102 年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
考試時間：2 小時　　　　　　　　　　　　　　　　　　座號：＿＿＿＿＿＿

※注意：㈠可以使用電子計算器，須詳列解答過程。
㈡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。

一、某學者擬比較 A、B 兩種 cytokinins 對番茄子葉培植體（cotyledon explants）之芽體再生率（shoot regeneration frequency）的效應。由於不同幼苗之子葉的再生潛力（regeneration capacity）可能會有具體的差異，他從發芽後第 6 天的 100 株 “Money Maker” 品種的番茄幼苗上取下子葉做為培植體；將每株幼苗一片子葉的培植體隨機培養於含 cytokinin A 的培養基（稱之為 A 培養基）上，另一片子葉的培植體則培養於含 cytokinin B 的培養基（稱之為 B 培養基）上。培養至第 12 週，若培植體上出現有葉片完全展開的再生芽體，即定義為培養成功（S）；否則，即定義為培養失敗（F）。結果如下：

培養結果	幼苗數
SS：在 A、B 兩培養基中皆成功	74
SF：在 A 培養基中成功，在 B 培養基中失敗	18
FS：在 B 培養基中成功，在 A 培養基中失敗	6
FF：在 A、B 兩培養基中皆失敗	2

請據此進行適當的統計測驗，藉以比較 A、B 兩種 cytokinin 對番茄子葉培植體之芽體再生率的效應。（20 分）

註：㈠答題必須寫出虛無假說與對立假說（null and alternative hypotheses），以及測驗的 P 值（P value）。
㈡以下為標準常態分布的分位數：
$Z_{(0.950)}=1.645$，$Z_{(0.975)}=1.960$，$Z_{(0.990)}=2.326$，$Z_{(0.995)}=2.576$。

二、某研究人員自 2009 年春季開始，至 2011 年冬季為止，在其試驗茶園內以台肥複合肥料 42 號進行試驗：施肥量設有 A（900 kg.ha^{-1}）、B（1200 kg.ha^{-1}）、C（1500 kg.ha^{-1}）及 D（1800 kg.ha^{-1}）共四個處理變級；田間佈置採用拉丁方設計（Latin Square Design），每一試區面積 10×10=100（m^{2}.plot^{-1}）；示意如下：

列區集	行區集			
	1	2	3	4
1	C	B	A	D
2	A	D	C	B
3	B	C	D	A
4	D	A	B	C

現在，他準備在同一茶園內進行另一項包含 α（夏季田菁+冬季魯冰）、β（夏季田菁+冬季油菜）、γ（夏季青皮豆+冬季魯冰）及 δ（夏季青皮豆+冬季油菜）共四種間作綠肥的比較研究。由於在前一試驗中，肥料施用量不同的試區之間，極可能會有不同的殘留效應（residual effect）；某統計專家建議他可就下述兩種田間佈置，擇一進行他的新試驗：

㈠將前一試驗之複合肥料的殘留效應視為裂區設計（Split Plot Design）的主試區試因（main-plot factor），並將原來的每一試區劃分為四個 5×5=25（m^{2}）的副試區（subplots），隨機佈置四種綠肥間作的新處理，構成一個主試區採用拉丁方設計的裂區設計。

㈡將前一試驗之複合肥料的殘留效應視為列區集與行區集之外的第三個區集因子，佈置成如下的均衡希臘拉丁方設計（Balanced Graeco-Latin Square Design）：

列區集	行區集			
	1	2	3	4
1	Cβ	Bγ	Aδ	Dα
2	Aα	Dδ	Cγ	Bβ
3	Bδ	Cα	Dβ	Aγ
4	Dγ	Aβ	Bα	Cδ

請就前述兩種設計，分別寫出其試驗數據之變方分析表的變異原因（source of variation）與自由度（degrees of freedom）；並比較兩種設計的優缺點。（30 分）

三、某水稻育種家在一新品系申請登記命名前，為它做了氮肥效應試驗。試驗時氮素施用量設有 80、120、160 及 200（kg(N).ha^{-1}）四個處理變級；田間佈置採用隨機完全區集設計（Randomized Complete Block Design），每處理變級重複四次。試驗數據中之稻穀產量（Y, kg.ha^{-1}）經初步統計分析，結果如下：

氮素施用量（N_i, kg(N).ha^{-1}）	平均產量（$\bar{Y}_{i.}$, kg.ha^{-1}）
80	7375 ab
120	7684 a
160	7136 b
200	6105 c

表中附有相同英文字母的平均產量間差異不顯著（顯著水準 $\alpha = 0.05$），其最低顯著差異（Least Significant Difference）為 $\mathrm{LSD}_{0.05} = 520$。請據此進行適當的統計分析，藉以研判該新品系之稻穀產量對氮素施用量的反應函數（response function）之型式。（25 分）

註：㈠以下為 F 分布的分位數：

$F_{(v_1=1,v_2=9,0.95)} = 5.12$，$F_{(v_1=1,v_2=12,0.95)} = 4.75$，$F_{(v_1=1,v_2=15,0.95)} = 4.54$；

$F_{(v_1=1,v_2=9,0.99)} = 10.56$，$F_{(v_1=1,v_2=12,0.99)} = 9.33$，$F_{(v_1=1,v_2=15,0.99)} = 8.68$。

㈡以下為變級數為 4 的直交多項式係數（coefficients of orthogonal polynomial）

Linear	-3	-1	1	3
Quadratic	1	-1	-1	1
Cubic	-1	3	-3	1

四、某農藝專家擬評估 11 種萌後除草劑對落花生田之闊葉雜草的控制效果。田間佈置採用隨機完全區集設計（Randomized Complete Block Design），重複八區集。試驗時，將每一個試區（plot）劃分為「對照區」與「處理區」兩部分：「對照區」不做任何雜草控制，「處理區」則施用隨機配置的除草劑；而後分別測量對照區與處理區之田面的闊葉雜草覆蓋百分比（percentage weed cover）。其試驗數據藉由 SAS/STAT 之 PROC GLM，以下述模式進行變積分析（covariance analysis）：

$Y_{ij} = \mu + \rho_i + \tau_j + \beta\left(X_{ij} - \overline{X}_{..}\right) + \varepsilon_{ij}$，$i = 1,2,...,8$，$j = 1,2,...,11$；

式中之Y_{ij}係在第 i 區集內，施用第 j 種除草劑的試區內之「處理區」的雜草覆蓋百分比；X_{ij}則為同一試區內之「對照區」的雜草覆蓋百分比。μ為總平均；ρ_i為第 i 區集的區集效應，τ_j為第 j 種除草劑的處理效應，β為回歸係數；ε_{ij}為隨機誤差。輸出的報表中之一部分結果如下：

Source	Type I SS	Type III SS
Blocks	603.17	175.15
Treatments	593.61	371.27
X	848.77	
Error	1284.43	
Corrected total		

㈠請據此進行適當的統計測驗，以呈現除草劑處理之間是否有顯著的差異；以及藉「對照區」之雜草覆蓋百分比（X）進行變積分析是否已具體地提高除草劑處理間之比較的精密度。（10 分）

㈡若試驗當時並未如前所述設置了「對照區」，則試驗數據（Y）的變方分析會呈現什麼樣的結果？（10 分）

㈢已知$\sum_{i=1}^{8}\sum_{j=1}^{11}\left(X_{ij} - \overline{X}_{i.} - \overline{X}_{.j} + \overline{X}_{..}\right)^2 = 5756.46$，$\overline{X}_{.1} = 9.9375$，$\overline{X}_{.2} = 3.9375$；試求藉「對照區」之雜草覆蓋百分比（X）校正後的第一種除草劑之處理平均$\left(\overline{Y}_{.1}^{*}\right)$與第二種除草劑之處理平均$\left(\overline{Y}_{.2}^{*}\right)$間之差異的標準誤差$SE\left(\overline{Y}_{.1}^{*} - \overline{Y}_{.2}^{*}\right)$。（5 分）

註：以下為 F 分布的分位數：

$F_{(0.95,1,69)} = 3.979$，$F_{(0.99,1,69)} = 7.017$，$F_{(0.95,10,69)} = 1.971$，$F_{(0.99,10,69)} = 2.589$；
$F_{(0.95,1,70)} = 3.978$，$F_{(0.99,1,70)} = 7.011$，$F_{(0.95,10,70)} = 1.969$，$F_{(0.99,10,70)} = 2.585$。