

冬季博多湾における下水処理の季節別管理運転時の $\text{PO}_4\text{-P}$ 挙動の数値解析

(一財)九州環境管理協会 正会員 ○横山佳裕

(一財)九州環境管理協会 非会員 望月佑一

(一財)九州環境管理協会 非会員 柴田幸次

(一財)九州環境管理協会 非会員 山津浩紀

(一財)九州環境管理協会 非会員 後藤祐哉

(一財)九州環境管理協会 正会員 藤井暁彦

1. はじめに

博多湾では、夏季に富栄養化による赤潮や貧酸素水塊の発生がみられる一方、冬季にはノリ養殖に必要なリンが不足し、色落ちや生育不良が生じる等、夏季と冬季で栄養塩類に対する要求が異なる問題が生じている¹⁾。

福岡市では西部水処理センター(西部 WTC)において、ノリ養殖に必要なリンの供給対策として、下水処理の季節別管理運転を実施している。これは、冬季には夏季より高いリン濃度で処理水を海域に放流するものである¹⁾。この冬季の管理運転に対して、処理水の濃度の制御に関する調査・検討は実施されているが²⁾、海域におけるリンの拡散状況やノリ養殖場への寄与は把握されていない。

著者らは、既発表³⁾において、冬季の季節別管理運転によるノリ養殖場への栄養塩供給の状況を現地で調べ、下げ潮時においてノリの生育に必要とされる $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度 (0.0124 mg/L)⁴⁾を上回る水が、下水放流口から西側のノリ養殖場へ供給されていることを確認した³⁾。

本報告では、この下水放流口からの $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度分布を、数値シミュレーションにより解析した結果を述べる。

2. 解析の方法

数値シミュレーションモデルは、流動モデルと Yanagi et al. の Euler-Lagrange 手法⁵⁾のモデル(栄養塩挙動モデル)から構成される。流動モデルは、潮汐流・密度流・吹送流等を考慮した既存モデル^{6),7)}を用いた。栄養塩挙動モデルは、有明海において栄養塩類の挙動を解析したモデル⁸⁾と同様に、体積・質量がない仮想粒子($\text{PO}_4\text{-P}$ マーカー)を $\text{PO}_4\text{-P}$ に見立てたものであり、生物による消費等は考慮していない。

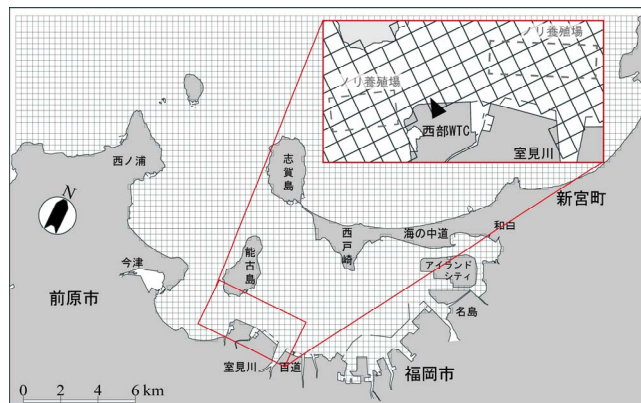


図-1 計算格子

計算範囲は博多湾と玄界灘を含む範囲(図-1)とした。水平方向の格子分割は $300 \text{ m} \times 300 \text{ m}$ とし、鉛直方向には、15層(第1層:平均水面下 1.5 m , 第2~8層: 0.5 m , 第9~11層: 1.0 m , 第12, 13層: 2.0 m , 第14層: 4.0 m , 第15層:平均水面下 16 m ~海底)に分割した⁶⁾。

計算対象時期は2018年1~2月とし、福岡管区気象台における気温等の気象条件⁹⁾を入力し、10分毎に西部 WTC から供給させた $\text{PO}_4\text{-P}$ マーカーの挙動を追跡し、同時期に現地で調べた $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度分布³⁾と比較した。

3. 結果及び考察

3.1 下水放流口・ノリ養殖場周辺の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の分布

調査日前の降雨が少ない中潮期の下げ潮時に、現地で調べた $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の分布を図-2に示す。図-2の $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度は、塩分と $\text{PO}_4\text{-P}$ の関係式を調査日別に求め、塩分の結果から $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度を推計して図化したものである。また、赤枠は、ノリの生育に必要とされる $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度 (0.0124 mg/L) 以上の範囲である。

これをみると、1月22日と2月20日には放流口から

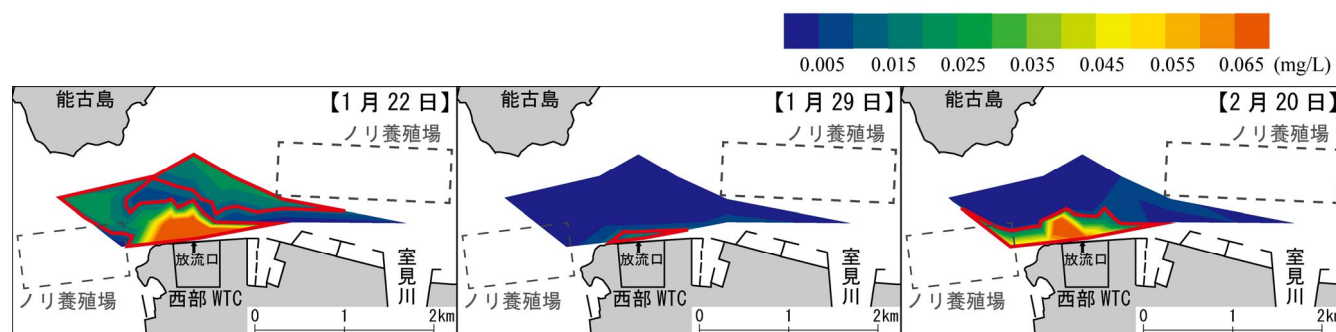


図-2 現地調査により確かめた $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の分布 (2018年1月22日, 29日, 2月20日)

最大約 1.0 km の範囲で下水処理水の拡散と考えられる $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の上昇がみられた。特に放流口から西方向には海水の流れにより拡散したと考えられる高い濃度が地形に沿ってみられ、西側のノリ養殖場には養殖に必要な $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度 (0.0124 mg/L) 以上の水が放流口から西側のノリ養殖場へ到達していた。一方、1 月 29 日には、北方向からの強風に伴う海水の混合や植物プランクトンの増殖に伴う栄養塩類の消費によると考えられる $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の低下が、下水放流口やノリ養殖場周辺でみられた。

なお、詳細については、既論文³⁾を参照されたい。

3.2 数値シミュレーションによる $\text{PO}_4\text{-P}$ マーカーの分布

栄養塩挙動モデルにより計算した $\text{PO}_4\text{-P}$ マーカーの分布を図-3 に示す。図-3 は 1 月 22 日の中潮期の下げ潮時における計算結果であり、図化している $\text{PO}_4\text{-P}$ マーカーは、対象日 2 日前から当日 (1 月 19~22 日) にかけて西部 WTC から供給されるもののみを示した。

これをみると、下げ潮時における地形に沿って東から西への流れ (図-4)⁶⁾により、 $\text{PO}_4\text{-P}$ マーカーが下水放流口から西側へと拡散している状況がみられている。 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度分布 (図-2) と比較すると、水平方向の計算格子が 300m×300m と粗く、地形を詳細には表現できていないため、陸域直近に違いが生じている箇所がみられるものの、ノリの生育に必要な $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の分布と $\text{PO}_4\text{-P}$ マーカーの分布は概ね一致しており、本数値シミュレーションモデルが、下水放流口から供給される $\text{PO}_4\text{-P}$ の挙動を概ね表現していると考えられる。

発表時には、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度分布と $\text{PO}_4\text{-P}$ マーカーの分布

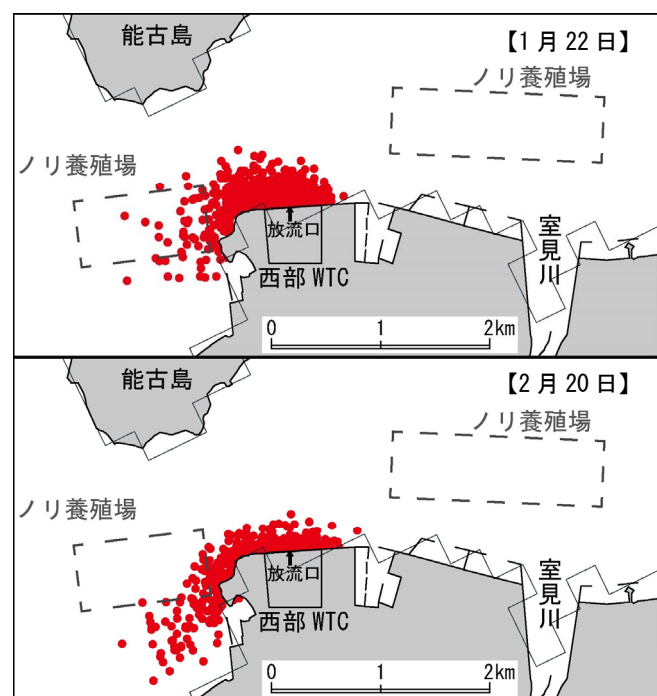


図-3 $\text{PO}_4\text{-P}$ マーカーの分布

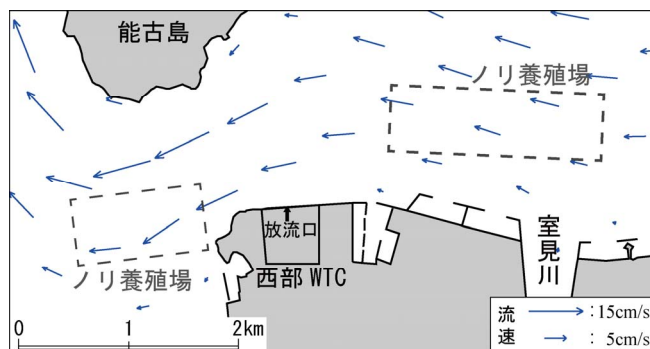


図-4 海水の流れ (大潮期の下げ潮最強時)

を調査日別に比較した結果や、下げ潮時と上げ潮時での $\text{PO}_4\text{-P}$ マーカーの分布の比較も述べる予定である。

4 おわりに

本報告では、下水処理の季節別管理運転時における $\text{PO}_4\text{-P}$ の挙動やノリ養殖場の栄養塩濃度に対する効果を現地調査や数値解析により確かめた。これまでの解析は栄養塩の挙動に関するものであり、養殖場におけるノリの生育に対する効果を把握するまでには至っていない。そのため、今後は、下水処理緩和運転により供給された栄養塩類の増加に伴うノリの生育量・生産量への効果を数値シミュレーションにより把握したいと考えている。

参考文献

- 1)福岡市：博多湾環境保全計画 (第二次), 153pp., 2016.
- 2)福岡市環境局：平成 29 年度第 1 回博多湾環境保全計画推進委員会 資料, 2017.
- 3)横山ほか：冬季博多湾における海域の栄養塩類に対する下水処理の緩和運転の効果に関する現地観測, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.75, No.2, pp.I_983-I_988, 2019.
- 4)江崎ほか：養殖技術研究 (1) ノリ養殖, 平成 28 年度福岡県水産海洋技術センター事業報告, pp.60-62, 2018.
- 5)Yanagi et. al. : Numerical simulation of drift cards dispersion, *La mer*, Vol.21, No.4, pp.218-224, 1983.
- 6)横山ほか：博多湾におけるアサリ浮遊幼生の着底挙動の数値シミュレーション, 環境工学研究論文集, Vol.46, pp.605-611, 2009.
- 7)横山ほか：博多湾における数値シミュレーションを用いたアサリ浮遊幼生の挙動解析, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.70, No.2, pp.I_1080-I_1085, 2014.
- 8)横山ほか：冬季有明海における下水処理緩和運転によるノリ養殖場への栄養塩供給の効果検討, 土木学会論文集 G (環境), Vol.75, No.6, pp.II_239-II_246, 2019.
- 9)国土交通省気象庁：過去の気象データ・ダウンロード, 気象庁ホームページ, 2018.