

東京湾主要流入河川における掃流砂輸送特性

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻
東京理科大学理工学部土木工学科
UFJ日立システムズ(株)

学生員 ○加藤 靖之
正会員 二瓶 泰雄
非会員 伊藤 雅人

1. 序論

現在、東京湾を始めとする閉鎖性水域においては、赤潮や青潮が頻発するなどの水質汚濁問題が長年続いている。その主な要因としては、陸域からの過剰な汚濁物質の流入に加えて、埋立地造成や流域での土砂収支バランスが崩れたことにより水質浄化機能を有する干潟や浅場が消失・減少したためである。このようなことから、東京湾の水質環境を改善するための海域対策として干潟環境の創出・再生の試みが行われているが、河川を經由して東京湾に流入する土砂供給量が不明なこともあり、干潟再生技術に関しては未だ確立されていない。一方、著者らは、東京湾主要流入河川における土砂輸送の量や質の実態を把握するために、浮遊土砂輸送量に関する長期連続モニタリングを行うと共に¹⁾、簡易掃流砂量モデルに基づいて一部の大河川の年間掃流砂量を評価した²⁾。本研究では、著者らの簡易掃流砂量モデルを用いて、流域面積の9割を占める主要9河川における粒径別掃流砂量を算出し、浮遊土砂輸送量と合わせて、東京湾への土砂供給特性の実態を把握する。また、ここで用いる簡易掃流砂量モデルの基本特性の検証を試みる。

2. 掃流砂量算定法の概要

(1) 簡易掃流砂量モデルについて

本モデル²⁾は、河川における横断面を計算対象とし、簡略化した運動方程式に基づいて水深平均流速と掃流力の横断分布を算定し、そこで得られた掃流力の横断分布と粒径別の芦田・道上式³⁾に基づいて単位幅掃流砂量の横断分布を算出し、最終的にそれを横断面内で積分することにより、掃流砂量を算出する。ここでの入力条件は横断形状と水位、流量の時系列データ、底質粒径分布である。数値計算上では、正確な実測データを入手しにくい水面勾配を変化させて、流量観測値と合致する水面勾配を選定し、その条件下の水深平均流速・底面せん断力・掃流砂量の横断分布を算出し、最終的に断面全体の掃流砂量を求める。また、平均粒径に対する無次元限界掃流力は岩垣の式⁴⁾、混合砂礫の無次元限界掃流力は芦田・道上によって改良された Egiazaroff の式⁵⁾をそれぞれ用いる。

(2) 計算対象

主要流入9河川における計算地点は、江戸川・野田橋(+39km)、荒川・治水橋(+42km)、多摩川・丸子橋(+13km)、中川・八条橋(+27km)、隅田川・白鬚橋(+9km)、小櫃川・富川橋(+18km)、養老川・養老大橋(+4km)、小糸川・人見橋(+5km)、鶴見川・末吉橋(+5km)とする。このうち、江戸川、荒川、多摩川は順流部と見なせるが、それ以外は感潮域に位置する。また、数値計算に用いる底質粒径分布を得るために、これらの地点において、グラブ式採泥器(大起理化学工業(株)製)を用いて各地点3か所の底質を採取し(2007/11, 2008/7/25~30, 12/3~5)、ふるい分け試験やレーザ回折式粒度分布測定装置(SALD-3100, (株)島津製作所製)により粒径分析を行った。さらに流量は二瓶ら⁶⁾、水位は国土交通省のデータを用いる。計算期間は2007/9/1~2008/8/31とする。

得られた底質粒径に関する、粘土・シルト、細砂、中・粗砂、礫の百分率を図1に示す。多摩川は礫、隅田川は粘土・シルトが卓越しているが、その他の7河川では中砂・粗砂の占有率が最も高い。また、小櫃川や養老川の底質粒径範囲はよく分級されている。干潟の底質には細砂・中砂が多いことを考えると、隅田川を除く8河川では干潟材料に適した粒径分布を有している。

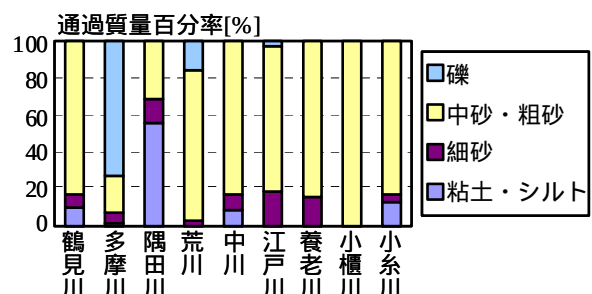


図1 各地点における粒径分析結果

3. 簡易掃流砂量モデルの基本性能の検証

(1) 検討概要

本モデルにおける掃流砂量計算は、1年以上の対象期間において、横断面形状や底質粒径分布を固定している。そのため、河床材料や横断面形状の出水前後の非定常変化や鉛直・縦断変化は本計算には考慮されていない。そこで、図2(a), (b)に示すように、横断面形状や底質粒径分布を変化させて感度分析を行い、これらの入力条件がキーワード：水系一貫土砂管理、掃流砂、浮遊砂、河川流モデル、東京湾

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

算結果に与える影響を検討する．計算地点は多摩川・丸子橋，期間は台風 0709 号時(2007/9/6～9/15)とする．底質粒径分布は Case1-1 を基準とし，Case1-2, 1-3 は別の期間で採取を行った底質データである．また，横断面形状は Case2-1 を基準とし，Case2-2, 2-3 は低水路をそれぞれ 0.5m, 1.0m 低下させたものとする．

(2) 計算結果

この感度分析の結果として，各ケースにおける粒径別掃流砂量を図 3 に示す．これより，底質粒径分布に対しては，総量の誤差は最大で 14% であり，粒径変化の影響は小さい．また，断面形変化に関しては，総量が 27, 44% の誤差であり，底質粒径分布に比べて大きいものの，簡易的には本モデルの適用は問題ないと考えられる．

4. 結果と考察

(1) 各河川における掃流砂量

計算期間における累積流量と累積掃流砂量の時間変化を図 4 に示す．ここでは，9 河川のうち，江戸川，荒川，多摩川，中川，隅田川，小櫃川の結果を示す．これより，総流量としては，台風 0709 号時(図中矢印)のような大出水時にはステップ的に大きくなるが，大部分では概ね傾きが一定の右肩上がりとなっている．一方，累積掃流砂量は，江戸川，小櫃川，隅田川では出水時ならず低水時でも増加しているが，その他の河川では主として出水時のみステップ的に増加しており，流量とは変化パターンが異なる．これは，残りの 3 河川では，低水時には掃流力が限界掃流力を下回るためであり，それには低水時流量が小さいことや底質粒径が大きいことが寄与している．掃流砂量の大小関係は，江戸川が最も大きく，ついで荒川と多摩川が大きい．また，小櫃川では流量は最も小さいが掃流砂量では隅田川や中川を上回っている．

(2) 浮遊砂量と掃流砂量の比較

総掃流砂量と総浮遊砂量の年間値を図 5 に示す．ここでは，総量および粒径別に見るために細砂分，中砂・粗砂分に関する結果を示す．また浮遊砂量データは，光学式濁度計による観測結果に基づくものである．総量では全河川において浮遊砂量が掃流砂量よりも卓越しているが，細砂の一部や中砂・粗砂の全てでは掃流砂の方が大きくなっている．干潟の構成材料が細砂・中砂・粗砂であるため，干潟形成のための土砂供給プロセスとして掃流砂は極めて重要であることが明らかとなった．

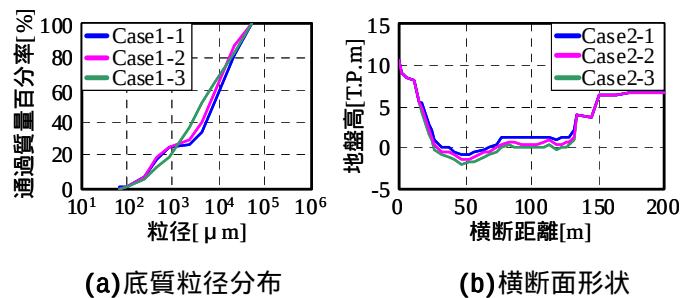


図 2 基本性能を検討するために用いる各入力条件

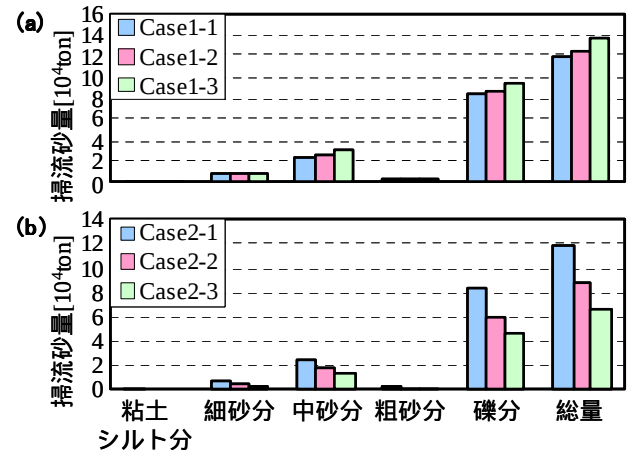


図 3 簡易掃流砂量モデルの基本性能の検証

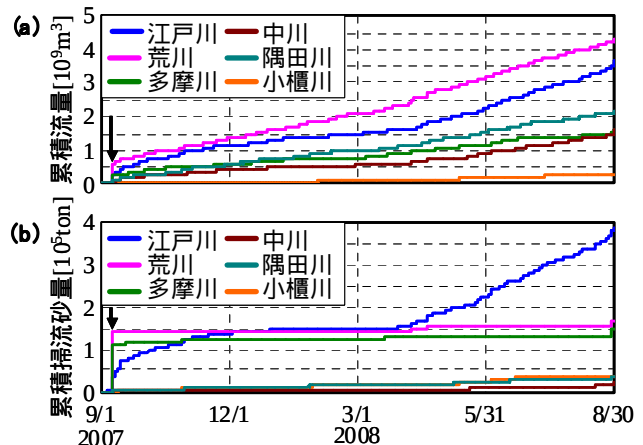


図 4 累積流量(a)と掃流砂量(b)の時間変化

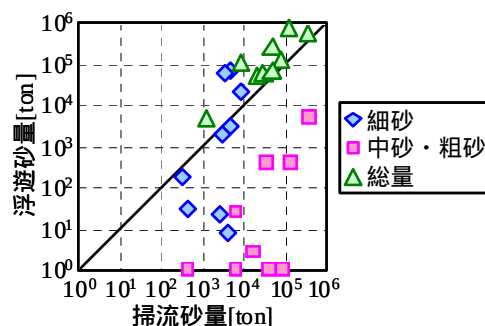


図 5 掃流砂量と浮遊砂量の比較

参考文献: 1)重田ら:水工学論文集,第 52 巻,pp.913-918,2008.2)加藤ら:水工学講演会,第 53 巻,pp.679-684,2009.3)芦田・道上:土木学会論文報告集,第 206 号,pp.59-69,1972.4)岩垣:土木学会論文集, No.41, pp.1-21, 1956.5)Egiazaroff, I.V.: Proc. of ASCE, Vol.91, No. HY 4, 1965.6)二瓶ら:海岸工学論文集,第 54 巻, pp.1221-1225, 2007.