

名古屋工業大学 ○黒田孝二 みちこアソシエイツ 岩崎三知子 大阪産業大学 高井由佳
大阪産業技術研究所 喜多幸司 名古屋工業大学 石井大佑

Taste sensor analysis of the flavor changes of red wine in Ryuso-Kairagi earthenware due to the difference in baking temperature

Koji KURODA, Michiko IWASAKI, Yuka TAKAI, Koji KITA and Daisuke ISHII,

1 緒 言

釉薬に独特のちぢれ模様が現れる陶器の龍爪梅花皮（りゅうそうかいらぎ）では、ガス炉の中心部（1237℃：低温域）で焼成された和（なごみ）の器にワインの涙現象が出やすく香り高くまろやかな風味が味わえるのに対し、外周部（1257℃：高温域）で焼成された極（きわみ）の器ではワインの涙が出にくく香りが低く成分の雑味を強く感じる傾向が把握されている。これまでの研究で、水滴の動的接触角測定で和の表面の後退接触角は極より低く、滑落時の液滴に尾引きが起きる物理現象を把握しており、捕集した赤ワインの香气成分の質量分析では和の器の中央より縁辺のメニスカス部の揮発速度が速い現象を見出している。今回は赤ワインの風味の定量的評価をめざし、液中のイオンや成分の酵素反応を電気化学的に把握する味覚センサーによる測定で、赤ワインでは和の器で甘味を感じ極の器では苦味を感じる傾向があり、日本酒では和の器で甘味と旨味を感じ極の器では苦味を感じる傾向があることが再現性良く把握できたので報告する。

2 研究経過

2.1 焼成炉内の和と極の分布、およびワインの涙の出方と風味の変化¹⁾ ワインの涙は、焼成温度が低い炉内中心部の器に出やすく、高い外周部の器にはほとんど出ず、中間領域の器には部分的に出ることが実験で検証され、それぞれ和（W）、極（K）、絆（きずな：H）と名付けた。またその風味にも Fig.1 に示す差異が認められており、ワインばかりでなくアイスコーヒーでも風味の差²⁾が把握されている。この現象は焼成温度に応じて和、絆、極へと相転移が進んでいることを示唆しており、現在までの実験から主要因となる構造変化はワインと接する釉薬ではなく、その下地の生地に体積収縮や析出が起きていることが確かめられつつある。

評価方法	W(和)	K(極)
ワインの涙	広く連続して出る	殆ど出ない
色	赤紫系の透明感	濃赤色の濁り感
味わい	まろやか	濃厚(ボディ感)
香り	高い	弱い

Fig.1 Wine taste differences between W and H

2.2 動的接触角測定、および滑落する水滴の尾引き形状の差異²⁾ 和の基板上では水滴が滑落し始める傾斜角

（滑落角）が低角度でスムーズに滑落するが、極では滑落角が高角度になり断続的に不規則な滑落をする現象が認められている。また和の基板上を滑落する水滴の後退接触角の尾引き部に限って、水滴の表面張力による凸状曲線の延長線よりも伸びて薄く尾引きする特異な現象が認められた。（Fig.2）また器の底に少量残った赤ワインの乾燥過程では、和では薄赤の膜が均一に広がるが、極では濃い赤の輪染みが残る現象が認められており（Fig.3）、この現象からも和の器では水滴の表面張力が縁辺部にまで及ばないことを示唆される。

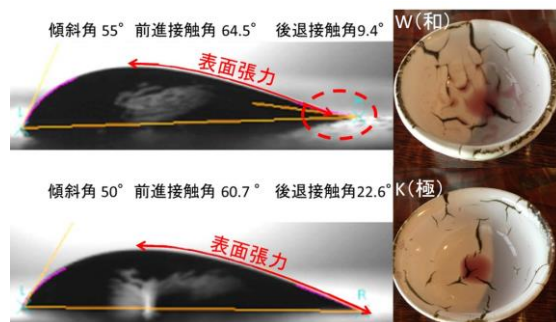


Fig.2 Receding contact angle Fig.3 Wine spreading

2.3 赤ワインの揮発成分のリアルタイム質量分析²⁾ 熟成ワインの香りとされるコハク酸ジエチルの3分間積算揮発量分析を行い、ワインの涙の出る和の器では極より約20~30%揮発性が高い結果を得た。（Fig.4）特にワインの涙が起きるメニスカス部を測定すると、極では揮発量が少なく測定箇所のみ約2%と小さいが、和の揮発量は極より約10~30%多く測定箇所によるばらつきが大きい。この現象は主に和の器のメニスカス部をワインが昇って相分離するワインの涙現象とワイン成分の揮発速度との間に何らかの動的相関性があるものと考えられる。

測定部	W	K	W/K
端	6810700	4666925	1.46
逆端	5376174	4880043	1.10
[平均]	6093437	4773484	1.28

Fig. 4 Evaporation rate of diethyl succinate around meniscus

2.4 アイスクーヒーの風味変化の調査実験³⁾ 市販の紙容器入りアイスクーヒーを和と極の器に注ぎ、香り、苦味、酸味、甘み、コク、色、濁りの7項目と好む器を主観評価するアンケート調査を行った。その結果、実験参加者の52名中51名が和と極に風味差を感じると評価したものの、全体平均で有意差が認められなかった。この原因は、香り、苦味、甘みの感じ方が個人により大きく異なり、この味覚の個人差が和と極の器の好みを決める要因と推定された。この結果は、主観的な官能評価では個人差まで要因をきめ細かく検討する必要があることを示しており、和と極の風味の差をもたらす要因を客観的に究明するには再現性のある味覚評価手法を見出す必要があるものと考えられる。

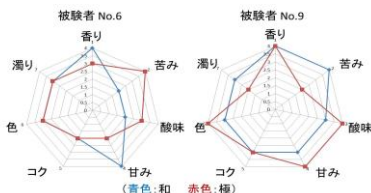
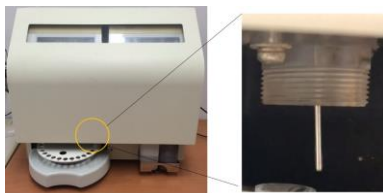


Fig.5 Rader chart of evaluating flavors of the iced coffee between Nagomi (W) & Kiwami (K) Kairagi cups

3 和と極の器に注いだ赤ワインの味覚センサー評価

3.1 測定装置 AISSY 社製の味覚センサー「レオ」を用いた。液中のイオンや成分の酵素反応を電気化学的に把握すること測定原理とし、酸味、塩味はポテンシオメトリック（電圧測定）、甘味、旨味はアンペロメトリック（電流値測定）、苦味は電圧と電流値から濃度を算出し、ニューラルネットワークによる学習機能を通して総合評価する、味蕾と脳の働きを模したシステムである。



AISSY社製 味覚センサー「レオ」
Fig.6 AISSY Taste Analysis Machine

3.2 測定条件および測定結果 チリ産赤ワイン「Alpaca」サンタ・ヘレナ・アルパカ カベルネ・メルロー 750ml の瓶から龍爪梅花皮の和と極の器（約 70 mm 径×50 mm 高さ）に注ぎ、味覚センサーの測定針を赤ワイン液中に浸漬して針先端部から約 10 μ l 吸引した液について、甘味、塩味、酸味、苦味、旨味の 5 項目を測定する操作を 3 回繰り返して再現性を確認した。その結果、和と極の各 3 回の測定値は 5 項目とも極めて良い再現性を示しており、Fig.7 に示すように和の器に注いだ赤ワインの方が極の器に注いだ場合より甘味が高く、苦味が低くなる傾向が認められた。また同様の条件で日本酒「白鶴特別純米酒山田錦」180ml の瓶から和と極の器に注ぎ、赤ワインと同様の条

件で測定し 3 回の繰り返し再現性を確認した。その結果、和と極の各 3 回の測定値は 5 項目とも極めて良い再現性を示しており、Fig.7 に示すように和の器に注いだ日本酒の方が極の器に注いだ場合より甘味が高く、苦味が低く、旨味が高くなる傾向が認められた。

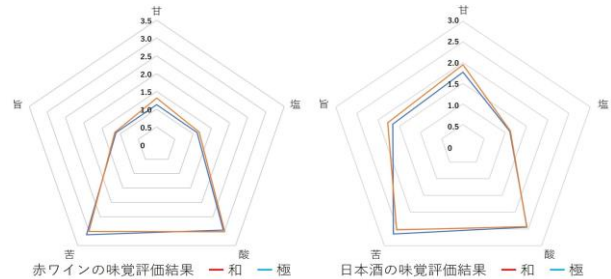


Fig.7 Taste analysis of red wine and Sake in W&K Kairagi cups

3.3 考察 AISSY 社は、評価値の差 0.3 で 100% の人が味覚差を感じるとしており、本測定結果の甘味、苦味の 0.12~0.19 の差は 65% 以上の人が差異を感じるレベルに相当するものとみられる。

官能評価では個人の味覚差が大きい難点があったが、本測定値は再現性良く味覚差が定量的に把握できた。この結果は和を好む人の評価内容と類似しており、本システムの装置関数を把握するうえで興味深い。本結果は飲料中のイオンのポテンシャルや動的イオン平衡という物理化学現象に、焼成温度差で生じる容器の組織構造変化が影響する未知現象を示唆するものである。伝統技術にみられる容器や道具の混練や鍛造などによる組織構造変化が近接する液体の動的挙動に影響する現象の解明指針としても注目すべきである。

4 結 言

- (1) 龍爪梅花皮の焼成温度差で赤ワインや日本酒の風味が異なることが、イオン活量を評価する味覚センサーの客観値として再現性良く定量的に把握できた。
- (2) 本味覚センサーの評価結果は、和の器を好む人の評価内容に類似しており味覚センサーの装置関数を特徴付ける指針となる。
- (3) 本結果は容器の組織構造変化が隣接する液体のイオン挙動に影響する未解明現象を示唆しており、伝統技術の混練や鍛造の組織形成が液体の動的挙動を制御する現象を解明する指針としても注目すべきである。

参考文献

- 1) 黒田 岩崎 石井 高井, “梅花皮の焼成温度差による接する水の動的濡れ挙動の変化”, M&P2018.
- 2) 黒田 石井 高井 喜多, “龍爪梅花皮の器に起きるワインの涙現象と風味の変化に関する一考察”, 第7回材料 WEEK2021-511 (2021) .
- 3) 岩崎 黒田 高井, “梅花皮の和と極の器を用いたアイスクーヒーの風味変化の調査実験”, 第5回材料 WEEK2019-516 (2019) .