

閉鎖性汽水湖における物質の移動に関する考察

広島大学工学部 福岡 捷二 日比野忠史
建設省出雲工事事務所 池内 幸司
広島県 ○徳山 靖時

1. はじめに

密度躍層を有する水域では、底層水塊の貧酸素化や富栄養化物質の滞留等、水質環境にとって好ましくない現象が起こりやすくなっている¹⁾が、このような水域での富栄養化の問題は化学的、生物学的解析のみならず、流れとの関連を明らかにしていくことが重要である。本研究で対象とする中海は水深が浅く、10数kmスケールの閉鎖性の汽水域であり、潮汐、風浪、吹き寄せ等によって流れが複雑に生じている。ここでは、穴道湖との水位差、塩分濃度変化から湖内水の流れを検討する。次に、この流れと濁度、栄養塩類の分布との関連を調べることによって湖内の物質の動きについて考察を行っている。なお、ここで用いたデータは1994年の潟水年の観測値であり、この年には穴道湖において複数回の赤潮の発生が観測されている。

2. 中海・穴道湖の状況 図1に中海付近の概略図を示している。中海は大橋川(幅約100m,長さ7.5km)及び境水道(幅約500m,長さ5km)によって穴道湖と美保湾に連結された水域である。米子湾は中海奥に細長く入り込んでおり、湾口は大橋川、境水道と三角形の頂点の關係に位置している。湖底地形は中浦水門付近で最も深く(最深部15m,湖心水深6.5m)、中浦水門から米子湾方向に谷地形が形成されている。米子湾を除くと中海は約7km四方の正方形を形成しており、米子空港沖(中海北東側)から大橋川方向に向って勾配約1/3000で浅くなっている。図中に示した数字は本研究で用いている島根大学水質調査の観測地点を示している。

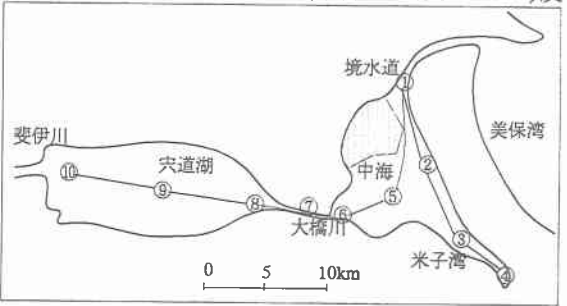


図1 中海付近の概略図と栄養塩類の観測測線

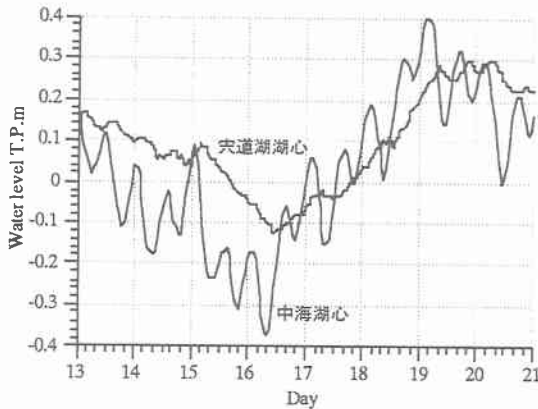


図2 中海及び穴道湖の水位変化

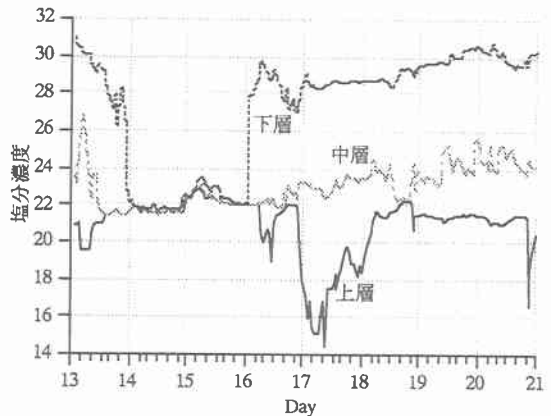


図3 中海湖心での塩分濃度変化

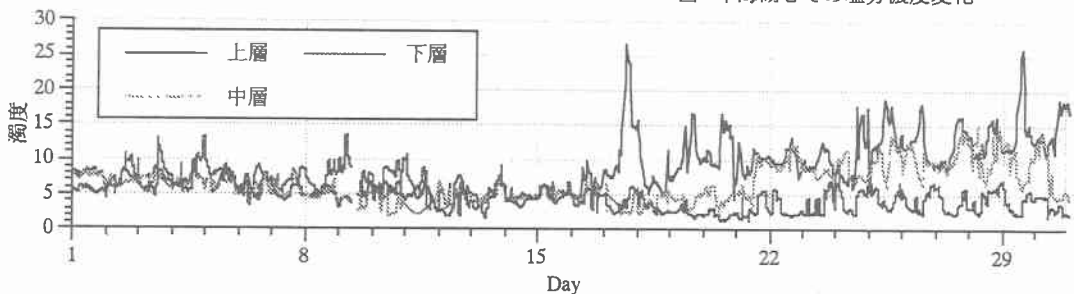


図4 中海湖心での濁度変化

3. 中海内での流れ 図2に1994年11月に観測された中海と宍道湖湖心での水位、図3には中海湖心での塩分濃度の変化を示した。図2からわかるように15日02:00から16日12:00まで宍道湖湖心水位が中海湖心水位よりも高くなっており、宍道湖から中海への流れが生じていることが予想される。一方、図3から中海湖心上層での塩分濃度が16日22:00から低下している。上層(0~1.5m以内)に流入した低濃度の塩水は宍道湖から中海に流入したものと考えられ、宍道湖出口(図1の⑧地点)から中海湖心(図1の⑤地点)までは約14kmであることから平均約9cm/secの速度の流れがあったと推定される。宍道湖の水が流入する以前の上層塩分濃度は22‰、流入後に15‰となっており、宍道湖の塩分濃度が9‰(図5)であることから宍道湖から流入した水が直接、中海湖心で混合したとしても、もともとあった量と同等量が必要であり、相当量が流入したことになる。さらに、中海では14~15日の2日に互る上下層の混合(強風による)が起こっており、下層から上層への栄養物質の移流があったことが推定される。

4. 物質の流動 図4に中海湖心で観測(1994.11)された濁度の経時変化を示している。11月中旬まで濁度は10程度の大きさに推移しているが、中海湖心上層に低濃度の塩水が流入した後(約4時間の遅れ)、上層での濁度が上昇し、その後10~15の大きさが保たれている。これは中海上層の栄養塩によるプランクトンの発生のためと考えられる。図6と7は11/1と12/1に宍道湖・中海上層(水面下1m)で観測された図1に示した観測地点での栄養塩類の分布を示している。図6の縦軸は11/1の[各地点の観測値/境水道(図1①地点)の観測値]、図7の縦軸は12月の観測値/11月の観測値であり、水温、塩分濃度、無機態リン、無機態窒素、有機態リン、有機態窒素、クロロフィル-a、SS、DO、pHの順に積み重ねて示してある。ここで用いたデータは島根大学理学部化学環境分析化学研究室によって観測されたものである²⁾。11月中旬までは濁度の値は低く、11月中旬以降に濁度が増加していることから、11/14,15の混合と11/17の宍道湖水の中海への流入によって中海内の栄養塩類の分布状態が変化することがわかる(図7)。図6に示すように宍道湖から大橋川までに無機態窒素が多く、米子湾で有機態リンが多い傾向にあるが、全体的には斐伊川河口部、米子港での栄養塩類の量が多くなっている。12月の観測結果は中海湖心と米子湾中央で栄養塩類の上昇があり、SS、クロロフィル-a、有機態窒素、有機態リンの増加が顕著である。また、大橋川での栄養塩類の減少がみられる。これらのことから宍道湖水の中海への流入時に大橋川に蓄積されていた栄養塩類が中海に吐き出され、これと混合によって巻き上げられた栄養塩類によって中海湖心では11月中旬以降のプランクトンの増加が促進されたものと考えられる。

5. まとめ (1)宍道湖水の中海への流入は宍道湖と中海に水位差ができることが重要であることを示してきた³⁾が、本観測の場合には約30cmの水位差が生じることによって平均9cm/secで流入し中海湖心到達まで約2日間要したことが確認された。(2)渇水年の本観測結果では、宍道湖水の中海への流入および湖内水の混合が中海湖心上層の栄養塩類、プランクトン等の分布に大きな影響を与えていたことが明らかになった。今後は平常年についても同様の解析を行ない湖内物質の流動特性を明らかにしていく。

参考文献 1) 宗宮功: "湖沼の物質循環モデル", 国立公害研究所調査報告第18号, 第2回富栄養化問題シンポジウム, pp.114-151, 1981., 2) 橋谷博: 宍道湖・中海水質月報, 島根大学理学部化学環境分析化学研究室, 1994., 3) 日比野忠史, 池内幸司, 福岡捷二: 閉鎖性汽水域における流れ場の観測, 水工学論文集[40], pp.243-248, 1996.

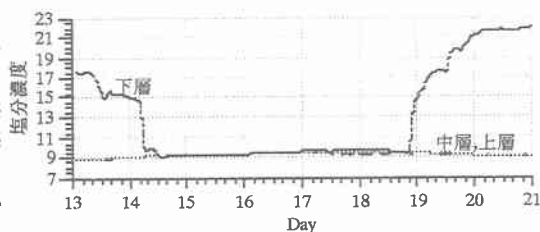


図5 宍道湖湖心での塩分濃度変化

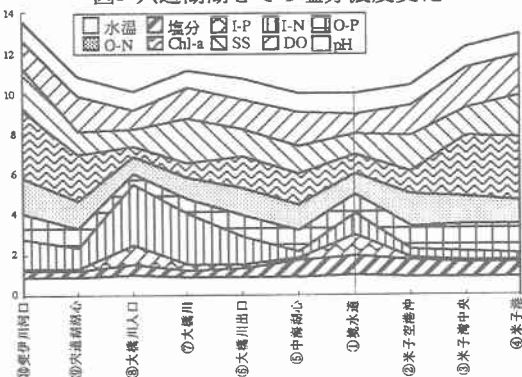


図6 11月の栄養塩類(上層)の分布状況

(縦軸は[各地点の観測値/境水道の観測値]。図6,7とも島根大学宍道湖・中海水質月報データ使用しており、横軸の観測位置は図1に対応している。なお、1994年は渇水年で栄養塩類が宍道湖で多くなっている。)

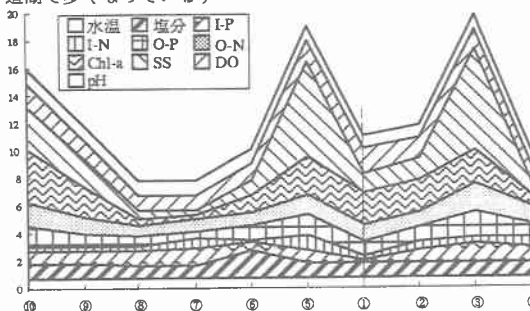


図7 栄養塩類(上層)の変化の状況
(縦軸は[12月の観測値/11月の観測値]。)