

台風気圧場の移動に伴う変化

Variation of Moving Typhoon Pressure Field

松井 正宏*1 孟 岩*2 日比 一喜*3
Masahiro Matsui Yan Meng Kazuki Hibi

1 はじめに 長い再現期間の設計風速や、風向特性を求めるために、台風モデルに基づくモンテカルロシミュレーションが行われることがある。この手法は、台風の気圧場を、台風中心からの距離を r として、中心気圧低下量 Δp 、最大旋行風速半径 r_m のパラメータで表される Schloemer の式

$$p(r) = p_c + \Delta p e^{-\frac{r}{r_m}} \quad (1)$$

で近似し、変数 $\Delta p, r_m$ および設計対象地点に影響する台風の発生頻度、進行速度、移動方向を乱数で与え気圧場を発生させる。次に、この気圧場から対象地点の傾度風、地上風を予測する。このステップを必要な回数繰り返すことにより、設計に必要な風向風速の確率分布を求めることができる。特に、この手法の成否を握っているのは、乱数によって発生させる気圧場の再現性と与えられた気圧場から地上風を予測する精度である。

日本に上陸する台風の気圧場に関する統計的性質に関しては藤井・光田 [1] による詳細な検討があり、その性質の一部がしばしば台風のモデル化に利用されている。また、光田・藤井 [2] は南方洋上の台風の移動および中心気圧の変化についてモデル化を行い、モンテカルロシミュレーションを実施した。かれらは、台風の発生時の中心気圧、移動速度を再現することに成功した。しかし、移動後の統計値については改善の余地があると述べられている。

本報告では、1991年から1993年の資料に基づき、日本に接近する台風の気圧場について、その移動に伴う変化を統計的に分析する。

2 台風気圧場の逆解析と気圧場形状 台風気圧場に式 (1) を当てはめ、 $\Delta p, r_m$ を最小二乗法で求めた。台風中心位置、中心気圧は気象要覧 [3] を、台風時の各地の大気圧は気象庁が公開している資料 [4] を利用した。逆解析を行う条件は、中心気圧が 985hPa 以下かつ中心から 500km 以内に 10 観測点以上の記録が存在する台風とした。さらに、解析を行った台風のうち解析区間内の最低中心気圧が低いものを選び統計的検討の対象とした。表 1 に対象とする台風と、それぞれの台風が解析区間で最低気圧を示した時刻、およびその時点でのパラメータの値を示す。

台風の中心気圧は北上するにつれてある時点から上昇傾向を示す。図 1 は台風 T9313 についてこの傾向を示したものである。これらの図から中心気圧の上昇と共に、最大旋行風速半径が増大している。他の台風についても同様な傾向が認められた。

3 気圧場パラメータ ($\Delta p, r_m$)、循環 (Γ)
台風の中心気圧が上昇し、最大旋行風速半径が増大する傾向を

明らかにするために、台風 T9313, T9119 について同定された ($\Delta p, r_m$) の時系列を図 2(a)~(b) 示す。時刻は表 1 に示す時刻すなわち解析範囲内で中心気圧が最低になった時刻からの経過時間として表している。

さらに、台風中心付近の渦の強さを表す指標として、地表面の影響が無視できる傾度風高さの風について中心から半径 r の円境界内 $C(r)$ の循環 $\Gamma(r)$ を考える。

$$\Gamma(r) = \int_{C(r)} U \cdot ds \quad (2)$$

$$= \oint_{\theta} U_{\theta} \cdot r \cdot d\theta$$

ここで、

$$U_{\theta} = \frac{c_{\theta} - fr}{2} + \sqrt{\left(\frac{c_{\theta} - fr}{2}\right)^2 + \frac{r}{\rho} \frac{\partial p}{\partial r}} \quad (3)$$

表 1: 解析対象とした台風とそのパラメータ

typhoon	Δp_0 (hPa)	r_m (km)	date	time
9313	89.5	49.6	3 Sept.	9:00
9119	84.4	95.8	27 Sept.	9:00
9307	76.2	116.7	9 Aug.	16:00
9109	75.5	87.9	28 Jul.	23:00
9115	75.1	84.2	8 Sept.	15:00
9210	72.3	67.8	7 Aug.	13:00
9117	62.5	64.7	13 Sept.	21:00
9217	61.8	325.7	11 Sept.	9:00
9121	58.5	211.5	11 Oct.	23:00
9319	56.3	233.3	7 Oct.	20:00

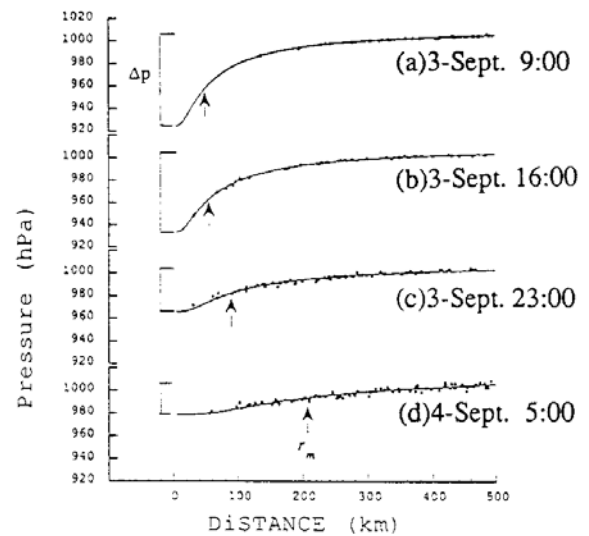


図 1 台風 T9313 号の気圧場の変化

*1 清水建設 (株) 技術研究所
*2 清水建設 (株) 技術研究所 工博
*3 清水建設 (株) 技術研究所 主席研究員 工博

は傾度風の θ 成分、 c は移動速度、 f はColiorisパラメータ、 ρ は空気密度である。以下、評価半径は300kmとした。

図2(a)~(c)に、循環 $\Gamma(r=300\text{km})$ の時系列を示した。台風の循環 Γ は、変動はあるものの、全体としてわずかに減衰している。この減衰を、対数減衰率(ν_Γ)として求めると Δp の対数減衰率($\nu_{\Delta p}$)に比べ小さい。表2に各台風の循環と中心気圧低下量の対数減衰率($\nu_\Gamma, \nu_{\Delta p}$)を示した。中心気圧低下量の対数減衰率は中心気圧と相関がなく(相関係数0.014)、図3に示すようにその累積度数分布は対数正規分布に近い。図4に循環の対数減衰率と中心気圧低下量のそれの比($\nu_\Gamma/\nu_{\Delta p}$)を求め、中心気圧低下量の最大値(Δp_0)との関係で示した。両者の関係は、 $A = 32.8, B = -0.0632$ として次式で表され、中心気圧低下量が小さいほど循環の対数減衰率が大きくなる傾向がわかる。

$$\nu_\Gamma/\nu_{\Delta p} = A \times e^{B\Delta p_0} \quad (4)$$

ただし、ここでは以下で用いられる台風T9115に関する値は含まれていない。

4 最大旋行風速半径(r_m)の推定 上記の関係をを用いると、中心気圧低下量、循環の初期値($\Delta p_0, \Gamma_0$)および中心気圧低下量の対数減衰率($\nu_{\Delta p}$)が与えられれば最大旋行風速半径の時系列を推定することができる。まず、中心気圧低下量の初期値と減衰率を使って時系列 $\Delta p(t)$ を推定する。次に式(4)と $\Delta p_0, \nu_{\Delta p}$ から ν_Γ を求め、 Γ の時系列 $\Gamma(t)$ を推定する。最後に式(1)~(3)の関係をを用いて最大旋行風速半径を逆算する。

この手順に従って推定した最大旋行風速半径の時系列を台風T9155の観測記録から同定した値と比較して示す。中心気圧低下量と循環の初期値($\Delta p_0, \Gamma_0$)は図の時刻0の値をそのまま用いている。観測記録から求められた r_m は時刻10まで増加後、大きく変動しながら減少してゆくのに対し、提案する推定手法で得られた値は単調に増加する。これは本モデルが循環、中心気圧とも単調な減少を仮定していることによる。

5 まとめ 台風気圧場の最大旋行風速半径の変化を中心気圧低下量と中心付近の循環の関係としてとらえることを試みた。統計的には少ないデータ数ではあるが、台風の中心気圧低下量の低下と共に最大旋行風速半径が増加する傾向をとらえることができた。

表2: 各台風の循環 Γ と $\Gamma, \Delta p$ の対数減衰率

typhoon	Γ (m^2/s)	$\nu_{\Delta p}$	ν_Γ
9313	4.423e+07	0.0444	0.0043
9119	5.865e+07	0.0198	0.0039
9307	5.971e+07	0.0220	0.0065
9109	5.200e+07	0.0198	0.0059
9115	5.105e+07	0.0168	0.0226
9210	4.604e+07	0.0268	0.0062
9117	3.998e+07	0.0581	0.0424
9217	6.118e+07	0.0108	0.0106
9121	5.934e+07	0.0164	0.0114
9319	5.900e+07	0.0381	0.0293

参考文献

- (1)藤井、塚本、光田：日本本土に襲来する台風の統計的性質について、京都大学防災研究所年報第28号B-1、1985
- (2)光田、藤井：日本南方洋上における台風の確率モデルの作成、京都大学防災研究所年報第32号B-1、1989
- (3)気象庁、気象要覧1991.1-1993.12
- (4)気象庁、地上気象観測データ1991-1993

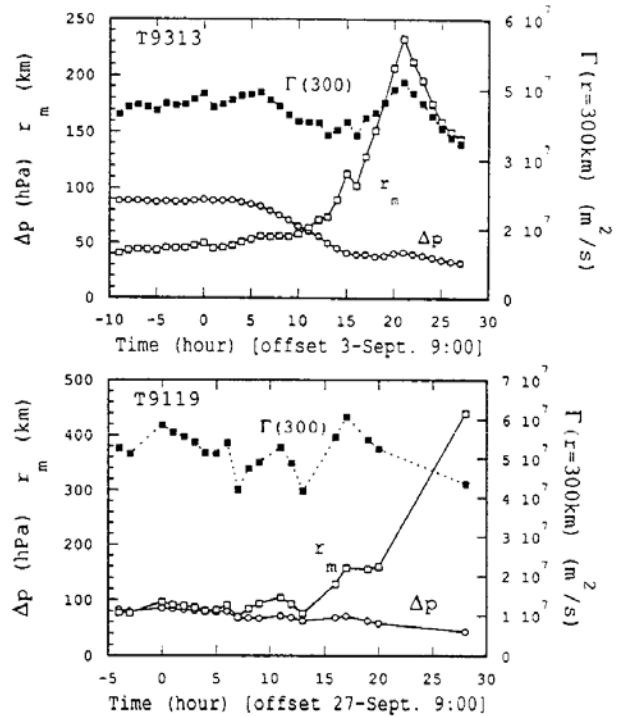


図2 中心気圧低下量、最大旋行風速半径および循環の時系列 (a)台風T9313 (b)台風T9119

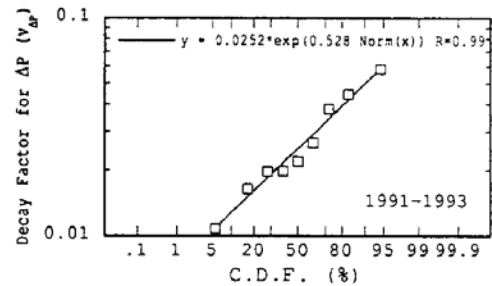


図3 中心気圧低下量の累積分布

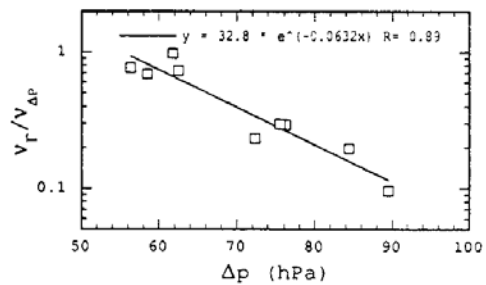


図4 対数減衰率比($\nu_\Gamma/\nu_{\Delta p}$)と中心気圧(Δp)の関係

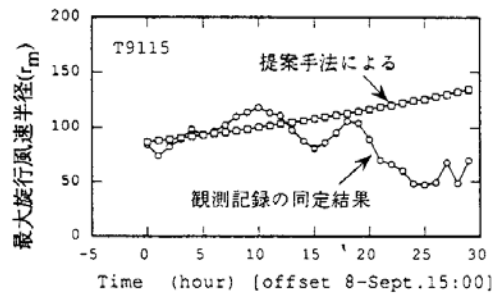


図5 台風T9115の最大旋行風速半径の推定