

# 108 公務人員高等考試三級考試試題

類 科：農業技術

科 目：試驗設計

一、某研究團隊擬測驗在不同海拔高度佛甲草屬植株的平均密度是否不同，於是在 3 個不同海拔地區中，隨機各抽樣等大的 5 個方格面積（#1～#5）調查臺灣佛甲草屬（*Sedum formosanum*）原生種的密度（株/單位面積），其結果如下表所示：

重複	地區 1	地區 2	地區 3
#1	15	14	14
#2	16	16	13
#3	15	15	13
#4	17	15	15
#5	15	13	13
平均值	15.6	14.6	13.6
合計	78	73	68

（假設株數呈常態分布）

(一)請寫出  $H_0$  及  $H_1$ ，並計算完成變方分析表，回答當顯著水準在 5% 時的結論為何？（15 分）

(二)請利用最小顯著差異（LSD）來比較那一個地區海拔高度的植株平均密度最大？（10 分）

註：總平方和（SS total）= 21.6;  $F_{0.05,3,12} = 3.49$ ;  $F_{0.05,3,13} = 3.41$ ;

$F_{0.05,3,14} = 3.34$ ;  $F_{0.05,3,15} = 3.29$ ;  $F_{0.05,2,12} = 3.88$ ;  $F_{0.05,2,13} = 3.81$ ;

$F_{0.05,2,14} = 3.74$ ;  $F_{0.05,2,15} = 3.68$ ;  $F_{0.05,3,5} = 5.41$ ;  $F_{0.05,5,3} = 9.01$ ;

$t_{0.05,2} = 2.92$ ;  $t_{0.05,3} = 2.35$ ;  $t_{0.05,12} = 1.78$ ;  $t_{0.05,14} = 1.76$ ;  $t_{0.05,15} = 1.75$ ;

$t_{0.025,2} = 4.30$ ;  $t_{0.025,3} = 3.18$ ;  $t_{0.025,12} = 2.17$ ;  $t_{0.025,14} = 2.14$ ;  $t_{0.025,15} = 2.13$

《考題難易》：★(最難為 5 顆★)

《破題關鍵》：單因子 CRD 變方分析及 LSD 多重比較，基本題應可拿分。

【擬答】：

(一)

$$\begin{cases} H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \\ H_1 : \mu_i \text{ 不全相同, } i = 1, 2, 3 \end{cases}$$

$$X_1 = 78, X_2 = 73, X_3 = 68, X_{..} = 219$$

$$\sum \sum X_{ij}^2 = 15^2 + 16^2 + \dots + 13^2 = 3219$$

$$n_1 = n_2 = n_3 = 5, m = 3, N = 15$$

$$SST = SSt + SSE$$

$$1. SST = \sum \sum X_{ij}^2 - \frac{x_{..}^2}{N} = 3219 - \frac{219^2}{15} = 21.6$$

$$2. SSt = \sum \frac{X_i^2}{n_i} - \frac{X_{..}^2}{N} = \left[ \frac{78^2}{5} + \frac{73^2}{5} + \frac{68^2}{5} \right] - \frac{219^2}{15} = 10$$

$$3. SSE = SST - SSt = 11.6$$

ANOVA 表

變因	DF	SS	MS	F 值
處理	10	2	5	F=5.1546
機差	11.6	12	0.97	
總和	21.6	14		

因為  $F = 5.1546 > 3.88 = F_{0.05, 2, 12}$

⇒ ReHo

結論：在 5% 顯著水準下，有證據顯示三個不同海拔地區臺灣佛甲草屬原生種的密度有顯著差異。

(二)

$$\begin{aligned} LSD_{\frac{\alpha}{2}} &= t_{0.025, 12} = \sqrt{2 \times \frac{MSE}{n}} \\ &= 2.17 \sqrt{2 \times \frac{0.97}{5}} = 1.3516 \end{aligned}$$

處理均數	差異值		
$\bar{X}_1 = 15.6$	—		
$\bar{X}_2 = 14.6$	1.0	—	
$\bar{X}_3 = 13.6$	2.0*	1.0	—

由 LSD 法得知地區 I 與地區 III 植株平均密度有顯著差異，即地區 I 大於地區 III。

二、某研究人員施用氮肥 (N) 及磷肥 (P) 進行新品系大豆之產量比較試驗，氮肥每公頃分別施用 10 公斤 (N1) 及 20 公斤 (N2) 兩種用量，磷肥則分成 5 公斤 (P1) 及 50 公斤 (P2) 兩種施用量，4 種處理採用完全隨機設計 (CRD) 進行試驗 (重複 3 次)，各試驗區所得到的產量資料 (kg/plot) 如下表所示。

處理組合	重複			處理總和
N1P1	22	19	19	60
N1P2	23	20	20	63
N2P1	25	23	24	72
N2P2	30	24	27	81

請列出變方分析表，並回答當顯著水準在 5% 下之氮肥、磷肥及其交感效應的結論各為何？ (25 分)

註：處理總和=276；總平方和 (SS total)=122；

處理平方和 (SS treatment)=90；交互平方和 (SS interaction)=3；

$F_{0.05,1,11} = 4.84$ ； $F_{0.05,3,11} = 3.58$ ； $F_{0.05,1,8} = 5.31$ ； $F_{0.05,3,8} = 4.06$ ；

$F_{0.05,8,11} = 2.94$ ； $F_{0.05,4,12} = 3.26$

《考題難易》：★(最難為5顆★)

《破題關鍵》：複因子 CRD 試驗設計常考題型，應可拿分。

【擬答】：

P N	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	總和
N <sub>1</sub>	22 19(60) 19	23 20(63) 20	123 X <sub>1..</sub>
N <sub>2</sub>	25 23(72) 24	30 24(81) 27	153 X <sub>2..</sub>
總和	132 X <sub>.1</sub>	144 X <sub>.2</sub>	276 X <sub>...</sub>

$$\sum \sum \sum X_{ijk}^2 = 22^2 + 19^2 + \dots + 27^2 = 6470$$

$$a=2, b=2, n=3, N=abn=12$$

$$SST=122, SSt=90, SSNP=3$$

$$SSE=SST-SSt=122-90=32$$

$$\begin{aligned} SSN &= \frac{1}{nb} \sum X_{i..}^2 - \frac{X_{..}^2}{N} \\ &= \frac{1}{3 \times 2} [123^2 + 153^2] - \frac{276^2}{12} = 75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SSP &= SSt - SSN - SSNP \\ &= 90 - 75 - 3 = 12 \end{aligned}$$

ANOVA 表

變因	DF	SS	MS	F 值
氮肥(N)	1	75	75	$F_1 = 18.75^*$
磷肥(P)	1	12	12	$F_2 = 3$
交互(NP)	1	3	3	$F_3 = 0.75$
機差(E)	8	32	4	
總和	122	11		

(一)氮肥

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

$$F_1 = 18.75 > 5.31 = F_{0.05,1,8} \Rightarrow \text{ReHo}$$

結論：在 5% 顯著水準下，不同氮肥用量對大豆產量有顯著影響。

(二)磷肥：

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 = \mu_2 \\ H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \end{cases}$$

$$F_2 = 3 < 5.31 = F_{0.05,1,8} \Rightarrow \text{not ReHo}$$

結論：在5%顯著水準下，不同磷肥用量對大豆產量無顯著影響。

(三)

交感作用

$$\begin{cases} H_0: \text{氮肥與磷肥無交感} \\ H_1: \text{氮肥與磷肥有交感} \end{cases}$$

$$F_3 = 0.75 < 5.31 = F_{0.05,1,8} \Rightarrow \text{not ReHo}$$

結論：在5%顯著水準下，氮肥與磷肥無交感。

三、請回答下列有關裂區設計的2個問題：

(一)某研究人員想了解在淹水處理對甘藷塊根抗氧化系統之影響，於是使用2種甘藷品種(V 1, 2)進行3種淹水處理(不淹、50%田間溶水量、100%田間溶水量)，田間試驗採用裂區設計(split plot design)並重複3區集(B1、B2、B3，每個區塊均為280m<sup>2</sup>)，淹水處理(W)與品種(V)分別為大區(whole plots)及小區(subplots，內有5株植株)。請寫出該試驗的變方分析表之各項變因及其自由度。(10分)

(二)某研究人員想了解在淹水處理之前施用鈣肥對甘藷塊根抗氧化系統之影響，施用4種不同濃度(0、60、120、180kg ha<sup>-1</sup>)之鈣肥(CaCl<sub>2</sub>)於2種甘藷品種(V 1,2)進行3種淹水處理(不淹、50%田間溶水量、100%田間溶水量)，田間試驗採用裂裂區設計(雙重裂區設計)(split-split plot design)並重複3區集(B1、B2、B3，每個區塊均為280m<sup>2</sup>)，淹水處理(W)、品種(V)、鈣肥(F)分別為大區(whole plots)、中區(subplots)、小區(sub sub-plots，內有5株植株)。請寫出該試驗的變方分析表之各項變因及其自由度。(15分)

《考題難易》：★★(最難為5顆★)

《破題關鍵》：裂區及雙重裂區設計較為複雜，但常考，需熟記其變因及自由度。

【擬答】：

(一)

大區：淹水處理 a = 3

小區：品種 b = 2

區集：n = 3

$$N = abn = 3 \times 2 \times 3 = 18$$

ANOVA 表

變因	DF
區集(B)	2
淹水處理	2
大區機差	4
品種	1
交感	2
小區機差	6
總和	17

(二)

大區：淹水處理 a = 3

中區：品種  $b=2$

小區：鈣肥  $c=4$

區集： $n=3$

$N=abcn = 3 \times 2 \times 4 \times 3 = 72$

ANOVA 表

變因	DF
區集(B)	2
大區(W)	2
大區機差(E <sub>w</sub> )	4
中區(V)	1
WV 交感	2
中區機差(E <sub>v</sub> )	6
小區(F)	3
WF 交感	6
VF 交感	3
WVF 交感	6
小區機差(E <sub>f</sub> )	36
總和	71

四、某學者正在研究灌溉方式與甘藷葉黃化之關聯性，他發現 3 種不同灌溉方式對新品種甘藷葉片變黃的情形如下表所示。

灌溉方式	甘藷葉在不同灌溉方式的葉片變黃情形			
	綠色葉片數	黃色葉片數	枯葉片數	合計
溝灌水	56	27	7	90
滴灌水	93	19	13	125
噴灌水	62	24	16	102
合計	211	70	36	317

請寫出  $H_0$  及  $H_1$ ，並回答當顯著水準在 5% 時的結論為何？（25 分）

註： $\chi^2_{0.05,1} = 3.84$ ;  $\chi^2_{0.05,2} = 5.99$ ;  $\chi^2_{0.05,3} = 7.81$ ;  $\chi^2_{0.05,4} = 9.48$ ;  
 $\chi^2_{0.05,5} = 11.07$ ;  $\chi^2_{0.05,6} = 12.59$ ;  $\chi^2_{0.05,7} = 14.06$ ;  $\chi^2_{0.05,8} = 15.50$ ;  
 $\chi^2_{0.05,9} = 16.91$ ;  $\chi^2_{0.05,10} = 18.30$

《考題難易》：★(最難為 5 顆★)

《破題關鍵》：此題為無母數統計中卡方獨立性檢定。

【擬答】：

$\left\{ \begin{array}{l} H_0: \text{灌溉方式與甘藷葉黃化無關} \\ H_1: \text{灌溉方式與甘藷葉黃化有關} \end{array} \right.$

葉片變黃 灌溉方式	綠色葉片數	黃色葉片數	枯葉片數	合計
溝灌水	56	27	7	90

	(59.91)	(19.87)	(10.22)	
滴灌水	93 (83.20)	19 (27.60)	13 (14.20)	125
噴灌水	62 (67.89)	24 (22.52)	16 (11.58)	102
合計	211	70	36	317

其中( )為  $H_0$  為真時的期望值  $e_{ij}$

$$\begin{aligned}
 X^2 &= \sum \sum \frac{(O_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}} = \frac{(56 - 59.91)^2}{59.91} + \dots + \frac{(16 - 11.58)^2}{11.58} \\
 &= 10.059 > 9.48 = X_{0.05,4}^2 \Rightarrow \text{Re}H_0
 \end{aligned}$$

結論：在 5% 顯著水準下，灌溉方式與甘藷葉黃化有顯著關係。