

2010 年第廿一屆國際生物奧林匹亞競賽 -- 實驗試題(4)

中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

實驗四：生態學

總分：51 分，可用時間：90 分鐘

項目 I：海岸動物群集的特徵（16 分）

【材料】

群集模式圖版(40×37 cm) 1 個、透明方格圖版(37×37 cm) 1 個、計算機 1 個

【前言】

一個族群係一群居住在特定區域之同種生物個體，而一個群集則係特地區域內，由一群不同物種所形成的群體。辨識族群及群集的特性是預測環境因子影響生態變化的基礎。

問題 1 (4 分)

圖版上所顯示的海岸群集中有 9 種動物。請利用直接計數法計算各物種之族群大小（量，N）及其密度（每平方米之數量）。此透明方格圖版中每一格為一平方米（1 m x 1 m）。請將你的答案計算至小數點後 2 位，並將所得數據填於答案卷上。

Species	Population size 族群大小
Starfish 海星 	
Razor clam 刀蛤 	
Sea slater 海蟑螂 	15
Sea urchin 海膽 	

Species		Population size 族群大小
Fiddler crab 招潮蟹		13
Octopus 章魚		
Oyster 牡蠣		
Mudskipper 彈塗魚		
Sea anemone 海葵		13

問題 2 (2 分)

下表記錄了 2 處不同海岸群集的種類及其族群數。計算每種物種在其所屬的群集中所佔的相對比例。請將你的答案計算至小數點後 2 位，並將所得數據填至答案卷上。

Community A		Community B	
Species	Population size	Species	Population size
Starfish 海星	13	Fiddler crab 招潮蟹	2
Razor clam 刀蛤	18	Barnacle 藤壺	18
Sea slater 海蟑螂	13	Sea anemone 海葵	15
Sea urchin 海膽	12	Sea cucumber 海參	2
Fiddler crab 招潮蟹	11	Hermit crab 寄居蟹	5
Gastropod 腹足類	8	Gastropod 腹足類	8
Oyster 牡蠣	12		
Mudskipper 彈塗魚	9		
Sea anemone 海葵	10		
Total	106	Total	50

問題 3 (4 分)

物種分佈位序圖是一種根據各物種所佔相對數量比例，並將之由大至小排列的圖表。請在答案卷上所附之方格表中，依據你上一題所計算得到之數據，繪製一份物種分佈位序圖。請分別以 A 及 B 標示曲線所代表之群集類群，並註明 X 及 Y 軸的單位及名稱。

問題 4 (4 分)

利用下列公式計算上述兩海岸之 Shannon-Wiener 物種多樣性指標(H')，請計算至小數點後 2 位，並填入答案卷中。

$$H' = - \sum_{i=1}^n (p_i \ln p_i)$$

p_i = 在一群集中第 i^{th} 物種之數量佔全體物種總個體數之比例

$\ln p_i$ = p_i 之自然對數

n = 群集中有多少物種

問題 5 (1 分)

根據你所繪之物種分佈位序圖，下列敘述中勾選 (✓) 有哪個或哪些是對的。

- A. 群集 A 物種的均勻度高於群集 B。
- B. 群集 A 物種的均勻度低於群集 B。
- C. 群集 A 物種的豐富度高於群集 B。
- D. 群集 A 中物種豐富度低於群集 B。

問題 6 (1 分)

關於二群集的物種多樣性指標，下列敘述何者正確？請在答案卷上勾選 (✓)

- A. 具有較高物種多樣性指標(H')的群集應被保護。
- B. 物種多樣性指標(H')是指居住在海岸地區之物種數。
- C. 某地之物種多樣性指標(H')與該地之物種均勻度呈反比。
- D. 物種多樣性指標(H')係同時考量物種豐富度 (物種數) 及物種均勻度。

項目 II：標識及再捕捉法（捉放法）（8 分）

【材料】

塑膠罐內有塑膠塊 1 個、取樣網瓢(100 ml) 1 個、計算機 1 個

【前言】

一些個體被捕獲，標識後放回原有族群內。從此族群內再取樣，計算此樣本內具有標識的個體。假設所有的個體其被捕捉的機會是相同的，且同一個體不會重複計算，則族群數量的估算可用修正後的 Lincoln Index 來計算，其公式如下：

$$N = \frac{(M+1)(S+1)}{(R+1)} - 1$$

N : 所估算之族群大小

M : 被標識個體數

S : 在第二次取樣中所捕獲之個體數

R : 第二次取樣中，所再捕獲之被標示個體數

在此考項中，塑膠罐代表一個具有一水生甲蟲族群（塑膠塊）之水塘，一塑膠塊即代表一隻甲蟲。此一族群中有 40 隻個體（具有紅色標記）係為第一次捕捉所標放者，請你進行第二次取樣。

問題 7 (4 分)

用取樣網瓢，由池塘中捕捉一批水生甲蟲的樣本（此為第二次取樣）。用取樣網瓢取滿兩瓢的個體數合併計算為一樣本（假設此族群在第一次上標後到此次取樣間沒有出生、死亡、移出、移入的現象）。估算族群數量到小數點後 1 位，將答案寫在答案卷上。

問題 8 (4 分)

捉放法有一定程度之不確定性，因其係藉由樣本來估算族群數量，並非整個族群的計數。我們可藉由計算標準偏差(SE)來估算此一不確定性。標準偏差(SE)公式計算如下：

$$SE = \sqrt{\frac{M^2(S+1)(S-R)}{(R+1)^2(R+2)}}$$

95%的信賴間隔（區間）可藉： $N \pm t \cdot SE$ 獲得。此 95%的信賴區間是指所估算之族群量座落在此數值範圍（信賴區間）內的機會達 95%。當 Student's t-值之自由度為無窮大時，t-值即是 Z-值。下表提供了重要的 Student's t-值的資訊。

由表中找出適當的 t-值來計算你所估算之族群數量的 95%信賴區間，將你由表中所選的數字填在答案卷上，另將你所得數據四捨五入至小數點後 2 位，填在答案卷上。

關鍵 t 值分佈表

Degree of freedom 自由度	$\alpha = p = P(t > t_{critical})$			
	0.1	0.05	0.01	0.001
1	6.31	12.71	63.66	636.62
2	2.92	4.30	9.93	31.60
3	2.35	3.18	5.84	12.92
4	2.13	2.78	4.60	8.61
5	2.02	2.57	4.03	6.87
6	1.94	2.45	3.71	5.96
7	1.89	2.37	3.50	5.41
8	1.86	2.31	3.36	5.04
9	1.83	2.26	3.25	4.78
10	1.81	2.23	3.17	4.59
11	1.80	2.20	3.11	4.44
12	1.78	2.18	3.06	4.32
13	1.77	2.16	3.01	4.22
14	1.76	2.14	2.98	4.14
15	1.75	2.13	2.95	4.07
16	1.75	2.12	2.92	4.02
17	1.74	2.11	2.90	3.97
18	1.73	2.10	2.88	3.92
19	1.73	2.09	2.86	3.88
20	1.72	2.09	2.85	3.85
21	1.72	2.08	2.83	3.82
22	1.72	2.07	2.82	3.79
23	1.71	2.07	2.82	3.77
24	1.71	2.06	2.80	3.75
25	1.71	2.06	2.79	3.73
26	1.71	2.06	2.78	3.71
27	1.70	2.05	2.77	3.69
28	1.70	2.05	2.76	3.67
29	1.70	2.05	2.76	3.66
30	1.70	2.04	2.75	3.65
40	1.68	2.02	2.70	3.55
60	1.67	2.00	2.66	3.46
120	1.66	1.98	2.62	3.37
∞	1.65	1.96	2.58	3.29

項目 III：物種間之交互作用（14 分）

【材料】

二物種模式圖版(30×32 cm)1 個、透明方格圖版(30×30 cm) 1 個、計算機 1 個

【前言】

旋螺及蛤居住在同一環境，欲瞭解兩者間有無關連性，我們可檢測此二物種在環境中的分佈狀況。

問題 9 (2 分)

用透明方格圖版來判別上述二物種在各方格內的有無情形。請將你所統計之方格數（有/無）填入答案卷中。

問題 10 (2 分)

卡方分析（Chi-square (χ^2) test）可以用來檢測某物種在環境中，分佈之顯著性（即某物種之分佈是否與環境有所關聯），上述的情形中，卡方分析之虛無假設表示此二物種之分佈屬於：

- A. 非隨機分佈
- B. 兩物種間為獨立者即互不影響
- C. 顯示二物種間有此消彼長的負面影響
- D. 顯示二物種間有正向之相互影響
- E. 二物種間受到第三種物種之影響

請於答案卷中勾選(✓)正確答案

問題 11 (4 分)

執行卡方分析時，首先需計算每一觀察組別之期望（預測）值。例如，兩個物種皆出現之方格數的期望值即可藉由一物種所出現的方格數乘另一物種所出現之方格數後除以所有的方格數而得出。計算本題之期望值至小數點後 1 位，填入答案卷中。

問題 12 (2 分)

用下列公式，計算此資料(上題之期望值)之卡方值至小數點後 2 位，並填入答案卷中。

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{observed count} - \text{expected count})^2}{\text{expected count}}$$

問題 13 (1 分)

為檢測卡方值，資料的自由度(*df*)必須確認。本資料的自由度為何？請將數值填入答案卷中。

問題 14 (2 分)

將顯著水準設在 0.05 (即或然率 *p* 為 5%)，決定是否拒絕或不拒絕虛無假設。在所提供之卡方值分佈表中，選取出最適切的自由度並比較你所得之卡方值與表中所列之卡方值，來做出你對虛無假設的決定，並在答案卷中勾選(✓)正確答案。

問題 15 (1 分)

考量上述二物種之空間分佈型態，試問此二物種間的交互作用可能為何？請選出所有可能的答案，並勾選(✓)於答案卷中

- A. 無交互作用存在
- B. 片利共生
- C. 競爭
- D. 寄生關係
- E. 互相排斥

Chi-square Table 卡方值分佈表

Degree of freedom 自由度	Probability, <i>p</i> 或然率 (機率 <i>p</i>)				
	0.99	0.95	0.05	0.01	0.001
1	0.000	0.004	3.84	6.64	10.83
2	0.020	0.103	5.99	9.21	13.82
3	0.115	0.352	7.82	11.35	16.27
4	0.297	0.711	9.49	13.28	18.47
5	0.554	1.145	11.07	15.09	20.52
6	0.872	1.635	12.59	16.81	22.46
7	1.239	2.167	14.07	18.48	24.32
8	1.646	2.733	15.51	20.09	26.13
9	2.088	3.325	16.92	21.67	27.88
10	2.558	3.940	18.31	23.21	29.59
11	3.05	4.58	19.68	24.73	31.26
12	3.57	5.23	21.03	26.22	32.91
13	4.11	5.89	22.36	27.69	34.53
14	4.66	6.57	23.69	29.14	36.12
15	5.23	7.26	25.00	30.58	37.70
16	5.81	7.96	26.30	32.00	39.25
17	6.41	8.67	27.59	33.41	40.79

Degree of freedom 自由度	Probability, p 或然率 (機率 p)				
	0.99	0.95	0.05	0.01	0.001
18	7.02	9.39	28.87	34.81	42.31
19	7.63	10.12	30.14	36.19	43.82
20	8.26	10.85	31.41	37.57	45.32
21	8.90	11.59	32.67	38.93	46.80
22	9.54	12.34	33.92	40.29	48.27
23	10.20	13.09	35.17	41.64	49.73
24	10.86	13.85	36.42	42.98	51.18
25	11.52	14.61	37.65	44.31	52.62
26	12.20	15.38	38.89	45.64	54.05
27	12.88	16.15	40.11	46.96	55.48
28	13.57	16.93	41.34	48.28	56.89
29	14.26	17.71	42.56	49.59	58.30
30	14.95	18.49	43.77	50.89	59.70

項目 IV：對獵物選擇之模式 (13 分)

【材料】

獵物模式圖版(22×24 cm) 2 個、計算機 1 個

【前言】

動物覓食時會遇到不同型態的獵物。每一種型態的獵物可藉其所含有之能量(E)，尋找該獵物所花費的時間(尋找時間, T_s)，以及捕捉及進食該獵物的時間(捕食時間, T_h)等來區分。故我們可藉 $E/(T_s+T_h)$ 來測量獵物之適合性或有利益程度。在此種情形下，根據最適覓食理論，天擇將有利於動物所採取之覓食行為，使其能在單位覓食時間內獲取最大的淨能量(即扣除覓食過程中所消耗的能量後所得之淨收入)。

對覓食者而言，覓食行為的選擇取決於其接受或拒絕牠所遭遇的獵物。假設有 2 種不同型態的獵物存在，第一型及第二型，倘若第一型獵物之有利程度較高—即 $E_1/(T_{s1}+T_{h1}) > E_2/(T_{s2}+T_{h2})$ ，如此情況，則第一型獵物應永遠被接受。獵物之有利程度係與其密度有關，也就是此有利程度會因該種獵物變少而降低其有利程度。

在圖版地點 I 及 II 區，有三種海鷗所會捕食的獵物：

Prey A: Spiral shellfish 獵物 A: 旋螺	Prey B: Clam 獵物 B: 蛤	Prey C: Razor clam 獵物 C: 刀蛤
		

問題 16 (2 分)

在第一區，紀錄 ABC 三種獵物的密度（每平方米之每種個體數，假設每一方格係 1 平方米），根據下表所提供之資訊（在每一物種密度為 1 隻時，所需的尋找時間）來計算對每種獵物的尋找時間(Ts)。Ts= (1/density) · a (sec)。‘a’值為一物種之常數，請將數值計算至小數點後 2 位。

Prey species	當獵物密度為 1 時，所需之尋找時間
Prey A	10
Prey B	15
Prey C	5

問題 17 (2 分)

海鷗在捕到一隻獵物後，會高飛並將其丟下以打破其殼，若殼未破，海鷗會重複此行為。下表顯示其投擲獵物的高度及打破獵物殼所需的平均投擲數。根據下表中所提供各種不同獵物被投擲的高度及所需打破之平均次數來看，海鷗若為最適覓食者時，所應採行之最佳投擲高度為何？將答案勾選(✓)於答案卷上。

Prey A 獵物 A	投擲高度	打破殼所需之平均投擲次數
	2	60
	3	40
	5	20
	10	8
	15	7

Prey B 獵物 B	投擲高度	打破殼所需之平均投擲次數
	2	60
	3	20
	5	7
	10	5
	15	4

Prey C 獵物 C	投擲高度	打破殼所需之平均投擲次數
	2	30
	3	10
	5	8
	10	5
	15	4

問題 18 (2 分)

海鷗在 0.5 秒可升高或降低 1 米，請根據上題你所選取之最佳獵物投擲高度，計算每種獵物之捕食時間(Th)，將答案填於答案卷上。

問題 19 (3 分)

下表列出從每種獵物身上所能獲得之平均能量（仟焦耳(KJ)）。請計算在 I 區中每一獵物的有利程度至小數點後 2 位，並將答案填於答案卷上。

Prey species	能量（仟焦耳每一獵物）
Prey A	7
Prey B	25
Prey C	5

問題 20 (2 分)

在下列的選項中，對 I 區活動的海鷗而言，何者為最適的決定？勾選最可能之答案於答案卷上。

- A. 將所有的獵物 A 皆吃光
- B. 將所有的獵物 B 皆吃光
- C. 將所有的獵物 C 皆吃光
- D. 先吃獵物 A 而後改吃獵物 B
- E. 先吃獵物 B 而後改吃獵物 C

問題 21 (2 分)

假設有一隻海鷗在 II 區發現一隻獵物 C，牠可選擇不吃此獵物，而飛到第 I 區去尋找獵物 B。若由 II 區飛到 I 區須耗時 50 秒，則海鷗若要達到對下一獵物的最大有利程度時，其該作何決定？參考所提供之第 II 區獵物分佈圖版，於答案卷上勾選最適當的答案。

- A. 海鷗將吃第 II 區之獵物 C
- B. 海鷗將移到 I 區去尋找獵物 B
- C. 海鷗將在第 II 區尋找獵物 B
- D. 海鷗將移到第 I 區去尋找獵物 C
- E. 海鷗將在第 II 區尋找獵物 A

(完)