



R軟體在試驗設計之應用

農業試驗所

楊滿霞

20221012



內容

- 一. R的簡介
- 二. 「完全隨機設計」函數介紹、單與複因子範例說明及上機實際操作
- 三. 「隨機完全區集設計」函數介紹、單與複因子範例說明及上機實際操作
- 四. Q&A

本課程著重R的使用及操作

參加研習者應具備CRD與RCBD的基本理論觀念



一、R的簡介



☞ R為近20年來逐漸在學術界站穩一席之地的統計分析工具之一，相對於SASEG需要一筆不小的租賃經費，R是一個結合統計分析與繪圖功能的免費且開放軟體，但使用者需要自行撰寫程式的能力，此為大部分研究人員對於R卻步的主要原因



- ☞ R的優點之一為開放讓使用者自行撰寫函數與套件，增強R的分析功能，本文作者自行撰寫R的完全隨機設計(completely randomized design, CRD)
隨機完全區集設計 (randomized complete block design, RCBD)
的函數
- ☞ 公開讓研究人員無償使用
- ☞ 此函數的特點為將撰寫程式的工作降到最低，僅需要撰寫函數本身一行程式，使用者即可獲得完整的分析結果



下載R軟體

- ☞ R軟體官網<https://www.r-project.org/>提供免費下載R
- ☞ 進入網頁後左列表Download>CRAN，選擇所在國家Taiwan><https://cran.csie.ntu.edu.tw/>，依作業系統需求選擇下載選項，如果是微軟系統則選擇[Download R for Windows](#)，點選「base」套件，頁面會顯示最新的R版本供下載「Download R-4.2.1 for Windows」，點選後將自動下載R-4.2.1.exe執行檔，安裝此執行檔即可完成R軟體安裝

請下載頁面
最新的版本



下載CRD和RCBD函數

- ☞ 完成R安裝後到農業試驗所網頁
<https://www.tari.gov.tw/>，路徑為「農業試驗所>
本所簡介>研究單位>作物組>業務專區>生物統計與生物資訊>簡介>檔案下載」，下載

「完全隨機設計CRD函數.zip」

「隨機完全區集設計RCBD函數.zip」

作物組研究室
改組後可能會
異動路徑



二、「完全隨機設計」

函數介紹

單與複因子範例說明

上機實際操作



參考文獻

- ∞ 使用程式語言R輕鬆完成試驗設計分析 (一)完全隨機設計
- ∞ 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

2022年9月與12月發表
in技術服務季刊

作物組 楊滿霞 助理研究員 (04)2331-7128



CRD函數

∞ 單因子撰寫範例:

CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="CRD.csv", X=3, T=1)

∞ 函數名稱為CRD

∞ 包含4個引數(argument)

分別為WD、Filename、X和T



1.WD為指定待分析檔案放置的路徑

- ☞ WD為指定待分析檔案放置的路徑
- ☞ 等號「=」代表指定的意思，等號後面填寫檔案放置路徑，由於路徑為字串，需用引號' '或者" "標示，R程式才能認得此路徑名稱

☞ 此範例為

```
WD="d:/R_InputData"
```

```
WD='d:/R_InputData'
```

代表待分析檔案放在D槽的R_InputData資料夾內



1.WD為指定待分析檔案放置的路徑

1. 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
2. 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

以上方法2選1

- ☞ 建議使用者路徑**避免出現中文字**，以免產生不可預期的錯誤



2. Filename 為待分析檔案名稱

- ☞ 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 CRD.csv
- ☞ 由於檔案名稱也為字串，需用引號 ' ' 或者 " " 標示此範例寫法為

Filename="CRD.csv"

Filename='CRD.csv'



3. X為觀測值在待分析檔案中的「第幾行」

- ☞ 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CRD.csv中第3行為觀測值

	A	B	C	D
1	藥劑	細菌數	細菌數轉換值	
2	O	3	1.8708	
3	O	6	2.5495	
4	O	4	2.1213	
5	O	9	3.0822	
6	O	7	2.7386	
7	M	5	2.3452	
8	M	6	2.5495	
9	M	9	3.0822	
10	M	8	2.9155	
11	M	3	1.8708	

第3行



4.T為處理在待分析檔案內的「第幾行」

- 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CRD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CRD.csv第1行為處理因子

	A	B	C	D
1	藥劑	細菌數	細菌數轉換值	
2	O	3	1.8708	
3	O	6	2.5495	
4	O	4	2.1213	
5	O	9	3.0822	
6	O	7	2.7386	
7	M	5	2.3452	
8	M	6	2.5495	
9	M	9	3.0822	
10	M	8	2.9155	
11	M	3	1.8708	

第1行



4.T為處理在待分析檔案內的「第幾行」

如為複因子分析，以2因子為例

CRD(WD="d:/R_InputData", Filename="f2CRD.csv", X=4, T=c(1,2))

檔案f2CRD.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，將其內的引數結合為向量)

	A	B	C	D
1	溫度	原料	重複	觀測值
2	30	1	1	41
3	30	1	2	49
4	30	1	3	23
5	30	1	4	25

第1和2行



完成CRD函數撰寫

- 確定好4個引數需填入的資訊後，填寫在CRD()內後並以半形逗號「,」隔開，即完成CRD函數的撰寫

#One Factor

```
CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="CRD.csv",X=3,T=1)
```

單因子程式範例

#Two Factors

```
CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="f2CRD.csv",X=4,T=c(1,2))
```

2因子程式範例

#Three factors

```
CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="f3CRD.csv",X=4,T=c(1,2,3))
```

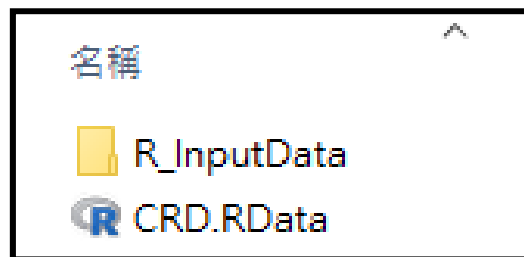
3因子程式範例

提供單因子
與複因子
CRD函數
R程式範例
寫法供參



CRD函數上機操作

- 完成R安裝後到農業試驗所網頁
<https://www.tari.gov.tw/>，路徑為「農業試驗所>本所簡介>研究單位>作物組>業務專區>生物統計與生物資訊>簡介>檔案下載」，下載「完全隨機設計CRD函數.zip」
- 內含CRD.RData及R_InputData資料夾





- ☞ 左鍵點2下打開**CRD.RData**，在R console視窗，輸入CRD後按下enter鍵，即可出現CRD函數原始程式碼。

```
> CRD
function(WD, Filename, X, T) {
  install.packages("agricolae")

  setwd(WD)
  CRD<-read.csv(Filename)

  x<-CRD[,X]

  if (length(T)==1) {
    ###ANOVA CRD
    a<-factor(CRD[,T])
    result<-aov(x~a)
    summary(result)
  }
}
```

此為使用者原應自行撰寫的程式碼
我已經這些程式碼包到函數內，使
用者給予正確的引數後，即可自動
運作分析。



- ☞ 將**R_InputData**資料夾複製貼到**D槽**，該資料夾內含CRD_Rprogram.R、CRD.csv、f2CRD.csv和f3CRD.csv共4個檔案。
- ☞ 點選CRD.RData主視窗左上角檔案>開啟命令稿，打開CRD_Rprogram.R，該檔案提供單因子、2因子及3因子的CRD函數的撰寫範例

```
#One Factor
CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="CRD.csv",X=3,T=1)

#Two Factors
CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="f2CRD.csv",X=4,T=c(1,2))

#Three factors
CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="f3CRD.csv",X=4,T=c(1,2,3))
```

- ☞ 範例檔案分別為CRD.csv、f2CRD.csv和f3CRD.csv



CRD函數執行

☞ 執行R程式的方式

1. 游標停在該R程式後
 2. 鍵盤先後點選ctrl和r
- 即可執行該行程式

☞ 以單因子範例做說明

```
CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="CRD.csv", X=3, T=1)
```



- ☞ 執行該程式後，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，在 R console 視窗即出現 CRD 的分析結果

```
> CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="CRD.csv",X=3,T=1)
將程式套件安裝入 'C:/Users/yhm.TARI/Documents/R/win-library/4.1'
(因為 'lib' 沒有被指定)
--- 在此連線階段時請選用 CRAN 的鏡子 ---
嘗試 URL 'https://cran.csie.ntu.edu.tw/bin/windows/contrib/4.1/agricolae_1.3-5.zip'
Content type 'application/zip' length 1272791 bytes (1.2 MB)
downloaded 1.2 MB

package 'agricolae' successfully unpacked and MD5 sums checked

The downloaded binary packages are in
  C:\Users\yhm.TARI\AppData\Local\Temp\RtmpOSgsky\downloaded_packages
```

套件安裝
完成

- ☞ 游標點選 R console 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**



CRD函數分析結果說明

- ☞ **Data Input**顯示待分析檔案內的資料簡介，描述檔案內有25個觀測值共3個變數，也會顯示變數資料的類型，例如「藥劑」為字串，「細菌數」為整數，「細菌數轉換值」為數值。

```
*****  
DATA Input:  
*****  
  
'data.frame':  25 obs. of  3 variables:  
 $ 藥劑      : chr  "0" "0" "0" "0" ...  
 $ 細菌數    : int  3 6 4 9 7 5 6 9 8 3 ...  
 $ 細菌數轉換值: num  1.87 2.55 2.12 3.08 2.74 ...  
NULL
```

待分析檔案內之
所有欄位都會簡介



∞ ANOVA result部分，首先顯示

觀測值「細菌數轉換值」代號為x

處理「藥劑」代號為a

接下來兩部分的ANOVA result和LSD result，變數皆以前述代號顯示

```
*****  
ANOVA result:  
*****  
  
x= 細菌數轉換值  
a= 藥劑
```

指定分析的觀測值(X)
及處理(T)才會指定代號



☞ ANOVA表格可依Pr(>F)欄位檢視處理因子或交互因子是否顯著，如出現「*」及「**」分別代表達0.05和0.01顯著水準，則須做LSD分析

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
a	4	5.243	1.3107	3.858	0.0176 *
Residuals	20	6.795	0.3398		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1

可以反白後複製到
EXCEL整理表格



R console視窗
反白變方分析表

1

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
a	4	5.243	1.3107	3.858	0.0176 *
Residuals	20	6.795	0.3398		

2

	A	B	C	D
1	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value Pr(>F)
2	a	4	5.243	1.3107 3.858 0.0176 *
3	Residuals	20	6.795	0.3398

複製到EXCEL

3

4

預覽分欄結果(P)

點選第一行反灰後>點選
「資料剖析」>點選「固
定寬度」>點選「下一步」

調整拉線如圖5後
點選「下一步」即
可「完成」

5



```

*****
LSD result:
*****
$alpha
$statistics
      MSerror Df      Mean      CV  t.value      LSD
      0.3397605 20  2.257968 25.81479 2.085963 0.7689943

$parameters
      test p.adjusted name.t ntr alpha
      Fisher-LSD      none      a      5 0.05

$means
      x      std r      LCL      UCL      Min      Max
K 1.39296 0.4466094 5 0.8491989 1.936721 0.7071 1.8708
M 2.55264 0.4795957 5 2.0088789 3.096401 1.8708 3.0822
N 2.66412 0.8677648 5 2.1203589 3.207881 2.1213 4.1833
O 2.47248 0.4831813 5 1.9287189 3.016241 1.8708 3.0822
P 2.20764 0.5318370 5 1.6638789 2.751401 1.5811 2.9155

$comparison
NULL

$groups
      x groups
N 2.66412      a
M 2.55264      a
O 2.47248      a
P 2.20764      a
K 1.39296      b

attr(,"class")
[1] "group"

```

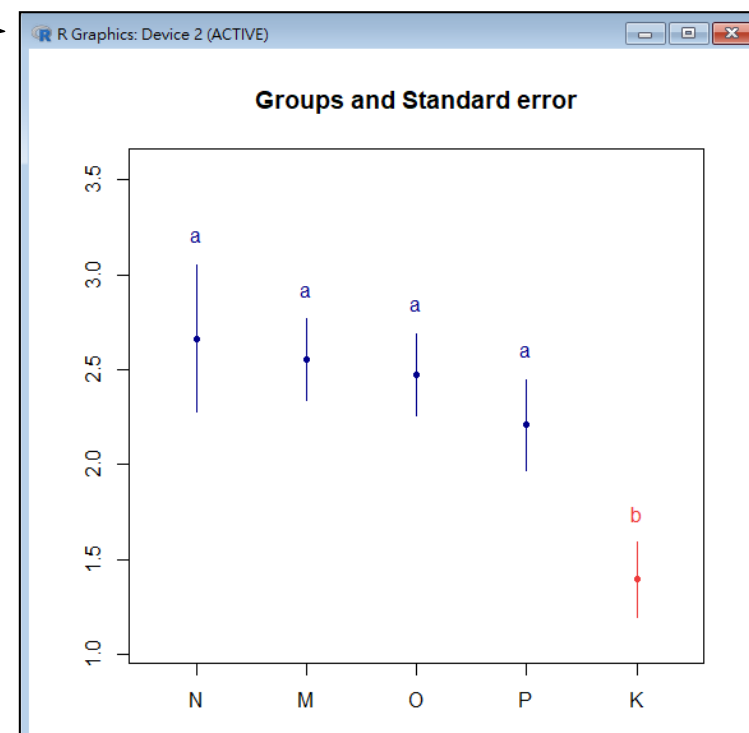
∞ **LSD result**在第一行標示為哪一個因子的LSD分析結果

∞ \$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

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

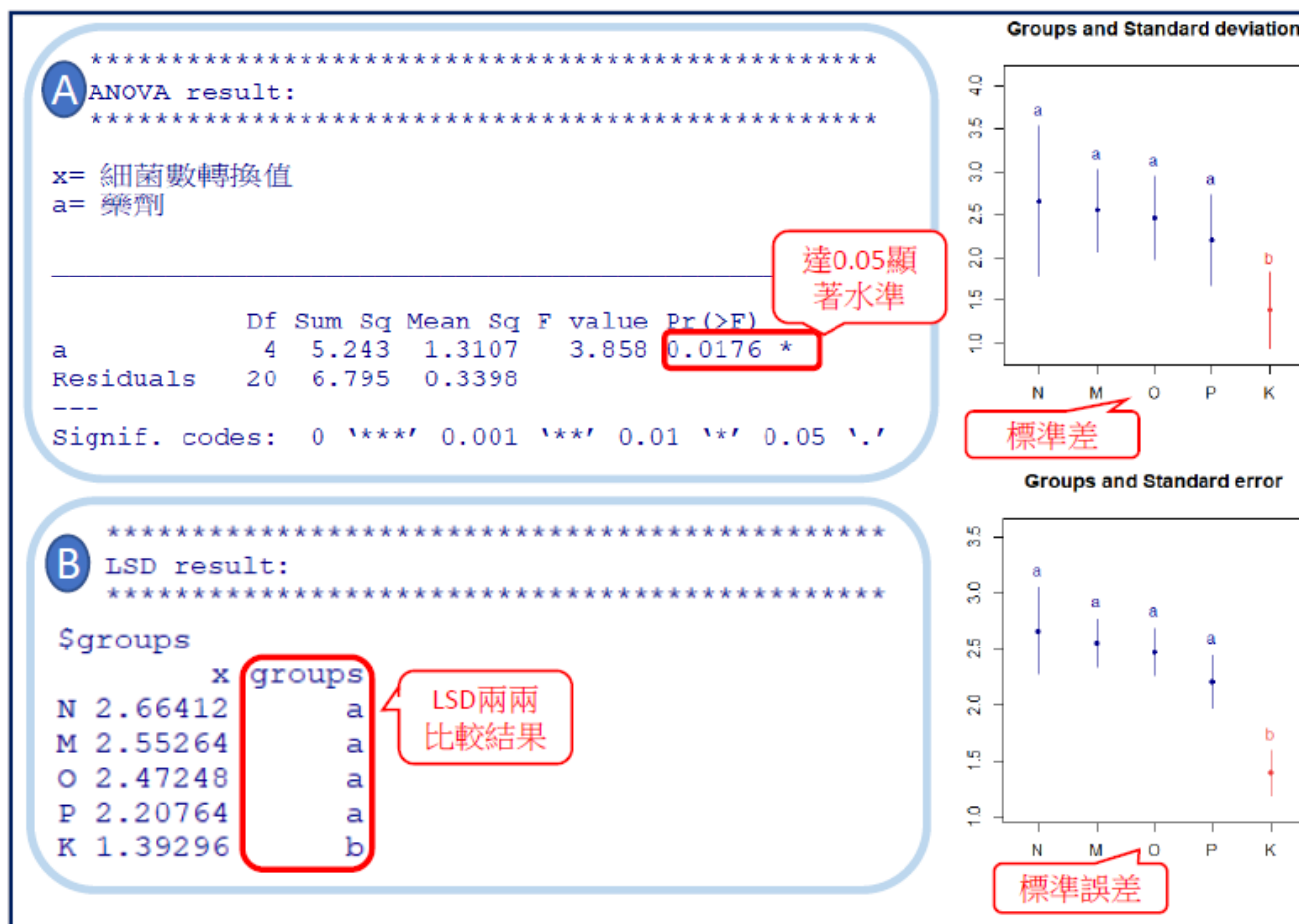


- ☞ R Graphics視窗為LSD的結果繪圖，按壓page up 或page down檢視LSD結果圖。
- ☞ CRD函數針對每個LSD結果分別提供使用者「標準差」及「標準誤差」兩張圖參考，使用者可在該視窗點選右鍵複製或儲存圖片。





CRD函數提供之單因子分析結果 (擷取部分結果)





☞ 以2因子分析

CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="f2CRD.csv",X=4,T=c(1,2))

☞ 同樣會出現ANOVA result和LSD result兩部分，

☞ 其中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」



CRD函數提供之2因子分析ANOVA結果

```
*****  
ANOVA result:  
*****  
  
x= 觀測值  
a= 溫度  
b= 原料  
  
-----  
                Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)  
a                 2   3267   1633.5   27.488 3.08e-07 ***  
b                 2   1665    832.4   14.008 6.71e-05 ***  
a:b               4    773    193.3    3.252 0.0267 *  
Residuals       27   1604     59.4  
---  
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.'
```

交互效應達
0.05顯著水準



∞ **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 Main effect :
*****
$a
$statistics
  MSerror Df      Mean      CV  t.value      LSD
  59.42593 27 32.11111 24.00671 2.051831 6.457343

$parameters
      test p.adjusted name.t ntr alpha
Fisher-LSD      none      a   3  0.05

$means
      x      std  r      LCL      UCL Min Max  Q25
30 42.66667 10.594453 12 38.10064 47.23270 23 59 38.75
35 34.08333 13.480345 12 29.51730 38.64936 11 55 24.75
40 19.58333  8.575423 12 15.01730 24.14936  6 33 13.25
      Q50  Q75
30 46.0 49.25
35 37.0 43.25
40 20.5 26.00

$comparison
NULL

$groups
      x groups
30 42.66667  a
35 34.08333  b
40 19.58333  c

attr(,"class")
[1] "group"

```

```

$b
$statistics
  MSerror Df      Mean      CV  t.value      LSD
  59.42593 27 32.11111 24.00671 2.051831 6.457343

$parameters
      test p.adjusted name.t ntr alpha
Fisher-LSD      none      b   3  0.05

$means
      x      std  r      LCL      UCL Min Max  Q25
1 23.00000 12.41700 12 18.43397 27.56603  6 49 12.50
2 34.00000 15.56219 12 29.43397 38.56603  8 59 21.00
3 39.33333 10.80684 12 34.76730 43.89936 19 55 32.25
      Q50  Q75
1 23.5 25.25
2 37.0 44.00
3 42.0 47.25

$comparison
NULL


$groups
      x groups
3 39.33333  a
2 34.00000  a
1 23.00000  b

attr(,"class")
[1] "group"

```

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




LSD result for Interaction effect 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:
*****
$`a*b`
$statistics
  MSerror Df      Mean      CV  t.value      LSD
59.42593 27 32.11111 24.00671 2.051831 11.18445

$parameters
  test p.adjusted name.t ntr alpha
Fisher-LSD      none   a:b   9  0.05

$means
      x      std r      LCL      UCL Min Max  Q25
30:1 34.50 12.583057 4 26.591403 42.4086 23 49 24.50
30:2 49.00  7.874008 4 41.091403 56.9086 40 59 45.25
30:3 44.50  6.658328 4 36.591403 52.4086 35 50 42.50
35:1 18.25  7.274384 4 10.341403 26.1586 11 25 12.50
35:2 37.50  4.203173 4 29.591403 45.4086 33 43 35.25
35:3 46.50  6.350853 4 38.591403 54.4086 40 55 43.00
40:1 16.25  9.322911 4  8.341403 24.1586  6 26  9.75
40:2 15.50  5.972158 4  7.591403 23.4086  8 22 12.50
40:3 27.00  6.055301 4 19.091403 34.9086 19 33 24.25
      Q50  Q75
30:1 33.0 43.00
30:2 48.5 52.25
30:3 46.5 48.50
35:1 18.5 24.25
35:2 37.0 39.25
35:3 45.5 49.00
40:1 16.5 23.00
40:2 16.0 19.00
40:3 28.0 30.75

$comparison
NULL

$groups
      x groups
30:2 49.00      a
35:3 46.50      ab
30:3 44.50      abc
35:2 37.50      bcd
30:1 34.50      cd
40:3 27.00      de
35:1 18.25      ef
40:1 16.25      ef
40:2 15.50      f
  
```

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



∞ **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=30' 及在 \$parameters 的 name.t 欄位為 b，代表固定 a 因子為 30 時分析 b 因子的 LSD 結果

```

*****
LSD result for Interaction effect with fixed one factor
*****
$a=30
$statistics
  MSerror Df      Mean      CV  t.value      LSD
  88.22222  9 42.66667 22.01407 2.262157 15.02439

$parameters
      test p.adjusted name.t ntr alpha
Fisher-LSD      none      b    3  0.05

$means
      x      std r      LCL      UCL Min Max  Q25  Q50
1 34.5 12.583057 4 23.87615 45.12385 23 49 24.50 33.0
2 49.0  7.874008 4 38.37615 59.62385 40 59 45.25 48.5
3 44.5  6.658328 4 33.87615 55.12385 35 50 42.50 46.5
      Q75
1 43.00
2 52.25
3 48.50

$comparison
NULL

$groups
      x groups
2 49.0      a
3 44.5      a
1 34.5      a

attr(,"class")
[1] "group"

```

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

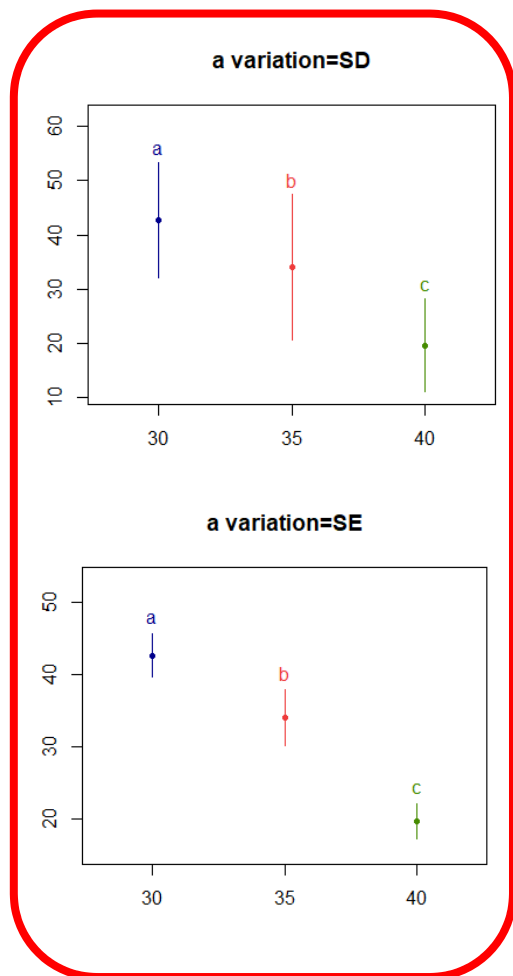


- ☞ R Graphics視窗為LSD的結果繪圖，包含前述之主效應、交感效應及固定某一因子的交感效應，
- ☞ 可點選該視窗，按壓page up 或page down檢視LSD結果圖
- ☞ 每個LSD分析結果，都提供使用者「標準差」及「標準誤差」兩張圖做為參考
- ☞ 在交感效應部分，則提供兩因子交感效應圖，可直接在該視窗點選右鍵複製或儲存圖片。

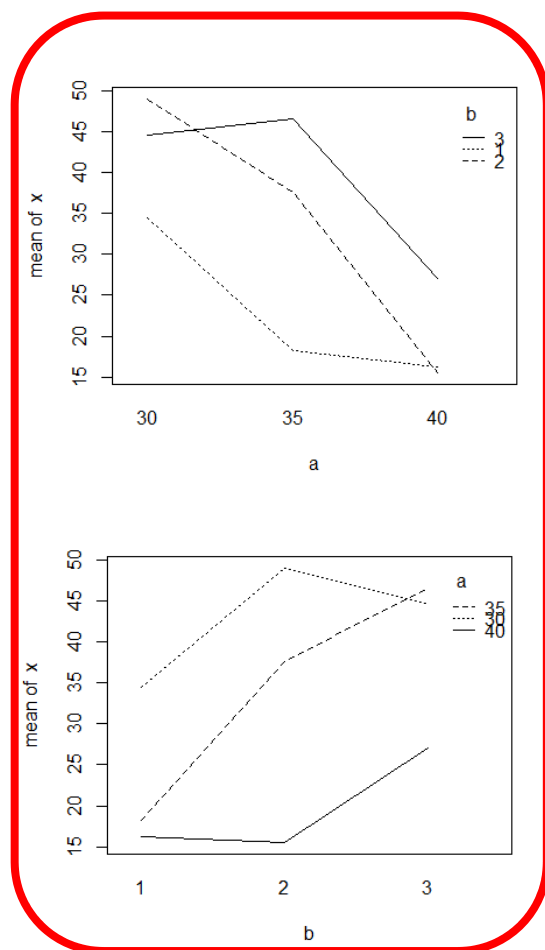


CRD 函數提供之 2 因子分析 LSD 結果圖 (擷取部分結果)

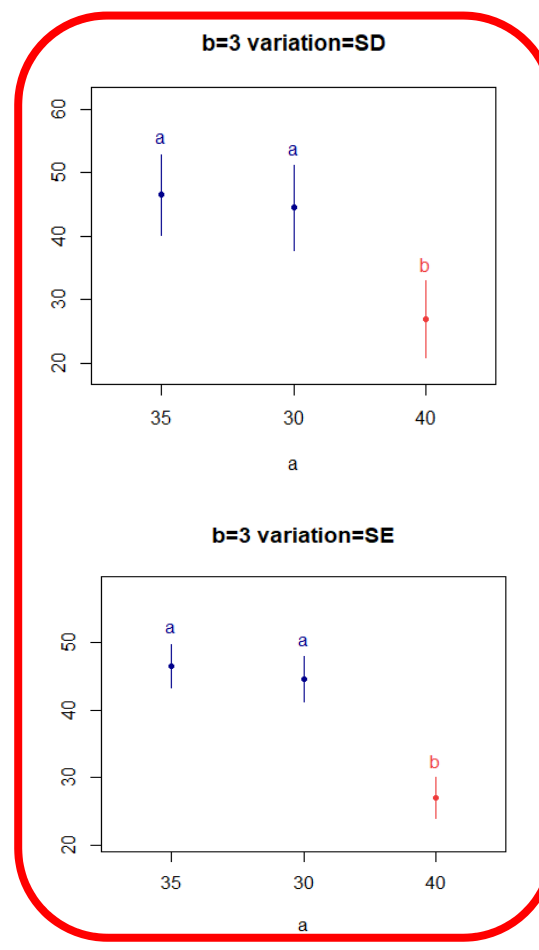
LSD result for Main effect



LSD result for Interaction effect



LSD result for Interaction effect with fixed one factor level





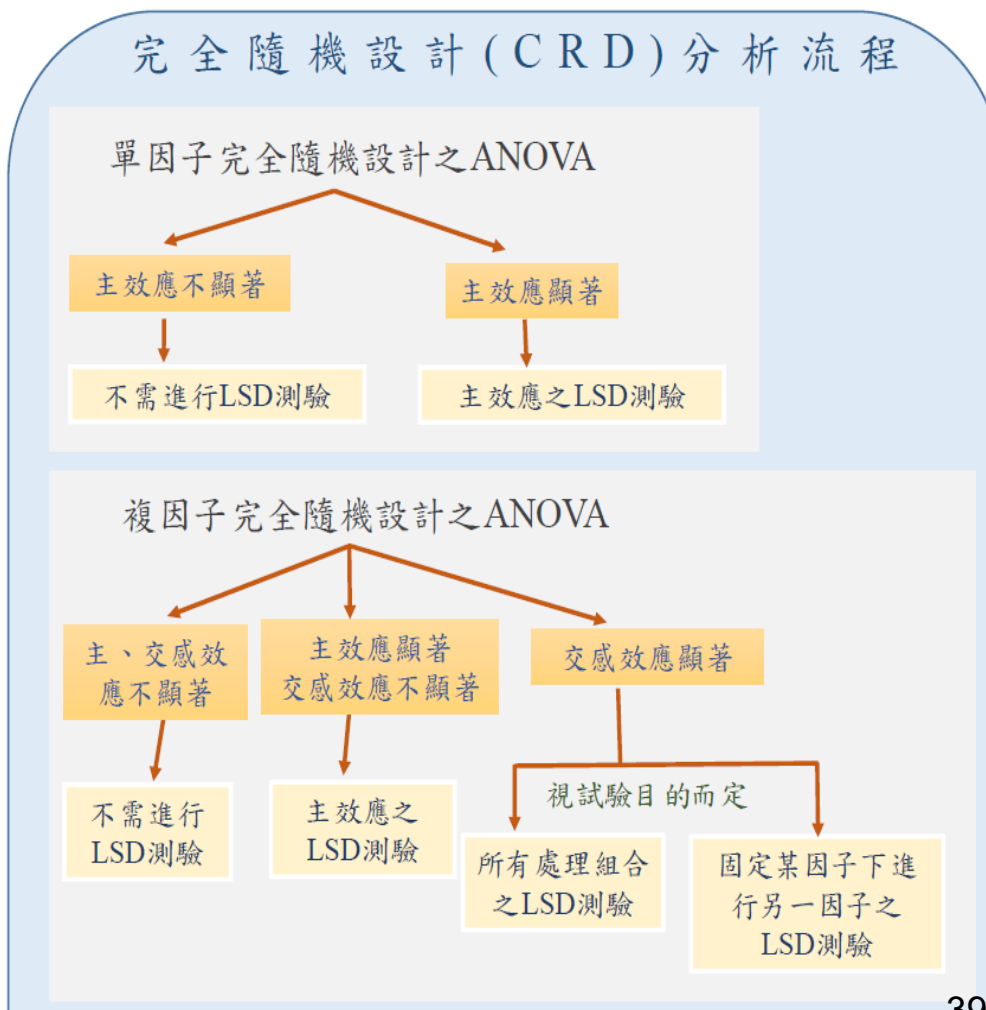
溫馨提醒

- ☞ 不管ANOVA分析結果主效應或交感效應是否顯著，CRD函數提供的LSD result包含所有處理組合(主效應及交感效應)LSD分析結果

使用者須依照ANOVA分析結果挑選需要的LSD結果即可



- 以2因子為例，主效應及交感效應皆顯著
- 此時只需要做交感效應LSD分析，不需做主效應之LSD分析
- 使用者在整理分析結果時，只需要採用交感效應分析結果，不需要採用主效應分析結果。





Take home messages!

執行函數前，必備以下4項資訊：

1. 待分析檔案路徑
2. 檔案名稱(須為CSV檔案)
3. 觀測值在第幾行
4. 處理在第幾行

更換以下紅字部分，執行該行程式後，即可獲得分析結果

單因子

```
CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="CRD.csv", X=3, T=1)
```

複因子

```
CRD(WD="d:/R_InputData",Filename="f2CRD.csv",X=4,T=c(1,2))40
```




三、「隨機完全區集設計」

函數介紹

單與複因子範例說明

上機實際操作



隨機完全區集設計RCBD

- 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。



RCBD函數

☞ 單因子撰寫範例:

RCBD(WD="d:/R_InputData", Filename="RCBD.csv", X=3, B=2, T=1)

☞ 函數名稱為RCBD

☞ 5個引數(argument)

分別為WD、Filename、X、B和T



1.WD為指定待分析檔案放置的路徑

- ☞ WD為指定待分析檔案放置的路徑
- ☞ 等號「=」代表指定的意思，等號後面填寫檔案放置路徑，由於路徑為字串，需用引號''或者""標示，R程式才能認得此路徑名稱

☞ 此範例為

```
WD="d:/R_InputData"
```

```
WD='d:/R_InputData'
```

代表待分析檔案放在D槽的R_InputData資料夾內



1.WD為指定待分析檔案放置的路徑

1. 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
2. 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

以上方法2選1

- ☞ 建議使用者路徑**避免出現中文字**，以免產生不可預期的錯誤



2. Filename 為待分析檔案名稱

- ☞ 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
- ☞ 由於檔案名稱也為字串，需用引號' '或者" "標示此範例寫法為

Filename="RCBD.csv"

Filename='RCBD.csv'



3.X為觀測值在待分析檔案中的「第幾行」

- ☞ 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

	A	B	C
1	品種	區集	產量
2	A	1	16
3	A	2	15
4	A	3	22
5	A	4	28
6	A	5	30
7	B	1	16
8	B	2	17
9	B	3	14

第3行



4.B為「區集」在待分析檔案內的「第幾行」

- ∞ 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

	A	B	C
1	品種	區集	產量
2	A	1	16
3	A	2	15
4	A	3	22
5	A	4	28
6	A	5	30
7	B	1	16
8	B	2	17
9	B	3	14

第2行



5.T為處理在待分析檔案內的「第幾行」

- ☞ 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

	A	B	C
1	品種	區集	產量
2	A	1	16
3	A	2	15
4	A	3	22
5	A	4	28
6	A	5	30
7	B	1	16
8	B	2	17
9	B	3	14

第1行



5.T為處理在待分析檔案內的「第幾行」

如為複因子分析，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)

	A	B	C	D
1	溫度	原料	重複	觀測值
2	30	1	1	41
3	30	1	2	49
4	30	1	3	23
5	30	1	4	25

第1和2行



完成RCBD函數撰寫

- 確定好5個引數需填入的資訊後，填寫在RCBD()內後並以半形逗號「,」隔開，即完成RCBD函數的撰寫

#One Factor

```
RCBD(WD="d:/R_InputData",Filename="RCBD.csv",X=3,B=2,T=1)
```

單因子程式範例

#Two Factors

```
RCBD(WD="d:/R_InputData",Filename="f2RCBD.csv",X=4,B=3,T=1:2)
```

2因子程式範例

#Three factors

```
RCBD(WD="d:/R_InputData",Filename="f3RCBD.csv",X=5,B=4,T=1:3)
```

3因子程式範例

提供單因子
與複因子
RCBD函數
R程式範例
寫法供參

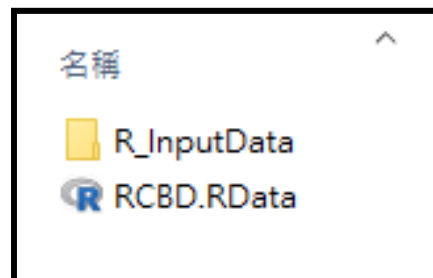
T=1:2
T=c(1, 2)
兩者意思相同

T=1:3
T=c(1, 2, 3)
兩者意思相同



RCBD函數上機操作

- ☞ 完成R安裝後到農業試驗所網頁 <https://www.tari.gov.tw/>，路徑為「農業試驗所>本所簡介>研究單位>作物組>業務專區>生物統計與生物資訊>簡介>檔案下載」，下載「隨機完全區集設計RCBD函數.zip」
- ☞ 內含**RCBD.RData**及**R_InputData**資料夾





- ☞ 左鍵點2下打開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

此為使用者原應自行撰寫的程式碼，我已經這些程式碼包到函數內

- ☞ 將R_InputData資料夾複製貼到D槽，該資料夾內含RCBD_Rprogram.R、RCBD.csv、f2RCBD.csv和f3RCBD.csv共4個檔案



- ☞ 點選RCBD.RData主視窗左上角檔案>開啟命令稿，打開RCBD_Rprogram.R，該檔案提供單因子、2因子及3因子的RCBD函數的撰寫範例

```
#One Factor
RCBD(WD="d:/R_InputData",Filename="RCBD.csv",X=3,B=2,T=1)

#Two Factors
RCBD(WD="d:/R_InputData",Filename="f2RCBD.csv",X=4,B=3,T=c(1,2))

#Three factors
RCBD(WD="d:/R_InputData",Filename="f3RCBD.csv",X=5,B=4,T=c(1,2,3))
```

- ☞ 範例檔案分別為RCBD.csv、f2RCBD.csv和f3RCBD.csv



RCBD函數執行

☞ 執行R程式的方式

1. 游標停在該R程式後
 2. 鍵盤先後點選ctrl和r
- 即可執行該行程式

☞ 以單因子範例說明

RCBD(WD="d:/R_InputData", Filename="RCBD.csv", X=3, B=2, T=1)



- ☞ 執行該程式後，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，在R console視窗即出現RCBD的分析結果

```
> RCBD(WD="d:/R_InputData",Filename="RCBD.csv",X=3,B=2,T=1)
將程式套件安裝入 'C:/Users/yhm.TARI/Documents/R/win-library/4.1'
(因為 'lib' 沒有被指定)
--- 在此連線階段時請選用 CRAN 的鏡子 ---
嘗試 URL 'https://cran.csie.ntu.edu.tw/bin/windows/contrib/4.1/agricolae_1.3-5.zip'
Content type 'application/zip' length 1272791 bytes (1.2 MB)
downloaded 1.2 MB

package 'agricolae' successfully unpacked and MD5 sums checked

The downloaded binary packages are in
  C:\Users\yhm.TARI\AppData\Local\Temp\RtmpWYvw83\downloaded_packages
```

套件安
裝完成

- ☞ 游標點選R console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**



RCBD函數分析結果說明

- ☞ **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

```
*****  
DATA Input:  
*****  
'data.frame':  15 obs. of  3 variables:  
$ 品種: chr  "A" "A" "A" "A" ...  
$ 區集: int   1 2 3 4 5 1 2 3 4 5 ...  
$ 產量: int  16 15 22 28 30 16 17 14 18 13 ..
```

待分析檔案內之
所有欄位都會簡介



☞ **ANOVA result**部分，首先顯示

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之內容，變數皆以前述代號顯示

```
*****  
ANOVA result:  
*****  
  
x= 產量  
block= 區集  
a= 品種
```

指定分析的觀測值(X)、
區集(B)及處理(T)才會
指定代號



☞ ANOVA表格可依Pr(>F)欄位檢視處理因子或交互因子是否顯著，如出現「*」及「**」分別代表達0.05和0.01顯著水準，則須做LSD分析

```
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
block    4   81.1   20.27   1.231 0.37064
a         2  448.9  224.47  13.632 0.00265 **
Residuals  8  131.7   16.47
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

可以反白後複製到
EXCEL整理表格



1

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
block	4	81.1	20.27	1.231	0.37064
a	2	448.9	224.47	13.632	0.00265 **
Residuals	8	131.7	16.47		

R console視窗
反白變方分析表

2

	A	B	C	D
1		Df	Sum Sq	Mean Sq
2	block	4	81.1	20.27
3	a	2	448.9	224.47
4	Residuals	8	131.7	16.47

複製到EXCEL

3

點選第一行反灰後>點選
「資料剖析」>點選「固
定寬度」>點選「下一步」

4

預覽分欄結果(P)

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
block	4	81.1	20.27	1.231	0.37064
a	2	448.9	224.47	13.632	0.00265 **
Residuals	8	131.7	16.47		

5

調整拉線如圖5後
點選「下一步」即
可「完成」



☞ **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，

☞ \$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

```

*****
LSD result:
*****
$a
$statistics
  MSerror Df      Mean      CV  t.value      LSD
  16.46667  8  15.53333  26.12391  2.306004  5.918245

$parameters
      test p.adjusted name.t ntr alpha
Fisher-LSD      none      a   3  0.05

$means
      x      std r      LCL      UCL Min Max Q25 Q50 Q75
A  22.2  6.797058  5  18.015169  26.38483  15  30  16  22  28
B  15.6  2.073644  5  11.415169  19.78483  13  18  14  16  17
C   8.8  1.643168  5   4.615169  12.98483   7  11   8   8  10

$comparison
NULL

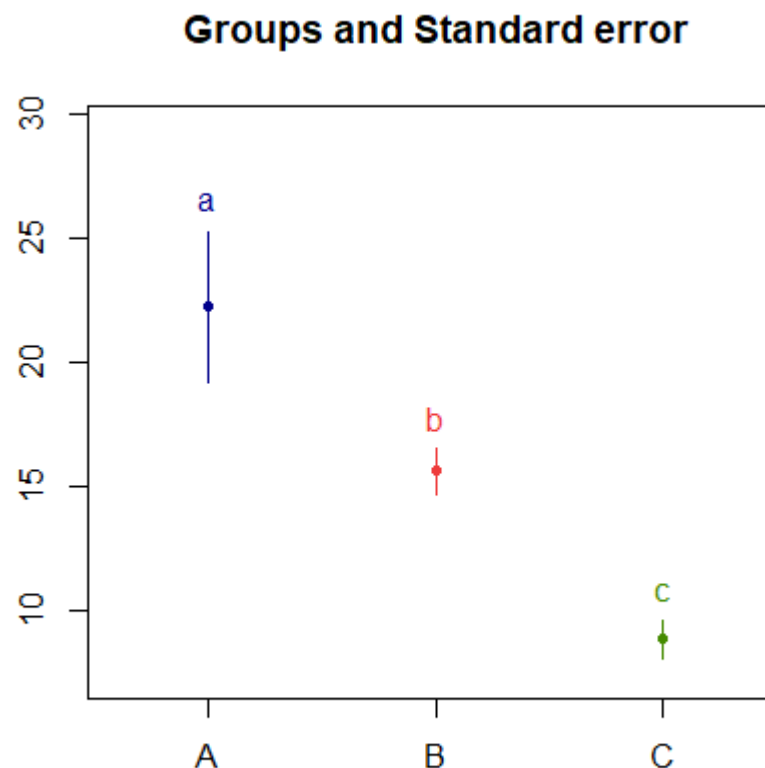
$groups
      x groups
A  22.2      a
B  15.6      b
C   8.8      c

```

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

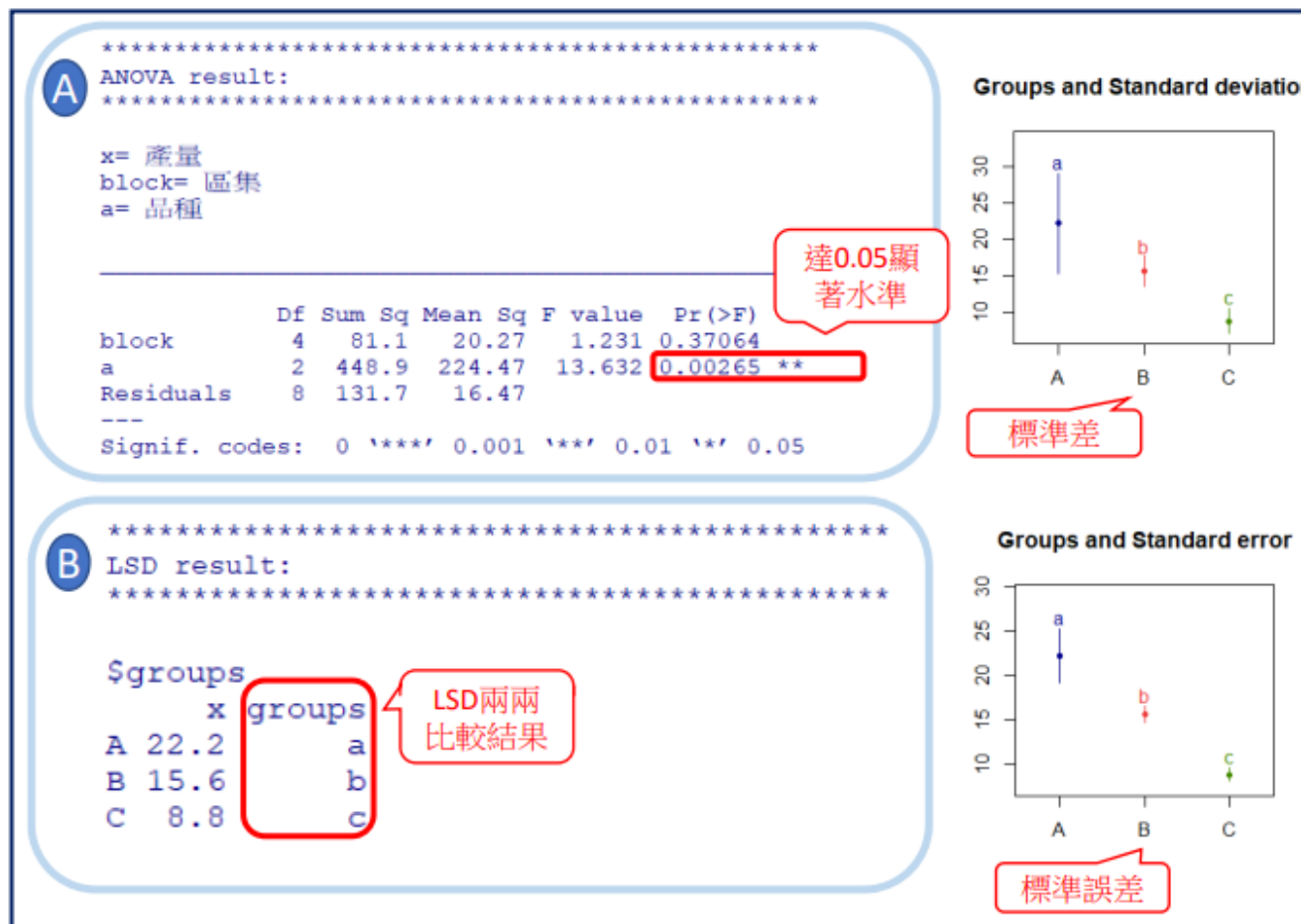


- ∞ R Graphics視窗為LSD的結果繪圖，按壓page up 或page down檢視LSD結果圖。
- ∞ RCBD函數針對每個LSD結果分別提供使用者「標準差」及「標準誤差」兩張圖參考，使用者可在該視窗點選右鍵複製或儲存圖片。





RCBD函數提供之單因子分析結果 (擷取部分結果)





☞ 以2因子分析

RCBD(WD="d:/R_InputData", ilename="f2RCBD.csv", X=4, B=3, T=c(1,2))

- ☞ 同樣會出現ANOVA result和LSD result兩部分，
- ☞ 其中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」

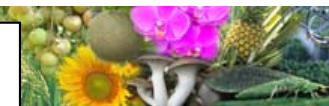



RCBD函數提供之2因子分析ANOVA結果

```
*****  
ANOVA result:  
*****  
  
x= 產量  
block= 區集  
a= 品種  
b= 密度  
  
-----  
              Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)  
block           2   3.630    1.815   1.931 0.1773  
a                2   0.963    0.481   0.512 0.6086  
b                2   0.519    0.259   0.276 0.7625  
a:b              4  13.926    3.481   3.704 0.0256 *  
Residuals      16  15.037    0.940  
---  
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05
```

達0.05顯著水準

0.0256 *




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

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

```

*****
LSD result for Main effect :
*****
$ a
$statistics
  MSerror Df      Mean      CV  t.value      LSD
  0.9398148 16  7.814815 12.40516 2.119905 0.9687938

$parameters
  test p.adjusted name.t ntr alpha
  Fisher-LSD      none      a   3  0.05

$means
  x      std r      LCL      UCL Min Max Q25
V1 7.555556 1.013794 9 6.870515 8.240596 6 9 7
V2 7.888889 1.269296 9 7.203848 8.573930 6 9 7
V3 8.000000 1.224745 9 7.314959 8.685041 6 10 7

attr(,"class")
[1] "group"
  
```

```

$b
$statistics
  MSerror Df      Mean      CV  t.value      LSD
  0.9398148 16  7.814815 12.40516 2.119905 0.9687938

$parameters
  test p.adjusted name.t ntr alpha
  Fisher-LSD      none      b   3  0.05

$means
  x      std r      LCL      UCL Min Max Q25
D1 8.000000 1.000000 9 7.314959 8.685041 6 9 8
D2 7.777778 0.9718253 9 7.092737 8.462818 6 9 7
D3 7.666667 1.500000 9 6.981626 8.351707 6 10 6

$comparison
NULL

$groups
  x groups
D1 8.000000 a
D2 7.777778 a
D3 7.666667 a

attr(,"class")
[1] "group"
  
```



LSD result for Interaction effect

同樣可第一列得知目前這是分析哪一交互因子，在此例顯示為a*b代表a和b因子的交互效應

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

```

*****
LSD result for Interaction effect:
*****
$`a*b
$statistics
      MSerror Df      Mean      CV  t.value  LSD
      0.9398148 16  7.814815 12.40516 2.119905 1.678

$parameters
      test p.adjusted name.t ntr alpha
Fisher-LSD      none      a:b    9  0.05

$means
      x      std r      LCL      UCL Min
V1:D1 8.000000 0.000000 3  6.813475  9.186525  8
V1:D2 8.333333 0.5773503 3  7.146808  9.519859  8
V1:D3 6.333333 0.5773503 3  5.146808  7.519859  6
V2:D1 8.666667 0.5773503 3  7.480141  9.853192  8
V2:D2 7.333333 1.5275252 3  6.146808  8.519859  6
V2:D3 7.666667 1.5275252 3  6.480141  8.853192  6
V3:D1 7.333333 1.5275252 3  6.146808  8.519859  6
V3:D2 7.666667 0.5773503 3  6.480141  8.853192  7
V3:D3 9.000000 1.0000000 3  7.813475 10.186525  8

$comparison
NULL

$groups
      x groups
V3:D3 9.000000      a
V2:D1 8.666667      a
V1:D2 8.333333      a
V1:D1 8.000000     ab
V2:D3 7.666667     ab
V3:D2 7.666667     ab
V2:D2 7.333333     ab
V3:D1 7.333333     ab
V1:D3 6.333333     b

attr(,"class")
[1] "group"

```



∞ **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

```
*****
LSD result for Interaction effect with fixed one factor
*****
$a=V1
$statistics
  MSerror Df      Mean      CV  t.value      LSD
  0.2333333  5  7.555556  6.393254  2.570582  1.013851

$parameters
  test p.adjusted name.t ntr alpha
  Fisher-LSD      none      b      3  0.05

$means
      x      std r      LCL      UCL Min Max Q25
D1  8.000000  0.000000  3  7.283099  8.716901  8  8  8
D2  8.333333  0.5773503  3  7.616432  9.050234  8  9  8
D3  6.333333  0.5773503  3  5.616432  7.050234  6  7  6

$comparison
NULL

$groups
      x groups
D2  8.333333  a
D1  8.000000  a
D3  6.333333  b

attr(,"class")
[1] "group"
```

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

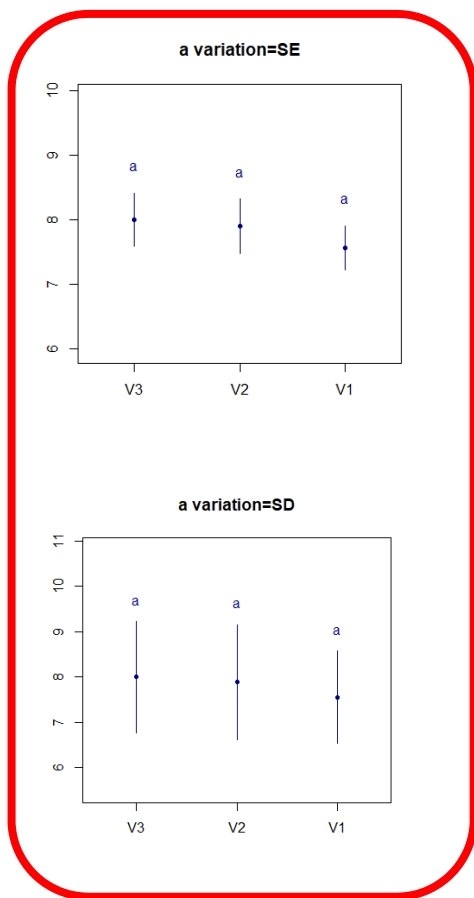


- ☞ R Graphics視窗為LSD的結果繪圖，包含前述之主效應、交感效應及固定某一因子的交感效應
- ☞ 可點選該視窗，按壓page up 或page down檢視LSD結果圖
- ☞ 每個LSD分析結果，都提供使用者「標準差」及「標準誤差」兩張圖做為參考
- ☞ 在交感效應部分，則提供兩因子交感效應圖，可直接在該視窗點選右鍵複製或儲存圖片

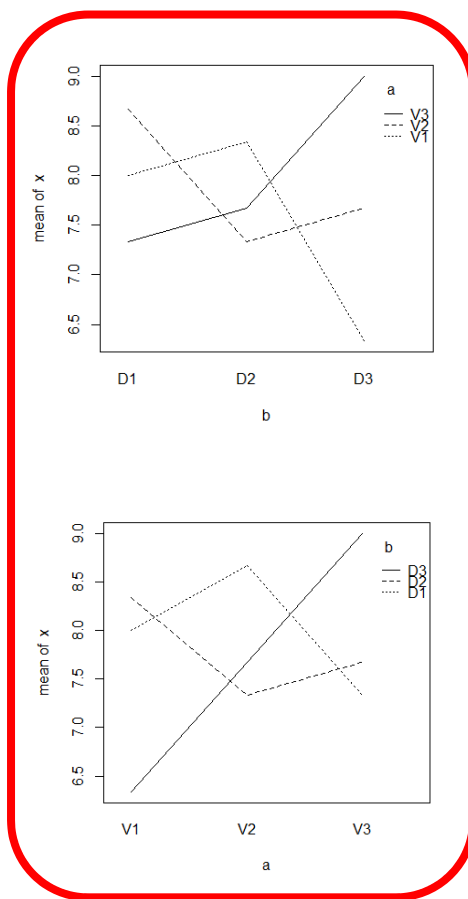


RCBD函數提供之2因子分析LSD結果圖 (擷取部分結果)

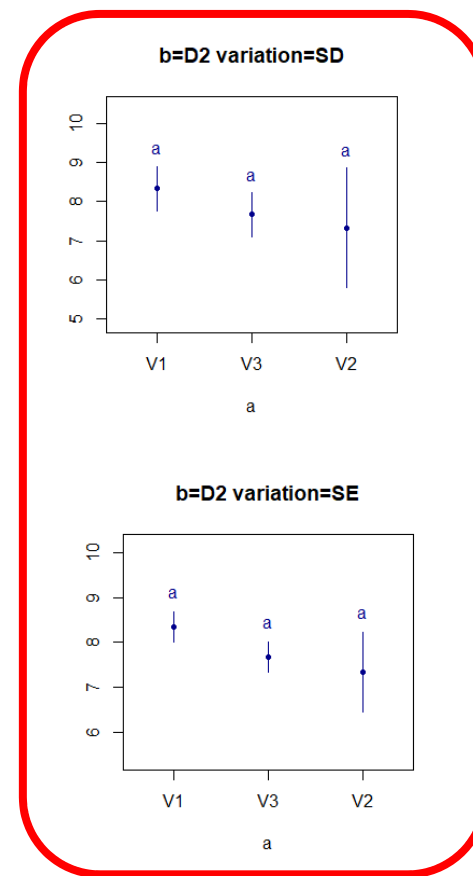
LSD result for Main effect



LSD result for Interaction effect



LSD result for Interaction effect with fixed one factor level





溫馨提醒

- ☞ 不管ANOVA分析結果主效應或交感效應是否顯著，RCBD函數提供的LSD result包含所有處理組合(主效應及交感效應)LSD分析結果，使用者須依照ANOVA分析結果挑選需要的LSD結果即可

使用者須依照ANOVA分析結果挑選需要的LSD結果即可



- 以2因子為例，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，只需要採用交感效應分析結果，不需要採用主效應分析結果

隨機完全區集設計(RCBD)分析流程

單因子隨機完全區集設計之ANOVA

主效應不顯著

不需進行LSD測驗

主效應顯著

主效應之LSD測驗

複因子隨機完全區集設計之ANOVA

主、交感效應不顯著

不需進行LSD測驗

主效應顯著
交感效應不顯著

主效應之LSD測驗

交感效應顯著

視試驗目的而定

所有處理組合之LSD測驗

固定某因子下進行另一因子之LSD測驗



Take home messages!

執行函數前，必備以下5項資訊:

1. 待分析檔案路徑
2. 檔案名稱(須為CSV檔案)
3. 觀測值在第幾行
4. 處理在第幾行
5. 區集在第幾行

更換以下紅字部分，執行該行程式後，即可獲得分析結果

單因子

```
RCBD(WD="d:/R_InputData",Filename="RCBD.csv",X=3,B=2,T=1)
```

複因子

```
RCBD(WD="d:/R_InputData",Filename="f2RCBD.csv",X=4,B=3,T=c(1,2))
```



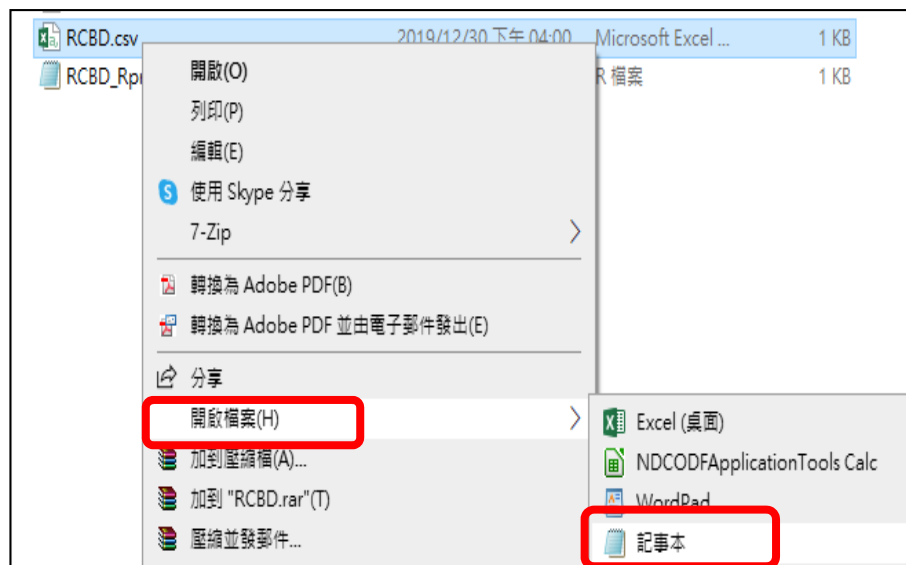
Q&A

一、執行CRD或RCBD函數時，如果發生以下錯誤時

```
下載的二進位程式套件在  
C:\Users\TANG\AppData\Local\Temp\RtmpyWkFvh\downloaded_packages 裡  
錯誤發生在 make.names(col.names, unique = TRUE) :  
無效的多位元組字串於 '<ab>~<ba><d8>'
```

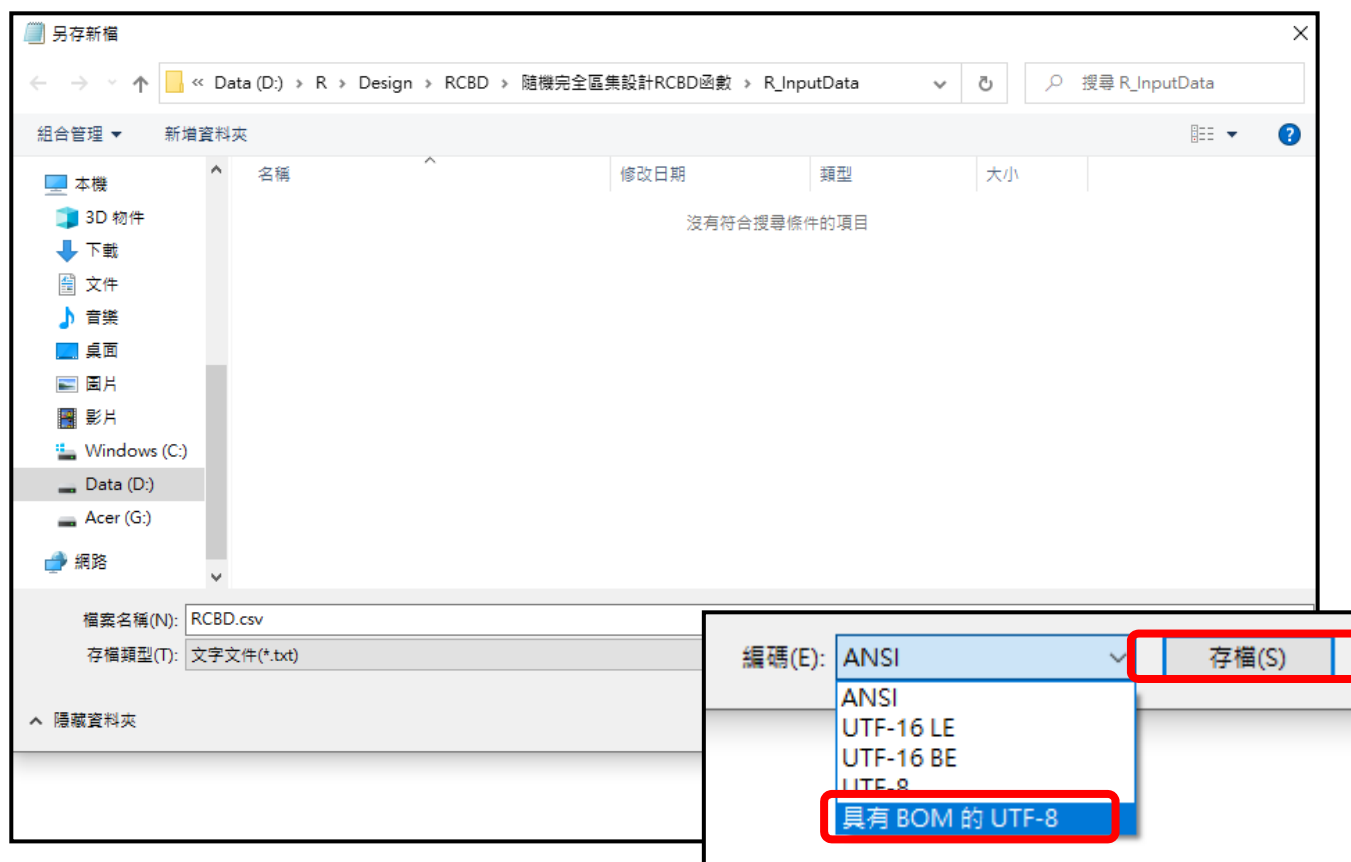
解決方法：改為具有
BOM的UTF-8編碼的CSV
檔案

1.將CSV格式檔案用記
事本打開。





2.將檔案另存新檔，同時將編碼(E)選擇為**具有BOM的UTF-8**編碼，存檔後，再執行CRD或RCBD函數。





二、如何開啟桌面的R圖示執行CRD(或RCBD)函數?



桌面的R圖示

```
R Console

R version 4.1.3 (2022-03-10) -- "One Push-Up"
Copyright (C) 2022 The R Foundation for Statistical Computing
Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)

R 是自由軟體，不提供任何擔保。
在某些條件下歡迎您將其散佈。
用 'license()' 或 'licence()' 來獲得散佈的詳細條件。

R 是個協作計劃，有許多人為之做出了貢獻。
用 'contributors()' 來看詳細的情況以及
用 'citation()' 會告訴您如何在出版品中正確地參照 R 或 R 套件。

用 'demo()' 來看一些示範程式，用 'help()' 來檢視線上輔助檔案，或
用 'help.start()' 透過 HTML 瀏覽器來看輔助檔案。
用 'q()' 離開 R。

[原來儲存的工作空間已還原]
> CRD
錯誤: 找不到物件 'CRD'
> |
```

在R Console視窗輸入CRD時，顯示錯誤訊息



```
R Console
用 'demo()' 來看一些示範程式，用 'help()' 來檢視線上輔助檔案，或
用 'help.start()' 透過 HTML 瀏覽器來看輔助檔案。
用 'q()' 離開 R。

[原來儲存的工作空間已還原]

> load("C:\\Users\\ymh.TARI\\Downloads\\完全隨機設計CRD函數 (1)\\完全隨機設計CRD函數\\CRD.RData")
> CRD
function(WD, Filename, X, T) {
install.packages("agricolae")

setwd(WD)
CRD<-read.csv(Filename)

x<-CRD[,X]

if (length(T)==1) {
  ###ANOVA CRD
  a<-factor(CRD[,T])
  result<-aov(x~a)
  summary(result)
}
```

解決方法：

- 1.左鍵點2下開啟桌面的R圖示
- 2.檔案>載入工作空間
- 3.選取CRD.RData(或RCBD.RData)後，點選「開啟」，即完成載入CRD(或RCBD)函數的步驟



三、使用CRD與RCBD函數分析前，是否需要進行常態分佈檢測？

回答：

使用CRD與RCBD函數分析前，請確認觀測值資料是否符合**常態分布**，以免獲得不正確的分析結果



課程問卷 請掃QR code



☞ 謝謝聆聽