

畜舎排水処理施設における汚水中の硝酸性窒素等除去の検討

須藤立・大林康信¹⁾・井上雅美²⁾・矢萩久嗣³⁾

1) 茨城県肥飼料検査所 2) 茨城県鹿行農林事務所 3) 茨城県西農林事務所

Examination of removal of the nitrate nitrogen in the wastewater from livestock effluent treatment institution

Ryu SUTO, Yasunobu OBAYASHI, Masami INOUE and Hisashi YAHAGI

要 約

浄化した汚水を放流する際に規制対象となっている硝酸性窒素等（アンモニア、アンモニウム化合物、亜硝酸化合物および硝酸化合物）について、県内養豚農家における浄化処理施設の実態調査と回分式活性汚泥処理における曝気時間の違いが硝酸性窒素等濃度に及ぼす影響について調査した。実態調査した処理水中の硝酸性窒素等濃度の平均値は174mg/Lで、最大値は652mg/Lであった。曝気時間の違いによる影響は、22時間曝気（連続曝気）と一時間毎の間欠曝気（間欠曝気）との比較で、間欠曝気の方が処理水中の硝酸性窒素等濃度が低い結果（100mg/L）が得られ、一律基準対応に向けた処理が期待される。

キーワード：浄化処理水 硝酸性窒素等 間欠曝気

素等除去について検討した。

緒 言

家畜ふん尿は、一般的な処理方法としてふんは堆肥化し、尿は液状コンポスト化や浄化処理し放流等を行っている¹⁾。汚水を浄化し放流する際に、水質汚濁防止法の健康項目のうち硝酸性窒素等の無機態窒素については、一律排水基準（100mg/L）が規定されているが、畜産業では暫定基準が定められており、平成25年7月1日に「排水基準を定める省令の一部を改正する省令の一部を改正する省令」が公布され、暫定基準値は700mg/Lが適用されている。窒素除去技術については、従来から研究が行われている²⁻⁴⁾が、一律排水基準の対応に向けた更なる対策・処理技術が求められている。本研究は、汚水を浄化放流している養豚農家の処理水中の硝酸性窒素等実態調査と、調査時に硝酸性窒素等が高い傾向にあった回分式活性汚泥処理で曝気時間の違いによる硝酸性窒

材料および方法

1. 実態調査

調査実施時期は2010～2012年の3年間で主に11月～2月の時期に、豚舎から排出される汚水を浄化処理し公共水域に放流している養豚農家の浄化処理施設35施設を調査対象とした。年別に2010年11月～2011年2月に11施設、2011年11月～2012年2月に13施設、2012年11月～2013年2月に23施設の調査を行った。対象処理施設の内訳と年毎の施設内訳を表1に示した。処理水の分析方法は下水道試験方法⁵⁾に準じて行った。処理水中の硝酸性窒素等は、アンモニア性窒素に0.4を乗じたもの、亜硝酸性窒素と硝酸性窒素を合計して算出した。

表 1. 調査した処理施設の内訳

	調査対象施設数	調査数 [※]			(計)
		2010年	2011年	2012年	
連続式	23	7	11	12	30
回分式	10	3	1	9	13
散水ろ床	1	1		1	2
土壌浄化	1		1	1	2
計	35	11	13	23	47

※同一施設を含む

結果と考察

2. 曝気時間の違いによる硝酸性窒素等除去の検討

供試汚水は、県内の母豚 150 頭の一貫経営養豚農家からふん尿分離したものを 1mm 格子の篩で夾雑物を取り除いたものとした(表 2)。

処理装置は回分式活性汚泥処理とし、あらかじめ活性汚泥の量を希釈調製した。汚水の供給は、微量定量ポンプを用い、タイマーにより所定時間作動させた。曝気の運転条件は連続曝気(22 時間曝気 2 時間停止)と間欠曝気(1 時間毎に運転・停止の交互運転)とした(図 1)。曝気槽には 10L タンクを用い、曝気槽混合液は 9L とした。BOD 容積負荷は 0.3~0.4kg/m³/日、窒素容積負荷は 0.18kg/m³/日を満たすように容積を設定し、SV30 で 40%となるよう調製した。酸素供給量は、連続曝気と間欠曝気ともに同量(5g/day)とした⁶⁾。汚水中の硝酸性窒素等は常法により分析した。

表 2. 供試汚水の性状

pH		7.2
BOD	mg/L	3586
全窒素	mg/L	1630
アンモニア性窒素	mg/L	891
硝酸性窒素	mg/L	ND
全窒素/BOD		0.45

BOD: 生物化学的酸素要求量。

ND: 不検出。

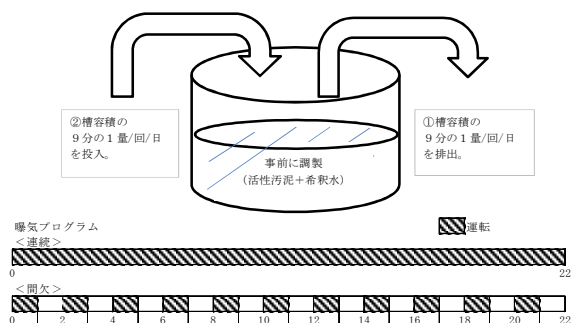


図 1. 試験装置の概要

1. 実態調査

採水した 35 全施設で、排水基準である BOD (160mg/L), SS(200mg/L)を超えるものはなかった。硝酸性窒素等の測定値も暫定基準値 700mg/L 以下で、そのうち 14 施設は 100mg/L 基準以下であった(表 3)。

調査対象施設における設計時の処理対象頭数と現在の飼養頭数の関係は、設計通りまたは、設計値よりも飼養頭数が少ない施設の平均値は 159mg/L, 設計値より現在の飼養頭数が多い施設の平均値が 230mg/L であり、設計値より現在の飼養頭数が多い施設で硝酸性窒素等が高い傾向がみられた。

また、処理方式による硝酸性窒素等の関係では、連続式は平均値 168mg/L, 回分式は 175mg/L であり、回分式の方が高いが、大きな差はみられなかった。散水ろ床と土壌浄化の硝酸性窒素等の平均値は、それぞれ 56mg/L, 489mg/L であった。散水ろ床では、設計値と比較して処理対象汚水量が 10 分の 1 程度と低いことが硝酸性窒素等の低い要因と考えられる。土壌浄化では、設計値より調査時の処理対象となる頭数が多いこと、原水をろ過するために処理装置に充填してあるおが粉が古く、交換頻度が少ないことを確認した。飼養頭数が多く多量の汚水を処理していることに加え、おが粉の交換頻度が少ないためふん尿の分離機能が低下していたことが硝酸性窒素等の高い要因と考えられる。交換前の硝酸性窒素等は 652mg/L, 交換後は 357mg/L であった。実態調査結果から、浄化処理施設において、設計値を超えた量の汚水を処理すると、処理水中の硝酸性窒素等の値が高くなる傾向が示された。浄化処理施設の運転にあたっては、設計に合った量の処理が必要である。本調査の時期が冬期であり、硝酸性窒素等の季節変動

は今後調査する必要があると考える。

表3. 処理施設調査結果

処理方式	施設数	硝酸態窒素等 (mg/L)			一律基準(100mg/L)を満たす	
		平均	最大	最小	施設数	施設割合 (%)
連続式	23	168	362	68	9	39%
回分式	10	175	358	32	4	40%
散水ろ床	1	56	109	3	1	100%
土壌浄化	1	489	652	357	0	0%
	35					

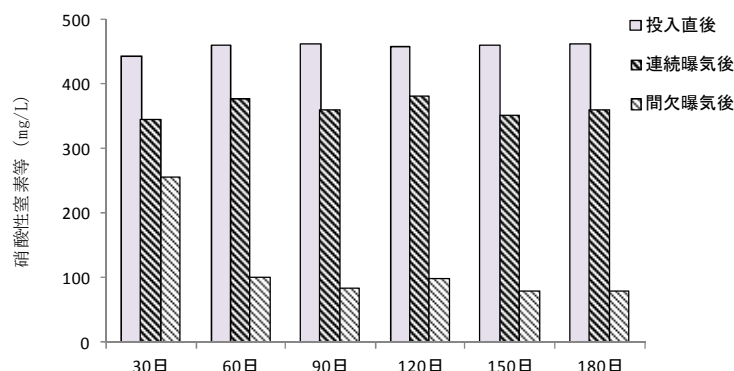


図2. 曝気時間の違いによる硝酸性窒素等の推移

2. 曝気時間の違いによる硝酸性窒素除去の検討
 運転開始から、連続曝気と間欠曝気いずれも共に投入直後汚水と比べると曝気後の汚水中の硝酸性窒素等は低いが、連続曝気では試験期間を通じて硝酸性窒素等は300mg/L以上で推移した。間欠曝気では、連続曝気と比較すると運転開始30日後から硝酸性窒素等は低くなり、60日後から一律排水基準レベルで推移した。このことから間欠曝気を組み合わせた運転を行うことで、一律排水基準(100mg/L)をクリアできる結果が得られた(図2)。脱窒過程では、嫌気条件とBODが必要と言われている。連続曝気では、曝気過程で硝酸化作用の進行と併せてBODが分解されるため、曝気停止時に残存するBODが少ないため脱窒が進まないと考えられる。一方、間欠曝気では、曝気の運転と停止を短時間に繰り返すことで硝酸化作用が進行し、脱窒に必要なBODが残存するため効率的に脱窒が進んだと考えられる。このことにより間欠曝気は連続曝気と比較して処理水中の硝酸性窒素等が低いと推察される。

Osadaら(1991)は、豚舎汚水を用いた回分式活性汚泥法による試験で、通常連続曝気と間欠曝気と比較しており、窒素・リンでN/BOD比が0.18程度で顕著に間欠曝気の方が高い窒素除去率(96.9%)を示し、N/BOD比が大きくなるにつれ連続曝気との差は減少する傾向があると報告している。

本研究では、N/BOD比は0.45で、硝酸性窒素等の除去率は74%であった。これはOsadaらのN/BOD比0.45と同様の結果が得られた⁷⁾。

窒素環境負荷低減に向けて、硝酸性窒素等の除去率を高めるため、今後、N/BODを低くした硝酸性窒素等除去システムの検討が必要と思われる。

参考文献

- 1) 新編 畜産環境保全論, 2012, 第1版, p51, 養賢堂, 東京.
- 2) 長田隆・羽賀清典・原田靖生, 1986, 間欠気式回分式活性汚泥法による豚尿汚水中の窒素・リンの除去, 畜産研究成果情報3, 39-40

- 3) 梶原浩昭・伊東壽夫, 2001, オキシデーション・
ディッチ型回分式活性汚泥法汚水処理施設の性
能調査, 長崎県畜産試験場研究報告, 第10号,
22-24
- 4) 脇本進行・白石誠・内田啓一・古川陽一・奥
田宏健, 2003, 低コスト畜舎排水処理施設の
開発-活性汚泥処理水の循環処理による窒素
低減-, 岡山県総合畜産センター研究報告, 第
14号, 77-82.
- 5) 下水道試験方法(上巻), 1997年版, 社団法人
日本下水道協会, 東京.
- 6) 畜産環境アドバイザー養成研修会資料(汚水
処理施設の設計・審査技術研修), 財団法人畜
産環境整備機構, 東京.
- 7) Osada T, Haga K, Harada Y, 1991, Removal of
nitrogen and phosphorus from swine
wastewater by the activated sludge units with
the intermittent aeration process. Water
Research, 25, 1377-1388.