

豚熱防疫措置後の汚水処理施設における処理能力の検討

(1)長期ばっ気停止が豚舎排水処理に及ぼす影響

二宮恵介 普照恭多 平良祥 伊佐常暢
片桐慶人

I 要 約

豚熱による防疫措置後の汚水処理施設における運転方法の参考とするため、163日間無ばっ気で静置したばっ気槽混合液を用いて21日間の小規模試験により長期ばっ気停止の影響について検討したところ、その結果は以下のとおりであった。

1. ばっ気槽上澄み(処理水)の生物化学的酸素要求量(BOD)は試験開始1日目に47.0mg/lとなった後、減少傾向に転じ7日目以降は20mg/l以下で推移した。
2. 処理水の全窒素(T-N)は試験開始3日目に63.5mg/lとなった後、減少傾向に転じ14日目以降は30mg/l以下で推移した。
3. 試験期間中のBOD容積負荷は0.14~0.27kg/m³・日であった。

以上のことから、長期ばっ気停止した活性汚泥は低負荷条件下において、約1週間でBOD除去能が回復し、約2週間で窒素除去能が回復する可能性が示唆された。

II 緒 言

本県では2020年1月に34年ぶりに豚熱が発生し、防疫措置により約12000頭の飼養豚が殺処分された。防疫措置として、活性汚泥法による豚舎排水処理を行う汚水処理施設においても3カ月の停止期間が設けられた。活性汚泥法は、汚水に空気を吹き込んで攪拌していると自然に形成される微細な微生物集団(フロック)を利用するのが特徴であり、好気性条件で自然に増殖する微生物を活用している¹⁾。このことから、長期間の施設の停止はばっ気槽内が嫌気条件となり、ばっ気再開後の浄化処理能力に影響を及ぼすと考えられる。そこで本研究では、防疫措置後の汚水処理施設における運転方法の参考とするため、ばっ気せずに長期間静置したばっ気槽混合液(活性汚泥)を用いて小規模試験装置によるばっ気処理試験を行い、浄化処理能力を調査したので報告する。

III 材料および方法

1. 試験期間および試験場所

試験は、沖縄県畜産研究センター実験室で2020年10月21日から同年11月11日まで21日間実施した。

2. 試験方法

試験区分および供試試料を表1に示した。試験区分は、2020年5月11日に当センター酸化溝から採取した活性汚泥を163日間ばっ気せず静置したもの(静置汚泥)を用いた試験区および同年10月21日に同様に採取した活性汚泥を用いた対照区とした。試験装置の概要を図1に示した。ばっ気槽は、容積57lのガラス製水槽とし、供試試料を40l投入後、豚舎排水(原水)を5l投入した。ばっ気は1.0l/minの流量で21時間ばっ気、3時間静置を繰り返す回分式とした。静置中に毎日処理水を5l採取し、原水を5l投入した。処理水および原水の水質は、試験開始時、1日目、3日目、7日目、10日目、14日目および21日目に採水し、調査した。

3. 調査項目

調査項目はBOD、浮遊物質(SS)、pH、アンモニア性窒素(NH₄-N)、亜硝酸性窒素(NO₂-N)、T-NおよびBOD/N比とした。BODは圧力センサ式BOD自動測定器(BODTrak II, HACH)、NH₄-NおよびNO₂-Nは単項目水質計(デジタルパケットテスト、共立理化学研究所)、pH、SSおよびT-Nは常法²⁾により分析した。原水のBOD/N

比はBODをT-Nで除し算出した。また、ばっ気停止直前に水槽内の溶存酸素(DO)、水温、活性汚泥沈殿率(SV)、活性汚泥浮遊物質(MLSS)を1週間に1回調査した。DOおよび水温は隔膜式溶存酸素計(ID-150, 飯島電子工業)、SVおよびMLSSは常法²⁾により分析した。原水の水質を表2に示した。なお、試験期間中のBOD容積負荷は $0.14\sim 0.27\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ であった。

表1 試験区分および供試試料

| 試験区分 | 供試試料 | 試料採取日 | 静置期間 |
|------|------|-------------|------|
| 対照区 | 活性汚泥 | 2020年10月21日 | なし |
| 試験区 | 静置汚泥 | 2020年5月11日 | 163日 |

注) 静置汚泥は、採取した活性汚泥をばっ気せず静置したもの

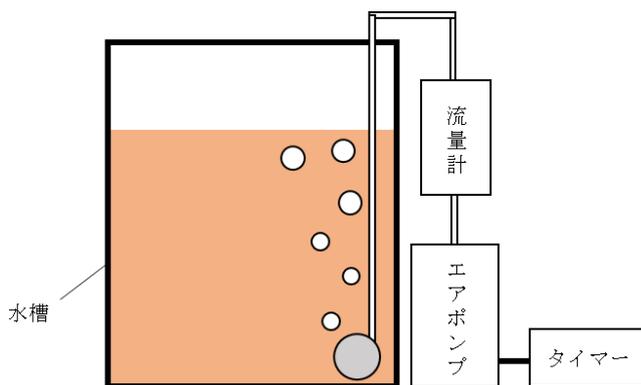


図1 試験装置の概要

表2 原水の水質

| 項目 | 原水(n=7) | | |
|---------------------------|---------|------|------|
| | 平均値 | 最大値 | 最小値 |
| BOD (mg/l) | 1778 | 2423 | 1245 |
| SS (mg/l) | 795 | 1190 | 490 |
| pH | 7.1 | 7.8 | 6.6 |
| NH ₄ -N (mg/l) | 218 | 330 | 136 |
| T-N (mg/l) | 336 | 470 | 222 |
| BOD/N | 5.6 | 9.1 | 3.8 |

IV 結果

1. BODおよびSSの推移

処理水のBODおよびSSの推移を図2～3に示した。BODは試験区で $12.0\sim 47.0\text{mg}/\text{l}$ 、対照区で $6.7\sim 22.0\text{mg}/\text{l}$ となり、対照区と比較して試験区は3日目まで高い値で推移し、7日目以降は $20\text{mg}/\text{l}$ 以下で推移した。SSは試験区で $3.0\sim 76.0\text{mg}/\text{l}$ 、対照区で $5.0\sim 40.5\text{mg}/\text{l}$ となり、対照区と比較して試験区は試験開始時に高い値を示したものの、1日目以降はおおむね同程度あるいは低い値で推移した。

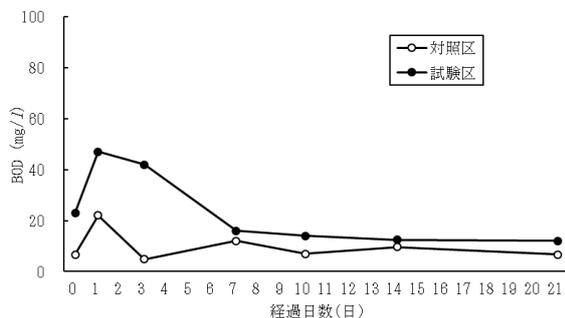


図2 BODの推移

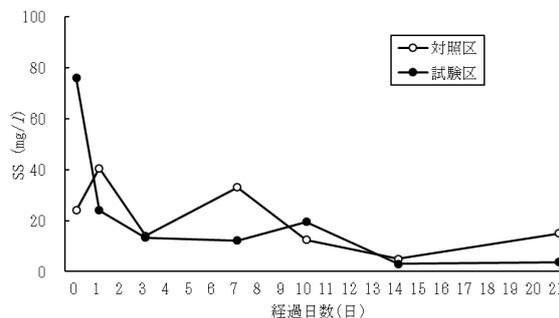


図3 SSの推移

2. pHおよびT-Nの推移

処理水のpHおよびT-Nの推移を図4～5に示した。pHは試験区で $7.7\sim 8.2$ 、対照区で $7.7\sim 8.1$ となり、両区ともにおおむね同程度で推移した。T-Nは試験区で $23.4\sim 63.5\text{mg}/\text{l}$ 、対照区で $19.6\sim 80.0\text{mg}/\text{l}$ となり、試験区は試験開始時および1日目には対照区と比較して低い値であったが、3日目に上昇し対照区よりも高い値を示した後、減少傾向に転じ14日目以降は $30\text{mg}/\text{l}$ 以下で推移した。

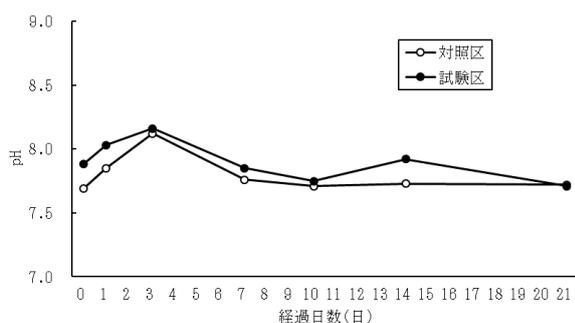


図4 pHの推移

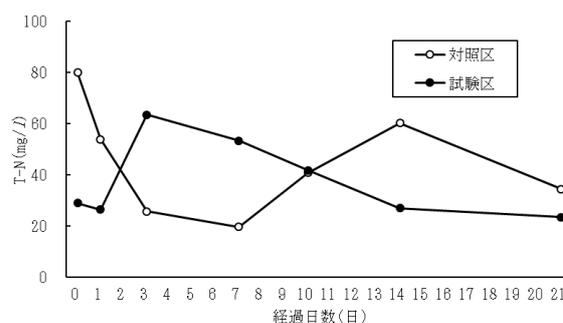


図5 T-Nの推移

3. NH₄-N および NO₂-N の推移

処理水の NH₄-N および NO₂-N の推移を図6～7に示した。NH₄-N は試験区で 0.3～30.2mg/l, 対照区で 0.2～5.8mg/l となり, 対照区と比較して試験区は3日目まで上昇傾向で推移した後, 減少傾向に転じ10日目以降は 1.0mg/l 以下で推移した。NO₂-N は試験区で 0.1～27.0mg/l, 対照区で 0.01～4.1mg/l となり, 対照区と比較して試験区は7日目まで上昇傾向で推移した後, 14日目に減少し21日目も同程度の値となった。

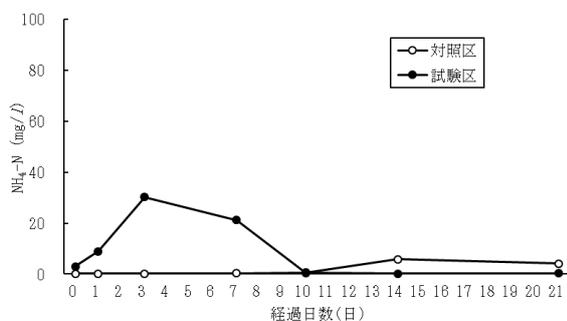


図6 NH₄-Nの推移

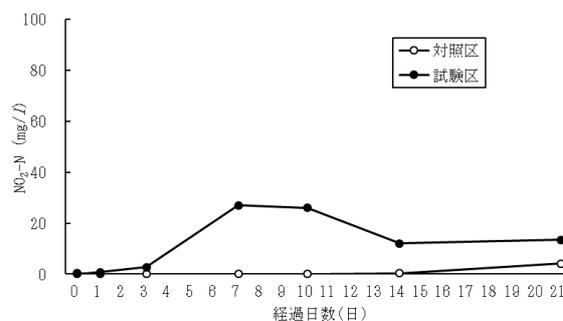


図7 NO₂-Nの推移

4. DO および水温の推移

水槽内の DO および水温の推移を図8～9に示した。DO は試験区で 3.3～5.9mg/l, 対照区で 1.8～4.8mg/l となり, 対照区と比較して試験区は14日目まで高い傾向で推移し, 21日目で同程度となった。水温は試験区で 21.3～24.8℃, 対照区で 21.3～24.7℃となり, 両区ともに同様な傾向で推移した。

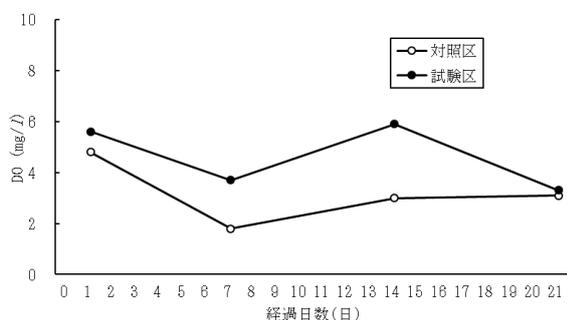


図8 DOの推移

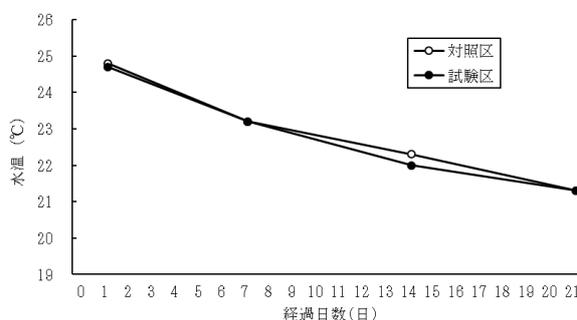


図9 水温の推移

5. SV および MLSS の推移

SV および MLSS の推移を図10～11に示した。SV は試験区で 8～22%, 対照区で 51～75% となった。MLSS は試験区で 1260～4820mg/l, 対照区で 4860～8180mg/l となり, SV および MLSS は対照区と比較して試験区は常に低い値であったが, 対照区とおおむね同様に上昇傾向で推移した。

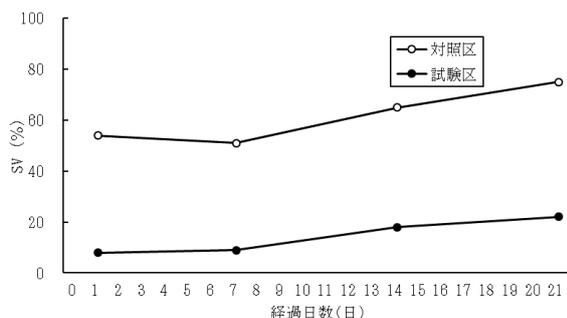


図 10 SV の推移

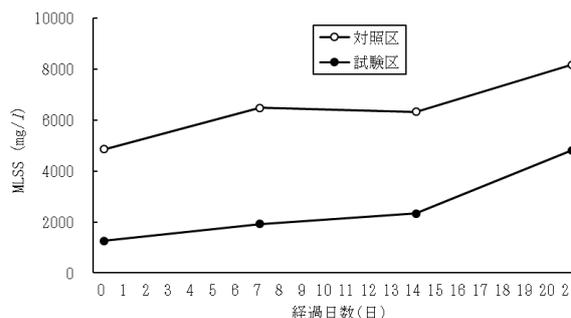


図 11 MLSS の推移

V 考 察

活性汚泥を 163 日間ばっ気せずに静置した試験区において、ばっ気開始後 3 日目までは通常の活性汚泥を用いた対照区よりも BOD が高い傾向であったが、7 日目には対照区とおおむね同程度の値まで減少した。活性汚泥法は好気性微生物を利用した污水浄化法であり、長期ばっ気停止により酸素の供給がなくなった活性汚泥は浄化処理能力が低下していると想定されたが、1 週間程度で BOD 除去能が回復する可能性が示唆された。 $\text{NH}_4\text{-N}$ は試験区において一時的に上昇したが、7 日目には減少傾向に転じて 10 日目以降は 1.0mg/l 以下となった。また、 $\text{NO}_2\text{-N}$ は 7 日目にかけて上昇がみられた。窒素除去は污水中窒素の主成分であるアンモニアをまず好気性条件で硝化菌により亜硝酸または硝酸に酸化し、次に無酸素条件で亜硝酸および硝酸を脱窒細菌で窒素ガスに還元して揮散させる工程である¹⁾。このことから、本試験においても $\text{NH}_4\text{-N}$ の硝化が進み、 $\text{NO}_2\text{-N}$ が上昇したと考えられる。T-N においても一時的に上昇がみられたものの、14 日目以降は 30mg/l 以下で推移していることから、亜硝酸および硝酸の脱窒が行われたものと考えられ、約 2 週間で窒素除去能が回復する可能性が示唆された。本試験では BOD 容積負荷は $0.14\sim 0.27\text{kg/m}^3\cdot\text{日}$ となっており、施設設計時に用いられる BOD 容積負荷 $0.4\text{kg/m}^3\cdot\text{日}$ ³⁾ よりも低負荷条件であった。これらのことから、長期ばっ気停止した活性汚泥は低負荷条件下において、約 1 週間で BOD 除去能が回復し、約 2 週間で窒素除去能が回復する可能性が示唆された。

防疫措置の現場においては、逆性石鹼や石灰資材等による消毒が行われており、污水处理施設への消毒薬の投入や畜舎消毒による消毒薬の混入した原水の流入があると考えられる。これらのことから、今後は消毒薬の排水処理への影響についても調査する必要がある。

VI 引 用 文 献

- 1) 一般財団法人畜産環境整備機構畜産環境技術研究所 (2018) 畜産污水の処理技術マニュアル, 17-49, 一般財団法人畜産環境整備機構
- 2) 公益社団法人日本下水道協会 (2012) 下水試験方法上巻 2012 年版, 245-686, 公益社団法人日本下水道協会
- 3) 財団法人畜産環境整備機構 (2004) 家畜ふん尿処理施設の設計・審査技術, 125, 財団法人畜産環境整備機構