

家畜ふん尿の脱臭施設から排出される洗浄廃液の傾斜土槽法による浄化

藤井 耕児 白川 朗

The purification of washing waste fluid drained from the deodorization system of animal waste with thin layers of soil

kouji FUJII, Akira SIRAKAWA

要 約

スクレバー式水脱臭装置から排出される高濃度のアンモニアイオンを含んだ廃液の浄化を傾斜土槽法による浄化装置を用いて試験した。時期により浄化率及び量に差があるものの、排出される全窒素の30%以上、アンモニア態窒素の40%以上（年間平均）を削減することができた。

緒 言

縦型密閉発酵装置（以下、オートコンポ）にはおが屑等の脱臭施設が併設されているが堆肥化時に、高濃度の臭気が発生するため臭気を長期的かつ安定的に脱臭することは難しい。このため、平成15～17年度に畜産系コンポスト化処理時の臭気低減化に関する研究を環境保健研究センターと共同で行ない、水洗浄によるスクレバー方式と生物脱臭方法の併用で臭気を規制区域C区域内に押さえることが出来た。しかしながら、脱臭後に高濃度のアンモニアイオンを含む廃液が発生し、その処理が問題となっていた。その処理方法には、活性汚泥法、生物膜法等が存在するが、処理能力や経費で満足のいく施設がなく、より一層簡易で処理能力の高い施設が求められている。近年、傾斜土槽法により有機性汚泥と栄養塩類の同時浄化ができる報告があり、この方法は簡易・低経費で高い浄化能力を示しているため、この処理方法を利用した脱臭廃液の浄化に取り組んだ。

材料及び方法

1) 傾斜土槽法（四電技術コンサルタント開発）

上面が開放状態の薄層溶液や構造体に浄化担体を充填し、これに傾斜をつけて汚水を浸透流下させて浄化を行なうものである。この方式を傾斜土槽法、この薄型容器等を傾斜土槽という。傾斜土槽法は自然界での土壌斜面の浄化機能を応用したものである。

家畜ふん尿の脱臭施設から排出される洗浄廃液の傾斜土槽法による浄化

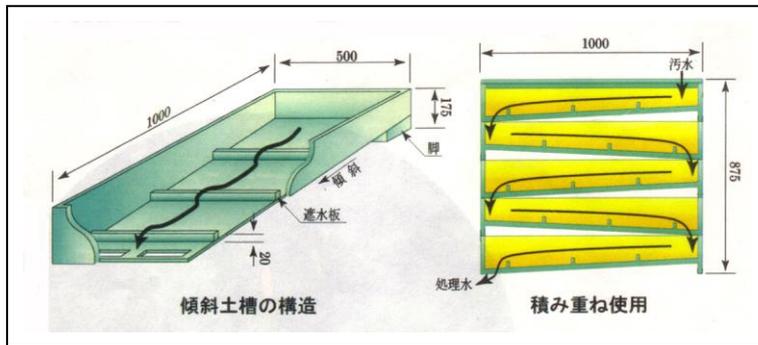


図1 傾斜土槽法による汚水浄化システム



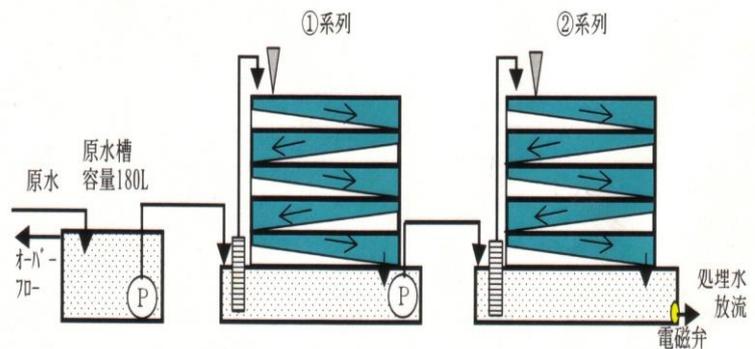
2) 供試水

オートコンポに設置したスクラバー方式による脱臭装置から排出された処理水（以下、脱臭廃液）で、塩酸でpHを7前後に調整したものを使用した。また、オートコンポは毎週月曜日に搬入、搬出を、休日等の場合は翌日に行なった。ふん尿は毎週約 3.5m³ 投入し、牛ふんと、鶏ふんの混合ふんとし、発酵状態により混合割合を2:1~1:1で調整した。

3) 実験装置

架台兼用の原水槽の上部に5段積みの傾斜土槽（スチロール製で、1段の内寸は500×1000mm、深さ175mm、底面に3ヶ所高さ60mmの遮水板を設置。槽内は鹿沼土とぼら土を充填したもの）設置し、原水槽の水はエアリフトポンプによって常時傾斜土槽の最上段へと場水し、槽内と原水槽を24時間循環した。

この処理装置を2系列設け、処理水は原水槽、①系列傾斜土槽、②系列傾斜土槽、放流となる。処理水の送水は、水中ポンプと電磁弁により行い、操作はタイマー設定で行なう。処理量は150L/日、循環3回転/日で①系列②系列併せて2日間の処理とする。（図2、写真1）



5段積み傾斜土槽(1段:500×1000×深さ175mm)
架台兼用原水槽(500×1200×深さ300mm)

図2 傾斜土槽法を利用した実験装置

4) 調査方法

処理水が次系統に移動(15時設定)前に、原水(1日目)、①系列傾斜土槽(2日目)、②系列傾斜土槽(3日目)で採水した。

5) 分析項目

pH、EC、COD、T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N。なお、Org-NはT-NからNH₄-N、NO₂-N、NO₃-Nの合計を差し引いて算出した。

結 果

1. 処理水

実験期間 17年8月22日～19年1月31日(527日間)

8月22日から馴致運転、9月8日から通常運転

処理量 180L/日 期間中全処理水 94.9t

循環量 系列1 320ml～500ml/分(日量460L～720L)

系列2 370ml～600ml/分(日量530～860L)

施設設置後2週間の馴致期間を設け9月8日から脱臭廃液を流した。

2. 水質と負荷量

脱臭廃液は表1のとおりpHが8.8～9.9、ECが0.116～0.702で推移している。BODは7.4～74.2mg/L、CODは3.3～18.2mg/Lで一般的な畜産汚水より低い値であった。この脱臭廃液はアンモニアイオンを主体とした窒素系の物質で占められている。

最終処理水はpH3.5～9.6、EC0.065～0.429と調査時期により大きく変化した。

T-Nは126～761mg/Lで除去率は11.3～60.3%であった。NH₄-Nは54～750mg/Lで除去率は6.7～82.8%であった。除去率は調査時期により大きく変化した。また、廃液中の窒素をOrg-N、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-Nの4種類とこれらを合計したT-Nを調査した。原水及び処理水ともT-Nに占めるNH₄-Nの値が他のどの窒素より高かった。廃液中の窒素濃度は時期により差があるものの、処理が原水及び処理水1、2と進むにつれてT-N及びNH₄-Nの値が低くなり、廃液が浄化されてきた。(図3、4)

項目	最大	最小	平均	標準偏差	
pH	原水	9.9	8.8	9.4	0.3
	最終処理水	9.6	3.5	7.1	2.1
EC	原水	0.702	0.116	0.344	0.184
	最終処理水	0.429	0.065	0.220	0.124
BOD	原水	74.2	7.4	36.4	25.1
	最終処理水	116.0	3.8	33.5	48.5
COD	原水	18.2	3.3	7.8	5.1
	最終処理水	42.8	1.6	15.3	14.8
T-N	原水	1002	317	670.9	189.6
	最終処理水	761	126	452.1	179.4
	最終除去率	60.3	11.3	33.8	14.7
NH ₄ -N	原水	957	313	626.4	178.9
	最終処理水	750	53.7	374.2	208.4
	最終除去率	82.8	13.7	43.4	20.5
NO ₃ -N	原水	0.8	0.3	0.5	0.2
	最終処理水	113.3	0.4	61.9	42.2

ECはs/m、除去率は%、それ以外はmg/L

2005/11/30～2006/4/4までは砂糖を添加したためBOD、CODの対象外とした

図3 脱臭廃液及び処理水中の水質結果

家畜ふん尿の脱臭施設から排出される洗浄廃液の傾斜土槽法による浄化

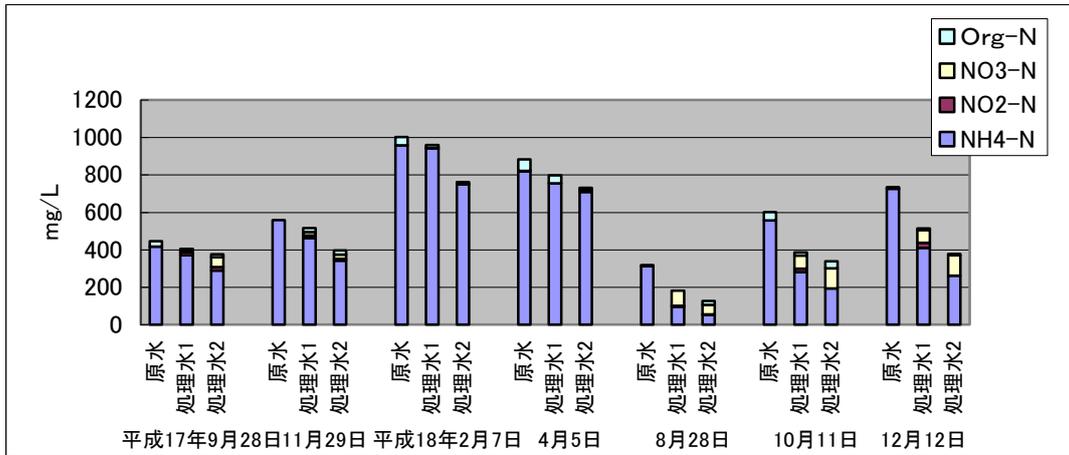


図4 脱臭廃液及び処理水中の窒素形態別変化

①脱臭廃液及び処理水中のpHの推移

脱臭廃液のpHは9台で推移しており、処理水1、処理水2に移行するにつれてpHが低下した。6月以降処理水1及び2のpHが大幅に低下し、特に処理水2は18年9月にpH3台まで低下した。このため11月に処理水2に石灰を添加し、処理水中のpHの調整を図った。(図5)

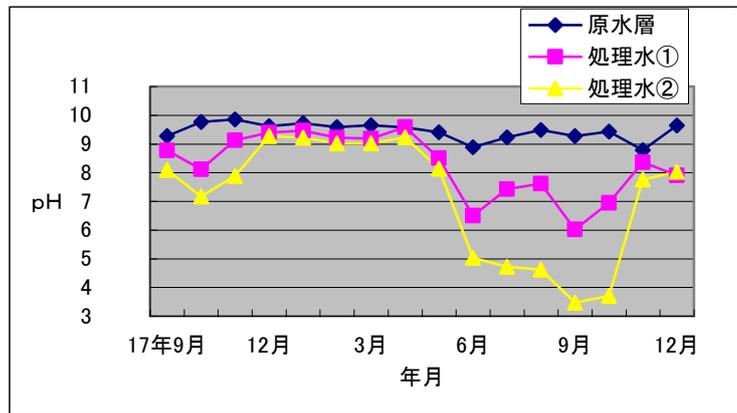


図5 脱臭廃液及び処理水中のpHの推移

②脱臭廃液及び処理水中のECの推移

脱臭廃液中のECは時期により差があるものの、原水、処理水1、処理水2と進むにつれて低くなった。ECは冬期に高く、夏期は低かった。なお、時期により原水より処理水中のECが高い時期があり、これは、風向き等によりオートコンポから発生するアンモニアガスが処理水中に溶け込んだものと考えられる。(図6)

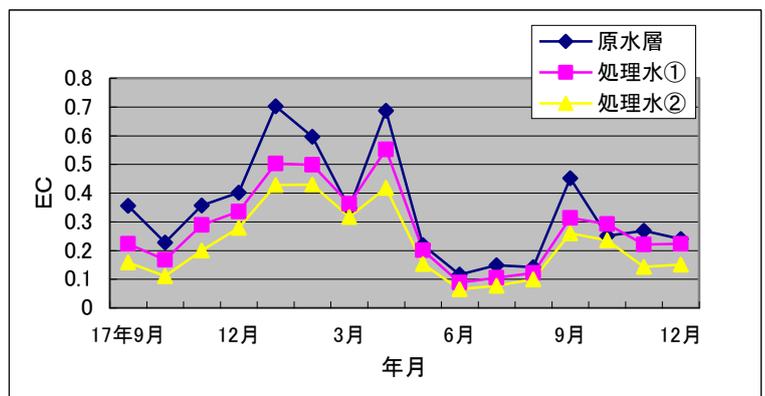


図6 脱臭廃液及び処理水中のECの推移

家畜ふん尿の脱臭施設から排出される洗浄廃液の傾斜土槽法による浄化

③脱臭廃液及び処理水中のBOD及びCODの推移

脱臭廃液中のBOD及びCOD濃度は低く、有機物が僅かしか含まれていないことがわかった。有機物が少ない場合脱窒が起り難いため、浄化率の向上を目標として11月30日～4月4日に75g/日の有機物(砂糖)を添加した。このため、その期間のBOD及びCODが高くなった。脱臭廃液中のT-NやNH₄-Nの浄化能力を高めるまでにはいたらなかった。(図7、8)

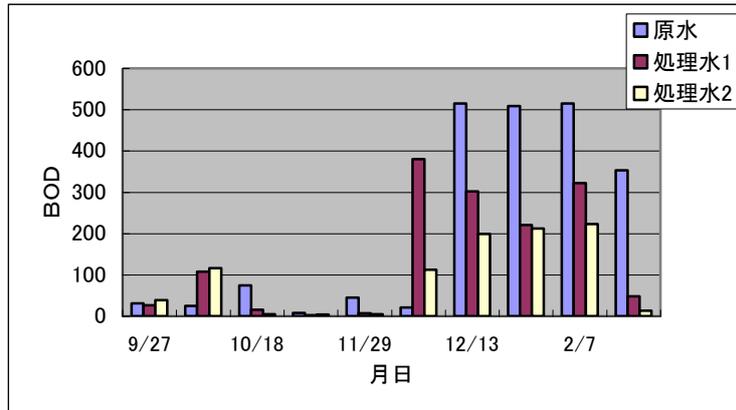


図7 脱臭廃液及び処理水中のBODの推移

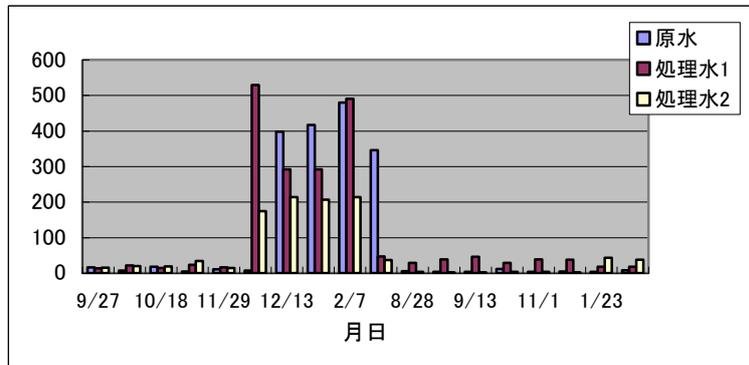


図8 脱臭廃液及び処理水中のCODの推移

④脱臭廃液中のT-Nと除去率と除去量

脱臭廃液に含まれているNH₄-Nは廃液中のpHが高いと処理期間中に揮散するため、調査時に原水中のpHを塩酸で中性に調整した。

期間中原水のT-Nは317~1,002mg/Lで、処理水は180~960で推移した。期間中の除去量は8.5~63.9g/日、除去率は11~60.3%であった。平均の除去量36.8g/日、除去率33.8%であった。(図9)

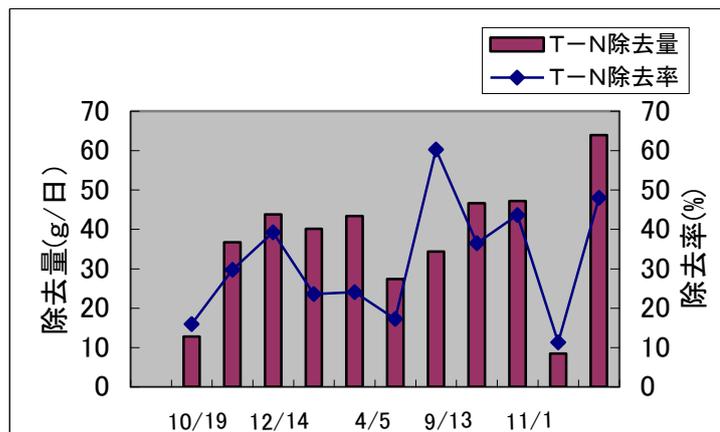


図9 脱臭廃液中のT-Nと除去率と除去量

家畜ふん尿の脱臭施設から排出される洗浄廃液の傾斜土槽法による浄化

⑤脱臭廃液中のNH₄-Nの除去率と除去量

NH₄-Nの原水は 313~957mg/L、処理水は 53~750mg/L で推移した。期間中の除去量は 20.2~83.7g/日、除去率は 6.7~82.7%であった。平均の除去量 42.9g/日、除去率 43.4%であった。

(図 10)

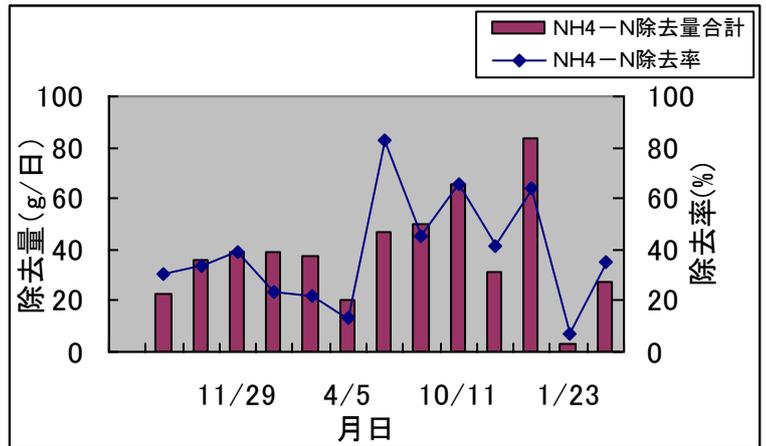


図 10 脱臭廃液中のNH₄-Nの除去率と除去量

⑦水温とNH₄-Nの除去率

水温とNH₄-Nの除去率は図 13 のとおりであり、水温が高ければ除去率が高くなる傾向がある。(図 11)

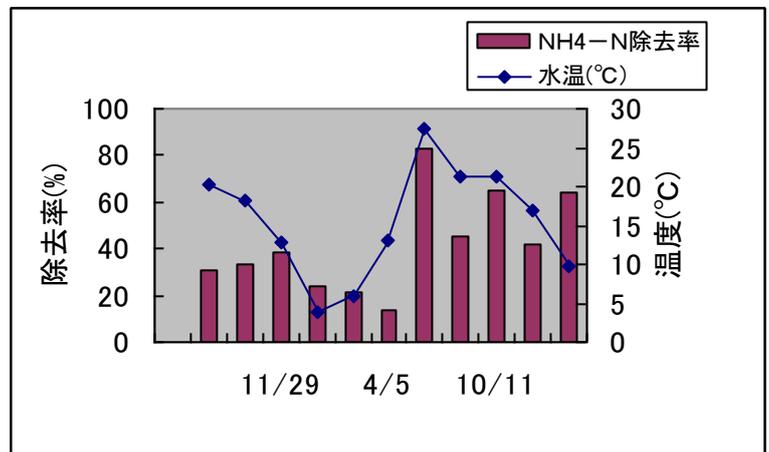


図 11 水温とNH₄-Nの除去率

考 察

傾斜土槽法による水質浄化施設は脱臭廃液の浄化施設として利用することが出来るが、装置規模の積算を検討することが必要である。さらに、外温気の低いときに処理能力が低下するため、より一層浄化能力の向上が求められる。

- 1) 傾斜土槽法による水質浄化装置で、処理が原水、処理水 1、処理水 2 と進むにつれて T-N 及び NH₄-N は減少し、浄化される
- 2) 水温が高くなると NH₄-N の除去量及び除去率は高くなる。

参考文献

生地正人 傾斜土槽法による台所排水の有機性汚濁と栄養塩類の同時浄化 水環境学会誌
28 (5) 247~352 (2005)

楠田哲也 自然の浄化機構の強化と抑制 博報堂出版 37~39 (1994)