

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 13 日現在

機関番号：13501

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2014～2016

課題番号：26450174

研究課題名（和文）マスカット・ベリーAワインの品質向上に関する革新的技術開発

研究課題名（英文）Development of an innovative technology to improve the quality of Muscat Bailey A red wine

研究代表者

岸本 宗和（KISHIMOTO, Munekazu）

山梨大学・総合研究部・准教授

研究者番号：20603195

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,800,000円

研究成果の概要（和文）：マスカット・ベリーA（MBA）種赤ワインの品質向上を目的として、市販ワインにおける γ -ラクトン類およびフラネオールの香り成分含有量を調査するとともに、 γ -ラクトンの生成機構の解析およびワインの含有量に及ぼす醸造条件の影響について検討した。 γ -ノナラクトンは、ブドウ品種間のリノール酸含有量の差異、発酵工程における果皮および種子の浸漬、ブドウの収穫時期および発酵に用いる酵母菌株の影響を受けて含有量が異なると推測される。さらに、新たに開発したMBAの副梢果房を用いる赤ワインの醸造方法は、 γ -ノナラクトンおよびフラネオールの含有量を高め、ワイン品質の向上に有効であることを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to enhance the aroma of Muscat Bailey A (MBA) red wine and focused on aromatic compounds, γ -lactones and furaneol. Compared to rose and white wines, red wine had a higher γ -nonalactone content, which was lesser than that in Cabernet Sauvignon. Presence of furaneol was a characteristic of MBA wines. It was determined that γ -nonalactone content was affected by maceration with skin and seeds of grape berries during the fermentation process in wine-making, and the difference in linoleic acid content among grape varieties. It also varied depending on the harvest time of the grapes and the yeast strain used in winemaking. The red wine-making process using grapes from the lateral shoot of MBA, obtained by a newly developed cultivation method, is effective for improving the wine quality owing to increased γ -nonalactone and furaneol contents.

研究分野：ワイン醸造学

キーワード：マスカット・ベリーA 赤ワイン γ -ノナラクトン フラネオール 副梢果房

1. 研究開始当初の背景

我が国における 2014 年のワイン課税数量は約 37 万 kl であり、20 年前の約 15 万 kl から著しく拡大している。しかし、ワイン課税数量全体に占める国産ワインの比率は、20 年前には約 50%であったのに対して、現在は約 30%にまで低下しており、輸入ワインの攻勢が激化している。近年、「日本ワイン」への注目が高まりつつあるが、さらに品質を高めて競争力強化を図ることが求められている。ワインの品質は色調、香り、味、余韻などによって評価されるが、世界各地のワイン生産地域においては、地域ごとの気候や土壌に適したブドウ品種が栽培され、ブドウの特徴を最大限に発揮する醸造方法および熟成方法を目指すワインのスタイルに応じて組み合わせ、それぞれの個性を生み出す努力がなされている。これまで、我が国固有の甲州ワインは、アロマが乏しく、平板であることが指摘され、高い評価を得難い品質であった。しかしながら、甲州を見直す機運の高まりと、2010 年に本種が国際ブドウ・ワイン機構 (OIV) にワイン用品種として登録されたことを契機に、多岐にわたる取組みが進められた。その結果、今日では EU 諸国への輸出も始められ、国内外のコンクールに上位入賞を果たすほど著しく品質が向上されている。他方、マスカット・ベリー A (以下 MBA と略す) は、我が国の気候に適する品種として 1927 年に育成された主要な赤ワイン用ブドウであり、本種もまた 2013 年にワイン用品種として登録された。MBA から醸造される赤ワインは、イチゴやキャンディーを想起させる甘い芳香 (以下、甘い果実様の香りとする) を有し、穏やかなタンニンと爽やかな酸味が特徴であるとされながら、ワイン品質は必ずしも高い評価を受けておらず、甲州ワインと比較して品質向上の取組みが遅れている。

ところで、 γ -ノナラクトン、 γ -デカラクトンおよび γ -ドデカラクトンの γ -ラクトン類は、甘い果実、ココナッツあるいはピーチ様の香りを有する化合物群であることが知られ、ワインをはじめとする多くの発酵食品にも微量に含まれる。MBA 赤ワインにはカラメル様あるいはイチゴ様の香りを有する 4-ヒドロキシ-2,5-ジメチル-3(2H)-フランオン (フラネオール) が含まれるが、本種の甘い果実を想起させる香りには γ -ラクトン類などフラネオール以外の成分も寄与している可能性が考えられる。しかし、MBA 赤ワインの香りに関する知見は乏しく、品質向上のためには香氣成分に着目した技術開発が求められている。

2. 研究の目的

本課題は、日本固有の MBA から醸造される赤ワインの品質を向上し、日本ワインの競争力強化を図ることを目的とする。好ましい香りを有する γ -ラクトン類およびフラネオ

ールの香氣成分に着目して、以下の点を順次明らかにする。

- (1) 市販ワインにおける γ -ラクトン類およびフラネオール含有量とワイン香氣への寄与
 - (2) γ -ラクトン類、特に、 γ -ノナラクトンの生成機構の解析
 - (3) 酵母およびブドウ収穫時期が MBA 赤ワインの γ -ラクトン含有量に及ぼす影響
 - (4) 新規ブドウ栽培方法の開発による MBA 赤ワインの香氣成分増強
- 以上の研究に取り組むことにより、MBA 赤ワインの品質向上の足掛かりとする。

3. 研究の方法

- (1) 市販ワインの γ -ラクトン類およびフラネオールの分析

国産ブドウを原料として醸造された市販の MBA 赤ワイン 20 点、カベルネ・ソービニオン (CS) 赤ワイン 7 点、MBA ロゼワイン 5 点、甲州白ワイン 3 点を供試した。ワインの γ -ラクトン類およびフラネオールの定量は、ガスクロマトグラフ質量分析計により行った。

- (2) ブドウの脂肪酸の定量

MBA および CS の果粒重量を測定した後に、ブドウの種子、果皮、果汁を分け、脂肪酸メチル化キット (ナカライテスク社) を用いて脂肪酸を抽出、メチル化し、ガスクロマトグラフ質量分析計により定量した。ブドウの種子、果皮、果汁それぞれの脂肪酸含有量は、ブドウ 1 kg あたりの重量として表した。

- (3) MBA を原料とする赤ワインの醸造

MBA の 2.5-8 kg を用いて、一般的な赤ワインの醸造方法に従って試験醸造を行った。ブドウを除梗破碎した後、ピロ亜硫酸カリウムの 50 ppm を加え、補糖はグラニュー糖を用いて 22 度を目標に行った。マストの糖度が 22 度を超える場合には補糖せずに発酵に供した。ワイン酵母は、*Saccharomyces cerevisiae* EC1118 株、あるいは、BGY 株 (Lallemand 社)、X5 株 (Laffort 社) を用いた。アルコール発酵における果皮および種の浸漬期間は 7-9 日とし、一日あたり 3 回ずつピジャージュを行い、醪を攪拌した。圧搾は、搾汁率が 65-70%になるように行い、圧搾後に炭酸ガスの発生が認められなくなった時点でピロ亜硫酸カリウムを添加し、発酵を停止した。

- (4) MBA ブドウ樹の新梢摘心および花穂切除処理による新規副梢果房栽培

2015 年 5 月 16 日および 2016 年 5 月 21 日に MBA ブドウ樹の新梢を 5 節と 6 節の間で摘心し、同時に花穂をすべて切除して副梢の発生および花穂の形成を促した (以下、摘心摘房処理区とし、本試験区から収穫されるブドウを副梢果房とする)。比較対象は、摘心および花穂の切除を行わずに、新梢に着生する果房を用いた (以下、対照区とし、本試験区から収穫されるブドウを新梢果房とする)。

栽培管理は一般的な管理方法に従って行い、開花および着色開始の時期、圃場におけるブドウ成熟期の最高および最低気温を測定した。収穫時はブドウの果粒重量、種子の含有量、果皮アントシアニンおよび糖度を測定するとともに、収穫したブドウは赤ワインの試験醸造に供し、試験醸造ワインの分析を行った。

4. 研究成果

(1)市販ワインにおける γ -ラクトン類およびフラネオールの含有量

市販のMBA種赤ワインの γ -ラクトン類およびフラネオールの含有量をCS赤ワイン、MBAロゼワイン、甲州種白ワインと比較した結果を図1に示した。

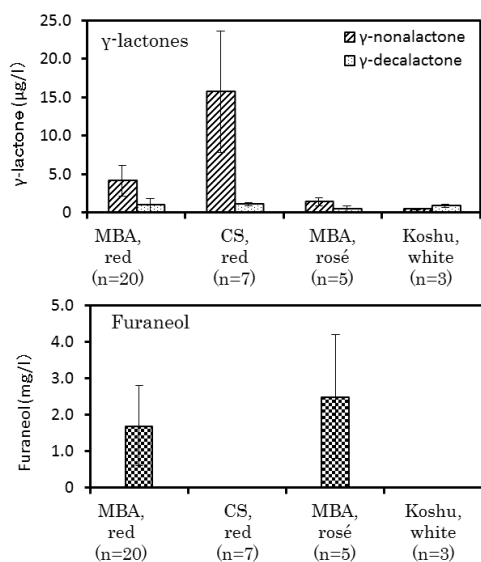


図1. 市販ワインにおける γ -ラクトン類およびフラネオールの含有量

γ -ノナラクトンは、CS赤ワインがMBA赤ワインと比較して約4倍多く含まれていた。MBAロゼワインおよび甲州白ワインにおける含有量は、MBAおよびCS赤ワインと比較して少なかった。このことから、 γ -ノナラクトンはロゼワインおよび白ワインよりも赤ワインに多く含まれ、ブドウ品種によっても含有量に差異があることが示された。 γ -デカラクトンの含有量は γ -ノナラクトンと比較して少なく、 γ -ドデカラクトンはいずれのワインにおいてもほとんど検出されなかった。一方、フラネオールはMBA赤ワインおよびロゼワインに見出され、CSおよび甲州からは検出されず、MBAに特徴的な香り成分であった。MBA赤ワインの平均の γ -ノナラクトン含有量が4.2 μ g/L、 γ -デカラクトンが1.0 μ g/L、フラネオールが1.7 mg/Lであり、それぞれの成分の閾値が30 μ g/L、88 μ g/L、37 μ g/Lとされていることから、MBA赤ワインの香りへのフラネオールの寄与が大きく、 γ -ノナラクトンおよび γ -デカラクトンの直接的な寄与は小さいと推測される。しかしながら、CS赤ワインでは、 γ -ノナラ

クトンの含有量が閾値に達するワインもあることから、MBA赤ワインの γ -ノナラクトン含有量の増加は、ワイン香りへの間接的寄与を含めた香りの増強につながる可能性が考えられる。

(2) γ -ノナラクトンの生成機構の解析

ビール、ウイスキーにおいて、 γ -ノナラクトンはリノール酸から生成することが推定されている。そこで、最少培地にリノール酸を添加し、ワイン酵母EC1118株による発酵を行い、発酵後の γ -ノナラクトンの含有量を測定した。培地へのリノール酸添加により γ -ノナラクトン含有量の著しい増加が認められた。次に、MBAとCSブドウの果皮、種子、果汁におけるリノール酸の含有量を分析した。MBA、CSともに種子に最も多く含まれており、果皮にも含有が認められた。一方、果汁におけるリノール酸の含有はわずかであった(図2)。

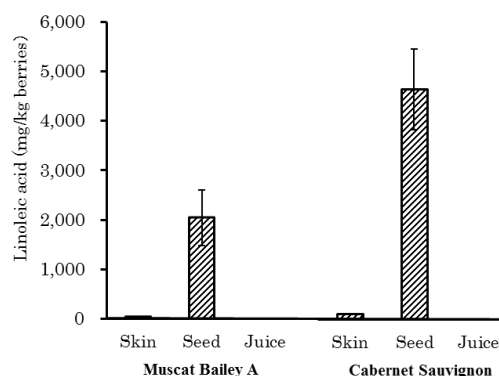


図2. マスカット・ベリーAおよびカベルネ・ソービニオン種ブドウのリノール酸含有量

これらのことから、ワインの γ -ノナラクトンはブドウの種子および果皮に由来するリノール酸から生成し、特に、果皮、種子を浸漬して発酵する赤ワインが、発酵前の搾汁により果皮、種子を取り除いて醸造する白ワインおよびロゼワインと比較して多くなると推測される。また、MBAとCSを比較すると、CSのリノール酸含有量が多かった。CSはMBAと比較して小果粒で、種子および果皮の含有比率が高く、種子および果皮に由来するリノール酸のワイン発酵醪における含有量を高めることが、ワインの γ -ノナラクトン含有量の差異を生じさせる要因の一つと推測される。

(3)MBA赤ワインの γ -ラクトン類およびフラネオール含有量に及ぼす醸造条件の影響

MBA赤ワイン醸造における γ -ラクトン含有量に及ぼす酵母菌株の影響について検討した。酵母菌株にEC1118、BGY、X5の3株を用いて醸造したワインの γ -ノナラクトン含有量が異なり、試験した3菌株の中では、BGYにより醸造したワインに最も多く含まれていた(図3)。

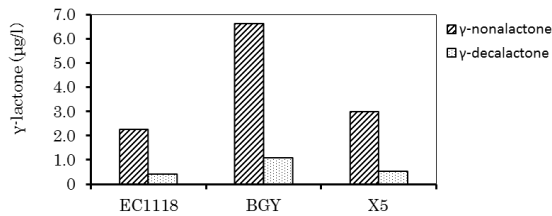


図 3. 酵母菌株がマスカット・ベリーA 赤ワインの γ -ラクトン含有量に及ぼす影響

一方、2016年に収穫時期が異なるMBAを用いて醸造した赤ワインの γ -ラクトンおよびフラネオール含有量を比較したところ、 γ -ノナラクトンおよびフラネオールともに、収穫時期が遅いブドウを用いて醸造したワインに多く含まれていた。(図4)。

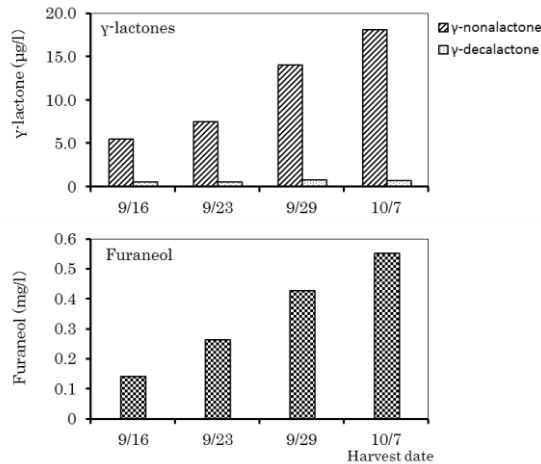


図 4. ブドウの収穫時期がマスカット・ベリーA 赤ワインの γ -ラクトンおよびフラネオール含有量に及ぼす影響

これらの結果は、MBAの香気増強には醸造に用いる酵母選択およびブドウ収穫時期の最適化が重要であることを示唆した。

(4) MBAの副梢果房を用いた赤ワインの γ -ラクトン類およびフラネオール含有量

MBAの新梢を摘心し、同時に花穂のすべてを切除した後に、摘心した新梢から誘導される副梢と花穂の様子を図5に示した。

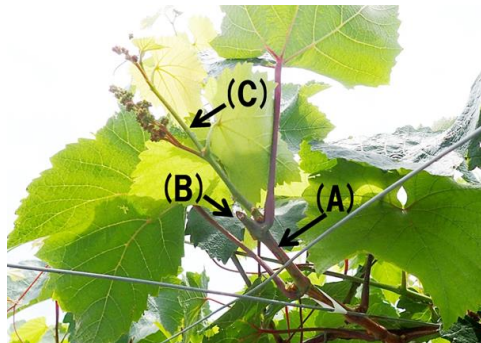


図 5. 摘心後の新梢から誘導される副梢と花穂。(A) 新梢, (B) 摘心痕, (C) 副梢

摘心および花穂切除した新梢から副梢が発生し、副梢に花穂の着生が認められた。摘心摘房処理区および対照区の2015年、2016年

における開花、着色開始、収穫の時期、着色開始から収穫までの最高および最適気温の平均を表1に示した。

表 1. ブドウの開花、着色開始、収穫の時期および成熟期の気温

Year	Treatment	Date of growth stage			Mean air temp.(°C) ^{a)}	
		Flowering	Coloration	Harvest	Max.	Min.
2015	Control (Untreated)	28-May	31-Jul	20-Sep	30.6	21.0
	Topping and removing cluster	11-Jul	6-Sep	31-Oct	24.7	13.6
2016	Control (Untreated)	29-May	4-Aug	19-Sep	32.4	21.9
	Topping and removing cluster	4-Jul	7-Sep	25-Oct	25.6	16.9

a) Mean maximum and minimum air temperatures from the time of coloration to harvest in the vineyard.

摘心摘房処理区は、ブドウの開花が対照区と比較して約1ヶ月遅く、その後の果実肥大が1ヶ月遅れて推移したことから、着色開始および収穫も約1ヶ月遅い時期であった。着色開始から収穫までの圃場における最高および最低気温の平均は、摘心摘房処理区が対照区と比較して、5-7°C低かった。このことは、対照区の着色開始が7月末-8月初め、収穫が9月中旬であったのに対して、摘心摘房処理区の着色開始が9月初旬、収穫が10月下旬であったことによると考えられる。2015年の収穫時における対照区および摘心摘房処理区の果房を図6に、果実品質評価の結果を表2に示した。



図 6. マスカット・ベリーAブドウの果房 (A) 新梢果房, (B) 副梢果房

表 2. マスカット・ベリーAの収穫時における果実品質評価

Year	Grape bunch	Berry weight (g)	Seed weight (%)	Skin anthocyanin (mg/cm ²)	Sugar content (%)
2015	Current shoot grapes (control)	7.8±0.7	2.9±0.1	0.32±0.12	16.7
	Lateral shoot grapes	5.2±0.6 * a)	4.3±0.1 *	1.05±0.07 *	23.7
2016	Current shoot grapes (control)	6.9±0.9	Not tested	0.61±0.11	19.1
	Lateral shoot grapes	5.6±0.6 *	Not tested	0.82±0.14 *	21.5

a) Notation, * indicate significance $p < 0.05$ (t-test).

2015年、2016年ともに摘心摘房処理区は対照区と比較してブドウの果粒重量がそれぞれ2.6g、1.3g少なく、小果粒であった。2015年における摘心摘房処理区のブドウ重量に占める種子の比率は4.3%であり、対照区の2.9%に対して1.4%高いことが示された。ま

た、摘心摘房処理区のブドウは対照区と比較して、果皮のアントシアニン含有量が 2015 年は約 3.3 倍、2016 年は 1.3 倍多く、さらには、糖度がそれぞれ 7.0、2.4 %高いことが認められ、ワイン醸造用のブドウとして良好な品質であることが示された。収穫されたブドウを用いて醸造したワインの γ -ラクトンおよびフラネオールの含有量を図 7 に示した。

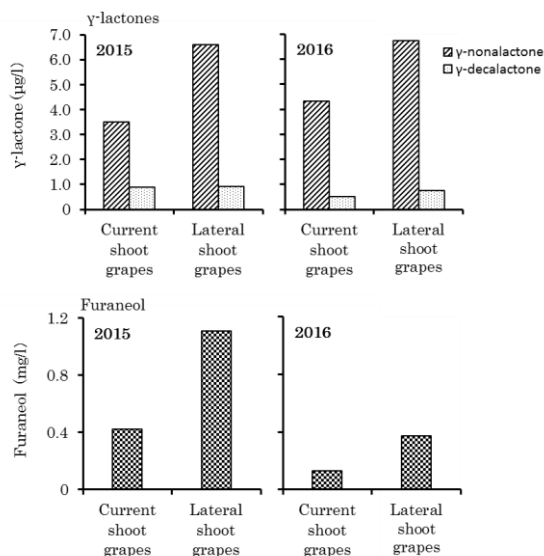


図 7. マスカット・ベリーA の副梢果房を原料とする赤ワインの γ -ラクトン類およびフラネオールの含有量

2015 年および 2016 年ともに、摘心摘房処理区のブドウから醸造したワインは、 γ -ノナラクトンが 1.6–1.9 倍、フラネオールが 2.6–2.8 倍多く含まれた。このことは、摘心摘房処理区のブドウは冷涼な環境下で成熟が進んだこと、果粒が小さく、種子および果皮の割合が高まったことが要因と推察される。このことから、新たに開発した副梢果房を用いる栽培技術は、ブドウの成熟を冷涼な晩秋に変更し、小果粒の果実が得られ、ワインの香味を増強する有効な方法と考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

著者名：岸本宗和，乙黒美彩，柳田藤寿，安部正彦

論文表題：マスカット・ベリーA の副梢果房を用いた赤ワイン醸造におけるマストとワインの成分組成

雑誌名：日本醸造学会誌

査読：有

発行年：2017 年

ページ：印刷中

[学会発表] (計 3 件)

- ① 横森勝利，岸本宗和，乙黒美彩，柳田藤寿. マスカット・ベリーA ワインの γ -ラクトン類含有量に及ぼす醸造条件の検

討. 日本ブドウ・ワイン学会，2016 年 11 月 25 日，山梨大学（山梨県・甲府市）

- ② 岸本宗和，乙黒美彩，柳田藤寿，安部正彦. マスカット・ベリーA における副梢果房の発生誘導とワイン醸造への利用. 日本ブドウ・ワイン学会，2016 年 11 月 25 日，山梨大学（山梨県・甲府市）

- ③ 横森勝利，岸本宗和，乙黒美彩，柳田藤寿. 赤ワインの γ -ラクトン類含有量に及ぼす醸造条件の影響. 日本食品科学工学会関平成 28 年度東支部大会，2016 年 3 月 5 日，日本大学（神奈川県・藤沢市）

[産業財産権]

○出願状況 (計 1 件)

名称：ブドウおよびブドウの栽培方法、栽培したブドウを用いたワイン

発明者：岸本宗和，山下裕之，安部正彦，柳田藤寿，乙黒美彩

権利者：国立大学法人山梨大学

種類：特許

番号：特開 2016-146827

出願年月日：2016 年 2 月 8 日

国内外の別：国内

[その他]

ホームページ等

http://erdb.yamanashi.ac.jp/rdb/A_DisplInfo.Scholar?ID=C9ABF9E254D5F8A2

<http://www.wine.yamanashi.ac.jp/microbiol/microbiol.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岸本 宗和 (KISHIMOTO, Munekazu)

山梨大学・大学院総合研究部・准教授

研究者番号：20603195

(2) 研究分担者

柳田 藤寿 (YANAGIDA, Fujitoshi)

山梨大学・大学院総合研究部・教授

研究者番号：50202370

(3) 研究協力者

横森 勝利 (YOKOMORI, Katsutoshi)