

台風進路データ処理による小笠原気団の動きの予測

石川 優翔 河野 友稀 三井 颯剛 山上 雅仁

1. 要旨

台風進路を数学的に分析し、小笠原気団の位置や動きを可視化し、性質を調べた。また、小笠原気団が常に、その名前の由来である小笠原諸島周辺に本当に位置するのかを調べた。研究には、気象庁が HP 上で公開している台風観測データを用い、台風進路が放物線の形に似ていることから Excel を用いて 2 次関数で近似し、月別における気団の動きや小笠原諸島の位置の関係を考察した。その結果、台風の折り返し地点の緯度は 2 月から 9 月上旬まで大きくなり、それ以降小さくなることが分かった。なお、その緯度は 8 月下旬から 9 月にかけて最大となり、北緯 30 度付近に分布した。また、9 月上旬まではその緯度が大きくなり、それ以降小さくなった。このことから、月別の台風の中心の緯度の推移には規則性があるといえる。必ずしも小笠原諸島の上に小笠原気団の中心があるのではなく、月によっては他の島周辺にある可能性があるため「小笠原」気団という名称は最適とは言えない。

キーワード：小笠原気団、小笠原諸島、2 次関数、近似、Excel

2. 序論

ア. 研究背景

台風の進路や発生場所については、参考文献 [I] より北緯 30 度付近では偏西風が台風進路に大きく影響を及ぼすこと (Figure1)、参考文献 [II] より台風の発生位置はエルニーニョ現象時に東に、ラニーニャ現象時に西に偏るということ (Figure2)、参考文献 [III] より日本に接近する台風は小笠原気団に沿って北上するという事実 (Figure1)、の 3 点がわかっている。

しかし、時間変化を考えると、地球上の気団は常に同じ位置にあるのではなく、季節により発達したり減衰したりしている。このように気団の位置が季節ごとに変化するのであれば、台風進路にもその影響が現れているはずである。そこで、私達は台風の進路の月ごとの変化から気団の位置を推定できないかと考え、研究を行うことにした。まず、台風進路を確認したところ放物線の形とよく似ていることに気づいた。仮に、2 次関数で近似できるのであれば、求めた式を平方完成することにより、台風進路に影響を及ぼす小笠原気団の最西端や中心の位置、またそれらの時間変化を推定できると考えた。

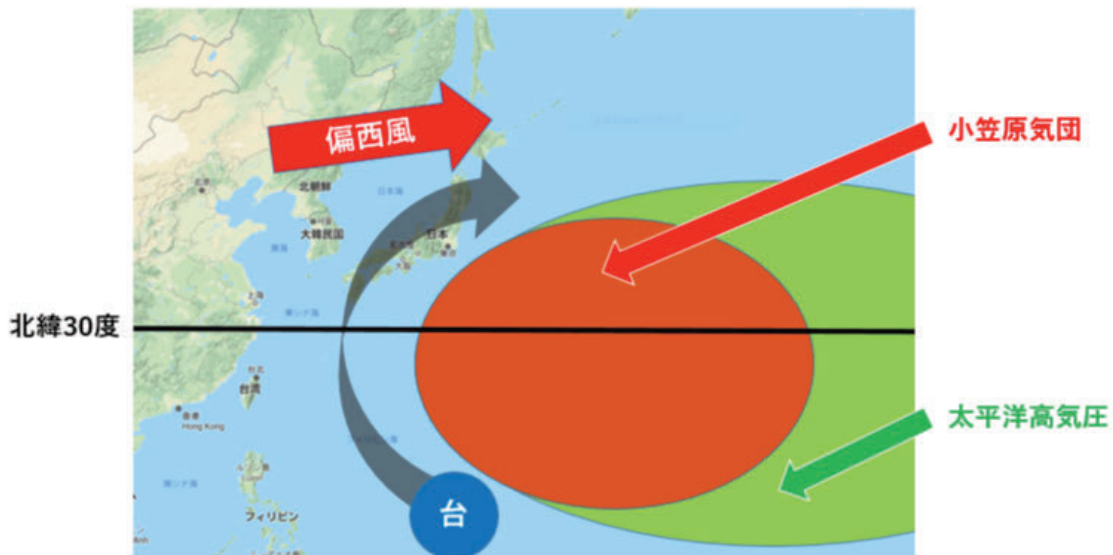


Figure 1 日本付近の台風進路

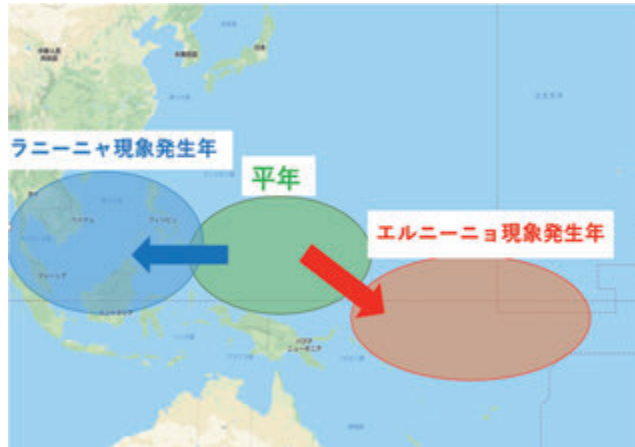


Figure 2 エルニーニョ現象，ラニーニャ現象発生時における台風発生地域の変化

イ. 研究目的

台風進路から小笠原気団の最西端が中心位置の時間変化を求め、考察を行う。また、それより、小笠原気団は本当に小笠原気団と呼ぶにふさわしいのか考える。

ウ. 研究意義

通常、気団の位置について考えるのであれば、天気図などで等圧線を確認すればよい。しかし、この方法では、刻一刻と気圧の配置が変わってしまい、より長いスパンでの気団の季節的な動向を理解するには不適當と言える。それを解消するため、1～2週間というより長い時間スケールで運動する台風を用いて、より長い解析を行うことにした。

3. 研究手法

ア. 研究対象

本研究では、研究開始時点で完全な状態で公開されていた2001年から2018年までのデータを用いた。その際、小笠原気団による影響のみに着目するため、下記の5つの事象の一つでも当てはまる台風は統計から除外した。対象期間に発生した全441の台風のうち適正に処理できない台風を除いて合計49個の台風を分析した。どの年の第何号台風をデータ処理に用いたのかに関してはFigure3に示す。Figure3中の黒く示す台風が分析した台風である。

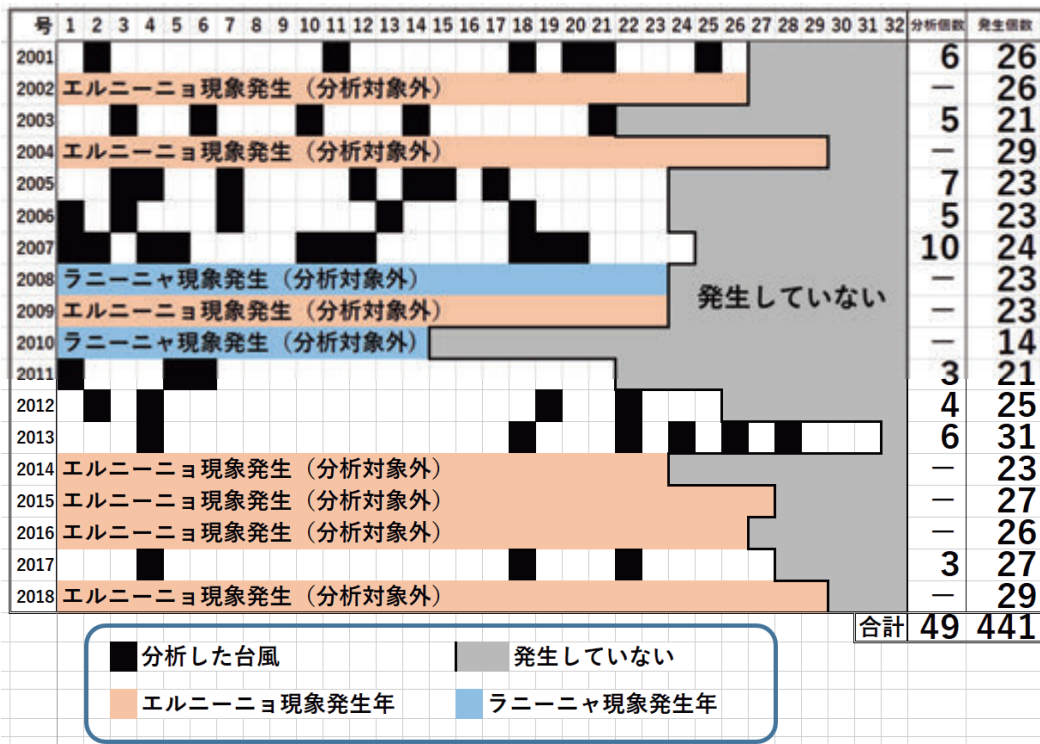


Figure 3 発生台風と分析した台風

除外条件は以下の 5 つとした。

〈コースに関する条件〉

- ① 発生してから北上し北緯 30°以上で進路を変えた偏西風による影響が大きいと思われたり，発生域が西寄りで小笠原気団のふちに沿って動いていないコリオリの力による影響が大きいと思われたりするような小笠原気団の影響が小さいもの

Figure5 のように発生してすぐ北東に進路をとったものは折り返し地点の判別が難しいため除外した。

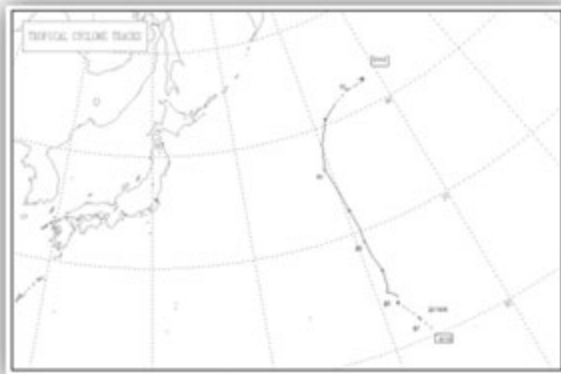


Figure 4 偏西風による影響が大きいと思われる台風の例

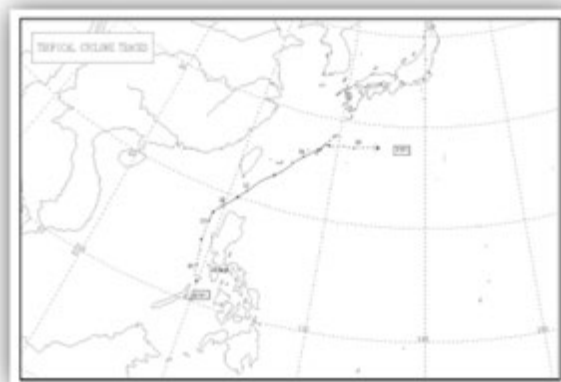


Figure 5 コリオリの力による影響が大きいと思われる台風の例

- ② 中国・東南アジア方面に大きくそれたもの
陸上を進むため水分補給が絶たれ，台風の性質が変わる可能性がある。



Figure 6 中国方面にそれたもの

- ③ 発生から消滅までの移動距離が非常に短いもの
小笠原気団のどの部分に対応するか分からないため除外した。



Figure 7 短寿命の台風の例

〈発生場所に関する条件〉

- ④ エルニーニョ現象発生年・ラニーニャ現象発生年発生台風全て
Figure2 で示すようにエルニーニョ現象発生時は東に、ラニーニャ現象発生年は台風発生場所
が西にずれるため、そもそもの気圧配置が平年と大きく異なる可能性があるため除外した。
- ⑤ 発生場所がフィリピン東部海域・日本の南方ではないもの

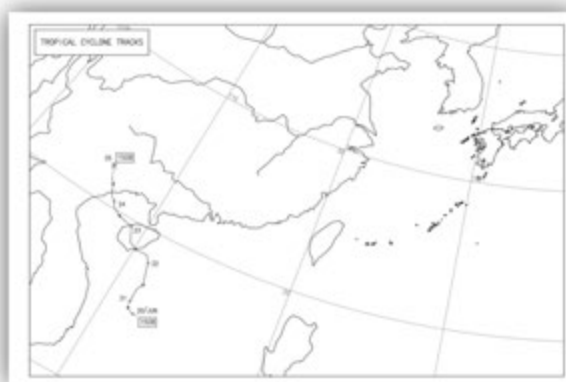


Figure 8 南シナ海で発生した台風

イ. 調査・統計の手順

- ① 気象庁 HP 過去の台風資料ページ*1 から CSV 形式の台風進路に関するデータをダウンロードする。

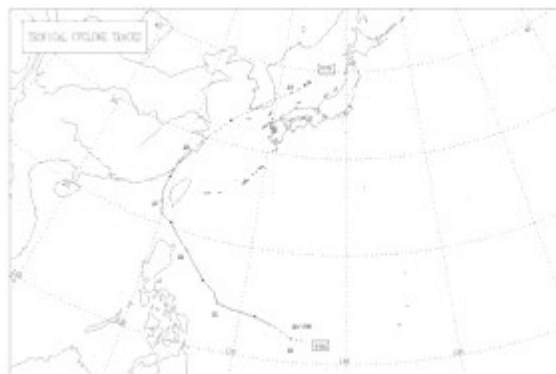


Figure 9 台風の進路図の例

位 置 表

月日時	中心位置		中心 気圧 hPa	最大 風速 m/s	暴風域半径 km	強風域半径 km	大きさ・強さ等	
	緯度	経度					大きさ	強さ
6 20 03	11.9 N	136.4 E	1004	—	—	—	熱帯低気圧発生	
09	12.1	134.9	1002	—	—	—	—	—
15	13.0	133.4	996	18	—	150	—	—
21	13.7	131.4	996	18	—	150	—	—
21 03	14.0	129.1	992	20	—	190	—	—
09	14.3	127.7	990	23	—	E: 330 W: 220	—	—
15	15.2	127.2	990	23	—	E: 330 W: 220	—	—
21	16.0	125.9	985	25	—	E: 370 W: 280	—	—

Figure 10 気象庁 HP で公開されている台風の通過日時、経緯度、中心気圧などを詳しく記した数値データの例

- ② 台風進路データを Excel でグラフ化する。

Excel では横軸方向に往復するような折れ線グラフは表示できないため、そのままの形（横軸方向に経度、縦軸方向に緯度）では表示できない。そこで、横軸方向に緯度、縦軸方向に経度をとり折れ線グラフで表示させる。

- ③ Excel の近似機能を用いて、②のグラフを 2 次関数で近似する。

(ア) 2 次関数で近似する理由

気象庁 HP の台風進路を見ると放物線の形によく似ていることに気付いた。2 次関数と仮定すると平方完成することにより軸と最小値を求めることができる。本研究においては最小値が小笠原気団の西端、軸上に小笠原気団の中心部があるのではないかと考え、分析を行った。3 次関数、4 次、5 次...n 次関数の近似も考えたが変曲点を考慮する必要があり、計算が大変でデータ処理に時間がかかるため、今回は用いないことにした。

(イ) 近似式算出方法

グラフをもとに近似曲線を計算する Excel の機能を用いて算出した。

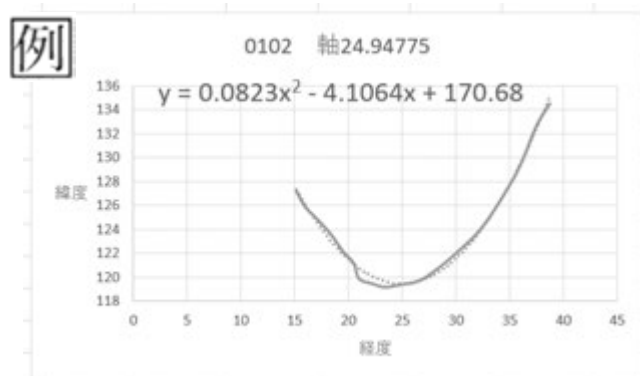


Figure 11 台風進路の Excel 上での表示と 2 次近似（上図は 2001 年 第 2 号）
図中の式が近似により得られた台風進路を表す 2 次関数

- ④ ③で求めた近似式を平方完成して軸を求める。

- ⑤-1 Excel での分析

得た軸と日付の関係をグラフ化して調べる。軸の緯度を y 座標、軸を台風が通過した日付を x 座標としてグラフを作る。

- ⑤-2 Google Earth での分析

得た軸を地図上に表示し、気団の動きを可視化する。

手軽に利用でき、操作の簡便性においても優れているため Google Earth Web 版*2を使用した。地図上には「ラインやシェイプを描画」機能を用いて打点でき、それを線で結ぶことができる。正確に手作業で打点していく。今回は、経度間隔 0.5°で打点した。その際、④で求めた軸は百分率であり、Google Earth の経度・緯度表示のデフォルト設定は一般的な六十分法であることに注意した（なお、設定で緯度経度を百分率の表示形式に変更することは可能）。地球儀上に表示後、軸の位置と小笠原諸島の位置の関係や月別の気団の動きを調べる。

4. 結果

月別における台風進路の軸の近似曲線の推移を示す Figure12 から以下のことが分かった。

- 8月下旬から9月にかけて軸の緯度が最も高く北緯30度付近に分布している。
- 軸は北緯14度から34度の間を移動する。
- 軸は4月から8月にかけて北へ、9月から11月にかけて南へ少しずつ位置を変えていく。

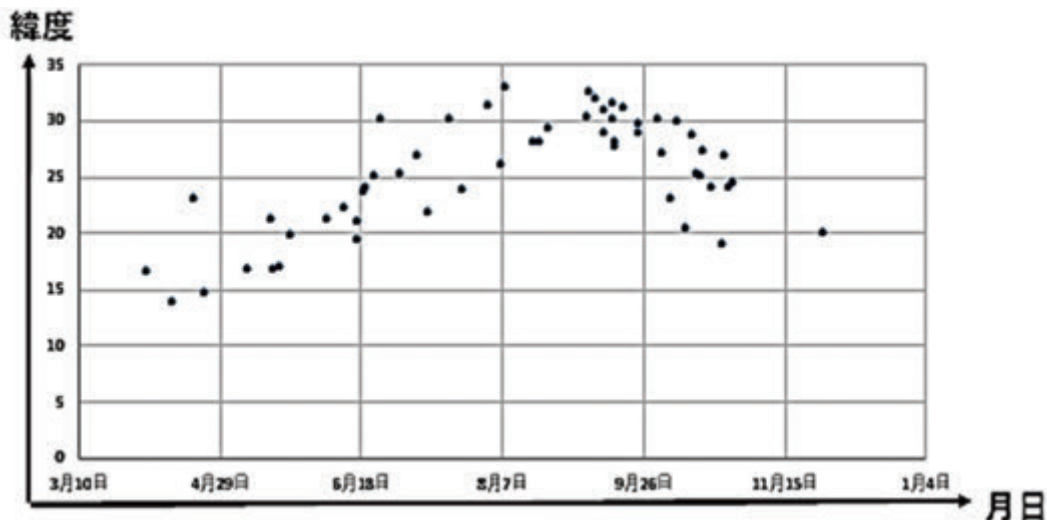


Figure 12 月別における台風進路の軸の近似曲線の推移

また、4月～12月における軸の位置の変化を簡単に表すと Figure13 の通りになった。Figure13 の各マルはそれぞれの月の平均的な軸の位置を示している。

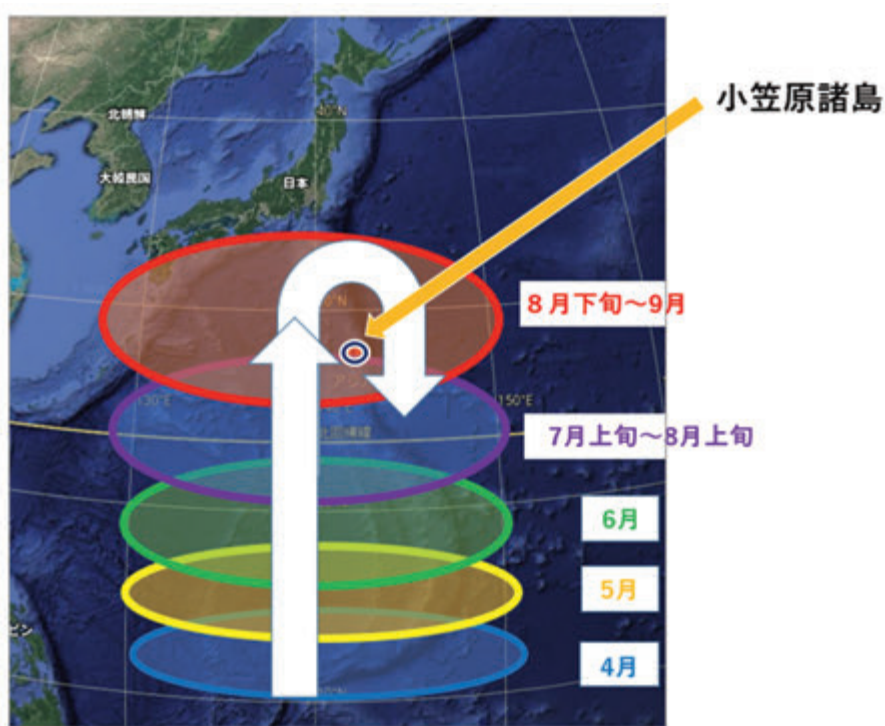


Figure 13 月別における軸の推移

図中の各マルは各月の軸の平均的な位置の推移を示す

- Figure12, 13 から軸の位置は月によって大きく変化し、8月下旬から9月上旬にかけて日本列島の太平洋側（北緯30度付近）に位置する。そこから小笠原気団の日本列島へのはりだしが起こっていると考えられる。

- 必ずしも小笠原諸島（北緯 24 度～27 度付近）の上に軸（小笠原気団の中心と考えた部分の位置）があるのではなく月によっては他の島周辺にある可能性がある。したがって、「小笠原」気団とは言えないのではないだろうか。

5. 考察

Figure12, 13 から軸の位置は月によって南北に大きく変化し、8月下旬から9月上旬にかけて一番北寄りの配位となり、日本列島の太平洋側（北緯 30 度付近）に位置する。このように、夏から秋にかけて小笠原気団の日本列島へのはりだしが起こっていると考えられる。また、必ずしも小笠原諸島の上に軸（小笠原気団の中心と考えた部分の位置）があるのではなく、月によっては他の島周辺にある可能性がある。したがって、「小笠原」気団とは言えないのではないだろうか。

6. 結論・展望

台風進路を 2 次関数で近似しても小笠原気団の勢力、及び移動の変化を捉えることができた。

小笠原諸島周辺に小笠原気団がない月のほうが多い可能性が高く、月によって気団の位置が異なるため名前の改名が必要である。小笠原気団は勢力が強くなるにつれて北上し、逆に勢力が弱くなると南下する。現時点では小笠原気団の縦（南北）の動きがわかった。横（東西）の動きが分かれば Figure13 の領域を絞り込むことができ、より詳しく気団の動きを可視化できるだろう。

7. 謝辞

本研究を進めるに当たって、担当教員の増田裕明先生をはじめとする高松第一高等学校の先生方に熱心にご指導して頂いた。気象庁のデータについて国立研究開発法人海洋研究開発機構の山崎哲先生にアドバイスを賜った。ここに厚く感謝の意を表す。

8. 参考文献

- [I] 筆保弘徳・山田広幸・宮本佳明・伊藤耕介・山口崇彦・金田幸恵美, 台風についてわかっていること知らないこと p 242, ベレ出版, 2018.
- [II] 稲津将・吉野純・加藤輝之・茂木耕作・三好建正, 天気と気象についてわかっていること知らないこと P 277, ベレ出版, 2013.
- [III] 水谷仁, 天気予報はどう? 「気温」「気圧」「水蒸気」が理解のカギ, しくみがよくわかる天気と気象 第 3 版, Newton 別冊 p 159, (株)ニュートンプレス出版, 2014.

9. 補足

- * 1 気象庁 過去の台風資料
<https://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/index.html>
- * 2 Google Earth Web 版
<https://earth.google.com/web/>
- * 3 Google Maps Web 版
<https://www.google.co.jp/maps/>