

II-7 確率的低気圧モデルを利用した北西太平洋海域における波浪の極値推定

愛媛大学工学部 正員 山口正隆
愛媛大学大学院 ○伊藤吉孝

愛媛大学工学部 正員 畑田佳男
愛媛大学大学院 野中浩一

1. はじめに：長期の再現期間に対する低気圧時波浪の極値を推定する手段として、低気圧属性の確率的発生モデルと海上風・波浪推算モデル、極値統計解析モデルを組み合わせたシステムが著者らによって開発されている。このうち従来の確率的低気圧モデルにおいては、4 軸方向の低気圧半径が互いにほぼ無関係にシミュレートされるため大きな半径比が生じ、その結果低気圧に伴う海上風シミュレーションにおいて、異常風速が現れることがあった。そこで本研究では、シミュレーションで得られる各低気圧半径の相対的大きさを調整することにより異常風速の出現を抑制する方法として、低気圧半径に対する重み付平均を試みた確率的低気圧モデルに基づく波浪の極値推算システムを新たに構築し、北西太平洋海域における確率風速および確率波高の平面分布の挙動から本システムの特性を検討する。

2. 確率的低気圧モデル：モデル化にあたっては、1964～1995 年の合計 32 年間の天気図より 6 時間毎の低気圧属性（中心位置、中心気圧、遠方場気圧、楕円長軸傾斜角、低気圧半径、中心位置移動量、中心および遠方場気圧変化量、長軸傾斜角変化量）資料を作成する。本モデルは領域境界上の低気圧属性の平均特性を 1 次元スプライン関数で、3 つの発生小領域の低気圧属性を各資料分布より、また領域内の低気圧属性およびその変化量間の相関関係を 1 次回帰式によって近似するとともに、境界および領域内の平均値からの変動量を経験的確率分布で表示する。この際、低気圧属性の地域特性をモデル化するため、半径を除いた低気圧属性については図 - 1 に示すように境界を 7 分割、領域内を 20 分割した小ブロックで回帰式と経験的確率分布を求めることによりモデルの精度向上をはかる。低気圧属性のシミュレーションにあたっては、変動量の累積分布に一樣乱数を与えて任意年数の低気圧属性を作成する。従来の確率的低気圧モデルでは、低気圧半径についても他の属性と同様に小領域毎の定式化を行い、4 方向の半径を互いにほぼ独立に算出していた。しかしこの場合、低気圧が小領域間を移動するとき低気圧半径が不連続的に変化し、海上風シミュレーション時において異常風速が生じる。低気圧内の海上風分布は低気圧半径および低気圧半径比に大きく依存し、半径比が大きくなれば高風速が算出される。従来のモデルでは低気圧半径に制約を加えてこれらの問題を避けてきたが、ここでは、注目する低気圧半径の重みを他の半径より大きくした重み付平均を行うことにより、注目した半径に他の半径の影響を反映させる方法をとる。図 - 2 は重み付平均の重み係数を変えた場合の半径比の最大値 $a_{\min}/a_{\max}$ の頻度分布図である。注目した半径は、その重み係数 D を小さくすればそれ自身の影響は少なくなり、より平滑化され、 $a_{\min}/a_{\max}$ の値については 1 に近い頻度が増加する。

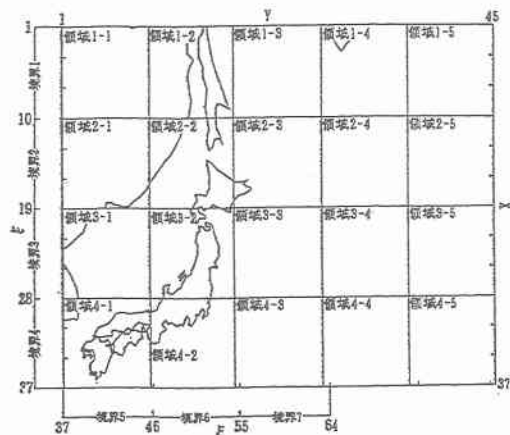


図 - 1

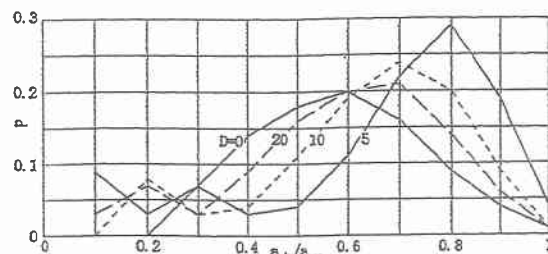


図 - 2

3. 北西太平洋海域における海上風の極値：図 - 3 は低気圧期年最大風速資料に対し、最小 2 乗法に基づく極値統計解析モデルを適用して求めた 50 年確率風速の平面分布である。資料の作成にあたっては、1979 年～1996 年の間の ECMWF 表面風解析値資料から低気圧期年最大風速資料を格子点別に抽出したのち、時間解像度の不足に伴う最大風速の過小評価傾向を補正するため、最大風速とその前後の値に 2 次曲線の当てはめを行った。確率風速は西から東にむけて増大し、東

方海域では 30m/s 以上の範囲が広範に分布する。わが国周辺海域では東北地方沖合で 30m/s を越える海域があるが、それ以外ではおおむね 20~25m/s の範囲にある。日本海に注目すると、25m/s を越える海域がいくつか見出されるが、最大でも 30m/s 以下である

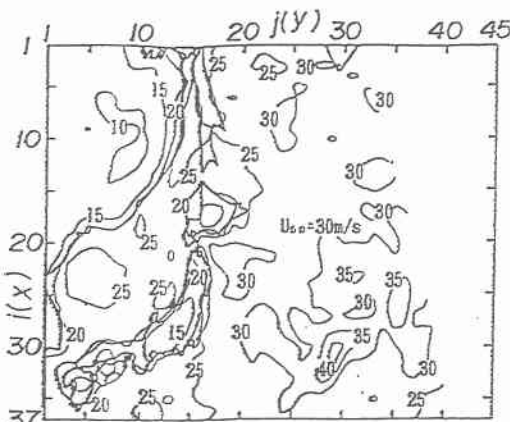


図 - 3

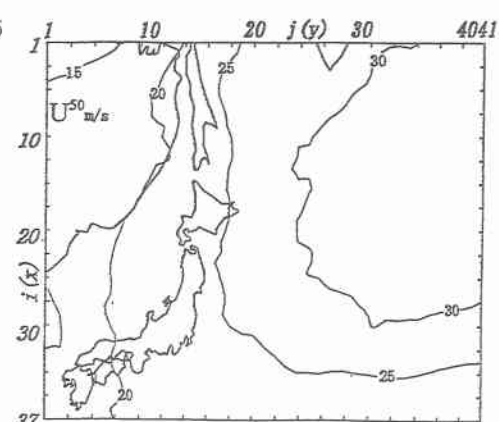


図 - 4

し、沿岸部では 20m/s 程度の値をとる。一方、大陸や日本本土では、確率風速は海上部に比べて小さくなっており 20m/s 以下である。図 - 4 は 1000 年間約 35000 個のシミュレーション低気圧に対する極値統計解析から得られた再現期間 50 年に対する確率風速の平面分布である。シミュレーション結果に基づく確率風速は日本海で 20m/s 前後の値をとり、ECMWF 風資料に基づく推定結果と比べて同海域における風速は少し小さくなるものの、東北地方東方海域の高風速域を中心に西方に向け減少する平面分布パターンは両者間で定性的に一致しており、18 年間という短い期間における ECMWF 風資料の統計的変動を考慮すれば、確率的低気圧モデルにおいて重み付き平均を行った場合でも ECMWF 風資料に基づく結果をある程度再現すると云える。

4. 北西太平洋海域における波高の極値：図 - 5 は従来の確率的低気圧モデルと格子点深海モデルを用いて北西太平洋領域における 50 年間のシミュレーションを実施し、これから得た年最大波高資料の極値統計解析に基づいて推定した 100 年確率波高の平面分布を示したものであり、図 - 6 は低気圧半径の重み付き平均をしたシミュレーションを行った場合の 100 年確率波高の平面分布である。従来の低気圧モデルを用いた場合の確率波高はおおむね東に向かって増加する分布を示し、東北地方・北海道の東方海上で 14m を越えるが、三陸沿岸および東北地方日本海沿岸で 6~8m 前後と小さい。低気

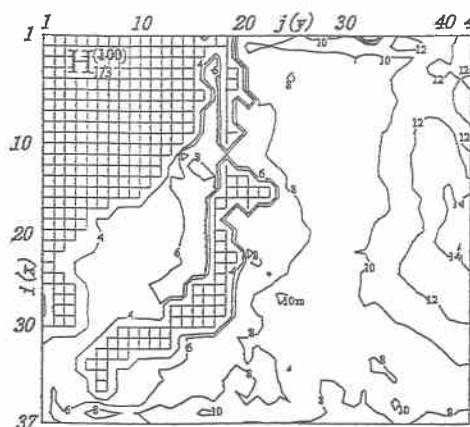


図 - 5

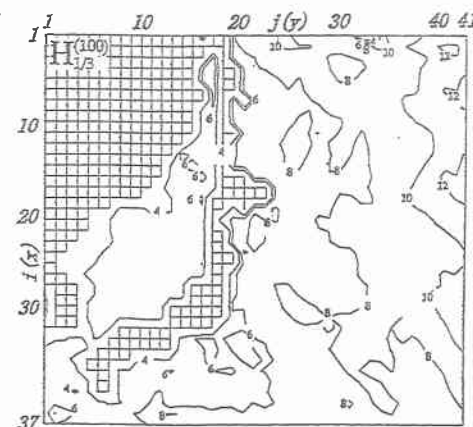


図 - 6

圧半径の重み付平均を行った場合も、全体的な分布形状は従来の確率的低気圧モデルに基づく結果と同様であるけれども、確率波高は相対的に小さくなっている。いずれにしろ、既往低気圧に伴う波浪に対する再現確率値が不明であるので、その妥当性は明らかでないが、沿岸部での観測資料に対する解析結果と比べると、太平洋岸で推定された確率波高はやや小さく、日本海沿岸ではかなり小さいことから、低気圧半径の定式化に関して更なる工夫が必要である。

5. まとめ：本システムは北西太平洋における再現期間 50 年の確率風速の平面分布に関して、既往資料に基づく結果よりやや小さいか同程度の値を与えるが、確率波高については従来の確率的低気圧モデルおよび低気圧半径の重み付平均を行った場合のいずれにおいても過小な値を生じることから、確率的低気圧モデルには改良の余地が依然として残されている。