

一般財団法人WN I 気象文化創造センター

第 10 回気象文化大賞「北関東内陸に位置する宇都宮市の熱中症リスクの観測と評価」

助成に係る研究・活動成果報告書

宇都宮大学共同教育学部

瀧本家康

1. 助成テーマ

北関東内陸に位置する宇都宮市の熱中症リスクの観測と評価

2. 研究の背景と目的

近年、夏季の酷暑化に伴い熱中症患者の発生数が増加している。熱中症による救急搬送者数は増加傾向にある（ニッセイ基礎研究所，2018）。環境省では、熱中症の危険度を評価する指標として、人体に与える熱的影響を評価する指標（温熱指標）の一つである湿球黒球温度（Wet-bulb Globe Temperature, 以下 WBGT）で評価している。そして、2006 年から熱中症予防情報を提供しており、現在その情報提供地点数は全国で約 840 地点に上る。

熱中症の原因については、これまで温熱環境の因子として気温を中心に検討されてきたが（三浦，1985；藤部，2010 など）、輻射熱を組み入れた暑さの指標である WBGT も用いられるようになってきた（大橋ほか，2009；大橋，2010 など）。WBGT は日常生活や教育現場のみならず（川原，2002；黒川ほか，2002；中井ほか，2007 など）、労働現場でも利用されるようになっている（日本体育協会，1994；独立行政法人日本スポーツ振興センター，2003；環境省，2008 など）。

WBGT と熱中症患者数の間には指数関数的な相関が見られ、この特徴は日最高気温と搬送者数との相関よりも明瞭であることがわかっている（大橋，2010）。その一方で、大橋ほか（2009）は同じ都市域内であっても活動空間が異なれば、WBGT も大きく異なり、その差は熱中症発症リスクを評価する上で無視できない大きさであることを指摘している。また、日下ほか（2019）は、日中の気温は商業地や住宅街に比して緑地が低いが、WBGT には大きな差が見られないことを示し、緑地や公園などでの活動も十分危険があることを意識すべきであると述べている。

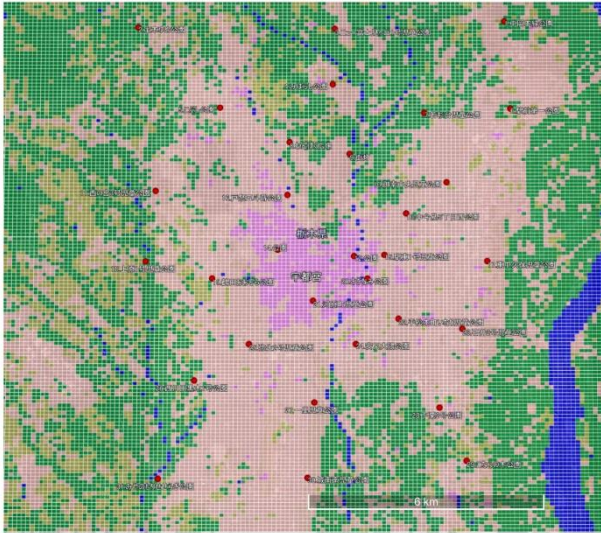
これらのことから、熱中症リスクの評価として、WBGT は有用であるが、その観測地点が少ない現状では、都市域内の WBGT の地域差までは十分に明らかになっていないといえる。

なかでも、関東平野の内陸に位置し、夏季の猛暑で知られるようになった熊谷市では、河村（1964）を筆頭に数多くの都市気候学的観測・研究がなされている。また、市内 30 ヶ所に独自の観測網を展開し、リアルタイムに WBGT をオンラインで閲覧できるシステムを構築している（蔵田，2007）。しかし、同様に関東地方の内陸に位置し熊谷市以上の人口を有する宇都宮市においては、これまで気温や温熱指標を用いた暑熱評価はほとんど議論されていない。

本研究では、これらを鑑み、宇都宮市における気温と WBGT の高密度な観測を実施し、その結果を宇都宮市保健福祉部と共有し、連携することで市内の熱中症リスクの地域差を評価する。さらに、得られた成果を市民へ還元することを目指す。

3. 本研究の成果

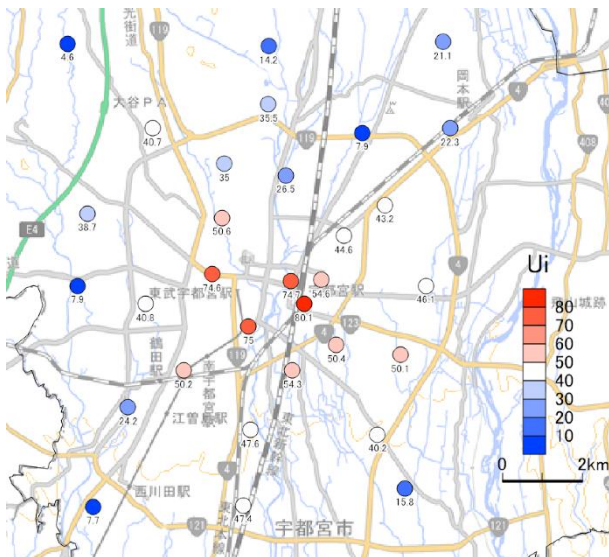
宇都宮市内 31 箇所（街区公園）（第 1 図）に独自の気象観測装置（第 2 図）を設置し、観測を行った。観測地点は土地利用状況を鑑み、市街地、住宅街、郊外にまんべんなく配置されるように選定した。



第 1 図：宇都宮の土地利用と観測地点の分布

第 2 図：使用した気象観測装置

観測地点の都市化率を土地利用から算出した結果、第 3 図、第 1 表のようになった。JR 宇都宮駅周辺が最も都市化率が高く、最高で 80.1%，周辺部の郊外では最低で 4.6%であった。第 1 図と第 3 図から宇都宮市街地が同心円状に都市化が進展していることがわかる。



地点番号	標高	ui	地点番号	標高	Ui
1	152	21.1	16	131	74.7
2	163	4.6	17	119	46.1
3	154	14.2	18	121	7.9
4	141	35.5	19	120	40.8
5	152	40.7	20	113	80.1
6	137	22.3	21	113	75
7	132	7.9	22	109	50.4
8	161	35	23	109	50.1
9	123	26.5	24	105	54.3
10	127	43.2	25	112	50.2
11	147	38.7	26	106	24.2
12	113	50.6	27	107	47.6
13	120	44.6	28	103	40.2
14	127	74.6	29	97	15.8
15	114	54.6	30	97	47.4
			31	95	7.7

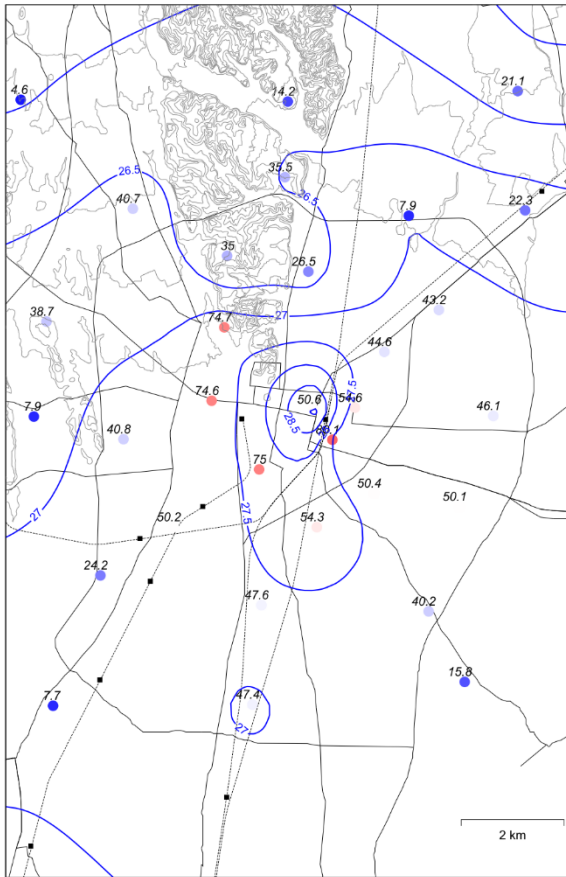
第 3 図：観測地点の都市化率

第 1 表：観測地点の都市化率

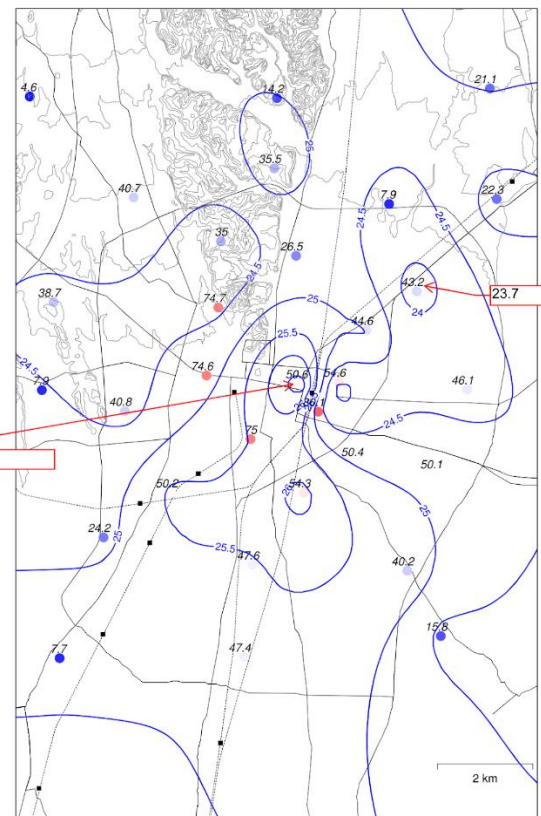
暑熱リスクが最も高い盛夏期として、全地点のデータに欠測がなかった 2020 年 8 月 5 日～9 月 20 日までを解析対象期間として、気温と WBGT の空間分布を分析した。

その結果、夏季平均の気温と WBGT では大きくその分布の形態が異なっていることが明らかとなった。気温については、JR 宇都宮駅～東武宇都宮駅の市街地中心部が最も高温で典型的なヒートアイランド現象を示す同心円状の気温分布が生じている（第 4 図）。また、南北方向に緩い気温の傾度が見られ、市街地北部ほど低温傾向を示している。一方、WBGT では、同心円状ではなく、JR 宇都宮駅とそこを通過する東北新幹線の軌道を境とするように東西方向での傾度が顕著に見られる（第 5 図）。特に駅東西での WBGT 傾度が大きく、駅西側の 26.8℃と駅東側の 23.7℃で約 3℃程度の WBGT の違いが生じている。また、気温と異なり、南北方向の傾度はあまり

見られないが、南部ほど高い傾向がある。



第4図：夏季平均の気温の分布（等値線間隔は0.5℃）



第5図：夏季平均のWBGTの分布（等値線間隔は0.5℃）

以上のように、宇都宮市内に展開した独自の気象観測装置のデータから、北関東内陸都市である本市においても顕著なヒートアイランド現象が生じているとともに、熱中症リスクにより直結するWBGTではその分布が異なることが示唆された。したがって、気温のみから熱中症リスクを判断することは地点によっては不十分であり、WBGTの局地性にも留意しなければならないといえる。

4. 今後の課題

本研究では、夏季の平均的なヒートアイランド現象の形態とWBGTの分布を明らかにすることができた。しかし、特にWBGTの分布の形態が気温とは異なる原因の解明にまでは至っていない。また、単年度の解析にとどまるため、このような分布形態が本市において一般化できるかどうかについても検討が必要である。したがって、今後は、さらに観測を継続的に実施することに加え、気温とWBGT以外にも風の観測などの追加実施も含めていきたい。

5. 成果の発表について

本研究に係る成果については、現在論文として整理中であり、日本地理学会英文誌への投稿を予定している。また、本研究の成果の一部については、2021年6月8日、NHK「とちぎ630」出演「宇都宮のヒートアイランド現象と暑さ指数について」、2020年7月26日付、TV朝日ナニコレ珍百景「栃木・住民の健康を守るため？謎の装置がついた電灯」などでも広く市民に対して還元された。

以上