

大阪大学工学部 学生会員 ○西本佳名子  
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 入江政安

大阪大学大学院工学研究科 学生員 岡田輝久  
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 西田修三

1. はじめに

大阪湾では、河川から流入する汚濁した河川水に含まれる有機物や、内部生産により生成する有機物が海底に長年堆積している。有機物は微生物等により分解され、無機態の窒素やリンとなり海水中に溶出する。このような、底泥からの溶出については韓ら<sup>1)</sup>や入江ら<sup>2)</sup>によって解析が進められてきた。しかし、底質は空間的・季節的にも不均一であり、いまだ未知な点が多く残されている。また、既往の研究では、赤潮や貧酸素水塊の形成がみられる湾奥部や河口部が中心であり、大阪湾西部における調査例は少ない。本研究では、湾西部にも調査範囲を拡大して底質調査を行い、1次元底質モデルを用いて溶出速度を推定する。

2. 調査および分析方法

調査は2012年5月から2013年1月にかけて計5回、図-1に示す調査地点において実施した。調査地点は、淀川の影響を受ける河口域、閉鎖性が強く貧酸素水塊が形成されやすい湾奥部、水深20m等深線付近、底層水の貧酸素化が起こらない湾中央部、湾西部に着目し、それぞれの代表点で調査を行い、それぞれ地点S1, S2, S3, S4, S5とした。また、S1, S2, S3の調査地点は韓ら<sup>1)</sup>が実施した底質調査の調査点Sta.2, Sta.4, Sta.6と一致するようになった。

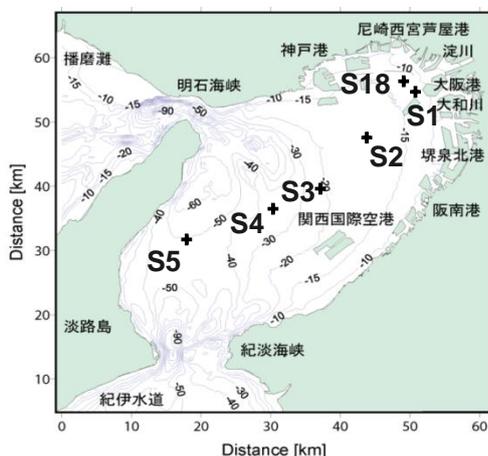


図-1 調査領域および調査地点位置図

底質調査に用いた試料は現地で0~2 cm, 2~4 cm, 4~6 cm, 6.5~8.5 cm, 11.5~13.5 cm, 15.5~17.5 cmの6層(一部5層)に分取し、持ち帰った。遠心分離を行い、採水・ろ過し、間隙水試料とした。分析項目は、アンモニア態窒素(NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸態窒素(NO<sub>2</sub>-N)、硝酸態窒素(NO<sub>3</sub>-N)、リン酸態リン(PO<sub>4</sub>-P)、二酸化ケイ素態ケイ素(SiO<sub>2</sub>-Si)、溶存全窒素(DTN)、溶存全リン(DTP)、含水比、強熱減量とした。

3. 調査結果と考察

図-2に各調査点における間隙水中の鉛直分布の一例を示す。湾奥のS1, S2で濃度が大きく、湾西部のS4, S5で濃度が小さい。これより、湾奥部では有機物の堆積・分解量が多く、湾西部では季節によらず少ないことが分かる。また、特にアンモニア態窒素は、湾奥のS1, S2の表層において濃度が小さくなっていることから、相応量のアンモニア態窒素が底泥から直上水へ溶出しているものと考えられる。

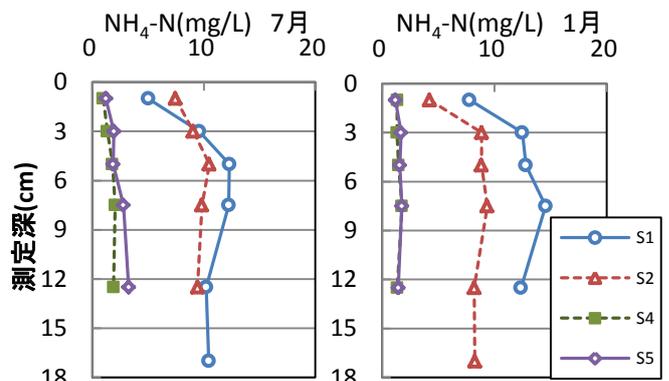


図-2 間隙水中 NH<sub>4</sub>-N 濃度分布(左:7月, 右:1月)

4. モデルによる数値計算

(1) 計算条件

本研究では、Wijsmanら<sup>3)</sup>, Fossingら<sup>4)</sup>の研究を基に、入江ら(2010)によって構築された底泥中の土粒子および間隙水中における各物質間の生物化学的相互作用を考慮した鉛直1次元底質モデルを用いた。モデルにおける底泥内の構造は鉛直方

向に層厚 1 cm×20 層で分割し、全 20 層・泥深 20 cm までとした。底質の初期条件については底泥内の各物質の濃度を 0 とし、境界条件において堆積フラックスおよび直上水水質の値をそれぞれの地点について決定することで良好な再現性を得られるようにした。モデルの各パラメータについては本来、各適用水域において決定されるべきものもあるが、本研究ではマンガン濃度など、測定できていない項目も多いため、各パラメータは Wijsman ら<sup>3)</sup>を踏襲している。また、直上水の水温に季節変化による変動を与えるため、現地調査に基づき 1 年(365 日)を 1 周期とした sin 関数により仮定し再現計算を行った。

## (2) 計算結果と考察

底泥内における間隙水中の  $\text{NH}_4\text{-N}$  と  $\text{PO}_4\text{-P}$  の分析および計算による鉛直分布の一例を、図-2 に示す。 $\text{NH}_4\text{-N}$  の鉛直分布濃度やその傾向は年間を通じて概ね良好な再現性が得られている。一方、 $\text{PO}_4\text{-P}$  については、特に 5 月から 10 月の地点 S1, S2 については良好な再現性が得られなかった。今回の再現計算ではこのような、実際の海域で起こりうる土粒子等への吸着などの現象が考慮されているものの、その影響が小さく評価されており、土粒子からの吸着および脱着をうまく再現できなかったことなど原因として考えられる。 $\text{NH}_4\text{-N}$  と  $\text{PO}_4\text{-P}$  の溶出速度 ( $\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$ ) について、数値計算によって得られた値を図-3 に示す。韓ら<sup>1)</sup>の調査では I-N の溶出速度が地点 Sta.2(本論文における地点 S1 に相当、以下同様)、Sta.5(S2)、Sta.8(S3)でそれぞれ 30.0、17.7、13.2  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  であり、I-P の溶出速度が地点 Sta.2(S1)、Sta.5(S2)、Sta.8(S3)でそれぞれ 5.7、2.8、3.7  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{day}$  であった。同時期にあたる 10 月の計算結果と比較してみると、地点 S2 については計算結果の方が大きいですが、地点 S1 および S3 においては近い値が得られていることが分かる。

## 5. まとめ

本研究の底質調査結果から計算された溶出速度は過去の研究による観測値とやや異なる結果となった。これは、パラメータの設定や採泥器具・採泥方法の違いによるものと考えられ、今後の追加調査により、

算出された溶出速度及びその差異についてより詳細な検討を行う必要がある。

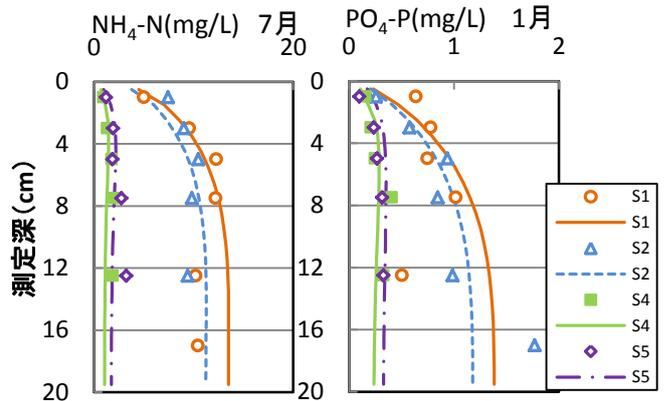


図-2 間隙水中の  $\text{NH}_4\text{-N}$  および  $\text{PO}_4\text{-P}$  の鉛直分布 (点:観測値, 線:計算値)

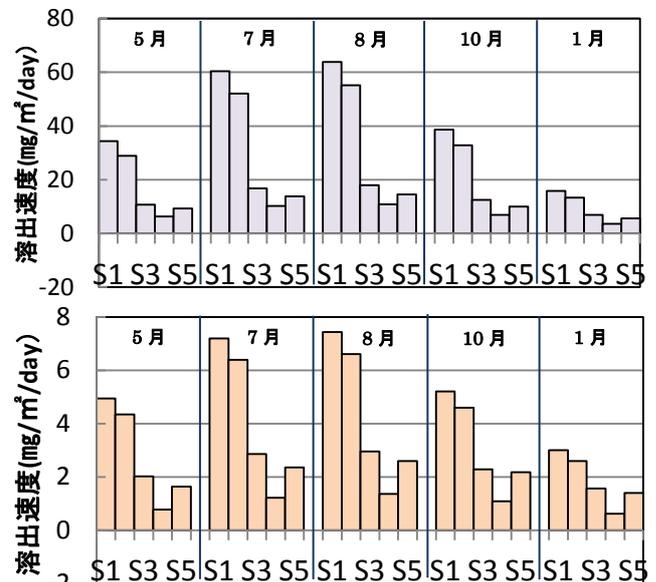


図-3 溶出速度計算結果(上: $\text{NH}_4\text{-N}$ , 下: $\text{PO}_4\text{-P}$ )

## 参考文献

- 1) 韓ら：閉鎖性内湾の底泥特性と水質・底質の相互作用について、海岸工学論文集, 第 52 巻, pp.966-970, 2005.
- 2) 入江ら：都市河川河口域の底質特性と貧酸素化への影響, 海岸工学論文集, Vol.B2-65, No.1, pp1061-1065, 2009
- 3) Wijsman et al.: A Model for Early Diagenetic Processes in Sediments of the Continental Shelf of the Black Sea, Estuarine, Coastal and Shelf Science, 54, pp.403-421, 2002.
- 4) Fossing et al.: Model set-up for an oxygen and nutrient flux for Aarhus Bay (Denmark), National Environmental Research Institute (NERI) Technical Report No. 483, Ministry of the Environment, Denmark, 65p., 2004.
- 5) 入江ら：窒素・リン・硫化物循環底質モデルの河口堆積物への適用性評価, 水工学論文集, 第 54 巻, pp.1639-1644, 2010.