

# 各センター擬似AO法の実施状況と性能評価

水再生水質課 ○ 浅野 卓哉  
折目 孝子  
坂本 俊彦

## 1. はじめに

本市では、下水処理水放流先の富栄養化対策として、高度処理施設の導入を施設更新にあわせて進めている。更新までの間、既存の標準法施設では反応タンク流入部の曝気を抑制する擬似嫌気好気法（以下、擬似AO法）運転を各センターで実施している。擬似AO法は、窒素・りん除去性能の向上や省エネ効果などのメリットが見込める反面、状況によっては処理水質の低下や散気装置の不具合などトラブルの原因ともなるため、評価を行うにはその両面から検討していくことが重要である。

水再生水質課では、平成18年度より擬似AO法に関する各種調査を行っている。今回は、各センターにおける擬似AO法運転による処理性能向上効果やトラブル発生状況についての調査結果を報告する。

## 2. 擬似AO法実施状況および導入方法

各センターにおける擬似AO法導入年月および導入方法を表1に示す。平成17年度より一斉に導入されているが、一部の系列では、処理状況や散気装置の都合により導入が平成18年度以降に遅れている。また、北部第二、神奈川、南部および栄第二では、一斉導入以前からバルキング対策や窒素除去向上（最終沈殿池での汚泥浮上抑制）を目的として状況に応じて実施していた。なお、後述するように処理悪化や散気装置トラブルにより、一時的に擬似AO運転を中止しているセンターもみられる。

表1 各センター擬似AO法導入年月および導入方法

センター・系列	導入年月	曝気抑制方法		嫌気:好気比率	比率調節	
		現場バルブ操作	現場バルブ+風量設定		調節	固定
北部第一	H17.7	●		1:3		●
北部第二	H13.7	●		1:3	●	
神奈川	H14.2	●		3:5		●
港北	北側	H17.6	●	1:3	●	
	中央	H20.2	●	1:3		●
都筑	2系	H17.8	●	1:3	●	
	3系	H17.9*	●	2:4:2:1		●
中部	A系	H18.5	●	1:3		●
	B系	H19.11**	●	1:3		●
南部	H16.3	●		1:3		●
金沢	H18.3		●	1:3	●	
西部	H17.9	●		1:5	●	
栄第一	A系	H17.5	●	5:13		●
栄第二	1系	H17.4***	●	3:19	●	
	23系	H17.4***	●	1:3	●	

(いずれもH20.3までのデータ)

導入年月は系列全池を擬似化した年月、嫌気:好気比率は処理良好時の平均的な値

\* 2池中1池のみ実施(擬似AOAO) \*\*\* 平成10年以降、状況に応じて実施

\*\* 4池中1池のみ実施

曝気抑制は、全系列で現場のバルブを直接絞ることで行い、一部系列ではさらに反応タンク前段の曝気風量を設定により抑制している。嫌気時間の割合は、概ね反応タンク処理時間の1/4~1/6であるが、神奈川では3/8と比較的高い割合となっている。半数の系列で処理状況や季節に応じて嫌気:好気比率の調整を行っている。比率を固定している系列の多くは、施設設備的に調整が困難なことがその理由となっている。

## 3. 擬似AO法導入により期待される効果

本市や他自治体での擬似AO法運転に関する過去の報告事例から、擬似AO法導入により期待できる効果を抽出すると以下の6点が挙げられる。

- |                  |                         |
|------------------|-------------------------|
| ① りん除去性能の向上      | ④ バルキングの抑制              |
| ② 窒素除去(脱窒)性能の向上  | ⑤ 過剰曝気抑制による汚泥解体の抑制      |
| ③ 最終沈殿池での汚泥浮上の抑制 | ⑥ 過剰曝気抑制による運転コスト縮減(省エネ) |

上記効果は確実に得られるものではなく、系列によっては全く効果がなく、逆に悪化することも考えられる。こうした系列間の差異は、流入水質特性や施設設備要因、運転条件設定などの諸条件に起因する。従って、擬似AO法の適切な実施には、これらの系列特性を十分に把握しておくことが重要となる。

#### 4. 処理性能向上効果の検証

りん除去、硝化（NH<sub>4</sub>-N除去）、脱窒（T-N除去）およびバルキングに対する擬似AO法導入効果を、各センター職員へのアンケート調査（表2）および擬似AO法導入前後の年度平均値（図）により検証した。

##### 4.1. りん除去

表2では、返流水処理水の影響を受ける北部第二と金沢を除いてりん除去は良化していた。それ以外の系列でも除去率に差があり、80%以上と高度処理レベルに達している系列もある。こうしたりん除去性能の違いは、流入水質特性（有機酸、NO<sub>3</sub>-N、BOD/T-P比）や返送率の違いにより説明できる<sup>12)</sup>。栄第二1系で除去率が低下しているのは、主に返送率を上げた影響だと考えられる。

##### 4.2. 硝化

表2では、変化なしと悪化がほぼ半数であった。悪化と回答された系列は、いずれも流入窒素負荷の高い系列であった。変化なしの系列では、好気時間に余裕があるか、曝気風量不足が律速となっているか（北部第一、都筑2系）のどちらかだと考えられる。なお、南部で良化としたのは、擬似AO法導入に伴い、MLSSを大幅に上げたためである。除去率が大きく低下しているのは北部第一のみであり、他系列は導入後も90%以上となっている。これは好気時間やMLSSの調節により適切な管理が行われた結果だといえる。

##### 4.3. 脱窒

擬似AO法により、返送汚泥中のNO<sub>x</sub>-Nが嫌気槽で脱窒される。表2では、半数以上の系列が良化であり、除去率は60%前後となっている。変化のない系列では、流入負荷が高いなどの影響で、導入以前から反応タンク流入部での脱窒が行われていたと考えられ、導入前後とも60%前後の除去率を維持している。

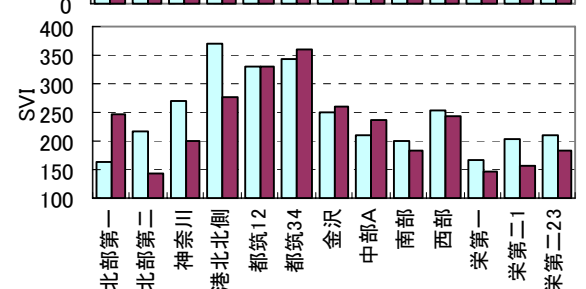
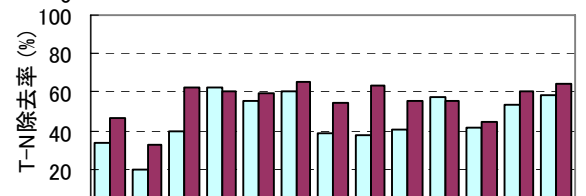
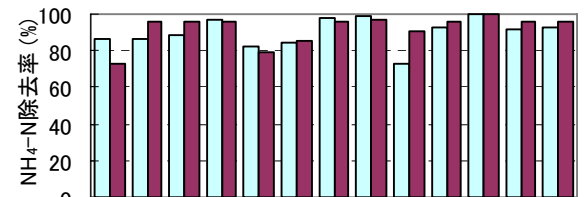
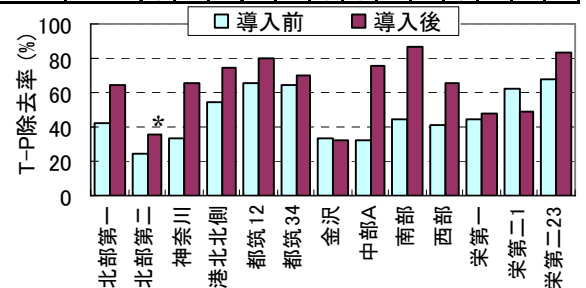
なお、脱窒促進は、最終沈殿池での汚泥浮上を抑制する効果がある。脱窒が良化したと回答された系列の多くが、終沈汚泥浮上についても良化したと回答されている。

##### 4.4. バルキング

表2では半数の系列が良化であり、悪化した系列はなかった。バルキングには急激にSVIが上昇する場合と、慢性的に高SVIが続く場合がある<sup>34)</sup>。前者は過去神奈川、中部、南部などで多く発生していたが、擬似AO法導入以降は発生していない。ただし、中部ではSVI平均値は上昇している。一方、後者は港北や都筑でみられ、港北北側では導入以降SVIが低下しているが、都筑では明瞭な効果は認められない。なお、北部第一では導入後にSVIが大きく上昇しているが、これは曝気風量不足が影響していると考えられる。これらのことから、擬似AO法導入効果は系列によって異なるが、概ね良好な結果が得られているといえる。

表2 処理性能向上効果（アンケート結果）

センター・系列	りん除去			硝化			脱窒			バルキング			
	良化	変化なし	悪化	良化	変化なし	悪化	良化	変化なし	悪化	良化	変化なし	悪化	不明
北部第一	●			●			●			●			●
北部第二		●			●		●				●		
神奈川	●			●			●			●			
港北	北側	●			●		●			●			
	中央	●			●		●			●			
都筑	2系	●			●		●			●			
	3系	●			●		●			●			
中部	A系	●			●		●			●			
	B系	●			●		●			●			
南部	●			●			●			●			
金沢		●		●			●			●			
西部	●				●		●						●
栄第一	A系				●		●						●
栄第二	1系	●			●		●			●			
	23系	●			●		●			●			



\*導入前はH15-16平均値、導入後はH18-19平均値  
 (但し、北部第二、神奈川の導入前はH11-12平均値  
 南部の導入前はH14-15平均値)  
 \*北部第一、北部第二、神奈川は返流水受入れの影響あり  
 \*北部第二はPAC添加の影響あり  
 \*都筑は導入前後とも高度処理系列との混合データ  
 \*港北北側と金沢の導入後は高度処理系列との混合データ

図 処理性能向上効果（導入前後の実績値）

図 処理性能向上効果（導入前後の実績値）

表3 擬似AO法導入によるトラブル発生状況および防止措置(アンケート結果) \*平成20年3月までの状況

センター・系列	トラブル				トラブル防止措置				
	なし	嫌気槽 汚泥 堆積	散気 装置 故障	処理 悪化	状況と対応	一時的な曝気			MLSSを 上げる
						定期的 に実施	不定期 に実施	実施して いない	
北部第一	●							●	
北部第二				●	冬季にNH <sub>4</sub> -N、BODが上昇 → 嫌気時間短縮で対応				●
神奈川	●							●	●
港北	北側			●	大腸菌、NH <sub>4</sub> -Nの上昇 → 嫌気時間短縮で対応				●
	中央	●	●		・擬似AO開始時に風量絞れすぎて汚泥が堆積した ・散気装置が目詰まりした → 一時的に曝気して対応		●		
都筑	2系			●	NO <sub>2</sub> -N、BODが上昇 → 擬似AO中止で対応	2回/月			
	3系			●	NH <sub>4</sub> -N、BODが上昇 → 擬似AO中止で対応	2回/月			
中部	A系		●		風圧低下により散気装置に水が逆流 → 一時的に曝気して対応		●		●
	B系		●					●	●
南部		●			嫌気槽汚泥堆積により臭気発生 汚泥堆積によりMLSS調整に支障が生じた → 一時的に曝気して対応	2回/3週			●
金沢	●					1回/月			
西部				●	NH <sub>4</sub> -N、BODが上昇 → 嫌気時間短縮で対応		●		●
栄第一	A系	●						●	●
栄第二	1系			●	大腸菌が上昇		●		●
	23系			●			●		●

### 5. トラブル発生状況

擬似AO法によるトラブル発生および防止対策実施状況についてのアンケート調査結果を表3に示す。トラブル事例は、攪拌不足による嫌気槽での汚泥堆積、散気板目詰まり等の散気装置トラブルおよび好気時間不足による処理悪化(処理水NH<sub>4</sub>-N、BOD、大腸菌群数等の上昇)の3ケースがみられた。調査実施時点でトラブルのない系列は4箇所のみであった。汚泥堆積や散気装置故障では一時的にバルブを全開とすることで対応していた。また、この措置を予防的に実施している系列も半数近くあった。処理悪化は主に冬季にみられたが、多くの系列では嫌気時間を短縮するかMLSSを上げることで対応している。その結果、曝気不足の北部第一と都筑を除いて、擬似AO法導入後も概ね良好な処理水質が維持されていた。

### 6. 省エネ効果

擬似AO法による省エネ効果に関しては、過剰曝気の抑制や脱室による有機物分解により、理論上は空気量削減が見込めるものの、実際に空気量を削減するにはより適切なDO設定や好気時間管理が必要となる。またそれがブロー稼働台数の削減に結びつかなければ、大きな省エネ効果を得ることは難しい。省エネに関する運転管理の最適化については、今後検討していきたい。

### 7. まとめと今後の課題

擬似AO法一斉導入により、多くのセンターで窒素・りん除去が向上し、バルキングや汚泥浮上抑制効果も認められた。BOD・SS除去に主眼をおいた従来の標準法と比較すると、運転管理は難しくトラブルも散見されるが、バルキングや汚泥浮上抑制効果により、結果的に窒素・りんに加えてBOD・SSについてもより安定した処理が可能となったといえる。ただし、必要風量の確保が困難な施設や、返流水処理水を受ける施設での処理向上効果は限定的であり、更なる処理水質向上のためにはそれらの課題について対策を講じていくことが望ましい。特に、国交省では条件次第では擬似AO法を高度処理施設として認めていく方針であり、その適用を受けるためには計画放流水質遵守の観点からも上記課題を解決する必要がある。今後は、擬似AO法と従来の高度処理法の比較や、各センターの流入水質や施設特性を踏まえた擬似AO法運転の効率化・最適化について引き続き検討していきたい。

#### 参考文献

- 折目孝子他:「擬似嫌気好気法におけるりん除去向上効果の検討」:第45回下水道協会研究発表会講演集 p749
- 浅野卓哉他:「反応タンク流入水質の違いが窒素・りん除去に与える影響の評価」:第44回下水道協会研究発表会講演集 p691
- Jiri Wanner:「活性汚泥のバルキングと生物発泡の制御」:技報堂出版
- 吉沢明子他:「横浜市各処理場におけるバルキング発生要因の調査検討」第28回下水道局研究発表会講演集 p94