

DHS と活性汚泥法を用いた LAS 含有下水処理の長期連続性能

木更津工業高等専門学校 学生会員 ○水無 咲妃, 笹生 慶希, 田村 駿
正会員 大久保 努, 上村 繁樹

1. 目的

直鎖アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム (LAS) は、洗浄力に優れ、気泡性と適度な泡安定性を有し、安価で入手できるため、身近な衣料用洗浄剤や、台所用洗浄剤に大量に使用されている陰イオン系界面活性剤の一つである。LAS は分岐型アルキルベンゼンスルホン酸ナトリウム (ABS) と比較して生分解性が良いため1960年代頃より急速に普及した。しかし、LAS と有機物などを含む複合廃水を生物処理した際、易分解性の有機物質が優先して処理されるため、生分解性が良いといわれている LAS でも残留しやすいという報告がある。また、LAS が残存した処理水を水域に排出すると、微生物による分解では十日程度～数十日程度必要とされており、環境への影響が懸念される。また、インドの下水処理場で LAS を測定したところ、日本の流入下水中の LAS は 1mg/L 程度であるのに対し、約 8mg/L と高濃度で流入していることが報告されている。

そこで本研究では、高濃度 LAS 含有排水が下水処理性能に与える影響を明らかにするため、下降流懸垂スポンジ (Down-flow Hanging Sponge, DHS) 法と標準活性汚泥 (Activated Sludge Process, ASP) 法の 2 つの処理装置を設置し、LAS 分解性能を長期連続実験より比較検討した。

2. 実験方法

2. 1 DHS リアクター

DHS は微生物保持にスポンジ担体を利用した好気性処理方法の一つである。使用した担体は直径 36mm, 全長 40mm とし、この担体を 7 個連結 (スポンジ総容積 253.4cm³) したものを DHS リアクターとして設置した (図 1)。実験室温度 25°C, スポンジ容積基準の HRT 2 時間, 流量 2.11mL/min とした。運転当初は袖ヶ浦終末処理場の初沈下水のみを流入 (Phase1) させ、約 30 日運転した後、下水に LAS を添加し、段階的に流入 LAS 濃度を 10 (Phase2), 20 (Phase3), 30 (Phase4), 40 (Phase5) mgLAS/L に上昇させた。

キーワード LAS, 下水処理, DHS, ASP

2. 2 ASP システム

実験に使用した活性汚泥槽を図 2 に示す。汚泥槽の有効液容積は 2L とし、実験室内 25°C, HRT 8 時間, 流量 3.12mL/min とした。運転当初は袖ヶ浦終末処理場の初沈下水のみを流入 (Phase1) させ、約 20 日運転した後、下水に LAS を添加し、段階的に 5 (Phase2), 10 (Phase3), 20 (Phase4) mgLAS/L に上昇させた。活性汚泥の MLSS は 1,600mg/L 程度, MLVSS は 1,400mg/L 程度に維持した。

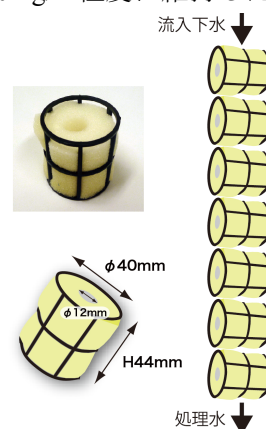


図 1 DHS 担体とリアクターの概略図

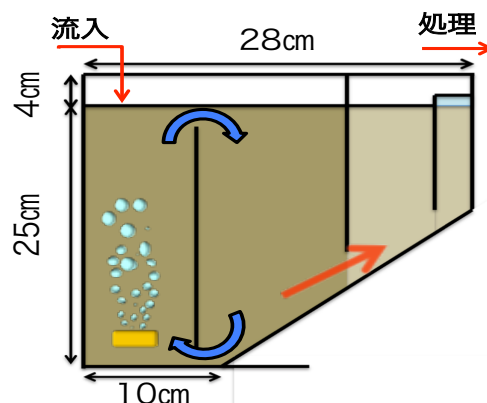


図 2 活性汚泥槽の概略図

2. 3 水質測定項目

週 1 回の頻度で、流入下水と処理水の LAS, COD_{Cr}, TN, TP をそれぞれ HACH 法に準じて測定した。BOD は DO メーター (OE-470AA) を用いて測定した。

3. 評価結果及び考察

DHS と ASP における流入下水および処理水の LAS 濃度の経日変化を図 3 と図 4 に示す．また，表 1，表 2 に各 Phase の平均除去率を示す．DHS 運転における流入 LAS は，Phase1 で $0.05 \pm 0.07 \text{mg/L}$ ，Phase2 で $1.8 \pm 0.8 \text{mg/L}$ ，Phase3 で $2.9 \pm 1.6 \text{mg/L}$ ，Phase4 で $4.4 \pm 2.3 \text{mg/L}$ ，Phase5 で $7.6 \pm 3.7 \text{mg/L}$ であった．また，ASP 運転期間における流入 LAS は，Phase1 で $1.3 \pm 0.5 \text{mg/L}$ ，Phase2 で $0.9 \pm 0.5 \text{mg/L}$ ，Phase3 で $1.0 \pm 0.5 \text{mg/L}$ ，Phase4 で $2.2 \pm 1.8 \text{mg/L}$ であった．Phase1 では LAS を添加していないが，下水そのものに含まれる LAS が低濃度で検出された．ASP の LAS 除去率は Phase1 で $46.3 \pm 27.4\%$ と低い値になったが，そもそも流入 LAS 濃度が低いため，生物処理による LAS 分解が限界に達したためと考えられた．一方 DHS では Phase1 においても 90% 以上の除去率を示しており，流入 LAS 濃度が低濃度であっても，効率良く除去が達成された．その後，DHS では LAS 除去率 80% 程度で安定した除去が確認されたが，Phase5（流入 40mg/LAS/L ）では 72% 程度に低下した．ASP では Phase4 までで大きな除去率低下は確認されなかった．

Phase3 での TN 除去率は ASP で $57.1 \pm 29.0\%$ と高い値が確認された．これは，50～70 日目で，曝気槽

内の MLVSS が一時的に $2,500 \text{mg/L}$ 程度に上昇したため，曝気槽内の一部が低酸素状態になり脱窒が進行したと示唆された．DHS においては，保持汚泥濃度の上昇により，運転後期にかけて TN 除去率は上昇した．

4. まとめ

各下水処理装置の最終 Phase での LAS 除去率は，DHS で 72.2%（流入 40mg/LAS/L ），ASP で 86.2%（流入 20mg/LAS/L ）と高い除去性能を示した．また，同じ LAS 濃度（ 20mg/LAS/L ）で DHS（Phase3）と ASP（Phase4）を比較すると，DHS は HRT 2 時間にも関わらず，ASP（HRT 8 時間）とほぼ同等の LAS 除去率 80% 以上を示し，その他の水質項目も除去率の低下は確認されなかった．

謝辞：本研究の一部は，科学研究費補助金による助成を頂きました．ここに記して謝辞とします．

参考文献

- 1) 坂口ら，衛生化学，Vol. 21，pp. 194-198，1975.
- 2) 伊藤ら，日本油化学会報告書，Vol. 21，1988.
- 3) 菊地幹夫，日本水産学会誌，Vol. 51，pp. 1859-1864，1985.
- 4) 野本ら，水環境学会誌，Vol. 40，pp. 11-19，2017.

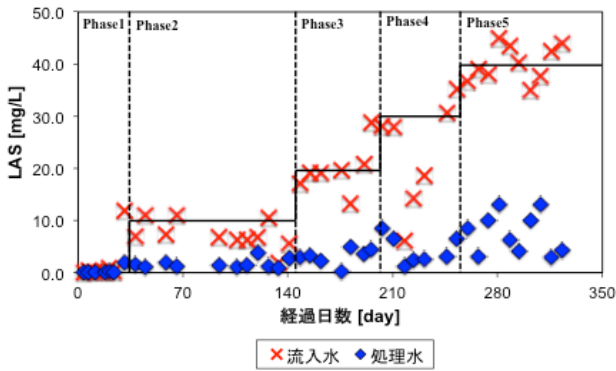


図 3 DHS 運転期間における LAS 濃度

表 1 DHS リアクターの各水質除去率

	Phase1	Phase2	Phase3	Phase4	Phase5
LAS (%)	90.5 (5.8)	78.8 (14.3)	82.8 (11.8)	81.3 (5.8)	72.2 (18.3)
全 BOD (%)	88.1 (4.0)	80.8 (11.1)	86.7 (5.5)	90.7 (5.9)	82.2 (10.9)
全 COD (%)	77.1 (3.4)	63.4 (8.1)	73.5 (2.2)	70.9 (5.8)	79.5 (8.4)
全窒素 (%)	25.6 (10.3)	26.5 (22.1)	39.1 (27.1)	45.8 (14.6)	59.8 (19.1)
全リン (%)	26.4 (4.6)	25.3 (21.7)	28.2 (17.3)	36.0 (25.6)	14.7 (6.1)

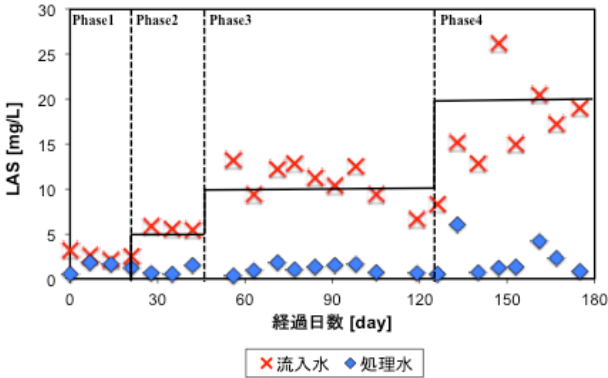


図 4 ASP 運転期間における LAS 濃度

表 2 ASP システムの各水質除去率

	Phase1	Phase2	Phase3	Phase4
LAS (%)	46.3 (27.4)	83.8 (8.4)	90.3 (3.8)	86.2 (11.7)
全 BOD (%)	82.3 (16.9)	67.3 (11.4)	85.4 (8.5)	91.4 (4.7)
全 COD (%)	89.3 (2.7)	86.7 (1.8)	89.8 (5.6)	90.4 (6.1)
全窒素 (%)	40.5 (8.3)	49.3 (9.7)	57.1 (29.0)	29.7 (7.8)
全リン (%)	22.0 (17.6)	43.0 (4.9)	19.6 (8.9)	27.9 (15.8)

() : 標準偏差