

YUKARIの読むワイン

栽培編

ぶどうが実るまで

山梨のぶどう栽培

ブドウの品種判断

ブドウを侵す病原体 (pathogen)

ブドウのウイルス診断

自然農法

台木による樹勢のコントロール

ワイン用ぶどうの“適熟”とは

本アーカイブは、オリジナルデータから
一部の図表を除いたテキスト版です。



ぶどうが実るまで

ぶどうの歴史は人間がこの世に現れる以前にさかのぼります。北京原人の時代にすでに、現在栽培されているものと同属の *Vitis vinifera silvestris* が存在していたことが確認されています。

長い歴史のなかで、様々な種類のぶどうが生まれ、淘汰されていったと考えられていますが、現在醸造用として栽培されているぶどうは、約500~600種類といわれています。ぶどうの分類学上の位置づけを表1に示しました。

表1 ぶどうの分類学上の位置づけ

目	クロウメモドキ目 Rhamnales							
科	Rhamnaceae	Leeaceae	ブドウ科 Vitiaceae					
属			ブドウ属 Vitis	Cissus	Cayratia	Clematicissus	Tetrastigma	Ampelocissus
種			Muscadinia	Euvtis				
				Vitis vinifera V. labrascaetc.				

ぶどうの植物体は他の植物同様、水、養分、二酸化炭素及び日光の4要素によって構成されます。それぞれの吸収と合成は下図のような部位で行われます。ぶどうの樹自身や果実の特徴は、これらの吸収と合成のバランスや速度に大きく依存します。また、それを決定づけるのは、栽培されている場所の気候と土壌だと考えられます。

1-1 気候

土壌(Soil)及び気候(Climate)はどちらもぶどうの収量と品質を決定づける重要な要素ですが、特に気候はその多様性と複雑さからぶどう、ひいてはワインの性質を決める最も重要な要素となっています。

気候は、その大きく分けて3つのレベルに分けられています。(Smart1984)

- ・マクロクライメート (Macroclimate) 数十から数百キロを範囲とする、気象台の一観測ポイントを中心としたような気候のパターン(勝沼地域や甲府地域など)
- ・メソクライメート (Mesoclimate) 数メートルからキロメートルを範囲とする地形の特徴、例えば傾斜、標高、川や海からの距離などに基づく気候のパターン(松里地区と奥野田地区など)
- ・ミクロクライメート (Microclimate) 数ミリメートルから数メートルを範囲としたぶどうの周りの気候(葉の繁り具合や枝の伸び具合などの違い)

ここでは、マクロクライメートに注目してみます。ぶどうの成長と充実に大きく影響を及ぼす気候の要因としては、温度、降水量、日照が挙げられます。もちろんそれぞれ単独の要素はぶどうの生育に直接的に影響を及ぼしますが、各々の要素が複雑に絡み合っただけで影響を及ぼしているとも考えられます。

1-2 温度

一般的に生育期(日本の場合は4月から10月までの7ヶ月間)の気温が高ければぶどうの生育は早く、収穫も早い

といえます。生育期について言えば、一日の平均気温が約10度以上ないと生育が困難で、反対に一日の平均気温が25度以上では生育の速度が遅くなるといわれています。日照時間や昼夜の寒暖差などの影響で、これ以上、以下の平均気温下でも栽培がうまく行われている例もあります。

ぶどうは冬の期間は休眠期に入り、外見上は活動を停止しているように見えますが、ぶどうの芽は秋に葉が盛んに光合成などの活動をしているときから休眠状態に入り、1、2月頃には自発的な休眠は解除されています。ただ、外気温が7.2度以下なので、そのまま休眠状態を続けています(他発的休眠)。このため冬の期間の気温は、春の芽吹きを左右します。Vitis veniferaは気温が-15度以下に下がると芽や茎に多大な障害が出ると言われています。一般に眠り病と言われる現象ですが、一度低温障害にあった樹は再生することは難しく、1956年のフランスにおける異常低温は大変な損害をもたらしました。また、最も寒い月の平均の最低気温が-1度より低い地域でも同様の障害の確立が高くなると考えられています。冬の低温による凍害が、クラウンゴールや、根頭癌腫病などのウイルス病を引き起こすきっかけになることも報告されており、寒冷地でのぶどう栽培はリスクが高いといわざるをえません。一般にアメリカ系ぶどう(V.labrusca)はヨーロッパ系ぶどう(V.venifera)より冬の寒さに強いと言われています。

春先、平均気温が7.2度以上になると、根が活動を開始し土中の水や養分を吸収し始めます。根の活動によって樹の内部の樹液の圧力が高くなってくるとすでに休眠からさめている芽の回りででんぷんの分解が盛んになり、その刺激で芽が開いてきます。いったん開き始めた芽はたいへん低温に弱く、芽の周りの気温が2、3度まで下がると霜の害で死んでしまいます。遅霜は山梨でも例年かなりの損害を生んでいます。

1-3 降水量

ぶどうが生育するためには、根への適量の水の供給が必要です。これは土壌の保湿度だけでなく、空気の温度と湿度とも大きく関連があります。例えば、温度が高く、湿度が低い状態では、葉の表面の気孔からの水分の発散が多く、根はより多くの水を必要とします。

一般的に、生育期後半にある程度の乾燥状態にあることがぶどうの質を向上させると(少なくともアメリカやオーストラリアでは)信じられています。しかし過度の乾燥はぶどうの収量と質を共に低下させます。このため、アメリカ、オーストラリア及び最近開発された南アメリカの葡萄園などでは灌漑施設を設置し、計画的に灌水を施すことが一般的です。

一方、降水量が多い地域ではぶどうの病気の発生と、樹勢過多を引き起こします。ぶどうの病気の多くは、カビが樹や果実の表面及び地中で生育するために起こるもので、カビは湿度の高い方が旺盛に生育するため病気が蔓延する要因となっています。樹勢については後に詳しく説明しますが、根から過剰の水分や養分を吸収すると樹に栄養が偏り、果実の充実を阻害する恐れがあると考えられています。葉が茂りすぎると、日照にも悪い影響を与えかねません。

1-4 日照

日照は、ぶどうが葉の表面で光合成をし、果実や植物体の元となる炭水化物を合成するために必須の条件です。ぶどうの葉は、棚や垣根上では重なりあうことが一般的なのですが、最も表面の直接日を受けている葉での光合成量が最も重要だと考えられており、葉の面積をいかに広く取るかは春先の誘引の際の大きなテーマとなっています。寒冷地では、日照による地熱の上昇も大変重要になってきます。ドイツなどでは日当たりの良い葡萄園が良い葡萄園だと考えられています。一方カリフォルニアやオーストラリアでは、収穫直前にあまり日照が強いと、ぶどうが日に焼けて痛んでしまうため、葉を多く茂らせてぶどうの実に日が当たらないようにする工夫もされています。

1-5 その他

このほか、風や雹など様々な気候条件が関係しています。風についていえば、カリフォルニアの大平原などでは、熱風や突風による深刻な被害が報告されています。海沿いのぶどう園の中には、午後に海風がふくことで気温を急激に下げ、理想的な栽培条件を生みだしている例もあります。日本でも、繁った葉の湿度を下げるためにそよぐ風はありがたいものですが、台風の突風で収穫直前の果実が吹き飛ばされてしまうことだってあります。(1998/07)

2. 土壌

土壌(soil)がぶどうの質に与える影響と重要性については諸説が唱えられています。土壌こそがぶどうの質を決定するというフランス AOC 的思考と、土壌はぶどうの根に養分と水分を与える培地としてその性質がぶどうの質を左右するという新世界的思考がその極論です。

前者ではよく terroir(テロワール)という言葉で説明されていますが、フランス人の醸造家は terroir の定義を“気候、土壌、土地の起伏などと一体となって影響を及ぼすもの。様々な要素が複雑に絡み合って生み出す—例えば昼と夜の気温、降水量の分布、日照時間、土壌の pH、金属元素の含有量とそれぞれのバランス、土壌の深さ、水の浸透性、傾斜、水はけ等といった様々な要素をひっくるめた土壌環境”と定義しています。日本語では“風土”と訳されることが多いのですが、必ずしもぴったり来る訳ではないでしょう。つまり、同じ terroir は二カ所とないのです。また、同じ葡萄園であっても、2年と同じ terroir は繰り返さないといえましょう。この思想が、ブルゴーニュに、“シャルドネ”というワインが存在しない理由なのでしょう。さて、狂信的な“terroir”信仰者(“terroirist”テロワリスト-テロリストとかけてこう呼ばれたりしますが)は、土壌の質とぶどうの質は直接的な相関関係があると信じています。そのため、石灰岩系の土壌にはシャルドネを植えろだとか、粘土質の土壌にはカベルネソービニオンがいいだとかいわれていますが、世界的に強く信じられているものの、本理論の科学的な裏付けは何も成されていません。

科学的見地からいえば、土壌のストラクチャ(構造)こそが最も重要であると考えられます。一般的に良い土壌は、表層近い部分と深い部分両方で根の生育が良いような状態—例えば水はけがよく同時に保水性が適度にあり、昼間の日照で暖められやすく同時に夜間その熱を放出しやすいような性質を持っています。

一般にぶどう栽培に用いられている土壌は大きく分けて3つのタイプに分類されます。砂礫性の堆積土壌、石灰石などを主成分とした土壌及び浸透性のある細かい粘土状の土壌です。どのタイプでも、岩や石がどれ程含まれているかが水はけや根の張り具合を左右し、熱の吸収と放射を決定する重要な要素です。ぶどう栽培に不向きな土壌の例としては、粒が細かい粘土、表層の厚さがあまりない土壌、砂状及び肥沃な堆積土壌などがあります。これらの土壌に葡萄を植えたとしても、本来ぶどうが持っている能力を充分生かし切れないと考えられています。

土壌の成り立ちはその土地の気候の影響を強く受けます。例えば雨の多い地域はその雨を流す川が多くあり、その川が生み出す堆積土壌ができる。乾燥した土壌には塩分が多く、木が少ないので風が吹きすさび、砂の粒子が細かいとか。すなわち土壌も気候と完全に切り離しては考えられないということです。こうなると terroir の思想も一理あるといえるのでしょうか。(1998/10)

3. 山梨のぶどう栽培 (1)

「日本は雨が多いから欧州系ぶどうの栽培には向かない」とか「山梨のぶどう園は巨峰にはいいけれどワイン用ぶどうには向かない」などという評判を耳にされたことのある方もいらっしゃることでしょう。果たして実際はどうか？ そうならなぜそうなのか？ 実はあまり良く解っていないのが実状です。まずは様々なデータを分析して、山梨特に塩山の気候や土壌の特徴についてまとめてみました。

3-1. 土壌

1985年に山梨県が作成した土地分類基本調査図の土壌図をみると、キザンワインのぶどう園のある笛吹川東岸一帯と、塩山市牛奥地区及び勝沼では全く土壌の構成が違うことがわかります。

笛吹川東岸一帯は火山灰を母材とした黒ボク土(ando soils)で、表層に腐食層を持ち保水性や透水性は良好で大変耕作しやすい構造をしています。一方牛奥及び勝沼は堆積岩を母材とした褐色森林土(Brown forest soils)で強粘質で透水性が悪い、いわゆる粘土質の土壌です。

山梨県の耕地では黒ボク土が最も広く分布し、主に水田として使用されています。褐色森林土はその次に多い土壌で、山麓の斜面や山間の傾斜地に分布し、主に樹園地として使用されています。

塩山の主たる土壌の、黒ボク土はもともと腐食層を持つ上、雨が降ったときの保水性が良いため、一般に養分が多く植物の生育が良くなります。しかし、この土壌の特徴としてりん酸吸収率が非常に大きい(りん酸肥料をやっても土壌に吸収されてしまい植物には行き渡らなくなりやすい)ため、窒素肥料とりん酸のバランスを考慮して、施肥をする必要があると考えられます。また、この土壌は表土を風や雨に流されやすいので、草生栽培などにより表土を保護してやることも有効であると考えられます。

以前にもふれましたが、どのような土壌がぶどう栽培に最適かとかどんな品種に向いているか等はよくわかっていません。勝沼産の甲州種のワインと塩山産のそれが違う理由が土壌にあるのかどうか興味はありますが、現状では栽培法や醸造法などの要因の方が大きいのが現状です。

重要なことは、ぶどう園の土壌の特性を把握して、施肥や灌水など最適な栽培管理をしてやることだと思います。

3-2. 気候

日本は温帯季節風気候で、四季があり夏雨が多く冬乾燥している。と中学の社会で習いました。世界のぶどう栽培地域と比べると日本はちょっと変わった気候と言えるでしょう。以下に勝沼と他の有名なぶどう栽培地域の気象データを比較してみました。いずれも20年以上の統計で、ぶどう栽培に係る要素のみを表示してあります。なお勝沼のデータは1979~1990年までの勝沼地域気象観測所のデータの平均値です。

表 ぶどう産地の気候要素の比較

緯度	勝沼	ボルドー Medoc	ブルゴーニュ Dijon	ラインガウ Geisenheim	カリフォルニア Fresno	南オーストラリア Barossa
緯度	35° 39'	44° 50'	47° 16'	50° 00'	36° 46'	34° 29'*
標高 (m)	382	47	220	100	101	274
7月の平均気温 (MJT)(°C)**	26.1	20.5	19.6	18.6	27.8	20.8
有効積算気温 (BEDD)***	1609	1453	1223	1225	1773	1443
日照時間(hr)***	1143	1472	1449	1333	2556	1817
相対湿度(%)****	72	59	59	56	31	41
降水量(mm)***	800	427	429	333	53	204

いずれも気象観測点でのデータでぶどう園そのものではない

* 南緯

** 平均気温が年中で最も高い月 南半球では1月

*** 4月から10月まで(南半球では10月から4月まで)の合計

**** 4月から10月まで(南半球では10月から4月まで)の平均

MJT(Mean January/July)は平均気温が年中で一番高くなる月の平均気温。またBEDD(Biological Effective Day Degrees)はぶどうが生育している期間の植物体の生育に有効な積算温度を表します。いずれの値も詳細な計算方法は割愛しますが、Gradstonesらによって、世界中のぶどう産地のデータが集められています。オーストラリアやカリフォルニアでは新しい地域にぶどう園を開墾しようとする時、必ずその地域とで、ホモロジーの高い既存のぶどう産地を分析し、その産地で実績のある栽培方法や品種を採用するのが一般的です。(Homoclimatic Analysis)。

勝沼の場合世界的に見て、夏の暑さは大変なものです。同様の気温を示している地域はPinhao(25.2°C ポルトガル)やFresno(27.8°C カリフォルニア)と少々ワイン産地としては暑い地域です。

BEDDは比較的暖かめのワイン産地と近い値を示しており、Orange (1564 シャトーヌフドパープ)、Toulon (1612 プロバンス)、Clare (1613 南オーストラリア)などがです。BEDDについて言えば勝沼は優れたぶどう産地と言えるでしょう。

対照的に日照時間は寒冷地と似ています。Auckland (621 ニュージーランド)、Freiburg (1240 ドイツ バーデン) Oxford (1189 イギリス-ぶどう産地ではありませんので悪しからず)などです。これらの地域では一般的な品種を栽培するのは困難で、地域地域に最適な品種を選んで良いワインを造っている地域です。勝沼の日照時間の不足は、ぶどうの生育期間に雨の日が多いことに起因すると考えられます。

以上をまとめますと、気温はワイン産地の中では大変高いものの、有効積算温度は良い産地と等しい。しかしながら、日照時間は大変少ない。他の国と大きく違ったぶどう栽培地と言えます。相対湿度や降水量など

を比較しても、他の地域よりも破格にじとじとしていることが分かっていただけだと思います。このため、山梨でのぶどう栽培がカビの病気との闘いであるとも言えます。

何度も触れている通り、気候と土壌の関係もみのがせません。日本のように雨の多い地域で、もし水はけが悪いと根が腐ってしまうこともあります。その点黒ボク土は大丈夫です。しかし、養分が多く雨が多いと樹勢が強くなってしまい、木にばかり栄養がいつてしまって果実の充実がうまく行かない恐れもあります。また、せっかく深い表土を持っているのに、浅いところで水が得られるので根が浅く張ってしまうことも良くあります。普通の年なら良いのですが、一度水不足になると浅根の木はダメージを受けやすくなります。おそらく、山梨のぶどう栽培では樹勢のコントロールが最も重要で最も困難な要素だと考えます。これは施肥、仕立て方、剪定、摘果など様々な栽培方法で改善することができるため、様々な栽培方法が試みられています。(1999/02)

ぶどうの品種判断

ブドウの木はちょっと見ただけでは何の品種なのかまず判断はつきません。実がなってようやく品種が分かるといっても過言ではありません。よく似た品種では実がなってからでもどっちがどっちか分からないものもあるほどです。

品種は一般的には苗を購入するとき苗屋がつけてくれた紙切れ一枚で判断されます。接ぎ木やその後の養生はさまざまな品種が同じ場所で行われるので、たまに違った品種が紛れ込んでしまうこともあるようです。栽培者の方でも、苗を植えるときに取り違える可能性もあります。特に垣根仕立てではブドウを植える密度が高いので、間違いの確立が高くなります。ブドウの実がなってみて“なんでメルローの列に一本だけシャルドネが植わってるんだ？”ってなことになるまねません。まあ、こんなミスは初心者クラスでほとんど起こらないんですけどね。

それよりもっと起こりやすいのは、先代とか他の人が植えたブドウ園の場合です。ブドウの木に品種名をぶら下げてあるケースはまあ無いので、代々の言い伝えを信じるしかありません。同じ品種(のはず)なのに熟期が違ったり、色付きが違ったり。おかしいと思っても“クローンの違いか!”で片づけられてるかもしれません。自園の場合は自分が納得して自分で醸造してしまえば何の問題もないですからね。たとえ“メルロー”という名前の商品が実は“カベルネソービニオン”だったとしても、法律で罰せられることは無いでしょう(ただ、ワインメーカーとしてはお恥ずかしい話ですが…)

同じ品種の判断ミスでももっと大きな規模での間違いは数多く知られています。

南オーストラリアで昔から"Albillo"や"Sherry"と呼ばれていた白ブドウは、その名の通り、酒精強化ワインの原料にされていました。しかし後に二つとも、西オーストラリアで広く栽培されている"Chenin Blanc"と同じだということが明らかになり、ワインメーカーもワインの作り方を変えた結果、優れた白ワインを産出するようになりました。

フランスでは長い間"Chardonney"は"Pinot Noir"の変種と考えられていましたし、カリフォルニアで"Gamey Beaujolais"とよばれていた赤ブドウはPinot Noirであったことも分かっています。これらは"Pinot Noir"の多様性によるもので、こんな例は枚挙にいとまがないようです。

ぶどうの品種を判断する学問を"Ampelography"といいます。生育ステージの様々な段階で、新梢の先、葉、果実やその他の部分について80項目にも及ぶ特徴付けを行い、視覚的および統計的な比較を行って品種を確定していました。フランスのEcole Nationale Agronomique de Montpellier(AGRO Montpellier)のDr Galetが学問として確立し、世界中から集められた7000品種以上のデータをもとめ上げました。彼の仕事は"Precis d'Ampelographic Pratique"という本にまとめられ、英語訳もされています(英題は"Grape Varieties

and Rootstock Varieties")。AGRO Montpellierではコンピューターを利用したデータベースが構築されています。

しかしながら彼らの方法では、数本のブドウの木が必要で、1年にわたる観察を必要とするため栽培の手間やスペースを考えると大変な労力でした。

次の段階で化学的な分析が取り入れられるなり、ポリフェノールの組成やisozymeの分析も項目の一つに加えられましたが、これらの化学的な分析だけでは近縁の品種は区別しきれませんでした。

1980年代後半になってDNA解析がAmpelographyの分野で利用されるようになりました。現在では数々のマーカーが開発され、非常に高性能に効率よく品種の決定が出来るようになりました。さらにこの方法によって、これまで出来なかった品種間の類縁性も可能になり、新たな知見が次々と出てきました。

ドイツの主要品種であるMueller-Thurgauは、Riesling X Syllvanerの掛け合わせと信じられてきましたが、DNA解析の結果、Rieslingどうしの掛け合わせであったことが明らかになっています。もっと最近の話では、カリフォルニアで長い間栽培されているPetit Shirahは文字通りShirahと考えられていましたが、少なくともDurif、PeloursinとShirahの3品種の血が混ざっている事が分かっています。日本では甲州が竜眼の実生ではないかと考えられていたのが、実は何の関係も無いことが明らかになって、甲州のオリジナリティーが再評価されました。

今カリフォルニアで大問題となっているのが、ある苗業者のミスでRussanneとViognierが混ざって出荷されていることが分かったことです。この2種類のブドウは、熟期や見かけなどがよく似ていますが、ワインの質は異なると考えられています。相当数のブドウ園でこの2品種が混ざって植えられていると考えられており、混乱はしばらく続きそうです。

現在ではAGRO MontpellierのデータベースにDNA解析の情報を集めて、世界中の研究者で利用できるようなシステム作りが進んでいます。比較的地味なAmpelographyの分野が、今改めて注目を集めています。(2002/07)

ブドウを侵す病原体(pathogen)

ぶどうの病気と一口にいても、それを引き起こす原因によって大きく5種類に分けられます。カビ由来の病気、細菌由来の病気、ウイルス並びにウイルス様物質由来の病気、線虫による病気、その他原因の分からない病気です。

カビ由来の病気は日本では最も頻発する病気です。我々もベト病、灰色カビ病や晩腐病などには毎年泣かされています。これらの病気を引き起こすカビはすでに同定されており、ライフサイクルについてもかなり理解されています。それぞれの病気に効く薬剤も多く市販されているため、予防的な防除(消毒)や発症しても初期の段階での治療的な防除が効果的に行われています。この病気はその年の収穫量や品質には影響を及ぼしますが、それが原因でブドウの木が枯れてしまうといったことはまずありません。

これに対して、細菌由来の病気や線虫などによる病気は急激にあるいは徐々にブドウの木を弱らせ、最後には枯れさせてしまうため、大変恐ろしい病気です。カビ以外の病気を引き起こす原因をまとめてpathogen(病原体)と呼んでいます。

1 Pathogenの種類

Pathogenは土壌に存在するか、ブドウ苗そのものに付いて畑にやってくるものがほとんどです。種類によっては土壌や機械・器具を伝わって他の樹に伝播する事も知られています。このため国や地域によって集中的に発症している病気があったり、反対に全く存在しない病気もあります。ここでは世界的にワイン用ブドウ

で問題となっている Pathogen を挙げてみます。

まずバクテリア由来の病気としては Agrobacterium によって引き起こされるクラウンガール (Crown Gall) が日本でも問題となっています。この他ヨーロッパではピアス病 (Pierce's disease) が知られています。

ウイルス病ではリーフロール、味なし果が日本では問題となっていますが、海外ではファンリーフや Yellow speckle、Fleck 等の病気が知られています。

線虫 (Nematodes) も日本にいることが知られています。最も一般的な Rootknot Nematode の他に数種類の線虫が知られています。

2 病気の発見と同定

それぞれの病気には特徴的な症状が知られていますが、全ての感染木が特徴的な見かけを呈しているわけではありません。同じ病気でも症状が異なることが多いことがあります。生育の限られたステージでのみ症状を示す病気も知られています。これらの理由から見ただけで Pathogen を同定することはまず不可能です。

さらには異なった要因で同じ症状を呈するケースも知られています。例えば“葉が赤味を帯びてきた”という症状は、ウイルス病の可能性もありますし、カビの病気かもしれませんし、栄養素の欠乏症かも知れません、昆虫に茎や根をやられた為かも知れません。

さらにこれらの Pathogen は、ブドウに存在していても発症しないこともあります。リーフロールの中には感染してから5年以上潜伏期間のあるものも知られています。

数々の困難があるため、これまでは“品質の悪い、なんだか変な木”という認識はあっても、それがどんな原因によるものか確認しないで来ました。生食用ブドウの栽培関係の本には“これまで日本で栽培されていたブドウのほとんどは、何らかのウイルスにかかっているといわれている。”とか“我が国で栽培されているブドウはほとんどの品種が高率にリーフロールウイルスを保毒している。”と書かれています。栽培者の中には、ウイルスにかかっていた方が樹勢が抑えられて品質のいいものととれると考えている人もいます。この認識の甘さの影には、日本では生食用のブドウは5年～8年程度の短いサイクルで植え替えられることと棚栽培の様な樹間が広い栽培では病気の伝播があまり見られなかったこともあるでしょう。

日本でも世界でも、良いワイン用ブドウを栽培する上で、ウイルスを始めとする Pathogen は大問題となってきました。病気が新たに入ってきたのではなく、栽培者の意識が高まってきたためなのですが(今までが低すぎたとも言えます)、ちょうどウイルスの同定にも新たな手法が導入されつつありますので、今回はこれについてまとめてみます。(2002/08)

ブドウのウイルス診断

前回ブドウのウイルス病などが、以外に広く蔓延している可能性があることに触れました。これまで病気の検査・同定は畑で実際栽培する過程で行われており、時間や手間がかかることでした。近年 Pathogen (病原体) の遺伝的解析が進んだこともあり、実験室レベルで手軽に検査が行われるようになってきました。

1 病原体の検査方法

大きく分けて3種類の検査方法が行われています。すなわち

培養法

生物学的インデックス法

遺伝学的手法 です。

培養法は最も昔から行われていた方法で、カビやバクテリア由来の病気の同定に用いられます。選択的な培地で病原体を培養することで、病気を特定します。数種類の培地が決められており、この方法で Eutypa die back、Armillaria、Phytophthora、Phomopsis、Botrytis 等のカビ由来の病気と crown gall、Pierce disease などのバクテリア由来の病気が同定可能です。この方法の欠点はウイルス病は検出不可能であること、生きた

病原体を検体として使用しなくてはならないので診断の時期が限られていること、さらに時間がかかることが挙げられます。

生物学的なインデックス法も一般的に行われている方法で、特定の病気に非常に敏感に反応する品種を台木として用いて、検定したい木を緑芽継ぎする事でより病気を増幅して検定する方法です。リーフロールはカベルネフラン、ファンリーフとフレックはRupestris du Lot、Yellow speckleはマタロなどと検定に用いるindicatorの品種は決まっています。一年のうちの適切な時期に継木をすれば数週間で病気の症状が出てきて同定する事が可能ですが、更に病気に感染していないことを確認する為には2シーズンの観察が必要になってきます。専門的技術が必要なため限られた機関でのみ検定が行われています。

2 ELISA(Enzyme-Linked Immunosorbent Assay)

ウイルスやバクテリアに特異的な抗体を利用して抗原抗体反応を利用して病原の同定を行う方法です。病原体を動物(通常はウサギ)に接種すると動物の体内で抗原抗体反応を起こし、その病原体に対する抗体を作ります。これを精製し検体をブロットした固相と反応させ、さらに標識した第2抗体を用いて目に見える形で検体中の病原体の有無を見分けます。現在までにファンリーフ、リーフロールタイプ1~5(GLRaVs1~5)、ブドウAウイルス(GVA)、フレック、Pierce diseaseの検出が可能との報告があります。

ELISA法では検体の精製から結果が出るまで2日ほどですみ、迅速な方法です。しかしながら全てのウイルスに対する抗体が開発されているわけではないため、検出不可能なウイルスもあります。またウイルスや抗体によっては検出感度の低いものもあり、感染を見逃す危険性も指摘されてきています。更にウイルスの種類と使用する抗体によって検査方法を少しずつ変える必要があるため他種類のウイルス診断を同時に行うには手間がかかるという欠点があります。

3 PCR法

PCR法は検体中に存在するにウイルスやバクテリア、カビの遺伝子に特異的なプライマーを用いてを病原体の遺伝子を増幅して検出する方法です。複数の病原体に対して同時に検出が可能で、検体のサンプル量もわずかで済みます。現在商業的に実施されているものだけでもファンリーフ、リーフロールタイプ1~5(6~9も検出可能との報告あり)、ブドウA、B、Dウイルス、フレック、タバコモザイクウイルス、トマトリングスポットウイルス、ブドウえそ果ウイルス等が検出可能で、病原体の遺伝子解析が進むに伴って更にプライマーが開発されていく可能性があります。将来ますます利用が高まってくる方法といえましょう。

4 実験室レベルでの病原体検出法の信頼性

フィールドレベルであれ実験室レベルであれ、ブドウの病原体の完璧な検出法は存在しません。サンプリングの偏りや検体のコンディションによって本来病原体を保持しているのにネガティブな結果がでる場合が考えられます。何よりいずれの方法も今まで知られていない病原体を検出することは不可能です。

フィールドではサンプルを採取する時期も重要です。例えばファンリーフウイルスの検定には春の伸び始めた蔓の先の部分を用いますが、この病気は暑さに弱いため夏に採取したサンプルではウイルスの密度が非常に低くなっておりネガティブな検出結果が出やすい事が知られています。研究室レベルではサンプルの調製時の不純物の混入が考えられます。PCRの場合はウイルス遺伝子の若干の変異があると見落としてしまう可能性もあります。

これらの診断は病原体フリーの検定として捕らえるのではなく、特定の病気に感染していないという確認のためには充分信頼できる方法でしょう。特にウイルスフリーの確認が必要な場合、例えばその穂木を接ぎ木の親として使用する場合などはフィールドレベルと実験室レベルの両方の試験を数年間かけて繰り返し、念入りに確認する必要があります。

病原体診断のアウトソーシング

現在カリフォルニアやニュージーランドでは多くの民間の研究所でウイルス診断を行っています。オーストラリアでもワイン醸造研究所が窓口となった有料の診断が行われています。山梨でも意識の高いワイナリーではこれらの機関に診断を依頼しています。日本でも大学や醸造研究所、果樹試験場などの公的機関が研究の為にELISAやPCRを行っています、委託診断までには至っていません。ウイルスに対する認識を高めるためにも診断を請け負ってくれる機関が増えてくれる事を期待しています。(2002/09)

自然農法

近年環境への配慮や健康志向を受けて、自然農法に注目が集まってきています。ワインでも“オーガニック”や“バイオダイナミック”といったうたい文句の商品を目にすることがあります。それぞれの定義は国や地域によって様々ですが、いずれも環境に配慮し、資源を保護し、社会的に認知される方法で経済的な農業経営を行っていく手法の一つと位置づけられています。

1 自然農法の分類

第二次大戦中の研究に基づいて50年代には合成された肥料が広く使用されるようになりました。60年代には農薬の研究が進み、これらの合成薬剤を用いることが一般的な農法になっていきます。

しかし環境や健康に配慮した栽培家は世間の流れに反し、より自然に近い形での農法に取り組むようになりました。ワシントン大学のReganold教授はこれらの農法を次の6カテゴリーに分類しています。すなわち

オーガニック(有機)

バイオダイナミック

混合農法

無施肥

無耕作

Natural Systems です。

有機農法は広く理解され実施されている農法で、各国で明確な定義付けが行われています。有機肥料の利用やある種の化学薬品の利用も認められており、機械の利用で大規模な耕作も可能です。

混合農法は、有機肥料や有機農薬と化学的な薬品を組み合わせるより経済性を重視した農法です。

無施肥と無耕作農法は、“何もしない”と言うことではなく、草生栽培を行うことで土質を改良したり(無耕作)、草を刈って土に鋤込むことで窒素源を供給する(無施肥)方法です。

Natural Systemsはアメリカで研究中の自然生態学に基づいた近未来型の農法で、例えば多年生の小麦や大麦を開発して自然のサイクルを変えてしまおうという試みです。組み換え遺伝子に関する議論などもあり、実現はかなり先になるとされています。

2 バイオダイナミック

バイオダイナミックはフランス語でビオディナミと呼ばれる農法で、1920年代にオーストリアの哲学者ルドルフ・シュタイナーが生産力の低下した農地を生き返らせる方法として提唱しました。ぶどう栽培ではフランス各地やニュージーランドで取り組まれています。化学肥料や農薬を使用せず土の力を最大限に生かすという部分は有機栽培と同じですが、太陽や月の動きを考慮して、生命の力学を引き出すという農法です。その概念的な(半ば宗教的な)方法には賛否両輪あり、常に論議的となっています。

最も象徴的な内容として、土地や作物の改善に最も重要とされる "preparation No.500~No.507" という8項目がよく取り上げられます。preparation No.500は“牛糞をメス牛の角に詰め秋分に土に埋め、次の春分に掘り出して肥料として使う”。preparation No.501は砕いた水晶をばらまく。等々かなり風変わりな方法です。

栽培だけでなく、醸造所でのワイン造りも“自然の摂理”に基づいた方法で行われ、培養酵母は使用しない、糖分や酸の添加は行わない、亜硫酸塩の使用は最小限にとどめる、濾過は行わない。等という制約があります。このためブドウの個性を生かしたワインが生産され、ひいては畑の個性を強く反映したワインになると考えられています。

3 アメリカでの取り組み

アメリカ西海岸で行われた今年度の Unified Wine and Grape Forum では、自然農法についてのセッションが行われ、農学、農業経済学、ワイナリー経営者、生産者団体の研究者からの報告がありました。

現在アメリカで行われている主な試みとしては、ワイナリーで出た廃棄物(ぶどうの絞りかすや果梗、オリ等)だけを肥料として利用した循環型のワイン用ブドウの栽培方法を検討しています。また自然農法に対する社会的な評価を仰ぐためのシステム作りも盛んに行われています。

一世を風靡した“ビオワイン”、調べてみると随分変わった農法と製法で造られているようです。個人的に納得のいかない項目も多いのですが、“テロワール”を反映した高品質のワインを生産するためには、全ての作業に一貫した哲学が無くてはならないというのは真実でしょう。“無添加だけしてみました”とか“無濾過だけしてみました”というのでは、かえってワインの質を落としかねません。バイオダイナミックはおそらく永遠に論議を呼ぶ農法だと思います。これからも色々な情報を集めてみたいトピックです。

さて、日本での自然農法の取り組みですが、ブドウの生育期に降水量が多い日本では、適切な防除(消毒)は欠かせません。特にヨーロッパ系品種は様々な病気にかかりやすいので低農薬での栽培は難しいのが実状です。生食用の栽培者の話を伺うと甲州種なら相当農薬の使用を減らしても健全なブドウが収穫できそうだという事です。こんなところに甲州種の生き残りのヒントがあるかも…かもしれません。(2002/10)

台木による樹勢のコントロール

リンゴやブドウなどの果樹は接木で栽培しますが、一般的に根っこの方には台木品種を用います。ブドウの場合アメリカ系(Vitis labrusca)を主として数十種類の台木が使用されています。台木の品種によって栽培性や果実の品質が大きく影響を受けるため、様々な方法で最適な台木を選ぶ試みがなされています。

様々な国や地域で台木の試験がなされていますが、特に樹勢に関しては気候、土壌及び上に接ぐ品種によって全く異なった結果が報告されています。台木品種がどのような生理的なメカニズムで樹勢をコントロールするのかを研究した結果が最近報告されましたので、ここにまとめてみます。

1 台木の利用

ぶどう栽培では130年以上前から台木品種が利用されています。そもそもはヨーロッパで蔓延したフィロキセラに耐性のあるアメリカ系品種を用いたのが始まりで、樹勢のコントロールよりも様々な土地で最良の品質のブドウを得る為の研究が進められました。栽培地の病気の発生に応じてフィロキセラやネマトーダ(線虫)耐性。土壌の条件によっては耐塩性、耐石灰性。オーストラリアやカリフォルニアではナトリウムイオンを果実に移行させない品種などが選ばれています。これらの性質は栽培条件が変わっても大きな違いは認め

られませんが、樹勢の強弱は栽培環境に大きく影響を受けることが知られています。日本のように比較的豊かな土壌、気候下では樹勢のコントロールが台木を選ぶ上で最も重要なポイントだと考えられています。

2 樹勢コントロールのメカニズム

ブドウの台木が耐病性などを目的として使用されてきたのと対照的に、リンゴ、さくらんぼ、桃、スモモなどの果樹では樹勢のコントロールだけを目的として台木品種の選択がなされてきました。樹勢を強める品種や反対に樹勢を弱める品種が栽培条件や栽培目的によって選択されてきています。中にはナシのように樹勢を弱める為にカリンなど他の種類の作物の台木を使用する例もあります。

リンゴやさくらんぼでは随分以前から樹勢コントロールのメカニズムについての研究がなされており、理解も進んでいます。樹勢の弱いリンゴの台木は導管の径が小さく、木質の密度が高いことが分かっており、継ぎ目を介して土壌からの水分や栄養素を吸い上げる能力が低く、穂木品種の樹勢にも影響を与えると考えられます。樹勢の弱い台木では末端への水分移動を妨げる力が働いているとの報告もあります。

台木品種による成長ホルモンの生成や輸送の違いについても研究が進んでおり、サイトカイニンとオーキシンという二つの成長ホルモンが台木の樹勢を決定付けていると考えられています。

リンゴとさくらんぼでは樹勢の強い台木に接いだ樹液中のサイトカイニン含量が、継ぎ目でも末端でも多いことが分かっています。このホルモンは根で作られ、導管を通して末端に輸送されます。特に花芽の発育や春の早い段階での生育を大きく左右することが知られています。

オーキシンは枝の先で作られて篩管を通じて根っこに送られます。樹勢の弱いリンゴではオーキシンを輸送する能力が小さいことが分かっています。これらの品種では継ぎ目の成長にオーキシンが使われて根にまで達しにくいと考えられています。

3 ぶどう台木の樹勢コントロール

一方ブドウの台木での樹勢コントロールのメカニズムについての研究は近年始まったばかりです。過去に様々な栽培条件下で、様々な品種を接いで台木の樹勢に関する検討が行われましたが、恒常的な傾向は得られていません。ただ、どんな栽培環境でも Ramsey という台木品種は常に樹勢が強く、収量も多い傾向がありました。

土壌や気候などの栽培条件が全く同じ時、台木の違いが植物体の成長や再生に直接与える影響を調べる為に、シラーを様々な台木に接いで葉面積、根の成長、樹液量、樹液の組成などについて検討を行いました。その結果 Ramsey は他と際だって異なる性質を示し、今後メカニズムを解明する上で重要な品種であると考えられました。具体的には Ramsey の根の発達(剪定重量/根の重量)は他の台木のおよそ半分であり、台木の生育に比べて穂木の生育が著しい事が分かりました。

一方でサイトカイニンの輸送量は他の品種と変わらなかったことから、Ramsey の根は単位重量当たりサイトカイニンを他の品種の約2倍作る事が分かります。サイトカイニンは発芽や花芽の形成を制御していることから、Ramsey を台木に使うと、同じ芽数でも花の数が多く結果として収量が多くなる傾向が分かりました。シラーのような元々樹勢の強い品種を Ramsey に接ぐと植物体の成長が旺盛で収量も多くなるため経験的に果実の品質が悪くなると考えられています。

これまでに Ramsey 以外の品種についてはクリアな結果が得られておらず、今後の研究報告を注目していきたいところです。

4 台木の選抜試験

ヨーロッパの各国、アメリカ各地、オーストラリア各地で台木の特徴付けを行う比較試験が行われています。数多くの報告がなされている割には、実験が行われたサイトに限る結果にとどまっており、情報の共有がされていないのが実状です。これを回避しようと、土壌データーを共有化出来るような提案がアメリカ国内、オーストラリア国内及びアメリカとオーストラリアの間で起こってきています。

現在日本で系統だったワイン用ぶどうの台木の選抜試験はあまり行われていませんが、今後行う際には土壌データーや栽培環境を数値化し、他のサイトでの結果や過去の実験報告を参照できるようなシステム作りが要求されると思います。(2002/11)

ワイン用ぶどうの“適熟”とは

ワイン醸造を行う上で、いつブドウを収穫するかというのは非常に重要で難しい問題です。造ろうとするワインのスタイルや目指す品質によって、“最適に熟した(適熟)”なブドウを収穫したいというのは誰しも考えることですが、“最適”とは何を基準に決めれば良いのでしょうか？

1 ブドウの成熟過程

開花後のぶどう果実の成長は以下のような段階を経て進みます。

* Step1. 最初の段階では盛んに細胞分裂が起こり、勢い良く果実は成長する。緑色の小さな果実に酸が蓄積され始めるが、糖はまだ果実には送られてこない。

* Step2. 徐々に生育の速度は遅くなり、開花から約60日後に訪れる“ベレーゾーン”に近付くと果実の肥大は一時ストップする。

* Step3. ベレーゾーン以降、果実は柔らかくなり始め急速に糖の蓄積が行われる。酸は減少し、果皮に色がつきはじめる。フレーバーやアロマを呈する化合物が生成され始める。

* Step4. 最終的に、果実はぶどうの木についたまま水分を失う。糖度は濃縮され濃厚なフレーバーを示す。遅摘みタイプや酒精強化ワインに使用される。

2 化学的变化

ぶどう果実は成熟に伴って、糖分が増加し酸が低下します。また、皮の着色が進みます。黒い皮の葡萄はもちろんですが、甲州種でも成熟とともに果皮の色が赤みを増してきます。シャルドネでは黄色味を帯びてきます。これらのような変化とともに、ワインのフレーバー、味、テクスチャーに影響を及ぼすような成分も成熟に伴って変化します。最近の研究では、リースリングやミュラートユルガウの香りの主成分であるテルペン系化合物は、成熟に伴ってそれらの前駆体(無臭)のグリコシド結合がはずれてアロマティックな香りを呈することも知られてきました。

ぶどうの主成分である糖分と酸それにフェノール類も成熟と共に大きく変化します。

糖分は成熟と共に飛躍的に増加します。ぶどうは果物の中でもずば抜けて高い糖度を示しており、ブドウ糖(D-glucose)と果糖(D-fructose)のが1:1の比で存在するといわれています。しかしながらその比は1.7~1.4までまちまちで、良く実った果実では果糖の割合が高いことが知られています。また、シャルドネやピノブランでは果糖の比率が高く、反対にシュナンブランやジンファンデルではブドウ糖比率が高いことが知られています。

熟したぶどうの酸のうち、およそ90%(約5~8g)は酒石酸(L-(+)-tartaric acid)とリンゴ酸(L-(-)-malic acid)です。次に多いのはクエン酸ですがこれは少ししか含まれていません。リンゴ酸やクエン酸は多くの果物の中に含まれていますが、酒石酸はぶどう以外の果物にはほとんど含まれていません。味覚的には酒石酸はリンゴ酸より強い酸味を示しますが、滴定酸度ではリンゴ酸の方が酒石酸より高い酸度を示します。

果実が成長するのと共に、ベレーゾーン期までは酒石酸とリンゴ酸は共に増加します。ベレーゾーン期を過ぎると共に減少していきませんが、リンゴ酸の減少の方が急速に進みます。リンゴ酸が果実のエネルギー源として消費されるためです。このため収穫時期を決めるのにリンゴ酸と酒石酸の比率を指標にするワインメーカーもいます。一般的に暖かい気候下ではリンゴ酸の減少のスピードは早く、滴定酸度も減少します。このため同じ品種であれば同じ糖度の際の酸度は暖かい地域の方が寒い地域より低くなります。品種によっても、酸の組成に特徴があることも知られており、リースリングは酒石酸の比率が高く、反対にピノノワールやシュナンブランはリンゴ酸の比率が高い品種として知られています。

成熟と共に果実中の総ポリフェノール量とアントシアニン含量は増加します。これらの物質がぶどうの“熟した”フレーバーと密接に関係している事も明らかになってきましたが、フレーバーを数値化することは非常に困難なことです。さらに、フェノール類の含量は、栽培条件や品種によって大きく異なることも、フェノール類を熟度の指標にすることを困難にしています

3 成熟の指標

ブドウの成分を分析して熟度の指標として用いる方法は昔から用いられてきました。指標として用いられる項目としては

- * 糖
- * 酸 pH・適定酸度・リンゴ酸/酒石酸比
- * 糖/酸比
- * アルギニン含量
- * グルタチオン含量
- * フェノール含量/組成
- * アントシアニン含量/組成
- * テルペン含量
- * Glycoside-grucose 前駆体
- * タンパク質・酵素活性
- * 官能検査

中でも最も一般的に利用されているのは、糖度と酸度です。果汁の糖度は一般的に比重によって計測します。比重の単位としては、ブリックス(Brix)、ボーリング(Balling)、ボーメ(Baume)、エクスレ(Oechsle)などの単位が使用されています。日本では、ブリックスが通常用いられますが、オーストラリアではボーメ、ドイツなどではエクスレが一般的です。それぞれの単位に応じた比重計があり、換算表も用意されています。ちなみに比重1.100 = 23.6 Brix = 13.1 Baume = 100 Oechsle です。(雑談になりますが、これらの比重の単位を考案した人は、それぞれBrix氏、Baume氏、Balling氏、Oechsle氏だそうです。)屈折式の糖度計で簡単に計れる上に、同じ房のブドウであれば比較的ばらつきも少ないため、サンプリングをきちんとすればブドウ園全体の糖度を予測することが比較的容易に行えます。

一方酸度の指標にはpHと適定酸度の両方が用いられます。前述の通りリンゴ酸/酒石酸比も地域によっては有効な数値です。

さらに、これらの分析値を組み合わせて熟度の指標とする方法も検討されています。一番シンプルなのは糖酸比と言われる、糖度の値を適定酸度で割った値です。カリフォルニアでの研究では、至適糖酸比は30～32という報告もあります。また、Brixの値にpHの二乗をかけた値を指標とする研究者もいます。特定の地域や品種には有効な指標ですが、ワインのタイプによってはあまり意味のない数字とも考えられています。

この他ポリフェノール、アントシアニン、タンパク質の含量と組成、アルギニンやグルタチオンといった果実の代謝物質の含量なども熟度の指標として用いられています。しかしながら個々の成分とワインの成分や品質との関係ははまだ明らかになっていません。

よく糖度が高いと良いぶどうだと考えられがちですが、糖度が高いということが成熟が進んでいるのもっとも分かりやすい目安になるのでそういわれているだけで、糖度とぶどうの質の間には直接的な相関関係はありません。一時期カリフォルニアやオーストラリアのシャルドネやカベルネソービニオンのワインがあまりにアルコールが高すぎてバランスを崩していた時代がありました(今でもときどきそんなワインにお目にかかることもあります)、これは“糖度が高い=良いぶどう”と信じられていたためにフレーバーを無視した収穫時期の決定がされてしまった例でしょう。現在では“ワインのフレーバー、味、テクスチャーに影響を及ぼすような成分(以下フレーバー成分と略します)”の成熟度が“適熟”を決めるのに最も重要と考えられています。

4 フレーバーの成熟

赤ワイン用のブドウの場合、初期には青々しいハーブ様の香りが強く、次に青リンゴ、チェリーやイチゴ様、プラムやブラックベリーと変化し最後はプルーンやジャムのようなフレーバーを呈します(下図)。個々のフレーバーは、だんだん強くなり次第に弱まっていきますが、これらのキャラクターが現れてくる順番は年や栽培環境が変わっても同じと考えられています。しかしながら一つのフレーバーが減少するスピードや次のフレーバーが現れてくるタイミングはまちまちで、色々な段階のフレーバーが混じり合って複雑な果実味を生み出しています。

図 成熟に伴うカベルネソーヴィニオンのフレーバーの変化(イメージ)

- ステップ1 ハーブ様 麦藁、青い果物、タバコ
- ステップ2 未熟な果実 青リンゴ、柑橘類の皮
- ステップ3 赤い果実 チェリー、イチゴ、ラズベリー
- ステップ4 黒い果実 プラム、ブラックベリー
- ステップ5 ジャム プルーン、いちぢく、干しぶどう

同じ完熟状態でも“ハーブが少しとイチゴがたくさん”という品種があったり、“チェリーが強くプラムもかなり”という品種もあります。同じ品種でも産地やその他の要因でプロファイルが異なることは周知の通りです。フレーバー成分の生成と消滅(分解)のメカニズムは非常に複雑であるため、ブドウ中のある特定の物質と関連づけをするのはほぼ不可能と考えられます。中には糖度と相関関係のあるフレーバー物質もありますが、フレーバー物質全体を反映するような指標はないと考えられています。

現在ではより直接的にフレーバー物質全体の変化を把握し、成熟の指標とする方法としてG-G AnalysisやSolid phase microextraction等が検討されてきています。将来は目的のワインに必要なブドウの品質を明らかに出来れば機器分析の結果で、適熟を決定することも夢ではありません。

果実の成分やその分析方法は研究が進んできましたが、どんなに高度な分析方法を用いても長年にわたった

栽培とワイン醸造の経験の積み重ねに勝るものはないという結論に行き着いてしまうようです。高度な研究成果は所詮醸造家や栽培家の“目安”や“気休め”に過ぎないのかもしれないですね。(2002/12)