

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

立命館大学理工学部 正員 ○西本 安範

山田 淳

1. まえがき 公共用水域の水質保全のためには、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必要となるため、山間地河川^{1),2)}、市街地中小河川³⁾、大河川⁴⁾など各流域で調査研究がなされている。一オ、著者らも、下水道未整備地域での実測結果と大河川での自動監視の資料と実測結果をもとに、流出挙動の特性やモデルについての検討をおこなっている。今回は、桂川に負荷寄与の高い中小都市河川・天神川での調査結果のうち、COD 負荷流出量(T: total, S: 溶解性, P=T-S: 浮遊性)をとりあげ、晴天時ならびに雨天時における流出特性について述べる。

2. 流域の特性 対象とした天神川流域は、京都市水質管理ブロックの区分に従って示した図-1、表-1にみられるように上流域が山地と住宅地、中流域が住宅地と工業地、下流域が工場地と支川での土地利用が比較的はつきりと区別される流域であり、発生活汚負荷量も土地利用を反映して支川の特性が明瞭である。特に、C-6地区での工場排水の比率が高く全流域の50%程度を占める。

3. 調査概要 図-1に示す下流域の中河原橋で、採水、水位-流量調査をおこなった。採水期間を表-2に示す。降雨量は、図-1に示す衣笠(立命館大学)で実測し、円町(京都地気象台)の資料も解析に供した。中河原橋地史での調査結果は、C-6地区の排水路の上流にあたるため、表-1に示すBOD発生汚濁負荷量は、5564.6 (kg/日)で、工場排水29%、生活排水70%、畜産排水1%の割合となる。

図-1 天神川流域図

4. 晴天時流出特性 図-2に晴天時における平日と休日の流出挙動を、表-3、表-4に流量と負荷流出量の特性を示した。特徴点を要約して示すと次のようになる。① 流量 — 平日は0.6~1.7 m³/sec程度の1日周期の変動を示し、1日あたり10⁵m³前後流出する。休日は平日の9割程度の流出量と推定される。

表-2 採水期間

採水期間 (昭和55年)		
晴天時	平日	A 6月12日(木)7時~13日(金)7時
		B 6月19日(木)7時~20日(金)7時
	休日	C 8月3日(日)7時~19時
雨天時		D 7月8日(火)2時~8時
	平日	E 7月23日(水)16時~20時
	休日	F 7月30日(水)11時20分~20時
		G 8月10日(日)7時~13時

表-1 天神川流域の概要

(※京都市:京都市水質環境管理計画,昭53.3)

② COD(S) — 平日は、上流域の都市活動排水の影響を受けて5~44 g/secの変動を示す。休日の変動は4~

項目		支川人口	人口密度	流域面積	土地利用				BOD発生汚濁負荷量			
管理ブロック		(千人)	(人/km ²)	(km ²)	山地	住宅地	工業地	商業地	工場排水	生活排水	畜産排水	計
天神川流域	天神川上流	32.2	4.4	7.33	4.57	2.01	0.39	0.37	290.3	1268.0	18.6	1576.9
	御室川	48.7	4.1	11.91	7.21	4.45	0.16	0.09	57.5	1347.4		1406.9
	天神川中流	12.2	10.7	1.14		0.84	0.22	0.09	447.4	423.1	11.9	1102.4
	養老田川	10.5	14.6	0.72			0.63	0.09				
	古瀬川	9.8	11.8	0.83			0.77	0.06	696.4	413.5	5.4	1115.3
	郡用水路	11.3	17.7	0.64	0.13	0.88	0.72	0.01	115.3	239.7	8.1	363.1
計		140.9	5.8	24.32	11.91	8.36	3.35	0.71	6123.5	584.1	3.8	6711.4
割合(%)					(49.0)	(34.4)	(13.8)	(2.8)	(63.1)	(36.5)	(0.4)	(100.0)

yasunori Nishimoto, Kiyoshi YAMADA

12 g/secと小さく、1日あたりの負荷流出量も平日の35%程度で休日特性を示す。③ COD(P) — 平日は1~17 g/secの範囲でランダムな挙動を示すため、変動係数も大きい。休日は0~2 g/secでほとんど変動が見られず、1日あたりの負荷流出量も平日の1割程度と極端に小さい。④ COD(T) — COD(S)のCOD(T)に占める割合が平日で8割、休日で9割と高いため、溶解物の挙動で代表される。

5. 雨天時流出特性 雨天時における流出挙動の1例を図-3に、降雨量、流量、負荷流出量の特徴を表-5に、COD(S)、COD(P)のCOD(T)に対する構成比を表-6に示す。①

COD(P) — 図-3、表-6に示すように、晴天時では、COD(T)の2割程度の流出量であるのに対し、雨天時では7割以上を占めることや、表-5の晴天時平日(期間A)のmeanに対する比で示したmaxの値が58~506倍、晴天時平日(期間A)1日あたりの流出量との比で示したtotalの値が2.9~20.1日分に相当するなど、流域に堆積している浮遊性汚濁物の流出の大きさがうかがえる。また、図-3に示す4時40分頃と5時50分頃の流量と負荷流出量のピーク量は、流量では、後者が1割程度大きいものに対して、負荷流出量では、後者が半分以上となっており、浮遊性汚濁物の有限性が認められる。② COD

(S) — 晴天時に対する倍率は、maxで1.6~18.7, totalで0.2~1.8の値で、流量のmax 2.6~47.0, totalの0.3~3.6の値より小さく、希釈効果がみられる。③ COD

(T) — max比で11~97, total比で0.7~5.3の値で、当然のことながらCOD(P)とCOD(S)の特性を合わせもつことになる。④ 図-3にみられるように、当河川では、流量ピークが負荷流出量ピークより早く出現する例が多い。このため流量と負荷流出量との経時的な関係は、左まわりのループを描くことになり、大河川で見られた右まわりのループ特性とは異なる。このように、小流域では、降雨による流出応答が速いた

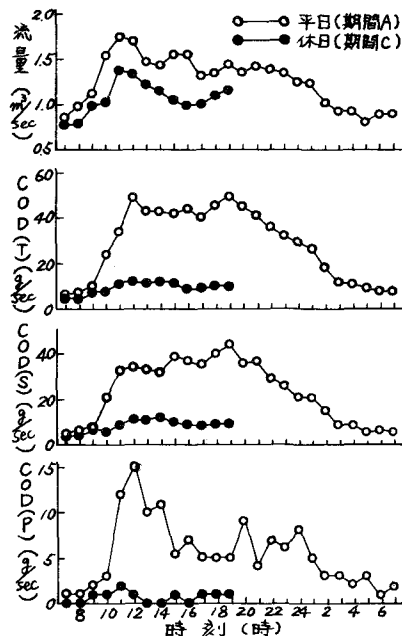


図-2 晴天時における流出挙動

表-3 晴天時における流量の特性

期間	max (m³/sec)	min (m³/sec)	mean (m³/sec)	total (10³ m³/B)	変動係数 CV
A	1.74	0.79	1.25	109.46	0.224
B	1.67	0.62	1.08	94.73	0.305
C	1.37	0.76	1.06	46.25	0.169

(※ 期間C totalの単位: $\times 10^3 \text{ m}^3 / 0.5 \text{ 日}$)

表-4 晴天時における負荷流出量の特性

期間	項目	COD(T)	COD(S)	COD(P)
A	max (g/sec)	49	44	15
	min (g/sec)	6	5	1
	mean (g/sec)	29	24	5
	total (ton/B)	2.580	2.091	0.489
	変動係数 CV	0.548	0.613	0.750
B	max (g/sec)	54	41	17
	min (g/sec)	7	6	1
	mean (g/sec)	32	25	7
	total (ton/B)	2.836	2.198	0.638
	変動係数 CV	0.553	0.530	0.736
C	max (g/sec)	12	12	2
	min (g/sec)	4	4	0
	mean (g/sec)	9	8	1
	total (ton/6.5B)	0.396	0.365	0.031
	変動係数 CV	0.304	0.312	0.911

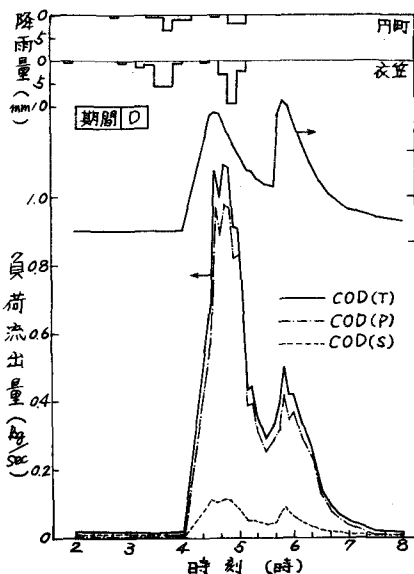


図-3 雨天時における流出挙動

め、支川での流出特性が直接応答することになる。

図-4に1降雨あたりの総降雨量と総流出量との関係を示した。ここでの総流出量は雨天時流出分から、晴天時の時間対応分(平日:期間A, 休日:期間C)を差し引いて示したことより、降雨量と降雨による流出量との直接的な関係が明らかになる。また、同図には、最小自乗法により求めた、 K , n , C の値も示

表-6 負荷流出量の構成比

項 目	期 間				
	A	D	E	F	G
COD(P)/COD(T)	0.192	0.865	0.744	0.728	0.770
COD(S)/COD(T)	0.808	0.134	0.256	0.272	0.230

表-5 雨天時における降雨量, 流量, 負荷流出量の特性

期 間	降 雨				生 行 晴 天 日 数 (日)	流 量		流 出 負 荷 量					
	観測 地点	総量 (mm)	継続 時間 (時間)	平均 強度 (mm/h)		max (m/sec)	total (x10 ³ m ³)	COD(T)		COD(P)		COD(S)	
								max (kg/sec)	total (ton)	max (kg/sec)	total (ton)	max (kg/sec)	total (ton)
D	円町 衣笠	12.0 31.0	4 4	3.0 7.8	5	12.47 (9.98)	94.246 (8.66)	1.093 (3.72)	4.767 (1.85)	0.979 (1.96)	4.125 (8.44)	0.115 (4.79)	0.641 (0.31)
E	円町 衣笠	12.5 19.5	4 4	3.1 4.9	4	15.41 (12.33)	94.617 (8.86)	1.447 (2.38)	5.621 (2.18)	1.191 (3.55)	4.182 (8.55)	0.256 (1.067)	1.439 (0.69)
F	円町 衣笠	30.0 72.5	9 9	3.3 8.1	3	58.69 (46.98)	393.550 (3.60)	2.805 (96.77)	13.497 (5.23)	2.528 (50.6)	9.825 (20.09)	0.448 (1.867)	3.672 (1.76)
G	円町 衣笠	3.0 4.5	2 2	1.5 2.3	10	3.21 (2.57)	36.061 (0.33)	0.320 (11.0)	1.861 (0.72)	0.288 (5.9)	1.423 (2.91)	0.039 (1.63)	0.438 (0.21)

※ max(): 雨天時 max / 晴天時 mean (期間A)
 ※ total(): 雨天時 total / 晴天時 1日あたり流出量 (期間A) —

となる。③ 総流量は総降雨量の増加にともなって n が 1.0 以上で増加する。円町の n が 1.27 と衣笠の n より大きく、市街地にある円町の不浸透性の高さがうかがえる。④ COD(T), (S), (P) は n が 0.6 ~ 0.7 程度の値で、総降雨量の増加にともなって頭打ち現象を示し、有機性汚濁物の有限性がみられる。

6. あとがき 本報告では、中小都市河川の下流部での調査結果をもとに、晴天時ならびに雨天時での、COD(T), (S), (P) の流出特性を述べた。今後は、支川特性と負荷流出特性との関連、下水道整備、非点源負荷と負荷流出特性との関連についても、調査をおこなう予定である。

本報告は、本学卒研究生、井川俊之、内田昌宏、横浜俊秀、土屋比呂史君らの共同研究の1部をまとめたものである。

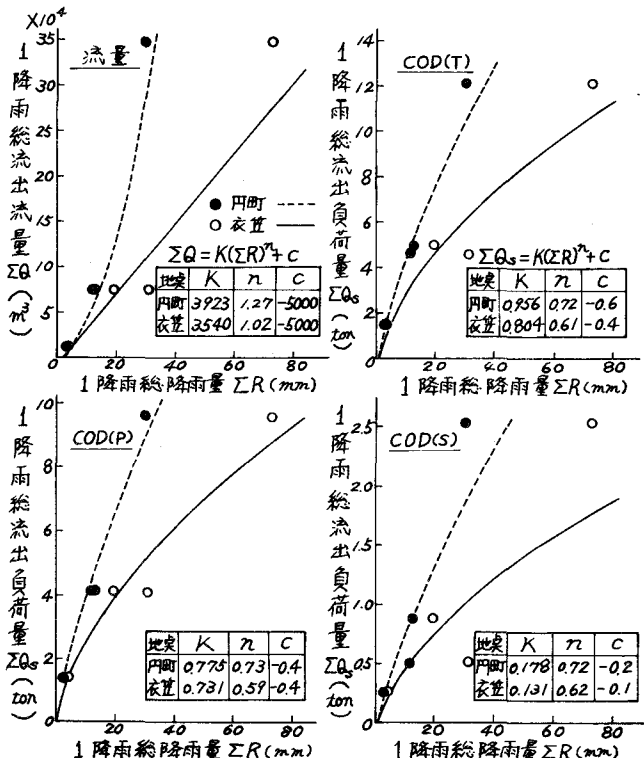


図-4 1降雨総降雨量と1降雨総流出量との関係

- 1) 洞沢: 用水と廃水, Vol. 15, No. 11, 2) 和田: 用水と廃水, Vol. 24, No. 4, 3) 海老瀬: 水質汚濁研究, Vol. 2, No. 1
 4) 羽田: 土木学会論文集, 265号, 5) 山田・曲本: 土木大理工研紀要, 29号, 6) 西本・山田: 第16回下水道研究発表会
 7) 西本・山田: 土木学会第34回年講, 8) 京都市: 京都市水質環境管理計画, 昭53.3