

底面形状の違いによる浮泥の巻き上がりに関する実験的研究

広島大学大学院

学生会員 ○村上和生

広島大学大学院

正会員 日比野忠史

広島大学大学院

正会員 駒井克昭

国土交通省中国地方整備局

正会員 松本英雄

1. 背景・目的

閉鎖性の強い内湾、内海においては、海底に栄養塩を多く含む浮泥層が存在している。浮泥は含水比が非常に大きい泥で、波や流れによって容易に巻き上がることから、栄養塩溶出による水質汚染を引き起こすことが懸念されている。

本研究では、広島湾奥 St.8（図1）において採取した浮泥・海水を使用して、室内水路（図2）で巻き上げ実験を行い、浮泥の巻き上がりが発生するメカニズムを明らかにし、広島湾における浮泥巻き上がり量を把握することを目的とする。また実験にあたっては、St.8 現地における流速・濁度を測定し、実験条件を決定するものとした。

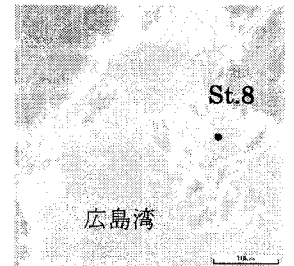


図1. 広島湾 St.8

2. 現地調査による実験条件の検討

2003年8月18日～10月20日に St.8 の上層（海面下5m）、下層（海底上1m）、底層（海底上0.5m）の濁度・流速の連続測定を行った。その結果、この期間の流速（底層）は平均 1.9cm/s、最大流速 8.2cm/s、濁度の平均値は 6.7、最大値は 34 であった。この結果より表1に示す5種類の大きさの波による実験を行うこととした。また実海域では平均流速と濁度の関係に相関は見られなかった。濁度が上昇する原因は、海底地形由来の巻き上がり、底生生物の活動に伴う巻き上がりなど、流速以外の要因が大きな効果をもたらしている可能性が挙げられた。このことから、浮泥を平坦ではない状態に敷き詰めた条件での実験を行い、底面形状が浮泥の巻き上がりに及ぼす影響を検討することが重要であると考えた。

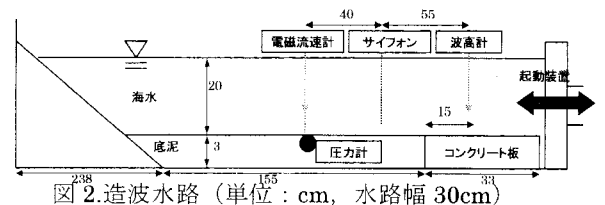


図2. 造波水路（単位：cm，水路幅 30cm）

表1. 波の条件

	最大流速 (cm/s)	底面せん断応力 (Pa)	周期 (s)
F1	2.6～3.0	0.01～0.02	7.4～8.5
F2	4.6～5.0	0.02～0.03	3.8～4.1
F3	6.0～7.0	0.04～0.05	2.5～2.6
F4	8.2	0.07	1.9
F5	11.2	0.15	0.5

表2. 使用泥の性状

	含水比 (%)	湿潤密度 (g/cm ³)
期間 a (9月)	590	1.10
期間 b (10月)	499	1.15

実験に使用する泥は St.8 海底に約 1 か月間埋め込んだバケツ（20 $\times$ 20 $\times$ 9 個）に (a) 2003 年 8 月 19 日～9 月 20 日、(b) 2003 年 9 月 20 日～10 月 20 日の 2 期間に捕集された、表2に示されるような性状の異なる浮泥である。

3. 室内実験による浮泥巻き上がり量の把握

(1) 実験概要

実験は表3に示すものについて、それぞれの大きさの波を 2 時間ずつ連続的に作用させて行った。地形条件が巻き上がりに及ぼす影響を確認するため、

平坦な床に敷いた浮泥の他に、水路の斜面部分に敷いた浮泥の巻き上げ、水路底面に設置した高さ 1cm の突起状の浮泥からの巻き上げ、バケツに含まれていたエビ類等の生物活動からできた多数の巣穴による凹凸のある浮泥表面からの巻き上げを行い、浮泥の敷き詰め条件を検討した。

(2) 巻き上がりのメカニズム

浮泥の巻き上がりには、作用させる外力の違いによって、表4に示す 2 種類のメカニズムを持つものが観察された。表4にそれぞれの特徴を示す。

表3. 実験条件

実験番号	1-1(1)	1-1(2)	2-1	2-2(1)	2-2(2)	1-2	3
使用泥採取時期	9月	9月	9月	9月	9月	10月	10月
泥敷き詰め条件	平坦	平坦	斜面	突起	突起	平坦	生物
作用波	f 12321	1314151	2321	12321	23	12321	12321

表4.巻き上がりのメカニズム

	発生メカニズム	時間経過後の様子
(a)表面からの浮遊	フロック状にまとまった粒子の塊が波を受けて浮泥表面上を動くことに伴い、その周囲に溜まっている粒径の小さい泥粒子が巻き込まれるように浮遊を始める。	一定の外力の下では次々と新たに泥粒子が浮遊を始めることはなく、水路内の濁度的にも定常状態に達する。
(b)泥層の破壊	泥層自体が大きく波打ち、表面から次々に剥がれていく。	泥層がなくなるまで破壊し続ける。定常状態には達しない。

(3) 巻き上がり量の検討

図3に底面に作用する流動外力（底面せん断応力）と巻き上がり粒子による濁度の値を比較したものを、図4に1周期の波が作用する間の底面せん断応力の変動（平坦床・斜面の比較）を示す。底面形状が変化する場合、作用外力の履歴が変化し底面せん断応力が増加し、底面形状の条件が巻き上げに影響を与えているといえる。また、生物の巣穴が底面形状を変化させ、巻き上げに影響することを確認した。

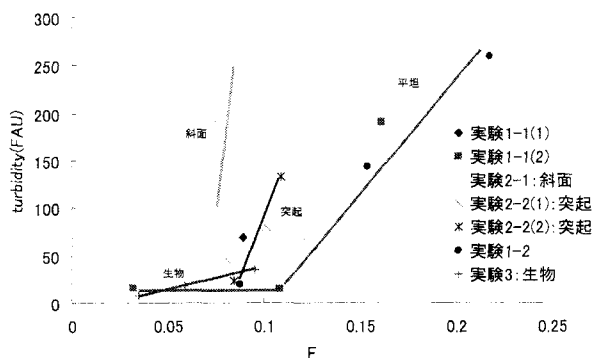


図3. 底面せん断応力 (Pa) - 濁度

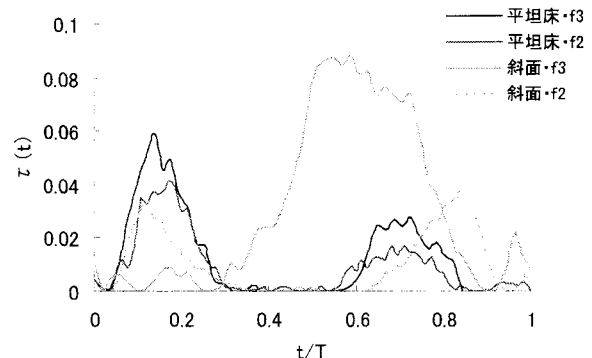


図4. 外力の時間変動 (1周期)

4. 粒度分布を用いた巻き上がり現象の表現

図5に巻き上がり粒子の粒度分布曲線を示す。巻き上げ粒子による濁度が大きいものほど粒径が $35\mu\text{m}$ 以下の微細な粒子の個数が多くなる。質量に換算すると $35\mu\text{m}$ 以下の粒子は大きい巻き上げりが発生した試料（濁度 97）では全体の 62%，小規模の巻き上げりがあった試料（濁度 22）では全体の 34%の質量を占めている。他の試料の検討から、巻き上げりを受け、濁度が約 40 以上に上昇する場合、 $35\mu\text{m}$ 以下の比較的粒径の小さい粒子が特に多く浮遊することが確認された。

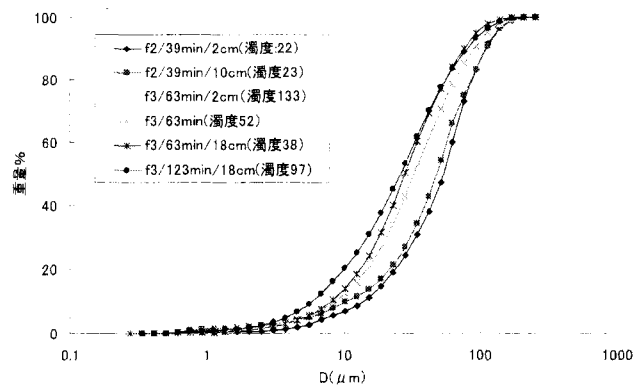


図5. 巻き上がり粒子の粒度加積曲線

5. まとめ

広島湾現地の流速・泥条件に基づいた巻き上げ実験を行い、巻き上げりのメカニズムを明らかにするとともに、浮泥巻き上げりに与える要因として、泥の湿潤密度などの流動性よりも、斜面・突起などの地形の条件が大きく影響していることを示した。また、巻き上げ粒子の粒度分布特性を検討し、 $35\mu\text{m}$ 以下の粒径の小さい粒子が巻き上げり時に多く浮遊することを示した。

参考文献

Suntoyo.et.al : Experimental Study On Bottom Shear Stress Under Sawtooth Waves, Asian and Pacific Coasts 2003