

# 甲府市下水道水質の経時変化

田中正二郎

笠井和平

近年の河川汚濁原因は多く人口の都市集中、産業の進展といった都市化によるといえる。この都市化に伴い汚濁原因物質の排出量が増大し、水の利用価値の低下を招いてきている。この状態を打開するためには、いろいろな方策があげられるが、その最適なものとして下水道の整備があげられる。

そこで本県において唯一の下水道が整備されている甲府市の下水処理場の流入水及び放流水についてその水質試験を行ない、都市下水の汚濁原因物質を把握し、さらに処理水の河川への影響等について若干の検討を加えたので報告する。

## 調査の方法

昭和48年9月26日の午前6時から2時間ごとに翌27日0時までの18時間にわたり、流入下水及び最終沈澱地溢流水(放流水)の2点について試料を採取し、下水試験法<sup>1)</sup>にしたがい表1及び表2に示した試験項目につき試験を行なった。

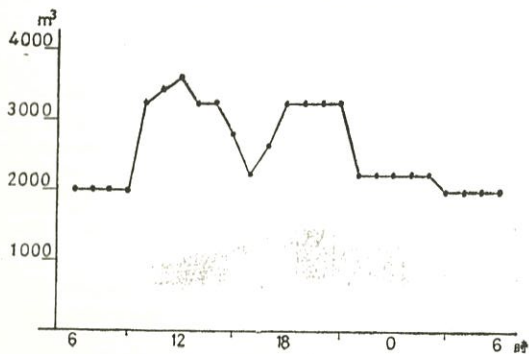
さらに重金属については、流入水は13時及び19時、放流水は17時30分に採取し総水銀、Cd、Pb、Cr(6価)、総Cr、As、Cu、Zn、Fe及びMnについて下水の水質の検定方法に関する省令に規定する検定の方法により行なった。

## 調査結果及び考察

### 1. 流入下水水量とその経時変動

調査日24時間にわたる流入下水量は $62,360\text{m}^3$ で、前回調査時(昭和45年3月 $30,887\text{m}^3$ )<sup>2)</sup>の流入量の約.02倍となっており経時変動は図1に示すとおりで10~4時と18~21時にピークがみられ、この時間帯に一日量

図1 流入下水水量の経時変動



の47.7%が流入しており都市生活の活動期とほぼ一致している。

### 2. 流入下水の水質とその変化

下水はその量が経時変動するように、その質も時間的に変動がみられ、一般に下水水量が増す時に水質も悪くなり、その量が減少するとともに質も良くなるとされている<sup>3)</sup>。

流入下水の水質試験成績を表1及び図2に示した。

pHは6.8~7.1と変動は少なく前回調査時とくらべてもほとんど差は見られなかった。

BODは8時以降11時までに急激に増加し、最高は11時の152 ppm、平均は77.5 ppmであった。

CODは17時に最高があり81.1 ppm、平均は59.2 ppmであった。

BODとCODこの2者間に明確な関係は成立しないが、同一種類の下水についてはある程度の相関は示すといわれており<sup>4)5)</sup>、前回調査時にもその相関がみられた。しかし今回の調査においては、CODはBODのような8~11時までの急激な増加はみられずその間の相関性はみられなかった。CODの測定には $\text{Cl}^-$ に影響されないようにして測定するのが普通であり、その方法として含まれる $\text{Cl}^-$ に対し当量以上の硫酸銀を加え、塩化銀として沈澱させてから酸化する方法と<sup>6)7)8)9)</sup>、溶液をアルカリ性にして酸化を行なう方法とがある<sup>1)10)</sup>。前回調査時はJISK 0102 (1964)法<sup>7)</sup>により測定を行ない、今回は下水試験方法<sup>1)</sup>により行なった。このことから家庭雑排水が多く含まれる下水に関しては、より高い酸化力を示す溶液を酸性に行なうJISK 0102の方法によって行なった方が良いといえる。

SSはBODと同様11時の204 ppmが最高で、平均は77.5 ppmであった。前回調査時におけるSSは明瞭なピークはみられなかったが、前回は冬季に調査し、今回は夏季の調査でありその季節による生活様式の差と思われる。

$\text{Cl}^-$ 及び $(\text{Al-N})+(\text{NH}_3\text{-N})$ の値は8~12時までの生活時間帯にわたり高く、尿排水の影響とみられる<sup>4)</sup>。前回調査時よりその値は若干低くなっているが、便所の水洗化が進み使用水量の増加によるものと思われる。

n-ヘキサン抽出物は9時及び21時前後に2峯性の高濃度時間帯がみられ、最高は9時の18.0 ppm、平均10.2 ppmであった。

ABSは11時及び21時前後に高濃度時間帯が示され、

図2 処理場流入水及び放流水成分の経時変動

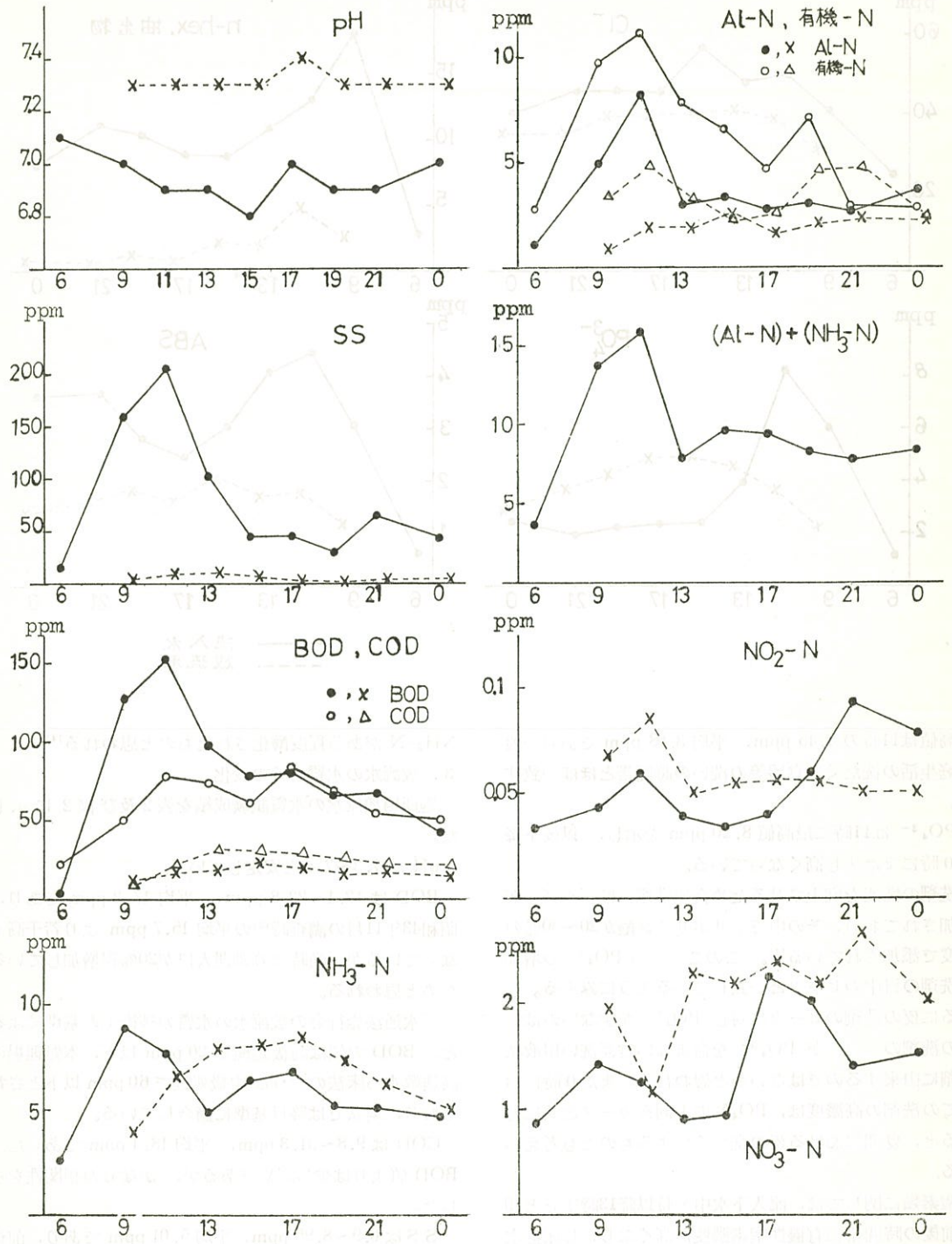
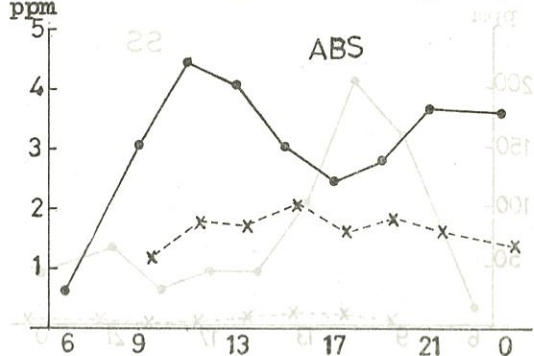
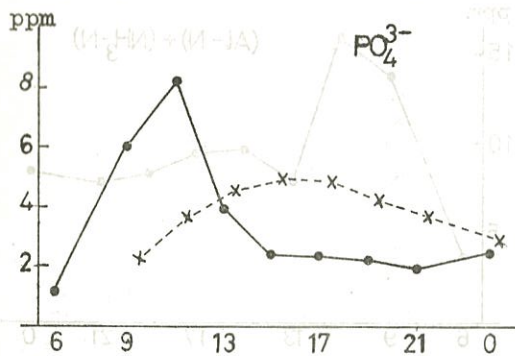
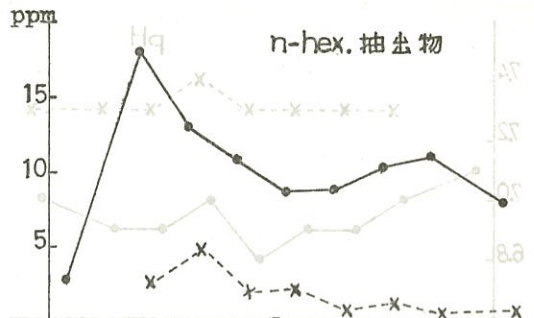
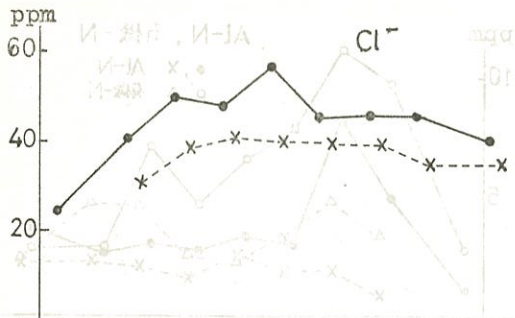




図2 つづき



—●— 流入水  
- - - × - - - 放流水

最高値は11時の4.45 ppm、平均3.08 ppmであり一般家庭生活の洗たく、食器等の洗いの時間帯とほぼ一致する。

$PO_4^{3-}$  は11時に最高値8.20 ppmを示し、以後下降し0時にまた少し高くなっている。

洗剤の性能を向上させるため合成洗剤にはビルダーが添加されており、その中でトリポリリン酸が20~30%の濃度で添加されている<sup>14)</sup>。このことから $PO_4^{3-}$ の増加は洗剤の日中のピークと一致しているようにみえる。しかるに夜の洗剤のピークに対し $PO_4^{3-}$ が少ないのは、夜の洗剤のピークが $PO_4^{3-}$ を含まない食器洗い用液状洗剤に由来するのではないかとと思われる。また0時における洗剤の高濃度は、 $PO_4^{3-}$ の上向きカーブと共に考えると、夏期における夜の洗たくによるものとも考えられる。

窒素類に関しては、流入下水中8時以降13時までと19時前後の時間帯に有機性窒素濃度が高くなり、し尿排水及び他の生活活動と一致する。 $NO_2-N$ 及び $NO_3-N$ は元来下水中に当初からは存在せず、有機性窒素が酸化された結果初めて生成するものである<sup>5)</sup>。このことから流入下水中に存在する $NO_2-N$ 及び $NO_3-N$ は処理場に流下する下水管中において、独立栄養硝化菌等により

$NH_3-N$ がある程度酸化されたものと思われる<sup>14)</sup>。

### 3. 放流水の水質とその変化

処理場放流水の水質試験成績を表2及び図2に示した。

pHは7.3~7.4と安定していた。

BODは12.1~23.8 ppm、平均17.2 ppmであり、昭和43年11月の調査時<sup>12)</sup>の平均15.7 ppmより若干高くなっているが、当時より処理人口が20%程増加しているためと思われる。

下水道法施行令の放流水の水質の技術上の基準によると、BODの値は高級処理で20 ppm以下、本処理場の高速散水ろ床法のような中級処理で60 ppm以下とされており、現状では終日基準に適合している。

CODは9.8~31.3 ppm、平均18.4 ppmであった。BOD値よりは少し高めであるが、かなりの相関性を示した。

SSは0.9~8.95 ppm、平均5.01 ppmであり、前述の基準では高級処理で70 ppm以下、中級処理で120 ppm以下とされており、SSも処理効果があがっている。

ABSは1.15~2.05 ppm、平均1.63 ppmであり、生物学的処理である程度除去される。

表 1 処理場流入水の水質試験結果

試験項目	採水日時	9月26日	9月26日	9月26日	9月26日	9月26日	9月26日	9月26日	9月26日	9月27日
		6:00	9:00	11:00	13:00	15:00	17:00	19:00	21:00	0:00
pH		7.1	7.0	6.9	6.9	6.8	7.0	6.9	6.9	7.0
蒸発残留物	ppm	231	382	657	365	365	403	342	342	322
強熱残留物	ppm	181	234	332	244	258	248	249	233	203
浮遊物	ppm	13.3	158	204	101	44.1	43.7	29.2	64.3	40.1
BOD	ppm	1.9	126	152	98.0	76.8	80.1	66.0	66.8	42.5
COD	ppm	20.1	49.2	77.5	73.8	60.4	81.1	66.8	54.6	49.2
アンモニア性窒素	ppm	2.56	8.81	7.66	4.84	6.35	6.71	5.18	5.02	4.64
アルブミノイド窒素	ppm	1.02	4.94	8.17	2.97	3.28	2.74	3.05	2.74	3.74
亜硝酸性窒素	ppm	0.033	0.043	0.059	0.038	0.033	0.039	0.060	0.093	0.078
硝酸性窒素	ppm	0.86	1.41	1.25	0.90	0.93	2.25	2.01	1.41	1.53
有機性窒素	ppm	2.74	9.75	11.1	7.89	6.55	4.70	7.03	2.76	2.82
塩素イオン	ppm	24.0	40.4	49.4	47.0	56.5	45.1	47.2	45.5	39.8
ヨウ素消費量	ppm	2.65	9.62	12.6	5.64	8.29	7.63	5.64	3.32	5.31
n-hex. 抽出物	ppm	2.7	18.0	13.1	10.9	8.6	8.8	10.4	11.1	7.9
陰イオン活性剤	ppm	0.60	3.05	4.45	4.08	3.03	2.45	2.80	3.65	3.58
リン酸イオン	ppm	1.10	6.00	8.20	3.90	2.36	2.30	2.20	1.90	2.46
電導度	μv/cm	367.0	520.5	534.0	496.0	485.0	485.0	491.5	481.0	450.5
流入下水量		1.98	1.98	3.45	3.24	2.815	2.645	3.24	3.24	2.22
( $\times 10^3 \text{m}^3/\text{Hr}$ )		1.98	1.98	3.24	3.59	3.24	2.22	3.24	3.24	2.22

※ 1:00及び2:00→2.20, 3:00~5:00→1.98

窒素類に関しては、図2で示されるように有機性窒素が好気性処理で無機化しており、処理効果があがっている。

なお重金属の流入水13時、19時及び放流水17時30分（以下測定結果はこの順とする）の採取の結果は、総水銀、Cd、Cr（総及び6価）はいずれも不検出であり、Pbは0.01 ppm以下、Asは0.002、0.003及び0.001 ppm、Cuは0.12、0.08及び0.04 ppm、Znは0.46、0.20 ppm及び不検出、Feは2.8、3.0及び1.2 ppm、Mnは0.27、0.28及び0.19 ppmであった。

流入水及び放流水ともに問題となるような値は示されなかった。

### ま と め

甲府市下水処理場の流入下水及び放流水（以下の値はこの順とする）の水質日平均は BOD 78.9, 17.2 ppm・

COD 81.1, 18.4 ppm・SS 77.5, 5.01 ppm・有機性-N 6.15, 3.43 ppm・Al-N 3.63, 1.88 ppm・NH<sub>3</sub>-N 5.75, 6.65 ppm・NO<sub>2</sub>-N 0.053, 0.059 ppm・NO<sub>3</sub>-N 1.39, 2.11 ppm・PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 3.38, 3.83 ppm・n-hex. 抽出物 10.2, 1.7 ppm 及び ABS 3.08, 1.63 ppm であった。

汚濁物質の経時変動は、家庭生活活動時間帯に入る8時以降急激に増加している。

放流水の水質は下水道法施行令の放流水の水質の技術上の基準に終日適合しているといえるが、甲府市の下水道による処理対象地域は現在市の約40%を占め、その対象人員はおよそ71,500人（昭和48年9月）となっており、前回調査時のほぼ倍となっている。このため処理場への負荷量は BOD で一日約 4,800 kg と倍になっている。しかるに本処理場の処理能力はそれほど増しておらず、流入量のおよそ半量の 32,000 t/日 は最初沈澱池より簡



表 2 放流水の水質試験結果

試験項目	採水日時	9月26日	〃	〃	〃	〃	〃	〃	9月27日
		9:30	11:30	13:30	15:30	17:30	19:30	21:30	0:30
pH		7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	7.3	7.3
蒸発残留物	ppm	250	284	306	314	304	302	281	266
強熱残留物	ppm	199	211	216	226	212	201	210	204
浮遊物	ppm	3.90	8.90	8.95	7.35	1.95	0.90	3.50	4.60
BOD	ppm	12.1	17.5	18.2	23.8	19.8	15.5	16.0	14.5
COD	ppm	9.8	21.1	31.3	30.8	29.0	25.1	22.6	22.2
アンモニア性窒素	ppm	3.95	6.58	7.84	8.04	8.43	7.25	6.20	4.92
アルブミノイド窒素	ppm	0.82	1.95	1.90	2.41	1.61	1.84	2.33	2.20
亜硝酸性窒素	ppm	0.067	0.085	0.050	0.054	0.056	0.055	0.051	0.050
硝酸性窒素	ppm	1.95	1.15	2.29	2.18	2.39	2.19	2.66	2.03
有機性窒素	ppm	3.30	4.76	3.15	2.18	2.51	4.52	4.68	2.37
塩素イオン	ppm	30.8	38.8	40.9	39.8	39.4	39.2	34.3	35.0
ヨウ素消費量	ppm	2.32	3.65	10.6	5.64	5.31	2.98	2.32	4.97
n-hex 抽出物	ppm	2.5	4.7	1.9	2.1	0.6	1.1	0.4	0.6
陰イオン活性剤	ppm	1.15	1.75	1.70	2.05	1.60	1.80	1.60	1.40
リン酸イオン	ppm	2.20	3.60	4.50	4.90	4.80	4.15	3.60	2.90
電導度	$\mu\text{V}/\text{cm}$	389.5	459.0	486.0	501.5	495.5	465.0	445.5	420.5

易処理水として濁川に放流されている。最初沈澱池の BOD 除去率を30%と仮定すると<sup>13)</sup> 流入量の半量が放流される場合一日約 1,711 kg となり、流入負荷量のほぼ 36%は河川に負荷されていることになる。当所公害科における濁川の水質調査によると、48年度年平均 BOD 値は処理場放流口より上流の砂田及び蓬沢橋でそれぞれ 7.8 ppm, 7.5 ppm であり、下流の濁川橋では 16.0 ppm といくらか高い値となっている。このことは前述の放流水がある程度影響しているのではないかと考えられる。甲府市では、数年後には高級処理方法の活性汚泥処理施設の建設を予定しているが、その早期完成が望まれる。

おわりに本調査にあたり試料採取及び資料の提供に協力いただいた甲府市下水道終末処理場の各位に感謝の意を表す。

#### 参 考 文 献

- 1) 日本下水道協会：下水試験方法 (1967)
- 2) 網野英夫ほか：山梨県立衛生研究所年報, 13, 13 (1969)

- 3) 徳平淳：公害衛生工学大系Ⅱ 下水道 (1966) 日本評論社
- 4) 野中徹一, 針生昭一：下水・し尿の分析 (1973) 講談社
- 5) 沢田敏一：下水道の常識 (1970) 日本水道新聞社
- 6) 工業用水試験方法 JIS K 0101 (1966)
- 7) 工場排水試験方法 JIS K 0102 (1964, 1971)
- 8) 日本水道協会：上水試験方法 (1970)
- 9) 日本分析化学会北海道支部：水の分析 (1971) 化学同人
- 10) 半谷高久：水質調査法 (1971) 丸善
- 11) 柳沢文正：日本の洗剤その総点検 (1973) 續文堂
- 12) 網野英夫, 中山昭：山梨県立衛生研究所年報 12, 2 (1968)
- 13) 日本浄化そう教育センター編：浄化そう環境衛生問題研究会 (1970)
- 14) G. Sykes ほか編藤原喜久夫ほか訳：環境汚染と微生物 (1973) 医歯薬出版