



# わらわ が た ま

の  
は  
な  
し

ヤマブドウのはなし

# 目次

はしがき

第一章 はじめに —有用植物資源としてのヤマブドウ— 7

第二章 ヤマブドウの特徴 9

- ・ もともとは野生種 9
- ・ 雌と雄の木が別々 10
- ・ 栽培化の歴史と問題点 13

第三章 安定生産のための技術開発 16

- ・ 受粉の時期と方法 17
- ・ 花粉の採取方法 27
- ・ 花粉の長期貯蔵 32

**第四章 種なしのヤマブドウを作る** 37

- ・もし、種なしのヤマブドウができたら 37
- ・ジベレリンによる無核（種なし）化 38
- ・もつひとまわり大きくするために 43

**第五章 おわりに —ヤマブドウのこれから—** 48

付録1 山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター

高坂農場に収集されたヤマブドウ在来系統群の特性 50

付録2 山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター

高坂農場特製「ヤマブドウジャム」の作り方 56

**あとがき** 60

## はしがき

ヤマブドウは、アケビやサルナシ（コクワ）などととも山形県の特産果樹の一つです。

古くから日本に自生していたものとされ、奈良時代の聖武天皇に関連する遺跡からヤマブドウの種子がたくさん出土したといわれています。当時から日本人は、ヤマブドウの果実を食べたり、果汁を飲んだり、もしかすると、ブドウ酒（のようなもの？）を醸造して杯を酌み交わしていたのかもしれないね。このように、日本人とヤマブドウとのつきあいには相当長い歴史があると考えられます。

山形県内では、現在、庄内地方の鶴岡市朝日地域（旧東田川郡朝日村）を中心に栽培されていますが、人工栽培の歴史はたかだか半世紀ほどにすぎません。そういう意味では、栽培作物としてヤマブドウは比較的新しい品目であるといえるでしょう。

編者の一人が鶴岡市にある山形大学農学部に赴任したのは1985（昭和60）年の春でし

た。そのころ朝日村（当時）では、ヤマブドウの結実が年々悪くなってきており、収量が低下していることが問題になっていました。編者らの研究室を卒業後に県職員（農業改良普及員）として同地域の担当になって間もない卒業生が善後策を相談に来たのもその頃でした。

後で詳しく説明しますが、ヤマブドウは雌の木と雄の木が別々なので、確実に結実させるために人工受粉を行うことがすぐに頭に浮かびました。しかし、生産者のみなさんの中には高齢の方も多し、これまで人工受粉をしたことがない人にとってはかなりめんどろな作業です。そこで、植物ホルモン剤を使って雄の木の花を雌化できないかどうかという実験も並行して実施することにしました。さらに、自然の豊かな月山・朝日山系のごとくに、雌と雄の両方の機能を持つ花（つまり、両性花）を咲かせるヤマブドウの系統が見つからないかどうか、みんなで協力して探してみることを提案しました。

性転換の実験は、結局、実用化レベルに至るようなよい結果を得ることはできませんでしたが、両性花を持つヤマブドウの系統もまだ見つかっていません。当面はやはり、地道に人工受粉の技術を確立するのが一番確実な方策だということがわかりました。

本書は、ヤマブドウを安定生産するための人工受粉技術について、編者らがこれまでに行的

てきた実験の結果をわかりやすくまとめたものです。さらに、最近取組んできた植物ホルモンの処理によって種なしのヤマブドウを作る試みについても紹介します。

それらに加えて、山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場に収集保存されている多数のヤマブドウ系統群の特性に関する調査結果と同農場産のヤマブドウを原料にして製造しているヤマブドウジャムの作り方（レシピ）も紹介したいと思います。

この小さな本が、ヤマブドウの生産者には人工受粉の技術マニュアルとして、一般の消費者のみなさんにはヤマブドウという有用植物資源のミニガイドブックとして、ささやかでも役に立つことを願っています。

## 第一章 はじめに — 有用植物資源としてのヤマブドウ —

ヤマブドウ (*Vitis coignetiae* Pulliat) は、日本国内に比較的広く分布している野生ブドウの一種です(写真1)。



写真1  
収穫間近のヤマブドウ (山形大学農学部  
附属やまがたフィールド科学センター高  
坂農場)

果粒の大きさや糖度などは系統によってかなり  
異なります。付録1もご覧ください

日本の山里では、いぶん音から野生のヤマブドウを利用して、いたと考えられます。先にも奈良時代の遺跡からヤマブドウの種子が出土していることを紹介しましたが、古くは縄文や弥生時代の遺跡からもブドウの仲間の種子が出土



していることから、果実を食用にしたり、果皮から色素を採って染物に利用したりしていたのではないかと考えられています。

現在は、山形県や岩手県、岡山県などで地域の特産品として、果汁（ジュース）やワインなどに加工され販売されています。果実以外にも樹皮を利用してかごなどを編むこともあります。また、最近では、機能性成分（食品に含まれる人間の健康によい影響を与える成分）であるポリフェノールやアントシアニンを含む健康食品としても注目され、ジャムやフルーツソース、ゼリーやドライフルーツなどの新しい加工品の開発も進められています。

## 第二章 ヤマブドウの特徴

### もともとは野生種

日本各地に自生している野生ブドウは全部で十数種類以上あるとされていますが、それらの中で主なものは、ヤマブドウ、サンカクヰル (*Vitis flexuosa*) およびエゴヰル (*Vitis thunbergii*) の3種です。ヤマブドウはこれらの中で最も北方系であり、北海道では平地から低山地に広く分布しています。東北地方では、標高のやや高いところに分布が多く、山形県では、月山・朝日山系の低山地から山地帯に分布が見られます。もう少し南下すると、中部地方では山地から高山地帯に、近畿、中国ならびに四国地方では高山地帯に分布しています。九州地方では阿蘇山系の高山帯に分布するという情報があるものの、まだよく確認されていないようです。

ヤマブドウは日本独自のもので、韓国や中国大陸には分布していません。ただし、国後島クムトウや択捉島エトフサには分布が認められることが確認されています。韓国に分布するチヨウセンヤマブドウ (*Vitis amurensis*) とは近縁ですが、同じ種ではありません。

また、ヤマブドウは一般の栽培ブドウに比べて花が咲く時期が早いという特徴を持っています。山形県庄内地方では、通常5月下旬には開花が始まります。多くのブドウ品種の開花は6月10日前後ですので、約2週間も早い開花です。それにもかかわらず、収穫できるのは9月下旬～10月初旬で、一般のブドウ品種の多くが9月上中旬には収穫できるのに比べるとかなり遅いといえます。このような開花時期と収穫時期の特性は、見方によっては梅雨と台風という日本特有の気象的悪条件を回避できるように適応してきた証拠であると考えられることができます。

## 雌と雄の木が別々

ヤマブドウは一般のブドウ品種と違って、雌の木と雄の木が別々です。このような特性を

## 第二章 ヤマブドウの特徴



写真3  
ヤマブドウの雌の木の花（左側）と雄の木の花（右側）

雌の木の花（左側）にも雄しべ（反転している）があつて花粉が出ます。しかし、発芽能力を持っていないので結実させるためには雄の木の花や他のブドウ品種の花粉を受粉してやる必要があります。雄の木の花（右側）にも不完全な雌しべ（雌しべの痕跡）がありますが、受精能力がありません。



写真2 ヤマブドウの雌の木の花穂  
一つの花穂に多数（数百に及ぶこともある）の小花が咲きます

雌雄異株しゆういしゆといえます。ヤマブドウの場合、雌の木には雌の機能だけを持った花が咲きます。一方、雄の木には雄のみの機能を持った花だけしか咲きません。

一般のブドウ品種は木が一本しかなくても自分自身の花粉で受精して結実（実がなること）します（このような特性を自家結実性じかけつじゆうといいます）。しかし、ヤマブドウの場合は、雌の木の花の雌しべに雄の木の花の花粉を受粉してやる必要があります。つまり、一般のブドウ品種は花さえ咲けばほぼ自動的に受粉、受精して結実するのに対して、ヤマブドウは昆虫や風が雄の木の花や他のブドウ品種の花粉を雌の木の花へと運んでくれる必要があるというわけです。



写真5 ヤマブドウの雄の木の花穂  
雌の木の花穂に比べるとひとまわり小さいものが多いようです

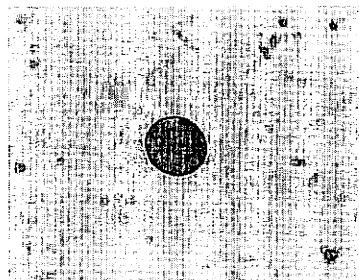


写真4  
ヤマブドウの雌の木の花の花粉（顕微鏡で観察したもの）

酢酸カーミンという薬品で染色したもの。花粉の中身は充実していますが、発芽口を持たないために発芽しません

雌雄異株の特性を持つ植物の多くは、雌株（雌の木）には雌しべだけを持つ、いわゆる雌花のみが、雄株（雄の木）には雄しべのみを持つ、いわゆる雄花だけが咲くのですが、ヤマブドウの場合はちよつと違います。雌の木の花（写真2と写真3—左）にも雄しべがあつて、しかも花粉が出るのです。しかし、雌の木の花から出る花粉には発芽口がなく発芽能力がありません（写真4）。一方、雄の木の花（写真5と写真3—右）にも雌しべらしきものがありますが、柱頭ちゆうとうと呼ばれる花粉を受ける部分はなく、不完全な形態でしかありません。もちろん、受精能力はありません。ただし、雄しべはしっかりした機能を持っており、そこから出る花粉はちゃんとした発芽能力を有しています。（写真6）。

### 栽培化の歴史と問題点

日本でヤマブドウの栽培化が本格化したのは1960（昭和35）年代に入ってからです。北海道の池田町が「十勝アイヌ山葡萄酒」の銘柄で、ヤマブドウを原料にしたワイン作りをはじめました。それ以降、山形県の旧朝日村では水田転作作物の一つとしてヤマブドウの栽

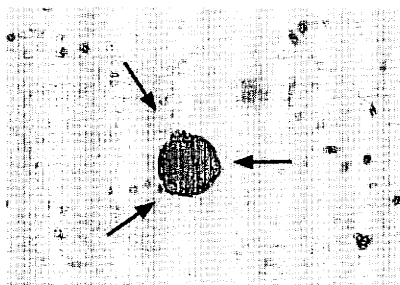


写真6  
ヤマブドウの雄の木の花の花粉（顕微鏡で観察したもの）

少しわかりづらいですが、3つの発芽口（矢印のところ）を持っています。条件さえよければ発芽します

以上のようなわけで、ヤマブドウが受精するためには、まず、雄の木の花から出た花粉が雌の木の花の雌しべの柱頭にくっつくことが大切です。その花粉が発芽して花粉管をのばし、雌しべの中にある卵細胞と合体する必要があります。なお、柱頭にくっつく花粉は、ヤマブドウのものでなくても一般のブドウ品種や台木用品種のものでも大丈夫です。



写真7 垣根仕立てのヤマブドウ(鶴岡市朝日地域)  
葉が大きいので成育中は果房がほとんど見えません。冬期間積雪の多いところでは、垣根から樹体ははずし地面に寝かせて、雪の下で越冬させることで雪害や凍害から守ります

培が本格化し、「月山ワイン」が誕生しました。それに続いて、岩手県の葛巻町くづまきや岡山県などでもヤマブドウを原料にしたワインやジュースの開発が進められました。

月山・朝日山系を望む山形県鶴岡市の朝日地域(旧朝日村)では、以前は、ヤマブドウの雌の木さえ畑に植えていけば放っておいても十分な量の果実がなつたといえます(写真7)。しかし、近年は結実量がしだいに少なくなってきました。そのことがしばしば語られるようになったのは、1985(昭和60)年ごろからだったと思われる。生産地周辺の道路整備や宅地開発などが進むにつれて、あそらく山里に自生していたヤマブドウ(の雄の木)が少なくなつて、十分な量の花粉が周辺を飛ばなくなつたためであると考えられました。

畑に雄の木や開花時期がほぼ一致する台木品種をいっしょに植えることがいっそう推奨

## 第二章 ヤマブドウの特徴

されるようになりました。年によって、または場所によっては、かなりの改善効果が認められました。目立った効果がなかったり、効果が不安定なケースもしばしばあったようです。

雌の木と雄の木あるいは台木品種の開花時期が必ずしも一致していなかったり、開花期間中の長雨の影響などが原因として考えられました。雌の木と受粉用の木を単に一緒に植えるだけではしっかりと安定した生産を見込めないことがわかってきたのです。



### 第三章 安定生産のための技術開発

ヤマブドウを毎年安定して結実させるにはまず確実に受粉させる必要があります。そのためには、雌の木ばかりではなく、畑に雄の木をいっしょに植える（これを混植こんしつといいます）といいのですが、困ったことにその年の気象条件などによっては雌の木と雄の木の開花時期が一致しないことがあるのです。花が咲くタイミングがずれてしまったのでは雄の木を混植する意味がほとんどありません。

そこで考えられる方法が人工受粉です（園芸の分野ではぶどう「じゅふん」の「じゅ」は「授」ではなくて「受」を使います）。あらかじめ集めておいた花粉を雌の木の開花に合わせて、雌しべに人工的に受粉してあげるのです。手間はかかりますが、最も確実な方法です。

以下に、私たちが行った実験の結果を少し詳しく説明したいと思います。

## 受粉の時期と方法

ヤマブドウの人工受粉は、開花した雄の木の花から花粉を採取して雌の木の開花している花に受粉するわけですが、効果的な受粉を行うための時期や回数についてはよくわかっていませんでした。そこで、まず、ヤマブドウの雌の木と雄の木の花のそれぞれの開花パターンを調査することにも、人工受粉の時期と回数が結実率と果実品質に及ぼす影響について調べてみることにしました。

### ① 新梢<sup>しんしょう</sup>の伸長と開花パターン

山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場（鶴岡市）に植栽されているヤマブドウの中から雌の木と雄の木をそれぞれ1樹ずつ選んで調査の対象にしました。調査樹には原則として、1新梢あたりに2果房を着けるように調整しました。

調査樹からそれぞれ10芽を無作為に選んで、萌芽（芽が動き始めた）日、展葉（葉が広がり始めた）日、開花期間（開花始め、満開、開花終わり）ならびに落葉日を記録することも

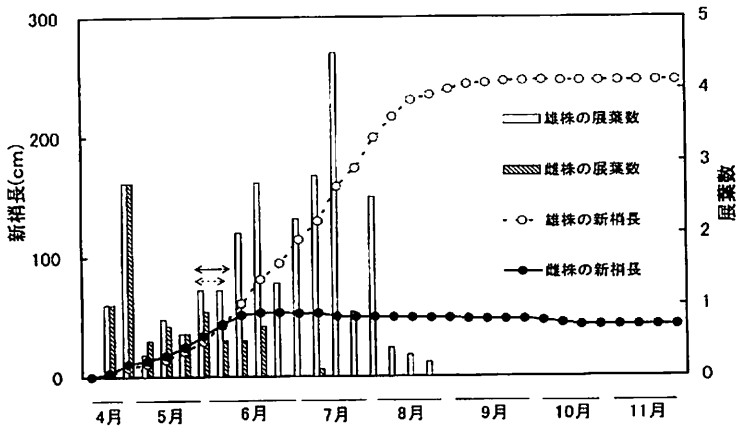


図1 ヤマブドウの雄株および雌株の新梢長および展葉数の経時的変化

←→ は雌株の開花期間 (5月31日～6月10日)

←---→ は雄株の開花期間 (5月31日～6月9日)

に、萌芽日から落葉日まで1週間おきに新梢の長さ(展葉数(広がっている葉の数))を調べました。また、これとは別に、雌の木と雄の木の両方で、同じ日に咲き始めた花穂(ブドウの花は房状になっていて、小花と呼ばれるたくさんの花をつけます。写真2をもう一度ご覧ください)に印をつけておき、それらの中から毎日5花穂ずつを採取して、花穂内の小花の開花率を調べました。とても手間のかかる細かい調査です。

萌芽日は雌の木が4月13日～14日、雄の木は4月13日～15日、展葉日は雌の木が4月27日～28日、雄の木は4月27日～29日、落葉日は雌の木が11月10日、雄の木は11月17日です。

### 第三章 安定生産のための技術開発

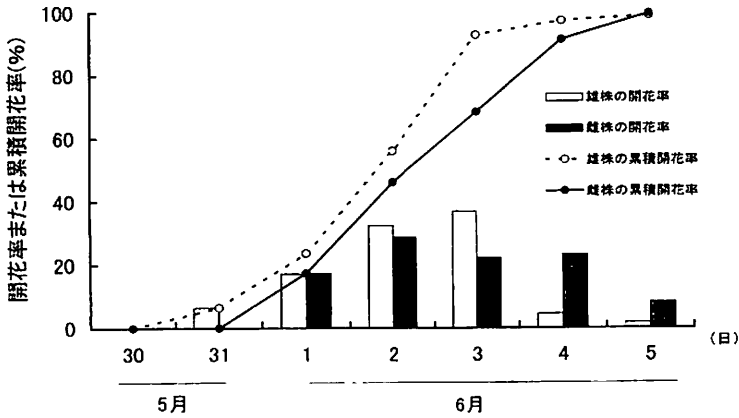


図2 ヤマブドウの雄株および雌株の開花率の経時的変化

た。落葉日は1週間ほど違いましたが、そのほかは雌の木と雄の木の間に大きな差はありませんでした。

図1は、雌の木（図中には雌株と表記しています）と雄の木（雄株と表記しています）の新梢の長さや展葉数をグラフにまとめました。雌の木と雄の木の新しい新梢の伸び方は6月16日まで、展葉数は6月2日までほぼほとんど差がありませんでしたが、それ以降は、雌の木の新しい新梢がほとんど止まってしまうのに対して、雄の木の新しい新梢は8月の終わりまで伸び続けました。雌の木の新しい新梢の伸びが止まってしまう時期はちょうど開花が終わるころと一致していたので、開花あるいは受粉、

受精後は果粒の成長に同化養分（光合成によって作られた炭水化物）の多くが使われたためであると考えられます。

なお、雌の木と雄の木の開花期間は、それぞれ、5月31日～6月10日と5月31日～6月9日（満開はいずれも6月2日～7日）でした。このように、今回調査した雌の木と雄の木の開花期間は比較的よく一致していましたが、その期間はけっこう長く、雌の木で10日、雄の木で9日でした。雌の木と雄の木の花の咲き具合をもう少し詳しく見ると、図2のように、雄の木の方が少し早く咲き始めていますが、累積開花率が90%を超えたのは雌雄ともに開花が始まってから3日後であることがわかります。

## ② 人工受粉の時期と回数の影響

このように、ヤマブドウの雌の木の開花期間は10日間にも及ぶことがわかりました。問題は、この期間のいつごろ、何回くらい人工受粉を行えば満足のいく結果が得られるかということです。開花期間中は毎日人工受粉を行えばいいじゃないか、と思われる方もいるかもしれませんが、でも、実際の生産現場ではちよつと不可能でしょう。そこで、次のような実験を

設定して、実行可能な方法を探ろうとしました。

雌の木の花の開花開始後2日に1回だけ人工受粉をする区（これを前期受粉と呼ぶことにします）、開花開始後5日に1回だけ人工受粉をする区（これは後期受粉と呼ぶことにします）、前期受粉と後期受粉の2回受粉する区（これは前期＋後期受粉と呼ぶことにします）、さらに、特別なことをせずに受粉を自然に任せた（放任受粉）区と開花期間中は花穂に紙袋をかぶせて受粉できなくした花粉遮断（無受粉）区の全部で5つの処理区を設定しました。

人工受粉に使用する花粉は、雄の木の新梢にポリエチレン袋をかぶせて（暖かくして）成育を促進させ、開花を早めた花穂から採取しました。花粉の詳しい採取方法については、次の項で説明することにします。採取した花粉が十分な発芽能力を持っているかどうかは、人工培地を用いてあらかじめ確かめておきます。その結果、寒天培地上での発芽率は約16%で、まあまあ十分であると考えられました。

この花粉を石松子いしかくし（これはヒカゲノカズラという植物の孢子で、園芸では花粉を希釈するときしばしば使用します）で約2倍に希釈したものを用いました。処理の対象とした花穂は各処理区あたりそれぞれ無作為に選んだ10花穂です。処理は人工受粉用のほん天（やわ

らかい羽毛でできています)を用いて、その時点で開花しているすべての小花に対していねいに行いました。なお、放任受粉以外の処理区の花穂には、開花直前から開花が完全に終了するまで紙袋をかけ、人工受粉を行う処理区は受粉を行うときだけ袋をはずして、受粉後は直ちにまた袋をかぶせました。なかなかめんどうな処置ですが、これは開花期間中に空気中に飛散している(かもしれない)花粉の影響を受けないようにするためです。花穂にかぶせた袋はすべての処理区の開花が完全に終わった時点ですべて取りはずしました。

さて、実験の結果です。表1を見てください。前期受粉は6月1日、後期受粉は6月4日に行いました。結実率は予想どおり前期+後期受粉が最も高くなりました。その次に高かったのは後期受粉で、以下、前期受粉、放任受粉、無受粉の順に低下しました。ただし、無受粉区の果粒はすべて種なしか「しいな」(中身の充実していない発芽能力を持たない不完全な種子のことです)で大きさも有種子果粒に比べると小さいものでした。

前期受粉と後期受粉、さらに前期+後期受粉の間の結実率に差が生じたのは、主に受粉時の開花率の違いによると考えられました。図2を参考にして判断すると、前期受粉日(開花開始後2日)の累積開花率が45%前後であったと考えられるのに対して、後期受粉日の累積

表1 人工受粉の時期と回数がヤマブドウの結実率、果粒重、果房当たり果粒数および着果量に及ぼす影響

処理区	結実率 <sup>1</sup> (%)	果粒重 (A) (g)	果房当たり果粒数 (B)	着果量 (A × B) (g)
無受粉	(24.7) y	(0.39) c	(23.2) bc	(9.14) d
放任受粉	23.7	1.13 b	32.8 abc	37.1 c
前期受粉	24.0	1.40 a	31.1 bc	43.6 bc
後期受粉	46.2	1.39 ab	35.7 abc	49.5 abc
前期 + 後期受粉	54.5	1.43 a	50.8 a	72.5 a
マスカット・オブ・アレキサンドリ <sup>2</sup> *	47.9	1.47 a	47.8 ab	70.1 ab
グロークールマン <sup>3</sup> *	33.3	1.12 b	32.2 abc	36.0 c

<sup>1</sup>処理区当たりの全小花数に占める着生果粒の割合

y ( ) 内の値は無種子ないしは少ないのみを含む果粒

\* これらの栽培品種の花粉は岡山県から低温輸送したものを、人工受粉の時期は前期 + 後期とした

同じカラム内の異なるアルファベット間には Tukey の範囲検定 (5% レベル) で有意差があることを示す

にはもはや開花後4日以上を経過していた小花があったからだと考えられます。他の研究者  
て前期 + 後期受粉の方が高い結実率になったのでしようか。それは、後期受粉日の花穂の中  
ては、後期受粉日の累積開花率が100%に達していたと考えられるにもかかわらず、どうし  
開花率はほぼ100%であったと考えられるからです。



の調査によつて、ヤマブドウの小花が受精能力を持つのは開花後3日までで、開花後4日を経過した小花は受粉してもほとんどの場合受精しそこねることが報告されているからです。

収穫時の果粒重は、前期受粉と前期+後期受粉のものが、放任受粉のものより統計学的に有意に大きくなりました(表1)。また、果房あたりの果粒数は、前期+後期受粉が前期受粉より有意に多くなりました。したがつて、着果量(収量)を果粒重×果粒数と考えると、前期+後期受粉が最も多いといえます。ただし、後期受粉との間に差はありましたが、統計学的に有意ではありませんでした。

なお、具体的なデータは示しませんが、果汁の糖度は、後期受粉は前期+後期受粉と差がありませんでした。しかし、前期受粉よりは有意に高い傾向がありました。果汁の有機酸含量(酸っぱさの指標になります)は、前期+後期受粉が前期受粉より有意に低い傾向でした。このように、前期+後期受粉の果粒は、果汁の糖度が高く、有機酸含量が少ない、つまりより甘い食味を示す結果でした。なお、機能性成分の一つである果皮のアントシアニン含量についてはすべての処理区間に有意差は認められませんでした。

### ③ ヤマブドウ以外の栽培品種の花粉の利用

ヤマブドウの受粉にはヤマブドウ以外のブドウ栽培品種の花粉を使うこともできます。たとえば、山形県よりも開花時期が早い地域で採取した花粉を輸送して受粉に使用することも不可能ではありません。そこで、岡山県で栽培されている、マスカット・オブ・アレキサンドリア、と、グロークールマン、の花粉を開花している花穂から直接サンプル瓶に採取し、紙で包んだシリカゲル（乾燥剤）を封入して密封し、クール宅配便（5℃）で鶴岡まで輸送したものを受粉に使用してみました。

実験室に到着した直後に発芽試験を行ったところ、マスカット・オブ・アレキサンドリア、は18・4%、グロークールマン、は6・1%でしたので、前者は右松子で3倍に希釈して、後者は希釈せずにそのまま受粉に用いることにしました。人工受粉は、②の前期＋後期受粉と同様に行い、無作為に選んだ10花穂に対して受粉しました。

その結果については、もう一度表1をご覧ください。果粒重は、マスカット・オブ・アレキサンドリア、花粉受粉区が、グロークールマン、花粉受粉区より有意に大きく、結実率も15%ほど高くなりました。ただし、果粒の品質には両者の間に差は認められませんでした。

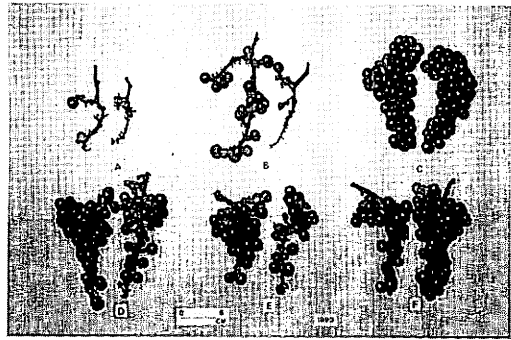


写真8 ヤマブドウの結実に及ぼす人工受粉の効果  
 左上から順に、無受粉(A)、自然(放任)受粉(B)、ネオマスカット花粉人工受粉(C)。左下から順に、ピオーネ花粉人工受粉(D)、紅マスカット花粉人工受粉(E)、ヤマブドウ花粉人工受粉(F)。花粉の種類にかかわらず、人工受粉の効果が明らかです

結実率にこのような大きな違いが生じたのは、マスカット・オブ・アレキサンドリアの花の方が、グローコールマンよりも生理的な活性が高かったためだと考えられます。そのことがぎつと人工培地を用いた発芽試験の結果にも反映したのでしよう。

いずれにしても、マスカット・オブ・アレキサンドリア、花粉を用いたときの結実率(47・9%)はヤマブドウ花粉の前期+後期受粉の結実率(54・5%)にはやや劣りました

が、ヤマブドウ花粉の前期受粉の結実率より高く、後期受粉とほぼ同等で、果粒の品質もそれほどありませんでした(写真8)。したがって、生理的活性の高い花粉が入手できれば、ブドウ栽培品種の花粉もヤマブドウの人工受粉の花粉源として十分利用できることがわかりました。

以上の実験結果から、ヤマブドウの人工受粉は、雌の木の開花が始まって2日後（たくさんついている小花の約50%が開花している時期）と5日後（ほぼすべての小花が開花している時期）の2回行うと最もよい結果が得られることがわかりました。なお、都合によって（労力が少ないとか、花粉が足りないとかの理由で）人工受粉を1回しか実施できない場合は、開花後5日に行うのがよいことがわかりました。

### 花粉の採取方法

さて、それでは人工受粉に使う花粉はどのようにして集めればよいのでしょうか。

他の果樹に比べて、ブドウの花粉は集めにくいという特徴があります。花（小花）はたくさん咲くのですが、一つひとつの花が小さく、花粉の入っている雄しべの葯やくも小さいからです。品種によってはかなり多量の花粉を出すものもありますが、ヤマブドウの場合はたくさんある小花たちが一斉に咲いてくねずに、どちらかというのだらだら咲くのでよけいに花粉が集めにくいのです。

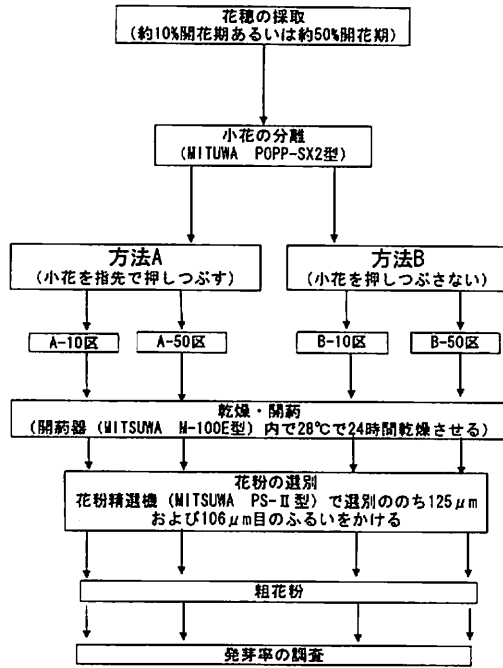


図3 花粉採取の時期と方法

かにするために行った実験の結果を説明したいと思います。

まず、雄の木から花穂を採取する時期と花粉の採取方法が花粉の収量に及ぼす影響について検討しました。

図3をご覧ください。花穂の採取時期は、小花の開花率が目で見て約10%のときと約50%

人工受粉を効率よく行うためには、雄の木の花から十分な発芽力を持つ花粉をより多く採取しておく必要があります。そのためには、どのような時期に花を採取して、どのような方法で花粉を集めればよいのでしょうか。次に、この点を明らか

### 第三章 安定生産のための技術開発

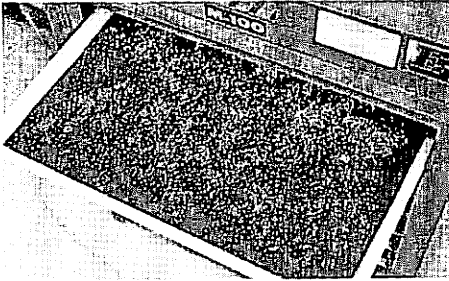


写真9 ヤマブドウの花粉採取の様子 (1)  
黒い紙を敷いたトレイに雄の木の花穂から採取した小花をまんべんなく広げます

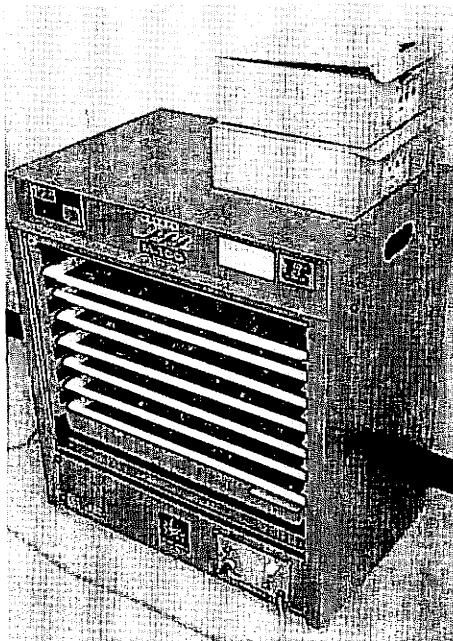


写真10 ヤマブドウの花粉採取の様子 (2)  
小花を広げたトレイは開葯器に入れて約24時間かけて開葯させます。開葯器は、リンゴやナシの花粉を取るものと同じ一般的なもので大丈夫です

のときを比べました。100%開花のときもよさそうですが、このころになると最初に咲いた小花はもうほろほろと落ち始めるのでやめました。

まず、リンゴやナシの花から葯を採取するときに使う葯採取器を使って小花のみを集めます。以下、方法Aとして、ふるいの上で小花を指で軽く押しつぶしてからトレイに広げ(写真9)、開葯器(写真10)の中で約24時間乾燥させて花粉を出させる方法と、方法Bとして、

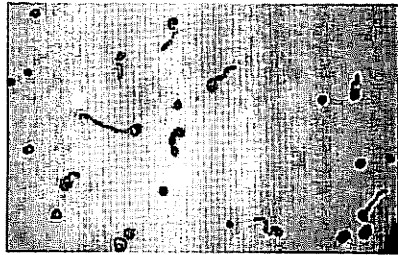


写真11  
人工培地上で発芽したヤマブドウの花粉  
(顕微鏡で観察したもの)

シヨ糖を含む寒天培地上で雄の木の花の花粉は  
発芽して花粉管を伸ばします

を加えて作成した人工培地上に花粉を撒き、20℃で4時間ほど培養した後、光学顕微鏡下で発芽した花粉の割合をカウントします(写真11)。

これらの実験データをもとにして、発芽能力を持つ花粉の収量を、「小花100グラムあたり  
の花粉の収量×その花粉の発芽率」で算出します。この値が大きい方法が、最も多くの人工  
受粉に使用できる花粉を得ることができる方法ということになります。

結果は、図4のようになりました。A—50区、つまり、50%開花時に花穂を採取して小花

採取した小花を押しつぶさずにトレイに広げて同じよう  
に開葯器に入れて乾燥させる方法を比較しました。2つ  
の採取時期と2つの採取方法の組み合わせで、全部で4  
種類の方法を比べるようになります。

さて、たくさんの花粉が採取できたとしてもそれらの  
花粉に元気がない(生理的活性が低い)と受粉には不適  
です。そこで、次にそれぞれの方法で採取した花粉の発  
芽能力を調べました。蒸留水にシヨ糖20%、粉末寒天1%

### 第三章 安定生産のための技術開発

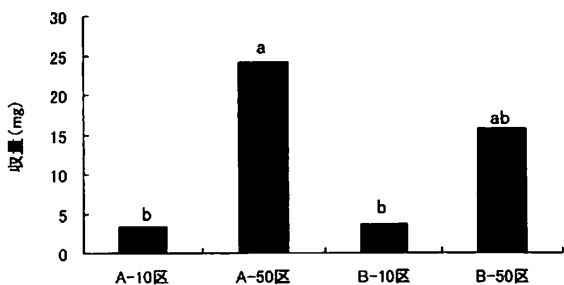


図4 採取の時期と方法の違いがヤマブドウの小花100g当たりの発芽能力を有する花粉の収量に及ぼす影響

処理区については図3を参照のこと

図中の異なるアルファベット間にはREGWQ多重検定（5%レベル）で有意差があることを示す

を押しつぶしてから乾燥させる方法と、B-50区、50%開花時に花穂を採取して小花を押しつぶさずに乾燥させる方法がともに発芽能力を有する花粉を多く採取できることがわかりました。グラフではA-50区の成績の方がよいように見えますが、統計学的には有意な差がありませんでしたのでこの2つの処理区は同等ということになります。ただし、A-50区の花粉を顕微鏡でよく見ると、B-50区よりもかなりたくさんじょうごの夾雑物（葯など花粉以外の組織の破片など）が含まれていることがわかりました。これは、あらかじめ小花を押しつぶしてから乾燥させたためだと思われます。したがって、結論としては、

50%開花時に花穂を採取して、小花をあらかじめ押しつぶさないで乾燥させるBの方法で花粉を採取するのがよいと考えられました。



## 花粉の長期貯蔵

もう一つ考えておかなければならないことがあります。それは、雄の木の花の方が雌の木の花よりも遅れて咲く場合にはどうすればよいかということです。この場合、花粉の採取が人工受粉作業に間に合いません。なお、ヤマブドウの人工受粉には一般のブドウ品種の花粉を使うこともできますが、多くのブドウ品種の花は、残念なことに、通常ヤマブドウよりも後に咲きますからやはり間に合わないことが多いのです。

私たちはこの問題を解決する方法の一つとして、花粉の有機溶媒貯蔵について検討しました。ヤマブドウの花粉をエーテルなどの有機溶媒の中で長期間（一年以上）貯蔵する方法です。花粉をエーテルの中に？と、意外に思われる方も多いかもしれませんが、実は、花粉（種類にもよりますが）を有機溶媒という銀行に定期預金しておく、一年以上のかなり長い期間発芽力を保ち続けながら貯蔵できることがすでに明らかにされています。ヤマブドウの花粉でもこの方法がうまくいけば、翌シーズンの人工受粉に使うことができるというわけです。

有機溶媒を利用したヤマブドウ花粉の貯蔵試験の結果を説明する前に、冷蔵庫や冷凍庫では無理なのかという疑問があると思います。実は、冷蔵庫では長期貯蔵は難しいのですが、マイナス20℃前後の安定した低温条件の下では、ヤマブドウ花粉は何とかなり年間くらいは生きています。しかし、一般にブドウの花粉は寿命が短いものが多いのです。ヤマブドウの花粉も冷凍庫中では1年も経てば発芽能力がかなり低下してしまうのが普通です。貯蔵条件が悪いと使いものにならなくなってしまうことも少なくありません。

さて、話を有機溶媒貯蔵に戻しましょう。

実験に用いたヤマブドウの花粉は、できるだけ純粋なものを得るために、満開期の花穂から小花を採取し、先の実験と同じように開葯機を用いて開葯させることによって集めました。有機溶媒としては、比較的手に入りやすいエーテル（ジエチルエーテル）とアセトンの2種類を試してみることになりました。

集めた花粉を0・4グラムずつ量りとって100ミリリットルのガラス瓶びんに80ミリリットルの有機溶媒を入れたものに直接放り込みます。比較の対象として、薬包紙に包んだ4グラムの花粉を20グラムのシリカゲル（乾燥剤）とともに100ミリリットルのガラス瓶に密封してマイ

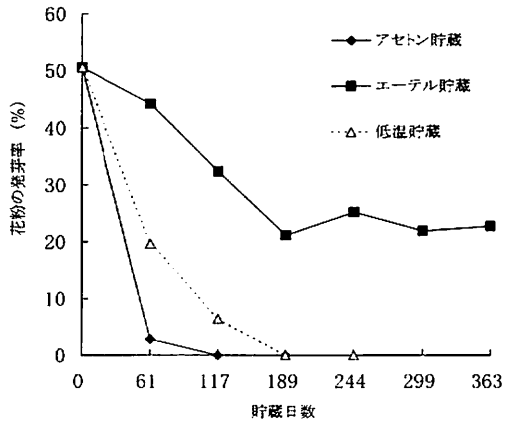


図5 貯蔵期間がヤマブドウ花粉の発芽率に及ぼす影響

ナス20℃の冷凍庫に貯蔵する区を設けました。各処理区ともガラス瓶を7本ずつ用意して、約2か月ごとに1本ずつ取り出し、花粉の発芽率をチェックしました。用いた人工培地は、シヨ糖20%、寒天1%で、20℃で約10時間培養した後、処理区あたり1,000粒以上の花粉を対象に発芽の有無を判定しました。

その結果は図5に示したとおりです。採取直後50%以上あった発芽率は貯蔵中いずれの処理区でも低下しましたが、エーテル貯蔵区は1年以上経過してもなお20%以上の発芽率を維持していました。ただし、有機溶媒なら何でもよいのではなく、アセトン貯蔵区は低温貯蔵区よりかえってよくない結果でした。

エーテル中に約1年間貯蔵した花粉が人工培地の上では十分な発芽率を保つことはわかりましたが、実際の人工受粉に使用した場合、どの程度の結実率が得られ、結実した果実の品

表2 花粉の貯蔵方法ならびに受粉方法がヤマブドウ花粉の発芽率と結実率に及ぼす影響

貯蔵ならびに受粉方法	花粉発芽率 (%)	調査花穂数	小花数	結実数	結実率 (%)
貯蔵花粉受粉	22.8	10	1518	696	45.9
新鮮花粉受粉	43.6	9	1483	819	55.2
放任受粉	— <sup>z</sup>	10	1560	620	39.7
無受粉	—	7	909	62	6.8

z データなし

表3 貯蔵花粉受粉区と新鮮花粉受粉区および放任受粉区の果実品質の比較

受粉方法	果房重 (g)	果粒重 (g)	果粒当たりの種子数	糖度 (%)	滴定酸含量 <sup>z</sup> (ml)
貯蔵花粉受粉	98 a <sup>y</sup>	1.41 a	2.3 a	16.0 a	2.22 a
新鮮花粉受粉	154 b	1.66 b	2.6 b	16.5 a	2.06 a
放任受粉	91 a	1.56 b	2.6 b	15.4 a	2.18 a

z 果汁1mlを中和するのに要した0.1N NaOHの量

y 同じカラム内の異なるアルファベット間にはTukeyの範囲検定 (5%レベル) で有意差があることを示す

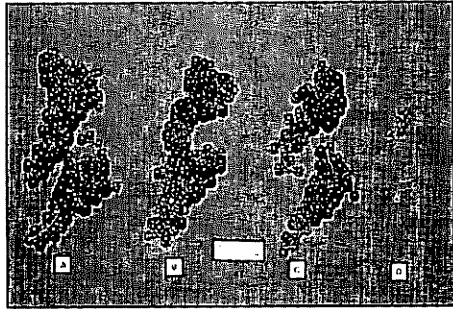


写真 12  
 ヤマブドウの結実に及ぼす花粉の貯蔵の有無の影響  
 左から順に、貯蔵（約1年間）花粉人工受粉（A）、新鮮花粉人工受粉（B）、自然（放任）受粉（C）、無受粉（D）  
 適切な貯蔵を行えば、1年後であっても受精能力はあまり衰えません

質に問題がないかどうかも確かめておく必要があります。

約1年間エーテル中に貯蔵したヤマブドウ花粉は、その年に同じ方法で採取した新鮮な花粉に比べて人工培地上での発芽率は劣りましたが、人工受粉に用いた場合、十分な結実率が得られました（表2）。また、貯蔵花粉で人工受粉を行っても果粒の品質はまったくそん色ないこともわかりました（表3）。ただし、貯蔵花粉区の果房は新鮮

花粉区に比べるとやや小さく、果粒の肥大も少し劣る傾向がありました（写真12）。したがって、その年の新鮮な花粉が使える場合には、やはり、それを使って人工受粉を行うに越したことはないといえます。しかし、そうするのが難しい場合は、貯蔵花粉でも十分安定した結実が得られることがわかりました。

## 第四章 種なしのヤマブドウを作る

### もし、種なしのヤマブドウができれば

ここまでで、ヤマブドウの栽培は、一般のブドウ品種に比べてなかなか手間がかかることをわかっていただけたかと思います。ならばいいそのこと、受精させずに種なしの果実を作ってみてはどうでしょう。

ヤマブドウの果粒には、大きめの種子（種）がかなりたくさん入っていますが、ない方がいいことも多くあります。たとえば、シユースをしほるときにもしほりやすいですし、ジャムを作るときにも種を取り除く手間が省けます。干しブドウ（レーズン）への加工もうんと楽になるでしょう。種がなくなること果粒の品質が大きく低下することがなければいいことばかりです。

## ジベレリンによる無核（種なし）化

‘デラウエア’ というブドウを保存じだとお思います。毎年8月の半ば、お盆のころから出まわる小粒の種なしブドウです。この品種、もともとはアメリカ合衆国生まれで、普通に栽培すると他のブドウ品種と同じように種が出来ます。ジベレリンという植物ホルモンで処理することによって、人工的に種なしにしているのです。この無核（種なし）化技術は、実は日本で誕生しました。最近では、‘巨峰’ や ‘ピオーネ’ などの大粒系品種にも応用されて、種なし巨峰や種なしピオーネの生産も盛んになっています。

私たちは、この技術を使って種なしヤマブドウを作ることができないのではないかと考えて実験に取り組んできました。

本題に入る前に、‘デラウエア’ ブドウを種なしにする方法と、なぜそのようにすれば種なしになるのかについて解説しておこうと思います。

ジベレリン処理は、開花前と開花後の2回行います。1回目の処理は開花2週間前、ジベレリンの100ppmは100万分の1を意味する単位です（溶液に花穂をどっぶりと漬けて

#### 第四章 種なしのヤマブドウを作る

ます。ジベレリン溶液には通常、食紅シズクベを混ぜて、処理した花穂が赤く色づくことで区別しやすいようにします。開花2週間前を判断するのが難しいのでは？と思われるでしょうが、小花の蕾の様子や花穂の形態、ブドウの新梢の葉の展葉枚数などから総合的に判断するのが普通です。蕾を分解して、雄しべから花粉を取り出し、顕微鏡でその発達具合を確かめて判断することもあります。1回目の処理を行うと、開花が少し早まって、約10日後に開花します。

2回目の処理は開花後10日に行います。処理に用いるジベレリンの濃度は1回目と同じです。このころには、果房がだいぶ大きくなっているので処理溶液の量は1回目よりたくさん必要です。

1回目と2回目の処理はそれぞれ目的が違います。1回目の処理は、花粉の能力を低下せるとともに、雌しべの中にある胚のうと呼ばれる組織（この中に卵細胞が入っています）の発達を遅らせます。つまり、受精が妨げられることによって種なしになるのです。受精しそこねるわけですが、雌しべにジベレリンを豊富に与えたことになるので、不受精でも着果します。ただし、種なしになった果実はそのままにしておくと発育が著しく劣ってきます。2回目の処理は、このような果実がより大きくなるのを助ける役目をします。



以上のようにして、私たちの慣れ親しんだ種なしの「デラウエア」ブドウは作られているのです。この技術を応用することによって、種なしのヤマブドウを作れないかと考えました。

私たちはまず、「テラウエア」の場合とまったく同じ方法で処理をしてみることになりました。そうすると、種なしにはなるけれど、果粒はかなり小さいままになることがわかりました。同じころ、山形県の最上地方にある研究施設でも同じような試験が行われ、やはり種なしにはなるが果粒は小さかったという結果を発表しています。果粒の肥大促進は2回目の処理の効果ですから、2回目の処理をもう少し工夫すればもっと大きな果粒を得ることができるとも思いません。また、1回目の処理は、雄の木や他のブドウからの花粉の影響をまったく受けないところでは受粉する心配がありませんから省略することができるのかもしれない。

私たちは、さらに実験を進めることにしました。しかし、その内容を詳しく説明していると長くなりすぎますので、ここでは主な結果だけを簡潔に紹介するのとどめたいと思います。

まず、開花が始まるころに100ppmのジベレリンを1回処理するだけで種なしの果粒を得

#### 第四章 種なしのヤマブドウを作る

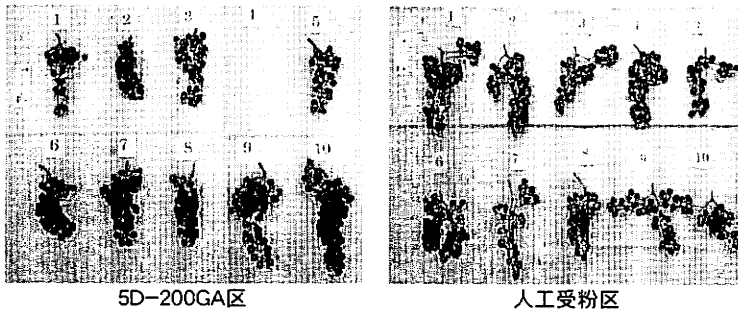


図6 ジベレリン処理区（5D-200GA区）および人工受粉区の収穫時の果房

写真の数字は反復数を示す

5D-200GA区の4番の果房は風害により欠損

られることがわかりました。次に、開花前後に1回目の処理、さらに開花後10日に2回目の処理をそれぞれ100 ppmの濃度で行うと、開花前後の1回のみ処理よりも大きな果粒を得ることができました。しかし、2回目の処理の時期と濃度をどのようにするのがベストなのかということについてはまだよくわかりませんでした。

そこで、1回目の処理を開花始めに100 ppmで行い、開花後に2回目の処理を行う方法を基本にして、2回目の処理の時期はいつがよいのか、濃度はどのくらいが適当なのかについて検討してみました。なお、調査は雄の木が混植されている果樹園で行ったので、風による受粉の影響を避けるため、実験に用いた花穂には開花期間中ずっとブドウ用の紙袋を掛けました。また、人工受粉区の花穂には満開時にぼん天を用いて受粉を行いました。

処理時期として、開花後5、10、15日、処理濃度として、50、100、200 ppmを組み合わせて、全部で9つの処理区を設けて検討した結果、いずれの処理区の果房重も果粒重も人工受粉区に比べて劣っていました。平均果粒重が比較的高かったのは開花後5日の200 ppm処理区でした。同処理区の果房を図6の左側に示しました。同じ図の右側が人工受粉区の果房です。シベリン処理区の方が着粒はよいので、種子の重さを除いた収量を計算すると、人工受粉区との間に有意な差はありませんでした。

ただし、果粒の品質は人工受粉区に比べると、ほとんどのシベリン処理区で果汁の糖度が低く、有機酸含量が高い傾向がありました。つまり、種なしの果粒は、残念ながら、甘さが弱く酸っぱさが強い傾向でした。さらに、果皮のアントシアニン含量もシベリン処理区では人工受粉区に比べて有意に少なくなりました。種なしにはなるけれど、果粒はだいぶ小さくなるし、食味は低下する、機能性成分であるアントシアニンも減ってしまうという、なかなか厳しい結果です。

しかし、ヤマブドウは、もともとそのまま食べるのではなく、加工用原料にすることを主目的にして栽培されていますから、果粒の品質がやや低下しても種なしの果粒がある程度の

収量で得ることができればそれなりのメリットはあると考えられます。そのためには当面、もうひとまわり果粒を大きくできるかどうかが問題になると思います。

### もうひとまわり大きくするために

このように、シベレリンを処理することによって種なしのヤマブドウを作ることとはできませんでしたが、有種子果粒に比べてかなり小さくなってしまふという欠点があります。この点を改善するために、シベレリンと同じ植物ホルモンの一つであるサイトカイニンの効果を試してみることになりました。

サイトカイニンは、細胞分裂を促して果実の肥大を促進する働きを持っています。少し長い名前ですが、２－クロロフェノキシエニルウレア（CPPU）という薬剤が「フルメツト」という商品名で販売され、実用レベルで使用されています。ヤマブドウに対するこの薬剤の効果を試してみることになりました。

CPPUはブドウでは、「巨峰」や「ピオーネ」などの大粒系品種に使用されることがあり

ますが、1〜5 ppmくらいの低い濃度で処理するのが普通です。ところが、私たちがヤマブドウに対して予備的な試験を行ってみたところ、100 ppmくらいのかかなり高い濃度でないと効果が認められませんでした。ヤマブドウはサイトカイニンに対して鈍感なのかなあ、などと考えながら、開花後10日に50、100または200 ppmで処理を行う区を設けてみました。

処理時期の影響を検討するためには、100 ppm濃度で、開花後0（満開時）、5、10または15日に処理を行う区を設けて効果を比較することにしました。対照区は、ジベレリンのみの処理とし、開花始めと開花後10日に100 ppmのジベレリン溶液に果房を浸漬しました。なお、開花後5日と15日の処理はCPPUのみを含む溶液を用いましたが、開花後10日の処理はジベレリン溶液にCPPUを加えたものを用いました。

実験の結果、CPPUの処理時期の影響について、果房の重さと着粒数は満開時処理（0 D-100 CPP区）の効果が最も大きくなりました。また、開花後5日処理（5 D-100 CPP区）でも対照区（ジベレリン区）に比べると有意に大きくなりました。平均果粒重は、開花後10日処理（10 D-100 CPP区）で対照区より有意に大きくなることわかりました。また、処理濃度の影響を見ると、10 D-100 CPP区の平均果粒重が対照区より有意に大きくなりました。

#### 第四章 種なしのヤマブドウを作る

ただし、果汁の糖度は、対照区に比べるとCPPU処理区ではいずれも有意に低くなりました。有機酸含量や果皮のアントシアニン含量は、対照区と明らかな差がありませんでした。

図7に、OD-100CP区、10D-100CP区ならびに対照区(ジベレリン区)の収穫時の果房の写真を示しました。対照区の果房に比べてCPPU処理区の果房は果粒が少し大きめで、かつ着粒数が多いのがわかると思います。ただし、OD-100CP区は、果房から果粒をはずすのに苦労するほど密着していました。

以上の実験結果から、ヤマブドウに対してジベレリン処理を行うと種なしの果粒を得ることができ、処理を2回行うことで、1回処理よりも品質の優れた無種子果粒を生産することが可能であることがわかりました。また、2回目のジベレリン処理は処理時期が違つと果粒の大きさに影響し、開花後15日の処理は開花後5日や10日の処理より果粒の肥大に対する効果が小さいことがわかりました。また、処理時期が遅いほど果汁の有機酸含量が高くなる傾向が認められましたが、処理濃度の影響はあまり明らかではありませんでした。

処理を何回行うのは手間がかかりますし、薬剤購入のコストも高くなります。処理にかかる労力と経済的なコストの問題を考えると、現時点では、1回目の処理として開花始めに

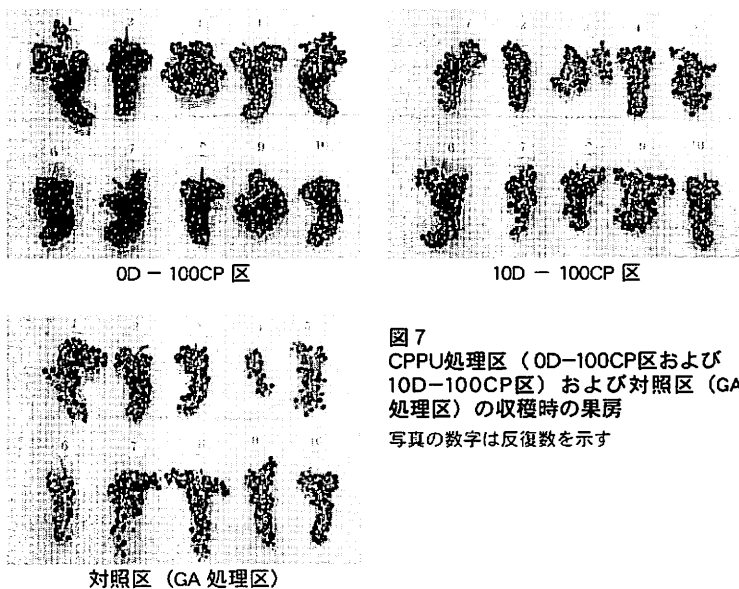


図7  
CPPU処理区（0D-100CP区および  
10D-100CP区）および対照区（GA  
処理区）の収穫時の果房  
写真の数字は反復数を示す

100 ppm、さらに、2回目の処理として開花後5〜15日に50または100 ppmのジベレリンを処理するのが無種子果粒の生産には適していると考えられます。また、2回目の処理のときに100 ppmのCPPUを加えることもつひとまわり大きな果粒を生産することができそうですが、有種子果粒に比べるとまだ小さい状況です。

より品質のよい果実を生産するためには、さらに研究を続けてよりよい処理条件を見つけて出す必要があります。また、ヤマブドウの系統によっては、ジベレリンやCPPUに対する反応性に差があるかもしれませんので、その点についても

#### 第四章 種なしのヤマブドウを作る

検討する必要があるとき考えられます（ヤマブドウの系統については、後に示す付録1を参考してください）。

近い将来、ヤマブドウをもっと少しくまく種なしにできる技術が確立されて、テラウエア、や、巨峰、などと同じように植物ホルモン使用のための農薬登録が取れたら（種なしにすることが目的の処理であっても、栽培の途中で植物ホルモン剤を処理するので、いわゆる農薬登録が必要になります）、今よりもっとマイルドな風味のヤマブドウジュースが楽しめるようになるでしょう。なぜなら、有種子果粒からジュースをしぼると、種が砕けて果汁に混じったりするので渋味が出ることもあるからです。また、ヤマブドウレーズンの入ったおいしいパンも食べられるようになるでしょう。



## 第五章 おわりにーヤマブドウのこれからー

ヤマブドウはもともと野山に自生していたものを採取してきて栽培しているわけですから、採取個体ごとに遺伝的な形質が異なっている可能性が高いと考えられます。その個体を系統と呼ぶことが多いのですが、それらの中から優れた形質を持つものを選んで増やしていくことが大切です。その地域に長く自生している系統は、その地域の気象や土壌条件に適応して進化してきたものだと考えられるからです。

山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場には多数のヤマブドウ個体のコレクションがあります。最近私たちは、改めてそれらの特性調査を始めました。これまでの調査結果の概要を付録1に示しました。系統によって、果粒の大きさや果汁の糖度、果皮のアントシアニン含量などにかなり大きな違いがあるのがよくわかっていただけだと思います。今後、他の機能性成分含量などにも注目しながら、有用な系統を選抜していきたいと

考えています。

また、高坂農場では同農場産のヤマブドウのみを原料にした特製オリジナルジャムを製造販売しています。そのレシピを付録2に紹介しました。ヤマブドウ100%のジャムはかなり濃厚で独特の風味ですが、自然の恵みを楽しめる加工品として好評を博しています。

その地域にもともと自生していたものから選抜された系統は、まさに在来系統と呼ぶにふさわしいものでしょう。もしかしたら、今後、一般のブドウ品種のように両性花（雌しべと雄しべの両方の機能を有する花）を持つ系統がどこかの山で見つかるかもしれません。そのような形質を持つ系統が見つかれば、人工受粉をする必要性そのものがなくなります。

ヤマブドウが地域の有用植物資源として持つポテンシャル（潜在的な可能性）はまだまだ未知である部分が多いといえます。地道な調査研究をこれからも続けていきたいと思っています。

## 付録1. 山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場に 収集されたヤマブドウ在来系統群の特性

山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場（鶴岡市）におけるヤマブドウの栽培には約30年の歴史があり、現在83樹体が植栽されています（写真13）。

それらの樹体や果実は、農学部の学生の実習や研究の材料として使用されるほか、同農場特製のヤマブドウジャムの原料、さらに、J A庄内だがわ月山山ぶどう研究所製造の「月山ワイン」の原料の一部としても利用されています。

これら83樹の中には同じ系統ではないかと思われる樹体も見受けられ、雌雄性を含めて、改めてそれらの生理・生態的特性を詳しく調査する必要があると考えられています。そこで、83樹の中からより優れた加工適性を持つ系統を選抜することを目的として調査をスタートしました。ここでは、2010年に行った基礎調査の結果についてその概要を紹介したいと思います。

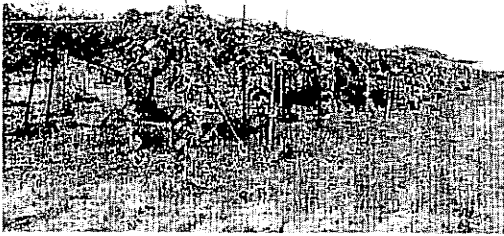


写真13  
平棚仕立てにしたヤマブドウ（山形大学農学部附属  
やまがたフィールド科学センター高坂農場）

平棚は管理作業をしやすいのですが、雪の重みで壊れたり、枝が折れたりする欠点があります。雪が積もる前にせん定を終える必要があります

まず、83樹のうち開花が認められた77樹について、それらの雌雄性と開花日(期間)をチェックしました。さらに、結実した樹体からは10果房ずつを無作為に選んで、形態的な特性として、果房長、果房重、果粒径および果粒重を、生理的な特性として、果汁の糖度、有機酸含量ならびに果皮に含まれるアントシアニンの含量を調査しました。調査は、各果房から10果粒ずつを無作為に選んで、合計100果粒を対象に行いました。

#### ① 雌雄性、開花日および着色開始日

開花した77樹のうち47樹が雌の木で、30樹は雄の木でした。各樹の開花期間は5月29日から6月3日までの6日間と比較的短期間でした。雄の木と雌の木を比べると、雄の木の方が早く咲く傾向にありました。これは、自然に受粉するのには望ましい傾向です。

果粒の着色開始日は、8月15日に9樹、8月23日と27日に合わせて26樹であり、着色が8月下旬からスタートするものが多い結果でした。ただし、これまでの観察によれば、着色開始日は個体によってもっとばらつくのが普通です。おそろく2010年の夏場の高温によってヤマブドウ果粒の着色の開始が全体的に遅れた結果、開始時期が集中したものと考えられます。もう何年か継続調査を実施して平均を取る必要があります。

## ② 果房重、果房長、果粒径および果粒重

表4をご覧ください。果房重は7.9〜116.4グラム、果房長は64.3〜162.5ミリメートルと、樹体によつて相当大きな差異が見られました。さらに、果粒径と果粒重もそれぞれ、9.4〜14.5ミリメートル、0.8〜1.9グラムと大きな樹体間差が認められました。

このように、ヤマブドウは樹体によつて果房や果粒の形質に相当大きな変異を持つことがよくわかります。加工適性の観点から見れば、果粒の大きさや重さがより大きな系統が加工の際の歩留まりがよいと考えられます。したがって、優れた加工適性を持つヤマブドウを選抜するには、まず果粒が大きくて着果がよい系統に注目して、それらの中から果実品質のよ

付 録

表 4 山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センターに  
植栽されているヤマブドウの果実特性

株番号	果房			果粒			糖度		滴定酸含量		アントシアニン含量*			
	長(mm)	S.E. <sup>†</sup>	重(g)	S.E. <sup>†</sup>	長(mm)	S.E. <sup>†</sup>	重(g)	S.E. <sup>†</sup>	Brix	S.E. <sup>†</sup>	(g・100mL) <sup>†</sup>	S.E. <sup>†</sup>	(0.5)	S.E. <sup>†</sup>
2	78.3	± 3.50	32.8	± 2.97	10.5	± 0.08	0.8	± 0.02	13.9	± 0.10	3.7	± 0.06	0.11	± 0.01
8	108.6	± 4.79	64.8	± 6.90	11.9	± 0.39	1.2	± 0.03	15.6	± 0.37	2.1	± 0.36	0.20	± 0.02
10	66.8	± 7.03	27.8	± 3.15	10.1	± 0.09	0.6	± 0.02	13.4	± 0.12	4.0	± 0.10	0.21	± 0.03
17	135.1	± 9.72	96.2	± 14.00	13.2	± 0.13	1.7	± 0.04	12.9	± 0.36	2.8	± 0.25	0.08	± 0.01
21	125.9	± 16.01	92.8	± 10.13	12.3	± 0.14	1.5	± 0.04	13.2	± 0.28	2.5	± 0.02	0.09	± 0.01
22	131.3	± 4.50	102.8	± 10.61	12.5	± 0.12	1.4	± 0.04	11.5	± 0.36	2.7	± 0.26	0.05	± 0.01
27	37.0	± 8.21	30.0	± 4.61	9.8	± 0.10	0.6	± 0.02	14.4	± 0.21	4.8	± 0.18	0.11	± 0.01
28	100.0	± 8.58	45.9	± 5.81	10.4	± 0.09	0.9	± 0.02	15.0	± 0.15	4.4	± 0.21	0.15	± 0.01
29	112.8	± 4.16	63.5	± 4.54	10.2	± 0.09	0.9	± 0.02	15.0	± 0.17	4.1	± 0.08	0.09	± 0.01
30	104.5	± 6.34	41.3	± 5.91	10.4	± 0.09	1.0	± 0.02	14.4	± 0.13	3.5	± 0.13	0.11	± 0.01
31	128.0	± 9.25	67.5	± 8.66	10.6	± 0.10	0.9	± 0.02	14.7	± 0.36	3.8	± 0.10	0.10	± 0.01
32	112.8	± 9.65	53.2	± 4.38	12.2	± 0.09	1.4	± 0.03	12.3	± 0.45	2.5	± 0.03	0.11	± 0.02
33	133.3	± 8.38	101.7	± 9.09	12.9	± 0.14	1.6	± 0.04	12.7	± 0.65	2.6	± 0.04	0.09	± 0.01
34	135.7	± 10.76	84.7	± 10.41	13.3	± 0.14	1.6	± 0.04	13.6	± 0.25	2.4	± 0.04	0.13	± 0.01
35	131.0	± 10.02	110.8	± 12.49	13.2	± 0.17	1.7	± 0.06	14.1	± 0.45	2.7	± 0.06	0.12	± 0.02
38	140.8	± 9.23	92.4	± 8.71	12.1	± 0.15	1.4	± 0.04	12.6	± 0.12	2.2	± 0.04	0.07	± 0.03
42	147.7	± 4.40	112.0	± 7.34	13.7	± 0.15	1.7	± 0.04	13.6	± 0.19	2.4	± 0.03	0.11	± 0.01
51	158.2	± 9.43	116.4	± 11.42	12.4	± 0.07	1.9	± 0.03	13.2	± 0.38	3.0	± 0.23	0.09	± 0.01
53	126.2	± 6.71	57.7	± 6.15	13.5	± 0.10	1.5	± 0.03	12.2	± 0.02	3.2	± 0.12	0.26	± 0.01
54	110.6	± 8.03	53.9	± 6.31	12.4	± 0.11	1.3	± 0.04	14.6	± 0.35	2.8	± 0.05	0.26	± 0.03
56	138.4	± 6.70	38.3	± 5.70	14.0	± 0.10	1.7	± 0.04	12.5	± 0.60	3.2	± 0.09	0.25	± 0.01
57	121.6	± 7.33	42.3	± 5.59	10.1	± 0.08	0.8	± 0.02	13.5	± 0.30	4.5	± 0.09	0.08	± 0.02
58	115.7	± 8.79	58.1	± 8.93	11.1	± 0.09	1.0	± 0.02	11.6	± 0.20	4.8	± 0.11	0.08	± 0.01
59	111.8	± 6.79	50.5	± 5.53	11.3	± 0.08	1.0	± 0.02	12.7	± 0.29	5.5	± 0.23	0.13	± 0.01
62	128.2	± 7.77	64.1	± 7.37	14.5	± 1.01	1.6	± 0.03	12.5	± 0.17	4.0	± 0.10	0.05	± 0.01
63	145.2	± 8.87	85.1	± 8.86	13.7	± 0.08	1.6	± 0.03	12.5	± 0.32	4.2	± 0.06	0.06	± 0.01
64	140.3	± 5.50	75.4	± 5.38	13.7	± 0.09	1.7	± 0.03	11.9	± 0.52	3.8	± 0.17	0.07	± 0.01
65	64.1	± 9.21	7.9	± 1.67	10.6	± 0.29	1.2	± 0.08	13.2	N.D. <sup>‡</sup>	2.8	N.D. <sup>‡</sup>	0.07	N.D. <sup>‡</sup>
66	150.0	± 10.13	89.2	± 6.93	13.9	± 0.09	1.7	± 0.03	15.3	± 0.11	2.5	± 0.00	0.07	± 0.01
67	115.2	± 7.07	52.4	± 8.96	13.9	± 0.11	1.3	± 0.03	14.6	± 0.37	2.9	± 0.04	0.08	± 0.01
68	102.2	± 5.67	45.8	± 5.15	9.4	± 0.15	1.0	± 0.02	17.3	± 0.15	5.0	± 0.05	0.21	± 0.01
69	131.0	± 7.91	74.5	± 8.93	13.3	± 0.11	1.5	± 0.03	10.3	± 0.34	3.7	± 0.09	0.04	± 0.01
70	112.4	± 8.95	39.4	± 6.53	11.0	± 0.15	1.0	± 0.30	10.2	± 0.04	5.1	± 0.25	0.02	± 0.01
71	124.4	± 8.26	55.0	± 7.12	11.8	± 0.10	1.6	± 0.03	10.7	± 0.09	3.5	± 0.04	0.04	± 0.01
73	141.1	± 8.04	74.6	± 10.55	15.0	± 0.14	1.5	± 0.04	12.9	± 0.52	3.7	± 0.14	0.07	± 0.01
74	153.9	± 7.75	84.4	± 10.90	11.5	± 0.11	1.6	± 0.04	13.0	± 0.51	3.4	± 0.10	0.07	± 0.01
75	162.5	± 11.36	57.9	± 4.46	11.9	± 0.17	1.6	± 0.04	10.9	± 0.24	3.7	± 0.10	0.05	± 0.01
76	149.0	± 7.85	53.2	± 6.49	12.9	± 0.12	1.4	± 0.04	10.8	± 0.42	3.6	± 0.12	0.06	± 0.01
77	132.8	± 8.61	33.8	± 5.61	14.1	± 0.14	1.8	± 0.05	11.1	± 0.59	4.4	± 0.10	0.04	± 0.01
78	156.4	± 5.77	68.0	± 5.06	14.5	± 0.10	1.9	± 0.04	13.0	± 0.17	3.0	± 0.07	0.06	± 0.01
79	129.5	± 8.14	37.6	± 4.28	11.6	± 0.13	1.1	± 0.03	11.0	± 0.29	3.8	± 0.06	0.09	± 0.01
80	117.0	± 9.77	43.6	± 5.11	12.3	± 0.11	1.2	± 0.03	10.5	± 0.20	3.2	± 0.07	0.10	± 0.01
81	74.0	± 4.73	9.3	± 2.02	10.6	± 0.12	0.8	± 0.03	8.8	N.D. <sup>‡</sup>	4.0	N.D. <sup>‡</sup>	0.01	± 0.01
82	95.1	± 9.77	34.1	± 19.82	11.7	± 0.21	0.9	± 0.05	10.4	N.D. <sup>‡</sup>	5.6	N.D. <sup>‡</sup>	0.08	N.D. <sup>‡</sup>

†S.E.=標準誤差, n=10

‡S.E.=標準誤差, n=5

•果汁 100 mL中の有機酸含量

\*一辺 8 mmの正方形果実切片を220 mLの1%HCl-MeOHで抽出した時の630 nmにおける吸光度

•果房から果粒が脱落したため測定果粒数が不足

りよいものを選択していくのがよいと考えられます。

### ③ 果汁の糖度、有機酸含量および果皮のアントシアニン含量

果汁の糖度は、最も低い樹体は8・8度（屈折計示度）でしたが、最も高い樹体は17・3度と大きな変異が認められました。ただし、最も高いものでも17度程度であり、平年に比べて全体的に低い値でした。これは、2010年の猛暑と秋季の夜温が高く経過したことの影響ではないかと考えられました。

有機酸含量にも樹体間の違いが大きいです。有機酸含量があまり高すぎると果汁をしぼったとき酸っぱすぎるので、果汁加工には不向きだと思われます。果汁加工用には糖度が高いばかりでなく、有機酸含量があまり高すぎない系統を選抜する必要があります。

また、今回調査した中には、果皮のアントシアニン含量が極めて高い樹体が3系統ありました。このうち、系統No.8は、果汁の糖度が高く、有機酸含量が低い特性をあわせて持っていました。つまり、この系統は、機能性成分として注目されているアントシアニン含量が高いのに加えて、果汁の糖酸比（糖と有機酸含量の比率）も高いという性質を両方持っていて、

優れた加工適性を有することがわかりました。しかし、この系統には果粒が小さいという欠点があります。加工に際しての歩留まりがあまりよくないかもしれません。

果皮のアントシアニン含量が高いそのほかの2樹（系統No.10とNo.68）も機能性成分が豊富であるという観点から選抜の対象として有望であると思われれます。

今後数年間にわたってこのような特性調査を継続しながら、それらの年次変動についても調べる必要があると思います。さらに、遺伝子分析の手法なども取り入れて、同一系統がなかどつかについても確かめる必要があります。高坂農場では、このような調査を積み重ねながらよりよい系統を選抜していきたいと思っています。



## 付録2. 山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場

### 特製「ヤマブドウジャム」の作り方



写真14  
山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場特製「やまぶどうジャム」  
濃厚なヤマブドウの風味とその特性の一つである酒石酸のシャリシャリとした食感が特徴です

山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場では毎年、農場で栽培しているヤマブドウを原料にして特製ジャムを製造し、農場市などで市民のみなさんに販売しています（写真14）。

ここでは、そのレシピを紹介したいと思います。ただし、農場では通常、20キログラムの果肉を一度に処理していますので、みなさんがもし家庭で作られる際には、少し加減が必要なお知らせがあると思います。その点はぜひご留意ください。

なお、本レシピの作成にあたっては、山形大学

農学部附属やまがたフィールド科学センター高坂農場の本間英治技術専門職員をはじめとする関係者各位の協力を得ました。

## 〔作り方〕

1. 果房から果粒をはずします。
2. 果粒を強火で煮ます。沸騰してからも10分くらい煮ます。
3. やわらかくなった果粒をパルパー（網の上へのせた原料をブラシでこすって裏ごしする機械）にかけて果肉と種子を分離します（家庭で行うときはスープ用の裏ごし器を使うとよいでしょう）。
4. 分離した果肉を加熱しながら濃縮します。裏ごしした原料（糖度約16%）1キログラムに対して200グラムの砂糖（グラニュー糖）を加えます。

- ・あらかじめ原料の重さと糖度（屈折計で測定します）を計っておきます。
- ・それに見合う砂糖を準備します。

・準備した砂糖の3分の1を添加して、強火で15分くらい加熱濃縮します（濃縮後の

糖度を測定します)。

・再び砂糖を3分の1添加して、強火で15分くらい加熱濃縮します(濃縮後の糖度を測定します)。この時点で予想より糖度が高くなっている場合は3回目に加える砂糖の量を加減します)。

・さらに、砂糖を3分の1添加して糖度を測定します(糖度の上昇具合を考えて濃縮時間を加減します)。

・中火で(この時点で少し粘り気が出てくると思います)、15分ほど濃縮します(濃縮時間はここまでの糖度の上がり具合によって調整します。濃縮後の糖度を測定します)。

・目標糖度である45%に達するまで中火で濃縮します。

5. 適当な大きさの瓶に詰めて殺菌します(殺菌は80℃のお湯に約30分間つけることにより行います)。

**【作る際のアドバイス】**

3. 家庭用の普通用洗濯機の裏ごし器で行くと、果汁や種子が飛び散ってかわらやうはへり出します。ロープ用の裏ごし器を使ってもいいのですが、思ったよりかわら果汁がへり出してしまうのはかなりの困難です。手作業で裏ごしを行つても、果汁を繋る装置をややめにして果汁をでもんだけをらわらへり出さずにとらまれば、果汁の結晶化による廻り酸の量は少ないので、手を加えずにそのままにしては、なお、結晶化する廻り酸の量は少ないので、かわら果汁の「なれはじ吸はなはら」<sup>①</sup>「アズハカ」<sup>②</sup>がおすすめです。酸性があるので廻り酸がトに流れてしまうのではあつた。在田のおぼろにも試食して、有機酸が結晶化してきます。あるじ、少しアツクアツクとした食感になります。アツクアツクは、まだ、アズハカミヤの精製として、製造後2日ほどすると廻り酸<sup>③</sup>とアツクアツクの結晶のやまめにして果汁をでもんだけをらわらへり出さずにとらまれば、果汁の結晶化による廻り酸の量は少ないので、手を加えずにそのままにしては、なお、結晶化する廻り酸の量は少ないので、かわら果汁の「なれはじ吸はなはら」<sup>①</sup>「アズハカ」<sup>②</sup>がおすすめです。

## あとがき

「ヤマブドウのはなし」、いかがでしたでしょうか。私たちの研究室がこれまでに取組んできた実験や調査の結果を中心にお話しましたので、もう少し一般的な、ヤマブドウの栽培技術のこととか、果実の利用、とくにフィンやどぶろくへの加工のことなどを知りたいと期待された方には少し焦点がずれた内容だったかもしれません。

それでも、ヤマブドウという、在来の、有用な植物資源について、植物としての特性をはじめとして、栽培するときの苦労、それらを解決するさまざまな技術を開発していく道筋について少しでも理解を深めていただけたとしたら、この本を編んだものにとってそれを超える喜びはありません。

ヤマブドウに関すること、とくに栽培や加工技術についてもっと詳しく知りたい方は、どうか参考図書として以下にあげる著書をまずご覧ください。沢登氏は、日本のヤマブドウや

その改良種の栽培の草分けのような方です。永田氏の著書には、ヤマブドウの生産や加工技術から販売方法まで詳しく解説されています。また、ヤマブドウ以外の野生ブドウについてももっと詳しく知りたいという方には、中川氏監修の「日本ブドウ学」をお勧めします。

なお、本書の内容について何か質問や疑問点などありましたら、私たちの研究室までご一報いただければ幸いです。

(TEL: 0235-28-2829, FAX: 0235-28-2832, e-mail: staira@tdsl.tn.yamagata-u.ac.jp)

〔参考文献〕

- 沢登晴雄…農文協特産シリーズ ヤマブドウ 人工栽培の試み、農文協、東京 (1986)
- 永田勝也…新特産シリーズ ヤマブドウ 安定栽培の新技術と加工・売り方、農文協、東京 (2003)
- 中川昌一監修、堀内昭作・松井弘之編集…日本ブドウ学、養賢堂、東京 (1996)

本書は、編者らが以下の雑誌に発表した内容に大幅な加筆、修正を加えて再構成したものです。

○平 智：有用植物資源としてのヤマブドウの可能性について、SEED（山形在来作物研究会機関誌）

Vol. 5：30—31 (2007)

○本間英治・遠藤正昭・高橋秀典・平 智：有機溶媒を用いたヤマブドウ花粉の長期貯蔵に関する研究、

園芸学研究、2：289—292 (2003)

○本間英治・穴戸麻依子・平 智：人工受粉の時期と回数がヤマブドウの結実と果実品質に及ぼす影響、園

芸学研究、6：229—232 (2007)

○本間英治・阿部宗矩・小岩井 優・江頭宏昌・平 智：採取時期と方法がヤマブドウ花粉の収量に及ぼ

す影響、山形大学紀要（農学）、16：63—67 (2011)

○小岩井 優・奥山史洋・田中健一・山崎彩香・本間英治・池田和生・平 智：ヤマブドウ雌株単植園に

おける無種子果実の安定生産のためのGAおよびCPPU処理による単為結果の誘発、園芸学研究、11：

87—95 (2012)

○池田和生・岡村昂太・高田宏樹・本間日奈子・石田孝祐・田中健一・山崎彩香・本間英治・平 智：山

形大学農学部附属やまがたフィールド科学センターにおけるヤマブドウ在来系統群の果実特性に関する

基礎調査、山形大学紀要（農学）、16：127—131 (2012)

## 【編者プロフィール】

平 智 (たいら さとし)

1958年、大阪府生まれ。

京都大学大学院農学研究科修士課程修了。

現在、山形大学農学部教授、博士（農学）。

池田和生 (いけだ かずお)

1976年、福岡県生まれ。

京都大学大学院農学研究科修士課程修了。

現在、山形大学農学部附属やまがたフィールド科学センター助教、博士（農学）。

## ヤマブドウのはなし

二〇一三年三月十五日 第一刷発行

編 者 山形大学農学部果樹園芸学分野

(代表 平智)

発 行 有限会社杉葉堂印刷

山形県鶴岡市昭和町一〇―一

郵便番号九九七―〇〇二七

電話〇二三五―二二五五三八

E-mail:sanyodo@crocus.ocn.ne.jp

印刷・製本 有限会社杉葉堂印刷

©2013山形大学農学部果樹園芸学分野

Printed in Japan

ISBN 978-4-9902586-5-8 C0061

本書の内容を無断で複製複製（コピー）することは、著作権法上、禁じられています。

本書は、平成24年度山形大学農学部地域産学官連携プロジェクト事業「山形県の特産果樹ヤマブドウの特性と加工利用に関する研究」によって製作されたものです。

非売品



ISBN978-4-9902586-5-8

C0061