

都市中小河川の水質及び底質堆積量予測モデルに関する基礎的研究

早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 ○伊藤 弘嗣
早稲田大学理工学術院 正会員 榊原 豊

1. はじめに

わが国の河川水質は高度経済成長期以降、下水道整備や排水規制などの諸対策によって改善されてきたが、地方都市の中小河川では、生活排水の流入や平常時流量の減少等の問題により、未だ十分に改善されているとは言えない。また流域住民の多くは河川環境の再生を強く望んでおり、水質の改善や流量の確保、生物多様性の復活等の対策が社会的に要請されている。河川環境の再生において効果的な改善対策を講じる上では、従来行われてきた流達率や浄化残率に基づく水質管理には限界があり、より高度な水質解析が求められている。

著者らはこれまでに、河川水中成分の挙動を詳細に分類した水質モデル IWA RWQM No.1¹⁾を都市河川に適用し、定常状態及び非定常状態での水質解析を行ってきた。そこで本研究では、これまでのモデルに底質の巻き上げ・沈降過程を加え、河川水質及び底質堆積量の予測を行った。

2. 解析モデル

本研究では、水中成分の水質転換を反応速度モデルで表現した IWA RWQM No.1 に、粒子の沈降速度 D (式 2)²⁾及び巻き上げ速度 E (式 3)²⁾を組み込み、物質収支式(式 1)を立てた。河川の流れは一次元の完全混合槽列状態と仮定した。また、数値計算には Runge-Kutta 法を用いた。

粒子の沈降速度係数 w は単粒子の終末沈降速度、侵食速度係数 M' は $10^{-5} \text{ g} \cdot \text{s} / \text{m}^4$ と仮定した。また、底質成分の濃度を 20 g/l として堆積量を求めた³⁾。

$$\frac{dC_{[i]}}{dt} = \frac{Q}{V} (C_{[i-1]} - C_{[i]}) + r(c, p) - \frac{A}{V} (D - E) \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$D = w \times C_0 \quad \dots \dots \dots (2)$$

$$E = M' \times v_b^2 \quad \dots \dots \dots (3)$$

$C_{[i]}$: 水中成分の流出濃度、 i : 槽番号、 Q : 流量、 V : セグメント体積、 A : セグメント底面積

$r(c, p)$: 反応速度、 D : 単位面積当たりの沈降速度、 w : 粒子の沈降速度係数、 C_0 : 底面直上層の懸濁物質濃度

E : 単位面積当たりの巻き上げ速度、 M' : 侵食速度係数、 v_b : 底面近傍の流速

3. 対象河川および計算条件

本研究では、埼玉県 H 市内を約 7.8km にわたって流れる M 川を対象河川として、各月の条件を用いて、河川水質及び底質堆積量の年変動を求めた。当河川は生活排水の流入によって流域全体が汚濁されており、本研究ではフィールド調査から、排水流入点を 3 箇所代表させて計算を行った。このとき、流域人口と一人あたりの各時刻の排水量から河川流量の日変動を推定した。

また、反応速度パラメーターは文献値¹⁾を用い、その他のデータは行政による定点観測値⁴⁾⁵⁾及び現地フィールド調査に基づく実測値を用いた。

キーワード IWA RWQM No.1, 都市河川, 水質モデル, 底質, シミュレーション

連絡先 〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学理工学部社会環境工学科 Tel 03-5286-3902

4. 計算結果と考察

対象河川 M 川の St1(上流端から約 2km)及び St2(上流端から約 5.7km)における計算結果を図 1～4 に示した。図 1、3 より St1 では COD、BOD の計算値と実測値に多少のずれが見られたが変動傾向は予測できた。また DO 及び底質堆積量の計算値と実測値は概ね一致した。図 2、4 より St2 では COD、BOD、DO、底質堆積量とも計算値と実測値に多少のずれは見られたが、全体の変動傾向を概ね予測できた。

計算結果より、COD 及び BOD は夏季に減少し冬季に増加する傾向が見られ、これは降雨による希釈及び水温による微生物活性の変動によるものと考えられる。溶存酸素(DO)は夏季に減少し冬季に増加しており、微生物活性及び飽和酸素濃度が強く影響していると考えられる。また、底質堆積量は降雨の少ない冬場に増加し、梅雨や夏季の台風等によって一掃され減少することが示された。

5. おわりに

IWA RWQM No.1 及び底質サブモデルを用いた解析モデルを都市中小河川に適用した結果、水質及び底質堆積量の計算値と実測値は概ね一致した。今後は日・週・月間変動も含めて検討し、計算値と実測値の比較をすることでモデルの精緻化をすると共に、河川中に存在する植生の影響をモデルに組み込み評価する予定である。

参考文献

- 1) IWA Task Group on River Water Quality Modeling, River Water Quality Model No.1 (2001)
- 2) 西村、中村、木村ほか、環境修復機能の高い人口干潟システム開発に関する研究(2005)
- 3) 下水道ハンドブック編集委員会、下水道ハンドブック(1982)
- 4) 小山川・元小山川水環境改善緊急行動計画書(2004)
- 5) 埼玉本庄県土整備事務所、平成 17 年度総合流域防災工事小山川外/本庄市大字傍示堂内外報告書(2006)

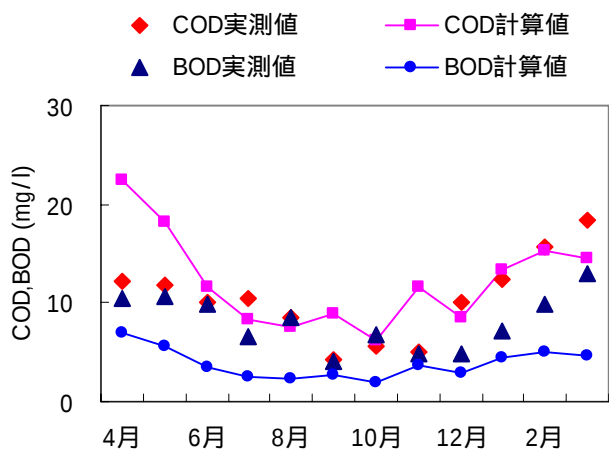


図 1 St1 の COD、BOD の年変動

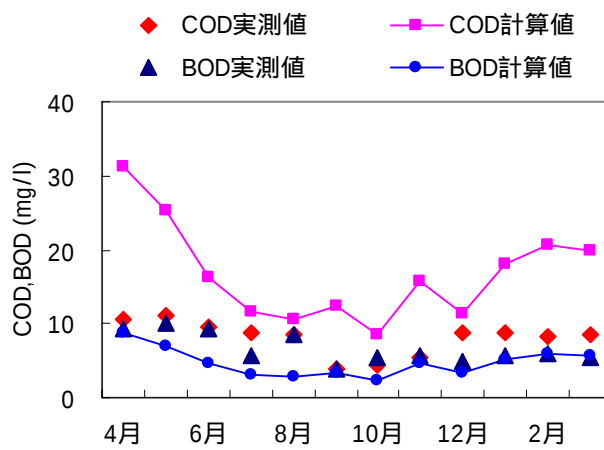


図 2 St2 の COD、BOD の年変動

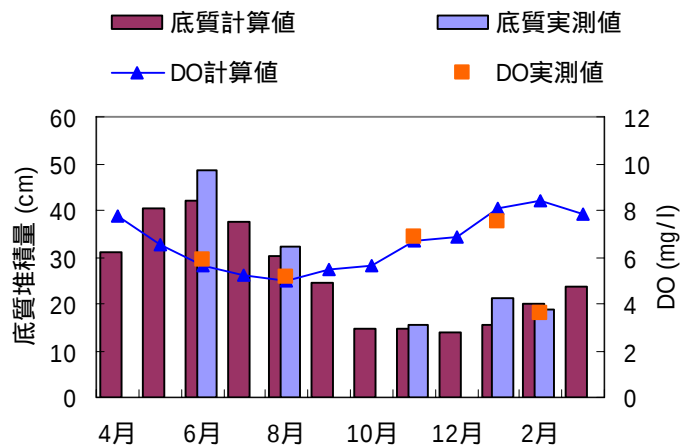


図 3 St1 の底質堆積量、DO の年変動

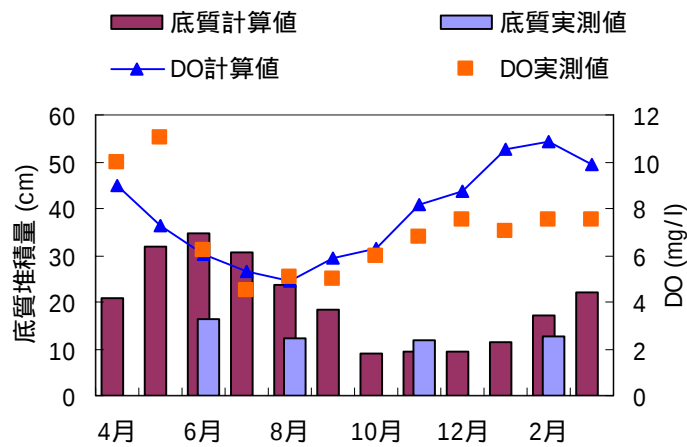


図 4 St2 の底質堆積量、DO の年変動