

底質巻上げ計測データに基づくウォッシュロードの供給源に関する一考察

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 ○福地 正宗
東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 二瓶 泰雄
日揮㈱ 非会員 大関 雅丈

1. はじめに

ウォッシュロードは、一般に、河床材料よりもはるかに細粒で、河床材料と交換せずに常に浮遊状態を保ったまま流下するものである、と定義されている¹⁾。このようなウォッシュロードの供給源は河床ではなく流域の土砂生産源であると考えられる。ウォッシュロードは、河床材料と交換しながら流下する「浮遊砂」とは区別して定義されており、一般的な目安として、ウォッシュロードと浮遊砂は土砂粒径が 0.1mm を境に区別されることが多い²⁾。しかしながら、いくつかの研究成果により、ウォッシュロードのような細粒土砂の一部は河床起源であると指摘されており、上記のウォッシュロードの定義には曖昧さが含まれている^{3), 4)}。これらのことを実証する上では、河床から巻き上がる土砂粒径を調べて、それと河床材料の粒径や実際の洪水中の浮遊土砂粒径との比較を行う必要があるが、底質巻上げ量計測法が確立していないため、これらの検討は行われていない。そこで本研究では、「河床材料はウォッシュロードの起源となり得る」ということを実証することを目的として、底質巻上げ調査や河床材料調査、洪水時採水調査、という三種類の現地調査を行う。ここでキーポイントとなる巻上げ調査については、著者らが行っている現地直接計測可能な巻上げ装置（図1）を用いて実施する。

2. 現地調査の概要

観測サイトは、富栄養化湖沼として有名な千葉県手賀沼に流入する主要河川である大堀川下流域とした（図2）。まずの巻上げ調査は、大堀川下流部6地点を対象に2005/11/1, 8において実施された。ここでは図1に示される大小2つの円筒が同心円状に配置された巻上げ装置を河床に設置し、円筒間の隙間（=7cm）を一定速度で攪拌し、底質より浮遊する濁水を採用する。それに対してSSと粒径分布、巻上げフラックス P_k を分析・算出する。の河床材料調査では、調査と同期して、直径2cmのアクリルパイプを用いて底質のコアサンプル（深さ10cm）を採取し、1~3cm間隔でスライスし、河床材料の粒径分布を求める。このとで採取される土砂は両方とも河床材料であるが、で得られるものは河床材料のうち浮遊し易い堆積物であり、必ずしも河床材料と粒径分布が同一とはならない。またの洪水時採水調査では、大きな洪水が生じた降雨イベント時（2005年7月26日）にStn.1, 3, 6において採水観測を行い、SSや浮遊土砂粒径分布を求めた。以下では、観測、で得られた土砂をそれぞれ易浮遊性堆積物⁵⁾、河床材料、洪水時浮遊土砂とそれぞれ称することとする。



図1 巻上げ装置の概観

3. 結果と考察

(1) 降雨時の土砂輸送特性

洪水時の土砂輸送特性を調べるために、観測により得られた水位及び洪水時浮遊土砂のSSと中央粒径に関する時間変化を図3に示す。これより、SSに関しては、全ての地点において洪水時に増加しているが、その増加量はStn.1やStn.3よりもStn.6が最も顕著である。このStn.1からStn.6までの区間では大きな横流入は無いため、このようなSSの流下方向変化は河床からの底質が浮遊したものと考えられる。また、そのときの浮遊土砂の中央粒径を見ると、上流側のStn.1やStn.3においては、10~20 μm となっているのに対して、沼側のStn.6では大きくばらつくが概ね20~40 μm の間を推移している。上述したウォッシュロードの粒径範囲を見ると、このときの洪水中の浮遊土砂の大部分は全地点ともにウォッシュロードに分類される。しかしながら、上述したように、Stn.3からStn.6の間では顕著な底質巻上げプロセスにより、Stn.6におけるSSの大幅な増加が生じたことから、20~40 μm 程度のウォッシュロードと見なされる微細土砂成分が河床より浮遊してくることが示唆された。

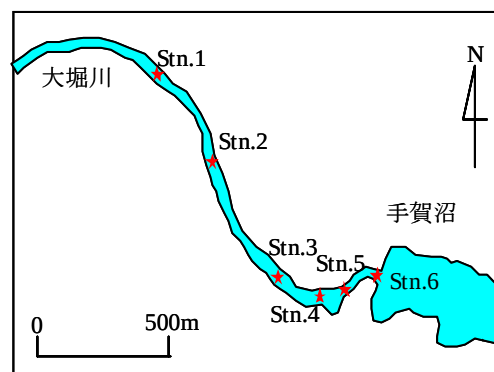


図2 観測サイトと調査地点

キーワード：ウォッシュロード、浮遊砂、粒径、巻上げ、底質

連絡先：〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL：04-7124-1501（内線 4072）FAX：04-7123-9766

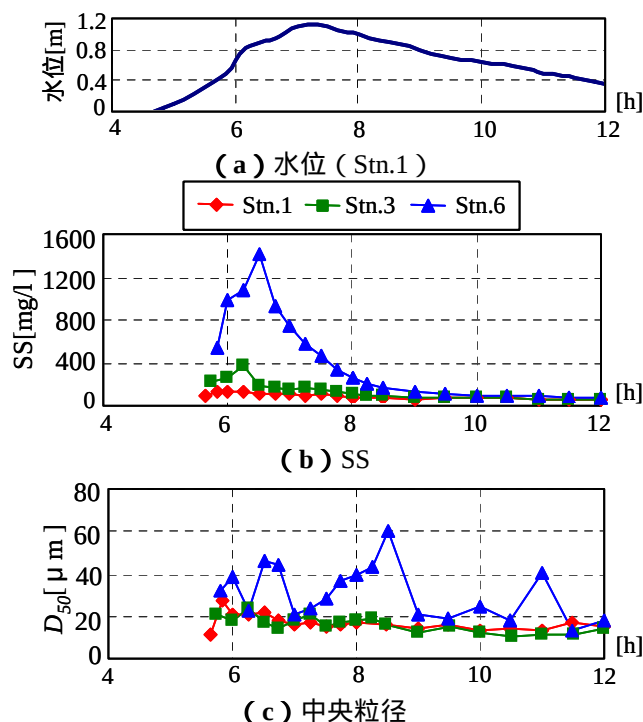


図3 洪水時における浮遊土砂のSS及び中央粒径

(2) 各土砂の粒径分布の比較

河床材料と易浮遊性堆積物の土砂粒径を比較するために、両者の中央粒径の相関図を図4に示す。これより、河床材料の中央粒径は、一部を除き 200～500 μm であるのに対して、易浮遊性堆積物の中央粒径は 20～40 μm となっている。このように易浮遊性堆積物の中央粒径は河床材料より 1 オーダー小さくあり、河床材料とそこから浮遊する土砂成分の粒径は大きく異なる。

洪水時浮遊土砂と河床材料や易浮遊性堆積物の粒径分布特性を比較するために、Stn.1 における粒径加積曲線を図5に示す。これより、洪水時浮遊土砂の粒径分布は河床材料と大きく異なるものの、易浮遊性堆積物とは概ね類似している。この図のように、河床材料では 15% 程度しか存在しない 100 μm 以下の微細土砂成分が易浮遊性堆積物や降雨時浮遊土砂の大部分を占めており、ウォッシュロードと見なされる微細土砂成分が河床より選択的に浮遊しているものと推察される。また、図6は各土砂の中央粒径に関する Stn.1～6 までの流下方向変化を表している。これより、最も河口近くの地点を除いて、河床材料の中央粒径が易浮遊性堆積物や洪水時浮遊土砂よりも 1 オーダー大きいこと、易浮遊性堆積物と洪水時浮遊土砂の中央粒径はほぼ同一である、ということがこの区間全域にわたり確認される。

以上の観測結果をまとめると、従来まで提唱されているウォッシュロードの定義と異なり、「河床材料の中の浮遊しやすい材料（易浮遊性堆積物）がウォッシュロードの供給源となり得る」ということが、河口近傍地点のみならず対象区間全体にわたり成立することが実証された。今後は、多くの河川における巻上げ調査を実施し、易浮遊性堆積物環境を調査する予定である。

参考文献

- 1) 吉川，流砂の水理学，丸善，pp.141-144，1985，2) 江頭ら，水理講演会論文集，Vol.25，pp.481-487，1981，3) 清水ら，水工学論文集，Vol.42，pp.1039-1044，1998，4) 泉ら，水工学論文集，Vol.49，pp.907-912，2005，5) 二瓶ら，水工学論文集，Vol.48，pp.1447-1452，2004。

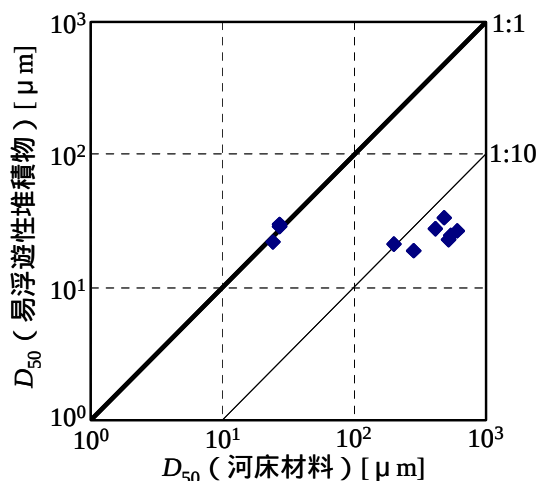


図4 河床材料と易浮遊性堆積物の中央粒径の比較

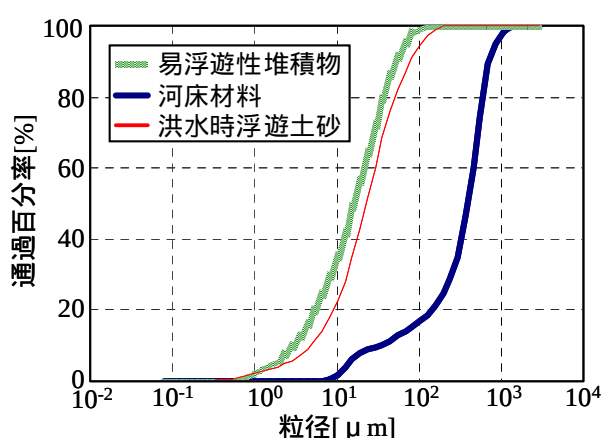


図5 粒径分布特性の比較 (Stn.1)

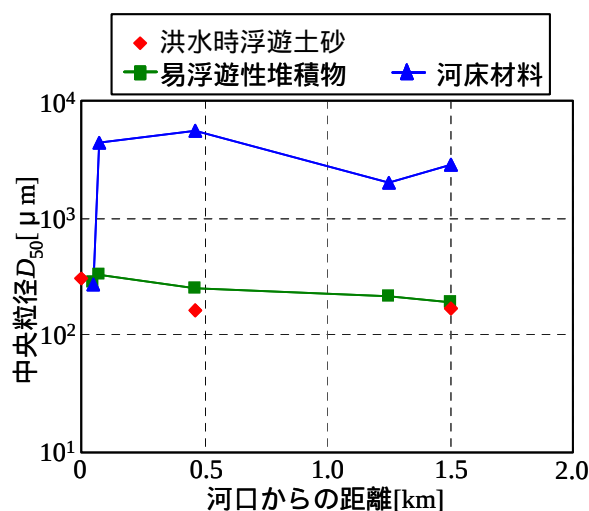


図6 土砂の中央粒径の流下方向変化