



[Research Note]

赤ワインの醸し条件—デレステージュ、及びデレステージュと高温短期醸し または後期高温醸しの組み合わせの効果

後藤奈美^{1,2*}・川田真由子^{1,2}・小山和哉¹

¹独立行政法人酒類総合研究所 〒739-0046 東広島市鏡山3-7-1

²広島大学大学院生物圏科学研究科 〒739-8528 東広島市鏡山1-4-4

Effects of Red Wine Maceration Methods—Delestage and Combination of Delestage and High Temperature and Short Maceration or Maceration with Heating at the End

Nami GOTO-YAMAMOTO^{1,2*}, Mayuko KAWADA^{1,2} and Kazuya KOYAMA¹

¹ National Research Institute of Brewing, 3-7-1 Kagamiyama, Higashihiroshima 739-0046, Japan

² Graduate School of Biosphere Science, Hiroshima University, 1-4-4 Kagamiyama, Higashihiroshima 739-8528, Japan

Abstract

The effects of delestage, the combination of delestage and high temperature and short maceration treatment, and the combination of delestage and maceration with heating at the end on red wine color and tannin concentrations were examined by performing two sets of laboratory-scale winemaking experiments using Merlot grapes. Delestage with seed removal decreased total flavanol concentration in five out of six experimental groups. Delestage slightly decreased or had no effect on the red color of wine. The effects of combining delestage and maceration with heating at the end or only heating at the end on the red color of the wine were not consistent. On the other hand, the combination of delestage and high temperature and short maceration treatment, as well as only high temperature and short maceration treatment, increased the concentration of stable red pigments that were not bleached by SO₂. Even though further investigation is needed, these results would be useful for practical red wine making.

Keywords: anthocyanin, delestage, maceration temperature, flavanol, red wine

*Corresponding author (e-mail: gotoh_n@nrib.go.jp)

受付日：2023年7月24日

受理日：2023年12月10日

緒 言

赤ワインの色やプロアントシアニジンなどのフェノール化合物の含量や組成は、原料ブドウの品質とともに醸し発酵やその後の育成・熟成条件の影響を強く受けていることが知られている。

これまでに種々の醸し発酵のヴァリエーションが報告されているが、そのうちデレスタージュは英語で *rack and return* とも呼ばれ、醸し発酵中の赤ワインの液部（以下、発酵液という）を完全に引き抜いて別の容器に移し、その後ポマスの残ったタンクに発酵液を戻す方法である。仏語のデレスタージュ (*délestage*) には、船のバラスト（底荷）を下す／排出するという意味がある。デレスタージュでは一般に発酵液の引き抜き時に粗いメッシュを通す等して種子の一部を取り除く。The Cooperative Wine Institute (ICV) の Delteil は、デレスタージュはポマスと発酵液の攪拌・抽出を最適化し、種子を除くことによって粗いタンニンを減少させ、ボディ感があるがなめらかなタンニンの赤ワインを得ることができると述べている。また、発酵液を完全にポマスと分離することで、アントシアニンやタンニン等の拡散を促進するとも紹介している (<http://www.delteil-consultant.com/pdf/revues/pwv98.pdf>, http://www.delteil-consultant.com/pdf/RD/delestage_en.pdf)。

一方、Canals et al. (2008) は、「カベルネ・ソーヴィニヨン」を用いた試験醸造で、種子を除かないデレスタージュでは赤色の増強が認められたが、種子の約 80 % を除いたデレスタージュでは渋味・苦味とともに赤色が減少したと報告している。小林ら (2012) もピジャージュの方がデレスタージュよりもトータルアントシアニン量、バニリン-塩酸法で測定したフラバノール量等が高く、デレスタージュは穏やかな抽出であることが示唆されたと報告している。

このように、デレスタージュの色に対する効果には一定の見解が示されているわけではないが、未熟な種子に由来する粗いタンニンを減少させる効果是有用と考えられる。

後期高温醸し (macération final à chaud) は発酵終了後に果醪の温度を 40–45 °C 程度に上げ、抽出を促進するとともに、ワインの色を向上させる手法とされている (International Organization of Vine and Wine

2022)。Gerbault et al. (2003) は ‘ピノ・ノアール’ を用いた醸造試験を行い、果醪の温度を毎日 3 °C ずつ、42 °C まで上昇させた区では、33 °C まで上昇させた後、徐々に温度を下げた対照区よりも総フェノールや安定化したアントシアニン（彼らの報告では高分子アントシアニン）が多く、官能評価でも外観やタンニンの強さが高く評価されたと報告した。Vrhovsek et al. (2002) も ‘ブランフランキッシュ’ を用いて 25 °C 一定の対照区と 25 °C 一定の後 35 °C に上げた後期高温区の比較で同様の効果を報告している。一方、Mansfields and Zeecklein (2003) は ‘カベルネ・ソーヴィニヨン’ を用いた post-fermentation heat treatment (発酵終了後・搾汁前に最高 42 °C まで加温) によって、SO₂ で脱色されない large 及び small polymeric pigments (Harbertson et al. 2003) が対照より増加したが、総フェノール (A₂₈₀) には影響が認められなかったと報告している。また、Zimman et al. (2002) は実醸造規模の ‘カベルネ・ソーヴィニヨン’ の発酵試験で、発酵終了後の果醪を 32 °C に上げる heat at the end では、醸し温度を 29.4 °C 未満とした対照と比較し、4 地点のブドウ全点でプロアントシアニジン濃度が高くなつたが、A₅₂₀ が高くなつたのは 2 地点であったと報告している。

後期高温醸しは、完熟していないブドウを用いると種子のタンニンが過剰に抽出されるのではないかと懸念されるが、赤色の安定化や増強には有効と考えられる。また、後期高温醸しに限らず、果醪の品温を高めにすることで、フェノール化合物の抽出に加え高分子化した色素の生成も促進されることが種々の報告から示されている (Sacchi et al. 2005)。筆者らのグループでは発酵初期の醸し温度を 30 °C 程度に上げ、早期に搾汁する高温短期醸しでタンニンの抽出が少なく、赤色の濃いワインができるが、30 °C のまま醸しを継続するとタンニンの抽出が多くなる一方で、いったん高まつた赤色が減少することを報告した (後藤 (山本) ら 2020)。

こうしたことから、赤ワイン用ブドウの着色が充分でなく、種子に抽出されやすいタンニンが多く含まれる場合にも、デレスタージュと高温短期醸しや後期高温醸しを組み合わせることによって、種子からの過剰なタンニンの抽出を抑えるとともに、比較的赤色の濃い赤ワインの醸造が可能になるのではな

いかと予想された。そこで、デレステージュが赤色に及ぼす影響、並びに前述の組み合わせの効果を確認する一端として、小規模試験醸造を行ったので報告する。

材料及び方法

1. 小規模試験醸造

試験醸造の実施時期の関係で、「メルロ」の凍結果実（実験1）及び生果（実験2）を用い、次に示す6種類の醸し条件（n=3）で小規模試験醸造を行った。設定温度経過を含め、各区の醸し発酵条件は以下のとおりである（Fig. 1）。

- (1) コントロール区 25℃一定、8日間の醸し発酵後に搾汁した。
- (2) デレステージュ区 醸し発酵温度は25℃とし、2, 4, 6日目に発酵液を容器から出して戻すデレステージュを行ない、8日に搾汁した。今回の実験では、1回目のデレステージュ時に種子の大部分を除去した。
- (3) 高温短期区 30℃ 4日間の醸し発酵後に搾汁し、以降8日目まで25℃で発酵させた。
- (4) 高温短期+デレステージュ区 (3) の温度条件で2日に (2) と同じ方法でデレステージュを行い、4日に搾汁した。

(5) 後期高温区 25℃一定、8日目（発酵終了後）にピロ亜硫酸カリウムを200 mg/L添加し、42℃の高温水槽に移して20時間保持後に搾汁した。

(6) 後期高温+デレステージュ区 (5) の温度条件で (2) と同じデレステージュを行い、(5) と同様に搾汁した。

凍結果実、生果とも、手で除梗し、果粒を混合後に各仕込みに分割して破碎した。仕込み1本あたり凍結果実は500 g、生果は1.8 kgを用いた。破碎後の果醪体積の80%を果汁とみなし、ピロ亜硫酸カリウムを200 mg/L添加、比重換算糖度（転化糖分）で22%まで上白糖で補糖、乾燥酵母Uvaferm CM 0.4 g/Lをメーカー表示のとおり復水して添加した。発酵助成剤としてフェルメイドKを125 mg/L添加した。搾汁はメッシュの袋にポマスを入れて手で行ない、果粒重量に対する搾汁率は約70%であった。

発酵終了後、滓引きを行い、ピロ亜硫酸カリウムを50 mg/L添加して瓶詰、分析に供した。

2. 分析

ワインのエキス分、pH、及び総酸（滴定酸度）は酒類総合研究所標準分析法（<https://www.nrib.go.jp/bun/nribanalysis.html>）に従って分析し、総酸は酒石

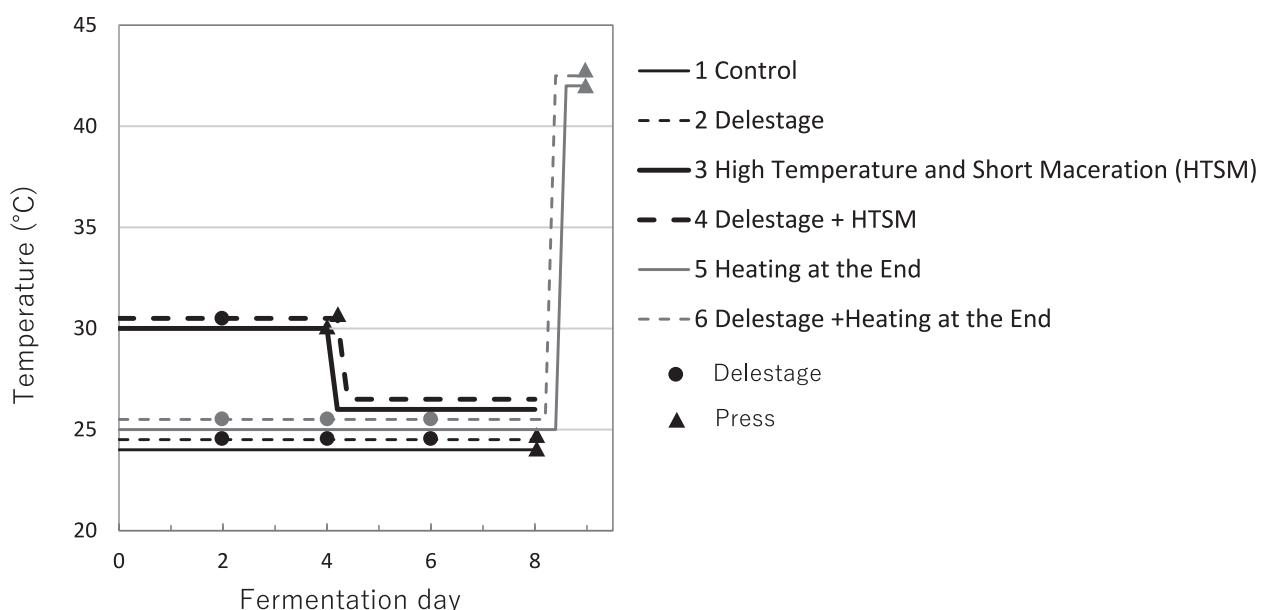


Fig. 1 Red wine maceration conditions.

酸濃度 (g/100 mL) で表示した。アルコール分はサンプルを希釀し、ロシュ社製エタノールFキットを用いて酵素法で分析した。

赤ワインの吸光度は、 A_{430} (黄色), A_{520} (赤色) に加え、Sommers and Evans (1977) を参考に、総アントシアニンの指標である A_{520} (pH 1.0) は、ワインを 0.2 M 酢酸/塩酸緩衝液 (pH 1.0) で 10 倍に希釀後、 A_{520} を測定した。 SO_2 の影響を排除した A_{520} (CH_3CHO) は、ワイン 2 mL に 10 % アセトアルデヒド 20 μ L を添加し、45 分後に A_{520} を測定した。亜硫酸で脱色されない安定化した赤色 A_{520} (SO_2) はワイン 2 mL に 5 % ピロ亜硫酸カリウム水溶液 160 μ L を添加し、 A_{520} を測定した。測定には光路長 2 mm のセルを使用し、光路長 10 mm に換算して示した。また、総フェノールの指数として、100 倍希釀したワインの A_{280} を測定した。

プロアントシアニジンの組成は、前報 (Koyama et al. 2007) に従い、ワインを Sep-Pak カートリッジで固相抽出し、得られたポリマー画分をフロログルシノール分解して HPLC で分析した。

また、総フラバノール (カテキン類のモノマー、オリゴマー及びポリマー (プロアントシアニジン))

は、バニリン-塩酸法 (Nakamura et al. 2003) で測定した。ワイン 1 mL を乾固後、1 mL のメタノールに溶解し、総フラバノール濃度が 150~250 mg/L になるよう希釀して分析し、カテキン濃度として表した。

3. 統計解析

JMP 14.0.0 (SAS Institute) を用い、(1) コントロール区と各試験区の比較、並びに (2) デレスター・ジュ区と (4) 高温短期 + デレスター・ジュ区及び (6) 後期高温 + デレスター・ジュ区の比較を Dunnett の方法で行った。結果は、コントロール区と有意差がある場合は* ($p < 0.05$) 及び** ($p < 0.01$)、デレスター・ジュ区との有意差がある場合は★ ($p < 0.05$) 及び★★ ($p < 0.01$) で示した。

結 果

1. 一般成分

実験 1 (凍結果実) 及び実験 2 (生果) の製成ワインの一般分析値を Table 1 に示す。醸し条件によって若干の違いはあるものの、ほぼ同様の分析値を示した。

Table 1 Analytical data of Merlot wine made with different maceration conditions

Experiment 1 (Frozen berries)

Maceration condition*	Alcohol (% v/v)	Extract (%)	Titratable acidity (g/100 mL)**	pH
1	11.5 ± 0.43	2.4 ± 0.21	0.26 ± 0.019	3.51 ± 0.004
2	11.9 ± 0.25	2.5 ± 0.05	0.29 ± 0.001	3.47 ± 0.014
3	11.3 ± 0.47	2.4 ± 0.18	0.28 ± 0.007	3.50 ± 0.016
4	11.1 ± 0.21	2.4 ± 0.03	0.28 ± 0.058	3.48 ± 0.001
5	10.6 ± 0.24	2.4 ± 0.05	0.25 ± 0.028	3.52 ± 0.010
6	11.2 ± 0.45	2.6 ± 0.07	0.23 ± 0.010	3.50 ± 0.022

Experiment 2 (Fresh berries)

Maceration condition*	Alcohol (% v/v)	Extract (%)	Titratable acidity (g/100 mL)**	pH
1	11.1 ± 0.19	2.6 ± 0.09	0.26 ± 0.018	3.65 ± 0.019
2	10.9 ± 0.60	2.6 ± 0.20	0.28 ± 0.009	3.60 ± 0.016
3	10.5 ± 0.29	2.5 ± 0.09	0.25 ± 0.031	3.66 ± 0.016
4	10.6 ± 0.18	2.6 ± 0.08	0.25 ± 0.019	3.65 ± 0.010
5	10.4 ± 0.26	2.7 ± 0.09	0.26 ± 0.013	3.70 ± 0.023
6	10.7 ± 0.09	2.7 ± 0.07	0.30 ± 0.017	3.67 ± 0.010

Values are means ± standard deviations. n=3

*See Fig. 1.

**Expressed as tartaric acid.

2. デレステージュの効果

実験1、2とも、(2) デレステージュ区の総フラバノール濃度は、(1) コントロール区と比較して大幅に低下した。この傾向は、(6) 後期高温+デレステージュ区、及び実験1の(4) 高温短期+デレステージュ区でも同様であった。プロアントシアニジンの組成を見ると、デレステージュを行った各区で、種子に多く含まれるエピカテキンガレートの割合の減少が認められた(Figs. 2 & 3)。なお、総フラバノール濃度とプロアントシアニジン濃度の差異は、モノマー等のほか、フロログルシノール分解の際の分解率等の影響と推定される(Kennedy and Jones 2001)。

実際のデレステージュでは液抜きのたびに一部の種子が除かれるが、今回は各区の種子の除去程度に差が出ないよう、初回でほぼ全量の種子を除去した。これが総フラバノールの大幅な減少の原因と考えられるが、程度の差はある、デレステージュで種子由来のプロアントシアニジン等が減少することは想定どおりと言える。

赤色を示す A_{520} については、デレステージュによって実験1ではやや低下、実験2では有意差が認められず、赤色の増強効果は認められなかった。ただし、黄色を示す A_{430} に顕著な違いが認められなかつたことから、デレステージュによって酸化されてい

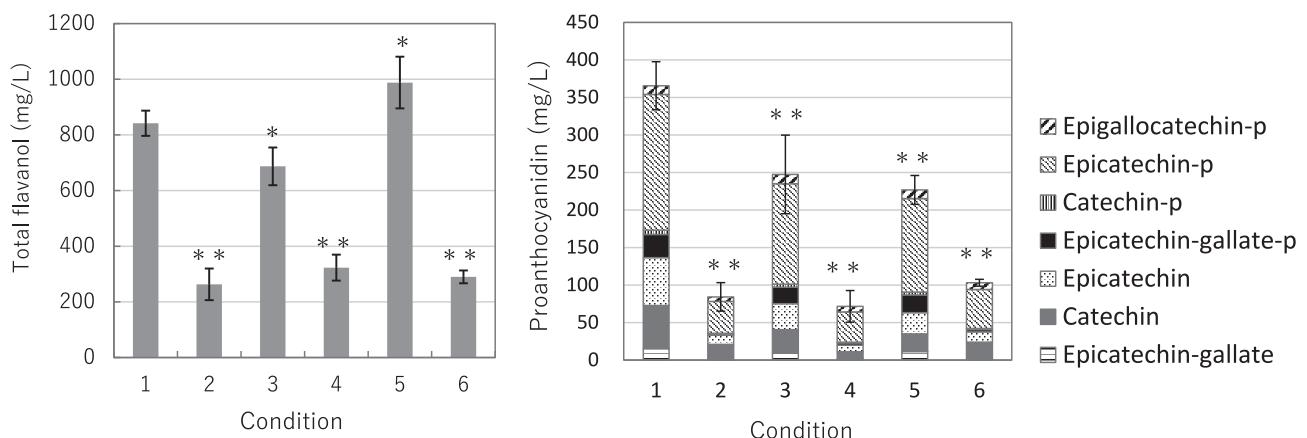


Fig. 2 Effects of maceration conditions on total flavanol and proanthocyanidin concentrations (Experiment 1). Total flavanol was measured by the vanillin-HCl assay and shown as catechin concentration. Proanthocyanidin composition was determined by HPLC after phloroglucinolysis. p, phloroglucinol adduct. * and ** show significant differences from condition 1 (control) by the Dunnett test at $p < 0.05$ and $p < 0.01$, respectively. See Fig. 1 for the maceration conditions.

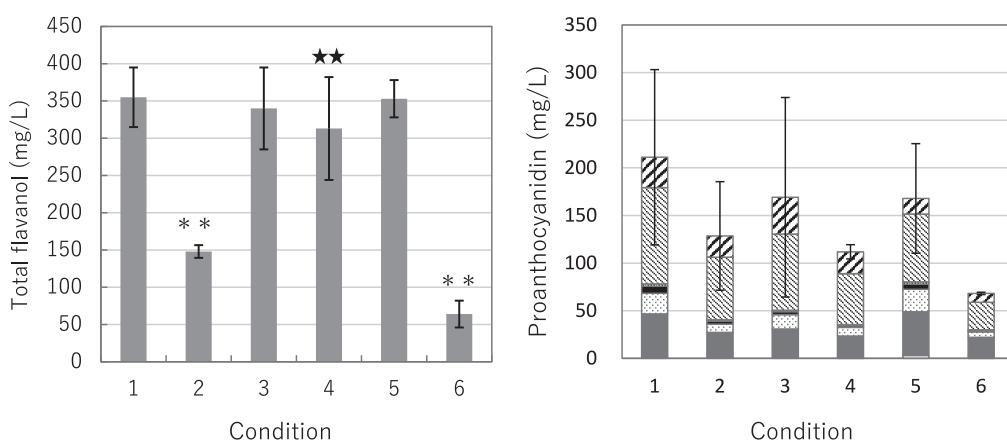


Fig. 3 Effects of maceration conditions on total flavanol and proanthocyanidin concentrations (Experiment 2). ** shows significant difference from condition 2 (delestage) by the Dunnett test at $p < 0.01$. This multiple comparison was carried out for conditions 4 and 6. See Fig. 2 for other legends.

るわけではないと考えられる (Figs. 4 & 5).

なお、液抜き後、ポマスを空気に触れさせることに意義があるという意見もあるが、予備試験で発酵液を1時間後に戻す区とすぐに戻す区で A_{520} や A_{280} に違いが認められなかったこと (data not shown) から、今回の実験では必要最小限の時間で発酵液を戻す方法とした。

3. 高温短期醸し及び後期高温醸しの効果

(3) 高温短期区では、実験1, 2ともに A_{520} (SO_2) が(1)コントロールよりも高くなり、前報 (後藤 (山本) ら 2020) のとおりアントシアニンの安定化が促進されることが確認された (Figs. 4 & 5).

(5) 後期高温区については、酸化防止に配意するよう指摘されているが (International Organization of Vine and Wine 2022), 事前の検討で小規模な実験で

の酸化を防ぐことが難しかったことから、今回は発酵終了後、亜硫酸を添加してから高温処理を行った。今回の実験では、実験1では(5)後期高温区が(1)コントロール区よりも高い A_{280} , A_{430} , A_{520} , A_{520} (CH_3CHO), 及び A_{520} (SO_2) を示したが、実験2ではいずれも有意差がなく、一定の傾向が認められなかつた (Figs. 4 & 5).

4. デレスタークと高温短期／後期高温の組み合わせ

(2) デレスターク区を対照とした場合、(4) 高温短期+デレスターク区は実験1, 2とも A_{280} , A_{520} (CH_3CHO), A_{520} (SO_2), A_{520} (pH 1.0) が有意に高い結果となり、高温短期醸しによって、デレスタークを行った場合のフェノール化合物の抽出や色の安定化が促進されることが示された。

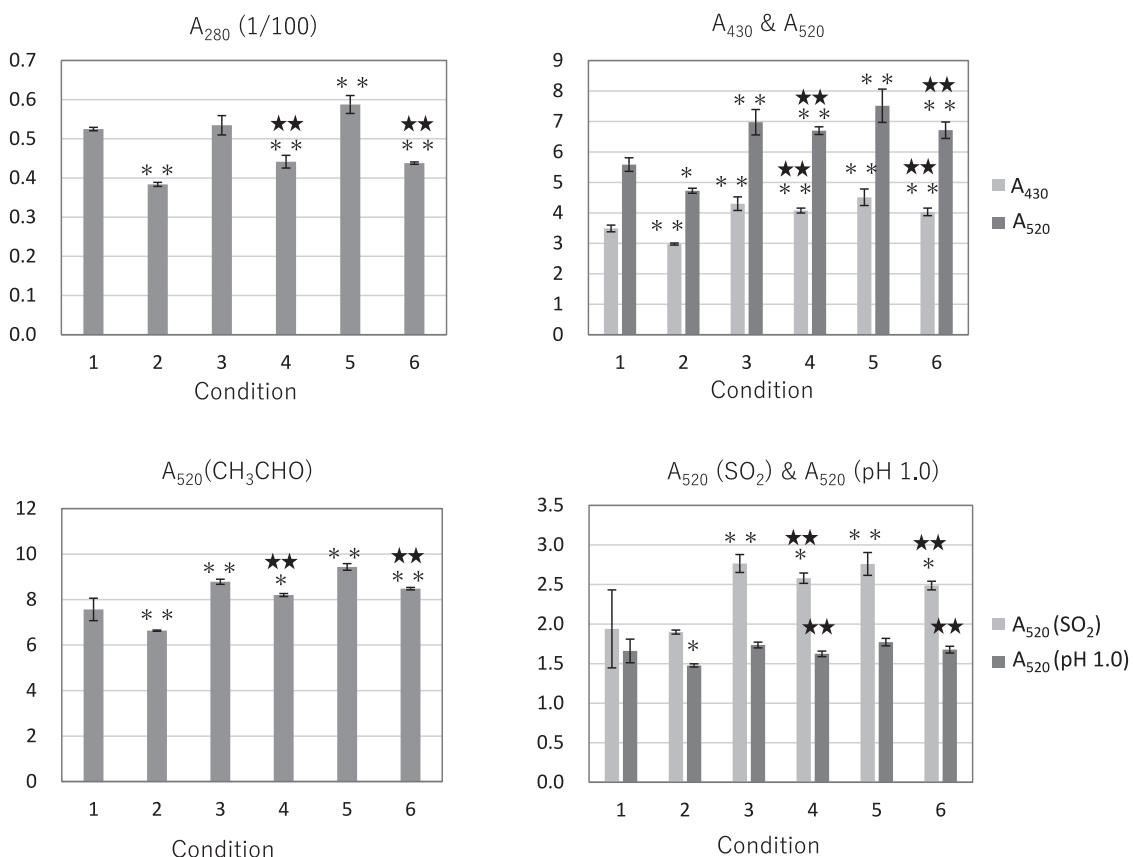


Fig. 4 Effects of maceration conditions on total phenol (A_{280}), yellow color (A_{430}), red color (A_{520}), and related variables (Experiment 1). A_{520} (CH_3CHO) was measured 45 min. after mixing 20 μL of 10% acetaldehyde and 2 mL of wine, which showed a red color without the influence of SO_2 . A_{520} (SO_2) was measured after mixing 160 μL of 5% potassium pyrosulfite and 2 mL of wine, which showed a stable red color. A_{520} (pH 1.0) was measured after mixing 900 μL of 0.2 M acetic acid/HCl buffer, pH 1.0, and 100 μL of wine, which showed a red color without the influence of pH. The absorbance values were converted to the values of 10 mm of path length. See Fig. 3 for other legends.

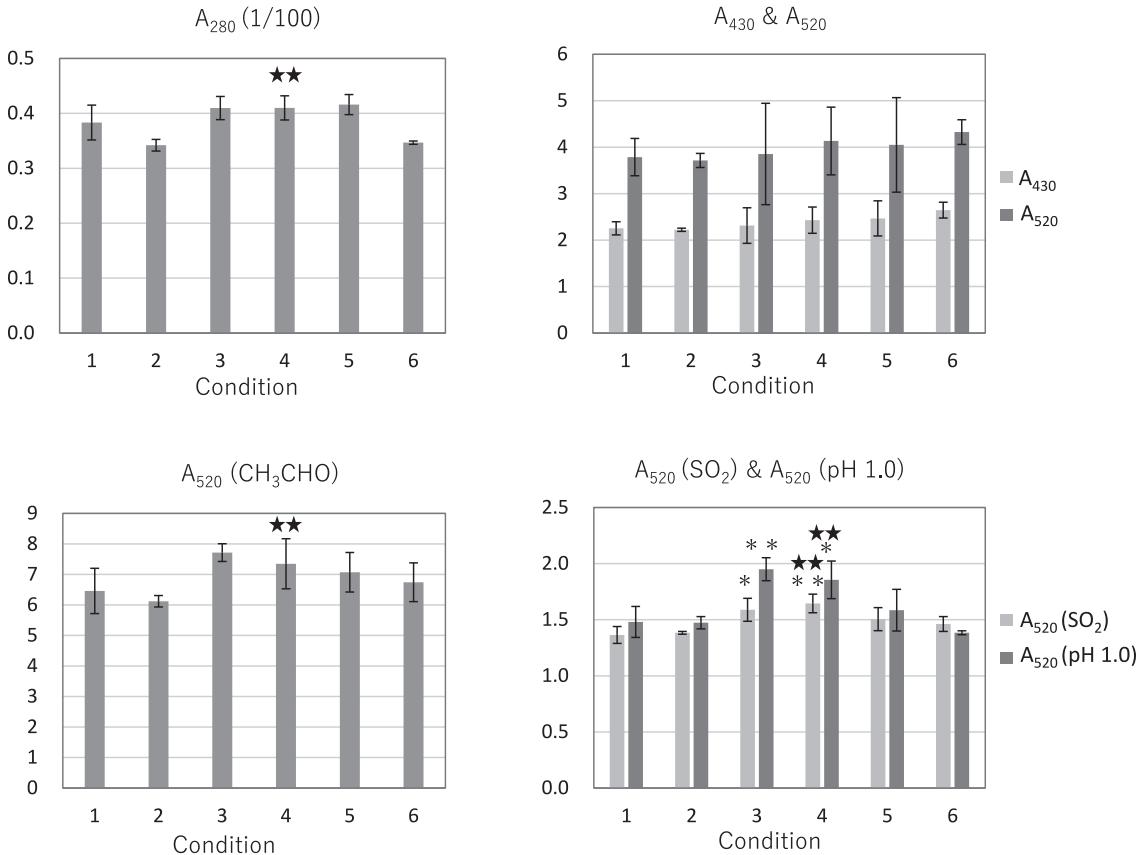


Fig. 5 Effects of maceration conditions on the total phenol (A_{280}), yellow (A_{430}) and red color (A_{520}) and related variables (Experiment 2). See Fig. 4 for legends.

一方、(6) 後期高温+デレスターク区は、(5) 後期高温区と(1) コントロール区との比較と同様、一定した結果とならなかった(Figs. 4 & 5)。

考 察

赤ワイン醸造では、醸し発酵中の果皮・種子からの香気成分やフェノール化合物の抽出が重要なポイントの1つであり、種々の醸し条件が検討されている。

デレスタークは操作に時間と労力、発酵液を移す容器等が必要なため、国内で広く行われているわけではないが、種子からの過剰なタンニンの抽出を抑える効果が期待される。本研究でもデレスタークによる総フラバノールの有意な減少が、温度条件と組み合わせた試験を含む(2)(4)(6)の3区各2回のうち5回で確認された。デレスタークが赤ワインの色に及ぼす影響については、拡散が促進されるという記載があり、実際にデレスタークを

行ったワイナリー関係者から赤色が濃くなった印象がある、との感想を聞くこともあるが、マイナスの影響も報告されている。今回の実験では予備試験を含め、デレスタークで A_{520} が高くなる現象は認められなかったが、大きな減少とはならなかった。実際のワイン醸造でピジャージュなどによるポマストと発酵液の接触が充分ではない場合には、デレスタークによって赤ワインの色が改善される可能性が想定される。

醸し期間中にある程度の高温条件とすることは、アントシアニンやプロアントシアニジンの抽出に加え、アントシアニンの誘導体化を促進し、安定化した色素を増加させる効果があることが知られている(Sacchi et al. 2005)。

後期高温醸しについては、本実験同様、海外の報告でも赤色を増強する効果が認められる場合と認められない場合があることが報告されている(Zimman et al. 2002)。4品種の生果を用いた後期高温醸しの予

備試験 ($n=1$) でも, A_{520} 及び A_{520} (CH_3CHO) が 3 品種では高くなつたが, 1 品種では差が認められなかつた (data not shown) ことから, 種々の条件の影響を受けやすいことが推察された。

高温短期醸しについては, これまでに実験室レベルの試験醸造で, 発酵初期に 30°C まで発酵温度を上げ, 3 日間の短期の醸し発酵を行うことで, 25°C 一定や 30°C 一定で 8 日間醸し発酵を行つた場合と比較してワインの赤色が強くなることを報告した (後藤 (山本) ら 2020). また清水ら (2021) は, 高温短期醸しではプレスのタイミングが赤ワインの色にとって重要なファクターであることを報告した。

今回の実験では (4) 高温短期 + デレスターージュ区で, (2) デレスターージュ区と比較して総アントシアニン (A_{520} (pH 1.0)) 及び安定化した赤色 (A_{520} (SO_2)) が増強された. 実醸造への利用が期待される結果だが, 高温短期醸しは温度コントロールに注意が必要なことが明らかにされている (清水ら 2021) ことから, ワイナリーの設備も考慮して条件を判断することが必要と思われる. さらに, 通常の醸し発酵の発酵温度をやや高めに維持することでも同様の効果が期待される.

なお, 実験 1 では凍結果実を用いたことから, 細胞壁の損傷等によって抽出が生果と異なることが想定されるが, 抽出後の色素の安定化などへの影響は少ないものと推定される. また, 実験 2 で有意差を示した試験区が実験 1 より少なかつた理由として, 各区の測定値の標準偏差が実験 1 より大きい傾向があることから, サンプルが不均一であった可能性が示唆される. いずれにせよ, 上述のように, 醸し発酵の方法によっては, ブドウの品種や栽培条件によって効果が認められる場合と認められない場合があるため, 今後, より多くの場合の検討が必要と考えられる.

要 約

赤ワインの醸し発酵には種々のヴァリエーションが報告されているが, そのうち, デレスターージュ, 並びにデレスターージュと高温短期醸しまたは後期高温醸しの組み合わせが赤ワインの色やタンニンに及ぼす影響について, メルロを用いた 2 回の小規模試験醸造を行つて検討した. デレスターージュを種子

を取り除く条件で行ったところ, 温度条件と組み合わせた場合を含む 3 区各 2 回のうち 5 回で総フラバノールを有意に減少させた. 赤ワインの色に対しては, 若干減少～影響なしで, デレスターージュによる赤色の増強効果は見られなかつた. デレスターージュと後期高温醸しの組み合わせでは, 後期高温醸し単独の場合と同様, 赤色に対して一貫した結果とはならなかつた. 一方, デレスターージュと高温短期醸しを組み合わせた場合は, 高温短期醸し単独の場合と同様, 安定化した赤色を増加させる効果が認められた. さらなる検討が必要であるが, これらの結果は赤ワイン醸造に有用な情報になると思われる.

謝 辞

各種分析をサポートしていただいた沼田美子代氏・河野弘美氏に感謝します.

文 献

- Canals R, del Carmen Llady M, Canals JM and Zamora F. 2008. Influence of the elimination and addition of seeds on the colour, phenolic composition and astringency of red wine. Eur Food Res Technol **226**: 1183–1190.
- Gerbaux V, Briffot C and Vincent B. 2003. Optimisation de la macération final à chaud, intérêt d'un enzymage et d'une macération sous chapeau immergé pour la vinification du pinot noir. Rev Française d’Oenologie. No.201, 16–21.
- Harbertson JF, Picciotto EA and Adams DO. 2003. Measurement of polymeric pigments in grape berry extracts and wines using a protein precipitation assay combined with bisulfite bleaching. Am J Enol Vitic. **54**: 301–306.
- International Organization of Vine and Wine. 2022. 2.3.9 Warm post fermentation maceration of red grapes called warm final maceration (Oeno 13/05). In International code of oenological practices. pp. II.2.3–13.
- Kennedy JA and Jones GP. 2001. Analysis of proanthocyanidin cleavage products following acid-catalysis in the presence of excess phloroglucinol. J Agric Food Chem. **49**: 1740–1746.
- Koyama K, Goto-Yamamoto N and Hashizume K. 2007. Influence of maceration temperature in red wine vinification on extraction of phenolics from berry skins and seed of grapes (*Vitis vinifera*). Biosci Biotechnol Biochem.

71: 958–965.

Mansfields AK and Zoecklein BW. 2003. Effect of fermentation, postfermentation, and postbottling heat treatment on Cabernet Sauvignon glycoconjugates. *Am J Enol Vitic.* **54:** 99–104.

Nakamura Y, Tsuji S and Tonogai Y. 2003. Analysis of proanthocyanidins in grape seed extracts, health foods and grape seed oils. *J Health Sci.* **49:** 45–54.

Sacchi KL, Bisson LF and Adams DO. 2005. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines. *Am J Enol Vitic.* **56:** 197–206.

Sommers TC and Evans ME. 1977. Spectral evaluation of young red wines: anthocyanin equilibria, total phenolics, free and molecular SO₂, “chemical age”. *J Sci Food Agric.* **28:** 279–287.

Vrhovsek U, Vanzo A and Nemanic J. 2002. Effect of red wine maceration techniques on oligomeric and polymeric proanthocyanidins in wine, cv. Blaufränkisch. *Vitis* **41:** 47–51.

Zimman A, Joslin WS, Lyon ML, Meier J and Waterhouse AL. 2002. Maceration variables affecting phenolic composition in commercial-scale Cabernet Sauvignon winemaking trials. *Am J Enol Vitic.* **53:** 93–98.

後藤(山本)奈美, 平野晶子, 川田真悠子, 沼田美子代, 小山和哉. 2020. 醸し発酵の温度及び期間が赤ワインのアントシアニン及びプロアントシアニジンに及ぼす影響. *J ASEV Jpn.* **31:** 125–132.

小林弘憲, 丹澤史子, 松山周平, 大澤和人, 生駒 元, 斎藤 浩. 2012. 酿造方法およびワイン育成用樽の違いが貯蔵中の赤ワイン成分に与える影響. *J ASEV Jpn.* **23:** 84–85.

清水秀明, 河野美乃里, 小山和哉, 岩下和裕, 後藤奈美. 2021. 赤ワインの高温短期醸しの効果. *J ASEV Jpn.* **32:** 111–125.