

II-455

発生源別タンクモデルによる汚濁負荷流出解析

岐阜大学大学院 学生員○加藤秀男

岐阜大学工学部 正員 東海明宏

1. 研究目的

本研究は、発生源別タンクモデルを定式化し、対象河川流域での汚濁負荷の流出解析をシミュレーションで行うことを目的とする。

2. 対象河川流域の概要

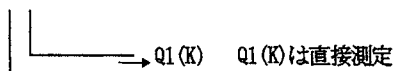
対象とした河川流域は、琵琶湖に流入する滋賀県文録川流域であり、流域総面積は1,117.56(ha)、土地利用形態は宅地・道路20.5(%)、山林6.6(%)、水田70.3(%)、畑地2.4(%)、裸地0.2(%)である。データとして滋賀県立衛生環境センターの報告¹⁾である昭和63年6月23日から25日45時間分の降雨量(mm)、流出流量(m^3/s)、流出汚濁汚濁負荷量(COD)(g/s)を用いる。

3. 解析方法

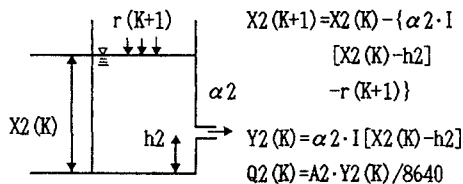
1) 発生源別流出流量の推定

発生源別流出流量を推定するため、図-1に示す4つの代表的な表面工種ごとのタンクモデルを定式化し、各タンクモデルのパラメータを観測降雨量および流量を用いて決定した。

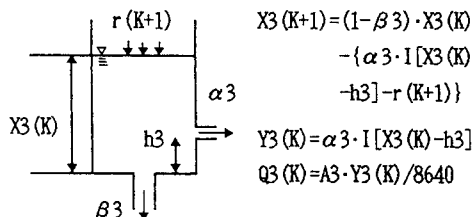
○ タンク① (点源-不浸透-直接流出 家庭排水など)



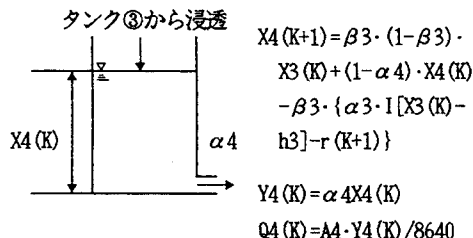
○ タンク② (面源-不浸透-直接流出 道路排水など)



○ タンク③ (面源-浸透-直接流出 水田排水など)



○ タンク④ (面源-浸透-間接流出 水田排水など)



ここで $I[X(K)] = \begin{cases} X(K) & X(K) \geq 0 \\ 0 & X(K) < 0 \end{cases}$

$X_i(K)$: 貯留高(mm/day) α_i : 流出孔 β_i : 浸透孔
 $Y_i(K)$: 流出高(mm/day) h_i : 流出高さ(mm/day)
 $Q_i(K)$: 流出流量(m^3/s) A_i : 発生源別当該面積(ha)
 $r_i(K)$: 降雨強度(mm/day) i : 発生源 K : 時点

図-1 各パターン別タンクモデル

2) 浸透性面源、不浸透性面源別汚濁負荷量の推定

観測されたCOD汚濁負荷量をもとにそれぞれの発生源を浸透性面源(宅地・道路)、不浸透性面源(山林、水田、畑地、裸地)に分け、汚濁負荷量の推定を行う。まず、経験モデル式(1)に最小自乗法を用い、 a 、 b の値を推定する。

$$L(K) = a \cdot Q(K)^b \quad (1)$$

$Q(K)$: 流出流量(m^3/s) $L(K)$: 汚濁負荷量(g/s)

a, b : 係数 K : 時点

推定した a 、 b の値は、滋賀県文録川流域の土地利用形態からみて浸透性面源を代表するものと考えられることから、浸透性面源における a 、 b の値と等しいと仮定し、汚濁負荷量の推定をする。次に、不浸透性面源における a' 、 b' の値を式(2)より求め、汚濁負荷量を推定する。

$$L(K) - L1(K) = a' \cdot (Q(K) - Q1(K))^{b'} \quad (2)$$

$Q1(K)$: 浸透性面源からの流出流量(m^3/s)

$L1(K)$: 浸透性面源からの汚濁負荷量(g/s)

以上より推定される浸透性面源、不浸透性面源の汚濁負荷量から汚濁負荷寄与率および排出率について考察する。

4. 結果および考察

1) 発生源別流出流量

図-1に示す発生源別タンクモデルを用い、発生源別流出流量を計算した結果、図-2に示すように各パラメータが $\alpha_2=8.0$ 、 $h_2=2.0\text{mm}$ 、 $\alpha_3=0.05$ 、 $h_3=8.0\text{mm}$ 、 $\beta_3=0.03$ 、 $\alpha_4=0.0008$ の時、平均自乗誤差が $0.2577((\text{m}^3/\text{s})^2)$ と最少となり、このパラメータを用いて図-3に示す結果が得られた。図-3より流出流量の90%近くが宅地・道路と水田からであることがわかる。そして降雨によって流出流量が立ち上がり始めた時間を見ると、不浸透面である宅地・道路からは、降雨の発生（6月23日23時）1時間後に流出流量が生じているのに対し、浸透面である水田などからは、その6時間後となっている。これは不浸透面と浸透面の保水能力の違いを表した結果であると言える。

2) 浸透性面源、不浸透性面源別汚濁負荷量

式(1)および式(2)からそれぞれのa、b値を計算した結果、浸透性面源は $a=6.43$ 、 $b=1.201$ 、不浸透性面源は $a=9.68$ 、 $b=0.942$ となり、文録川流域では不浸透面源から流出するCODに僅かであるが希釈効果があることがわかる。そしてその値から、それぞれのCOD汚濁負荷量を推定した結果を図-4に、観測値との比較を図-5に示す。図-4より不浸透性面源と浸透性面源からの汚濁負荷量の比率の経時変化を見ると、6月24日12時までは不浸透性面源の方が大きい、それ以降次第に減少し、浸透性面源の方が増加することがわかる。図-5より観測値と推定値が、かなり適合していることがわかるが、観測値のピーク（25日14時および26日2時）時をみると、それぞれのa、b値を今後検討する必要があると言える。

3) 汚濁負荷寄与率および排出率

図-4の結果を用い、不浸透性面源と浸透性面源におけるCODの汚濁負荷寄与率および年間の発生汚濁負荷量に対する流出率（不浸透面源のCOD汚濁負荷原単位を $30(\text{kg}/\text{ha}/\text{年})$ 、浸透面源を $15(\text{kg}/\text{ha}/\text{年})$ と仮定して算出）を求めたところ、表-1に示す結果を得た。表-1より不浸透性面源と浸透性面源の寄与率の比率をみると2対3となるが、それぞれの原単位に面積をかけた発生強度の比率を求めると、2対4となっており、不浸透性面源の方がCOD汚濁負荷の流出に与える影響が強いといえる。また、このことは流出率からもわかり、浸透性面源が17.3%であるのに対し、不浸

透性面源では22.5%と不浸透性面の方がより降雨に影響を受け流出すると言える。

発生源別タンクモデルを定式化し、浸透性、不浸透性面源からの流出汚濁負荷量を推定したが、3の2)において発生源別汚濁負荷量の流出特性の詳細は講演時に述べる。

参考文献

- 1) 滋賀県立衛生環境センター：中小河川汚濁負荷量調査、pp. 2~93、1990。

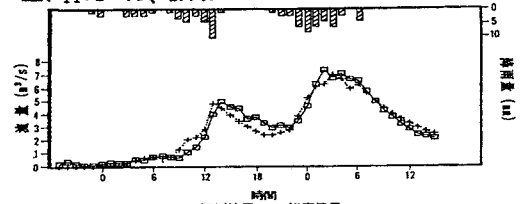


図-2 各タンクモデルによる流出流量の推定

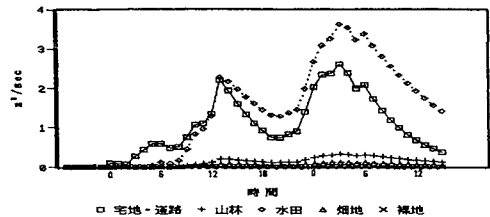


図-3 タンク②、③による発生源別流出流量

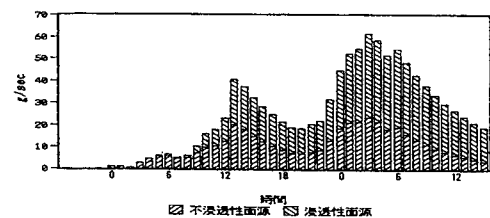


図-4 浸透性面源、不浸透性面源別汚濁負荷量

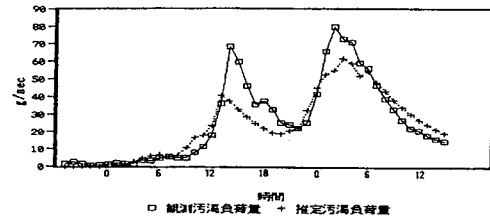


図-5 観測汚濁負荷量と推定汚濁負荷量との比較

表-1 汚濁負荷寄与率および排出率

発生源	寄与率 (%)	流出率 (%)
不浸透性面源	40.0	22.5
浸透性面源	60.0	17.3