

## 特集 農学関連研究開発独法における総合研究の現状と課題

### 「楽しくて美味しいミカン作り」に貢献する地域総合研究

長谷川 美典

(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 理事

果樹研究所長

#### はじめに

私が担当した地域総合研究は、四国農業試験場（現、(独) 農業・食品産業技術総合研究機構 近畿中国四国農業研究センター）における、「傾斜地カンキツにおける軽労化、高品質化の体系」を作ることであった。

我が国におけるカンキツ園の大部分は傾斜勾配 5 度以上の傾斜地に植栽されている。また、4 割以上が 15 度以上の急傾斜園地となっており、整備が必要な園地が 5 割を超えている。特に、愛媛・和歌山県では園地の 3 分の 2 が 15 度以上の急傾斜園地で、静岡・熊本県でも 3 分の 1 以上が急傾斜園地となっている。

しかし、急傾斜園地は、水の排出が早いことや日照が良いことから、カンキツの高品質果実生産にとって天然の好適環境となっている。

この様に高品質果実生産には適しているが、急傾斜園地は法面（のりめん）段差が大きくなるため園内道の整備が難しく、機械化が進まず、手作業中心の栽培管理が行われている。また、カンキツ産地では高齢化が急速に進展しており、基盤整備などによる軽労化が緊急の課題となっていた。

一方、近年、消費者の果物離れが大きくなっており、消費者ニーズに合った高品質果実を供給するため、高品質品種の導入や高品質果実生産のための取り組みが必要となっていた。高品質果実を生産するには、水分コントロールが必須であるが、プラスチックフィルムを使ったマルチ栽培を利用すれば、美味しいミカンが採れることは分かっていた。しかし、マルチを敷く時期や雨後のタイミングなどが難しく、マルチの効果が確実に果実品質に反映できない例も多く、確実に高品質果実生産のできる方法が求められていた。

そこで、①急傾斜地でも設置可能な園内作業道の造成・配置法の開発、②狭幅な園内作業道の上を走行できる車幅の狭い小型作業機械の開発、③マルチに灌水チューブを併用した周年マルチ下点滴灌水同時施肥技術（通称；マルドリ

方式)の開発を行うこととなった。

## 1. 簡易園内作業道の造成

カンキツの生産では、収穫、摘果、薬剤散布、剪定などに要する労働時間が多く、急傾斜地では平坦地と比べて労働時間が2倍近くかかっている。これらの作業を軽労化するために必要なことは、園内作業道の設置である。そこで、急傾斜園地を対象として、簡易園内作業道の造成法を開発した。多額な費用をかけずに急傾斜園地の省力化手段として、園内作業道の設置がある。

急な坂道や旋回する農道部分における車両の安全面から、等高線に沿った作業道とこれをつなぐための屈曲した連絡道とからなる肋骨状配置を適用した(写真1)。作業道の幅は、SSなどの乗用型機械を導入する場合は1.8m以上、小型風筒式防除機などの小型機械体系では1～1.3m程度が良い。連絡道は作業道幅以上である(山本ら、2000)。



写真1 肋骨状配置に作業道が導入されたカンキツ園地

とはいいながら、園内作業道をいかに効率的に配置するかは、非常に難しい。そこで、パソコンを利用して簡単に作業道設計ができる園内作業道支援システムを利用すると良い(近畿中国四国農業研究センター、2003)。

まず、①園地を実際に測量するか、②2,500分の1の地図から画像データとして地形情報を取得する。①の方法は、園地の地形を精度高く反映できるが、測量機器が必要で時間もかかる。②の方法は、スキャナーがあれば対応できるが、園地を熟知した者が利用する必要がある。いずれの方法でも、個々の園地に応じた作業道設計をパソコン上で行うことができる。

シミュレータに園地地形の三次元データが読み込まれ、パソコン画面上には園地の平面図が表示される。この平面図の中に、マウスを使って園内道の設計を行う。設計した園内道は三次元で立体的に表示され、色んな角度・方向から見ることができ、園内道施工に伴う園地概況の変化を直感的なイメージとして事前に把握できる(図1)。また、設計した園内道の総延長や道の勾配を計算し、工事費用の概算や、道の勾配が急ではないかななどの検討もできる。

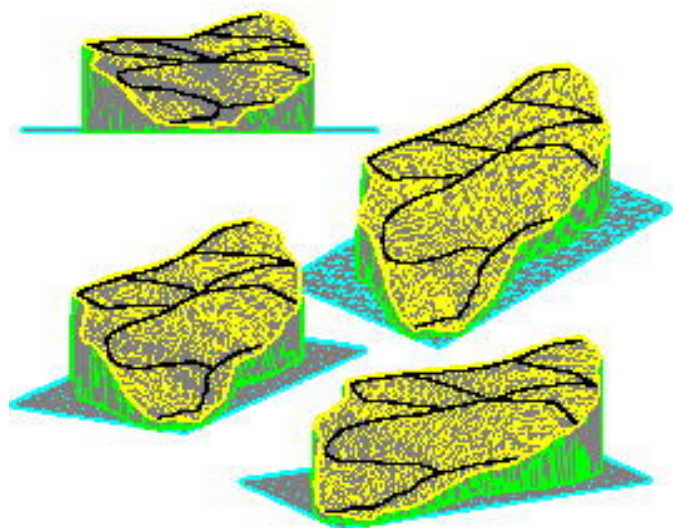


図1 園内作業道設計支援シミュレーション

## 2. 小型機械化技術

園地に作業道が入れば、種々の小型作業機械が導入でき、軽労化が図られる。これらのいくつかを紹介する。

### ◎小型風筒式防除機

風筒に送風機を取り付け、薬液を空気流で微粒化し、送風散布する方式の小型防除機である。薬液の有効到達距離は15mで、風筒の角度は上下方向に最大45度、左右方向に85度まで動き、樹形に合わせた散布ができる。樹冠内に乱気流が生じるため、葉裏面へ薬液が良く付着する。300リットルのタンクを搭載

しており、勾配 20 度の畑では、10 a 当たり 40 分で散布作業ができる(写真 2)。



写真 2 小型風筒式防除機

◎クローラ式汎用作業車

台車となる小型運搬車はクローラ式で、荷台にはカンキツ収穫用コンテナ 10 個を積載できる。付属のリフト機能によってコンテナのトラックへの積み換え作業や 3 m までの高所の収穫・摘果・剪定作業が安定した状態ででき、省力・軽労化につながる(写真 3)。



写真 3 クローラ式汎用作業車

#### ◎狭幅作業道造成機

従来の歩行形管理機に幅 30cm の片排土ロータを取り付け、山側の土を削ることによって、道幅 50cm の作業道を作る機械である。最大傾斜 30 度の斜面畑を二人組作業で、1 時間に 60m の道が造成できる（写真 4）。



写真 4 狭幅作業道造成機

#### ◎回転テーブル付モノレール台車

台車の荷台を油圧ジャッキで水平に保ち、回転テーブルを付属しているモノレール用台車である。園内に設置したプラットホームから安全に歩行形運搬車などを乗降することができ、モノレールでの縦方向移動と歩行形運搬機による園内横運搬作業が可能となり、急峻傾斜地の軽労化に寄与できる。

#### ◎その他の機械化

前に述べた小型運搬車の荷台に簡単に脱着できる搭載型肥料散布装置、搭載型堆肥散布装置、搭載型剪定屑破碎装置なども開発した。

樹冠下の土壌・草生管理については、小型浅耕機、動力分離型刈払機、手押し式草刈機を開発している。これらの機械も園内作業道の整備によって、機能が十分に発揮されるものである。小型浅耕機は、表面に V 字型爪（高さ 1 cm）のあるドラムを回転させ、土壌表面を浅く削る機械である。果樹の根を傷めることなく、雑草を根から除去できるため、抑草期間が長く、また、樹冠下に散布した肥料の土壌混和にも利用できる。動力分離型刈払機は、動力部に車輪を取り付けて地上を走行させ、フレキシブルシャフトにより回転刃に動力を伝達

するものである。手押し式草刈機は、ナイロンコード刃の刈払機に車輪を取り付け、手元で車輪を操舵できるものである。片手で草を刈ることができ、コンパクトに折り畳みできるため、持ち運びに便利である。

### 3. 園地整備・新作業体系の省力効果

こうした一連の作業機械化体系を用いた場合、作業時間・労働負担などの省力効果は、作業時間で約 30%、労働負担で重・中労働から中・軽労働への軽労化が可能となった。

園内作業道を造成した場合、果皮色の向上（早期着色）、高糖度化による果実品質の向上が認められ、生果率が向上し、収益確保に貢献している。この品質向上効果は、作業道による排水促進、作業道造成による断根と根域制限、路面舗装による反射光の増加、園内の温暖化などが理由として考えられる（Hasegawa et al. 1998）。

園内作業道造成に伴う縮間伐により、収量減少の懸念のため、園地整備に二の足を踏んでいる生産者がいるが、多くの事例では、1 割程度の間伐で済んでいる。一部では密植状態のために約半分の列を間伐した事例もあるが、3 年目には新梢がよく伸びて樹容積が間伐前の水準近くにまで回復している。生果率の大幅向上で、実際の出荷量や収益はほとんど変わらないという事例もある（関野、1996）。

### 4. マルドリ栽培

高品質化に関して開発したのはマルドリ栽培技術である。マルドリ栽培で用いる一般的な資機材の概要を図 2 に示した。

園地の上部に位置する水源（池、タンクなど）から導水管を通じて園地まで水を引く。ため水などを用いた場合、水に混入した藻やゴミを取り除くため、途中にフィルタを取り付ける。チューブに流す水が水道水ならば問題はない。液肥混入器と液肥タンクにより、自動的な液肥濃度の調整と液肥施用が可能となる。また、乾電池で自動開閉するバルブ、などを利用して、自動で灌水を制御することができる。

点滴灌水チューブは樹冠下に設置し、その上を透湿性のマルチシートで被覆して、電磁弁と制御器（コントローラ）を用いて、点滴灌水施肥を自動制御する。

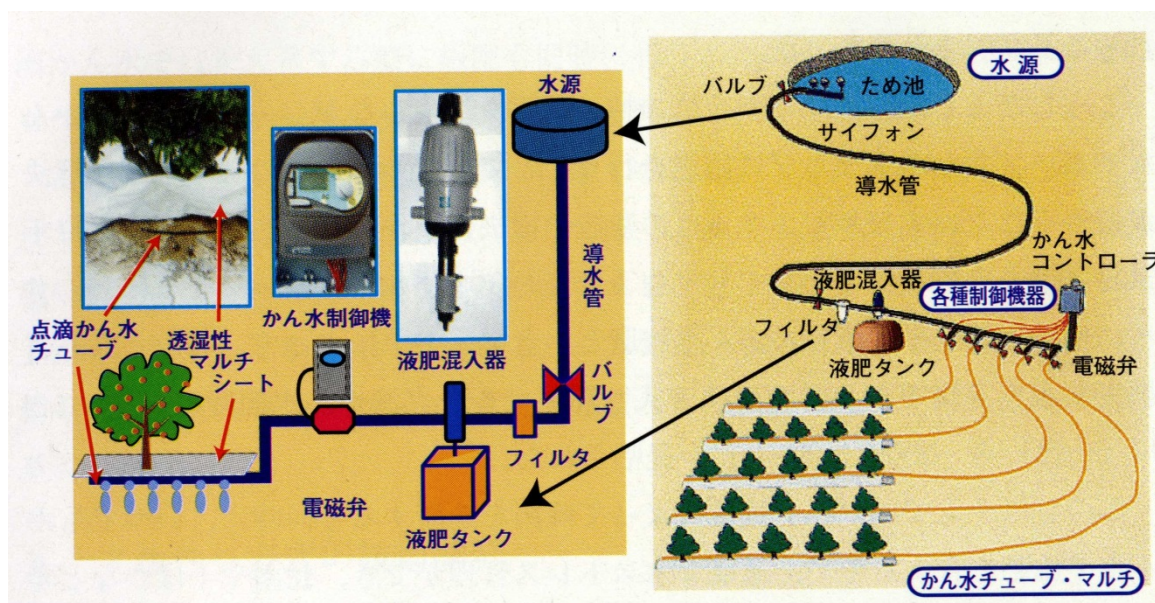


図2 マルドリ栽培に必要な資材

一年中マルチを敷いておけば、従来のようなマルチを敷いたり取り除いたりする敷設労力や、マルチの下では草がほとんど生えないので雑草管理労力が軽減され、そんな点でも周年マルチのメリットは大きい。

しかし、マルチシートの値段は結構高いもので、耐用年数を延ばすために、冬から春はマルチシートを撤去したり、樹の根元に畳んでおくのもひとつの方法で、マルドリ栽培では必ずしも周年敷設にこだわっている訳ではない。

灌水や施肥の年間スケジュールについては、近畿中国四国農業研究センターで事例を示している。周年マルチを行う場合、必要な水の量は10a当たり年間約170トン程度、施肥量は10a当たり窒素量にして約15kgで十分である。

点滴灌水では、灌水や施肥の利用効率が高く、1回の総灌水量はスプリンクラーで行う場合の約10%、施肥量は固形肥料などを用いる場合に比べて、60～80%とすることができる。また自動化によって、灌水施肥の省力化を図ることが可能である。

傾斜地カンキツ園では、灌水用の大量の水の確保が難しいところも多く、そのためスプリンクラーと比べ、少ない水量で灌水を行う点滴灌水法が有効である。マルドリ栽培では、基本的に一年中、地表面をマルチで被覆し、点滴灌水施肥を行う。したがって、窒素肥料の雨による溶脱がほとんどなく、また雑草による収奪などもないために、現在のミカン栽培基準窒素量よりも施肥量の削減が可能となる。点滴灌水施肥には液肥混入器、液肥タンク、灌水自動制御装置をセットし、乾電池で自動的に液肥散布をすることができる（写真5）。



写真5 液肥混合器

さらに、点滴灌水施肥によって少量ずつ肥料が供給されるため吸収効率も高く、窒素を始め大部分の肥料成分がミカン樹に吸収され、地下への溶脱量はほとんどないと考えられ、マルドリ栽培の環境負荷低減効果は高い。



写真6 マルドリ栽培

ここで、マルドリ栽培（写真6）の特徴をまとめてみる。

- 1)園地の表面に基本的に一年中マルチを敷設する。これまでのマルチ栽培の問題点であった毎年のマルチ敷設と撤去の労力が不要になり、マルチを敷くタイミングに悩む必要もない。また、雑草抑制や果実の着色促進にも効果が期待できる。
- 2)点滴灌水チューブを用いて、灌水施肥管理の自動化ができ、灌水施肥作業の省力化を図ることができる。一般に、収穫後に秋肥を散布することで樹勢の維持

を図ろうと言われているが、収穫するだけで精一杯で、とても秋に施肥をする余裕などない。すぐに肥料の効きの悪い冬になってしまう。しかし、マルドリでは自動で施肥管理ができるので、肥料がしっかり効く。

3)液体肥料による施肥管理を行う。固形肥料に代わって、液体肥料を用いることによって、肥料成分などは土壌や生育ステージの実態に合わせた選択が可能となる。雑草による吸収や雨による溶脱が無いため、施肥量は固形肥料などを用いる場合に比べて、60～80%とすることができる。

4)高品質果実生産ができる。これがマルドリ栽培の一番の売りである。

## 5. マルドリ栽培の導入効果

マルドリ栽培では、同じ品種でも糖度や等級のばらつきが少なく、秀品率が大幅に向上する。極早生ウンシュウミカン「日南1号」では、慣行の露地栽培では約85%が糖度11度未満であったが、マルドリ栽培では、収穫果実の約45%が11度以上を示した(図3)。

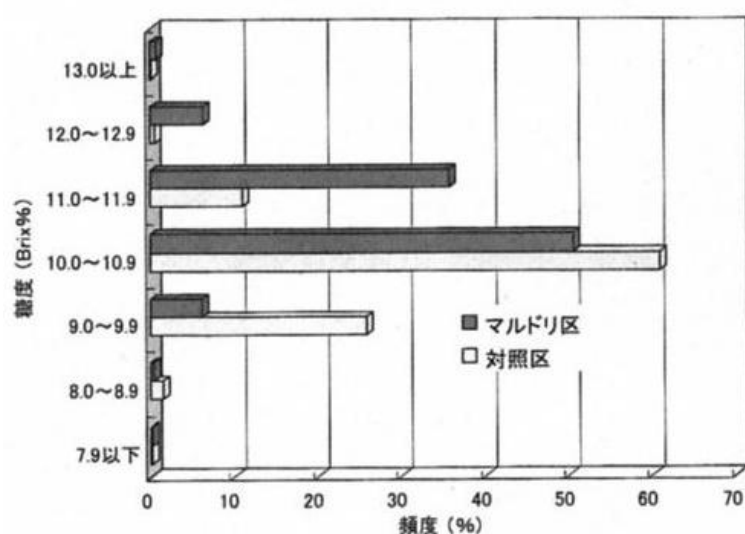


図3 マルドリ栽培による糖度上昇の効果

また、慣行露地栽培では「優」や「秀」の割合が高いのに対して、マルドリ栽培では、「特」の割合が約20%と高くなった(図4)。

消費者に評判の悪い極早生ウンシュウミカンでも、マルチを敷くことで、糖度が11度以上になるならば、ぜひとも利用すべき技術である。

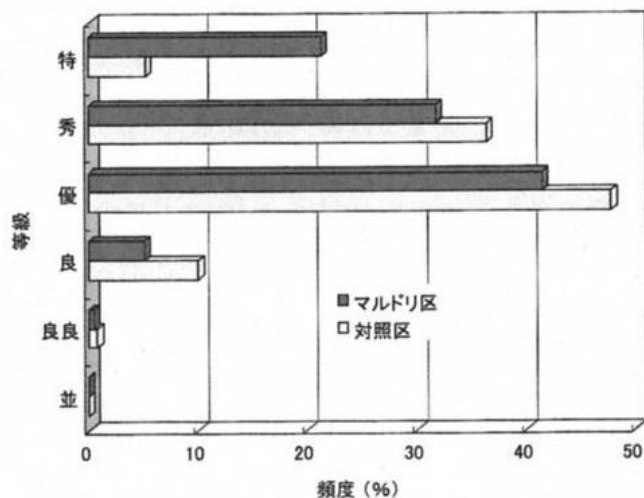


図4 マルドリ栽培による秀品率の向上

マルドリ栽培を導入した農家や農協に、その効果について質問してみると、「糖度向上」、「収穫後の樹勢回復」、「隔年結果の緩和・解消」、「果皮の色づき促進」などの回答が多くあり、マルチ栽培の糖度向上効果と点滴灌水施肥による樹勢の維持により高品質果実の安定生産が可能となっている実態が明らかとなった。また、ある農家で調査した所、出荷したミカンの平均糖度は、2005 年のマルドリ栽培は13.6 度、2006 年は13.3 度で、露地栽培のミカンよりそれぞれ1.5 度、0.8 度高いことが分かった。さらに、マルドリ栽培では糖度や果実等級は園地全体でのばらつきも少なく、秀品率が大幅に向上し、果実品質の向上が期待できる。

その他、生活習慣病の予防効果があることが分かってきた $\beta$ -クリプトキサンチンや $\beta$ -カロテンなどの機能性成分についても、マルドリ栽培により栽培した果実で、高濃度となることがわかった。慣行露地栽培と比較して、 $\beta$ -カロテンで約1.7 倍、 $\beta$ -クリプトキサンチンとビタミンAは約1.5 倍とマルドリ栽培で高い値を示した。

また、周年マルチを敷設した農家の年間作業時間は、除草作業時間や施肥作業時間の低減により10a 当たり17.5 時間、従来の約10 %の省力効果が認められた。

現在、マルドリ栽培ミカンの栽培面積は増加しており、すでに導入した産地では、販売戦略も工夫することによって、従来の露地栽培の果実に比べて、2～4 倍程度の価格で販売している例もある。

特に、和歌山県有田地域では、マルドリ栽培したミカンを『紀の国有田まるどりミカン』として販売している。ブランド化により出荷単価が平均で 100～200 円程度向上した。また、和歌山県の早和園では、マルドリ栽培したミカンで作ったジュースを、『味一しぼり』や『味まろしぼり』などとネーミングして、高価格で販売している。

これまで、ミカンのマルドリ栽培は、ミカン産地である静岡県から鹿児島県まで、全国の農家に普及している。特に、三重県、熊本県などで急速に普及しており、長崎県、福岡県では農協組織を挙げて普及促進しようとしている。マルドリ栽培はウンシュウミカンだけでなく、中晩柑などへの応用を含めると約 500 ha 以上になっている。

## 6. 団地化の薦め

園内作業道は、個人で導入するより、隣り合った幾つかの畑を横断した、広域園内作業道にすると、急勾配もなくなるし経費も安くなる。また、作業の受委託もできるなど、多くのメリットが生まれる。

マルドリ方式の導入においても、水源やタンクなどに多くの経費がかかる。これらを共同で行う団地型マルドリ栽培が提唱されている。共同で行うことで、コストが削減でき、リーダーの指示によりの確な水分ストレスができ、美味しい果実生産が可能となる。

生産コストを下げ、儲かる農業にチャレンジして、若者の定着を図る必要がある。今は、就職難であるから、若者をゲットするチャンスである。また、産地の若返りを図るチャンスである。さらに、離農者の 4 割が農地を放棄しているという調査結果が出ている。農協で作業の受委託、園地の確保をし、流動化を図って行く必要がある。

## 参考文献

山本博ら(2000)地理学評論 73(10)746-760.

近畿中国四国農業研究センター(2003)園内作業道設計支援システム・狭幅作業道造成法マニュアル.

Y.Hasegawa et al.(1998)Suppl.J.Japan.Soc.Hort.Sci.67(1)49.

関野幸二(1996)うわみかん 31(6)9-11.