

	<h1 style="color: blue;">化学工学でワインを美味しく</h1> <p style="color: blue; font-weight: bold;">SCE・Net 持田典秋</p>	<p style="color: blue; font-weight: bold;">E-68</p> <p style="color: blue; font-weight: bold;">発行日</p> <p style="color: blue; font-weight: bold;">2014. 7. 24</p>
---	---	---

1. はじめに

ワインと化学は極めて近い関係にあり、特に農芸化学とワインは結びついている。日本で唯一のワインに関係した学部は、山梨大学ワイン研究センターである。ここでは、細胞工学や遺伝子工学技術による基盤研究から、最新のブドウ栽培並びにワイン醸造の実用研究までを包括して研究している。

しかし、ワインと関連した化学工学科は、未だ聞いたことがない。この際、化学工学の活用で美味しいワインが飲めることを探してみたい。

2. ワインとは

ワインは、ぶどうの実を原料にして醸造した酒類である。ぶどうは、そのまま発酵できる成分が含まれているので、直接酵母によりアルコール発酵でぶどう（ブドウ糖、果糖）をエチルアルコールに変える。日本酒と違うのは、水を加える事もなく、原料のデンプンを糖化する工程も必要としないことである。そのため、原料のぶどうの品質がそのままワインに表れる。

ワインは紀元前の大昔から、人類に好まれ飲まれ続けてきた。最も多く消費されてきたアルコール飲料である。キリストは赤ワインを血液に例えたし、中世の修道院ではぶどうが栽培され、ワインの醸造もまた改良も修道士たちの手で行われたように、ワインはキリスト教と密接に結びついて品質も向上してきた。

ワインは、持ち運びには革袋が使用されていた。キリストが言った「新しいワインは新しい革袋に」という言葉があることから頷ける。ワインが急激に普及してきたのは、ガラスの瓶が使用されるようになってからである。

ワイン用のぶどうは、蕎麦と同じように痩せた土地で栽培される。ボルドー大学の Gerard Seguin 教授によると、「良質なワインを産する畑は共通して、土中の栄養分が総体的に貧弱であり、それらの畑はその代わりぶどうの根が土中深く進行している。これらの畑は、大方は酸性の小石交じりの土壌で、高いカリウムのせいでマグネシウムが欠乏し、低い窒素レベルである。」と。

フランスのボルドーやブルゴーニュに行って葡萄の木を見ると、樹齢数十年という樹がたくさんあるが、それらはすべて低く切り込まれていてまるで盆栽である。

3. ぶどうの品種とワイン

ぶどうにはワイン作りに適した品種と適していない品種がある。昔からヨーロッパで栽培されていたヴィティス・ヴィニフェラ種がワイン用のぶどうである。アメリカ系のぶどうからもワインが作られるが、高級なワインはすべてヴィティス・ヴィニフェラ種と言っても過言ではない。

ヴィティス・ヴィニフェラ種のぶどうの木は、すべて接ぎ木されている。その理由は、19世紀の後半にアメリカからもたらされた野生のぶどうの木に寄生していたフィロキセラという蛾の幼虫により、ヨーロッパのぶどうの木は根が攻撃され各国に伝播して枯れ死して壊滅していった。様々な試行錯誤がなされたが、最終的な解決策は、アメリカ系のぶどうの木の根はフィロキセラに抵抗力があるのでそれを台木とし、それにヴィティス・ヴィニフェラ種を接ぎ木することでようやく回復できた。関わっていた人たちは、それだけ深刻な問題であり、必死に取り組んだであろう。

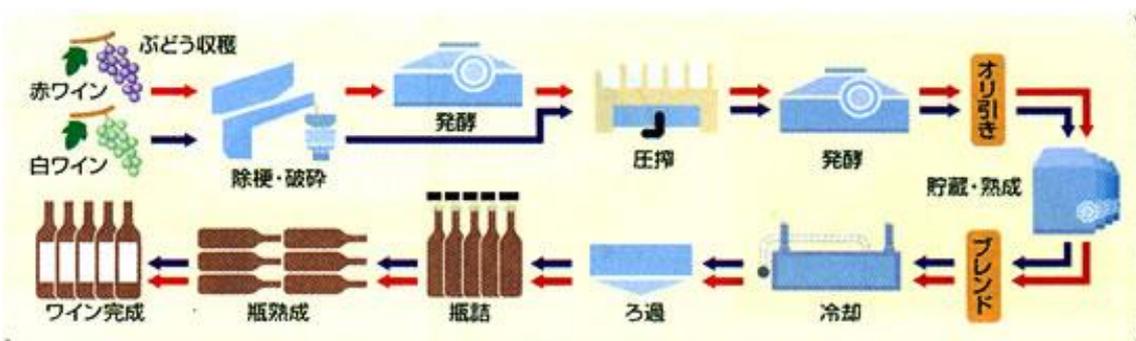
ただ、例外としてチリだけは、地理的条件によりフィロキセラが入ってこないために被害は受けず、未だに接ぎ木をしないで生産が続けられている。

4. ワインの分類

ワインには、通常のスティル・ワインと発泡性を有したスパークリング・ワイン、ブランドーやアルコールを添加し、ワインのアルコール度を高め、味にコクをもたせ、保存性を高めたフォーティファイド・ワイン、ワインに薬草、果実、甘味料、エッセンスを加え、独特な風味をもたせたフレーヴァード・ワインがある。

5. ワイン作りのフロー

通常のスティル・ワインの作り方のフローを示す。



出典：島根ワイナリーHP

原料は、赤ワインには黒ブドウ、白ワインには白ぶどうが用いられる。いずれも収穫後すぐに除梗・破砕されるが、赤ワインの場合はぶどうの皮や種を残したまま発酵させてから圧搾ろ過されるのに対し、白ワインは発酵前に圧搾ろ過される。赤ワインの渋みや重さは、種皮や種に含まれるポリフェノール（アントシアニン、タンニン等）が決め手となる。赤

ワインの色も種皮から抽出される。逆に、白ワインは種皮や種をろ過することにより、爽やかさや軽さを表に出すことになる。

ぶどうにはワインを醸造する際に亜硫酸が添加される。亜硫酸添加の目的は、抗菌作用、果汁の清澄化、酸化防止作用、風味の改善などである。

次いでアルコール発酵に進み、滓引きがなされ、木樽やステンレスタンクにより、貯蔵熟成に入る。熟成中には、ワインの中に含まれるリンゴ酸が乳酸に変化（マロラクティック発酵）して酸味は和らげられ、まろやかさが出てくる。

ここで、ぶどうの品種によってはブレンドされ、フィルタープレスなどでろ過される。その後瓶詰めされ、瓶内熟成が始まる。

ワインが熟成されるにつれ、色は経年変化を起こす。

白ワインは、グリーンイエロー→レモンイエロー→ストローイエロー→ゴールドイエロー→トパーズ色→琥珀色→茶褐色、赤ワインは、紫→ルビー色→赤→ガーネット色→レンガ色と変わっていく。

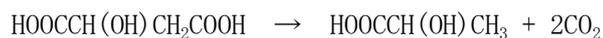
6. ワインの反応

ぶどうは、他の果物に比べ圧倒的に糖分が高い。糖分としては、ブドウ糖と果糖の比率は品種によって異なるが、ほぼ1:1の割合である。糖分は酵母によってアルコール発酵してエチルアルコールとなる。



ブドウ糖、果糖

酸分の90%が酒石酸とリンゴ酸で、クエン酸もわずかに含まれる。リンゴ酸は尖った酸味を帯びているため、熟成中に乳酸菌によるマロラクティック発酵で乳酸に変え、まろやかな酸味にする。



リンゴ酸

乳酸

発酵後瓶詰めまでの間のワインは、樽の中などで適度に空気に触れ酸化熟成し、瓶詰め後もボトルとコルクの間にある少量の空気によって、きわめてゆるやかに酸化が進むともいわれる。また、ワインの色素成分であるポリフェノールが酸やとけ込んだ酸素の影響を受けて結合し、ワインの澱となって沈殿するため、渋みの成分であるタンニンなどが減少してワインはまろやかになり、色素成分のアントシアニンが減るので色が薄くなる。

7. 化学工学と化学の力でワインを美味しく飲む方法

長い熟成期間の上質な赤ワインは、長時間還元雰囲気保持されてきた。飲み頃のワインを開栓してすぐに飲んでも、ワイン本来の味わいは全く感じられない。その状態を「ワインが閉じている」と言う。

ワインは空気に触れることで、本来の風味を取り戻していく。ワインを目覚めさせること

を「ワインを開かせる」と言う。おいしく味わうためには、ワインを開かせる必要がある。ワインを開かせるには、古いワインであれば30分から1時間、若いワインであれば2時間から3時間ほど要する。ワインによっては特性があり、開かせるためにはこれよりはるかに長い時間を要するものもある。

ワインが開く理由は、酸化によりワインに含まれているタンニンなどを変化させ、渋みや酸味を和らげると同時に、発酵時に添加された亜硫酸を放出する効果もあると思われる。

我々は、開けるとすぐに飲みたくなり、ワインが程よく開く前に瓶は空っぽになるのが実情である。

開かせる時間を短縮したいときに行うのが、デキャンタージュである。デキャンタージュとは、抜栓した後にデキャンターと呼ばれる容器にボトルからワインを移し替えることで、たくさんの空気とワインを触れさせることができるため、より短時間でワイン本来の風味を取り戻すことが可能になる。デキャンタージュを行うもう一つの理由は、ボトル内の澱を取り除くことである。デキャンタージュを行うのと行わないのとでは、ワインの味わいに格段の差が出る。

白ワインも空気に触れて味は変化するが、赤ワインほど顕著ではない。



◎デキャンティング・ポアラー

デキャンターに代わって非常に簡単にワインを開かせる道具がある。

デキャンティング・ポアラーは、図に示すようにワインの瓶の口に直接取り付け、ワインをグラスに注ぐ。ワインはビンから流れ出る際、デキャンティング・ポアラーのくびれた部分で流速が増し、細孔からベンチュリー



効果で吸い込まれた空気は微細な気泡となってワインと混合し、ワインを酸化させる。このキャンティング・ポアラーで使われている技術・ベンチュリー効果は、まさに化学工学の領域である。

出典：エノフィリアホームページ

最初にデンマーク製を日本で手に入れたが、イタリア、フランスでも名称は異なるが、同

様のグッズを購入した。中でもフランスで購入したものはル・クルーゼ製で、比較したら最も効果が現れ美味しかった。

これを使用すると 1,000 円のワインが 2,000 円以上のワインとなる。

◎クレ・デュ・ヴァン (Clef du Vin)

クレ・デュ・ヴァンとは、ワインの鍵というフランス語で、ヘラのような形（及びそのポケット型）をしたワイングッズで、先端部にパステューユという銅色の円形部を持っている。100ml のワインをグラスに注ぎ、この部分を 1 秒間ワインに接触させると 1 年、2 秒で 2 年、3 秒で 3 年間セラーで熟成させた効果が出てくる、というものである。

いささかまがい物めいているが、ヨーロッパの最優秀ソムリエに輝いた Franck Thomas と化学・醸造学者の Laurent Zanon が 10 年掛けて開発した科学的なワイン熟成計測ツールである。

Franck Thomas が 1990 年初めボルドーのシャトーでコンサルタントをしていた頃、樽醗酵をしているワインを移し替えるタイミングがわかるアイテムの必要性を感じた。そこで、化学・醸造学者の Laurent Zanon の力を借りて、金属がワインの熟成に影響する特性を研究の末、3 年後に、金、銀、銅の組み合わせた金属で、ワインの熟成のヒントがわかる事を発見した。

さらに、信頼できるツールにするため、金属の割合を研究、1 秒ワインにつけることで 1 年間の熟成に相当するように工夫し、様々なワインで実験し、7 年の歳月を経てついに完成させた。

クレ・デュ・ヴァンは、95%の正確さを持ってワイン熟成のポテンシャル（可能性）を計測する事が出来る画期的ツールとなった。この製品はプジョーから出されている。

この原理について EU で特許が出されている。EU 特許：EP1405903 (A1)

要約では、金・銀・銅の金属が触媒となってワインを酸化・還元させ、熟成期間相当に匹敵するワインに変化させるものとしている。



クレ・デュ・ヴァン
左からボトルモデル、サービスモデル、ポケットモデル

◎ディベロッパー

シルバーコーティングが施された「ディベロッパー」の表面にワインを触れさせながらデキャンティングすることにより、ワインの中に含まれる「二酸化硫黄」を減少させることができる。それにより、ワインの持つ繊細な風味と香りを十分に引き出す。ワインの二酸化硫黄は、法律上は 350ppm が上限なので、1 本のワイン中にはすべてが遊離酸ではないが最大



0.26g が含まれる勘定である。これがどの程度除かれるのであろうか。

また、球体の表面に切られた6本の溝が、デキャンター内に流れ込むワインのスピードを一定に保つ働きをし、ワイン全体をゆったりと長く空気に触れさせることができる。

13. おわりに

40年前、導入技術の習得のため、初めてのヨーロッパ出張先が、スイス、ドイツ、フランスだった。2ヶ月近くの滞在で、ランチ、ディナーで初めて本格的なワインを味わった。

帰国後、少しずつワインを嗜むようになり、今では世界中のワインを対象に、我が家では二人で毎週末、開けては、空けている。こうなるといかに安いワインを美味しく飲むかということが大事である。アルコールを含めると我が家のエンゲル係数(最近聞かない言葉だが)極めて高い。

学問と趣味と実益を一致させ、如何に化学工学や化学が美味しいワインを飲めることに貢献しているか、についての報告である。

参考文献

1. 日本ソムリエ協会 教本
2. 本多忠親 農芸化学者のためのワイン講座
<http://www.kit.hi-ho.ne.jp/bknk/vin.html>
3. Renaud S, Gueguen R Novartis Found Symp. 1998;216:208-17; discussion 217-22, 152-8.
4. ワイン販売店、ワイングッズ販売店のホームページ 多数

注：このレポートは神奈川研究会で発表したものを「SCE・Net の窓」用に書き換えたものである。