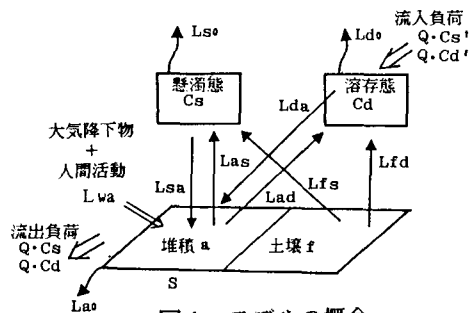


|         |    |       |
|---------|----|-------|
| 山口大学工学部 | 正員 | ○関根雅彦 |
| 山口大学工学部 | 正員 | 浮田正夫  |
| 山口大学工学部 | 正員 | 中西 弘  |
| 広島市     |    | 増野泰造  |

**1. はじめに** 閉鎖性水域における富栄養化問題の原因として非特定汚染源からの流出負荷が注目されるようになって以来、その特性、機構、さらに潜在性について多くの研究報告がなされている。また、非特定汚染源の流出シミュレーションモデルも都市下水の雨水流出に関連したものを中心として数多く発表されている。しかし、そのほとんどが流出負荷量を統計的、あるいは単純な流量と堆積量の関数で表現しており、非特定汚染の発生機構に立ち入って論じたものは極めて少ない。現実には、土地利用の違いはもちろん、同じ土地利用であっても、土壌の構成物質、傾斜、人間活動（交通量等）その他さまざまな要因によって流出負荷量は大きく変化し、汚濁の発生機構の把握なくしては普遍的な予測式を得ることは不可能である。

今回の研究では、非特定汚染発生機構をモデル化し精度の高い実測値と比較することにより、非特定汚染の発生機構に立ち入って現象の特性や機構の解明を試みた。

**2. 研究方法** 研究方法は、著者らが河道内の汚濁物質流下機構の解析において用いた方法<sup>1)</sup>と同様である。すなわち、まず現状で考え得る全ての機構を含んだモデルを作成し、精度の高い実測値を用いてニュートン法で機械的にカーブフィッティングを行うことにより未知係数を決定する。この係数値を用いて汚濁物質の移動量を計算し、重要な機構を明らかにする。ここでは、モデルの提示が目的ではなく、負荷流出機構内部の移動量を得るためにモデルを使用するのであり、モデルによるカーブフィッティングは、大量の実測値に基づく「構造を加味した統計解析」と考えることもできる。



### 図1 モデルの概念

使用したモデルの概念を図1、基礎式を表1に示す。晴天時に堆積した負荷や地面が固有に持っている潜在的な負荷が、降雨により一時的に生じた水流による掃流や溶出あるいは分解等の諸変化を受け、表面流によって現象が伝搬され则认为る。

モデルでは、表流水を溶存態、懸濁態に分離して考え、地表成分に関しては溶存・懸濁態の分離は困難なためトータル量で考えた。また、掃流物には、地表面に晴天時に堆積した物質によるもの、掃流量に限界があり、後者は、降雨に伴い際限無

表 1 基礎式

$$\begin{aligned} \frac{dV \cdot Cs}{dt} &= Q \cdot \text{in} \cdot Cs' - Q \cdot \text{C} + \text{Las} - \text{Lsa} + \text{Lfs} - \text{LsO} & \dots(1) \\ \frac{dV \cdot Cd}{dt} &= Q \cdot \text{in} \cdot Cd' - Q \cdot \text{Cd} + \text{Lad} - \text{Lda} + \text{Lfd} - \text{LdO} & \dots(2) \\ A \cdot \frac{dS}{dt} &= \text{Lsa} - \text{Las} + \text{Lda} - \text{Lad} - \text{LaO} + \text{Lwa} & \dots(3) \\ V &= kv \cdot A \cdot (1/10)^{a-8} & \dots(4) \\ Q \cdot \text{in} &= I \cdot A & \dots(5) \quad Q = kr \cdot I \cdot A & \dots(6) \\ \text{Lsa} &= ksa \cdot Cs \cdot V & \dots(7) \quad \text{Las} = C \cdot A \cdot \{1 - \exp(-kas \cdot I \cdot dt)\} & \dots(8) \\ \text{Lda} &= kda \cdot Cd \cdot V & \dots(9) \quad \text{Lad} = kad \cdot S \cdot A & \dots(10) \\ \text{Lfs} &= kfs \cdot A \cdot (1/10)^2 & \dots(11) \quad \text{Lfd} = kfd \cdot A & \dots(12) \\ \text{LsO} &= kso \cdot Cs \cdot V & \dots(13) \quad \text{LdO} = kdO \cdot Cd \cdot V & \dots(14) \\ \text{LaO} &= kso \cdot S \cdot A & \dots(15) \quad \text{Lwa} = (W + kman) \cdot A & \dots(16) \end{aligned}$$

物aと、掃流限界の無い土壌fとに分けて考えた。Lds,sd,df,sf,af,fa,f0の諸量は、本方法では他の物質移動経路との区別が困難であり、かつ他の経路で代替されうるため、ここでは省略した。

カーブフィッティングを行う実測値は、山口大学工学部構内の3流域において昭和61年6月15日～7月5日にかけて、連続的に降雨時の流出水量・水質、降雨量・降雨水質、晴天時の降下物を測定したものをを用いた。流域の諸元を表2に示す。測定時には、降雨時の流出量を、晴天時の降下物も含めて物質収支が取れる状態で把握することを目的とした。このため、採水と流出量測定は、流出初期の約2時間については30分間隔、それ以降は時間の経過と降雨の安定度を考慮しながら1～3時間間隔で行った。調査結果は1時間毎の流量、濃度としてまとめた。調査間隔が1時間を越える部分では、時間と流量・濃度のグラフを滑らかな曲線で内挿し、1時間毎の値を推定した。

表2 流域の諸元

| 地表面の状態 |        |     | 流域面積               |
|--------|--------|-----|--------------------|
| St.1   | アスファルト | 不浸透 | 677m <sup>2</sup>  |
| St.2   | 裸地     | 浸透  | 35.9m <sup>2</sup> |
| St.3   | 草地     | 浸透  | 19.5m <sup>2</sup> |

3. 結果と考察 カーブフィッティングの例を図2に示す。計算は $dt=1hr$ で行った。また、求めた最適係数値より計算した物質移動量の降雨期間中の平均値を図3に示す。図3より、裸地、草地では土壌流出が非常に重要であることがわかる。また、いずれの場合でも堆積・掃流が大きなウェイトを占めている。T-Pでは土壌流出、堆積・掃流以外の項目は極めて小さく、リンが懸濁物質と密接に関わっていることを反映している。一方、T-Nでは溶存態物質の関わる項目も比較的大きく、土壌からの溶出等が見られる。

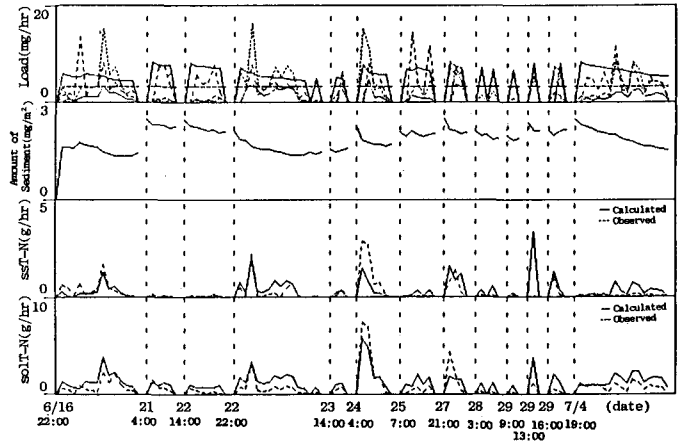


図2 実測値と最適係数による計算値(St.1 T-N)

また、堆積からの分解も特徴的である。CODはこれらの中間的なものである。

これらの結果は、ある部分は知見としては目新しいものではなく、また細部についてはさらに検討が必要であるが、単なる水質の時系列分析から以上の結果が抽出されたという点が重要である。

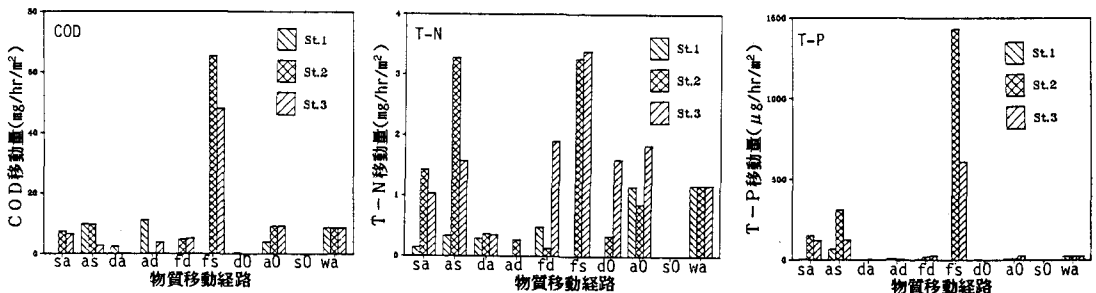


図3 最適係数による物質移動量降雨時平均値

4. おわりに 連続調査とモデルによるカーブフィッティングの組合せにより、非特定汚染源からの汚濁負荷流出機構内部の物質移動量を知る見通しを得た。本法により抽出した重要な機構について、モデルの運動式をより理論的整合性のとれたものとし、異なる条件下での調査データによって意味のある最適係数値を求めていくことにより、普遍性のある負荷流出モデルを構成することが可能であろう。《参考文献》1) 関根、浮田、中西(1987)：連続調査による河川汚濁物質流下機構の検討、衛生工学研究論文集Vol.23, pp65～75