

## 白ワイン向けブドウ「モンドブリエ」を用いたワインの褐変防止

都築 正男<sup>\*1)</sup>, 清水 浩美<sup>\*2)</sup>, 立本 行江<sup>\*1)</sup>

### Browning Inhibiting Method for Wine Using White Wine Grape Cultivar

#### ‘Monde Briller’

TSUDUKI Masao<sup>\*1)</sup>, SHIMIZU Hiromi<sup>\*2)</sup>, TATSUMOTO Yukie<sup>\*1)</sup>

2022年に、奈良県内初のワイナリーが設立され、奈良県産ブドウを使ったワインの商品化が始まっている。奈良県農業研究開発センターが栽培技術の確立を進めた、白ワイン向けブドウ「モンドブリエ」を用いた試験醸造において、ワインの色調が橙色となる現象が発生することから、その褐変防止方法の検討を行った。

結果より、果実を搾汁する直前にピロ亜硫酸カリウムを添加することで色調が改善し、生果実重量に対して0.04%以上、冷凍果実の場合は、0.06%以上の添加量で、黄色系統の白ワインとなることが判明した。

#### 1. 緒言

日本では2012年頃から、第7次ワインブームを迎えていると言われ、ワインの消費量は1980年からの40年間で約8倍になり、2020年には347千kLに達している<sup>1)</sup>。この要因の一つに日本ワインの消費が増加したことが考えられている。日本のワイナリーは山梨、長野、北海道、大阪など日本各地に存在しているが、奈良県はブドウのワインを作るワイナリーが存在しない県のうちの1つであった<sup>2)</sup>。

2022年の夏に県内初のワイナリーが香芝市に開業し、奈良県産のブドウを用いたワインが作られはじめるようになった。このような状況の中、奈良県農業研究開発センターではワイン用ブドウの栽培技術の確立を、奈良県産業振興総合センターでは奈良県産ブドウを用いたワイン醸造技術の確立を研究している。

ワインに使用するブドウ品種は、シャルドネ、甲州やメルローなどよく知られた品種だけでなく近年は様々な品種が開発されており、個性的なワインがつくられている。中でも山梨県果樹試験場が育成し、2014年に品種登録された「モンドブリエ」<sup>3)</sup>は、べと病耐病性があり栽培しやすく、また奈良県での栽培でも糖度が高い果実が得られ、白ワインの醸造に有望な品種である。

しかし、「モンドブリエ」は醸造する際、搾汁時に種子が割れてしまうと果汁の褐変が非常に速く進行し、橙色のワインになるため、ワインの品質評価に重要な要素である色調が損なわれる。そこで、本研究では「モンドブリエ」を用いたワインの褐変防止方法について検討した。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 ブドウ

ワイン醸造に使用した「モンドブリエ」(図1)は、奈良県農業研究開発センター 果樹・葉草研究センター(奈良県五條市西吉野町湯塩1345)のビニールハウス圃場で、棚栽培し、2020年、2021年、2022年に収穫したブドウを使用した。一部のブドウは無種子化処理のためアグレプト液剤を使用したものを用いた。



図1 モンドブリエ (2022年収穫)

##### 2.2 搾汁

収穫したブドウ果実を房から外し、水洗後、ドライアイスを噴霧しながらハンドブレンダーで搾汁し、果皮および種子をろ過して果汁を得た。冷凍ブドウについても生果実と同様に処理して果汁を得た。

搾汁時に褐変防止のために表1に示す前処理を行い、果汁の褐変の進行を比較した。ピロ亜硫酸カリウム(メタカリ)添加の有無およびタイミング<sup>4)</sup>、ろ過の方法について検討した。

\*1) バイオ・食品グループ \*2) 元バイオ・食品グループ

表 1 ブドウ果汁の前処理

	収穫時期	栽培時		搾汁前		ろ過	搾汁後
		アグレプト処理	冷凍	メタカリ添加	メタカリ添加		
1	2020.8.20	—	—	—	—	ザル	0.02%
2	2021.8.17	—	—	—	—	ザル	0.02%
3	2020.9.3	○	—	—	—	ザル	0.02%
4	2021.8.17	○	—	—	—	ザル	0.02%
5	2021.8.26	—	—	—	—	压榨(布袋)	0.02%
6	2020.9.3	—	—	0.02%	—	ザル	—
7	2022.9.2	—	—	0.02%	—	ザル	—
8	2021.8.26	○	—	0.04%	—	ザル	—
9	2021.9.3	—	—	0.04%	—	压榨(布袋)	—
10	2022.9.2	—	—	0.04%	—	ザル	—
11	2021.8.11	—	○	—	—	ザル	0.02%
12	2020.8.9	—	○	0.02%	—	ザル	0.02%
13	2022.9.2	—	○	0.06%	—	ザル	—
14	2022.9.2	—	○	0.08%	—	ザル	—

### 2.3 ワインの試験醸造<sup>5)</sup>

ブドウ果汁は糖度計で糖度を測定し、Brix が 21 に満たないものは、上白糖を添加し Brix が 21 になるように調製した。糖度を調製した果汁に、YPD 培地 (1%酵母エキス, 2%ペプトン, 2%グルコース) で培養したワイン酵母培養液をブドウ果汁 100 mL あたり 150  $\mu$ L 添加し、発酵終了まで 15°C で温度管理した。発酵中は糖度を測定して発酵状況を管理し、Brix 10 付近を目標として発酵を終了した。発酵を終了したワインもろみは遠心分離により酵母菌体、澱を除去した。

### 2.4 ワイン酵母

ワインの醸造に使用した酵母は、日本醸造協会のブドウ酒用 4 号 (W-4), Lallemand 社ワイン酵母 ICV OKAY, ICV OPALE2.0, SENSY, AB Mauri 社ワイン酵母 UOA MaxiThiol, AWRI350, Primeur の 7 種類である。

### 2.5 試験醸造ワインの成分分析

上槽したワインは、pH, 糖度, 酸度, アルコール, 吸光度, 亜硫酸を分析した。pH はコンパクト pH メータ B-711 (株) 堀場製作所製) を用いて測定した。糖度はデジタル糖度計 PR-101a (株) アタゴ製) および手持屈折計 RAB-32 (アズワン (株) 製) を用いて測定した。酸度は国税庁所定分析法<sup>6)</sup>に準じて分析した。アルコールは簡易アルコール分析器アルコメイト AL-2 (理研計器 (株)) を用いて測定した。吸光度は分光光度計 UV-1600 (島津製作所 (株)) を用いて測定した。亜硫酸はワイン用亜硫酸測定器 HI84500 (ハンナインスツルメンツ・ジャパン (株) 製) を用いて測定した。

## 3. 結果および考察

### 3.1 試験醸造

試験醸造を行ったワインの分析値を表 2 に示す。各収穫年毎に試験醸造を行った。ただしブドウ 12 のみ、収穫 (2020) の翌年 (2021) に醸造を実施した。醸造規模は収

穫されたブドウ果実の量に応じ、300~3500 mL で実施した。2020 年に試験醸造したワインに使用した酵母は W-4, ICV OKAY, ICV OPALE2.0, SENSY の 4 種類である。発酵日数は 12~22 日で、アルコールは 12.1~14.3%の間であった。酸度は 6.5~8.0 を示した。

2021 年に試験醸造したワインに使用した酵母は W-4, UOA MaxiThiol, AWRI350, Primeur の 4 種類である (ブドウ 12 のみ, ICV OPALE2.0, SENSY も使用)。発酵日数は 10~37 日, アルコールは 9.2~15.5%の間であり, ブドウ 12 のワインは屈折計による Brix の測定では目標の 10 程度まで低下していたが, デジタル糖度計では 11.1~12.1 と糖分が多く残っており, 10%以下のアルコール濃度になった。酸度は 7.2~10.2 を示した。

2022 年に試験醸造したワインに使用した酵母は W-4, ICV OPALE2.0, UOA MaxiThiol である。発酵日数は 6~30 日, アルコールは 10.0~12.4 %の間であった。酸度は 6.2~8.0 を示した。

いずれのワインも Brix10 程度で発酵を終了したため, 糖分が残留しており, 甘口のワインに仕上がった。また, 遊離亜硫酸濃度はいずれも低濃度であり, ほとんどのワインで 1.0 ppm 以下であり, 最も多いワイン<sup>⑭</sup>でも 3.2 ppm であった。

### 3.2 試験醸造ワインの色調外観

今回の試験醸造では, 醸造の規模が小さいためハンドブレンダーによりブドウ果実を潰して搾汁した。このため種子が割れて果汁およびワインの褐変の原因になっていると考えられ, 褐変を防ぐための各種処理方法を検討した。試験醸造ワインの色調は目視により, 薄黄色~濃橙色であったため, 分光光度計により黄~赤の波長である A570 nm (黄色波長 550 nm~590nm の中央値), A615 nm (橙色波長 590 nm~640 nm の中央値), A705 nm (赤色波長 640 nm~770 nm の中央値) を測定し褐変進行を確認した。分析結果を表 3 に示す。

搾汁前にメタカリを添加しなかったブドウ 1 とブドウ 2 で醸造したワイン (①~⑧) は色調が橙色で, 橙色付近の吸光度 (A615 nm) は 0.2 前後のワインが多かった。同様に黄色 (A570 nm) の吸光度は 0.3 程度, 赤色 (A705 nm) の吸光度は 0.10~0.14 のワインが多く, 色調全体が濃い傾向であった。また酵母の種類によって褐変の度合いが異なり, 特に ICV OKAY, ICV OPALE2.0, UOA MaxiThiol, AWRI350 を使用したワインは W-4 を使用したワインと比較して全ての吸光度が高く, 濃色であり, 目視では濃橙色であった。

ブドウ 3 とブドウ 4 は無種子化処理のためにアグレプト液剤を使用したブドウである。アグレプト処理したモンドブリエの種子は小さくなるものの無種子化せず, 果実が小ぶりになっていた。ブドウ 3, 4 を用いたワイン (⑨~⑬) はブドウ 1 やブドウ 2 と同様に搾汁処理を行っても褐変は進ま

ず色調は薄くなり、A570 nm, A615 nm, A705 nmはいずれもブドウ1および2と比べ、低値になる傾向が認められた。ただし、酵母 Primeur 使用ワインは逆に数値が高くなった。

また果汁と果皮・種子をろ過するのにザルを使用すると、ろ過の時間がかかるため空気に触れる時間が長くなり、褐変の進行が進みやすいと考えられたことから、ブドウ5は布袋で搾り、ろ過の時間を短くした。その結果、ブドウ5のワイン(17~20)は、A570 nmはおおよそ0.11~0.31, A615 nmはおおよそ0.07~0.23, A705 nmはおおよそ0.04~0.15を示し、ブドウ3やブドウ4と同程度の数値を示したが、目視による色調は橙色のままであった。

そこで、ブドウ6~10は、搾汁後に添加していたメタカリを搾汁直前に添加した。メタカリの添加量はブドウ6, ブドウ7はブドウ重量に対して0.02%, ブドウ8~10は0.04%とした。0.02%のメタカリを添加したワイン(21~24)は色調の改善が見られ、ほとんどのワインでA615 nmは0.15未満になり、A570 nm, A705 nmもブドウ1や2のワインよりも低値になっていたが、目視では橙色の色調のまま淡色化した外観であった。また酵母によっては濃い橙色のままであった(24)。一方、0.04%のメタカリを添加したワイン(25~33)は、アグレプト処理の有無やろ過方法に関わらず、ほとんどのワインでA570 nmが0.03~0.19, A615 nmおよびA705 nmが0.1未満となり、目視で黄味がかった色調となった。またA615 nmが0.14程度とメタカリ処理したブドウの中では高い値を示した32と33のワインも淡黄色~こ

はく色系統の白ワインらしい外観<sup>7)</sup>となった。

さらに、冷凍したブドウを用いたブドウ11とブドウ12では褐変がより進みやすく、ワイン(34~39)のA570 nmは0.25~0.50, A615 nmは0.19~0.37, A705 nmは0.10~0.25と生果実のブドウ1および2と同程度以上の値を示し、目視では濃橙色であった。ブドウ12は搾汁前後にメタカリを0.02%ずつ合計0.04%添加したが、色調はブドウ11より濃い橙色の外観であった。そこで、生果実よりも褐変しやすいと考え、搾汁前にメタカリを0.06%(ブドウ13), 0.08%(ブドウ14)添加した。これらのワインではA570 nmは0.13~0.42, A615 nmは0.11~0.34, A705 nmは0.08~0.24と0.04%のメタカリを添加したワインよりも高い値であったが、目視では色調は生果実よりも色が濃いものの淡黄色になった。またICV OPAL2.0を使用したワイン(41, 43)はW-4よりも吸光度は高かったが、橙色ではなく、こはく色に近い色調であった。

以上からモンドブリエの搾汁前に生ブドウを使用する場合は果実重量に対して0.04%のメタカリ添加で、冷凍ブドウを使用する場合は0.06%のメタカリ添加により、果汁の褐変を抑制し、淡黄色~こはく色系統の白ワインらしい外観のワインを醸造できることが分かった。

表 2 試醸ワインの分析値

ブドウ	1 (2020.8.20)				2 (2021.8.17)				3 (2020.9.3)				4 (2021.8.17)			
	W-4	OKAY	OPALE2.0	SENSY	W-4	UOA MaxiThiol	AWRI350	Primeur	W-4	OKAY	OPALE2.0	SENSY	W-4	UOA MaxiThiol	AWRI350	Primeur
符号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯
アルコール (%)	13.3	12.5	13.3	13.7	10.2	11.5	10.7	11.5	12.3	12.9	13.0	12.1	10.3	11.5	11.9	11.7
pH	3.3	3.5	2.8	3.1	3.4	3.4	3.5	3.5	3.2	3.1	3.1	2.9	3.2	3.5	3.4	3.7
酸度	8.0	7.0	7.2	7.6	8.8	8.2	9.2	7.8	7.5	7.0	6.5	6.9	8.8	8.4	8.8	7.6
発酵日数	22	22	20	19	15	14	17	23	19	15	15	17	10	10	14	14
発酵前 Brix (屈折計)	25.0	25.0	25.0	25.0	21.0	21.0	21.0	21.0	24.0	24.0	24.0	24.0	20.5	20.5	20.5	20.5
発酵後 Brix (屈折計)	10.0	11.2	10.0	9.6	10.4	10.0	10.2	9.4	10.2	8.5	9.2	9.6	10.0	9.2	9.0	9.2
発酵後 Brix (デジタル)	10.2	10.9	10.1	9.9	10.5	9.5	10.2	9.3	10.5	9.2	9.8	9.8	10.1	9.0	8.6	9.0
遊離亜硫酸 (mg/L)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1.0	1.0	<1.0	1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1.0	<1.0

  

ブドウ	5 (2021.8.26)				6 (2020.9.3)		7 (2022.9.2)		8 (2021.8.26)		9 (2021.9.3)				10 (2022.9.2)		
	W-4	UOA MaxiThiol	AWRI350	Primeur	W-4	SENSY	W-4	OPALE2.0	W-4	UOA MaxiThiol	W-4	UOA MaxiThiol	AWRI350	Primeur	W-4	OPALE2.0	UOA MaxiThiol
符号	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖	㉗	㉘	㉙	㉚	㉛	㉜	㉝
アルコール (%)	11.0	10.8	10.9	10.5	14.3	14.2	10.1	11.1	11.2	13.8	13.0	13.0	13.0	15.5	11.8	12.0	12.4
pH	3.5	3.4	3.4	3.6	3.1	3.4	3.7	3.5	3.3	3.2	3.4	3.6	3.5	3.8	3.8	3.8	3.8
酸度	8.0	7.6	9.0	7.2	7.4	7.3	6.6	6.2	8.4	8.0	8.2	7.2	8.0	9.0	7.0	6.6	6.4
発酵日数	17	14	19	18	13	12	7	6	18	15	18	15	18	37	13	8	9
発酵前 Brix (屈折計)	20.5	20.5	20.5	20.5	25.5	25.5	21.1	21.1	22.0	22.0	23.6	23.6	23.6	23.6	21.1	21.1	21.1
発酵後 Brix (屈折計)	10.2	10.4	10.8	10.2	9.4	9.6	9.8	9.6	10.0	7.4	10.0	10.4	10.4	8.9	8.4	9.2	8.6
発酵後 Brix (デジタル)	9.9	10.3	9.7	10.5	9.6	9.7	9.3	7.7	10.0	7.4	7.3	10.4	10.4	8.0	8.6	8.2	8.1
遊離亜硫酸 (mg/L)	1.0	1.0	<1.0	1.0	<1.0	<1.0	1.0	1.0	1.0	2.6	2.2	2.5	1.0	1.0	1.0	<1.0	1.0

  

ブドウ	11 (2021.8.11)		12 (2020.8.9)			13 (2022.9.2)		14 (2022.9.2)		
	W-4	UOA MaxiThiol	SENSY	OPALE2.0	UOA MaxiThiol	AWRI350	W-4	OPALE2.0	W-4	OPALE2.0
符号	㉞	㉟	㊱	㊲	㊳	㊴	㊵	㊶	㊷	㊸
アルコール (%)	10.6	11.5	9.2	9.7	9.9	10.0	12.1	10.1	10.0	11.2
pH	3.2	3.2	3.9	3.8	3.8	3.8	3.6	3.6	3.6	3.6
酸度	10.2	9.8	7.2	7.0	7.8	7.2	7.8	8.0	7.6	7.2
発酵日数	20	15	21	17	14	21	20	9	30	14
発酵前 Brix (屈折計)	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.2	21.1	21.1	25.0	25.0
発酵後 Brix (屈折計)	10.4	9.4	10.4	9.4	9.0	9.2	8.2	9.0	9.4	9.6
発酵後 Brix (デジタル)	9.6	8.9	12.1	11.4	11.1	11.3	7.7	8.6	8.6	8.6
遊離亜硫酸 (mg/L)	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	1.0	<1.0	2.3	1.4	3.2	2.2

表 3 試醸ワインの色調

ブドウ	1 (2020.8.20)				2 (2021.8.17)				3 (2020.9.3)				4 (2021.8.17)			
	W-4	OKAY	OPALE2.0	SENSY	W-4	UOA MaxiThiol	AWRI350	Primeur	W-4	OKAY	OPALE2.0	SENSY	W-4	UOA MaxiThiol	AWRI350	Primeur
符号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	⑫	⑬	⑭	⑮	⑯
A570(黄)	0.257	0.308	0.306	0.286	0.132	0.260	0.314	0.107	0.207	0.319	0.193	0.204	0.105	0.146	0.150	0.220
A615(橙)	0.187	0.221	0.222	0.208	0.094	0.200	0.226	0.079	0.146	0.232	0.131	0.139	0.073	0.103	0.104	0.156
A705(赤)	0.113	0.131	0.133	0.127	0.059	0.133	0.138	0.052	0.086	0.140	0.071	0.078	0.042	0.062	0.059	0.096

  

ブドウ	5 (2021.8.26)				6 (2020.9.3)		7 (2022.9.2)		8 (2021.8.26)		9 (2021.9.3)				10 (2022.9.2)		
	W-4	UOA MaxiThiol	AWRI350	Primeur	W-4	SENSY	W-4	OPALE2.0	W-4	UOA MaxiThiol	W-4	UOA MaxiThiol	AWRI350	Primeur	W-4	OPALE2.0	UOA MaxiThiol
符号	⑰	⑱	⑲	⑳	㉑	㉒	㉓	㉔	㉕	㉖	㉗	㉘	㉙	㉚	㉛	㉜	㉝
A570(黄)	0.107	0.204	0.306	0.219	0.164	0.195	0.057	0.444	0.066	0.100	0.070	0.111	0.105	0.066	0.027	0.192	0.189
A615(橙)	0.073	0.150	0.229	0.152	0.119	0.142	0.036	0.328	0.051	0.074	0.050	0.080	0.079	0.046	0.018	0.140	0.146
A705(赤)	0.044	0.098	0.152	0.094	0.071	0.086	0.021	0.204	0.036	0.047	0.033	0.052	0.055	0.028	0.010	0.090	0.098

  

ブドウ	11 (2021.8.11)		12 (2020.8.9)				13 (2022.9.2)		14 (2022.9.2)	
	W-4	UOA MaxiThiol	SENSY	OPALE2.0	UOA MaxiThiol	AWRI350	W-4	OPALE2.0	W-4	OPALE2.0
符号	㉞	㉟	㊱	㊲	㊳	㊴	㊵	㊶	㊷	㊸
A570(黄)	0.265	0.248	0.492	0.477	0.417	0.499	0.138	0.416	0.158	0.327
A615(橙)	0.188	0.172	0.364	0.358	0.324	0.370	0.111	0.335	0.132	0.270
A705(赤)	0.111	0.101	0.235	0.234	0.227	0.247	0.080	0.235	0.101	0.201

#### 4. 結言

奈良県産ブドウ「モンドブリエ」を用いたワインの試験醸造において、白ワインの色調が橙色となるため、その褐変防止方法を検討した。その結果、ブドウ果実を搾汁する直前にメタカリを添加することで色調が改善することが分かり、添加量は生の果実重量に対して0.04%以上であった。一方冷凍果実を使用する場合は、褐変の進行がより速いため、0.06%以上のメタカリを添加することで、橙色ではなく淡黄色～こはく色系統の外観の白ワインとなることが分かった。

#### 謝辞

本研究を進めるにあたり、奈良県農業研究開発センター果樹・薬草研究センター米田健一総括研究員、辻本誠幸主任研究員、元研究員の上田直也主査をはじめとする職員の方々には原料ブドウの提供について多大な配慮とご協力いただき、深謝いたします。

#### 参考文献

- 1) 国税庁編；国税庁統計年報
- 2) 国税庁編；日本ワイン産地マップ，国税庁，2020
- 3) 上野俊人，小林正幸，三宅正則，宇土幸伸，近藤真理，別所英男，斎藤寿広，手塚誉裕，雨宮秀仁；山梨県果樹試験場研究報告，(15)，1-11，2017
- 4) 横塚弘毅；日本醸造協会誌，(94)，869-878，1999
- 5) 横塚弘毅；日本醸造協会誌，(94)，956-965，1999
- 6) 標準分析法注解編集委員会編；酒類総合研究所標準分析法注解，89-90，日本醸造協会，2017
- 7) 戸塚昭，東條一元編；新ワイン学，166-180，ガイアブックス，2018