

広島湾北部海域における吹送流の特性

広島大学 学生会員 ○木村隆浩
 広島大学 正会員 川西澄

1. 研究の背景と目的

潮流の弱い閉鎖性内湾の物質輸送に吹送流は大きな役割を果たしており、広島湾においてもしばしば強風によって水質が大きく変化することがわかっている。これまでの現地観測から、風の状態が同じでも発生する吹送流の鉛直構造は、時間によって大きく異なっている。主に、淡水流入量や潮流振幅の変化などに伴う海洋構造の変化によって、吹送流の鉛直構造は大きく変わると考えられるが、その実態は明らかにされていない。本研究は広島湾北部海域において、超音波ドップラー流速計(以下ADPと呼ぶ)とTPMクロロテックによって、長期間連続的に測定された流速分布と水質の変動を解析し、潮差や気象条件が吹送流の鉛直構造に与える影響と発生した吹送流による水質変動を明らかにすることを目的としている。

2. 観測の概要

太田川河口付近 Stn.B(平均水深 17m)において、養殖カキ筏連の灯浮漂筏にADP(測定層厚 0.5m)を係留し、2000年10月14日10:35～11月18日9:45の間、流速の鉛直分布の連続観測を行った。ADP観測と同時に、水深4mで塩分、水温、濁度、クロロフィル蛍光を連続測定するとともに、1週間に1度、濁度とクロロフィル蛍光の鉛直分布を測定した。

3. 吹送流の運動方程式

コリオリの力は無視し、鉛直2次元の定常状態を考えた時の吹送流の運動方程式を以下に示す。

$$-g \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} \left(Kz \frac{\partial u}{\partial z} \right) = 0 \cdots \cdots (1), \text{ここで、}\eta \text{を海面の変}$$

位、 Kz を鉛直渦動粘性係数とする。

また、 x 軸を水平・ z 軸を鉛直上方にとるとすると境界条件は以下のように決まる。

$$\left(\rho Kz \frac{\partial u}{\partial z} \right)_{z=0} = \tau_s; \quad z=0, \quad u=0; \quad z=-h \quad \text{ここで}\tau_s \text{は海面に働く風のせん断応力、}h \text{は水深とする。}$$

(1)式より、吹送流の大きさは風のせん断応力 τ_s に比例するが、風向きと同じ方向に流れる層の厚さは τ_s に

関係なく Kz で決まる。仮に Kz を一定とすれば、風向きと同じ方向に流れる層の厚さは約 $h/3$ 程度になる。

4. データの解析方法と結果

風と降水量のデータは、広島地方気象台において1時間ごとに測定されているものを利用した(Fig.2)。ADPの流速データは、潮汐成分を除くために、離散 Wavelets 変換を行って、周期約30時間以下の変動成分をカットした後、逆変換して残差成分を求め、吹送流の解析に使用した。風速の時間変動に対する吹送流の応答が時間的にどのように変化するかを調べるため、風速の時間変動と残差流の時間変動の相互相関係数を、2時間おきに長さ4日間のデータを取り出して計算し、相互相関係数の時空間(水深-時間)分布を求めた(Fig.3)。また、潮流による移流の影響を Wavelets 変換で取り除いた水質変動と風速の相互相関係数を求め、吹送流によって引き起こされる水質変動が時間的にどのように変化しているかを検討した(Fig.4)。

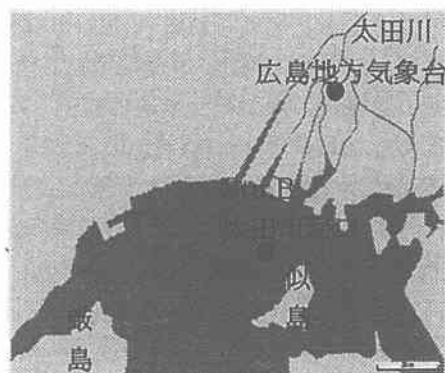


Fig.1 観測海域図

5. 結論

Fig.2 より観測期間中は北北東の風が卓越しており、風速は $2 \sim 8 \text{ m/s}$ の範囲で変動していた。また、11月初めには日降水量 $30 \sim 40 \text{ mm}$ 程度の降雨があった。南北方向風速変動と表底層の残差流の相互相関係数を計算した結果、風速に対する流速の応答遅れは約 5 時間程度で、相関は東西南方向流速成分の方が南北方向流速成分より高かった。

Fig.3 は南北方向風速変動と東西方向流速変動の時空間(水深-時間)分布を、水深変化とともに示している。Fig.3 から、風速変動に対し正の相関を示す海水の厚さは、時間とともに大きく変動しており、潮汐に伴う

水深変化と比較すると、正の相関領域は大潮で厚く、小潮で薄くなる傾向があることがわかる。この結果は、潮流振幅の大小によって、密度成層状態や層厚を決定づける鉛直渦動粘性係数の鉛直分布が変化し、吹送流の鉛直構造が大きく変わっていることを示している。Fig.4 は風速変動に対する深さ 4m における水温、クロロフィル a 量の相互相関係数を示している。吹送流の鉛直構造の変化に応じて、風速変動と正の相関を示す場合と負の相関を示す場合がある。Fig.4 の結果から、この時期は表層において、湾西部の海水は高温で植物プランクトンが多い傾向にあることが予想される。この結果は、これまでの観測から予想される水質の東西方向分布とほぼ一致しており、吹送流の水平移流によって水質が変動していることがわかる。現時点では、湾内の主な流動として挙げられる吹送流、密度流、潮汐残差流を別々に分けて考えるのは困難であるので、密度成層や潮流振幅の大小に伴う吹送流の鉛直構造の変化という視点から湾内の流れを議論した。今後は、湾内の流動を決定する上で重要なパラメーターとされる鉛直渦動粘性係数を、乱流モデルを用いて推定する必要があると考えている。

参考文献 1) 橋本英資・朱 小華・長尾正之・高杉由夫：広島湾の海洋構造に及ぼす風の影響，海と空，第 76 巻，第 3 号，2000

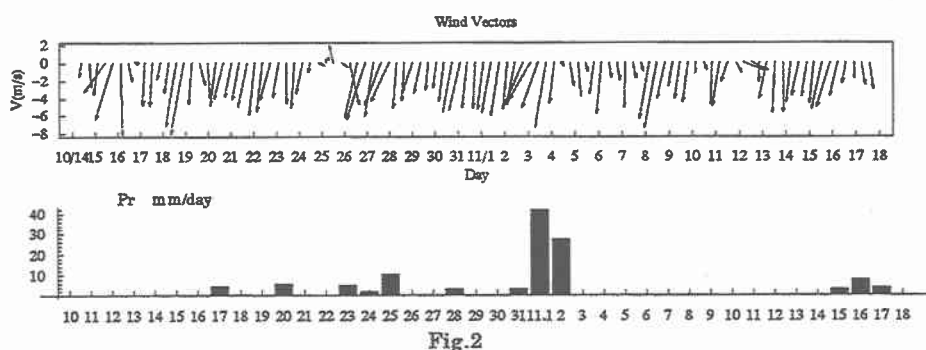


Fig.2

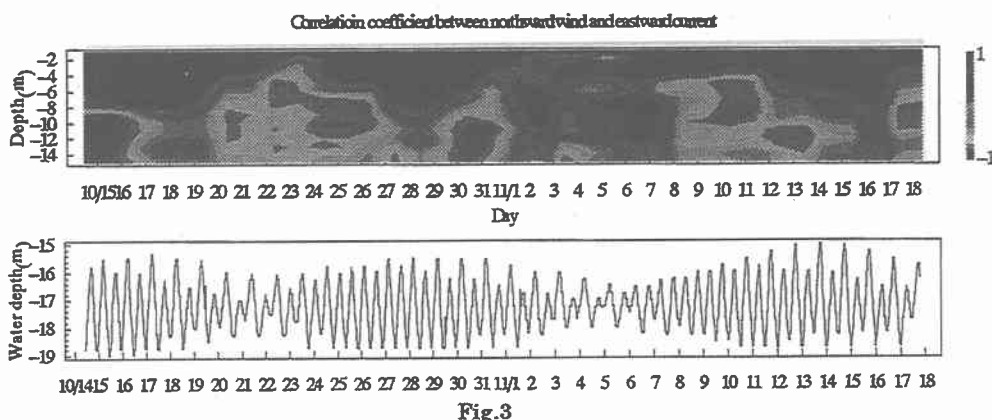


Fig.3

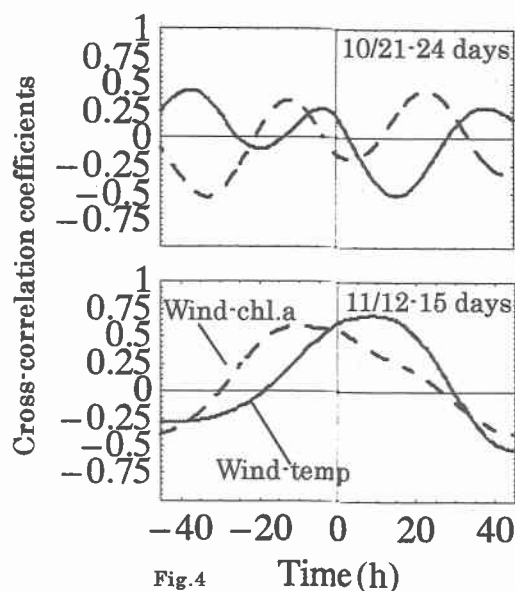


Fig.4