

水分が有機性廃棄物の自然発火現象に及ぼす影響

環境資源学専攻 生物生産工学講座 農業循環工学 太田薫平

1. はじめに

当研究室では半炭化の省エネルギー化を目的として自己発熱型半炭化法の開発を行っている。自己発熱型半炭化法は、自然発火現象と同様の昇温プロセスを利用することで外部熱源を用いずに材料の温度上昇・炭化を達成する方法である。一般に有機性廃棄物については、約 70-80°C までは堆肥化微生物による酸化反応（以下、微生物酸化反応）、それより高温域では微生物が関与しない化学的酸化反応（以下、化学酸化反応）により温度上昇が生じると考えられている。しかし、実際には微生物酸化反応による昇温から化学酸化反応による昇温への2つの反応の接続ができずに温度が約 75°C で停滞した事例もあり、この2反応の接続の不確かさが課題となっている。その課題の解決には化学酸化反応の反応速度を促進・阻害する要因、熱損失の大小に影響を及ぼす要因の解明が必要である。石炭の自然発火現象においては、水分の移動（蒸発、凝縮、拡散、対流）が熱収支に影響を及ぼすこと、水分が化学酸化反応の反応速度に影響を及ぼすことが知られている。そこで本研究では、水分が有機性廃棄物の自然発火現象に及ぼす影響を解明することを目的とした。具体的には、水分の移動が堆積物の温度変化に及ぼす影響、及び水分が化学酸化反応の反応速度に及ぼす影響を解明することを目的とした。

2. 方法

水分が牛ふん堆積物の熱収支に及ぼす影響を解明するために、水分の相変化による発熱・吸熱及び有効熱伝導率、有効体積比熱、有効拡散係数の変化を考慮した牛ふん堆積物の温度変化モデルを作成し、数値シミュレーションを行った。また、水分が牛ふんで生じる化学酸化反応の反応速度に及ぼす影響を解明するために、異なる初期含水率の牛ふんを徐々に温度上昇させ、試料中心部において指数関数的な温度上昇が開始する温度（中心部発火開始温度）を調べた。

3. 結果と考察

1) 水分が堆積物の温度変化に及ぼす影響 30-60%w. b. の初期含水率で計算を行った結果、全ての条件で約 99-104°C で温度がほぼ一定となった。また、温度一定時の温度は初期含水率が高い条件ほど高かった。この原因は、初期含水率の高い条件では気相率が小さいことにより、気相中に存在できる水蒸気の量が少なかったため、加えて水蒸気が堆積物内部から外部へ拡散しにくいために蒸発速度が小さかったためだと考えられる。

2) 水分が化学酸化反応の反応速度に及ぼす影響 0、5、10%w. b. の3通りの初期含水率で実験を行った結果、中心部発火開始温度は初期含水率が高いほど低くなった。つまり、初期含水率が高いほど化学酸化反応による発熱が生じやすいことが明らかになった。このことから、水分は牛ふんの化学酸化反応を促進する可能性が高いといえる。

4. まとめ

初期含水率が高いほど堆積物の熱収支が釣り合う温度が高くなること、水分が化学酸化反応の反応速度を促進する可能性が高いことが明らかになった。微生物反応から化学酸化反応への接続に適した含水率を解明するためには、より現実に則したモデルの作成、及び 70-80°C において化学酸化反応の反応速度が最大となる含水率の解明が必要である。