

ORP を用いるアプリケーションの紹介

ORP 測定は、消毒、ワイン製造、電気めっき、鉱業などのさまざまなアプリケーションで見られます。この記事では、これらのプロセスのいくつかについて簡単に紹介します。

消毒アプリケーションでの ORP 測定

地方自治体の水の消毒は、多くの場合、塩素の添加によって行われます。塩素は、次亜塩素酸ナトリウム、次亜塩素酸カルシウム、さらには元素形態の塩素ガスによって生成されます。結果として生じる水との酸化反応は次亜塩素酸を形成します。

水処理アプリケーションでは、ORP は既知の細菌が酸化により殺菌される状態となるまで遊離塩素（次亜塩素酸または次亜塩素酸イオンのいずれか）の量を制御し、酸化の状態を測定するために使用されます。ORP と次亜塩素酸は、プールの塩素処理を維持するため同様の方法で利用されています。



ORP と溶存酸素

溶存酸素は、発電所、バイオプロセッシング、および水生用途における重要な測定パラメーターです。通常、専用の溶存酸素（DO）分析計を使用して測定されます。溶液中の酸素は酸化剤として機能し、酸素が不足している環境に移行するシステムでは、ORP 値が低下します。

水処理アプリケーションでは、ORP を DO と組み合わせて使用し、細菌を使用した生物学的リン酸塩および窒素の除去を行うために使用します。ORP レベルは、好気性、無酸素性、および嫌気性環境に存在する細菌の代謝活動を監視し、除去プロセスを最適化するのに役立ちます。

ORP とワイン醸造所

ORP は、ワイン製造発酵において酵母発酵中の通気を制御するために使用されています。ORP レベルは、好気性環境を維持するために使用され、最終製品では望ましくない硫化水素および揮発性硫黄の芳香の形成を抑制します。



産業用アプリケーションにおける ORP 測定

酸化還元反応は、排出前の成分の還元または酸化のための産業廃水処理工程において良く行われている反応です。例えばシアン化物廃水処理は、金属処理アプリケーションでの酸化反応があります。シアン化物は発がん性物質としてよく知られ、環境に放出することはできません。この処理において ORP は 2 つの化学反応の酸化電位を監視するために使用されています。



第一に、アルカリ性 pH でのシアン化物のシアン化物への酸化、第二に、より中性の pH 値でのシアン化物から炭酸塩への変換があります。どちらの反応でも酸化電位は ORP で直接測定され、ORP の定常状態を見ることで、化学成分の完全な酸化と次の処理段階への移行の指標となります。

金属の電気めっきで一般的に使用される化学物質であるクロム酸塩は、金属の化学的性質を変えるために使用されています。この化合物は有毒であり、環境への放出を制限するため廃水から除去する必要があります。六価クロムから三価クロムへのクロム酸塩の還元工程では、酸性条件では pH が制御され、ORP で監視されます。監視されている ORP 値が急激な減少を発生した時、それは完全な還元が発生したことを示します。酸性の pH を変化させる場合石灰が添加され、それにより水酸化クロムが沈殿し分離されます。



ワイン製造における硫酸塩および亜硫酸塩と ORP センサー

硫酸塩、亜硫酸塩、硫化物、および硫黄：ワインの分析

硫化水素 H_2S は、ワインの発酵中に生成される望ましくない化合物です。硫化水素は無色ですが、腐った卵のおいが強い物質です。人間の鼻で検出できる濃度よりも低い濃度でも、密栓されたワインボトル内で匂いや味に影響するだけでなく、最終製品でのメルカプタンやその他の望ましくない化合物の形成にも影響する可能性があります。硫化水素の形成は、通常、酵母の活性が高い一次発酵中に発生します。この発生した硫化水素が高濃度で発生した場合、それを除去するために硫酸銅が添加されます。



多くのワインメーカーは、高濃度の H_2S （通常は臭いによって検出される）から対応するのではなく、硫化水素の生成を最小限に抑えるためのいくつかの積極的な方法を採用しています。これらの方法には、 H_2S の生成が少ない酵母菌株の選択、発酵中に特定の栄養素を添加する、またはワインの通気が含まれます。

硫化水素は、ワイン醸造工程において到達する還元レベルと酵母製品から主に形成されるため、酸素の添加が硫化水素の除去に役立ちます。この「還元性」は、溶液の電子共有傾向を説明するために使用される化学用語で、ワインに含まれる硫酸塩と硫黄は還元され（環境から電子を獲得）、硫化水素を形成します。

この還元環境に抗うためには、酸化種を組み込む必要があります。その中で最もよく知られているのは酸素です。十分な酸素は硫化水素の生成とそれに関連する悪影響を打ち消します。還元環境と酸化環境のバランスは酸化還元電位として知られており、ORP またはレドックスとも呼ばれます。

ワインの発酵に酸素を加えることは、通常、ポンプオーバー、パンチダウン、またはデバッティング（デレステージ）を介して行われます。ポンプオーバーは、最良の曝気の制御を行うことができ、自動化され

たプロセス制御の可能性を提供します。自動化は、ポンプオーバーを時間で予め設定する、あるいは手動で作動させる代わりに、環境が危険な還元状態に近づいたときにのみポンプオーバーを作動させ、過剰な酸素が追加される前（還元状態が無くなり酸化状態になる前）に終了することができます。最近のワインメーカーは、発酵中の ORP の継続的な測定を行うためのオンラインセンサーを採用し、ポンプオーバーの重要な制御信号としています。



ORP の定量分析により、硫化水素が人間の鼻で検出されるより前にポンプオーバー（または他の手段による酸素添加）を開始、過剰な H_2S の蓄積とそれを修復するために必要な労力を削減します。この定量的方法により、ワインの品質がバッチ間で一貫していることも保証されます。ORP センサーを使用することで、ワイナリーは過剰な硫化水素の形成を防ぎ、ワイン発酵におけるバッチ間の品質を一定に保つことができるようになります。

ハミルトン OPR センサーについて

参照電極には Ag/AgCl を採用し、測定電極はプラチナを組み合わせています。優れた再現性と安定性は pH 電極と同様で、隔膜で生じる電位、参照電極で生じる電位のバラツキが抑えられ、また SIP、CIP においても変化がほとんど生じない設計となっています。また測定電極はプラチナが使われ、その形状も電極モデルの用途により慎重に設計されています。結果電極が持つ電位は 200mV を安定して保ちます。

電極の均質な品質に対し、基準となる ORP 校正液はハミルトン社により製造される $\text{E}_0 271\text{mV} \pm 5\text{mV}$ キヤルパックを使用し校正を行います。

