

1.3 家畜ふん尿処理新技術実用化実証試験

(1) 酵素を応用した豚汚水処理技術の確立

Establishment of swine sewage disposal technology using enzymes

阿部正八郎

要 旨

家畜糞尿の素肥り野積み解消を目的にコストが安い汚水処理技術の確立を行うため、酵素を応用した汚水処理技術の確立に向け試験を実施した。汚水 500 ㍔/日にし酵素(プロメリン複合体酵素)を4㍔滴下し、定期的にBOD、COD、透視度等を調査した結果①BOD98.4%、COD88%、SS96.8%と高い除去率を示した。②T-P(総リン)及び、T-N(総窒素)はそれぞれ58.2%、47.3%と低い除去率であった。③透視度は1年目19.5cm、2年目15cm、3年目15cmと経過期間が長くなるにつれ低下する傾向にあった。④水温が高くなるほど処理水の性状は良くなるが、水温の低下とともに悪化する傾向にあるため、2月～3月の2月間加温により水温を約15℃から17℃で維持した結果透視度の回復が見られた。しかしながら窒素の除去率は改善されなかった。

(キーワード：豚汚水、プロメリン複合体酵素、透視度)

背景および目的

畜舎排水については、水質汚濁防止法に基づき全国一律の排水基準が、さらに県条例により上乗せ基準が定められている。また、家畜排泄物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律により、家畜糞尿の素肥りや糞尿の野積み解消をしなければならない。現在多くの農家で処理施設の新建、増設等が行われているが、コストが高く経営自体を圧迫しかねない状況である。今回、低コストを目的に酵素を応用した汚水処理技術の確立に向け試験を実施した。

試験方法

- 1) 場内に簡易な実証試験施設を設置(場内の豚汚水を利用)(図1)
①場内豚汚水をスクリーンに通過させた液を原水として500㍔/日を試験に供した。
②施設は嫌気処理と簡易曝気装置(DO:1~

2ppm)を組み合わせた連続式とした。

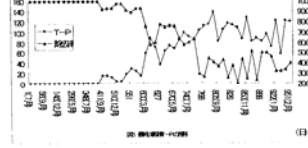
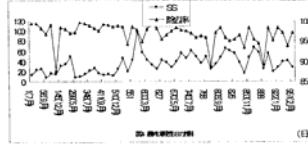
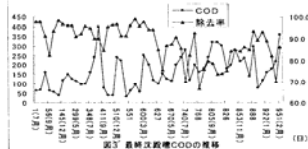
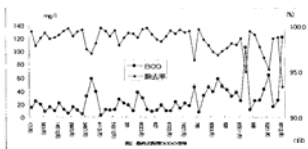
③施設は雨や気温低下等を考慮しハウス内に設置し、冬季の水温低下を防止するため水槽内を加温できる装置を設置(水温が15℃前後になるように設定)、容積は原水槽を除き総容積を17m³(500㍔/日:34日分貯留)とした。

④流量調整槽と曝気槽1に酵素(商品名:ケータン-100-WK)を4㍔/日点滴した。酵素の機能は生体触媒機能として微生物の活性化を行い水質汚濁の物質である有機物を分解する作用がある(プロメリン複合体酵素:PK)と言われている。

調査項目

- ①水質調査:BOD、COD、SS、T-N、T-P、透視度
②BKの性能調査:SV30(曝気中の汚水を1㍔のメスシリンダーに入れ30分間静置した後の量)

図1 処理施設フロー(嫌気・好気の連続式)



は何らかの対策が必要である。
3) プロメリン酵素(BK)の有機物(主に沼泥)分解作用について

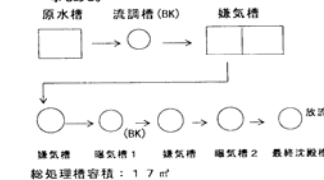
実験室内において回分式汚水処理実験装置(ばきい:富士平工業kk)により約3週間かけてSV30が90以上になるように調整した後汚水にBKを1%添加し①21時間曝気、2.55時間沈殿(2004年12月13日~2005年2月2日)②5.55時間曝気、18時間沈殿(2005年2月4日~3月10日)の2方式により実施(容積:3000ml、流入・流出量:500ml/日)したが、SV30の低下効果は認められなかった。しかしながら実証試験においては沼泥の蓄積が始まらないことから、酵素の微生物に対する触媒機能を考えと一定規模の貯留容積が必要と考えらる。

以上の結果から取り扱いが容易で低コストな豚汚水処理施設として利用できることがわかった。

4) 小規模(母豚50頭の一貫経営)農家における浄化処理施設の検討

①K町における豚汚水処理施設を参考に試算を行った。(母豚40頭一貫経営:余剰汚泥処理無し、BOD容積負荷0.3kg/m³・日)今回の試験結果を基に酵素を利用し、BOD容積負荷0.16kg/m³・日で施設規模を試算した。結果

- (1)容積:170m³
(2)直接経費:810万円
(3)ランニングコスト:900円/日(BK添加料(汚水量1m³につき120円程度))が必要になる処理施設により150円から180円が必要になる事もある。



総処理容積:17m³

2 結果および考察

1) 豚舎汚水(スクリーン通過後:原水)の調査

①原水の濃度を平均値±標準偏差(範囲)で示すと、BOD濃度は1528.1±1225(710~8380)mg/l、COD濃度は2175.1±1120.9(401~6620)mg/l、SS濃度は1101.9±699.8(131~4707)mg/l、T-P濃度は180.6±73.3(86~540)mg/l、T-N濃度は315.3±135.4(210~758)mg/lとなり、いずれも変動幅が大きかった。

②BODとT-N及びT-Pの比率(BOD:T-N:T-P)をみると、平均値として100:26:13となった。畜産試験場環境整備第1研究室・農業研究センター水質保全研究室の調査によると17戸(ケージノコ:9戸、平床8戸)の養豚農家を調査した結果BOD:T-N:T-Pの比率はケージノコ式では平均100:40:2、平床(糞の湿度合いが高い)では100:22:4であったと報告している。本試験ではT-Pの値が高いケージノコ式でスクレーパーによる糞後床面を水洗することにより糞の混入度合いが高くなり、BODに対するリンの割合が高くなったと考えられる。

2) 処理水(最終沈殿槽)の性状

①BOD濃度は試験期間を通して27.2±22.7(3.1~122.9)mg/l、原水に対する除去率は98.4±1.3%と高い除去率を示した(図2)。

②COD濃度は166.7±89.6(30.8~401.2)mg/l、除去率は88±8.3%と高い除去率を示した(図3)。

③SS濃度は35.3±18.6(8~98.5)mg/l、除去率は96.8±2.5%と高い除去率を示した(図4)。

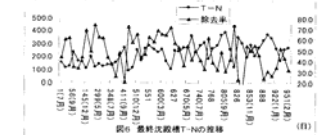
④T-P濃度は75.4±38.7(4~139)mg/lと低い値であったが、除去率は58.2±24.6%にとどまった。汚水中のリンは、沼泥中の細菌に養分として取り込まれ、好気曝気槽で菌体死後、菌体崩壊によりリンが遊離し、最終沈殿槽でリンが除去される(図5)。

⑤T-N濃度は227.4±79.8(90.7~392.7)mg/lと高く、除去率については47.3±15.1%と低い値を示した。嫌気分解(嫌気槽)によりアンモニア態窒素が硝酸態窒素に変換できていたためその後の脱窒が充分行われなかったと考えられる。しかしながら通常嫌気分解処理時に発生する特有な不快感を感じることはなかった(図6)。

⑥窒素、リンの除去率を高めるためには汚水の濃度とこれらを浄化する各種微生物の栄養要求率はBOD100に対し、T-Nが5、T-Pが1以下が理想的な添加率とされている。しかしながら今回の試験でも明らかに became 養豚排水においては、徐費方法によりBODに対する窒素、リンの比率が高くなる。今回の試験においても比率の高さが窒素、リン除去率の低下に關与したものと考えられる。このため処理施設の嫌気容積と好気容積配分等を改善する必要があり、さらに希釈水を利用するなど、液肥等の利用も検討する必要がある。

⑦透視度について1年目19.5±8.5(7.8~30)cm、2年目15.8cm±5.4(5.4~26)cm、3年目(2005年2月)15±3.3(10~22.5)cmであった。1年目に12月下旬から水温の低下とともに透視度の低下が見られたため2年目より加温対策を実施した結果低下する期間が短くなり3年目では低下傾向がなくなった。このことは水温の低下が微生物の活動低下につながり、結果的に浄化不足となり透視度低下になったと考えられる。しかしながら年々透視度の低下が見られることから、処理過程で余剰沼泥が酵素の触媒機能により砂粒状に分解され処理水と一緒に流出していることが透視度の低下につながっていると考えられる(図7)。

⑧試験期間中の処理水の性状は、水温が15℃程度までであれば水質基準をほぼ満たすが、水温の低下と共にBODや透視度等の低下がみられる。これは水温低下により微生物の活性が低下し、処理水の性状が悪化する。このため水温低下が原因で透視度が低下する傾向がある。水温が15℃程度に低下するように加温装置を設置した結果透視度が改善された。このように水温低下の激しい場所で



参考文献

- 1) 熊野基博: 触媒反応工学における非等温反応の応用、1972
2) 小嶋昌裕: 酵素の働きと畜舎汚水の処理、「住」環境・畜産の技術シンポジウム
3) 高橋栄二: 豚舎汚水活性汚泥処理施設の曝気槽における微生物数と処理水質との関係、2002、日本畜産学会報、73、305-311
4) 高橋栄二ら: 豚舎汚水の活性汚泥処理施設における細菌数とその季節変動、2000、日本畜産学会報、71、J362-J369
5) 家畜原尿汚水からの窒素、リン効能率・低コスト除去技術の開発に関する研究: 1991、農林水産技術会議事務局
6) 家畜ふん尿処理・利用の手引き: 1998、(財)畜産環境整備機構
7) 本多勝男: 畜産環境技術指導者養成研修会(A-N-T-N)育成研修会資料: 2003
8) 生化学の基礎: 岩井浩一、(株)東京化学同人、1975
9) 核酸の化学: 三浦一郎、(株)東京化学同人、1962