

## 台風気圧場のモデルパラメータに関する統計分析

正会員 ○松井正宏\*1

同 孟 岩\*2

同 日比一喜\*3

設計風速、台風、確率分布

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。この手法の成否は、乱数によって発生される気圧場の再現性と、気圧場から地上風を予測する方法の精度に大きく依存する。

本報告では、このうち台風の気圧場に関する統計的性質を明らかにすることを目的とする。

2. 台風気圧場モデル 台風の気圧場 $P(r)$ の分布を表す経験式としてHolland<sup>1)</sup>は式(1)を提案した。

$$P(r)=P_c + D_p \exp\{-R_m/r\}^B \quad (1)$$

ここで、 $r$ は台風中心からの距離、 $P_c$ は中心気圧、 $D_p$ は中心気圧低下量、 $R_m$ は最大旋行風速半径と呼ばれる。 $B$ は中心付近の集中度を表しており、1~2.5が理論的には妥当である<sup>1)</sup>とされている。日本における顕著台風については、光田・藤井ら<sup>2)</sup>により式(2)が採用された。これは式(1)において $B=1$ に相当する。

$$P(r)=P_c + D_p \exp(-R_m/r) \quad (2)$$

本研究においても式(2)を用い、パラメータ $P_c, D_p, R_m$ を同定する。その際、 $P_c + D_p$ は周辺気圧に漸近することから、 $P_c + D_p = 1013 \text{ hPa}$ の関係を用いることができる<sup>3)</sup>。また、風速場は $P(r)$ の勾配に依存するので、以下、気圧勾配に寄与する $D_p, R_m$ 、および移動(移動速さ $c$ 、移動角度 $Dir$ )の統計的性質について議論する。

3. 統計資料と分析方法 実台風(ここではシミュレーションと区別する場合、明示的にこう表現する)の中心気圧および移動経路は気象庁気象要覧(1951年~1993年)に基づく。式(2)のパラメータを同定する際には、気象官署における記録(地上気象観測編集データ1961年~1993年、SDPテープ)を用いた。

図1に設定領域を示した。本報告では大阪気象台を中心とする半径500kmの円内とする。また、後述するモンテ-カルロ・シミュレーションと比較するために、文献2)に基づく仮想海岸線を設定する。本報告では、この海岸線に交差しかつ上記円内を通過する台風を対象とし、さらに海岸線交差時の中心気圧が980hPa以下のものとする。

統計分析は、対象とする実台風について対象地点に最も接近した時点の $D_p, R_m, c, Dir$ を計算し、各パラメー

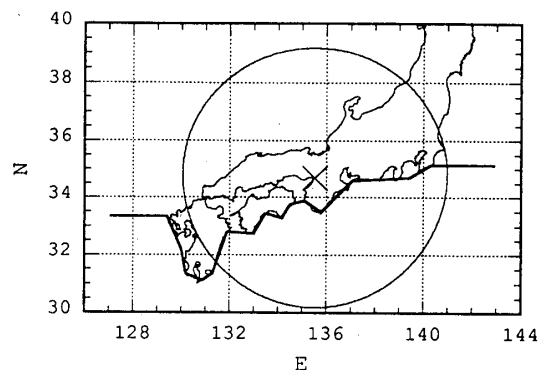


図1 解析対象範囲(対象地点:大阪気象台位置を中心とする半径500kmの領域と仮想海岸線)

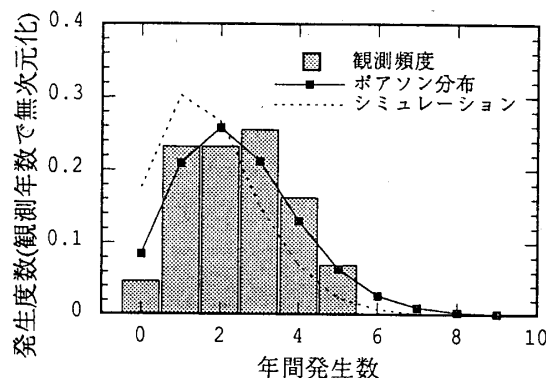


図2 観測範囲を通過する台風の年発生数と頻度

タの分布、適合性を検証する。また、文献2)に基づき10000年のモンテ-カルロ・シミュレーションを実施し、円内を通過する台風のパラメータの分布を実台風と比較する。パラメータ間の相関を調べるために、相関行列を求め検討する。

4. 分析結果と考察 4.1 年発現数 1951年~1993年に発生した1167個の実台風のうち、117個が仮想海岸線と交差した。このうちさらに106個が対象円内を通過した。年平均発現数は $2.47 (= 106/43)$ である。図2に年間発現数とその頻度(観測年数で基準化した)を示す。この分布は平均発現数2.47のポアソン分布で近似される。一方、シミュレーションの年平均発現数は1.74であった。4.2 中心気圧低下量( $D_p$ ) 図3に $D_p$ の分布を示す。分布は対数正規分布で近似される。シミュレーションによる値は実台風に比べて約10hPa低くなっている。

4.3 最大旋行風速半径(Rm) 図4にRmの分布を示す。分布は対数正規分布で近似される。約45%実台風が大きな値を示す。

4.4 移動速さ(c)、移動角度(Dir) 図5、図6にc、Dirの分布を示す。分布は対数正規分布で近似される。両分布とも、シミュレーションと実台風の値は一致する。

4.6 最接近距離(r\_min) 図7に最接近距離の分布を示す。分布はシミュレーションと実台風とも一様分布を示す。

4.7 パラメータ間の相関 表1-1、表1-2にパラメータ間の相関マトリクスを示す。実台風では相関係数いずれもは0.3以下でパラメータ間の強い相関は認められない。また、主成分分析を用いてパラメータ間の一次結合で表される関係の有無を調べたが、明らかな関係は存在しなかった。文献2)のモデルおよびシミュレーションではパラメータ間の相関は考慮されていないが、妥当なモデル化であるといえる。

5. まとめ 大阪気象台位置を中心として半径500kmを通過する台風について1951年～1993年の106個の台風の記録に基づいて調査した結果、年発生数、中心気圧低下量、最大旋行風速半径について既往のモデルと異なる結果を得た。移動速さ、移動角度については既往のモデルと一致した。表2に上記で得られた結果をまとめた。これらの分布は $\chi^2$ 検定により有意水準5%で妥当であることが確認されている。

表1-1 実台風気圧場のパラメータの相関

	ln(Dp)	ln(Rm)	ln(c)	ln(Dir)
ln(Dp)	1.000	-0.041	0.286	-0.002
ln(Rm)	-0.041	1.000	0.248	-0.164
ln(c)	0.286	0.248	1.000	-0.150
ln(Dir)	-0.002	-0.164	-0.150	1.000

表1-2 シミュレーションによる台風気圧場のパラメータの相関

	ln(Dp)	ln(Rm)	ln(c)	ln(Dir)
ln(Dp)	1.000	-0.074	0.059	0.097
ln(Rm)	-0.074	1.000	0.019	0.003
ln(c)	0.059	0.019	1.000	0.116
ln(Dir)	0.097	0.003	0.116	1.000

表2 大阪気象台最接近時の台風気圧場のパラメータ統計値

シミュレーション円内での発現			
ポアソン分布：平均発現数			2.47
パラメータ(Dp,Rm,c,Dir)			
対数正規分布：			
変数	平均値	標準偏差	unit
ln(Dp)	3.60	0.394	hPa
ln(Rm)	4.80	0.499	km
ln(c)	2.44	0.435	m/s
ln(Dir)	4.09	0.370	degree

\*移動角度は進行方向について東を0°として反時計回りを正とする

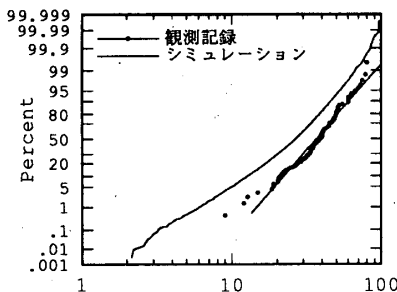


図3 中心気圧低下量の分布

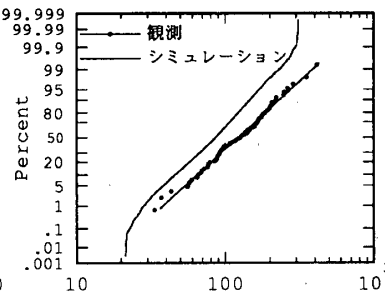


図4 最大旋行風速半径の分布

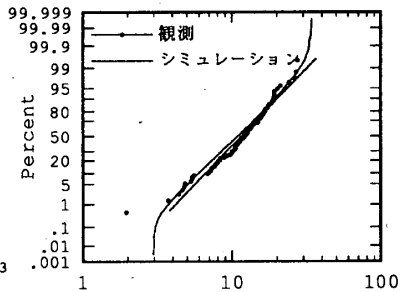


図5 移動速さの分布

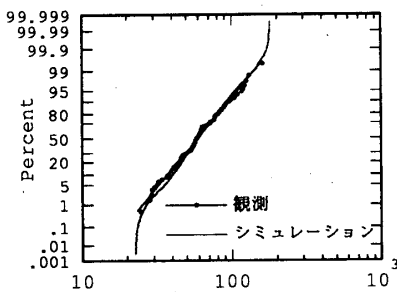


図6 移動角度の分布

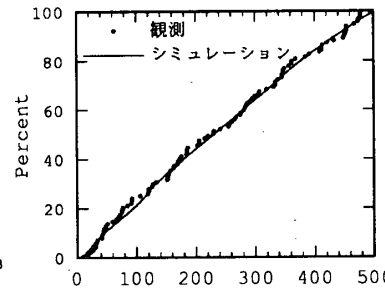


図7 最接近距離の分布

参考文献

- 1)Holland,G. J.:An analytical model of the wind and pressure profiles in hurricanes, Monthly Weather Review, Vol.108,No.8,1980
- 2)藤井・光田：台風の確率モデルの作成とそれによる強風のシミュレーション、京大防災研年報、第29号B-1、1986
- 3)松井他：台風に伴う気圧場の逆解析および風速場モデルの検討、風工学会誌、第55号、1993
- 4)気象庁、気象要覧1951-1993

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