園地改良と小型機械化体系導入による 急傾斜地カンキツ園の軽作業化及び省力化

宮崎昌宏*・高辻豊二**・山本 博***・猪之奥康治*・関野幸二*・石束宣明*・田中宏明*

Reducing Hours and Hardness of Works in Steep Sloping Citrus Orchards
by Construction of Farm Paths and a Small Machinery System

Masahiro MIYAZAKI*, Toyoji TAKATSUJI**, Hiroshi YAMAMOTO***, Koji INOOKU*,
Koji SEKINO*, Noriaki ISHIZUKA* and Hiroaki TANAKA*

1 緒 言

我が国のカンキツ園は、約半数が傾斜度15度以上の急傾斜地に立地している。急傾斜地園は、排水・日照・風通しが良好で、寒害に強いなど高品質なカンキツ生産に適しているものの、土地基盤の整備はほとんど行われておらず、作業者が通る程度の空間が確保されているにすぎない。このため機械化が立ち後れ、生産者は重労働を余儀なくされている。しかも果実価格の低迷に加えて、生産者の高齢化、後継者不足が進行し、平成7年の温州ミカン栽培農家数が平成2年に比較して2万5千戸(17.8%)減少する(農林水産省果樹花き課1997)など、急傾斜地園を中心に農家数は減少傾向にある。

このような状況から、産地では楽に作業ができ、しかも後継者に魅力ある果樹園経営を実現する急傾斜地カンキツ園の機械化が強く求められている。

傾斜地園の機械化を進めるには、作業機が走行できる空間の確保が前提となる。作業空間の確保には園内作業道の整備が不可欠である。

比較的傾斜のゆるいカンキツ園では、園内に道幅の広い園内作業道を造成して、乗用形のスピードスプレーヤや高所作業車等の導入が可能である。しかし、地形が複雑で区画の小さい急傾斜地カンキツ園では、十分な道幅を持った園内作業道の造成に多額の費用を必要とするうえ、法面段差が高くなり、摘果・果実採取などの作業がしづらくなることや降雨による土壌浸食の問題も生じてくる。さらに急傾斜地帯では経営規模の小さい農家が多く、高価な大型機械の導入は過剰投資をまねく恐れがある。

そこで、我々は、生産者自らが低コストで施工できる狭幅な園内作業道による園地改良技術(岡崎ら1998)と、狭幅園内作業道で稼働できる各種小型作業機(宮崎1995、宮崎1997)の開発を行うことにより、急傾斜地カンキツ園の機械化を目指した。

本報告では愛媛県北宇和郡吉田町の急傾斜地カンキツ園に、開発した園地改良技術と小型機械を核とする作業体系を導入し、その適用性及び作業特性を明らかにすることで、軽作業化及び省力化効果を明確にし、本技術普及のための指針を示すこととした。

平成10年11月15日受付

平成11年6月18日受理

* 四国農業試験場 〒765-0053 香川県善通寺市生野町2575

Shikoku National Agricultural Experiment Station 2575Zentsuji, Kagawa 765-0053, Japan

** 果樹試験場カキ・ブドウ支場 〒729-2494 広島県豊田郡安芸津町338-1

National Institute of Fruit Tree Science, Persimmon and Grape Research Center 338-1 Akitsu, Toyota, Hiroshima 729-2402, Japan

*** 草地試験場山地支場 〒389-0201 長野県北佐久郡御代田町大字塩野375-1

National Grassland Research Institute, Mountainous Region Branch, Miyota, Kitasaku, Nagano 389-0201, Japan

2 対象とした急傾斜地カンキツ園の概況と園地改良

1) 導入対象園の概況

導入対象園のある愛媛県吉田町は、愛媛県の西南部に位置し、わが国を代表するカンキツ生産地である。開発技術を導入する園は吉田町のI農家が所有する温州ミカン園（I園とする）であり、尾根筋に位置する100aの斜面畑である。園内の傾斜程度は、傾斜15度以上25度未満が約80%、傾斜25度以上が約20%の急傾斜地園である。園内作業道施工以前には園地の外周に農道が設置され、比較的傾斜の緩い園内にはトラックが進入できる幅約2mの園内道が約30m間隔に造成されていた。さらに傾斜度が30度以上の区画にはモノレールが敷設されていた。

栽培品種は極早生温州から伊予柑まで多様であるが、主力は中生温州の「南柑20号」である。樹齢は25年生であり、平均樹高2.5m、平均樹幅2.8m、樹列間の距離3.5mである。

経営規模は、導入園やハウスミカン40aを含む300aであり、労働力は基幹的労働力2名（経営主と妻）、補助労働力2名（母と父）の計4名である。収穫時には雇用労働力が若干加わる。

2) 園地改良

対象園の改良は次のようにして実施した。

(1) 施工内容

園内作業道は、道幅は狭くても路面を舗装処理することによって、作業機の安定走行を確保した。道路配置は、肋骨形、Uターン形、亀の甲形など（竹内ら1976）があるが、施工労力の面から等高線方向の作業道と農道あるいは園内道を上下方向の連絡道で結ぶ肋骨形を採用した（図1）。

施工には機体質量1.5tの小型バックホーとチェンソーを用い、連絡道は道幅1.3m、縦断勾配15度以下となるようにし、作業道は道幅1.0～1.2mで1樹列おきに設置した。さらに作業道の末端には、作業機がUターンできる直径2mの旋回部を設け、作業道に排水路の機能を持たせるため、作業道の山側を谷側より低くした。

連絡道の舗装には斜面での施工がしやすいコンクリート舗装を適用した。長い作業道には資材費を抑えるため、原土にセメントと土壌凝固剤を混合して現場で水練りを行う簡易舗装（岡崎ら1998）を施した。コンクリート舗装時には、歩行形運搬車（積載量500kg）でコンクリートを運搬した。簡易舗装時

図1 園内作業道の肋骨形配置

には、舗装資材の運搬に歩行形運搬車（積載量500kg）、舗装資材と原土の混合・水練りに中耕管理機（2.5kW）あるいは小型トラクタ（9.5kW、ロータリ幅1.0m）、散水には動力噴霧機（3.2kW）を用いた。

(2) 施工状況

園内作業道の施工は1994年から3年間、4期に分けて、四国農業試験場の職員、園主、JA宇和青果の職員で行った。園内作業道の設置状況を写真1に、施工状況を表1に示す。第3期工事区は区画幅が30mと狭いため、連絡道を設けず作業道を直接農道に接続した。第4期工事区では、老木樹を伐採して

写真1 園内作業道の設置状況
（1996年5月撮影）

表1 園内作業道の施工状況

栽培状況	樹列間距離3.5m, 樹高2.5m, 樹幅2.8m			
施工内容 園内作業道 連絡道 作業道 給水施設	肋骨形配置, 作業道は2樹列おきに設置 道幅1.3m, 縦断勾配15度以下, コンクリート舗装 道幅1.0～1.2m, 排水路兼用型, 簡易舗装 4t貯水槽			
工事区 施工年月	第1期 1994.1	第2期 1995.1	第3期 1995.5	第4期 1996.3,6
傾斜度 (度)	20～25	18～25	15～20	20～40
受益面積 (a)	20	40	10	30
間伐本数/栽植本数	16/142	24/372	0/63	—
間伐率 (%)	11.3	6.5	0	—
園内作業道総延長 (m)	240	461	109	444
連絡道 (m)	40	69	0	167
作業道 (m)	200	392	109	277
路線密度 (m/10a)	120	115	109	148
占有面積率 (%)	12	12	11	18

園内作業道を開設した。

園地は樹列間の距離が3.5m, 樹幅が2.8mであるため, 図2に示すように, 樹木の切り込み縮伐のみで作業道を開設することができた。連絡道と旋回部の開設には間伐が必要となったが, 間伐本数は全体の6.5～11.3%と少なかった。

傾斜25度未満の区画では, 小型バックホーによる園内作業道の掘削・整形が平均20m/hの能率で円滑に行えた。しかし, 傾斜度が25度以上の区画では掘削量が増大し, しかも連絡道の屈曲点が多くなるた

図2 作業道の開設状況

め能率は13m/h程度に低下した。工事の安全性からみて, 本施工内容が適用できるのは, 傾斜25度未満の園地と判断された。

簡易舗装に要する労力は5人の組作業で100m²当たり4～6時間であった。コンクリートによる舗装工事は簡易舗装工事より楽であるが, コンクリートの運搬に多くの時間を要し, 全体の所要労力は簡易舗装と同じであった。

園内作業道の路線密度及び占有率は, 傾斜度が急になるほど連絡道の路線長が長くなるため増加する。傾斜度が20度以上25度未満の区画では, 路線密度が120m/10a, 占有率が12%となり, 傾斜度が20度以上40度未満の区画ではそれぞれ148m/10a, 18%となった。

なお, 園地改良後は園内作業道による機械作業が円滑に行われており, 当改良技術の現地適応性が実証されている。

3 導入した作業体系

導入した小型作業機の諸元を表2に示す。表2の肩掛式刈払機と背負式微量噴霧機を除く走行車両は, 機体幅が1m以下で登坂性能に優れ小回りの効く歩行形クローラ車を基本とした。導入した作業体系のうち, 摘果, 果実採取, 剪定作業は手作業で

表2 導入した小型作業機の諸元

作業名	作業機	機体寸法(mm)			質量 (kg)	エンジン	積載量	能率 (a/h)
		全長	全幅	全高				
施肥	肥料側方散布装置	1930	900	1420	485	3.3・1.5 kW	100 l	45
草刈り	肩掛式刈払機	1830	520	375	5.7	25.6 ml	—	6
除草剤散布	背負式微量噴霧機	269	176	394	3.2	バッテリー	3 l	17
病虫害防除	風筒式防除機	1980	880	1530	510	4.9・3.3 kW	300 l	15
収穫	歩行形運搬車	1930	675	1110	260	3.3 kW	500 kg	—

注 1) 肥料側方散布装置は歩行形運搬車搭載型。

2) 歩行形運搬車は荷台昇降装置付き：荷揚げ高さ1130mm。

ある。

除草作業のうち草刈り作業については、当初歩行自走式草刈機（エンジン1.8kW、ロータリ刃、刈幅30cm）を検討したが、樹冠下での小回りが効かない、斜面で横滑りするため操作が難しい、地表面の凹凸への追従性が劣り刈取り後の草丈が不揃いになるなどの欠点が明らかになったため、刈払機を用いることとした。除草剤散布には、薬剤が調合済みで散布量が3l/10aと少ない軽量の背負式微量噴霧機を採用した。

施肥作業には、粒状及びペレット状肥料を樹冠下へ送風散布できるように開発した肥料側方散布装置（宮崎1997）を用いた（写真2）。肥料ホッパー容量は100lで、吐出量は最大25kg/min、最大散布幅4.6m、作業能率45a/hであった。なお、本装置は、荷台が昇降する歩行形運搬車に搭載することで散布作業機として用いることができるものであり、散布装置を取り外すことで収穫時の果実の運搬車となる。

病虫害防除（以下、防除）作業については、薬液の散布方向が調節でき、しかも自動振り散布ができ

るように開発した風筒式防除機（宮崎1995）を用いた（写真3）。薬液タンク容量は300l、噴霧量16l/min、作業能率15a/hであった。

収穫作業は果実採取と運搬作業とからなり、果実採取には収穫かごを、運搬にはコンテナを用いた。収穫かご一杯（約10kg）になると、樹木に隣接させた歩行形運搬車の荷台に置いたコンテナへ果実を移し、運搬車の積載量が120kg（約6コンテナ分）になると待機しているトラックへ移動運搬した。トラックへの積み込みは写真4に示すように、トラックの荷台高さまで歩行形運搬車の荷台をリフトさせ、コンテナを滑らせて積み込む方法で行った。

4 導入技術の作業特性と評価

小型機械を中心とする作業体系（以下小型機械化体系とよぶ）の作業特性を明らかにするため、労働強度と作業時間について、I園で行われている慣行作業体系と比較検討した。なお、小型機械化体系はI園の園地改良が終了した区画（100a）、慣行作業体系はI園に残る未改良区画（25a）に対して適用

写真2 肥料側方散布機

写真3 風筒式防除機

写真4 トラックへの積み替え作業

した。

1) 作業体系の比較

慣行作業体系の作業方法で小型機械化体系と異なるのは、施肥、除草剤散布、防除、収穫運搬作業である。慣行作業の施肥は肥料袋を抱え運搬しながらの手散布であった。除草剤散布は背負式噴霧機（タンク容量15l）を用いた。防除作業は、トラックの荷台に積んだ動力噴霧機と1000lの薬液タンク及びホースを利用した手散布で行った。収穫運搬では、収穫した果実をコンテナに入れ、人力で園内道に待機しているトラックあるいはモノレール上の単軌条運搬機まで運搬して園外に搬出した。人力による運搬距離は最大で30mであった。

2) 労働強度

小型機械化体系と慣行作業体系の作業別の労働強度を表3に示した。なお労働強度は、作業者の作業

時と安静時の心拍数を測定し、その比率である心拍数増加率から区分し、増加率が0～30%を軽労働、30～50%を中労働、50～90%を強労働とした（鶴崎1983）。作業時心拍数の測定時間は1時間以上とし、測定時間中の平均値と最大値を求めた。作業者は各作業機の操作に熟練しているI園主（44才、身長168cm、体重63kg）であり、心拍数の測定には携帯用心拍記憶装置（測定器：ヴァイン社製VHM1-016）を用いた。

小型機械化体系の摘果及び剪定作業におけるオペレータの心拍数は、慣行作業と同様な値を示し、労働強度は剪定作業が中労働、摘果作業が軽労働の区分となった。これは両作業体系とも、摘果及び剪定作業の大部分が樹冠下の斜面で行われており、園地改良による労働強度への影響が少なかったためと考えられる。

施肥作業において、慣行では肥料袋の抱え運搬と中腰姿勢による手散布の動作が作業者の心拍数を高め、労働強度は強労働の区分であったが、小型機械化体系の施肥作業は、肥料側方散布機による機械散布であり、オペレータの心拍数増加率は36%の中労働になった。

草刈り作業については、足場が確保される園内作業道周辺の作業者の心拍数が低く、これが影響して慣行作業の強労働に対して本体系の労働強度は中労働に改善された。

除草剤散布作業は、作業時心拍数の平均、最大値とも慣行作業より小さく、労働強度は軽労働に区分された。これは園内作業道周辺での作業姿勢の改善

表3 小型機械化体系と慣行作業体系の労働強度

作業名	測定日	小型機械化体系				慣行作業体系			
		心拍数 (拍/分) 平均 最大		心拍数 増加率 (%)	労働 強度	心拍数 (拍/分) 平均 最大		心拍数 増加率 (%)	労働 強度
剪 定	'96. 2. 23	101	114	33	中	102	118	34	中
施 肥	'95. 6. 13	109	126	36	中	142	162	77	強
草 刈 り	'96. 7. 16	113	128	49	中	121	138	59	強
除草剤散布	'96. 7. 25	94	107	24	軽	104	126	37	中
摘 果	'95. 7. 26	96	111	27	軽	96	115	27	軽
病虫害防除	'95. 10. 20	106	122	39	中	135	141	69	強
収 穫	'95. 11. 21	92	114	28	軽	105	132	48	中

注 1) 散布量：施肥120kg/10a，機械化区の除草剤散布3l/10a，慣行区の除草剤散布15l/10a，防除500l/10a

2) 心拍数増加率(%) = $\{(\text{作業時心拍数} - \text{安静時心拍数}) / (\text{安静時心拍数})\} \times 100$

と、使用した背負式微量噴霧機の機体重量が薬剤を含めても6kgと軽いことによった。

慣行の防除作業は、ホースを保持して斜面を歩く過酷な作業であり、心拍数増加率は69%と高く、労働強度は強労働であったが、風筒式防除機による作業では、オペレータの心拍数増加率は39%であり中労働になった。

収穫作業は、果実採取と運搬を行うオペレータと果実採取のみを行う補助者の組作業で行われるが、労働強度はオペレータの方が大きいとみなされるので、オペレータのみについて測定した。慣行作業ではコンテナの抱え運搬とトラックへの積み込み動作が心拍数を高め、労働強度は中労働の区分になったのに比べ、小型機械化体系のオペレータの心拍数増加率は28%と低く、労働強度の区分は軽労働になった。

以上のように、小型機械化体系の導入により、慣行作業体系では強労働である防除、施肥、除草作業を中労働へ、また中労働の収穫作業と除草剤散布作業を軽労働へ軽減させ得ることが明らかになった。

3) 作業時間

小型機械化体系と慣行作業体系の作業別年間作業時間を表4に示す。なお作業時間は、園主に記帳依頼した作業日誌から集計し、1995年9月1日から1997年8月31日までの2年間の平均値を用いた。

小型機械化体系の整枝・剪定作業では、園内作業道の開設時に縮間伐を行うことで剪定作業量が減少するとともに、剪定枝の搬出などの処理がしやすく、慣行作業に比べて作業時間が42%減少した。また、

摘果量も減少し、摘果作業の作業時間は慣行作業に比べて29%減少した。

施肥作業では、肥料側方散布機の散布方向が一方向であるため移動時間が多く、慣行作業より作業時間が10%増加した。

除草作業では、園内作業道の舗装により除草面積が減少するとともに、作業姿勢の改善によって作業能率が向上し、作業時間は慣行作業に比べ28%減少した。

さらに防除作業では、風筒式防除機の作業能率が手散布よりも高いことに加え、一人作業が可能となるため、作業時間は慣行作業に比べて47%減少した。

歩行形運搬車を用いた収穫作業では、収穫果実の園外への搬出が省力化され、その分採果作業能率が向上し、慣行作業に比べて実時間で10a当たり16時間、割合では38%減少した。

以上より、小型機械化体系の年間作業時間は慣行作業体系と比較して、10a当たり45時間、割合では35%減少することが明らかになった。

4) 果実生産への影響

小型機械化体系の導入にあたって問題になるのは、園地改良に伴う縮間伐であるので、I園における4年間の年次別出荷量と果実単価を調査した結果を表5に示す。

本体系の導入による出荷量への影響を見るため、I園の位置する地区の平均と比較し、対地区比で示した。園内作業道の開設を行った94年と95年の対地区比は、それぞれ105%、135%とやや多い出荷量

表4 小型機械化体系と慣行作業体系の作業別年間作業時間

作業名	小型機械化体系 A (h/10a)	慣行作業体系 B (h/10a)	体系間の差 A - B (h/10a)
整枝・剪定	8.1	14.0	- 5.9(- 42.1%)
施肥	2.2	2.0	+ 0.2(+ 10.0%)
除草	8.3	11.5	- 3.2(- 27.8%)
防除	8.4	15.9	- 7.5(- 47.2%)
摘果	31.3	44.2	- 12.9(- 29.2%)
収穫	25.8	41.4	- 15.6(- 37.7%)
計	84.1	129.0	- 44.9(- 34.8%)

注 1) 作業時間は1995年9月～1997年8月までの2年間の平均値

2) () 内は慣行作業体系に対する小型機械化体系の増減率

表5 出荷量と果実単価の推移

年 次	1994	'95	'96	'97
出荷量 (kg/10a)	2,055	3,011	2,627	4,570
対地区比 (%)	105	135	152	158
果実単価 (円/kg)	233	153	272	70
対地区比 (%)	113	101	113	140

注) '94年1月および'95年1月に園内作業道開設
品種：'南柑20号'

に止まっていたが、園地改良が完了した96年と97年は2年続けて150%台と大幅な出荷量の増加をみた。97年の出荷量は10a当たり4.6tと明らかに標準的な値より高いことから、園内作業道導入後2年で生産量が回復したと判断することができる。このように早く回復できたのは、狭幅な園内作業道を2樹列おきに設置したため、縮間伐が少なかったことによると考えられる。

なお、カンキツは隔年結果性が強いいため、園地改良を果実の成り年に行うなどで、縮間伐に伴う生産量の減少を抑える工夫が必要である。

果実単価についても年次変動が大きい、I園の単価はいずれの年も地区平均より高い値であった。本地区の果実単価は全国的に上位であるが、それを上回る単価であることから、小型機械化体系の導入による品質低下はなく、従来の高品質な果実生産を維持し得るものと判断できる。さらに園主の観察では、園内作業道の舗装による排水促進や樹木への直達光や反射光の増加などによって、果実糖度及び果皮色の向上が認められている。

5 結 論

急傾斜地カンキツ園では、労力不足が深刻化しており、管理作業の機械化が強く求められている。しかしスピードスプレーヤなどの大型作業機の導入は、道幅の広い園内作業道を必要とし、園地改良に多額の費用がかかり、縮間伐も多くなることから生産量の減少も問題になる。しかし小型機械化体系の導入であれば、生産者自らが園地改良を行うことができ、生産量減少の心配も少ない。そのような利点から、香川県ではここで述べた園地改良を県の補助対象事業とし、既に約90haを施工している。

さらに改良園地へ小型機械化体系を導入することにより、従来の品質を維持しつつ、労働強度の軽減

と35%もの作業時間の削減を図ることが可能になった。特に年間10回程度必要とし、酷暑の中で噴霧用ホースとノズルを持って斜面を歩く防除作業が、作業道からの機械散布に改善され、しかも作業時間が削減されたことは、作業者の労働負担を大きく軽減した(石崎1996, 農林水産省四国農業試験場1997)。また、収穫した果実の運搬効率の向上は、人力作業に依存している収穫作業時間を大幅に削減し、現状の労力であっても適期を逃さず収穫できる面積を拡大させた。このことは、収穫作業労力の面から規模拡大が困難と判断していたI園主が、本体系導入後に約10a分の園地を購入したことからもうかがえる。

国内産果実は消費ニーズの多様化、輸入果実の増加などにより一層の高品質化が求められている。当技術は、高品質果実の生産適地である急傾斜地園の軽作業化と省力化を実現でき、産地の維持・活性化に貢献できるものと考えられる。

なお小型機械化体系の適用園地は、園内作業道の施工面から傾斜度25度未満の範囲に限られる。しかし生産地には傾斜度が25度以上の園地も多く、法面を石垣にした階段園もある。これらの園地では、モノレールと極狭幅な作業道との組み合わせによる機械化体系が適切と考えられ、今後検討されるべき課題であろう。

6 摘 要

急傾斜地カンキツ園の軽作業化及び省力化を目的として開発した園地改良技術と小型機械化体系を生産現場に導入し、その適応性と作業特性を明らかにした。

1) 急傾斜地園に舗装した道幅1.0～1.3m, 縦断勾配15度以下の園内作業道を肋骨形に設置する園地改良法を示すとともに、本園地改良は生産量を低下させないで施工できることを確認した。

2) 開発した歩行形クローラ車の風筒式防除機, リフト付き運搬車・肥料側方散布機を核とする小型機械化体系を改良園地へ導入することにより, 高品質果実生産を維持しつつ, 労働強度の軽減と作業時間の35%削減を実現することができた。

謝 辞

本研究は農林水産省の地域先導技術総合研究「傾斜地大規模カンキツ作における快適省力・高品質生産システムの確立」(平成5～9年)の一環として実施した。研究の推進に当たっては, カンキツ栽培農家の愛媛県北宇和郡吉田町の石崎英雄氏, JA宇和青果等の関係者に多大な助言・協力を得た。記して深甚の謝意を表する。

引用文献

- 1) 石崎英雄(1996): 急傾斜地みかん産地機械化栽培経営の展望, うわみかん, 31(3); 14-17
- 2) 宮崎昌宏(1995): 超小型風筒式防除機, 四国農業の新しい技術, 第3号; 19-24
- 3) 宮崎昌宏(1997): 傾斜地カンキツ園用搭載型肥料散布装置, 四国農業の新しい技術, 第5号; 13-16
- 4) 農林水産省農蚕園芸局果樹花き課(1997): 今後の果樹経営の発展に向けて, 果樹経営問題研究会報告書; 12-13
- 5) 農林水産省四国農業試験場(1997): 楽しくておいしいみかん作り, 技術紹介ビデオ(13分)
- 6) 岡崎紘一郎・宮崎昌宏・長崎裕司(1998): 傾斜地カンキツ園における園内作業道の簡易造成法, 農作業研究, 33(4); 213-219
- 7) 竹内 学・伊藤茂昭・古川嗣彦(1976): 傾斜地

みかん園における運搬作業の機械化 第1報
運搬車の傾斜地走行性能, 農作業研究, 25;
23-28

- 8) 鶴崎 孝(1983): 急傾斜カンキツ園における運搬労働, 愛媛大学農学部紀要, 28(1); 7-52

キーワード

急傾斜地カンキツ園, 園内作業道, 機械化, 小型作業機, 労働強度, 作業時間

Summary

We are proposing a new farm path system -rib pattern- and small machinery for steep sloping citrus orchards. They were very effective in reduction of hardness and hours of work.

1) The new farm path system for the small machines includes two kinds of path, a work path and a connection road with a width of 1.0 to 1.3 m. The connection roads acts as a backbone, while work paths are attached laterally to the backbone. To make sure that machines can travel safely along the paths, the surface of the paths should be paved and the gradient should be less than 15 degree. The improvement of the system didn't cause yield reduction in spite of some thinning of citrus trees.

2) An air-blast sprayer, a lift transporter and a side distributor were proposed for steep sloping orchards. We could cut works by 35% and reduce the hardness of works without decline the quality of fruits.

Key word

Steep Sloping Citrus Orchard, Farm Path, Mechanization, Small Machine, Hardness of Work, Working Hour