

旭川のケレップ水制域における季節的な塩水挙動の検討

岡山大学	学生会員	○稲見俊輝
岡山大学	正会員	赤穂良輔
岡山大学	フェロー会員	前野詩朗
岡山大学	正会員	吉田圭介

1. 序論

旭川は岡山県の中央部に位置し、岡山市の中心部を貫流して児島湾に注ぐ、流域面積 1,810 km²、幹川流路 142 km の一級河川である。旭川下流域は汽水域であり、また図-1 に示すように河口から 2.2~6.6 km の区間の左岸側にケレップ水制が 19 基設置されている。この汽水域はシジミやエビ、カニ類などの生息場となっており、この河川環境を保全することは非常に重要である。そこで本研究では、汽水域のケレップ水制域を含む領域での季節的な塩水挙動を把握することを目的として、現地観測および数値シミュレーションを行った。

2. 現地観測の概要

2.1 定点観測

旭川下流域の季節的な塩水挙動を調べるために、図-2(左)に示す旭川河道内の桜橋付近(河口から 6.73 KP)にて塩分の定点観測を2016年1月14日から同年11月25日まで実施した。上層(水面付近)、中層(水面より 2 m)、下層(河床付近)に HOBO 電気伝導率ロガー CO-U24-002C を設置し、1時間おきに電気伝導率を測定し、塩分に換算した。



図-1 旭川周辺の航空写真(Google Map より)

2.2 水制間観測

ケレップ水制間の塩水挙動を調べるために、図-2(右)に示す9点(①~⑨)にて塩分の鉛直分布を定点観測と同様の電気伝導率ロガーを用いて測定した。また、塩分と同時に水深を記録するために水位測定器として、HOBO-U20水位ロガー(U20-001-04)を用いた。それぞれ1分おきに電気伝導率と水圧を測定するように設定し、1分おきに約50 cmずつ測定器を沈めていくことで、塩分の鉛直分布を測定した。観測は2016年10月31日の下げ潮(順流)時に実施した。

3. 数値解析

塩水流動を生じさせる圧力勾配は性質上“順圧”と“傾圧”に分けられる。順圧とは水位差による全層的な圧力勾配であり、これによる運動は浅水流方程式で記述できる。一方、傾圧は密度の鉛直分布の差異による断面内の圧力勾配である。そこで本研究では、浅水流方程式と同等のフレームで三次元性が考慮できる準三次元モデルを用いることによって、浅水流方程式を用いて順圧的な流動を求めた後に、傾圧的な流動による“分散の効果”を加えるという、赤穂ら²⁾が開発した塩分流動モデルを導入した。

4. 結果と考察

4.1 定点観測の結果と考察

図-2(右)に定点観測で得られた平均塩分の推移を示す。平均濃度は最大で約 24 PSU で、冬と秋で高い値を取っている。ここで、一般的に夏は他の季節よりも流量が多く、観測地付近に上流から多くの淡水が侵入することで塩水が押し流されるためであると考えられる。ただし、本対象領域では、灌漑期である 6~9 月においては、観測点よりも上流にある新堰ゲートの操作により、下流側の流量は夏季が最も低い状態が継続する。すなわち、夏季の塩分低下は上流からの流量増加

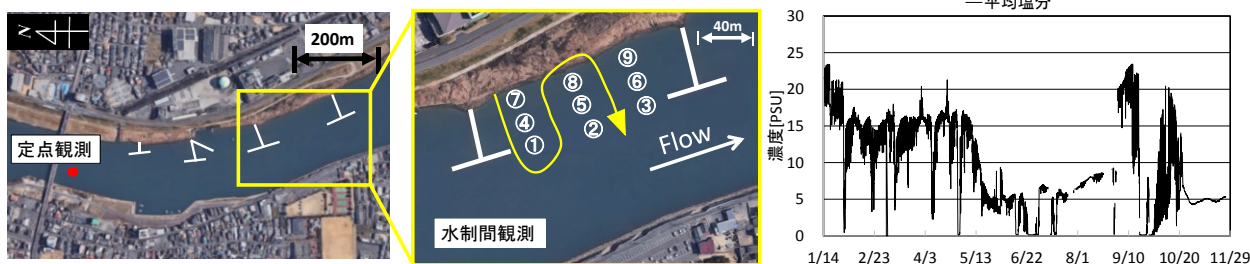


図-2 (左): 定点観測と水制間観測の場所 (Google Map より), (右): 1/14 から 11/25 までの平均塩分の推移

キーワード ケレップ水制, 準三次元モデル, 汽水域, 感潮河川, 塩水遡上

連絡先 〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中 3-1-1 岡山大学 赤穂良輔

T E L 086-251-8167

に起因するのではなく、別の要因があると考えられる。

図-1 に示すように旭川河口は児島湾の最奥部に位置しており、また児島湾口付近には、吉井川の河口が位置している。そのため、夏季は吉井川の流量が増加し、児島湾内は弱混合状態となり、表層の塩分が下がることが高木らによって示されている²⁾。その結果として、夏季にケレップ水制域の塩分も低くなると考えられる。

4.2 水制間観測の結果と考察

順流時における各観測点のデータを図-3 に示す。岸よりの点⑧、⑨の塩分が高いことがわかる。このことから、ケレップ水制域の浅瀬の底層においては水制の影響で止水域が生じることで底層の高塩分水が流出しにくいといえる。

4.3 数値解析の結果と考察

図-4 は、各季節での塩水遡上時（逆流時）における水深平均流速ベクトルおよび塩分分布の解析結果を示している。上流流量については(a)は 25 m³/s, (b)は 49 m³/s, (c)は 6 m³/s, (d)は 31 m³/s を与えた。

本解析では、季節による変化は上流流量と下流水位に依存している。それを踏まえて結果を見てみると、やはり流量が比較的多い春や秋は流量が少ない冬や夏よりも塩分が低い。しかし、定点観測データでは冬や秋は塩分が高く、春から夏にかけて減少していた。そのため本解析結果で見られた特徴は観測データと異なっている。このことから、塩水挙動の変化は単純に上流流量に依存するというわけではないということがいえる。これについては旭川には新堰があるため夏季においては、他の季節や一般的な夏季の河川より流量が比較的小さくなり、その分塩水も本解析結果のように上流まで侵入しやすくなる。しかし、児島湾の塩分が吉井川や百間川からの流量の増加によって低下するため、旭川に侵入する塩水が薄いものになるものと考えられる。今後、児島湾内の塩分流動についても考慮した数値解析を行う必要がある。

水制付近の流速ベクトルが非常に小さくなっていることから、水制域では止水域が生じるために高塩分水

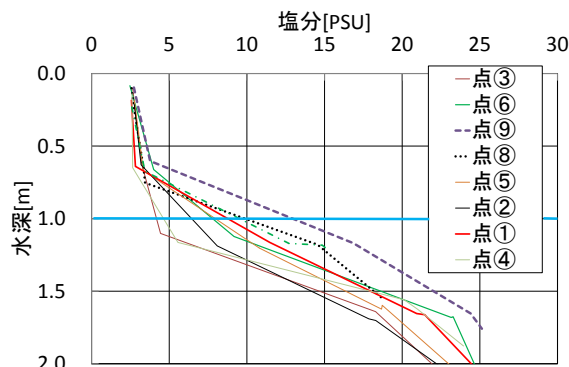


図-3 順流時における比較

が流出しにくくなることが分かる。これは水制間観測結果からも同様に示された。

5. 結論

本研究の結論を以下に示す。

旭川ケレップ水制域においては、23 PSU 前後の高い濃度の塩水が夏季を除き下層に存在していることが明らかになった。

ケレップ水制域では順流時において、水制域の浅瀬における底層の高塩分水は流出しにくいという可能性があることが現地観測と数値解析により示された。

謝辞

本研究は、公益財団法人ウエスコ学術振興財団学術研究比助成事業(題目: 旭川感潮域のケレップ水制域における塩分流動の現地観測および数値解析, 代表者: 赤穂良輔)の援助を受けた。記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 赤穂良輔, 石川忠晴, 安河内美咲, 鶴田泰士: 高瀬川の塩分遡上に関する二次元分散モデルの開発, 水工学論文集, 第 58 巻, 1_877-1_882, 2014.
- 2) 高木秀蔵, 石黒貴裕, 弘奥正憲: 児島湾における底質環境の現状と貧酸素水塊の動態に関する現地観測, Laguna, 20, 45-59, 2013.

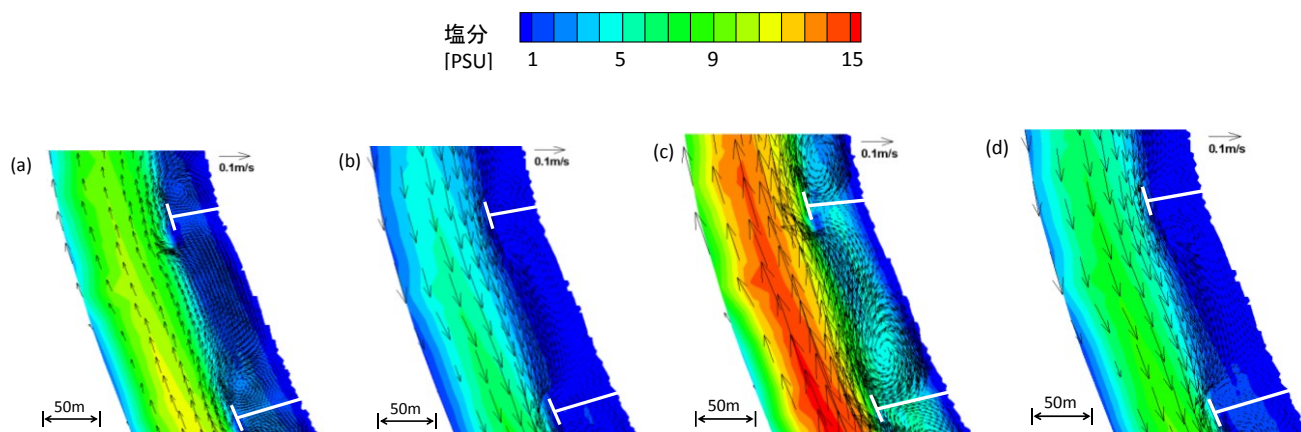


図-4 塩水遡上時における水深平均流速ベクトルおよび塩分分布 (平水時, 水制有り): (a)冬, (b)春, (c)夏, (d)秋