

九州産業大学工学部 正 員 杉尾 哲

九州産業大学工学部 学生員 横田 豊

翁長朝純 神谷常雄

1. まえがき

南九州は台風の通過回数がさわめて多く、これまでも有明海、鹿児島湾を対象とした高潮の数値解析が行なわれてきた。本報は、従来と同様の計算手法を用いて、志布志湾を対象とした数値解析を行なおうとするもので、モデル台風は、志布志における既往最大潮位を生じた5405号(グレース)台風を用いている。

2. 基礎方程式

連続式および海底摩擦、コリオリの項等を省略した運動方程式を、海底から海面まで積分した形で表示すると

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial S}{\partial t} &= -\frac{\partial P}{\partial x} - \frac{\partial Q}{\partial y}, \quad P = (R+S) \cdot \bar{u}, \quad Q = (R+S) \cdot \bar{v} \\ \frac{\partial P}{\partial x} &= -gR \frac{\partial}{\partial x}(S-S_0) + \tau_s^x / \rho_w \\ \frac{\partial Q}{\partial x} &= -gR \frac{\partial}{\partial y}(S-S_0) + \tau_s^y / \rho_w \end{aligned} \right\} (1)$$

ここに τ_s は海面摩擦であり、風速 W に対して

$$\tau_s = \gamma_R \rho_a W |W|, \quad \gamma_R = 3.2 \times 10^{-6} (\text{g/cm}^2) \text{ とする。}$$

また S_0 は気圧低下による静水面上昇量であり $S_0 = \Delta P / \rho_w g$ 。

計算手法は図-1、2のように湾外の海域と志布志湾内をそれぞれ格子に分割し、湾口の計算に、互いの領域の計算結果を用いて湾内と湾外を接続させる手法を用いた。

3. 初期条件と境界条件

初期条件として、線流量(P, Q)は計算領域全域にわたり零とし、水位(S)は S_0 の値を与えた。境界条件としては、海岸線に垂直方向の線流量を零とし、湾外の周辺の水位は、各計算ステップ時の S_0 の値を与えた。

4. 計算安定条件

$\Delta t \leq \frac{\Delta S}{\sqrt{2g(R+S)_{\max}}} \quad \text{に対し、湾内で } \Delta S = 1.0 \text{ km}, (R+S)_{\max} = 98 \text{ m より } \Delta t \leq 22.8 \text{ 秒, 湾外で } \Delta S = 4.0 \text{ km}, (R+S)_{\max} = 1670 \text{ m より } \Delta t \leq 22.1 \text{ 秒となる。したがって、これよりも安全を見込んで } \Delta t = 20 \text{ 秒 とした。}$

5. 気象条件

気圧分布の式には藤田の式を用いると、

$$P = P_0 - \frac{a}{\sqrt{1 + (r/r_0)^2}} \quad (2)$$

台風中心から距離 r の位置の気圧は

次に、台風内の風速(W_x, W_y)は、台風中心の進行速度を V_x, V_y とすると

$$\left. \begin{aligned} W_x &= C_1 V_x e^{-\pi(r/b)} - C_2 W_y (0.5x - 0.866y) \\ W_y &= C_1 V_y e^{-\pi(r/b)} - C_2 W_x (0.866x + 0.5y) \end{aligned} \right\} (3)$$

$C_1 = 4/7, \quad C_2 = 0.6, \quad b = 5 \times 10^7$ 、 f をコリオリの係数とすると

$$W_y = (f/2) \left[-1 + \sqrt{1 + (4a/\rho_a f^2 V_0^2) \{1 + (r/r_0)^2\}^{-\frac{1}{2}}} \right]$$

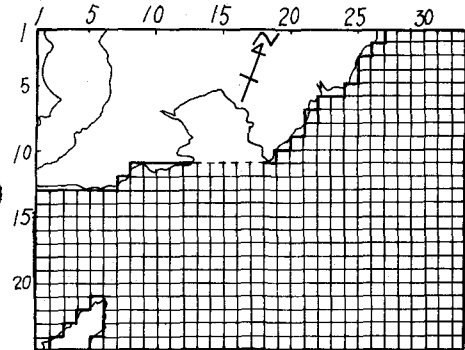


図-1 湾外の計算領域 $\Delta S = 4.0 \text{ km}$

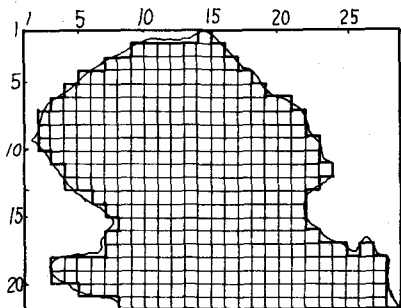


図-2 志布志湾内 $\Delta S = 1.0 \text{ km}$

5405号台風経路図

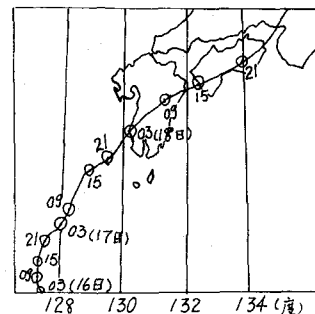


図-3

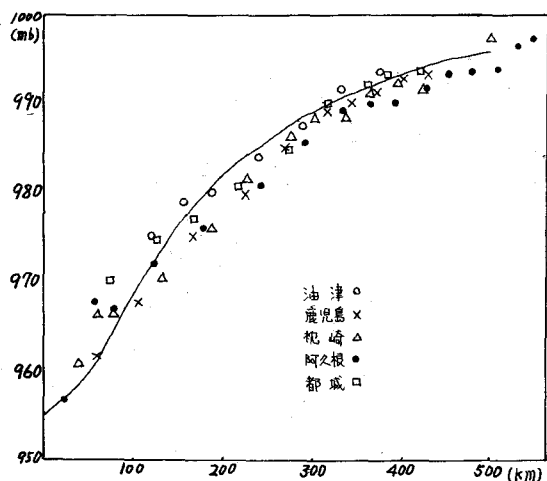


図-4 台風内の気圧分布

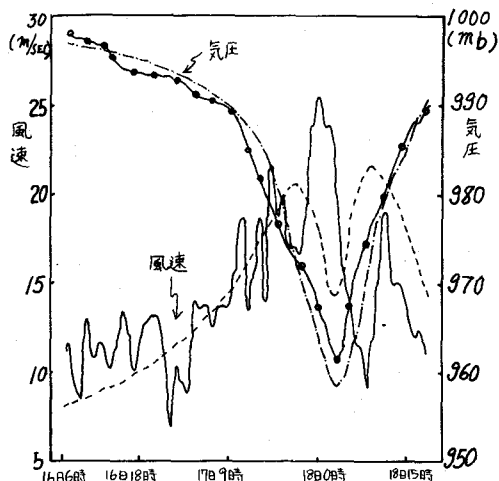


図-5 気圧と風速の時間的变化(鹿児島台)

まず台風常数 P_0 , α , γ を決定する。5405号台風の中心気圧は17日19時までは940 mbの一定であるが、その後減衰してゆき18日13時には970 mbになっている。したがって台風中心気圧 (P_0) 等の評価により常数値がかなり異なるが、図-4に示す $P-r$ の関係をほぼ満足する4種の常数値の組合わせを選び、これを式-2, 3に適用した計算結果を図-5に示すように、各気象台で実測した気圧と風速の値と比較して、最も近い値を示した組合わせから、 $P_0=1007$, $\alpha=52$, $\gamma=110$, $P_0=955$ と定めた。

6. 計算結果

まずプログラムの確認を目的として、計算手法を参考にした駿河湾の高潮数値解析結果(6626号台風)との比較を行なった。その結果の一例を図-6に示す。これによると細部でやや異なるが、この程度の差異は、計算機の精度の違い、あるいは図面作成時の値の評価の違いによるものと考えられ、プログラムは妥当であると考えられる。以上の確認の後、5405号台風の計算に取りかかった。計算は16日6時から18日18時まで行なう。途中3時間毎に台風中心位置と台風中心速度を与えて、その間の速度は一定と考え、位置は直線比例配分している。計算時間が長時間であることから、プログラムを二つに分けて、まず S , W , T_0 等の気象項の計算を20分毎に行ない、その結果を用いて S , P , Q の計算を行なうこととした。

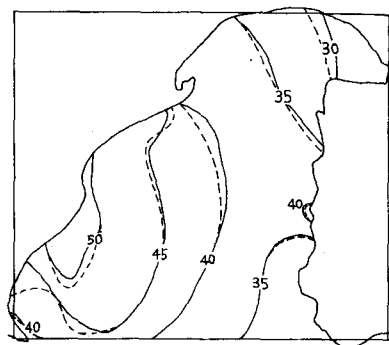


図-6 潮位の分布(駿河湾6626号台風)

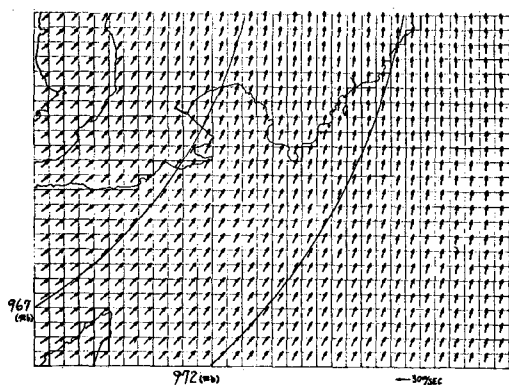


図-7 5405号台風 8月18日0時の気圧、風速分布計算結果

図-7は18日0時における気圧、風速分布の計算結果を示している。 S , P , Q については現在、計算実行中であり、油津および志布志における潮位実測値との比較結果などは講演時に述べる。

参考文献) 1) 伊藤, 谷本, 木原: 駿河湾の高潮, 港湾技術報告, Vol. 6, No. 7, P. 91~145, 1967年8月。2) 気象庁: 東京湾高潮の総合調査報告, 気象庁技術報告第18号, 1963年。3) 伊藤剛編: 数値解析の応用と基礎(水理学社中心にて), Pテネ出版 1971年。