

ワインに含まれる 18 無機元素が語るもの

成分解析研究部門 清水 秀明

1. はじめに

ワインには様々な無機元素が含まれており、主として原料であるブドウが育った土壤に由来すると考えられています。ブドウの樹が根から水を吸い上げる時に、土壤に含まれる無機元素も一緒に吸い上げるため、土壤が違えば含まれる無機元素の種類や量が異なり、結果としてワインの無機元素組成が変わってきます¹⁾。この性質を利用して、海外ではワインの原料原産地の決定に関する研究が数多くありますが、製造方法やブドウ品種、収穫年を含む複数要因によって、無機元素濃度が変化すると報告もあります。そこで本研究では、日本に流通しているワイン（日本ワイン、輸入ワイン、その他の国内製造ワイン）に含まれる無機元素濃度を測定し、その特徴を調べるとともに、製造方法、ブドウ品種、収穫年の違いが無機元素濃度に与える影響を調べました。

2. 市販ワインの 18 元素分析

まず、日本で流通している市販ワイン 214 点（日本ワイン 82 点、輸入ワイン 99 点及びその他の国内製造ワイン 33 点）に含まれる無機元素濃度を誘導結合プラズマ発光分光分析装置（ICP-AES）、誘導結合プラズマ質量分析装置（ICP-MS）で分析しました²⁾。測定した 40 元素のうち、定量限界値以下の元素、再現性よく測定できない元素を除いた 18 元素（Li、B、Na、Mg、Si、P、S、K、Ca、Mn、Co、Ni、Ga、Rb、Sr、Mo、Ba、Pb）を用いて以降の解析を行うことにしました。当該元素のうち、9 元素（Li、B、Na、Si、S、K、Co、Sr、Pb）の濃度で、日本ワインとその他の 2 グループに有意な差があり、K は高く、それ以外の 8 元素は低い結果でした。18 元素濃度を用いて 3 つのグループ（日本ワイン、輸入ワイン、その他の国内製造ワイン）で線形判別分析を行ったところ、各グループに凡そ分類され、精度も 87.9%と概ね高い値を示しました。

3. 製造方法の違いが 18 元素濃度に与える影響

しかし、上述の試験は、市販ワインを用いた結果であり、製造方法の違いが考慮されている訳ではなく、樽貯蔵や滓下げ剤処理などの製造方法によっては、ワインの無機元素濃度が変動するとの報告もあります^{1,3)}。そこで、製造方法の違いが、上述の 18 元素濃度にどの程度影響するのかを調べました⁴⁾。

赤ワイン製造では、破碎した果実を果皮と種とともにアルコール発酵させ、色素や渋味を抽出させる醸し発酵を行います。その工程での無機元素濃度の変動を調べたところ、18 元素濃度全てが有意に変動し、Mo、Mn がそれぞれ 1.4 倍となり、Li が 0.4 倍、Ba が 0.6 倍になりました。

樽熟成する際、樽からどの程度無機元素が溶出するのかを調べるため、ワインにオークチップを浸し、定期的にワインを採集し 18 元素濃度を測定したところ、Ba は貯蔵期間が長くなるにつれ濃度が上昇し、300 日貯蔵後の濃度が開始前の 1.4 倍になり、Mo は約半分に減少しましたが、それ以外の 16 元素の変動は小さい結果でした。

瓶詰め前には、ワイン中に含まれるタンパク質を除き、出荷後に混濁するリスクを少なくする滓下げという工程を一般的に行います。この工程で使用される滓下げ剤の一つであるベントナイト（モンモリロナイトという粘土鉱物が主成分の滓下げ剤）を 1000 mg/L になるよう添加し、2 日静置後の上清の 18 元素濃度を測定したところ、Mo が 4 倍、Na が 3 倍、Li が 2 倍になるなど 14 元素濃度が変

動しました。

その他にも、補糖（ブドウの糖度が低い場合アルコールを高めるために行われる操作）、補酸（製造中の汚染微生物の増殖を抑制するために行われる pH を下げる操作）、発酵助剤（アルコール発酵を円滑に進行させるための酵母の栄養源添加の操作）の影響を調べたところ、一部の無機元素濃度が変化しました。

4. 品種・収穫年の違いが 18 元素濃度に与える影響

また、ブドウの品種や収穫年の影響を明らかにするために、土壌・気候・栽培管理・施肥が同じ条件の単一圃場で栽培したワイン用ブドウ 9~10 品種のブドウ果汁の 18 元素を 3 年間測定し、18 元素濃度の変動を調査しました⁵⁾。甲州、マスカット・ベリーA などの日本固有のブドウ品種は、ヨーロッパで主に使われているメルロー、シャルドネなどの欧州系品種と比べると、Ca、Sr、Ga、Ba の濃度が高く、主成分分析でも寄与が大きい結果でした。一方、収穫年では降水量が多かった 2018 年の P の濃度が、雨の少なかった 2017 年より高く、主成分分析でも寄与が大きい結果でした。同様に、B、Na、S、Ca、Ga、Mo、Ba も P と同じような傾向となりましたが、降水量と無機元素濃度の関係について考察するには、更に調査が必要と考えています。

5. 18 元素組成を基にした主成分分析～まとめ

上述の実験などで用いた 337 点について 18 元素濃度を用いた主成分分析を行ったところ、主成分プロット上では、製造方法、ブドウ品種、収穫年の影響は小さく、収穫地が違うブドウに由来する 18 元素組成の違いが大きく影響することを示唆する結果でした（図）。

以上、18 元素濃度の解析によって、ブドウ品種、収穫年、製造方法の違いで、元素濃度に差は生じるものの、18 元素濃度組成に大きく影響するものではなく、収穫地の違いによる無機元素のパターンの違いが大きいこと、日本で栽培されたブドウを原料として国内で製造されたワインは、それ以外のワインと 18 元素のパターンが異なり、原料原産地の判別に有用である可能性が示唆されました。

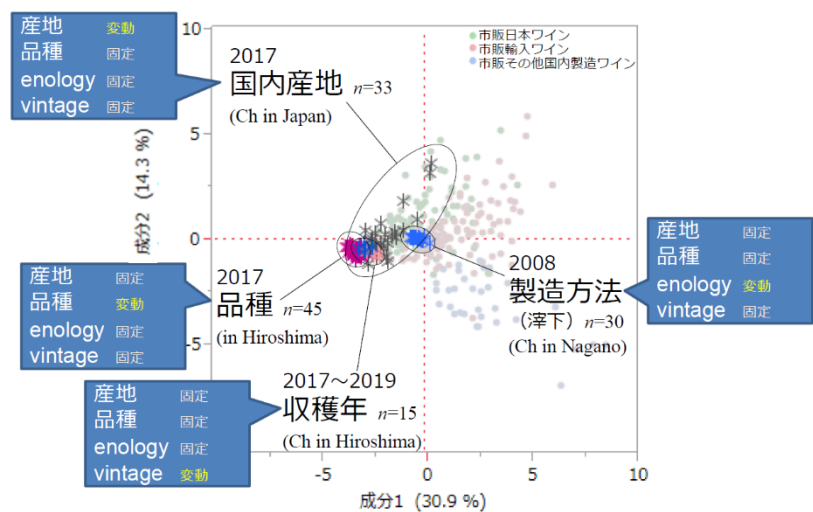


図 各種実験 123 点 + 市販ワイン 214 点の 18 無機元素濃度を基にした主成分分析の結果

6. 参考文献

- 1) Almeida and Vasconcelos, *J. Agric. Food Chem.*, 51, 4788–4798 (2003)
- 2) Shimizu *et al.*, *J. Biosci. Bioeng.*, 125, 413–418 (2018)
- 3) Catarino, S. *et al.*, *J. Agric. Food Chem.*, 56, 158–165 (2008)
- 4) Shimizu *et al.*, *J. Biosci. Bioeng.*, 130, 166–172 (2020)
- 5) Shimizu *et al.*, *J. Food Compos. Anal.*, 107, 104377 (2022)