

閉鎖性水域における躍層の混合特性

広島大学工学部 ○日比野忠史 福岡 捷二
建設省出雲工事事務所 松本 直也

1. はじめに

近年、湖沼や湾等の水交換の少ない汽水域でかつ閉鎖性水域では生活雑排水や産業排水等のため水の富栄養化が進み青潮、赤潮等の発生による水質汚濁が深刻な問題となっている。湖沼や湾での流況や水質の観測は行われているものの、汽水域でかつ閉鎖性水域における複雑な富栄養化現象を解明するには至っていない。このような水質問題は閉鎖された水域内部の現象を観測し解析することだけではその解明は困難であり、この現象を支配する流入河川や外海の流況、気象、海象をも考慮に入れて湖沼や湾の水利、水質を一体的に解析することが必要である。これらの複雑な問題を解決するためには、現象を支配する要素を精度良く観測し、総合的に解析することが必要となる。本研究は超音波ドップラー流速プロファイラー、流向・流速計、水温・塩分計を用いて米子湾及び中浦水門での詳細な流況を観測して、汽水域でかつ閉鎖性水域での流動と水質現象を解明するための基礎的な情報を提供するものである。

2. 中海の地形と水域の調査方法

(1) 中海の地形

図1に中海付近の概略地形を示している。中海は海跡湖であり、斐伊川から淡水、美保湾から塩水の流入を受ける汽水湖である。中海は穴道湖と美保湾の中央に位置し、大橋川及び境水道のみによって連結された閉鎖性の水域である。特に、米子湾は中海奥に位置しており、湖水の交換の悪い水域である。

(2) 観測方法

図1には本研究で行った中海(米子湾)での観測項目及び観測地点が示されている。米子湾入口から米子港までの3測線(lineA~C)及び中浦水門において三次元流速計(ADCP)、流向・流速計、水温・塩分計を用いて面的な観測及び5地点(lineA~C中央、米子港、中浦水門)で固定観測を行っている。なお、水位は米子湾内の3地点(イ、ロ、ハ)で連続観測(10'毎)を行った。ロ地点は、イ地点より約3km米子港側に離れており、両地点とも美保湾側の地点である。ハ地点はロ地点の対岸にあり、ロ地点から約1.5kmの地点である。観測期間は小潮期('95.11/22.10:00-23.10:00)と大潮期(11/30.10:00-12/1.10:00)である。

3. 躍層の混合特性

(1) 米子湾の水位変動

図2は美保湾(美保関)の潮位と穴道湖流入口(新伊)での流入量の経時変化を示したものである。実線で挟まれた期間が流動観測を行った期間である。大潮期の潮位は小潮期に比較し、平均で10cm程度水位が高く、変動量も20cm程大きいことがわかる。新伊での流入水量は大潮期に比べて小潮期に20m³/sec程多く中海に流入している。また、流入量のピークは11/22の0:00頃にあり、観測期には減少傾向にある。図3には米子湾内の水位(図1に示す観測点ロ)の経時変化が示されている。潮位は大潮期に平均で10cm以上高くなっているにも関わらず、米子湾内では小潮期に約10cm水位が高くなっている。このことは、米子湾の水位変化が美保湾の潮位変化に比較して鈍感であることを示しており、長期的な変動と短期的な変動が混在していることがわかる。

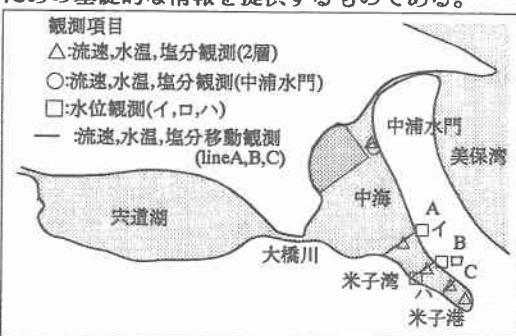


図1 中海付近の概略地形と観測項目

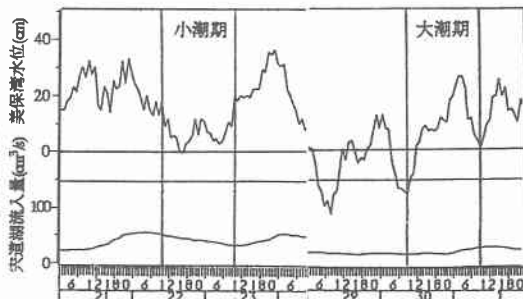


図2 美保湾潮位と穴道湖流入量の経時変化

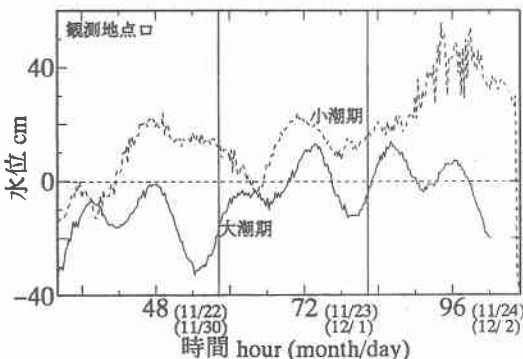


図3 米子湾での水位の経時変化

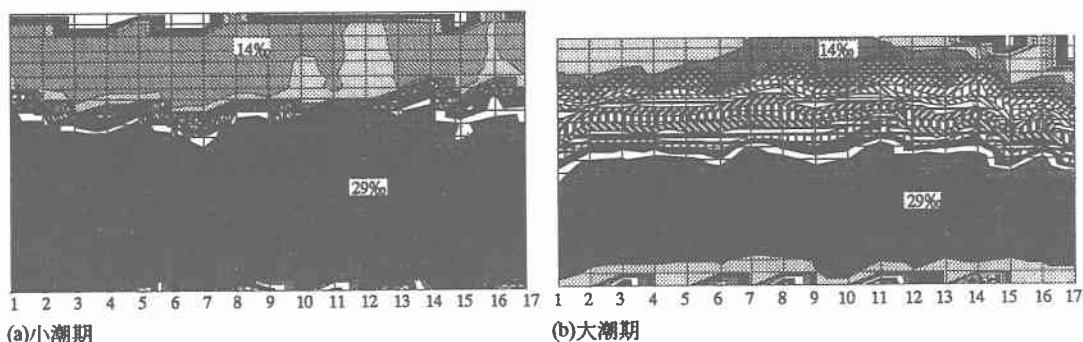


図4 米子湾(lineB中央)での塩分濃度分布の経時変化(等値線図、横軸は観測回数(1回の観測は1.5時間)、縦軸は水深(1日盛は50cm)、等値線図の間隔は1‰である。)

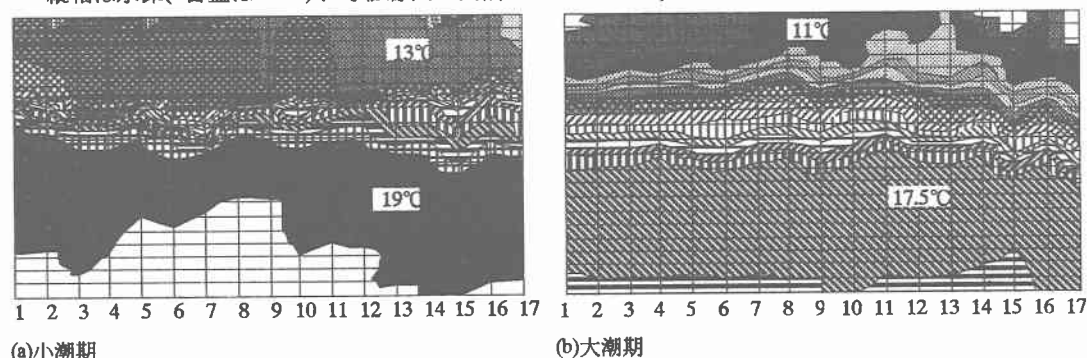


図5 米子湾(lineB中央)での水温分布の経時変化(等値線図、横軸は観測回数(1回の観測は1.5時間)、縦軸は水深(1日盛は50cm)、等値線図の間隔は0.5°Cである。)

(2) 塩分及び水温躍層厚の変動

図4(a)と(b)はlineB(米子湾中央)の中央で観測された塩分濃度の鉛直分布の等値線(1‰間隔)を経時的に示したものである。横軸は観測回数(1回の観測は1.5時間)、縦軸は水深(1日盛は50cm)、等値線図の間隔は1‰である。小潮期には明瞭な躍層が観測されているが、大潮期には躍層が緩やかな勾配をもつ形に変化していることがわかる。この傾向は観測期間を通して観測されており、観測期間中の潮位の変動よりスケールの長い変動に影響されていることが予想される。観測期間以前の潮位の変化を長期的にみると小潮期以前の潮位は大潮期以前の潮位に比較して40cm以上の差があり、このことが中海の水位や躍層の形状に影響を与えているものと考えられる。躍層下の塩分濃度は多少の流れ(躍層下の流速の最大は約10cm/sec)があっても変化していないことがわかる。湖底の塩分濃度は長期的にほぼ一定(30‰程度)である。図5(a)と(b)は図4と同位置で観測した水温の鉛直分布の等値線(0.5°C間隔)を経時的に示したものである。横軸、縦軸は図4と同様である。図4と5から水温と塩分濃度の変動比較すると大潮期には良い一致がみられるが、小潮期には大潮期と比較して相関が低いことがわかる。さらに、塩分濃度は小潮期～大潮期を通して躍層上下層において変化が小さいが、水温は全層で小潮期から大潮期に変わる約10日の間に2°C程度変化している。また、水温は塩分濃度に比較して変化が緩やかで、かつ変動量が大いことがわかる。これらは、水温と塩分の拡散の機構が異なるためであり、小潮期にこの傾向が強いのは塩分濃度、水温勾配が大きいためである。混合流体の拡散現象は塩分濃度、水温が独立に変化し、かつ各々の勾配が複雑に絡みあった現象である。今後さらに躍層の変動を観測し、躍層の混合特性について理解を深める予定である。

4. まとめ 米子湾の流れの特性は以下のようにまとめられる。①美保湾、米子湾、中海南側の水位の関係によって美保湾⇌米子湾、美保湾⇌中海南側の流れが決定される。②米子湾の水位及び躍層の厚さは1日周期の干満差ではなく、長期的な潮位の変動によって変化する。③小潮期には水温と塩分の拡散機構の違いが明確に現れている。④塩分濃度は小潮期～大潮期を通して変化が小さいが、水温は全層で変化している。

参考文献 橋谷博・宍道湖・中海水質月報、島根大学理学部化学科環境分析科学研究室、1994