

音波探査に基づく感潮河道における有機泥の浸食・堆積現象に関する研究

首都大学東京 学生会員 ○稲 川 翔 太
 首都大学東京 正 会 員 横 山 勝 英
 首都大学東京 学生会員 Joan Cecilia CASILA

1. 研究目的

都市感潮河川では、河床に堆積した有機物が浮上するスカムが問題となっていることが多い。既往の研究では雨天時に下水道から供給される有機汚泥が感潮河道に堆積し、嫌気分解を経て2,3日後にスカムとなって浮上すると言われている。スカムに関する化学的研究は多いが、主に有機物から構成される軟泥の堆積・浸食に関する物理的研究はほとんどない。そこで本研究では、石神井川の感潮域上流部を対象として、約2週間ごとに河床横断面の音波探査および底泥採取を行い、河床と底質の変動特性について考察した。

2. 観測地の概要と研究方法

石神井川は隅田川の河口から16 km 地点に接続しており、流域面積は61.6 km²、河川延長は25.2 km である。河口より1.1 km の範囲が感潮区間となっていて、その上流部で河床勾配が急になっている(図1)。スカム発生が顕著である4月から10月にかけて、図1のSh-Uで河床の横断測量と底泥採取を計13回行った。測量では有機物を主成分とする軟泥の表面を捉えるため、高周波数(200 kHz)による音波探査を行った。また、観測地点の川幅は18 m と狭いため、小舟に音響センサーを取り付け、それを川の両岸からロープで引っ張り横断面を測定した。音響画像上の河床と音波探査機の水深データが河床と示す場所がずれるところは手作業により修正し、河床高を求めた。採取した泥サンプルの含水比と強熱減量度を実験室で測定した。その他に、図1のSh-Mにおいて、河床上約1 m の水位(AP 表示に換算)、塩分、濁度のモニタリングを行った。

3. 河床変動特性とその要因

図2に洪水前後の河床横断面図とその底質分析結果を示す。図中の「欠測」は底質があまり採取できなかった地点であるが、写真により含水比・強熱減量ともに低い砂利であると推測された。2018年6月28日には中央から左岸側に強熱減量度15%を超える有機泥が堆積していたが、7月17日までに発生した85 m³/s を超える洪水で断面全体の土砂が流出した。その後8月1日にかけて再び土砂が堆積し、特に左岸側に有機物が多くたまった。この堆積物は含水比が高く、他の期間では300~3000 %

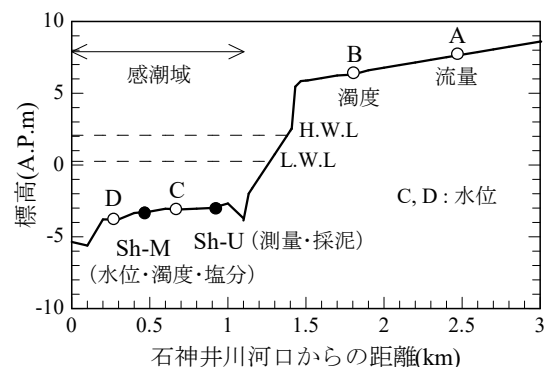


図1 研究対象地の縦断面図

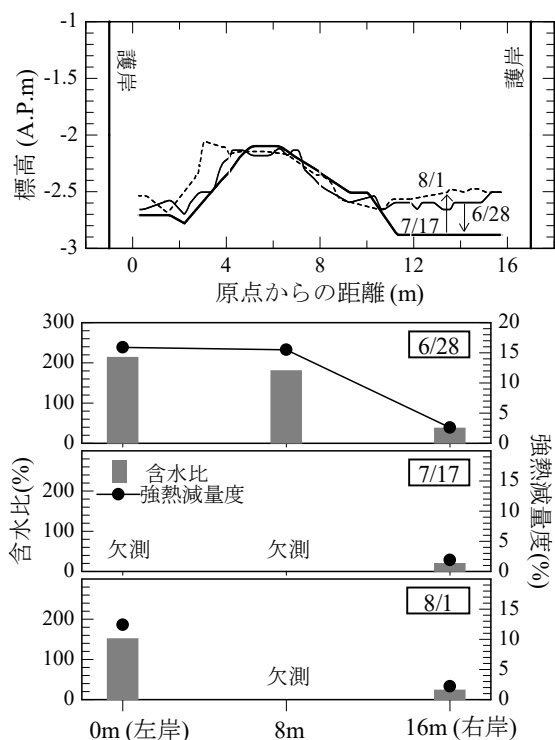


図2 洪水前後の河床横断面図および底質性状

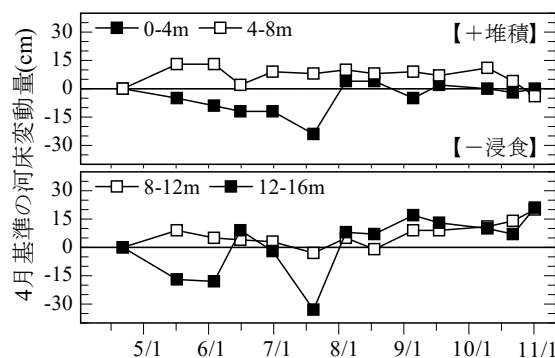


図3 河床変動量の時系列変化

キーワード 都市感潮河川, 有機泥, 音波探査, 河床変動

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京大学院 都市環境科学研究科 TEL:042-677-2694

を示すときもあった。横断方向 4 m ごとに河床高変化量を計算した結果、0~4 m, 12~16 m で変動量が大きく、この範囲に有機泥が堆積しやすいと考えられる (図 3)。

図 4 に雨量、上流の流量 (A 地点) と濁度 (B 地点)、下流にある Sh-M の水位・塩分・濁度の出水時における変動を示す。洪水の規模に関わらず、流量が増加すると塩分がほぼ 0 に低下する。よって、降雨に起因する淡水の水塊が下流の塩分を押し流していることが分かる。小規模洪水では上流の濁度がピーク後すぐに低下しているのに対し、下流の濁度は 6 時間程平水時より高い値を維持している。これは下流の河床勾配が緩やかで出水後に流量が安定してくると流速が急激に低下し、河川水中に懸濁物質が留まることが原因と考えられる。この懸濁物が時間と共に河床に堆積すると思われる。一方、中規模洪水では上流と下流の濁度の最大値は 118 FTU と 178 FTU であり、上流から下流にかけて河床堆積物が浸食され河川水中に流出したと考えられる。平水時の潮汐による下流濁度の上昇が 10 FTU 程度であることを考慮すると、降雨による流量増加が河床変動に与える影響は非常に大きく、その規模から河床の浸食・堆積を予測することが可能であると推察される。

4. 雨量・掃流力と河床変動の関係

観測直前の降雨イベントにおける時間最大雨量と各観測日間における河床変動量をプロットした結果、15 mm/h 以上の降雨で河床は浸食される傾向にあることが分かった (図 5)。また、20 cm を超えるような堆積が見られた時には、対象とする降雨イベントの総降水量が 40 mm を超えていた。

より詳細に河床の浸食現象を把握するため、次の式を用いて測量断面にはたらく掃流力を求めた。

$$\tau = \rho g R I$$

ここで、 τ : 掃流力、 ρ : 水の密度、 g : 重力加速度、 R : 径深、 I : 水面勾配である。

図 6 に各観測日間における掃流力の最大値と河床変動が大きい 0~4 m, 12~16 m 区間での河床浸食量の関係を示す。掃流力が大きくなるにつれ浸食量も増加し、8.6 N/m² 程度で最大となっている。しかし、10 N/m² を超える掃流力が作用しても浸食量は大きくない。この時にも浸食されうる河床堆積物がある程度存在していたことから、大きな掃流力が加わると一度河床は浸食されるが、河川水中に流出した大量の土砂が時間とともに堆積し、結果として河床浸食量が小さくなると考えられる。

以上より、石神井川感潮域上流部では、15 mm/h 以上の降雨で底質は流出し、それ以下の時間最大雨量で、総雨量が大きいときに強い堆積傾向が見られることが分かった。

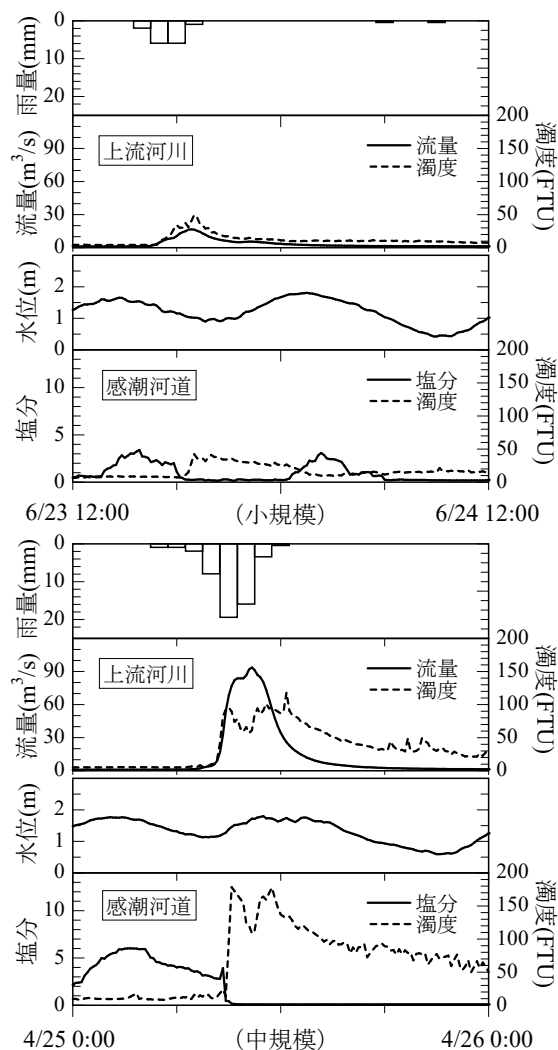


図 4 洪水時の水質変動(上:小規模, 下:中規模)

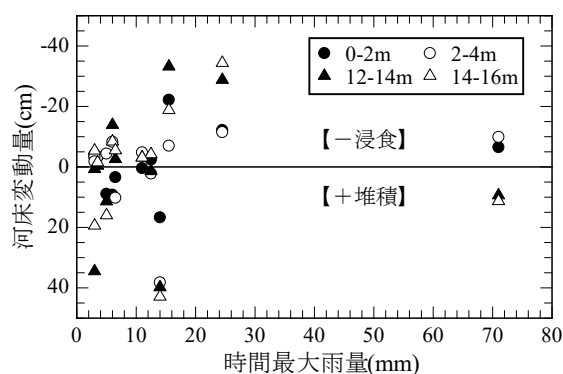


図 5 時間最大雨量と河床変動量の関係

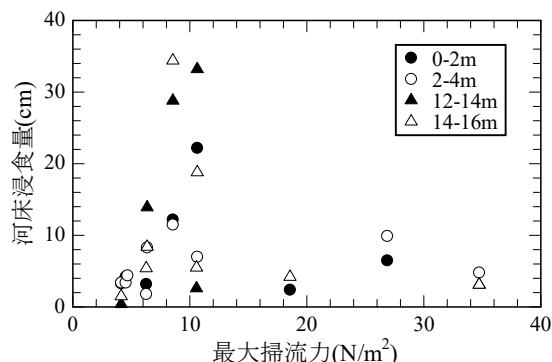


図 6 最大掃流力と河床浸食量の関係