



Title	計測記録を用いた窒素除去運転法の改善事例報告
Author(s)	山崎, 卓也; 伊藤, 富則; 井上, 祥一郎
Description	第7回衛生工学シンポジウム (平成11年11月11日 (木) -12日 (金) 北海道大学学術交流会館) . 6 水処理 1 . 6-7
Citation	衛生工学シンポジウム論文集, 7, 225-230
Issue Date	1999-11-01
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/7297">https://hdl.handle.net/2115/7297</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	7-6-7_p225-230.pdf



## 6-7 計測記録を用いた窒素除去運転法の改善事例報告

株式会社 エステム 山崎 卓也・伊藤 富則・井上 祥一郎

### 1.はじめに

浄化槽法でも定められているように排水処理場の点検管理は通常、週 1 回程度実施し、点検時の調整槽、曝気槽、沈殿槽の DO、pH、ORP、SV 値等を参考に曝気風量や送水量等を調整する。

しかし活性汚泥処理方式の場合、一点の DO、pH、ORP、SV 値、透視度等のデータで処理状況を判断し的確な調整をするにはかなりの経験が必要であり、また必ずしも目的通りの結果が得られるとは限らない。特に窒素除去を対象とした処理場の場合、硝化をさせるための好気状態と脱窒をさせるための無酸素状態の両方を的確に作りだすことは一点のデータのみでの判断では困難である。

しかし国の窒素規制は年々強化されており、それに伴い各水処理メーカーは窒素の高度処理方式の開発を進めているが、新規処理方式導入のための大幅な改造ができない処理場が多い。

そこで今回は既存の処理場で安価に、かつ容易に窒素を除去するという観点に立った窒素除去法を実践したので、その事例を報告する。

### 2.要 点

週 3 回という、点検頻度としては恵まれている愛知県農業総合試験場の畜産排水処理場において、処理場の軽微な改造と連続計測 (DO、pH、ORP) を行い、記録計の波形情報を点検時の曝気ブロー稼働時間の調整に反映させたところ、従来の週 3 回の点検頻度で充分満足できる窒素除去が安定して行われるようになった。

この報告は、本シンポジウム第 4 回で当社が発表した「養豚排水を対象とした運転条件による窒素除去特性比較」の続編という位置づけである。

### 3.処理場概要

本処理場は活性汚泥変法で循環脱窒+接触酸化+凝沈+砂ろ過というフローである。本処理場のフロー図・条件等を図-1、表-1.2 に示す。

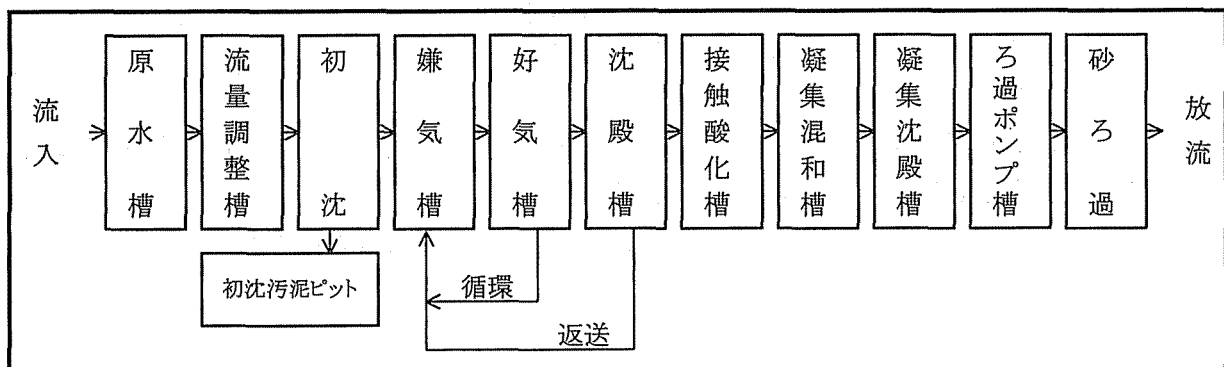


図-1.処理フロー

表-1.設計値・排水基準等

	流入水		処理水	
	設計値	実測値平均	設計値	排水基準
水量 (m <sup>3</sup> /day)	50	40	-	-
BOD (mg/L)	2100	1800	10	120(最大 160)
COD (mg/L)	1100	800	20	120(最大 160)
SS (mg/L)	7300	1900	30	150(最大 200)
T-N (mg/L)	-	340	-	200(最大 260)
T-P (mg/L)	-	100	-	40(最大 50)

表-2.運転条件

項目	数値
嫌気槽容量 (m <sup>3</sup> )	16.1
嫌気槽+好気槽容量 (m <sup>3</sup> )	130.1
BOD-容積負荷(嫌気+好気) (kg/m <sup>3</sup> /day)	0.55
BOD-SS 負荷(嫌気+好気) (kg/kg/day)	0.092
窒素-容積負荷(嫌気+好気) (kg/m <sup>3</sup> /day)	0.10
窒素-SS 負荷(嫌気+好気) (kg/kg/day)	0.017
窒素-SS 負荷(嫌気槽) (kg/kg/day)	0.14
滞留時間(嫌気槽) (Hr)	9.7
滞留時間(嫌気+好気) (Hr)	78.1

※流入水(実測値平均)に対する数値(MLSS 6000mg/Lとして)

流入 BOD:T-N は 5.3:1 で、特に窒素除去が難しいとされる値ではなかった。BOD-容積負荷は 0.55kg/m<sup>3</sup>/day で、標準活性汚泥法と同程度であった。また「し尿処理施設構造指針解説・追補」では嫌気槽の窒素-SS 負荷を 0.06~0.10kg/kg/day としているが、本処理場は 0.14kg/kg/day と高かった。

#### 4.現況

畜産農業の窒素の暫定排水基準は日間平均 350(最大 700)mg/L であったが、平成 10 年 10 月から日間平均 200(最大 260)mg/L になり、さらに平成 15 年には国の一般排水基準日間平均 60 (最大 120)mg/L となる。改造前の本処理場の処理水窒素濃度は表-3 のように平均 101、最大 250、最小 17mg/L であり、現在の暫定排水基準ではクリアしているが、今後適用される一般排水基準 60 (最大 120)mg/L を考えると、窒素の高度処理が必要となる。

表-3.改造前の窒素濃度 (mg/L)

	改造前(97年7月~99年4月)		
	平均	最大	最小
処理水窒素濃度	101	250	17
暫定排水基準	200	260	-
一般排水基準	60	120	-

そこで処理場の軽微な改造と運転方法の改善により、窒素の高度処理を実践することにした。

#### 5.処理設備の軽微な改造

本処理場は嫌気槽の容量が小さく(嫌気槽の窒素-SS 負荷 0.14kg/kg/day)、窒素が硝酸として処理水に残存してしまう傾向にあった。そこで嫌気槽の容量を拡大するための改造を①~③、図-2 のように実施した。

- ①初沈汚泥ピット、初沈を嫌気槽の一部として利用した。
- ②流入水を初沈ピットに入るようにし、循環水も初沈ピットに戻した。
- ③初沈ピット、初沈にはそれぞれ水中ポンプを設置し、常時攪拌した。

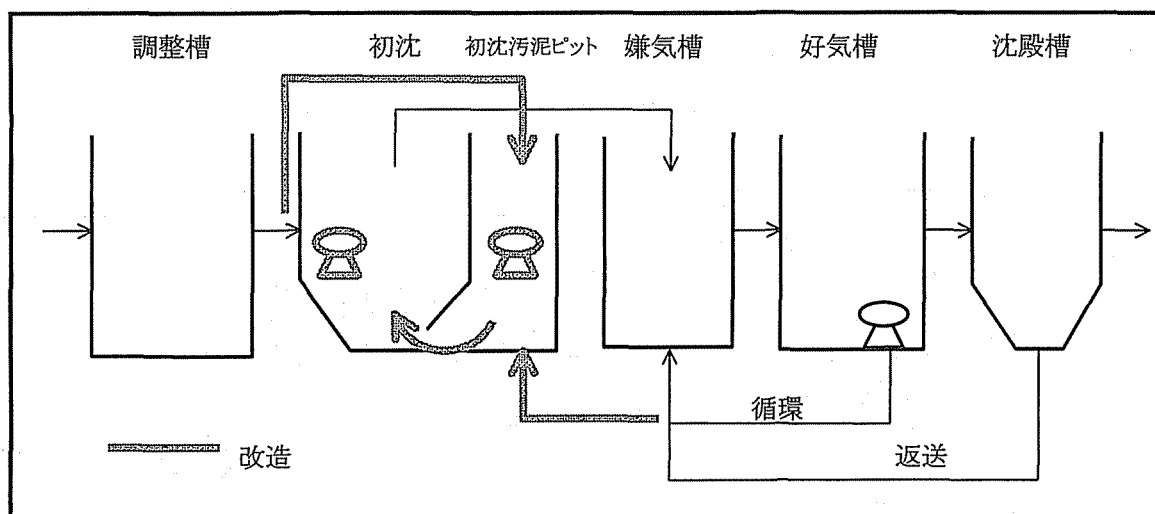


図-2.改造内容

## 6. 運転方法の改善

以前は点検時の pH、DO、ORP、SV 値、透視度をみて曝気風量の調整を行っていたが、今回の改造に伴い好気槽の末端に DO 計、pH 計、ORP 計を設置しその値を連続記録した。そして点検時にその波形を参考にして曝気ブローアのタイマー設定を変更し、風量の調整をするという運転方法に切り替えた。

## 7. 結果及び考察

### (1) 処理場の軽微な改造

改造により嫌気槽容量は以前の 3.1 倍となり、嫌気槽の窒素-SS 負荷は 0.05kg/kg/day になった。その他の条件は表-4 のようになった。

表-4. 運転条件の変更

項目	改造前	改造後
嫌気槽容量 (m <sup>3</sup> )	16.1	49.7
嫌気槽+好気槽容量 (m <sup>3</sup> )	130.1	163.7
BOD-容積負荷(嫌気+好気) (kg/m <sup>3</sup> /day)	0.55	0.44
BOD-SS 負荷(嫌気+好気) (kg/kg/day)	0.092	0.073
窒素-容積負荷(嫌気+好気) (kg/m <sup>3</sup> /day)	0.10	0.08
窒素-SS 負荷(嫌気+好気) (kg/kg/day)	0.017	0.014
窒素-SS 負荷(嫌気槽) (kg/kg/day)	0.14	0.05
滞留時間(嫌気槽) (Hr)	9.7	29.8
滞留時間(嫌気+好気) (Hr)	78.1	98.2

※流入水(実測値平均)に対する数値 (MLSS 6000mg/Lとして)

## (2) 運転方法の改善

曝気ブローのタイマー設定は、1 台を 24 時間連続運転、1 台を 24 時間タイマーによる間欠運転とした。1 台を 24 時間運転にしたのは曝気槽を常時攪拌するためである。

タイマーによって 1 台のブローの運転時間を増減させることにより得られる連続記録の波形は、大きく 3 つのパターンに分類することができた。

各パターンの波形と本処理場でみられた特徴を図-3 に示す。

1.硝化不完全型:硝化が不十分でアンモニアが残っている。発生した硝酸は窒素ガスに変換している状態。			
波形の特徴	D O:	ブロー運転台数が増えても、立ち上がらない。	
	OR P:	ブローの運転にあわせて上、下降する。値はマイナス側。	
水質	窒素:	NH <sub>4</sub> -N 平均 27.2mg/L NO <sub>3</sub> -N 平均 7.4mg/L T-N 平均 34.7mg/L	
	MLSS:	増加傾向	
2.硝化・脱窒同量進行型:アンモニアのほとんどが硝酸に変わり、その硝酸も窒素ガスに変換している状態。			
波形の特徴	D O:	ブロー運転台数が増えても、すぐに立ち上がらない。	
	OR P:	ブローの運転にあわせて 0 付近を上、下降する。下降の際、屈曲点がみられる。	
水質	窒素:	NH <sub>4</sub> -N 平均 3.4mg/L NO <sub>3</sub> -N 平均 8.3mg/L T-N 平均 11.9mg/L	
	MLSS:	やや増加傾向。	
3.硝化優先型:アンモニアは硝酸に変わっているが、硝酸から窒素ガスへの変換が不十分な状態。			
波形の特徴	D O:	ブロー運転台数が増えると、それに伴い DO 値がすぐに立ち上がる。	
	OR P:	ブローの運転にあわせて上、下降する。値はプラス側。	
水質	窒素:	NH <sub>4</sub> -N 平均 0.9mg/L NO <sub>3</sub> -N 平均 37.4mg/L T-N 平均 38.4mg/L	
	MLSS:	増加傾向が弱い。	

図-3.波形パターンと本処理場でみられた特徴

またこれらの波形パターンはそれぞれ独立しておらず、各パターンからパターンへの移行は連続的であり、曝気ブローの「1日の総運転時間」と「運転時間と停止時間の間隔」を調整することにより、硝化優先の硝化・脱窒同量進行型など多くのパターンを作り出すことができた。

運転変更に伴う水質の変化を図-3 に、改造後の処理水窒素濃度を表-5 に示した。当初は硝化・脱窒同量進行型を目指した運転をしていたが、本処理場は負荷変動が激しく、負荷が高くなるとすぐに硝化不完全型(曝気不足状態)に移行し、MLSS の増加、沈殿槽の汚泥界面の上昇が起こった。

曝気量を増やしていくと、ブローの運転と共に DO が立ち上がる硝化優先型に徐々に移行し、汚泥の発生量は少なくなり MLSS は減少した。硝化優先型では好気槽での脱窒があまり期待できないため、そのほとんどを嫌気槽に頼る形になるが、嫌気槽の拡大により脱窒能力が向上し、窒素濃度は以前より低い値を維持することができた。しかし図のとおり窒素濃度は確実に上昇した。

現在は硝化・脱窒同量進行型に近い硝化優先型(すなわち若干過曝気気味にして負荷増大時に対応できるような設定)の波形を得るための曝気風量の調整をしている。

表-5.改造後の窒素濃度 (mg/L)

	改造後(99年5月～99年8月)		
	平均	最大	最小
処理水窒素濃度	30	67	12
暫定排水基準	200	260	-
一般排水基準	60	120	-

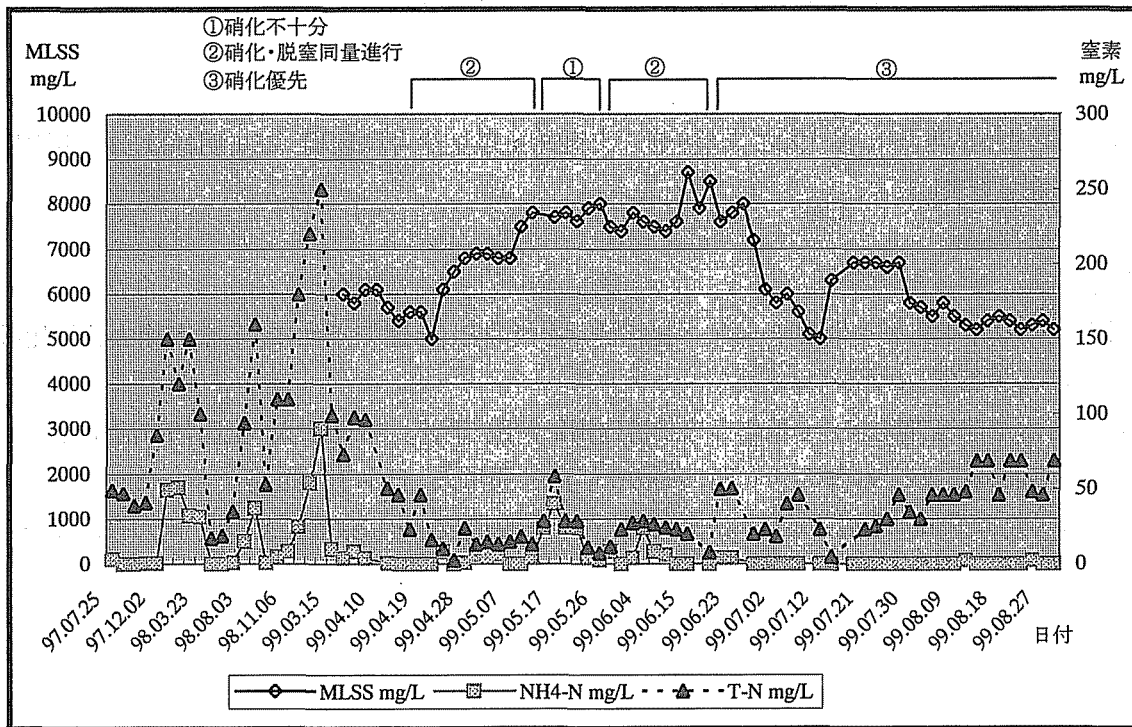


図-3.水質の変化

また、昨年までこの時期は微生物の活性が高く、硝化の進行が良好になるが、嫌気槽の脱窒能力が低かったため硝酸残存の傾向にあり、凝集混和槽で使用する中和用苛性ソーダの使用量も多かった。しかし今年は効率よく窒素除去することにより活性汚泥の pH は低下せず、苛性の使用量が昨年の同時期と比べ 85%減少した(表-6)。

表-6.苛性ソーダ使用量 (L)

		合計
改造前	98年5月～98年8月	875
改造後	99年5月～99年8月	130

## 8.ま と め

窒素除去方式は従来より循環脱窒方式が認められ普及しているが、本処理場のように嫌気槽が小さく窒素除去能力が低くても、好気槽で硝化と脱窒を同時に行う条件をつくることによって、窒素が確実に除去されることがわかった。また嫌気槽がなく、好気槽だけの処理場でも硝化・脱窒同量進行を目指した運転をすることにより窒素除去能力の改善や硝化による pH 低下の防止が期待できる。

そしてこの運転方法の心臓部が計測記録である。計測記録がない状況ではこの運転はほとんど不可能であり、負荷変動やその他の状況がつかめず調整が遅れる可能性は非常に高い。

また今後、計測記録の管理に DO や ORP 値による自動制御を導入すれば、常に硝化・脱窒同量進行の運転をすることができ、窒素濃度のさらなる減少、ブロー運転時間短縮による電気料金の削減が期待できる。ただし脱窒に固執しすぎると、汚泥発生量の増加を招くので注意が必要である。

今回の事例は窒素除去に関するものであるが、窒素除去の目的以外でも、記録計の波形を管理指標にすることは、初心者にも解りやすく簡単に現在の処理状況を知ることができる。また DO、pH、ORP 等の「数値」を管理指標にすると処理場毎に適正値が変わってしまうが、その「波形」を管理指標にすれば、どこの処理場にも当てはまり初心者でも点検、調整できるメリットがある。

## 9.謝 辞

本研究を進めるに当たり、多大なご支援を頂いた愛知県農業総合試験場 市川明様はじめ畜産研究所の皆様には謝意を表します。

## 参考文献

- (1) 北島督一、鈴木真紀、井上祥一郎 「養豚排水を対象とした運転条件による窒素除去特性比較」 第4回衛生工学シンポジウム
- (2) 厚生省水道環境部監修 「し尿処理施設構造指針解説・追補」 社団法人 全国都市清掃会議
- (3) 「高度処理施設設計マニュアル(案) 平成6年」 社団法人 日本下水道協会
- (4) 小島貞男、須藤隆一、桜井敏郎、松本利通 「脱窒・脱磷技術と富栄養化対策」 (株)アイピーシー