

下水道系統の降雨時流出水質とその監視

京都大学工学部 正員 合田 健
 ○ 京都産業大学 正員 勝矢淳雄
 京都大学工学部 学生員 弘元晋市

1. はじめに

降雨時の流出水質の要因としては、管きょ内堆積物、家庭下水、地表面の土砂など種々挙げられるが、いずれもその変動は激しく、また再現性がない不確定要素である。そのため、降雨時の流出水質について定量的に捕えることは難かしく、公式化には限界があると考えた方が妥当であり、流出水質に対する研究の方向は、降雨個々に対する流出水質の量的把握でなく、各水質要因の分析とその流出パターン解析による下水道系統全体からみた定性的な水質流出機構の解明にあるといえる。従来、管きょ内の堆積物に着目した解析が行われており、負荷量から検討を加えると、堆積物の影響は大であるが、一般に堆積物の流出は掃流力によると考えることができ、当然その流出パターンは流出水量のそれと同様の傾向を示すことが分る。しかしながら、故流せき、滞水池の操作など水質汚濁に対する下水道系統の監視について考えるとき、着目すべきことは、負荷量でなく流出の濃度であり、対象とすべき時期は流出水が高濃度で、いわゆる晴天時家庭下水の2~6倍程度の流量をもたらす小降雨のときである。このことは、堆積物よりも家庭下水の役割が大で、その降雨時流出過程を明らかにすべきことを示している。また、降雨初期の水質悪化、降雨終了後の濃度の回復などは堆積物に対する評価のみでは十分に表現することはできない。そこで、本報では家庭下水の特に水質汚濁に関連が大であるBOD₅についての降雨時における流出パターンについて検討を加えた。

2. 晴天時の家庭下水の流出

資料は京都市中部第一排水区での観測値で、概要は表-1のようである。管きょこう配大で主幹線管きょには堆積物はない。晴天時の流出は一日を周期としてのパターンを持つが、一般に日変動、季節変動、さらに一時的な変動などにより再現性はなく、定量的に決めることは困難である。そこで排水区が主に住宅地であることを考慮して、表-2のような平均値で表わした。今回の降雨は人間の活動期間の才に入る。

表-1 排水区概要	
排水区面積 (主に住宅地)	68 ha
流出係数	0.5
主幹きょ長	1.8 km
水路こう配	3.6‰

3. 降雨時の家庭下水の流出パターン

晴天時に定常的に流れていると見做せる家庭下水は、降雨によ、て、管きょ内の流水が早くなることにより、管きょ内から一時的に押し流されることとなる。また逆に、降雨終了後は流出は遅くなり、家庭下水の流れが定常になるまでに時間差が生じると考えられる。流量から見れば、降雨流出量に比べ問題とならないが、水質

表-2 晴天時流出水質平均値		
	人間の活動 期間(7~24時)	人間の不活動 期間(1~6時)
BOD (ppm)	184	44
流量 (m ³ /sec)	0.05	0.02
BOD 負荷量 (g/sec)	9.2	0.9

(注) 観測日時 1968年8月4~5日

に關しては無視し得ないことである。降雨初期には他の要因によるBOD₅の流出も多くあり、解析は困難であるが、30mm/hr程度の降雨の終了した後の水質流出において、堆積など降雨に起因するものは少ないと見做せるから、ここでは降雨終了後の家庭下水の流出パターンについて実測値と比較する。次の様な仮定のもとに家庭下水の流出を計算する。

(1) 微小降雨(0.5mm/hr程度)でも水質・水量は降雨時最大流速で流出する。すなわち、降雨時なら流達時間は常に15分とする。

(2) 上述の仮定を相殺する意味をも含めて、管きよ内家庭下水は、その流入時の流速を維持するものとする。すなわち、降雨時に管内に流入した家庭下水は、流下途中で降雨が止んでも、降雨時の流速で流出する。流達時間は15分である。一方、非降雨時流入下水なら、流達時間は晴天時の流達時間45分で常に流出する。

ここで、流達時間15分および45分は実測値である。上述の仮定で家庭下水の降雨開始後、および終了後の流出パターンを計算すれば、図-1のようになる。これを基にして、降雨時実測流量から計算したBOD₅濃度変化が図-2であり、実測値と併記した。実測値より前半少なめ、後半多めの傾向が見られるが、前半部はまだ降雨に起因したBOD₅もあると考えられる。後半は実測値が不十分のため分らなれが、流量が家庭下水に戻った時点程度、あるいは降雨終了後晴天時の流達時間45分に相当する頃に水質も平常時に回復すべきであることに、大きな矛盾はないと考えられる。また、測定値が平均値でなく瞬間値であるためのバラツキ、さらに各時刻での実際の家庭下水のBOD₅負荷量や変動は把握できなかったため平均値で推定していることによるバラツキなども考慮すれば、降雨時におけるこの家庭下水の流出パターンとその解釈は十分実現象を説明している。

データ整理には、日水コンの山地 弘君の協力を得た、また資料は建設省土木研究所ならびに京都市水道局の御好意によるものであり、ここに記して感謝する。

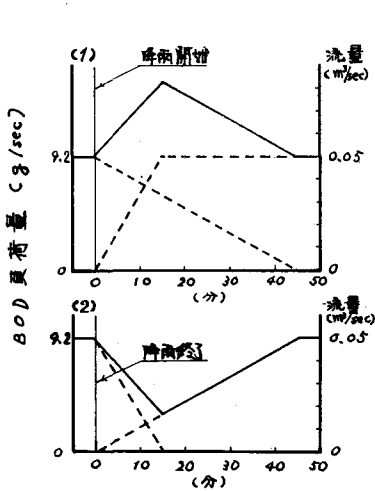


図-1 降雨開始(1)、降雨終了(2)後の家庭下水の流出パターン

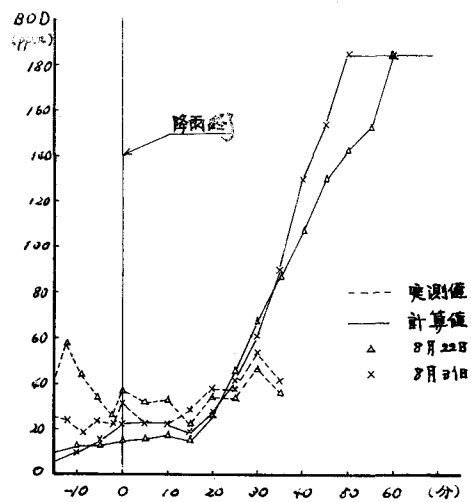


図-2 降雨終了後のBOD₅濃度変化