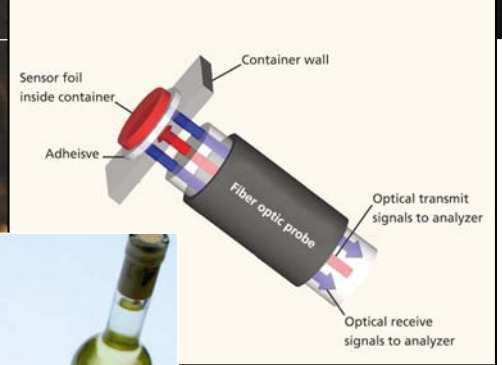
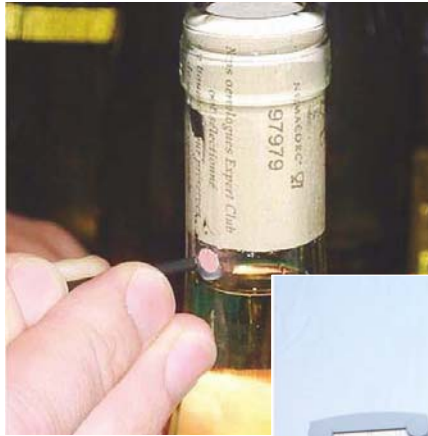


非接触&接触兼用・酸素濃度計 **NomaSense-O2 Prime**



- ✓ センサーヘッドを容器内に入れても、びんやサイトガラスを通じて酸素濃度が測定可能!
- ✓ **NomaSense-O2 Prime** は、ドイツの PreSens 社とベルギーの Nomacorc 社がワイン分野用に共同開発した専用仕様。
- ✓ アメリカ、ヨーロッパ、オーストラリア、南アメリカなどの大手ワイナリー、ワイン研究所で多くの採用実績。
- ✓ 測定レンジの広い、**NomaSense-O2 Trace** もあります。ご要望に応じた付属品を組み合わせます。
- ✓ ビール、飲料などでも多くの採用実績があります。



<参考情報 : 従来の酸素濃度計との比較>

測定機の種類	測定原理	ポイント!
<b>NomaSense-O2 Prime</b> <b>NomaSense-O2 Trace</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ (非接触タイプ)「センサースポット」から出る蛍光エネルギーをガラスを通して測定。</li> <li>■ (接触タイプ)のプローブもあります。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 容器を密閉のまま(!)非接触で測定可能!</li> <li>■ メンブランの張り替え作業から開放!</li> <li>■ 液相も気相も測れる!</li> </ul>
(参考)従来の酸素濃度計 (オービスフェアなど)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 隔膜電極方式: 液をチューブで引き出して電極膜に接触させる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 密閉のまま測定することは不可能。</li> <li>■ 膜の張り替え作業が大変。熟練が必要。</li> </ul>

<センサースポット「PSt3」の仕様> (センサースポット「PSt3」は、FDA のアプルーバルを得ています。)

	気体	液体
測定範囲	0-50% O <sub>2</sub>	0-22mg/l (ppm) O <sub>2</sub>
検出限界	0.03% O <sub>2</sub>	15ppb O <sub>2</sub>

<測定器の主な仕様>

測定器本体		
サイズ	重量	バッテリー
220 * 110 * 100	1.62kg	Li-Ion 電池

(操作手順の英語版 DVD を準備中です。)

<標準付属品>

<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 非接触測定用 2.5mのファイバー</li> <li>■ 100V AC アダプター</li> <li>■ 5mmφ「PSt3」50 枚、壘内固定用グルー(食品グレード)、壘内固定治具</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 接触測定用 10m のプローブ</li> <li>■ USB + RS232C + ソフト CD</li> </ul>
--	--

<価格>

**NomaSense-O2 Prime**  
**NomaSense-O2 Trace**

標準キット:  
標準キット:

ご紹介ください  
ご紹介ください

<照会先> → きた産業・企画開発グループ

(t.kita 090725.2-101117-24)

## 「Oxygen & Wine – 酸素、クロージャー、充填、エイジングについてのリサーチ」

(Oxygen & Wine, an article in WINES & VINES august 2009 by Jamie Goode)

要点:

- ワイン中の酸素を測定することを可能にした新しい技術により、ワインと酸素との関係への関心が近年高まっている。
- 新たな非営利団体の目的は、ワイン産業における酸素マネジメントの科学的ソリューションの普及である。
- 同じ充填ラインでボトルングされたワインであっても、ワイン中の酸素レベルは大きく異なることがある。

ワイン科学における2、3年前のホットな話題は「クロージャーディベート(各種ワイン栓の善し悪しに関する論争)」であり、その次は「還元(スクリューキャップなどによる)」に関するものであった。現在、みんなが関心を寄せているのは、「酸素とワインの複雑な相互作用」のようだ。このテーマはその前の2つの話題を含むものだが、より広い文脈の中でそれらをとらえている。

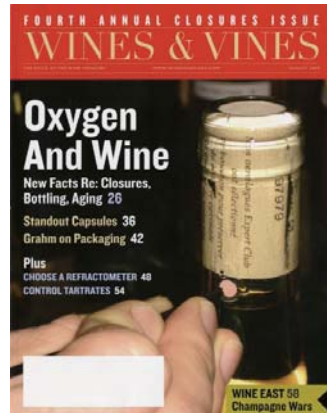
ワインが、その製造工程の様々な段階で酸素に影響を受ける仕組みを理解することは、高品質なワインを希求するワインメーカーにとって極めて重要なことである。しかし、パストゥールがワインと酸素との愛憎関係を指摘してから 100 年以上経つものの、ワイン科学者がこの問題について真剣に取り組み出したのはつい最近になってからのことである。

そのきっかけのひとつは、酸素レベルを正確にかつ容易に測定する新しい方法が出てきたことである。もう一つは、クロージャーの世界的リーディングカンパニー、ノマコルク社 <http://www.nomacorc.com/> がいくつかの研究機関を巻き込む大がかりな協力プロジェクト、[O<sub>2</sub> in Wines]を立ち上げ、充填後の酸素濃度の違いが様々なスタイルのワインにどのように影響を及ぼすのかを明らかにしようとしたことである。

しかし、ワインと酸素の相互作用を理解し、コントロールすることについて大きな関心が寄せられてこなかった主な理由は、おそらくワインが非常に頑強であることだろう。何世紀にもわたって、ワインメーカーは単に重力でワインをびん詰めし、コルクを打ち、そして概してそのまま放置してきた。今日のワイナリー間では、酸素のピックアップレベルに驚くべき差があり、また同じ充填ラインで詰めたワインであっても差は生じる。多くの場合、実際の酸素ピックアップ量に関しては計測されていない。

飲料パッケージングの技術コンサルタントである George Crochiere は、「ワイン産業にとって幸運なことには、ビールなど多くの他の飲料と比べ、ワインは非常に頑強。」という。「ビールの場合、充填、ヘッドスペース、およびその後の侵入による1ppm の酸素がビールをだめにしてしまい、シェルフライフの終わりを決定づける。そのため、ビール業界では多大な費用と時間をかけて酸素の最小化を図ってきた。ワインの場合、酸素濃度はそれよりも高く、ワインによって異なり、また充填、打栓、その後の侵入による酸素レベルは一定ではないのだが、同様なひどい影響を及ぼすわけではない。」

●▲■



合成コルクのトップメーカーであるノマコルク社による調査プロジェクト立ち上げの目的は、酸素がクロージャーとの関係においてどのようにワイン醸造に影響を及ぼすのかについてより理解を深めることである。このプロジェクトには2つのレベルがある。そのひとつめは、品質管理の文脈の中でワイン醸造における酸素の管理についてよりよく理解することである。

ノマコルク社の CEO である Malcolm Thompson は、これを「すぐに手が届く果実」と呼び、ワインの品質の安定度を比較的容易に改善する方法としている。「特に充填において、酸素をいかに管理するかについては目覚ましい改善がみられている。」という。

ふたつめは、「ワインメーカーの意図」と呼ぶもので、ワインに対する酸素の影響に関する知識を利用し、ワインメーカーがワイン醸造の選択肢の中にクロージャーのデザインも入れることができるようにすることである。ワインメーカーはいかなる官能特性を指向するのか。

このプロジェクトは、4つの大陸の主要研究機関の参加を受け、各機関はあるブドウ品種からできたワインに対して充填後に酸素が与える影響について研究している。この研究は、[O<sub>2</sub> in Wines]または[O<sub>2</sub>W]と呼ばれる統合組織が指揮し、この団体はワイン業界内の企業がからなる非営利組織で、「ワイン産業における酸素マネジメントの科学的ソリューションの普及」を目的としている。 <http://www.o2inwines.org/>

メンバーは、G3、Lallemand、Perrier Bottling Machines、Inter Rhone、Appe、およびノマコルク社である。プロジェクトは3段階で設定されている。第一段階は、酸素測定機器、新たな分析手法およびワインの熟成を加速させる機器を開発し、酸素とその影響を測定する。

[O <sub>2</sub> W] 研究プロジェクト			
研究機関	主席研究者	プロジェクト	研究ブドウ品種
UC Davis	Dr. Andrew Waterhouse	酸化のメカニズム	Chardonnay, Cabernet Sauvignon
INRA Montpellier, France	Dr. Veronique Cheynier	ポリフェノールの変化への酸素の影響	Grenache
Geisenheim Institute, Germany	Dr. Rainer Jung	びん充填の影響	Riesling
University Catolica, Chile	Dr. Eduardo Agosin	アロマ生成への酸素の影響	Carmenere
AWRI, Australia	Dr. Elizabeth Waters	侵入する酸素の酸化還元への影響	Sauvignon Blanc, Shiraz

第二段階は、各ブドウ品種の影響、醸造方法、充填条件、クロージャーの選択、保管や輸送への影響を見ながら、官能特性に対する酸素の影響を理解するものである。第三段階は、望んでいる官能特性からクロージャーに必要な要件を導き出し、そのワインに最適なクロージャーと結びつけることを可能にして、ワインの熟成プロセスをコントロールすることである。

●▲■

この協同事業のなかで重要な一角を担っているのが、酸素測定に採用される技術を持つ PreSens(プレセンス)である。ノマコルク社はドイツ企業の PreSens(Precision Sensing)社と提携し、この技術をワイン業界に持ち込んだ。この蛍光を利用する技術は、アメリカの Oxysense 社も採用している。(訳注、キリンビールも採用)

酸素があると、酸素反応性センサーが光を出し、これをフォトダイオードが検知する。このシステムの魅力は、センサーがブローブの中にある場合だけでなく、ワインの入ったびん内にドットセンサーを貼り付けておいてワイン栓を開けることなくそのワインの状態の経時変化を計測できること。ドットセンサーは再利用可能である。この

ドットセンサーは酸素のインラインでの計測を可能にし、また計測方法が非破壊式であるため同一ワイン内の変化を追うことができる。

ノマコルク社の CTO(チーフテクノロジーオフィサー)の Olav Agaard 博士によると、PreSens の計測器はリーズナブルな価格で、多くの研究所、ポトラ一およびコンサルタントらが興味を示しているとのこと。再使用可能なドットセンサーは各 20~25 ユーロで、システムは校正された状態で届く。

2種類のセンサーが使用可能で、ひとつは 0-4%を 1ppb の精度で計測するタイプ、もうひとつは 0.5-50%を 15ppb の精度で計測するタイプである。

一般的に、溶存酸素濃度は ppm(または mg/l)の単位で示される。ワイン中の酸素の最大値は飽和状態である 8mg/l である。通常、タンク間でのワインの移送では 0.1~0.2ppm の酸素が取り込まれる。通常の樽熟成では月あたり 2~3ppm 程度のペースで、トータルで 25ppm 程度取り込まれる。ノマコルク社のデータによると、発酵中のマストは、わずか 15 分間で 5.5ppm もの酸素を消費するとのこと。

もちろん、溶存酸素を計測する方法はこれまでにもいくつかあった。もっとも普及しているのがこの種の計測機器のリーディングメーカーの一つであるオービスフェア社の名前でよく知られる、電気化学的手法によるものである。これは、発生する電流が酸素の分圧に比例する電解システムである。この手法は破壊式(ワインサンプルは一度しか使用できない)であるので、蛍光式と比べると不便であるが、測定値が信頼でき、またすでに確立された技術であるため、現在の標準となっている。

Australian Wine Research Institute(AWRI)の George Skourounomounis と Elizabeth Waters は、侵入する酸素を計測するための染色技術を開発した。メチレンブルーと BPAA のふたつの試薬を利用するもので、複雑な化学システムではあるが、酸素がワイン中において引き起こす反応をまねることができる。反応により酸素が消費されるので、クロージャーによる酸素透過を進めて酸素濃度の変化を追うことができる。メチレンブルーがある状態で光を当てると酸素は基底状態のトリプレット(三重項)から励起状態のシングレット(一重項)に転換され、BPAA と反応して色の変化を生じ、容易に分光光度計によって計測できるようになる。

現在、天然コルクのトップメーカーである Amorim で働く Paulo Lopez は、ボルドー第二大学との研究においてクロージャーからの酸素の侵入を他の染色法で計測している。これは、還元状態のインディゴカーマインが酸素に触れると色の変化が起きることを利用したものである。これらの染色法の有利な点は、非破壊検査であるため同じサンプルを複数回使用できることである。不利な点は、これらはモデルワインについてのみ適用可能で、実際のワインの計測はできないことである。

MOCON 法(測定器メーカーの名前からとった測定法)が結局のところクロージャーによる酸素透過を測定する際の業界標準となっているが、高価で、時間がかかり、日常業務とするには技術的に難しい。また、この方法は液の入っていない容器サンプルに対してのみ適用可能である。



では酸素は実際にワインに何をするのか。多くの白ワインは最初から還元的に醸造され、破砕後できるだけ酸素に触れないようにされるが、一部の白ワインと大部分の赤ワインは発酵工程のいくつかの段階で酸素に触れることは醸造上の重要なポイントとなっている。すべてのワインにとって、一次発酵における健全な酵母の育成のためにある程度の酸素は必要であり、その不足は硫化物を生成する発酵不良を招き、結果として還元臭の問題を引き起こす。



発酵が完了すると、酸素の必要量は激減し、特に樽を使用しない白ワインの場合はそうである。ワインメーカーは、貯蔵や移送の間にワインを酸化から守るために、不活性ガスやステンレス製タンクを使用する。しかし、樽の使用は、目的とするワインスタイルのために醸造工程中に故意に少量の酸素を利用するものである。

特にしっかりとしたタンニンを持つ赤ワインの場合はこのことは重要である。ワインメーカーは、それが実際の計測ではなく推測や官能が多く用いられる実験的な手法であるにもかかわらず、赤ワインのストラクチャーや色、口当たりの向上のために、醸造工程中に管理しながら酸素を供給する手法(マイクロオキシジェネーション)を行うようになってきている。

ワインメーカーがそのワインがびん詰めするに適切な時期が来た(収穫から2~3か月、長くても数年)と判断するとき、どのように充填を行い、またどのように栓をするのかを決めなければならない。この決定はそのワインのシェルフライフと、そしてまた消費される際に消費者の前にどのよう受け止められるのかも深く関係している。

一つの重要な選択は、充填時の遊離型 SO<sub>2</sub> 濃度である。この物質がワインと重要な反応を起こすからである。酸素との反応は、非常に緩やかで直接的なものではなく、その代り酸素とワインとの反応の最初の物質を除去して、ワインのアロマやフレーバーの構成分子のさらなる酸化を防ぐ。

ワインにおいて、SO<sub>2</sub> は遊離型と結合型に分かれるが、前者は酸素の有害な影響からワインを保護する。一般的にはワインは遊離型 SO<sub>2</sub> 濃度が 25~40mg/l で充填される。この濃度は、ワイン中の溶存する酸素とヘッドスペースの酸素、さらにあるケースではクロージャー自体から供給される酸素と反応して、充填後急激に下がる。

この時期を経ると、遊離型 SO<sub>2</sub> はもっと緩やかで一定のペースで、クロージャーから侵入する酸素に対応して減少していく。白ワインの場合、AWRI による研究では遊離型 SO<sub>2</sub> 濃度が 10mg/l を下回ると酸化の特徴が感知されるようになるとしている。赤ワインの場合は、それ自身が抗酸化物質であるフェノール化合物を含むので、それとは少し事情が異なるだろう。

オーストラリアのワイン研究者である Richard Gibson(彼のコンサルタント会社は Scorplex)は、ワインのシェルフライフを概算するための計算式を編み出した。彼は 1mg の酸素が 4mg の SO<sub>2</sub> と反応することに注目した。一般的なヘッドスペースは 5.95ml で、普通の空気であるとする 1.24ml の酸素が含まれている。これは



1.78mg/l に相当するので、ワインに溶解すると 2.37mg/l の溶存酸素濃度となる。これは、9.5mg/l の SO<sub>2</sub> と反応する。次に時間の経過とともにクロージャーからびん内に入ってくる酸素の量を、クロージャーの酸素透過速度を元に計算する。0.01cc/day は 0.019mg/l の酸素がびん内に毎日入ってきていることになり、1年で 27.7mg/l の SO<sub>2</sub> と反応する。

これらからワインのシェルフライフが計算により推測される。たとえば、充填時に 35mg/l の遊離型 SO<sub>2</sub> があり、2mg/l の溶存酸素、0.5ml のヘッドスペース内酸素、クロージャーの酸素透過が 0.008cc/day だとすると、217日のシェルフライフとなる。これらの計算によって、充填時の容器内総酸素(TPO)とクロージャーの酸素透過性がともにワインの経時変化の様子を決定する重要な要素であることが明らかになる。

George Crochiere は、異なる充填方法によってびん内に入る酸素レベルについていくつかの例を提示している。最悪のケースでは、グラビティー充填後にバキュームなしでコルク打栓したもので、充填時に 2.6ppm の酸

素取り込みがありさらにヘッドスペースに 1.8ppm、トータルで 4.4ppm となった。

バキュームフィルターの場合、ヘッドスペースは脱気されるため、この数値は 1ppm 以下に減少する。スクリューキャップを使用し、バキュームフィルターで充填した場合、充填時の酸素取り込み 0.6ppm。液体窒素滴下を行った場合、ヘッドスペースの取り込みは 0.7ppm であるが、これがなければ 4.75ppm まで上昇し、TPO は 5.36ppm となる。Crochier は、ビールにおいては最高の充填ラインであれば酸素取り込みは 0.05~0.15ppm、平均的な場合で 0.2~0.4ppm であることを指摘している。

これらの計算は、Nomacorc がスポンサーとなりドイツのガイゼンハイムで行われた Rainer Jung 博士によるリースリングワインに対する充填の諸条件が与える影響の研究から得られた最初の予備的結果と関連している。Jung 博士は、PreSens を用いて、ヘッドスペースがワインの変化に影響を及ぼす重大な酸素の供給源となっていることを示した。

このプロジェクトでは、リースリングワインを異なる充填条件と充填後の保管条件で変化を評価した。センサードットを貼った 375ml びんに2種類のヘッドスペースで充填し、同時に3種類の酸素濃度での充填サンプルを作成し、実際の充填作業を再現した。

タンクでの DO は 0.3ppm、充填後の DO は 0.9~1.3ppm (0.3~0.5mg/bottle) となった。ヘッドスペースは 5~6ml と 17~19ml のものを用意し、各々2~3種類の DO のワインを入れた。Nomacorc とスクリューキャップの2種類のクロージャーを使用し、Nomacorc は保管条件として 21%の酸素環境(大気)と酸素のない環境を用意した。充填中に計測した TPO は 0.2mg/bottle から 6.0mg まで幅広い結果となった。

TPO の計測から、ワインは充填時には非常に差があったにもかかわらず、全ての酸素は 300 日以内で吸収された。充填時に存在した酸素と同様に、テストの300日間でNomacorcは2.5mg/bottleの酸素を供給したが、酸素のない環境で保管されていたNomacorcでは1mg/bottle強であり、これはクロージャー自体から供給される酸素があることを示している。

スクリューキャップは 0.3mg/bottle 程度の供給であった。TPO は遊離型 SO<sub>2</sub> 濃度の低下と強い相関関係があり、ワインの変色とも関与が認められた。「われわれの研究から、業界では長らく無視されてきたヘッドスペース内の酸素がワインの変化に重大な影響があり、またさらに明確に、ワインの酸化耐性がシェルフライフに影響することが示された。」と Jung 博士は報告している。

Nomacorc では、現実の充填作業において何が起るのかについても知見を得ている。何回かの異なる充填作業からのデータによると、総酸素取り込み量は 1ppm 以下から 13ppm 以上に至るまで幅広く存在し、平均すると 2.5mg をやや下回るレベルである。

ある一つの充填ラインの別のデータでは、全ての値は 3ppm 以下であったものの、充填ヘッドの違いによって 0.9mg の範囲での値のバラつきがでた。興味深いことに、この研究においてはワインの DO よりもヘッドスペースの酸素の方がより顕著な影響を与えていた。

このように、ワイン産業は、それらがワインの変化とシェルフライフに大きな影響を及ぼすことに鑑みて、充填時の酸素の取り込みとクロージャーによる酸素透過について、すぐにでも理解する必要性があるようだ。

「充填ラインのいくつかの工程の適正化を図り、ヘッドスペースと溶存の酸素濃度をしっかりと計測・管理することで、ワインメーカーや販売店はワインのシェルフライフを延ばし、より安定した品質の製品を提供できる。」と



Nomacorc のチーフエノロジストである Vidal 博士はいう。現状では、充填時における酸素取り込み量のばらつきは、クロージャーの性能の差異を小さく見せる要因となっており、さらにそうであるがゆえにワインスタイルに適したクロージャーをワインメーカーに提示するという Nomacorc の望む結果を得ることは、現実の不安定な充填ラインの状況によって妨げられている。「ワインメーカーがクロージャーの酸素透過性によってワインの変化をコントロールできるようにするには、充填時の酸素取り込みが十分管理されていなければならない。」

この先数年間の様々な協同研究は興味深い結果をもたらすだろう。ひとつ確かなことは、酸素とワインの相互関係に関してより理解を進めることで、より多くのワインが適切な状態で消費者に届くようになるということ、それ自体良いことである。ただ、ワインメーカーが自分のワインスタイルの一部として「デザイナークロージャー」とでもいべき特定のクロージャーを選択するような状況が実現するかは、まだそこまで確実ではない。



### (コラム) クロージャーの選択による酸素取り込み量の差異

クロージャーの酸素透過性は様々であり、充填後のワインの変化に大きな影響を及ぼす。

スクリューキャップは、ワイン用には2種類のライナー(ティン/サラ、およびサラネックス)が用意される。両者の違いは明確で、ティン/サラは内部に金属箔があって表面が銀色であるのに対し、サラネックスはサラネックスのみであるので白色である。ティン/サラは酸素透過性が極めて低いが、サラネックスはそれよりやや高い。

Twin Top や Diam のようにより安定しており、は天然コルクと同等の酸素のスクリューキャップよりやって複数のグレードがある。

天然コルクは酸素透過性比較的低い、低品質のものを購入すれば良品であるコルクがどの程度のレベルである。

Typical Oxygen Ingress Rates	
Screwcap	0.3-0.7
Technical corks	0.1-0.6
Natural cork	
Initial period	1.7-6.1
After 12 months	0.1-2.3
Synthetic corks (various)	6.0-15.0
From Paulo Lopes	
In µl O <sub>2</sub> per day (1 µl = 0.0001 CC)	

なテクニカルコルクは、その性能酸素透過性も安定している。通常透過性で、ティン/サラライナーや高い。Diam は酸素透過性によ

の面で差異が大きい。良いものは高くなる。高価で高品質の製可能性は高くなるものの、個々のあるかを把握することは不可能

Paulo Lopes の研究によると、天然コルクの酸素透過性は最初は比較的高いが、充填後数ヶ月後には大きく低下する。これは多くの測定において勘案されていない事実であり、この透過性の変動は他のクロージャーでは再現が難しい。

合成コルクは、酸素を通すプラスチック製であるため、酸素透過性は高い。合成コルク自体の外気と接する側から酸素が入り込み、ワイン側に出て行く。しかし、全ての合成コルクが同じであるわけではない。市場に登場して以来、酸素バリア性の改善に多大な労力が向けられており、今では多くの合成コルクで複数の酸素透過レベルのグレードが用意されている。