

河川の汚濁負荷流出率に関する研究 (その3)

小河川における晴天時流出率について

山口大学工学部 正員 ○ 浮田正夫

正員 中西 弘

前田建設(株)

徳丸 敦

1 研究目的 本研究は、身近な河川環境の再評価の一環として、晴天時の汚濁負荷流出率を調査して、流出率の関数化をはかり、併せて河川の汚濁状況、整備状況による自浄作用の差や、近年急速に汚濁が進行した原因を検討することを目的としている。

2 研究方法 ① 流出負荷の実測 汚濁程度の異なる10河川について(表1)、昭和56年12月から翌2月にかけて、各1回の通日調査を行い、流量測定とCOD、BOD、TN、TP等の水質分析を行った。日流量Q、日負荷量Lを台形公式にて求め、流出負荷 L_* は次式で求めた。 $L_* = L - C_b(Q - Q_s) \dots (1)$ ただし、 C_b :バックグラウンド水質、 Q_s :下水量計算値である。

② 排出負荷計算 排出負荷 L_o は、流域ごとに常住人口、従業者数、浄化槽設置状況、下水道利用人口等、発生源基数の資料を整え、表2に設定している原単位を乗じて算出した。今回選んだ河川はいずれも家庭下水および業務下水が主体を占めるが、状況に応じて、食品工業、駅乗降客、旅館宿泊者による負荷等は別に推定した。農業排水は晴天時、冬季でもあり、(1)式である程度補正可能とみて今回は排出源として考えなかった。

③ 流出率 汚濁負荷流出率 f は次式で求める。 $f = L_* / L_o \dots (2)$ ここで、汚濁物質の減少が濃度の一次反応に従うものとし、流出時間を流程にあきかえ、排出負荷密度 D を河川の整備状況、汚濁状況の指標として、次式を考える。

表1 調査対象河川の流域諸元

河川	特徴	流域面積 A(ha) B(ha)	常住人口 (人)	業務人口 (人)	人口密度 (人/ha)	体積 (m^3 /ha)	発生源 (m^3 /ha)	流出率 (%)
1 甲川 梅田川	宅地・農地・山林・河川敷・農地・河川	1,530 830	26,820	9570	32	9.0	43.9	29
2 堀田川	宅地・農地・下水処理場	508 460	23,720	4390	52	1.6	10.4	20
3 江崎川	宅地・農地・河川敷・河川敷・河川敷	150 90	4,370	615	49	1.0	3.4	23
4 沢田川	中流に農地・河川敷・河川敷	530 100	2,540	930	25	0.9	7.3	14
5 五反田川	農地・河川敷・河川敷・河川敷	320 120	2,390	360	20	0.6	4.7	15
6 堀田川	農地・河川敷・河川敷・河川敷	610 300	3,020	460	10	0.7	12.6	21
7 小野川	宅地・河川敷・河川敷・河川敷	730 410	13,500	9500	33	6.7	16.3	22
8 錦川	山口市内・河川敷・河川敷・河川敷	1,050 590	17,660	15000	30	9.3	38.6	37
9 一色川	山口市内・河川敷・河川敷・河川敷	1,090 250	14,160	10300	57	6.9	22.3	20
10 吉敷川	宅地・河川敷・河川敷・河川敷	1,800 200	1,530	300	7.7	0.4	9.7	5.4

A: 全流域面積 B: 山林・原野等と陸域流域面積

$$f = 10^{-k\sqrt{B}} \cdot (D/D_m)^n \dots (3)$$

ここで、B: 各河川の山林原野等を除いた流域面積、 k : 減衰係数(1/日)、 D_m : D を無次元化するための密度標準値。

3 研究結果 ① 河川調査結果および流出負荷 水質調査の結果の一部を表3に示す。日流量は表1の実測流量の項に示している。流出負荷 L_* は表5の各 L_* の項に示している。

② 排出負荷 排出負荷も同様に表5の各 L_o の項に示している。表4には各河川における各発生源の寄与率をまとめた。BODでは家庭雑排水が75%、業務雑排水を含めると90%を占めている。Nでは家庭雑排水の寄与は38%と半減し、浄化槽と尿が家庭、業務合わせて49%を占める。河川によっては業務用浄化槽と尿のみで40%を越えるところがあり、注目に値する。

③ 汚濁負荷流出率 流出率 f の計算結果は表5に示している。平均してCOD、BOD

表2 家庭下水等排出負荷原単位 設定値

	排出負荷原単位 (g/人/日)				排出率				排出負荷原単位 (g/人/日)			
	COD	BOD	N	P	COD	BOD	N	P	COD	BOD	N	P
家庭雑排水	15	18	10.2	1.14	0.18	0.09	0.59	0.60	28	2.2	1.3	4.3
業務雑排水	0.60	0.30	0.85	0.85	30	7.2	4.3	6.2	0.74			
浄化槽汚水	0.30	0.10	0.60	0.70	30	3.6	2.2	4.4	0.61			
雨水	0.018	0.018	0.18	0.02	-	0.2	0.3	1.3	0.02			
下水道	0.25	0.10	0.65	0.60	30	3.0	1.4	4.8	0.52			
河川	0.63	0.26	0.80	0.92	30	7.6	3.7	5.9	0.80			
家庭雑排水	16	32	2.0	0.52	0.10	1.0	1.0	1.0	170	12	24	1.5
業務雑排水	0.30	0.10	0.60	0.70	170	3.6	2.4	0.9	0.36			
浄化槽汚水	0.25	0.10	0.65	0.60	170	3.0	2.4	1.0	0.31			
雨水	0.63	0.26	0.80	0.92	170	7.6	6.2	1.2	0.48			
家庭雑排水	15	18	10.2	1.14	0.18	0.09	0.585	0.60	58	1.1	0.75	3.5
業務雑排水	0.60	0.30	0.85	0.85	70	3.8	2.3	5.1	0.48			
浄化槽汚水	0.30	0.10	0.60	0.70	70	1.9	0.75	3.6	0.39			
雨水	0.018	0.018	0.18	0.02	70	0.11	0.14	1.1	0.01			
下水道	0.25	0.10	0.65	0.60	70	1.6	0.75	3.9	0.34			
河川	0.63	0.26	0.80	0.92	70	3.9	1.95	4.8	0.52			
家庭雑排水	16	32	2.0	0.10	0.10	1.0	1.0	1.0	330	8.3	16.7	1.04
業務雑排水	0.30	0.10	0.60	0.70	330	2.5	1.7	0.62	0.15			
浄化槽汚水	0.25	0.10	0.65	0.60	330	2.1	1.7	0.68	0.13			
雨水	0.63	0.26	0.80	0.92	330	5.3	4.3	0.83	0.19			

N, P それぞれ, 0.65, 0.46, 0.88, 0.64 である。N の値は高めで、農業地帯の河川で 1 を超える。

4 考察 ①流出率と排出負荷密度の関係 図1はDとfの両対数プロットである。かなりばらつきはあるがDが大きいとfも大きくなる傾向がみられる。その傾きは0.3~0.5の程度である。Dは河川の汚れと三面張整備等の指標であり、その効果の分離は今後の課題である。②流出率と流経 流下率と距離の間には指数関数のあてはめが可能であるが、流出率においても、同様な関係が期待される。図2は式(3)の係数nを0.3~0.5と仮定して、 $\sqrt{B}$ と f/D^n の関係を片対数プロットしたものであるが、概ね

表3 各河川の水質平均値 (mg/l)

	n	BOD	TN	TP
1 中川	6	10.9	2.7	0.31
1 塩田川	6	13.4	3.9	0.38
2 塩田川	6	7.3	1.9	0.19
3 江藤川	8	8.3	2.0	0.36
4 沢渡川	16	5.5	2.6	0.51
5 五反田川	6	4.4	3.3	0.33
6 塩松川	6	4.3	2.3	0.13
7 小柳排水路	7	18.1	8.5	1.19
8 錦川	12	7.0	5.5	0.07
9 一の坂川	7	18.5	5.2	0.36
10 古敷川	12	1.9	0.7	0.33

* 下水処理場を意味 (表4参照)

表4 排出負荷に占める各発生源の割合

河川	BOD (%)			N (%)		
	家庭下水 汚濁排水	業務下水 汚濁排水	その他 汚濁排水	家庭下水 汚濁排水	業務下水 汚濁排水	その他 汚濁排水
1 中川・塩田川	2 71	1 17	9	19 38	22 9	12
2 塩田川	3 88	- 3	6	39 52	5 2	2
3 江藤川	2 90	- 8	-	16 76	2 6	-
4 沢渡川	6 72	1 7	14	39 21	8 2	30
5 五反田川	6 79	2 13	-	49 29	18 4	-
6 塩松川	1 90	- 9	-	12 64	17 7	-
7 小柳排水路	9 53	5 21	12	40* 14	30* 6	10
8 錦川	4 61	4 28	3	27 17	43 9	4
9 一の坂川	2 58	3 30	7	19 21	42 11	7
10 古敷川	2 85	1 12	-	21 51	18 7	3
平均	4 75	2 15	5	28 38	21 6	7

、 $f = 0.2$ でかなり浄化が大きい
が、一方Nについては $f \approx 0$ でほとん

と浄化が期待できない。
今後このようなデータを積み重ねてより厳密な流出率、流下率のモデル化を試みるとともに、河川環境の再評価を考えていきたい。終りに、協力いただいた、東、山田、山本、仁田、五藤の諸氏に深謝いたします。

表5 各河川の汚濁負荷流出率算定結果

	COD			BOD			TN			TP			備考
	L_0 (kg/d)	L_s (kg/d)	$f = L_s/L_0$	L_0 (kg/d)	L_s (kg/d)	$f = L_s/L_0$	L_0 (kg/d)	L_s (kg/d)	$f = L_s/L_0$	L_0 (kg/d)	L_s (kg/d)	$f = L_s/L_0$	
1 中川・塩田川	460	260	0.57	860	380	0.45	104	90	0.87	22.4	10.6	0.47	発源部のため流量測定困難
2 塩田川	126	62	0.49	220	44	0.20	23	14	0.61	5.9	1.68	0.28	下水処理中のため排水負荷のわかり困難
3 江藤川	31	29	0.94	50	31	0.62	6.7	5.1	0.76	2.11	1.06	0.50	食肉パック工場
4 沢渡川	43	27	0.63	67	36	0.54	16.8	15.7	0.93	3.10	3.43	1.11	排水源に近い
5 五反田川	29	15	0.52	46	17	0.37	10.3	13.5	1.31	2.01	1.42	0.71	河川工事
6 塩松川	42	31	0.74	81	32	0.40	7.0	21	3.00	1.87	0.74	0.40	養鶏場の排水負荷を考慮する必要もある。
7 小柳排水路	310	240	0.77	370	280	0.76	134	133	0.99	20.7	19.0	0.92	
8 錦川	410	190	0.47	660	250	0.38	154	168	1.09	24.3	17.0	0.70	巨大なパック工場の排水が多い。サンタナに注意を要する。源泉に水直前。
9 一の坂川	330	330	1.00	590	400	0.67	100	94	0.94	17.1	25.5	1.49	
10 古敷川	23	9	0.39	42	9	0.21	4.5	1.9	0.42	1.04	0.31	0.30	
平均	± 0.65	± 0.21		± 0.46	± 0.19		$\pm 0.88^*$	± 0.26		$\pm 0.64^{**}$	± 0.30		

L_0 : 排出負荷計算値 L_s : 流出負荷実測値 f : 汚濁負荷流出率 * NO.6を除く ** NO.9 1.49を1.0として平均した。

L_s = 実測負荷 - バックグラウンド水質 (実測流量 - 下水量) 。但しバックグラウンドは古敷川の

最小濃度より。COD, BOD, N, P それぞれ 1.1, 0.9, 0.55, 0.04 mg/l

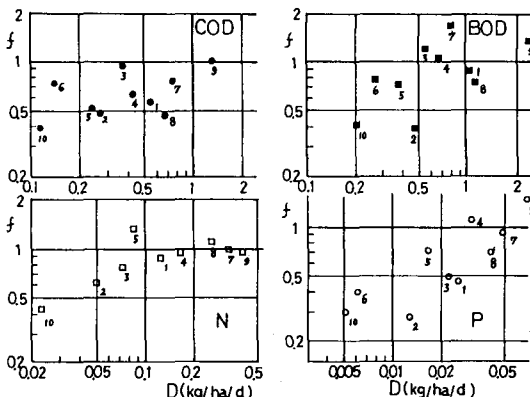


図1 排出負荷密度と汚濁負荷流出率の関係

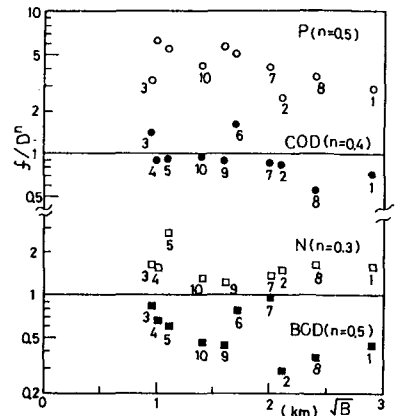


図2 流経と汚濁負荷流出率の関係