

# 様々な酵素による原料利用率の向上

酒類総合研究所 酵素工学研究室 三上重明

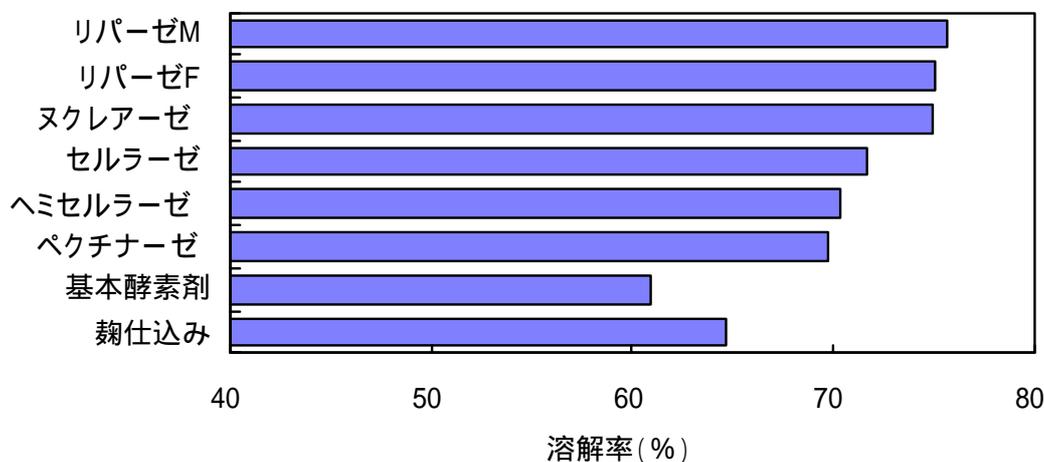
## 1. はじめに

酵素工学研究室では、麹菌をはじめとする各種の醸造関連微生物が生産する様々な酵素の構造と機能についての研究を進めており、各酵素の醸造における機能を解明するとともにその利用に関する研究を行っている。現在までに、酒類原料の穀類胚乳細胞に存在するデンプン、タンパク質等の細胞内顆粒やセルロース、ヘミセルロース、ペクチン質等の細胞壁構成成分の分解酵素系に関わる清酒麹菌及び焼酎麹菌の  $\alpha$ -アミラーゼ(EC 3.2.1.1)、グルコアミラーゼ(EC 3.2.1.3)、 $\beta$ -グルコシダーゼ(EC 3.2.1.20)、酸性プロテアーゼ(EC 3.4.23.18)、酸性カルボキシペプチダーゼ(EC 3.4.16.1)、セルラーゼ(EC 3.2.1.4)、キシラナーゼ(EC 3.2.1.8)、ポリガラクトナーゼ(EC 3.2.1.15)及び  $\beta$ -グルコシダーゼ(EC 3.2.1.21)等の単離、精製を行い、各精製酵素の酵素化学的諸性質を明らかにしてきた。

今回は、特定研究「原料利用率向上に寄与する酵素に関する研究」(平成7～11年度)の成果の一つである低温発酵用酵素剤の開発、並びに特別研究「醸造関連微生物の生産する酵素の新規機能解明及び利用」(平成12年度～)のサブテーマ「穀類細胞壁分解酵素の醸造における機能解明」として行っている原料利用率の向上に寄与する酵素に関する知見について報告する。

## 2. 低温発酵用酵素剤の開発

米を用いた小スケール仕込みによる清酒もろみにおける蒸米溶解の簡便な評価法を設定し、各種市販酵素剤中の低温発酵における蒸米溶解補助活性を検索した結果、第1図に示したとおりリパーゼ剤及びヌクレアーゼ剤に顕著な活性が認められた。



第1図 各種市販酵素剤の蒸米溶解補助活性

低温発酵における酸性ホスファターゼ剤の効果について、総米 100 kgの試験醸造で検討した結果、吟醸麹中には酸性ホスファターゼ以外にさらに重要な酵素が存在することが示唆された。

$\alpha$ -アミラーゼ、グルコアミラーゼ、酸性プロテアーゼ、酸性ホスファターゼ及びリパーゼを配合した酵素剤を用いた低温発酵による製成酒は、粕歩合が低いにもかかわらず、吟醸麹を用いたものとほぼ同等の官能評価が得られた。そこで、 $\alpha$ -アミラーゼ、グルコアミラーゼ、酸性プロテアーゼ、必要に応じて酸性ホスファターゼからなる酵素剤にリパーゼ及びヌクレアーゼを配合してなる醸造用酵素剤であり、麹の代替または補強として使用するという構成内容の特許を出願した。

### 3. 穀類細胞壁分解酵素

清酒製造における原料利用率の向上を目的として、セルロース、ヘミセルロース及びペクチン質等の分解に関わる穀類細胞壁分解酵素の清酒もろみの並行複発酵に及ぼす影響について検討した。その結果、第1表に示したとおり各種の細胞壁分解酵素剤は、いずれも清酒もろみの並行複発酵を促進することが明らかになった。また、各種市販酵素剤の中では、*Aspergillus niger* 起源のヘミセルラーゼ剤の効果が最も顕著であった。

第1表 細胞壁分解酵素剤を添加した製成酒の成分値等

成分等	対照(麹)	セルラーゼA	ヘミセルラーゼ	ペクチナーゼA	粗酵素液
アルコール分(%)	17.1	17.3	18.1	17.8	18.6
日本酒度	0	3	3	-6	7
酸度	2.3	2.4	2.6	2.7	2.4
アミノ酸度	1.7	1.7	2.3	2.1	2.0
全糖分(%)	5.3	4.9	5.7	6.1	4.2
ブドウ糖(%)	0.5	0.5	0.5	0.8	0.5
溶解率(%)	67.6	67.4	73.0	72.8	70.7
純アル収得量(/t)	300	303	323	318	329
粕歩合(%)	58.1	58.6	47.3	47.8	51.9
セルロース分解活性	1	48	83	77	30
キシラン分解活性	1	88	233	151	300
ペクチン分解活性	0	91	163	121	35

一方、清酒麹菌 *Aspergillus oryzae* の小麦フスマ培地を用いた液体振盪培養により調製した粗酵素液中にも、キシラン分解活性をはじめとする各種の細胞壁分解酵素活性が認められるとともに、上記のヘミセルラーゼ剤に匹敵するほどに清酒もろみの並行複発酵を促進しており、原料利用率の向上が強く示唆された。現在は、清酒麹菌の生産するセルラーゼ、 $\alpha$ -グルコシダーゼ、キシラナーゼ等を単離、精製し、その酵素化学的諸性質について検討している。

#### 参考文献

- 1) 岩野、三上：醸造用酵素剤及びそれを用いた醸造法、特開平 10-248562 (1998)
- 2) 磯谷、三上、岩野：低温発酵における酸性ホスファターゼ及びリパーゼ剤添加の効果、醸協, **95**, 672-678 (2000)
- 3) 福田、若林：植物細胞壁溶解酵素の添加による清酒もろみにおける原料利用率の向上、生物工程, **79**, 299-302 (2001)