

都市河川河口域における土砂輸送に関する現地観測と数値シミュレーション

| | | | |
|--------------------|-----|----|----|
| 東京理科大学理工学研究科土木工学専攻 | 学生員 | 大関 | 雅丈 |
| 東京理科大学理工学研究科土木工学専攻 | 学生員 | 山崎 | 裕介 |
| 東京理科大学理工学部土木工学科 | 正会員 | 二瓶 | 泰雄 |
| 東京理科大学理工学部土木工学科 | 正会員 | 西村 | 司 |

1. 序論

水質汚濁化が著しい都市河川やその受水域（湖沼，内湾）における水環境を適切に保全・管理していくためには，流域からの汚濁負荷量に関するモニタリングやモデリングを実施していくことは重要となる．流域から都市河川を経由して受水域に流入する汚濁負荷量を評価するためには，流域内における汚濁物質の発生・排出量や河川内における沈降・巻上げを含む流下過程を正確に理解する必要がある．このうち，前者に関しては流域環境情報を用いて原単位法に基づいて解析され，その解析精度について検討されている¹⁾．一方，後者の流下過程については，河道内における汚濁物質の堆積，また底質浮遊は河川水理条件や底質環境に大きく依存しており，その現象の複雑さゆえに十分解明されていない．そこで本研究では，汚濁物質の堆積・巻上げ過程が水理条件により大きく変化すると考えられる河口域に着目し，都市河川河口域における土砂動態を検討することを目的とした現地観測と数値シミュレーションを実施することを試みる．ここでの研究対象フィールドとしては，富栄養化湖沼として有名な手賀沼に流入する都市河川である大堀川とする．

2. 現地観測

(1) 概要

大堀川河口域を対象として，自記式測器を用いた連続調査と，降雨時における短期集中調査を実施した．まず，の調査における観測点としては，図-1に示しているように，河川内（Stn.1），河川と手賀沼の接続点（Stn.3）に1地点ずつとした．観測項目としては，両地点で，水位，流速，濁度とする．観測期間としては，2003/6/18～7/16までの約1ヶ月間とする．次に，の降雨時における短期集中水理・水質観測は，2003/7/3 21:00～7/4 18:00に行われた．観測地点は，図-1に示すように，Stns.1, 2, 3の河道部3地点とする．観測項目としては，Stn.1では水位と流速，濁度，SSとし，Stn.2では濁度のみ，Stn.3では濁度，SSとしている．Stn.1では表層流速を計測し，木水ら²⁾の方法に基づいて流量を算出した．また，巻上げ装置³⁾により，上流側（Stns.1）と下流側（Stn.3）において現地底質の巻上げフラックスを求めた．

(2) 観測結果と考察

1) 河口域におけるSS環境の時間変動特性

降雨イベント時におけるSSの動態を検討するために，短期集中観測期間中の降雨イベントにおける流量（Stn.1）とSS（Stns.1,2,3）の時系列変化を図-2に示す．まず，SSの結果を見ると，Stns.1と2のSSの時間変化は概ね類似しているのに対して，Stn.3のSSは，Stns.1と2よりも大きいことが分かる．Stn.1からStn.3の間における樋管から河川への流入量は小さいことが確認されているので，この降雨イベント時では，Stn.2からStn.3における河床堆積物の巻上げプロセスが顕著であったために，Stn.3のSSがStns.1や2よりも大きくなったものと考えられる．なお，観測期間中の別の降雨イベント時では，Stns.1と3におけるSSの大小関係は図-2の場合とは逆になり，河口域で土砂堆積が卓越するケースも存在することが確認された⁴⁾．

また，連続観測期間中の降雨イベント毎に河口域での土砂堆積・侵食特性が異なる要因を調べた結果，最大流量条件により大きな影響を受けていることが確認された．これは，最大流量が大きくなると，河口域における堆積物の移動限界速度を上回り，底質巻上げ量が增大するためであると考えられる．

また，連続観測期間中の降雨イベント毎に河口域での土砂堆積・侵食特性が異なる要因を調べた結果，最大流量条件により大きな影響を受けていることが確認された．これは，最大流量が大きくなると，河口域における堆積物の移動限界速度を上回り，底質巻上げ量が增大するためであると考えられる．

2) 巻上げ空間変動特性

底質の巻上げ特性を把握するために，上流側（Stn.1）と下流側（Stn.3）における巻上げフラックスの流速依存性を図-3に示す．これを見ると，攪拌速度が大きくなるにつれて，Stn.1よりStn.3の巻上げフラックスの方が大幅に



図-1 観測地点図

キーワード：都市河川，河口域，土砂輸送，現地観測，数値シミュレーション

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

大きくなっており, Stn.3付近の底質は相対的に巻き上がりやすいことが示された。

3. 数値シミュレーション

(1) 計算方法・条件

本計算における基礎方程式系としては, 著者ら⁵⁾が最近, 提案している水平座標系に基づく平面二次元場の連続式, 運動方程式及び巻上げ・沈降項を含む土砂輸送方程式とする。計算条件としては, 格子数を 44×17 , 時間刻み幅を0.1s, 計算領域を図-1中の Stns.1~3の大堀川河口域をカバーした流下方向1400m, 横断方向110mと設定した。計算期間は, 現地観測結果と比較するために, 2003/7/4 0時から6時間とした。境界条件としては, 上流端では水位とSSの観測値を, また下流端においても水位の観測値を与えており, その他の条件には開放条件を課している。

また, 上流側と下流側で巻上げ特性は大きく異なることが確認されているので, 土砂輸送計算における巻上げ項には, Stn.1での巻上げ観測結果を全域に与えた場合(Case1)と, Stn.1の結果を対象領域上流側, Stn.3の結果を下流側に与えた場合(Case2), という2ケースの計算を行い, 巻上げ特性の空間分布がSS輸送に及ぼす影響を検討する。

(2) 計算結果と考察

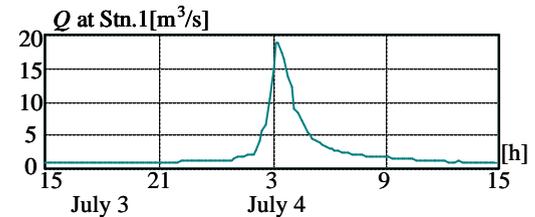
流れ場の再現性を検討するために, Stn.1における流量の観測値と計算値を比べたところ, 両者は概ね一致していた。また, Stn.3におけるSSの計算値についても観測値と概ね一致し, 本モデルによる流動・土砂輸送計算の基本的な有効性が確認された。次に, 下流側(Stn.3)におけるSSの時系列変化に関する計算値(Case1と2)と観測結果を図-4に示す。これを見ると, 相対的に巻上げ量の小さいStn.1の巻上げ特性のみを考慮したCase1ではSSの計算値は観測値より大幅に小さくなっているのに対して, 巻上げ特性の空間変化を考慮したCase2では, 計算値が観測値と概ね類似して変化していることが分かる。これより, 底質環境が著しく変化する都市河川河口域における土砂動態を評価・予測する上では, 実測値に基づいて巻上げ特性の空間分布を考慮することがキーポイントとなることが示唆された。

4. 結論

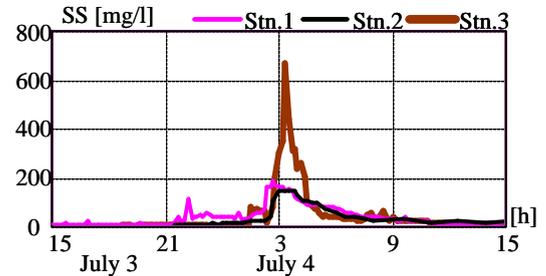
手賀沼に流入する大堀川を対象として, 都市河川河口域における土砂動態を現地観測と数値シミュレーションにより検討することを試みた。その結果, 各降雨イベントによって, 地点毎のSSの大小関係は大きく変化していることが分かった。また, 底質環境変化の著しい都市河川河口域における土砂輸送シミュレーションを行うには, 実測値に基づいて, 底質巻上げ特性の空間分布を考慮することが必要不可欠であることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 二瓶泰雄, 服部裕司, 小久保武, 大竹野歩: 水工学論文集, Vol.48, pp.1459-1464, 2004。
- 2) 木水啓, 二瓶泰雄, 佐藤慶太: 土木学会第59回年次学術講演会講演要旨集, 2004(投稿中)。
- 3) 二瓶泰雄, 山崎裕介, 西村司, 丸山透: 水工学論文集, Vol.48, pp.1447-1452, 2004。
- 4) 山崎裕介, 二瓶泰雄, 大関雅丈, 今野篤, 西村司: 水工学論文集, Vol.48, pp.1447-1452, 2004。
- 5) 山崎裕介, 二瓶泰雄, 西村司: 土木学会第59回年次学術講演会講演要旨集, 2004(投稿中)。



(a) 流量



(b) SS

図-2 降雨イベント時における流量とSSの時間変化(7/3-4)

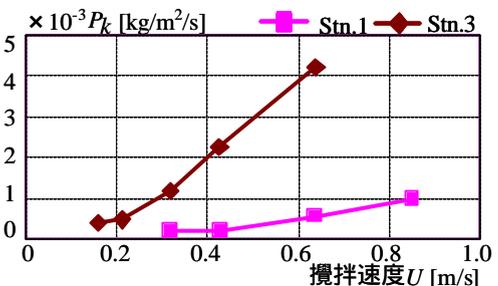


図-3 巻上げ試験結果

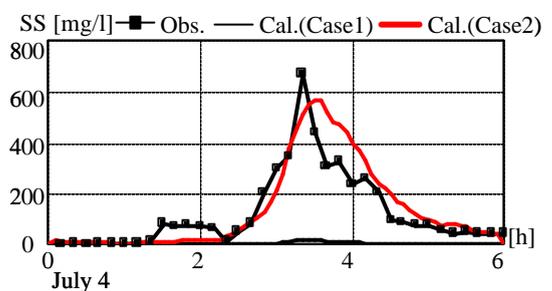


図-4 降雨イベント時のSSの観測値と計算値の比較(Stn.3,7/4)