

# 高層ビル群による海風の阻害がヒートアイランド現象に及ぼす影響の評価

## 指山昇太・山本佳世子

## Assessment of the Impact of a Group of High-Rise Buildings to Block the Sea Breeze on the Urban Heat Island

Syota SASHIYAMA and Kayoko YAMAMOTO

**Abstract:** In recent years, it is evident that sea breeze flows into the inland to ease the Urban Heat Island (UHI). However, it is found that sea breeze is blocked by a group of high-rise buildings along the coast. Therefore, focusing on a group of high-rise buildings along the coast as a factor to raise the UHI intensity, this study aims to assess the impact of the blocking the sea breeze on UHI. Specifically, it carries out the simulation using a mesoscale numerical weather prediction model WRF (Weather Research and Forecasting model), assuming plural kinds of urban structures. Then, using the spatial analysis function of GIS, it conducts scenario analysis to compare these results.

**Keywords:** ヒートアイランド現象 (Urban Heat Island), 海風 (sea breeze), 数値シミュレーション (numerical simulation), WRF

### 1. 序論

#### 1.1 研究の背景と目的

現代における都市環境問題のひとつに、都市部に島状の高温域が形成されるヒートアイランド現象があり、都市居住者の健康への影響や大気汚染、気候への影響などの一因になっている。中川 (2011)<sup>1)</sup>によると、ヒートアイランドの主な要因は、人工排熱の増加、土地表面の市街化による蒸発散の減少や熱収支の変化であり、他にも様々なものがあげられる。このような都市部の高温化現象に対して、冷涼な海風が内陸部へと流入することによる高温化現象の緩和効果が近年注目されるようになった。しかしながら、同時に、東京の汐留周辺などのように、沿岸部に林立するビル群が壁のような役割を果たすために、内陸部への海風の流入が阻害されていることも指摘されている。

これらの背景から、本研究では、内陸部に海風が流入することで高温化現象が緩和されるはずが、沿岸部のビル群によって海風の流入が阻害さ

れている問題に着目する。そして、高層ビル群による海風の阻害がヒートアイランド現象に与える影響を評価することを本研究の目的とする。

#### 1.2 関連分野の先行研究と本研究の位置づけ

海風による高温化現象の緩和効果に着目した研究では、谷口ら (2008)<sup>2)</sup>や十二村ら (2008)<sup>3)</sup>が研究対象領域での気温や風の観測結果から、都市域における高温化現象の緩和や緩和効果の空間分布を明らかにしている。さらに、大和ら (2011)<sup>4)</sup>は首都圏の広範囲における気温と風の観測データを基に、夏期日中において海風が首都圏のヒートアイランド現象に及ぼす影響を考察している。ビル群による海風の阻害については、Wong ら (2011)<sup>5)</sup>が上海を研究対象として、ビル群から特に風を阻害するような建物を選別し、この建物がある場合と無い場合を比較するシナリオ分析によって検討している。

これらの先行研究より、海風の高温化現象緩和効果が確認され、このことがヒートアイランド現象に影響を及ぼすことは明確になっている。同時に、本来であれば海風の流入により高温化が緩和される領域で、海風が高層ビル群により阻害されることで高温化し、ヒートアイランドが形成されていることも指摘されている。本研究では、海風

指山 昇太 〒182-8585 東京都調布市調布ヶ丘 1-5-1

電気通信大学

Phone: 042-443-5664

E-mail: sashiyama@si.is.uec.ac.jp

の流入がビル群に阻害されることに着目し、高層ビル群による海風の阻害がヒートアイランド現象に与える影響を評価することで独自性を示す。また、沿岸地域に立地する多くの都市に適用可能な汎用性が高い評価方法を提案することで有用性を示す。

## 2. 評価方法

### 2.1. 評価の枠組みと方法

本研究では、次節で詳述するメソ気象モデル WRF(Weather Research and Forecasting model)を用い、土地利用分類について、(1)都市部を単一のカテゴリとするシナリオ1、(2)都市部を高層建物と低層建物などに細分するシナリオ2の2種類のシナリオに基づいたシミュレーションを行う。そして、高層建物と低層建物を分類しないことで高層建物の影響を反映しないシミュレーション結果と、分類することで高層建物の影響を反映するシミュレーション結果の比較分析を行い、気候への高層建物による影響を明らかにする。特に風や温度といった自然条件に着目した分析を行うことで、ビル群による海風の阻害の状況や、海風の阻害によってどの程度の領域に高温域が広がるのか、どの程度の高温化が起こるのかなどを評価する。評価の対象領域として、沿岸部に高層ビル群が密集し、環境省のヒートアイランド対策ガイドライン<sup>8)</sup>でこれらが風環境に影響を及ぼしていることが指摘されている東京都港区汐留を中心とした地域を選定した。

### 2.2 メソ気象モデル WRF

WRF は米国大気研究センター(NCAR)や米国環境予測センター(NCEP)などが共同で開発を進めているメソ気象モデルである。WRF ではシミュレーション領域の範囲や解像度を研究目的に合せて設定可能であり、さらに都市キャノピーモデルによって建物の影響をより詳細に解析可能である。これらの利点から、本研究において利用するシミュレーションモデルとして選定した。

日下(2011)<sup>6)</sup>や秋本ら(2010)<sup>7)</sup>によると、WRF でシミュレーションを行うために必要なデータは、土地利用や地形に関する土地被覆データ、アルベドや粗度などの地表面パラメータ、大気データや海面温度などの気象データである。これらの入力データを基に、設定した計算領域における風、気圧、地上気温などの気象データの数値計算を行い、

結果を出力する。

### 2.3 シミュレーションの詳細

シミュレーション領域の設定や計算期間、利用データについて表1にまとめた。計算期間は2010年7月29日6時から30日0時としており、これは記録的な猛暑の時期であるとともに、評価対象領域の中でも沿岸部に位置する江戸川臨界のアメダス観測点で、海からの強い風が観測されていたことから決定した。

シナリオ1およびシナリオ2の土地利用データは、国土交通省国土政策局が公開している平成21年度土地利用細分メッシュと平成21年度都市地域土地利用細分メッシュを基にそれぞれ作成した。これらのデータの土地利用分類とWRFの土地利用分類は異なっているため、秋本ら(2010)を参考に表2のように双方のデータを対応づけた。シナリオ1、2の土地利用データを図2、図3に示した。気象データは米国環境予測センター(NCEP)の客観解析データ、地形データは米国地質調査所(USGS)が公開しているデータを利用する。これらの気象データと地形データは、WRFでデフォルトとして利用されるデータである。

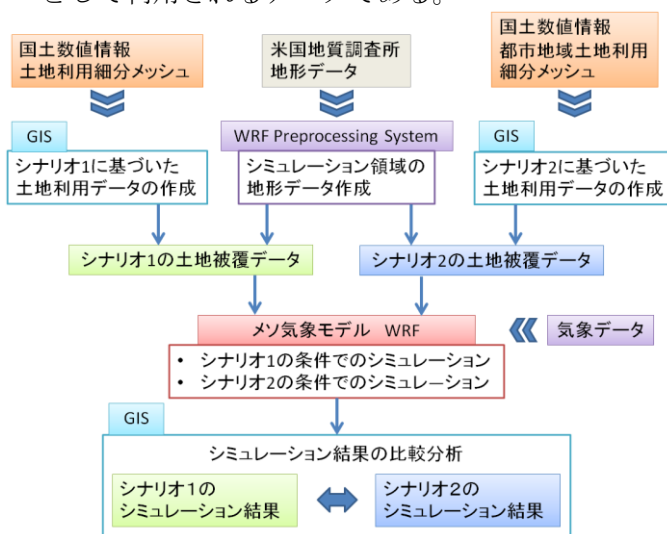


図1 評価のフローチャート

表1 シミュレーション条件

	シナリオ1	シナリオ2
計算期間	2010年7月29日6時～30日0時	
鉛直格子	28層(地表～50hPa)	
水平格子	格子間隔100m, 格子数300×300	
気象データ	NCEP客観解析データ(6時間間隔, 1°格子)	
土地被覆データ	地形データ	USGS 2m resolution data
	土地利用データ	国土数値情報 平成21年度土地利用 細分メッシュ (100mメッシュ)
		国土数値情報 平成21年度都市地域 土地利用細分メッシュ (100mメッシュ)

表 2 土地利用分類の対応表

WRF	土地利用細分メッシュ	都市地域土地利用細分メッシュ
Urban and Built-up Land	建物用地	
	道路	道路
	鉄道	鉄道
	その他の用地	
Dryland Cropland and Pasture		
Irrigated Cropland and Pasture	田	田
Mixed Dryland/Irrigated Cropland and Pasture		
Cropland/Grassland Mosaic	荒地	荒地
Cropland/Woodland Mosaic		
Grassland	その他の農用地	その他の農用地
	ゴルフ場	ゴルフ場
		空地
		公園・緑地
Shrubland		
Mixed Shrubland/Grassland		
Savanna		
Deciduous Broadleaf Forest		
Deciduous Needleleaf Forest		
Evergreen Broadleaf Forest		
Evergreen Needleleaf Forest		
Mixed Forest	森林	森林
Water Bodies	河川地及び湖沼	河川地及び湖沼
	海浜	海浜
	海水域	海水域
Herbaceous Wetland		
Wooded Wetland		
Barren or Sparsely Vegetated		
Herbaceous Tundra		
Wooded Tundra		
Mixed Tundra		
Bare Ground Tundra		
Snow or Ice		
Low Intensity Residential		低層建物
High Intensity Residential		低層建物(密集)
Industrial or Commercial		高層建物
		工場
		公共施設等用地

### 3. シナリオ 1 でのシミュレーション結果

都市部を単一のカテゴリとするシナリオ 1 に基づいた土地利用データを WRF に入力し、シミュレーションを行った。図 4 は 2010 年 7 月 29 日 6 時におけるシミュレーション結果、図 5 は同日 18 時におけるシミュレーション結果を図示したものである。図 4 では、温度は内陸部が沿岸部よりも高く、風速は内陸部よりも沿岸部のほうが高い結果となっている。しかし、図 5 では、風速は図 4 と同様に沿岸部のほうが速いにもかかわらず、温度は図 4 と異なり沿岸部のほうが内陸部よりも高いという結果であった。このようになった原因について調査したところ、本研究の計算期間の 2010 年 7 月 29 日の日中において降雨が観測されていた。このことから、雨雲による日射の遮断や降雨による地表面の冷却によって内陸部の高温化が抑えられた結果、比熱が大きく前日からの熱を持っていた海による沿岸部の温度上昇が、内陸部の温度上昇を上回ったことが考えられる。本研究ではシミュレーションの計算期間の決定にあたって、海風のみに着目しており、天候はあまり考慮していなかった。しかし、晴天か否かという気象条件はシミュレーション結果に大きく影響

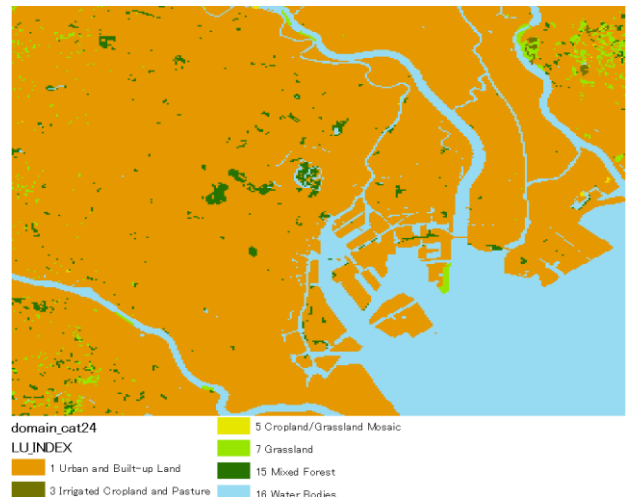


図 2 都市部が単一のカテゴリの土地利用データ

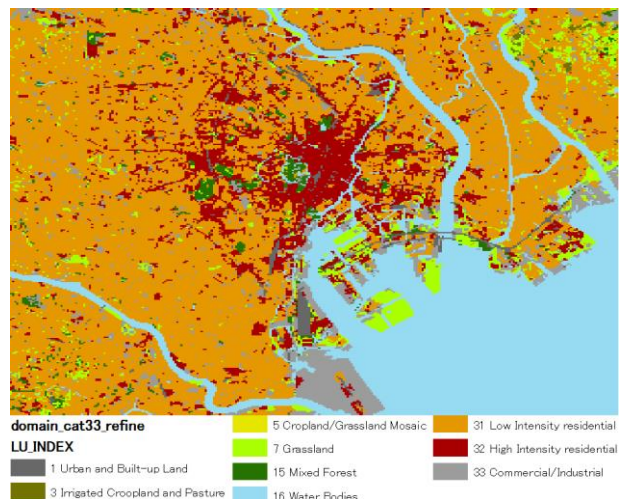


図 3 都市部を高層建物、低層建物、工業用地などに細分した土地利用データ

するため、これらを考慮したシミュレーション条件を再考する必要があると考えられる。

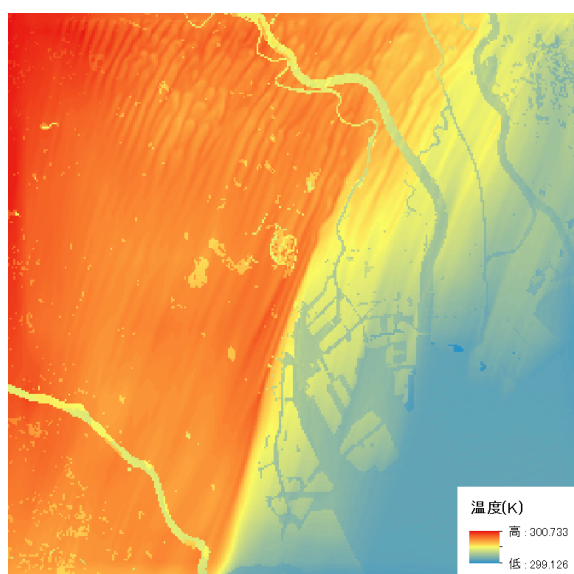
### 4. まとめと今後の研究課題

本研究の最終的な目的は、高層ビル群による海風の障害が及ぼす高温化に着目し、メソ気象モデル WRF を用いて異なる土地利用条件でのシミュレーションを行い、その結果を比較分析することで、高層ビル群による海風の障害がヒートアイランド現象に及ぼす影響の評価を行うことである。現段階として、都市を単一のカテゴリとした土地利用条件でのシミュレーションを行った。次段階として、都市を高層建物と低層建物、工業用地などに細分した土地利用条件でのシミュレーションを行い、二つのシミュレーション結果の比較分析を行う。また、さらなる今後の研究課題として、晴天日かつ海風日を選定してシミュレーション

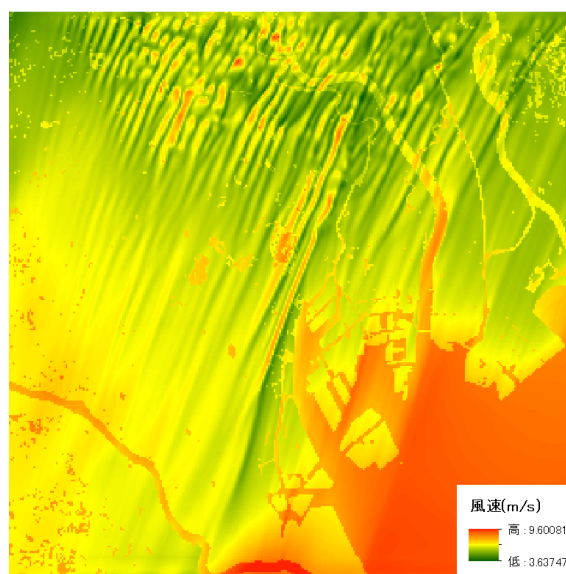
を行うことと、沿岸部の汐留などの東京ウォールによる影響の評価を行うことがあげられる。

## 参考文献

- 1) 中川清隆(2011)：「わが国における都市ヒートアイランド形成要因，とくに都市ヒートアイランド強度形成要因に関する研究動向」，地学雑誌，120(2)，255-284
- 2) 谷口明，清田誠良，清田忠志(2008)：「沿岸都市における海風が有する都市域の高温化現象の緩和効果に関する研究」，日本建築学会環境系論文集，73(625)，379-384
- 3) 十二村佳樹，渡辺浩文(2008)：「海風の夏季都市気温緩和効果に関する研究-気温の長期多点同時測定と観測風データに基づく分析-」，日本建築学会環境系論文集，73(623)，93-99
- 4) 大和広明，三上岳彦，高橋日出男(2011)：「夏季日中における首都圏のヒートアイランド現象に海風が与える影響」，地学雑誌，120(2)，325-340
- 5) Man Sing Wong, Janet Nichol, Edward Ng(2011)：「A study of the “wall effect” caused by proliferation of high-rise buildings using GIS techniques」，Landscape and Urban Planning, 102, 245-253
- 6) 日下博幸(2011)：「領域気象モデル WRF の都市気候研究への応用と課題」，地学雑誌，120(2)，285-295
- 7) 秋本祐子，日下博幸(2010)：「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，83(3)，324-340
- 9) 環境省ヒートアイランド対策ガイドライン，[http://www.env.go.jp/air/life/heat\\_island/guideline/chpt1.pdf](http://www.env.go.jp/air/life/heat_island/guideline/chpt1.pdf)(2013/8/22 閲覧)

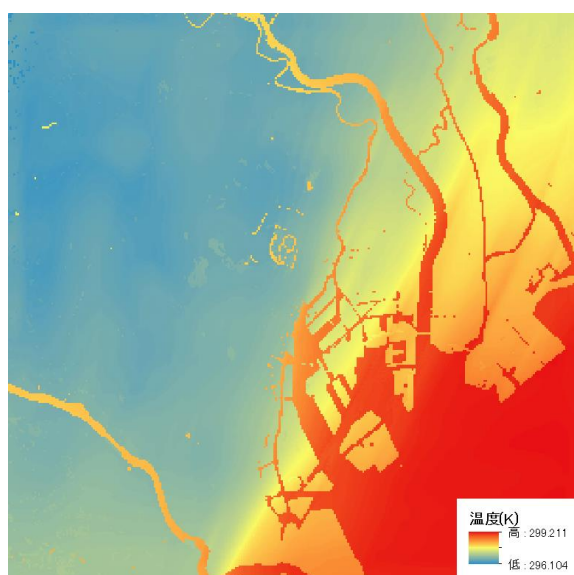


(a) 温度

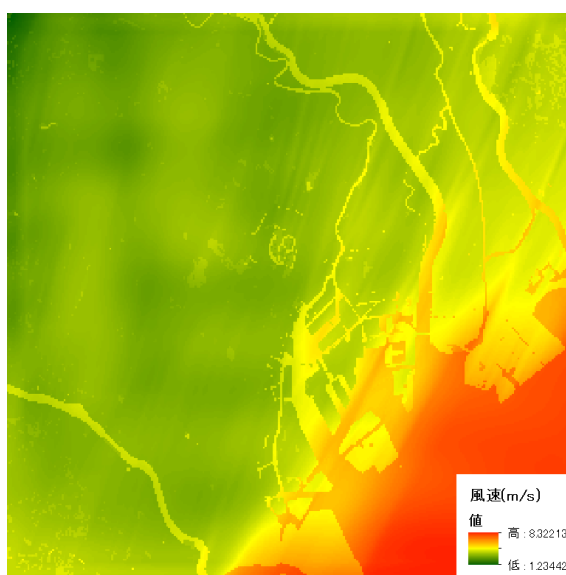


(b) 風速

図4 シナリオ1条件下の7月29日6時におけるシミュレーション結果



(a) 温度



(b) 風速

図5 シナリオ1条件下の7月29日18時におけるシミュレーション結果