

桂川水系天神川における汚濁物の流出特性に関する研究 (Ⅲ)

立命館大学理工学部 ○西本安範, 山田 淳

1. はじめに 雨天時における汚濁物の流出挙動に関する調査は採水・分析の作業量の限界性より下流端にとどまるものが多いが、支川の特徴が直接的に回答する中小河川では下流端での測定結果に上流支川の特徴が鋭敏に反映することになり下流端の測定結果のみでは流域特性との関連を説明することが困難となる。こうしたことよりここでは中小都市河川での同時調査(上流2地奥, 下流1地奥)結果のうちSSをとりあげ雨天時での流出挙動の特性を述べるとともに支川特性を考慮した負荷流出モデルについて報告する。

2. 流域の特性 対象とした天神川は図-1, 表-1に示すように6つの支川ブロックより構成されるが、上流域が山地と住居地, 中下流域が工業地と住居地と土地利用が明確に区分される流域であり、本川下流部での流出挙動はこの土地利用を反映して、晴天時には下流支川の流出挙動で代表されるが、雨天時には上流域の流出挙動のウエイトが大きくなる。

3. 流出挙動の特性 図-1に示す地奥で実施した同時調査結果の1例を図-2, 表-2に示す。①表-2に示す値のmax/minは流量で3.7~2.4倍程度であるのに対し、濃度では83~128, 負荷量では351~810と集中性のない小降雨にもかかわらず浮遊性汚濁物の流出量は大きい。②地奥1と地奥2の流出応答はピーク量で流量では20分、濃度で30分、負荷量で20~30分地奥2の方が早い。また地奥1, 2から地奥4までの流下時間は濃度や負荷量の変動より45分程度である。③各地奥とも流量ピークが濃度のピークより早く出現するため流量と負荷量との経時変動は左まわりのループを描くことになり一般の河川で指摘されている右まわりとは異なる。図-3に図-2

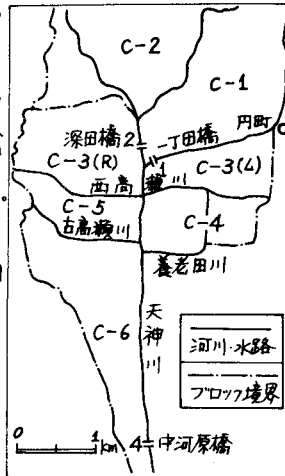


図-1 採水地奥

表-1 天神川流域の概要

支川 ブロック	流域 面積 (km ²)	土地利用				
		小耕地	住居地	工業地	商業地	
C-1	7.33	4.57	2.01	0.39	0.37	
C-2	11.91	7.21	4.45	0.16	0.09	
C-3(R)	1.14		0.84	0.22	0.09	
C-3(L)	0.72			0.63	0.09	
C-4	0.83			0.77	0.06	
C-5	0.64		0.18	0.46		
C-6	1.75	0.13	0.88	0.72	0.01	
計	24.32	11.91	8.36	3.35	0.71	
(%)	(100.0)	(49.0)	(34.4)	(13.8)	(2.8)	

表-2 流出挙動の特性

地奥	流量(m ³ /sec)		濃度(PPM)		負荷量(g/sec)	
	max	min	max	min	max	min
1	1.360	0.184	688	5.5	809.8	1.0
2	2.994	0.806	994	7.8	2976.4	6.7
4	4.809	1.100	694	8.3	3193.8	9.1

天神川, 1982年5月14日(金), (SS)

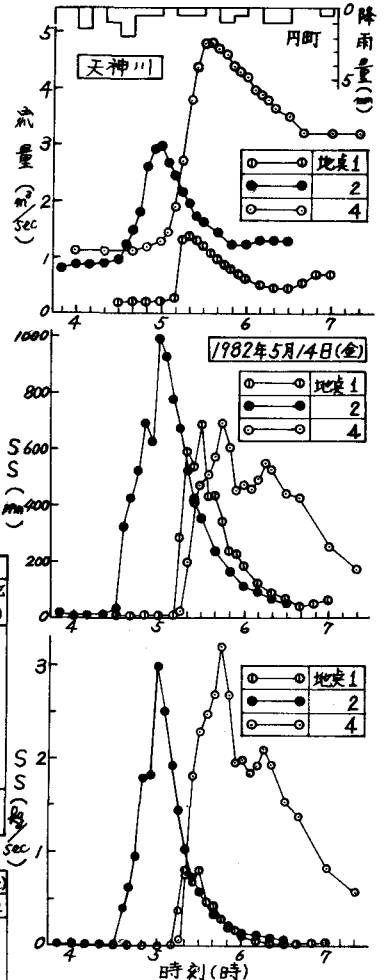


図-2 雨天時における流出挙動

に示す地奥4の実測値(A), 地奥1と2の実測値の合計量を45分遅らせたもの(B), $C=A-B$ として求めた流出量の挙動を示した。図-3に示す期間の総流出量のAに対する割合は、流量でB(61, 地奥1:16, 地奥2:45%), C(39%), 負荷量でB(60, 地奥1:12, 地奥2:48%), C(40%)の値となる。この割合を表-1に示す流域面積との関連で述べると、地奥1は流域面積比(X)で30%近くを占めるが下水道の整備効果もあらわれてXの半分, 地奥2はXが49%でXに相当する流出量が, CではXが21%で約2倍の流出量となり地奥1,2~4までの流出量もかなりあることがわかる。

4. 負荷流出モデルと計算結果 図-3に示す地奥1,2,4の流出負荷量と流量との相関係数が(地奥1:0.921, 地奥2:0.968, 地奥4:0.871)と高いことより $Q_s = KQ^n$ モデルをとりあげ表-3に示すcaseについてシミュレーションをおこなった。計算では $PT = 0.995 \sim 1.005$ の範囲で n を0.1刻みで変化させ F が最小となるものを最適合度として選んだ。表-3, 図-4, 5に計算結果を示す。① case1-地奥1,2 では R も1.00に近くて適合性が高いが, Cでは流量と負荷流出量との挙動が異なるため適合性が極端に悪い。地奥4では F, R の値からすれば適合性は高いといえるが実測値の第1ピークとの時間ずれや第2ピークをとらえていないことに問題が残る。② case2-実測値の第1ピークでの改善が若干みられるがCの適合性が悪い。③ case3-実測値との適合性は極めて高いものになった。

5. あとがき 本報告では雨天時の流出特性と支川のtime lagを考慮したモデルについて述べたがCase2の適合度はCase1と大差のないものになった。中流部での流出量の把握が課題と考える。

本調査では82年度卒研生諸氏の全面的な協力を得た。また本報告に際して西野善雄, 並河悦郎, 西村正広, 竹嶋一雄君の援助を得た。記して謝意を表す。

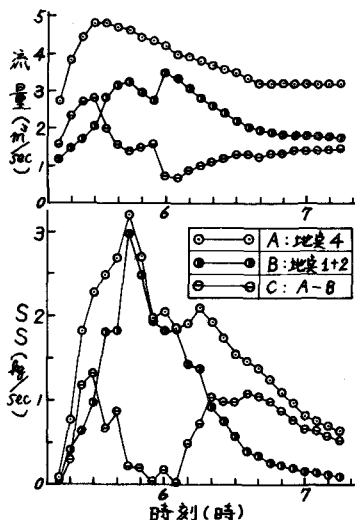


図-3 雨天時における流出量の収支

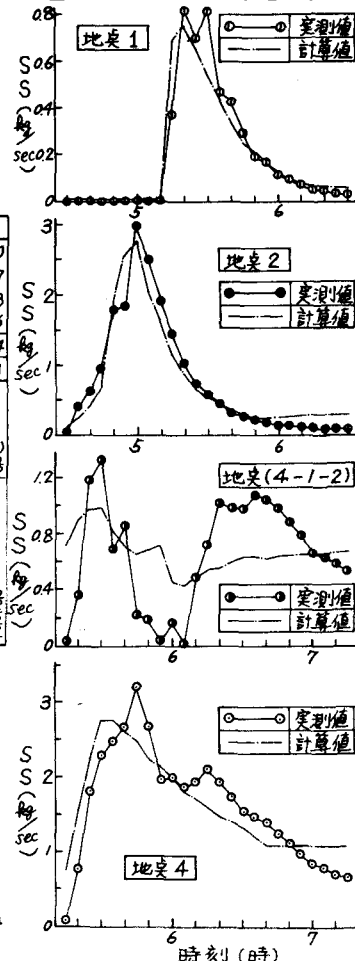


図-4 シミュレーション結果(case1)

表-3 シミュレーション結果一覧

Case	地点	n	K	PT	F	R
1	1	2.3	0.368	1.003	0.468	0.940
	2	2.7	0.144	1.004	0.314	0.957
	(4-1-2)	0.6	0.573	0.995	0.544	0.338
	4	2.3	0.074	1.003	0.242	0.856
2	4	—	—	1.001	0.231	0.974
3	4	—	—	1.002	0.152	0.943

○ シミュレーションモデル

Case1: $Q_s = KQ^n$

Q_s : 流出負荷量

K, n : 定数

2: $Q_{s4} = \sum_{i=1}^n K_i Q_i^{n_i}$

RQ_{s3} : 地奥(4-1-2)

の実測流出量

3: $Q_{s4} = \sum_{i=1}^n K_i Q_i^{n_i} + RQ_{s3}$

○ 適合度判定指標

$$F = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (CQ_{si} - RQ_{si})^2 / N}{\sum_{i=1}^N (RQ_{si})^2 / N}}$$

N : データ数

R : CQ_{si} と RQ_{si} との相関係数

RQ_{si} : 実測流出負荷量

$$PT = \frac{\sum_{i=1}^N CQ_{si}}{\sum_{i=1}^N RQ_{si}}$$

Q_{si} : (kg/sec), Q_i : (m³/sec)

CQ_{si} : 計算流出負荷量

図-5 シミュレーション結果(case2,3)

1) 京都市:京都市水質管理計画,昭52.3, 2) 第17回日本水質汚濁学会