

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

### 1. はじめに

雨天時に発生する合流式下水道越流水 (Combined Sewer Overflow; CSO) は、古くから下水道が整備された都市域において主要な汚濁負荷発生源となっている。これまで、下水道事業者らによる CSO 調査や分布型モデルを用いた汚濁負荷の流出解析等によって CSO 負荷の流出特性や負荷量の定量的評価がなされてきた<sup>1)</sup>。しかし、CSO が排水先水域の水質に及ぼす影響に関する研究例は少なく、特に感潮河川における CSO の挙動は未解明な点が多い。そこで本研究では、感潮河川において雨天時に現地調査を実施することで CSO が河川水質に及ぼす影響を把握し、排水後の CSO の挙動を明らかにする。

### 2. 調査概要

合流式下水道で整備された寝屋川流域下水道鴻池処理区の桑才ポンプ場、およびその放流先の感潮河川である古川を調査対象とした。桑才ポンプ場および調査地点の位置を図 1 に示す。現地調査は雨天時 (2012 年 11 月 11 日, 12 日) に実施した。降雨開始から自動採水器と人力によって St. 1~3 にておおよそ 1 時間間隔で採水を行い、同時に流速・水温・電気伝導度をメモリー式測器によって連続計測した。また、桑才ポンプ場においては、大阪府により越流水の採水及び流量計測が実施された。採水した試料水は実験室に持ち帰り、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。調査期間中、桑才ポンプ場では 11 日の 16:10~20:00 に CSO が発生しており、総排水量は 45,900m<sup>3</sup>であった。さらに、2013 年 1 月には、St. 1~4 にて底泥を採取し、実験室で強熱減量を測定した。

### 3. 調査結果

#### (1) CSO の影響による水質変化

図 2 に各調査地点における NH<sub>4</sub>-N, NO<sub>3</sub>-N の経時変化を示す。水質の経時変化を見ると、St.1 では 22:00~3:00 頃、St.2 では 18:00~21:00 頃、St.3 では 17:30 頃と 3 地点すべてにおいて、CSO の影響による水質の急激な変化が認められる。NH<sub>4</sub>-N では平水時の河川水質より CSO 水質の方が大きいため急激な増加が見られた一方、NO<sub>3</sub>-N では CSO 中にほとんど含まれないため、希釈効果により急激な減少が見られた。NO<sub>2</sub>-N, DON, P-N, PO<sub>4</sub>-P, DOP, P-P, DOC, POC は NH<sub>4</sub>-N と同じ傾向が、SiO<sub>2</sub>-Si は NO<sub>3</sub>-N と同様の傾向が見られた。また、St.1 と St.2 を比較すると、流下に伴う移流拡散効果によって、濃度が平水時より増加・減少する時間帯は下流ほど長くなるとともに、濃度変化も小さくなっているのが見て取れる。

平水時の古川の NH<sub>4</sub>-N 濃度は 1.0mg/L 以下であり、CSO による負荷が大きいため、河川での濃度変化が明瞭に現れる。この NH<sub>4</sub>-N を指標として CSO の挙動を解析すると、古川に滞留する時間は約 12 時間と算出された。排水時の潮時によって CSO の河道部での挙動が変化すると考えられ、滞留時間に応じて CSO が河川水質へ及ぼす影響も変化すると推察される。

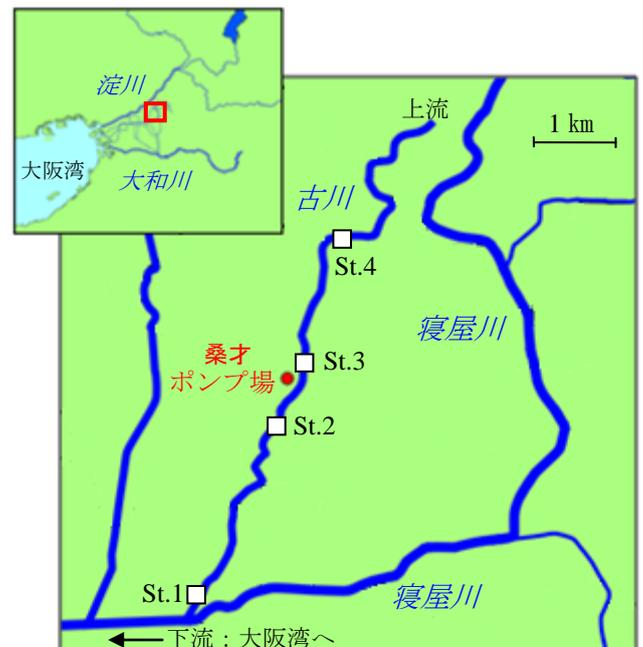


図 1 調査地点と桑才ポンプ場の位置

(2) CSO 水塊の河川における挙動

図 2 より、桑才ポンプ場上流 100m に位置する St.3 で CSO の影響が捉えられたことから、少なくとも 100m は CSO 水塊が潮汐の影響により河川を逆流したことが分かる。調査期間中における CSO の排水は、古川の潮位が上げ潮～満潮～下げ潮にかけて発生していた。CSO 排水直前の St.4 における流量(30 分平均)が上流方向に約 0.58m<sup>3</sup>/s であったのに対し、CSO 排水開始直後の排水量(30 分平均)が約 3.5 m<sup>3</sup>/s であったことから、CSO の排水によって河川流量を大きく上回る水量が負荷された場合でも潮汐流が卓越した流動を示すことが分かった。今回の調査では、古川の潮位がほぼ満潮に近い潮時に CSO が発生しており、逆流する期間は短かったが、上げ潮時に排水された場合は逆流する時間が長くなり CSO がより上流まで到達することが予想される。これは潮位によっては排水口から下流はもとより、その上流域まで広く CSO の影響が及ぶことを示唆している。

4. 栄養塩断面輸送量の算定

St.3 と St.4 における CSO 排水期間を含む 1 潮汐間(11 日 15:30～12 日 4:00 の 12.5 時間)の栄養塩断面輸送量の算定結果を図 3 に示す。ここには、桑才ポンプ場からの CSO 負荷もあわせて示している。まず、CSO 負荷について見ると全成分に占める懸濁態の割合が窒素で約 30%，リンで約 70%を示し、リンに関しては大きな割合を占めている。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、今調査で発生した CSO 負荷に限らず、鴻池処理区で行った CSO 調査に共通して懸濁態の CSO 負荷に占める割合が高くなる傾向が見られた<sup>2)</sup>。

St.3 における断面輸送量と CSO 負荷量の合計と、St.2 における断面輸送量を比較し、桑才ポンプ場から 700m 流下して St.2 に至るまでの CSO 負荷の挙動を検討した。図 3 に示すように、両者の輸送量を比較すると、窒素、リンともに溶存態はほとんど変化せず、懸濁態は 50%以上減少した。炭素においても、概ね溶存態は保存、懸濁態は大きく減少する傾向にあり、CSO 負荷のうち懸濁態成分はポンプ場周辺に沈降・堆積したものと考えられる。底泥の強熱減量を比較すると、St.2・St.3 ではそれぞれ 12.2%，18.7%と大きな値を示したのに対し、St.1・St.4 ではそれぞれ 1.5%，2.7%となり、この結果からもポンプ場周辺に CSO 起源の有機物が多く堆積しているものと考えられた。

【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助力を賜りました。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】1) 尾崎平 他(2010)：雨天時負荷流出特性と市街地流域対策に関する研究,水工学論文集 第 54 卷

2) 西田修三 他(2012)：大阪湾流域における栄養塩負荷の変遷と現況調査,土木学会論文集 G (環境) 第 68 卷

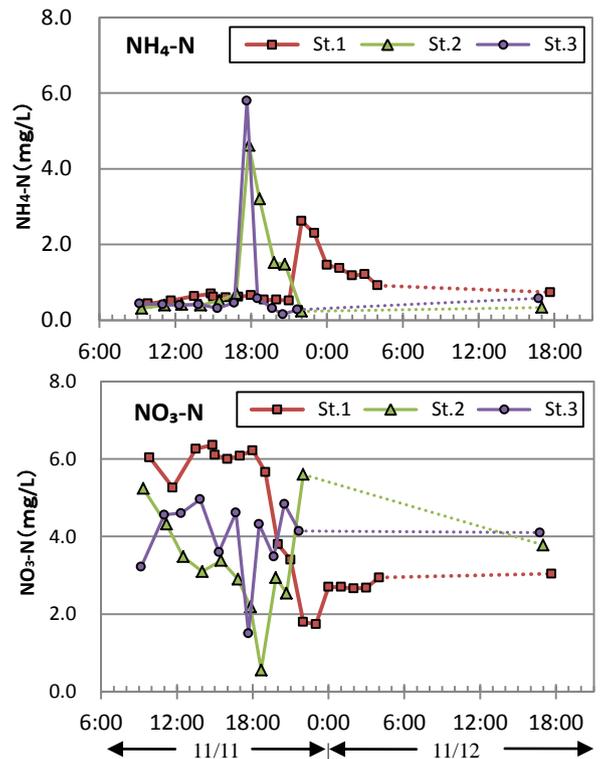


図 2 NH<sub>4</sub>-N と NO<sub>3</sub>-N の経時変化

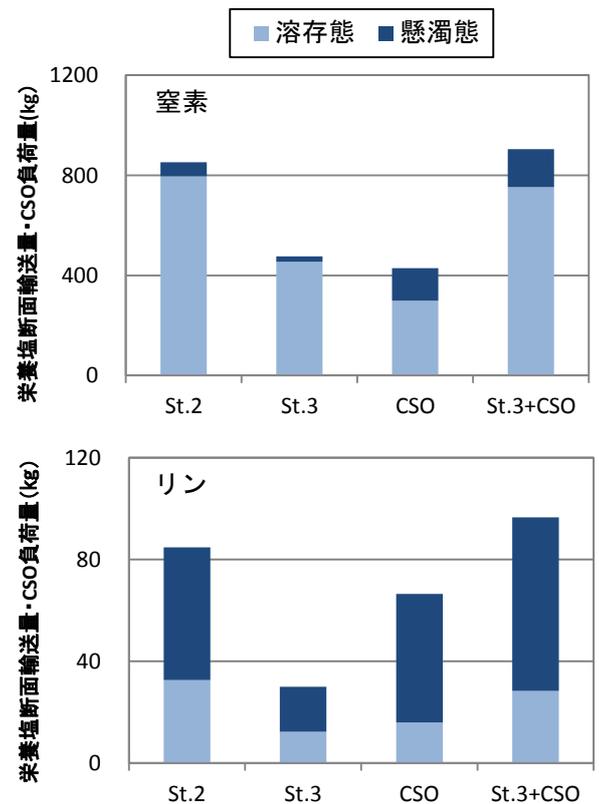


図 3 栄養塩断面輸送量と CSO 負荷量