

簡易改修による硝酸性窒素濃度低減例 2

1. 改修のコンセプト

- ・連続式活性汚泥法（間欠ばっ気あり）を嫌気好気法に変更
- ・膜分離導入で汚泥濃度を上げる
- ・ORP（酸化還元電位）の値をもとに間欠ばっ気の時間を調整

2. 改修前の処理状況

間欠ばっ気により脱窒を試みていましたが、安定した水質を得られていない施設でした。ばっ気槽に希釈水を投入することで、処理水質維持に努めていましたが、希釈水を含めたばっ気槽流入汚水量が過剰となり、最終沈殿槽の能力を超えてしまうために、二次処理水への汚泥流出が度々起こる状態でした。

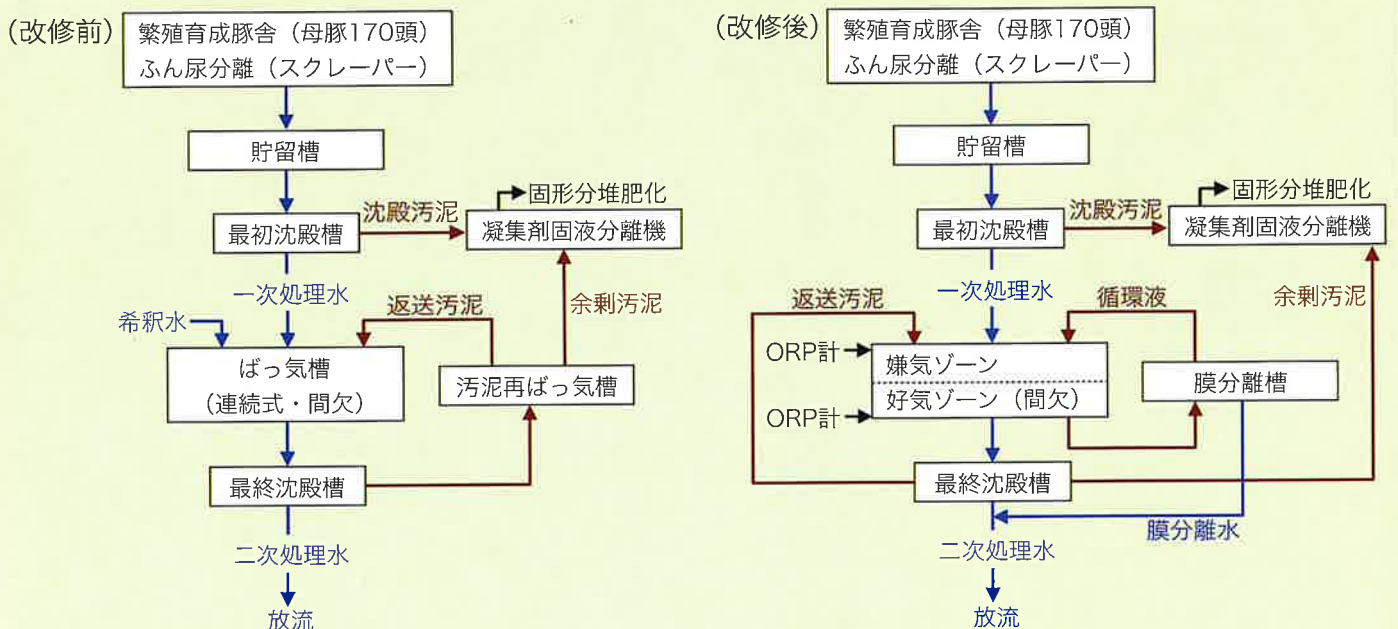


実証試験を行った污水浄化処理施設

3. 改修の内容

改修前後の処理内容を右表に、処理フローを下図に示します。ばっ気槽の一部を嫌気ゾーンとして脱窒機能を付加しました。ばっ気槽流入汚水量の半分を膜分離処理とし、最終沈殿槽の水面積負荷を低くしました。返送汚泥に膜分離槽の循環液を加えることにより、嫌気・好気ゾーンの汚泥濃度を高くして硝化・脱窒の能力を高めました。

	改修前の処理内容	改修後の処理内容
原水	母豚170頭一貫経営のふん尿分離豚舎污水	母豚170頭一貫経営のふん尿分離豚舎污水
一次処理	・最初沈殿分離 ・約3倍に水で希釈	・最初沈殿分離 ・無希釈
二次処理	・連続式活性汚泥法 ・重力沈降による汚泥分離	・嫌気好気法 ・膜分離と重力沈降による汚泥分離



改修前後の処理フロー図

汚泥再ばっ気槽を膜分離槽に用途変更した。改修前は、ばっ気槽に希釈水を投入していたが、改修後は無希釈になっている。

具体的には、以下の改修をしました。

- ばっ気槽の前段4分の1 (60m³) の散気管を撤去し、かく拌用の水中ポンプを設置して嫌気ゾーンに変更
- 汚泥再ばっ気槽に中空糸膜ユニット (右写真) を設置して膜分離槽に変更
- 好気ゾーンの末端から膜分離槽を経て嫌気ゾーンの先端に流れる循環水を送るための水中ポンプと配管を設置
- 嫌気ゾーンの先端と好気ゾーンの末端にORP計を設置
- 最終沈殿槽から返送汚泥を嫌気ゾーンの先端に送る配管を設置
- 汚泥再ばっ気槽から送っていた余剰汚泥の配管を最終沈殿槽からに変更



中空糸膜ユニット

4. 改修前後の水質

改修前：2009年1月21日、改修後：2009年3月19日～2010年8月5日にて改修前後の水質を比較しました。一次処理水と二次処理水の採水位置は、前ページの改修前後の処理フロー図に示しました。

(1) 一次処理水の水質

改修前後に変化は見られませんでした (右表)。改修前のBOD/N比が2.5と低いですが、改修後の同時期も同程度の値を示す日がありました。

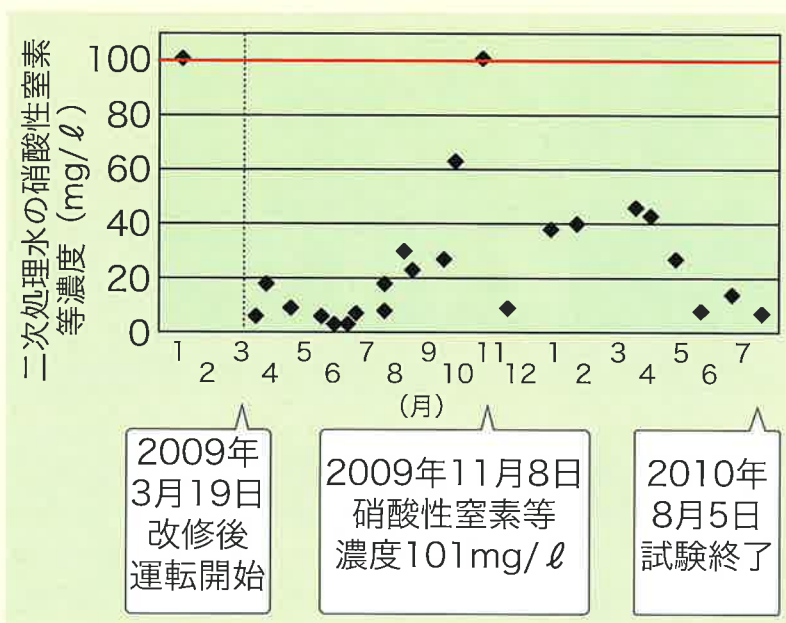
	一次処理水の分析値 (mg/ℓ) (平均 ±SD (最小値～最大値))			
	BOD	SS	全窒素	BOD/N比
改修前	2,960	5,360	1,200	2.5
改修後	2,211 ±733 (1,085～3,512)	2,689 ±1,947 (739～6,220)	750 ±254 (312～1,200)	3.0 ±0.5 (2.1～3.7)

(2) 二次処理水の水質

BODとSSは、改修前後ともに、水質汚濁防止法の一律基準 (160mg/ℓと200mg/ℓ) 以下を維持しました。

	二次処理水の分析値 (mg/ℓ) (平均 ±SD (最小値～最大値))			一次処理水の希釈倍率
	BOD	SS	硝酸性窒素等	
改修前	99	81	101	3.1
改修後	37 ±31 (0～97)	23 ±12 (13～48)	24 ±23 (3～101)	無希釈

水質汚濁防止法でヒトへの有害物質として健康項目に規定されている「アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物及び硝酸化合物」(硝酸性窒素等と略) は、改修前に一次処理水を3.1倍に希釈して101mg/ℓであったものが、改修後に無希釈で一律基準 (100mg/ℓ) 以下になりました。改修後の2009年11月8日に101mg/ℓの高い値を示しましたが、二次処理水の窒素の全てが硝酸性窒素であったことから、好気ゾーンの間欠ばっ気のばっ気停止時間を長くすることで、良好な水質に戻りました。



5. 改修前後の施設能力の試算

改修前のBOD容積負荷（表①の緑色）に余裕があったことから、ばっ気槽の前段4分の1を嫌気ゾーンとして脱窒の機能を付加しました。膜分離導入により、汚泥濃度を高めに設定（表④の黄色）することにより、余裕を持って十分な窒素除去が望めると判断しました（表④）。この改修により、二次処理水の硝酸性窒素等濃度が322mg/ℓ（表②の赤色）から27mg/ℓ（表③の赤色）に改善する試算結果となりました。

嫌気ゾーンは64m³程度あれば十分だと考えられました（表⑤の緑色）。実際の改修では、ばっ気槽の60m³を嫌気ゾーンとし、脱窒の不足を好気ゾーンの間欠ばっ気で補いました。

項目	値		単位	備考
	BOD	全窒素		
汚水量	26		m ³ /日	肥育豚換算1700頭×15ℓ/頭・日
排出量	85	—	kg/日	BOD：肥育豚換算1700頭×15g/頭・日
ばっ気槽有効容積	240		m ³	設計値
一次処理水中の量	60	21	kg/日	最初沈殿分離処理のBOD除去率30% 全窒素は実測のBOD/N比の平均値2.9から算出
一次処理水のBOD/N比	2.9			
BOD容積負荷、N容積負荷	0.25	0.09	kg/m ³ ・日	

項目	値		単位	備考
	BOD	全窒素		
二次処理水中の量	1.2	8.2	kg/日	BOD除去率98%、N除去率60%
二次処理水の濃度	47	322	mg/ℓ	無希釈の場合。全窒素は硝酸性窒素等濃度に相当

項目	値		単位	備考
	BOD	全窒素		
二次処理水中の量	1.2	0.7	kg/日	BOD除去率98%、BODの1/3のNが除去
二次処理水の濃度	47	27	mg/ℓ	全窒素は硝酸性窒素等濃度に相当する

項目	値	単位	備考
MLSS	8,000	mg/ℓ	
BOD-MLSS負荷	0.03	kgBOD/kgMLSS・日	0.15 kgBOD/kgMLSS・日 以下が適切※
全窒素-MLSS負荷	0.01	kgN/kgMLSS・日	0.04 kgN/kgMLSS・日 以下が適切※

※「汚泥再生処理センター等の施設整備の計画・設計容量2006改訂版」（社団法人全国都市清掃会議）188ページ、複数槽形式の例から引用

項目	値	単位	備考
BOD-MLSS負荷による必要容積	99	kgBOD/kgMLSS・日	水温低下等の影響を考慮して半分の0.075 kgBOD/kgMLSS・日に設定
全窒素-MLSS負荷による必要容積	128	kgN/kgMLSS・日	水温低下等の影響を考慮して半分の0.02 kgN/kgMLSS・日に設定
必要な脱窒槽の容積	64	m ³	上の2つの算出値の大きい方の半分が脱窒槽、残りが硝化槽に必要な容積

6. 改修費用と工事期間

改修に要した費用を下表に示します。紫色で示した番号4～7の部材は膜分離に関する部分です。最終沈殿槽に余裕がある場合は、ばっ気槽の一部を嫌気ゾーンにするだけで改善でき、この費用（合計3,572,200円）が必要ありません。改修の基本設計および改修後の施設運転技術指導について畜産環境技術研究所が行った部分があるため、実際の費用は下表の金額よりも若干高くなると思われます。

現地の工事は10日間を要しましたが、施設の稼働停止は半日が2回だけで済みました。

番号	項目	内容	金額（円）
1	配管部材	汚水配管	96,960
2	水中ポンプ	汚水移送1台、嫌気ゾーンかく拌1台	115,200
3	ORP計	2台	289,600
4	中空糸膜ユニット	105m ² 、架台含む	1,950,000
5	膜洗浄用ブロワー	2.2kw、架台含む	567,200
6	膜分離用操作盤		400,000
7	膜分離付帯設備	定流量弁、機器収納庫、圧力調整器、他	655,000
8	電気工事		32,000
9	配管工事		96,000
10	機械設備工事		40,000
11	諸経費	試運転、運搬費、値引き含む	155,040
12	消費税		219,850
合計			4,616,850

7. 本改修技術を利用するにあたっての注意点

- ばっ気槽のBOD容積負荷に余裕がないと、この改修はできません。
- ばっ気槽に流入する汚水のBOD/N比が3程度以上ないと、十分な窒素除去が望めません。
- 改修を検討するにあたっては、汚水の量や質、配管や設備、近年の稼働状況など、施設の現状を正確に把握することが重要です。
- 改修後は、二次処理水の硝酸性窒素等濃度の測定と管理日誌の記録等による適切な運転管理が必要です。
- 間欠ばっ気をする場合は、目詰まりしにくいタイプのディフューザー（エラストックス、ダイナミックディフューザー、OHRエアレーター等）の使用と、定期的な目詰まりの除去が必要です。

本パンフレットは畜産排水硝酸性窒素専門委員会の監修により作成されました。

畜産排水硝酸性窒素専門委員会（敬称略、あいうえお順）

岡城孝雄（財）日本環境整備教育センター教育事業グループリーダー

亀岡俊則（NPO）バイオガスシステム研究会理事長

川村英輔 神奈川県畜産技術センター 主任研究員

鈴木一好（独）農研機構 畜産草地研究所企画管理部研究調整役

深谷秀巳 元：愛知県農業総合試験場広域指導グループ長

本多勝男（財）畜産環境整備機構 技術相談室長



財団法人 畜産環境整備機構

平成23年3月15日発行

問合せ先：財団法人畜産環境整備機構
畜産環境技術研究所

〒961-8061 福島県西白河郡西郷村

大字小田倉字小田倉原1

TEL 0248-25-7777（代）

FAX 0248-25-7540

e-mail : ilet@chikusan-kankyo.jp

http://www.chikusan-kankyo.jp