

# 畜産排水の下水処理における希釈水削減技術開発

[平成 23～25 年度]

森本直樹  
(畜産技術科)

---

【要 約】牛および豚汚水を曝気処理することで、BOD、SS およびリンの低減が可能である。曝気処理によってリン結晶化反応 (MAP) を誘発し、リン資源を回収することができるが、リンの回収量は汚水の pH とリン濃度により異なる。

---

## 【目 的】

都内畜産農家の半数以上は、畜産排水の下水放流処理方式を導入している。しかし、法規制対応のために大量の希釈水を必要とすること、再利用可能な資源を廃棄している問題点がある。本課題では、希釈水の低減による経費節減と資源回収のための技術開発を行う。

## 【成果の概要】

### 1. 曝気処理による汚水中汚濁物質低減効果

畜産汚水にリン付着材 (網状ステンレス) を投入し、一定量の空気を連続注入した。

24 時間後、汚水の汚濁成分 (生物化学的酸素要求量 (BOD)・浮遊物質 (SS)・全リン (T-P)) を測定した。

#### (1) 牛汚水の汚濁指標低減効果特徴

BOD は曝気量 5 L/min/L 以上では約 25% の低減効果が有意に認められる。SS は曝気量 5 L/min/L 以上では約 10% の低減効果が有意に認められる。リンは曝気量 10L/min/L 以上の場合、約 20% の低減効果が有意に認められる (図 1)。

#### (2) 豚汚水の汚濁指標低減効果特徴

BOD は、曝気量 5 L/min/L 以上で約 20% の低減効果が有意に認められる。SS は有意な効果は認められない。リンは、曝気量 5 L/min/L では約 30%、10L/min/L 以上では約 50% の低減効果が有意に認められる (図 2)。

#### (3) リン付着材の種類

金属、非金属ともリン吸着効果が期待できる。付着材の表面を粗面処理 (紙ヤスリなどで研磨) した方が、より高い吸着効果が得られる (図 3)。

#### (4) MAP 法によるリン除去の特徴

MAP 法によるリン結晶化反応は、pH の影響が大きい。曝気などによる pH 上昇時に水溶性リン酸が結晶化 (資材に付着) し汚水リン濃度が低下する。しかし、pH が 8 以下になると、結晶化したリン酸が再び汚水中に溶解し汚水リン濃度が上昇する。MAP 反応を誘発するには、pH 7 から pH 8 以上への変動過程と一定量の水溶性リン酸の含有量が必要である (図 4)。

#### (5) 農家汚水のリン除去効果

農家汚水を対象にリン除去効果を検証した結果、豚汚水では約 50% のリン除去効果が認められたが、牛汚水は豚汚水に比べ効果は低い (図 5)。

## 2. 試験プラントによる畜産汚水連続処理試験

試験プラントは、反応槽（実容量 100L）と処理水槽からなる（図6，図7）。反応槽内部にリン付着用のステンレス製カゴを固定し、汚水（牛および豚ふん尿混合）を連続投入（50L/回・2回/日）し、反応槽底面の散気盤から曝気を行った（曝気量5L/min/L：発泡防止のため1時間ごとに運転と停止を繰り返す）。試験期間は第1期（秋・冬期）が9～12月の12週間、第2期（夏期）が6～8月の12週間とした。定期的に水質分析（BOD, SS, T-P, pH）を行った。各試験期の終了時に付着用ステンレスカゴを回収、乾燥後重量測定し、リン酸塩の回収量を測定した。

### (1) 汚濁物質の低減効果

曝気処理により、BOD 除去率は平均 22～25%，SS 除去率は平均 20%，全リン除去率は平均 32～37%である。曝気処理に伴い pH の上昇が認められる（表2，一部省略）。これらの効果は、秋冬期（平均水温 17.7℃）と夏期（平均水温 25.7℃）とに有意な差は認められず、水温による影響を受けない（表1）。

### (2) リン回収量

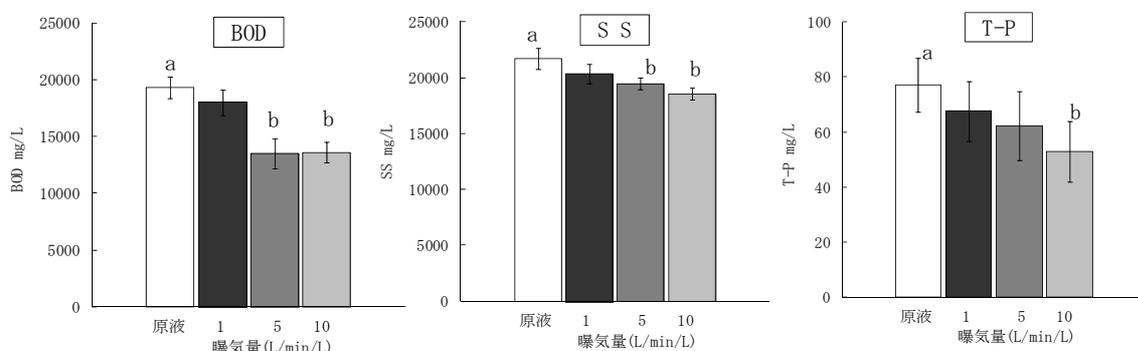
投入汚水あたりのリン酸塩回収量は 7～10g/m<sup>3</sup> である。推定される年間回収量は 2.5～3.7kg/m<sup>3</sup> である（表2）。

### (3) 試験プラントまとめ

汚水を曝気処理することで、汚水中の汚濁成分（BOD, SS, リン）の低減化が可能であり、下水放流のため必要とされる希釈水を 20%程度低減することが可能である。曝気処理の過程で MAP 反応を誘発しリン資源を回収できるが、回収量は汚水の pH とリンの量によって変動する。

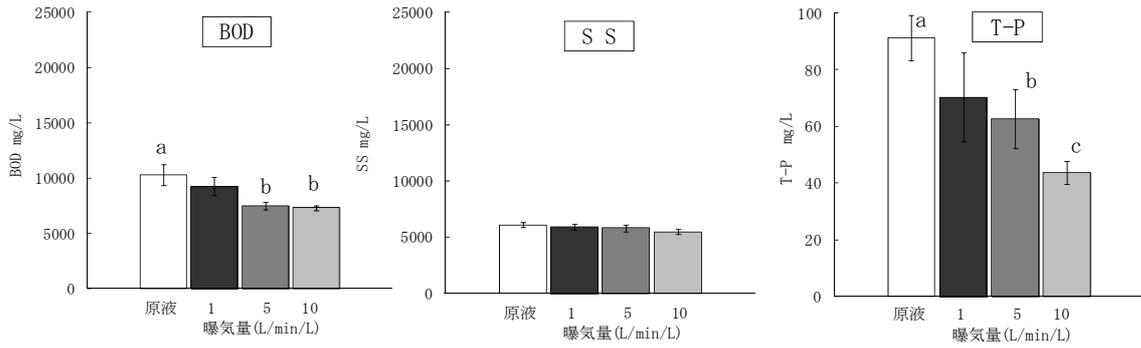
## 【成果の活用・留意点】

1. MAP 法によるリンの除去効果および回収量は、汚水中に含まれる水溶性リンの量と汚水の pH によって異なる。対照汚水の性状を分析することで、リン除去効果およびリン回収量を推定することが可能である。
2. 回収したリン酸塩は肥料として利用することが可能であるが、販売する場合は肥料取締法に基づく届け出が必要となる。



異なる英小文字は有意差有り (P<0.05)

図1 曝気処理による牛汚水中の汚濁成分除去効果



異なる英小文字は有意差有り (P<0.05)

図2 曝気処理による豚汚水中の汚濁成分除去効果

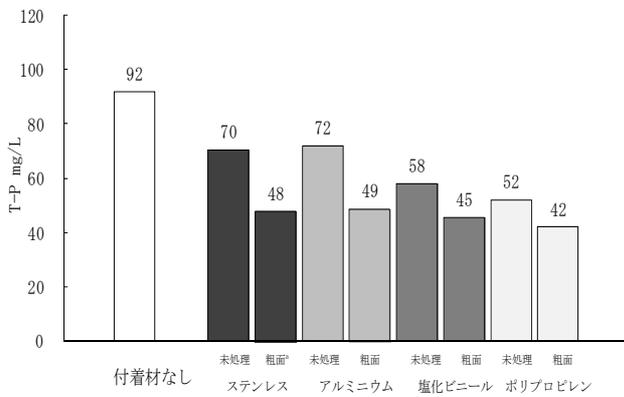


図3 材質の特性の違いによるリン吸着の差

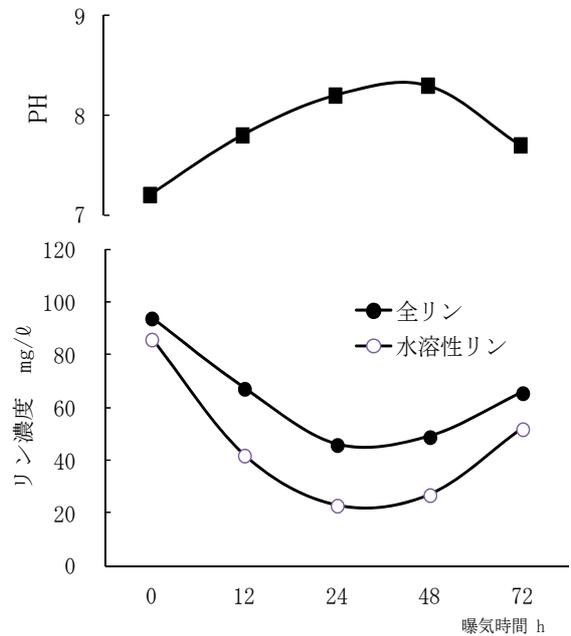


図4 継続曝気による污水 pH 変動およびリン濃度の変化

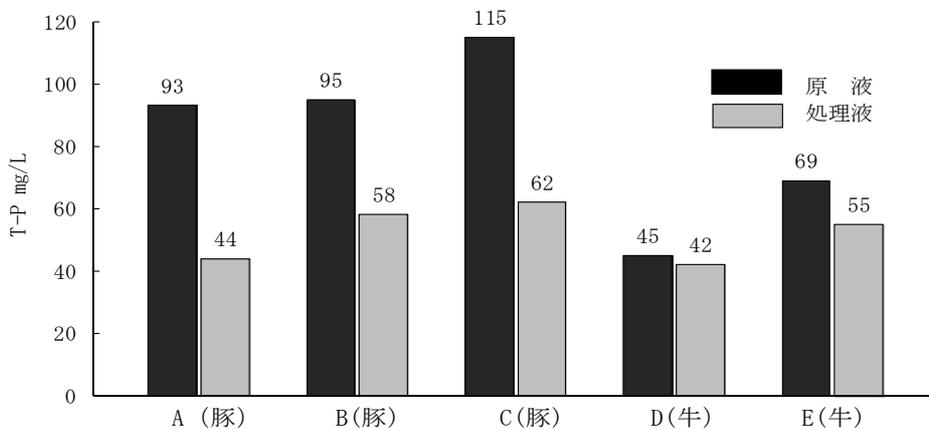


図5 曝気処理による農家由来汚水のリン除去効果

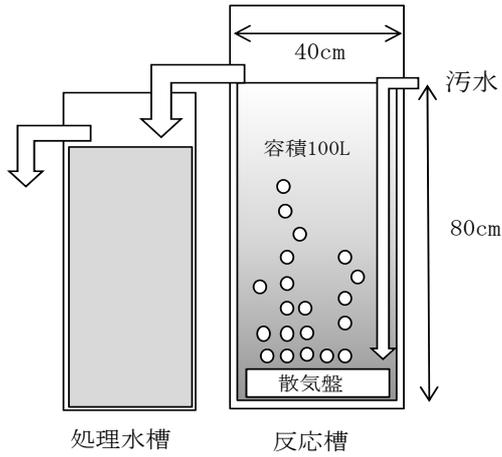


図6 試験プラントの概略図



図7 試験プラント実物写真

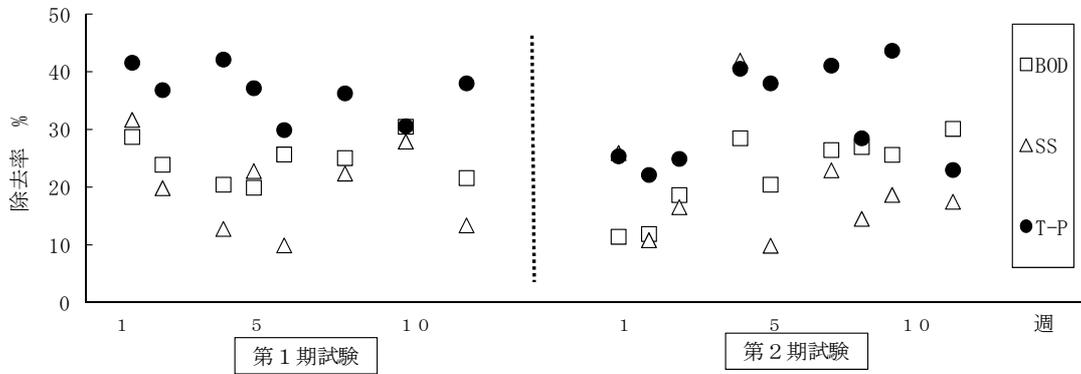


図8 試験プラントによる畜産汚水中汚濁物質除去効果の推移

表1 試験プラントによる汚濁物質除去効果まとめ

		BOD (mg/mL)	SS (mg/mL)	全リン (mg/mL)	pH
第1期 (秋・冬)	原液	3345 ± 824	1423 ± 285	59 ± 10	7.4 ± 0.1
	処理後	2523 ± 661	1134 ± 255	38 ± 8	8.1 ± 0.2
	平均除去率 (%)	24.6	20.2	36.6	
第2期 (夏)	原液	2861 ± 710	1408 ± 317	57 ± 9	7.5 ± 0.2
	処理後	2203 ± 485	1140 ± 329	38 ± 4	8.3 ± 0.2
	平均除去率 (%)	22.3	19.9	32.0	

\* 第1期 n=8・第2期 n=9

表2 汚水処理量とリン酸塩回収量との関係

	試験期間 (日)	積算注水量 (m <sup>3</sup> )	リン酸塩回収量 (g)	汚水あたりの 回収量 (g/m <sup>3</sup> )
第1期	77	11.5	80	7
第2期	72	10.8	110	10