

## 7 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 disposai technology using enzymes

阿部正八郎

#### 要 旨

家畜糞尿の素堀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 ℓ/日に対し酵素（プロメライン複合体酵素）を 4 ℓ 滴下し、定期的に BOD、COD、透視度等を調査した結果 BOD98.4%、COD88%、SS96.8%と高い除去率を示した。T-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。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。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 ヶ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、プロメライン複合体酵素、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、家畜糞尿の素堀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築、増改築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)

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 / 日を試験に供した。

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。

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 17 m<sup>3</sup> (500 ℓ/日: 34 日分貯留) とした。

流量調整槽と曝気槽 1 に酵素（商品名：ウオ-ター-キ-ル-：WK）を 4 ℓ/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（プロメライン複合体酵素：BK）と言われている。

#### 調査項目

水質調査：BOD、COD、SS、T-N、T-P、透視度

BK の性能調査：SV30 (曝気中の汚水を 1 のメスシリンダーに入れ 30 分間静置した後の量)

## 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

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

BOD 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（ケジ・スノコ：9 戸、平床 8 戸）の養豚農家を調査した結果 BOD : T-N : T-P の比率はケジ・スノコ式では平均 100 : 40 : 2、平床（糞の混度合いが高い）では 100 : 22 : 4 であったと報告している<sup>5)</sup>。本試験では T-P の値が高いがケジ・スノコ式でスクレーパーによる徐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

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

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

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

T-P 濃度は  $75.4 \pm 38.7$ (4 ~ 139)mg/l と低い値であったが、除去率は  $58.2 \pm 24.6\%$  にとどまった。汚水中のリンは、汚泥中の細菌に養分として取り込まれる以外は処理水に含み出してくる。このため汚泥中に生息する微生物の蓄積量や性状及び原水の T-N 比率が関与したと考えられる（図 5）。

T-N 濃度は  $227.4 \pm 79.8$ (90.7 ~ 392.7)mg/l と高く、除去率については  $47.3 \pm 15.1\%$  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ない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臭を感じることは無かった（図 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 BOD 100 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<sup>5)</sup>。しかしながら今回の試験でも明らかになったように養豚排水においては、徐糞方法により 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関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。

透視度について 1 年目  $19.5 \pm 8.5$ (7.8 ~ 30)cm、2 年目  $15.8 \text{ cm} \pm 5.4$ (5.4 ~ 26)cm、3 年目（2005 年 2 月末） $15 \pm 3.3$ (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、処理過程で余剰汚泥が酵素の触媒機能<sup>2)</sup>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）。

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。このため水温低下が起こる 2 月中旬より汚水槽内にパイプを通し温水を循環させて汚水槽の水温が 15 ~ 17 になるように加温装置を設置した結果改善された。このように水温低下の激しい場所で

は何らかの対策が必要である。

3) プロマイド酵素 (BK) の有機物 (主に汚泥) 分解作用について

実験室内において回分式污水处理実験装置(ばっきい：富士平工業k k)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21時間曝気、2.55時間沈殿(2004年12月13日～2005年2月2日)5.55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汚泥の蓄積が殆どみられないことから、酵素の微生物に対する触媒機能を考える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污水处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

K町における豚污水处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/m<sup>3</sup>・日) 今回の試験結果を基に酵素を利用し、BOD容積負荷 0.16kg/m<sup>3</sup>・日で施設規模を試算した<sup>7)</sup>結果

- (1)容積：170m<sup>3</sup>
- (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1m<sup>3</sup>につき120円程度))が必要になる

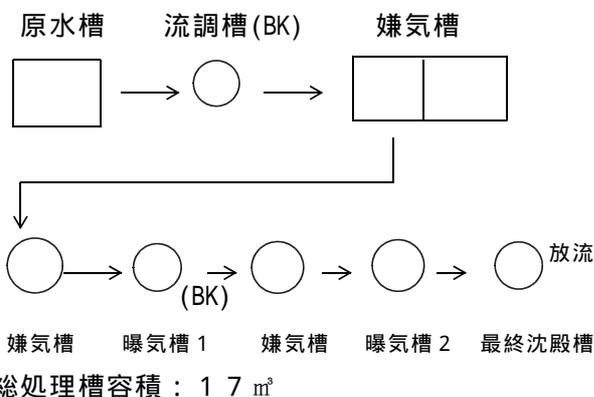
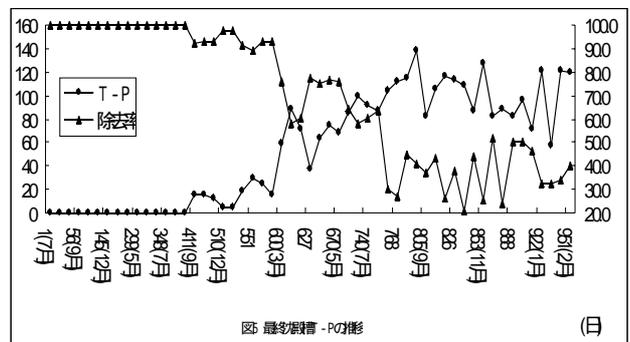
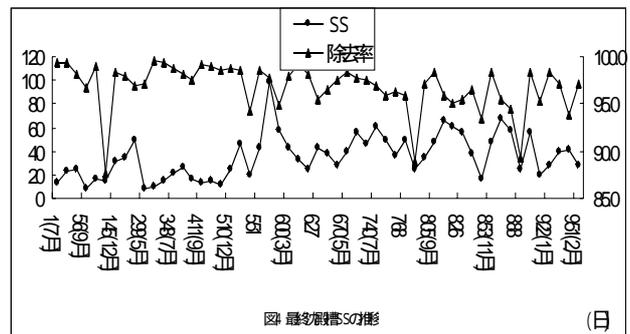
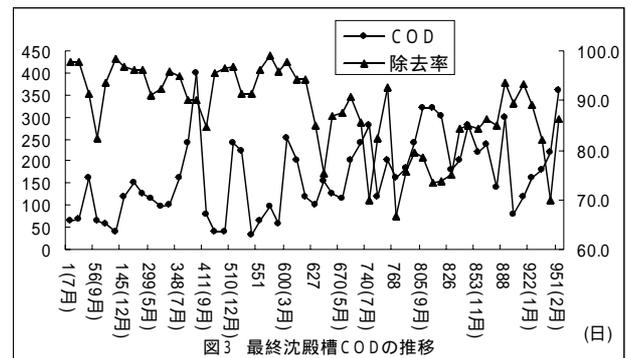
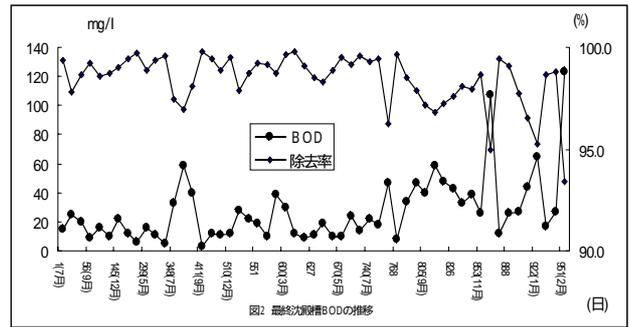
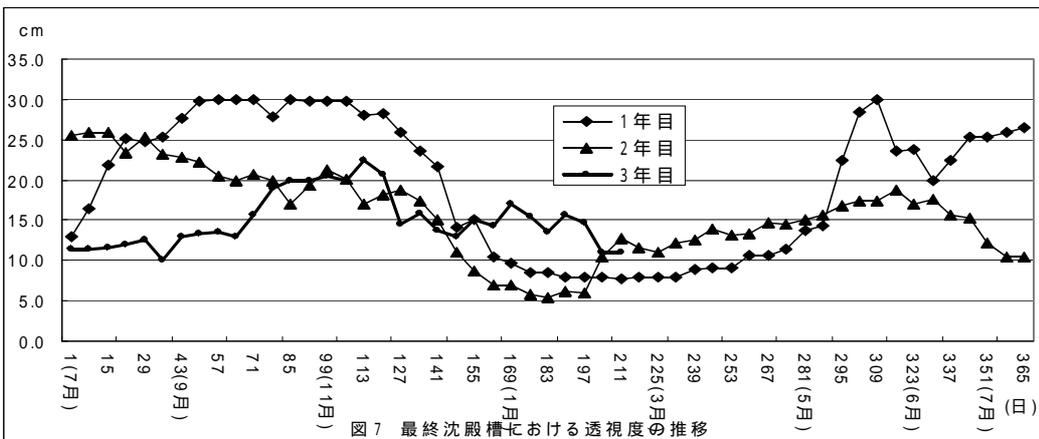
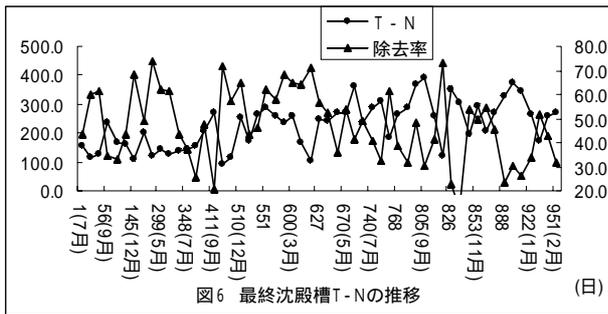


図1 処理施設フロー(嫌気・好気の連続式)





参考文献

- 1) 熊沢英博：触媒反応工学における周波数応答法の応用，1972
- 2) 小橋昌裕：酵素の働きと遠赤外線の効用，(社)遠赤外線協会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叢とその季節変動，2000，日本畜産学会報，71，J362 - J369
- 5) 家畜尿汚水中の窒素、りん効能率・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（ス・パ・ア・ト・ハ・イ・ザ・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