

都市河川の環境再生に向けた水質シミュレーションに関する研究

早稲田大学大学院理工学研究科 学生会員 ○川本 亮介
早稲田大学理工学部 正会員 榊原 豊

1. はじめに

日本の都市中小河川は高度経済成長に伴う急激な都市化により著しく汚濁されたが、最近では生物多様性を維持し、自然と共生できる水域生態系への再生や水質改善対策が要請されている。¹⁾

このような水質対策を講じる上では従来の流達率に基づいた水質管理では限界があり、より精緻な水質解析や評価が求められると考えられる。そこで本研究ではIWA RWQM No.1²⁾を都市河川に適用し、水質シミュレーションが可能であるか否かについて検討した。また、計算結果をもとに都市河川が有する問題点について考察した。

2. モデル

IWA RWQM No.1²⁾は23種類の水中成分及び30種類の反応プロセスを考慮した数値モデルである。本研究では次元の完全混合槽列状態を想定し、水中成分ごとに物質収支式(式1)を立て、それらを連立させた。数値計算には4次のRunge-Kutta法を用いた。

$$\frac{dC[i]}{dt} = \frac{q}{V} \times \{ (C_{in}[i] - C[i]) + r(c, p) \} \cdots (1)$$

ここに、 $C[i]$ ：濃度、 $C_{in}[i]$ ：流入濃度、 V ：河川の分割要素の体積、 q ：流量、 $r(c, p)$ ：反応速度である。

3. 対象河川及びパラメーター

計算は、水質汚濁が著しく、第二期水環境改善緊急行動計画(清流ルネッサンス)³⁾の対象河川より選出して行った。また、速度パラメーターはRWQM No.1²⁾の値を、河川流量は実測データ³⁾を用いた。

4. 計算結果

4.1 流下方向における水質変化

計算結果の一例を図1に示した。図中には環境基準点における実測値の年平均値³⁾も合わせて示した。図より、流下方向で微生物量は初め上昇するがその後一定になり、流域下部では死滅により減少していることが分かる。一方、溶存酸素(DO)は流下直後微生物に消費

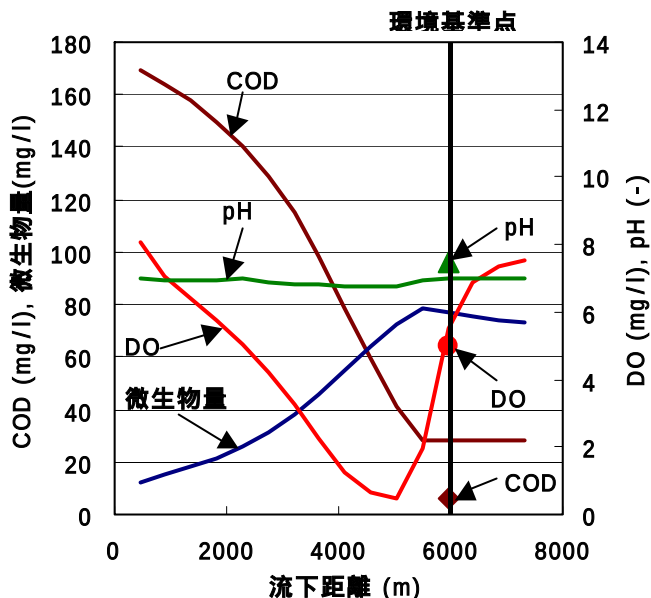


図1. 流下方向における水質変化 (ここで、実線は計算値、プロットは実測値である。)

されて減少するが、河川中流域から再曝気により徐々に増加していき、下流域では飽和値に漸近した。化学的酸素要求量(COD)は初めに微生物により急激に分解され、その後徐々に一定値になった。pHは流下方向において概ね一定で変化しなかった。

4.2. 他の河川への適用

RWQM No.1を他の河川³⁾に適用して、その結果を表1に実測値と比較して示した。両者を比較すると概ね一致した。

4.3. 季節変動

微生物の働きは水温の変化に大きく依存する²⁾。そこで次式を用いて、水質の季節変動を計算した。

$$K_2(T) = K_2(20) \times 1.047^{(T-20)} \cdots (2)$$

ここで、 K_2 ：温度補正パラメーター、 k ：温度定数、 T ：水温である。

計算結果を図2に示した。計算は春(15℃)、夏(27℃)、秋(15℃)、冬(3℃)の4パターンについて行

キーワード：都市河川、環境再生、水質シミュレーション、RWQM No.1、季節変動、水生生物

連絡先：〒169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1 早稲田大学大学院理工学研究科 Tel：03-5286-3902

った。図 2a)より、冬期には COD は微生物活性が低く(図 2c))、ほとんど分解されないことが分かる。一方、夏期は COD がよく分解され(図 2a)、それと同時に DO も急激に消費されることがわかる(図 2b)。また、冬期から夏期にかけて水温の上昇に伴い微生物量が上昇し(図 2c)、それに伴って浮遊懸濁物質濃度が上昇する(図 2d)ことが分かる。

5. 考察

図 1 及び表 1 より、計算結果と実測値を比較すると両者は概ね一致しているので、IWA RWQM No.1 は我が国の都市河川の水質シミュレーションに適用可能であると考えられる。

図 1 より、河川中流域で微生物の働きにより DO が急激に消費されており、水生生物の生育環境に悪影響を及していることが推察される。

また、図 2 より、低水温時の高い COD や高水温時の河川中流域における DO の枯渇等が再現され、都市河川の水質は限られた観測点の情報のみからでは判断できない問題を有していることが分かる。また、夏期における高濃度の浮遊懸濁物質は河床や魚類の産卵場所等へ悪影響を及ぼす可能性がある。

6. 今後の展開

今回は定常状態を想定した計算を主として行ったが、都市中小河川は生活雑排水の流入等により非定常状態にある。今後はこのような水質シミュレーションについて検討する予定である。

また、本研究ではパラメーターとして文献²⁾の値をそのまま用いている。今後は対象河川ごとに適したパラメーターについても検討を加える予定である。

7. 参考文献

1)松尾ら、大学土木水環境工学、オーム社(1999)

2) Peter Reichart et al., River Water Quality Model No.1, IWA Publishing(2001)

3)埼玉県、彩の国ふるさとの川再生基本プラン(2002)

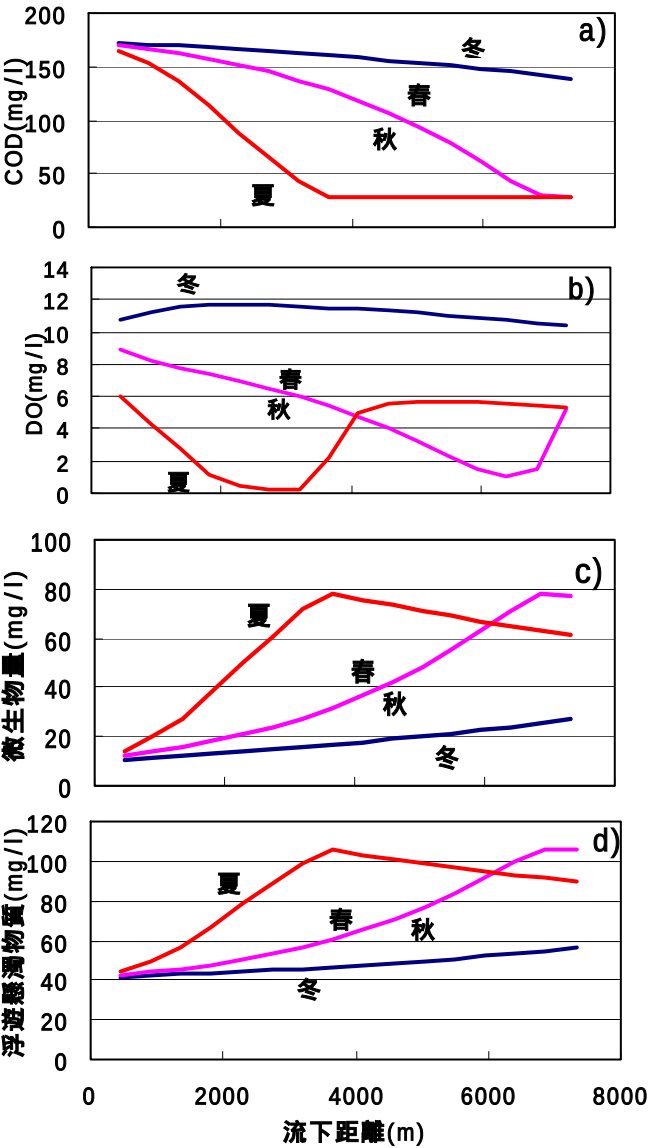


図 2. 水質の季節変動

表 1. 他の河川に関する計算結果

	COD	BOD	DO		pH(-)		藻類		捕食者	
	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値	実測値	計算値	実測値
W 川	19	4.3	5.7	9.5	6.0	7.7	3.2	—	0.83	—
Y 川	17	5.4	6.0	7.0	6.8	7.2	4.0	—	0.91	—
N 川	24	5.0	5.9	6.0	6.9	7.4	4.5	—	0.96	—
A 川	9.5	11	8.2	7.0	3.8	7.8	1.3	—	0.56	—
M 川	30	7.0	5.4	5.0	4.8	7.5	1.1	—	0.55	—

単位：g/m³