

## 地球温暖化後の風災被害の地域的差異に関する研究

正会員 ○岡崎 豪<sup>\*1</sup>  
同 佐土原 聡<sup>\*2</sup>  
同 矢代 晴実<sup>\*3</sup>

地球温暖化 気候変動 台風リスク  
風災

## 1. はじめに

近年の異常気象の増加や自然環境の変化に伴い、地球温暖化に関する国際的な研究が活発となっている。そして、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の報告書は数百人の研究者らから構成されており、最新の研究成果を総括していると言える。しかし、IPCCの報告書においても地球温暖化が台風の被害に与える影響については十分な報告がなされていないため、将来に備えた対策への遅れにつながる恐れがある。例えば、将来において台風の活動度が増加する場合は、建築物の設計風速を見直すことも視野に入れなければならない。地球温暖化の影響が現れるのは数十年後の将来としても、建築物が使用される年数は非常に長期に及ぶことから、早期の検討が必要となる。また、設計風速が全国的に同じ割合で増加するとは限らず、特定の地域において影響が大きい場合は、地域的な取り組みも検討する必要がある。以上の背景から、台風シミュレーションモデルを活用して将来の気候場における再現期間 100 年の地表風速を評価し、現在の地表風速との違いを検証した<sup>1)</sup>。将来の気候場の予測にあたっては、全球大気モデルから得られた台風の発生個数と強度の結果を適用した。そして、設計風速の違いが風災被害に与える影響を定量的に把握するため、損害保険会社の支払保険金と相関の高い台風による風災被害指数(Typhoon Index Value: TIV)をもとに被害の増減傾向を評価した。本研究では、地域的な風災被害の差異を把握するため、TIVを都道府県別に評価した。

## 2. 風災被害の定量的評価方法

## 2.1. 台風シミュレーションモデルの概要と用途

台風シミュレーションモデルは、中心気圧などのパラメーターを確率分布として構築し、確率分布に乱数を適用することで仮想的な台風を数万通り発生させるモンテカルロシミュレーションである。台風を数万通り発生させることで観測期間を超えた再現期間の風速を求めることが可能となり、橋梁や高層建築物を設計する際の風荷重の評価や損害保険会社が巨大災害に備えるための準備金の評価などに活用されている。

## 2.2. 台風の発生方法

日本の太平洋沿岸に沿って境界線を設定し、過去の台

風の観測記録からそれぞれの境界線における上陸個数の確率分布を作成する。そして、確率分布に乱数を適用することで仮想的な台風を発生させる。

同様に上陸直前から消滅までの台風の中心気圧、進行速度、進行角度、最大旋衡風速半径、中心位置を乱数によって設定する。仮想台風の例を図1に示す。本評価では、1年間のシミュレーションを1万通り繰り返している。

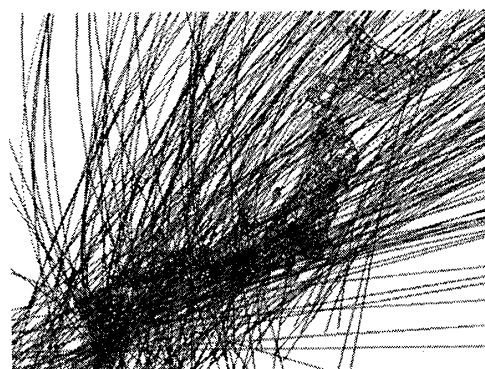


図1 モンテカルロシミュレーションによる仮想台風の例

## 2.3. 傾度風速の評価方法

多くの台風シミュレーションモデルは気圧分布から求めた傾度風速を介して地表風速を評価しており、本モデルでも同様の手法を選択している。気圧分布は発達した台風の気圧場はその等圧線が同心円状になり、中心からの距離の関数として表されるとした Holland<sup>2)</sup>による式を適用している。傾度風速の予測式は、遠心力とコリオリ力が気圧傾度力につり合う運動方程式から求めた式を適用している。

## 2.4. 地表風速の評価方法

岡崎・石原ら<sup>3)</sup>が提案した地表面粗度と地形の効果を反映した評価手法を適用した。同手法はナビエストークス方程式と連続の式を離散的に解く非線形風況予測モデル MASCOT を用いることで、日本全国の各地点における地表面粗度と地形の影響を反映した地表風速を評価することが可能である。地表風速は地表からの高さ 10m における 10 分間平均の風速である。また、地表風速は 1km メッシュの解像度で評価している。

A Study of Regional Divergence of Wind Damage on the Condition of Global-Warming

OKAZAKI Takeshi<sup>\*1</sup>, SADOHARA Satoru<sup>\*2</sup>  
YASHIRO Harumi<sup>\*3</sup>

## 2.5. 将来の気候場の評価方法

将来の気候場における仮想台風を発生させるため、台風シミュレーションモデルのパラメーターの確率分布を変化させた。

確率分布の変化においては、地球温暖化と台風のメカニズムの関係を考慮するため、大気と海洋の運動を物理方程式に基づいた数値解析により予測する全球大気モデルの結果を適用した。そして、本研究では、大内・吉村ら<sup>4)</sup>の全球大気モデルの結果を参考とし、変化させる台風パラメーターは中心気圧と上陸個数とした。台風シミュレーションモデルは上陸時から台風を発生させているため、発生個数と上陸個数が同じ割合で減少すると仮定して、上陸個数のパラメーターを変化させた。台風の中心気圧と上陸個数の確率分布は1932年から1996年の統計値に基づいて構築している。その確率分布の平均を中心気圧は14%減少とし、発生個数は30%減少とした。中心気圧の標準偏差は変化させていない。

## 2.6. 風災被害指数の評価式

設計風速の違いが風災被害に与える影響を定量的に把握するため、損害保険会社の支払保険金と相関の高い台風による風災被害指数(TIV)を評価した。TIVは式(1)及び式(2)で表される。

$$TIV = \sum_{i=1}^n \{w_i \cdot (V_i - V_0)^m\} \quad , V_i > V_0 \quad (1)$$

$$w_i = \frac{H_i}{\sum_{i=1}^n H_i} \quad (2)$$

$V_i$ は地表風速の最大瞬間風速、 $H_i$ は平成12年度国勢調査の地域メッシュ統計データを基にした1kmメッシュの世帯数データ、 $w_i$ は世帯数データをもとにした1kmメッシュの重み付け係数、 $n$ は全国を1kmメッシュで区分した数を表す。 $V_0$ と $m$ は定数であり、支払保険金とTIVの相関が最も高くなる係数を選択した。ここでは、既往の7台風による国内損害保険会社の全社合計の支払保険金とTIVの相関係数が最も高くなる係数を選択し、 $V_0=26$ 、 $m=2$ とした。 $V_i$ は再現期間100年の地表風速を選択した。ただし、将来の気候場の再現期間100年とは、再び発生するまでの時間が21世紀後半から先の100年であることを表す。21世紀後半から先は21世紀後半と同じ気候場が維持されると仮定している。

## 3. 解析結果

現在の気候場と将来の気候場のTIVを都道府県別に算出し、比較した結果を図2に示す。TIVの増加率は大阪府

が20%、東京都が15%、愛知県が10%であり、世帯数データによる重み付け係数 $w_i$ が大きい大都市圏でTIVの増加が大きいことが分かる。これは将来における大都市圏の被害額が増加することを示唆している。一方で、北海道は9%の減少、青森県は1%の減少となった。これらの県は将来の気候場における地表風速が現在の気候場よりも弱い結果となったためである。

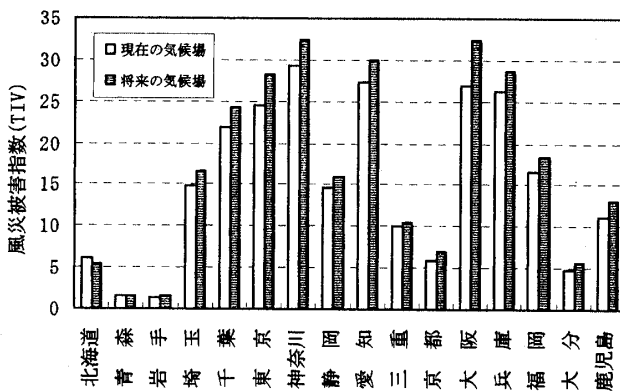


図2 風災被害指数の都道府県別の比較(再現期間100年)

## 4. まとめ

地球温暖化が建築物の被害に与える影響を把握するため、全球大気モデルによる21世紀後半の熱帯低気圧の発生頻度、中心気圧の予測結果を台風シミュレーションモデルに適用し、将来の設計風速と風災被害を定量的に評価した。結果、大都市圏において風災被害指数TIVの値が大きくなり、将来における大都市圏の被害額が増加することを示唆している。

## 参考文献

- 岡崎豪, 矢代晴実: 地球温暖化の影響を反映した極値風速による風災被害評価, 日本建築学会 総合論文誌第6号 地球環境と防災のフロンティア, pp.105-110, 2008
- Holland, G.J.: An Analytic Model of the Wind and Pressure Profiles in Hurricanes, Mon. Weather Rev., 108 No.8, pp.1212-1218, 1980
- 岡崎豪, 石原孟, 矢代晴実, 渡部弘之: 地表面粗度と地形の効果を反映した台風シミュレーションモデルの開発, 第19回風工学シンポジウム, pp.217-222, 2006
- Oouchi, K. and Yoshimura, J. et al.: Tropical Cyclone Climatology in a Global-Warming Climate as Simulated in a 20 km-Mesh Global Atmospheric Model: Frequency and Wind Intensity Analyses, Journal of the Meteorological Society of Japan, Vol. 84, No. 2, pp. 259-276, 2006

<sup>1)</sup> 東京海上日動リスクコンサルティング 修士(理学)

<sup>2)</sup> 横浜国立大学 教授 工博

<sup>3)</sup> 東京海上日動リスクコンサルティング 工博

<sup>1)</sup> Tokio Marine & Nichido Risk Consulting, M. Sc.

<sup>2)</sup> Yokohama National University, Prof., Dr. Eng.

<sup>3)</sup> Tokio Marine & Nichido Risk Consulting, Dr. Eng.