

雨天時道路排水中ベンゾ(a)ピレン流出リスクの要因分析に関する研究

関西大学大学院工学研究科 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

都市域でのノンポイント汚濁負荷である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。道路排水には重金属や微量有害物質が含まれており、水域生態系への影響が懸念されている。

本研究では、微量有害物質である自動車排ガス由来のベンゾ(a)ピレン(以下 B(a)P と略す)と重金属である亜鉛に着目し、既往研究で構築されてきたモデル¹⁾を用いて流出リスクに影響する関連因子の検討を行った。

2. 対象地域と調査結果

対象地点は都市幹線道路(交通量 34,000 台/日)の高架橋で、雨天時高架橋に設置された排水管(地点A)において10分間隔で採水した。また、調査地点付近には焼却施設しないため、B(a)Pは自動車排ガスからのみ発生するものとする。調査地点の概略図、調査結果の一例を図-1、図-2に示す。結果から、B(a)Pは発がん限界濃度²⁾である $0.028 \mu\text{g/L}$ 以上で流出している場合がある。

3. 道路排水中汚濁負荷年間解析

B(a)Pと亜鉛の流出負荷量予測には、既往研究で構築された式(1)を用いて高い解析精度が得られている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($1/\text{m}^3$)、 P ：残存負荷量(g/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。上記に示した流出予測モデルと対象地域での2003年の降雨データ(表-1年間総降雨量1426mm)を用いて、B(a)Pと亜鉛の年間流出予測を行った。

4. 道路排水流出リスク評価

(1) 流出リスク評価指標

B(a)Pといった有害化学物質の有害性を考える場合、急性的なものによる有害性と慢性的なものによる有害性を考慮する必要がある。本研究におけるリスク評価の指標には、急性リスク指標として道路排水流出中の最大濃度 C_{max} 、慢性リスク指標として一定以上の濃度 C と流出時間 T の積の総和 $\sum C \cdot T$ を用いた。ここで、一定以上の濃度 C はB(a)Pの場合は発がん限界濃度である $0.028 \mu\text{g/L}$ 、亜鉛の場合は水生生物保全に係る環境基準値(0.03mg/L)

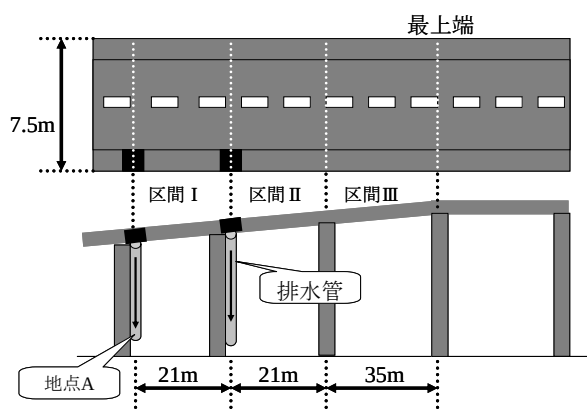


図-1 調査地点の概要図(上図:平面, 下図:立面)

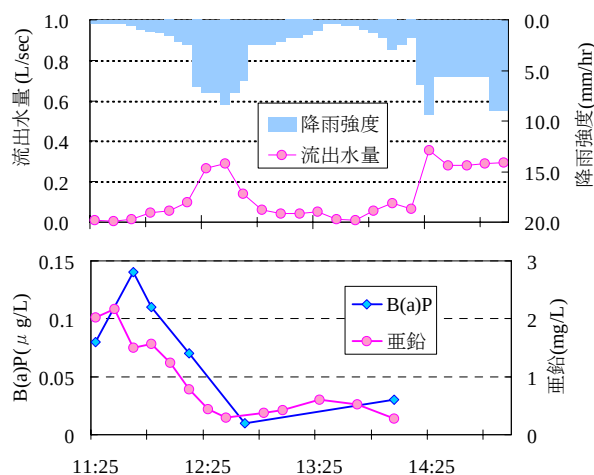


図-2 雨天時道路排水の流出水量, 負荷量の調査結果(2004年10月8日)

表-1 降雨回数

降雨量(mm)	0~10	10~30	30~	合計
降雨回数(回)	50	34	10	94

キーワード：ノンポイント汚濁負荷、ベンゾ(a)ピレン、流出リスク評価、雨天時流出

連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 関西大学環境システム研究室 TEL：06-6368-0939

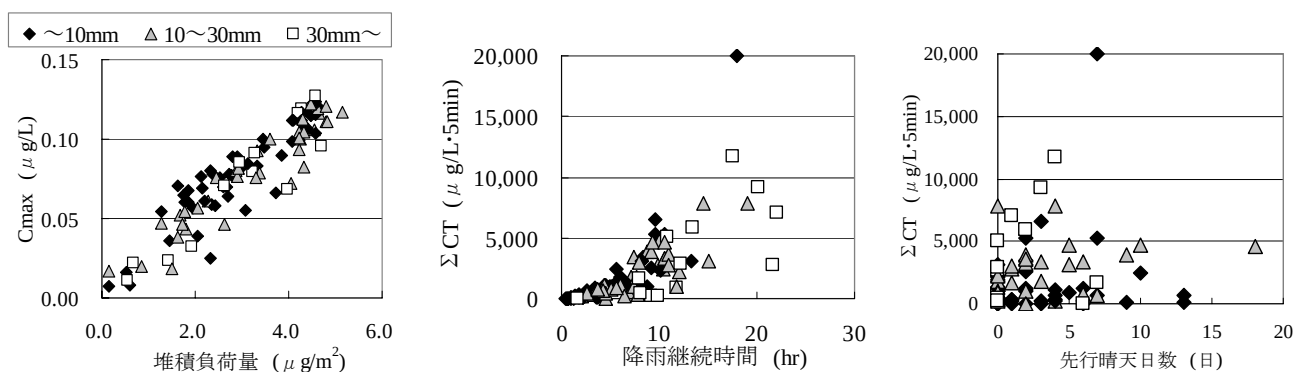
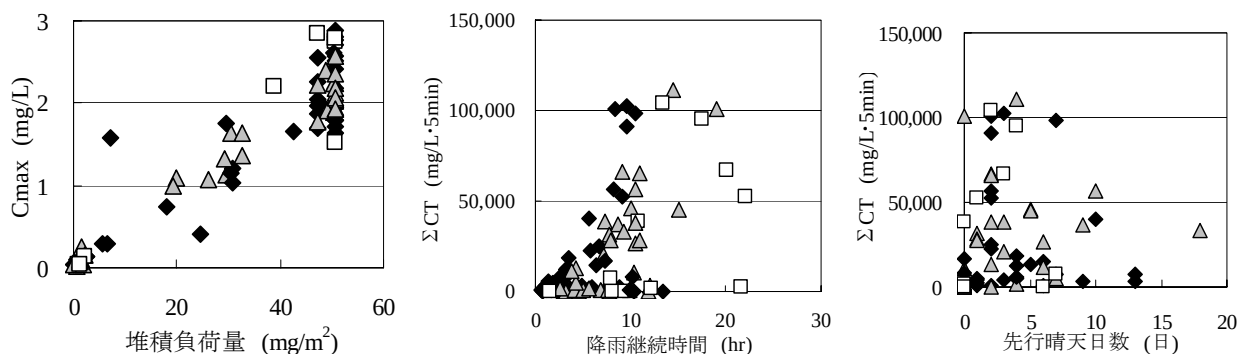
図-3 流出リスク指標(C_{max} , $\Sigma C \cdot T$)と各関連因子の関係(B(a)P)

図-4 流出リスク指標と各関連因子の関数(鉛)

を越えるものを対象とした。

(2) 流出リスクに影響する関連因子の検討

流出リスクの大きさには降雨継続時間といった関連因子が関係すると考え、相関係数 r を用いて、それぞれ C_{max} , $\Sigma C \cdot T$ と降雨継続時間、先行晴天日数、堆積負荷量の関係を調べた(図-3, 図-4)。流出リスク指標と各関連因子の相関係数を表-3 に示す。結果から、B(a)P, 鉛共に C_{max} は堆積負荷量の影響を受けてい

る。また、B(a)P, 鉛の $\Sigma C \cdot T$ は先行晴天日数や堆積負荷量に比べて降雨継続時間との相関が強く、流出リスクに影響する関連因子の違いは B(a)P と鉛とは明確に見られない。よって、流出リスクの低減において、 C_{max} は路面清掃などにより堆積負荷量を削減すれば良いと考えられる。しかし、 $\Sigma C \cdot T$ に影響する関連因子は降雨継続時間であるため、 $\Sigma C \cdot T$ の対策は濃度の低減といった間接的な低減しかできないため、流出リスクの低減には C_{max} 対策を行うことが効果的であると考えられる。

5. 結論

本研究では、B(a)P と鉛共に流出リスクに影響を与える関連因子は同じで、 C_{max} は堆積負荷量、 $\Sigma C \cdot T$ は降雨継続時間であることを示した。また、急性リスク(C_{max})対策としては堆積負荷量の低減が挙げられ、慢性リスク($\Sigma C \cdot T$)対策では降雨継続時間は制御できないため、堆積負荷量の低減により流出濃度を制御していく必要がある。以上のことから、汚濁負荷流出抑制対策には路面清掃などといった発生源対策が必要である。

【参考文献】

- 1) 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
- 2) BRITISH COLUMBIA: http://wlapwww.gov.bc.ca/wat/wq/BCguidelines/pahs/pahs-04.htm#P2269_66117

表-2 流出リスク指標と各関連因子の相関係数

評価指標 関連因子	B(a)P		鉛	
	C_{max}	$\Sigma C \cdot T$	C_{max}	$\Sigma C \cdot T$
降雨継続時間	0.05×	0.75○	0.20×	0.61△
先行晴天日数	0.65△	0.22×	0.66△	0.24×
堆積負荷量	0.92○	0.33×	0.95○	0.47△

(○: $0.7 < r \leq 1.0$, △: $0.4 < r \leq 0.7$, ×: $0.0 < r \leq 0.4$)