

集中型モデルと分布型モデルによる雨天時汚濁負荷流出解析の比較に関する研究

関西大学大学院工学研究科 学生員 ○河野晴彦
 関西大学工学部 正会員 尾崎 平
 関西大学大学院工学研究科 正会員 和田安彦

1. はじめに

都市化の進展に伴う道路、屋根などの不浸透域の増加や、雨水の集中的な降り方等により、合流式下水道整備地域では、合流式下水道越流水が増加している。この合流式下水道越流水の雨天時汚濁負荷解析には、集中型モデル(修正 RRL 法と土研モデル)がこれまで活用されてきた。

また近年、下水道台帳データや GIS 情報から土地利用情報等を活用して、対象地域をより詳細にモデル化し、任意の地点の流出挙動を再現できる分布型モデルによる雨水流出及び汚濁負荷解析の導入が進められている¹⁾。しかし、海外で開発された分布型モデルが日本で適用可能かどうかの検討は不十分であり、特に BOD の挙動を検証した例は少ない。また、集中型モデルとの雨天時汚濁負荷流出挙動の再現性に関する比較、評価の事例は見られない。本研究では、日本での分布型モデルの適用性と集中型モデルと分布型モデルによる雨天時汚濁負荷流出挙動の再現性の違いを明らかにするため、両モデルで雨天時汚濁負荷解析を行い、解析精度の比較を行った。

2. 対象排水区概要及び対象降雨特性

本研究では、排水区①及び排水区②からなる排水区面積 861ha の合流式下水道が整備された、実処理人口約 73,000 人の排水区(図-1)を対象排水区とした。対象排水区の排水システムの特徴として、晴天時には排水区①及び②より分水堰に流入する下水は全て B 処理場へ送水される。また、雨天時には 3qs を越える下水が分水堰を越流して A ポンプ場へ送水され、河川へ放流される。対象降雨は、それぞれ特徴の異なる 3 降雨(表-1)とした。

3. 解析モデルの概要及び評価方法

集中型モデルによる雨水流出解析では修正 RRL 法と土研モデルを用いた。分布型モデルには、InfoWorks を用いて雨水流出及び汚濁負荷解析(BOD)を行った。

集中型モデル及び分布型モデルによる雨天時汚濁負荷流出解析結果の評価地点は下水水質調査を行った A ポンプ場流入地点とした。

また、解析精度の評価は、計算時間毎の実測流出量と計算流出量の差を合算した値を、総実測流出量で除して相対誤差を算出し、時間毎の再現性を評価する合致率²⁾を用いた(式(1), (2))。

$$E_q = \left\{ 1 - \frac{\sqrt{\sum (Q_{sm} - Q_s)^2}}{TQ} \right\} \times 100 \quad (1)$$

$$E_l = \left\{ 1 - \frac{\sqrt{\sum (L_{sm} - L_s)^2}}{TL} \right\} \times 100 \quad (2)$$

ここで、 E_q : 流出水量合致率(%), TQ : 総実測流出水量(m^3), Q_{sm} : 実測流出水量(m^3), Q_s : 計算流出水量(m^3)
 E_l : 負荷量合致率(%), TL : 総実測流出負荷量(g), L_{sm} : 実測流出負荷量(g), L_s : 計算流出負荷量(g)

キーワード 合流式下水道越流水, 集中型モデル, 分布型モデル

連絡先 〒564-8680 吹田市山手町 3 丁目 3 番 35 号 関西大学 環境システム研究室 TEL06-6368-0939

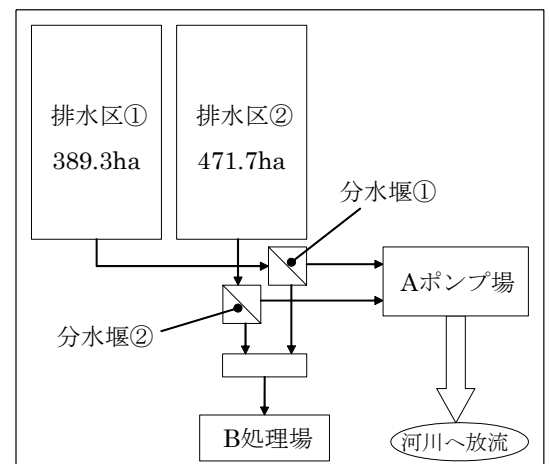


図-1 対象排水区概要図

表-1 対象降雨(2003年)の特徴

月日	先行晴天時間(hr)	先行降雨量(mm)	総降雨量(mm)	降雨継続時間(hr)	平均降雨強度(mm/hr)	10分間最大降雨強度(mm/hr)
6月23日	123	13.0	57.0	17	3.4	12
7月3日	39	8.0	22.0	6	3.7	18
7月8日	63	4.0	13.0	7	1.9	18

4. 解析結果の比較

7月8日の降雨における集中型モデル及び分布型モデルの流量解析結果を図-2に、BOD 負荷量の解析結果を図-3に示す。また、対象降雨での各モデルにおける合致率を表-2に示す。

流量では、修正 RRL 法及び分布型モデルによる解析でピーク時において共に各対象降雨で良好な再現性が得られた。特に分布型モデルでは実測値のピーク前後の再現性が修正 RRL 法よりも良好な結果を示した。この要因として、分布型モデルでは下水道台帳データや GIS 情報から対象地域の土地利用情報や下水道ネットワークシステムをより詳細に組み込んでいるため、修正 RRL 法よりも良好な精度が得られたと考えられる。

BOD 負荷量解析では、分布型モデルの方がピーク時の負荷量は土研モデルよりも高い値を示す。特に降雨初期にピークとなる降雨(6月23日)や集中的な降雨(7月8日)では、分布型モデルによる解析結果が実測よりも大きくなり、土研モデルよりも精度が低い。

また、先行晴天期間が短く、降雨後期にピークとなる降雨(7月3日)では、分布型モデル、土研モデル共に BOD 負荷量のグラフが実測よりも全体的に低い結果となったが、分布型モデルの方が土研モデルに比べピーク負荷量が高くなるため、土研モデルよりも良好な精度が得られた。

5. まとめ

雨水流出解析では修正 RRL 法、分布型モデル共にピーク流量をほぼ再現でき、合致率に大きな差は見られなかった。汚濁負荷解析では、各対象降雨で分布型モデルの方が土研モデルよりも高いピーク負荷量を示し、また、先行晴天期間が短く降雨後期にピークの見られる降雨に対して良好な解析精度が得られた。しかし、降雨及び先行条件によっては、汚濁負荷解析で分布型モデルの方が低い精度を示す場合があった。

以上から、雨水流出解析では修正 RRL 法と分布型モデルで解析精度にほとんど差は無く、日本でも適用可能である。しかし、分布型モデルを用いた BOD の汚濁負荷解析を行うためには、より精度を向上させる必要がある。そのため、今後は様々な降雨及び先行条件での実測値と計算値を比較、検証し、汚濁負荷解析精度が向上するための各種パラメータの設定方法の検討が必要である。

参考文献

- 1) 脇岡靖明, 古米弘明, 市川新: 下水道台帳データと細密数値情報を利用した分布型モデルによる大都市下水道排水区の流出解析, 下水道協会誌, Vol.38, No.469, 79-89, 2001.
- 2) 和田安彦, 三浦浩之: 分流式下水道の雨水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369号, II-5, 287-293, 1986.

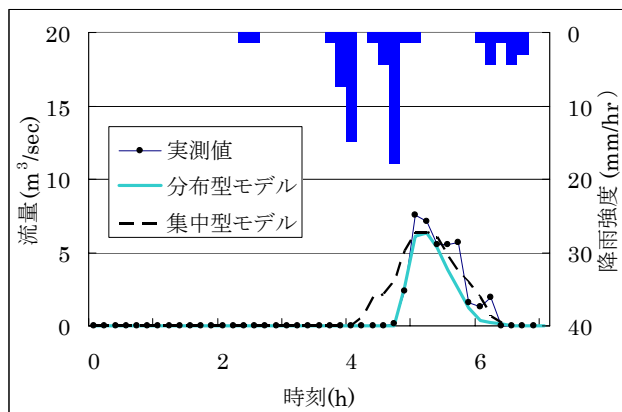


図-2 ポンプ場流入ハイドログラフ(7月8日)

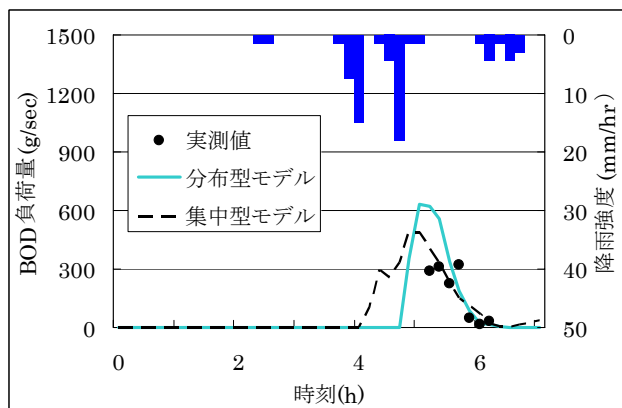


図-3 BOD 負荷量(7月8日)

表-2 各対象降雨での合致率

	合致率(%)			
	流量		BOD 負荷量	
	集中型	分布型	集中型	分布型
2003年6月23日	86.5	88.1	75.2	65.0
7月3日	83.0	83.9	69.7	74.9
7月8日	84.7	88.4	82.0	63.4