

2015 年第廿六屆國際生物奧林匹亞競賽 --理論試題(1)

中華民國生物奧林匹亞競賽代表團

理論試題：A 卷

總分：48 分，總操作時間：180 分鐘

動物生物學 Animal biology

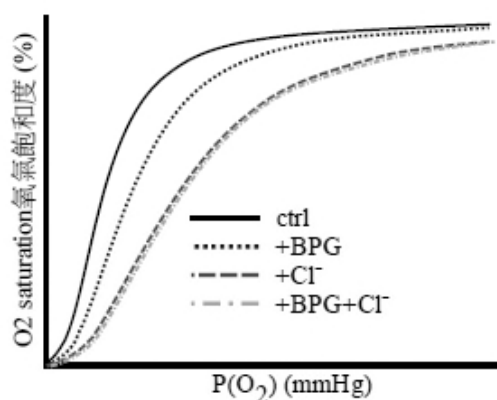
1. 在哺乳動物中，需要以高的血壓來達到高的血流量(心臟流體流量)及克服血管對血液流動的阻力。Poiseuille定律可以用來判斷血流量 (圖)。

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{\Delta p \pi r^4}{8 \eta L}$$
$$\Delta p = R \Delta V$$

Poiseuille定律: Q = 血流, V = 容量, t = 時間, p = 壓力, r = 血管半徑, η = 黏度, 在溫度和流體類型一定時, 為一常數, L = 血管長度, R = 流動阻力。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

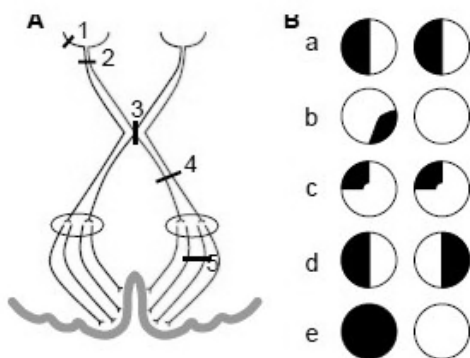
- A. 假設在兩條相同長度動脈中的血流量相同，較寬的動脈平均血壓變化比狹窄的要大。
 - B. 動脈粥樣硬化的增加，通常導致血流循環速度的增加。
 - C. 比較同卵雙生的雙胞胎，一個生活在海平面高度、另一個在 3000 公尺高地，後者的血流阻力較高。
 - D. 在患有動脈粥樣硬化的特定病人，血管半徑平均減少 1/6，則要有兩倍的血壓才能維持血液流動。
2. 血紅素與O 的結合或親和力受特定陰離子的影響，特別是2,3二磷酸甘油酸(BPG)和氯離子(Cl⁻)，二者存在於紅血球並與血紅素在特定位置結合(圖)。



血紅素飽和曲線包括沒有陰離子的血紅素(控制組)，有 BPG、氯離子或兩者皆有的血紅素，其在血液中氧分壓的變化。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

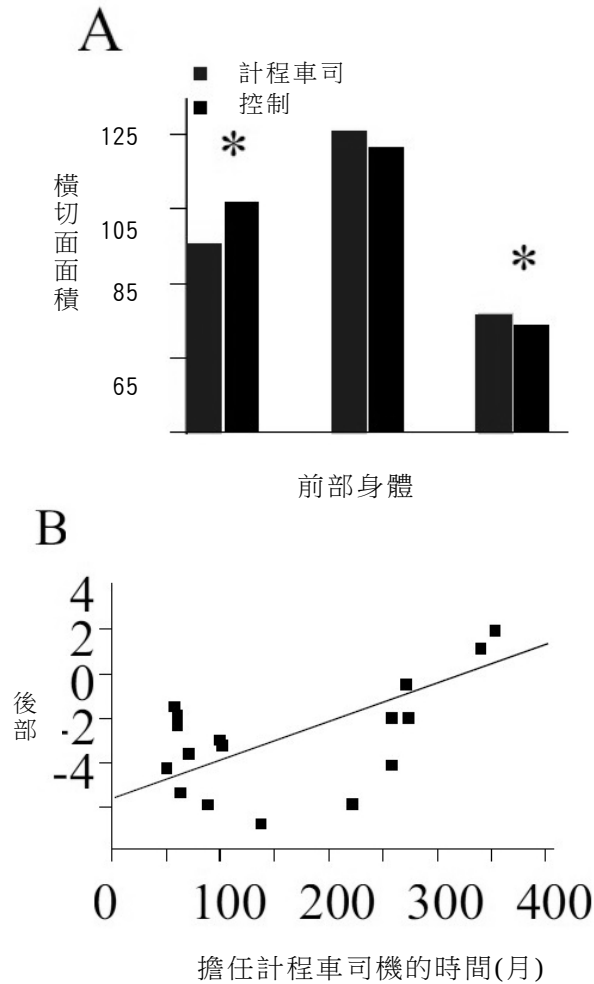
- A. 若周邊組織缺氧，紅血球會製造更多的 BPG。
 - B. 在高海拔處，突變導致血紅素的 BPG 結合部位的胺基酸由極性變成非極性，會有利於 O 在肺部對血紅素的親和力。
 - C. 氯和 BPG 與血紅素結合的位置可能不同。
 - D. BPG 會減少血紅素的總氧飽和力。
3. 在人類，中央視覺路徑病變可能對視野造成不同的後果 (圖)。



A，中央視覺路徑的病變(1-5) (見上圖)；B，在A圖中的病變所引起的視野缺陷(ac，缺陷以黑色表示，如同在受影響的人所見)

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 病變 2 對應視野缺陷 a
 B. 病變 3 對應視野缺陷 d
 C. 病變 4 對應視野缺陷 e
 D. 病變 5 對應視野缺陷 c
4. 2014年諾貝爾醫學獎得主，證實了人腦海馬(HC)區系儲存空間記憶並有利於空間的探索，人對空間高度的使用者如計程車司機會依賴其發育良好的海馬(HC)。一項針對倫敦計程車司機及以一般人為控制組的研究，了解海馬(HC)的差異，結果顯示如圖A及B。



指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

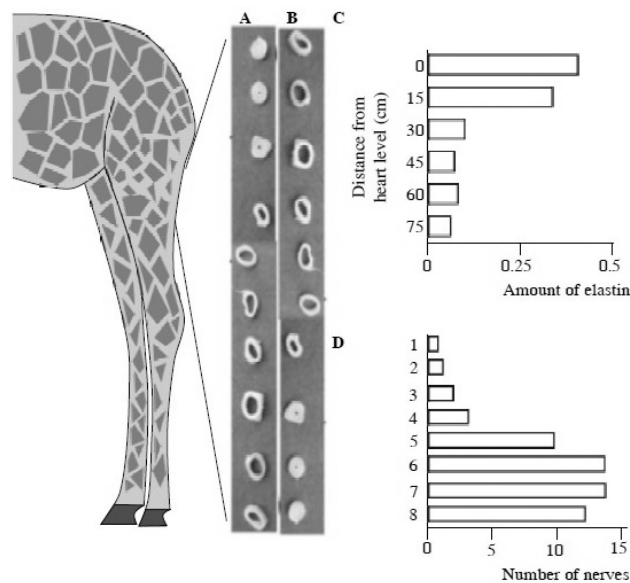
- A. 計程車司機和控制組的人員相較有較大的海馬區
 - B. 空間領航能力可能存在海馬區的後半部
 - C. 研究結果顯示：在族群中，某些人在遺傳上的傾向比其他人更容易成為較佳的倫敦計程車司機
 - D. 此研究支持傳統的觀點海馬區只負責短期記憶
5. 對腎功能的研究，測定三個健康人A-C的幾個測量參數(表)

描述腎功能的參數值。假設 1 millimol 的 O 分子體積為 22.4 ml (milli-litre)。

	Person A	Person B	Person C
Glomerular filtration rate (GFR), ml/min 絲球體濾過率	135	140	135
Renal blood flow (RBF), ml/min 腎血流量 (RBF)	1190	1240	1210
Urine production, ml/min 尿液產生量	1.0	1.1	0.9
O ₂ concentration in arterial blood, ml/L 動脈血中的 O ₂ 濃度	200	200	199
O ₂ concentration in venous blood from the kidneys, ml/L 腎靜脈血液中 O ₂ 濃度	184	186	184
Na ⁺ concentration in plasma, mmol/L 血漿中的Na ⁺ 濃度	137	136	139
Na ⁺ concentration in urine, mmol/L 尿中的 Na ⁺ 濃度	121	120	119

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 在腎臟 Na 過濾量最大的人是 A
 - B. Na 在腎臟排泄量最大的人為 B
 - C. 腎臟的氧耗量最大的人是 C
 - D. 消耗每 mol 的 O₂，對 Na 再吸收量最大者為 B
6. 在哺乳動物中，長頸鹿的平均動脈血壓最高，因而腿部容易水腫。進行動物如何防止水腫的研究重點可放在腿部血管的適應(圖)。

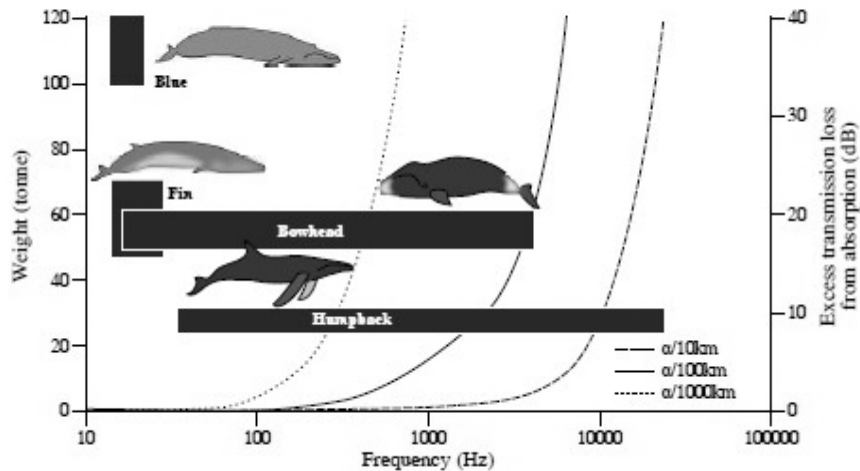


B為腿動脈的系列截面圖(一真一假)；C為離心臟距離增加時，在動脈壁中彈力蛋白的量；D為沿著腿部動脈的神經數目(橫條1-4代表離心臟15-30 cm，橫條5-8代表離心臟≥ 30 cm)

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 因頭骨入口處的動脈血壓須與其他哺乳動物相似(100 毫米汞柱)，在其蹄處的血壓會降到極低
- B. 腿部動脈直徑和壁厚度的變化圖中，圖中的 A 正確而 B 錯誤
- C. 愈往腿部末端，股動脈會變得愈僵硬
- D. 在膝蓋以上，長頸鹿有特殊動脈機制來調節其腿部末端血壓

7. 鯨魚有不同方式以聲音溝通。在一項研究中，對座頭鯨與北極露脊鯨兩種親緣較遠的鯨魚做發聲測量，與文獻資料中兩個其他物種比較(圖)。



4種鯨魚(Blue藍鯨, Fin長鬚鯨, Humpback座頭鯨, Bowhead北極露脊鯨)的發聲頻率帶(水平條帶)及體重範圍，及聲音在海水中距聲源10、100和1000公里被吸收的傳輸損耗。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

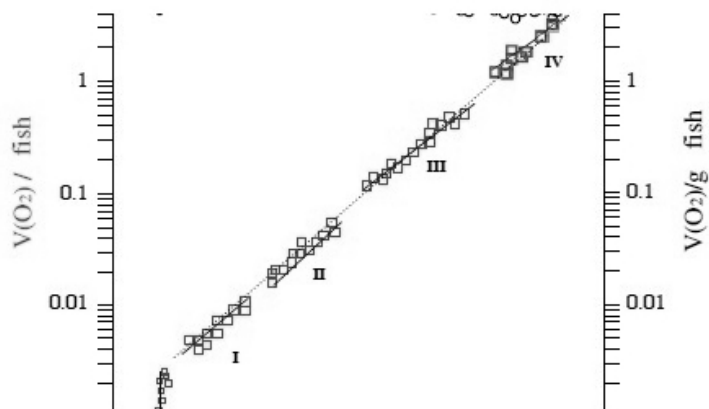
- A. 大鯨魚產生的頻率信號應比小鯨魚產生的低
 - B. 基於發聲，藍鯨的社會行應比座頭鯨更複雜。
 - C. 座頭鯨與北極露脊鯨所具有的信號頻率，使牠們能準確定位每年的交配地點。
 - D. 座頭鯨與北極露脊鯨的發聲模式類似，最可能是因趨同演化的結果
8. 冰水域的金魚對缺氧很能忍耐。牠們可分解碳水化合物為乳酸，並進一步還原乳酸為乙醇。以兩組金魚做12小時研究，並收集過程中的資料(表)。

以魚體的質量(公斤)測量魚組織中乳酸和乙醇的濃度，並與水中含量比較。

	Fish tissue 魚組織	Fish tissue 魚組織	Water in aquarium 水族箱的 水	Water in aquarium 水族箱的 水
	Lactate 乳 酸 mmol/kg	Ethanol 乙 醇 mmol/kg	Lactate 乳 酸 mmol/kg	Ethanol 乙 醇 mmol/kg
Control控制 組: + O ₂	0.18	0.00	0.00	0.00
Treatment 實驗組: no O ₂	5.81	4.58	0.00	6.63

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

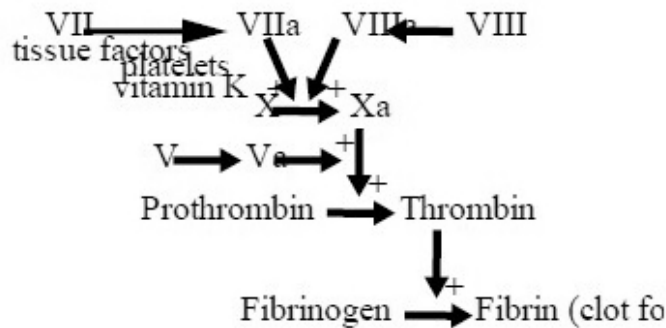
- A. 在此研究中，乳酸累積在魚組織的量約為所有產生之乙醇總量的一半
- B. 金魚在冰的覆蓋下生存較長久
- C. 金魚對乙醇不能容忍
- D. 乳酸轉化為乙醇可作為避免酸中毒的一種方法
9. 尺度大小代謝在生物學上很重要，例如代謝過程與身體質量關係。某研究要測量日本比目魚(Japanese Flounder)在生命早期的代謝速率變化，如下圖。



測量比目魚生命早期，隨質量增加呼吸速率(VO_2 , 方格, 左側Y軸)及質量特定呼吸速率(VO_2/M , 圓圈, 右側Y軸)的改變。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 剛孵化後，呼吸速率增加，但身體質量沒增加
 - B. 在一特定的身體質量下，呼吸速率會隨魚體的年齡增加而增加
 - C. 圖中下面曲線的方程式是： $Vo_2=aM$ (a 為尺度參數， b 為尺度指數)
 - D. 在 $\log\text{-}\log$ 繪圖中， Vo_2 與身體質量的 4 次方成線性關係
10. 由1935丹麥諾貝爾獎得主H.Dam的典型研究指出，餵食缺乏脂質飲食的雞會發生出血現象，且於幾週後開始流血。因牠們維生素K的吸收受到抑制，假如在食物中添加維生素K，流血狀況會停止(圖)。

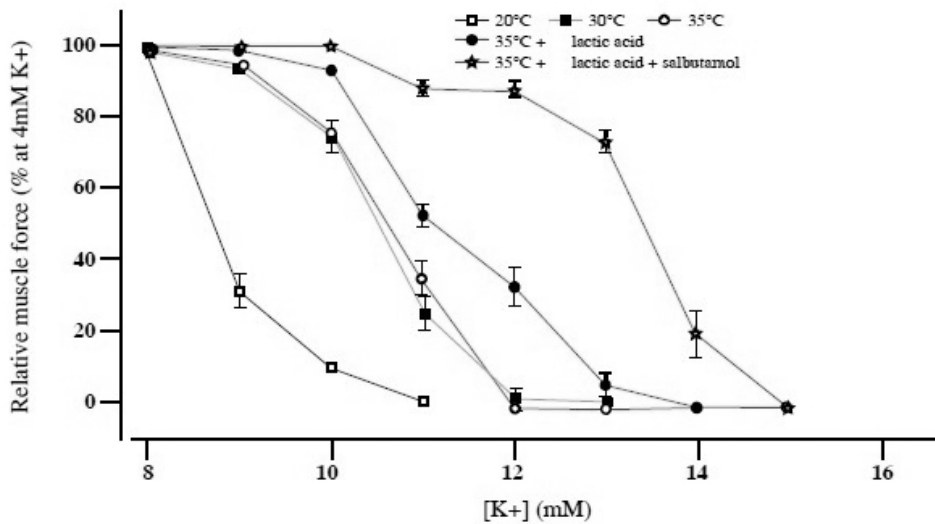


血液凝固一連串反應，為了簡化原因許多參與血液凝固的路徑被忽略。

”+”表示正向調節，a 為化合物的活化態。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 因子 V 突變會導致病人製造多量的因子 V 活化態(Va)，如此會增加栓塞的風險
 - B. 骨髓機能不全可使血液凝固能力增加
 - C. 富含脂質的飲食可促進血液凝固
 - D. 有高風險血栓的病人可接受肝素(抗凝血酶活化劑)的治療
11. 工作導致的肌肉疲勞起因於細胞外液的 K^+ 濃度增加。此種狀態可被生理溫度及乳酸濃度調節。也可利用Salbufamol此種藥物治療。老鼠肌肉以每20分鐘電刺激一次的實驗結果如下圖。



觀察做功前溫度由20 上升至35°C暖機的效用或添加乳酸，或在35°C時同時添加乳酸及 salbutamol，對肌肉強度改變的影響（以在4 mM [K⁺]下的強度百分比表示）

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 工作時，收縮狀態下的肌肉失去 K⁺，導致細胞外液 K⁺ 增加溫度上升，添加乳酸及藥物為加成性作用
 - B. 此研究是不完整的
 - C. 在生理溫度(35°C)下，乳酸可完全保護肌肉免於疲勞
12. 四組(A-D)具有糖尿病的實驗鼠，每組12隻，接受不同的飲食4週(表)。研究者想知道傳統的抗糖尿病植物(含糖苷 成份)是否有任何影響。

四組(A-D)飲食控制與相對的測量參數 BW=體重（若數字不同，是假定有意義）

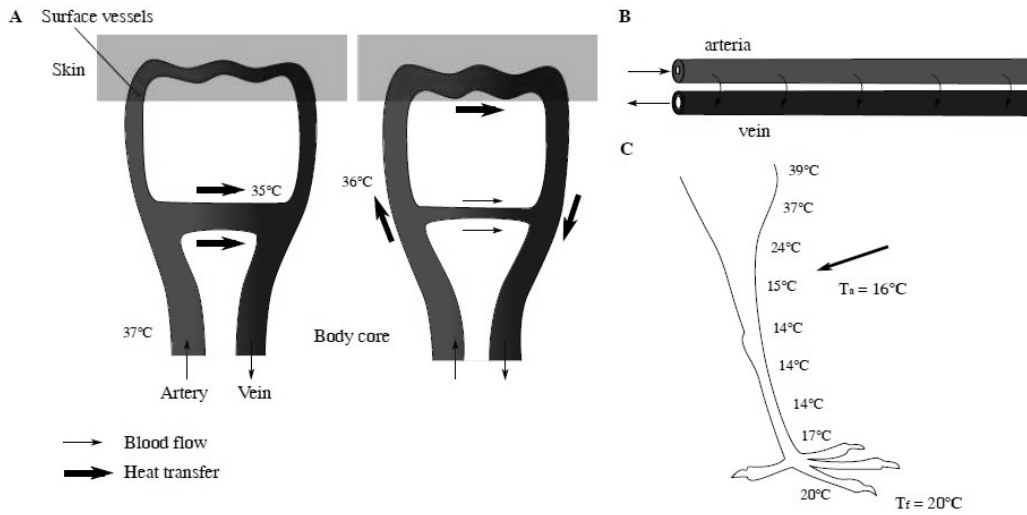
Concentration, blood pressure or body weight 濃度、血壓或體重	Group A: Chow = Standard carbohydrate-rich diet (標準富含碳水化合物飲食)	Group B: Chow + SVS (SVS = 0.03 stevioside 糖苷 g/(kg BW day))	Group C: 20% Chow + 80% SPI (SPI = Soy bean Protein Isolate 分離黃豆蛋白)	Group D: 20% Chow + 80% SPI + SVS (SPI = Soy bean Protein Isolate 分離黃豆蛋白 + SVS = 0.03 stevioside 糖苷 g/(kg BW day))
Fasting blood glucose 禁食血糖濃度 (mmol/L)	3.4	3.4	3.4	3.4
Plasma glucose 血漿血糖濃度 (mmol/L) after 240 min	991	757	819	439
Plasma insulin 血漿胰島素 (ng/mL) after 30 min	11	19	9	24
Plasma insulin 血漿胰島素 (ng/mL) after 240 min	316	375	218	249

Plasma insulin 血漿胰島素 (ng/mL) after 30 min	11	19	9	24
Plasma insulin 血漿胰島素 (ng/mL) after 240 min	316	375	218	249
Plasma glucagon血漿 升糖素 (pg/ml) after 240 min	21918	17024	26200	17529
Total cholesterol總 膽固醇 (mmol/L)	2.5	2.3	2.1	1.8
Systolic blood pressure at start開始實驗 的收縮壓 (mm Hg)	175	171	165	170
Systolic blood pressure after 4 weeks 4週後收縮壓 (mm Hg)	178	148	173	155
BW 體重(g)	226	221	222	204

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 純 chow 食物不建議用在糖尿病鼠，因會增加膽固醇含量及血壓
- B. SVS 與 SPI 有協同增加效用
- C. 糖苷對糖尿病患者有害
- D. 禁食時，血糖結果顯示 4 組實驗鼠間沒有統計性的差異

13. 體溫調節的策略，包括控制身體核心與體表之間的血液流動及熱逆流交換(圖)。



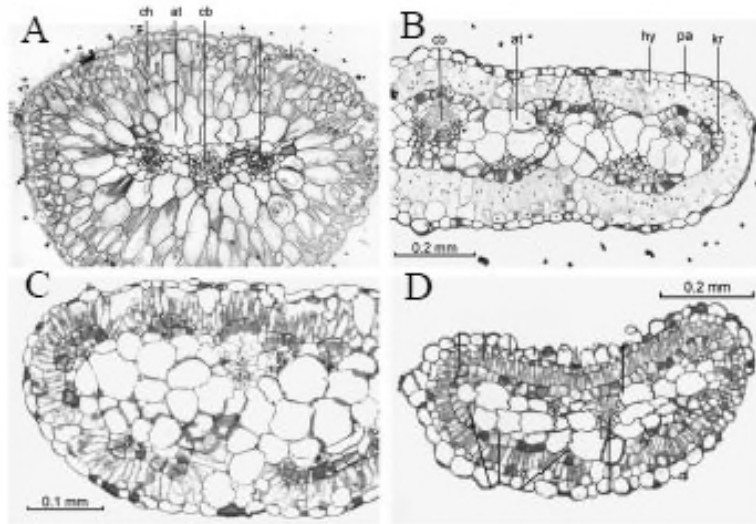
圖A身體表面熱傳導的調節，圖B熱逆流系統，圖C在鳥四肢的體溫； T_a = 氣溫； T_f = 地表溫。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 圖 A 中，分流至左邊的血管較往右邊的血管所暴露的外在溫度較低
- B. 圖 B 中的逆流系統多見於溫暖棲地的動物
- C. 圖 C 的動物生活在溫暖的棲地
- D. 圖 C 中的箭頭處，靜脈血的溫度約在 14-15°C 之間

14. 在植物的各科中，禾草及藜科(Chenopodiaceae)具有許多利用C4光合作用途徑的植物，而且許多C4植物是分別從該科內的C3植物祖先所演化而來。

下圖顯現不同物種的C3和C4型的葉橫切面。

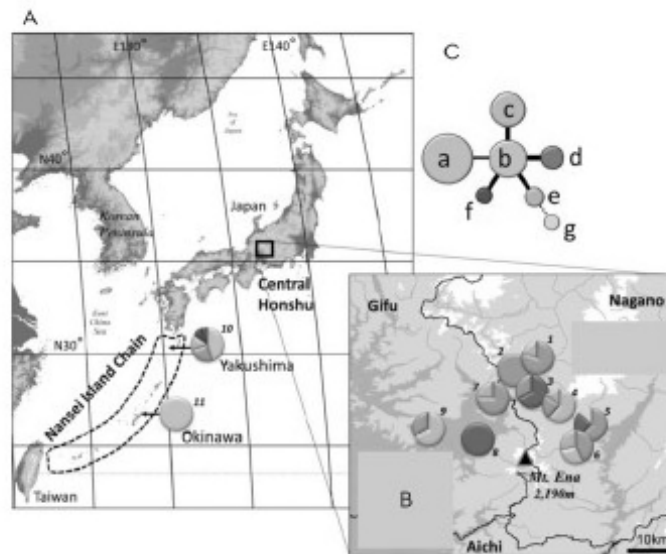


各種葉橫切面，A圖為C3植物；B圖為C4植物；C-D圖為C3或C4植物。ch=綠色組織；at=水生組織；cb=中央維管束；hy=下皮層；pa=柵狀細胞或葉肉細胞；kr=Kranz細胞或束鞘細胞。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 在乾旱、鹽度及溫度漸增，但 CO₂ 量沒有改變的環境中，有利於 C4 植物的演化。
- B. 圖 C 是來自 C3 植物
- C. 圖 D 是來自 C3 植物
- D. 在全球 CO₂ 增加的期間，在沒有伴隨溫度上升的情況下，C4 植物在全球的分布將會擴大

15. 利用稀有蘭花(*Vexillabium yakushimense*)的葉綠體DNA(cpDNA)中的三段來進行族群遺傳研究，材料是來自日本本州(Honshu)的9個族群以及琉球群島中的2個族群 (如圖)。



A-B圖分別此蘭花的7個cpDNA單倍型的地理分布。圓圈代表不同族群，且每個顏色代表一個單倍型，每個扇形面積大小表示該單倍型在族群中所佔的比例。C圖為簡約網絡，圓圈a-g為11個族群中的7種不同單倍型，圓圈大小代表每種單倍型的所佔比例，兩相鄰的單倍體間僅有1-2個突變差異。

指出下列各敘述是**正確**或**錯誤**

- A. 這種在日本的蘭花可能是起源自本州(Honshu)主要陸塊，因為該地的遺傳歧異度高。
- B. 在琉球(Okinawa)本島的族群，可觀察到創始者效應
- C. 以葉綠體 DNA 來分析個體的母系起源，比利用細胞核 DNA 的效果佳。
- D. 就基因流而言，本研究顯示山區與河谷的地理隔離比海洋區隔島嶼來得有效。

(待續)