

Country:



實作測驗四: 生態實驗

本實驗包括兩個部分

第一部分為植物對氮及二氧化碳濃度的反應〈20 分〉

第二部分為兩種水生植物的交互作用〈16 分〉

總分為 36 分

時間為 90 分

說明

選手應先讀一遍試題再繼續操作

建議你依據每題的配分比例來分配時間

重要事項

所有的答案必須填寫在答案紙上

請確定你把你的編號(三碼)寫在每一張答案紙上

請用 2B 鉛筆填滿答案紙上的適當空格

第一部分：植物對氮及二氧化碳濃度的反應〈20 分〉

四十棵植物種植於細沙及壤土混合的土壤中，

有自然光照與溫度調控的玻璃溫室，

溫度控制(白天 25°C , 晚上 20°C)接近此種類的最佳設定，

且濕度維持在 75%以上。外加的氮素是添加在半量的 Hoagland 營養液中，

該溶液提供植物足夠而均衡的巨量及微量元素(氮素除外)，

五種氮素處理中的硝酸鹽濃度分別為 0, 1, 2, 4 or 8 mM。

每天將營養液澆在土壤表面，直到溶液自盆底流出。

密閉室內的二氧化碳濃度則控制在 350 或 700 ppm，

其作法是在空氣進入培養室內前，先抽除其中的 CO₂，再加入特定的 CO₂ 濃度。

植物種植 20 週，採取最嫩的五片全展開葉片進行測試。

TASKS

照片中呈現的是同一棵植物在實驗後所採收最嫩的五片全展葉，

其硝酸鹽濃度為 8 mM、CO₂ 濃度為 350 ppm。勿在照片上作記號！

P4.T1.1 小題：從這些葉片的形態，在答案卷上回答此種植物屬於哪一類？

- A. 單子葉植物
- B. 裸子植物
- C. 蕨類植物
- D. 蘚苔植物
- E. 雙子葉植物

1 分

P4.T1.2 小題：針對葉形，使用量尺測量葉長(從葉尖量到葉柄與葉片連接點)；

另外由與葉長垂直方向測得葉寬，取其最大值。

在答案紙上記錄測量結果至公釐(mm)。

葉片編號	葉長	葉寬
1		

2		
3		
4		
5		

P4.T1.3 小題：表一為另一種實驗處理的植物之葉長及葉寬測量結果。

另一實驗的五片葉子的長及寬

葉片編號	(mm)葉長	(mm)葉寬	葉面積
1	112	72	Value a a 值
2	107	71	Value b
3	104	68	Value c
4	99	64	Value d
5	86	57	Value e
Mean 平均	Value f	Value g	Value h

An estimate of the area of each leaf in Table 1, can be obtained by using the equation:

$$\text{Area (cm}^2\text{)} = \text{【0.0079 X length (mm) X width (mm)】} - 0.252$$

表一中的葉面積可利用上面的公式計算而得。

計算表一中的 a 值至 h 值(記至 mm 或 cm² 小數點以下一位)，並填在答案紙上。

h 值須為 a 至 e 值的平均。

P4.T1.4 小題：利用平均葉長(f 值)及平均葉寬(g 值)，以提供的公式計算平均面積。

把答案(cm² 小數點下一位)填在答案紙上。

P4.T1.5 小題：比較兩種不同的平均面積計算法，

下列何者正確？

- A. 二值相同
- B. 值不相同，因為數據組不均衡
- C. 值不相同，因為計算有誤
- D. 值不相同，因為葉面積呈現常態分布
- E. 值不相同，因為葉長呈現對稱性分布
- F. 值不相同，因為數據組呈現不規則分布

P4.T1.6 小題：表二為植物在兩種 CO₂ 濃度及五種硝酸鹽濃度處理下，種植 20 週，記錄到五片最嫩的全展葉之平均葉面積。

表二、在兩種 CO₂ 濃度及五種硝酸鹽濃度處理下，五片最嫩的全展葉之平均葉面積。

硝酸	CO ₂ 濃度(ppm)	
	350	700
0	19.8	17.2
1	33.0	31.6
2	44.4	45.6
4	50.2	51.5
8	39.5	53.2

在繪圖紙中，以平均葉面積對硝酸鹽濃度，在兩種 CO₂ 濃度處理下分別作圖。

which of the following statement(s) is/are most likely to be correct?

根據圖，下列哪些或哪一個敘述是正確的？

- I 在兩種 CO₂ 濃度以及硝酸鹽濃度在 0-2 mM 之間，葉面積受到氮量的影響。
- II 在 700 ppm CO₂ 下，當硝酸濃度高於 4 mM，質子量的密度可能限制葉子大小
- III 結果顯示：在 350 ppm CO₂ 下，當硝酸濃度從 4 mM 增至 8 mM，植物之葉片總面積降低

- A. I only
- B. III only
- C. II and III only
- D. I and II only
- E. I, II and III

P4.T1.7 to P4.T1.10 小題須參考下表 3a 及 3b

表 3a 及 3b 分別顯示植物種在 350 及 700 ppm CO₂ 下的五片全展葉的重量。

試比較利用非配對樣本(表 3a)及配對樣本(表 3b)統計法是否有顯著差異。

使用 *t*-test 檢驗，此檢驗法的說明及 *t* 值對照表附在附錄 A 及 B。

縮寫字的說明列在表 3b 後面，部份數據已填入，你可在測驗紙上寫字，但記得將答案填寫在答案紙的適當位置。

表 3a: 在 350 ppm 及 700 ppm CO₂ 下生長之植物的葉重量，以非配對樣本計算法統計

葉編號		350 ppm CO ₂ (X)				700 ppm CO ₂		
	Leaf mass (mg) (X) 葉重	X ²	X - $\bar{X}$	(X - $\bar{X}$) ²	Leaf mass (mg) (Y) 葉重	Y ²	Y - $\bar{Y}$	(Y - $\bar{Y}$) ²
1	448				619	383161	104	10816
2	428				593	351649	78	6084
3	415				484	234256	-31	961
4	386				479	229441	-36	1296
5	370				400	160000	-115	13225
Sum ($\sum X_i$, $\sum (X_i^2)$, etc.) 總合					2575	1358507	0	32382
Mean ($\bar{X}$, $\bar{Y}$, $\bar{D}$) 平均					515.1			
($\sum X_i^2$)/n					6630625			
SD = $[(\sum (X_i^2) - ((\sum X_i)^2/n)/(n-1))]^{0.5}$					90.0			
平均值的差								
$S = [(\sum (X - \bar{X})^2 + \sum (Y - \bar{Y})^2)/(n_x + n_y - 2)]^{0.5}$								
$t = (\bar{X} - \bar{Y})/(S[2/(n_x + n_y)]^{0.5})$								

表 3b: 在 350 ppm 及 700 ppm CO₂ 下生長之植物的葉重量，以配對樣本計算法統計

r 葉編號	Leaf mass (mg) 葉重		D = (Y-X)	D - $\underline{D}$	(D - $\underline{D}$) ²
	350 ppm CO ₂ (X)	700 ppm CO ₂ (Y)			
1	448	619			
2	428	593			
3	415	484			
4	386	479			
5	370	400			
Sum (ΣX_i , etc.)總合		2575			
Mean ($\underline{X}$, $\underline{Y}$, $\underline{D}$)平均		515.1			
平均值的差					
SD = $([(\Sigma(D-\underline{D})^2)/(n-1)]^{0.5})/(n^{0.5})$					
$t = (\underline{D} - (\Sigma(D-\underline{D}))/S_D)$					

縮寫

n, number of individuals in sample 樣本數

S, sum of variates 變數的總合

t, Student's t

D, difference between pairs of variates 配對變數的差值

 $\underline{D}$, mean of differences between pairs of variates 配對變數的差值之平均

df, degrees of freedom 自由度

P, probability of a significant difference 顯著差異的機率

SD, Standard deviation 標準差

P4.T1.7 小題：在 350 ppm CO₂處理下之平均葉重，以非配對樣本比較，計算其標準差，並演算至 mg 小數點下一位，將答案填入答案紙中。 (1 point)

P4.T1.8 小題：利用 t-test 所得的機率為何，始能用來決定在 350 ppm CO₂下之葉重和 700 ppm CO₂ 下所得之非配對樣本檢驗(表 3a)並沒有顯著差異。

- A. cheater than 0.99
- B. 0.95 to 0.99
- C. 0.05 to 0.10
- D. 0.01 to 0.05
- E. Less than 0.01

P4.T1.8 小題：利用 t-test 所得的機率為何，始能用來決定在 350 ppm CO₂下之葉重和 700 ppm CO₂ 下所得之配對樣本檢驗(表 3b)並沒有顯著差異。

- A. cheater than 0.99
- B. 0.95 to 0.99
- C. 0.05 to 0.10
- D: 0.01 to 0.05
- E. Less than 0.01

P4.T1.10 小題：下列哪些敘述正確？

- A. 兩種檢驗得到平均值之間有相同程度的顯著差異
- B. 兩檢驗之平均值差異的顯著性之所以不同，是因為公式的誤差
- C. 兩檢驗之平均值差異的顯著性之所以不同，是因為樣本的隨機差異

D. 兩檢驗之平均值差異的顯著性之所以不同，是因為樣本的非隨機差異

E. 兩檢驗之平均值差異的顯著性之所以不同，是因為兩樣本的非隨機配對之之差異

P4.T1.11 to P4.T1.12 小題與表 4 的數據有關

表 4：在兩種 CO₂ 濃度及五種硝酸鹽濃度之營養液下生長之植物的葉重

Nitrate (mM) 硝酸鹽	Leaf mass (mg) 葉重	
	[CO ₂] 350 ppm	[CO ₂] 700 ppm
0	118	103
1	214	221
2	310	365
4	401	514
8	316	532

在繪圖紙上，以每種處理之平均葉重對營養液中硝酸鹽濃度作圖

比較圖中的 1. 葉面積對硝酸鹽濃度、2. 葉重對硝酸鹽濃度

P4.T1.11 小題：根據此二圖(葉面積對硝酸鹽濃度，與葉重對硝酸鹽濃度)所得，在答案紙上標出下列敘述何者正確？

- I 在硝酸鹽濃度 0-2 mM 之間，土壤中硝酸鹽濃度與空氣中的 CO₂ 濃度二者對於平均葉重，呈現正相關。
- II CO₂ 濃度加倍所造成的氣候變化，很可能在所有硝酸鹽濃度下(0 and 8 mM)，顯著增加此種植物之平均葉重。

III 在 700 ppm CO₂ 濃度下，硝酸鹽濃度 4 至 8 mM 之間時，其單位面積之葉重不變。

- A. I only
- B. III only
- C. I and II only
- D. I and III only
- E. I, II and III

(1 point)

P4.T1.12 小題：下列哪些敘述是正確的？

- I 在硝酸鹽濃度 0 至 2 mM 之間，葉面積及葉重皆不受空氣中的 CO₂ 濃度影響
 - II 本研究結果顯示 CO₂ 濃度加倍所造成氣候改變，可能造成植物生長更均質化
 - III 在硝酸鹽濃度 4 至 8 mM 之間，增加硝酸鹽與 CO₂ 濃度二者對葉重的影響，呈現負相關。
- A. I only
 - B. II only
 - C. III only
 - D. I and III only
 - E. I, II and III

第二部分：兩種水生植物的交互作用

簡介

青萍是一種單子葉植物，而滿江紅是蕨類。二者皆是浮水性植物且可行無性繁殖。

滿江紅有共生藍綠菌在其根莖中，

以在低氮的水中固定氮素。

此兩種植物群落的成長可藉由計算其葉片(青萍)或小葉(滿江紅)來代表，

或在不同時間測量其乾重。此兩種方法有其困難度，

且群聚中物種重要性的慣用表示法是以該生物在陸地或水面上所佔比例。

以下問題關於此二種混合生長的植物所佔的面積之估算，

在大多數的生態研究中，不可能測量每一個體，故多以取樣方式，

以下問題需評估取樣過程。

TASKS

在 **P4.T2.1 至 P4.T2.5** 小題中，照片中有青萍(小型鮮綠色葉子)及滿江紅(暗綠色)

另有提供裝有青萍及滿江紅的樣本供參考。

你須要設計一部分的取樣過程，藉此植物群聚的不同組成來估算所佔面積百分比，

取樣可用(1)逢機樣點, (2) 逢機畫線截取，(3)逢機畫區塊三種方式。

勿在照片上作記號！

圖中有十條逢機分布的線截(每條長約 50 mm)，

每條線有一個數字代號，表示其在線截過程中的選取順序，以及在表 5 的對應列。

依截線的數字順序進行測量。

注意：你不須測量每條線，依序分析數據，所以你能在測量四條線後，

計算其平均及其它數值。

每多測量一條線，你的樣本數便增加，同時你亦須完成下一個計算。

當計算每條截線時，從靠近截線代號處開始當做零點。

測量截線蓋過 1.青萍、2.滿江紅部分的長度。

圖中淡色區域表示空白水面，暗色區域代表沉水的滿江紅，亦需測量。

由所測得的值來計算兩種植物在截線上所佔的比例。

把比例填在題目紙上，當樣本數大於三(四條線或更多)，計算

(1)青萍平均覆蓋之百分比

(2)青萍覆蓋百分比的標準差及信心水準(機率為 0.05)，公式參考附錄 A。

(3)變異係數，即青萍的信心水準/覆蓋百分比(比值)

(4)滿江紅的平均覆蓋百分比

(5) 滿江紅覆蓋百分比的標準差及信心水準(機率為 0.05)，公式參考附錄 A。

(6) 變異係數，即滿江紅的信心水準/覆蓋百分比(比值)

把這些值填入題目紙上(表 5)

分別對兩種以變異係數對樣本數作圖。

重覆取樣過程直到滿江紅的覆蓋百分比之變異係數小於 0.25，此時即可在答案紙

上填入下列數值。

P4.T2.1 小題：當滿江紅的覆蓋百分比之變異係數小於 0.25，你需要量幾條線？

(5 or 6)

(2 points)

P4.T2.2 小題：青萍覆蓋的平均百分比(至個位數) (2 points)

P4.T2.3 小題：滿江紅覆蓋的平均百分比(至個位數) **(2 points)**

P4.T2.4 小題：青萍覆蓋的平均百分比之信心水準(至小數點下一位) **(2 points)**

P4.T2.5 小題：滿江紅覆蓋的平均百分比之信心水準(至小數點下一位) **(2 points)**

P4.T2.6 小題：下列哪些敘述是正確的？

- I 每種平均面積的信心水準與樣本數無關
- II 滿江紅的平均面積之信心水準隨樣本數增加而減少
- III 對某樣本數而言，青萍的變異係數較滿江紅大，因為青萍逐漸散開，且在無性繁殖時重新分布，但滿江紅維持是大群落。
- IV 對某樣本數而言，青萍的變異係數較滿江紅大，因為青萍所佔面積比滿江紅小。
- V 以逢機線截取樣完全不可靠

A. I only

B. V only

C. II and IV

D. II and III

E. II, III and IV

(1 point)

表 5 青萍及滿江紅混生之覆蓋面積百分比

	Lemna 青萍								Azolla 滿江紅							
Sample number	Area (%) (A)	Mean	A ²	ΣA ²	(ΣA) ²	SD	CL	CV	Area (%) (A)	Mean	A ²	ΣA ²	(ΣA) ²	SD	CL	CV
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																

Abbreviations: SD, standard deviation; CL, confidence limit (P = 0.05); CV, coefficient of variation

SD, 標準差; CL, 信心水準 ($P = 0.05$); CV, 變異係數

公式附在附錄 A 或文字敘述中

P4.T2.7 to P4.T2.10 小題：生態研究通常用以預測植物或其相關項目之未來特徵

表 6 中的數據代表青萍生長在高營養鹽的淡水池中之生物量變化

表 6 青萍自培養起，在特定天數後的生物量

Time (days)	Biomass of plants (g)
0	10
8	40.2
12	78.5
16	159.7
20	325
24	

P4.T2.7 小題：以表 6 數據作圖(視需要換算數據)，以外差法估算在第 24 天的生物量
將數值填在答案紙上 (2 points)

P4.T2.8 小題：根據表 6 的數據，利用以下提供的公式，計算青萍群落在第 0 天至第 8 天的相對生長速率(RGR)，並將答案填入答案紙上 (至小數點下第三位 $\text{g g}^{-1} \text{day}^{-1}$)

$$\text{RGR} = \frac{(\ln W_2 - \ln W_1)}{(t_2 - t_1)}$$

RGR 為相對生長速率、 W_2 是在 t_2 (days)的重量(g), W_1 是在 t_1 (days)的重量(g)

P4.T2.9 小題：根據表 6 的數據，計算青萍群落在第 12 天至第 20 天的相對生長速率 (RGR)，並將答案填入答案紙上 (至小數點下第三位 $\text{g g}^{-1} \text{day}^{-1}$)

(1 point)

P4.T2.10 小題 從青萍生物量對時間所作的圖中，下列哪些敘述是正確？

- I 在第 8 至 20 天之間，青萍的相對生長速率增加
- II 在第 0 至 20 天之間，青萍的相對生長速率呈指數增加
- III 青萍生長不受營養量的影響
- IV 青萍生長受空間的影響

- A. I only
- B. II and III
- C. III only
- D. II and IV
- E. I, III and IV

(1 point)

以下的 **P4.T2.11** to **P4.T2.12** 小題刪除

APPENDIX A 附錄 A

A1.1 決定平均值的標準差

標準差的計算是利用樣本的下列屬性：

$\sum X_i^2$ ，是變數 X_i 的每一個數值的平方後的總合
 n 是樣本中變數 X 的樣本數

$(\sum X_i)^2$ ，是所有變數 X 數值總合的平方

$$SD = \sqrt{\frac{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}{(n-1)}}$$

A1.2 平均值的信心水準

$$CL = \frac{t \times SD}{\sqrt{(n-1)}} \quad \text{信心水準(CL)可由標準差導出}$$

其中 t 是由學生 t 分布中預設的機率大小($P = 0.05$)和

自由度(df)決定的值， n 是分析的樣本數

$(n - 1)$. 自由度的值是 $(n - 1)$.

A1.3 兩樣本平均值差異的顯著程度

兩樣本(變數 X 及變數 Y)是否有差異可以用學生 t 分布檢定。

此檢定計算兩樣本個別數值(X_i and Y_i)，

以及平均值 ($\underline{X}$ and $\underline{Y}$)，其中 n_1 及 n_2 是兩樣本的樣本數

學生 t 檢定可將兩組樣本以配對或獨立方式進行

如果所算出的 t 值大則可獲得兩組樣本平均值在該機率下有顯著差異的結論
於 t 分布

A1.3.1 Unpaired samples 非配對標本

如果兩組樣本所收到的數據完全獨立，一組樣本的每一數值都必須與另一組樣本的所有數值比較，其流程如下

$$S = \sqrt{\frac{(X - \underline{X})^2 + (Y - \underline{Y})^2}{(n_1 + n_2 - 2)}}$$

and

$$t = \frac{(\underline{X} - \underline{Y})}{S \cdot \sqrt{\frac{2}{n_1 + n_2}}}$$

t 值再與 t 分布表(附錄 B)中，你所期望的顯著水準和自由度下所獲得的值相比較

A1.3.2 Paired samples 配對樣本

如果兩組樣本的數值是以配對的方式測量，

則兩組數值差異的評估可以下列方式進行。兩組樣本的每一組數值的差異(D)

可以計算平均差異($\bar{D}$)，所有組數字計算 $(D - \bar{D})$ 的總合為 0，計算的流程可總結如下

$$S = \frac{\sqrt{\frac{\Sigma(D - \bar{D})^2}{(n - 1)}}}{\sqrt{n}}$$

$$t = \frac{\bar{D} - \Sigma(D - \bar{D})}{S}$$

t 值的檢定方式如同前述非配對樣本的檢定

APPENDIX B

TABLE III. DISTRIBUTION OF t

df	Probability.											
	.9	.8	.7	.6	.5	.4	.3	.2	.1	.05	.02	.01
1	.158	.325	.510	.727	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657
2	.142	.289	.445	.617	.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925
3	.137	.277	.424	.584	.765	.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841
4	.134	.271	.414	.569	.741	.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604
5	.132	.267	.408	.559	.727	.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032
6	.131	.265	.404	.553	.718	.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707
7	.130	.263	.402	.549	.711	.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499
8	.130	.262	.399	.546	.706	.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355
9	.129	.261	.398	.543	.703	.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250
10	.129	.260	.397	.542	.700	.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169
11	.129	.260	.396	.540	.697	.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106
12	.128	.259	.395	.539	.695	.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055
13	.128	.259	.394	.538	.694	.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012
14	.128	.258	.393	.537	.692	.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977
15	.128	.258	.393	.536	.691	.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947
16	.128	.258	.392	.535	.690	.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921
17	.128	.257	.392	.534	.689	.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898
18	.127	.257	.392	.534	.688	.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878
19	.127	.257	.391	.533	.688	.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861
20	.127	.257	.391	.533	.687	.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845
21	.127	.257	.391	.532	.686	.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831
22	.127	.256	.390	.532	.686	.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819
23	.127	.256	.390	.532	.685	.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807
24	.127	.256	.390	.531	.685	.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797
25	.127	.256	.390	.531	.684	.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787
26	.127	.256	.390	.531	.684	.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779
27	.127	.256	.389	.531	.684	.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771
28	.127	.256	.389	.530	.683	.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763
29	.127	.256	.389	.530	.683	.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756
30	.127	.256	.389	.530	.683	.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750
40	.126	.255	.388	.529	.681	.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704
60	.126	.254	.387	.527	.679	.848	1.046	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660
120	.126	.254	.386	.526	.677	.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617
∞	.126	.253	.385	.524	.674	.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576



350/8

