

[Original Paper]

ビル屋上におけるブドウ栽培とワイン醸造
(第1報) 東京都世田谷区桜丘のビル屋上で栽培可能なブドウ品種の選抜

本間裕人^{1*}・石川一憲²・数岡孝幸¹・中西載慶¹

¹東京農業大学応用生物科学部醸造科学科 〒156-0054 東京都世田谷区桜丘 1-1-1

²東京農業大学農学部付属伊勢原農場 〒259-1103 神奈川県伊勢原市三ノ宮前畑 1499-1

**Rooftop Cultivation of Wine Grapes (I) Screening for Grape Varieties Suitable
for Cultivation on Building Rooftops in Tokyo**

Hiroto HOMMA^{1*}, Kazunori ISHIKAWA², Takayuki KAZUOKA¹
and Kotoyoshi NAKANISHI¹

¹Department of Fermentation Science, Tokyo University of Agriculture,
1-1-1 Sakuragaoka, Setagaya, Tokyo 156-8502, Japan

²Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture,
1499-1 Maehata, Sannomiya, Isehara City, Kanagawa 259-1103, Japan

Abstract

Eight wine grape cultivars were cultivated on rooftops of buildings in Tokyo, and wines made from them were evaluated to select the most suitable cultivar for green roofs. For white grapes, the yield was highest for ‘Chardonnay’ and second highest for ‘Viognier’. In the case of red grapes, the yield was highest for ‘Bijou Noir’ and second highest for ‘Muscat Bailey A’. Sugar content of white grapes was highest for ‘Viognier’ (19.4 °Bx) and second highest for ‘Chardonnay’ (18.0 °Bx). Sugar content of red grapes was highest for ‘Muscat Bailey A’ (18.3 °Bx) and second highest for ‘Bijou Noir’ (17.0 °Bx). Total acids of wines made from those grapes ranged from 7.24 g/L (for ‘Yama Sauvignon’) to 4.99 g/L (for ‘Viognier’). Total phenol content was highest for ‘Bijou Noir’ at 2,919 mg/L. Sensory evaluation indicated that there was no preference for a particular white wine, whereas ‘Muscat Bailey A’ was the preferred red wine. The results demonstrate that ‘Chardonnay’, ‘Viognier’, and ‘Muscat Bailey A’ may be suitable for cultivation on building rooftops in Tokyo.

Keywords: Heat island, Grape, Green roof, Urban agriculture, Wine.

* Corresponding author (E-mail: h3homma@nodai.ac.jp)

受付日：2022年11月22日

受理日：2023年4月5日

緒言

近年、様々な種類の植物をビルの屋上に植栽した屋上庭園などが徐々に増加しており、緑地の限られた都市において人々に癒やしや安らぎをあたえる場として有効に活用されている(山田 2003)。また、近年では企業のCSR活動や教育活動の一環として、野菜類やイネなどの作物を栽培する屋上菜園が開設されるケースも増加しており、人々の植物、作物、および食品に対する興味や意識を高める役割も果たすようになってきている(中岡 2018)。さらに、こういった屋上緑化は、近年深刻化している都市部の気温が上昇するヒートアイランド現象の緩和にもつながると考えられている(山田 2003)。一方、ビルの屋上には建築上の荷重制限があるため、あまり大きく生長する高木などは利用困難であり、また荷重制限の影響で土壌の量も限られるため、自動かん水装置を用いて一日に複数回のかん水を行っても真夏の日中などは土壌からの蒸発と葉からの蒸散により用土中の水分が大量に失われることから、屋上緑化に用いる植物にはある程度の耐乾性が求められる(柴田 2003, 柴田 2005)。このような背景から現在屋上緑化に利用される植物は草本類や低木が中心となっており(相原 2003, 内山 2003)、ビルの屋上での果樹栽培に関する報告は少ない。一方、ブドウは果樹の中では比較的耐乾性が高く、つる性植物であるため樹冠の容積を制御しやすく屋上緑化に適している可能性が考えられる。また、醸造用ブドウは果実を収穫しワイン原料として利用することも可能であり、ビル屋上の緑化植物としてヒートアイランド現象改善の一助となるだけでなく、屋上庭園や屋上菜園など市民の憩いの場への展開の視点からも意義あるものと考えられる。同時に、多くの人にブドウ栽培やワイン醸造に触れる機会を提供することにもつながり、実際に製造される量はわずかであっても、人々に安らぎや楽しさを与えるとともに人々の関心を日本ワインに向けることへもつながると思われる。

醸造用ブドウには多種多様な品種があるが、良質のワイン醸造のためには栽培地域の気候・風土に適した栽培特性を持つ品種を選択することが必要である。一方、東京都区部のビルの屋上の気候は、日本のどのワイン産地の気候とも大きく異なることが予

想され、また、ビル屋上はかなり限られた特殊な栽培環境である。それゆえ、ビル屋上におけるブドウ栽培とワイン醸造においては、まずそれらの環境条件下に適応できるブドウ品種の選択が極めて重要である。しかし、これまで学術的観点からビル屋上でのブドウの栽培やワイン醸造を行った研究はほとんど報告されていない。

そこで本研究では、将来的に東京都区部のビルの屋上を利用してブドウを栽培し、収穫されたブドウで東京産ワインを醸造することを目標とし、まず、赤ワインおよび白ワイン用ブドウ品種から数品種を選択し東京都世田谷区桜丘のビルの屋上において試験栽培を行った。それと同時に得られたブドウからワインを試験醸造し、ワイン品質の評価を行うことにより、ビルの屋上での栽培に適応でき、ワイン品質も優れるブドウ品種の選抜を試みた。

材料と方法

1. 試験圃場および気象データ

試験圃場は、東京都世田谷区桜丘1-1-1の東京農業大学世田谷キャンパス(北緯35° 64′ 01″, 東経139° 63′ 24″, 標高48 m)の8号館(5階建て、高さ約20m)および12号館(6階建て、高さ約24 m)に設定した。気象データは、気象庁のホームページ(<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>)より入手した東京都(地点:東京)の過去の気象データを集計し、参考として利用した。

2. 供試ブドウ樹および栽培資材

供試ブドウ樹苗木は、‘マスカット・ベリーA’、‘ヤマ・ソーヴィニヨン’および‘シャルドネ’を2013年3月に、‘メルロー’、‘ビジュノワール’、‘ソーヴィニヨン・ブラン’、‘ヴィオニエ’および‘甲州’については2014年3月に、いずれの品種も3樹を栽培試験に供試した。これらの苗木は台木としてテレキ系の5BB台を用いた。苗木の植え付けは、60 L容量の黒色のビニルポット(上部直径52 cm)を用い、底土に5 Lの焼成赤玉土の大粒を入れ、その上に40 Lの果樹用土(天香園社製「果物の土」;パーク堆肥主体)を入れ、石灰肥料として苦土石灰50 g、リン酸肥料として熔成リン肥30 gを中層付近の用土に混和した。さらに果樹用土10 Lを加えて苗木を定植し、

表土にナタネ油かす 50 g を撒いて浅く中耕した。その後ポット全体を遮光率 22 % の寒冷紗で包み、遮光した。ポットに定植した苗木は、鉄パイプをジョイントして作製した垣根棚に、株間 1.7 m、畝間 3.0 m で配置し、樹形をギョ・ダブル仕立とした (Fig. 1)。

3. 屋上での醸造用ブドウの栽培

栽培期間中は、自動かん水装置 (ニチリン・サービス社製, AQUAGREEN) を用いて、11月から4月までは週1回、5月から10月は毎日2回、各回3分間 (約 1.5 L、ポット面積から換算した降水量で約 7.1 mm に相当) 散水を行った。12月から2月までの間に整枝剪定を行い、萌芽後の4月下旬には、新梢が 15 cm 程度に配置されるように芽かきと誘引で調整した。1樹あたりの新梢数は10梢前後とした。長く伸びた新梢はポット上 30 cm 間隔で配置した小張線に誘引し結束した。本葉元から発生する副梢は2葉を残し剪除した。新梢が 100 cm 以上に生長した段階で新梢の生長点部分を摘心した。樹冠面積は垣根栽培であるため、参考値として株間 1.7 m と新梢長 1.0 m

の積である 1.7 m² 程度と想定した。5月上旬から中旬にかけて、‘マスカット・ベリーA’ および ‘甲州’ については1新梢に1花穂に、それ以外の品種は1新梢に1~2花穂になるように摘房を行った。開花後6月中旬からは順次、果房に袋掛け (2017まで、福友産業社製: ニューエリート大: 205 mm × 295 mm)、あるいはカサ掛け (2019, ツミヤマ社製: ロー引き傘: 240 mm × 240 mm) を行い、梅雨明け後には果実袋下部の接着面を切り離し、カサ状に加工した。7月上旬には、鳥害を防ぐため垣根全面を覆うように防鳥ネットを設置した。着生した果房は、7月下旬から無作為に選んだ果房から各品種5~6果粒を経時的に採取し、果汁の糖度および総酸 (酒石酸換算) を測定した。成熟期は総酸が 7.5 g/L 程度まで減酸したタイミングで判断し、成熟期に達した果房は8月中旬から9月下旬にかけて品種別に収穫した。

農薬による薬剤散布は、萌芽前の1~2月に1回、4月から7月および収穫後の10月に各1回の計6回行った (Table 1)。ただし、年度により病害虫の発生が見られない場合は散布回数を半数程度まで減らした。



Fig. 1 Rooftop cultivation of wine grapes in Setagaya, Tokyo.

Table 1 Pesticide and fungicide application

Pesticide and fungicide	Manufacturer	Dilution rate	Date and application rate			
			2015	2016	2017	2019
Lime sulfur mixture ¹⁾	Miyauchi Iou	20				
	Gozai		3/3	1/26	2/14	3/12
Benomyl wettable powder ¹⁾	Sumitomo Chemical	200	(18 L)	(4 L)	(4 L)	(4 L)
STROBY WG	Nissan Chemical	2000	4/24			
			(4 L)			
DANITRON DF ²⁾	Nihon Nohyaku	1000	5/13			
			(8 L)	5/12		
RIDOMIL GOLD MZ ²⁾	Syngenta Japan	1000	5/27	(6 L)		5/31
			(8 L)			(4 L)
HORIZON DF ³⁾	Nissan Chemical	2500	6/22	6/8		6/11
			(8 L)	(8 L)		(8 L)
ADION wettable powder ³⁾	Sumitomo Chemical	2000				
IC Bordeaux mixture 66D ⁴⁾	Inoue Calcium	40	9/11	7/6	6/22	7/10
			(8 L)	(8 L)	(6 L)	(6 L)
KOTETSU FL ⁴⁾	Nippon Soda	4000				
IC Bordeaux mixture 66D	Inoue Calcium	40		10/6	Mid-October	
				(8 L)	(6 L)	

¹⁻⁴⁾ Mixed use depending on the year

植え付け3年目以降の施肥は、1果房(300g)あたりの年間の施肥量が窒素2g、リン酸1g、カリウム2gとなるように(藤原 1994)、冬期2回に分けて分施肥した。1ポットあたりの施肥量は1樹8果房程度収穫できるものとして算出し、ナタネ油かす280g、化成肥料(8-8-8)28g、硫酸カリウム22.4gとした。(この施肥量を樹冠面積あたりに換算すると10aあたりおよそ窒素10kg、リン酸5kg、カリウム10kgとなる。)また苦土石灰20gと微量要素剤(ミネパワーS:株式会社生化研)一握りも施肥した。これらは表土に撒いて浅く中耕した。

4. 栽培した醸造用ブドウを用いたワインの醸造方法

収穫後、鉢ごとに房数と重量の測定をし、品種ごとにまとめて除梗および選果を行い、再度重量を測定した。手で果実をつぶし果醪を得て、破碎後の果醪の体積、比重、Brix糖度の測定を行った。測定した比重より算出した糖度から補糖後の果汁見込み転化糖分が24%となるように補糖を行った。その後、

白ワイン用ブドウについては手で压榨して果汁を得た。十分量の収穫が得られた品種については、赤ワイン用ブドウ品種については一部果汁を引き抜きロゼワインの試験醸造もを行い、白ワイン用ブドウ品種についてはもろみを一部残してオレンジワインの試験醸造も行った。果汁に対して50mg/L、もろみに対しては100mg/Lの濃度になるようにピロ亜硫酸カリウムを添加した。その後一晩静置した。白ワイン、ロゼワインについては清澄化した上澄み果汁を分離し、供試果汁とした。全てのワインにおいて0.3g/Lとなるように乾燥酵母(マウリ社製Maurivin: PLATINUM)を添加した。酵母添加後、赤ワイン・オレンジワインは20℃、白ワイン・ロゼワインは15℃において発酵させた。

5. 分析方法

アルコール、還元糖、比重、総酸(酒石酸換算)、pH、全フェノールは山梨県工業技術センター発行の葡萄酒醸造法(山梨県工業技術センター 2000)に従

い、分析した。官能評価は、順位法および3点識別法を行った (Fig. 2)。パネリストは大学生 (18~24 人)、および日本ソムリエ協会認定のソムリエ、ワインアドバイザーあるいはワインエキスパート等の資格保持者 (6~12人) で行った。順位法については、試験醸造したワインにおいて白ワイン、赤ワイン、オレンジワイン、ロゼワインの種類別に、好ましい方から1~4位までの順位をつけ、順位和で評価を行い、Kramerの検定法に基づき有為差検定を行った (Kramer et al. 1973)。また、3点識別法については、試験醸造したワインと市販のワインの識別試験を行い、識別できているパネリストについてはその嗜好評価についても調査した。有為差検定は日科技連官能検査委員会編の検定表に基づき検定を行った (日科技連官能検査委員会 1973)。3点識別法による官能検査については色を加味した判断を行わないようにするため、ブラックグラスを使用した。3点識別法の市販のワインは以下のとおりとした。2015年度の試験については‘マスカット・ベリーA’の赤ワインとの比較に「河内葡萄酒 マスカット・ベリーA 2014 (赤)」、‘シャルドネ’の白ワインとの

比較に「河内葡萄酒 シャルドネ 2014 (白)」を用いた。2016年度の試験については‘マスカット・ベリーA’の赤ワインとの比較に「高島ワイン 亜硫酸無添加 マスカット・ベリーA 2016 (赤)」、‘マスカット・ベリーA’のロゼワインとの比較に「高島ワイン クラシック マスカット・ベリーA ブラッシュ 2015 (ロゼ)」、‘シャルドネ’の白ワインとの比較に「高島ワイン 亜硫酸無添加 シャルドネ 2016 (白)」、および‘シャルドネ’のオレンジワインとの比較に「ココ・ファームワイナリー 甲州 F.O.S. 2014 (オレンジ)」(日本ワインのシャルドネのオレンジワインが入手できなかったため、入手できた‘甲州’のオレンジワインで代用)を用いた。2017年度の試験については‘マスカット・ベリーA’の赤ワインとの比較に「高島ワイン 亜硫酸無添加 マスカット・ベリーA 2017 (赤)」、‘マスカット・ベリーA’のロゼワインとの比較に「サントリー JAPAN PREMIUM マスカット・ベリーA にごりロゼ 2017 (ロゼ)」、‘シャルドネ’の白ワインとの比較に「高島ワイン 亜硫酸無添加 シャルドネ 2017 (白)」、‘甲州’の白ワインとの比較

ワイン官能検査シート

氏名
性別 男・女
年齢

1、あなたについて教えてください。

(1) ワインを普段よく飲みますか?
①ほぼ毎日 ②月に10日以上 ③月に3日以上 ④月に3日以下

(2) ワインを飲むようになってどのくらいの年数が経ちますか?
約____年 ・ ほぼ飲まない

(3) ソムリエ、ワインアドバイザー、あるいはワインエキスパートの資格を所持していますか?
有り・無し

2、テイスティンググラス (透明のもの) に用意したワインについて、

(1) 白ワイン、ロゼワイン、赤ワインそれぞれ A~D の試料について、好ましいものから順に1番から4番までの順位を付けてください。

(2) 判定の難易度を下記の基準により、評価してください。

2: 明らかに分かった
 1: 分かったような気がする
 0: 全く分からなかった

順位				判定
試料	A	B	C	
白				2・1・0
ロゼ				2・1・0
赤				2・1・0

(3) それぞれのワインについて香り・味についてコメントをお書き下さい。

白 ()

ロゼ ()
 赤 ()

3、ブラックグラスに用意したワインについて

(1) A から C の3つの試料について、異なるものを一つ選んで○を付けてください。

(2) より好ましいと思うのは2個の方か1個の方か、どちらかを選んでください。

(3) 判定の難易度を下記の基準により、評価してください。

2: 明らかに分かった
 1: 分かったような気がする
 0: 全く分からなかった

試料	A	B	C	好ましい試料	判定
白 (1)				2個の方・1個の方	2・1・0
白 (2)				2個の方・1個の方	2・1・0
ロゼ				2個の方・1個の方	2・1・0
オレンジ				2個の方・1個の方	2・1・0
赤				2個の方・1個の方	2・1・0

今日のコンディション
①健康状態: 良い・普通・悪い ()
②実施時間: () 時頃

Fig. 2 Sensory evaluation form.

に「ルミエール フルーレ 甲州2017 (白)」, および「ヴィオニエ」のオレンジワインとの比較に「ルミエール プレステージクラス オランジェ2016 (オレンジ)」(日本ワインのヴィオニエのオレンジワインが入手できなかったため, 入手できた「甲州」のオレンジワインで代用)を用いた. 2019年度の試験については「マスカット・ベリーA」の赤ワインとの比較に「高島ワイン 亜硫酸無添加 マスカット・ベリーA 2019」, 「シャルドネ」の白ワインとの比較に「高島ワイン 亜硫酸無添加 シャルドネ 2019」を用いた.

結果と考察

1. ブドウの生育および収穫

東京都世田谷区のビルの屋上で栽培した供試ブドウ樹の2015年から2019年における萌芽は, 3月末～4月上旬頃であった. 開花は5月上旬頃, ヴェレゾンは早い房では6月下旬頃から始まり, 収穫は8月中旬～9月中旬であった. 岸本ら(2020)によると山梨県甲府市小曲町の山梨大学生命環境学部附属農場(標高250 m)における2016年, および2017年の各種醸造用ブドウのヴェレゾンは7月下旬から8月初め, 収穫は9月上旬と報告されており, 本研究の東京都世田谷区桜丘のビルの屋上における栽培は, それと比較して栽培中期までは4週間程度ほど早い, その後登熟経過の時間差は縮小していき, 収穫時には2週間早い程度からほぼ同時期程度となるものと考えられた.

各ブドウ品種の収穫量, 糖度, および収穫日をTable 2に示した. 2018年については, 酷暑期に自動かん水装置の故障があり, 果実がほとんど収穫できなかったため, それ以外の4年間のデータを示した. 各品種の平均果房重は, 「シャルドネ」が70.7g, 「ソーヴィニヨン・ブラン」が72.9g, 「甲州」が89.3g, 「マスカット・ベリーA」が125.5g, 「メルロー」が64.2gと, 一般的な垣根栽培で得られる果房よりも果房重は低かった. 品種ごとの収量について比較すると, 年により変動が大きかったが, 白ワイン用品種では比較的安定して「シャルドネ」が毎年多く(平均除梗選果後重量1195 g/tree), 次いで「ヴィオニエ」が多かった(平均除梗選果後重量941 g/tree). 我が国で古くから栽培されている品種である「甲州」

は, 試験した4品種で最も収量が少なかった(平均除梗選果後重量470 g/tree). 赤ワイン用品種では「ビジュノワール」(平均除梗選果後重量1648 g/tree)と「マスカット・ベリーA」(平均除梗選果後重量1531 g/tree)の収量が多かった. 収穫したブドウ果実の糖度(°Brix)は白ワイン用ブドウでは「ヴィオニエ」において平均19.4度と最も高く, 2017年には21.4度まで上昇した. 次いで「シャルドネ」が高く, 平均18.0度であった. 赤ワイン用ブドウでは「マスカット・ベリーA」において平均18.3度と最も高く, 2017年には19.5度まで上昇した. 次いで「ビジュノワール」が高く, 平均17.0度であった. 収穫日については白ワイン用品種では「シャルドネ」, 「ソーヴィニヨン・ブラン」が早く8月中・下旬頃で, それとほぼ同時かやや遅れて「ヴィオニエ」が収穫となり, 「甲州」はこれらの品種から2～5週間ほど遅く収穫となった. 赤ワイン用ブドウでは, 「ビジュノワール」が8月中旬～9月中旬と試験した4品種の中では早かった. 「マスカット・ベリーA」と「メルロー」は, 「ビジュノワール」の収穫と同時に収穫できる年が4年中3年あったが, 4年中1年は9月末まで収穫が遅れた. 「ヤマ・ソーヴィニヨン」は4品種の中で最も収穫が遅く, 9月中旬～下旬であった.

各ブドウ品種の収穫を迎えるまでの果実の成熟経過の例として2019年度のデータをTable 3に示した. 「ソーヴィニヨン・ブラン」と「ヴィオニエ」は糖度の上昇と減酸の進行が早く, 8/6には糖度(°Brix)が17.2度および17.6度まで上昇し, 総酸は8.3 g/Lおよび7.9 g/Lまで下降した. 「シャルドネ」, 「マスカット・ベリーA」, 「メルロー」, および「ビジュノワール」はそれよりやや進行が遅いものの, 8/19には総酸が5.4～7.7 g/Lと大きく下降していた. 一方, 糖度は「シャルドネ」を除いて17度を超えず, 糖度あまり上昇しないうちに減酸が進む傾向が示された. 「甲州」はより糖度の上昇および減酸の進行が緩やかで, 9/12にやっと糖度が16.0度となり, 総酸が6.8 g/Lまで下降した. また「ヤマ・ソーヴィニヨン」については, 2019年度は結果不良で十分な収量が確保できず成熟経過を追えなかったが, 例年, 「甲州」と同程度の成熟経過をたどることが多かった. 全体として, 早熟な品種は8月の高温期に収穫期が被るため, 糖度の上昇よりも減酸の進行が早い可能

Table 2 Total yield, Brix sugar, and harvest date of grapes cultivated on building rooftops in Tokyo.

Cultivar	Year	Number of bunches ¹⁾	Total yield before destemming (g) ¹⁾	Average bunch weight (g)	Total yield after sorting grape (g) ¹⁾	Brix sugar (°Bx)	Harvest date
Chardonnay	2015	— ²⁾	—	—	1281	18.6	20 Aug
	2016	16.7	1585	94.9	1412	18.6	18 Aug
	2017	17.7	779	44.0	725	17.6	30 Aug
	2019	21.0	1536	73.1	1361	17.2	20 Aug
	Average	18.4	1300	70.7	1195	18.0	—
Sauvignon Blanc	2015	—	—	—	593	18.6	20 Aug
	2016	12.7	1712	134.8	1289	18.0	18 Aug
	2017	17.3	412	23.8	141	16.2	30 Aug
	2019	10.0	901	90.1	751	17.8	8 Aug
	Average	13.3	1009	75.9	694	17.7	—
Viognier	2015	—	—	—	793	17.0	3 Sep
	2016	8.0	1210	151.3	980	20.0	18 Aug
	2017	15.0	2341	156.1	1519	21.4	13 Sep
	2019	3.7	527	142.4	473	19.0	8 Aug
	Average	8.9	1359	152.7	941	19.4	—
Koshu	2015	—	—	—	552	14.0	3 Sep
	2016	7.7	633	82.2	537	15.0	28 Sep
	2017	7.3	805	110.3	714	14.8	13 Sep
	2019	2.0	88	44.0	79	16.0	11 Sep
	Average	5.7	509	89.3	470	15.0	—
Muscat Bailey A	2015	—	—	—	2681	18.6	11 Sep
	2016	9.0	1267	140.8	1185	19.2	28 Sep
	2017	10.0	1471	147.1	1240	19.5	13 Sep
	2019	11.0	1028	93.5	1017	16.0	20 Aug
	Average	10.0	1255	125.5	1531	18.3	—
Yama Sauvignon	2015	—	—	—	618	18.0	11 Sep
	2016	12.3	964	78.4	750	19.2	28 Sep
	2017	18.3	613	33.5	367	11.6	13 Sep
	2019	—	—	—	—	—	—
	Average	15.3	789	51.6	578	16.3	—
Merlot	2015	—	—	—	169	14.2	28 Sep
	2016	16.3	939	57.6	808	19.4	18 Aug
	2017	15.0	1187	79.1	944	18.6	13 Sep
	2019	9.7	513	52.9	416	15.2	20 Aug
	Average	13.7	880	64.2	584	16.9	—
Bijou Noir	2015	—	—	—	707	14.8	11 Sep
	2016	13.3	1660	124.8	1518	18.8	18 Aug
	2017	13.0	2314	178.0	1699	18.8	13 Sep
	2019	17.3	2913	168.4	2667	15.6	20 Aug
	Average	14.6	2078	142.3	1648	17.0	—

¹⁾ Per one tree²⁾ Not measured

Table 3 Time course of berry diameter, berry weight, Brix, and total acidity during ripening process in 2019.

Cultivar	Analysis	23 Jul	30 Jul	6 Aug	19 Aug	29 Aug	5 Sep	12 Sep
Chardonnay	Berry diameter (cm)	1.16	1.23	1.25	1.25	—	—	—
	Berry weight (g)	1.14	1.41	1.57	1.47	—	—	—
	Brix (°Bx)	10.1	13.8	16.2	18.0	—	—	—
	pH	2.82	3.03	3.25	3.57	—	—	—
	Total acid (g/L)	25.2	14.3	9.0	5.7	—	—	—
Sauvignon Blanc	Berry diameter (cm)	1.31	1.32	1.27	—	—	—	—
	Berry weight (g)	1.67	1.85	1.71	—	—	—	—
	Brix (°Bx)	11.5	14.8	17.2	—	—	—	—
	pH	2.82	3.08	3.30	—	—	—	—
	Total acid (g/L)	21.5	11.9	8.3	—	—	—	—
Viognier	Berry diameter (cm)	1.31	1.35	1.42	—	—	—	—
	Berry weight (g)	1.85	1.98	2.14	—	—	—	—
	Brix (°Bx)	12.6	15.0	17.6	—	—	—	—
	pH	2.85	3.06	3.33	—	—	—	—
	Total acid (g/L)	19.8	10.1	7.9	—	—	—	—
Koshu	Berry diameter (cm)	1.49	1.56	1.65	1.60	1.72	1.63	1.69
	Berry weight (g)	2.57	2.76	3.26	3.09	3.65	3.54	4.17
	Brix (°Bx)	3.9	4.8	8.6	12.6	14.4	14.5	16.0
	pH	2.46	2.49	2.66	2.97	3.08	3.19	3.56
	Total acid (g/L)	46.9	44.4	32.3	14.7	10.5	9.6	6.75
Muscat Bailey A	Berry diameter (cm)	1.66	1.62	1.62	1.82	—	—	—
	Berry weight (g)	2.75	2.77	3.17	4.14	—	—	—
	Brix (°Bx)	8.2	10.6	15.8	16.2	—	—	—
	pH	2.55	2.69	3.08	3.58	—	—	—
	Total acid (g/L)	39.9	27.2	16.1	7.7	—	—	—
Merlot	Berry diameter (cm)	1.15	1.18	1.32	1.24	—	—	—
	Berry weight (g)	1.13	1.15	1.40	1.29	—	—	—
	Brix (°Bx)	8.6	12.2	14.3	15.2	—	—	—
	pH	2.72	2.98	3.23	3.54	—	—	—
	Total acid (g/L)	23.9	12.4	8.6	5.4	—	—	—
Bijou Noir	Berry diameter (cm)	1.24	1.32	1.33	1.35	—	—	—
	Berry weight (g)	1.23	1.59	1.55	1.73	—	—	—
	Brix (°Bx)	8.7	12.8	14.2	15.6	—	—	—
	pH	2.72	2.95	3.12	3.52	—	—	—
	Total acid (g/L)	33.5	15.8	10.9	5.4	—	—	—

性があり、総酸に注視して収穫期を見極める必要性があるものと考えられた。

また、栽培期間を通じて果実の成熟期より前の病害虫の被害はあまり見られなかった。これは屋上では降雨による地面からの泥はねが無いこと、通風が良いこと、降雨後の屋上面の乾燥が露地栽培の土壌よりも早いため湿度が下がりやすいこと、飛翔力の関係で昆虫の飛来が少ないこと、周囲にブドウを栽

培している圃場がないため病原菌の密度が低いことなどが関係しているものと思われた。一方、収穫期のブドウについては収穫が遅れた場合に病害が出るケースが散見された。これは収穫適期が猛暑期に被り減酸が早いことが関係していると思われ、適切な収穫期の見極めが重要であると考えられた。また、自動かん水装置のトラブルが生じた場合に影響が出やすく、5月以降にトラブルが生じると数日で

落葉等の被害が出ることもあり、特に2018年度は猛暑期にトラブルが生じた結果、ほとんど収穫できなくなってしまった。よって自動かん水装置の毎日の動作確認と定期的な保守点検が重要であると考えられた。

2. 試験醸造によるワインの成分組成

収穫されたブドウ果実を用いて試験醸造を行った。pHについては白ワインでは‘甲州’が低く4年間の平均値は3.47であり、‘ヴィオニエ’で高く4年間の平均値は3.96であった (Table 4)。赤ワインで

Table 4 Enological characteristics of wines made from grapes cultivated on building rooftops in Tokyo.

Type	Cultivar	Year	Alcohol (v/v %)	Reducing sugar (g/L)	Specific gravity	Total acid (g/L)	pH	Total phenol (mg/L)
White	Chardonnay	2015	15.4	6.37	0.991	4.54	3.79	284
		2016	-	5.61	0.987	5.85	3.68	263
		2017	14.4	0.94	0.988	4.80	4.00	550
		2019	14.4	1.19	0.988	5.93	3.58	257
		Average	14.7	3.53	0.989	5.28	3.76	339
	Sauvignon Blanc	2015	13.1	45.41	1.008	4.79	3.50	283
		2016	14.6	17.24	0.986	4.73	3.73	251
		2017	12.6	1.36	-	4.85	3.84	560
		2019	12.6	1.61	0.988	4.80	3.71	255
		Average	13.2	16.41	0.994	4.79	3.70	337
	Viognier	2015	14.9	1.80	0.989	4.03	4.14	336
		2016	14.2	4.91	0.992	4.97	4.05	370
		2017	12.6	1.14	0.990	4.37	4.13	617
		2019	12.4	0.96	0.992	6.60	3.53	205
		Average	13.5	2.20	0.991	4.99	3.96	382
	Koshu	2015	-	2.63	0.985	4.56	3.44	260
2016		12.4	3.68	0.986	4.62	3.65	371	
2017		13.0	0.94	0.988	5.70	3.40	621	
2019		15.4	1.19	0.988	5.93	3.37	262	
Average		13.6	2.11	0.987	5.20	3.47	379	
Red	Muscat Bailey A	2015	-	2.48	0.993	7.56	3.86	1996
		2016	12.8	13.63	0.995	6.00	4.04	2794
		2017	13.0	9.18	0.992	6.25	4.02	2983
		2019	13.0	2.41	0.994	7.50	3.73	1026
		Average	12.9	6.93	0.994	6.83	3.91	2200
	Yama Sauvignon	2015	14.9	5.07	0.993	7.75	3.60	2815
		2016	13.0	17.24	0.996	6.60	3.81	3875
		2017	13.2	2.22	0.994	7.37	3.27	1608
		2019	—	—	—	—	—	—
		Average	13.7	8.18	0.994	7.24	3.56	2766
Merlot	2015	13.8	3.02	0.991	4.88	3.73	1609	
	2016	13.8	14.26	0.994	6.19	4.08	3893	
	2017	11.2	2.78	0.996	5.25	3.97	4190	
	2019	13.6	2.46	0.990	4.13	3.71	1658	
	Average	13.1	5.63	0.993	5.11	3.87	2837	
Bijou Noir	2015	14.2	2.46	0.992	4.50	4.31	1827	
	2016	12.8	15.03	0.994	6.11	4.13	4048	
	2017	11.0	2.50	0.994	5.48	4.24	3986	
	2019	10.0	2.03	0.992	6.00	3.90	1814	
	Average	12.0	5.51	0.993	5.52	4.15	2919	

Type	Cultivar	Year	Alcohol (v/v %)	Reducing sugar (g/L)	Specific gravity	Total acid (g/L)	pH	Total phenol (mg/L)
Orange	Chardonnay	2016	14.0	8.94	0.993	6.90	3.84	2257
		2019	11.0	2.35	0.988	6.23	3.95	768
		Average	12.5	5.65	0.991	6.56	3.90	1513
	Sauvignon Blanc	2016	13.8	11.06	0.992	5.45	3.92	1899
Rosé	Viognier	2017	11.4	2.20	0.996	5.20	4.14	2385
	Muscat	2016	15.3	5.15	0.988	4.61	4.13	621
		2017	13.6	1.56	0.994	5.00	4.04	670
		2019	13.2	1.36	0.992	6.75	3.79	354
Average	14.0	2.69	0.991	5.46	3.99	548		
Rosé	Merlot	2017	14.6	6.77	0.998	5.38	3.90	623
		2016	-	6.45	0.988	3.86	5.15	901
	Bijou Noir	2017	14.8	1.30	0.992	3.88	4.33	808
		2019	13.2	1.63	0.988	4.13	3.87	297
		Average	14.0	3.13	0.989	3.96	4.45	669

は‘ヤマ・ソーヴィニヨン’が低く平均値は3.56であり、‘ビジュノワール’で高く平均値は4.15であった。総酸は、白ワインでは‘シャルドネ’（平均5.28 g/L）、‘甲州’（平均5.20 g/L）で高く、‘ソーヴィニヨン・ブラン’（平均4.79 g/L）、‘ヴィオニエ’（平均4.99 g/L）で低かった。赤ワインでは、‘ヤマ・ソーヴィニヨン’（平均7.24 g/L）、‘マスカット・ベリーA’（平均6.83 g/L）で高く、‘メルロー’（平均5.11 g/L）、‘ビジュノワール’（平均5.52 g/L）で低かった。

全フェノールについては、白ワインではあまり品種ごとの傾向は見られなかったが、2017年度のものが高傾向があった。赤ワインでは、‘ビジュノワール’と‘メルロー’で高い傾向が見られ、それぞれ4年間の平均が2919 mg/Lおよび2837 mg/Lであった。また、2016年度と2017年度に高い傾向を示した。

3. 試験醸造ワインの官能評価

本来ワインの試験醸造は最低2~3L以上で行わないと酸化等により安定した品質のものが得られにくく、今回した試験醸造したワインは液量がそれに満たない検体も含まれるため官能評価をするのに適切なサンプルとは言い難い。しかしながら今後の試験栽培の方向性を探るためには官能評価は不可欠であるため、あくまで予備的な検討として官能検査を試みた。大学生、および日本ソムリエ協会認定のソム

リエ、ワインアドバイザーあるいはワインエキスパート等の資格保持者をパネリストとして、順位法による官能評価を行った。その結果、白ワインについては大学生を対象にした試験、有資格者を対象にした試験どちらにおいても、最も評価の高かった品種は毎年変わっており、全体的に明確な傾向は生じなかった（Table 5, 6）。赤ワインについては、学生を対象とした試験において特徴的な傾向が見られ、‘マスカット・ベリーA’が毎年最も評価が高く、2015年度および2016年では有意水準5%で有意差が示された。一方、有資格者を対象とした試験では有意差は示されなかった。同じ傾向はロゼワインでも観察された。よってあくまで予備的な検討に基づく考察ではあるものの‘マスカット・ベリーA’は、ワインを飲み慣れていない学生にとって飲みやすく評価が高かったのではないかと考えられた。

また、試験醸造したワインと市販ワインの間に識別できるほどの違いがあるのかを明らかにするために、3点識別法で官能評価を行った。その結果、ほとんどのワインで有意差が示され、試験醸造したワインと市販ワインの間には明確な差があることが示された（Table 7, 8）。よって東京都区部のビルの屋上で育てたブドウから作ったワインには、市販ワインとは異なる個性があると考えられた。一方、2019年度の‘シャルドネ’の白ワインについては学生を対象とした試験でも有資格者を対象とした試験でも有意

差は示されず、試験醸造したワインと市販ワインの間に官能的に識別できるほど差が無く、極めて似た品質・味わいのものであったことが示された。また、学生対象の試験における2019年度の‘マスカット・ベリーA’、有資格者対象の試験における2015年度の‘マスカット・ベリーA’においても試験醸造ワインと市販ワインの間に有意差が示されなかつ

Table 5 Sensory evaluation of wines made from grapes cultivated on building rooftops in Tokyo by the ranking method (Panelist: university student).

Type	Year	Cultivar	Number of panelists	Rank sum	Rank average
White	2015	Chardonnay	21	47	2.24
		Sauvignon Blanc		54	2.57
		Viognier		60	2.86
		Koshu		49	2.33
	2016	Chardonnay	24	58	2.42
		Sauvignon Blanc		74* ¹⁾	3.08
		Viognier		52	2.17
		Koshu		57	2.38
	2017	Chardonnay	21	42	2.00
		Viognier		43	2.00
		Koshu		41	1.95
	2019	Chardonnay	18	29	1.61
Sauvignon Blanc		47**		2.61	
Viognier		32		1.78	
Red	2015	Muscat Bailey A	21	33*	1.57
		Yama Sauvignon		37	1.76
		Bijou Noir		56*	2.67
	2016	Muscat Bailey A	24	44*	1.83
		Yama Sauvignon		70	2.92
		Merlot		62	2.58
		Bijou Noir		66	2.75
	2017	Muscat Bailey A	21	38	1.80
		Yama Sauvignon		56	2.66
		Merlot		58	2.71
		Bijou Noir		59	2.80
	2019	Muscat Bailey A	18	30	1.67
Merlot		41		2.28	
Bijou Noir		37		2.06	
Orange	2016	Chardonnay	24	38	1.58
		Sauvignon Blanc		34	1.42
Rosé	2016	Muscat Bailey A	24	29*	1.21
		Bijou Noir		43*	1.79
	2017	Muscat Bailey A	21	32*	1.52
		Merlot		42	2.00
	2019	Bijou Noir	18	52*	2.47
		Muscat Bailey A		27	1.5
				27	1.5

¹⁾ Significant difference. (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$)

た。識別正解者を対象に、市販ワインと試験醸造したワインのどちらが好ましかったか嗜好試験を行ったところ、有資格者を対象とした試験ではほとんどのワインで市販ワインが好まれていた。一方、学生を対象とした試験では、ワインにより評価が異なり市販ワインが好まれている場合もあれば、試験醸造したワインが好まれている場合もあり、また評価が

Table 6 Sensory evaluation of wines made from grapes cultivated on building rooftops in Tokyo by the ranking method (Panelist: licensed sommelier, wine adviser, and wine expert).

Type	Year	Cultivar	Number of panelists	Rank sum	Rank average
White	2015	Chardonnay	8	23*	2.88
		Sauvignon Blanc		20	2.50
		Viognier		18	2.25
		Koshu		19	2.38
	2016	Chardonnay	12	29	2.42
		Sauvignon Blanc		31	2.58
		Viognier		26	2.17
		Koshu		34	2.83
	2017	Chardonnay	10	23	2.30
		Viognier		22	2.20
		Koshu		16*	1.60
	2019	Chardonnay	6	15	2.50
Sauvignon Blanc		9		1.50	
Viognier		12		2.00	
Red	2015	Muscat Bailey A	8	13	1.63
		Yama Sauvignon		15	1.88
		Bijou Noir		20	2.50
	2016	Muscat Bailey A	12	27	2.25
		Yama Sauvignon		27	2.25
		Merlot		32	2.67
		Bijou Noir		34	2.83
	2017	Muscat Bailey A	10	23	2.30
		Yama Sauvignon		20	2.00
		Merlot		28	2.80
		Bijou Noir		29	2.90
	2019	Muscat Bailey A	6	13	2.17
Merlot		12		2.00	
Bijou Noir		11		1.83	
Orange	2016	Chardonnay	12	20	1.67
		Sauvignon Blanc		16	1.33
Rosé	2016	Muscat Bailey A	12	15	1.25
		Bijou Noir		21	1.75
	2017	Muscat Bailey A	10	16	1.6
		Merlot		17	1.7
	2019	Bijou Noir	6	27	2.7
		Muscat Bailey A		8	1.33
				10	1.67

¹⁾ Significant difference. (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$)

Table 7 Sensory evaluation of wines made from grapes cultivated on building rooftops in Tokyo by the distinguishing test and the preference test (Panelist: university student).

Type	Year	Cultivar	Distinguishing test		Preference test ¹⁾	
			Number of correct answers	Number of incorrect answers	Commercial wine	Cultivated wine
White	2015	Chardonnay	15** ²⁾	6	8	7
	2016	Chardonnay	13*	11	7	6
	2017	Chardonnay	18**	3	5	13**
	2019	Chardonnay	9	9	7** ³⁾	2
Red	2015	Muscat Bailey A	13**	8	5	7
	2016	Muscat Bailey A	14*	10	7	7
	2017	Muscat Bailey A	16**	5	9	7
	2019	Muscat Bailey A	7	11	0	7**
Orange	2016	Chardonnay	17**	7	15**	1
Rose	2016	Muscat Bailey A	20**	4	11	8

¹⁾ Panelist who gave a correct answer in the distinguishing test was counted.

²⁾ Significant difference. (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$)

³⁾ Significant difference was indicated in one side. (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$)

Table 8 Sensory evaluation of wines made from grapes cultivated on building rooftops in Tokyo by the distinguishing test and the preference test (Panelist: licensed sommelier, wine adviser, and wine expert).

Type	Year	Cultivar	Distinguishing test		Preference test ¹⁾	
			Number of correct answers	Number of incorrect answers	Commercial wine	Cultivated wine
White	2015	Chardonnay	15** ²⁾	6	8	7
	2016	Chardonnay	13*	11	7	6
	2017	Chardonnay	18**	3	5	13**
	2019	Chardonnay	9	9	7** ³⁾	2
Red	2015	Muscat Bailey A	13**	8	5	7
	2016	Muscat Bailey A	14*	10	7	7
	2017	Muscat Bailey A	16**	5	9	7
	2019	Muscat Bailey A	7	11	0	7**
Orange	2016	Chardonnay	17**	7	15**	1
Rose	2016	Muscat Bailey A	20**	4	11	8

¹⁾ Panelist who gave a correct answer in the distinguishing test was counted.

²⁾ Significant difference. (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$)

³⁾ Significant difference was indicated in one side. (**: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$)

分かれている状態も多く見られた。よって有資格者は普段飲み慣れている市販品を好ましいと選んでいるものと思われる。学生はワインを飲み慣れていないため一般的なワインの味わいに拘らずに評価をしており、場合によっては試験醸造したワインの方が高評価になったものと思われた。成分分析的には試験醸造したワインは一般的な日本ワインよりも総酸が低いことが示されており、このことが有資格者からの低評価および学生からの高評価に影響している可能性も考えられた。今後はワイン中の総酸含量を適性に維持することが課題となる。この3点識別法での評価は、市販ワインと試験醸造したワインで醸造法が異なることや試験醸造ワインの仕込み量が極めて少ないことなどから単純に比較・結論を出すことは難しく、本検討結果については問題点や課題もいくつか残されている。今後収穫量を増やし試験醸造を行い評価、比較検討を重ねることが必要であると考えている。

これらの結果から総合的に判断すると、東京都区部のビルの屋上での栽培に適したブドウ品種としては、白ワイン用品種では、ワインの官能検査による有意差はなかったが収量性と果実品質の観点から‘シャルドネ’、‘ヴィオニエ’の2品種が、赤ワイン用品種ではワインの官能検査の評価が高く、収量性の観点から‘マスカット・ベリーA’が優れている。

要約

東京都世田谷区のビルの屋上で8品種の醸造用ブドウを栽培してワインを製造し、その成分分析と官能評価をすることで、東京都区部での屋上緑化に適した醸造用ブドウ品種の選抜を試みた。収量については、白ワイン用品種では年により変動があるものの比較的安定して‘シャルドネ’の収量が多く、次いで‘ヴィオニエ’が多かった。赤ワイン用品種では‘ビジュノワール’と‘マスカット・ベリーA’の収量が多かった。収穫したブドウ果実の糖度(°Brix)は白ワイン用ブドウでは‘ヴィオニエ’において平均19.4度と最も高く、2017年には21.4度まで上昇した。次いで‘シャルドネ’が高く、平均で18.0度であった。赤ワイン用ブドウでは‘マスカット・ベリーA’において平均18.3度と最も高く、

2017年には19.5度まで上昇した。次いで‘ビジュノワール’が高く、平均で17.0度であった。収穫されたぶどう果実を用いて試験醸造を行った。総酸は、白ワインでは‘シャルドネ’5.28 g/Lから‘ヴィオニエ’4.99 g/L、赤ワインでは、‘ヤマ・ソーヴィニヨン’7.24 g/Lから‘ビジュノワール’5.52 g/Lという値であった。全フェノールについては、赤ワインでは、‘ビジュノワール’と‘メルロー’でそれぞれ平均2919 mg/Lおよび2837 mg/Lであった。試験醸造したワインについて官能評価を行った結果、順位法による嗜好試験では、白ワインでは評価の高い品種は毎年変わっており、明確な傾向は生じなかった。赤ワインについては、学生を対象とした試験において、‘マスカット・ベリーA’が毎年最も評価が高く、2015年度および2016年では有意水準5%で有意差が示されていた。これらの結果を総合して東京都区部のビルの屋上での栽培に適した品種を選抜すると、白ワイン用品種では‘シャルドネ’および‘ヴィオニエ’、赤ワイン用品種では、‘マスカット・ベリーA’が適しているものと思われた。

文献

- 相原朋之. 2003. 低木類のマット化可能植物とその育苗方法. 農耕と園芸. **58**: 142-145
- 藤原多見夫. 1994. 根域制限による野菜・果樹の土壌・栄養管理4 ブドウ根域制限による超密植早期多収栽培における養水分管理. 日本土壌肥料学雑誌. **65**: 66-73
- 岸本宗和, 山本哲楠. 2020. ワイン用ブドウ *Vitis vinifera* における副梢栽培の適用. 日本醸造協会誌. **115**: 661-668
- Kahan G, Cooper D, Papavasiliou A, and Kramer A. 1973. Expanded tables for determining significance of differences for ranked data. Food Technol **27**(5): 61-69.
- 中岡雄一郎. 2018. 屋上菜園の立地からみる都市農業の発展過程. 日本地理学会発表要旨集. **93**: 50.
- 日科技連官能検査委員会編. 1973. 新版官能検査ハンドブック, pp. 252-253. 日科技連出版社, 東京都
- 柴田忠裕. 2003. マット化促進のための諸要因. 農

耕と園芸. **58**: 138–141

柴田忠裕. 2005. 都市緑化の現状と課題. 農業技術.
60: 23–27

内山達也. 2003. マット化可能植物とその栽培技術.
農耕と園芸. **58**: 146–149

山田宏之. 2003. 脚光を浴びる屋上緑化. 農耕と園
芸. **58**: 134–137

山梨県工業技術センター. 2000. 葡萄酒醸造法. 山
梨県工業技術センター支所ワインセンター, 山
梨県