

高知県における土地利用の変化が 気象要素へ与える影響

1240005 池田 陽

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 : 240005f@ugs.kochi-tech.ac.jp

本研究では領域気象モデルWRFを用いて、様々な土地利用を用いた際の気象要素のシミュレーションを行い、高知県の都市化が気象要素へ与える影響と都市の集約化が気象要素へ与える影響について検証することを目的とする。現代の土地利用、仮想の土地利用、潜在植生で覆われた土地利用のデータをそれぞれWRFに入力し、計算された気象要素を比較することで、高知県における都市化が気象要素へ与える影響について検討した。その結果、都市の集約化によるヒートアイランド現象の緩和と、現代までの都市化によるヒートアイランド現象の影響が確認できた。

Key Words : WRF, ヒートアイランド現象, 都市化, 潜在自然植生

1. はじめに

近年、世界規模で生じている長期的な気温の上昇の1つの要因として、ヒートアイランド現象があげられる。ヒートアイランド現象の影響として人工被覆域の拡大がある。人工被覆域は、植生域と比べて日射による熱の蓄積が多く、また暖まりにくく冷えにくい性質があることから、日中に蓄積した熱を夜間になっても保持し、大気へ放出することになるため、夜間の気温の低下を妨げることになり、ヒートアイランド現象に与える影響も大きい¹⁾。そのため土地利用の変化が、ヒートアイランド現象へ与える影響に関して調べる必要があると考えた。

土地利用の変化とヒートアイランド現象に関する既往研究として、神足らが関東平野において、東京湾を埋め立てて都市とする仮想の土地利用データを作成し、それを入力データとして領域気象モデルWRFで計算した気象要素と現代の土地利用データを入力データとしてWRFで計算した気象要素と比較した²⁾。また、北尾らが大阪地域において、都市が存在せず、地表面がすべて潜在植生で覆われた場合の土地利用データを作成し、それを入力データとして

WRFで計算した気象要素と現代の土地利用データを入力データとしてWRFで計算した気象要素との比較を行った。その結果、夜間において現代の土地利用下での気温が潜在自然植生下での気温よりも高温であることが確認できた³⁾。しかしこれらの既往研究で作成された土地利用データは、将来のその地域の土地利用を考慮して作成されたものではなかった。そのため昨年行われた本研究の貞岡による研究では、高知県を対象に、都市計画マスタープランを基に仮想の土地利用データを作成し、それを入力データとしてシミュレーションした気象要素と現代の土地利用データを入力データとしてシミュレーションした気象要素との違いを検証した⁴⁾。結果は、仮想の土地利用下と現代の土地利用下で気象要素の違いがほとんど見られなかった。

現代の土地利用下と仮想の土地利用下で気象要素に差が生じなかった理由として、高知県は都市部が小さく、ヒートアイランド現象の影響を受けにくい。また、貞岡の研究では高知の対象地域のみに仮想の土地利用を用いていたためという2つの理由を考えた。そのため、本研究では地表面がすべて潜

在植生で覆われた土地利用データを作成し、それを入力データとして WRF で計算した気象要素と現代の土地利用データを入力データとして計算した気象要素との比較を行い、高知県の都市化が気象要素与える影響を検証する。また、四国全域において各県の都市計画マスタープランを基にした仮想の土地利用データを作成し、それを入力データとして WRF で計算した気象要素と現代の土地利用データを入力データとして計算した気象要素との比較を行い、都市の集約化が気象要素へ与える影響を検証する。

高知県における都市化と都市の集約化が気象要素へ与える影響について明らかにすることで、将来の都市の再開発による土地利用の変化が、ヒートアイランド現象に与える影響について予測することができるのではないかと考えた。

2. 手法

(1) 対象地域及び土地利用データ

本研究では領域気象モデル WRF を用いて、様々な土地利用を用いた際の気象要素をシミュレーションした。土地利用データとして、仮想の土地利用、現代の土地利用、都市が存在せず植生で覆われた土地利用のデータをそれぞれ入力し、各土地利用下で計算した気象要素を比較した。対象地域は高知広域都市計画区域である、高知市、南国市、香美市、いの町が含まれる範囲とした。本研究では計算領域サイズや格子間隔の異なる複数の計算領域を同時並行的に計算し、大領域の計算結果を小領域の計算に反映させる one-way ネスティング手法⁵⁾を採用した。計算領域は図-1 のように3段階とし、計算領域1は格子間隔5 km、計算領域2は格子間隔1 km、計算領域3は格子間隔0.2 km で計算を行った。計算領域3の計算結果を用いて対象地域の気象要素を分析した。

現代の土地利用として計算領域1では格子間隔1kmの米国地質調査所の土地利用データを用い、計算領域2,3では、格子間隔0.1kmの国土数値情報の土地利用細分メッシュ⁶⁾を用いた。仮想の土地利用は現代の土地利用を基に作成した。都市計画マスタープランで市街化区域と指定されているエリアのみ建物用地に設定し、現代の土地利用データでは建物

用地であるが市街化区域に指定されていないエリアはすべて田に変更して作成した。植生に覆われた土地利用データは、北尾らの研究³⁾を参考にし、潜在自然植生図⁷⁾を元に作成した。貞岡による先行研究では計算領域3にのみ仮想の土地利用データを用いていたが、本研究では、計算領域1に米国地質調査所の土地利用データを用い、計算領域2,3に潜在植生、仮想の土地利用データを用いた。

また、土地利用の変化による気象要素への影響を比較するために図-3 表-1 のように土地の利用の異なる6つの地点を定め、それぞれの地点での気温や風向きの違いを、土地利用データ毎に比較した。



図-1 計算領域

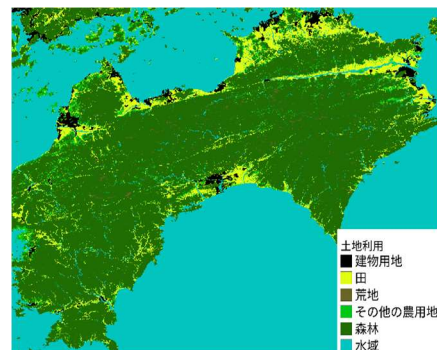


図-2 仮想の土地利用データ
(土地利用細分メッシュ⁶⁾を基に作成)

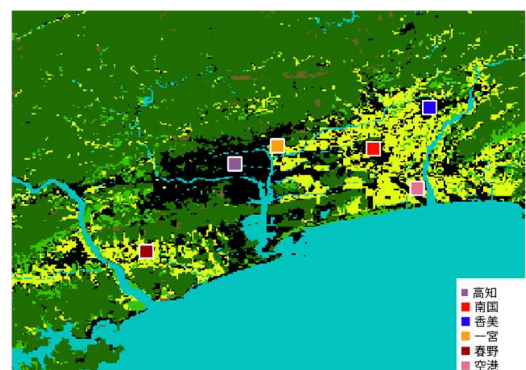


図-3 土地利用比較のため定めた6地点

表-1 比較地点の現代の土地利用と変更後の土地利用

地点	現代の土地利用	仮想の土地利用
高知	建物用地	建物用地
南国	建物用地	建物用地(地方)
香美	建物用地	建物用地(地方)
一宮	建物用地の端	田(建物用地付近)
春野	田	田
空港	建物用地	田

(2) 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 世代の大気再解析である ERA-5 を用いた。使用した物理過程は先行研究である貞岡⁴⁾と同様のものとした。

(3) 対象期間

ヒートアイランド現象は冬期の方が顕著である⁸⁾ため、本研究は冬期を対象に行う。国土数値情報の土地利用データが 2014 年のものであることや、晴天日を多く含むこと期間であるということを考慮し、対象期間は 2015 年 1 月 6 日から同月 19 日までの 14 日間とした。

3. 結果と考察

(1) 現代の土地利用と潜在植生の土地利用の比較

現代の土地利用を用いた場合の気温から、潜在植生の土地利用を用いた場合の気温を引いた値の分布図を図-6 に示す。17 時から 19 時において、全体的に潜在植生の土地利用を用いた場合の日最低気温が低いことが確認できた。

気温の違いは都市部ほど顕著に現れており、図-7 のように高知地方気象台においては、17 時から 19 時の夕方から夜間にかけて最大で約 2℃ほどの潜在植生の土地利用を用いた場合の気温の方が低いことが認できた。

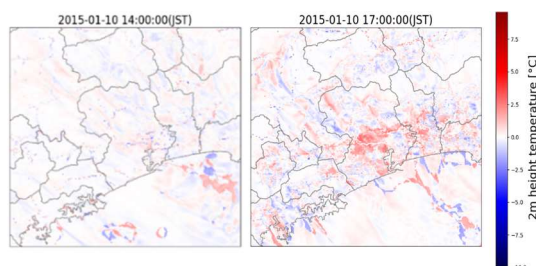


図-4 現代の土地利用と潜在植生の土地利用の気温の変化量

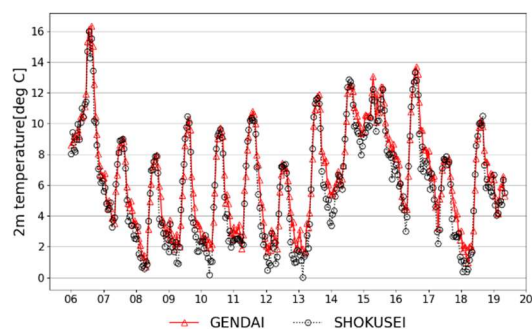


図-5 高知地方気象台における潜在植生の土地利用と現代の土地利用の比較

このことから、高知県の都市化によるヒートアイランド現象により、気温が上昇した可能性が示唆された。

(2) 現代の土地利用と仮想の土地利用の比較

現代の土地利用を用いた場合の気温から、仮想の土地利用を用いた場合の気温を引いた値の分布図を図-6 に示す。気温の差はほとんどみられなかったが、2時から5時頃にかけて 0.5~1℃ほど、集約化した都市の周辺で仮想の土地利用下での気温が低いことが確認できた。これは仮想の土地利用作成時に都市を集約化することで、現代の土地利用では建物用地であった場所が、仮想の土地利用下では田に分類されたためであると考えられる。

また仮想の土地利用、現代の土地利用両方において建物用地となっている高知地方気象台において、最低気温を比較した。図-7 のように仮想の土地利用を用いた場合の日最低気温が現代の土地利用を用いた場合の日最低気温よりも低下したことから、都市を集約化することで都市部の日最低気温の上昇を緩和する可能性が示唆された。

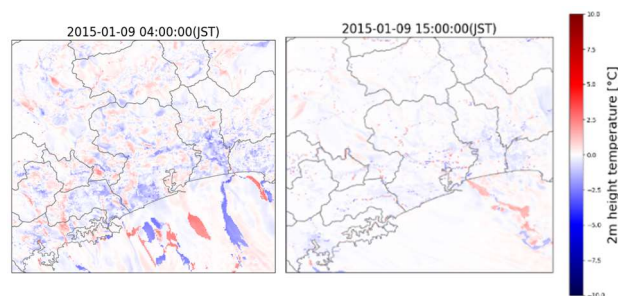


図-6 仮想の土地利用と現代の土地利用の気温の変化量

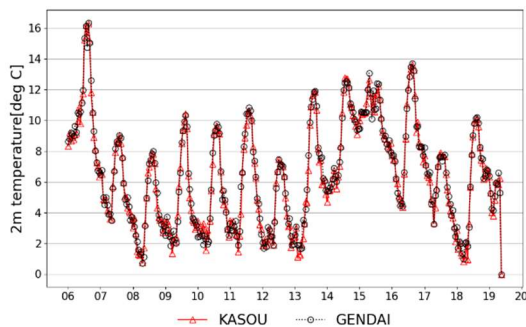


図-7 高知地方気象台における仮想の土地利用と現代の土地利用の気温の変化量

ただし、都市が集約化することによる高層建築物の増加の影響や、都市域の人口密度増加による人工排熱増加の影響は考慮できていないため注意が必要である。

(3) 土地利用毎の気象要素の違い

図-3 で設定した 6 地点で比較した気象要素を表-2 にまとめる。土地利用が建物用地となっている高知、南国、香美の 3 地点においては潜在植生の土地利用を用いた場合の最低気温が最も低くなることが確認できた。その他の地点においては大きな違いはみられなかったが、仮想の土地利用を用いた場合の最低気温が少し低くなっていた。風向きにおいては都市を集約化すると都市部で北風が増加することが確認できた。

表-2 土地利用の変化による気象要素の違い

地点	最低気温	風速・風向き
高知	潜在植生が低い	仮想の北風が増加
南国	潜在植生・仮想が低い	仮想の北風が増加
香美	潜在植生が低い	仮想の北風が減少
一宮	大きな違いはないが仮想が少し低い	仮想の北風が減少
春野	大きな違いはないが仮想が少し低い	大きな違いなし
空港	大きな違いは無いが仮想が少し低い	仮想・潜在植生の北西の風が減少

(4) 先行研究との比較

昨年の貞岡による先行研究⁴⁾において計算領域 3 にのみ仮想の土地利用データを用いて計算された気温では、現代の土地利用と比較して、日最低気温が低い日と高い日の両方が出現した。一方で、本研究で作成した計算領域 2, 3 に仮想の土地利用データを用いて計算した気温は、対象期間のほとんどで現代の土地利用よりも日最低気温が低くなっていた。こ

のことから計算領域 2, 3 両方に仮想の土地利用を用いた方が、都市の集約化の影響がより顕著に再現できると考える。ただし、計算領域 3 にのみ仮想の土地利用を用いた場合と、計算領域 2, 3 に用いた場合のどちらの方が正しい変化をしたのかは、本研究では明らかにはできていないため注意が必要である。

4. まとめ

潜在植生の土地利用下では 17 時から 19 時の夕方から夜間において、現代の土地利用よりも気温が低下していることから、現代までの高知県の都市化によるヒートアイランド現象で、 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ ほどの気温の上昇が確認できた。また、仮想の土地利用下と現代の土地利用下の比較では両土地利用で土地利用が建物用地であったエリアにおいて、最低気温が仮想の土地利用でより低下した。このことから、都市を集約化することでヒートアイランド現象による日最低気温の上昇を緩和できる可能性が示唆された。しかし、本研究では面的な土地利用の変化から気象要素の影響を検討しており、都市の集約化における高層建築物の増加の影響や、都市域の人口密度増加による人工排熱増加の影響は考慮できていない。土地利用の変化が気象要素に与える影響について予測するためには、高層建築物や人口密度の増加による影響を踏まえて検討する必要があると考える。

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期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) 北尾菜々子・森山正和・田中貴宏・竹林英樹：メソ気象モデル WRF を用いた大阪地域のヒートアイランド現象に関する研究. 日本建築学会環境系論文集. 2010 年 75 巻 651 号 p. 465-471
- 4) 貞岡奈穂：仮想の土地利用下での気象要素の変化. 2023 年度高知工科大学システム工学群卒業研究概要書.
- 5) 二瓶泰雄・町田佳隆・佐藤慶太・西村司・灘岡和夫：新しい two-way ネスティング手法の開発. 海岸工学論文集. 2002 年 49 巻 p. 421-425
- 6) 国土交通省：土地利用細分メッシュデータ, <https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-L03-b.html>
- 7) 環境省：植生・植生図について, <http://gis.biodic.go.jp/webgis/sc-009.html>
- 8) 気象庁：夏と冬のヒートアイランド現象の比較 関東地方, https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/himr/himr_5-1-1.html