

# 食品工業におけるバイオリアクターの利用

- パーバレーション膜リアクターを事例として -

農水省中国農業試験場 森 隆

食品工業では、微生物、酵素を利用して、各種の甘味料や調味料、或は食酢、醤油、酒、ビール等の醸造食品の製造が行われている。この様に、微生物や酵素等の生体触媒を利用して物質生産を行う際に、その反応をより効率的に進行させるための反応システムをバイオリアクターと呼ぶことができる。

従来の生産方式の多くはバッチリアクターであり、微生物や酵素を固定化せずに遊離の状態で使用する。この方法は反応後の生成物と生体触媒の分離が煩雑であり、また生体触媒の再利用が出来ない等の問題点があった。こうした問題点の解決策として、固定化生体触媒の利用が始まった。生体触媒を固定化することにより、繰り返し利用が可能となり、また、カラムに詰めて充填層型リアクターを構築することにより、連続的な物質生産が可能となった。

さらに最近では、選択性や耐久性の優れた膜の開発と連動し、リアクターに膜分離装置を組合わせた膜型リアクターの研究開発も進行している。

ここでは、バイオリアクターの分類、固定化技術の現状、各種バイオリアクターの食品分野での応用例を述べるとともに、演者らが、エタノール生産を目的として開発したパーバレーション膜・バイオリアクターについて紹介する。

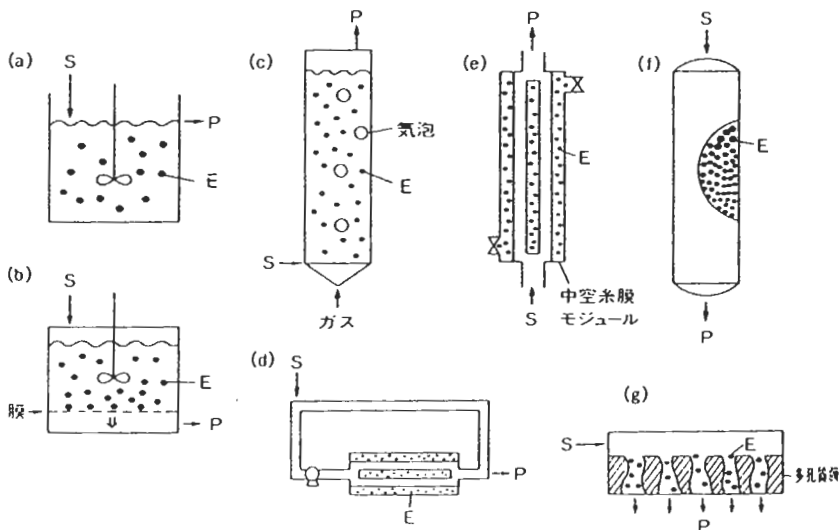


図1 種々のバイオリアクター

(a)攪拌槽型リアクター、(b)遊離型膜リアクター、(c)流動層型リアクター、(d)・(e)拡散型膜リアクター、(f)充填層型リアクター、(g)強制透過型膜リアクター（S：基質、P：生産物、E：生体触媒）

表1 連続式バイオリアクターの実用化例

対象物	酵素	固定化手法及び担体	リアクター形式
異性化糖の生産	グルコースイソメラーゼ	固定化微生物(凝集剤, 架橋剤) 固定化酵素(イオン交換樹脂, 多孔質ガラス)	充填層(多段)
乳糖の加水分解	$\beta$ -ガラクトシターゼ	固定化酵素(アセチルセルロース, イオン交換樹脂)	充填層
ラフィノースの分解	メリビアーゼ	固定化微生物(菌体ペレット)	攪拌槽
サイクロデキストリンの生産	サイクロデキストリン グルカノトランスフェラーゼ	遊離型膜リアクター(限外濾過膜)	膜型
L-アミノ酸の生産			
L-アスパラギン酸	アスパルターゼ	固定化微生物( $\epsilon$ -カラギーナン)	充填層
L-アラニン	L-アスパラギン酸 4-デカルボキシラーゼ	固定化微生物( $\epsilon$ -カラギーナン)	充填層
L-リンゴ酸	フマラーゼ	固定化微生物( $\epsilon$ -カラギーナン, ポリエチレンイミン)	充填層

\*

### パーペーパレーション膜分離法

パーペーパレーションとは、パーミエーション(浸透)とエバポレーション(蒸発)という2つの語から合成された新しい言葉で、本法は液体混合物のある成分を膜に浸透させ、膜中で拡散させた後、膜の裏側から蒸気の形で取り出す分離方法である。膜透過成分だけを気化するので、蒸留と比較すると省エネルギー的な方法といえる。

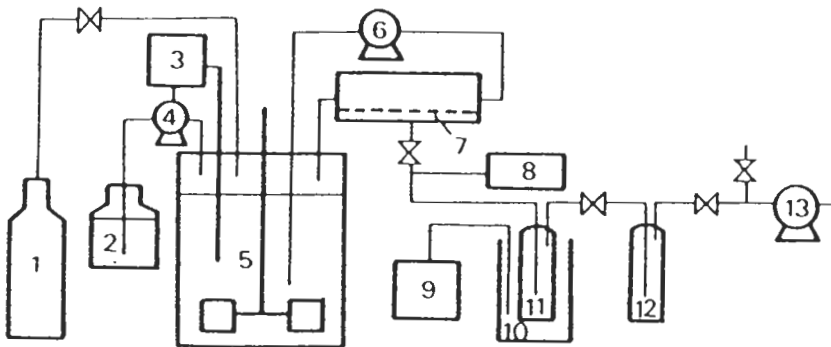


Figure 2. Schematic diagram of the pervaporation membrane bioreactor: (1) CO<sub>2</sub> cylinder; (2) 4N NaOH; (3) pH controller; (4) peristaltic pump; (5) jar fermentor; (6) circulation pump; (7) membrane; (8) Pirani gauge; (9) cooler; (10) bath; (11) trap 1 (20°C); (12) trap 2 (liquid N<sub>2</sub>); and (13) vacuum pump.