

# 畜産公害対策試験

## (13) 砂ろ床における脱水汚泥除去作業の効率化

太田克之 伊禮判 鈴木直人 大城まどか  
渡久地政康

### I 要 約

酸化溝型回分式活性汚泥法において余剰汚泥処理に砂ろ床を用いる場合は、余剰汚泥を14日間かけて水分70%まで重力脱水し手作業で汚泥除去を行なう。今回の試験では作業を効率化するため、汚泥の重力脱水を水分90%程度までとして除去作業を人力で行なう手作業区およびスキッドステアローダー（3SD K4、バケット容量0.2m<sup>3</sup>）を用いた機械作業区で比較検討し、また、室内試験により脱水期間の検討を行なったところ、その結果は次のとおりであった。

1. 機械作業区（357.6秒）は手作業区（967.2秒）に比べ平均作業時間が1%水準で有意に短かった。
2. 機械作業区は手作業区に比べ疲労度が低かった。
3. 脱水汚泥を水分90%程度まで脱水するのに必要な期間は3日間であった。

以上より、砂ろ床からの汚泥除去作業を機械化し、汚泥の重力脱水を水分90%程度までとすることで、労働時間の短縮、疲労の軽減、脱水期間の短縮および施設規模の縮小が可能である。

### II 緒 言

活性汚泥法により污水浄化処理を行う場合、処理過程で活性汚泥微生物が増殖するため、余剰汚泥を引き抜く行程が必要である。余剰汚泥は砂ろ床や汚泥脱水機等を用いて脱水し、堆肥化するのが一般的である<sup>1, 2)</sup>。汚泥脱水機は価格が高く<sup>3)</sup>構造も複雑であるが、砂ろ床は簡易であるため故障やそれに伴う出費等も比較的少ない。しかしながら、砂ろ床の場合は汚泥除去作業は手作業で行なうため、かなりの重労働である<sup>1, 4)</sup>。また、余剰汚泥は通常14日間かけて水分70%まで重力脱水するため、設計計算上14日分の余剰汚泥量を見込んで施設規模を算定する<sup>5)</sup>。

今回の試験では労働時間の短縮、疲労の軽減、脱水期間の短縮および施設規模の縮小を目的とし、水分90%程度まで脱水した汚泥の除去作業を、手作業および機械作業で比較検討したので報告する。

### III 材料および方法

#### 1. 試験期間

試験は2002年12月から2003年2月まで実施した。

#### 2. 試験方法

##### 1) 試験 I

試験 I は沖縄県畜産試験場内の砂ろ床（図1）で行なった。供試砂ろ床は、間口117cm、奥行き500cm、高さ100cmの片側を開放した槽であり、取り外しが可能なせき板を設け、スキッドステアローダー（ローダー）が乗り入れるためのスロープおよびローダーが走行するための足場を設置した。



図1 砂ろ床の概要

試験区は、スコップと一輪車(容積64l)を用いて作業を行なった区を手作業区とし、ローダーを用いて作業を行なった区を機械作業区とした。活性汚泥は、沖縄県畜産試験場内の酸化溝型回分式活性汚泥浄化槽<sup>6)</sup>より供試した。除去作業は、砂ろ床においてろ過された残渣(脱水汚泥)の水分が90%程度になった時点で行なった。脱水汚泥は木綿豆腐程度の固さの固形物で総重量約350kgであった。作業時間は砂ろ床内の脱水汚泥全量を約15m離れた堆肥舎に運び積み下ろすまでとした。被験者は男性5名で、手作業および機械作業をそれぞれ1回ずつ行なった。

活性汚泥浮遊物(MLSS)濃度は活性汚泥を砂ろ床に投入する直前に測定した。投入高はMLSSが6kg/m<sup>3</sup>になるようにMLSS濃度より算出した。投入した活性汚泥のMLSS濃度、投入高および作業当日の脱水汚泥水分の平均値を表1に示した。MLSS濃度は手作業区が16225mg/l、機械作業区が16029mg/l、投入高は両区とも37cm、脱水汚泥水分は手作業区90.5%、機械作業区90.7%と、ほぼ同じ条件であった。

表1 MLSS濃度、投入高および脱水汚泥水分の平均値

試験区分	MLSS濃度 (mg/l)	投入高 (cm)	投入汚泥水分 (%)	脱水汚泥水分 (%)
手作業区	16225	37	98.4	90.5
機械作業区	16029	37	98.4	90.7

## 2) 試験 II

試験 I では砂ろ床が露天で天候の影響を受けたため脱水期間が3~11日と幅があった。試験 II では室内において砂ろ過装置を用いて試験を行ない、天候の影響を受けずに重力脱水を行なった場合の脱水期間を調査した。供試砂ろ過装置は、直径15cm長さ100cmのアクリルの筒にアクリル板で底を取り付け底から水が抜けるように加工した容器に、砂を30cm充填した。活性汚泥は、沖縄県畜産試験場内の酸化溝型回分式活性汚泥浄化槽<sup>6)</sup>より供試した。活性汚泥はMLSSが6kg/m<sup>3</sup>になるように投入した。活性汚泥を投入した翌日から毎日脱水汚泥の水分を測定した。試験は3反復行なった。

### 3. 調査項目

#### 1) 試験 I

試験 I の調査項目はMLSS濃度、活性汚泥投入高、脱水汚泥水分、作業時間および疲労度とした。MLSS濃度は遠心分離法で行ない、水分は常法<sup>7)</sup>により測定した。疲労度は独自に5段階評価で設定し作業終了時の疲労の度合いを被験者自ら評価させた。疲労度は1が全く疲れなかった、2があまり疲れなかった、3がやや疲れた、4が疲れたが休憩は必要ない、5が休憩を必要とするほど疲れたとした。作業者は作業開始前に1時間休憩した状態から作業を開始した。

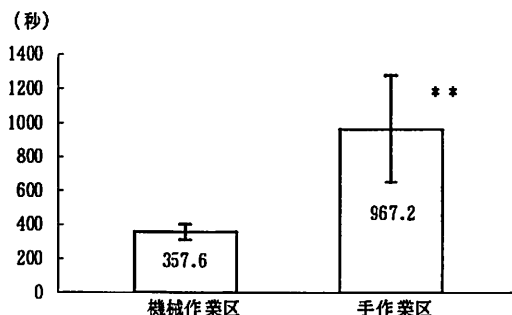
#### 2) 試験 II

試験 II の調査項目は脱水汚泥水分とした。水分は常法<sup>7)</sup>により測定した。

## IV 結 果

### 1. 試験 I

作業時間の平均値を図2に示した。機械作業区は357.6秒(5分57秒)、手作業区は967.2秒(16分7秒)であり、両区間に1%水準の有意差が認められた。



注) \*\* 1%水準の有意差有り

図2 作業時間の平均値

被験者A～Eの機械作業区および手作業区の疲労度を表2に示した。全ての被験者において、手作業区が機械作業区に比べ疲労度が高かった。

疲労度	1	2	3	4	5
機械作業区	5	—	—	—	—
手作業区	—	1	—	2	2

## 2. 試験II

砂ろ過装置を用いた室内試験における脱水汚泥の水分変化を図3に示した。脱水汚泥の水分は、砂ろ過装置に投入後3日目までに90.5%まで減少し、その後減少が緩やかになった。

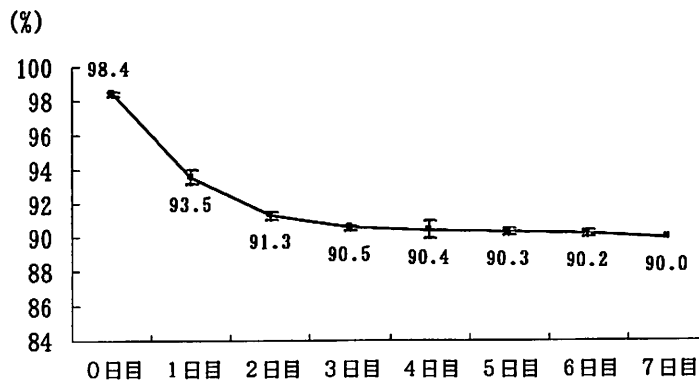


図3 室内試験における脱水汚泥の水分変化

## V 考 察

### 1. 試験I

毎日大量に発生する余剰汚泥の処理は汚泥脱水機に頼らざるを得ないが、高価格が畜産農家への導入を妨げるとともに、過去の導入例を見ても凝集剤・電力費用と運転管理労力に対応できない例が多く見られる<sup>3)</sup>。いっぽう、砂ろ床は簡易で低コストであるため故障やそれに伴う出費等は比較的少ない。しかしながら、砂ろ床の場合は汚泥除去作業を手作業で行なうため重労働である<sup>4)</sup>。

試験Iでは、機械作業区は手作業区よりも平均作業時間が短かく、疲労も軽度であった。手作業区の作業時間および疲労度は、被験者によってかなりの差があった。いっぽう、機械作業区は作業時間および疲労度ともに被験者による差はみられなかった。このことから、作業者の体力次第では機械化を行なう必要性の有無が分かるところであるが、機械作業の場合は体力に影響されないため、機械をあつかえる者なら誰でも同じように作業することが可能であった。

### 2. 試験II

砂ろ床は、肥育豚1000頭を越えるような大規模経営では施設費と管理労力が過大となる<sup>1)</sup>ことが指摘されているが、これは砂ろ床の施設規模が大きくなるため、作業員を増やすか同じ人数で過重労働を強いることになるからである。酸化溝型回分式活性汚泥法では、余剰汚泥は通常14日間かけて水分70%まで重力脱水するので、設計計算上14日分の余剰汚泥量を見込んだ施設規模を算定する<sup>5)</sup>。したがって、重力脱水に要する期間を短縮できれば施設規模を縮小することが可能である。

試験Iにおいては水分90%程度の脱水汚泥の除去作業が十分に可能であった。また試験IIにおいては3日間の脱水期間で水分が90%程度となった。これらのことを踏まえて脱水汚泥を水分90%程度で除去することを前提に肥育豚1000頭規模の農家を例に砂ろ床の規模を試算<sup>6)</sup>したところ、汚泥の脱水期間を14日間で計算した場合は31.3m<sup>3</sup>、3日間で計算した場合は6.7m<sup>3</sup>となった。

以上より、砂ろ床からの汚泥除去作業を機械化することにより、労働時間の短縮および疲労の軽減が可能であり、また、汚泥の重力脱水を水分90%程度までとすることで、脱水期間の短縮および施設規模

の縮小が可能であることが確認された。ただし、砂ろ床の処理能力は天候により大きく左右される<sup>1)</sup>ので、脱水期間を短縮する場合は砂ろ床に屋根をかけ内部に雨が入り込まない条件が必要である。

今回の試験では砂ろ床の目づまりに関する耐久性についての試験は行っておらず今後の課題である。また、水分90%の汚泥を堆肥化する場合には水分調整用副資材の確保など相応の対応が必要である。

## V 引 用 文 献

- 1)財団法人畜産環境整備機構, 1998, 家畜ふん尿処理利用の手引き, 24-25, 財団法人畜産環境整備機構
- 2)財団法人畜産環境整備機構, 1998, 家畜ふん尿処理利用の手引き, 147, 財団法人畜産環境整備機構
- 3)押田敏雄・柿市徳英・羽賀清典, 1998, 畜産環境保全論, 66, 養賢堂
- 4)財団法人畜産環境整備機構, 1998, 家畜ふん尿処理利用の手引き, 49, 財団法人畜産環境整備機構
- 5)押田敏雄・柿市徳英・羽賀清典, 1998, 畜産環境保全論, 51, 養賢堂
- 6)伊禮判・宇地原務・山城倫子・仲宗根實, 1999, 畜産公害対策試験(6)酸化溝型回分式活性汚泥法による高濃度豚舎汚水の低コスト処理試験, 沖縄畜試研報, 37, 78-83
- 7)財団法人日本土壌協会, 2001, 堆肥等有機物分析法, 18, 財団法人日本土壌協会
- 8)財団法人畜産環境整備機構, 2001, 畜産環境アドバイザー養成研修会資料, 135-142, 財団法人畜産環境整備機構

---

研究補助：又吉博樹, 仲程正巳