



使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析

(三) 裂區設計

農試所作物組 楊滿霞

一、前言

本系列「使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析」文章已經來到第(三)裂區設計(split-plot design)，前面兩篇分別為「完全隨機設計」及「隨機完全區及設計」，與前兩篇相同提供裂區設計函數與操作說明，作者自行撰寫裂區設計的R函數（函數名稱為SPD）並公開讓研究人員無償使用，研究人員只要熟悉R函數的使用即可以輕鬆上手使用；繁瑣的R程式撰寫工作已經包在函數內，使用者只需要撰寫一行R程式，提供待分析資訊透過函數的運算即可完成裂區設計分析，使用者可獲得完整的變分分析(analysis of variance, ANOVA)以及多重比較最小顯著差異性測驗 (least significant difference, LSD)結果。為使研究人員可以熟悉本函數的使用，本文提供函數名稱為SPD的引數(argument)及操作介紹，並提供裂區設計的試驗範例，說明產出的分析表格與多重比較標繪圖。

二、裂區設計簡介

裂區設計為農業田間試驗廣為使用的設計，通常是為了試驗方便或者試驗材料的型態而採取的試驗設計。在農業大田區中，我們通常會採用區集方式將背景變異不均勻效應去除，接著將處理因子分為主區因子及副區因子，依試驗異質偏性環境規劃數個區集，每個區集內規劃主區因子的大區，每個大區隨機實施不同主區因子，接著在每個大區內規劃副區因子的小區，每個小區隨機實施不同的副區因子，即初步完成裂區設計的試驗田區規劃。例如有若干個水稻品種比較不同灌溉方法，由於水是液體不易控制，所以通常會使用裂區設計來進行田區的規劃，水稻品種之種植操作上相對容易，而不容易控制的因子(灌溉方式)設置在大區，每個大區內再劃分為小區隨機種植不同的水稻品種。裂區設計必定是複因子分析，故檢視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

作者：楊滿霞助理研究員
連絡電話：04-23317128

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SPD函數

使用SPD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SPD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」，下載「裂區設計SPD函數.zip」，內含SPD.RData及R_InputData資料夾，打開SPD.RData後，在R console視窗，輸入SPD後按下enter鍵，即可出現SPD函數原始程式碼。



圖一、裂區設計分析流程。

```
SPD(WD="d:/R_InputData",Filename="f2SPD.csv",X=4,B=3, Ma=2,Mi=1)
```

圖二、提供SPD函數R程式範例寫法供參。

四、SPD函數簡介

R_InputData資料夾內含SPD_Rprogram.R、f2SPD.csv共2個檔案。SPD_Rprogram.R為SPD函數的撰寫範例，範例檔案為f2SPD.csv。SPD函數包含6個引數(argument)，分別為WD、Filename、X、B、Ma及Mi。以範例SPD(WD="d:/R_InputData",Filename="f2SPD.csv",X=4,B=3,Ma=2,Mi=1)為說明：

(一)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。

(二)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f2SPD.csv，檔名前後需用引號'或者"標示，此範例寫法為Filename="f2SPD.csv"(或者Filename='f2SPD.csv')。

(三)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f2SPD.csv中第4行為觀測值。

(四)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=3，即f2SPD.csv中第3行為區集。

(五)Ma為「主區因子」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Ma=2，代表f2SPD.csv第2行為主區因子。

(六)Mi為「副區因子」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Mi=1，代表f2SPD.csv第1行為副區因子。

以上為6個引數應填入相對應資訊的說明，填寫在SPD()內後並以半形逗號「,」隔開，即完成SPD函數的撰寫(圖二)。

五、SPD函數分析結果

有關SPD函數分析結果以範例SPD(WD=" d:/R_InputData" , Filename="f2SPD.csv" , X=4, B=3, Ma=2, Mi=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，說明如下：

(一)Data Input顯示「待分析檔案內的資料簡介」，描述檔案內有27個觀測值共4個變數，也會顯示變數資料的類型，例如「品種」為chr代表字串，「密度」為chr代表字串，「區集」為int代表整數，「產量」為int代表整數。

(二)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，主區因子「密度」代號為a，副區因子「品種」代號為b，「區集」代號為block，接下來兩部分的ANOVA result和LSD result之內容，變數皆以前述代號顯示。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(圖三)。

(三)LSD result分為三部分「LSD result for Main effect (主效應分析)」、「LSD result for Interaction effect (交感效應分析)」、「LSD result for Interaction effect with fixed one factor level (固定某一因子分析其他因子結果)」，第一行標示為哪一個因子的LSD分析結果，在\$group內見到處理LSD分析的結果，其中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(圖四)。以SPD(WD=" d:/R_InputData" , filename=" f2SPD.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「密度」和「品種」的主效應

分析結果；LSD result for Interaction effect 部分第一列為「a*b」代表為「密度」和「品種」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'密度=D1'及在\$parameters的name.t欄位為b（品種），代表固定密度因子為D1時分析b（品種）因子的LSD結果。

(四)R Graphics視窗顯示「LSD多重比較標繪圖」，可以按壓page up 或page down檢視不同效應的多重比較結果（圖四），SPD函數針對每個LSD結果提供使用者誤差線為「標準誤差」之柱狀圖參考，並於柱狀圖上方提供多重比較字母法之結；在交感效應部分，提供兩因子交感效應圖及固定某一因子分析其他因

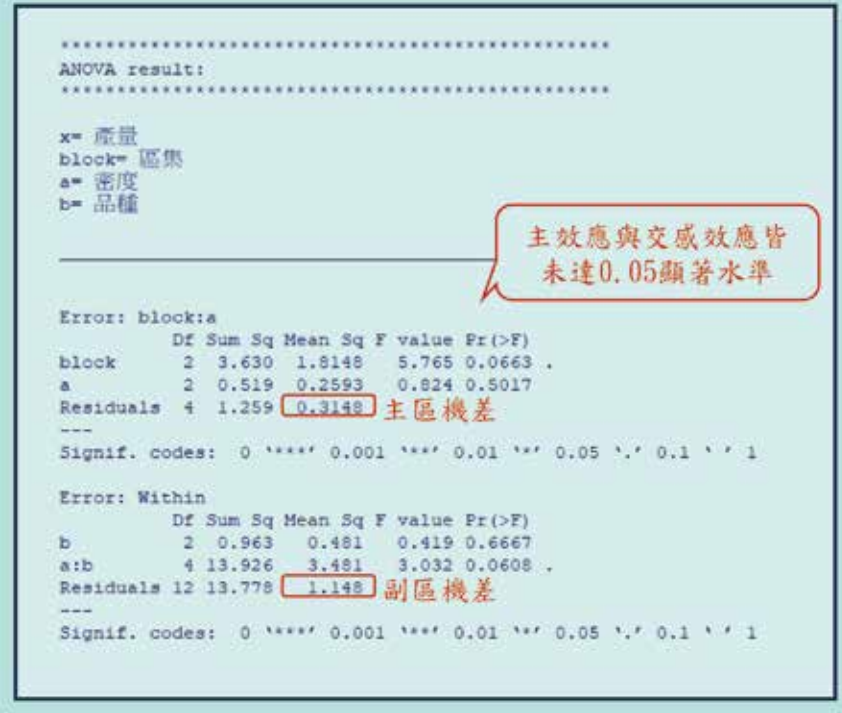
子LSD標繪圖，使用者可在該視窗點選右鍵複製或儲存圖片。

六、結果與討論

裂區設計將處理因子分為主區因子與副區因子，進行ANOVA分析時主區因子的F值算式需以主區機差作為分母，副區因子的F值算式需以副區機差作為分母，但是SASEG(statistical analysis system enterprise guide)軟體產出的ANOVA報表，主區F值係以副區機差做為分母計算而來，尚需使用者自行重新計算正確的主區F值與其對應的P值；此外，主區因子主效應之LSD分析在SASEG軟體中需，使用者需特別指定使用機差為「主區機差」，否則會得到不正確的LSD分析結果。倘若使用SPD函數則不必擔心

上述問題，皆自動正確帶入主區機差計算正確的ANOVA與LSD分析報表（圖三與圖四），真正實現撰寫一行SPD函數，即可正確完成裂區設計分析。

本文作者撰寫的SPD函數與先前2個函數CRD與RCBD使用上非常類似，主要差別在於SPD函數共有6個引數，處理因



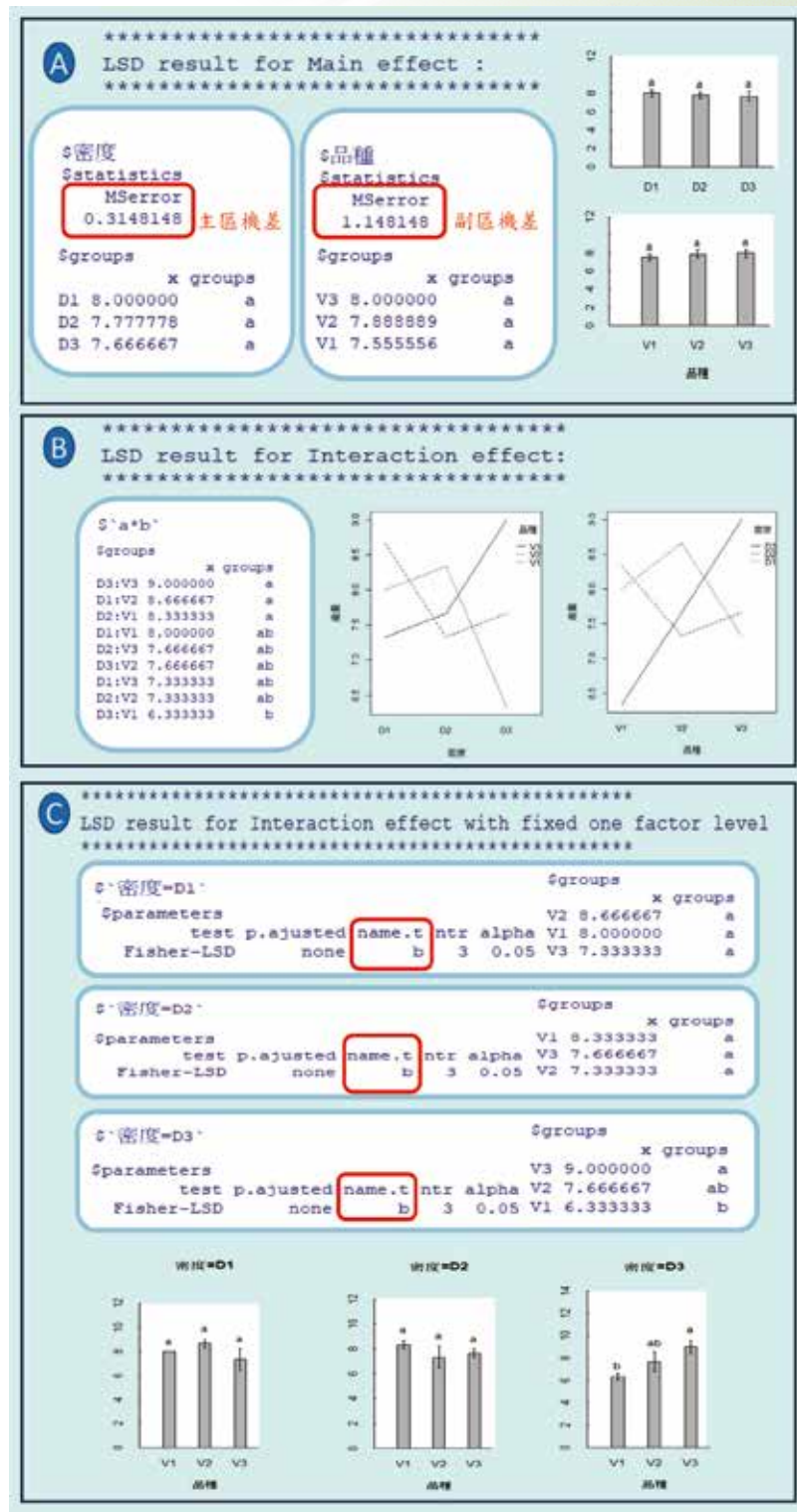
圖三、提供SPD函數範例之ANOVA結果。

子需指定何者為主區因子和副區因子，其餘引數與RCBD函數相同。除此之外，在LSD多重比較之標繪圖部分，調整為便於研究人員發表的形式，以柱狀圖加上「標準誤差」誤差線（原先為折線圖加上誤差線），並於上方標示多重比較結果之字母符號，最後特別提醒使用者，在ANOVA分析前，資料須符合常態分布，使用SPD函數分析前，仍請確認資料是否符合常態分布，以免獲得不正確的分析結果。

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:P32~P37。

楊滿霞。2022。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。技術服務季刊。132:P32~P37。



圖四、提供SPD範例之LSD結果與標繪圖。