

# 擬似嫌気好気法の導入効果と問題点

横浜市 ○ 糸山 景子  
浅野 卓哉

## 1. はじめに

横浜市では、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、返送率の高い循環脱窒法的運転を含む）を実施している。擬似 AO 法導入により、施設によっては窒素・りん除去向上や最終沈殿池での汚泥浮上抑制、バルキング抑制、過剰曝気抑制による汚泥解体抑制や省エネ効果といった効果が期待できる。その反面、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、導入の際には、施設特性を踏まえて検討していくことが重要となる。

本検討では、本市各水再生センターにおける擬似 AO 法導入による処理性能向上効果や管理状況について整理を行った。

表 1 各センター擬似 AO 法導入年月および導入方法

## 2. 擬似 AO 法実施状況および導入方法

本市各センター内各系列における擬似 AO 法導入年月および導入方法を表 1 に示す。平成 17 年度より各センターではほぼ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平成 18 年度以降に遅れている。また、B、C、J、M および N 系列では、一斉導入以前からバルキング対策や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。また、導入後、処理悪化や散気装置トラブルなどにより、擬似 AO 運転を一時中断・中止している系列もある。O 系列では、好気時間不足により、平成 19 年度途中で中止した。

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設定により抑制している。絞り具合はタンク内の目視やバルブの目盛りで調節している。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。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主な理由となっている。なお、多くの系列で、好気時間短縮をカバーするために MLSS 濃度を従来よりも高め（2000～2500mg/L）に設定している。

返送率は 50～100%の範囲で系列間の違いが大きい。これは設備的要因や、最終沈殿池の固液分離性能、活性汚泥の SVI 状況の影響を受けている。返送率が高いほど窒素除去率は高く、りん除去率は低い傾向がみられるが、流入水質特性の影響により、返送率が高くても窒素・りんともに除去率が高い系列もある（後述）。

## 3. 導入効果の検証

各系列における擬似 AO 法導入前後のりん・窒素・NH<sub>4</sub>-N の除去率と処理水濃度を図1に、SVI を図2に示す。以下、各項目について導入効果を検証した。

系列番号	導入年月	曝気抑制方法		嫌気：好気比率	比率調節		返送率 (%)
		現場バルブ操作	現場バルブ+風量設定		調節	固定	
A	H17.7	●		1:3		●	50
B	H13.7	●		1:3	●		50
C	H14.2	●		3:5		●	50
D	H20.2		●	1:3	●		65
E	H17.6		●	1:3	●		80
F	H17.9*		●	2:7		●	80
G	H18.3		●	1:3	●		80
H	H18.5	●		1:3		●	100
I	H21.2**	●		1:3		●	100
J	H16.3	●		1:3		●	60
K	H17.9	●		1:5	●		80
L	H17.5		●	5:13		●	80
M	H17.4***		●	3:19	●		90
N	H17.4***		●	1:3	●		90
O	H17.8		●	1:3	●		80

いずれもH22.3までのデータ、導入年月は系列全池に導入時

嫌気：好気比率は処理良好時の平均的な値、返送率はH21年度の平均的な値

\* 2池中1池のみ実施 \*\*\* 平成10年以降、状況に応じて実施

\*\* H19から4池中1池ずつ順次実施

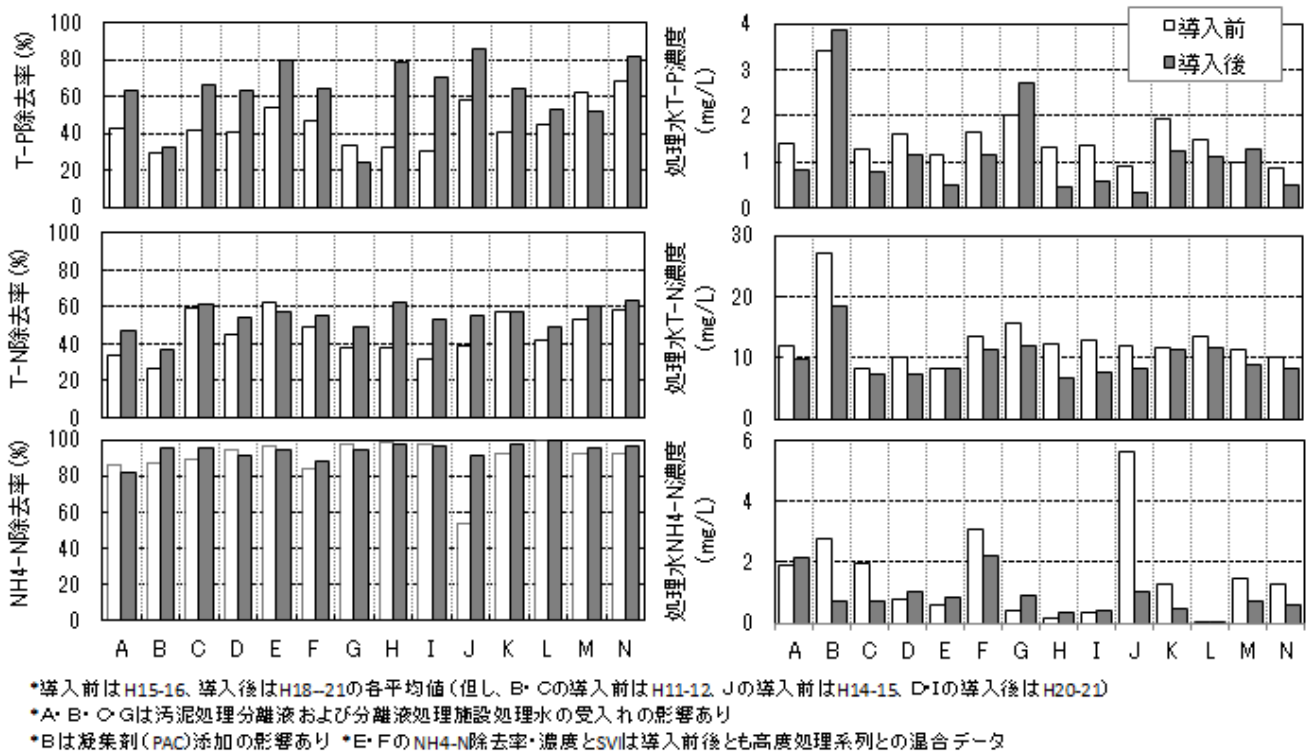


図1 擬似AO法導入前後の窒素・りん除去率と処理水質の比較

### 3. 1. りん除去

B、G、Mを除いてりん除去は良化していた。良化した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みられた。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>。B、Gで効果が認められないのは、汚泥処理分離液処理水を受け入れているためである。M系列で除去率が低下しているのは、導入前より返送率を上げたことが影響していると考えられる。

### 3. 2. 脱窒(T-N除去)

擬似AO法では、返送汚泥中のNO<sub>x</sub>-Nが反応タンク流入部で脱窒され、除去率や処理水質は返送率設定と流入部の水質状況に影響される。半数以上の系列で良化しており、除去率は多くが50~60%程度となっていた。特に流入負荷の比較的低い系列で効果が高い(A、H、I、J)。逆に変化の小さい系列は比較的高いBOD濃度が高く、導入以前から流入部での脱窒が進んでいたと考えられ、導入前後とも60%前後の除去率を維持していた(E、K、M、N)<sup>3)</sup>。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。返送率設定が高い系列の多くは、この効果を狙っており、季節や汚泥堆積状況に応じて返送率を調節している。

### 3. 3. 硝化(NH<sub>4</sub>-N除去)

擬似AO法導入に伴い反応タンクの好気時間が短縮されるため、硝化状況には特に注意が必要となる。導入後の除去率はいずれも80%以上であり、大半は90%以上とほぼ完全硝化に至っていた。流入窒素負荷の高い系列(Fなど)では特に冬季においてNH<sub>4</sub>-Nの残存が認められるが、多くの系列では十分な好気時間が確保されていると考えられる。逆に導入後に除去率が上昇している系列もあるが、これは主に擬似AO法導入に伴いMLSS濃度を上げたため、SRTが十分に確保されたことが影響している。

### 3. 4. バルキング

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>4)</sup>。前者は過去C、H、I、J系列などで多く発生していたが、擬似AO法導入以降はほとんど発生していない。一方、後者はD、E、F系列でみられ、E系列では導入以降SVIが低下しているが、それ以外では明瞭な効果は認め

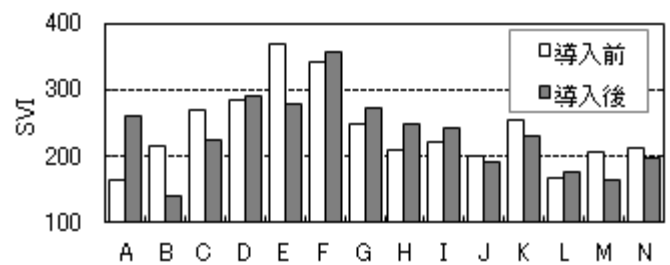


図2 擬似AO法導入前後のSVIの比較

られない。傾向として、擬似 AO 法導入後の SVI は平均的に上昇する系列が多い。急激な糸状性バルキングは抑制されているといえるが、最終沈殿池能力の小さい施設では SVI の変化に注意が必要である。

#### 4. トラブル発生状況

各系列の擬似 AO 法導入に伴うトラブル発生状況を表2に示す。

主なトラブルは、反応タンク流入部の曝気の絞りすぎによる汚泥堆積と好気時間短縮による処理水質の低下の2つがみられた。

絞りすぎの原因としては、定期的にバルブを全開にするなど汚泥堆積防止措置を実施した際に、絞り具合を目視で調節していたことが挙げられる。バルブ目盛りなどで絞り具合を決めておけば、解決できる問題だといえる。多くの系列では特に汚泥堆積防止措置を行っていないが、同様のトラブルは発生していない。

一方、処理水質低下については、流入負荷の高い系列に多くみられる。3. でみたように、流入水質特性等により処理水質への影響が異なる点に、十分に注意する必要があるといえる。

#### 5. 総合評価

上記結果から、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ることがわかる。BOD や 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。

特に、流入負荷の低い系列におけるりん・窒素除去向上効果は大きい。窒素除去については、擬似 AO 法導入により本市全 11 水再生センター中 8 センターにおいて、高度処理導入率に関わらず既に本市の高度処理目標水質 (T-N=10mg/L) を下回っている (平成 21 年度時点)。一方で、流入負荷の高い系列、特に汚泥分離液処理施設の処理水を受ける系列での処理水質向上効果は限定的であり、逆に処理水質が低下するケースもみられた。これらのことは、窒素・りん目標水質を達成する上で、必ずしも A<sub>2</sub>O 法に代表される窒素・りん同時除去法の全面的導入は必要ではなく、流入水質特性に応じた処理方式の選定を行うことで効率的・効果的な水質改善につながることを意味している。

また、擬似 AO 法導入による副次的なメリットとして、職員の技術向上が挙げられる。運転管理の難しい高度処理施設の導入が徐々に進むなかで、既存標準法施設においても窒素・りん除去向上を管理目標に掲げることは、技術水準向上および技術継承の面からも、有意義だといえる。

#### 参考文献

- 1) 折目孝子他:「擬似嫌気好気法によ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
- 2) 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
- 3) 糸山景子他:「擬似嫌気好気法による窒素除去性能向上効果の検討」:第 46 回下水道協会研究発表会講演集 p667
- 4) 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
- 5) 浅野卓哉他:「流入水質特性を反映した高度処理方式選定方法の検討」:第 46 回下水道協会研究発表会講演集 p350

連絡先:横浜市環境創造局下水道水質課 糸山景子 045-621-4343 ke00-itoyama@city.yokohama.jp

表2 擬似 AO 法導入に伴うトラブル発生状況と対応

系列	なし	嫌気槽汚泥堆積	散気装置故障	処理低下	状況と対応
A	●				
B				●	冬季にNH <sub>4</sub> -N、BOD上昇 → 嫌気時間短縮で対応
C	●				
D		●	●		・擬似AO開始時に風量絞りすぎて汚泥が堆積 ・散気装置が目詰まりした → 一時的に曝気して対応
E				●	大腸菌群数、NH <sub>4</sub> -N上昇 → 嫌気時間短縮で対応
F				●	NH <sub>4</sub> -N、BOD上昇 → 擬似AO法一時中止で対応
G		●			風量絞りすぎて汚泥堆積、臭気発生 → 一時的に曝気して対応
H			●		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
I	●				
J		●			風量絞りすぎて汚泥堆積、臭気発生
K				●	NH <sub>4</sub> -N、BODが上昇 → 嫌気時間短縮で対応
L	●				
M				●	大腸菌群数上昇
N				●	
O				●	NO <sub>2</sub> -N、BODが上昇 → 擬似AO法を中止