

1. 委託事業名： 静岡/清水テロワール(日本酒)の付加価値創出事業
～オクシズからシズマエまで～

2. 委託事業者名： 委託団体:三和酒造株式会社
連携大学:東海大学海洋学部 教授 後藤慶一
連携団体:リカーショップおきつ

3. 研究成果概要：

【背景】

日本酒を含む酒類消費量は国税庁の調査によると減少傾向が続き、消費量はピーク時の 1/3 にまで減少している。他方、国内市場は厳しいが海外輸出量は年々増加しており、日本酒も令和 2 年は対前年比 3.1%と増加傾向にある。特に中国、香港、シンガポールといった中華圏市場での伸び率が大きい。また、販売単価は特定名称酒の出荷量が増加傾向にある。酒類業界の大半は中小企業だが、商品の差別化、高付加価値化、海外展開等に取り組み、成長している事業者も少なくない。特筆すべきは海外輸出時の販売単価は、国内出荷時の販売単価より高いことで、輸出の方が単価の高い付加価値商品を販売しやすい傾向にある。

また、東海大学の後藤教授らは、2021 年度に清水港湾内で海底貯蔵のトライアル実験を行った。その結果、海底貯蔵した清酒やワインは、官能評価的にも、理化学分析的にも違いが示唆され、その違いは劣化ではなく、好印象が持てる熟成に値することが分かった。

【目的】

上述の背景のもと、輸出を想定し、東海大学と連携して「静岡/清水テロワール（地域性）」を念頭に、清水港で貯蔵した高付加価値商品を開発することを目的に、清酒に特化して基礎的な知見を得るための研究を行った。

【研究結果および成果】

今回の検討内容は、これまでの知見をもとに挙げられた次の課題、①遮光の必要性、②ロウ封入の必要性、③海生生物の付着管理、④酵母の違いによる特徴把握、⑤精米歩合の違いによる特徴把握、⑥製造年度の違いによる特徴把握、および⑦発泡日本酒の貯蔵による特徴把握である。これらの課題を解決するため、実験で使用する 6 種類の清酒（4 合瓶）凡そ 40 本ずつを清水港で約 4 ヶ月間貯蔵した（水深 2.5m、推定水温 18～26℃、海底に並べてネットをかけて固定。内海のため、潮の流れはおだやか）。また、今回の実験では様々な観点（精米割合の違い、酵母の違いなど）で海底沈降酒とコントロールで比較をしている。コントロールは、海底沈降酒と同一に製造された製品で、5℃で冷蔵庫保管したものをを用いた。

以下、項目ごとに概説する。

①**遮光の必要性：**水深が浅いため、日光の影響を受けることが考えられたが、アルミホイルによる遮光の有無間で、発泡日本酒（濃緑瓶）は顕著な差はなかったものの、無発泡の清酒においては大小様々な変化が見られた（図 1）。M310 酵母で仕込んだ複数の清酒で粘性、熟成香とオフフレーバーが強くなり、花類と果物類が減少したが、これは紫外領域に光の透過性を持つ色の瓶を使用していたことが一因として考えられた（図 1）。青色瓶は 300～400nm の光を 80%透過し、緑色瓶は 400nm 辺りの光を 20%程度透過することが示唆されており、紫外領域

の光による物質変化と貯蔵中のメイラード反応による熟成（粘性と熟成香に關与）が同時に進行したと考えられた。このため、2.5m 程度だと太陽光の影響を受けるため対策が必要であると示唆された。今回評価した清酒では花類や果物類の香りが減少しているため（バランス良く香りが増強されていない）、これら品質低下につながる変化を防ぐためにも光をなるべく通さないようにする方が好ましいと考えられた。

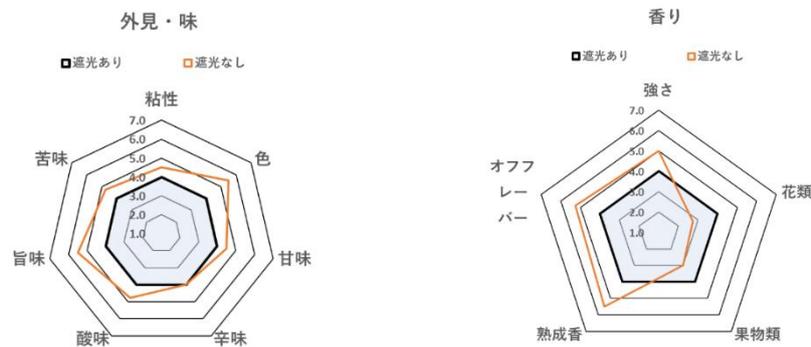


図1 純米吟醸/亀ノ尾/2022 の官能評価結果のレーダーチャート

②ロウ封入の必要性：海底貯蔵前に液面に印をつけ、引き揚げ後に印を確認したが、海水の流入は認められず、官能評価でも問題なかったため、ロウ封入は必要ないことが分かった。

③海生生物の付着管理：若干の海生生物の付着が認められた。剥がすのは比較的容易で、この程度の付着があった方が海底貯蔵した風合いが出るため好評であった。

④酵母の違いによる特徴把握：静岡酵母（精米歩合 55%）と M310 酵母（精米歩合 55%と 35%）で仕込んだ清酒について比較した（図 2）。官能評価結果、外見と味は静岡酵母の方で変化が大きい傾向であった。理化学分析の結果、グルコース量は全て若干増加し、官能評価の結果と一致した（表 1）。有機酸総量は M310 の方で減少率が高く、減少が少なかった静岡酵母で官能評価における酸味を感じたことが考えられた。旨呈味のアミノ酸比率は若干減少する傾向が見られ、官能評価の結果とは一致しなかった。香気成分分析の結果、その組成にあまり変化は見られなかったが、精米歩合 35%の M310 で顕著に不明が増えた。精米歩合 35%の M310 の官能評価では、カラメル香を感じるとのコメントがあり、メイラード反応が進行して生成したカラメル香により不明の比率が増した一因であると示唆された。

表 1 グルコース、有機酸総量およびアミノ酸酸度の結果

| | | 亀ノ尾 | 静岡酵母 | M310/55% | M310/35% | 発泡清酒 |
|------------|--------|-------|-------|----------|----------|------|
| グルコース含有量% | コントロール | 1.25 | 2.96 | 2.54 | 4.36 | 2.91 |
| | 海底貯蔵 | 1.5 | 3.04 | 2.61 | 4.57 | 2.82 |
| | 増加率 | 20% | 3% | 3% | 5% | -3% |
| 有機酸総量 mg/L | コントロール | 1539 | 1089 | 1421 | 1030 | 1024 |
| | 海底貯蔵 | 1494 | 1084 | 1372 | 978 | 1036 |
| | 増加率 | -2.9% | -0.5% | -3.4% | -5.0% | 1.2% |
| アミノ酸度 | コントロール | 1.3 | 0.9 | 1.2 | 1.1 | 0.6 |
| | 海底貯蔵 | 1.1 | 0.9 | 1.2 | 1.2 | 0.6 |
| | 増加率 | -15% | 0% | 0% | 9% | 0% |

（注）分析は沼津工業技術支援センターで実施。コントロールは海底貯蔵開始時、貯蔵酒は引き揚げ後に分析した。試験は全て 1 連で行った。

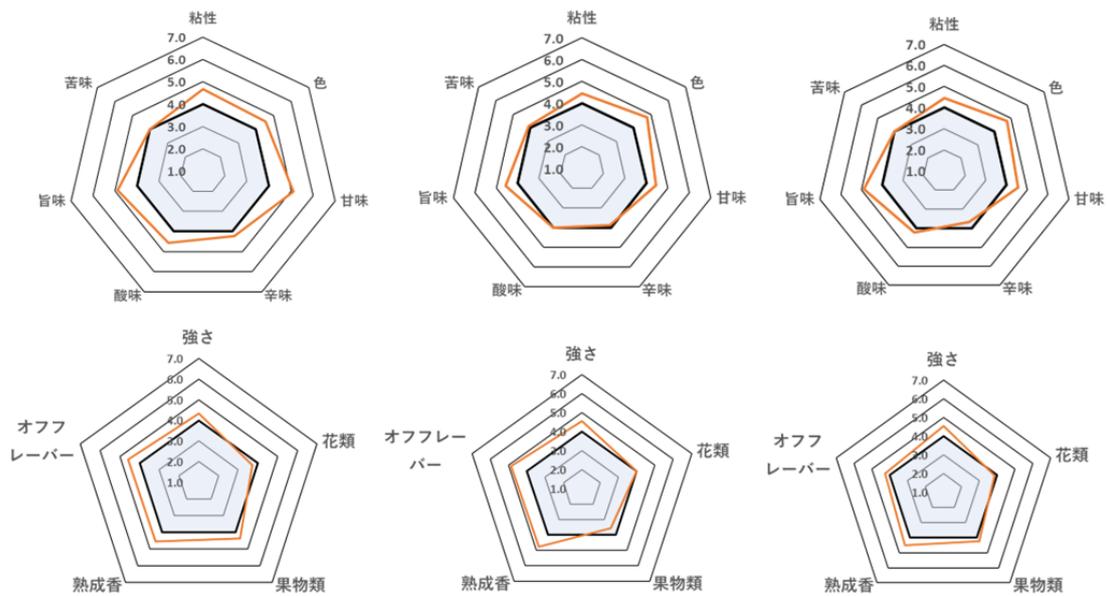


図2 純米吟醸/静岡酵母（左列）、純米吟醸/M310/55（中央列）および純米大吟醸/M310/35（右列）の官能評価結果のレーダーチャート
 （注）1行目は味と外見、2行目は香りを示す。4.0の黒太線がコントロール、黄太線が貯蔵酒を示す。

⑤**精米歩合の違いによる特徴把握**：M310 酵母で仕込んだ精米歩合 55%と 35%の清酒について比較した。共通項目としては、海底貯蔵では粘性、色、甘味、旨味、香りの強さ、熟成香およびオフフレーバーが増し、辛味、酸味、苦味および花類の変化はあまりなかった。特徴的であったのは、35%の方で旨味の増加率が高く、55%の方でオフフレーバーと熟成香の増加率が高く、また果物香が減少した点が挙げられる。理化学分析の結果、グルコース量は両者とも若干増加し（35%の方が増加）、官能評価の結果と一致した（表 1）。有機酸総量は両者で若干減少したが、官能評価であまり変化がなく、この程度の減少では官能的に大きな影響を与えないと考えられた。甘呈味のアミノ酸比率が熟成後に多くなる傾向が見られ、官能評価の結果と一致した。他方、旨呈味のアミノ酸比率は若干減少する傾向が見られ、官能評価の結果とは一致しなかった。苦呈味のアミノ酸比率は大きな変化がなく、官能評価と一致した。香氣成分分析の結果、その組成に若干の増減が認められたが、これらは官能評価の結果と一致はしなかった。

⑥**製造年度の違いによる特徴把握**：亀ノ尾米を使用して M310 酵母で仕込んだ清酒について比較した。全体的な傾向として、2022 年製造より 2021 年製造の方で特徴が強まる傾向にあり、貯蔵年数が長い方で変化が大きいことが示された。2021 年製では、特にオフフレーバーや酸味、苦味といった項目が増強するため、貯蔵年数が短い方が適していると考えられた。ただ、官能評価時のコメントでは、2022 年製は変化に乏しいとの意見もあり、さらに熟成させたときにどのような変化になるのかが興味深いところである。

⑦**発泡清酒の貯蔵による特徴把握**：官能評価において発泡清酒（濃緑瓶）は顕著な差は認められなかった。理化学分析でも顕著な増減は確認されず（劣化は認められていない）、変化がないという点において官能評価の結果と一致した。炭酸を多く含むことで溶存酸素が少なくなり、酸化などの化学変化が減少し、変化が起りにくくなったと推察された。海底に沈んでいる難破船から 100 年以上も海底熟成されたシャンパンが引き揚げられる事例が複数あり、熟成効果に関する化学的根拠はまだまだ解明されていないことも多いが、それらの評価はブランディング

の観点で評価が高く、話題を呼ぶとともに高額で取引されている。発泡清酒は貯蔵期間を長くし、どのような変化が起るか興味深い。

【まとめ】

・成果

一連の取り組みにおいて、①遮光の必要性、②ロウ封入の必要性および③海生生物の付着管理については解決に至った。④酵母の違いによる特徴把握、⑤精米歩合の違いによる特徴把握、⑥製造年度の違いによる特徴把握、および⑦発泡日本酒の貯蔵による特徴把握では、それぞれの特徴を官能的に把握でき、海底貯蔵に適する清酒を選択していく知見を得ることができた。

M310 酵母で仕込んだ 35%精米歩合の純米大吟醸酒では独特の風味が認められ、付加価値向上という面での手応えをつかんだ。メイラード反応の影響により、精米割合が低くなれば熟成の効果が高まることはブランディングの点でも有利であり、海底熟成のポテンシャルを発見できた。

亀ノ尾米を用いた清酒や発泡清酒は可能性を感じられるが変化に乏しい面があることもわかった。

・今後の課題

亀の尾米や発泡清酒は、貯蔵期間を延ばしてどのような変化が起るか確かめていきたい。今回は、研究スケジュールの関係もあり 4 か月という期間であったため、より長期間熟成させ変化を確認することで海底貯蔵の更なる付加価値を発見できると考える。

海底貯蔵特有の熟成として辛み成分が低減することも純米大吟醸などの高級酒で確認されており、更に長期熟成を行うことでこれらの成分がどのような変化となるのかを確認したい。

予算と探索研究の目的の都合から、コントロールのバリエーションは 5℃での冷蔵保存のみに絞った。今回は、調査観点をしぼり、実際の海底熟成の海水温に近い環境でのコントロールや N 数を増やし、よりシャープに海底熟成の特徴を確認していきたい。

清酒の変化にメイラード反応が関わっていると考えられ、理化学分析と官能評価の結果を明瞭に紐付けすることが今回用いた手法では難しかった。メイラード反応は非常に複雑な反応系で、様々な物質が生じる。これらの物質の特定は容易ではなく、この未解明の要因から熟成現象を理化学的に明確に示すのは困難であった。今後分析を行う際の手法については、メイラード反応の有識者も含め、改めて検討する必要がある。

官能評価の精度を上げるため、一般消費者は入れずにプロだけで実施することも検討事項である。

【地域社会への波及効果】

「静岡/清水テロワール」が完成することで、国内・国外に向けて静岡/清水エリアの代表的な産物としての PR をすることができるようになるが、今回の検討でその基盤を作ることができた。2023 年 4 月以降に本海底貯蔵酒のプレスリリースを行い、頒布を行うことや、清水エスパルスドリームプラザ、日本平おみやげショップ富士山静岡空港などでの販売を模索し、地域活性化につなげていく。