

大村湾の潮流の数値シミュレーション解析

長崎大学工学部 学生員 ○福本 正 正 員 中村武弘
正 員 富樫宏由 学生員 三厨晋也

1. 目的

長崎県の中央部に位置する大村湾は、非常に閉鎖性の強い内湾であり、“水質汚濁”という問題が近年更に大きく表面化してきている。汚濁の進行状況の把握及び長期の水質予測のためには、潮流の実態の究明が必要である。既往の研究結果では、大村湾北部の環流に関して、時計廻りと反時計廻りの二説があり、統一された見解が得られていない。本研究では、三次元多層数値シミュレーションモデル解析(レベルモデル)によって、大村湾内の潮流の実態を明らかにするとともに、昨年の西部支部講演会で発表した二次元単層モデルでの解析結果¹⁾との相違を明らかにする。

2. 解析方法及び結果

解析は、水深方向に積分した運動方程式及び連続方程式を用いた多層モデルで行い、差分法で計算した。ここに、第K層での積分した運動方程式と連続方程式を示す。

$$\frac{\partial M_i^k}{\partial t} + \frac{M_j^k}{h^k} \frac{\partial M_i^k}{\partial x_j} = -g h^k \frac{\partial \zeta}{\partial x_i} + \frac{1}{\rho} \tau x_i \Big|_{k-1} - \frac{\partial M_j^k}{\partial x_j} + w_k - w_{k-1} = 0 \quad \dots \textcircled{2}$$

$$- \frac{1}{\rho} \tau x_i \Big|_k + (-1)^i f M_j^k - (u_i w)^k \Big|_{k-1} + (u_i w)^k \Big|_k \quad \dots \textcircled{1}$$

水平方向のメッシュ幅は1kmとし、水深方向に関しては、まず水深を1層から7層までの層厚を1mとし、8, 9, 10層の層厚をそれぞれ2, 6, 10mとする計10層に分割し、境界条件として5m/sの南東の風を6時間吹かせた。このときの各層の流速を図-1に示すが、これから水面下5m付近に逆転層があることが分かる。従って、これ以降の計算結果は、水深を一樣5m5層に分割し、各層の密度は一定とする。次に、内部境界面の摩擦係数(τ^2)の決定に関して、予め τ^2 を 2×10^{-2} , 2×10^{-3} , 2×10^{-4} の三種類に設定し、M2潮の振幅を24cmとして与え計算し、大村湾中央部の2点における現地観測結果との比較を潮流楕円でを行った。図-2, 図-3に示すように、楕円の膨らみ方、大きさ、方向性などの面からみて、観測結果と良く一致しているのは、 τ^2 が 2×10^{-3} の場合である。

湾内環流については、図-4に見られるように湾内北部で反時計廻りという結果となった。単層モデルの場合も同じ様な結果となっていたが、流速の大きさが多層モデルの場合の方が大きく、より強く反時計廻りとなる結果を示している。また、下層に行くほど大きさが小さくなるものの、各層ともに反時計廻りとなっている。現地観測結果と比べると、計算値の流れの大きさはかなり小さいが環流の向きは同じである。一方、外力として潮汐は与えず、5m/sの南東の風を6時間吹かせた場合には、単層モデルの場合は、湾中央に比べ湾岸付近でかなり大きな値となり、強い平面循環流を示していた。これに対して多層モデルの場合は、図-5に見られるように湾全体でほぼ同じ値となっており、下層では上層とは全く逆向きの流れが発生している。その理由は、単層モデルの場合は鉛直流が表現できないので湾岸付近での値が大きくなり、平面循環流となっていたが、多層モデルの場合は鉛直流が表現できるので、上層と下層では逆転して一樣方向に流れるのであろう。

3. 結論

本研究の三次元多層モデルの解析結果では、潮流楕円は単層モデルより現地観測結果に近い値が得られ、環流は観測結果に比べて大きさはかなり小さいが、大村湾北部では反時計廻りの流れがあることが分かった。また、境界条件として風応力を与えた場合の結果では、単層モデルは強い平面循環流を示したが、多層モデルの場合は鉛直流を表現できるので、実物の潮流により近い流況を示すものと思われる。

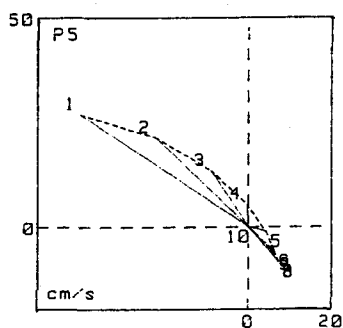


図-1 各層の流速ベクトル

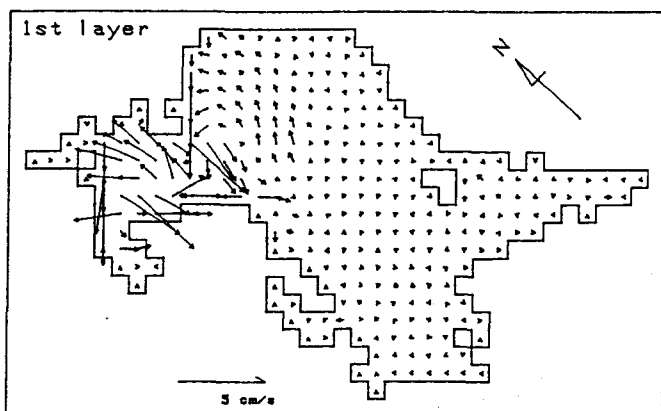


図-4 計算結果の潮汐残差流

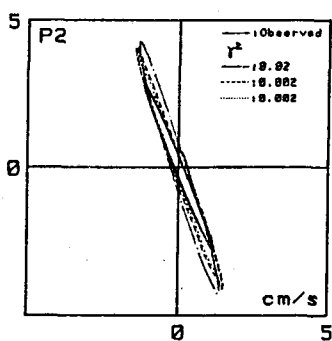


図-2 潮流楕円
(計算値は3層目)

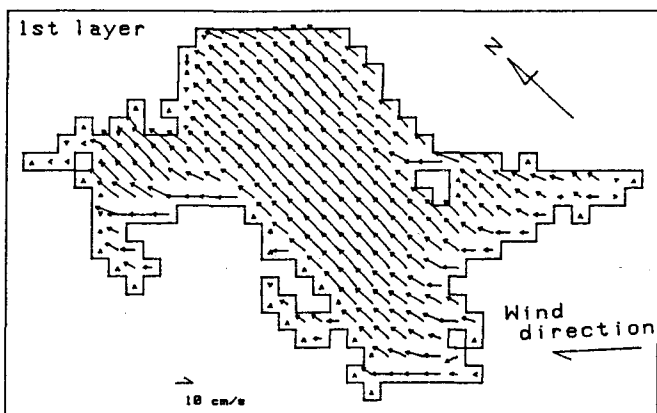


図-5a 風応力による流れ(1層目)

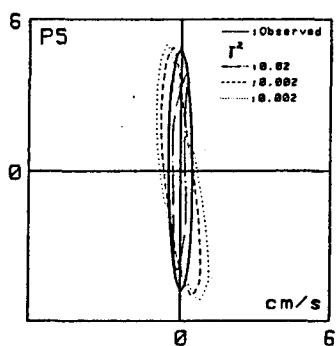


図-3 潮流楕円
(計算値は3層目)

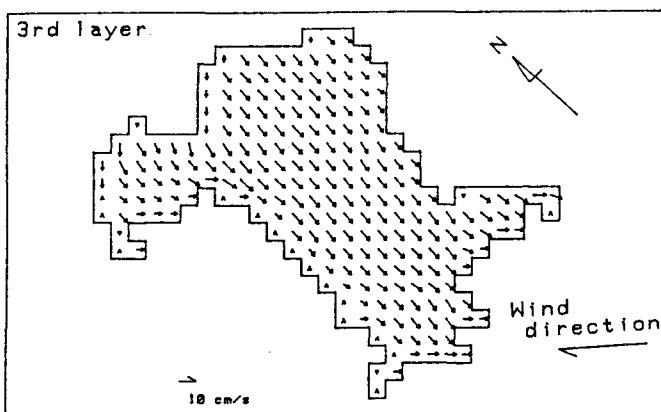


図-5b 風応力による流れ(3層目)

参考文献

- 1) 曾 偉航 他 : 大村湾の潮流の数値解析, 土木学会西部支部研究発表会, 1989. 3.