

臺灣農業機械化機耕馬力變遷趨勢之研究

Study on the Development of Tractor and Power Tiller from the Viewpoint of Horsepower Change in Taiwan

國立臺灣大學農業機械工程學系講師

盧 福 明

Fu-ming Lu

Summary

The development and extension of power tiller and tractor in Taiwan from 1960 to 1980 were studied in this paper.

During the past twenty years, Taiwan's power tiller has increased from 3,700 units to 65,000 units, wheel tractor from 500 units to 3,700 units, the available power of tractors and power tillers per hectare of arable land and land under permanent crops from 0.05 hp/ha to 1.04 hp/ha, the average aggregate yield of major crops from 3,000 kg/ha to 4,400 kg/ha, and the farm land from 870,000 ha to 910,000 ha. The annual growth rates of available input power of tractors and tillers were 0.015 hp/ha-yr in 1960-65, 0.040 hp/ha-yr in 1965-74, and 0.096 hp/ha-yr in 1974-80.

The straight line log type regression equation between the yield of various crops and power used per hectare in Taiwan was established with a significant coefficient of correlation of 0.8896. It is estimated that the input power per hectare of farm land in Taiwan will reach 2.5 hp/ha before 1990. A comparison among Taiwan, Japan, U. S. A., U. K., and Israel on major crops yields in kg/ha and available power in hp/ha was also investigated in this paper. At the present time, the respective available horsepower and the average aggregate yield of major crops per hectare of arable land and land under permanent crops is 1.04 hp/ha and 4,400 kg/ha in Taiwan, 7.86 hp/ha and 7,200 kg/ha in Japan, 3.36 hp/ha and 6,200 kg/ha in Israel, 3.12 hp/ha and 5,800 kg/ha in U. K. and 1.32 hp/ha and 4,700 kg/ha in U. S. A..

摘 要

本文由耕耘機、曳引機、單位耕地面積馬力數及主要作物平均總產量的變遷來探討臺灣機耕發展的趨勢。分析 1960 到 1980 年 20 年的資料，指出本省機耕動力逐漸朝向曳引機的推廣使用，與農機發展進步國家比較，本省機耕動力成長速率甚快，極具發展潛力。主要作物平均總產量與單位耕地面積馬力數之間有顯著迴歸關係。

一、引言

臺灣農業機械化（機耕）之發展過程根據文獻記載要以1947年由「臺灣機械農墾委員會」自美國引進曳引機示範機耕作業為造端。1950年臺糖公司成立農業工程處，陸續購入大量曳引機之後，曳引機遂成為臺糖公司自營農場機耕主要動力。1955年農復會自日本引進小型耕耘機，開始推廣農民採行機械化耕作方式。1960年中國農業機械公司和新臺灣農業機械公司成立之後，國內耕耘機供給能力大為增加，之後政府陸續設立並加強有關農業機械之修護，訓練，研究推廣及輔導機構來加速推動農業機械化。今日臺灣農業機械化之規模與效益乃是多年來各機關團體與農民同心協力所獲致的成果。

有關臺灣農業機械化發展過程及相關之研究文獻之回顧與分析等研究報告可散見於各報章雜誌。近年來有關農業機械化之現況⁽¹⁾，推行成效^(2,3)，供需研究⁽³⁾，系統規劃⁽⁴⁾及問題與解決方法^(5,7,15)等頗見專家學者提出精闢研究心得報告，為臺灣農業機械化進行把脈，診斷及下藥之工作。以往研究工作所探討之範圍一般包括農機種類、數量、年使用率、替代人畜力與工時及經濟效益之評估。至於提及單位耕地機耕馬力以探討本省農業機械化發展情形之文獻為數甚少^(1,6,11)。

目前臺灣各地常見之農機種類主要有耕耘機、曳引機、動力插秧機、動力噴霧機、動力脫粒機、聯合收穫機、稻穀烘乾機和搬運車等。農機發展已不再只是要求犁耕機械化而已。既使農機種類逐漸增多一些為解決各項農業操作之專用機型，耕耘機和曳引機仍然是今日農業機械化之重要支柱。1955年全省只有9臺耕耘機，到了1979年則增為84,254臺，曳引機數量在1960年為487臺到了1979年則增加到2,894臺^(1,7)。耕耘機平均馬力由1955年之2.5 hp增加到1981年1月之11.13 hp^(7,8)。臺糖公司自營農場曳引機平均馬力數在1950年約為18 hp到了1980年則增到60 hp以上。從數量及平均馬力數來看，耕耘機和曳引機早已有日漸普及及大型化的趨勢。

本省農民犁耕所用機械動力大都取自耕耘機，目前也已增多利用曳引機，因為耕耘機和曳引機為臺灣農業機械化之支柱，其推廣數量較易表現出農業機械化之程度，因此本文將從機耕馬力之變遷來探討臺灣農業機械化發展情形。筆者曾於1973年探討臺灣耕耘機之發展與馬力變遷趨勢⁽⁶⁾，本文為

有關這方面之連續研究結果，主要為探討機耕馬力數及單位耕地面積所可分配到之馬力數即單位耕地面積馬力數與主要作物單位面積平均總產量歷年變遷情形及相互間之關係。

二、機耕馬力數與數量之變遷

機耕馬力之分析將從耕耘機和曳引機（包括民間及臺糖公司自營農場曳引機）等兩方面來討論。

因資料來源之不同，分析資料起迄年份在耕耘機為1960到1980年，民間曳引機為1970到1980年，臺糖曳引機為1949到1980年。

(1) 耕耘機

1955年由日本引入2.5 hp 耕耘機，經過多年來的推廣，其數量在1960年全省只有3,708台，總馬力數有24,327 hp，每台平均馬力為6.56 hp；到了1980年數量達到65,745台，總馬力有732,126 hp，平均馬力11.13 hp。自1960年到1980年20年之間耕耘機數量增加17.7倍，總馬力增加達30倍，由馬力總數增加速率超過臺數增加率甚多之現象可看出耕耘機的發展朝向大馬力耕耘機之趨勢甚為顯著。在表1中若以1960年為基期，在1971年耕耘機馬力數增加10.71倍，而耕耘機台數在兩年之後到了1973年才增加到10.07倍，1976年耕耘機馬力數增加19.72倍，直到1978年耕耘機台數才增加到20.09倍。1980年耕耘機台數下降，較1979年減少一萬八千台，但其馬力數仍然繼續增加，較1979年增加九萬三千馬力，此現象可能是淘汰舊式小馬力耕耘機而增添大馬力耕耘機所致者。

耕耘機馬力數佔全部機耕總馬力數之比率於1974年為83.77%，到了1980年則降為78.08%。可見臺灣機耕作業依賴耕耘機之程度近年來已有逐年降低之趨勢，其取代機種則是曳引機。曳引機馬力數在1974年佔全部機耕總馬力數之16.23%，六年之後1980年則增加到21.92%，年增加率為0.94%。有關耕耘機台數及馬力數歷年變遷情況如圖1所示。1960到1979年間耕耘機發展趨勢約可從圖1中依據成長率之變化劃分為三個時期。第一期為1960到1965年，此期內耕耘機台數年增加率約為1,700台，馬力數年增加率約為12,000 hp；第二期為1965到1974年，該期內耕耘機台數年增加率約為3,300台，馬力數年增加率約為32,000 hp；第三期為1974年到1979年，該期內耕耘機台數年增加率約為8,914台，馬力數年增加率約為61,000 hp。

表1 臺灣機耕馬力變遷情形^(*)

年 份	耕 耘 機		曳 引 機		總馬力數 (hp)	全省耕地 面 積 (公頃ha)	單 位 耕 地 面 積 馬 力 數 (hp/ha)			主要作物 平均總產 量 ^(f) (kg/ha)
	臺數	馬力數 (hp)	臺 數 ^(b)	馬力數 (hp)			耕耘機 ^(c)	耕 耘 機 與 民 間 曳 引 機	耕 耘 機 與 民 間 及 臺 糖 曳 引 機	
1960	3,708	24,327				869,223	0.03		0.05	3,094
1961	5,313	35,820				871,759	0.04		0.06	3,352
1962	7,504	51,421				871,858	0.06		0.08	3,230
1963	9,079	62,363				872,208	0.07		0.10	3,417
1964	10,201	71,007				882,239	0.08		0.10	3,645
1965	12,213	85,715				889,563	0.10		0.12	3,888
1966	14,272	101,015				896,347	0.12		0.14	3,851
1967	17,240	123,798				902,407	0.14		0.16	3,767
1968	21,153	154,427				899,926	0.18		0.20	3,993
1969	24,640	181,515				914,863	0.20		0.23	3,715
1970	27,271	224,981	661			905,263	0.26	0.26	0.30	3,746
1971	31,035	260,678	687			902,617	0.30	0.30	0.33	3,889
1972	34,356	292,163	693			898,603	0.34	0.34	0.37	4,036
1973	37,364	320,131	811			895,621	0.37	0.38	0.41	3,913
1974	41,052	354,365	892(650)	68,653	423,018	917,484	0.40	0.43	0.46	4,025
1975	48,598	423,330	1,282(670)	89,614	512,944	917,111	0.48	0.53	0.57	3,922
1976	57,892	479,870	1,381(654)	107,687	587,557	919,680	0.54	0.62	0.63	4,229
1977	66,698	554,000	1,879(657)	118,090	672,090	922,778	0.63	0.71	0.75	4,432
1978	74,504	610,511	2,274(656)	137,303	747,814	918,143	0.69	0.80	0.83	4,076
1979	84,254	638,979	2,845(657)	164,680	803,659	915,393	0.73	0.86	0.89	4,368
1980	65,745	732,126	3,707(679)	205,451	937,577	910,000*	0.84	1.02	1.04	

- (*) 本表數據係摘自「臺灣農業年報」及農林廳農產科「農機統計月報」。*為估計值
 (b) 刮弧內數值係臺糖公司擁有之曳引機數，本欄曳引機臺數為民間與臺糖曳引機總臺數
 (c) (耕耘機馬力數) ÷ (當年全省耕地面積 - 臺糖自營農場面積)
 (d) (耕耘機與民間曳引機馬力數) ÷ (當年全省耕地面積 - 臺糖自營農場面積)；曳引機平均馬力以55 hp計算。
 (e) (耕耘機與民間及臺糖曳引機總馬力數) ÷ (當年全省耕地面積)；1960~1973係根據臺糖公司歷年購置曳引機累計馬力數之估計。
 (f) 主要作物包括米、小麥、玉蜀黍、樹薯、馬鈴薯、洋蔥、蕃茄、大豆、甘蔗(粗糖)。

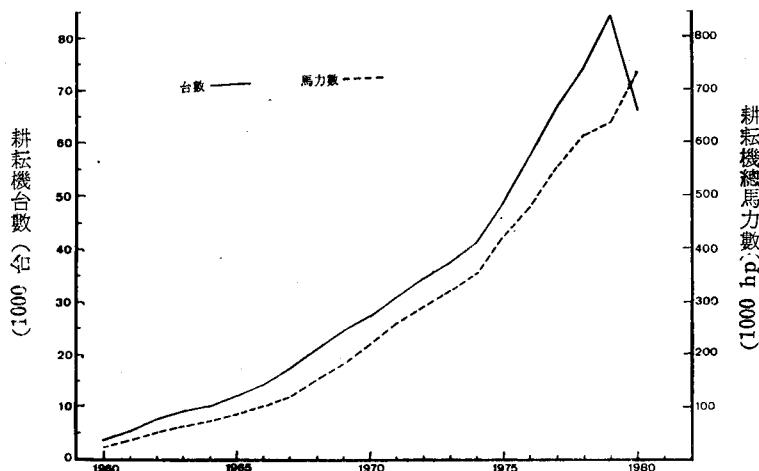


圖1. 台灣耕耘機台數與總馬力數之變遷情形

(2) 曳引機

自1950年以來曳引機一向為臺糖公司機耕主要動力，有輪式和履帶式兩類。本省農民開始推廣使用曳引機時期大約在1970年左右，以輪式曳引機為主。由於早期民間曳引機推廣數量不多，直到1974年有關曳引機推廣台數才正式列入臺灣農業年報內，在此之前全省曳引機絕大多數歸屬於臺糖公司旗下，專做蔗田機耕之用。例如1974年全省有曳引機892台，其中臺糖公司擁有650台，1970年全省曳引機共有661台，估計其中600台是屬於臺糖公司約佔90%。但到了1980年在全部3,707台曳引機中臺糖公司只佔679台約佔18%。總體而言，全省曳引機在1970年只有661台，十年後到了1980年則增加到3,707台，曳引機推廣使用有逐漸普及化的趨勢。

以1974年為基期在6年內曳引機由892台增加

到1980年的3,707台增加4.15倍，而曳引機總馬力數也由68,653 hp 提高到205,451 hp，增加3倍。1974到1980年六年之間曳引機台數年增加率約500台，曳引機總馬力數年增加率約為25,000 hp。到了1980年曳引機總馬力數佔全省機耕總馬力數之比例為21.92%，而在1974年此一比例只有16.23%，可見曳引機在本省機耕作業中所扮演的角色日趨重要。日本在1975年計有曳引機35萬台，總馬力2,700萬hp 佔當年機耕總馬力之38%⁽¹²⁾。有關曳引機數量及馬力數之變遷如表1及圖2所示。因詳細曳引機台數及馬力數資料之記錄缺少1970年之前的數據，故只能就最近10年內之資料加以整理分析。因民間使用曳引機起步較晚，故在1970年以前本省所有之曳引機主要用於蔗田機耕工作，也即曳引機的使用推廣僅侷限於臺糖公司自營農場範圍內。

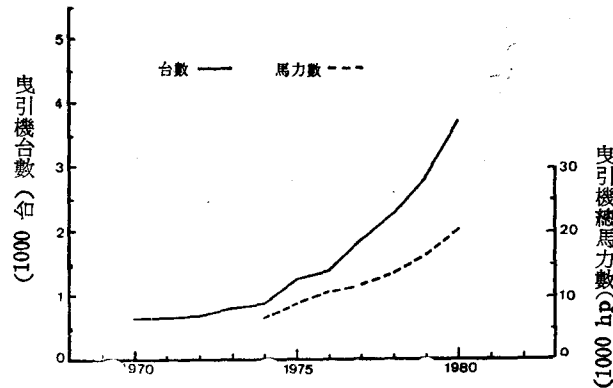


圖2. 台灣曳引機台數與總馬力數之變遷情形

1950年臺糖公司擁有186台輪式曳引機，平均馬力為18 hp，[2台履帶式曳引機，平均馬力123 hp，曳引機馬力總數約為3,700 hp。以後每年添購曳引機增加機耕動力，但在1957到1968十年之間僅增加約80台，故臺糖公司機耕馬力數歷年來累積值在1955到1968年之間一直維持在15,000到25,000 hp之間，增加率呈遲滯現象，到了1972年其累計曳引機台數達到900台，累計馬力數為42,000 hp。因尚須扣除淘汰之曳引機，故實際上臺糖公司曳引機台數及馬力數是低於上述數值。1980年臺糖公司有679台曳引機，每台平均馬力估計超過60 hp以上。

三、單位耕地面積馬力數之變遷情形

由耕耘機和曳引機台數及馬力數的增加情形雖可看出本省機耕發展軌跡，但此等數據對於農業機

械化的發展程度，似乎較難馬上直接反應出來。在另一角度，從單位耕地面積與總機耕馬力數之關係來研討耕地面積馬力數的變遷，即探討每公頃可用馬力數的變化時則可有「立竿見影」的效果，直接反應出農業機械化的程度。一般而言，農業機械化層次較高或發達的國家，其單位耕地面積機耕馬力數也高，例如在1967年歐洲國家為0.80hp/ha，美國1.01 hp/ha，拉丁美洲0.18 hp/ha，非洲0.03 hp/ha，亞洲0.05 hp/ha，臺灣為0.14 hp/ha^(6,10,14)。臺糖公司自營農場每公頃蔗田可用馬力數於1949年為0.20 hp/ha，1959年為0.74 hp/ha⁽¹¹⁾。本文所引用之馬力數只包括耕耘機和曳引機等機耕動力。

臺灣單位耕地面積馬力數之變遷因機耕動力來源之不同所推算出結果也不同，如表1。例如在1980年耕耘機方面為0.84 hp/ha，耕耘機和民間曳

引機方面為 1.02 hp/ha，耕耘機與民間曳引機和臺糖曳引機則是 1.04 hp/ha。在 1960 年耕耘機方面是 0.03 hp/ha，而耕耘機加上民間及臺糖曳

引機（也即全省全部機耕動力）為 0.05 hp/ha。有關單位耕地面積馬力數之歷年變遷態勢如圖 3。

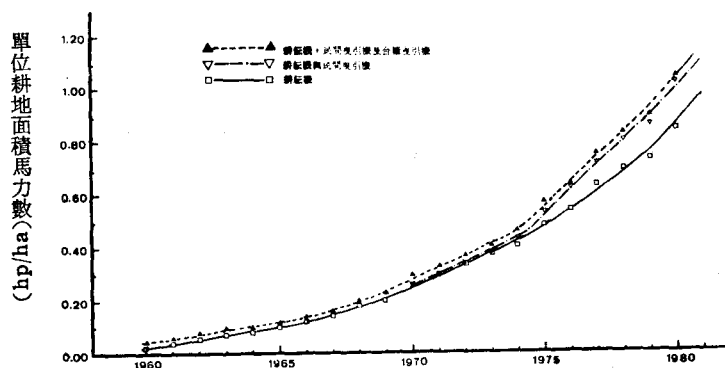


圖 3. 台灣單位耕地面積馬力數之變遷情形

從整體來看，由耕耘機和民間與臺糖曳引機總合機耕馬力數推算出全省每公頃可用馬力數，於 1960 年為 0.05 hp/ha，經過 20 年後，到了 1980 年即高達 1.04 hp/ha，增加 20.8 倍，在此 20 年間耕耘機台數增加 17.7 倍，耕耘機馬力數增加 30 倍，而耕地面積增加率不大，僅由 87 萬公頃增加到 91 萬公頃。全省單位耕地面積馬力數之成長率也可比照耕耘機之成長情形明顯劃分三個成長階段來加以探討，第一階段在 1960 到 1965 年間年成長率約 0.015 hp/ha，1965 到 1974 年間為第二階段其年成長率約 0.04 hp/ha，較第一階段增加 2.7 倍，第三階段在 1974 到 1980 年間，其年成長率約 0.096 hp/ha，比較第一階段增加 6.4 倍而較第二階段增加 2.4 倍。根據以上單位耕地面積馬力數之成長趨勢來看，預

計此值在十年之後即在 1990 年約可達到 2.5 hp/ha 左右，年成長率在 0.15 hp/ha 左右。筆者於 1973 年探討臺灣單位耕地面積馬力數之變遷時曾預估「到 1980 年左右，本省每公頃耕地可分配到之馬力數將達 0.70 hp/ha。將來農民若大量選用四輪式曳引機則該值可能會在 1980 年前就超過 0.70 hp/ha」⁽⁶⁾，當時做此估計之背景只是依據耕耘機的發展過程而推算得來的，與之表 1 相對照，估計值與實際值偏差很少。設若這次預估 1990 年每公頃耕地可分配到馬力數 2.5 hp/ha 吻合未來臺灣機耕發展趨勢的話，則在 1990 年，本省機耕動力將可達 230 萬馬力左右。

比較 1964 到 1978 年之間臺灣、日本和美國機耕馬力變遷趨勢如圖 4。在 1964 年日本為 2.2 hp/ha

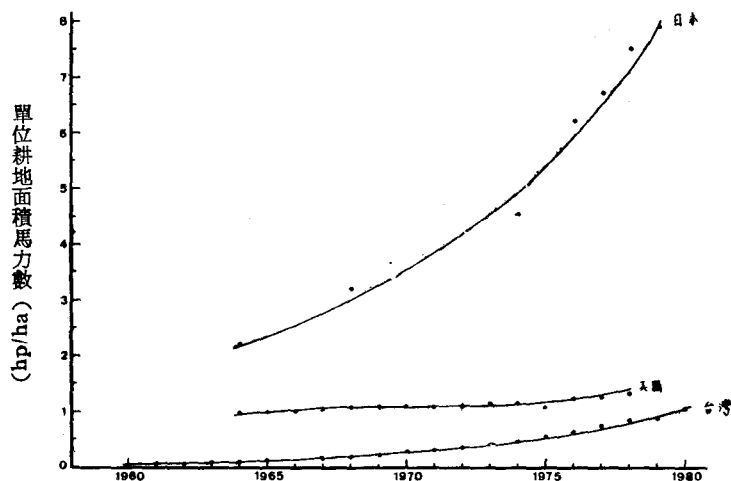


圖 4. 台灣、美國和日本單位耕地面積馬力數變遷情形

，美國 0.98 hp/ha，臺灣 0.10 hp/ha。十四年之後於 1978 年日本為 7.44 hp/ha，增加 3.38 倍，平均年成長率為 0.378 hp/ha；美國為 1.32 hp/ha，增加 1.34 倍，平均年成長率 0.025 hp/ha；臺灣則增加 8.30 倍而達 0.83 hp/ha，平均年成長率 0.052 hp/ha。有關美國和日本機耕動力變遷情形如表 2 和表 3 所示。

美國於 1964 年之曳引機總數為 478 萬台，總馬

力數為一億七千二百萬 hp，每台曳引機馬力平均 36 hp；1978 年曳引機總數減為 437 萬台，但總馬力數增為二億三千八百萬 hp，每台曳引機馬力平均 55 hp。圖 4 指出美國單位耕地面積積耕馬力數的發展自 1964 年到 1978 年間雖有增加趨勢，但其年成長率甚為和緩只達 0.025 hp/ha，在此期間美國耕地面積增減量甚小，1964 年有耕地一億七千五百萬公頃，1978 年約有一億八千萬公頃。從以上美國曳

表 2. 美國機耕馬力變遷情形*

年 度	曳引機臺數 (1,000臺) ^(a)	曳引機總馬力 (百萬hp) ^(a)	耕地面積 (百萬公頃) ^(b)	單位耕地面積馬力數 (hp/ha)
1964	4,786	172	175	0.98
1965	4,787	176	175	1.00
1966	4,783	182	175	1.04
1967	4,786	189	174	1.08
1968	4,766	195	181	1.07
1969	4,712	199	180**	1.10
1970	4,619	203	190	1.06
1971	4,584	206	188	1.09
1972	4,549	209	187	1.11
1973	4,518	212	187	1.13
1974	4,493	219	190**	1.15
1975	4,469	222	207	1.07
1976	4,434	228	186	1.22
1977	4,402	232	185	1.25
1978	4,370	238	180**	1.32

* 根據 ^(a) Agricultural Statistics, USDA, 1979.

^(b) FAO Production Yearbook 1964~1979, United Nation.

** 估值

表 3. 日本機耕馬力變遷情形*

年 度	耕耘機臺數 ^(a) (臺)	曳 引 機 ^(a)					總馬力數 ^(c) (百萬PS)	耕地面積 ^(b) (百萬公頃)	單位耕地面積馬力數 hp/ha ^(c)
		15PS 以下 (臺)	15-20PS (臺)	20-30PS (臺)	30PS 以上 (臺)	合 計 (臺)			
1955**	88,840					1,036			
1964**	2,184,000					12,600		2.2 ^(b)	
1968**	3,030,000					124,600		3.2 ^(b)	
1974	3,377,950	180,540	64,790	60,590	35,400	341,320	22.40	4.978	
1976	3,183,210	372,220	161,310	134,730	52,730	720,990	27.41	4.415	
1977	3,182,370	399,240	201,370	165,840	65,830	832,280	29.54	4.400*	
1978	3,222,490	348,640	309,120	213,170	81,350	952,280	32.77	4.344	
1979	3,167,560	381,650	367,990	249,480	91,750	1,090,870	35.08	4.400*	

* 根據 (a) 第 55 次農林水產省統計表 1978~79 日本農林水產省統計情報部。

(b) 農業機械年鑑 1974~1980 年各期，新農林社。

(c) 計算馬力數耕耘機取 (5 PS)，15 PS 以下取 10 PS，15-20 PS 取 17.5 PS，20-30 PS 取 25 PS，30 PS 以上取 30 PS。

** 根據 第三次中日農業技術交流會議—發展農業機械—報告書，1969. 農復會。

引機台數減少，總馬力數增加和耕地面積馬力數成長率低微等現象觀之，美國曳引機的發展似已達飽和狀態，目前的發展只是汰舊換新與提高曳引機平均馬力。

日本於在1955年有耕耘機八萬八千台，曳引機1,036台，1974年有耕耘機337萬台，曳引機34萬台，機耕總馬力數2,200萬 PS。到了1979年耕耘機略減為316萬台，曳引機增加到109萬台，總機耕馬力數增加到3,500萬 PS。從1974到1979年日本耕耘機有逐漸減少趨勢，1979年比1974年減少約6.2%；曳引機台數在1974到1979年間則呈激增現象，1979年曳引機台數為1974年之3.2倍。從表3可看出日本大約在1968年左右即開始大量推廣曳引機，而耕耘機之發展則在1974年後即呈停滯之現象。

雖然目前臺灣單位耕地面積馬力數低於美國、日本甚多，但從成長速率來看，1960到1980年間，20年來臺灣推行農業機械化的努力，使得機耕動力達到快速成長之成果是無可置疑的，環顧當前農業機械化環境展望未來機耕動力的發展將更具潛力，預期將可產生加速成長的效果。

四、機耕馬力與作物產量之關係

農業機械化不僅可減少農事作業依賴勞工的程度，也可節省勞力。一般而言，使用農機具較易執行深耕，多次中耕及與趕農時有關之作業，因此農業機械化的推行對於農作物產量的影響多少有些關係。Barber (1971) 研討單位耕地面積馬力數與

主要作物單位產量之關係時指出，在一些農業發展進步之國家，其主要作物單位面積平均總產量超過2,000 kg/ha，而其每公頃耕地可分配之馬力數介於1.0~2.5 hp/ha，此主要作物係包括穀類、豆類、油類、甘蔗（粗糖）、馬鈴薯、樹薯、洋葱和蕃茄⁽¹⁰⁾。

1960年以來臺灣主要作物平均總產量的變遷情形根據臺灣農業年報資料加以計算所得結果如表1所示。為與世界各國之作物平均總產量相比較，並顧及臺灣本身農業環境特色，本文有關臺灣主要作物平均總產量乃是包括稻米、小麥、玉蜀黍、大豆、甘蔗（粗糖）、馬鈴薯、樹薯、洋葱和蕃茄等九種作物，平均總產量乃係以上九種作物的年總產量除以其年總栽培面積所得的數值。

臺灣主要作物平均總產量在1960到1979年間由3,094 kg/ha增加到4,368 kg/ha，在此段期間雖然平均總產量增減互見，但仍呈現逐年遞增的趨勢，同一時期單位耕地面積馬力數則由0.05 hp/ha遞增到0.89 hp/ha。單位耕地面積馬力數(X)與主要作物單位面積平均總產量(Y)之相互關係如圖5所示，其迴歸方程式如下式。

$$Y = 4355 (X)^{0.0088}$$

上式中：Y：主要作物單位面積總產量，kg/ha

X：單位耕地面積馬力數，hp/ha

上式乃是根據1960到1979年間20年的資料所得之迴歸方程式，X與Y之相關係數達0.8896。相關係數顯著性測驗結果指出主要作物單位面積平

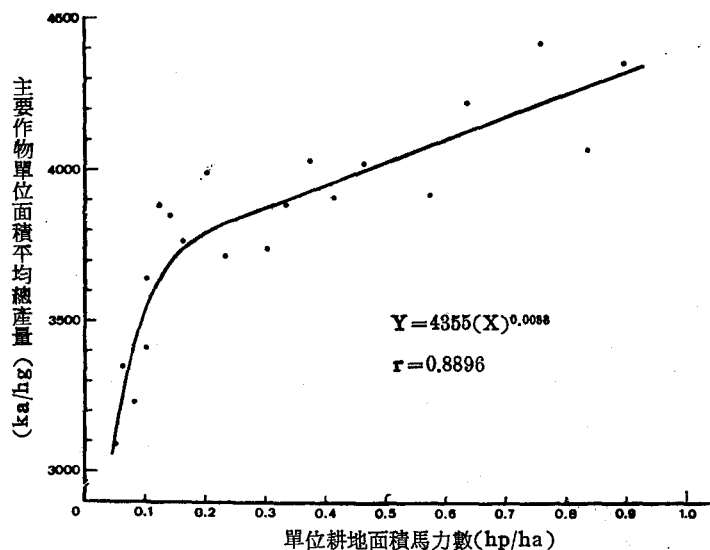


圖5. 台灣單位面積平均總產量與單位耕地面積馬力數之關係(1960-1979)

均總產量與單位耕地面積馬力數有極顯著相關性。

根據上式及各單項作物單位產量與主要作物單位面積平均總產量之關係，推估各單項作物年平均產量之結果與實際產量之比較如下，1960年水稻 2,527 kg/ha 估計 2,632 kg/ha，馬鈴薯 10,146 kg/ha 估計 9,879 kg/ha，小麥 1,807 kg/ha 估計 1,708 kg/ha；1979年水稻 3,402 kg/ha 估計 3,443 kg/ha，馬鈴薯 12,337 kg/ha 估計 12,923 kg/ha，小麥 2,580 kg/ha 估計 2,235 kg/ha。由上述數據可看出估計值與實際值之偏差不是很大，上一公式諒可為今後預估主要作物單位產量之參考依據之一。有關此方面之詳細研究，筆者將於另文探討之。雖然影響作物單位產量的因素甚多，但觀之上述迴歸分析之初步結果中，有關機耕動力的使用程度或即農業機械化的程度對於作物單位產量的影響應佔一席之地之論說實難加以否定的。

筆者根據聯合國糧農組織年報⁽¹³⁾所載各國曳引機台數、耕地面積與穀類、豆類、甘蔗（粗糖）、馬鈴薯、樹薯、洋葱和蕃茄等主要作物產量推算 1969-71, 1979 年日本、美國、英國、以色列、西班牙、澳洲等幾個國家的單位耕地面積馬力數與主要作物平均總產量的關係如圖 6 所示。圖 6 中 1965 年數值係取自 Barber (1971) 之報告⁽¹⁰⁾。

從圖中可看出 1965 到 1979 年間各國或地區的單位耕地面積馬力數與主要作物單位面積平均總產量都具有遞增的趨勢。例如 1965 年日本由 2.3

hp/ha，5,300 kg/ha 增加到 1979 年的 7.86 hp/ha 與 7,100 kg/ha，增加率各為 243% 與 34%；美國於 1965 年為 1.00 hp/ha，2,700 kg/ha，到了 1979 年增為 1.32 hp/ha 與 4,700 kg/ha，增加率各為 32% 及 74%；英國於 1965 年為 1.55 hp/ha，5,200 kg/ha，於 1979 年增為 3.12 hp/ha 與 5,800 kg/ha，增加率各為 101% 及 12%；以色列在 1965 年為 0.80 hp/ha，2,400 kg/ha 到了 1979 年增加為 3.36 hp/ha 及 6,200 kg/ha，增加率各為 320% 及 158%。與上述農業發達國家相比較，臺灣於 1965 年為 0.12 hp/ha，3,800 kg/ha 到了 1979 年則增為 0.89 hp/ha 及 4,368 kg/ha，增加率各為 642% 及 15%。在 1965 到 1979 年間單位耕地面積馬力數的成長率最高為臺灣，依次為以色列、日本、英國及美國，而主要作物單位面積平均總產量之成長率則以以色列最高依次為美國、日本、臺灣和英國。

圖 6 中，臺灣每公頃耕地所可分配到之馬力數在 1980 年前雖低於 1.0 hp/ha，但每公頃耕地主要作物平均總產量却高於或接近於具有 1.0 hp/ha 以上國家之程度，這可能與本省農業之集約經營與一年多作制度，及增加複作指數而提高總產量之成果有關。雖然臺灣單位耕地面積馬力數成長極為快速但到 1980 年為止只達 1.04 hp/ha，距離其他農機發展進步國家的現況仍遠，尚待積極加速推行農業機械化才可趕上高度開發國家的水準。

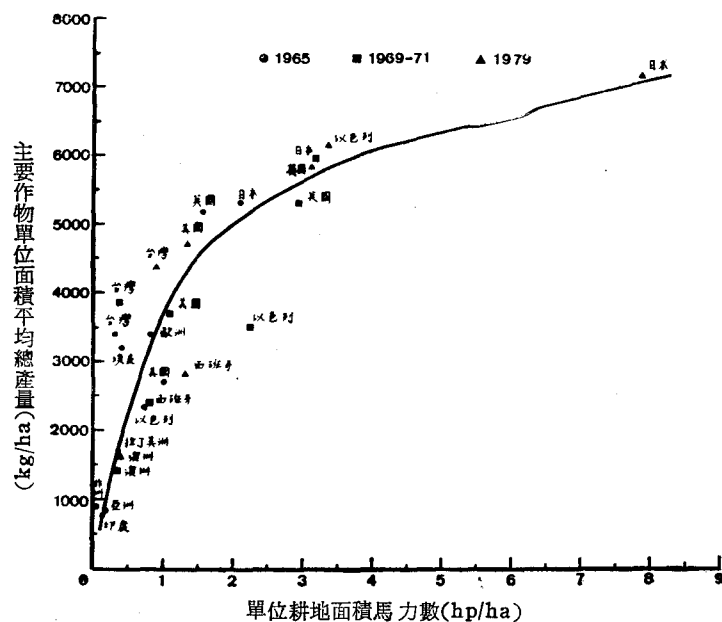


圖 6. 單位面積平均總產量與單位耕地面積馬力數之關係

五、結 論

臺灣農業機械化的發展過程中以耕耘機為開端，經過三十年來的努力，各項農事作業機械化的程度已達很高的比例，機耕作業動力來源漸漸由耕耘機轉移到四輪曳引機的使用。本文由耕耘機，曳引機，單位耕地面積馬力數及主要作物平均總產量的發展過程探討臺灣機耕發展的趨勢，所得結論如下。

(1) 1960 年到 1980 年 20 年間耕耘機台數由 3,708 台增加到 65,745 台，增加 17.7 倍；耕耘機總馬力數由 24,327 hp 增加到 732,126 hp，增加 30 倍。由耕耘機馬力總數增加速率超過台數增加率甚多之現象可看出耕耘機的發展朝向大馬力耕耘機之趨勢甚為顯著。耕耘機之發展可分三期，第一期 1960 年到 1965 年間，耕耘機台數年增加率為 1,700 台，馬力數年增加率約為 12,000 hp；第二期 1965 年到 1974 年，台數年增加率 3,300 台，馬力數年增加率 32,000 hp；第三期 1974 年到 1979 年，台數年增加率 8,914 台，馬力數年增加率為 61,000 hp。耕耘機馬力數佔全省機耕總馬力數之比率於 1974 年為 83.77%，到了 1980 年則降為 78.08%，可見臺灣機耕作業依賴耕機之程度有逐年降低之趨勢。

(2) 全省曳引機在 1970 年，只有 661 台，馬力數約為 36,000 hp，十年後到了 1980 年則增加到 3707 台 205,451 hp，曳引機馬力數在 1970 年只佔全省機耕馬力數之 14%，到了 1980 年則增加為 21.92%，可見曳引機在本省機耕作業中所扮演的角色日趨重要。

(3) 由耕耘機和曳引機總馬力數推算臺灣每公頃耕地可分配到的馬力數，於 1960 年為 0.05 hp/ha，經過 20 年後，到了 1980 年即高達 1.04 hp/ha，增加 20.8 倍。發展過程可分為三階段，第一階段，1960 到 1965 年間每年成長率約 0.015 hp/ha，第二階段 1965 到 1974 年間每年成長率約 0.040 hp/ha，第三階段 1974 到 1980 年間每年成長率 0.096 hp/ha。預計在 1990 年之前即可達到 2.5 hp/ha。雖然臺灣單位耕地面積馬力數之成長極為快速但到 1980 年為止只達 1.04 hp/ha，距離其他農機發展進步國家的現況仍遠，尚待積極加速推行農業機械化才可趕上高度開發國家的水準。

(4) 臺灣稻米，小麥，玉蜀黍，大豆，甘蔗（粗糖），馬鈴薯，樹薯，洋葱和蕃茄等九種主要作物

的年平均總產量在 1960 年到 1979 年間由 3,094 kg/ha 增加到 4,368 kg/ha，在同一時期內單位耕地面積馬力數則由 0.05 hp/ha 遞增到 0.89 hp/ha，單位耕地面積馬力數 X，hp/ha 與主要作物單位面積平均總產量 Y，kg/ha 之間有極顯著迴歸關係性，相關係數達 0.8896。

六、誌 謝

本文承農發會農機小組彭添松先生和鄒瑞珍小姐協助提供耕耘機與曳引機資料，謹此誌謝。

七、參 考 文 獻

1. Peng, Tien-song 1981. Taiwan agriculture and its mechanization. Taiwan Agricultural Machinery Guide.
2. 鄭月遂 1973. 臺灣農業機械化推行成效與發展動向之剖析。臺灣銀行季刊 24(2):167-195.
3. 王志剛、甘文瑞、李勝欽 1974. 臺灣區農業機械供給與需求之研究。工業技術研究院金屬工業研究所。
4. 江榮吉、陳超塵 1976. 臺灣農業機械化之系統規劃。臺大農經系。
5. 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。
6. 盧福明 1978. 臺灣耕耘機之發展與馬力變遷趨勢之關係研究。中國農業工程學報 19(4):22-27.
7. Peng, Tien-song 1977. Problems and solutions in development of farm mechanization in Taiwan. Taiwan Agricultural Machinery Guide 1978. P. 106-132.
8. 農林廳農產科 1981. 臺灣農機統計月報（民國七十年一月資料）。
9. 許金松 1979. 臺灣農業機械化成果與展望。臺灣農業 15(2):77-83.
10. Barber, C. L. 1971. Report of the Royal Commission on Farm Machinery. Information Canada, Ottawa, Canada.
11. 臺糖公司 1960. 蔗田機耕。蔗作技術課程講義 P. 2-3-61-2-3-72 臺糖公司受託訓練越南糖業技術人員委員會編印。
12. Fam Machinery Industrial Research Corp. 1979. Farm Machinery Statistics in: Farm Machinery Yearbook 1979 edition, Japan.
13. FAO 1964~1979. FAO Production Yearbook, FAO, United Nation.
14. Rusi Lalkaka 1974. Acquiring technology for manufacturing agro-equipment. Agricultural Mechanization in Asia 5(1): 59-67.
15. 彭添松 1980. 由日本農業機械化申論我國應努力的途徑。臺灣農業 16(4):5-11。