

# 地上気象観測と数値予報データを用いた 地域の気象特性評価

1230054 熊田 有紗

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

E-mail :230054p@ugs.kochi-tech.ac.jp

熱中症予防を目的とした暑さ指数があり,その計測には気温が必要となる.しかし,現状では気温の観測点の間隔が約 20km もあるため,詳細に暑さ指数を把握できない.そこで,本研究では気温の予測値と観測値の違いの有無,またその要因を明らかにすることを目的として,月毎・時間毎に MAE(平均絶対誤差)・RMSE(二乗平均平方根誤差)・ME(平均誤差)・予測値と観測値の差の STD(標準偏差)を求めて比較した.結果として,気温の予測値と観測値に違いがあり,違いの要因として標高や各観測点から海岸線までの距離,土地利用が関係していることが示された.

**Key Words:** 熱中症, 暑さ指数, 数値予報

## 1. 序論

### 1-1 背景

近年,熱中症により搬送される人が増加していることが問題となっている<sup>1)</sup>.熱中症を予防することを目的とした暑さ指数がある<sup>2)</sup>.暑さ指数を計算するためには,気象庁が観測している気温の観測点を用いている.しかし観測点の間隔は約 20km もあるため,詳細に暑さ指数の予測値が分からないことが課題となる.改善策としては,5km メッシュの数値予報データを用いて,面的に暑さ指数を予測する方法が考えられる<sup>3)</sup>.そこで,本研究では気温の数値予報データと観測データではどのくらい違いがあるのかと,その違いの要因を検討することを目的とする.違いの要因が分かれば,将来的に面的な数値予報データを用いて暑さ指数を計算した時に,観測値との違いを考慮することができる.考慮することによって数値予報データから計算した暑さ指数の精度向上に役立つと考えられる.

### 1-2 使用データ

気象データは観測データと数値予報データを用いた.観測データは,気象庁が観測している 2021 年の高知県の観測データを使用した<sup>4)</sup>.

図-1 は対象地域である高知県の観測点 16 地点を示した図である.

数値予報データは,観測データを用いて未来を予測したデータである.本研究では,気象庁が計算している予報データである MSM<sup>5)</sup>を使用した.MSMは5kmメッシュの数値予報データであり,1時間毎のデータである.



図-1 観測点(高知県)のマップ

地理的データは標高データと土地利用データを用いた。標高データは、基盤地図情報の DEM10m メッシュ<sup>6)</sup>と MSM の計算で用いられている 5km メッシュの標高データ<sup>5)</sup> (これ以降, MSM DEM と呼ぶ)を使用した。土地利用データは、国土数値情報の土地利用細分メッシュ 100m メッシュ<sup>7)</sup>を使用した。

## 2. 研究手法

本研究のフローを図-2 に示す。



図-2 研究フロー

### 2-1 気象データ

観測点が含まれる MSM の 5km メッシュの予測値と観測点での観測値の違いについて、対象期間である 2021 年の 1 年分のデータを用いて、月毎・時間毎に MAE (平均絶対誤差)・RMSE (二乗平均平方根誤差)・ME (平均誤差)・予測値と観測値の差の STD (標準偏差) を求めて比較した。

### 2-2 地理的特徴

MSM の 5km メッシュに対応する気象観測点が含まれる 5km×5km の範囲で 10m メッシュの標高データの平均値 (これ以降, 標高 MEAN と呼ぶ) や標準偏差 (これ以降, 標高 STD と呼ぶ) を調べた。また, MSM の 5km メッシュに対応する観測点が含まれる 5km×5km の範囲で優先する土地利用や土地利用の構成等を調べた。QGIS において、気象観測点と海岸線を表示させ、最短距離を求める項目を用いて、各観測点から海岸線までの最短距離を求めた。

### 2-3 関係を考察

3.1 気象データと 3.2 地理的特徴の関係、違いの要因を標高や各観測点から海岸線までの距離、土地利用等の図を用いて考察した。

## 3. 結果

表-1 は各観測点の年間と月毎の RMSE を示した表である。

観測点が含まれる 5km メッシュの予測値と観測点での観測値を比較すると、観測点毎に違いがあった。

年間・月毎の RMSE を見ると最大値は「江川崎」「本山」「大栃」「窪川」のいずれかであり、最小値は「清水」「室戸岬」のいずれかであった。つまり、RMSE が最大となる「江川崎」「本山」「大栃」「窪川」では、観測点が含まれる 5km メッシュの予測値の精度が悪いことが分かった。一方、RMSE が最小となる「清水」「室戸岬」では、観測点が含まれる 5km メッシュの予測値の精度が良いことが分かった。

表-1 各観測点の RMSE (°C)

RMSE	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年間
安芸	6.89	6.9	5.68	5.49	3.74	3.37	4.62	3.18	4.38	4.84	4.72	5.02	4.90
江川崎	7.01	7.83	7.39	7.72	6.15	4.9	6	4.73	5.32	6.48	6.15	6.15	6.32
後免	7.52	7.76	6.6	6.35	4.88	3.97	4.97	3.74	4.74	5.15	6.27	6.16	5.68
本川	6.04	7.04	6.91	6.83	5.66	5.21	5.64	4.3	4.61	5.41	5.04	5.3	5.67
高知	6.98	7.22	6.14	5.95	4.74	3.76	4.92	3.55	4.51	4.76	5.43	5.43	5.28
窪川	7.29	7.76	6.91	6.64	5.45	3.95	5.03	3.95	4.74	5.89	6.7	6.79	5.93
本山	6.74	7.86	7.41	7.62	6.11	5.39	5.95	4.46	4.94	5.86	5.63	5.74	6.14
室戸岬	5.8	5.64	3.6	3.43	2.27	2.01	3.32	2.28	3.37	2.38	2.78	3.45	3.36
中村	7.36	7.69	6.94	6.87	5.46	4.03	5.31	4.22	5	5.97	6.47	6.3	5.97
南国	7.23	7.36	6.12	6	4.35	3.36	4.46	3.21	4.42	4.87	5.72	5.72	5.24
大栃	6.91	7.54	7.35	7.29	5.89	5.57	6.31	4.84	5.14	6.05	5.99	5.82	6.23
佐賀	6.61	6.7	5.47	5.07	3.99	2.71	4.22	2.88	4.14	4.24	5.09	5.29	4.70
清水	6.18	5.74	3.49	3.18	2.26	1.52	3.11	1.58	3.22	2.09	2.46	3.47	3.19
宿毛	6.53	6.5	5.38	5.17	3.89	2.88	4.07	2.89	4.07	4.44	4.56	4.61	4.58
須崎	7.13	7.43	6.06	5.91	4.63	3.51	4.69	3.43	4.64	5.18	5.47	5.66	5.31
橋原	6.16	6.75	6.98	7.18	5.8	4.97	5.49	4.35	4.76	5.98	5.8	5.5	5.81

表-2 は各観測点における年間の RMSE, MAE, ME と各観測点を含む 5km×5km の範囲の MSM DEM, 標高 MEAN, 標高のパラツキ (STD) の値を示した表である。

表-2 各観測点の RMSE, MAE, ME, MSM DEM, 標高 MEAN, 標高のパラツキ (STD)

	RMSE	MAE	ME	MSM DEM	標高MEAN	標高STD
安芸	4.9	3.84	-1.687	159.795	103.11	121.43
江川崎	6.32	5.02	-0.905	271.4139	224.78	132.31
後免	5.68	4.6	-1.273	155.1851	53.61	61.99
本川	5.67	4.53	-1.748	903.452	825.18	179.14
高知	5.28	4.21	-0.971	74.06207	18.07	36.45
窪川	5.93	4.64	-0.27	276.0627	275.2	70.12
本山	6.14	4.89	-1.394	573.9087	419.81	130.11
室戸岬	3.36	2.31	1.412	17.64533	15.93	45.96
中村	5.97	4.66	-0.625	97.44522	59.46	79.88
南国	5.24	4.22	-0.908	46.8818	11.18	17.63
大栃	6.23	5.01	-1.91	562.799	371.91	151.28
佐賀	4.7	3.52	-0.139	110.8423	72.39	73.96
清水	3.19	1.96	0.328	15.16748	0.46	4.65
宿毛	4.58	3.36	-0.361	78.01377	8.53	25.3
須崎	5.31	4.24	-1.072	185.1262	121.53	100.08
橋原	5.81	4.49	-0.697	662.7844	685.13	170.44

表-2 から、表-1 において RMSE の値が大きかった「江川崎」「本山」「大栃」「窪川」は、MSM DEM, 標高 MEAN, 標高 STD の値も大きいことが分かる。一方、RMSE の値が小さかった「清水」「室戸岬」では、MSM

DEM, 標高 MEAN, 標高 STD の値も小さいことが分かる。このことから, MSM データの精度には標高が影響している可能性が示唆された。

次に, 図-3 は各観測点における MSM の予測に用いた 5km メッシュの標高の値 (MSM DEM) とそれに対応する観測点の 5km×5km の範囲で平均を集計した標高 (標高 MEAN) の差と年間の RMSE との散布図である。

図-3 より, 標高の差が大きい観測点は RMSE の値が大きく, 標高の差が小さい観測点は RMSE の値が小さい傾向がみられた。しかし, 「橋原」「南国」「中村」「窪川」は標高の差がそれほど大きくないにもかかわらず RMSE の値が大きかった。

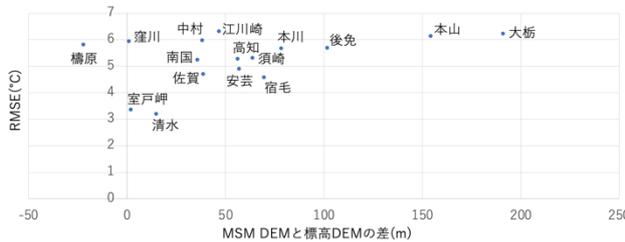


図-3 MSM DEMと標高 MEAN の差と年間の RMSE の散布図

図-4 は各観測点の 5km×5km の範囲で平均を集計した標高 (標高 MEAN) と年間の RMSE との散布図である。また, 図-5 は観測点が含まれる 5km×5km の範囲で優先する土地利用や土地利用の構成等を示した図である。

図-4 では, 標高が高い観測点は RMSE の値が大きく, 標高が低い観測点は RMSE の値が小さい傾向がみられた。しかし, 「高知」「南国」「中村」「後免」は標高がそれほど高くなくにもかかわらず RMSE の値が大きい傾向がみられた。

図-5 より, 「清水」や「室戸岬」など RMSE の値が小さい観測点が含まれる MSM5km メッシュに対応する 5km×5km の範囲の土地利用は水域がほとんどであることから, 土地利用の違いや均質性が MSM の精度に影響を与えているのではないかと考えられる。さらに, 5km×5km の範囲の優先土地利用が水域である観測点での MSM の精度が高いことから, 5km×5km の範囲での標高のバラツキも MSM の精度に影響していると予想された。そこで, 標高のバラツキと RMSE の関係を調べた。

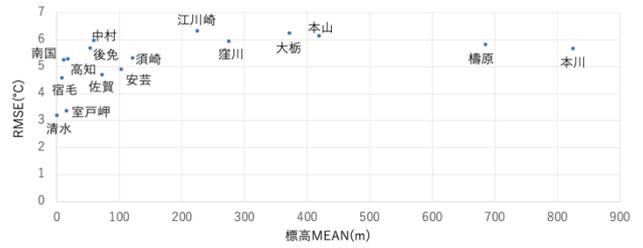


図-4 標高 MEAN と年間の RMSE の散布図

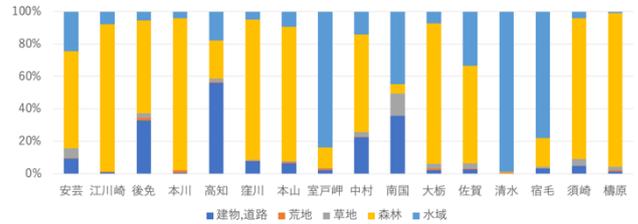


図-5 各観測点の土地利用と土地利用の構成

図-6 は各観測点の 5km×5km の範囲で標準偏差を集計した標高の標準偏差 (標高 STD) と年間の RMSE との散布図である。

図-6 より標準偏差が大きい観測点は RMSE の値が大きく, 標準偏差が小さい観測点は RMSE の値が小さい傾向がみられた。一方, 「高知」「南国」「中村」「後免」は, 「安芸」「須崎」よりも標高のバラツキが小さいにもかかわらず同程度の RMSE の値になった。

図-5 から, 「高知」「南国」「中村」「後免」では 5km×5km の範囲で「安芸」「須崎」に比べて, 「建物・道路」の割合が高くなっていることが分かる。このことから, 標高のバラツキが小さくても, 「建物・道路」の割合が多い都市域では MSM の精度が低くなることが示唆された。

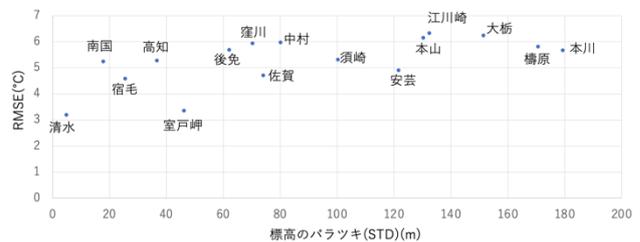


図-6 標高のバラツキ (STD) と年間の RMSE

次に, 各観測点から海岸線までの距離を調べた。

図-7 は各観測点から海岸線までの最短距離と年間の RMSE との散布図である。

図-7 より観測点から海岸線までの距離が小さい観

測点は RMSE の値が小さく、観測点から海岸線までの距離が大きい観測点は RMSE の値が大きい傾向がみられた。しかし「高知」「南国」では観測点から海岸線までの距離は比較的短いにもかかわらず、RMSE の値は大きかった。

先程と同様に図-5 から、「高知」「南国」では 5km × 5km の範囲で「建物・道路」の割合が高くなっていることが分かる。このことから、観測点から海岸線までの距離が短くても、「建物・道路」の割合が多い都市域では MSM の精度が低くなることが示唆された。

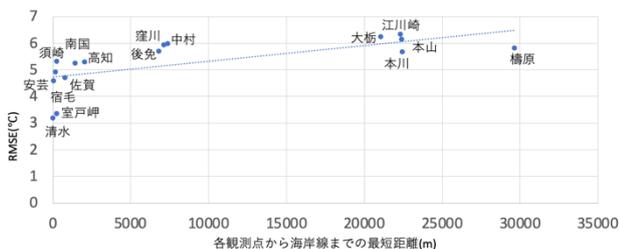


図-7 各観測点から海岸線までの距離と年間の RMSE

## 4. 考察

### 4-1 標高の差からわかる傾向

MSM の計算に用いられた標高データ (MSM DEM) とそれに対応する範囲の標高の平均値の標高 (標高 MEAN) の差が大きい観測点は RMSE の値が大きく、差が小さい観測点は RMSE の値が小さい傾向がみられた。しかし、「橋原」「南国」「中村」「窪川」は標高の差がそれほど大きくないにもかかわらず RMSE の値が大きかった。「橋原」「窪川」は標高 MEAN の値が高く、「南国」「中村」は「建物・道路」の割合が多いことがその理由と考えられる。

### 4-2 平均標高からわかる傾向

標高が高い観測点は RMSE の値が大きく、標高が低い観測点は RMSE の値が小さい傾向がみられた。しかし、「高知」「南国」「中村」「後免」は標高がそれほど高くないにもかかわらず RMSE の値が大きかった。理由としては、「建物・道路」の割合が多いことが考えられる。

### 4-3 標高のバラツキからわかる傾向

標準偏差が大きい観測点は RMSE の値が大きく、標準偏差が小さい観測点は RMSE の値が小さい傾向がみられた。一方、「高知」「南国」「中村」「後免」は、標高のバラツキが小さいにもかかわらず比較的大きな

RMSE の値になった。理由としては、「建物・道路」の割合が多いことが考えられる。

### 4-4 海岸線の距離からわかる傾向

観測点と海岸線の距離が小さい観測点は RMSE の値が小さく、観測点と海岸線の距離が大きい観測点は RMSE の値が大きい傾向がみられた。しかし「高知」「南国」では観測点と海岸線の距離は比較的短いにもかかわらず、RMSE の値は大きかった。理由としては、「建物・道路」の割合が多いことが考えられる。

## 5. まとめ

本研究の結果から、気温の数値予報データと観測データでは違いがあることが明らかとなった。違いの要因としては、土地利用や各観測点から海岸線までの距離、標高が関係していることが示された。MSM データから予測された暑さ指数を利用する際は、各観測点の土地利用や各観測点から海岸線までの距離、標高を考慮する必要があると考えられる。

## 6. 参考文献

- 1) 総務省消防庁: 令和 3 年 (5 月から 9 月) の熱中症による救急搬送状況  
[https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/items/heatstroke\\_geppou\\_2021.pdf](https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/items/heatstroke_geppou_2021.pdf)
- 2) 環境省: 熱中症予防情報サイト  
<https://www.wbgt.env.go.jp/wbgt.php>
- 3) 相川龍輝: 高齢者の熱中症搬送者数と WBGT との関係  
2019 年度高知工科大学システム工学群卒業研究概要書
- 4) 国土交通省気象庁: 過去の気象データ検索  
<https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>
- 5) 京都大学生存圏研究所生存圏データベース  
<http://database.rish.kyoto-u.ac.jp>
- 6) 国土地理院: 基盤地図情報ダウンロードサービス  
<https://fgd.gsi.go.jp/download/menu.php>
- 7) 国土交通省: 国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ  
[https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b-v3\\_1.html](https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b-v3_1.html)