

2019年5月23日 初稿
2019年5月27日 一部改訂

寒冷地における醸造用ブドウ栽培への提案 -米国ウィスコンシン大学アマヤ・アチュチャ先生の招聘に係る報告書-

帯広畜産大学グローバルアグロメディシン研究センター
春日 純 (jkasuga@obihiro.ac.jp)

はじめに

帯広畜産大学グローバルアグロメディシンセンター（以下、GAMRC）では、2019年4月22日から26日の期間、米国ウィスコンシン^{※1}大学農学生命科学部園芸学部門のアマヤ・アチュチャ（Amaya Atucha）先生^{※2}を招聘して、共同研究に関する打ち合わせ、道内のワイナリーの視察、およびアチュチャ先生による講演会の開催を行った。本報告書は、GAMRCの春日^{※3}が本招聘期間中にアチュチャ先生と行った醸造用ブドウ栽培についてのディスカッションの内容をまとめたものである。主に寒冷環境でのブドウ栽培技術についてであるが、アチュチャ先生からいただいた情報は道内の醸造用ブドウ栽培において収量および品質の向上につながる可能性が高いと考え、この報告書を作成・公開することにした。

※1 ウィスコンシン州は、五大湖の一つであるミシガン湖の西にある州であり、一部をミシガン湖とスペリオル湖に接する。州都のあるマディソン市は帯広市と姉妹都市提携を結んでいるが、両都市は気候が似ており、また、近隣地域で酪農や畑作が盛んであるといった共通点を持っている。果樹生産としては、米国最大のクランベリー¹の生産量をほこり、リンゴやナシ、ブルーベリーやラズベリーなどのベリー類の栽培も行われている。醸造用ブドウについては、十勝地域と同様に有効積算温度が低く、冬季の寒さが厳しいためにヴィニフェラ品種を育てるのは難しいが、隣のミネソタ州で育種された高耐寒性ハイブリッド品種を導入することでワイン生産および醸造用ブドウ栽培は経済的な成功を収め、醸造用ブドウの栽培面積は拡大傾向にある。

※2 アチュチャ先生は、ウィスコンシン大学農学生命科学部園芸学部門において教鞭をとるとともに、一般市民に対し広く大学教育の機会を開放する大学エクステンション（大学拡張や大学開放ともいう）に深く関与しており、ウィスコンシン州の果樹栽培者を対象に醸造用ブドウを含めた果樹栽培に関する多くの講演を行うとともに、大学が発行しているウィスコンシン・フルーツ・ニュース（Wisconsin Fruit News；<https://fruit.wisc.edu/crop-management-newsletters/>にて閲覧可能）の作成に編集者として携わっている。

※3 帯広畜産大学グローバルアグロメディシン研究センター農畜産学研究部門（兼、環境農学研究部門植物生産科学分野）助教。森林樹木の耐寒性メカニズムについて長く研究を行ってきたが、2018年度より、醸造用ブドウの耐寒性メカニズムおよび凍害発生防止策についての研究も開始した。

アチュチャ先生による提案

厳冬期の凍害による減収を防ぐために

● 早春の剪定

栽培する品種が厳冬期に凍害を受ける可能性がある環境では、剪定は厳冬期の後に行うことが望ましい。この場合、剪定をする前に冬芽の主芽の傷害率を確認し^{※4}、剪定で残す冬芽の数を決定する。アチュチャ先生がウィスコンシン州での栽培者への指導で用いている主芽の凍害発生率と剪定量の目安を表1に示した。

表1 主芽の凍害発生率と剪定で残す冬芽の数の目安

凍害発生率(%)	剪定
0～15	通常通り剪定
20～50	通常よりも20～30%多めに冬芽を残す
60	通常の2倍の冬芽を残す
60～	剪定を行わない

凍害がほぼ起こらない品種では厳冬期前に剪定を行っても良いが、冬の間剪定による切断面から脱水が起こり、切断面近くの冬芽が乾燥により傷害を受ける可能性があるため、それを考慮して厳冬期前に剪定を行うか、厳冬期の後に剪定を行うことが望ましい。早春に剪定の時間を取ることが難しい場合には、厳冬期の前と後で2段階剪定を行うか、凍害が発生し得る時期を過ぎていれば晩冬に剪定しても構わない。

※4 冬芽の傷害率は冬芽をよく切れるナイフなどで切断することで確認する(図1)。傷害を受けた冬芽は褐変している。傷害組織の変色は低温では進み難いため、厳冬期に冬芽の傷害率を調べる際には圃場から枝を採取して、乾燥を防ぐために湿らせた新聞紙などで包み、2日ほど室内に置いた後に冬芽を切断するのが良い。

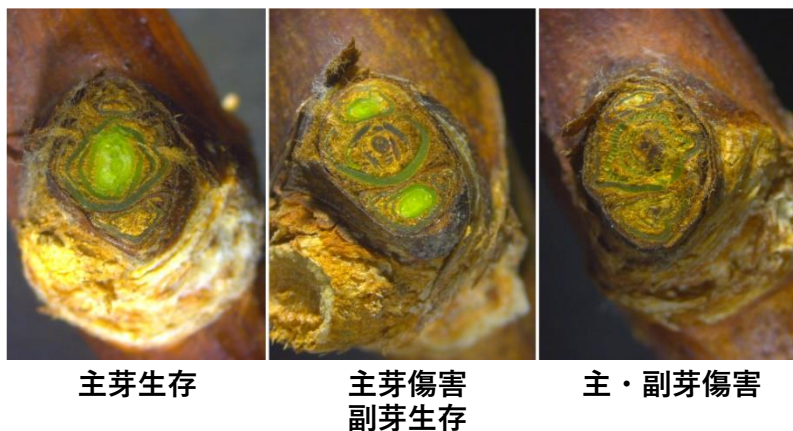


図1 褐変による冬芽の傷害発生の確認。

● 耐寒性ハイブリッド品種導入

厳冬期にヴィニフェラ品種では外気環境で凍害が発生する地域では、高い耐寒性を持つハイブリッド品種の栽培を勧める。池田町ブドウ・ブドウ酒研究所で育種した山幸や清舞は高い耐寒性を持っているようだ。米国のいくつかの大学では、醸造用ブドウの耐寒性育種プログラムが進められている。ヴィニフェラ種と野生種と交配で生まれた高耐寒性ハイブリッド品種は果実のリンゴ酸含量が高い傾向があるが、米国ではこれらの特徴に関連する遺伝子マーカーがいくつか同定されており、高い耐寒性を持つとともにリンゴ酸含量を抑えた系統のマーカー選抜も行われている。ウィスコンシン州ではミネソタ大学で育種された Frontenac (赤)、La Crescent (白)、Marquette (赤) などのハイブリッド品種が栽培されている。2017年にリリースされた Itasca (白) や、大学が作った品種ではないがミネソタの育種家によって作られた Petite Pearl (赤) も良い品種である。2019年1月末にマディソン市は-38℃を記録する大寒波に襲われたが、近隣のワイナリーのミネソタ品種における冬芽の凍害発生率は 20%に満たなかった。耐寒性はミネソタ大学のものほどではないものの、コーネル大学でも Aromella (白) や Noiret (赤) といった優れたハイブリ










Image	Variety	Year	Type	Features
	Frontenac	1996	Red and rosé, port	Vigorous and very disease resistant. Wine has flavors of cherry and plum. Can be high in acidity.
	Frontenac blanc	2012	White wine	White-fruited sports of Frontenac and Frontenac gris with earlier harvest date.
	Frontenac gris	2003	White wine	Vigorous and very disease resistant. Wine has a characteristic peach flavor. Can be high in acidity.
	Itasca	2017	White wine	Lower acidity and high sugar levels. High resistance to downy and powdery mildew and the insect phylloxera.
	La Crescent	2002	White wine	Very cold hardy. Wine has flavors of apricot, citrus, and tropical fruit. Moderately disease resistant.
	Marquette	2006	Red wine	Resists downy and powdery mildew, and black rot, with open, orderly growth habit. Wine has complex notes of cherry, berry, black pepper, and spice on both nose and palate.
	Bluebell	1944	Table, juice, jelly	Early ripening. Blue-seeded table grape with a juice, jelly mild Concord-like flavor. Disease resistant.
	Edelweiss*	1977	Table, wine	Large-clustered, white-seeded table grape with a wine Concord-like flavor. May need winter protection.
	Swenson Red*	1977	Table	Red-seeded table grape with refreshing flavor and crisp texture. Needs winter protection and a thorough spray program.

図 2 ミネソタ大学で育種されたハイブリッド品種. ミネソタ大学ホームページより.

ッド品種を作っている。これらはウィスコンシン州で育てるには耐寒性が十分でなく、冬季の温度条件が似ている十勝地域では栽培することは難しいだろうが、後志や空知では栽培できる可能性がある。多雪地帯でも雪が少ない年には凍害が発生するかもしれないので、導入を検討してはどうだろうか。

(ここで示した米国のハイブリッド品種が日本に導入されているかどうかは把握しておりません。2016年の情報ですが、アイオワ州立大学の大学エクステンションのウェブサイトから米国で作られた高耐寒性ハイブリッド品種のリストを無料でダウンロードすることができます。<https://store.extension.iastate.edu/product/A-Review-of-Cold-Climate-Grape-Cultivars>)

● 仕立てへの提案

現在、池田町では清見の越冬のために、コルドンを土に埋めているが、柔軟性がある新梢を埋めれば物理的な傷害が出にくいのではないかと。オハイオ州立大学は、凍害対策として新梢を土に埋める作業の動画をインターネット上で公開している

(https://www.youtube.com/watch?time_continue=11&v=AEA1RjGyORs)。

越冬に覆土が必要か否かに関わらず自根株である場合には、幹が弱ってきたらひこばえを残し、幹の入れ替えができる。図3のようにひとつの株から2本の幹を伸ばせば、一方が弱った場合、株ごとに入れ替えることなく幹の入れ替えができる。

(マサチューセッツ大学アマースト校のエクステンションのウェブサイトでは、接ぎ木株での幹の入れ替えについて説明している動画を公開しています。

<https://www.sites.ext.vt.edu/connect/pruning/part-3/>)

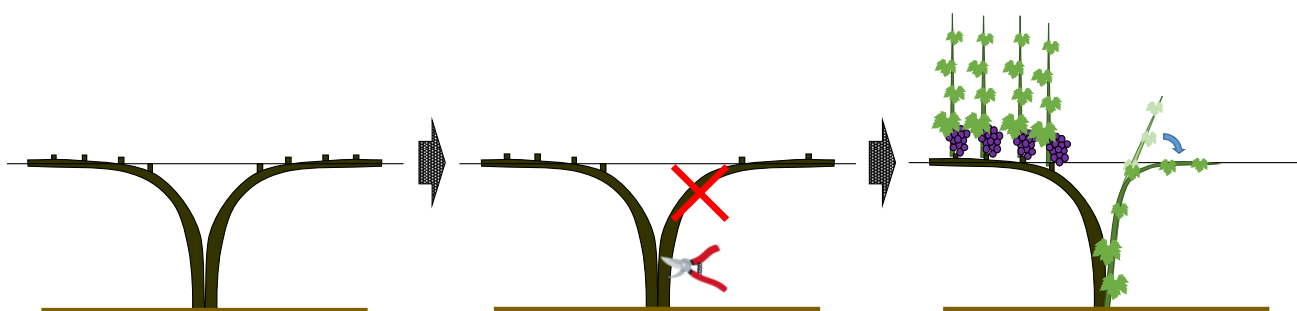


図3 ひこばえを用いた幹の入れ替え。幹が弱り十分な果実の収量が見込めない場合は、弱った幹を取り除き、ひこばえを用いて新たな幹を作る。イラスト:春日。

晩霜害を防ぐために

● コルドンの位置

冷たい空気は低いところに溜まりやすいので、厳冬期の耐寒性が十分に高い品種で展葉後に晩霜害が起りやすい場合には、コルドンの位置を高くしても良いかもしれない(新

梢は下に垂らす)。コルドンの位置を果房が収穫しやすい高さに調整することで、収穫作業の負担を減らすこともできる。

限られた成長期間でより良いブドウを生産するために

● 摘葉処理

寒い気候で生育しているブドウは果実が熟す速度が遅いため、一般的に酸度が高くなる傾向にある。この問題に対して、果房の周りの葉を摘葉して果実に日光を当てることで酒石酸やリンゴ酸が低下するという報告がある。これは、ブドウの果実の温度が上昇し成熟が早くなるためだと考えられる。ウィスコンシン州で栽培されている高耐寒性ハイブリッド品種においても同様の結果が得られており、栽培者に果房の周りの葉を3枚程度摘葉することを勧めている(図4)。また、摘葉は収穫期を早めたり、赤品種であれば着色の向上といった効果も報告されている。風通しを良くすることで病害の抑制も期待できる。摘葉を行う時期は重要であり、早すぎると粒がそろわないことがあり、遅いと日焼けが起こる可能性が高まる。ウィスコンシン州では、栽培者に果実の粒がグリーンピース程度の大きさ(直径およそ8mm)になる頃に摘葉するように指導している。

(YouTubeでアチュチャ先生が摘葉について説明をしている動画が公開されています。

<https://www.youtube.com/watch?v=IYeAIXzcoTY>)



図4 果房付近の葉の摘葉. 写真は、摘葉試験を行ったときのもの。実線で囲まれた部分では摘葉が行われており、果房が見える。破線で囲まれた部分では、摘葉を行っていない。Northern Grapes Project の Webinar より。

その他

● 葉柄を用いた樹体の養分状態分析

ウィスコンシン州では、植物組織の養分分析をもとに施肥設計を行っている（以前、ワインアカデミー十勝においてコーネル大学のハンズ・ウォルター・ピーターソン先生も同様の話をしていたので、米国では一般的な方法のようです）。この組織の養分分析は毎年行う。一方、土壌分析はブドウに適した土壌改良のために定植前に行い、その後は4年に一度、pHと有機物量のみを評価している。1年生の作物とは異なり多年生の果樹は植物体に蓄えている養分も成長に使うので、現在の植物の栄養状態を評価するためには土壌分析よりも組織の養分状態を評価するほうが望ましい。（アチュチャ先生は「病院で昨晚食卓に何が並んでいたかを問診するより、血液検査をしたほうが有用な情報が得られるでしょう」と話していました。）ウィスコンシン州では、組織分析は以下のように行っている。

- ・ 材料には葉柄（図5）を用いる（葉身を用いると得られるデータの変動が大きいため、葉全体ではなく、葉柄のみを材料とする）。
- ・ サンプル採取は、満開期か Veraison の時期のいずれか一方で行う。どちらでも構わないが、二つの時期では適正な養分の基準値が異なるため、必ず毎年同じ時期に行う必要がある。
- ・ 時期によって異なる位置の葉の葉柄を採取する必要がある。採取する葉柄の位置は図6に示した。
- ・ 圃場や品種、栽培条件が異なる場合には、それぞれ別のサンプルとして扱う。100～200の葉柄を採取し、まとめて一つのサンプルとする。
- ・ 乾燥させたサンプル中のN・P・K・Ca・Mg・S・Mn・B・Cu・Zn・Fe含有率を評価する。
- ・ ウィスコンシン州で用いている葉柄内養分の基準値を表2に示した。

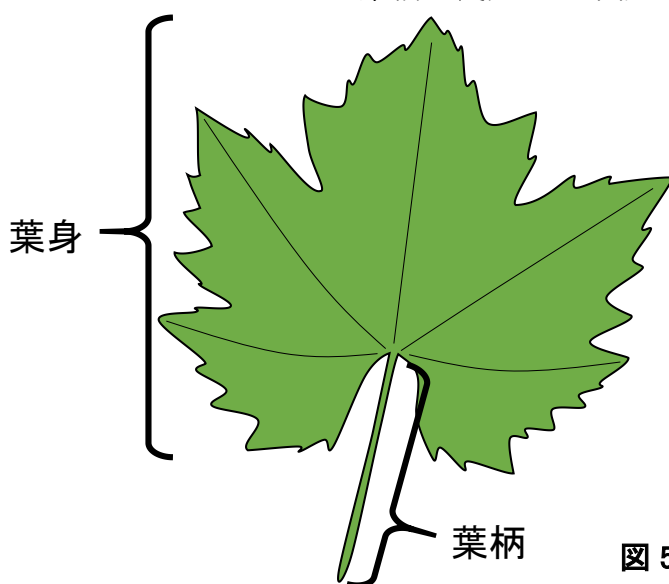


図5 葉身と葉柄.

- ・ 不足している養分は通常は土壌施肥によって、急を要する場合は葉面散布などで直接植物に与える。

(組織分析を引き受けてくれる日本国内の研究組織、企業などは把握しておりません。)

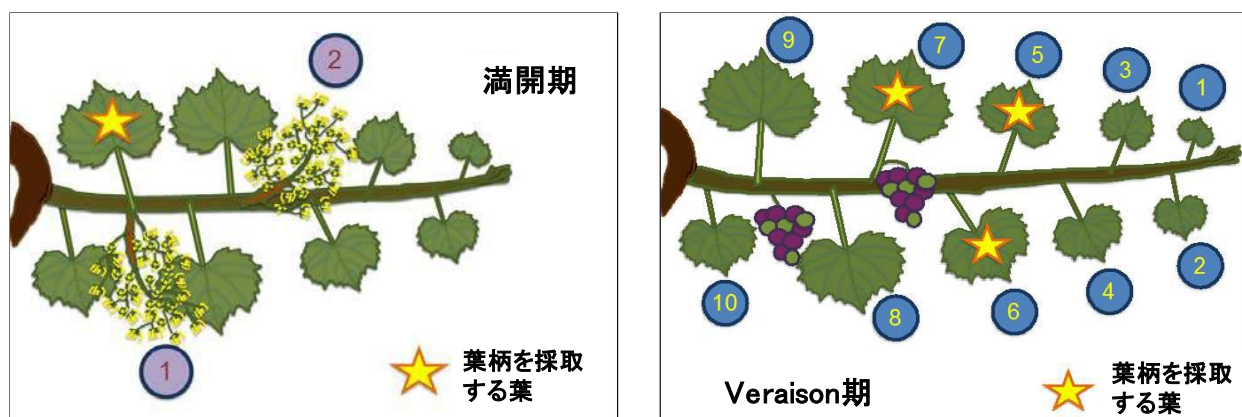


図 6 葉柄分析のために用いる葉の位置. 満開期では、第一果房と向かい合った葉の葉柄を用いる. Veraison 期には、先端から数えて 5, 6, 7 番目の展開した葉の葉柄を用いる(果房の位置は考慮しない). サンプリングの様子は、コーネル大学の Webinar で見ることができる (<https://www.youtube.com/watch?v=8EHbojLfXek>). イラスト: Madeline Kay Wimmer. ウィスコンシン・フルーツ・ニュース 2018 年 3 巻 7 号より.

表 2 ウィスコンシン州で用いている葉柄内養分の基準値(アメリカ全体で統一の基準が用いられているわけではなさそうだ. 例えば、アメリカ南部の複数の大学が関与する「The Southern Region Small Fruit Consortium」では、異なる値を示している.

<http://www.smallfruits.org/assets/documents/crops/bunch-grapes/TissueAnalysisforGrapevines.pdf>

	満開期(6 月中下旬)	Veraison 期 (7 月中旬～8 月中旬)
窒素(N、%)	1.20 – 2.20	0.90 – 1.30
リン酸(P、%)	0.15 – 0.60	0.12 – 0.40
カリウム(K、%)	1.50 – 4.00	1.50 – 2.50
カルシウム(Ca、%)	0.70 – 2.00	1.00 – 2.00
マグネシウム(Mg、%)	0.20 – 0.50	0.25 – 0.45
硫黄(S、%)	> 0.12	> 0.12
マンガン(Mn、ppm)	20 – 150	30 – 150
ホウ素(B、ppm)	25 – 50	25 – 50
銅(Cu、ppm)	5 – 10	5 – 15
亜鉛(Zn、ppm)	20 – 100	30 – 50
鉄(Fe、ppm)	40 – 180	30 – 100

● Webinar の利用

米国のいくつかの研究機関や大学では寒冷地での醸造用ブドウの栽培法についての動画を、YouTube などを用いて無料で公開している（Web 上の Seminar から、Webinar と呼ばれる）。2011 年から 2016 年に米国農務省からの支援を受けた寒冷地での醸造用ブドウ栽培およびワイン生産に関するプロジェクト「Northern Grapes Project」でもホームページ上で多くの Webinar 動画を提供している（Northern Grapes Project で公開中の Webinar: <https://northerngrapesproject.org/northern-grapes-webinar-series/recorded-webinars>）。前述のアチュチャ先生による「摘葉の影響について」の動画もここに含まれている。また、これまでに本文中で紹介したいくつかの動画も、大学が提供する Webinar である。

終わりに

現在、米国では、ハワイやアラスカを含むすべての州でワイン生産が行われている。米国の寒冷地へのワイン生産の拡大には、高耐寒性ハイブリッド品種の登場や寒冷環境での栽培技術の発展が大きく貢献してきた。米国の寒冷地と一口で言っても、湖効果により比較的冬が温暖なニューヨーク州フィンガーレイクス周辺や内陸性で寒さが厳しいミネソタ州など、様々な環境が存在する。それぞれの地域においてその環境に適した栽培技術を発展させている米国の寒冷地での醸造用ブドウ栽培には、同じ寒冷気候という課題を持つ北海道の醸造用ブドウ栽培が学ぶべき多くのアイデアが存在すると考えている。

本報告書で提案した作業などの多くは、ウィスコンシン州で実践し成果が上がっているものであるが、ブドウの生育や応答は品種や環境によって異なるため、北海道におけるブドウ際においても必ず良い成果をもたらすという保証はない。これらの作業を取り入れる際には、まずは試験的に圃場の一部で行い、従来の栽培法と比較した後、本格的に取り入れるか判断していただければと思っている。また、良い結果でも悪い結果でも得られた情報を電子メールで春日 (jkasuga@obihiro.ac.jp) まで送っていただけると大変ありがたい。道内の醸造用ブドウ栽培の発展のため、何らかの形で情報を共有していきたいと考えている。

謝辞

今回、来日を承諾し、多くのご助言を残してくださったアチュチャ先生に御礼申し上げます。また、早春の多忙な時期に視察を受け入れていただいた池田町ブドウ・ブドウ酒研究所 東億氏、岩見沢市の KONDO ヴィンヤード 近藤良介氏には心より感謝を申し上げます。