

平成 26 年度「醸造用ぶどう栽培セミナー」 ～醸造用ぶどう栽培を対象とした気候変動適応技術の検討～ の研究会報告

広田知良¹・丹羽勝久²・山崎太地³・石塚 創⁴・楠 茂幸⁵・齋藤 伝⁶・平川敦雄⁷・
根本 学¹・西岡一洋⁸・星 典宏⁹・田中博春¹⁰・佐藤知至¹¹・高橋裕美子¹¹

¹ 農研機構北海道農業研究センター

² (株) ブコーシャ

³ 山崎ワイナリー(北海道三笠市)

⁴ (株) 宝水ワイナリー(北海道岩見沢市)

⁵ 楠わいなりー株式会社(長野県須坂市)

⁶ 井筒ワイン(長野県塩尻市)

⁷ (株) 平川ワイナリー(北海道余市町)

⁸ 国立大学法人東京大学大学院・チームキスヴィン(山梨県甲州市)

⁹ 農研機構近畿中国四国農業研究センター

¹⁰ 長野県環境保全研究所(現学校法人法政大学地域研究センター)

¹¹ 北海道空知総合振興局

1. はじめに

近年、地球温暖化に伴い、作物の栽培適地や適応技術に関する検討が行われている。温暖化への適応については、我が国の果樹ではリンゴやミカンでは多くの研究事例が蓄積されてきている(たとえば、杉浦・横沢, 2004; Sugiura *et al.*, 2013)。一方、本研究会で対象とする醸造用ブドウについても、近年注目度が急速に高まっている。北海道、特に空知地域はこれまで栽培が困難と言われていたピノ・ノワールなどの欧州系ブランド品種を用いた栽培で成功事例を作り、これを契機に新規参入を多く促したことで全国的にも注目度は高い。このピノ・ノワールなどの欧州系ブランド品種を用いた栽培の成功は温暖化影響も要因として考えられている。そこで、日本農業気象学会 2014 年全国大会では、「ワイン産地としての北海道空知地域の魅力と将来展望」のテーマでオーガナイズドセッションを開催した(永田ら, 2014)。ここでは、ブドウ栽培家、ワイン生産者に講演を頂いたが、研究者との連携不足が指摘され、今後の研究推進をさらに要望する声が聞かれた。それらの声に応えるため、よりスケールアップした研究会を 2015 年 2 月に北海道で開催した。研究会の規模を全国に広げ、北海道を中心に長野県や山梨県などのワイナリーの方や研究者に講演頂いた。議論の対象も、気候変動下における醸造用ブドウ栽培の現状、適応するために解決すべき問題、研究課題化の可能性などに広げた。参集範囲もワイナリー、生産現場、農業、研究、行政、民間企業などの関係者とした。以上の内容で、今後の良質な醸造用ブドウとワイン生産に関心のある者の課題や問題意識の共有化を図ることを目的とした研究会を開催した。

この研究会の構成は、Ⅰ) 北海道と長野県からのワイナリー関係者からの話題提供、Ⅱ) 北海道と山梨県、そして、

<http://www.agrmet.jp/sk/2016/D-2.pdf>

2016 年 3 月 1 日 掲載

Copyright 2016, The Society of Agricultural Meteorology of Japan

ミカン栽培関係の研究者からの話題提供、Ⅲ) 総合討論とした。各講演は非常に熱の入ったものとなり、各ワイナリーからは、なかなか聞くことができない現場の実態やノウハウ、貴重なデータなどをご報告頂いた。研究会は、北海道・空知の 20 代の若手のワイナリーの講演を口火に非常に勢いと熱を帯び、総合討論ではテロワールと農業技術の導入に関して予想外の白熱した議論が展開された。そこで、この報告では特に総合討論に関して当日の研究会での議論の詳細をできる限り再現できるようにした。その雰囲気やぜひとも堪能して頂きたい。また、本稿の最後では、当日の懇親会やその後のワイン関係者からの聞き取りで得た情報も加え、当日のテロワールについての議論の補遺も行う。さらに当日は北海道空知総合振興局により醸造用ブドウ・ワイン生産の課題についてのアンケート調査も行ったのでこの結果も公表する。

2. 開催日程と講演題目

主催：独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター 北海道空知総合振興局

後援：日本農業気象学会温暖化フォーラム

日時：2015 年 2 月 21 日(土) 10:00～16:00

場所：TKP 札幌カンファレンスセンター カンファレンス
ルーム 6A (札幌市北区北 3 条西 3 丁目 1-5 札幌小
倉ビル 6 階)

テーマ：醸造用ぶどう栽培を対象とした気候変動適応技術の
検討

内容

Ⅰ) ワイナリー関係者からの話題提供 (10:00～12:00)

山崎太地(山崎ワイナリー, 北海道三笠市)

楠 茂幸(楠わいなりー株式会社, 長野県須坂市)

石塚 創((株)宝水ワイナリー, 北海道岩見沢市)

齋藤 伝(井筒ワイン, 長野県塩尻市)

平川敦雄((株)平川ワイナリー, 北海道余市町)

II) 研究機関からの話題提供 (13:00~14:30)

- ①気候変動予測に基づく醸造用ぶどう栽培適地の変化
根本 学(農研機構北海道農業研究センター)
- ②今後の気候変動対応を意識した生理生態学的なセンシングによるワイン用ぶどうの品種特性把握について
西岡一洋(東京大学, チームキスヴィン(山梨県甲州市))
- ③土壌水分制御をみかんのマルドリ栽培から考える
星 典宏(農研機構近畿中国四国農業研究センター)

III) 総合討論 (14:45~16:00)

(パネラー) 話題提供者, 田中博春(長野県環境保全研究所)

(司会) 広田知良(農研機構北海道農業研究センター)
丹羽勝久((株)ズコーシャ)

3. 講演内容

3.1 ワイナリーからの話題提供

1) 「北海道の特徴を活かした葡萄栽培効率化のアイデア」

山崎太地(山崎ワイナリー)

明治中期に富山県から入植。同地域で 4 代農業を営む。1990 年代は小麦, トウモロコシ, 米が主体の営農。1998 年醸造用ブドウ栽培開始, 2002 年醸造用免許取得。今年度から醸造用ブドウ一本となり, 現在, 家族 5 人で 10 ha を切り盛りしている。演者は主に栽培を担当。10 ha という面積ではあるが, 早熟品種から晩熟品種まで多品種を栽培し, 各品種で収穫時期が異なるので(たとえばバッカスは 9 月末, シャルドネは 10 月下旬から 11 月上旬), 何とか 10 ha という栽培面積を手作業で維持できている。収量水準は低く, ha 当たり 3.5~3.7 t でワインとしては年間 35000~37000 本を生産している。また, 積雪地帯であることから, 醸造用垣根仕立ては, 北海道ワイン株式会社が独自に開発した片側水平コルドン方式を基本としている。ブドウ畑は元々褶曲地形であった圃場の均平化が目的で地形修正が行われているため, 部分的に表土(30~50 cm)の直下より古い時代の地層が浅い位置から出現する。中には貝殻の化石に富む土層も確認できる。

上述したようにブドウの収量は低く, 多量のワインを製造するためには, 栽培面積の拡大が必要不可欠であるが, 現状のまま栽培面積を拡大すると, 労働時間の増大に伴う品質低下が問題となる。労働時間を圧迫しているのは剪定作業と除草作業である。剪定は落葉後, 降雪前に実施する必要がある, かなりの重労働である。除草作業であるが, 従来の刈払い機による作業では, 10 ha で約 1 週間の労働時間を必要とする。

下記には, 山崎ワイナリーにおける剪定と除草の対策を紹介する。

剪定作業の効率化にあたり, 北海道に酷似したブドウ栽培様式であるカナダでの剪定技術に注目した。カナダでは利用されているトラクタの 8 割が日本製ということであり, そこで実際利用されている仮剪定機(剪定前剪定機)にたどり着き, 同国のブドウ栽培用機械メーカーから導入した(図 1)。本機械は, ①短軸剪定のみに対応していること, ②機械作業による土壌踏圧が懸念されること, ③オペレータの高い作業技術が必要なこと等の課題も抱えているが, 1 日で 5 ha まで仮剪定することが可能になり, 大幅な労働時間軽減を図ることができた。

除草作業では, スクエアバーで作られた干し草の梱包を利用した「Straw Bale Mulch」を採用した。また, この方法は実験段階ではあるものの, ①積雪により鎮圧を受ける, ②手に入りやすい, ③扱いやすい, ④1~2 年の除草作業を確認済, ⑤最終的には土に還る等のメリットがある。但し, 課題として, 例えば麦の干し草を利用した場合, ①試料原料の発芽, ②麦に含まれる残留農薬の持ち込み等の危険性がある。加えて本法では野ねずみの被害等が想定され, それらの対策が今後の課題である。

2) 「現在試験している新しい仕立て」

(株)宝水ワイナリー 石塚 創

現在, 北海道で一般的な積雪地帯の醸造用ブドウの垣根の仕立ては, 片側水平コルドン方式である(図 2)。この方法は岩見沢のような積雪の多い地方においても醸造用ブドウ栽培を可能にした。しかし, この方式は冬の降雪前に終わらせなければいけない。なぜなら, 雪での作業性の低下, 針金の損



図 1 山崎ワイナリーが用いている剪定機



図2 片側水平コルドンの例

傷が考えられるため、短期間に集中した労力が必要であるからである。また、現状においては雪でブドウの木が折れる被害が発生しており、品種によっては10年くらいで折れる割合が5～6%にまで及ぶ。私見ではあるが、太い木ほど折れやすくなる傾向を感じている。換言すると良質なブドウが採れる木ほど、積雪により折れやすいとも言える。

以上のことから、片側水平コルドンよりも、①労力の軽減が図れ、②ブドウの木が折れにくいような仕立て方法の確立が重要である。このことから、下記の仕立てを当該ワイナリーでは数本の供試木を用いて試験中であり、現在、3年目である。

仕立ての基本形は図3となり、ブドウの木の隣に設置した杭で樹体を固定する仕組みである。

越冬前には、長梢を残して越冬前剪定を行った後、図中に示すようひと針金で樹体を杭に固定する(図4)。その後、剪定作業は実施せず、12～2月まで越冬する。なお、この時期に剪定しないのは、雪が沈む際に、枝が巻き込まれる危険

性があるからである。

3月中旬～下旬になると気温が高くなり雪が締まるようになり、雪面上をスノーシュー着用により容易に歩けるようになる。縛った枝も頭を出すようになり、この時期地上から1mの所で切り揃える仮剪定を行う(図5)。切り揃えた後、切られた枝は回収して搬出するが、その際、ソリを利用すれば搬出作業は容易である。

4月上～中旬はさらに雪解けが進んでいる状況にあり、この時期、新枝の根本が被害を受けていないかどうかを観察しながら、本剪定を実施し(図6)、基本形に樹体を戻す(図7)。

本長梢以外にも、ゴブレ仕立ての可能性も持っている。越冬前の長梢本数を6本以上にし、4月上旬の剪定を全て短梢にすれば、それが可能になる。ゴブレの場合、春先の針金にブドウの樹を固定する作業がなくなり、省力化を図ることもできる。

その他、杭のコスト軽減のため、杭を塩ビ管に置き換えた際の塩ビ管の耐久性試験等も実施している。当ワイナリーで

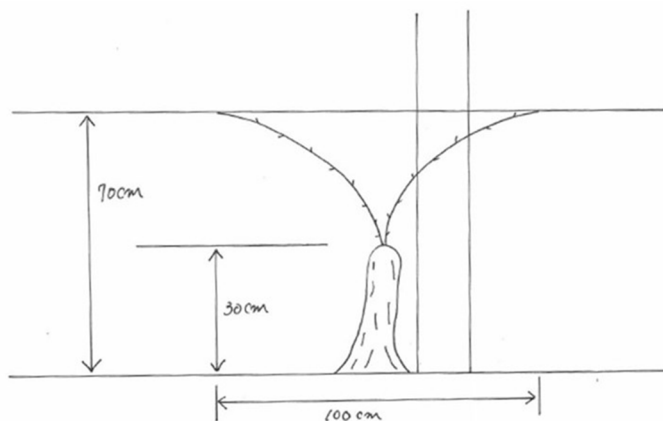


図3 仕立ての方法：基本形

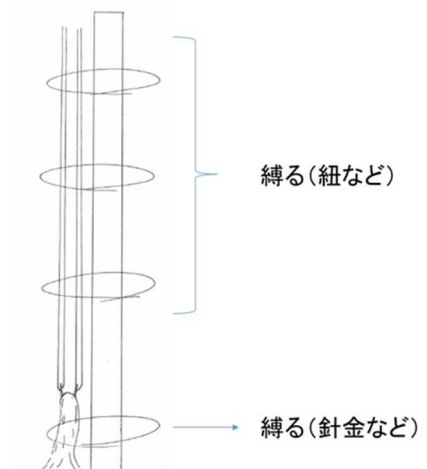


図4 仕立ての方法(越冬前)

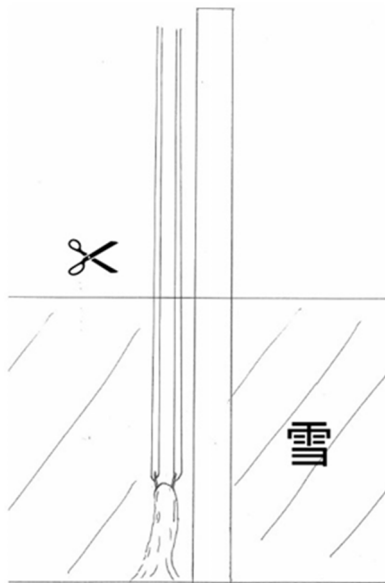


図5 仕立ての方法：3月中～下旬頃

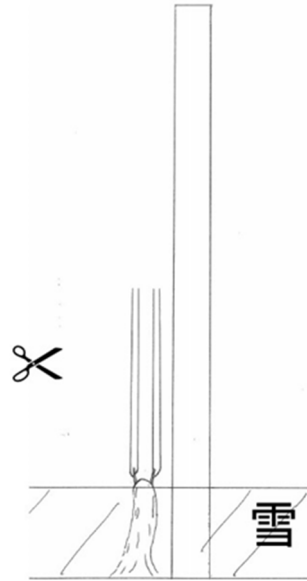


図6 仕立ての方法：4月上～中旬頃

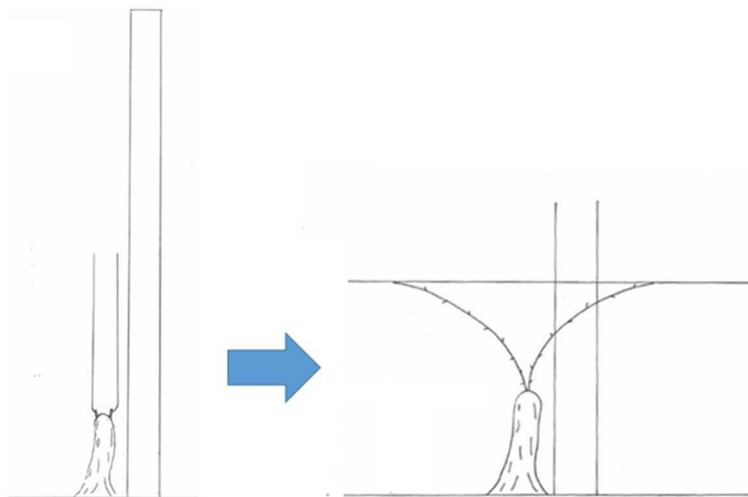


図7 仕立ての方法 雪どけ後

は仕立てが大きな課題であり、今後、研究者との情報交換等を通して、新しい仕立て方法の確立を目指していきたい。

3)「葡萄栽培私見」

楠わいなリー株式会社 楠 茂幸

演者は大学卒業後、20年サラリーマンとして奉職し、40代でオーストラリア・アデレードにおいて本格的に醸造学を勉強した。その後、長野県須坂市に新規就農し、今年で12年目となる。その中でも委託醸造を始めて8年目にワイナリーを作り、現在4年目である。

栽培面積は最初2haで、現在は5haである。垣根栽培と棚栽培の2種類の方法を用いており、ha当たりの収量は7～7.5tである。その他、草生栽培を行っており、草が繁茂したら畑に戻すようにしている。基本的には除草剤は使わず、肥

料は状況を見て施用している。防除は当該区域が巨峰の産地であることから、巨峰の防除暦を利用しており、特に「べと病」に気をつけている。殺虫剤は年に1回施用する。

何故須坂市でブドウ栽培を始めたのかというと演者の生まれ故郷であることに加え、栽培期間中の温度が醸造用ブドウ栽培に最適で、水はけの良好な扇状地が広がるからである。

ブドウ栽培に関して、考慮したポイントは①BEDD、②土地の向き、③降水量、④日照時間である。

BEDD(Biologically Effective Day Degree)とは、オーストラリアのジョン・グラッドストーン博士(Dr. John Gladstone)が提唱した積算気温の考え方であり、平均気温が10℃以下は0℃、月平均気温が19℃以上は19℃として平均気温を積算していく方法である(計算例、表1、2)。

その結果、須坂市のBEDDは1435℃であり、フランス・

表 1 各ワイン産地の BEDD(日本の各地のデータは楠氏の計算による)。海外のデータは Gladstone(1992)に基づく

産地	BEDD	日照時間(時間)	降水量(mm)	特徴
ボルドー	1453	1472	427	メドック
ランス	1191	1337	388	シャンパーニュ
オーセール	1217	1371	424	シャブリ
ボージョレー	1242	1470	523	ガメイ
パロッサ	1486	1802	204	SA
マーガレットリバー	1557	1626	274	WA
モーニングトン	1435	1420	386	VIC
ホバート	1158	1423	359	TAS
ナパ	1379	2118	?	カルフォルニア
ポートランド	1214	1660	323	オレゴン
長野	1442	1210	612	
甲府	1688	1177	761	
山形	1391	1133	679	
東部町	1238	1201	653	
須坂	1435	1171	659	97-02Av.

表 2 BEDD に基づく醸造用ブドウの成熟品種の類型化(Gladstone, 1992)

	赤ワイン用	白・ロゼワイン用
グループ 1 1050	無し	マドレーヌ
グループ 2 1100	ブルーボルトゲーズ	シャスラ(スイス), ミュラー・トゥルガウ, バッカス, ピノ・グリ, マスカット, ピノ・ノワール, ピノ・ムニエ
グループ 3 1150	ピノ・ノワール, ピノ・ムニエ, ガメイ(ボジョレー)	ゲヴェルツトラミネール, シルヴァナー, ケルナー, シャルドネ, ソーヴィヨン・ブラン, ベルデリーヨ
グループ 4 1200	マルベック, ジンファンデル, テンプラニーニョ	セミヨン, リースリング, カベルネ・フラン
グループ 5 1250	メルロー, カベルネ・フラン, シラー, サンジョベーゼ	シュナン・ブラン, ヴィオニエ, カベルネ・ソーヴィニオン
グループ 6 1300	カベルネ・ソーヴィニオン, ネビオロ, ルビー・カベルネ	コロンバード, グルナッシュ
グループ 7 1350	プティ・ヴェルド, マタロ, グルナッシュ	トレビアーノ, マスカット・ゴールド・ブラン
グループ 8 1400	タランゴ	クレレッテ, ドラディーヨ

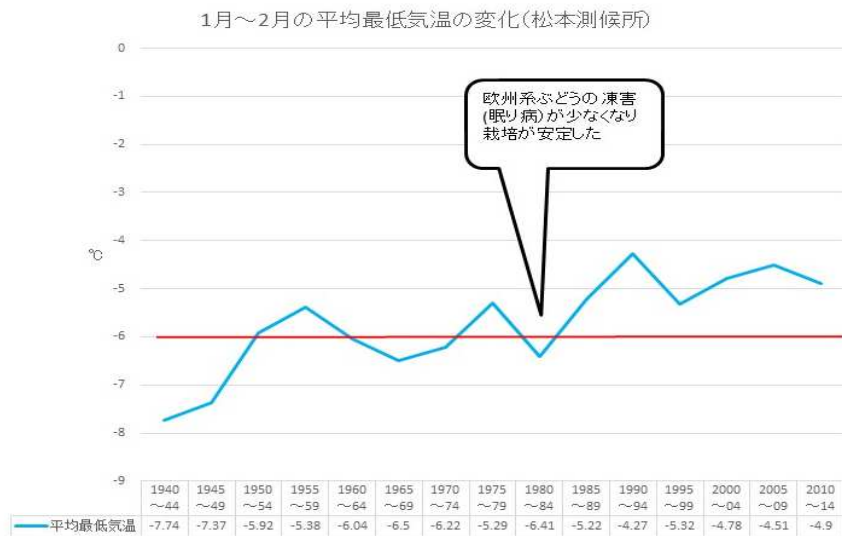
ボルドー地区とほぼ同程度であることが分かった(1453℃)(表 1)。このことから、須坂市においてもフランス・ボルドー地区と同等の品種を完熟に持つて行くことが可能と判断し、それらの品種を導入した。

しかし、その他の気象条件をボルドー地区と比較すると、日照時間が少なく、降水量が多く、日較差が少ない等、いずれも醸造用ブドウ栽培においては条件が不利であることを確認したので、不利となる要因の中でも日照時間の対策を検討した。まず、垣根栽培より棚栽培で受光条件が良好だと考えた。葉の受光条件の良化に向けては、葉を重ねないようにし、光合成効率を上げることを目指した。具体的にはキャノピー・ディビジョンやスマートダイソン等の手法も取り入れた。

具体的な赤ワインの生産結果であるが、棚栽培と、垣根栽培

の棚栽培と、垣根栽培の品質を 2014 年に比較した結果、糖分含量は棚栽培で 21.5 度と垣根栽培の 20.5 度を上回る結果となった。さらに棚栽培の房は全体的に真っ黒な色調を示したのに対して、垣根仕立てではまだらに薄い色であった。このようなことから、今後は棚栽培を増やしていきたいと考えている。

その他、糖生成の最適温度が 19～29℃、フレーバーの前駆体を作る酵素の働く好適温度帯が 19～24℃と考えられること、糖度が上がった後、フレーバーが蓄積する(フレーバーライプネス)と考えられるため、収穫時期をなるべく遅く(11 月)にもっていくような工夫をしている。また、収穫までに糖度と pH は観測している。



気象庁

図8 1月～2月の平均最低気温の変化(松本測候所*)

* 現：松本特別地域気象観測所(2007年10月以降)

2014年自社農園栽培形態と品種の違いによる比較
(10a当たり)

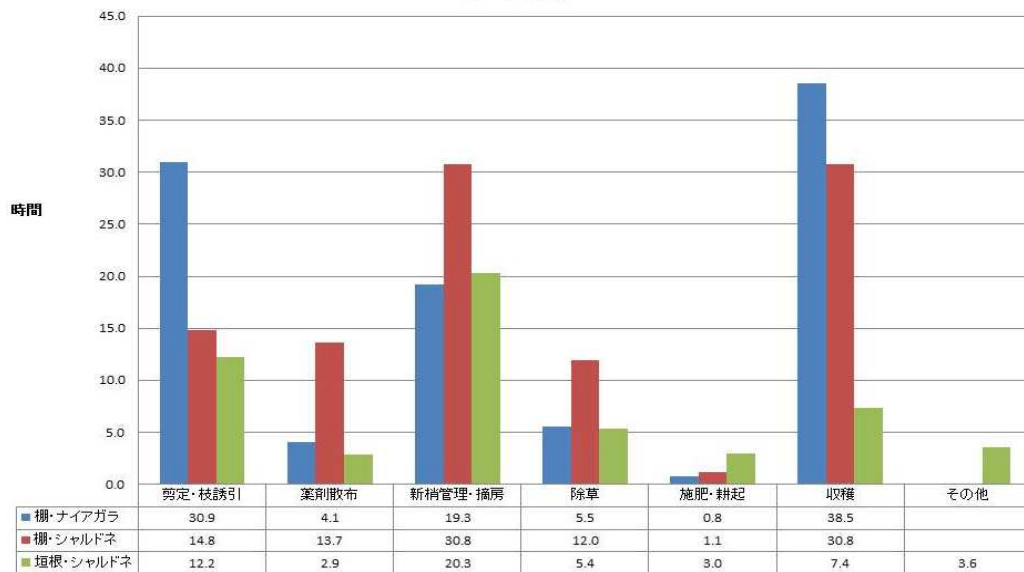


図9 2014年 井筒ワイン農園栽培形態と品種の違いによる比較

3)「井筒ワインの紹介」

井筒ワイン 齋藤 伝

井筒ワインは長野県塩尻市桔梗ヶ原に立地する。標高は730 mで、河岸段丘の扇状地で水はけが良く、礫層や砂礫層の上部には火山灰が堆積する土壌条件である。内陸性の気候で、湿度が少なく、昼夜の気温差が大きい特徴がある。また、降雪は少ないが、冬期には最低気温がマイナス13℃くらいまで低下し、寒さは厳しい。

井筒ワインが醸造を始めたのは1927年であり、当初は米国系品種(コンコード、ナイアガラ等)を原料として醸造を

行っていた。1962年頃からメルロー、セミヨン等の欧州系品種が導入された。現在、自社農場は15箇所程度の様々な場所にあり造園中も含めて14 haである。契約栽培面積は38 ha、入荷量は年間980 t、取扱品種は26種に及ぶ。その中で自社農園の主要品種はコンコード、ナイアガラ、メルロー、シャルドネであり、特にメルロー、シャルドネが主要品種となったのには、近年の気候変化も影響していると考えている。

事実、1940年からの気象推移を見ていくと、1～2月の平均最低気温は上昇傾向にあり、1980年代以降、メルロー、シャルドネ、セミヨン等の欧州系品種の凍害(眠り病)が少な

く栽培が安定した(図8)。また、昔は藁をまく等の防寒対策が取られていたが、現在ではそのような対策を特に行っていない。

2014年の品種別構成割合であるが、契約農家はコンコード、ナイアガラで全体の80%以上を占めるが、自社農園ではコンコード、ナイアガラの比率は50%程度であり、シャルドネ、メルローで25%程度を占める。

自社農園の栽培方針として、棚栽培を行っているメルロー、シャルドネで作業時間をかけて「質」を重視しており、垣根栽培のメルロー、シャルドネ、棚栽培のコンコード、ナイアガラでは作業時間をかけずに収量が確保できるように「量」を重視している。このように栽培の考え方は2極化しているが、いずれも、長野県原産地呼称管理制度の糖度基準はクリアしたものを栽培している。

自社農園全体の目標作業時間は800時間/ha、収量は10 t/haである。労働時間の特徴であるが、棚栽培のナイアガラでは剪定、収穫に時間がかかる。それに対して棚栽培のシャルドネは新梢の誘引に時間がかかる。一方、垣根栽培のシャルドネは作業時間が少ない(図9)。

以上のような特徴を踏まえて、平均作業時間目標に向けた導入品種や栽培方法を検討している。なお、利用している作業機械は畑が分散しているので2 tトラックで運搬可能なものを利用している(摘芯機、防除機等)。

収穫作業は9月初旬の巨峰、ピノ・ノワール、バカス等を皮切りに、10月中旬の山ブドウ、カベルネ・ソーヴィニヨンまで続く。これらのブドウの絞りカスは堆肥化して圃場に還元する。

4)「農業と科学」

(株)平川ワイナリー 平川敦雄

農業と科学との調和とは何かというテーマに対し、農業者と研究者それぞれの立場を織り交ぜて、フィールドと学術の連携を目指した演者の見解を紹介する。

(1) 物質科学のために

演者がフランス・メドック地区での栽培・醸造の経験やボルドー大学醸造研究所において芳香性分子の研究を行った際に得られた知見を提供する。現在、ワイン中のアロマの特徴となる芳香性分子は、チオールやテルペン、ノリイソプレノイド、フェノール類の様に原因物質や生成メカニズムが示されているものもあるが、香りの大部分は特定されていない。ワインの香りは、一つの芳香性分子が決定的な特徴を与えているのではなく、様々な物質の相乗効果である。単一物質の香り以上に、相乗し合うことで別の香りのニュアンスを持つことが多く、自然の気候風土を介して表現されるテロワールの香りやプレカーサーの存在について今後の研究の発展が期待されている。北海道で栽培されている品種に特徴的な芳香性分子を紹介し、加えて演者が蓄積した研究結果を元に農業とサイエンスのあり方について考察を行う。

(2) その先の科学から

農産物における品質とは何かということを、物質科学の分野を超えた視点で考察する。生命体の多くを占める水は結晶化させ、ヴィジュアル化することで品質の相違を示すことができる。植物体の頭脳が根にあることへの認識や、根圏と土壌微生物との関係を通じて植物が外界とのコミュニケーションを取っていること、生きた土と働く重要性について考える。同じ土壌条件でも化学肥料偏重で栽培した場合と有機物施肥により通気性が確保された場合では、土壌条件は見た目と異

なってくると同時に、植物の生長や果実の品質や味わいにも大きく影響している。

草生栽培の実施有無についても、得られるブドウの分析結果に大きな差異が認められる。演者が分析した北海道の試験園地での事例では、草生栽培実施区と慣行区の比較結果、草生栽培を長期間実施した区画のブドウ樹にて糖分向上、酸度低下、粒重量の低下が認められた。根圏では根と微生物の共生関係が生まれ、それが、ブドウの養分吸収を支えるだけでなく、土壌の肥沃化にも貢献している。

(3) 農学が農業のためにできること

ワインにおける産地個性の表現には自然要因、人的要因、植物体、ヴィンテージ、時間の各ファクターが密接に影響している。そのうち、自然要因である土壌水分や生物相、ミクロ気候は人為的に改善が可能である。加えて直接的な人的要因である栽培方法や醸造方法、品種、台木、クローンの選択等、全ての要素が関わっている。産地を主張できる農産物的価値の形成に向けて、上述した人間が自然をどう考えるかによって出来上がる品質が大きく異なってくるため、人的要因もテロワールの一部分であると考えることができる。

その中で植物生理を考慮した品質の追求が重要である。例えば、1番果、2番果、3番果のそれぞれの平均値を考えた時に、3番果に比べて1番果は糖度が高く、酸含量が低く、粒重量が少ない傾向を持つため、酒質のポテンシャルがより高い。また(1)で述べたように、香氣成分に影響する芳香性化合物の前駆体は生育ステージを通して濃度が変動するため、収穫方法や収穫時期の決定がワインの酒質形成に大きな影響があることを認識すべきである。

北海道空知の醸造用ブドウ栽培地帯に典型的である重粘土では、根系発達が阻害されやすいが、排水対策や土層改良等により、根圏条件の良化を追求する必要がある。土の状態がワインの品質に大きく影響するため、植物体の頭脳である根と土壌との関係を生物の多様性と共に深めてゆくことが重要である。

3.2 研究機関からの話題提供

1)「気候変動予測に基づく醸造用ぶどう栽培適地の変化」

農研機構北海道農業研究センター 根本 学

北海道のワイナリーは、2000年頃は6か所であったのに対して、現在24か所と増加しており、ブドウおよびワインの生産が盛んになっている。ヨーロッパでも2000年くらいにワインブドウの生産がシャンパーニュからイングランドへ拡大し、デンマークやスウェーデンでも盛んになる等、ヨーロッパでも産地の高緯度化が進んでいる。これらには気候変化が関与していると想像できるが、気象条件から考えられるブドウ産地の過去から未来における変化について調べた結果を紹介する(Nemoto *et al.*, 2015 投稿中)。

具体的には気象から見たブドウ栽培好適地の将来的な変遷について、気候変動予測データを基に予測した。気象から見た好適栽培条件を、Hannah *et al.* (2013)に基づき、(1)4~10月の単純平均気温が13.1~20.9℃(暖候期気温条件)、(2)4~10月の降水量が1200 mm以下(暖候期降水量条件)、(3)寒候期の月平均の最低気温がマイナス15℃以上(寒候期気温条件)、であることとした。

気候変動予測データとしては、東京大学気候システム研究センターらが開発した気候モデルMIROC3.2hiresを農業環境技術研究所が1 kmメッシュにダウンスケーリングしたものを利用した。その他、気候変動モデルの不確実性を評価する

ため、文部科学省の気候変動適応研究推進プログラム (RECCA) で作成されたデータセットを利用した。これは 3 つの全球気候モデル (MIROC, MPI, NCAR) それぞれを、3 つの地域気候モデル (NHM, RSM, WRF) でダウンスケーリングした、9 つの将来予測データセットである。なお、温室効果ガスの排出シナリオとしては、全て経済重視でグローバルゼーションが進む A1B シナリオで統一されている。

MIROC3.2hires の気象変動データによる予測値を、気象庁の岩見沢市の実測値と比較すると、必ずしも過去の降水量の状況を適切に再現されているとは言えない。そのような条件でのブドウ栽培好適地の将来予測であることに留意が必要である。

MIROC3.2hires によると、1990 年代には、上述した 3 条件をクリアした地域は、瀬戸内海から北海道まで及ぶことが分かる。1990 年代以降、気象条件が劇的に変化し、温度上昇により道東は冬の寒さがブドウ栽培の制約にならなくなる。また、降水量の増大により、暖候期の降水量が 1200 mm 以上と雨の条件がクリアできない地域が増加する。ただし、先に述べたように、降水量の予測は疑って見た方がよい。

1990 年代には気候のシフトがあり、例えば、1998 年以降、北日本で 4 月と 8 月の気温の間には負の相関関係が認められるようになる (Kanno, 2013)。このプロセスは十分に解明されていないが、上層大気や海面水温との広域にわたる相関関係が認められており、全球規模の変化が生じていたようだ。なお、ヨーロッパのブドウ産地の高緯度化もそのタイミングと一致している。

将来は、暖候期の気温がより高くなることが予測され、温度上昇に見合った品種の選択を考える必要がある。一方、予測精度は低いが、暖候期の降水量も増加傾向になると考えられ、圃場の排水性対策の向上が一層重要になると考えられる。

次に地球全体で 2℃ 上昇した後の北海道について、全球気候推定モデルとして MIROC, MPI, NCAR を、北海道の領域モデルとして NHM, RSM, WRF を利用し、それらを組み合わせる将来のブドウ栽培適地を調べた。

その結果、暖候期の気温条件のばらつきは、モデルの組み合わせによる差が小さく、あまり違いがない。それに対して、暖候期降水量の現在と将来の比で比較すると、気候モデルの組み合わせによっては、道南の地域で降水量のばらつきが見られる。全 9 種類の気候モデルにおける結果を総合してみたところ、将来において北海道の平野部では安定したブドウ生産が可能であると予想される。

1990 年代から将来地球規模で気温が 2℃ 上がった場合を比べると、北海道のブドウ栽培は、気象条件的には良化する。例えば、池田町や北見市でもブドウの栽培は行われているが、現在は気象条件的にはヨーロッパの醸造ワインブドウ品種の生産は厳しいが、今後はそういういった地域も気象条件はクリアできると推察される。但し、将来的には、寒候期の気温条件よりも暖候期の降水量条件に制約を受けるようになることに留意が必要である。

今後の展開方法として、メッシュ農業気象データの活用を考えている。これは、全国 1 km 格子の予報を含むメッシュデータである点に特色がある。現在、精度の検証と共にシステム開発を進めており、これをブドウの生産現場に応用し役立てようと考えている。

具体的にはブドウの生育ステージは、気象データから精度よく予測できる可能性があると考えている。予測ができれば、病害虫の発生予察等、生産現場に役立つ情報を提供できるか

もしれない。

このような試みは北海道だけではなく、日本全体で実施しても良いと考えており、日本全国からデータを集めてブドウ生育モデルを構築できればと思う。過去の栽培管理データがあれば、メッシュ農業気象データを利用してモデルの構築が可能である。品種の早晩性を考慮して、白ワイン用ブドウでは、ピノ・グリ、シャルドネ、ソーヴィニヨン・ブラン、赤ワインブドウでは、ピノ・ノワール、メルロー、カベルネ・ソーヴィニヨンを対象品種として考えている。まずは、北海道から本州まで栽培されているシャルドネからピノ・ノワールを突破口として、生育モデルを構築していきたい。

今後の予定として平成 27 年度から、栽培履歴データの収集、発育モデルの構築を行い、平成 28 年度に生育ステージの予測情報の発信を考えている。メッシュデータを使って発信し、いろいろな生産者に使って頂ければと思う。逆に生産者から予測結果の整合性等の情報が得られれば、モデルの精緻化を進めることができるだろう。現場に役立つ情報発信ができればと思う。

2) 今後の気候変動対応を意識した生理生態学的なセンシングによるワイン用ぶどうの品種特性把握について

東京大学・チームキスヴィン 西岡一洋

ブドウ栽培には人、土壌、生態、地勢等の様々な要因が複雑に絡み合っている。その際、ブドウの特徴を樹木生理の観点で考えた場合、樹体内の水の流れが重要であり、その挙動は下記の式で表現することができる。

$$G_s = T_r / VPD$$

但し、 G_s : 樹冠コンダクタンス (樹冠から放出される水蒸気量と吸収される二酸化炭素ガスの交換量および気孔開閉度に相当)、 T_r : 蒸散量、 VPD : Vapor Pressure Deficit (大気の乾燥度を示す指標で飽和水蒸気圧差と訳される)。ここでは前提として樹液流量と蒸散量には差がないものと考え、蒸散量を樹液流量で代替している。

気孔は二酸化炭素の吸収と水分の放出を司る水道でいうところの蛇口の役割を示す。また、水と二酸化炭素の分子量比が既知であることから、樹液の動態が把握できれば、上の式を用いて気孔の開閉や二酸化炭素吸収量を推定することができる。醸造用ブドウにおいては剪定の影響で、樹体内に水が流れない木部 (塞がった導管の束で枯死パイプとも言う) が多く見られる。植物生理は植物構造と表裏一体であるため、ここで樹木の通水構造について考えていきたいが、樹木は先端に単位葉面積が付いたストローの集まりと考えられ、そのストローの中を樹液が流れていると捉えることができる。これがいわゆるレオナルド・ダ・ヴィンチと Shinozaki (1964a; 1964b) による樹木のパイプモデルであり、分岐したストローの断面積の和は分岐前の枝・幹・茎の断面積に一致する。しかし、ブドウの当年枝は草本性の特徴を持ち、ほぼ太さの変わらない前年枝から複数本が生じ、当年枝基部の断面積の総和と前年枝の断面積は一致しない。つまり、ブドウには木本類のパイプモデルをそのまま適用することができない。植物は葉からの蒸散負圧によって葉が乾くため、これを補おうとして下部から水を引き上げることができる。根から水を押し上げる根圧も存在すると言われているが、量的には蒸散による揚水力の方が大きい。つる性植物の当年枝は、木化の始まる秋口までは可能な限り伸び続けようとするため、葉数はど

樹液流計測とは？

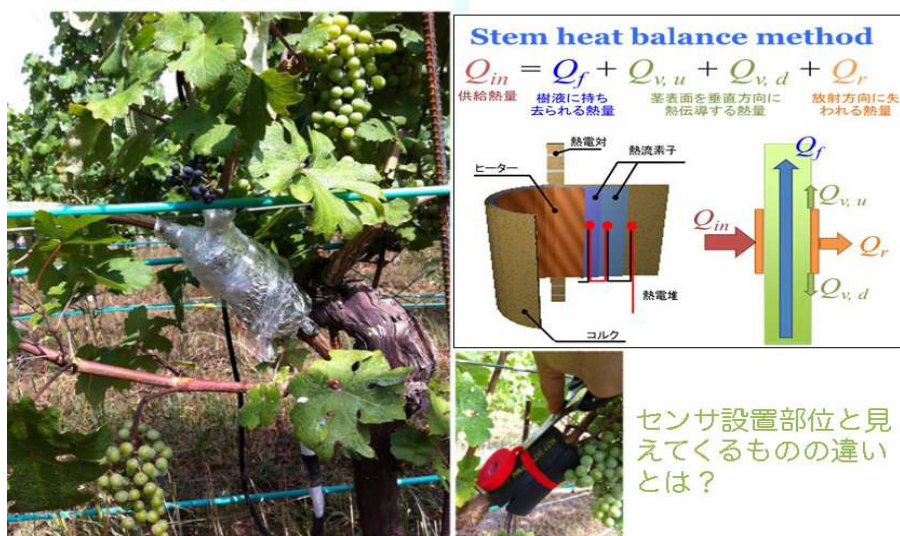


図 10 樹液流計測とは？

んどん増え続ける。しかし、養水分を供給する通水パイプの断面積がほぼ固定なため、個葉間で水分競合が生じ、個葉のガス交換量は低下する。このような観点を考慮すると、通水パイプの太さに対する葉量をどう制御するかということがキャノピーマネジメントにおいて重要であり、樹液の流れから樹のパフォーマンスを把握できれば、樹形や気象条件に応じて剪定をより最適なものに仕上げていけるものと考えられる。

演者が開発した樹液流センサは、「Stem heat balance method」に基づき、熱量を樹体に与えた後の微細な温度変化を追跡することで樹液流を測定する仕組みである。

なお、「Stem heat balance method」は図 10 の通りである。

センサ内側の薄膜ヒーターから微量の熱を加え、与えた熱量がどのベクトルにどれだけ移流したかを微細な温度センサで計測することにより熱解析を通じて樹液流量を算出する。

土壌の乾燥に対する植物の気孔の開閉戦略は、isohydric 種（気孔を積極的に閉じる）、anisohtydoric 種（気孔が開きばなし）に大別できる。インゲンマメ、トウガラシ、パレイショ、サツマイモ、大豆、小麦等は isohydric 種、カリフラワー、ナス、トマト、リンゴ、サトウキビ等は anisohtydoric 種であると報告されている。

醸造用ブドウにおいても、土壌の乾燥に対する気孔開閉の品種間比較に関する研究が多く行われ、メルロー、グルナッシュ等は概ね isohydric タイプ、シャルドネ、セミヨン、ピノ・ノワールおよびリースニングは概ね anisohtydoric タイプであることが示されている。それに対して、カベルネ・ソーヴィニオンではどちらかという中間種の特徴を示すことが報告されている。

演者が、カベルネ・ソーヴィニオンを用いて、詳細に樹液流から気孔の開閉を調査した結果、気孔開閉特性はほぼ isohydric タイプの反応を示すが、たまに anisohtydoric タイプの反応を示すことを確認した(Kameoka *et al.*, 2014)。樹冠コンダクタンスは樹冠全体の平均的な気孔開閉状態として捉えることができ、日中の蒸散が続いて樹体内が乾燥してくると気孔を閉じ出し、特に午前と午後の日射量に対する樹冠コン

ダクタンスの差が大きくなる。この差のことをヒステリシスと言うが、図 11 においてヒステリシスのパターンが毎日異なることがわかる。

さらに、カベルネ・ソーヴィニオン、カベルネ・フラン、

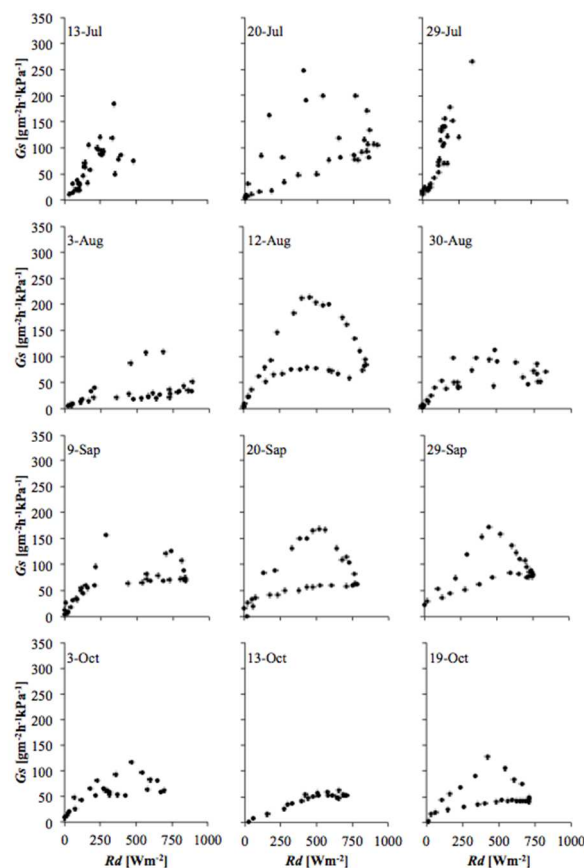


図 11 カベルネ・ソーヴィニオンにおける樹冠コンダクタンスと日射量の関係(Kameoka *et al.*, 2014)

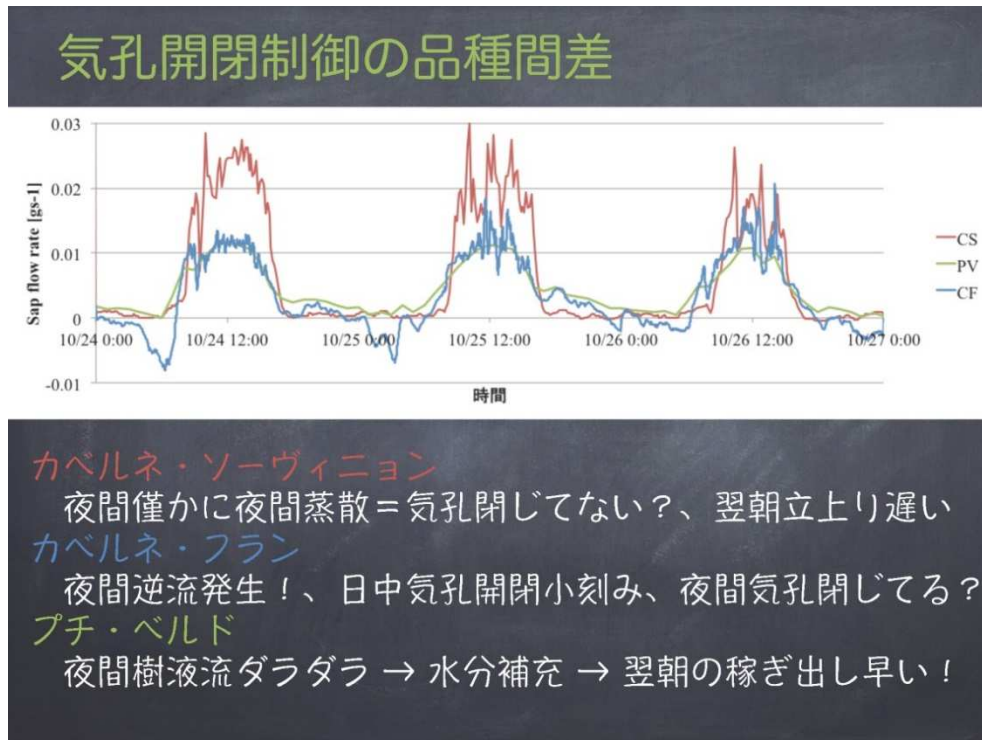


図 12 気孔開閉制御の品種間差

プチ・ベルドを供試品種の気孔開閉特性を詳細に調べた結果、カベルネ・ソーヴィニオンは夜間においても僅かに蒸散が観測され(つまり、気孔が閉じていない)、翌朝の樹液流の立ち上がりが遅いことを確認した。それに対して、カベルネ・フランは夜間に逆流が発生し、日中において気孔開閉が小刻みと考えられる樹液流の挙動を示した。プチ・ベルドにおいては、夜間も樹液流が発生しており、翌朝の樹液流の立ち上がりが早いことが分かった(図 12)。

以上のような気孔開閉特性は栽培品種選定に極めて有益な情報であるが、既報のほとんどは樹冠からランダムかつ破壊的に個葉を採取し、葉内水ポテンシャルを計測している。また、メジャー品種での報告が多く、特にカベルネ・ソーヴィニオンでは *isohydric* タイプであるとする報告から *anisohydric* タイプとする報告まで考察が分かれている。どの報告も、どのような樹形のどの位置からサンプルを採取したのかなど、水ポテンシャルの計測結果に影響する情報の記述がないなど、実験計画に問題を抱えている。おそらく、樹体内にあるとされる貯水された水分の樹体内移動(導管内に発生するキャビテーションの水分補償など)を考慮して、より高度な水分生理反応を考察すべきなのだと考えている。

今回の我々の実験においても、供試品種ごとに植栽年数が異なるため、供試サンプルの樹齢、栽培環境、仕立て等を揃えた上で、気孔開閉度を表す樹冠コンダクタンスを長期的にモニタリングする試験が今後必要である。降雨の多い温暖多湿な日本では気孔が閉じにくい *anisohydric* タイプの品種の方が木の稼ぎが高いまま推移しやすいため栽培に有利であると考えられるが、一方で、急激な乾燥に弱いので縮果症の発生や幼木の枯死率が高くなることに留意が必要である。温暖湿潤な環境において樹の稼ぎが高くなるような樹形や台木-穂木の組み合わせの探索など、マイニングすべき課題は数多く残されている。幸い昨年農業 ICT, IoT がブームになっているた

め、若い世代を中心に計測とマイニングを協力して進めていくことによって後世に残せる価値あるデータベースを構築できるものと考え、農林水産省の異分野融合補完研究を通して低コスト・センシングシステムやプラットフォームの構築に取り組んでいる。

その他、演者らは、樹液流センサ以外に様々な低価格のセンサを開発しており、例えば土壌水分、葉の水分状況等を測定できるセンサ、土壌水分計においては、醸造用ブドウ生育に影響する土壌水分特性(pF 水分特性)の測定を可能とするセンサ等が挙げられる。その他、自動草刈りロボットの実装にも取り組んでいる。

3) 土壌水分制御をミカンのマルドリ栽培から考える

農研機構近畿中国四国農業研究センター 星 典宏

醸造用ブドウ栽培の気候変動適応技術を探るアプローチとして、ミカンのマルドリ栽培を例に土壌水分制御を考える。

温州ミカンなどでは、夏場の適度な水分(乾燥)ストレスが果実の糖の蓄積を促すことは一般に知られている。高品質なミカンを生産するためには、夏から秋(収穫前)まで、糖度を上げるために適度な水分(乾燥)ストレス状態を維持することや、あるいは酸を下げるため水分(乾燥)ストレス状態から回復させるなど、合理的な土壌水分制御を行うことが必要である。多雨傾向や干ばつ傾向の年などの影響を緩和する栽培技術が不可欠となる。そこで雨水の流入をふせぐためマルチシートで株元を覆い、さらにマルチシートの下に敷設した点滴チューブによってかん水(液肥の施肥も可能)を行う、積極的な土壌水分制御技術「周年マルチ点滴かん水同時施肥法」を開発した。敷設するマルチシートと点滴かん水(ドリップかん水とも言う)の二つの言葉を合わせ、「**マルドリ方式**」と呼ばれているものである(図 13)。

この技術は高品質果実生産と省力化が実現でき、広くカン

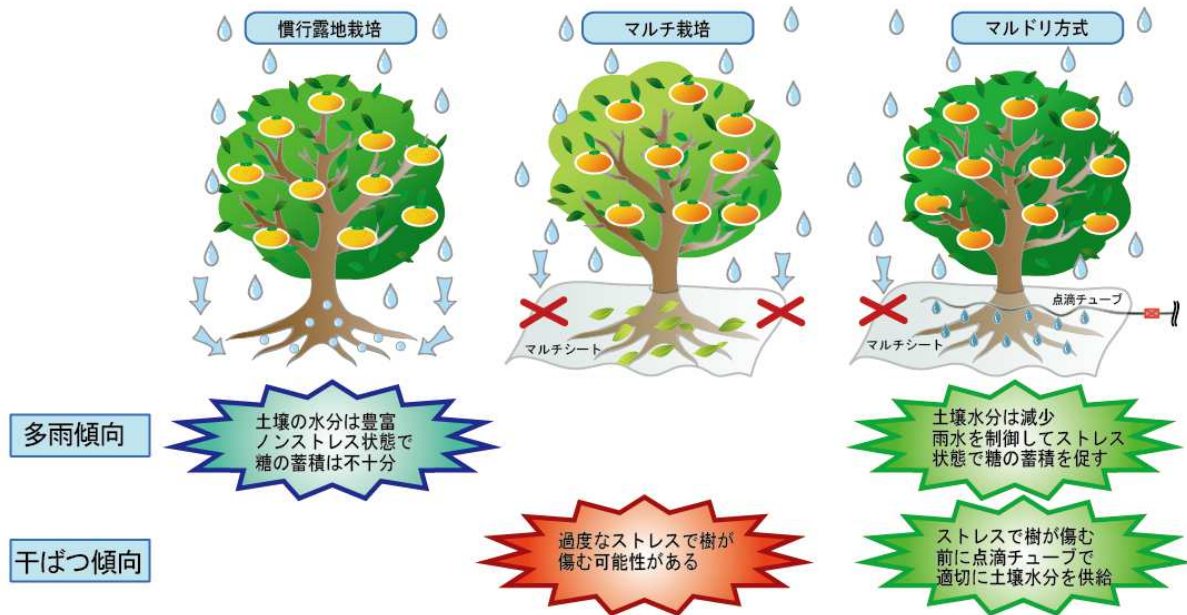


図13 慣行露地栽培とマルドリ方式との違い

キツ生産者に導入され、産地化などに貢献している。マルチシート敷設と点滴かん水装置を設置することで、いつでもかん水ができる条件で土壌水分を制御できるため、長雨や干ばつなどの気象変化を気にかける必要が軽減される。これは生産者にとって栽培上安心感を与えるものである(図14)。

マルドリ方式では次の三つを大きな特徴としている。

(1) 園地の表面に基本的に1年中マルチを敷設

これまでのマルチ栽培の問題点であった毎年のマルチ敷設と撤去が不要になり、またマルチシートによる雑草抑制に効果が期待できる。

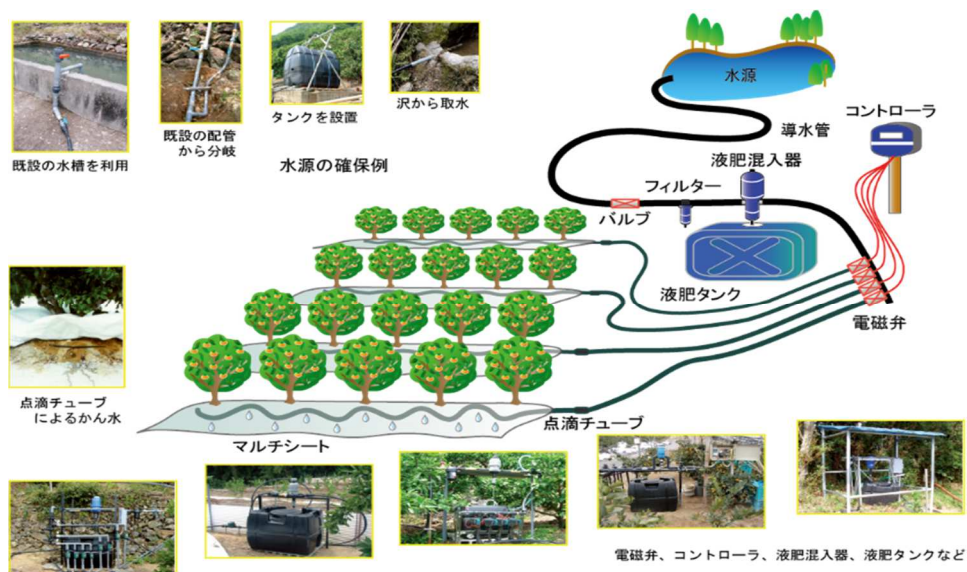
(2) 点滴かん水チューブを用いたかん水施肥と管理の自動化

点滴かん水チューブを用いることにより、根域への効率的なかん水施肥が可能になる。また自動化によってかん水施肥作業の省力化を図れる。

(3) 液体肥料による施肥管理

固形肥料に代わって、液体肥料を用いることによって、肥料成分などは土壌や生育ステージの実態に合わせて選択が可能になる。

点滴かん水チューブを利用してかん水施肥を行うことは、必要な時に、必要な量の養水分を与えることができる。傾斜地カンキツ園では、かん水用の大量の水の確保が難しいところも多く、少ない水量でかん水を行う点滴かん水が有効であ



マルドリ方式はそれぞれの園地に適した形で導入されています

図14 マルドリ方式の基本概念



図 15 かん水のための支援ツール

左：簡易土壌水分計(農研機構 近中四農研センター, 福山)
 中：水分ストレス表示シート(農研機構 近中四農研センター, 善通寺)
 右：水分チェックボール(三重県農林技術センター, 熊野)

る。さらに点滴かん水は自動化に適しており、従来のマルチシートをめくる、ホースを用いたかん水方法よりも格段に省力化が実現される。

土壌水分を制御するかん水量については、さまざまな検討が行われてきた。1 回に大量の水分を与えても土壌水分が過剰になるだけで根が吸収できず、根域外へ拡散することとなる。そのため少量でかん水するのが効率的かつ合理的である。水分供給が不足の場合は、1 回の水量を増やすのではなく、頻度を増やすようにすることが肝要であり、これが少量多頻度かん水の考え方で、現在マルドリ方式で実践されている。

マルドリ方式とは、当初は前述の三つの特徴を持つシステムを用いた栽培方式を指していた。周年マルチにした場合、敷設や撤去の労力がいらず、雑草防除の省力面などでの大きな長所も多いが、一方ではマルチの劣化も早いなど不利な点も存在する。こうしたことからマルチを敷いておく期間については、個々の農家の労働条件や経営、園地条件などに応じて得失を総合的に考慮して判断すればよく、その期間については必ずしも「周年」に固執する必要はないと考えている。実際の栽培農家でもマルチの巻取りや収納を行っているところが多く、マルチ被覆期間は農家の条件に応じて検討されている。また、農家によってはマルチシートと点滴チューブによるかん水は行いが、液肥は用いないなどの運用も散見される。現在では「マルドリ方式」とはマルチと点滴かん水チューブの組合せによるカンキツの栽培方式全般を指すものとしている。

マルドリ方式は従来の方法と比較してコストがかかることが難点であり、生産者には、通常価格以上の果実をブランド果実にする管理技術として紹介している。決して低品質な果実の底上げ技術ではない。

マルドリ方式による栽培は、究極の栽培方法と言う訳ではない。生産者とともに日々進歩している。これまで個々の生産者に技術導入が進められてきたが、産地単位で設備を共有し大規模に導入し、「団地型マルドリ方式」として集団で運用を行い、産地全体でブランド化を目指している事例もある。

マルドリ方式でも栽培上の最終的な判断は生産者の意思による。この意思決定を支援するツールがマルドリ方式に付随する技術として開発されている。土壌水分の制御、すなわちかん水の判断支援ツールとして、簡易土壌水分計、水分スト

レス表示シート、水分チェックボールなどがある(図 15)。簡易土壌水分計はこれまで測定が困難であった低い土壌水分の状態を積算値として見積もることが可能である。水分ストレスシートは絆創膏のようなものであり、葉の裏に貼り付け樹の水分状態を葉の蒸散に関連付けて判別する。土壌水分が豊富で、十分に蒸散が行われている場合にはストレスシートはピンク色になる。水分チェックボールは三重県の研究者が作成したもので、シリコンでできている模擬果実と実際の果実とを握り比べ、ミカンの実の水分状態が判別できる。これらはマルドリ方式とともに用いられ、高品質な果実生産に貢献している。

マルドリ方式によるカンキツ栽培は、北は静岡県から南は鹿児島県まで、全国に普及している。積極的に土壌水分を制御するため、露地栽培に何らかの設備を供える方法としては、一般的なものになりつつある。現在、この栽培方法は中晩柑などへ波及し、さらにリンゴ、ナシ、ブドウなどの落葉果樹にも適用が試みられている。

4. 総合討論

丹羽：総合討論を始めるにあたり、演者の方、パネラーとして参加して頂いている長野県環境保全研究所(当時)の田中氏を紹介する。自己紹介をお願いしたい。

自己紹介とワインブドウとのかかわり

田中：自身の専門は、気象学・気候学であり、現職では長野県に対する気候変動の影響と、気候変動への適応策について研究している。また、ワインブドウ栽培の新しい農業の社会形態(農業法人による経営、技術情報はワインメーカーや同業者から、ワイン特区の認定など)に関心がある。ワインブドウ栽培にかかわる様々な取り組みが、既存農業の数々の問題を解決する糸口になる可能性について、地域の気候変動適応の観点から期待を寄せている。

本セミナーに招かれた経緯として、まず、2013 年 3 月に日本農業気象学会で温暖化フォーラム「温暖化適応策と農業現場での適応行動」(田中ら, 2013)を開催したことが挙げられる。また、2014 年 8 月には、長野県と山梨県のワイナリーと両県の果樹試験場に、本セミナーを企画された北海道農業研究センターの広田氏、永田氏(現所属：農林水産省)を案内

した。その際には、本セミナーでご発表頂いた楠わいなリー（長野県須坂市）、井筒ワイン（長野県塩尻市）、チームキスヴィン（山梨県甲州市）にお伺いし、大変貴重なお話を頂いた。本件を契機に、それらの方々をお招きし、今回のセミナーが開催されることとなったものと思われる。

松井（北方果樹研究所）：楠さんへの質問。最後のところで色とフレーバーについてお話があった。色を作る酵素の働く好適温度帯。これは好適温度条件についてで、私は昼夜温の温度較差のイメージを持っている。どういう温度条件でフレーバーの前駆体を作る酵素の働く好適温度があるのか、いわゆるフレーバーライプネスについて、糖度の乗った後の成熟化が進むのかを知りたい。

楠：私は研究者でないで私が分析したというものではない。講演では、研究者の成果と自分の経験とが合致しているので申し上げた。糖分生成の最適温度が 19～29℃、フレーバーの前駆体を作る酵素の働く好適温度帯が 19～24℃くらいで、それが最適温度帯ということでそれより低いとできないとか高いとできないということではない。印象に残っていたもので自分でも考えていたということである。昼夜の温度差どのくらいかという、いろんなデータ出ているようだ。昔のコンコードの研究を見ると、温度差がない方が一番色素が出るなど、色々な論文を読んだ時は悩ましいものがあった。経験的にはヴェレゾン以降の温度は朝と夜の温度が低くなればなるほど良いのかなと考えている。先ほどの講演では簡単なグラフだったがボルドーやパロッサバレーなどと栽培期間中の日較差を比べると、長野より向こうの方が大きい。日本ではボルドーなどと比べて平均気温が高いので、平均気温が低いくらいの方が糖度的には良いのではないかと感じている。巨峰も栽培している。ブドウは紫外線に反応するものとししない品種があるが、巨峰の色も紫外線に反応する。赤熟れというが、黒くならず半分くらい赤くなったような状態の時は夏が暑かった記憶がある。そういう体験的なことを申し上げた。データをがっちりと申し上げたものではない。

松井：フレーバーライプネスに乗るには糖度は影響するか？

楠：糖度の影響なのかはよく分からない。それがあがる糖度に達してから時間の影響によるものなのかも分からない。

平川：色の濃淡に関して、ピノ・ノワール種の例で考えたい。ピノ・ノワールはフランス国内でもブルゴーニュから南仏まで栽培されており、また濃い色調成分を出しにくい品種でもある。ここで質問をさせていただきますが、例えば、ブルゴーニュと南仏のピノ・ノワールを比較した場合、どちらの方が色が濃いか分かりますか？

松井：南の方が濃いのでは？

平川：北のブルゴーニュの方が濃い。ブドウ果実が完全に熟するというを前提に、冷涼な気象の影響が強くなるほど、その傾向が確かなものとして考えることができる。そのため私はブドウ熟期に寒暖差があればあるほど色が乗る、フレーバーが乗るというのは違うと考えている。現在の農学では、ピノ・ノワールは夜温が 13℃になると、最も色調が濃いワインになることが知られている。ポリフェノールは抗酸化力を有し、自然に対する抵抗力の表現でもある。ブドウ樹は寒さの影響によってアントシアニンを増やして自己防除力を高めようとする。その適温が 13℃であるため、一般的にその温度より低くければポリフェノールの濃度が高くなる訳ではなく、寒暖の差があればある程良いという考えは確かなものではない。更にフレーバーのパラエティーさは、色調の濃淡との関

わりがある。ブルゴーニュの例では コート・ド・ボヌのワインよりもコート・ド・ニュイのワインの方が全体的に色調が濃い。コート・ド・ボヌの中で、例えばペルナン・ヴェルジュレスはどうしてサヴィニー・レ・ボヌのワインよりも色が濃いかというと、谷を吹き抜ける風、つまり冷涼な気候の存在が影響しているからである。ブドウは暖かさの影響よりも、秋の熟期に 13℃に近い気象環境下に置かれることによってタンニン自体が強くなり、また色調も濃くなる。一方で、このことはブドウ果皮が完熟しなければ成立しない。その上で銘醸ワインの出生地は、その地に適する最適品種が完熟するかしないかのギリギリのところに存在し、熟期の期間が長い場所にあるのが特徴的である。一方、南フランスはあっという間に熟するため、糖度は高いが、色調は薄く、単調なワインになりやすい。それはアントシアニンやタンニン、アロマの前駆体が果皮内で生成される期間が短いからである。またブルゴーニュより北でピノ・ノワールの栽培産地が成り立つかという、サンセールやアルザスの南東斜面などのごく一部分に限られている。このことはフランスのような恵まれた気候風土を持つ自然条件をもってしても醸造用ブドウはその品種に対して最適の地でしか成果を出し切れないということの意味する。冷涼な気候を持ち、熟期が長いことは、ポリフェノールの濃度、しっかりとした酸、芳香成分の豊かさ等、酒質に多大な影響を与える。成熟期間が長いほどアロマのニュアンスに富んだ複雑なワインができる。また果皮成分が、厚いか薄いかということを考えれば、単位面積あたりの収量や土壌排水性、草生栽培の有無によっても変わる。このため、色調の濃淡には、人為条件、つまり栽培方法も関わってくる。追述すれば、どのように、どういったタイミングで収穫するか？ということが、あらゆる酒質ポテンシャルに関与してくる。その上で、収量面と品質面で最もよい形で得るためには、私はひとつの木から 3 回以上に分けて収穫することが理想的であると考えている。本日の私の発表の中では 1 番果、2 番果、3 番果における 1 粒当たりの重量を示したが、1 番果のワインは果皮成分がそれだけ濃いので、それからできるワインは色調が濃く、香りも複雑なワインが生まれやすい。そのため収量を追求するのか、もしくは収量を抑制した果実を得るのかによっても 1 粒当たりあたりの凝縮性、つまりワインの色の濃さは違ってくる。樹勢や植物の生長を見極めながら、たま割れを防ぎ、健全なブドウを収穫できるかどうかが重要である。

北海道では 9 月の気温が 13℃に近く、香気成分やポリフェノールの蓄積に有利であるが、近年は雨が多いことがネックとなっており、健全なブドウが得られにくくなっている。灰色カビ病に汚染されたら、ボトリチス・シネレアには色素を酸化させる酵素があり、出来上がるワインの色は薄くなる。香りの成分も変わる。そのため黒ブドウは健全果率 99%以上のつもりで収穫に挑まねばならない。更には、熟成方法の違いも色調の濃さに関与している。赤ワインでタンク熟成と樽熟成では、一般的に樽熟成を行った方が色合いが濃くなる。ワイン中の色素成分は最初不安定であるが、色素と色素が酸素を通じて、またポリフェノールとの結びつきによって安定化してゆく。またステンレスタンク熟成に比べ、樽熟成する方が、酸素供給があるので色が濃くなる。一方で樽熟成は果実香やブドウ由来のタンニンとのバランスを常に考慮せねばならず、純粋なテロワールの表現を大切にしなければならぬ。自然条件と人為的条件のベストな組み合わせを常に考えるべきである。

ワイン中の香りについては、栽培者が表現すべき芳香成分のターゲットを持つべきである。それがその収穫のタイミングをはじめ、キャノピーマネジメントや摘房、除葉、樹勢調節等の栽培方法の相違で大きく異なってくる。そのため収量的、品質的な取り組みの相違や、植物生理を考えた栽培方法を考えて、畑でワインをデザインしてゆかねばならない。程よい水分ストレスがある園地では植物のサイクルが短くなり、果皮の熟度も向上して、色調の濃いワインになる。寒さのある環境下でよく熟す、ゆっくり熟すにはどうすればよいか、果皮成分の凝縮感をどれだけもたせることができるか、どういいう収穫方法でどの時期で摘み取るか、健全果率をどれだけ維持できるか、どのような醸造をするか、それらの総合が色調の濃いワインや香りの複雑さへの答えになる。

内田(道総研 中央農業試験場(果樹担当))：中央農試では醸造用ブドウ昭和 50 年代から調査している。今回、気象の話を伺って、1998 年から急激に気温が変わっている。ピノ・ノワールやカベルネ・ソーヴィニオンを 1970 年から 80 年代、果樹品種調査、長沼、富良野、仁木での調査を行った。近年 5 か年の調査と見比べてみると積算気温が全然最近と違う。かつては、4 月から 10 月の積算気温がかつては 1050℃程度が最近では 1200℃を超えている。その中でたとえば、ミュラートルガウとか、熟度がどう進むか調べたところ、早生の品種の糖度は変わらない、収穫は早まるが糖度が変わらない。ただし酸度が落ちる。ケルナーも同じ傾向で酸度がすみやかに落ちる。ピノ・ノワールは熟期がおそい。かつては、糖度は 17 から 18 度であったが、最近では 20 度近くまで持っていける。十分完熟に近い状況に持っていける。かつて晩成で遅くてだめであった品種が成熟するようになっている。逆にかつて選んだ早生品種は、品質を維持することが難しくなってきた。2011~12 年くらいから道内各地の成熟の調査の試験立ち上げているが、正直言って、試験は始めた時は北海道で熟すか不安であり疑問であった。しかし、最近の話、実際に各地を見るとかなりピノ・ノワールが北海道に合うようになっていく。かつて難しいと思っていた品種をスクリーニングする必要があると思う。山崎さんへ。北海道に向く品種はなにか？

山崎：北海道に向いている品種とは？ 恐れずに植えたい品種を植えてきた 13 年だったが本当の意味で北海道に合うのは無理なく完熟するブドウであるが、それが市場性の高いものかというところではない。他の地域に負けない品種を、皆の努力と研究機関の知識を合わせて世界と戦える品種を作って行ければ。

石塚：私が考えるに、BEDD の区分で該当するかが、まずひとつ。その上で試験しないとわからない。木(枝)が硬いかどうか、硬いと雪で折れる。それは向かない。越冬するときの耐寒性、北海道は特殊な気候なので、これらを踏まえた上で生育ができるかどうかを判断する必要がある。正直判断つかないところがあるが、ヒントがある。楠さんが示した有効積算温度からは、セミヨンやヴィオニエがカベルネ・ソーヴィニオンより早生だった。ひょっとしたら可能性のひとつとしてはあるのでは。まだ誰も試していない。実際栽培すると糖や酸がどうなるかはわからないが、トライする価値があるかと思う。内田さんが新しい品種をトライするのであればセミヨンやヴィオニエをぜひやって頂きたいと思う。

丹羽：道の試験場の方に、石塚さんの示した仕立ての研究をしてもらえないかという提案があった。本セミナーの目的の一つに、今後、進めていく研究課題のあぶり出しがある。ワ

イナリーさんには様々なニーズがあると思うし、研究機関からはブドウ栽培に関する技術情報を出すことはできると思う。ニーズと技術が合致した時に大きなブレイクがあるのでは。今日は、それを下支えする行政も参加しており、逆に研究者から、こういう技術があるけど使えないか？等といった議論もしたい。

鈴木(TAKIZAWA WINERY)：根本氏への質問。北海道の温暖化将来予測での今後の適応地のカラーチャートとフューチャーは何年か？それに関連して北見市の話があったが、新しい栽培地の試験をやっていききたいという考えはあるか。

山崎氏にも質問。ウサギの写真、共存するといっていた。害獣とされていて戦っているウサギとの共存はどういう状況か。

根本：フューチャーは説明を省いたが、大きく三つの全球モデルがあって、将来全球で 2℃気温が上がったときのものがある。2℃上昇する年代がモデルで違う。MIROC は温暖化の進行が早い。2050 年代になる。NCAR は 2060~2070 年代。

今後の予定については何も決まっていない。課題がみつければ持ち帰って検討したい。5 年間の中期計画において、次の研究計画を考える段階にある。もしブドウに対してこういう研究が重要とわかれれば研究計画に含めることができるとも思う。

山崎：秘かに研究しているウサギと仲良くしよう計画、3 年目である。3 匹の野ウサギが走り回っている。野ウサギの被害が問題視されているが、年間かじられる木の本数と 8 ha でネットを張るや電牧の経費を考えると、戦うのをやめて仲良くしようと。餌付け、近づく回数増やす、ウサギの気を引く行動をとっている。距離感は縮まっている。今日の写真も、単純にウサギとの距離が縮まってきている。近い将来に抱きかかえるまでにしていきたい。次回の発表をご期待ください。

鈴木：畑で見かけた時は山崎さんの畑に追い込むようにしたい。

松井：根本氏へ。北見が適地になりますよとの予測であった。北見農試にいたことがある。サクランボをみていると問題は霜。特に遅霜、春の霜の方。温度が上がってきて発芽してきてそのあと降霜がある。ブドウは発芽が遅いから問題ないかもしれないが、霜の問題は重要。適地評価に入れてほしい。

根本：そこが重要かと思う。

内田：マルドリ栽培について、タイベックシート使っていると思うが醸造用ブドウを栽培する場合、粘土質では排水対策が重要である。サブソイラいれるとか、このようなマルチをして水が入らないようにする方法あるかと思うが、タイベックで一番の問題はコスト。10 a 当たりコストがどのくらいかかるか教えてほしい。また耐用年数はどれくらい？

星：マルチシートで、透湿性のあるタイベックシート、各メーカーから不織布とか建築用資材とか出回っては消え、出回っては消えている。価格は即答できないが 10 年前より低価格化している。耐用年数に対しては傾斜地の園地で使うか、平地の園地で使うか、その上で作業をするなど設置条件で異なってくるので、一概には言えない。周年で設置している場合は 3~4 年で張り替える、そのタイミングで土壌改良する。適切なマルチシートの選択は、透湿性あるなし、反射があり着色良くなる、草を抑えるだけでよいなど、機能、用途、コストなどを勘案して選ぶべきである。

根本：星さんの発表を聞いて思い出したことがある。沖縄県の石垣島に行った際、ハウスの中でアセロラの木を 1 個体毎にプラスチックの大きなポットに入れて並べ、灌水チューブ

でストレス管理する栽培方法を見たことがある。高品質のアセロラが栽培できるということだった。ブドウの場合は同じ気象条件でも、土壌によってワインの味が異なると聞く。ワインの味において土壌は重要な要素だと思うが、下に構造物を入れて水分管理を徹底的に行うとする方法は、受け入れられるか？

山崎：まずは一般的な意見から述べる。なかなか難しい部分がある。モラルというかマナーというかいい言葉思い浮かばない。本当にいいブドウ栽培のために、工場のようなところで完璧に作ったところで、我々も消費者も良しとしないと思う。消費者にとって白か黒かが判断材料になると思う。

石塚：マルドリ方式については、これはテロワールを人工物にすることになる。ワインの栽培は多様性という意味では、一元化されるようになるのではというのが私の意見。アメリカで栽培を行っていた方に聞いた話では、雨が降らなくて乾燥しているので、ドリップ法で水をあげるとのこと。元のプールに欠乏症のミネラルを入れ込むこともある。必ずしも悪いとは思わないが個人やワイナリーはどこまで許容するか？ 私としてはそういう認識である。

楠：やはり程度の問題である。根圏制限してブドウ栽培しようとしている方がいる。コンテナの中に根が生えるように制限をした。できるブドウが小さくて収量が少ないので良くなかった。長野県内でポットで栽培しているところがあるが、ポットみたいなどころでは、根っこでいっぱいになってしまいうと生長が止まる、根腐れする、実がつかない。テロワール、程度も問題、牡蠣殻を買ってきて大量にまいたところもある、ブドウ畑を作るときに客土したところもある。本当にそこでできたものが、日本製のワインと言えないのではという方もいる。個々人の考え方による。人間のなせる技がテロワール。

齋藤：資材が必要なものならば使ってよいかもしれない。排水するだけならばよいが、根域制限による肥料のコントロールは考えてはいない。適地適作が基本である。あえて人工物でそれに頼った栽培方法をしたいとは思わない。ありのままで作る(栽培)の方が良いと思う。

平川：ワインはおいしいことと同時に、おいしさを超える産地固有の味わいが内在されているか、表現されているかが根源的な魅力だと思う。フランスのような伝統産地では、マルチを引くことに対して法的規制があり、マルチを引くことでAOCワインから排除される。自然を曲げたと解釈される。私自身は苦勞されても自然の厳しさを受け入れて、誠実に高品質のブドウを作ってゆくことを考えたい。ヨーロッパでは温暖化と水分不足の影響で、産地がより北に、より標高の高いところへ移動している。新興産地、南アフリカやニュージーランドを含めて、もともとの水分少ないところでは、生育を管理するために、水を人工的に供給することを認めているところが多い。北海道ワインの歴史はまだ 40～50 年である。産地を表現できる品種育成や自然からの淘汰も含めて、農業者側が主体となって産地を作っていかなければならない。一方で、長野や山梨はどうか？というところ、レインカットのようなシステムが使われており、共通認識を持って受け入れられている。雨の多い中で高品質の赤ワインが生まれている。消費者も認めている。9 月にマルチをひくことで過剰な水分を遮断し、健全果を得られやすくなる。そこで北海道でやっちゃだめ、ということはない。栽培者である山崎さんはモラルの問題といったが私もそう思う。土が酸性化するから牡蠣殻を入れる。ホタテ石灰を入れる、それがモラル違反かというところ、基本的に土壌の化学性の改善をするのは当然のことで

あって、物理面の改善についても、人は昔から暗渠排水を入れてきた。アジアモンスーン気候下のブドウ栽培は、水分過多によって生じる土壌条件改善の継続となる。気象条件の変化や土壌の状態に応じて、人と自然の関わりの中で少しずつ調整してゆく必要がある。

そして長い時間をかけて自然が生み出してきた表土を大事にしなければならず、いい表土の状態になるように考えていかなければならない。ブドウ栽培者は園地の生態系が詰まった表土と、農家の土づくりの技術をもって高品質のワインの基礎ができてきたと考えるべきで、団粒構造のあるよい土壌を維持することが何よりも大切である。北海道の園地では根圏面積自体が限られていることが多い。重粘土の度合いによっては深さ 20 cm までに 95%の根が分布することさえある。余市の私の園地では、40 cm～60 cm くらいまで根が伸びているが、決して深いとは言えない。醸造用ブドウの栽培には傾斜地や排水性の良い場所ほど有利である。このような場所ほど、ワインの品質の中にテロワールを表現できる。北海道の自然は厳しい。その中でおいしいものを作ってゆくのも難しい。農家の努力がワインの品質に直結している。私達はワインづくりを通じて、歴史を作ってゆかなければならない。

西岡：皆さんの話の中に答えがある。モラルとの言葉があったが、平川さんの言葉を借りれば哲学の問題。今の時代に即応したテクノロジーとして受け入れられるかだと思う。

星：いろいろな方の意見ありがとうございました。今、感じているのは新鮮な驚きと感動に近いものがあつた。私がこのような話をすると、農家の方に最初に聞かれることは「なんぼかかるか？」と、どれだけ最初にコストがかかるかを聞かれる。また、コストに見合った効果が出るか？とも言われる。ブドウの地域依存性、気候依存性のお話が出たが、温州ミカンでは愛媛と和歌山で作った物と確実に味の違いが分かるか？といったら分からない。カンキツでは、地域の依存性はあまり感じられない。

(ミカンの栽培では、どれだけ設備にコストをかけて、どれだけ収益を上げるかと言った栽培技術を議論する際に)モラルの問題、哲学の問題、このような問題はあまり聞かれない。このような会に来た甲斐があつた。(ミカン栽培では競合する品種や産地も多く、品種選択や収穫時期の考慮などの栽培経営が必要な場合もある。“どうしても売れる”，“どれだけ売れる”など、良くも悪くもミカン栽培の方がより現実主義の傾向が強いのかも知れない。)

小林(東大)：こういう議論を期待していたので、とても良かった。私は、平川さんの発言で「哲学の無い科学は農業をダメにする」と「これから歴史を作っていく」に強い印象を覚えた。哲学とは何か？モラルとは何か？重要問題なので、科学的に考えるべきである。哲学を専門にやっている人達は私達が考えもつかないことを考えており、そういう人たちと一緒に考えてゆく必要がある。平川さんが言われるように、香り本体の物質もわかってきており、また人間が香りを感じるメカニズムも自然科学(natural science)は解明しつつある。なので、科学的成果を使えば、ワインの香りを人工的に作ることもできるようになるだろう。しかし、そうして作ったワインが、たとえ香りが区別できなくても、人は買わないだろう。実は、ワイン以外の食品ではそういったものが既にたくさんある。人が味や香りを感じるメカニズムを使って、人が言わばだまされており、それを現に食べている。ワインもそうならない保証はないが、どうしても違和感があり、だまされているという感じをぬぐえない。それはなぜなのか。

経験的にテロワールが大事と説明されているが、なぜなのかは解明していく必要がある。ワインブドウの栽培で、どこまで人の手を加えることが許されてどこからが駄目なのかの答えも、そうして考える中で出てくるのではないかな。

その一方で、栽培家のお話をお聞きすると、それは科学的に考えて違うのではないかなということも出てくる。そこで大事な事は、植物の状態をきちんと把握することだと思う。たとえば、実際に土を掘ってみたら、根が思ったよりもずっと深くまで入っていたなど、観測事実を積み上げることが大切だ。気候学的な指標からワインの品質までの間には、ものすごく多くの事象が挟まっており、こういう気候だからこういうワインができるとはなかなか言えない。逆に、良いものができた時にこういう気候だからできたのだというように言うことはできるかもしれないが、むしろ大事なものは、植物の状態変化を的確に把握して、それでブドウやワインにどんな変化が生じたかを把握することで、それによって栽培家が新しいアイデアを得るかもしれない。植物のセンシング技術は、どんどん発達しているが、栽培家とセンシングの人が協働することが必要だ。センシングのほうからは「こんなことが分かるんだけど使えないか」と持ち掛け、一方栽培家は「こういうセンシングができないと話にならない」と言うなど、本当にやりあう場が必要だろう。そうやって、農法が意図していることと植物に実際に起きていることのギャップを埋めてゆく中に、イノベーションが起きるのではないかな。日本では、ワイン用ブドウは果樹の中ではマイナーで、むしろ生食用にすごく技術が蓄積されている。たとえば、生食用果樹の剪定技術にはすごい人がいる。そうした蓄積をうまく使えばよい。今回、ミカンの方に来てもらったのは良かった。ブドウでも、生食用とワインは違うと切ってしまうのではなく、生食用で築いた技術的な蓄積とかノウハウ、特にメタ的なノウハウ(ノウハウを得るためのノウハウ)を入れると格段に良くなると思う。

丹羽: 西岡先生から逆に問いかけがあれば。

西岡: センシング技術は格段に発達している。共同研究している中の技術には、植物体の中の樹液成分とか、果汁を搾ってそれが発酵して成分変化してゆくが、その変化の過程を光センシング技術を使って定性的・定量的に計る予測技術、FTIR技術がある。このような技術を使うと、なんとなく、途中のプロセスを省いて、インプットとアウトプットの比較で2点間の比較しかできなかったことが、中間プロセスがわかると格段に進む。確度を上げて醸造ができるようになったり、こういう処理をこのタイミングでこういうことしたから果樹成分がこのように変化したとかといったデータが確実にためられるようになる。試験研究機関しか持てなかった高価な技術が恐らく10年以内に数万円の技術になり民間技術にどんどん落とし込まれる。ここ10年で格段に変化するので、民間でできる研究レベルもぐっと上がる。これから20年間くらいが勝負。一気に加速して、とんでもないビックデータをためられる。池田さん(北農研)がいたらもっと面白かったのでは。共生微生物をやっている研究者が増え始めている。植物体内の化学的な計測だけでなく、植物は自然の中で微生物と共生関係で生活している。香りの話、赤系のワインではフラチオールとかが有名だがイチゴの香りがするものがある。葉っぱの表面の共生微生物の代謝産物が植物体に受け渡されてそれが果実に流れて、前駆体の材料となってフラチオールとなって香り物質が生成される。微生物いるいないをさらに話をすると、圃場に雑草は生えているかいなかで共生関係が

変わる。ブドウは複雑系の中にいるが、複雑系のままでしておくのではなく、そこにどうい微生物がいるのかをメタゲノムシーケンスでいれこんでいけば、天然酵母 野生酵母とかでひとくくりにしてブラックボックスにしたものが解明できてゆくと思う。そういう研究がこういう場で立ち上げられれば。北海道は期待されている一大産地でもある。

平川: 私自身もこれまで研究データを重視し、蓄積してきたが、民間主体で行うのは限界があるため、産学官で協力してゆくべきであると考えている。西岡さんがおっしゃる様に植物生理学・生態学のスペシャリストのデータを皆さんで共有してゆきたい。いろいろと各々の産地の現状もあるが、余市と空知では栽培環境が全く違う。富良野も違う、十勝も違う。研究を農業に生かして行けることを期待したい。今日の私のテーマは「農業と科学」としたが、サイエンスのデータや、そこで得た知識をいかに農業に生かしてゆけるか、農学が農業に生かしてゆくことを是非、学術とフィールドの連携を深めながら取り組んでゆきたい。西岡さんの提案は面白いことばかり。根本さんも山崎ワイナリーと平川ファームにおいて気象観測装置で土壌、大気面のデータを蓄積して頂いている。私には農地というフィールドがある。是非、研究分野で応用して、皆さんで協議できればと思っている。

秋田谷(秋田谷農園): 岩見沢にある。ワインは作っていない。実はうちはイチゴ、ブルーベリー、メロン、野菜を作っている。勉強になったのは、生意気なことは言えないが、イチゴに関して隔離栽培。サケの発砲スチールを入れて、3株4株入れるとすごく甘くなる。収量的にはそんなに落ちないすごく甘くなる。イチゴは露地栽培が主であり、今後どう変わるかわからないが遮根と隔離栽培とかメリットあれば糖度があるとか香りがよくなるとかちょっと感じている。

笹田(富良野ワイン): 今日は気象の関係ということで勉強になる話を聞かせて頂いた。ブドウ栽培という現場で高品質なブドウを収穫することがいいワインを作ること。いい品質のブドウを作る上でアプローチをしているものがあれば教えてもらいたい。

山崎: 除葉である。

石塚: 間違いなく上がっている方法として、シャルドネで3番果やショルダー部分を10月の早い時期に収穫。セカンドのワインに使う。それ以外の残った果実はずっと置いておいて酸がある程度落ち着き糖度もしっかりした状態ととる。平川さんの講演で、もう少し前に教えて頂いて実践した結果である。

楠: 仕立て方法。畝間とか株間、葉っぱが一つ一つ光が当たるようにする。剪定枝を集めて焼く。それを消し炭にしてはまた畑にまいている。草生栽培もそうであるが根圏の生物多様性を豊かにする。そういうこと念頭にやっている。

齋藤: 我が社は、赤はメルロー、カベルネ・ソーヴィニオン、摘房を2回入れるが本摘房(2房、肩落とし)と色摘房(着色不良果を落とす)、時期と強さ、どれだけ先の予測ができるか? シャルドネは収穫時期の酸が落ちるのが問題となる。適度な酸で収穫できるかどうかである。

平川: 土づくりが大事。生物性、物理性、化学性それぞれで考える必要がある。講演で述べたように植物の頭が土にあると考えるべきである。その根圏部分には様々な微生物が存在し、土とブドウ樹の間で土壌微生物がミネラル分の橋渡しを行い、土壌の特質が何らかの形でワインの特徴として表現されている。奥深いワインの特徴を明確にするためには、土壌の生物性をまず大切にすべきである。その前に化学を否定すること

はなく、pH の調整は何よりも先に行う必要がある。土壌は酸性化が進んでいる。酸性化した雨によって、植物が吸収すべき塩基成分が流れ、生育が悪くなる。このため、土壌改善は継続的に行ってゆく必要がある。生物の多様性を維持しながら植物の健康と関わっていけるか？ 永年性作物であり、モノカルチャーであるブドウ栽培の園地は、土が非常に荒れてゆきやすい。園地で生きた土との関係を維持できるかどうかは最重要テーマである。

大気面との関わりについては、北海道では開花時期に第 1 関門、熟期に第 2 関門があると感じている。開花期が雨と重なる傾向にある近年は、運悪く、灰色カビ病によって壊滅的な被害を被ることさえある。単一品種の栽培にかけていきたい気持ちはあるが、ある程度広い農地面積を有する場合は、品種構成をばらかして、リスクを低減しながら全体的な品種ごとのマネジメントをする必要がある。開花期に梅雨が重なってしまうと厳しい。ここをどのように超えていけるかは難題であるが、今後の温暖化の傾向が、開花期にどのような影響があるのかわからないところである。一方で 9 月に雨が多く降る傾向ある。たま割れのリスクを避け、また収量と品質両面での成果を考えた時に、異なった収穫の方法を適用し、収量を落とさずにセカンドワイン、ファーストワイン、またその他のワインを作ってゆくことを提案した。ワインの品質を考えると、1 番果についているシュルダールや 3 番果の酒質ポテンシャルは低いことを意識すべきである。そのため、1 番果、2 番果をどのように守っていけるか、3 番果とシュルダールを別に分けて仕込んでゆけるかどうかを考えたい。摘房を早くし過ぎると、雨が降った時に残された房に負担がかかって、結果的にファーストワインの収量を落とすリスクがある。細かな除葉管理を行い、通気性を維持し、たま割れのリスクが下がった時点で、先にシュルダールと 3 番果を収穫するような取り組みは効果があると考えている。あとに残された 1 番果と 2 番果を完熟できれば高品質のワインを生み出すことができる。このようにブドウの房の品質ポテンシャルを重視した栽培や、収量を落とさずに品質を維持できる取り組みを今後も継続して行きたい。降水量の増加傾向を考慮すれば、草生栽培の蒸散作用によって、いかにして低コストで、植物の負担が少なく水分を逃がしてゆけるかが重要である。諸々のことは日々細かいことの集まりだが、栽培チームの力と、高いモチベーションで乗り越えてゆきたい。

齋藤：垣根栽培を増やしてゆきたい。葉っぱの管理はどのくらい、除葉摘芯どの位で切つてゆくのか？ 垣根栽培のワイナリーで、葉っぱの管理で特筆することあればお聞きしたい。
山崎：摘芯は一番線の高さから、トップまで自分が栽培する地域でほしい数の葉っぱの数を設定する。摘芯は越えた時に切つてゆくが、作業効率上、摘芯 2 回でびったり収まるのが理想。秋口になっても収穫シーズンになっても高いところから圃場を見下ろしたときに、まだ鮮やかな新緑ができてくるのはうまく止まっていけないのかな。そういうふうに考えている。房周りの除葉が北海道では大事だと思っている。南向きの斜面では特に東側から除葉をして終盤で西向きを除葉する管理している。脇芽(副梢)に関しては取っていた方がよいのだろうが、山崎ワイナリーでは 1 人 5 ha を担当している。フルーツラインが高いところの脇芽はリーフカッターで切る感じがよい。もちろん、べと病のリスクもある。いちばんあった栽培方法があると思う。本当に西岡先生に興味あって、いかんせん内容が難しくて、西岡先生とセンシングできない状況。現場で栽培してゆきたい。研究者の皆さま、(特

に)西岡先生から、よくわかるブドウ栽培の本が出ることを楽しみにしている。

5. 終わりに

ここで、総合討論で議論が白熱したマルドリ方式をワイン用ブドウ栽培に導入できるか、テロワールの観点からどうかについて補遺説明したい。総合討論では、本件については非常に微妙であり、否定的な見解とも受け取られかねない発言が多かった印象を与えた。これは、特にワイン関係の講演者が自社でブドウを栽培してワインを醸造するワイナリーであったことが大きく影響しているようである。総合討論の余韻は、この懇親会でも引き継がれ、ご講演をされた方々や会に参加されたワイナリーのワインを片手に、個々の会話でも白熱した議論が展開された。その中で個人経営ワイナリーではなく、生産量の規模があるワインメーカーの関係者からは、マルドリ方式を用いて、ワイン用のブドウの収量と品質が向上し、費用対効果もでるのなら、当然導入すべきとの意見も多く聞かれた。また、ワイナリーの方からも、ワイナリーを経営するのではなく、農家としてワイン用ブドウを栽培し、ワインメーカーにブドウを供給する立場としてメリットがあるのならマルドリ方式を導入するとの意見を頂いた。ワイナリーは観光客にブドウ畑をみってもらうことも含めてイメージもとても重要であるので、総合討論のような議論の展開になったのではと推察された。いずれにせよ、今回はマルドリ方式を例として、農業技術をテロワールの概念にどのように融合できるか、非常に新鮮で有意義な議論が展開できたのは、本研究会の大きな成果であった。

最後に付録として、この研究会の参加者から頂いたアンケート結果を示す。このアンケート結果からわかるように、ワイン関係者のブドウ栽培技術に関する関心は非常に高い。研究会の性格もあろうが醸造技術よりも関心は高いのである。これは現在の国産のブドウを用いて国内で醸造する日本ワインブーム、さらには、ご当地の地名をラベルに用いるためのルールである原産地呼称に関する制度が、今後定着してくるであろうこと、しかし国内から供給できるワイン用ブドウが圧倒的に不足している現状をアンケートの結果が反映しているものとも思われる。

付録 研究会参加者に対するアンケート結果

アンケート調査

(1)対象者 セミナー参加者 94 名(講師を含む)

【回答者数 53 名・回収率 56.4%】

(2)結 果

回答者の職業

ぶどう生産者	6
ワイン生産者	3
ぶどう及びワイン生産者	18
試験研究機関	12
行政機関	4
生産組合等	0
その他	10
回答計	53

無回答 0

醸造用ぶどう・ワイン生産の課題

回答項目	課題と思われる順位					回答数計
	1位	2位	3位	4位	5位	
ぶどう収量増加	15	8	7	3	1	34
醸造技術向上	6	8	5	6	6	31
資金の確保	7	4	9	5	3	28
病虫害・鳥獣対策	4	9	5	4	4	26
人材の確保	6	8	1	4	3	22
販路の拡大	1	2	4	6	6	19
新品種導入	4	3	4	2	6	19
他社との差別化	1	3	4	5	3	16
その他	7	4	3	0	0	14
計	51	49	42	35	32	209

※もっとも大きな課題と思われる項目を1位とし、順に5つまで回答

謝 辞

本研究会は当時、農研機構北海道農業研究センター所属の永田修博士(現農林水産省所属)の企画による予算化により実現したものである。永田氏には厚く御礼を申し上げる。

引用文献

- Gladstone J., 1992: Viticulture and Environment - A Study of the Effects of Environment on Grapegrowing and Wine Qualities, with Emphasis on Present And Future Areas for Growing Winegrapes in Australia, *Winetitles*, Adelaide.
- Hannah, L., Roehrdanz, P. R., Ikegami, M., Shepard, A. V., Shaw, M. R., Tabor, G., and Hijmans, R. J., 2013: Climate change, wine, and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, **110**, 6907–6912.
- Kameoka, T., Nishioka, K., Motonaga, Y., Kimura, Y., Hashimoto, A., and Watanabe, N., 2014: Smart Sensing in a Vineyard for Advanced Viticultural Management. In *Proceedings of the 2014 International Workshop on Web Intelligence and Smart Sensing*, 1–4.
- Kanno, H., 2013: Strongly Negative Correlation between Monthly Mean Temperatures in April and August since 1998 in Northern Japan. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, **91**, 355–373.

永田修・小林和彦・丹羽勝久・平川敦雄・滝沢信夫・小野悟・矢崎友嗣・広田知良, 2014:

日本農業気象学会 2014 年全国大会 オーガナイズドセッション報告 「ワイン産地としての北海道空知地域の将来展望」, 生物と気象, **14**, D18–28.

<http://www.agrmet.jp/sk/2014/D-4.pdf>

田中博春・小林和彦・馬場健司・増富祐司・広田知良, 2013: 温暖化フォーラム(石川)報告 「温暖化適応策と農業現場での適応行動」, 生物と気象, **13**, B1–14.

<http://www.agrmet.jp/sk/2013/B-1.pdf>

杉浦俊彦・横沢正幸, 2004: 平均気温の変動から推定したリンゴおよびウンシュウミカンの栽培環境に対する地球温暖化の影響, 園芸学会雑誌, **73**, 72–78.

Shinozaki, K., Yoda, K., Hozumi, K., and Kira, T., 1964a: A quantitative analysis of plant form—the pipe theory model theory I. Basic analysis. *Japanese Journal of Ecology*, **14**, 97–104.

Shinozaki, K., Yoda, K., Hozumi, K., and Kira, T., 1964b: A quantitative analysis of plant form—the pipe theory model theory II. Further evidence of the theory and its application in forest ecology. *Japanese Journal of Ecology*, **14**:133–139.

Sugiura, T., Ogawa, H., Fukuda, N., and Moriguchi, T., 2013: Changes in the taste and textural attributes of apples in response to climate change. *Scientific Reports*, **3**, 2418.