



The Australian Wine
Research Institute

(訳注及び免責事項) この記事は、下記のサイトから、AWRI の同意を得て翻訳したものです。

https://www.awri.com.au/industry_support/winemaking_resources/laboratory_methods/chemical/cold_stab/

翻訳には細心の注意を払っていますが、完全性及び正確性を保証するものではありません。また、この記事はオーストラリアの法律に則って書かれており、記載されている物品・製造行為が日本で使用可能かどうかは本サイト上部の記載を参考にご確認ください。

THE AUSTRALIAN WINE RESEARCH INSTITUTE > SERVICES TO INDUSTRY > WINEMAKING > LABORATORY METHODS > CHEMICAL > MEASUREMENT OF COLD STABILITY OF WINE

Measurement of cold stability of wine

ワインの低温安定性（酒石の安定性）の測定

ブドウ果汁には元々カリウムと酒石酸が含まれており、これらが結合して酒石酸水素カリウム塩（KHT）を形成する。KHT は果汁には溶解するが、エタノールには溶解しにくい。発酵後、ワインは KHT で飽和状態になり、沈殿する。KHT の溶解度は低温で更に低下するため、不安定なワインが瓶詰めされ、冷却されると、瓶の中に結晶が形成される可能性がある。低温安定性試験は、瓶詰め後に KHT の沈殿が生じる可能性を確認するものである。

このページでは、ワインの低温安定性試験のために一般的に使用されるいくつかの手法と、セラーでの低温安定化の方法について簡単に説明する。

冷却試験／ブラインテスト

この試験では、ろ過をしたワインのサンプルを -4°C で 3 日間保持し、結晶化した酒石の兆候がないかを検査する。もし結晶の沈殿が室温に温められたときに溶解する場合は、一般にワインは低温で安定であるとみなされるが、結晶の沈殿が残る場合は、低温で不安定であることを示す。結果は、冷蔵後に持続する結晶の沈殿がない場合は「合格」、結晶がある場合は「不合格」と示される。

AWRI コマーシャルサービスでは、低温安定性テストで「不合格」の場合、次の 3 つのレベルで報告している。

不合格-レベル 1：境界線上の不合格（<10 個の小さな結晶）

不合格-レベル 2 : 明らかな不合格 (> 10 個の小さい及び/又は大きい結晶)

不合格-レベル 3 : 肉眼で見える結晶

非晶質の色素やタンニンなどの一部のフェノール成分は、一部の赤ワインで一時的な沈殿を生じる可能性があることに注意が必要である。通常、これらの沈殿物は、サンプルを室温まで温めると再溶解するため、酒石酸水素カリウムの結晶と区別される。このテストは、ワインの現在の安定性を示す。

機器 : ブラインを含むウォーターバス (-4°C)、メンブランフィルター

試薬 : なし

施設 : 洗い場、電源

必要なスペース : ウォーターバス用の実験台

凍結融解法

この方法は冷蔵試験の変形であるが、一部の実務家は精度が低いと考えている (Wilkes、私信、2004)。ろ過したワインサンプルをある期間 (例えば一晩) 凍結し、融解後に酒石の結晶の沈殿の兆候がないか検査する。結晶性の沈殿が室温に温めたとときに再溶解する場合は、ワインは一般に低温で安定であるとみなされるが、持続する場合は、ワインが低温で不安定であることを示す。多くの業界関係者は、このテストは厳しすぎると感じており、スラリーが形成されるまで凍結してから解凍する方が適切であることに注意が必要である (Wilkes、私信、2004)。AWRI は、この方法を低温安定性の最終テストとして使用することは推奨していない。

機器 : 冷凍庫、メンブランフィルター

試薬 : なし

施設 : 洗い場、電源

必要なスペース : 最小限の実験台

導電率法 (接触法)

ろ過したワインサンプルを攪拌しながら特定の温度 (白ワインは 0°C、赤ワインは 5°C) に保持し、酒石酸水素カリウムの種晶 (1 g/L) を添加して導電率の変化を観察する (Zoecklein et al. 1989)。サンプルの導電率の変化が 5% 以上の場合 (KHT の沈殿とそれに伴う導電率の低下による)、サンプルは KHT に関して不安定であると見なされる。一部の実務家は、ワインのスタイルに合わせて、適切と考えられる温度に変更して実施している (たとえば、-4~5°C の範囲内) (Wilkes、私信、2004)。結果の信頼性を向上させるために、選択した温度を検証する必要がある。

機器 : 導電率計 (100-1000 mS/cm)、ウォーターバス、マグネチックスターラー、メンブランフィルター、温度計

試薬：酒石酸水素カリウム（クリームターター）

施設：洗い場

必要なスペース：ウォーターバスと導電率計用の実験台

濃度積（Concentration product）法

KHT の沈殿に関するワインの安定性は、濃度積（CP）に基づいて予測できる。ワイン中のカリウム、酒石酸（総酒石酸）、pH 及びアルコールの濃度から次の式で計算される。

$$\begin{aligned} \text{CP}_{\text{KHT}} &= ((\text{カリウム, mol/L}) \times (\text{酒石酸, mol/L}) \times (\% \text{酒石酸水素イオン})) / 100 \\ &= ((\text{カリウム, mg/L}) / (39.1 \times 1000)) \times ((\text{酒石酸, g/L}) / 150.1) \times ((\% \text{酒石酸} \\ &\quad \text{水素イオン}) / 100) \end{aligned}$$

酒石酸水素イオンの割合、つまり酒石酸水素イオンの形で存在する酒石酸の割合は、Berg and Keefer（1958）が作成した表を使用して、ワインの pH とアルコール分から得られる。CP は、“Miller Dial”スライディングスケール KHT 安定性計算法を使用して、カリウム、酒石酸、pH 及びアルコールの濃度から計算することもできる。このようにして得られた CP_{KHT} 値は、適切なワインタイプの過去のデータと比較する。また、酒石酸塩の安定性を確立するためのいくつかの代替基準が提案されている。

De Soto and Yamada（1963）は、9種類のワインについて 0°C での安全な CP_{KHT} 値を提案した。サンプルの CP_{KHT} がそのワインタイプの推奨安全レベルを超える場合、サンプルは低温で不安定であると見なされる。

Berg and Akiyoshi（1971）は、白ワインの最大 CP_{KHT} 値を 9.4×10^{-5} 、赤ワインの最大 CP_{KHT} 値を 17.6×10^{-5} と提案している。これらの最大値よりも大きい CP_{KHT} 値を持つワインは、不安定であると見なされる。

Leske et al.（1996）は、白ワインの最大 CP_{KHT} 値は 8.0×10^{-5} 、赤ワインの最大 CP_{KHT} 値は 18.0×10^{-5} であると報告した。これらの最大値よりも大きい CP_{KHT} 値を持つワインは、不安定であると見なされる。

機器：カリウム、酒石酸、pH 及びアルコール分を測定するための分析装置

試薬：個々の分析に必要なもの

施設：個々の分析に必要なもの

必要なスペース：個々の分析に必要なスペース

飽和点（Tsat）法

上記の方法は、いずれもワインの現在の安定性をテストする方法である。しかし、ワインが熟成するにつれて、ワイン中に元々存在する結晶化を阻害する化合物の性質と量に変化する可能性があり、酒石酸塩の沈殿しにくさも変化する。その結果、ある時点で「ブラインテスト」によって確かに安定していたワインも、

後日不安定になる可能性がある。これは、テストの信頼性の問題ではなく、ワインの性質の変化を反映したものである。このような変化は、若い白ワインと赤ワインでより顕著であるが、熟成した白ワインでも起こることがある。

飽和点テスト (Tsat) と呼ばれる新しい低温安定性試験を使用して、ワインが将来不安定になる可能性があるかどうかを知ることができる (Ribereau-Gayon et al.2006)。この方法では基本的に導電率を使用して、室温でワインに取り込むことができる酒石酸塩の量を測定する。(訳注：原報では、20℃のワインに 4g/L の酒石酸水素カリウムを添加する前後の導電率を測定する。) 次に、導電率の変化を使用して、ワインから酒石が沈殿する理論温度を求める (市販の Erbsloh EasyKrista Test を使用可)。飽和温度が低い場合はワインがより安定していることを示し (つまり、酒石を沈殿させるには低温に下げることが必要)、飽和温度が高い場合は沈殿がより起こりやすいことを示す。Tsat テストによる不合格は、ワインが通常の条件下で酒石を生じることを示すものではなく、将来ワインが不安定になる可能性があることを示す。次の表は、Tsat 法の解釈をまとめたものである。

KHT 安定性	白及びロゼワイン	赤ワイン
安定	<12	<15
不安定	12-16	15-20
とても不安定	16-20	20
著しく不安定	20	-

セラーでの低温安定化

ワインを数週間冷却すると、ワインを低温安定化できる。しかしこの方法は時間がかかり、多くのエネルギーを消費するため、ワイナリーでは同じプロセスを種晶を添加して行うことが多い。大きな表面積を持つ大量の微細な KHT の結晶 (種晶) が結晶化の核となり、数時間から数日で KHT の急速な晶出が促進される。

低温安定化におけるよくある失敗は、ワインから滓引きやろ過によって沈殿した酒石の結晶が除かれる前に、ワインの温度が上がってしまうことである。これにより、一部の KHT がワインに再溶解し、ろ過された温度でのみの安定となる。低温安定化後に何らかの添加、酸の調整又はブレンドが行われると、安定性が影響を受けるため、低温安定性を再確認する必要がある。理想的には、瓶詰め用の最終的なブレンドをしたワインは、瓶詰めの直前にチェックが必要である。

ワインメーカーの中には、低温安定化の方法として、電気透析を使用してワインからカリウムイオンと酒石酸イオンを除去するところもある。

メタ酒石酸、マンノプロテイン、カルボキシルメチルセルロース（CMC）などの結晶化抑制剤も、酒石の生成を防ぐために使用できる。なお、これらの物質は、事前の低温安定化なしに使用することはほとんどなく、リスクが高いワインでの追加の手段として使用されることが多い。（訳注：オーストラリアで使用が認められている CMC も我が国同様、ナトリウム塩である。）

引用及び参考文献

- Amerine, M.A., Ough, C.S. 1980. *Methods for analysis of musts and wines*. New York: Wiley-Interscience: 341 p.
- Berg, H.W. 1960. Stabilisation studies on Spanish sherry and on factors influencing KHT precipitation. *J. Enol. Vitic.* 11: 123-128.
- Berg, H.W., Akiyoshi, M. 1971. The utility of potassium bitartrate concentration product values in wine processing. *J. Enol. Vitic.* 22(3): 127-134.
- Berg, H.W., Keefer, R.M. 1958. Analytical determination of tartrate stability in wine. 1. Potassium bitartrate. *J. Enol.* 9: 180-183.
- Bertrand, G.L., Carroll, W.R., Foltyn, E.M. 1978. Tartrate stability of wines. 1. Potassium complexes with pigments, sulphate and tartrate ions. *J. Enol. Vitic.* 29(1): 25-29.
- De Soto, R.T., Yamada, H. 1963. Relationship of solubility products to long range tartrate stability. *J. Enol.* 14: 43-51.
- Ewart, A.J.W. 1984. A study of cold stability of Australian white table wines. *Grapegrower Winemaker* 244: 104-107.
- Iland, P., Ewart, A., Sitters, J., Markides, A., Bruer, N. 2000. *Techniques for chemical analysis and quality monitoring during winemaking*. Campbelltown, SA: Patrick Iland Wine Promotions: 111 p.
- Leske, P.A., Bruer, N.G.C., Coulter, A.D. 1996. Potassium tartrate – how stable is stable? Stockley, C.S., Sas, A.N., Johnstone, R.S., Lee, T.H. (eds)

Proceedings of the ninth Australian wine industry technical conference; 16-19 July 1995. Adelaide, SA: Winetitles: 39-45.

- Pilone, B.F., Berg, H.W. 1965. Some factors affecting tartrate stability in wine. *J. Enol. Vitic.* 16(4): 195-211.
- Rankine, B.C. 1995. *Making good wine: a manual of winemaking practice for Australia and New Zealand.* Sydney: Pan Macmillan Australia Pty Ltd: 374 p.
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A, Dubourdieu, D. 2006 *Handbook of Enology Second Edition Volume 2: The Chemistry of Wine Stabilisation and Treatments.* Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd: 404 p.
- Wilkes, E. 2004. Group Manager – Commercial Services, AWRI, personal communication.
- Zoecklein, B.W., Fugelsang, K.C., Gump, B.H., Nury, F.S. 1989. *Production Wine Analysis.* New York: AVI Van Nostrand Reinhold: 291-305.
- Zoecklein, B.W., Fugelsang, K.C., Gump, B.H., Nury, F.S. 1995. *Wine analysis and production.* New York: Chapman & Hall: 621 p.