

山口大学工学部 正員 埴田正夫 正員 関根雅彦  
○学生員 山本修司 正員 中西 弘

## 1. 研究目的

本研究は通年の汚濁負荷流達率を降雨量により大きく異なることをホルトグラフシミュレーションを行うことにより、評価するとともに、河川の水質管理に役立てることを目的としたものである。本報告では揖保川流域を対象として、大河川への適用例について述べる。

## 2. 研究方法

ホルトグラフ予測モデルの概要は図1に示すとおりであり、排出負荷予測、流量予測、流達負荷予測の3つのステップにより構成されている。なお、大河川への適用を可能にするために、流域をいくつかのブロックに分け、ブロック内をさらにいくつかのサブブロックに分割した。検証は昭和54年8月から翌9月にかけて行われた王子橋工業用水取水点における毎日本質調査のデータおよび流量データによる。

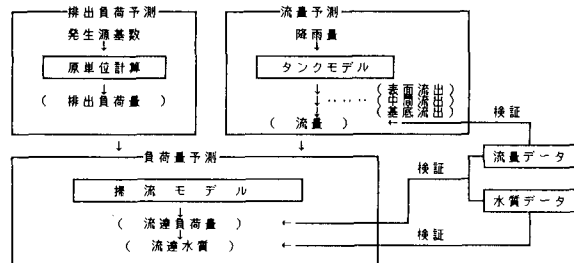


図-1 研究方法のフローシート

(1) 排出負荷 各サブブロックごとに点源由来と面源由来別に従来の方法により原単位計算を行い、排出負荷量を求めた。ただし、面源由来の排出負荷は水田と畑に分け、農作物への吸収率を控除した表1の一次排出率を施肥量に乘ずることにより求めた。なお畑は通年均等に施肥されるものとし、水田は6月から9月までを施肥期間として、その間は均等施肥されるものとした。

また河川水には自然性負荷由来の一定のバックグラウンド水質があると考えた。この水質を表2に示し、掃

流計算から除いて考えた。

表-1 農地発生負荷に対する一次排出率

|    | COD | N  | P  |
|----|-----|----|----|
| 水田 | 70  | 60 | 70 |
| 畑  | 70  | 60 | 70 |

(%)

表-2 自然性負荷由来の水質

|    | COD | N    | P     |
|----|-----|------|-------|
| C0 | 0.6 | 0.15 | 0.015 |

(mg/l)

(2) 流量予測 各ブロックごとに流出高を層のタンクモデルにより求めた。また蒸発などによる系外損失は下式に示し、最上タンクより差し引いた。

$$Y = 0.5 \sin \{ 2\pi (X + 5) / 365 \} + 0.6 \quad (\text{mm/日}) \quad \cdots (1)$$

ただし  $X$ : 1月1日からの日数

(3) 流達負荷予測 晴天時における流出率  $f_1$ 、流下率  $f_2$  は、流出率あるいは流下率に係る減少係数を  $k_1$ 、 $k_2$  ( $1/\text{km}$ ) として次式により求める。

・流出率

$$f_1 = e^{-k_1 \sqrt{B}} \quad \cdots (2)$$

$B$ : サブブロックの可住面積 ( $\text{km}^2$ )

・流下率

$$f_2 = e^{-k_2 X} \quad \cdots (3)$$

$X$ : ブロック内の流下距離 ( $\text{km}$ )

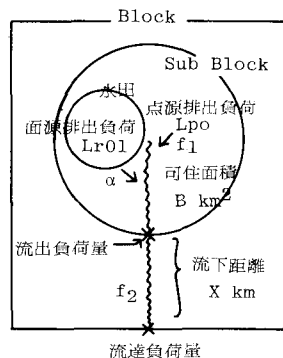


図2 晴天時における流出、流下

なお、 $\alpha = \text{const}$  は晴天時における面源からの点源性流出率である。以上を図2に示す。

雨天時における掃流モデルは流出系と流下系に分けて構成した。今、 $i$  ブロック内の  $j$  サブブロックの流出と  $i$  ブロックの流下を図3、4および表3、4に示す。

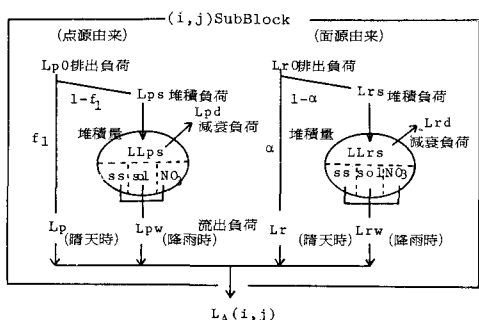


図3 流出系のモデル

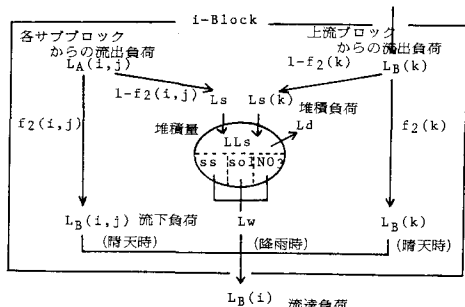


図4 流下系のモデル

表-3 流出段階の基礎式

|       | 点源                                                  | 面源                                    |
|-------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 流出率   | $f1 = e^{-k1\sqrt{B}}$                              | $\alpha$                              |
| 堆積負荷量 | $Lps = Lp0(1 - f1)$                                 | $Lrs = Lr0(1 - \alpha)$               |
| 堆積量   | $L Lps = L Lps + Lps \Delta t$                      | $L Lrs = L Lrs + Lrs \Delta t$        |
| 掃流負荷量 | $Lpw = K \cdot \beta \cdot L Lps R^n$               | $Lrw = K \cdot \beta \cdot L Lrs R^n$ |
| 堆積減衰量 | $Lpd = k \cdot L Lps$                               | $Lrd = K \cdot L Lrs$                 |
| 流出負荷量 | $LA = Lp0 \cdot f1 + Lr0 \cdot \alpha + \Sigma Lpw$ |                                       |

表-4 流下段階の基礎式

|       |                                                                                                                               |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 流下率   | $f2(i,j) = e^{-k2x(i,j)}$                                                                                                     |
| 堆積負荷量 | $LS(i,j) = LA(i,j)(1 - f2(i,j))$                                                                                              |
| 堆積量   | $L Ls(i,j) = L Ls(i,j) + \Sigma (LS(i,j) \Delta t)$                                                                           |
| 掃流負荷量 | $Lw(i,j) = K \cdot \beta \cdot L Ls(i,j) R^n$<br>$R^n = (RA + RB) / (A/Ax)$<br>$ss$ 性... $R^n = R^2$<br>$so$ l... $R^n = R^2$ |
| 堆積減衰量 | $Ld(i,j) = k \cdot L Ls(i,j)$                                                                                                 |
| 流達負荷量 | $LB(i) = \Sigma LA(i,j) \cdot f2 + \Sigma Lw(i,j) + C0 Q$                                                                     |

### 3 結果

以上のモデルを用いて図5の揖保川流域で、 $t=1$ 日として3年間計算を行った。検証項目はCOD, N, Pで、それぞれ毎日の負荷量、水質について比較した。その一例としてNの毎日の水質と、Pの月別平均負荷量をそれぞれ図6, 7に示した。図6においては、相関、総負荷量ともによく合致している。図7においては、実測値の毎日の変動が激しく、相関が高いとは言えないが、これは水質測定点の直上流にある皮革工場の排水の日変動が大きいことがかなり影響していると考えられる。しかし、年間を通しての水質変化はよく再現されている。

### 4 結論

原単位計算、タンクモデル、掃流モデルを組み合わせたポルトグラフシミュレーションのモデルを実河川に適用し、実用可能であることを確認した。今後は各係数の妥当性の検討を行い、モデルの普遍性を確かめるとともに予測精度の向上を期すべく、より必要である。

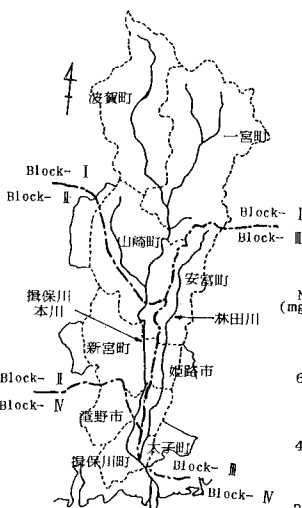


図5 揖保川流域

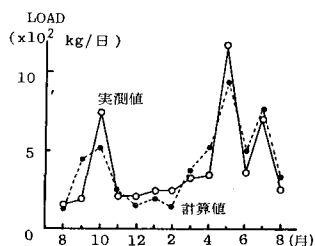


図6 月別平均負荷量 (P)

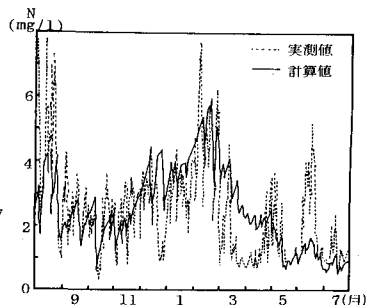


図7 掃流モデルによる水質計算結果 (N)

表-5 シミュレーション計算結果と実測値の各相関係数

| n   | 流量   | 負荷量  |      |      | 水質   |      |      |
|-----|------|------|------|------|------|------|------|
|     |      | COD  | N    | P    | COD  | N    | P    |
| 385 | 0.83 | 0.83 | 0.81 | 0.81 | 0.26 | 0.61 | 0.26 |

引用文献 1) 彦田正夫他、河川の汚濁負荷流達率に関する研究(その4) 第35回土木学会中四国支部学議(1983)