

インドにおけるサイクロンハザードモデルの基礎研究

正会員 〇渡部弘之* 矢代晴実**
同 福島誠一郎***

風災ハザード サイクロン リスク移転

1. はじめに

近年、インドでは人口、資本、労働生産性の増加などにより経済成長が著しく今後さらなる成長が見込まれているが、特に経済活動の活発なグジャラート州ではサイクロン等の自然災害が頻発し、成長の阻害要因の一つとなっている。周辺での上陸頻度は年 0.1 個と低頻度であるが、財物の集積度も高く、過去、大被害が発生している。こうした低頻度、甚大な被害をもたらす事象は、過去の僅かな被害データからリスク評価を行うことは難しく確率モデルを用いた手法によらざるを得ない。

一方、このような事象への対策として、リスクファイナンスによるリスク移転が有効である。昨今は、資本市場に補填を求める証券化等が活発化しており、こうしたリスクファイナンスの設計には、確率論に基づくことが実際的である。特に証券化でのパラメトリックトリガー設定には確率論的な評価が不可欠となる。そこで、リスクファイナンスニーズに対応するために、サイクロンリスク解析用のハザードモデルの基礎的な研究を行った。

2. サイクロンパラメータの分析

本検討では、過去のサイクロンパラメータの統計量を分析し、これを基に仮想的に生成したサイクロンを用いて評価対象地点にてサイクロン気圧分布モデルを仮定し最大瞬間風速を推定、風速ハザードを作成することとした。分析対象パラメータは、襲来頻度、中心気圧差、進行速度、進行角度、最大旋衡風速半径、上陸後の中心気圧減衰率である。分析データは Joint Typhoon Warning Center による North Indian Ocean の Best Track を用いた。分析対象地域であるグジャラート周辺に、図 1 の示すゲートを設定、これを通過した過去のサイクロンを対象とする。また、図 2 に通過サイクロンを示す。

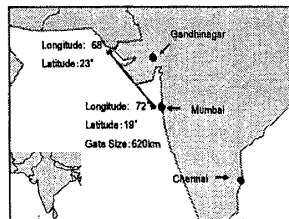


図 1 設定ゲート

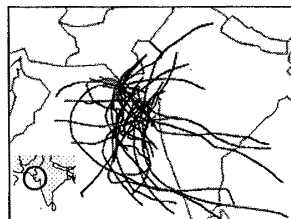


図 2 通過サイクロン

ゲート通過サイクロンの頻度は、カイ二乗検定によれば、図 3 に示すように有意水準 5% でポアソン分布が妥当であった。次に、周辺気圧差、進行速度、ゲート通過角度等について分析した。各パラメータに過去のデータに対して適合した累積確率密度関数を図 4~6 に示す。

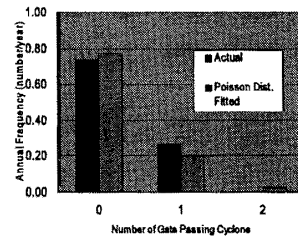


図 3 ゲート通過頻度

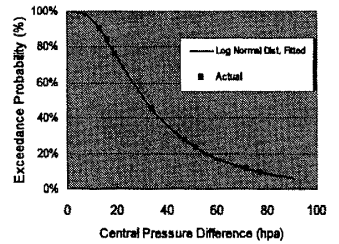


図 4 気圧差の分布

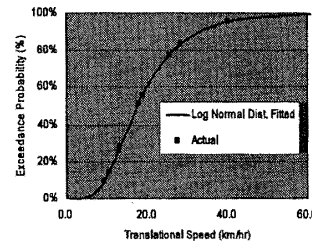


図 5 進行速度の分布

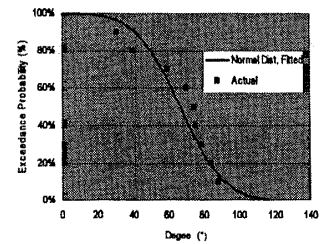


図 6 進行角度の分布

いずれのパラメータ間の相関係数は極めて小さく、図 7 に示すように相関関係は認められなかった。

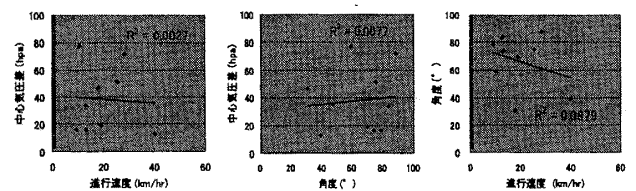


図 7 サイクロン・パラメータ間の相関

3. 最大瞬間風速の算出

得られた各種パラメータの統計量、仮定した確率密度分布を基に設定ゲート上にてポアソン分布に従い仮想的に 10000 年分のサイクロンを発生させ、これらの仮想サイクロン毎に対象地点での最大瞬間風速を推定する。サイクロンのモデル化には、ハリケーンや台風において適用される手法¹⁾と同様の手法を採用した。すなわち、気圧

分布を仮定し、傾度風を求め、これを地上風に変換しガストファクターを掛けて算出する。傾度風から地表風への変換については様々な手法が提案されている。ここでは藤井ら、孟・松井²⁾ら、さらには勝地ら³⁾による手法により傾度風より地表風速を算出した。なお、ガストファクターについては既往の研究成果⁴⁾を適用した。

4. 結果の検証

ここではインドの気象官署データが得られないことからインドの建築コードにおけるDesign Wind Speedを基に作成された再現期間 25~200 年でのPeak Gust (3 秒間, Open Terrain, 高さ 10m)⁵⁾との比較を行った。

海岸から内陸に従って約 50km 程度、離れた A~C の 3 地点にて 3 通りの地表風換算手法を用い最大瞬間風速を推定し、Hazard Map 上の最大瞬間風速値と比較した。その結果を図 8 に示す。A 地点は、いずれの再現期間においても Hazard Map の風速を算出した風速値が上回る。B 地点は、A 地点ほどの乖離は見られず、藤井らの手法によって算出された最大瞬間風速との乖離は少ないことが判る。C 地点では、Hazard Map の風速がいずれのモデルによる風速よりも低くなっている。藤井らのモデルでは、他手法よりも計算値は高くなるが、Hazard Map との比較において結果の適合性が高いことが判った。また、図 9 に藤井らによる地表風算出手法に基づいた 200 年再現最大瞬間風速を示す。図中の数字は最大瞬間風速値を示す。ほぼ Hazard Map と同程度の風速分布になることが判る。

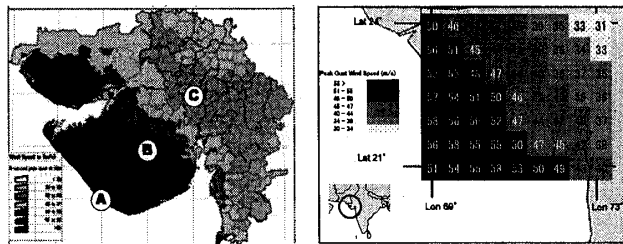


図 9 Hazard Map とシミュレーション結果との比較

5. まとめ

サイクロンリスクの証券化等のリスクファイナンスを行う際の基礎的な研究を目的としてインド・グジャラート州のハザードモデルの開発を行なった。

- ① 過去のサイクロンデータを分析し、中心気圧、進行速度等のパラメータの統計的な性質を明らかにした。
- ② 使用パラメータ間に相関がないことを明らかにした。
- ③ モデル算出最大瞬間風速とグジャラート州の風災ハザードマップにおける最大瞬間風速と比較したところ、モデルで算出した最大瞬間風速の適合度は高かった。

参考文献

- 1) 藤井健, 光田寧: 台風による強風の出現確率の予測について, 自然災害科学, Vol.11, No.3, pp.125-144, 1992
- 2) 孟ほか: 中立時の大気境界層における強風の鉛直分布特性, その 2, 台風時の強風, pp.3-14, Journal of Wind Engineering, No.86, Jan. 1996
- 3) 勝地ほか: 海面水温の影響を導入した台風シミュレーション, Journal of Wind Engineering, JAWE, Vol.29, No.3(No.100), July 2004
- 4) Vickery et al.: Hurricane Gust Factors Revisited, pp.825-832, Journal of Structural Engineering, May 2005
- 5) Gujarat State Disaster Management Authority: Gujarat Cyclone Hazard Risk Zonation 200-year return period, MAP No.: CYM-07 of 08, Date 18/8/2006

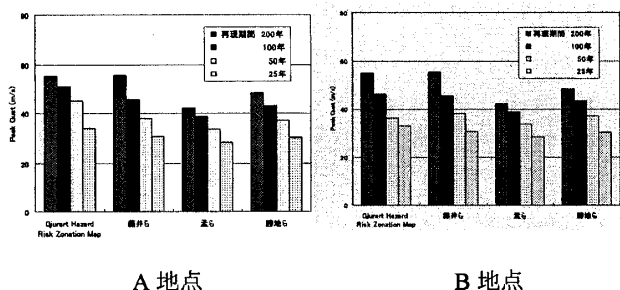


図 8 A~C 地点における最大瞬間風速値の比較

* アジア防災センター
 ** 東京海上日動リスクコンサルティング
 *** 東電設計

* Asian Disaster Reduction Center
 ** Tokyo Marine & Nichido Risk Consulting
 *** Tokyo Electric Power Services