

確率的低気圧モデルの季節属性が高潮偏差に及ぼす影響

茨城大学 学生会員 ○海老根尚之
茨城大学 正会員 信岡尚道

1. 研究背景, 目的

日本は四方を海に囲まれており, 過去に幾度となく高潮災害を経験してきた. 大きな高潮災害を引き起こす気象現象として台風が代表的である. しかし, 銚子港や小名浜港をはじめとする北太平洋沿岸地域では, 低気圧の影響による高潮被害が観測されている. 日本の気象変化に密接に関係する低気圧について, 長期的な変化傾向に関しての定量的な検討を行うことは, 災害の再帰性を知るうえで重要である.

確率的台風モデルでは, 橋本¹⁾により台風の季節属性を考慮した研究が行われているが, 低気圧に関しては行われていない. そこで本研究では野口²⁾が研究に用いた 92 年間の低気圧データを統計解析し, 季節ごとに確率的低気圧モデルを構築し, 現在気候の低気圧を推定する. これを用いて高潮偏差を算出し, 低気圧が季節属性を考慮することの有効性を明らかにすることを目的とする.

2. 確率的低気圧モデルの構築

2.1 確率的低気圧モデル

野口²⁾の作成したデータベースは北緯 20 度~北緯 46 度, 東経 122 度~東経 153 度の範囲で中心気圧が 990hPa 以下となった低気圧を抽出している. 本研究では, 92 年間の低気圧を季節ごとに分けたもの, 季節分けしないものの 5 つのパターンで確率的低気圧モデルを作成し, シミュレーションは, 1 回を 92 年として, 50 回行った.

2.2 低気圧の発生

確率的低気圧モデルによる 1 年間の低気圧の発生数は, 季節別の低気圧の平均発生数を用いたポアソン分布に従う乱数により発生される. 発生位置や初期気圧は, 過去の低気圧データの累積度数分布に従う乱数を

用いることで与える.

2.3 時間発展モデル

確率的低気圧モデルでは, 低気圧の発生時の初期属性のほかに時間発展を与える必要があり, 以下の式のように与える.

① 低気圧の位置

$$T_i = T_{i-1} + \Delta T_i \quad (1)$$

$$\Delta T_i = \overline{\Delta T_i(x_i, y_i)} + Z_i \quad (2)$$

ここで, T_i はある時刻*i*における低気圧の位置, ΔT_i は緯度, 経度の時間変化量, $\overline{\Delta T_i(x_i, y_i)}$ は低気圧位置の時間変化量の空間平均値, Z_i は偏差であり時間変化量の空間的標準偏差に乱数を乗じて与えた.

② 中心気圧

$$T_i = (T_{i-1} + \Delta T_i)(1 - \alpha) + \overline{T_{i-1}(x, y)}\alpha \quad (3)$$

ここで, T_i はある時刻における中心気圧, ΔT_i は中心気圧の時間変化量であり, これは式(2)で与えた. $\overline{T_{i-1}(x, y)}$ は中心気圧の空間的な平均値, α は移動場所の低気圧属性(中心気圧)の平均値から大幅にずれないようにするための重み付けであり, 加藤³⁾の 1/40 を同様に用いる.

2.4 既往低気圧と確率的低気圧モデルの比較

既往データと推定した低気圧データの通過個数と平均中心気圧について比較を行った. 例として冬に関して, 図-1 に平均中心気圧の分布図を示す. 平均中心気圧については, 既往と確率低気圧で 970hPa 以下の分布にばらつきの違いがあるが, 青色から黄色までの推移は似た挙動を示している. また, 各メッシュあたりの低気圧の通過個数についても全体的な変化傾向は似た結果となった. 以上のことから既往低気圧をおおむね再現できていると判断し, 推定した低気圧を高潮偏差の計算に使用する.

キーワード 高潮 低気圧 低気圧モデル

連絡先 〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1 茨城大学工学部都市システム工学科 TEL0294-38-5177

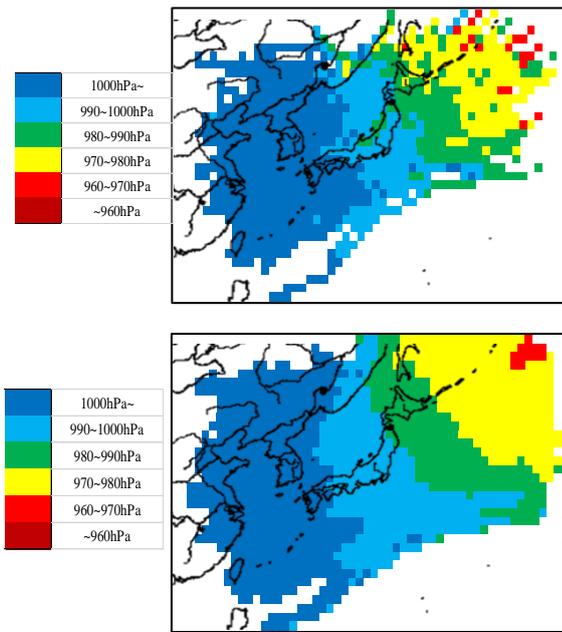


図-1 平均中心気圧

(上:既往低気圧(92年間), 下:確率低気圧(92年×50回))

3. 確率的低気圧モデルを用いた高潮偏差の計算

3.1 対象地点と計算方法

92年×50回で作成した低気圧について銚子港を対象に高潮偏差の計算を行った。計算式は式(4)であり、気象庁でも長年、潮位予測に使用していた経験式である。

$$H = a(1010 - P) + b \times W^2 \cos \theta + c \quad (4)$$

ここで、 H は高潮偏差(気象潮, cm), P は最低気圧(hPa), W は最大風速(m/s), θ は主風向きと最大風速 W となす角(°), a, b, c は各地点における定数である。

3.2 高潮偏差の比較

通年と季節分けした5パターンの既往低気圧と確率的低気圧モデルから銚子港における高潮偏差を求めた。図-2の最大高潮偏差を比較すると、確率低気圧では冬の既往低気圧による最大高潮偏差を超えなかった。確率モデルのみで比較すると、高潮偏差の最小は秋モデルであり、最大高潮偏差は通年より冬モデルであった。冬は大きな高潮偏差が複数回観測されていることが要因として考えられる。図-3の銚子港での最低中心気圧では夏モデル以外の確率モデルで、既往低気圧よりも勢力の強い低気圧を推定できなかった。これは、低気圧モデルでは個々の低気圧の発達と衰退などの物理現象を、乱数を用いてランダムに計算するため、中心気圧の

時間変化量が過小評価傾向にあることが考えられる。

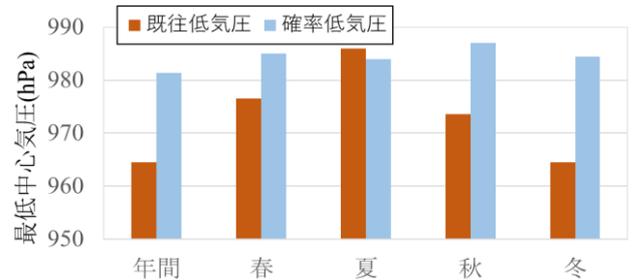


図-2 最大高潮偏差

(既往 92 年間, 確率低気圧 92 年×50 回)

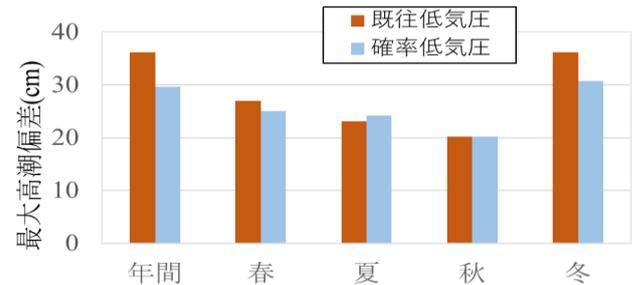


図-3 銚子港での最低中心気圧

(既往 92 年間, 確率低気圧 92 年×50 回)

4. 結論

本研究から、季節ごとに低気圧を推定することで個々の平均的な低気圧の再現性が上がることが分かった。高潮偏差を求める際、各季節で大きな高潮偏差が集中して観測された場合は季節モデルを用い、年間通して観測された場合は通年モデルが効果的と考えられる。

本研究の高潮偏差の計算は簡易的な方法であることから、数値シミュレーションにより高精度の検証が必要である。確率モデルでは、発達した低気圧を推定するためのモデルの改良が必要である。

謝辞:本研究は JSPS 科研費 18K04652 (基盤研究(c)「沿岸域における確率的浸水リスクと生存確率に基づく地域強靱化評価手法の開発」)の助成を受けたものである。

5. 参考文献

- 1)橋本典明・川口浩二・河合弘泰・松浦邦明・市川雅史(2003): 港湾・海岸構造物の合理的設計を目的とした確率台風モデルの構築と精度の検討
- 2)野口賢二・福濱方哉・竹内一浩・山本享(2008): 天気図から抽出した擾乱データセットを用いた近年の海岸災害と気象の関係
- 3)加藤史訓・柴木秀之・鈴山勝之(2004): 確率的低気圧モデルを用いた越波量の確率評価