

水質タンクモデルによる汚濁物流出解析

立命館大学理工学部 山田 淳
(株)建設技術研究所 長谷川 祐一
立命館大学大学院 ○清水 稔也

1. 研究目的 排水規制や下水道整備の効果によって、水域への汚濁物の総流出量が減少傾向にあるなかで、非特定汚濁源によるものはむしろ増加傾向にあり、水質管理上の課題となっている。非特定汚濁源からの流出は、降雨等水文現象の影響を受けやすく、また、晴天日数が汚濁物の現存量（堆積量）を支配するため、従来の流送能力型流出モデルに代って現存量を考慮したモデルが必要である。本研究は、汚濁物の長期的な流出量を推定・予測するため、従来のタンクモデルに、水質に関する項を付け加えた「水質タンクモデル」を作成し、淀川流域に適用してその有効性を検討したものである。

2. 水質タンクモデルの概要 図-1に示すようにタンク内にABCのようなふりいがあり、汚濁物の供給、堆積、通過は水の動きと独立であると考え。ふりいAB上に供給された汚濁物は通過分（主として特定源、溶解性）と通過せずふりいBC間へと移動する分（主として非特定源、浮遊性）に分けられる。タンク内の水の均等な水平流によって、△CDEの堆積物の一部が流出する。この関係は次のようになる。

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

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

L；汚濁物流出高、X；貯留高、S；堆積高、 α 、 β ；定数
 αX は流量流出高だから、 $\beta f(x)$ は流出水質となり β は水質ポテンシャル（タンク定数）の大きさ、 $f(x)$ はその分布特性を表わすことになる。図-1のような $f(x)=x$ の場合には、 $L = \alpha \beta X^2 / 2$ となり、流量の2乗に比例するといわれる濁質の流出モデルとなる。また、水質が一定の場合には $f(x)=1$ として $L = \alpha \beta X$ と表わせる。実際には、水質指標毎に供給量、 β 、 $f(x)$ を定めて計算することになる。

3. 淀川流域への適用 (1) 流量タンクモデル；淀川の枚方地点を対象に、天ヶ瀬ダム（琵琶湖）、高山ダムの上流を除いた残流域について直列3段タンクモデルを作成し、計算後、流下時間を考慮した両ダムの放流量を加算することで枚方地点流量の再現をはかった。その結果得られた定数を図

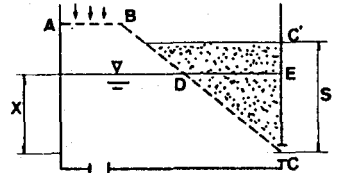


図-1 水質タンクモデルの概念図

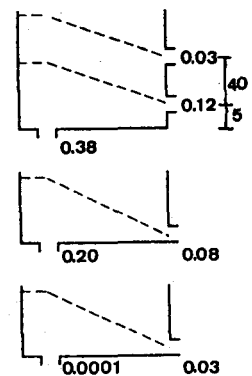


図-2 流量タンク定数

- 2 に示す。

(2) 水質タンクモデル；図-1 のふるいの形状を図-2 のように設定した。供給負荷の構成が明確でないので、AB 部分を区別せず、また、 $f(x) = x$ で、 X の値にかかわらず (2) 式が成立するものとした。したがって式は、 $L = \alpha X \cdot \beta S \cdots (3)$ となる。水質指標としては、濁度、過マンガン酸カリ消費量、 BOD_5 、アンモニア性窒素の各項目をとり、庭窪、柴島両地点の水質値をもとに年間総流出負荷量から日平均値を算定した。

4. シミュレーション結果 1979 年～81 年の 3 ヶ年についての計算結果を表-1 に示す。水質項目によって負荷流出特性が異なるためタンク定数は違った値を示すものの、図-3 に例示するように長期間の連続した降雨時の負荷量ピークやピーク後の負荷量低減の状況を再現している。年間総流出負荷量の実測値との比 (PT 値) では 0.80～1.27 の範囲であり、相関係数もアンモニア性窒素では

0.33～0.63 とやや低いものの、他の水質項目では 0.54～0.94 と比較的高い値を得ており、水質タンクモデルの有効性が確認された。

なお、本研究の計算においては、卒業研究生浅見将宏、太田寿浩、西野誠君らの協力を得た。

表-1 計算条件一覧

項 目		濁 度	KMnO ₄	BOD ₅	NH ₄ -N	
供給負荷量 (t/day)		458.0	92.0	57.3	10.3	
水質タンク定数 β	上段 (上)	流出	0.039	0.025	0.030	0.020
		浸透	0.015	0.015	0.100	0.100
	上段 (下)	流出	0.003	0.004	0.003	0.150
		浸透	0.008	0.012	0.018	0.450
	中段	流出	0.035	0.015	0.004	0.030
		浸透	0.010	0.020	0.020	0.060
	下段	流出	0.001	0.008	0.010	0.045
		浸透	0.000	0.000	0.000	0.000

* KMnO₄ : 過マンガン酸カリ消費量、NH₄-N : アンモニア性窒素

表-2 計算条件

項 目	濁 度			KMnO ₄			BOD ₅			NH ₄ -N		
年 度	1979	1980	1981	1979	1980	1981	1979	1980	1981	1979	1980	1981
適合率 (PT 値)	0.80	0.86	1.21	0.91	0.94	1.09	1.01	1.27	1.15	0.95	0.99	1.07
相 関 係 数	0.82	0.54	0.94	0.79	0.66	0.94	0.81	0.74	0.82	0.63	0.47	0.33

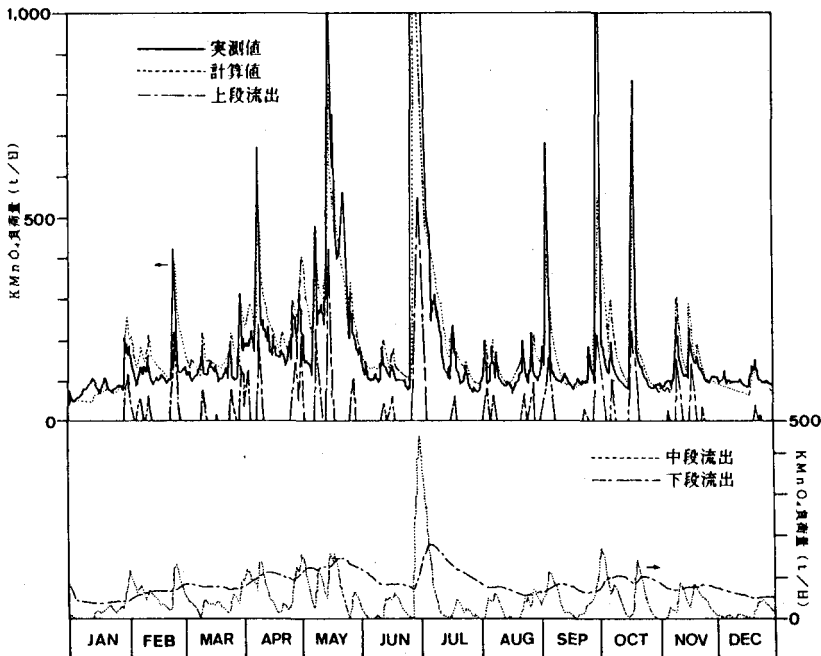


図-3 シミュレーション結果 (1979 年、KMnO₄)