

# 畜産環境アドバイザーのひろば

## 「パーラー排水の低コスト処理施設が完成!!」

鳥取県畜産試験場（元鳥取農業改良普及所）

畜産専門技術員 澤田 寿和

アドバイザー会員番号No:314 E-mail：sawadats@pref.tottori.jp

### 1. はじめに

アドバイザーの広場への投稿は、平成16年・17年に続いて3回目となりました。

今までは、「家畜尿の簡易曝気処理と液肥の利用」について情報提供してきましたが、お陰様で家畜尿の簡易曝気処理の取り組みが徐々に進み、家畜尿の液肥利用も特殊な技術ではないことが次第に理解され始めています。家畜尿の処理と利用は、尿の取扱性の改善や再資源化といった直接的な効果だけでなく、尿と分離した堆肥の水分調整に大きく影響を及ぼすことから、今後は個別農家だけでなく堆肥センター等での堆肥処理にも効果を発揮するものと期待されます。

### 2. 規模拡大した酪農家の悩み

さて、家畜排せつ物法の完全施行から既に2年半経ち、全国各地で糞尿処理施設の整備と、堆肥等の利用は確実に進みつつありますが、そのような中で規模拡大が進んでいる酪農経営では従来のつなぎ方式からフリーストール牛舎やフリーバーン牛舎などへ飼養管理の方法が変わり、ミルクパーラーで搾乳する農家が増えています。

これら規模拡大した酪農家からは、「糞尿は混合して堆肥処理で何とかやっているが、パーラー施設からの排水が多く何とか処理したい」とか「パーラー排水施設は投資額が大きいので低コストな施設を作りたい

【表1：鳥取県内のパーラー排水の処理状況（H18年5月）】

|                |  |          |                       |
|----------------|--|----------|-----------------------|
| 搾乳方式           | 搾乳ロボット(4)、リングボーン(16)、アブレスト(11)、パラレル(7)、オートタンDEM(2)、スイング(1) |          |                       |
| 処理施設の有無        | 有り   | 28カ所     | (68%)                 |
|                | 無し   | 13カ所     | (32%) (但し、下水道対応2カ所含む) |
| 【処理施設の種類の処理状況】 |  |          |                       |
| 処理の種類          | 数  | 設置コスト(万) | 処理の概要                 |
| 簡易曝気処理         | 9  | 10～200   | 処理能力が不足、容積や曝気量不足      |
| 活性汚泥処理         | 13   |          |                       |
| (合併浄化槽)        | 9  | 100～800  | 小型は能力不足、大型はコスト高       |
| (回分式・膜処理)      | 4  | 800～1200 | 安定処理、膜処理はコスト高         |
| 嫌気性処理(TSSシステム) | 2  | 600      | 設置面積が必要、コスト高          |
| その他            | 4  |          |                       |
| (カクズろ過)        | 2  | 200      | 頻繁なカクズ交換が必要           |
| (貯留・液肥)        | 2  | 不明       | 十分な還元ほ場が必要            |

## 鳥取県内でのパーラー排水処理調査のまとめ

- ・パーラー排水を適切に処理したいという酪農家の意識は徐々に高まっており、規模拡大した農場ほどその意向は強い
- ・パーラー排水処理の方法は様々あるが、農家が処理方法を決定するための情報が少なく、放流タイプの処理施設の設置には1頭あたり7～12万円程度の投資が必要で経営負担が大きい
- ・低コスト型で安定処理の可能なパーラー排水の処理への要望が多い

い」などの声が上がりました。このような酪農家は、つなぎ方式からパーラー方式へ搾乳システムが変わるのを契機に排水処理の検討を行う場合が多く、家畜排せつ物法が施行された後はより確実な処理を求める農家が増えています。

しかしながら、酪農家はもとより污水处理の研修を受けたアドバイザーでもパーラー排水処理については経験がないため、施設整備を進める際には、事例視察や業者提案を頼りにパーラー排水処理施設の設置検討を進めるものの、取り組み事例が少ないことや設計するための情報が少ないため、自信を持って取り組める状況にはないのが現状です。

そこで、今回鳥取県東部地域の酪農家においてこれまで実践してきた簡易曝気処理の経験を生かし、パーラー排水の低コスト浄化処理の検討と施設整備を行うことにしました。

### 3. 鳥取県内のパーラー排水処理の現状

まずパーラー排水処理の検討に先立ち、県内の現状把握と県外の先進事例調査を行いました。平成18年5月現在で鳥取県内には、41農場にミルクパーラー施設がありました。表1は調査結果の概要ですが、全体の2/3の施設では何らかの排水処理施設を持ち、1/3では施設が無い状態でした。

また、パーラー排水処理施設を持つ28農場の処理方法の種類を示しました。28農場の処理方法の内訳

#### 兵庫県的事例

平成13年度から(財)畜産環境整備機構の委託事業を活用し、兵庫県畜産技術センターが中心となって現地で簡易低コスト処理技術の開発を進めています。

は、好気的な処理が22農場、嫌気処理が2農場、その他としてオガクズろ過が2農場、貯留・液肥利用が2農場ありました。好気的処理の中では簡易曝気処理と活性汚泥処理がそれぞれ9農場あり、それ以外には回分式や膜処理との組み合わせがありました。嫌気処理ではTSSシステムが2農場、その他の方式としてオガクズろ過などの処理が導入されていました。

これらの施設は、自家施工で10数万円から1,200万円まで相当な幅があり、簡易曝気処理のものや人間用合併浄化槽など100万円から200万円程度のものについては値頃感がありますが、その処理能力にも大きな幅があるようです。放流を目的にしたものは、最低600万円以上の施設投資が必要であり、酪農家の負担が大きいことがわかりました。

### 4. パーラー排水処理施設の先進事例

(兵庫県・熊本県)

今回施設整備に際し、(財)畜産環境整備機構が出版した「開発された簡易低コスト家畜排せつ物処理施設報告書(平成17年3月)」に掲載されている兵庫県と熊本県のパーラー排水処理施設の事例を現地視察し、施工時の参考にしました。

いずれの事例も、曝気槽はFRPサイロや酒樽を再利用し、固形物の除去・十分な曝気槽や曝気量を確保することで低コスト化と安定処理を実現しています。

- 農家概要：搾乳頭数160頭 パラレル8頭×2列 1日2回搾乳  
 処理方式：活性汚泥法に基づく浄化処理・放流  
 施設特徴：①固形物除去・・・施設手前でステンレス網カゴ(1mm、3mm)で段階的に除去  
 ②余裕設計・・・浄化処理に基づく設計計算、FRPサイロと酒樽を利用し曝気容積を確保、ビニールハウスで施設を保温  
 処理水は人間用合併浄化槽で更に処理してから放流  
 ④低コスト化・・・FRPサイロを処理槽に利用(施設整備費218万円)  
 ランニングコスト(月1万5千円)  
 ⑤希釈水利用・・・プレートクーラー水を希釈水として浄化処理に利用



【2段階式の固液分離カゴ】

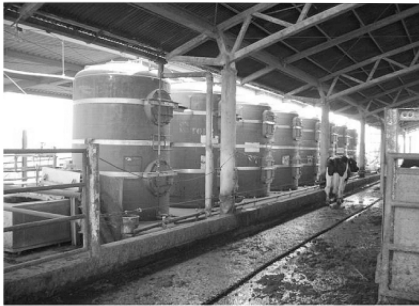
【ビニールハウス内の施設】

【固形物の除去作業は毎日5分間程度、固形物は堆肥化処理】

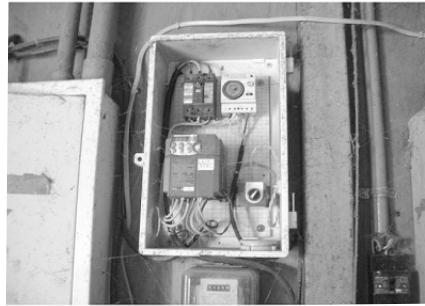
### 熊本県の事例

平成15年度から農業研究センター畜産研究所が中心となり、FRPサイロを利用したパーラー排水浄化処理施設の設置と運転の試験研究に取り組み、低コストな施設整備・安定処理・ランニングコスト削減などの成果をあげています。

- 農家概要：搾乳頭数80頭 ヘリングボーン6頭×2列 1日2回搾乳  
 処理方式：無希釈曝気処理による液肥化、自給飼料ほ場に液肥還元  
 施設特徴：①固形物除去・・・最初の段階で自動振動篩で固形物除去  
 ②余裕設計・・・浄化処理に基づく設計計算  
 FRPサイロを利用し十分な深さと容積を確保  
 ブロワー(3.7kw、3.5m<sup>3</sup>/分)は曝気能力を確保  
 ③メンテナンスフリー・・・返送汚泥はエアリフトポンプを電磁弁で制御し自動化  
 ④低コスト化・・・FRPサイロを処理槽に利用(施設整備費385万円)  
 ランニングコストも電気代を中心に削減  
 (タイマー、インバーターなどの利用で月8千円)  
 ⑤施設補強・・・サイロはコンクリート基礎の上に設置(地上露出型)  
 補強枠で破損防止対策



【整然と並んだFRPサイロ】



【インバーターで電気代節約】



【電磁弁でエアリフトポンプを制御】

## 5. 低コスト・メンテナンスフリー・安定処理を実現するパーラー排水処理施設の設置

県内外の調査をもとに平成18年9月県内農家でパーラー排水処理施設の工事を開始しました。パーラー

排水処理施設を設置検討した農家は、60頭規模でアブレストパーラーです。今回、パーラー施設を移設することとなり、移設工事に併せて処理施設を設置しました。

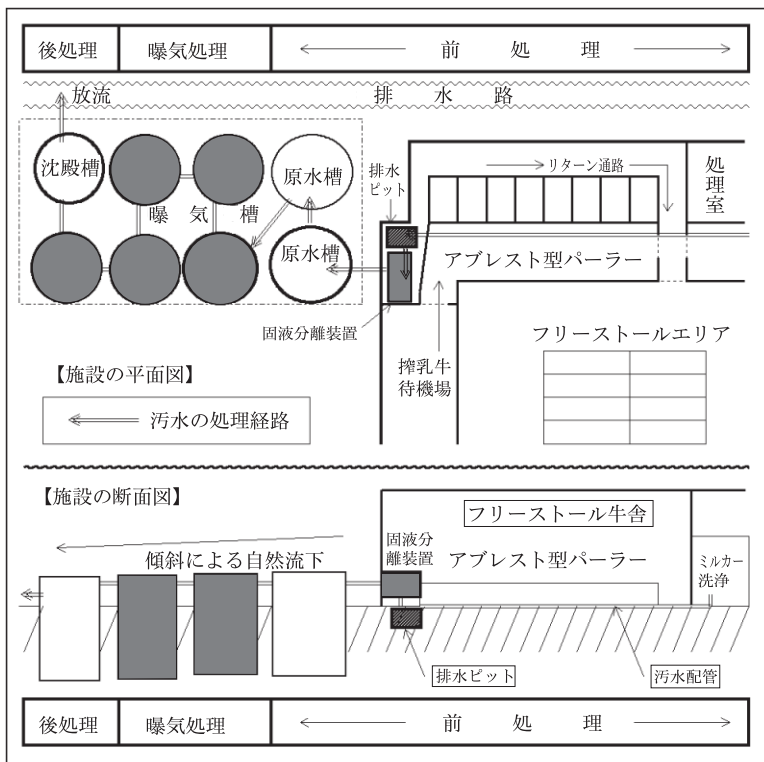
頭数：60頭規模、アブレストパーラー 8頭×1列、1日2回搾乳

経過：H10年につなぎ牛舎をフリーストール牛舎に改造  
H18パーラー移設工事に併せ排水処理施設の検討開始



【アブレスト型パーラー】

【パーラー排水処理施設の平面図と断面図】



パーラー排水の汚水量は1日約6m<sup>3</sup>、ミルカー洗浄水とピット洗浄水が含まれますが、汚水のBOD濃度は1,667ppmに設定しました。

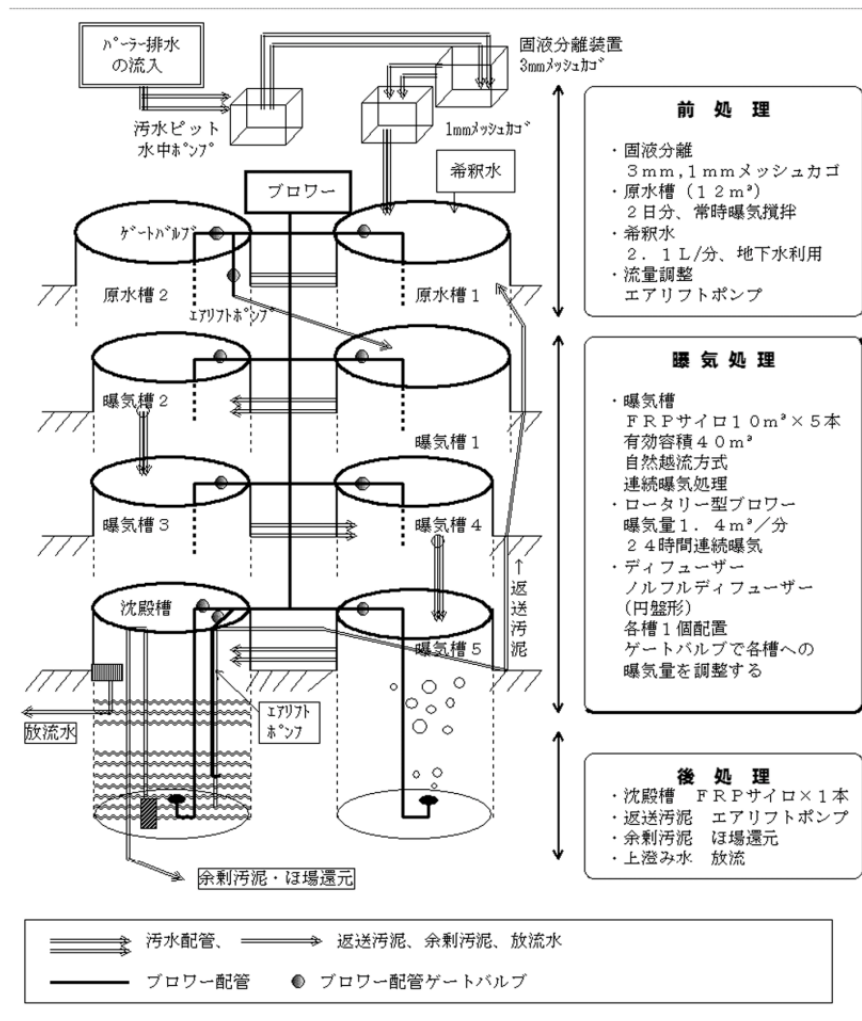
この農家ではプレートクーラーで使用した水をピットを洗い流す水と同時に希釈水として利用しました。

処理施設は、パーラーに隣接して設置し、自然の傾斜を利用して汚水を流していく越流方式で処理を進めました。

【汚水処理の設定と流れ】

- ①対象汚水は1日6m<sup>3</sup>（プレートクーラー水2m<sup>3</sup>含む）BOD濃度は1,667mg/Lに設定
- ②汚水は3mmと1mmのメッシュカゴを通してSSを10%除去
- ③原水槽は2日分の容積とし、曝気強度1で常時攪拌させる  
原水槽から曝気槽への流量調整は、エアリフトポンプを利用する  
希釈水は1日3m<sup>3</sup>とし、BOD濃度を1,200ppmに設定
- ④曝気槽でのBOD容積負荷は0.3に設定し、必要容積は33.3m<sup>3</sup>とした  
各槽は75mmの塩ビ管で繋ぎ、自然越流方式で汚水を流す
- ⑤必要曝気量は、原水槽と曝気槽併せて約1.2m<sup>3</sup>/分  
ロータリー型ブロワーを利用して曝気処理を行う
- ⑥沈殿槽での必要越流堰は17cm以上とした
- ⑦汚泥は返送汚泥として原水槽に返送する他、余剰汚泥は隣接する飼料畑に還元

パーラー排水処理施設のフロー図



### パーラー排水処理施設の設置コスト

パーラー排水処理施設のインシヤルコストなどは次のとおりです。

工事代金は全体で約95万円と当初目標の60頭×1万円の1.5倍かかりました。

これはFRPサイロの補修費用が多くかかってしまったこと、工事エリアが広く配管など必要な資材が予想以上に多かったためです。

### 【パーラー排水処理のコスト】

|  |       |
|--|-------|
| ①前処理関係   | 200千円 |
| ・パーラー内配管等  |       |
| 汚水埋設配管(径125mm×長18m)                                | 15千円  |
| 汚水ピット(縦800mm×横600mm×深500mm)                        | 20千円  |
| フロート付水中ポンプ(100L/分)                                 | 25千円  |
| ・固液分離装置  |       |
| 汚水受容器(300LFRPタンク×1個、200L配餌容器×2個)                   | 既存利用  |
| メッシュカゴ(3mm及び1mmメッシュ各1個：縦600mm×横400mm×深400mm)       | 40千円  |
| ・原水槽   |       |
| FRPサイロ(10m <sup>3</sup> )×2基(本体10千円・運賃6千円・補修24千円)  | 40千円  |
| ディフューザー(原水槽：SD-100×4個)                             | 10千円  |
| ・配管  |       |
| ブロー配管(塩ビ管40mm×6m、ステンレス管25mm×5m)                    | 30千円  |
| 汚水配管(塩ビ管75mm、125mm、150mm)                          | 20千円  |
| ②曝気処理関係  | 530千円 |
| ・曝気槽   |       |
| FRPサイロ(10m <sup>3</sup> )×5基(本体25千円・運賃15千円・補修60千円) | 100千円 |
| ディフューザー(曝気槽：ジェットディフューザー×5個)                        | 30千円  |
| ・曝気用ブロー  |       |
| 東浜ロータリーブロー(200V、2.2kw、1.4m <sup>3</sup> /min)      | 300千円 |
| ・配管  |       |
| ブロー配管(塩ビ管40mm×20m、ステンレス管25mm×20m)                  | 100千円 |
| 汚水配管(塩ビ管75mm×5m)                                   |       |
| ③後処理関係   | 70千円  |
| ・沈殿槽   |       |
| FRPサイロ(10m <sup>3</sup> )×1基(本体5千円・運賃3千円・補修12千円)   | 20千円  |
| ・水中ポンプ   |       |
| 汚泥返送用ポンプ(200V、150L/min、3.5m/up)                    | 30千円  |
| ・放流調整装置  |       |
| 沈殿物・上澄み分離装置  | 20千円  |
| ④その他工事など   | 150千円 |
| 曝気槽等埋設土木工事   | 50千円  |
| タイマー他電気工事  | 100千円 |

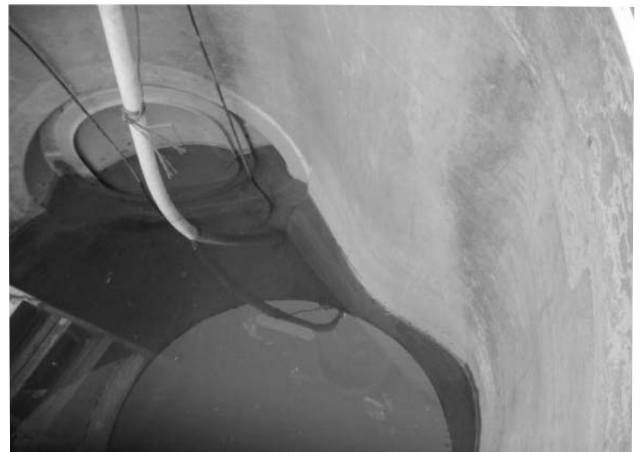
|                |         |           |
|----------------|---------|-----------|
| パーラー排水処理工事代金合計 | ①+②+③+④ | 950千円     |
| ①前処理関係         |         | 200千円     |
| ②曝気処理関係        |         | 530千円     |
| ③後処理関係         |         | 70千円      |
| ④その他工事など       |         | 150千円     |
| 1頭当たり設置コスト     |         | 15,833円/頭 |

### 難航した工事の反省

今回のパーラー排水処理施設工事の中で一番難航したのはFRPサイロを利用した曝気槽の設置工事です。今まで尿の簡易曝気処理施設の設置を何度も行ってきた経験を生かして設置工事を進めたつもりでしたが、FRPサイロの凹みや割れが発生し、その修復にかなりの時間と手間をかけてしまいました。



【曝気槽の埋設工事】



【大きく凹んだFRPサイロ】

この凹みや割れの原因は、埋設したFRPサイロの底の部分の地盤が弱かったことと、サイロを埋め戻す際に石が混じった土を利用したためにサイロに圧力がかかり割れが生じたようです。この対策としては、サイロの底にコンクリート基礎を設けることと埋め戻しの際にまさ土を利用することです。

## 6. パーラー排水処理施設の管理と稼働状況

H18年12月中旬に施設が完成し、もうすぐ半年になりますが、ほぼ順調に運転しています。毎日の管理は、網カゴの固形物を取り除く作業が5分、施設の見回りと希釈水の確認です。今後は、年間数回汚泥抜きが必要になってきますが、処理施設がほ場に隣接しているため、水中ポンプで汚泥を汲み上げ、ほ場散布する予定です。

施設のランニングコストはブロワーの電気代と消毒

槽に使用する塩素剤のコストがほとんどです。ブロワーの電気代はインバーター制御とし、インバーターの運転周波数を25Hz程度に設定しています。実際の運転時には曝気槽内の溶存酸素量が5mg/L以上となるよう設定した結果、現在の電気代は月4千円程度と60Hzでの電気代の20%程度まで圧縮しています。また消毒槽の塩素材は月400円程度です。

表2に施設の稼働データを示しました。

施設の前処理段階で網カゴによる固形物除去の効果として、毎日8~10kg(水分80%程度)の固形物が

【表2：パーラー排水処理施設の稼働データ：H19年1月～4月】

|      | 固形物(kg) |      |      | 水 温 (°C) |      |      |      | 透視度(cm) | 溶 存 酸 素 (mg/L) |      |      |      |      |      |      |
|------|---------|------|------|----------|------|------|------|---------|----------------|------|------|------|------|------|------|
|      | 計       | 3mm  | 1mm  | 原水1      | 曝気1  | 曝気4  | 曝気5  | 放流水     | 原水1            | 原水2  | 曝気1  | 曝気2  | 曝気3  | 曝気4  | 曝気5  |
| 1月上旬 | 7.9     | 1.9  | 6.0  | 9.9      | 10.1 | 9.1  | 9.1  | 8.0     | 6.0            | 6.5  | 7.5  | 8.0  | 7.8  | 8.0  | 7.7  |
| 1月中旬 | 7.1     | 1.9  | 5.2  | 11.0     | 10.5 | 9.4  | 9.3  | 17.3    | 7.8            | 8.0  | 9.0  | 8.9  | 9.1  | 9.4  | 9.1  |
| 1月下旬 | 7.8     | 2.4  | 5.4  | 10.1     | 10.4 | 9.6  | 9.4  | 21.9    | 8.2            | 9.0  | 9.7  | 9.9  | 10.0 | 9.9  | 9.8  |
| 1月平均 | 7.6     | 2.1  | 5.5  | 10.3     | 10.3 | 9.4  | 9.3  | 15.7    | 7.3            | 7.8  | 8.7  | 8.9  | 9.0  | 9.1  | 8.9  |
| 2月上旬 | 7.8     | 2.6  | 5.2  | 9.4      | 8.7  | 8.3  | 8.1  | 19.9    | 6.9            | 7.6  | 9.9  | 10.9 | 9.9  | 10.7 | 10.0 |
| 2月中旬 | 8.4     | 2.9  | 5.5  | 10.2     | 9.9  | 9.3  | 9.2  | 16.4    | 3.3            | 4.6  | 8.2  | 9.4  | 9.1  | 9.5  | 9.7  |
| 2月下旬 | 9.4     | 3.8  | 5.5  | 10.9     | 10.1 | 9.7  | 9.8  | 14.2    | 5.3            | 5.7  | 8.7  | 9.5  | 9.1  | 9.7  | 9.8  |
| 2月平均 | 8.5     | 3.1  | 5.4  | 10.2     | 9.5  | 9.1  | 9.0  | 16.8    | 5.2            | 6.0  | 8.9  | 9.9  | 9.4  | 9.9  | 9.8  |
| 3月上旬 | 10.5    | 4.6  | 5.9  | 9.5      | 10.0 | 9.5  | 9.0  | 12.0    | 7.6            | 7.6  | 7.3  | 7.4  | 7.8  | 7.8  | 7.8  |
| 3月中旬 | 10.0    | 4.6  | 5.4  | 9.7      | 9.3  | 8.3  | 7.7  | 19.3    | 7.0            | 6.5  | 7.9  | 8.7  | 9.0  | 9.2  | 9.0  |
| 3月下旬 | 10.0    | 4.1  | 5.8  | 11.3     | 10.0 | 8.7  | 9.0  | 19.3    | 8.3            | 8.2  | 8.2  | 7.5  | 7.5  | 7.8  | 8.1  |
| 3月平均 | 10.2    | 4.4  | 5.7  | 10.2     | 9.8  | 8.8  | 8.6  | 16.9    | 7.6            | 7.4  | 7.8  | 7.8  | 8.1  | 8.2  | 8.3  |
| 4月上旬 | 10.7    | 4    | 6.68 | 12       | 11.5 | 12.5 | 11.5 | 19      | 7.3            | 6.85 | 5.75 | 6.6  | 7.4  | 7.25 | 7.45 |
| 4月中旬 | 9.6     | 3.35 | 6.21 | 14       | 13   | 12.5 | 13   | 17      | 7.1            | 6.75 | 6.95 | 6.75 | 6.9  | 7.25 | 7.75 |
| 4月下旬 | 7.9     | 2.8  | 5.2  | 13.5     | 15.5 | 15.5 | 16.0 | 21.0    | 7.1            | 7.4  | 7.2  | 7.0  | 7.0  | 7.3  | 7.4  |
| 4月平均 | 9.4     | 3.4  | 6.0  | 13.2     | 13.3 | 13.5 | 13.5 | 19.0    | 7.2            | 7.0  | 6.6  | 6.8  | 7.1  | 7.3  | 7.5  |

【原水(左)と放流水(右)】



【汚水の分析結果】

| 1/23 | pH      | BOD | COD | SS  | NH4 | 大腸菌   |
|------|---------|-----|-----|-----|-----|-------|
| 原水槽1 | 7.2     | 240 | 180 | 360 | 8.1 | 2,800 |
| 曝気槽1 | 7.3     | 290 | 210 | 490 | 7.3 | 4,700 |
| 曝気槽4 | 7.2     | 250 | 180 | 420 | 5.6 | 4,600 |
| 放流水  | 7.4     | 31  | 32  | 9   | 5.9 | 150   |
| 放流基準 | 5.8~8.6 | 160 | 160 | 200 | 900 | 3,000 |

取り除かれています。

各処理槽の水温は、冬期間9℃程度を維持しました。これは暖冬の影響もありますが、処理槽を埋設している効果と推測されます。

また、各槽の溶存酸素量は、原水槽でやや低いものの5mg/L以上を確保しており、透視度も20cm前後で推移しています。透視度20cmではBOD濃度は50mg/L程度であり、放流基準を十分満たしています。

1月以降汚水分析も進めていますが、放流水の分析値はいずれも排水基準を下回っています。

## 7. 今後の課題

県内外の現地調査を行い、また平成15年から鳥取県で取り組んできた簡易曝気処理のノウハウを基にして現段階で最も効果的で低コストなパーラー排水

処理施設の検討を進めてきました。

その結果、当初の目的である「低コスト」「メンテナンスフリー」「放流基準クリアー」のうち、「低コスト」と「メンテナンスフリー」についてはほぼ達成できました。

「放流基準クリアー」についても現在までのところ処理状況はほぼ順調ですが、今後は運転管理・汚水分析データを積み上げ、年間を通じた安定処理の実現を図る予定です。

最後に事例調査に協力していただきました兵庫県・熊本県の関係者の方々、県内普及員と協力いただいた農家の方に感謝します。ありがとうございました。

※誌面の関係で掲載できなかった、設計計算書及び写真等が必要な方はメールアドレスか試験場まで連絡してください