

# 畜産環境アドバイザーのひろば

## 始めに汚泥脱水を行う畜舎污水处理方式の得失について

長野県松本農業改良普及センター

技術係長 砂場 洋次

### 魅力いっぱいの 平成19年度スーパーアドバイザー前期研修

2008年の1月に始まったスーパーアドバイザー研修前期は、受講生7名で、宮城、山形を巡る現地研修を行った。今までの学習するだけのアドバイザー研修と違いスーパーは現地での課題を研修中に解決策を出さなくてはならないという高度な目的や、冬場の東北地方での研修は気候的に厳しく大変ということを知っていたこともあり、研修に参加するまではとても重苦しい気分であった。

しかしながら、講師でありかつツアーコンダクター？でもある本多先生がこれまでの経験をいかして、冬場の休閑期を活用し、安いながらも食事や宿泊施設はすばらしいところを確保してもらい、かつ現地での対応をしてもらった、スーパーアドバイザーの方々の暖かい配慮により、寒さ厳しい東北地方ではあったがとても快適な研修環境となった。

### 污水处理の宿題に悪戦苦闘した スーパーアドバイザー研修後期

快適だった前期と比べ、後期は前期に調査した現地での課題解決策を発表しなければならず、特に污水处理の課題は堆肥化に比べて、計算方法などの知識も不十分であったこともあり、事前での資料が作成できず後期研修が始まってから懇親会終了後にパソコンがある研修施設にこもり、改善策の資料を作成したりと、とても慌しく過ごすことになった。

そんな中で、追い討ちをかけるように本多先生から、「今回の現地事例（養豚2件）であった污水处理施設では、アドバイザー研修での標準の方法（後処理で汚泥脱水する方式）ではなく始めに汚泥脱水をしている方式であった。よって、今回参加している受講生で、この方法の得失を検証してみましょう」というスーパ

ー特有の卒業試験が発表された。堆肥化と比べて不得意な方の污水处理での宿題となり、内心「これはマズイ」という気持ちだったが、他の受講生の方の助けもあり、また、本多先生からこの宿題を提出した人から解散という指示があり、できなければその日に長野へ帰れないと困るので、ない頭脳をフル稼働しながら必死で行った。

そんなこともあり、なんとか自分に割り当てられた、この課題を検証するための問題（豚2,000頭規模、糞尿混合、後処理、BOD負荷0.3、MLSS濃度5,000ppm条件の試算）をやることができた。

### 始めに汚泥脱水を行う畜舎 污水处理方式の背景

一般的な活性汚泥法污水处理では処理過程で発生した生汚泥や余剰汚泥を汚泥脱水機により処理するが、今回の養豚農家の事例でもあった糞尿混合豚舎汚水の処理では始めに汚泥脱水機を使用し、脱水機の脱離液を活性汚泥処理する施設の設置例が増えている。

活性汚泥法は本来、低濃度汚水の処理技術であり、污水处理技術の世界では汚泥と呼ばなければならないほど高濃度な畜舎汚水は、始めに汚泥脱水を行うべき汚水と考えることもできる。

前処理に汚泥脱水を行うことにより、希釈水量と曝気槽容積が少なくなるメリットが予想されるが、脱水機の大型化、凝集剤や堆肥化対象汚泥の増加等のデメリットも予想される。

そこで、平成19年度スーパーアドバイザー研修の研究テーマとして、始めに汚泥脱水を行う処理方式の得失を検討することになった

## 始めに汚泥脱水を行う畜舎汚水処理方式の得失の検証方法

始めに汚泥脱水を行う処理方式の得失程度は処理対象汚水や処理条件により異なると思われるため、対象汚水については糞尿混合汚水と分離汚水、処理条件については一般的な運転条件（※1-BOD負荷量 $0.4\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ 、MLSS $4,000\text{ppm}$ ）と余剰汚泥発生を抑える運転条件（※2-BOD負荷量 $0.3\text{kg}/\text{m}^3\cdot\text{日}$ 、MLSS $5,000\text{ppm}$ ）とし、それらの条件で汚泥脱水を前後に行う8とおりに計算を肥育豚2,000頭規模で受講生7名と本多先生で1題ずつ試算し、その結果について比較検証を行った。

なお、汚泥脱水処理を後処理に使用する方式はアドバイザー研修のテキストに示す一般的な連続式活性汚泥法のフローと数値・計算式を使用した。始めに汚泥脱水を使用する方式では最初沈殿槽の代わりに篩別分離液と余剰活性汚泥を処理する汚泥脱水機を使用し、余剰活性汚泥の濃縮槽や汚泥貯槽を設けない方式とした。また、糞尿分離の場合の堆肥化対象物には豚舎で分離した糞（ $2.1\text{kg}/\text{頭}\cdot\text{日}$ 、水分75%）を脱水汚泥に加えた。

## 比較検討結果

### 1. 糞尿混合処理、※1の条件における前処理に汚泥脱水を行う場合の得失

曝気槽容積と曝気送風量が $1/2$ に、必要希釈水が58%減になり、最初沈殿槽・汚泥濃縮槽・汚泥貯槽が不要で、最終沈殿槽容積も47%減になるが、必要脱水機能力と凝集剤量が1.26倍になり、脱水分離液の流量調整槽が新たに必要になる。なお、堆肥化対象物（篩別固形物+脱水汚泥）は水分、量共に大差はなかった。※2の条件においても同様の結果が得られているが、必要脱水機能力と凝集剤量は1.5倍程度になった。

以上の結果からメリットよりデメリットが少ない事が判明し、デメリットである脱水機も能力が1.5倍でも価格は1.5倍にはならず、増加する凝集剤も10年前価格の $1/2$ 程度に低下していることを考えると、糞尿混合汚水を処理する場合は「始めに汚泥脱水を行う処理方式」が有利となるため、この

処理方式を適用させるべきとの結論が得られた。

### 2. 糞尿分離処理、※1の条件における前処理に汚泥脱水を行う場合の得失

曝気槽容積と曝気送風量が $1/2$ 弱に、必要希釈水がゼロになり、最初沈殿槽・汚泥濃縮槽・汚泥貯槽が不要で、最終沈殿槽容積も63%減になるが、必要脱水機能力と凝集剤量が1.3倍になり、脱水分離液の流量調整槽が必要になる。

なお、堆肥化対象物（篩別固形物+脱水汚泥）は水分、量共に大差はなかった。※2の条件においても同様の結果が得られているが、必要脱水機能力と凝集剤量は1.7倍程度になっている。

以上の結果から糞尿混合処理と同様に、糞尿分離汚水を処理する場合でも「始めに汚泥脱水を行う処理方式」が有利となることが判明した。特に希釈水確保が困難な場合は、これまで膜処理活性汚泥法で対応する例が多かったが、「始めに汚泥脱水を行う処理方式」の負担は膜処理と比較して非常に少ないため、糞尿分離汚水を処理する場合でも、この処理方式を適用させるべきとの結論が得られた。

糞尿分離汚水を処理する場合でも「始めに汚泥脱水を行う処理方式」が有利となった結論は、汚泥と呼ぶべき程濃厚で少量な畜舎汚水は、本来、低濃度で大量汚水の処理技術である活性汚泥法の対象汚水とすることに無理があったことを意味し、別紙の計算結果表は畜舎汚水が汚泥なみの濃度であるから、まず汚泥処理を行ってから汚水処理を行うことが自然にかなった無理のない畜舎汚水の浄化処理方法であることを示していることになる。

## 始めに汚泥脱水を行う畜舎汚水処理方式の留意点

このように、始めに汚泥脱水を行う方式が有利との結果となったが、汚泥脱水機は、汚泥処理施設の中で最も高価格な機械であり維持管理の費用・労力も相当なものである。始めに汚泥脱水を行う方式では、前述したように脱水機の能力を高くせねばならないので、機械の性能が向上していることを考慮したとしても、管理する畜産農家の脱水処理作業での負担が増加する

ことが予測される。また、今回の現地事例でも2戸の養豚農家で始めに汚泥脱水を行う方式であったが、いずれも適正な汚水処理はできていなかった。その要因の一つとして、始めに行う汚泥脱水処理が、凝集剤の添加量不足等などにより不十分であることから、投入汚水のBOD濃度が汚水処理施設に対して高過ぎる(BOD負荷が高い)ことで、活性汚泥の十分な活動が

できなかったことにあった。

このように、始めに汚泥脱水を行う方式では、脱水処理の工程が活性汚泥施設の機能を決めてしまうことにほかならず、後に汚泥脱水を行う方式以上にこの工程が重要であることを認識し畜産農家指導を行う必要がある。

糞尿混合処理、前処理に汚泥脱水処理(※1はBOD負荷0.4kg/m<sup>3</sup>・日、MLSS4,000ppm、※2はBOD負荷0.3kg/m<sup>3</sup>・日、MLSS5,000ppm)

| 汚泥発生<br>関与条件 | 堆肥化対象物<br>(水分%) | 脱水機能力<br>SSkg/時 | 凝集剤量<br>kg/日 | 希釈水量<br>m <sup>3</sup> /日 | 流量調整槽<br>①②容積                      | 曝気槽<br>容積         | 沈殿槽<br>容積        | 送風機①<br>能力/分      | 送風機②<br>能力/分      | 送風機③<br>能力/分      |
|--------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| ※1           | 5.2t(83.3%)     | 102kg/時         | 9.16kg       | 63.0m <sup>3</sup>        | 48m <sup>3</sup> ・44m <sup>3</sup> | 320m <sup>3</sup> | 20m <sup>3</sup> | 1.0m <sup>3</sup> | 0.9m <sup>3</sup> | 8.1m <sup>3</sup> |
| ※2           | 4.8t(83.2%)     | 88kg/時          | 8.31kg       | 68.3m <sup>3</sup>        | 42m <sup>3</sup> ・39m <sup>3</sup> | 427m <sup>3</sup> | 25m <sup>3</sup> | 0.9m <sup>3</sup> | 0.8m <sup>3</sup> | 9.5m <sup>3</sup> |

流量調整槽①は篩後、付属送風機① 流量調整槽②は脱水機後、付属は送風機② 送風機③は曝気槽・エアリフトポンプ用

糞尿混合処理、後処理に汚泥脱水処理(※1はBOD負荷0.4kg/m<sup>3</sup>・日、MLSS4,000ppm、※2はBOD負荷0.3kg/m<sup>3</sup>・日、MLSS5,000ppm)

| 汚泥発生<br>関与条件 | 堆肥化対象物<br>(水分%) | 脱水機能力<br>SSkg/時 | 凝集剤量<br>kg/日 | 希釈水量<br>m <sup>3</sup> /日 | 流量調整<br>槽容積      | ①沈殿<br>槽容積      | 曝気槽<br>容積         | ②沈殿<br>槽容積       | 汚泥関係槽<br>①②容積                      | 送風機①<br>能力/分      | 送風機②<br>能力/分       |
|--------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|------------------------------------|-------------------|--------------------|
| ※1           | 5.0t(83.3%)     | 81kg/時          | 7.27kg       | 151m <sup>3</sup>         | 73m <sup>3</sup> | 7m <sup>3</sup> | 640m <sup>3</sup> | 38m <sup>3</sup> | 38m <sup>3</sup> ・17m <sup>3</sup> | 1.5m <sup>3</sup> | 16.4m <sup>3</sup> |
| ※2           | 4.3t(83.0%)     | 62kg/時          | 5.58kg       | 162m <sup>3</sup>         | 63m <sup>3</sup> | 8m <sup>3</sup> | 854m <sup>3</sup> | 46m <sup>3</sup> | 27m <sup>3</sup> ・13m <sup>3</sup> | 1.3m <sup>3</sup> | 19.1m <sup>3</sup> |

汚泥関係槽①は汚泥濃縮槽、汚泥関係槽②は汚泥貯槽 送風機①は流量調整槽用、送風機②は曝気槽・エアリフトポンプ用

糞尿分離処理、前処理に汚泥脱水処理(※1はBOD負荷0.4kg/m<sup>3</sup>・日、MLSS4,000ppm、※2はBOD負荷0.3kg/m<sup>3</sup>・日、MLSS5,000ppm)

| 汚泥発生<br>関与条件 | 堆肥化対象物<br>(水分%) | 脱水機能力<br>SSkg/時 | 凝集剤量<br>kg/日 | 希釈水量<br>m <sup>3</sup> /日 | 流量調整槽<br>①②容積                      | 曝気槽<br>容積         | 沈殿槽<br>容積       | 送風機①<br>能力/分       | 送風機②<br>能力/分       | 送風機③<br>能力/分       |
|--------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| ※1           | 5.2t(76.7%)     | 22kg/時          | 1.96kg       | 0m <sup>3</sup>           | 32m <sup>3</sup> ・31m <sup>3</sup> | 85m <sup>3</sup>  | 6m <sup>3</sup> | 0.64m <sup>3</sup> | 0.52m <sup>3</sup> | 2.21m <sup>3</sup> |
| ※2           | 5.1t(76.5%)     | 20kg/時          | 1.73kg       | 0m <sup>3</sup>           | 31m <sup>3</sup> ・30m <sup>3</sup> | 114m <sup>3</sup> | 7m <sup>3</sup> | 0.63m <sup>3</sup> | 0.50m <sup>3</sup> | 3.7m <sup>3</sup>  |

流量調整槽①は篩後、付属送風機① 流量調整槽②は脱水機後、付属は送風機② 送風機③は曝気槽・エアリフトポンプ用

糞尿分離処理、後処理に汚泥脱水処理(※1はBOD負荷0.4kg/m<sup>3</sup>・日、MLSS4,000ppm、※2はBOD負荷0.3kg/m<sup>3</sup>・日、MLSS5,000ppm)

| 汚泥発生<br>関与条件 | 堆肥化対象物<br>(水分%) | 脱水機能力<br>SSkg/時 | 凝集剤量<br>kg/日 | 希釈水量<br>m <sup>3</sup> /日 | 流量調整<br>槽容積      | ①沈殿<br>槽容積      | 曝気槽<br>容積         | ②沈殿<br>槽容積       | 汚泥関係槽<br>①②容積                    | 送風機①<br>能力/分       | 送風機②<br>能力/分       |
|--------------|-----------------|-----------------|--------------|---------------------------|------------------|-----------------|-------------------|------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
| ※1           | 5.2t(76.6%)     | 17kg/時          | 1.54kg       | 30.6m <sup>3</sup>        | 38m <sup>3</sup> | 5m <sup>3</sup> | 181m <sup>3</sup> | 11m <sup>3</sup> | 9m <sup>3</sup> ・4m <sup>3</sup> | 0.04m <sup>3</sup> | 4.68m <sup>3</sup> |
| ※2           | 4.5t(76.3%)     | 12kg/時          | 1.05kg       | 27.3m <sup>3</sup>        | 35m <sup>3</sup> | 5m <sup>3</sup> | 241m <sup>3</sup> | 14m <sup>3</sup> | 6m <sup>3</sup> ・3m <sup>3</sup> | 0.70m <sup>3</sup> | 5.40m <sup>3</sup> |

汚泥関係槽①は汚泥濃縮槽、汚泥関係槽②は汚泥貯槽 送風機①は流量調整槽用、送風機②は曝気槽・エアリフトポンプ用