

# 酵母のペクチナーゼによる果汁および 果実酒の清澄

岡本賢一 日岡敏子

## 1. 果汁の清澄

果汁には清澄なものと濁濁したものがある。りんご果汁などは通常清澄なものが好まれ、柑橘類やトマトなどの果汁は色素と風味の大部分が浮遊固形物とともに存在するため、むしろ濁濁したものが市販されている。果汁の中の濁濁物は果実の細胞に由来する微粒子であり、ペクチン質に保獲されて分散している。ペクチナーゼ剤を添加してペクチン質のエステルやグリコシド結合を分解すると濁濁物は沈殿しやすくなる。果汁の清澄剤として普通には卵白を加え、加温して卵白を凝固せしめるとか、カゼインなどのような蛋白質を加えて果汁中のタンニンと沈殿をつくらせるとかして果汁中の濁濁物をこの沈殿によつて吸着、または包含して除去する方法、ペントナイト、珪藻土などを加えて濾過する方法などが用いられているが、ペクチン質分解酵素を加えた方が、より効果的であると考え、ペクチナーゼ剤はもっぱら園芸加工の方面に利用されてをり、その目的は大体次のように要約される<sup>1)</sup>。

- 1) 果汁および果実酒の清澄
- 2) ペクチン質を分解すれば濾過が容易になるが、この際適当な濾過法を行なうならば無菌の果汁を得ることが可能である。
- 3) 果汁のペクチン質を分解し、これに標準量のペクチンを後から添加してゼリーをつくと均一な製品が得られる。
- 4) 濃縮果汁やピューレーをつくる場合、そのまま濃縮すると途中でゲル化が起る。あらかじめペクチナーゼ剤を添加してペクチン質を分解してをくとゲル化を防止することが出来る。また濃縮速度も高められる。
- 5) 果実を破碎、または搗碎する場合に、あらかじめペクチナーゼ剤を添加してをいて搾汁すると、果汁の収率を高めることが出来る。
- 6) コーヒー豆の被覆粘質物は醗酵によって除去されている。麻類のレッチングの場合とどうよう、醗酵の際繁殖してくる微生物の生産するペクチン質分解酵素を利用しているわけである。自然醗酵に任せているため醗酵をつねに良好な状態に保つことはなかなか困難なことであるが、この場合ペクチナーゼ剤を添加すると醗酵の促進、または調整に効果的である。
- 7) その他、密柑の瓢囊剥皮にも利用される。

ペクチナーゼ剤にはエンドポリガラクトクロナーゼ、エキソポリガラクトクロナーゼ、ペクチントランスエリミナーゼ、ペクチンエステラーゼなどのペクチン質分解酵素、その他各種の酵素が含まれている。Joslyn<sup>2)</sup> はペクチンエステラーゼやポリガラクトクロナーゼの活性とりんご果汁清澄の程度や形との間には関係がないと報告している。有馬<sup>3)</sup> らも酵素剤のペクチンエステラーゼ、ポリガラクトクロナーゼ、あるいはポリメチルガラクトクロナーゼの各活性とりんご果汁の清澄力の間には正の相関関係は認められないと述べている。またペクチンエステラーゼ、エンドポリガラクトクロナーゼ、ポリメチルガラクトクロナーゼの活性の中でいづれかの一つが果汁清澄作用の Limiting factor になっていることもないと述べている。ペクチンエステラーゼはペク

チンを鹼化してペクチン酸にかえ、ポリガラクトクロナーゼ作用を助ける。また鹼化によってペクチンの電荷は増加し、Ca イオン、蛋白質、濁濁物などと電荷を中和して沈殿する。果汁の清澄では酵素反応に伴う膠質化学的な変化は重要な部分を占めている<sup>4)</sup>。フランスに於ては cidre 製造の際“Keiving”という自然のままの清澄操作が行われている。なをこの場合 Ca 塩類 (Calcium saccharate, Calcium phosphate, Calcium carbonate 等) を添加して清澄効果を高めている。もちろんこの場合のフランスの cidre 用りんごはペクチンエステラーゼ活性が強いという。Pollard<sup>5)</sup> や Charleg<sup>6)</sup> らは天然果汁の中に存在するペクチン質分解酵素の働きも無視出来ないことを述べ、ペクチンエステラーゼの存在と、その清澄効果を認めている。岡本<sup>7)</sup> らは本邦産りんごについて紅玉を除いてはポリガラクトクロナーゼ、ペクチンエステラーゼの存在を見出し得なかったと報告している。ポリガラクトクロナーゼの存否はともかくとして、ペクチンエステラーゼの存否の確認は園芸加工を在いて特に重要な意味をもつものだけに各種果実について早急な研究が望まれる。けだしペクチンエステラーゼは果汁の清澄にも、またぎやくに濁濁保持にも重要な関係をもつ酵素であるからである。ペクチナーゼ剤 (わが国のクラリナーゼ、スクラーゼ、米国のペクチノール、ドイツのフィルトラゴール等) は黴などに *Aspergillus*, *Penicillium*, ときには *Rhizopus* に属するかびを繁殖せしめてつくる。そのままで使用することは果汁の風味を損ずるので、粉碎後アルコールなどの有機溶媒に浸漬して脱臭する。また水や緩衝液で酵素を抽出し、これにアルコール、アセトン、硫酸アンモニアなどを添加して酵素を沈殿せしめ精製されることもある。増量剤としてしょ糖、ぶどう糖、珪藻土などを適宜に加えて、酵素単位を一定にし、市販に供している。

筆者は果汁の清澄にたいして酵母の生産するポリガラクトクロナーゼを利用することを考えている。酵母の培養液は黴を用いた場合のような悪臭がなく、そのまま使用することが出来るので酵素液をつくるのは比較的容易である。もちろん市販のペチナーゼ剤を使用する場合と比較して手数がかかるが、アルコール醸酵によって生成される芳香が付加されるので清涼味のある特殊な果汁が得られる。もちろんアルコール濃度は法定度以下である。昭和37年度はまずこの方法によるりんご果汁の製造について簡単な予備的実験を行った。すなわちりんごを搾汁して *Saccharomyces fragilis* を培養し、培養液から菌体を除去し、これを別のりんごの搾汁液に添加して清澄を行う。このようにしてつくったりんご果汁は市販の酵素剤を使用したものに比べ特異な風味を保有し、商品化の価値があるように感じられた。つづいてさらに各種の果汁について実験を試みたいと考えている。

## 2. 果実酒の清澄

酵母はポリガラクトクロナーゼを生産しないものと昔は考えられていた。しかし小沢<sup>8)</sup> ははじめて *S. cerevisiae* にポリガラクトクロナーゼを見出し、Etells<sup>9)</sup> も 144種の酵母について調査した結果、その中の4種がポリガラクトクロナーゼを生産すると述べている。現在ポリガラクトクロナーゼを生産する酵母として *S. fragilis*, *S. cerevisiae*, *S. thermantitonus*, *Candida pseudotropicalis*, *Tovulopsis lactose* などが知られ、中でも *S. fragilis* が代表的なものとされている。

*S. fragilis* のポリガラクトクロナーゼはエンドポリガラクトクロナーゼである<sup>10)</sup>。

黒野らにより昔桃酒の醸造が試みられたことがある。しかし搾汁が困難であり、その上腐敗しやすいために不成功に終わっている。

筆者<sup>11)</sup> は約十年前にポリガラクトクロナーゼを生産するビール下面酵母を接種して桃酒を試作し良好な結果を得た。桃果汁はこの酵母の繁殖に伴い清澄化し、25°C、1週間後に完全に透明になった。同時に試験したポリガラクトクロナーゼを生産しない *S. ellipsoideus*, *S. saké*, *S. cere-*

visiae (酒精酵母 Rasse XII), 桃野生酵母では同一条件下で1月後においても透明な桃酒を得ることが出来なかった。この際ビール下面酵母はポリガラクチュロナーゼを生産するばかりでなく、アルコール醱酵も行うわけであるが、製品の風味は桃野生酵母やぶどう酒酵母 *S. ellipsoideus* を接種したものに比べて遜色がなかった。実用価値があると考え、果実酒の醸造法として特許を得た。果実酒を醸造するときペクチナーゼ剤を加えなくても、あるいはポリガラクチュロナーゼを生産する酵母を接種しない場合でも長時間の中には果実酒は透明になってくる。果実酒の醸造に関係する酵母はポリガラクチュロナーゼを生産しないと考えられていたが、Pollard<sup>12)</sup> らはりんご酒の醱酵液からポリガラクチュロナーゼを生産する酵母を分離し、りんご酒は果実のペクチンエステラーゼと酵母のポリガラクチュロナーゼによって透明になると述べている。

Usseglio-Tomasset<sup>13)</sup> らもぶどう酒の場合酵母のポリガラクチュロナーゼによるペクチン質の分解が認められると報告している。しかしペクチナーゼ剤を別に加えてやる方が、清澄や酒石の沈殿が速かに行われ、醱酵後の濾過が容易であり、ぶどう酒は濃い豊かな色調を呈すると言われている。

ポリガラクチュロナーゼを加えると搾汁が容易になり、また清澄時に腐敗の原因になる蛋白質などを除去することが出来るため、桃酒の醸造にはポリガラクチュロナーゼの添加が絶対に必要であると筆者は考えている。ポリガラクチュロナーゼの添加法としては、市販のペクチナーゼ剤を添加する方法と、ポリガラクチュロナーゼを生産する酵母を接種して醱酵せしめる筆者の方法の二通りが考えられる。実際、桃酒の醸造にいずれの方法が適するかは今後の詳細な研究による以外に判定は困難である。また桃の果汁は醱酵の際に桃本来の香気成分が逸散し易く、製品は温和にすぎないがある。したがって、ペクチナーゼ剤を添加してつくった清澄な果汁や、ポリガラクチュロナーゼを添加して短期間醱酵させたごく若い果実酒にアルコール類を加えてリキュールまたはリキュールに近い酒をつくった方がよいかも知れない。

## 引用文献

- 1) UNDERKOFER, L. A. and FERRACON, W. J.: *Food Eng.*, 29, No. 4, 123 (1957).
- 2) JOSLYN, M. A., MIST, S. and LAMBERT, E.: *Food Technol.*, b, 133 (1952).
- 3) 有馬 啓, 山崎真狩, 朱向 陽, 安井恒男, 田村学造: 日本農芸化学会講演 (1962年4月).
- 4) ROUSE, A. H., ATOKINS, C. D. and MOORE, E. L.: *Food Technol.*, 11, 218 (1957).
- 5) A. POLLARD and M. E. KIESER: *J. Sci. Food Agric.*, 2, 39 (1951).
- 6) V. L. S. CHARLEY: *The Principles and Practice of Cider Making*, Leonard Hill, Plage (1949).
- 7) 岡本辰夫: 農産加工技術研究会誌, 4, 69 (1957).
- 8) 小沢潤二郎: 農学研究, 37, 14 (1947).
- 9) KERIESZ, Z. I.: "The Pectic Substances", (Interscience Publishers, Inc., New York), 348 (1951).
- 10) PHAFF, H. J. and DEVAIN, A. L.: *J. Biol. Chem.*, 218, 875 (1956).
- 11) 岡本賢一: 日本特許, 200, 101 (1953).
- 12) POLLARD, K. M. and KIESER, M. E.: *J. Sci. Food Agric.*, 10, 253 (1959).
- 13) USSEGLIO-TOMASSET, L.: *Ann. rper. agrar.*, 13, 385 (1959); *C. A.* 53, 15468 (1959).