

II-612

都市域中小河川における水質タンクモデル適用のための基礎的検討

立命館大学大学院 学生員 持田 雅司
立命館大学理工学部 正 員 市木 敦之
立命館大学理工学部 正 員 山田 淳

1. はじめに

筆者らは、モデル構造が比較的簡易で流出過程における物理現象をモデルに反映させることができる流量タンクモデルに、汚濁物流出の機能を付加した水質タンクモデルを構築し、これまで流域特性の異なる複数の河川において汚濁物流出過程の再現を試みてきた¹⁾。しかし、従来のモデル機能では、都市域中小河川の鋭敏な流出応答に十分対応しきれていない。そこで本報告では、従来用いてきた基礎式に一部改良を加え、都市域中小河川における適用精度の向上を図るものとした。

2. 水質タンクモデルの構造

汚濁物流出の基礎式は、図-1に示す流量タンク内部に汚濁物を堆積させるフルイを設け、水位 X と汚濁物堆積高 S により次式で表現する。

$$X \leq S \text{ のとき } L = \alpha X \cdot \frac{1}{X} \int_0^X \beta B X^n dx \quad (1)$$

$$X > S \text{ のとき } L = \alpha X \cdot \frac{1}{X} \int_0^S \beta B X^n dx \quad (2)$$

L : 汚濁物流出高, α : 流量タンク流出係数

S : 堆積高, αX : 流量流出高, X : 水位,

X^n : フルイの形状 β : 水質タンク流出係数, B : 堆積高変換係数

モデルのパラメータは α , β , B , n であり、これまではいずれも流域毎に定まる定数としていた。しかし、特に降雨等の水文学量に応じて鋭敏な流出挙動を示す都市域中小河川では、汚濁物の流出反応速度は、流域内における汚濁物の堆積状況と水位の相対的な関係をもって変化していると考えられるため、ここでは水質タンク流出係数 β を(3)式で表し、流域内の汚濁ポテンシャルと水文状況により、時々刻々に変動するものとしてシミュレーションを行った。

$$\beta = \frac{St}{S} \times \frac{(1 - e^{-P X t})}{(a)} \quad (3)$$

St : 時刻 t における堆積高 P : 係数

Xt : 時刻 t における水位 S : 平均汚濁物堆積高

ここに、(a)部は汚濁ポテンシャルの影響要因、(b)部はタンク内水位の影響要因を表す。

3. 対象流域と適用データの概要

対象としたのは、琵琶湖へ東岸から流入する都市域中小河川、伊佐々川である。集水面積は、3.93km²、流域人口は約9千人であり、上流部が山地と田畑、中流部が住宅地、下流は草津市の中心部を流れている。この地域では近年分流式下水道の整備が進み、人口普及率は65.4%に達している。調査は、連続した複数の降雨を含んだ期間について、降雨量の測定および30分～1時間間隔の流量測定と採水を行い、水質分析を行った。調査結果の概要を表-1に示す。流域の構造は直列3段型のモデルとして表現し、上・中段をそれぞれドライエリア・ウェットエリアの非特定汚染源、下段を特定汚染源およ

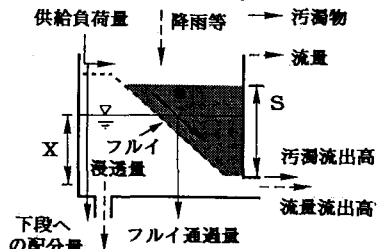


図-1 水質タンクモデルの概念図

表-1 調査結果の概要

降 雨 番 号	調査期日	先行降 雨量 (mm) 日	総降 雨量 (mm)	降雨総 続時間 (hrs)	平均 流量 (m ³ /s)	平均水質 (mg/l)	
						COD	T-N
1c2-1	93/6/13 ~14	40.0	22.5	15.0	0.91	12.73 7.02	2.00 1.35
1c2-2	93/6/18	69.0	3.5	0.7	0.58	10.89 6.10	2.24 1.76
1c2-3	93/6/18 ~21	69.0	63.0	33.7	1.75	15.90 6.68	2.62 1.60
1c2-4	93/6/22 ~24	128.0	75.0	20.7	2.16	10.35 5.28	1.92 1.48

※1:10日間先行降雨量

水質 上段:懸濁成分+溶解成分(T) 下段:溶解成分(S)

び自然域からの基底流出分（溶解成分）と仮定した。

4. シミュレーション結果

(1) 水質タンク流出係数 β

シミュレーション結果の一部を図-2に示す。 β を固定するよりも、(3)式を用いてSおよびXにより β を変動させるほうが、流出ピーク時およびテリング部における再現性が良いことがわかる。COD、T-Nについての実測値と計算値の相関係数を表-2に示す。ここでも、 β を固定した場合に比べて変動させた場合の相関係数は高くなっている。

表-2 実測値と計算値との相関係数

水質タンク 流出係数 β	相関係数 (水質)				相関係数 (負荷量)			
	COD		T-N		COD		T-N	
	(P)	(S)	(P)	(S)	(P)	(S)	(P)	(S)
固定	0.75	0.39	0.50	0.08	0.88	0.85	0.75	0.77
変動	0.78	0.50	0.54	0.17	0.95	0.92	0.80	0.73

(2) タンク内部の状態変化

タンク内部の状態変化については、汚濁物堆積高Sが自然型河川のような安定した挙動を示さず、上段タンクの供給量の有限性が現れており、様々な都市活動により発生した人為的な汚濁物の流出分が大きい都市型河川の特徴を再現することができた。

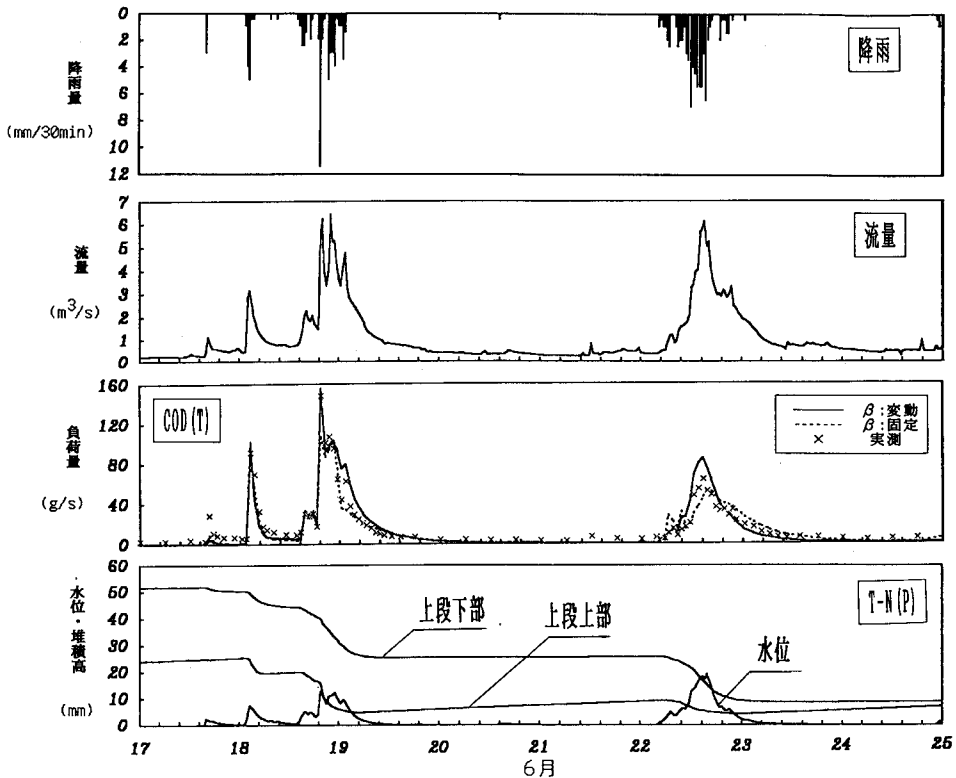


図-2 水質タンクモデルによるシミュレーション結果

5. まとめ

本報告では基礎式の一部改良をおこない水質タンクモデルの適合性の向上を図った。 β を固定させる従来方式と比べ、精度は良くなっているものの溶解成分の適合性がなお課題として残った。懸濁成分については十分に成果があげられたので、今後は溶解成分の流出に重点を絞りさらにモデルの改良に努めたい。

(参考文献) 1) たとえば、山田、市木、持田他：第30回環境工学フォーラム 1993.12