

確率的台風モデルとその統計的特性

愛媛大学工学部 正員 山口正隆 愛媛大学工学部 正員 畑田佳男
愛媛大学大学院 学生員○中村雄二

1. はじめに：台風に伴う強風・高潮・高波は台風勢力や台風経路の偶然性に左右されることが多いので、過去数十年の観測資料や追算資料に基づいて、これらの極値を適切に推定できるかどうか疑問である。これに替わる手段として、確率的台風モデルと各種推算モデルおよび極値資料に対する確率分布のあてはめよりなる強風・高潮・高波の極値推算システムも有効であると考えられる。ここでは、本システムの根幹をなす確率的台風モデルの作成過程とモンテカルロシミュレーションに基づくモデルの妥当性の検討結果を述べる。

2. モデルの作成：1951～1991年の間に図-1に示す北緯 $23^{\circ} \sim 44^{\circ}$ 、東経 $120^{\circ} \sim 149^{\circ}$ （南北2800km、東西2720km）の西太平洋領域を通過した、中心気圧980hPa以下の台風のうち、データが少ないためモデル化が難しい領域内発生台風15個を除く320個の台風に対して、気象要覧、台風経路図および天気図より6時間ごとの台風属性資料（中心位置 (X, Y) 、中心気圧深度 P 、台風半径 R 、中心位置移動量 (dX, dY) 、気圧深度変化量 dP ）を作成した。本モデルは領域境界上の台風属性の平均特性を1次元重み付きスプライン関数で、領域内の台風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

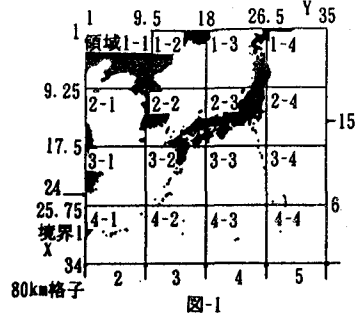


図-1

よび領域内で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、境界を6分割、領域を16分割した小ブロックで経験的確率分布と1次回帰式を求めることにより、モデルの精度

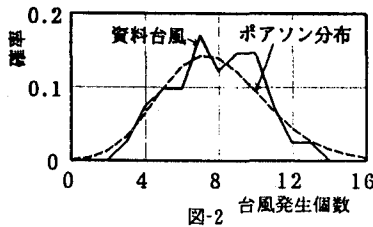
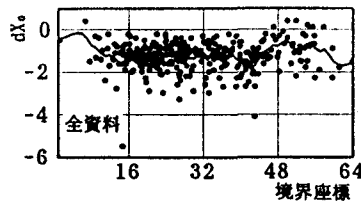
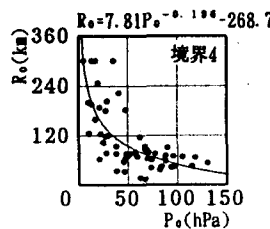


図-2

向上をはかり、また、台風半径の算出では中心気圧との相関をも考慮する。モデルの作成手順は次のようである。①年発生台風個数の頻度分布図（図-2）を作成



する。年発生台風個数は平均値7.8のポアソン分布で近似される。ついで、台風が領域に進入した位置を台風発生位置 (X_0, Y_0) と定義し、領域境界上に配した1次元座標を横軸にとった発生位置の累積分布図



（図-3）を求める。②台風発生位置

での移動量 (dX_0, dY_0) 、気圧深度 P_0 および気圧深度変化量 dP_0 の全資料にスプライン曲線をあてはめるとともに、スプライン曲線からの変動量のブロック別累積分布図を作成する。図-4は dX_0 の散乱図とスプライン曲線

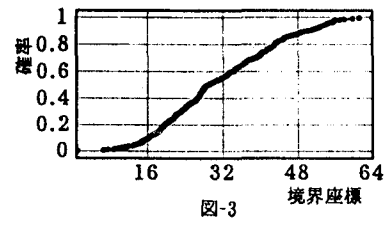


図-3

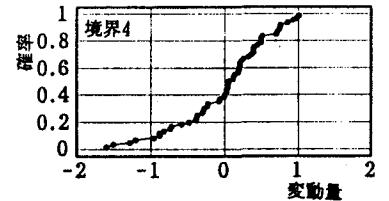


図-4

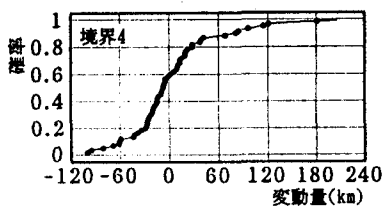
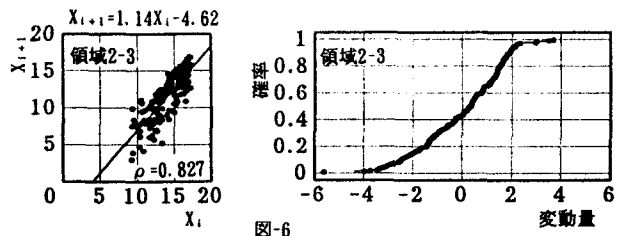
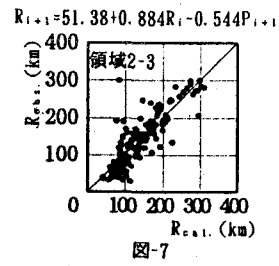


図-5

および累積分布図の1例を示す。また、台風半径 R_0 は気圧深度 P_0 を説明変数とするべき乗型関数 $R_0=aP_0^b$ で表せるとし、ブロックごとに最小2乗法により係数を求めるとともに、べき乗型関数からの変動量のブロック別累積分布図を作成する。図-5は R_0 と P_0 の相関図および変動量の累積分布図の1例を示す。



③領域ブロックごとに、中心位置 (X, Y) および中心気圧深度 P について i 時点と $i+1$ 時点の値の相関を調べ、最小2乗法により1次回帰式 $(X_{i+1}=aX_i+b)$ を、また、台風半径 R_{i+1} には2次元1次回帰式 $R_{i+1}=a+R_i+cP_{i+1}$ をあてはめるとともに、変動量の累積分布図を作成する。図-6は X_i と X_{i+1} の相関図と1次回帰式および変動量の累積分布図の1例である。相関係数はいずれも大きな値をもち、相関が強いことが確認される。図-7は R_{i+1} の資料値と計算値の相関図であり、両者は平均的にかなりよい対応を示す。



3. シミュレーションの方法：シミュレーションはつぎの順序で行われる。①ポアソン乱数により年発生個数を求める。②一様乱数を入力して発生位置の累積分布図より発生位置 (X_0, Y_0) を決定する。③初期位置 (X_0, Y_0) での台風属性を、スプライン値と変動量累積分布図に一様乱数を与えて求めた値の和として決定する。また、 P_0 の回帰式と変動量累積分布図より台風半径 R_0 を算定する。④時刻 $t=i$ から $t=i+1$ への台風位置を含む台風属性および台風属性変化量を、1次回帰式より求められる値と変動量累積分布図に一様乱数を与えて得られる値の和として決定する。この際、求められた台風属性の1タイムステップあたりの変化量が別途同様に計算される台風属性変化量の許容限界をはずれた場合には再計算を行う。⑤台風が領域外にでる場合および中心気圧が10

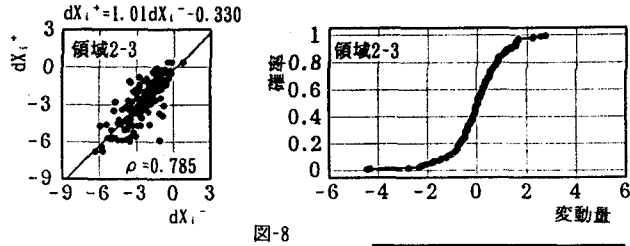


図-8

表-1

		領域2-3	
		平均	偏差
気圧(hPa)	obs.	980.95	14.81
	cal.	981.69	13.30
台風半径(km)	obs.	139.00	72.10
	cal.	151.71	43.32
移動速度(km/h)	obs.	42.55	20.92
	cal.	38.19	12.46
移動方向(°)	obs.	37.18	31.88
	cal.	35.63	27.71
データ個数	obs.	181	
	cal.	215	

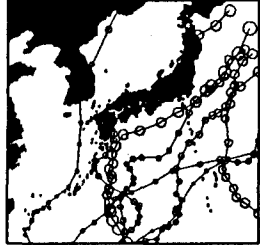


図-9

08hPa以上になる場合に、1つの台風についてのシミュレーションを終了する。⑥以上の計算を各年の発生台風個数分、ついで全対象期間について繰り返す。

4. モデルの検証：表-1は41年間を対象期間としたシミュレーションから領域ブロックごとに得られた台風属性の平均値と標準偏差を資料台風と比較した1例である。資料値そのものに大きな誤差を伴う台風半径の標準偏差は原資料値の約50%となるが、他の諸量については両者の対応は良好である。図-9はシミュレートされた1年間相当の台風経路と台風半径を示す。シミュレーション結果は台風属性の平均特性のみならず台風の北上に伴う転向や減衰、台風属性の連続的変化を表現しており、経路も実際にとりうるものと類似していることから、本モデルは現実の台風を精度よく再現するといえる。