

有明海における浮遊物の流動解析

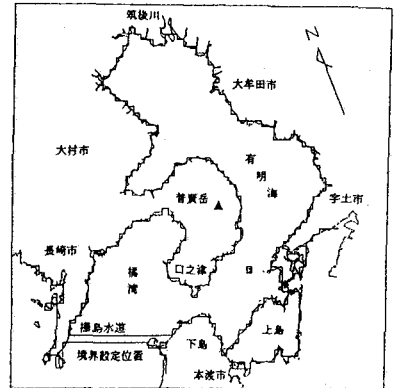
長崎大学工学部 学生員 ○ 小林 教久

正 員 中村 武弘

1. まえがき

198年ぶりに再活動した雲仙普賢岳は、1991年5月15日の土石流を皮切りに今日まで何度となく、土石流を発生させてきた。土石流の先端は有明海にまで達し、木材、土砂などを有明海へと排出している。新聞によると、特に、梅雨期になると、土石流発生後の4、5日後、大量の流木が橋湾に流れ込み漁業におおきな被害を出している。高い海洋生産性を持つ有明海及び橋湾の海洋環境においては無視できない問題である。そこで、有明海及び橋湾での2次元数値解析による浮遊物の流動解析を行った。

有明海は、湾軸の長さ9.6km、幅約1.8km、平均水深約20mの比較的細長く中央でほぼ直角に屈曲した閉鎖的な水域である。また、大きな潮差、広大な干潟という特徴を持っている。有明海は、潮流の大きな早崎瀬戸を経て橋湾へと続いている。



【図-1】有明海及び橋湾の概況図

2. 数値解析

2次元単層モデルの差分法で行った。この計算で用いた基礎式は、次の通りである。

連続の式

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -\frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial N}{\partial y}$$

x軸方向の運動方程式

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{h+\zeta} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{MN}{h+\zeta} \right) - fN = -g(h+\zeta) \frac{\partial \zeta}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\epsilon_x \frac{\partial M}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\epsilon_y \frac{\partial M}{\partial y} \right) + \frac{\tau_a(x)}{\rho_w} - \frac{\tau_b(x)}{\rho_w}$$

y軸方向の運動方程式

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{MN}{h+\zeta} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{N^2}{h+\zeta} \right) + fM = -g(h+\zeta) \frac{\partial \zeta}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial y} \left(\epsilon_x \frac{\partial N}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\epsilon_y \frac{\partial N}{\partial y} \right) + \frac{\tau_a(y)}{\rho_w} - \frac{\tau_b(y)}{\rho_w}$$

ここで、 M, N はそれぞれ x, y 軸方向の単位当りの流量フラックス、 h は水深、 ζ は水位上昇量、 f はコリオリのパラメーター、 ρ_w は海水の密度、 ϵ は渦動粘性係数、 τ_a は海面の摩擦応力、 τ_b は海底面での摩擦応力を表す。

3. 解析条件

$f = 7.934 \times 10^{-5} (s^{-1})$, $\rho_w = 1.02 (g/cm^3)$ を与えた。メッシュ幅は1500m、時間間隔は30秒とした。境界条件として樺島水道のM₂潮(振幅0.86m)を用い【図-1】の境界設定位置に正弦波を与え潮位制御を行った。干潟の取扱については、水深について数値(0.001m)を設定した。また、有明海に注ぐ主な河川の流入量も考慮に入れた。渦動粘性係数は矢野¹⁾らの方法を用いて設定しその際、定数 α を15とした。

風なし、北西の風(風速5m/s)、南西の風(風速5m/s)の3ケースの潮流計算を行い、それぞれ同一点(A, B, C, D, E)へ満潮、干潮時刻に粒子を投入し x, y 軸方向の流速を用いて3日間(6周期)の粒子追跡計算を行った。風は計算領域すべてのメッシュに均一に与えた。

4. 解析結果

風なし、北西の風、南西の風の場合の計算結果をそれぞれ【図-2】、【図-3】、【図-4】に示す。



【図-2】移動経路（風なしの場合）



【図-3】移動経路（北西の風5m/sの場合）

すべてのケースにおいてE点以外では、投入時刻によって全く違う動きをする。A点では【図-3】と【図-4】を見比べると満潮時投入、干潮時投入のどちらの場合も、粒子は逆方向へ移動しており、風向によって逆回りの環流ができているようである。B点は雲仙普賢岳の土石流が有明海に流れ込む位置であり、干潮時投入の粒子は、全ての場合について東方へ移動しており【図-3】では北へ【図-4】では南へ少し傾いている。一方、満潮時投入の粒子は、島原半島沿岸付近で留まる。D点では全ての場合、満潮時投入の粒子は流速の大きな早崎瀬戸を通り橘湾へと向かい【図-4】では、より湾奥へ入り込み島原半島の西側へ近づいていることがわかる。E点ではゆっくりと島原半島に近づいている。



【図-4】移動経路（南西の風5m/sの場合）

5. あとがき

粒子の動きは投入時刻に大きく左右され、また、投入位置や風によっても動きが異なることがわかった。今回の計算では、有明海の粒子が早崎瀬戸を通り橘湾へ入り込むことが再現され、有明海及び橘湾での粒子の流動の把握に役立つと思われる。また、夏季に起りやすい南西の風を考慮に入れた【図-4】の場合に、橘湾の沿岸へ入り込みやすいようである。しかし、土石流の流れ込む位置であるB点の粒子が橘湾へ4、5日間で移動するような結果とはなっていない。今後は、他の潮汐条件や、風の条件等について更に検討して行く予定である。また、現地における漂流実験も計画中である。

参考文献 1) 矢野 真一郎 他：内湾における二次元粘性・分散係数の推定法の開発、平成2年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集 pp.262～263