

ホトトギスガイが形成するマットが砂泥の移動に及ぼす影響

福岡大学 工学部 学生員 ○釘宮大輔

福岡大学 工学部 正会員 渡辺亮一

福岡大学 工学部 正会員 山崎惟義

北九州市立大学 フェロー 楠田哲也

1はじめに

都市河川の河口周辺に形成される干潟表面は、河川や下水処理場から流入する負荷が大きいいため、汚濁成分が多く堆積している。そのため、イガイ科に属するホトトギスガイが生息しやすい環境になっている。このホトトギスガイは自身の周辺を粘着性の強い触手で覆い、マット状になって干潟の表面に付着している（写真 1 参照）。このマットによって干潟の表面はふたをされてしまいアサリなどの 2 枚貝は酸欠状態になり死滅してしまう。また、通常の流れではマットが表面に固着した砂泥が移動しなくなるため汚濁成分や重金属類が底泥中に溜まり、周辺の水環境に悪影響を及ぼしている。本研究の目的は、都市河川河口部に形成される干潟表面に形成されたホトトギスガイによるマットが物質輸送に与える影響を室内実験により評価することである。



写真1 ホトトギスガイが形成したマットの様子

2 実験概要

2-1 実験装置

実験は写真 2 に示している大型円形回転水路を用いて行った。この装置は下部の円形水路と上部の環状リングで構成されている。大きさは直径 5m、水路高さ 0.4m、水路幅 0.2m であり、回転速度の最大は環状リングが 15RPM、円形水路が 5RPM と世界最大級の円形回転水路である。また、水路とリングを逆方向に回転させることで一方向流を作り出すことができ、水路底面付近の 2 次流（らせん流）の影響を最小にとどめることが可能である。



写真2 円形回転水路

2-2 実験に用いた試料

実験に用いたホトトギスガイは和白干潟で採取した。底質試料は和白干潟でのホトトギスガイ採取時にホトトギスガイが生息していた地点の砂泥を採取している。

2-3 実験方法

2-3-1 摩擦速度 U_* の求め方

まず、円形回転水路内壁の、底面からの高さ 13cm の位置に設けられている計測口から三次元電磁流速計（KENEK 製：VM-1001）を差し込み、水路内の流速を測定した。その値から対数分布則を用いて摩擦速度 U_* を算出した。

$$\frac{du}{dy} = \frac{U_*}{\kappa y}$$

この式を変形し次に示す式(2.3.1)を導いた

$$U_* = \frac{\kappa u}{\ln y} \quad \dots (2.3.1)$$

ただし、 κ :カルマン定数、 u :測定した流速、 y :底面からの高さである。 $\kappa=0.4$ とし、式(2.3.1)に値を代入して算出した。

2-3-2 実験概要

円形回転水路の曲率に合わせて作られたトレイをふた



写真3 ホトトギスガイ投入直後のトレイの様子

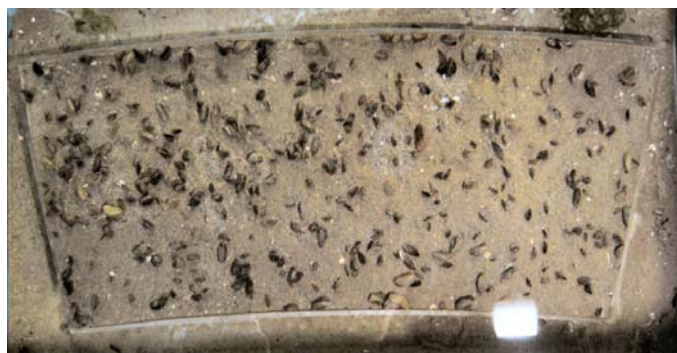


写真4 実験直前(投入後1ヶ月半)のトレイの様子

つ用意し、それらに和白干潟で採取した砂泥を敷き詰め、それを和白干潟で採取した海水の入った水槽に沈める。一方のトレイの上にホトトギスガイをトレイ一面に投入し、もう一方のトレイには何も投入しなかった。ホトトギスガイを投入したトレイには数回に分けて、合計 450 個のホトトギスガイを投入し、トレイの砂泥に様にホトトギスガイを潜りこませ、マットを形成させた。

その後、円形回転水路内の所定の位置にはめ込み、周囲を発泡スチロールで固定したのち、実験を開始した。砂泥のみのトレイ、ホトトギスガイがマットを形成したトレイにおいて、水路底面中央部における摩擦速度 U_τ を 2.2cm/s から 16cm/s まで変化させて、連続的に実験を行った。砂泥のみのトレイは砂泥、ホトトギスガイがマットを形成したトレイはホトトギスガイが移動したときを限界の摩擦速度とした。その後、限界の摩擦速度から無次元限界掃流力を求め、比較した。また、同時に装置内よりビデオ撮影を行い、実験の様子を記録した。

2-4 無次元限界掃流力の算出方法

$$\tau_* = \frac{U_\tau^2}{RgD} \quad \dots (2.4)$$

無次元掃流力 τ_* は式 (2.4) から求めることができる。ただし、 U_τ : 摩擦速度、 R : 水中比重、 g : 重力加速度、 D : 砂の粒径である。砂の粒径は試料のふるいわけ試験を行い得られた図 1 から 50% 粒径を読み取り $D = 0.455\text{mm}$ とした。 $R = 1.65$ 、 $g = 9.8\text{m/s}^2$ として計算した。

3. 実験結果

砂泥のみのトレイは $U_\tau = 7.8\text{cm/s}$ 、ホトトギスガイがマットを形成したトレイは $U_\tau = 14.8\text{cm/s}$ で砂の移動を確認した。ただし、砂泥のみのトレイは全体的に移動していたのに対して、ホトトギスガイがマットを形成したトレイはマットが形成されていない部分だけ移動したのみで全体的には砂泥は移動していなかった。

この結果から、それぞれの無次元限界掃流力を算出している。算出した無次元限界掃流力は、砂泥のみのトレイの場合 0.8、ホトトギスガイがマットを形成したトレイの場合 3.0 であり、約 3 倍程度マットを形成させた方が大きくなった。

4. 考察・まとめ

今回の実験ではホトトギスガイがマットを形成した場合、砂泥のみの場合に比べて無次元限界掃流力が 3 倍以上となることがわかった。ただし、現地では砂泥表面に隙間なくびっしりとマットが形成されていた。今回の実験ではホトトギスガイをトレイ全体に覆わせることができていない。このため、ホトトギスガイがマットを形成していない部分の砂泥が移動し、ホトトギスガイの周りから砂泥がなくなり、土台から掘り起こされるようにしてホトトギスガイは流されていったが、ホトトギスガイがマットを形成している部分の砂泥はほとんど移動していなかった。このことから、現地のようにホトトギスガイが覆っていれば、さらに砂泥は流れにくくなり、無次元限界掃流力の値は今回よりもさらに増大すると考えられる。このことを確かめるために、今後の実験ではマットの被覆面積を変えていくつかのパターンの実験を行い、マットの被覆面積と無次元限界掃流力の関係を調べていく予定である。

なお、この研究の一部は、科学研究費補助金（基盤研究 B：課題番号 18360254、研究代表者：渡辺亮一、及び基盤研究 C：課題番号 19560554、研究代表者：山崎惟義）の助成を受けて行われたものである。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 関根正人: 移動床流れの水理学, 共立出版, 2005.
- 2) 中小原拓也: ホトトギスガイにより形成されるマットが底泥の巻き上げに及ぼす影響, 福岡大学工学部土木工学科卒業論文, 2006. 2

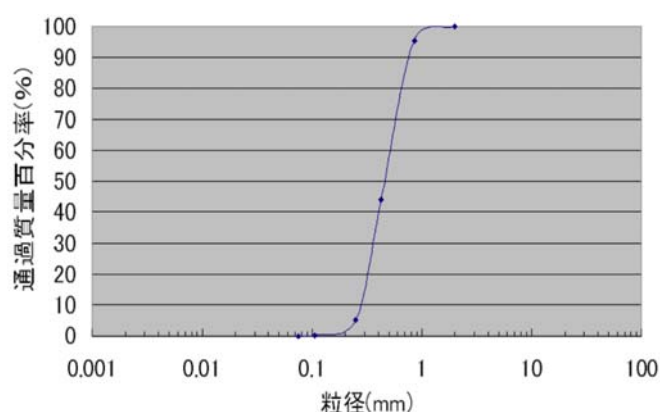


図1 試料の粒径加積曲線



写真5 砂泥が移動する様子

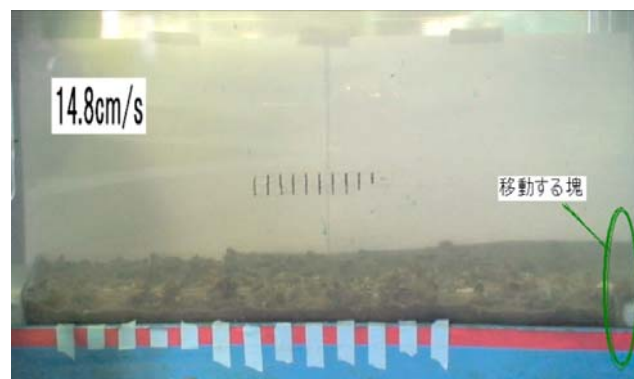


写真6 ホトトギスガイが移動する様子