



## 第2章 応用編

### 2.5 高潮モデルの改良

# 高潮モデル改良 概要

- 台風ポーガス
  - 台風情報＋台風進路誤差を反映した高潮予測のために重要
  - 陸面摩擦が考慮されていないため、内湾域で予測値が過大
  - 台風周辺で風が弱く、単純に風速減衰させると捕捉率悪化
- 2つの改良
  - 方向別粗度長法の導入
    - 地形の影響を考慮して内湾域の過大な風速を適切な風速に弱める変更
    - 高潮予測値の過大傾向緩和、離岸風による過大な負偏差解消
  - r0決定法の改良
    - 台風ポーガスの風速分布を作成する手法を見直し、  
台風周辺域での過小な風速を強める変更
    - ポーガスの強風域拡大

台風ポーガスは、台風情報と台風進路誤差を反映した高潮予測のために重要である。この台風ポーガスについて、陸面摩擦が考慮されていないため、内湾域で予測値が過大になる問題、及び台風周辺で風が弱く、単純に風速減衰させると捕捉率悪化する問題があり、これらの問題点の改善のため、令和3年4月26日に高潮モデルへ適用する台風ポーガスについて2つの改良を実施した。

具体的には、高潮モデルの大気外力としている台風ポーガスについて、方向別粗度長法を導入し、地形の影響を考慮して内湾域の過大な風速を適切な風速に弱める変更、及び台風ポーガスパラメータであるr0決定法の改良を行い台風ポーガスの風速分布を作成する手法を見直し、台風周辺域での過小な風速を強める変更を実施した。

# 高潮モデル改良 方向別粗度長法の導入

- 各格子ごとに、風上領域の粗度長を考慮することで離岸風を減衰させる手法

- 減衰係数の計算手順

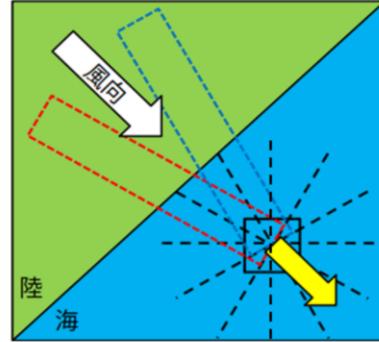
- 12方向に対し、風上側30km分の粗度長を格子からの距離で重み付け平均

重みは  
Gaussian :  $w(i) = \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-d(i)^2/2\sigma^2}$

2. 格子での実際の風向に応じて方向別粗度長を内挿

3. 海上の粗度長との比から減衰係数を算出

$$f_{r-directional-k} = \left( \frac{z_{0marine}}{z'_{0land-directional-k}} \right)^{0.0706}$$



分子: 海上の粗度長  
分母: 方向別粗度長

方向別粗度長法(J. J. Westerink *et al.*,2008)とは、各格子ごとに風上領域の粗度長を考慮することで、離岸風を減衰させる手法である。この手法を新たに導入することで、地形の影響を考慮して内湾域の過大な風速を適切な風速に弱める効果がある。

# 高潮モデル改良 パラメータ $r_0$ 決定法の改良

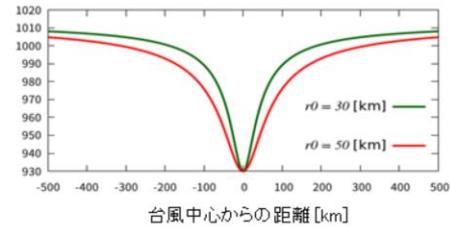
藤田の式 
$$P(r) = P_{\infty} - \frac{P_{\infty} - P_c}{\sqrt{1 + r^2/r_0^2}}$$

$P_c$  : 中心気圧       $P_{\infty}$  : 無限遠での気圧

$r_0$  : 気圧降下の鋭さを決めるパラメータ

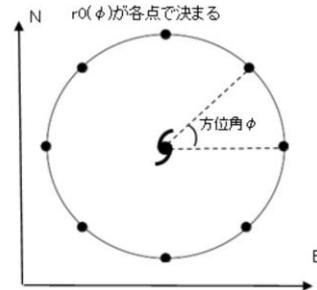
-  $r_0$ が小さいなら中心付近の気圧勾配は大  
→ 強風域の範囲を左右

気圧分布の例



## 改良版での計算手順

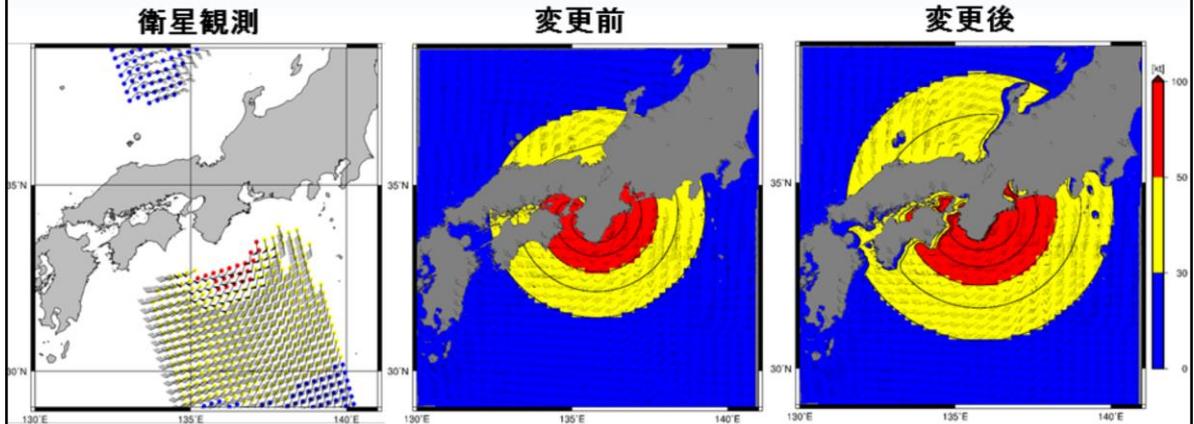
1.  $r = r_0$ の円上に任意個の分点を取る (右図は8個)
2. 各分点ごとにボーガスの風速を計算
3. 条件“ $r=r_0$ で風速50kt”を満たすように各分点で $r_0$ を決定 ( $r_{30}$ を使用するときも同じ操作)
4. 平均した $r_0$ の値を計算に使用 (方位角ごとに $r_0$ を変えることはしない)



台風ボーガス風分布の例 (中央コース)

台風ボーガスの風分布は藤田の式 (Fujita, 1952) で決定している。この式では、 $r_0$ のパラメータによって強風域の範囲が左右される。これまでの台風ボーガスには強風域の狭い系統誤差があるため、強風域が適切な範囲となるように、この $r_0$ の計算手順を見直した。

# 高潮モデル改良 変更による台風の風の変化

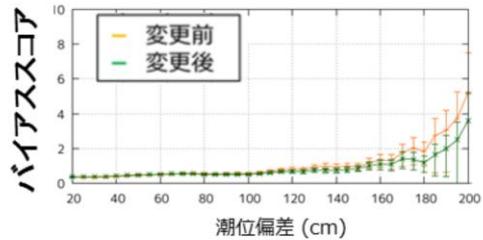
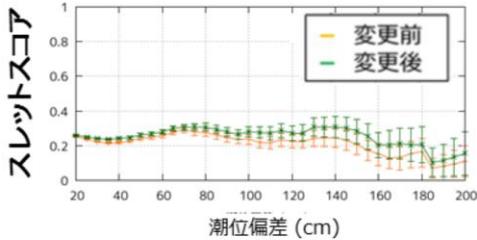
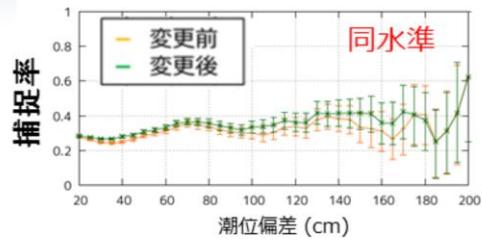
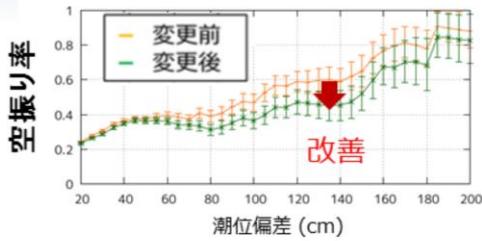


平成30年(2018年)の台風第24号による平成30年(2018年)9月30日06 UTC(日本時間9月30日15時)初期値の6時間予報の風分布

左図が衛星観測(ASCAT)、中央図が変更前、右図が変更後の風分布を示す。中央図と右図の赤色は暴風域、黄色は強風域を示している。左図では衛星観測の特性を考慮し、同程度の風速と推定される領域を同じ色で示している。

方向別粗度長法の導入及びパラメータ $r_0$ 決定法を改良を行った変更後と、変更前の台風ポーガスの風速分布を示す。内湾域で風速が弱まると共に、台風の周辺部では風速が強まり、衛星観測で推定される風速分布に近づいていることが分かる。

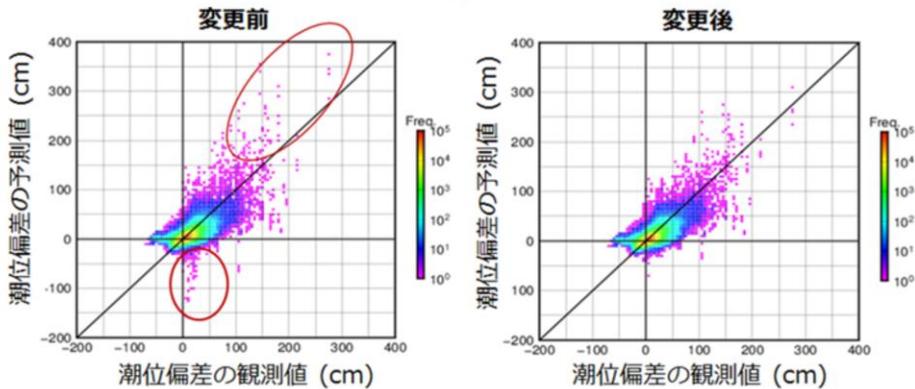
# 高潮モデル改良 スコア検証



平成27～30年(2015～2018年)の台風を対象とした3～12時間先における潮位偏差の予測の空振り率。横軸は潮位偏差(cm)、縦軸はスコアの値、橙線は変更前の風分布、緑線は変更後の風分布による予測結果を示す。

方向別粗度長法の導入及びパラメータ $r_0$ 決定法を改良を行った変更後と、変更前の潮位偏差ごとの空振り率や捕捉率、スコアを示す。今回の変更により、台風時の潮位偏差について、捕捉率を同水準に維持したまま、空振り率が改善していることが分かる。

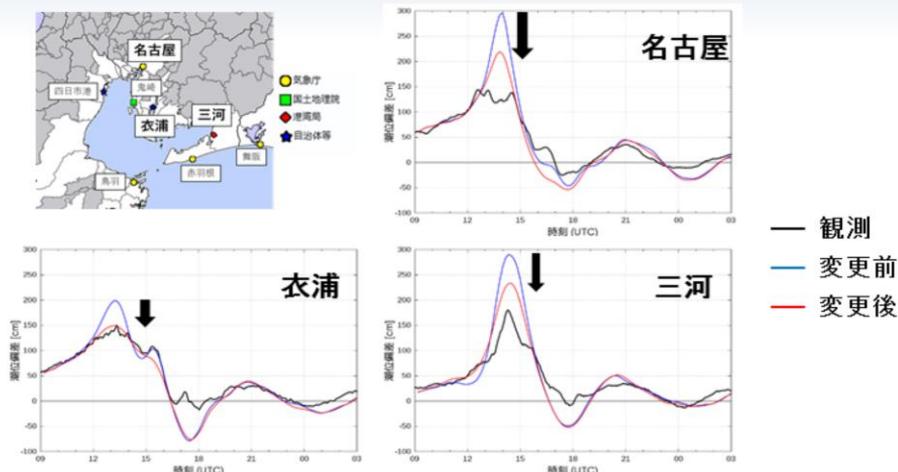
# 高潮モデル改良 統計検証



平成27～30年(2015～2018年)の台風を対象とした潮位偏差の観測値と予測値の比較  
左図は変更前、右図は変更後の結果(色は事例数)を示す。なお、観測値と予測値は3  
時間ごとの最大値で比較している。変更前に見られた極端な外れ値(右側の図で赤丸  
を付した部分)が変更後は減少している。

方向別粗度長法の導入及びパラメータ $r_0$ 決定法を改良を行った変更後と、変更前の潮位偏差の観測値と予測値の比較を散布図で示す。潮位偏差の過大な予測傾向だけでなく、過小な予測についても改善していることが分かる。

# 高潮モデル改良 事例検証



平成30年(2018年)の台風第24号による平成30年(2018年)9月30日09UTC(日本時間9月30日18時)初期値からの高潮の潮位偏差予測と観測された潮位偏差の時系列。横軸は時刻(UTC)、縦軸は潮位偏差(cm)を示す。黒線が観測された潮位、青線が変更前の風分布による予測、赤線が変更後の風分布による予測の結果を示す。

台風時の高潮予測の改善例として、平成30年(2018年)の台風第24号による平成30年(2018年)9月30日09UTC(日本時間9月30日18時)初期値からの高潮の潮位偏差予測と観測された潮位偏差の時系列図を示す。名古屋、三河、衣浦については、高潮の過大な予測傾向(空振り)が改善し、観測された潮位に近づいている。

。

## 参考文献

- 林原 寛典, 2011: 気象庁の高潮数値予測モデルについて, *天気*, 58, 235–240.
- Japan Meteorological Agency, 2019: Outline of the operational numerical weather prediction at the Japan Meteorological Agency.
- Fujita, Tetsuya, 1952: Pressure Distribution within Typhoon. *Geophys. Mag.*, 23, 437–451.
- Joannes J. Westerink et al., 2008: A Basin- to Channel-Scale Unstructured Grid Hurricane Storm Surge Model Applied to Southern Louisiana. *Mon. Wea. Rev.*, 136, 833.