

CO₂ センサを用いた牛ふんコンポスト化通気量制御と反応の解析

環境資源学専攻講座 生物生産工学講座 農業循環工学 土屋 真一

1. はじめに

コンポスト化は好氣的な有機物分解をベースとした反応であり, 好気環境を維持するため通気あるいは切り返しが必要である。強制通気により満遍なく空気を供給することは, 材料を堆積して時々切り返しを行う場合よりも分解効率が良く, また悪臭の発生も軽微なことが確かめられ, その効果が認知されてはいる。しかし, 必要十分な通気量は必ずしも明確になっておらず, 過剰な通気を行っているケースが少なくないことが報告されている。その結果, 過剰な水分蒸発が起こってエネルギーの損失を招き, 微生物が活発になる温度帯と言われる 60°C 付近よりも材料温度が下がり分解効率の低下につながることに加え, 電気代の高騰にもなる。本研究では, 処理にかかるコストの削減, 省エネルギー化などを目標に, 排気中の CO₂ 濃度を指標として材料の反応状況に応じた必要な量の通気を行う制御システムを考案し, 通気量を減らしつつコンポスト化を進めるための適切な条件の探索と反応の解析を行った。

2. 方法

小容積リアクタを用い約 60 %に風乾した乳牛ふんのコンポスト化を行った。通気制御の指針を「コンポスト化において排気中の CO₂ 濃度が設定値以上になると通気量を大きくする」操作とし, 常に一定の通気量を流す連続通気と排気中の CO₂ 濃度の測定値が設定した値を超えると電磁弁が開き通気の流れる間欠通気の 2 系統での通気を行った。通気条件は連続通気を 0.2 [L/min・kg-VM], 間欠通気を 2.8 [L/min・kg-VM] とし, 間欠通気の制御の基準となる CO₂ 濃度の設定値を 1.0%, 1.5%, 2.0%, 2.5% の 4 水準とした(通気量制御型コンポスト化(以下, 制御型))。比較として連続通気のみ (0.2~2.0 [L/min・kg-VM]) のコンポスト化を行った(通気量一定型コンポスト化(以下, 一定型))。入気通気量は, 制御型は排気 CO₂ 濃度設定値が大きくなるほど小さくなる制御システム (1.0%:約 8900 [L/kg-VM], 1.5%:約 7100 [L/kg-VM], 2.0%:約 3900 [L/kg-VM], 2.5%:約 3000 [L/kg-VM]), 一定型では 1.0 [L/min・kg-VM] は約 7200 [L/kg-VM] とした。

3. 結果と考察

制御型では CO₂ 濃度設定値 1.5% の条件で有機物分解率が最も高かった(1.0%:約 12.9 [%], 1.5%:約 16.7 [%], 2.0%:約 14.6 [%], 2.5%:約 11.6 [%])。一定型では 1.0 [L/min・kg-VM] の条件が最も高く約 16.8 [%] であった。初期過程後の材料有機物分解率(約 16 [%])で見ると制御型(2.0%, 2.5%)では一定型(1.0 [L/min・kg-VM]) と比べて半分程度の通気量であり, 通気量を低く制御しつつある程度分解を進める条件(2.0%) が明らかになった。また, 通気量を制御することで材料温度は一定に維持することができた。CO₂ 濃度設定値が大きく通気量が少ないほど高い材料温度で推移した(2.5%:約 73°C)。分解率の高かった制御型コンポスト化の条件はいずれも 60°C 付近を推移しており, 60°C 付近が微生物の活性温度域のため分解が進んだと考えられ, 微生物の分解活動に適切な温度域を維持することで反応を効率的に進められることがわかった。

4. まとめ

CO₂ を指標として通気量を制御するシステムを考案することで通気量を減らしつつコンポスト化を進めることが出来た。微生物活動の活性する温度域を維持することで分解が進むと考えられる。