

流跡線解析を用いた松山平野における海風の経路に関する研究

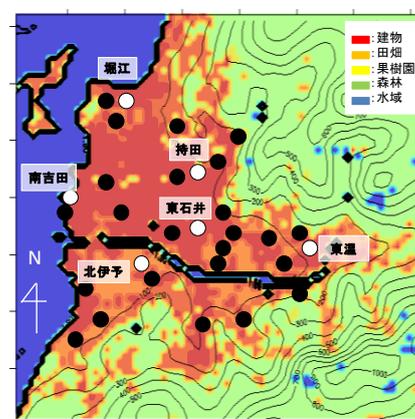
愛媛大学大学院 学生会員 ○宮川晃輔 広島市役所 非会員 山本拓男
 愛媛大学 学生会員 大石直輝 愛媛大学大学院 正会員 森脇亮

1.はじめに

近年、都市部におけるヒートアイランド現象や集中豪雨が問題となっている。地方都市である松山平野においても、慢性的にヒートアイランド現象や市街地が郊外と比較して乾燥状態にあるドライアイランド現象が見られる。本研究の対象領域である松山平野は、西側に海が広がり北、東、南側を山に囲まれており、海陸風が起きる地域となっている。日中は、陸で暖められた空気が上昇気流を起し海から陸へ向かって風が吹き(海風)、夜間は陸で冷えた空気が下降気流を起し、陸から海へ向かって風が吹く(陸風)。この海陸風によりヒートアイランド現象やドライアイランド現象が緩和されることが期待される。しかしながら、海陸風は地形の影響を強く受け、その形態は地域によって大きく異なる。そこで、本研究では WRF の結果を用いた流跡解析により、松山平野における海陸風侵入に伴う空気塊の移動の特徴を調べる。

2.解析方法

気象シミュレーションには、気象モデル WRF(The Weather Research and Forecasting)を使用する。解析対象日時は 2011 年 9 月 13 日 0 時から 2011 年 9 月 13 日 21 時までとする。対象日には松山气象台で降雨は観測されていない。比較する観測データは風向、風速、気温、湿度を用いる。風速、風向の観測を行っている地点は松山平野に 4 地点あり、気温、湿度は 20 地点ある(図-1)。初期条件や都市パラメータを変更し、シミュレーションの再現性の検討し、流跡線解析を行う。



○:風向、風速の観測地点 ●:気温、湿度の観測地点

図-1観測地点

3.シミュレーションの再現性

再現性の検討指標として次式で定義される NSEE (Normalized Standard Error of the Estimation) を用いる。NSEE は数値モデルのシミュレーション結果と観測データの差を示す無次元量であり、シミュレーションの再現指標としてよく用いられている。

$$NSEE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (M_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (O_i)^2}}$$

M_i : シミュレーション値
 O_i : 実測値

WRF のデフォルト設定に UCM, 人工排熱分布, 粗度分布, STT のデータを新たに導入した場合の結果を図-2 に示す。気温に着目すると、すべての時間において NSEE 値が 0.1 を下回っており、良い再現性を示している。水混合比の NSEE 値も全ての時間帯で 0.2 を下回っており、ある程度の再現性を示している。風向に関しては夜間の再現性が低く、日中の NSEE 値より倍以上も高い値を示している。特に 0 時から 3 時に関して再現性の低い結果となった。しかし、日中の海風の吹きこんでいる時間帯に関しては 0.2 程度と水混合比と変わらない値を示しており、ある程度の再現性が期待される。風速に関しても同様のことが言え、日中ではある程度の再現性があると考えられる。よって、対象日の日中の時間帯で検討を行っていく。

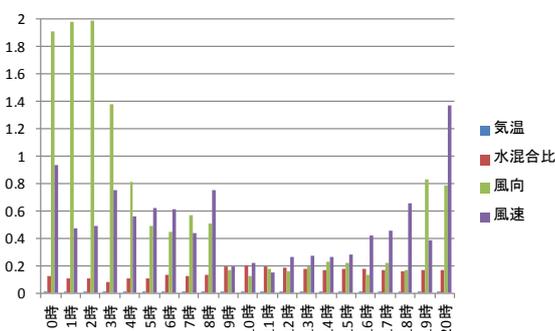


図-2NSEEによる再現性評価

4.流跡線解析

流跡線解析とは、ある時間帯のある地点の風に着目し、その風の軌跡を追い続けていく手法である。後方

流跡線解析は、先ほどと同様に、ある時間帯のある地点の風に着目し、その風速の東西成分、南北成分、鉛直成分にそれぞれ-1を乗じ、その風がどの地点から吹きこんでいるかを算出する。これを繰り返し行うことによって、ある地点のある地点の空気塊がその地点に達するまでの軌跡を求める手法である。

Domain4 の高度 100m では扇頂部において顕著な上昇気流が発生していた。この上昇気流は、平野北部と西部から吹き込んでくる2方向の風の収束が要因であり、発生地点は局所的降水の多い地点であることが確認されている。この結果は松山平野特有のものだが、関東平野でも風の収束による降雨強化が示唆されており、風の収束点の解明が重要であると考えられる。また、平野の中央部に風の収束線が形成されており、この収束線に沿うように上昇気流が発生していた。そこで、流跡線解析のスタート地点

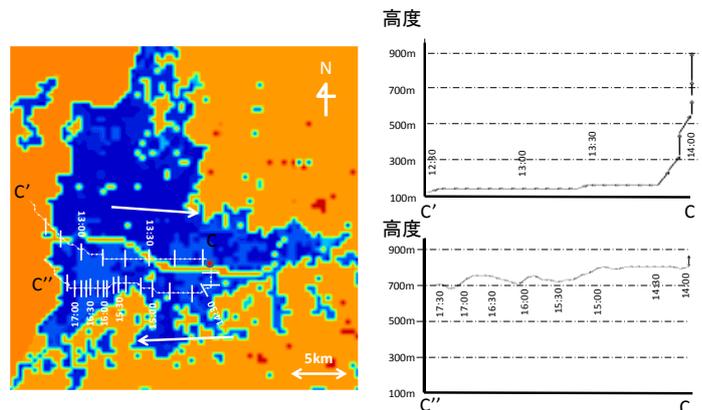


図-3 海風に伴う流跡線解析の一例
(左図:平面図, 右図:立体図)

を高度 800m の C 点とし、C 点より前の時間は後方流跡線解析により軌跡を求め、その後については前方流跡線解析によって軌跡を調べた。

図-3にC点からスタートした流跡線解析の結果を示す。流跡線解析によって図-3のような海陸風の循環が確認できた。流跡線の鉛直上向き成分に着目すると平野の収束線帯上で一気に上層に持ち上げられており、経路はそこから南下し、重信川の南側まで移動する。その後海風が吹き込んでいる上層を反流として伊予灘の方へ帰って行き、海陸風が循環していることが確認できる。点 C からスタートした場合では海陸風の循環が見られたが、始点を変更すると、反流が下降気流によって海風の層に吹きこみ、海風としてまた扇頂部に向けて吹き込む結果となっていた。そのため全ての海風が反流として海側に戻っているわけではないことが示唆された。また、領域を広げて domain3 における海風の鉛直スケールを図 4 に示す。西風の成分から海風の鉛直構造が 800m まで及んでいることがわかる。重信川沿いに吹き込む海風のスケールは全長約 50km 程度で、松山平野沖 20km 地点から発生していた。この海陸風の水平、鉛直スケールは瀬戸内海で調査された結果と同程度となっていた。

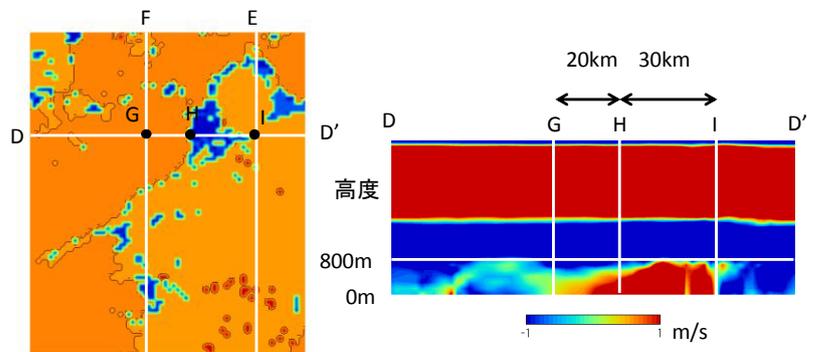


図-4 左図: domain3の領域 右図: 海風の鉛直スケール

5.まとめ

海風の収束の結果は松山平野特有のものだが、他の地点でも同様のことが起こると考えられ、海陸風の特徴であると考えられる。重信川沿いに吹き込んだ海風が重信川の南側の地帯を通過して、反流として伊予灘に戻っていき、反流の層から海風の層に戻ることが見られ、海風の層に戻った風は再び扇頂部方向に運ばれており、すべての海風が海側に戻るわけではない。松山平野での海風の鉛直高さは約 800m 程度あり、その上を反流が伊予灘に向けて吹き戻されていることがわかった。重信川沿いに吹き込む海風のスケールは全長約 50km 程度であった。今後さらに検討を行っていくために、解析日を増やしていく必要がある。

謝辞

本研究は総務省・戦略的情報通信研究開発推進制度 (SCOPE) の援助を受けた。