

○大阪大学大学院工学研究科 学生員 入江政安
大阪大学大学院工学研究科 正会員 西田修三

大阪大学大学院工学研究科 学生員 金俊憲
大阪大学大学院工学研究科 正会員 中辻啓二

1. はじめに

大阪湾奥に位置する尼崎西宮芦屋港は閉鎖性の強い港湾であり、この港奥に位置する御前浜近傍では、流速も非常に小さい。御前浜前面水域は夏季には強い密度成層をもち、大阪湾奥部全体の水質の悪さにともない、夏季の表層の COD が 9mg/l を示すなど、水質は悪い。

とりわけ、水深 2m にある水温躍層以深は貧酸素化し、生物の棲めない環境になっている。御前浜は阪神間で唯一残された自然海浜であり、前面水域は海洋スポーツの盛んなどであり、前面水域に流入する夙川は桜の名所としても知られている。したがって、都市近傍の自然空間としての御前浜の利用価値は高く、このような水域において、環境改善が行われることが望ましい。そこで、本研究では、3 次元流動水質モデルを用いて、御前浜において環境修復を実施した場合の仮想的評価を行う。

2. 数値計算の概要

対象とした御前浜前面水域の位置を **図-1** に示す。御前浜前面水域は面積 0.48km^2 、最大水深 7m で、御前浜および(埋立地の名称である)芦屋浜・西宮浜で囲まれた三角形の形状をした閉鎖性の強い水域で、開口部は東側の 50m、南側の 150m のみである。計算領域は **図-1** の四角で囲まれた領域である。本研究で用いた数値モデルは 3 次元流動水質モデルである。流動モデルは σ 座標系流動モデル POM (Princeton Ocean Model) を基礎としている。水質モデルの構造は **図-2** に示すとおりである。水質項目として、植物プランクトン、非生物体 COD、

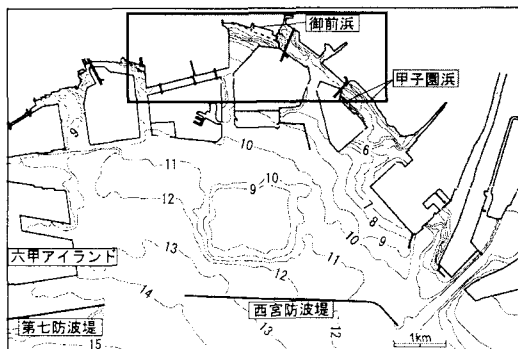


図-1 尼崎西宮芦屋港および計算対象領域

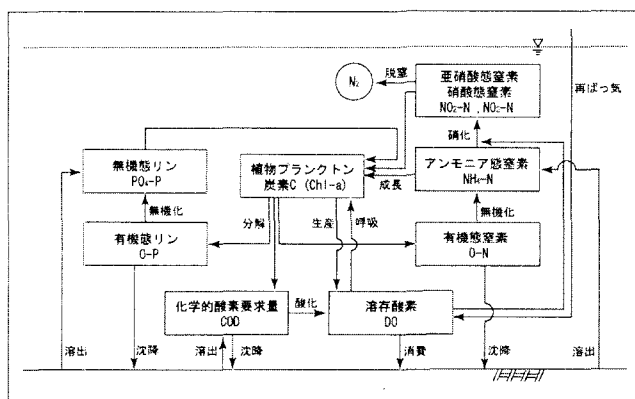


図-2 水質モデルの構造

非生物体有機態窒素、非生物体有機態リン、アンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素、無機態リン、溶存酸素(DO)をとりあげる。ただし、亜硝酸態窒素と硝酸態窒素はひとつの要素として取り扱う。水質の初期値は初夏の採水調査結果から与え、境界条件は尼崎西宮芦屋港内で行った現地採水調査結果を用いる。格子の大きさは最小 25m、最大 100m で、鉛直方向には 10 層で分割する。計算期間は 25 日間である。

本研究では、数値シミュレーションによって予測可能な環境修復技術として、(1)南側および東側の開口部に突堤を設置し、御前浜前面水域の流速を増大させる方法、(2)浅場を造成して、底層の貧酸素化を防ぐ方法、(3)底質を改善し、底泥からの栄養塩の溶出と底泥による酸素の消費を無くす場合、を対象とし、数値計算による水質改善の予測を行った。

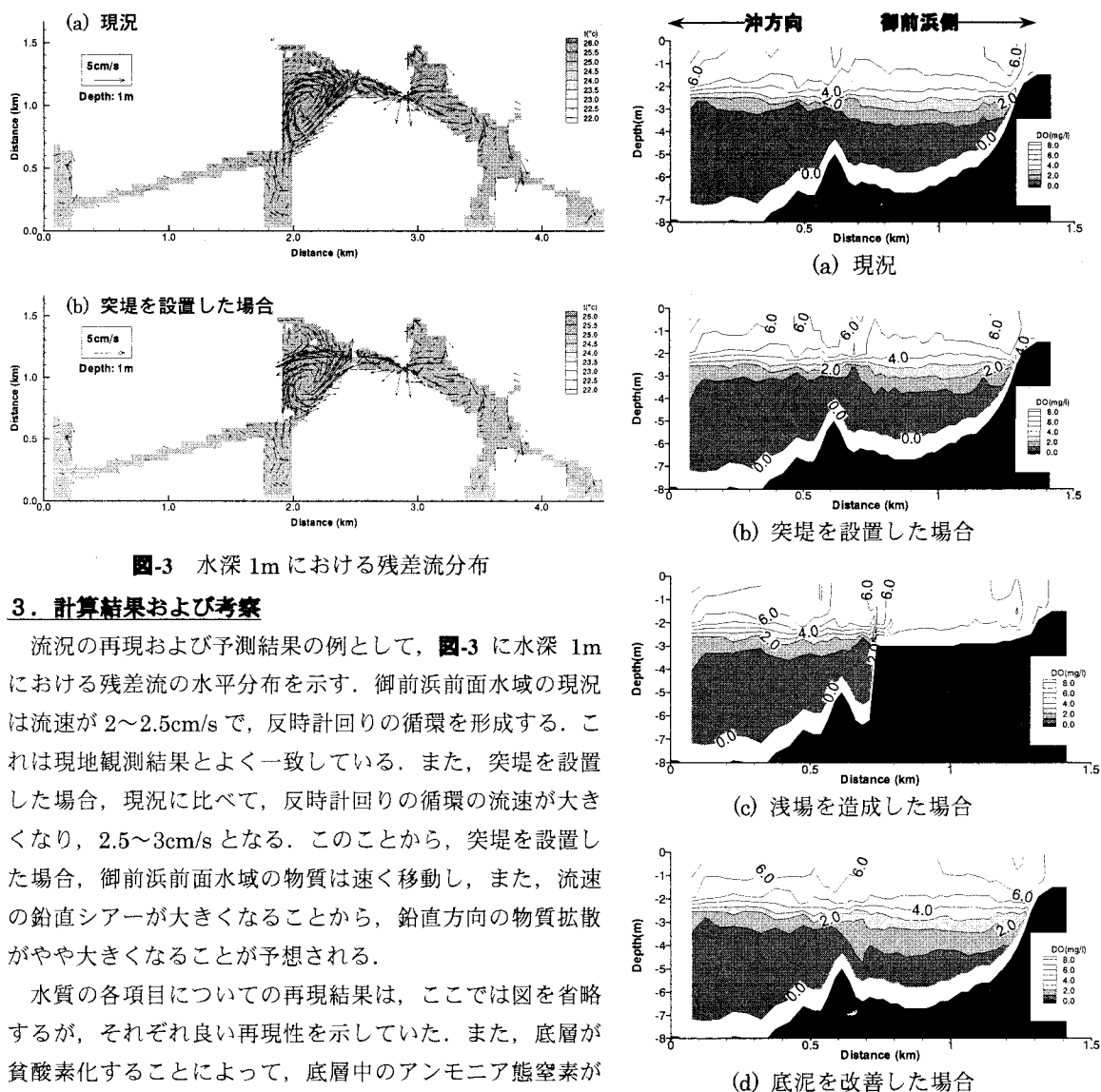


図-3 水深 1m における残差流分布

3. 計算結果および考察

流況の再現および予測結果の例として、図-3 に水深 1m における残差流の水平分布を示す。御前浜前面水域の現況は流速が 2~2.5cm/s で、反時計回りの循環を形成する。これは現地観測結果とよく一致している。また、突堤を設置した場合、現況に比べて、反時計回りの循環の流速が大きくなり、2.5~3cm/s となる。このことから、突堤を設置した場合、御前浜前面水域の物質は速く移動し、また、流速の鉛直シアが大きくなることから、鉛直方向の物質拡散がやや大きくなることが予想される。

水質の各項目についての再現結果は、ここでは図を省略するが、それぞれ良い再現性を示していた。また、底層が貧酸素化することによって、底層中のアンモニア態窒素が酸化されずに、底層中に硝酸態窒素がほとんど存在しない状態であることなども再現された。そこで、図-4 に現況および環境修復技術を実施した後の DO の縦断分布を示す。図は計算領域の南側境界から御前浜までの南北方向の縦断図である。現況の再現結果によると、貧酸素水塊 (DO が 3mg/l 以下と定義する) は水深 2m 近くまで達しており、観測された貧酸素水塊の分布を良く再現している。突堤を設置した場合、DO の大きな改善は認められない。浅場を造成した場合、浅場上には貧酸素水塊は発生しなくなるとともに、御前浜前面水域より南側 (図で示す距離の 0.7km 以下) の貧酸素水塊も幾分改善しているようにみられる。底質を改善した場合、DO が 3mg/l 以下になる水深は 20cm 程度しか低下しないが、DO が 1mg/l の水深位置が現況の 3.7m から 4.3m になり、底層直近の無酸素状態が大きく改善していることがわかる。

以上の結果から、これらの環境修復手法は多少の水質改善をもたらすものの、貧酸素化を防ぐような劇的な効果は得られないものと考えられる。これは水域外からの栄養塩の流入が大きく影響しているためで、局所的な環境修復手法では御前浜前面水域の水質の良好な回復はなしえないものと考えられる。

以上の結果から、これらの環境修復手法は多少の水質改善をもたらすものの、貧酸素化を防ぐような劇的な効果は得られないものと考えられる。これは水域外からの栄養塩の流入が大きく影響しているためで、局所的な環境修復手法では御前浜前面水域の水質の良好な回復はなしえないものと考えられる。

<謝辞>本研究で利用した現地観測データは国土交通省神戸港湾空港技術調査事務所との共同研究によるものである。