

茸の廃菌床の発熱量と分解速度

国土舘大学工学部都市システム工学科

学生員

西岡 克真

国土舘大学工学部都市システム工学科

井上 慶彦

国土舘大学工学部都市システム工学科

菊池原裕也

国土舘大学工学部都市システム工学科

正会員

金成 英夫

1. はじめに

廃菌床は、茸の菌床栽培に使った農業廃棄物である。供試体としての廃菌床を提供いただいた人口 5 000 人程度の村でも、この廃棄物が年間 15 000 トンほど発生し、その処理に困っているのが実状である。

そこで、この研究は廃菌床の微生物による分解速度を、その発酵熱から推定しようとしたものである。

2. 廃菌床の構成成分

提供いただいた廃菌床は、針葉樹系と広葉樹系木材のオガクズにトウモロコシの芯を粉碎したコーンコブを混ぜ合わせ、それにキノコ菌を添加し、茸を数回栽培した残渣である。例えば、広葉樹系では「なめこ」が、針葉樹系では「えのき」の生育に適している。本研究では、分解速度が比較的速いとされているなめこの生育に使った廃菌床を用いた。

3. 実験装置

廃菌床は、図・1 に示すコンポスト試験用の発酵槽に約 4ℓ (4.7663kg、含水率 60.8%、乾燥質量 1.868kg) 入れ、下部からエアレーションを行った。エアレーション量は 20 Mℓ/min とした。発酵槽内の温度と槽外の気温を 20 分間隔で測定した。

廃菌床に、発酵の促進をねらって微生物活性剤とされているハイデム 3.7cc 添加した。

4. 放熱量

(1) 自然放熱量

実験を始めるに際して、槽内に 80 程度の温水を 13.808kg 入れ、エアレーションをしないで自然状態の放熱量を測定した。経過

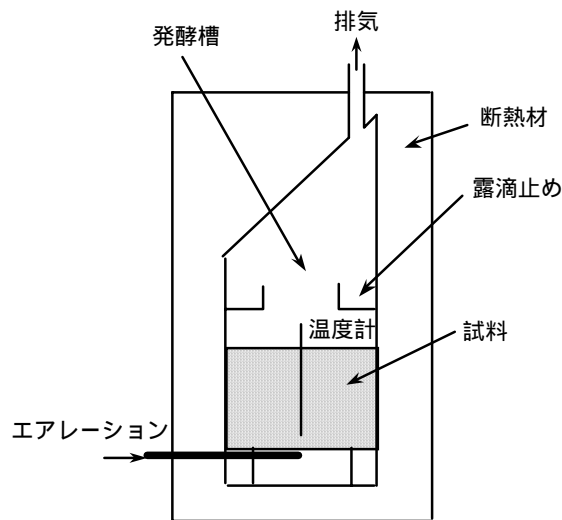


図 - 1 発酵装置

時間と槽内の温度と装置外部の気温差の関係を図・2 に示す。これらの関係は次の式で表わせる。

$$\log T = -0.262t + 1.724 \quad \text{----- (1)}$$

T: 槽内外の温度差 (K)

t: 経過時間 (d)

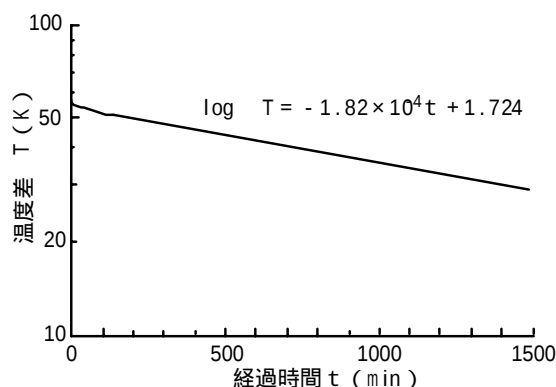


図 - 2 温水を充填したときの経過時間と温度差

(2) エアレーションにともなう放熱量

エアレーションにともなう放熱量は、外気温度の空気が槽内の発酵熱で暖められた後、外部に放出される。空気の熱量・比熱は、次のようである。

$$\begin{aligned} \text{空気の比熱} &= 1.006 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \\ &= 0.240 \text{ cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \end{aligned}$$

キーワード：廃菌床、発熱量、分解速度

〒154-8515 東京都世田谷区世田谷 4-28-1

03-5481-3261 or 3281, Fax03-5481-3253

空気の密度 $1.2 \times 10^3 \text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ (at 20)
したがって、空気 1ℓ 当たりの比熱は、

$$0.240 \text{cal} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{K}^{-1} \times 1.2 \times 10^3 \text{g} \cdot \text{m}^{-3} \\ = 288 \text{cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{m}^{-3} = 0.288 \text{cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \ell^{-1}$$

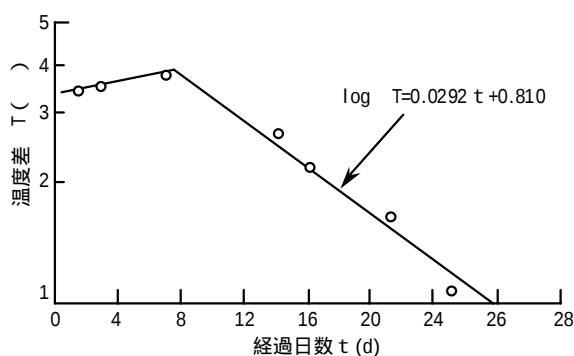
実験期間中の外気の温度は約 18.5 、一方排気の温度は 19.4 程度であったので、排気と外気の温度差は、最大でも 1K と考えることができる。温度差を 1K とすると、エアレーションにともなう発生する放熱量は、

$$20 \times 10^{-3} \ell / \text{min} \times 1 \text{K} \times 0.288 \text{cal} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \ell^{-1} \\ = 0.00576 \text{cal} \cdot \text{min}^{-1} = 8.30 \text{cal} \cdot \text{d}^{-1}$$

エアレーションにともなう放熱量は、廃菌床の発熱量に比べて、極めて小さいので、無視することができる。

(3) 廃菌床の発熱量

熱水の場合と同様に、廃菌床を実験槽内に充填し、その発熱量を測定した。装置内外の温度差と経過時間との関係を図・3に示す。槽内外の温度差は徐々に上昇し、その後低下した。内外の温度差は、最大でも約 4 程度である。この温度差は、試料の発熱によって発生している。最大の温度差 4 程度から 10 日、20 日経過すると、温度差はそれぞれ、約 2 及び 1 と低下している。



図・3 廃菌床の温度差と経過日数

ここで、温度差 4 の場合の廃菌床の発熱量を、水の場合を元にして計算する。水の場合で温度差 4 になる経過時間は(1)式から、4.28 日となる。5.28 日との温度差は(1)式から、2.19 となる。この間の室温を同じとすると、この間に装置外に放熱する熱量は、単位質量の廃菌床当たり、

$$24.99 \text{kcal} / \text{d} / 1.868 \text{kg} = 13.38 \text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$$

となる。この熱量は廃菌床が発生した熱量と同じと考えられる。一方、廃菌床は、木材と同等の発熱量、すなわち、 $4000 \text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1}$ の発熱量を持っているとすると、この温度差 4 を保つとすると、生物学的に完全に分解されるには、299 日ほどの時間を要することになる。同様に計算した結果を表・1に示す。

廃菌床をコンポスト化し、土壌改良材等として緑農地に還元する場合、完全に分解しないで腐植化した状態で農地等に還元するのが良いと考えられる。このような利用法を想定すると、表・1に示す生物学的に完全に分解されるのに要する時間の半分程度の時間でコンポスト化できるであろうと考えられる。このように考えると、廃菌床を緑農地に還元するには、コンポストの発酵温度をできるだけ高くするような方法を用いるべきである。

長野県中野市では、廃菌床を農地に敷きならしておくと、2 ヶ月ほどで土中温度は 60 ~ 70 になるとしている。分解しやすい添加材を加えるなどにより、コンポストの発酵温度が上昇する可能性がある。

表・1 廃菌床の発熱量と生物学的に完全に分解するのに要する時間

温度差	発熱量 $\text{kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$	完全分解までの時間 d
4	13.4	299
2	6.69	597
1	4.04	990

5. まとめ

キノコの廃菌床は、キノコ生産地では産業廃棄物として処分している。このようなバイオマスを資源として再利用することを目的として、実験的研究を行った。その結果をまとめると以下ようになる。

- (1) 廃菌床の発酵温度は、最大でも 4 程度である。
- (2) 温度差は、時間の経過とともに減少している。
- (3) 発酵温度 4 程度では、生物学的に完全に分解されるまでの時間は 300 日程度必要とする。

【謝辞】この実験に用いた供試体(廃菌床)は、山形県最上郡鮭川村役場から提供いただきました。さらに、廃菌床の分解の困難さをご教授いただきました。ここに、記して謝意を表します。