

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 〇野中浩一

1. はじめに：長期の再現期間に対する確率波高を推定する手段として、異常気象擾乱の確率的発生モデルと海上風・波浪推算モデルを組み合わせたシステムがそれぞれ台風や低気圧を対象として著者らにより開発されている。このうち確率的台風モデルでは、気圧分布を同心円分布により仮定している。南方海上での台風の発生・発達期には、こうした仮定が成立するけれども、台風が北上し、減衰するにつれて、気圧分布は同心円分布からひずみを生じ、台風の進行方向に長軸をもつ楕円状分布に変わることが多い。ここでは、台風の気圧分布を楕円形分布で近似することによって、確率的台風モデルの拡張をはかる。

2. モデルの作成：楕円形気圧分布は同心円分布を与える Myers 式を一般化した次式で表される。

$$p = p_c + (p_\infty - p_c) \exp[-\{(x/a)^2 + (y/b)^2\}^{1/2}] \cdots (1)$$
 ここに、 p_c ：中心気圧、 $p_\infty (=1013\text{hPa})$ ：遠方場気圧、 x, y ：楕円長・短軸方向の局所座標系、 a, b ：長・短軸方向台風半径、である。楕円形分布は4軸方向に異なる台風半径によって最も一般的に表されるが、今回は円分布からのひずみを導入する意味で長・短軸方向に異なる台風半径(a, b)を用いることにした。資料解析では 980、1000hPa の等圧線と4軸との交点座標値から、 $p_\infty = 1013\text{hPa}$ とする式(1)に基づいて4軸方向台風半径を求め、長・短軸方向の台風半径の平均により長・短軸方向台風半径を計算し、さらに従来の円形台風半径資料との整合性をはかるため、それらの平均値を円形台風半径と等値して、長・短軸方向半径(a, b)を得た。今回読みとった資料によれば、4軸方向半径および遠方気圧 p_∞ を求めることも可能であるが、モデルを単純化するため、 $p_\infty = 1013\text{hPa}$ とした長・短軸方向半径(a, b)を用いる。モデル化では、1951 ～ 1995 年の間に図-1 に示す北緯 23° ～44°、東経 120° ～149° (南北 2800km、東西 2720km) の北西太平洋領域を通過した中心気圧 980hPa 以下の台風のうち 365 個の台風に対して、その発生時点および履歴特性を考慮して、①7月以前(83個)、②8月(88個)、③9月(90個)、④10月以降(95個)の4つの季節に分け、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_c, Y_c)、中心気圧深度 p_c 、台風半径 R 、楕円長軸傾斜角 θ 、台風半径比(b/a)、中心位置移動量(dX, dY)、気圧深度変化量 dp_c 、楕円長軸傾斜角変化量 $d\theta$)を季節別に作成した。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。

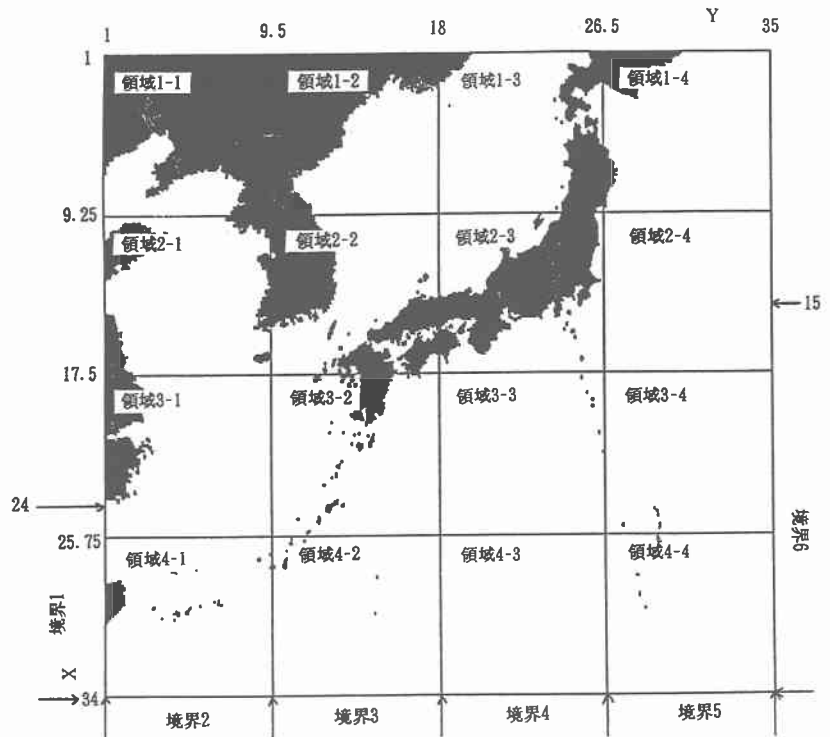
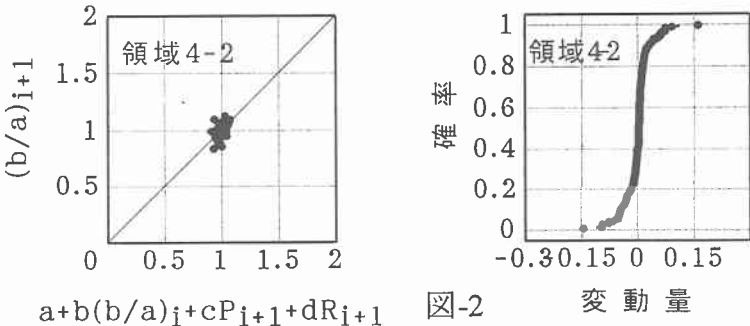


図-1

また、台風半径の算出では中心気圧との相関、台風半径比の算出では中心気圧と台風半径との相関を考慮する。モデルの作成手順は次のようであり、季節別に行う。①台風発生モデル：年発生台風個数の頻度分布図を作成する。各季節ごとの年発生台風個数は、それぞれ平均値 1.8、1.9、2.0、2.1 のポアソン分布で近似される。②境界における台風発生モデル：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を求める。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 、長軸傾斜角 θ_0 および長軸傾斜角変化量 $d\theta_0$ の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小領域別累積分布図を作成する。台風半径 R_0 は気圧深度 p_0 を説明変数とするベキ乗型関数 $R_0 = ap_0^n + b$ で表せるとし、小領域ごとに最小 2 乗法により係数を求めるとともに、ベキ乗型関数からの変動量の小領域別累積分布図を作成する。また、台風半径比は、気圧深度 p_0 と台風半径 R_0 を説明変数とする 2 次元 1 次回帰式 $(b/a)_0 = a + bp_0 + cR_0$ で表せるとし、小領域ごとに回帰式、および回帰式からの変動量の累積分布図を作成する。③台風の発達・移動モデル：小領域ごとに i 時点と $i+1$ 時点の諸量の相関を調べ、中心位置(X_c, Y_c)、中心気圧深度 p_c および長軸傾斜角 θ は 1 次回帰式 $(X_{i+1} = aX_i + b)$ 、台風半径 R_{i+1} は 2 次元 1 次回帰式 $R_{i+1} = a + bR_i + cp_{i+1}$ 、また台風半径比 $(b/a)_{i+1}$ は 3 次元 1 次回帰式 $(b/a)_{i+1} = a + b(b/a)_i + cR_{i+1} + dp_{i+1}$ で近似するとともに、変動量の累積分布図を作成する。図-2 は $(b/a)_{i+1}$ の資料値と計算値の相関図、およびそれからの変動量の図であり、両者は平均的にかなりよい対応を示す。つぎに、1 タイムステップ間の台風属性変化量に対しても同様の図を作成する。④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季節別年台風発生個数を求める。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、回帰式と変動量累積分布図に一様乱数を与えて求めた値の和から台風半径 R_0 、ついで同様に、台風半径比 $(a/b)_0$ と長・短軸半径(a_0, b_0)を計算する。



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再計算を行う。⑤台風が領域外にでるまで、また中心気圧が 1008hPa 以上になるまで④を繰り返す。⑥ ①～⑤の計算を季節別に繰り返す。

3. モデルの検証：図-3 はシミュレートされた台風経路と台風半径の 1 例を示す。シミュレーション結果の総合的検討によれば、本モデル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および台風半径のひずみ、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。

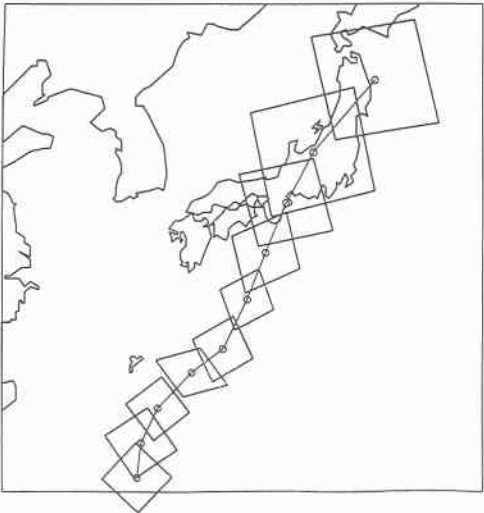


図-3