

令和 6 年 6 月 24 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K05467

研究課題名（和文）ワインにおける樽由来多糖類の解析と味に与える効果

研究課題名（英文）Analysis of polysaccharides derived from barrel and their effect on wine flavor

研究代表者

奥田 徹 (Okuda, Tohru)

山梨大学・None・理事

研究者番号：10252008

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,200,000円

研究成果の概要（和文）：ワイン用樽材からワイン様アルコール溶液（モデルワイン）に抽出される糖類について定量的な実験を試みた。樽材をチップ化した後に様々な温度でトーストし、これをモデルワインに21日間浸漬した。得られた抽出液の糖類を測定したところ、70 mg/L程度の糖類が抽出された。これらの糖類の組成を調べたところ、トースト条件により大きく組成が異なり、トーストがワインの品質に影響を与える可能性が示唆された。抽出された糖類には、単糖類がかなりの濃度（15 mg/L程度）存在し、これらが樽の微生物汚染に影響する可能性が示唆された。また、多糖類と思われる成分が40 mg/L程度含まれていた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ワインは付加価値が高く、農業、工業、販売までを行う6次産業として地域に潤いをもたらす稀有な産業である。現在、我が国ではワイナリーが増えており、産業として多くの地域から期待されている。ここで重要になってくるのが、価格に見合った商品価値を造り出せるかという点である。本研究では樽材からワインに抽出される成分について検討を行った。樽からは糖類が抽出され、これが微生物汚染などの原因になりかねないことが明らかになった。このことは、高付加価値なワインを製造する上で重要な知見となり、樽やチップ使用における新しい知見を提供できた。

研究成果の概要（英文）：Sugars extracted from wine barrel materials into a wine-like alcoholic solution (model wine) was investigated. The barrel materials were chipped and toasted at various temperatures before being soaked in the model wine for 21 days. Measurement of the sugars in the resulting extract showed approximately 70 mg/L of sugars were extracted. Analysis of the composition of these sugars revealed significant differences depending on the toasting conditions, suggesting that toasting could affect the quality of the wine. The extracted sugars included a substantial concentration of monosaccharides (approximately 15 mg/L), which might influence microbial contamination of the barrels. Additionally, components presumed to be polysaccharides were present at a concentration of about 40 mg/L.

研究分野：ワイン学

キーワード：樽 ワイン 糖類

## 様式 C - 19、F - 19 - 1 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

今日において、ワインに使用される樽は大部分がフレンチオークまたはアメリカンオーク材で作られている。樽内に入れられたワインが漏出しないように、樽の製造には高い技術が必要だけでなく、材料の品質の高さが求められる。樽は一般的にワインに使用される 225L 程度の大きさのものでも、1本が 20 万円程度と高価になり、これがワインの価格に反映する。このため、樽ではなく、樽材をチップにした製品や棒状の製品 (ステーブ) などもワイン製造に利用されるようになってきた。

樽にワインを入れると、樽材から様々な成分がワインに溶出する。香味を複雑化させる重要な成分として、香り化合物や、苦味を与えるポリフェノール類などが知られており、これらに関する多くの研究が行われてきた。一方、樽材は木材であり、主としてセルロースやヘミセルロースなどの多糖類から構成されていると考えられる。これらがトーストされることにより、多糖類が加水分解を受けることが考えられた。糖類はワインにおいても酵母に資化される以外に、マウスフィール (口当たり) などに関与することが知られており、ワインをおいしくすることに寄与している可能性が示唆された。その一方で、樽から抽出される糖類についてはほとんど報告が無い。そこで、本実験では、樽材からどの程度糖類が抽出されるのか、トーストによる影響があるかを中心に検討した。

### 2. 研究の目的

ワイン用の樽材からモデルワイン (ワイン様溶液) に糖類がどの程度抽出されるのかを定量するとともに、トースト温度との関係を明確にする。

### 3. 研究の方法

#### (1) オークチップの調製

French oak (*Quercus petraea*) (フランス Allier 産) の心材のステーブを試料に用いた。ステーブ (約 30 kg) をチップパー (KCM181D, Kioritz Corp., Tokyo, Japan) で粉砕し、1.5 cm (幅) × 1.0 cm (長さ) × 0.1 cm (厚さ) 程度の大きさのものを集めチップとして使用した。これをマッフル炉 (Yamato FP313, Tokyo, Japan) で 180 , 200 , 220 , 240 , 260 , および 280 に予熱し 10 分間ずつこれらの温度でトースト後、直ちに取り出し室温で冷却した。また、トーストしないものを対照として用いた。

#### (2) モデルワインによるオークチップ成分の抽出

ワイン様抽出液として、5 g/L potassium tartrate、12% (v/v) ethanol 溶液を作成し、pH 3.6 に少量の HCl で調整した (モデルワイン) 1 L に 6 g のチップを添加し、ヘッドスペースを窒素ガスで置換して密栓した。抽出実験は暗所 25 で行い、シェーカー (Yamato Scientific Co., Ltd., BW400) で 80 rpm の速度で抽出を行った。21 日後にチップを取り出し、液体の一部を TLC 実験に用いた。また、一部を脱アルコール後フリーズドライにより乾燥し粉末化して、GPC 実験に用いた。すべての実験は独立で 3 回ずつ行った。

#### (3) 中性糖の定量

中性糖は Dubois et al. らの報告に基づき xylose 換算でフェノール硫酸法により定量した。

#### (4) HPLC による糖組成の分析

糖組成は ABE labeling kit により定量した。加水分解の条件などは、キットのマニュアルに従った。また、加水分解を行わず誘導体化した実験より単糖の組成を定量し、加水分解後の定量値からこれを差し引き、多糖類の糖組成として算出した。

#### 4. 研究成果

##### (1) トーストによる重量変化

180、200、220 および 240 で 10 分間トーストすることにより、4.7%、5.2%、6.2%、および 9.8%の重量減少が見られた(図1)。これに対して、260 および 280 でトーストすると 17.3%および 26.4%の重量減少が認められた。150 程度の比較的低温の加熱では、自由水が失われると考えられる。一方 180~250 では木材中の高分子が不可逆的变化を起こし、250 以上では炭化がおり、重量が減少すると考えられる。本実験でも 260 以上のトーストでは、チップが黒色化するとともに炭化している状態が認められた。

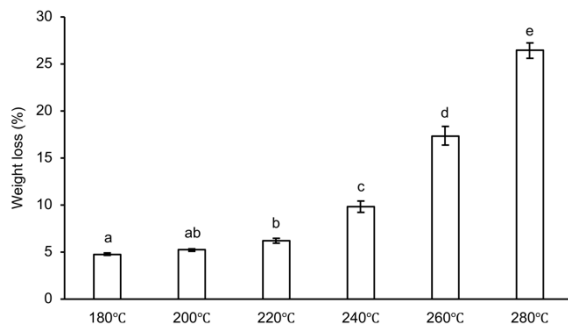


Figure 1. トーストによるチップ重量の損失

誤差線は標準偏差を示した。有意差 5%の違いを文字の違いで示した。

##### (2) 抽出液中の中性糖量

チップをモデルワインで抽出した場合の中性糖の濃度変化を図2に示した。中性糖量は抽出5日程度まで速やかに抽出されたが、その後抽出速度が鈍化した。

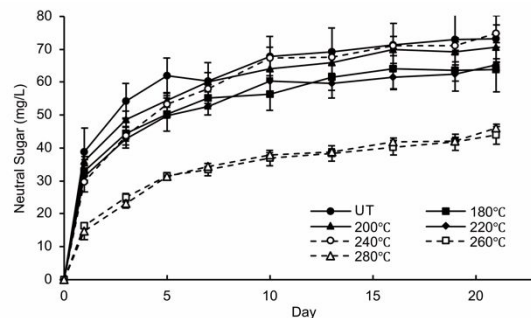


Figure 2. モデルワインでオークチップを抽出した際の中性糖濃度の変化

誤差線は標準偏差を示す。

本実験では 6 g/L の濃度でトーストしたチップを添加したが、トーストにより質量が減少しているため、高温でトーストしたチップではトーストする前のチップ量で換算した場合、添加量が多くなると推定された。そこで、この点を考慮して、抽出 21 日目においてチップから抽出された中性糖の抽出量を算出した(図3)。180~240 でトーストした場合、トーストしなかったチップと比較しても中性糖の抽出量に有意差は認められなかった。このことから、チップ内に存在する糖類が大きな変性などせずに、抽出されたと考えた。また、これ

らのチップからは、トースト前のチップとして、12.5 mg/g chip 程度の中性糖量がモデルワインに抽出された。一方、260 および 280 でトーストしたチップでは、抽出された中性糖量が大きく減少した。したがって、260 付近の温度で、チップ中のセルロースやヘミセルロースの状態が大きく変化することが示唆された。

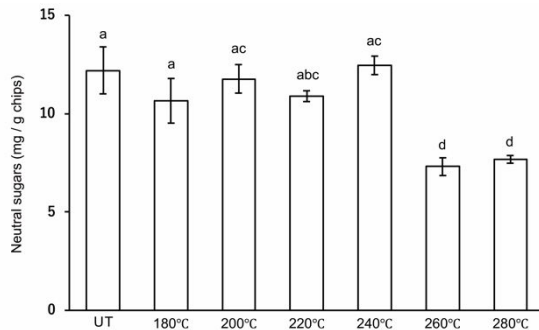


Figure 3. 抽出 21 日目でのトースト前のチップ 1 g 当たりの中性糖抽出量  
誤差線は標準偏差を示した。有意差 5 %の違いを文字の違いで示した。

### (3) 糖組成の分析

チップを 21 日間モデルワインで抽出した溶液の糖組成の分析を行った。図 4 には単糖類の組成を、図 5 には多糖類の組成を示した。

未トースト~200 のトーストの場合、単糖類の組成に大きな変化は無く、220 のトーストより組成が大きく変化した。単糖類の組成も、トーストにより大きく異なっていることが明らかになった。特に、未トーストの状態でもかなりの単糖類が含まれ、シーズニング処理により、表面の糖類は除去されている可能性があるが、内部の糖類が除去されていないことが示唆された。

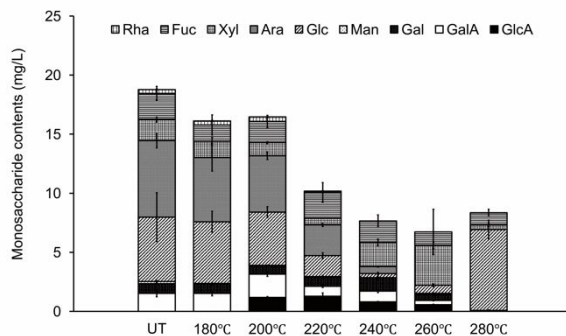


Figure 4. オークチップをモデルワインで 21 日間抽出した溶液中の単糖類の組成  
誤差線は標準偏差を示した。

オリゴ・多糖類の組成は単糖類とは対照的に、240 が最も高くなった。組成もトーストにより変化が大きく、トースト処理により木材中の多糖類が加水分解などを受ける可能性が示唆された。特に 260 以上でトーストした試料では glucose の成分が増えており、セルロースなどの部分加水分解が行われていることが示唆された。

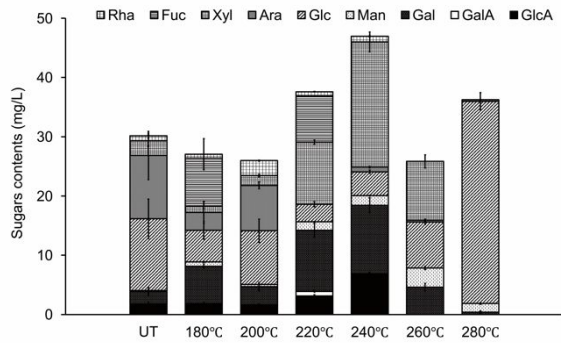


Figure 5. オークチップをモデルワインで 21 日間抽出した溶液中のオリゴ・多糖類の組成  
誤差線は標準偏差を示した。

#### (4) まとめ

本実験により、樽材をチップにしてトーストしたものをモデルワインに浸漬した場合に糖類が溶出していることが明らかになった。これらの糖の濃度は低いため、呈味に影響する可能性は低いと考えられる。しかし、ワイナリーでは、樽の表面が濡れた状態で放置されることがあり、樽表面では糖濃度がかなり高い状態が存在すると思われる。このような状態で単糖類などが存在すれば、種々の微生物がこれらの糖類を資化して生育する可能性が示唆された。従って、微生物汚染の観点からは、本結果は重要であると考えた。また、多糖類と思われる糖類も検出されたが、これらはワインのマウスフィールに影響することも考えられた。これらについては、官能検査を含めた実験で、今後検討することが必要である。また、一般にワインに含まれる多糖類は、酒石の沈殿抑制、スパークリングワインの泡の保持など、様々な作用を持つことが知られている。従って、これらの効果についても今後検討する必要があると考えている。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

|  |                    |
|--|--------------------|
| 1. 著者名<br>Genki Kainuma, Ayano Mochizuki, Fumie Watanabe-Saito, Masashi Hisamoto, Gilles de Revel, Tohru Okuda               | 4. 巻<br>58         |
| 2. 論文標題<br>Quantitative analysis of sugars extracted from French oak (Quercus petraea) chips: Effect of toasting temperature | 5. 発行年<br>2024年    |
| 3. 雑誌名<br>Oeno one   | 6. 最初と最後の頁<br>7755 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子）<br>10.20870/oeno-one.2024.58.2.7755  | 査読の有無<br>有         |
| オープンアクセス<br>オープンアクセスとしている（また、その予定である）  | 国際共著<br>該当する       |

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 1件）

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>貝沼元気, 渡辺（斉藤）史恵, 久本雅嗣, 奥田徹 |
| 2. 発表標題<br>ワイン用樽材からワインに抽出される糖類の解析    |
| 3. 学会等名<br>第73回 日本木材学会大会             |
| 4. 発表年<br>2022年                      |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>貝沼元気, 渡辺（斉藤）史恵, 久本雅嗣, 奥田徹 |
| 2. 発表標題<br>樽材由来多糖類の抽出とその組成           |
| 3. 学会等名<br>日本ブドウ・ワイン学会               |
| 4. 発表年<br>2021年                      |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>貝沼元気, 久本雅嗣, 渡辺（斉藤）史恵, 奥田徹 |
| 2. 発表標題<br>ワイン用樽材から抽出される糖類に関する研究     |
| 3. 学会等名<br>日本ブドウ・ワイン学会               |
| 4. 発表年<br>2023年                      |

|   |
|---|
| 1. 発表者名<br>Genki KAINUMA, Fumie WATANABE-SAITO, Masashi HISAMOTO, and Tohru OKUDA |
| 2. 発表標題<br>Extraction and Composition of Sugars from Oak Wood in Model Solution   |
| 3. 学会等名<br>American Society for Enology and Viticulture (国際学会)                    |
| 4. 発表年<br>2023年   |

|                                      |
|--------------------------------------|
| 1. 発表者名<br>貝沼元気, 渡辺(斉藤)史恵, 久本雅嗣, 奥田徹 |
| 2. 発表標題<br>国産広葉樹からワインに抽出される糖類に関する研究  |
| 3. 学会等名<br>第74回日本木材学会大会              |
| 4. 発表年<br>2023年                      |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| 氏名<br>(ローマ字氏名)<br>(研究者番号) | 所属研究機関・部局・職<br>(機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|                           |                       |    |

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 |
|---------|---------|
|         |         |