

樹形改造と園地改造による傾斜地カンキツ園の省力機械化生産技術

The method of labor-saving mechanized techniques production in hillside citrus orchard of the tree form reconstruction and orchard form reconstruction

満田 実・磯部 暁・北園邦弥・平山秀文・坂本 等・藤田賢輔*・榊 英雄***

Minoru MISTUTA, Akira ISOBE, Kuniya KITAZONO, Hidefumi HIRAYAMA,
Hitoshi SAKAMOTO, Kensuke FUJITA and Hideo SAKAKI

要 約

熊本県の階段畑カンキツ園では急傾斜地が多いことから、省力機械を導入して栽培管理が行える園が少ない。このため、省力機械化の実態把握とともに省力化に向けた樹形改造および効率的な園地改造法を検討し、省力機械化生産技術として類型別省力機械化生産モデルの検討とその1形態について現地実証試験を行った。

- 1 県下カンキツ園の省力機械導入園の園地改造事例調査の結果、園内作業道（1.8～2.0 m）の敷設とスピードスプレーヤなど中型省力機械を導入した園では労働時間が23.2%削減されており、作業道（0.8～1.2m）敷設により、防除や運搬労力は24.7%削減された。
- 2 温州ミカンの樹高を2.5m以下の低樹高化する方法としては2本主枝盃状形への改造が摘果や収穫時間の短縮効果が大きく、果実も均質化した。
- 3 法面約4mの石積み階段畑ミカン園において1.8～2.0mの園内道を設置する場合の設置経費は、100m当たり6万円となり石を園外に運び出すことなく、比較的簡単に施行できた。
- 4 段幅4mの石積み階段畑の山側に1.2mの作業道を設置した場合、収量への影響は少なく、作業時間は50%削減された。
- 5 作業道設置後に安定した効果を得るための薬剤散布液量は自在型スプリンクラーで600～800ℓ/10a、小型風筒式防除機で500ℓ/10a、スピードスプレーヤで300ℓ/10aであった。

キーワード：温州ミカン、階段畑、園地改造、機械化

I 緒言

熊本県のカンキツ経営は輸入果実の増加や消費指向の変化などによる販売不振と、担い手不足と高齢化が深刻化し、低コスト化と高品質化による生産性の向上並びに軽作業化を早急に行う必要がある。

しかし、海沿いの丘陵地や山腹の傾斜地を利用して造られた園地が大部分（傾斜度15度以上が37%）を占め、とくに中心的産地の金峰山々麓のミカン園では法面を石積みして、細長く幅の狭い耕作面が階段状に造られた園（以下「石積階段畑ミカン園」と略す）が多い。これらの園では樹が園全体に不規則に植栽され、栽培管理用の通路が無い場合、病害虫防除や運搬作業は樹の合間を縫

って行われている。樹齢が経過し大木化した園では脚立や樹に登って収穫や摘果作業を行う人力主体の作業形態となっている。

これを解消するには園内に作業機械の導入や栽培管理のための道路や通路を敷設する必要がある。しかし、急傾斜地のため、その敷設経費は高額を要する。しかも、石垣の取り壊しによる残査石材の処理方法や土砂流亡対策など敷設に伴う課題が残っている。

さらに、消費志向に対応した果実品質向上のために、シートマルチ被覆や葉面散布などの作業が増加し、低コスト化・軽労働化は一向に進展していないのが現状である。

*熊本農業改良普及センター **熊本県芦北事務所農業振興室

このため、著者らはカンキツ生産の低コスト化並びに軽労働化に向けた技術体系確立のために省力機械化の実践を先駆的に行っている事例を調査した。また、その成果と問題点の把握から、石積階段畑ミカン園に省力機械の導入を行うための効率的な園地改造の方法と樹形改造、省力機械の利用技術の検討を行った。さらに、これらの検討結果をもとに類型別生産モデルの作成と省力化技術体系の現地実証を行い、一定の成果を得たので報告する。

なお、本研究は長崎県、静岡県、和歌山県、愛媛県、佐賀県との共同で地域基幹農業技術体系化促進研究課題「樹形改善と新作型による高品質カンキツの機械化生産体系」において実施した。

II 材料及び方法

1 先駆的事例の調査

本県のカンキツ園で行われている省力化の方法は、幅員2.0m程度道路（以下「園内道」と略す）を敷設し、スピードスプレーヤ（以下「SS」と略す）等の省力機械を導入する方法（以下「園内道SS方式」と略す）、及び幅員1m程度の作業用道路（以下「作業道」と略す）を敷設し運搬や肥培管理の省力・軽労働化を行う方法（以下「作業道方式」と略す）が行われている。

そこで、県内において省力化技術を先駆的に導入している事例の中から、園の傾斜度および作業道の敷設方法から選定した園内道SS方式3ヶ所と作業道方式2ヶ所について、1995年から1997年の作業別労働時間、導入機械使用時間および経営収支を調査し、省力機械の導入効果を明らかにした。

2 省力機械化技術

1) 樹形改造および高接ぎ樹の枝梢管理方法

(1) 樹形改造

1994年から1998年にかけて、果樹研究所の26年生“青島温州”（開心自然形、平均樹高2.7m）において、2本主枝および3本主枝の盃状形整枝によって樹高を2.5mに制限する樹形改造を行い、摘果及び収穫労力、樹冠内の階層別着果状況、薬剤の付着性、年次別の樹冠容積、収量、果実品質について調査した。

(2) 高接ぎ樹の新梢管理方法

高接ぎ更新樹の新梢管理方法については1994年に宇土市轟の興津早生28年生園（A園）において、“福早生”を高接し接木当年の新梢管理を春枝を1本だけ長く伸ばし7月上旬に30度上向きに誘引し、それから発生した夏枝を結果母枝に利用する方法（誘引区）と、春枝を1本に整理せず新葉8～10枚を残して摘心して夏枝を発生させた方法（摘心区）、中間台の中部以下の部分は誘引区、

中部以上は摘心区と同様な枝梢管理を行う方法（摘心+誘引区）について、樹冠容積、収量、果実品質、摘果・収穫時間、樹冠内の階層別着果数、薬剤の付着性を調査した。

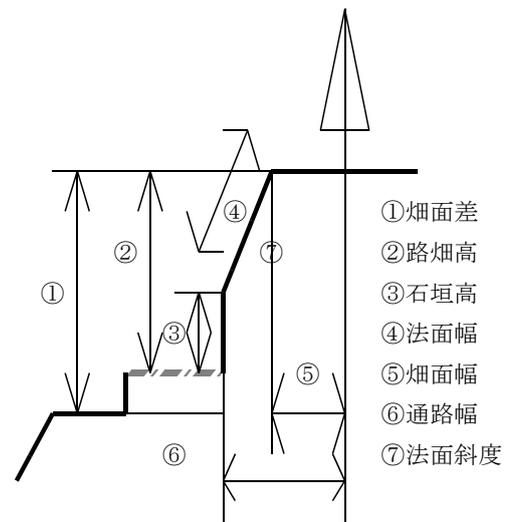
2) 園地の改造方法

(1) 園内道敷設

1995年8月と1996年2月に、熊本市河内町東門寺内田勤矢氏の35年生“興津早生”1列植え、石積み階段畑（B園）において、園内道敷設工事を行い園を構築している石材を園外に運び出すことなく工事する方法として、次のような工法区を設定した。

まず、法面高1.2～1.5m、園幅3.9～4.1mの畑において、土だけの園内道（全長95m）を作り、石材を全部園内道の下に埋め込む工法（以下A工法）。法面高1.5～2.0m、園幅3.9～4.1mの畑において、路肩を石材で1段積みした園内道（全長88m）を作り、残りの石を道路下に埋め込む工法（以下B工法）。法面高2.6～3.2m、園幅3.6～4.1mの畑において、路肩を石垣3～4段積みした園内道（全長88m）を作り、残りの石を埋め込む工法（以下C工法）の3工法を設定した。

作業はバックホー（バケット容量0.3m³）2台と作業員6名によって行った。また、工事後の1996年2月に土羽浸食防止のためリュウノヒゲ、芝、人工張り芝を植え付けて工事を完了した。その後、崩した残査石材の処置方法と泥止め対策、並びに園内道敷設と樹幹容積・収量の変化を調査した。



第1図 園内道の工法図

第1表 園内道工法と園の形態

(図No)	① 畑面 差	② 路畑 高	③ 石垣 高	④ 法面 幅	⑤ 畑面 幅	⑥ 主幹と 通路幅	⑦ 法面 斜度
工法	cm	cm	cm	cm	cm	cm	度
イ	137	117	63	73	180	120	46
ロ	173	147	52	130	175	143	43
ハ	208	172	40	147	377	240	55

(2) 作業道敷設

1995年8月と1996年2月に、熊本市河内町上村英也氏の石積み階段畑園（C園）において、園の山側に添って幅員80cmのコンクリート作業道を敷設する工区（山側80cm工区）および同様に幅員120cmとした工区（山側120cm工区）、肩側に幅員120cmの工区（肩側120cm工区）の3種類の作業道をコンクリートで敷設し、施工後の収量と収穫作業効率の変化を調査した。

3) 園地改造後の効果

園地改造と作業機械の導入による省力軽労働化への効果を確認するため、園内道SS方式については1995年9月14日にB園でタンク容量600ℓ型のSSにより10a当り300ℓの農薬散布を行い、作業時間並びに園内道と畑面の法面高の異なる（117cm、147cm、172cm）樹の薬液付着状況を生研機構の標準付着度表⁸⁾を用いて調査した。

次に、果樹研究所内の23年生興津早生園に道幅80cmと120cmの作業道を敷設し、農林水産省四国農業試験場が開発した小型風筒式防除機¹⁾による農薬散布作業とクローラ型小型運搬機の利用による作業を行い、作業時間短縮の効果と作業負荷軽減の程度を調査した。

作業道方式については自在型スプリンクラ（LB900型ノズル、5～6m間隔）による多目的防除施設（以下「スプリンクラ施設」と略す）をC園に設置し、1995年1月17～20日に稼働し、園地改造による果実運搬作業の作業時間短縮効果とスプリンクラ防除作業による作業負荷軽減程度を調査した。また、1995年9月19日にはスプリンクラによる散布薬液の付着程度を調査した。

3 営農モデルの作成と現地実証

1) 省力機械化営農モデルの作成

ここまでの研究の結果をもとに園地の傾斜度、品種構成、経営規模から省力機械化の方法を類型別に体系化した営農モデルを作成した。

2) 省力化技術の現地実証

本研究において検討した階段畑カンキツ園における省力機械化生産技術の農家経営に及ぼす効果を明らかにするために、1994年～1998にかけて実証園（C園）と従来の石積み階段畑の対照園I（熊本市河内町の33年生興津早生温州50a）及び対照園II（玉名郡天水町の18年生興津早生温州50a）について、収益性及び労働時間・機械使用時間など経営実態を調査した。

III 結果及び考察

1 先駆的事例の調査

1) 園内道SS方式

園内道SS方式の導入事例においては植栽されている既存樹の一部を伐採または切り詰めて園内道を造り、生産を継続して行う方法と、全ての樹を伐採して品種更新を合わせて行う全面的な園地改造の方法がとられていた。

第2表 園内道SS方式導入実態

傾斜度	テラス幅 (m)	園内道 (m)	法高 (m)	列数	導入機械の種類
15度 未満	6.9	1.9	0.4	1～3列	SS、軽トラ、運搬機 ドリ植 肥料散布機
15度～ 20度	5.3	1.7	0.8	1～3列	SS、軽トラック
20度 以上	5.3	1.8	1.3	1列	SS、軽トラック

a) 調査園数：11園

既存樹を利用する方法では園内道敷設に伴い樹冠を切り詰めるが、実施から2～3年で事前の樹容積に回復しており、園内道敷設による減収は隔年結実の影響が大きく敷設による減収は少ないと考えられ、濱口²⁾の報告と一致した。

全面改造する方法では敷設された園内道の幅員は1.7～1.9mでSSや軽トラック、搭載型肥料散布機を導入し省力化を行っていた。

調査した11園の中で傾斜度別にa園（傾斜度20度）、b園（傾斜度15度）、c園（傾斜度10度）の3ヶ所について、1995年から1997年の年間作業時間、導入機械使用時間、経営収支を調査した。その結果、10a当たり年間作業時間は改造前に比べa園12.7%、b園25.4%、c園31.5%が削減され、傾斜度が小さいほど作業時間の削減率が高く、機械の使用時間が少なく、収量および所得が多かった。

また、園内道SS方式の導入によって夏の炎天下での過酷な病害虫防除作業がSSを運転するだけの作業に、

さらに、人力で長い距離を運び出していた収穫果実運搬が軽トラックの活用で省力軽労働化が図られていた。

第3表 園内道SS方式導入園の傾斜度別収益性

調査園 (傾斜度)	a園 (20度)	b園 (15度)	c園 (10度)
販売量	2,498	2,983	4,133
単価	176	237	167
①	439,410	706,056	688,889
②	281,478	248,442	274,933
③	123,973	109,170	90,667
④	281,905	566,784	504,622
所得率	64%	80%	73%

- a) ①:粗収入、②:生産費、③:家族労働見積額、
④:所得(①-②+③)
b) 調査年:1995~1997年
c) 単位:10a当たり、円、kg、時間

2) 作業道方式

作業道方式を導入した7事例の形態はいずれもやや急な石積み階段畑において幅員0.7~1.2mの作業道を法面に敷設し、これを小型トラックが通れる幅員2.4~2.5mの道路と連結するようになっており、自在型スプリンクラー、クローラ型運搬機などが導入されていた。

第4表 作業道方式導入園の実態

傾斜	テラス幅 m	園内道		作業道		導入機械
		幅員 m	占有率 %	幅員 m	占有率 %	
20度未満	6.7	2.4	7.8	0.9	8.2	動力噴霧機 スプリンクラー クローラ運搬機
20度以上	4.3	2.5	6.8	0.9	7.4	動力噴霧機 小型運搬機

a) 調査7園の平均

園地の面積に対する作業道および園内道の占める割合は14~16%であり、設置による収量への影響は園内道SS方式よりさらに少ないと考えられた。

調査した7園の中で作業道幅員0.7~0.9mの園(d園)と幅員1.0~1.2の園(e園)について、作業時間、機械使用時間、経営収支を調査した。その結果、10a当りの作業時間は改造前に比べd園で23.0%、e園で26.5%が減少し、幅員の違いによる作業時間削減の差はわずかであった。また、病害虫防除作業は「スプリンクラ施設」を設置することで大幅に省力化が図られ、経営収支は機械導入園より農薬費やシートマルチ栽培のための資材費が増えたものの31~38万円/10a(所得率61~64%)の農家所得を得ていた。

以上のことから園内道SS方式、作業道方式の導入は収量を大きく低下することなく作業時間の短縮が行われ、軽労働化が図られていることが明らかとなった。

第5表 作業道方式導入園の10a当たり作業項目別労働時間

園	整枝 剪定	施肥	中耕 除草	防除	摘果	品質 向上	収穫 調整	運搬	選別 出荷	園地 管理	その他	計
d園	14.5	10.8	12.4	12.3	25.5	6.9	43.3	2.4	5.1	11.7	3.9	148.7
e園	11.4	8.8	5.7	10.0	30.6	2.2	61.3	2.2	2.2	7.2	0.3	141.9

a) 平成1995~1997年の平均 b) 単位:時間

2 省力機械化技術

1) 樹形改造及び高接ぎ樹の枝梢管理法

(1) 樹形改造

1994年のせん定時に2本主枝盃状形で改造した樹(場内)では、樹高は開心自然形より0.5m低い2.2mとなり、樹容積が36%縮小したため1樹当たり収量は10%減少した。しかし、1m³当たり収量が増加し、果実品質のパラッキは小さくなった。また、果実の90%が地上から収穫できる地上2.0m以内に着果したため、開心自然形に

対して1樹当たりの摘果時間が63%(100果当たり26%)、収穫時間が34%(100果当たり16%)減少した。

3本主枝盃状形で改造した樹(場内)では、樹高は開心自然形より0.3m低い2.4mとなり、樹容積が18%縮小した。無効容積が減少することで1樹当たり収量は22kg多い129kgとなった。

作業時間は開心自然形より1樹当たり摘果時間が39%(100果当たり7%)減少したが、収穫時間は1樹当たりの収量が多かったことで14%増加した。しかし、100

果当たり収穫時間は8%減少した。

動力噴霧器を使用して樹形改造樹に対する薬剤散布試験の結果、薬剤散布時間は開心自然形に比べ2本主枝盃形状で44%、3本主枝盃形状で12%減少した。

薬液の付着は動力噴霧器、小型風筒式防除機では樹形に関係なく薬液は良好に付着し、スプリンクラ散布では開心自然形及び主枝3本盃形状で樹冠内部の付着がやや低かった。

第6表 樹形改造後の樹冠と収量

樹形	樹冠			樹容積 m ³	着果数 個	収量 kg	1m ³ 収量 kg	5年間 収量 kg
	高さ m	短径 m	長径 m					
開心自然形	2.7	3.7	3.8	26.6	609	107	22.9	428
2本主枝盃形状	2.2	3.3	3.4	17.3	581	97	33.6	387
3本主枝盃形状	2.4	3.6	3.6	21.8	796	129	36.5	516

b) 調査期間：1994～1998年

第7表 樹形改善樹の樹高別着果量

樹形	樹高別着果割合			着果数 個	樹容積 m ³
	>2.0m %	2.0～1.1m %	1.0m < %		
開心自然形	21.9	50.0	28.1	904	28.7
2本主枝盃形状	8.8	43.7	47.5	686	18.6
3本主枝盃形状	9.3	55.2	35.5	950	23.6

注) 調査年1997年 (せん定3年目)

第8表 樹形改造樹の摘果・収穫労力

樹形	摘果数	摘果時間	100果当たり 摘果時間	収穫 果数	収穫 時間	100果当たり 収穫時間
	開心自然形	313	17分14秒	5分40秒	568	45分18秒
2本主枝盃形状	169	6分27秒	4分13秒	421	30分18秒	7分16秒
3本主枝盃形状	215	10分31秒	5分19秒	671	51分18秒	7分58秒

a) 調査樹：青島温州、1区1樹6反復

以上のことから、従来の開心自然形の樹を省力機械化に向けて2本主枝盃形状で改造する方法は樹冠が縮小し一樹当たり収量は10%減少するものの、摘果および収穫作業時間が大きく減少し、樹冠内果実品質のバラツキも少なかったことから最も実用的であると考えられた。

3本主枝盃形状については作業の障害となる枝が多いため、2本主枝盃形状より作業の省力効果は劣るが、収量への影響が無く効率化できることから園地状態や導入機械の種類によっては利用できる方法であると考えられた。

(2) 高接ぎ樹の新梢管理法

高接ぎ樹の新梢管理法の試験(宇土市：A園)では摘心区に比べ誘引区および摘心+誘引区で接ぎ木1～2年目の樹冠拡大が早く早期多収量となり、接ぎ木4年目までの累積収量は10a当たり5,900kgで摘心区より300kg多かった。

第9表 高接後の新梢管理と収量

区	樹冠 容積	1樹 収量	1m ³ 収量	3年間 収量
	m ³	kg	kg	t/10a
誘引区	7.6	36.1	4.8	5.9
摘心+誘引区	10.0	38.6	3.9	5.9
摘心区	11.9	42.9	3.6	5.6

a) 10a収量は10a/80本植で算出した。

b) 累積収量：1996～1998年

接ぎ木4年目における樹高は摘心区および摘心+誘引区に比べ誘引区で低く、樹容積は摘心区に比べ誘引区で36%、摘心+誘引区で16%小型となった。そのため収穫摘果の時間は誘引区で21%、摘心+誘引区で16%短くなった。

第10表 高接更新樹の新梢管理方法と摘果・収穫労力

区分	摘果数	摘果時間	100果当たり 摘果時間	着果数	収穫時間	100果当たり 収穫時間
誘引	73	2分15秒	2分57秒	345	11分08秒	3分21秒
摘心+誘引	86	2分58秒	3分00秒	389	14分23秒	3分41秒
摘心	92	3分01秒	3分27秒	449	18分26秒	4分07秒

a) 摘果数、摘果時間は1樹当たり

以上のことから、高接更新1年目の枝梢管理では、摘心区より誘引区または摘心+誘引区が小型の樹形となり、摘果および収穫作業時間が短く、省力化に叶った新梢管理技術であることが明らかとなった。

2) 園地の改造方法

(1) 園内道敷設

B園(河内町:内田氏)における園内道敷設工事における工法別の作業時間は(イ)工法がもっとも短く、次いで(ロ)工法が路肩に一段石積の時間だけ長くなり、(ハ)工法では3段石積作業に(イ)工法の5.3倍、(ロ)工法の3.6倍の時間を要し、バックホーの稼働時間も(イ)、(ロ)工法に比べ、2倍以上の時間を要した。

地域の園内道施工基準単価を基に算出した工事費は、園内道100mにつき(イ)工法4.7万円、(ロ)工法区5.5万円となり、工事のための作業時間が長い(ハ)工法では17.9万円となった。

土羽浸食防止の作業時間は、人工張り芝が最も早く、次いでリュウノヒゲとなり、芝生が最も時間を要したが、浸食防止効果は何れの資材とも有効であった。

このことから、法面高2.0m程度の石積み階段畑に幅員1.8~2.0mの園内道を敷設する方法として検討した3工法とも発生する石材を園外に持ち出すことなく施工することが可能であった。

とくに(イ)工法並びに(ロ)工法の道路100m当たり工事費は土砂流亡防止を含めて6万円程度の比較的安価な経費で行えることがわかった。

また、園内道の敷設に伴う樹冠の切り詰めによって樹容積は施工前の76%に縮小するが、収量の減少は少なかった。

第11表 園内道施工方法と労力

工法	バックホー 作業時間	人力作 業時間	合計
イ	7:22	8:22	15:44
ロ	7:57	14:44	22:41
ハ	18:18	63:03	81:21

a) 単位=時間:分

第12表 園内道工法と経費

工法	バックホー 借上料	オペレーター 賃金	作業者 賃金	油代 (83円/ℓ)	合計
イ	15,000	15,000	16,000	1,200	47,200
ロ	15,000	15,000	24,000	1,260	55,260
ハ	45,000	45,000	88,000	1,510	179,510

a) 経費=園内道100m当たりで算出(単位:円)

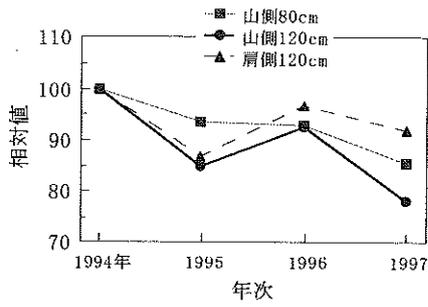
b) 燃料費=軽油@¥83/ℓで算出

(2) 作業道敷設

C園(河内町:上村氏)における作業道の敷設工事において山側80cm工区で30cm、山側120cm工区で70cm、肩側120cm工区で50cmの幅に樹側面の切り詰めを作業道に添って行うことで樹冠が6~15%縮小した。

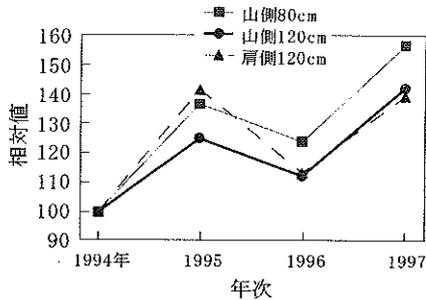
施工前年に収量が少なかったこともあって、施工した1995年から1997年までの収量は増加し、とくに1997年は着果数が多くやや小玉となったが豊作であった。

作業道設置による収穫時間の短縮効果は山側幅員120cm工区で効果が高く、作業道を山側に設けた方が作業性に優れることがわかった。



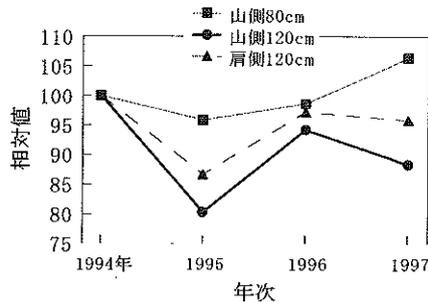
設置前の1996年を100とした相対値

第2図 作業道設置による樹冠容積の変化



設置前の1996年を100とした相対値

第3図 作業道設置による収量の変化



設置前の1996年を100とした相対値

第4図 作業道設置による100果当たり収穫時間の変化

3) 園地改造の効果

(1) 病虫害防除作業の改善

園内道敷設工事の工法を検討したB園(河内町:内田氏)においてSSによる薬剤散布試験を行った結果、作業時間は準備を含めて50aの園全体を約45分で終了し、これまでの手散布(約6時間)に比べ大幅に短縮された。

薬液の付着は一般的に行われるSSの両側から薬液吹き出しを行う散布では、園内道から畑面までの高さが大きい場所の樹の園内道に面しない樹冠の葉裏で、防除効果に影響しない程度に付着の少ない部分があった以外は全ての試験紙で良好に薬液が付着した。

しかし、園の外周から行う片側散布では、園の下方か

らの散布で法面高が高くなるほど付着程度が低くなった。このため、この部分を散布する場合は付着促進のために走行速度を遅くして投下薬量を増加する必要があると考えられた。



写真1 改造園におけるスピードスプレーヤによる農薬散布

第13-1表 園内道工法とSS散布薬液付着程度(両面散布)

工区	樹冠 部位	葉 表				葉 裏								
		E	W	S	N	内1	内2	E	W	S	N	内1	内2	
A	上部	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
	中部	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
	下部	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
B	上部	・	・	・	・	+	・	・	・	・	・	・	・	・
	中部	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
	下部	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
C	上部	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
	中部	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・
	下部	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・	・

a) 付着度6以上を・、5~6を+、5未満を*で表す。

b) (内1)は、樹冠外周より20cmの部位、(内2)は、40cmの部位における付着量。

第13-2表 園内道工法とSS散布薬液付着程度(片側(吹き上げ)散布)

工区	樹冠 部位	葉 表				葉 裏								
		E	W	S	N	内1	内2	E	W	S	N	内1	内2	
A	上部	・	・	・	・	+	+	・	・	・	・	*	・	・
	中部	・	・	・	*	・	・	・	+	・	*	・	・	・
	下部	・	・	・	+	・	・	・	・	・	・	・	・	+
B	上部	・	・	・	・	+	・	・	・	・	*	・	*	・
	中部	+	・	・	+	+	+	・	+	・	・	・	・	・
	下部	・	・	・	+	・	・	・	・	・	・	・	・	・
C	上部	+	・	・	・	+	+	・	・	・	*	・	*	・
	中部	・	+	・	・	+	・	・	・	・	*	・	+	・
	下部	・	・	・	+	+	・	・	・	・	*	・	・	・

a) 付着度6以上を・、5~6を+、5未満を*で表す。

b) (内1)は、樹冠外周より20cmの部位、(内2)は、40cmの部位における付着量。

1997年10月に、果樹研究所内に設置した幅員80cmと120cmの作業道において小型風筒式防除機（タンク容量300ℓ型）によって農薬散布作業を行った結果、散布のための作業時間は10a当たり300ℓ散布区で35分、400ℓ散布区で47分、500ℓ散布区52分であった。

薬液の付着状況は500ℓ/10a散布では葉の表裏とも良好に付着し、400ℓ散布区および300ℓ散布区では作業道に近い樹冠下部で付着量の少ない部分が多くなった。このことから、小型風筒式防除機による防除では散布ムラが出来ないようにこの部分の散布をていねいに行う必要があった。

第14表 小型風筒式防除機の散布液量と薬液付着程度

10a 当たり 散布量	調査 部位	樹冠外部				樹冠内部				
		E	W	S	N	E	W	S	N	
300ℓ	上部	・	・	+	+	・	+	・	+	・
	中部	・	・	・	・	・	・	・	・	・
	下部	・	+	+	*	+	+	+	・	・
400ℓ	上部	・	・	+	・	・	・	・	・	・
	中部	・	・	・	+	・	・	+	・	・
	下部	・	・	・	*	・	・	*	*	・
500ℓ	上部	・	・	・	・	・	・	・	・	・
	中部	・	・	・	・	・	・	・	・	・
	下部	・	・	・	・	+	・	・	・	・

a) 散布は、上部と下部の作業道(南北)から散布

1995年9月19日に、C園（河内町：上村氏）のスプリンクラ防除施設を用いて10a当たり400ℓ、600ℓ、800ℓの薬液散布を行い、薬液の付着程度を調査した結果、400ℓ散布では葉表の付着程度は十分であったが、葉裏では800ℓ散布でも付着程度は低かった。

スプリンクラ防除における散布薬量と防除効果については葉の1/3以上に薬液が付着していればミカンハダニに対する安定的な防除効果が得られ、病害防除では樹冠表面に均一な付着で防除効果がある^{5) 6) 7)}と考えられている。今回の散布試験においてもこの報告と同様な薬液付着となり、病害防除で400～600ℓ/10a、害虫防除では600～800ℓが必要であった。

第15表 スプリンクラ散布と薬液付着（両面散布）

散布量	樹冠 部位	葉 表				葉 裏							
		E	W	S	N	内1	内2	E	W	S	N	内1	内2
400ℓ /10a	上部	・	・	・	・	・	・	*	*	*	*	*	*
	中部	・	・	・	・	・	・	*	*	*	*	*	*
	下部	+	・	・	+	・	・	*	*	*	*	*	*
600ℓ /10a	上部	・	・	・	・	・	+	*	*	*	*	*	*
	中部	・	・	・	・	・	・	*	*	*	*	*	*
	下部	・	・	・	・	+	・	*	*	*	*	*	*
800ℓ /10a	上部	・	・	・	・	・	・	*	*	*	*	*	*
	中部	・	・	・	・	・	*	*	*	*	*	*	*
	下部	・	・	・	・	・	*	*	*	*	*	*	*

a) 付着度6以上を・、5～6を+、5未満を*で表す。
b) (内1)は、樹冠外周より20cmの部位、(内2)は、40cmの部位における付着量。

2) 収穫運搬作業の軽減

作業道敷設による運搬作業の軽労働化を調べるためC園（河内町：上村氏）の作業道（幅員120cm）で男性2名（37才、19才）による手押し一輪車運搬と抱え運搬における作業時間と心拍数の変化を調査し、未設置園における運搬作業とを比較した。

その結果、作業時の心拍数の増加指数はいずれの作業とも同程度となり、作業強度の変化は小さかった。しかし、作業道の設置により作業時間は人手による抱え運搬で44.7%、一輪車運搬で72%が短縮された。

第16表 作業道設置と運搬作業の軽労働化

運搬方法	運搬時間	時間短縮率	心拍増加指数
人力抱え	15分20秒	44.4%	1.28
手押し一輪車	7分45秒	72.0%	1.29

- a) 作業道無設置園の人力作業時間：27分33秒
- b) 運搬量：ミカンコテナ(20kg)18個、運搬距離25m
- c) 手押し一輪車では、一度にコテナ3個（60kg）づつ運搬

1995年11月に果樹研究所内の幅員80cmと120cmの作業道において、ミカンの果実20kgを詰めたコテナ8個（160kg）を30m動かす作業を小型運搬機使用と人手によって行ったときの心拍数の変化と作業時間を調査した。

その結果、心拍数の変化についてはC園（河内町：上村氏）での結果と同様に両作業方法とも同程度の変化となった。一方、作業時間は幅員80cmの作業道では、無設置に比べ人手運搬で18.6%、小型運搬車で37.8%短縮された。また、幅員120cmの作業道の運搬作業でも

作業時間が短縮され、とくに小型運搬車では52.2%の省力化となった。

以上のことから、ミカン園内に作業道を敷設することで作業強度の変化は少ないが、運搬作業時間は明らかに短縮され、一輪車や運搬車を利用することでさらに省力化されることが明らかになった。

第17表 作業道幅員と果実運搬作業時間

幅員	運搬方法	1回	
		当たり 運搬量	運搬時間(対比)
		cm	kg
120	小型運搬車	160	9分3秒(52.2)
80	小型運搬車	120	10分51秒(62.5)
80	手押一輪車	40	9分46秒(56.3)
80	抱え運搬	20	13分46秒(79.3)
未設置	抱え運搬	20	17分21秒(100)

- a) (対比)は無設置の抱え運搬時間を100とした値
- b) 無設置区のでは、枝が0~20cm 重なり合う状態
- c) 運搬車及び一輪車の運搬時間は積み下ろしの時間を含む

3 営農モデルの作成と現地実証

1) 営農モデルの類型化

階段畑カンキツ園における省力機械化生産技術体系の生産現場への普及するため、園の立地条件や品種構成、経営規模によって省力機械化の方向を営農モデルを作成した。

営農モデル作成においては園の傾斜程度により、傾斜15度以下の園では園内道SS方式。傾斜15~25度では風筒式防除機等による作業道方式、傾斜25度以上ではスプリンクラ防除敷設による作業道方式の3形態とした。

品種構成は石積み階段畑園では温州ミカン(極早生温州、早生温州、普通温州)を主品目とし、余剰労働力が発生する場合は中晩柑の”不知火”施設栽培を組み入れた。

作成した営農モデルの対照として経営面積2.5haについて統計調査による生産費調査(1995年)から試算した数値と比較した。

営農モデルの設定要件は「熊本県果樹農業振興計画書」に添って、自家労力2.5人、1経営体当たり年間労働4,000時間、所得800万円以上を目標とし、農繁期だけに労力雇用を行う自己完結型経営とした。

第18表 営農モデル類型

タイプ	SS営農		スプリンクラ-営農	
経営形態	温州ミカン単作		温州ミカン単作	
品 種	面積 a	収量 kg/10a	面積 a	収量 kg/10a
極早生	130	2,900	100	3,000
早 生	150	3,400	120	3,500
普 通	120	3,400	100	3,500
計	290		320	
立地条件 園内道	傾斜15度以下 1.8~2.0m		傾斜25度以上 0.8~1.0m	
労働力 総労働時間 (うち雇用)	2.5人 5392.2 (1736.9)		2.5人 4682.6 (589.8)	
機械装備	オートスプレー 軽トラック 搭載型肥料散布機		スプリンクラ 小型運搬機	
経営の 特色	施肥、防除、 運搬の省力 軽労働化		防除、運搬の省力 軽労働化	
目標所得	800 ~ 1,000 (万円)			

(1) 園内道SS方式

傾斜15度以下の園地に適応可能な園内道105m/10a、厚さ10cm コンクリート製を敷設し、SS、軽トラック等の中型機械を導入した温州ミカン専業経営モデル(タイプI)である。

現行体系に比較すると10a当りの労働時間は30%程度が削減され、経営面積を現行の2.5haから4.0haに規模拡大が可能となり、農家所得765万(所得率46.4%)が見込まれると試算した。

(2) 小型省力機械方式

園内道の敷設が困難な傾斜15~25度の園地に適応可能な幅員1.2mの作業道100m/10aを敷設し、小型風筒式防除機、多目的運搬機を導入した温州ミカン専業経営モデル(タイプII)である。

この体系では10a当たり15~26%の労働時間が削減され、経営面積が現行の2.5haから3.1haに拡大することが可能で農家所得747万(所得率55.4%)が見込まれると試算した。

上記と同じ園地形態において余剰労力により新中晩生カンキツ「不知火」の簡易被覆栽培30aを組み入れたモデル(タイプIII)では農家所得862万(所得率58.4%)が見込まれと試算した。

(3) スプリンクラ防除方式

傾斜25度以上の急傾斜地に適応可能な幅員0.8~1.0mの作業道とスプリンクラ防除施設を敷設した温州ミカ

ン専業経営モデル（タイプIV）である。この体系では10a 当り労働時間が18～28%削減され、経営面積を現行の2.5ha から3.2ha に規模拡大できるため農家所得756万（所得率54.1%）が見込まれる。

2) 省力化技術の現地実証

(1) 小型機械化生産体系の現地実証

現地実証（C園）における年間労働時間は作業道設置前に比べ9.8%削減された。しかし、年間労働時間につ

いては実証園で174.0時間/10a、対照園で172.1時間/10a となり同等であった。この様に労働時間に差がないのは実証園では品質向上等を徹底するため投下労働時間が多かったためである。なお、低樹高化や作業道設置による小型機械化体系を行うことで作業効率が向上し、高品質果実生産のための管理作業がさらに徹底したため、生産量が多く果実品質も良好であったことから所得率は79%と極めて高くなった。

第19表 実証園の作業項目別労働時間

園	整枝 剪定	施肥	中耕 除草	防除	摘果	品質 向上	収穫 調整	運搬 運搬	選別 出荷	園地 管理	その他	計
A園	8.7	9.4	9.2	9.7	25.5	0.7	54.3	4.6	29.3	9.5	7.8	168.5
B園	5.1	5.0	10.6	3.0	9.3	0.0	82.7	0.9	26.5	0.3	0.4	143.9
C園	9.7	1.3	1.9	4.2	21.9	0.0	73.4	4.1	15.0	0.2	0.6	132.3

a) 調査年：1995～1997年(10a 当たり)

第20表 実証園の機械使用時間

園	運搬機	トラック	草刈機	動噴	モルセル	他	計	導入機械 利用率
実証園	1.0	5.0	1.5	7.1	0.0	3.0	17.6	10.1
対照園	5.0	5.2	3.8	14.7	0.0	0.0	28.8	16.7

a) 調査年：1995～1997年(10a 当たり)

b) 導入機械使用率(%) = 作業別労働時間 / 導入機械使用時間

第21表 実証園の経営評価

項目	実証園	対照園
販売量	4,929	4,109
単価	166	102
①粗収入	871,304	418,801
②生産費	263,457	275,174
③家族労賃	94,012	106,347
農業所得 (①-②+③)	647,859	249,974
所得率	79	60

a) 単位：円、kg、時間

b) 調査年：1995～1997年(10a 当たり)

IV 摘要

熊本県の階段畑カンキツ園では急傾斜地が多いことから、省力機械を導入して栽培管理が行える園が少ない。

このため、省力機械化の実態把握とともに省力化に向けた樹形改造および効率的な園地改造法を検討し、省力機械化生産技術として類型別省力機械化生産モデルの検討とその1形態について現地実証試験を行った。

1 県下カンキツ園の省力機械導入園の園地改造事例調査の結果、1.8m程度の作業道の設置により、労働時間は23.2%削減された。また、作業道の設置事例調査の結果、0.8～1.2mの作業道により、防除や運搬労力は24.7%削減された。

2 温州ミカンの樹高を2.5m以下の低樹高化する方法としては、2本主枝盃状形への改造が摘果や収穫時間

の短縮効果が大きく、果実も均質化した。

- 3 段幅4mの石積み階段畑の山側に1.2mの作業道を設置した場合、収量への影響は少なく、作業時間は50%削減された。
- 4 石積み階段畑ミカン園の法面約2mの園において、1.8~2.0mの園内道を設置する場合の設置経費は100m当たり6万円で、石を園外に運び出すことなく比較的簡単にできた。
- 4 作業道設置後に安定した効果を得るための薬剤散布量は自在型スプリンクラーで600ℓ~800ℓ/10a、小型風筒式防除機で500ℓ/10a、スピードスプレーヤーで300ℓ/10aであった。

謝辞 本研究の実施においては現地実証ほ場を提供していただいた熊本市河内町の上村英哉氏を始め県内多くのミカン農家から試験ほ場の提供、作業日誌の記録に多大なるご協力を賜った。また、現地調査等においては農業改良普及センター、農業協同組合、市町村の方々に多大な御協力を賜った。

研究の推進と論文作成においては農学博士河瀬憲二先生(熊本県農業研究センター特別研究員)から多大のご指導を戴いたいただいた。

ここに深甚の謝意を表す。

V 引用文献

- 1) 宮崎昌宏: 歩行型封筒式防除機 農業機械学誌59(1): 137~138 (1997)
- 2) 濱口壽幸: カンキツ園の園地改造による防除作業と運搬作業の労力軽減 九州農業の新技術10: 111~115 (1997)
- 3) 一瀬 至: 温州ミカンの樹高と採集能率 果実日本26(12): 54~56 (1971)
- 4) 佐賀県果樹試験場: 温州ミカンの作業道設置に伴う縮抜による減収割合 九州農業研究成果情報13(上巻): 215~216
- 5) 竹中 肇: スプリンクラーによる害虫防除とその効果 -みかんおよび茶について- 農業および園45(11): 1624~1630 (1970)
- 6) 橋本和光・前田重義: ミカン園における簡易スプリンクラーの防除効果 山口農試研報32: 49~56 (1980)
- 7) 山下重義ら: カンキツ園におけるスプリンクラーの散液特性ならびに装置化に関する研究 和歌山果研報4: 28~53 (1976, 5)

The method of labor-saving mechanized techniques production in hillside citrus orchard of the tree form reconstruction and orchard form reconstruction

Minoru MISTUTA , Akira ISOBE , Kuniya KITAZONO , Hidefumi HIRAYAMA ,
Hitoshi SAKAMOTO , Kensuke FUJITA and Hideo SAKAKI

Summary

The terraced orchard in Kumamoto prefecture have difficulty introduced broadly on the medium-type machine for a lot of steep incline. Therefore, we investigated on the introduced method mechanized production system induced small machine, exactly research on actual condition of labor-saving, reconstructed method on orchard, mechanized production on labor-saving technique, and mechanized production model by classified incline.

As a result of investigated reconstructing of orchard for mechanized production, the 1.8m degree operational road for the medium-type machine was a cut in 23% labor-saving times, and 27.4% by 0.8~1.2m easy road. Method of the 2.5 adult tree form on satsuma mandarin was desirable 2 primary scaffold branches of vase form training on labor-saving and quality of fruits, but a little low yield. Labor-saving times by arrangement mode of 1.2m operational road to the hill side was a cut in 50% in addition to a little low yield.

Arrangement expenses of the 1.8~2.0m operational road in terraced orchard of 4m breadth and 2m height was 6 ten thousands per 100m, have not to do out put of orchard on the stone wall. After the mechanized mode of operational road, aptitude quantity of the sprinkle medicines by the freely sprinkler was 600 l per 10a, in the case of the sprinkle medicines machine by wind pressure was 500 l, and by the speed-sprayer was 300 l. Introduced of the 'Shiranui' orchard in Satsuma mandarin management dispersed on labor and increased on profit by management. Actual proof orchard of the terraced 'Okitsu-wase' orchard was established prepare for operational road, alteration of adult tree form and labor-saving machines at Kumamoto city, and was proved the production system of citrus by open culture and vinyl roofing culture at Shiranui-machi. The beginning these results, we made 4 types mechanized production systems of citrus in terraced orchard for labor-saving, namely by system types of the sprinkler, small-type machines, small-type machines + late maturing variety and medium-type machines.

Keyword : Satsuma mandarin, hillside citrus orchard, orchard form reconstruction, mechanized