

II - 665

都市域におけるノンポイント汚染源負の荷定量化と変動予測

関西大学大学院 学生員○小南太郎

関西大学工学部 正 員 和田安彦

関西大学工学部 正 員 三浦浩之

1. はじめに

公共用水域の水質汚濁防止の面から、都市域のノンポイント汚染源からの雨天時流出負荷の水質汚濁に与える影響は無視することができない。この汚濁負荷削減のためには、ノンポイント汚染源の汚濁物堆積量を定量し、その堆積特性、流出特性を明らかにすることが重要である。ここでは都市域のノンポイント汚染源の中でも汚濁ポテンシャルの高い路面を対象に、汚濁負荷の堆積特性、流出特性を調査、解析し、これらの特性をふまえた路面堆積負荷の変動シミュレーションモデルを構築した。

2. 調査地点

調査は、本学周辺の住宅地内の道路（幅員4～6m：アスファルト舗装）で、交通量は約500（台/12時間）と住宅街の道路としては多い。交通量のピークは8～9時、18～19時であり、大型車の混入率は約10%であった。路面堆積負荷のほとんどが道路側溝に堆積しているため雨水ます間のL側溝を1区間として2区間の調査を行った。調査期間は1994年5月17日～10月1日で、調査は30回行った。

3. 調査結果

路面堆積土砂の単位重量あたりの含有負荷の平均値を表-1に、堆積負荷量の変化を図-1に示す。

路面堆積負荷量は変動が大きく、基本的には晴天時に増加し、降雨時には減少する。

表-1 調査結果の平均値

地 点	堆 積 土 砂 含 有 負 荷 (mg / m ²)				
	BOD	COD	T-N	T-P	PO ₄ -P
L-1	5.7	44.7	4.23	1.713	1.091
L-2	10.9	127.1	15.66	6.777	6.1361

しかし、降雨量が大きい場合には、降雨後の堆積負荷量が増加しているケースも見られた。これは降雨時に調査地点周辺の公園等から負荷が補給されていることを表している。また、その場合にはその後の晴天日に堆積負荷量が減少する傾向が見られた。これらの結果から路面堆積負荷の堆積、流出機構は降雨量の大小によって異なり、堆積負荷量にはある平衡値が存在する。すなわち図-2のような変動特性がある。

堆積負荷量は、降雨量が少ない場合は減少し、降雨終了以降に徐々に回復する。しかし、降雨量が多い場合は補給量が大きく、降雨終了後の堆積負荷量は増加する。その場合、その後晴天日が続くと堆積負荷量は徐々に減少する。よって、堆積負荷の減衰率は堆積負荷量によって変化する。

4. 路面堆積負荷量変動シミュレーション

(1) 既存の路面堆積負荷、流出モデル

既存の路面堆積、流出モデルには著者¹⁾の提案したものがある。

$$\text{【堆積モデル】} \quad P(n) = P_0 \cdot e^{-K \cdot n} + \frac{a(1 - e^{-K \cdot n})}{1 - e^{-K}}$$

$$\text{【流出モデル】} \quad Q_p = C_R \cdot (P \cdot A)^{m_R} \cdot R$$

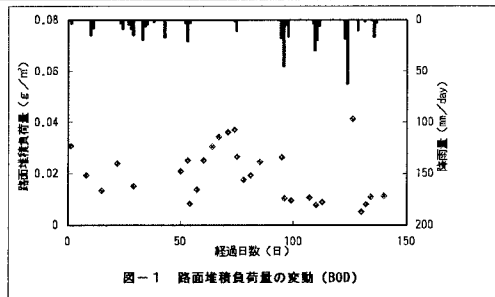


図-1 路面堆積負荷量の変動 (BOD)

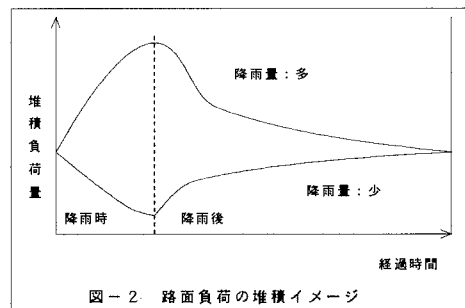


図-2 路面負荷の堆積イメージ

P : 路面堆積負荷量(g/m^2)

P_0 : 先行降雨による残存路面堆積負荷量(g/m^2)

K : 路面堆積負荷量減衰係数 n : 対象期間(日)

Q_p : 路面流出負荷量($\text{g}/\text{日}$) C_R : 流出係数

A : 路面面積(m^2) P : 路面堆積負荷量(g/m^2)

mR : 運動式の係数 R : 降雨量($\text{mm}/\text{日}$)

本モデルによるシミュレーション結果を図-3に示す。調査開始126日目には降雨終了後堆積負荷量が大きく増加しているが、計算ではこの増加は表せていない。また、他の降雨終了直後の堆積負荷量も実測値よりも小さい。これは、流出モデルが調査地点外からの補給量を表していないためである。

(2) 汚濁負荷の堆積特性、補給を考慮した路面負荷堆積、流出モデル

路面堆積負荷モデルをベースに堆積モデルを、流出モデルに補給量を考慮して流出モデルの構築を行った。

【堆積モデル】

$$P(n) = P(n-1) \cdot e^{-K} + a$$

$$K = 11.1 \times P(n-1)^{1.35}$$

【流出モデル】

$$Q_p = C_R \cdot (P(n-1) \cdot A)^{mR} \cdot R$$

$$P(n) = P(n-1) - \sum Q_p + P_s$$

$$P_s = 0.0032 \times e^{0.04 \cdot R(n)} \quad P_s : \text{補給量}(\text{g}/\text{m}^2)$$

減衰係数 K の算出式は堆積負荷量によって変化することから、実測値によるトライアルにより決定した減衰係数と堆積負荷量の相関(図-4)により求めた。

また、図-3において降雨終了直後の堆積負荷量の実測値がある場合の計算負荷量と実測負荷量の差を推定補給量とし、降雨量との関係を求め(図-5)、その関係式を補給式とした。

計算結果を図-6に示す。図-2と比べて①調査開始126日目の堆積負荷量の増加、②流出直後の堆積負荷量をより正確に表現できている。

5. まとめ

路面堆積負荷量の調査の結果、多くの場合で晴天時に堆積し雨天時に流出する傾向を示した。しかし、今回のような周辺に補給源がある場合には必ずしもそのような結果を示さないことが分かった。補給源が存在しない場合、既存のモデルで十分に再現できると思われるが、実際にはそのような場所はあまりない。そこで、降雨時の補給量をモデルに取り入れて堆積負荷変動シミュレーションを行ったところ良好な結果を示した。

今後は、降雨量だけでなく降雨継続時間、先行晴天日数を考慮したモデルの構築を行っていく。

参考文献

1) 和田彦彦：非点源負荷による路面堆積負荷の定量と流出シミュレーションに関する研究，水質汚濁研究 Vol.4, No.3, 1981

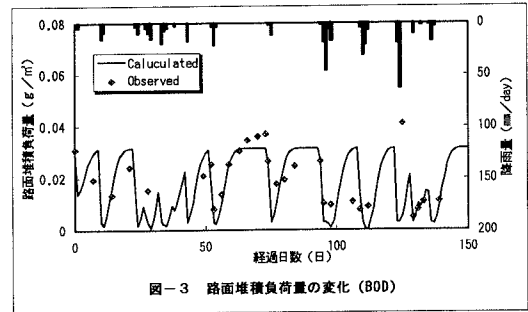


図-3 路面堆積負荷量の変化 (BOD)

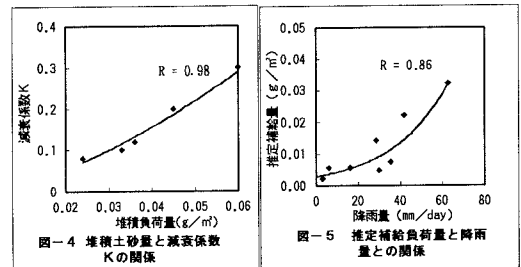


図-4 堆積土砂量と減衰係数 K の関係

図-5 推定補給負荷量と降雨量との関係

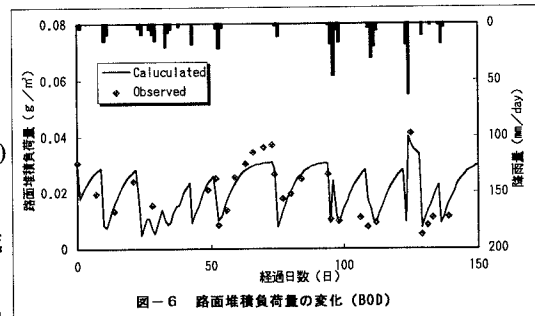


図-6 路面堆積負荷量の変化 (BOD)