

新町川水系における現地底泥の沈降特性

徳島大学大学院 学生員○中川 紀雄
 徳島大学工学部 正会員 中野 晋
 徳島県庁 正会員 三橋 伸也
 徳島大学工学部 正会員 三井 宏

1.はじめに 河川感潮部における底泥はSSとして一潮汐間に沈降, 巻き上げを繰り返し, 航路の埋没や河道断面の減少等の問題, あるいは種々の汚濁物質の輸送媒体として水環境にさまざまな悪影響を及ぼす。これらの問題を予測解析するには現地におけるSSの沈降特性を明らかにすることが最も重要である。このことを踏まえた上で, 本研究では実験装置を開発し, 感潮河川である新町川水系を対象に現地の底泥を用いて沈降実験を行い, 求まった沈降速度をSSの輸送過程シミュレーションの計算式に導入し, その再現性について検討した。

2.実験の概要 本研究では図-1のような実験装置を開発した。この装置は光学的濁度計と自動昇降装置, データ集録装置の3つの機能をコンピュータの制御により実現したものである。

(1)実験方法 沈降筒に蒸留水, 所定量の塩分, 所定量の現地底泥(74 μ mのふるいを通過したもの乾燥させて粉末にしたもの)を十分攪拌した後, 濁度計の先端を自動昇降装置により水表面から30cm往復させ1mmごとのデータを計600個読みとるように設定した。また塩分を0, 0.01, 0.1, 0.5, 1, 5, 10, 30g/lの間計8種類, 初期SS濃度を1, 3, 5g/lの3種類, 合計24種類に設定し, 濃度の経時変化を調べることでそれぞれの沈降速度を求めた。

(2)データ処理 最初のデータから図-2が得られるが, 実験方法や装置による誤差を考慮してデータの平滑化, 同時に上昇時と下降時の平均化を行い, 図-3を得る。ここで沈降筒内での濃度 C は, 深さ z と時間 t の関数である。沈降速度を w とすると, C と w の関係は式(1)から導かれた式(2)で与えられる。

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{\partial (wC)}{\partial z} = 0 \quad (1)$$

$$\therefore w = \frac{S}{(t_1 - t_2) C_{z=D}} \quad (2)$$

$$\left(C_{z=D} = \frac{C_B + C_{B'}}{2} \right) \quad (\text{右図参照})$$

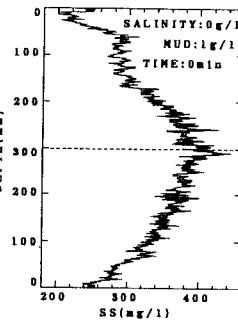
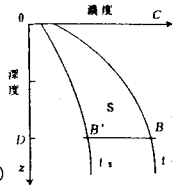


図-2 SS鉛直分布

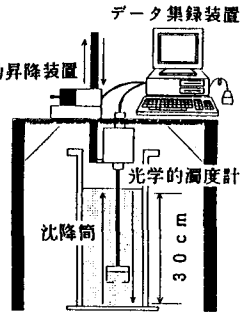


図-1 実験装置

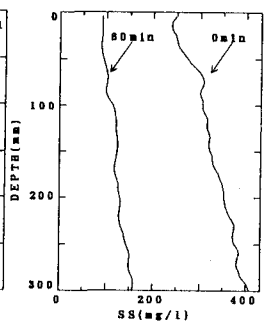


図-3 平滑化

式(2)の t_1 , t_2 に0分, 60分後のデータを代入すると沈降速度の鉛直分布が図-4のように得られる。沈降速度の鉛直分布からおのの沈降速度より遅いものの全沈降速度に対する百分率をプロットして図-5のような沈降速度加積曲線を得る。この曲線から50%における沈降速度を代表沈降速度 w_{50} として決定する。このようにして得られた24種類の w_{50} を塩分濃度, 初期SS濃度の関係として従来のOwenによる実験結果とともに図-6, 図-7に示す。

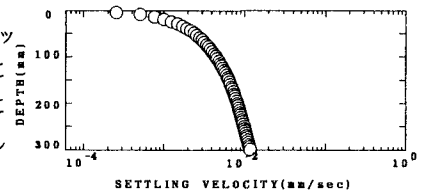


図-4 沈降速度鉛直分布

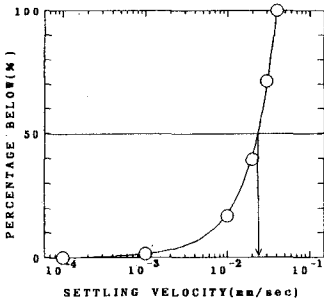


図-5 沈降速度加積曲線

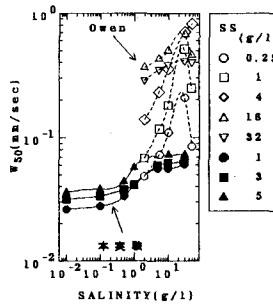


図-6 w_{50} - 塩分濃度関係

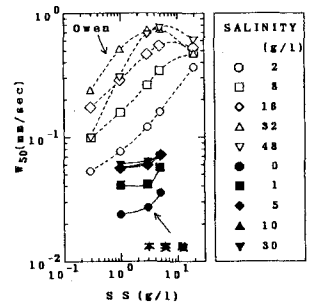


図-7 w_{50} - 初期SS濃度関係

3. シミュレーション

(1) 計算式 物質収支の式

$$\frac{\partial (AC)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (AUC) = -\frac{\partial}{\partial x} \left(AD_L \frac{\partial C}{\partial x} \right) + GB + q' \quad (3)$$

A : 流水断面積 (m²) B : 川幅 (m) C : SS濃度 (kg/m²・S) D_L : 分散係数 G : 沈降フラックス (kg/m²・S)

w : 沈降速度 (m/s) U : 断面平均流速 (m/s) q' : 単位長さ当たり横流入SS負荷量 (kg・m・S)

実験で得られた沈降速度は式(4), (5), (6)のようである。これを沈降フラックスの式に導入する。

G = wC S : 塩分濃度 (g/l)

$$w = 1.63 \times 10^{-8} S + 2.51 \times 10^{-5} \quad (0 \leq S < 0.5) \quad (4)$$

$$w = 4.62 \times 10^{-6} S + 3.33 \times 10^{-5} \quad (0.5 \leq S < 5) \quad (5)$$

$$w = 2.09 \times 10^{-7} S + 5.45 \times 10^{-5} \quad (5 \leq S) \quad (6)$$

(2) 計算結果

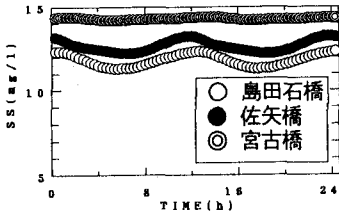


図-8 SS濃度の時間変化(W=0)

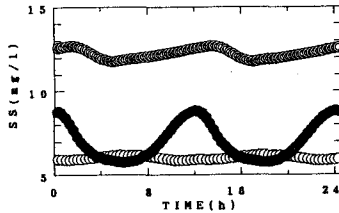


図-9 SS濃度の時間変化(W≠0)

表-1 各地点のSS濃度(mg/l)

	平成3年度	
	最小~最大値	平均値
島田石橋	3~17	8
佐矢橋	3~31	11
宮古橋	4~19	9

4. 考察 本実験はOwenの実験に比べて沈降速度が小さくなっており、塩分濃度、初期SS濃度の増加に伴う沈降速度の増加の程度も小さい。これは本実験で用いた沈降筒の規模、現地泥を用いる際の処理方法、また実験方法の違いなどに原因があると思われるが、各感潮部ごとに沈降特性は異なるので一概には評価できない。またシミュレーションによる計算結果(図-8, 図-9)と実測値(表-1)を比べると、SS濃度の大きさが一致していないのは巻き上げフラックスを無視したためである。しかし、本実験で求めた沈降速度を考慮した図-9において、佐矢橋付近におけるSS濃度の変動が大きいことが実測値と同じ傾向を示していることから、巻き上げフラックスを考慮することにより、実測値に近づくものと思われる。

実験および計算結果からある程度の信頼性が得られたといえる。さらに現地の状況に近づけるために、現地のスケールに近い沈降筒を用いること、現地泥をフロック形成前の状態で用いること等が実行できれば、より確かな再現性が期待できると思われる。

参考文献

- 小笹博昭：英国国立水理研究所におけるエスチュアリーシルテーションに関する研究について（港湾技研資料）運輸省港湾技術研究所，1980。
- 小津慶久：徳島市内の排出汚濁負荷量の推計と河川水質の将来予測，平成3年度徳島大学修士論文。