

生活排水による河川の水質汚濁について（第三報）

—— 濁川に対する通日調査 ——

沼田 一 飛田 修作 浅川 中 小林規矩夫
 河西 正男 沢登 春成 田中 久

濁川はその名の示すとおり、本県で最も高い水質汚濁を示し富士川水系水質汚濁の約75%を占めている笛吹川の主要汚濁源となっており^{1), 2)}、BOD 値は流末で年平均13.6ppm (1974), 15.1ppm (1975), 17.5ppm (1976) と荒川と同様年々水質の汚濁進行が観察されている。このことは、一方この河川に対する水質汚濁の防止対策が笛吹川の水質改善に大きな役割を占めていることがうかがえる。

今回、前報の荒川と同様この河川に対し、夏季ならびに冬季における24時間通日調査を行い、汚濁負荷量また生活排水汚濁指標成分による汚濁状況を把握することにより、水質汚濁に及ぼす都市排水の影響についての検討を行った。

調査地点ならびに調査方法

1. 調査地点

濁川流末：採水地点 濁川橋

甲府市街地域内を西から東へ貫流し、市の東部を南流する濁川は、河川延長 12.06 km、支流域内市町村面積（甲府市）2,720 ha、市街地面積 729 ha、かんがい面積 160 ha となっており、甲府市公共下水道の住吉終末処理場（日最大水量 53,600 m³/日、日平均 47,000 m³/日）の排水ならびに上町清掃工場の焼却炉排水（約 27m³/日）等が流入している（昭和48年：ただし終末処理場、焼却炉排水量は51年調査）。

2. 調査方法

試料の採水方法・流量測定ならびに各成分の測定は、前報の荒川の場合と同様な方法に基づいて調査を行った。

結果および考察

1. 流 量

各時間帯における流量は表 1 に示したごとく、9月における流量は 211×10³m³/日、12月は 213×10³m³/日と同一流量を示し、各時間帯ごとの流量もほとんど変動がみられなかった。

このことは50年度における年間流量調査結果をみても

明らかであり、荒川と異なり濁川の場合、日間流量は最低 184.9×10³m³（5月）、最高 325.7×10³m³（7月）、中央値232×10³m³、平均値 (235.8±39.22)×10³m³ と年間を通し流量変化は比較的小さいことが示されている。

なお、今回の調査時における平均流速は 9月 0.29m/sec、12月 0.35 m/sec であり、平均水深はそれぞれ 83.3 cm（水位 56 cm）、77.1 cm（水位 42 cm）、また川巾は 10m、ならびに 9.5m となっていた。

表 1 濁川における流量調査成績

測定地点 時間帯	濁川橋			
	9月		12月	
	平均 水位 cm	流量 m ³ /120min	平均 水位 cm	流量 m ³ /120min
10:00—12:00	57	17,640	39.5	17,424
12:00—14:00	58.5	17,928	42	17,928
14:00—16:00	58.5	17,928	41.5	17,820
16:00—18:00	58.5	17,928	41.5	17,810
18:00—20:00	58	17,784	41.5	17,820
20:00—22:00	58	17,784	42	17,928
22:00—0:00	57	17,640	45	18,540
0:00—2:00	56	17,424	44.5	18,432
2:00—4:00	56	17,424	41	17,712
4:00—6:00	56	17,424	39	17,316
6:00—8:00	56	17,424	37.5	17,028
8:00—10:00	55.2	17,280	37	16,920
計 m ³ /日	—	211,080	—	212,688

2. 各成分の測定成績

(1) 水温・透視度・導電率

9月における水温は荒川の場合と同様気温とほぼ一致していたが、12月調査時の水温は 11.5~13 °C、平均 12.32 °C を示し、当時の平均気温 6.75 °C の約 2 倍近くの高い水温であったことは、この河川距離あるいは排

水流入後測定地点までの距離が短く、この河川が外気温等環境条件による影響を比較的受け難いことに起因しているであろう。

濁川の場合透視度は30度以上の澄明状態は全くみられず、その平均透視度は9月15.8、12月13.3と外観的にもこの河川は明らかな汚濁状態にあることが認められた。なお、平均導電率は9月328.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 、12月381.4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ と冬季においてわずかな上昇が観察された。

(2) pH・DO・BOD

DO、BODの測定値は表2・図1に示したごとく9月におけるDO値は最低1.2ppm、最高2.8ppm、平均1.73ppmであり、各水温での酸素飽和度は14.1~38.7%、平均22.2%と極めて低酸素状態を示し、12月調査

においてもDOは2.2~4.4ppm平均3.53ppm、酸素飽和度は16.9~38.4%、平均30.1%に過ぎなかった。DOならびにBODの時間的変動は荒川と同様なパターンを示し、DOの最低値は2時(9月2日)、0時(12月17日)、BODの最高値は夏季16時(9月1日)の23.3ppm、冬季0時(12月17日)の59.4ppmとなっていた。なお、平均BOD値は9月15.13ppmに対し、12月は37.70ppmと約2.5倍に上昇していた。

(3) 窒素成分・リン成分・ABS・Cl

生活排水汚濁指標としての窒素・リン・ABSならびにCl各成分と水質汚濁との関係をみると図2に示したごとく、とくに総窒素・総リンの時間的変動はBODのそれとほぼ一致した傾向がみられる。総窒素ならびに総

2表 濁川橋通日調査成績

		9月			12月			
		平均	最低	最高	平均	最低	最高	
気	温 °C	26.76	22.0	33.0	6.75	3.0	11.0	
水	温 °C	24.60	22.4	26.8	12.32	11.5	13.0	
透	視 度	15.8	10	22	13.3	9	17.5	
導	電 率 $\mu\text{S}/\text{cm}$	328.2	273	360	381.4	333	448	
pH		7.28	7.2	7.4	7.29	7.2	7.4	
DO	ppm	1.73	1.2	2.8	3.53	2.2	4.4	
BOD	ppm	15.13	9.0	23.3	37.70	15.4	59.4	
COD	ppm	—	—	—	21.03	12.5	32.7	
SS	ppm	18.79	14.7	23.7	19.69	13.8	31.8	
N	Total N	4.637	3.48	6.19	7.669	5.12	11.81	
	内 訳	organic N	2.500	1.18	3.82	3.152	1.04	6.82
		NH ₄ -N	1.718	0.88	3.43	4.056	2.90	6.00
		NO ₂ -N	—	—	—	0.088	0.07	0.10
		NO ₃ -N	0.426	0.28	0.75	0.374	0.30	0.49
P	Total P ^{a)}	0.731	0.52	0.97	1.236	0.85	1.97	
	Total P ^{b)}	—	—	—	1.183	0.82	1.75	
	PO ₄ -P	0.578	0.37	0.72	0.303	0.20	0.47	
ABS	ppm	1.517	0.86	2.28	1.535	1.04	2.00	
Cl	ppm	28.07	23.1	32.2	45.81	36.4	61.6	

a) HClO₄ 分解法

b) K₂S₂O₈ 分解法

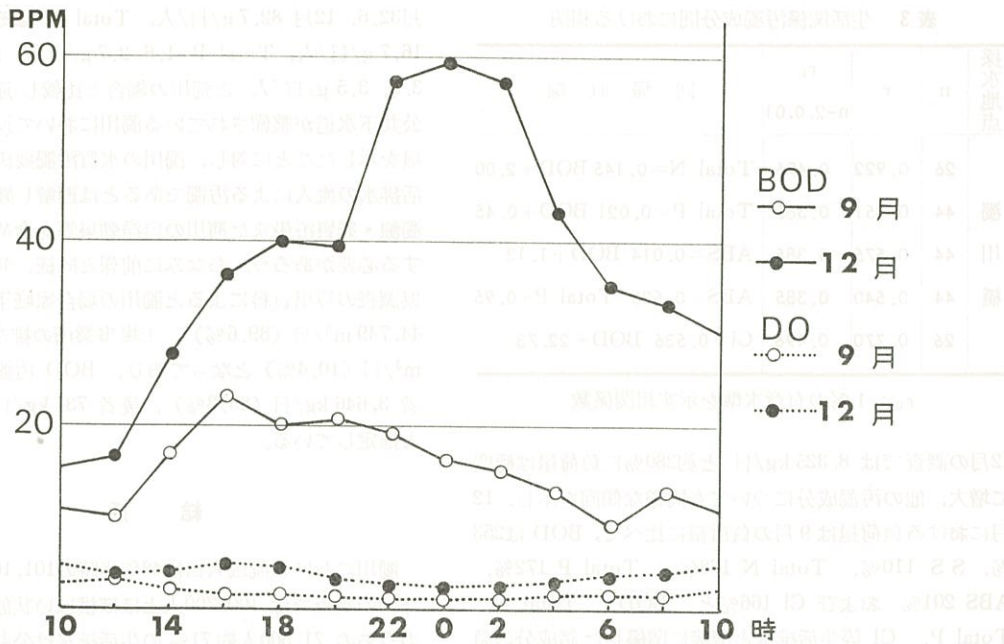


図1 濁川橋における水質の経時変化

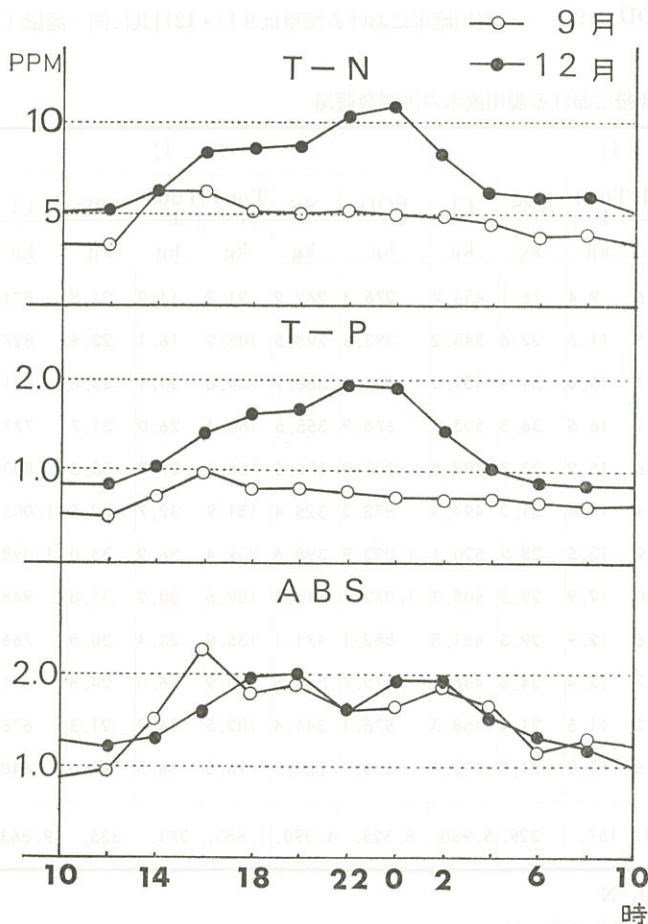


図2 濁川橋における水質の経時変化

リンの最高濃度値は夏季の調査では、それぞれ9月1日 16時の 6.12 ppm および 0.97 ppm、冬季の場合総窒素は12月17日0時の 11.81ppm、総リンは12月16日22時の 1.97 ppm (ただし、過硫酸カリウム分解法による場合は総窒素成分と同一時刻の 1.67 ppm) となっており、BOD とこれら各成分の相関係数は表3に示したごとく、Total N が最も高くついで Total P、Cl、ABS の順に、各成分共に明らかな相関が観察されている。

総窒素成分中、アンモニア性窒素が占める比率は9月 $33.8 \pm 19.03\%$ に対し12月は $55.8 \pm 17.30\%$ と汚濁の高い試料程大であり、また、総リン中遊離リンが占める比率は9月 $78.9 \pm 6.01\%$ 、12月 $24.7 \pm 2.75\%$ とアンモニア性窒素成分とは逆に汚濁の高い冬季の試料は遥かに小となっていた。

4. 汚濁負荷量

48年度における今岡の甲府市内河川調査報告⁴⁾によると濁川流末での BOD 汚濁負荷量は 34.184 g/sec ($2,953 \text{ kg/日}$)、SS 汚濁負荷量は $126,090 \text{ g/sec}$ ($10,894 \text{ kg/日}$) であると述べている。今回の通日調査による汚濁負荷量をみると表4に示したごとく、BOD 汚濁負荷量は9月の場合 $3,282 \text{ kg/日}$ と今岡の調査当時と比較し約111%と増加しており

表3 生活関係汚濁成分間における相関

採水地点	n	r	r ₀ n-2, 0.01	回帰直線
濁川橋	26	0.922	0.496	Total N=0.145 BOD+2.00
	44	0.851	0.385	Total P=0.021 BOD+0.45
	44	0.575	0.385	ABS=0.014 BOD+1.13
	44	0.540	0.385	ABS=0.528 Total P+0.95
	26	0.770	0.496	Cl=0.536 BOD+22.73

r₀: 1%の有意水準を示す相関係数

12月の調査では 8,325 kg/日 と約280%に負荷量は極度に増大, 他の汚濁成分についても同様な傾向を示し, 12月における負荷量は9月の負荷量に比べて, BOD は253%, SS 110%, Total N 168%, Total P 172%, ABS 201% および Cl 166%と, BOD, Total N, Total P, Cl 等生活排水と密接に関係した諸成分の急増が顕著に観察されている。

このことから, 一人当りの負荷量をみると BOD は9

月32.6, 12月 82.7 g/日/人, Total N はそれぞれ9.9, 16.7 g/日/人, Total P 1.6, 2.7 g/日/人 および ABS 3.3, 3.5 g/日/人 と荒川の場合と比較し 遥かに高く, 公共下水道が整備されている濁川において逆に高い負荷量を示したことに對し, 濁川の水質汚濁要因が単なる生活排水の流入による汚濁であるとは理解し難く, その汚濁源・底質汚染また河川の自浄効果等を含めて今後検討する必要がある。ちなみに前報と同様, 48年における県調査の算出資料によると濁川の場合家庭下水の排水量 44,749 m³/日 (89.6%), 工場事業所の排水量は 5,202 m³/日 (10.4%) となっており, BOD 汚濁負荷量は前者 3,646 kg/日 (83.3%), 後者 731 kg/日 (16.7%) と推定している。

総括

濁川における流域人口は48年当時の101,100人に対し, 今回の調査では 100,700人とほぼ横ばい状態にあり, このうちの 71,500人約71% の生活排水は公共下水道を通し, 濁川に排出されている。

濁川流末における流量は9月・12月共に同一流量(9

表4 各時間帯における濁川流末の汚濁負荷量

測定月 汚濁成分		9 月						12 月					
		BOD	SS	Total N*	Total P	ABS	Cl	BOD	SS	Total N**	Total P	ABS	Cl
時間帯		kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg
1	10:00-12:00	181.7	373.1	61.6	9.4	16.1	454.2	275.3	262.2	91.8	14.9	21.8	871.2
2	12:00-14:00	239.7	363.0	86.5	11.6	22.6	543.2	393.5	298.5	105.2	16.1	22.6	827.4
3	14:00-16:00	358.6	384.6	110.1	15.6	34.4	531.6	567.6	368.9	134.8	20.1	25.8	671.8
4	16:00-18:00	386.8	393.0	101.1	16.5	36.3	503.3	678.9	355.5	160.4	26.0	31.7	777.0
5	18:00-20:00	362.8	357.5	91.6	15.2	32.7	498.8	703.0	306.5	166.6	29.3	35.3	883.9
6	20:00-22:00	351.0	374.9	89.4	14.4	31.2	494.8	872.2	325.4	181.9	32.7	32.5	1,003.1
7	22:00-0:00	308.4	335.4	87.9	13.5	28.9	520.1	1,093.9	398.6	209.4	36.2	33.0	1,098.5
8	0:00-2:00	271.8	257.0	86.0	12.9	29.5	505.3	1,072.7	516.1	189.5	30.2	35.8	948.3
9	2:00-4:00	241.3	262.2	81.6	12.9	29.5	481.8	882.1	471.1	135.9	20.4	30.8	766.0
10	4:00-6:00	189.1	275.3	72.7	12.4	24.6	458.3	672.7	364.5	108.9	16.0	24.8	691.0
11	6:00-8:00	189.4	297.1	67.2	11.5	21.4	458.3	578.1	341.4	102.5	14.9	21.5	676.9
12	8:00-10:00	201.3	294.6	63.8	11.0	21.8	500.3	534.7	380.9	96.5	14.5	19.0	648.0
一日の負荷量		3,282.	3,968.	1,000.	157.	329.	5,950.	8,325.	4,390.	1,683.	271.	335.	9,863.

* organic N+NH₄-N+NO₃-N

** organic N+NH₄-N+NO₂-N+NO₃-N

月： 211×10^3 ，12月： $213 \times 10^3 \text{ m}^3/\text{日}$)を示しており、濁川の場合、荒川と異なって50年度の年間流量調査をみても平均流量は $(236 \pm 39.2) \times 10^3 \text{ m}^3/\text{日}$ とほぼ一定していた。

かって、濁川流末に対し12時間にわたる調査(50年3月20日、午前9時から午後9時まで)を行い⁴⁾この結果BOD、COD および ABS 各成分の時間的動向をみると午後7時を中心として、それぞれ 35.8 ppm、26.3 ppm および 2.15 ppm と最高濃度値を示していた。

今回の夏季および冬季における24時間通日調査の結果では、BOD の最高濃度値またその時間帯は9月の場合16時の 23.3 ppm、12月は0時の 59.4 ppm と、荒川の場合と同様濁川も夕刻から夜半にかけて高い値を示しており、この傾向は Total N ならびに Total P も同様なパターンが観察されている。すなわち、これら生活排水の汚濁指標と BOD との間には明らかな相関がありその相関係数は Total N が最も高く($r=0.922$, 0.01 $n=26$) ついで Total P、Cl、ABS の順となっており、濁川の水質汚濁も明らかに生活排水の密接な関係にあることが証明された。

Total N 平均濃度は 4.637 ppm(9月)、7.609 ppm(12月)、Total P 平均濃度値はそれぞれ 0.733 ppm、1.236 ppm を示し、汚濁の高い試料程、総窒素中アンモニア性窒素の占める比率は大となり、一方、総リン申遊離リンの占める比率は小となっていた。

なお、ABS の平均濃度値は9月と12月ほぼ同一値(1.517 ppm、1.535 ppm)を示し、前報と同様、1972年から1974年の間における ABS 調査成績(平均値 1.39 ppm、最高値 1.94 ppm)に比較し、わずかな上昇が観察された。

濁川の BOD 汚濁負荷量は9月 3,282 kg/日 に対し、12月は 8,325 kg/日 と負荷量の急増がみられ、他の各成分もその濃度上昇に比例して増大している。この場

合、一人当りの負荷量をみると BOD は 82.7 g/日/人、Total N 16.7 g/日/人、Total P 2.7 g/日/人 となっており、それぞれの原単位標準値 44 g、12 g、1.4 g に比べてはるかに高く、このことは単なる生活排水の流入のみでは理解し難い。

すなわち今岡の調査結果⁴⁾によると、濁川の場合蓬沢橋・濁川橋間(流間距離約 3.8 km)において負荷量の急増を観察、また、アンモニア性窒素の負荷量も両地点間においても極度の増大をみている。この両地点間には下水処理場排水 および ごみ焼却場排水が流入しているが、前者の排水に対する48年9月の調査⁵⁾によると処理場への負荷量は BOD で一日約 4,800 kg となっており、この流入負荷量の35.6%、約 1,711 kg が河川に負荷されていると述べている。とくに12月に示した高い汚濁負荷量がこれらを汚濁源とする一過性の現象であるか否かについては今後の追跡調査を必要とするが、都市排水が流入する河川で単なる生活排水の総和以上の汚濁が示されたことに関し、今後の調査課題として引き続き究明すべきものと考えている。

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に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 沼田 一、他：山梨衛研年報 15, 30—38, 1971
- 2) 大木学、他：同上 16, 25—31, 1972
- 3) 公害第一科業務報告：同上17—20, 1973; 19, 18—19, 1975; 20, 21—25, 1976
- 4) 今岡正美：甲府市内河川汚濁調査報告書 昭和48年度(甲府市)
- 5) 田中正二郎・笠井和平：山梨衛研年報 17, 96—100, 1973

果 査

査査合 BOD の中絶業委託