

## アルコール処理酵母の鉄低減作用を利用した魚介類に合うワインの開発

辻 俊一（キリン株式会社 R&D 本部 基盤技術研究所）

### はじめに

「赤身の肉には、赤ワイン」、「白身の肉、魚には白ワイン」が合うと言われるように、目の前の食事にどのワインを合わせるかは、ワインを楽しむ上では重要な観点である。しばしば問題とされる食べ合わせのケースに、魚介類をワインと一緒に食べた時に感じる不快な“生臭み”があるが、近年になるまで、その原因は明らかにされてこなかった。田村らは、69 種類のワインの化学成分分析値とホタテヒモの干物を食べ合わせたときの“生臭み”発生強度との相関調査をきっかけにして、ワインに含まれる 2 価鉄イオンが、魚介類との食べ合わせ時に発生する不快な“生臭み”の原因であることを明らかにした<sup>(1)</sup>。しかも、“生臭み”を生じてしまうワイン中の鉄濃度は、酸化の促進や濁りの原因になるような過剰量(7-10 mg/L)ではなく、鉄混濁やワインそのものの味に影響をあまり与えない低濃度の鉄が、“生臭み”発生に寄与することも明らかにした。そこで本研究では、ワインに含まれる低濃度の鉄を、魚介類と食べ合わせたときに“生臭み”を感じなくなるレベルにまで除去する技術開発に取り組んだ。この技術を確立することにより、既存の鉄低減法であるコストが高いカラム処理や、他成分への影響の大きいキレート剤の添加をせずに、ワイン中の鉄をより効果的かつ特異的に除去することができるようになる。以下に、結果を報告する。

### アルコール処理酵母を利用したワイン中の鉄低減技術<sup>(2)</sup>

実用化を念頭に置き、我々は酵母を素材として使うことに注目をした。ワイン発酵試験において糖が消費された後の約 1 か月間の様々な変化を精査したところ、死滅酵母の増加とワイン中の鉄の減少が同時に起こることを見出した。このことから、発酵終了後の死滅酵母には鉄吸収・吸着（以後、吸着と呼ぶ）作用があるという仮説をたてた。次に、熱処理した死滅酵母と 70% エタノールで処理した死滅酵母を、それぞれブドウ果汁に添加して比較したところ、エタノール処理酵母のみが、“生臭み”をほとんど感じないレベルの鉄濃度(~1 mg/L)にまで鉄を低減できることが明らかとなった。そして、この技術を利用して、ワイン中の低濃度の鉄を除去できる安全で工業利用可能な除鉄剤であるアルコール処理酵母 (Alcohol-Treated Yeast: ATY) を開発した<sup>(2)</sup>。単独の使用で鉄を吸着するだけではなく、除鉄剤のフィチン酸との併用により相乗効果を有する特徴もあった。また、鉄を有意に低減できる 2 g/L の ATY 添加ではワインの香味をほとんど変化させないという点と、ATY 添加直後から鉄の吸着が速やかに起こり、かつ鉄を吸着した酵母が、遠心や濾過などの簡便な操作で除去できるという利便性の点から、ATY はワイン醸造において多くのメリットのある除鉄剤と考えられた。さらに、官能評価を実施した結果、フィチン酸と ATY の両方で処理をしたワインでは、魚介類（ホタテヒモの干物）と食べ合わせ時の生臭みが極めて弱くなり、この結果は赤ワインでも白ワインでも確認することができた。

### アルコール処理酵母の鉄吸着メカニズムの解明<sup>(3)</sup>

さらなる効果的な鉄低減法の開発や新たな除鉄剤の探索を目的として、ATY の鉄吸着メカニズムの解明を行った。PI 染色により、ATY と鉄吸着能のない熱処理酵母の膜透過性を比較した結果、ATY の高い膜透過性を確認できた。また、細胞壁消化酵素の処理後にエタノール処理した酵母は、酵素処理をしない酵母と比べて鉄吸着能に有意な差がないことから、細胞壁成分は鉄吸着しないことが明らかとなった。次に、鉄溶液浸漬後の ATY の断面図を、SEM を用いて観察した結果、細胞内に鉄と推定できる輝点が複数認められた。また、2 価鉄イオンをキレートすることによって蛍光を発する PhenGreenSK を用いて、鉄溶液浸漬後の ATY を共焦点顕微鏡観察した場合にも細胞内での強い蛍光が認められたことから、細胞内に鉄が吸着されていることが示唆された。さらに、ATY をプロテアーゼで処理したところ、鉄吸着能が完全に消失し、タンパク質が鉄吸着に関与している事が強く示唆された。以上より、ATY の鉄吸着は、エタノール処理により細胞膜の透過性が上昇し、細胞内で鉄とタンパク質が結合することによって起こると推定された。

昨年、和食が無形文化遺産登録になった。食べ合わせ時に“生臭み”が発生する魚介類の多くは、脂の多い青魚や魚卵である。和食には、これら食材が様々な調理方法で登場する。魚介類と相性の良いワインの開発を通じて、和食とワインのマッチングを高め、和食の新たな楽しみ方を提供していきたい。

1. T. Tamura, K. Taniguchi, Y. Suzuki, T. Okubo, R. Takata, and T. Konno; *J. Agric. Food Chem.* **2009**, 57, 8550–8556.
2. T. Tsuji, K. Kanai, A. Yokoyama, T. Tamura, K. Hanamura, K. Sasaki, R. Takata, and S. Yoshida; *J. Agric. Food Chem.* **2012**, 60, 6197–6203.
3. T. Tsuji, Y. Konoeda, K. Kanai, A. Yokoyama, and S. Yoshida; *Food Chem.* **2013**, 141, 2314–2320.