

農業機械化與農機研究

Agricultural Mechanization and the Research of Farm Machinery

臺灣省農業試驗所農機系助理研究員

陳 加 忠

Chia-Chung Chen

Summary

For the development of industry, a great number of rural workers were drawn to the cities and the country was shorten of labors. The overall agri-mechanization could solve the shorten problem, reduced the cost of operation and promoted the productivity. For the reason, the research of farm machine became more important.

For the purpose of the agri-mechanization, it is necessary for other elements to meet the requirement except the adaptive machinery. On the study, the author suggested the classification and the scope of farm machinery, the object and the elements of agri-mechanization. The problems associated with the mechanization in Taiwan was discussed.

Farm machinery had its characteristics and limits for the adaptability on agriculture. The inevitable loss increased the cost of operation. On the research, the author discuss the type of the research problem of the farm machinery encountered, frequently the cooperation between the agricultural mechanical engineers and other scientists. The development of upland and horticulture machinery was illustrated to describe the required factors of the research.

一、前 言

由於工業化的發展，農村勞力大批流入都市，形成了農業勞力之不足。農業全面機械化除了可解決此問題，並可降低成本，促進生產，由此農機研究更為重要。

農業機械化的進行，除了需要適用的農機，也需其他因素的配合，本文探討農業機械的適用分類、範圍、農業機械化的目的，條件和本省農業機械化所面臨之問題。

由於農機適用之目的在於農業，因此有其特性

和限制，更由於損失率之不可避免，影響了作業成本。在此研究中探討農業機械的研究範圍，農機和外界之配合，並以雜糧、園藝機械之開發，以說明各種農機研究開發的影響因子。

二、農業機械之內容

(一)農機與農具之區別

農業機械在現今已成爲解決農作勞力問題的主要工具，但是農機並不相當於傳統使用的農具，例如耕耘機不相當於鋤頭，使用農具和利用農機有顯著的不同。兩者本質上即有如下區別：

農具：本身無運動機構和動力來源，需用人力或畜力加以驅動，以擴大和輔助人畜的作業能力，例如鋤頭和鐮刀。

農機：本身具有動力來源（引擎或馬達），傳遞動力機構如鏈條、齒輪、和作業機構，效率高，作業能力大。

(一) 農業機械的分類

由於農業本身的多樣化，有適用各種作物的通用機械如：曳引機、搬運車。有專屬特定作物之機械如插秧機，水稻聯合收穫機。因此分類上很難有絕對的標準，一般的分類方法如下：

1. 依作業的目的區分：

(1) 整地、播種、移種、管理（中耕、培土、疏株、施肥）以及防除、灌溉、收穫、乾燥、加工、貯存，農業設施（溫室、通風、農產廢物處理……等）等。

(2) 依適用對象區分

a. 水稻、雜糧、特作、園藝機械。

b. 農產、畜產、林業、漁業機械。

(3) 混合分類

自整地至灌溉作業流程所使用的機械，其農機可適用各種作物，但是收穫以後的作業，往往需要專用機械。因此農機的混合分類如下：原動機、整地、播種、管理、防除、灌溉，收穫、乾燥、加工、雜糧、特作、園藝、坡地、畜牧、農業設施……等。

(二) 農業機械之範圍

由於農業牽涉極廣，農機涵蓋範圍亦因此而廣泛。

1. 狹義上以田間農業機械為主，例如耕耘機、插秧機。

2. 通義上指適用於農產、林產、漁產和畜產所使用的各種機械。

3. 廣義上泛指處理生物和機械之間的各種關係，研究如何利用機械以適用生物在工程上的各種要求。例如利用植物的吸音、吸震性質，以規劃設計高速公路，例如研究人體工學和機械本身之關係，以避免農機操作者傷害之可能性。

三、本省農業機械化之問題和發展

(一) 農業機械化的目的

傳統上，充沛、廉價的農業勞動力已成為過去，勞力密集的耕作制度必須加以改變。解決的方式

是以機械代替人力和畜力，藉以提高農業生產能力，進而促進農業發展。

1. 消極目的：以機械替代人力，解決勞力不足，工資上漲的問題。

2. 積極目的：

(1) 滿足短時間內，大批勞力的要求，例如插秧、收穫作業。

(2) 完成人力、畜力所無法完成的作業，例如深耕，新生地開發。

(3) 使農民自疲累勞因的生活中脫離，享有悠閒的生活。

(二) 農業機械化的條件

農業機械化是一種複雜的過程，單純的生產或購買一部機具並不足以解決機械化的問題，一般而言，農機化所需要的條件有三：

1. 基本條件：有適用的農機。

由於農機是使用於特定的農場，特定的作物，不是如同大多數的機械置放廠房之中，因此農業機械化的基本條件是必需有適合農場所需要的機具。

2. 實質條件：農場的作業環境適合農機操作。

規則整齊的農田，田埂容易橫跨，自農路進入田區有合適的頭地，農道適合機械行走或搬運，這些都是配合機械化的實質條件。

3. 經濟條件：

(1) 使用機械之成本比人工便宜。

農業已由生產為主的經濟行為轉換為以營利為主的生產行為。使用機械之目的在於提高生產所得，因此成本必須力求最低。

(2) 農民有購買農機的資金

由於農機是一筆昂貴的投資，往往超出農民的購買能力，政府因此以「農機貸款」等方式，誘導農民購買農機。

(三) 臺灣農業機械化之問題

在民國六十年代，由於農村勞力外流，農業機械化的問題十分重要，在十餘年的發展中，農業機械化的問題如下：

1. 基本條件

(1) 水稻的生產作業已機械化，但是雜糧、特作、園藝、坡地……等作業機械尚在起步的階段。

(2) 稻作機械的適用乃是因為日本稻作機械的開發成功，例如曳引機附迴轉犁的水田整地、插秧機的插秧作業、聯合收穫機的一貫化收穫作業……等。在雜糧、特作……等其他農業機械方面，由於臺

灣農機界缺乏專門的研究機構和研究人才，自行發展研製的能力不足，因此農機之研究主要以局部改良和仿製為主。

2. 實質條件

(1) 田區小，作業效率低

本省的田區面積大多在 1 公頃以下，加上田區形狀不規則，面積狹少，使得農機於田區作業時，迴轉空返的時間增多，降低作業效率。

(2) 受季節性和作業制度之影響

稻作機械一年的使用只有兩期，而且多只限制利用於稻作生產如育苗設備、插秧機、聯合收穫機和循環式乾燥機……等。曳引機、搬運車則可經年使用，不受作物種類的限制。

(3) 地域性影響

由於本省各地作物栽培季節之不同，可利用此差異以擴大農機具的年使用面積。例如秧苗的輸運：南秧北調，聯合收穫機由南至北的代收獲：南機北調。

3. 經濟條件

(1) 農地規模小，耕作成本高，必須以代耕制度，擴大農機具的年使用面積，以降低作業成本。

(2) 由於本省農地生產面積的限制，農機的市場有限，農機廠商的規模不大，影響生產成本。因此必須開拓海外市場，以擴大生產規模。

(四) 臺灣農業機械化的未來發展

1. 水稻機械多用途化

擴大稻作機械的利用範圍，使機具可以適用其他作物，例如利用插秧機以從事中耕管理工作，聯合收穫機收穫高粱、麥類，乾燥機乾燥玉米、花生等作物。

2. 雜糧機械

在主要的雜糧作物中，高粱、玉米、大豆和花生的播種機械，高粱、甘藷的收穫機械已有初步解決，其他作業的適用機械正在研究階段。

3. 特作機械

在於草作業體系中，需要開發移植和收穫機械，甘蔗生產作業，需要以不焚葉而利用脫葉方式進行收穫的機具，茶園、桑園生產作業的機具需要引進開發。

4. 園藝、坡地、畜牧的作業機械

雖然園藝、坡地、畜牧等作業機尚未有重大的發展，但因勞力的缺乏，將逐漸成為重要的項目。

5. 農機之省能源利用

隨著農業機械數量的增加，每年農機耗油量為

一可觀的數字，針對此問題，農機研究人員除了開發新型節省能源機械，研究替代能源在農機上的應用之外，亦需鼓勵農民改良現行的作業方法，集中耕地，減少不必要的空迴移動浪費。廠商所生產之農機機件要求要精密，以減少因摩擦產生多餘的油耗浪費。

6. 農機作業體系之建立

使用農機時，如何選擇適用的農機，以最少的成本而能滿足農場的需求。此中牽涉到農場田區的面積、形狀、農機的作業方式、操作者的技術、農機本身的作業能力、農路的狀況、耕地分散的程度，作業期間可以機械作業的日數、作物的種類、栽培方式……等因素。由於本省統計調查資料的不足，尚未能夠建立完善的農機作業體系制度，為避免農機盲目的大型化和多餘馬力的浪費，農機作業體系有建立的必要。

四、農業機械的特性與限制

完善的工程設計必須考慮二E，即是效率（Efficiency）和經濟（Economics）。農業機械是屬於工程之範圍，因此農機的研究開發除了要求適用、高效率，也必須考慮經濟上的成本問題。而且由於農機本身的特性，也受到了許多限制。

(一) 農機的特性

1. 機械工業之範圍：農機是屬於機械工業的一部份，屬於機械工業外圍的應用技術。

2. 機械之影響性能因素

(1) 處理對象均一

機械所處理的對象愈均一、愈整齊，機械效率愈高。

(2) 本身之行走性

定置型的機械設計比行走型的機械較簡易，行走型農機往往受到土壤性質的影響。

(3) 機構作業之複雜性

機械本身的作業項目愈簡易，效率愈高，愈複雜的作業機，影響性能的因子愈多，操作愈為困難。在稻作機械中以聯合收穫機最為複雜。

3. 農機的特性

(1) 處理對象的差異性極大

作物本身的差異性極大，例如株高、結穗高度、成熟期……等不一致，嚴重影響機件處理方式。土壤性質由於成份、含水率……等不同，對於農機行走性能影響也不相同。

(2)處理對象為生物體

由於農作物本身為生命體，容易腐損、變質等，對於機械收穫和加工作業極為困難，尤其是園藝作物。

(3)作業環境惡劣：

農機的作業環境往往必須面對崎嶇、泥濘……等惡劣的地面情況。

(4)操作者非熟練技工：

由於農機使用者為農民，操作方式和修護能力需要訓練，農機的操作方法在設計時要加以簡化。

(5)機械本身能力之限制：

由於機械本身缺乏智慧判斷的能力，對於必須加以選擇判斷的工作，無法完全由機械處理，例如在收穫時成熟、未成熟農產品的判斷，園藝作業中整枝、疏果、嫁接……等工作。

4.農機作業之限制

適合農業機械的環境，有時會與其他農作方式的要求條件互相衝突，舉例如下：

(1)產量之影響：傳統人工的勞力密集作業，是求單位面積的高產量。而機械作業的目的是求單位勞力生產量的增加，對於產量的要求條件不同。

(2)作業制度之衝突：有些傳統的作業方式不適合機械化作業。例如水稻田區糊仔栽培妨礙了聯合收穫機的收穫作業，雜糧作物高作畦的中耕培土，使得下次作業時，農機進入和操作困難。

(3)消費的影響：

機械收穫後的產品往往因受損而無法在市場直接銷售，必須經過加工方式處理，尤其是果蔬等園藝作物。

(二)農機開發時作業成本和損失率之關係

使用農機作業時，損失是不可避免的現象，農機的製造成本和損失率的關係通常可以由下述方程式決定

$$N : H - M - L \cdot E$$

N：使用農機作業之淨收益。

H：人工作業的成本。

M：農機作業的成本。

L：使用農機作業時農產品的損失率。

G：農產品的市場售價。

此方程式的意義代表農機作業所勝過人工的淨成本，往往有部份為增加的農產品損失率所抵銷，因此減低製作成本和減少農產品損失，都是農機開發時的要求。

五、農機研究的範圍

農機的研究範圍十分的廣泛，由工作項目之分類如下：

(一)新型農機的開發

由於作物栽培的需要，研究發展新型農機，例如聯合收穫機。

(二)農機的局部改良：

對於國外已有的農機具加以引進參考做造，或對於不適用的部份加以局部性的改良，以適用自身的需要，本省的農機研究大多為此種方式。

(三)農機的性能測定

為維護農民的權益，管制農機廠商的生產品質，農機之性能需要有關機關加以測定。測定的項目包括機體構造之調查，作業性能，耐久試驗，耗油量，損失率，人體安全性……等項目。

(四)農機作業制度的建立

依據作物的栽培制度研究各項作業所需要的機型和作業方式，估算作業成本，建立最適用的機械作業體系。

(五)基本性質的研究

對於農機的各種基本性質加以研究，以作為各種農機設計上之參考。例如研究土壤對於耕耘器的影響，往復切刀速度和農機具前進速度對於切割性能的關係。

六、農機與外界之配合

由於農機的性能受到外界條件的限制極大，因此需要外界的各種配合。

(一)工業技術的發展

工業界技術方法的進展可以協助農機完成以前無法進行的工作。例如液壓傳動系統，使動力容易傳遞，不受方向限制，機具的作業高度，受力可維持定值。電子工業界各種感應器的應用，使機具具有各種功能的自動控制。

(二)農業界的協調

農機主要是處理農業問題，因此更需要農業界的協調，以配合機械的特性和極限。

1.作物特性方面

(1)整齊均一性

農機所處理的對象要求均一整齊，因此要求作物的株高一致，能抗倒伏，不易纏繞。例如臺農67號水稻品種，因有此特性而廣受機械收穫者歡迎。

(2)成熟期一致

蕃茄、綠豆等機械收穫的主要問題在於成熟時期不一致，造成採收時選擇上的問題。在美國，農藝人員已培育出成熟期一致的蕃茄品種，解決了此問題。

(3)果莢的裂損性

爲了減少收穫時農產品的損失和損傷，希望作物本身具有抗損性，例如大豆豆莢要求不易爆裂，花生果莢因莢殼增厚而不易損傷。

(4)種子大小均勻

種子大小的均勻性，影響了播種機的精密度，由於均勻球形的種子不易形成，因此往往需要利用磨損，覆蓋藥劑等方式加以調整形狀。

(5)着生位置

收穫物的着生位置對收穫機的性能影響極大，例如大豆豆莢着生位置的提高，減少了割取的損失。玉米結穗高度的整齊，可使採穗螺桿作用受力均勻。

2.作業方式的配合

在作物栽培方面，爲了便利機械作業，希望有如下之配合。

(1)地面平坦，避免太高的田畦。

地面平坦，可提高機具的行走性能，減少崎嶇地形產生的振動。田畦避免太高以方便機具於田區內作業和行走。

(2)行距和間距

行距和間距的一致，可以使農機於田區內作業方便，不需對機具有太多的調整。

(3)雜草控制

太多的雜草進入了機具，影響機具性能，更降低了農產品的品質。

(4)樹型的整枝，修剪

果園經過整形修剪之後，可使機具容易出入，方便機具的作業。

(5)化學藥劑的配合

利用各種化學藥劑，可協助農機進行作業，例如利用殺草劑以從事不整地栽培。應用落蒂劑破壞果實和果蒂之離層，以便利振動採收。利用落葉劑去除大豆葉莖以減少收割損失。但是使用藥劑所產生的殘留問題和對人體的影響，仍需要加以考慮。

七、雜糧和園藝機械之研究

(一)雜糧機械之研究

在稻田轉作雜糧時，由於缺乏合適的收穫機械

，形成了作業的瓶頸。以大豆，花生爲例，說明農機研究者對於農機作業的要求條件。

1.大豆收穫機

大豆收穫機械化所面臨的問題在於切割作業時，豆莢因爲受到打擊振動而破裂掉落引起損失，通常損失率爲5~10%，作業環境不良時，損失率超過15%。爲克服此項作業上的問題，農機工程師有如下的要求。

(1)作物特性

成熟時保持直立，不倒伏與纏繞，結莢位置與地面能夠相距一段高度。豆莢在成熟時不易爆裂。

(2)作業技術

a. 田區平整，中耕時入土不可太深，避免株根堆積太多的泥土。

b. 利用適當的栽培方式使結莢位置提高，控制播種量，使豆株成長時不易倒伏纏繞。

c. 縮小行距，使切刀的作用均勻。

d. 控制雜草，避免雜質進入機械。

e. 利用落葉劑。

f. 調整收穫時間，利用晨露或薄暮時收穫，使豆莢回潮而含水率增加，增加承受割刃打擊時的韌性

(3)機械技術的開發

a. 研製間距較小的刀刃，減少切割時豆莢受打擊的作用力。

b. 改良扶取裝置，使進料作用均勻，減少田間振動掉落損失。

2.花生收穫機

美日花生機械收穫作業通常爲兩段式，先在田間挖掘，清潔後於田區自然乾燥一段時期後，再以脫莢機進行脫莢。本省由於自然環境和作業制度的不同，花生在田間挖掘後，在短時間內必須加以處理，無法放置田間自然乾燥。因此機械收穫作業面臨如下問題。

(1)高含水率花生，損傷問題十分嚴重，有輕微裂痕的果莢，在長期貯存時容易受到黃麴毒素的感染。

(2)挖掘作業時，子房莢和花生的附着力要強，避免田間脫落損失。

(3)脫莢作業時，果莢強韌才可減低破損率。

爲解決上述問題，農機工程師的構想如下：

(1)對作物的特性希望子房柄附着強韌，果莢厚殼而不易受損。

(2)在機械技術方面，一方面研究乾燥技術，縮短花生果莢乾燥時期，以增加豆莢的抗損傷性質。另一方面研究脫莢技術，改良脫莢機構，減少脫莢作業的損傷和損失。

(二)園藝機械的研究問題

園藝作物由於收穫期短，消費品質要求高，容易腐損，輸送搬運不容易，使機械作業更為困難。在經濟成本的考慮方面，由於果蔬所使用的作業機械市場需求量少而且零散，幾乎都需要專用機，造成了機械作業成本不易降低。

由於上述的困難，園藝作物的機械化更需要各方面專家的配合。育種方面，需要高產量，成熟一致的品種，作業制度方面需要控制病害雜草，對樹型加以整枝修剪，各型支架需要從新設計，以適合機械作業。收穫時利用藥劑破壞離層，以便利落果。貯運時要減少損傷，農產品中所含雜物，未成熟，過熟……等產品要加以選出。在市場銷售時，要加以分級和加工。

在收穫方面，成熟度的判別成為最困難的問題。判別的標準也因作物種類而不同，例如高苜蓿利用頭部的大小，蘆筍利用茁長芽的高度，水果利用分離力，大小，顏色……等。但是機械的抉擇能力總不如人工，在分辨未熟，成熟，過熟之果蔬方面，機械的能力較差。農機作業的解決方法，一方面以時收穫得到高收穫量，使損失儘量最低，一方面以育種配合，改良栽培制度，施用生長調整劑……等方式，使果蔬的成熟期一致。

由於無法一次即完全解決所有園藝作物機械化的問題，農機工程師開始在最耗費人力的作業方式努力改良。例如搬運車上附設以液體控制升降的工作枱，適合果園內各種作業。利用氣壓為動力，減少果樹樹枝整型，修剪工作時體力的耗損。收穫作業時，各種輸送帶的配置，使得收穫時農產品於田

間搬運更為簡易。果實收集器加以改良，減少果實收集時碰撞的損傷。貯存運輸時，各種容器的設計，避免多餘的損傷。這些都是園藝機械目前研究的方向。

八、誌 謝

本文原為作者於臺灣省農業試驗所農藝系專題演講之講稿，經改寫為中興大學農機系“稻作機械”課程授課講義，承蒙農發會彭添松技正，臺大農機系馮丁樹副教授指導斧正，特加誌謝。

九、參 考 文 獻

- 1.吳維健，1980，臺灣農機工業現況，農發會。
- 2.鄭義雄，1980，代耕對農業機械化之重要性，臺灣農業16卷2期，p.19~26。
- 3.陳隆華，1981，臺灣農業機械化面臨的問題及解決的方法，臺大農工系。
- 4.江榮吉，1981，臺灣農業機械化之經濟效益評估，臺大農經系。
- 5.鄒瑞珍、彭添松，1982，臺灣水稻聯合收穫機發展之研究，農工學報28卷2期，P.79~90,78。
- 6.彭添松，1982，臺灣農業機械化發展及其策略之檢討。農工學報28卷4期，P.33~36。
- 7.____，1983，十二項建設計畫設置農業機械化基金促進農業全面機械化報告，編號(72)327,624，行政院經濟建設委員會。
- 8.涂本玉，1984，簡介日本農業機械化研究所，農工學報30卷1期，P.92~96。
- 9.陳加忠譯，1983，美國農業機械之研究與發展介紹，臺灣農業19卷4期，P.61~67。
- 10.Tien-Song Peng, 1984, Some Problems Associated with the Mechanization of Small Farms, Taiwan Agricultural Machinery Guide, P.93~109。
- 11.前田耕一，1983，新轉機玄迎元た農業機械化技術，農機誌45(2)，P.166~168。
- 12.____，1983，活躍する農業機械化研究所，機械化農業，1983(1)，P.28~39。

經濟部中央標準局專利品、水利安商標、手動油壓式水閘門

高 人 有 限 公 司

負責人：吳 俊 卿

地址：高雄縣大寮鄉永芳村永芳路144之1號

電話：(07) 7 8 1 8 2 4 3