

用Excel解決農業研究資料統計分析的方法(二)

t及F檢定

◎農藝組 呂秀英 魏夢麗 呂椿棠

一、前言

Excel 是美國微軟公司推出的試算表管理軟體，是Microsoft Office 的重要組成部份之一，絕大多數個人電腦用戶都擁有該軟體。Excel 雖然不是一個專用統計軟體，但對農業研究資料的初步探勘及分析，簡明快捷，易學易用，可使複雜的計算工作變得輕鬆起來。只要我們精通它的資料管理及分析技巧，並且注意它在應用上的限制，便足以應付農業研究中資料的基本統計分析。因此，本系列報告在介紹如何使用Excel 進行農業科學研究中資料分析的方法，如敘述統計量、t檢定、F檢定、 χ^2 檢定、變方分析(CRD、RCBD)、相關及迴歸分析。之前第一篇在說明如何使用Excel 快速正確地求出各種敘述統計量，而本篇重點則在說明Excel 在t檢定和F檢定上的應用分析。

二、t檢定和F檢定的意義

統計上的檢定，即顯著性測驗(significance test)，根據分析資料所含變數種類不同，必須選用適當的統計檢定方法。資料型態分為量的變數與質的變數，量的變數如株高、體重、穗數、蟲數等，質的變數如喜歡等級程度、顏色、性別等。而針對數量變數的統計檢定方法，則區分為兩類：計量值檢定及計數值檢定。計量值指的是連續變

數的資料形式，如株高、產量等，這類資料往往存在有小數點；而計數值則是不連續之離散變數的資料形式，通常是以個數呈現，如菌數、蟲數、人數等。計量值檢定，依照擬探討的統計量種類不同，又可分為變方檢定和平均值檢定。如何決定正確的檢定方法，可參考圖一的流程。

從圖一可知，針對平均值的檢定，若是樣本平均值與一個已知族群平均值作比較，可選擇標準常態(Z)檢定或t檢定；若是兩個平均值之間的比較，應選擇t檢定，但此時的t檢定法又分為非成對t法和成對t法，其中非成對t法根據其變方相等或不等，所使用的計算公式不相同；至於兩組以上資料平均值之間的比較，則應選擇變方分析。

本篇主要目的在介紹應用於兩個平均值間比較的t檢定法。當兩組樣本的試驗對象來自相同來源、相同族群或互相有關連之場合，例如同一批作物植株在噴灑農藥前後的病斑面積差異性比較、同一群動物在餵食前後的體重差異性比較、同一土壤樣品分送兩個不同化驗室進行PH值測定等，由於樣本成對，故使用成對t法。當兩組樣本分屬於兩個獨立無關連的試驗對象(兩樣本的觀測值個數未必相等)，例如兩個新舊品種間之產量差異性比較、兩種不同飼料配方間的動物體重差異性比較、兩種不同肥料對作物產

量差異性比較等，則使用非成對t法。使用非成對t法之前，由於涉及到兩個獨立樣本，因此必須先判斷該兩樣本的變方是否相等，以決定採取適當的公式；而F檢定就是用來比較兩變方間的差異性是否顯著存在的分析方法(圖一)。至於樣本變方與一個已知族群變方作比較，以及兩個以上的變方同質性比較，各有不同的統計檢定方法，如圖一所示，但因並非本篇探討的重點，在此不擬贅述。至於計數值的檢定方法，除非將個數轉換成百分比則使用Z檢定法以外，一律採用 χ^2 檢定，此將於下篇再詳述。

三、成對t檢定之求算步驟及結果解讀

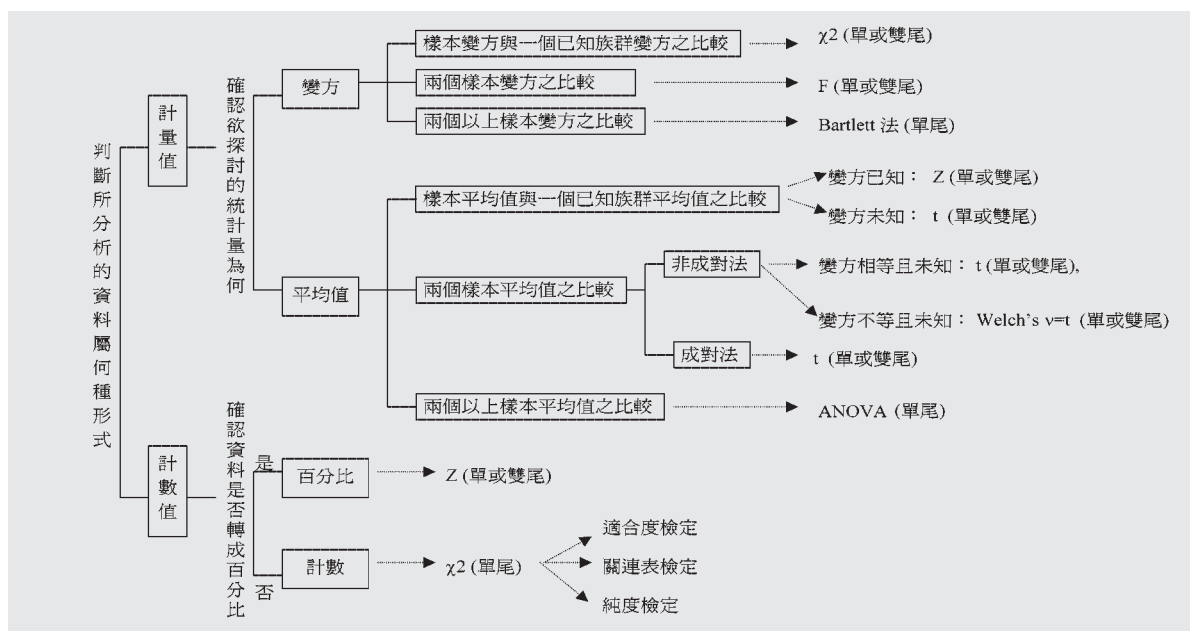
Excel 內「工具」中的「資料分析」提供了很多統計分析工具，只需指出資料所在的單格和提供必要的參數，該工具就會使用適宜的統計或工程函數，對資料做處理，給出相應的結果。但在安裝 Excel 時，通常不會自動安裝此工具。若在「工具」中沒有發

現「資料分析」，首先要勾選「工具」中的「增益集」，然後按「確定」，再勾選「分析工具箱」，最後按「確定」便可完成安裝，此時再按「工具」，便會發現「資料分析」。

以某種作物在噴灑生長素前後的株高是否有差異為例說明，由於這兩種處理(噴灑之前、後)所測定對象都是同一批材料，故採成對t法，將所獲得的資料輸入工作表(圖二)，進入「資料分析」中的「t檢定：成對母體平均數差異檢定」對話視窗，操作步驟如下(圖二)：

(1) 指定「變數1的範圍」及「變數2的範圍」—可用輸入範圍位址或用滑鼠拉選範圍；如本例指定的輸入範圍若包含兩變數名稱在內，可直接輸入變數1及變數2的範圍各為相對位址A1:A21及B1:B21。

(2) 輸入「假設的均數差」—若虛無擬說(null hypothesis)為兩種處理之間無任何差異，則輸入0；否則輸入其他數值，例如虛無擬說為處理後是否比處理前可增高10公



圖一、數量性狀檢定法之決定流程圖

分以上，則表示欲檢定的兩均數差為10，則此項應輸入10。

(3) 勾選「標記」— 在第一步驟之指定範圍中倘有將變數名稱(標記)一起納入，則應勾選此項，如本例，否則毋需勾選。

(4) α — 內設為0.05，倘毋須變更，則此項可以跳過，否則直接輸入其他數值以改變所設定的顯著水準，如0.01。

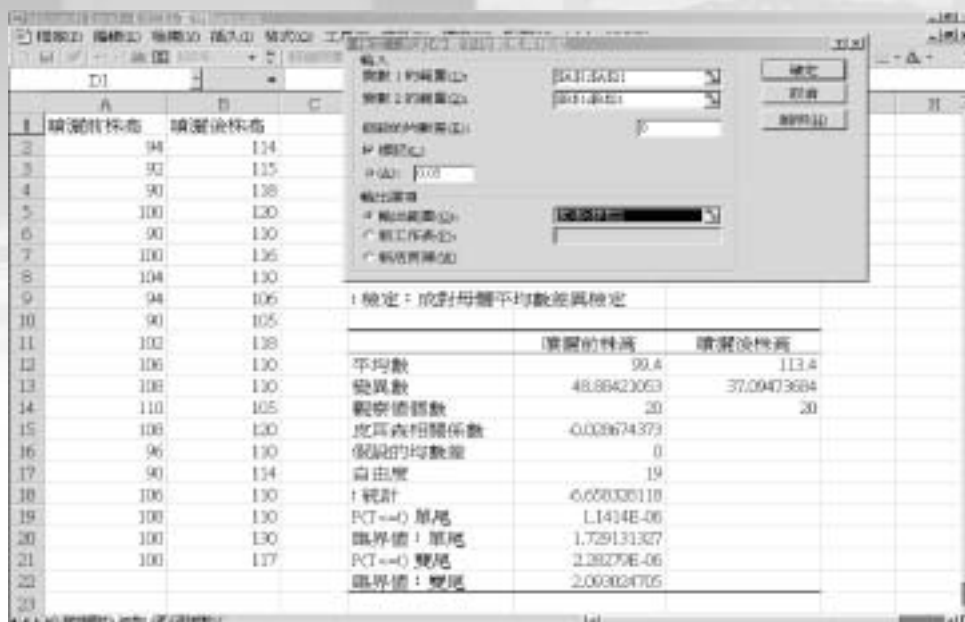
(5) 在「輸出選項」中勾選分析結果所在位置— 可以自行決定要放在同一工作表內某處「輸出範圍」內、「新工作表」或「新活頁簿」。

(6) 最後按「確定」，即給出輸出結果— Excel會同時列出單尾和雙尾的t檢定結果。所謂單尾或雙尾測驗，端視顯著性測驗中相對於虛無擬說的對立擬說(alternative hypothesis)是如何設定的：當對立擬說是兩者不等，無所謂誰大誰小，則屬雙尾測驗；

當對立擬說是某處理平均值較另一個處理平均值為大或小，則為單尾測驗。由於本例在檢定某種作物在噴灑生長素前後的株高是否存在差異，此為一個雙尾測驗，故應查看雙尾結果。而t檢定是否顯著，可由t統計量的實測值是否大於其雙尾臨界值，或直接查看 $p(T \leq t)$ 雙尾機率值是否小於0.05來決定，如本例結果顯示(圖二)，t統計(即其實測值)=-6.6583，其絕對值大於雙尾臨界值2.0930(即相當 $P(T \leq t)$ 雙尾機率值= $2.2828e^{-6} < 0.05$)，此棄卻了兩者無差異的虛無擬說，表示該作物在噴灑生長素前後的株高顯著不相等，甚至於兩者極顯著不等(因機率值= $2.2828e^{-6} < 0.01$)。倘本例擬說測驗改成某種作物在噴灑生長素之後的株高是否顯著高於未噴灑之前，則這是一個單尾測驗，那就應該改為查看單尾檢定的輸出結果。



圖二、用Excel「工具」中的「資料分析」進行成對t檢定法：以某種作物在噴灑生長素前後的株高是否有差異為例說明



圖三、用Excel「工具」中的「資料分析」進行F檢定法：以兩個不同品種間的株高比較為例說明

四、F 檢定之求算步驟及結果解讀

假設上述實例是兩個不同品種間的株高比較，由於這兩組樣本並非成對得來，而是獨立取得，故應採用非成對t法來比較兩樣本平均數之間的差異性，但一開始我們尚無法得知這兩組樣本的變方是否相等，於是必須在執行非成對t法之前先進行F檢定。進入Excel在「工具」中的「資料分析」，選擇「F 檢定：兩個常態母體變異數的檢定」，於對話視窗中仿照前述成對t法之操作步驟 (F檢定與成對t法的對話視窗內容完全相同)，即給出輸出結果。但必須特別注意的是，理論上F檢定法可以是單尾或雙尾測驗，但Excel僅提供單尾測驗結果，因此對於雙尾檢定的場合(如本例之對立擬說為兩變方不等)，若設定顯著水準為0.05，則應該在操作視窗中將 α 的內設值由0.05改為0.025。本例結果示於圖三，從F值(=1.3178)小於F臨界值

2.5264，或者直接檢視檢定值的單尾機率值 $P(F \leq f) = 0.2767 > 0.025$ ，表示測驗結果無法棄卻兩變方相等的虛無擬說，即可獲得這兩組資料之變方相等的結論。

五、非成對t檢定之求算步驟及結果解讀

由於從上述F檢定結果顯示兩組資料的變方相等，因此接著在「資料分析」內選擇「t 檢定：兩個母體平均數差的檢定，假設變異數相等」，進入對話視窗中的操作步驟與前述成對t法皆相同，最後給出輸出結果的解讀方式也一樣。

倘兩組樣本資料的變方經F檢定結果為顯著不相等，則應該在「資料分析」內選擇「t 檢定：兩個母體平均數差的檢定，假設變異數不相等」，其對話視窗中的操作步驟、結果解讀方式與前述完全相同。