

畜産廃棄物利用施設のバイオガスプラントにおけるエストロゲンの実態調査

宮崎大学大学院工学研究科 学生員 ○古川 隼士
 宮崎大学工学部 正会員 鈴木 祥広
 宮崎大学農学部 非会員 浅野 陽樹

1. はじめに

外因性内分泌攪乱物質いわゆる環境ホルモンのなかでも、天然エストロゲンである 17β エストラジオール(E2)は、人畜のし尿に普遍的に存在しており、しかも、その活性度は最も高いとされる¹⁾。アメリカの畜産場の畜産排泄物には相当量のエストロゲンが含まれていることが報告されており²⁾、我が国においても畜産排泄物の発生量(尿のみで約 3,000 トン/年)は膨大であるため、畜産排泄物は、重要なエストロゲンの汚染源と成り得る可能性を有している。現在(2004 年 11 月以降)、畜産排泄物は管理施設内において管理することが義務づけられており、畜産排水は適正に処理しなければならないことになっている。

ところで、畜産排泄物は有機性廃棄物に位置づけられているが、この畜産排泄物には、バイオガスプラントや有機性肥料の原料となるバイオマス資源としての価値があることから、最近、注目が集まっている。バイオガスプラントでは、畜産排泄物を原料として嫌気性消化処理で生成するメタンによる発電が可能であるが、一方では、アンモニア性窒素や溶存・懸濁有機物を高濃度に含む消化処理液も発生する。この消化処理液の有効利用として、農作物用の液肥化が考えられるが、消化液中にはエストロゲンが残留する可能性が高い。エストロゲンを含む消化液を農地に還元する場合、地下水汚水あるいは降雨による表流水への流出汚染が危惧される。しかしながら、畜産排水におけるエストロゲンに関する情報は極めて少ないのが現状である。

そこで本研究は、宮崎県において畜産廃棄物利用施設であるバイオガスプラントにおいて、原水と消化液に含まれるエストロゲンに関する実態調査を実施した。

2. 調査と方法

2.1 調査概要

宮崎県内の A バイオマスセンターに建設されたメタン発酵処理設備(図-1)において、エストロゲンの実態調査を行った。メタン発酵処理設備の処理フローは以下の通りである；原料投入槽→固液分離機→原料槽→メタン発酵槽→加熱殺菌槽→消化液貯留槽あるいは消化液蒸散設備。原料投入槽に原料が 15t/日で投入され、固液分離によって固形物が取り除かれる。固液分離された原料(12t/日)は、メタン発酵槽で嫌気性消化処理された後、加熱殺菌される。そして、消化液(6t/日)は消化液貯留槽に貯留され、液肥として散布できない余剰分(6t/日)は消化液蒸散設備で処理される。本設備での採水ポイントは、原料槽(原料)、メタン発酵槽(発酵液)、および消化液貯留層(消化液)とし、各ポイントの表層水を採水した。本調査は、2006 年 5 月～2007 年 1 月の期間に計 9 回実施した。

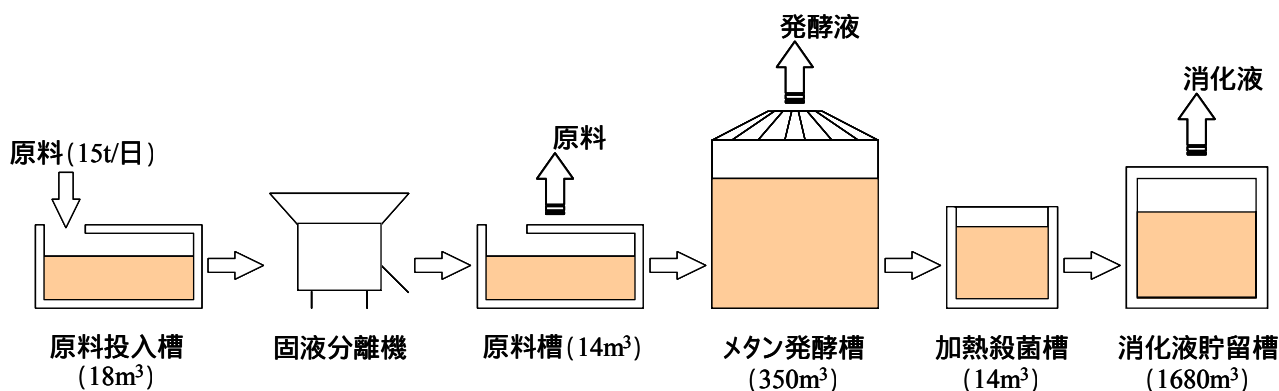


図-1 メタン発酵処理設備の処理フロー

キーワード：畜産廃棄物，バイオガスプラント，消化液， 17β -エストラジオール(E2)，農地還元

連絡先：〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1，TEL.0985-58-7339，FAX.0985-58-7344

2.2 エストロゲンの測定方法

試料は、採水した試料水 1mL と蒸留水 100mL を混合させてからガラス繊維濾紙 (GF/C, Whatman 製) で濾過した。濾紙上の浮遊懸濁物質はメタノール 4mL で超音波抽出し、抽出液を再濾過して濾液に加えた。濾液とメタノール抽出液の混合液は、コンディショニング済みの固相カートリッジを用いて濃縮・精製した後、抗原体反応を利用した酵素免疫定量法の分析キット (ELISA キット, 日本エンバイロケミカルズ製) を用いて E2 を測定した。本実験での E2 の検出下限値はキットの定量下限値と希釈倍率から 0.05ng/L とした。

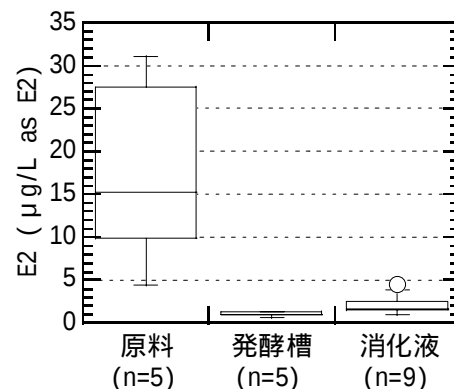


図-2 メタン発酵処理設備における E2 濃度

3.1 メタン発酵処理施設における E2 濃度

原料、発酵液および消化液の E2 濃度を図-2 に示す。原料の E2 濃度は、4.41 ~ 27.5μg/L (平均 17.6μg/L) であり、原料の E2 濃度は著しく変動した。発酵液および消化液の E2 濃度は、それぞれ 0.64 ~ 1.37μg/L (平均 1.08μg/L), 0.95 ~ 4.53μg/L (平均 2.18μg/L) であった。発酵液と消化液の E2 濃度は大幅に減少し、発酵プロセスにおける除去率は 88% と高かった。大部分の E2 は発酵プロセスで嫌気性分解されると考えられ、E2 の除去プロセスとして極めて効果的であることがわかった。しかしながら、発酵液あるいは消化液の E2 濃度は、下水や浄化槽原水の E2 濃度と比較して 100 ~ 300 倍も高く、高濃度の E2 が残留することがわかった。

3.2 各プロセスにおける E2 濃度変化

図-3 には、発酵液と消化液の試料が同日に採取できたときの各プロセスにおける E2 濃度変化を示す。5 回の調査のうち 4 回の結果において、消化液の E2 濃度が発酵液の E2 濃度よりも高く検出された。これは、消化液の加熱消毒あるいは貯留の段階において、E2 の硫酸抱合体あるいはグルクロン酸抱合体が脱抱合し、遊離体の E2 として生成したために検出されたのではないかと考えられる。エストロゲンが尿中へ排泄されるとき、そのほとんどが抱合体として存在していることから³⁾、本設備における E2 の挙動を把握するためには、今後は E2 抱合体も含めた E2 の調査・分析が必要である。

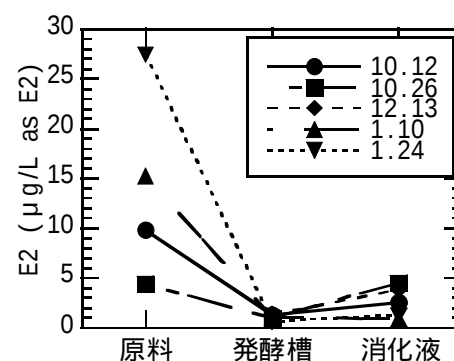


図-3 各プロセスにおける E2 濃度変化

4. まとめ

- (1) 原料、発酵液および消化液の平均 E2 濃度はそれぞれ 17.6μg/L, 1.08μg/L および 2.18μg/L であり、畜産廃棄物の発酵プロセスは、E2 の除去プロセスとしても有効である。
- (2) 消化液の E2 濃度は、下水や浄化槽原水の E2 濃度と比較して 100 ~ 300 倍も高く、消化液の利用あるいは処理・処分する際、十分に留意すべき項目である。
- (3) 消化液の E2 濃度は、発酵液の E2 濃度よりも高く検出される傾向を示し、E2 の挙動を把握するためには E2 抱合体の調査・分析も必要である。

本研究の一部は、特別教育研究経費(連携融合事業)「農林畜産廃棄物利用による地域資源循環システムの構築(代表: 宮崎大学 杉本安寛)」を得て行われたことを付記する。

参考文献

- 1) Matsui, S., Takigami, H., Matsuda, T., Taniguchi, N., Adachi, J., Kawami, H. and Shimizu, Y. (2000) Estrogen and estrogen mimics contamination in water and the role of sewage treatment, Water Sci. Technol., 42, 173-179.
- 2) Hanselman, T. A., Graeta, D. A. and Wikie, A. C. (2003) Manure-borne estrogens as potential environmental contaminants: A review, Environ. Sci. & Technol., 37, 5471-5478.
- 3) 五十嵐正雄 (1978) 内分泌婦人科学-生殖内分泌の基礎と臨床-, 南山堂.