

# 일본의 청주 제조기술 동향



김 창 목

<산업기술정보원 생명과학실 책임연구원>

## ■ 目 次 ■

1. 일본의 청주시장 현황
2. 청주 효모의 육종
3. 생주(生酒)
4. 저알코올 청주
5. 청주의 액화 담금
6. 원료미의 열풍 가열
7. 청주의 새로운 생리기능
8. 청주양조의 퍼지제어
9. 결어

## 1. 日本의 清酒市場 現況

日本의 대표적인 술인 清酒는 1992년에 지난 50년 가까이 유지되어 오던 級別制度가 폐지되어 稅率이 일원화 됨에 따라 酒類市場에서 가장 큰 경쟁 상품인 포도주와의 경쟁에서 살아 남기 위하여 전혀 새로운 국면에 접어들었다.

日本의 清酒消費는 1975년에 최대소비량을 보인 이후 1985년 까지 장기간 감소경향을 계속해 왔고 이후 정체되어 있다가 약간의 회복기미를 보이고 있다. 이와같은 감소추세를 극복하게 된 주 요인은 수년전부터 業界가 品質爲主의 高附加價値製品 생산에 주력하면서 技術開發에 힘쓴 결과라 할 수 있다. 이른바 高級清酒인 吟釀酒, 純米酒, 本釀造酒와 이들의 生酒, 生貯藏酒 등의 特定名稱의 清酒를 새롭게 소비자들에게 인식시키고 主力商品으로 정착시키고 있다.

이제 日本 소비자들의 清酒 선택기준은 製法品質表示基準으로 정해진 特定名稱酒이며 原料와 製造方法의 차이에 따라 <表 1>과 같이 8종류로 분류되고 있다.

日本의 國稅廳資料에 따르면 1985년부터 1989년 까지 特定名稱酒의 伸張率은 吟釀酒가 170%, 純米酒가 120%, 本釀造酒가 130%였으며 이들이 清酒 전체에서 점하는 비율이 1989년에 16.7%에서 1990년에는 29.2%로 증가하고 있으며 商品動向調査에서도 特定名稱酒의 商品數가 계속 증가하고 있어 소비자들의 경향을 잘 반영하고 있다 하겠다.

## 2. 清酒酵母의 育種

80年代까지 清酒酵母育種의 주된 목표는 우량효모의 純度를 높여 安全한 釀造(킬러酵母의 利用)와 술덧탱크에서의 효율성 향상(거품을 생성하지

<表 1> 製法品質表示基準에 따른 特定名稱清酒

特定名稱	原 料	精米비율	香 味
吟釀酒	米, 米麴, 양조알코올	60% 이하	고유의 香味와 色이 良好
大吟釀酒	"	50% 이하	" 色이 특히 양호
純米酒	米, 米麴	70% 이하	香味와 色이 양호
純米吟釀酒	"	60% 이하	고유의 香味와 色이 양호
純米大吟釀酒	"	50% 이하	"
特別純米酒	"	60% 이하 또는 특별한 製造法 (說明表示)	香味와 色이 특히 양호
本釀造酒	米, 米麴, 양조알코올	70% 이하	香味와 色이 양호
特別本釀造酒	"	70% 이하 또는 특별한 製造法 (說明表示)	香味와 色이 특히 양호

않는 酵母)과 같이 釀造効률을 향상시키는데 목표를 두었다. 그러나 이후 소비자요구의 다양화에 따라 酒質을 개선하기 위한 酵母의 開發에 눈을 돌려 酵母에 새로운 特性을 부가하여 酒質을 개선, 변화시키는데 주력하고 있다.

종래에 행해지던 選拔, 半數體化와 交雜, 變異處理 등의 고전적방법에서 細胞融合을 비롯한 分子生物學的인 방법이 80年代부터 도입되기 시작하였다. 우량清酒酵母의 대부분이 2倍體이고 孢子形成能도 낮아 變異特性을 가진 菌株을 얻기가 어려웠으나 개발된 나이스타틴(nystatin)濃縮法에 의해 여러가지 營養要求性株을 얻게 되었고 分子育種에서 宿主로 이용되게 되었다. 釀造特性을 손상시키지 않고 營養要求性株을 얻기위하여 여러종류의 아날로그를 이용한 포지티브選擇法에 따라 *lys2*, *ura3* 變異株가 清酒酵母에도 도입되어 細胞融合과 分子育種에 이용되고 있다.

### 1) 分子育種 概略

*Saccharomyces cerevisiae*는 分子育種의 材料로 우수한 성질을 가지고 있어 일찍부터 이용되어 왔으나 대부분이 多數倍體이며 孢子形成能이 낮아 實用的酵母로 이용하는 데 있어 유효한 宿主의 획득

이 어려웠다. 그리고 實用化를 위해서 도입한 性質이 安定하게 나타나야 하므로 이에따라 포지티브選擇에 의한 特定遺傳子變異株의 濃縮으로 宿主와 벡터스의 포지티브標識(marker)의 개발이 實用化되었다.

酵母에 이용되는 形質轉換法으로 1978년에 개발된 프로토플라스트·PEG法은 보다 우수한 細胞壁溶解酵素의 개발, 프로토플라스트 재생조건의 검토 등에 의해 DNA 1 $\mu$ g 당 10<sup>4</sup> 콜로니 정도의 形質轉換頻도가 이루어 졌으나 프로토플라스트化의 조건, 프로토플라스트에서 再生에 요하는 시간이 긴 어려움이 남아있다. 한편 금속이온을 이용하여 쉽고 빠르게 形質轉換株를 얻는 방법이 1983년에 酵母에서도 이루어져 醋酸리튬과 溫度處理에 의해 DNA 1 $\mu$ g 당 10<sup>5</sup> 콜로니 정도의 轉換頻도를 얻게 되었고 더욱 간편한 방법으로써 엘렉트로메퍼레이션方法에 의해 DNA 1 $\mu$ g 당 10<sup>5</sup> 콜로니의 高轉換率이 실현되고 있다.

아날로그試藥으로 特定遺傳子를 欠損시키는 방법으로는 清酒酵母에서 아미노아디핀산에 의한 *lys2* 變異, 플루오르오르틴산에 의한 *ura3* 變異株를 얻는 방법을 들 수 있다.

酵母의 分子育種에 사용되는 벡터의 종류로는 染

色體에 삽입하여 안정화시킨 YIp型, 酵母의 染色體 複製起點의 일부를 지녀 自體增殖하는 YRp型, 酵母의 核外遺傳子인 2 $\mu$ mDNA의 複製起點을 가진 YRp型 벡터보다도 안정성이 좋은 YEp型, YRp型 벡터에 酵母의 센트로메아를 삽입한 카피數는 낮게 제한되지만 유지성이 매우 높은 YCp型 벡터가 널리 사용되고 있다. 그리고 數Mpb 단위에서의 DNA遺傳子 도입을 가능하게 한 센트로메아와 테로메아를 가진 YAc 벡터와 染色體變換用의 벡터가 개발되어 있다.

形質轉換法을 이용하여 새로운 性能을 지닌 育種株의 生産例로는 多糖類醱酵性, 凝集性, 香味性分の 變化, 低尿素生産性菌株의 개발을 들 수 있다.

2) 香氣生成에 관한 酵母育種

80年代 후반부터 酵母育種의 주요한 과제가 된 高香氣生成株의 育種은 吟釀酒의 인기에 따라 급속한 발전을 보여 많은 實用株가 만들어지게 되었다. 淸酒中の 香氣性分 가운데 閾值(Odour unit) 이상으로 함유된 成分은 <表2>에 나타난 것들이 있다.

각지역의 工業試驗所 등에서 交雜, 突然變異, 細

胞融合法에 의해 吟釀酒用 酵母의 개량에 이용되었고 遺傳工學的으로는 로이신 합성에 관여하는 leu4 遺傳子의 多카피 벡터에 의한 도입이 행해져 遺傳子增幅效果에 의한 이소아밀알코올의 生産性向上이 이루어졌다. 또 방향족 아날로그耐性遺傳子를 이용한  $\beta$ - 페넬알코올 高生産性株의 育種이 이루어졌다.

特定香氣成分을 포지티브선택법에 의해 얻는 방법도 많이 개발되었는데 이소아밀알코올 및 초산이소아밀高生産性을 얻기위해서는 로이신酸아날로그耐性株가 로이신에 의한  $\alpha$ -IPM合成酵素阻害를 解除시키는 것을 이용하고 있다.

이 밖에 赤色色素를 蓄積하는 酵母의 變異株를 나이스타틴濃縮法에 의해 淸酒酵母에 導入하는 기술이 개발되어 종래의 淸酒와는 다른 술의 設計가 가능해 졌으며 淸酒의 味覺관련성분 가운데 가장 중요한 有機酸의 生成調節이 가능해져 상쾌한 酸味를 부여하는 말린酸 高生産株의 育種도 이루어졌다.

<表 2> 오더 유니트 이상 존재하는 淸酒香氣成分

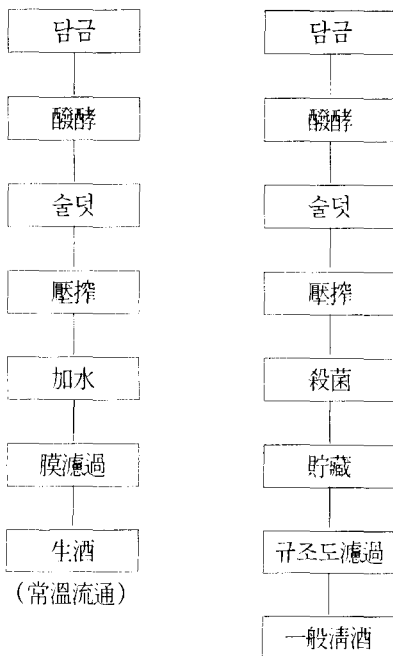
沸點(°C)	알코올류	에스테류류	알데히드류		
<100	에탄올	초산에틸	아세트알데히드	↑ 揮 發 香 ↓	↑ 基 調 香 ↓
101	이소아밀알코올	초산이소부틸			
5		초산이소아밀			
200		유산에틸 카프론산에틸 4-히드록시부티르산-에틸			
>200	$\beta$ -페넬알코올	카프릴산에틸 펠라르곤산에틸 페닐초산에틸 초산페넬 카프린산에틸 라우린산에틸			

### 3. 生酒

清酒市場에서 生酒의 수요가 늘어나고 있는 것은 소비자의 高級化, 自然化의 성향을 生酒가 지니고 있는 신선함, 香味特性과 잘 일치하고 있기 때문으로 생각된다.

종래 生酒의 제조는 清酒를 발효시킨 다음 술덧을 壓搾濾過하고 구조토로 菌을 제거시켰으나, 이 방법으로는 糖과 蛋白質을 분해하여 生酒의 香味를 변화시키는 酵素를 제거할 수가 없기 때문에 低溫貯藏과 低溫流通이 필수적이었고 따라서 제품의 수명이 짧아 맛을 유지하기 위해서 여러가지 특별한 관리가 필요하였다. 그러나 최근에는 食品分野에 있어서 有用成分의 分離, 濃縮에 광범위하게 이용되기 시작한 膜分離技術을 이용한 生酒의 제조방법이 도입됨에 따라 酵素와 細菌의 제거가 쉽게 이루어져 殺菌工程없이 常溫流通이 가능해졌고 동시에 經時的인 品質의 유지가 향상되고 製造工程의 단축

[圖 1] 生酒의 製造工程 비교



이 이루어졌다.

### 4. 低알코올 清酒

日本人의 飲酒습관은 위스키나 브랜디에 있어서도 그대로 마시기 보다는 물이나 얼음을 넣어 희석하여 알코올濃度로는 5~10%로 마시는 것이 일반적이어서 飲酒時 가장 알코올濃度가 높은 술은 清酒라는 기현상이 나타나게 되었다. 이에따라 최근 라이프스타일의 변화, 健康에 대한 관심과 아울러 清酒의 消費擴大를 고려하여 개발하기 시작한 것이 알코올濃度가 낮은 清酒이다. 市販되고 있는 대표적인 알코올濃度 10% 이하의 低알코올 清酒는 다음과 같다.

#### 1) 勇心酒造(株)

1985년에 勇心酒造 등 18社에 의해 개발된 술로 製造方法은 蒸米에 물을 가하여 80℃에서 술을 담그고 液化酵素로 1~2時間 液化시킨 후 55℃로 냉각시키고 糖化酵素로 6~7시간 糖化를 시킨다. 30℃에서 酵母와 麴을 첨가하여 品溫을 서서히 낮추고 醱酵日數를 10~14일로 하여 알코올濃度가 8%에 이르도록 한다. 清酒의 成分은 알코올 7~8%, 酸度가 6~7, 糖分이 7~9%로 清酒香이 약하고 高酸味를 띤다.

<表 3> 低알코올 清酒의 담금配合例

總米	50kg
蒸米	41.5~46.5kg
麴米	2.5~3.5kg
用米	75 ℓ (150%)
乳酸	500ml
液化酵素	25 g
糖化酵素	25 g

2) 浜田酒造(株)

쌀과 쌀麴으로 만든 純米酒로 일반담금법에 따르며 알코올濃度 6.5%, 酸度 4, 아미노산度 1.2이며 상쾌한 酸味와 약한 甘味를 가진다.

3) 藏王酒造(株)

蒸米와 10%의 쌀麴, 140%의 물을 가하여 高溫糖化를 8시간 행하고 30°C에서 酵母를 첨가하여 15°C 이하에서 醱酵시킨다. 이후 50°C에서 殺菌하여 急冷시킨다. 製品의 성분은 알코올濃度 8~8.9%, 酸度 6~7로 女性을 대상으로 한 술이다.

4) 大關酒造(株)

쌀, 쌀麴을 원료로 한 單行複醱酵型 清酒이다. 알긴酸나트륨에 酵母를 固定化한 바이오리액터를 이용한다. 쌀과 麴을 하룻밤 糖化하고 壓搾하여 糖化液을 만든다. 糖化液을 조금씩 주입하면서 連續醱酵을 행하는데 主醱酵은 3일, 後醱酵은 2~5°C에서 7일간 행하며 탄산가스를 含有시킨다. 알코올

濃度 8.5%, 酸度 2.5로 發泡性이 있고 香이 높은 술이다.

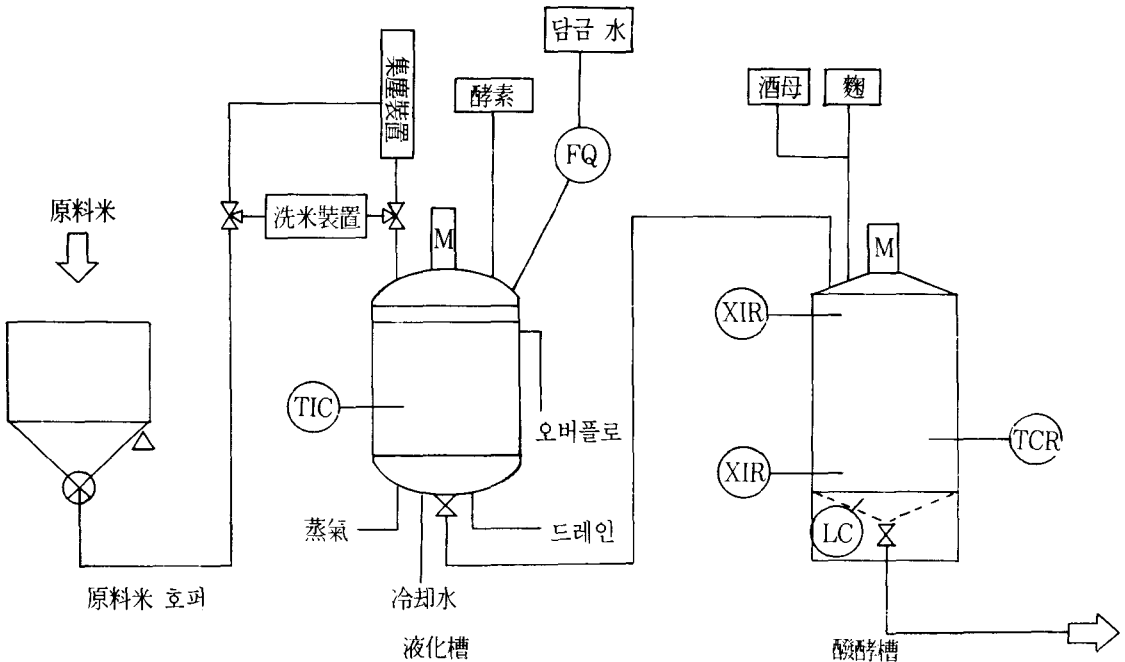
5) 阿桜酒造(株)

55~60%의 쌀을 원료로 黃麴의 비율이 10%, 紅麴을 50% 사용하여 110%의 물을 가하여 一段담금한다. 알코올濃度 8%, 酸도가 4.2이며 붉은색을 띠는 포도주와 같은 女性用 清酒이다.

5. 清酒의 液化담금

清酒釀造業界에 있어서도 최근 人力不足의 문제가 매우 심각하고 숙련된 기술자의 확보가 어려워 짐에 따라 제조장치의 자동화와 함께 清酒製造에 있어 가장 많은 노력이 필요한 原料處理工程의 혁신적인 단축에 많은 연구가 이루어져 왔다. 종래의 蒸米法을 대신하여 단순화된 工程을 개발하기 위하여 실용화된 것으로 알파미의 이용, 팽화米, 焙燒米 등의 이용법이 개발되었고 原料米의 液化담

<圖 2> 液化方式에 의한 清酒製造 플로어 시트



금법도 이러한 차원에서 淸酒製造工程의 自動化를 가능케 하는 새로운 原料處理法으로 관심을 모으고 있다.

### 1) 原料米의 液化方法和 裝置

현재 대다수의 淸酒製造業體에서 이루어지고 있는 在來의 蒸米工程은 開放式으로 通風冷却式이기 때문에 季節의 淸酒와 함께 雜菌의 影響을 받게 된다. 그러나 液化法은 原料米의 浸漬에서 冷却까지의 工程이 液化槽內에서 처리되기 때문에 給水, 原料投入, 酵素添加, 昇溫, 冷却, 脫氣 등의 工程을 프로그램화 하여 自動化가 가능하고 醱酵탱크 內에서 세척과 살균도 自動處理가 가능해져 原料處理 全工程을 自動化하여 실시할 수 있는 큰 장점이 있다.

[圖 2]는 原料米 液化裝置를 이용한 淸酒製造工程을 나타낸 것으로, 在來法에 비하여 單一裝置內에서 原料處理가 되므로 설치면적이 적으며 原料의 운반도 액체 그대로 파이프를 통하여 이루어지는 장점이 있다.

液化方式에 의한 淸酒製造工程을 설명하면, 原料는 호퍼에서 計量되어 공기 또는 물로 液化槽에 이송되고 프로그램에 따라 給水, 攪拌, 原料投入, 昇溫, 酵素添加, 冷却이 自動으로 행해져 液化가 완료되면 醱酵탱크로 파이프라인을 통해 옮겨진다.

液化槽는 특수한 교반장치를 갖추고 溫度調節이 가능한 密閉槽로써 입력된 프로그램에 따라 最適의 酵素反應이 이루어지도록 하고, 醱酵탱크도 在來型

과는 달리 低速回轉縱型攪拌機와 아래, 측면에 冷却用자켓을 설치하여 自動化가 되어있고 술덧의 比重, 알코올 측정을 위한 센서와 自動세척용 노즐을 갖추고 있다.

白米를 粉碎하지 않고 그대로 液化槽內에서 알과 아밀라제에 의해 液化處理하는 간편한 방법도 개발되었는데 米粒을 서서히 昇溫하여 급격한 糊化를 막아 液化液의 粘度上昇이 일어나지 않도록 攪拌槽를 조작함에 따라 蒸米를 이용한 담금 濃도와 같은 정도로 또는 高濃度의 液化液을 얻는 것이 가능하다.

### 2) 液化담금例

實用規模에 있어서 쌀 5.2t을 사용한 液化담금例를 보면 다음과 같다.

먼저 100kg의 蒸米로 酒母麴을 만들어 高溫糖化法으로 酒母를 만든다. 다음 白米 1.2톤, 담금수 1,910 ℓ, α-아밀라제 500 g 과 酸性프로테아제 80 g 을 교반시키면서 液化裝置에 투입하고 40~45℃로 온도를 올려 약 1시간 동안 酸性프로테아제의 작용을 진행시키고 서서히 온도를 80~85℃까지 올려 液化시킨 후 담금온도까지 冷却하여 醱酵탱크에서 1차 담금을 행한다. 마찬가지로 2차, 3차, 4차 담금을 행하는데 麴은 1~3차 까지 각각 100kg씩 사용하고 4차에는 사용하지 않는다. 3차, 4차에 글루코아밀라제를 술덧에 첨가한다. 술덧은 초기부터 流動性이 좋고 品溫制御가 가능하며 酸度와 아미노산도는 낮은 경향이다. 이때 알코올濃度

<表 4>

實用規模의 液化담금 配合

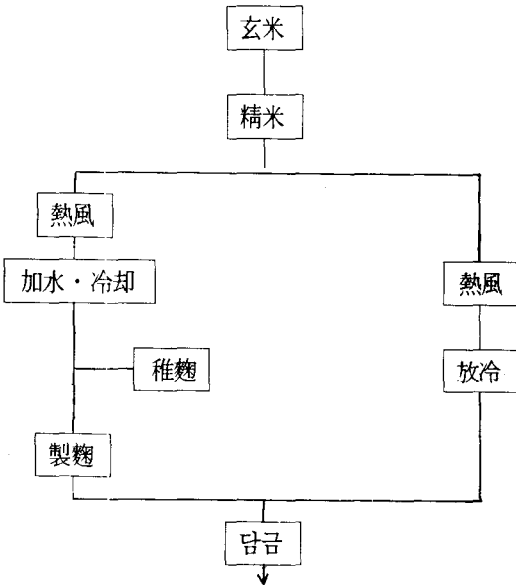
區 分	酒母	1차	2차	3차	4차	進加水	알코올첨가	계
總米(kg)	100	1,300	1,300	1,300	1,200			5,200
蒸米(kg)	—	1,200	1,200	1,200	1,200			4,800
麴米(kg)	100	100	100	100	—			400
담금수(ℓ)	320	1,910	1,910	1,910	1,910	500		8,460
40% 알코올(ℓ)							1,920	1,920

20.4%, 酸度 1.6%, 아미노산도 1.3%의 淸酒가 만들어지며 酒質은 경쾌하고 부드럽다.

### 6. 原料米의 熱風加熱

日本の 寶酒造(株)에서는 精米비율 35~80%의 白米를 250~300℃로 熱風加熱하여 淸酒를 제조하였다.

<圖 3> 熱風處理米에 의한 淸酒製造



熱風處理에 따라 原料米중의 蛋白質이 過變性되어 酵素作用을 받기가 어렵게 되므로 淸酒中の 아미노산의 양이 줄어들게 된다. 아울러 原料米중의 脂肪酸도 처리하지 않은 原料米의 약 60%까지 주요지방산이 감소하게 되어 香氣特性이 변하게 된다. 또 물을 가하지 않고 熱風處理하면 조직이 평화하여 多空性으로 되어 酵素力價가 높은 麴을 만들 수 있는 장점이 있다.

#### 1) 熱風處理米의 特性

淸酒用 原料米는 澱粉의 糊化, 蛋白質의 消化性

및 함유하는 脂肪酸에 따라 酒質에 미치는 영향이 매우 크다. 이에 대한 熱風處理米의 特性을 검토한 바에 따르면 먼저, 물을 가하지 않고 바로 水分 14%의 白米에 熱風을 가했을때 150~290℃ 사이에서 澱粉의 糊化度는 온도가 높을수록 향상되었으나 55.4%로 蒸米의 90%에 비하여 米麴酵素의 消化性에 문제가 있었다. 그리고 褐變의 진행으로 높은 냄새가 나타났다.

米麴酵素에 의한 蛋白質 消化性에 대한 熱風處理의 영향은 만들어진 淸酒中の 全窒素 含量이 줄어, 이는 蛋白質의 加熱變性에 따른 결과로 추정되었다. 脂肪酸의 경우는 蒸米에서와 마찬가지로 감소가 확인되었다.

따라서 물을 가하지 않고 바로 熱風處理한 쌀을 淸酒製造에 사용할 경우에는 蒸米와 같은 충분한 糊化度를 얻기 어렵기 때문에 米麴酵素 이외에 다른 酵素劑를 첨가하여 사용할 필요가 있다.

이러한 단점을 보완하기 위하여 熱風處理前에 白米의 수분을 증가시켜 주게 되면 白米自體의 比熱이 향상되어 糊化度가 향상되고 蛋白質의 加熱變性이 강화될 뿐 아니라 脂肪酸의 揮發이 많아지고 溫度上昇에 따른 褐變도 막아주게 된다.

<表 5> 熱風加熱米로 만든 淸酒와 一般淸酒의 收率 및 成分比較

항 목	淸 酒	
	熱風	一般
20% 알코올 淸酒生産量 (ℓ/1,000kg 白米)	3,255	3,065
알코올收得量(ℓ/1,000kg 白米)	371	333
粕비율(%)	23.5	25.5
알코올(%)	22.1	21.1
pH	4.4	4.0
酸度(ml/10ml)	1.8	2.3
아미노산도(ml/10ml)	1.3	1.6
全窒素(Nmg/100ml)	70.2	93.3

실제로 수분을 28%로 조정한 白米를 290°C에서 45초 熱風處理한 경우와 常壓蒸米(100°C, 40분간)를 비교하였을때 상당히 개선된 결과를 얻는 것으로 보고되고 있다.

## 2) 清酒釀造와 酒質特性

熱風加熱한 原料米를 이용한 清酒의 釀造試驗에서 蒸米를 이용한 경우와 비교하였을때 品溫의 經過와 알코올의 生成에서 양호한 결과를 얻었으며 특징적으로 蒸米를 이용한 경우에 비해 酸度와 아미노산도가 비교적 낮은 추이를 나타내었다.

얻어진 清酒와 찌꺼기의 성분비교<表 5>에서 찌꺼기의 비율은 熱風加熱米 쪽이 23.5%로 약간 낮고 이에따라 알코올 量도 白米 1,000kg당 371ℓ로 많았다.

熱風加熱米를 사용하더라도 米粒의 消化가 양호하고 알코올의 生成도 잘 이루어진다는 것이 확인되었다.

한편 糖, 아미노산, 有機酸組成을 비교해 보면 熱風處理한 清酒가 一般清酒에 비해 糖에서는 글루코스가 약간 많고 말토스나 이소말토스의 비율이 약간 낮은 경향이며, 아미노산에 있어서는 라이신과 프롤린의 비율이 높고 이소로이신과 아르기닌 비율이 낮았으며 有機酸은 비슷하였다.

이와같은 成分의 차이로 인해 熱風處理한 原料米로 만든 清酒는 雜味가 적고 맑은 酒質을 가지고 있는 것으로 평가되고 있으며 香氣成分의 含量이 적어 一般清酒에 비해 산뜻한 香을 가지고 있고 飲酒後에 口에서의 酒臭가 경감되는 것으로 알려져 있다.

## 7. 清酒의 새로운 生理機能

지금까지 알려진 술의 生理機能은 적당량을 마셨다는 전제하에서 ① 위점막을 자극하여 가스트린을 분비시키고 히스타민을 遊離시켜 胃液의 분비를

촉진하여 食慾을 증진시키는 작용, ② 신경계에 작용하는 최면효과와 스트레스 緩和效果 ③ 순환계에 대해서는 동맥경화와 관상동맥질환 발생의 원인이 되는 저밀도 리포프로테인(VLDL)을 감소시키고 반대로 이를 예방하는 고밀도 리포프로테인(HDL)을 증가시키는 효과 등이 알려져 있다.

최근에는 술에 함유된 알코올 이외의 물질이 가진 生理效果에 관심을 둔 연구가 이루어지고 있어 흥미를 끌고 있으며 日本의 경우 特定名稱酒와 같은 高品質 清酒의 생산이 증가하면서 米糖이나 酒粕이 증가하고 있어 이들 副産物의 有効利用도 관심의 대상이 되고 있다.

### 1) ACE(안지오텐신 變換酵素) 阻害物質

清酒로 부터 이온교환수지, 過濾過, 逆相 HPLC 分離를 반복함에 따라 活性劃分을 單離하였는데 이들은 모두 4殘基 이상의 펩타이드로 구성되어 있으며 <表 6>과 같다.

<表 6> ACE阻害 펩타이드의 아미노산配列과 阻害活性

配列	由來	IC50(μM)
Tyr-Gly-Gly-Tyr	清酒	16.2
Val-Tyr	"	7.2
His-Tyr	"	26.1
Ile-Tyr-Pro-Arg-Tyr	酒粕	4.1
Phe-Trp-Asn	"	18.3
Arg-Phe	"	93.0

清酒粕중에서는 熱水抽出과 酵素添加 직후 加熱處理했을 때에도 강한 ACE 阻害活性이 확인되고 있다. 이것은 酒粕自體에도 ACE 阻害物質이 존재한다는 것을 나타내는 것이고 短時間 酵素處理에서 강한 阻害活性이 인정되는 것은 酒粕중의 ACE 阻害物質이 遊離하기 매우 쉬운 형태로 존재함을 시사하는 것이다.



米糖을 酵素處理하여 얻은 分解液에서 阻害物質을 單離하여 同定한 결과 이 物質이 피틴인 것으로 확인되었다. ACE는 분자내에 아연을 포함하는 金屬酵素로 강한 킬레이트 작용을 가진 피틴에 의해 活性이 失活되는 것으로 볼 수 있다.

한편 최근에 機能性食品으로 많은 연구와 함께 製品으로 판매되고 있는 食餌纖維의 활용면에서 볼 때 米糖에는 不溶性의 食餌纖維가 다량 함유되어 있어 이의 抽出, 利用도 활발히 이루어지고 있다. 米糖의 食餌纖維는 有害物質의 吸着, 콜레스테롤의 上昇抑制과 같은 우수한 生理機能이 보고되어 있다.

### 8. 清酒釀造의 퍼지制御

최근 日本清酒業界에 勞動力 부족현상이 심화됨에 따라 機械化와 大形化가 이루어지고 있는 가운데

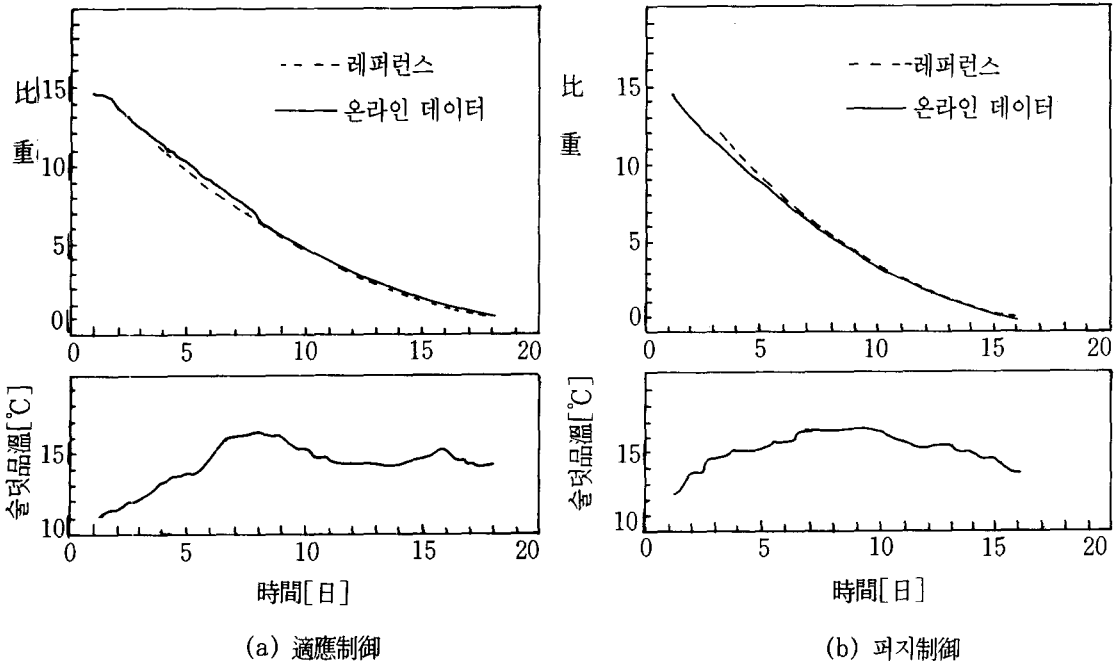
데 80年大 後半부터 釀造工程에 퍼지制御의 導入이 검토되었고 부분적인 實用化가 이루어지고 있다.

그러나 清酒製造란 수많은 成分의 미묘한 調和에 의해 맛과 향이 결정되는 것이기 때문에 品質管理를 科學적으로 행한다는 것이 쉽지 않고 熟練된 技術者의 경험에 의해 얻어진 노하우를 知識化하고 다시 知能化하는 過程이 아직 필요하다.

月桂冠(株)에서는 製造工程 가운데에서도 가장 중요한 醱酵工程에 초점을 맞추고 工程의 중심적인 狀態變數인 比重과 알코올濃도의 온라인 計測技術, 정밀한 술덧品溫의 制御技術을 확립하였다. 다음 技術者의 醱酵管理 노하우를 퍼지制御法則으로 정리하여 이에 기초를 둔 品溫操作量을 결정하는 퍼지制御시스템을 導入하게 되었다.

목표로 하는 工程上의 製造法則을 각 퍼지變數의 言語로 作成한 196개의 制御法則을 이용하여 制御

[圖 4] 퍼지制御結果 比較



試驗을 실시한 결과를 圖로 나타내었다.

適應의 制御方法은 퍼지制御시스템의 개발에 앞서 실시하였던 것으로 比重의 레퍼런스 패턴에 따라 왔기 때문에 品溫設定値를 數式모델에 따라 결정하는 방법이었다. 그러나 醱酵前半에 品溫을 내리고 後半에 品溫을 올리는 것과 같이 技術者라면 절대 행할 수 없는 操作을 지시하고 있음을 알 수 있다.

한편 퍼지制御의 경우에는 技術者의 노하우에 충실한 制御를 행하게 되기 때문에 얻어진 淸酒의 成分도 目標値를 만족하고 있고 官能檢査에서도 手操作으로 얻은 것과 차이를 발견할 수 없는 정도였다.

현재의 발전속도로 볼때 앞으로 淸酒製造工程에 人工知能을 중심으로 하는 컴퓨터 응용기술을 적극 받아들이고 製麴工程和 吟釀酒의 製造에 이르기까지 製造上의 노하우가 知識으로 축적되면서 多様な 淸酒의 製造技術로 나타날 것이 기대된다.

## 9. 結 語

日本에 있어서 淸酒製造技術에 대한 최근의 成果를 중심으로 살펴보았다.

日本の 淸酒業界의 기술개발 방향은 크게 소비자들의 기호변화에 적응하기 위한 품질위주의 高附加價值製品의 生産技術의 개발과 技術人力의 감소에 따른 生産設備의 大型化, 自動化技術의 개발에 있다.

高級化, 天然化에 대한 소비자 기호를 충족시키기 위하여 吟釀酒, 生酒, 低알코올 淸酒의 개발등 꾸준히 品質을 전제로 한 기술개발을 통하여 최근 淸酒의 수요감퇴 경향을 되돌리게 하므로써 酒類商品으로서 밝은 전망을 되찾고 있다.

淸酒製造技術에 기초가 되는 酵母의 育種에 있어

서도 많은 研究結果가 축적되고 있고 釀造의 주요 메카니즘도 하나씩 밝혀지면서 生命現狀의 究明에 착실히 다가서고 있다는 느낌이다. 이러한 노하우가 퍼지制御에 의해 實用化되면서 앞으로 淸酒製造에 많은 가능성을 제시해 줄 것으로 보인다.

이와같이 우리의 業界가 처한 입장과 크게 다를 것이 없는 日本의 技術開發 노력은 여러가지 시사점을 주고 있다고 생각된다.

## 참고자료

- 1) 後藤邦康, 「釀協」, vol.87, no.11, p.801~ , 1992.
- 2) 河野勇人, 「釀協」, vol.87, no.11, p.745~ , 1992.
- 3) 高山卓美, 「釀協」, vol.87, no.12, p.849~ , 1992.
- 4) 橫山樹雄, 「食品工業」, vol.34, no.20, p.33~ , 1991.
- 5) 松岡惠一郎, 「食品工業」, vol.33, no.12, p.38~ , 1990.
- 6) 天池英雄, 「釀協」, vol.86, no.11, p.810~ , 1991.
- 7) 松浦一雄, 「Bio Industry」, vol.9, no.5, p.25~ , 1992.
- 8) 福田和郎, 「釀協」, vol.88, no.1, p.22~ , 1993.
- 9) 中嶋幹男, 「Bio Industry」, vol.10, no.1, p.13~ , 1993.
- 10) 齋藤義幸, 「釀協」, vol.87, no.10, p.705~ , 1992.
- 11) 水泉淳一, 「Bio Industry」, vol.10, no.1, p.37~ , 1993.