



使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析

(二)隨機完全區集設計

農試所作物組 楊滿霞

一、前言

延續「使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析(一)完全隨機設計」提供函數RCBD與操作說明，本文介紹於農業上使用最普遍的試驗設計之一「隨機完全區集設計」(randomized complete block design, RCBD)，作者自行撰寫程式語言R的隨機完全區集設計的函數，稱為RCBD函數，並公開讓研究人員無償使用，此函數簡化程式撰寫工作至最低，只需要撰寫一行R程式，在程式內填入正確所需的資訊，即可完成程式撰寫工作，使用者可快速上手並獲得完整的資料分析結果與相對應的比較圖。本文除了提供RCBD函數的介紹與使用，並提供隨機完全區集設計的單、複因子試驗的範例，說明產出的分析表格與比較圖，讓使用者快速上手此函數的運用。

二、隨機完全區集設計(RCBD)簡介

在農業上當試驗單位的背景變異不均勻時，最常使用「隨機完全區集設計」來去除這些變異，以免干擾試驗結果的顯著性。在大面積的試驗環境下，建議研究人員挑選「隨機完全區集設計」來規劃試驗，規劃區集的方向很重要，以露天試驗田區為例，遮陰、風向、灌水與排水、地勢傾斜方向等皆為主要考量的因素，區集方向應與變異方向垂直才是正確的區集規畫，才能有效去除背景異質偏性。依試驗異質偏性方向規劃數個區集，每個區集內包含所有處理組合數的小區，每個小區隨機實施不同處理組合。隨機完全區集設計依試驗需求可為單因子或複因子試驗，如果是單因子隨機完全區集設計，根據變方分析(analysis of variance, ANOVA)結果檢視主效應是否顯著，如果顯著，則需進一步做最小顯著差異性測驗(least significant difference, LSD)，了解處理間是否有差異；如果是複因子隨機完全區集設計，根據變方分析結果需先檢視交感是否顯著，如果交感效應顯著，針對所有處理組合做LSD或者固定某一因子，對另一因子做LSD，此時，主效應是否顯著不重要。如果交感效應不顯著但主效應效應顯

作者：楊滿霞助理研究員
連絡電話：04-23317128

著時，應針對主效應做LSD，了解該因子處理間是否有差異(圖一)。

三、下載RCBD函數

使用RCBD函數前，必須應先下載與安裝程式語言R，才能順利使用。下載程式語言R及R程式的基本操作(包含開啟R檔案及執行R程式等)可見「使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析(一)完全隨機設計」說明。完成R安裝後，可到農業試驗所網頁內下載RCBD函數及範例，詳細說明如下：進入農業試驗所官方網站後，下載路徑為「農業試驗所>本所簡介>研究單位>作物組>下載專區>統計軟體教學區」，下載「隨機完全區集設計RCBD函數.zip」，內含RCBD.RData及R_InputData資料夾，打開RCBD.RData後，在R console視窗，輸入RCBD後按下enter鍵，即可出現RCBD函數原始程式碼。



圖一、隨機完全區集設計(RCBD)分析流程。

四、RCBD函數簡介

R_InputData資料夾內含RCBD_Rprogram.R、RCBD.csv、f2RCBD.csv和f3RCBD.csv共4個檔案。RCBD_Rprogram為單因子、2因子及3因子的RCBD函數的撰寫範例，相對應的範例檔案為RCBD.csv、f2RCBD.csv和f3RCBD.csv。RCBD函數包含5個引數(argument)，分別為WD、Filename、X、B和T。以單因子撰寫範例RCBD(WD="d:/R_InputData", Filename="RCBD.csv", X=3, B=2, T=1)為說明：

1. WD為「待分析檔案放置的路徑」，此範例為WD="d:/R_InputData" (或者WD='d:/R_InputData')，等號「=」代表指定的意思，等號後面填寫待分析之csv檔案放置路徑，路徑需用引號' '或者" "標示，此範例代表待分析檔案放在D槽的R_InputData資料夾內，

建議使用者可在D槽下建立R_InputData資料夾，並將待分析檔案放入該資料夾內，則不用變動程式，或者請使用者依自己電腦放置待分析檔案位置，調整指定路徑內容，路徑名稱盡量避免出現中文字，以免出現不可預期的錯誤。

2. Filename為「待分析檔案名稱」，檔案名稱需含副檔名，且檔案必需為csv檔，本範例檔案名稱為RCBD.csv，檔名前後需用引號' '或者" "標示，此範

例寫法為Filename="RCBD.csv" (或者Filename='RCBD.csv')。

3. X為「觀測值」在待分析檔案中的「第幾行」，限制指定的行數只能為1行，此範例寫法為X=3，即RCBD.csv中第3行為觀測值。
4. B為「區集」在待分析檔案內的「第幾行」，限制指定的行數只能為1行，此範例寫法為B=2，即RCBD.csv中第2行為區集。
5. T為「處理」在待分析檔案內的「第幾行」，最多可指定3個處理行數，即RCBD函數最多提供3因子分析，無4因子以上的分析服務，此範例寫法為T=1，代表RCBD.csv第1行為處理因子。如為複因子分析，處理因子為1個以上，以2因子為例RCBD(WD="d:/R_InputData", Filename="f2RCBD.csv", X=4, B=3, T=c(1,2))，檔案f2RCBD.csv的第1和2行為處理因子，則該引數寫成T=c(1,2)，將指定的行數寫在c()內並用，隔開(c代表combine，將其內的數字結合為向量)。

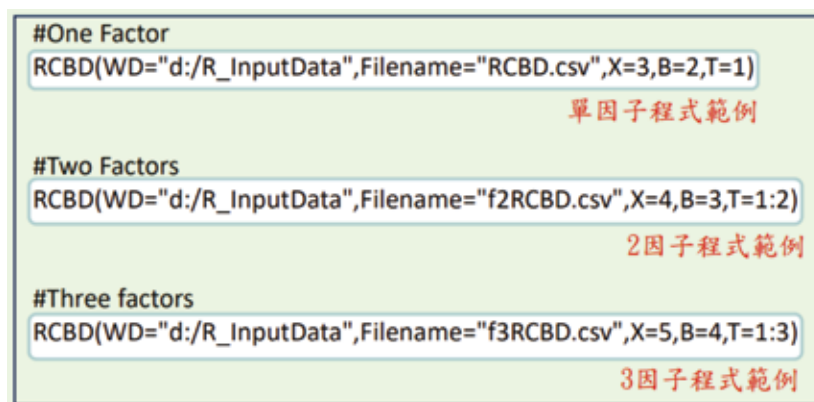
以上為5個引數應填入相對應資訊的說明，填寫在RCBD()內後並以半形逗號「,」隔開，即完成RCBD函數的撰寫(圖二)。

五、RCBD函數分析結果

有關RCBD函數分析結果以單因子範例RCBD(WD="d:/R_InputData", Filename="RCBD.csv", X=3, B=2, T=1)做說明。執行該程式後，會出現安裝agricolae套件(該套件功能為分析LSD)的國家連線選擇列表，請選擇Taiwan再點選「確定」後，即在R console視窗即出現分析結果，游標點選該視窗後。可使用滑鼠滾珠前後查看分析結果內容，資料分析結果分為3大部分Data Input、ANOVA result和LSD result及LSD比較圖，說明如下：

1. Data Input顯示「待分析檔案內的資料簡介」，描述檔案內有15個觀測值共3個變數，也會顯示變數資料的類型，例如「品種」為字串，「區集」為整數，「產量」為整數。
2. ANOVA result顯示「代號設定與變方

分析表」，首先將每個變數設定為一個代號，此例觀測值「產量」代號為x，處理「品種」代號為a，「區集」代號為block，接下來兩部分的ANOVA result和LSD result



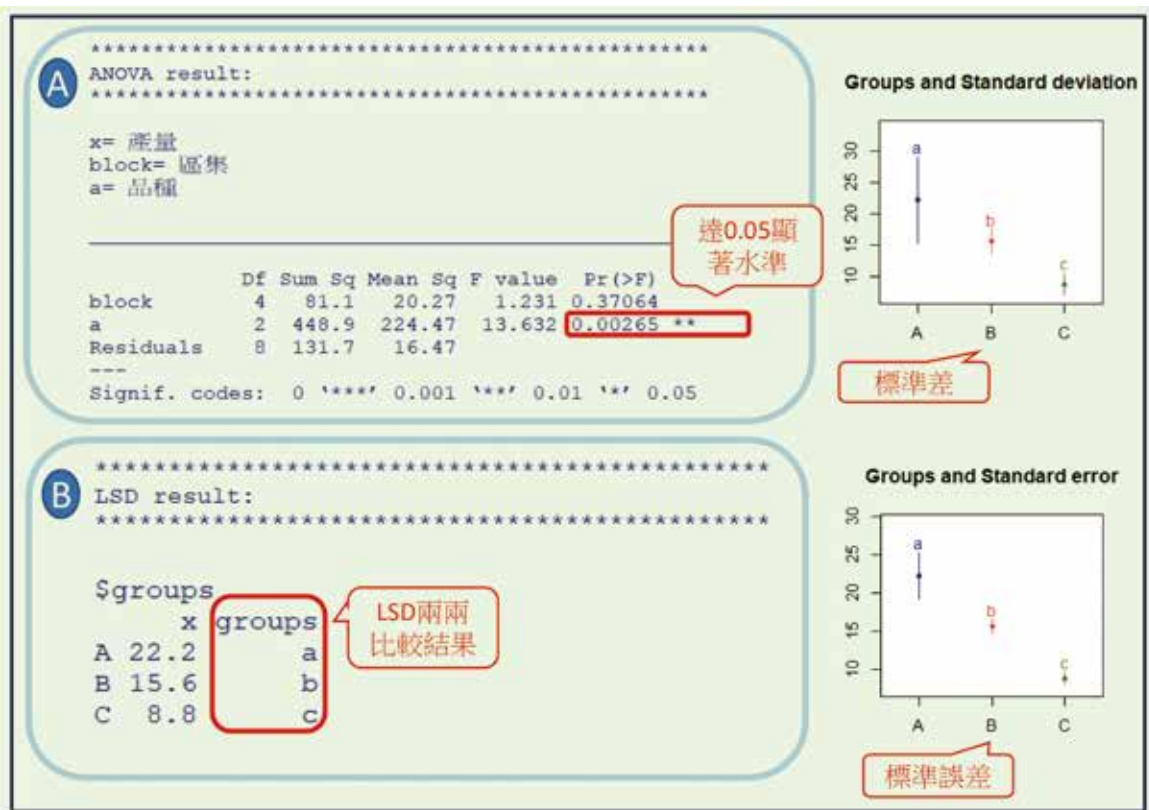
圖二、提供單因子與複因子RCBD函數R程式範例寫法供參。

之內容，變數皆以前述代號顯示。接下來，使用者可依變方分析表Pr(>F)欄位檢視處理因子或交感因子是否顯著，如出現「*」及「**」分別代表達0.05和0.01顯著水準，則須做LSD分析。

3. LSD result顯示「主效應與交感效應的最小顯著差異性測驗」，在第一行標示為哪一個因子的LSD分析結果，可在\$group內見到處理LSD分析的結果，第一行為處理的代號，第二行為處理平均值，第三行為LSD兩兩比較結果，每個LSD分析結果會以一行底線隔開。若為複因子，LSD result會再細分為三部分「主效應分析」、「交

感效應分析」、「固定某一因子分析其他因子結果」。

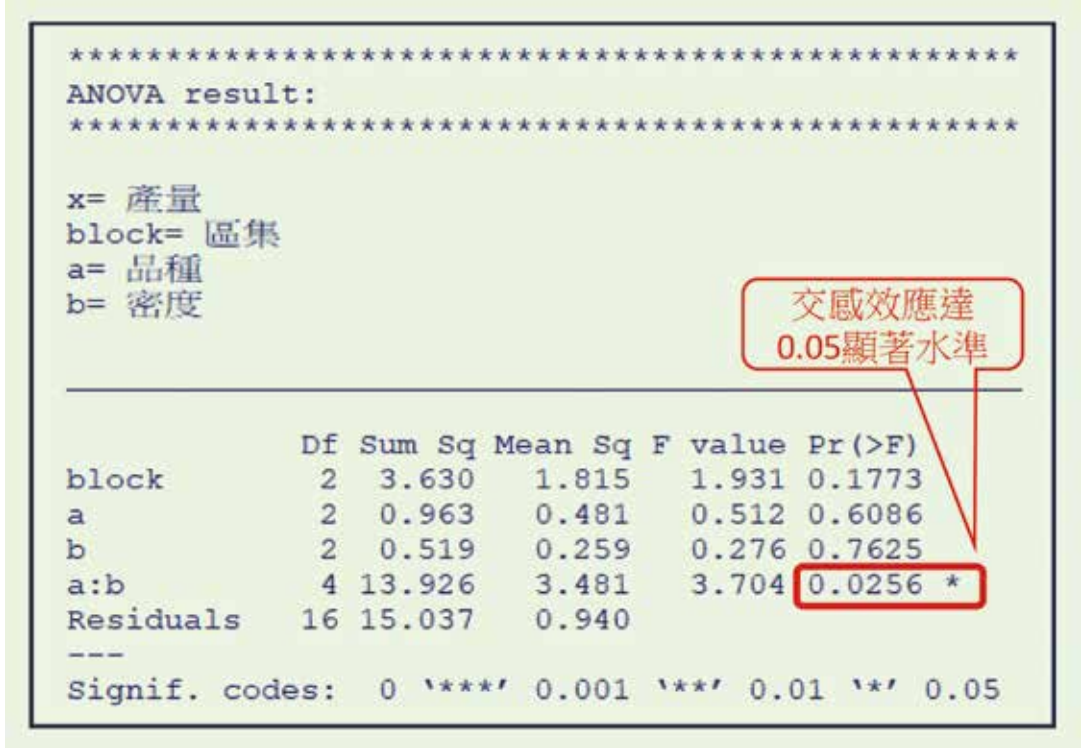
4. R Graphics視窗為「LSD比較圖」，按壓page up 或page down檢視LSD比較圖。有關單因子範例結果可參考圖三，ANOVA分析結果顯示品種因子顯著(圖三A)，「品種」因子的LSD結果可見圖三B，圖三右側兩張小圖為LSD比較圖，RCBD函數針對每個LSD結果分別提供使用者「標準差」及「標準誤差」兩張圖參考，使用者可在該視窗點選右鍵複製或儲存圖片。若為複因子，LSD比較圖包含前述之主效應、交感效應及固定某一因子的交感效應，其中在



圖三、RCBD函數提供之單因子分析結果(擷取部分結果)。

交感效應部分，則提供兩因子交感效應圖。以2因子RCBD(WD="d:/R_InputData", ilename="f2RCBD.csv", X=4, B=3, T=c(1,2))分析為例，LSD result for Main effect可在第一列得知目前這是分析哪一個因子，依序看到a和b的主效應分析結果；LSD result for Interaction effect同樣可第一列得知目前這是分析哪一交感因子，在此例顯示為a*b代表a和b因子的交感效應。LSD result for Interaction effect with fixed one factor level可在第一行見到固定哪一個因子，例如'a=V1'及在\$parameters的name.t欄位為b，代表固定a因子為V1時分析b因子的LSD結果。

有關LSD result及LSD比較圖部分，不論ANOVA分析結果主效應或交感效應是否顯著，RCBD函數皆提供所有處理組合(主效應及交感效應)，LSD分析結果與其相對應的比較圖，所以使用者須依照ANOVA分析顯著結果，挑選需要的LSD分析即可(參考圖一流程說明)；以2因子為例，圖四顯示交感效應顯著(主效應不顯著)，此時只需要交感效應LSD分析，不需主效應之LSD分析，使用者在整理分析結果時，只需要採用圖五(B)或(C)的交感效應分析結果，不需要採用圖五(A)的主效應分析結果。圖五(B)的分析結果是將試驗中所有的處理組合做兩兩比較，適合當試驗目的為挑選最佳的處理組合時作為參考；圖五(C)的分析結



圖四、RCBD函數提供之2因子分析ANOVA結果。

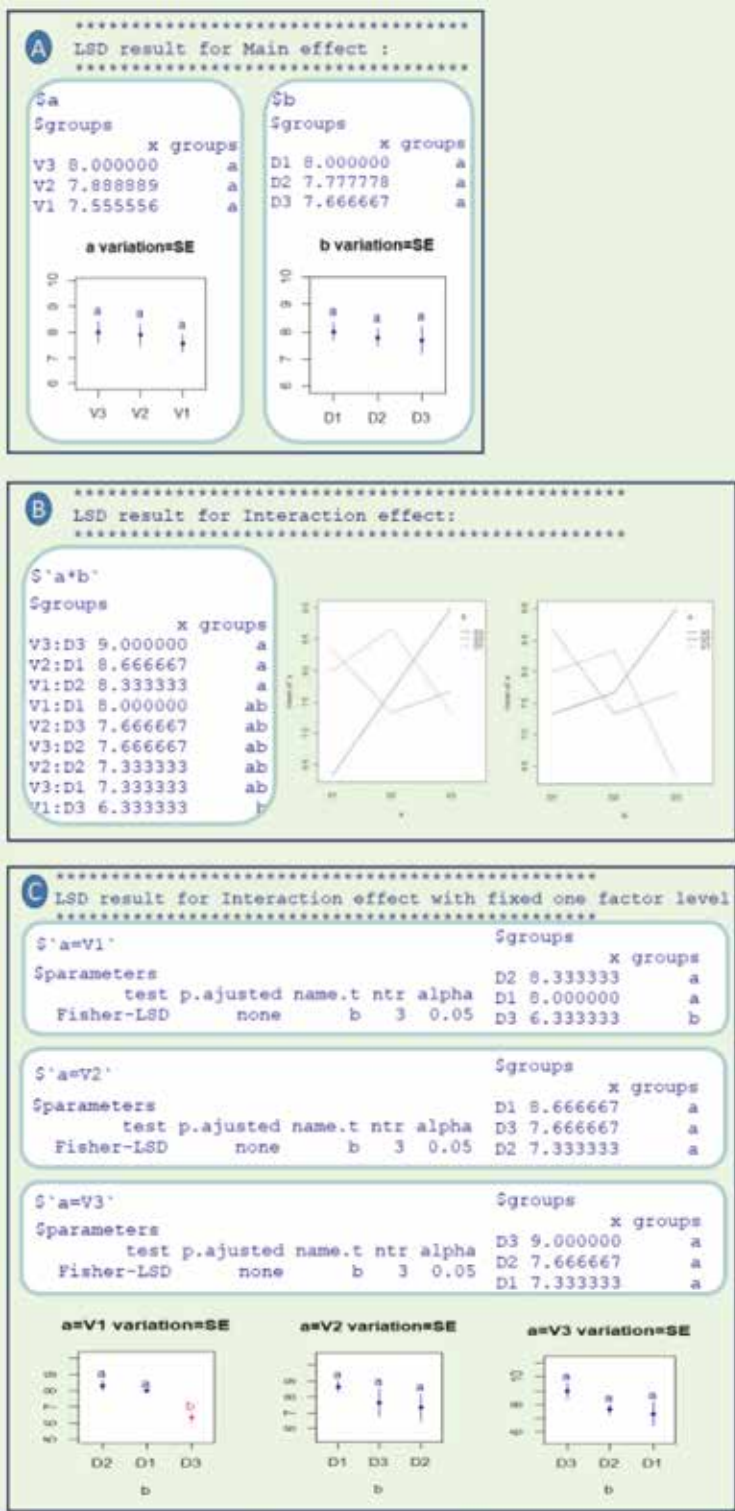
果是固定某一處理效應時，比較其他處理的LSD結果，適合研究人員了解處理間的效應交互影響變化。

六、結論

「完全隨機設計」與「隨機完全區集設計」為農業上兩個最常被使用的試驗設計，本文作者撰寫的CRD與RCBD函數使用上非常類似，CRD函數的使用可參考本刊第131期「使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析(一)完全隨機設計」，兩者主要差別在於RCBD函數共有5個引數，增加區集B引數，其餘引數與CRD函數相同。除此之外，兩函數的分析結果與LSD比較圖展示，也是大同小異，已學會使用CRD函數的使用者，對於RCBD函數必定可以快速上手。

七、參考文獻

楊滿霞(2022)。使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析(一)完全隨機設計。技術服務季刊。131:P.31~P.36。



圖五、RCBD函數提供之2因子分析LSD結果(擷取部分結果)。