

# ORPセンサーを利用した当场排水処理施設におけるばっ気槽の管理方法

誌名	群馬県畜産試験場研究報告 = Bulletin of the Gunma Animal Husbandry Experiment Station
ISSN	13409514
著者名	鈴木,睦美
発行元	群馬県畜産試験場
巻/号	22号
掲載ページ	p. 49-54
発行年月	2015年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## ORPセンサーを利用した当該排水処理施設におけるばっ気槽の管理方法

鈴木睦美

Control Method of Waste-Water Treatment System for Livestock on ORP Sensor

Mutsumi SUZUKI

### 要 旨

当該における冬季の排水処理施設の維持管理について、溶存酸素（以下、DO）、酸化還元電位（以下、ORP）、水素イオン濃度（以下、pH）の各センサーデータのうち、ORPセンサー値（以下、ORP値）を管理指標として、ばっ気槽のばっ気量を管理することで冬季における窒素除去率の向上を検討した。

- 1 春から秋はDOセンサー値（以下、DO値）を指標とし、ばっ気終了時に十分なDO値の上昇が確認できるようなばっ気量が必要である。
- 2 1月5日時点ではDO値の上昇が見られないばっ気量でも、硝酸性窒素量が増加がみられ、pHは低下傾向を示した。
- 3 1月5日以降はばっ気量を徐々に低下させ、ORP値がばっ気後半から終了時にはプラス側を示し、脱窒（嫌気）処理時にはマイナス側を示すようにばっ気量の減量調整を実施した。この状態を保つようにばっ気量の調整を継続したところ、2月18日には、無機性窒素は55%に減少（硝酸性窒素等は38%に減少）した。
- 4 3月15日には水温の上昇したため、ばっ気終了時にDO値の上昇があっても、ばっ気停止時にORP値が大きくマイナス側に移行するようになり、DO値による調整で充分であると考えられた。
- 5 今後の暫定基準の改正に対応するために、ORPセンサーの設置及び処理水の水質を把握するためのpH及びアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の簡易水質測定による管理が有効であると考えられた。これを実施する機材（設置費用等を除く）費は、約25万円（税抜き）であった。

### 緒 言

群馬県農政部畜産課調べでは、平成25年度における群馬県内で畜産排水処理施設を設置している農場は約170か所ある。

畜産農家の排水処理施設は水質汚濁防止法及び群馬県条例により規制されており、

平成25年7月の硝酸性窒素等の暫定基準の改正、平成25年10月の窒素含有量、リン含有量の暫定基準の改正が行われて、畜産経営環境を取り巻く情勢は一層厳しさを増している。

また、県条例で日平均排水量が10 m<sup>3</sup>以上の排水処理施設に水質汚濁防止法におけ

る生活環境項目の排水基準が適用されるので、県内畜産農家に対する影響は大きい。加えて、硝酸性窒素等の暫定基準の適用期間は3年であることから、平成28年7月には新たな暫定基準が適用されることになる。また、窒素含有量及びリン含有量の暫定基準の適用期間は5年であることから、平成30年10月には新たな基準が適用されることになる。

これらの規制基準を遵守することは、畜産経営の安定につながるとともに、地域の水環境の保全に貢献することができるので、排水処理施設の適正管理方法を検討することは有意義であると考えられる。

今回、当場の回分式活性汚泥法の排水処理施設<sup>1)</sup>における窒素含有量を効率的に除去する冬季の運転管理方法について検討を加えたので、その概要を報告する。

## 材料及び方法

### 1 装置の概要

当場が使用しているラグーン型回分式活性汚泥法は、BOD容積負荷が通常の排水処理施設の半分程度 ( $0.175\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{日}$ ) であり、適正なばっ気槽内活性汚泥濃度 (以下、MLSS) は  $6,000 \sim 8,000\text{mg}/\text{l}$  で、滞留日数は26.5日と長く、生物処理による窒素除去を実施するのに有利な処理施設であるとされている<sup>1)</sup>。

また、ばっ気槽の中央に管理指標として利用するために、DO、ORP、pHの各センサーが取り付けられている (写真1)。

しかしながら、冬季においては、活性汚泥の能力が低下することから、汚泥濃度を春から秋にかけてよりも約2割程度高く保つようしてきた。

また、汚水を投入してから窒素除去に必要な嫌気処理時間は春季から秋季では4～5時間程度であるが、冬季には6～7時間

程度確保するなどの対策も講じてきた。

また、ばっ気時間及びばっ気強度を調整することも必要であるので、DO値を参考にして調整を行ってきた。

それでも、冬季にはpHの低下が見られ、硝酸性窒素の蓄積が起こることから、より正確なばっ気量の調整が必要と考えられたので、ORP値を指標にして調整する方法を検討した。

### 2 分析方法

分析方法は、pHはガラス電極法、アンモニア性窒素は直接蒸留法、亜硝酸性窒素と硝酸性窒素はイオンクロマトグラフ法、生物化学的酸素要求量 (以下、BOD) はクーロメトリー法、水温は温度センサー、ばっ気槽内活性汚泥濃度 (以下、MLSS) はガラス繊維濾紙法で測定した。

## 結果

春から秋にかけてはDO値を指標とし、ばっ気終了時に十分なDO値の上昇が確認できるようなばっ気量が必要であった (図1)。

一方、1月5日では図1のとおりDO値の上昇が見られないばっ気量であるにもかかわらず、表1のとおり硝酸性窒素量が増加しており、pHは低下傾向を示している。つまり、冬季においては春～秋と同じ指標でばっ気量をコントロールすると過剰となってしまったことから、冬季はより微調整が必要であり、ORP値を指標とするコントロールが必要と考えられた。

1月5日以降はばっ気量を徐々に低下させ、ORP値がばっ気後半から終了時にはプラス側を示し、脱窒 (嫌気) 処理時にはマイナス側を示すようにばっ気量の減量調整を実施した (図2)。

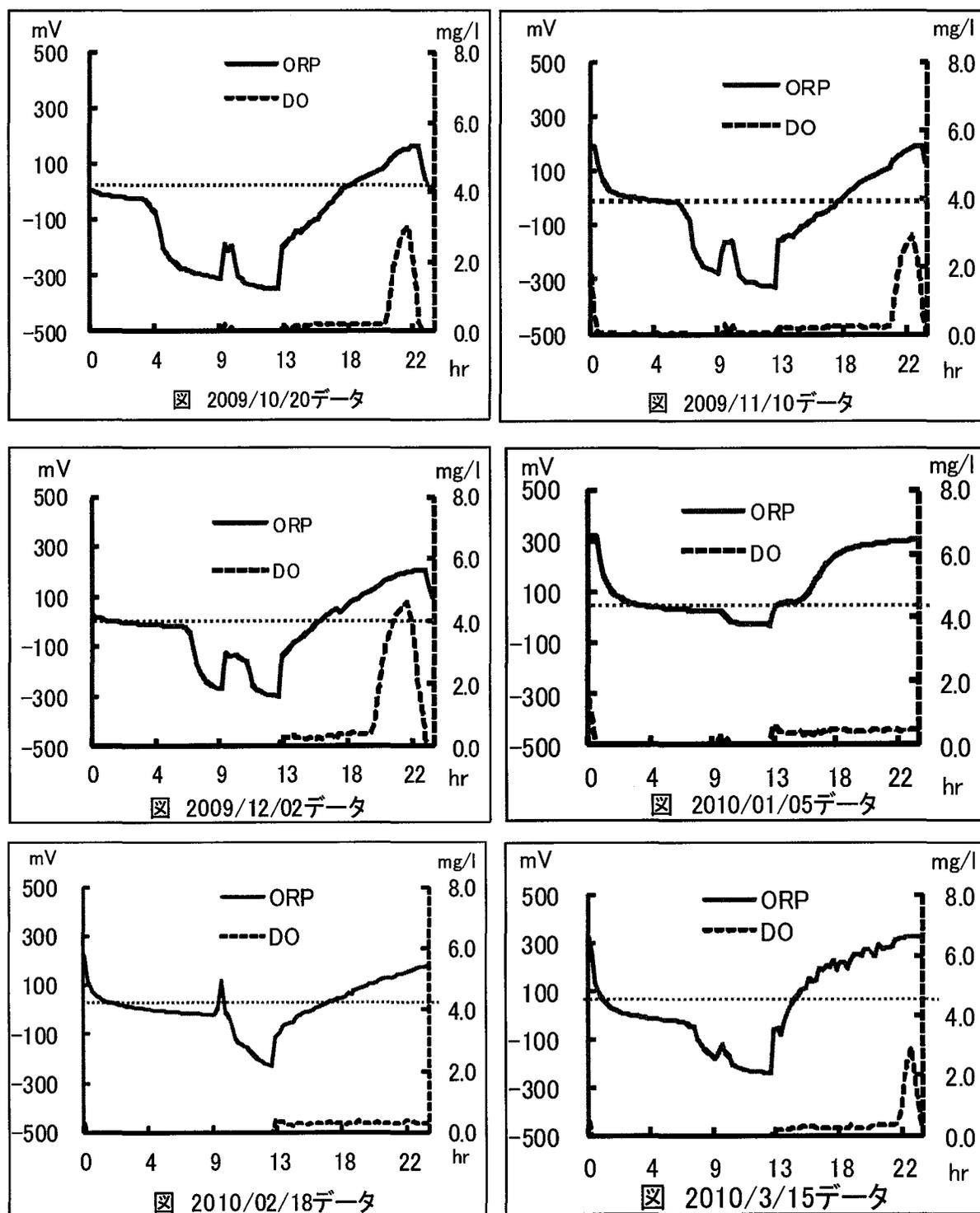


図1 ラグーン型排水処理施設のセンサーデータ (ORP値とDO値の推移)

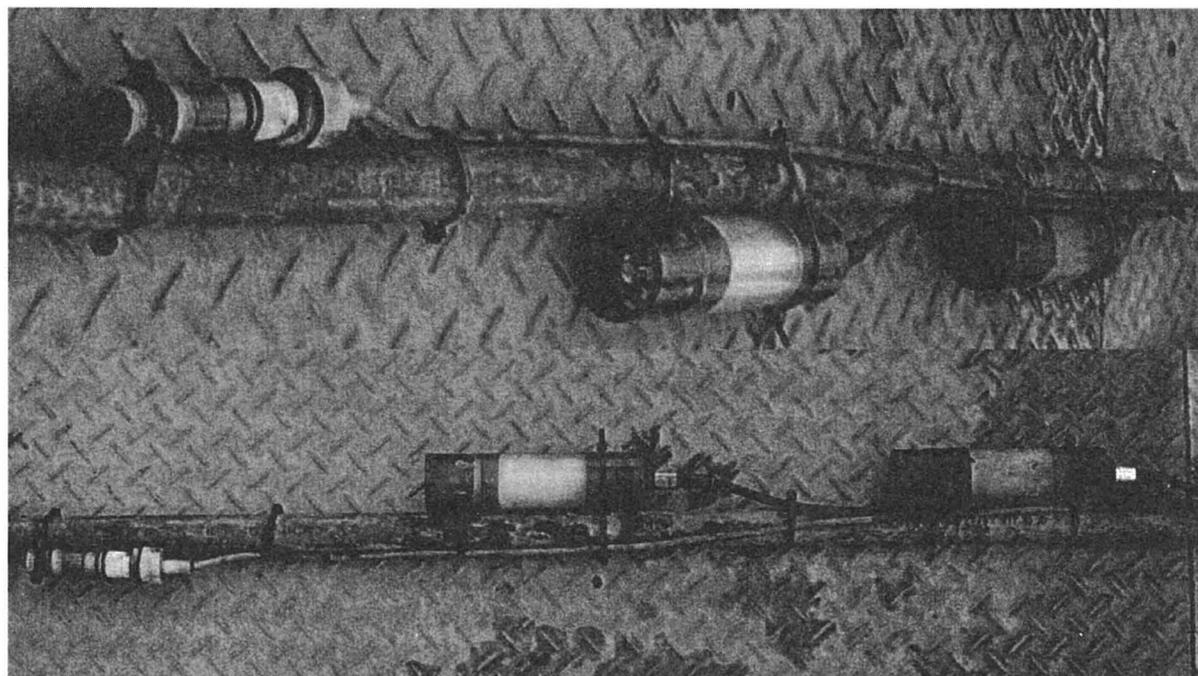


写真1 ばっ気槽に設置されたセンサー (左: DO、中央: ORP、右: pH)

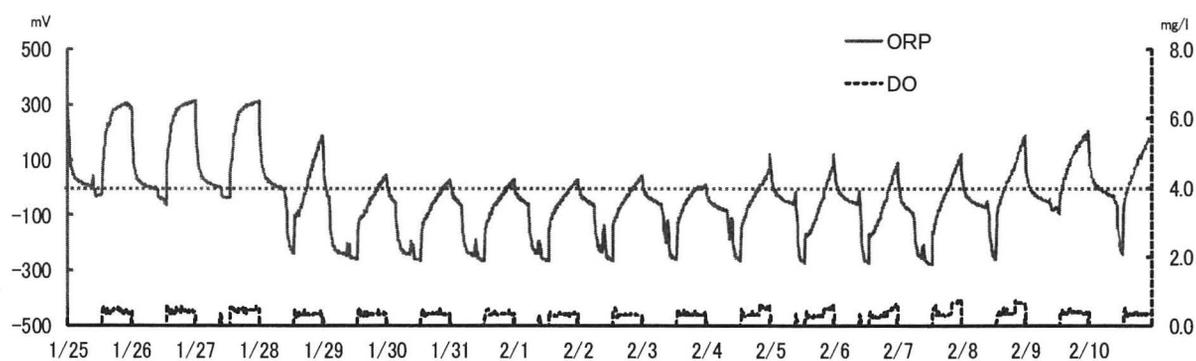


図2 1/25~2/10におけるORPとDOの推移

表1 処理水における無機性窒素等の推移

年月日	pH	NH <sub>4</sub> -N mg/l	NO <sub>2</sub> -N mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	無機性窒素 mg/l	水温 ℃	MLSS mg/l	BOD/N
2009/10/20	7.8	0.6	0.1	5.7	6.4	19.7	7,960	3.76
2009/11/10	7.6	0.0	0.0	8.1	8.9	17.0	7,280	—
2009/12/ 2	7.7	0.3	0.2	8.5	9.0	13.7	6,640	4.40
2010/ 1/ 5	6.9	0.8	0.3	36.7	37.8	10.5	6,660	—
2010/ 2/18	7.3	11.0	0.0	9.8	20.8	11.1	7,660	3.70
2010/ 3/15	6.7	0.7	0.1	6.4	7.2	12.5	8,850	—
2010/ 4/ 7	7.7	1.7	0.2	8.9	10.8	13.2	8,000	3.09

※無機性窒素(mg/l) = アンモニア性窒素 + 亜硝酸性窒素 + 硝酸性窒素

※硝酸性窒素等(mg/l) = アンモニア性窒素 × 0.4 + 亜硝酸性窒素 + 硝酸性窒素

これにより、1月5日時点では硝酸性窒素量が多く存在しpHも低下傾向を示したが、1月29日にはばっ気停止時にORPが大きくマイナス側に移行するようになり、窒素除去が順調に行われる状態になったと推察された。この状態を保つようにばっ気量の調整を継続したところ、2月18日にはアンモニア性窒素と硝酸性窒素が併存したが、無機性窒素は55%に減少(硝酸性窒素等は38%に減少)し、窒素除去率は向上したと考えられた(表1)。

このときのDO値は、ばっ気終了時でも測定値の上昇は見られない状況であった(図2)。

3月15日には水温が上昇したため、ばっ気終了時にDO値が上昇しても、ばっ気停止時にはORP値が大きくマイナス側に移行するようになり、DO値による調整で充分であると考えられた(図1)。

### 考 察

冬季において、適正な窒素除去を行うためには、表1のとおりBOD/Nが3.0

以上で、図2のとおりORP値でばっ気量の過不足を確認しながら微調整を実施<sup>3)</sup>する必要があり、利用しない場合はばっ気量過多になる傾向があった。

結果として、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素が多く存在するようになり、今後改正される窒素及び硝酸性窒素等の排水基準を遵守することは困難になると推察された。実際に、畜産農家における浄化処理施設の水質調査<sup>2)</sup>でも、一部でばっ気過剰の傾向が見受けられた。

畜産農家が今後の暫定基準の改正に対応するためには、ORPセンサーの設置と処理水の水質を簡易に把握するためのpH及びアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の簡易水質測定による管理<sup>2)</sup>が有効であると考えられた。

なお、これ以降は当場の排水処理施設の管理においても、冬季はORP値を主な管理指標とすることにした。

この手法を農家で実施する機材(設置費用を除く)費は、表2のとおり約25万円(税抜き)と試算した(平成26年12月現在)。

表2 ばっ気槽におけるORP値モニタリングシステムと簡易検査器材費の試算

ORP値モニタリングシステムと簡易検査器材の必要物品	金額(税抜)円
ORP指示記録計(記録紙100mm幅、スケーリング機能付属)	183,000
ORP電極(1年間以上連続測定可能、塩化カリウム溶液の補充不要)	28,000
中継ボックス	12,000
中継ケーブル30m	8,000
<hr/>	
pH用(吸引比色法)	48回/箱 3,700
アンモニア性窒素用(吸引比色法)	50回/箱 4,000
亜硝酸・硝酸性窒素用(試験紙法)	50回/個 3,200

ORPセンサー値の記録計は、写真2のように、チャート紙に連続記録すると同時に値をリアルタイムでデジタル表示できるタイプが便利であると考えられた。

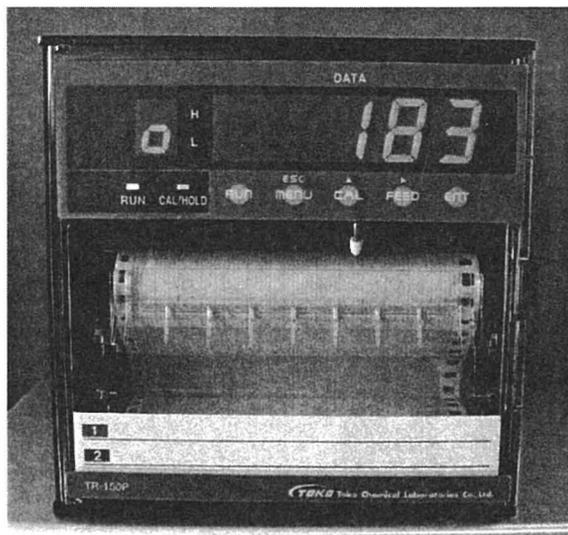


写真2 ORPセンサー記録計(参考例)

## 引用文献

- 1)鈴木睦美ら.2006.当場における半回分式活性汚泥法の浄化処理施設の維持管理調査.群馬畜試研報第13号:118-123
- 2)鈴木睦美.2011.尿汚水浄化処理施設における水質管理のための簡易測定法の選定及びその利用法.群馬畜試研報第18号:71-82
- 3)中村作二郎.2003.回分処理(複合ラグーンシステム)におけるセンサーデータの解析.養豚場の排水処理:188-192