

関西大学大学院工学研究科 学生員 ○中野裕之
関西大学工学部 正会員 尾崎 平
関西大学大学院・工学部 正会員 和田安彦

1. はじめに

下水道整備の進捗により、都市域における水系への流入負荷は、相対的にノンポイント負荷の割合が増大している。また都市域のノンポイント負荷の一つに都市交通に由来する自動車排ガスが挙げられる。近年、自動車排ガス中の微量有害物質である多環芳香族炭化水素の存在が注目されており、本研究ではその中でも早くから発ガン性が指摘されているベンゾ(a)ピレン(以下 B(a)P と略す)に着目した。

本研究では B(a)P の雨天時流出挙動の再現に、より精度の高いパラメータ同定方法の提案と検証を、降雨波形に注目して行った。

2. 対象地域と雨天時調査結果

対象地域は交通量が 34,000 台/日、大型車混入率が 34% と極めてディーゼル排出物の多い都市幹線道路である。対象地域の概要を図-1 に示す。道路は部分的に高架になっており、本研究では高架部分に設置された排水管から流出している道路排水を採水した。採水時間間隔は、降雨が強い時や流出量が比較的多いときは 10 分間隔で、初期流出時など濃度が明らかに高いと思われる時には 5 分間隔で行った。また、降雨が比較的弱い時や流出量が弱い時には 20~30 分間隔で採水した。降雨特性を表-1 に示した。水質項目は SS, COD, 鉛, 亜鉛, B(a)P である。

調査結果の一例を図-2 に示す。既往研究と同様、B(a)P と SS の相関性を確認することができ、本研究での B(a)P モデル構築に SS 流出モデルを適用することが可能である。

3. 流出予測モデル

(1) 流出水量予測モデル

対象道路から流出する雨水の挙動の再現には、道路横断方向と縦断方向の 2 段階にわけ特性曲線を用いた Kinematic Wave 法を適用した。高架道路の最上端から道路排水は流出し、各高架橋に設置された排水管から流出率 60% で流出するものとした。また雨水ます部で目詰まりが起こっている管に対しては、流出せずに次の高架橋に流れ込むものとした。

(2) B(a)P 負荷流出予測モデル

B(a)P は SS と同様の流出挙動を示すことから、B(a)P 流

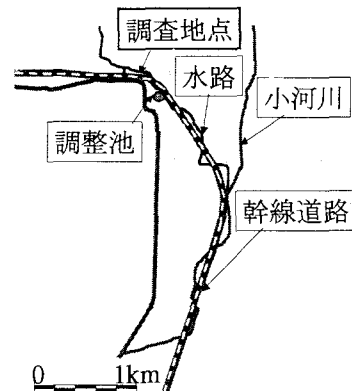


図-1 対象地域の概要図

表-1 降雨特性

調査年月日	降雨量(mm)	最大降雨強度(mm/hr)	先行晴天日数	ファーストフラッシュ採取	降雨波形
2001/11/29	1.0	0.8	15	○	前方
2002/12/4	4.5	4.2	7	×	前方
2001/10/16	2.0	3.0	5	○	中央
2002/1/26	3.5	3.9	7	○	中央
2003/10/14	12.0	3.9	1	○	中央
2003/12/11	14.5	6.0	10	○	後方

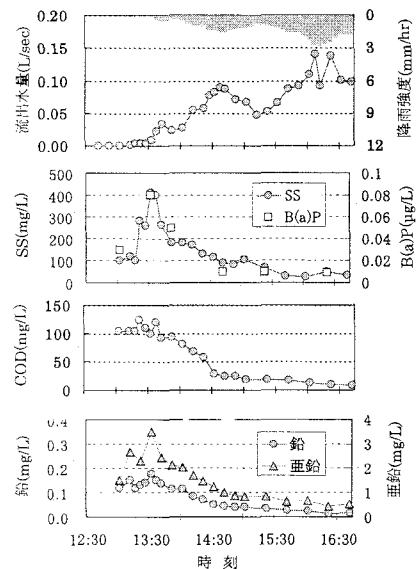


図-2 調査結果(2003/10/14)

出予測モデルにSSモデルを用いた。モデル式を以下に示す。

$$L = k \cdot (P \cdot A)^m \cdot Q^n \tag{1}$$

ここで、 L ：路面流出負荷量($\mu\text{g}/\text{sec}$)、 k ：負荷流出係数($1/\text{m}^3$)、 P ：残存負荷量($\mu\text{g}/\text{m}^2$)、 A ：排水面積(m^2)、 Q ：流出水量(m^3/sec)、 m, n ：べき乗数である。

4. 解析結果と考察

(1) 流出水量解析結果

解析結果を図-3に示す。解析の評価には適合度、合致率(%)を用いた。それぞれ0.966、93.8%と良好な結果を得ることができた。

(2) B(a)P 負荷流出解析結果

堆積べき乗数 m は道路面堆積負荷を対象としているので $m=1.0$ と固定した。流量べき乗数については、図-4の様に負荷量-流量グラフより $L-Q$ 曲線を用いて n を決定した。 k はファーストフラッシュが再現できる値とした。

まず表-1の6降雨をすべて一括してパラメータを同定した。評価には同様に適合度と合致率を用いた。精度の一覧を表-2の一括の列に示す。特にNo.6の後方集中型の再現性が低い。またNo.6以外についても合致率、適合度ともに再現性が確かめられる程度には至らなかった。そのため、一括した同定方法では限界があると判断し、降雨波形毎のパラメータ同定を検討した。

降雨波形の分類は前方集中型、中央集中型、後方集中型とし、パラメータ n の同定は図-4で降雨波形毎に $L-Q$ 曲線を用いて行い、 k はそれぞれの波形でファーストフラッシュが再現できる値とした。精度の一覧を同様に表-2の波形毎の列に、一例としてNo.5の解析結果を図-5に示す。No.2以外では降雨波形毎のパラメータ同定が有利であることを示すことができた。特に後方集中型の再現性が高いことを示すことができた。No.2の降雨で再現性が低いことについて、この降雨は唯一ファーストフラッシュを採取することができなかったため、降雨中盤での再現性評価をせざるを得なかったことが原因と思われる。

5. まとめ

- 1) 道路排水でのファーストフラッシュを再現するために、パラメータの同定を降雨波形毎に行うことの提案した。
- 2) B(a)P 負荷流出モデルのパラメータ同定は、降雨波形の区別をしない場合に比べ、後方集中型において特に有利である事を示した。

今回の検討により、本モデル式を用いて年間解析等を行う場合は、降雨波形に応じたパラメータの同定をした方がより

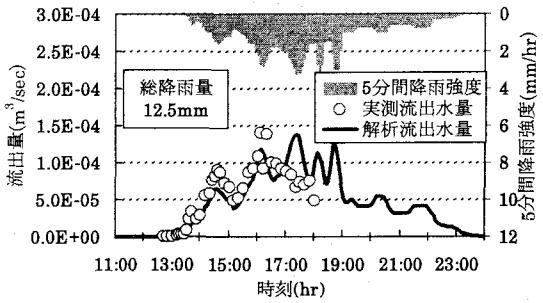


図-3 雨水流出解析結果

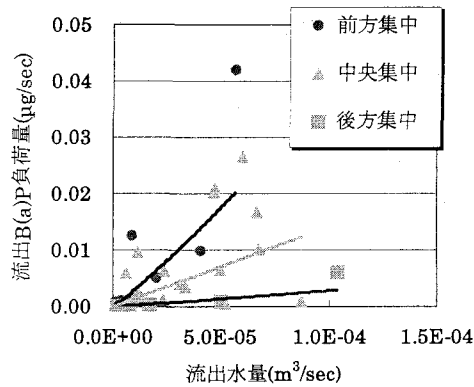


図-4 流出水量と負荷量の関係

表-2 パラメータ同定による解析精度の変化

No.	調査 年月日	合致率(%)		適合度		降雨 波形
		一括	波形毎	一括	波形毎	
1	2001/11/29	64.2	79.7	0.40	1.02	前方
2	2002/12/4	69.7	62.7	0.12	0.42	前方
3	2001/10/16	42.0	58.6	0.06	0.40	中央
4	2002/1/26	52.2	80.7	0.20	0.64	中央
5	2003/10/14	69.7	71.9	1.13	1.05	中央
6	2003/12/11	-35.3	73.6	2.51	0.88	後方

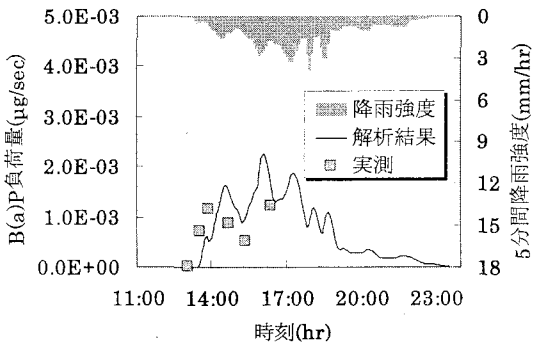


図-5 B(a)P 流出解析結果

精度よく再現できることを明らかにした。

参考文献

1) 和田安彦, 三浦浩之: 都市域ノンポイント汚染源負荷の堆積・流出挙動モデルと流出制御に関する研究, 土木学会論文集, Vol.559/VII-2, pp.61-71, 1997.