

第 部門 合流式下水道中の重金属の挙動解析に関する研究

関西大学大学院工学研究科 学生会員 野沢直也  
 関西大学大学院・工学部 フェロー会員 和田安彦  
 関西大学工学部 正会員 尾崎 平

1. はじめに

近年、水生生物保全の観点から水質汚濁防止法における亜鉛の排水基準が強化(5mg/L 2mg/L)されており、重金属による水域に与える影響が懸念されている。合流式下水道において、雨天時に一定の遮集量以上の未処理下水(越流水)は、公共用水域へ放流され水質汚濁の一要因となっているため、越流水中には高濃度の重金属が含まれていると考えられる。今後、合流式下水道越流水中の重金属対策を効率的に行うために、重金属の挙動を把握することが重要である。本研究では重金属の亜鉛に着目し、既存の分布型モデルを用いて、重金属の流出予測が可能であるかを検証し、その再現性を評価した。

2. 対象排水区の概要

対象排水区は、合流式下水道で整備された排水区 (389.3ha) 及び排水区 (471.7ha) から構成されており、土地利用の割合は住居が多く、実処理人口は約 73,000 人である。排水区の平均工種割合を表 - 1 に示す。

本排水区では、雨天時に 1Q(Q:晴天時時間最大汚水量)分まではA処理場で高級処理され、1Qを超え 3Q分までは、A処理場で簡易処理される。しかし、3Qを超えた下水はBポンプ場へ流入し、初期流入水が雨水滞水池(貯留容量:10,000m<sup>3</sup>, 貯留規模 1.2mm)に一時貯留され、晴天時に処理場に送水され高級処理される。滞水池満水後の流入水は、沈砂池を経て、河川へ放流される。排水区の概要図を図 - 1 に示す。

3. 重金属予測モデルの構築及び評価

(1) 対象排水区モデル化

解析には、分布型モデルの1つであるInfoWorksを用いた。モデル化に伴い、下水道台帳より、管渠径等のデータを入力し、またGISソフトの1つであるSIS(Spatial Information System)より土地利用情報を入力し、下水道網をモデル化した。

(2) 亜鉛と他の水質項目の関連性

実測調査として、晴天時はA処理場流入水、雨天時はBポンプ場の沈砂池及び雨水滞水池の流入水を対象とし、自動採水器により採水を行った。晴天時水質において、亜鉛は、他の水質項目とほぼ同様な挙動を示した。また雨天時水質において、亜鉛及び水質項目ともに初期流入濃度が高く、時間経過とともに徐々に低下する傾向が見られ、亜鉛においても、ファーストフラッシュ現象を確認することができた。

InfoWorks による汚濁物質負荷量の解析には、SS を基本としたパラメータ設定が必要となるため、得られた実測値より、重金属とSSの関連性を把握する必要がある。そこで、雨天時流入水水質において、線形近似を用いてSSに対する亜鉛と他の水質項目の関連性を検討した。また、T検定により相関関係の有意差の検討を行った。各水質項目間の相関関係表を表 - 2 に示す。各項目において、SS と高い相関が得られており、亜鉛においても、BOD 及び COD と同様に SS

表 - 1 排水区概要図

地表面工種	屋根	道路	浸透域	合計
面積(ha)	201	378	282	861
面積割合(%)	23.3	43.9	32.8	100.0

表 - 2 水質の相関関係表(雨天時)

	SS	BOD	COD	Zn
SS				
BOD	0.82			
COD	0.87	0.80		
Zn	0.72	0.56	0.51	

( : 有意差 1%)

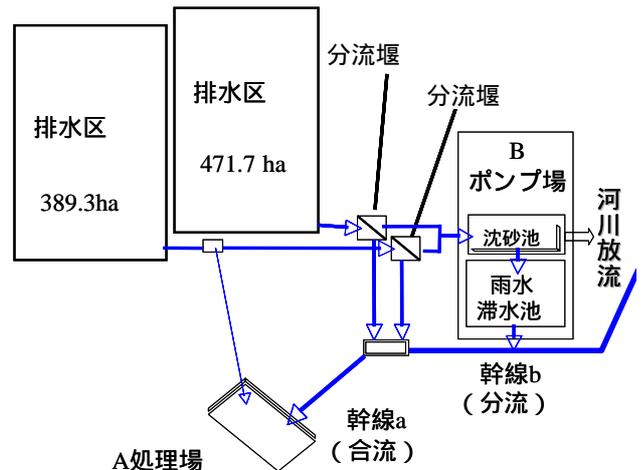


図 - 1 排水区概要図

に対しては、他の水質項目の相関係数と比べて高い相関係数が得られた。このことから、他の水質項目と同様に、亜鉛においてもSSを基本としたパラメータ設定により、その挙動を再現できると考えられる。

(3) 亜鉛パラメータの設定

亜鉛において、他の水質項目と同様にSSとの相関が得られたことから、他の水質項目と同様に、様々な特徴の降雨に対して雨水流出挙動を良好に再現できるように、式(2)における $C_1 \sim C_4$ のパラメータ設定を行った。なお、Bポンプ場で水質調査を行った日のそれぞれ特徴の異なる3降雨を解析対象降雨とし、評価手法には合致率及び適合度を用い評価を行った。亜鉛の設定パラメータ値を表-3に示す。また、設定パラメータに関連する式を以下に示す。

- 汚濁物質の懸濁物質に付着に関する式

$$f_n(t) = K_{pn}(i) \cdot f_m(t) \quad (1)$$

ここに、 $f_n(t)$ ：汚濁物質(亜鉛等)流出負荷量(kg/ha/sec.)

$f_m(t)$ ：SS流出負荷量(kg/ha/sec.)

$K_{pn}$ ：ポテンシー係数

- ポテンシー係数に関する式

$$K_{pn} = C_1(IMKP - C_2)^{C_3} + C_4 \quad (2)$$

ここに、 $IMKP$ ：5分間最大降雨強度(mm/hr.)

$C_1, C_2, C_3, C_4$ ：係数(設定値)

(4) 雨天時流出シミュレーション

解析結果の一例を図-2に、対象降雨の特徴と各解析の再現性を表-4に示す。全体として見ると流量、亜鉛とも結果は良好であり、排水区の流量、亜鉛の挙動を再現できていると判断した。流量においては、良好な合致率が得られているが、12月7日～8日の降雨では、70%とやや値が低くなっている。原因として、少量の降雨が継続して降っているため、解析におけるポンプの稼働は断続的に吐出している。対して、実際には人為的にポンプの稼働を継続させているため、精度が低くなったと考えられる。また、亜鉛においては、合致率92%～95%、適合度0.89～0.94と高い精度が得られたことから、既存の分布型モデルにおいて、他の水質項目と同様にパラメータの設定を行うことで、亜鉛の流出予測は十分可能であることを明らかにした。

4. まとめ

各項目において、合致率、適合度ともに良好な精度が得られた。特に亜鉛は、合致率92%～95%、適合度0.89～0.94と高い精度が得られたことから、既存の分布型モデルで、亜鉛の流出予測をすることが十分に可能であることを明らかにした。

謝辞：本研究は平成18年度関西大学大学院工学研究科高度化推進研究費によって行った。

【参考文献】1) 和田安彦, 三浦浩之: 分流水道下の雨天時流出に伴う汚濁負荷流出モデルとその適用, 土木学会論文集, 第365号/ -5, pp.287-293, 1996.

表-3 ポテンシー係数に関するパラメータ値

係数	$C_1$	$C_2$	$C_3$	$C_4$
亜鉛	0.003	0	-0.45	0

表-4 対象降雨と合致率及び適合度

降雨日	総降雨量 (mm)	降雨継続 時間(hr.)	合致率 (%)			適合度		
			流量	BOD	亜鉛	流量	BOD	亜鉛
06/11/19-20	25.5	18	89	79	95	1.31	0.60	0.89
06/12/7-8	15.0	12	71	85	92	1.26	0.70	0.94
06/12/26	33.0	9	94	84	92	1.01	1.06	0.92

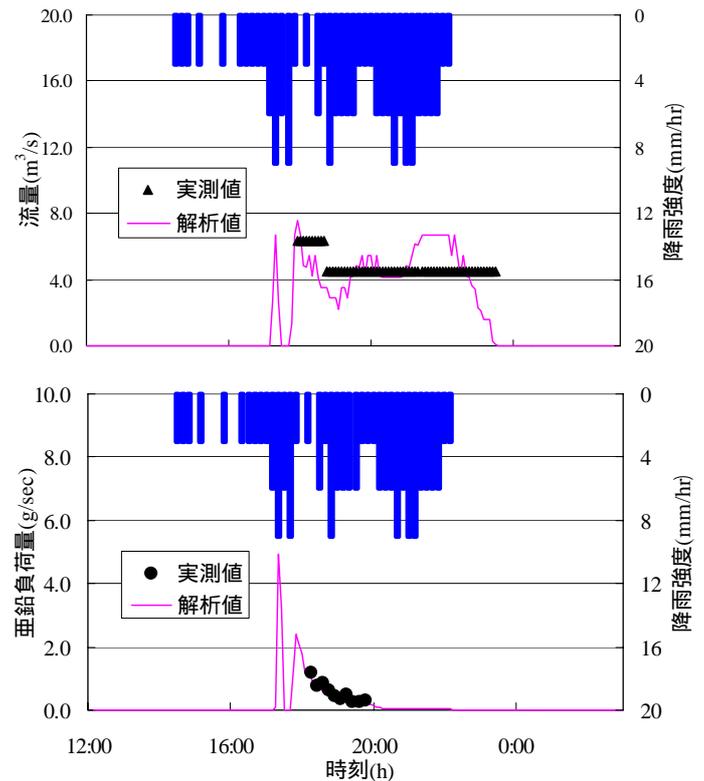


図-2 流量・亜鉛の解析結果(H18/12/26)