

1 新技術情報
その1

畜産環境保全に関する技術開発成果発表会から

畜産排水処理水の低コスト脱色技術の開発

株式会社 協和エクシオ 研究開発センター 塩道 透

1. はじめに

畜産農家の規模拡大、居住地との接近、地下水汚染の懸念、住民の環境問題への関心の高まりなどにより、畜産環境問題は年々深刻になってきている。平成11年に「家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律(家畜排せつ物管理法)」が施行され、家畜排せつ物の野積み、素掘り貯留の解消を目指すこととなった。そのため、排水を放流するためには適正な処理を行うことが必要となり、現在その処理施設の導入が進んでいる。

通常、畜舎排水は活性汚泥法などの生物処理で浄化するが、それだけでは色度成分は除去できず、処理水は黄色～茶褐色を呈している。これまでに試みられている脱色方法としては、活性炭吸着法、膜分離法、紫外線酸化法、オゾン酸化法、凝集沈殿法などが挙げられるが、畜舎排水の処理方法としてはいずれも高コストであるため実用に至っていない。

本開発では、脱色方法として鉄と過酸化水素の反応による化学的処理方法(フェントン反応法)を採用し、そのシステムが低コストで実用性の高いシステムであることを検証するため、大規模養豚農場において豚舎排水脱色処理実証実験を行った。また、室内実験において牛舎排水の脱色処理実験も行った。

2. フェントン反応法

過酸化水素(H_2O_2)は、酸性下で第一鉄イオン(Fe^{2+})が共存すると、きわめて強力な酸化力を持つOH・ラジカルを発生させる(第1式)。このOH・ラジカルの脱水素反応により有機物(R-H)は酸化分解される(第2式)。この反応は発明者の名にちなんでフェントン反応と呼ばれている。



反応後は中和し、発生したスラッジを沈殿分離し、上澄み液を処理水とする。

3. 実証実験装置

作製した脱色処理システム実証実験装置のフローを図1に示す。システムは脱色処理を行うフェントン反応処理工程に、沈殿槽において十分分離しきれなかった微細なSSを除去することを目的とし砂ろ過工程を加えた。

処理槽の実効容積は表1の通りで、10～20 m³/日の処理能力を想定し作製した。作製した実証

実験装置は千葉県内の大規模養豚農場に設置した(写真1)。

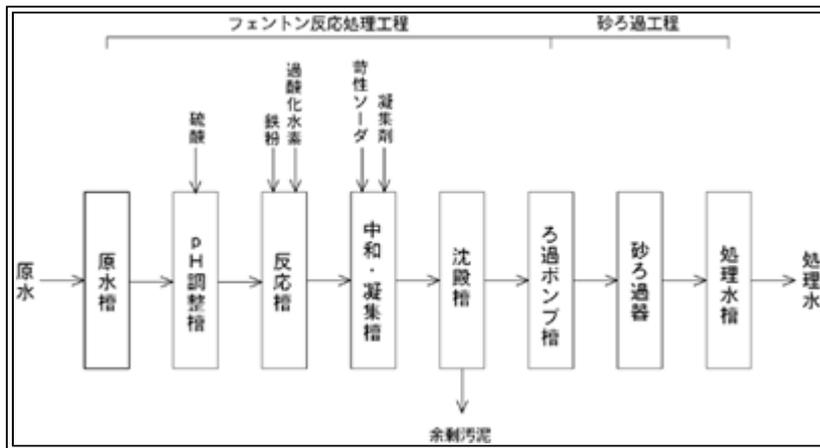


図1 実証実験装置フロー

表1 処理槽の実効容積

処理槽名	実効容積
pH調整槽	0.2m ³
反応槽	2.0m ³
中和凝集槽	0.2m ³
沈殿槽	1.1m ³
砂ろ過器	400φ × 1500h



写真1 脱色処理システム実証実験装置

4. 実証実験方法

既設の回分式活性汚泥処理施設で処理した豚舎排水処理水の一部、10～15 m³/日を原水として実証実験装置に導き、約4ヶ月間にわたり連続処理を行った。原水の水質は表2の通りであった。

実験期間中、色度、SSについては週に2回程度、COD、BOD、T-N、T-Pについては2週間に1回程度の割合で、原水、処理水および脱色処理工程後の沈殿槽流出水の分析を行った。

表2 原水(豚舎排水活性汚泥処理水)水質

水質項目	測定値(平均値)
色度(度)※	460～740(590)
COD(mg/l)	130～280(180)
SS(mg/l)	10～230(45)
BOD(mg/l)	20～160(97)
T-N(mg/l)	30～350(200)
T-P(mg/l)	50～100(64)

pH 7.7~8.3(8.0)

※ 色度は白金コバルト法による(以下同様)。

5. 実証実験結果

連続処理期間中の原水、処理水、脱色工程後(砂ろ過前)の色度の推移を図2に示す。薬品の添加量が不足した時を除き、処理水の色度は100度程度またはそれ以下であった。

67日目までは凝集沈殿槽に高分子凝集剤を投入しなかった。脱色工程後でSS100mg/1程度るときもあり、砂ろ過後でも幾分濁りが見られたため、それ以後高分子凝集剤を5mg/1程度添加することとした。高分子凝集剤を添加してからは、脱色工程後においてもSS10mg/1以下で濁りのない上澄みとなり、砂ろ過工程は必要ないことが判明した。

70日目の原水と処理水の色の違いを写真2に示す。処理水の色度が100度以下の時、過酸化水素の添加量は100~150mg/1、鉄粉の添加量は150~200mg/1であった。

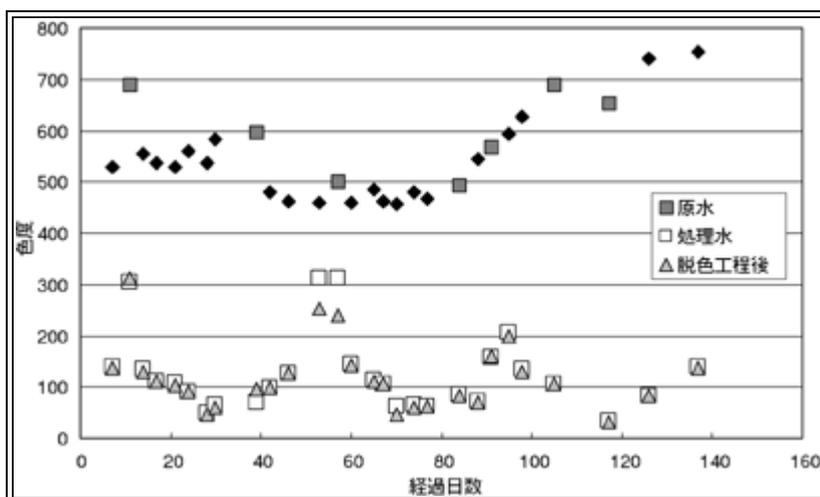


図2 色度の推移



左:原水 右:処理水
写真2 豚舎排水の脱色効果

高分子凝集剤添加開始以降における平均水質と除去率を表3に示す。色度、CODに加え、SS、BOD、T-Pについても高い除去率が得られた。唯一T-Nの除去率は低く、溶解性のT-Nは除去できないものと判断された。

なお、脱色処理によって発生する汚泥量は、0.6kg-ds/m³程度であった。

表3 処理前後の水質(豚舎排水)

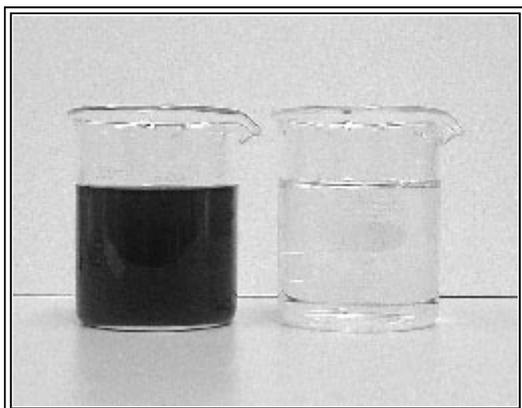
水質項目	原水	処理水	除去率(%)
色度(度)	590	80	86
COD(mg/l)	180	29	84
SS(mg/l)	45	5.0	89
BOD(mg/l)	97	5.2	95
T-N(mg/l)	200	180	10
T-P(mg/l)	64	0.7	99

6. 牛舎排水室内実験

東京都内の酪農家より入手した牛舎排水を実験室内で活性汚泥処理し、その処理水を原水として脱色処理実験を行った。室内実験では、図1の処理フローのうち脱色処理工程のみとし、反応

槽を1Lにスケールダウンした装置で実験を行った。原水と処理水について色度、SS、COD、BOD、T-N、T-Pの分析を行った。

原水と処理水の色の違いを写真3に、水質分析結果を表4に示す。



左:原水 右:処理水
写真3 牛舎廃水の脱色効果

表4 処理前後の水質(牛舎排水)

水質項目	原水	処理水	除去率(%)
色度(度)	2700	52	98
COD(mg/l)	540	47	91
SS(mg/l)	88	6.0	93
BOD(mg/l)	77	15	81
T-N(mg/l)	150	91	39
T-P(mg/l)	17	0.2	99

原水の色度は2700度と豚舎排水の場合の数倍の濃さであったが、鉄粉と過酸化水素の量をほぼCOD値に比例して増加することにより、色度100度以下まで脱色することが可能であった。また、豚舎排水の場合と同様にT-N以外の水質項目は高い除去率が得られた。

7. コスト試算

実験結果より処理コストの試算を行った。その結果を表5に示す。処理量は50 m³/日とし、豚舎排水、牛舎排水それぞれについて処理前後の水質を表のように設定した。また、参考までに活性炭吸着による脱色を行った場合の活性炭費用も試算した。

表5 処理コスト試算結果

		豚舎排水	牛舎排水
条件	処理量(m ³ /日)	50	50
	色度(度)	600→100以下	2500→100以下
	COD(mg/l)	200→40以下	500→100以下
フェントン反応処理システムの処理コスト※1		96円/m ³	139円/m ³
活性炭処理における活性炭コスト※2		640円/m ³	1600円/m ³

※1 処理コストは薬品代、鉄粉代、電気代の合計

※2 活性炭コストは活性炭価格400円/kg、COD負荷100g/kg-活性炭より算出

フェントン反応処理システムは活性炭処理に比べ、数分の1から10数分の1のランニングコストで処理できることが確認できた。

さらに豚舎排水の脱色処理について、枝肉1kgあたりの処理コストを試算した。その結果を表6に示す。

枝肉1kgあたりの処理コストは3.8円となり、これは一般的な排水処理(生物処理まで)に必要なコストの3~4分の1程度と推定される。

表6 枝肉1kgあたりの処理コスト試算
(50 m³/日処理の場合)

--	--

		計 算 根 拠
肥 育 頭 数	3330頭	肥育豚1頭あたりの排水量を15L/日とする
年 間 出 荷 頭 数	6660頭	肥育期間0.5年とする
年 間 脱 色 コ ス ト	175万円	96円/ m ³ × 50 m ³ /日 × 365日
出 荷 1 頭 当 り の 処 理 コ ス ト	263円/頭	175万円 / 6660頭
枝 肉 1kg 当 り の 処 理 コ ス ト	3.8円/kg	枝肉70kg/頭とする

8. まとめ

フェントン反応処理システムに関する実証実験および室内実験の結果をまとめると以下の通りである。

- ① フェントン反応を用いた脱色処理システムは、活性炭処理など従来の脱色方法よりも低コストで脱色処理可能である。
- ② 豚舎排水、牛舎排水とも生物処理後の水質がSS200mg/l、BOD200mg/l程度以下であれば、付加装置を必要とせずに色度100度以下に脱色可能である。
- ③ 色度除去だけでなく、COD、BOD、SS、T-Pの除去にも有効である。
- ④ 維持管理は容易であり、農家で対応可能である。