

畜産排水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) ○中村孝洋
 宮崎大学工学部 (正) 鈴木祥広, (正) 土手裕, (正) 増田純雄
 小山畜産 小山久男

1. はじめに

水環境における外因性内分泌攪乱物質と称される化学物質において、調査・研究対象として特に重要な物質として、人畜由来の17βエストラジオール (E2, エストロゲンの一つ) がリストアップされている。下水処理場における流入水と処理水のモニタリングや処理プロセスにおける挙動に関する調査・研究が実施され、情報が集積されてきている。一方、畜産排泄物の糞尿にも相当量のエストロゲンが含まれていることから、畜舎から発生する排水にも当然ながらエストロゲンが含まれている¹⁾。畜産排水は汚濁濃度が極めて高いため、エストロゲンも高濃度で存在すると推察される。しかも、畜産排泄物の発生量は、尿のみでも2,800万トン/年(2001年度)と見積もられており²⁾、畜産排水は、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。しかしながら、畜産排水におけるエストロゲンについての情報は極めて少ない。そこで本研究では、排水発生量が多いとされる豚舎排水とその排水処理施設について、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

宮崎県において、養豚業を営む豚舎の排水およびその排水処理施設について実態調査を行った。経営規模は、繁殖豚(雌)80頭、繁殖豚(雄)7頭、平均出荷頭数(平均体重約120kg)は1,700頭/年である。豚舎は糞尿分離方式であり、排水処理施設は、嫌気性消化処理プロセスと土壌蒸発散プロセスを組み合わせた無放流型システムを導入している。豚舎排水の処理フローは次の通りである；豚舎排水→原水貯留槽(消化前処理槽, 100m³)→消化槽(150m³×2槽)→消化性濾床(30m³)→土壌蒸発散槽(200m³)。排水量は約2m³/日であり、消化処理プロセスが終了するまでの水理学的滞留時間(HRT)は、約200日である。発生した豚舎排水は、最終的には土壌充填槽を経由して大気へ蒸発散されるように設計されている。本排水処理施設における採水ポイントは、原水貯留槽流入部(原水)、消化性濾床流出部(消化処理水)、および土壌蒸発散槽の土壌層を経由した処理水の貯留槽(土壌処理水)とし、各ポイントの表層水を採水した。本調査は、2004年7月、8月および2005年2月の計3回実施した。

2.2 エストロゲンの測定法

試料水はガラス繊維濾紙で濾過した。濾紙上の浮遊懸濁物質はメタノール4mLで超音波抽出し、抽出液を濾液に加えた。濾液は、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)を用いて総エストロゲン(ES)とE2を測定した。また、その他の一般水質項目についても測定した。

3. 結果と考察

3.1 各処理プロセスにおけるエストロゲン濃度の変化

各処理プロセスにおけるESとE2の濃度変化を図-1に示した。原水のESとE2の濃度は、それぞれ50μg/L前後と0.8μg/L前後であり、夏季と冬季の違いによるESとE2の影響は認められず、ほぼ一定の濃度であった。消化処理水のエストロゲン濃度は、原水のエストロゲン濃度と比較して、ESとE2のいずれも2/3～1/2に減少した。消化プロセスによるエストロゲンの分解と考えられる。また、土壌処理水のES濃度は、原水のES濃度と比較して1/100以下に減少し、E2濃度も1/5以下に減少した。土壌処理

キーワード：17βエストラジオール、畜産排水、消化槽、土壌蒸発散槽
 連絡先：〒889-2192 宮崎市学園木花台西1-1, TEL. 0985-58-7339, FAX. 0985-58-7344

水のESとE2の濃度は、それぞれ0.5 $\mu\text{g/L}$ 以下と0.2 $\mu\text{g/L}$ 以下にまで低下した。土壌層に通水することによるESとE2の除去効果は、極めて高いことがわかった。ESにおけるE2の割合(E2/ES)について比較してみると、原水と消化処理水は、いずれも1.5~2.0%であり、ESに対してE2の占める割合は極めて小さかった。畜産排水のエストロゲン、E2以外の形態が大部分であることがわかった。

3.2 各処理プロセスにおける汚濁物質濃度の変化

原水のSS濃度は340~740 mg/L であり、消化プロセスにおけるSSの除去率は50~80%、土壌処理プロセスの除去率は90~99%であった。濁度についても土壌処理プロセスの除去率は95~97%と高く、SSと同様の傾向を示した。原水のTOC濃度は変動が大きく、400~1,100 mg/L であったが、土壌処理水はいずれの調査においても120 mg/L 以下に減少した。 $\text{NH}_4\text{-N}$ については、原水と土壌処理水の濃度は、それぞれ1,600~2,000 mg-N/L と1,000~1,500 mg-N/L であり、本施設における $\text{NH}_4\text{-N}$ の除去率は10~50%と低かった。なお、本調査で測定した試料のpHは約8.5、ECは約15 mS/cm でほぼ一定であった。

3.3 畜産排水処理施設の処理特性

ES、E2、SS、TOCおよび $\text{NH}_4\text{-N}$ について、原水(C_0)に対する各処理プロセスの処理水濃度(C)の比を図2に示す。この畜産排水処理施設におけるESの除去率は99%と非常に高く、E2においても81~93%であった。SS、TOCの場合も同様に、それぞれ90~99%、69~95%と高い除去率であった。TOCとSSの除去率が高いことから、この畜産排水処理施設では固液分離と有機物分解が良好に行われていることがわかった。TOCとSSは、消化プロセスで大幅に処理されているのに対して、ESとE2は主に土壌処理で処理されている傾向を示した。一方、 $\text{NH}_4\text{-N}$ は土壌処理で幾分減少しているが除去能力は低かった。

4. まとめ

- (1) 原水のESとE2の濃度はそれぞれ約50 $\mu\text{g/L}$ と0.8 $\mu\text{g/L}$ であったが、土壌蒸発散槽の土壌層を経由した処理水(土壌処理水)はそれぞれ0.5 $\mu\text{g/L}$ 以下、0.2 $\mu\text{g/L}$ 以下に除去された。
- (2) 原水のSS濃度は340~740 mg/L であり、土壌処理水は5~32 mg/L にまで減少した。原水のTOC濃度は400~1,100 mg/L であり、土壌処理水は120 mg/L 以下に減少した。
- (3) TOCとSSの除去率がそれぞれ90~99%、69~95%と高く、この畜産排水処理施設では固液分離と有機物分解が良好に行われていることがわかった。

参考文献

- 1) Travis A. Hanselman, Odnauld A. Graetz, and Ann C. Wilkie, Manure-Borne Estrogens as Potential Environmental Contaminants: A Review, *Environmental science & Technology*, 37 (24) 5471-5478 (2003).
- 2) 原田靖生: 家畜排泄物の農地施用と窒素の制御, *用水と廃水*, 46 (4) 307-313 (2004).

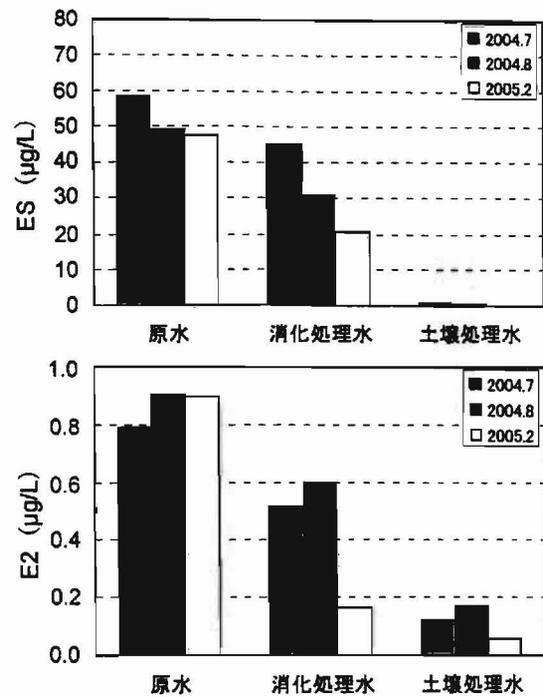


図-1 ES, E2の濃度変化

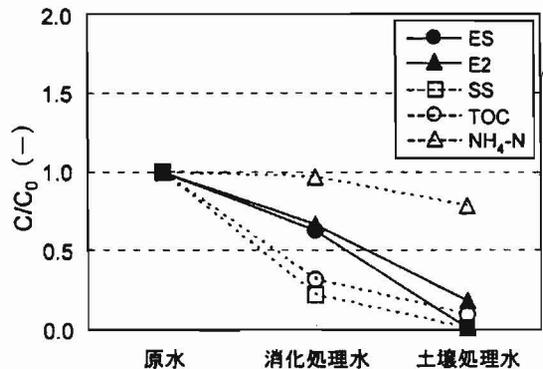


図-2 原水貯留槽流入部における原水に対する消化処理水および土壌処理水の比