

245

## バイオリアクターによるビール醸造

○三井俊介・中西弘一\*・村山博・長柄覚 (キリンビール・ビール事本部・技開部、  
\*海洋バイオ研)

酵母を何等かの方法により固定化し、ビール醸造を行う研究は、1937年にレンガ片に酵母を吸着させた研究例が最初と云われているが、本格的な研究は1971年にNarziss<sup>1)</sup>・<sup>2)</sup>ら及び1973年にKirsop<sup>3)</sup>らがそれぞれ独立に発表した研究が上げられる。これらは、いずれもビール酵母とケイソウ土を混合して多孔性の酵母菌体層を形成し、系外への流出を抑えながら、これに麦汁を連続的に通過させて発酵を行うものである。1978年頃からアルギン酸カルシウムゲルビーズにビール酵母を包括固定化し、ビール醸造を試みる研究の報告が見られる。Bass社のWhite<sup>4)</sup>ら、カールスベルグ研究所のGodtfredson<sup>5)</sup>ら、プラハ醸造・製麦研究所のPardonova<sup>6)</sup>の研究がそれである。これらの研究例では、固定化酵母によるビール醸造を行った場合、ビール香味は従来の醸造法によるものと大きく異なる事が指摘されている。この問題点を解決を図ったシステムとして、1985年当社の中西<sup>7)</sup>らは、2つのリアクターからなるビール醸造システムを開発し報告した。

このシステムは、固定化酵母によるビール醸造の香味の問題点であるアミノ酸摂取不足とダイアセチルの発生を解決したものである。即ち、第1槽の好気培養リアクターでアミノ酸摂取を促進し、嫌気培養条件下の第2槽で主に麦汁中の糖を発酵させる事により、ダイアセチルの前駆体の生成を抑制するシステムである。このシステムにより、従来の醸造法で7~9日間要する前発酵を1~2日間に短縮でき、また連続運転も20Lスケールのパイロットプラントで6ヵ月以上の長期にわたって安定して行った実績もある。しかも香味成分上殆ど差の無いビールが製造できている。しかし、このシステムに使用された固定化担体は、アルギン酸カルシウムビーズを固定化担体としているため、長期連続運転の過程での担体の強度劣化、膨潤等の問題点を始めとして、実用化上の様々な問題点がある。これにかわる固定化担体として粒状セラミック担体を開発し固定化担体として用いた。

これまでの研究例では、セラミックを固定化担体に用いた場合、微生物の固定化菌数が少ないと言う欠点が指摘されているが、天然多糖類に比較して次の利点がある。(1)pH変化や、供給液の化学的浸食に対して安定であり、安全性が極めて高い。(2)担体の大きさ、形状及び強度に変化がない。(3)数100°Cの高温に耐え、熱的に安定である。(4)固定化した酵素や微生物の活性度が、天然多糖類担体に包括固定化した場合に比べ、より長期にわたって安定な場合が多い。

当社で開発した粒状セラミック担体を第2槽の固定化担体として使用し、長期連続醸造を行った結果、従来より使用しているアルギン酸カルシウムビーズに比較して良好な結果を得ている。即ち、6ヵ月にわたる長期運転期間中の固定化酵母の発酵力は、アルギン酸カルシウムのそれは逐次低下して行くのに対し、粒状セラミック担体では一定であった。また、ビール品質も十分にビールの範ちゅうに入るものであった。

固定化酵母によるビール連続醸造は、醸造期間の大幅な短縮や醸造設備の小型化、自動化が可能であるという有用性を持っている。しかし、実用化に当っては、反応効率、安定性、操作性の向上とともに「微生物汚染防止」についても解決を図らなければならない。また、バイオリアクターによるビール醸造は効率を追及したものであるが、それと同等に、優れた香味のビールを醸造し、付加価値を高めることが大切である。

参考文献 1)Narziss, L., et al., Brauwelt, 111(67), 1491(1971). 2)Narziss, L., et al., *Brewers Digest*, 47(9), 106(1972). 3)Baker, D. A., et al., *J. Inst. Brew.*, 79, 487(1973). 4)White, F. H., et al., *J. Inst. Brew.*, 84, 228(1978). 5)Godtfredson, S. E., et al., *Eur. Brew. Conv. Proc. Congr.*, 18th, Copenhagen, 505(1981). 6)Masschelein, C. A., *Cerevisiae*, 3, 135(1983). 7)Nakanishi, K., et al., *Eur. Brew. Conv. Proc. Congr.*, 20th, Helsinki, 331(1985).

Beer Brewing With Immobilized Yeast

©Shunsuke Mitsui, Koichi Nakanishi\*, Hiroshi Murayama, Akira Nagara  
(Technol. Develop. Dept., Beer Division, Kirin Brewery Co., LTD., \*Marine Biotechnol. Institute, Co., LTD.)