

閉鎖性内湾の水質改善予測

九州大学 工学部 ○安達 貴浩 小松 利光 矢野 真一郎
 (株)奥村組 九州支店 岡田 豊昭 桃野 武幸
 新日本製鐵(株)九州支店 井戸垣 敏 永野 雅巳

1. はじめに

湾口が狭く奥深い閉鎖性内湾は外海との海水交換率が低い、その防波能力の高さから、その背後には臨海都市が発達していることが多い。生活雑排水や工場排水が湾内へ流入することにより、水質が悪化し、特に湾奥における汚染が著しい。閉鎖性内湾における水質浄化の方法として、外海水を湾奥部へ導入することにより海水交換を促進し、浄化を行うことが考えられる。

本研究では、北九州市という大都市を背後に持ち、今後のウォーターフロント開発が期待される洞海湾に焦点を当て、数値解析による1次元潮流計算・水質シミュレーションを行うことにより、外海水の導入による水質改善の効果の検討を行った。

2. 数値解析

計算は、次の1次元の運動方程式、連続の式、拡散方程式に基づいて行った。

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{A} \frac{\partial Q}{\partial x} - \left(\frac{Q}{A} \right)^2 \frac{\partial A}{\partial x} + gA \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{A}{B} - H \right) + gAI_f = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q \quad (2) \quad I_f = \frac{n^2 |Q/A| Q/A}{R^{4/3}}$$

$$\frac{\partial C}{\partial t} + U \frac{\partial C}{\partial x} = \frac{1}{A} \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_L \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{q'}{A} - \frac{C}{A} q \quad (3)$$

ここで、Aは断面積、Qは流量、Hは平均水深、Bは海面幅、 I_f は摩擦勾配、Rは径深、nはManningの粗度係数、Cは拡散物質濃度、 D_L は分散係数、qは淡水流入量、 q' は負荷流入量、Uは一周平均された断面平均流速を表す。計算においては、洞海湾を図-1に示す様な格子に分割した。潮流計算は、先ずmain部のみの計算を(1)、(2)式を用いて行った。計算条件は表-1に示す。計算結果により、湾全域で潮位変動に位相差がほとんど見られなかった。そこで、近似的に全地点で潮位変動が同じと仮定し、(2)の連続の式だけを用いて sub部も含めた潮流計算を行った。

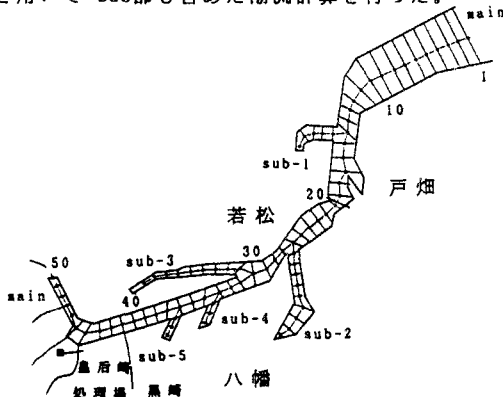


図-1 洞海湾の計算格子図

表-1 計算条件

(1)潮流計算	
計算格子間隔	$\Delta x = 250.0(\text{m})$
時間格子間隔	$\Delta t = 10.0(\text{sec.})$
境界条件(湾口)	$\zeta = 0.35 \cos(2t\pi/T)(\text{m})$
周期	$T = 12\text{hr.}25\text{min.}$
(湾奥)	$Q = 0.0(\text{m}^3/\text{sec.})$
(2)水質シミュレーション	
時間格子間隔	$\Delta t = 5.0(\text{min.})$
境界条件(湾口)	$C = 1.3(\text{mg/l})$
(湾奥)	COD濃度flux = 0

各地点の分散係数については、相良らにより考案された手法¹⁾を用い評価した。それによると、洞海湾の場所毎の分散係数は地形的特性と潮流計算の結果より次式で表される。

$$D_L = \beta V_M B \quad (4)$$

ここで、 V_M は M_2 潮最大流速、 B は海面幅、 β は比例定数である。比例定数 β は、近似的に保存物質としてCODを用いた水質シミュレーションにより現況のCOD分布計算結果と実測値とのfittingを行い、 $\beta=0.4$ を得た。水質シミュレーションではmain部のみについて計算を行った。現況のCOD分布計算結果を図-2に示す。図中の○が実測値（平成元年度調査）であり、よく現況を再現していると思われる。

3. 水質改善方法の検討

水質改善予測を行うために、最湾奥部($x=50$)から種々の流量の外海水を導入した場合の浄化予測を行った。それらの結果より費用と効果を考慮して、導入する外海水の流量は $q_p=3.0(\text{m}^3/\text{sec.})$ が最適なもの判断した。図-3に、浄化用水 $q_p=3.0(\text{m}^3/\text{sec.})$ の時の浄化予測の計算結果を示す。

更に、水質浄化を行う際の外海への影響については、外海水の導入開始後から定常状態になるまでに、湾口部から湾外へ出ていくCODの量の変化（図-4）により評価した。その結果、定常状態になるまでの約3カ月間に、現在湾外へ流出しているCOD量の14日分が付加されて流出することになるが、一時的であり、外海への影響は微少なものである。

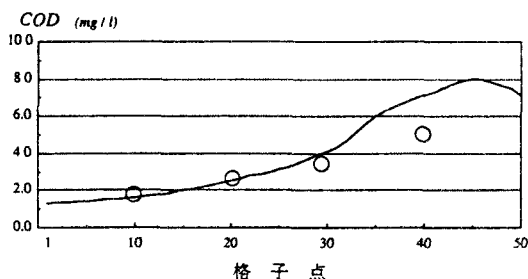


図-2 COD分布図（現況）（○は実測値）

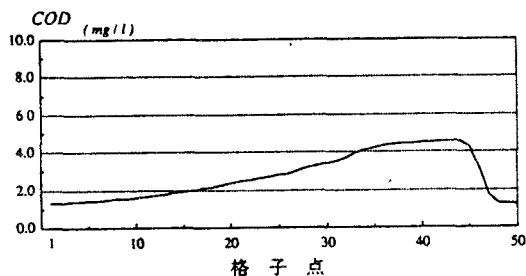


図-3 COD分布図（水質改善予測 $q_p=3.0(\text{m}^3/\text{s.})$ ）

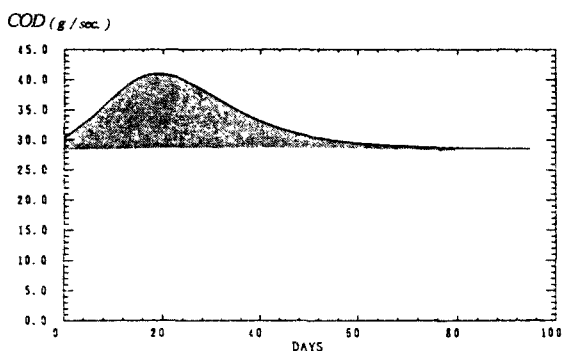


図-4 流出COD量の時間変化

4. 終わりに

本研究の結果より、閉鎖性内湾への外海水の導入による水質改善方法は有効なものと認められた。なお、本研究は、洞海湾の水質改善の実現に向けて発足した洞海湾水質改善研究会の「マリンプール夢作戦～洞海湾も真っ青～」プロジェクトの一環として行われたものである。

<参考文献>1)相良 誠・小松 利光・矢野 真一郎：内湾における拡散係数の評価について、平成2年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集、pp.174-175.1991