

立命館大学理工学部 正員 ○西本 安範
山田 淳

1. まえがき 公共用水域の保全のために、汚濁負荷流出挙動の実態把握とモデル化に関する研究がおこなわれている。とくに最近では、既存モデルの整理や汎用性¹⁾についての検討²⁾もおこなわれている。一者著者らも、下水道未整備地域での実測結果³⁾、大河川での自動監視の資料^{4)~7)}と実測結果をもとに、流出挙動の特徴や、モデルについての検討⁸⁾をおこなってきた。今回は、淀川水系桂川・宮前橋で実測した水質項目のうち、COD について、晴天時ならびに雨天時での流出挙動の特性を述べるとともに、流出モデルとして、 $Q_s = KQ^n$ (Q_s : 流出負荷量、 Q : 流量、 K, n : 定数) をとりあげ、同モデルの適合性や定数の変化等について検討を加えた。

2. 流出挙動の特性 図-1、図-2に晴天時と雨天時における流出挙動を、表-1に同図期間での流量と負荷量との相関係数を、図-3に3降雨の降雨初期における流量と負荷量との経時変動を示す。特徴を要約して述べると、①流量の挙動は、晴天時においては、ほぼ24時間の周期変動を示すが、日曜日から月曜日にかけての変化は緩慢で休日特性がみられる。②S-COD (S: 溶解性)の挙動は、晴天時において、T-COD (T: total)の8割以上を占めるため、晴天時の挙動は溶解物の挙動で代表される。流量との相関性は、表-1、図-3に示す相関係数の値にみられるように、全天候的に安定して高く、ループも小さくて、無限供給型のモデルが適している。③P-COD (T-S)の挙動は、晴天時においては、ランダムな挙動が目立ち、流量との相関性は低い。雨天時では相関係数が高いが、多数の降雨を含めて評価すれば低くなるものと推定される。また、図-2の流量ピーク付近での負荷量は大きく、晴天時に流域に堆積していた浮遊性汚濁物の流出がみられる。このように、浮遊性汚濁物の流出モデルには、流域に堆積している汚濁物の有限量を考慮する必要があるが、図-3に示すように、ループは明瞭ではない。④T-CODの挙動は、当然のことながら、SとPとの特性をあわせてもったため、晴天時には無限供給型のモデルで、雨天時には、流域の堆積量を考慮したモデルが必要となる。

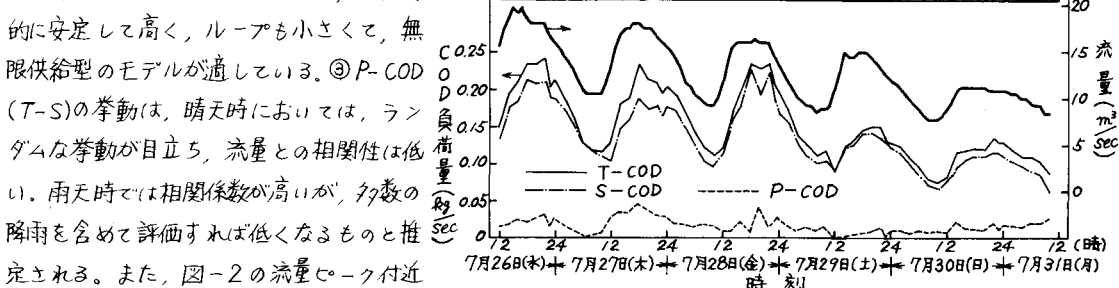


図-1 晴天時における流出挙動

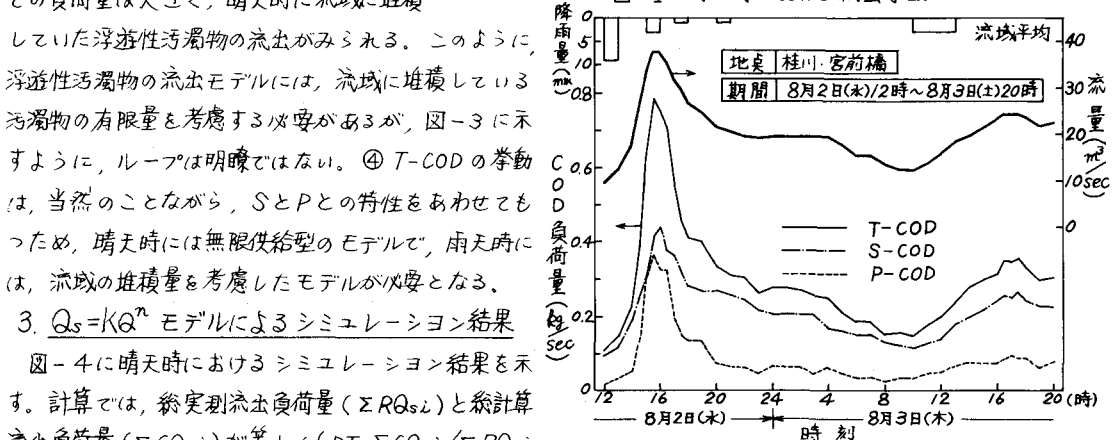


図-2 雨天時における流出挙動

3. $Q_s = KQ^n$ モデルによるシミュレーション結果

図-4に晴天時におけるシミュレーション結果を示す。計算では、総実測流出負荷量 ($\sum RQ_{si}$) と総計算流出負荷量 ($\sum CQ_{si}$) が等しく ($PT = \sum CQ_{si} / \sum RQ_{si} = 1.000$)、かつ $H = \{ \sqrt{(\sum (RQ_{si} - CQ_{si})^2 / N)} / (\sum RQ_{si} / N) \}$ (N : データ数) の値が最小となる K, n を選り、これによって Q_s を求めたものを計算値 I とした。S-COD の計算結果は、 n が 1.1 で流量の挙動と大差のないものである。部分的に合っていない所もあるが、全体

表-1 流量と汚濁負荷量との相関係数

水質項目	晴天時		雨天時	
	相関係数	データ数	相関係数	データ数
T-COD	0.890	65	0.977	39
S-COD	0.882	65	0.975	39
P-COD	0.537	65	0.917	39

的にみれば比較的好く対応しているといえる。P-CODの計算結果は、実測値の変動が大きく、 F の値も大きくて適合性の悪い結果となった。

図-5に雨天時におけるシミュレーション結果を示す。計算値Ⅱは、晴天時に定めた定数を用いて計算した結果、計算値Ⅲは、雨天時期間で、 $PT=1,000$ 、 F が最小となる場合の結果である。S-CODは、計算値Ⅱでは、ピーク量の対応、 PT 、 F の値にもみられるように実測値との対応がきわめてよく、晴天時、雨天時を通して同程度の定数で表現できる。P-CODは、計算値Ⅱでは、 PT が0.355と実測値より小さく、 F の値も大きくて適合性が悪い。計算値Ⅲでは、当然のことながら適合性がよくなるが、 F の値は2.6と大きくなる。このように雨天時には定数の値を変える必要がある。表-2は、図-4、図-5に示したと同様の計算結果をまとめたものである。T-CODは、晴天時においては、溶解性物質の割合が高いため、S-CODと同程度の値をとる。雨天時には、溶解性物質の割合が高くなるため、浮遊性物質の流出状況に応じて、定数の値が変わる。

4. まとめ 以上述べてきたことをまとめると、①溶解性物質は、 $Q_s = KQ^n$ で全天候的に表現が可能であり、 n は1.0~1.1程度の値である。②浮遊性物質は、晴天時と雨天時での定数の値が異なり、 F の値も大きくて適合性が悪い。晴天時には、 $\lambda > \tau$ ムな挙動の評価が、雨天時には、流域に堆積している汚濁物量の考慮が必要である。③汚濁物の全体量は、晴天時においては、 $Q_s = KQ^n$ で表現が可能である。 n の値は、晴天時には、1.1程度、雨天時には浮遊性物質の

流出程度に応じて変化する。

資料の入庫ならびに宮前橋自動監視室の利用にあたって建設省の便宜をえた。また、水質分析資料の解析には、元本学卒生、長田正章、堤茂、高永隆明、森田一也、平松善勝君の協力も得た。記に謝意を表す。

表-2 $Q_s = KQ^n$ モデルのシミュレーション結果

水質項目	計算値	n	$K(\times 10^{-3})$	PT	F
T-COD	Ⅰ	1.1	9.184	1.000	0.139
		1.1	9.184	0.835	0.276
	Ⅲ	8月 1.6	2.275	1.000	0.070
		7月 1.5	1.988	1.000	0.008
		6月 2.4	0.03421	1.000	0.131
S-COD	Ⅰ	1.1	8.184	1.000	0.142
		1.1	8.184	1.066	0.106
	Ⅲ	8月 1.1	7.679	1.000	0.080
		7月 1.0	8.076	1.000	0.056
P-COD	Ⅰ	1.4	0.4603	1.000	0.489
		1.4	0.4603	0.355	0.976
	Ⅲ	8月 2.6	0.02746	1.000	0.201
		7月 2.1	0.08128	1.000	0.228

計算値Ⅲ 8月: 8月2日12時～8月3日20時
 7月: 7月11日20時～7月12日3時
 6月: 6月20日17時～6月21日2時

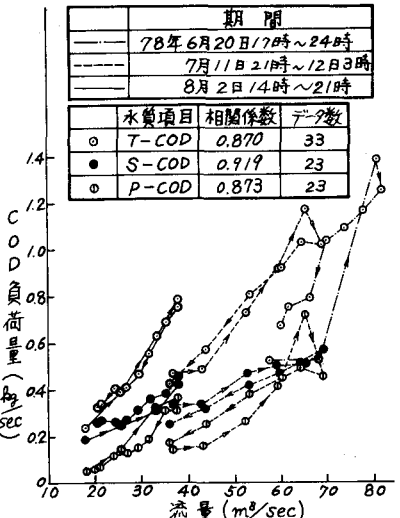
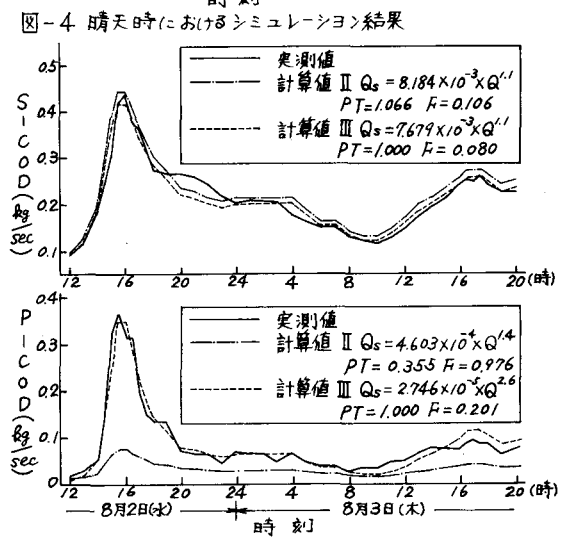
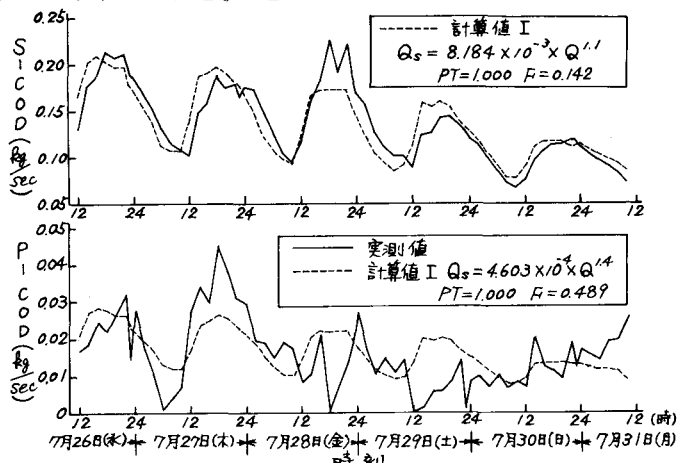


図-3 雨天時における流量と負荷量との関係



1) 和田: 第4回衛生工学研究会, 2) 山寺: 土木学会第32回年講, 3) 山田・西本: 立命館理工研紀要, 第29号, 4) 西本・山田: 土木学会第32回年講, 5) 西本・山田: 昭和53年度土木学会関西支部講, 6) 西本・山田: 土木学会第33回年講, 7) 西本・山田: 昭和54年度土木学会関西支部講, 8) 西本・山田: 第16回下水道研究発表会