

第II部門 大阪湾におけるリアルタイム水質再現予測システムに関する検討

大阪大学工学部 学生員○日下部 包  
 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

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 太田 智也

1. はじめに

大阪湾において国土交通省により行われている水質定点自動観測データ配信システム<sup>1)</sup>は、湾内13地点の観測ポストにおいて1時間毎の自動観測を行い、結果をリアルタイムでWeb上に公開している。このシステムにより、大阪湾沿岸における水質をリアルタイムに把握することが可能となった一方で、観測地点は、既存施設を主に利用したことや船舶の安全航行上の問題から、観測点が岸沿いに集中しており、湾全体における水質の把握が困難である。そこで、大阪湾全体におけるリアルタイムな水質場を再現し、また短期的な将来予測を行う大阪湾リアルタイム水質再現予測システムを構築するため、計算条件および入力データについて検討し、システムによる再現・予測計算を行った。

2. リアルタイム水質再現予測システムの概要

図1にシステムの概要を示す。本検討で構築したシステムは、Web上でリアルタイムに公開されている気象庁による気象データ(AMeDAS, GPV)、国土交通省による河川水位データおよび水質定点観測データを自動で取得し、大阪湾における流動・水質場を海洋モデルROMS(Regional Ocean Modeling System)によって計算し、結果をWeb上に公開する。水質モデルにはROMSに組み込まれているFennelモデル<sup>2)</sup>に閉鎖性内湾の貧酸素水塊等の再現のために改良したモデル<sup>3)</sup>を採用している。また、公開されている観測値を用いた現在時刻までの水質場の計算を再現計算とし、再現計算の結果と気象予報GPVデータを用いた現在時刻から27時間後までの水質場の計算を予測計算とした。表1に再現計算および予測計算における計算条件を示す。再現計算では、観測データの有効活用とより現実に近い水質場の再現を目的として、水質定点観測データの水温、塩分、DOおよびクロロフィルを計算値にナッジングしている。

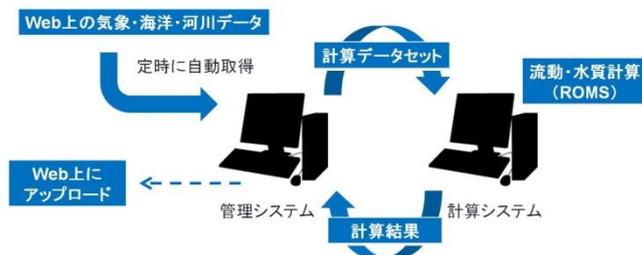


図1 リアルタイム水質再現予測システムの概要

表1 システムの再現計算および予測計算における計算条件

	再現計算	予測計算
河川流量	水門水質データベースの観測水位からHQ式より算出	平水流量
境界水温	水質定点観測データ(明石・洲本)の観測値	過去5年間における観測の日平均値
湾内における同化計算	水質定点観測データの観測値をナッジング	なし
気象条件	AMeDASの観測値	気象予報GPV
日射量	AMeDASの観測値	GPVの雲量・気温・湿度より推定

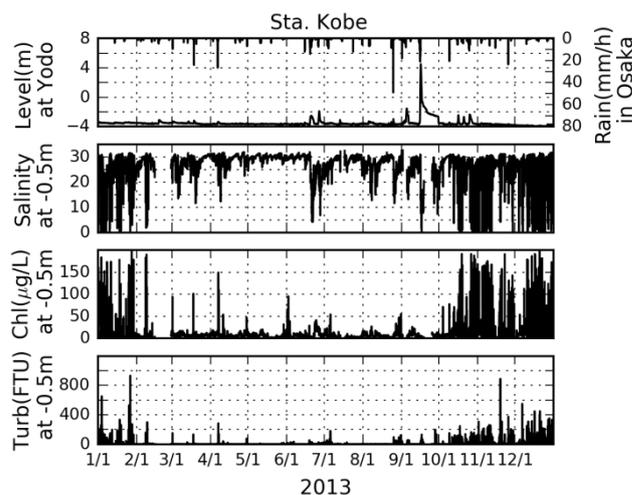


図2 異常値の例、2013年の河川水位(m)と降水量(mm/h)および同期間の神戸波浪観測塔(水深0.5m地点)における塩分、クロロフィルa(μg/L)、濁度(FTU)

通常の計算と異なり、システムによる計算では観測データに含まれる異常値を、あらかじめ閾値を設定して検出・除去する必要がある。異常値の例として、図2に2013年の河川水位と降水量、および同時期の神戸波浪観測塔における塩分、クロロフィルa、濁度の観測値

を示す。対応する河川出水や降雨が無いにも関わらず、塩分、クロロフィル a、濁度が断続的に異常な値を観測している。この現象は神戸港波浪観測塔をはじめとする複数の観測地点（主に観測水深 0.5m）にて毎年 10 月から 5 月にかけて発生し、観測ポストの表出が原因と推定される。本検討ではこのうち夏季の河川出水による値の低下との区別が困難な塩分に関する検討を行う。閾値の設定に際しては、異常値の看過率 $\alpha$ (=異常かつシステムには正常と判断されたデータ数/異常なデータ数)、および過剰除去率 $\beta$ (=正常かつシステムには異常と判断されたデータ数/正常なデータ数)を定義した。表 2 に異常値の判定式およびその時の看過率 $\alpha$ と過剰除去率 $\beta$ を示す。単一の閾値では異常値を十分に除去できない (Case 1) か、または夏季出水による正常な塩分低下を異常値として除去してしまう (Case 2) ため、河川水位を考慮した場合 (Case 3) および多項目を閾値とした場合 (Case 4) を設定し、Case 4 において看過率、過剰除去率ともに 3%程度と比較的小さい値に抑えることができ、また他の観測地点においても同様に良好な結果が得られたため、これをシステムの異常値の検出基準として採用した。

### 3. システムによる再現および予測計算結果

図 3 に 2013 年における神戸波浪観測塔での表層塩分および底層 DO の観測値および再現計算値の経時変化を示す。表層水温（ここには示していない）および底層 DO の計算値は観測値とよく一致している。表層塩分は夏季の出水による塩分低下を正確に再現できていない期間があるものの、その他の期間において概ね観測値とよく一致している。

図 4 に 2013 年 10 月 7 日から 10 月 19 日における日射量の観測値と推定値、および神戸波浪観測塔での表層水温の観測値と予測計算値を示す。特に日射量の推定値が実際の値と大きく異なる期間において、予測計算値が観測値から大きく外れる傾向にあり、期間中観測値との誤差は最大で約 1.2 °C となったが、その他の期間において予測計算値は観測値とよく一致していた。

### 4. まとめ

本検討では、大阪湾においてリアルタイムで水質を再現、予測するシステムを構築すべく入力データに関する検討を行い、定点観測データの異常値について多項目を閾値に設定した場合に良好に異常値を検出し、

表 2 異常値の判定式および看過率 $\alpha$ (%)と過剰除去率 $\beta$ (%)

	判定式 (真なら異常値と判断)	$\alpha$ (%)	$\beta$ (%)
Case 1	$s < 5.0$	24.0	0.2
Case 2	$s < 20.0$	0.0	10.5
Case 3	$s < 20.0$ and $river < river\_20\%$	10.3	3.5
Case 4	$s < 5.0$ or $chlo > 40.0$ or $turb > 110.0$	3.7	3.2

対象: 2011 年 1 月から 2015 年 12 月までの神戸波浪観測塔における塩分, s:塩分の観測値, river:枚方水位 (m), river\_20%:枚方水位過去 5 年間の上位 20 パーセンタイル値 (m), chlo:クロロフィル a の観測値 ( $\mu\text{g/L}$ ), turb:濁度の観測値 (FTU)

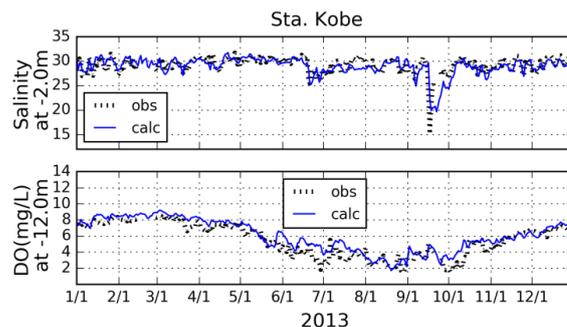


図 3 2013 年における神戸波浪観測塔の表層塩分および底層 DO (mg/L), 点線:観測値, 実線:計算値, 全て日平均値

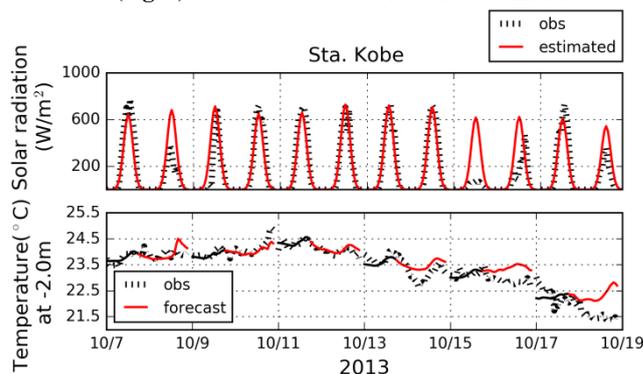


図 4 2013 年 10 月 7 日から 10 月 19 日における日射量の推定値と推定値 ( $\text{W/m}^2$ ), および神戸波浪観測塔での表層水温の観測値と予測計算値 ( $^{\circ}\text{C}$ )

除去できることを示した。また、システムによる再現および予測計算を行い、再現計算では表層塩分の再現性に、予測計算では日射量の推定精度に課題が残るものの、概ね良好に再現、予測が行えることを示した。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 25709042 の助成を受けて実施したものである。記して謝意を表す。

### 参考文献

- 国土交通省, 大阪湾水質定点自動観測データ配信システム Web ページ, <http://222.158.204.199/obweb/> (2016 年 2 月 27 日時点)
- Katja Fennel, John Wilkin, Julia Levin, John Moisan, John O'Reilly, and Dale Haidvogel: Nitrogen cycling in the Middle Atlantic Bight: Results from a three-dimensional model and implications for the North Atlantic nitrogen budget, GLOBAL BIOGEOCHEMICAL CYCLES, VOL. 20, GB3007, doi:10.1029/2005GB002456, 2006
- 入江政安, 辻陽平, 西田修三, 坂井啓吾, 中島晋, 中平浩之, 中筋みゆき: 大阪湾水質定点自動観測データを用いた貧酸素水塊の挙動の解析と可視化, 土木学会論文集B2(海岸工学)Vol.67, No.2, p931-p935, 2011