

確率的低気圧モデルの再検討

愛媛大学工学部 正員 山口正隆
愛媛大学大学院 学生員 前川浩章

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る方法が考えられる。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、低気圧の場合にはその確率的モデル化が著者らにより試みられている段階であり、しかも、モデル化において対象とした低気圧の抽出期間は8年間である。しかし、経年変動を考慮するとき、8年という抽出期間は短すぎるように考えられる。そこで、本研究では、低気圧資料の採択期間を32年間に拡大した場合に、同様の統計解析に基づいて確率的低気圧モデルの再構成を行う。

2. 低気圧モデル：発達した低気圧の気圧分布を楕円型分布で近似する。 $p = p_{\infty} - (p_{\infty} - p_c) \exp[-\{(x/a_1)^2 + (y/b_1)^2\}^{1/2}]$ 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、短径である。

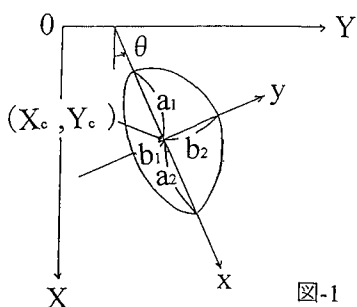


図-1

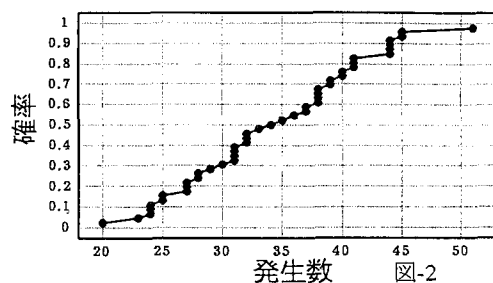


図-2

3. 低気圧属性資料の作成：図-1に示すように、気圧分布を楕円で近似すれば、低気圧特性は中心位置(X_c, Y_c)、 p_c, p_{∞} 、楕円長軸の全体座標(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。 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こととし、1976～1995年の20年間では、中心気圧980hPa以下に発達した低気圧、1964～1975年の12年間では、中心気圧960hPa以下に発達した異常低気圧に限定する。抽出範囲は北緯約30°～55°、東経約115°～170°、確率的低気圧モデルを作成する領域は、東経約133°～170°、北緯約33°～54°の範囲とする。980hPa以下の低気圧の年発生数は、低気圧の抽出条件の相違により1976～1995年（アジア・太平洋天気図）と1951～1975年（気象要覧）の期間で異なることから、1975年以前の低気圧年発生数に両期間の平均発生数比(34.7/24.5)を乗じて調整する。

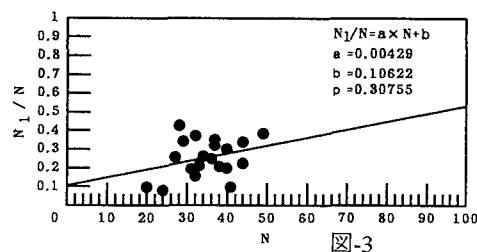


図-3

4. 確率的低気圧モデルの定式化①低気圧年発生数モデル：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間の一様乱数を入力して発生数Nを決める。ついで、Nを境界における発生数(N_1)と領域内における発生数(N_2)に分けるため、 N_1/N とNとの相関直線(図-3)による値とそれからの変動量の累積分布図(図-4)による出力の和として、 N_1/N の最終値、つまり N_1 と N_2 を求めるという方法を用いる。

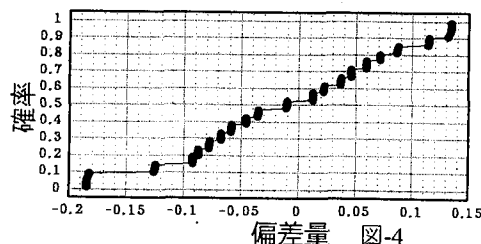


図-4

②境界上低気圧発生モデル：1次元境界座標 ξ (図-5)を導入する。図-6は境界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な考え方は、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-7)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-8)の形で表示し、

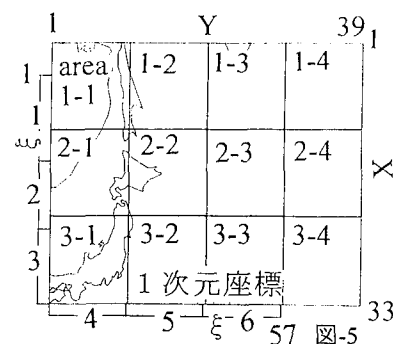
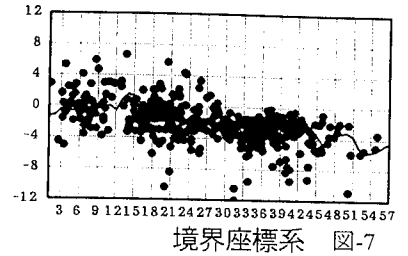
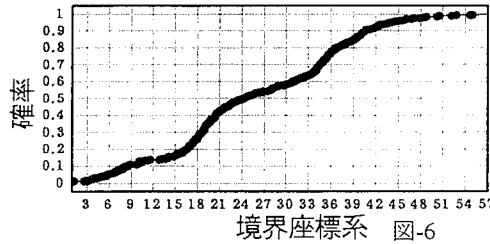
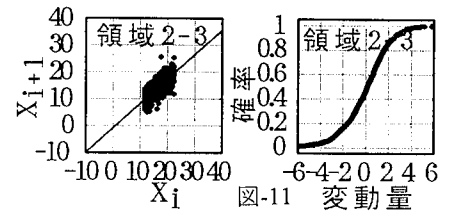
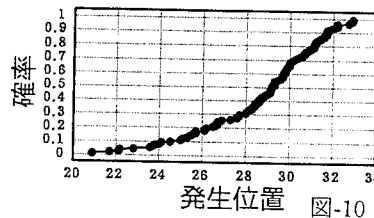
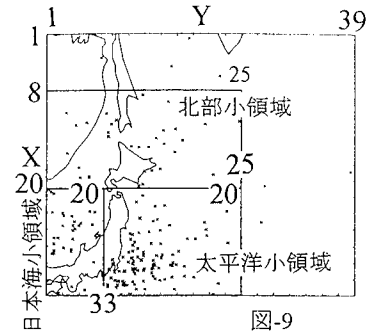
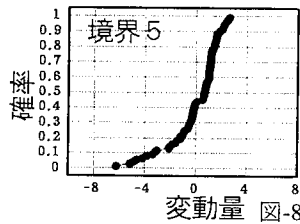


図-5

両者の和で低気圧属性を与えることである。この場合、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を作成する。また、低気圧半径は、 p_{∞} , 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



域内低気圧発生モデル：領域内の低気圧の発生地点は図-9で示すように、広範囲に分布する。そこで、地域特性を考慮に入れて、発生領域を図-9に図の太枠で示す北部小領域($X=8\sim 20$, $Y=1\sim 25$)、日本海小領域($X=20\sim 33$, $Y=1\sim 8$)、太平洋小領域($X=20\sim 33$, $Y=8\sim 25$)のように、3つの小領域に分け、別個にモデル化する。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(図-10)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じである。④領域内低気圧の発達・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な考え方は、 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値と回帰式からの偏差の累積分布(図-11)に0~1乱数を入力して得られる値との和で表されるところである。また、低気圧属性の変化量も線形重回帰式による値とその偏差の累積分布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限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：20年間のシミュレーションを100回実施した。図-12はそのうちの1年間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、両者は類似している。表-1は小領域別に示した旧モデルと改良型モデルによる低気圧属性の最小値および最大値、改良型モデルによる平均値および標準偏差の比較表である。改良型モデルは旧モデルに比べて、低い中心気圧、したがって異常低気圧の出現機会を増大させる。また、改良型モデルでは、平均値と標準偏差に対する観測結果と対応がより良好である。6. まとめ：本研究で再作成した確率的低気圧モデルは、旧モデルより現実の低気圧属性をよく再現する。

表-1 領域 2-4		旧モデル		改良型		改良型	
		最小値	最大値	最小値	最大値	平均値	標準偏差
低気圧中心気圧(hPa)	obs.	952.0	1000.0	952.0	1002.0	980.8	9.8
	cal.	948.2	1008.9	939.7	1012.5	978.9	8.6
卓越気圧(hPa)	obs.	1006.0	1054.0	1006.0	1070.2	1033.3	11.0
	cal.	1007.0	1060.8	1004.5	1064.0	1033.1	7.8
進行速度(km/h)	obs.	.0	141.9	.0	184.3	57.9	27.5
	cal.	.3	156.5	.5	173.6	56.3	21.2
進行方向(°)	obs.	-176.6	143.1	-176.6	168.7	45.6	37.3
	cal.	-179.8	179.8	-179.9	179.8	51.7	26.8
軸の傾き(°)	obs.	26.2	138.2	17.9	138.2	62.7	29.6
	cal.	-4.8	143.3	9.7	131.7	68.3	15.9
軸 a1	obs.	6.8	51.4	5.3	79.4	17.9	15.2
	cal.	5.0	39.0	1.0	49.7	19.9	6.7
軸 a2	obs.	7.1	54.4	7.1	79.2	22.3	14.9
	cal.	5.1	45.6	6.3	50.6	24.9	5.9
軸 b1	obs.	4.4	59.7	4.4	79.9	21.6	12.7
	cal.	5.0	49.1	1.0	48.8	20.2	6.8
軸 b2	obs.	5.0	63.4	4.6	78.5	16.3	15.0
	cal.	5.9	34.7	1.1	48.0	19.8	5.9
個数	obs.	194		556		556	
	cal.	41796		59915		59915	

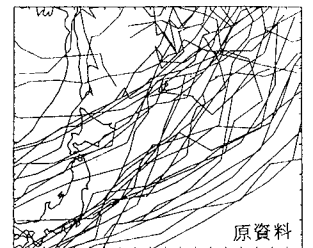


図-12

