

米代川における塩水遡上に関する研究

東北大学大学院 学生会員 ○名倉 華子
東北大学大学院 フェロー会員 田中 仁
東北大学大学院 正会員 梅田 信

1. はじめに

河口域は、淡水と海水との混合状態により非常に複雑な環境を有しており、利水や生態系の面からも我々の人間生活に重要な役割を果たしている。また、近年注目を集めている将来的な異常渇水は、河川流量の減少を引き起こすと予測されている。この変化に伴い、河道への塩水侵入長が変化する事が懸念されており、塩害を引き起こす可能性が示唆されている。しかしながら、塩水侵入形態は各河川特有の特徴を有しているため、研究が十分におこなわれているとはいえない。よって、塩水遡上現象を精度良く予測することは、河道計画や、生態系へのインパクトを予測する際に役立てるためにも急務となっている。そこで、本研究では秋田県に位置し、日本海側に注ぐ一級河川である米代川を対象として、現地観測ならびに数値シミュレーションを行うことにより、現在の塩水侵入現象についての把握、並びに、将来的な流量減少を仮定したシミュレーションを行う。

2. 研究対象地域

本研究対象の米代川は、流域面積 4,100km²、幹川流路延長 136km であり、大館市や能代市を流れ、日本海に注ぐ一級河川である。米代川河口部の地形は、冬季にシベリア大陸より吹き付ける季節風による高波浪に起因した砂州の発達、並びに、冬季に発達した砂州が、春季の融雪出水や夏季の洪水流によりフラッシュされるという、季節的な短期変動を繰り返している¹⁾。

3. 現地観測

3.1 現地観測の概要

2008年10月18日、2009年12月24日において河口から2.0kmに位置する能代橋(図-1)橋脚より横断方向に10m間隔で塩分の鉛直分布観測を行った。加えて、12月24日には河口から0.05kmに位置するB点においても観測を行った。また、2009年11月17日から12月24日までの期間、河口から1km、河床から0.5mに位置するA点に塩分計を設置し、長期間定点観測を行った。

3.2 現地調査による塩水遡上特性

10月18日の観測時の水理諸元を(図-2)に示す。実測時の潮汐は大潮であり、河口より約30.0kmに位置する流量観測所二ツ井における流量は50m³/s程度となっており、渇水流量(約45m³/s)に近い流況であった。能代橋直下に位置するC点での観測結果を図-3に示す。水深2m程度で塩分躍層を確認することができる。12月24日にはB点においても観測を行ったが、塩水を確認することは出来なかった。また、11月17日から12月24日まで実施した定点観測では、観測期間の塩分濃度の最大値が1.8psu程度であり、高濃度の塩水の侵入は認められなかった。

3.3 考察

対象河川では、夏季には河口部が開かれた状態のため、洪水などの河川流量が増大するイベントを除いた期間には塩水が楔状に遡上すると考えられる。一方、冬季は、発達した砂州の影響を受け、河口部は閉塞するため、河道へ塩水侵入はほとんどないと考えられる。

4. 数値シミュレーション

4.1 数値モデルの概要

流況解析モデルには、梅田らによる鉛直2次元モデルを用いた²⁾。運動方程式の近似はブシネスク近似を用いた。また、渦粘性係数の計算には乱れエネルギー k と散逸率 ϵ を用いた $k-\epsilon$ モデルを用いた。

4.2 解析条件

計算領域は河口から5km海側から10km地点までとした。 $\Delta x=200\text{m}$ 、 $\Delta y=0.1\text{m}$ とし、 $\Delta t=1\text{s}$ を用いた。case1における計算期間、上流端流量、並びに海部からの流入出流量を求めるために用いた下流端水位は以下のように設定した。観測時に塩水侵入

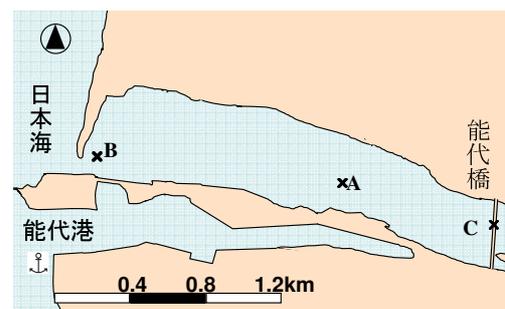


図-1 米代川河口部

keywords : 米代川, 塩水遡上, 感潮域, 河口

連絡先: 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06, 環境水理学研究室, tel 022-795-7453, fax 022-795-7453

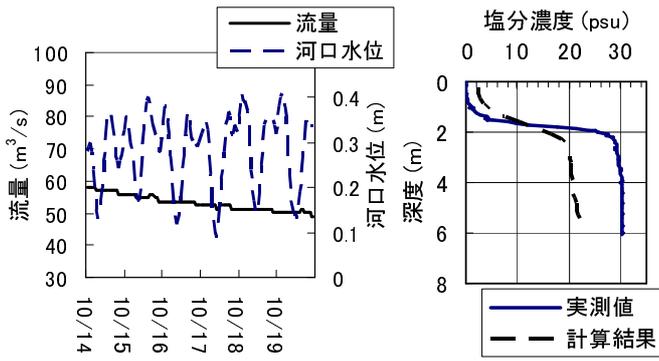


図-2 観測時水理諸元 図-3 塩分鉛直分布

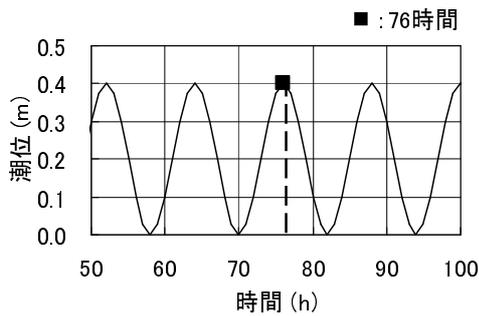


図-4 計算条件

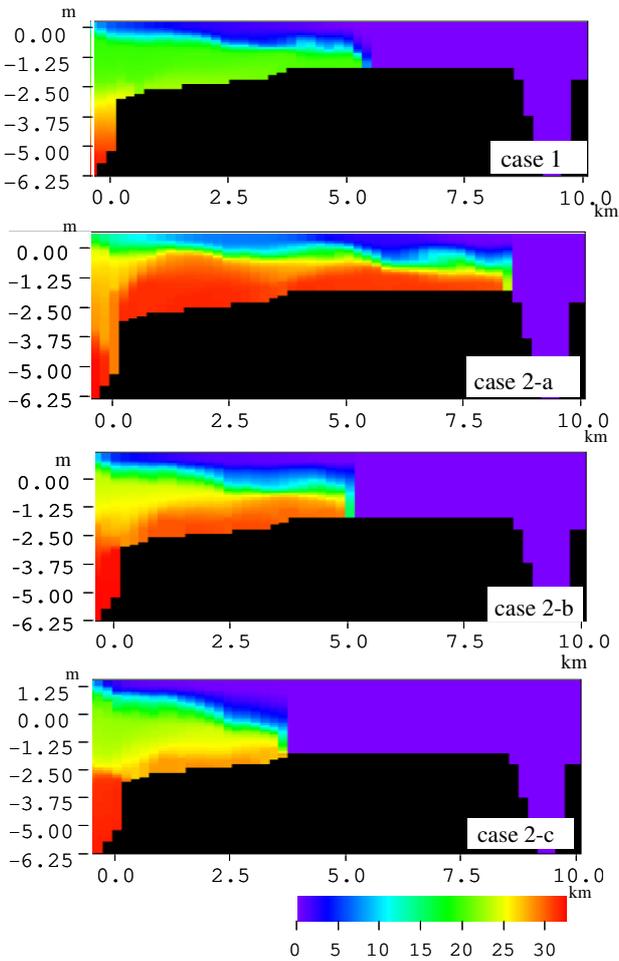


図-5 解析結果

が見られた2008年10月18日を含む10月8日～10月28日までを計算期間とし、河口から約30kmに位置する二ツ井観測所における実測値を上流端流量とした。そして、海部流入量は向能代の河口水位を用いて求めた。また、case2の上流端流量は将来的な渇水を想定した40 m³/sを一定に与えたcase 2-a, また、平水流量、豊水流量として、120 m³/s, 200m³/sを一定に与え、case 2-b, case 2-cとした。下流端水位としては、大潮を模擬した正弦波を図-4のように仮定して与計算をおこなった。76時間後の結果を図-5に示す。

4.3 結果・考察

図-5 case 1より塩水が5.4km程度まで遡上するという結果となった。また、10月18日14時における河口から2.0km付近の実測値と計算結果を比較すると、共に、水面から2m付近で塩分躍層が見られる(図-3)が、実測値の楔中の塩水と比較して、計算結果では塩分濃度が小さくなっている。また、塩水侵入長は、河川流量に大きな影響を受ける。渇水流量時のcase 2-aには、夏季の一般的な河川流量であるcase 2-b, case 2-cと比較すると1.8～2倍程度、侵入長が伸延していることが分かる。

5. まとめ

対象河川では、夏季と冬季で地形が極端に変化する。河口が閉塞している冬季には塩水が河道に侵入することはほとんどなく、一方、夏季には閉塞傾向が解消されるため、河川流量が小さい期間には、塩水楔となって、上流側まで遡上すると推測される。また、塩水侵入長は、河川流量に大きな影響を受ける。将来的に予測される渇水による塩水侵入長の増加は河口部の生態系に大きな影響を与え、河道計画の際にも重要なパラメーターとなるため、さらに精度の良い解析を行う必要がある。

謝辞：国土交通省東北地方整備局能代河川国道事務所から貴重な現地データの提供を受けた。また、日本学術振興会科学研究費(No.21360230)の補助を受けた。ここに記して、深甚なる謝意を表す。

参考文献

- 1) Hanako Nakura, Nguyen Xuan Tinh, Hitoshi Tanaka and Makoto Umeda: Wave setup height in the Yoneshiro River mouth, Japan, Proceedings of 3rd International Conference on Estuaries and Coasts, pp.257-264, 2009.
- 2) 梅田 信, 池上 迅: ダム貯水池の水温成層に関する鉛直2次元数値解析, 水工学論文集, 第51巻, pp.1349-1354, 2007.