

土地利用を考慮した風系のシミュレーション

長崎大学工学部 学生員 ○久原 和彦 非会員 赤城 誠
正会員 薦田 広章

1. はじめに

夏季晴天時の海岸地域では、海陸間の温度差により気圧の差が生じ海陸風が発生する。これは局地気象を知る上で重要な風系といえる。本研究では、複雑な海岸線や起伏に富む地形が、風系や温度場に与える影響を評価するために、3次元モデルを導入し、土地利用状況および人工排熱を考慮した風系・温度場についての数値計算を行った。計算の対象は、夏季晴天日の長崎県南部地域である。

2. 数値計算方法および熱収支式

大気層をエクマン層と接地境界層とに分け、それぞれの層についてモデル化をおこなう。エクマン層における基礎方程式は、風速に関する Navier-Stokes の運動方程式、連続式および熱の輸送方程式である。座標軸は右手系が成り立つように、x 軸を南方向、y 軸を東方向にとる。鉛直方向については、 z^* 軸なる新しい鉛直座標系を導入する。また、接地境界層では Monin-Obukhov の相似則が成り立つと仮定する。計算方法としては、周囲の影響を考慮しながら詳細な地域モデルを作成することが可能な Nesting Model を用いる。また、海水面の温度は昼夜を問わず一定 (28℃) とする。地表面の温度は、次に表す熱収支式によって決定する。

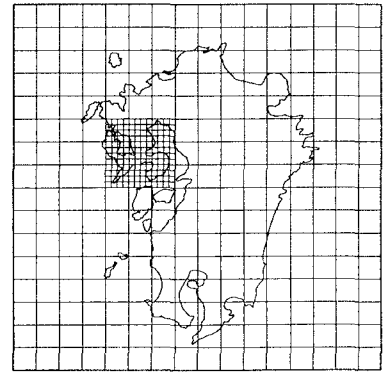


図-1 Nesting Model概念図

$$R_s + R_L \downarrow + R_L \uparrow - H - \epsilon E - G + Q_A = 0$$

3. 潜熱および人工排熱の評価方法

潜熱 ϵE は、比湿の輸送方程式より求められるが、ここでは簡素化するために Bowen 比 ($B = H / \epsilon E$) を用いて、顕熱 H との比で求める。地表面の植生状況が、水分の蒸発すなわち潜熱に直接的に影響を及ぼすと考え、既存の土地利用データに各々固有の Bowen 比を与えて、土地利用を考慮した Bowen 比のメッシュデータを作成する。その際用いるメッシュデータは、15 種類に区分された 1 次メッシュ単位の 1/10 細分区画土地利用データ (建設省国土地理院作成) である。基となるデータは経緯度座標系のデータであるため、シミュレーションにおいては、正規の図面エリアが矩形になるように正規化座標への変換を施す。Bowen 比に変換された第 3 次区画の土地利用データより 2 km メッシュのデータを作成した。

人工排熱 Q_A は、電気、ガスおよび石油を使用することにより地表に加わる熱量と仮定する。以上の 3 つの使用量を一人当たりが排出する熱量に換算し、その値にメッシュの人口データを掛け合わせることでこれを評価する。人口に関しては、基準地域メッシュに基づいて編成された総務庁統計局編集発行の平成 2 年国勢調査に関する地域メッシュ統計地図より、2km メッシュの人口総数のデータを作成した。人口データの作成においても、土地利用データと同様に正規化座標への変換を行う。また長崎県における使用電力量、ガスおよび石油販売量は、長崎県企画部統計課・長崎県統計協会編集発行の平成 10 年長崎県統計年鑑を用いた。なお、使用電力量は平成 8 年度の総数、ガス販売量および石油販売量は平成 8 年 8 月のデータを基にした。

4. 数値計算結果および考察

06:00LST を計算開始時刻として 48 時間計算を行う。 $z^* = 50\text{m}$ における 12:00LST と 0:00LST の水平風速ベクトル図をそれぞれ図-2.1、図-2.2 に示す。また、 $32^\circ 58' 08'' \text{N}$ に沿って東西の鉛直面で切断した 12:00LST の鉛直風速ベクトル図を図-3 に示す。12:00LST においては、山頂を収束点とした海風の発生

が顕著にみられる。また、約 1000m 上空の層では地上とは逆方向の風が吹き、鉛直方向の大気の循環がよく表現されている。14:00LST と 15:00LST の間に海風はピークを迎え、その後徐々に弱まり、0:00LST を見ても分かるように、夜間には山頂を発散点として、陸風が発生する。この状態は夜間を通して持続する。図-

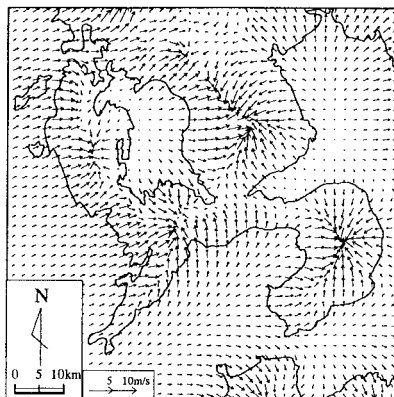


図-2.1 12:00LSTの $z^*=50\text{m}$ における水平風速ベクトル図

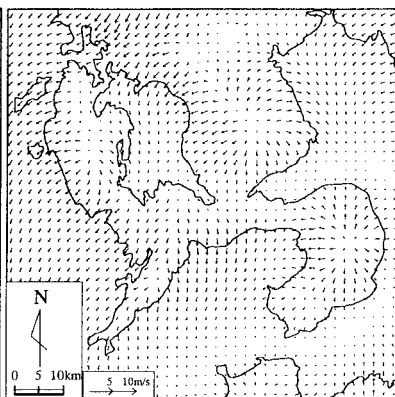


図-2.2 0:00LSTの $z^*=50\text{m}$ における水平風速ベクトル図

4.1、図-4.2は、それぞれ 12:00LST と 0:00LST における地上 2m の温度分布を示している。海水温を一定 (28 °C) として与えているため、日中の沿岸部では昇温緩和効果により内陸部よりも温度は低くなる。また、土地利用状況と人工排熱を考慮しない場合との比較を行うと、都心部では昼夜を通して周囲よりも相対的に温度は高くなっており、土地利用状況と人工排熱双方の影響による昇温効果が顕著に現れている。ここでは、紙面の都合上、土地利用状況と人工排熱の影響を考慮しない場合についての結果の掲載は省略する。

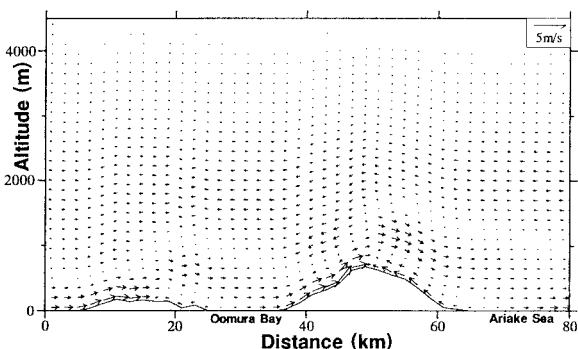


図-3 12:00LSTにおける鉛直風速ベクトル図

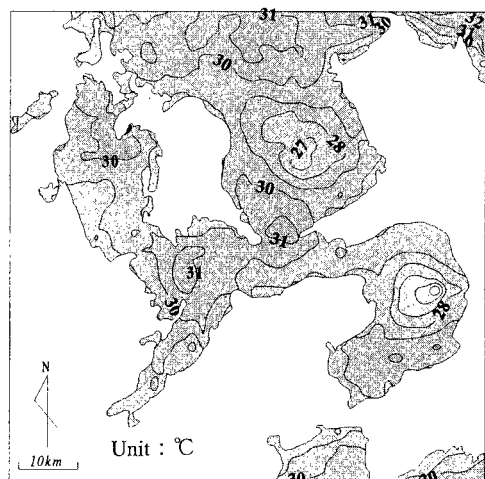


図-4.1 12:00LSTにおける温度分布

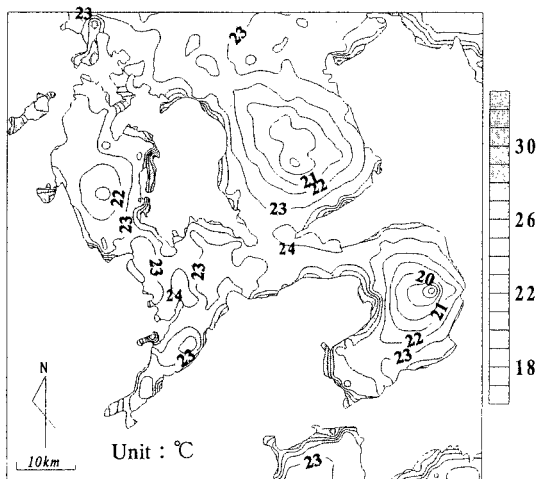


図-4.2 0:00LSTにおける温度分布

5. 結論

数値計算により海陸風の3次元的な局地循環を良くシミュレートすることができた。また、土地利用状況と人工排熱を考慮することにより人間活動が熱環境に及ぼす影響を表現でき、局地気象のシミュレーションにおいて、その2つのファクターの重要性を示すことができた。