野菜中の金属成分を利用した鉛ガラスの着色

蔡唯佳

要旨

本研究では、鉄・銅・マンガンを多く含む野菜を用いて鉛ガラスを着色できるかどうかを研究した。各金属成分を多く含むパセリ、生姜、マッシュルームを灰化し、添加した場合と、金属試料を用いた場合での着色結果とを比較した。その結果、パセリでは褐色、生姜では白を帯びた赤紫色、マッシュルームでは白色に青みを帯びた色となり、金属試料による着色と概ね対応した色が得られた。一方で、生姜やマッシュルームでは白濁が生じたことから、野菜灰に含まれるアルカリ・アルカリ土類成分が結晶析出や微粒子分離を引き起こしたと考えられる。以上より、野菜中の金属成分によるガラス着色は可能であるが、白濁化や灰の生成に要する時間とエネルギーなど、実用化には課題が残ることが明らかになった。

キーワード：鉛ガラス，鉄，銅，マンガン，アルカリ・アルカリ土類成分

Ⅰ．はじめに

昨今問題となっている食品ロスに関して、廃棄される食品の中で最も大きな割合を占める野菜に着目した。実際に滋賀県の琵琶湖の大量に繁茂する藻でガラスを着色し、工芸品の琵琶湖色として発売する取り組みがある。ガラスの着色は金属イオンがガラスの構造に組み込まれ、ガラスを透過する光の特定の波長の光を吸収することで色を発する仕組みとなっていることが示されている(太田，1985)。そこで、金属成分を含む植物、野菜でもガラス着色に活用できるのではないかと推定した。

しかし、植物を使ったガラス着色においてススキを用いてガラス着色をするものは多く見られるものの、野菜に限らず、ススキ以外の植物でガラスの着色をする研究は見られなかった。

山口(1979)によると、鉄、銅、マンガンはガラス着色によく使われている。そこで本研究では、野菜にも十分に含まれるこの三つの成分を対象に、それぞれの成分をよく含む野菜を選出した。選出した野菜を灰にし、実験室でも容易に作ることができる鉛ガラスに添加した。金属での着色時の色と対象とした野菜での着色時の色と対応しているか比較することで金属成分の代わりに野菜を用いてガラスを着色することは可能か調べることを目的とした。

Ⅱ. 手法

まず、色の基準として、金属試薬を用いて着色した鉛ガラスを作製した。鉛ガラスの原料として酸化鉛(II)7.0g、二酸化珪素 1.5g、四ホウ酸ナトリウム 4.0g を用いた。着色剤として、金属試薬は酸化鉄(Ⅲ)0.1g、酸化マンガン 0.1g、酸化銅(Ⅱ)0.1g を用いた。着色に用いる金属試薬を乳鉢に入れ、乳棒で混合した。乳鉢の中の混合物を一度薬包紙にあけ、るつぼの中にうつし、三脚上にセットした三角架にのせたマッフルの中に入れた。バーナーで 1 分間穏やかに加熱した後、火力を最大にし、るつぼの底に青い酸化炎が当たるように 15 分を目安に強熱し、混合物が均一に溶解していることを確認し、溶解が確認できたらるつぼばさみでるつぼを傾け、溶解物をステンレス皿に流し出し、十分冷ました。

次に野菜で着色したガラスを作るため、ガラスが明瞭に色がつくように少なくとも着色成分の含有率は、パセリ中の鉄分(表 1)の場合、0.1wt %、マッシュルーム中の銅は 0.05wt %、生姜中のマンガンの場合は 0.1wt %になるように、ハウスギャバン(株)パセリみじん切りを 100g、株式会社シー

テージャパンの生姜パウダーを 30g、巣鴨のお茶屋さん山年園の国産無農薬マッシュルームパウダーを 156g 用いた。炭になるまで燃やし、炭状になったら蒸発皿に移し、電気炉に入れ、600℃で丸２～３日間、燃え残った炭素がなくなるまで熱した。

次に、鉛ガラスの着色において金属試料で着色した手順と同じように鉛ガラスの原料として、酸化鉛(II)7.0g、二酸化珪素 1.5g、四ホウ酸ナトリウム 4.0g を用い、着色剤として、上述した，ガラス中の金属成分が 0.05wt %から 0.1wt %となる灰を坩堝に入れ、鉛ガラスを作製した。

しかし、巣鴨のお茶屋さん山年園の国産無農薬マッシュルームパウダーはデキストリンが 75wt %含まれていた。デキストリンはデンプンを分解し粉末化した多糖類である。デキストリンを加熱したら二酸化炭素と水となるため、色ガラス作成において影響を及ぼさない。そのため、マッシュルーム灰を用いる時は他の野菜での場合と違って、ガラス全体の質量が 4 分の 1 となるように酸化鉛(II)1.75g、二酸化珪素 0.325g、四ホウ酸ナトリウム 1.0g に 156g の巣鴨のお茶屋さん山年園の国産無農薬マッシュルームパウダーを熱した灰を混合して鉛ガラスを作製した。

表 1 可食部 100g あたりのパセリの成分

無機質	ナトリウム	9	mg
	カリウム	1000	mg
	カルシウム	290	mg
	マグネシウム	42	mg
	リン	61	mg
	鉄	7.5	mg
	亜鉛	1.0	mg
	銅	0.16	mg
	マンガン	1.05	mg
	ヨウ素	7	μg
	セレン	3	μg
	クロム	4	μg
	モリブデン	39	μg

III. 結果

酸化鉄(Ⅲ)0.1g を用いて着色したガラスは褐色(図 1)、酸化マンガン 0.1g の時、濃い赤紫色、酸化銅(Ⅱ)0.1g の時、濃い青色になった。野菜を用いてガラスを着色した場合、パセリを使った時、褐色(図 2)、生姜を使った時、少し白の混じった赤紫色、マッシュルームを使った時、白色にほのかに青が混じった色になった。



図 1 酸化鉄(Ⅲ)の着色ガラス

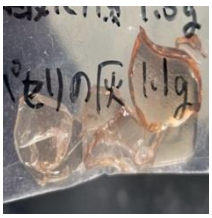


図 2 パセリの着色ガラス

IV. 考察

結果より、金属試料を使った場合と野菜を使った場合では概ね色に大きな違いはなかったことより、金属試料と同じような色はその成分を最も多く含む野菜を用いた場合でも着色することが出来ることがわかった。しかし、生姜で着色したガラスやマッシュルームで着色したガラスで見られるように、白色が混じるというような現象が見られた。これは、野菜の灰に含まれる炭酸塩が 600℃という環境下において不完全に分解したものと考えられる。Alessio Zandonà 等より、アルカリ成分がガラスの白濁化に影響を及ぼすことからも、植物灰由来のアルカリ・アルカリ土類成分が原因で、結晶析出や微粒子分離が起きたことによる白濁が起きた可能性がある。

V. 結論

その金属イオンを最も多く含む野菜によるガラス着色は、金属試料で着色した場合と同じ色で着色することはできることがわかったが、金属成分抽出のためには多くのエネルギーや時間を必要とする点や、一部では植物に含まれるアルカリ・アルカリ土類成分によるガラスの白濁化が見られるなど、本格的に金属の代わりに野菜でガラスを着色するとなると、課題は山積している。

本研究では特定の成分量が突出している野菜のみを用いたが、複数の成分を多く含む野菜でのガラス着色はしていないため、今後はその場合も検討する必要がある。

謝辞

本研究を進めるにあたり、実験装置の使用や実験手法に関して助言をいただいた中台先生含む、市川学園化学科教職員の皆様に深く感謝いたします。

文　献

太田博紀(1985)：ガラスの着色技術．実務表面技術，32，8，432-436.

山口晃（1979）：ガラスの着色について．色材協会誌，52，11，120-133.

文部科学省: 日本食品標準成分表（八訂）増補 2023 年．一般成分表-無機質-ビタミン類

Alessio Zandonà, Sandra Ory, Cécile Genevois, Emmanuel Véron, Aurélien Canizarès, Michael J. Pitcher and Mathieu Allix (2022)：Glass formation and devitrification behavior of alkali(Li,Na) aluminosilicate melts containingTiO_2 ．Journalof Non-Crystalline Solids，Volume 582.