

メコン河下流域における塩水遡上観測と移流分散モデルによる数値シミュレーション

Field Observation of Salinity Intrusion and Numerical Simulation by Advection Dispersion Model in the Lower Mekong River

矢澤雄介* 久保成隆** 片岡大祐*** Hoan Ngan Giang****

Yusuke YAZAWA, Naritaka KUBO, Daisuke KATAOKA, Hoan Ngan Giang

1.はじめに

メコン河下流に位置するメコンデルタは、メコン河の水資源を背景に農業や水産業が盛んに行なわれているが塩水遡上が問題となっている。特に淡水流量の減少する乾季には高濃度塩水の遡上距離が拡大するため、農業用水や生活用水としての取水が困難となる。さらにメコン河上流域の国々での水資源開発により淡水流量が減少する可能性があるため、今後塩水遡上の影響範囲が拡大することが予想される。

持続的水管理のためには、数値モデルによる影響評価が重要である。特に将来的に変動が予測される淡水流量について、その変動が塩水遡上にどのような影響を与えるのかシミュレーションしてみたい。

2.現地観測の概要

対象地区はメコン河下流域の北東に位置するTien川流域である。(Fig.1) ベトナム南部水資源研究所の協力のもと2004,2005年にかけて現地観測を実施し、対象地区の河川断面形状や流速分布、塩分濃度などを測定した。

塩水遡上の観測はTieu川、Dai川の2派川を中心に行なわれたが、潮汐変動に起因する流量変動が大きいため海水と河川水の混合が激しく、濃度の鉛直分布がほとんど見られなかった。

このことから、対象流域における塩水遡上の形態は強混合型であることがわかる。

3.移流分散モデル

移流分散モデルは非定常流計算と塩水混合の計算からなる。支配方程式として非定常流計算にはSaint-Venant方程式を、塩水混合計算には式(1)の移流分散方程式を適用した。数値解析は代表的な陽差分である2 step Lax-Wendroff法を用いた。移流分散方程式の分散項に含まれる縦分散係数は、理論式と実測値から求めた算定式(2)を適用した。

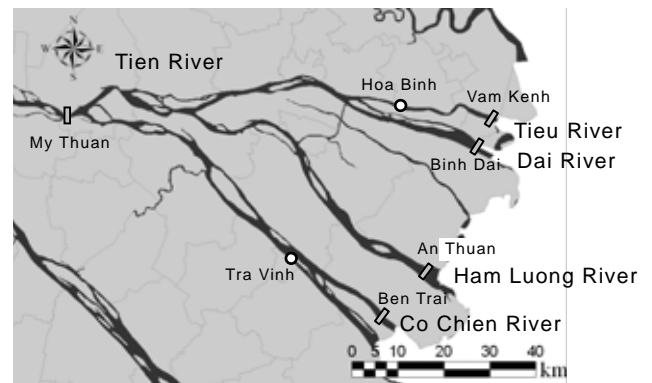


Fig.1 Tien川下流域

$$\frac{\partial(AS)}{\partial t} + \frac{\partial(QS)}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(AD_L \frac{\partial S}{\partial x} \right) \quad (1)$$

$$D_L = e_1 \frac{b^2 |V|}{mR} \quad (2)$$

ここで、 A :断面積, Q :流量, S :塩分濃度, e_1 :係数, b :川幅/2
 V :断面平均流速, m :断面特性値, R :径深

* 鹿島建設株式会社 KAJIMA CORPORATION

** 東京農工大学農学部 Faculty of Agriculture, TUAT

*** 東京農工大学大学院農学教育部 Graduate School of Agriculture, TUAT

**** 東京農工大学大学院連合農学研究科 United Graduate School of Agricultural Science

キーワード: 塩水遡上 移流分散方程式 縦分散係数

4.解析方法

上流境界は My Thuan、下流境界は各派川に 1ヶ所ずつの計 5ヶ所である。境界条件は非定常流計算では上・下流端とも観測水位時系列を与え、塩水混合計算では上流端は 0ppt、下流端は塩分濃度時系列を与えた。

解析は、まず移流分散モデルによる数値シミュレーションの計算値と実測値を比較する。

次に、淡水流量の影響を再現するために上流境界の水位変化により淡水流量を人為的に増減させ、塩水遡上の遡上距離や季節変動にどのような影響を及ぼすか評価する。水位変化は MTWL(My Thuan Water Level) - 0.05m, MTWL, MTWL + 0.05m の 3種類で比較する。

5.結果と考察

Fig.2、Fig.3 はそれぞれ Hoa Binh観測所(Tieu川河口から 30km上流)観測所、Tra Vinh(Co Chien川河口から 25km上流)における計算値と実測値との比較である。縦分散係数 $e_l=0.05$

である。なお実測値は日最高、最低濃度である。Tra Vinhにおける濃度時系列は実測値と計算値が近く、よく再現できている。

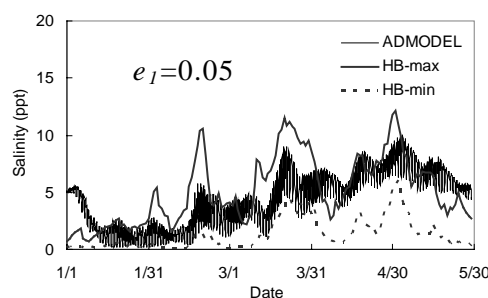


Fig.2 Hoa Binh 塩分濃度

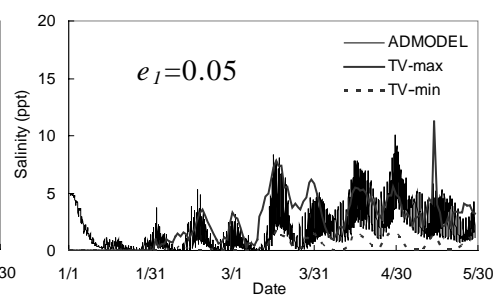


Fig.3 Tra Vinh 塩分濃度

Hoa Binhは季節変動は近い傾向を示すものの、実測値に較べ日変動の幅が小さい。実測値に近づくために e_l を変化させたが、変動幅はあまり変わらなかった。

次に、上流境界の水位を変化させ塩水浸入距離や季節変動にどのように影響するかシミュレーションした。数値計算では、上流境界My Thuanの 5cm の水位変化が、淡水流量にして約 $1,000\text{m}^3/\text{s}$ の変化となった。Fig.4 はTieu川における塩分濃度縦断分布の季節変動を示す。濃度分布は日変動が大きいいため、2週間平均の濃度を出力した。

上流水位の増加に伴い、高濃度塩水の遡上距離や季節変動が小さくなるのがわかる。

6.まとめ

移流分散モデルによる数値解析により、塩分濃度変化を再現することができた。淡水流量の減少により塩水遡上の影響範囲が拡大することが示せた。今後は、モデルの改良により精度を高め、淡水流量と塩水遡上の関係が量的に評価できるようにしたい。

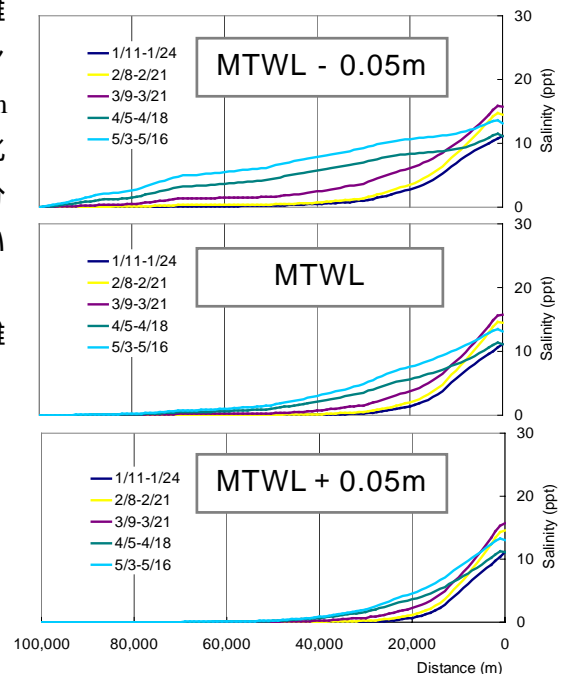


Fig.4 濃度分布の変化

謝辞：本研究は、科学技術振興機構（JST）の戦略的創造研究推進事業（CREST）の『水の循環型モデリングと利用システム』の一環としてなされたものです。ここに記して謝意を表します。