

II-478

コンポストの酸素消費速度に及ぼす酸素濃度の影響

東京大学 正 ○金子 栄廣

東京大学 正 藤田 賢二

1. はじめに

堆肥化過程において十分な通気を行うことにより、好気性微生物による原料成分の分解を促進し、過剰な水分を蒸発させることができる。しかし、過度の通気は、発酵槽内の温度を低下させたり、発酵物の含水率を必要以上に低下させることによって反応効率を悪化させるばかりでなく、エネルギーの浪費にもなる。したがって、効率よく堆肥化を行うために通気量を管理することは重要であり、そのための基礎データを把握することは意義がある。本研究では、酸素消費速度を指標として、通気量を減らしたときに生ずる酸素濃度の低下が堆肥化反応に及ぼす影響を調べた。

2. 実験方法

酸素消費速度の測定に用いた装置を図-1に示す。ビン内に水分を調整した試料を入れ、気相の酸素濃度を窒素および酸素ガスを用いて調整した後、炭酸ガス吸収剤として濃水酸化カリウム溶液をセットし、マンオメータに接続する。これを所定の温度で培養し、消費される酸素量の時間変化を測定した。

表-1に実験に用いた試料および実験条件を示す。基質あるいは基質を含む物質としてグルコース、ドッグフード、K市の都市ごみコンポストプラントの発酵槽入口、発酵槽出口および製品貯留場より採取したものをを用いた。ドッグフードならびに実プラントより採取した試料は予め 105℃ で乾燥後、ミキサーを用いて粒径 2 mm 以下に粉碎した。また、植種のため、上記の物質に所定量の実験室コンポストを混合した。実験室コンポストとは、ドッグフードと新聞紙の混合物を一次発酵させた後、6ヶ月以上切返しおよび水分補給を行い十分に熟成させたものである。

3. 結果と考察

各酸素濃度下における試料 1 g（乾燥基準）当たりの累積酸素消費量の時間変化の一例を図-2に示す。何れの場合も培養開始後30分から3～4時間までの間で酸素消費速度がほぼ一定となった。そこで、この間のデータに最小二乗法を適用して酸素消費速度を算出した。

図-3は、各試料について算出した酸素消費速度を酸素濃度の関数としてプロットしたものである。これより、酸素濃度が低くなると酸素消費速度が低下することがわかる。また、酸素濃度が酸素消費速度に及ぼす影響は酸素濃度が低いほど大きくなる傾向がある。このことから、通気量を抑制し、酸素濃度が低い領域で堆肥化を行う場合、酸素濃度の変化が反応効率に大きく影響を及ぼすことが推察される。

さらに、ここで得たデータに次のような Monod 型関数のあてはめを試みた。

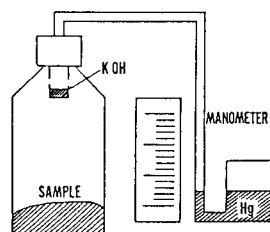


図-1 酸素消費量測定装置

表-1 試料および実験条件

試料名	成 分	M.C. [%]	温度 [°C]
G-55	実験室コンポスト 5g + グルコース 0.5g	50	55
G-50	実験室コンポスト 5g + グルコース 0.5g	50	50
G-45	実験室コンポスト 5g + グルコース 0.5g	50	45
DF	実験室コンポスト 4g + ドッグフード 2g	50	50
K-1	実験室コンポスト 3g + 一次発酵前 3g	50	50
K-2	実験室コンポスト 3g + 一次発酵後 3g	50	50
K-3	実験室コンポスト 3g + 製品コンポスト 3g	50	50

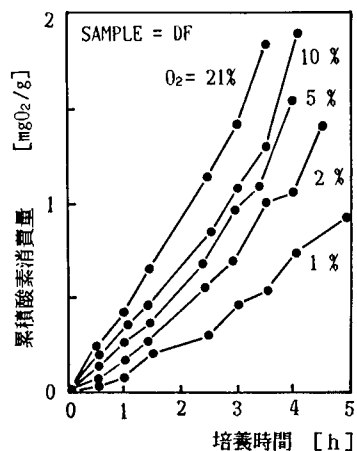


図-2 累積酸素消費速度の時間変化

$$r = r_m \frac{O_2}{K + O_2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 r (mgO₂/g/h) は酸素消費速度、 r_m (mgO₂/g/h) は最大酸素消費速度、 O_2 (%) は酸素濃度、 K (%) は定数である。また、(1)式は次のように変形することができる。

$$\frac{1}{r} = \frac{K}{r_m} \times \frac{1}{O_2} + \frac{1}{r_m} \quad \dots\dots\dots (2)$$

そこで、各試料について $1/r$ および $1/O_2$ を求め、Lineweaver-Burk プロットを行うと図-4 のようになった。図中の直線は資料毎のデータに最小二乗法を適用して引いたものである。これにより、酸素濃度がコンボストの酸素消費速度に及ぼす影響を(1)式によって表現し得ることが明らかとなった。

さらに、図-4 における直線の傾きおよび切片から各試料における定数 K および最大酸素消費速度 r_m の値を求めたものが表-2 である。ところで、実験において酸素濃度を低く設定した場合の酸素濃度の値は、酸素濃度を高く設定した場合に比べて精度が悪く、しかもこのときの酸素消費速度の値が K や r_m に大きく影響するため、ここで示した数値は精度上の問題を残している。したがって、これらの数値を定量的に比較するには実験方法の改善とデータの蓄積が必要となるが、ここまでの成果から次のようなことがいえる。

最大酸素消費速度 r_m には試料間で明らかな差が認められるが、 K はすべての試料においてほぼ等しい値をとっている。このことから、コンボストの酸素消費速度に対する酸素濃度の影響は基質の種類あるいは最大酸素消費速度とは独立に現れるものと推察される。

また、実プラントの試料の r_m は、堆肥化が進んだもののほど小さな値を示し、堆肥化の各段階において安定化が進むことがわかる。

4. まとめ

本研究では、酸素消費量測定装置を用い、コンボストの酸素濃度と酸素消費速度の関係について調べ、以下の知見を得た。

- 1) 酸素濃度が低下するとコンボストの酸素消費速度は小さくなる。
- 2) 酸素消費速度と酸素濃度の関係は(1)式によって表現することができる。
- 3) 酸素濃度が堆肥化反応に及ぼす酸素濃度の影響は、基質の種類や最大酸素消費速度とは独立であると推察できる。

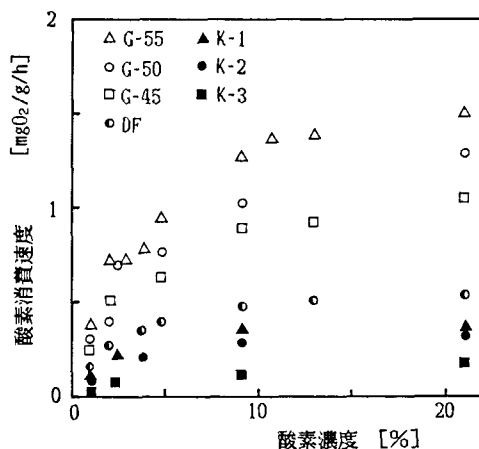


図-3 酸素濃度と酸素消費速度との関係

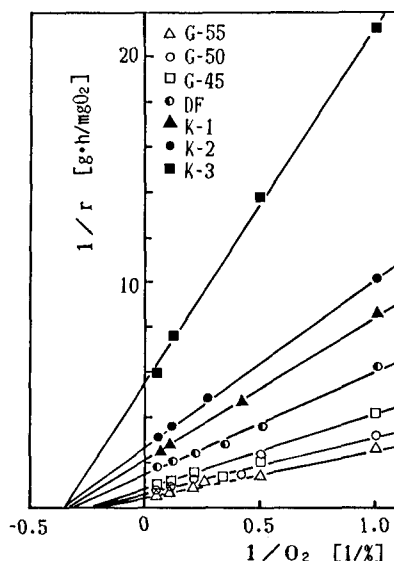


図-4 酸素消費に関するL-Bプロット

表-2 各パラメータの値

試料名	K [%]	r_m [mgO ₂ /g/h]
G-55	3.4	1.7
G-50	3.9	1.5
G-45	4.4	1.4
DF	3.0	0.65
K-1	2.9	0.45
K-2	2.7	0.36
K-3	2.7	0.18