

## 主題報導

# 釀造用海洋酵母的分離與應用

陳奕伸

本文內容主要翻譯並引用日本海洋酵母的研究先驅 小玉健太郎博士與柳田藤壽博士的研究成果，加入筆者的拙見與其他相關資料後彙整而成。

自古以來，酵母菌便被廣泛地應用在世界各地的發酵食品之中。舉凡生活中常見的麵包、各式酒類、生質能源到女性常用的化妝用品，都能見到酵母菌的蹤跡。酵母菌除了可以將糖類轉換成乙醇與二氧化碳之外，發酵過程中所醞釀生成的風味與甘醇，對食品的美味與否也具有舉足輕重的影響力。

近幾年，由於消費意識的抬升與改變，消費者對於食物的風味的要求也漸趨多樣化與精緻化。許多消費者會希望能吃到更美味的麵包或喝到更美味的酒精飲品，在這樣的市場需求下，許多學者或企業開始研發新的發酵用酵母菌。這一類的研究主要分兩大部分在進行，一部分是應用基因改造的方法來創造新的酵母菌；另一部分則是由自然界分離出新的酵母菌株。前者基改酵母的優點在於其諸多性質皆已被充分掌握，後者因為是野生酵母，所以具備的特性無法事先得知。此外，要從自然界找到一株適合特殊需求的酵母菌，除了必須投入相當多的人力、物力之外，還需要一定的運氣，才有機會找到。儘管如此，因為野生酵母菌可能具備許多我們無法預知的特殊能力，這也就是野生酵母菌最大的魅力所在。

酵母菌的種類十分繁多，目前真正應用在酒類釀造或食品製造上的酵母菌種，仍以 *Saccharomyces cerevisiae* 菌種為主流。縱使菌種相同，但菌株之間卻具備相當大的差異性。以清酒釀造用且為人熟知的協會酵母為例：協會 6 號酵母發酵力強，但香氣較低，口感圓潤，適合做為釀造淡麗的清酒使用；協會 9 號酵母適合短期發酵使用，釀造出來的酒具備華麗的香氣與清酒特有的吟釀香氣；協會 10 號酵母則適合低溫長期發酵使用，釀造出來的酒少酸，但清酒特有的吟釀香氣很強（日本釀造協會網站資料 <http://www.jozo.or.jp/i.kouboda.htm>）。

## 海洋酵母 *S. cerevisiae* 的分離

常見的 *S. cerevisiae* 菌株皆分離自陸地，分離來源可能是水果的表面、樹液或相關釀造物中，鮮少有來自於海洋的分離報告。小玉教授認為 *S. cerevisiae* 浮游於海水中或附著於海藻上的數目十分稀少，因此傳統的分離方法並不適用海洋中 *S. cerevisiae* 的分離。因為 *S. cerevisiae* 在具備高發酵能力的生理特徵，意味著此菌種即使在厭氣的環境下也能旺盛地繁殖。以此為依據，分別設計了適合海水分離的固態培養基與適合海藻或水中微生物

用的液態培養基，進行了一連串的 *S. cerevisiae* 分離工作。

在收集並過濾了約 206 L 海水、293 份海藻或水中小生物的樣本之後，配合生理與基因手法進行菌種鑑定之後，確定共分離出 13 株的 *S. cerevisiae* 菌株。

### 海洋酵母 *S. cerevisiae* 的特性

倘若分離自海洋的 *S. cerevisiae* 菌株與陸地分離的菌株在特性上無太大差異時，便不值得應用在新風味麵包或酒類的開發之上。因此將分離到的海洋酵母與 11 株分離自樹液或果園土壤的陸地酵母，針對蔗糖與麥芽糖的發酵能力、耐鹽能力等項目進行了測試與比較。結果顯示，較陸地酵母最高的 4% 耐鹽能力，海洋酵母具備 6~8% 的高耐鹽能力。在蔗糖的發酵能力上兩者不分軒輊，但在麥芽糖的發酵能力上，海洋酵母則遠勝於陸地酵母。因為耐鹽能力與麥芽糖的發酵能力對吐司與法國的發酵具有相當高的影響力，因此有希望能應用在諸如此類的新食品開發上。

### 海洋酵母 *S. cerevisiae* 在海洋環境中的生活

一般人常會懷疑，海洋酵母 *S. cerevisiae* 是否只是陸地上的酵母順著河流流入海中所造成的現象。果真如此的話，理論上兩者因具備相同的生理特性才是，但結果並非如此。小玉教授以一年的時間，監測日本千葉縣固定一處海岸的 *S. cerevisiae* 數目，結果發現一年之中 5、6 月時 *S. cerevisiae* 的數目最高。因為 5、6 月

正好是當地海藻生長結束的季節，因此推測兩者之間有一定的關聯性。簡單來說，海藻於海水中分解之後，海水中的澱粉濃度便相對升高，在海洋細菌的作用之下(例如澱粉酶)，可溶性澱粉被分解成為麥芽糖、麥芽三糖(maltotriose) 或 麥芽四糖(maltotetraose)，海洋中的酵母則利用這些寡糖來進行繁殖。這也說明了為何海洋酵母較陸地酵母具備較高的麥芽糖代謝能力。此外，單純就耐鹽能力來看，我們無法斷言海洋中的 *S. cerevisiae* 是起源自海洋或陸地，但可以推測的是，在經歷了相當長的時間之後，海洋中的 *S. cerevisiae* 似乎已經適應了海洋的環境。

### 海洋酵母 *S. cerevisiae* 的應用與開發

將海洋酵母應用於麵包的發酵上，並與一般市售酵母作比較。結果顯示海洋酵母在麵糰的發酵上，可以達到一般麵包酵母的水準。在進行官能品評之後，多數認為海洋酵母製成的麵包較不膩且爽口。在日本，海洋酵母已經被製成商品，並成功地應用於麵包製作上，並獲得多數消費者的肯定。

在清酒的應用開發上，目前已經有兩株利用海洋酵母 *S. cerevisiae* 成功地應用在清酒的釀造上。整體而言，海洋酵母 *S. cerevisiae* 釀造的清酒較一般陸地酵母所釀造的清酒，含有較低的檸檬酸(citric acid)與蘋果酸(malic acid)，及較高的琥珀酸(succinic acid)含量，在香氣上獲得品評員的一致認同。

在葡萄酒的應用開發上，柳田教授利用前述的 13 株海洋酵母在甲州白葡

葡萄酒的釀造上，評估海洋酵母在葡萄酒釀造上的可行性。結果顯示，與陸生酵母相比，絕大部分的海洋酵母具有較高的有機酸生產能力；所釀造的葡萄酒中，2-苯乙醇(2-phenethyl alcohol)的含量較陸生酵母的葡萄酒高，乙酸異戊酯(isoamyl acetate)的含量則較陸生酵母的葡萄酒低。其中又以 Y-1095 菌株所釀製的葡萄酒獲得最高的評價。整體而言，海洋酵母 Y-1095 菌株所釀製的葡萄酒具有較佳的甘甜水果香氣，獲得品評員的一致認同。應用海洋酵母所生產的葡萄酒已經成功地開發成商品，並造成相當的回響。

### 結語

海洋酵母在生理特性上諸多地方皆異於一般的陸生酵母，意外地在食品開發上開創出另一片新天地出來。已知目前除了上述的麵包、清酒與葡萄酒之外，海洋酵母亦被應用於餅乾、燒酌與發泡酒等多樣的食品上面。筆者過去亦曾嘗試從台灣的東北海岸分離可供釀造使用的海洋酵母 *S. cerevisiae* 菌株，雖成功地分離出各式各樣的酵母菌，可惜未能發現 *S. cerevisiae* 的身影。藉由海洋酵母的應用實例，推測海洋中仍充滿了這類具備特殊能力的海洋生物。

希望本篇內容能提供有用訊息或啟示給從事相關研究的工作者。

### 主要參考文獻

1) Kodama K (1999) Isolation of *Saccharomyces cerevisiae* from the marine environment and their applications. *J Brew Soc Jpn* **94**:

879-883.

2) Yanagida F, Kodama K & Shinohara T (2002) Selection of marine yeast stock for making white wine. *J Brew Soc Jpn* **97**: 150-161.

3) 小玉健太郎(2004)、海洋微生物資源(海洋酵母等)の食品への応用。 *Science Academy of Tsukuba* **9**: 16-17.

---

陳奕伸 銘傳大學生物科技學系