

都市ごみの高濃度メタン発酵

環境資源学専攻 農業循環工学研究室 中嶋 昂

1. はじめに

2008年の政府の統計によると生ごみの再利用率は25%であり, 更なる利用率の向上が求められている。生ごみの利用率が低い理由は厨芥や家庭から排出される生ごみには紙やプラスチックなど不純物の混入が多く, 堆肥化や飼料化に不向きなためである。そのため本研究では不純物の混入に比較的強いメタン発酵によるバイオガス化を検討した。厨芥や家庭生ごみの発生源である都市部でのバイオガス化では輸送コストの問題から発酵後残渣を農地散布することは難しいため, 残渣は焼却処理することが考えられるが, 高濃度(固形物濃度10%以上)の生ごみを加水などの希釈操作を行わずに嫌気発酵させるとタンパク質分解の際に発生するフリーアンモニア(FA)による発酵阻害(FA阻害)を生じやすいという問題がある。発酵基質高濃度化により残渣水分を低く抑えることとFA阻害を防ぐことを同時に達成するため, 紙ごみなどの炭素源を用いて生ごみの窒素分を希釈する共発酵を試み, 生ごみの高濃度メタン発酵に適した紙ごみの混合組成を探ることを目的とした。

2. 方法

2L容量のセパラブルフラスコを発酵槽とし, メタン菌接種のために種汚泥1kgを投入した。発酵温度は52°Cとし, 連続基質投入による高温メタン発酵を行った。発酵期間87日間をⅠ期(1~20), Ⅱ期(21~46), Ⅲ期(47~87)にわけ, 条件を変えて連続発酵を行った。有機物負荷量(gVS/kg-sludge/day)は1.2~4とし, ガス発生状況を見ながら適宜基質の投入を行った。Ⅰ期とⅡ期では生ごみに含まれる窒素分をどれだけ希釈する必要があるかを知るために投入原料の窒素濃度(mg-N/L)を6085から825に調整した。Ⅱ期とⅢ期では攪拌方式を手動攪拌から機械攪拌に切り替え, より実際のプラントに近づけた条件で実験を進めた。実験期間中はpH, アンモニア濃度, 揮発性脂肪酸濃度, メタン発生量を測定し, 測定結果から投入有機物負荷量あたりのメタン発生量を示すメタン生産率(L/gVS)及びFA濃度を算出した。全ての条件において, 投入原料の固形分濃度は15%以上とした。

3. 結果と考察

メタン生産率はⅠ期, Ⅱ期, Ⅲ期それぞれ0.07, 0.14, 0.37となり, Ⅲ期では都市ごみメタン発酵の既往研究(Vare1, 1980)における最大メタン生産率0.3を超える高い結果となった。また, 発酵槽内のFA濃度はⅠ期では上昇傾向を示したもののⅡ期, Ⅲ期では発酵阻害の発生しない150mg-N/L以下まで減少した。Ⅰ期においてメタン生成率が低かった原因は投入原料窒素濃度が6085mg-N/Lと高かったためFA濃度が上昇し, FA阻害が発生していたものと考えられる。Ⅱ期, Ⅲ期において1000mg-N/L以下まで希釈すると発酵槽内のFA濃度が低下し, メタン菌の活性が上昇したためメタン生産率が上昇したものと考えられる。

4. まとめ

生ごみメタン発酵の普及を妨げているFA阻害を防ぐために, 生ごみに対して一定の割合で紙ごみを混合した高濃度原料(TS \geq 15%)を用いて連続的なメタン発酵を行った。その結果, 生ごみに対して紙ごみを質量比で1.3倍量混合し投入原料窒素濃度を1000mg-N/Lに調整することでFA濃度150mg-N/L以下, メタン生産率0.3以上の長期発酵を実現できることが明らかになった。