

RSM-GPV データを使用した伊勢湾岸域の海上風の計算に関する考察

名古屋大学大学院 正会員 水谷法美

名古屋大学大学院 学生員 ○ 吉田達哉

名古屋大学工学部 学生員 番場豊和

1. はじめに：

海域における波浪・高潮推算は、波浪制御構造物の設計上極めて重要である。防波堤や海岸堤防などの耐波安定性は、これまでは基本的に静的安定条件が考えられ、したがって、最も厳しい波浪条件に対して耐波安定性が確保されるよう設計されている。このような場合の波浪条件は、過去の観測記録の統計解析により求められる。一方、波浪にともなう海浜変形などは、常に波との相互作用によって生じており、耐波安定性のよう設計に基づく予測は困難であり、作用波の時空間変化を考慮した取扱いが必要と考えられる。近年、第3世代の波浪推算モデルが実用化され、さらに浅海域への拡張も試みられている。しかし、風波は、風の外力の元で発生・発達するものであり、したがって、風波の精度良い予測は風場の予測精度に依存する。海上風の推算手法の一つに力学方程式に基づく数値的解法があるが、この手法では、いかに精度の良い初期値・境界値を与えるかがその精度の支配的要因となる。

本研究では、力学方程式に基づく海上風予測手法の開発を念頭に置き、そのための初期値と境界値を(財)日本気象協会から提供されている数値気象データ RSM-GPV の風速値から作成することを試みたので、その結果について報告する。

2. マスコン (MASCON) モデル：

通常、大気は非圧縮性流体と見なせるので、質量保存則は以下の連続の式で表すことが可能である。

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

ここに、 x, y, z は直交座標系における水平および鉛直座標、 u, v, w はそれぞれの方向の成分風速である。

マスコンモデルは、初期に与える風場は真値に近いと仮定することから、調整をできる限り小さくとどめることが望ましい。このため、調整値 (= 補正後の値 - 初期の値)、すなわち真値からの誤差の2乗和を最小とするように補正風場を計算する方法がとられる。調整値の誤差を変分方程式で表すと、次式となる。

$$E(u, v, w, \lambda) = \int_V \left[\alpha_1^2 (u - u^0)^2 + \alpha_1^2 (v - v^0)^2 + \alpha_2^2 (w - w^0)^2 + \lambda \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) \right] dx dy dz \quad (2)$$

ここに、 u, v, w は質量保存則を満たすように調整された風速成分、 u^0, v^0, w^0 は初期風速成分、 λ はラグランジュの未定乗数、 α_1 と α_2 はガウスの精度係数である。 α_1 と α_2 の比は、調整した風速の水平成分と鉛直成分の相対的な大きさを定める係数となる。

式(2)の誤差を最小にする解を持つオイラー・ラグランジュ方程式は、式(1)と次式である。

$$u = u^0 + \frac{1}{2\alpha_1^2} \frac{\partial \lambda}{\partial x}, \quad v = v^0 + \frac{1}{2\alpha_1^2} \frac{\partial \lambda}{\partial y}, \quad w = w^0 + \frac{1}{2\alpha_2^2} \frac{\partial \lambda}{\partial z} \quad (3)$$

式(3)をそれぞれ x, y, z で微分し、式(1)に代入すると、次のポアソン型の微分方程式が得られる。

$$\frac{\partial^2 \lambda}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \lambda}{\partial y^2} + \left(\frac{\alpha_1}{\alpha_2} \right)^2 \frac{\partial^2 \lambda}{\partial z^2} = -2\alpha_1^2 \left(\frac{\partial u^0}{\partial x} + \frac{\partial v^0}{\partial y} + \frac{\partial w^0}{\partial z} \right) \quad (4)$$

式(4)を解いて λ を定め、これを式(3)に代入すると、質量保存則を満たすように調整された u, v, w が得られる。

3. 計算条件：

式(4)を2次微分項に中心差分、1次微分項に前進差分を用いて差分化し、初期値として RSM-GPV データを使用し

表-1 計算格子の概要

水平格子間隔	約 2km
水平格子数	80×50
鉛直格子間隔	50m
鉛直格子数	20

て計算を行った。なお、境界条件はすべての物理量の勾配を 0 として与えた。計算領域は図-1 に示す伊勢湾周辺地域とし、地形図（格子点上の標高）を国土地理院発行の数値地図の値を使用した。

4. 計算結果と考察：

図-2 と図-3 に、それぞれ 1997 年 9 月 7 日 0 時と台風 9719 号が伊勢湾に再接近したと思われる同年 9 月 17 日 3 時の高度 25m の風速場の計算結果を示す。なお、図-3 に示す時刻に台風 9719 号は福井県を通過中である。

両図より、渥美半島近傍で明瞭に認められるように、地形に沿うように風が吹いていることから、計算結果が現実的な風速ベクトルの分布特性を示していると考えられる。また、図-2 からは、台風の中心位置に対応した全体的な風速ベクトル（南西の風）を

確認することができ、MASCON モデルによって生じる調整誤差の影響は小さいと考えられる。しかし、図の下方境界付近の風速が連続的になっていないなどの問題点も確認できる。これは、境界条件の設定に起因すると考えられ、今後検討していく必要がある。

5. おわりに：

本研究では、RMS-GPV データに MASCON モデルを適用し、伊勢湾周辺域の風場の推算を行った。その結果、1) MASCON モデルを用いることによって、RSM-GPV に地形の影響を付加することができ、しかも、初

期の値の特性を失うことはないこと、2) RSM-GPV では得ることのできない鉛直方向の風速分布を、質量保存則を満たす形で求めることが可能であること、などの結論を得た。しかし、境界条件の設定に課題が残されており、今後改善を行うとともに本結果を力学方程式に適用し、より精度高い風場の予測手法について検討を加えていく所存である。

＜参考文献＞

- 日本気象協会(1988)：内湾の海上風と波浪の推算に関する研究，pp. 35-42。
 岡田・林・磯崎(1994)：内海における海上風推算手法の開発，海の研究，Vol. 4, No. 2, pp. 91-99。
 磯崎・鈴木(1999)：波浪の解析と予報，pp. 80-108。

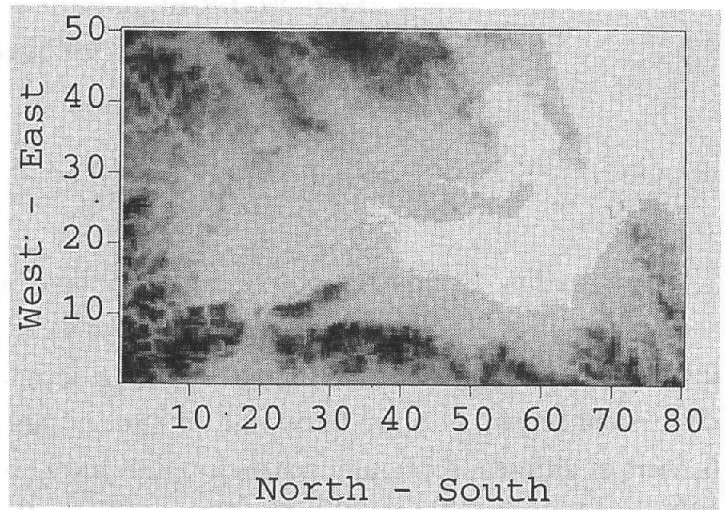
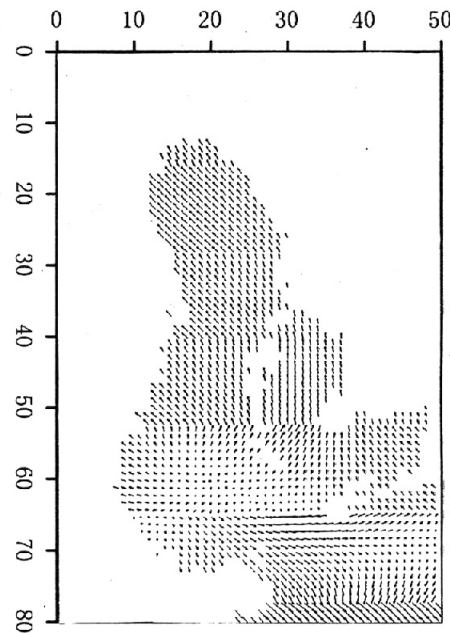
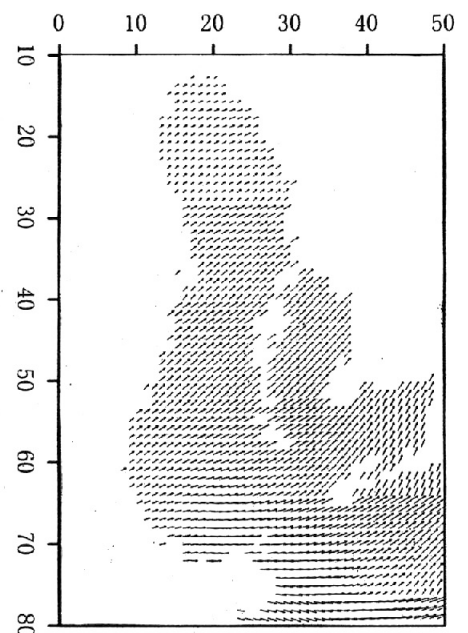


図-1 計算対象領域

図-2 風場の計算結果
(1997 年 9 月 7 日 0 時)図-3 風場の計算結果
(1997 年 9 月 17 日 3 時)