

洋菇生產作業體系之分析

An Analysis of Operational Systems in Mushroom Productions

國立臺灣大學農業工程研究所副教授

國立宜蘭農工專校土木科助教

王 鼎 盛

周 立 強

Tin-Sen Wang

Li-John Jou

摘 要

臺灣洋菇生產以工具或農具為主，切草機、推土機及運搬車為輔，其生產作業效率並不高。本研究調查對象為北部頭份及南部六甲各兩戶菇農。由於兩地區氣候、硬體設施、栽培規模、產銷目的及菇床厚度不同，其所需單位產量各別作業人力所佔百分比稍有差異。在頭份地區之切菇、採菇、堆肥上床與築床及假堆作業各為36.1%，33.9%，11.9%，4.0%，在六甲則各為34.0%，29.3%，8.7%，10.9%。

故今後應朝採菇、切菇、堆肥上床與築床等耗費龐大人工之作業過程，開發其自動化。其他如菇舍換氣、保濕菇床及蒸氣加溫殺菌等作業亦應朝向自動化控制。

關鍵詞：採菇、堆肥上床、假堆、菇舍換氣、保濕菇床、蒸氣加溫殺菌。

ABSTRACT

Producing Mushroom in Taiwan is mainly done with hand tools or agricultural implements. Grass harvesters, bulldozers and transportation vehicles can be taken as auxiliary tools. As a results, the low efficiencies of operation and production occurred. The purpose of this research are to investigate the operational systems of mushroom growing houses and to understand the implemetation of automation in Taiwan regions. Two commercial mushroom growing houses located in Toufen and Liuchia respectively are selected to study.

Due to differences in climates, constructions, scale of farming, goal of marketing and thickness of mushroom beds, some variations are involved in the percentage of operational manpower related to production needs.

Operational percentage for harvesting, picking, casing and composting, and compost preparation in Toufen are 36.1%, 33.9%, 11.9%, 4.0% respectively; while in Liuchia are 34.0%, 29.3%, 8.7%, 10.9% respectively.

The results suggest that the operations such as picking, harvesting, casing and composting, ventillating (ags-exchange), bed moisture preserving and steam sterilizing should incorporate into a automatic control-based system to achieve the goals.

Keywords: harvesting, picking, casing and composting, compost preparation, ventillating, bed moisture preserving, steam sterilizing.

一、前言

本省洋菇種植面積由68年之10.434千平方公尺至79年減到1478千平方公尺且逐年降低，有近80%的洋菇舍在11年間轉作(臺灣省農林廳，1989；臺灣省農林廳，1991)。根據臺灣省農林廳78年11月出版的「農情報導」；民國77/78年低溫洋菇生產的平均成本，每百坪為163.178元，其中以人工費高達73,169元，佔總成本之44.83%，材料費41,857元佔25.86%居次，菇舍折舊費20,040元佔12.28%又次之，以上三項合佔82.67%為生產主要費用；可見當前要降低洋菇生產成本，恢復外銷競爭能力，須從這三項著手，但後兩項是生產洋菇所必須，降低的比例有限，唯一能大幅降低成本的是人工費的減少支出，而降低人工費支出，最有效方法就是生產作業合理化，省力化。亦即從洋菇生產個別作業流程中分析，找出其適當之作業體系運作，減少重複勞動則可使整體作業效率提高，節省人工費用，降低菇農之工作疲勞。

本研究方式將著重於洋菇生產個別作業流程細部調查包括菇場選定，製作全程現場作業調查記錄之表格，以攝影器材、馬錶及動線累計儀在現場實測動作內容及方式並記錄工時及動線。依據工作抽查、動作研究、及動作經濟原則對現場工作方式分析探討(周道，1988；陳元哲及葉宏膜，1990；農業施設學會，1990)。依時間研究之方法對工作時間作合理深入比較(農業施設學會，1990)。按工作環境及作業硬體設施作評比(農業施設學會，1990)整合前述方式做總合性作業效率探討，作成具體改善之建議。

藉此合理化、省力化之作業體系運作將可使洋菇生產從手工化、工具化、半機械化、機械化逐步走向自動化目標，並作為日後洋菇生產作業自動化改善之重要參考依據。

二、前人研究

(一)栽培系統 (Cultivation systems)

Gaze (1985) 述及世界各地區所採行各式洋菇栽培系統有田埂式菇床 (ridge bed)、美式棚架 (American shelves)、荷式棚架 (Dutch shelves) 淺箱式 (tray)、魚箱式 (fish box)、塑膠袋式 (plastic bag) 及水槽式 (trough) 等。文中指出在歐洲、美國、遠東、非洲、澳大利亞等地區由於地

理上及經濟方面考量，均有不同栽培方式，並比較出目前各栽培系統下各栽培方式之特點及發展 (Flegg et al., 1985)。而本省洋菇栽培系統及方式亦考量地理上、亞熱帶及經濟面因素也經歷若干變革，近年來從上述幾種栽培系統中選用棚架式菇床，並經農政及農業試驗單位大力推廣一種標準式菇舍及其栽培設施並且提供栽培技術及方法工具上的指導(臺灣省農林廳，1981)。

(二)生產管理與經濟

(Grop productivity and Economics)

Flegg (1985) 指出影響洋菇產量之因子相當多且多變化，包括菌種品種、好的人工栽培環境條件、栽培者技術與判斷力等。到目前為止一般較佳產量統計是每噸菌種堆肥達200至250(有時達300至350)公斤的收穫量。同時他也指出對於洋菇產量的表示並沒有最佳或較正確的方式，應是視需要的型式及目的而定。其提及國際洋菇科學學會提供可引用及比較之產量係以每噸準備堆肥(供下菌種)所收穫之新鮮菇體重量(公斤)為依據。另外或提供其他量化單位(例如菇床深度、堆肥水份含量、每單位面積堆肥重量、菇體成熟階段時被切割後之長度等)作為其他特別之應用(例如量測從準備堆肥到新鮮洋菇的轉換效率或在不同菇場中比較栽培技術方式之層次水平及試驗結果或比較不同堆肥材料及方法等)。而洋菇產量有一項重要性的意義即堆肥重量包括了堆肥各種過程期間的重量(如未加工時乾材料或高溫加熱後的重量等)。本文中洋菇生產各階段中係採用上述不同之量化單位，以相互評比在不同菇場之作業方式，其中堆肥重量係以未加工時之乾草料重為根據。

同時Flegg在文獻(11)中提到；早在1960年代就有人想到配合預先決定的程序以支配洋菇的生產管理，並引述Hauser & Sinden (1964)曾提出；在設備完善菇場裡，要控制眾多人工栽培及環境因子是較能夠達成的。可以用調節作業過程(例如下菌種及覆層等過程)及精確地控制環境因子等方式，調配及處理一星期中間盛產與小產時之收穫量。由於控制收穫(controlled cropping)觀念上的激發，於1960年發展出一種收割系統包含了採收線(picking lines)及工作室、站(parlours、stations)(Hopper, 1971)，此系統內淺箱(tray)可以叉形昇降手推車(fork-lift truck)搬動。從收穫室內或管理室(cropping houses)至中央的採收區(picking area)該處之淺

箱沿著工作檯移動，而工作檯每邊均有一排之採收人員 (picker)。淺箱在回到收穫室及重新堆置時之前，會在作業線末端以水澆置。該項優點有較簡便及快速的收穫速度，給予採收人員較佳之工作條件及大大的減緩斑點、變質及蕈傘開裂 (outbreak) 之發生。不過操作這些系統仍引發許多問題。大部份的困難之一是面對採收線的採收設備，要如何確定在相同時間內所有箱內洋菇均可準備採收。假如並非如此，則收穫機的刀口在菇床上移動將切到未成熟菇體之頂帽與成熟菇體之莖柄或覆層之起伏表面。如果能控制環境一致性及覆層之起伏與確定同一水平菇床，就能夠促進機械採收機構之用處，並且不論洋菇是否以機械或手收穫、或經由好的收穫管理控制及電腦感測控制之應用協助，均能有效改善菇場作業生產管理之效率。

Flegg & Smith (1979) 曾利用以增加每間菇舍堆肥量來設計洋菇栽培新的方式；而有以下系統供參考：(1)深槽系統 (the deep trough system)；(2)可堆高及可移動式的淺箱系統；(3)大型圓鼓式系統 (the large drum system) 其中深槽系統堆肥槽深1m寬1-2m，底部可由風扇氣流冷卻堆肥，此系統並在1980年Lockwood氏成功地商業化。雖然部份實驗結果顯示有些菇場有時每噸堆肥洋菇產量會減少，大體上來說生產力確提高很多，尤其深槽系統淺箱滿足經濟的發展 (Lockwood, 1980; Henke, 1979) 且只需極少機械去操作該系統 (Gaze, 1979, 1980)。

Vedder & Woltjer (1974) 發現困擾洋菇生產兩個主要大問題是(1)確是工資上的支出逐漸增加；(2)平均生產成本有明顯的上揚。為了能處理這些問題將使得構造成本過度提昇，在維持高生產比例時，昂貴與便宜的構造成本，二者均會並存其中。其中有四種系統供參考：(1)單區棚架式菇床 (single zone with shelf beds)；(2)多區式或淺箱系統 (multiple zone or tray system)；(3)輕便栽培式淺箱 (compact cultivation with trays)；(4)輕便栽培移動式菇床 (compact cultivation with movable beds)。在西方國家現代洋菇生產的瓶頸就是以手工採收洋菇消耗太多人力，而輕便栽培移動式菇床較能提供發展機械收穫的可能性。

三、材料與方法

本省洋菇在歷經政府、學術研究單位、及民間通力合作試驗，再經由農會講習研討示範、推廣，

加上菇農種植數十年經驗，其洋菇生產過程已有一定之流程，主要作業有菇舍整理 (包括修繕、清床)、堆肥製造、築床、後發酵、下菌種、覆土、澆水、通風、收穫、菇腳切除、出售運搬及堆肥清除等工作流程。由於洋菇生產之適宜溫度在菌絲時是24°C (75°F)，在菇體生長時是16-20°C (61-68°F) 故本省栽植洋菇均在10月中至次年3、4月間 (Flegg et al., 1985；臺灣省農林廳，1981)。本省南北氣候稍有差異及生活型態、背景稍有不同，使得洋菇生產作業流程也非同步並略有差異，其詳細生產作業流程，以台南六甲地區及苗栗頭份地區為例，如表1所示為洋菇生產作業流程日程表。

(一)菇農之選定

1. 背景說明

本省洋菇主要產地，依近三年產量 (1000公噸以下未列) 排序為臺南縣、南投縣、彰化縣、苗栗縣，其中79年以上各縣佔總產量百分比各為65.5，10.7，9.7，8.1% (臺灣農業年報，1991)，經與以上地區各地農會聯絡，勘查研究地點，調查作業內容，按菇農規模及菇舍型式選擇四個菇場。由於洋菇產地北部份以苗栗一帶，南部以臺南地區為大宗，故抽樣性調查地區考慮地理上分類、南北部氣候差異及農村生活型態不同之閩南莊及客家莊，故以臺南縣六甲地區及苗栗縣頭份地區為主，選擇各二戶為代表。其栽培面積頭份選356平方公尺 (110坪) 及550平方公尺 (170坪) 各一戶，六甲選712平方公尺 (220坪) 及1070平方公尺 (330坪) 各一戶。在本次調查中發現本省洋菇生產過程為仍具有傳統農業生產型態——農閒與農忙，其各戶人力調配不一，經由表2四戶菇農家庭中可從事洋菇生產之人力調查區分如下：主要人力為全程參與，次要人力為農忙時在切草、築床、收穫過程中部份參與。

2. 菇舍構造附屬設備及工具

(1) 菇舍

本省洋菇舍從外觀看多屬圓頂連棟型，但各棟實際為獨立，由共同工作準備室連通，而棟距為0.3~0.4公尺。一般菇舍大小型式南部較北部為大。構造骨材；六甲地區屋架為木造，床架則為竹造，頭份則均為木造，但均屬於棚架式 (shelf)。六甲多為舊菇舍其被覆材為黑網，本板及PVC塑膠布，頭份則均為較新之菇舍，被覆材則為紅泥塑膠布及保力龍板。地面性質六甲菇舍內外及堆肥場均為土壤地表，頭份菇舍內外及堆肥場則為水泥地面，其堆

表 1 79/80年臺南六甲曲栗頭份地區洋菇生產作業流程日程表

作業項目	78・10月	11月	12月	80・1月	2月	3月	4月
整理菇舍 床底鋪有 孔塑膠布	—						
假堆含切 草上肥料	*						
堆肥 含翻草3-4次	****	——					
築床 含堆肥上床	*						
後發酵 蒸氣殺菌		****	——				
下菌種		*	—				
上土			* —				
澆水通風 菇生長管理			***** 				
收穫 採菇切菇 裝運#1			***** 				
清理菇舍 堆肥清除 #2							— *

#1：實線部份為農會製作，虛線部份為零售菜販或洋菇工廠直接收購。

#2：臺南六甲地區洋菇堆肥非完全清除，四月起開始植草菇清覆土鋪棉再利用。苗栗頭份地區一年只栽一次，堆肥在四月中旬即完全清除，當年八、九月即準備草料及覆土（打碎，加石灰，風乾）待至十月才開始重新切草堆肥。

符號——表六甲地區，*****表頭份地區

表 2 四戶菇農家庭中可從事洋菇生產之人力調查

人 力 調 配	主 要 人 力			次 要 人 力		
區 分	性別	年齡層	人數	性別	年齡層	人數
頭份甲戶 (另有種植水稻及飼養 部份家禽、畜)	男	55—60	1	男	25—30	2
	女	50—55	1	男	30—35	2
				女	25—30	2
頭份乙戶	男	50—55	1			
	女	45—50	1			
六甲甲戶 (另有種植水稻)	男	55—60	1	男	13—18	3
	男	40—45	1	女	55—60	1
	女	40—45	1			
六甲乙戶 (另有種植水稻)	男	55—60	1	男	25—30	1
	女	55—60	1	女	25—30	3

表 3 假堆作業人力、工時及作業量

	頭 份 甲 家	頭 份 乙 家	六 甲 甲 家	六 甲 乙 家
人力數 (人)	2	2	4.3 (含次要人力估算)	3
每 人 工 時 (時 / 人)	20	17	75	50
草 料 噸 數	15	12	72	47
平 均 作 業 量 (噸 / 人 · 時)	0.375	0.333	72	0.313

表 4 堆肥製造作業人力、工時及作業量

	頭 份 甲 家	頭 份 乙 家	六 甲 甲 家	六 甲 乙 家
人力數 (人)	1	1	2	2
每 人 工 時 (時 / 人)	4.5	3.6	15	8
草 料 噸 數	15	12	72	47
平 均 作 業 量 (噸 / 人 · 時)	3.333	3.333	2.4	2.938

肥場有斜坡及小排水溝以利直洩肥液及雨水。六甲兩家一棟菇舍內栽培床皆為兩排5層10床。但頭份甲家則為三排5層15床，乙家為二排半5層10床及外加5床僅可單邊工作。底層菇床與地面均留有20~30公分空間，菇床外側與邊牆及排間菇床之間均留有60~65公分之通道，便於搬運堆肥、採收及灑水等工作。菇床間之垂直間距（即上層菇床底部至次層菇床表面間垂直距離）其空間可便於灑水及採收等作業，在六甲兩家均為60至65公分，而頭份兩家皆為50公分。

(2) 附屬設備

一般菇舍附屬設施包括通風系統設備；可調節空氣的溫濕度及排除在栽培期中洋菇呼吸所產生之有害氣體。一般使用特別設計能抗熱耐濕之40公分（16吋）電扇（吊式）或100公分（40吋）直立大風扇或鼓風機及多孔PVC通風軟管。加熱設備；係以蒸氣殺滅昆蟲，真菌孢子並消毒騰空後之菇舍。冷卻設備；因夏天洋菇售價高於冬天，故以屋頂灑水及噴水方式冷卻菇舍從事生產提供鮮銷，但其設備及成本高昂，在本省仍極少採行。加濕設備；用於洋菇生長期菇床灑水，一般均使用中型或小型蓮蓬頭之水管（3/4或1/2吋）帶有接頭及開關與動力機器。堆肥場；製作堆肥。運輸覆土進床之滑車及軌道；軌道之軌幅寬0.3公尺，由每段3公尺長之鍍鋅管連接而成，車長1.2公尺其平底並裝有滾動之軸輪。蓮蓬頭、抽水馬達（0.5，1，1.5馬力），多用途。

在本次調查四家菇農所使用之設備不盡相同，茲分述如下：

- I、頭份甲家：通風設備依使用目的不同；在蒸氣殺菌時，在每一通道之上方兩端處懸掛16吋防水風扇，向下鼓風，以促進舍內蒸氣之內循環。或在洋菇成長期促使空氣流通。其加熱設備係燃燒煤油及柴火使熱水鍋爐產生蒸氣，經由鍍鋅鐵管導入舍內。加濕設備使用有蓮蓬頭之水管連同馬達加壓，噴出細霧，避免水滴濺起菇床覆土。
- II、頭份乙家：加熱設備與甲戶相同，但蒸氣導入舍內時，以鼓風機及PVC通風軟管送風以促進內部蒸氣之循環。其加濕設備亦與甲戶相同。
- III、六甲甲家：使用可移動式蒸氣鍋爐機（燃燒重油），經鐵管導入工作間，再以鼓風機及PVC通風軟管送風。加濕設備與前二者相同。
- IV、六甲乙家：加熱設備與加濕設備仍相同於六甲

甲戶，但其現場仍備有40吋直徑之大電扇向上鼓吹。

(3) 工具

比較此四戶之設備及工具，與其菇舍大小及操作規模，其間會有一些差異，實際上也看不出所謂標準化機器設備，而為其它用途設計之機械甚至也使用在栽培洋菇上，如堆土機用於堆肥翻堆上。以下為綜合栽培洋菇所使用之工具，其中很多工具均可以用其它工具替代，甚至有更好之機械化設備可替代，例如前年用堆肥叉堆肥翻堆則去年改用堆土機堆肥翻堆。一般洋菇舍之用具有尖叉重型堆肥叉、尖叉堆肥叉（用來鬆散緊實堆肥之用）、篩土用具（1分篩孔）、尖頭鐵鏟、動力或用手操作之噴霧器（用以蒸氣或噴藥消毒）、尖叉短柄耙（在堆肥進床時用）、畚箕與扁擔或擔架（用於裝堆肥上床）、量氣溫及床溫用之溫度計（其讀數可測至65℃以上）、電燈泡（供採菇時照明用）、覆土用臉盆或塑膠桶、切菇用柄刀、採菇時勺子及水桶、裝運洋菇之籃架、平頭鐵鏟、熱水鍋爐、PE袋或PVC塑膠布（用於堆肥上床或覆土時鋪於通道上以利清掃）。

針對上述之各戶洋菇舍構造內容，附屬設備及在生產作業過程中其所使用之機械或器具，請參考文獻6。

(二) 作業之計測

本研究主要參考「工作簡化」之理論中（周道，1988），對工作環境、程序分析、作業分析、工作分配、動作研究及時間研究等內容項目，針對六甲與頭份地區四家菇農全程洋菇生產作業過程作調查及記錄，請參考文獻(6)表4.1~4.7。

1. 人力之計測

作業人力之計測乃針對洋菇生產各階段過程採實際記錄法。其方式為：根據各階段工作重點設計好表格，依工作者年齡、姓名及參與人數狀況，記錄其工作時間及數量（各階段單位均不同，可作為相互評比之依據為準）。按每人之工作性質，以一天為單位，分別記載且必須包括完整的工作期，當累積一期後再予以統計分析，列成圖表。

2. 方法之計測

作業方法之計測包括程序分析，作業分析，工作分配。圖1為作業方法所應用之技術（陳元哲與葉宏膜，1990）。本研究係根據洋菇生產各作業過程之工作性質及特點，選用圖1作業方法所應用之技術，可作為配合洋菇生產作業體系之參考。

表5 築床作業人力、工時、動線及作業量

菇農	頭 份 甲 家	頭 份 乙 家	六 甲 甲 家	六 甲 乙 家
類別				
動線累積值 (人・公尺)	28800	19200	30570	32180
動線平均值 (公尺/人・時)	900	533	185	293
人力數(人)	7	6	15	14
每人工時 (時 / 人)	16	18	15	11
草料噸數	15	12	72	47
平均作業量 (噸/人・時)	0.134	0.111	0.32	0.305

表6 後發酵及蒸氣殺菌期間管理人力及面積

	頭 份 甲 家	頭 份 乙 家	六 甲 甲 家	六 甲 乙 家
管理人力	1	1	2	2
管理面積 (平方公尺)	550	356	1070	712

表7 下菌種作業與整床作業人力、工時、動線及作業量

	頭 份 甲 家	頭 份 乙 家	六 甲 甲 家	六 甲 乙 家
人力數(人)	第一天2人， 第二天4人	第一天2人， 第二天3人	第一天10人，第二 天上下午各6，4人	第一天10人，第二 天上下午各8，5人
總人時數 (人・時)	22.5	13.5	126.1	77.4
動線累積值 (公尺)	2020	1592	5952	3948
動線平均值 (公尺/人・時)	89.8	113.7	46.9	51
栽種坪數	170	110	330	220
平均作業量 (平方公尺/人・時)	24.49	26.4	8.48	9.20

表10 本季洋菇栽培週期各累積產量

	頭 份 甲 家	頭 份 乙 家	六 甲 甲 家	六 甲 乙 家
最大尖峰量(公斤) 每 平 方 公 尺 最 大 尖 峰 量 (公斤/平方公尺)	567 1.03	441 1.24	1627 1.52	1220 1.71
第 二 週 累 積 產 量 (公 斤)	1903 佔總量21.74%	1499 店總量26.60%	11259 佔總量46.67%	7733 佔總量42.24%
30 天 累 算 產 量 (公 斤)	3996 佔總量45.64%	3257 佔總量55.81%	11259 佔總量68.49%	7733 佔總量68.29%
總 產 量 (公 斤)	8755 (契作佔4856)	5835 (契作佔3181)	24102 (契作佔20102)	18305 (契作佔16305)
單 位 平 均 量 (公斤/平方公尺)	15.92	16.39	22.52	25.71
產 期 天 數 (日)	契作91，全程126	契作91，全程126	契作57，全程77	契作59，全程100

表11 洋菇產量之評比

	頭 份 甲 家	頭 份 乙 家	六 甲 甲 家	六 甲 乙 家
每 噸 草 料 洋 菇 產 量 (公 斤 / 噸)	583.0	486.25	334.75	389.468
平 均	534.625		362.109	
每 噸 草 料 洋 菇 產 量 (公斤/平方公尺)	15.92	16.39	22.52	25.71
平 均	16.16		24.12	

表12 本季洋菇生產人力時數統計表

總 人 時 數		六 甲 甲 家 (1)		六 甲 乙 家 (2)		六 甲 地 區 (4)	
		工時(人時)	百分比(%)	工時(人時)	百分比(%)	工時(人時)	百分比(%)
築 床 及 管 理	準 備	24.0	2.2%	22.0	2.9%	46.0	2.5%
	假堆含切草、加水	40.0	3.6%	34.0	4.6%	74.0	4.0%
	堆 肥 翻 堆	4.5	0.4%	3.6	0.5%	8.1	0.4%
	堆肥上床築床	112.0	10.2%	108.0	14.5%	220.0	11.9%
	後發酵蒸氣殺菌	20.0	1.8%	12.0	1.6%	32.0	1.7%
	下 菌 種	22.5	2.1%	13.5	1.8%	36.0	2.0%
	覆 土	65.0	5.9%	37.6	5.0%	102.6	5.6%
	澆水通風管理	21.0	1.9%	14.5	1.9%	35.5	1.9%
收 穫	採 菇	384.0	34.9%	243.1	32.5%	627.1	33.9%
	切 菇	407.2	37.0%	259.3	34.7%	666.5	36.1%
總人時數 (人時)		1100.2	100.0%	747.6	100.0%	1847.8	100.0%
全程平均作業量 (公斤／人時)		7.957		7.805		7.896	
總 人 時 數		六 甲 甲 家 (4)		六 甲 乙 家 (5)		六 甲 地 區 (6)	
		工時(人時)	百分比(%)	工時(人時)	百分比(%)	工時(人時)	百分比(%)
築 床 及 管 理	準 備	121.0	4.7%	82.0	4.7%	203.0	4.7%
	假堆含切草、加水	322.5	12.5%	150.0	8.6%	472.5	10.9%
	堆 肥 翻 堆	30.0	1.2%	16.0	0.9%	46.0	1.1%
	堆肥上床築床	225.0	8.7%	154.0	8.8%	379.0	8.7%
	後發酵蒸氣殺菌	24.0	0.9%	24.0	1.4%	48.0	1.1%
	下 菌 種	126.1	4.9%	77.4	4.4%	203.5	4.7%
	覆 土	101.3	3.9%	77.0	4.4%	178.3	4.1%
	澆水通風管理	32.0	1.2%	28.0	1.6%	60.0	1.4%
收 穫	採 菇	677.6	25.9%	602.1	34.3%	1269.7	29.3%
	切 菇	930.6	36.1%	542.4	30.9%	1473.0	34.0%
總人時數 (人時)		2580.1	100.0%	1752.9	100.0%	4333.0	100.0%
全程平均作業量 (公斤／人時)		9.340		10.400		9.770	

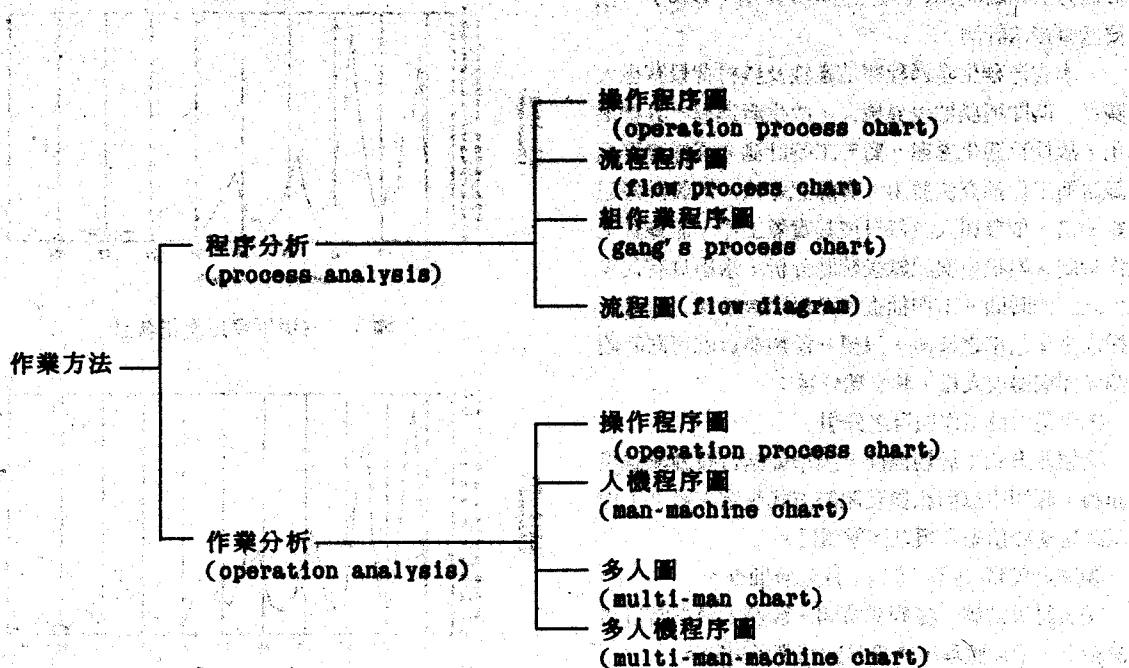


圖 1 作業方法所應用之技術

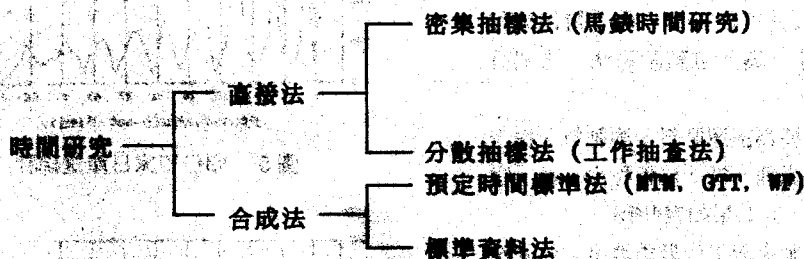


圖 2 時間研究之方法

3.效率之計測

根據1、2、所述，本節須由洋菇生產各作業過程中依工作性質及特點，測算工時與動線。而工時計測方法如圖2所示（陳元哲與葉宏猷，1990），主要採直接法計測。

本省洋菇生產過程與地區性及農村背景有極大關係，農閒與農忙差異極大，故生產過程不具標準化，故採巨觀化處理。對於工時計測方式採實際記錄法與工作抽查法並用。實際記錄法，即設計好記錄表格，依參與人員每日按其實際工作，記錄其工作時間，累積多次記錄後統計分析，求出具有代表性之工作時間。工作抽查法乃以隨機抽樣之方法，採求生產效率之技術，只要一位觀測員就可同時觀測多部機器或人員，其步驟分為：

(1)作業人員工作項目之分類

(2)觀測方式：於觀測前，須準備菇舍設備配置平面圖，觀測中以照相機及記錄方式決定人員之工作狀態是屬於預先分類之何種項目。

(3)決定觀測次數及時刻；採分層抽查。

(4)檢討異常值，在觀測時間，觀測人員把當日觀測結果，予以整理，將異常數值應予去除。

(5)利用動線累計儀，在配置平面圖可求出動線累積值，依抽查方式及觀測次數，可求出平均值。

由1、2、3、計測結果可計算出四家菇農在洋菇生產各階段過程之作業效率，以每人每小時之平均工作量为依據。

四、生產作業技術及環境之評估

切草作業為多人分工之工作，採「組作業程序」及「多人機程序」與「實際記錄法」方式分析，其結果如表3所示。

堆肥製造過程主要為搬運肥料、灑肥料、操作土木機械翻堆及善後處理。採「流程程序」與「實際記錄法」方式分析，其結果如表4所示。

築床過程中以堆肥上床工作最為繁重，而頭份與六甲兩地作業方式有很大不同，採「組作業程序」與「操作人程序」及「實際記錄法」方式比對分析，其結果如表5所示。

後發酵及蒸氣殺菌，該項作業均為管理上例行工作，故僅採「實際記錄法」記錄。表6為頭份與六甲兩地菇農後發酵及蒸氣殺菌期間管理人力及面積。

下菌種 (spawning) 採「流程程序」及「操作

者程序」與「工作抽查」方式評比，得到表7結果為六甲與頭份兩地菇農下菌種作業過程中作業人力、工時、動線及作業量統計一覽表。

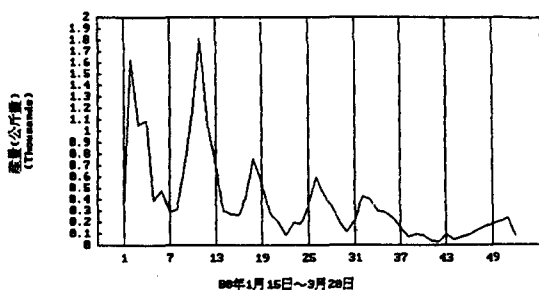


圖3 六甲甲家日產量統計

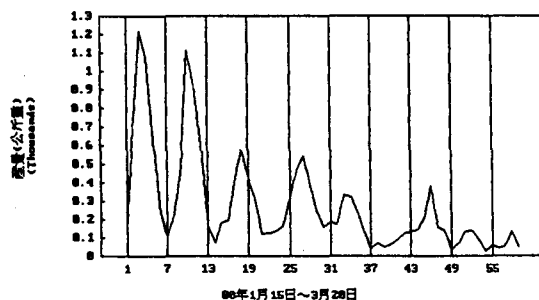


圖4 六甲乙家日產量統計

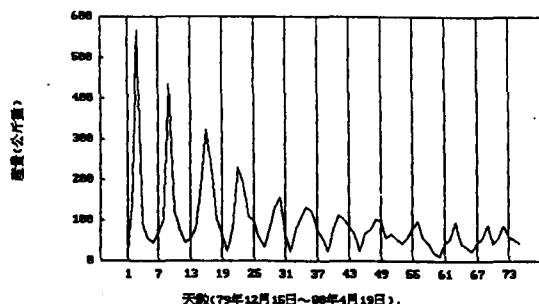


圖5 頭份甲家日產量統計

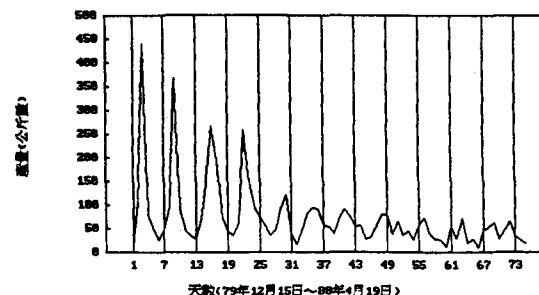


圖6 頭份乙家日產量統計

六甲地區覆土作業採用臺車與軌道運送，頭份則採手推之單輪車運土，此過程採「流程程序」與「實際記錄法」製作表8所示為覆土作業過程之人力、工時及作業量統計表。

本省洋菇在收穫時，其流程工作可分工為採菇、移送、切菇腳及裝箱四個主要程序，本過程採「流程程序」及「操作人程序」與「實際記錄法」分析比對。現茲將兩地菇農洋菇收穫作業過程整理成表9所示為作業人力、工時及作業量統計一覽表。

如圖3~6分別為頭份與六甲兩地菇農各兩家今年度洋菇栽培日產量統計圖。表10則為每週期各累積產量。

依據國際洋菇科學學會所提供洋菇產量各種表示方式；本文以每噸堆肥乾草料之洋菇產量（公斤）及每平方公尺面積洋菇產量（公斤）表示，頭份與六甲四戶菇農本季洋菇收穫產量示於表11。

由表12所示為頭份與六甲四家菇農本季洋菇生產各階段之人力時數及總人力時數。經過百分率計算，各階段所耗費人力時數，各有差異。表中(3)，(6)之欄位分別為(1)及(2)，(4)及(5)取平均值。表中(3)之欄位顯示頭份地區抽樣調查各階段洋菇生產作業所佔總人時數之百分比，其中#1為切菇作業佔首位，#2為採菇作業佔第二位，#3為堆肥上床。築床作業佔第三位。表中(6)之欄位顯示六甲地區同註2之敘述；#1及#2均相同，但#3為假堆作業列為第三。

五、結果與討論

由於頭份與六甲兩地其洋菇生產背景本有許多差異處；如氣候、硬體設施、栽培面積、產銷目的及菇床厚度等不同，其統合性之評比難發現其個別差異及優缺點。根據Flegg（1964, 1985）所提出之方式，並配合本省地域性栽培型態不同作修正，故本文乃針對各階段之工作性質及目的，各有不同之作業量化單位，然後依各階段之不同作業法分析比較所得出之結果，找出合理具體事項，以作為各洋菇生產自動化，其日後作業體系應考慮問題。

1. 在假堆作業中表3可知；四家菇農在參與者之年齡層相接近，六甲兩地平均年齡略低，四家菇農在參與者之年齡層相接近，六甲兩家菇農皆使用較大馬力之切草機，但六甲兩家之該階段每人平均作業量卻低於頭份兩家菇農。同時表

11顯示六甲兩家在切草作業中所耗之人力時數其百分比大於頭份者。

2. 在堆肥製造及翻堆過程中，四家皆利用土木機械協助翻堆，由表4可知，其過程相似且操作機械者為30至40歲男性，但頭份兩家之每人平均作業量仍高於六甲兩地。
3. 在堆肥上床作業過程中，兩地均為人力作業，由表5中可知，其使用工具稍有差異且其最大不同點係其人力作業方式，且該過程之每人平均作業量，六甲菇農高於頭份者。同時表11顯示該作業方式下，六甲菇農所耗之人力時數百分比小於頭份者。
4. 後發酵與蒸氣殺菌期間為洋菇生產之需求人力最少的時期，均為管理上之例行工作，但仍偏向人力作業。六甲兩家菇農栽培面積略大，故該區菇農係使用可移動蒸氣鍋爐且規格大於頭份者。
5. 在下菌種作業中，由表7知，四家人力作業方式稍有不同，工具上；頭份乙家以自製釘耙耙鬆堆肥不同於其它三家且其每人平均作業量最大，但其動線（公尺／人．時）平均值最大。同時表11中六甲菇農所耗之人力時數百分比大於頭份者。
6. 兩地覆土作業中，六甲地區菇農已曉得使用軌道及臺車之便利搬運覆土，頭份則使用單輪之手推車搬運覆土。四家之每人平均作業量高低互見，足顯示使用工具上之差異優劣。同時表11中六甲菇農所耗之人力時數百分比略低於頭份者。
7. 產菇期間之生長管理其作業方式，從菇舍換氣及菇床濕度等因子看，四家仍偏向人為經驗方式，缺乏一套科學化根據且較合理的方式管理菇舍。
8. 洋菇收穫作業其工作量大小乃週期性變化（約7至8天有一次產量高峰），參考表10及圖3~6可知，前收穫兩週之產量達高峰且六甲地區甲乙兩家佔總產量達40%強，頭份者則較為小約20%。從實際記錄中採菇與切菇速度，係隨產量起伏而動，表10所顯示每人平均工作量为取平均值，利用圖3~6之洋菇日產量統計圖，可估算各天需用人力及時數，可作為日後調度人力之指標。

9. 由表11可知頭份地區每噸草料洋菇產量高於六甲者，此代表草料作堆肥與洋菇體間之轉換效率高且頭份收穫期間確較長。而六甲地區每坪洋菇收穫量即高於頭份者，此為六甲地區平均菇床厚度較厚之故，因此並不能作為其相互比較依據，故仍以每噸堆肥之乾草料洋菇產量為比較依據。一般若準備下菌種之堆肥，經加濕及混合肥料後，其與未加工時乾草料單位體積重比值約為1.5至2.0，因此可知：頭份者為356至267（公斤／每噸加工堆肥）而六甲則為241至181。此與Flegg（1985）所提供一般性統計數字200至250（有時可高達300至350）極為吻合。

10 表12所示之全程平均作業量，六甲菇農高於頭份者；係因兩地產銷對象及目的不同，六甲為工廠收購製罐，菇農係量產。頭份部份鮮銷，菇農重質。而且六甲菇床平均厚度大於頭份者約5—10cm，故其單位產量六甲略高於頭份者。同時表12顯示頭份與六甲地區在全生產過程中，以切菇及採菇作業分居耗費人時之第一、二位，頭份以堆肥上床築床作業佔第三位，六甲則是切草作業。

11 六甲與頭份兩地區由於地理、氣候、生活型態、菇床厚度及產銷目的的不同，的確呈現不同洋菇栽培型態，六甲地區全程平均作業量確高於頭份者，顯示六甲作業方法整體上優於頭份，但其洋菇以量產為目的且菇床水份加的多（水份佔菇體重量90%）。由每噸堆肥所生之洋菇產量觀點來看六甲確低於頭份者，此差異在於頭份收穫期較長，其菇農並能以環境控制方式適度調節菇床水份，以調節產量，縮短大產與小產數量差異，控制收穫並兼顧鮮銷品質（王鼎盛與周立強，1991），並應用Hauser & Sinden（1964）所提出的觀念。

六、結論與建議

依據前節結果整理，本節將依洋菇生產各階段之程序，以「實際記錄」或「工作抽查」，「人機操作」或「操作者程序」等方式，找出其差異並作出合理改善建議。

1. 假堆作業：比對四家操作情況，頭份兩家之堆肥場為混凝土地面並且排水良好，六甲者為土壤地面無排水溝（需臨時挖土溝）而切草作業

需大量噴水加濕稻草，且每切草噴成一堆後，切草機須沿「之」字形移動，再切草噴堆，在此情形下，六甲菇農再移動切草機時，場地泥濘，費力費時，故作業效率偏低。尤其六甲甲家乾稻草堆放凌亂且場地狹長，造成送草至切草機過程需彎身收集再拿起稻草放到平臺上，未利用稻草堆高之方式，以自然重力方式將稻草鉤下放到平臺上，場地狹長造成切草機移動空間受限。

2. 堆肥製造與翻堆：六甲兩家之堆肥場為土壤地面且土軟並不方便機械操作，故翻堆時較費時費力。

3. 堆肥上床：六甲菇農人力調度依工作情況時有調節，高床時以5到9人一組接力傳送堆肥入床，低床時以兩人一組用擔架裝堆肥（量多且省力），此方式每人平均動線減少且獲得較大作業量。頭份者以扁擔挑堆肥，一趟一次，每人平均動線增加且每人平均作業量下降。頭份甲家堆肥場在菇舍右側，頭份乙家在前側，故其兩者之每人平均動線相差367公尺／人、小時。

4. 後發酵及蒸氣殺菌其工作可經由簡易自動測溫裝置控制蒸氣量，減少需時時刻刻巡視菇舍，測溫度，加水加蒸氣等工作。

5. 下菌種：依工作抽查與實際記錄法統計計算，以頭份乙家每人平均作業量26.4平方公尺／人、時最高。由操作者程序記錄，其不同於三家差別在使用自製釘耙鬆堆肥，速度較快，但其屬單人操作，故其平均移動距離較長。六甲地區菇床厚度達25至35公分（頭份者為20至25公分），故其每人平均作業量低，僅8.48至9.20平方公尺／人、時（2.62至2.84坪／人、時），但其每人平均移動距離短，原因為兩人一組分別在菇床兩側同時同向下菌種及築床。因此建議綜合兩者，採耙鬆堆肥之器具，採兩人分組於兩側菇床同步同向方式築床可節省工時及重覆之移動。

6. 覆土：以軌道及臺車運送覆土較為省力，但當每一處通道之菇床覆土畢後，軌道必須每一次拆卸並重新鋪設另一通道上，因此較手推單輪車費時。頭份乙家以耙子耙平床上覆土，其速度稍快於頭份甲家，六甲乙家。建議覆土近距離者以單輪手推車，遠處者以軌道臺車運土及

使用耙子耙土，可使作業效率提高。

7. 產菇期間之生長管理：可利用簡易濕溫度感測器並控制鼓風機或風扇實施換氣，菇床濕度可用水份張力計測含水量，來決定灑水之操作量，或採自動灑水系統（Flegg et al., 1985）。
8. 洋菇收穫速度是一大問題，菇農們最擔心的事即是盛產時，人力不足以致收穫速度太慢而發生斑點及革傘開裂，影響品質及售價，就目前而言，其改進方式如下：

採菇：由操作者程序；採菇動作→放入小容器→移動→採菇動作→放入小容器→移動，幾次之後，當小容器（小臉盆或水瓢）裝滿後，移動至掛水桶處再到入水桶中，水桶滿時，再提至倒在切菇臺。該項程序有重覆勞動，應避免一手採菇另一手還需拿著裝菇之容器移動，裝滿後才又往回移動倒入桶中。或者提著容器或水桶向前移動，當水桶裝滿後又須往回移動將裝滿洋菇之水桶提至切菇臺倒出。建議各高低床架可放置或掛水桶，當採菇動作完成，可利用開口槽藉重力方式送入桶中或直接送至切菇臺，減少重覆移動。利用帽子上的小燈（礦工所使用者），可免去人移動時，需移動掛電燈之動作。

切菇：可在切菇臺設計一Y型開口槽，在切菇動作完成後，利用重力自然將菇腳與菇體分置兩側。

就長遠來看，應考慮依Hopper氏所提供之收割系統（Flegg et al., 1985），則上述菇農們擔心的事迎刃而解。

9. 本省洋菇生產仍偏向人工化，僅少數歷程採行機械製程或簡易工具且菇舍硬體設施不良。通道過窄僅60公分寬，上層菇床底部至次層菇床表面間空間距離過小約40至45公分，不利於水、採收及堆肥上床等工作採收機械操作。六甲地區甲乙兩家菇舍外之堆肥場排水不良致地面鬆軟，不利於機械在地上操作致使切草及堆肥翻堆作業費時費力。建議堆肥場可採水泥地面，或打的實緊之泥土地面且有均勻斜度利於排水，或採煤渣鋪的地面利於吸收堆肥所排出的水。

10. 就經濟觀點及目前而言，六甲菇農以其目前作業方式，應配合引用控制收穫（controlled crop-

ping）的方式並改善菇舍硬體設施環境，以預先的程序支配洋菇生產，改變其栽培型態兼顧品質與市場銷售，以達到較高之利潤（頭份鮮銷價格約40至60元／公斤，製作25至30元／公斤）。

11. 本次調查及最後分析結果可看出以下事實；表12顯示頭份菇農耗費人時數最多依序為切菇、採菇、堆肥上床築床作業，累計佔總人時數達81.9%，六甲菇農則為切菇、採菇、切草作業，佔74.2%此與Vedder & Woltjer在1974年提出在西方國家所遭遇到瓶頸問題結論大致相同即手工採收洋菇消耗太多人力且人工成本比例不斷上昇。故就長期眼光來看，故日後應朝向菇舍硬體設施環境改善及管理作業程序合理化以減少重覆勞動，便利於器具操作使用，尤其是切菇、採菇、堆肥上床築床及假堆作業，逐步從半機械、機械化、乃至半自動、全自動化為目標，以降低生產過程中所耗費之人力，降低生產成本。
12. 本省洋菇生產目前離自動化作業仍然差距很大。建議可朝以下幾點方向：(1)考慮接受Flegg（1960）提出機械收割系統，並加強對菇舍環境控制與一致性，強化機械收割功能，更進一步地藉電腦感測控制之協助（Burge, 1982; Howes, 19）以改善菇場內洋菇生產作業之效率（Flegg, 1970, 1972）。(2)Flegg & Smith（1979）曾提出深槽系統的栽培設施，經Lockwood氏（1980）成功地商業化，並實際可提高生產力及減少作業機械的使用（Gaze, 1979, 1980）。(3)Vedder & Woltjer（1974）建議採用輕便栽培可移動式菇床方便機械收穫之發展。

七、誌謝

本研究經費承行政院農業委員會補助，謹致感謝。本研究在執行期間，台大園藝系鄭雙教授提供寶貴資料，並多方指導，行政院農委會園產科譚靜吾先生，農林廳待產科劉兆烘先生，六甲農會推廣股沈松榮及蔡重勝兩先生，頭份農會推廣股潘森隆先生在選戶時惠予鼎力協助深致謝忱。本研究若無調查對象四戶菇農之耐心與熱心則無法完成，所以在此特別要感謝此四戶農家之協助與指導。

八、參考文獻

- 1、台省農林廳, 1989, 農情報導 (63), p68。
- 2、台省農林廳, 1989, 台灣農產品生產本調查表報告 (77), p270~273。
- 3、台省農林廳, 1989, 農業年報(78), p100~101。
- 4、台省農林廳, 1991, 農業年報(80), p102~103。
- 5、台省農林廳, 1991, 洋菇栽培技術改進措施及重要栽培管理方法, p1~p20。
- 6、王鼎盛, 周立強, 1992, 臺灣洋菇生產自動化作業體系之研究, 國立臺灣大學農業工程研究所, 農業設施研究室, p1~36。
- 7、周道、1988, 工作簡化 (工作研究, 工時學), 6版, p1~165, p275~499, 台北: 中華企業管理中心。
- 8、陳元哲, 葉宏謨, 1990, 工作研究, 36版, p19~318, p359~514。台北: 中興管理顧問公司。
- 9、農業施設學會, 1990, 農業施設ハンドブック, p30~38, 日本: 東洋書局。
- 10、Burrage, S.W., 1982, Computer-Catching the environment, Mushroom Journal III, p81~85.
- 11、Flegg, P.B. and J.F.Smith., 1979, Future development of Cropping method, Mushroom Science 10(2), p159~170.
- 12、Flegg, P.B., D.M.Spencer and D.A.Wood, 1985, The Biology and Thchnology of The cultivated Mushroom, JOHN WILEY & SONS LTD, p23~41, p81~109, p179~193, p195.
- 13、Gaze, R.h., 1979, A British single-zone trough system, Mushroom Jorunal 76, p168~171.
- 14、Gaze, R.H., 1980, Deep troughs aassessed, Mushroom Journal 95, p379~385.
- 15、Hopper, J., 1971, The "Hopper" system points the future, MGA Bulletin 253, p14~17.
- 16、Henke, D., 1979, Verfahren Zum Kultiveren von Champignons (Agaricus bisporus) mit Spezial-Klimatisierung im "Ein-Zonen-Kompakt-System" unter industriemassigen Bedingungen., Mushroom Science 10(2), p137~147.
- 17、Howes, M.D., 1982, Micro-computer for managing a mushroom farm, Mushroom Journal III, p87~89.
- 18、Lockword, J.B., 1980, Mushrooms the Minkip Way, Mushroom Journal 92, p.291~294.
- 19、Vedder, D.J.C. & E.P.Woltjer, 1974, Progress in the cultivation methods for mushroom growing, Mushroom Science IX(Part I), p135~148.

收稿日期: 民國81年 7月6日

修正日期: 民國81年 7月9日

接受日期: 民國81年11月5日

專營土木、水利、建築等工程

國在營造有限公司

負責人: 歐 國 在

地 址: 桃園縣大溪鎮員林路2段440號

電 話: (03) 3801606