

## 活性汚泥処理水の高能力蒸発散に関する研究

吉尾卓宏，羽成勤<sup>1</sup>，井上雅美，相沢博美<sup>2</sup>

Experiments on the Evaporation and Transpiration Treatment of the activated sludge treatment waste water

Takahiro Yosio, Tutomu Hanari, Masami Inoue, Hiromi Aizawa

### 要 約

浄化処理水の、放流以外の処理方法として、土壌による蒸発散を検討した。

- 1 野外における蒸発散処理は、気象条件によっては全くできない場合があった。
- 2 ビニールハウスの設置、植物の播種によって蒸発散処理量の向上が図られた。
- 3 ビニールハウスの設置、植物の播種、蒸発散槽の多段化により、処理量として1日1m<sup>2</sup>あたり夏期で7L、冬期で3Lという結果が得られた。

キーワード：活性汚泥処理 蒸発散 土壌

### 緒 言

現在の畜産経営において環境問題は、非常に重要な課題である。特に本県において畜舎排水の処理は霞ヶ浦の浄化や素堀解消のこともあり、早急な対策が求められている。そのために、簡易・低コスト処理が研究されている。しかし、特定湖沼の流域などでは規制がいっそう厳しく、簡易処理で排水基準に達することは困難であり、また、基準値以下に処理できても様々な理由から、放流できないこともある。そのため、簡易処理と同時に、処理水を放流以外で処理する方法が求められている。そのような方法の一つとして、処理水を土壌に通し、蒸発散させるという方法がある。しかし、この方法は、季節による蒸発散量の低下や、土壌の蒸発散能力そのものについても未だ不明な点が多い。また、蒸発散施設に広大な面積が必要という問題点もある。そこで、土壌の蒸発散能力を明確にするとともに、蒸発散効果を高め、より少ない面積で処理する方法について試験を行い、放流以外の処理方法の一つとして検討した。

### 試験1；蒸発散能力向上試験

#### 材料及び方法

試験装置の基本的構造は、0.6m×0.4m（蒸発散面積0.24m<sup>2</sup>）、深さ30cmのプラスチック容器で、これに水を補給するためのタンクを接続した。（図1）タンク内の水位が一定（水深約10cm）になるように供試水を補充し、補充した分を蒸発散量とした。土壌への吸収を考慮し、試験開始後1週間程度過ぎてからの供試水補充量をデータとして利用した。供試水は畜産センターの施設で活性汚泥処理した処理水を利用した。また、気象データについては、最初は土浦、途中から畜産センター内のデータを利用した。

試験は土壌の蒸発散能力と、蒸発散能力向上の2つの点について調査、検討を行った。

#### 試験1-1：土壌の蒸発散能力調査

槽に水を張っただけの区を対照区、土壌を充填した区を試験区とした。試験装置は屋外に設定した。調査は7月～8月、12月～2月、4月～6月と、1年間で3回に分けて行った。

#### 試験1-2：蒸発散能力向上のための要因試験

蒸発散能力を向上させるため、ビニールハウスの設置と植物播種の二種類の方法について検討した。槽に水を張っただけの区を対照区、土壌を充填した区を試験区1、土壌を充填し、植物を播種した区を試験区2とした。播種

<sup>1</sup> 現鹿行地方総合事務所農林課

<sup>2</sup> 現茨城県畜産センター肉用牛研究所

した植物はイタリアンライグラスである。これらの試験区をそれぞれ屋外とビニールハウス内に設置して、4月から6月までの3ヶ月間、蒸発散量の調査を行った。同時に、気温と湿度が蒸発散に与える影響についてデータの解析を行った。

また、冬期における蒸発散において、気温保持と通風による湿度低下のどちらがより蒸発散能力に影響するか調査を行った。槽に土壌を充填し、植物播種した試験装置を、通常のビニールハウスと、側面に通気口のあるビニールハウス内にそれぞれ設置し、12月から3月までの蒸発散量を調査した。

### 結果と考察

#### 試験1-1：土壌の蒸発散能力調査

結果は表2のとおりで、特に冬期で蒸発散はほとんど認められなかった。通常冬期における蒸発散量は1~2Lと考えられていたが、屋

外における土壌槽の蒸発散能力は予想以上に低かった。

#### 試験1-2：蒸発散能力向上のための要因試験

結果は表3のとおりであった。試験区別では試験区3が最も蒸発散能力が高かった。屋外では、降雨の影響で他の試験区では蒸発散が認められなかった時期でも、蒸発散能力が認められた。また、ビニールハウス内では10L以上の蒸発散能力が得られた。

温度と湿度が蒸発散に与える影響は、温度は正の相関、湿度は負の相関であり、屋外、ハウス内ともほとんどの区で湿度の影響が強かった。しかし、ビニールハウス内の試験区2だけは湿度の影響を強くは受けなかった。(表4) ビニールハウスと植物の組み合わせでは、湿度が高く蒸発散しにくい状況に置いても処理ができた。冬期における温度と湿度が蒸発散に与える影響は、通気を遮り温度保持に重点を置いた方が通気をよくした状態より蒸発散能力が高かった。(表5)

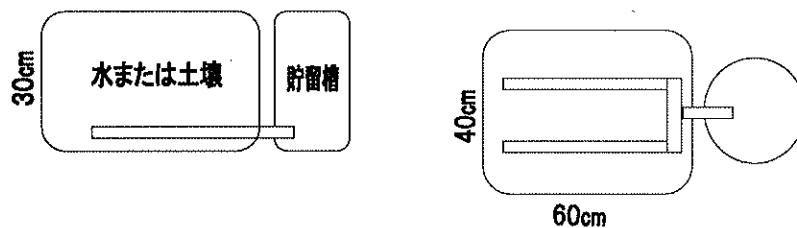


図1 小型蒸発散槽の基本構造

表2 土壌の蒸発散能力調査結果

(L/m<sup>2</sup>・日)

試験区分	夏 (7~8月)	冬 (12~2月)	春 (4~6月)
対照区 (水面)	3.6	0	1.7
試験区 (土壌)	5.3	0	3.2
気温 (°C)	26.7	3.9	18.5
降水量 (mm)	14.3	15.2	29.1

表3 蒸発散能力向上試験結果

(L/m<sup>2</sup>・日)

	試験区分	4月	5月	6月	平均
屋外	対照区 (水面)	4.7	0.0	1.1	1.9
	試験区1 (土壌)	6.5	0.5	3.4	3.5
	試験区2 (土壌+植物)	5.1	2.8	5.5	4.5
	温度 (°C)	14.4	18.2	21.9	18.2
	湿度 (%)	72.4	82.5	81.6	78.9
ハウス内	対照区 (水面)	4.4	2.1	3.0	3.2
	試験区1 (土壌)	5.8	3.5	5.1	4.8
	試験区2 (土壌+植物)	8.1	11.4	14.9	11.5
	温度 (°C)	16.9	20.7	23.9	20.5
	湿度 (%)	69.6	79.9	79.8	76.4

表4 蒸発散量と各要因との相関係数

	試験区分	温度	湿度
屋外	対照区（水面）	0.369	0.723
	試験区1（土壌）	0.118	0.726
	試験区2（土壌+植物）	0.170	0.711
ハウス内	対照区（水面）	0.077	0.732
	試験区1（土壌）	0.228	0.666
	試験区2（土壌+植物）	0.872	0.285

表5 冬期の蒸発散要因調査結果  $(\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{日})$ 

		12月	1月	2月	3月	平均	相関係数
試験区1 温度重視	蒸発散量	2.3	1.9	2.2	2.7	2.3	
	気温(℃)	11.0	6.6	7.6	11.8	9.2	0.552
	湿度(%)	60.4	74.6	79.0	72.0	71.5	0.303
試験区2 通気重視	蒸発散量	2.0	0.7	1.3	2.1	1.5	
	気温(℃)	4.5	5.0	6.7	11.3	6.9	0.334
	湿度(%)	70.5	62.1	29.5	26.5	47.1	0.141

## 試験2；処理装置の改良

## 材料及び方法

三タイプの蒸発散施設を試作し、その蒸発散能力を調査した。構造は図2のとおりである。一つは汚水が土壌内部に導かれ浸透する施設（施設1）、二つめは汚水を上部から散布する施設で、配管の設置、メンテナンスを容易にすることを目的とした。（施設2）三つ目は蒸発散槽を三段に積み重ね、設置面積の縮小を図った。（施設3）三段式の一段の面積は約0.2 $\text{m}^2$ 、三段式だけは一日2Lずつ上部から散水した。いずれもビニールハウス内に設置し、施設1と2は植物が播種してある。調査は12月から3月まで行った。

## 結果と考察

試験の結果は表6のとおりである。施設1、施設2の蒸発散能力については試験区間に大きな差は認められなかった。後の管理のことを考慮すると上部から散布する施設の方が有効であると思われる。

三段式については、一日2L給水の間は下の槽から水が流れてくることはなかったが、途中給水量を3Lにしたところ、処理しきれず下の槽から水が流れ出した。そのことから三段式では施設面積1 $\text{m}^2$ に対して、蒸発散能力は10L前後となり、蒸発散面積の縮小に有効であると思われる。

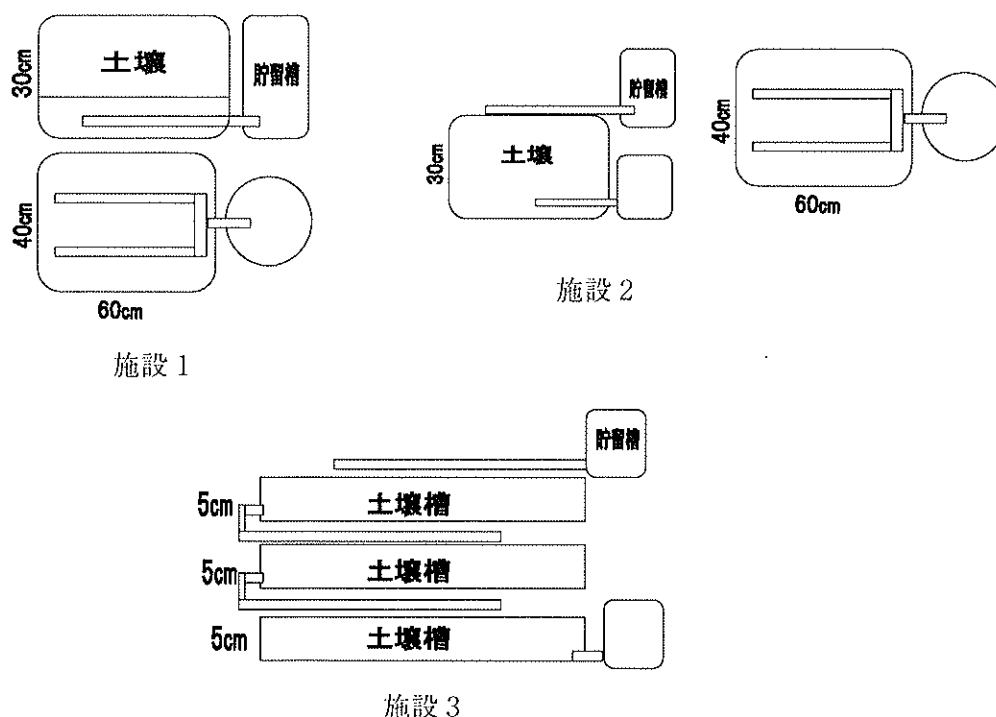


図2 汚水導入方別蒸発散装置

表6 供試水導入方法別蒸発散量

(mm/m<sup>2</sup>・日)

	12月	1月	2月	3月	平均
下部浸透	2.3	1.9	2.2	2.7	2.3
上部散水	2.1	1.7	2.2	2.7	2.2
気温(℃)	11.0	6.6	7.6	11.8	9.2
湿度(%)	60.4	74.6	79.0	72.0	71.5

## 試験3；各種手法を組み合わせた蒸発散試験

これまでの試験結果を踏まえて、試作した三つの施設について、実証規模レベルで、蒸発散能力を調査した。

## 材料及び方法

各施設の構造は図3のとおりで、いずれもビニールハウス内に設置した。施設1, 2の蒸発散面積は2m×5mで、10m<sup>2</sup>であり、芝が植えである。施設3は1.5m<sup>2</sup>×三段で、蒸発散面積は4.5m<sup>2</sup>である。どの施設も汚水の貯留槽と、給水を調整するための水槽を設置し、常に一定量の汚水が蒸発散槽に供給されるようにした。供試した汚水の濃度は表7のとおりである。

## 結果と考察

結果は表8のとおりである。施設1, 2の間に蒸発散能力の差はなく、三段式が最も蒸発散能力が高かった。しかし、全体的に予備試

験に比べて蒸発散能力が落ちていた。考えられる原因の一つとしては、今年は平年より気温が低く、雨が多かったことがあげられる。また、1, 2月には試験区3の蒸発散量が落ちてきた。これは最下層に水が溜まりすぎたため、頻繁な水の循環が必要と考える。

今回設置のかかった原材料費は、施設1, 2は蒸発散槽が7640円/m<sup>2</sup>、ビニールハウスが1700円/m<sup>2</sup>、全体の費用は9340円/m<sup>2</sup>となる。三段式はビニールハウスも含めた全体で68500円/m<sup>2</sup>となり、施設1, 2に比べて割高となった。しかし、これは槽が9割近くを占めている。試験区1, 2の槽は自作であり、試験区3でも自作・廃物利用等によってコストは大幅に下げられると思われる。

規模の拡大については、施設1, 2については処理量に従って規模を大きくできるが、三段式は1ユニットの大きさはそれほど大きくで

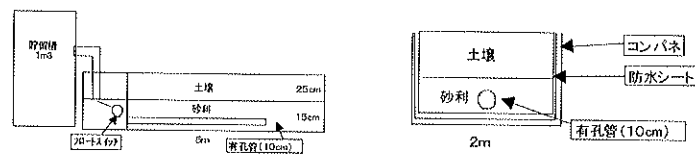
きないので、ユニットの数を増やすことで対応する。ただし、ビニールハウスを張るため、形状や大きさが制限される。

今回、蒸発散の効率を上げるための条件について検討したが、一部にいられているよう

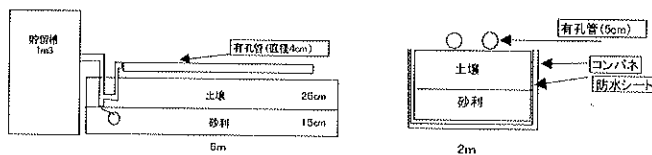
な大幅な蒸発散量の増加にはつながらなかった。今後、放流できない地域での汚水処理は、蒸発散やコンポスト化、飼養管理全体を含めた節水対策など、いくつかの対策をあわせて検討する必要がある。

表7 供試汚水水質

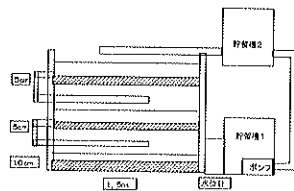
測定項目	COD	浮遊物質	pH
測定値	59.5ppm	88.5ppm	7.9



施設 1



施設 2



施設 3

図3 各実験施設

表8 実証試験結果

	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
下部浸透	4.2	4.5	3.2	5.4	5.0	3.4	2.2	2.0	2.0	1.7	2.0
上部散水	3.9	4.4	3.3	5.3	4.8	3.4	2.1	1.9	2.0	1.5	2.0
三段式	4.6	4.1	4.7	6.0	6.9	4.2	3.4	3.4	2.1	1.8	2.8
気温(℃)	21.4	25.6	25.0	27.2	24.9	24.9	18.8	15.6	6.8	9.7	11.5
湿度(%)	60.1	75.6	78.4	77.7	74.0	74.0	72.8	78.9	60.2	58.7	60.8

(L/m²・日)

#### 参考文献

- ・ 亀岡俊則(1990)家畜ふん尿の乾燥処理施設と運用の実際畜産の研究44(1)183-192
- ・ 酒井久明ら(1994)豚ふん尿処理のクローズドシステム化技術広島畜試県報 第10号49-
- ・ 山下弘昭ら(1980)土壌及び植物による尿、汚水の蒸散処理技術の確立 兵庫畜試県報 第17号 84-89