

## 瀬戸内海西部における台風モデルを用いた風の再現の高度化と高潮数値計算

武蔵工業大学都市基盤工学専攻 学生会員 ○的場 萌実  
 武蔵工業大学都市基盤工学科 正会員 村上 和男  
 株式会社 エコー 正会員 柴木 秀之

### 1. 研究背景・目的

近年わが国では、台風の規模が大型化してきているという傾向がある。また、瀬戸内海沿岸では平均水位の上昇や異常潮位が見られ、2004年に上陸した台風により甚大な高潮災害を受けた。米国においても昨年は大型ハリケーンの上陸とそれに伴う高潮災害が深刻なものとなり、世界的に熱帯性低気圧による被害が急増している。

高潮数値計算を精度良く行うために重要な条件としては、海上風計算を高度化させることがあげられる。従来の計算方法では、台風を中心付近で発生する傾度風を超えた強い風、Supergradient Wind (以下、SGW) を考慮していないため、高潮を過少評価する傾向が見られた。本研究では高潮の現象をより正確に再現するため、SGW を考慮した高潮数値計算を試みた。

### 2. 研究概要

Veltcheva ら (2002) は 1999 年に上陸した台風 18 号における風を、SGW を考慮した Mitsuta & Fujii (1987) による式を用いて計算を行い、従来のモデルでは過小評価されて

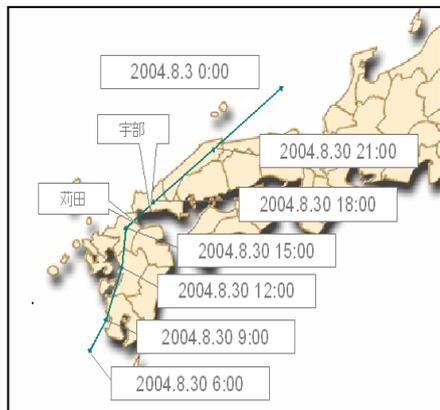


図1 台風 0416 号の経路図

いた風の再現を高度化した。本研究では、同地域である瀬戸内海西部を対象とし、2004年に上陸した台風 16 号、18 号及び 9918 号の解析を行った。図 1 に台風 0416 号の経路を示す。0416 号に関して、従来モデルによる計算を行った結果、9918 号同様、苅田において風速が実測値を下回り、また、宇部における高潮が過小評価されている。そのグラフを図 2 に示す。苅田と宇部の 2 地点は周防灘を挟んでおり、台風の経路から考えると苅田から吹く風の影響が宇部の高潮に大きく影響すると考えられる。本研究ではその点に着目し、SGW の考慮として Holland (1980) のモデルと Mitsuta & Fujii のモデルを用いて解析を行い、それらの結果を比較検討した。

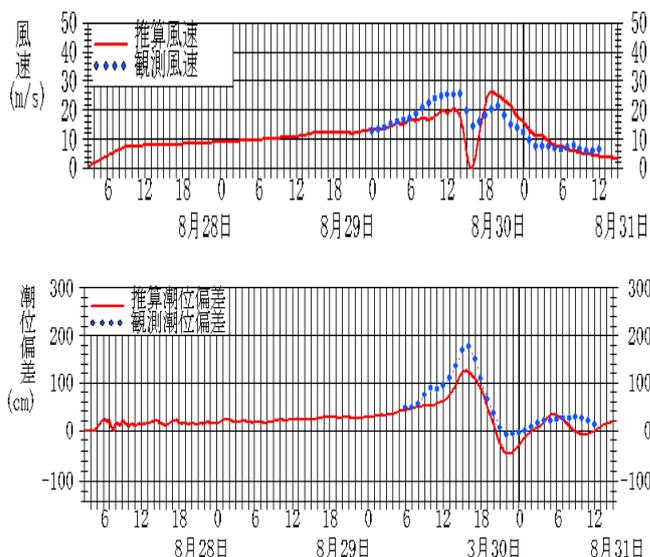


図2 従来モデルによる 0416 号の結果

上：苅田における風速，下：宇部における高潮

### 3. 台風モデル

#### 3.1 従来モデル

これまでの高潮数値計算は以下の方法が一般的であった。台風域内の気圧分布は、Myers モデルを用いる。その式を式(1)に示す。

$$P = P_0 + \Delta P \exp\left(-\frac{r_{\max}}{r}\right) \quad \dots(1)$$

ここに、 $P$  はある地点での海面気圧、 $P_0$  は台風中心の海面気圧、 $\Delta P$  は中心深度、 $r$  は台風中心からの距離、 $r_{\max}$  は台風中心から最大風速が発生するまでの距離を表す。

台風域内の風は、気圧分布に対応する傾度風  $U_1$  と、低気圧の進行に伴う場の風  $U_2$  の合力として表される。それぞれの式を式(2)、式(3)に表す。

$$U_1 = C_1 V_{gr} = C_1 f \left( \frac{r_{\max}}{r} \right) = C_1 \left[ -\frac{fr}{2} + \sqrt{\left(\frac{fr}{2}\right)^2 + \frac{r}{\rho_a} \frac{\partial P}{\partial r}} \right] \quad \dots(2)$$

$$U_2 = C_2 \frac{U_1}{C_1 f \left( \frac{r_{\max}}{r} \right)} V_T \quad \dots(3)$$

ここで、 $V_{gr}$  は傾度風速、 $f$  はコリオリ係数、 $r$  は等圧線の曲率半径を表す。なお、摩擦力により風速の大きさは減少するので、低減係数  $C_1(0.6 \sim 0.7)$  をかけた値、 $U_1$  となる。また、式(3)に用いられている  $C_1, C_2$  は換算係数、 $V_T$  は台風の進行速度を表す。

キーワード：高潮数値計算，台風モデル，Supergradient Wind，風速低減係数，瀬戸内海西部

連絡先 〒158-8557 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 武蔵工業大学都市基盤工学水圏環境工学研究室 Tel03-3703-3111(3257)

### 3. 2 Mitsuta&Fujii のモデル

Mitsuta&Fujii のモデルは超傾度風を表す分布であり、従来モデルにおける傾度風を式(4)に示すモデルに置き換えて計算を行う。

$$V_{super} = C_1(x)U_1 \quad \dots (4)$$

ここに、 $C_1(x)$ は風速低減係数であるが、この場合にはSGWを考慮するために、式(5)に示す $x$ によって決まる関数で与えられており、この関数をかけることにより台風の中心付近の風を強くし、中心から離れた地点ではほぼ従来通りの計算が行われる。

$$C_1(x) = C_1(\infty) + [C_1(x_p) - C_1(\infty)] \left( \frac{x}{x_p} \right)^{k-1} \times \exp \left\{ \left( 1 - \frac{1}{k} \right) \left[ 1 - \left( \frac{x}{x_p} \right)^k \right] \right\} \quad \dots (5)$$

ここに、 $x$ は $r/r_{max}$ 、 $x_p$ は0.5、 $k$ は2.5、 $C_1(\infty)$ は台風中心から無限遠点における $C_1$ の値で2/3、 $C_1(x_p)$ は $C_1$ ピーク値で1.2を表す。しかしここではピーク値を中心深度による関数として式(6)で表す。

$$C_1(x_p) = C_1(\infty) (1 + 10^{0.0231 \Delta P - 1.96}) \quad \dots (6)$$

### 3. 3 Holland のモデル

Holland によるモデルは気圧分布を表すモデルであり、従来モデルにおけるMyersの気圧分布にパラメータ $B$ を考慮した式(7)で表される。

$$P = P_0 + \Delta P \exp\left(-\frac{r_{max}}{r}\right)^B \quad \dots (7)$$

ここに、 $B$ は一定値(概略値:0.5~2.5)である。

## 4. 計算結果

二つのモデルによる計算結果を表したグラフを図(4)、(5)に示す。Mitsuta&Fujii によるモデルを用いた場合には荻田における風速が実測値に近づいたものの若干小さく、宇部における高潮を見ると、やや過小評価している傾向が見られる。Holland によるモデルでは、 $B$ の値を0.5~1.3の範囲内で計算を行った結果、 $B=0.8$ を用いた場合に、荻田における風速をより精度良く再現することができた。その結果宇部における高潮も Mitsuta&Fujii のモデルを用いた場合に比べて良く再現されていることがわかる。

Holland モデルでは、台風半径における傾度風が、パラメータ $B$ を与えることによって大きくなる。また、 $B$ の値が大きいくほど最大風速も大きくなる。しかし台風半径の内側の、台風中心に近い位置では $B$ の値が小さい方が風速は大きくなるという特性がある。今回のような、台風中心から20km以内に位置していた荻田における風速を計算する場合には $B$ の値は小さい値を用いる必要がある。パラメータ $B$ の値は一般には1.3が最も用いられているようだが、台風や対象地点によって変動する。 $B$ の値についてはより多くの台風データを用いて今後更なる検討が必要である。

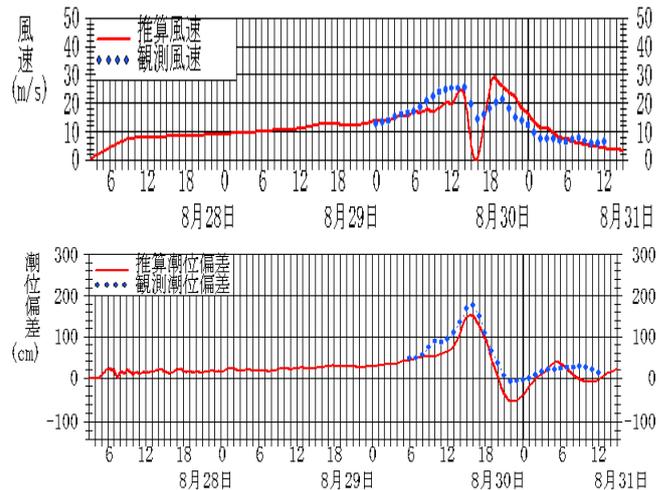


図3 Mitsuta&Fujii モデルによる0416号の結果  
上：荻田における風速，下：宇部における高潮

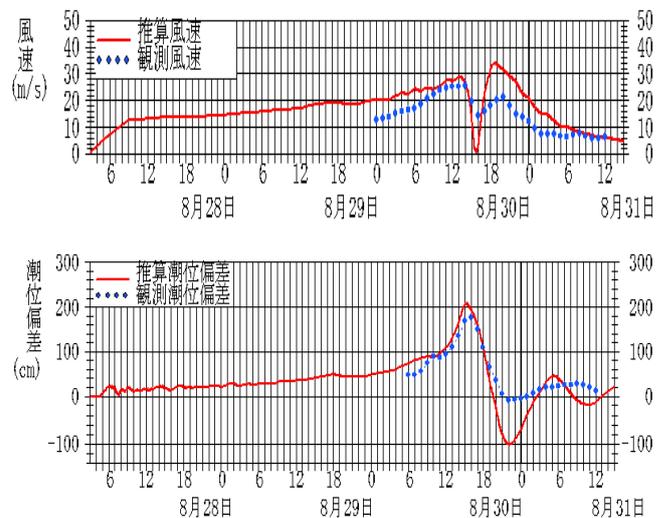


図4 Holland のモデルによる0416号の結果(B=0.8)  
上：荻田における風速，下：宇部における高潮

## 5. 結論

荻田では海上に近い地点における風速を測定しているため、実測値の信頼性は高い。また、荻田で発生する強い風が、周防灘を挟んだ宇部において高潮に大きく影響することがわかった。周防灘では台風中心が通過する際に荻田で発生する風が非常に重要であり、高潮数値計算を行うに当たっては、荻田における風の再現を高度化することによって宇部周辺における高潮の再現精度がよくなることがわかった。

### 参考文献

- 1) Y. Mitsuta and T. Fujii (1987): An Analysis and Synthesis of typhoon Wind over Japan Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Vol.37, Part4, No.329 pp169-185
- 2) A. D. Veltcheva, 河合弘泰 (2002): 台風の気圧分布の歪みと超傾度風を考慮した高潮推算 海岸工学論文集 第49巻 pp241-245
- 3) 藤井健, 林泰一, 奥田昌弘 (2000): 台風 9918 号の気圧場客観解析と海上風推算について: 文部省科学研究費補助金研究成果報告書 pp49-53
- 4) G. J. Holland (1980): An analytical Model of the Wind and Pressure Profiles in Hurricanes, MONTHLY WEATHER REVIEW, Volume 108, pp1212-1218