

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○川住 亮太
 大阪大学工学部 村上 雄大
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 西田 修三

1. はじめに

都市部で雨天時に発生する合流式下水道越流水（Combined Sewer Overflow; CSO）は、沿岸域の水環境に多大な影響を及ぼしている。2003 年の下水道法施行令改正後、合流式下水道の改善は着実に進められ、BOD や SS に関する調査・研究が盛んに行われている^{1),2)}。一方、沿岸域の物質循環解析には窒素やリン等の栄養塩負荷の実態把握が不可欠である。しかしながら、CSO の栄養塩負荷については、未だ十分な研究はなされていない。加えて、降雨の不確実性による CSO 観測の困難さも、知見が不足している一因であると考えられる。本研究では、淀川水系寝屋川流域の寝屋川流域下水道を対象として CSO 調査を実施し、栄養塩負荷の実態把握を行う。さらに、電気伝導度を用いた CSO 栄養塩負荷の簡易的なモニタリング手法についても検討する。

2. 調査概要

寝屋川流域下水道の鴻池処理区は、鴻池水みらいセンター（TP）とポンプ場（PS）の合計 8 カ所からなる約 5,900ha の流域下水道である（図 1）。本研究では、このうち萱島 PS を除く 7 カ所を対象とした。寝屋川流域下水道を管理する大阪府では、雨天時の CSO 観測を鴻池 TP と各 PS で年数回実施している。各 TP・PS において、降雨開始時より 30 分間隔で自動採水（最大 24 回）が、越流開始・終了時には手動採水が行われ、BOD と SS について水質分析がなされている。また、降雨中は電気伝導度、pH、水温、放流量がそれぞれ 10 分間隔で記録されている。本研究では 2011 年 10 月 30 日と 11 月 19 日の降雨で採水された試料を実験室に持ち帰り、窒素、リン、ケイ素、炭素について溶存態と懸濁態の分析を行った。ただし、10 月 30 日分については測定機器が不調であったため全成分（T-N、T-P）のみ分析した。なお、観測日の鴻池 TP における総降雨量は、10 月 30 日が 20.5mm、11 月 19 日が 70mm であった。



図 1 対象領域と TP・PS の位置関係

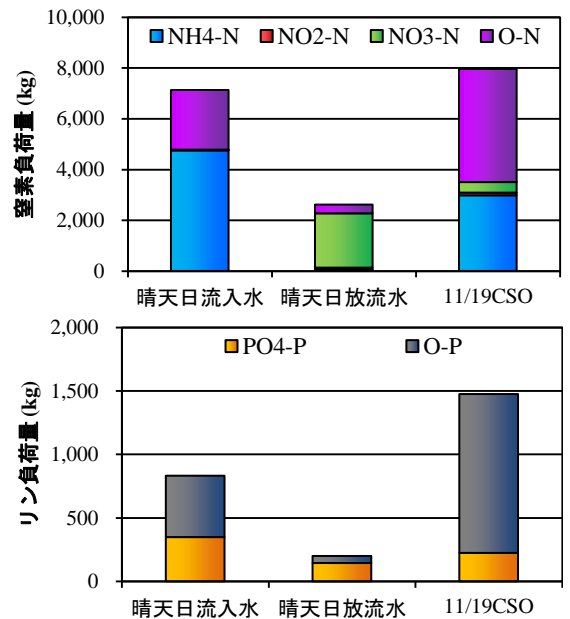


図 2 窒素、リン負荷量の比較

3. CSO 負荷量の算定結果

ここでは、詳細な水質分析を行った 11 月 19 日の CSO 負荷量の算定結果を示す（図 2）。図中の、晴天日流入水・放流水は鴻池 TP における 2008 年度の晴天日の流入水・放流水による平均負荷量をそれぞれ表し、CSO 負荷量は鴻池 TP と全 PS の合計値である。まず、総量を比較すると、CSO は晴天日放

流水に比べて、窒素で約3倍、リンで約7倍大きく、晴天日流入水の負荷量に匹敵する。また、窒素、リンの内訳をみると、CSOは晴天日流入水に比べてO-N、O-Pの有機態成分（ここでは全成分から溶存無機態成分を差し引くことで求めた成分）の割合が非常に大きくなっている。これは、管渠内堆積物や市街地堆積物が雨水で洗い流されたことが影響していると考えられる。このように、CSOが短時間に集中して、流域に多大な栄養塩負荷を供給していることが、本調査結果からも明らかとなった。

4. 電気伝導度と水質項目との関係性

下水への雨水流入の有無は、電気伝導度の変動で判別することができる。今回の観測結果から、電気伝導度と各水質項目（T-N、NH₄-N、PO₄-P、SiO₂-Si）は同様の時間変動特性を示すことが明らかとなった（図3）。そこで、鴻池TPと各PSの計7ヵ所について相関分析を行ったところ、5ヶ所で非常に高い相関が認められた（図4）。なお、鴻池TPと茨田PSでは電気伝導度が高い値で安定しており、明確な相関関係を見出すことができなかった。

一般に、採水によるCSO観測は多大な時間、労力、費用を要するため、実施回数は年間で数回程度であることが多い。

下水道法は総降雨量10～30mmの降雨に対して観測を行うこと

を求めているが、観測がいわゆる「空振り」に終わる場合も多く³⁾、より容易な観測手法の確立が求められる。現在、懸濁態成分を多く含むBOD等の推定に濁度計を用いる手法が多数提案されているが⁴⁾、栄養塩、特に溶存態成分に関しては、濁度による推定精度は低いと予想される。電気伝導度は栄養塩水質項目との間に強い相関関係を有しており、また容易に計測できることから、電気伝導度を用いる手法がCSO負荷量算定に有用であると考えられた。

5. まとめ

本研究では、寝屋川流域下水道を対象としてCSO栄養塩負荷の実態調査を行い、流域に流入する膨大な汚濁負荷の実態を定量的に把握した。また、電気伝導度と水質項目との間に高い相関があることを明らかにし、電気伝導度を用いたCSOモニタリング手法が有用である可能性を示した。今後、CSO観測データの蓄積と解析をさらに進め、モニタリング手法の確立を図るとともに、シミュレーションによる放流先河川や海域に及ぼすCSOの影響解析を実施する予定である。

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、大阪府東部流域下水道事務所には多大なご協力・ご助言をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

【参考文献】

- 1) 和田安彦 他：下水道施設のリアルタイムコントロールによる合流式下水道改善に関する研究，土木学会論文集G，第62巻，2006。
- 2) 草場大作 他：合流式下水道越流水の長期観測と流出解析による汚濁負荷の定量的評価，水環境学会誌，第33巻，2010。
- 3) 森田弘昭 他：雨天時流出水モニタリングに関する調査研究，下水道研究発表会講演集，第46巻，2009。
- 4) 渡邊正人 他：CSO汚濁負荷計測システムの開発，下水道研究発表会講演集，第45巻，2008。

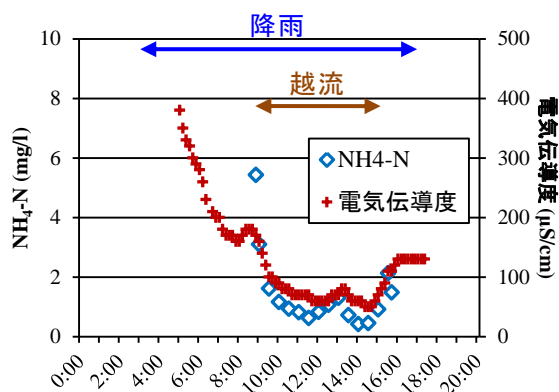


図3 11月19日の降雨における菊水PSでのNH₄-Nと電気伝導度の時系列変動

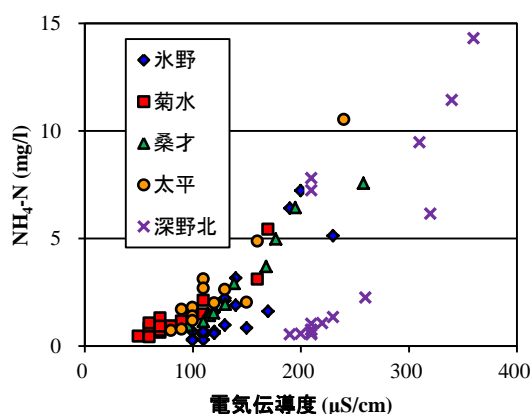


図4 電気伝導度とNH₄-Nの相関図