

426. 菌糸塊状発育微生物の菌令と増殖について

○吉田 敏臣・田口 久治・寺本 四郎

(大阪大学工学部醸酵工学教室)

目 的

醸酵工業において用いられる微生物として子のう菌、放線菌などの糸状菌が多く認められ、それらはしばしば菌糸塊を形成する。演者らは菌糸塊内の物質移動、菌糸塊に対する攪拌効果などの糸状菌菌糸塊の培養について物理的な因子を中心に検討してきた。

菌糸塊を形成する糸状菌はその増殖形式が分裂単細胞微生物と異なり、その代謝活性の変化における菌令の導入については特別な考慮を必要とすると考えられる。

演者らは菌糸塊の特有の増殖速度式を提起し、それに菌令の概念を入れて菌糸塊全体の代謝活性の速度式を考察したい。

方 法

使用菌株は *Asp. niger* でグルコン酸生産菌である。使用培地はグルコース10%, peptone 0.5%, KH_2PO_4 0.1%, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.05%, FeCl_3 0.01%である。培養方法は 100 ml および700ml の坂口フラスコによる往復振盪培養および30 l 容ジャーフェーマンターによる通気培養、通気攪拌培養を行なった。培養温度は 30°Cである。菌糸塊径の測定は経時的な写真撮映によって行なった。計測数は 100 で対数正規分布確率紙上の点描から母平均の推定値を求めた。菌糸塊密度の測定としては、ほぼ一定の大きさの菌糸塊を選別し集めて95°Cで乾燥し、 mm^3 当りの乾燥重量 mg として求めた。一般的な分析方法は常法によった。

結 果

1. 菌糸塊状増殖の速度式 培養中の菌糸塊はその径に分布があり、対数正規分布型である。対数正規確率紙上から母平均の推定値を各培養時間毎に求めたところ、Fig. 1 に示めすように培養時間に対して直線的に増大していくことが認められた。すなわち菌糸塊の直径を D_p とすると、

$$\frac{d(D_p)}{dt} = k_g \quad \dots\dots\dots(1)$$

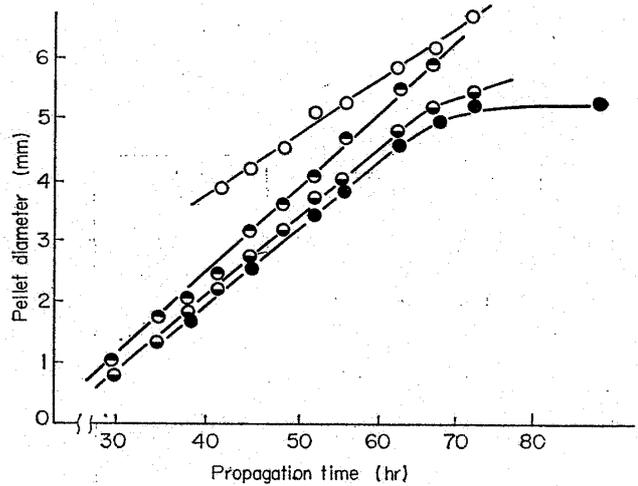


Fig. 1. A time course of pellet diameters of *Asp. niger*. ○: pH control with NaOH
◐, ◑: replacement culture
●: no control

細胞の大きさがほぼ一定で v とし、菌糸塊の全細胞数を N とすると、

$$N = \frac{\pi}{6v} D_p^3 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$= \frac{\pi k_g^3}{6v} t^3 \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$\frac{dN}{dt} = \frac{\pi k_g^3}{2v} t_2 = \frac{\pi k_g^3}{2v} D_p^2 \quad \dots\dots\dots(4)$$

すなわち増殖速度は菌糸塊面積に比例することを示しており、Table 1 の結果はそれを裏付けている。すなわち Fig. 2 に示すように菌糸先端の増殖細胞はグ

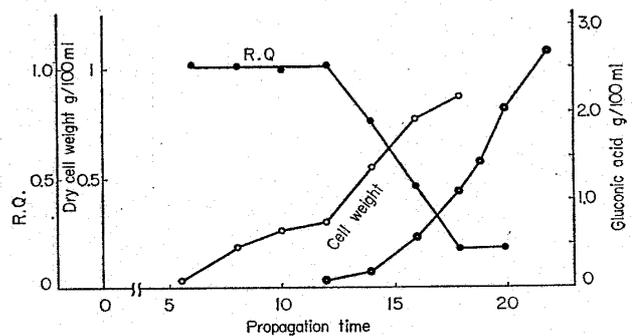


Fig. 2. A time course of propagation of *Asp. niger*.

Table 1. A distribution of respiratory activities in a mycelial pellet of *Asp. niger*.

Position in pellet	Q_{O_2} $\mu\text{l}/\text{mg}\cdot\text{hr}$	Q_{CO_2} $\mu\text{l}/\text{mg}\cdot\text{hr}$	R.Q. (-)
Center	96.8	14.0	0.14
Midle	107.0	18.4	0.17
Surface	136.2	97.1	0.72

ルコン酸を生成せず R.Q. が 1 であるのに対して非増殖細胞の現られる 13 時間目当りからグルコン酸が生成され始め R.Q. が低下する。このような増殖細胞と非増殖細胞の呼吸商の特性から Table 1 の結果を判断すると、菌糸塊表面に増殖細胞の局在していることが確認される。

2. 菌糸塊全体の代謝活性 菌糸塊内で代謝活性の分布が存在することがわかったので、それを菌令の関数として菌糸塊全体の平均的活性値を検討する。

菌糸塊内の菌令 τ の細胞数を $n\tau$ とすると、

$$n_\tau = \frac{dN_{t-\tau}}{dt} = \frac{\pi k_g^3}{2v} (t-\tau)^2 \quad \dots\dots\dots(5)$$

細胞当りの活性値、例えば細胞重量、何らかの代謝活性値を $f(\tau)$ とし、その菌糸塊全体の平均値を $F(t)$ とすると、

$$F(t) = \int_0^t \frac{\pi k_g^3}{2v} (t-\tau)^2 f(\tau) d\tau \quad \dots\dots\dots(6)$$

$f(\tau)$ の関数形は活性の種類によって異なるが、たとえば $f(\tau)$ の比較的簡単な形として、

$$f(\tau) = f(m)e^{-k_a\tau} \quad \dots\dots\dots(7)$$

を採用すると、 $F(t)$ はつぎのように計算される。

$$F(t) = \frac{\pi k_g^3}{2v} f(m) \left\{ \frac{t^2}{k_a} - \frac{2}{k_a^2} t - \frac{2}{k_a^3} (e^{-k_a t} - 1) \right\} \quad \dots\dots\dots(8)$$

活性値として菌体重量、呼吸活性、グルコン酸生産活性を例にとり検討した。さらに菌糸塊状増殖菌体のグルコン酸生産の培養経過に上述の理論を適用して詳細な検討を行なった。