

下水道管きょ系統における汚水流出現象に関する研究

京都大学工学部 正会員 工博 末石富太郎
京都大学大学院 学生員 工修[○] 松井三郎

1. 緒言 水質汚染の原因となる汚水に視点を置いて現象を把握してみようとするれば、「汚水流出現象」という表現をとりうる。それは汚水発生機構と汚水流出過程の二要素を含む現象である。いままで汚水発生機構については検討されたことが少なく、実際には下水処理場の設計、処理操作、下水道計画等に必要の問題であり、また水質汚染問題をより精密に論ずる場合にも、汚水発生機構を検討することが重要となる。つぎに汚水流出算定を行なうと、流出過程における汚水中の沈殿性物質による沈降減少効果が大きな役割をはたしていることが指摘されるが、このような効果をも含めて貯留函数法による汚水流出モデルを提案してみた。

表1 4-5人家庭における用途別標準使用水量

用 途	標準使用水量
朝食準備	10.3 l
朝食後洗濯	39.4
朝食準備	27.7
夕食準備	42.8
夕食後洗濯	58.2
夕食準備	37.1
飲料(ふくみ水2.5 l)	2.0 l
洗濯	218.4
掃除	24.0
洗濯	7.83 l
風呂	2.9 l
風呂と水	227.3
入 浴	38.0
敷 水	12.0
水洗便所(次)	13.2 l
水洗便所(小)	7.9 l

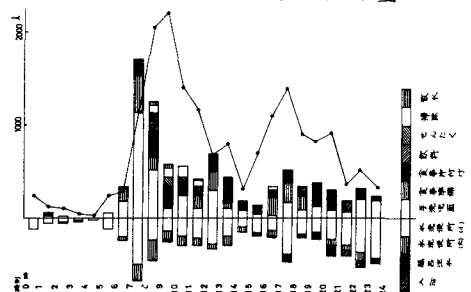
2. 汚水発生機構の検討 発生汚水は、一般家庭からの下水と事業所等から排出される下水に大別できるが、今回はもっとも一般的な家庭下水の発生機構について調査研究を行なった。家庭下水の発生水量、水質は水使用内容によりさまざまに変化するものであり確率的処理が必要となる。またより根本的に把握しようとするれば、水使用に関する人間の行動学的アプローチが必要となると考えられるが現在の段階ではそこまで検討できない。本研究では汚水発生機構をいわば決定論的に取扱った。まず水使用の用途別標準使用水量を調査結果からまとめて設定し(表-1)、また各水使用用途別実験結果から排水水質をもとめて、用途別標準排水水質を設定した(表-2)。もちろんこれらの数値は、平均的なものであって実験調査回数が限られていることから妥当なものであるかどうかは今後検討されねばならないが、これらの諸数値を利用した各家庭の用途別水使用内容を1時間ごとに調査すれば、その結果を組みあわせることによって1時間単位で発生汚水量が計算できることになる。1967年12月22日

表2 用途別標準排水水質

用 途	飲 BOD ₅	汚濁性 BOD ₅
朝食準備	242.0 ppm	86.0 ppm
朝食後洗濯	323.0	230.0
入 浴	8.0	1.0
掃 除	13.5	5.0
手洗(20秒間)	18.0	1.0
洗濯	8.6	0.6
水洗便所	176.0	72.0
水洗便所(次)	249.0	247.0
水洗便所(小)	394.0	0

に京都市内寺町系統排水区にある28家庭119人を対象に24時間の水使用に関するアンケート調査を行ない、水使用に関する生活パターンを得た。同時に1時間ごとに28家庭の量水器を検針して水道使用量を調査した。その結果を図-1に示す。寺町系統排水区を10の小排水区に分割したがそのうちオ1排水区(533戸 199人)にアンケート調査した家庭があり、オ1排水区の約1割が調査人数になる。オ1排水区の1日の使用水量(過去27年の平均)と水

図1 使用用途時刻別と使用水量



洗便所の普及率を補正した値とから、排水区での発生汚水量を算定し、一方排水区での終末点で24時間連続水質水量観測(12月6~7日)を行なったが、その結果を示したものが図-3である。図-3をみると排出汚水負荷量に対して流出汚水負荷量が全体として小さいが、このことは流出過程における減少効果として検討されることになる。

3. 貯留函数法を用いた汚水流出モデル 排出された汚水負荷量は流出過程において自浄作用による分解減衰効果と沈殿堆積等による複雑な減少効果を受けて流下してゆくことになる。また流出経路(下水管系、河川水路等)はそれ自身一種の貯留池としての効果をもっているため、雨水流出現象解析に用いられている貯留函数法を利用することによって汚水流出モデルを提起してみた。貯留函数法による基本式は次式で示される。

$$S = K \{ X R_{i2} + (1-X) R_0 \} \quad (1)$$

S; 排水区域に貯留されている汚水負荷量 (BOD₅ Kg)

R_i; 排水区域から発生した汚水負荷量

R₀; 排水区域から流出する汚水負荷量

X; 貯留量に対して流入量と流出量の重みを決める比率

K; 時間の次元をもった係数で汚水流出の流達時間

(1)式から時刻 t_2 と t_1 の間に差分式をとってまとめると次式が得られる。

$$R_{02} = C_0 R_{i2} + C_1 R_{i1} + C_2 R_{01} \quad (2)$$

$$C_0 = - \frac{KX - a5\Delta t}{K(1-X) + a5\Delta t}$$

$$C_1 = \frac{KX + a5\Delta t}{K(1-X) + a5\Delta t}$$

$$C_2 = \frac{K(1-X) - a5\Delta t}{K(1-X) + a5\Delta t}$$

$$C_0 + C_1 + C_2 = 1$$

$$t_2 - t_1 = \Delta t$$

(3)

(2)式は、時刻 t_1 の流入量流出量と、 t_2 の流入量がわかれば t_2 の流出量が算定できることを示し、以後逐時流入量がわかれば流出量が算定できる。(2)式の計算のためには(3)式の係数 C_0 、 C_1 、 C_2 がまえもってわかっておく必要があるが、 K 、 X の決定は、図-2のみかけの貯留量と、 $\{X R_{i2} + (1-X) R_0\}$ の関係で描かれるループの勾配と、ループの閉合度合から決定される。図-2は、排水区について検討したものであるが、全体として $X=0.01$ 、 $K=0.3$ となり、図-3から17時~24時の計算結果のずれを修正して $X=0.4$ 、 $K=1.0$ を求めた。

4 結論 汚水発生機構については、初歩的段階であるが一定の骨格がえられた。とくに、水使用に関する1日の生活パターンが地域、季節、週等によって変動するので将来はその点について追求が必要となる。次に、貯留函数法を利用して流出モデルを提案したが処理場流入汚水量の算定や、河川汚染等の現象解析に有効なものとなると予想されるが、なおひきつづき研究が必要である。

図2 貯留函数法の係数XとKの決定

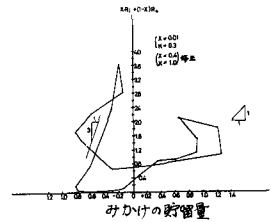


図3 第1排水区における貯留函数法より求めた流出汚水負荷量

