

徳島大学 工学部 正 員 端野 道夫
徳島大学 大学院 学生員 の北澤 聖司

1. まえがき

台風による降雨と高潮の同時生起性評価に関する研究の一環として、時々刻々の台風情報(台風中心位置、中心気圧、進行方向、進行速度)を用いて大阪を対象に、高潮潮位偏差と降雨を回帰推定する方法を比較検討する。

高潮については、最大潮位偏差発生時の台風位置から大阪湾長軸方向を基準にデータを東西通過別に分け、ここでは、説明変数として潮位偏差の時系列データを用いない場合を検討する。一方、降雨については、大阪を中心とする同心円形領域ごとに1時間降雨時系列情報を含む回帰分析を行なう。使用した資料は1902~1980年における総雨量が20mmより大きいか、または高潮偏差が26cm以上の台風約160個のデータである。

なお、回帰分析に用いる対象地点Xの気圧 P_0 は、Schlomerの気圧分布式より求め、風速 V_x 、風向 θ_x は、傾度風 ∇P の方向を等圧線より30°内側に向け、この傾度風ベクトルと台風中心の進行速度ベクトルを合成したものでFFW(fric tion free wind)の風速、風向とした。

2. 高潮潮位偏差に関する回帰式

最大潮位偏差 η_{max} について、その発生時の台風位置分布を η_{max} をパラメータとして図-1に示す。 η_{max} が1m以上の台風はほとんど大阪湾の長軸方向の西側を通過した台風であり、東側通過台風と西側通過台風ではその特性がかなり異なることから、高潮偏差については東西通過別に回帰分析を行なう。

i)同時刻の台風データを用いた場合: η_{max} に対し、説明変数として、 η_{max} 発生時の台風中心気圧低下量 ΔP_0 、進行方向 θ_0 、台風中心と大阪を結ぶ線分Y(台風中心から大阪までの距離)の方位角 θ_{ro} 、および η_{max} (η_{max} : 図-1 $\eta_{max}(\geq 0.5m)$ 発生時の台風位置分布²⁾ 最大旋衡風速半径)、 η_{max} (η_{max} : 台風から大阪湾長軸までの距離、大阪および湾央における気圧低下量、風速の二乗値の湾軸平行成分: $\Delta P_0, \Delta P_0, V_0^2 \cos \phi_0, V_0^2 \cos \phi_0$ の9変数を採用して変数増減法を適用した結果、(1)(2)式の回帰式を得た。

$$\text{西側: } \eta_{max} = 2.02 \Delta P_0 - 0.04 V_0^2 \cos \phi_0 + 0.08 V_0^2 \cos \phi_0 + 24.24 \quad (R=0.86) \quad (1)$$

$$\text{東側: } \eta_{max} = 13.45 (\eta_{max}) + 0.02 V_0^2 \cos \phi_0 + 37.41 \quad (R=0.65) \quad (2)$$

ii)時系列の台風データを用いた場合: 毎時潮位偏差 η_t に対し、説明変数として、 $\Delta P_0, \Delta P_0, \theta_0, \theta_{ro}, \eta_{max}, V_0^2 \cos \phi_0, V_0^2 \cos \phi_0$ を採用し、その1時間前、2時間前の変数(添字-1,-2を付ける)を追加する。本文では、時系列データとして潮位偏差を説明変数として採用していない。 η_{max} が40cm以上の時系列データに変数増減法を適用し、(3)(4)式を得た。

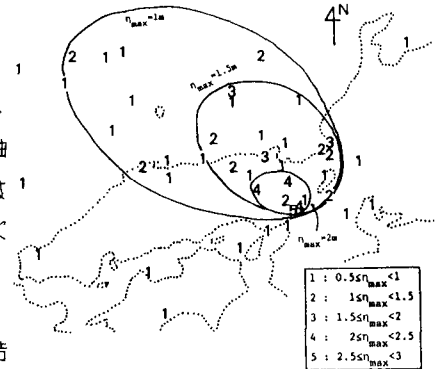
$$\text{西側: } \eta_t = -2.91 \Delta P_0 - 0.03 V_0^2 \cos \phi_0 + 0.05 V_0^2 \cos \phi_0 + 3.89 \Delta P_0 - 7.68 (\eta_{max})_1 + 0.01 (V_0^2 \cos \phi_0)_1 - 4.2 (\Delta P_0)_2 + 3.78 (\Delta P_0) + 38.43 \quad (R=0.89) \quad (3)$$

$$\text{東側: } \eta_t = -0.88 \Delta P_0 + 14.41 (\eta_{max}) + 2.44 (\Delta P_0)_1 + 1.39 (\theta_0)_1 - 0.73 (\Delta P_0)_2 + 0.01 (V_0^2 \cos \phi_0)_2 + 15.89 \quad (R=0.85) \quad (4)$$

i) ii)より得られた回帰式(1)~(4)式の重相関係数はいずれも高く、とくに高潮が対象地点付近の風速、風向および、気圧低下量と密接な関係にあることが裏付けられた。

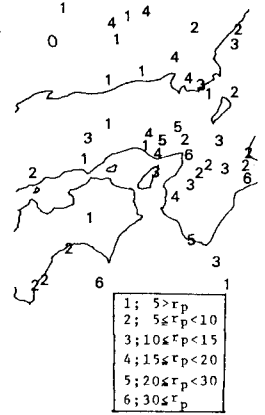
3. 台風による時間雨量に関する回帰式

ピーク雨量 r_p について、その発生時の台風位置分布を r_p をパラメータとして図-2に示す。 r_p の発生場は η_{max} のそれと比べて、かなりランダムであり、 η_{max} のように発生場を東西別に特徴付けることはできないようであり、本文では、台風が対象地点に近づくとその地点における降雨が強くなる一般的な特性を考慮して、大阪を中心とする同心円形領域を設定し、回帰分析を行なうことにする。



i) 同時刻の台風データを用いた場合: r_p に対し, 説明変数として, $\Delta P, \Delta P_0, \theta_{ro}, \chi_1, \chi_2, \chi_3$ および χ_4 (S_0 : 台風から大阪湾短軸までの距離) を採用し, 円形領域の半径 D を 150km から 350km まで 50km ずつ変化させ変数増減法を適用した。いずれの領域半径でも r_p がかなり強い不規則成分を含むことから, 妥当な回帰式は得られなかった。

ii) 時系列の台風データを用いた場合: 毎時雨量 r に対しては, 説明変数として, $\Delta P, \Delta P_0, \theta_{ro}, \chi_1, \chi_2, \chi_3$ および従属変数である時間雨量を採用し, その 1 時間前, 2 時間前の変数を追加する。領域半径 D が 0~100km, 100~200km, 200~300km, 300km 以上のそれぞれの領域について変数増減法を適用した結果, (5)~(8) 式の回帰式を得た。



(8) 図2 r_p 発生時の台風位置分布

$$0 \leq D < 100: r = 0.13 \Delta P_0 + 0.92 r_{-1} + 1.28 (\theta_{ro})_{-1} - 0.03 (\theta_{ro})_{-2} - 0.03 (L_0)_{-2} + 0.37 \quad (R=0.71) \quad (5)$$

$$100 \leq D < 200: r = 0.91 \Delta P_0 + 0.03 \chi_1 - 0.02 S_0 - 0.002 V_0^2 + 0.29 r_{-1} - 0.26 r_{-2} + 0.02 (S_0)_{-2} - 6.56 \quad (R=0.63) \quad (6)$$

$$200 \leq D < 300: r = 0.62 r_{-1} - 0.01 (V_0^2)_{-1} + 0.002 (V_0^2)_{-2} - 0.76 \quad (R=0.65) \quad (7)$$

$$300 \leq D: r = 0.005 \theta_{ro} + 0.003 L_0 + 0.09 \quad (R=0.30) \quad (8)$$

4. 高潮と降雨の再現性と考察

既往の台風の主なものについて, 台風位置, 中心気圧, 進行方向, 進行速度の時々刻々のデータを, 降雨, 高潮のそれぞれの回帰式に用い, 降雨, 高潮の再現性を見れば図3のようである。T3408 は高潮が卓越した台風であるが大阪に上陸したにもかかわらず降雨が非常に小さい特異なものである。T6523 も高潮が卓越した台風で, T5028, T6016 は, 高潮, 降雨ともに大きく, 同時生起性の高い台風である。高潮については, 同時刻の台風データを用いた(1)(2)式のほうが η_{max} の再現において, 時系列データを用いた(3)(4)式よりも適合度が良好であった。これは時系列のデータには比較的小さな高潮も含まれているため, 大きな, とくに西側通過台風による高潮の η_{max} については良い結果が得られなかった。また(1)(2)式は, 潮位偏差の時系列データを説明変数として用いた回帰式で見られたような発生時間の遅れを生じない。

降雨については, 領域を細分化して一般的降雨特性に対応した回帰式を得たことから比較的良好な結果が得られた。本文では, 1 時間雨量について解析を行なったが, これは 3 時間移動平均雨量を用いた回帰式や, η 発生時の 3 時間雨量を用いた回帰式に比べ, ピーク時間雨量付近の再現性が向上している。

以上のことから, 平均的な降雨, 高潮については, (1)(2)式および(5)~(8)式で比較的良好な再現性が得られているが, 降雨, 高潮の不規則成分, とくに降雨についてその成分が強いことを考慮し, シミュレーションの際, それぞれの回帰式に正規乱数を付加する必要がある。それでも特異な台風(大高潮, 小降雨あるいは, 小高潮, 大降雨)の降雨, 高潮の再現性が悪いことが予想され, こうした点についてさらに検討する余地が残されている。

参考文献: 1) 端野徳増, 大阪における台風時の降雨と高潮に関する回帰分析, 34 回中四年講 1982, 2) 端野・神田; 台風による降雨と高潮の同時生起性について, 27 回水理講演会 3) 端野北澤村上; 台風暴性のスプライン表現とシミュレーション, 35 回中四年講。

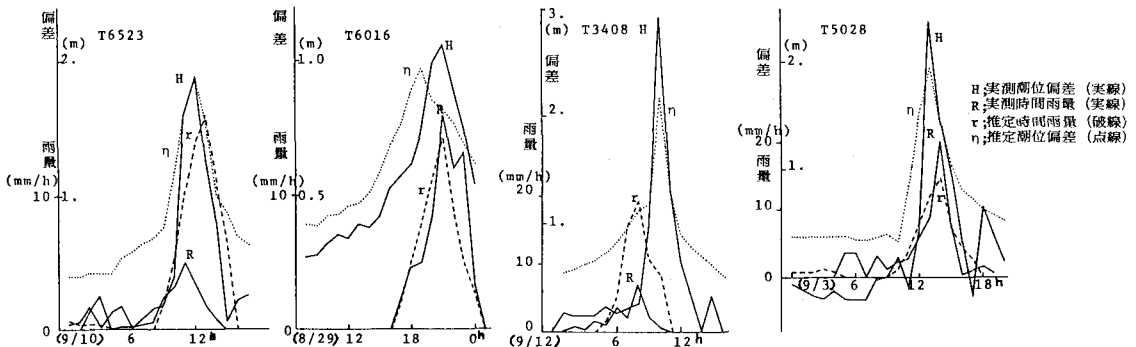


図3 降雨と高潮の再現結果 (高潮の再現には(1)(2)式, 降雨の再現には(5)~(8)式を用いている。)