

多變量分析應用在乾燥中心燃油效率分析

楊江益¹ 吳柏青¹ 馮丁樹²

1. 國立宜蘭技術學院農業機械工程系

2. 國立臺灣大學農業機械工程學系

摘要

農林廳為減輕農民穀物乾燥加工的負擔，自民國 76 至 86 年間於全省 57 個農會及 2 個民間倉庫共設置 59 個穀物乾燥中心。乾燥中心在營運時之成本主要來自燃油費用、電費及人事費用。其中電費在乾燥中心設置時，便已由乾燥機廠牌型式及容量決定；人事費用則可透過自動化及人事管理進行精簡；唯有燃油效率與乾燥中心營運時之複雜乾燥條件息息相關。當然，燃油效率的好壞決定了燃油費用的高低，故本研究以統計學之多變量分析方法，對乾燥中心營運時之燃油效率進行主成份分析以及因素分析。統計分析的結果顯示：穀物乾燥中心在設置時若台數太多，則在營運時會對燃油效率造成負面的影響，在全省取樣的 7 個農會，實驗量測的結果亦證明此點。

關鍵詞：穀物、乾燥、燃油效率、主成份分析、因素分析

Multivariate Analysis on the Operating Efficiency of Rice Drying Centers in Taiwan

Chiang-Yi Yang¹ Poching Wu¹ Din-Sue Fon²

1.Dept. of Agricultural Machinery Engineering,National Ilan Institute of Technology

2.Dept. of Agricultural Machinery Engineering,National Taiwan University

Abstract

Rice is the major grain production in Taiwan. Annual yield of rice was up to 2,071,968 tons. In order to lower the cost of grain drying, the Provincial Department of Agriculture and Forestry of Taiwan has sponsored fifty-seven Farmer Associations and two private rice warehouses to build fifty-nine Rice Drying Centers islandwide. Different model and capacity of rice dryers were used in each rice drying center. Equipment cost, Labor cost, electric power and fuel consumption were four important operation cost of rice drying centers, but the fuel efficiency of rice drying center was not evaluated in the past few years. This study used principal component analysis, factor analysis to infer how the significant factors affected fuel efficiency and verified the results of multivariate analysis with autoptic experimental data. The result of principal analysis and factor analysis concluded that less total number of dryers will reinforce fuel efficiency. Anyway, the measuring data in first harvesting season supported this result .

Key Words: Rice, Drying, Fuel Efficiency, Principal Component Analysis, Factor Analysis

一、前言

穀物是全省主要之糧食作物，年產量為 2,071,968 公噸[1]。由於水稻聯合收穫機的普及，使得大量收穫後的稻穀必需立刻加以乾燥，而濕稻穀含水率在 20% 以上時，如不即時配合乾燥作業處理，在短時間內就有變質腐敗的可能，因此需要高性能的大型乾燥機。由於乾燥機每年僅在收穫季節使用，農林廳考量大型乾燥機使用率低、維護不易，穀塵污染控制困難等因素，從民國 76 年起，配合輔導良質米產銷計畫成立穀物乾燥中心[2]。

自民國 80 年起農委會陸續推動「穀物儲運設備及加工機械作業自動化」計劃，以期建立稻穀收穫後處理之自動化，包括過磅、計價、品質檢定、乾燥、礱穀、儲存、精米及包裝等一貫自動化作業。其目的在降低人工成本，維護加工穀物的品質，改善工作環境及增強決策經營與管理[3]。全省目前接受補助的農會及民間倉庫計有 59 處，其中大甲鎮、後龍鎮、新營市、大安鄉、清水鎮、草屯鎮、豐原市及西螺鎮等 8 個農會皆已完成稻穀收穫後處理自動化作業，而進行中的尚有新市鎮、苑裡鎮、八德市、五結鄉及池上鄉等五個農會[4]。然而乾燥中心在設置時，乾燥機廠牌、型式及總作業容量都不相同，且乾燥中心營運時之燃油效率評估缺乏相關文獻可供參考。楊及吳（1997）[5]曾經以相關分析及列聯分析法，將 18 個影響因子減少為平均每日稻穀乾燥作業量對中心乾燥機總容量比值、乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔噸數之比例（噸/噸）、乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔台數之比例（台/台）以及总台數等 4 個對乾燥中心營運時燃油效率有較大影響的因子，但是對於此 4 個因子究竟如何影響乾燥中心營運時之燃油效率，並沒有更深入的研究及探討。穀物乾燥中心在營運時，由於受到許多難以控制的因子，如人為因數、集塵方式、進料作業的方式以及乾燥方式等的影響，很難以一般實驗科學的方法加以研究分析，因此本研究採用統計學多變量分析中之變數相依關係進行探討。

二、理論分析

統計學分析法：

Person 氏（1901）[6]提出主成份分析法（Principal Component Analysis）可用來檢定多個變數之間的關係。Rao 氏（1964）[7]更對其應用方法有更深入的說明。

$$\text{設 } Y_1 = \ell_1' X = \ell_{11}X_1 + \ell_{21}X_2 + \cdots + \ell_{p1}X_p$$

$$Y_2 = \ell_2' X = \ell_{12}X_1 + \ell_{22}X_2 + \cdots + \ell_{p2}X_p$$

.....

$$Y_p = \ell_p' X = \ell_{1p}X_1 + \ell_{2p}X_2 + \cdots + \ell_{pp}X_p$$

$$\text{或 } Y_i = \ell_i' X = \ell_{i1}X_1 + \ell_{i2}X_2 + \dots + \ell_{ip}X_p,$$

$$i = 1, 2, \dots, p \quad (1)$$

Person 的作法是以 Y_i 所形成的變異矩陣滿足

$$\text{Var}(Y_i) = \ell_i' \text{Var}(X) \ell_i = \lambda_i, \quad i = 1, 2, \dots, p$$

以及共變異數矩陣

$$\text{Cov}(Y_i, Y_j) = \ell_i' \Sigma \ell_j = 0, \quad i \neq j$$

則可解出共變異矩陣 Σ 的特徵值及特徵向量對 (λ_i, ℓ_i') , $i = 1, 2, \dots, p$, 求出線性係數 ℓ_i' , $i = 1, 2, \dots, p$

主成份分析雖可建立多變量分析之總指標模式，但數學理論是假設各主成份間彼此均無關聯，而且也不考慮變數中的獨特因素。因此若要對各成份進行更深入的探討及解釋則需要其他的方法。Spearman 氏 (1904) [8] 首創因素分析法 (Factor Analysis) :

$$\text{令 } X_1 - \mu_1 = \ell_{11}F_1 + \ell_{12}F_2 + \dots + \ell_{1m}F_m + \xi_1$$

$$X_2 - \mu_2 = \ell_{21}F_1 + \ell_{22}F_2 + \dots + \ell_{2m}F_m + \xi_2$$

.....

$$X_p - \mu_p = \ell_{p1}F_1 + \ell_{p2}F_2 + \dots + \ell_{pm}F_m + \xi_p$$

$$\text{或 } X_i - \mu_i = \sum_{j=1}^m \ell_{ij}F_j + \xi_i, \quad i = 1, 2, \dots, p,$$

$$j = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

則共變異矩陣為

$$\text{Cov}(X) = \Sigma = \begin{pmatrix} s_{11} & s_{12} & \dots & s_{1p} \\ s_{21} & s_{22} & \dots & s_{2p} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ s_{p1} & s_{p2} & \dots & s_{pp} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \ell_{11} & \ell_{12} & \dots & \ell_{1m} \\ \ell_{21} & \ell_{22} & \dots & \ell_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \ell_{p1} & \ell_{p2} & \dots & \ell_{pm} \end{pmatrix}_{p \times m}$$

$$= \begin{pmatrix} \ell_{11} & \ell_{21} & \dots & \ell_{p1} \\ \ell_{12} & \ell_{22} & \dots & \ell_{p2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \ell_{1m} & \ell_{2m} & \dots & \ell_{pm} \end{pmatrix}_{m \times p} + \begin{pmatrix} \psi_{11} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \psi_{22} & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \psi_{pp} \end{pmatrix}_{p \times p}$$

共變異矩陣 Σ 的特徵值及特徵單位向量對為 (λ_i, e_i) ， $i = 1, 2, \dots, p$ 。
 取特徵值 λ 大於 1 的 k 個線性方程式，並由大至小排列 $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \dots \geq \lambda_k \geq 0$ ，
 則可得到

$$\tilde{z} = \begin{bmatrix} z_1 & z_2 & \dots & z_k \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sqrt{\lambda_1} e_1 & \sqrt{\lambda_2} e_2 & \dots & \sqrt{\lambda_k} e_k \end{bmatrix}$$

進而得到 k 個方程式：

$$\begin{aligned} X_1 - \mu_1 &= \ell_{11}F_1 + \ell_{12}F_2 + \dots + \ell_{1m}F_m + \xi_1 \\ X_2 - \mu_2 &= \ell_{21}F_1 + \ell_{22}F_2 + \dots + \ell_{2m}F_m + \xi_2 \\ &\dots \\ X_k - \mu_k &= \ell_{k1}F_1 + \ell_{k2}F_2 + \dots + \ell_{km}F_m + \xi_k \end{aligned} \quad (3)$$

數學上可以證明殘差平方和恆小於特徵值平方和

$$(\Sigma - (\tilde{z} \cdot \tilde{z}' + \tilde{\psi})) \leq \lambda^2_{k+1} + \lambda^2_{k+2} + \dots + \lambda^2_p$$

也就是說， λ 值若取捨得當，則因素 F 能解釋原來變數變異的比例，可以提昇到令人滿意的程度。Spearman 氏以較少的維數 (number of dimensions) 來表示原先的資料結構。不能觀察到的潛在因子，可經由因素分析求出。

燃油效率的計算：

燃油效率是依據蒸發水份重量 (W ，kg)、蒸發潛熱 (ΔE ，kJ/kg)、耗油量 (F ，liter/hr)、乾燥時間 (Δh ，hr)、燃油熱值 (ΔH ，kJ/liter) 等資料計算如下：

$$\eta = \frac{W \times \Delta E}{F \times \Delta h \times \Delta H} \quad (4)$$

目前穀物乾燥中心所採用之燃料有煤油及柴油兩種，其燃油熱值分別是煤油 34,105 kJ/liter 及柴油 34,859 kJ/liter。水份在食品中之蒸發潛熱隨溫度升

高而降低，而在穀物乾燥過程中一般採用之乾燥溫度為 50°C，因此水分之蒸發潛熱為 2672.7kJ/kg[9]。

三、研究方法

本研究的目的是針對穀物乾燥中心一期作業之燃油效率及其影響因子進行統計分析，探討各因子對燃油效率的影響程度。作法是以接受農林廳補助的 57 所農會乾燥中心為問卷調查對象，調查各穀物乾燥中心在 85 年一期的乾燥機總能量、總作業量、成品率以及總耗油量等資料，以進行統計分析。並在 86 年一期選定幾個具有代表性的穀物乾燥中心，進行變數觀測值的量測與記錄，以驗證統計分析的結果。

離位資料的篩選及平均燃油效率的區間估計：

統計學在常態母體、樣本數 (n) 小於 30 筆時定義為小樣本，採用自由度 (df)

為 n-1 的 t 分配估算母體平均數的信賴區間為 $\bar{X} \pm t_{\alpha/2} \times \frac{S}{\sqrt{n}}$ ，其中 \bar{X} 為樣本平均值、 S 為樣本標準差。當然在進行燃油效率平均值之區間估計前，必須先將離位資料篩選出來，以決定要將資料去除或進行更深入的探討。判定離位資料最簡單的方法為計算燃油效率的上內圍值 (Upper Inner Fence) 及下內圍值 (Lower Inner Fence)：

$$UIF = Q3 + 1.5IQR \quad (5)$$

$$LIF = Q1 - 1.5IQR \quad (6)$$

上式中 UIF 及 LIF 分別表示上內圍值及下內圍值，Q3 為第 3 四分位數 (Quartile)，是資料的 75% 強，Q1 為第 1 四分位數，是資料的 25% 強，IQR 為四分位距 (Interquartile Range)，其值為

$$IQR = Q3 - Q1 \quad (7)$$

若資料大於上內圍值或小於下內圍值即可視為離位值 (Outlier)。

主成份分析及因素分析：

資料在進行多變量分析時，通常先採主成份分析以建立總指標，接著再進行因素分析。主成份分析的方法為將與燃油效率分析可能有關係的 p 個變數建立 p 個線性方程式，此 p×p 個線性係數的尋求條件為主成份的變異數要大 (線性係數矩陣的特徵值要大)，此表示主成份能解釋變數變異的比例愈高。而且任兩個主成份之間的共變異數為 0，此表示兩兩主成份之間為線性無關。通常取特徵值大於 1 的線性組合方程式為主成份變數。在主成份中如果變數的線性係數趨近於 0，表示變數對主成份的影響很小，甚至可以將變數忽略，如此可以判斷出對主成份影響較大的變數並加以討論。

因素分析則是將燃油效率分析可能有關係的 p 個變數以另外 k 個因素表示之 ($k \leq p$)。由於變數由 p 個減少為 k 個，更有利於對問題的探討及解釋。

統計軟體的應用：

由於統計的計算非常繁複，故為減少計算時間的浪費以及計算錯誤的發生，本研究所有統計的計算皆以統計軟體 SAS 來完成。

變數觀測值的量測與記錄：

本研究在完成 85 年一期營運作業的問卷資料分析後，接著於 86 年一期在全省 57 個農會穀物乾燥中心中，選取 7 個實驗點進行乾燥機設置的現況、每日作業量的登記以及燃油消耗量的量測，由於穀物乾燥中心一期燃油的消耗量非常地大，因此對於剩餘油量量測的誤差並不需要非常地準確，故僅以鋼尺量測油箱的深度，再以廠商提供的油箱容量格規以積分公式計算剩餘油量，油量的計算公式如下：

$$\Delta A = 2 \int_{-a}^b \sqrt{r^2 - x^2} dx = r^2(\theta_2 - \theta_1) + r^2 \left(\frac{\sin 2\theta}{2} \right) \Big|_{\theta_1}^{\theta_2} \quad (8)$$

上式中 ΔA 為面積變化量。 r 為油筒半徑， θ_1 及 θ_2 為油面深度 $-a$ 及 b 對應的角度，將面積變化量乘以油筒長度即可得到剩餘油量。

最後以加入的總油量減去剩餘油量，即可得到穀物乾燥中心一期營運時的總燃油消耗量。本研究經過全省 57 個農會穀物乾燥中心的實地堪察以及考慮各農會的配合意願，最後選定宜蘭縣礁溪鄉農會、五結鄉農會、冬山鄉農會、三星鄉農會、苗栗縣苑裡鎮農會、豐原市農會以及彰化縣和美鎮農會等 7 個農會進行實驗，以量測統計分析所需資料。

四、結果與討論

本研究於民國 85 年 11 月份以郵寄方式完成調查工作，在全省 57 個農會穀物乾燥中心中，計有 28 個農會穀物乾燥中心寄回問卷調查表，問卷回收率約為 49%。扣除尚未開始營運、資料不清楚或不詳實者，計有 24 家乾燥中心一期 24 筆及二期 18 筆共 42 筆資料可供分析，由於本研究是以一期的營運作業為研究對象，故樣本數為 24 筆（表 1）。

離位資料的篩選及平均燃油效率的區間估計：

85 年一期穀物乾燥中心營運作業的問卷資料共有 24 筆，其問卷調查資料結果如表 1 所示。燃油效率經分析結果最大值為 157.3%，最小值為 57.5%， Q_1 為 87.5%， Q_3 為 115.8%，因此四分位距 IQR 為 28.3%，計算出上內圍值及下內圍值如下：

$$UIF = Q_3 + 1.5IQR = 115.8 + 42.5 = 158.3$$

$$LIF=Q1-1.5IQR=87.5-42.5=45$$

故 24 筆資料中沒有任何一筆資料大於上內圍值或小於下內圍值，表示資料中沒有離位值，可以全部應用到平均燃油效率的區間估計。

穀物乾燥中心燃油效率的平均值為 103.1，標準差為 23.9。由於資料共有 24 筆，所以自由度為 23，取 $\alpha=0.05$ 查表得 $t_{\alpha/2}=2.069$ ，估算出穀物乾燥中心的平均燃油效率信賴區間為：

$$\bar{X} \pm t_{\alpha/2} \times \frac{s}{\sqrt{n}} = 101.3 \pm \frac{23.9}{\sqrt{24}} = (93.0, 113.2)$$

即有 95% 的信心預測穀物乾燥中心燃油效率的平均值會介於 93.0% 到 113.2% 之間。

主成份分析：

本研究取用平均每日稻穀乾操作業量對中心乾燥機總容量比值、乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔噸數之比例（噸/噸）、乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔台數之比例（台/台）以及總台數等 4 個變數進行主成份分析，輸入資料的型式為相關係數矩陣。結果如表 2 所示。

表 1 85 年一期問卷調查資料

地區	農會別	期別	濕穀重 (kg)	乾穀重 (kg)	成品率	油量 (Liter)	電費 (元)	現場工作人員數 ×天數	總作業容量 (噸)
宜蘭縣	A	85 年 1 期	2,331,303	1,846,721	0.79	43,000	125,291	7×32	120
	B	85 年 1 期	815,721	652,937	0.80	11,984	67,000	2×23	60
	C	85 年 1 期	4,745,239	3,779,992	0.80	66,000	NA	2×29	180
	D	85 年 1 期	2,630,743	2,115,878	0.80	40,000	260,890	7×24	180
桃園縣	A	85 年 1 期	477,863	357,600	0.75	7,400	NA	3×21	60
	B	85 年 1 期	1,415,156	1,117,973	0.79	27,650	60,000	2×30	120
新竹縣	A	85 年 1 期	1,481,474	1,181,696	0.80	26,000	NA	6×20	120
	B	85 年 1 期	955,754	755,046	0.79	10,000	NA	3×35	60
苗栗縣	A	85 年 1 期	3,005,750	2,593,773	0.86	43,000	30,652	5×20	240
	B	85 年 1 期	2,918,625	2,389,921	0.82	50,798	NA	5×23	234
	C	85 年 1 期	746,995	597,565	0.80	10,500	51,898	2×20	200
	D	85 年 1 期	1,364,100	1,130,248	0.83	16,710	30,652	6×26	124
	E	85 年 1 期	130,040	104,224	0.80	1,921	12,240	2×15	60
台中縣	A	85 年 1 期	3,029,488	2,414,290	0.80	46,045	NA	1×30	556
	B	85 年 1 期	1,101,967	868,267	0.79	17,370	NA	1×15	180
	C	85 年 1 期	1,672,110	1,341,032	0.80	17,470	200,000	1×31	156
彰化縣	A	85 年 1 期	635,420	506,251	0.80	11,400	NA	4×20	180
	B	85 年 1 期	3,238,904	2,678,549	0.83	35,400	NA	2×31	120
	C	85 年 1 期	612,490	473,057	0.77	8,840	25,697	4×35	122
	D	85 年 1 期	110,820	88,562	0.80	2,800	6,000	4×10	120

南投縣	A	85年1期	4,121,550	3,287,069	0.80	55,873	150,000	4x40	288
	B	85年1期	955,105	761,417	0.80	17,503	8,303	2x30	108
雲林	A	85年1期	3,145,051	2,597,460	0.83	41,600	273,678	4x40	166
花蓮	A	85年1期	640,000	511,250	0.80	17,543	NA	1x45	50

註：NA 表資料未填報

由表 2 中可知第一個成份大約佔總變異數的 53%。而前二個成份一共佔去總變異數的 77%，由此可見可放棄其他兩個成分所解釋的部份。成份一顯示與乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔之比例有正相關存在，與乾燥中心中乾燥機總台數有負相關存在，而其他變數的影響力並不顯著。

因素分析：

本研究取用平均每日稻穀乾燥作業量對中心乾燥機總容量比值、乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔噸數之比例（噸/噸）、乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔台數之比例（台/台）以及總台數等 4 個變數進行因素分析，輸入資料的型式為相關係數矩陣。結果如表 3 所示。

由表 3 發覺 F_1 是 20 噸乾燥機設置時的一種指標， F_1 的增大可以解釋為增加 20 噸乾燥機的數目，也可以是減少其他小型乾燥機的數目，此種做法將造成燃油效率的增加也會造成平均每日稻穀乾燥作業量對中心乾燥機總容量比值的減少， F_1 突顯了總台數及設置 20 噸乾燥機此兩個變數的重要性。至於 F_2 的解釋， F_2 增大代表著平均每日稻穀乾燥作業量對中心乾燥機總容量比值的提昇，由 F_2 指標可以看出：當 F_2 增大時則平均每日稻穀乾燥作業量對中心乾燥機總容量比值增加，同時造成乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔比例的增加以及總台數的減少，由此可以推論單機滿機乾燥是產生最佳燃油效率的條件。

穀物乾燥中心實際營運作業之記錄及耗油量量測結果：

86 年一期 7 個穀物乾燥中心實際營運作業之記錄及耗油量量測結果如表 4 所示。

表 2 主成份分析摘要

變數	成份一	成份二	成份三	成份四
平均每日稻穀乾燥作業量對中心乾燥機總容量比值	-0.149843	0.982573	0.072182	-0.082984
乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔噸數之比例（噸/噸）	0.655571	0.019387	0.301255	-0.692167
乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔台數之比例（台/台）	0.667241	0.149267	0.169290	0.709824
總台數	-0.320255	-0.109055	0.935615	0.100835
特徵值	2.11415	0.98170	0.88106	0.02309

佔總變異之百分比	0.528538	0.245425	0.220264	0.005773
佔總變異之累計百分比	0.52854	0.77396	0.99423	1

表 3 因素分析摘要

變數	共同因素 F_1	共同因素 F_2	共同性
平均每日稻穀乾燥作業量對中心乾燥機總容量比值	-0.21787	0.97354	0.995251
乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔噸數之比例 (噸/噸)	0.95321	0.01921	0.908977
乾燥中心乾燥機總容量中 20 噸乾燥機所佔台數之比例 (台/台)	0.97018	0.14789	0.963115
总台數	-0.46545	-0.10805	0.228510
特徵值	2.114153	0.981699	3.096

表 4 穀物乾燥中心實際營運作業之量測結果

農會別	作業天數	總作業量 (kg)	消耗油量 (liter)	燃油效率	乾燥機 (噸*台)	總容量
A	28	2907897	38705	89.9	10*2+20*8	180
B	27	2685154	47150	88.9	6*20	120
C	21	704579	10238	108.0	6*10	60
D	33	3873683	64139	112.4	10*2+20*8+30*4	300
E	31	1316033	13743	136.4	22*4+12*3	124
F	25	3247437	53934	96.6	6*39	234
G	20	1115316	13743	123.1	10*2+20*5	120

各農會的作業概況說明如下：

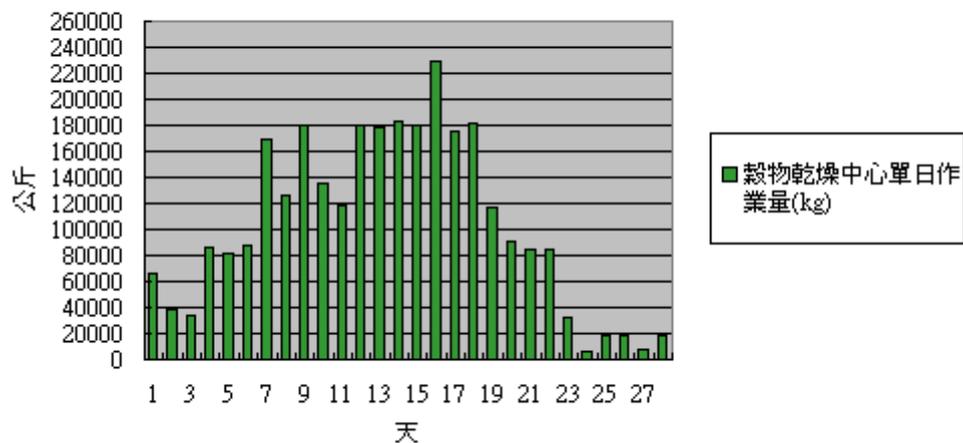


圖 1 A 農會穀物乾燥中心每日的作業量

A 農會作業概況說明

A 農會穀物乾燥中心乾燥機總容量為 180 公噸，分別是 10 噸 2 台及 20 噸 8 台，86 年一期作業量約 2908 公噸，乾燥時間為 28 天，消耗油量 38705 公升，經計算燃油效率為 89.9%。圖 1 表示 A 農會穀物乾燥中心每日的作業量，由圖 1 中可以看出總工作天 28 天中，有 3 天之單日作業量（收購量）多出總容量，表示目前的總容量尚可應付一期的乾操作業量。

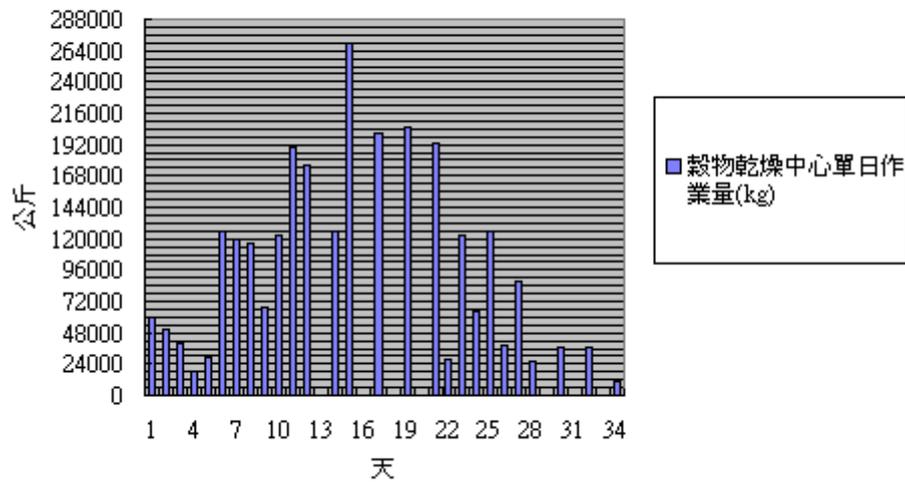


圖 2 B 農會穀物乾燥中心每日的作業量

B 農會作業概況說明

B 農會穀物乾燥中心乾燥機總容量為 120 公噸，分別是 6 噸 20 台，86 年一期作業量約 2685 公噸，乾燥時間為 27 天，消耗油量 47150 公升，經計算燃油效率為 88.9%。圖 2 表示 B 農會穀物乾燥中心每日的作業量，由圖 2 中可以看出 27 天，有 11 天之單日作業量（收購量）多出總容量。此一現象現顯示了 B 農會穀物乾燥中心需要增加乾燥機總容量或低溫冷藏筒，以便進行乾操作業或濕穀暫存或二次乾操作業。

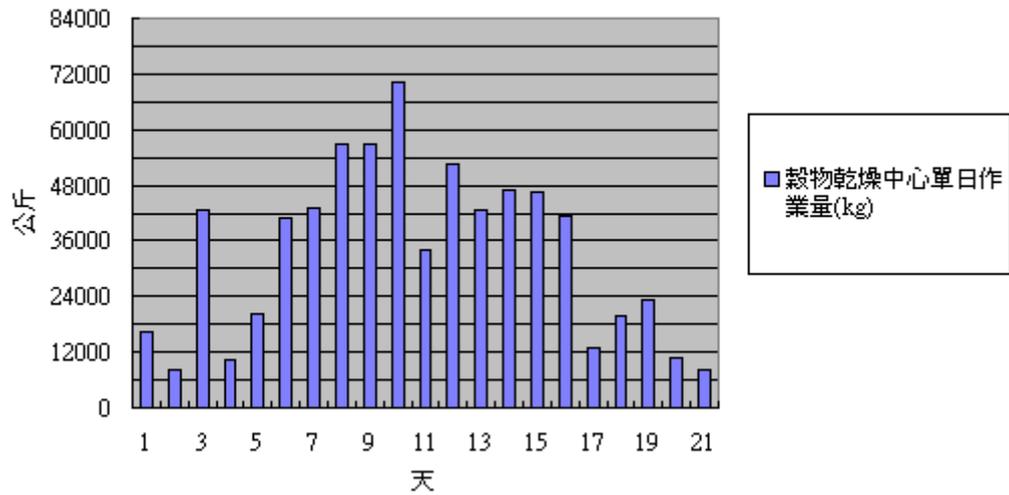


圖 3 C 農會穀物乾燥中心每日的作業量

C 農會作業概況說明

C 農會穀物乾燥中心乾燥機總容量為 60 公噸，分別是 6 噸 10 台，86 年一期作業量約 705 公噸，乾燥時間為 21 天，消耗油量 10238 公升，經計算燃油效率為 108%。圖 3 表示 C 農會穀物乾燥中心每日的作業量，由圖 3 中可以看出總工作天 21 天中，只有 1 天之單日作業量（收購量）多出總容量，表示目前的總容量尚可應付一期的乾燥作業量。

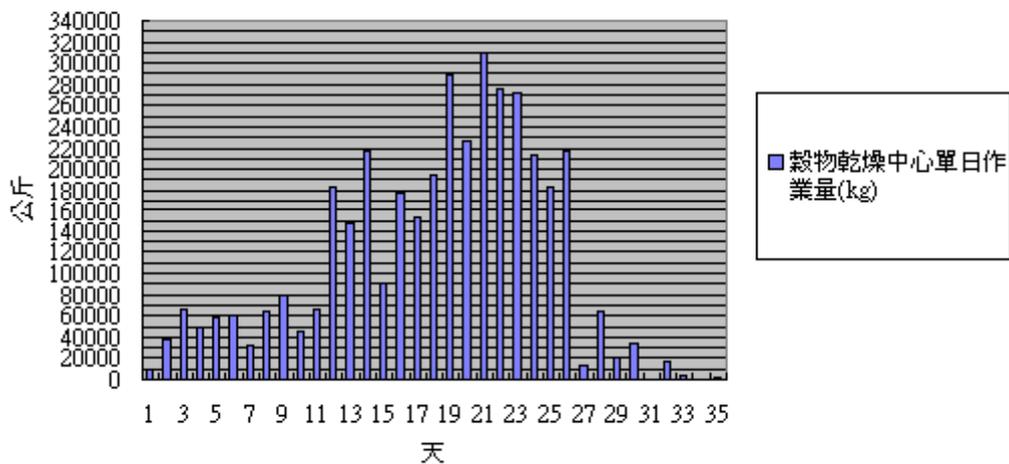


圖 4 D 農會穀物乾燥中心每日的作業量

D 農會作業概況說明

D 農會穀物乾燥中心乾燥機總容量為 300 公噸，分別是 10 噸 2 台、20 噸 8 台以及 30 噸 4 台，86 年一期作業量約 3874 公噸，乾燥時間為 33 天，消耗油量 64139 公升，經計算燃油效率為 112.4%。圖 4 表示 D 農會穀物乾燥中心每日的作業量，由圖 4 中可以看出總工作天 33 天中，只有 1 天之單日作業量（收購量）多出總容量。表示目前的總容量尚可應付一期的乾操作業量。

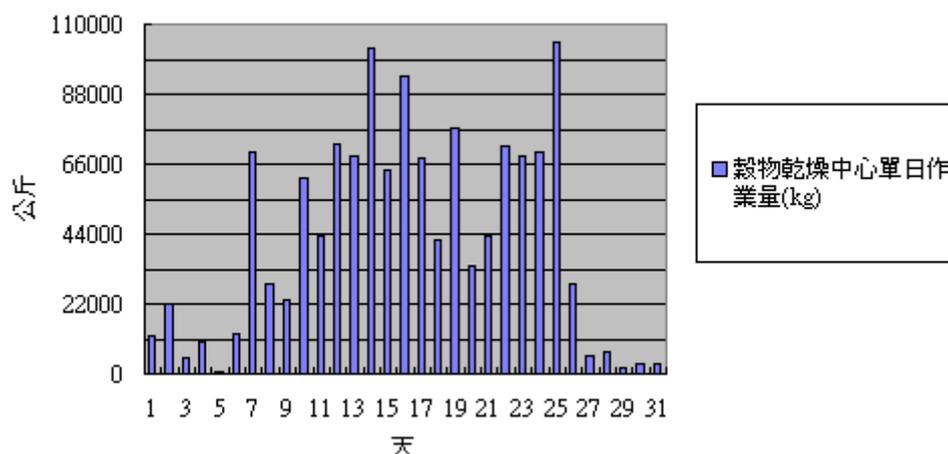


圖 5 E 農會穀物乾燥中心每日的作業量

E 農會作業概況說明

E 農會穀物乾燥中心乾燥機總容量為 124 公噸，分別是 12 噸 3 台以及 22 噸 4 台，86 年一期作業量約 1316 公噸，乾燥時間為 31 天，消耗油量 13743 公升，經計算燃油效率為 136.4%。圖 5 表示 E 農會穀物乾燥中心每日的作業量，由圖 5 中可以看出總工作天 31 天中，沒有任何一天之單日作業量（收購量）多出總容量。E 農會是目前已完成乾燥營運作業自動化的農會之一，備有低溫冷藏筒及濕穀暫存筒並可進行二次乾燥。

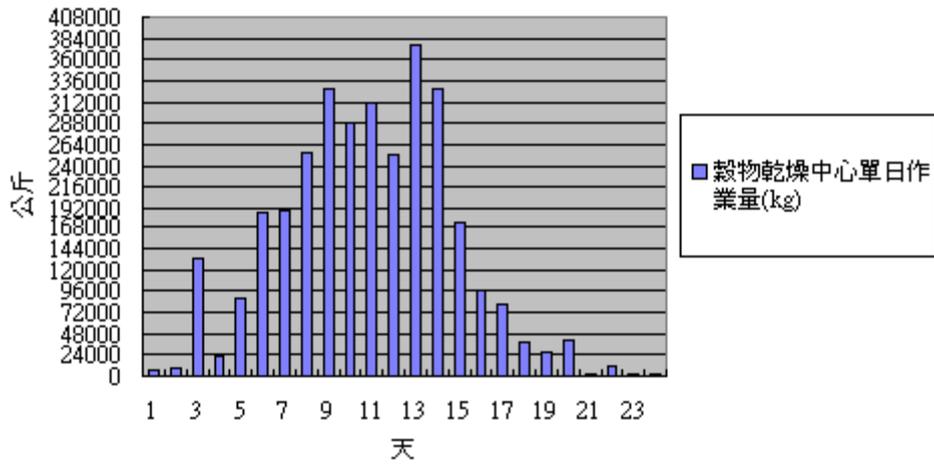


圖 6 F 農會穀物乾燥中心每日的作業量

F 農會作業概況說明

F 農會穀物乾燥中心乾燥機總容量為 234 公噸，分別是 6 噸 39 台，86 年一期作業量約 3247 公噸，乾燥時間為 25 天，消耗油量 53934 公升，經計算燃油效率為 96.6%。圖 6 表示 F 農會穀物乾燥中心每日的作業量，由圖 6 中可以看出總工作天 25 天中，有 7 天之單日作業量（收購量）多出總容量。此一現象顯示了 B 農會穀物乾燥中心需要考慮增加乾燥機總容量或低溫冷藏筒，以便進行乾燥作業或濕穀暫存或二次乾燥作業。

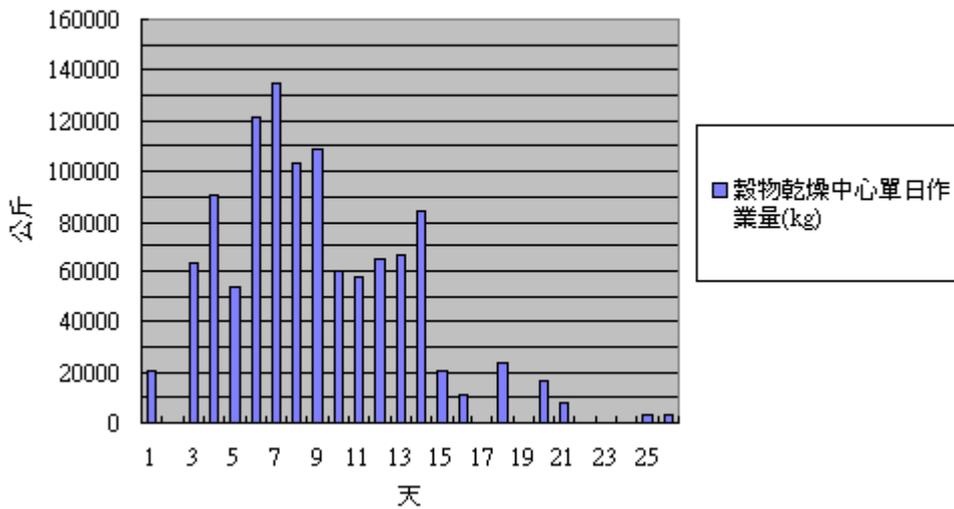


圖 7 G 農會穀物乾燥中心每日的作業量

G 農會作業概況說明

G 農會穀物乾燥中心乾燥機總容量為 120 公噸，分別是 10 噸 2 台及 20 噸 5 台，86 年一期作業量約 1115 公噸，乾燥時間為 20 天，消耗油量 13743 公升，經計算燃油效率為 123.1%。圖 7 表示 G 農會穀物乾燥中心每日的作業量，由圖 7 中可以看出總工作天 20 天中，有 2 天之單日作業量（收購量）多出總容量，表示目前的總容量尚可應付一期的乾操作業量。

五、結論

量測結果綜合說明：

由穀物乾燥中心實際營運作業之記錄及耗油量的量測結果可發現：燃油效率高達 120% 以上的農會，其共同的特色都是乾燥機總台數很少。故要提昇穀物乾燥中心的燃油效率，則設置乾燥機的總數應予減少。此表示大型乾燥機的設置，是未來乾燥中心汰舊換新時可以考慮的一個方向，當然乾燥機數目的增多是否意味著集塵問題對燃油效率值影響力的增大，則有待進一步的實驗驗證。

謝 誌

本研究承蒙宜蘭地區礁溪鄉、五結鄉、三星鄉、冬山鄉、苗栗縣苑裡鎮、彰化縣和美鎮以及豐原市等農會提供許多寶貴意見，以及全省各農會對問卷調查的配合，謹此表達謝忱。

參考文獻

1. 臺灣省政府農林廳（1995），臺灣農業年報，第 25 頁，臺灣省政府農林廳，南投。
2. 李蒼郎（1994），「穀物倉儲加工作業技術手冊」，第一輯，第 83-94 頁，財團法人農業機械化研究發展中心，台北。
3. 蕭介宗、周瑞仁、歐陽又新、彭智平、陳怡仁（1994），「自動化水稻收穫系統之發展」，農業機械學刊，第三卷，第一期，第 67-73 頁。
4. 蕭介宗（1996），「穀物倉儲加工作業技術手冊」，第 63-64 頁，財團法人農業機械化研究發展中心，台北。
5. 楊江益、吳拍青（1997），「穀物乾燥中心作業效率評估」，宜蘭農工學報，第十四期，第 43-60 頁。
6. Person, K. (1901). On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *Philosophical Magazine* 6(2). 559-572.
7. Rao, C. R. (1964). The use and interpretation of principal component analysis in applied research. *Sankhya A*, 26, 326-538.
8. Spearman, C. (1904) General intelligence objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15, 201-293.
9. 盧福明（1986），「農產加工工程學」，國立編譯館，台北。

87 年 5 月 19 日 收稿

87 年 6 月 19 日 接受