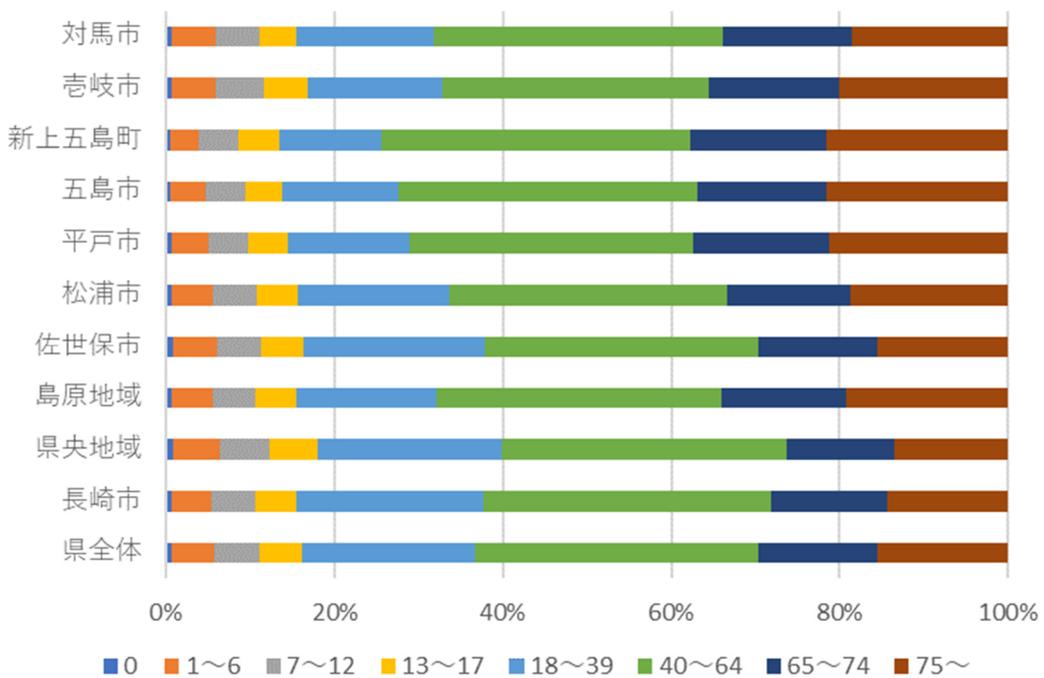


図 15 県内 10 消防局・消防本部における管轄区域の人口の年齢分布

表 3 島原地域と対馬市における救急搬送時の WBGT 日最高値(2020 年、2021 年 2 年分合計)

	救急搬送者数		人口 (H27)	救急搬送時のWBGT日最高値 ()	
	実数	人口10万人あたり		平均値	中央値
島原地域	132	123	106997	30.8	31.2
対馬市	63	200	31457	27.5	28.3

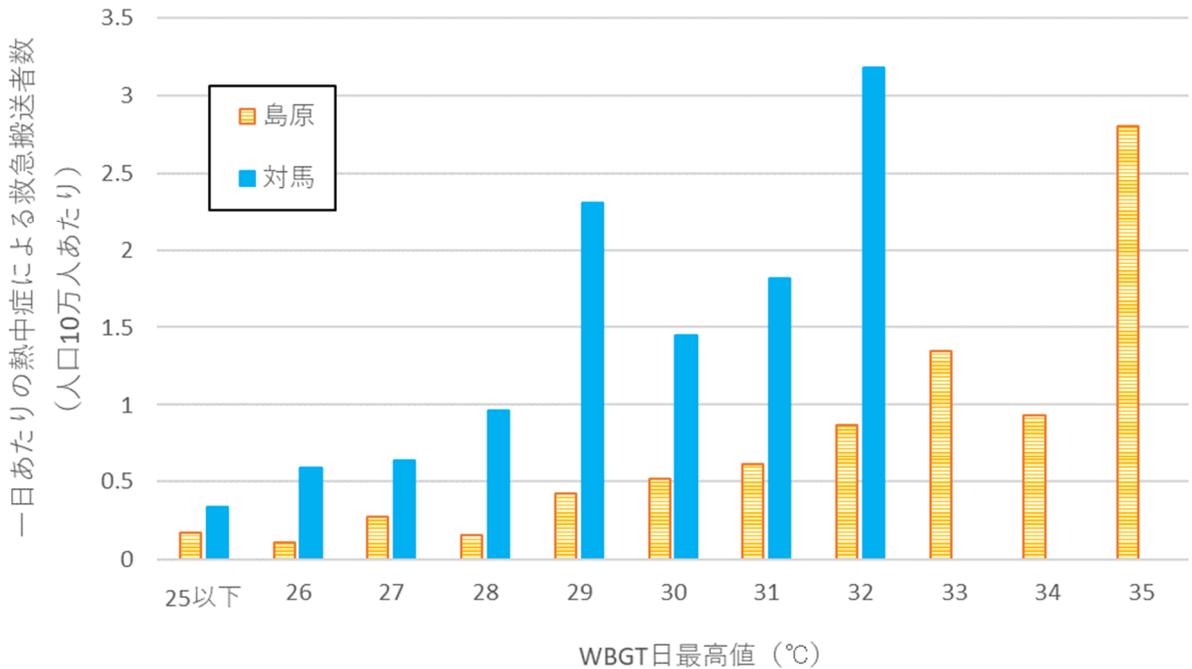


図 16 島原地域と対馬市における救急搬送時の WBGT の日最高値分布 (2020 年、2021 年 2 年分合計)

この結果によると、島原地域と比較して対馬市は WBGT 自体は低いものの、熱中症発生時の WBGT の日最高値も約 3 低く、同じ WBGT であっても熱中症の発生率が高いということが言える。

Gasparriani らの報告⁷⁾によると、夏期の前半と比較して、夏期の後半の方が熱中症リスクが減ることが明らかになっており、この要因の一つとして暑熱順化(人間の体が暑さに慣れること)が挙げられている。島原地域よりも涼しい対馬市の住民は、比較的暑熱順化が進んでおらず、その結果同じ WBGT であっても熱中症発生率が高くなる可能性があることが推測できる。

7 島原半島内での熱中症発生状況の違い

島原半島においては、2020年度の結果で WBGT が他地域と比較して高い傾向が見られたことから、2021年度においてはデータロガーを追加し重点的に観測を行っている。そこで、島原半島内3市について、いわゆる平成の大合併前の旧市町エリアに分け、2020年、2021年の2年間分の熱中症による人口10万人あたりの救急搬送者の違いを比較した結果を図17に示す。

特に島原半島の南側において救急搬送者数が多い傾向が見られたが、図7の下図の結果によると、島原半島の北側と南側の沿岸地域において WBGT の日最高値が高い日が多く、その影響により島原半島内でも熱中症リスクの違いが表れた可能性がある。

8 長崎県内の暑熱順化の状況

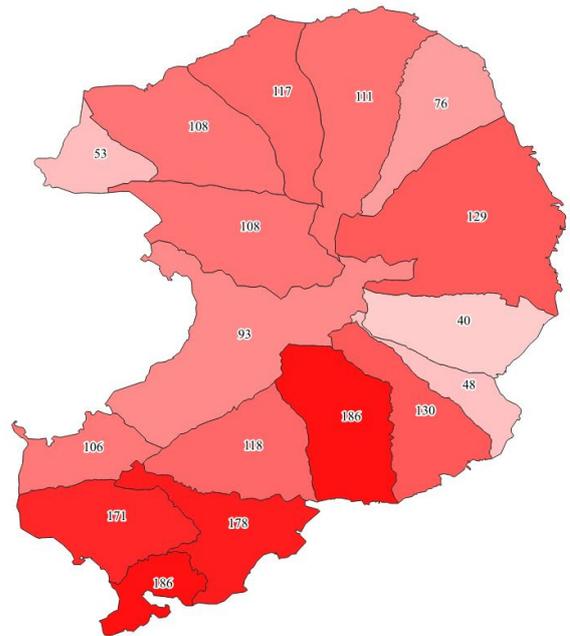


図 17 島原半島地域における合併前旧市町エリアごとの熱中症による救急搬送者数 (2020 年、2021 年 2 年分合計、人口 10 万人あたり)

県内の暑熱順化の影響を確認するため、2021年の週ごとの WBGT の日最高値の平均(県内全測定局の平均)と熱中症による救急搬送者数の推移を表4に示す。

2021年で WBGT の日最高値が最も高かった8月1日から8月7日の週末までは、WBGT の日最高値が高くなるにつれて救急搬送者数も増加しているが、その前

後の WBGT の日最高値が同程度(7/11~7/17, 8/22~8/28, 8/29~9/4)の週を比較したところ(表 4 の着色部分)、7月 11 日から 7月 17 日の週に比べ、8月 22 日から 8月 28 日の週および 8月 29 日から 9月 4 日の週の救急搬送者数が少なくなっていた。これは最も暑い時期を経たことで、暑熱順化が進んだことによるものと推測される。

表 4 WBGT の日最高値の週間平均(県平均)と熱中症による救急搬送者数の推移

日時 (日曜~土曜)	WBGT日最高値	
	の週間平均 (県内全測定 局の平均)	熱中症による 救急搬送者数
5/2~5/8	19.0	3
5/9~5/15	22.2	9
5/16~5/22	22.1	2
5/23~5/29	21.9	8
5/30~6/5	23.6	7
6/6~6/12	26.1	28
6/13~6/19	25.4	9
6/20~6/26	26.2	27
6/27~7/3	27.8	42
7/4~7/10	28.1	26
7/11~7/17	29.2	59
7/18~7/24	29.8	72
7/25~7/31	30.3	93
8/1~8/7	31.2	122
8/8~8/14	26.9	33
8/15~8/21	26.7	17
8/22~8/28	29.3	39
8/29~9/4	29.0	31
9/5~9/11	27.1	16
9/12~9/18	26.3	13
9/19~9/25	26.9	14
9/26~10/2	27.1	9

まとめ

2021 年における県内各地点での WBGT の推計と熱中症による救急搬送者の状況調査を行った。得られた WBGT と県内の熱中症による救急搬送者数との関連性を確認したところ、WBGT が高くなればなるほど、救急搬送者数は多くなることが分かった。2020 年と比較して WBGT が高い日の熱中症発生率が減っており、2021 年から開始された熱中症警戒アラートにより、防護行動を取るよう心掛けた人が増えた可能性が考

えられた。

2020 年、2021 年の 2 年間分の熱中症による救急搬送者データを用い、地域別(消防局・消防本部管轄別)に比較したところ、WBGT が高い地域において、人口当たりの救急搬送者が必ずしも多いわけではなかった。この要因としては、熱中症による救急搬送者は半数以上が高齢者で占められているため、地域ごとの高齢化率の違いや、地域ごとの暑熱環境が違うため暑熱順化の状況が違う等の要素が影響している可能性が考えられた。

2022 年度もより詳細な分析を行うためにデータ収集を継続する予定である。

参考文献

- 1) 気象庁: 気候変動監視レポート 2021, <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/monitor/> (2022.7.11 アクセス)
- 2) 福岡管区気象台: 九州・山口県の気候変動監視レポート 2021, <https://www.jma-net.go.jp/fukuoka/kaiyo/chikyu/report/report.html>(2022.7.11 アクセス)
- 3) 小野雅司, 登内道彦: 通常観測気象要素を用いた WBGT(湿球黒球温度)の推定, 日本生気象学会雑誌, 50(4), 147-157(2014).
- 4) 紙井泰典, 藤本武志, 近森邦英: 日射量の気候学的推定について, 高知大学学術研究報告 自然科学編, 50, 81-94(2001).
- 5) 環境省: 平成 16 年度ヒートアイランド現象による環境影響に関する調査検討業務報告書, <https://www.env.go.jp/press/6226.html> (2022.7.7 アクセス)
- 6) 日本生気象学会: 「日常生活における熱中症予防指針」Ver.3.1, <https://seikishou.jp/post-217/> (2022.7.7 アクセス)
- 7) Antonio Gasparrini, Yuming Guo, Masahiro Hashizume, Eric Lavigne, Aurelio Tobias, Antonella Zanobetti, Joel D. Schwartz, Michela Leone, Paola Michelozzi, Haidong Kan, Shilu Tong, Yasushi Honda, Ho Kim, and Ben G. Armstrong. : Changes in susceptibility to heat during the summer: A multicountry analysis, American Journal of Epidemiology, 183(11), 1027-1036(2016).

Correlation between occurrence of heatstroke and meteorological data in Nagasaki Prefecture (2021)

Yasuhiro KOGA, Shoichi FUKUDA

Due to mortalities in Nagasaki Prefecture, the health implications of heat stroke need to be urgently addressed while considering the effects of climate change. To elucidate the regional characteristics of heatstroke, meteorological observations will be performed using data loggers capable of measuring temperature and humidity in each region more precisely than the Japan Meteorological Agency observation points in a three-year plan from 2020 to 2022. Wet-bulb globe temperature (hereinafter called WBGT), an indicator of the risk of heatstroke occurrence, was determined using observed meteorological data over the two years 2020 and 2021, and it was discovered that areas with higher WBGT did not necessarily have more emergency medical evacuees caused by heat stroke. The findings propose that this is because the elderly are at higher risk of developing heatstroke, leading to more emergency medical evacuees owing to heatstroke in areas with a large proportion of elderly people, and that heat acclimatization is relatively easier in areas with high WBGT, which may lower the incidence of heatstroke compared to areas with low WBGT. From 2021, the government has started issuing heatstroke alerts on days when the WBGT is forecasted to reach 31°C or higher. Thus, Nagasaki Prefecture must consider efficient approaches to spread awareness to lower the incidence of heatstroke.

Key words: heatstroke, WBGT, meteorological data