

[**Research Note**]

保管条件の違いが白ワインの成分及び品質変化に及ぼす影響

窪田さおり¹・乙黒美彩¹・岸本宗和¹・是川泰之²・中野善壽²・森 覚³・柳田藤寿^{1*}

¹山梨大学ワイン科学研究センター 〒400-0005 甲府市北新 1-13-1

²寺田倉庫 〒140-0002 東京都品川区東品川 2-6-10

³コンラッド東京 〒105-7337 東京都港区東新橋 1-9-1

Effects of storage conditions on components and quality of white wine

Saori KUBOTA¹, Misa OTOGURO¹, Munekazu KISHIMOTO¹, Yasuyuki KOREKAWA², Yoshihisa NAKANO², Satoru MORI³, and Fujitoshi YANAGIDA^{1*}

¹ The Institute of Enology and Viticulture, University of Yamanashi, 1-13-1, Kitashin, Kofu, Yamanashi 400-0005, Japan

² Warehouse Terrada, 2-6-10, Higashi-Shinagawa, Shinagawa-ku, Tokyo 140-0002, Japan

³ Conrad Tokyo, 1-9-1, Higashi-Shinbashi, Minato-ku, Tokyo 105-7337, Japan

In recent years, the consumption of wine in Japan has been increasing. The need for wine storage at home has also increased. Many consumers store their wine in refrigerators or at room temperature, instead of in a wine cellar as recommended. Previous studies have shown that many white wines are unstable and are affected by storage conditions. Therefore, the aim of this study was to investigate the effects of storage temperature on wine color, volatile components, and sensory profile. Three white wines were stored at room temperature (6.7–31.2°C) or at 4, 14, or 35°C for 12 months. The observed changes were more remarkable as the storage temperature was increased, and changes in wine stored at 4°C were least evident in terms of color and results of analysis of volatile components. In contrast, in the sensory evaluation, it was found that wine stored at 4°C lacked complexity compared with wine stored at 14°C, and wine stored at room temperature lacked balance.

Key words: Storage temperature, White wine, Wine quality

緒 言

多くの白ワインは熱や光に非常に不安定であり、時間の経過とともにその望ましいフレッシュでフルーティな特徴を失い(Kings et al. 2011a, b), 熟したフルーツやスパイシーな香りが増加する

(Pérez-Coello et al. 2003). これまでの研究より、保管中のワインに影響を与える要因の一つとして、保管中の温度が挙げられる。瓶詰めされたワインを低温で保管すると、保管期間中にワインの色、フェノール化合物に変化がみられている

(Hernanz et al. 2009). また、異なる温度下で約1年間保管したワインは、保管温度の違いによって成分変化の大きさに差がみられるという結果が報告されている (Hernanz et al. 2009). 異なる品種の

*Corresponding author

(email:yanagida@yamanashi.ac.jp)

2017年8月8日受理

ワインを 50°C で保管する加速エージング試験においては、加速エージング期間中にバニリンが増加を続けるという変化がみられ、異なる品種間においてもエージング期間中の化合物の濃度の変化は同様の傾向を示すという結果が得られている

(Loscos et al. 2010).

日本は1年を通して気温の変化があり、ワインの保管場所としては決して望ましくはない。従って、ワインを日本の保管環境として想定されうるいくつかの温度条件に保管し、成分分析や官能評価をすることによって、日本の気候条件においてワインに適した環境で保管することが可能になると考えられる。

本研究では、国産ワインの代表品種である甲州を含む白ワイン3種類を用い、異なる温度で保管した白ワインの色調や香気成分の変化、官能評価に基づいて、冷蔵庫や室温での保管がワイン品質に及ぼす影響を検討した。

材料および方法

1) 供試ワインと保管条件

本研究には3種類の市販の白ワインを供試し、それぞれを Wine A, B, C とした (Table 1)。ワインのキャップは3種類ともコルクであった。ワインは4°Cの冷蔵庫、14°C、湿度70%で管理された倉庫会社のワインセラー、35°Cに設定したインキュベーター、空調管理のない倉庫(室温)の4つの温度帯に2014年5月より1, 3, 6, 12ヶ月間保管し、いずれの保管場所でもワインは光が当たらない状態で、横倒しに保管した。空調管理のない倉庫の本研究期間における最高温度は31.2°C、最高湿度は93%、最低温度は6.7°C、最低湿度は29%だった。分析には、各試験区1本の合計120本のワインを用いた。

2) ワインの一般分析

比重、アルコール、pH、滴定酸度、亜硫酸、エキスは、国税庁所定分析法に従って分析した。

3) ワインの分光分析

ワインは分析直前に0.45 μmのメンブランフィルターで濾過したものをサンプルとして用いた。セルは光路長10 mmの石英セルおよびガラスセルを用い、分光光度計 UV-1800 (株式会社島津製作所) および分光色差計 NIPPON DENSHOKU Transmission color meter TZ 6000 (日本電色工業株式会社) で分析を行った。可視スペクトルの420, 520 および620 nmの吸光度 (A_{420} , A_{520} , および A_{620} 値) を測定した。紫外スペクトルの280, 320 および360 nmの吸光度 (A_{280} , A_{320} , および A_{360} 値) は1M HCl 5 mL にワイン 100 μL を添加した1時間後に測定した。総フラボノイド量、総シナナム酸量はワインをD.W.で5倍希釈し、280 および320 nmの吸光度を測定し、算出した。また、色差計を用いて L^* , a^* , b^* を測定した。

4) ワインの香気成分分析

(1) 低沸点香気成分分析

低沸点香気成分の分析は島津 GC-2014 (株式会社島津製作所) により行った。検出器は水素炎イオン化検出器 (FID)、充填カラムは PEG600 15% Chromosorb W 60/80 mesh (2 m × 3 mm i.d.) を用い、試料導入部温度 180°C、オープン温度 95°C、検出器温度は 185°C で行った。キャリアガスには N_2 を 30 mL/min で用いた。内部標準溶液 0.2 wt% n-アミルアルコール 0.2 mL とワイン 2.0 mL を混合し、混合液の 1 μL を GC に導入し測定した。

(2) 中高沸点香気成分分析

中高沸点香気成分の分析は島津 GCMS-QP2010 (株式会社島津製作所) により行った。ワイン 40 mL に硫酸アンモニウム 2 g、内部標準溶液 500 mg/L 2-Octanol, ペンタノージエチルエーテル (1:1) 混合液 10 mL を加え、10分間振とうした。3000 rpm で20分間遠心分離し、有機溶媒層を分析試料とした。カラムは Pure Wax (0.25 mm i.d. × 60 m, 0.25 mm df) を用い、カラム温度は 50°C で5分間保持した後、4°C/min で130°Cまで昇温し、さらに5°C/min で220°Cまで昇温して12分間保持した。キャリアガスには He を 1.0 mL/min で用い、気化室温度 250°C、

Table 1. Wine samples.

	Grape Variety	Vintage	Area
Wine A	Koshu	2012	Japan Katsunuma
Wine B	Chardonnay	2012	Italy Puglia
Wine C	Sauvignon blanc	2013	France Bordeaux

イオン源温度 200°C, インターフェース温度 260°C で測定した. スプリット比 1 : 25 で, 注入量は 1.5 μ L で測定した.

5) ワインの味認識装置分析

味認識装置 TS-5000Z (株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー) を用いて測定を行った.

6) ワインの官能評価

官能評価はソムリエ 3 名が行った. ワインの種類ごとに Wine A, B, C の順に行った. ワインはすべて約 15°C にそろえ, 保管条件をすべて提示し行った. 外観 2 点, 香り 6 点, 味 8 点, 総合 4 点の合計 20 点満点で評価した. なお, スタート時と各評価時のワインの比較には有意検定 (Student's t-test) を行った.

結果および考察

1) 一般分析

比重, アルコール, 亜硫酸, pH, 滴定酸度の保管期間中の推移を Table 2 に示した. Wine A および Wine B では 6 か月目で一度 pH 値の上昇がみられたが, Wine A, B, C の 3 種ともにおいて保管 12 ヶ月には比重, アルコール, 総酸, pH の値の大きな変化は認められなかった. 遊離亜硫酸濃度は 4°C 保管のワインにおいては変化がみられなかったが, 14°C 保管においては Wine A で, 35°C 保管においてはすべてのワインが 12 ヶ月間の保管で減少した. Wine C の 35°C 保管の減少率が高く, 12 ヶ月間の保管で 20.7 mg/L から 8.8 mg/L まで減少した. 同様に

Wine A の 14°C, 35°C 保管でも 12 ヶ月間でそれぞれ 17 mg/L から 9 mg/L, 21 mg/L から 10 mg/L と高い減少率を示した. Wine A, C においては, 室温保管においても 12 ヶ月間の保管で減少が観察された.

2) 保管温度と色調変化

保管期間における A_{420} の値の推移を Fig. 1 に示した. 黄色味の指標となる A_{420} の値は 35°C の保管においては保管 1 ヶ月目から増加が見られ, 12 ヶ月後では他の保管温度ワインと比べ, 明らかな差が確認された. Wine A は 0.044 から 0.112, Wine B は 0.073 から 0.222, Wine C は 0.115 から 0.228 に変化した. Wine B は, 室温保管においてもやや増加がみられた. 目視においては, 35°C 保管のワインの黄色味が明らかに強くなっていることが確認された. 色差計での分析結果のスタート時と保管 12 ヶ月後 b^* の値に違いがみられ (Fig. 2), 白ワインの色における貯蔵の影響 (Dolores et al. 2009) と類似した結果となった.

3) 保管温度と香気成分変化

保管前の香気成分濃度の一部を Table 3 に示した. 若い白ワインにおける保管期間中の Diethyl succinate, Diethyl malate, Isoamyl acetate 等の揮発性化合物の変化はワインの官能特性において高い影響を持っている (Pérez-Coello et al. 2003). バナナやメロンの香りである Isoamyl acetate やバラの香りである β -Phenylethyl acetate は高い保管温度において保管期間の経過とともに減少がみられた. 特に, 35°C 保管において顕著に減少した (Fig. 3). 12 ヶ月間の保管において Wine A, B は約 95%, Wine C は約 90% 減少した. これは, ソーヴィニオン・ブランワインの貯蔵温度の影響の研究において, 高い保管温度ほど Acetate ester が減少したこと (Makhotkina et al. 2012) と同様の結果であると考えられる. 一方, Ethyl isobutyrate などのエチルエステル類は, 4°C 保管を除いて保管期間の長さに伴い増加がみられた (Fig. 4). また, ワインの熟成中に生成し, 熟成の風味に関与するとされているコハク酸やリンゴ酸のエチルエステル (篠原ら 2006)

は高温保管において保管期間の経過にともない濃度が増加したが、4、14°C保管では大きな変化が認められなかった (Fig. 5)。アーモンドの香り、焦げ臭である Furfural は、25°C以上の保管温度で濃度が顕著に増加する (小池ら 2014)。本実験においても 35°C保管のワインは保管期間の経過とともに著しい増加が確認された (Fig. 6)。最も変化が大きかった Wine B は、0.044 mg/L だった保管前と比較し 12 ヶ月後は約 55 倍の 2.398 mg/L に増加した。室温保管のワインにおいて変化がみられた香気成分は、冬にあたる期間では夏と比較し変化が小さかった。

4) 保管温度と香味

保管期間の味認識装置による値の推移を比較したところ、Wine A, B, C すべてのワインにおいて、12 ヶ月後の 35°C保管の苦味、渋味刺激の値の増加が見られた (Fig. 7)。これは、リーファーコンテナとドライコンテナの影響を比較したところ、ドライコンテナのワインにおいて苦味が強く感じられ、また味センサの結果からも品質の違いが客観的に認められた (小池ら 2006) ことと類似した結果と考えられる。

官能評価の評点は、14°C、4°C、室温、35°C保管の順に高く、室温と 35°C保管においては保管期間の経過に伴い、評点は低下した (Fig. 8)。3 種のワインは類似した傾向がみられ、平均すると保管前約 16.1 点だった評点は、保管 12 ヶ月間後に 35°C保管は約 9.6 点、室温保管は 10.4 点まで低下した。保管 12 ヶ月後の官能評価では、4°C保管は複雑性や広がりには欠ける、フルーツの香りが強い。14°C保管は味、香りに複雑性がある、4°C保管に比べ味わいに骨格がある。35°C保管は、明らかな劣化が感じられる、豆臭、酸化臭がする。室温保管は味のバランスに欠ける、果実香が薄れたといった指摘があった。味認識装置の結果のような各味覚項目の味の変化に対するコメントはなかったが、複数の味覚項目の変化が関わりあって、結果的に総合的な味の変化をパネルは感じたと考えられる。また、

14°C保管が評点を高く保った点に関しては、成分変化が小さい 4°Cと比較し各成分の変化が香味に対して効果的な変化であったことが考えられる。

ワインの保管温度が各成分へ与える影響を調査した結果、空調管理のない室温での保管は、保管の開始が 2014 年 5 月であったことから夏の高温期を含む 0 ヶ月から 6 ヶ月での変化が著しく、冬の低温期を含む 6 ヶ月から 12 ヶ月の期間では夏と比較し変化が小さかった。このことから季節による室温の変化が成分変化の大きさに影響し、特に日本の夏の高い気温がワインに与える影響が大きいと考えられた。

本研究では、用いたワインの品種がすべて異なるため、品種による影響の違い及び特徴を評価するためには、1 品種に対して複数のワインを分析する必要があると考えられる。またひとつの条件に対して複数のサンプルワインを分析する必要があるが、きわめて多くのワインが必要になるため、今後の課題としたい。

Table 2 Influence of storage conditions on general components in white wines.

storage condition	storage period	Wine A (Koshu)					Wine B (Chardonnay)					Wine C (Sauvignon blanc)							
		SG	Alcohol (%)	free SO2 (mg/L)	bound SO2 (mg/L)	TA (g/L)	SG	Alcohol (%)	free SO2 (mg/L)	bound SO2 (mg/L)	TA (g/L)	SG	Alcohol (%)	free SO2 (mg/L)	bound SO2 (mg/L)	TA (g/L)			
start		0.990	12.2	17	24	3.09	5.3	0.992	12.2	28	88	3.26	6.4	0.992	12.3	21	80	3.49	5.5
4°C	1 m	0.990	12.3	18	31	3.12	5.6	0.992	11.9	28	96	3.30	6.7	0.992	12.0	20	93	3.52	5.8
	3 m	0.990	12.4	18	26	3.14	5.4	0.992	12.2	30	84	3.30	6.3	0.992	12.1	24	82	3.55	5.4
	6 m	0.990	12.4	16	24	3.62*	5.6	0.992	12.0	28	46	3.71*	6.8	0.992	11.8	14	70	3.52	5.4
	12 m	0.990	12.0	20	35	3.02	5.4	0.992	11.9	29	100	3.25	6.3	0.992	11.7	21	96	3.48	5.5
14°C	1 m	0.990	12.5	17	30	3.13	5.5	0.992	12.3	27	98	3.31	6.5	0.992	12.3	20	82	3.52	5.6
	3 m	0.990	12.5	19	26	3.14	5.4	0.992	12.4	32	42	3.30	6.3	0.992	12.3	19	53	3.54	5.4
	6 m	0.990	12.5	16	24	3.63*	5.5	0.992	12.3	25	48	3.73*	6.6	0.992	12.2	14	61	3.52	5.5
	12 m	0.990	11.9	9	30	3.06	5.3	0.992	12.1	24	100	3.26	6.2	0.992	12.0	23	83	3.47	5.5
35°C	1 m	0.990	12.5	21	36	3.14	5.4	0.992	12.1	28	48	3.31	6.3	0.992	11.7	16	51	3.52	5.3
	3 m	0.990	12.5	13	28	3.14	5.3	0.992	12.5	26	93	3.31	6.1	0.992	12.3	21	48	3.53	5.4
	6 m	0.990	12.4	7	12	3.63*	5.3	0.992	12.5	14	72	3.81*	6.5	0.992	12.1	11	59	3.54	5.4
	12 m	0.990	12.3	10	27	3.08	5.2	0.992	12.2	14	88	3.27	6.0	0.991	12.0	9	80	3.48	5.3
room	1 m	0.990	12.5	22	34	3.14	5.5	0.992	12.1	30	90	3.31	6.5	0.992	12.0	24	58	3.52	5.5
	3 m	0.990	12.5	21	36	3.14	5.3	0.992	12.4	31	68	3.31	6.2	0.992	12.4	21	48	3.53	5.4
	6 m	0.990	12.2	12	32	3.63*	5.5	0.992	12.3	24	45	3.72*	6.5	0.992	12.1	14	56	3.53	5.5
	12 m	0.990	12.3	12	26	3.07	5.3	0.992	12.1	27	93	3.26	6.1	0.992	12.1	15	91	3.47	5.6

* There are possibility of an abnormal value.

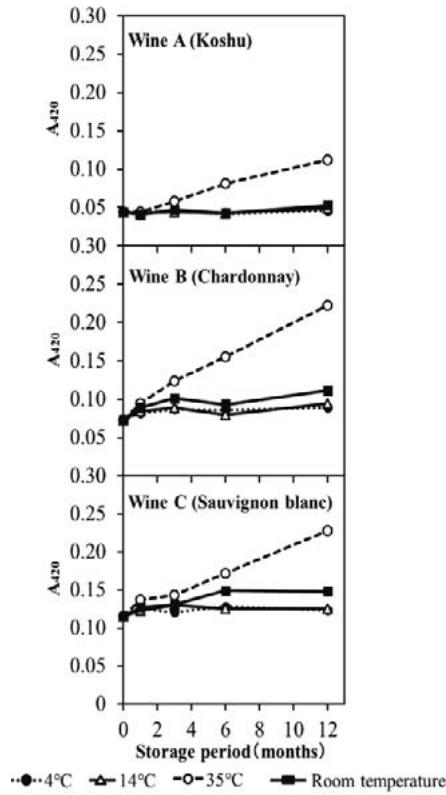


Fig. 1 Effect of storage conditions on A₄₂₀ in white wines.

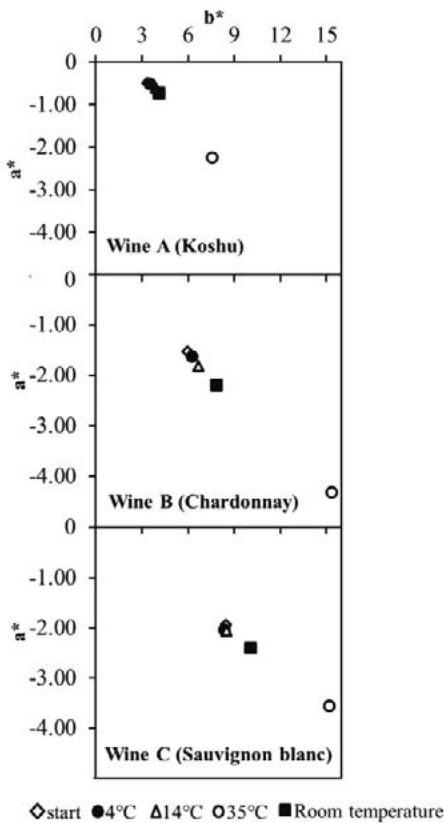


Fig. 2 Effect of storage conditions on an a* and b* values measured using color difference meter..

Table 3. Volatile compound concentrations (mg/L) in white wines before storing it.

	Wine A (Koshu)	Wine B (Chardonnay)	Wine C (Sauvignon blanc)
unchanged/remain flat			
Ethyl propanoate	0.21	0.20	0.18
n-Propyl acetate	0.01	0.06	0.03
Isobutyl acetate	0.02	0.04	0.02
Isobutyl alcohol	22.71	16.02	21.71
Isoamyl alcohol	179.42	149.39	157.90
Ethyl hexanoate	0.97	1.08	0.79
Hexyl acetate	0.03	0.12	0.03
Ethyl lactate	16.76	10.40	19.36
Hexyl alcohol	1.06	1.06	1.33
(Z)-3-Hexen-1-ol(cis)	0.03	0.13	0.20
Ethyl octanoate	1.13	1.27	1.14
Isobutyric acid	0.00	0.09	0.09
Butyric acid	0.23	0.22	0.13
Ethyl decanoate	0.21	0.27	0.27
Isovaleric acid	0.49	0.46	0.38
Methionol	0.63	0.43	0.55
Hexanoic acid	6.32	6.04	4.66
Phenylethyl alcohol	25.38	12.47	19.64
Octanoic acid	9.20	7.71	7.12
Decanoic acid	1.81	1.59	1.52
increase			
Furfural	0.02	0.04	0.14
Ethyl 3-methylbutyrate	0.01	0.01	0.01
Ethyl isovalerate	0.03	0.07	0.02
Diethyl malate	6.73	5.26	7.45
Ethyl isobutyrate	0.05	0.05	0.08
Diethyl succinate	2.90	1.03	3.57
decrease			
Isoamyl acetate	1.15	3.85	1.08
β-Phenylethyl acetate	0.13	0.16	0.09

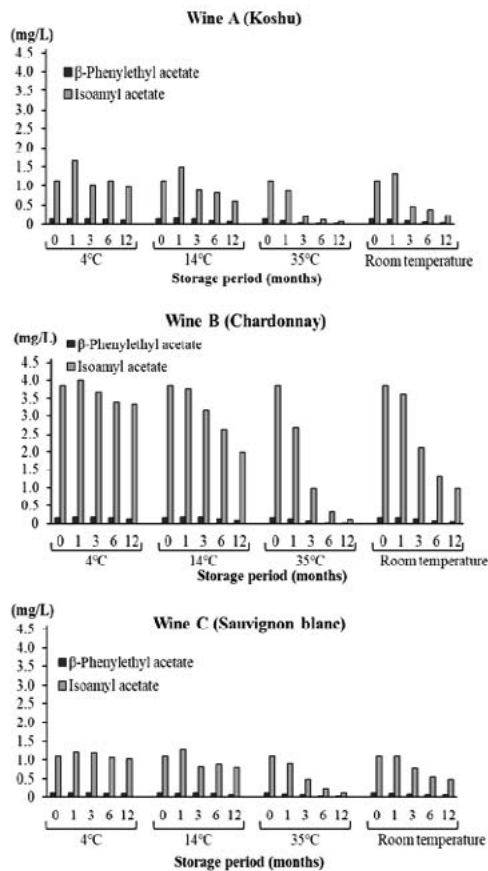


Fig. 3 Effect of storage conditions on concentrations of acetate esters in white wines.

要 約

甲州種、シャルドネ種、ソーヴィニヨン・ブラン種の市販白ワイン3種類を4°C、14°C、室温、35°Cに保管し、色調、香気成分、香味について経時的に分析した結果、4°C、14°Cといった低温保管における成分変化は小さく、保管前の状態を保つことが可能であると考えられた。加えて、4°C保管と比較し14°C保管では、官能評価の結果より、優れた熟成につながる変化があることが示唆された。35°C保管においては色調やいくつかの香気成分において著しい変化が認められ、官能評価においても保管期間中における品質の劣化が確認された。

謝 辞

官能評価試験にてご協力賜りました、寺田倉庫社員の皆様、並びにホテルニューオータニのソムリエ・工藤順平氏、株式会社ティエリー・マルクス・ジャパンのソムリエ・谷川雄作氏に深謝いたします。

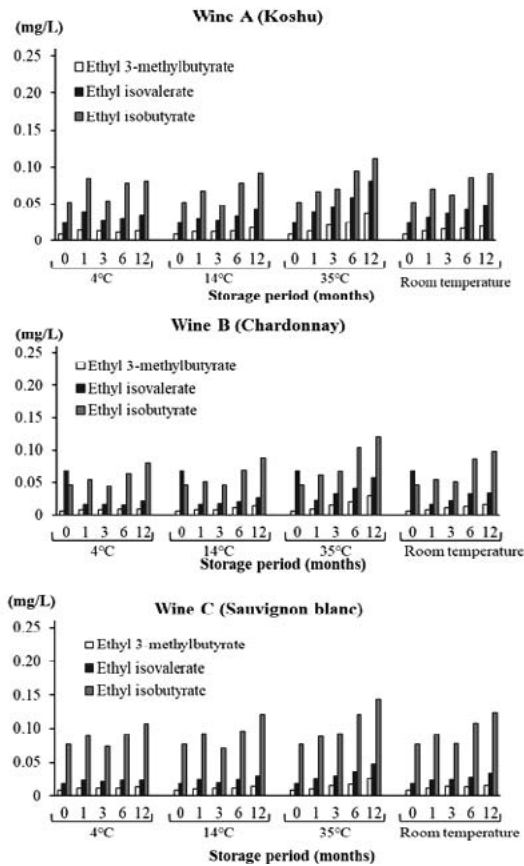


Fig. 4 Effect of storage conditions on concentrations of ethyl esters in white wines.

文 献

Hernanza, D., Galloa V., Recamalesa Á.F., Meléndez-Martínez A.J., González-Miret M.L. and Heredia, F.J. 2009. Effect of storage on the phenolic content, volatile composition and colour of white wines from the varieties Zalema and Colombard. *Food Chem.* 113: 530-537.

King, E.S., Francis, I.L., Swiegers, J.H. and Curtin, C. 2011a. Yeast strain-derived sensory differences retained in Sauvignon blanc wines after extended bottle storage. *Am. J. Enol. Vitic.* 62: 366-370.

King, E.S., Osidacz, P., Curtin, C., Bastian, S.E.P. and Francis, I.L. 2011b. Assessing desirable levels of sensory properties in Sauvignon blanc wines – consumer preferences and contribution of key aroma compounds. *Aust. J. Grape Wine Res.* 17: 169-180.

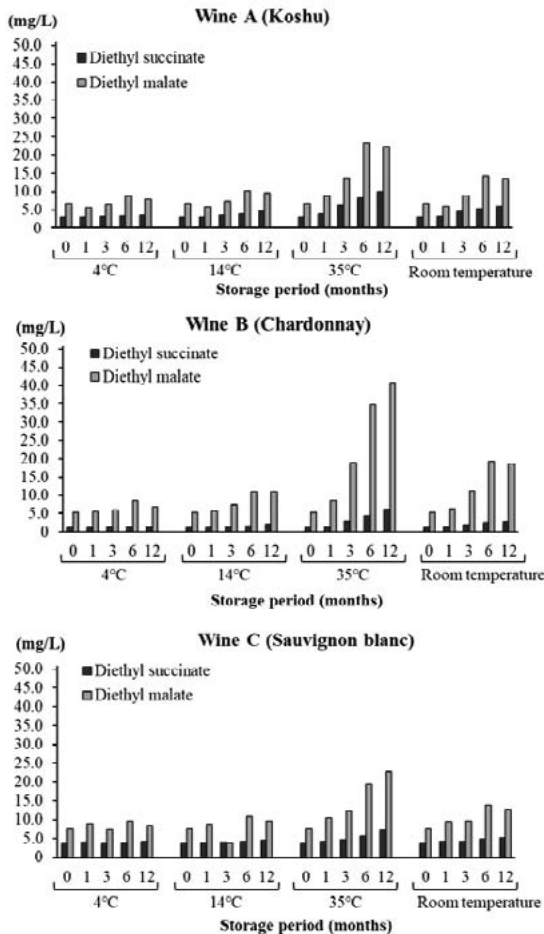
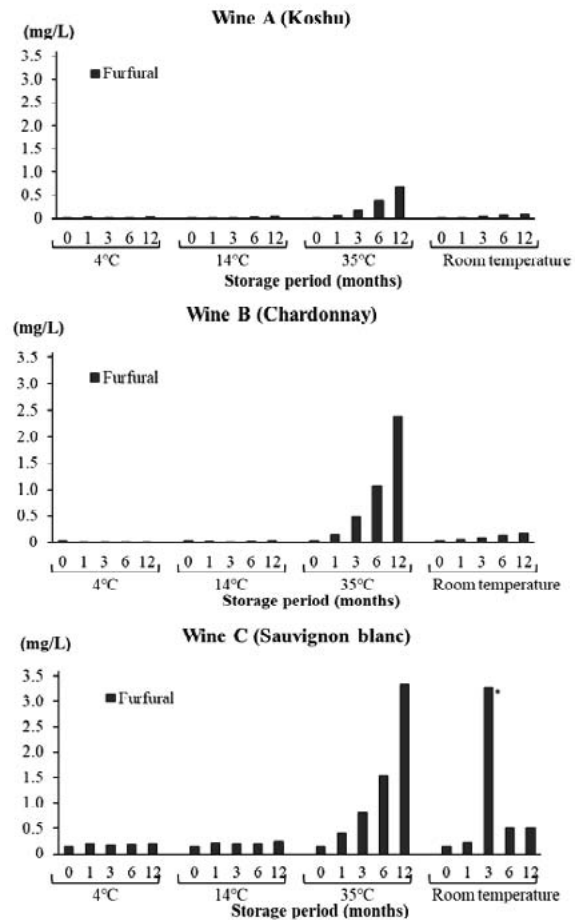


Fig. 5 Effect of storage conditions on concentrations of diethyl malate and diethyl succinate in white wines.



* There is a possibility of an abnormal value.

Fig. 6 Effect of storage conditions on concentration of furfural in white wines.

小池裕子, 磯谷敦子, 小山和哉, 佐藤和夫, 進藤斉, 徳岡昌文, 戸塚昭. 2014. ワイン・フレーヴァー構成成分に与える貯酒温度の影響. 日本醸造協会誌. 第 109 卷 第 11 号: 830.

小池若奈, 市村真寸美, 小泉武夫, 戸塚昭. 2006. 輸送・貯蔵時の温度条件とワインの品質変化. J. ASEV Jpn. 17 No.3:149-150.

Loscos, N., Hernandez-Orte, P., Cacho, J. and Ferreira, V. 2010. Evolution of the aroma composition of wines supplemented with grape flavor precursors from different varieties during accelerated wine ageing. Food Chem. 120:205-216.

Makhotkina, O., Pineau, B. and Kilmartin, P.A. 2012.

Effect of storage temperature on the chemical composition and sensory profile of Sauvignon Blanc wines. Aust. J. Grape Wine Res. 18:91-99.

Pérez-Coello, M.S., González-Viñas, M.A., García-Romero, E., Díaz-Maroto, M.C., Cabezudo, M.D. 2003. Influence of storage temperature on the volatile compounds of young white wines. Food Control. 14: 301-306.

篠原隆, 三木健夫, 柳田藤寿. 2006. ワイン中の揮発フェノール及びジカルボン酸エチルエステルの濃度について. J. ASEV Jpn. 17 No.3:141-142.

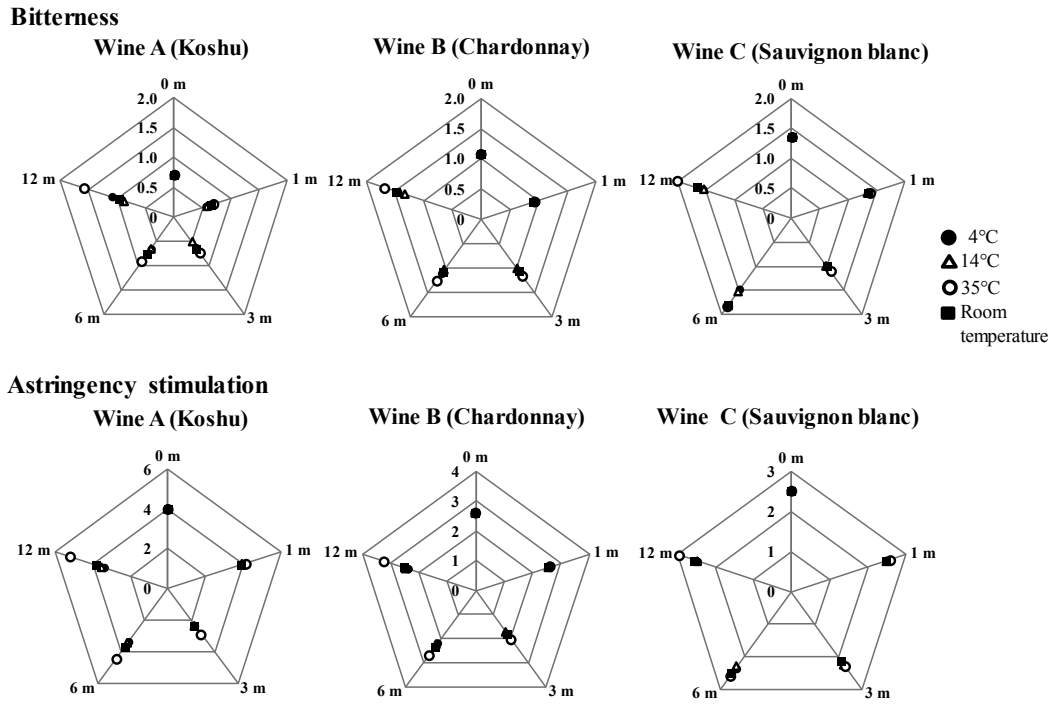


Fig. 7 Effect of storage conditions on digitized taste of white wines.

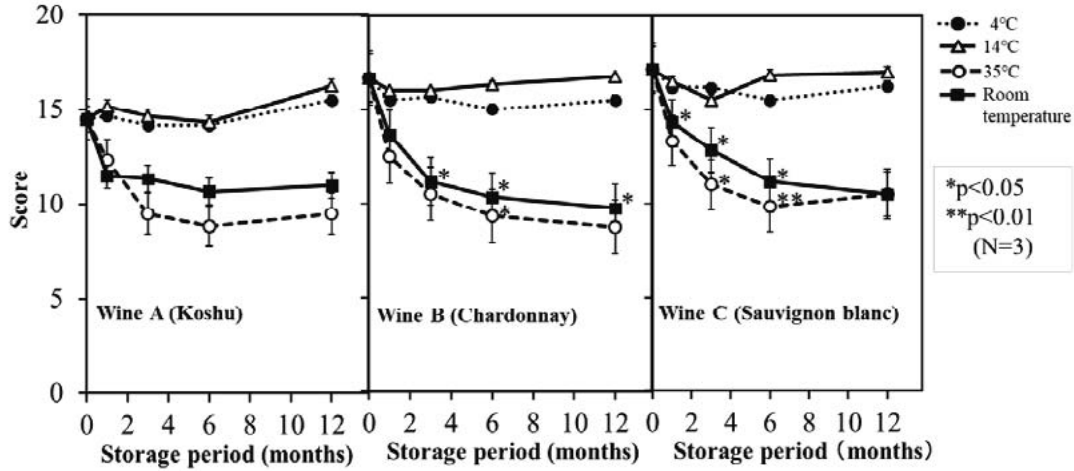


Fig. 8 Effect of storage conditions on sensory evaluation in white wines.