

広島湾湾奥部における海底高濁度層の観測

広島大学工学部 学会員 ○ 山本 洋久
 広島大学工学部 正会員 川西 澄
 広島大学工学部 正会員 余越 正一郎

1. はじめに

沿岸海域の海底近傍には表層や中層に比べて懸濁粒子濃度の高い、海底高濁度層と呼ばれる層が形成されている。海底高濁度層を形成する懸濁粒子は、沿岸海域の富栄養化・貧酸素水塊の発生に影響を及ぼしているだけでなく、底生生物や動物プランクトンの餌料としても深く関与している。本研究では、流速と懸濁粒子濃度の同時連続観測から海底境界層の流速変動や濁度変動、懸濁粒子の乱流フラックスを求め、底層流と懸濁粒子の挙動を明らかにすることを目的としている。

2. 観測概要

観測地点は、太田川放水路から2.5km上流の広島湾湾奥部で、1996年11月10日8時40分より17時に至るまでの約半潮汐間、流速、超音波の散乱強度、濁度、水温、塩分の連続観測を行った（Fig.1 参照）。当日の天候は曇りで風はほとんどなく、大潮で水深は最大12.1cm、最低9.3cmであった。

観測方法としては、流速分解能0.1m/sのSonTek社製超音波ドップラー流速計（ADV）を用いて底層の流速測定を行い、同時に懸濁粒子濃度を測定するために、赤外線散乱光式濁度計（OBS）とADV、採水用ビニールチューブを測定領域が同位置（海底上25cm）になるようにフレームに取り付け、海底に設置した（Fig.2 参照）。また、2軸傾斜方位角センサーからADVの姿勢を知ることができ、このセンサーのデータを使い座標変換を行って主流方向V、鉛直方向wの流速成分に変換した。各測定器は、サンプリング周波数20Hzで同時AD変換し、連続記録した。また、ADVでは一点しか計測できないことから、超音波ドップラー流速プロファイラー（ADP）を用いて流速の鉛直分布を測定し、同時に散乱強度を用いて懸濁粒子濃度の鉛直分布を測定した。

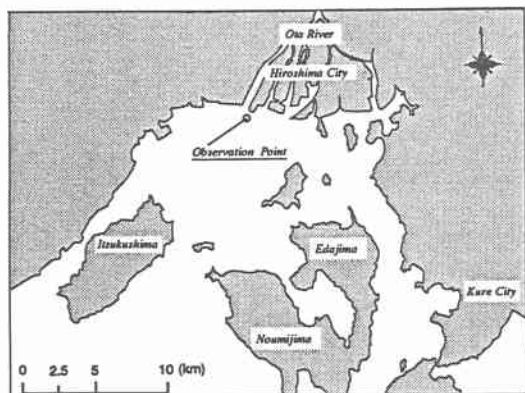


Fig.1 観測地点

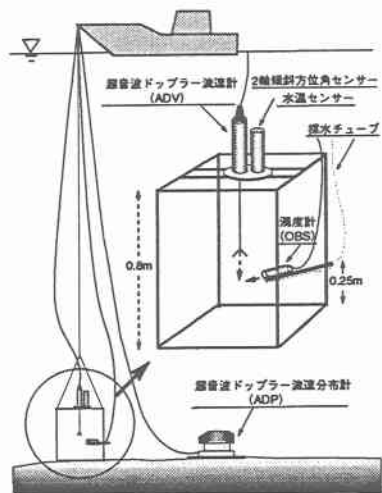


Fig.2 観測装置

3. 散乱強度

超音波を発するADVと赤外線を発するOBSの散乱特性の違いを利用し、懸濁粒子の平均粒径を推定した上での懸濁粒子濃度を求める。現地で採取した底泥を、水槽を用いた沈降試験によるキャリブレーションを行った。その結果、ADVとOBSの散乱強度 I_{ADV} 、 I_{OBS} と懸濁粒子濃度 C との間で次のような関係が得られた。

$$C \propto I_{ADV}^{0.21} I_{OBS}^{0.77} \quad (1)$$

また、ADPから得られる散乱強度 I_{ADP} は、音波の広がりや海水の吸収による伝播損失を考慮して求めた。この値は、粒径の変化があまり大きくない場合、赤外線散乱光式濁度計から得られる濁度分布とよく一致することが分かっている。散乱強度を求める式は以下になる。

$$10 \log I_{ADP} = \log 10^{0.46 EL} - \log 10^{0.46 NL} + 20 \log r + 2\alpha r \quad (2)$$

EL: エコーレベル NL: ノイズレベル r: ADPのトランスデューサーから測定層までの距離

α : 海水による音波の吸収率（ここでは $\alpha = 0.58$ ）

4. 結果, 考察

Fig.3 は, 式 (1),(2) より求めた懸濁粒子濃度の鉛直分布である。この図から, 12 時~13 時において中層で懸濁粒子濃度が高くなっているのが分かる。この原因としては, 観測時広島港において行われていた埋め立て工事の影響のためか, 他の原因によるものかは分からない。また, 海底近傍の懸濁粒子濃度が, 一様が高くなっていることが確認できる。Fig.4 に ADV により測定された海底上 0.8m の各要素の経時変化を示している。(a) 図は, 水深変化を示している。(b) 図は, 水平流速を示しており最大で 6cm/s 未満と非常に小さく, このことから観測を行った地点は, 停滞性の強い海域であることが分かる。(c) 図は, 懸濁粒子濃度を示しており ADV より得られた値と採水サンプルの重量測定 (SS) より得られた値とはよく一致していることが分かる。(d) 図は, レイノルズ剪断応力を示しており, 底層での流れが微弱なため最大でも 0.08dynes cm^{-2} 未満と小さくなっている。よって, 海底での巻き上がりが起きているとは考えにくい。しかし, 懸濁粒子濃度の主流方向・鉛直方向の乱流フラックスを示した (e),(f) 図を見てみると, 主流方向で負, 鉛直方向で正の値を示している。これは, 海底近傍で上昇流が発生していることを示している。また, Fig.5 を見てみるとレイノルズ剪断応力・平均流速と鉛直乱流フラックスの間に正の相関が見られ, 剪断応力が小さいにもかかわらず潮流によって巻き上がりが起こっていると考えられる。一方, 上層から沈降してきた懸濁粒子が, 海底近傍での乱れによって沈降しにくくなっていることも考えられる。

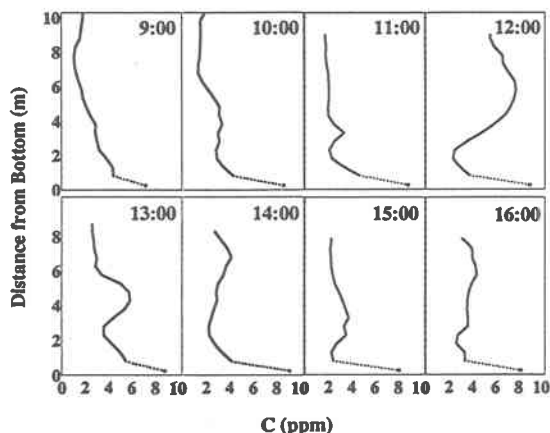


Fig.3 懸濁粒子濃度の鉛直分布

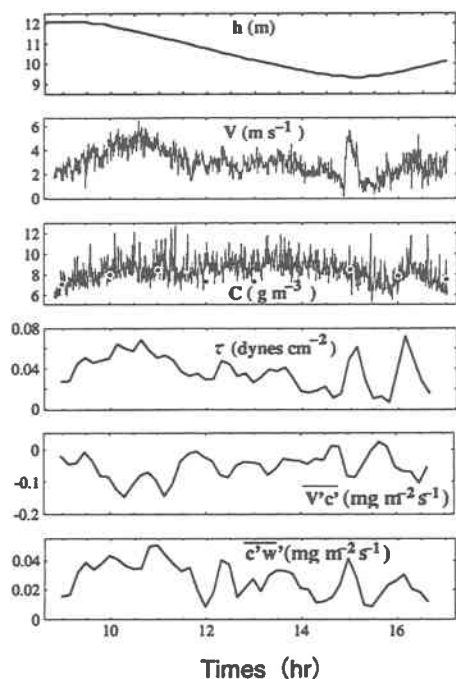


Fig.4 各要素の経時変化

5. 結論

今回観測を行なった停滞性の強い沿岸域の底層において, 流速及びレイノルズ剪断応力の値が小さいにもかかわらず巻き上がりが生じており, その結果, 海底高濁度層を形成しているようである。また, 沈降粒子が海底高濁度層の一因となっている可能性があるが表層と底層の懸濁粒子の種類を調べていないため一概に言うことはできない。

6. 参考文献

- 1) James F. Lynch. et al : Determining suspended sediment particle size information from acoustical and optical backscatter measurements, Continental Shelf Research, Vol.14, No.10/11, 1994
- 2) R. J. Unick : 水中音響の原理, 共立出版社, 1978

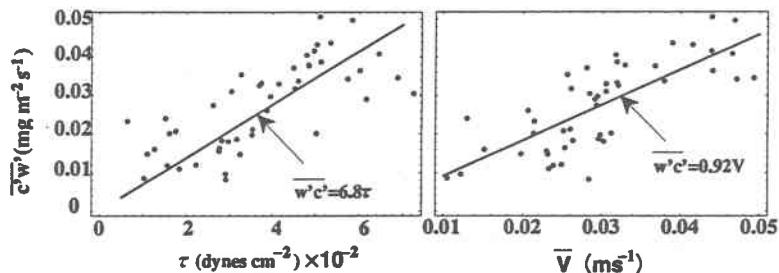


Fig.5 レイノルズ剪断応力・平均流速と鉛直乱流フラックスの関係