

広島湾における底泥巻き上がりの力学的特性

宇和島市 正会員 ○宮成 和典 広島大学 正会員 日比野忠史
 広島大学 正会員 駒井 克昭 中国地方整備局 正会員 松本 英雄

1 序論

閉鎖性の強い内湾域では有機泥が堆積しやすく、水質改善が容易に進まない要因の一つと考えられている。広島湾には浮泥と呼ばれる流動しやすい泥が海底付近に堆積あるいは浮遊しており、気象変化等に伴う擾乱によって巻き上がりが生じていると考えられる。浮泥粒子には高濃度に栄養塩が吸着しており、擾乱による巻き上がりが栄養塩の溶出量に影響を及ぼす。本研究では現地における浮泥の物理的性状の季節的な変化を明らかにし、底泥の巻き上がりの状態を現地での連続観測と水理実験から明らかにする。

2 浮泥の物理的性状の季節変化

広島湾（呉港沖）において 2002 年 7, 8, 9, 11 月にコアサンプラー（内径 11cm, 長さ 50cm）を用いて堆積泥および浮泥、直上水を柱状採取した。このとき採取された浮泥の含水比、湿潤密度とせん断強度の関係を図 1 に示す。ここに、せん断強度は底泥コアサンプルのベーンせん断強度試験結果によるものである。図 1 中のシンボルは物性値の測定層（表 1）を示している。浮泥層（図中の①）は泥層の表面に約 2cm 前後厚さで沈降・堆積している。浮泥層の物性値は季節によって異なるが、湿潤密度 $1.1 \sim 1.18 \text{ g/cm}^3$ 、せん断強度は $7 \sim 120 \text{ Pa}$ 程度である。

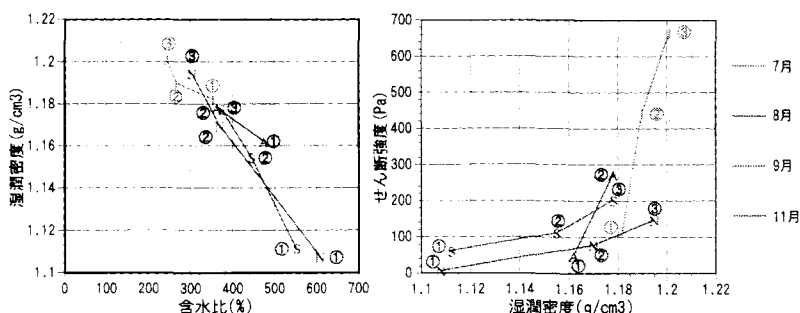


図 1 含水比、湿潤密度とせん断強度の関係

表 1 測定層（浮：浮泥，堆：堆積泥）

	①	②	③
7 月	浮+堆 (0~2cm 層)	堆 (2~6cm 層)	堆 (6~10cm 層)
8 月	浮+堆 (0~3cm 層)	堆 (1~5cm 層)	
9 月	浮	堆 (0~6cm 層)	堆 (6~12cm 層)
11 月	浮	堆 (0~6cm 層)	堆 (6~12cm 層)

3 海底における底泥の巻き上がり状態

2002 年 8 月 20 日から 9 月 19 日の約 1 ヶ月間にわたって広島湾（呉港沖）の海底付近の流速と濁度の連続測定を行った。図 2 は現地調査の計器類の設置状況を示している。埋蔵型沈降物サンプラーは内径 30.2cm, 深さ 31.5cm である。図 3 は 60s 毎の底層最大流速と SS の経時変化を示している。SS は濁度計による出力結果を現地底泥による検定結果から換算された値である。測定期間中の流速絶対値の平均は約 1.8 cm/s であり、流速変動の卓越周期は約 3s, SS の平均値は 6 mg/l であった。8 月 30 日から 9 月 1 日にかけて高濁度のピークが生じており、巻き上がりが起こっていることがわかる。これは台風 15 号が九州西海上を通過したことに伴う強い南風と波浪が原因である。このときの最大流速は約 4.5 cm/s である。9 月上旬には比較的に高濁度がみられ、弱い巻き上がり起こっている。これは大潮に伴う潮流が関係していると考えられる。

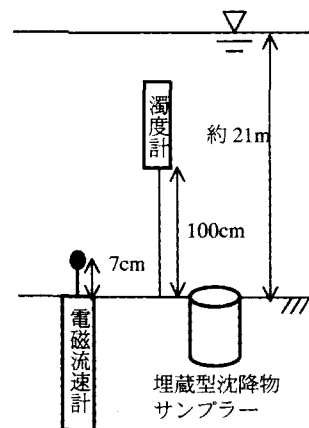


図 2 調査概要

4 波と流れによる底泥の巻き上がりの水理実験

回流水槽および造波水槽を用いて、波（実験 1, 図 4）と流れ（実験 2, 図 5）による底泥の巻き上げ実験を行った。実験に用いた底泥は埋蔵型沈降物サンプラー（図 2 参照）により採取されたものである。実験に

は濃度 3%の塩水を用い、水路底面に敷き詰められた底泥の含水比は 300~400%, 湿潤密度は 1.2g/cm^3 以下であり、浮泥層に近い状態である。

図 6 は実験 1 (波長: 3m, 周期: 3.1s, 底泥直上 0.5cm の流速振幅: 5cm/s) における SS の鉛直分布の経時変化を示している。SS の鉛直分布は底泥表面から 2, 10, 18cm の点における測定値から求められている。本実験条件では、造波開始 60 分後にほぼ定常状態 (巻き上がり量と粒子の沈降量が一定の状態) となり、このとき鉛直分布から推定される底泥巻き上げ量の推定値は約 0.6mg/cm^2 である。表 2 は SS の鉛直分布を示しており、底泥面から 18cm 上の SS は 10mg/l であり、巻き上がりは現地と概ね同程度である。

表 3 に実験 1, 2 における巻き上げ (濁度が急上昇) 発生時の底面せん断応力および底泥のベーンせん断強度を示す。ベーンせん断強度は両実験で同程度であるが、実験 2 に比べて実験 1 のほうが巻き上げ発生時の底面せん断応力が小さい。この理由として、波が作用した場合の波動運動によるせん断応力の変動や底泥内部の圧力勾配などが底泥の巻き上げを増大させていると考えられる¹⁾。東京湾奥部における現地観測の結果では巻き上がり発生時の底面せん断応力は $0.001\sim 0.01\text{Pa}$ であり²⁾、本実験ではそれより若干大きいを示した。

5 結論

まず、広島湾海底において底泥コアサンプルを採取し、浮泥の物理的性状の季節変化を明らかにした。次に、夏期における海底付近の流速と濁度の 1 ヶ月の連続測定から、実際起こっている流速変動と巻き上がりの程度が確認された。最後に現地の底泥を用いて波と流れによる外力を与えた水理実験を行い、底面せん断応力と巻き上げの関係を明らかにした。

参考文献

- 1) 鶴谷広一, 江口秀二, 佐々木豊喜: 流れおよび波による底泥の巻き上げ限界, 港湾技研資料, No.674, 1990.
- 2) 中川康之: 東京湾奥部での底泥巻き上げとその粒度分布特性について, 海岸工学論文集, No.49, pp.1046-1050, 2002.

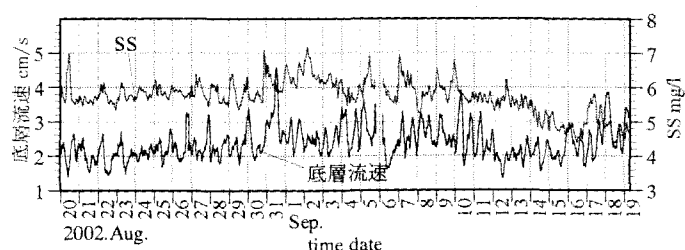


図 3 海底付近における底層最大流速, SS の経時変化

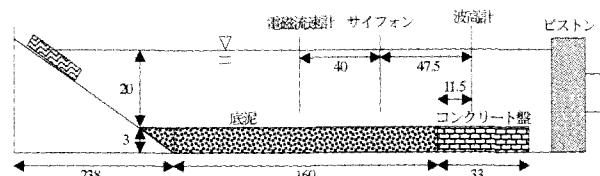


図 4 実験水路模式図 (実験 1, 単位 cm)

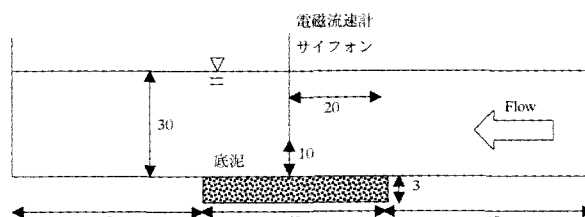


図 5 実験水路模式図 (実験 2, 単位 cm)

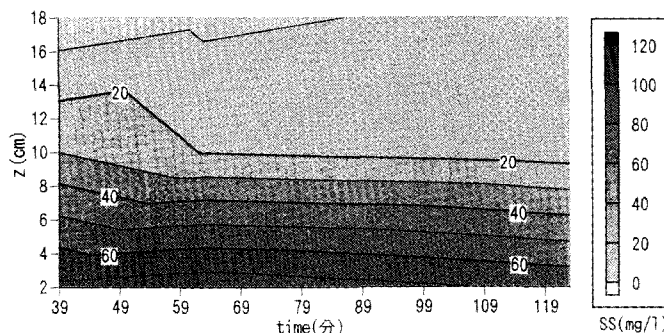


図 6 SS の鉛直分布の経時変化 (実験 1)

表 2 定常状態での SS の鉛直分布 (実験 1)

底面からの高さ (cm)	SS (mg/l)
2cm	70
10cm	15
18cm	10

表 3 巻き上げ発生時の底面せん断応力 τ_b および底泥のベーンせん断強度

	底面せん断応力 τ_b (Pa)	せん断強度 (Pa)
実験 1	0.081	10
実験 2	0.04 (振幅)	14