

熊本大学工学部 正員 中島重雄
学生 ○佐保哲康

1. はじめに 市街地における家屋等の建物の密集や舗装道路などの不透透地域の増加に伴い、降雨-流出の応答が鋭敏になり、市街地小河川の氾濫という現象が表われやすくなって来たのであるが、本研究では、水質管理を目的とした比較的少ない降雨量を対象にして、流出特性を調査し、その流出特性をモデル解析し定量的に捉えようとしたものである。研究対象河川は熊本市内の東部に源を発し、昔から熊本市民にとって憩いの場である江津湖に流入している河川長約9.0 km、流域面積約840 ha の藻岩堀川である。

2. 調査方法 降雨開始から流量が定常の水量に戻るまでの期間、一定の時間々隔で自動採水器を使って採水する。調査項目は降雨量・流量及びSS・BOD・ $\text{NH}_4^+\text{-N}$ ・ $\text{NO}_3^-\text{-N}$ ・ $\text{NO}_2^-\text{-N}$ ・ $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ の各濃度である。

3. 調査結果 昭和54年11月28日の観測値を図-1, 2に示す。これらの図よりSSとBOD, $\text{NO}_2^-\text{-N}$ と $\text{NO}_3^-\text{-N}$, $\text{NH}_4^+\text{-N}$ と $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ の各濃度はそれぞれ同一挙動していることがわかり、それぞれの流出機構が同じであると考えられる。又、 $\text{NH}_4^+\text{-N}$ 濃度が減少しているときでも $\text{NO}_2^-\text{-N}$ 濃度は増加していることから、観測期間中も河川は好氣的状態にあると考えられる。

4. モデル解析

4-1. SS 負荷流出シミュレーション シミュレーション・モデルはいくつかあるが、ここでは吉川¹⁾が提案した式(1)を用いる。この式は、流

$$Q_s = aQ^b \quad (1)$$

Q_s : 負荷流出速度

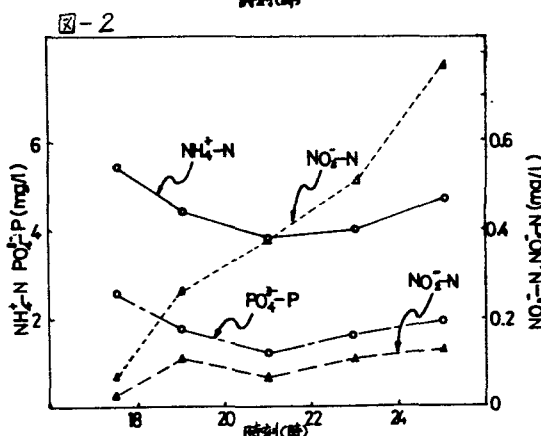
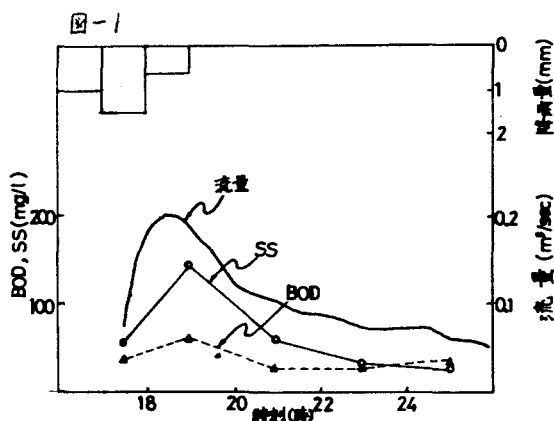
Q : 流量

a, b : 係数

量だけを説明変数と考えている。係数 a, b の決定は最小二乗法で行う。

昭和54年11月17日と11月28日のSS 負荷流出速度について、モデル化を行った。図-3はSS 負荷流出速度と流量の変化パターンをプロットしたものであり、表-1は係数及びモデル

式と観測値の関連性に対する測定として使用する相関係数 r (r が1に近いほどモデル式と観測値の関連性が高く、信頼度の高いモデル式であると判断する)を示したものである。この結果、11月28日の汚濁流出はこのモデル式で表わして十分信頼性がある。又、係数を比較してみると、 b はそれほど差はないが、 a の値が大きく異なっている。そこで、降雨様態を表-2に示した。これから降雨量、最大流量、先行晴天日数がそれぞれ違っていることがわかる。一般的に考えれば、降雨量が多く最大流量の多い状態の方が負荷流出速度も大きくなると思



われるが、17日と28日と比較すると降雨量の多い17日の負荷流出速度の方が降雨量の少ない28日の負荷流出速度より小さくなっている。原因は、いくつかがあろうが、雨量強度ではないかと思われる。というのは、17日の降雨は初め降、たり止んだりの状態であ、たので汚濁物質が徐々に流出し、28日の降雨は降雨量は少ないけれど集中して降り、汚濁物質も集中して流出したのではないかと考えられるからである。以上のことより、式(1)はある特定の場合(11月28日の降雨の様な場合)はよくシミュレーションできるが、降雨状態(降雨量・先行晴天日数・降雨強度等)によ、て係数、特に α の値が異、てくることがわかった。

4・2. BOD負荷流出シミュレーション BOD負荷流出速度と降雨状態によ、て異、てくるだろうが、ここでは、別のシミュレーション・モデルとの比較を行う。別のシミュレーション・モデルは山口氏等の提案する式(2)を用いる。このとき計算を簡単

$$\left. \begin{aligned} Q_s &= \alpha Q^b S^c \\ dS/dt &= S_{in} - Q_s \\ S_{in} &= \text{const.} \\ &(\text{あるいは}) \\ &= f(R) \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Q_s : 負荷流出速度 S_{in} : 負荷量の供給関数
 Q : 流量 R : 降雨量
 S : 汚濁負荷量のポテンシャル α, b, c : 係数

にする理由で S_{in} を無視し、 b は式(1)で用いた b の値と同一とすると式(2)は

$$Q_s = \alpha Q^b [S_0 - \int_0^T Q_s(t) dt]^c$$

となる。ここで S_0 は S の初期値、 T は時間を表す。 S_0 の値を総流出量 ($\sum Q_s$) の値から推定し、 $c=1, 2, 3, 4$ の場合について計算を行い、観測パターンに適合した c の値を決定する。続いて α の値を試行錯誤によ、て定める。このときの時間ステップは30分とし、その30分間の負荷流出速度は一定とし、これを S から減じてつぎのステップの S とした。図-4は昭和54年11月28日のBOD負荷流出速度の観測値とシミュレーション・モデル式(1)と式(2)を示したものである。

$$Q_s = 136 Q^{0.6} \quad (1')$$

$$Q_s = 3.5 \times 10^{-4} Q^{1.6} S, \quad S_0 = 5 \sum Q_s = 4.71 \times 10^5 \quad (2')$$

図が示すように、式(2)がよりよくシミュレーションされている。

ち、おわりに SS と BOD、 $\text{NH}_4\text{-N}$ と $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ と $\text{NO}_2\text{-N}$ の各濃度の相関がそれぞれ高いことがわ、た。今後の課題は、先行晴天日数・降雨量・降雨強度がいかに流出特性に影響を及ぼすかを調査することである。すなわち、シミュレーション・モデルも再検討することである。

『参考文献』 河川日誌・高田勝夫・奥石洋：河川の水質・負荷量に関する水文学的研究、土木学会論文報告集第213号（1978年1月）

図-3

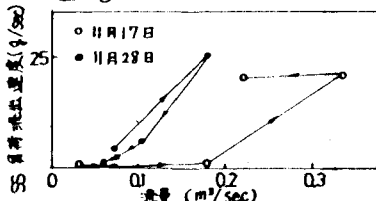


表-1

日	r^2	a	b
11月17日	0.744	148	2.0
11月28日	0.966	1501	2.4
$r^2 = \frac{[\sum (LQ_s)(LQ) - \sum LQ_s \sum LQ]^2}{[\sum (LQ_s)^2][\sum (LQ)^2]}$ n : 観測数			

表-2

	11月17日	11月28日
降雨量	10mm/9hr	3mm/3hr
最大流量	0.34 m³/sec	0.20 m³/sec
先行晴天日数	6日	5日
前降雨量	23mm/22hr	24mm/10hr

図-4

