

第 部門

雨天時道路排水中のベンゾ(a)ピレン負荷量予測に関する研究

関西大学大学院工学研科 学生員 ○北東雄一
 関西大学大学院・工学部 正会員 和田安彦
 関西大学工学部 正会員 尾崎 平

1. はじめに

下水道整備の進捗により、公共用水域の汚濁負荷割合は、ノンポイント汚染源からの汚濁負荷が相対的に増加している。都市域では路面堆積物が雨天時に道路排水として公共用水域に流出している。道路排水には自動車排ガス等から発生した発がん性物質であるベンゾ(a)ピレン(以下 B(a)P と略す)が含まれており、生態系への影響が懸念されている。

本研究では雨天時 B(a)P 流出負荷量の再現性を高めるために、B(a)P 流出特性に着目したパラメータの同定方法の提案を行った。

2. 対象地点と調査結果

対象地点は、交通量 34,000 台/日の都市幹線道路の高架橋である。調査地点の概要図を図-1 に示す。本研究では、高架橋に設置された排水管(地点 A)において、雨天時に 10 分間隔で道路排水を採水した。B(a)P は工場などでの燃焼活動により発生するが、本調査地点付近には工場は存在するものの焼却施設は存在しないため、工場からの影響はほとんど受けられないものと考えられる。調査を行った降雨特性を表-1 に示す。調査結果の一例を図-2 に示す。結果から B(a)P は SS に比べて降雨初期に流出しやすいと言える。

3. 道路排水水量解析

地点 A からの道路排水流出量は、道路横断方向と縦断方向の 2 段階による kinematic wave 法を用いた。ただし、高架橋道路から排水管への流出率は実測結果をもとに 60%とした。解析結果を図-3 に示す。再現性の評価には適合度、合致率を用いた。それぞれ 0.94、86.6%と精度の高い解析結果を得た。

4. B(a)P 流出負荷量解析

(1) B(a)P 流出負荷量予測モデル

B(a)Pの流出負荷量予測には式(1)を用いた¹⁾。

$$L = k \cdot (P \cdot A)^m \cdot Q^n \quad (1)$$

ここで、 L : 路面流出負荷量(g/sec)、 k : 負荷流出係数(1/m³)、 P : 残存負荷量(g/m²)、 A : 排水面積(m²)、 Q : 流出水量(m³/sec)、 m, n : べき乗数である。

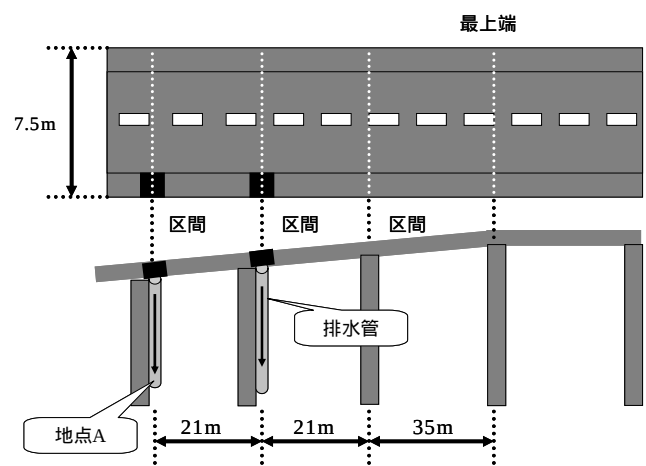


図-1 対象地点の概略図

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(day)	ファーストフラッシュ採取
2003/10/14	12.0	3.9	1	○
2003/11/11	14.5	6.0	10	○
2004/10/08	34.5	10.2	14	○
2004/11/11	16.0	8.4	9	○

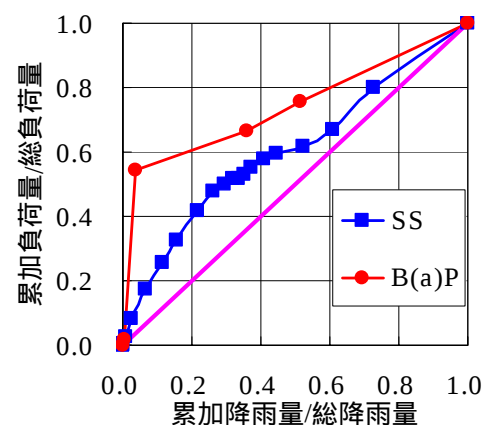


図-2 累加降雨量と累加負荷量の関係

道路排水中の B(a)P はすべて路面堆積であることからべき乗数 m は 1.0 とした。

モデルの妥当性については、既往研究では合致率、適合度のみで評価を行ってきた。しかし、合致率、適合度が良くなる n, k の組合せはひとつだけではない。さらに、合致率、適合度の評価では降雨全体としての流出挙動の再現性が悪くなることがある。そこで、累加流出水量と累加 B(a)P 流出負荷量の関係(流出負荷量特性と略す)を用いることで降雨全体での流出負荷量の挙動を再現し、評価項目を増やすこととした。

(2) B(a)P 流出負荷量解析結果

2004 年 11 月 11 日における解析結果を図-5 に示す。適合度、合致率はそれぞれ 0.82, 82.8%と精度の良い解析結果を得ることができた。2004 年 11 月 11 日における B(a)P の流出負荷量特性を図-4 に示す。図-4 より解析結果も実測と同様に降雨初期の流出負荷量の割合を高くすることがわかる。

以上のことから、べき乗数 n と負荷流出係数 k については、合致率、適合度、そして流出負荷量特性が実測値に合致するような n, k の値を求めた。 $(n = 0.8, k = 0.175)$ その結果、流出水量と流出負荷量の関係においても、実測と解析結果とが近似していることから、流出負荷量特性においても再現できたと言える。

他の対象降雨の解析結果を表-2 に示す。結果から他の対象降雨でも概ね良好な結果を得ることが出来た。ただし、2003 年 12 月 11 日、2004 年 10 月 8 日の降雨で若干合致率が低下した原因としては、B(a)P の実測を降雨初期にしか採取できなかったことで、流出負荷量特性を把握できなかったことが考えられる。このことから、流出負荷量特性の再現性を考慮する際は降雨初期だけでなく降雨中盤での実測が必要となる。

5. 結論

流出負荷量特性を考慮することで、パラメータ n, k の組合せを限定できると共に、高い流出負荷量の合致率、適合度が得られた。本モデルおよび本パラメータの設定方法により道路排水中 B(a)P の流出挙動の再現性を精度良く予測できる。

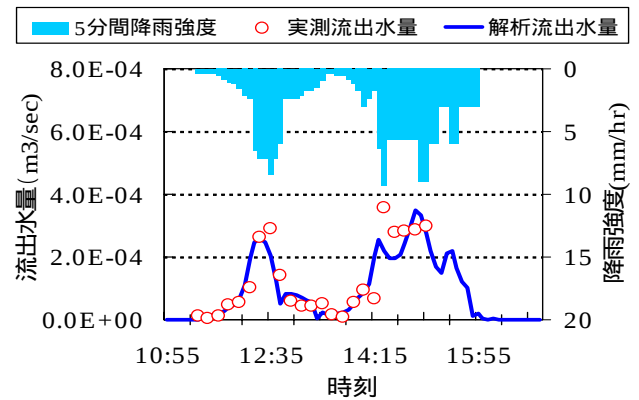


図-3 流出水量解析結果(2004 年 11 月 11 日)

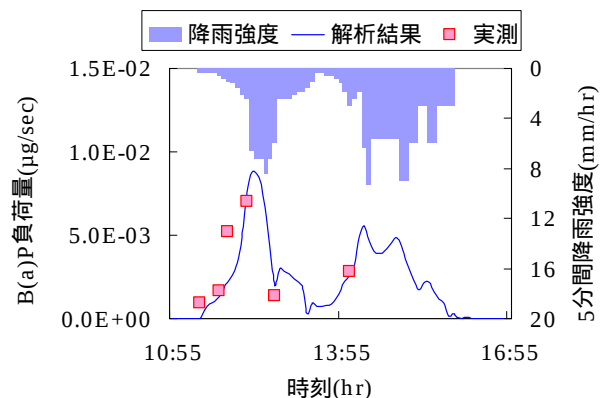


図-4 B(a)P 流出負荷量解析結果

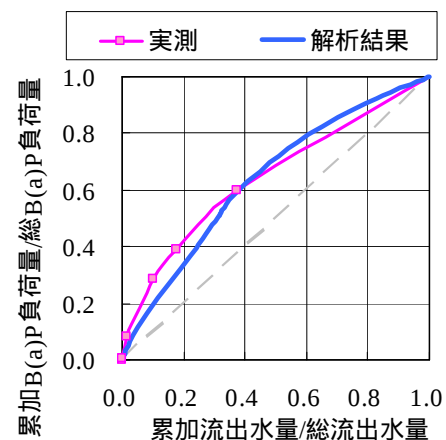


図-5 B(a)P の流出負荷量特性
表-2 解析結果

調査日	適合度	合致率(%)
2003 年 10 月 16 日	0.62	76.5
2003 年 12 月 11 日	1.36	60.8
2004 年 10 月 8 日	0.55	47.0
2004 年 11 月 11 日	0.82	82.8

参考文献

- 尾崎平, 和田安彦, 三浦浩之, 中嶋宜信: 自動車排ガス起源のベンゾ(a)ピレンの路面堆積・流出モデルに関する研究: 水環境学誌, Vol.27, No1, pp.53-59, 2004