

底泥内の間隙水浸透モデルの構築と堆積有機泥の挙動に関する研究

広島大学大学院工学研究科
広島大学大学院工学研究科

学生会員 ○木梨 行宏
正会員 駒井克昭 日比野 忠史

1.はじめに

従来、海底での濁度の上昇は流れによるせん断力の影響で底泥が巻き上がる事により起こると考えられてきた。しかし呉湾奥部では、海底付近の流れと濁度の相関は低く、濁度の上昇は底泥内からの間隙水の流出に関連している事が示されている。また底質の季節変動は底泥内の栄養塩循環を考える上でも重要であるが、詳しく分かっていない。

本研究では、現地における濁度変動と沈降速度及び底泥内の含水比変動等の関係を明らかにする。そして、底泥内の間隙水浸透モデルを構築し、底泥内の間隙水浸透量、含水比の変動の定量化を行う事で、間隙水の流出と濁度上昇との対応及び、含水比の変動特性を明らかにする。

2. 現地観測

(1) 連続観測、定期観測

2001年から2003年にかけて呉湾沖(Fig.1(a), St.8)において現地観測を行った。まず海域底質の季節変動をみるために、2001/10~2003/10にわたり、定期的に柱状採泥器により現地の底泥を採取し、含水比、クロロフィル-aなどの分析を行った。更に海域の水質を調査するため、2003/8/19~10/20にかけて流速計、濁度計、水温計を鉛直に配置して連続観測を行った。(Fig.1(b))

(2) 観測結果

連続観測結果を Fig.2 に示す。(期間: 2003 年 8/20 ~10/19) Fig.2 の上段から(a)海面下と海域底層での水温変化、(b)底層での水平流速(海底上 7cm)、(c)海底上 50cm と 7cm の水温差及び底層濁度(海底上 7cm) の関係が示されている。(a)を見ると、8月中旬から9月下旬にかけて海域の上層と下層に水温差が生じており、この時期に温度成層が形成されている事が分かる。(b)、(c)を見ると、成層期に海底付近で高い濁度が示されている。この底層濁度は水平流速との相関が低く、海底付近の水温差と対応している事から、底泥内から海中への間隙水の流出と濁度の上昇に関係がある事が考えられる。また(d)をみると、成層期に海域底層での鉛直流速と底層濁度の対応が良い。鉛直流速は浮遊粒子の下向きの沈降速度を表しており、成層期において沈降速度が増加すると濁度が上昇している事が考えられる。以上より呉湾において海底高濁度層は、海底への粒子の沈降速

度が大きく、間隙水の流出がある時に、濁質が海底付近に留まる事で形成されると考えられる。次に、(a)含水比と(b)クロロフィル-aの定期観測結果を Fig.3 に示す。含水比は年間を通して 100~200[%]、クロロフィル-a は年間 2~3 [$\mu\text{g/g}$] 程度変動しており、含水比とクロロフィル-a は同様な変化を示している。夏期における浮遊粒子の堆積が月平均約 3.1cm である事から、土粒子の堆積・再浮遊のみにより数 10cm にわたり含水比が変動する事は考えにくく、底質の変動要因として、底泥内における海水の浸透・土粒子の挙動がある事も考えられる。

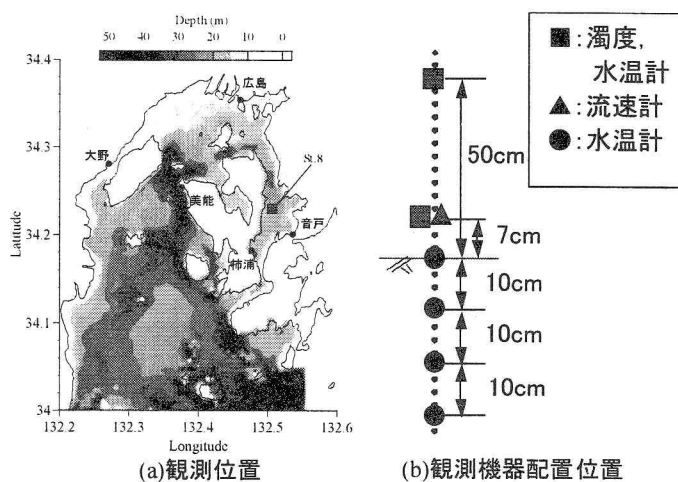


Fig.1 観測概要

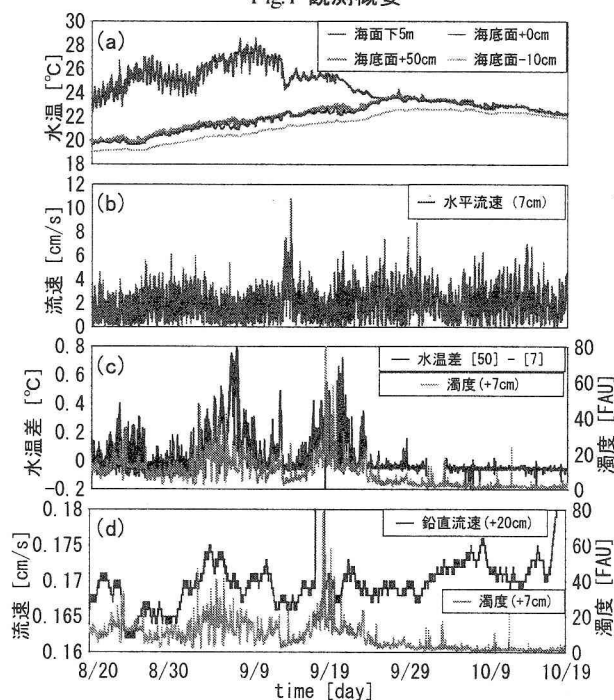


Fig.2 水温、流速、濁度の関係

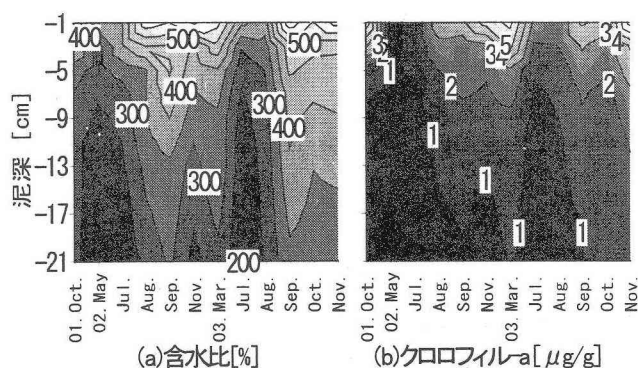


Fig3 底質の季節変動

3. 間隙水の浸透計算

3.1. 間隙水の浸透モデル

現地観測結果を基に底泥内の間隙水浸透モデルを構築する。間隙水浸透モデルの条件を以下に示す。

- ①間隙水の流れは鉛直1次元とする。
- ②水温変化は移流拡散現象で全て表せる。
- ③各メッシュ間での土粒子の移動は無い。
- ④海底面への土粒子の沈降及び、海底面からの土粒子の再浮遊は考慮しない。
- ⑤各メッシュ内の実測水温を各メッシュの代表水温として与える。

計算方法として、まず Fig.4 に示すように底泥を各メッシュに区切る。次に、離散化された移流拡散方程式に実測の水温変化を既知量として与え、各メッシュ間の間隙水の移流量について解く。求めた間隙水の移流量を各メッシュの連続条件を満たすように、底泥の体積を変化させ、底泥の含水比の変動を求める。

3.2. 計算結果

Fig.5 に(a)海底面での間隙水の流出入量、含水比の(b)計算結果と(c)観測結果の変動を示す。期間は、2003年8/20~10/19までの60日間である。Fig.5(a)について、正の値は底泥からの間隙水の流出量を示しており、負の値は底泥への間隙水の流入量を示している。また、Fig.5(b), (c)の○印はデータのプロット位置を示している。Fig.5(a)と(b)を見ると、8月中旬から9月中旬にかけて、間隙水の流出入量が增大する時期に、全体的に含水比が増加している。Fig.5(b)と(c)を見ると、含水比は観測値と計算値の変動が一致しており、特に、泥深1~11cmの層においてその変動が一致している。このことから、含水比の変動は間隙水の浸透によるものがほとんどであると考えられ、浸透モデルの仮定の妥当性が示されている。次に、Fig.7に底泥から海中への間隙水の流出量と底層濁度の関係を示す。これを見ると、間隙水の流出量と濁度の変動に対応が見られ、0.1~0.4 [cm³/cm²/h]の間隙水の流出に対し、20~60 [FAU]の濁度上昇がある事が推定される。

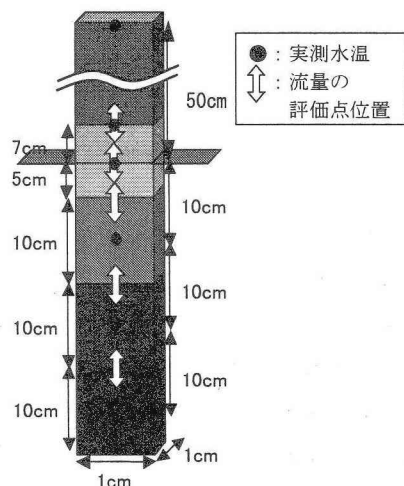


Fig4 間隙水浸透モデル図

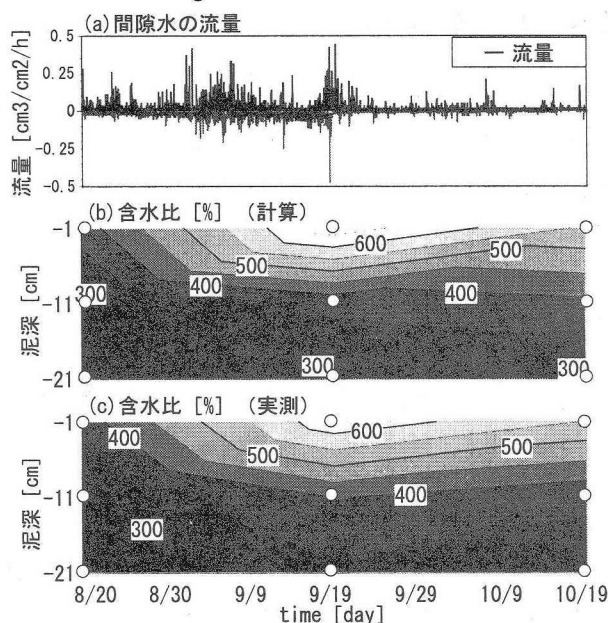


Fig5 間隙水の流出入量と含水比の変動

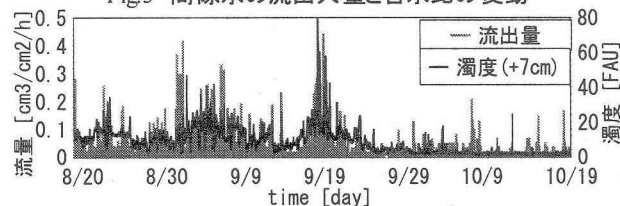


Fig6 間隙水の流出量と底層濁度の関係

4. 結論

現地観測から、海底高濁度層の形成に底泥からの間隙水の流出と海底への粒子の沈降速度が関係し、底質の変動要因として底泥への海水の浸透が考えられた。そこで、底泥内の水温変化から間隙水浸透モデルを構築した。観測結果と計算結果の比較により、含水比の変動のほとんどが間隙水の浸透で説明できる事が示された。また間隙水の流出量と底層濁度の関係を定量的に示す事が出来た。

参考文献

田多一史・日比野忠史・松本英雄・村上和男 (2004) : 間隙水の流動に伴う底質の性状変化, 海岸工学論文集, 第51巻, pp.991-995