

草莓園中耕施肥試驗機之研製

A Testing Cultivator for Strawberry

桃園區農業改良場助理

張 金 發

Chin-Fa Chang

摘 要

草莓係最具外銷發展潛力的高經濟作物，栽培面積日漸擴大，本桃園區達 500 多公頃，唯大部分田間作業仍仰賴人工耕作。據栽培草莓成本調查分析得知：每公頃所需工資達 208,864 元，佔總生產成本的 60%。在此農村勞力缺乏之際，研提本計畫從事研究有關中耕管理機之附屬機具，應用於草莓園田間作業，以期代替人工耕作，降低生產成本，並提高農民收益。

草莓中耕施肥機係裝配於 5~7 HP 中耕管理機上，作為附屬機具應用，設計直徑 10 cm 的圓輪凹槽之定量肥料配出機構，本機係於兩行草莓中間作點穴施肥作業，每點肥料量為 25~50 公克，施肥深度為 7~10cm，點施距離為 30~45 cm，作業效率每公頃只需 14 小時。

Abstract

Strawberry is one of the high economical value crops and has the potential to be as export crop. The cultivation area of strawberry is kept on increasing, but most field works are done by hand which waste much time and money. From the cost breakdown investigation, we found the cost of labor is as high as 60%. This project is to study the usage of attaching implements on small tiller in strawberry field to decrease the production cost.

The Fertilizer Cultivator is attached on 5~7Hp small tiller to use in strawberry field for top dressing. The fertilization is 25~50g in each hole and 7~10cm in depth. Distance between each hole is 30~45cm. The operation speed is 14 hr/ha.

一、前 言

草莓是新興高經濟作物，因含有豐富的維他命丙，因此有「活力的維他命丙結晶」之稱。又具有芬芳的清香、鮮艷的顏色及酸甜適度，是一種高級的水果，可做鮮果與加工原料，如加工製造草莓果醬、草莓冰淇淋等。近年來由於社會安定與繁榮，人民生活富裕，旅遊業蓬勃發展，到草莓園採收草

莓，已成為冬、春季最受歡迎的旅遊觀光節目之一。因此栽培面積日漸擴大，桃園區除主要產地——苗栗縣大湖鄉外，尚有公館鄉、獅潭鄉、新竹縣關西鎮、桃園縣大溪鎮及臺北縣新店市，估計栽培面積達五百多公頃。

草莓栽培作業大部分仍依賴人工，據成本分析得知：每公頃生產成本 353,485 元，其中工資是 208,864 元，佔總生產成本之 60%。近年來，由於

農村勞力不足，導致工資上漲，使得生產成本提高，而農民收益降低。在此人工缺乏之際，研製中耕管理機之附屬農機具，裝配應用於草莓園，極為重要。而草莓園實施機械化的栽培、管理及收穫作業，乃是降低生產成本最有效的方法。

本計畫工作目標：研究設計製造點穴施肥機，裝配於中耕管理機操作應用，以機械代替人工作業，實施機械化耕作，可節省大量人工，增加工作效率；降低工資，提高農民所得，並促進草莓園機械化之栽培作業。

二、草莓生長特性及本省目前採用之中耕施肥方法

本省草莓最佳種植時期為10月上旬，其栽培方法為一畦兩行式，畦實 90 cm，畦溝寬 30 cm，畦高 25~30 cm，每個畦面種植兩行草莓，行距 45 cm，株距 35cm，每公頃種植約 4,500株。定植時需深淺適中：太深時植株容易腐爛；太淺則植株隨風搖動，影響成活率及生長發育，定植時覆土於根冠之二分之一處即可。據調查，草莓定植後 20~25天，需採用臺肥 5 號複合肥料實施中耕追肥，一般人工施肥方法，係使用 10 cm 寬之圓木棒打孔，深約 15~20cm，而後用湯匙搯一匙量之肥料施入洞內，每點施肥量約 30~50 公克，每公畝施肥約 100~125 公斤，並用人工覆土作業，每公畝約需 20 人工，既費時費工又很辛苦。如圖一。

三、草莓園點穴中耕施肥機之試製

(一) 試製動機

鑑於本省目前草莓園之中耕施肥皆為分段作業，不但耗費大量勞力、又很辛苦，致使生產成本增加，為提高草莓園觀光旅遊之活動，勢必先行降低生產成本。為應草莓園以機械代替人工作中耕施肥之需要，本場設計研製了一臺草莓園點穴中耕施肥機試驗，以期提供農民應用。

(二) 試驗機簡介

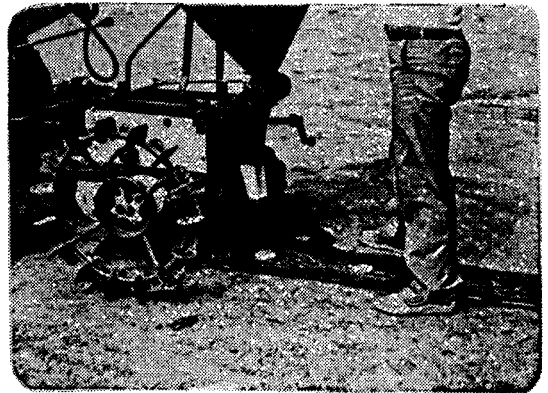
本試驗機係設計裝配於中耕管理機操作應用，作為中耕管理機之一項附屬作業機具，其主要四大結構部分如下：

1. 施肥箱部分：為長方斜邊形由厚度 2.0mm 之鐵板製成，將其固定在點穴機構之上。如圖二。

2. 定量肥料配出機構部分：係由鋁製 10cm 直徑之圓形凹槽式，共有凹槽六個組成，每個凹槽長



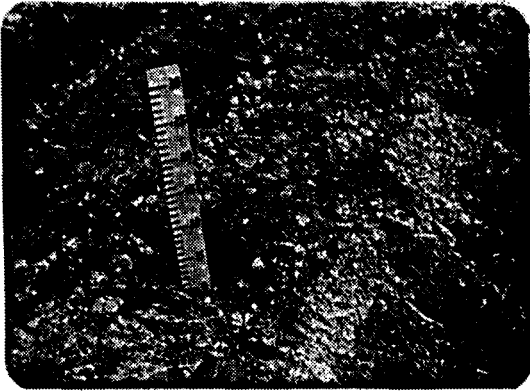
圖一、人工施肥打孔情形



圖二、施肥機點穴施肥量與點穴距離測定



圖三、施肥機田間操作情形



圖四、施肥機施肥深度調查



圖五、施肥機結構圖及田間操作情形

12 cm×寬 2.0cm×深 2.5 cm，右側面設有凹槽溝大小調整之把手輪，可控制調整定量之肥料；左側面設計齒數之被動齒輪，每一齒控制一次之肥料落點於點穴開口杯內，其動力由點穴開口杯之四連桿傳動。

3.點穴開口杯部分：本組機械係作橢圓形之運

動，當開口杯在上方時，係承接定量之肥料；而其運動至下方時，由平行四邊形之連桿組推開開口杯，將肥料點播於洞穴內，其動力由直徑 50 cm 之支持鐵輪傳動。如圖三。

4.機架部分：本機主體部分由 5 cm 之方形鐵管構成，並設有接頭，可裝配於任何廠牌 5~7HP 之中耕管理機，作為其附屬機具，以操作應用。

四、田間試驗

(一)試驗材料：研製改良試驗機用之鐵材、五金零件、試驗田用之草莓苗、肥料、農藥等及其他配件與田間試驗調查用之計數器、碼錶、量尺等測試儀器。

(二)試驗方法：

將研製之草莓園點穴施肥機在本場作靜態與田間操作測試後，配合新竹縣關西鎮農會選定於石光里農友劉德林先生之草莓園進行田間試驗。測定及試驗項目有機械性能與效率、每點施肥量、人工施肥與機械施肥之草莓生長情形與產量調查，及使用成本調查分析。

五、結果與討論

(一)據草莓園栽培成本分析得知：每公頃生產成本 353,485 元，其中工資為 208,864 元，佔總生產成本之 60%。在此人工缺乏之際，研製中耕管理機之附屬機具，應用於草莓園耕作，是極為重要的項目。(如表一)

(二)草莓定植後 20~25 天，需施用追肥，採用臺肥 5 號複合肥料。據調查，一般人工施肥方法係用 10 cm 之圓木棒打孔，深約 15~20 cm，每點施肥量約 30~50g，每公畝施肥量約 100~125kg，並用人工做覆土作業，每公頃約 20 人工，得知費時費工又辛苦。

表一、每公頃草莓栽培成本分析

地點：大湖鄉

項目 費用	種苗費	肥料費	人工費	機工費 ^(a)	農藥費	材料費	雜支及捐稅	合計
金額(元)	58,864	20,696	208,864	8,796	23,064	29,910	3,294	353,485
比率(%)	16.65	5.85	60.0	2.49	6.52	8.46	0.94	100

備註：(a)係指耕耘機整地，配合中耕管理機作畦之機工費用。

表二、各種供試肥料之機械性質分析

肥料種類名稱		主要成分 (%)			含水率 (%)	摩 擦 係 數				安息角 (度)		密 度 (kg/ℓ)
		氮素	磷 鈣	氯化鉀		自 然 滑 下		輕 微 震 盪		柱筒式	漏斗式	
						鐵 板	不 銹 鋼	鐵 板	不 銹 鋼			
粒狀複合肥料	1 號	20	5	10	22.7	0.7	0.7	0.6	0.5	28	29	1.032
	5 號	16	8	12	27.0	0.6	0.6	0.5	0.5	32	32	0.948
	39 號	16	18	12	9.5	0.6	0.5	0.5	0.5	31	31	0.956
粒狀單質肥料	硫酸銻	21	0	0	2.0	1.0	2.4	0.7	1.0	36	36	0.857
	過磷酸鈣	0	18	0	9.0	1.3	0.9	0.8	0.7	36	36	0.630
	氯化鉀	0	0	60	3.0	0.9	1.9	0.7	0.5	29	29	0.970

表三、點穴施肥機田間作業性能

名 稱	點穴距離(a) (cm)	點穴深度(b) (cm)	點穴施肥量(c) (g)	點穴大小 (ℓxw)	作業效率 (hr/ha)	耗 油 量 (ℓ/H)
點穴施肥機	30~45	7~10	25~50	5×6	14	1.80

備註：(a)、(b)、(c)可按田間耕作需求調節。

表四、草莓園施肥機試驗田農藝性狀及鮮果產量調查結果

項 目	株 高 (cm)	葉 幅 (cm)	葉 數 (枚)	鮮 果 重 (kg/ha)	順 位
人 工 施 肥 區	13.0	32.40	25.0	6,738	2
機 械 施 肥 區	13.5	33.40	21.5	7,195	1

(三)由表三肥料之機械性質分析得知：臺肥複合肥料顆粒成分均勻，對定量肥料配出機構作用準確，適合機械施肥作業。又據草莓施肥試驗報告指出：臺肥5號複合肥料為速效性、肥效優良、係顆粒狀，適合草莓園栽培點穴施肥用。(如表二)

(四)設計點穴施肥機，裝配於7 HP中耕管理機上，定量肥料配出機構採用圓形凹槽式，其動力由支持之鐵輪傳動，每點施肥量為25~50g，每點施肥深度為7~10cm，點穴施肥距離為30~45cm，均可調節，採用臺肥5號複合肥料。(如表三)如圖四(四)經田間測試得知：本機由一人操作，每0.1公

頃費時84分鐘，即每公頃只需14小時可完成，工作效率高，與人工施肥每公頃需160小時相比較，快約11.5倍，即可節省146hr/ha。(如表六)如圖五

(六)由表四產量調查結果得知：機械施肥肥料量定量控制準確及平均，故植株生長發育良好，每公頃平均產量比人工施肥者為高。

(七)由表五~十之經濟效益分析得知：本機包括裝配之中耕管理機，每臺造價72,000元，假設使用年限為10年，年負擔使用面積為10公頃計算，則估算每公頃使用成本為2,185元，如與慣行法人工施肥每公頃費用9,040元比較，可節省6,855元。

表五、草莓園人工中耕施肥每公頃費用表

工 別	項 目	運 肥	打 孔	施 肥 (a)	覆 土	合 計	每小時(b)	合計工資
		(hr)	(hr)	(hr)	(hr)	(hr)	工資(元)	(元)
男	工	10	70			80	63	5,040
女	工			40	40	80	50	4,000

備註：(a)施肥為臺肥43號複合肥料10包計算。

(b)每日工作 8 小時計算，男工工資500元/日 ÷ 8 小時/日 = 63元/小時

女工工資400元/日 ÷ 8 小時/日 = 50元/小時。

表六、草莓園中耕施肥之勞力比較表

單位：hr/ha

處理	項目	運 肥	打 孔	施 肥	覆 土	人員組合	累計作業	省 時 數	省時百分比
		(hr)	(hr)	(hr)	(hr)	(工)	時數(hr)	(hr)	(%)
人工施肥		4	78	40	40	2	160		
機械施肥		4		10		1	14	146	91

表七、草莓園施肥機固定費用表

單位：元

機種	項目	購入價格(a)	殘 有 價 格	每年平均償還費	年間資本利息(c)	年間固定費用	每公頃固定費用
		(元)	(元)	(b)	(元)	(元)	(元)
施 肥 機		72,000	7,200	6,480	2,574	9,054	9 05

備註：(a)包括動力部分：5~7 HP 中耕管理機乙臺。

(b)年間負擔面積以10公頃，機械耐用年限以10年計算。

(c)資本利息 = $\frac{\text{購入價格} + \text{殘有價格}}{2} \times \text{年利率} 6.5\%$ 。

表八、草莓園施肥機變動費用表

機 種	項 目	作業效率 (hr/ha)	公 頃 變 動 費 用 (元)			合 計 (元)
			修 護 費 (a)	工 資	燃 料 費 (b)	
施 肥 機		14	360	14hr/ha × 63元/hr = 882	34	1,279

備註：(a)修護費 = 機價 ÷ 2 ÷ 10 ha。

(b)燃料費 = 每公頃耗油量 1.8ℓ × 19元/ℓ = 34元。

表九、草莓園施肥機每年不同作業面積之成比比較表

單位：元/公頃

機 種	項 目	作業效率 (hr/ha)	年 間 作 業 面 積 (ha)									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
施 肥 機		14	10,333	5,806	4,297	3,543	3,090	2,788	2,573	2,411	2,285	2,185

備註：每公頃費用 = $\frac{\text{施肥機年間固定費用}}{\text{年間作業面積}} + \text{每公頃變動費用}$

表十、草莓園施肥機年間作業面積10公頃時之經濟效益比較表

項 目 處 理	年間作業 面積 (ha)	每 公 頃 費 用 (元)	每 公 頃 節 省 費 用 (元)	節 省 費 用 百 分 比 (%)	每 公 頃 作 業 時 數 (hr)	每 公 頃 節 省 時 數 (hr)	每 公 頃 節 省 時 百 分 比 (%)
慣行人工施肥法	1	9,040			160		
施肥機施肥法	10	2,185	6,855	76	14	146	91

六、建 議

本機械構造簡單、操作輕便，又機械點穴施肥量均勻，草莓生長良好，產量普遍比人工施肥為多，值得推廣農民使用。

七、謝 誌

本計畫承農委會之補助，試驗進行中承本場同仁：徐華盛、田雲生、詹德財、胡憲洪等之協助，初稿承作環課游課長俊明斧正，又田間試驗承新竹縣關西鎮農會協助，選定劉德林農友之草莓種植田，始能順利完成，謹此致謝。

八、參 考 文 獻

- (一)關昌揚譯，1985，農業機械學，第三版，p. 232~275。
- (二)藍章華譯，1975，農業機械使用管理，p. 279~303。
- (三)小栗富士雄著，1969，標準機械設計圖表便覽，臺隆書店編輯委員會譯。

(四)林文冕編著，1971，機械設計原理與實例，信明出版社印行。

(五)關昌揚譯著，1974，農業機械實驗，p.491~534。

(六)徐萬椿譯著，1965，農業機械原理，p.254~272。

(七)彭錦樵、樂家敏、謝廣文，1984，蘆筍中耕施肥試驗之研製，農工學報第30卷2期，p.151~155。

(八)翁金瑞、蘇重生，1984，多用途不整地真空吸力式播種施肥聯合作業機械之研究，農工學報第30卷2期，p.118~124。

(九)李窓明編，1984，草莓種苗生產及栽培技術，臺灣省政府農林廳編印，p.15~35。

(十)John Robertson 1978 Mechanising Vegetable Production p.65~77。

(十一)J. M. Shippen, C. R. Ellin and C. H. Clover, 1980, Basic FARM Machinery, Third Edition, p. 149~160。

專營土木、水利、建築等工程

新高營造有限公司

負責人 林 秀 巒

地址：鳳山市山東路176號 電話：(07)7014179