新しい観測法を用いた閉鎖性汽水湖内部の流れ場の観測

広島大学　正　福岡捷二　建設省出雲工事事務所　正　池内幸司
運輸省港湾技術研究所　正　日比野忠史
徳島県　正○阿瀬川靖　広島大学大学院　学　中村　剛

1. はじめに

閉鎖性汽水域では海水と淡水の流入により密度躍層が形成されており、躍層の上下層ではそれぞれが複雑な流れ場を形成している.この複雑な流れの機構を明らかにするためには詳細な流れ場の観測が必要であり、流況を断面的に観測するだけではなく、流れ場を平面的に連続観測を行う必要がある.そこで本研究では水中に放流した発信器を追跡することにより面的な流れ場を観測する装置の開発を行う.さらにこの装置を用いて中海の中でも特に閉鎖的な米子湾において連続観測を行い湖内部の流れ場を把握し、気象・潮汐と流れの関係を評価することを目的としている.

2. 新しい観測システムの開発

現時点でのADCPを用いた断面流況観測では測定断面の流況を知るにとどまっており、測定断面外でどのように流れているかは定かではない.また船による移動観測であるために、荒天時には観測を行うことができないという欠点がある.今回、開発を行った計測システム（Track Point System）は密度調整を行うことにより湖内部に浮遊させることができる発信器（Transponder）の位置を測定する装置であり、連続観測を行うことにより湖内部の流れ場をトレーサのように可視化することができるものである.測定の原理は発信器と観測ステーションに設置した受信器（Hydorophone）間の超音波の往復時間により距離を、超音波の入射角により方位が決定される.また観測に船が必要でないため荒天時も観測することができる.

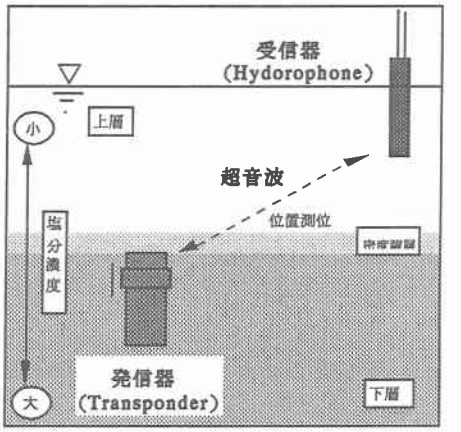

図1　TPSの計測の仕組み

3. システムの性能確認試験

Track Point System（以下TPS）は超音波の到達時間差と入射角によりTransponderの位置を決定しているため、超音波が障害物や海面波により屈折したり、他の音波等のノイズにより誤差が生じる.そのため測定誤差がどの程度であるかを実際の水域で確認を行った.

(1)精度について...精度確認試験はGPSとTransponderの軌跡を比較した.試験実施場所は広島大学西条キャンパス内にある水域面積0.83ha,水深1.5m~3.5mのブドウ池で行った.この水域において船によりTransponderを牽引し、陸上と船上に設置したGPSにより船の経路の測量を行った.試験結果を図2に示す.○がTransponder、▲がGPSの軌跡を示している.この図からTPSとGPSの軌跡はほぼ一致しており平面的な流れ場を観測するというTPSの目的を考慮すれば、十分な精度であると考えられる.

(2)最大受信距離...最大受信距離確認試験は中海の米子湾で行った.Transponderを船により牽引しHydorophoneとの距離間隔を徐々に大きくすることにより受信可能距離を測定した.同時に船の位置をGPS測量した結果、約1kmの範囲で十分な精度でTransponderを追跡することが可能であることが確認された.

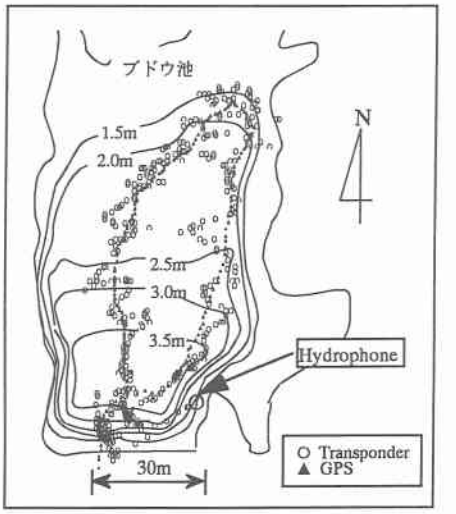

図2　浅い水深での精度実験

4. TPSを用いた中海での米子湾流動観測

(1)観測目的及び方法...開発を行ったシステムを用いて中海において流動観測を行った.中海の流動は、主として気候、気象、潮汐の変動によって起こっており、週スケールでは気圧変化に伴う水位の変動、日スケールでは潮汐と気象の影響の大小により躍層の

上下層で複雑な流れ場を形成している.[1] 米子湾の中央(中海湖心から7km、湾奥から6km)での半日~日周期の流動を明らかにするため、Transponderを密度躍層下部に浮遊させ下層の流れ場の観測を行った.また同時に水位変化、風、ADCPによる断面流況等を測定することにより観測の有効性をを高めた.

(2)結果...観測はH8/11/29/09:00~H8/11/30/10:00の間で行った.各放流時間のTransponderの軌跡を図3に示す.放流1では13:00頃に流動方向が米子湾奥方向から中海湖心方向に変化しており、放流2,3では常時中海方向に流れていることが分かる.放流4では11/30/04:30頃に流動方向が変化した.

(3)考察...観測期間のTransponderの流向・流速と中海の水位変動の経時変化を図4に示す.この図からTransponderの流れ方向が変化した時間と最高・最低水位のピークが同時刻であることが分かる.このことにより米子湾中央では水位変化と流向変化が同位相であることが分かった.流向が変化した時の水位変化は20~30cmであり、Transponderの流向が変化しなかった11/29/20:00~23:00の水位変化が数cmであることから、米子湾中央の流向は日周期で生じる数十cmの水位変動により影響を受けるものと考えられる.図5は図3に示した流向流速計(St5)の上層、下層のY軸成分の流速を示したものである.図4と図5を比較することにより、Transponderの速度と流向流速計の下層の流速が対応していることが確認できる.さらにTransponderの流向が変化した時刻において、上層と下層の流れの方向が逆転していることが分かる.次に、米子湾の湾口が北西方向に開いているため、北西成分の風速とTransponderの速度の経時変化(図6)を比較した.図6よりTransponderの速度が最も速かった時(放流3)と風速のピーク時が一致することが分かる.この期間の水位変動は小さく、流れが一方向に流れていたことから、風が流れを助長したと考えられる.

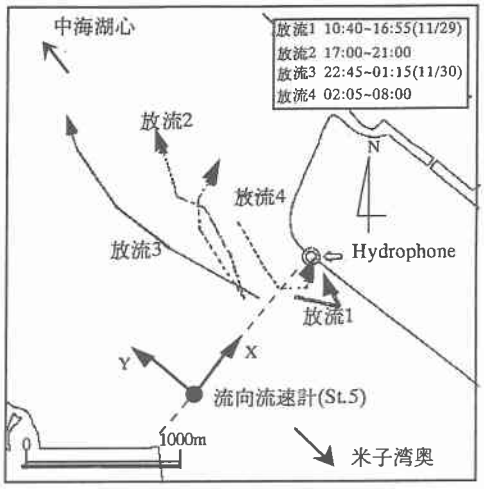

図3　Transponderの軌跡および流向流速計の設置位置

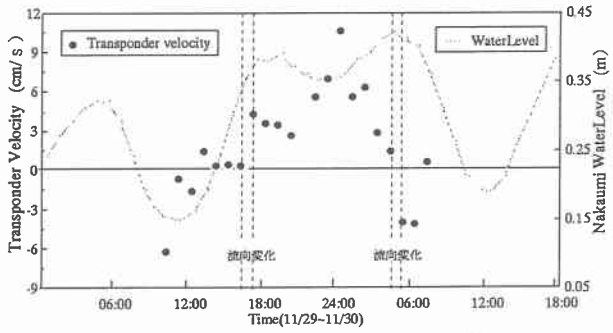

図4　中海の水位変化とTransponderの速度関係

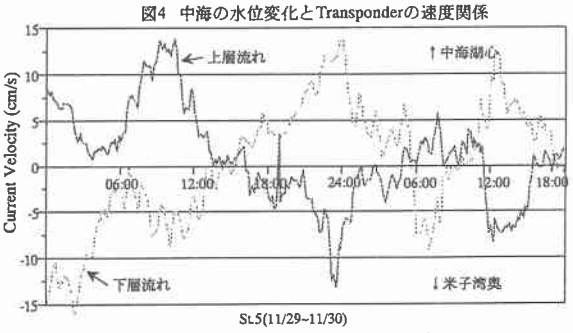

図5　流向流速計の上層・下層のY成分

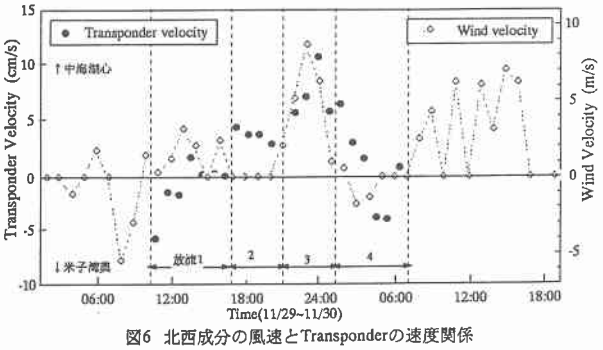

図6　北西成分の風速とTransponderの速度関係

5. まとめ

1）本研究で開発を行った Track Point Systemは試験実施水域において完全に作動し、下層の流れ場を十分に観測できることが確認された.

2）システムを用いて観測を行った結果、発信器の流向変化と水位のピークが同時刻であることから、米子湾中央の下層の流向変化と水位変化が同位相であることが分かった.また小規模の水位変動時には発信器の流向が変化しなかったことから米子湾中央の流れ場は日周期の大規模な水位変化による.

3）水位変動が小さく流れが一方向に流れている場合、流れは湾方向の風の影響を受け助長される.

参考文献

1）日比野忠史：連結系水域での流動-気候・気象の変化が流れに及ぼす影響-,1996年度(32回)水工学に関する夏期研修会講義論文集,Aコース,pp.A-7-1-20,1996