

# 一次元非定常モデルによる雨期、乾期を考慮した Chao Phraya 川下流域の河川水位の推定

富山県立大学大学院 学生会員 ○堀内 雄介, 松浦 拓哉  
 富山県立大学 正会員 手計 太一  
 モンクット王工科大学 正会員 Sanit WONGSA

## 1. はじめに

タイ国の首都バンコクで運用されている主要取水場は現在汽水域に設置されており、乾期における河川の塩分濃度の上昇、気候変動に伴う海面上昇が懸念されるため、浄水場移転の問題がある。また、Wongsa(2015)<sup>1)</sup> は気候変動による海面上昇が Chao Phraya 川の塩水遡上に与える影響について数値実験を行った。RCP8.5 のシナリオを用いた結果、上流で塩分濃度が上昇することが予測されるためポンプ場の設置が提案されている。そこで、本研究では Chao Phraya 川下流域を対象とし、一次元非定常モデルを用いて Chao Phraya 川下流域の河川水位推定を

行い実際の観測結果と比較し再現性を評価した。

## 2. 対象領域

図1は解析対象領域のタイ国 Chao Phraya 川下流域である。本研究対象領域である Chao Phraya 川下流域は Chao Phraya デルタに含まれており、勾配約 1/50000 の非常に平坦な地形であるという特徴がある<sup>2)</sup>。Chao Phraya 川下流域の河川水位を推定するにあたり、河口から Anton 県にある C.7A 観測所まで約 180 km を解析対象とした。

## 3. モデル方程式

本研究で使用した InfoWorks ICM の河道流計算は、連続式と Saint-Venant 方程式を使用している。方程式は、質量と運動量の保存式を組み合わせたものになり以下に示す。

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{Q^2}{A} \right) + gA \left( \cos \theta \frac{\partial y}{\partial x} - S_0 + \frac{Q|Q|}{K^2} \right) = 0 \tag{2}$$

ここで、 $Q$ は流量( $m^3/s$ )、 $A$ は横断面積( $m^2$ )、 $g$ は重力加速度( $m/s^2$ )、 $\theta$ は管底の水平角、 $S_0$ は河床勾配、 $K$ は輸送能力である。

## 4. 使用データ

図-2は C.7A の流量データと GLF001 の潮位データである。タイ王国灌漑局(RID : Royal Irrigation Department)が C.7A 地点を含む各観測所においての1時間ごとの水位、流量データを web 上で公開している<sup>3)</sup>。潮位データは、Hydro and Agro Informatics Institute が提供している最大10分毎のデータを web

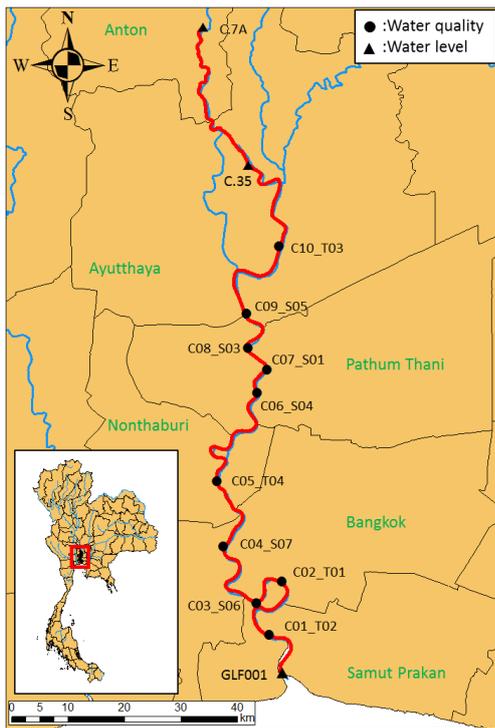


図-1 解析対象領域

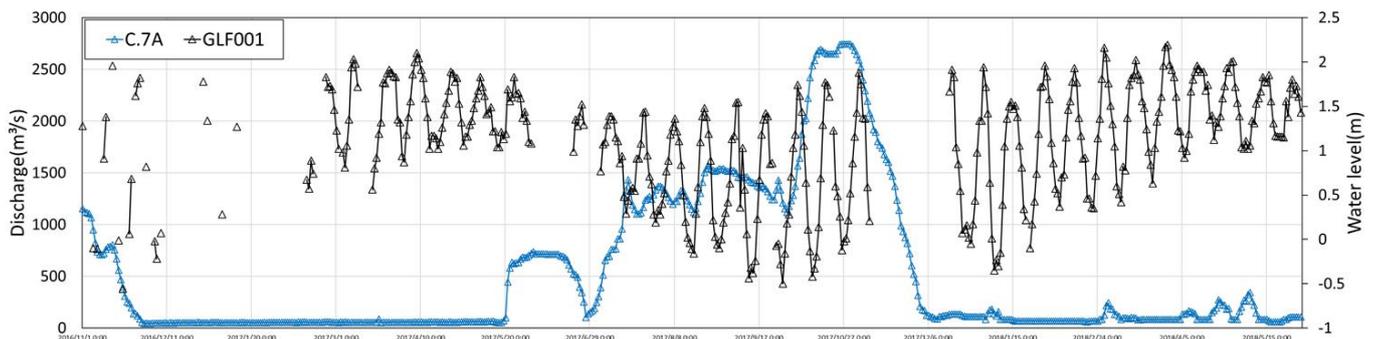


図-2 C.7A の流量データと GLF001 の潮位データ

上で公開している<sup>4)</sup>。また、Metropolitan Waterworks Authority(MWA：首都圏水公社)が図-1で示した●の地点で水質を自動測定し、web上で公開している<sup>5)</sup>。境界条件は、上流端に1時間ごとのC.7A流量データ、下流端に1時間毎の潮位データを与えた。

5. 計算条件

表-1に各ケースのマニング係数である。雨期・乾期は、タイ国灌漑局が水マネジメントに用いている5月～10月(雨期)と11月～4月(乾期)と定義し、解析期間は2016年11月1日～2018年5月31日とした。

6. 計算結果

表-2は解析結果のRMSE及びNash-Sutcliffe係数の結果である。精度評価においてRoot Mean Squared Error(RMSE)、Nash-Sutcliffe係数を使用し評価を行った結果、RMSE、Nash-Sutcliffe係数共にすべての地点でCase1が最も精度の高い結果であった。図-3はCase1の解析結果と観測結果の比較である。なお凡例の括弧内は河口からの距離を示している。C01\_T02(11.3 km)、C02\_T01(28.4 km)地点の結果、解析結果は実際の観測値より遅れて潮位の影響を受

ける結果となった。これは、C01\_T02地点からC03\_S06地点にかけて河川が非常に蛇行しており、解析結果に影響を及ぼしたと考えられる。C05\_T04(64.9 km)、C06\_S04(90.1 km)地点の結果、水位の変動は定性的に再現出来た。水位変動が観測値より遅れて潮位の影響を受けている。これは、C05\_T04、C06\_S04地点間の蛇行部分の用水路をモデルに考慮していないためであると考えられる。C08\_S03(100.5 km)、C09\_S05(109.3 km)地点の結果、雨期・乾期による水位の季節変動を定性的に再現することが出来た。

7. まとめ

本研究では、一次元非定常モデルを用いてChao Phraya川下流域の河川水位推定を行い実際の観測結果と比較することで再現性を確かめた。その結果、マニング係数0.02を使用した場合が最も精度が高い結果となった。また、河口から上流に向かうに従いより高い精度となっており、雨期・乾期の季節的な水位変動を捉えることが出来た。

謝辞：本研究は、JSPS 科研費 15H05222 と JST/JICA SATREPS の助成を受けたものである。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Wongs, S.: Impact of Climate Change on Water Resources Management in the Lower Chao Phraya Basin, Thailand, Journal of Geoscience and Environment Protection, 3, pp.53-58, 2015.
- 2) 手計 太一, 吉谷 純一, Virat Khan-Uppatum, Chanchai Suvanpimol: Chao Phraya 川流域における土地利用変化が河川流量に与えた影響の実態, 水工学論文集, 第47巻, pp.205-210, 2002.
- 3) Royal Irrigation Department: [http://hydro-5.com/index.php?id=6121&Basin\\_code](http://hydro-5.com/index.php?id=6121&Basin_code) (2018.12.07 閲覧).
- 4) Hydro and Agro Informatics Institute: <http://www.thaiwater.net/DATA/REPORT/php/chart/chaopraya/small/chaopraya.php> (2018.12.07 閲覧).
- 5) Metropolitan Waterworks Authority: <http://rwc.mwa.co.th/page/home/> (2018.12.07 閲覧).

表-1 各ケースのマニング係数

	Case1	Case2	Case3	Case4
マニング係数	0.02	0.03	0.04	0.05

表-2 解析結果のRMSE及びNash-Sutcliffe係数の結果

RMSE	C01_T02	C02_T01	C05_T04	C06_S04	C08_S03	C09_S05
Case 1	0.679	0.772	0.547	0.548	0.554	0.56
Case 2	0.675	0.783	0.755	0.947	1.068	0.91
Case 3	0.696	0.809	1.106	1.482	1.772	1.46
Case 4	0.744	0.846	1.482	2.016	2.467	2.00

Nash-Sutcliffe係数	C01_T02	C02_T01	C05_T04	C06_S04	C08_S03	C09_S05
Case 1	-1.703	-2.124	-0.513	0.346	0.572	0.58
Case 2	-1.667	-2.219	-1.887	-0.955	-0.587	-0.09
Case 3	-1.840	-2.437	-5.188	-3.782	-3.370	-1.80
Case 4	-2.242	-2.755	-10.122	-7.850	-7.473	-4.29

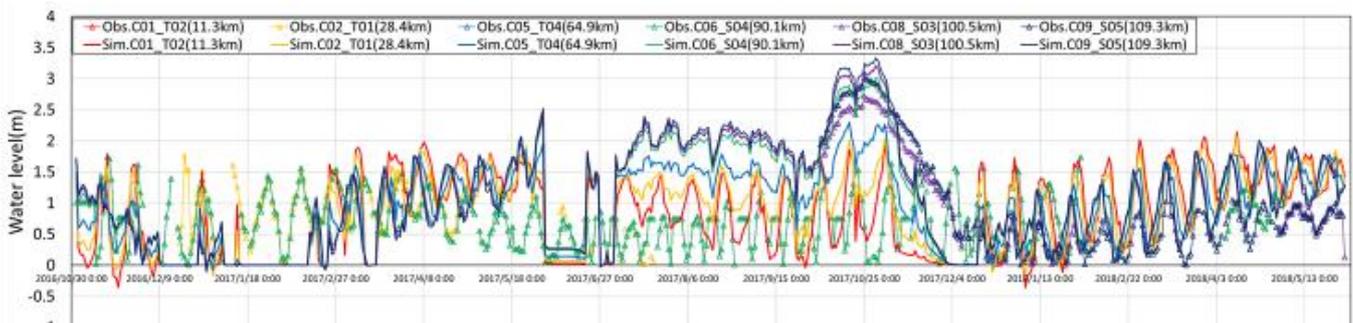


図-3 Case1の解析結果と観測結果の比較