

**[Original Paper]**

## 土壌特性と収穫期直前のかん水がワイン用ブドウの果実品質に及ぼす影響

石井章夫<sup>1</sup>・中尾義則<sup>2\*</sup>・鼠尾まい子<sup>1</sup>・板垣 芳<sup>1</sup>・斯琴巴図<sup>1</sup>・  
新井由紀<sup>1</sup>・河合美波<sup>2</sup>・藤原正幸<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ヤンマーホールディングス株式会社 〒530-0013 大阪市北区茶屋町

<sup>2</sup>名城大学農学部 〒486-0804 愛知県春日井市鷹来町

## Effects of Soil Properties and Irrigation after Veraison on Wine Grape Quality

Akio ISHII<sup>1</sup>, Yoshinori NAKAO<sup>2\*</sup>, Maiko NEZUO<sup>1</sup>, Kaori ITAGAKI<sup>1</sup>, Siquinbatu<sup>1</sup>,  
Yuki ARAI<sup>1</sup>, Minami KAWAI<sup>2</sup> and Masayuki FUJIWARA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>YANMAR Holdings Co., Ltd., Chayamachi, Kita-ku, Osaka 530-8311, Japan

<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Meijo University, Takaki, Kasugai, Aichi 486-0804, Japan

The relationship between soil properties and berry quality of several grape cultivars at harvest in three vineyards in Okayama Prefecture, Japan was studied. Berry quality at harvest and soil properties were analyzed on the basis of 6 and 30 data components respectively. Principal component analysis and multiple regression analysis were performed using explanatory variables related to each component of juice and soil properties. The analyses revealed that grape juice components were affected by soil texture and soil mineral components as the first principal components, and organic nitrogen and moisture contents as the second principal components. With regards to the effect of irrigation with different amounts of water after veraison on berry quality, we found significant increases in soluble solid contents and acid contents in the absence of irrigation, and no significant differences when irrigated with a small amount of water (2 L). Together, the results suggest that soil properties during the growth period and drought stress immediately before harvest affect grape berry quality.

**Keywords:** Berry quality, Drought stress, Nitrogen, *Vitis vinifera*, *Vitis labruscana*

---

\* Corresponding author : (E-mail: nakaoy@meijo-u.ac.jp)

受付日：2022年3月14日

受理日：2022年7月12日

## 【緒言】

ワイン用ブドウの栽培は露地で行われることがほとんどであり、その果実品質は人為的要因（栽培管理方法）と外的要因（栽培圃場環境）によって左右される。ブドウの栽培適地は気温で述べられることが多く、その有効積算温度から最適品種を選ぶこともある (Jones et al. 2010)。土壌はブドウの成長に必要な養分や水分を保持するため重要ではあるが、土壌特性に関する報告は気温との関連に比べ少ない。その一方、ワインはブドウ栽培を行う地域やブドウ圃場をテロワールに関連づけてその品質が語られることが多い。その土壌特性は本来の地層とともに長年の圃場の管理者の指針により方向付けられる。土壌の保水性、保肥力、通気性が異なれば根の成長と活動に影響を及ぼし、これらはブドウ樹とブドウ果実の成長に影響する。近年では、航空写真や地上での撮影データから土壌データや樹勢などを知ることができ、栽培に活用されている (井上, 横山 2017)。このようなリモートセンシングの技術はその発展とともに農業生産現場に欠かせない技術となっている。特に開園の際には気象条件とともに土壌特性が調査され、その適性を栽培品種の選択に利用することもある。その一方、土壌や気象データは栽培管理の上で重要ではあるが、栽植後の栽培管理による樹勢や収量なども品質に大きく影響すると報告されている (Gatti et al. 2016, 2019)。Rey et al. (2013) の報告にもあるように、圃場単位での品質や収量の予測にはリモートセンシングは有効であるが、植物の樹勢や果実品質の向上の点ではその樹を栽培している地点の土壌の情報が未だに重要な要素となっていることを意味している。日本ワインの品質は年々向上しており、ワイン用ブドウとしての高品質な果粒が求められている。この高品質化は生食用のブドウと共通の部分もあり、生食用ブドウの栽培環境と果実品質に関する報告 (岡本 1998) など多くの作業事例は参考になるが、日本のワイン用ブドウの栽培環境と果実品質に関する研究の歴史は浅く、品種ごとに適した栽培環境適条件を明らかにしていかなければならない。ブドウ園の気温、湿度あるいは日照といった気象条件は人為的に制御しにくい、土壌環境は栽培者の管理体系によって調整が可能である。そこで、本研究では土壌の成分を詳細に分析し、そこで育つ

ワイン用ブドウ樹の品質との関連を明らかにすることを目的とした。さらに、ワイン用ブドウにおいて土壌特性は重要であるが、開園後の栽培管理として一定の果実品質を得るために水分管理もまた重要であり、これは比較的簡単にできる環境調節である。本報告は改めて土壌中の無機成分をはじめとする各種土壌成分値や水分管理がブドウ果実品質との関連を明確にすることを目的とした。

## 【材料および方法】

### 土壌特性と果実品質との関連

ブドウはA圃場（岡山県倉敷市）、B圃場（岡山県新見市）、C圃場（岡山県岡山市）で栽培した複数の品種を供試した。A圃場 (latitude, 31° 61' N; longitude, 133° 72' E; elevation, 14 m) から‘アジロンダック’ (*Vitis lubruscana*) 3樹, ‘甲斐ノワール’ (*V. lubruscana*) 3樹, ‘シャルドネ’ (*V. vinifera*) 3樹を市販の園芸培養土で満たした60 Lプラスチック鉢に植え、垣根仕立てとした。これらは植え付け後3年、樹齢4年生である。かん水は点滴かん水とし、萌芽期から1時間あたり2 Lの点滴かん水で、収穫まで1日あたり8 Lをかん水した。B圃場 (latitude, 34° 90' N; longitude, 133° 47' E; elevation, 449 m) から‘シャルドネ’ 3樹, 約20年生を垣根仕立てで管理し、かん水は降雨のみとした。C圃場 (latitude, 34° 76' N; longitude, 133° 92' E; elevation, 52 m) から‘ベリー・アリカントA’ (*V. lubruscana*) 3樹, 樹齢7年生を垣根仕立てで管理し、かん水は降雨のみとした。ブドウ果実の品質調査のためにはすべての圃場の各樹から5果房程度を、果粒が十分に着色または軟化し、Brix値がほぼ一定になったときに採取した。果粒は収穫後ただちに-30℃で貯蔵した。各房から無作為に5果粒を選び、果粒別に搾汁し可溶性固形物と滴定酸度（酒石酸換算）をPAL-BX/ACID2（株式会社アタゴ）で、pHはpH-11B（株式会社堀場製作所）で測定した。さらに、果房ごとに果粒を10から20粒程度をガーゼで包んで、15 mL程度になるように手で搾汁した。この搾汁を房ごとに2または3回行い、それぞれ資化性窒素（YAN）と総ポリフェノール含量の測定に供した。YANはホルモール滴定法（国税庁所定分析法）で測定した。総ポリフェノール含量はフォーリン・チオカルト法で測定し、

没食子酸換算した。果皮のアントシアニン含量は、各房から無作為に選んだ3果粒程度の果皮を果肉から剥がし、内側の果肉を紙製のウエスで拭き取った後に、コルクボーラーで打ち抜き、電子天秤でその重さを量った。抽出は5%酢酸を含有するメタノールで行い、果皮の紫色がほぼ無くなるまで4℃で24時間抽出を2から3回繰り返した。抽出液は定量後に、分光光度計(V-730, 日本分光株式会社)で波長526 nmを測定し、マルビジン-3-グルコシドに換算したアントシアニン含量とした。

### ブドウ栽培地の土壌特性

A圃場は栽培プラスチック鉢の培養土の表面から15 cm程度の深さの土壌を、BとC圃場はそれぞれの地表から15 cm程度の深さの土壌を採取した。化学性(pH, EC, 腐植, 可給態リン酸, CEC, アンモニア態窒素, 硝酸態窒素, 無機態窒素, 有効態リン酸, カリウム, カルシウム, マグネシウム, カリウム飽和度, カルシウム飽和度, マグネシウム飽和度, 塩基飽和度, カルシウム-マグネシウム比, マグネシウム-カリウム比, ホウ素, マンガン, 亜鉛, 銅, 鉄)は土壌分析および測定法(日本土壌協会)に準じてヤンマーホールディングス株式会社(大阪)が行った。粒形分布(粗砂, 細砂, シルト, 粘土)はJIS A 1204の国際法に準じ、三相分布(気相, 液相, 固相)は土壌環境分析法(長谷川 1997)に準じ、株式会社クレアテラ(東京)が行った。

果実品質と土壌特性との解析方法は果実品質を目的変数に、土壌分析結果を説明変数として多変量回帰分析により関係式を構築した。具体的には主成分分析により説明変数から主成分を抽出し、抽出された主成分を用いて重回帰分析を行った。これらの解析にはpython 3.7.4とMicrosoft Excel 2016を用いた。

### かん水量の違いが果実品質に及ぼす影響

2020年にはA圃場でかん水量を変え、果実品質に及ぼす影響を調査した。品種は‘アジロンダック’, ‘メルロー’(*V. vinifera*), ‘甲斐ノワール’, ‘カベルネ・ソーヴィニヨン’(*V. vinifera*), ‘ソーヴィニヨン・ブラン’(*V. vinifera*), ‘シャルドネ’とし、ブドウ樹は60 Lプラスチック鉢で栽培管理した。かん水は点滴かん水とし、萌芽期から1時間あたり2 Lの点

滴かん水で、1日あたり8 L(日中連続4時間)をかん水した。収穫前にかん水量を減らす区は、‘アジロンダック’は7月22日にかん水を停止(0 L), ‘シャルドネ’, ‘カベルネ・ソーヴィニヨン’および‘メルロー’は7月24日に1日あたり2 Lまたはかん水を停止(0 L), ‘ソーヴィニヨン・ブラン’は7月27日に1日あたり2 Lまたはかん水を停止(0 L), ‘甲斐ノワール’は7月31日にかん水を停止(0 L)とした。収穫日は‘シャルドネ’と‘ソーヴィニヨン・ブラン’が8月5日, ‘アジロンダック’と‘カベルネ・ソーヴィニヨン’が8月12日, ‘メルロー’と‘甲斐ノワール’が8月18日とした。採取した果粒は分析時まで-30℃の冷凍庫で保存した。果汁成分の分析は上述の方法と同様とした。

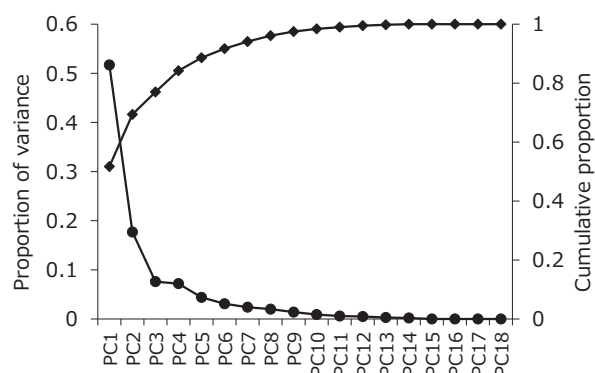
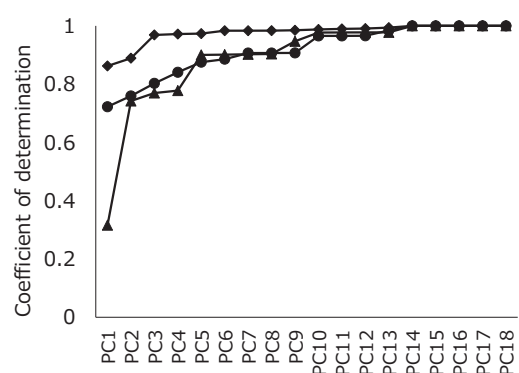
### 【結果および考察】

各圃場のブドウ樹下の土壌の化学成分のうち肥料3大成分である窒素, リン, カリウムの含量を比較すると、B圃場とC圃場の窒素成分の構成比は違うものの濃度はA圃場より高かった(Table 1)。物理特性では、粒径分布は圃場Aが粒径の大きい粗砂が多く、圃場Bが他の圃場に比べ粒径の小さな成分が多く、また、三相分布について確認すると圃場Aの固相率が小さく、圃場Cの水分率がやや小さかった。それぞれの圃場の特性を個々の成分ではなく、主成分分析によってその特性を解析し(Fig. 1), 抽出された主成分(principal component, PC)を寄与率が高い順番にPC1, PC2, PC3と表記した結果、PC1の寄与率は52%, PC2の寄与率は18%であり、累積寄与率上位の2主成分だけで土壌分析成分の分散の大部分を表現可能であることが示された。また抽出された主成分を説明変数とし、可溶性固形物, YANおよび総ポリフェノールを目的関数として重回帰分析を行い、累積寄与率上位のPC1とPC2の2成分による可溶性固形物, YANおよび総ポリフェノールそれぞれの決定係数は、0.88, 0.76および0.74であった(Fig. 2)。Fig. 1とFig. 2に示された結果より、土壌分析成分の違いは果実中の可溶性固形物, YANおよび総ポリフェノールの違いとなり得ることを示した。土壌分析の各成分をPC1-PC2散布図を示すと、粒径の小さな土壌成分である細砂(fine sand), 粘土(clay), シルト(silt), 腐食(corrosion)がPC1の正の成分と

**Table 1.** Properties of soil from three vineyards in Okayama Prefecture.

Category	Property	Unit	Vineyard A (n=9)	Vineyard B (n=3)	Vineyard C (n=3)
Chemical properties	NO <sub>3</sub> -N	ppm	0.1 ±0.0*	1.4 ±0.4	0.1 ±0.0
	NH <sub>4</sub> -N	ppm	0.8 ±0.0	0.8 ±0.0	1.7 ±0.1
	Effective phosphoric acid	ppm	22.2 ±4.0	19.0 ±1.2	87.7 ±8.3
	K	ppm	11.6 ±0.6	45.9 ±5.8	21.8 ±0.8
Texture	Coarse sand	%	62.2 ±0.4	19.5 ±0.1	39.4 ±3.0
	Fine sand	%	17.9 ±0.4	26.3 ±1.8	26.6 ±0.9
	Silt	%	8.6 ±0.2	26.2 ±0.7	14.1 ±1.8
	Clay	%	11.3 ±0.2	28.0 ±1.1	19.9 ±0.4
Phase distribution	Gas phase	%	43.0 ±1.2	34.2 ±2.3	37.4 ±5.5
	Liquid phase	%	22.1 ±0.7	23.2 ±1.0	19.5 ±3.6
	Solid phase	%	34.8 ±1.1	42.6 ±1.5	43.1 ±2.0

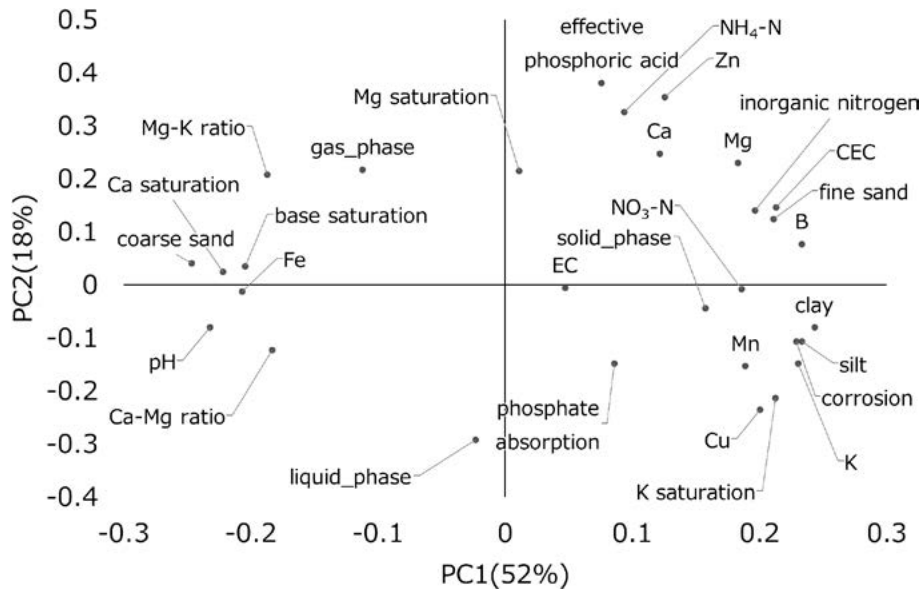
\* Mean ± SE

**Fig. 1.** Proportion of variance (●) and cumulative proportion (◆) from principal component analysis of soil property values.**Fig. 2.** Variation of coefficients of determination in multiple regression analysis with PCs as explanatory variables and soluble solids content (●), yeast assimilable nitrogen (◆), and total poly phenol (▲) as objective variables.

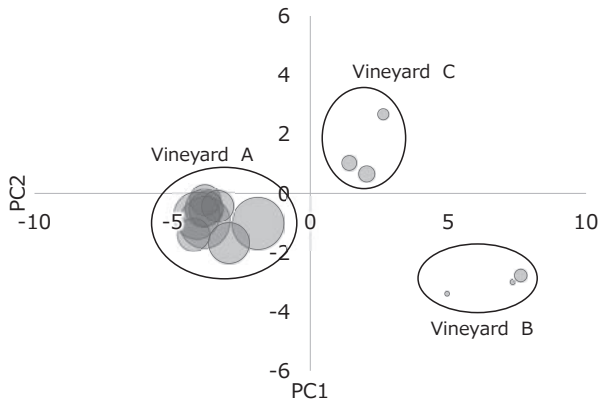
して、逆に粒径が大きな土壌成分である粗砂 (coarse sand) が負の成分となり、それぞれの圃場で異なった土壌特性となった (Fig. 3.)。また、肥料の三大成分であるアンモニア態窒素や硝酸態窒素などの窒素成分と有効態リン酸、カリウムが正の成分となるとともにカリウム、ホウ素、マグネシウム、マンガンといった要素がPC1の高い値を示した。これは、肥料の多量要素と共に微量元素も果実生産を行うために重要なことを示唆している。PC2では有機体窒素であるアンモニア態窒素が正の成分として、水相が負の成分として位置づけられた。PC2の負の象限に分布する成分は少なく、その中で水相が他の成分よりも負の方向に大きかった。アンモニア態窒素は土壌中では硝酸態窒素に比べて安定し、植物に吸収さ

れやすい形態とされるが、酸化されて硝酸態窒素になると流亡しやすい。ただ、これら窒素の吸収動態は植物の種類により異なるとの報告もある (吉羽・麻生 1985)。また、本研究での土壌の採取時期は収穫期であり、土壌水分含量や降雨が果実品質に影響することは数多くの報告がある (Iwasaki et al. 2019, 三木ら 2001)。

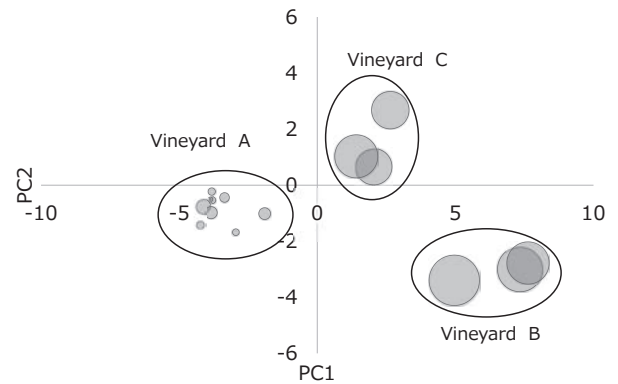
土壌成分値を合計したPC1-PC2バブルプロットに、果汁の可溶性固形物含量をバブルの大きさで示すと、第1象限にC圃場、第3象限にA圃場、そして第4象限にB圃場が配置された (Fig. 4, 5.)。A圃場は無機窒素成分が少なく土壌粒径が粗い土壌、B圃場は無機窒素成分が多く土壌粒径は細かく水分が多い土壌、そしてC圃場はアンモニウムイオン態窒素



**Fig. 3.** Principal component analysis of 30 soil components in three vineyards in Okayama Prefecture. CEC, Cation Exchange Capacity; EC, Electric Conductivity.



**Fig. 4.** Principal component analysis of 30 soil components in relation to soluble solids content of six grape cultivars harvested from three vineyards in Okayama Prefecture. Area of circle indicates soluble solids content.



**Fig. 5.** Principal component analysis of 30 soil components in relation to yeast assimilable nitrogen content of six grape cultivars harvested from three vineyards in Okayama Prefecture. Area of circle indicates yeast assimilable nitrogen content.

が多く乾燥していることを示している。また、果汁成分分析を行った結果、可溶性固形物含量は‘アジロンダック’ (A圃場) が最も高く、‘ベリー・アlicant A’ (C圃場) が最も低い値となった (Table 2)。主成分との関係を見るとPC1が小さいほど可溶性固形物含量が高く、PC1が大きいほど可溶性固形物含量が低かった。一方でPC2と明確な関係は見られなかった。これは可溶性固形物含量が高い値となる土壌は、窒素成分が少なく、粒状が粗い組成となることを示している。一方、YANの含量は可溶性固

形粒含量と逆の挙動を示し、濃度を示すサークルの大きさが逆になった (Fig. 4, 5)。YANは醸造に際し、酵母の適正管理に必要な成分であり、140 mg/L以上が望ましい値とされる (Tahim and Mansfield 2019)。供試した品種ではYANの含量は低く、栽培管理の検討が必要である。一方、Fig. 4とFig. 5で示すようにこれらのBとC圃場はPC1の正の象限に位置し、窒素分が多いことを示している。両圃場のBrixが低くYANが高いことは土壌成分と関連が深いと考えられるが、さらに多くの品種や個体を供

**Table 2.** Composition of grape juice and anthocyanin content in grape skin from Adirondack, Bailey Alicante A, Kai Noir, and Chardonnay in 2019 harvest period.

Cultivar (n is the number of bunches)	Vineyard	Soluble solids content (%)	Acid <sup>z</sup> (g/100 g)	pH	Yeast assimilable nitrogen (mg/L)	Total polyphenol (mg/L)	Anthocyanin (mg/g)
Adirondack (n=13)	A	19.6±0.1 <sup>Y</sup>	0.73±0.02	3.7±0.0	79.6±2.2	176.7±8.4	0.16±0.0
Kai Noir (n=17)	A	18.1±0.1	0.81±0.01	3.5±0.0	46.9±1.6	378.6±11.3	0.56±0.1
Chardonnay (n=4)	A	18.3±0.5	0.73±0.02	4.0±0.0	55.0±2.4	295.0±7.2	- <sup>X</sup>
Chardonnay (n=17)	B	16.3±0.1	0.81±0.01	3.8±0.0	231.0±6.0	436.6±6.3	-
Bailey Alicante A (n=16)	C	16.6±0.1	0.75±0.01	3.6±0.0	199.1±4.9	657.0±11.0	3.04±0.3

<sup>z</sup>Tartaric acid equivalent<sup>Y</sup>Mean ± SE<sup>X</sup>No data are available for white grapes.

試する必要もある。岸本ら (1999) は土壌成分が異なる地点で栽培されたブドウ果汁の品質とワインの比較を報告し、肥沃な土壌では養分が低い圃場に比べ、樹勢が強く、糖度が低く、アミノ酸含量が高い果汁のブドウが収穫されるとし、平野ら (2000) は窒素施肥量の増加と共に新梢成長が旺盛になり、糖の蓄積や酸の減少が遅れると報告している。本調査を行ったB圃場は標高が高く、他の圃場より夏の平均気温は3℃程度低く推移している (気象庁、データ省略) ことや圃場間で品種が異なるため、土壌環境のみが可用性固形物 (Brix) 含量に強く影響を及ぼすまでを明確にすることはできなかったが、異なる3品種を供試したA圃場内ではそれぞれのバブルプロットが似た傾向を示し、土壌環境は異なるが、地理的に近く気象がほぼ同じA圃場とC圃場ではバブルプロットが異なる象限に位置している。このことも土壌成分と果実品質が関連あることを示すと考えられる。

Gatti et al. (2019) は樹勢の異なる樹に散布窒素量を変え、樹勢や果粒に対する影響を調査した。その結果、樹勢の強い樹は窒素の施用量を減らすことで、果実品質を維持できることを示唆する一方、ブドウ樹の窒素に対する感受性が変化することも示唆している。金原 (2006) は施肥窒素がブドウ着色期には果粒に多く配分されると報告している。山本、田村 (2017) は土壌中の窒素の化学性と無機化が‘ピオーネ’ブドウ樹の生育に影響すると報告している。一般的に、ブドウ糖度を上げるには土壌の水分含量を適度に抑制し、窒素肥料成分を抑えることが有効だとされている。土壌肥料管理と植物体の成長については草本性植物での報告が多く (Sugihara et

al. 2016, Belouchrani et al. 2021)、果樹類では少ない。果樹栽培において、作物や野菜で明らかになった知見が転用されている場合もあり、ブドウでの栽培体系を今後確立しなければならない。有機農法が各国で注目され、その多くは肥料成分やその有効期間を管理しやすい化学肥料を使用したり除草剤で草生管理することがなく、そこでの窒素源は化学肥料ではなくきゅう肥や堆肥などの使用が主体となる。この天然物由来の肥料成分を詳細に制御することは難しい。有機農法で栽培されたブドウの生育は慣行農法で栽培された樹木に比べ、樹勢の低下、開花の遅れ、果実生産量の低下が報告されている (Arroyo et al. 2013)。Döring et al. (2015) は有機的な管理では、転換後4年目以降に表土層の無機化N量が増加すると報告している。これは、有機農法では微生物相の変化やカバー作物による土壌改良の効果が表れることに時間がかかることを示している。また、窒素成分は植物の栄養成長に必須であり、過度な栄養成長は生殖成長を抑制すると報告されている。これは肥料や土壌中の窒素含量と共に有機体窒素から無機態窒素への転換なども考慮しなければならない (阿江ら 2001)。よって、有機体窒素の分解に時間を要する (岡本 1998) ことから、開園時だけでなく継続した土壌成分調査によって、ブドウの樹勢管理を行っていく必要があることを示している。

2020年度にはかん水量を1日あたり8Lを基準とし、ベレゾーン後にかん水量を減少させ果汁の可溶性固形物含量、酸、pHそして果皮のアントシアニン含量を調査した (Table 3.)。ベレゾーン期からかん水を中止した0L区の可溶性固形物含量と酸含量はほとんどの品種で、有意に増加あるいは差は無

**Table 3.** Composition of grape juice and anthocyanin content in grape skin from Adirondack, Merlot, Kai Noir, Cabernet Sauvignon, Sauvignon Blanc, and Chardonnay irrigated with different amounts of water in 2020 harvest period.

	Irrigation water amount (L/day)	Soluble solids content (%)	Acid <sup>Z</sup> (g/100g)	pH	Anthocyanin (mg/g)
Adirondack (n=5)	0	21.3	0.61	3.72	0.6
	2	- <sup>Y</sup>	-	-	-
	8	22.2	0.59	3.68	0.6
Merlot (n=5)	0	24.4* <sup>X</sup>	0.76*	4.18*	0.8
	2	-	-	-	-
	8	21.2	0.38	3.66	0.7
Kai Noir (n=5)	0	20.3*	1.71*	4.04*	0.5
	2	-	-	-	-
	8	23.2	0.75	3.74	0.5
Cabernet Sauvignon (n=5)	0	21.5*	0.83*	3.68*	0.6
	2	19.7	0.78	3.48	0.6
	8	18.8	0.62	3.30	0.5
Sauvignon Blanc (n=5)	0	21.5*	0.54*	3.18*	-
	2	20.5	0.62	3.46	-
	8	19.7	0.59	3.46	-
Chardonnay (n=5)	0	21.0*	0.66	3.58	-
	2	20.5	0.65	3.44	-
	8	19.9	0.66	3.52	-

<sup>Z</sup>Tartaric acid equivalent

<sup>Y</sup>No data are available for non-irrigation or white grapes.

<sup>X</sup>Significant at  $P < 0.05$  by Student's t-test compared with 8 L/day irrigation.

かった。また、果皮のアントシアニンの含量には影響しなかった。‘甲斐ノワール’は他の品種と異なり0 L区で有意に可溶性固形物含量が低く、そして酸含量は高かった。これは成熟が遅い果房が多かったと考えられるが、その原因は不明である。Levin et al. (2020) はベレゾーン前の水分供給量の低下は収量を減らす、ベレゾーン後の乾燥ストレスはあまり影響しないと報告している。本試験は植木鉢を使用した厳密な水分制御による結果である。露地栽培ではかん水量を0にしても、降雨や土壌の水分などでブドウ樹に水分は供給されることから、これほど有意な差は得られないかもしれない。より厳密な水分管理を行うためには降雨の多い日本ではウンシュウミカンやモモなどで果実品質の向上を目的として行われている土壌マルチなど (Kobayashi et al. 1997, 森永ら 2004) の併用が有効かもしれない。

広い面積のブドウ園を維持管理するにあたり、現

在のところ施設栽培のような温度、湿度、二酸化炭素濃度そして日照などの環境制御は困難である。しかしながら、土壌に目を向けると、通常の管理体系の中で施肥、耕起、排水路そして草生栽培など根域の環境制御は常に行っており、その効果は園の管理指針により異なるはずである。本報告は、露地栽培における土壌の成分管理とともに土壌中の水分を制御することでより高品質の果粒を得られることを示唆した。

### 【要約】

岡山県内の3か所で栽培しているブドウ樹下の土壌成分と数品種の果汁分析と果皮のアントシアニン含量との関連を調査した。ブドウの根域付近の土壌特性は、化学性および物理性の合計30項目のデータとし、果実品質と土壌特性の各成分に対して主成分分析を行い、抽出された主成分を説明変数として重

回帰分析を行った。分析の結果、ブドウ果汁成分は土壌の影響を受け、第1主成分として土壌の物理的特性と肥料の多量要素と微量要素の影響が大きいことが、第2主成分は第1主成分ほどの影響は無いものの有機体窒素や水分の影響が大きいことが明らかになった。ベレゾーン期からかん水量を変え果実品質への影響を調査した結果、かん水量を減らした区では有意な差はみられなかったが、かん水を行わなかった処理区のはほとんどの品種で可溶性固形物含量と酸含量が同等もしくは有意に増加した。これらの結果から土壌中の無機成分と物理特性、栽培中の水分量がブドウ果実品質と深く関わることを明らかにし、詳細な土壌成分の解析がブドウ園の特徴の一つとなり、さらに栽培管理などにより土壌水分制御を行うことで果実品質を向上できる可能性を示した。

### 【引用文献】

- 阿江教治, 松本真悟, 山縣真人. 2001. 新しい世紀への植物栄養の展望 4. 土壌に蓄積する有機態窒素の作物による直接吸収. 日本土壌肥料学雑誌 **72**: 114–120.
- Arroyo FT, Jiménez-Bocanegra JA, García-Galavís PA, Santamaría C, Camacho M, Castejón M, Pérez-Romero LF and Daza A. 2013. Comparative tree growth, phenology and fruit yield of several Japanese plum cultivars in two newly established orchards, organic and conventionally managed. *Spanish J. Agri. Research* **11**: 155–163.
- Belouchrani AS, Bouderbala A, Drouiche N and Zounici L. 2021. The interaction Effect to Fertilization on the Mineral Nutrition of Canola Under Different Salinity Levels. *J Plant Growth Regul* **40**: 848–854.
- Döring J, Frisch M, Tittmann S, Stoll M and Kauer R. 2015. Growth, yield and fruit quality of grapevines under organic and biodynamic management. *PLoS ONE* **10**: e0138445.
- Gatti M, Squeri C, Garavani A, Frioni T, Dosso P, Diti I and Poni S. 2019. Effects of Variable Rate Nitrogen Application on cv. Barbera Performance: Yield and Grape Composition. *Am J Enol Vitic* **70**: 188 c. 200.
- Gatti M, Dosso P, Maurino M, Merli MC, Bernizzoni F, Pirez FJ, Platè B, Bertuzzi GC and Poni S. 2016. MECS-VINE: A new proximal sensor for segmented mapping of vigor and yield parameters on vineyard rows. *Sensors* **16**: 2009.
- 長谷川周一. 第II章 土壌物理. 日本土壌肥料学会監修. 土壌環境分析法. 博友社. 1997. pp. 21–29.
- 平野健, 林孝憲, 岡本五郎. 2000. 液肥の窒素濃度がブドウ, マスカット・オブ・アレキサンドリアのアミノ酸組成と食味に及ぼす影響. 日本ブドウ・ワイン学会誌. **11**: 63–67.
- 井上吉雄, 横山正樹. 2017. ドローンリモートセンシングによる作物・農地診断情報計測とそのスマート農業への応用. 日本リモートセンシング学会. **37**: 224–235.
- Iwasaki M, Nishikawa F and Fukamachi H. 2019. Sheet-mulching Cultivation Promotes the Number of Floral Buds via Upregulation of Citrus Flowering Locus T Expression in Two Citrus Cultivars, ‘Haraguchi-wase’ (Citrus unshiu Marcow.) and ‘Harehime’ (C. spp.). *The Hort. J.* **2**: 164–171.
- Jones GV, Duff AA, Hall A and Myers JW. 2010. Spatial analysis of climate in winegrape growing regions in the western United States. *Am J Enol Vitic*. **61**: 313–326.
- 金原啓一. 2006. ぶどう根圏制御栽培における当年の施肥窒素の樹体分配. 栃木農試研究成果集, **25**.
- 岸本宗和, 福田勉, 石田正芳, 袖山政一. 1999. 土壌養分の異なる圃場で栽培された‘ケルナー’ブドウのマスとおよびワイン成分組成. 日本ブドウ・ワイン学会誌, **10**: 157–165.
- Kobayashi K, Lemma H and Iwahori S. 1997. Effect of Water Stress on Fruit Quality and Endogenous Abscisic Acid (ABA) Content in Peach Fruit. *Environ. Control in Biol.* **35**: 275–282.
- Levin AD, Matthews MA and Williams LE. 2020. Effect of Preveraison Water Deficits on the Yield Components of 15 Winegrape Cultivars. *Amer J Enol Vitic*. **71**: 208–221.
- 三木善博, 岡本五郎, 平野 健, 岩淵 久克, 今吉 有理子. 2001. 成熟期の水分ストレスが‘マスカット・オブ・アレキサンドリア’ブドウ果実の成熟と食味に及ぼす影響. 園学雑誌別1. **70**: 225.
- 森永邦久, 吉川弘恭, 中尾誠司, 関野幸二, 村松昇, 長谷川美典. 2004. 露地栽培ウンシュウミカンにおける周年マルチ点滴かん水同時施肥法の効果. 園学研. **3**: 33–37.
- 岡本五郎. 1998. ブドウ栽培の基礎知識III 施肥の理論と



技術. ASEV Jpn Rep. **9**: 103–108.

Rey C, Martín MP, Lobo A, Luna I, Diago MP, Millan B and Tardáguila J. 2013. Multispectral imagery acquired from a UAV to assess the spatial variability of a Tempranillo vineyard. In Precision Agriculture '13. Stafford JV (ed.), pp. 617–624. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands.

Sugihara Y, Ueno H, Hirata T, Komatsuzaki M, Araki H. 2016. Contribution of N Derived from a Hairy Vetch Incorporated in the Previous Year to Tomato N Uptake under Hairy Vetch-tomato Rotational Cropping System. **85**: 217/223.

Tahim CM and Mansfield AK. 2019. Yeast Assimilable Nitrogen Optimization for Cool-Climate Riesling. *Am J Enol Vitic.* **70**: 127–138.

山本章吾, 田村尚之. 2017. 高梁地域ブドウ園における土壌窒素無機化特性と‘ピオーネ’樹の生育との関係. 岡山県農研報. **8**: 1–12.

吉羽雅昭, 麻生昇平. 1985. 花き植物の硝酸態窒素とアンモニア態窒素の最適濃度比率と吸収・同化. 日本土壌肥料雑. **56**: 220–228.