

都市中小河川の水質計算に関する基礎的研究

早稲田大学理工学研究科 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

地方都市の中小河川は下水道整備に比較的長期間を要するため、水質汚濁はほとんど改善されていない。このような現状に対して、最近では生物多様性を維持し、自然と共生した都市河川への再生や水質改善対策が求められている。

都市河川の水質対策を講じる上では、従来の水質モデルよりも精緻な水質評価が求められる。そこで本研究ではIWA RWQM No. 1<sup>1)</sup>を都市中小河川に適用してシミュレーションを行い、水質予測に適用できるかどうかを検討した。

2. RWQM No.1<sup>1)</sup>

RWQM No.1は表1に示したマトリックスを用いて表される。本研究では21の河川水中成分に対して物質収支式を立て、それらを連立させて数値計算をした。ここで、個々の成分*i*は関係するプロセス*j*を考慮し、式(1)に示す物質収支式で表した。

$$\frac{dC[i]}{dt} = \frac{q}{V} \times \{C_{in}[i] - C[i] + \sum v_{ij} \rho_j\} \dots (1)$$

ここに、C[i]:濃度、C<sub>in</sub>[i]:流入濃度、V:河川の分割要素の体積、q:流量、 $\sum v_{ij} \rho_j$ :反応速度である。

3. 対象河川の流量及び流入排水の水質

流量のデータが得られない河川については降雨及び生活排水の流入量より推定した。また、COD、T-N、T-Pは汚濁負荷の原単位から推定した。その際下水道普及率を考慮に入れた。流入微生物量は測定データがなかったため、文献<sup>1)</sup>の値を用いて計算を行った。その結果を図1に示す。図より流入微生物量を文献の値の1/100以下にすると流下方向において値は収束した。よって本研究では流入微生物量を文献の値の1/100とした。その他のパラメーターは文献<sup>1)</sup>の値をそのまま用いた。

4. シミュレーション結果

シミュレーション結果を図2、図3に示した。

キーワード：IWA RWQM No.1、都市中小河川、水質計算、COD、微生物量、溶存酸素

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

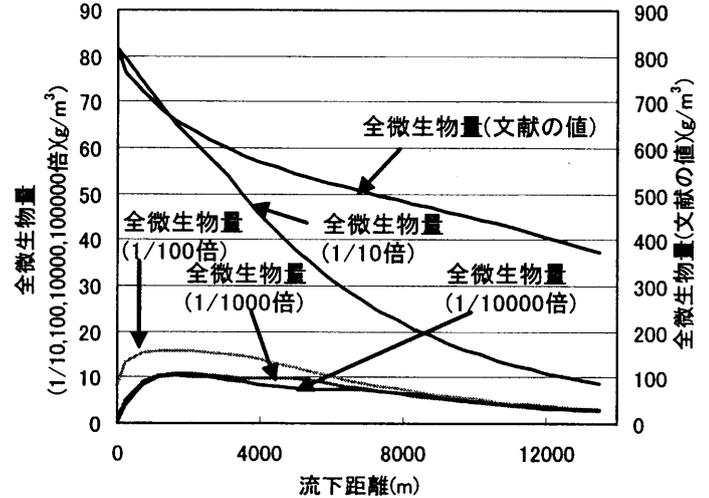


図1.微生物量の検討

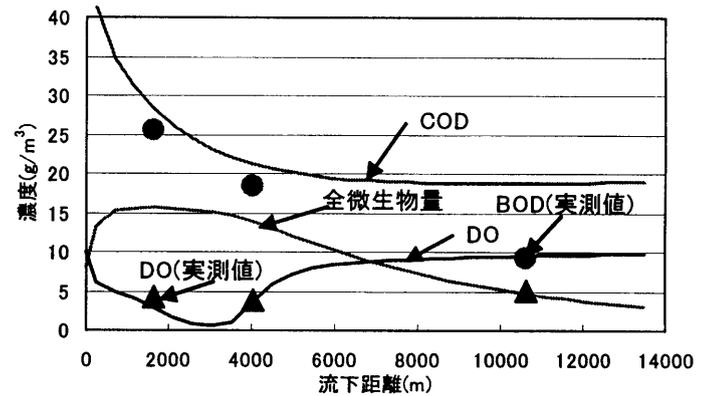


図2. 流下方向における水質変化の比較(COD、DO、全微生物量)

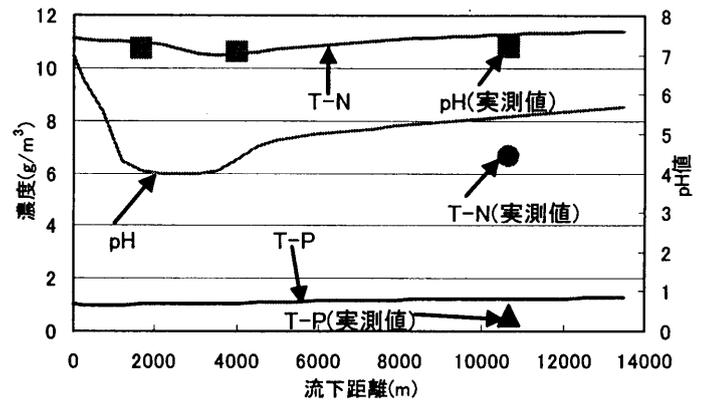


図3. 流下方向における水質変化の比較(T-N、T-P、pH)

図には H5~H10 の実測値(K 川)の年平均値も示した。全微生物量は流下方向において初め増殖するがその後一定になり、一部は死滅していった。一方、溶存酸素は流下直後減少するが、その後再び気により徐々に増加していき、最後飽和値に漸近していった。COD は初めよく分解されたが、徐々に変化が緩やかになっていった。また、T-N、T-P は流下方向において多少の変動はあるが、概ね一定であった。pH は初め減少し、その後増加する傾向にあった。

計算値と実測値を比較すると、概ね一致していることがわかる。ただし、T-N、pH に関しては両者にズレがあったので、今後検討が必要である。

5. 他の河川への適用

RWQM No.1 を他の河川<sup>2)</sup>にも適用した。その結果を表 2 に示す。表 2 には実測値の年平均値も示した。計算値と実測値を比較すると概ね一致していることがわかる。ただし、溶存酸素、pH に関して計算結果の一部

に多少のズレがあったので今後検討が必要である。また、RWQM No.1 では水中成分を 21 項目に分類しており、藻類・捕食者等に関する計算を行ったが、これらに関しては実測値がないためその妥当性を検証することができなかった。

6. まとめ

RWQM No.1 を用いてシミュレーションを行った結果、水質は概ね予測することができた。藻類・捕食者等の計算も行ったが、実測値が調査されていないためその妥当性を検証することができなかった。

7. 今後

汚濁都市河川に農業用水を流入させることは、汚濁の程度を改善するのに有効な手段であると考えられる。よって今後は、農業用水の流入を考慮したシミュレーションを行い、その影響について検討する予定である。

また、藻類・捕食者に関して、将来的には更に高位の生物との関係もモデル内に含める予定である。

表 1.反応速度及び量論関係のマトリックス

Component →i	1	·	2	Process Rate $\rho_j$
	S <sub>s</sub>		X <sub>I</sub>	
Process ↓j	V <sub>ij</sub>			
1a Aer.Growth X <sub>H</sub> (S <sub>NH4</sub> )	-1.9	·	—	$k_{graH,are,T0} \times e \times \frac{S_s}{K_s + S_s} \times \frac{S_{O2}}{K_{O2} + S_{O2}} \times \dots \times X_H$
·	·	·	·	·
21 Eq · S <sub>Ca</sub> -S <sub>CO3</sub>	—	·	—	$k_{eq,S0} \times (1 - S_{Ca} \times S_{CO3} / K_{eq,S0})$
Units	g	·	g	

ここに、 $v_{ij}$  :成分 i,プロセス j に対する量論係数  $\rho_j$  :反応速度式である。

表 2.他の河川に関する計算結果(水質基準点)

	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	—

単位は g/m<sup>3</sup> である。(pH 除く)

8.参考文献

- 1)Peter Reichart et al., River Water Quality Model No.1, IWA Publishing(2001)
- 2)埼玉県、彩の国ふるさとの川再生基本プラン(2002)