

## 《研究ノート》

# 技術の変遷と普及

## —果樹研究の現場から—

藤原 多見夫\*

### 1. 技術開発目標の遷移

“あんたの云うようにやってみたいが息子は跡を継がんしのお”。こんな調子で、新しい技術や改革への投資は抑えられ、高齢者だけで頑張る農業が展開され、耕作放棄地が増加しつつある。

「農業後継者不足」ほど寂しく残念なことはない。本来、農業・農村の健全な発展は、若い後継者が好んで参入してくれる「魅力ある農業のシステム」が根底にあるべきだろう。言うまでもなく、若者の定着は技術論だけの問題ではない。しかし、中山間地域の基幹産業として農業を位置付けるなら、住環境などの周辺論議と高齢者農業の延命策で回避するだけで良いはずはない。内部崩壊は確実に進んでいる。

収量増加や品質向上に的を絞ったこれまでの研究手法では、この難局を乗り越えないのは自明である。部分技術の改善に貢献してきた技術開発の切り口を今一度見直し、若者の活力と経験者の英知を活かせる「魅力ある農業」をシステムとして創出する方向に焦点を合わせ、研究サイドから行政施策に反映できるようにしなければと痛切に思う。

- ① 快適な栽培管理
- ② 所得の安定
- ③ 仲間意識の持てる魅力ある団地の形成

---

\*ふじわら たみお，広島県立農業技術センター果樹研究所

これは、4年前に農業改良普及センターや団体を通じて、「若者が魅力ある栽培システムとを感じる技術的要件」をアンケートした要約である。収量増加や品質向上を越える技術開発のキーとして受けとめる必要がある。

私は、10年あまり水稻を研究対象にした後、果樹に転向し20年が経過する。緩やかに見えてこの間の変化は意外に大きい。増収技術と有意差が幅をきかした時代は過ぎた。果樹栽培の技術は疎植大木から密植小木へ、自然形整枝から主幹形整枝へ、全園土壌改良から部分改良へと変容しつつある。このような変化は、まさに島村〔1990〕の云う“果樹づくり”から“果実づくり”への遷移である。この過程を振り返り、「魅力ある果樹農業」への道を考えたい。

## 2. 果樹栽培の難しさ

初めてブドウに接したときは、栽培技術の習得だけでも一苦勞であったが、それ以上に、水稻での研究手法が通用しない“とまどい”を感じた。それは、次の三つに要約できる。

- (1) 前年の影響を考慮しなければならないこと。
- (2) 剪定、摘房、摘心など人為的な制御を伴うこと。
- (3) 樹体が大きいこと。

これらは、直接、間接に果樹の試験を困難にしている。(1)は、気象の影響によるところが大きく、貯蔵養分に関連する永年生作物特有の問題で、20年以上経過した現在も、未だ、研究課題として残されている。例えば、異常乾燥の翌年にミカンの着花量が過多になり、樹勢が弱まるなどである。(2)は、経験を積み管理精度を上げられるが、個人差は避けられない。最近では、ブドウの短梢剪定やモモやミカンの主幹形整枝のように、整枝法の簡易・単純化により、経験に頼ることは少なくなる傾向にある。(3)は、1樹の樹冠面積が40m<sup>2</sup>あるブドウの下に立って、水稻なら1〜2区取れるのにと嘆息するとともに、樹を代表するデータをどのようにとるかが問題だと考えた。その後、巨峰やピオーネなど4倍体ブドウを扱うようになったが、栽植後10年で1樹の広がりには100m<sup>2</sup>

にもなり、ますます作ることの難しさを思い知らされた。20年経てば、水稲では20作の経験を積むことができるが、果樹では1～2作の経験にすぎず、とまどいを大きくしている。

ブドウ樹の生育状態を知るうえで新梢の生育経過は重要な指標である。新梢長の度数分布は、生育初期には正規性を示すが、生育が進むとともに樹勢の強弱によって“かたより”が見られるようになり、正規性がくずれて平均値の意義は低くなる。しかし、データを主枝上の位置によって類別すると、主枝の基部から先端に向かうにしたがって新梢が短くなる傾向が見られ、果房重や果実の検糖計示度は先端に向かうほど大きい傾向がある。このように、主枝上の位置によって果実の大きさや品質が定まる部位性の存在は果樹独特のもので、樹の代表的な値は主枝の中央部で代替すれば良いことが分かった。なお、主枝の基部に環状剥皮をすると、果実品質の部位性はなくなるので、基部に近い新梢葉の同化生成物が根へ多く分配されていると考えられた〔藤原 1978〕。

樹体の大きい果樹で、樹の状態や管理の良否を診断するとき、水稲で行なっているような特定の項目の絶対値の比較は難しいので、主枝の基部から先端にいたる項目値の流れに着目すれば情報の幅が広がる。また、莖径や果実径をミクロン単位で連続して電気計測する植物生体情報計測技術〔岩尾ら 1988〕によって、栽培管理が好ましい方向に反映しているかどうかが即断できるようになり、1樹の情報に意義を持たせることが可能になった。

### 3. 基盤整備技術の進歩

昭和33～34年、広島県の沼隈町八日谷で約30haの集団地が、県下で初めてブルドーザ開墾によって造成された。この経緯は、28年間農業改良普及に尽力した壇上亘弘〔1977〕によって詳述されている。その中から、初めての機械開墾の様子を引用すると次のようである。

「衆人環視の中で、若いオペレーターがブルドーザーに乗って始動ボタンを押し、アクセルを踏むとブルドーザーは下腹にこたえるような音をたてて

ディーゼルエンジンの黒い煙をはいた。レバーを動かすと、1トンもある排土板がゆっくりとワイヤーでつり上げられた。そうして片方のキャタピラが動いてブルドーザーは、大きなキムのような音をたてながら斜めに向いて、マツの切り株のあるほうに近づいた。そこには切口の直径が60cmもあるような株があった。切ったばかりの生株である。手で掘り取るとしたら何日もかかるようながんじょうな株である。ブルドーザーは、その株の上に重い排土板をドンと落とすと少しバックして排土板をそのまま地面に引きずった。そして1mくらい下がったところから、ブルドーザーは地鳴りのような音をたてて切り株を押した。グッ、グッと株が動いた。ブルは少しバックして土をすくって今度はさらに下のほうから株を押した。一押、二押、三押、マツの株は地面に大きな地割れをつくって横に傾いた。大きく横に張った根が土の中から持ち上げられた。ブルはまた後に退って、排土板をさらに深く入れて根を押した。そうしてついに、大木の株を完全に押し出してしまった。地上から見た株よりも根は予想外に大きく張っていた。こうして大木の株は見事に掘り上げられた。

この大きな生の切り株がこんなに簡単に掘り返されるということは驚異のできごとであった。八日谷の人の中には、ブル開墾などそんなにうまく行くはずがないという不信の念を抱く人もあった。しかし、この人たちも、この光景をひと目見て驚いてしまった。そのときからブルドーザーは、この人たちから大きな期待をかけて温かく見守られるようになった」。

こうして誕生した集団地は、協業組織による共同防除、共同出荷により好成績をあげ、その後の団地造成の弾みになった。

昭和37年から、開拓パイロット事業、農業構造改善事業によって団地造成が進み、近代化施設の整備された果樹園の造成へと進展した。

表1は、広島県の代表的造成樹園地の特徴を年代順にまとめたものである。基盤の造成方式は営農計画、地形、傾斜度、土壌、気象特性、社会経済条件などを考慮して決められるが、年とともに生産性の高い基盤を求めている過程が導入機械や扱い土量等に示されている〔藤原 1989〕。

広島県で最初に機械開墾された八日谷は、昭和47年に種なしの「ニューベリー

表1 広島県の代表的造成樹園地の特徴

年代 項目	昭和30年代 世羅幸水農園	昭和40年代 尾道市畑ぶどう園	昭和50年代 三次ビオーネ生産組合
造成前の状況	平均傾度15~20°の急な山林、赤松林、棚田	平均傾度18~25°の急な山林、赤松林、棚田	平均傾度15~25°の急な山林、赤松林
造成工法	階段工 幅10m前後	現況の地形を生かした山成工	改良山成工（平均圃場勾配3~4°の緩勾配大型圃場）
扱い土量 主要導入機械	500m <sup>2</sup> /10a 9~13tブルドーザー	1000m <sup>2</sup> /10a 21tブルドーザー	2000~3000m <sup>2</sup> /10a 32tブル、スクレーパー
圃場区画	階段状の畑	急な斜面を含んだ山成状の畑	1haを目標とした矩形圃場 圃場内道路は網状に設置
雨水処理法 排水施設	土水路、草生水路 地区外排水施設なし 道路側溝にU字フリューム 工事費は低い	土水路、草生水路 地区外排水施設なし 道路側溝にU字フリューム 工事費は低い	開発基準が厳しくなる傾向 コンクリート二次製品 沈砂池、調整池による地区外への汚濁、洪水流の影響 カット、排水工事費割合大
深耕、排水対策	浅層しわよせ	浅層しわよせ	リッパードーザーによる耕起、深耕、そだ、砕石等による暗渠排水

A]の栽培に成功し、ブドウ産地として発展してきた。しかし、急傾斜地を手労働によって漸進的に階段畑に変えていたのを機械化した程度の圃地だったので、その後に造成された傾斜度3~4度の緩勾配大型圃場にくらべて、農作業が苛酷で生産性も悪く後継者の確保も困難であった。そこで、昭和50年代後半から再開発への動きがおり、関係者の努力が実り、63haの傾斜20~30度の斜面を切り盛りし、最大傾斜5度以内のブドウ団地を造成することになった。平成元年に再開発が始まり、48ha（1戸当たり1.5ha）の近代的な経営の基盤に変容しつつある。

この再開発は、経営の現状を維持しながら進められたので、最初に代替地を7ha新規造成し、以後ローテーションを組んで順次再開発が推進された。

#### 4. 果樹園の土壌改良

昭和33年のブルドーザー開墾以降、土壌改良は機械化が進んだ。ブルドーザー

ーを利用した開園時全面の一斉深耕と有機物の埋没は次のように行なわれた。まず、全面に石灰資材を散布し、ブルドーザーの排土板で2回掘り下げて約50～60cm程度に深耕し、ブルドーザーが後進している間に有機物を両側より投入し、熔リンも同時に施用する。これら一連の作業を繰り返して全園が深耕された。しかし、粘土含量が多く、緻密な土壌は耕深が30～40cmと浅く、改良資材と土壌との混和が不十分で、従来の手掘り深耕に比べて作業が粗雑で、その効果も幾分劣るという問題をもっていた。

昭和30年代後半以降、畑地灌漑事業が進められ、樹園地にも灌水施設が整備されるようになった。そして、土壌改良の機械化と灌水施設の整備に連動するように、深耕の深さは、昭和32年までの1m深耕から徐々に浅くなり、昭和37年の開拓パイロット事業では60cmになり、昭和49年のバックホー導入後は40～50cmになった。

昭和48年に広島県三次市で造成されたブドウ園は、機械化を前提とした労働生産性の高い近代的な営農の基盤をめざし、平均圃場勾配3～4度、1区画1haを目標とした大型圃場である。そのため、32tブルドーザーやスクレーパーなど大型の機械が導入され、10a当たり扱い土量は、昭和30年代の500m<sup>3</sup>に比べて4～6倍も多い。その結果、瘠薄で土壌構造の未発達な心土が開園地の表土になり、「草も生えない」、「降ればぬかるみ、乾けばたたき」で代表される未熟土壌の特性が顕在化していた。中国地方の中山間地域に造成されたこのような開発果樹園では、土壌が緻密で排水不良などが予想されていたので、リッパドーザーによる耕起、栽植列暗渠、灌水施設など栽培阻害要因の排除に配慮されていた。それにもかかわらず既成園にない多くの問題が生じ、目標収量の達成が遅れ、経営内容を悪くしていた。この原因として、ブドウ‘ピオーネ’の栽培技術にも改善の余地はあるが、あまりにも不良な土壌環境を改善する技術が確立されていないため、健全な樹体が作れないことがあげられた。

このような問題は、中国山間地域の開発果樹園に共通していたので、同じ悩みを持つ鳥根、岡山、広島各県が共同して解決に当たることになり、土壌改良の基準を作成した〔藤原 1996〕。その成果は次の通りである。

- ① 土壌改良は条溝掘削、樹皮堆肥施用、混和、埋め戻しの4工程で行なう。
- ② 土壌改良資材の施用量表示を10a当たりから土壌1 m<sup>3</sup> 当たりにする。
- ③ 土壌1 m<sup>3</sup> 当りに混和する樹皮堆肥施用量は125Kg以上とする。
- ④ 改良範囲の拡大は、条溝深50cmとして、樹冠面積の半分で十分である。
- ⑤ 土壌の物理性改良の効果は3年以上経過しないと発現しないので、改良部位に圧密や過乾燥をかけないように注意する。

この基準は、その後造成された果樹園にも適応され現在に至っているが、併せて、根の管理域と作業機の通路を区分する概念が定着しつつあり、技術と普及の成果である。

## 5. 樹形と整枝

島村〔1990〕によると、わが国の近代的な果樹園芸の発達は明治の開国以後で、当初は欧州の宮廷園芸の流れをくむ整枝果樹の技術が取り入れられたようである。かなりの密植が奨められていたが、夏季の高温・多雨が枝葉の過繁茂を招き、これをハサミで解決しようとしたのが、わが国独特の剪定技術の出発点としている。しかし、人工形を維持することは技術と多くの労力を要し、その割に収量が少ないこともあって、次第に疎植大木の栽培が主流になり、大木に育てるために深耕と粗大有機物の埋没が強調された。疎植大木で樹づくりを優先すると果実の成るのが遅れ、盛果期に達するのは、モモ、ブドウが8年、カキ、クリは15年、温州ミカンが20年を要する。

近年、育種技術の進歩と消費の多様化があいまって、品種のライフサイクルは短くなる傾向にあり、短期間に盛果期に達する技術が必要になっている。また、生産者の高齢化や担い手不足の状況から、作業の軽量化、単純化が必須で密植・小木化に変容しつつある。ブドウの長梢剪定から短梢剪定へ、ミカン、モモ、ナシ、リンゴ等の自然形整枝から主幹形整枝への変化がその一例で、徐々に普及の広がりが見られる。

## 6. ブドウの根域制限栽培〔今井 1991〕

果樹の根は深く・広く張らせるもの、果樹は年々大きく育てるものと云った概念を根底から覆し、栽植年から成園並の収量が得られる全く新しい栽培システムを当研究所で開発し完成させた。開発のきっかけは、水みちの関係から水はけを良くする土壌改良の効果が期待できない圃場を、研究員の逆転の発想で活かしたものである。

システムの構成は、①自根苗の自家生産、②根域制限ベッドの調製と定植、③根域制限樹の管理の三つで、挿し木床にロックウールブロックを活用したこと、根の活力を高く維持するベッド底面の構造、植物生体情報に基づいた灌水管理など、それぞれに創意と工夫が盛り込まれている。

システムの特徴は、①挿し木から成園並の収量をあげるまでの期間は、わずかに1年5ヵ月で、一般樹より8年は早い。②10a当たり909本植えの自根苗超密植栽培で、一般樹の10～15本に比べ非常に多い。③1樹当たりの根域土量は60ℓで一般樹の1/5以下である。④作業性の高い単幹短梢剪定で、定植時の棚上の主枝長50cmは伸ばさず、1樹に5～6果房成らせる(図1)。⑤ブドウ樹の水ストレスを配慮した灌水管理の自動化などである。

肥沃で耕土の深い土壌では必然的に樹は大きくなる。樹冠が大きい樹ほど内部に光が入りにくく果実の成らない空間が大きくなる。この欠点を改善し、収穫、剪定の作業効率を高めるため、欧米ではリンゴの矮性台木の開発と利用が発展した。このことと対比して考えると、根域制限の概念は、根域土量と根域の環境で根活力分布を制御し、それに対応するように地上部の生育量を決めていくと云える。

根域制限栽培のブドウ樹は、細根の密度が一般樹より6倍も高く、成木の樹相になるのが早く、短梢剪定でも4倍体ブドウの結実が安定し、果実品質は一般樹と同等以上で日持ちは大変良い。しかし、限られた範囲内に総ての根が密集しているので、施肥や灌水の効果を樹体に反映させて高品質果実を作りやすくする長所がある反面、頻繁な土壌水分の欠乏を生じる短所があり、灌水が最



図1 根域制限樹

も重要な管理となる。

植物の莖径が膨縮変化することを計測して体内の水分状態を検討した試験は多い。すでに述べたように、根域制限栽培の根は限られた範囲内に密集しているので、土壌水分の計測と樹体内水分情報との対応が非常に高い利点がある。この利点を活かして灌水装置化の意義を高め、頻繁な灌水を必要とする短所は灌水の自動化で解消し、システムは安定している。

ものさしの時代からみると、非破壊連続計測ができ、ただちに結果を出力できる機器の進歩は驚きである。根域制限栽培と植物生体情報の結びつきは、精

度の高い灌水基準の作成に留まらず、複合環境制御により品種の能力を引き出す可能性など多くのことを教えられた〔伊藤ら 1990〕。日の出とともに始まる植物のゆるやかな活動を補光によりフル活動に立ち上げると、一見光合成速度は高まるが、その後の低下と相殺されて一日のトータルでは差がなくなる。植物も無理をするとくたびれるようだ。

根域制限栽培は、大木の安定感や土壌のおおらかさに頼ることはできない。しかし、品種更新が容易で、経験や勘に頼ることが少なく高精度の管理がしやすいので、多様な高付加価値果実を求める時代に適合した栽培体系と云える。

後継者不足、他産業並の所得、魅力ある農業が論じられて久しい。農業を取り巻く環境が益々厳しくなる中で、部分技術の改善での限界を見極め、若者が好んで参入してくれる新しい農業のシステムとして普及させたいものである。

写真1は、樹冠の広がりは従来どおりで、根域を理論的に制限したもので、改植時の紋羽病対策と園外に養分を出さないシステムとして検討中のものであ



写真1 樹冠を拡大した根域制限栽培

る。このように、根の管理域から無縁の新地を残すことは、土壤病害や連作障害を回避して、経営の基盤を永続させる上からも重要な意義を持っている。

## 7. 快適な栽培管理

快適な栽培管理は、すでに述べたように、若い後継者が好んで農業に参入してくれる第一の技術的要件である。そのため、研究目標の最重点に考え、研究を推進してきた。快適な栽培管理を意識してから未だ日が浅いが、若干の成果を紹介したい。

### (1) 動く果樹棚（写真2）

ブドウのような棚栽培では、枝梢管理や収穫など、手を肩より上にあげてする作業が非常に多く、肩凝りなどでくたびれるだけでなく作業効率も非常に悪い。目線から下15cm ぐらいが最も作業のしやすい位置であるが、棚を下げる

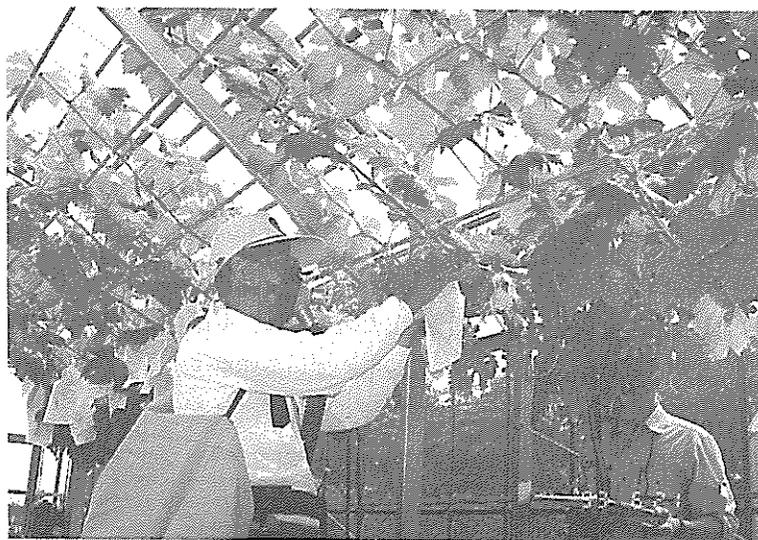


写真2 動くブドウ棚での袋かけ作業を労働科学調査しているところ

と防除作業機械が走行できないなど問題がある。この問題を解消するために、主枝の左右の新梢をV字形に動かせることを基本にした可動棚を技術員に検討してもらった。荷重のかかった動く張り線を端で留める段階で、民間の協力を得て、張り線にポストテンション（張り線の張力と管材の圧力が消し合うように工夫）の概念を入れた新しい動く果樹棚が誕生した〔金好 1993〕。

動く果樹棚で作業した技術員は、作業が楽になったと感想を述べている。実際に、愛媛大学や民間と共同調査した結果は、作業強度の大幅な緩和を示し、どの作業も2倍以上の効率であった〔鶴崎ら 1994〕。

棚を上げた状態では、棚下が広く使えるだけでなく、光の投下も良い。この利点を活かして、加温ハウスで根域制限栽培ブドウとメロン2作を作る試みも成功している〔今井ら 1996〕。

動く果樹棚は試作段階で未だコストが高く、産地には入っていない。作業が快適にできる、肩凝りや腰痛から開放されるなどは経営的に評価しにくいのが、労力面から経営規模を倍増できるなどの利点もあり、コストダウンを図って普及したいと考えている。

## (2) ミカンの主幹形整枝と畝立栽培〔湯浅 1996〕

早期結実、管理作業の簡易・単純化、高品質果実の安定を目的に開発され、若干の変形を加えながら産地に定着しつつある。この技術も、根域制限栽培と同様に灌水管理が成否を分ける。しかし、もともと水のない所で成立してきた作目だけに、灌水管理にはなじみが薄く、失敗事例もみられる。

瀬戸内傾斜地帯のミカン栽培は適地適作の代表とされてきたが、作れば儲かる時代の話である。農産物市場が成熟した現在では、多様な消費ニーズに的確に即応できなければ生き残れない。乾燥しやすい条件を活かしながら、隔年結果や年による果実品質のバラツキを解消する一方、傾斜地での苛酷な作業を改善する基盤整備が緊要である。ミカンの主幹形整枝はテラス幅が狭くても導入でき、防除をはじめ、あらゆる作業の効率を高めるので、低コスト基盤整備と結びついて効力を発揮すると期待される。なお、防除については、畝立栽培の通路と両側の畝を活用して自動走行できる防除機の試作に成功〔木村 1995〕

しているので、現場で活躍する日も近い。

### おわりに

開発技術は普及しないと意味がないとよく云われる。ブドウの種なし化、多様な作型の開発、高品質果実を得る施肥・灌水管理、病害虫防除など何れも現場に普及し、生産現場に貢献している。それにもかかわらず、後継者不足に歯止めがかからない現実がある。技術開発の視点の違いで済まらず、成果の評価法を見なおす視点が必要と思うがどうだろうか。

### 参 考 文 献

壇上 亘弘

1977 『普及のロマン』たぐみ出版 KK。

藤原 多見夫

1978 「ブドウ樹の適性結実量に関する要因の解析」『広島県果樹試験場研究報告』4、pp.29-36。

1989 「造成樹園地の土壌改良」日本土壌肥料学会広島大会運営委員会編、『山陽の農業と土壌肥料』pp.193-203。

1996 「土壌改良による粘質土開発ブドウ園の収量・品質の向上に関する研究」『広島県立農業技術センター研究報告』63。

今井 俊治

1991 「密植・根域制限栽培による4倍体ブドウの早期成園化の実証」『広島県果樹試験場特別研究報告』3。

今井 俊治・長谷川 繁樹

1996 「ブドウの加温栽培の空間を利用したメロンの鉢栽培技術」広島県立農業技術センター、平成8年度研究成果情報集、pp.29-30。

伊藤 純樹・今井 俊治・古井 シゲ子・三善 正道・番清 智

1990 「なし‘幸水’の高付加価値果実生産」『広島県農業試験研究成果発表要旨』pp.1-11。

岩尾 憲三・高野 泰吉

- 1988 「植物生体情報の計測手法の開発とその応用に関する研究（第1報）植物体内水分の非破壊連続測定法の開発」『生物環境調節』26(3)、pp.139-145。

金好 利美

- 1993 「動く果樹棚の開発と今後の展望」『果実日本』48(1)、pp.62-64。

木村 陽登

- 1995 「快適な果樹栽培に向けての機械化」広島県立農業技術センター、平成7年度研究成果情報集、pp.81-82。

島村 和夫

- 1990 『モモの矮化栽培—その考え方と実際—』島村和夫教授定年退官記念事業会、岡山大学農学部、pp.3-6。

鶴崎 孝・長谷川 繁樹・小笠原 静彦・赤田 悟・臼井 賢志

- 1994 「可動式ブドウ棚の開発研究」『農業施設学会平成6年度大会要旨』pp.57-58。

湯浅 哲信

- 1996 「果樹の基本栽培技術 ウンシュウミカンの主幹形整枝①②」『農耕と園芸』51(4) pp.174-176、51(5) pp.186-188。