

簡易改修による硝酸性窒素濃度低減例 1

1. 改修のコンセプト

- ・連続式活性汚泥法を回分式活性汚泥法に変更
- ・ばっ気槽に汚水投入後、嫌気状態でかく拌して脱窒
- ・ばっ気槽に入る汚水のBOD/N比を改善

2. 改修前の処理状況

窒素を除去する構造でないことに加え、ばっ気槽に入る汚水のBOD/N比が低いため、十分な窒素除去が望めない施設でした。また、返送汚泥や余剰汚泥の移送が手動操作であり、汚泥管理が困難な状況でした。

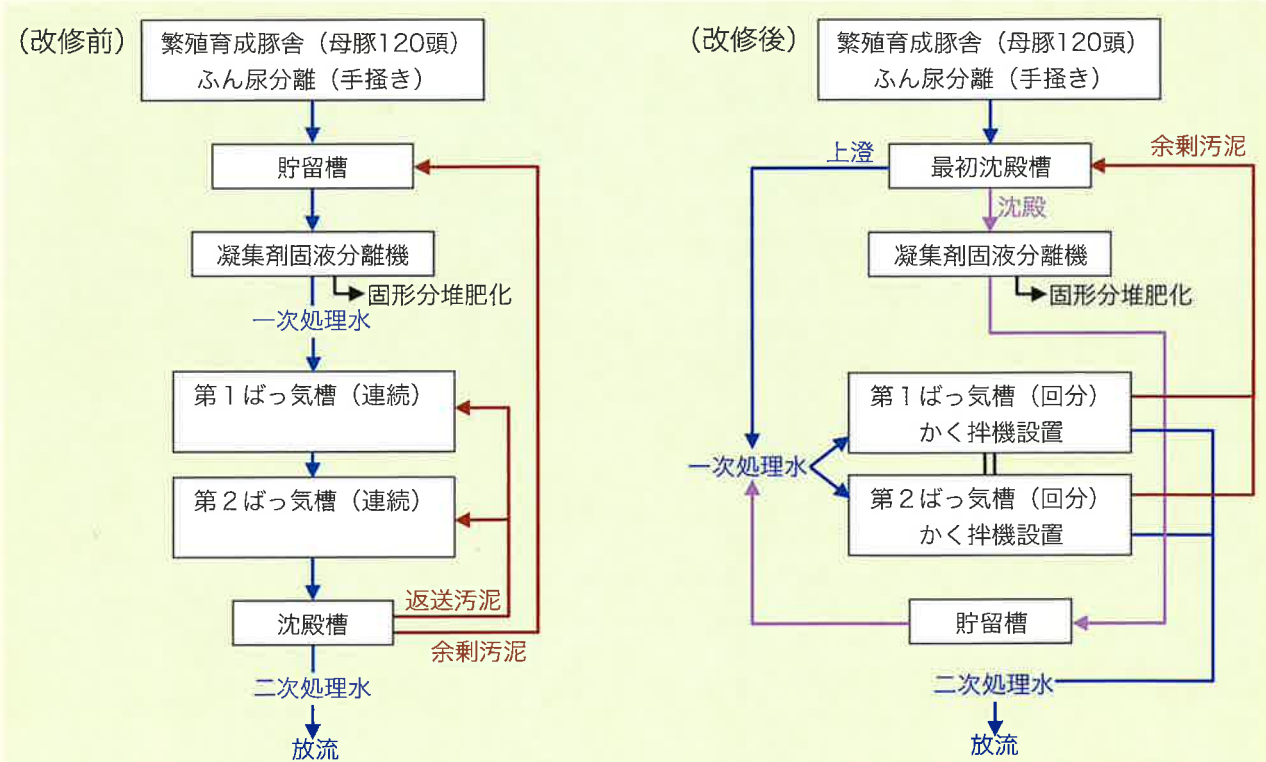


実証試験を行った污水浄化処理施設
(冬期で積雪している)

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。脱窒のためには、窒素の3倍のBODが必要とされています。BOD/N比を3に近づけるため、改修後のフローでは、最初沈殿槽の上澄みを直接ばっ気槽に投入することで、一次処理水のBODを高めるようにしました。

	改修前の処理内容	改修後の処理内容
原水	ふん尿分離豚舎汚水 (母豚120頭の肥育豚舎以外の汚水)	
一次処理	・凝集分離	・最初沈殿分離 ・沈殿部分のみ凝集分離
二次処理	・連続式活性汚泥法	・回分式活性汚泥法 ・ばっ気停止かく拌脱窒

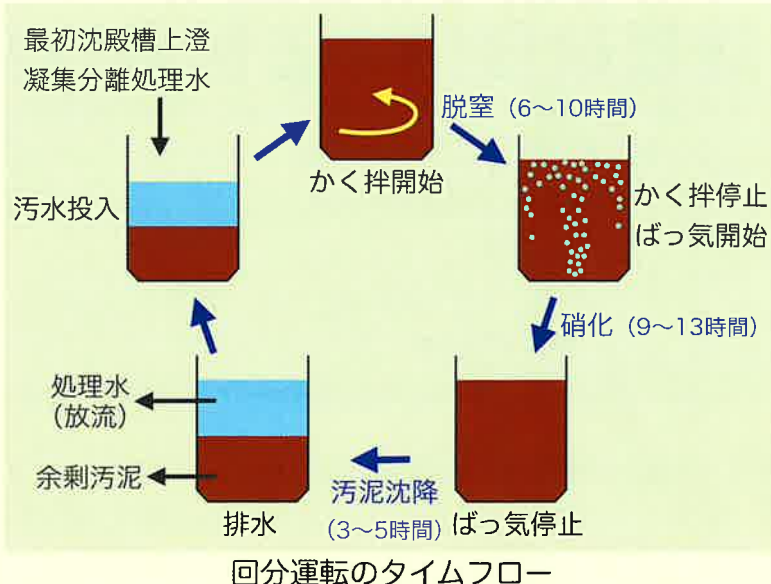


改修前後の処理フロー図

貯留槽を最初沈殿槽に、沈殿槽を貯留槽に用途変更した。余剰汚泥は汚水とともに凝集分離後に堆肥化処理されている。凝集分離時の若干の希釈以外は無希釈処理である。

具体的には、以下の改修をしました。

- ・連続式であったばっ気槽を回分式に変更
- ・ばっ気槽にかく拌機を設置して污水投入後にかく拌（右図）
- ・調整槽を最初沈殿槽に変更し、污水を1日分貯留した上澄みをばっ気槽に送り（BOD/N比改善）、沈殿物のみを凝集分離処理
- ・沈殿槽を凝集分離污水の貯留槽に変更
- ・回分運転や余剰汚泥の排出などを自動運転できる制御盤を設置



4. 改修前後の水質

改修前：2008年9月24日～2009年4月6日、改修後：2009年4月7日～2010年10月1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

BODが改修後に高まり、BOD/N比が高くなりました（右表の緑色）。

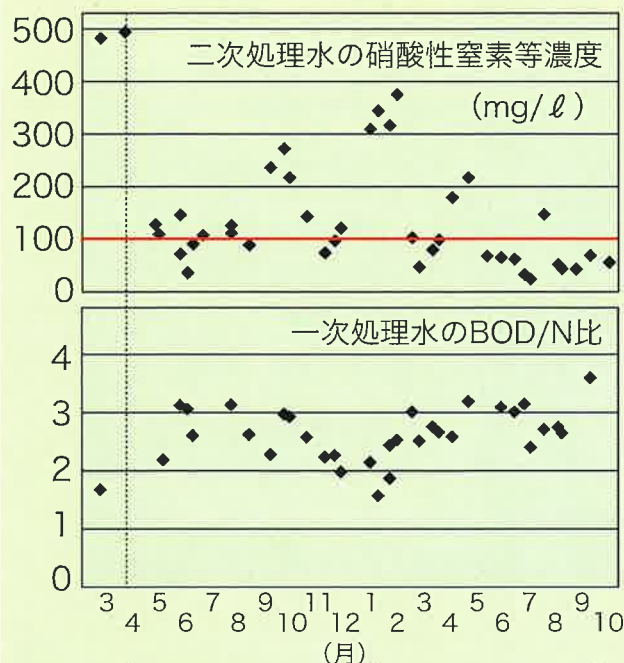
	一次処理水の分析値 (平均 ±SD)			
	BOD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	全窒素 (mg/ℓ)	BOD/N比
改修前	2,846 ±261	136 ±91	1,529 ±383	1.9 ±0.3
改修後	3,662 ±799	1,740 ±729	1,420 ±396	2.7 ±0.4

(2) 二次処理水の水質

改修工事後、運転管理方法を検討しながらの処理であったため、1年間ほど水質が不安定でした。改修後のBODは、水質汚濁防止法の一律基準（160mg/ℓ）以下を維持しました。SSは、一律基準（200mg/ℓ）を超えることがありましたが、改修後1年以降は超過しなくなりました。

	二次処理水の分析値 (平均 ±SD (最小値～最大値))		
	BOD (mg/ℓ)	SS (mg/ℓ)	硝酸性窒素等 (mg/ℓ)
改修前	91 ±89 (0～177)	117 ±64 (70～190)	621 ±320 (409～1,097)
改修後	51 ±43 (4～158)	119 ±86 (6～441)	144 ±107 (25～456)

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、改修により低減しましたが、一律基準（100mg/ℓ）以下を維持するには至りませんでした。右図に示すように、2010年1月の二次処理水の硝酸性窒素等が高まったときは、一次処理水のBOD/N比が1.6～2.4の低い状態が続いたことによると考えられました。



2009年4月7日
改修後
運転開始

2010年1月
BOD/N比低下
による硝酸性窒素等濃度の上昇

2010年10月1日
試験終了

5. 改修前後の施設能力の試算

改修前のBOD容積負荷（表②の緑色）に余裕があったことから、汚水の一部を凝集分離せずにばっ気槽に投入し、BOD量を増やすことでBOD/N比を3（表③の黄色）に近づけ、脱窒を促進しました。また、ばっ気槽の容積に余裕があることから、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483mg/ℓ（表②の赤色）から74mg/ℓ（表③の赤色）に改善する試算結果となりました。

①改修前後で変更がない項目

項目	値		単位	備考
	BOD	全窒素		
汚水量	8		m ³ /日	実測値（希釈水含む）
排出量	43	13	kg/日	実測値：BOD 5,205mg/ℓ、N 1,609mg/ℓ ※
ばっ気槽有効容積	97		m ³	設計値

※通常は頭数から算出するが、この汚水の場合、一貫経営の肥育部分を除いた豚舎の汚水であること、1日分の汚水を貯留して十分なかき拌が出来る施設があったことから、実測値を用いた。

②改修前の施設能力の試算

項目	値		単位	備考
	BOD	全窒素		
一次処理水中の量	21	10	kg/日	凝集剤固液分離処理 除去率：BOD50%、N25%
一次処理水のBOD/N比	2.2			
BOD容積負荷、N容積負荷	0.22	0.10	kg/m ³ ・日	
二次処理水中の量	0.4	4.0	kg/日	BOD除去率98%、N除去率60%
二次処理水の濃度	52	483	mg/ℓ	全窒素は硝酸性窒素等濃度に相当する

③改修後の施設能力の試算

項目	値				単位	備考
	BOD		全窒素			
	上澄	沈殿	上澄	沈殿		
最初沈殿分離処理後の量	30	13	11	2	kg/日	沈殿への回収率：BOD30%、N15%※
凝集剤固液分離処理後の量	-	6	-	1	kg/日	除去率：BOD50%、N25%
一次処理水中の量	36		13		kg/日	最初沈殿と凝集分離の合計
一次処理水のBOD/N比	2.9					
BOD容積負荷、N容積負荷	0.37		0.13		kg/m ³ ・日	
活性汚泥処理後の量	0.7		0.6		kg/日	BOD除去率98%、BODの1/3のNが除去
二次処理水の濃度	88		74		mg/ℓ	全窒素は硝酸性窒素等濃度に相当する

※最初沈殿槽は矩形の槽を流用したものであるため、沈殿部分として全汚水量の1～2割を凝集分離処理するとしてこの値を用いた。

④改修後ばっ気槽容積の検討

	値	単位	備考
MLSS	6,000	mg/ℓ	
BOD-MLSS負荷	0.06	kgBOD/kgMLSS・日	0.13 kgBOD/kgMLSS・日 以下が適切※
全窒素-MLSS負荷	0.02	kgN/kgMLSS・日	0.05 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、単一槽形式の例から引用

6. 改修費用と工事期間

水中ポンプは、ばっ気槽が2槽あるために二次処理水と余剰汚泥排出用が各2台、最初沈殿槽上澄と凝集分離処理水のばっ気槽移送用2台、合計6台を要しました。脱窒用の水中ミキサーも、ばっ気槽が2槽あるために2台要しました。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、実際の費用は右表の金額よりも若干高くなると思われます。

項目	内容	金額
配管部材	VP50、ボールバルブ3個	223,600
水中ポンプ	汚水用 6台、架台含む	478,200
かく拌機	0.75kw 2台、架台含む	500,400
制御盤	製作費込み	605,600
電気工事		150,000
配管工事		360,000
諸経費	試運転、運搬費、値引き含む	32,200
消費税		117,500
合計		2,467,500

現地の工事は3日間で、施設の稼働を停止したのは半日だけでした。

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。



改修後の脱窒工程で第1ばっ気槽に発生した窒素ガスで汚泥が浮上している様子

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