

## パーラー排水等、畜産廃水の処理技術

猫本 健司

オー・アンド・アール技研有限会社 Organic and Recycled Technologies Laboratory INC.

札幌市中央区宮の森1条8丁目3-11-401 〒064-0951

### 1. はじめに

「家畜排せつ物法」の施行にともなって、堆肥場に雨が入らなくなり、素堀貯留も解消されたため、畜産施設周辺からの汚水の流出はかなり減少してきたと思われる。しかし、流出を防ぐだけで問題が解消したわけではなく、汚水を適切に処理することが大切である。

法律にも「管理の適正化」と「利用の促進」が唱えられているように、「適切に処理する」目的の一つは、循環利用を促進して環境負荷を低減することである。このような視点から、演者は畜産廃水の処理技術について話題提供したい。

### 2. 畜産の廃水処理を考える上で大切なこと

日本は水資源に恵まれた国であり、きれいな水の恩恵を受けて我が国の農業や食文化が成り立っている。水資源を守る意識は高く、はやくから水質汚濁防止法などが整備され、産業廃水の浄化が図られてきた。

畜産廃水の処理手段も、産業廃水処理に準じるが、大きく異なるのは、畜産では放流する水をきれいにするだけでは問題が解決しないということである。

例えば、廃水を河川へ流入させないように地下浸透させたり、水質基準を満たすために希釈して放流したり、あるいは浄化するために汚濁物質を空中に揮散させるようでは、環境負荷は下がらない。現に、家畜排泄物から生じた硝酸性窒素による地下水汚染が数々報告されているし（例えば志賀、2004）、排泄物から発生する環境負荷ガスによる温暖化などの問題が指摘され（長田、2001）、排水にはクリプトスポリジウムなど病原微生物が含

まれる場合もあるからである（佐伯ら、2000）。

廃水の流れと循環利用は密接に関係している。なぜなら、図1に示すように流出を少なくする〔①空中+②地表水+③地下〕を小さくすることは、結果的に循環利用を促進することにつながるからである。

循環利用によって窒素負荷が少ない経営ほど、収益は良い傾向があることが報告されている（Hoshiba, 2001）。経営の中で循環できない場合でも、広域循環利用によって環境負荷は低減される（猫本ら、2003）。これらのことから、浄化するよりは循環させる方が得であると考えることができる。広い北海道における畜産の廃水処理に大切なことは、まず第一に循環利用を図ることを考え、どうしても循環できない場合に排水の浄化等を検討することである。

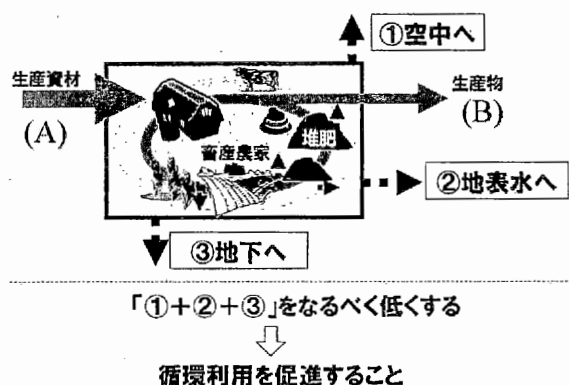


図1 廃水の流れと循環利用との関係

一方、浄化する場合でも、廃水から有機物をきちんと回収することが求められる。産業廃水処理の主流である活性汚泥法では、回収した汚泥の処理に困って焼却しているケースもあるのだが、畜

産では、有機物をしっかり回収して再利用すれば、浄化処理自体が循環利用を促進することにつながる。畜産に適した浄化処理とは、有機物を「分解」するのではなく「分離」することである。

したがって、畜産廃水処理を考える上で大切なことは、循環利用を図ることであり、循環させるために、浄化する、曝気する、発酵させる、といった視点で廃水処理を考えることが重要である。

### 3. 畜産廃水の現状と対策

「家畜排せつ物法」の施行以降、廃水処理に関わる状況は厳しくなったが、地域や経営によってその意識に違いがある。苦情が寄せられると行政が指導に動くことから、都市部や河川近郊では気を付けて排水しているケースが少なくない。前述したように流出が少ない（循環できている）方が収益が良い傾向があるので、苦情がない中山間地域であっても、流出を少なくするよう心がけるべきである。

酪農場を例にとると、廃水が生じる場所は、①

堆肥場、②パドック、③待機場、④パーラーなどが挙げられる。

①堆肥場に屋根かけが義務づけられてから、降雨にともなう流出はかなり少なくなったと思われるが、堆積させた畜ふんからは低水分化にともない“れき汁”が発生する。その量は発酵状況などにより異なるのだが、根釧農業試験場(1999)は、水分が高い畜ふんを貯留し、れき汁の排出を促進する構造とした場合(例えば写真1)、水分減少量の3割がれき汁になると報告している。れき汁は液肥として有効であるため、流出もしくは揮散させないために原料の1割程度の貯留槽を設けることが必要となる(猫本、2003)。れき汁は一般的に濃度が高く浄化は困難であり、耕地が広い北海道では、耕地で循環利用すべきであり、浄化に投資する価値はないと思われる。

②パドックや③待機場からは、降雨時に流出が増大するため、可能であれば屋根を設けるのが望ましいし、実際に屋根かけを指導している行政機関もあ



写真1 堆肥舎とれき汁貯留槽の一例

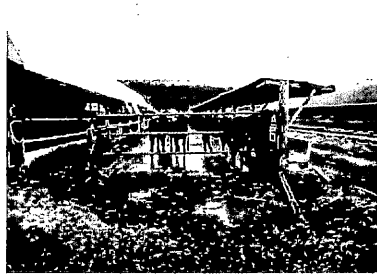


写真2 雨水が入るパドックの一例

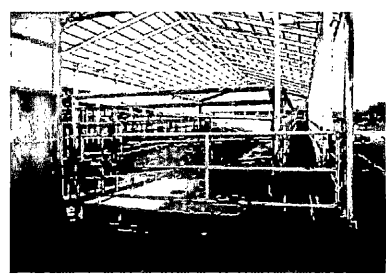


写真3 待機場（屋根あり）の一例

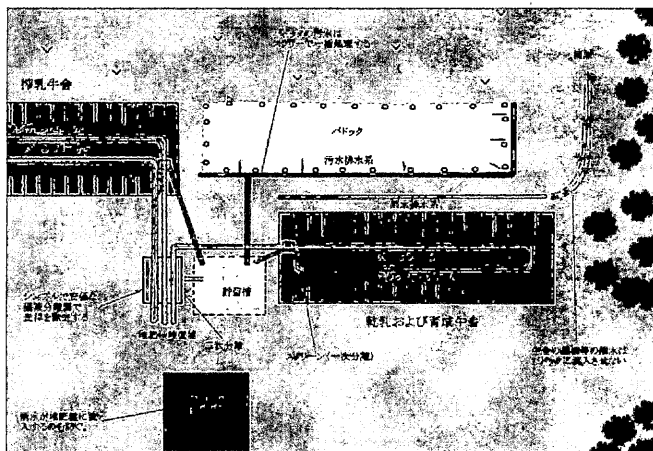


図2 雨水・汚水の分離、出典：帯広開発建設部(1997)

る。しかし、小面積のパドックや待機場(例えば写真2～3)を除けば屋根を設けるのは現実的ではない。佐藤(1996)は、雨水・汚水の排水路を分離し、汚水を少なくすることを提言している。例えば、屋根の雨水がパドックに入らないようにすれば、汚水の量はかなり少なくできる(図2)。トラフを設けるなど、汚水の流出量を少なくするとともに、必要に応じて排水路に沈渣槽を設けるなどの、簡易的な浄化手段が有効である。

一方、④ミルクパーラーの導入に伴って近年増加しているパーラー排水は、1日数トンにもなる排水量の多さから貯留するのは合理的ではなく、肥料価値も低いいため、畑へ施用することは難しい。垂れ流している事例が少なくなく、浄化せざるを得ない排水の一つである。

#### 4. 排水処理技術の事例と評価～酪農雑排水を例にとって

つなぎ飼いの牛舎において一般的に使われるパイプラインミルクの洗浄排水の分析例を図3に示した。必ずしも汚濁が低いわけではないが、多くの事例では排水基準を下回っていると思われ、沈殿槽などを経て排水させれば問題はないと思われる。

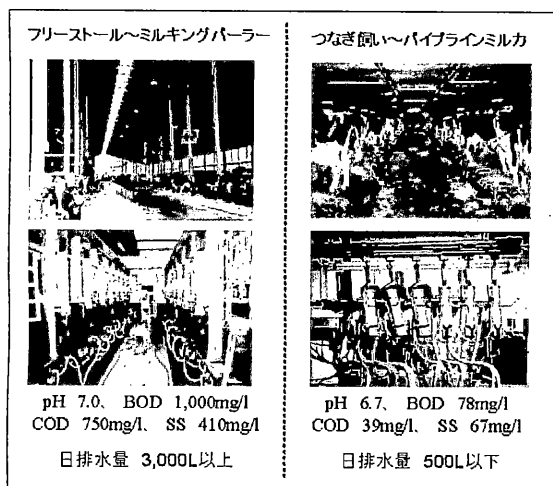


図3 酪農搾乳排水の概要と水質分析の一例

表1 パーラー排水の汚濁度の一例

検査項目	水質汚濁防止法 排水基準(mg/L)	A牧場における パーラー排水(平均値)
水素イオン濃度(pH)	5.8~8.6	7.0
生物学的酸素要求量(BOD)	160	1,000
化学的酸素要求量(COD)	160	750
浮遊物質(SS)	200	410
窒素含有量(T-N)	120	55
磷含有量(T-P)	16	230

一方、近年増加しているフリーストール牛舎に併設されることが多い集約的搾乳施設(ミルクパーラー)からの排水量は、搾乳150頭で1日3トン位、BODは1,000[mg/l]程度である(表1)。ミ

ルカーとパイプラインの洗浄水や、バルククーラー等を洗浄するための強酸・強アルカリ性の洗剤を含む水のほか、搾乳中に排泄されるふん尿や廃棄乳などが少なからず混入するため、浄化の難易度は比較的高い(図4)。排水には病原微生物が含まれる可能性があるため、直接水系へ排水する場合は殺菌されているのが望ましい。



図4 パーラーからの排水状況の一例

高価な産業廃水処理の技術では経営を圧迫するため、低コストにつながる様々な処理方法が複数の研究機関等によって研究・検討されてきた[例えば、杉若ら(1999)、根釧農業試験場(2002)]。それぞれの研究施設では、廃材等を用いるなどしてコストダウンを図っている。

一方、民間では、道内でも補助金を利用した標準活性汚泥法による施工例が散見される。本演題では、最近構築された民間による特色ある4つの事例(膜分離活性汚泥法、オゾン処理法、電気処理法および凝集法)を挙げて検討したい。

#### (1) 膜分離活性汚泥法

現在の浄化処理のスタンダードといえる技術である。BOD容積負荷は一般的に1.0[kg/m<sup>3</sup>/day]以上の高負荷運転が可能であり、沈殿槽が不要であるため、従来の活性汚泥法に比べて施設規模がコンパクトになっている。生物膜(写真4)をいるため、病原菌も濾過される(Ueda, 2001)。



写真4 生物膜の一例

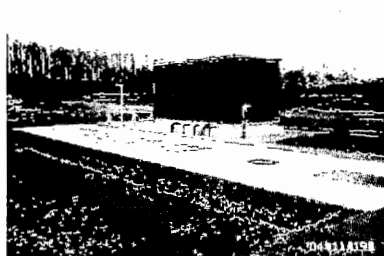


写真5 膜分離活性汚泥法の事例

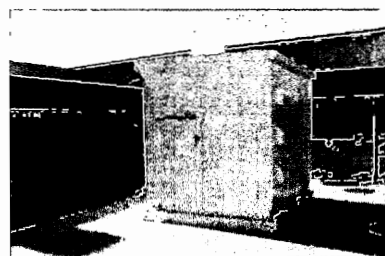


写真6 オゾン処理法の事例

多くの民間企業が扱っているが、大樹町の事例（写真5）では、搾乳500頭、設計排水量15 $\text{t}$ で総施工費は3千万円、ランニングは月平均10万円である【電気代（高圧）・交換膜代・メンテ契約費用を含む、施工者聞き取り】。汚泥は月1回程度汲み上げ、スラリーとともに施用する（施工：北海道アルファ有限会社、大樹町）。

真7～8）、塩素を発生させて脱色・殺菌を行う、開発中のシステムである（猫本ら、2004）。搾乳150頭（排水3 $\text{t}$ ）で本体のみ1千4百万円（施工費別途）、ランニングは月平均8万円【電気代（高圧）・消耗電極代、開発者予想値】を想定している。凝集物は週1回堆肥場へ運搬して堆肥化する（紹介先：（財）北海道科学技術総合振興センター、札幌市）。

### (2) オゾン処理法

旋回噴流によってオゾンの反応効率を高め、従来のオゾン処理に比べて低コストを実現している（Shitara et al, 2003）。酪農雑排水ではすでに道内7カ所の事例がある（写真6）。搾乳150頭（排水3 $\text{t}$ ）で総施工費は1千8百万円、ランニングは月4万円台である【電気代（高圧）・メンテ契約費用を含む、施工者聞き取り】。芽胞菌なども死滅させることが可能であり（安武、1994）、全量分解のため汚泥は回収されない。遠隔監視システムでメーカーが稼働状況をモニターする（施工：株式会社ヒューエンス、帯広市）。

### (4) 凝集剤による簡易法

安全な鉄系凝集剤（専用に開発した液体資材）を葉注ポンプで注入して有機物を凝集する（高橋ら、2003）。沈殿させた凝集物は汚泥ポンプでスラリータンクへ汲み上げる簡易なシステムである（写真9）。凝集物が固まらないように、攪拌は強力な吊下げ式エアレーターで行う。水質は基準以下だが殺菌はされないため、直接放流はせず地下浸透させる場合に適する。搾乳150頭（排水3 $\text{t}$ ）で槽を新設する場合でも施工費は400万円程度、ランニングは月7万円以下【電気代（低圧）・凝集剤代、実績値】である（紹介先：有限会社ハタヤマ、帯広市）。

### (3) 電気処理法

電気による凝集反応で有機物を沈殿・回収し（写

これら(1)～(4)の4事例に共通した特徴は、①汚泥分離機を省いてコストダウンを実現している、②寒冷地での運転に対応している、③従来の活性

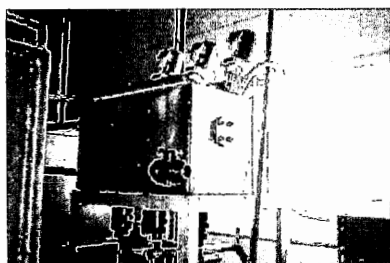


写真7 電気処理（凝集）の事例

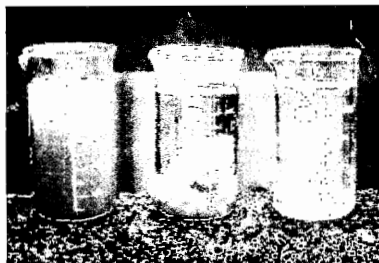


写真8 凝集-沈降-分離の状況



写真9 凝集剤による処理事例

汚泥法に比べて施設規模が小さくなっている、という点である。分離した汚泥や凝集物は、畑へ還元する循環利用が図られていた（全量分解のオゾン処理は除く）。液肥に混ぜて処理できる北海道ならではの低コストな方法であると言える。地上の凍結しやすい箇所には上屋が設置され、凍結防止ヒーター等が備えられた事例もあった。なお、施設規模は小さくなったからといって、価格が安くなったというわけではない。

各処理方式にはそれぞれ特色があり、確実にきちんと処理できるものもあれば、度々調整や監視が必要なシステムもある。高価だが農家の手をわずわらせないシステムもあれば、手間がかかるがその分価格を抑えたものもある。このような性能を含めたパフォーマンスと価格とはおおむね比例傾向であると思われた。個々の経営スタイルに合わせて処理方法を選択することが大切である。すでに民間では開発・価格競争が行われており、今後さらなる性能の向上とコストダウンが期待できる。

廃水処理にかかる経費は、生産原価の一部である。牛舎施設を更新する際には、パーラー排水の処理コストも含めて計画することが必要である。

## 引用文献

- 1) 安武重雄(1994): オゾンによる排水の高度処理、新版オゾン利用の新技术。
- 2) Hoshiba S. (2001): Perspectives for realizing agricultural production systems with material circulation. Greenhouse gases and animal agriculture GGAA2001, 297-300.
- 3) 根釧農業試験場(1999): <http://www.agri.pref.hokkaido.jp/center/kenkyuseika/gaiyosho/h11gaiyo/1998808>.
- 4) 根釧農業試験場(2003): 牛乳処理室等の排水を対象とした低コスト浄化施設の開発、平成14年度(2002)試験成績書、1-22.
- 5) 猫本健司・干場信司・田村悠子・河上博美・松本光司・森田茂(2003): 畑酪混同地域における地域内循環による酪農場の窒素負荷低減、農業施設、34(3)、55-61.
- 6) 猫本健司(2003): ふん尿のリサイクルを考える⑤〜堆肥化のための施設と機械(下) 水分調整以降の堆肥化について、酪農ジャーナル、56(8)、50-53.
- 7) 猫本健司・干場信司・高橋励起・諫早統・松本光司・五十嵐武士・堀江篤彦・山中芳郎・戸島俊一・小林智行・森田茂(2004): 電気処理と曝気による酪農パーラー排水の浄化処理システムの開発、2004年度農業施設学会講要、36-37.
- 8) 帯広開発建設部(1997): 十勝地域環境保全型農業高度化検討委員会報告書、1-32.
- 9) 長田隆(2001): 家畜排泄物からの環境負荷ガスの発生について、日本畜産学会報、72、J167-176.
- 10) 佐伯晋吾・稲田一郎・福水章二・吉岡城拓・岡畑一幸・王秀一・稲本福男・武川公・宇賀昭二(2000): 兵庫県下におけるクリプトスポリジウムの汚染実態調査一と畜場搬入牛のオーシスト排泄状況一、日獣会誌、53、25-29.
- 11) 佐藤義和(1996): 酪農場の環境整備一排水施設整備と泥ねい化防止対策、マニユア・マニユアル'96、持続型酪農をめざすふん尿の適正管理、第12章、酪農ジャーナル臨時増刊号、149-159.
- 12) 志賀一一(2004): 家畜排泄物の農地還元と硝酸塩汚染の問題、研究開発情報(平成15年)、畜産環境保全技術研究組合、5-21.
- 13) Shitara M., Iguchi M., Takano K., Tamamori T., Shitara S. and Maruyama T.(2003): Processing of refractory organic waste water using ozone and novel agitation method, Materials Transactions, 44(12), 2456-2460.
- 14) 杉若輝夫・高橋達典・谷藤隆志・川村輝雄・小梨茂(1999): ミルキングパーラー汚水の性状およびその処理、畜産の研究、53(7)、803-809.
- 15) 高橋励起・干場信司・猫本健司・畑山皓・森田茂・松本光司(2003): 凝集及び濾過による畜舎排水浄化の提案、2003年度農業施設学会講要、132-133.
- 16) Ueda T.(2001): Removal of microorganisms from wastewater with membrane bioreactor, Bull. Natl. Res. Inst. Agric. Eng. Japan, 40, 1-94.