

4) 山梨県内における公共用水域の水質汚濁に関する基礎的調査研究 (第5報)

甲府市における都市下水の水質の現状と下水道建設が都市河川の水質におよぼす影響

網野英夫, 笠井和平, 中山 昭, 清水郁子

まえがき

われわれは昭和42年度から公害防止施策の必要性を予想し、今後の県内公共用水域の水質保全対策に必要と思われる基礎資料を求め、県内社会の機能又は活動の現状から主体を都市河川の水質汚濁の現況把握においた。つまり県内には大規模な用水型産業の地域もみられないので、進行する水質汚濁要因は都市下水がその主体と考え、県人口の約52%が集中している甲府盆地河川につき、さらにその核となる人口集中地区の甲府市内都市河川の水質汚濁の実態把握にあたった。そこで都市河川の汚濁源となる都市下水そのものの実質を知る方途として、甲府市下水処理場に流入している下水につき水質試験を行なって、都市下水中の汚濁成分の質的又は量的把握を試み、さらに下水道建設の促進が都市河川の水質におよぼす影響等の関係について若干の検討を加えてみたので報告する。

調査の方法

晴天のつづいた昭和45年3月26日の6時から2時間ごとに翌27日6時までの24時間にわたり試料を採取し、これを下水試験法にしたがい、透視度、pH、導電率、蒸発残留物、浮遊物質(SS)、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、塩素イオン(Cl⁻)、アルミニウム態窒素(Al-N)、アンモニア態窒素(NH₃-N)、陰イオン活性剤(ABS)、細菌数および大腸菌群について試験を行なった。なお下水処理後の放流水質については昭和43年11月に行なった通日調査時の成績等から勘案して汚濁負荷のたかい下水の処理効果をみるため14~15時に採水して、同様の水質試験を行なった。

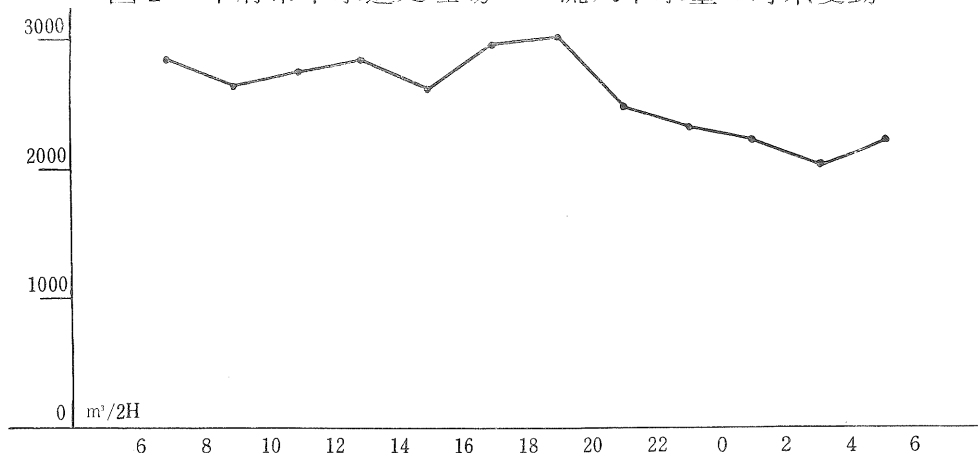
試験成績

各時刻別の流入下水の水質試験成績と放流水の水質試験成績は表1のとおりで、放流水については下水道法に

表 1 甲府市都市下水の水質試験成績

	採水時刻	水温 °C	導電率	透視度 度	pH	蒸発 残渣 ppm	SS ppm	BOD ppm	COD ppm	Cl ⁻ ppm	Al-M ppm	NH ₃ - N ppm	ABS ppm	細菌数 N/cc	大腸 菌群 N/cc
流入 下水	6.00	12.8	335	15.8	6.9	248	32	15.99	4.44	37.36	1.54	3.94	0.10	900	450
	8.00	15.0	342	9.2	6.9	307	83	37.70	9.27	32.18	2.40	4.51	0.20	1600	1400
	10.00	13.5	460	5.8	7.1	374	110	71.00	20.56	48.88	5.09	13.30	1.74	5000	1700
	12.00	13.5	525	4.4	6.8	447	145	141.60	29.84	60.40	4.81	12.18	5.08	∞	∞
	14.00	13.6	515	4.4	6.8	459	140	122.70	29.03	56.29	5.23	9.04	5.90	∞	∞
	16.00	13.6	435	4.8	6.8	421	123	119.10	25.40	57.42	4.81	9.04	4.32	5400	1200
	18.00	14.5	505	5.4	6.7	418	122	119.70	24.60	55.58	4.51	8.34	3.50	2900	760
	20.00	14.5	500	5.5	6.9	416	125	103.20	26.61	54.59	4.65	6.91	3.22	5100	1300
	22.00	14.0	470	6.8	6.9	371	100	106.80	21.37	48.24	4.70	7.36	3.00	4500	440
	0.00	14.5	440	7.2	6.9	353	85	71.10	18.14	43.17	2.68	7.36	2.44	710	460
	2.00	14.5	420	10.0	6.9	334	69	72.60	14.51	41.29	2.60	5.93	0.70	520	350
	4.00	14.0	360	7.3	6.8	319	89	43.90	12.90	29.10	2.29	4.23	0.30	660	330
	6.00	13.5	340	7.8	6.8	328	105	40.68	9.68	26.55	1.79	2.88	0.32	860	390
	平均	14.0	434	7.3	6.9	369	102	82.01	18.95	45.37	3.62	7.31	2.37	—	—
標準 偏差	0.6	70	3.1	0.1	62	31	39.70	8.28	11.40	1.40	3.12	1.99	—	—	
放流水	14.00 } 15.00	13.6	460	15.0	7.3	319	21	14.43	6.85	38.28	4.00	11.87	0.52	660	250

図1 甲府市下水道処理場への流入下水量の時系変動



規定された水質基準に適合していた。

考 察

1. 都市下水量とその時系変動

調査当日の24時間にわたる流入下水総量は30,887 m³で、前回調査時の流入日量の2.41倍となっており、図1に示すとおり都市生活活動期の6～22時に増量し、6～8時、12～14時および16～20時の3つのピークがみられた。

2. 都市下水の水質とその変化

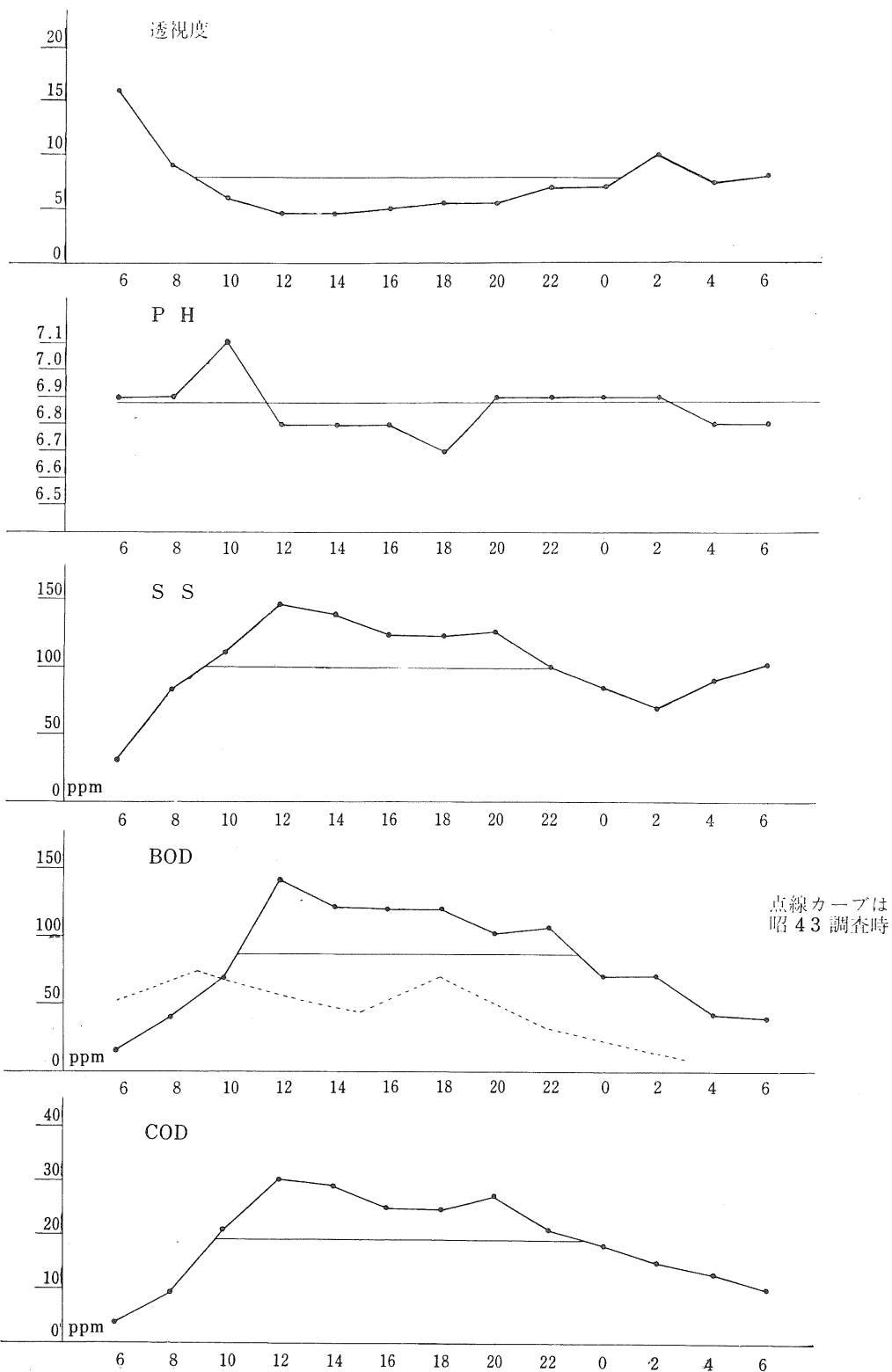
今回調査時の下水水質の主要成分の経時変化は図2に示すとおりで、透視度は8時以降0時にわたって悪化し、深夜になると好転し12時と14時が最低で4.4となり、日平均は7.3であった。pHは6.7(18時)～7.1(10時)で日平均は6.86であった。BODは10時以降0時までの間に増加がみられ、最高は12時の141.60ppm、日平均は82.01ppmであった。これを昭和43年の調査時と比較すると、当時は9時と18時に明瞭な2峯型の高濃度時間帯が示されたが、今回はそのカーブがみられない。これは当時の排水地域が処理場に近い一部の地域に限られていたため、高濃度排水の時間帯がそのまま水質にあらわれたが、その後敷設地域の拡大による流下距離の伸長のため、流下所要時間の増加によって高濃度排水の排出時間帯と流入時間帯との間にずれが生じ、排水地域の先端地区と終末地区との間の流下所要時間に幅が生ずるため、処理場において高濃度になる時刻がおけるとともに、その後の変動が明確でなくなるためと思われる。このような傾向はCOD、SSの場合においても同様にみとめられた。CODの最高値は12時の29.84ppm、日平均は18.95ppmで、SSの場合も12時の145ppmが最高で、日平均は102ppmであった。Cl⁻についても12時の60.40

ppmが最高値となり、日平均は45.37ppmであった。便所の水洗化によるし尿排出の影響をみるための(AI-N)+(NH₃-N)の値は8時以降急激に高濃度となり、10～12時にピークがみられ、漸次下降し深夜に低くなっている。その最高値は10時の18.39ppmで、BOD等と比べると高濃度時間帯が若干はやい。これは人の生活様式上、起床後の用便が集中する習性的影響ではなからうか。なお日平均は10.93ppmであった。家庭下水の指標ともなるABSについては10時以降0時頃までたかまり、深夜早朝はぐっと低濃度となり、最高値は14時の5.90ppmで、日平均は2.37ppmであった。この場合BOD等と比べて最高濃度時間帯が窒素系成分とは逆におくれているが、一般の家庭生活の時間帯から考えるとABSを大量に使用する洗たくが10時頃に行なわれると想定すると流入所要時間のずれからはほぼ合致すると考えられる。大腸菌群については12～14時にピークがみられ、20時に再び増加して大小2峯型をつくっている。

3. 都市下水の汚濁量とその変動

本調査で得られた下水中の主要汚濁物質量の時系変動は図3に示すとおりで、調査当日24時間のBOD総量を算出すると、2,774kgとなり、前回調査時のBOD総量の2.73倍となっている。つまり下水道排水地区の拡大により処理場にそれだけ負荷が増大していることになる。時系変動については水質の変動と同様8時以降22時頃までたかくなっているが、10～12時と16～18時の2峯型となり、前者の場合は高濃度、後者の場合は多水量の影響で負荷量がたかくなっている。この傾向はCOD、SSの場合にもあてはまり、前回調査時に比べてCOD負荷量は3.71倍、SS負荷量は2.38倍となり、時系変動も2峯型を示している。武藤は都市下水のBOD負荷量(g/c/d)を60gとし、Imhoffによれば54gとしているが、

図2 甲府市都市下水水質の経時変化



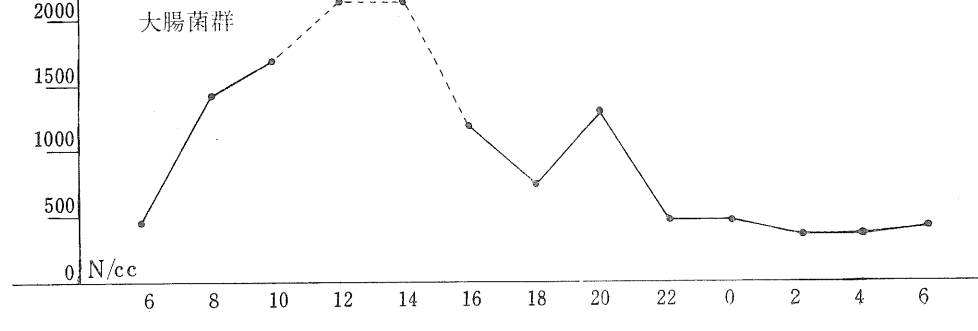
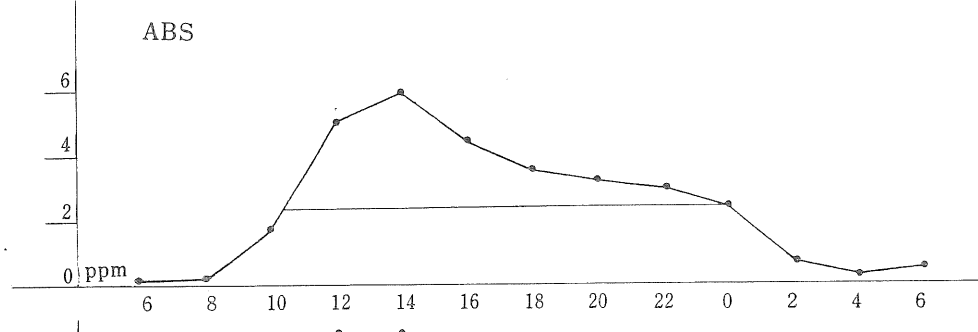
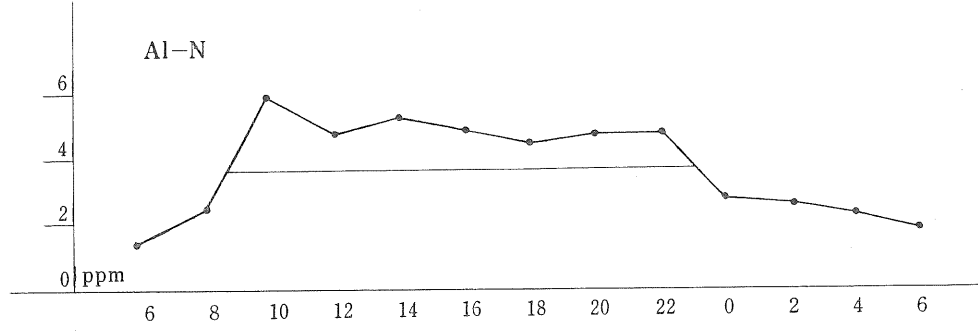
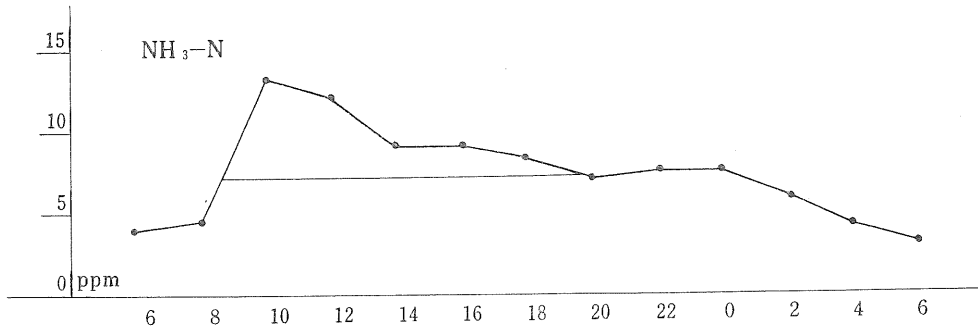
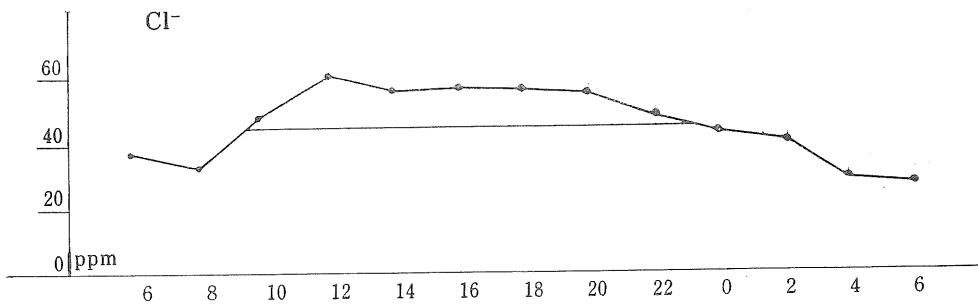


図3 甲府市都市下水の汚濁量の時系変動

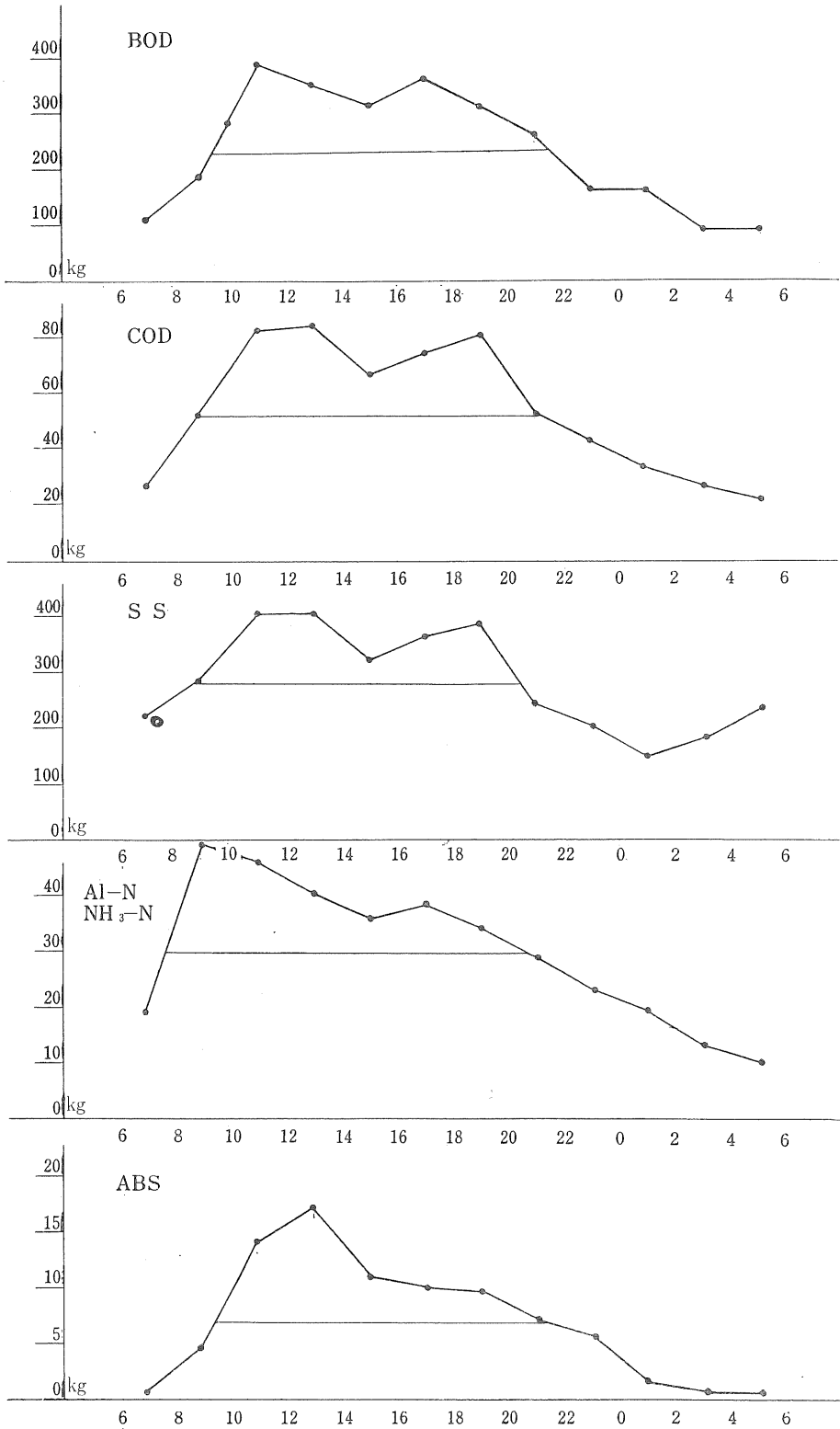


表 2 濁川(省路橋)の水質の経年変化

	透視度	DO ppm	BOD ppm	COD ppm	SS ppm	Cl ⁻ ppm	NH ₃ -N ppm	ABS ppm
昭 4 2	14.0	0.49	133.50	17.93	110	41.61	4.00	1.67
昭 4 3	23.6	1.45	68.70	13.14	25	42.84	2.78	1.61
昭 4 4	27.8	2.08	36.36	8.54	23	44.48	3.28	0.88

これにより処理人口を逆算すると前者では約46,000人、後者では約51,000人と推定される。

(Al-N) + (NH₃-N) の負荷量は8時以降22時頃まで増加しているのは一般的傾向としても、水質の場合と同様に8~10時にピークをつくり、漸次下降しながらも再び16~18時に増量している。ABS負荷量については前回調査時の5.4倍と増加しており、時系変動は水質同様10~14時に急増し、この時間帯だけで日総量の約40%を占めており、ピークも前述同様他成分よりおくれで現われている。

4. 甲府市下水道水質と濁川水質との関連性の検討

本下水道排水地区は現在濁川流域地区に敷設拡張されているもので、従来濁川に放流されている下水が水洗化されたし尿排水とともに下水道にふりかえられて排出されることになる。したがって建設促進により下水道への負荷はたかまる反面、濁川に対する汚濁負荷は減少してしかるべきであろう。これについては都市機能の複雑多様化の進歩と水洗便所によるし尿排水による影響も大きいと思うが、事実前述のとおり下水道のBOD負荷量が約1年半前に比べて2.73倍となっている。一方まえがきで述べたとおり、われわれは昭和42年度から都市河川の濁川についても省路橋附近を本川の最汚濁地点とみて水質試験を行ってきた。そこで昭和42~44年度の間の本地点における水質試験成績(10~12時採水)を年度別に平均値をとり、その値を経年比較をすと表2のとおりとなり、これをBOD(ppm)でみると、昭42の130台が昭43には60~70台となり、さらに昭44には30台と下降の一途をたどっている。したがって本下水道建設の促進により、濁川への汚濁負荷は軽減されつつあるものと考えられる。この現象はCOD又はSSについても同じことがいえると考えられる。なお河川水質と下水道水質を直接比較することに危険があるかもしれないが、し尿により影響をうける成分を除いて、濁川の汚濁負荷の軽減の度合を今回得られた下水道水質試験成績と対比してみると、昭42の濁川水質は今回調査の12時頃のもっとも負荷のたかい時点の下水道水質とほぼ合致する。つまり昭42当時の濁川は完全な都市下水路であり、今日地下に敷設された管渠が溝渠として市街を横断していたことになる。なお昭43~44当時の濁川は今日の夜間又は早朝の下水水

質にほぼ類似するものと思われる。

総 括

都市河川の汚濁源となる都市下水の質的又は量的把握を試みるため、甲府市下水道の通日調査を行ない、併せて下水道建設促進による都市河川の水質におよぼす影響について検討した。

甲府市都市下水の水質はBOD 82.01 ± 39.70 ppm, COD 18.95 ± 8.28 ppm, SS 102 ± 31 ppm, (Al-N) + (NH₃-N), 10.93 ± 4.26 ppm, ABS 2.37 ± 1.99 ppmであった。

現在1日のBOD総量は約2,800kgで10~12時と16~18時に負荷がたかく、2峯型を示す時系変動がみられ、COD, SSも同一傾向が認められた。

それぞれの成分ごとの汚濁負荷の1日の時系変動はまずし尿の影響をうける窒素系成分が8~10時に、次に10~12時にかけてBOD, COD, SSがピークを示し、前述のとおり16~20時に第2のピークをつくっている。ABSはこれにおくれで12~14時に1つのピークをつくっている。したがって甲府市都市河川は家庭下水による汚濁が主要因ではないかと考えられる。

甲府市下水道は都市河川の濁川流域が排水地区となっているが、建設促進によって汚濁負荷は都市河川から下水道へ移行するはずである。そこで下水道が濁川の水質におよぼす影響を今回の調査成績と今までの濁川の水質調査資料からBOD値で比較すると、下水道は汚濁負荷がたかまる反面、3年前(昭42)の濁川は今回調査時の生下水そのままの水質(約130ppm)で、その翌年(昭43)は半減(約70ppm)し、昨年は(昭44)はさらにその半分(約35ppm)と低下していることが認められた。

おわりに本調査にあたり採水に協力いただいた甲府市下水道処理場の各位に謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) 日本下水道協会：下水試験法(1967)
- (2) 徳平 淳：公害衛生工学大系 II 下水道 日本評論社(1965)
- (3) 床司 光：環境の衛生学 光生館(1963)

- (4) 水理科学研究所編：水質汚濁と廃水処理 地人書館(1967)
 (5) 杉木昭典：水質汚濁

- (6) 網野英夫, 中山 昭：山梨県立衛生研究所年報 昭和43年 第12号
 (7) 甲府市水道局：甲府市の下水道

5) 甲府市内の降下ばいじん量の測定について (第1報)

網野英夫, 中山 昭

まえがき

大気汚染調査として降下ばいじん量の測定を甲府市内5個所に降下ばいじん計を設置して昭和42年1月より測定を開始したので昭和42年・昭和43年・昭和44年の3年間の測定結果を報告する。

G. Gouldの研究およびO. M. Keagyらの研究によると降下ばいじん量の変化は正規対数分布に従うので、降下ばいじん量の平均値としては算術平均を用いるよりも

降下ばいじん計設置場所

甲府市の中心部商業地域である甲府市丸の内一丁目・山梨県立青少年文化センター(鉄筋3階建屋上)、甲府市中央一丁目・山梨県立衛生研究所(鉄筋5階建屋上)、甲府市南部住宅地域である甲府市湯田二丁目・和泉製菓KK社員寮(鉄筋4階建屋上)、甲府市西部住宅地域である甲府市飯田五丁目・山梨県立女子短期大学(鉄筋3階建屋上)、工業団地として開発予定地域の甲府市上条新居町・三協乳業KK甲府工場(鉄筋2階建屋上)の5地点に設置した。(図1のとおり)

測定方法^{1) 2) 3)}

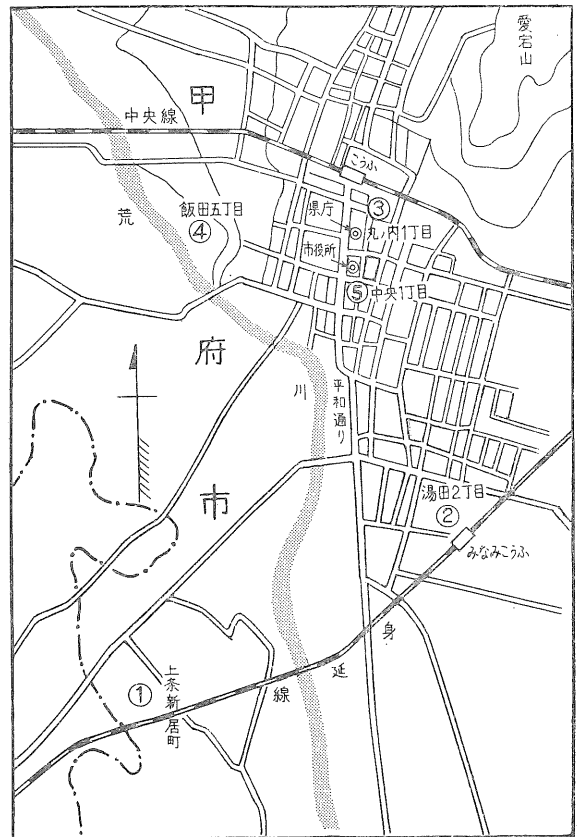
降下ばいじん計は柴田化学社製の英国規格デポジットゲージを使用し、1ヶ月1回採集し不溶性成分(タール分・灰分・タール分以外の炭素分)、溶解性成分(灰分・灼熱減)の分析および貯水量・pHを測定した。

測定結果

(1) 昭和42年の測定結果

昭和42年1月から12月までの測定場所別測定結果は表1・表2・表3・表4・表5のとおりである。三協乳業KK甲府工場は12月に7.25 t/km²/月、和泉製菓KK社員寮は7月に7.16 t/km²/月、山梨県立青少年文化センターは10月に11.78 t/km²/月、山梨県立女子短期大学は7月に8.02 t/km²/月、山梨県立衛生研究所は1月から3月に10.06~11.65 t/km²/月の高い値であった。又降下ばいじん量の月変化を総量、不溶性成分、溶解性成分別に図2に示した。

図1 降下ばいじん計設置場所



- ① 三協乳業KK甲府工場
- ② 和泉製菓KK社員寮
- ③ 山梨県立青少年文化センター
- ④ 山梨県立女子短期大学
- ⑤ 山梨県立衛生研究所