

等 別：高考二級  
類 科：農業技術  
科 目：試驗設計  
考試時間：2 小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

- 一、某種子公司極具視野，遠在蔡英文總統規劃南進國家政策多年之前，即放眼東南亞市場，在新加坡設有種子貯藏設施，並在東南亞各國設有小規模之試驗場。試驗及銷售人員在東南亞各地進行蔬菜品種的栽培試驗，期望能選出適合該地生長的品種，並從臺灣引入種子在該地銷售。幾年來由於種子銷售狀況欠佳，位於新加坡的種子貯藏庫，庫存充滿臺灣總公司運來的種子。因此，經總公司派員前來試驗場查看，發現試驗的程序並未按照正規的試驗設計程序施作，例如，栽培試驗在進行前，並未有設置區集 (blocking) 以剔除地力效應，試驗中參試處理的配置 (treatment allocation) 亦未藉由隨機 (或稱逢機) 方式施於試區 (plot)。試驗結果所收集到的數據，亦未做統計分析，僅由當地的試驗者以肉眼觀察的方式，即決定其品種表現之排名，並根據此結論向總公司要求進貨。難怪銷售後，農民發現購買的種子表現未如預期，不再購買。
- 試問：田區試驗中若是沒有設置區集，同時沒有以隨機方式將參試處理 (品種) 指定給試驗單位 (試區)，有可能產生那些問題？以舉例方式說明。例如：5 種不同品種的甜玉米，分別以 A、B、C、D、E 來表示。其中，A、B、C 為從臺灣引進之品種，其餘兩者 D、E 則為東南亞在地品種。(10 分)
- 二、承上題，一般的文獻都建議，對於穀類作物，在商業化販賣之前，做區域產量試驗 (regional yield trial)。亦即，選定幾個區域，進行相同的試驗，採用同樣的試驗設計，例如 RCBD (隨機完全區集設計, randomized complete block design)。在選定的地區與當地農民簽約，要求其根據規定的程序施作。試驗結束後，將所收集資料，經由統計分析-包含變方分析及 AMMI 模式分析後，再做出結論。如此一來，就更能了解各品種的排名。我們以 3 個地區，每個地區施作同樣的 RCBD 試驗，參試處理為 5 種不同的甜玉米品種如上題所提到的，每個 RCBD 設置了 4 個區集 (block)。請就下列問題，分別予以回答：
- (一)寫出 RCBD 的統計模式，並說明模式中所含的各個成分。(5 分)
- (二)寫出區域產量試驗的綜合變方分析模式，並敘述此模式中所含的各個成分。(5 分)
- (三)請根據題(二)的模式寫出綜合變方分析表的前兩欄，亦即：變因與自由度。(5 分)
- 三、統計學者 Pearce 在 1988 年提到一位試驗者做了產量試驗，試驗者沒有設置區集，但做了隨機配置 (random allocation)。經由與統計分析者共同檢視試驗數據後，有經驗的田間試驗者，約略的標示了各個試區的地力 (土壤肥力, soil fertility)，並以等級的方式表示，例如：1、2、3、4、5 (數值大者表示地力較高)。統計分析者，將此項資訊納入在統計分析的模式，決定將 CRD (completely randomized design) 模式進一步提升為 CRD 的變積分析模式 (model for analysis of covariance with completely randomized design and one covariate)。希望此伴隨之變數 (concomitant variable)，能解釋大部分的變異來源，以提升統計分析結果的正確性。請回答下列問題：
- (一)請分別寫出簡單線性迴歸分析的模式 (simple linear regression model) 及 CRD 的統計模式，並說明模式中的各個成分。(8 分)
- (二)請寫出 CRD 模式下的變積分析模式，亦即，在 CRD 模式中加入伴隨變數 (土壤肥力)，並說明模式中各個成分的意義。(8 分)
- (三)請說明為何變積分析能提升品種產量比較的效率 (efficiency)。(9 分)

(請接背面)

等 別：高考二級  
類 科：農業技術  
科 目：試驗設計

四、田間試驗與實驗室中的試驗，兩者本質上有相當的差異，田間試驗的影響因素多，變異也較大；實驗室中的試驗，影響變異的不明因子相對較少，多數影響因子都可以掌控，例如：日照、溫度與濕度等。田間試驗的重複數，在多數情況下都訂為4。若是超過4，試驗所需的勞力與時間都是不輕的負擔。我們嘗試來理解，為何重複數選為4。重複數只要是大於2即可估算試驗的變異，重複數越大對於估算機差的變異，當然是越為有利。但是，重複數只能大到試驗者能負擔的程度範圍內。我們透過處理均數的標準誤差減少幅度的觀點來看，是可以看出端倪，了解為何將重複數訂為4。在回答下列問題之前，讓我們先回憶，變方分析的前提是每個觀測值的變異幅度是相同的，而且每個觀測值是獨立的。

請回答下列問題：

(一)若是一個觀測值的變異以  $\sigma^2$  表示，則兩個觀測值的差值的變異為何？(以符號表示)  
(6分)

(二)假若重複數是4，則對於任何兩個處理均數的差值  $\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2$ ，其變方(或稱變異數，variance)為何？(以符號表示)(6分)

(三)對於題(一)與(二)，分別寫出兩者的標準誤差(以符號表示)。請問：題(二)的標準誤差比題(一)的標準誤差減少的幅度是多少？(以百分比表示)(6分)

(四)假若重複數是8，請寫出任何兩個處理均數的差值  $\bar{Y}_1 - \bar{Y}_2$  的變方(變異數，variance)，以及標準誤差(以符號表示)。請問重複數為8時，其標準誤差比起重複數為4時，減少的幅度是多少？(以百分比表示)(註： $\sqrt{2}=1.414$ )(7分)

五、在抗病育種的試驗中，其測量(measure)的對象是試區中個別植株的感病程度，因此與一般的穀粒產量試驗(grain yield trial)，其測量的對象是整個試區的產量，兩者是不同的。以水稻抗白葉枯病的抗病育種試驗為例，植株抗性的強弱，是根據葉片接種病原後，葉片發病顯示出的病斑長度來判別。隨著品種的感病性不同，病斑長度也不同。假設試驗者以RCBD的方式進行試驗，參試品種一共有6種，區集數(number of blocks)則為4。參加試驗的6個品種，A為感病性高的親代，B為感病性低的親代，C、D、E、F則為A與B雜交後代選出之品種，參加試驗的試區數一共24個試區，每個試區種植50株植株。調查病斑長度時，每試區隨機選取10株植株做測量，選取固定位置的葉片測量其病斑長度，每試區的觀測值個數為10。

請回答下列問題：

(一)寫出分析上述資料的統計模式，並說明模式中的各個成分。(8分)

(二)寫出對應於此模式的變方分析表中的變因與自由度。(8分)

(三)變方分析表完成後，只算是完成了初步分析。下一階段，你會建議此試驗者進行那幾種有意義的對比(contrasts)？請寫出你認為有意義的對比的對比係數(contrast coefficient)，並請說明為何這些對比對你而言是有意義的。(9分)