

# 街区特性の異なる街区における熱環境緩和型開発の効果の違いに関する研究 - 広島デルタ市街地を対象として -

## 1. 概要

近年、我が国では都市高温化が進んでおり、熱中症患者の増加等、様々な悪影響が発生しているため、今後はこれらの影響緩和に向けたまちづくりが必要不可欠となっている。暑熱環境緩和策として、特に沿岸都市では海風活用が有効であることが知られており、「風の道」等海風を活用する取り組みが行われている。一方、海風は徐々に風自体が温められたり、場所によって吹き方が異なるなど、冷却効果は都市の中で一律ではないため、その特性や動きを理解することは、都市の暑熱環境対策を検討する上で重要と考えられる。海風を都市レベルで把握する研究は数多く行われているが、実際に人々が暮らしているのはより小さな空間単位であり、より詳細な街区・街路レベルでの海風の熱環境への影響を把握することが重要と考えられる。また、海風の特性は場所によって様々あり、それぞれに対して最適な熱環境緩和型街区開発のあり方を明らかにすることは、海風の効果を最大限利用することに繋がる。

そこで本研究では①広島デルタ地域の海風特性の把握をすること、②海風特性の違いによる、街区開発の効果の違いを把握することを目的とした。具体的には、図1に示す広島デルタ市街地を対象に、実測調査と数値計算を行った。

## 2. 夏季実測調査

### 2-1. 実測調査概要

対象地における海風特性の把握のために、夏季実測調査を行った。本調査は対象地における海風の卓越特性を明らかにすることを目的として実施した。なお、調査データは数値計算の精度検証にも用いた。調査は建物等の影響が少ない太田川放水水路河川敷で行った。実測地点を図1に示す。実測地点は南より、A地点～F地点の6カ所とし、それぞれ約1.5km間隔、最北のF地点は河口より約7.5kmである。

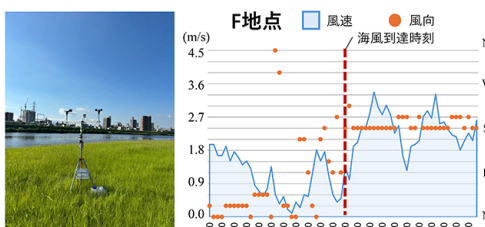


図2: F地点実測調査結果 (風速、風向、海風到達時刻)

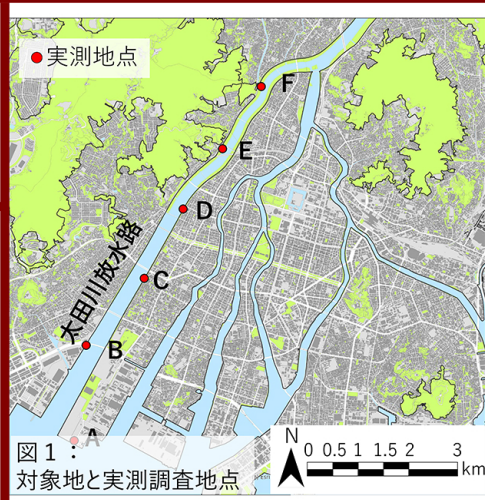


図1: 対象地と実測調査地点

### 2-2. 結果

本研究では、海風を「南～西西南より吹く風」と定義し、この風が30分以上連続して吹き始めた時刻を「海風到達時刻」とした。図2は実測調査の最北地点である、地点Fにおける風向と風速、海風到達時刻を示している。地点Fに11:30に海風が到達していることより、正午頃には広島市デルタ市街地全域で海風が卓越していることが確認された。

## 3. 数値シミュレーションによる海風特性把握

### 3-1. 数値シミュレーション概要

数値シミュレーションにはスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」で稼働する Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment (以降、MSSG) を用いた。MSSGは、地球規模から近隣規模までの現象をシミュレーションできる大気海洋結合モデルである。本章では、気象庁MSMデータを入力データとして、水平解像度100mのMSSGメソッドスケール気象モデルを使用した。さらに、GISを用いて100mメッシュの土地利用データと標高データを作成し、MSSGへの入力データとした。シミュレーション結果の中から、2025年7月25日6:00から17:00までの30分平均値を抽出し、解析に用いた。

### 3-2. メソッドスケール数値シミュレーション結果

数値シミュレーション結果より、以下の2つの条件を満たすメッシュを海風到達範囲メッシュとして抽出した。(1) 風向が南から南西であること、(2) 条件(1)を満たすメッシュが海と連続していること。具体的には、シミュレーションにより得られたx,y方向の風速データ (NetCDF形式) をラスタ形式に変換し、GISのラスタ関数を用いた演算により風向・風速の分布を分析した。抽出した時刻ごとの海風卓越メッシュを用いて、海風前線マップを作成した (図3)。

図4は、数値シミュレーション結果から得られた海風到達時刻と、実測調査で得られた到達時刻との比較を示している。数値シミュレーション結果と現地調査結果は概ね一致している。

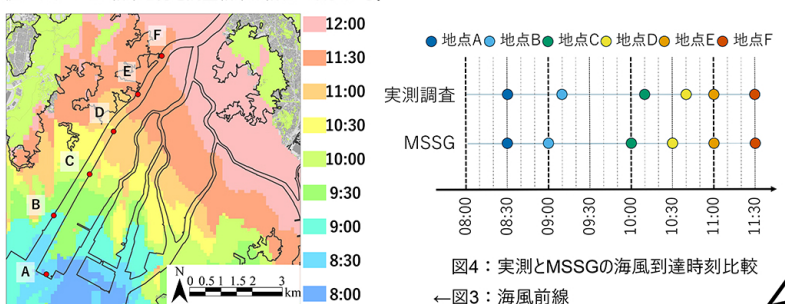


図4: 実測とMSSGの海風到達時刻比較

図3: 海風前線

## 4. 海風特性によるゾーニング

数値シミュレーション結果より、各メッシュの顕熱移流量を算出し、対象地のゾーニングを行った。顕熱移流量は対象メッシュに吹く風の、気温低減効果を評価する指標である。なお、顕熱移流量の算出には、右の式を用いた。具体的には、GIS上で、まず数値シミュレーションの100mメッシュ単位で混合層内の昇温量 (顕熱蓄熱量)  $Q_c$ 、地表面からの顕熱供給量  $Q_H$  (人工排熱含む) を算出し、次にこれらの値を用いて顕熱移流量  $Q_{adv}$  を算出した。なお、混合層の上端高度については、メソッドスケールシミュレーションで設定した高度より1540mとした。顕熱移流量のゾーニングマップを図5に示す。

$$Q_c = \int_{z_g}^{z_{top}} C_p \rho (\theta_{t_1} - \theta_{t_0}) dz$$

$$Q_H = \int_{t_0}^{t_1} H dt$$

$$Q_{adv} = Q_c - Q_H$$

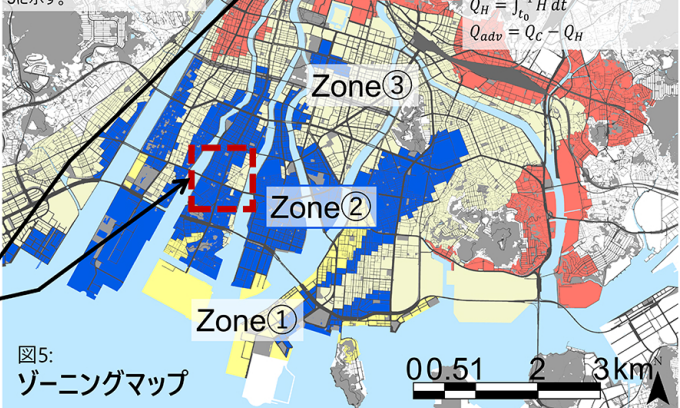


図5: ゾーニングマップ

顕熱移流量算出式の各変数)  
 $H$ : 地表面からの顕熱フラックス (MJ/m)     $\rho$ : 空気密度 (kg/m<sup>3</sup>)  
 $C_p$ : 空気の定圧比熱 (J/kg·K)     $\theta$ : 温度 (K)  
 $z_g$ : 標高 (m)     $t_0$ : 10:00     $t_1$ : 14:00  
 $z_{top}$ : 大気混合層の上端高度 (m)

図6: 街区開発シナリオ導入対象地

## 5. 海風特性が街区開発効果に及ぼす影響

### 5-1. 街区開発シナリオ作成

前章で作成したゾーニングマップにおける、Zone②とZone④から、図6に示す2地点を街区開発対象地 (シナリオ検討対象地) として選定した。両地点は、周辺建物密度や建物高さなどの周辺環境が概ね同様である。また、直近5年間に広島市で建設された中規模以上の建物の過半数が共同住宅であることから、共同住宅を想定した街区開発シナリオ (シナリオ1～6) をデザインした。各シナリオの概要を以下に示す。

シナリオ1: 平均的な中層マンション3棟(42m)

シナリオ4: 高さ18mの低層型開発

なお、いずれも同程度の床面積を有する共同住宅であるが、低層建物のみ床面積がやや小さい。



シナリオ 1, 4

シナリオ2: 高さ約90mのタワー型マンション

シナリオ5: 低層型開発の敷地に風通し空間をデザイン

シナリオ3: 高さ60mのマンション2棟の敷地に風の道をデザイン

シナリオ6: シナリオ1に加えて20%を緑化



シナリオ 2



シナリオ 3



シナリオ 4



シナリオ 5



シナリオ 6

### 5-2. 各街区開発シナリオに対するシミュレーション

前節で作成したシナリオをMSSGの建物映像計算による数値シミュレーションを行った。空間解像度はxyzともに2mとした。標高データには基盤地図情報の数値標高モデル5mメッシュ (国土地理院)、土地利用データには広島市都市計画基礎調査のGISデータ、最高高さデータは国土交通省Project PLATEAU (LOD1) データをそれぞれ使い、GIS上で2mメッシュの入力データを作成した。

### 5-3. 街区開発シナリオ評価

図7、図8に対象地Zone②、Zone④の気温数値計算結果をそれぞれ示す。まずZone②では、シナリオ1、2、3、6の気温分布に大きな差は見られず、いずれも気温低減効果は同程度であった。一方、低層建物であるシナリオ4、5では、街区気温がやや高い。これより、Zone②は中層以上の建物建設により海風の冷却効果が十分に活用可能と考えられる。一方Zone④は、シナリオ2、3では大幅な気温低下がみられるが、シナリオ1は2と比較して約0.55℃高い。また、シナリオ5はシナリオ2と比較して平均気温が約1℃高く、局所的には2℃以上の差もみられる。さらに、シナリオ6の街路樹導入よりも、シナリオ2、3の方が平均気温、最低気温とも低い。以上より、Zone④は地上付近の風が都市空間を通過する過程で昇温していると考えられる。そのため、建物を高層化することが、上空の冷涼な風を地表付近に導入することにつながり、樹木導入よりも気温低減効果が大きいといえる。



シナリオ評価概念図

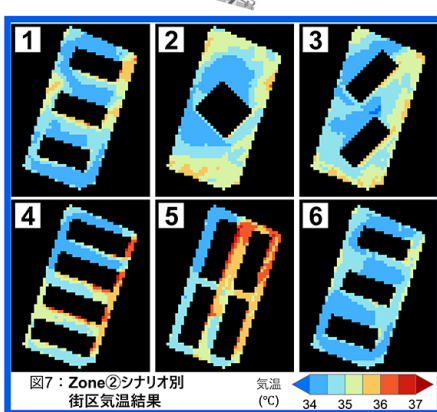


図7: Zone②シナリオ別 街区気温結果

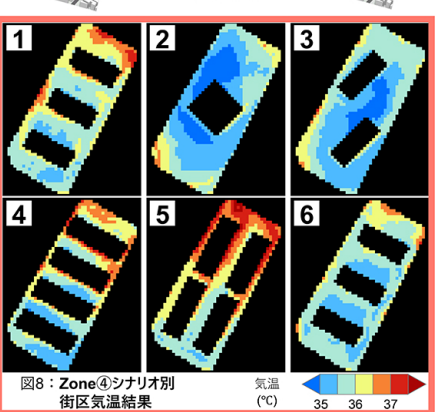


図8: Zone④シナリオ別 街区気温結果