

Ⅱ 研 究 報 告

生活排水による河川の水質汚濁について(第四報)

—平等川、渋川に対する通日調査—

小林規矩夫 飛田修作 浅川 中 河西正男*

沢登春成 田中 久 沼田 一

1976年、甲府市の都市排水が流入し経年的に水質汚濁の進行が著しい荒川、および濁川に対して調査を行ない、両河川水の水質汚濁は生活排水に起因する汚濁成分と密接な関係にあることを報告した¹⁾。今回は引き続き、これら両河川と共に笛吹川に流入、その汚濁源の一つと考えられる平等川および渋川を対象とし調査した。平等川および渋川の河川流域は最近温泉地として発展している石和町(人口約16,000人)を中心に旅館数も約230に達し、これら旅館排水は両河川に流入している。昭和51年度の通年調査結果によると、平等川流末におけるBODは1.9~5.7ppm(平均3.74ppm)で環境基準(B類型)不適合率67%に達していた。これらのことから、両河川について24時間にわたる通日調査を行ない生活排水に関連した汚濁成分の経時変化、汚濁負荷量並びにヒ素について調査を行なったので報告する。

調査地点ならびに調査方法

1. 調査地点

平等川は秩父山系棚山に源を発し甲府市東部を南流、石和町地内において笛吹川から取水して石和町内を南西に貫流する第二平等川(合流地点まで以下、前者を第一平等川という)と合流した後、笛吹川に流入している。一方、渋川は石和町の中心街を南流、下流ですい道を通り濁川と合流後、笛吹川に注いでいる。

平等川には石和町、春日居町(人口5,100人)並びに山梨市の一部が、渋川には石和町的生活排水が流入しており、河川流路延長は平等川12.94km、第二平等川3.60km、渋川6.72kmとなっている²⁾。

河川並びに調査地点は図1、表1に示した。

2. 調査方法

1) 採水方法: 1977年9月1日(木)午前10時から9月2日(金)午前10時までの24時間にわたり、大黒橋、平等川流末、御成橋は4時間間隔で7回、平等橋、甲運橋は8時間間隔で3回採水し試験に供した。

2) 流量測定: 採水日の前日(8月31日)午前、午後の

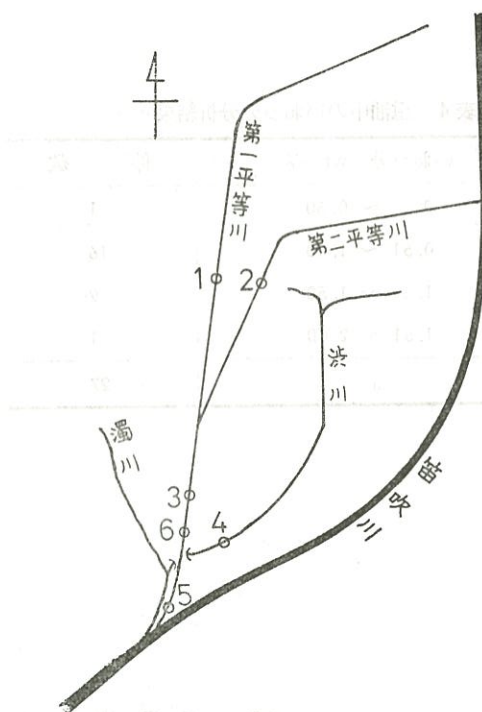


図1 調査地点略図

表1 調査地点

No.	調査地点	河川名	摘要
1	平等橋	第一平等川	上流
2	甲運橋	第二平等川	上流
3	大黒橋	平等川	中流
4	御成橋	渋川	中流
5	中道橋	平等川	流末
6	恵比寿橋	平等川	中流

* 現在、甲府保健所

2回と9月27日に水深測定および電気流速計を用いて流量を測定、これと共に採水地点に設置した水位標の読みと、水位流量曲線図から流量を算出した。

3) 各成分の測定方法

(1) 硝酸性窒素：カドミウム—銅カラム還元法により測定³⁾。

(2) 総リン（以下 T-P）：過硫酸カリウムを用い分解し⁴⁾、アスコルビン酸—アンチモニル混合液を還元剤としたモリブデン酸法により測定⁵⁾。

(3) ヒ素：ジルコニウム試薬を用い共沈、沈でんをろ取し、温硫酸および塩酸で溶解後、ジエチルジチオカルバミン酸銀法により測定⁶⁾。

他の項目は前報¹⁾と同様な方法で測定した。

結果および考察

1. 流域人口

平等川流域7,718人、渋川流域4,883人で計12,600人である。また、石和、春日居町の旅館数は157（排水量20m³/日以上）で宿泊可能数、約8,000人となっている⁷⁾。

2. 流 量

各調査地点の流量は表2に示した。平等川においてはNo.3の大黒橋とNo.5の流末の間でかんがい用水として取水され、流末地点では流量が減少、流末地点の流量は大黒橋における流量の74.5%（8月31日午前）、46.5%（8月31日午後）および83.4%（9月27日）となっていた。一方、渋川の流量は御成橋で平均79.5×10³m³/日

表2 流 量 調 査 成 績

調査地点	測 定 日	水 位 cm	断 面 積 m ²	平 均 流 速 m/sec	流 量		
					m ³ /sec	m ³ ×10 ³ /day	
No. 1 平 等 橋	8月31日	p. m.	—	1.56	0.319	0.528	45.6
No. 2 甲 運 橋	8月31日	p. m.	—	2.20	0.527	1.355	117
				2.26	0.521		
No. 3 大 黒 橋	8月31日	a. m.	20	3.08	0.528	1.863	161
		p. m.	20	3.12	0.523		
	9月27日	a. m.	—	3.10	0.555	1.959	169
				3.12	0.545		
No. 6 恵 比 寿 橋	9月27日	a. m.	—	5.40	0.294	1.772	153
				5.40	0.292		
No. 5 平 等 川 流 末	8月31日	a. m.	68.5	6.51	0.199	1.383	120
		p. m.	62.5	6.52	0.194		
	9月27日	a. m.	—	6.40	0.121	0.834	72
				6.36	0.125		
No. 4 御 成 橋	8月31日	a. m.	20	2.19	0.400	1.021	88.2
		p. m.	19	2.17	0.402		
	9月27日	p. m.	—	2.01	0.360	0.874	75.5
				2.03	0.342		
	9月27日	p. m.	—	1.96	0.383	0.866	74.8
				1.99	0.408		

表3 平等川, 渋川の通日調査成績

測定項目		No.3 大黒橋	No.5 平等川流末	No.4 御成橋
気温 (°C)		22.0 — 35.0 (27.71)	22.0 — 33.0 (27.00)	22.5 — 36.0 (27.81)
水温 (°C)		22.8 — 28.2 (24.66)	22.0 — 27.5 (24.58)	22.7 — 28.7 (24.62)
透視度		21.0 — 30< (26.83<)	19.0 — 30<(26.00<)	15.0 — 24.5 (21.07)
導電率 (μS/cm)		192 — 204 (197.4)	187 — 199 (193.6)	254 — 265 (261.4)
pH		7.5 — 7.6 (7.54)	7.4 — 7.7 (7.57)	7.3 — 7.6 (7.46)
DO (ppm)		5.9 — 8.4 (7.21)	6.9 — 7.7 (7.01)	2.7 — 6.1 (4.26)
BOD (ppm)		2.0 — 6.9 (3.29)	1.3 — 2.0 (1.54)	2.7 — 5.0 (3.66)
COD (ppm)		3.5 — 7.2 (4.51)	3.2 — 4.1 (3.66)	5.2 — 7.0 (6.29)
SS (ppm)		11.6 — 31.4 (16.49)	12.3 — 23.7 (17.43)	18.4 — 28.4 (23.96)
N (ppm)	T-N*	2.62 — 3.41 (2.840)	2.54 — 2.78 (2.641)	2.48 — 3.01 (2.640)
	Org-N	0.36 — 0.98 (0.490)	0.23 — 0.36 (0.306)	0.59 — 0.92 (0.651)
	NH ₄ -N	0.167 — 0.282(0.2210)	0.166 — 0.233 (0.2030)	0.408 — 0.620 (0.5029)
	NO ₂ -N	0.076 — 0.091(0.0860)	0.067 — 0.093 (0.0826)	0.128 — 0.171 (0.1457)
	NO ₃ -N	2.01 — 2.07 (2.043)	2.00 — 2.13 (2.050)	1.27 — 1.46 (1.340)
P (ppm)	T-P	0.15 — 0.31 (0.209)	0.11 — 0.22 (0.156)	0.55 — 0.64 (0.594)
	PO ₄ -P	0.11 — 0.15 (0.131)	0.08 — 0.14 (0.114)	0.34 — 0.39 (0.366)
ABS (ppm)		0.05 — 0.25 (0.137)	0.05 — 0.15 (0.084)	0.10 — 0.36 (0.211)
As (ppm)		0.015 — 0.018 (0.0166)	0.013 — 0.017 (0.0151)	0.022 — 0.028 (0.0254)

() 内は平均値

* T-N=(Org-N)+(NH₄-N)+(NO₂-N)+(NO₃-N)

表4 水質測定結果

調査地点	採水日時	測定項目						
		気温 (°C)	水温 (°C)	透視度	導電率 (μS/cm)	pH	DO (ppm)	BOD (ppm)
No. 1 平等橋	9/1 10:20	32.5	24.0	30<	185	7.5	7.9	2.4
	18:20	28.0	25.0	30<	207	7.4	6.0	2.9
	9/2 2:04	24.0	23.0	30<	189	7.4	6.0	2.6
	平均値	28.2	24.0	30<	194	7.4	6.6	2.6
	No. 2 甲運橋	9/1 10:15	32.5	24.5	30<	175	7.8	8.7
18:15		28.5	24.0	30<	159	7.5	6.5	2.6
9/2 1:59		24.0	23.0	30<	164	7.4	6.8	2.3
平均値		28.3	23.8	30<	166	7.6	7.3	2.5

を示し、濁川流量（平均 $212 \times 10^3 \text{m}^3/\text{日}$ 1976年調査）の約38%を占めていた。また温泉の湧出量 $21.9 \text{m}^3/\text{分}^9$ は平等川（No. 3 大黒橋）および波川（No. 4 御成橋）の合計流量 $241 \times 10^3 \text{m}^3/\text{日}$ の約13%に達していた。

3. 各成分の測定成績

各地点の測定成績は表3、表4に示した。

1) 透視度、導電率：透視度は平等川の上流では常に30以上を示し、中流で $21.0 \sim 30$ 以上（平均 $26.83 <$ ）、下流で $19.0 \sim 30$ 以上（平均 $26.00 <$ ）と下流に行くに従ってやや低下していた。一方波川では $15.0 \sim 24.5$ （平均 21.07 ）と平等川に比べ明らかな汚濁傾向にあることが観察されている。

導電率についてみると、第二平等川は $159 \sim 175 \mu\text{S}/\text{cm}$ と最も低く、ついで第一並びに平等川の $185 \sim 207 \mu\text{S}/\text{cm}$ 、波川は $254 \sim 265 \mu\text{S}/\text{cm}$ と前者と比較し高い値を示していた。

2) pH, DO, BOD：pHは全地点で約7.5と一定している。DOは平等川で $5.9 \sim 8.7 \text{ppm}$ （平均 7.05ppm ）、酸素飽和度 $71.0 \sim 108.7\%$ （平均 86.33% ）と良好な値を示したが、波川では $2.7 \sim 6.1 \text{ppm}$ （平均 4.26ppm ）、酸素飽和度 $32.8 \sim 79.5\%$ （平均 52.42% ）と低い値を示していた。

BODは平等川の上流No. 1, No. 2で $2.3 \sim 2.9 \text{ppm}$ （平均 2.55ppm ）と低値を示したが、中流の大黒橋では $2.0 \sim 6.9 \text{ppm}$ （平均 3.29ppm ）とやや上昇したものの流末では $1.3 \sim 2.0 \text{ppm}$ （平均 1.54ppm ）と逆に低い値を示していた。波川は $2.7 \sim 5.0 \text{ppm}$ （平均 3.66ppm ）と大黒

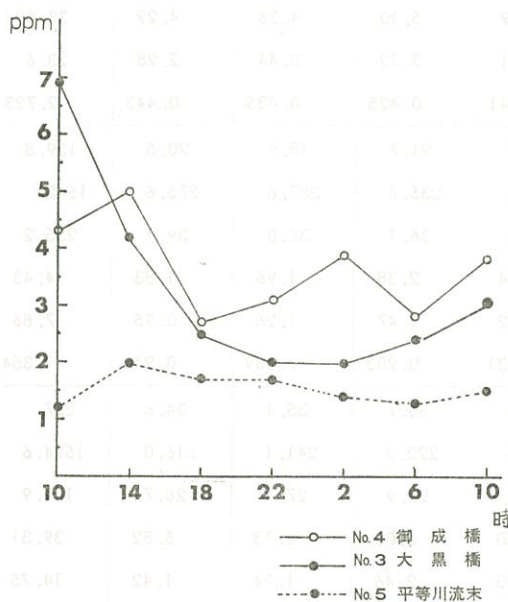


図2 BODの経時変化

橋とはほぼ同一の値であった。

BODの経時変化は図2に示したように平等川中流の大黒橋では9月1日22時から9月2日2時に 2.0ppm と最低値を示し、また流末地点でもやや同様な傾向がみら

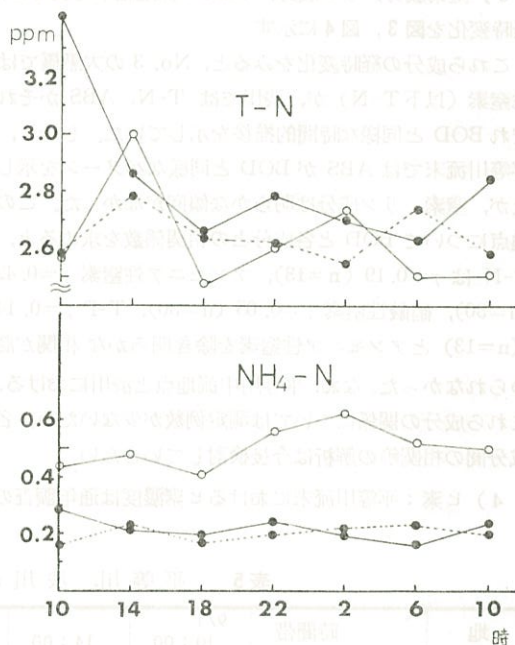


図3 T-N, NH₄-Nの経時変化

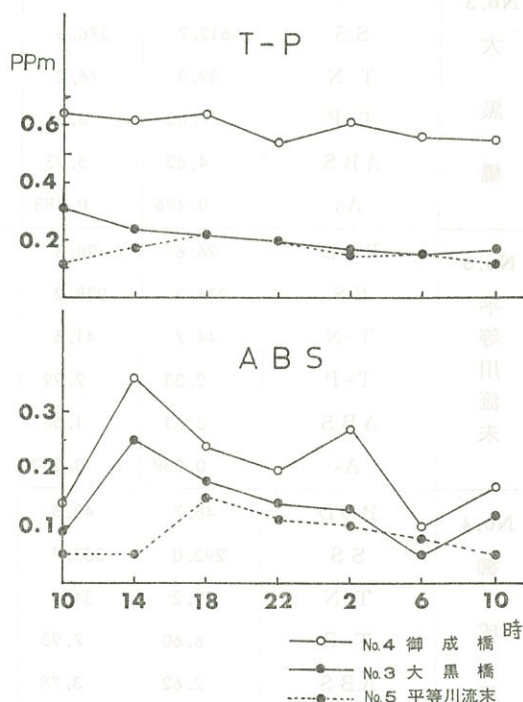


図4 T-P, ABSの経時変化

れた。一方、渋川の御成橋では9月1日の18時、9月2日の6時にそれぞれ2.7、2.8ppmと最低値を示したが、夜間の9月2日2時には3.9ppmとBODの上昇が観察された。

3) 窒素成分、リン成分、ABS：測定結果を表3に、経時変化を図3、図4に示す。

これら成分の経時変化をみると、No. 3の大黒橋では総窒素（以下T-N）が、渋川ではT-N、ABSがそれぞれBODと同様な時間的推移を示していた。しかし、平等川流末ではABSがBODと同様なパターンを示したが、窒素、リン成分は明らかな傾向がなかった。この地点についてBODと各成分との相関係数を求めると、T-Nは $\gamma=0.19$ (n=13)、アンモニア性窒素 $\gamma=0.42$ (n=30)、硝酸性窒素 $\gamma=0.05$ (n=30)、T-P $\gamma=0.14$ (n=13)とアンモニア性窒素を除き明らかな相関が認められなかった。なお、平等川中流地点と渋川における、これら成分の関係については測定例数が少ないため、各成分間の相関等の解析は今後検討していきたい。

4) ヒ素：平等川流末におけるヒ素濃度は通年調査の

結果9~22ppb（平均12ppb 1975年）、0~20ppb（平均14ppb 1976年）を示し環境基準以内であった。今回の調査では平等川で13~18ppb、渋川で22~28ppbと経時変化は比較的少なく、また平等川各地点における濃度差は認められなかった。なお、温泉水中のヒ素濃度は最高533ppb (HAsO₂として)であったことが報告されている。

4. 汚濁負荷量

各成分の各時間帯における負荷量、1日負荷量を表5に示した。平等川における汚濁負荷量を中流地点（No. 3、大黒橋）についてみると9月1日の10時~14時において各成分共に最大負荷量を示し、一方、渋川ではBODは9月2日の2時において最高値を示したが負荷量は前者と同様9月1日の10時~14時において最大値を示した。なお平等川流末の場合、一部かんがい用水として取水されているため、汚濁負荷量はBOD、ABSでは中流地点の約30%に、その他の各成分は約50%に減少していた。

平等川（中流地点）並びに渋川の合計負荷量、すなわち、これら流域における1日汚濁負荷量についてみる

表5 平等川、渋川の汚濁負荷量

地点	成分 (kg)	時間帯							一日負荷量
		9/1 10:00 14:00	14:00 18:00	18:00 22:00	22:00 9/2 2:00	2:00 6:00	6:00 10:00		
No. 3 大 黒 橋	BOD	157.4	92.4	62.1	55.2	59.9	72.4	499.4	
	SS	612.7	376.6	373.8	376.6	443.6	394.4	2577.7	
	T-N	89.0	76.2	75.1	73.6	72.4	73.3	459.6	
	T-P	7.80	6.35	5.79	5.10	4.36	4.29	33.69	
	ABS	4.82	5.93	4.41	3.72	2.44	2.28	23.6	
	As	0.496	0.483	0.441	0.425	0.435	0.443	2.723	
No. 5 平 等 川 流 末	BOD	26.6	28.3	23.8	21.7	18.9	20.5	139.8	
	SS	276.3	228.2	236.5	235.8	287.6	275.6	1540	
	T-N	44.7	41.5	36.8	36.1	37.0	39.1	235.2	
	T-P	2.33	2.99	2.94	2.38	1.96	1.83	14.43	
	ABS	0.83	1.53	1.82	1.47	1.26	0.95	7.86	
	As	0.258	0.260	0.231	0.203	0.189	0.213	1.354	
No. 4 御 成 橋	BOD	48.7	48.5	33.4	36.7	35.1	34.6	237	
	SS	292.0	353.7	269.6	222.2	241.1	216.0	1594.6	
	T-N	29.2	34.5	29.2	27.9	27.4	26.7	174.9	
	T-P	6.60	7.93	6.80	6.03	6.13	5.82	39.31	
	ABS	2.62	3.78	2.53	2.46	1.94	1.42	14.75	
	As	0.241	0.321	0.311	0.288	0.283	0.262	1.706	

と、BOD 736kg, SS 4,172kg, T-N 635kg, T-P 73kg, ABS 38kg, As 4.4kg であった。このことから、この流域（流域人口12,600人）での1人当りの1日負荷量を算出すると、BOD 58.4g, SS 331g, T-N 50.4g, T-P 5.8g, ABS 3.0g となり、前回の調査¹⁾における荒川での負荷量（9月）、それぞれ14.4, 36.6, 9.5, 0.99および1.2g/日/人、濁川での負荷量（9月）32.6, 39.4, 9.9, 1.6および3.3g/日/人と比較し、平等川、渋川ではBOD, SS, T-N および T-P において極めて高い負荷量となっていた。この一要因として、ちゅう房排水等、雑排水の占める割合が高い旅館排水¹⁰⁾等の影響についても今後十分検討する必要があるものと考えている。

なお、水質汚濁の著しい濁川における汚濁負荷量中これに流入している渋川からの影響はBODの場合、約7.2%, ABS 4.5%, T-N 17.5%および T-P 25%となっていた。

温泉排水に起因すると考えられるヒ素の負荷量は平等川中流地点で2.72kg/日、流末では1.35kg/日、渋川では1.71kg/日であった。

ま と め

甲府市都市排水が流入、水質汚濁の高い荒川および濁川と共に、笛吹川汚濁源の一つとして考えられ、観光温泉地として今後、水質汚濁の進行が予想される平等川並びに渋川について、24時間にわたる通日調査を行ないつぎの結果を得た。

1. 平等川上流地点におけるBODは2.3~2.9ppm（平均2.55ppm）、中流地点では2.0~6.9ppm（平均3.29ppm）を示し、渋川においては2.7~5.0ppm（平均3.66ppm）を示していた。
2. 総窒素、総リン並びにABSの各成分中、平等川中流地点では総窒素が、渋川では総窒素およびABSが

BODと同様な経時変化を示したが、平等川流末ではABSを除き、総窒素、総リンは明らかな傾向が認められなかった。

3. 平等川（中流地点）および渋川における、1日負荷量は合計BOD 736kg, SS 4,172kg, 総窒素 635g, 総リン 73kg, ABS 38kg, As 4.4kgである。この流域における1人当りの1日負荷量を算出するとBOD 58.4g, SS 331g, 総窒素 50.4g, 総リン 5.8g, ABS 3.0gとなり、BOD, SS, 総窒素および総リンの各成分は甲府市都市排水の流入河川と比較して特異的に高い負荷量を示していた。

おわりに今回の通日調査に際し、採水等に種々ご協力いただいた県民生活局公害課職員の方々、並びに一部の分析を担当された山梨県薬剤師会環境衛生検査センターの方々に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 沼田 一ら：山梨衛公研年報，20，33—38，39—43，1976
- 2) 山梨県統計年鑑：1977年刊
- 3) 富田伴一，中島治男，浜村憲克：衛生化学，19，88—93，1973
- 4) Menzel, D. W., Corwin, N. : Limnol. Oceanogr., 10, 280—282, 1965
- 5) Murphy, J., Riley, J. P. : Anal. Chim. Acta, 27, 31—36, 1962
- 6) 河西正男，沼田 一：第4回環境保全・公害防止研究発表会講演集，46，1977
- 7) 山梨県：県民生活局公害課調査資料
- 8) 山梨県：山梨県温泉調査資料集，155—187，1972
- 9) 業務報告：山梨衛研年報，15，25，1971
- 10) 沼田 一ら：山梨衛公研年報，19，35—39，1975

