

# 日本に接近・上陸した台風の頻度の統計的解析

2017SS055 岡田聖真

指導教員：白石高章

## 1 はじめに

私たちの暮らしている日本には毎年台風が、接近・上陸する。近年、日本に接近・上陸する台風は勢力が増し、甚大な被害をもたらしているため台風について研究しようと思った。本研究では、日本に接近・上陸した台風の特徴を調べ、ベルヌーイモデルを用いて日本に接近・上陸した台風の頻度の違いを検証した。

## 2 台風について

国土交通省気象庁 [1] より台風の定義は、熱帯の海上で発生する低気圧を「熱帯低気圧」とよび、このうち北西太平洋または南シナ海に存在し、かつ低気圧域内の最大風速がおおよそ 17m/s 以上のものを「台風」とよぶ。

また、台風の接近とは、台風がそれぞれの地域のいずれかの気象官署等から 300km 以内に入った場合を「その地域に接近した台風」としている。台風の上陸とは、台風が中心が北海道、本州、四国、九州の海岸線に達した場合を「日本に上陸した台風」としている。ただし、小さい島や半島を横切って短時間で再び海に出る場合は「通過」としている。また、気象庁は台風のおおよその勢力を示す目安として、表 1、表 2 のように表現している。

表 1 強さの階級分け

階級	最大風速
強い	33m/s 以上～44m/s 未満
非常に強い	44m/s 以上～54m/s 未満
猛烈な	54m/s 以上

表 2 大きさの階級分け

階級	風速 15m/s 以上の半径
大型	500km 以上～800km 未満
超大型	800km 以上

## 3 データの収集

本研究では、観測データとして国土交通省気象庁 [1] より、1951 年から 2020 年までの 70 年間に発生・接近・上陸した台風のデータを収集し、図 1、図 2 に示す。

## 4 ベルヌーイモデルの推測

白石 [2] より、比率の同時信頼区間について論述する。 $i = 1, 2, \dots, k$  に対して、第  $i$  群の第  $j$  年目に台風が接近または上陸した場合を 1、接近または上陸していない場合を 0 とする確率変数を  $\varepsilon_{ij}$  とする。このとき  $\varepsilon_{ij}$  は成功の確率が  $p_i$  のベルヌーイ試行となる。

$$X_i \equiv \varepsilon_{i1} + \dots + \varepsilon_{in_i}$$

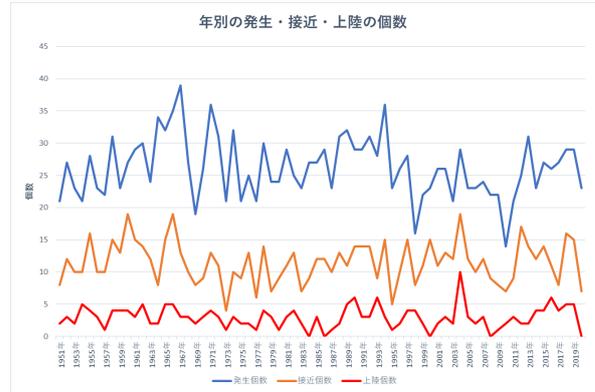


図 1 年別の発生・接近・上陸の個数

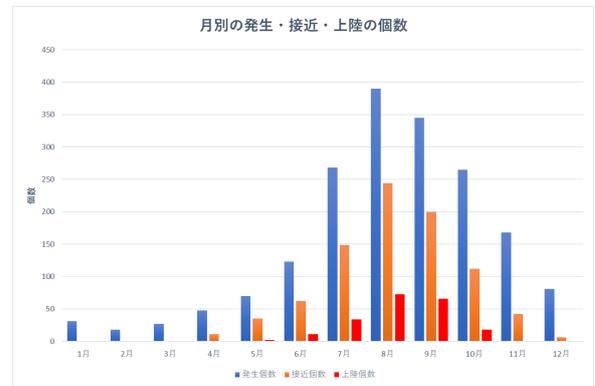


図 2 月別の発生・接近・上陸の個数

$$G_i \equiv \left\{ \frac{L_i}{K_i \cdot F_{L_i}^{K_i} \left( \frac{1-(1-\alpha)^{\frac{1}{k}}}{2} \right) + L_i} \right. \\ \left. < p_i < \frac{K_i^* \cdot F_{L_i^*}^{K_i^*} \left( \frac{1-(1-\alpha)^{\frac{1}{k}}}{2} \right)}{K_i^* \cdot F_{L_i^*}^{K_i^*} \left( \frac{1-(1-\alpha)^{\frac{1}{k}}}{2} \right) + L_i^*} \right\}$$

とおく。

$$(条件 A) \quad p_i^{n_i}, (1-p_i)^{n_i} \leq \left\{ 1 - (1-\alpha)^{\frac{1}{k}} \right\} / 2$$

を仮定する。このとき、

$$P \left( \bigcap_{i=1}^k G_i \right) \geq 1 - \alpha$$

が成り立つ。

これにより、 $G_1, \dots, G_k$  は  $p_1, \dots, p_k$  に関する信頼係数  $1 - \alpha$  の同時信頼区間である。この  $k$  個の区間が交わらなければ  $p_1, \dots, p_k$  が異なると判定する。

ただし,  $F_0^m(\alpha) = 1$ , 自然数  $m_1, m_2$  に対して  $F_{m_2}^{m_1}(\alpha)$  を自由度  $(m_1, m_2)$  の  $F$  分布の上側  $100\alpha$  % 点とし,

$$K_i \equiv 2(n_i - X_i + 1), L_i \equiv 2X_i, \\ K_i^* \equiv 2(X_i + 1), L_i^* \equiv 2(n_i - X_i)$$

とする.

## 5 台風データの解析

白石 [3] を参考に同時信頼区間によるデータ解析を行った.

接近だけを調べると 8 月と 9 月は 70 年間で毎年台風が接近しているため, 信頼区間を与える (条件 A) が満たされないため解析をすることができなかった.

### 5.1 6 月, 8 月, 10 月に上陸した台風

1951 年から 2020 年までの 70 年間で 6 月, 8 月, 10 月に分け, 上陸した台風の総数を表 3 に載せた.

表 3 上陸した台風のデータ 1

群	期間	年数 ( $n_i$ )	総数 ( $X_i$ )
第 1 群	6 月	70	9
第 2 群	8 月	70	45
第 3 群	10 月	70	15

$\alpha = 0.05$  として 95% 同時信頼区間を求める.

$n_1 = 70, n_2 = 70, n_3 = 70, X_1 = 9, X_2 = 45, X_3 = 15$  を当てはめる.

$$\frac{1 - (1 - \alpha)^{\frac{1}{3}}}{2} = 0.0085 \\ \hat{p}_1 = \frac{9}{70}, \hat{p}_2 = \frac{45}{70}, \hat{p}_3 = \frac{15}{70}$$

であるので,

$$\hat{p}_1^{70}, \hat{p}_2^{70}, \hat{p}_3^{70}, (1 - \hat{p}_1)^{70}, (1 - \hat{p}_2)^{70}, (1 - \hat{p}_3)^{70} \leq 0.0085$$

となり, 信頼区間を与える (条件 A) が満たされる.

$$K_1 = 124, L_1 = 18, K_1^* = 20, L_1^* = 122, \\ K_2 = 52, L_2 = 90, K_2^* = 92, L_2^* = 50, \\ K_3 = 112, L_3 = 30, K_3^* = 32, L_3^* = 110$$

を当てはめ,  $F$  分布の上側  $100\alpha$  % 点を求めると,

$$F_{L_1}^{K_1}(0.0085) = 2.7328, F_{L_1^*}^{K_1^*}(0.0085) = 2.0688, \\ F_{L_2}^{K_2}(0.0085) = 1.7750, F_{L_2^*}^{K_2^*}(0.0085) = 1.8668, \\ F_{L_3}^{K_3}(0.0085) = 2.1629, F_{L_3^*}^{K_3^*}(0.0085) = 1.8813$$

を得る. よって信頼係数 0.95 の同時信頼区間は,

$$0.0504 < p_1 < 0.2533, \\ 0.4937 < p_2 < 0.7745, \\ 0.1102 < p_3 < 0.3537$$

となる. このことから,  $p_2$  が  $p_1$  と  $p_3$  と交わらないことから, 6 月と 10 月に比べて 8 月に上陸する確率が高くなる.

### 5.2 7 月, 8 月, 9 月に上陸した台風

1951 年から 2020 年までの 70 年間で 7 月, 8 月, 9 月に分け, 独立性を保つために各月の 6 日から 25 日の間に上陸した台風の総数を表 4 に載せた.

表 4 上陸した台風のデータ 2

群	期間	年数 ( $n_i$ )	総数 ( $X_i$ )
第 1 群	7 月 6 日から 7 月 25 日	70	16
第 2 群	8 月 6 日から 8 月 25 日	70	35
第 3 群	9 月 6 日から 9 月 25 日	70	34

$\alpha = 0.05$  では差が見られなかったため,  $\alpha = 0.1$  として 90% 同時信頼区間を求める.

$n_1 = 70, n_2 = 70, n_3 = 70, X_1 = 16, X_2 = 35, X_3 = 34$  を当てはめる.

$$\frac{1 - (1 - \alpha)^{\frac{1}{3}}}{2} = 0.0173 \\ \hat{p}_1 = \frac{16}{70}, \hat{p}_2 = \frac{35}{70}, \hat{p}_3 = \frac{34}{70}$$

であるので,

$$\hat{p}_1^{70}, \hat{p}_2^{70}, \hat{p}_3^{70}, (1 - \hat{p}_1)^{70}, (1 - \hat{p}_2)^{70}, (1 - \hat{p}_3)^{70} \leq 0.0173$$

となり, 信頼区間を与える (条件 A) が満たされる. 5.1 と同様に計算を行うと, 信頼係数 0.90 の同時信頼区間は,

$$0.1309 < p_1 < 0.3535, \\ 0.3693 < p_2 < 0.6307, \\ 0.3558 < p_3 < 0.6171$$

となる. このことから,  $p_2$  と  $p_3$  が  $p_1$  と交わらないことから, 7 月に比べて 8 月と 9 月に上陸する確率が高くなる.

## 6 おわりに

ベルヌーイモデルを利用して過去 70 年間に日本に接近または上陸した台風の頻度を分析した. 上陸した台風について解析した結果, 台風は他の月に比べて 8 月, 9 月に高い確率で上陸することが分かった.

現在の技術において, 地震などの自然災害は予測が不可能である. しかし, 同じ自然災害でも台風などの気象情報は予測することが可能である. 近年は特に台風の勢力が増しているため, 予測することのできる台風には前もって予測し, 備えることで被害を抑えることが必要である.

## 参考文献

- [1] 国土交通省気象庁:  
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/typhoon/index.html>, 2020 年 12 月参照.
- [2] 白石高章: 『多群の 2 項モデルとポアソンモデルにおけるすべてのパラメータの多重比較法』, 日本統計学会和文誌, 第 42 巻, 第 1 号, 55~90 頁, 2012 年.
- [3] 白石高章: 『統計科学の基礎』, 日本評論社, 東京, 2012.