

大村湾の潮流 - 風成流について -

長崎大学工学部 学生員 ○小田秀人

石原 洋 学生員 三厨晋也

正 員 中村武弘

正 員 富樫宏由

1. 目的

大村湾は、長崎県の中央部に位置する非常に閉鎖性の強い内湾であり、その湾内における流況には不明の点が多い。本論では、風と潮流との関係を現地観測と三次元数値シミュレーション解析(レベルモデル)によって明らかにする。

2. 現地観測及び観測結果

観測は89年1月から89年4月、および90年1月から4月の期間に8地点で行った。観測点を図-1に示す。観測計器は、メモリー電磁流速計(ACM-4M, アレック電子社製)を用いた。計測項目は、流向、流速、水温、潮位であり、バースト間隔を10分とし、1秒間隔で30データを一組とし、1地点につき最短15日間収録した。流速計は、水中ブイで水底上5mに係留した。

潮流の観測記録の一例として、点P1に於ける記録をベクトル表示で図-2(a)に示す。(b)は、(a)の記録を最小自乗法を用いて調和解析を行い、主要4分潮の成分を合成して得た潮汐流である。(c)は、(a)から(b)を差し引いた残りの潮流の成分である。(c)は、(b)と比べ無視できない大きさであることがわかる。(e)は、長崎海洋気象台長崎空港出張所で観測された風速の記録である。ここでは、(c)の流れと風との相関を考える。

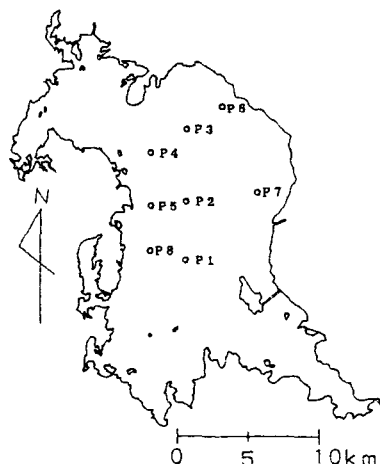


図-1 観測地点(大村湾)

まず、風速と流速の「大きさ」(絶対値)に関する相互相関の結果を図-3に示す。これより、遅れ時間20分で、最も強い相関を示していることが分かる。次に、その遅れ時間のときの「位相」に対する相関の結果を図-4に示す。これより、潮流の向きは、風向に対して時計回りに180°の方向で強い相関を示していることが分かる。同様の解析を全地点について行った結果、水底上5mの流向は風の方角に対して時計回りに180°~245°の範囲に分布していることがわかった。

3. 三次元数値シミュレーション解析及び結果

数値解析は、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。x軸方向の運動方程式及び連続方程式をそれぞれ(1)、(2)に示す。水平方向のメッシュ幅は1km、層厚は5mとし、5層に分割した。水平渦動粘性係数 ϵ_x 、 ϵ_y の値は10 m²/sec、鉛直渦動粘性係数 ϵ_v は2.0 × 10⁻³ m²/secを用いた。風応力として5m/sの北西の風を72時間吹かせ、計算結果は49時間から72時間までの24時間の平均値をとった。計算結果の一例として、北西の風の時の流速分布を図-5、図-6に示した。全体の流れの向きとして、1層目では風向に対して時計回りにおよそ45°の流れであり、3層目ではその逆方向の流れとなっていることが分かる。1層目で流向が45°傾いているのは、コリオリの力の影響である。現地観測地点に対応する流向は計算の結果、3層以深では風向に対して時計回りにほぼ225°となり、現地観測の結果と良く一致している。

$$\frac{\partial M_x}{\partial t} = -\frac{M_x}{h_v} \frac{\partial M_x}{\partial x} - \frac{N_x}{h_v} \frac{\partial M_x}{\partial y} - \frac{\epsilon}{\rho_v} \rho_v h_v \frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} + \epsilon_v \frac{\partial^2 M_x}{\partial y^2} + \epsilon_z \frac{\partial u}{\partial z} \left|_{z=-h_v-1}^{-z} - \frac{\epsilon}{\rho_v} \frac{\partial u}{\partial z} \right|_{z=-h_v} + f_c N_x - u w_{z=-h_v-1} + u w_{z=-h_v} \quad (1)$$

$$w_{z=-h_v-1} = w_{z=-h_v} - \frac{\partial M_x}{\partial x} - \frac{\partial N_x}{\partial y} \quad (2)$$

4. 結論

現地観測と数値解析より、大村湾の潮流は、風の影響を強く受けていることがわかった。また、風の影響による底層部の流れは、風向に対し時計回りにおよそ180°~245°の範囲の方向を向くことがわかった。

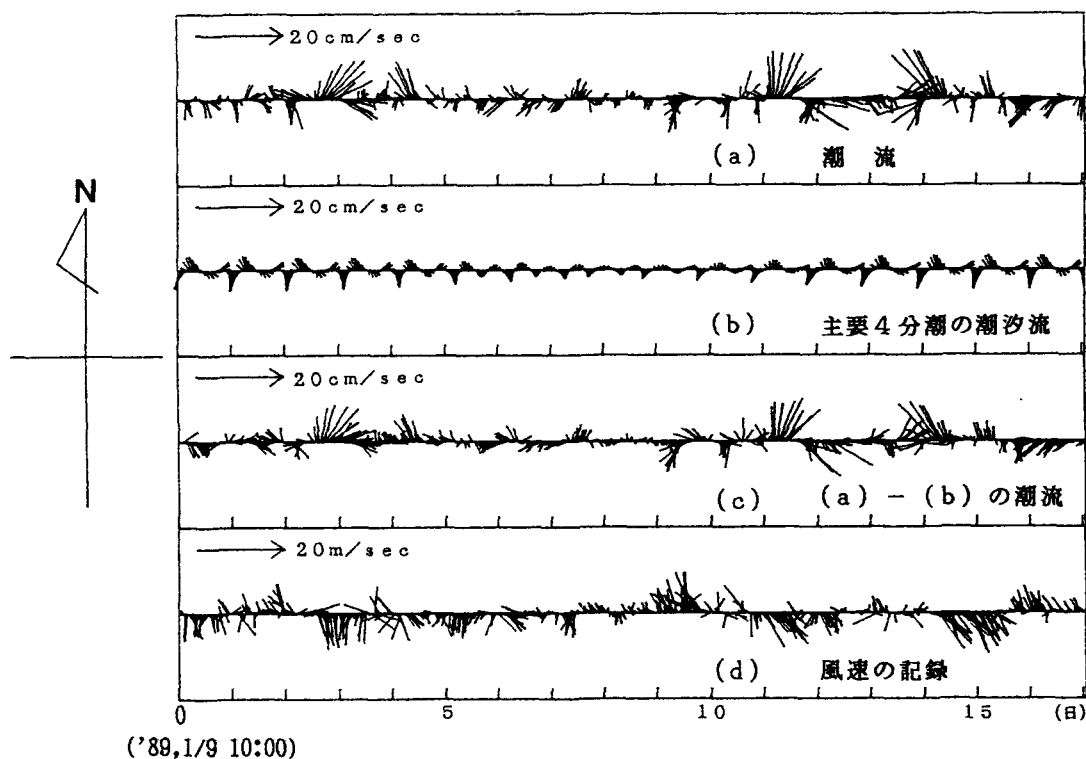


図-2 潮流（観測点P1）と風のベクトル図

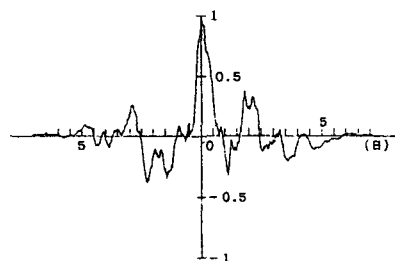


図-3 風速と流速の相互相関

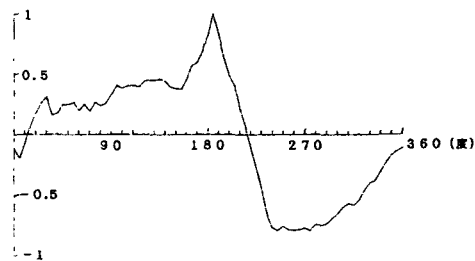


図-4 風向と流向の相関

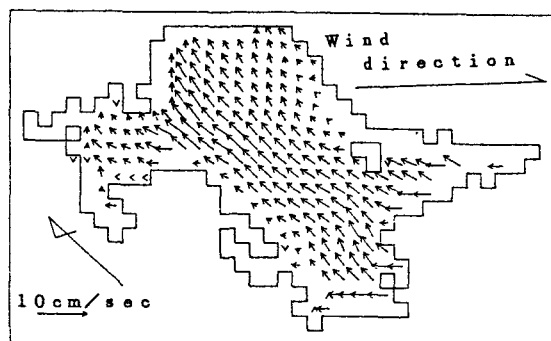


図-5 計算結果（1層目）

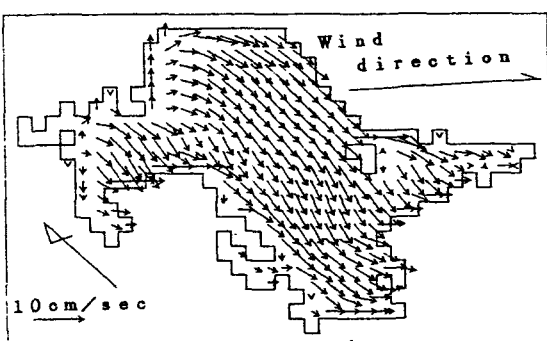


図-6 計算結果（3層目）