

[Research Note]

日本国内で製造されたスパークリングワインの特性解析

恩田 匠*・佐藤憲亮・木村英生

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

Characterization of The Sparkling Wines Made in Japan

Takumi ONDA*, Kensuke SATO and Hideo KIMURA

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

Abstract

We analyzed the characteristics of sparkling wine products made in Japan. A total of 47 bottles of sparkling wines marketed in 2019, including those made with carbonation method, in-bottle secondary fermentation method and closed tank method, were subjected to physiochemical analysis. As a result of the sugar content analysis, the sparkling wines showed in large variation from dry to extremely sweet. In addition, sugar addition on the dosage process was not performed in many of the sparkling wines made with in-bottle secondary fermentation method. The analysis of organic acids indicated that malo-lactic fermentation had not been carried out on many of the sparkling wines making with in-bottle secondary fermentation. There was no significant difference in the amino acid contents of the in-bottle secondary fermentation product compared to that of the carbonation method. On sparkling wine making by the in-bottle secondary fermentation method, long-term storage and aging treatments were considered effective in increasing the amino acid content. Some sparkling wines tended to form tartar at low temperatures.

Keywords: sparkling wine, Champagne, malo-lactic fermentation, dosage

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

受付日：2023年2月10日

受理日：2023年11月24日

緒 言

近年、国内外でスパークリングワイン（発泡性ワイン）の人気の高まっている。我が国でも、多くのワインメーカーが、スパークリングワインを製造するようになってきた。従来から、国産のスパークリングワインはその多くが人工的な炭酸ガス封入法によって製造されてきたが、本格的で伝統的な瓶内二次発酵法、また密閉タンク内発酵法によるものも増加している。したがって、現状では、国産スパークリングワインといっても、様々なブドウ品種を原料として、異なる製造方法あるいは製品設計で製成されたバリエーションに富んだ製品群が存在することが考えられた。しかしながら、国産スパークリングワインの成分的な特徴など現状解析が行われた報告はなかった。

本報では、我が国で製造されたスパークリングワインの詳細な成分分析や、低温安定性試験を行い、現状のスパークリングワイン製品の特徴を明らかにした。また、フランス・シャンパーニュ地方のシャンパーニュ製品の成分との比較から考えられることについて報告する。

材料と方法

1. 供試ワイン

供試スパークリングワインとして、炭酸ガス封入法によるもの27点（白17点、ロゼ9点、赤1点）、瓶内二次発酵法によるもの18点（白10点、ロゼ7点、赤1点）および密閉タンク内発酵法によるもの2点（白1点、ロゼ1点）、合計47点を用いた（Table 1）。それらは、全て2019年に市販された日本ワインで、

2017年と2018年ヴィンテージのものが主体、その他2006年、2015年ヴィンテージものが1サンプルずつおよびノンヴィンテージの製品が含まれた。なお、各スパークリングワインは、原料として、日本国内で栽培された17品種のブドウが、単一種あるいはブレンドされて用いられていた。

2. 分析

スパークリングワインの成分分析は、既報（恩田ら 2107, 恩田ら 2019a）と同様に、炭酸ガスを除いた後に実施した。比重、アルコール含量、エキスおよび総酸は、国税庁所定分析法にしたがって行った。pHは定法により測定した。有機酸類は、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ー用カラム（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-IOAVP）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。糖類およびグリセロールは、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（島津製作所社製を主体とするシステム一式）は、カラムに配位子交換クロマトグラフィー用カラム（Shadex KS-801+ SCIOII, 昭和電工社製）を用い、示差屈折率検出器（RID-20A, 島津社製）で分析した。サンプルは分析前に、メンブランフィルターでろ過した。無機塩類は、ICP発光分析装置により測定した。色調は、吸光度およびCIE L*a*b*表色系を測定した。遊離アミノ酸類は、全自動アミノ酸

Table 1 Sparkling wines analyzed in this study

	Color	No. of sparkling wines	Vintage
Carbonation method	white	17	NV, 2017, 2018
	rosé	9	NV, 2006, 2017, 2018
	red	1	2018
Traditional method ¹⁾	white	10	NV, 2017, 2018
	rosé	7	NV, 2015, 2017, 2018
	red	1	2018
Closed tank method	white	1	2018
	rosé	1	NV
Total		47	

1) Traditional method: In-bottle socondary fermentation method.

分析機を用いて分析した。スパークリングワイン製品の低温安定性試験（恩田ら 2019b）として、0℃および−4℃下で1週間保存した後の酒石形成を肉眼で観察した。

結果および考察

1. 比重，アルコール含量，エキスおよびグリセロール含量

Table 2に、今回分析をしたスパークリングワインの比重，アルコール含量，エキスおよびグリセロール含量を示した。炭酸ガス封入法の白とロゼおよび瓶内二次発酵法の白とロゼについては、各カテゴリーの複数のサンプルの平均値，標準偏差，最大値および最小値を示した。炭酸ガス封入法の赤と，瓶内二次発酵法の赤，密閉タンク内発酵法の白とロゼは，1サンプルのデータのみを示した。したがって，本報では，主に炭酸ガス封入法の白とロゼおよび瓶内二次発酵法の白とロゼの4つのカテゴリー間の成分値の傾向についての報告を主題とした。1サンプルのみのカテゴリーは参考値として提示とした。

供試したスパークリングワインの比重は，全てのサンプルの平均で0.997であり，甘口傾向のものが多くを示した。

シャンパーニュ製造では，製品のアルコール含量は，シャンパーニュAOCの規定上13.0を超えることができず，12.5%以上では官能上でアルコール感が強くなると考えられており，結果的に12.3%付近のものが多くなっている。（恩田 2018）。今回のサンプルのアルコール含量は，全ての平均で11.2%（最大13.1～最小9.0%）であり，一般的なシャンパーニュ製品の平均約12.3%（Tesseau et al. 2015, Tesseau et al. 2016, 恩田 2018）よりも低い傾向を示した。製品のアルコール含量は，各ワイナリーの設計によるものと考えられるが，炭酸ガス封入法によるものは，白およびロゼとも低いものが散見された。瓶内二次発酵法のロゼにも，一部アルコール含量が低いものが含まれた。炭酸ガス封入法と瓶内二次発酵法のものとも，白よりもロゼスパークリングワインの方がアルコール含量を低く設計されている傾向が認められた。

Table 2 Specific gravity, alcohol content, extract and glycerol content of sparkling wines analyzed in this study

		S.G.	Alcohol (%, vol.)	Extract ²⁾	Glycerol (g/L)
Carbonation method	white	average	0.996	11.7	3.19
		(S.D.)	(0.006)	(1.0)	(1.0)
		maximum	1.011	12.5	6.92
		minimum	0.991	9.3	1.98
					3.2
	rosé	average	1.002	11.1	3.01
		(S.D.)	(0.008)	(1.2)	(1.6)
		maximum	1.012	12.9	6.77
		minimum	0.990	9.3	2.07
					3.8
Traditional method ¹⁾	red	1.008	11.2	6.33	4.7
	white	average	0.993	11.8	2.51
		(S.D.)	(0.004)	(0.6)	(1.1)
		maximum	1.002	13.1	4.92
		minimum	0.991	11.1	1.61
					3.9
	rosé	average	0.996	10	2.67
		(S.D.)	(0.002)	(0.6)	(0.6)
		maximum	0.999	10.7	3.57
		minimum	0.994	9.0	1.8
					5.0
Closed tank method	red	0.999	12.9	1.75	4.9
	white	0.998	10.8	3.55	3.8
	rosé	0.999	10.4	3.58	4.7
Total		average	0.997	11.3	3.22
					4.4

1) Traditional method; In-bottle secondary fermentation method.

エキスは、全てのサンプルの平均値が3.22であり、甘口傾向を示した。

グリセロール含量は、全てのサンプルの平均値で4.4 g/Lであった。シャンパーニュ製品の製品値は、5.5 g/L付近 (Tesseau et al. 2015, Tesseau et al. 2016, 恩田 2018) である。

2. 糖類含量

Table 3に、今回分析をしたスパークリングワインの糖含量を示した。全てのサンプルの平均値は、ショ糖0.2 g/L、ブドウ糖5.2 g/Lおよび果糖7.2 g/Lであり、各値を合計すると12.6 g/Lであった。今回のサンプルは、残糖不検出の辛口のものから糖含量が高い甘口のものまでバリエーションに富んでいた。

炭酸ガス封入法の白とロゼは、瓶内二次発酵法のものとは比べて、高い糖含量を示すものが散見され、全体的に甘口の傾向を示した。特にロゼは平均値も高い値を示し、強い甘口の傾向を示した。このことから、製品製造において糖の添加が行われていることも推察された。

一方で、瓶内二次発酵法の白とロゼでは、残糖が不検出のものが多かった。また、瓶内二次発酵法によるものも、白よりもロゼの方が甘口の傾向にあった。

Table 4に、シャンパーニュ製品の糖含量の分類 (恩田 2018) に基づいた、今回のスパークリングワインのサンプル数を示した。シャンパーニュの分類 (恩田 2018) に照らし合わせると、全てのサンプルの平均値12.6 g/Lは、エクストラセックに相当する (糖含量の分類は±3.0 g/Lが許容されるので、ブリュットとしての表示も可能)。炭酸ガス封入法のもは、白・ロゼとも、ブリュットあるいはエクストラ・ブリュットのもの最も多く、ドゥーレベルの極甘口のものも含まれた。

一方で、瓶内二次発酵法によるものは、白・ロゼともに、ドザージュ・ゼロのものが最も多く、ブリュットあるいはエクストラ・ブリュットのもの一部含まれた。このことから、ドザージュ時の糖分添加はほとんど行われていないことが分かった。シャンパーニュ製造においては、ドザージュ時の糖分添加は、単なる甘味調整ではなく、呈味改善のために重

Table 3 Sugar contents of sparkling wines analyzed in this study

			Sucrose (g/L)	Glucose (g/L)	Fructose (g/L)
Carbonation method	white	average	0.6	5.8	7.7
		(S.D.)	(1.4)	(8.5)	(6.8)
		maximum	5.0	26.6	34.9
		minimum	ND	ND	ND
	rosé	average	ND	24.5	12.9
		(S.D.)		(10.0)	(12.0)
		maximum	ND	55.5	34.9
		minimum	ND	ND	2.0
	red		ND	16.8	23.2
	white	average	ND	1.1	0.4
		(S.D.)		(2.6)	(1.1)
		maximum	ND	7.6	3.0
		minimum	ND	ND	ND
Traditional method ¹⁾	rosé	average	ND	2.1	2.9
		(S.D.)		(1.3)	(3.1)
		maximum	ND	3.1	7.3
		minimum	ND	ND	ND
	red		ND	1.1	ND
	white		ND	3.6	17.5
			ND	3.6	17.3
	rosé		ND	3.6	17.3
Total		average	0.2	5.2	7.2

1) Traditional method; In-bottle secondary fermentation method.

要であるとされている（恩田 2018）。また我々も、国内生産のスパークリングワイン製造において、糖分添加が官能評価を良好にする可能性を報告している（恩田ら 2022）。今後、国産スパークリングワイン製造における、ドザージュ時の糖分添加の有効性についての検討が必要と考えられた。

3. 総酸, pHおよび有機酸含量

Table 5に、今回分析をしたスパークリングワインの総酸, pHおよび有機酸含量を示した。全てのサンプルの総酸の平均値は、5.4 g/L（酒石酸換算）であった。シャンパーニュ製品の総酸は、酒石酸換算にすると6 g/L付近（Tesseau et al. 2015, Tesseau et al. 2016, 恩田 2018）が平均値となるので、今回のサン

Table 4 Classification of sugar contents in sparkling wines analyzed in this study

		(Number of samples)	Dosage 0	Brut (Extra brut)	Extra sec	Sec	Demi sec	Deux
			N. D. ¹⁾	0~12 (0~6) ¹⁾	12~17 ¹⁾	17~32 ¹⁾	32~50 ¹⁾	50~ ¹⁾
Carbonation method	white	(n=17)	0 ²⁾	8 (5)	3	3	1	2
	rosé	(n=9)	0	2 (1)	1	1	3	2
	red	(n=1)	0	0	0	0	1	0
Traditional method ³⁾	white	(n=10)	8	2 (1)	0	0	0	0
	rosé	(n=7)	5	2 (1)	0	0	0	0
	red	(n=1)	0	1 (1)	0	0	0	0
Closed tank method	white	(n=1)	0	0	0	1	0	0
	rosé	(n=1)	0	0	0	1	0	0
Total		47	13	15 (9)	4	6	5	4

1) Sugar concentrations defined for champagne classification.

2) Number of samples that match the champagne classification.

3) Traditional method: In-bottle secondary fermentation.

Table 5 Acid contents of sparkling wines analyzed in this study

		Total acid (g/L)	pH	Acid (g/L)					
				Citrate	Tartrate	Malate	Succinate	Lactate	Acetate
Carbonation method	white	average	5.7	0.3	2.1	2	0.4	0.2	0.3
		(S.D.)	(0.7)	(0.1)	(0.6)	(0.4)	(0.1)	(0.1)	(0.2)
		maximum	6.6	0.4	2.3	2.3	0.7	0.5	0.9
		minimum	4.6	0.2	1	1.2	0.2	ND	0.2
	rosé	average	5.8	0.2	1.9	2.3	0.4	0.3	0.3
		(S.D.)	(1.0)	(0.1)	(0.7)	(0.8)	(0.1)	(0.1)	(0.1)
		maximum	7.6	0.3	3.1	3.7	0.7	0.4	0.4
		minimum	4.4	0.1	1	1.5	0.3	ND	ND
Traditional method ¹⁾	red	7	3.69	0.1	3	2.2	0.5	0.3	0.4
	white	average	5.9	0.2	1.5	1.7	0.6	1.2	0.4
		(S.D.)	(0.7)	(0.1)	(0.4)	(1.6)	(0.2)	(1.1)	(0.2)
		maximum	6.9	0.3	2	4	0.9	2.7	0.6
		minimum	5	0.2	0.9	ND	0.3	ND	0.2
	rosé	average	5.9	0.2	1.6	1.1	0.7	1.6	0.4
		(S.D.)	(0.8)	(0.1)	(0.2)	(1.2)	(0.2)	(0.9)	(0.2)
		maximum	7.2	0.4	1.8	4.1	1	2.3	0.8
		minimum	5.1	0.2	1.3	ND	0.5	ND	0.2
Closed tank method	red	5.2	3.60	0.2	2.2	ND	0.6	1.4	0.7
	white	5.4	3.13	0.3	2.4	1.6	0.2	0.3	ND
	rosé	5.5	3.18	0.3	1.8	2.1	0.4	0.4	ND
Total		average	5.4	0.1	1.5	1.7	0.7	1.4	0.4

1) Traditional method: In-bottle secondary fermentation method.

ブルの平均値はやや低めの値と言える。

pHは、全てのサンプルの平均値が3.56であった。シャンパーニュ製品の平均pHは3.1付近 (Tesseau et al. 2015, Tesseau et al. 2016, 恩田 2018) であるので、今回のサンプルの平均はやや高めの傾向を示した。

有機酸については、酒石酸含量が、炭酸ガス封入法によるものと瓶内二次発酵法によるものでは、瓶内二次発酵法によるものの方がやや低い傾向を示した。これは、二次発酵前には必須の低温処理による結果として、酒石が形成された結果である可能性が考えられた。シャンパーニュ製品の酒石酸含量は2.5 g/L付近 (Tesseau et al. 2015, Tesseau et al. 2016, 恩田 2018,) にあり、今回のサンプルは低い傾向を示した。

ガス封入法と密閉タンク法によるものは、マロラクティック発酵が行われていないことが分かった。また、瓶内二次発酵法によるものでも、約40%の製品にリンゴ酸が検出かつ乳酸は不検出であったことから、マロラクティック発酵が行われていないことが分かった。シャンパーニュ製造では、基本的に原酒ワイン製造においてマロラクティック発酵が行われる (恩田 2016)。これは、二次発酵工程以降における野生乳酸菌の増殖抑止のため、リンゴ酸の除去が必須と考えられているためである。二次発酵以降での野生乳酸菌の増殖は、異臭の発生や、ルミアージュ工程のオリ下げの障害となることから、留意が必要である。なお、スパークリングワイン原料のワイン製成は、pHの低い果汁を用いることが多いことから、コイノキュレーション法によるマロラクティック発酵の遂行が有効である可能性も考えられた (恩田ら 2019a)。

一方で、シャンパーニュ製造においても、その官能的な特徴を重視し、マロラクティック発酵をブロックして意図的にリンゴ酸を残す製成を行う生産者も存在する。我が国におけるスパークリングワイン製成においては、マロラクティック発酵の有無の影響を考慮する必要がある可能性もある。その場合、製造工程中の乳酸菌類の混入を厳重に阻止する必要がある。

酢酸含量は、シャンパーニュ製造では0.4 g/Lを超えると官能上の問題を生じるとされている (恩田 2018)。今回の全てのサンプルの平均値は、0.4 g/

Lであり、一部やや高いものが散見された。

4. 無機塩類含量

Table 6に、今回分析をしたスパークリングワインの無機塩類のうち、カリウム、カルシウムおよびマグネシウム含量を示した。全てのサンプルのカリウム含量の平均値482 mg/Lは、シャンパーニュ製品の平均値300 mg/L付近 (Tesseau et al. 2015, Tesseau et al. 2016, 恩田 2018) よりも高い傾向を示した。カルシウム含量の平均値は逆に低め、マグネシウムはほぼ同程度の値であった。

なお、カリウム含量は、炭酸ガス封入法によるものと瓶内二次発酵法によるものでは、瓶内二次発酵法によるものの方がやや低い傾向を示した。これは、酒石酸含量の傾向と同様であり、二次発酵前の低温処理により、酒石が形成された結果である可能性が考えられた。

5. アミノ酸含量

Table 7に、今回分析をしたスパークリングワインの遊離アミノ酸組成分析の結果から、総アミノ酸含量(全ての遊離アミノ酸の総和)、酵母非資化性のプロリン含量、ワインの主要な酵母資化性アミノ酸の代表としてアルギニンおよびアラニンの含量を示した。炭酸ガス封入法によるものと瓶内二次発酵法によるもの、密閉タンク内発酵法によるものの各カテゴリーの平均値の比較では、アミノ酸組成およびその含量に顕著な差異が認められなかった。瓶内二次発酵法による製品は、長期熟成に起因するアミノ酸の増大が重要な特徴の一つとされ、シャンパーニュ製造では、最低15ヶ月以上の貯蔵熟成が義務づけられている (恩田 2018)。今回のサンプルのあくまでも全体的な傾向としては、瓶内二次発酵法によるものが炭酸ガス封入法のものより高いアミノ酸含量を示していないことが分かった。このことは、我が国における瓶内二次発酵法による製品製造において、貯蔵熟成期間が未だ短い傾向にあることに起因するものと考えられた。今回の瓶内二次発酵法によるもののヴィンテージの主体が2017年および2018年であったことから、それらの瓶内熟成期間は長くても2年未満であったと裏付けられる。

一方で、今回のサンプルの中で最も総アミノ酸含

Table 6 Potassium, calcium and magnesium contents of sparkling wines analyzed in this study

			Potassium (mg/L)	Calcium (mg/L)	Magnesium (mg/L)
Carbonation method	white	average	487	54	54
		(S.D.)	(49)	(20)	(18)
		maximum	510	61	60
		minimum	332	38	43
	rosé	average	635	45	43
		(S.D.)	(45)	(11)	(12)
		maximum	710	56	51
		minimum	511	39	35
	red		680	66	51
Traditional method ¹⁾	white	average	452	48	40
		(S.D.)	(40)	(17)	(18)
		maximum	490	56	49
		minimum	309	30	38
	rosé	average	611	40	35
		(S.D.)	(51)	(14)	(15)
		maximum	664	51	43
		minimum	493	32	34
	red		663	51	43
Closed tank method	white		410	44	38
	rosé		580	38	36
Total		average	482	44	38

1) Traditional method; In-bottle secondary fermentation method.

Table 7 Amino acid contents of sparkling wines analyzed in this study

			TOTAL A. A. ²⁾ (mg/L)	Proline (mg/L)	Arginine (mg/L)	Alanine (mg/L)
Carbonation method	white	average	935	486	152	46
		(S.D.)	(435)	(268)	(131)	(34)
		maximum	1745	1032	814	135
		minimum	312	191	13	11
	rosé	average	920	354	270	42
		(S.D.)	(521)	(200)	(178)	(23)
		maximum	1743	686	712	48
		minimum	422	157	10	12
	red		634	340	340	40
Traditional method ¹⁾	white	average	992	547	36	62
		(S.D.)	(515)	(296)	(37)	(55)
		maximum	2143	942	136	262
		minimum	322	172	ND	6
	rosé	average	829	417	1	120
		(S.D.)	(403)	(174)	(2)	(112)
		maximum	910	508	6	277
		minimum	359	159	ND	15
	red		1800	801	28	145
Closed tank method	white		978	459	233	24
	rosé		543	153	104	25
Total		average	933	466	169	46

1) Traditional method; In-bottle secondary fermentation method. 2) TOTAL A. A.: Total amino acids.

量が高かったサンプルは、瓶内二次発酵法による白のもの（総アミノ酸2,143 mg/L）であり、ヴィンテージが2006と最も古いものであった。次に総アミノ酸含量が高かったサンプルも、瓶内二次発酵法による白のもの（総アミノ酸1,805 mg/L）であり、ヴィンテージが2015と古いものであった。これら2サンプルの高いアミノ酸含量は、長期熟成に由来することが考えられた。瓶内二次発酵製品は、長期の瓶内シュール・リーによって得られる重厚な香味が重要視される（恩田 2018）ことから、長い貯蔵熟成期間の実現が期待された。

6. 色調

Table 8に、今回分析をしたスパークリングワインの430 nmおよび530 nmの吸光度、および a^* 、 b^* 、 L^* 値を示した。炭酸ガス封入法による白と、瓶内二次発酵法による白では、各分析値は大きなばらつきはなく揃った値を示した。また、各分析値は、シャンパーニュ製品の白と同等の値（Tesseau et al. 2015, Tesseau et al. 2016, 恩田 2018）を示した。

一方で、ロゼスパークリングワインは、炭酸ガス封入法、瓶内二次発酵法によるものとも、肉眼的に赤みが低いものから赤ワインと同程度に強いものまでバリエーションに富んでおり、赤みに関係した530 nmの吸光度および a^* 値のばらつきが大きかった。なお、炭酸ガス封入法、瓶内二次発酵法によるものとも530 nmの吸光度および a^* 値は、穏やかな赤みを示すロゼ・シャンパーニュ製品の値（Tesseau et al. 2015, Tesseau et al. 2016, 恩田 2019）よりも赤みが強い傾向を示した。

7. 低温安定性

Table 9に、今回分析をしたスパークリングワインの低温安定性試験の結果、すなわち著量の酒石が生成したサンプル数、および括弧内には微少な酒石のみが生成したサンプル数を示した。−4℃ 1週間処理で約20%の製品に、0℃ 1週間の処理でも約6%の製品において著量の酒石形成が認められた。スパークリングワイン製品における酒石などの固形物の形成は、抜栓時の噴き出しを誘発する可能性がある。

Table 8 Color properties of sparkling wines analyzed in this study

			Absorbance		CIE $L^*a^*b^*$		
			530 nm	430 nm	L^*	a^*	b^*
Carbonation method	white	average	0.016	0.067	99	− 0.6	4.4
		(S.D.)	(0.011)	(0.049)	(0.8)	(0.7)	(4.0)
		maximum	0.042	0.206	99.5	− 0.2	17
		minimum	0.004	0.029	97	− 2.7	2.6
	rosé	average	0.198	0.224	53.1	14.1	15.8
		(S.D.)	(0.044)	(0.071)	(13.0)	(7.4)	(7.3)
		maximum	0.25	0.315	89	27.3	36
		minimum	0.19	0.199	59	9.1	14.9
	red		0.319	0.255	56.4	61.1	31.3
Traditional method ¹⁾	white	average	0.019	0.052	98.6	− 1.0	7
		(S.D.)	(0.008)	(0.025)	(0.4)	(0.5)	(2.9)
		maximum	0.036	0.07	98.9	− 0.3	13.3
		minimum	0.014	0.02	98.2	− 1.7	4.2
	rosé	average	0.329	0.401	79.3	8.6	14.2
		(S.D.)	(0.175)	(0.194)	(13.3)	(3.7)	(5.0)
		maximum	0.601	0.694	93.8	24.4	22.3
		minimum	0.117	0.152	58	4.2	10
	red		0.154	0.395	90.6	18	26.2
Closed tank method	white		0.006	0.027	97.9	(0.5)	2
	rosé		0.275	0.259	86.5	18.2	13.8
Total	average		0.272	0.290	85.1	8.5	12.5

1) Traditional method; In-bottle secondary fermentation method.

Table 9 Cold stability test of sparkling wines analyzed in this study

			Tartar formation	
(No. of tested samples)			− 4 °C , 1 week	0 °C , 1 week
Carbonation method	white	(n=17)	3 (5) ²⁾	2 (2)
	rosé	(n=9)	-4	0 (1)
	red	(n=1)	-1	0
Traditional method ¹⁾	white	(n=10)	4 (2)	0
	rosé	(n=7)	1 (2)	1
	red	(n=1)	1	0
Closed tank method	white	(n=1)	0	0
	rosé	(n=1)	-1	0
Total		(47)	9	3

1) Traditional method; In-bottle secondary fermentation method.

2) Numbers of samples with high tartar formation. Number in parentheses indicates the number of samples with low tartar formation.

り、留意が必要である (Ribéreau-Gayon et al. 2006, 恩田 2016)。特に瓶内二次発酵によるスパークリングワインでは、原酒ワインで安定化が達成されていても、二次発酵工程におけるアルコール含量の増加が、酒石形成を促すことがあるのでより厳密な安定化が必要である (Ribéreau-Gayon et al. 2006)。シャンパーニュ製造における酒石の安定化には、− 4℃で1週間の低温処理を行うことで十分であるとされている。なお、この低温処理の徹底が困難な場合、カルボキシメチルセルロースNa製剤の利用も有効であることが考えられた (Ribéreau-Gayon et al. 2006, 恩田ら 2019b)。

要 約

国内で製造され、2019年に市販されたスパークリングワイン47サンプルの成分分析を行い、その現状を解析した。供試したサンプルには、炭酸ガス封入法、瓶内二次発酵法および密閉タンク内発酵法によるものが含まれた。今回の供試スパークリングワインの糖含量には大きなばらつきが認められた。瓶内二次発酵製品の製造では、ドザーージュ時の糖分添加がほとんど行われていなかった。有機酸含量の解析から、瓶内二次発酵製品製造において、マロラクティック発酵が行われていない製品が一定数あることを確認した。ガス封入法によるものと瓶内二次発酵法によるものの比較において、それらのアミノ酸含量に顕著な差異は認められなかった。低温安定性試験の結果、酒石を形成するリスクがあるサンプル

が散見された。

文 献

- Ribéreau-Gayon P, Glories Y, Maujean A. and Dubourdieu D. 2006. Organic acids in wine, Handbook of Enology volume 2: The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments, pp. 3–49. John Wiley & Sons, Ltd., Hoboken.
- Tesseau, D. and le laboratoire. 2015. Les vins issus de la récolte 2013. Les champagne mis sur le marché en 2014, Le Vigneron Champenois, **10**: 48–73.
- Tesseau, D. and le laboratoire. 2016. Les vins issus de la récolte 2014, Les champagne mis sur le marché en 2015, Le Vigneron Champenois, **10**: 60–85.
- 恩田 匠. 2016. シャンパーニュ地方におけるシャンパーニュづくり (中編). 日本醸造協会誌. **111**: 712–727.
- 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**: 863–848.
- 恩田 匠. 2018. シャンパーニュ地方におけるシャンパーニュづくり (後編・その2). 日本醸造協会誌. **113**: 296–307.
- 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.

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.

恩田 匠・小松正和・中山忠博. 2022. 国産スパークリングワイン製造の最終工程における糖分添加の影響. 日本食品科学工学会誌, **69**: 155–162.