

University of California, Davis

## Foundation Plant Services(FPS)における ブドウの輸入に関する管理プログラム



**FPS**  
**National Grapevine Importation**  
**& Clean Stock Facility**

# FPSにおけるブドウの輸入に関する管理プログラム

## 序論と背景

国のブドウの輸入管理プログラムはUCディヴィスのFoundation Plant Services(FPS)に依拠している。この管理プログラムは、米国へブドウの選抜品種を輸入するためのものであり、国内最大規模の認知されているプログラムである。このプログラムには、輸入と検疫の両方の施設として病気の検出と除去のための最先端の実験室があり、また畑での栽培なども行っている。このプログラムの詳細については、このパンフレット内で説明している。

カリフォルニア大学、米国農務省(USDA)、カリフォルニア州食糧農業局(CDFA)、ブドウ産業界の協力により、アメリカでブドウの輸入管理プログラム(National Grapevine Importation Program)が開始された。この自立したプログラムにより、ブドウ栽培者、育苗業者、研究者、ワイナリーは、ブドウ産業界に深刻な損害をもたらす外来病虫害や病気の輸入という脅威にさらされることなく、貴重な新品種を米国に持ち込むことができるようになる。1995年から2006年までの間に、新品種、クローン、台木、研究用の遺伝形質を持つものなども含めて、640種以上の新しい選抜株が輸入されている。

UCディヴィスでのブドウ株の輸入には長い歴史がある。1948年以来、米国農務省が認可した厳格な検疫プログラムを通さない限り、有害な害虫や病気を排除するため、外国産のブドウ原料を米国に持ち込むことは連邦検疫法によって禁止されている。大学のブドウの栽培や醸造の研究に携わる人々は、仕事のために外国産のブドウ原料を入手する必要があるということを認識していた。彼らは米国農務省に働きかけ、ブドウの輸入に関する特別な許可を得て、そして1952年にUCディヴィス校内に最初のブドウ検疫施設の建設が許可された。その後、何千もの品種やクローンが世界中から集められ、カリフォルニア大学と米国農務省の研究者によって、検疫上の問題となる病気や園芸上のメリットがあるかどうかが評価されてきた。これらの導入品種の多くは、米国のワイン、レーズン、あるいは生食用ブドウの産業界の根幹となるように、ブドウ苗木業者や生産者に提供されてきた。

はじめはUCディヴィスの栽培醸造学部(Viticulture and Enology: VEN)が、ブドウの検疫施設とそのスタッフを担当していた。ハロルド・オルモ博士は、APHISに初期プログラムを提案し、最初の数年間は彼が輸入許可を保持していた。その後、輸入・検疫検査の許可に関する責任は、UCディヴィスの植物病理学部のウィリアム・ヒューイット博士が引き継ぐこととなった。

彼はUSDAの農業研究局(Agricultural Research Service: ARS)の科学者であるオースティン・ゴヒーン博士によって、1956年にこの仕事に就いた。その際は、ブドウウイルス病の管理による品質の向上という役割を担っていた。また1969年、ヒューイット氏が新しい職に就くためにディヴィスを去ったときには、APHISの許可はゴヒーン氏に引き継がれた。

そして1958年7月、植物材料管理局(Foundation Plant Material Service: FPMS)が設立され、輸入業務の責任者が増えることとなった。このような背景もあり、1969年にゴヒーン博士に発行された許可書には、FPMSが業務を行う管理部門として記載されていた。そして1988年にゴヒーン博士が引退した際には、彼の施設やスタッフは他のプロジェクトに移されてしまい、ブドウ検疫の機能自体に危機が訪れることとなった。このときUSDAのARSの資金は、これ以上はブドウの検疫作業には利用できなかったのである。

1980年代後半には、米国にブドウ原料を輸入するための法的手段がなかったことから、ブドウの木の密輸が日常的に行われるようになった。それに伴い多くの業界関係者は、密輸されたブドウ原料と一緒に危険な外来の病原体の危険性を懸念するようになった。この懸念は、ヨーロッパのワイン用ブドウのクローンを合法的に入手したいという需要の高まりと相まって、新たなブドウ輸入施設の設立に向けた業界の意向に拍車をかけることとなった。

このようにして、1989年にFPMSはブドウ輸入管理プログラムの拠点として選ばれた。FPMSは既にカリフォルニアのブドウ登録認証プログラムのための母木を供給しており、このプログラムでは輸入プログラムと同等の病気の検査や病原体の除去の処理が必要とされている。ディヴィス校のあるセントラルバレーの気候では、ほとんどの種のブドウ株がしっかりと育つので、適切な手入れをすれば、ブドウ株は入国後の検疫期間を容易に乗り切ることができる。検疫が終わる段階で旺盛な繁殖資材を入手することができる。またこの気候下での指標植物を用いたブドウの病害検査は、国内の他の多くの地域での検査よりも信頼性が高いものとなる。さらにFPMSは、ディヴィス校の植物病理学部・ブドウ栽培学部・醸造学部の技術者たちによって、ブドウ品種の同定、病気の検出、除去処理のための最新の方法を実施できるようになっている。

また、USDAの古い施設を置き換えるだけでは、世界に通用する最新のプログラムを実施するのに十分ではないということも明らかになった。



例えば、ブドウの病害の検出には、ELISAやPCRなど、多くの研究室での技術が必要となってきた。加えて、新しいプログラムには、検疫目的で利用可能になった新たな検査方法を実施するスタッフとその施設のためのスペースが必要だった。

そのため全国各地のブドウに関わる産業界のメンバーは、最先端の施設を造るための努力を支援し、米国農務省から助成金300万ドル以上を獲得し、FPMSでのブドウ輸入と病害の検出除去に必要な施設の建設に成功した。その際には、連邦政府の資金に加え、州のブドウ苗木側の業界やカリフォルニア大学からのキャッシュや現物出資の330万ドル以上が、5年間（1990年～95年）に渡って段階的にFPMSのブドウ検疫・病害管理施設(FPMS National Grapevine Importation and Clean Stock Facility)を建設するために使われた。この施設・検疫作業のための運営資金を獲得する計画は、他のFPMSプログラムで成功しているフィー・サービス制度(サービスに応じて料金を請求する)を応用して作られた。

そして1993年に、新しい施設で最初に輸入されたブドウ株の受け入れと処理が行われた。また2003年6月には、設立当初からプログラムにさまざまなサービスが追加され、それをより反映するために、FPMSという名称からFPSへと変更された。現在FPSでは、これまでの植物資材だけでなく幅広く植物に関連するサービス(輸入、病害検査、ウイルス除去、DNA同定、生長点培養)を提供している。

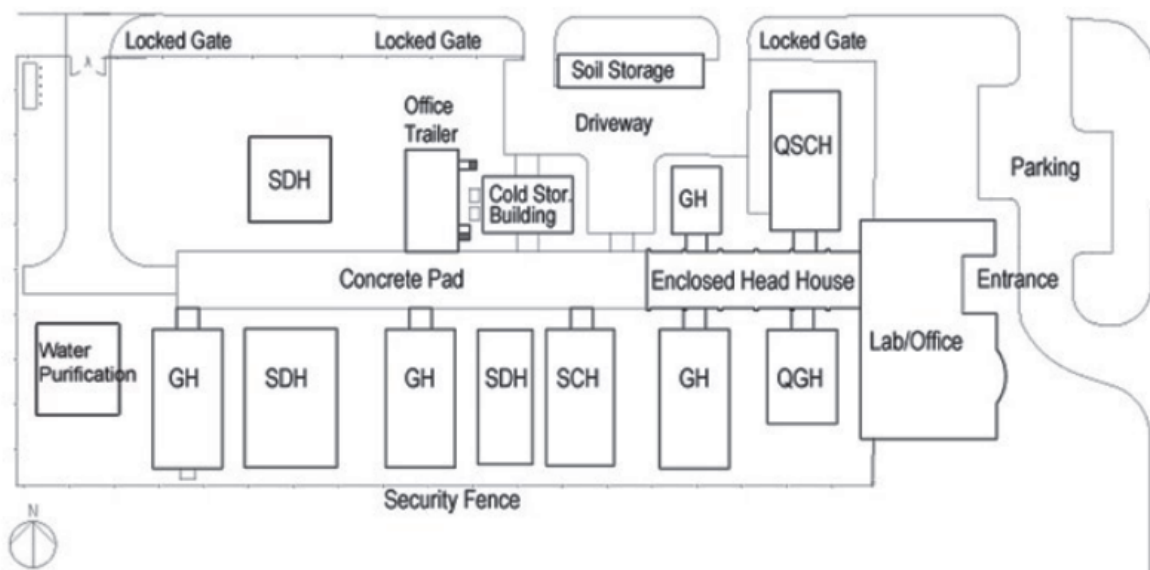
## 施設の設計

FPSの検疫施設のレイアウトや植物検疫の機能は、世界中の既存のブドウの検疫施設の設計デザインを調査したうえで設計された。その際にFPSでは、国際的なプログラムで設定された基準を満たす、またはそれ以上の仕様を取り入れた。

まず本館には管理部門と実験部門がある。研究部門では、2つの無菌培養室と8つの植物育成室、さらには超低温フリーザー、遠心分離機、オートクレーブなどの設備も完備した高度な植物病理学の研究室がある。ラボは3つの温室とスクリーンハウス(screenhouse)に繋がっており、25' x 100'のヘッドハウスでは、温室や研究室、冷蔵庫や生長チャンバーを移動する際の検疫材料の保護と封じ込めができるようになっている。またヘッドハウスには、73ft³の容量の土壌用オートクレーブもあり、検疫材料を破棄する前に処理できるようになっている。

そのほかFPSにはハウスが20' x 30'、30' x 40'、3つの30' x 60'と計5つ存在する。どのグリーンハウス(温室)も頑丈な金属製のフレーム、ガラス張り、鍵付きの二重扉の出入り口があり、中の扉を開ける前に外の扉を閉められるようになっている。床は下水管が付いているコンクリートであり、それがキャンパスの廃棄用のシステムへと繋がっており、そのため病害虫やげっ歯類が床や下水管を通して外に出ないように設計されている。

**FPSのブドウ検疫・病害管理施設**には、本館（5000ft²のオフィス・研究室）のほか、2500ft²のヘッドハウス、1200ft²の検疫温室（QGH）、6000ft²の国内用温室（GH）、1800ft²の検疫スクリーンハウス（QSCH）、1800ft²の国内用スクリーンハウス（SCH）、7200ft²のシェードハウス（SDH）、720ft²の土壌貯蔵庫、1000ft²の低温貯蔵スペースがある。



**国内用温室**

二重扉の玄関と換気扇とヒーターの吸気口を覆うスクリーンを備えている。



外部への全通気口は、病気を伝播する可能性のある昆虫の移動を防ぐために、30×30/インチのワイヤー



のメッシュで覆われている。また、温室にはベンチが設置されており、国内の水、肥料を注入した水、浄化された水のための独立した水管が設置されている。温室の温度は、温室内の温度センサーとヘッドハウスの屋根に取り付けられたウェザーステーションからの情報を使用し、中央のコンピューターで管理・

監視されている。

2つの30' x 60'のスクリーンハウスでは、病害に関する検査を行っている植物を扱っている。スクリーンハウスも、30×30/インチのステンレススチールのメッシュ状ワイヤーで覆われた頑丈な金属製のフレームがあり、二重扉の出入り口には鍵がかけられるようになっている。スクリーンハウスにもベンチや、3種の水路管、あるいはキャンパスに通じる廃棄システムを備えたコンクリートの床で構成されている。

40' x 60'の3棟は日除け機能のあるハウスで、試験中の国産ブドウの原料を収容している。床は砂利敷きで、ガルバリウム鋼板製のパイプフレームの上に日除けの布が張られている。

FPSのクリーンストックプログラムのための休眠ブドウ株は、顧客に出荷される前は1000平方フィートの冷蔵倉庫に保管されている。建物内には、35°F ± 1°F (4°C) の温度を維持する冷蔵装置が設置されている。この温度は記録として15分ごとに温室のコンピューターに残される。温室の管理に必要な土や鉢植えなどの資材は、1000平方フィートの土壌の貯蔵庫に保管されている。追加のオフィススペースは、1000平方フィートの仮設ビルによって賄われているが、メインビルを拡張して一つの建物で全スタッフが動けるようにする計画である。

水は、施設内の2つの逆浸透による浄化装置とイオン交換タンクによって浄化されている。精製された水は0.06ppm以下しか可溶性固形分が含まれていない。その精製された水の一部は、肥液を作るために肥料注入のシステムによって栄養素と混合される。高品質な水と肥料は、2年以上にも亘る検疫期間の温室環境下でブドウの木の樹勢をしっかりと保ち、生育させるために必要である。

施設内の温室、生長室、冷蔵庫、冷凍庫のすべてに温度管理のアラームが設置されており、貴重な植物や研究材料を保護している。これらの温度管理されたエリアの温度が既定の範囲から外れると、ディヴィス施設管理サービス(UC Davis Facilities Services)に信号が送られ、直ちに部門のスタッフが問題を修正するために召集される。これらの信号は、サービス担当者によって24時間365日監視され、対処されている。建物、温室、スクリーンハウスの侵入警報システムは、ディヴィスの警備部門によって継続的に監視されている。そして施設全体は、高さ6フィートのサイクロンフェンスによって囲われている。



温度・光量・湿度は8つの植物生育室ではコントロールされている。

## 輸入に関するサービス

ブドウの輸入に関するサービスは、民間の産業界や公的な研究者に有料で提供されている。それらの複数あるサービスの中から、クライアントの目的や海外原料の病害状態のレポートに応じて、適したサービスを選ぶことができる。輸入した植物原料の健全性に自信があるクライアントであれば、病害除去処理を行わずに導入検査を行うことも可能である。一方で、植物原料の健全性に疑問がある場合、クライアントは最初の検査と同時に病害除去処理を開始することを選択することもできる。

植物原料の病害除去処理と検査には追加料金がかかるが、その選抜株のリリース時期に影響を与える可能性がある、早期の重要な決定である。その処理と検査のプロセスは、それぞれ1年から2年を必要とする。もし検査が完了して、その原料が病害を持っているとなった場合、除去処理をするという判断がなされていなければ、検査のかかる期間が少なくとも

4年(2年のウイルス除去処理と2年の追加検査)延長される。

この期間は、植物材料の受け入れ段階でバックアップとして病害除去処理株を作成することで、半分の約2年に短縮することができる。またクライアントは、輸入した植物原料を一般に流通させるか、あるいは検疫終了後はプライベートで管理・維持するのかを選択することができる。このプライベートで維持管理する場合は、サービスの利用料は高くなる。

## ブドウの選抜株の輸入手続き

注意しなければならないのは、それぞれのブドウ株の導入は、1本の木に由来する原料でなければならないということである。また大量選抜(マスセレクション)は認められておらず、海外原料は品種やクローンの特性がしっかりと検出できるものであることを確認しなければならない。

## ブドウの検疫フローとタイムライン

|              |            |                                                                                                                             |
|--------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Year 1       | Jan–March  | 新規導入のためのブドウ株の挿し木をFPSが受け取る。                                                                                                  |
|              | Feb–March  | その受け入れを行ったブドウ株の母木を生育する。                                                                                                     |
|              | March–May  | 指標植物を用いて発芽を行い、フィールドインデックス検査を開始する。                                                                                           |
| Year 2       | March–May  | 母木から採取した葉のサンプルを用いて、草本類のフィールドインデックスの検査を行う。                                                                                   |
|              | April–May  | 母木から採取した葉のサンプルは、線虫がベクターとなるウイルスのELISAおよびPCR検査に使用する。                                                                          |
|              | May        | St.Georgeの指標植物の葉を用いて、フレック病とファンリーフ病の症状がないか検査する。                                                                              |
|              | Sept–Oct   | 母木から葉のサンプルを採取し、葉巻随伴ウイルスのELISAおよびPCR検査に使用する。                                                                                 |
|              | Oct–Nov    | カベルネ・フランの葉でリーフロール病の症状がないか検査する。<br>Kober5BB、St.George、LN33の指標植物を掘り起こし、樹皮を剥がして、コーバーステムグルーピング、ルペストリスステムビットティング、コルク樹皮病の症状を検査する。 |
|              | Nov–Dec    | 全ての試験データはコンピュータのデータベースに入力、評価される。                                                                                            |
| Year 3       | Jan–Feb    | 各導入品種のすべての検査データを確認し、資格のある選抜品種についての検疫は終了となる。                                                                                 |
|              | April–July | 病気に罹患している植物株は、病気を除去するために処理または破棄する。                                                                                          |
|              | Feb–June   | 検疫が終了した植物株は再生産され、輸入サービスを契約したクライアントに提供される。                                                                                   |
| Year 4       | Jan–Dec    | フィールドインデックス検査を行うのに十分な挿し木を生産するために、病害除去処理を施した植物株を栽培する。                                                                        |
| Years 5 to 7 |            | 処理された植物株は、病気が正常に除去されたかどうかを判断するために検査され、健全だと判断されたものは検疫を終了する。                                                                  |



またできるだけ衛生状態の良いものを選ぶことも重要である。しっかりと確立された研究機関から文書化された資料を入手することは、品種やクローンの同一性を確認し、その衛生状態について正確に情報を得るための最良の方法の一つである。また結実期に、原料元となる株の品種が正しいかどうか、あるいはその株に病気の症状が出ていないかどうかを検査することも推奨されている。

またクライアントは米国内での所有権について、原料元の供給者との間で合意を得る責任がある。その際、場合によっては無制限の苗木生産の許可を得ることができる。そのほかの供給者は、原料に対してロイヤリティの支払いを約束する必要がある。米国内でのブドウ原料の所有権については、供給元からの書面による説明を受けることをお勧めする。

最初のステップは、カスタムした病害処理、検査、検疫サービスを受けるために、FPSのサービス依頼書に記入することである。供給者が指定した後、クライアントはFPSに名前、住所、電話番号を提供し、輸入許可証、輸入ステッカー、指示書を供給元に送付する。供給元は、各々の選抜株ごとに、1本のブドウ樹から切り出した25〜30本の休眠中の挿し木を送るように求められる。その際の挿し木は、長さ18"-20" (40-50cm)で直径3/8"-1/4" (6-9mm)のものが最適である。各ブドウの木から切り出された挿し木は、品種名、クローン番号、衛生状態、原産のブドウ園、ブドウの木の位置を個別にラベル付けしなければならない。もし最適なサイズと数量が入手できない場合、供給元は選抜株ごとに、1本のブドウ樹から入手可能なすべてのサイズの挿し木を送るように求められる。これらの挿し木は、濡れてはいないものの適度な湿度が必要であり、それをビニール袋に入れ、硬い箱やチューブに詰める。

まず原料は国際宅配便で、メリーランド州のベルツビル(Beltsville)にあるUSDA-APHISの植物検疫センター(Plant Germplasm and Quarantine Center)に送られ、そこでの検査が全て手順通りに進めば、FPSに送られる。そのときの運送費は、クライアントの希望に応じて、前払いまたは集荷時を選択することができる。FPSで発生した運送費は、他のサービス料金に加えてクライアントに請求される。挿し木を送るのに最適な時期は1月から3月であるが、南半球からの挿し木はそれ以外の時期にも送ることができる。最新の要件については、常にFPSに確認していただきたい。

外国からの輸入株については、FPSが受領してから約2年後に最初の試験結果が顧客に通知される。輸入株は検疫を終えた後、クライアントには最低10本の自根×鉢植えのブドウ樹が提供される。FPSは、クライアントのために追加のブドウ株を、FPSの標準的な苗木株の価格で生産することができる。検疫が終了して市場に流通するようになるまで、早ければ2年、長くければ輸入後10年以上経過することもある。4ページのタイムラインに検疫プロセスの詳細が記載されている。

## 検疫による病害の検査

検疫法は、国際的なブドウ原料の入手を可能にし、米国には存在しない有害な病気やその他の害虫、病原体からブドウ産業を保護することで、ブドウ産業界に利益をもたらしている。検疫検査は、新しいブドウを導入して流通させる前に、連邦検疫法に基づいて、懸念される病気や病原体を特定するために行われる。実際には、到着後すぐに広範囲の殺菌剤と殺虫剤に挿し木を浸漬したもののみが輸入されるため、ほとんどの病虫害の侵入は阻止されている。

これらの処理でも漏れてしまう可能性がある検疫上の懸念のある病原体として、ウイルスや一部のバクテリアが含まれる。これらの病原体はどちらも樹勢の低下、果実の収量の低下、果実の品質の低下を引き起こす可能性がある。また重度の場合、ブドウ樹が枯死することもあり、病原体となるウイルスやバクテリアの中には、畑間で伝播し、健全だったブドウ畑に蔓延するものもある。育苗施設では、ウイルス罹患株は、発芽する新芽の数の減少、発根能力の低下、ブドウ株の枯死率の上昇をもたらしている。ウイルス性の病気の重症度は、ウイルスの種類、台木株や穂木の品種、ブドウ畑の環境によって異なる。また複数のウイルスに感染すると、病気の影響度が高くなるケースもある。もしウイルス罹患株を植栽株として使用した場合、その後の栽培方法や処理としては、ブドウ株自体を植え替える以外にウイルスを除去する方法はない。

検疫処理のための植物原料は、休眠している挿し木であることが望ましく、1-3月の間にFPSに送ることを推奨している。例えば、休眠していないようなものを送ったり、他の時期に送ったりすると、通常は検疫期間が延長されてしまう。挿し木は受け入れ後、まず郡の農業委員会のオフィスで検査が行われる。FPSのスタッフは、挿し木を殺菌剤・殺虫剤などの溶液に浸して表面の病原菌を死滅させた後、72時間、82°Fの水に浸して、木の中に存在する可能性のあるフィトプラズマを除去する。そして、これらの挿し木から母木を生産し、検疫検査の期間中は、検疫温室やスクリーンハウスで保管する。

この検疫時には4種類の検査が、外来品種が入ってきた場合の病気の有無を調べるために使用される。すべての検査のリストは6ページに記載されているものである。APHISはこのFPSが用いている検査のうち、わずか4つしか要件として取り入れていない。ただウイルスやその他の病気の検査には複数の技術が使用されており、重複した検査を行うことで、単一の検査よりも正確な結論を導き出すことが可能になる。

これらのすべての検査が完了するまでにかかる時間は、最長の検査であるフィールドインデックス(植物指標の検査)によって決定される。この検査には2年という期間が必要で、春に開始しなければならない。他の時期に輸入原料が入ってきた場合は、翌年の春まで延期され、追加で9ヶ月間の検査期間が必要となる。

### 外国産ブドウの導入におけるウイルス・病害の検出のためのFPSの試験方法について

\*外国産ブドウの導入に際して、USDAおよび動植物衛生検査局に要求されている試験

#### フィールドインデックスでの検査

- ・カベルネ・フランの葉におけるブドウ葉巻病・リーフロール病\*
- ・LN33の幹におけるコルク樹皮病\*
- ・St.Georgeの葉におけるブドウファンリーフ病などのNEPOウイルス、ブドウフレック病、アステロイドモザイク病\*
- ・St.Georgeの幹における、ルベストリスシステムピットング病
- ・Kober5BBの幹におけるKoberステムグルーピング病

#### 草本植物指標での検査

- ・Chenopodium quinoaを用いたNEPOウイルスや樹液伝播する病害の検出\*
- ・Chenopodium amaranticolorを用いたNEPOウイルスやその他の樹液伝播性病害の検出
- ・Cucumis sativaを用いたNEPOウイルスやその他の樹液伝播性病害の検出
- ・Nicotiana clevelandiiを用いたNEPOウイルスやその他の樹液伝播性病害の検出

#### ELISAでの検査

- ・アラビスマザイクウイルス
- ・ブドウファンリーフウイルス
- ・ブドウフレックウイルス
- ・ブドウ葉巻随伴ウイルス1型、2型、3型、6型、および7型
- ・トマトリングスポットウイルス

#### PCRでの検査

- ・アラビスマザイクウイルス
- ・ブドウファンリーフウイルス
- ・ブドウフレックウイルス
- ・ブドウ葉巻随伴ウイルス1型、2型、2RG、3型、4型、5型、7型、および9型
- ・ブドウウイルスA、B、D
- ・ルベストリス・ステムピットング随伴ウイルス
- ・トマトリングスポットウイルス
- ・フィトプラズマ
- ・ピアース病(Xylella fastidiosa)

## フィールドインデックス

フィールドテストまたは「フィールドインデックス法」は、接ぎ木伝染性ウイルス性疾患の検出に用いられる最も古い方法の一つである。この方法は、ウイルス病に感染した特定のブドウ品種(指標品種)に見られる視覚的な症状に基づいている。例えば、カベルネ・フランという品種は、ブドウ葉巻病(リーフロール病)に非常に敏感である。この病気は罹患したブドウ株の葉は、葉脈は緑のまま全体は赤くカールしており、健康なブドウ株の葉と区別しやすい。他の例としては、品種LN33の木質部がコーキーバーク(コルク樹皮病)に感染すると、孔食や溝状の症状を示すことが挙げられる。フィールドインデックス法は、多くの異なる既知および未知のウイルス株を検出することができるため、最も信頼できる検査の一つです。フィールドインデックスの主な欠点は、1)2年間の期間が必要であること、2)存在するウイルスの種類を特定できないこと、3)しっかりとした症状が発現するか否かは気候に左右される場合があるといったことが挙げられる。

この検査は、病気のステータスが不明のブドウ株の休眠芽を、

温室内のポットで栽培されている数種類の指標植物に芽接ぎすることで行われる。検査株の休眠芽にウイルスが存在する場合、この接ぎ木を通して指標植物にウイルスが移る可能性が高い。芽の結合部がしっかりと癒合した後、指標植物は圃場のフィールドインデックスのためのブロックに植えられる。検査を行う芽が枯れていると病害が伝播しにくくなるので、それらの芽は、圃場で慎重に生死



**芽接ぎ：**検査する衛生(病害)状態が不明のブドウ株由来の芽を指標植物に接ぐ。

を検査される。各指標植物は、年に数回、病気の症状が発現する最適な時期に圃場で目視検査を行う。例えばSt.Georgeは、春の終わりにフレックウイルスとファンリーフ病の症状を検査する。あるいはカベルネ・フランであれば、秋にリーフロール病の症状を検査する。そのほか、秋にSt.George、LN33、Kober5BBの幹から樹皮を剥がし、それぞれルベストリス・ステムピットング、コーキーバーク、Koberステムグルーピングの症状を確認する。





**カベルネ・フラン：**FPSのフィールドインデックスの指標植物で、2年目の生育期(秋)にリーフロール病の症状を調べる。  
右の赤いカールした葉は、指標植物のカベルネ・フランから採取したものであり、典型的なリーフロールの症状を呈している。



**ST.GEORGE、LN33、KOBEL 5BBは指標植物であり、2年目の生育期(秋)に掘り起こされる。**

各植物の幹は、FPSスタッフの病理学者が病気の症状を調べるために皮を剥いで目視検査する。

**コルク樹皮病の症状は、指標品種であるLN33でも、軽度から重度のステムビッチングまで、あるいは溝が発生するものなど様々である（以下に示す）。またこの病気では、樹皮の割れ、幹の孔食や壊死を起こすことがある。**



## フィールドインデックス

ブドウ株が樹液感染性のウイルスに罹患しているかどうかを検出するために、草本植物を指標植物として利用している。この検査手法では、病気の状態が不明なブドウ株の葉を緩衝液で粉砕する。

温室栽培の草本植物には、研磨剤の粉末を散布した後、この粉砕緩衝液を葉に擦り付けることで接種する。樹液伝播するタイプのウイルスは、結果として生じた擦り傷から葉に入り、増殖し、約1〜3週間後に感染の視覚的徴候を呈する。この検査の長所は、感度が高く、広範囲のウイルスを検出



**ウイルス接種：**タバコは草本植物の植物指標として用いられる。

できることである。一方で、この検査の欠点としては、実施するための時間の長さ、正確な検査を行うための特定の温室条件（通常は春になると信頼性が高くなる）、特定のウイルスを区別・識別できないことなどが挙げられる。



**ウイルス症状は、手に持っている健全な植物と比較して、草本指標（左）サンプルではっきりしている。**



**葉状病変：**植物指標 *Chenopodium quinoa* の葉状病変はファンリーフウイルスの症状である。

## ELISA

酵素結合免疫吸着法（ELISA）は、抗体によるウイルス抗原の特異的な認識に基づいて、ウイルスを迅速、安価、かつ高感度に検出する技術である。抗血清は、精製されたウイルスを注射した動物の血液から作られる。検査対象のブドウの葉または形成層の組織を緩衝液で粉砕し、プラスチック製

マイクロプレートに特定のウイルスに対する抗血清を入れて培養する。

**破碎：**ELISAやPCR検査用の緩衝液でブドウの組織サンプルを粉砕する。





## FPSにおけるブドウの輸入に関する管理プログラム

ELISA 検査は2日間で完了するが、正確な結果を得るためには特定の季節にサンプルを採取する必要がある。また、複数のウイルスを一度に検出することができる植物指標による検査とは異なり、ELISAでは抗血清が調製された特定のウイルスしか検出できないという制約がある。FPSでは現在、ブドウ株に含まれる9種類のウイルスをELISAで検出している。



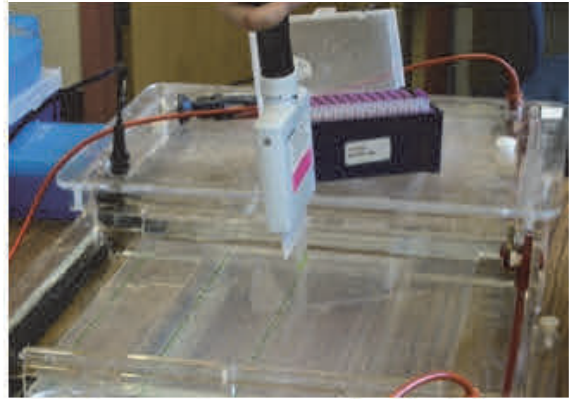
ELISAプレートにウイルス抗体を用意する（上図）。ELISAプレートの色の変化が陽性を示す。



### PCR

現在FPSで最も高感度に病原体を検出する方法は、PCR（Polymerase Chain Reaction）である。PCRとは、特定の生物の遺伝子コードのごく一部を選択的に増幅するプロセスのことである。各ウイルスは独自の遺伝子コードを持っているため、PCRはブドウのウイルス病原体の検出に使用することができる。

過去10年の間に、分子生物学の科学者たちは、さまざまな植物ウイルスの遺伝子コードを特定してきた。ウイルスの遺伝子コードがわかれば、植物組織中のそのウイルスのPCR検出が可能になる。この検査は、研究室で1日もあれば完了する。また一部のウイルスは、一年の中で特定の時期により正確に検出される。PCRはELISAと同様、1回につき1種の特定のウイルスを検出するだけであるが、ELISAよりも感度は高い。FPSは現在、PCRを使用して18種類のウイルスやその他ブドウ株に関連する病原体を検査している。



ブドウサンプルからのPCR産物をアガロースゲルに用意する。電流を使ってPCR産物をゲル上で移動させ、バンドの大きさに応じて分離させる。これにより、ゲルにバンドニングパターンが形成され、ブドウの病原体を識別することができる。



FPSのラボでは、多数のサンプルを処理し、テストするための設備が整っている。

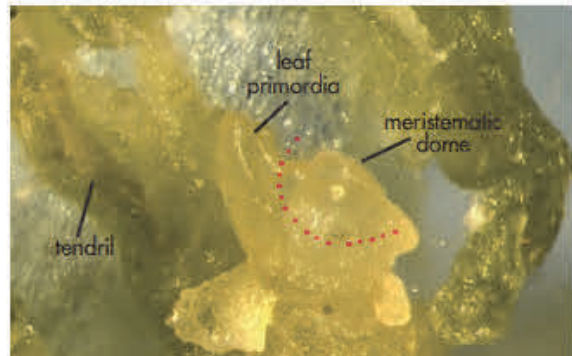
## 病害の除去処理

外国からの輸入原料で病気が検出された場合、クライアントはFPSと契約して病害の除去処理を行うか、その植物原料を廃棄するかを選択することができる。FPSでよく利用されている病害の除去処理法は、マイクロシュートの生長点培養であり、ほとんどのウイルス、細菌、真菌などを取り除くことに非常に有効である。この技術は、無菌環境下の組織培養で、長さ0.5mm以下の分裂組織細胞の先端片からブドウの植物株を再生産する。4-12か月以上も要するが、その植物の組織細胞が発根・発芽したら無菌培地に移し、3週間かけて植物生長室でゆっくりと周囲(大気)の湿度に慣れさせていく。その後、温室に移動し、最後にスクリーンハウスに移動する。スクリーンハウスでは、指標植物を用いた検査に利用するのに十分な芽数が得られるまで、植物を1～2年間栽培する。この検査を繰り返して、病気がうまく除去されたかどうかを判断する。



クリーンベンチ、解剖顕微鏡を使用して、無菌的に分裂細胞の先端を切除します。

**ブドウの生長点：**  
外葉を取り除く前のブドウの茎部の先端、約8.0mm。



葉を取り除いた後、解剖顕微鏡で見たブドウの分裂細胞の先端。  
赤い線は、生育培地の上に置くために切断する場所を示している。

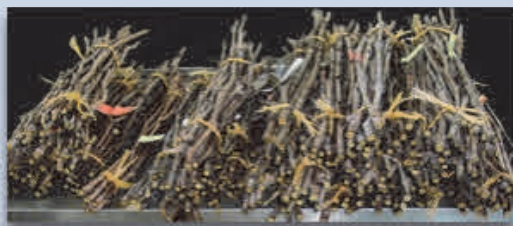
ポットに移す準備ができているこれらのブドウ株は、6-12ヶ月の間に力強い新芽と根を発達させている。試験管から株を取り出し、根を洗い流した後、無菌培地(右)植える。ポットは透明なプラスチックの箱(右端)に入れて湿度を高め、移植のストレスを軽減する。





## カリフォルニア州のブドウの登録認証プログラム

検疫を終え、市場への流通が認められたブドウは、FPSのファウンデーション・ヴィンヤードに植えられ、カリフォルニア州のブドウ株の登録・認証（California Registration and Certification Program：R&C）プログラムの対象となる。ファウンデーション・ヴィンヤードのブドウ株が専門家によって同定されると、R&Cプログラムに登録された母木となる。登録された母木から再生産された全ての苗木株は、“California Foundation Stock”というステータスを持ち、R&Cプログラムに参加している苗木業者によって認定株の再生産に用いられる。



## 検疫の実施

1948年以来、許可を得ずに外国産のブドウ繁殖資材を直接輸入することは、連邦検疫法により厳しく禁じられている。この法律は、国土安全保障省（Department of Homeland Security - Customs and Border Protection - CBP）と協力して、米国農務省（USDA）と動植物衛生検査局（APHIS）が施行している。APHISは、有害な外来植物や動物・害虫、病気、または侵略的な種を保有している可能性のある禁止製品の不法な入国や流通を防止することを目的としている。CBPの農業検疫検査官は、国際空港、海港、国境駅に常駐して、害虫や病気の生物が潜んでいる可能性のある動植物や製品について、乗客や手荷物を検査している。これらの検査官は、毎年何百万人もの乗客とその手荷物で、米国の農業に害を及ぼす可能性のある動植物や害虫、病気がないかどうかを検査している。彼らはまた、船舶の貨物、鉄道やトラックの貨物、外国からの郵便物も検査する。

2000年6月に施行された連邦植物保護法では、連邦検疫法に違反した場合の民事罰が、初犯で5万ドル、その後の違反では1件につき最高25万ドル、1回の手続きで裁定されたすべての違反に対して最高50万ドルまで引き上げられた。また、故意に検疫法に違反した場合、つまり故意に偽造、改ざんした証明書や許可証、またはその他の検疫書類を用いた場合、刑事罰が科せられる。刑事罰には、罰金および/または最大1年の懲役刑が含まれる。

詳細については、[http://www.aphis.usda.gov/lpa/pubs/fsheet\\_faq\\_notice/fs\\_phcivilp.pdf](http://www.aphis.usda.gov/lpa/pubs/fsheet_faq_notice/fs_phcivilp.pdf) を見ていただければと思う。

この民事罰については、APHIS 調査執行サービス (Investigative and Enforcements Service：IES) <http://www.aphis.usda.gov/ies/index.shtml> によって執行される。

民事罰則と執行に関する最新情報については、最寄りのIESに連絡する必要がある。

- ・ 301-734-4328 (メリーランド州)
- ・ 919-716-5626 (ノースカロライナ州)
- ・ 970-494-7487 (コロラド州)。

APHISはまた、州の農務省や、米国税関国境警備局、米国魚類野生生物局、米国食品医薬品局、米国農務省食品安全検査局などの他の連邦機関と協力して、密輸阻止および貿易コンプライアンス (SITC) プログラムを実施している。

詳細については、[http://www.aphis.usda.gov/international\\_safeguarding/sitc/index.shtml](http://www.aphis.usda.gov/international_safeguarding/sitc/index.shtml) を参照してほしい。

そのほか、密輸を報告するには、密輸防止ホットライン (1-800-877-3835) に電話するか、オンライン (<http://www.aphis.usda.gov>) で「農業密輸を報告する」をクリックすることができる。

ブドウの育苗株に関する規制や禁止事項については、[http://www.aphis.usda.gov/import\\_export/plants/manuals/online\\_manuals.shtml](http://www.aphis.usda.gov/import_export/plants/manuals/online_manuals.shtml) を参照し、「育苗株の制限」で確認することができる。