

## アンサンブルシミュレーションを用いた防災情報「台風ノモグラム」の作成と検証 “Typhoon Nomogram” based on Track-ensemble Simulations

○山崎聖太・筆保弘徳・加藤雅也・竹見哲也・清原康友

○Shota YAMASAKI・Hironori FUDEYASU・Masaya KATO・Tetsuya TAKEMI・Yasutomo KIYOHARA

The purpose of this study is to examine the distribution of surface winds associated with tropical cyclones (TCs) over the Japan Island, based on series of numerical experiments. The strong winds were observed over the Japan Island, although those distribution was very complex because of local effects such as mountainous terrain. The topography effect resulting in the strong winds associated with TCs were intimately linked to the TC tracks. Using ensemble experiments with several TC tracks, we can detect the distribution of surface winds associated with TC tracks and create a disaster-prevention information so called “Typhoon Nomogram” at each location in Japan. As results of our study “Typhoon Nomogram” is useful for understanding of the variability in the distribution of surface winds speed over the Japan Island depend on TC tracks and useful for reducing the wind disasters caused by TCs .

### 1. はじめに

一般的に台風がもたらす風は、進行方向の右側で強く、左側で弱いとされる。そのため各地域にとって主に西側を台風が通過すると風災害のリスクが大きくなると考えられている。しかし、実際には日本の複雑な地形の影響をうけ、地域毎に風災害のリスクが大きくなる台風経路は異なる。台風による強風災害を軽減するためには、日本各地域において、このようなローカルな地形の影響を加味した台風の危険経路の把握が必要となる。

米国海軍は過去数十年の台風経路情報と基地で記録された観測風速をもとに解析を行い、横須賀基地と佐世保基地それぞれにおける台風の危険経路を「台風ノモグラム」と呼ばれる図に示した(Jarrell,1982)。この台風ノモグラムは、ある地点における台風通過時の風速が、台風の位置と強度で決定するという仮定に基づき作成され、値は台風通過時に記録した観測風速を、それぞれの台風の最大風速で割り百分率で表される。米国海軍の台風ノモグラムは、その値を等値線で表しており、基地にとっての台風の危険経路を示しているといえる。また、台風ノモグラムの作成に用いられる観測風速は、周辺の地形によって影響を受けているため、台風ノモグラムの値の分布は地形の効果を反映しているといえる。しかし、米国海軍のように観測をもとに台風ノモグラムを作成するには長期間の観測データが必要であり、この手法で作成できる地点は限定される。

そこで本研究では、台風の経路を意図的に変えたアンサンブルシミュレーションを実施し、観測では得られない数の台風経路情報を作成する。そして、その経路情報と計算された各地域の風速を用

いて、数値実験により日本全国各地の台風ノモグラムを作成する。また、作成された台風ノモグラムの詳細な解析により、台風ノモグラムが地形の影響を反映していることを示す。さらに、台風ノモグラムを統計的に解析することで、防災情報として有効なツールとなりうるか検証する。そして、各地域の台風の危険経路の理解を容易にする情報の可視化手法を提案する。

### 2. 数値実験の概要

本研究では、経路の特徴や発生時期の異なる3事例の台風(伊勢湾台風、第二室戸台風、T1215)を対象とし、非静力学領域気象モデル MM5(Dudhia 1993; Grell et al. 1995)を用いてアンサンブルシミュレーションを行った。初期・境界値には JRA55 (1.25°格子)を用い、Domain1 (dx=18km) から Domain2 (dx=6km) にネストダウンした。なお、Domain1 の初期時刻には台風ボーガスを含め込んだ。それぞれの台風において、実際の台風の位置からシミュレーションした標準実験に加え、ボーガスの位置と周囲の大気場を経度方向に 0.2°間隔で東西にシフトさせた実験を約 80~100 ケース、3事例合計 258 本の計算を行った。

### 3. 結果

図1にシミュレーションされた伊勢湾台風の事例における台風経路を示す。それぞれほぼ平行に日本を縦断した。この経路情報と名古屋の風速を用いて、名古屋の台風ノモグラムを作成した(図2)。図の中心が名古屋を示し、値は名古屋で計算された風速と、台風の平均最大風速の比で表している。台風が名古屋の北西や西を通ると、台風の最大風

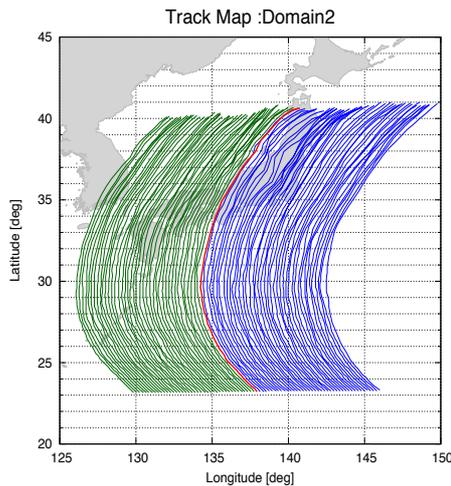


図 1:伊勢湾台風の実験より得られた台風経路。赤線が標準実験、緑線が西にシフトした実験、青線が東にシフトした実験の経路を示す。

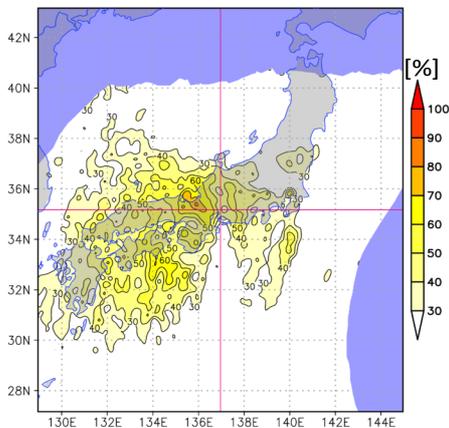


図 2:伊勢湾台風の実験結果から作成した名古屋の台風ノモグラム。シェイドは最大風速比(%), 十字の交点は名古屋を示す。

速の 80%を超える強さの風が名古屋で吹くことがわかる。なお、他の台風事例で作成しても類似した結果が得られた。

以上のように台風ノモグラムが作成できたが、細かな等値線で描かれた図では、台風の危険経路が一見ただけでは理解しがたく、防災情報としての利用に不向きである。そのため、次のような操作を行い、統計情報の可視化を行った。まず、図 3 のように等面積 71 個のセルに分割したグリッド(以後、等積円筒座標と称する)を用意し、台風の経路情報をグリッドごとに分類する。そして、グリッドごとに風速・最大風速・最大風速比に関する統計量を算出してその値に応じて塗り分ける。図 4 の左図は図 3 の経路情報におけるグリッド内最大値、右図はグリッド内平均値で塗り分けた例である。このようにある程度大きな幅で経路情報を集計し統計量を算出することで、一見ただけで危険な台風経路が把握可能となり、「わかりやすさ」を向上させることができた。図 4 から、現実の伊勢湾台風の経路は名古屋にとって風害リスク

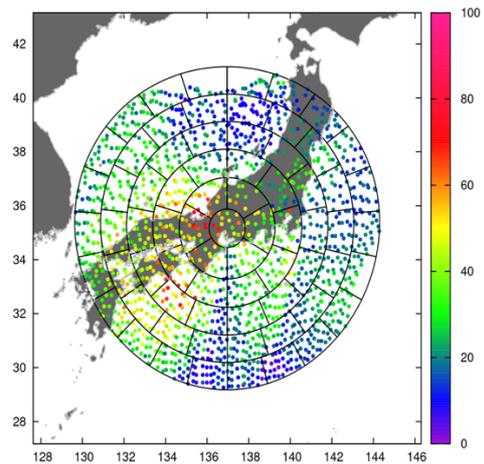


図 3:伊勢湾台風の経路情報を等積円筒座標で分類した例。カラーは名古屋における最大風速比(%), グリッドの中心は名古屋を示す。

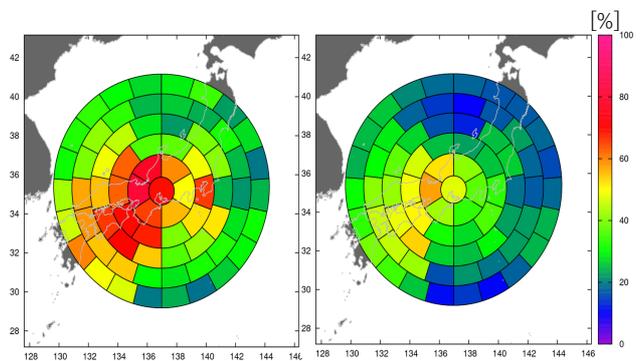


図 4:伊勢湾台風の事例における等積円筒座標による解析。左図がグリッド内最大値、右図がグリッド内平均値を示す。カラーは名古屋における最大風速比(%), グリッドの中心は名古屋を示す。

でみた最悪経路であったことがわかる。

#### 4. まとめと課題

アンサンブルシミュレーションにより地形の影響を考慮した防災情報「台風ノモグラム」を作成し、より利用しやすい防災情報とするための可視化手法を提案した。今後、実験を追加しサンプルとなる経路情報の数を増やすことで、より等積円筒座標のグリッド数を細分化し、危険経路の情報を作成したい。また、グリッド内標準偏差などの情報を用いて、防災情報として重要となる信頼度の情報を提示したいと考えている。

#### 参考文献

Jarrell J. D. and R. E. Englebretson, 1982: Forecast Aids for Predicting Tropical Cyclone Associated Gusts and Sustained Winds For Yokosuka, Japan:  
 Jarrell Jerry D., 1988: Forecast Aids for Setting Tropical Cyclone Conditions: Sasebo and Iwakuni, Japan: