

バイオメディア

家畜排せつ物に由来する窒素廃水—その利用と処理—

和木美代子

国内ではどのような産業廃棄物が多く発生しているであろうか？一番多いのは“汚泥”，二番は多くの読者には意外かもしれないが，“家畜排せつ物（家畜のふん尿）”であり，年間約8千万トン発生し，全廃棄物の2割強を占める¹⁾。この家畜ふん尿には窒素が70万トン含まれており，それは同じく国内で年間に消費される化学肥料に含まれる窒素の1.5倍に相当する。窒素は土壌においては肥料として植物の生育に利用できる一方で，河川や湖沼といった水系においては富栄養化の原因となる環境汚染物質であるため，除去が必要となる。しかし，効果的な利用も十分な除去も容易ではない。本稿では，家畜排せつ物の処理・利用技術のうち，窒素廃水に関わるものについて紹介する。

家畜ふんをオガクズなどの副資材を混ぜ発酵させる，もしくは単に乾燥させた後，堆肥として肥料利用する事は，伝統的で広く普及している技術である。生成した堆肥は一般的には乾物あたり1-4%程度の窒素を含んでいる。しかし実は，堆肥化の過程では温度が非常に高温になり，たんぱく質の分解に伴いアンモニアが生成し，条件によっては初期窒素の半分以上がアンモニアガスとして揮散している²⁾。その濃度は高いものでは数千ppmになり，窒素の損失としても悪臭発生源としても重大である。アンモニアガスは容易に水に吸収されるが，水に溶解するとpHが上昇し少量の水ですぐに吸収が限界となる。そのため，リン酸などの酸性の薬液に吸収させることも可能だが，その代わりにアンモニア酸化細菌を用いる方法もある。アンモニア酸化の過程では酸が生成されることから，アンモニアの吸収によるpHの上昇が相殺され，長期間にわたりアンモニアの吸収を行いながら，最終的に窒素濃度を2.5%程度まで上げることが可能である³⁾。このような，窒素濃度が高く無害な菌体と若干の有機物しか含まない脱臭廃液は液肥としての利用が期待される。

一方，家畜の尿を主体とする汚水は，その窒素濃度が多くの場合0.5%以下である。この濃度になると液肥としての流通は難しく，浄化により窒素やその他の汚濁物質を除去し，河川などに処理水を放流する必要がある。浄化のために活性汚泥処理施設が広く導入されており，これは人間の下水処理場で使われているものと基本的に

は同じ原理である。汚水中の窒素は，最初は主にアンモニア態であるが，硝化反応により，亜硝酸または硝酸まで酸化された後，脱窒反応により還元され汚水から窒素が除去される。脱窒反応には電子供与体（有機物）が必要である。しかし，畜産廃水は有機物/窒素比が低く，この脱窒のための有機物が窒素に比べて不十分であることから，十分な窒素除去のためには，外部からの電子供与体の添加が必要となる。この目的のために，下水処理においてはメタノールを利用するのが一般的であるが，畜産の場合はコストや取り扱いやすさの理由で，焼酎粕などの食品廃棄物や，農業用資材である硫黄の利用が試みられている⁴⁾。また，アンモニアと亜硝酸のカップリングで窒素除去を行うアナモックス反応の利用も試みられており⁵⁾，この場合電子供与体の試薬代が不要である。アナモックス菌は20年前に発見され，当時はごく限られた場所にしか生息していないと考えられていたが，その後さまざまな自然環境に存在することが明らかとなった⁶⁾。畜産廃水処理施設にも偏りがあるものの，すでにアナモックス菌が存在している場合もあり，その利用が期待される。

畜産業において，生産性に結びつかない排せつ物処理にかけられるコストと労力は少ない。そこで家畜排せつ物の利用・処理に関わる技術は，身近な資材，廃棄物や，土壌や汚水中に広く存在する微生物を，条件を工夫することで利用している。しかし，排出されるふん尿の性状，入手可能な資材や，求められる処理のレベルなどは家畜の飼養形態や地域により大きく異なり，畜産農家の条件は一様ではない。営農条件に応じた工夫の積み重ねで，農業分野の資源循環と環境保全技術が向上することを願う。

- 1) 環境省 産業廃棄物の排出及び処理状況等（平成25年度実績）：<http://www.env.go.jp/press/101858.html> (2016/03/08).
- 2) 長田 隆：日本畜産学会報，**72**，167 (2001).
- 3) Yasuda, T. *et al.*: *J. Appl. Microbiol.*, **114**，746 (2013).
- 4) 長谷川輝明ら：日本畜産学会報，**84**，459 (2013).
- 5) 和木美代子：水環境学会誌，**37**，325 (2014).
- 6) Terada, A. *et al.*: *Clean Technol. Environ. Policy*, **13**，759 (2011).