Ⅱ-249　中海における密度躍層内の流れと水質

広島大学大学院　学生員　黒川岳司　広島大学大学院　学生員　上原　浩
㈱東京建設コンサルタント　正会員　肥田幸子　広島大学工学部　ﾌｪﾛｰ会員　福岡捷二
建設省出雲工事事務所　正会員　鈴木　篤

1．序論

閉鎖性汽水湖の中海では強固な密度躍層が形成され，この密度躍層が湖内の流れ場と水質環境を特徴付けている．そこで，魚群探知機を用いて密度躍層の挙動を詳細に調べた．同時に，ADCP による流動観測と水質の鉛直分布の観測を行い，密度躍層と流動および水質との関連について考察した．

2．観測方法と観測期間中の気象条件

中海において，1998/9/28-9/29 の 2 潮汐間に，停滞性が強い米子湾を中心に観測を行った．**図-1** に観測点を示す．米子湾内の 8～12m 程度の深掘れ部に沿って魚群探知機による密度躍層界面の可視化と ADCP による流況観測を行った．観測点(●，▲印)では STD 等で塩分濃度，水温，DO，濁度の鉛直分布を計測した．以上の行程を 2 時間毎計 13 回行った．また，さらに水質構造を詳細に把握するために，観測点(●印)で水深 1m 毎の採水を行い，Chl-a や栄養塩類の鉛直分布も計測した．

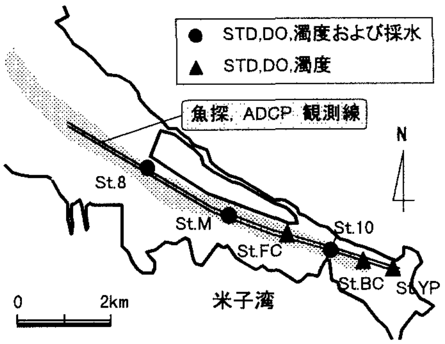


図-1 観測点

図-2 に観測期間中に米子湾内で観測された風向･風速および水位の経時変化を示す．観測期間を前後して台風が連続して去来し，観測期間中も日本海側に台風（途中で低気圧に変化）が接近しつつあったため，2～6m/s 程度の北東風が吹き続いていた．気圧は台風通過前で安定しており，外海水の流入も比較的少なかった．また，この時は小潮期で，日潮不等も大きくほぼ日周期の潮位変化を示していた．

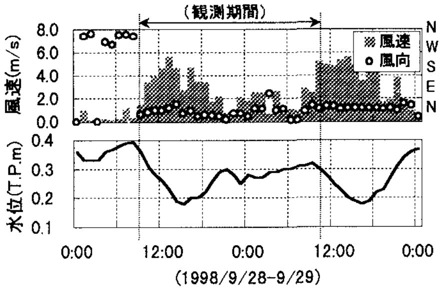


図-2 観測期間中の風向･風速と水位変化

3．結果および考察

(1) 密度躍層の可視化と挙動の追跡

図-3 に魚群探知機よって得た映像と，その時の St.10 での密度と濁度の鉛直分布を示す．密度躍層は，以前の台風の影響で通常より，緩やかな 2 段階状になっており，3～4m の幅を持っている．水中で映し出された部分は躍層内下部の濁度が上昇している部分と一致している．このことから，躍層内下部に集積している濁質の存在によって密度躍層が可視化できることがわかる．

図-4 は**図-3** のようにして得た躍層位置の時間変化を示す．大よ

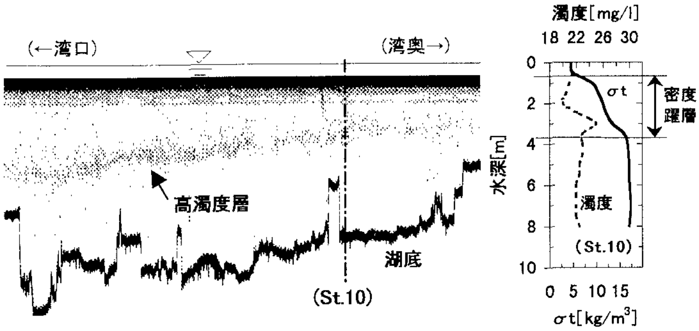


図-3 密度躍層の可視化と密度，濁度の鉛直分布

キーワード：閉鎖性汽水湖，中海，密度躍層，魚群探知機，栄養塩類

〒739-8527　東広島市鏡山 1-4-1　Tel.,Fax. 0824-24-7821

そ 24 時間周期で振動している．これは，この時の日周期の潮位変化に対応している．また，振動は完全な定在波とはなっておらず，進行波の性質も見られる． 9/28 22:00 から 9/29 10:00 頃までは躍層界面は低下傾向にある．この時の流動と密度躍層の挙動を知るために，**図-5** に 9/29 4:00-5:00 および 8:00-9:00 における ADCP によって得た湾軸方向の流況分布と，各観測点での前後 2 時間での密度の鉛直分布の変化を示す．流況は，密度躍層が幅を持っているために，二層流とはならず，躍層内や下層で流速が最も大きくなるような三層的な流動を示している．また，縦断方向にも変化が大きい．このような流れによる密度躍層の変化は，全体的には上層から下方向に潜り込むような流れによって密度躍層は低下している．また，湾奥部（St.BC～FC）においては，上層からの潜り込みにより密度躍層の位置が低下するとともに，勾配が緩やかになっており，躍層内での混合がみられる．一方，湾中央部（St.M～8）では，9/29 8:00～9:00 においては，躍層内で流速が大きく，下層で流れが小さいため，緩やかだった密度躍層は再び階段状態が強まっている．

(2)密度躍層が水質の鉛直分布に及ぼす影響

図-6 に St.M で得た各水質の鉛直分布を示す．各水質とも密度躍層の存在によって分布特性が支配さていることが確認できる．下層で無酸素化し，NH_4-N，PO_4-P が湖底に近いほど高いことから，底泥からのこれら無機栄養塩の連続的な溶出が起きていると推測される．また，これら無機栄養塩や T-P は下層と躍層の境界付近で上方向に急激に低下している．これは下層に蓄積された無機栄養塩の上層方向への輸送に対する躍層の阻止性の高さを示している．一方，躍層内～上層では Chl-a や DO，T-N が上方向に急激に増加し，逆に NH_4-N，PO_4-P は減少しており，両者の増加または減少の傾向は同じである．このことから上層～躍層内で下層からの無機栄養塩が植物プランクトンによりとり込まれ，植物プランクトンが増殖していることがわかる．

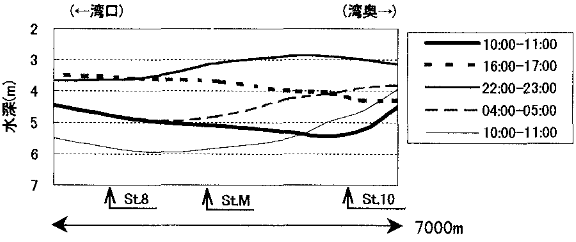
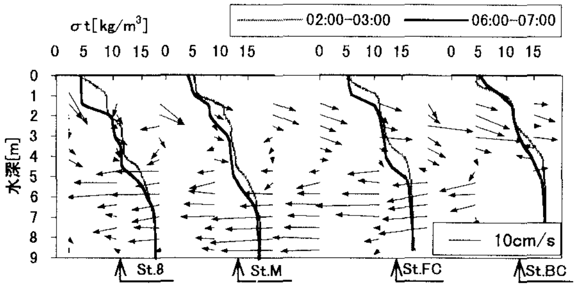
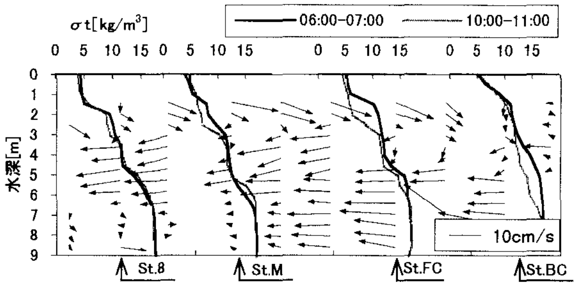


図-4 密度躍層の振動



(a) 9/29 4:00-5:00における流速ベクトルと σtの鉛直分布の変化(2:00-3:00, 6:00-



(b) 9/29 8:00-9:00における流速ベクトルと σtの鉛直分布の変化(6:00-7:00, 10:00-11:00)

図-5 流速ベクトルの湾軸縦断分布と密度躍層の変化

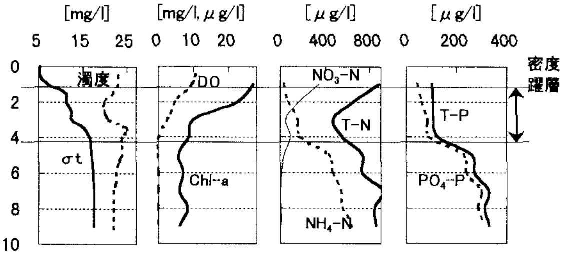


図-6 水質の鉛直分布（St.M, 9/28 18:00 頃）

また，T-N が T-P と異なり，Chl-a と同様の分布傾向を示しているのは，植物プランクトンによる窒素固定によるものと思われる．また，NO_3-N は躍層内でも高くなっている．これと高濁度となっている部分が一致していることから，躍層内での濁質の集積に伴って，バクテリアが集積していることが考えられる．