

目錄

中文摘要	1
ABSTRACT	1
一. 前言	2
二. 試驗設備與方法	4
三. 結果與討論	7
四. 結論	10
五. 致謝	11
六. 參考文獻	11

以近紅外線及影像技術鑑別水稻品種

中文摘要

本研究探討以近紅外線及影像處理技術建立不同年份之台中農改場 1997 年一期及 1998 年一期的 6 種水稻品種的鑑別模式。

使用近紅外線原始光譜經主成份分析，求得在主成份軸上的投影值，代入倒傳遞類神經網路進行訓練，求得近紅外線跨年模式。而影像外觀特徵值取面積、周長、shape factor、面積/周長、最大寬度值、最長軸值、最長軸值與最大寬度值的比值、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)、水稻最長軸 50 個寬度值中的第 11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、55、56、57、58、59、60 寬度值共 43 個參數，經正規化，代入倒傳遞類神經網路進行訓練，求得影像跨年模式。

建立之近紅外線及影像之跨年模式，對台中農改場 6 種水稻品種的平均鑑別率分別為 89.3%、95.8%，標準偏差分別為 8.1%、5.3%。

關鍵字：近紅外線、影像、類神經網路、模式

Classifying Paddy Rice

by Near-infrared and Image Processing Technique

ABSTRACT

By near-infrared and image processing technique, the objective of this research is to establish a model for classifying six varieties of paddy rice grown in Taichung Experimental Station and harvested in the summer of 1997 and 1998.

The original spectra from near-infrared analyzer were analyzed by principal component analysis. The projection values on the optimum principal component axis were input into backpropagation neural network for training to find the combined near-infrared model of 1997 and 1998. The characteristics of image such as area, perimeter, shape factor, the ratio of area to perimeter, values of maximum width, values of maximum long axis, average RGB values of each paddy rice kernel, and number 11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、55、56、57、58、59、60 width along the long axis were normalized and then input into backpropagation neural network for training to find the combined image model of 1997 and 1998.

The average classifying rates were 89.3% and 95.8% respectively by near-infrared model and image processing model, The Standard Deviation were 8.1% and 5.3% respectively for near-infrared model and image processing model.

Keywords : near-infrared、image、artificial neural network、model

一. 前言

傳統上鑑別水稻品種的方法，以肉眼觀察種子有無特殊的外觀，然後需要專業人員憑經驗或是對照圖表辨別判斷，稱為外觀型態學(morphological method)。以水稻品種為例，觀察的性狀外型包括穀粒的長瘦、圓胖、芒的有無及長短、稃尖的顏色、護穎長度、內外穎顏色、絨毛的著生情形及1000粒重等(黃, 1987)，除非具有特殊外型性狀，否則同一類型的品種是不易以肉眼來辨別區分，而且憑經驗或對照圖鑑別品種，不僅存在人為的誤差而且速度緩慢。近年來由於電腦分析的軟體相繼推出，藉由影像、近紅外線和電腦，建立鑑別模式，可以快速且非破壞性地鑑別水稻品種。李(1998)，以近紅外線與影像技術鑑別86年一期台中區農業改良場所提供的稻穀，計有台農私20號、台農67號、台農70號、台中私10號、台稈8號、台稈9號共6種水稻品種，以近紅外線的鑑別率為88%，而單獨使用影像技術之鑑別率為72%，在結合近紅外線與影像技術上的平均鑑別率為92%。

類神經網路(artificial neural network)是以簡單的運算處理單元連結成網路，

達到模擬生物體之大量基本神經元構成的類似腦神經網路及其學習的功能，由於類神經網路具有簡單的組織及學習能力，可用於解決原始定義與分類不十分清楚的領域。倒傳遞類神經網路為目前電腦類神經網路中最具代表性而且應用也最廣的模式，為多層次前授式網路，採用監督式的訓練，而學習是以最小平方差為指標，運用梯度陡降法(the gradient steepest descent method) 搜尋最小誤差函數，導出網路連結加權值與閾值的修正值，記錄訓練完成的網路連結加權值與閾值，並輸入未知品種的參數向量進行鑑別品種。Chen 等人(1995)利用類神經網路和近紅外線光譜分類 1987-1989 年硬紅小麥，校正及驗證準確度分別為 97.9%及 96.8%。Delwiche 等人(1995)利用類神經網路和近紅外線光譜分類硬紅小麥準確度介於 95-98%優於多重線性回歸、主成分分析及部分最小平方法。

影像是外觀型態學之應用亦是非破壞性的方法，陳等人(1989)以影像技術收集穀物外型特徵變數共 73 項，判別同屬稻之台農 67、台農 70、新竹 64 共 3 種水稻品種，資料經常態性測驗及逐步判別分析選取具常態性且辨別力較大的變數 11 個，而後再經判別分析，結果得 3 種水稻品種間的平均鑑別率為 77.3%。影像技術配合類神經網路分析，近年來相當多應用於穀物品種鑑別與分級、稻穀品質的檢定等，在品質鑑定難以量化的範疇上，影像技術結合類神經網路是相當好的方法(謝等人，1994；萬等人，1998；李，1998)。

近紅外線分光光度計利用光譜反射值與其內部化學成分有高度的相關(夏賀等人，1993；Yamashita，1993；劉與蕭，1995；李與蕭，1996)，建立化學成分與光譜反射值之校正線，應用於偵測稻米內部成分如蛋白質含量、直鏈澱粉含量、脂肪酸度及含水率。由於不同的水稻品種可能有不同的成分而存在不同的光譜反射值，故將探討以近紅外線光譜來鑑別品種，此方法猶如依內部化學成分之不同來鑑別品種，而影像視覺猶如外觀特性之量化，若能結合水稻之內(近紅外線光譜分析)、外(影像視覺)特性，來鑑別水稻品種，不但能消除傳統外觀型態學辨別品種之人為誤差，未來可應用於良質米之快速收購計價系統，可保障農民及消費者的權益。

本研究之目的為：

- (1) 將影像外觀特徵值即水稻樣本長軸 50 個寬度值、最長軸值、最大寬度值、最長軸值與最大寬度值的比值、面積、周長、面積與周長的比值、shape factor (Travis and

Draper, 1985)、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)共 60 個參數，綜合 1997 年一期及 1998 年一期台中區計有台農私 20 號、台中私 10 號、台農 67 號、台農 70 號、台稈 8 號、台稈 9 號共 6 種水稻品種稻穀影像資料，經過最大最小正規化處理後，代入倒傳遞類神經網路學習後建立模式，利用此 60 個參數建立之新模式鑑別台中區 1997 年及 1998 年一期上述 6 種水稻品種，並探討參數之變化對鑑別率之影響。

- (2) 利用主成分分析法綜合 1997 年一期及 1998 年一期之上述 6 種水稻近紅外線光譜在最佳主成分軸上投影值，代入倒傳遞類神經網路學習後建立模式，探討此模式對 6 種水稻品種鑑別率。

二. 試驗設備與方法

(一) 試驗材料：

本研究所採用的樣品為台中區農業改良場洪梅珠博士所提供的 1997 年一期及 1998 年一期之台農私 20 號、台農 67 號、台農 70 號、台中私 10 號、台稈 8 號、台稈 9 號共 6 種水稻品種。

(二) 試驗設備：

本研究中所用到的主要設備，茲簡述如下，詳細資料參閱張(2000)：

1. 近紅外線分光光度計本體：Bran-Lubbe InfraAlyzer 500，主要用於測定稻穀之反射式光譜。
2. InfraAlyzer Data Analysis Software(IDAS)軟體，只利用此軟體來做反射光譜之收集。
3. Unscrambler[®]6.0 軟體，利用此軟體內的 Principal Component Analysis(PCA)運算模組，進行光譜主成分分析。
4. 風選機：用來去除稻穀樣本內之雜草、空稻穀等雜物。
5. 恆溫恆濕箱(Temperature and Humidity Chamber)溫度控制範圍為 0°C~100°C，相對濕度控制範圍為 20%~98%，主要用來控制稻穀之穀溫及含水率。稻穀樣品置於 25°C，RH70% 之條件下 4 天，調節成 13% 之含水率。
6. Shizudka Seiki CTR-800E 型：測量水稻含水率。

7. Watec CCD (Charge Couple Device) 攝影機，感光元件的解析度為 NTSC-512X512 像素點。
8. PXC200 影像擷取卡，解析度-NTSC：640*480 像素點。
9. 打光暗室：將樣本至於室內取其影像。
10. 影像分析軟體：以 C 語言撰寫的影像分析軟體，取得水稻樣本長軸 50 個寬度值、最長軸值、最大寬度值、最長軸值與最大寬度值的比值、面積、周長、面積與周長的比值、shape factor($4\pi \times \text{面積}/\text{周長}^2$)、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)共 60 個外型影像特徵參數。
11. 倒傳遞類神經網路軟體：使用 Matlab 軟體。

(三)試驗方法

1. 近紅外線

- (1) 各品種樣本先以風選機風選數次，以去除空稻穀、稻穗、雜物等。將水稻樣本置於 25°C、RH70%的恆溫恆濕箱內約 4 天(100 小時)調質成 13%的含水率，取 20 粒水稻樣本以 Shizuoka Seiki CTR-800E 檢測之。進行近紅外光照射約 100 組樣本，照射後之樣本不重複使用。將原始光譜資料經過界外點的利用馬氏距離大於 9/樣本數或 99.7% 信賴區外加以剔除(Vellwman and Welsch, 1981)，隨機挑選每品種每期 30 個樣本作為模式建立之訓練組，其餘的作為驗證組。
- (2) 將 1997 年一期及 1998 年一期 6 種共 360 個(參考表 1)水稻樣本的訓練組合併起來，結合成為倒傳遞類神經網路之訓練組，並將兩期之樣本共 809 個合併成為一單獨之驗證組，如表 1，並將訓練組資料經主成分分析法(PCA)求得主成分模式，建議之最佳主成分軸數(3 軸)，再將各品種樣本在最佳主成分軸上的投影值代入倒傳遞類神經網路中，進行品種鑑別模式的訓練，直到全部誤差平方總和(SSE)=5 時停止訓練。
- (3) 使用 Matlab 軟體之倒傳遞類神經網路程式，所使用之網路模式是一個 4 層的網路結構，其中第一層為輸入層，中間兩層為隱藏層(隱藏層第一層為 10 個節點，第二層為 30 個節點)，第四層為輸出層，初始之網路連結加權值(W_0)及閾值(B_0)由 Matlab 以隨機產生，訓練組完成時記錄下網路連結加權值(W)及閾值(B)。

- (4) 將這些品種的驗證組共 809 個樣本(參考表 1)依序組合，使用訓練組做好之主成分模式，求得在最佳主成分軸上的投影值，代入由訓練組完成訓練時所得之網路連結加權值(W)與閾值(B)所建的倒傳遞類神經網路中，來計算各品種的鑑別率。
- (5) 倒傳遞類神經網路輸出層目標輸出值見表 2，相應的目標輸出值為 1 時，代表辨別為正確的品種，其他品種則以 0 表示。
- (6) 學習速率(η)為 0.01。
- (7) 停止訓練時之誤差平方總和(sum of square error : SSE) =5。

2. 稻穀外觀影像特徵值：

- (1) 由各品種的近紅外線照射樣本中經均分器均分出 100 顆完整穀粒，置於打光暗室並以影像設備來擷取水稻樣本長軸 50 個寬度值、最長軸值、最大寬度值、最長軸值與最大寬度值的比值、面積、周長、面積與周長的比值、shape factor ($4\pi \times \text{面積}/\text{周長}^2$)、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)共 60 個外型影像特徵參數。以圖 1，圖中以水稻樣本長軸 10 個寬度值為例，L 是最長軸、Y 是最大寬度、AC 的長度為第四個寬度值，BAOCB(周長)，BAOCB 所圍成的區域就是面積。
- (2) 將 1997 年及 1998 年一期台農秈 20 號、台農 67 號、台農 70 號、台中私 10 號、台復 8 號、台稈 9 號等 6 個品種之稻穀訓練組共 330 樣本(表 3)之長軸 50 個寬度值、最長軸值、最大寬度值、最長軸值與最大寬度值的比值、面積、周長、面積與周長的比值、shape factor($4\pi \times \text{面積}/\text{周長}^2$)、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)共 60 個外型影像特徵參數，取最大最小對映法(葉，1993)，正規化後輸出值域介於 0~1 之間，代入倒傳遞類神經網路以進行品種鑑別的訓練，訓練完成記錄下連結加權值(W)與閾值(B)。
- (3) 將這些品種的驗證組共 564 樣本(表 3)依序組合經正規化，並載入由訓練組倒傳遞類神經網路訓練求得之網路連結加權值(W)與閾值(B)，代入倒傳遞類神經網路來計算各品種的鑑別率。
- (4) 倒傳遞類神經網路輸出層目標輸出值見表 4，相應的目標輸出值為 1 時，代表辨別為正確的品種，其他品種則以 0 表示。

- (5) 初始之網路連結加權值(W_0)及閾值(B_0)由 MATLAB 以隨機產生。
- (6) 學習速率(η)為 0.01。
- (7) 停止訓練時之誤差平方總和(sum of square error : SSE) =5。

三. 結果與討論

(一) 近紅外線跨年模式之鑑別結果：

結合 86 年一期、87 年一期 6 種水稻的驗證組之光譜，經 PCA 分析求得在 3 個最佳主成分軸上的投影值，正規化後，載入由訓練組完成時之網路連結加權值(W)及閾值(B)，代入倒傳遞類神經網路中，結果見表 5，6 種水稻平均鑑別率為 95.8%，標準偏差為 5.3%。此結果與李(1998)之平均鑑別率 88.3% 比較，可得知實驗 t 值為 4.91 皆大於理論 t 值 $t_{0.01,5}=4.03$ ，顯示有極顯著的差異。在使用 PCA 主成份分析，求得主成分軸上的投影值，作為倒傳遞類神經網路輸入參數的方法下，應用於跨年水稻品種鑑別率除了台中私 10 號外皆有極明顯的提昇。推測其原因為使用之分析方法不同，李(1998)所使用之正規化方法是將各品種之一階差分光譜值經 PCA 分析後，於各主成分軸上的投影值乘 100 倍，此方法並不恰當，依其所述，雖然在 30000 次學習次數後，可使 SSE 到達 0.0095，但過低的 SSE，可能造成過分學習的情形，使得驗證結果並不理想，正規化之方法應以 Sigmoid 轉換函數的值域[0, 1]作為選擇正規化方法的依據，才能得到較佳的結果。鑑別率差異的原因尚有，李(1998)模式固定必須是 6 個水稻品種同時輸入，而本研究之跨年模式適用單一品種輸入，較適合目前農民繳交稻穀的情形。

表 6 為近紅外線模式誤判台中私 10 號為台農私 20 號、台農 67 號、台農 70 號、台農 9 號，分別誤判顆數 5、1、10 及 3，導致鑑別率只有 86% 是最差者。最高鑑別率為台農 67 號及台農 9 號均高達 100%。

陳(1994)及 Chen 等人(1995)以 1987~1989 近紅外線樣本利用類神經網路所建立之模式鑑別 1990 年硬紅春麥及硬紅冬麥，鑑別率為 96.8%，本研究之跨年模式 6 種水稻品種的平均鑑別率 95.8%，標準偏差 5.3%，與 Delwiche 等人(1995)鑑別率介於 95-98% 之結果相當。

(二) 影像之跨年模式鑑別結果：

由表 7 第二欄，結合 1997 及 1998 年一期的訓練組所建立的跨年模式，鑑別 1997 及 1998 年一期 6 種水稻的驗證組，平均鑑別率為 91.1%，標準偏差為 8.17%，跨年訓練結果仍可達原先設定之鑑別率 90%的目標，但須使用 60 個參數之模式，其誤判為其

他品種之顆數從 19 顆到 1 顆，鑑別率從 79.6%到 98.9%，參看表 8。在做 PCA 主成分分析時，參數在座標軸上的 loading 值越大，表示此一參數在這個軸上的區分不同品種的能力較強，依此原則將原先的 60 個參數經 PCA 分析後，將各參數在各主成分軸上做 loading 值由大到小的排列，分別取(1) loading 值大於 0.16 的參數，共取得 43 個參數(2) loading 值大於 0.2 的參數，共取得 23 個參數(3) loading 值大於 0.25 的參數，共取得 20 個參數(4) 在各主成分軸上 loading 值取最大的兩個的參數，共取得 12 個參數(5) 在各主成分軸上 loading 值取最大的參數，共取得 6 個參數。探討不同參數數目對鑑別率之影響。

1. loading 值大於 0.16 的參數，計有面積、周長、shape factor、面積/周長、最大寬度值、最長軸值、最長軸值與最大寬度值的比值、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)、水稻最長軸 50 個寬度值中的第 11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、55、56、57、58、59、60 寬度值共 43 個參數。輸入倒傳遞類神經網路，建立影像鑑別模式，誤判為其他品種之顆數從 19 顆到 0 顆，鑑別率從 79.6%到 100%，參看表 9。由表 7，6 種水稻品種平均鑑別率為 89.3%，標準偏差為 8.1%，經均值成對 t 值檢定， $t=2.41 < t_{0.05,5}=2.57$ ，未達 5%顯著水準，表示可以用上述之 43 個參數所建立之模式來取代原先 60 個參數所建立之模式。
2. loading 值大於 0.2 的參數：將 loading 值大於 0.16 中的 43 個參數中選取 loading 值大於 0.2 的參數，計有面積、周長、shape factor、面積/周長、最長軸值、最長軸值與最大寬度值的比值、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)、水稻最長軸 50 個寬度值中的第 11、12、13、14、15、16、17、18、19、56、57、58、59、60 寬度值共 23 個參數。輸入倒傳遞類神經網路，建立 23 參數之模式，誤判為其他品種之顆數從 28 顆到 0 顆，鑑別率從 72%到 100%，參看表 10。如表 7，6 種水稻品種平均鑑別率為 87.8%，標準偏差為 11.6%，經均值成對 t 值檢定， $t=3.97 > t_{0.05,5}=2.57$ ，已達 5%顯著水準。
3. loading 值大於 0.25 的參數：再將 loading 值大於 0.2 中的 23 個參數中選取 loading 值大於 0.25 的參數，計有面積、周長、shape factor、面積/周長、最長軸值、最長軸值與最大寬度值的比值、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)、水稻最長軸 50 個寬度值中的第 11、12、13、14、15、16、17、

57、58、59、60 寬度值共 20 個參數。輸入倒傳遞類神經網路，建立 20 參數之模式，誤判為其他品種之顆數從 26 顆到 0 顆，鑑別率從 72%到 100%，參看表 11。如表 7，6 種水稻品種平均鑑別率為 88.8%，標準偏差為 11.5%，經均值成對 t 值檢定 $t=3.00 > t_{0.05,5}=2.57$ ，已達 5%顯著水準。

4. 各主成分軸上 loading 值取最大的兩個的參數：若再將 loading 值往上調升，則會出現有些主成分軸沒有取到參數的情形發生，所以取各主成分軸上 loading 值取最大的兩個的參數，計有面積、周長、Shape Factor、最長軸值與最大寬度值的比值、每粒稻穀平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)、水稻最長軸 50 個寬度值中的第 10、11、16、57、59、60 寬度值共 12 個參數。輸入倒傳遞類神經網路，建立 12 個參數之模式，誤判為其他品種之顆數從 32 顆到 0 顆，鑑別率從 68.3%到 100%，參看表 12。如表 7，6 種水稻品種平均鑑別率為 87.4%，標準偏差為 12.6%，經均值成對 t 值檢定 $t=3.75 > t_{0.05,5}=2.57$ ，已達 5%顯著水準。
5. 各主成分軸上 loading 值取最大參數：在各主成分軸上取 loading 值之絕對值最大的參數，計有面積、最長軸值與最大寬度值的比值、每粒稻穀平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)、水稻最長軸 50 個寬度值中的第 16、60 寬度值共 6 個參數，誤判為其他品種之顆數從 44 顆到 4 顆，鑑別率從 53.2%到 95.8%，參看表 13。輸入倒傳遞類神經網路，建立 6 個參數之模式，鑑別率如表 7。6 種水稻品種平均鑑別率為 79.2%，標準偏差為 17.4%，經均值成對 t 值檢定 $t=9.16 > t_{0.01,5}=4.03$ ，已達 5%極顯著水準。

減少參數對水稻品種鑑別率的影響，可綜合其結果如表 7，在減少參數的各個模式中，除了 43 個參數的模式，與 60 個參數模式之鑑別結果，對 t 值檢定沒有顯著的差異外，其餘的 23 個、20 個、12 個、6 個參數的模式鑑別結果與 60 個參數模式之鑑別結果都有顯著的差異。只有使用 43 個參數之模式，其鑑別結果之 6 個品種鑑別率標準差，呈現下降，其餘的都隨參數的減少而上升。考慮平均鑑別率及鑑別每一種水稻品種之穩定性(圖 3)，選擇以 43 個參數作為跨年鑑別水稻之模式，是不錯的選擇。

本模式(張, 2000)與李(1998)、曾等人(1990)比較結果整理如表 14，由表 14 知影像跨年模式與李(1998)之結果，經均值成對 t 值檢定得出 $t=11.06 > t_{0.01,5}=4.03$ ，表示本研究已達 1%極顯著改進，表示李(1998)使用 4 個參數鑑別 6 個品種可能參數不足，造成最高以及最低之鑑別率分別為 95%、36%，差異相當大。曾(1990)對台農 67 號、台

農 70 號及新竹 64 號 3 種粳稻的平均鑑別率及標準偏差分別為 79.9%及 17.1%，在平均鑑別率上不及本研究之 89.3%，在 3 種品種鑑別率之標準偏差 17.1%也比本研究 6 品種之標準偏差 8.1%高出 2 倍，顯示曾等人(1990)所使用之 11 個參數，對於鑑別台農 67 號、台農 70 號及新竹 64 號可能由於參數不足，而導致鑑別率之下降。

四. 結論

利用近紅外線光譜及主成份分析，影像參數經過最大最小對映的正規化後，均用 0.01 之學習速率及誤差平方總和(SSE)設為 5，代入倒傳遞類神經網路訓練以建立鑑別模式，用來鑑別 1997 年一期及 1998 年一期之 6 種台中區水稻品種(台農私 20 號、台中私 10 號、台農 67 號、台農 70 號、台稈 8 號、台稈 9 號)，結果如下：

1. 影像之跨年模式使用主成分分析，挑選 loading 值大於 0.16 之參數計有面積、周長、shape factor、面積/周長、最大寬度值、最長軸值、最長軸值與最大寬度值的比值、每粒稻穀平均紅色光度值(R)、平均綠色光度值(G)、平均藍色光度值(B)、水稻最長軸 50 個寬度值中的第 11、12、13、14、15、16、17、18、19、20、21、28、29、30、31、32、33、34、35、36、37、38、39、40、41、42、43、55、56、57、58、59、60 寬度值共 43 個參數，經正規化後，代入倒傳遞類神經網路訓練，跨年模式平均鑑別率為 89.3%，標準偏差為 8.1%。與李(1998)之平均鑑別率 72.0%及標準偏差 20.4%，或曾等人(1990)之平均鑑別率有 79.9%及標準偏差 17.1%，有顯著提昇鑑別率及降低標準偏差。
2. 平均兩種私稻及四種粳稻之鑑別率，私稻在影像及近紅外線分別為 98.4%，90.4%；粳稻在影像及近紅外線分別為 84.7%，98.5%。所以粳稻似乎用近紅外線鑑別有較佳的結果，而影像鑑別私稻有較佳的結果。
3. 使用近紅外線原始光譜經 PCA 分析，求得 3 個最佳主成分軸的投影值，代入倒傳遞類神經網路訓練以建立鑑別模式，1997 年一期及 1998 年一期 6 種水稻樣本之平均鑑別率為 95.8%，標準偏差為 5.3%。與李(1998)模式比較平均鑑別率 88.3%及標準偏差 10.8%，有顯著提昇鑑別率及降低標準偏差。

五. 致謝

本文承蒙國科會計劃編號 NSC89-2313-B-002-044 之經費支援下方得以完成，謹致謝意，在研究期間承蒙台大林達德教授、周瑞仁教授與興大萬一怒教授，台中區農業改良場洪梅珠博士提供寶貴意見及台中農業改良場米質實驗室提供試驗材料，一併致謝。

六. 參考文獻

1. 李汪盛、蕭介宗。1996。資料處理對於稻穀食味主要成分之近紅外線校正線之影響。農業機械學刊 5(4):19-34。
2. 李盛銘。1998。以近紅外線與影像技術鑑別水稻品種。台北：台灣大學農機系研究所碩士論文。
3. 夏賀元康、川村周三、伊藤和彥。1993。近赤外分光法對穀物成分測定之精度(第二報)。農業機械學會誌 55(1):109-115。
4. 陳正義、謝英雄、曾美倉。1989。判別水稻穀粒外型之品種差異-利用影像處理技術。中國統計學報 27 (7): 21-36。
5. 陳育仁。1994。近紅外線光譜分析技術用於穀物品質之偵測與分級 I , II。穀物非破壞性檢測。第二冊。初版，35-52。台北：行政院農委會降低稻米製銷成本技術服務團，稻米加工自動化技術服務團。
6. 張鴻文。2000。以近紅外線及影像技術鑑別不同年份之水稻品種。台北：台灣大學農業機械工程研究所碩士論文。
7. 葉怡成著。1993。類神經網路模式應用與實作，儒林圖書有限公司。
8. 黃正華。1987。台灣稻作品種圖誌。農委會、農林廳、亞太糧肥技術中心編印。
9. 萬一怒、盛中德、楊智超、何榮祥。1998。胴裂米以類神經網路檢測之研究。農業工程學報 44 (1): 67-80。
10. 曾美倉、謝英雄、陳正義。1990。利用穀粒外形影像特徵之樣本平均數來判別水稻栽培種。台大農學院研究報告 30(4): 58-65。
11. 劉民卿、蕭介宗。1995。以近紅外線光譜儀感測稻米之含水率及蛋白質含量。農業機械學刊 4(3):1-14。
12. 謝志誠、林勁助。1994。以類神經網路技術作青椒形狀及大小之分級。農業機械學刊 3(3):15-27。

13. Chen, Y. R., S. R. Delwiche, and W. R. Hruschka. 1995. Classification of hard red wheat by feed forward backpropagation neural network. *Cereal Chem.* 72(3) : 317-319.
14. Delwiche, S. R., Y. R. Chen, and W. R. Hruschka. 1995. Differentiation of hard red wheat by near-infrared analysis of bulk samples. *Cereal Chem.* 72(3) : 243-247.
15. Travis, A. J. and S. R. Draper. 1985. A computer based system for the recognition of seed shape. *Seed Sci. & Technol.* 14 : 715-724.
16. Velleman, P. F. and R. E. Welsch. 1981. Efficient computing of regression diagnostics. *The Amer. Statistician* . 35:234-242.
17. Yamashita, R. 1993. New technology in grain postharvesting. *Farm Machinery Industrial Research Corp.*, Tokyo 101, Japan.

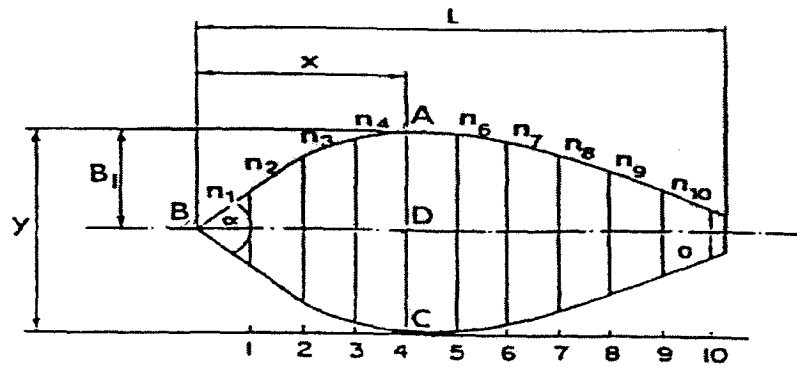
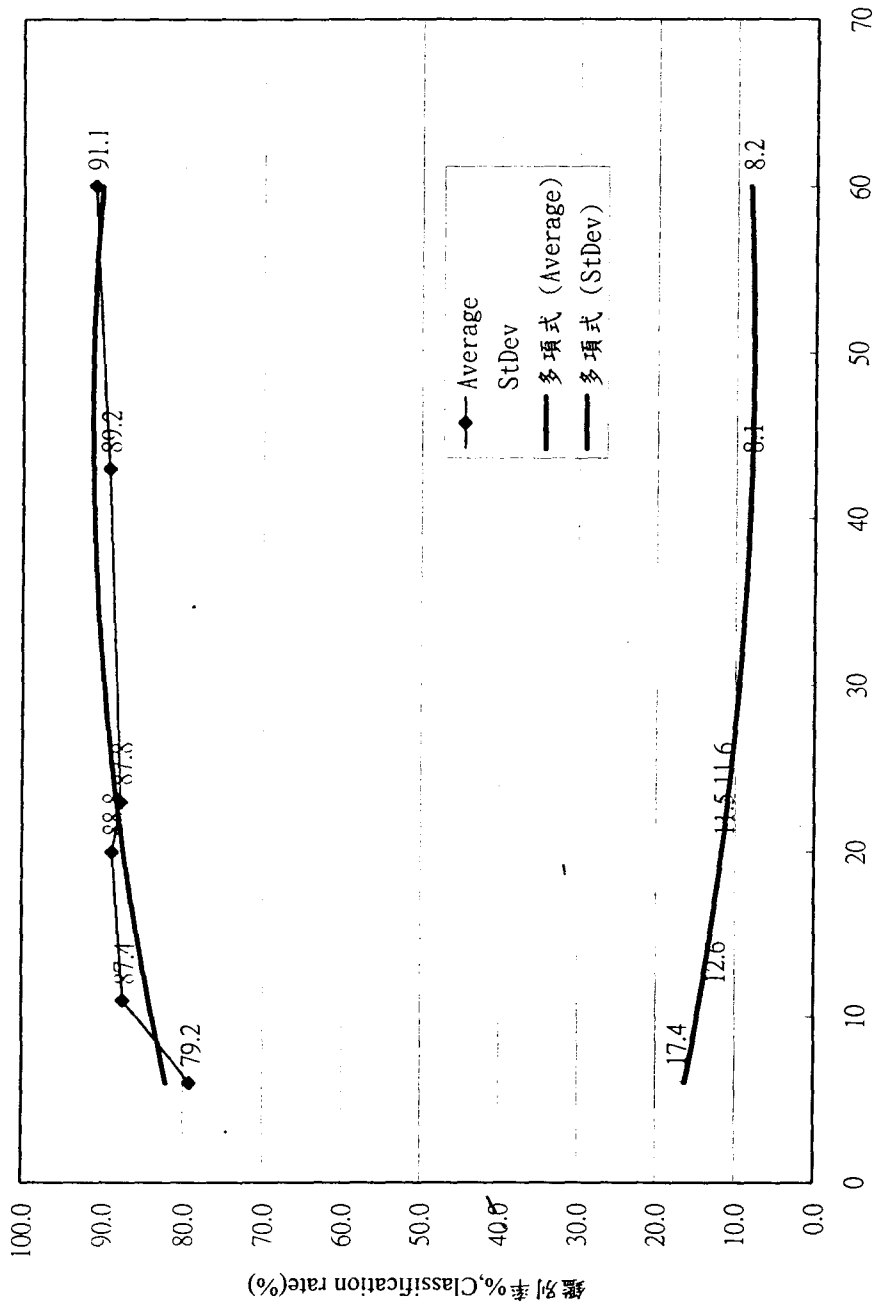


圖 1 水稻外型特徵值示意圖

Fig.1 Shape of paddy rice



參數數目, Number of parameters
 (St Dev 為標準偏差, Average 為平均鑑別率, 多項式 (AtDev) 為 St Dev 趨勢線, 多項式 (Average) 為 Average 趨勢線)
 圖2 不同參數模式之鑑別結果
 fig.2 Classification rate of different parameters

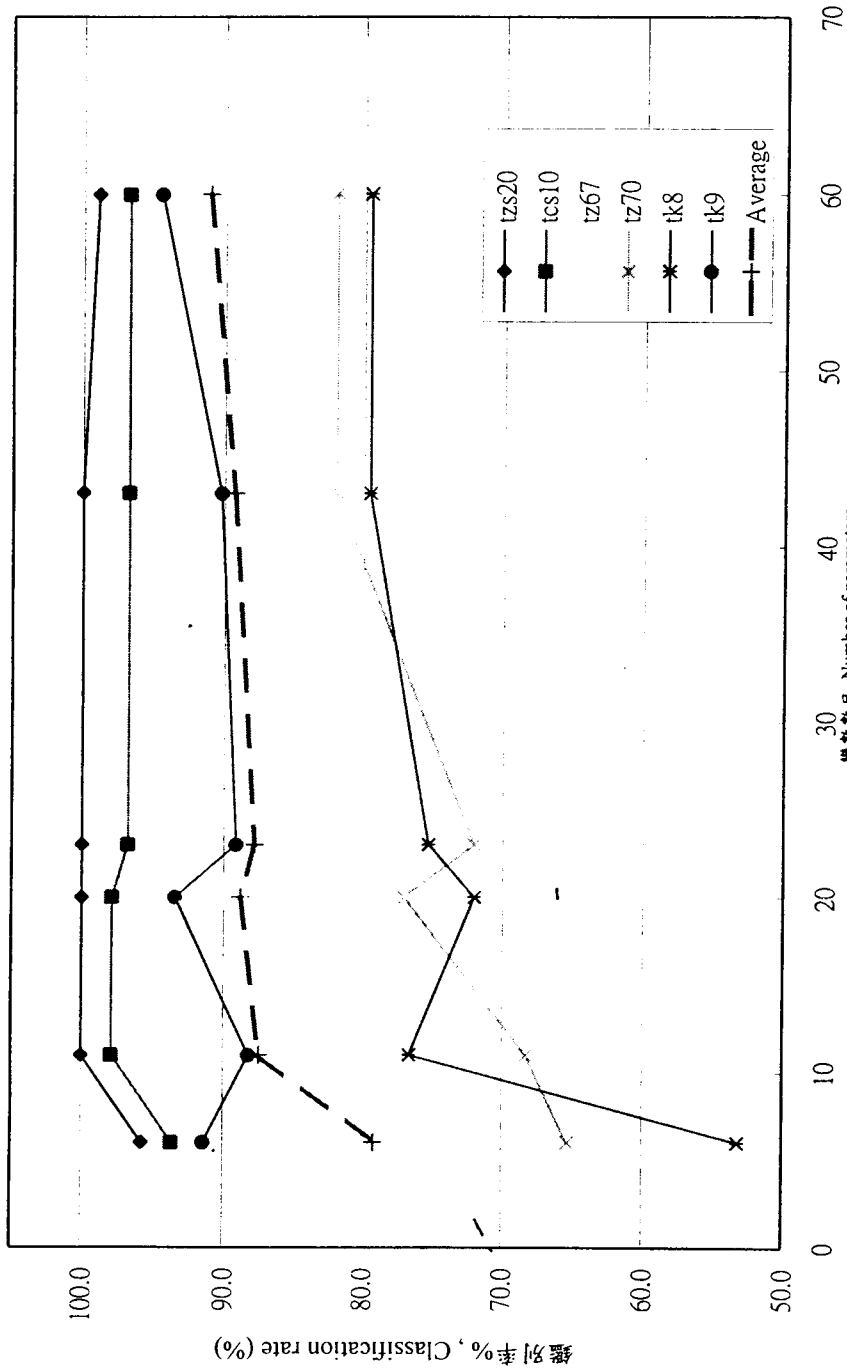


圖3 不同參數對各別品種之鑑別結果
 (Average: average classification rate, tzs20: Training Sen 20, tcs10: Taichung Sen 10, tz67: Taichung 67, tz70: Taichung 70, tk8: Taikeng 8, tk9: Taikeng 9)

Fig. 3 classification rate for different varieties by different parameters
 (Average: average classification rate, tzs20: Training Sen 20, tcs10: Taichung Sen 10, tz67: Taichung 67, tz70: Taichung 70, tk8: Taikeng 8, tk9: Taikeng 9)

表 1 合併 1997 及 1998 年一期之近紅外線試驗樣本數(顆)

Table 1 Combined samples of harvested in 1997 and 1998 summer for near-infrared test

	訓練組(顆) Trained set(no.)			驗證組(顆) Validation set(no.)		
	1997	1998	總共 Total	1997	1998	總共 Total
台農私 20 號 Tainung Sen 20	30	30	60	68	66	134
台中私 10 號 Taichung Sen 10	30	30	60	68	68	136
台農 67 號 Tainung 67	30	30	60	66	65	131
台農 70 號 Tainung 70	30	30	60	69	67	136
台稜 8 號 Taikeng 8	30	30	60	68	68	136
台稜 9 號 Taikeng 9	30	30	60	69	67	136
總和(顆) Total			360			809
主成分軸數 Principal component axes			3			3

表 2 近紅外線跨年模式之訓練組編號以及相應的目標輸出值

Table 2 Code of trained set and corresponding output of near-infrared model

訓練組編號 code of trained set	品種 Varieties	相應的目標輸出值 Corresponding output					
1-134	台農私 20 號 Tainung Sen 20	1	0	0	0	0	0
135-270	台中私 10 號 Taichung Sen 10	0	1	0	0	0	0
271-401	台農 67 號 Tainung 67	0	0	1	0	0	0
402-537	台農 70 號 Tainung 70	0	0	0	1	0	0
538-673	台稜 8 號 Taikeng 8	0	0	0	0	1	0
674-809	台稜 9 號 Taikeng 9	0	0	0	0	0	1

表 3 合併 1997 及 1998 年一期影像試驗樣本

Table 3 Combined image samples harvested in 1997 and 1998 summer

	訓練組(組) Trained set			驗證組(組) Validation set		
	1997	1998	總共 Total	1997	1998	總共 Total
台農私 20 號 Tainung Sen 20	25	30	55	25	68	93
台中私 10 號 Taichung Sen 10	25	30	55	26	68	94
台農 67 號 Tainung 67	25	30	55	25	67	92
台農 70 號 Tainung 70	25	30	55	32	68	100
台稈 8 號 Taikeng 8	25	30	55	25	68	93
台稈 9 號 Taikeng 9	25	30	55	25	67	92
總和(組) Total			330			564

表 4 影像跨年模式其訓練組編號及相應的目標輸出值

Table 4 Code of trained set and corresponding output of image model

訓練組編號 Code of trained set	品種 Varieties	相應的目標輸出值 Corresponding output					
1-55	台農私 20 號 Tainung Sen 20	1	0	0	0	0	0
56-110	台中私 10 號 Taichung Sen 10	0	1	0	0	0	0
111-165	台農 67 號 Tainung 67	0	0	1	0	0	0
166-220	台農 70 號 Tainung 70	0	0	0	1	0	0
221-275	台稈 8 號 Taikeng 8	0	0	0	0	1	0
276-330	台稈 9 號 Taikeng 9	0	0	0	0	0	1

表 5 比較不同模式之鑑別率(%)

Table 5 Comparison of different model classification rate(%)

	李 (Lee) (1998)	張(Chang)(2000)
輸入參數 Input parameters	6	3
台農私 20 號 Tainung Sen 20	94	94.8
台中私 10 號 Taichung Sen 10	100	86.0
台農 67 號 Tainung 67	81	100.0
台農 70 號 Tainung 70	71	95.6
台稈 8 號 Taikeng 8	88	100.0
台稈 9 號 Taikeng 9	96	98.5
平均鑑別率 average classification rate	88.3	95.8
標準偏差 standard deviation	10.8	5.3
SSE	5	5
t 值(t-value)	4.91**	
理論 t 值 Theoretical t-value	$t_{0.05,5}=2.57$ $t_{0.01,5}=4.03$	

註：**表示處理間有極顯著的差異(highly significant)。

表 6 近紅外線模式誤判為其他品種之顆數

Table 6 Classifying error by number of kernel of near-infrared model

	誤判成其他品種之顆數(Error by number of kernel)					
	台農私 20 號	台中私 10 號	台農 67 號	台農 70 號	台稜 8 號	台稜 9 號
	Tainung	Taichung	Tainung	Tainung	Taikeng 8	Taikeng 9
	Sen 20	Sen 10	67	70		
台農私 20 號 Tainung Sen 20		5	0	2	0	0
台中私 10 號 Taichung Sen 10	5		1	10	0	3
台農 67 號 Tainung 67	0	0		0	0	0
台農 70 號 Tainung 70	0	0	0		1	0
台稜 8 號 Taikeng 8	0	0	0	0		0
台稜 9 號 Taikeng 9	0	2	0	0	0	

表 7 不同影像參數對水稻品種鑑別率的影響(%)

Table 7 Different image parameters effecting classification rate of paddy rice(%)

輸入參數 Input parameter	張(Chang)(2000)					
	60	43	23	20	12	6
台農秈 20 號 Tainung Sen 20	98.9	100	100	100	100	95.8
台中秈 10 號 Taichung Sen 10	96.8	96.8	96.8	97.9	97.9	93.7
台農 67 號 Tainung 67	94.6	86.9	93.5	92.4	93.6	75.5
台農 70 號 Tainung 70	82	82	72	77	68.3	65.4
台稈 8 號 Taikeng 8	79.6	79.6	75.3	72	76.6	53.2
台稈 9 號 Taikeng 9	94.6	90.2	89.1	93.5	88.2	91.4
平均鑑別率 average classification rate	91.1	89.3	87.8	88.8	87.4	79.2
標準偏差 standard deviation	8.2	8.1	11.6	11.5	12.6	17.4
SSE	5	5	5	5	5	5
t 值 (t-value)		2.41 \	3.97*	3.00*	3.75*	9.16**
理論 t 值 Theoretical t-value	$t_{0.05,5}=2.57$ $t_{0.01,5}=4.03$					

註：*表示處理間有顯著差異(significant)，**表示處理間有極顯著的差異(highly significant)。

表 8 60 個參數影像模式誤判為其他品種之顆數

Table 8 Classifying error by number of kernel of 60 parameters image model

	鑑別率 (%)	誤判成其他品種之顆數(Error by number of kernel)					
		台農私 20 號 Tainung Sen 20	台中私 10 號 Taichung Sen 10	台農 67 號 Tainung 67	台農 70 號 Tainung 70	台稈 8 號 Taikeng 8	台稈 9 號 Taikeng 9
台農私 20 號 Tainung Sen 20	98.9		1	0	0	0	0
台中私 10 號 Taichung Sen 10	96.8	3		0	0	0	0
台農 67 號 Tainung 67	94.6	0	0		0	3	2
台農 70 號 Tainung 70	82.0	0	0	2		11	5
台稈 8 號 Taikeng 8	79.6	0	0	10	4		5
台稈 9 號 Taikeng 9	94.6	0	0	1	2	2	
平均鑑別率 Average classification rate	91.1	標準偏差(Standard deviation)=8.2%					

表 9 43 個參數影像模式誤判為其他品種之顆數

Table 9 Classifying error by number of kernel of 43 parameters image model

	鑑別率 (%)	誤判成其他品種之顆數(Error by number of kernel)					
		台農私 20 號 Tainung Sen 20	台中私 10 號 Taichung Sen 10	台農 67 號 Tainung 67	台農 70 號 Tainung 70	台稔 8 號 Taikeng 8	台稔 9 號 Taikeng 9
台農私 20 號 Tainung Sen 20	100		0	0	0	0	0
台中私 10 號 Taichung Sen 10	96.8	3		0	0	0	0
台農 67 號 Tainung 67	86.9	0	0		0	7	5
台農 70 號 Tainung 70	82.0	0	0	6		8	4
台稔 8 號 Taikeng 8	79.6	0	0	10	4		5
台稔 9 號 Taikeng 9	90.2	0	0	6	2	1	
平均鑑別率 Average classificati on rate	89.3	標準偏差(Standard deviation)=8.1%					

表 10 23 個參數影像模式誤判為其他品種之顆數

Table 10 Classifying error by number of kernel of 23 parameters image model

	鑑別率 (%)	誤判成其他品種之顆數(Error by number of kernel)					
		台農私 20 號 Tainung Sen 20	台中私 10 號 Taichung Sen 10	台農 67 號 Tainung 67	台農 70 號 Tainung 70	台稔 8 號 Taikeng 8	台稔 9 號 Taikeng 9
台農私 20 號 Tainung Sen 20	100		0	0	0	0	0
台中私 10 號 Taichung Sen 10	96.8	3		0	0	0	0
台農 67 號 Tainung 67	93.5	0	0		0	4	2
台農 70 號 Tainung 70	72.0	0	0	4		13	11
台稔 8 號 Taikeng 8	75.3	0	0	10	8		5
台稔 9 號 Taikeng 9	89.1	0	0	3	2	5	
平均鑑別率 Average classification rate	87.8	標準偏差(Standard deviation)=11.6%					

表 11 20 個參數影像模式誤判為其他品種之顆數

Table 11 Classifying error by number of kernel of 20 parameters image model

	鑑別率 (%)	誤判成其他品種之顆數(Error by number of kernel)					
		台農私 20 號 Tainung Sen 20	台中私 10 號 Taichung Sen 10	台農 67 號 Tainung 67	台農 70 號 Tainung 70	台稈 8 號 Taikeng 8	台稈 9 號 Taikeng 9
台農私 20 號 Tainung Sen 20	100		0	0	0	0	0
台中私 10 號 Taichung Sen 10	97.9	2		0	0	0	0
台農 67 號 Tainung 67	92.4	0	0		1	5	1
台農 70 號 Tainung 70	77.0	0	0	7		12	4
台稈 8 號 Taikeng 8	72.0	0	0	10	11		5
台稈 9 號 Taikeng 9	93.5	0	0	0	3	3	
平均鑑別率 Average classification rate	88.8	標準偏差(Standard deviation)=11.5%					

表 12 12 個參數影像模式誤判為其他品種之顆數

Table 12 Classifying error by number of kernel of 12 parameters image model

	鑑別率 (%)	誤判成其他品種之顆數(Error by number of kernel)					
		台農私 20 號 Tainung Sen 20	台中私 10 號 Taichung Sen 10	台農 67 號 Tainung 67	台農 70 號 Tainung 70	台稜 8 號 Taikeng 8	台稜 9 號 Taikeng 9
台農私 20 號 Tainung Sen 20	100		0	0	0	0	0
台中私 10 號 Taichung Sen 10	97.9	2		0	0	0	0
台農 67 號 Tainung 67	93.6	0	0		0	2	4
台農 70 號 Tainung 70	68.3	0	0	7		21	4
台稜 8 號 Taikeng 8	76.6	0	0	11	5		6
台稜 9 號 Taikeng 9	88.2	0	0	2	4	5	
平均鑑別率 Average classification rate	87.4	標準偏差(Standard deviation)=12.6%					

表 13 6 個參數影像模式誤判為其他品種之顆數

Table 13 Classifying error by number of kernel of 6 parameters image model

	鑑別率(%)	誤判成其他品種之顆數(Error by number of kernel)					
		台農私 20 號 Tainung Sen 20	台中私 10 號 Taichung Sen 10	台農 67 號 Tainung 67	台農 70 號 Tainung 70	台稜 8 號 Taikeng 8	台稜 9 號 Taikeng 9
台農私 20 號 Tainung Sen 20	95.8		4	0	0	0	0
台中私 10 號 Taichung Sen 10	93.7	6		0	0	0	0
台農 67 號 Tainung 67	75.5	0	0		11	10	2
台農 70 號 Tainung 70	65.4	0	0	12		19	4
台稜 8 號 Taikeng 8	53.2	0	0	10	30		4
台稜 9 號 Taikeng 9	91.4	0	0	1	6	1	
平均鑑別率 Average classification rate	79.2	標準偏差(Standard deviation)=17.4%					

表 14 與前人比較影像鑑別率結果(%)

Table 14 Comparison of classification rate of different image model

	李(Lee)(1998)	曾等人(Tseng) etc(1990)	張(Chang)(2000)
輸入參數(個) input parameters	4	11	43
台農私 20 號 Tainung Sen 20	95		100
台中私 10 號 Taichung Sen 10	84		96.8
台農 67 號 Tainung 67	64	72.9	86.9
台農 70 號 Tainung 70	78	99.5	82.0
台稜 8 號 Taikeng 8	36		79.6
台稜 9 號 Taikeng 9	75		90.2
新竹 64 號 ShinChu 64		67.5	
平均鑑別率 average Classification rate	72	79.9	89.3
標準偏差 Standard deviation	20.4	17.1	8.1
SSE	25		5
與李比較之 t 值			11.06**
理論 t 值 Sheoretical t-value		$t_{0.01,5}=4.03$ $t_{0.05,5}=2.57$	

1. **表示處理間有極顯著的差異(highly significant)。