

技術論文

マスカット・ベリー A を原料とした直接圧搾法による ロゼ原酒ワインの製成と瓶内二次発酵法による ロゼスパークリングワイン製成

恩田 匠^{1*}, 小嶋匡人¹, 長沼孝多¹

¹ 山梨県産業技術センター

Production of Base Wine for Rosé Sparkling Wine Making Using Direct Pressing Method
and Sparkling Wine Making by In-bottle Secondary Fermentation Method
from Muscat Bailey A

Takumi Onda^{1*}, Masato Kojima¹ and Kota Naganuma¹

¹ Yamanashi Industrial Technology Center, 2517 Katsunuma, Katsunuma-cho, Koshu-shi, Yamanashi 409-1316

We made rosé sparkling wine from Muscat Bailey A and Pinot Noir grapes. Production was performed by in-bottle secondary fermentation from the juices obtained by the direct pressing method. As a result, it was possible to make rosé sparkling wine from Muscat Bailey A. However, sparkling wine made from Pinot Noir was white, not rosé. Both sparkling wines scored well in sensory evaluations. (Received Feb. 28, 2019; Accepted Jun. 25, 2019)

Keywords : Rosé wine, Sparkling wine, In-bottle secondary fermentation method, Muscat Bailey A, Pinot Noir

キーワード : ロゼワイン, スパークリングワイン, 瓶内二次発酵, マスカット・ベリー A, 試験醸造

近年, 我が国において, ワインの消費量¹⁾が伸びており, 今まさに第7次ワインブームの中にあると言われている。国内で消費されているワイン¹⁾のうち, およそ2/3は海外から輸入されたワインであるが, その中でもスパークリングワインの人気が高まっている。財務省関税局調べによると2016年におけるスパークリングワインの輸入数量は35526 kL (前年比104.4%)²⁾となり, 7年連続で増大, 10年前と比較すると約1.8倍に拡大している。

我が国で生産されるワインの中では, 国内で栽培されたブドウから国内で醸造されたワインが, 「日本ワイン」として定義されるに至り, 高い注目を集めている。この「日本ワイン」においても, スパークリングワインの人気が高いが, そのほとんどがワインに人工的に炭酸ガスを吹き込んでつくられる「ガス封入法」による簡便的なものである。しかしながら, 近年, 最も本格的で伝統的な「瓶内二次発酵法」によりつくられるスパークリングワインの人気が高くなり, その製造にチャレンジするメーカーが増えてきた。

我々は, 国産スパークリングワインの高品質化を目的として, フランス・シャンパーニュ地方におけるシャンパーニュ製造の推奨法^{3)~7)}を忠実に再現することで, スパーク

リングワイン製造の実証研究に取り組んできた。既に, '甲州'や'シャルドネ'を原料とした, 白のスパークリングワイン製造についてはいくつかの研究成果^{8)~11)}を報告している。

一方で, シャンパーニュには, 白以外に, ロゼ製品⁷⁾があり, 現在シャンパーニュにおいては重要なカテゴリーになっている⁷⁾。我が国は, ロゼシャンパーニュの輸入割合が高い国⁷⁾であるが, 非発泡性のワイン(スティルワイン)においてもロゼの人気が高くなっている。今後, 日本ワインとしてのロゼのスパークリングワイン製造方法の確立が望まれた。

しかしながら, 本邦において, 瓶内二次発酵法によるロゼスパークリングワイン製成についての技術的知見はほとんどなかった。したがって, 国産ロゼスパークリングワイン製造の実証研究の必要性が考えられた。

ロゼスパークリングワインと白のスパークリングワイン製造の基本的な違いは, 瓶内二次発酵の原料に, ロゼの原酒ワインを用いることにある。したがって, どのようにロゼ原酒ワインを製成するかが重要な課題となる。

シャンパーニュにおいては, その製造規則⁷⁾において,

¹ 〒409-1316 山梨県甲州市勝沼町勝沼 2517

*連絡先 (Corresponding author), onda-wkk@pref.yamanashi.lg.jp

「直接圧搾法」, 「半醸し法」および「ブレンド法」によって, ロゼ原酒ワインをつくるのが認められている。しかしながら実際には, そのほとんどがブレンド法, 一部が半醸し法によってつくられている。一方で, 直接圧搾法は, 主に白ワイン製造のための, 最も簡便なブドウ圧搾方法であるが, 実際の製造において用いられないことがない。これは, シャンパーニュ原料の黒ブドウである「ピノ・ノワール」と「ピノ・ムニエ」では, 直接圧搾法によっては, 十分なロゼとしての赤色が得られないためである⁷⁾。

山梨県で赤ワイン用の原料として用いられている主要な黒ブドウは, 「マスカット・ベリー A」である。「マスカット・ベリー A」は, 強く濃い色調の赤ワイン原料であることから, 直接圧搾法によって, ロゼワイン製成のための果汁が得られる可能性が考えられた。

以上のことから, 「マスカット・ベリー A」を原料として, 直接圧搾法により得られたロゼ原酒ワインを原酒ワインとした, 瓶内二次発酵法によるロゼスパークリングワイン製造の可能性について検討した結果について報告する。

実験方法

1. 供試ブドウ

スパークリングワイン製造用の原料として, 山梨県甲州市産の「マスカット・ベリー A」を供試した。赤ワイン用原料として用いられる「マスカット・ベリー A」は, 9月中旬から10月下旬に収穫されることが多いが, スパークリングワイン製造には, 酸度の高い果汁が必要であることから, スティルワインの適熟よりも早期の2016年8月23日に収穫を行ったものを用いた。

また, 比較対象のため, 山梨県甲州市産の黒ブドウ「ピノ・ノワール」を用いた。この赤ワイン用の品種のブドウも, 早期の2016年8月17日に収穫を行ったものを用いた。

2. 圧搾と果汁調製

ブドウの圧搾と果汁調製は, スパークリングワイン製造マニュアル¹⁾記載の方法を一部改変して, 次のように実施した。

(1) 圧搾

白ワイン製造と同様な直接圧搾法による圧搾を行った。このとき, 原料ブドウを計量した後, 除梗破碎を行わず, 空気圧式圧搾機 (Bucher XPro 5, Bucher Vaslin 社製) に全房のまま投入した。圧搾操作は, 同圧搾機に内蔵されているスパークリングワインのための圧搾プログラムを一部改変し, 果汁の分画を行った。100 kg 分のブドウから, 圧搾の最初に流下する 1.25 L/100 kg 分をフリーラン (自然流下) 果汁として分画した。次に, 圧搾と圧搾機内のブドウのほぐし操作を経る過程で得られる 51.25 L/100 kg 分をシャンパーニュ製造において「キュベ」と呼ばれる一番搾り果汁として分画した。また, 1 回目の圧搾サイクルの終了後に, 圧搾過程のブドウ果実に対して, ペクチナーゼ製

剤 (Lafazym[®] press, Laffort 社製) を, 最終的に得られる果汁に対し 10 mg/L になるように添加した。その後, 圧搾とほぐし操作を継続し, 得られる 12.5 L/100 kg 分をシャンパーニュ製造において「タイユ」と呼ばれる二番搾り果汁として分画した。

分画したそれぞれの果汁には, それぞれ総亜硫酸として 50 mg/L になるように, 亜硫酸塩 (ピロ亜硫酸カリウム) を添加した。

(2) 果汁の清澄化 (ダブルバージュ)

圧搾後の果汁を, 13℃で一晩放置することでダブルバージュを行った。ダブルバージュ後の沈殿物を除いた果汁は, 濁度計 (2100P 型, セントラル科学社製) を用いて, その濁度を測定した。このとき, 清澄化された果汁に対して沈殿物 (果汁のオリ) を少量戻して, 約 50 NTU となるように調整した。

(3) 補糖

清澄化した果汁に, その比重から補糖量を換算する「補糖表」²⁾を用いて転化糖分が 19% となるように, ショ糖 (上白糖) を添加した。

3. 原酒ワイン製造

(1) 供試酵母とその活性化

供試酵母として, シャンパーニュ製造に推奨されている 4 菌株の酵母⁷⁾のうちの一つである, VITILEVURE QUARTZ [*Saccharomyces cerevisiae* (former *bayanus*), Station Cnotechnique de Champagne 社 (以下, SCEC 社) 製] を用いた。乾燥酵母製剤は, 酵母の 10 倍量のブドウ果汁および熱水を等量混和した溶液 (約 35℃) 中で, 約 20 分間水と処理を行った後, デブルバージュして補糖した後の原料果汁に添加した。

(2) 乳酸菌拡大培養液の調製

シャンパーニュ製造で推奨されている, 乳酸菌の拡大培養溶液を次のように調製した。乳酸菌製剤として, BL01 [*Oenococcus oeni*, SCEC 社製] を用いた。この乳酸菌拡大培養溶液は, もろみ (発酵中の果汁) に対して 3% 容量になるように調製し添加した。すなわち, もろみ容量 10 L に相当する調製には, まずタイユ 9 mL と熱水 9 mL を半量ずつ混合したもの (25℃) に, 乳酸菌製剤を 4 g/L, 乾燥酵母を 0.5 g/L になるようにそれぞれ添加して, 25℃で 72 時間培養した。この前培養液を, 今回の実験ではタイユ (二番搾り果汁) 282 mL に添加し, さらに乾燥酵母を 0.2 g/L になるように添加して, 25℃で約 10~12 日間培養した後, 酵母添加の翌日にもろみに添加した。

(3) アルコール発酵とマロラクティック発酵

アルコール発酵とマロラクティック発酵は, シャンパーニュ製造法に準拠した。圧搾において分画したキュベとタイユはそれぞれ, 発酵栓を付けたガラス製の発酵容器に分けて, アルコール発酵およびマロラクティック発酵を実施した。アルコール発酵期間中のもろみ温度は 18℃に設定

し、経時的に糖組成とエタノール含量を測定した。もろみの比重減少を調べながら、残糖が1g/L以下（～不検出）に達したときに、アルコール発酵が終了したものとみなした。また、マロラクティック発酵の推移は、有機酸組成の分析により確認した。リンゴ酸が検出されなくなった後、ワインは最低1週間シュール・リー（製成ワインに沈殿するオリを除かずに放置すること）状態で放置した。オリ引きした後のワインは、酸化防止のため総亜硫酸10mg/Lとなるように、ピロ亜硫酸カリウムを添加し、次の低温処理工程まで12℃で保存した。

(4) ワインの調合

瓶内二次発酵を行うための原酒ワインは、キュベのみから製成したもの他、キュベおよびタイユから製成したワインをそれぞれ7:3の割合で調合したものをを用いた。

(5) 低温処理およびフィルター処理

キュベのみ、および調合したワインは、-4℃で1週間攪拌する、低温処理を行った。2~3日の静置期間後、オリ引きとともに、メンブランフィルター（孔径0.80μm、アドバンテック東洋社製）を用いて精密ろ過を行って、原酒ワインとして調製した。

4. スパークリングワイン製造

瓶内二次発酵法は、シャンパーニュ製造の推奨法¹⁾に従い、以下のように実施した。

(1) 原酒ロゼワインの前調製

低温処理した原酒ワインは、室温に放置し、温度を13~15℃付近に調整した。

(2) 瓶内二次発酵のための瓶詰め（ティラージュ）用酵母発酵種の調製

瓶内二次発酵のための瓶詰め（ティラージュ）に用いる「酵母発酵種」は、アルコール（一次）発酵で使用したものと同一の乾燥酵母を用いた。すなわち、原酒ワイン10L容量の調製としては、まず、0.15gの乾燥酵母を、40mLの水および10mLのリキュール（ワインにシヨ糖を500g/Lになるように調整した糖液）の混液に溶かし、0.1gのリン酸2アンモニウムを添加した。この混合物を、35℃に加熱し、最終的には20℃付近になるように、緩やかに攪拌しながら6~8時間培養した。この酵母の培養液50mLと0.18Lの原酒ワイン、45mLの同リキュール、25mLの水、0.1gのリン酸2アンモニウムを混合した。この混合物を、20℃で2~3日間緩やかに攪拌しながら馴養培養した。

(3) ティラージュのための前調製

原酒ワイン1Lあたり24gの糖濃度になるように、シヨ糖を溶解したりキュール（500g/Lシヨ糖）を添加した。次に、このシヨ糖を含むリキュールを添加した原酒ワインにベントナイト製剤（Adjuvant83, SCEC社製）を20mg/Lになるように添加した後、原酒ワインの約3%容量となるように酵母発酵種を添加した。このとき、酵母発酵種に含まれる酵母の生菌数は、瓶内の初発の酵母菌数が、 2.0×10^6

個/mLになるように、その添加量を厳密に調整した。

(4) ティラージュ

瓶詰めするスパークリングワイン用の耐圧瓶（シャンパン750TDF, 東洋ガラス社製）は、前述のとおり調製した混合液を、750mL分瓶詰した。瓶口には、ポリエチレン製のビデウル（スパークリングワイン用酵母カップ, 29mm, Sclocap MAB社製）と呼ばれるキャップをした後に、王冠（スパークリングワイン用単式王冠, スティール製, 29mm, Sclocap MAB社製）を空気圧式王冠打栓機（ERCOLE, Ferrari社製）を用いて打栓した。

(5) 瓶内二次発酵

ティラージュ後の瓶内二次発酵は15℃に調整した恒温室内に、瓶を水平になるように静置して行った。このとき、各試験区で1本ずつの瓶には、瓶装着型の圧力計（type1207, Barby+Kühner社製）をつけ、瓶内の圧力の経時変化を測定した。

(6) 貯蔵

瓶内圧力の上昇が認められなくなり、瓶内二次発酵が終了した瓶は13℃下の地下セラー内に移し、瓶を水平に静置して、約4ヶ月間貯蔵した。

(7) 動瓶（ルミアージュ）

瓶内二次発酵で瓶内に副生したオリを、瓶口まで収集するための動瓶工程（ルミアージュ）は、自動動瓶機（Gyro Compact, Oeno Concept社製）を用いて行った。

(8) スパークリングワインの製成（デゴルジュマン、補酒およびコルク打栓）

ルミアージュ後の瓶口のオリ部分を瓶から除去する作業（デゴルジュマン）から、補酒およびコルク打栓までの連続した工程は、それぞれ専用機械により実施した。

すなわち、デゴルジュマンはネックフリーザー（PG89/32型, Officine PESCE社製）内を、食品製造用ブラインで満たし、あらかじめ-25℃まで冷却した。このネックフリーザーに、瓶口を下に向けて、瓶を挿入し、8分間保持して、瓶口のオリを含んだスパークリングワインを2cm弱程度凍結させた。

次に、可及的に速やかに、半自動デゴルジュマン・ドザージュ機（ATLAS M for classic method, Officine PESCE社製）の栓抜き部分に瓶口を挿入し、王冠およびビデウルとともに、凍結したオリを含む部分を除去した。その後、迅速に、同機のドザージュ装置に瓶を設置し、同一のスパークリングワインを、全容量が750mLになるように補酒した。このとき、糖濃度が2g/Lとなるように、リキュール添加を行った。

コルク打栓前に、瓶を左右に振り、瓶口の空気の除去を行った。シャンパーニュ製造用のコルク打栓機（PG2010 S1, Officine PESCE社製）を用いて、コルク（MYTIK DIAM® Classic, Diam社製）を打ち、ミュズレ（ワイヤーフード；ミュズレ・プレートとミュズレ, traditional twist

free belt wirehoods, Hite 社製) でコルクを固定する作業を行った。最後に、キャップシーラー (PG80M, Officine PESCE 社製) を用いて、キャップシール (シャンパンアルミフォイルマット黒, Vipalux 社製) を瓶口に装着した。以上の作業は、生成した炭酸ガスがなるべく散逸しないように、丁寧かつ速やかに実施した。

5. 成分分析

果汁、もろみ、ワインおよびスパークリングワイン、それぞれのサンプルの成分分析は、次のように実施した。

比重は、国税庁所定分析法に従い、既報¹⁰⁾のとおり、振動式密度比重計 (DA-505 型, 京都電子工業社製) を用いて分析した。比重換算糖度 (g/L) は、比重の値から換算式: 転化糖分 = (比重 - 1) × 100 × 2.7 - 2.5 により算出した。

糖度 (°ブリックス) および pH は定法により分析した。

総酸 (酒石酸換算) は、国税庁所定分析法にしたがい、中和滴定法により分析した。シャンパーニュ製造の総酸の値は、通常硫酸換算で示されるため、今回参考値として用いたシャンパーニュ製造の果汁の分析値は、適宜便宜的に酒石酸換算に変換した。

有機酸組成は、高速液体クロマトグラフィーにより解析した。高速液体クロマトグラフ (島津製作所社製) は、カラムにイオン排除クロマトグラフィ用カラム (SCR-102H) を 2 個連結して用い、ポストカラム pH 緩衝化電気伝導度検出法により、電気伝導検出器 (CDD-10AVP) で分析した。サンプルは分析前に、メンブランフィルター (孔径 0.20 μm, アドバンテック東洋社製) でろ過した。

糖組成は、既報¹⁰⁾と同様に、高速液体クロマトグラフ (島津製作所社製を主体とするシステム一式) を用いて分析した。サンプルは分析前に、メンブランフィルターでろ過した。

酵母の資化性窒素含量は、ホルモール滴定法により、ホルモール態窒素として分析した。

遊離アミノ酸組成は、既報¹⁰⁾と同様に、全自動アミノ酸分析計 (JLC500/V2, 日本電子社製) を用いて分析した。

無機塩類の組成は、既報¹⁰⁾と同様に、ICP 発光分析装置 (ULTIMA 型, Horiba 社製) を用いて分析した。

色調は、既報¹⁰⁾と同様に、分光光度計 (JASCO V650, 日本分光社製) を用いて、吸光度 (430 nm, 530 nm) および CIELab 表色系 [L* 値 (明度), a* (赤色度), b* (黄色度)] を分析した。

総ポリフェノール濃度は、フォーリン・チオカルト法¹³⁾により分析した。

6. 官能評価

製成したスパークリングワインの官能評価試験は、山梨県内のワイン製造従事者 48 名を審査員として実施した。評点は、「外観」、「発泡性」、「香り」、「味わい」の各項目および「総合評価」を、5 点法 (5; 良好~3; 普通~1; 不可) により評価した。得られた各評価項目の平均値は、*t* 検定

を実施した。

実験結果

1. 果汁とその成分

‘マスカット・ベリー A’ および ‘ピノ・ノワール’ を压榨、分画して得られた、フリーラン果汁、キュベ (一番搾り果汁) およびタイユ (二番搾り果汁) の成分を Table 1a, b に示した。また、Table 1c には、シャンパーニュ地方におけるピノ・ノワール (2016 年ヴィンテージのもの) の果汁の成分分析値¹⁴⁾ を参考に示した。

2 つの原料ブドウにおいて、それぞれ得られたフリーラン果汁、キュベおよびタイユにおける比重および糖度 (比重換算糖度とブリックス糖度) には大きな差異は認められなかった。これは、‘甲州’ や ‘シャルドネ’ を原料として実施した既報⁸⁾¹⁰⁾ や、シャンパーニュ地方における知見 (Table 1c) と同様であった。

一方で、各分画果汁間で、総酸や pH 値などには異なる傾向が認められた。まず、シャンパーニュの製造原料品種でもある ‘ピノ・ノワール’ では、キュベと比較してタイユ果汁の方が酸度が低くなり、pH が高くなる結果が得られた。この傾向は、既報⁸⁾¹⁰⁾ で示したように、同じくシャンパーニュ製造原料品種である ‘シャルドネ’ と同様なものであった。この傾向は、シャンパーニュ地方におけるシャンパーニュ製造における知見²⁾ と一致している。有機酸組成を調べた結果、酒石酸およびリンゴ酸ともに、タイユの方が減少していることが確認できた。

次に、‘マスカット・ベリー A’ では、タイユの方がキュベよりも酸度が高くなり、pH はほとんど変わらない結果が得られた。これは、前述した ‘ピノ・ノワール’ や既報⁸⁾¹⁰⁾ の ‘シャルドネ’ とは逆の結果であった。この ‘マスカット・ベリー A’ の傾向は、既報²⁾ の ‘甲州’ における压榨による果汁の分画と同様なものであった。有機酸組成からは、‘甲州’ の場合と同様に、タイユの方が、リンゴ酸含量が高くなっていることが確認できた。

シャンパーニュ地方におけるシャンパーニュ製造においては、キュベの S/A 値²⁾ [比重換算糖度 (g/L) を総酸 (g/L 硫酸換算) で除した値] が 20 付近のときに最も良好な製品が得られるものと考えられている。今回の 2 品種の S/A 値は、既報の ‘甲州’ と ‘シャルドネ’ を用いた検討と比較しても、シャンパーニュ製造における数値と比較すると高い値を示した。特に、‘マスカット・ベリー A’ はより高い S/A 値を示した。今後、山梨県産ブドウにおける両品種に適した S/A 値を検討していかなければならない。

無機塩成分の組成は、2 つの原料ブドウとも、シャンパーニュ製造における知見²⁾ と同様に、压榨工程の進行に従い、カリウムおよびカルシウム含量が高くなる傾向を示した。また、両品種とも、銅含量は、压榨工程の進行に従って低くなった。

Table 1 Chemical and physical compositions of grape juice for sparkling wine making

		a) Free-run, <i>Cuvée</i> and <i>Taille</i> juices of Muscat bailey A harvested in 2016			b) Free-run, <i>Cuvée</i> and <i>Taille</i> juices of Pino noir harvested in 2016			c) Reference; juice for champagne ¹⁾	
		Free-run ²⁾	<i>Cuvée</i> ²⁾	<i>Taille</i> ²⁾	Free-run	<i>Cuvée</i>	<i>Taille</i>	<i>Cuvée</i>	<i>Taille</i>
Specific gravity	(15/4 °C)	1.066	1.071	1.071	1.073	1.071	1.071	7)	
Density	(g/cm ³ , 20 °C)	1.067	1.073	1.072	1.073	1.071	1.071	1.072	1.070
Sugar ³⁾	(g/L)	153.2	166.7	166.7	172.1	166.7	166.7	167.7	160.6
Sugar	(°Brix)	15.8	16.8	16.8	16.9	16.6	16.5		
Sucrose	(g/L)	2.3	ND ⁶⁾	ND	ND	ND	ND		
Glucose	(g/L)	78.0	83.2	82.5	86.2	83.7	79.4		
Fructose	(g/L)	85.8	89.0	87.0	83.3	79.4	79.8		
pH		3.30	3.38	3.44	3.11	3.13	3.33	3.08	3.26
Total acid as tartaric acid	(g/L)	5.1	6.8	8.9	9.5	10.3	8.5	11.6	9.6
Tartaric acid	(g/L)	3.5	4.3	4.6	5.5	5.4	4.9	7.6	6.3
Malic acid	(g/L)	2.0	3.6	5.1	4.6	5.2	4.7	6.4	5.6
Citric acid	(g/L)	0.2	0.6	0.9	0.5	0.5	0.5	0.3	0.3
S/A value ⁴⁾		37.5			24.8			22.1	
Potassium	(mg/L)	1047	1477	1900	1279	1391	1546	1438	1588
Calcium	(mg/L)	33	42	47	23	21	31	89	109
Magnesium	(mg/L)	17	24	29	22	23	26	63	69
Iron	(mg/L)	0.3	0.2	0.2	ND	ND	ND		
Copper	(mg/L)	6.2	3.7	0.6	5.1	3.2	2.4	1.9	1.8
YAN ⁵⁾	(mg/L)	68	117	154	97	112	134	149	160
Alanine	(mg/L)	145	319	436	121	146	188		
Arginine	(mg/L)	200	316	437	266	328	513		
γ -aminobutanoic acid	(mg/L)	79	201	269	41	52	116		
Asparagine	(mg/L)	5	10	13	8	6	8		
Aspartic acid	(mg/L)	49	34	32	49	58	88		
Cysteine	(mg/L)	ND	ND	ND	ND	ND	ND		
Glutamine	(mg/L)	105	233	302	84	92	86		
Glutamic acid	(mg/L)	111	84	76	84	92	86		
Glycine	(mg/L)	4	8	10	26	35	56		
Histidine	(mg/L)	4	7	11	6	8	12		
Isoleucine	(mg/L)	3	3	4	6	7	9		
Leucine	(mg/L)	6	8	11	9	10	13		
Lysine	(mg/L)	2	3	5	3	4	6		
Methionine	(mg/L)	ND	3	4	ND	1	2		
Phenylalanine	(mg/L)	4	9	11	2	2	3		
Proline	(mg/L)	60	86	111	98	91	120		
Serine	(mg/L)	25	38	50	32	33	34		
Threonine	(mg/L)	35	31	41	70	83	116		
Tryptophan	(mg/L)	ND	ND	8	ND	ND	ND		
Tyrosine	(mg/L)	6	12	15	2	2	1		
Valine	(mg/L)	9	12	16	14	15	20		
Optical density	(420 nm)	0.160	0.144	0.380	0.098	0.100	0.101		
	(430 nm)	0.156	0.135	0.354	0.090	0.093	0.096		
	(520 nm)	0.107	0.104	0.288	0.030	0.040	0.500		
	(530 nm)	0.098	0.100	0.272	0.035	0.041	0.045		
L* value		22.3	63.3	34.0	32.4	69.8	50.3		
a* value		24.55	23.40	39.94	12.30	13.00	21.10		
b* value		33.56	39.85	40.43	30.55	36.66	38.79		

All samples were analyzed in triplicate.

1) Tesseau, D., Valade, M., Descotes, A., and le laboratoire: Les mouts de 2016, Le Vigneron Champenois, N. 4, 38–62 (2017).

2) All juices were collected by traditional press method in the ChampagneRegion. The *Cuvée* was the juice taken from the first section in continuouspresses of grape. The *Taille* was the juice from the second section following*cuvée*. In champagne making, the *Cuvée* is the first 2050 litres of juice from 4000 kg of grapes and the *Taille* is the following 500 litres.

3) calculated values from specific gravity. 4) S/A value: Sugar (g/L)/ Total acid (g/L as H₂SO₄)

5) YAN: Yeast assimilable nitrogen measured by Sørensen method. 6) ND: not detected.

7) Blank: no information is available.

果汁の窒素成分として重要な資化性窒素含量は、2つの果汁とも、既報¹⁰⁾の‘甲州’の場合と同様に、圧搾工程の進行に従い、フリーラン果汁、キュベ、タイユの順に増加した。遊離アミノ酸組成の解析から、‘マスカット・ベリー A’と‘ピノ・ノワール’とも、アラニン、アルギニンなどの主要な酵母資化性アミノ酸およびプロリン（非酵母資化性アミノ酸）含量が、圧搾工程の進行に従って増加したことが分かった。

果汁の色調は、‘ピノ・ノワール’は、赤色を示さなかった。‘マスカット・ベリー A’は肉眼的にも赤色を示し、 a^* 値（赤色度）の値も比較的高かった。

2. 原酒ワインとその成分

‘マスカット・ベリー A’および‘ピノ・ノワール’、それぞれのキュベおよびタイユから製成したワインの成分を Table 2a, b に示した。Table 2c には、シャンパーニュ地方におけるロゼ原酒ワイン（2014年と2015年にアサンブラージュされたもの）の成分分析値⁷⁾を参考に示した。

シャンパーニュ地方におけるシャンパーニュ製造では、原料となるワインのアルコール濃度を11% (vol.) とすることが奨励されている。そのため、転化糖分として19度になるように補糖をしたが、結果として11.0% (vol.) 弱のアルコールが生成されることを確認した。

シャンパーニュ製造における原料ワインのアルコール発酵の終了は、残糖が1.0g/L となったときと判定される。今回行った試験醸造における、アルコール発酵が終了されるまでの期間は15~20日間であり、速やかな発酵が行われたことが認められた。

各製成ワインの総酸は、果汁の値から0.3~2.0g/L 減少した。有機酸組成の解析から、各有機酸の中では、酒石酸の減少が大きかったことが分かった。各ワインにおいてリンゴ酸が不検出となり、リンゴ酸の減少に相当する乳酸が生成され、マロラクティック発酵が完全に遂行されたことが確認できた。マロラクティック発酵の終了は、‘マスカット・ベリー A’の場合はタイユと比べ、キュベ原料の方がやや早く、逆に‘ピノ・ノワール’はタイユの方がやや早かった。酢酸はほとんど検出されなかった。

無機塩類組成の解析からは、果汁の値から、カリウムおよび銅含量の減少が大きかった。

色調の分析結果から、‘ピノ・ノワール’からのワインは、白ワイン¹⁰⁾と同程度の L^* （明度）、 a^* （赤色度）、 b^* 値（黄色度）を示した。一方で、‘マスカット・ベリー A’は、 a^* 値（赤色度）および530nmの吸光度からも、ロゼワインとしての色調を呈していることが認められた。また、キュベよりもタイユ原料の方が、赤色度が強いことは肉眼的にも認められた。シャンパーニュ地方のロゼ原酒ワインと比較すると、 a^* 値（赤色度）がやや低いものの b^* 値（黄色度）が低い値を示した。

総ポリフェノール含量については、‘ピノ・ノワール’は

既報¹⁰⁾の白ワインと同程度の値を示した。一方で、‘マスカット・ベリー A’は、比較的高い総ポリフェノール含量を示し、果皮周辺に含まれる色素に関連した成分が抽出されたことが推察された。キュベとタイユ原料では、タイユの方が総ポリフェノール含量が高かった。

3. 製成スパークリングワインとその成分

‘マスカット・ベリー A’および‘ピノ・ノワール’から得られた原酒ワインから製成したスパークリングワインの成分を Table 3a, b に示した。製成スパークリングワインの写真を Fig. 1 に示した。Table 3c には、シャンパーニュ地方におけるロゼシャンパーニュ（2014年と2015年にアサンブラージュされたもの）の成分分析値⁷⁾を参考に示した。

今回の試験醸造における瓶内二次発酵は、24~33日間間で終了した。また、二次発酵の結果として、6.0気圧（10℃）付近の瓶内圧力が得られた。また、原料ワインから1.2%分のアルコールの増加が認められ、糖類は不検出であった。これらのことから、テイラージュ時の24g/Lのショ糖から、完全な二次発酵が安定的に達成できたことを確認した。

有機酸組成解析の結果は、瓶内二次発酵前の低温処理後の原酒ワインの分析値（データは示していない）と大きな違いはなかった。低温処理によって、総酸は0.4~0.7g/L程度低下することが分かった。

無機塩類組成の解析の結果は、瓶内二次発酵前の低温処理後の原酒ワインの分析値（データは示していない）と大きな違いはなかった。低温処理において、カリウム含量が大きく減少したことが確認された。

‘ピノ・ノワール’については、既報の白のスパークリングワインと同様な色調¹⁰⁾を示した。一方で、‘マスカット・ベリー A’は、 a^* 値（赤色度）および530nmの吸光度からも、ロゼとしての色調を呈していることが認められた。また、キュベよりもタイユ原料の方が、赤色度が強かった。原酒ワインと比較すると、 a^* 値（赤色度）がやや低下し、 b^* 値（黄色度）が高くなった。シャンパーニュ地方のロゼシャンパーニュと比較すると、 a^* 値（赤色度）がやや低いものの b^* 値（黄色度）が低い値を示した。

総ポリフェノール含量は、それぞれの原料ワインの値とほとんど変化がなかった。

官能評価の結果（Table 4）、4つのスパークリングワインは、すべて総合評価の平均値が3.0以上のスコアが得られた。両品種とも、タイユをブレンドしたスパークリングワインの方が評価が高くなる傾向が認められた（‘ピノ・ノワール’の2スパークリングワイン間では優位差が認められた）。両品種のキュベ原料のみのスパークリングワインを比較した場合、‘マスカット・ベリー A’の方が評価が高かった（有意差有り）。以上の傾向は、香りおよび味わいのスコアの傾向（有意差を含める）とほぼ一致した。外観、泡形成と熟成感については各スパークリングワイン間で差

Table 2 Chemical and physical compositions of wines for sparkling wine making

		a) Rosé wines made from Muscat bailey A harvested in 2016		b) wines made from Pino noir harvested in 2016		c) Reference; base wines for rosé champagne assamblaged in 2016 ¹⁾
		<i>Cuvée</i> ²⁾	<i>Taille</i> ³⁾	<i>Cuvée</i>	<i>Taille</i>	<i>Cuvée</i>
Specific gravity	(15/4 °C)	0.993	0.993	0.995	0.995	1) ¹⁾
Density	(g/cm ³ , 20 °C)	0.992	0.992	0.994	0.994	0.990
Alcohol	(%, v/v)	10.9	10.8	10.8	10.8	11.3
Sucrose	(g/L)	ND ⁵⁾	ND	ND	ND	
Glucose	(g/L)	ND	ND	ND	ND	
Fructose	(g/L)	ND	ND	ND	nD	
Glycerol	(g/L)	8.3	7.3	7.6	7.4	5.3
Sugar (as glucose) ⁴⁾	(g/L)	NT ⁶⁾	NT	NT	NT	0.7
pH		3.47	3.20	3.26	3.40	3.09
Total acid as tartaric acid ¹⁰⁾	(g/L)	6.5	6.9	8.3	6.7	6.3
Tartaric acid ¹⁰⁾	(g/L)	3.2	2.8	4.3	3.5	2.8
Malic acid	(g/L)	ND	ND	ND	ND	ND
Lactic acid	(g/L)	2.3	3.0	3.1	2.7	3.2
Citric acid	(g/L)	0.9	1.1	1.0	0.6	0.2
Succinic acid	(g/L)	0.9	1.0	0.7	0.6	
Acetic acid	(g/L)	ND	ND	0.1	0.2	0.2
Potassium	(mg/L)	623	720	862	890	367
Calcium	(mg/L)	40	46	22	30	71
Magnesium	(mg/L)	34	23	22	23	60
Iron	(mg/L)	ND	ND	ND	ND	0.70
Copper	(mg/L)	0.3	ND	0.5	ND	0.03
Optical density	(420 nm)	0.155	0.165	0.085	0.091	0.182
	(430 nm)	0.146	0.155	0.083	0.089	
	(520 nm)	0.190	0.201	0.020	0.021	0.156
	(530 nm)	0.174	0.180	0.018	0.020	
L*value		93.3	92.0	97.6	97.9	91.4
a*value		6.20	7.58	0.83	0.88	9.21
b*value		6.45	6.55	2.99	3.50	8.75
Total polyphenol ⁷⁾	(mg/L)	220	234	146	154	
Alcoholic fermentation period ⁸⁾	(days)	13	18	15	18	
Whole fermentation period ⁹⁾	(days)	26	30	33	27	

The coefficient of variation for all analyzed values of each samples was less than 1. All samples were analyzed in triplicate.

- 1) Tesseau, D., Valade, M., Descotes, A., and le laboratoire: Les vins issus de la récolte 2015; Les champagne mis sur le marché en 2016, Le Vigneron Champenois, N. 10, 60-85 (2017).
- 2) wine produced from *Cuvée* juice.
- 3) wine produced from *Taille* juice.
- 4) values measured by the enzymatic method.
- 5) ND: not detected.
- 6) NT: not tested.
- 7) measured by Folin-Ciocalteu method.
- 8) duration from the addition of yeast until the end of the alcoholic fermentation.
- 9) duration from the addition of yeast until the end of malo-lactic fermentation.
- 10) wines after assemblage and cold stabilization of tartrate.
- 11) Blank: no information is available.

異が認められなかった。

考 察

本研究では、日本産ブドウを原料とした、瓶内二次発酵法によるロゼスパークリングワイン試験製造を実施し、原料ブドウ果汁、ワイン、およびスパークリングワインにおける成分変化、ならびに得られる製品の特徴を調査した。

今回、検討した果汁の S/A 値は、いずれもシャンパーニュ地方における推奨値²⁾ よりも高かったことから、やや熟したあるいは、‘マスカット・ベリー A’ は過熟傾向にある可能性も考えられた。今後、日本産スパークリングワインのための S/A 値を検討していかなければならない。

シャンパーニュ製造の推奨法に従った果汁調製を行った‘ピノ・ノワール’は、既報¹⁰⁾ の‘シャルドネ’やシャンパー

Table 3 Chemical and physical compositions of sparkling wines

		a) Rosé sparkling wines made from Muscat bailey A harvested in 2016		b) Sparkling wines made from Pino noir harvested in 2016		c) Reference; Commercial rosé Champagne in 2016 ¹⁾
		<i>Cuvée</i> ²⁾	<i>C/T</i> ³⁾	<i>Cuvée</i>	<i>C/T</i>	<i>Cuvée</i>
Pression	(bar at 10 °C)	6.1	6.1	6.2	6.1	6.4
Specific gravity	(15/4 °C)	0.911	0.991	0.992	0.992	4)
Density	(g/cm ³ , 20 °C)	0.991	0.991	0.992	0.992	0.992
Alcohol	(%, v/v)	12.1	12	12.0	12	12.4
Sucrose	(g/L)	ND ⁵⁾	ND	ND	ND	
Glucose	(g/L)	0.9	0.9	0.9	0.9	
Fructose	(g/L)	1.0	1.0	1.0	1.0	
Glycerol	(g/L)	7.8	7.2	7.2	7.9	5.3
Glucose+Fructose	(g/L)	1.9	1.9	1.9	1.9	10.2
pH		3.44	3.45	3.07	3.00	3.09
Total acid as tartaric acid	(g/L)	6.1	5.8	7.6	9.9	6.3
Tartaric acid	(g/L)	1.9	1.7	2.3	2.2	2.7
Malic acid	(g/L)	ND	ND	ND	ND	0.2
Lactic acid	(g/L)	2.1	2.3	2.8	2.6	3.2
Citric acid	(g/L)	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2
Succinic acid	(g/L)	0.9	0.9	0.6	0.6	
Acetic acid	(g/L)	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3
Potassium	(mg/L)	277	289	390	380	403
Calcium	(mg/L)	18	20	20	28	67
Magnesium	(mg/L)	18	19	21	24	9
Iron	(mg/L)	ND	ND	ND	ND	67
Copper	(mg/L)	ND	ND	0.8	ND	0.06
Optical density	(420 nm)	0.135	0.140	0.048	0.051	0.092
	(430 nm)	0.116	0.121	0.040	0.049	
	(520 nm)	0.090	0.093	0.012	0.014	0.026
	(530 nm)	0.081	0.084	0.011	0.013	
L*value		96.3	95.4	98.3	97.6	91.8
a*value		4.10	5.21	-0.47	-0.23	7.13
b*value		6.91	7.25	3.19	3.60	12.14
Total polyphenol ⁶⁾	(mg/L)	209	210	146	150	
2nd fermentation period ⁷⁾	(days)	24	26	30	33	

The coefficient of variation for all analyzed values of each samples were less than 1. All samples were analyzed in triplicate.

1) Tesseau, D., Valade, M., Descotes, A., and le laboratoire: Les vins issus de la récolte 2015; Les champagne mis sur le marché en 2016, Le Vignerons Champenois, N. 10, 60-85 (2017).

2) sparkling wine produced from wine from *Cuvée*.

3) sparkling wine produced from wine assamblaged wine from *Cuvée* juice and *Taille* juice (7:3).

4) Blank: no information is available.

5) ND: not detected.

6) measured by Folin-Ciocalteu method.

7) duration of in-bottle secondary fermentation.

ニュ製造における知見と同様に、圧搾の進行に従い、総酸が減少、カリウム含量が増加し、pHが上昇する傾向が認められた。一方で、‘マスカット・ベリー A’は、既報の‘甲州’と同様に、‘シャルドネ’や‘ピノ・ノワール’とは逆に、圧搾の進行に従って、総酸が増加(pHが低下)する傾向が認められた。以上のキュベとタイユの酸度の違い、すなわち日本固有の品種である‘甲州’と‘マスカット・ベリー A’の圧搾において、共通して、圧搾工程の後半で得られるタイユの方が酸度が高くなる現象については興味深く、今後そのメカニズムを圧搾工程の成分解析などから調べてい

きたい。

果汁中の銅含量は、‘マスカット・ベリー A’と‘ピノ・ノワール’とも、圧搾工程の進行に従って減少した。このことは、果皮に残存したボルドー液由来のものであることが示唆された。シャンパーニュ製造では、圧搾工程初期のフリーラン果汁は、「ルベッシュ」として廃棄されることが多いが、銅の残存を除去する目的には有効であることが考えられた。

いずれにしても、既報¹⁰⁾において‘甲州’について考察したように、‘マスカット・ベリー A’についても、高品質

Table 4 Sensory evaluations of sparkling wines made from 'Muscat bailey A' and 'Pino noir'

	Total point	Color/Limpidity	Bubble	Odor	Taste/Flavor	Aging
MBA01-c ^{a)}	3.3	3.8	3.4	3.2	2.3	2.1
MBA-c/t	3.4	3.8	3.2	3.4	2.3	2.1
PN01-c	3.2	3.9	3.6	2.9	2.2	1.9
PN-c/t	3.6	3.8	3.6	3.1	2.6	2.1

a) MBA-1-c: sparkling wine produced from *Cuvée* of 'Muscat bailey A', MBA01-c/t: sparkling wine from wine assamblaged *Cuvée* juice and *Taille* juice (7:3) of 'Muscat bailey A', PN01-c: sparkling wine produced from from *Cuvée* of 'Pino noir', PN-c/t: sparkling wine from wine assamblaged *Cuvée* juice and *Taille* juice (7:3) of 'Pino noir'. The scores are the average of 5-point evaluation ($n = 48$). *, ** and *** indicate $P < 0.05$, $P < 0.01$ and $P < 0.001$, respectively compared to each wine. Statistical analysis were performed using Tukey-Kramer test.

な製品製造のため、独自の圧搾（分画）方法、圧搾率や、キュベとタイユのブレンド比率などを検討する必要が考えられた。

原酒ワイン製造においては、両品種とも、アルコール発酵とマロラクティック発酵は遅延なく達成された。マロラクティック発酵の終了は、'マスカット・ベリー A' はタイユの方が、'ピノ・ノワール' はキュベの方が時間を要した。これは、果汁に含まれるリンゴ酸がより高濃度であった結果であると考えられた。

スパークリングワイン製造においては、味わいの基本的な構成となる有機酸ならびにその組成が重要である。既報¹⁰⁾において、'甲州' は'シャルドネ' と比較して、その製造工程において、酸度が低下しにくい傾向があることを報告した。'ピノ・ノワール' は'シャルドネ' と同様に総酸の減少率が高く、10.3g/L から 7.6g/L (約 25% 程度) に減少した。一方で'マスカット・ベリー A' は'甲州' と同様に、6.8g/L から 6.1g/L と、総酸の減少率 (約 10%) が低かった。この総酸の減少は、各製造工程において、酒石酸と主にカリウムが結合することによる酒石の生成によるものであると考えられる。ブドウ品種によって総酸値の減少率が異なるメカニズムは興味深い。また、原料ブドウの総酸値は、その収穫時期の選定によって変わることから、今後'マスカット・ベリー A' の、スパークリングワイン製造に適した収穫時期を決めるために重要である。

カリウム含量は、原酒ワイン製成およびスパークリングワイン製成において減少が大きかったが、上述したように各段階で酒石酸と結合して酒石が形成¹⁵⁾ されることで減少した結果であると考えられた。

色調測定の結果、'ピノ・ノワール' では、ロゼとしての色調は得られないことが確認された。

一方で、'マスカット・ベリー A' は、直接圧搾法による果汁調製から、ロゼのスパークリングワインが製成でき



Fig. 1 Photo of sparkling wines

Left: rosé sparkling wine (MBA-c) made from cuvee juice of 'Muscat Bailey A' in this study; right: typical rosé Champagne purchased in Japan.

ることが明らかになった。製成スパークリングワインの色調は、シャンパーニュ地方のロゼシャンパーニュと比較すると赤味がやや低いものの、黄色味が低い値を示した。このことから、製成したスパークリングワインの色調は、肉眼的に、典型的なロゼシャンパーニュの黄色味を帯びたサーピンピンクと比較して、より鮮やかなピンク色を呈したことが判明した (Fig. 1)。

官能評価の結果、製成した4種のスパークリングワインは、少なくとも一定の品質以上の香味をもつことが明らかとなった。特に、色調については、いずれも高い評価が得られたが、好ましい色調を得るための条件を検討していかなければならないことが考えられた。なお、両品種とも、キュベのみから製成したものとタイユとのブレンドのものでは、タイユをブレンドしたものの方が評価が高く、シャンパーニュにおける知見とは逆であることは今後の検討課

題である。個別のスコアを見ると、味わいと熟成感は、3.0を下回った。これは、本来長い貯蔵熟成期間をとるべきところを、今回の検討では数ヶ月間の貯蔵熟成となっていることから、瓶内二次発酵製品に望ましい、酵母からの香味成分の抽出に乏しかった可能性が考えられた。したがって、より貯蔵熟成を行った製品での官能評価を行っていきたい。

以上のことから、‘マスカット・ベリー A’を原料にした場合、最も簡便な果汁調製方法である直接圧搾法によって、ロゼスパークリングワインが製成できることを明らかにした。

今後は、原酒ワインの他の製造方法についても検討していきたい。

要 約

山梨県の主要な赤ワイン原料ブドウである‘マスカット・ベリー A’を用いて、直接圧搾法により果汁を調製し、得られた果汁からのワイン製成と瓶内二次発酵法によるスパークリングワイン製成を行い、次の知見を得た。

- (1) ‘マスカット・ベリー A’を原料とした場合、良好な色調のロゼ・スパークリングワインが製成できた。したがって、最も簡便なワイン製成法によって、ロゼのスパークリングワインができることが分かった。
- (2) ‘ピノ・ノワール’を原料とした場合、製成された原酒ワインにおいても、赤色の色調が認められず、白のスパークリングワインが製成された。したがって、直接圧搾法ではロゼスパークリングワインを製成することができなかった。
- (3) いずれの製成スパークリングワインも良好な香味を示した。

シャンパーニュ製造法について教示いただいたシャンパーニュ委員会の皆様に御礼申し上げます。

文 献

- 1) 恩田 匠 (2016). シャンパーニュ地方におけるシャンパン

製造. 山梨県葡萄酒製造マニュアル, 山梨県ワイン酒造組合編, 山梨県ワイン酒造組合, 山梨, pp. 60-71.

- 2) 恩田 匠 (2016). シャンパーニュ地方におけるシャンパーニュ製造 (前編): ブドウの収穫から果汁の調製まで. 日本醸造協会誌, **111**, 266-301.
- 3) 恩田 匠 (2016). シャンパーニュ地方におけるシャンパーニュ製造 (中編): 原酒ワインの製成. 日本醸造協会誌, **111**, 712-727.
- 4) 恩田 匠 (2014). アサンブラージュ; シャンパン製造における最大の秘密. 日本醸造協会誌, **109**, 168-180.
- 5) 恩田 匠 (2018). シャンパーニュ地方におけるシャンパーニュ製造 (後編, その1). 日本醸造協会誌, **113**, 212-225.
- 6) 恩田 匠 (2018). シャンパーニュ地方におけるシャンパーニュ製造 (後編, その2). 日本醸造協会誌, **113**, 296-307.
- 7) 恩田 匠 (2019). ロゼシャンパーニュについて. 日本醸造協会誌, **114**, 2-11.
- 8) 恩田 匠, 小松正和, 中山忠博 (2015). 瓶内二次発酵法によるスパークリングワイン製造のための圧搾とその果汁成分. 日本ブドウ・ワイン学会誌, **26**, 5-9.
- 9) 恩田 匠, 小松正和, 中山忠博 (2017). 瓶内二次発酵のための酵母発酵種の調製. 日本ブドウ・ワイン学会誌, **28**, 3-7.
- 10) 恩田 匠, 小松正和, 中山忠博 (2017). 伝統的瓶内二次発酵法によるスパークリングワイン製造における成分の推移. 日本醸造協会誌, **112**, 836-848.
- 11) 恩田 匠, 小松正和, 中山忠博 (2018). 瓶内二次発酵条件の違いが二次発酵に及ぼす影響の検討. 日本醸造協会誌, **113**, 573-576.
- 12) 山梨県工業技術センター (2000). 果汁に対する補糖量表, 葡萄酒醸造法 2000年版, 山梨県工業技術センター, pp. 92-111.
- 13) Singleton, V.L. and Rossi Jr., J.A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, **16**, 144-158.
- 14) Tesseau, D. et le laboratoire, Valade, M., and Descôtes (2017). Les mouts de 2016. *Le Vigneron Champenois*, N.4, 38-62.
- 15) 土屋幸三 (2018). ワインの貯蔵・熟成・製品化. 新ワイン学, ガイアブックス, 東京, pp. 212-226.

引用 URL

- i) 国税庁統計 <https://www.nta.go.jp/taxes/sake/shiori-gaikyo/seizogaikyo/kajitsu/kajitsu29.htm> (2018. 4. 20)
 - ii) 財務省統計 <http://www.customs.go.jp/toukei/info/> (2018. 2. 1)
- (平成31年2月28日受付, 令和元年6月25日受理)