

中海から大橋川への塩水流入特性

日本建設コンサルタント 正会員 岡村誠司
 広島大学大学院 学生会員 山本絢子

広島大学大学院 フェロー会員 福岡捷二
 国土交通省出雲河川事務所 正会員 今岡俊和

序論

中海，大橋川，宍道湖は，日本で最大規模の連結系汽水湖を形成している（図-1）．宍道湖の塩分は，中海の塩水が大橋川を經由して流入することにより供給される．強い西風が吹くと中海の密度界面が傾斜し，塩分濃度が高く貧酸素化した中海下層水が大橋川へ流入する．水域の管理上，中海から大橋川へ流入する塩分量や，流入する塩水の水質を定量的に見積もり，予測することが重要である．本研究では，中海から大橋川への流入塩分量を支配する要因と，中海下層水が大橋川へ流入する条件を明らかにすることを目的とする．

観測概要

本研究では，図-1 に示す中海湖心観測所，大橋川下流断面，松江観測所において1時間間隔で測定されている観測データを用いて検討する．

中海から大橋川への流入塩分量の支配要因

図-2(a)～(f)に2003/10/1～10/31の観測データを示す．(a)と(b)は，中海湖心において観測された気圧と風向・風速で，風は正が西風，負が東風を表す．(c)の大橋川上・下流端水位差は，松江での水位から大橋川下流断面での水位を引いたものである．水位差の25時間移動平均値（気象潮成分）を合わせて示す．(d)に大橋川下流断面での流出入塩分量を示す．正が中海への流出を，負が大橋川への流入を表す．大橋川上・下流端水位差が負のときに流入し，正のときに流出している．流出期間を灰色の縦帯で示す．10/21，10/22のように流入時間の長いときに大量の塩分量が大橋川に流入している．流入時間は中海水位が宍道湖水位より高い状態が継続する時間に依存する（以後，遡上継続時間と呼ぶ）．そこで，2003/8/1～11/31の4ヶ月間の全流入時における遡上継続時間と流入塩分量の関係を図-3に示す．遡上継続時間が12時間以上と12時間以下では，流入塩分量の傾向が異なる．12時間以下では遡上継続時間が長いほど流入塩分量は大きい，12時間以上では流入塩分量は多いが明らかな相関関係は見られない．遡上継続時間が12時間以下になるのは，潮汐による水位変動の卓越周期が半日のときで，12時間以上になるのは日潮不等などで一日周期が卓越するときである．このことが流入塩分量の傾向の違いに関係していると考えられる．大量の塩分流入が生じている遡上継続時間が12時間以上のときに着目する．図-4に遡上継続時間が12時間以上の流入期間中における大橋川上・下流端水位差の平均値と流入塩分量の関係を示す．この図より，遡上継続時間が12時間を越える流入時においては，大橋川上・下流端水位差が大橋川への流入塩分量の支配要因であることがわかる．

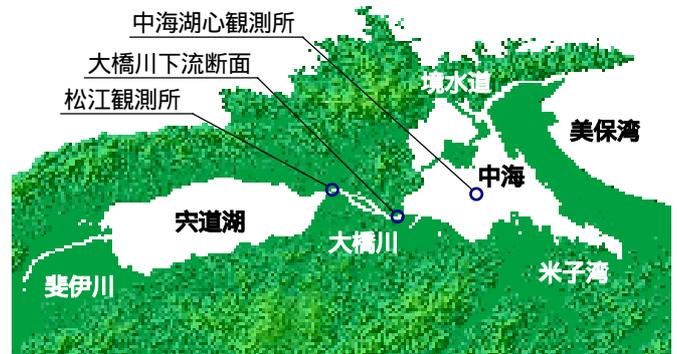


図-1 中海周辺の地形と常時定点観測地点

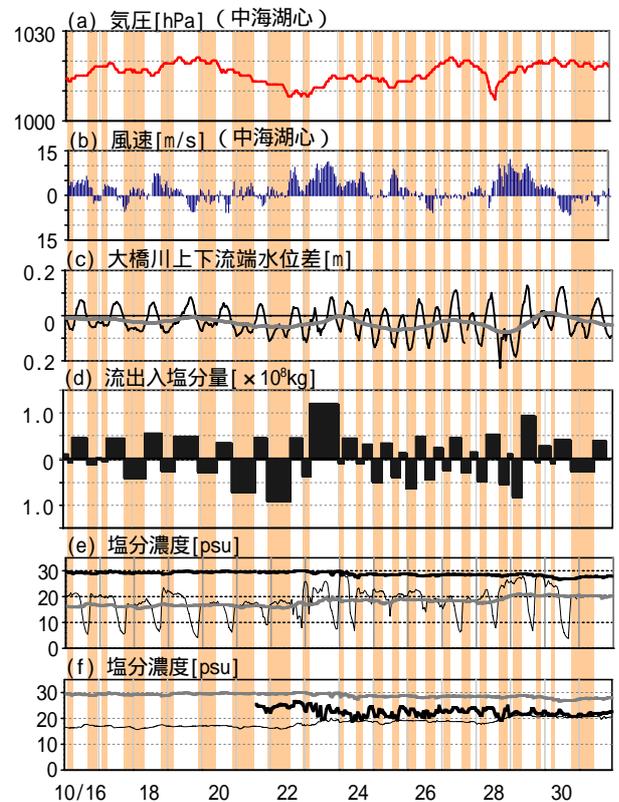


図-2 2003年度中海・大橋川観測データ
 (2003/10/16～10/31)

Keyword：中海，大橋川，汽水湖，密度界面，現地観測

連絡先：広島大学大学院工学研究科社会環境システム専攻 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 Tel./Fax.0824-24-7821

大量の塩分量流入は、大橋川上・下流端水位差の原因が日潮不等であり、水位変動の振幅が大きく、気圧低下に伴い水位差の気象潮成分が特に高くなっているときに生じている。このことは8/1～11/31の4ヶ月間を通して確認された。中海下層水が大橋川へ流入する条件

中海下層水が大橋川へ流入する条件として、西風と中海の密度界面位置に着目し検討する。図-2(e)には、中海上層の塩分濃度、下層の塩分濃度、大橋川下流断面の湖底直上（水面下3.5m）の塩分濃度を示す。大橋川下流断面の塩分濃度は、高塩分の中海水が大橋川へ流入するときに上昇し、低塩分の宍道湖水が大橋川から中海へ流出するときに低下する。強い西風が吹いている10/23～10/24、10/29には、大橋川下流断面の塩分濃度は、中海下層の塩分濃度に近い値を示している。これは西風が吹くことにより風下である大橋川付近の密度界面位置が上昇し、高塩分の中海下層水が大橋川へ流入したためと考えられる。1ヶ月間を通して流入塩分濃度は高低様々な値を示しているため、中海の上層水と下層水のどちらが流入しているか単純に判断できない。そこで式(1)に示すように大橋川下流断面の塩分濃度を中海の下層塩分と上層塩分を用いて無次元化する。

$$S_{o*} = \frac{S_o - S_u}{S_l - S_u} \quad (1)$$

ここに、 S_o ：大橋川下流断面における塩分濃度、 S_u ：中海上層水の塩分濃度、 S_l ：中海下層水の塩分濃度である。 S_{o*} が1.0に近いほど大橋川への流入塩分濃度が中海下層水に近いことを意味する。上層塩分と下層塩分の中間の値を持つ位置を密度界面位置と定義し、 S_{o*} が0.5以上の場合を中海下層水が大橋川へ流入したとみなす。2003/8/1～11/31の4ヶ月間の全流入時における S_{o*} と風速の東西成分の相関関係を図-5に示す。 S_{o*} は各流入期間での最大値を用いた。図-5より、西風が強いほど流入塩分 S_{o*} が大きい傾向が見られる。

中海全体の密度界面位置は、淡水と海水の長期的な流出入バランスにより変化し、界面位置が高いほど中海下層水は大橋川へ流入しやすい。常時モニタリングされている中海湖心の観測データにより中海下層水の大橋川への流入を簡便に予測することを目的とし、ここでは密度界面付近に位置する中海湖心の中層（水面下3.5m）の塩分濃度を用いて中海の界面位置を推定する。図-2(f)に中海の上・下層塩分濃度、中海湖心中層の塩分濃度を示す。式(2)に示すように中海の下層塩分と上層塩分を用いて中海湖心中層の塩分濃度を無次元化する。ここに、 S_m ：中海湖心の中層における塩分濃度である。

$$S_{m*} = \frac{S_m - S_u}{S_l - S_u} \quad (2)$$

S_{m*} が1.0に近いほど中海湖心中層の塩分は中海下層の塩分に近いことを意味しており、界面位置が高いと推定される。図-6に中海湖心における東方風速と中層の塩分 S_{m*} と、そのとき大橋川へ中海上層水が流入したか下層水が流入したかを示す。丸印で示す中海下層水の流入（ $S_{o*}>0.5$ ）は、西風が吹いており、かつ $S_{m*}>0.4$ である領域に限られている。このように、中海下層水の流入は、風と密度界面位置が条件になっている。

結論

(1) 中海から大橋川への流入塩分量を支配する外的要因は、大橋川上・下流端水位差の卓越周期と振幅、気圧の低下である。大橋川上・下流端水位差が日潮不等でその振幅が大きいとき、気圧が低下すると、中海から大橋川へ大量の塩分が流入する。(2) 中海下層水の大橋川への流入は、西風が強く、中海湖心の中層塩分濃度が下層塩分濃度に近いときに生じる。

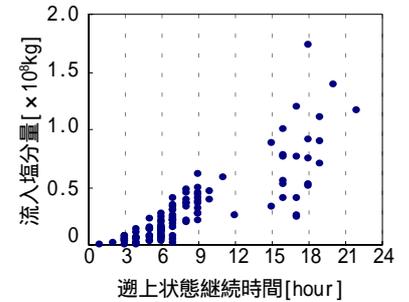


図-3 遡上状態継続時間と流入塩分量の関係

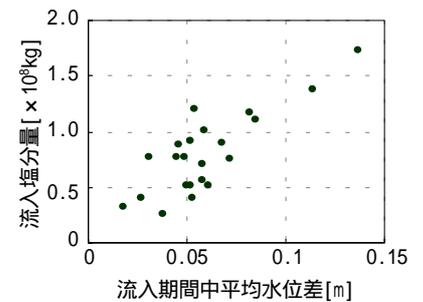


図-4 期間中平均水位差と流入塩分量の関係

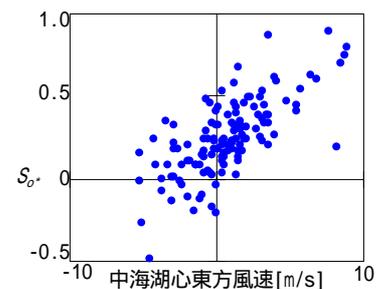


図-5 湖心風速と S_{o*} の関係

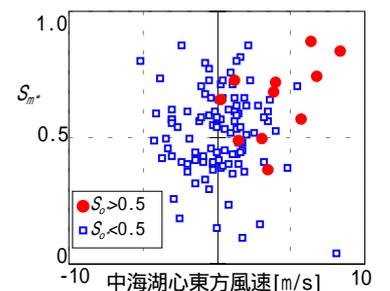


図-6 中海下層水の流入条件