

「水処理施設における2軸管理の評価及び処理方式の検討について」

調査研究報告書（令和2年度）

公益財団法人山梨県下水道公社

峡東浄化センター

1 目的

本研究では、平成30年に国交省より示された「水質とエネルギーの最適管理のためのガイドライン～下水道処理場における二軸管理～」の手法を基に当センターにおける水処理運転の推移について「水質」と「エネルギー」を総合的に判断して評価を行い、現状において最適な運転の調査を行う。

2 4センターにおける水処理施設の運用について

表1に4センター（（公財）山梨県下水道公社が山梨県より管理を委託されている富士北麓浄化センター（以下富士北麓）、峡東浄化センター（以下峡東）、釜無川浄化センター（以下釜無川）、桂川清流センター（以下桂川））における令和元年度の水処理設備運用の比較を示す。富士北麓、桂川については窒素及び磷の規制がある相模川流域への放流であるため、硝化促進運転を行っている。釜無川については窒素及び磷の規制がない富士川流域への放流であること、送風機の能力が硝化には不十分であることから硝化抑制運転を行っている。

表2に近年における峡東浄化センターの処理方式の推移を示す。峡東については、窒素及び磷の規制がない富士川流域への放流であるが、送風機の能力があつて硝化を行えたことから、平成29年度途中まで年間を通じて硝化促進運転を行っていた。しかし、近年になり冬季にグラニュール化が発生して反応タンクで特定の微生物（ワムシ類）の占有により放流水のSS、BODが悪化したため、この対策として硝化抑制運転により特定微生物の占有の抑制を冬季に行うようになった。

表1 4センターにおける水処理設備運用の比較

項目	富士北麓	峡東	釜無川	桂川
流入水量 (m ³ /日)	22,965	29,921	48,800	6,647
沈砂池使用池数	1池 (2池)	1池 (2池)	1池 (2池)	0.5池 (1池)
最初沈殿池使用池数	0.5池 (2.5池)	2～3池 (6池)	1.75池 (4池)	0.5池 (1池)
反応タンク使用池数	3池 (5池)	5池 (6池)	6池 (8池)	1池 (1池)
最終沈殿池使用池数	2.5池 (2.5池)	6池 (6池)	4池 (4池)	1池 (1池)
反応タンク処理方法	・2段式嫌気好気活性汚泥法 ・疑似嫌気好気法	・単段式嫌気好気活性汚泥法	・単段式嫌気好気活性汚泥法	・嫌気硝化内生脱窒法
返送汚泥率 (%)	66	50	40	38
MLSS (mg/L)	1,890	1,500 (硝化抑制) 1,800 (硝化促進)	1,690	1,710
MLDO (mg/L)	0.6	0.3～0.4 (硝化抑制) 0.6～0.8 (硝化促進)	0.6	1.3
硝化状況	硝化促進	硝化促進 (夏期) 硝化抑制 (冬季)	硝化抑制	硝化促進
放流域	相模川	富士川	富士川	相模川

表2 近年における峡東浄化センターの処理方式の推移

処理方式/年度		～H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2
硝化	硝化促進				→			
	硝化抑制・硝化促進							→
嫌気好気法	2段式嫌気好気法	→						
	単段式嫌気好気法							→

3 4センターの2軸管理における過去5カ年の推移について

図1に4センターにおけるSS、BOD、窒素濃度における5カ年の2軸管理の推移を示す。

富士北麓は曝気倍率については平均値であり、SS（浮遊物質）及び窒素含有量については一番低く、BODについては平均値で推移した。

峡東は曝気倍率についてはH27については一番高かったが、H30年度より冬季に本格的に硝化抑制運転を行ってから平均値に推移した。また、SSについてはH27～29年度まではグラニュー化の影響により最も高かったが、H30より硝化抑制により対策を行ったところ平均値へと推移し、BODについては平均値付近で推移した。しかし、窒素含有量はH30より硝化抑制の影響により若干増加した。

釜無川は曝気倍率については硝化抑制運転を行っていることから最も低いですが、SS、BOD、窒素含有量については多くの期間において最も値を示した。

桂川については曝気倍率、SS、窒素含有量についてはほぼ平均値で推移し、BODについては最も低い値で推移した。

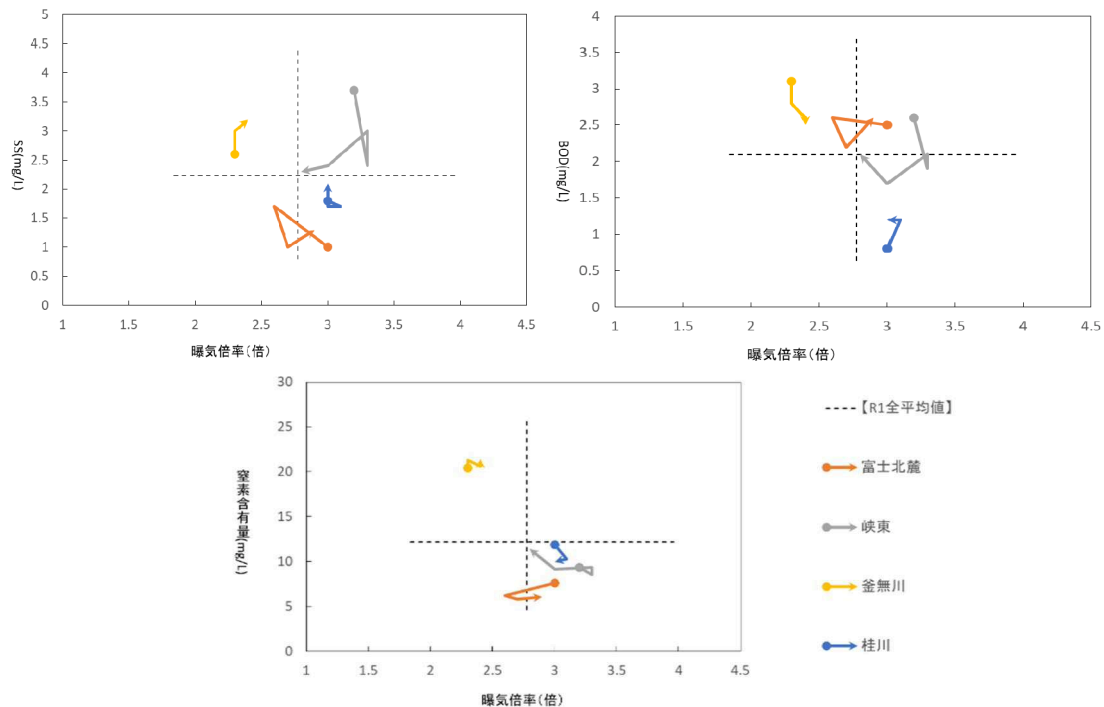


図1 4センターにおけるSS、BOD、窒素濃度における5カ年の2軸管理の推移

4 夏期における硝化抑制運転、放流域への影響について

峡東浄化センターでは令和元年度までは夏期においては水温の上昇により硝化抑制が制御できず、亜硝酸態により水処理障害が起こる懸念があったため、夏期に硝化抑制運転を行っていなかった。しかし、電力的なコスト面において有利であることから令和2年度において夏期においても硝化抑制運転が可能であるか検討を行った。この結果、水質的に問題が発生せず、曝気倍率が低く抑えられて良好に推移した。

また、放流域への影響については硝化促進運転と硝化抑制運転を比較したところ、影響はほとんど見られなかった。

5 硝化抑制運転及び硝化促進運転における電力の比較について

図2に令和元年度の峡東浄化センターにおける各施設（送風機、汚泥ポンプ、水処理施設、汚泥処理施設、照明）の電力消費率を示す。この図から送風機が約30%と最も大きな比率を占めていることが分かる。

硝化抑制運転は曝気倍率を低く抑えることができるため、「峡東流域下水道全体計画書（平成30年度）」に掲載されている送風機の必要酸素量の試算方法に倣い、硝化促進運転及び硝化抑制運転における必要空気を表3の条件に設定して試算を行い、比較した。

図3に硝化促進及び硝化抑制におけるO1（BODの酸化に必要な酸素量）、O2（内生呼吸に必要な酸素量）、O3（硝化に必要な酸素量）、AOR（必要酸素量）、Gs（必要空気量）の比較を示す。硝化抑制運転を行うとO1は変わらないが、MLSSを低く設定することによりO2が若干低下し、O3がほとんど必要ないことから大幅にAORが低下する。このため、送風機に必要なGsは大幅に少なくなる。

流入水量、流入水質、水温などで変動はあるが、硝化促進を行った場合は80 m³/分のNo.2-3送風機の送風能力が必要となる。しかし、硝化抑制を行った場合は理論上では55 m³/分のNo.1-1またはNo.1-2で十分であることになる。仮に硝化抑制を行い、No.1-1またはNo.1-2送風機を運用した場合はNo.2-3送風機のみでの運用より月間約40万円程度の電力料のコスト削減効果が試算される。

図4に過去5ヵ年の送風機の使用電力量及び原単位電力量の推移を示す。平成30年度及び令和元年度は本格的に冬季において硝化抑制運転を行っており、No.2-3送風機の使用頻度が減少したため、年間使用電力量及び原単位電力量が減少しており、電力におけるコスト削減効果が得られていると思われる。

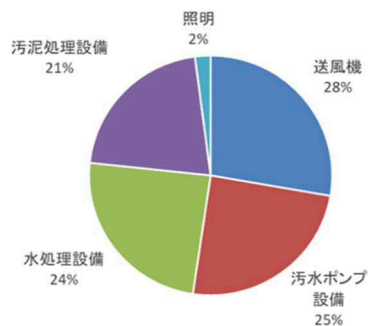


図2 電力消費率

表3 必要酸素量試算条件

処理方式/条件	MLSS (mg/l)	DO (mg/l)	放流水酸素濃度 (mg/l)
硝化促進	1800	0.8	5
硝化抑制	1500	0.3	20

共通条件	水温=20°C、反応タンク空素濃度=25mg/L、流入水量=29,856m ³ (R1実績)等
------	--

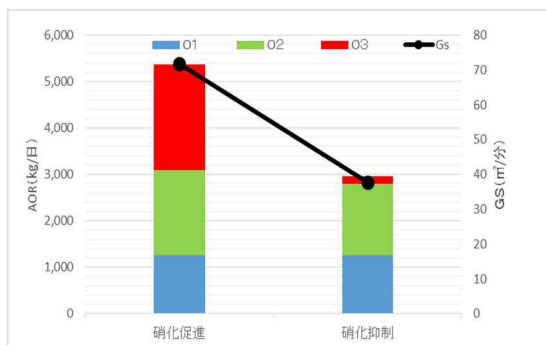


図3 硝化促進及び硝化抑制におけるO1、O2、O3、AOR、Gsの比較

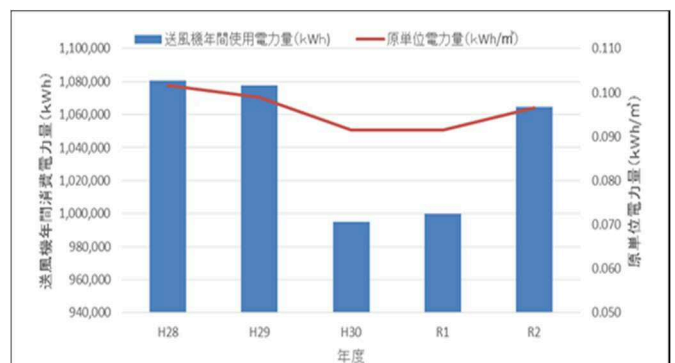


図4 過去5ヵ年の送風機の使用電力量及び原単位電力量の推移

6 今後の方針について

峡東浄化センターにおいては平成27年度より流入負荷の増大により、反応タンクの処理を2段式嫌気好気法から単段式嫌気好気法に変更している。これにより嫌気槽が減少したため硝化促進運転を行うと最終沈殿池で脱窒が起り、図5の様に汚泥の浮上が発生してSS、BODが上昇する事例が発生して苦慮している。

表4に硝化促進、硝化抑制運転の水質及びエネルギーの比較を示す。峡東浄化センターは窒素の規制がない富士川流域への放流であるため、窒素評価の優先度が低い状況である。このため、エネルギー、BOD、SSの3つの指標により判断すると硝化抑制運転の方が総合的に優れている。このことから、今後は冬季に限らず可能な限り硝化抑制運転を行うことを検討していきたい。

ただし、硝化抑制運転による窒素のアンモニア態での処理により亜硝酸態の発生、藻の繁茂、次亜塩素酸ソーダの消費量の増大、処理水の臭気の発生が懸念されるため、注意して管理していきたい。



図5 最終沈殿池における汚泥の再浮上

表4 硝化促進、硝化抑制運転の水質及びエネルギーの比較

	硝化促進	硝化抑制	凡例
SS	△~○	○	○:安定(良好)
BOD	△~○	○	△:適
窒素含有量	○	×	×:不適
エネルギー	×	○	