

## 地形影響を受けた局所的な風雨の予測手法に関する検討

広島大学大学院 フェロー会員 ○中村 秀治

広島大学大学院 正会員 藤井 堅

広島大学（研究員） 水津 育男

## 1. はじめに

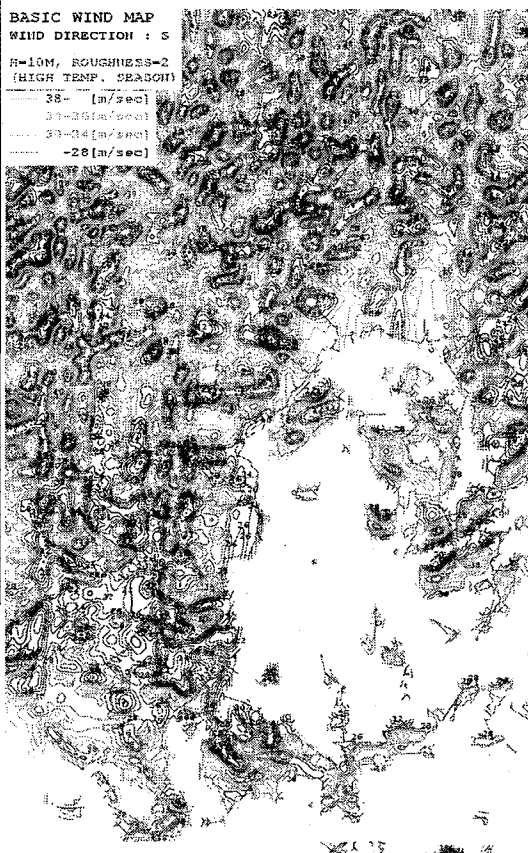
昨年に引き続いて、気象庁が開発した「非静力学モデル(NHM)<sup>1),2)</sup>」を適用して数値流体解析を行い、地形と風・雨の関係の検討を行った。従来、局所的な地形による風況予測は、大気密度を一定とみなし、風速と圧力のみを地表面の摩擦や流入・流出条件の下に求める方法が一般に用いられてきた。NHMは地表面の摩擦等については工学系の気流解析コードと比較して簡略化されているものの、大気密度変化を考慮し、水平・鉛直方向風速、圧力の他に、温度、湿度（水蒸気、雲、雨、雪などの状態を考慮）を予測することが可能で、鉛直方向も水平方向と同等の取り扱いがなされているため局地的な現象の解析に適している。

## 2. 局地的な強風分布

NHMを広島大学のスーパーコンピュータ SR11000 上で作動させるための作業を進めたが、気象庁と異なるコンピュータ利用環境下において、並列処理が施された解析コードのインストール作業を正確に行うのは必ずしも容易ではない。NHMを用いた現在の気象予報では水平方向 10km メッシュが利用されており、5km メッシュでの運用も計画されているが、ここでは局所的な地形の影響について検討するため、50m, 100m メッシュといった高分解能での解析を行った。鉛直方向は 46 層に分割し、最下層を 20m, 上空 10000m で 460m のメッシュサイズとなるように設定した。Table 1 および 2 は解析条件であり、Fig.1 は広島市と周辺の解析結果に基づいた風速マップ作成例である。

Table 1 利用した NHM の主要なオプション

| 項 目                             | 説 明                                                                                                                                                         |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 下部境界条件                          | 気孔抵抗使用<br>海上の地表面fluxのbulk係数の計算:Kondo<br>陸上の地表面fluxのbulk係数の計算:Louis                                                                                          |
| 密度の取り扱い                         | 完全圧縮(マップファクターなし)                                                                                                                                            |
| コリオリパラメータと曲率の扱い                 | 考慮せず                                                                                                                                                        |
| 地表面温度と放射                        | 地面からの熱、水ともフラックスなし                                                                                                                                           |
| 側面境界条件                          | x, y方向とも開放                                                                                                                                                  |
| 浮力                              | 密度の擾動から計算する                                                                                                                                                 |
| 重力波、移流のスプリット                    | 重力波と風の移流をスプリット                                                                                                                                              |
| 雲物理過程                           | 氷相を複相バルクモデル<br>混合比(qc, qr, qs, qg)を予報する                                                                                                                     |
| 乱流クロージャーマodel                   | 乱流拡散係数の決め方:全層0.2<br>乱流エネルギーを診断する<br>境界層の高さの決め方:仮温度のprofileから求める<br>鉛直方向混合長(lz)の決め方:non-local境界層過程<br>混合長の決め方: $l_x=l_y \gg l_z$ , $ds=ds$<br>implicit鉛直乱流拡散 |
| 基礎方程式                           | 弾性、非静水圧、HE-VIで解く                                                                                                                                            |
| 雨の落下除去                          | 雨の落下除去                                                                                                                                                      |
| 対流パラメタリゼーション                    | 対流パラメタリゼーションを用いず、雲物理過程による                                                                                                                                   |
| 気圧の境界条件                         | レイリーダンピングによる緩和をしない                                                                                                                                          |
| u, v, w, $\theta$ , qvの側面境界での緩和 | レイリーダンピングによる緩和をしない                                                                                                                                          |
| 側面境界条件を通る質量フラックスの調整             | 調節なし                                                                                                                                                        |
| 移流の差分スキーム                       | 2次中央差分、フラックス型                                                                                                                                               |
| サブグリッドスケールの蒸発                   | 考慮しない                                                                                                                                                       |
| 移流のフラックス補正                      | u, v, w, $\theta$ とqv, qc, qr, qi, qs, qg水物質の<br>下限、上限を補正                                                                                                   |

Table 2  
解析条件

|        |    | 西日本全域    | 広島市周辺    | 宮島周辺     |
|--------|----|----------|----------|----------|
| 解析範囲   | X  | 600km    | 62.5km   | 27km     |
|        | Y  | 680km    | 112.5km  | 55km     |
|        | Z  | 10km     | 10km     | 10km     |
| メッシュ数  | X  | 301      | 251      | 271      |
|        | Y  | 341      | 451      | 551      |
|        | Z  | 46       | 46       | 46       |
| メッシュ寸法 | X  | 2km      | 250m     | 100m     |
|        | Y  | 2km      | 250m     | 100m     |
|        | Z  | 20m~460m | 20m~460m | 20m~460m |
| 基準位置   | 緯度 | 33° 20'  | 34° 15'  | 34° 20'  |
|        | 経度 | 132° 0'  | 132° 16' | 132° 19' |
|        | X  | 151      | 126      | 146      |
|        | Y  | 191      | 251      | 251      |

Fig.1 広島市周辺のNHMによる解析結果に基づいた風向別風速マップ作成例（南風）<sup>3)</sup>

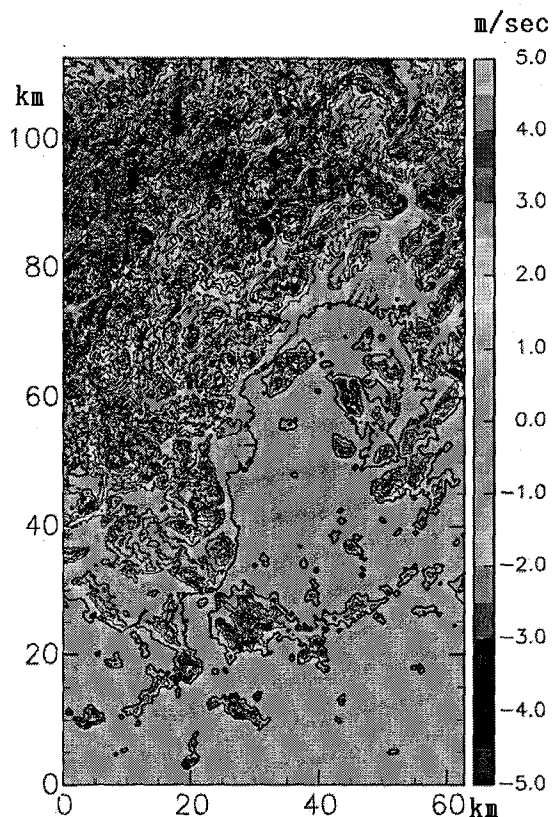


Fig.2 鉛直方向風速  
(入口風速 20m/s (高さ 10m), 地上高 550m)

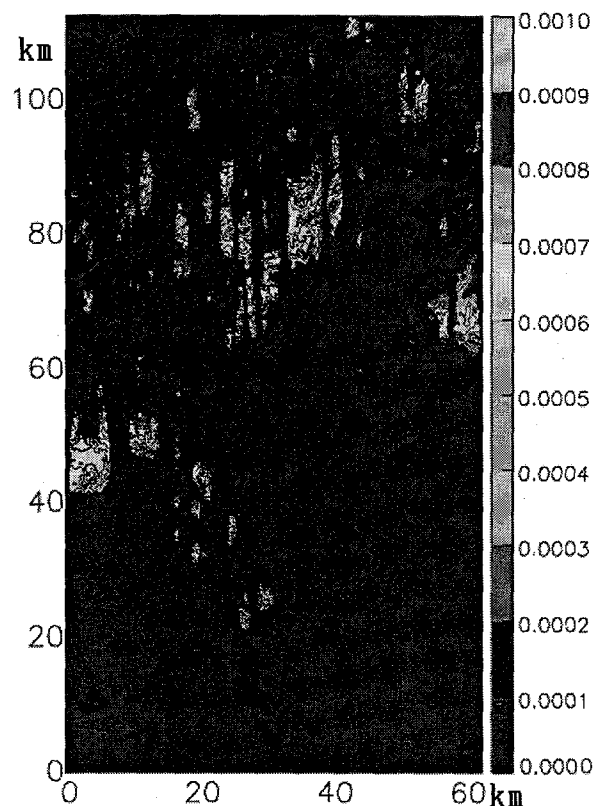


Fig.3 雲の混合比  
(入口風速 20m/s (高さ 10m), 地上高 100m)

### 3. 局地的な豪雨

1999年6月29日, 中国地方に停滞した梅雨前線は広島県南西部を中心に最大時間雨量81mm, 連続雨量271mmの集中豪雨をもたらした. ほぼ同じ条件でNHMを用いて湿度を含めた解析を行ったが, 雨の場合は地形以外の要因が大きく影響するので, 地形影響は風の場合ほど顕著に現れず, 地形と降雨量の明確な関係を得るのは難しいことが明らかになった. しかし, Fig.2, Fig.3に示す通り, 地形影響により上空に上昇気流が発生し易い箇所と, 豪雨発生地域はある程度相関が見られることも明らかになった.

6月29日15時~16時における雨量指標 $R_f$ と崩壊発生地点の関係はFig.4の通りであり, Fig.3とFig.4には相関関係が見られる. 今後, 局地的な降雨マップの作成にあたっては, 地形と上昇気流の関係に注目し, 上空700~1200mにおける上昇気流の分布と降雨分布に相関があるとみなし, 降雨マップとして利用する方向が考えられる.

### 4. 結 び

以上, 局地的な風雨に対する地域の防災に寄与することを目的として, NHMの適用を検討している状況について述べたが, 特に, 雨量と地形の関係は未知の部分が多く, 今後の検討課題が山積している.

### 参考文献

- 1) 気象庁予報部: 気象庁非静力学モデル, 数値予報課報告・別冊第49号, 2003.3
- 2) 斉藤和雄・加藤輝之・永戸久喜・室井ちあし: 気象研究所/数値予報課統一非静力学モデル, 気象研究所技術報告, 第42号
- 3) 中村秀治・石川智巳・大熊武司・田村幸雄・田中伸和・北嶋知樹: 風向別基本風速マップ作成の試み, 日本風工学会論文集, No.97, 2003.10, pp.121-136

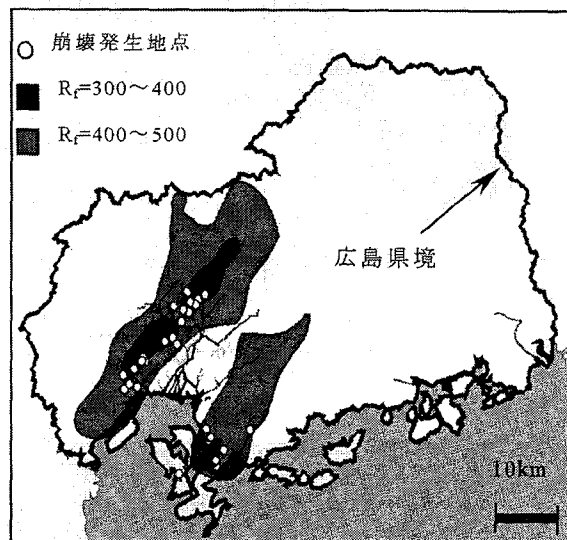


Fig.4 6.29 災害時雨量指標と崩壊発生地点