

下水中の直鎖アルキルベンゼンスルホン酸 及びその塩の濃度調査について

横浜市 ○手塚 寛也
酒井 真美

1. 緒言

直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩（以下、LAS）は界面活性剤の一種であり、その用途は家庭における洗濯用洗剤が約 8 割、業務用の各種洗浄用洗剤が約 2 割を占めている¹⁾。LAS には様々な同族体及び異性体が存在し、そのうちアルキル基の炭素数が 10 (C₁₀) から 14 (C₁₄) までのものは、平成 25 年 3 月に、水生生物の保全に係る水質環境基準の項目に追加された。

LAS が活性汚泥により良好に吸着及び分解されることは、既往の研究^{2)、3)}でも明らかとされているが、今後水質汚濁防止法上の排水基準が設定される可能性を考慮し、下水道終末処理場（以下、水再生センター）における LAS の流入及び放流の実態を把握することは重要であると考えられる。

そこで、横浜市内全 11 か所の水再生センターにおいて LAS 濃度の概況調査、及びそのうち 1 か所の水再生センターにおいて LAS 濃度の時間変動調査を実施したので報告する。

2. 調査内容

概況調査は、平成 27 年 9 月（夏季）及び平成 28 年 1 月（冬季）に、全 11 水再生センターにおける流入水、最初沈澱池流出水及び最終沈澱池流出水を対象として実施した。試料は 24 時間混合試料とし、各水再生センター 3 検体を各季に測定した。

時間変動調査は、平成 27 年 2 月に、金沢水再生センターにおける流入水及び最終沈澱池流出水を対象として実施した。試料は 3 時間混合試料とし、9 - 12 時、12 - 15 時の要領で、翌日 9 - 12 時までの各処理段階 9 検体を測定した。

分析方法は、いずれも昭和 46 年環境庁告示第 59 号の付表 12 に掲げられた固相抽出-LC/MS/MS 法を用いた。以下、本稿では、環境基準の定められた C₁₀-LAS から C₁₄-LAS までの同族体について論じる。

3. 結果

(1) 概況調査

各水再生センターにおける各季の流入水の LAS 濃度を図 1 に示した。各水再生センター名のあとの記号は、排除方式（○…合流、△…分流、□…合流及び分流）を表す。全ての水再生センターにおいて夏季より冬季の方が 1.4 - 2.6 倍高濃度であった。排除方式による流入濃度の差異は認められなかった。

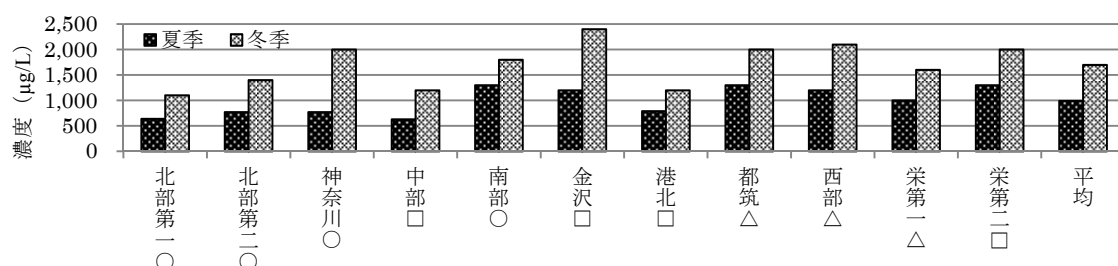


図 1 流入水の LAS 濃度

各水再生センターにおける各季の最初沈澱池流出水の LAS 濃度を図 2 に示した。夏季は 570 - 1,200 $\mu\text{g/L}$ 、冬季は 830 - 1,800 $\mu\text{g/L}$ 検出された。最初沈澱池における除去率は、夏季で平均 19%、冬季で平均 21%であった。多くの水再生センターにおいて夏季より冬季の方が高濃度であったが、北部第二及び金沢ではほぼ同程度であった。

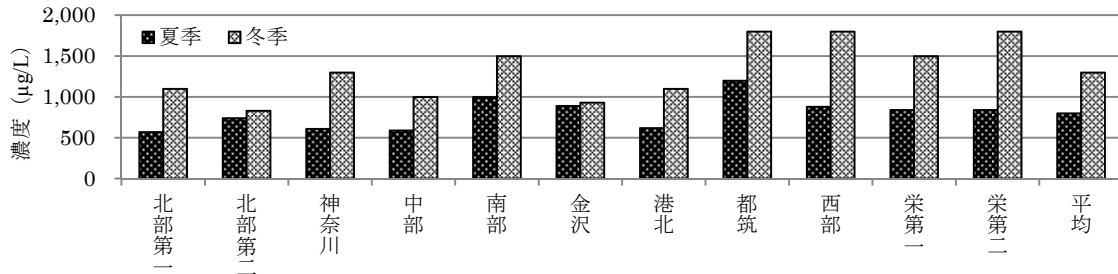


図 2 最初沈澱池流出水の LAS 濃度

各水再生センターにおける各季の最終沈澱池流出水の LAS 濃度を図 3 に示した。夏季は 0.3 - 1.0 $\mu\text{g/L}$ 、冬季は 0.1 - 0.8 $\mu\text{g/L}$ 検出された。下水処理過程全体における除去率は、全ての水再生センターにおいて各季とも 99%以上であった。放流先の環境基準は、西部、栄第一及び栄第二以外が 10 $\mu\text{g/L}$ (東京湾) であり、西部、栄第一及び栄第二が 50 $\mu\text{g/L}$ (相模湾) である。いずれの水再生センターも環境基準を満たしており、良好に処理の進行したことが示された。

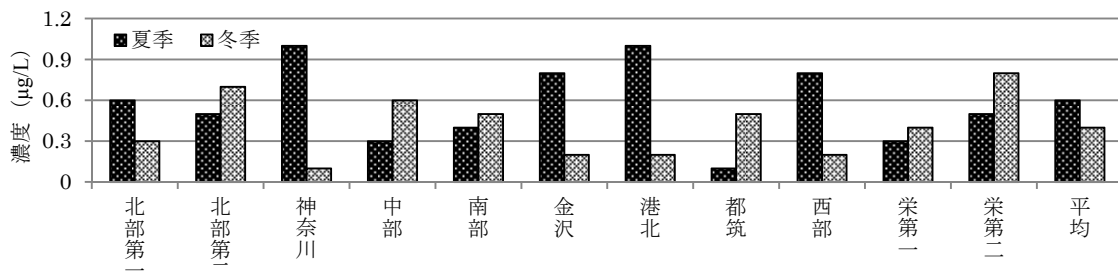


図 3 最終沈澱池流出水の LAS 濃度

流入水、最初沈澱池流出水及び最終沈澱池流出水の同族体別夏冬平均重量濃度比を図 4 に示した。C₁₄ は、いずれも定量下限値未満であったため省略した。流入水及び最初沈澱池流出水では、概ね C₁₀:C₁₁:C₁₂:C₁₃:C₁₄=1:4:3:2:0 であった。また、流入水中の LAS の平均鎖数は、夏季及び冬季とも 11.5 と算出された。これらの値は、市販されている LAS 製品とほぼ同等とみなすことができた¹⁾。

各同族体の濃度比は、流入水及び最初沈澱池流出水において全水再生センターとも同様であった一方、最終沈澱池流出水においては特に C₁₀ 及び C₁₃ で水再生センターごとに差異が見られた。

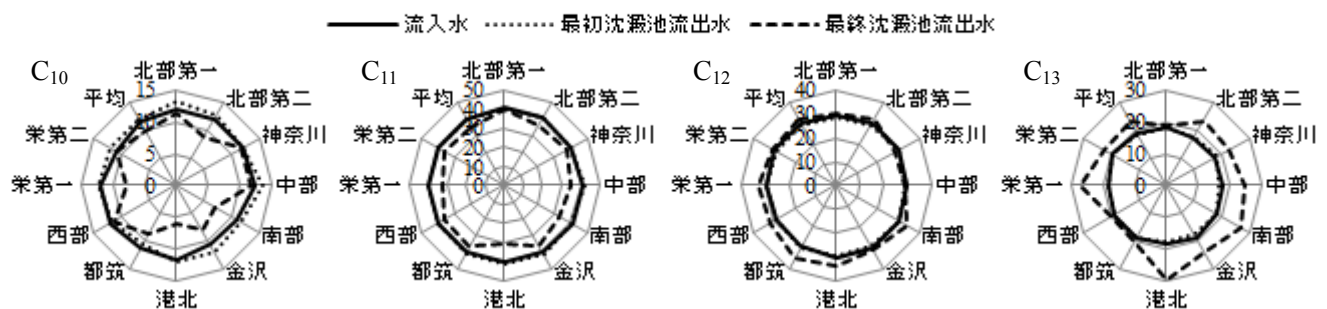


図 4 同族体別の重量濃度比

(2) 時間変動調査

各時間帯における流入水及び最終沈澱池流出水の LAS 濃度を図 5 に示した。9 - 12 時に 2,100 $\mu\text{g/L}$ 、翌日 9 - 12 時に 3,200 $\mu\text{g/L}$ の大きな流入ピークがあったほか、21 - 24 時にも 1,100 $\mu\text{g/L}$ のピークが見られた。日中にピークの見られないことから、流入した LAS が主に生活排水に由来するものであると推測された。いずれの時間帯も除去率は 99% 以上であり、放流先となる東京湾の環境基準 (10 $\mu\text{g/L}$) を満たした。流入変動については、既往の研究においても種々の報告^{4)、5)} がされており、今後他の水再生センターに関しても検討すべき課題といえる。

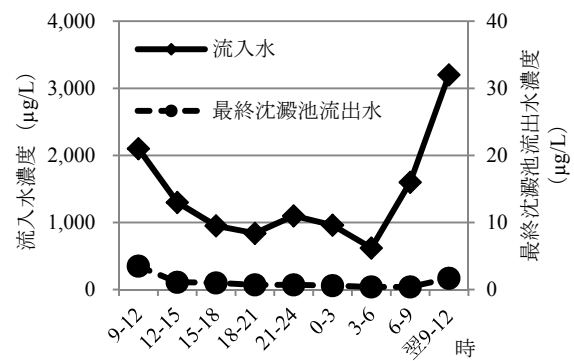


図 5 流入水及び最終沈澱池流出水の LAS 濃度の経時変化

4. まとめ

概況調査により、水再生センター間で最大 2 倍程度の流入濃度差のあることが明らかとなった。水再生センターに流入した LAS は、最初沈澱池においていずれの同族体も同様に汚泥へ吸着され、平均 20% 除去された。最終沈澱池流出水においては水再生センターによって同族体比が異なったため、活性汚泥による吸着及び分解は、活性汚泥の状態等による影響を受けることが示唆された。全水再生センターにおいて 99% 以上の LAS が除去され、放流先の環境基準を満たしていることが明らかとなった。

時間変動調査により、金沢水再生センターへ流入する LAS が生活排水由来であることが示唆された。また、流入濃度変動によらず除去率は 99% 以上と良好に処理が進行した。

今後は、排水基準の設定を視野に入れ監視を継続するとともに、水再生センターにおける処理過程の解明及び他の水再生センターにおける時間変動について調査を進めることで、さらなる実態の把握に努めていきたい。

5. 参考文献

- 1) 環境省 (2008) 『化学物質の環境リスク評価』 6、1-II-(III)-[1]直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩 (<http://www.env.go.jp/chemi/report/h19-03/pe/03-01.pdf>)
- 2) 吉村孝一、中栄篤男 (1982) 「活性汚泥による直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム (LAS) の生分解性に関する研究 (II) —LAS の吸着と生分解—」、『水質汚濁研究』 5 (2)、pp.63 - 72
- 3) 小森行也、岡本誠一郎 (2013) 「下水処理における直鎖アルキルベンゼンスルホン酸 (LAS) の除去特性」、『第 50 回下水道研究発表会講演集』、pp.346 - 348
- 4) 辻幸志、藤田昌史、金元載、真名垣聡、中島典之、古米弘明 (2007) 「晴天日に住宅地域から排出された生活廃水中の LAS の動態」、『水環境学会誌』 30 (10)、pp.579 - 583
- 5) 檜原慎久、森谷典子 (2015) 「水再生センターにおける直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩の実態調査」、『第 52 回下水道研究発表会講演集』、pp.263 - 265

問合せ先

神奈川県横浜市中区本牧十二天 1-1 横浜市環境創造局下水道施設部下水道水質課 手塚 寛也
電話 : 045-621-4343 電子メール : ks-suishitsu@city.yokohama.jp