

調査・研究報告書

第17号

終末処理場におけるエネルギー効率 改善運転の検証

令和4年3月

公益財団法人 千葉県下水道公社



終末処理場におけるエネルギー効率 改善運転の検証

1. はじめに

これまでの発表では、下水中の有機物分解が滞留時間内に完了しておらず、吸着後約8～12日程度かけ徐々に行うこと、活性汚泥への酸素供給は、BODの吸着・酸化分解及び汚泥の水中での燃焼に寄与すること、エアレーション時間が長期間であるほど、汚泥減量は大きいこと、OURの挙動は流入下水及びSRTに起因する可能性があることの4点について報告した。

本発表では既存の標準活性汚泥法設備を用いた終末処理場において、安定した管理の上でSRTを調整することによる余剰汚泥発生量、送風量への影響を調査し、得られた知見を以下で報告する。

2. 実験方法

2.1 運転条件の設定

実証実験は、当社で維持管理受託している終末処理場内の1/4系列単位での管理が可能な系列で実施した。なお実施に際し、使用した系列による誤差を減らすため使用した2池（A池・B池）で実験区・対照区を入れ替えた検証も行った。実験は、目標SRTを実験区：5日及び15日、対照区：10日となるように調整を行い、その状態を1週間保持した後に採水し、OUR測定及びその他分析を実施した。各池のSRT調整及び管理は汚泥引き抜き量の調節により行った。本実験のスケジュールを表-1に示す。

	令和3年7月	令和3年8月	令和3年9月	令和3年10月	令和3年11月	令和3年12月
目標SRT5日 (A池)		SRT調整 採水	OUR測定			
目標SRT15日 (A池)			SRT調整 採水	OUR測定		
目標SRT5日 (B池)				SRT調整 採水	OUR測定	
目標SRT15日 (B池)					SRT調整 採水	OUR測定
目標SRT10日 (A池)				SRT調整 採水	OUR測定	採水
目標SRT10日 (B池)	SRT調整 採水	OUR測定	SRT保持 採水	OUR測定		OUR測定

表-1 実証実験スケジュール

2.2 OUR測定実験

2.1に述べたSRT調整を行った池から同日同時刻に反応槽末端部より採取した活性汚泥混合液を実験に供した。OUR測定装置を図-1に示す。また測定は以下に示す手順で行った。

①採取した試料をOUR装置の曝気槽内に入れ、約20℃に保持し、エアレーション強度は槽内のDO値がほぼ飽和状態に保てる程度とした。②ローラーポンプ(P)を用い曝気槽内試料を密閉されたリアクター内に導いた。ローラーポンプはタイマー制御により50分を1周期として運転し、17分間稼働33分間停止を

繰り返した。ポンプ稼働時間は、リアクター内の試料を完全に入れ替えるためにその容積の3倍量以上が容器内を通液することが可能な流量として設定した。③リアクター内でDOセンサーによりDOを連続計測し、ポンプ停止の間におけるDO減少速度の計測を行った。④計測したデータを抽出し、ポンプ停止期間中のDO減少速度からOURの算出を行った。なお計測は、活性汚泥内に蓄積された有機物除去の挙動や内生呼吸状態における試料ごとの特性を判別するために十分な期間(21日間)を設けた。

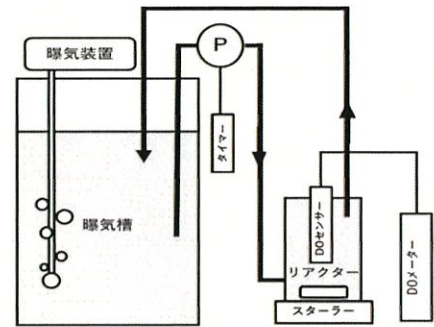


図-1 OUR測定装置

2.3 送風電力量の概算

各池の送風電力量は、設定の目標SRTに到達した7日前から当日を含む処理場全体の送風量と該当池送風量の比から処理場全体の送風機による総電力量を基に算出した。各池の送風量は各々に設置の風量計より確認した。なお送風に要した電力消費量は処理場全体で一括管理しているため、各系列の池ごとに把握することは困難である。そのため本調査では処理場内の全ての送風機に係る酸素供給効率が等しいと仮定し、各池の送風量に単位風量あたりの消費電力量を乗じることで電力消費量とし、概算を行った。

2.4 余剰汚泥発生量の調査

本実験のSRT調整による余剰汚泥量の変化は、以下の式-1によって算出した。

$$\text{余剰汚泥発生量}[\text{ton/day}] = \text{余剰汚泥濃度}[\text{mg/L}] \times \text{余剰汚泥引抜量}[\text{m}^3/\text{day}] / 1,000,000 \quad (\text{式-1})$$

3. 実験結果・考察

3.1 OUR測定結果・考察

活性汚泥のOUR試験の結果を図-2~5に示す。第1回、第2回、第4回では10日経過程度までにおいて、SRTを長く設定した試料の方が高いOUR値を示した。これは活性汚泥に吸着された下水中有機物の酸素要求量が各々のSRTの日数までがOURに反映されるため、それ以後の酸素要求量分だけOURが低くなったと推測出来る。つまり、このOURの差分だけ活性汚泥が消費する酸素を削減することができると考えられる。なお第3回については採水日前日からの降雨があったことから、外的要因による影響で他と異なる結果となったのではないかと推定される。

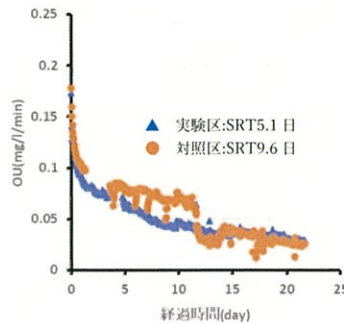


図-2 第1回実証実験 OUR

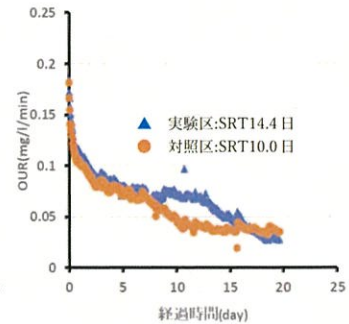


図-3 第2回実証実験 OUR

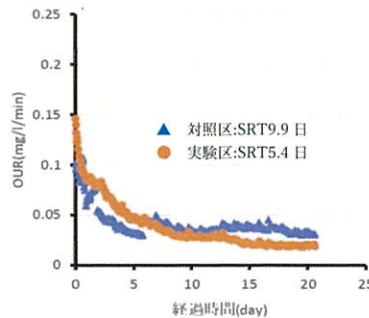


図-4 第3回実証実験 OUR

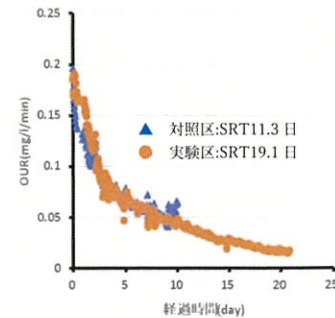


図-5 第4回実証実験 OUR

3.2 実証実験期間中における送風電力量変化率に関する考察

該当期間における目標SRTの変更に伴う送風電力量変化率を表-2に示す。ここではSRTを調整することによる水処理への影響はないものとして考察を行った。表-2に示した通り、目標SRTを短く設定した方が送風電力量を削減できていることがわかる。なお第4回についてはSRTを長く設定したことで最終沈殿池の界面上昇が生じ、汚泥越流を防止するため不安定なSRT管理となってしまったと推測されるため、以降の考察から除外した。

実証実験期間	目標SRT[day]		電力量[kWh]		増減量[kWh] (SRT10日基準)	増減率 (SRT10日基準)
	7A	7B	7A	7B		
第1回	5	10	40,405	44,206	-3,801	-8.6%
第2回	15	10	59,556	52,488	+7,068	+13.5%
第3回	10	5	47,779	45,252	-2,527	-5.3%

表-2 送風電力量変化率

3.3 SRT調整による余剰汚泥量の変化に関する結果・考察

これまでの実証実験におけるSRTと余剰汚泥量の関係を図-6に示す。SRTと余剰汚泥発生量には非常に高い正の相関関係にあることがわかる。また図中回帰直線から、SRTの値を5日間短縮した場合、発生する余剰汚泥量は1日当たり0.36トン増加することが分かる。

また実証実験期間における目標SRTの差による余剰汚泥発生量変化率を表-3に示す。ここでも3.2で示したのと同様に、短く設定したSRTにより発生する余剰汚泥量は増加することがわかる。なお期間毎で増減率が異なっているのは、実験期間での異なった運転管理及び異なる池での比較により生じたものであると考えられる。

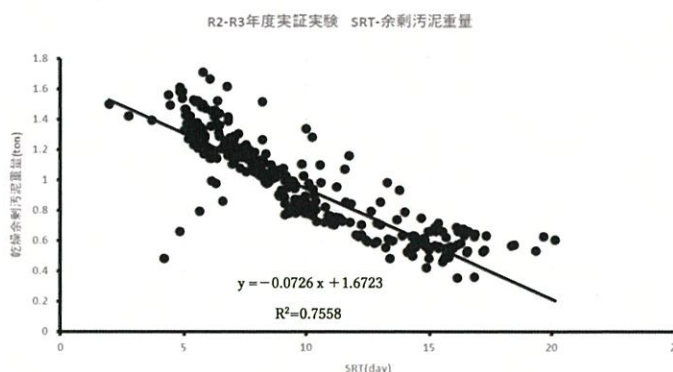


図-6 実証実験におけるSRTと余剰汚泥量の関係

実証実験期間	目標SRT[day]		乾燥余剰汚泥量[ton]		増減量[ton] (SRT10日基準)	増減率 (SRT10日基準)
	7A	7B	7A	7B		
第1回	5	10	28.6	20.3	+8.3	+40.9%
第2回	15	10	19.1	26.7	-7.6	-28.5%
第3回	10	5	25.5	30.7	+5.2	+20.4%

表-3 余剰汚泥発生量変化率

4. まとめ

本調査によりSRTを短縮することで、送風電力量の削減に加え、余剰汚泥発生量の増加につながることを確認した。SRTを5日程度短縮することで、送風電力量は5~10%程度削減することができるが、余剰汚泥発生量は1日当たり約0.36トン増加することが分かった。よって今後は電力費用及び発生した余剰汚泥処分に伴う費用に関する考察を行い、処理場にとって最も費用を抑えることのできる運転条件について調査を続けていくことが必要である。また実験期間で異なる結果が得られた点も考慮し、季節変動に応じた最適なSRT設定条件を検討する必要がある。さらに処理場の運営状況に応じて、下水中の有機物の除去を行う場所を選択できるよう汎用性を持たせることが今後の課題である。

問い合わせ先

公益財団法人千葉県下水道公社 施設管理部 江戸川第一処理場

千葉県市川市本行徳地先 TEL: 047-321-6710 E-mail: edogawa1@chiba-gesui.or.jp