

畜産液状ふん尿処理技術の開発－(その2)消化・再曝気による窒素除去－

(株)竹中土木 技術本部 ○正会員 長澤 太郎

(株)竹中土木 営業本部 正会員 森嶋 章

1. はじめに

搾乳牛のふん尿を固液分離し、排出される液状ふん尿（以下、スラリーと呼ぶ）に対し、超深層曝気法により1次処理を行ったが、そこでの窒素の除去は当初目標に達しなかった。本編では、1次処理の後段に、嫌気性消化と再曝気処理を付加することにより窒素濃度の低減を図った手法について、得られた知見を報告する。

2. 窒素除去技術の概要

超深層曝気槽による一次処理データを表-1、図-1に示す。

表-1 深層曝気槽運転データ

	原液	深層曝気槽	
12月18日	濃度(mg/l)	濃度	除去率(%)
BOD	18,200	6,060	67
D・BOD	7,700	1,810	76
SS	41,500	43,800	-6
T-N	4,570	4,710	-3
有機態-N	3,390	3,440	-1
NH ₄ -N	1,110	1,200	-8

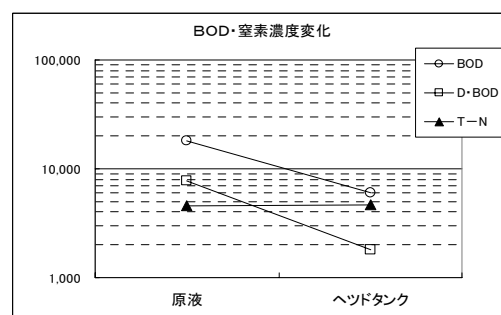


図-1 深層曝気槽運転データ(BOD、窒素)

超深層曝気槽において全窒素がほとんど除去されなかった原因として、原液が高濃度のため、曝気槽内に供給された酸素が主にBODの分解に消費され、有機態窒素の分解・可溶化およびアンモニア性窒素の硝化までには至らなかったと推察された。この対策として、曝気空気量の増大も考えられたが、エネルギーコストの大きな増加につながるため、2次処理として図-2に示すような嫌気性の汚泥消化法を導入した。

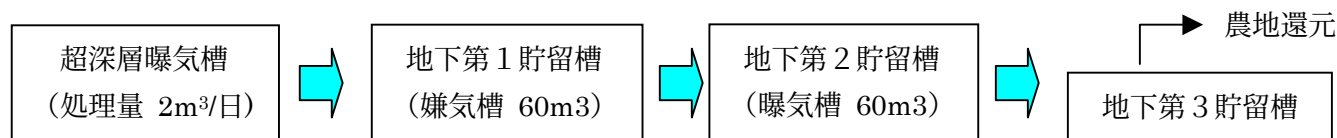


図-2 全体処理フロー

超深層曝気槽ではコンプレッサーによる圧縮空気の温度が高く、これがシャフト深部に吹き込まれて槽内循環液と長時間接触すること、また、原スラリーが超高濃度のため滞留時間が長いことから、槽内循環液が加温され、液温は夏期で38℃、冬期で25℃程度ある。そこで、この温度帯で反応が期待される嫌気性消化（中温消化）を熱の逃げにくい地下貯留槽で実施することとした。この貯留槽は農地散布のためスラリーを一定期間貯留するもので、第1槽の滞留時間は30日程度のため中温消化に適切であると判断した。

3. 窒素低減の室内試験

超深層曝気槽による一次処理液に対し、事前に室内試験を実施した。三角フラスコ中で一次処理液をマグネットスターラーで適宜攪拌したところ、開始後14日目でメタンガスの発生が顕著になった。この操作を28日間続けた処理液について、次

表-2 室内実験結果

曝気時間 (時間)	累積 曝気量 (m³)	空気量 /液量 (倍)	D-TOC (mg/l)	D-TN (mg/l)	窒素 除去率 (%)
0	0.000		3434	1682	
0.17	0.002	5	3126	1587	5.6%
1.7	0.024	49	3139	1570	6.7%
3.3	0.048	95	2818	1310	22.1%
24	0.346	691	2274	882	47.6%
48	0.691	1382	1650	565	66.4%
67	0.965	1930	1626	368	78.1%
91	1.310	2621	1639	259	84.6%

キーワード：液状ふん尿、農地還元、深層曝気法、窒素、嫌気性消化、硝化

連絡先：〒104-8234 東京都中央区銀座8-21-1 (株)竹中土木 営業本部 tel.03-3542-6321 fax03-3541-8825

に、曝気を行った。その結果、表-2 に示すように液量の約 700 倍の空気量で全窒素が大きく低減することが確認された。

窒素除去の原理としては、嫌気性消化により固形分が分解され、その際、有機態窒素がアンモニア性窒素などとなり、次段階の曝気によって硝化・脱窒もしくはアンモニアストリッピングが生じたと考えた。

4. 現地実験結果

本実験は平成 13 年 12 月初めから開始した。消化を促進させるため、第 1 槽の底部に設置した水中ポンプにより、1 日に数回、槽内液を攪拌した。

地下貯留槽における液温変化を図-3 に示す。地下貯留槽第 1 槽は冬期でも 20℃を保ち、中温消化の条件を満たしていることを確認した。

各槽での BOD 濃度変化を図-4 に示す。BOD は深層曝気槽で除去率が 75%以上であるが、2 次処理により第 2 貯留槽では除去率が 95%以上となった。

各槽での SS 濃度変化を図-5 に示す。第 1 貯留槽で SS 濃度が大幅に減少していることから、第 1 貯留槽で嫌気性消化が確実に進んでいることが確認された。

各槽の窒素濃度変化(全窒素、有機態窒素、アンモニア性窒素)を図-6 に示す。全窒素濃度は第 2 槽で除去率が 70%となった。2 次処理により、特にアンモニア性窒素を大幅に除去することが出来た(除去率 94%)。

曝気開始からの累積曝気量と窒素除去率のデータを表-3 に示す。窒素を 70%除去するのに必要とした曝気量は、負荷液量の約 500 倍であり、室内試験の結果と近似的に一致した。

表-3 曝気量と窒素除去率の関係

曝気時間 (時間)	累積 曝気量 (m^3)	累積 負荷液量 (m^3)	曝気量 /液量 (倍)	原液 T-N (mg/l)	第2槽 T-N (mg/l)	窒素 除去率 (%)
216	1.4E+04	96.4	143	3618	3151	12.9%
828	5.3E+04	152.2	346	5160	3420	33.7%
1116	7.1E+04	173.8	408	3880	1570	59.5%
1428	9.1E+04	195.4	465	4210	1260	70.1%

5. おわりに

深層曝気法の 2 次処理として、嫌気性消化と再曝気による窒素分の除去事例を紹介した。深層曝気槽の熱量を利用するため、嫌気性消化のための加温が必要なく、低コストな処理方法である。

家畜ふん尿処理は地域の実情に即応した施設整備が望ましく、地域ごとの適切な処理方法の選定・評価が重要となってくる。そのため継続的な技術開発による処理技術の改善が必要と考える。

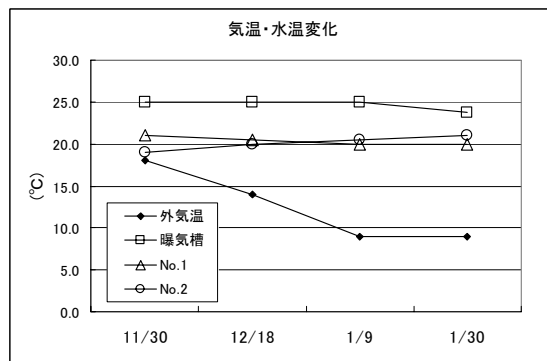


図-3 地下貯留槽における温度変化

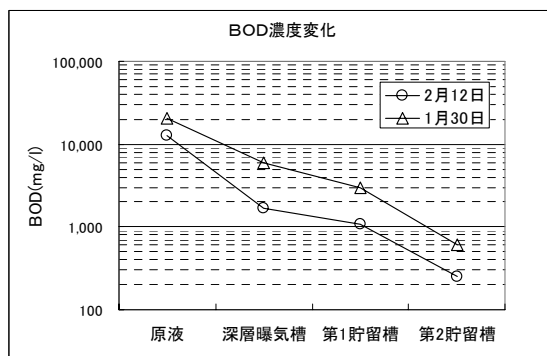


図-4 BOD 濃度変化

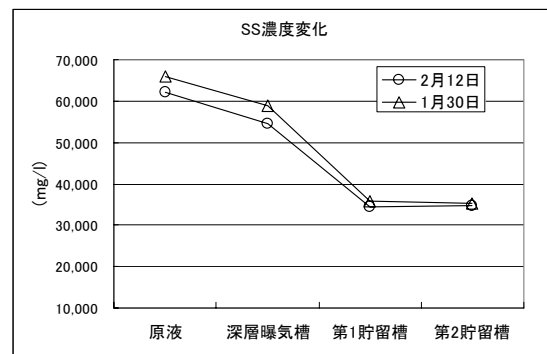


図-5 SS 濃度変化

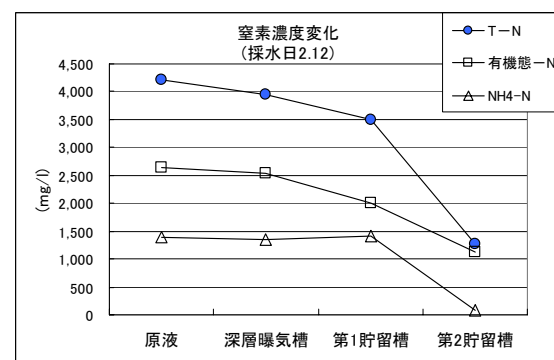


図-6 窒素濃度変化

(全窒素、有機態窒素、アンモニア性窒素)