

年始の流入水質と窒素除去方法について

公益財団法人愛知水と緑の公社 別府 智志 山崎 恵子
川田 武史 ○鬼頭 昌子

1. はじめに

日光川上流浄化センターでは、全窒素は総量規制基準の C 値の 90%を管理目標値とし、凝集剤添加硝化脱窒法を行い、良好に処理している。しかし、年始は、基準値については十分満たしているものの、放流全窒素濃度の管理目標値（11mg/L）の一時的な超過や放流 pH の低下が問題となっている。

平成 24 年度から、【調査①】 年始の流入水量と流入水質の調査を行ったところ、初沈越流水の C-BOD 濃度/NH₄-N 濃度比（C/N 比）が通常時より低くなるのが原因で、脱窒が起こりにくくなると推測された。

そこで、窒素除去方法として、【調査②】 炭素源としてメタノール（50%）を添加し、C/N 比をできるだけ高く維持する方法（水処理連続運転）と、【調査③】 炭素源を添加せず、活性汚泥内における未利用の炭素源を活用した脱窒による方法（水処理間欠運転）の可能性に着目した。

今回、年始の流入水量及び流入水質の調査結果、並びに窒素除去方法の検討を行ったので報告する。

2. 運転概況

当センターの運転概況を表-1)に示す。反応槽は全 4 池中 3 池（1 系 1 池、2 系 2 池）を使用し、凝集剤添加硝化脱窒法で運転している。HRT は、設計の 14.6 時間に対し、16 時間で運転している。当センターでは管内貯留量が多いため、それを活用した水処理の間欠運転を行う事が可能である。

表-1)運転概況

	1系	2系
処理方式	凝集剤添加硝化脱窒法(AOAO)	
処理能力(m ³ /日・池)	17,550	16,750
処理水量(m ³ /日・池)	12,009	12,009
HRT(時間)	16.5	16.4
MLSS(mg/L)	1,800	1,900
SRT(日)	18.0	
散気装置	エアレーター	
攪拌機	エアレーター	双曲面型攪拌機

3. 調査内容及び結果

【調査①】 年始の流入水量及び流入水質の調査

平成 24 年度から平成 26 年度までの年始と通常時の流入水量と流入水質を調査し、比較を表-2)に示した。年始とは 1 月 1 日から 4 日までとし、流入水質とは初沈越流水とした。流入水量については、年始平均と年間平均とし、流入水質については、年始は 4 時間ごとの平均と、通常時の 2 時間ごとに採水した 2, 5, 8, 11 月の通日試験時の平均を比較した。それぞれ、C-BOD 濃度、NH₄-N 濃度について分析を行い、C/N 比の算出を行った。

流入水量については、年始平均 29,317m³/日であり、通常時 33,037m³/日より 11%減少した。

流入水質については、C-BOD 濃度は年始平均 113mg/L と通常時平均 117mg/L で年始に 3%減少し、NH₄-N 濃度は年始平均 28mg/L、通常時平均 21mg で年始に 33%増加した。そのため、C/N 比は年始平均 4.0、通常時平均 5.9 となり、年始は流入の C/N 比が通常時より 32%低くなった。

表-2)通常時と年始の流入水量及び水質データ比較

		流入水量	初沈 C-BOD	初沈 NH ₄ -N	C/N比
		m ³ /日	mg/L	mg/L	
平成24年度	通常時	30,740	130	22	6.2
	年始	28,375	120	30	4.2
平成25年度	通常時	34,600	110	20	6.2
	年始	29,025	120	25	4.2
平成26年度	通常時	33,770	110	21	5.4
	年始	30,550	100	29	3.6
平均	通常時	33,037	117	21	5.9
	年始	29,317	113	28	4.0

【調査②】メタノール添加（水処理連続運転）

平成 26 年度の年始に、炭素源を補うためメタノールを反応槽使用池 3 池中 2 池に添加した。後段の脱窒を促進させるため、後段嫌気槽に添加した（図-1）。メタノールは、1 月 1 日 12 時から 1 月 5 日 9 時まで、2 系 2 池に添加した。平成 24、25 年度通常時の C/N 比平均が 6.2 であることから、C/N 比平均が 6.0、最小でも 4.0 以上を目標とし添加量を決定した。しかし、平成 26 年度の年始は、平成 25 年度よりも C/N 比が低かったため、目標とした C/N 比 4.0 以上とはならない時間帯もあり、最小では 2.4 となった（図-2）。

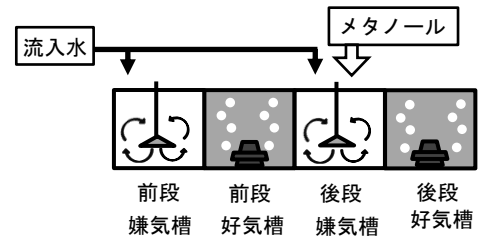


図-1) メタノール添加位置

1 月 4 日 12 時より放流全窒素濃度が上昇し、放流 pH 低下のおそれがあったため対照系列のみ DO 管理値を 0.8mg/L から 0.3mg/L に下げた運転に切替えた。メタノール添加系列は硝化促進運転を継続した。

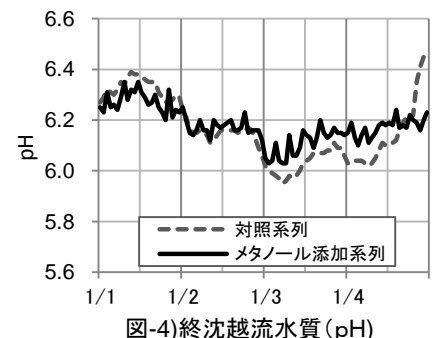
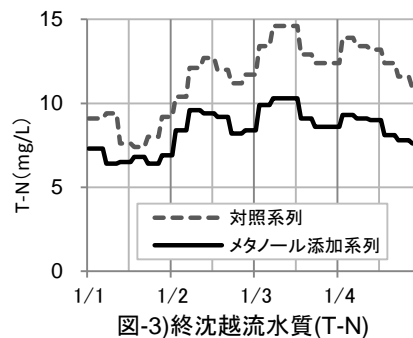
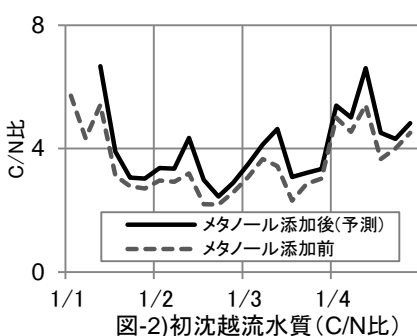
まず、終沈越流水の T-N を分析し、メタノール添加による窒素除去効果の検証を行った。全窒素濃度はメタノール添加系列の終沈越流水で、平均値 8.4mg/L、最大値 10.3mg/L に対し、対照系列の終沈越流水では、平均値 11.5mg/L、最大値 14.6mg/L であり、添加前からの差 1.8mg/L を考慮しても、平均 1.3mg/L、最大で 2.8mg/L メタノール添加系列の方が低い値となった（図-3）。また、管理目標値を超過する時間はあったが、放流全窒素濃度の平成 24～26 年度の年始の状況を比較しても、平成 26 年度が最大値、平均値ともに最も低い値となり、放流全窒素負荷量も低い値となった。

pH については、最大値、平均値については DO 管理値を下げた期間を除いても大きな差は見られなかったが、メタノール添加系列の終沈越流水は最小値 6.03 に対し、対照系列は 5.95 であり、また 1 月 2 日以降はほぼ対照系列の方が低い値を示した（図-4）。また、放流水の COD については増加せず、問題なかった。

メタノールは 9～16 時の昼間は 15L/h 池、16～9 時の夜間は 6L/h 池添加し、合計 1,560L（15L/缶×104 缶）、約 150 円/L であるため、4 日間合計約 23 万円、約 2 円/m³ の費用がかかった。

また、流入水量は約 10% 減少したが、メタノール添加系列の曝気風量は約 3% 増加し、空気倍率では約 11% 増加したのに対し、対照系列では曝気風量は約 5% 減少したため、空気倍率では約 4% の増加だった。

メタノールの添加施設は既設ではないため、仮設タンク及び仮設ポンプの設置やメタノールの缶の移動及びタンクへの補充等の作業を行った。



【調査③】メタノール無添加（水処理間欠運転）

①各態窒素の変化について

メタノールを添加せず、汚泥中の炭素源を利用した脱窒を水処理停止することにより行えないか検討するための調査を行った。通常時に揚水と曝気停止（以下「水処理停止」）し、今回は攪拌した状態で、反応

槽末端で一定時間経過ごとに採水を行った。そして、イオンクロマトで $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-P}$ を測定した結果を図-5)に示した。 $\text{NO}_3\text{-N}$ は6.8mg/Lから180分後には2.8mg/Lとなり、4.0mg/L減少した。 $\text{NO}_2\text{-N}$ と $\text{NH}_4\text{-N}$ は180分後には0.04mg/Lと1.1mg/Lとなり、大きな増加はなかった。 $\text{PO}_4\text{-P}$ は増加しなかった。

②窒素除去量について

平成26年11月から平成27年2月までに点検及び修繕のため、1日に6～7時間水処理停止を行った日が9日あった。その時の窒素除去量を算出した。今回は、揚水、曝気に加え、攪拌も停止した状態であった。水処理停止の影響は翌日まで続くため、2日間で算出した時間あたりの排出水量と窒素除去量を図-6)に表した。初沈越流水の全窒素濃度平均値30mg/Lとして流入窒素負荷量を試算し、窒素除去量を算出した。通常時の窒素除去量平均値30kg/hに対し、水処理停止時の平均値は37kg/hであり、窒素除去量は23%増加した。水処理停止することで窒素除去量が増加する可能性が示された。

また、年始は初沈越流水の全窒素濃度平均値39mg/Lで算出した。平成25年度年始より、平成26年度年始の方が窒素除去量が増加した。これはメタノール添加による窒素除去量の増加であることが示唆された。

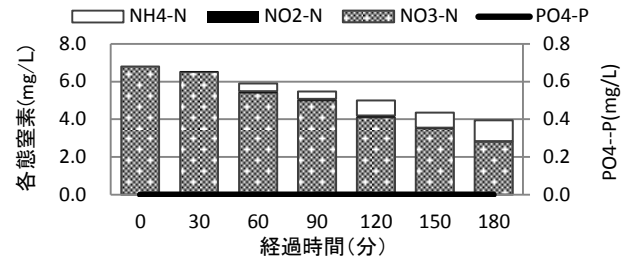


図-5)水処理停止試験

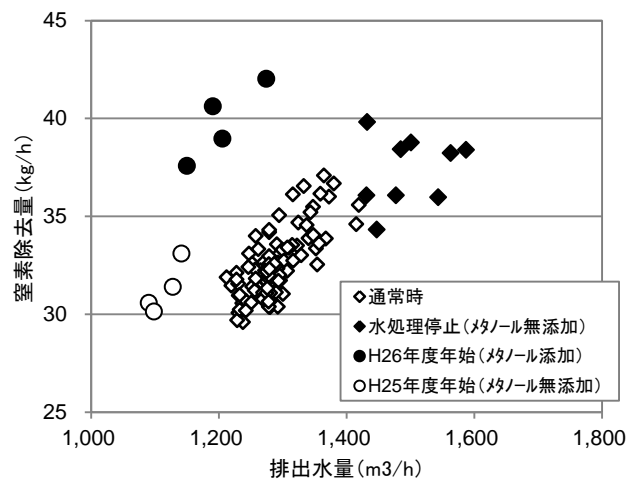


図-6)排出水量と窒素除去量

4. まとめ

【調査①】 年始の流入水質について

年始の流入水質については、C-BOD濃度は通常時とあまり変わらないが、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度が高くなるためにC/N比が低下した。また、流入水量は通常時よりも約10%減少した。この減少分は事業所排水の停止や生活パターンの変化によるものと考えられ、C/N比が低下した要因のひとつとして挙げられる。

【調査②】 メタノール添加（水処理連続運転）について

メタノールの添加は、流入水の炭素源を補うこととなり、放流全窒素濃度の管理目標値の一時的な超過はあったが、平均濃度及び負荷量は減少し、窒素除去及びpH低下抑制に効果があった。しかし、曝気風量の増加による電力量の増加、薬品費の増加となり費用がかかる。また、添加設備の設置等の労力が必要となる。

【調査③】 メタノール無添加（水処理間欠運転）について

水処理を一時停止することで、反応槽では全窒素濃度が低下した。活性汚泥内における未利用の有機物を利用した脱窒が発生し、水処理停止により窒素除去量が増える可能性が示唆された。当センターでは、管内貯留を利用した一時的な揚水停止を行うことができるが、管内貯留できない場合は、反応槽の池や系列への流入を間欠運転することで他のセンターでもこの方法を活用できる。今後は、年始による水処理間欠運転や攪拌の有無による影響の検証を調査していく必要がある。