

果樹栽培機械化の現状と課題

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	長木, 司
巻/号	44巻12号
掲載ページ	p. 534-538
発行年月	1989年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



果樹栽培機械化の現状と課題

長 木 司

はじめに

我が国の果樹栽培は、生産額、土地利用、地域農業振興の面から、農業の基幹部門として重要な地位を占めている。しかしこれを取り巻く情勢は年々厳しくなっており、過剰基調による価格の低迷、外国産果実の輸入拡大、嗜好食品の多様化による消費量の伸び悩みなどの問題を抱えている。また多くの果樹生産地では高齢化と過疎化が進んでおり、後継者育成と労働力確保が大きな社会問題として取り上げられている。このような事態を打開するため、果実需給の安定、良質果実の生産、足腰の強い産地育成などが進められている¹⁾。

このような状況の中で果樹農業の健全な発展を支えるため機械化は極めて重要な課題であり、これに対する期待も大きくなっている。ここでは果樹栽培機械化の現状と課題について述べたい。

1. 果樹栽培機械化の現状

果樹栽培はその種類も多く、また園地の形態なども様々であり、大量に普及した機械は少ないが、利用される機械の種類は多い。ここでは作業別に分け、一般に利用されているもののほか、先進農家に利用されているものや開発段階のものについて説明を加えた。

(1) 地表面管理

果樹園における地表面管理は収量・品質を維持するための重要な作業である。管理方法としては、草生法、清耕法のほか敷草法があり、それぞれ土壌侵食防止、有機物補給、地温維持、雑草との養水分競合、所要労力などの面で特長と問題点を持っている²⁾。現実にはこれらの方法を時期及び部位別に組合わせた形で管理する 경우가多く、作業機として草生部分に草刈機が、清耕部分に対して中耕機が利用されている。しかし樹冠下については除草剤を施用する園地が増加しており、これの連用による影響が懸念されている。そのため樹冠下作業に適用性の高い作業機が注目されるようになっている。

1) 草刈機

果樹園で利用される草刈機には、刈払機、ロータリモア、フレールモアがある。また果樹園独特の草刈機

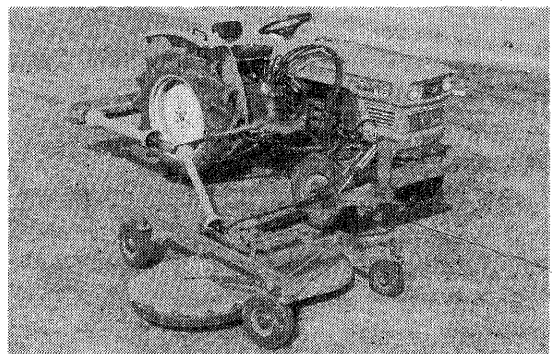
として、樹冠下の草刈りができる刈刃ケーシング回転式の幹周草刈機が開発されている。

①刈払機 刈払機は動力を持つ草刈機としては最も軽小型のもので、手軽に持ち運びができることから傾斜地や小区画の果樹園で利用される。最近ではチップ付、受刃式、往復動刃式の刈刃のほか、ナイロンなどの合成樹脂製のコードを刃として利用するものが増えている。

②ロータリモア ロータリモアは、水平に回転する板状の刈刃を持つ草刈機で、刈幅 60~90cm の歩行用が果樹園で広く使われている。作業能率は 10~15a/h と高いが、わい性台リンゴ園のように下枝の低い果樹では 30% 程度の未刈り部分が生じる。また乗用トラクタの後部に装着するものも利用されており、極めて高い作業能率を示すが、機体の背が高いため樹冠に阻害されやすく、未刈り部分も多い。そのため横方向に 40cm 程度オフセットできるものや、外側にもう一つ小さな刈刃を備え、これが障害物と接触した場合に回転するようになったものもある。

③フレールモア フレールモアはハンマーナイフモアとも呼ばれ、横軸への字型のフレール刃を取り付けたものである。ロータリモアに比べ不整地に強く、低くきれいに刈れる特長を持っているが、刃の枚数が多いため、その交換には多くの手間と経費を要する。ロータリモアと同程度の仕様のものが果樹園に導入されている。

④幹周草刈機 幹周草刈機は幹周辺の草刈りを能率的に行うことを目標に開発したもので、第 1 図にトラクタ用の例を示す。この特長は小判型の刈刃ケーシングが幹



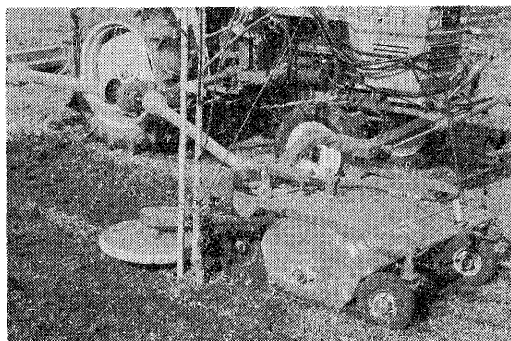
第 1 図 幹周草刈機 (生研機構)

¹⁾ Tsukasa NAGAKI: Present Situation of Orchard Machinery and the Subject for a Future. 農業技術 44 (12), 1989.

などに接触すると回動し、その周辺の草を刈り取ってしまうことである。また刈刃部は支持アームの伸縮によりトラクタからのオフセット量を最大 150cm まで調節できる構造となっており、樹列間はもとより、樹冠下や法面の草刈りも可能である。これを歩行用としたものもあり、樹冠下の作業時にはハンドルが車体からオフセットできるようになっている。作業能率はトラクタで10a 当り20~25分、歩行用で30~35分である。

2) 中耕機

果樹園の中耕は、中耕除草、肥料のすき込みなどを目的として行われ、歩行用中耕機のほか、トラクタに装着したロータリやスパイラルロータが利用されている。しかし果樹園では樹冠下部分を中心に作業をする必要があり、中耕装置をトラクタから左右にオフセットできるものが開発されている。第2図はその1例で、前述のトラクタ用幹周草刈機の草刈装置を耕うん装置に代えたものである。幹周部の作業は、外側に装備したロータリモー



第2図 果樹園用中耕装置（生研機構）

アが回動して行く。作業は時速 1.5km/h 程度で行うことができ、10a 当たりの所要時間は20~25分である。樹列間で細かい作業を行う必要上前装作業機としたため、トラクタ間の互換性が低く、これが実用化のネックとなっている。このほか、障害物の検出に超音波センサを利用し、中耕装置を回避させながら作業をする方式についても研究が進められている。樹冠周辺の雑草による影響が問題点であるが、送受信装置や電気回路の改善により、かなりの精度向上がみられている。

(2) 耕土改良

果樹園では大型作業機の踏圧などにより、土壌が締め固められ、根の伸長や排水の悪化が問題となっている。そのため定期的な深耕が必要となり、ホーレと呼ばれる細長いスコップのほか、オーガ式穴掘機、溝掘機、吹起式深耕機、バックホーなどが利用されている。しかしそれぞれに作業能力、取扱性、園内の移動などに問題を抱えている。ここでは最近開発された自走式の吹起式深耕

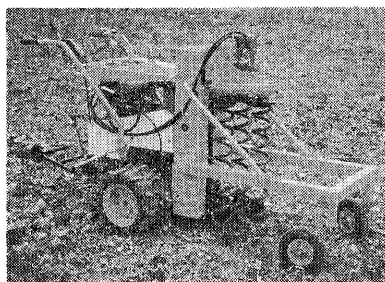
機とコイル式深耕機について紹介する。

1) 吹起式深耕機

吹起式深耕機は土壌中に圧搾空気を吹き込み、亀裂を発生させ、土壌の物理性改善を図る作業機である。可搬型のものでは作業能率や取扱性に問題があり、本格的に利用された例は少ないようである。そのため自走式としたほか、空気圧によって1回に100cc程度の粒状肥料を深層に施用するものが開発されている。根群に対する影響が少ないことから、今後効果的な利用方法の確立が期待される機械である。

2) コイル式深耕機

第3図に示すのは最近開発されたコイル式深耕機で、その特徴は螺旋状のコイル刃にある。これを正転させることによって40~50cmの深さまでそう入し、引上げる



第3図 コイル式深耕機（生研機構）

ことよって土壌を破碎したり穴を掘ることができる。また刃を逆転させれば持上げた土壌を埋め戻すこともで

きる。コイル刃は作業範囲を拡大させるため3個装備しているが、土壌条件の厳しい園地ではこれを1個にすることにより、安定した作業を行うことができる。圃場試験の結果、一回の作業を30秒程度でできるほか、粘質土や石礫の多い土壌への適用性も高いことが確認されている。現在メーカーによる市販も進められているほか、より適正な利用方法を追究するための研究も行われている。

(3) 防除

果樹園における防除作業には、病虫害防除、鳥獣害防除、凍霜害防除のほか雪害防除がある。このうち薬剤散布を主とする病虫害防除は機械化も進み、各種の機械が利用されている。しかし鳥獣害、凍霜害および雪害防除については、決め手になるものがなく、その対応については、苦慮しているのが現状である。

病虫害防除

果樹園に散布する薬剤はほとんどが液剤であり、10a 当り300~700 l の散布がなされている。その散布装置には配管式防除装置のほか、可搬型動力噴霧機およびスピードスプレーヤがある。特にスピードスプレーヤの導入は園地整備が前提となるが、他作業における省力効果も

大きい。このほか最近増加の傾向にあるハウス栽培に対し、常温煙霧機が注目されている。また最近では、ハウス栽培用の無人走行式防除機が各種発表されており、普及が期待されている。

①配管式防除装置 配管式防除装置は固定配管を利用して、手持ちノズルまたはスプリンクラヘッドから液剤を散布するものである。これまで主要な果樹産地に導入されてきたが、散布対象地域の足込みが揃にくいこと、スプリンクラ式では多くの散布量を必要とするなどの欠点があり、最近では灌水用として利用される場合が多いようである。

②可搬型動力噴霧機 可搬型動力噴霧機はタンクとともにトラックに積まれ、農道からホースを延ばし、手持ちノズルで散布する場合に利用される。このような作業は園内作業道の整備されていないミカン産地で一般的に行われている。しかし炎天下農薬に濡れながらの作業を強いられることから、スピードスプレーヤや無人散布装置を導入したいという声が多くなっている。

③スピードスプレーヤ スピードスプレーヤは送風機の噴頭に多数のノズルを配置し、送風散布をする液剤散布機である。この特長は作業能率が極めて高いことであり、防除作業の大幅な省力化に貢献している。走行形式については、自走式がほとんどであり、3～8輪による車輪式のもの一般的で、4輪駆動式も増えている³⁾。落葉果樹については既に一般的な機械となっているが、ミカン園においては、一部に利用されている程度である。ミカン園における利用例では、複数の樹列ごとに作業道を設け、鉄砲ノズルなどを装備して到達性向上を図っている。スピードスプレーヤによる作業はなお労働安全や環境保全の見地から問題点も多く、農薬飛散防止、農薬被曝防止、無人運転、濃厚少量散布、騒音低減などについて研究が進められている。特に無人運転については、ラジコン、ケーブル誘導⁴⁾、モノレール⁵⁾を利用した方式について研究が行われている。このほか濃厚少量散布については、諸外国では実用化しているものの、国内では農薬登録の問題が残されている。

④常温煙霧機 常温煙霧機はハウス栽培の野菜をはじめ、ミカンやブドウで使用されている少量散布装置で、10a当りの散布量は3～5lである。ノズルから発生した数ミクロンの粒子を小型ファンでハウス内に充満させるため、その防除効果は高い。

(4) せん定用機械

せん定作業は冬期の比較的他作業と競合のない時期に行われており、機械化についての要望はこれまで比較的少なかった。しかし最近の大型果樹園では作業者の負担

が大きくなり、その機械化を要望する声が多く聞かれる。欧米諸国ではかなり以前から動力式のはさみが使われており、国内でも最近空圧式の動力はさみが市販されるようになってきている。しかしこの種の機械を利用するためには、空圧や油圧を動力源とする必要があり、この合理的な利用方法を検討する必要がある。特に樹冠高所のせん定には脚立が使われるが、これに代え果樹園用作業台を導入することにより、この動力源を有効に利用することができる。

(5) 収穫・摘果

我が国の果樹は生食用として流通するものが主でありそのほとんどが手作業によって収穫されている。そのため収穫に要する労働時間割合は高く、ミカン、リンゴで30～40%を占めている。農家では収穫期がずれるような品種構成をして、労力の分散を図っているが、その対応にも限度があり、これが経営合理化のネックとなっている。当然この機械化についても研究が行われ、振動収穫機や果樹園用作業台が実用化している。また果実収穫ロボットについても研究がなされ、興味のある研究成果が報告されている。しかし他分野に比べ作業条件が厳しいことから、その実用化にはなお年月を要するものと思われる。

1) 振動収穫機

振動収穫機は能率が高い反面、果実に傷が付きやすく、その利用はほとんどが加工用果実に限定されている。国内では、ウメの収穫に可搬型の振動収穫機が利用されており、人力に比べて10倍の能率向上がみられたという試験例がある。これに使われた振動収穫機は、空圧によって駆動される機構のものであるが、最近では小型のエンジンによって直接駆動するものが市販され、注目されている。

2) 果樹園用作業台

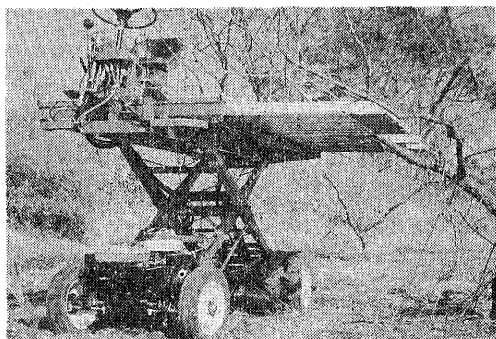
果樹園用作業台は脚立に代るものとして開発されたもので、収穫、摘果のほか、せん定など多くの作業に年間を通じて利用できる。特に労働強度を軽減する効果は大きく、今後広く普及するものと思われる。しかしその利用については安全面での配慮が重要である。特に転倒が問題視されており、走行部の外側にそり状の転倒防止装置が備えられているものもある。

①デッキ形式の果樹園用作業台 国内で普及している一般的な果樹園用作業台は、クローラ式走行部にX型のアームを取り付け、これに支持されたデッキを持つものである。デッキの全長は1.7m程度で、床面地上高80～200cmの範囲で昇降できるほか、ここから運転操作を行うことができる。リンゴの収穫作業試験の1例では、

慣行作業に比べ38%の能率向上が報告されている⁶⁾。

② **Gondラ形式の果樹園用作業台** これは3～4輪式の走行部に装着したブームの先端に Gondラ状のデッキを装備したもので、床面地上高 38～250cm の範囲で昇降できる。運転操作は Gondラ上より行うが、左右の駆動輪を別々に制御する方式となっており、平坦地では軽快に移動できる。この形式の果樹園用作業台が国内で本格的に市販されるのははじめてであり、その普及が注目されている。

③ **研究段階の果樹園用作業台** 果樹園用作業台については、樹冠周辺で作業をする作業者の作業能率を上げることを中心に研究が進められてきた。第4図はその1例で、4輪式走行台車に2本のアームをX状に設け、それに支持された全長3m、幅1.3mのデッキを備えている。



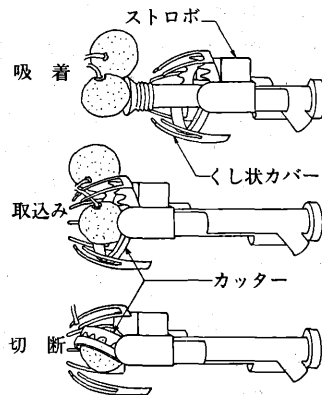
第4図 果樹園用作業台（生研機構）

デッキは床面地上高 88～196cm の範囲で昇降が可能であり、ここからすべての運転操作を行う機構となっている。またデッキには図にみられるとおり、油圧モータによって駆動する張出板を18本内蔵している。この張出板は3本の繰出しローラとの摩擦によって 102cm 張出されるが、枝などに接触して 1kgf 程度の抵抗が加わるとローラがすべり、無理なく停止する機構となっている。一般果樹農家のわい性台リンゴ園(4ha)にて周年利用試験を実施した結果、年間の利用時間は 85日(405時間)に達するとともに、極めて良好な足場として作動するという評価が得られた。とはいっても作業を行うのはあくまでも人手であり、慣行作業に対する能率向上は2倍程度である。しかし年間稼働時間が極めて多いことから、経営上大きなメリットとなることは確かである。

3) 果実収穫ロボット

農業分野におけるロボットの代表としてあげられるのが果実収穫ロボットであり、産官学の研究機関で開発が進められている。基本的には自走式の台車に装備されたテレビカメラで果実を認識し、位置を算出したうえでマニピュレータが接近し 採収する方式となっている。第

5図はK社で開発中のミカン収穫を目標とした農用ロボットである。果実の認識に当たっては、ストロボからの投光によって自然光の影響を排除し、果実のある方向を正確に把握できるようになっている。また採収に当たっては図の



第5図 農用ロボットの収穫ハンド（久保田）

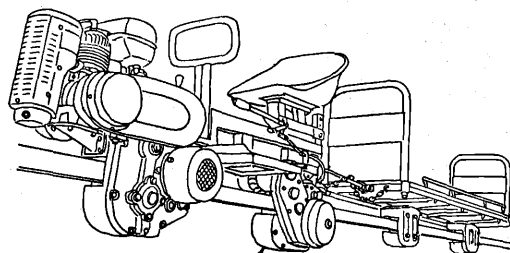
吸着し固定したうえで、くし状カバーによってねらった果実だけを分離し、円弧状のカッターによって果梗を切断する⁷⁾。以上の採収作業を1果当たり10秒程度の高い能率で行えるようになっている。実用化についてはまだ多くの問題を抱えているが、今後の果実収穫ロボットの方向を示すものといえる。

(6) 運搬

果樹栽培では資材、葉液の搬入や収穫物の搬出など運搬を要する作業は多く、またこの合理化は、他作業への波及効果も大きい。果樹園で利用される運搬機としてはトラックを代表する運搬車両と、単軌条運搬機や索道のような運搬施設に大別される。前者の多くは一般に利用されているものであり、ここでは最近実用化した乗用単軌条運搬機について説明したい。

乗用単軌条運搬機

これまでの単軌条運搬機は人を乗せないことを前提として普及したもので、もちろん乗車装置は備えていない。しかし作業者が不安定な姿勢で乗車する機会が多く、これが事故の原因にもなっていることから、乗車できるものの必要性が提起されてきた。その結果、乗用単軌条運搬機の開発が進められ、第6図に示すような構造



乗用台車

第6図 乗用単軌条運搬機（チグサ）

のものが市販されている。その基本的な構造は、既存機種の本機(けん引車)と荷物台車の間に乗用台車を付加したものである。この乗用台車には本機と同形式の降板ブレーキと駐車ブレーキを備えており、急傾斜地でも高い安全性を維持することができる。現在安全基準などの作成作業が進められており、今後これをもとに市販機種も増加するものと思われる。

3. 今後の課題

これまで述べたとおり、各々の作業について独特の機械が開発され、一部は市販に至っている。しかし何れも普及台数は少なく、十分に活用されている例は少ない。このような現状を踏まえ、これからの機械化を押し進めるためには、機械を効果的に利用できる園地整備、その園地に適用するシンプルな機械の開発、機械の有効利用が重要な課題と考えられる。

(1) 園地整備

ミカン園をはじめ多くの果樹園は、限られた面積からできるだけ高い収量をあげるために密植され、機械の移動する空間が極めて少ない。またわい性台リンゴ園のように樹列間に作業道が造成された園地でも、樹冠周辺に土が盛られたり、張り線が設けられ、土壌管理用機械などの導入を困難にしている場合がある。これらは経営上やむを得ないことであるが、合理的に機械を導入するためにはある程度の改善が必要である。特に機械の移動に障害とならないよう、樹冠と地表面の横断面の形状をできるだけ画一的な形状にすることが不可欠である。その結果、シンプルな作業機で十分能率の良い仕事ができる。また傾斜地においては大規模な造成をしなくとも、等高線方向の樹列、テラス、法面を画一的に整備することによって、適用し得る機械の開発は可能である。

(2) 機械開発

農業機械はまさにハイテク時代であり、先端技術を駆使しての開発が活発に行われている。果樹分野においてもロボット化や施設化による省力化を目標に研究が進められ、目を見張るような成果も得られている。しかしなおコスト的、技術的な面から実用化は難しいと思われるものも多くみられる。そのため当面は、高度な先端技術の導入と同時に、作業者の手となり足となる作業機の開発も重要な課題と考えられる。ある程度機械が利用されるようになった段階で、機械化を前提とした栽培技術が確立され、更に高度な機械の導入が促進されるものと予想される。

(3) 機械の有効利用

一般に農業経営において利用される機械の種類は多

く、経営者はこれらの機械の構造・性能を熟知し、効果的に利用する必要がある。果樹栽培においても同様であり、果実、樹体、草、土、水、薬剤、有機物、空気などを取扱う種々の作業機を利用しなければならない。これらを有効に利用するためには、高度な知識と経験が必要であり、現状に即した技術指導体制が重要な課題である。また年間稼働時間の少ない機械については共同利用が中心となるが、これらを合理的に利用するためにも豊富な機械知識が要求される。

4. 今後の展望

これまでも触れたとおり、先端技術を駆使しての機械開発が進められているが、実用化についてはまだ見通しの立たないものが多い。しかし最近注目されつつある施設栽培は、厳しい環境下での作業が要求される反面高い収益性が得られており、これらの技術が導入しやすい分野である。特に既存の作業装置が利用できる防除、運搬、土壌管理などについては、実用化に近いものと思われる。また更に大規模な施設栽培が行われるようになった段階では、収穫、摘果、せん定などの作業にもロボット技術の導入が本格的に検討されるものと考えられる。

一方露地栽培については、様々な条件があり、一様に述べることはできないが、収益性の良い果樹園から防除、運搬などの作業がロボット化されるものと考えられる。またその他の作業についても、園地整備や施設化が進めば、これに合わせて機械開発も進み、作業者の労働環境は大幅に改善されるものと期待される。

(生研機構園芸工学研究部主研)

参考文献

- 1) 農林水産省編：果樹農業振興基本方針，1～8，1986
- 2) 宮崎改善：果樹園の土壌管理のやり方，農業及び園芸，35(7)，1131～1132，1960
- 3) 戸崎紘一他：立木用スピードスプレーヤの構造と性能について，生研機構資料，2，1987
- 4) 三浦恭志郎他：無人操縦式少量散布機の操縦部に関する研究，農業機械の安全性に関する研究，農業機械化研究所研究成績 55-4，29～31，1981
- 5) 四国農試果樹研究室編：多機能モノレールに対応したウンシュウミカンの樹形改造法の開発，昭和63年度果樹試験場研究室長会議資料，3～41，1988
- 6) 中条忠久：果樹園用移動式作業車の作業能率について，昭和56年度寒冷地果樹に関する試験研究打ち合わせ会議資料，357～358，1982
- 7) 林 正彦ほか：農用ロボットの研究，第6回日本ロボット学会学術講演会資料，579～580，1988