

佐世保湾・大村湾の潮流解析

長崎大学工学部 学生員 三厨 晋也 正 員 中村 武弘
正 員 富樫 宏由

1. まえがき

佐世保湾は、狭い湾口部を通じて外海と接続し、そして大村湾はその佐世保湾に針尾瀬戸と早岐瀬戸の二つの非常に細長い瀬戸でつながっている。近年、閉鎖性水域における水質汚濁問題が深刻化して来ているが、両湾も例外ではない。著者らは、これまで大村湾の潮流について数値シミュレーション解析¹⁾や現地観測²⁾を行ってきたが、海水交換等を考える場合、佐世保湾の影響を無視することは出来ない。そこで本研究では佐世保湾と大村湾を一体として潮流の数値シミュレーション解析を行った。

2. 解析方法

針尾瀬戸は西海橋付近で最小幅約200mとなる細長い水道であるため、この部分をどの様に数値モデルに組み込むかが問題となる。ここでは、佐世保湾と大村湾には二次元単層モデルを適用し、針尾瀬戸には一次元漸変流モデルを適用して両湾を結合し、差分法で解析することにした。針尾瀬戸での急拡・急縮等の損失はマンニングの粗度係数に含めて考える。早岐瀬戸は、針尾瀬戸に比べて非常に小さく、長さも長いいため本研究でも無視することにした。潮位表によれば、M₂ 潮の振幅は佐世保湾の湾口に位置する向後埼及び佐世保港で0.83m、大村港で0.24mであり、その間の位相差は約3時間である。以下に計算に用いた二次元モデルの運動方程式(1)と連続の式(2)および一次元漸変流の運動方程式(3)と連続の式(4)を示す。

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{M}{h+\zeta} \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{N}{h+\zeta} \frac{\partial M}{\partial y} - fN = -g(h+\zeta) \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{\tau_{bx}}{\rho_w} \quad \dots \dots (1)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{M}{h+\zeta} \frac{\partial N}{\partial x} + \frac{N}{h+\zeta} \frac{\partial N}{\partial y} + fM = -g(h+\zeta) \frac{\partial \zeta}{\partial y} - \frac{\tau_{by}}{\rho_w}$$

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} = -\frac{\partial M}{\partial x} - \frac{\partial N}{\partial y} \quad \dots \dots (2)$$

$$\frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial x} = -\frac{\tau_0}{\rho g R}, \quad \frac{\tau_0}{\rho g R} = n^2 \frac{|v| |v|}{R^{4/3}} \quad \cdot (3) \quad \frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \quad \cdot (4)$$

ここに、M、Nはそれぞれx、y軸方向の流量フラックス、hは水深、ζは水位上昇量、fはコリオリのパラメータ、gは重力加速度、ρ_wは海水の密度である。海底における摩擦応力τ₀はτ₀=ρ_wγ²|U|Uとした。また一次元漸変流の基礎式では、vは平均流速、Hは水位、Qは流量、Aは流水断面積、τ₀は壁面における平均摩擦応力、nはマンニングの粗度係数を表す。また、計算に用いた値はそれぞれg=9.8m/s²、ρ_w=1.02g/cm³、γ²=2.6×10⁻³及びf=7.934×10⁻⁵ s⁻¹である。メッシュ間隔は佐世保湾で500m、大村湾で1000mとし、針尾瀬戸は約600m間隔で4分割とした。境界条件として向後埼地点でM₂潮の振幅を持つ正弦波を与えた。試行計算からn=1.35を用いることによって佐世保湾と大村湾の潮位及び位相の差を表現することが可能となった。

3. 解析結果

佐世保湾・大村湾全体の流況の例として、向後埼における潮位が最高時の流況を図-1示す。大村湾内の流況は文献¹⁾と同様であったので、ここでは佐世保湾の流況を図-2に示す。(a)、(b)、(c)、(d)は、それぞれ向後埼の潮位が最高時、下げ潮の時の平均海面時、最低時、上げ潮の時の平均海面時の流況である。(a)では、佐世保湾は満潮だが大村湾への流入が続いていることが分かる。(b)では、大村湾は満潮を過ぎ、下げ潮が始まった状態を示し、佐世保湾では下げ潮の最強流となっている。(c)では、佐世保湾は干潮となり、大村は下げ潮の最強流となっている。(d)では、大村湾は干潮で、佐世保湾は上げ潮の状態である。佐世保湾奥部における流速は外海と接続する湾口部或いは針尾瀬戸を通る流速と比較して極めて小さいことがわかる。

4. あとがき

佐世保湾・大村湾を一体とした潮流の数値シミュレーション解析を行い、両湾の流況を明らかにした。海水の流動は極めて複雑であり、両湾を往復して外海に出ない成分も見られ、これらは両湾の水質汚濁を考える場合に重要となるであろう。

今後は、数値シミュレーションに浮標追跡法等を導入し、更に詳しく海水の流況を調べる予定である。

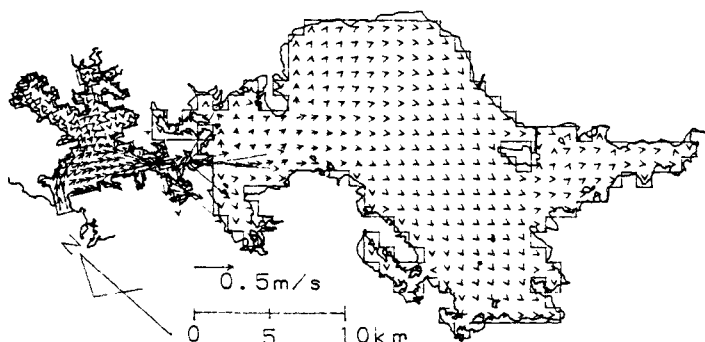
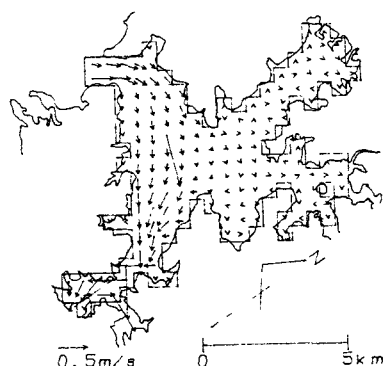
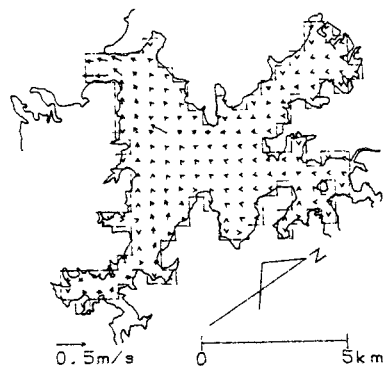


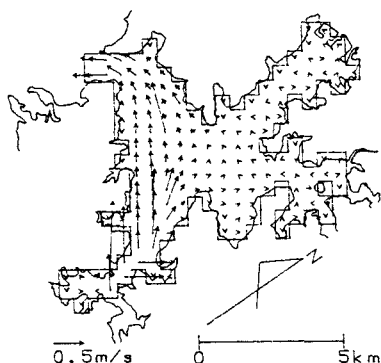
図-1 佐世保湾・大村湾全体の流況の例（向後埼の潮位が最高時）



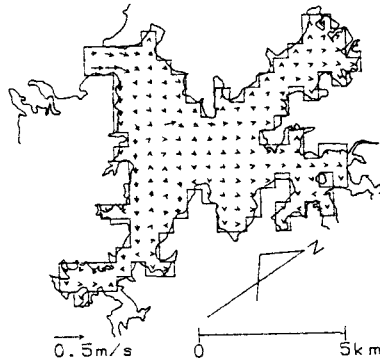
(a) 向後埼の潮位が最高時



(b) 向後埼の潮位が下げ潮の時の平均海面時



(c) 向後埼の潮位が最低時



(d) 向後埼の潮位が上げ潮の時の平均海面時

図-2 佐世保湾の流況

参考文献

- 1) 曾 偉航 他：大村湾の潮流の数値計算，昭和63年度西部支部研究発表会概要集，pp.178-179
- 2) 三厨 晋也 他：大村湾の潮流の現地観測，平成元年度西部支部研究発表会概要集，pp.158-159