

都市近郊におけるふん尿処理利用に関する調査研究

Ⅲ. 加温が畜舎汚水の活性汚泥法処理における 浄化に及ぼす影響について

中山 清 大橋昭也 小林 茂 富塚治郎

1. (目的)

畜舎汚水を浄化する方法については、すでに種々の処理方式が考えられているが、現在最も浄化率が高く畜舎清掃の省力化にもつながる活性汚泥法処理において、夏季と冬季では $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 BOD などの除去率に差のあることが知られている。

一般に生物学的処理の場合好気性微生物の消化作用を最大限に発揮せしめ浄化効率を高めるためには、水温の影響が大きく、およそ 25°C 前後がもっともよく、 10°C 以下の場合には処理効果が劣るといわれている。そこで冬季寒冷時浄化効率の低下を防止するための一方法として曝気そうを加温した場合における活性汚泥法の処理効果を検討する。なお本実験は東京電力KKの委託により試みたものである。

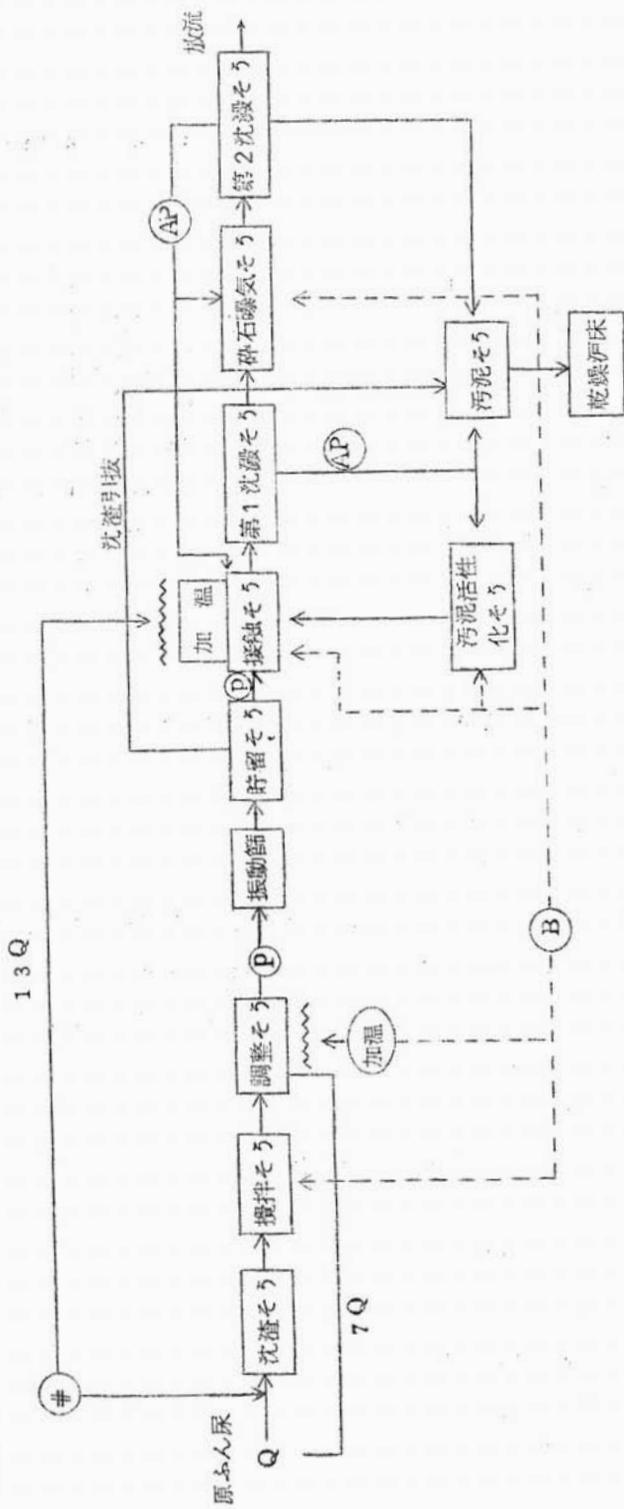
2. (試験方法)

本試験を行なうため、2段酸化方式による装置、前段をBiosorption法(Contact Stabilization)後段を砕石活性汚泥法による実験槽を設置し(詳細は別記参考資料参照)供試汚水は当場の産肉能力検定用飼料を給与した豚のふん尿を次のような処理工程に従って流入処理した。

1) 装 置

| | | | |
|------|------|----------|---|
| 実験そう | 処理能力 | 豚40頭/d | ふん尿量240kg、処理総汚水量(20倍) 4.8m ³別記参考資料のとおり。 |
| 加温装置 | 調整そう | 120wブローア | 加温ヒーター取付 |
| | 接触そう | 5kw投込型 | ヒーター取付 |

2) 処理工程



Q 原ふん尿量

P 汚水ポンプ

B ブロワー

AP エアーリフトポンプ

加温目的

1. 汚水加温 篩分け効率の上昇
2. 接触加温 曝気効果の上昇

3) 方 法

43年10月までは、活性汚泥の培養と接触そうへの流入汚水、稀釈水の流量調整を行ない、10月以降無加温のままで汚泥の正常化をはかり、11月1日～翌年3月1日まで、表-1のとおり反転方法により試料を採取分析をした。

表-1 実験期の設定

| 43/9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 44/1月 | 2月 | 3月 |
|----------------|----------|---------|---------|---------|---------------|---------|
| 無 | 加 温 | | 加 温 | 無 加 温 | 加 温 | 無 加 温 |
| | | 11日 20日 | 4日 18日 | 15日 | 5日 13日 20日 1日 | |
| 培 養 流 量 調 整 | S.V.Iの調整 | 試 料 採 取 | 調 整 採 取 | 試 料 採 取 | 調 整 採 取 | 試 料 採 取 |

4) 試料採取

試料の採取、温度の測定などは、AM9.30に行なった。AM10.00～11.00の間に豚舎の清掃が終り、調整そうに豚舎汚水が流入してくるので、そのままに前日流入した汚水（7Qに稀釈されて、24時間曝気破砕してある。）を電動篩を通して貯留そうに貯留した。（汲上げ1時間後に沈渣の引抜きを行なう。）

貯留そうから接触そうへの流入汚水濃度は汲上げまえとあととではCOD値で約20～30%の差があり、汲上げまえ、すなわちタンクの水量が少なくなったときの方が大きかった。流入汚水が処理され放流されるまでに約15時間の滞留があるので、同時に採取した流入汚水と放流水は同一条件とはいえない。

5) 調査項目

水質の分析は下水試験法に準拠し次の項目について行なった。

- | | |
|--|-------------|
| 1. 透 視 度 | 透視度計 |
| 2. P H | ガラス電極法 |
| 3. COD ^{10'} _{100°C} | 高 温 法 |
| 4. BOD ⁵ | ナトリウム アザイド法 |
| 5. NH ₃ -N | 蒸 留 法 |
| 6. ALB-N | # |

| | |
|-----------|---------|
| 7. T-N | 蒸留法 |
| 8. S.S | 速心分離法 |
| 9. 塩素1オン | 硝酸第二水銀法 |
| 10. 汚濁消費量 | 下水試験法 |

3. 実験結果および考案

曝気そう内に出現した生物相および流入汚水ならびに放流水の水質分析結果は次の通りである。

1) 生物相

① 無加温時の曝気そう内に出現した生物相

Vorticella †† *Opercularia* †† *Aspidisca* ††† *Paramecium* +
Litonotus + *Epistylis* †† *Zooglea* †† *Sphaerotilus* +
 その他

② 加温が生物相に与える影響

Vorticella などの繊毛虫類には変化がみられなかったが、無加温時に多数出現していた *Aspidisca* が2月の第2回目の加温の際は、極端に減少するのがみとめられた。このことは11～12月の第1回目の加温のときは、まだ比較的水温も高く(11～16℃)温度をあげても順化がうまくいっていたが、2月の第2回目のときは、水温が8～9℃と下ったため、短期間における水温の上昇に適應できなかったものと推測される。このことから水温が10℃以下のときは、少なくとも1週間以上の時間をかけて徐々に温度をあげる必要があろう。なお、この場合でも20℃以上にあげることは危険であると思われる。第2回目の加温試験に入るまえ、2月5日に接触そうの温度9.5℃を直接25℃に温度調節をセットしたところ、翌日には浄化に有効な活性汚泥生物は、ほとんど姿を消し、*Sphaerotilus* や繊毛虫類が優先し、汚水の凝集分離がわるくなり、腐敗現象とみられる悪臭が強くなってきた。このため、活性汚泥の正常化に8日間もかかってしまった。要するに汚泥生物の生活環境を好適に保持し、増殖、活性化を促進するためには温度差の関係が大きく影響するものと考えられる。

2) 浄化効率の比較

無加温時と加温時の気温、水温、水質、および浄化効率は表-2のとおり。

(この成績は無加温時の気温10℃以上のときの試料分析値を除外した。)

BCD

| | | | |
|-------|---|------|---|
| 容積負荷 | } | 接触そう | 4.27 $\text{kg}/\text{m}^3/\text{d}$ (av BOD 1500PPM) |
| | | 砕石そう | 0.55 " (av BOD 150PPM) |
| 汚泥負荷 | } | 接触そう | 0.99 $\text{kg}/\text{MLSS}/\text{d}$ |
| | | 砕石そう | 0.18 " |
| 汚泥日令 | } | 接触そう | 1.0日 (av SS 1500PPM) |
| | | 砕石そう | 2.7日 (av SS 300PPM) |
| ばつき時間 | } | 接触そう | 4.0h |
| | | 砕石そう | 5.0h |

- ① 透視度は加温した場合には若干わるくなり、分離上澄液にSSが増加してくるのがみとめられた。
- ② CODは、流入汚水で無加温時の方が少し高かったが、除去率については、ほとんど差がみとめられなかった。
- ③ BODの除去率は、若干加温時の方がよかった。
- ④ $\text{NH}_3 - \text{N}$ は加温により約9%除去率が向上している。
- ⑤ ALB-Nは上限値では加温時の方がよいが、総体的にはあまり差はみとめられなかった。
- ⑥ T-Nは加温時の方が6.5%ほどよいが、これは $\text{NH}_3 - \text{N}$ の除去率の関係が大きく寄与しているものと思われる。
- ⑦ 沃度消費量については、無加温時の方が除去率がよかった。

全体としていえることは、加温により $\text{NH}_3 - \text{N}$ の除去率は非常によくなるが、分離液のSSが増加し、TPが若干わるくなった。このことは温度の上昇に伴ない、微生物相は活発化するが、送風量は特に上げなかったので、溶存酸素の不足が一因ではないかと考えられる。

BOD、COD、ALB-Nなどの除去はあまり期待できなかった。

なお、本試験全期を通じてFlockの状態は少々やわらかく、汚泥密度は最良とはいえない状態であった。

備考のSV、MLSS、容積負荷、汚泥負荷はすべて平均値から算出した。

3) 電力消費量

加温と無加温時の比較 (単位1日)

| 区 分 | 無 加 温 | 加 温 |
|-----------|---|---|
| ブ ロ ヱ ー | $0.75 \text{ kw} \times 24 \text{ 時} \times 1.2 = 21.6 \text{ kw}$ | 左 同 |
| 電 動 篩 | $0.2 \text{ 〃} \times 2 \text{ 〃} \times 1.2 = 0.48 \text{ 〃}$ | 〃 |
| 水 中 ポ ン プ | $0.75 \text{ 〃} \times 2 \text{ 〃} \times 1.2 = 1.8 \text{ 〃}$ | 〃 |
| 〃 | $0.2 \text{ 〃} \times 24 \text{ 〃} \times 1.2 = 5.76 \text{ 〃}$ | 〃 |
| 小 計 | 29.64 〃 | 29.64 kw |
| 投込型ヒーター | — | $5 \text{ kw} \times 24 \text{ 時} \times 0.7 = 84.0 \text{ kw}$ |
| ブロー加温ヒーター | — | $0.12 \text{ 〃} \times 24 \text{ 〃} = 2.88 \text{ 〃}$ |
| 小 計 | — | 86.88 〃 |
| 消 費 電 力 計 | 29.64 〃 | 116.52 〃 |
| | $3 \text{ 円} 92 \text{ 銭} \times 29.64 \text{ kw} + \text{基本料金}$ $(390 \text{ 円} \times 2 \times 1 / 30) = 142 \text{ 円} 27 \text{ 銭}$ | $3 \text{ 円} 92 \text{ 銭} \times 116.52 \text{ kw} + \text{基本料金}$ $(390 \text{ 円} \times 10 \times 1 / 30) = 586 \text{ 円} 76 \text{ 銭}$ |

4. むすび

本試験は、実用段階において、どの程度浄化効率を高めることが可能か、また効率を高めることによって、同一規模の施設で処理頭数の増加がのぞめるのではなからうか、ということを重ねて試みたものである。ただ実験装置の構造にいくつかの不備な点があり、流量、送風量の調整が円滑にいかなかったこと、施設規模が小さいため、処理工程の調整がデリケートで、わずかの操作の失宜が、汚泥の状態に悪影響を与えたことなど、実験実施に当り恒常的な安定維持に相当の労力をとられ、実験結果の精度を若干低下させたことがあった。しかしながら結論として、この実験の範囲では、出現微生物に著しい変化を与えるほどの低温が求められなかったわけで、両者の有意差は、みとめられず、加うるに加温に要する電気代の支出を考えると必ずしも有効な方法とは思われない。

参 考 資 料

1. 実験施設の設計諸元

1) ふん尿排泄量 豚40頭 (ふん:尿=1:1) $6 \text{ l} / \text{頭} / \text{d} \dots\dots 0.24 \text{ m}^3 / \text{d} \text{ (Q)}$

- 2) 豚舎清掃水量 原ふん尿の6倍 1.44 m³
 3) BOD量 34000PPM 8.16 kg
 4) SS量 117000PPM (700g/頭/d) 28 #
 5) 稀釈倍率および汚水総量 20倍 4.8 m³/d
 6) 接触そう(第1曝気そう) MLSS 6000PPM

$$\text{BOD容積負荷} \frac{1.1 \times 4.56}{1.6} \dots\dots\dots 3.1 \text{ kg/m}^3/\text{d}$$

$$\text{BOD汚泥負荷} \frac{1.1 \times 4.56}{1.6 \times 6} \dots\dots\dots 0.5 \text{ kg/BOD/MLSS}$$

- 7) 砕石そう(第2曝気そう) MLSS 3000PPM

$$\text{BOD容積負荷} \frac{0.22 \times 4.56}{1.24} \dots\dots\dots 0.8 \text{ kg/m}^3/\text{d}$$

$$\text{BOD汚泥負荷} \frac{0.22 \times 4.56}{1.24 \times 3} \dots\dots\dots 0.26 \text{ kg/BOD/MLSS}$$

- 8) 面積負荷
 第1沈澱そう 11 m³/m²/d
 第2沈澱そう 6.8 m³/m²/d

2. BOD計算

原ふん尿は、清水によって20倍に稀釈され本装置で浄化する。

$$\text{施設へ流入するBOD} = 34000 \text{ PPM} \div 20 = 1700 \text{ PPM}$$

振動篩(0.5mm)と貯留そうにおける沈渣の引抜きによってBOD量の35%が除去されるとし

$$\text{て} 1700 \text{ PPM} \times \frac{65}{100} = 1105 \text{ PPM}$$

本装置は2段曝気方式を採用しており前段処理を接触曝気、後段処理を砕石曝気とした。

$$\text{前段処理における浄化効率を80%とすれば} 1105 \times \frac{20}{100} = 221 \text{ PPM}$$

$$\text{後段処理における浄化効率を89%とすれば} 221 \times \frac{11}{100} = 24.3 \text{ PPM}$$

3. SS量計算

$$\text{振動篩で50%除去、} 28 \text{ kg} \times \frac{50}{100} = 14 \text{ kg} \quad \text{水分86%とすると} 14 \text{ kg} \div \left(\frac{14}{100}\right) = 100 \text{ kg}$$

$$\text{貯留そうで流入源の10%を引抜き除去すると} 28 \text{ kg} \times \frac{10}{100} = 2.8 \text{ kg}$$

$$\text{水分98%とすると} 2.8 \text{ kg} \div \left(\frac{2}{100}\right) = 140 \text{ kg}$$

槽内における酸化分解を40%とすれば汚泥総量は次のとおりとなる。

$$28 \text{ kg} - (14 \text{ kg} + 2.8 \text{ kg}) = 11.1 \text{ kg}$$

$$11.1 \text{ kg} \times \frac{60}{100} = 6.66 \text{ kg}$$

水分 98% とすると

$$6.66 \text{ kg} \div \left(\frac{2}{100}\right) = 333 \text{ kg}$$

4. 各槽容量計算

- 1) 沈渣そう 0.0375 m³ 砂礫荒 ごみ除去
 2) 攪拌そう 0.35 m³ 曝気、破碎
 3) 調整そう 1.8 m³ 流入汚水の貯留および稀釈調整

流入量 $7Q = 7 \times 0.24 \text{ m}^3 = 1.68 \text{ m}^3 / \text{d}$

- 4) 貯留そう 1.8 m³

流入量 $1.68 \text{ m}^3 (7Q) - 0.1 \text{ m}^3 (\text{除去量}) = 1.58 \text{ m}^3$

- 5) 接触そう 1.6 m³

流入量 貯留そうより $1.58 \text{ m}^3 - 0.14 \text{ m}^3 (\text{除去量}) = 1.44 \text{ m}^3$

稀釈水 13Q 3.12 "

返送汚泥 (100%) 4.56 "

計 9.12 " / d = 0.38 m³ / h

滞留時間 4 時間 = 1.52 m³

- 6) 汚泥強化そう 1.7 m³

流入量 $4.56 \text{ m}^3 / \text{d} = 0.19 \text{ m}^3 / \text{h}$

滞留時間 8.5 h = 1.615 m³

- 7) 第一沈殿そう 0.9 m³

流入量 $9.12 \text{ m}^3 / \text{d} = 0.38 \text{ m}^3 / \text{h}$

滞留時間 2.2 h = 0.836 m³

- 8) 碎石曝気そう 1.24 m³

流入量 第一沈殿そうより 4.56 m³

返送汚泥 (25%) 1.14 m³

計 5.7 m³ / d = 0.238 m³ / h

滞留時間 5.0 h = 1.19 m³

- 9) 第二沈殿そう 0.9 m³

流入量 $5.7 \text{ m}^3 / \text{d} = 0.238 \text{ m}^3 / \text{h}$

滞留時間 3.7 h = 0.88 m³

10) 汚泥そり 0.35 m³

汚泥量 0.33 m³ / d

11) 乾燥汚床

汚床面積 4 m² (3区画)

5. 機械装置

ブローワー 風量 0.5 m³ / min 0.75 kw

振動篩 (0.5 mm) 0.75 "

水中ポンプ 0.75 "

" 0.2 "

6. 加温装置

ブローワー加温ヒーター 250 w

投込型ヒーター 5 kw