

擬似嫌気好気法の運転における 窒素除去と電力量の削減

水質管理課 ○神南 みよ子
北部第二下水処理場 有南 登紀博

1. はじめに

北部第二下水処理場では、平成12年度より返流水処理を開始した。この返流水処理水は下水処理系列で流入下水と混合し、再度処理を行っているが、高濃度の硝酸性窒素を含有しているため、標準活性汚泥法では放流水の窒素濃度が放流基準（窒素40mg/L）近くまで上昇することがあった。このため平成13年8月より、既存施設に対し好気槽の一部を擬似嫌気槽とする擬似嫌気好気法を導入し、放流水の窒素濃度を低下させることができたことは、すでに報告済みである。今回は更なる窒素除去を目指すため、擬似嫌気槽に返送汚泥のみを投入する、擬似フォストリップ法での窒素除去の効果を調査した。

また、擬似嫌気好気法の導入は不必要な曝気を抑えることになり、ブロー電力量の削減が期待できる。導入前後のブロー電力量を比較し、電力量の削減についての検討も行った。

2. 擬似嫌気好気法および擬似フォストリップ法の概要

本処理場の下水処理系列は4系列あり、各系列は4水路（全12槽）が蛇行している。散気装置は、1系列目は粗大気泡型のエアレータ、2系列目は粗大気泡型に近い散気筒、3・4系列目は微細気泡型の散気板を使用している。擬似嫌気状態は好

図1. 擬似フォストリップ法の概略



気槽の散気装置の送風弁を空気攪拌が維持される最低限度まで絞ることにより行った。擬似フォストリップ法は、図1のように1水路～2水路前半を擬似嫌気槽とし、1水路目は返送汚泥のみを投入して脱窒を促し、反応タンク流入水は2水路目より投入する運転方法である。擬似フォストリップ法への変更は、擬似AO法の1水路目からの流入を2水路目にステップ流入させ、徐々にステップ比率を変えて2水路目へと移行させていった。表1に7月～11月の系列別の反応タンク運転状況を示す。

	1系列	2系列	3系列	4系列
7月	擬似AO	擬似フォストリップ	擬似AOAO	擬似AOAO
8月	擬似AO	擬似フォストリップ	擬似フォストリップ	擬似AOAO
9月	擬似AO	擬似フォストリップ	擬似フォストリップ	擬似AOAO
10月	擬似AO	擬似フォストリップ	擬似フォストリップ ^{※1}	擬似AOAO
11月	擬似AO	擬似フォストリップ	擬似フォストリップ ^{※2}	擬似AOAO

表1. 7月～11月の系列別の反応タンク運転状況

※1 1水路目より30%ステップ流入
※2 ※1に加え、2水路目前半を好気槽に

3. 擬似フォストリップ法における脱窒の効果

平成14年6月から2系列目で擬似フォストリップ法の運転を開始した。図2に平成14年7月の1系列（擬似AO法）および2系列（擬似フォストリップ法）における各槽ごとのNH₄-N、NO₂-N、NO₃-N濃度のグラフを示す。この図から、2系列は1水路目で脱窒が進行しているのがわかる。また、好気槽の末端部の溶解性窒素（NH₄-N+NO₂-N+NO₃-N）濃度は1系列21.0mg/L、2系列18.5mg/Lと、2系列で窒素濃度が低くなっている。表2には7月～11月における系列別の処理水の溶解性窒素濃度を示すが、2系列は他系列に比べ低い窒素濃度となっており、同等の粗大気泡型散気装置を使用している1系列（擬似AO法）と

比較しても2~4mg/L程度、擬似フォストリップ法は高い脱窒効果を得ることができた。

この結果を踏まえ、平成14年8月から、3系列でも擬似フォストリップ法に切り替えた。表2から分かるように、処理水中の溶解性窒素濃度は1系列と同程度から若干高い濃度となり、2系列で得られたほどの結果にはならなかった。3・4系列の散気装置は微細気泡型であるため、酸素溶解効率が高く、擬似嫌気槽での嫌気状態が十分に取れないと思われる。しかし4系列（擬似 AOA法）と比較して3系列では溶解性窒素濃度が平均2mg/L程度低下しており、擬似フォストリップ法の脱窒の効果は十分に期待できる。

	1系列	2系列	3系列	4系列
7月	15.2	12.6	13.4	16.5
8月	17.9	14.6	16.7	18.5
9月	22.6	18.2	20.8	22.5
10月	22.3	20.4	23.4	24.7
11月	26.9	23.8	29.8	32.9
平均	20.3	17.2	19.9	22.1

表2. 系列別処理水の溶解性窒素濃度 (NH4-N+NO2-N+NO3-N mg/L)

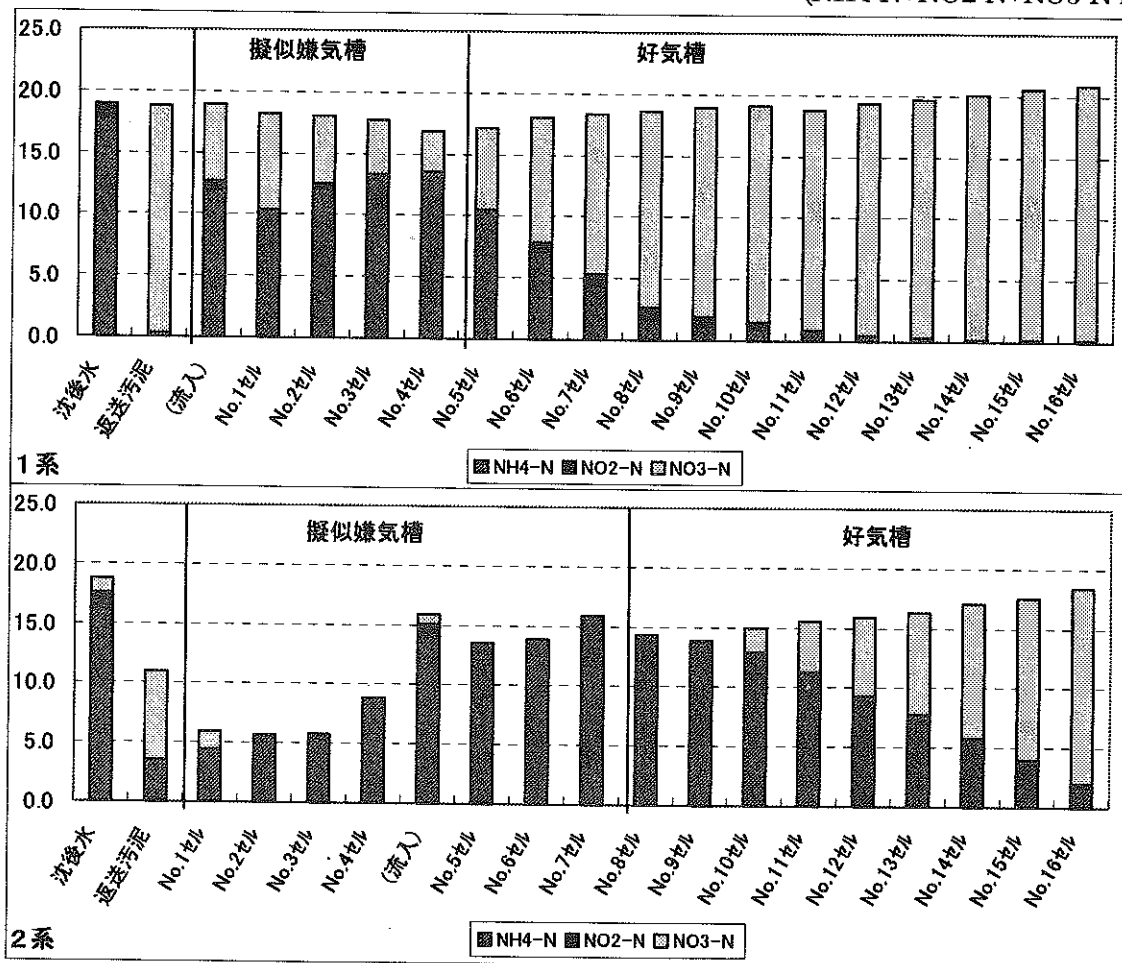


図2. 1系列および2系列の各槽の溶解性窒素濃度 (NH4-N、NO2-N、NO3-N)

4. 擬似嫌気好気法の運用によるプロア電力量の削減の効果

平成12年度の返流水処理開始時、下水処理系列では標準法での処理を行っていた。これまで下水処理系列に返されていた返流水が返流水処理開始により減量し、反応タンクの負荷が軽くなったため、平成13年8月より擬似嫌気好気法の運転を本格的に開始した。擬似嫌気好気法は脱窒だけでなく完全硝化後の不必要な曝気をなくすことにつながり、プロア電力量の削減が期待できる。そこで標準法で処理を行っていた平成12年8月~平成13年7月と、擬似嫌気好気法で処理を行っている平成13年8月~平成14年12月の2期間において、高級処理水量1m³あたりのプロア電力量を電力原単位(kWh/m³)として算出した。その際、雨による影響を除去するため、降雨のあった日および降雨後の処理水量が多い日を除いた、晴天時のみのデータを採用した。図3が晴天時の下水処理系列(1系列~4系列)における月ごとの電力原単位のグラフで

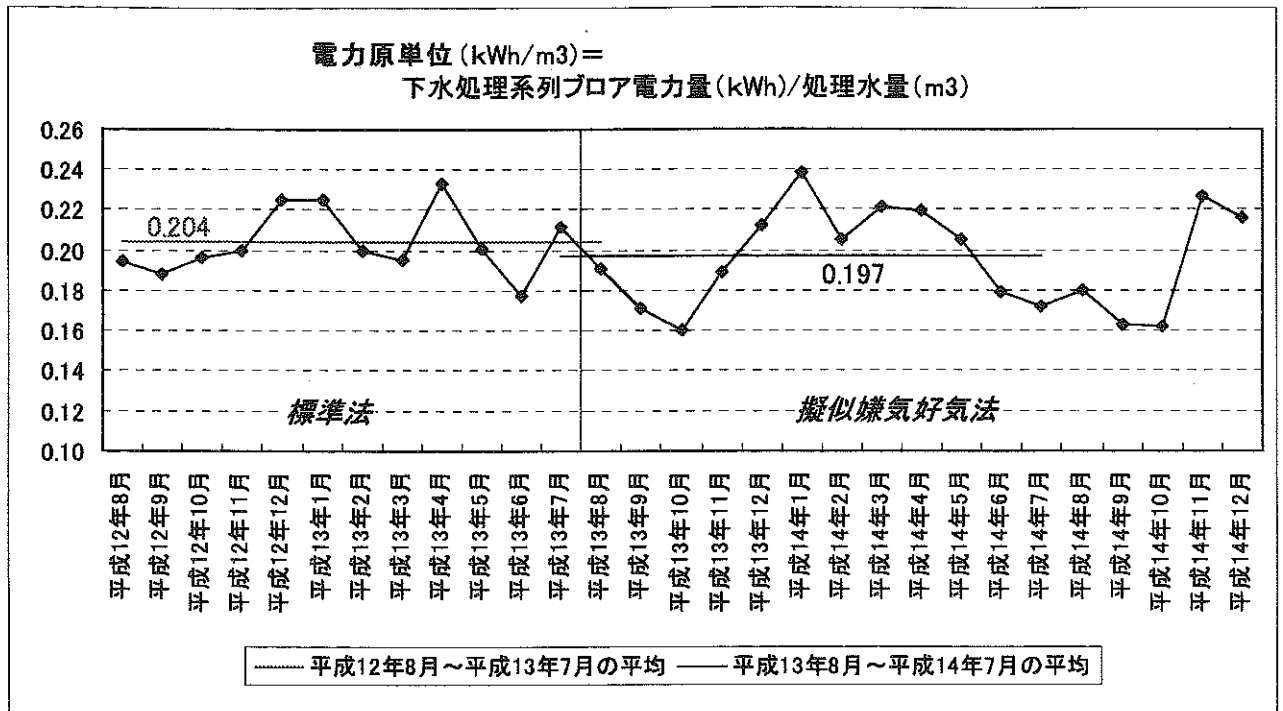


図3. 晴天時の下水処理系列における月ごとの電力原単位

ある。縦線より左側が標準法、右側が擬似嫌気好気法で処理を行った期間である。標準法の期間での電力原単位の平均は0.204kWh/m³、擬似嫌気好気法では0.197kWh/m³であり、3%程度であるがプロア電力量が削減できたことがわかる（擬似嫌気好気法での平均は平成13年8月～平成14年7月の1年間から算出した。）。擬似嫌気好気法では夏季（5月～10月）と冬季（11月～4月）の差が顕著に表れており、冬季に電力原単位が高くなっているのが目立つ。しかし標準法の同じ時期と比較して平均はどちらも0.213～0.214kWh/m³でほぼ同程度であり、電力量が特別高くなっているわけではない。冬季に電力原単位が高くなる理由は、水温の低下により流入負荷が高くなることと、微生物の酸素消費速度が遅くなることが主要因と考えられる。また夏季において、擬似嫌気好気法の電力原単位は低下している。表3に各年の8月～10月での電力原単位の平均を示すが、この表からも擬似嫌気好気法で電力原単位が低くなっているのが分かる。主にこの時季が電力原単位の年平均を引き下げている。電力削減の観点から擬似嫌気好気法は、少なくとも夏季には経済的であるといえる。

年	処理方法	電力原単位平均
平成12年	標準法	0.193
平成13年	擬似嫌気好気法	0.174
平成14年	擬似嫌気好気法	0.168

表3. 各年の8月～10月における電力原単位の平均

5. まとめ

- (1) 粗大気泡型である1系列（擬似AO法）と2系列（擬似フォストリップ法）の比較より、擬似フォストリップ法では擬似AO法より2～4mg/L程度、溶解性窒素濃度が低下した。
- (2) 微細気泡型の3系列において擬似フォストリップ法の運転を試みたが、2系列で得られたほどの窒素除去は望めず、1系列（擬似AO法）とほぼ同等であった。しかし4系列（微細気泡型、擬似AOAO法）との比較では窒素除去の効果が見られ、溶解性窒素濃度は約2mg/L低かった。
- (3) 標準法と擬似嫌気好気法において晴天時の電力原単位(kWh/m³)を比較すると、擬似嫌気好気法での処理を行ったほうが年間で約3%低かった。
- (4) 擬似嫌気好気法は、特に夏季において電力原単位が低く、経済的である。