

ARPS モデルを用いた福岡平野における局地風のシミュレーション

九州大学総理工 学生会員 ○梅山千穂 九州大学総理工 学生会員 福田和代
九州大学総理工 正会員 松永信博

1.はじめに 福岡平野は北部を海に、東部および南西部を 1000 m 級の山々に囲まれており、その地形の影響を受けて、晴天日の日中には北西寄りの海風が、夜間には南東寄りの陸風が出現する¹⁾。本研究では、3 次元の数値計算を行い、これらの局地風が出現する日中と夜間における沿岸域の熱環境特性を調べる。

2.モデルの概要 計算にはオクラホマ大学の CAPS (Center for Analysis and Prediction of Storms) で開発された、ARPS (Advanced Regional Prediction System) を用いた。ARPS は、数 m から数 100 km スケールの大気現象を対象とした非静水圧大気予報モデルである。このモデルでは、水平方向には直交し、鉛直方向には地形に沿った非直交一般座標を用いている。ARPS における基礎方程式は、運動方程式・熱力学の式・連続の式・水物質の式・乱流運動エネルギーの式・状態方程式である²⁾。

3.計算条件 福岡平野周辺は起伏の大きい地形であるため、ワン・ウェイ・ネステイングの手法を用いた。まず、九州全域を含む 360km×450km の領域 1 において計算を行った。次に、この計算結果を時間および空間的に補間して境界条件とし、福岡平野周辺を含む 75km×75km の領域 2 において計算を行った。図-1 に計算領域、表-1 に各領域における計算格子をそれぞれ示す。

標高データは国土地理院の数値地図 50 m メッシュ(標高)を補間した値を用いた。植生データには国土地理院の土地利用メッシュ(平成 3 年)を ARPS の植生区分に応じて 8 項目に分類し、計算格子と最も近い区画の分類を与えた。土壌データには前述の土地利用メッシュデータを用い、簡単のため水と砂質粘土の 2 項目に分類した。

初期条件として、気温・比湿は 2000 年 7 月 16 日 21JST の福岡管区気象台における高層気象観測値を全領域に与え、風速は全領域において 0 m s⁻¹ とした。境界条件として、上端および下端は鏡面型の条件を用いた。側面は、領域 1 に関しては勾配ゼロとし、領域 2 に関しては領域 1 の計算結果を補間して与えた。計算は 8 日間行い、解析には局地風が明瞭にみられた 7-8 日目のデータを用いた。

4.熱収支の算出方法 大気境界層に関する熱収支は、次式で示される³⁾。

$$Q_s = Q_{adv}^{syn} + Q_{adv}^{local} + H + Q_{rad} + Q_{con}$$

ここで、 Q_s は大気境界層の加熱率、 Q_{adv}^{syn} は総観スケールの熱移流、 Q_{adv}^{local} は局所スケールの熱移流、 H は顕熱フ

ラックス、 Q_{rad} は放射による加熱率、 Q_{con} は水蒸気の凝結による潜熱放出である。計算の条件より、 Q_{adv}^{syn} 、 Q_{rad} 、 $Q_{con} = 0$ とおける。 Q_s は次式を用いて見積もられる。

$$Q_s = \frac{1}{\Delta t} \int_{z_s}^{z_h} c_p \rho \Delta \theta dz$$

ここで、 Δt は時間差(6 時間)、 z_s は地表面の標高、 z_h は境界層の高さ(≈ 3000 m)、 c_p は空気の定圧比熱(=1004.0 J K⁻¹ kg⁻¹)、 ρ は空気の密度(=1.2 kg m⁻³)、 $\Delta \theta$ は Δt における温位の変化である。 H は計算結果から 6 時間の平均値を求め、 Q_{adv}^{local} は Q_s と H の差として求めた。

5.結果と考察 局地風の主流方向に沿った 5 地点(図-2 参照)における地表面温度と風ベクトルの時系列を図-3 に示す。9 JST から 16 JST 頃まで地上 50 m においては平均 7 m s⁻¹ の北西寄りの海風が吹いていることがわかる。その後 0 JST 頃までは北西寄りから南東よりの風に遷移し、それ以降平均 5 m s⁻¹ の南東よりの陸風が吹いていることがわかる。図-4 に海風が吹いている 13 JST と、陸風が吹いている 5 JST における X-X' (図-2 参照)に沿った気温 T の分布を示す。13 JST において B-C 点の T は C-E 点より最大で 1 °C 低い。これは海風の影響によるものだと考えられる。5 JST においては 13 JST ほど場所による気温差はみられない。図-5 に日中(9-15 JST)と夜間(0-6 JST)における X-X' に沿った Q_s 、 Q_{adv}^{local} 、 H の分布を示す。日中は B-E 点では H はほぼ一定であるが、 Q_{adv}^{local} は B-C 点において C-E 点より最大で 50 W m⁻³ 小さい。気温と同じように、夜間は日中ほど場所による Q_s 、 Q_{adv}^{local} 、 H の差はみられない。

参考文献

- 1) 福田和代, 松永信博 (1999) 福岡市における海陸風の挙動, 九州大学総合理工学研究科報告, 第 20 巻, 第 4 号, pp.335-339.
- 2) Ming Xue, Kelvin K. Droegemeier, Vincd Wong, Alan Shapiro and Keith Brewster (1995) Advanced Regional Prediction System (ARPS) Version 4.0 User's Guide, ARPS URL address <http://wwwcaps.ou.edu/ARPS/>
- 3) T. Kuwagata, M. Sumioka, N. Masuko and J. Kondo (1990) The daytime PBL heating process over complex terrain in central Japan under fair and calm weather conditions. Part I: Meso-scale circulation and the PBL heating rate, J. Meteor. Soc. Japan, 68, 625-638.

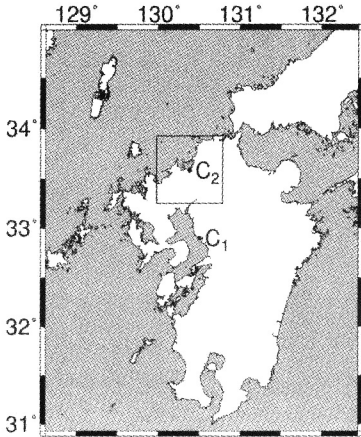


図-1 計算領域

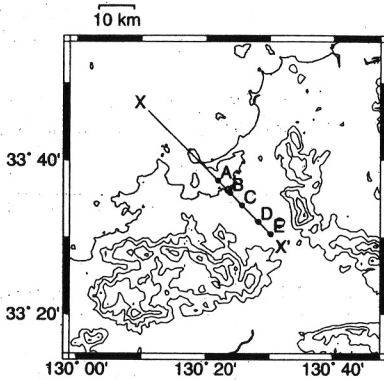


図-2 解析対象領域

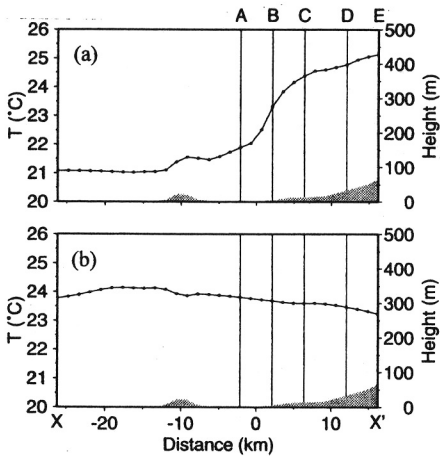


図-4 地上50mにおける気温 T の分布
(a) 13JST, (b) 5JST

	領域1	領域2
計算領域の中心	130.50° E, 32.90° N (図-1のC1参照)	130.38° E, 33.58° N (図-1のC2参照)
水平方向の格子間隔	7.5 km×7.5 km	1 km×1 km
水平方向の格子数	48×60	75×75
鉛直層の間隔	50 m - 950 m	50 m - 950 m
鉛直層数	20層	20層

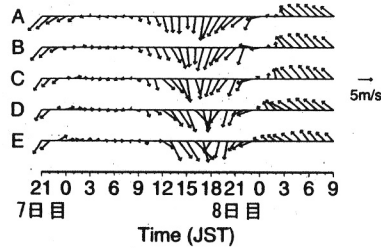
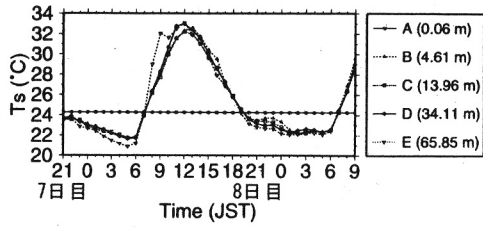


図-3 地表面温度と風ベクトル(地上50m)の時系列

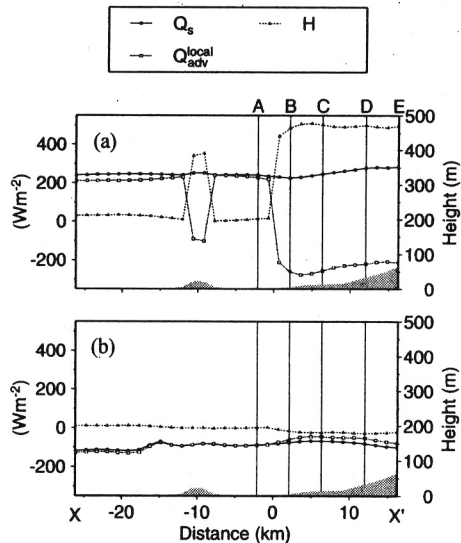


図-5 境界層の加熱率 Q_s 、顕熱フラックス H および局所的な熱移流 Q_{adv}^{local} の分布
(a) 日中, (b) 夜間