

甲州種白ワイン製造における亜硫酸使用量の低減化 (第2報)

飯野 修一・中山 忠博・荻野 敏

Studies on the Reductive Use of SO₂ in White Wines using Grape 'Koshu'

— The Improvement quality of flavor on wines produced without SO₂ addition by PVPP addition and used yeasts —

Shuuichi IINO, Tadahiro NAKAYAMA and Satoshi OGINO

要 約

亜硫酸無添加で製成した甲州種白ワインにおいて、ポリビニルポリピロリドン (PVPP) を添加して発酵したワイン (W-P) は、対照ワインに比べてフルーティーさが感じられ、酒質は向上した。成分的にもW-Pの全フェノール量は顕著に少なく、色調も少なかった。

CE酵母使用の場合、無殺菌果汁使用のモロミでもアルコール7.9% (v/v)、エキス10 g/100 mLの甘口で発酵は自然に停止した。当ワインのカプロン酸エチル含量は顕著に多く、香気評価は高まった。なお、いずれのモロミにおいても発酵中の酵母純度は良好であり、バクテリアの増加も認められなかった。以上、無添加ワインの醸造において、PVPP添加及びCE酵母使用で香気の改善が認められた。

Abstract

On the white wines making without sulfur dioxide addition using Koshu grapes, qualities of wines (W-P) brewed by addition of polyvinylpolypyrrolidone (PVPP) were fruity and improved against the wine as control. Furthermore on W-P, total phenols and absorbance at 430 nm were very smaller. On the other hand, the fermentation of Moromi using CE yeast stopped naturally with leaving sweetness in spite of using of nonsterilized grape juices, the wine was alcohol content of 7.9% (v/v) and extract of 10% (w/v), and made a large quantity of ethyl caproate, the quality of flavour in this wine was improved. On all Moromis the high purity of yeasts used and less the number of aerobic bacteria were recognized during the fermentation. On the white wines making without sulfur dioxide addition, the quality of flavour was improved on wines brewed by addition of PVPP and using CE yeast.

1. 緒 言

消費者における健康志向の高まりから、県内ワインメーカーにおいては亜硫酸無添加ワインの製造が活発化している。しかしながら、通常、市販されている無添加ワインの酒質は必ずしも良好とは言えない。この酒質劣化の原因は、亜硫酸を使用しないので、酵母やバクテリアなどの野生微生物の繁殖、あるいは酸化、褐変などによる香味変化が考えられた。

1995年に舟橋らは甲州種を用いて遠心分離による果汁の清澄や低温発酵を行いながら、亜硫酸無添加で醸造し、比較的良好なワインが得られることを報告している¹⁾。

我々は、前報²⁾で、発酵温度が30℃と高い場合、官能評価で、酸化と雑味が指摘され、色調が濃いのが、モロミにおける酵母純度が良好でバクテリアの異常増殖は認められなかったことから、香味の劣化の主たる原因は酸化と推察した。

そこで、今回は被酸化物質であるポリフェノールを吸着して減少させるポリビニルポリピロリドン (PVPP)^{3,4)} を仕込み時に添加して、亜硫酸無添加ワインの酸化を抑制し、香気改善を目的に検討した。また、我々が、既に造成した香気高生産性で低発酵性を有するCE酵母^{5,6)} を使用して、無殺菌果汁使用による亜硫酸無添加甘口ワインととも発酵による辛口ワインの試験醸造を行ったので報告する。

2. 実験方法

2-1 原料ブドウ

平成13年10月5日に収穫した山梨県東山梨郡勝沼町産の甲州種ブドウを用いた。ブドウを破碎、除梗して得た供試果汁の成分を表1に示した。

表1 甲州種ブドウの果汁成分

比重	1.062
比重換算糖度 (g/100ml)	14.2
Brix	14.9
総酸 (g/l, 酒石酸として)	6.7
pH	3.21

2-2 醸造方法

表2に示した様に5種類の試験区を設け、亜硫酸を使用しない場合の各種発酵条件による製成ワインについて酒質を調べた。

表2 発酵区分

発酵	使用酵母	発酵方法	PVPP添加 (mg/L)	SO2添加 (mg/L)
W-O	W-3	液仕込み	0	0
W-P	同上	同上	500	0
W-S	同上	同上	0	75
C-L	CE	同上	500	0
C-M	同上	かもし発酵	500	0

1) 甲州種ブドウ使用, 仕込み容量11.4L, 発酵温度すべて15℃

甲州種ブドウ100kgを破碎・除梗した後, 20kgずつ5区分し, この内60kgをまず圧搾し, 34.2Lの果汁を得て(圧搾率57%, v/w), これを11.4Lずつステンレスタンク3本に分取し, それぞれに酒母のW-3酵母前培養果汁570mL(酒母歩合5%, v/v)及び砂糖1kg(22%補糖)を添加した。さらにこの内2本にはPVPP及びSO2をそれぞれ500mg/Lと75mg/L宛添加, 残り1本を無添加区とし, 各W-P区, W-S区及びW-O区とした。

なお, この時, W-S区の酒母添加はSO2添加5時間後に行った。発酵は斗瓶に移して発酵栓を付し, 15℃で発酵した。

一方, 残り20kgずつの果もろみ2本はCE酵母を使用して行った。1本は同様の液仕込みを行い, 他の1本は圧搾しないでかもし発酵をした。かもし発酵は3日間行い, その後, モロミを小型圧搾機で搾汁を同じ57%の圧搾率にした。いずれの2本も仕込み時に500mg/LのPVPP添加を行い, それぞれC-L及びC-Mとした。

以上, いずれの試験区も15℃発酵させ, 発酵停止は, モロミの比重が0.993~0.994になった時(辛口), -4℃の冷蔵庫に移して行った。ただし, C-Lだけは甘口で自然に発酵が停止するのを待った。

2-3 分析方法

2-3-1 成分分析

分析は前報²⁾によった。

2-3-2 モロミにおける酵母純度, 全生菌数及び好気性バクテリア生菌数の測定

酵母純度の測定は, 使用した酵母のW-3株がウイークキラー性, またCE株がキラー性を有するので, モロミから分離した30菌株についてキラー性の有無を既報³⁾により, 調べて, 行った。また, 全生菌数は標準寒天培地で, また好気性バクテリアの生菌数は普通寒天培地(いずれの培地もシクロヘキシミド10mg/L含有)を用いて, 平板塗抹培養法により, 30℃で7日間培養後, 調べた。

2-3-3 官能審査

当工業技術センター支所ワインセンターの専門パネリスト4名で行った。

3. 結果及び考察

3-1 発酵経過

モロミの発酵経過を図1に示した。

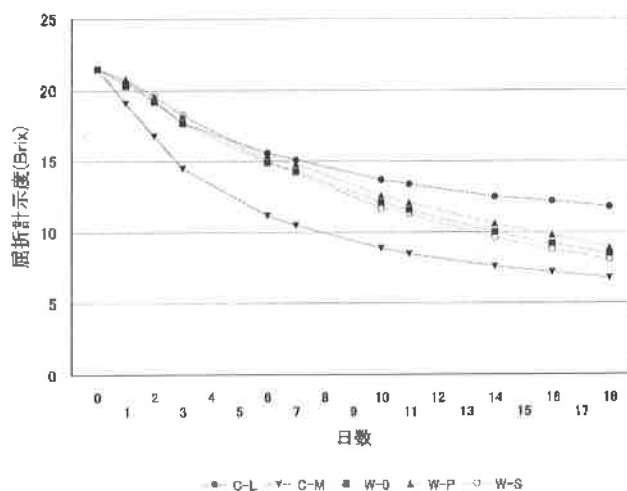


図1 発酵経過

いずれも発酵経過は順調であり, 24日間を要した。

CE酵母使用では液発酵のC-Lモロミは14日目に発酵は停止する低発酵性を示し, 亜硫酸の添加なしに甘口ワインが醸造できた。このCE酵母(DLK14-C株)⁶⁾は, これまで低発酵性を示しており, 今回, 無殺菌で亜硫酸無添加のワイン仕込みでも, 低発酵性を示した。

これは, この酵母の発酵初期における増殖が良好であることやキラー性を有することから, モロミ中の野生酵母が淘汰され, CE酵母の特性である低発酵性により, 甘口ワインが醸造できたと推察された。一方, かもし発酵したC-Mモロミは初期の発酵は顕著に急速であったが, 後半でや

や発酵が緩慢になり、最終的には他のモロミと同様のモロミ日数で辛口ワインが醸造できた。前述の様にこのCE酵母は、低発酵性を示すが、かもし発酵の様に果皮からの栄養成分がモロミに豊富な時には、高発酵性を示すことは既に報告した²⁾。

3-2 モロミの酵母純度及び好気性バクテリアの生菌数

発酵中の各モロミの経時的な酵母純度を調べた。W-0、W-P及びW-Sモロミから分離したそれぞれ30菌株はすべてW-3酵母の形質であるウイークカラーを示し、またCE株使用のC-Lモロミ及びC-Mモロミからのそれぞれ30菌株もキラー性を示した。従っていずれのモロミも酵母純度は100%で良好であった。また、6日目までの各モロミの全生菌数及び好気性バクテリア生菌数を表3に示した。

表3 発酵モロミ中のバクテリア生菌数 (1mL当たり×10³)

発酵区分	培地	モロミ日数 (口)				
		0	1	2	3	6
W-O	S	22	9.0	4.6	0.8	0.27
	F	8.4	3.0	0.68	0.5	0.04
W-P	S	22	15	11	1.2	1.1
	F	8.4	3.0	1.2	1.2	0.01
W-S	S	22	0.33	0.14	0.04	0
	F	8.4	0.16	0.02	0	0
C-L	S	22	20	25	2.5	0
	F	8.4	3.0	6.0	1.2	0
C-M	S	22	20	16	2.0	1.2
	F	8.4	4.5	3.6	1.2	0.08

1) 培地：S (標準寒天), F (普通寒天), いずれもシクロヘキシミド10mg/L含有

酒質への影響が懸念される好気性バクテリアの初発菌数は1mL当たり 8.4×10^3 個以下で、いずれも3日目まで徐々に減少し、4日目には 10^3 個以下まで減少した。亜硫酸無添加モロミの発酵中に増加が見られないことは前報²⁾と同様であった。

仕込み時に亜硫酸を添加したW-Sモロミでは既に2日目には同程度に減少しており、他の無添加モロミとは異なっており、明らかに亜硫酸のバクテリア増殖抑制効果が認められた。なおバクテリアの全生菌数は好気性バクテリアの2~5倍の数であり、好気性バクテリアと同様の減少経過を示した。船橋ら³⁾も、清澄果汁で低温発酵を行えば、発酵中の酢酸菌及び乳酸菌の汚染は少ないことを報告している。

3-3 製成ワインの成分

発酵終了時の製成ワインの一般成分量を表4に示した。

製成ワインは、いずれもエキスが2.5g/100mL以下であり、辛口であった。

色調ではW-0の430nm値0.070及び530nm値0.017に比べると、PVPP使用のW-P及びC-Lのそれはそれぞれ0.02, 0.005程度低く、SO₂添加のW-Sにおける530nm値とほぼ同じであることから、PVPP添加によりW-P及びC-Lにおける酸化の程度は少なくなったことが伺われた。なお、C-Mにおける両波長の値が顕著に高いのは、かもし発酵中の果皮からの色素の抽出が大きいことによるものと思われた。

また、全フェノールはW-0が187mg/Lで、通常の白ワインの含量であったW-Sの半量であった。これは仕込み時にSO₂が添加されていない場合、果汁中のポリフェノールが酸化、重合して沈殿することはよく知られており、そのために生成ワイン中に少なくなったと思われた。また、

表4 製成ワインの一般成分

発酵区分	発酵日数	S. G.	ALc. % (v/v)	Ex. g/100mL	T. A. g/L	pH	OD		T. P. mg/L	L. A.	M. A.	A. A.	T. T.	S. A.	C. A.
							430nm	530nm							
W-O	26	0.992	12.1	2.21	6.4	3.19	0.070	0.017	187	0	1.5	0.4	2.4	0.6	0.6
W-P	24	0.993	12.4	2.55	6.3	3.16	0.050	0.012	138	0	1.5	0.4	2.4	0.6	0.7
W-S	24	0.992	12.6	2.37	6.4	3.15	0.071	0.013	346	0	1.6	0.4	2.4	0.7	0.6
C-L	14	1.027	7.9	10.0	6.0	3.03	0.048	0.013	151	0	1.8	0	2.6	0.7	0.5
C-M	24	0.994	11.0	2.42	6.5	3.27	0.258	0.098	360	0.2	1.8	0	2.2	0.9	0.6

1) 略号：S. G. (比重), ALc. (アルコール) Ex (エキス), T. A. (総酸, 酒石酸として), OD (吸光度), T. P. (全フェノール), L. A. (乳酸), MA (リンゴ酸), A. A. (酢酸), T. T. (酒石酸), S. A. (コハク酸), C. A. (クエン酸)

PVPP添加のW-P及びC-Lはさらに少なく、それぞれ138mg/Lと151mg/Lとなった。C-Mはかもし発酵にも関わらず360mg/Lと白ワインの通常の値であったのは、仕込み時にPVPPが添加されて少なくなったからと思われた。なお、ポリフェノールは抗菌力を有するので、除去すべきポリフェノール成分の選択や除去量を検討することが、今後、酒質向上のためには有効になるものと思われた。

次に、有機酸組成を表4に示したが、酢酸量及び乳酸量はいずれも少なかったため、亜硫酸使用の有無に関わらず酢酸菌及び乳酸菌の強い汚染はなかったことになり、このことは前述した様に、発酵モロミ中にバクテリアの生菌数が少なかったことを裏付けた。

最後に、香気成分量を表5に示した。

表5 製成ワインの香気成分組成

発酵区分	高級アルコール			エステル					
	i-AmOH	i-BuOH	n-PrOH	EtOAc	AmOAc	EtC6	EtC8	EtC10	AcH
W-O	216	49	14	40	2.2	0.8	1.0	0.5	15
W-P	216	47	15	46	2.3	0.8	1.0	0.6	16
W-S	242	48	7	54	4.3	1.2	1.8	0.8	39
C-L	178	14	13	46	1.3	6.1	2.0	1.2	21
C-M	237	26	18	56	1.1	3.6	0.8	0	9

*i-AmOH (イソアミルアルコール), i-BuOH (イソブタノール), n-PrOH (ノルマルプロパノール), EtOAc (酢酸エチル), AmOAc (酢酸イソアミル), EtC6 (カプロン酸エチル), EtC8 (カプリル酸エチル), EtC10 (カプリン酸エチル), AcH (アセトアルデヒド)

野生酵母が増殖すると酢酸エチルやアセトアルデヒドが多量になり、好ましくないことが知られており、我々も報告したが¹⁾、両成分はいずれも少なかった。

イソアミルアルコール量はいずれも200mg/L前後で少なく、低温での発酵であったことが示された。エステルである酢酸イソアミル (AmOAc) 含量はW-O及びW-Pのいずれも2mg/L程度で、同じで少なかったため、W-Pに認められた香気フルーティさはAmOAc以外のエステル成分の寄与が推察された。また、カプロン酸エチル (EtC6) 及びカプリン酸エチル (EtC10) についてもAmOAcと同様にW-O及びW-Pのいずれも少なかった。

CE酵母使用ではW-3株に比べて、AmOAcが少なく、EtC6が多い特徴が示された。

同じ濃度では香気はAmOAcよりもEtC6の方が強い¹⁰⁾ ので、CE酵母使用のC-Lワインの特徴的な香気にEtC6が大きく寄与しているものと思われる。

3-4 製成ワインの官能審査結果

表6に、各々の製成ワインにおける香り及び味の評価を示した。

表6 製成ワインの官能結果

区分	香		味		合計
	評点	コメント	評点	コメント	
W-O	3.0	ややくせ	2.5	雑味	5.5
W-P	2.0	ややフルーティ	1.8	調和	3.8
W-S	1.5	フルーティ	2.0	雑味	3.5
C-L	2.0	香強い	1.5	甘口	3.5
C-M	2.8	香ややくせ	3.0	雑味、ニガ	5.8

1) 評点: 1 (優), 2 (良), 3 (可), 4 (不良), 5 (不可)

2) 評点は専門パネリスト4名の平均点で示した。

香気は仕込み時のPVPP添加、亜硫酸添加及び使用酵母により顕著に異なった。

フルーティさはW-Oでは感じられなかったが、W-Pでは若干、また、W-Sでは強く感じられた。この様に亜硫酸添加によりワインのフルーティさが増加したので、より嫌気的な条件、例えば脱気した果汁を使用した発酵などによる無添加ワインの香気生成促進が考えられた。前述のように成分的には、AmOAc以外のエステル成分の寄与が推察された。

また、W-Oでは色調が増加し、香味にややくせが認められたので、劣化がやや進行したと思われた。

4. 結 言

本研究では亜硫酸無添加ワインの主たる酒質劣化原因が酸化であることを実証し、仕込み時のポリフェノール除去、香気高生産性酵母の使用及び低温発酵などにより、亜硫酸無添加ワインの香気が明らかに向上することを認めた。

今回、亜硫酸無添加で製成した甲州種白ワインにおいて、ポリビニルポリピロリドン (PVPP) を添加して発酵したワイン (W-P) の香気は、対照ワイン (W-0) に比べてフルーティーさが感じられ、向上したが、亜硫酸添加ワインの香気には及ばなかった。成分的にもW-Pの全フェノール量は顕著に少なく、色調も少なかった。

また、CE酵母使用の場合、亜硫酸無添加の発酵でも酵母純度は良好であり、バクテリアの増加も認められず、アルコール7.9% (v/v)、エキス10 g/100 mLの甘口で発酵は自然に停止し、甘口ワインが製造できた。

当ワインのカプロン酸エチル含量は顕著に多く、香気評価も高かった。

以上、無添加ワイン醸造において、PVPP添加及びCE酵母使用で香気の改善が認められた。

参考文献

- 1) 舟橋 章, 桑原秀夫, 菊池 敏: ASEV Jpn. Rep., 6 (3), 226 (1995)
- 2) 飯野修一, 中山忠博, 萩野 敏: 山梨工技セ研究報告, 15, 117 (2001)
- 3) 辻 政雄, 原川 守: 山梨工技セ研究報告, 10, 63 (1996)
- 4) 同 上: 日本食品低温保蔵学会誌, 22 (4), 211 (1996)
- 5) 辻 政雄: 日本醸造協会誌, 92 (7), 472 (1997)
- 6) 飯野修一, 乙黒親男, 恩田 匠, 後藤昭二: 山梨工技セ研究報告, 9, 87 (1995)
- 7) 同 上: 山梨工技セ研究報告, 10, 84 (1996)
- 8) S.GOTO, K.KITANO and T.SHINOHARA: J.Ferment.Bioeng., 73, (1) 70 (1992)
- 9) 飯野修一, 中山忠博, 小宮山 美弘: 山梨工技セ研究報告, 14, 144 (2000)
- 10) 飯野修一, 渡辺正平: 山梨工技セ研究報告, 1, 97 (1987)