

仮想の土地利用下での気象要素の変化

1230072 貞岡 奈穂

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 : 230072q@ugs.kochi-tech.ac.jp

本研究では、高知県を対象とし、土地利用の変化が地域の気象要素に与える影響について明らかにすることを目的とした。領域気象モデル WRF によって、現在の土地利用を用いたときの気象要素と、都市計画を基にした仮想の土地利用を用いたときの気象要素をそれぞれシミュレーションし、土地利用の変化が地域の気象要素に与える影響を検討した。その結果、都市の集約化は風向の変化と風速の加速、都市減少部以外の最低気温の上昇に影響を及ぼすことが確認された。

Key Words : ヒートアイランド現象, WRF

1. はじめに

近年、世界規模で長期的な温度上昇が生じており、その要因は主に地球温暖化とヒートアイランド現象とされている。ヒートアイランド現象の要因として、土地利用の変化と人工排熱の影響がある。土地利用の変化は、水分蒸発による潜熱の多い植生域の縮小と、潜熱が少なく日射による熱の蓄積を行う人工被覆域の拡大があり、土地利用の変化は人工排熱よりもヒートアイランド現象に及ぼす影響が大きいと考えられる¹⁾。

ヒートアイランド現象と土地利用の変化に関する研究では、気象予測モデルの一つである WRF がよく使われている。仮想の土地利用を作成し気象の変化を検証した研究の例としては神足ら²⁾や落合³⁾の研究があり、都市化による気温上昇が確認されている。しかし、先行研究は森林や水域をすべて都市化するなどの極端な仮想の土地利用変化から気象要素への影響を比較したものであるが、将来のその地域の土地利用を考慮して変化させた

WRF による研究の例はほとんどない。また、高知県の問題として、農村部の過疎化・高齢化と人工の減少がある。高知県都市計画マスタープランには土地利用の方針として、『都市的土地利用と自然的土地利用の調和を図りつつ、人工規模に応じ環境にやさしいコンパクトな都市づくりをめざします⁴⁾。』とある。このようなことから、中央集権型都市になり都市の範囲が縮小された土地利用を高知県の将来の土地利用として想定する。これをシミュレーションに利用することで将来の土地利用の変化が気象要素に与える影響がより現実に近い値で見られるのではないかと考えた。

そこで、本研究では、高知県を対象とし、将来の土地利用の変化が地域の気象要素に与える影響について明らかにすることを目的とし、領域気象モデル WRF を用いて、現在の土地利用データ・都市計画を基にした仮想の土地利用データでのシミュレーションを行い、土地利用の変化とそれによる気象要素への影響を検討する。

2. 手法

2.1 対象地域及び使用データ

本研究では領域気象モデル WRF を用いた。土地利用データと大気の状態などの気象データを WRF に入力すると気象要素の再現データが出力される。仮想の土地利用、現在の土地利用といったそれぞれの土地利用下で気象シミュレーションされた気温や湿度などの気象要素をそれぞれ比較し、土地利用の変化による気象要素への影響を検証した。仮想の土地利用は 2021 年の土地利用を元に作成した。図-1 左図の黒の部分である用途地域のみを都市とし、その他の都市であった部分を田とした。その際、森林や水域などはそのままの土地利用とした。

計算領域は図-2 のようにドメイン 1 から 3 の範囲とした。このとき、高知広域計画区域である高知市、香美市、南国市、いの町が入る範囲をドメイン 3 の領域とした。ドメイン 1 は 5 km メッシュ、ドメイン 2 は 1 km メッシュ、ドメイン 3 は 0.2 km メッシュで計算した。

また、土地利用の違いによる変化を比較するため、図-3、表-1 のように土地利用の変化の様子が異なる 6 地点を選定した。それぞれ 1 km×1km の範囲(香美・南国は都市の範囲が狭いため 800m×800 m) で比較することとした。

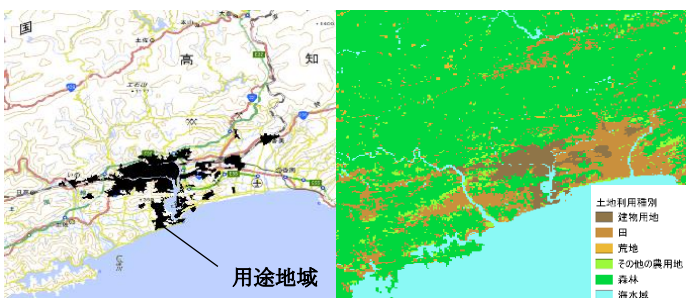


図-1 用途地域と作成した仮想の土地利用データ
(左の図は地理院タイル⁵⁾を用いて作成)

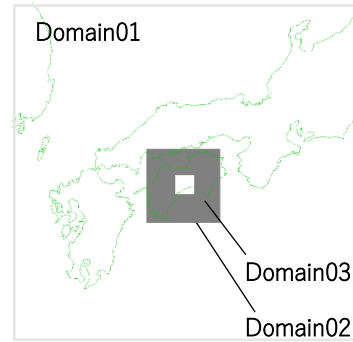


図-2 計算領域

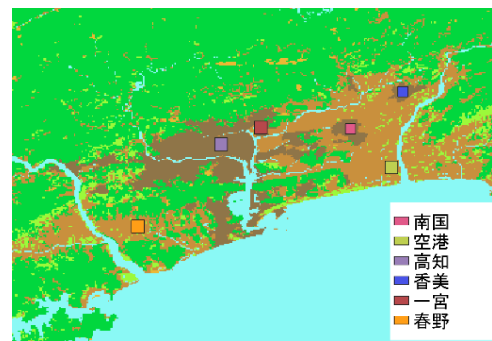


図-3 土地利用の比較のための6地点

表-1 6地点の土地利用

地点	土地利用の変化
高知	都市のまま
香美	都市のまま(地方)
南国	都市のまま(地方)
一宮	都市の端、土地利用混在
空港	都市の減少
春野	主に田や農地

2.2 使用する土地利用データ

使用する土地利用データは 1km メッシュ分解能の米国地質研究所(USGS)のデータと、0.1 km メッシュ分解能の国土数値情報・土地利用細分メッシュデータ(GSI)⁶⁾とした。このとき USGS の土地利用と GSI の土地利用は土地利用分類が異なっているため、GSI は、秋本らの研究⁷⁾を元に USGS の土地利用分類に対応させた。ドメイン 1 の土地利用データは USGS、ドメイン 2, 3 はそれぞれ GSI を使用した。

現在の土地利用はGSI2016(図-3)を、仮想の土地利用は GSI2021 を元に 2.1 記述の通り作成したものを
を用いた。

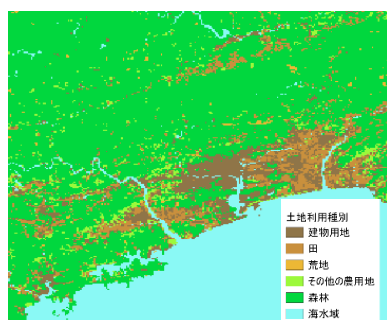


図-4 2016 年の土地利用データ(ドメイン 3)

表-2 ドメイン 3 土地利用種別の割合

土地利用	2016[%]	仮想[%]
建物用地	7.02	2.76
田	6.50	10.46
荒地	0.63	0.8
その他の農用地	3.29	2.61
森林	54.64	55.62
海水域	27.91	27.75

2.3 気象データと物理モデル

WRF に入力する気象データは、欧州中期気象予報センター (ECMWF) による第 5 世代の大気再解析 ERA5 の 1 時間ごとのデータを使用した。物理モデルは石川⁸⁾と同様のものを使用した。ただし標高データはデフォルトの Global Multi-resolution Terrain Elevation Data 2010 (GMTED2010)の 30 秒の空間解像度のものを使用した。

2.4 対象期間

環境省によると一般的に冬季にヒートアイランド現象が顕著であるとされている⁹⁾ことから、計算期間として冬季の晴れの多い期間である 2015 年 1 月 7 日 0 時 (JST) から 17 日 0 時 (JST) までの 10 日間を対象とした。

2.5 WRF の再現性

WRF の再現性を評価するため、高知市地方気象台の観測データを用いて、2015 年 1 月 31 日の観測データと WRF の再現データ (GSI2016)を比較した。気温の相関係数は 0.95, RMSE は 1.58[℃]となった。相対湿度の相関係数は 0.74, RMSE は 8.06[%]となった。これは先行研究と比較しても問題のない精度だといえる。

3. 結果と考察

3.1 2016 年と仮想の土地利用の気温の比較

2016 年の気温から仮想の土地利用下での気温を引いた変化量をマップ化した(図-5)。2016 年から土地利用が都市に変化した場所やその付近で、17:00 から 8:00 までの夜間に気温が上昇した。一方、土地利用が都市から田に変化した場所やその付近は夜間に気温が低下し、土地利用の変化と対応していた。それに対して日中は、土地利用の変化による気温変化は見られなかった。しかし、1 時間ごとの変化量の図を見ていくと風向の変化とともに気温上昇した場所が移り変わっていることが確認できた。

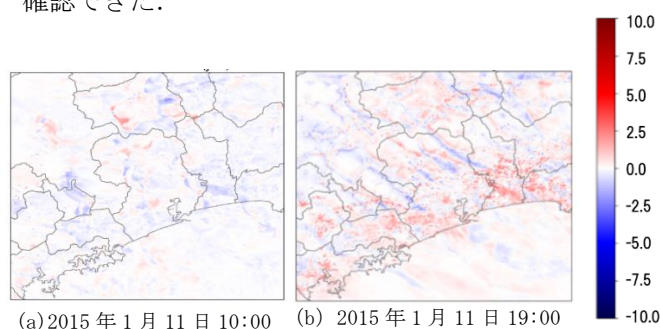


図-5 GSI2016 と仮想の土地利用下の
気温の変化量の例

3.2 気温・相対湿度・風速・風向の比較

土地利用が都市のまま変化のなかった高知・香美・南国、都市の端で土地利用の変化があった一宮、田の多い春野、郊外で都市の増えた高知龍馬

空港周辺の6地点に注目し、それぞれ1km×1kmの範囲内での最低気温、平均相対湿度、平均風速、中心の風向を算出した（香美・南国は都市の範囲が狭いため800m×800m）。6地点の気象要素の変化を表-3に示す。高知・一宮・空港周辺は都市が集約化すると最低気温は上昇する傾向がみられた。一方、香美・春野は、最低気温が低下したが、これは周辺の都市の大幅な減少が要因であると考えられる。また、平均相対湿度はほとんど変化が見られなかった。風速は、高知以外は速くなったが大きな変化ではなかった。都市を集約化すると多くの地域で北風の割合がわずかに減少する傾向があった（図-6）。

表-3 6地点の気象要素の変化

	高知	香美	南国	一宮	空港	春野
最低気温	仮想が高い	仮想が低い	ほとんど変化なし	仮想が高い	仮想が高い	仮想が低い
平均相対湿度	ほとんど変化なし	仮想が高い	ほとんど変化なし	ほとんど変化なし	仮想が高い	ほとんど変化なし
平均風速・風向	仮想が遅い 風向：北が減る	仮想が遅い 風向：北変わらず	仮想が遅い 風向：北が減る	仮想が遅い 風向：北が減る	仮想が遅い 風向：北が減る	仮想が遅い 風向：北が減る

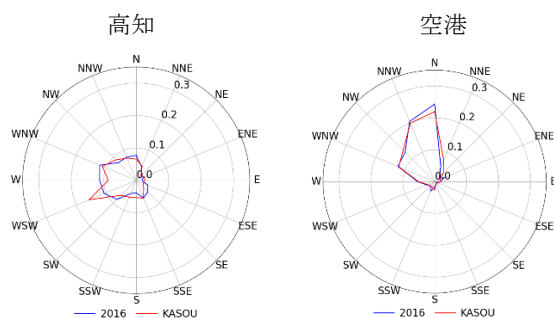


図-6 風向の変化

4. まとめ

本研究の結果より、都市の集約化により北風の割合が減少し、風速は微量であるが加速、最低気温は都市域が減少した地域以外は上昇することが確認できた。17時から8時の夜間に都市域が増加した地域で気温上昇したことから都市の集約化による最低気温の上昇が確認できた。このように

本研究から、都市化がヒートアイランド現象に影響を与えることが確認された。しかし、現在の土地利用と仮想の土地利用の気象要素への影響に、大きな違いが見られないエリアもあった。この理由の一つとして、ドメイン3のみを仮想の土地利用を用いて計算し、ドメイン2では同じ土地利用データを用いて計算したことが考えられる。今後は、ドメイン2、ドメイン3を仮想の土地利用を用いて計算し、土地利用の変化が地域の気象要素に与える影響を検討する必要がある。

参考文献

- 1) 気象庁 | ヒートアイランド現象の要因は何ですか？ : https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/himr_faq/02/qa.html
- 2) 神足洋輔・村上和男・伊藤一正：気象モデル WRF を用いた関東平野における土地利用が夏季の都市気象に与える影響。水工学論文集。2008 年 52 巻 p. 229-234
- 3) 落合岳士：都市化による土地利用変化が夏季の熱環境・風環境に与える影響に関する数値実験的研究。法政大学大学院紀要デザイン工学研究科編。3 巻。2014 年
- 4) 高知県都市計画マスタープラン : https://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/171701/files/2010110900112/2010110900112_www_pref_kochi_lg_jp_uploaded_life_42798_106804_misc.pdf
- 5) 国土地理院 地理院タイル : <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>
- 6) 国土数値情報ダウンロードサービス : <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>
- 7) 秋本裕子・日下博幸：入力データおよび地表面パラメータの変化に対する領域気象モデル WRF の感度実験—夏季晴天日の関東平野を対象として—。地理学評論。2010 年。p. 324-340
- 8) 石川恵大：領域気象モデル WRF を用いた住環境における自然エネルギー利用可能性の地理空間分析。高知工科大学学術論文レポジトリ。2022 年
- 9) ヒートアイランド現象とは - 環境省 : https://www.env.go.jp/air/life/heat_island/guideline/chpt1.pdf