

[Research Note]

伝統的製法によるスパークリングワイン製造におけるブドウ圧搾工程の解析

恩田 匠*・小嶋匡人・長沼孝多

山梨県産業技術センター 〒409-1316 山梨県甲州市勝沼町勝沼2517

Changes in Chemical Components during Grape Pressing Process in Traditional Method of Sparkling Wine Making

Takumi ONDA*, Masato KOJIMA and Kota NAGANUMA

Yamanashi Industrial Technology Center,
2517, Katsunuma, Katsunuma-cho, Koshu-shi, Yamanashi JAPAN

We examined the optimum conditions for making domestic high-quality sparkling wines made by the traditional method. The aim of this study was to clarify the cause of the difference in the composition between the first-pressing juices (*Cuvée*) and the second-pressing juices (*Taille*) prepared by the traditional pressing method of champagne making. To this end, we investigated the changes in the chemical components that were eluted from the grape clusters during the pressing process of grapes. ‘*Koshu*’ and ‘*Chardonnay*’ cultivated in Yamanashi Prefecture were used. Whole grape clusters were pressed according to the recommended pressing program used in the Champagne region in France. In the case of ‘*Chardonnay*’, organic acids content in the juice was gradually decreased with the progress of pressing. This result was consistent with the findings in champagne making. On the other hand, in the case of ‘*Koshu*’, organic acid content significantly increased in the later stages of the pressing process. The results confirmed that *Taille* had higher acidity than *Cuvée* in the case of ‘*Koshu*’. In making sparkling wine from ‘*Koshu*’, the blending ratio of wines derived from *Cuvée* and *Taille* juices and the pressing method should be independently examined.

Keywords: sparkling wine, champagne, pressing, *Koshu*, *Chardonnay*

緒言

我々は、国産スパークリングワインの高品質化のための研究（恩田ら 2015, 恩田ら 2017a, b, 恩田ら 2018, 恩田ら 2019a, b）を実施している。特に、フランス・シャンパーニュ地方のシャンパーニュ製造の推奨方法（恩田 2013a, b, 恩田 2014, 恩田 2016a, b, c, 恩田 2018a, b, c）に従い、各製造工程における実

証試験を行ってきた。既に主に‘甲州’と‘シャルドネ’の2種の白ブドウを原料として、瓶内二次発酵法によるスパークリングワインの試験製造についての研究成果（恩田ら 2015, 恩田ら 2017a, b, 恩田ら 2018, 恩田ら 2019a, b）を報告している。

シャンパーニュ製造では、ブドウを圧搾する際に、必ず一番搾り果汁（シャンパーニュ製造では「キュベ」と呼ばれる）と二番搾り果汁（シャンパーニュでは「タイユ」）に分けて、果汁が調製される。我々が2013年ヴィンテージの‘甲州’と‘シャルド

* Corresponding author (e-mail: onda-wkk@pref.yamanashi.lg.jp)

ネ’を用いて、シャンパーニュ製造の推奨法に従ってキュベとタイユの分画を行った結果、シャンパーニュの原料品種である‘シャルドネ’についてはシャンパーニュ製造における知見と同様にキュベの方が酸度が高くpHが低いことが確認された(恩田ら 2015, 恩田ら 2017b)。一方で、‘甲州’を圧搾した場合には、‘シャルドネ’とは逆にタイユの方が酸度が高くなる傾向があることを明らかにした(恩田ら 2015, 恩田ら 2017b)。この‘甲州’と‘シャルドネ’のキュベとタイユの果汁の成分組成の違いは、それぞれの圧搾過程における、果粒からの各種成分が経時的に溶出される挙動が異なるためであることが考えられた。

そこで、本研究では、2016年ヴィンテージの両品種のブドウ圧搾過程における果汁の成分変化を調べた結果を報告する。

材料と方法

1. 供試ブドウ果実

山梨県甲州市産の‘甲州’ (2016年8月28日収穫) および山梨県北杜市産の‘シャルドネ’ (2016年8月25日収穫) を供試ブドウ果実として用いた。これらのブドウ果実は、スパークリングワイン原料として、高酸度の果汁が得られるように、十分に熟す前の早期に収穫を行ったものである。

2. ブドウの圧搾

ブドウが収穫された翌日に、直接圧搾法による圧搾を行った。すなわち、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。このときの圧搾操作は、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基に、シャンパーニュ委員会推奨の圧搾プログラムに改変したものによって制御した。この圧搾プログラムによる、圧搾機の加圧の推移をFig. 1に示した。すなわち、本圧搾プログラムは、3分ごとに少しずつ段階的に圧力をあげ、加圧と圧力を落としてブドウ果実をほぐすサイクルを6回繰り返すものである。

得られる果汁の分画は、既報(恩田ら 2017b)と同様に、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

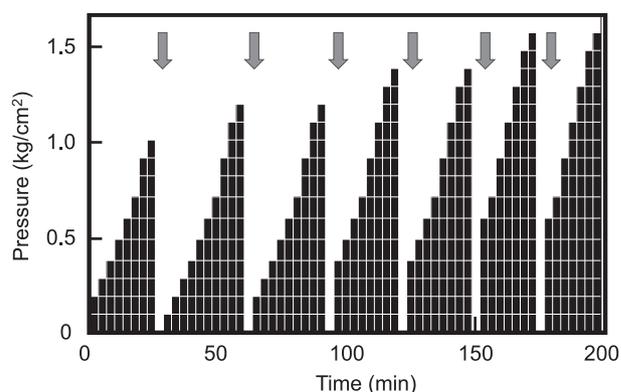


Fig. 1 Whole-cluster pressing cycle program used in this study
This program was based on the pressing method used in champagne making. Arrows indicate the timing of rotation for pomace crumbling.

として分画した。次に、「圧搾」と圧搾機内を回転させることによるブドウ絞りかすの「ほぐし操作」を繰り返す過程で得られる51.25 L/100 kg分をキュベとして分画した。その後、圧搾とほぐし操作を継続し、得られる12.5 L/100 kg分をタイユとして分画した。

この圧搾過程において、10分ごとに、成分分析用に果汁のサンプリングを行った。

3. 成分分析

圧搾過程で経時的にサンプリングした果汁および、分画して得られたキュベとタイユ果汁は、次のように成分分析を行った。

比重は、国税庁所定分析法に従い、既報(恩田ら 2017b)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(g/100 mL) = (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、酒石酸に換算した。

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

度検出器 (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(恩田ら 2017b)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。

無機塩類の組成は、既報(恩田ら 2017b)と同様に、ICP発光分析装置(ULTIMA型, Horiba社製)を用いて分析した。

結 果

‘シャルドネ’を原料とした圧搾工程における成分変化をFig. 2に示した。キュベ果汁の分画は約90分後に、タイユの分画は約140分後に終了した。酒石酸およびリンゴ酸含量は、経時的に初発の約6.5 g/Lおよび約7.5 g/Lから、タイユ果汁の分画が終わるまで約5 g/Lまで緩やかに減少した。クエン酸含量は低く、圧搾工程で大きな変動はなかった。図には示さないが、これら有機酸含量の減少とともに総酸含量は経時的に低下した。また、有機酸類の減少とともに、pHは暫時的に上昇した。また、図には示さないが、糖度および糖(ブドウ糖および果糖)含量は、ほぼ一定の値で推移した。

Table1 (b)に‘シャルドネ’の圧搾によって得ら

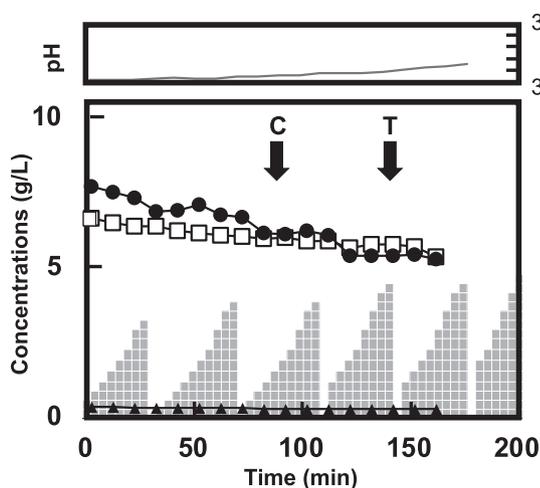


Fig. 2 Changes in concentration of ‘Chardonnay’ grape juice components during pressing process
□: tartaric acid, ●: malic acid, ▲: citric acid. Gray background column shows the pressing pattern in this study (Fig. 1). Arrow C indicates end of *Cuvée* juice fractionation and arrow T indicates end of *Taille* juice fractionation.

れた、フリーラン果汁、キュベ、タイユの成分を示した。キュベの方が、タイユよりも高い酸度と低いpHを示した。無機塩類のうち、カリウムは圧搾後期の果汁であるタイユの方がその含量が高かった。比重や糖含量に大きな違いはなかった。

一方で、‘甲州’を原料とした圧搾工程における成分変化をFig. 3に示した。キュベ果汁の分画は約110分後に、タイユの分画は約170分後に終了した。今回の結果では、‘甲州’は‘シャルドネ’よりも、圧搾に時間を要することが分かった。有機酸含量およびpHの推移は、‘シャルドネ’の場合と大きく異なる挙動を示した。すなわち、酒石酸およびリンゴ酸含量が、圧搾工程初発ではそれぞれ約5.5 g/Lおよび約2 g/Lから、タイユ果汁の圧搾が終わるまでそれぞれ約7.5 g/Lおよび約6 g/Lまで経時的に増加した。酒石酸およびリンゴ酸ともに圧搾プログラムの4~5サイクル目に大きな圧力が加えられるタイミングで、それらの含量が大きく増加した。また、リンゴ酸は、見かけ上、各圧搾サイクル毎に、加圧がピークに達するタイミング付近までその含量が増加し、ほぐし操作のタイミングで減少するパターンを示した。図には示さないが、有機酸含量の増加とともに総酸含量は増加した。pHは上昇と低下を繰り返し、平均して上昇または低下することはなかった。なお、図には示さないが、糖(ブドウ糖お

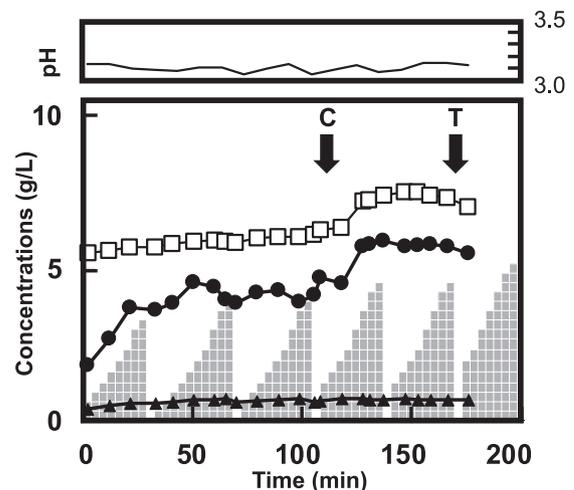


Fig. 3 Changes in concentration of ‘Koshu’ grape juice components during pressing process
Legends and symbols are the same as those in Fig. 2.

Table 1 Chemical compositions of free-run, *Cuvée*, and *Taille* juices of 'Koshu' (a) and 'Chardonnay' (b) obtained by pressing according to the traditional method used in Champagne region

a) 'Koshu' (harvested on 28/8/2016)

	Specific gravity	Sugar ^{a)} (g/L)	Brix (%)	Total acid ^{b)} (g/L)	Acid			pH	Mineral		
					Tartaric acid (g/L)	Malic acid (g/L)	Citric acid (g/L)		Potassium (mg/L)	Calcium (mg/L)	Magnesium (mg/L)
Free-run	1.062	142.4	14.7	7.4	5.3	2.3	0.4	3.21	988	64	36
<i>Cuvée</i>	1.062	142.4	14.6	10.2	5.8	3.6	0.7	3.15	1142	48	35
<i>Taille</i>	1.061	139.7	14.4	11.7	6.5	4.9	0.9	3.16	1522	54	40

b) 'Chardonnay' (harvested on 25/8/2106)

	Specific gravity	Sugar ^{a)} (g/L)	Brix (%)	Total acid ^{b)} (g/L)	Acid			pH	Mineral		
					Tartaric acid (g/L)	Malic acid (g/L)	Citric acid (g/L)		Potassium (mg/L)	Calcium (mg/L)	Magnesium (mg/L)
Free-run	1.064	147.8	15.5	14.9	6.8	8.6	0.5	2.97	1264	34	32
<i>Cuvée</i>	1.063	145.1	15.2	13.3	6.2	7.3	0.4	3.05	1288	40	31
<i>Taille</i>	1.062	142.4	14.8	11.7	6.1	6.3	0.5	3.13	1354	52	32

Each juice was collected by the traditional pressing method in Champagne region. *Cuvée* is juice taken from the first section in continuous grape pressing. *Taille* is the juice from the second section following *Cuvée*. In champagne making, *Cuvée* is the first 2,050 liters of juice from 4,000 kg of grapes and *Taille* is the following 500 liters.

a) Calculated values from specific gravity, b) Titratable acidity expressed as tartaric acid equivalents.

よび果糖) 含量は、ほぼ一定の値で推移した。

Table 1 (a) に '甲州' の圧搾によって得られた、フリーラン果汁、キュベ、タイユの成分を示した。タイユの方がキュベよりも高い酸度を示し、ほぼ同じ pH 値を示した。'シャルドネ' と同様にカリウムは、圧搾後期の果汁であるタイユの方がその含量が高かった。比重や糖含量に大きな違いはなかった。

考 察

シャンパーニュ製造の推奨法にしたがった圧搾プログラムによるブドウの圧搾工程の成分推移を調べた結果、'甲州' と 'シャルドネ' では異なる果汁成分の溶出パターンを示すことが明らかになり、得られるキュベとタイユの成分組成の傾向が異なることが分かった。

まず、'シャルドネ' 圧搾工程における有機酸含量および pH の推移は、シャンパーニュ製造で報告されている知見におけるパターン (Jackson 2014) とほぼ一致する結果が得られた。すなわち、'シャルドネ' は、圧搾工程が進むにつれて、酸度が低下し、pH が高くなり、カリウム含量が高くなる傾向を示し

た。このことは、シャンパーニュ製造の場合と同様に、キュベの方がタイユよりも酸度が高く、pH が低く、カリウム含量が低いことの裏付けとなった。この今回の実験のキュベとタイユの成分値 (Table 1b) の傾向は、既報 (恩田ら 2015, 恩田ら 2017b) の 2013 年ヴィンテージの結果とほとんど一致した。

一方で、'甲州' は、'シャルドネ' とは逆に、圧搾工程が進むにつれて、酸度が増大することが分かった。このことは、'シャルドネ' と比較して、強い圧力値で圧搾しないと有機酸が溶出されないことを示唆した。pH の推移は、有機酸含量の変動とともに変わったが、一定の範囲で推移した。特徴的なことに、特にリンゴ酸含量は、圧搾時の圧力値の影響を強く受け、高い圧力がかかったときに、溶出する傾向が認められた。

横塚らは、'甲州' の圧搾方法について、様々な検討 (横塚・松土 1993, Yokotsuka 1990) を行っている。特に、横塚らは '甲州' の果粒内部に存在する「軟塊」(横塚・松土 1993) と称される果肉の塊が圧搾を妨げる要因の一つであることを指摘している。このことから、異なる圧搾機や圧搾条件を用い

て、‘甲州’の圧搾方法 (Yokotsuka 1990) について解析した。そのうち、今回の我々の研究と同様に、全房圧搾を行った圧搾過程における時系列的な画分の成分分析 (Yokotsuka 1990) では、搾汁率4~50%までのフラクションⅡと搾汁率50~65%までのフラクションⅢの酸度値は変わらず、搾汁率65%を超えた画分Ⅳ (搾汁率64~72%) から、酸度が低下する結果が示されている。

我々の実験においてもタイユの分画過程の後半から有機酸含量が減少していく傾向が認められた。キュベ (搾汁率52%までの果汁) よりもタイユ (搾汁率52%から64%までの果汁) の方が酸度が高くなる要因については、シャンパーニュ製造に従ったことで、スティルワイン製造と比較すると極めて未熟なブドウを用いていること、スパークリングワイン用の特殊な圧搾プログラムを用いて弱い圧力で長時間をかけてゆっくりと圧搾を行っていることなどに起因する可能性が考えられた。この特異的な‘甲州’の圧搾における有機酸の溶出挙動、すなわち‘シャルドネ’のパターンとは異なるのかについては、今後そのメカニズムを明らかにしていきたい。

シャンパーニュ製造では、圧搾工程が最も重要であると考えられており、果汁の調製においては様々な工夫が成されている (恩田 2016b)。その一つに、原料ブドウの圧搾工程における果汁の分画がある。すなわち、一番搾り果汁 (シャンパーニュ製造ではキュベ) と二番搾り果汁 (タイユ) に分画し、それぞれの果汁からワイン製成が行われる (恩田 2016b)。キュベは、酸度が高く、pHが低く、フィネスが高い高品質なワイン原料である (Jackson 2014)。一方で、タイユからは、キュベよりも果実風味が高いが、酸度が低く、カリウム含量が高くなることからpHが高くなり、ポリフェノールなどの夾雑物が増えることなどからやや品質の劣るワインが製成される (Jackson 2014)。二次発酵前のアサンプラージュ工程 (恩田 2014) では、キュベとタイユから製成したワインは、様々な比率でブレンドされ、価格帯の異なる製品のつくり分けが行われる (恩田 2016c)。基本的には、キュベ原料のみを用いて製造したシャンパーニュは高価格帯の特別な製品になり、キュベとタイユをブレンドするものが一般的で、タイユ原料比率が高いものほど安価な製品に位置づけられる。

今回の実験で、‘甲州’を原料とした圧搾では、その過程で経時的に溶出される成分に、シャンパーニュ原料の‘シャルドネ’とは大きな違いがあり、その結果としてキュベとタイユの成分にも異なる特徴があることが分かった。このことは、‘甲州’を原料としてスパークリングワイン製造を行う場合、キュベとタイユのブレンドの方法や、そもそもの圧搾方法を独自に検討しなくてはならない可能性も考えられた。

要 約

我々は、瓶内二次発酵法によるスパークリングワイン製造に関する研究を行っている。本研究の目的は、‘甲州’と‘シャルドネ’の一番搾り果汁 (キュベ) と二番搾り果汁 (タイユ) の組成の違いが生じる原因を明らかにすることである。そのために、シャンパーニュ製造の推奨法に従ったブドウの圧搾工程において溶出される果汁の成分推移を調べた。今回の試験には、山梨県産の‘甲州’と‘シャルドネ’を原料ブドウとして用いた。圧搾は、シャンパーニュ地方で推奨された圧搾プログラムにしたがった。その結果、‘シャルドネ’は、シャンパーニュ製造における知見と同様に、圧搾が進むにつれて、得られる果汁に含まれる有機酸含量が経時的に低下することが分かった。一方で、‘甲州’は、圧搾過程の後半で有機酸含量が顕著に上昇した。酒石酸とリンゴ酸では、リンゴ酸の方が、圧搾時の圧力値の影響を受けることが分かった。以上のことは、‘甲州’の圧搾におけるキュベとタイユについて、タイユの方が酸度が高くなることの裏付けとなった。以上のことから、‘甲州’では、キュベとタイユのブレンド方法や、ブドウの圧搾方法について独自に検討する必要があることが考えられた。

謝 辞

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

Jackson, RS. 2014. Sparkling wines. *In Wine Science: Principles and Applications* 4th Edition. Jackson, R. S. (ed), pp. 703–721. Academic Press, London, United

Kingdom.

- 恩田匠. 2013a. シャンパーニュ地方でブランド性の確立について考えたこと. 食品工業. **56**: 39–50.
- 恩田匠. 2013b. シャンパーニュにおけるシャンパン造り. 葡萄酒技術研究会講演要旨集. **56**: 5–14.
- 恩田匠. 2014. アサンプラージュ; 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.
- 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.
- 恩田匠. 2016a. 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. pp. 60–71. 山梨県ワイン酒造組合. 山梨.
- 恩田匠. 2016b. 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.
- 恩田匠. 2016c. 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.
- 恩田匠・小松正和・中山忠博. 2017a. 瓶内二次発酵のための酵母種の調製. 日本ブドウ・ワイン学会誌. **28**: 3–7.
- 恩田匠・小松正和・中山忠博. 2017b. 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. **28**: 3–7.
- 恩田匠. 2018a. 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.
- 恩田匠. 2018b. 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.
- 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.
- 恩田匠・小嶋匡人・長沼孝多. 2019a. スパークリングワイン製造のための高酸度果汁からの原酒醸造におけるマロラクティック発酵生起技術. 日本醸造協会誌. **114**: 281–286.
- 恩田匠・小嶋匡人・長沼孝多. 2019b. 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カルボキシメチルセルロースを用いた酒石安定化. 日本醸造協会誌. **114**: 457–461.
- Yokotsuka, K. 1990 Effect of press design and pressing pressures on grape juice component. J Ferment Bioeng. **70**: 15–21.
- 横塚弘毅・松土俊秀. 1993. 甲州ブドウ果汁の搾汁率とフェノール含量に及ぼすブドウ圧搾時の果梗と粉殻 (圧搾助剤) 添加の影響. 日本ブドウ・ワイン学会誌. **4**: 9–17.