

[ **Research Note** ]

**保管条件の違いが赤ワインの成分及び品質変化に及ぼす影響**

窪田さおり<sup>1</sup>・乙黒美彩<sup>1\*</sup>・岸本宗和<sup>1</sup>・是川泰之<sup>2</sup>・中野善壽<sup>2</sup>・森 覚<sup>3</sup>・柳田藤寿<sup>1</sup>

<sup>1</sup>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

<sup>2</sup>寺田倉庫 〒140-0002 東京都品川区東品川 2-6-10

<sup>3</sup>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 red wine**

Saori KUBOTA<sup>1</sup>, Misa OTOGURO<sup>1\*</sup>, Munekazu KISHIMOTO<sup>1</sup>, Yasuyuki KOREKAWA<sup>2</sup>, Yoshihisa NAKANO<sup>2</sup>, Satoru MORI<sup>3</sup>, and Fujitoshi YANAGIDA<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Warehouse Terrada, 2-6-10, Higashi-Shinagawa, Shinagawa-ku, Tokyo 140-0002, Japan

<sup>3</sup> Conrad Tokyo, 1-9-1, Higashi-Shinbashi, Minato-ku, Tokyo 105-7337, Japan

With wine consumption increasing in Japan, the opportunity for red wine storage at home has increased. However, previous studies have shown that storage conditions affect wine quality. Red wine is often stored for a longer time than white wine, owing to aging. The aim of this study was to investigate the influence of storage temperature on wine color, volatile components, and sensory profile. Three red wines were stored at room temperature (6.7–31.2°C) or at 4, 14, or 35°C for 12 months. The changes became more remarkable as the storage temperature increased, and changes in wine stored at 4°C were the least evident on the basis of color analysis. In the sensory evaluation, wine stored at 14°C had a complex aroma and a rounded flavor compared with wine stored at 4°C, and wine stored at room temperature gave an impression of thermal deterioration.

Compared with white wine, a similar tendency of small ingredient change was observed in red wine stored at low temperature. However, the decrease of anthocyanin concentration in wine stored at 35°C was particularly remarkable for red wine. Only furfural was notably increased among the volatile components during the storage period.

**Key words:** Red wine, Storage temperature, Wine quality

**緒 言**

近年、日本におけるワインの消費量が増加している。それに伴い、家庭でワインを飲む機会も増え、保管場所として推奨されているワインセラー

ではなく、家庭の冷蔵庫や室温で保管する機会が増加している。日本は1年を通して気温の変化があり、夏と冬では大きな気温差がある。近年は地球温暖化などの影響から、夏は室内気温が40°C近くになることもある。

白ワインに比べ、赤ワインは熟成タイプといわれるものが多く、赤ワインを長期保管して飲む人

\*Corresponding author

(email:motoguro@yamanashi.ac.jp)

2017年9月25日受理

も多い。ワイン消費者のなかには、ワインを熟成させ飲むことを楽しみとしている人もいる。ワインにおける熟成の目的は、全体としてのワインの基本的なキャラクターを変えることなく、ワインに複雑性や円熟味を加えることである。熟成は、おだやかな酸化と還元反応によって行われる。一般にワインの保管温度は10~15°Cが最適といわれており、高すぎる温度は化学反応を引き起こし、品質の低下を招く。また、温度が低すぎても今度は反応が起こりにくく、熟成が進まない。したがって優れた熟成には適切な条件下における保管が大切である。保管温度とワインの関係のこれまでの研究から、異なる温度下で約1年間保管したワインは、類似した成分変化が観察されるが、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)。また、保管温度は色素の退化や重合に影響し、Somers らによると赤ワインの色特性の変化に影響を与える主要な環境因子であることが分かっている (Somers and Evans 1986, Somers and Pocock 1990)。

ワインを日本の保管状況に近い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、品質を保ち、より優れた熟成をもたらす環境にワインを保管することが可能になると考えられる。本研究は、異なる温度で保管した赤ワインの色調や香気成分の変化、官能評価に基づいて、冷蔵庫や室温で保管した場合の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種類の市販の赤ワインを供試し、それぞれ Wine A, B, C とした (Table 1)。ワインのキャップは Wine A, B はコルク、Wine C はスクリュウキャップであった。

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。ワインは光が当たらない状態で、横倒しに保管した。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。紫外スペクトル分析、pH 0.25でのワインカラー、色素重合体カラー (polymeric pigment color: PPC)、全アントシアニン量、色素パラメータ (color hue) はワイン製造 (その7) (横塚 2000) に従って測定した。総フェノールは蒸留水で100倍希釈したサンプルの280 nmにおける吸光度を測定し、没食子酸換算により算出した。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<sub>2</sub> 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

**Table 1 List of sample wine.**

	Grape Variety	Vintage	Area	Cap
Wine A	Cabernet	2011	France	Cork
	Sauvignon			
	Merlot		Bordeaux	
	Petit verdot			
Wine B	Syrah	2011	France Rhône	Cork
Wine C	Pinot noir	2013	France Bordeaux	Screw cap

(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, 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 µL で測定した。

#### 5) 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

実験に用いた赤ワイン 3 種の保管前と保管 12 ヶ月後の一般分析の亜硫酸, pH, 滴定酸度の結果を Table 2 に示した。Wine A, B, C ともにおいて 12

ヶ月の保管期間に一般分析の比重, アルコール, エキス, 総酸, pH の値の大きな変化は認められなかった。亜硫酸濃度は 3 種とも, 保管期間中に変化が見られ, 35°C 保管において特に減少が認められた。各ワインとも, 12 ヶ月間の保管後には, 約 5 mg/L 以下にまで減少した。

#### 2) 保管温度と色調変化

保管温度の違いが褐色度の指標となる Color hue の値に及ぼす影響を Fig. 1 に示した。Color hue の値は 35°C の保管においては保管 1 ヶ月目から変化が見られた。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, 各ワインとも値が 1 以上にまで上昇した。室温保管においても保管期間の経過とともに値が増加した。特に夏の高温期にあたる 1~3 ヶ月目では冬期 (6 ヶ月目以降) と比較し, 変化が大きかった。貯蔵温度が高いほど, 経時的に Color hue の値が増加するというこれまでの研究結果 (小池ら 2006) と相違なかった。また, アントシアニン量の変化を Fig. 2 に示した。12 ヶ月間 35°C に保管した 3 種のワインすべてで明らかな減少がみられた。35°C 保管のワインは目視においても褐色度が強くなっていることが確認され, 4°C, 14°C 保管のワインについては 12 ヶ月後の変化は見られなかった。いずれのワインも 6 ヶ月目から 12 ヶ月目の変化が少ないことから, 保管約 1 年で一定値に達したと推測されるが, 12 ヶ月以上の保管による検証が必要である。

保管温度の違いにおける PPC の変化の推移を Fig. 3 に示した。保管開始から 3 ヶ月目まではすべてのワインで PPC 値が上昇した。その後 6 か月目までに一度減少するまたは停滞するが 12 ヶ月目までは Wine B の 35°C 保管以外は再び上昇に転じ, 35°C 保管のワインがより高い値を示した。Wine B ではすべての保管温度で約 1 年後に PPC 値がおよそ 2.6 から 2.8 の範囲に収束した。Gomez ら (Gomez et al, 2000) の研究ではより高い温度で高い PPC 値になり, 本研究でも同様の結果が得られた。Marquez ら (Marquez et al. 2014) は異なるブドウ品種の若いワ

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

storage condition	storage period	Wine A (Cabernet Sauvignon)						Wine B (Syrah)						Wine C (Pinot noir)					
		SG	Alco-hol (%)	free SO <sub>2</sub> (mg/L)	bound SO <sub>2</sub> (mg/L)	pH	TA (g/L)	SG	Alco-hol (%)	free SO <sub>2</sub> (mg/L)	bound SO <sub>2</sub> (mg/L)	pH	TA (g/L)	SG	Alco-hol (%)	free SO <sub>2</sub> (mg/L)	bound SO <sub>2</sub> (mg/L)	pH	TA (g/L)
	start	0.994	13.0	21	51	3.62	5.6	0.994	12.6	8	17	3.79	5.7	0.992	13.5	31	42	3.51	5.2
4°C	1 m	0.994	13.0	19	59	3.66	5.8	0.994	12.4	13	19	3.74	5.6	0.992	12.9	32	31	3.56	5.2
	3 m	0.994	12.7	21	42	3.64	5.6	0.994	12.5	11	16	3.75	5.7	0.992	13.0	34	42	3.56	5.3
	6 m	0.993	12.7	16	50	3.05	5.7	0.994	12.2	13	23	3.27	5.9	0.992	13.0	28	40	3.50	5.4
	12 m	0.993	12.3	21	30	3.61	5.4	0.994	12.1	10	26	3.69	5.7	0.992	12.6	32	41	3.48	5.2
14°C	1 m	0.994	13.2	23	54	3.67	5.8	0.994	12.7	15	24	3.73	5.6	0.992	13.2	32	40	3.55	5.2
	3 m	0.994	12.9	20	48	3.64	5.6	0.994	12.8	13	27	3.73	5.7	0.992	13.1	32	39	3.55	5.2
	6 m	0.994	12.6	16	51	3.07	5.9	0.994	12.5	7	20	3.28	5.8	0.992	12.9	26	33	3.51	5.4
	12 m	0.994	12.6	13	65	3.59	5.5	0.994	12.3	9	25	3.70	5.7	0.992	13.1	22	46	3.49	5.2
35°C	1 m	0.994	12.9	17	41	3.65	5.5	0.994	12.5	7	16	3.81	5.7	0.992	13.1	26	36	3.55	5.3
	3 m	0.994	12.9	6	46	3.65	5.5	0.994	12.5	3	11	3.82	5.6	0.992	13.2	18	27	3.55	5.1
	6 m	0.994	12.8	5	34	3.07	5.6	0.994	12.6	2	8	3.29	5.8	0.992	13.2	17	21	3.50	5.3
	12 m	0.993	12.6	4	18	3.63	5.3	0.994	12.4	2	6	3.79	5.5	0.992	13.1	5	12	3.51	5.0
room	1 m	0.994	13.2	18	55	3.65	5.5	0.994	12.6	12	14	3.73	5.7	0.992	13.1	30	38	3.55	5.3
	3 m	0.994	12.9	17	37	3.64	5.5	0.994	12.7	14	19	3.73	5.8	0.992	13.0	27	26	3.55	5.2
	6 m	0.994	12.8	8	44	3.07	5.8	0.994	12.7	8	14	3.27	5.9	0.992	13.0	18	32	3.50	5.3
	12 m	0.994	12.8	12	44	3.61	5.5	0.994	12.2	8	14	3.78	5.6	0.992	13.1	19	35	3.51	5.2

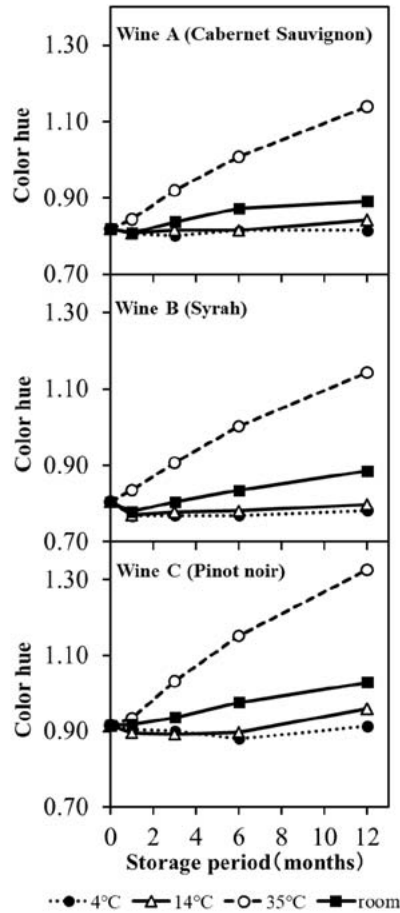


Fig. 1 Effect of storage conditions on color hue in red wines.

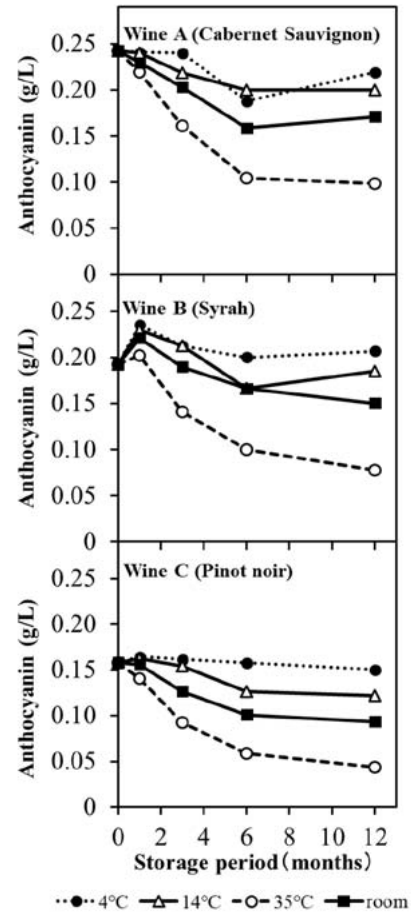


Fig. 2 Effect of storage conditions on anthocyanin concentration in red wines.

インにおいて一様に保管期間の経過に伴い、PPCが緩やかに上昇したと報告しており、本研究でもヴィンテージが2013年と最も若いWine Cで保管前の1.03から35°C保管は1.60、室温保管は1.26に緩やかに上昇し同様の傾向が見られた。

### 3) 保管温度と香り成分変化

アーモンドの香り、焦げ臭であるFurfuralは35°C保管において保管期間の経過とともに著しい増加が確認された(Fig. 4)。小池らの研究(小池ら 2014)から、Furfuralは保管温度が40°C以上において濃度が顕著に増加することが分かっており、35°Cでも同様の結果となった。これらの結果からFurfuralが赤ワインの高温劣化の判断基準として有用であると考えられた。

酢酸エステル類はピノ・ノワール種のみ変化が

観察される成分が多く、特にIsoamyl acetateは保管温度が高いものほど減少速度が速かった。(Fig. 5)

赤ワインのその他の香り成分では、白ワインのように特徴的な一様の変化は認められず(窪田ら 2017)、赤ワインの香り成分の変化は品種により異なると考えられた。しかし、本実験では各品種1種類のワインしか分析していないため、品種間の差を明確にするには、同一品種で数種類のワインを比較する必要があるだろう。

### 4) 保管温度と香味

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. 6)。各ワインとも類似した変化をたどり、平均して17.2点あった保管前の評点は12ヶ月後に35°C保管では7.0点、

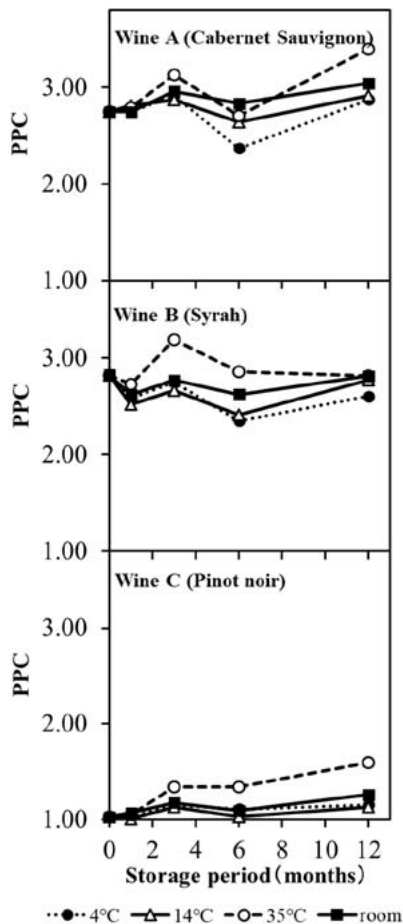
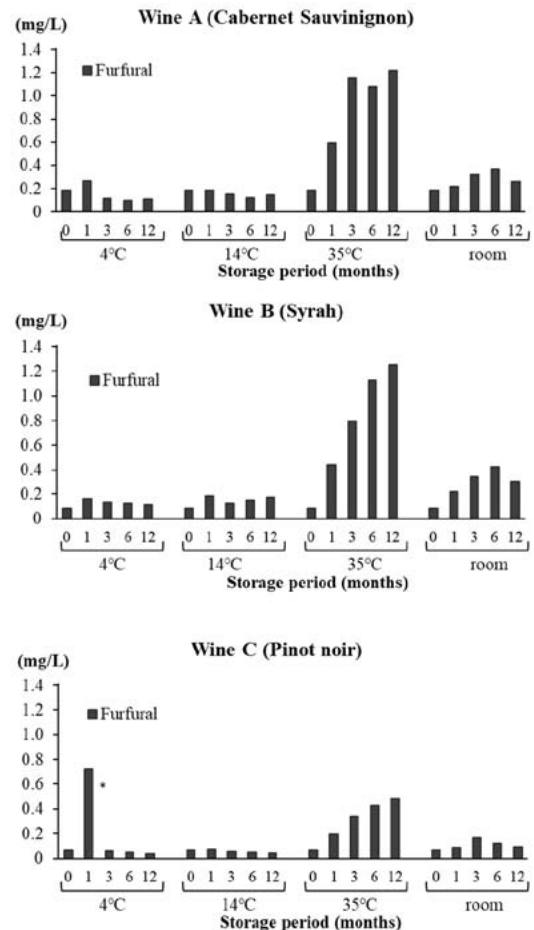


Fig. 3 Effect of storage conditions on polymeric pigment color in red wines.

室温保管では 10.0 点に変化した。保管 12 ヶ月後の官能評価では、4°C保管は酸を強く感じる、タンニンが尖った印象である。14°C保管は香りにより複雑性がある、4°C保管と比べ味に丸みがある。35°C保管は、酸化臭、豆臭があり、果実香を失っている、明らかな劣化を感じ、飲むことが困難である。室温保管はやや果実香は残っているが、熱劣化した印象がある、バランスがよくないといった指摘があった。14°C保管が高い評点だった点に関しては、成分変化が小さい 4°Cと比較し各成分の変化が熟成という観点からみて、香味に対して効果的な変化であったことが考えられる。

本研究では用いたワインの品種はすべて異なり 1 試験区につき 1 本のワインを分析した。そ



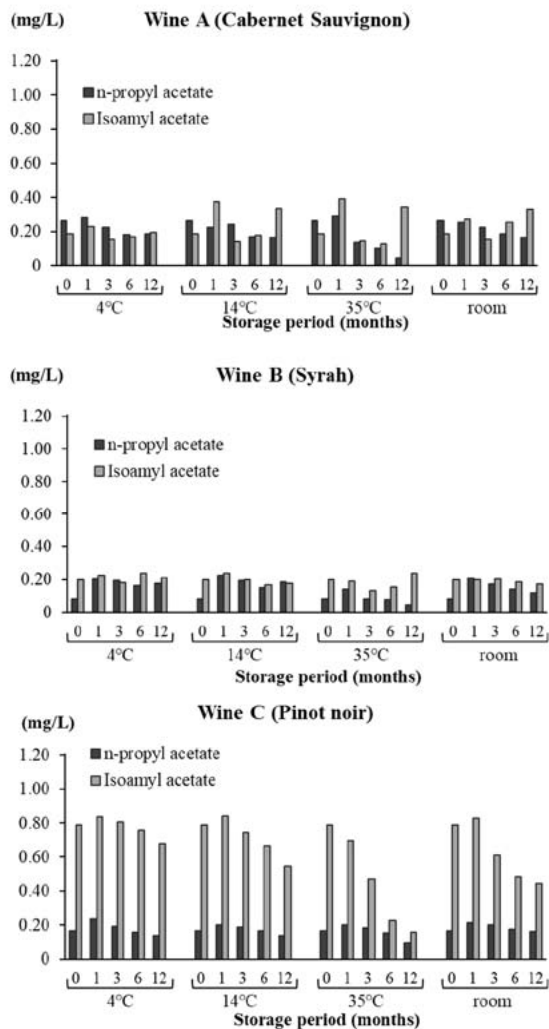
\* Value is possibility of the abnormal value.

Fig. 4 Effect of storage conditions on furfural concentration in red wines.

のため、保管温度における品種による影響や瓶差による誤差については、品種ごとに複数のワインを分析する必要があるだろう。今後、1年以上の長期保管における成分変化を継続的に調査することで、日本のような高温多湿な環境下での保管がもたらす赤ワインの特徴的な成分変化が明らかになることが期待される。

### 要 約

ピノ・ノワール種、シラー種、カベルネ・ソーヴィニオン種主体の市販赤ワイン 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、色調や官能評価において類似した変化がみられた。4°C、14°Cの低



**Fig. 5 Effect of storage conditions on acetate ester concentration in red wines.**

温保管では成分変化が小さく、35°C保管では著しい変化がみられた。室温保管は季節によって変化の大きさに違いがあり、気温の高い夏に特に成分変化がすすむことが考えられた。官能評価の結果から、4°C保管と比較し14°C保管は優れた熟成につながる変化があることが示唆された。

白ワインと比較して、総じて低温保管では成分変化が小さいという同様の傾向が見られたが(窪田ら 2017)、赤ワインでは特に35°C保管でのアントシアニン量の減少と目視における褐色度の増加が顕著であった。赤ワインの香気成分に共通した変化は少なく、Furfuralのみが保管期間中に増加した。

## 文 献

Gomez-Plaza, E., Gil-Munoz, R., Lopez-Roca, J.M. and Martinez, A. 2000. Color and phenolic compounds of a young red wine. Influence of wine-making techniques, storage temperature, and length of storage time. *J. Agric. Food Chem.* 48 : 736-741

Hernanz, 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.

窪田さおり, 乙黒美彩, 岸本宗和, 是川泰之, 中野善壽, 森寛, 柳田藤寿. 2017. 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. *J. ASEV Jpn.* 28 : 135-143.

小池裕子, 磯谷敦子, 小山和哉, 佐藤和夫, 進藤齊, 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.* 109 : 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 : 149-150.

Marquez, A., Serratos, M.P. and Merida, J. 2014. Influence of bottle storage time on colour, phenolic composition and sensory properties of sweet red wines. *Food Chem.* 146 : 507-514.

Somers, T.C. and Evans, M.E. 1986. Evolution of red wines. I. Ambient influences on color composition during early maturation. *Vitis.* 25 : 31-39.

Somers, T.C. and Pocock, K.F. 1990. Evolution of red wines. III. Promotion of the maturation phase. *Vitis.* 29 : 109-121.

横塚弘毅. 2000. ワイン製造 (その7) . *日本醸造協会誌.* 95 : 318-3

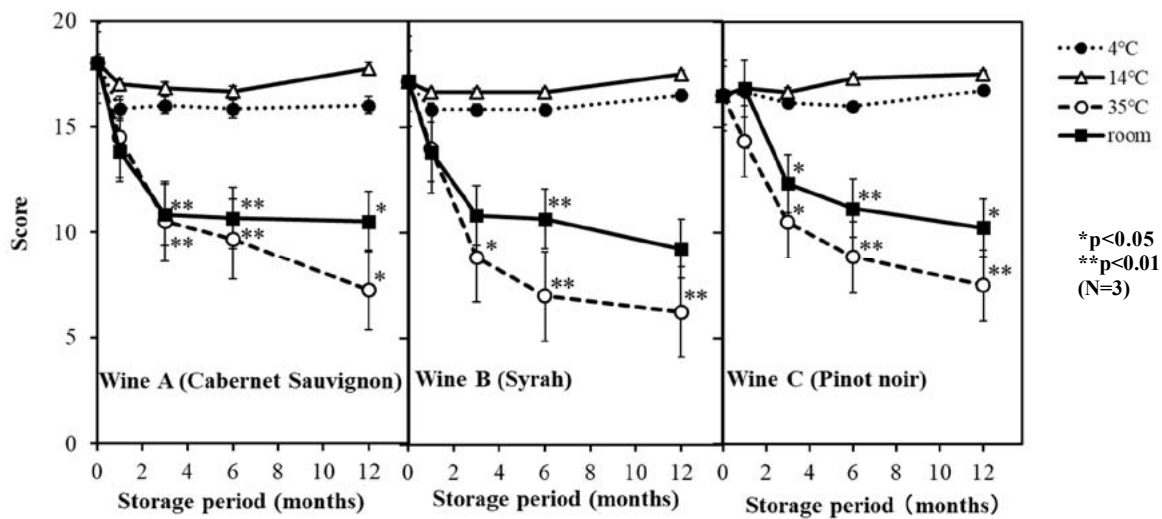


Fig. 6 Effect of storage conditions on sensory evaluation of red wines.