フェライト粉体による酵母菌の殺菌効果

正 員 吉 村 昇 (秋田大)

准 員 鈴 木 久 雄 (秋田大)

Sterilizing Effect on Yeast Cells by Ferrite Powders

Noboru Yoshimura, Member, Hisao Suzuki, Associate Member (Akita University)

キーワード：磁気，フェライト，殺菌，酵母菌

現在，直流磁界による酵母菌の殺菌効果について検討を進めている。アモルファスフィルムを用い，磁束密度 6,000 G の磁界を 12 時間酵母菌に照射した場合に，生菌率が 0.25% に低下することは先に報告した⁽¹⁾。しかし，アモルファスフィルムでは殺菌効果を上げるために，高い磁束密度と長い照射時間を必要とすること，更に生菌率を 0% にすることが難しいことが明らかになり，そこでアモルファスフィルムに代わり，フェライト粉体を用いて検討した。

本研究で使用した酵母菌は前報⁽¹⁾と同様，清酒用の協会七号(学名：Saccharomyces cerevisiae)である。酵母細胞の大きさは 5 μm である。酵母菌には四つの生育過程があるが，本研究では停止期の酵母菌を用いた。

酵母菌の培養には，YPD (Yeast extracts, Polypeptone, Dextrose, 蒸留水を 1 : 2 : 2 : 100 の割合で混合した溶液) 培地を用いた。恒温槽 (田葉井製，LC-222) を用いて 155°C，2 時間の乾熱殺菌済みの L チューブ(長さ：170 mm，内径：16 mm ϕ)に YPD 培地 5 ml と 1 白金耳の酵母菌を入れ，これを振盪培養器(アドバンテック製，TS-20)にセットし，30°C で 17~20 時間振盪すると，菌数は $(2\sim3)\times 10^8 \text{ cells/ml}$ となる。希釈はファルコンチューブを用いて行い，10 倍希釈を 5 回繰返し，菌数を $(2\sim3)\times 10^3 \text{ cells/ml}$ としたものを供試菌とした。この供試料を試験管に 15 ml とり磁気照射試験用とした。同一条件ではこれを 5 回繰返した。

直流電磁石(三井造船製)を用いてギャップ間の磁束密度を 2,000 G あるいは 1,000 G に設定した。2,000 G を超えると，試験管が強く磁極に引っ張られ，滑らかな振盪が不可能となるため，ここでは 2,000 G と 1,000 G にし，試験管は磁極間で上下に周期 2 s/サイ

クルで 1 時間，30 分，および 15 分間振盪した。

試験管内にはスチレンアクリル樹脂(厚さ 2~3 μm)でコーティングしたフェライト粉体(直径：80 μm ，TDK 製)を 6 g 入れた。なお，フェライト粉体の殺菌は，アルコール浸漬後紫外線照射を 24 時間行った。

磁気照射後は YPD 寒天培地により 28°C で 2 日間培養し，コロニーを計数した。本研究では次式で示される生菌率を比較に用いた。

$$\text{生菌率}(\%) = \frac{\text{磁気照射区のコロニー数}}{\text{実験開始前のコロニー数}} \times 100$$

実験結果を表 1 に示す。いずれの場合も顕著な殺菌効果が認められる。2,000 G と 1,000 G を比較した場合，同一照射時間における生菌率は，2,000 G のほうが 1,000 G よりも低い。なお，2,000 G の磁極間に試験管を振盪させないで静置した場合には，照射 1 時間で生菌率は 3 回の同一条件における実験の平均値で 101.2%，30 分で 94.1% となり，殺菌効果はほとんど認められない。

図 1 に試験後メチレンブルーで着色した酵母菌の顕微鏡写真を示す。写真(a)は明るく光っており生存している菌，(b)は形は残っているが死滅した菌，(c)

表 1 生菌率の磁気照射時間依存性
Table 1. Time dependence of survivability for Yeast cells against magnetic radiation time t .

印加磁束密度(G)		生菌率(%)		
		$t=60 \text{ min}$	$t=30 \text{ min}$	$t=15 \text{ min}$
2,000	最大値	0.40	0.80	1.41
	最小値	0	0.30	1.08
	平均値	0.20	0.58	1.19
1,000	最大値	0.50	5.78	—
	最小値	0.22	2.53	—
	平均値	0.32	4.12	—

(a) 生きている菌
(b) 形が残ったまま死んでいる菌
(c) 細胞質の破壊された菌

図 1 磁気照射後の酵母菌の顕微鏡写真
Fig. 1. Microscopic photograph of Yeast cells after test.

(a) 凝集時 ($B=0\text{ G}$)

(b) 分散時 ($B=2,000\text{ G}$)

図 2 フェライト粉体の分散と凝集
Fig. 2. Scattering and condensation of ferrite powders.

図 3 酵母菌とフェライト粉体の移動モデル図
Fig. 3. Model figure for motion between Yeast cells and ferrite powders.

は細胞壁の破壊された菌である。

表 1 より試験管を振盪した場合にのみ酵母菌の死滅することが明らかとなった。この結果より、酵母菌死滅の原因としては、磁界中で試験管を上下に振盪することにより、フェライト粉体の分散(磁界内)→凝集(磁界外)→分散(磁界内)→…(図 2 参照)が繰返される

ためと推測される。すなわち、図 3 に示すように分散時にフェライト粉体間に取込まれた酵母菌が、凝集時に局所的な水の圧力上昇により細胞壁が一部破壊されるか、あるいは細胞内の増殖因子が破壊される(磁気機械的效果と称す)ためと推測される。この点については今後十分に検討する予定である。

本研究に対し御援助いただいている秋田県酒造組合、秋田県醸造試験場、三井造船(株)、TDK(株)フェライト事業部の関係各位、本学大学院生 伊藤達弥君に謝意を表す。(平成 3 年 1 月 8 日受付)

文 献

- (1) 吉村・土井・鈴木・中田・石川：「磁気による酵母菌の死活制御」，電学論 A, 109, 45 (平元-1)

吉 村 昇 (正員)

昭和 18 年 11 月 5 日生。44 年 3 月秋田大学大学院修士課程電気工学専攻修了。同年 4 月同大学鉱山学部電気工学科助手，講師，助教授を経て，58 年 4 月同教授となり，現在に至る。工学博士。電気・電子材料，特に絶縁材料の劣化現象と絶縁破壊，誘電体および半導体セラミックスの電気特性および電磁気工学の生物工学への応用に関する研究に従事。53 年 1 月～54 年 8 月クラークソン工科大学客員研究員，平成元年同大学客員教授。59 年電気学会論文賞受賞。平成 2 年日本素材物性学会会長。電子情報通信学会，応用物理学会，静電気学会，IEEE 会員。

鈴 木 久 雄 (准員)

昭和 41 年 12 月 29 日生。平成元年 3 月秋田大学鉱山学部電気工学科卒業。同年 4 月同大学大学院修士課程電気工学専攻入学，現在に至る。電磁気工学の生物工学への応用に関する研究に従事。