

気象変化に伴う中海下層の流れと水質変動に関する研究

広島大学大学院 学生員 ○松下智美
 広島大学大学院 フェロー会員 福岡捷二

(株)建設技術研究所 正会員 三浦 心
 呉工業高等専門学校 正会員 黒川岳司
 国土交通省出雲工事事務所 正会員 船橋昇治

1. 序論

周辺部の都市化と、閉鎖性の強い地形特性から中海の富栄養化が問題となっている。特に南東部に位置する米子湾下層における貧酸素化は、大きな水質問題となっている。本研究では、下層の水交換を阻害している浚渫窪地内の流れと、中海から大橋川に高塩分水が流入する条件について現地観測データより明らかにすることを目的としている。

2. 米子湾における窪地内の流動

中海湖底には、中浦水門付近、葭津沖と米子湾に水深8mを超える窪地を有する（図1）。これらの窪地はそれぞれ独立して存在しているため、内部の流動、水質の特性がかなり異なる。図2にそれぞれの窪地内の主軸方向流速とDOの経時変化を示す。中浦水門付近の窪地は外海水流入の影響を直接受けるため、比較的流動性が高く、DOも高い。葭津沖の窪地は狭く、深いために流動がほとんど生じない。停滞性が強いためにDOも低い。米子湾の窪地は内部振動などに伴う強い流動によって比較的流動性が高いが、外海から遠く離れているためには恒常的に貧酸素化している。

図3に内部振動が生じた際の流れの概略図を示す。図3(a)のように米子湾で界面が低下する場合には上層は米子湾方向へ、下層では中浦水門方向へ上下層で逆向きとなる流れが生じる。逆に図3(b)のように米子湾で界面が上昇する場合には上層は中浦水門方向へ、下層は米子湾方向へ流れが生じる。

図4に中海で内部振動が生じている期間に着目し、この期間に葭津沖で観測された中浦水門～米子湾軸方向の流速流動と窪地内のDOの経時変化を示す。この内部振動が発生している間は、中浦水門付近の窪地は比較的DOが高いのに対し、米子湾の窪地では酸素が欠乏しており、ほとんど無酸素状態となっていた。このとき、図4の上の図に示す葭津沖の主軸方向流速は、上下層で対となる流れが内部振動により生じており、下層でも10cm/sを超える流速が生じていた。

図4に図3(a)の『米子湾内で界面が低下する場合』が観測された期間を着色して示している。この期間には、米子湾から中浦水門方向へ向かう下層流速が観測されている。米子湾の窪地内の貧酸素化した水の内部振動に伴う流動により、米子湾の窪地から中浦水門方向へ流出し、

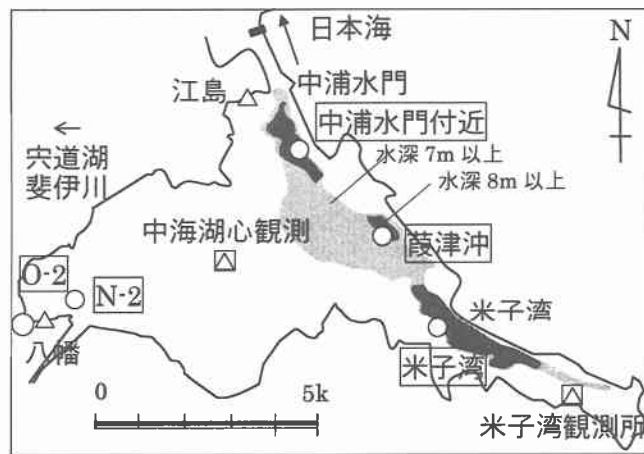


図1 中海の概略図と観測点の配置

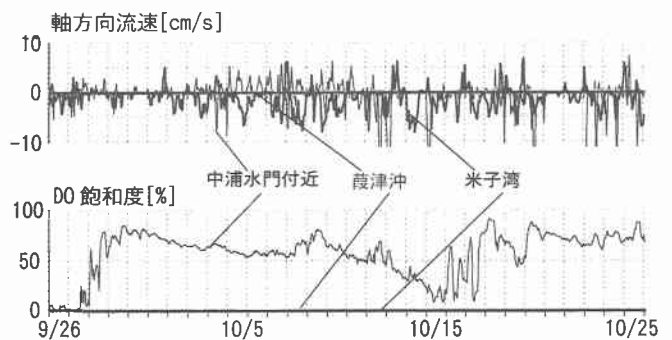


図2 窪地内の流動とDOの経時変化（2000.9.26～10.25）

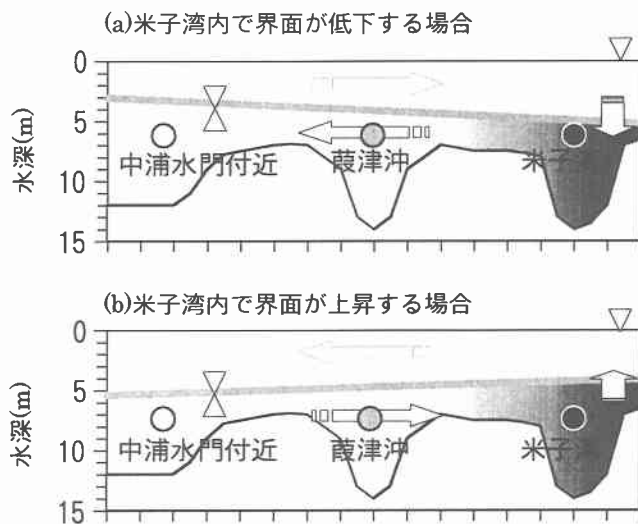


図3 内部波に伴う流動

中浦水門付近・葭津沖の DO が低下したと考えられる。一方、図 3(b)の『米子湾内で界面が上昇する場合』が観測された期間を、図 4 中に(b)と表示している。この期間においては、中浦水門付近・葭津沖でも DO が上昇している。これは、DO の高い中浦水門付近の水が米子湾に向けて流動したために、葭津沖でも DO が上昇したものであると考えられる。しかし、米子湾の窪地内では DO の上昇はみられない。このため、この流動は、米子湾下層水質にそれほど大きな影響を及ぼすものではない。窪地内は非常に閉鎖的であるため、このような内部振動に伴う流動は比較的大きな流動であるが、それでも米子湾の窪地内の貧酸素化を解消するためにはほとんど効果が無い。中海のように鉛直方向の拡散・混合によって DO の供給が望めない水域での水質改善が今後の課題である。

3. 大橋川に流入する高塩分水の特徴

図 5(a)に中海湖心上下層塩分と大橋川の中海接合部(O-2)の塩分経時変化を示す。(▲)で示した期間において高濃度の塩分水が大橋川に流入している。他の期間では大橋川に流入する塩分値は中海上層塩分と同程度の値である。この理由は、中海と大橋川の接合部において断面の水深が 3m 以下であり、気象平穏時の中海の密度界面位置は水面下 3~6m のため、平穏時には中海下層の水は大橋川に流入することができないためと考えられる。

図 5 (b)に米子湾軸方向の風速の経時変化を示す。米子湾軸方向に強風が吹く場合、大橋川河口付近の界面が上昇するため、大橋川で中海下層に近い塩分が観測される。図 6 に大橋川河口(八幡)と米子湾の水位差を風向ごとに示す。角度が風向を示し、半径方向に水位差を示す。風速 9~12m/s の西風~西北西風が吹く場合に 4.5cm 程度米子湾の水位が高くなる。米子湾がこの方向に細長く存在しているため、大きな水位差が生じる主軸が西北西~東南東にずれる。図 7 に塩分の経時変化と 3 日ごとに観測されているこの地点の塩分の鉛直分布から求めた大橋川と中海接合部(N-2 地点)の密度界面振幅の推定結果を示す。北西風に伴って大橋川河口付近の界面が 1.5m 以上上昇していることが確認できる。このように大橋川河口部の密度界面が上昇すれば、大橋川に流入する流れによって浅水域を乗り越えて中海下層の水が大橋川に流入すると考えられる。

4. 結論

(1)窪地内の水交換は内部振動によっても生じるが、その影響は小さく、米子湾内の貧酸素化を解消するには至らない。

(2)気象平穏時、大橋川には中海上層の水が流入しているが、西~西北西の風によって大橋川河口付近の密度界面が上昇し、大橋川の流れに伴って中海下層の高塩分水が大橋川に流入する。

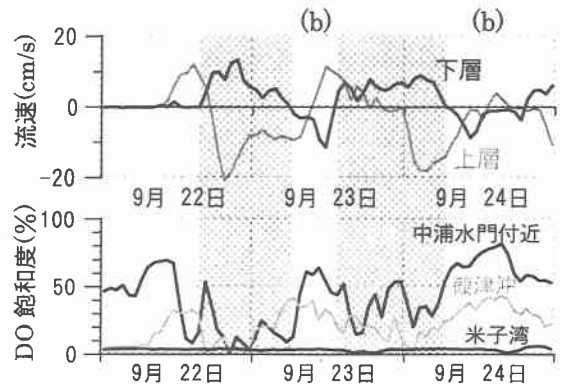


図 4 内部波に伴う流れと DO の経時変化
(1997 年 9 月 22 日~9 月 24 日)

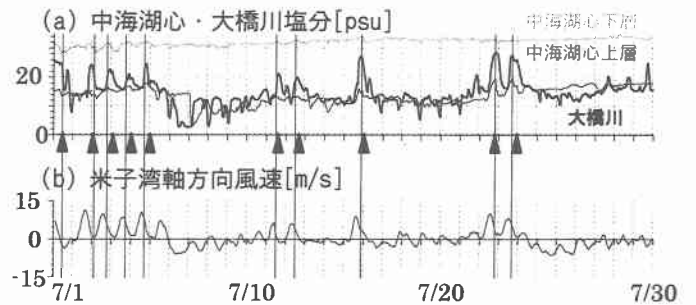


図 5 窪地内の流動と DO の経時変化
(2000 年 9 月 26 日~10 月 25 日)

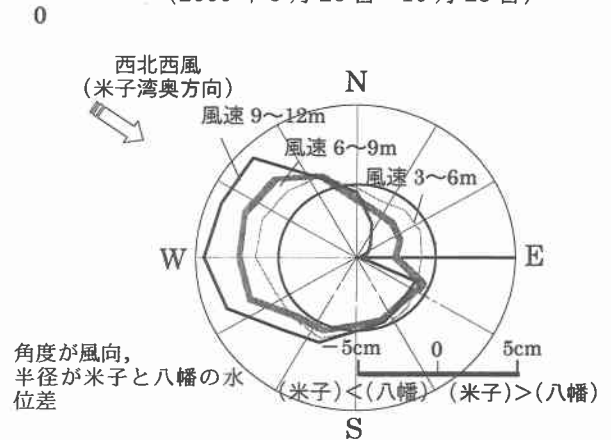


図 6 八幡と米子湾の水位差と風向(1998 年年間データ)

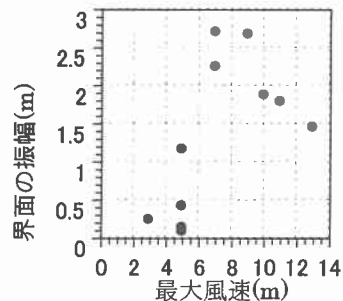


図 7 西北西風風速と大橋川河口(N-2)の界面振動の推定値