

# 從栽培管理上談農業工程應加強之配合措施

## —臺灣農業機械化近程與遠景之蠡測—

國立臺灣大學農藝系教授

王 啓 柱

### 一、引 言

農業機械化有規模大小，程度高低，及目標遠近之不同，故「從栽培管理上談農業工程應加強之配合措施」應從何著眼與下手，確屬不易。臺灣目前農業機械化正在發軔，與歐美各國高度農業機械化，在規模與程度上實有霄壤之別，何種規模及程度最適合於本省現階段的農業機械化，實值慎重的考慮。

在現階段由於農村勞力逐漸缺少，工資較昂，農產物成本偏高，農業機械化對此類問題當可迎刃而解。實則農業機械尚比人力及畜力在操作上有其特殊的效果，所有提高單位產量的可能。此點在農業機械化的過程中，亦須深加研討。

臺灣人口密度現已冠於全球，每20~25年人口尚將倍增，此後人地的安置當益感困難。農業機械化必須擴大農場經營規模，始合經營原則。在目前小農制度下勢須集合一二十戶農家聯營合作農場；各待農地所有權之移轉而創辦大型農場，則更曠日

廢時。本省經航測結果，適於農牧的山坡地，尚有55萬公頃可供開發，此似為擴大農場經營規模與機械化的捷徑與遠景。

臺灣農業機械化似應從近程及遠景兼籌並顧，不僅解決目前勞力的缺少，提高單位產量，減低生產成本；且從長遠計，可擴大耕地面積，解救人地困難的處境，更有利於國計民生。

### 二、臺灣作物生產所需的勞力與成本

#### (一)作物生產所需的勞動量

國內作物生產機械化仍在發軔時期，各種作業尚需大量人力及畜力來維持，致構成生產成本偏高，無法與國外農產物相抗衡。欲正確估量農業機械化之利益，必先明瞭作物生產究需多少勞動量，而此勞動量如何為農業機械所取代。作物種類繁多，現始學較為重要和具有經濟價值者十種：如水稻、陸稻、小麥、玉蜀黍、大豆、落花生、甘藷、甘蔗、棉花及黃麻等為代表，並據臺灣土地銀行研究處之「臺灣省作物栽培調查統計」比較分析於次。<sup>(5)</sup>

表1 臺灣十種主要作物栽培所需男工女工及畜工之勞動量（工數/公頃）

地區及工別	水 稻	陸 稻	小 麥	玉蜀黍	大 豆	落花生	甘 藷	甘 蔗	棉 花	黃 麻	總 計	
北 部	男工	85.11	—	100.50	45.00	119.30	112.90	125.30	—	—	98.02	
	女工	4.64	—	25.00	200.00	8.30	84.30	2.90	—	—	54.19	
	畜工	19.14	—	8.80	5.00	6.70	8.60	19.00	—	—	11.21	
中 部	男工	89.40	—	93.00	126.50	162.50	115.50	95.80	81.00	—	109.10	
	女工	2.00	—	75.00	25.00	140.00	92.50	37.30	131.00	—	71.83	
	畜工	21.50	—	2.00	11.30	22.50	8.60	14.00	7.50	—	12.49	
南 部	男工	76.68	28.63	99.00	57.30	97.90	49.00	82.60	107.50	42.33	69.30	71.02
	女工	4.53	55.33	82.00	48.00	29.40	120.40	38.70	126.50	197.50	176.20	70.24
	畜工	10.50	12.88	—	18.70	17.30	16.00	23.90	36.75	16.67	23.90	18.16
東 部	男工	105.50	40.00	—	48.50	52.00	72.30	40.30	100.50	—	—	65.59
	女工	23.50	44.00	—	32.00	72.50	56.00	13.50	149.50	—	—	55.86
	畜工	11.75	15.00	—	13.00	36.50	15.80	22.80	35.25	—	—	21.44
平 均	男工	85.92	30.90	96.40	82.00	104.30	87.50	94.70	99.13	42.33	85.30	80.84
	女工	18.75	53.10	59.50	50.80	36.00	88.30*	24.70	132.75	197.50	214.40	87.58
	畜工	15.79	12.88	3.90	13.20	18.40	14.10	20.50	29.06	16.67	25.60	17.01

\* 落花生栽培在原統計資料，在南部的男工為349，而在東部的女工為102.7，似與實際未符，經核算改為49及88.3。

資料來源：臺灣省作物栽培調查統計

從需工之平均數論，男工的栽培大豆、甘蔗、小麥、甘藷較多，皆在每公頃 90 工以上；女工以栽培黃麻、棉花及甘蔗為最多，皆在 130 工以上。畜工以栽培小麥最少，因為冬季裏作栽培未整地地，僅需 3.9 工。東部似由於人工缺少，人工僅用中部所需的三分之二而以畜工補充；北部及南部則相

差無幾。

### (二)作物生產成本的分配

作物生產成本包括從整地至收穫及調製的人工及畜工成本，以及材料費成本等。現仍以上列十種主要作物比較分析此三種生產成本之分配情形。<sup>(5)</sup>

表 2 臺灣十種主要作物生產成本中人工畜工及材料費所佔之比率

	水 稻	陸 稻	小 麥	玉蜀黍	大 豆	落花生	甘 藷	甘 蔗	棉 花	黃 麻	總 計	
人 工	整 地	9.81	6.92	8.27	3.60	7.38	8.39	7.48	1.79	2.74	7.21	6.35
	播種(植)	1.03	2.03	13.17	5.20	4.75	6.52	2.72	3.84	2.23	2.84	4.43
	移 植	6.06	—	—	—	0.07	—	5.92	—	—	—	1.21
	中耕除草	10.86	19.96	6.45	9.60	9.60	13.65	10.12	10.62	7.37	14.02	11.23
	管 理	0.12	—	—	—	0.60	0.17	1.83	1.33	5.80	1.25	1.09
	病蟲防除	3.18	3.50	2.04	3.33	6.57	2.30	0.55	0.94	8.21	1.58	3.22
	施 肥	2.88	2.98	3.06	5.33	4.41	3.77	4.59	2.62	2.54	4.29	3.65
	灌 溉	4.74	—	2.49	1.87	4.77	0.53	2.32	2.04	0.57	1.10	2.04
	收 穫	10.81	12.70	10.42	10.80	12.02	13.69	11.97	24.21	12.37	17.07	13.61
	乾燥調製	3.31	1.96	16.65	5.60	5.25	9.40	0.58	—	1.07	7.54	5.14
小 計	52.80	50.05	52.55	45.33	55.42	58.42	48.08	47.31	42.90	56.90	50.98	
畜 工	整 地	8.77	9.60	1.58	3.73	6.13	5.29	5.58	1.65	3.97	4.83	5.11
	播 種	0.07	—	—	0.14	0.89	0.11	0.02	0.14	0.38	0.15	0.19
	中耕除草	—	2.83	0.57	2.53	1.10	0.65	2.76	3.83	1.38	0.78	1.64
	施 肥	—	0.40	—	—	0.07	0.12	—	0.10	0.25	0.10	0.10
	收 穫	0.13	0.64	—	0.40	0.89	0.09	2.93	3.00	—	0.30	0.83
小 計	8.97	13.47	2.15	6.80	9.08	6.26	11.29	8.72	5.98	6.16	7.89	
材 料 費	種 苗 費	2.85	5.63	4.08	3.60	5.92	15.02	6.38	7.04	1.51	2.91	5.50
	材 料 費	0.22	—	—	—	0.34	0.17	—	—	—	—	0.07
	農 藥 費	3.37	4.59	8.49	3.47	5.97	2.02	0.40	2.06	18.90	1.35	5.06
	肥 料 費	31.79	26.26	32.73	40.80	23.27	18.11	33.85	34.87	30.71	32.68	30.50
合 計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	

資料來源：臺灣省作物栽培調查統計

根據此十種主要作物，人工費佔全生產費之 50.98%，畜工佔 7.89%；而材料費則佔 41.13%。人工費中以收穫費最多，佔 13.61%；中耕除草次之，佔 11.23%，整地又次之佔 6.35%。此外，產物之調製及種植費亦較多，各佔 5.14% 及 4.43%。畜工則主要用於整地。材料費中以肥料費所佔最多，佔 30.50%；種苗費及農藥費各佔 5.50% 及 5.06%。

### (三)作物生產方式的檢討

1. 作物生產投下過多的勞動量，臺灣由於農業機械化尚在起步階段，大多數作業皆由人工與畜工進行。在國內工業發展後，農村勞力顯呈不足，使農業無法正常的發展。國內作物生產用過多的勞動量可由與農業機械化發展程度不同的國家美國及南非共和國之比較中顯而易見<sup>(6)</sup>：

表3 美國南非與臺灣每公頃生產玉蜀黍及小麥所需勞力(人時)

作物	年代	美 國	南 非	臺 灣	備 註
玉 蜀 黍	1910	74.6	—		臺灣之勞動日單位，以每日8小時化算為人時。
	1966	13.2	58.5	1,164.6(或145.6人日)	
小 麥	1919	32.2	16.6~17.6	1,265.3(或158.2人日)	
	1966	6.1			

資料來源：Proceedings of Agricultural Congress (South Africa) 1977

與農業機械化國家相比，臺灣作物生產所需之勞力跡近浪費：玉蜀黍生產所需勞力88倍於美國，17倍於南非；小麥生產所需勞力207倍於美國，74倍於南非。此種生產方式不僅使國內農業生產的成本提高而陷於不景氣狀態；並將拉住工業發展的後腿，使兩種產業皆感勞力不足，未能正常發展。

2.作物生產成本分配之重估 國內主要作物生產成本之分配上，人工及畜工佔總成本58.87%，肥料費佔30.50%，其他佔10.3%。以南非論，玉蜀黍生產成本之分配上，機械操作(40~42%)及人工(18~20%)共佔總成本之58~62%，肥料佔28~32%，其他佔10~11%。兩者趨勢相似，所不同者乃生產動力之人工與機械的應用。基於農業機械化事在必行，作物生產成本分配上如何作更合理而有利的投資，實值研討。

#### 四作物栽培機械化的步驟

1.收穫的機械化 據表2，作物收穫佔人工成本之26.7%，應列為優先。故除現有作物收穫機應配合實際需要加以改良並積極推廣外，其他作物為甘藷、馬鈴薯、落花生等在研製中，或已研製成功的收穫機，亦需加緊示範推廣。

2.中耕除草機 中耕除草所需的勞力僅次於收穫，佔人工成本之22.02%，亦須加緊機械化。據一般試驗，多數作物並無需中耕，但除草則極有必要。故設計中耕除草機應着重於除草。現殺草劑雖已漸次推廣，惟殺草劑施用亦常受氣候的限制，且其積留及散佈殘毒已引人警惕。

3.整地機械 整地所需勞力佔人工成本之12.5%，且為作物栽培的首要工作。整地工作中的犁地用的圓碟犁，碎土用的圓碟耙固屬重要；在墾闢荒地清除雜灌木或林木所需的推樹機(bulldozer)亦須因地制宜。至於平土器、開溝犁及起壟機(Lister)等自亦必需。

4.播種機械 播種包括少數作物的移植亦佔人

工成本之11.06%，故各種形式的播種機，以及移植機，亦有待於改良及推廣。今後應着重直播，避免移植上費時費力。

5.乾燥及調製機械 此項工作約佔人工成本之10.1%。穀物收後的乾燥與產物的調製非一般農家所能設備，最好由公共造產，合作經營來設置乾燥機及各種不同型式的調製機，尤其採用太陽能，以節約能源及經費。

6.施肥機 施肥工作佔人工成本之7.15%，為作物栽培中例行作業。惟本省多雨，尤其中南部一帶雨季及旱季分明，一般施肥機似未能適用。雨季中所用施肥機要能溝施及蓋土，以防雨水的沖失；乾季應用噴灑灌溉器或噴霧器，實行葉面噴施(後文另詳)，以防肥料的流失及失效。

7.病蟲防治的噴霧及噴粉器 小型噴霧器或噴粉器現已普遍施行，其所需勞力即佔人工成本之6.31%。欲減少此項人工成本即須採用大型或電動噴霧或噴粉器具；尤在大規模合作經營的田地，應施用低容量(low-volume)噴霧器的飛機帶動的空中噴施，節省人力，爭取時效。

### 三、從氣候因素談栽培管理中農業工程應加強之配合

#### (一)臺灣氣候的特性

本省屬於熱帶性氣候，高溫多濕；由於雨量過多及其分佈不均，及造成農業特殊的問題，<sup>(3,4)</sup>而有待解決及克服。

本省各地之年雨量由1,027公厘(澎湖)至4,357公厘(阿里山)。惟中南部雨季及旱季極為明顯：在十月至四月的旱季中高雄七個月的雨量僅及全年雨量之11.2%，臺南僅及13.4%，臺中23.1%，臺東亦不過27.2%。中南部為本省主要農區，旱季缺水如此嚴重<sup>(3,4)</sup>。反之，雨季則雨水過多，又常將造成作物減產；甚至山地因雨水過多，逕流量易

表4 臺灣各地雨量及蒸發量之分析(公厘)

地 區	五至九月雨量及蒸發量			十至四月雨量及蒸發量			年雨量 平均	極端年雨量		極端月雨量		觀測年數
	總雨量	月 平 均		總雨量	月 平 均			最 大	最 小	最 大	最 小	
		雨 量	蒸 發 量		雨 量	蒸 發 量						
基隆	1,065	213	167	1,829	261	83	2,899	3,662	1,818	815	3	43
宜蘭	1,068	214	117	1,487	212	59	2,558	4,055	1,392	978	2	36
臺北	1,284	256	151	827	118	76	2,111	2,789	1,499	941	4	50
平鎮	1,188	238	—	989	141	—	2,175	3,094	1,595	923	4	36
新竹	910	182	—	672	96	—	1,580	2,275	878	784	0	44
苗栗	1,180	236	—	445	92	—	1,844	2,708	857	1,054	0	41
臺中	1,371	274	153	411	59	110	1,783	2,837	1,097	1,315	0	50
集集	1,921	334	—	466	67	—	2,385	3,440	1,604	1,095	0	41
嘉義	1,707	341	—	310	44	—	1,999	3,591	1,065	1,389	0	45
臺南	1,584	317	155	243	35	120	1,820	2,926	685	1,909	0	50
高雄	1,559	312	—	192	27	—	1,713	3,235	561	1,596	0	47
屏東	2,117	423	—	255	36	—	2,403	3,538	937	1,570	0	42
恆春	1,962	392	163	326	47	170	2,274	3,594	1,321	1,798	0	50
花蓮	1,123	226	149	800	114	89	1,927	3,128	1,093	1,339	0	45
臺東	1,306	261	166	467	69	130	1,793	2,749	892	1,156	0	45
澎湖	738	148	174	287	41	131	1,027	1,671	323	826	0	50
阿里山	2,603	520	68	1,006	144	59	4,357	6,065	2,476	2,836	0	12

資料來源：根據「臺灣土地利用」之雨量資料改算；科學農業25(5-6)

表5 臺灣山地雨水之利用與流失

項 別	雨 量 (立方公尺)	利用與流失佔總雨量百分比
每年降雨總量	86,800,000,000	100.0
農地有效利用	3,500,000,000	4.1
蒸發損失	27,000,000,000	31.0
滲漏量	2,900,000,000	3.4
逕流量	53,400,000,000	61.5

資料來源：科學農業 22(7-8)255, 25(5-6)151-164.

形成山洪暴發，有如「七、七」的水災，使田園荒蕪廬舍為墟。

臺灣雨水以山地尤多，惟由於坡勢峻急，雨水多逕流而去。逕流量佔全年總雨量 61.5%；滲漏入土甚少，僅3.4%，蒸發損失達31.0%；最後實際能為農地或作物所利用者不過 4.1%而已。此實為農業資源之一大損失，且其損失不僅在水，土壤之沖

失勢亦隨之而俱來。

(二) 農業工程應加強之配合設施

本省土地總面積中約有64%為山地，此類山地中之 61.5%的雨水如能導為有用的農業資源，不僅山地農業可充分開發，而平地農業亦可解除旱潦之害。

1. 加強水土保持 水土保持為山地農業開發的

首要課題，亦為農業發展成敗的關鍵。此需大型或小型水利工程亦須加強配合。在水土保持上似應著重以下工作：

(1)蓄水式平臺階段或山邊溝 山地水土保持的要領乃化坡地為平地，蓄水式平臺階段及山邊溝皆為有效的對策。此種平臺階段及山邊溝必須藉農業機械，始能有效進行。

(2)增闢蓄水壩及貯水池，在山地及平地逕流水經阻蓄之餘，剩餘的水應勘測有利的地形建立蓄水壩貯水，並在山區或平地利用低窪地闢為貯水池，保蓄雨水並養魚，以為山地及平地排水路的集蓄去處。此兩者皆可供旱季缺水地的灌溉。

(3)接水槽之設置 山地雨水豐沛，一般年雨量皆在 2,000 公厘以上，阿里山即有 4,357 公厘。借此大量雨水僅有 4.1% 為農地有效利用，其餘皆散失無餘。設無適宜地勢可開闢蓄水壩及貯水池，似可採用擴大承水面積的接水槽如(圖 1)。此種接水槽曾在夏威夷缺水山區採用，以接納雨季的雨水，及累積旱季中有限的雨量，藉供牲畜給水，亦可用以噴灑或滴水灌溉 (drip irrigation) 之需。此種簡單設備在一般農家皆輕而易舉。



圖一 擴大承水面積的接水槽 (作者原圖)

## 2. 平地之蓄水與排水

(1)旱季前深耕蓄水 在本省旱季與雨季明顯的中南部農業區域，一年中有七個月旱季，無灌溉設備幾難栽培作物，即栽培而產量亦大受限制。此種地區在旱季來臨前，似應採用旱農 (dry farming) 制之深耕蓄水。利用深耕盡量擴大土壤中蓄水容積，並減少水土的流失，以備旱季栽培作物之需。因此適合於深耕蓄水而不至將底層新土翻至表土層的深耕犁，勢須加以設計及應用。

(2)鼯式排水及蓄水 鼯式排水 (mole-drainage) 在排水不良地區常被採用而簡便有效。鼯式

排水亦稱穿洞挑水，乃用鼯式排水器 (mole-drainer) 裝於心牛犁後的圓球，在土深 30~50 公分位置，穿一圓徑 10~15 公分的圓洞，藉以排水，而取代一般農田之橫溝、縱溝及環溝的明溝排水系統。通常採用以開溝犁挖掘的明溝排水，既化工又易在多雨季節將土表肥分沖洗而去，不利於作物的單位增產 (詳後)。鼯式排水即無此缺點。惟此種排水必須在較為黏重的土壤中施行，排水量多少可以鼯洞間的距離及洞數加以調節。此種鼯洞在多雨時固可資排水；在旱季前如閉塞兩端，似亦可供蓄水之需。

## 四、從地勢及土壤談栽培管理中農耕機械化之配合

### (一)地勢

1. 平地 平地的地勢平坦而土層深厚，栽培上宜全面機械化，即從整地至收穫以及產物調製，皆以農業機械以取代人工，一如前述。此外，在種植多年生作物田地，經長久重機械操作，表土可能壓實而破壞土壤的物理性，使作物生長反常及降低產量，收穫後整地時有施用深耕犁或底土犁 (subsoiler) 深耕鬆土之必要。

2. 山坡地 山坡地雖有坡度大小的不同，除低窪谷地外，一般表土皆薄，不宜用重型犁耙深耕。山坡地由於長久的水土沖蝕，表土所餘無幾，故土壤瘠瘠。欲改良此類土壤必先化坡地為平地，除用農業機械開闢山邊溝及平臺階段外，在新墾闢山坡地尚應採用分條墾耕 (strip-cropping) 及等高耕作 (contour cultivation)，以加強水土保持，增高作物產量。此皆有賴於農業機械上配合。山坡地由於水源缺少，應採用噴灑或滴水灌溉，視作物種類及需水情形而定。

### (二)土壤

1. 鹽分地 本省西部海埔地約有 53,870 公頃。此類鹽分地改良，除圍堤以防海水外，尚須覓取水源加強洗鹽工作。過去洗鹽因採用明溝排除溶洗後的鹽水，收效不佳，今後似應採暗溝，以埋管排除鹽水。此種工作自有待水利工程上配合。

2. 砂礫地 全省砂礫地總面積為數當不在少，雨後無法蓄水，肥分不易保留。土壤不加改良，作物栽培將事倍功半。砂礫地之改良，從農業工程方面應在土深 50~100 公分的底層鋪設柏油或類似物質層，以防雨水或灌溉水滲漏而去。此種工作臺灣

糖業研究所曾與美國 Michigan 大學合作試驗，以農業機械操作，結果頗為理想。今後似仍應繼續實施並加強配合。

### 五、農作物單位增產與作業機械化

#### (一) 犁耕機械化與作物增產

栽培作業機械化，不僅節省勞力與成本，且可

增加單位面積產量。臺糖公司前此即曾以機耕的深耕與牛犁的淺耕，並分施輕重肥，比較試驗甘蔗產量：深耕加施輕肥可增產 8~13%；深耕加施重肥則可增產 15~17%。美國 Oklahoma 栽培小麥，利用大型起壟機 (Basin lister) 增產亦達顯著的程度<sup>(8)</sup>。因此犁耕機械化不僅應注意節省勞力之效用，並須重視其對於增產的效果。

表 6 機耕 (深耕) 與牛犁 (淺耕) 對甘蔗產量之影響

項 別	牛 犁 對 照 (7.5~10公分)		機 耕 10 公 分		機 耕 15 公 分		機 耕 21.25 公 分	
	輕 肥	重 肥	輕 肥	重 肥	輕 肥	重 肥	輕 肥	重 肥
原料莖產量(公斤/公頃)	72,800	77,401	78,917	88,592	79,625	69,038	82,365	89,544
指 數	100	106	108	121	109	122	113	123

資料來源：臺灣糖業手冊 (1952) 469

表 7 輪作休閒與連作地利用 Basin 起壟機對小麥增產之影響

地 別	採 用 Basin 起 壟 機		不 用 Basin 起 壟 機	
	田 間 操 作	平均產量 (英斗/噸)	田 間 操 作	平均產量 (英斗/噸)
輪 作 休 閒 地	組 1:1937~48		組 1:1933~36	
	早犁	28.4*	早犁	15.0
	用 Basin 起壟機早起壟	27.0*	春季起壟	15.7
	用 Basin 起壟機早期起壟	28.0*	早期起壟	15.1
	早起壟	29.1*	晚起壟	17.4
小 麥 連 作 地	組 2:1933~48		組 2:1933~37	
	早起壟	20.7*	早起壟	10.1
	用 Basin 起壟機早起壟	20.0*	早起壟並破壟	10.5
	組 3:1938~48		組 3:1938~48	
用 Basin 起壟機早起壟	19.7	單回早起壟	20.6	
	早起壟	21.0	單回早起壟	22.3

LSD(5%)=1.3~2.3 英斗

資料來源：U. S. Dept. Agric. Circ. 917.

#### (二) 栽培技術與作物增產上可能性

1. 作物增產之限制因素熱帶性高溫多雨的氣候，對於旱地作物的生產利弊參半；即高溫雖有利於一般作物的生長，而多雨則可能有減產作用。如此，筆者曾將主要旱地作物，如小麥、大麥、玉蜀黍

及大豆等，在不同氣候的國家中產量高低作一般的比較。影響作物生長及產量最大的氣候因素當為溫度與雨量，現將此兩因素與作物產量的關係作如下的圖解。<sup>(3)</sup>

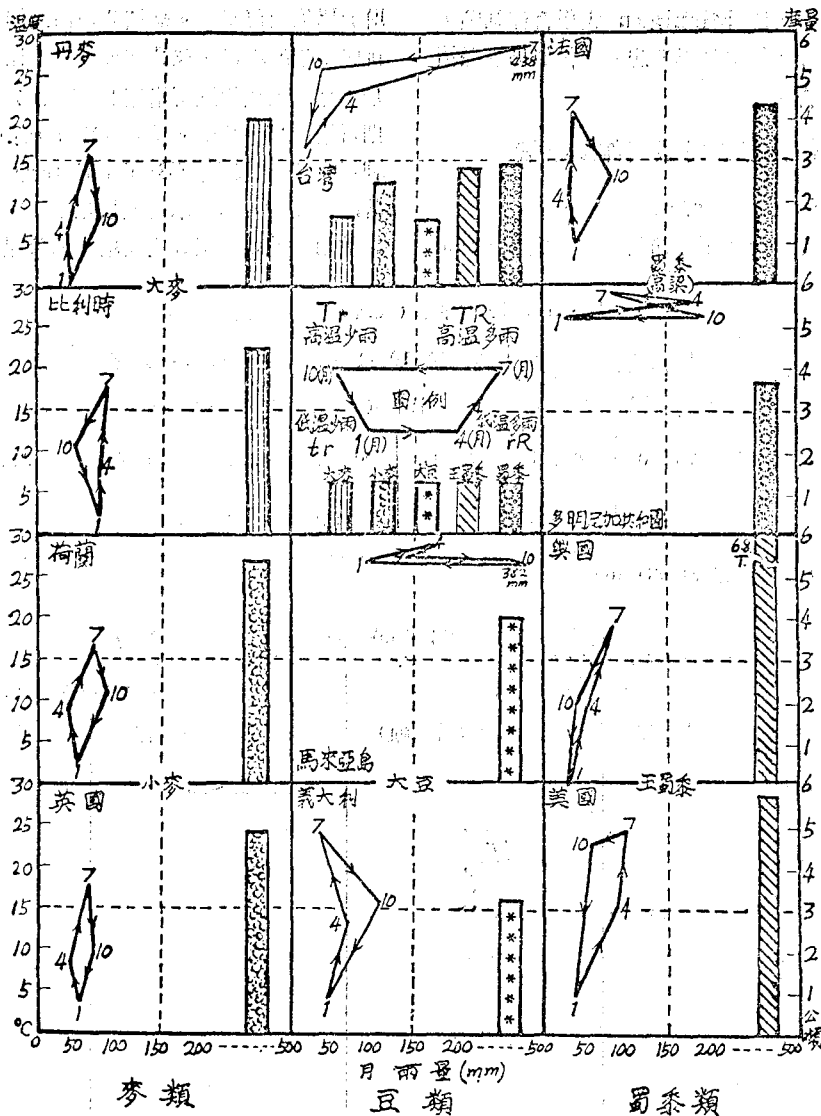


圖2 旱作物產量與溫度及雨量之關係 (作者原圖)

從上圖雨氣候因素上探討，臺灣雨量及其分佈當為作物增產主要限制因素之一，其餘如生長期、土壤、作物品種及栽培技術等亦可能對產量有相當的影響。雨量對於產量具有決定的作用，乃在於雨季5個月中之雨量過多，高雄雨季中雨量佔全年雨量88.8%，臺南佔86.6%，臺中佔76.9%，臺東亦佔72.8%，其餘亦多在60%以上。此種雨量下降常甚集中，損害作物尚不明顯，雨對於適時施用的肥料，尤其速效的氮肥的沖失，則顯而易見。且雨水逕流所沖失的程度，與雨量成正比，雨量加多時不僅土壤中有有效肥分，即土壤本身亦將沖失而去。此種作用可從 Dangler<sup>(7)</sup> 在夏威夷所作試驗加以證

實。氏從不同坡度下研究每小時雨量所造成水土的沖蝕，結果在3.1~4.0%的坡度，每小時81~95公厘雨量下，每公頃沖失5.1~9.5公噸的土壤；在9~10%坡下，每小時61.6~68.4公厘雨量下，每公頃沖失9.7~15.8公噸；在15~16%坡度下，每小時62.5~71.0公厘雨量下，每公頃沖失19.4~28.2公噸。故前提施用肥料或土壤中有有效肥分的沖失自屬意料中事。反之，在旱季中則雨量過少，已成作物生長的阻礙；即施肥亦難收肥效，自亦形成增產的限制因素，故必須改用葉面施肥(foliar fertilization)。

2. 作物增產限制因素突破的研討

(1)改善施肥方式 在雨季中氮素追肥應改用緩性氮素肥料如 N-Serve 類氮肥並溝施蓋土在旱季中則用葉面施肥，以增進肥效及減少肥料上損失。至於肥料之溝施蓋土及葉面噴施，皆最待農業機械之配合。

(2)改進整地與排水系統 國內多數作物，為玉蜀黍、蜀黍、甘藷等採用行溝栽培，故整地時常一行一溝行高常在20公分左右，目的在適應暴雨時的排水；然亦將加強逕流，挾水土及肥分而俱去的沖失作用，減低土壤肥力及作物產量在所難免。針對此缺失，似應採用大畦整地方式，每10~20行作一大畦，畦間開排水溝，如有鑿式穿洞機，再配合地下排水溝；甚至以鑿式排水方式替代全部整地開掘的明溝排水，則更可減少逕流及土肥的沖失，當有利於作物的增產。此類操作皆需農業機械的配合。

(3)增建水利工程擴大灌溉面積 本省可灌溉土地面積已達65%，在世界各國中已屈指可數。惟仍有三分之一土地無法灌溉，旱季中豐收無望，而冬季常難耕作，致全省複作指數未能提高。旱季中作物如能及時灌溉，或在灌溉後適時施用追肥，增產定可預期。

## 六、結 語

臺灣現階段的農業機械化，似應先集合小農聯營合作農場，或獎勵耕地所有權的移轉而舉辦大型農場；然後採用現代化的農業機械和替代勞力，減低成本，並改善栽培技術，以增高單位面積的產量。本省作物生產需用過多的勞動量，與農業機械化國家同單位面積作物（如玉蜀黍及小麥）88~207倍於美國，17~74倍於南非。如此作物栽培的各種

作業所需勞動量之多少為依據，則農業機械化的需要性為收穫>中耕除草>整地>播種>乾燥及調製>施肥>病蟲害防治。惟農業機械化乃為一整體計劃，必需全套農業機械的施行而不可偏廢。

雨水在臺灣為農業生產的限制因素，特別在雨季與旱季明顯地區，作物栽培成功除機械化外，尚須有水利工程的配合，以加強蓋水、灌溉排水及水土保持工作。適當控制土壤中水分並合理施肥，將有助全省作物單位產量之提高。

山坡地的開發與利用，鹽分地及砂礫地的改良與利用，藉以擴大耕地面積及農場經營規模，應列為農業機械化的遠程計劃，極需農業工程加強配合，通力合作，使本省農業資源得以充份開發，以安置不斷增多的人口，與供應逐漸缺少的糧食。

## 引 用 文 獻

- (1) 王啓柱(1976)臺灣山地及海埔地開發之可能性及其限度—科學農業 24(1-2) 25-54.
- (2) —(1977)臺灣天然資源有效利用與未來農業之發展—科學農業 25 (5-6) 151-164.
- (3) —(1979)世界主要雜糧產區之自然環境與雜糧生產—科學農業 27(11-12) 325-335.
- (4) 陳正祥 (1950) 臺灣土地利用 (農地研究室)
- (5) (5)臺灣土地銀行 (1962) 臺灣省作物栽培調查統計
- (6) Bruwer, J. J. (1977) Mechanization and irrigation Proc. Agric. Congr. (Pretoria, RSA)
- (7) Dangler E. W. et al. (1975) Hawaii Agric. Expt. Sta. Res. Bull. 181.
- (8) Locke, L. F. (1953) U. S. D. A. Circ. 917.