

## 4 海洋上台風の統合解析：雨と風

杉山 卓也、L. Eddy Santoso\* (琉球大学理工学研究科)

### 1 はじめに

台風の素性を知るためには降雨構造・分布の観測が最も肝要であると考えられる。雨量の観測は、観測体制が充実してきた今日であっても、地表観測が優位である。ことに海洋上の台風については、観測地点の制約からひとつの台風での観測量は限られたものとなり、全体構造の把握がむづかしい。海洋上の台風でこそ台風の本性が分かると思われるのに。

一方、大気中で成熟した台風が持つ性質には個性を越えて何か共通したものがありそうである。そこで、成熟した台風は同一の物理現象であるとして複数の台風の観測値を統合してひとつの台風像を描くことが考えられる。これを台風の統合解析と呼ぶ。統合解析の観点からは、多数の(成熟)した台風がもたらした沖縄での雨量は、いろいろな距離にあるひとつの(成熟)台風がもたらしたところの雨量と解釈することになる。

2004年沖縄には14本の台風が近傍を通過した。統合解析にはなじみやすいと考えられる。本稿では台風における雨と風の間を統合解析する。なお、本土に上陸した台風に関して本研究のような統合解析をしてもむなしい。本土での台風では、台風による南からの水分供給を受けて雨がもたらされるが、降雨領域は圧倒的に地形に依存しているから、どこに上陸したかで雨構造が異なるからだ。

本統合解析の目的は次のとおり。

激しい雨が強い風の原因か、それとも、風が雨の原因か？ 台風の強い渦の原因は雨か風か？

### 2 2004年沖縄接近台風

2004年沖縄には14本の台風が接近し、日本

-----  
\*現所属：Agriculture Office of Salatiga City, Indonesia

本土には10本の台風が上陸した(図1)。沖縄を中心にして各台風の中心位置を沖縄中心座標系(ふつうの地図)に描いたものが図2である。沖縄本島の雨量観測値を有効に活用する方法として、統合解析を以下のように進める。

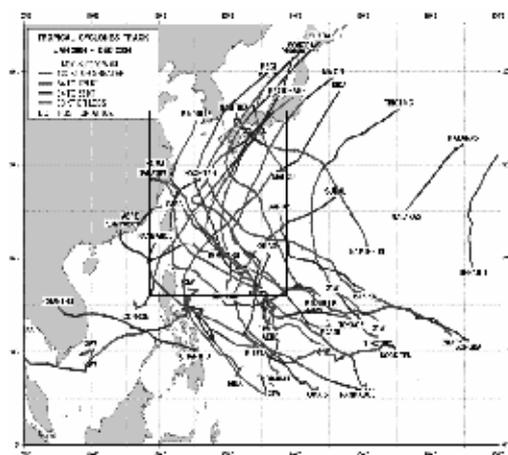


図1 2004年台風経路図

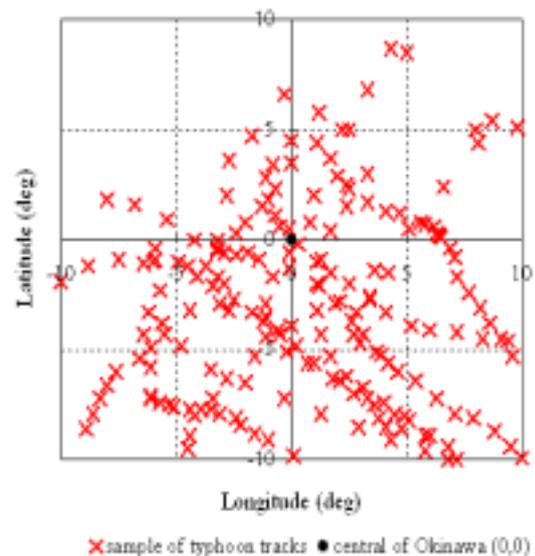


図2 2004年台風の6時間ごとの中心位置  
座標中心 = 沖縄本島

### 3 海洋上の台風の統合解析

図2に示した台風が沖縄にもたらしたアメダスデータ・雨量を図3に示す。図3a)は図2と同じ沖縄中心座標系であり、台風の眼の位置は沖縄周辺に分布している。ただし、各眼の位置に円を描き、その大きさが沖縄にもたらした雨量を示している。

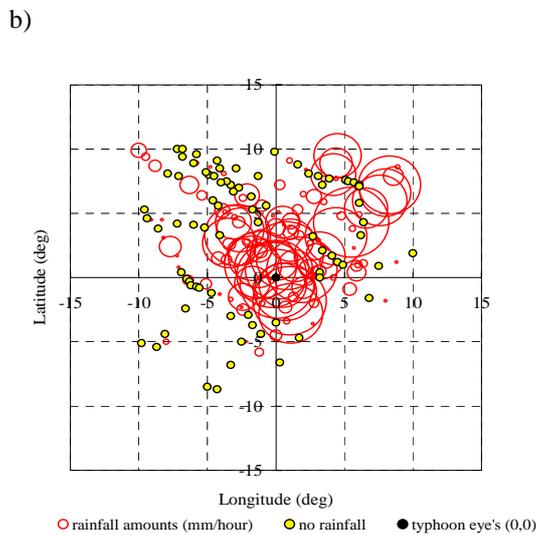
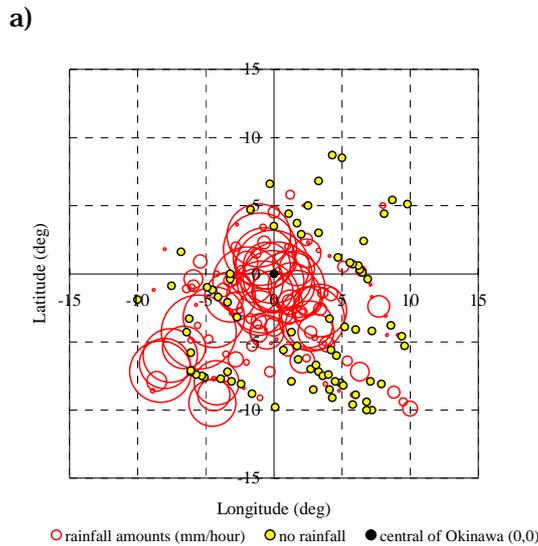


図3 台風が沖縄にもたらした雨分布。

- a) 沖縄中心座標：沖縄で観測された雨量を台風を中心位置において円の大きさで表す。小円は雨なしを表す。
- b) 台風中心座標：各台風の各時間の中心位置を座標中心に置き、沖縄までの距離・方位において降らせた雨を円の大きさで表す。

雨量は沖縄本島各観測地の総和である。これに対して図3b)は各台風の眼を座標中心におき、そこから見た沖縄の方位・距離上にその台風が沖縄にもたらした雨量を円の大きさで表している。この図では、中心の周りに100以上の沖縄本島が分布している。

### 4 雨が渦をもたらし、渦が風をもたらす

単一の積乱雲は渦巻かない。台風は100個以上の積乱雲の組織体であり渦巻く。台風構造内部の雨分布が台風構造内部の渦要素と直接の関連を持っているのではないだろうか。その渦要素が風をもたらすのではないか。このことを確かめるために以下の解析を行う。

図4は、図3b)から作成した、台風を中心からある半径内の領域までの累積雨量分布である。ただし、図3b)が軸対称分布ではないので、4つの象限での雨量を観測頻度で規格化している。

図5は渦度とそれがもたらす接線風速の一般的関係を示している。渦の強度をあらわす循環：

$$\text{循環} = \text{渦度} \times \text{面積}$$

と接線速度場との関係は：

接線速度場 その半径内の循環要素の総和 ÷ 半径

で与えられる。ここで、我々は以下を仮定する。

循環要素      地域雨量

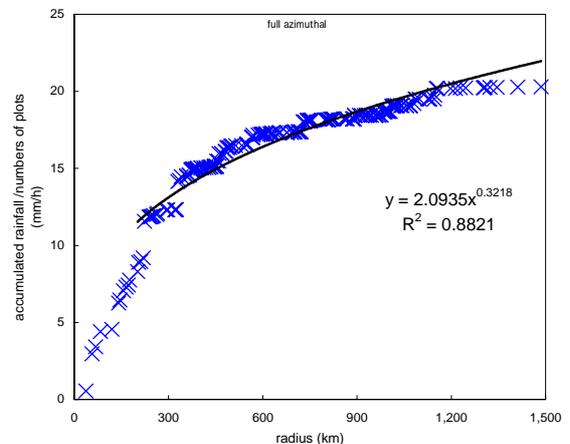
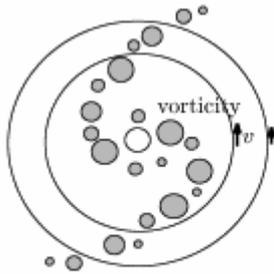


図4 台風から半径 r 内での累積雨量分布

すると、半径内での雨量総和を半径で割った量を接線風速の推定値として、これを、台風風速観測値(アメダスデータ観測地：名護)と比較することが出来る(図6)。



$\zeta$  : vorticity,  $v$  : tangential velocity

$$\begin{aligned} \text{circulation} &= \int_{<r} \zeta dS \\ &= \oint_r v dl (= 2\pi r v) \end{aligned} \quad [\text{Stokes theorem}]$$

then

$$v = \frac{\int_{<r} \zeta dS}{2\pi r}$$

図5 渦度・循環・接線風速の関係

## 5 議論

雨分布から推定された接線風速場と名護で観測された風速場の関係(図6)は、一般的傾向が合致していることを示している。ただし以下の差異がある。

接線風速推定値の冪：半径の - 0.68 乗

風速観測値の冪：半径の - 0.90 乗

観測風速値の方が冪がきついのは、言いかえると中心付近でより観測風速が大きいのは、台風の中心に近い場所の風速は 中心に対する接線成分ばかりでなく動径成分が優位である、あるいは眼の壁近くでは風がローカルに渦巻いている、ためであろうと考えられる。

## 6 結論

以上の解析より我々は、次の結論を得る。  
台風の内部構造における 渦強度分布は 雨量分布に比例している。

今後、より多数の台風データをもちいて、本研究で示した統合解析を台風強度別におこなうことにより、議論の精度が向上すると考える。

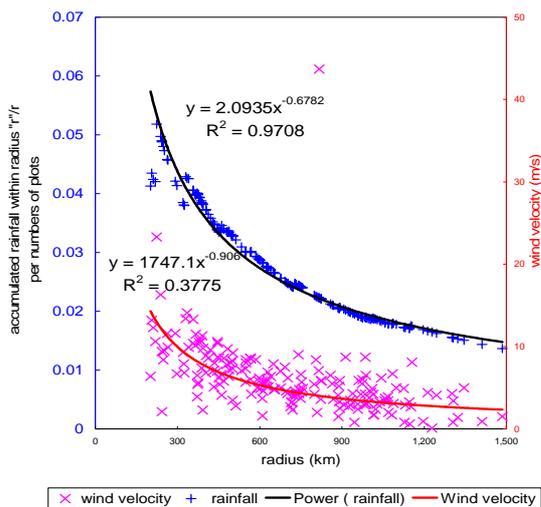


図6 雨量から推定した台風接線風速(上の曲線：左軸)と観測された風速(下の曲線：右軸)