

確率的低気圧モデルに関する研究

愛媛大学工学部 正員 山口正隆 東亜建設工業(株)

大木泰憲

愛媛大学大学院 学生員○前川浩章

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考えられる。台風の場合には、こうした方法は著者らにより開発されているが、低気圧の場合には、低気圧そのものの確率的なモデル化が行われていない。そこで、本研究では低気圧に伴う気圧分布を簡単なモデルで近似したうえで、資料の統計解析を行い、低気圧属性の確率的発生モデルの構築を試みる。2.低気圧モデル：発達した低気圧に伴う気圧分布を次出の楕円で近する。

$$p = p_{\infty} - (p_{\infty} - p_c) \exp[-\{(x/a_1)^2 + (y/b_1)^2\}^{1/2}]$$

ここに p_{∞} ：一般気圧場の気圧、 p_c ：低気圧の中心気圧、 x, y ：低気圧原点を中心とする局所座標系、 $a_i, b_i (i=1, 2)$ ：正、負側で異なる値をとる楕円の長、短経、である。3.低気圧属性資料の作成：図-1

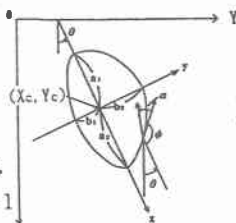


図-1

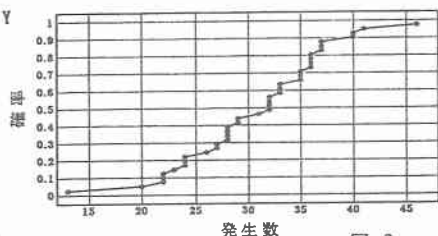


図-2

に示すように、気圧分布を楕円で近似すれば、低気圧属性は中心位置 (X_c, Y_c) 、 p_c, p_{∞} 、楕円長軸の全体座標系 (X, Y) に対する傾き θ および

a_1, a_2, b_1, b_2 の9つの量によって表される。低気圧属性のうち、 θ, a_1, b_1 は、寒冷前線と温暖前線の中間点と低気圧中心を結ぶ直線(長径)、およびこれに直交する直線(短径)と1000hPaの等圧線の交点(A_1, A_2, B_1, B_2)の緯度・経度を読みとった後、これらを全体直交座標系表示に変換し上式に代入すれば、算出される。また、 p_{∞} は対象低気圧の気圧分布に影響する高気圧として定義する。低気圧資料の抽出は6時間間隔のアジア太平洋天気図による。期間は1988～1995年の8年間で、対象低気圧は980hPa以下に発達したものに限定する。抽出範囲は北緯約30°～55°、東経約115°～170°とし、33°西から東へ移動したもの、関東・仙台沖や日本海で発達したものを含む。低



図-3

気圧の確率的発生モデルを作成する領域は、東経約133°～170°、北緯約33°～54°の範囲に設定する。また、境界上における低気圧属性は境界を横切る直前、直後の2時刻における低気圧属性資料の線形補間に基いて算出する。一方、領域内発生低気圧については、低気圧の発生領域を発生頻度の高い場所に限定する。980hPa以下の低気圧の年発生数は、低気圧抽出条件の相違により1988～1995年(アジア太平洋天気図)と1951～1987年(気象要覧)の期間で異なることから、1987年以前の低気圧年発生数にそれぞれの期間の平均発生数の比(31/24)を乗じて調整する。4.確率的低気圧モデルの定式化 ①

低気圧発生数モデル：各年の発生数資料に対して、

図-2のように累積分布図を作成し、これに0～1間

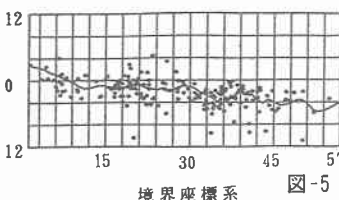


図-5

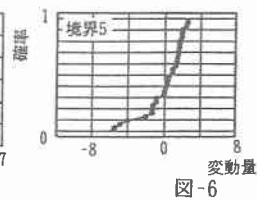


図-6

の1様乱数を入力して低気圧の年発生数を求める。低気圧の年発生数は197：37の比率で境界における低気圧発生数と領域内における低気圧発生数に分ける。②境界における低気圧発生モデル：1次元境界座標 ξ (図-3)を導入する。図-4は境界座標で表した低気圧発生位置の累積分布図であり、これに0～1乱数を入力するこ

とにより低気圧の発生位置を決める。境界発生モデルの基本的考え方は、各低気圧属性およびその変化量の境界座標に関する平均的挙動を1次元重み付きスプライン関数(図-5)によって近似するとともに、個々の資料値のスプライン関数値からの偏差を累積分布(図-6)の形で表示し、両者の和で低気圧属性を与えるものである。この場合、境界軸に沿う低気圧属性の地域特性を考慮するため、境界を6つの小境界に分割し、小境界ごとに低気圧属性偏差の累積分布図を作成する。また、低気圧半径は、 p_m, p_c, θ を説明変数とする線形重回帰式とこれからの偏差の累積分布に基づく値の和として表す。

③領域内における低気圧発生モデル：領域内の低気圧発生地点はかなりのばらつきを伴い、しかも資料数が少ないので、モデル化はその発生地点が集中している図-7の領域に限定する。モデル化にあたっては、低気圧半径を除く各低気圧属性資料相互の独立性を仮定して、それぞれの累積分布(図-8)を作成し、これに対する0~1乱数の入力から、発生地点における各低気圧属性資料を得る。また、低気圧半径のモデル化は境界発生モデルの場合と同様である。④領域内における低気圧の発達・移動モデル：低気圧属性の地域特性の影響をモデル化するため、対象領域をX軸方向に3、Y軸方向に4分割した小領域ごとに低気圧属性を分類し、それぞれについて別個の定式化を行う。定式化にあたっての基本的考え方は、i時点における低気圧属性がi+1時点におけるものと高い相関をもつことを利用して、i時点からi+1時点に至る低気圧属性が両時点における諸量間の線形重回帰式における値と回帰式からの偏差の累積分布(図-9)に0~1乱数を入力して得られる値との和で表されるとすることである。

また、低気圧属性変化量も線形重回帰式による値とその偏差の累積分布(図-10)からの値の和として表す。そしてi時点からi+1時点に至る低気圧属性の変化量が上述の方法から求められる境界低気圧属性変化量を越えないようにする。一方、低気圧半径については、i時点の低気圧半径、i+1時点の中心気圧・遠方場高気圧を説明変数とする線形重回帰式のみによってモデル化する。5. シミュレーション結果：8年間の低気圧シミュレーションを100回実施した。図-11はある1年間の低気圧シミュレーションで発生した低気圧の経路と現実の低気圧の経路を示したものであり、低気圧の経路は類似している。表-1は小領域別に示した低気圧属性の平均値および標準偏差の比較例であり、よい一致が見られる。6. まとめ：本研究で開発した確率的低気圧モデルは、現実の低気圧属性を比較的良好に再現すると考えられる。しかし、現段階では、モデルの骨格を作成したにすぎず、気圧および風の極値の確率的特性に関する検討を行っていないので、こうした面からの詳細な検討が必要である。

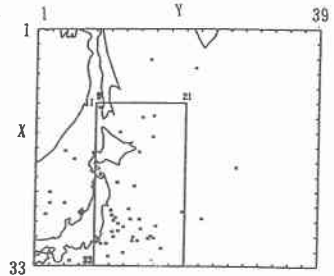


図-7

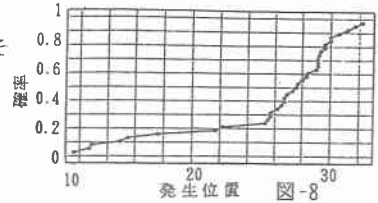


図-8

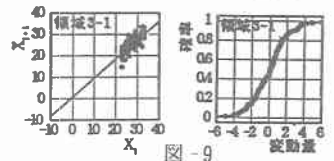


図-9

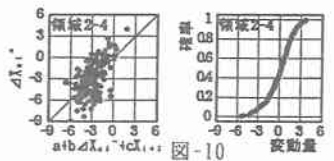


図-10



図-11

表-1

		領域3-3	
低気圧中心気圧(hPa)		平均値	標準偏差
obs.	991.62	10.25	
cal.	990.33	8.56	
最低気圧(hPa)		平均値	標準偏差
obs.	1029.74	8.66	
cal.	1031.31	8.00	
移行速度(km/h)		平均値	標準偏差
obs.	72.45	26.38	
cal.	62.86	18.38	
移行方向(°)		平均値	標準偏差
obs.	52.22	23.87	
cal.	57.66	18.63	
軸の傾き(°)		平均値	標準偏差
obs.	47.14	24.85	
cal.	56.05	16.77	
軸 a1		平均値	標準偏差
obs.	16.58	13.68	
cal.	15.63	7.26	
軸 a2		平均値	標準偏差
obs.	24.07	12.85	
cal.	24.89	6.34	
軸 b1		平均値	標準偏差
obs.	24.18	12.10	
cal.	26.37	8.56	
軸 b2		平均値	標準偏差
obs.	21.66	18.43	
cal.	20.79	6.58	
個数		obs.	cal.
		130	11766