

# 2011 年第廿二屆國際生物奧林匹亞競賽 -- 實驗試題(III)

中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

## 實作三：生態學與系統學

### 【工具】

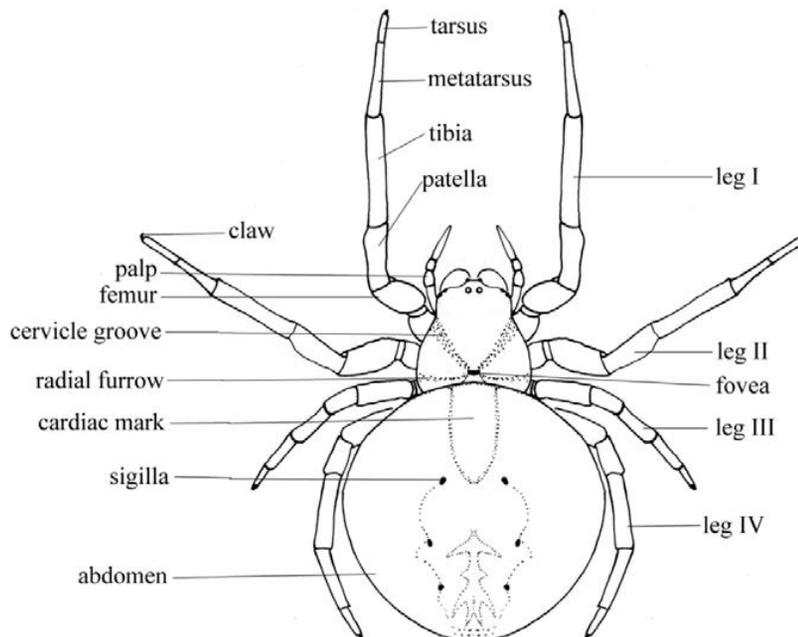
1. 解剖顯微鏡 × 1
2. 鑷子 × 2
3. 培養皿 × 2
4. 70%酒精 × 1
5. 塑膠滴管 × 1
6. 1-m 方格卡紙 × 1 (包在夾鍊袋中)
7. 四張彩色圖片與一張黑白圖片  
Figures (Figures 1-3 to 1-12) × 4  
Figure (Figure 2-1) × 1

### 【材料】

1. 四隻擺在玻璃管中的蜘蛛樣本(標記為 W、X、Y、Z) × 1

## 測驗一：重建這些蜘蛛的親緣關係樹 (60 分)

A



B

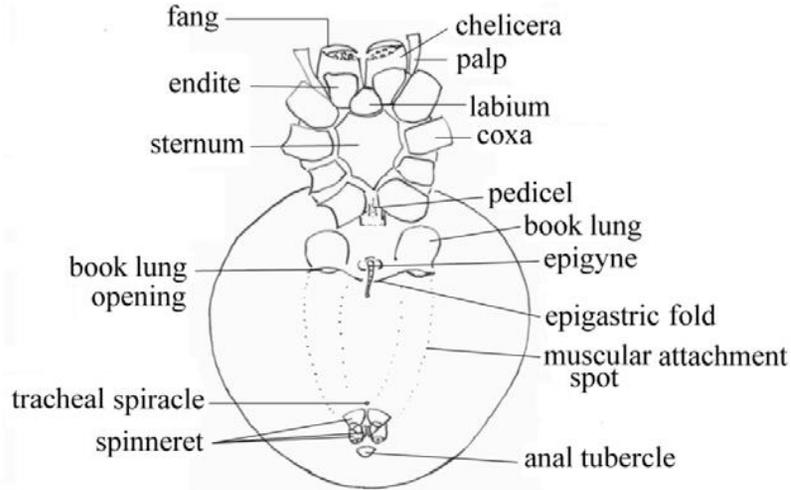


Figure 1-1 蜘蛛的外部形態 A.背方觀 B.腹面觀

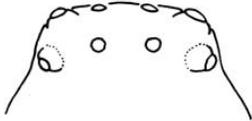
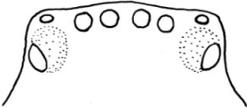
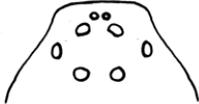
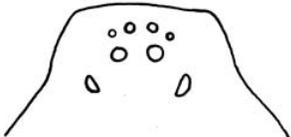
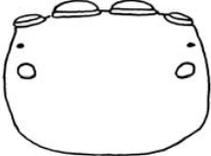
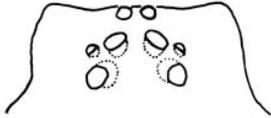
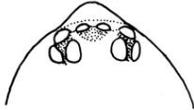
<p>A: 排列成兩排，一排有四個單眼</p> 	<p>B: 排列成兩排，第一排有六個單眼</p> 	<p>C: 排列成四排，第一排只有兩個最小的單眼，其它六個單眼圍成一個近似六角的形式</p> 
<p>D: 排列成三排，前方四個單眼在尺寸上是最小的</p> 	<p>E: 排列成三排，前面兩個中單眼最大</p> 	<p>F: 排列成三排，第二排有四個單眼</p> 
<p>G: 共有八個單眼，其中有一個”兩眼集合組”及兩個”三眼集合組”</p> 	<p>H: 只有六個單眼然後有兩個”三眼集合組”</p> 	<p>I: 有六個單眼然後有三個”兩眼集合組”</p> 

Figure 1-2 蜘蛛單眼的排列型式

Figures 1-3 到 1-12 的蜘蛛特徵狀態圖說與縮寫

- Figure 1-3 書肺(book lung) A 兩對 B 一對  
Figure 1-4 續絲器(spinnerets) A 三對 B 兩對  
Figure 1-5 篩器，輔助續絲器官(Cribellum) A.沒有 B.有  
Figure 1-6 第四後跗節(metatarsus)上的基節櫛狀構造(calamistrum) A.沒有 B 有  
Figure 1-7 爪(tarsi claw) A.三個 B.兩個  
Figure 1-8 爪的毛束 A.沒有 B.有  
Figure 1-9 前續絲器(AS)的基部 A.遠遠地分離 B.接近或連在一起  
Figure 1-10 步足型式 A. 前行性(往前放) B 側性性(往兩側放)  
Figure 1-11 第一對與第二對足的脛節(tibia)與後跗節有一系列的長刺，而這些長刺間雜有短剛毛 A.沒有 B.有  
Figure 1-12 第四對步足腿節上是否有感覺毛簇(trichobothria) A.沒有 B.有

### 1-1 一些常見蜘蛛的檢索表

世界上有很多各式各樣的生物，對於不熟悉的生物，生物學家通常會選擇一些合適的檢索表，試著找到這些生物的名稱。所謂二叉式檢索表(非 a 即 b)也就是使用一些鑑識特徵把生物一步一步地分成不同類群。在以下的檢索表中，請由 1 開始，選擇你認為你在標本上所看到的特徵狀態(a 或 b)，然後依次檢索直到物種的學名被鑑定出來。以下是一些全球常見蜘蛛的檢索表。

#### 一些常見蜘蛛的檢索表

1a 有兩對書 (Fig. 1-3A).....	2
1b 有一對書肺 (Fig. 1-3B).....	3
2a 三對續絲器 (Fig. 1-4A).....	A. aus
3a 續絲器前面有一個 cribellum (Fig.1-5B)，在第四對足的后跗節有一個 calamistrum (Fig.1-6B).....	Z. cus
3b 續絲器沒有 cribellum 也沒有 calamistrum (Fig. 1-5A, 1-6A).....	4
4a 有六個單眼.....	5
4b 有八個單眼.....	6
5a 六個單眼以三個”二眼集合體”型式出現(Fig. 1-2I).....	S. dus
5b 六個單眼以兩個”三眼集合體”型式出現 (Fig. 1-2H).....	P. eus
6a 跗節有兩爪(Fig. 1-7B),有或沒有跗節毛束.....	7

6b	跗節有三爪(Fig. 1-7A),絕對沒有跗節毛束(Fig. 1-8A).....	10
7a	單眼以三排或四排型式排列(Figs. 1-2C, D, E, F).....	8
7B	單眼以兩排型式排列(Figs. 1-2A, B).....	.9
8a	三排單眼排列成 4-2-2 的型式, 兩個中單眼(AMEs)特別大(Fig. 1-2E).....	T. fus
8b	三排單眼排列成 2-4-2 的型式(Figs. 1-2F), 兩個中單眼非屬以上型式.....	C. gus
9a	兩個前方的續絲器基部遠遠分離(Fig. 1-9A), 步行足是往前伸的(Fig. 1-10A)....	Z. hus
9b	兩個前方的續絲器基部連結(Fig. 1-9B), 步行足往兩側伸 (Fig. 1-10B).....	T. kus
10a	單眼排列成六邊型, 以 2-2-2-2 四排型式出現 (Fig. 1-2C).....	O. lus
10b	單眼並不排列成六邊型.....	11
11a	單眼排列成兩排(Figs. 1-2A, B).....	12
11b	單眼排列成三排(Figs. 1-2D, E, F).....	P. mus
12a	第一對與第二對步足的脛節與後跗節有一整排長刺中間雜有短剛毛(Fig.1-11B) .....	M.nus
12b	第一對與第二對步足沒有這種構造.....	13
13a	第四步足腿節遠體端具有兩排的感覺毛簇(Fig. 1-12B).....	L. ous
13b	第四步足腿節沒有這樣的毛簇(Fig. 1-12A).....	N. pus

### 問題 1.1.1 (一隻正確鑑定蜘蛛得 4 分, 共計 16 分)

將蜘蛛的編號與名字分別配對, 並在你的答案卷上把蜘蛛編號填在正確的格子中。

每一隻蜘蛛的編號只能使用一次, 否則重覆的編號都不予計分。

### 問題 1.1.2 (一小格得 0.65 分, 共計 13 分)

把你鑑定出來的蜘蛛的特徵依據表中左列特徵填入其狀態, 有填” +”, 沒有填” -”。

(每一小格錯會倒扣 0.2 分, 扣到零分為止)

## 1-2 重建八種蜘蛛的親緣關係樹

以下特徵矩陣代表了八種假想物種(A-H)的特徵(a-t)。根據這個矩陣, A 是外群而其它的類群是內群。0 代表祖徵, ” -”代表缺失特徵。1-6 代表衍徵。我們可使用共有衍徵來重建其支序圖。每一個特徵在某分支上的變化表示一個演化事件的步驟(例如 e-5, t-4)。圖 Figure1-13 所顯示的樹是唯一的最簡約樹, 並顯示所有節上的特徵變化, 而 1-15 代表這棵樹上的 15 個變化。

(特徵矩陣 1-1)

Taxa	Character													
	a	b	c	d	e	F	g	h	m	n	o	p	s	T
A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-
B	1	1	0	1	5	0	0	1	1	1	0	0	2	-
C	1	1	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	2	-
D	1	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	-
E	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3
F	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	4
G	1	1	0	1	4	0	0	1	1	1	0	0	2	-
H	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	2	-

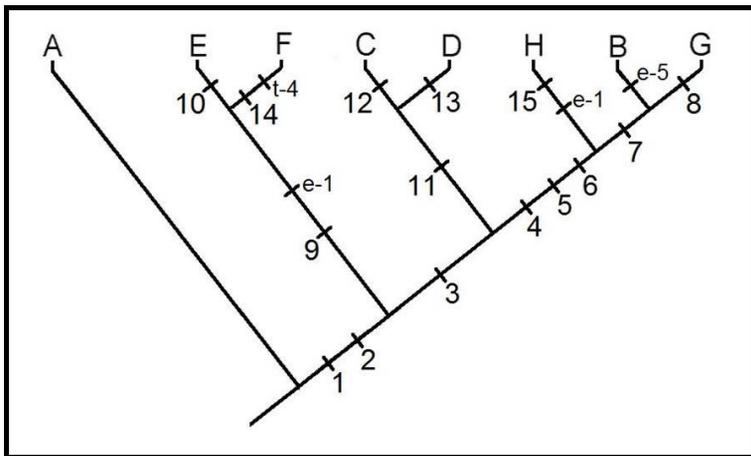


Figure 1-13 由矩陣 1-1 所得之最簡約樹

問題 1.2. 請把 1-15 各步所代表的特徵變化(例如 e-1)填入答案卷中

根據 1-13 圖所顯示的支序圖回答以下的問題：

問題 1.3.1.(2 分) 這棵樹長到底總共有幾步

問題 1.3.2.(2 分) 除了 e-1，還有那個特徵具有趨同演化

問題 1.3.3.(2 分) 請問(C,D)的姐妹群為何？

- (A){E, F} (B){H, B, G} (C){F} (D){H} (E){B, G}

問題 1.3.4. (每一正確答案得 0.4 分，共 2 分)

以下那些特徵變化發生在 m-1 之前？若正確在答案卷中的 True 欄打 X，若錯誤請在 False 欄打 X

Character	s-1	s-2	a-1	g-1	d-1
-----------	-----	-----	-----	-----	-----

問題 1.3.5 以下五個分類群屬於什麼型的分類群？I 表示多系群，II 表示多系群，III 表示單系群

Taxon	{H}	{B, C, G, H}	{C, D, E, F}	{B, G, H}	{B, E, G}
-------	-----	--------------	--------------	-----------	-----------

測驗二：測試一個生物群落中的物種伴生狀態 (40 分)

對於生物群落的基本概念是”物種之間的伴生或依存關係實際上傾向於非隨機”。如果要瞭解一個群落中的物種伴生狀態其中一種方法就是使用一個二維表格(如 Table 2-1-0 所示)：如果一個樣區包含了 X 與 Y 兩個物種，那麼這種狀態被標記為 a，然後如果一個樣區只有 Y、X、或都沒有，則分別被標記為 b、c、或 d。

Table 2-1-0

Species y	Species x		Total
	Present	Absent	
Present	A	b	a+b
Absent	C	d	c+d
Total	a+c	b+d	n

$n = a + b + c + d$  (所有出現狀況之總合為 n)

$P(x) = (a+c)/n$  (獲得 X 物種的機率)

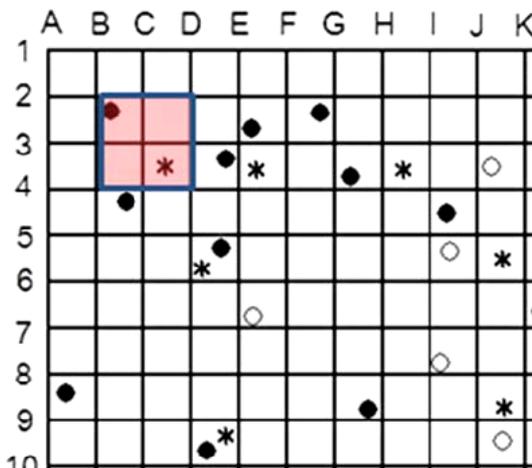
$P(y) = (a+b)/n$  (獲得 Y 物種的機率)

$JP = P(x) \times P(y)$  (兩個物種都存在的機率) =  $n \times JP$  (兩物種皆存在狀況之期望值)

( $\chi^2$ ) (卡方分析的顯著水準)

Df	Significance level ( $\alpha$ )	
	0.05	0.01
1	3.841	6.635
2	5.991	9.210
3	7.815	11.345

圖 2-1 顯示一個假想群落中 A 植物(○)、B 植物(●)以及一種伴生蜘蛛(\*)的分布圖。每一個方格為 0.5×0.5 平方公尺



(此為 Fig.2-1 之圖例，並標記出 C-3 作為例區)

## 2-1

以樣框法分析 A 植物與蜘蛛的伴生關係，作法如下：使用一個一公尺見方的樣框與以下 40 種逢機抽選的點作為該方格的中心點(也就以每個點為中心會有 2×2 個小方格)

N-11, S-8, F-10, Q-18, O-16, K-2, L-4, M-17, M-4, H-17

X-2, K-11, T-19, M-8, P-10, G-8, B-19, M-19, S-10, O-12

J-18, D-7, B-17, I-11, B-10, G-13, V-16, C-3, F-5, R-15

L-2, Q-11, R-5, G-11, K-10, T-10, X-9, R-3, O-3, F-16

### 問題 2.1.1

在答案卷上的 Table2-1-1 寫下結果，並回答以下五個問題

問題 2.1.2a. (0.6 分) 計算 A 植物出現的機率

問題 2.1.2b. (0.6 分) 計算蜘蛛出現的機率

問題 2.1.2c. (0.6 分) 計算兩者皆出現的機率

問題 2.1.2d. (0.6 分) 兩者皆出現之狀況的期望值

問題 2.1.2e. (0.6 分) 如果兩個物種都出現的觀測值比起期望值為高，那麼我們就說兩物種的伴生關係是正相關，若較期望值為低則為負相關。所以植物 A 與蜘蛛的伴生關係為何？P 表正相關 N 表負相關

## 2-1-3

在自由度為 1 的情況下，如何計算  $\chi^2$  的公式

$$n = a + b + c + d$$
$$\chi^2 = \frac{n(ad - bc)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

問題 2.1.3. (2 分) 根據你所完成的 Table 2-1-1 計算並取到  $\chi^2$  小數點第四位

## 2-1-4

V 這個係數被拿來估計兩個物種伴生關係的強度，而 V 值的範圍由-1(強烈負相關)到 +1(強烈正相關)而 0 表示無相關。

$$V = \frac{ad - bc}{\sqrt{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}}$$

問題 2.1.4a. (2 分) 計算 2-1-1-表中所得之 V 值到小數點第四位

問題 2.1.4b. (2 分) 根據 V 值，請在答案格中以 X 標示這兩個物種的伴生關係強度落在何等級

2-2 以下這個表顯示以 40 個逢機放置的 2 公尺見方樣框所得到的數據

Table 2-2-1

Plant-A(○)	Spider (*)		Total
	Present	Absent	
Present	14	16	30
Absent	8	2	10
Total	22	18	40

在自由度為 1 的狀況下進行卡方分析得  $\chi^2 = 0.3670V = -0.2901$  V 值為  $-0.2901$

根據 Table 2-2-1 回答以下問題：

**問題 2.2.1a. (2 分)** A 植物與蜘蛛的伴生關係為何？(P 表正相關，N 表負相關)

**問題 2.2.1b. (2 分)** 那麼根據 V 值，這兩種生物伴生關係的強度落在何等級？(以 X 填入表格)

**問題 2.2.2. (共 6 分)** 回答以下陳述為”是”或”否”並以 X 填註

**問題 2.2.2a. (2 分)** 無論是使用 1m 或 2m 見方的樣框(sections 2-1 與 2-2)都讓我們拒絕物種伴生關係為逢機的假說

**問題 2.2.2b. (2 分)** 樣框尺寸越大結果就會越精確

**問題 2.2.2c. (2 分)** 若在樣框法上增加取樣數，應該可以增進物種伴生研究結果的精確性

**2-3** 根據完整的圖 2-1，以最近鄰法系統性地整理每株植物最近鄰居的出現頻度，來評估 A 植物(○)與 B 植物(●)之間的伴生狀況，並把結果填在答案卷中”。

**問題 2.3.1. (1 格 0.5 分，共 3 分)** 把結果填入 Table2-3-1 中

**問題 2.3.2a. (2 分)** 根據 Table2-3-1 結果以及自由度為 1 的狀況計算  $\chi^2$  至小數點第四位

**問題 2.3.2b. (3 分)** 這兩種植物的分布是逢機？伴生？或完全無關？以 X 填入正確的答案格

**2-4** 請問以下陳述為”是”或”非”？請以 X 標記在答案格中(4 分)

**問題 2.4.1.(2 分)**  $\chi^2$  test 對”最近鄰法”的虛無假說是”A 植物與 B 植物皆為逢機分布”

**問題 2.4.2.(2 分)** 以”最近鄰法”可避免樣框法所產生的問題

(待續)