

有明海奥部における透明度の変動に関する研究

佐賀大学理工学部 学○前田和範 正 大串浩一郎
佐賀大学有明海総合研究プロジェクト 速水祐一

1. 研究目的

近年の有明海で問題になっている環境変化の 1 つに透明度の上昇がある(中田・野中, 2003). その原因についてはいくつか報告があるが、現在も解明されていない. 透明度上昇は赤潮増加の原因の 1 つとして指摘されており(清本ら, 2006 など)、原因解明が急務である. そこで、本研究は有明海奥部の透明度上昇の原因を明らかにすることを目的とした.

2. 研究方法

解析には佐賀県の有明海浅海定線調査の透明度、塩分、プランクトン沈殿量データを用いた. 図-1 に測点を示す. また、外海の影響を検討するため熊本県の有明海浅海定線調査データを用いた. 透明度は表層の懸濁物質濃度に反比例する(吉村, 1936). すなわち懸濁物質濃度を D 、透明度を T とすると、 $DT=const$ である. ただし、厳密には溶存物質と水自体による光の消散があるため $D=a/T+\beta$ (a, β は定数) となる. 環境省が 2001、2 年度に行った有明海海域環境調査データを用いて透明度 T と表層の懸濁物質濃度 D の関係式を求めると、 $D=18.8(1/T-0.18)$ という関係が得られた. そこで、本研究ではこの関係を用いて透明度を懸濁物質濃度に変換した. また、透明度の異なる 2 種の水塊が同量混合した時、懸濁物質量は保存されると考えられるので懸濁物質濃度は 2 つの水塊の平均値になると考えられる. しかし、透明度については 2 つの水塊の平均値とはならないので透明度を算術平均することは適切でない(武岡, 1987). したがって、本研究では透明度を平均する時は調和平均をとることとした. 次に、エスチャリーにおける物質の動態を 1 次元で考え、河川流量が少なく定常であると仮定すると、懸濁物質濃度 D と塩分 S の間には以下の関係が成り立つ.

$$D = D_0 \cdot \exp\{-a_D(S - S_0)\} \quad (1)$$

ここで、 $a_D = 1/a \sqrt{w/hk}$ 、 D_0, S_0 は懸濁物質供給源における懸濁物質濃度、塩分、 w は懸濁物質の沈降速度、 h は表層水の厚さ、 k は水平拡散係数、 a は定数である. (1) 式について両辺の対数をとると、以下ようになる.

$$\log D = -a_D(S - S_0) + \log D_0 \quad (2)$$

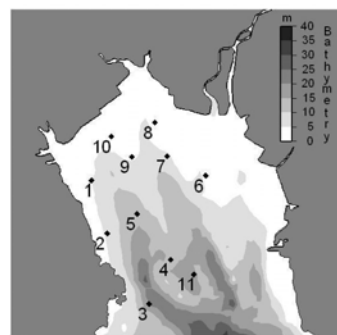


図-1 佐賀県浅海定線調査測点図

したがって縦軸を $\log D$ 、横軸を S としたグラフ上に D, S の観測値をプロットし、その間に直線関係が得られれば、懸濁物質は保存的に振舞っていると考えられる. この式を用いて透明度の変動要因について解析した.

3. 結果及び考察

有明海佐賀県海域(図-1 の 1~11 の地点)の透明度は、平年値で見ると、沖合域では秋(10~12 月)、冬(1~3 月)に高く、春(4~6 月)、夏(7~9 月)に低かった. 一方、湾奥域では春、夏に高く秋、冬に低かった. 全海域で 1972 年から 2004 年までの期間について経年変化を調べると、年間平均値でも季節別にみても透明度は上昇していた. 季節別に求めた透明度の経年変動について回帰直線を求め、その傾きを透明度上昇率とした(図-2). その結果、透明度上昇率は秋、冬に大きく、春、夏に小さかった(図-3). 以下では透明度上昇率の大きかった秋、冬の解析結果に

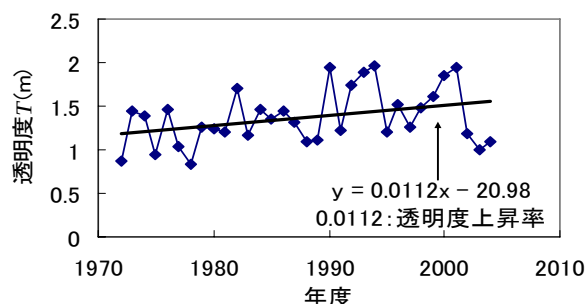


図-2 全測点平均透明度の経年変動(冬)

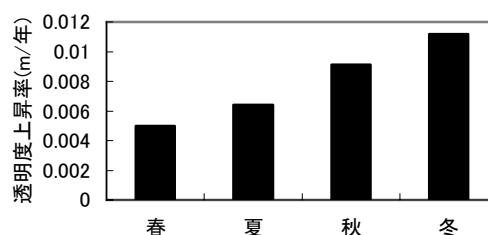


図-3 季節別にみた透明度上昇率

ついて述べる.

次に透明度上昇の原因を調べるために塩分の高い測点 2、3、4、5、7、11 を沖合の測点として、透明度から求めた懸濁物質濃度の対数値と塩分について比較した. その結果、両者により直線関係がみられた(図-4). これは、表層懸濁物質が保存的に振舞っていることを示す. 図-4 の縦軸の切片から湾奥域にある懸濁物質供給源における懸濁物質濃度 D_0 が得られ、傾きから沈降速度の $1/2$ 乗の関数である a_0 が求められる. そこで、各年の値についてこのような解析を行い、 a_0 、 D_0 の経年変動を求めた. その結果、 a_0 、 D_0 どちらも減少傾向にあった(図-5, 6). a_0 の減少は沈降速度の低下を示すと考えられる. これは透明度上昇の原因にはならない. したがって、沖合域の透明度上昇の原因は湾奥域における懸濁物質供給量の減少が原因と考えられた.

D_0 の減少の原因について考察するため、湾奥の懸濁物質濃度の経年変動と比較した(図-6). その結果、1985 年以降は D_0 と湾奥の懸濁物質濃度はほぼ同じ値であったが、1984 年以前は D_0 の方が大きかった. 湾奥の懸濁物質濃度には大きな経年変動がみられなかった. 1984 年以前と 1985 年以降にわけて、それぞれの期間の平均値について湾奥域のデータを含めて懸濁物質濃度 D と塩分の関係を調べると図-7 のようになった. 1985 年以降についてはほぼすべての測点のデータが直線上にのった. 一方、1984 年以前については上に凸の分布となった. これは、1984 年以前は湾奥域と沖合域の間に懸濁物質の供給源が存在していたが、1985 年以降それがなくなったことを示す. つまり、懸濁物質の供給源になっている活発に巻上げが生じている水域が、1984 年以前はより沖合(高塩分域)まで広がっていたと考えられる.

4. まとめ

- 1972 年から 2006 年にかけて有明海佐賀県海域における透明度は上昇傾向にあり、上昇は季節別にみると秋、冬に大きく、沖合ほど大きかった.
- 沖合域の透明度上昇の原因は、湾奥域の懸濁物質供給源からの供給量の減少であると考えられた.
- 湾奥域において活発に巻上げが生じている水域が 1985 年以降縮小したことが、懸濁物質供給量減少の原因と考えられた.

謝辞

本研究を行うにあたって資料を提供していただいた佐賀県有明水産振興センター、熊本県水産研究センター、

筑後川河川事務所に感謝申し上げる. また、環境省調査データは有明海環境情報・研究ネットワークからダウンロードしたものを用いた.

参考文献

- 吉村(1936) 海と空, 16(1), 23-36.
- 武岡(1987) 海と空, 63(1), 15-27.
- 中田・野中(2003) 月刊海洋, 256-260.
- 清本ら(2006) 沿環連ジョイントシンポ, 5-8.

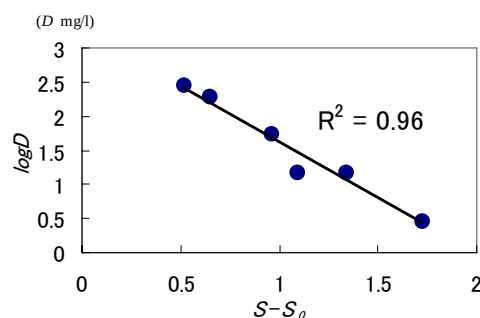


図-4 沖合域における懸濁物質濃度 D と塩分 S の関係(秋・冬)

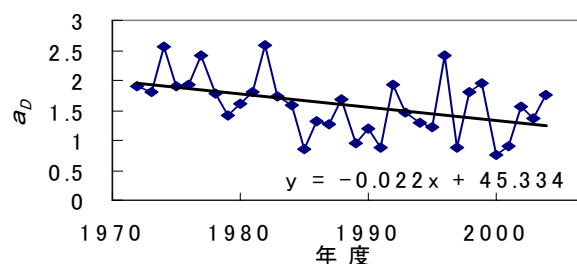


図-5 秋・冬の沖合域における a_0 の経年変動

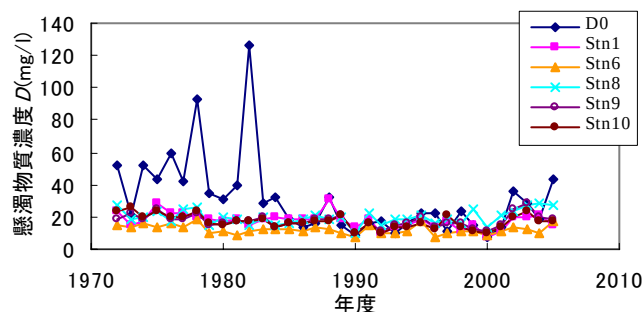


図-6 秋・冬の D_0 と湾奥の懸濁物質濃度 D の経年変動

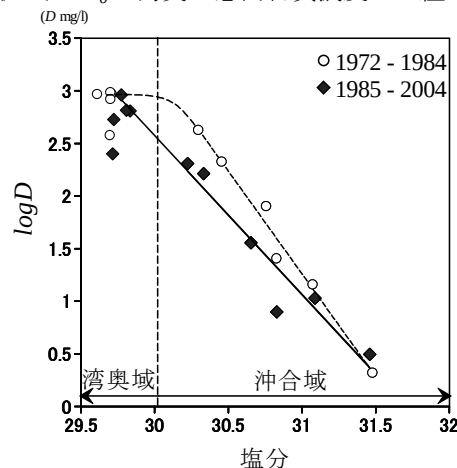


図-7 1984 年以前と 1985 年以降の $\log D$ と塩分の関係