

宮崎大学工学部 正会員 石黒政儀
宮崎大学工学部 学生員 鳥越敏文
宮崎大学工学部 学生員 ○西 信俊

1. まえがき わが国における公共用水域の水質は数年来急速に汚濁され、水質公害の社会的問題となっている。その原因の一つとして公共下水道普及の立ち遅れが指摘され、昨今国をあげて下水道建設にとりくむようになり、下水道建設時代が漸く到来した。しかるに既設の公共下水道は殆んど合流式であり、雨天時には汚水が希釈されるとの理由で、一定流量以上になれば無処理で河海へ放流されており多くの問題点が残されている。そこで本文では雨天時下水の水質がどのように変動しているかの基本的研究の第一段階として雨天時下水の水質試験を行ない⁶⁾、考察を加えその第一報として報告する。

2. 本研究での雨天時下水の水質変動値 宮崎大学工学部排水渠の最下端に設置されたバーシャルフリュームと、自記雨量水位同時記録計にて水文観測を行ない、同観測地点にて昭和45年から46年にかけて、降雨時5～10分間隔で水質のサンプリングを行なった。水質試験項目としては、PH、DO、 BOD_5 、COD、アンモニア性窒素、濁度、浮遊物、全蒸発残留物の8項目であり、降雨強度は5分間平均強度を使用した。その代表的な水量水質変動の一例を図-1に示し、実測した10個の雨天時下水の水質変動パターンの一部を表-1に示す。

図-1 雨天時下水水質変動 昭46.9.7.

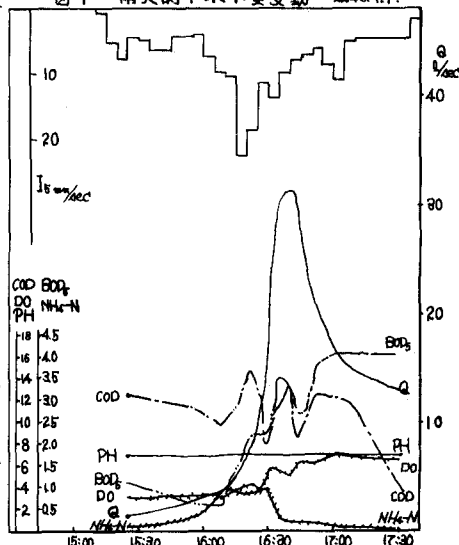


表-1 雨天時下水の実測水質値と変動パターン

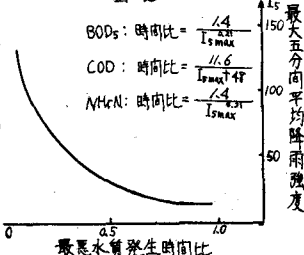
項目	最大降雨強度	降雨発生時間比	流出ピーク発生時間比	最悪水質発生時間比	最悪水質	最長水質
月日	降雨強度	時間比	時間比	時間比	BOD_5 COD NH_4-N	BOD_5 COD NH_4-N
12.24	2.2	0.66	0.86	0.70	(0.07) 0.89	5.27 6.10 0.70 0.86 1.90 0.24
11.14	4.2	0.80	0.80	0.65	(0.91) 0.89	2.80 16.8 0.57 0.65 6.10 0.18
12.12	6.2	0.67	0.93	(1.15) (1.15)	1.00	5.38 20.5 0.35 3.48 1.90 0.06
9.23	9.6	0.47	0.66	1.16	0.61 0.82	5.67 40.6 0.38 2.88 9.40 0.02
9.17	18.0	0.55	1.04	0.80	0.58 0.42	8.43 27.8 0.42 2.22 13.1 0.19
9.20	19.4	0.10	0.58	0.67	0.48	2.30 36.8 1.12 0.50 10.3 0.06
9.7	22.0	0.30	0.40	0.57	0.35 0.32	4.60 14.7 0.94 0.50 0.7 0
9.21	42.3	0.25	0.54	0.50	0.45 0.57	3.90 13.7 0.30 2.40 5.20 0.20
7.18	96.4	0.50	0.50	0.54	0.45 0.40	5.40 1.40 0.50 0

注> 時間比とは降雨継続時間に対する比率である。
○印は昭和45年のサンプリング。() サンプル最後のもの。

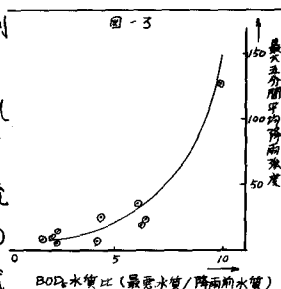
3. 最大5分間平均降雨強度と最悪水質発生時間比 実測データから上記の関係をプロットすると図-2の関係が得られ、次のことがわかる。すなわち(A)最大5分間平均降雨強度(I_{5max})が大きくなると最悪水質発生時間比は小さくなる。(B)降雨ピーク発生時間比が小さいほど最悪水質発生時間比は小さくなる。(C) I_{5max} がある値より小さいと最悪水質発生時間比は流出ピーク発生時間比とほぼ一致する。

4. 最大5分間平均降雨強度と水質比 BOD_5 に関しては、図-3のように I_{5max} が大きいかほど水質比(最悪水質/降雨前水質(晴天時))も大きくなり一定値(約10倍)に近づくことが判明し、COD、アンモニア性窒素についても同様な関係を示すことが確認された。

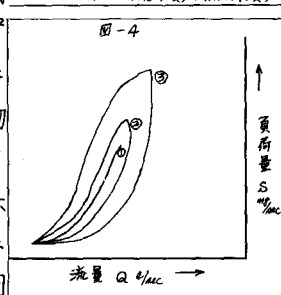
図-2



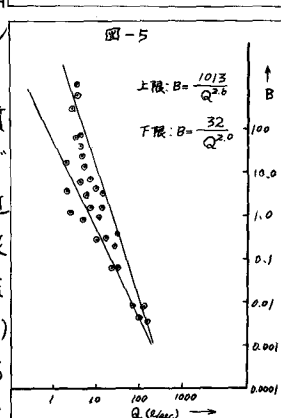
5. 汚濁物質負荷量と流量 有機系汚濁物質負荷量と流量の関係は実測データより図-4の3種類の變動曲線となり本排水区では①が最も多い。これは降雨強度、無降雨期間、降雨継続時間などの多くの要因に支配されるためと考えられる。本排水区のように BOD_5 が小さな値を示す場合は(流量に対して濃度が極めて小)負荷量は流量に大きく左右されるため、流量と負荷量の関係は正確には推定し難い。そこで値の比較的大きいCOD_{mn}についてのみ考察する。汚濁物質負荷量の推定式としてBrownの実験公式を用いると、近似的に次式で示される。



$S = C_a R_a + B Q^a [1 - (Q_c/Q)^a]^{1/2}$ ここで、 S : 汚濁物質量 C_a : 晴天時下水濃度 R_a : 晴天時下水流量 $B = Kbd / (10^6 p - 1) d^{1/2}$ p : 汚濁物質の比重 g : 重力加速度 d : 汚濁物質の相等径 $K=10$ b : 定数 Q_c : 限界掃流力の起こる流量 $a=0.5$ R_a : 晴天時平均下水流量 上式に実測データを代入し、 $Q-B$ の関係を示すと図-5の結果を得る。すなわちCOD負荷量の推定式は、上限: $S = C_a R_a + 1013 Q^{-0.5} [1 - (Q_c/Q)^{0.5}]^{1/2}$ 下限: $S = C_a R_a + 32 Q^{-0.5} [1 - (Q_c/Q)^{0.5}]^{1/2}$ の範囲となる。ただし図-4で $Q-S$ が、②、③のようにピーク流量に対してループ状となる場合は、流出ピーク以前と以後に分けて B の値を推算する。



6. 結果と考察 (A). 先行降雨と水質: 無降雨期間が長いほど最悪水質も大きくなる。これは排水区内、下水管渠内の堆積物が増加するためである。 (B). 有機物の最悪水質と最良水質: 流出期間中のピーク流量付近で最悪水質が現われる。その値は降雨強度が大きいほど大きくなる。最良水質も流出期間中に現われる。これは排水区内の堆積物を流下させてしまったか、あるいは降雨微弱で雨水の希釈作用のみによるためである。 (C) 濁度の最悪水質と最良水質: 最悪水質は降雨強度が大きいほど大きくなるが、降雨強度が小さくても降雨継続時間が長くなれば大きな値を示す。これは浸透面からの流出によるものと考えられる。最良水質は流出開始直後付近に現われる。 (D). 汚濁物質負荷量と時間: 有機物においては、流出ピークと負荷量のピークはほぼ一致する。 (E) DO、PH、全蒸発残留物: 流量の増加と共にDOは小さくなり最小値に達した後回復して降雨前より良くなる。PHの変動は少なく弱酸性である。全蒸発残留物は濁度に似た変動を示す。 (F) BOD_5 の変動にはピーク流量付近とそれ以後にピークが発生する。第二のピークは浸透面からの有機物によるものと思われ、下水水質の変動には流域地表面の性質が大きく影響していることがわかる。



7. むすび 本文では試験排水区での実測水質を基礎資料として論議、考察を加えたが、未だ定性的な範囲のものが多く、今後は実際の都市下水の水質を調査して定量的な解析まで研究を進めたい。

参考文献

- 1) C.Lumb: The Storm Sewage Pollution Problem, Jour. of Inst. Sewage Purif, 1964
- 2) A.L.H. Gameson and R.N. Davidson: Storm-Water Investigation at Northampton, Jour. of Inst. Sewage Purif, 1963
- 3) 柏場紀久雄: 雨天時下水の排除の合理化に関する調査, 建設省土木研究所, 報告資料 366号 1968. 3
- 4) 柏場紀久雄: 雨天時下水の実態と河川水質汚濁防止対策, 用水と廃水, 1968. Vol. 10 No. 11
- 5) 石原, 本岡: 応用水理学 中I 6) 日本下水道協会: 下水試験法