

2005 年第十六屆國際生命科學奧林匹亞競賽 -- 實驗試題(2)

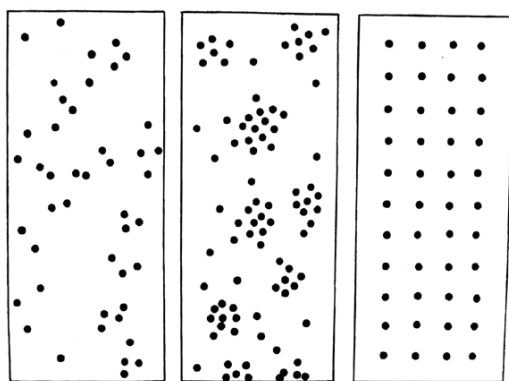
中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

第 III 部份：動物解剖及生態

作業一：決定動物分佈的類型並估計族群的大小（16 分）

說明

黃粉甲蟲(*Tenebrio molitor*)屬於鞘翅目的一種昆蟲，生活於穀倉等儲存糧食的地方，生活史中大多為幼蟲期，成蟲期極短，在本實驗中要作黃粉甲蟲(*T. molitor*)二個生態的研究：族群的分佈類型及數量。一個族群的分佈類型代表著其個體在空間中的關係，並且在建立可靠的取樣方法上極為有用，一般來說，有三種分佈類型：隨機分佈、均勻分佈、叢生分佈(請看下圖)。



隨機

叢生

均勻

假如你把一個區域分成較小而且的相等的方格並計算每個方格中的個體數，你

就能區分以上的分佈類型。如果是均勻分佈，樣本的均方(S^2) 將為零；如果是隨機分佈，將會得到典型的 Poisson 分佈；假如是叢生分佈，你的樣本就不會得到 Poisson 分佈。因此，可以根據以樣本的均方(S^2)及平均(m)來區別這三種分佈的類型。

若 $S^2/m=0$ ，是均勻分佈

若 $S^2/m=1$ ，是隨機分佈

若 $S^2/m > 1$ ，是叢生分佈

Here, $m = (X_1+X_2+\dots+X_n)/n$

$S^2=[(X_1-m)^2+(X_2-m)^2+\dots+(X_n-m)^2]/(n-1)$

X_1, X_2, \dots, X_n 分別代表方格 1, 2, ..., 及方格 n 中的個體數目， n 代表你所取樣的方格總數。

材料方法

一張照片顯示一個搪瓷盤中放入黃粉甲蟲(*T. molitor*)，搪瓷盤分成 7x7 的方格作為計數方式

任務：決定黃粉甲蟲(*T. molitor*)分佈的類型

實驗步驟

計數在 A1, A4, B7, C5, D2, D7, E3, F1, F6

和 G3 方格(共 10 個方格)中的黃粉甲蟲(*T. molitor*)總數

回答下列問題：

問題 1：求 S^2/m 的值 (2 分)

- A. 0.1
- B. 0
- C. 1
- D. 3.4

問題 2：判斷黃粉甲蟲(*T. molitor*)族群分佈類型

- A. 均勻分佈
- B. 隨機分佈
- C. 叢生分佈

問題 3：(多選)下列哪些方法會改變上題中族群分佈類型的判斷？

- A. 仍選取相同的 10 個方格，但將取樣的順序倒過來
- B. 只選取位於角落的 4 個方格(A1, A7, G1 和 G7)來計算
- C. 只選取位於中央的 5 個方格來計算
- D. 重新隨機取樣 10 個方格

問題 4：下列有關族群分佈和族群內個體關係的描述，何者正確？

- A. 個體間互相排斥時會出現均勻分佈
- B. 個體間互相排斥時會出現隨機分佈
- C. 個體間互相吸引時會出現均勻分佈
- D. 個體間互相吸引時會出現叢生分佈
- E. 個體間為互相獨立時會出現均勻分佈

估計族群數目

在族群生態學中族群數目是一個很重要的因子，族群數目的統計方法有許多種，其中標記再捕法是動物族群數量估計中常用的方法。在某地區有一動物族群，其個體數量為 N ，第一次捕獲進行標記的個體數量為 M ，放回經過一段時間後，再捕獲的個體數量為 R ，其中有標記的個體數量為 P 。族群總數中標記個體的比例 (M/N) 與再捕取樣中標記個體的比例 (P/R) 相同，由此可以估計族群的總數為 $N=M \times R/P$

在黃粉甲蟲(*T. molitor*)族群中，利用紅色標記的個體有 100 隻，放回後再捕獲的結果顯示於相片中。

問題 5：黃粉甲蟲(*T. molitor*)的族群數量 (3 分)

- A. 550
- B. 600
- C. 610
- D. 627

問題 6：在標記再捕法中假設總體中標記個體的比例 (M/N) 與再捕取樣中標記個體 (P/R) 的比例相同，下列哪些是確保這種估計方法正確所必須的條件？(多選)

- A. 標記方法必須不影響動物的正常活動
- B. 遷移是有規律的發生
- C. 在實驗期間沒有個體的出生或死亡
- D. 族群應為均勻分佈
- E. 在蟲體上標記維持的時間應較實驗時

間為長

問題 7：假如實驗後，發現在做完標記與再捕取樣之間有 40 隻個體死亡，30 隻新個體遷入，那麼所估計的族群數量將為何？

- A. 等於問題 5 所得到的族群數量
- B. 小於或等於問題 5 所得到的族群數量
- C. 小於或等於問題 5 所得到的族群數量

作業二：昆蟲的分類（9.8 分）

指示：

在你桌上的盤中有七個甲蟲的標本（代號及學名如下），請根據下面的檢索表分別為牠們命名，你可以使用顯微鏡、鑷子、解剖針。**特別注意：如果你損壞了標本，將會被扣分。**

- A. *Opatrum subaratum* Faldermann
- B. *Blaps femoralis femoralis*
Fischer-Waldheim
- C. *Coccinella septempunctata* Linnaeum
- D. *Potosia brevitarsis* (Lewis)
- E. *Popillia quadriguttata* (Fairmaire)
- F. *Polyzonus fasciatus* (Fairmaire)
- G. *Chrysochus chinensis* Baly

問題 8：將你分類的結果填入下表，別忘了答案一定要畫在你的答案卷上

Beetle 甲蟲	Answer A-G 答案代號
①	
②	
③	

④	
⑤	
⑥	
⑦	

七種甲蟲的檢索表：

- 1 • 國第一、二、三對腳的跗節各有 5-5-4 節.....2
- 第一、二、三對腳的跗節各有 5-5-5 節或 4-4-4 節3
- 2 • 體型小而扁平；下唇前緣有一個三角形缺口；翅的尖端被鞘翅蓋住不可見....*Opatrum subaratum* Faldermann
- 體型大而隆起；下唇前緣呈直線；在雄性個體鞘翅可以見到翅的尖端...
..... *Blaps femoralis femoralis*
Fischer-Waldheim
- 3 • 跗節各有 4-4-4 節，身體半圓形，鞘翅上有七個圓點.....
Coccinella septempunctata Linnaeum
- 跗節各有 5-5-5 節，身體非半圓形.....4
- 4 • 觸角的第三至第八節呈多層(分枝狀).....5
- 觸角的各節呈線狀.....6
- 5 • 鞘翅基部各有一個缺口；前胸背板及鞘翅上有許多長條形、雲狀、波浪狀等白色絨毛狀斑點.....
..... *Potosia brevitarsis* (Lewis)
- 鞘翅基部沒有缺口；前胸背板及鞘翅上沒有斑點.....
.....*Popillia quadriguttata* (Fairmaire)

- 6 • 身體細長呈圓柱狀，複眼腎形，觸角位於額突上，鞘翅上各有兩條黃色橫帶.....
 ...Polyzonus fasciatus (Fairmaire)
 • 身體細長呈粗壯卵圓形，複眼圓形，身體藍綠色或紫藍色，鞘翅上無橫帶.....Chrysochus chinensis Baly

- C. 4, 5, 8
 D. 3, 6, 7

問題 10：完整的取下蝦口器的附肢，口器是由幾對附肢組成？

- A. 1
 B. 2
 C. 3
 D. 4
 E. 5

作業三：蝦的解剖（14.2 分）

指示：

蝦屬於節肢動物門甲殼綱，身體各體節有不同的形態(異律分節, heteronomous)。實驗所提供的蝦子由 21 個體節組成，有堅硬的外骨骼，附肢具關節，附肢的形態因適應而有很大的變化。

材料及指示：

1. 蝦一隻 注意：你只有這一隻
2. 解剖顯微鏡
3. 解剖用具：剪刀、解剖針、鑷子、昆蟲針、解剖刀
4. 解剖盤

實驗：

本實驗含兩部分：蝦的解剖及神經系統

(1) 外部形態

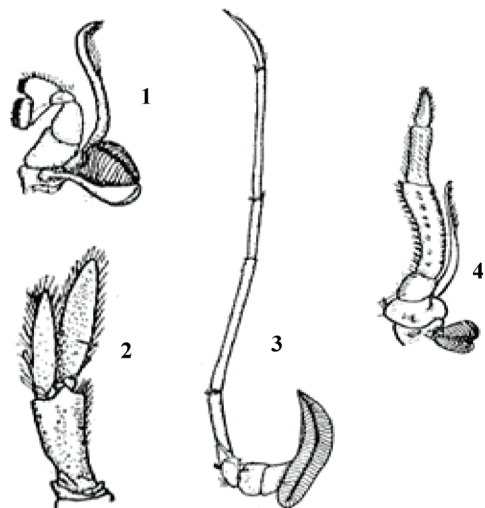
仔細觀察並回答下列問題：

問題 9：蝦的頭部、胸部及腹部各有幾對附肢？

- A. 2, 4, 10
 B. 5, 8, 6

問題 11-12：

觀察下圖中附肢的構造，判斷其功能



問題 11：你能找出圖中所有的附肢嗎？

- A. Yes
 B. No

問題 12：上圖中附肢 1 到附肢 4 的功能分別為何？

- A. 1: 步行, 2: 游泳,
3: 感覺及捉握, 4: 感覺及捉握
- B. 1: 游泳, 2: 感覺及捉握,
3: 游泳, 4: 感覺及捉握
- C. 1: 感覺及捉握, 2: 游泳,
3: 步行, 4: 感覺及捉握
- D. 1: 感覺及捉握, 2: 感覺及捉握,
3: 游泳, 4: 步行

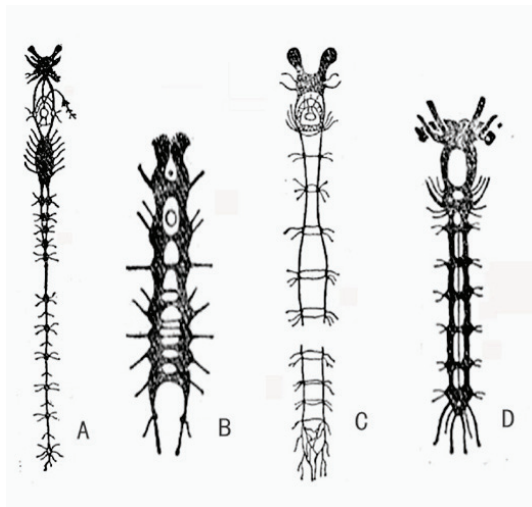
(2) 蝦神經系統的解剖

解剖蝦找出神經索，並回答下列問題：

問題 13：蝦的神經索位於何處？

- A. 身體前半部的背側
B. 身體後半部的腹側
C. 蝦全身的腹側
D. 蝦全身背側

問題 14：下圖為四種神經系統類型的圖示



你所觀察蝦的神經系統與何者為同一類型？

- A. 神經系統 A
B. 神經系統 B
C. 神經系統 C
D. 神經系統 D

第IV部份：植物學

實驗一：植物解剖與生理（20分）

材料與器材：

本實驗提供一套器材與實驗材料，你尚須利用其他器材與儀器：包括解剖顯微鏡、顯微鏡，培養皿、鑷子、載玻片、蓋玻片及濾紙。

本實驗會提供一盤含水生植物的培養皿。

完成下列實驗：

- (1) 先利用解剖顯微鏡觀察此植物，並回答第 1~3 題。
- (2) 取此植物置於載玻片上，切下些許根部，將其置於另一載玻片上並蓋上蓋玻片。輕壓此蓋玻片，再將此標本置於顯微鏡下，回答第 4~5 題。
- (3) 取此植物置於載玻片上，切下一葉片，將其置於另一載玻片上並蓋上蓋玻片。輕壓此蓋玻片，再將此標本置於顯微鏡下，回答第 6~8 題。

第 1~3 題是關於此植物的外觀描述：

1. 此植物的莖是：(2分)
A. 直立的
B. 水平的
C. 叢生(短莖)的
D. 無莖的

2. 關於此植物的根之描述，下列何者正確？（2分）

- A. 它含有葉綠素
- B. 它是不定根
- C. 它是假根
- D. 它是紡錘形的根

3. 關於此植物的葉之描述，下列何者正確？（2分）

- (1) 這些葉片無小葉柄
- (2) 這些葉片為羽狀複葉
- (3) 有些葉片無葉綠素
- (4) 這些葉片為針葉

- A. 1, 2, 3, 4
- B. 1, 2
- C. 1, 3
- D. 1, 2, 3

第 4~5 題

4. 下列何者正確？（2分）

- A. 此植物為維管束植物
- B. 此植物含有導管
- C. 依據根的構造，此植物為蘚苔植物
- D. 以上皆非

5. 某研究員栽植此植物數代，發現無種子生成。根據你的觀察，下列何者正確？（2分）

- (1) 此研究員可能錯過種子的產生。這些葉片為羽狀複葉
- (2) 此植物為無種子植物
- (3) 此類型植物並無有性生殖

- A. 1, 2, 3
- B. 1, 3
- C. 1, 2
- D. 2
- E. 3

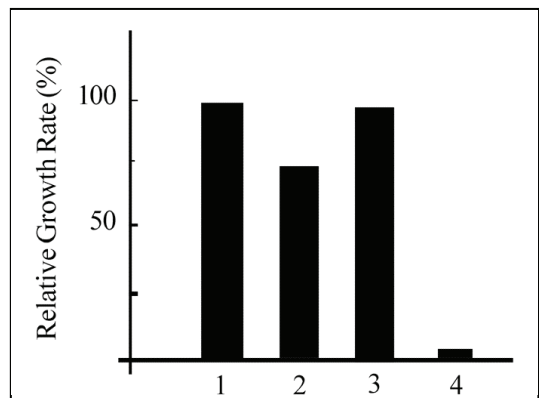
第 6~8 題

6. 除了此植物的組織與細胞，你還可能觀察到其他固定不動的細胞。下列有關於這些細胞的描述哪一（哪些）正確？（2分）

- (1) 它們是單細胞
- (2) 它們大部分是短而無分枝的絲狀物
- (3) 它們有些具有分枝
- (4) 它們的細胞核易於觀察

- A. 1
- B. 1, 2, 3, 4
- C. 2, 3
- D. 2, 3, 4
- E. 2

7. 有一研究員於不同的環境中栽植此植物，獲致下圖之結果，圖中的 relative growth rate 是指相對生長速率。



條件 1，生長於含氮化合物（硝酸鹽）的培養基 A 中，此條件下的生長速率為 100% 生長率。

條件 2，生長於不含氮化合物（硝酸鹽）的培養基 A 中。

條件 3，生長於含氮化合物（硝酸鹽）的培養基 A 中，並添加 5 μM 濃度的盤尼西林。

條件 4，生長於不含氮化合物（硝酸鹽）的培養基 A 中，並添加 5 μM 濃度的盤尼西林。

注意：培養基 A 是此植物的標準培養基。

下列敘述哪一（哪些）正確？（4 分）

- (1) 盤尼西林抑制此植物的生長僅發生在氮素受限的條件下。
- (2) 此植物能生長在不含氮化合物的條件下。
- (3) 此植物的根系能固氮。
- (4) 至少有一些能與此植物共生的微生物並固氮。
- (5) 固氮酵素的活性直接被盤尼西林所抑制。

- A. 1, 3, 5
B. 1, 5
C. 2
D. 1, 2, 4
E. 4, 5

8. 若你想獲得一個無共生菌的植物培養基，有何條件可達成之？（4 分）

- A. 生長在含氮化合物並添加盤尼西林的培養基上。
- B. 生長在含氮化合物的培養基上。
- C. 生長在不含氮化合物的培養基上。
- D. 生長在不含氮化合物並添加盤尼西林的培養基上。

作業二：植物色素特性（20 分）

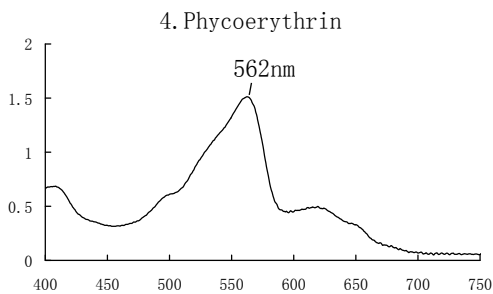
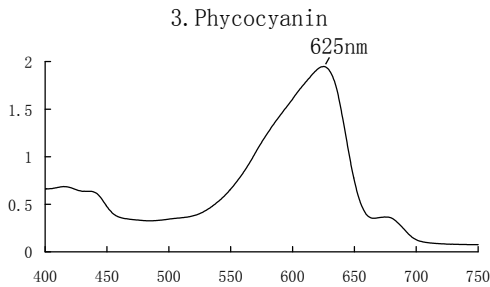
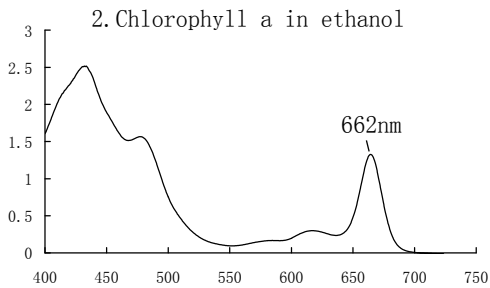
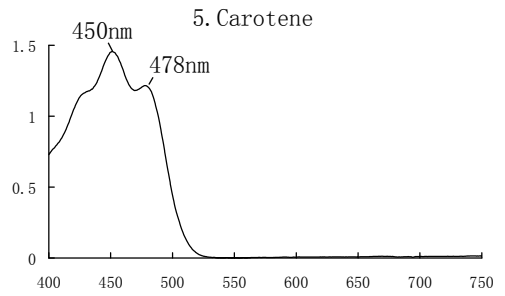
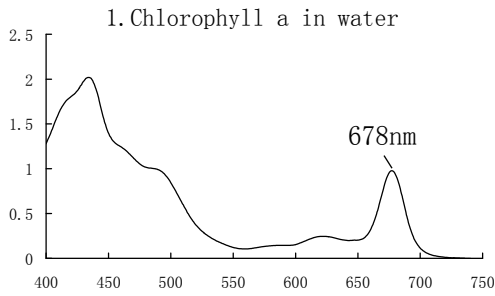
材料與工具：

本實驗提供 6 管裝有色素之試管，分別標示為色素（pigment）1 至色素 6，並提供 1 管的無色溶液作為控制組（control）。你必需使用下列儀器：

可調式光電比色計；比色管；可調式微量吸管；濾紙

完成下列實驗：

- a. 檢驗下列所示吸收光譜圖，此 5 個吸收光譜圖是由不同的有機物上所測得，這些色素的名稱列在圖上。在圖上的這 5 種色素 phycoyanin（藻藍素）與 phycoerythrin（藻紅素）是水溶性的，chlorophyll（葉綠素）與 carotene（胡蘿蔔素）可溶於有機溶劑，chlorophyll-protein complex（葉綠素-蛋白質複合物）若以清潔劑處理可溶於水。
- b. 利用可調式微量吸管各吸取 1 ml 不同的色素溶液至各比色管中，測量各比色管在不同波長的吸光度，並記錄之。



Solution	450 nm	562 nm	595 nm	625 nm	662 nm	678 nm
I						
II						
III						
IV						
V						
VI						

回答下列問題：

問題 9：下列哪一種色素吸收紅光的效率最高？（2分）

- A. Phycocyanin
- B. Phycoerythrin
- C. Carotene
- D. Chlorophyll

問題 10：Phycocyanin 溶液是：（2分）

- A. Solution I（溶液 1）
- B. Solution II（溶液 2）
- C. Solution III（溶液 3）
- D. Solution IV（溶液 4）
- E. Solution V（溶液 5）

- F. Solution VI (溶液 6)
- G. 以上均非

問題 11 : Phycoerythrin 溶液是 : (2 分)

- A. Solution I (溶液 1)
- B. Solution II (溶液 2)
- C. Solution III (溶液 3)
- D. Solution IV (溶液 4)
- E. Solution V (溶液 5)
- F. Solution VI (溶液 6)
- G. 以上均非

問題 12 : Chlorophyll (葉綠素) 溶液 (溶於酒精) 是 : (2 分)

- A. Solution I (溶液 1)
- B. Solution II (溶液 2)
- C. Solution III (溶液 3)
- D. Solution IV (溶液 4)
- E. Solution V (溶液 5)
- F. Solution VI (溶液 6)
- G. 以上均非

問題 13 : Carotene solution is: (2 points)

- A. Solution I (溶液 1)
- B. Solution II (溶液 2)
- C. Solution III (溶液 3)
- D. Solution IV (溶液 4)
- E. Solution V (溶液 5)
- F. Solution VI (溶液 6)
- G. 以上均非

問題 14 : 以清潔劑處理葉綠素－蛋白質複

合物的溶液是 : (2 分)

- A. Solution I (溶液 1)
- B. Solution II (溶液 2)
- C. Solution III (溶液 3)
- D. Solution IV (溶液 4)
- E. Solution V (溶液 5)
- F. Solution VI (溶液 6)
- G. 以上均非

問題 15 : 下列何者存在於所有藻類與高等植物中 ? (2 分)

- (1) Chlorophyll
- (2) Carotene
- (3) Phycoerythrin
- (4) Phycocyanin

- A. 1, 2, 3, 4
- B. 1, 3, 4
- C. 1
- D. 1, 4
- E. 1, 2

問題 16 : 藍綠菌所含 Chlorophyll、Carotenoids (類胡蘿蔔素, Carotene 的類似物) 及 Phycocyanin 是其主要色素, 若藍綠菌以 80% 丙酮萃取並離心, 沉澱物是何顏色 ? (3 分)

- A. 橘色
- B. 藍色
- C. 綠色
- D. 紫色
- E. 無色

問題 17：利用等電點聚焦（IEF）膠體電泳法分析蛋白質中，常用已知的有色蛋白質之等電點值（pI）做為標準 pI 值。這些做為標準 pI 值的蛋白質通常為 Phycocyanin 與 Phycoerythrin，但沒有人會用葉綠素－蛋白質複合物當做 IEF 的標準 pI 值之用。下列有關於沒有人會用 Chlorophyll protein 當做 IEF 的標準 pI 值之用的理由是什麼？

- A. 綠色無法在 IEF 膠體上呈現
- B. 葉綠素分子太小無法等電聚焦
- C. 一般無法由植物獲取足量的葉綠素－蛋白質複合物
- D. 葉綠素分子並非以共價鍵方式與蛋白質結合