

日本に上陸する台風の最大風速半径の時間変化に関する解析

豊橋技術科学大学 ○学生会員 茂呂陽真人
 豊橋技術科学大学 正会員 豊田将也
 豊橋技術科学大学 正会員 加藤 茂
 岐阜大学 正会員 吉野 純

1. はじめに

台風とそれに伴う災害に関しては、港湾管理者や実務場では依然として経験的手法が多く用いられている。特に最大風速半径の値は、観測や確立した推定手法がないため、歴史的顕著な過去事例（例えば伊勢湾台風）を元に決定論的に設定されている。台風は個々の大きさや気圧深度によって適切な設定値が変わることから、この手法では大幅な予測誤差や不適切な検討につながる懸念される。

そのような背景の中、Toyoda et al. (2022)¹⁾では日本に上陸した台風 49 事例に対して最大風速半径に関する調査を実施している。その結果、ピーク時には気圧傾度が最大となる半径 (R_p) と最大風速半径 (R_w) の比は約 1 であるのに対して (半径比: $R_p/R_w = 1$)、上陸時付近では半径比が小さくなる傾向にあることを明らかにしている。しかし、この研究では上陸時のみの解析に留まっており、どのような台風でこの特徴がみられるかは明らかとなっていない。

本研究では、日本に上陸した台風 49 事例を対象に 2 種類の台風半径 (R_p および R_w) を調査し、ピークから上陸までの時間変化を調査する。また得られた結果から半径比の変化しやすい台風の特徴について明らかにすることを目的とする。

2. 数値計算手法

本研究では、先行研究に倣って吉野ら (2015)²⁾による高解像度台風モデルの結果を用いて、 R_p および R_w の抽出を行う。台風事例として、2000 年～2017 年の期間に日本の太平洋側から上陸した 49 事例の台風のピーク時から上陸時までを対象とする。ここでピークは減衰に転ずる直前の時刻とし、上陸時刻は気象庁による上陸時刻と定義する。半径の抽出は、台風の影響範囲とされる中心から 300km の範囲を網羅できるよう、D2 (9km 格子) の結果から抽出する。尚、解析は 2 時間で平滑化した値を使用する。

3. 解析結果

3.1 49 事例の半径解析の結果

半径解析の結果から、 R_p は時間変化が小さく R_w は大きいという特徴を得た。続いて半径比の分布に着目し、分布の 1 次近似線の傾きの値 (a) から分類を行った。その結果、台風のピーク時刻から上陸時刻までの期間において、半径比の変化傾向は分布の傾きの平均値 ($a = -0.001$) を基準として 3 タイプに分けられることが明らかとなった。タイプ I は、台風のライフサイクルとは関係なく半径比が 1.0 付近に分布し続けているタイプである ($0.001 < a < 0.001$)。タイプ II は (図-1)、先行研究においても指摘されているような台風のライフサイクルに応じて半径比が低下していくタイプである ($a < -0.001$)。タイプ III は ($a > 0.001$)、半径比が時間の経過に伴い増加するケースである。

3.2 半径の変化と関連する物理量を用いた解析

ここからの解析では、ピーク時刻以降の寿命が極端に短い (半日以下) 台風事例 (5 事例) は解析対象から除き、残った 44 事例の傾向について議論する。

3.2.1 上陸時の強度による違い

まず上陸した時刻の最大風速値を用いて、強度と半径の関係について議論する。まず図-2 に示すように風速を 20m/s を起点に 5m/s ごとに分類した。日本に上陸する台風は、25m/s から 40m/s 以下の強度で上陸する事例が多いことがわかる。

続いてモデルによる上陸時の半径比と強度の関係について議論する。解析の結果、上陸時の半径比の幅は 0.2 から 1.5 であり、頻度分布では 0.6 から 0.8 の間が最も多くなった (総数の 50%)。具体的には 0.6 で 8 事例、0.7 で 6 事例、0.8 で 8 事例となっている。一方で 0.5 以下となる台風は 5 事例であり、全体の約 1 割ほどであった。以上より、日本に上陸する台風の多くは、半径比をやや低下させながらも

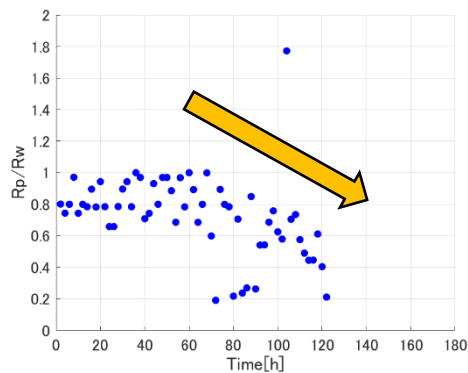


図-1 タイプIIの半径比の時間変化

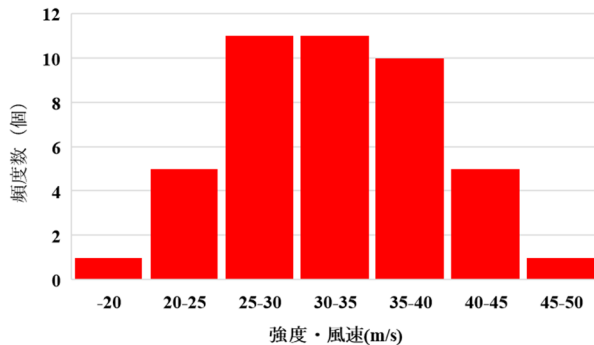


図-2 台風頻度と上陸時の台風強度の関係

概ね 0.6-0.8 の範囲で上陸していることがわかった。

3.2.2 ピークから上陸までの時間による違い

続いてピークから上陸までの所要時間に着目した解析を行い、半径比の特性把握を行った。まず事例数の分布に着目すると、日本に上陸する台風のうち、多くの事例はピークに達した後 96 時間以内に上陸している (36 事例)。続いて経過時間と半径比の傾向に関する解析結果 (表-1) から、ピーク時から 24 時間 (1 日) 以内に上陸している台風は、半径比が低下する事例とそうでない事例で同等の割合であることが分かる。解析によりピークから上陸までの時間が比較的長い台風では半径比がピーク時刻よりも低下した状態で上陸する事例が多いと考えられる。

最後に半径比がピーク時と上陸時の間で大幅に低下する事例 (10%以上) について調査した。その結果、大幅に低下する事例は 23 事例あり (グループ A)、それ以外の事例が 21 事例 (グループ B) であることが確認できた。グループ A のピーク時から上陸時までの平均時間は 73 時間であり、グループ B は 53 時間であった。さらに 2 つのグループにおけるピークから上陸までにかかる時間の差について、統計的に有意な差であることも確認された (有意水準 5%, 片側

表-1 ピークから上陸までの時間の台風頻度と半径比の近似線の関係

	頻度数 (個)	平行 (個)	下向き (個)	上向き (個)
24h	8	1	4	3
48h	10	1	8	1
72h	10	1	5	4
96h	8	1	4	3
120h	4	2	0	2
144h	1	0	1	0
168h	2	2	0	0
192h	1	0	1	0

検定)。以上の結果から半径比を低下させて上陸する台風は、低下しない台風に比べて、ピーク時から上陸時までの時間が有意に長いことが明らかとなった。

4. 結論

本研究では、2000 年 - 2017 年の日本に上陸した台風 49 事例を対象にピークから上陸までの半径変化の履歴を整理した。まず気圧半径 R_p は時間に依らず一定の値を取り続ける傾向にある一方で、風速半径 R_w は R_p の値に比べると時間変動が大きく、また時間の経過に伴って増大する傾向がみられた。上陸時の強度に着目した解析では、日本に上陸する多くの台風の半径比は概ね 0.6-0.8 であることが明らかとなった。最後にピーク時から上陸時にかけて半径比が大きく低下している事例は、そうでない事例に比べてピークから上陸までの時間が有意に長いことを明らかにした。

以上の結果より、経験的台風モデルを使用する際、ピークから上陸までの時間が比較的長い台風 (長寿命台風) についてはスケーリングパラメータの値を適切に変更することで精度の向上が期待できる。

参考文献

- 1) Toyoda, M., N. Mori, and J. Yoshino, 2022. "Optimization of empirical typhoon model considering the difference of radius between pressure gradient and wind speed distributions" *Coastal Engineering Journal* 2022, Vol. 64, No. 2, 376-386.
- 2) 吉野純, 荒川悟, 豊田将也, 小林智尚 (2015): 高解像度台風モデルによる台風強度に対する温暖化影響のシナリオ間相互比較, 土木学会論文集 (海岸工学), Vol. 71, No. 2, pp. I_1519-I_1524