




@ High School

愛知県立半田農業高等学校

小堂真希, 天野由貴, 奥谷直美, 濱野英里奈, 山田夏樹, 竹内美樹 (顧問: 荒川達雄)

知多の地酒からの食酢づくり

本研究は、平成 20(2008) 年度日本農芸化学会大会 (開催地名古屋) において開催された高校生による第 4 回「ジュニア農芸化学会」で“アイデア賞”を受賞した。食酢は、基本五味の中の酸味を担う調味料であるが、昨今では健康の維持増進の観点からその生理機能に関心もたれ、その科学的な検証が進んでいる。本研究は、知多半島の醸造産業を背景に、地酒からの食酢の製造とそれに付加価値をつけた新しい製品 (食酢ドリンク) の開拓をねらいとしている。

 本研究の目的、方法および結果 (講演要旨集を部分的に改変記載した)

【目的】 知多半島では、昔から酒・酢など醸造業が盛んである。特に、食酢には、防腐、食欲増進、減塩、疲労回復などの効果がある。そこで、知多半島の特産品であり、かつ健康飲料として脚光を浴びている食酢の醸造をテーマとして、知多半島の 7 つの酒蔵で製造された地酒と本校で製造した清酒 (半農酒) を原料として、食酢の醸造と食酢ドリンクの製造を試みた。

【実験操作】

①半農酒：精米、酵母 (協会 7 号酵母) の培養 (YM 培地)、製麴、酒母仕込み、三段仕込み、もろみの管理、清酒の压榨、おり引き、瓶詰め、火入れ、熟成により製造した。

②酢酸菌の培養：ペプトン 0.5%、酵母エキス 0.5%、グルコース 0.5%、硫酸マグネシウム 0.1% から成る水溶液 (50 ml) を三角フラスコに分注し、アセトバクターアセチ (酢酸菌) 懸濁液 1 ml とエタノール 3.5 ml を加え、25℃ で 1 週間静置培養した。

③種酢：清酒 1 l、蒸留水 1 l、培養した酢酸菌 0.4 l を「つぼ」に入れ、紙で蓋をし、25℃ で約 1 週間培養して調製した。

④二次種酢：7 種の地酒と半農酒 (アルコール度：いずれも約 16%) を 4 倍に薄めてアルコール度を 4% にした。希釈した清酒 3 に対して、種酢を 1 の比で添加し、27℃ で 1 週間静置培養して調製した。

⑤酸度：酸度を 6% に上げるため、清酒 1 に対して二次種酢を 7 の比で添加してアルコール度が 2% になるようにし、27℃ で 1 週間静置培養した。1 週間ごとに酸度を測定し、アルコールを追加して酸度を上げた。

⑥食酢ドリンク：メープルシロップ、レモン汁、製造した食酢を水に溶かし、よく攪拌してドリンクを作製した。7 種の地酒から製造した食酢ごとにドリンクをつくり、試飲により評価した。

【結果と考察】 ①で作製した清酒のアルコール度は 16%、日本酒度は -16 度であった。③の種酢の製造では、液体培地の液面にちり緋状の白い膜が薄くはり、酸っぱい匂いがしたことから、酢ができたことが確認された。④の二次種酢の製造では、ちり緋状の膜がさらに厚くなった。アルコール度を 4% にすることにより、酢酸菌を良好に増殖させることができたが、酸度は約 4% 程度で市販食酢のその 6% に達しなかった。⑤では、酸度を約 2% 上げるため、アルコールを逐次添加して培養し、最終的には市販食酢と同じ酸度 6% が達成できた。⑥では、半農酒と 7 種の地酒からつくった食酢を用いて食酢ドリンクを作製した。その結果、野村酒造の『幸娘』から製造した食酢から作製したドリンク (水 0.1 l 当たり：メープルシロップ 小さじ 2 杯、レモン汁 小さじ 1/2 杯、製造した食酢 小さじ 1 杯) が最も高い評価を得た。ただ、清酒から食酢をつくったためコスト高になった。今後は、酒蔵から酒粕を入手し、それを原料にして食酢を製造し、食酢ドリンクの作製を検討したい。



本研究の意義と展望

食酢（ビネガー）は、アルコールを含む原料を酢酸菌で発酵（酸化発酵）させて製造される。その原料の違いによって、様々な酢がある。わが国では、アルコール（酒精）酢が最も多く製造されている。その場合、食酢の製造は、アルコール発酵と酢酸発酵の二段階製法となる。酢酸発酵には、高い酸化能、酢酸非分解性、芳香性、菌体分離の容易さの観点から、アセトバクター (*Acetobacter*) 属の細菌（いわゆる、チリメン菌）が用いられる。その名の通り、発酵時には培養液表面に“ちり緋布”（本体はセルロース）のような光沢と皺をもつ被膜が形成される。本研究では、本校の地元で製造された7種類の地酒を原料とし、アセトバクター アセチ (*A. aceti*) を用いた表面発酵法*による「アルコール酢」の製造を試みている。また、自らも清酒（半農酒：本校製造の酒名。ただし、試験製造免許のため非売品）を製造し、それからの食酢の製造も行なっている。

清酒の製造は、カビ (*Aspergillus oryzae*) による糖化（デンプンをグルコースに分解）と生じたグルコースを酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) によってエタノールに転換するアルコール発酵から成り、一般的には、糖化と発酵を並行して進行させる方式（並行複発酵）が採用される。半農酒も、基本的には本方式で製造されているが、糖化酵素も使用しているようである。その発酵経過は、図1のようである。グルコース濃度、もろみ（諸味）温度、エタノール濃度以外にも、室温、酸度、コハク酸濃度、ボーメ度などを詳細に測定して発酵を制御し、最終

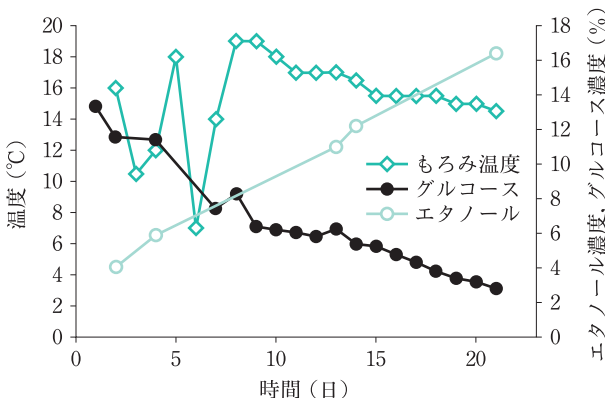


図1 ■ 清酒「半農酒」の製造

*食酢は、酢酸菌の酸化的発酵代謝能を利用してつくられる。醸造分野では、きわめて珍しい発酵形式（酸化発酵）である。培養法としては、表面培養法（静置による長期熟成法）と深部培養法（通気による速醸法）とがある。



図2 ■ “ちり緋”膜の形成



写真1 ■ アイデア賞受賞ポスター（中央）の前で

的にアルコール度が16%、日本酒度が-16度の甘口の清酒「半農酒」を得ている。半農酒の製法（実験操作①参照）も、「うるち米」の栽培から「火入れ」まで本格的である。農芸化学関連分野の学生実験で清酒製造実験を行なっている大学もあるが、本研究の清酒製造法は大学のそれに優るとも劣らぬ内容で感心させられる。

A. aceti を用いた食酢の製造（酢酸発酵）においては、“ちり緋”膜形成の確認（図2）や酢の生成を示す匂いの感知など詳細な観察がなされているが、酸度（酢酸濃度）を高める方法には苦労の後が見られる。本研究では、酸度を上げるために、酢酸菌を死滅させないようにアルコールを逐次添加する方法（フィーディング法）を採用している。これは、発酵生産でよく行なわれる手法で、微生物の増殖を阻害せずに生産量を高めるのに有効であるが、その条件設定は概して容易ではない。添加するアルコール量を調節しつつ、市販食酢と同じ酸度（約6%）を達成したのは見事である。

食酢は、一般的には開放系の混合培養で製造される。酢酸菌としては、酢酸発酵終了後の発酵液（諸味）の一

部が「種酢」(酵母)として利用される。また、酢酸の強い抗菌力のため、発酵過程における雑菌の混入も抑制される。したがって、酢酸発酵は、発酵の中では比較的成功度の高い実験系であり、生徒にも自信のある研究になったであろう(写真1)。

今回は、清酒から食酢がつくられたため、コスト高になってしまったようであるが、様々な特徴をもつ地酒から製造される食酢には、また様々な特性が付加され、新たな健康の維持・増進機能をもったドリンクの作製が可

能になるであろう。現在、酒粕を原料にした食酢(粕酢)の製造も検討されており、地元(知多半島)醸造産業の活性化に繋がれば大きな成果になる。酢酸菌は、特異な酸化還元酵素系を有し、様々な糖質、有機酸、二次代謝産物を生産する。これらは、医薬品、食品添加物、あるいはバイオセンサーなどへの多面的な応用が考えられる。食酢の製造に限らず、酢酸菌を利用した新たな産業の開発にも若い力が注がれることを期待したい。

(文責「化学と生物」編集委員会)