

## 統計分析に基づく台風の進路予想の精度向上の検討

中央大学 学生会員 ○大島 圭晶 中央大学 正会員 佐藤 尚次

## 1. はじめに

現在、我が国における台風の進路予想の精度は観測データの拡充や数値予報システムの高度化により着実に向上しているが、それでも2017年時点の台風進路予想の年平均誤差は、24時間予報で約82km、72時間予報で約248km、120時間予報で約420kmにも及ぶ。

この誤差が生じる原因は、数値予報の不完全性と初期値に含まれる誤差の2つに大別でき、このうち数値予報の不完全性として、大気の運動にある特徴的な性質「初期値の小さな差が将来大きく増大する」というカオス的な振る舞いが大きく関係している。

我が国は河川が急勾配で短距離であるため、雨による河川の増水の影響が短時間で大きく現れやすい。そのため、台風による大雨の影響を受けやすく、進路予想の誤差による避難指示の遅れや、被害想定の上でといったリスクは無視できない。

そこで本研究では、過去に発生した台風の進路データや予報値を統計的に分析し、予報誤差が発生しやすい台風の特徴を特定することを目的とする。

## 2. 研究手法

台風の進路予想正解率は、気象庁が発表している進路予想円の内部に台風が進んだ場合に正解率70%以上として表される。予報円の中心点と実際の台風の中心が離れるほど正解率が低くなり、予報円を外れた段階から正解率が70%を下回る。

本研究では、2013年から2018年の間で発生した台風を対象とし、それぞれの進路予想正解率と発生地点での中心気圧、発生地点の緯度、寿命、消失地点の緯度、消失地点での中心気圧のデータを比較し、進路予想正解率の低い台風の特徴を検討していく。

## 3. 台風の発生緯度と進路予想誤差の関連

進路予想の正解率が低く誤差を生じやすい台風が、どの緯度において発生しやすいのかを調査する。

台風が発生した緯度ごとに、進路予想正解率70%未満の台風と70%以上の台風それぞれが発生する確率を求めた。図-1にその結果を示す。図-1から進路予想正解率70%未満の台風は、特に北緯15度において多く発生し、正解率70%以上の台風に比べて高緯度で発生しやすい傾向が見られた。

## 4. 台風の寿命と進路予想誤差の関連

年ごとに進路予想正解率70%以上の台風と70%未

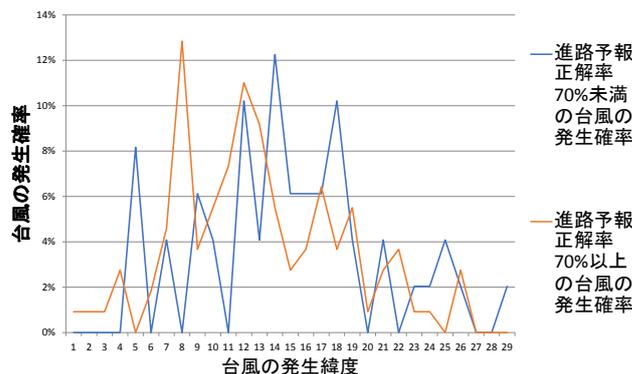


図-1 正解率70%未満と70%以上の台風の緯度ごとの発生確率

表-1 年ごとの台風の発生個数と平均寿命

	2018年	2017年	2016年	2015年	2014年	2013年
平均寿命 (正解率70%以上)	9.0588	7.916	7.0476	10.6	8.765	7.3
平均寿命 (70%未満)	6.125	6.26	6.4	6.5	6.16	6.23
発生個数 (70%以上)	17	12	21	25	17	18
発生個数 (70%未満)	8	15	5	2	6	13

満の台風で分けて、それぞれの平均寿命を算出した。表-1にその結果を示す。これを見ると進路予想の正解率が70%未満の台風は、年ごとの発生した個数にかなりばらつきがあるにも関わらず、どの年においても共通して平均寿命が約6日になっており、進路予想正解率70%以上の台風の平均寿命を常に下回っていた。このことから進路予想誤差を生じやすい台風は、寿命が通常の台風より短い傾向があることが分かる。

## 5. 台風の発生緯度と寿命の関連

これまでの調査により、進路予想誤差が発生しやすい台風の傾向として、平均的に寿命が短いことと、比較的高緯度で発生しやすいことが分かっている。そこで台風の発生緯度と寿命との間に何らかの相関性がないかを調査した。結果を図-2に示す。この図を見ると北緯19度以上になると台風の発生確率がそれ以前の緯度に比べて低くなっているが、台風自体の平均寿命は延びやすくなっていることが分かる。それに対し台風の発生確率が高く、かつ平均寿命が7日以下でとどまっている北緯12度から17度は、進

キーワード：台風進路予想、予報誤差、クラスタ分析

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27 中央大学理工学部都市環境学科設計工学研究室

TEL：03-3817-1816 FAX：03-3817-18

路予報誤差のある台風が最も発生しやすい傾向にあると言える。

### 6. クラスタ分析を用いた解析

機械学習を用いた解析を行い、進路予報誤差を生じやすい台風の傾向を分析する。流体であり、膨大な数の複雑な要因がいくつも影響し合って進路が決定していく台風の解析では、機械学習を用いたパターン認識が効果的である。そこで今回は機械学習の1つであるクラスタ分析を用いて、グループ分けされた台風の傾向を探ることで進路予報誤差を生じやすい台風の傾向を探っていく。

具体的なクラスタ分析の手法<sup>2)</sup>として、解析対象のデータの中で類似したデータをまとめることに優れているk-means法を用いる。また、クラスタ分析では、データをいくつのグループに分けるかを定めるクラスタ数を間違えると、分析の精度が大幅に落ちてしまうため、本研究ではクラスタ数を3, 7, 12, と変化させてクラスタ分析を行い、その結果を比較することで有効なグルーピングが行われるクラスタ数を求めていく。解析に使用する7個のパラメータを表-2に示す。

### 7. 解析の結果

図-3は、クラスタ数を3に設定して分析を行った後、各クラスタに属するデータの平均値をまとめたものである。解析の結果、進路予報正解率が低い台風がクラスタ1に格納された。

クラスタ1を分析した結果、平均的に他のクラスタに比べて台風の発生地点の緯度が高い、寿命が短い、中心気圧が高い、消失地点の緯度が低い、消失時の中心気圧が高い、1年の中でも早い時期に発生している、という傾向があることが分かった。これはクラスタ分析する前から掴んでいた、進路予報正解率の低い台風の特徴と合致する。

また、クラスタ数を7, 12と変更してクラスタ分析を行った場合でも、進路予報正解率の低い台風が格納されたクラスタは、クラスタ数3の場合とまったく同じ傾向を示した。

このことから、進路予報正解率の低い台風の傾向として、寿命が約6日ほどであること、発生地点の緯度が北緯18度から19度の間であること、消失地点の緯度が北緯13度から14度の間であること、消失時の中心気圧が高いことが挙げられる。

### 8. おわりに

本研究では、2013年から2018年に発生した台風を対象として、統計分析とクラスタ分析による機械学習による解析をそれぞれ行った。

その結果、それぞれの分析で現れた進路予報誤差を生じやすい台風の特徴が合致し、進路予報正解率の低い台風が、寿命が短く、他の台風よりも高緯度で発生して低緯度で消失する傾向にあること、また1年の中でも早い段階で発生する小規模な台風が多い

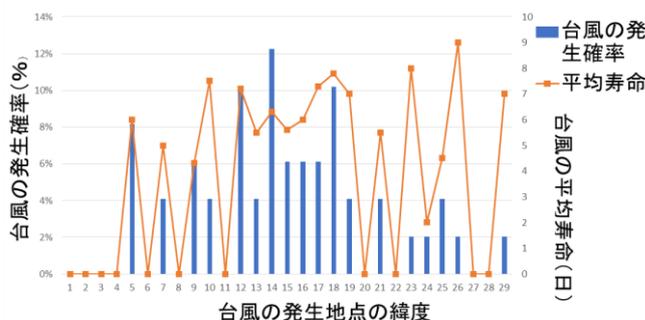


図-2 正解率 70%未満の台風の緯度ごとの発生確率と平均寿命

表-2 クラスタ分析に用いるパラメータ

進路予報正解率 (%)	
寿命 (日)	1年で何日目に発生したか
発生地点の緯度	発生時の中心気圧 (kPa)
消失地点の緯度	消失時の中心気圧 (kPa)

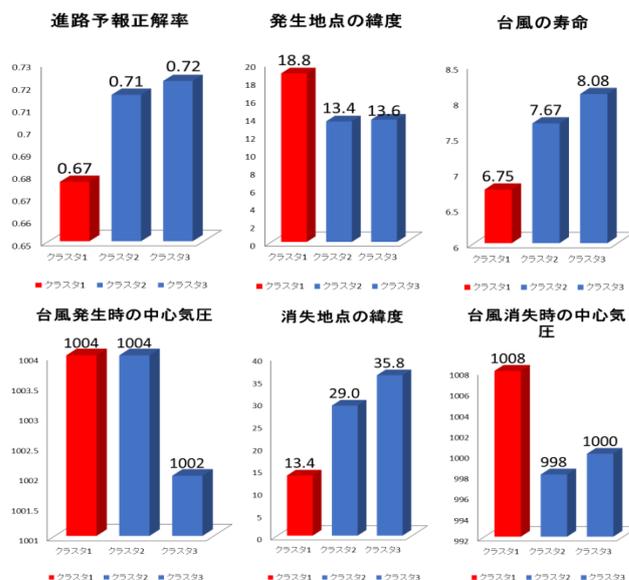


図-3 クラスタ数3で行ったクラスタ分析における要因比較図

ため、発生時の中心気圧が比較的高く、消失時の中心気圧も高い傾向があることが分かった。

ただし、まだ大規模かつ誤差が生じやすい台風の特徴が掴めていないこと、力学的な観点で直接カオスの挙動に対しての分析が行えていないこと、さらには誤差の生じやすい台風の特徴に関して、なぜそのような特徴がそもそも現れるのかの具体的な理由が掴めていないため、今後は力学的な分析で直接台風のカオス敵挙動の分析を行うこと、クラスタ分析によって現れた進路予報誤差を生じやすい台風の特徴の具体的な理由を分析することを課題とする。

#### 参考文献・出典

- 1) Sebastian Raschka Vahid Mirjalili : Python 機械学習プログラミング