

IWA RWQM No.1 による都市中小河川の高度水質解析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

わが国では昭和 30 年代後半以降、高度経済成長に伴う急激な都市化および産業発展によって都市部の水質汚濁が顕在化した。その後の下水道整備や産業排水規制等により水質は改善されてきた。しかしながら地方都市における中小河川では現在でも生活排水による水質汚濁や平常時流量の減少などが問題となっており、水環境の再生や環境保全が社会的に要請されている。河川環境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。

先の研究では、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、定常状態での流下方向における水質計算が概ね可能であることが示された²⁾。そこで本研究は、河川流量および生活排水量の時間変動、季節変動等を考慮した非定常状態における水質計算を行った。またモデル内で重要な排水中の有機物組成についても検討を行った。

2. 解析モデル

IWA RWQM No.1¹⁾は河川水中成分の水質転換を詳細な反応プロセスで表現した水質モデルである。本研究では河川の流れを完全混合槽列状態と仮定し、各水中成分に対して物質収支式(1)を立て連立させた。数値計算には 4 次のRunge-Kutta法を用いた。

$$\frac{dC[i]}{dt} = \frac{Q}{V} (C[i-1] - C[i]) + r(c, p) \quad \dots \dots (1)$$

$C[i]$: 水中成分の流出濃度[ML⁻³]、 i : 反応槽の番号、 t : 時間[T]、 Q : 河川流量[L³T⁻¹]、 V : 反応槽体積[L³]、 $r(c, p)$: 水中成分の反応速度[ML⁻³T⁻¹]

3. 対象河川および計算条件

本研究では対象河川を第二期水環境改善緊急行動計画(清流ルネッサンス³⁾)が進行中の元小山川とした。元小山川は埼玉県本庄市を流れる流路長約 7.8kmの都市河川であり、生活排水の流入によって河川全域にわたり汚濁が進行している。

今回の計算では河川流量を平常時流量と各時刻の流入排水量の和とした(図 1)⁴⁾。また排水中の有機物を易分解性有機物 S_s 、溶解性不活性有機物 S_i 、遅分解性有機物 X_s 、浮遊不活性有機物 X_i に分類し、処理形態別における濃度を資料⁵⁾から推定した(表 1)。その他の条件とパラメーターについては実測値³⁾および文献値¹⁾を用いた。

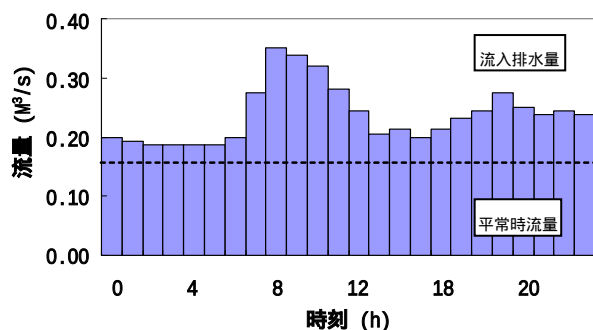


図 1 各時刻の河川流量

表 1 処理形態別排水中の有機物濃度

	S_s (mg/l)	S_i (mg/l)	X_s (mg/l)	X_i (mg/l)	全 COD_{Cr} (mg/l)
農集排・コミプラ	2	19	5	10	36
単独浄化槽	22	125	45	109	301
合併浄化槽	7	36	17	23	83
生活雑排水	34	55	68	40	197

$$\begin{aligned} \text{全 } COD_{Cr} &= S_s + S_i + X_s + X_i \\ \text{全 } BOD &= S_s + X_s \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{溶解性 } COD_{Cr} &= S_s + S_i \\ \text{溶解性 } BOD &= S_s \end{aligned}$$

キーワード IWA RWQM No.1, 都市河川, 水質モデル, 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

対象河川において年平均条件に対して得た環境基準点における水質の経時変化(図 2)および流下方向の日平均水質(図 3)を示した。図 2 より、河川水質は生活排水の流入量と連動して周期的に変化することがわかった。また、図 3 より流下方向における計算では環境基準点および他の 2 地点における BOD、DO の実測値と計算値は概ね一致した。

季節別条件での環境基準点における DO 計算結果を図 4 に示した。ここで環境基準点における DO の実測値は 3.7 ~ 12.0mg/l(平均値 6.7mg/l)であり、各季節における計算値はこの変動範囲内にあった。さらに生活排水の流入量が増減した場合を想定し、排水量 0.5 倍、2 倍および 4 倍についての環境基準点における DO 計算結果を図 5 に示した。図から排水流入量が増加するほど DO の変動幅が大きくなることがわかった。今後は異なる地点および水質の時間変動の実測値を測定し、計算値と比較する予定である。

5．おわりに

IWA RWQM No.1 を都市中小河川に適用し、水質の時間変動を計算した。また、排水中の有機物成分を推定して得た計算結果と実測値とを比較した。その結果、本モデルによる都市河川の水質シミュレーションは可能であった。今後は、底質のサブモデルを組み込んだ水質モデルについて検討する予定である。

参考文献

- 1) IWA Task Group on River Water Quality Modeling, River Water Quality Model No.1, 2001
- 2) R.Kawamoto and Y.Sakakibara, 4th World Water Congress, Marrakech, Morocco, 2004
- 3) 小山川・元小山川水環境改善緊急行動計画書, 2004
- 4) 細見, 原沢, 須藤: 用水と廃水 Vol.30 No.6 p25, 1988
- 5) (財)日本環境整備教育センター資料

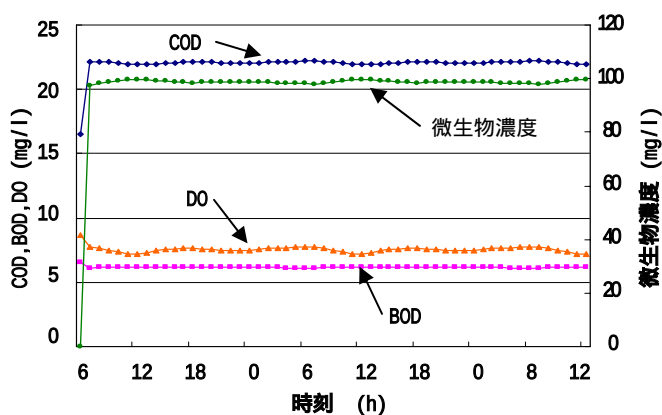


図 2 年平均条件での水質経時変化

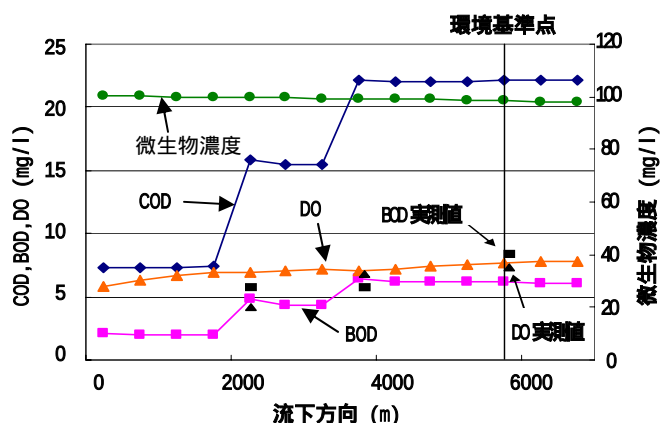


図 3 流下方向の日平均水質

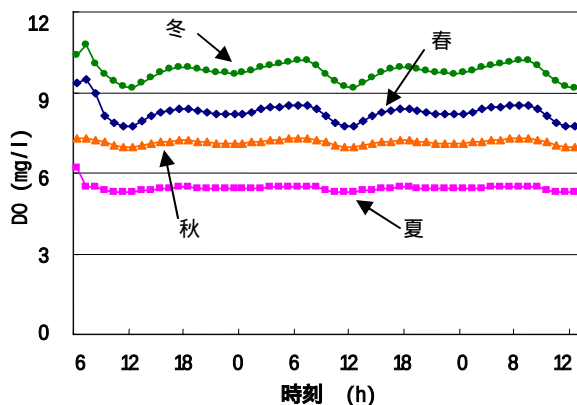


図 4 季節別条件での DO 経時変化

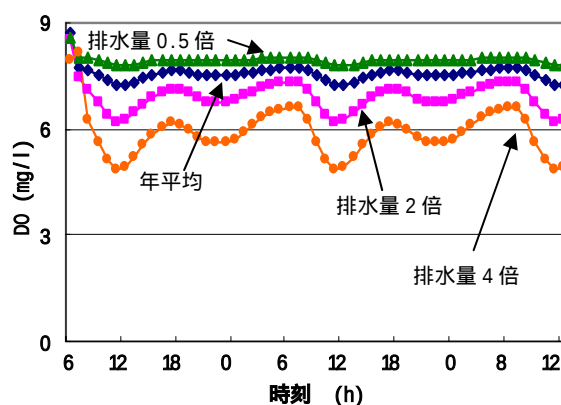


図 5 排水量増減時の DO 経時変化