

The University of the State of New York
REGENTS HIGH SCHOOL EXAMINATION

生命科學：生物學

僅限用於 2026 年 6 月 18 日（星期四）上午 9 時 15 分至下午 12 時 15 分

學生姓名 _____

學校名稱 _____

在本考試中，嚴禁持有或使用任何形式的通訊工具。如果你持有或使用了任何的通訊工具，無論多短暫，你的考試都將無效，並且不會得到任何分數。

請用工整字跡在以上橫線填寫你的姓名和學校名稱。

請運用你的**生命科學：生物學**知識來回答本考試中的全部問題。

你必須回答本考試中的所有考題。你可在草稿紙上演算問題的答案，但是請務必把答案填寫在答題紙和試題本上。已經提供給你分開的答題紙以用於填寫多選題的答案。請遵循監考老師的指示在答題紙上填寫學生資料。把簡答題的答案填寫在試題本上。

本試題本中的所有答案均需用原子筆填寫，但圖表和繪圖則應使用鉛筆。

在本次考試結束後，你必須簽署印在分開的答題紙上的聲明，表明在考試之前你沒有非法得到本考試的試題或答案，並且在本考試中沒有給予過或接受過任何答題方面的幫助。你如果不簽署本聲明，你的答題紙和試題本將不會被接受。

注意：

所有考生在考試時都必須備有四功能或科學用計算器。

注意，圖表未必按比例繪製，除非另有說明。

未經指示請勿打開本考題本。

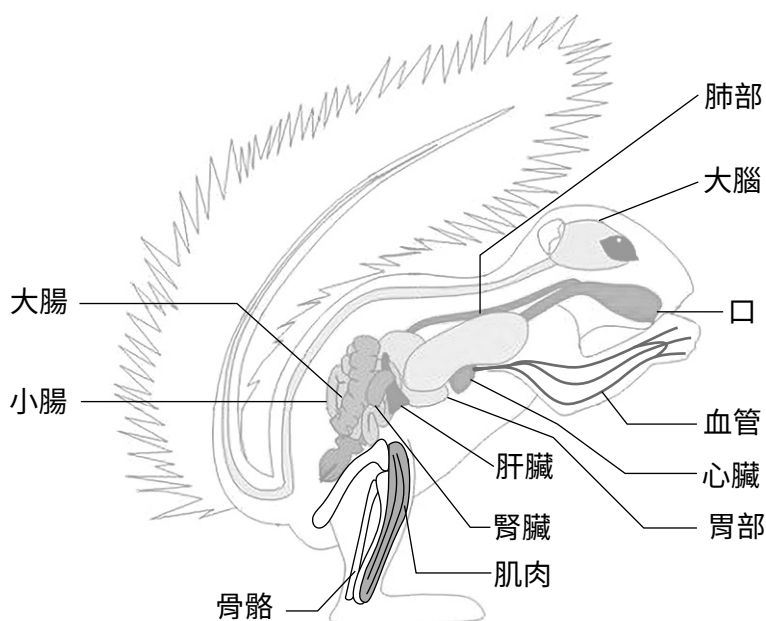
根據以下資訊及你的生命科學：生物學知識來回答第 1 題至第 5 題。務必將選擇題的答案填寫在所提供的分開的答題紙上。把簡答題的答案填寫在試題本上。

適應季節的生存策略

生活在較寒冷氣候的某些物種，已演化出獨特的適應性，以在冬季節約能量。這些生物會進入冬眠狀態，也就是一段生命活動趨於緩慢的不活躍時期。據估計，在資源有限時，這段不活躍時期能讓生物消耗的能量減少近 70 到 100 倍。某些種類的地松鼠會冬眠。

下方模型包含松鼠身體系統的某些組成部分。

地松鼠解剖結構



研究冬眠動物的研究人員發現，與冬眠相關的一些生理變化也可能導致血栓形成。這些動物在冬眠時的血小板數量與未冬眠時有顯著差異。

血小板是血液的組成分子，於骨頭的骨髓（例如腿部的骨髓）中形成。它們有助於血凝固。

以下資訊匯總了冬眠動物中發生的一些變化。

冬眠動物的生理變化範例

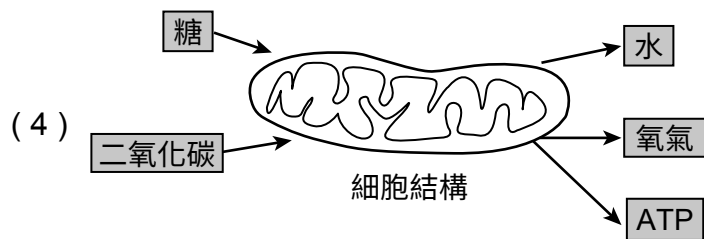
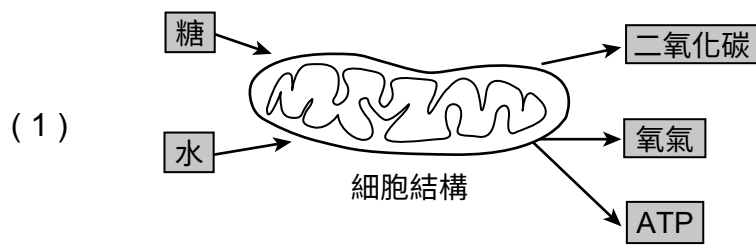
動物	狀況	平均心率 (BPM)	平均呼吸速率 (次/分鐘)	平均體溫 (°C)	血小板數 (#/L)
十三條紋 地松鼠	不冬眠	250	100	37	445×10^9
	冬眠	5	3	6	47.9×10^9
斯堪地那 維亞棕熊	不冬眠	45	6	37	262×10^9
	冬眠	10	1	32	174×10^9

1 哪項陳述最準確地描述了在地松鼠解剖結構模型中身體系統間的交互作用？此交互作用可用以保護地松鼠在冬眠期間避免形成血栓。

- (1) 呼吸系統的肺部必須向肌肉系統的肌肉提供更多的二氧化碳，以增加運動並防止血栓形成。
- (2) 循環系統輸送的血液中必須含有較多的血小板，這些血小板由骨骼系統的骨骼產生，以防止血栓形成。
- (3) 骨骼系統的骨髓會減少血小板（釋放到循環系統中）的產生，從而防止血栓阻塞血液流動。
- (4) 神經系統會升高體溫，導致呼吸系統肺部吸入的氧氣量減少，進而防止血栓形成。

2 利用研究人員收集的資料，提供證據來支持以下觀點：隨著環境溫度下降，反饋機制維持冬眠動物的體內平衡。 [1]

3 以下哪個模型最能代表地松鼠細胞將物質與能量轉換為可用形式之化學過程的輸入與輸出模型？



在冬眠研究期間，研究人員還發現哺乳動物的免疫系統功能可能會受到影響。

下面的圖表顯示了調查收集的資料。

冬眠期間白血球的大致減少量

動物	減少百分比
斯堪地那維亞棕熊	40%
十三條紋地松鼠	90%
北方長耳蝠	45%

- 4 根據提供的資料，哪種解釋最能說明免疫系統的變化如何讓松鼠和熊等動物在冬眠期間保持體內平衡？
- (1) 動物冬眠時，白血球生成增加，需要消耗更多能量來維持體內平衡。
 - (2) 冬眠動物的白血球生成減少，藉此節省能量。
 - (3) 動物處於冬眠狀態時，白血球的生成會減少，而這會提升牠們對抗疾病的能力。
 - (4) 動物處於冬眠狀態時，白血球的生成不會受到影響，但牠們對抗疾病的能力會降低。

在另一種哺乳動物 – 蝙蝠的冬眠期間，也觀察到類似的免疫反應。這可能會影響蝙蝠對抗感染的方式。

某種真菌影響了部分蝙蝠族群，導致其數量大量銳減。據推測，那些在冬眠期間定期甦醒的蝙蝠，會重新啟動牠們的免疫系統。

- 5 請運用證據解釋為何透過演化過程，定期甦醒的蝙蝠族群數量會隨之增加。 [1]

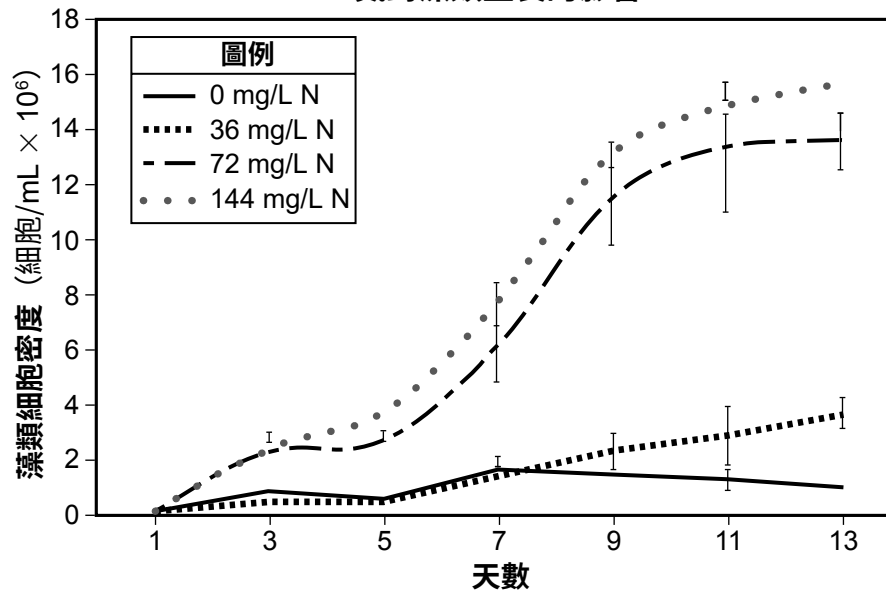
根據以下資訊及你的生命科學：生物學知識來回答第 6 題至第 9 題。

氮：是朋友還是敵人？

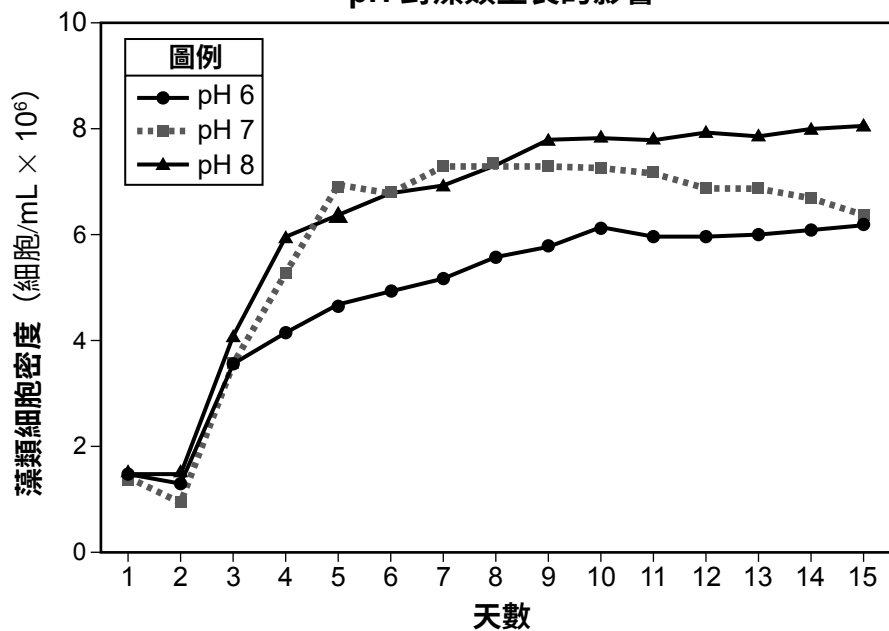
藻類是結構簡單、類似植物的生物，在許多水生的生態系統中發揮著不可或缺的作用。然而，並非所有藻類生長都對生態系統有益。

研究人員透過在含藻類的水樣中添加不同量的氮，測試氮類對藻類生長的效應。他們收集的資料如下圖所示。

氮對藻類生長的影響



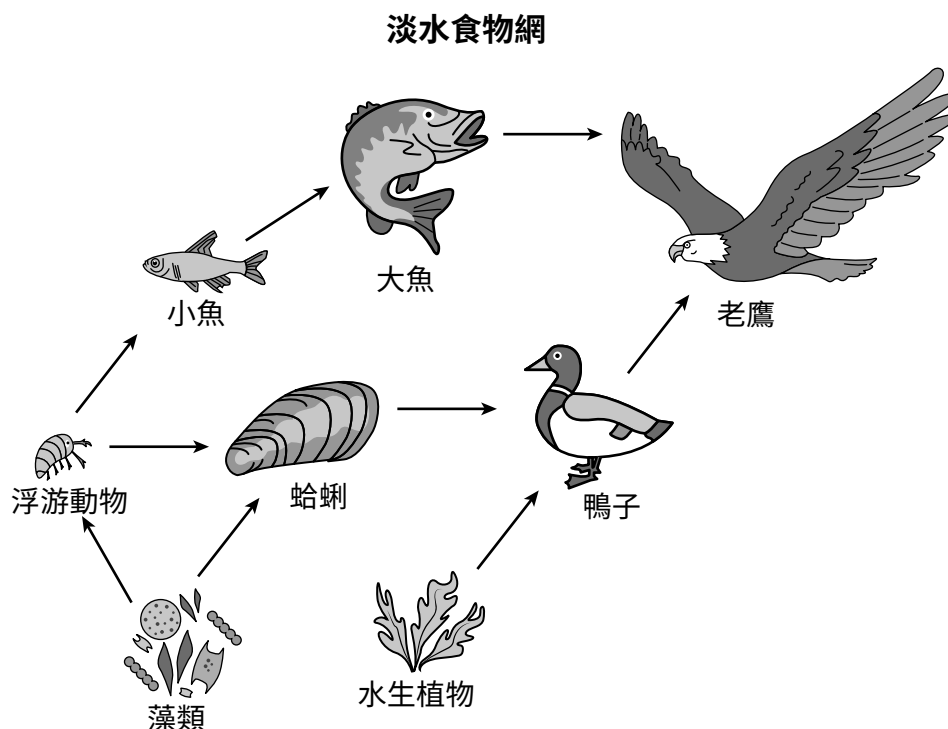
pH 對藻類生長的影響



6 根據圖表資料，哪項因素對藻類種群數量的影響最大？

- (1) 暴露於 36 mg/L 氮濃度下的藻類種群在 13 天內生長最為旺盛。
- (2) 暴露於 pH 值為 8 環境下的藻類種群在 7 天前達到最大密度。
- (3) 暴露於 144 mg/L 氮濃度下的藻類種群在 13 天時達到最大密度。
- (4) 暴露於 pH 值為 8 環境下的藻類數量在 7 天後穩定增加。

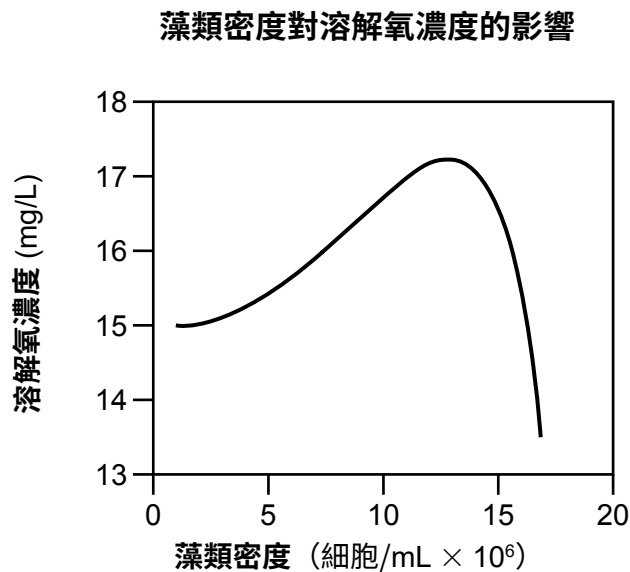
下方模型展示了淡水食物網的一個範例。



7 科學家聲稱，添加少量氮會影響整個食物網中所有物種的容納量。根據提供的資訊，哪種解釋最能支持科學家的觀點？

- (1) 生產者數量將會增加，從而為食物網的其他部分提供更多能量，提高食物網的容納量。
- (2) 藻類的容納量會降低，導致水生植物有更多能量可用，從而增加植物和取食者的容納量。
- (3) 由於藻類數量增加，吸收了所有可用能量，食物網中除生產者以外的所有生物體的容納量都會下降。
- (4) 由於藻類是捕食者的主要食物來源，因此捕食者的容納量將會增加。

有害藻類水華 (HAB) 正成為世界各地淡水水體 (包括紐約州的湖泊) 的關注議題。農民經常在田間使用含氮的化學肥料。過量的肥料會流入淡水生態系統，造成有害藻類水華。下圖顯示了有害藻類水華對淡水生態系統氧水平的影響。



- 8 科學家聲稱，144 mg/L 的氮會對淡水生態系統中生物之間複雜的相互作用產生負面影響。請在下面的「合理」或「不合理」方塊中打勾 (✓)，以評估此觀點是否合理。提供數據來佐證你的評估。 [1]

☐

合理

☐

不合理

- 9 哪項解決方案能最有效且安全地**降低**人類活動導致有害藻類大量繁殖的可能性？

- (1) 要求農民採用減少逕流進入淡水體的農業耕作方式。
- (2) 在水體中添加以藻類為食的非本地物種，以控制藻類的數量。
- (3) 在水體中添加其他化學物質，以消除水中氮的影響。
- (4) 在所有淡水體周圍建造混凝土障礙物，防止任何養分逕流進入水道。

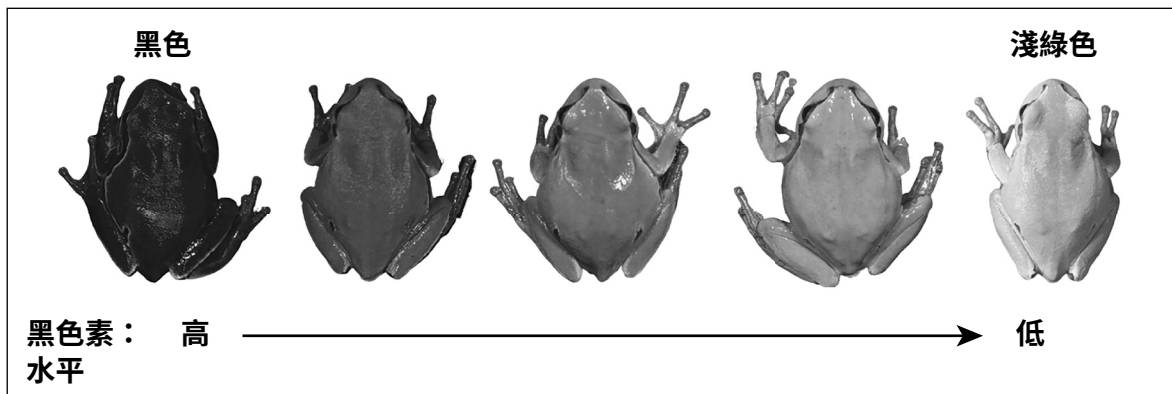
根據以下資訊及你的生命科學：生物學知識來回答第 10 題至第 14 題。

綠色樹蛙與黑色樹蛙

1986 年，位於東歐的切爾諾貝利核反應爐向大氣中釋放了大量放射性物質。該周邊地區至今仍大部分不適宜人類居住。釋放出的輻射需要多年時間才能自然回復到安全水平。

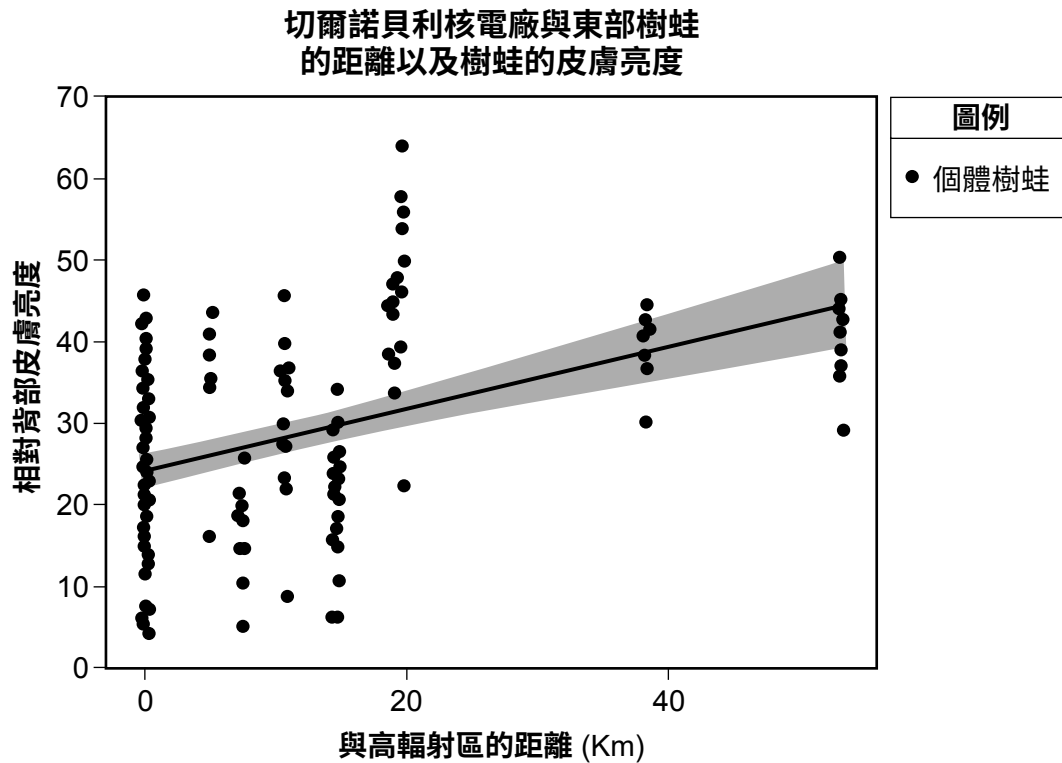
東部樹蛙 (*Hyla orientalis*) 棲息在切爾諾貝利災難現場周圍的地區。由於皮膚細胞中黑色素含量不同，其皮膚呈現不同的顏色。災難發生前，大多數東部樹蛙都是綠色的，只有少數樹蛙表現出黑色皮膚細胞的特徵。2022 年對切爾諾貝利周邊地區的一項研究表明，目前的樹蛙種群顏色明顯變深，黑蛙數量增多，淺綠色蛙數量減少。這些樹蛙的顏色變異如下所示。

東部樹蛙顏色變異



- 10 哪個問題最能闡明 DNA 在導致青蛙皮膚顏色遺傳改變中的作用？
- (1) 為什麼樹蛙皮膚細胞的 DNA 序列與其他不產生色素的體細胞的 DNA 序列不同？
 - (2) 同一物種的所有樹蛙如何從其父母獲得相同的色素蛋白？
 - (3) 樹蛙從其父母繼承的色素生成基因的組合如何決定樹蛙的皮膚顏色？
 - (4) 為什麼不同顏色的樹蛙從父母繼承的 DNA 數量不同？
- 11 哪項證據最能佐證「切爾諾貝利災難前樹蛙種群的顏色分佈和頻率是自然選擇的結果」這一觀點？
- (1) 綠色色素比黑色色素更能吸收陽光，讓樹蛙更溫暖。
 - (2) 黑色樹蛙比綠色樹蛙更能有效地躲避捕食者。
 - (3) 綠色體色讓樹蛙能夠更好地在樹上偽裝自己。
 - (4) 黑色體色讓樹蛙能夠吸引更多配偶並繁殖更多後代。

隨著細胞內黑色素含量增加，皮膚亮度（背部皮膚的感知亮度）會降低。在 2022 年的研究中，研究人員測量了距離切爾諾貝利遺址不同距離的樹蛙背部皮膚亮度。下圖顯示了他們的研究結果。

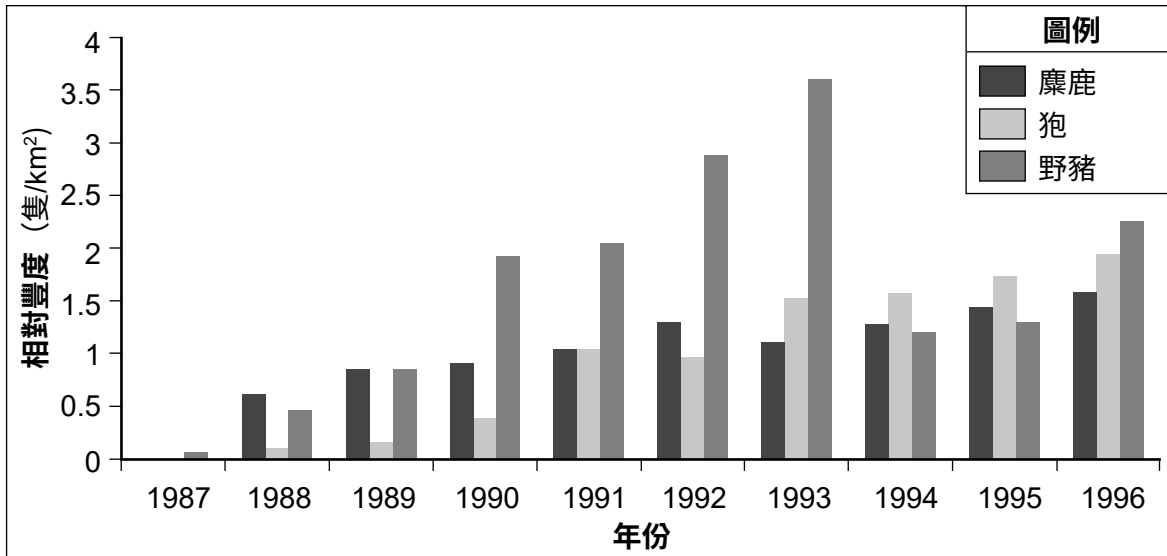


12 根據提供的資訊，哪項證據表明，切爾諾貝利周圍環境中釋放的輻射導致了東部樹蛙種群色素沉著的變化？

- (1) 暴露於較高輻射環境的樹蛙皮膚亮度更高，且綠色體色最淺。
- (2) 離核反應爐最近的樹蛙皮膚亮度最低，且黑色素含量最高。
- (3) 暴露於更低輻射環境的樹蛙皮膚亮度更高，且黑色素含量也更高。
- (4) 離核反應爐最遠的樹蛙皮膚亮度最低，且體色最深。

輻射釋放後，對切爾諾貝利遺址附近每平方公里的動物數量（隻/km²）監測了數年。這些種群現在的規模與未受切爾諾貝利輻射影響的自然保護區種群的規模相似，有些種群的規模甚至比未受污染地區的種群還要大。研究表明，輻射水平與某一區域內所研究動物的相對豐度之間沒有相關性。下圖顯示了災難後前幾年內三種動物種類的數據。

切爾諾貝利災區動物的豐度



13 根據輻射釋放後的數據，以下關於切爾諾貝利動物種群之間複雜相互作用的哪種觀點獲得的支持最為充分？

- (1) 由於野豬與狢爭奪食物，野豬數量最後才恢復。
- (2) 由於麋鹿和狢生活在同一區域，麋鹿在棲息地競爭中總是處於劣勢。
- (3) 所有物種最初都受到影響，且沒有一個物種能夠找到在新環境中成功競爭的方法。
- (4) 所有物種最初都受到影響，且三個物種都找到了獲取食物和在同一棲息地生存的方法。

14 切爾諾貝利災難後，狢種群數量幾乎降至零。請解釋自然選擇如何導致切爾諾貝利災難後狢種群數量增加。 [1]

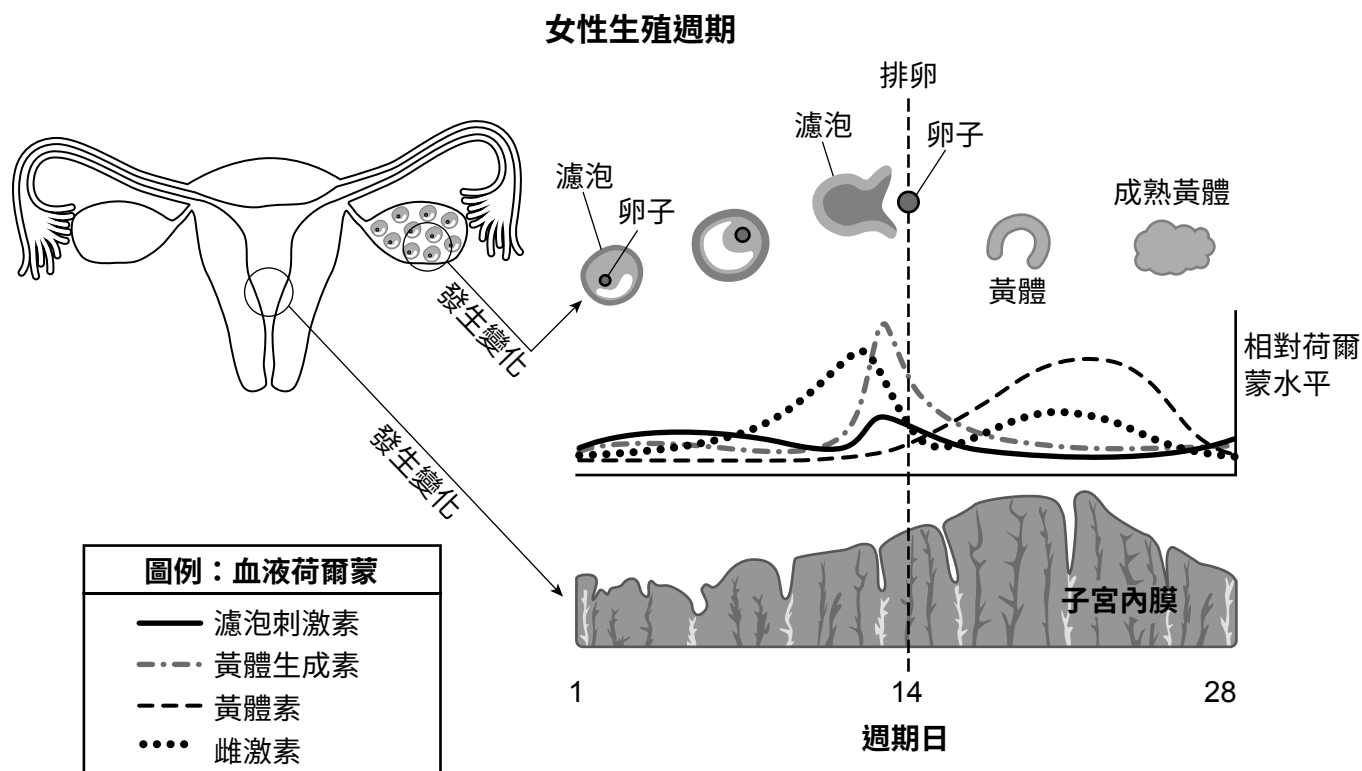
根據以下資訊及你的生命科學：生物學知識來回答第 15 題至第 18 題。

多囊性卵巢症候群 (PCOS)

人類卵細胞在有性生殖功能上高度專精。卵細胞經歷一系列變化，這些變化由器官、腺體和荷爾蒙之間的相互作用協調。

多囊性卵巢症候群 (PCOS) 是一種影響 8-13% 育齡婦女的疾病。許多患有多囊性卵巢症候群的女性發現，相較於未患此症的女性，她們懷孕的難度更高。

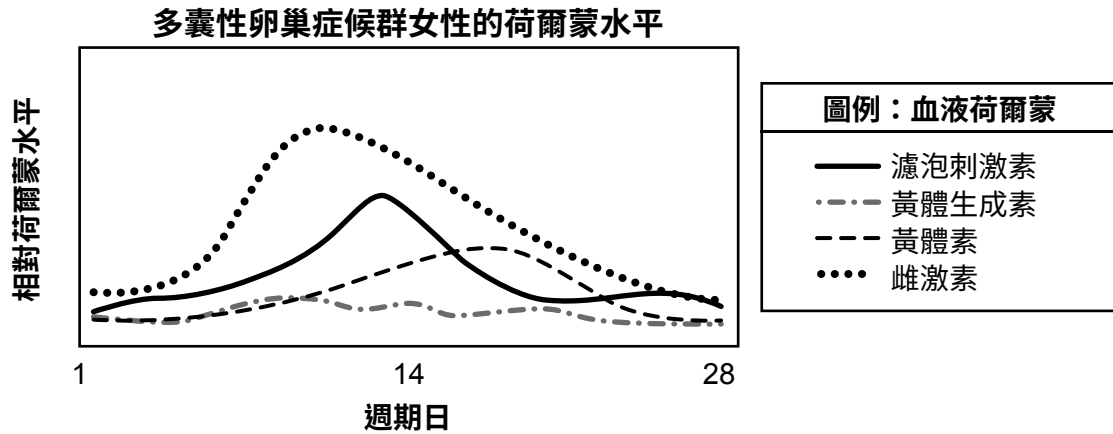
下方模型代表了女性 28 天的生殖週期。



15 利用模型中的資訊，說明某種特定荷爾蒙如何影響女性生殖系統的結構。 [1]

研究顯示，多囊性卵巢症候群患者的卵泡數量是未患此症女性的兩倍，但大多數卵泡發育不全。

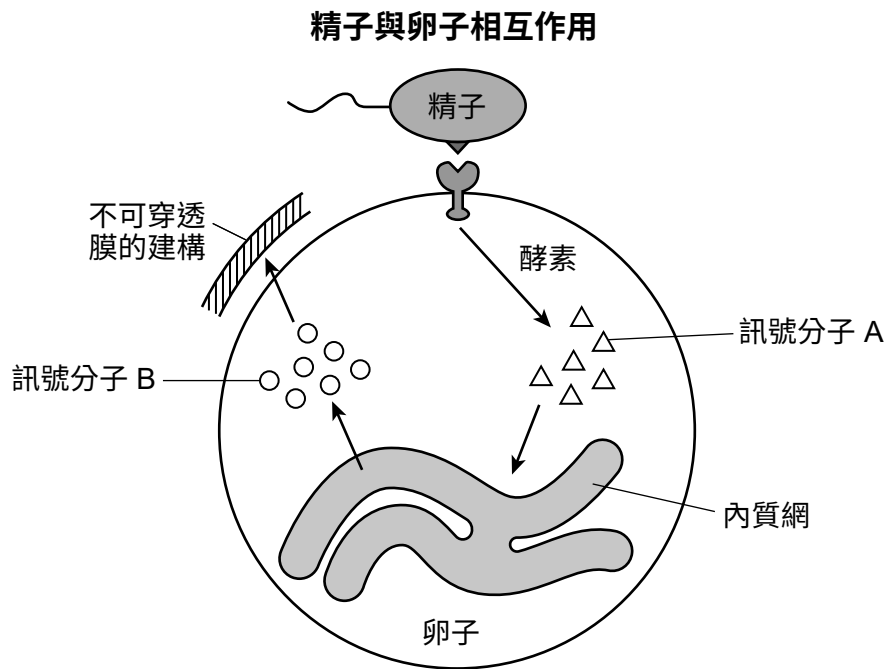
下圖總結了研究人員在調查多囊性卵巢症候群時收集的一些資料。



16 哪項陳述指出了支持「多囊性卵巢症候群是由於卵細胞相關回饋機制失效所致」這一觀點的證據？

- (1) 多囊性卵巢症候群患者不會像未患此症女性那樣經歷濾泡刺激素分泌高峰，從而擾亂她們的月經週期。
- (2) 多囊性卵巢症候群患者的黃體生成素水平較低，因此不會發生排卵。
- (3) 多囊性卵巢症候群患者的黃體素和黃體生成素在第 14 天後仍升高，導致月經週期不規律。
- (4) 多囊性卵巢症候群患者的雌性激素和濾泡刺激素水平升高，導致卵泡過度發育。

卵子排出後，卵子內的多種機制確保只有一個精子將遺傳訊息傳遞給受精卵。精子與卵子的結合導致卵子內的細胞器 – 內質網釋放訊號，造成卵子內部改變。這樣可阻止更多精子與卵子結合。下方模型代表了一種提出的機制。



17 哪項陳述正確地將模型中的一個結構與其導致不可穿透膜形成之功能進行配對？

- (1) 內質網刺激訊號分子的產生，從而引起一系列變化，使精子能夠與卵子結合並形成受精卵。
- (2) 訊號分子與精子細胞發生反應，刺激內質網釋放酶，這些酶是形成卵子周圍不可穿透膜所必需的，從而阻止多個精子進入卵子。
- (3) 卵子膜內的受體與精子細胞結合，引發一系列反應，刺激內質網釋放訊號，形成不可穿透的膜。
- (4) 精子細胞膜上有一個受體，可以附著在卵細胞上，從而釋放精子內的酶，這些酶可以阻止其他精子附著在卵子上。

除了增加懷孕難度外，多囊性卵巢症候群還會導致非生殖系統症狀。研究人員正在探索可用於治療多囊性卵巢症候群症狀的策略。下面將介紹其中兩種治療方案。

方案 1：使用藥物來控制特定症狀。

方案 2：運動和改善飲食以減輕症狀嚴重程度。

- 18 請指出哪一種治療方案能最有效地**緩解**多囊性卵巢症候群的症狀。你可以考慮下列三個限制條件中的**兩個**：成本、安全性或可靠性。填寫表格記錄你的回答。 [1]

方案編號： _____

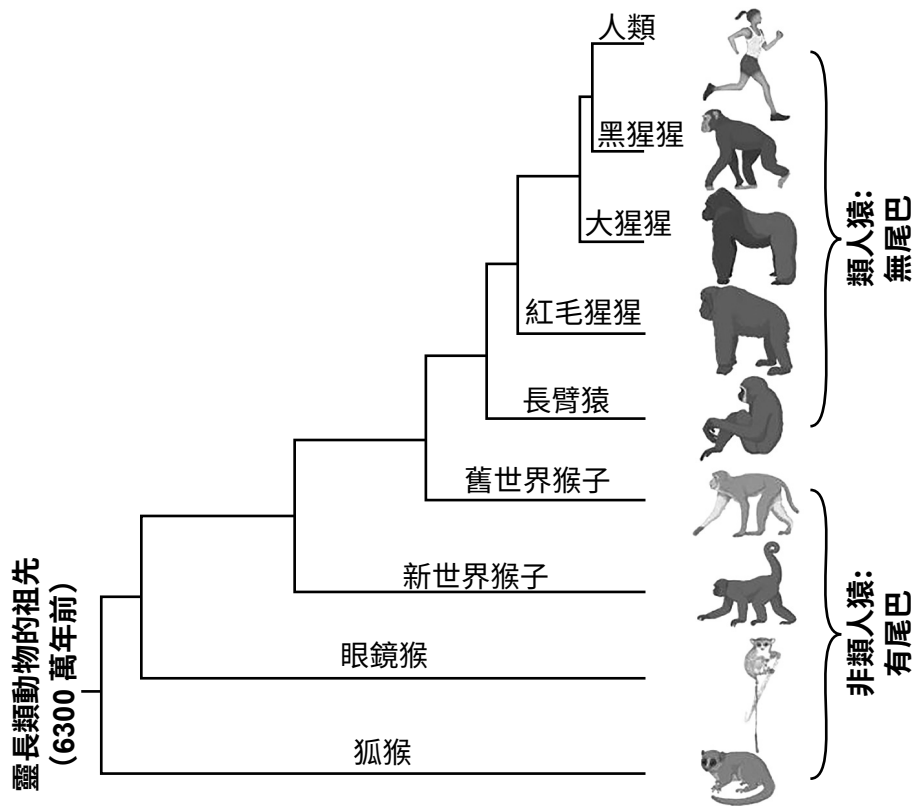
限制條件	取捨	原因
	優點	
	缺點	

根據以下資訊及你的生命科學：生物學知識來回答第 19 題至第 22 題。

無尾人類

人類與其他靈長類動物擁有很大比例的共同 DNA。如下方模型所示，其中一類被稱為類人猿，在 1500 萬至 2000 萬年前從猴類靈長類動物中分離出來，並且進化得沒有尾巴。

靈長類進化樹

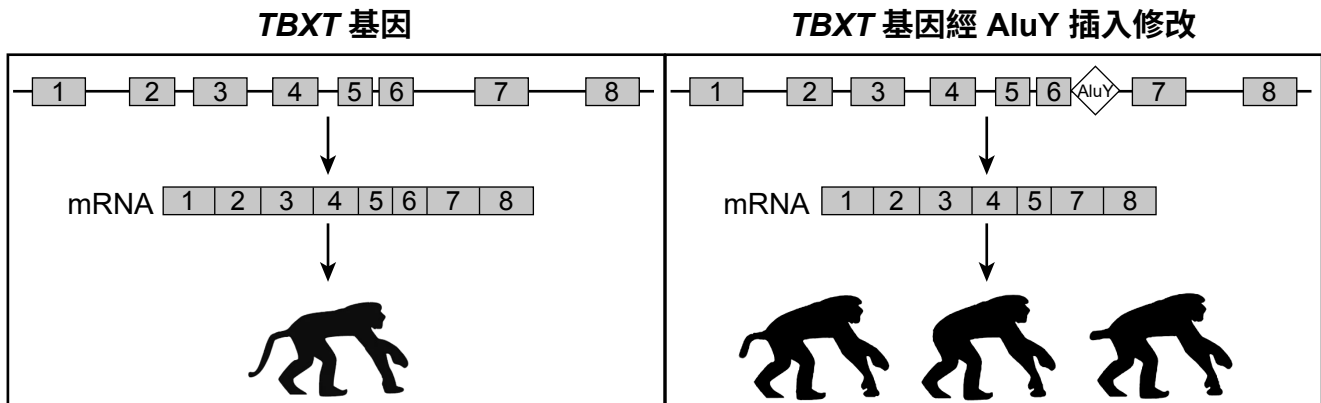


科學家發現了一種名為 *TBXT* 的基因，它在尾部發育中發揮作用。*TBXT* 對轉錄因子（一種蛋白質）進行基因編碼，負責活化許多基因，包括許多動物早期胚胎發育過程中與尾巴產生相關的基因。

19 哪項陳述提供了可用於確定黑猩猩和人類在進化樹圖表中位置的經驗證據？

- (1) 化石記錄表明，黑猩猩和人類在 6300 萬年前由一群有尾巴的已滅絕靈長類動物進化而來。
- (2) 黑猩猩與人類共享的 DNA 鹼基比其他任何靈長類動物都多，並且擁有最近的共同祖先。
- (3) 黑猩猩和人類都沒有尾巴，並且在胚胎發育期間無法產生任何轉錄因子。
- (4) 黑猩猩和人類在生理上最為相似，並且適應相同的棲息地。

最近發現，哺乳動物無尾的原因之一是名為 AluY 的鹼基序列插入到 *TBXT* 基因的非編碼區。如下圖所示，當 *TBXT* 基因轉錄時，編碼區（如下圖中的編號方框所示）被拼接在一起，非編碼區（如下圖的實線所示）被移除。然而，當插入 AluY 片段時，編碼區 6 被剪除，因此不會表達。由此產生的動物尾巴較短或缺失。



20 哪項陳述包含的證據最能支持「*TBXT*」基因的結構決定了在尾巴早期發育期間發揮作用的蛋白質結構這一解釋？

- (1) 如果 *TBXT* 基因的編碼區 6 表達出來，則該 mRNA 具有在動物胚胎中產生無尾性狀所需蛋白質的密碼。
- (2) *TBXT* 基因在有尾動物和無尾動物的胚胎發育期間都會轉錄。
- (3) 只有當 *TBXT* 基因的編碼區 6 表達出來時，動物胚胎才會產生完整的尾巴。
- (4) 如果 *TBXT* 基因中的另一個編碼區沒有轉錄，則將取代編碼區 6，因為其作用對於動物胚胎發育尾巴至關重要。

21 關於 *TBXT* 基因，研究人員應探究何種問題，以協助他們鑑別出從親代傳遞給子代、並導致人猿總科動物無尾性狀的基因變異？

- (1) 為什麼人類和黑猩猩的 *TBXT* 基因會有不同的變異，導致這兩個物種都具有無尾特徵？
- (2) 如何透過比較有 *TBXT* 基因和沒有 *TBXT* 基因的人猿總科的胚胎發育序列，來確定非人猿總科動物沒有尾巴的原因？
- (3) 人猿總科動物的 *TBXT* 基因鹼基序列與其他靈長類動物的 *TBXT* 基因序列相比有何異同？
- (4) 除了 *TBXT* 基因之外，還有哪些基因可以被改變而不導致靈長類動物出現無尾性狀？

研究人員建立了小鼠體內 AluY 插入的模型。他們利用基因工程技術從小鼠基因的一個副本中移除了 *TBXT* 基因的第 6 區 (*TBXT*⁻⁶)。另一個副本則完好無損地保留了下來 (*TBXT*⁺)。

這些雜交小鼠被交配以產生後代。結果如下所示。

***TBXT*⁻⁶ / *TBXT*⁺ x *TBXT*⁻⁶ / *TBXT*⁺ 親代雜交的結果**

後代的基因型（基因組成）	存活後代數量	表型（後代的生理外觀）
<i>TBXT</i> ⁻⁶ / <i>TBXT</i> ⁻⁶	0	無法取得
<i>TBXT</i> ⁻⁶ / <i>TBXT</i> ⁺	63	無尾或短尾
<i>TBXT</i> ⁺ / <i>TBXT</i> ⁺	35	長尾

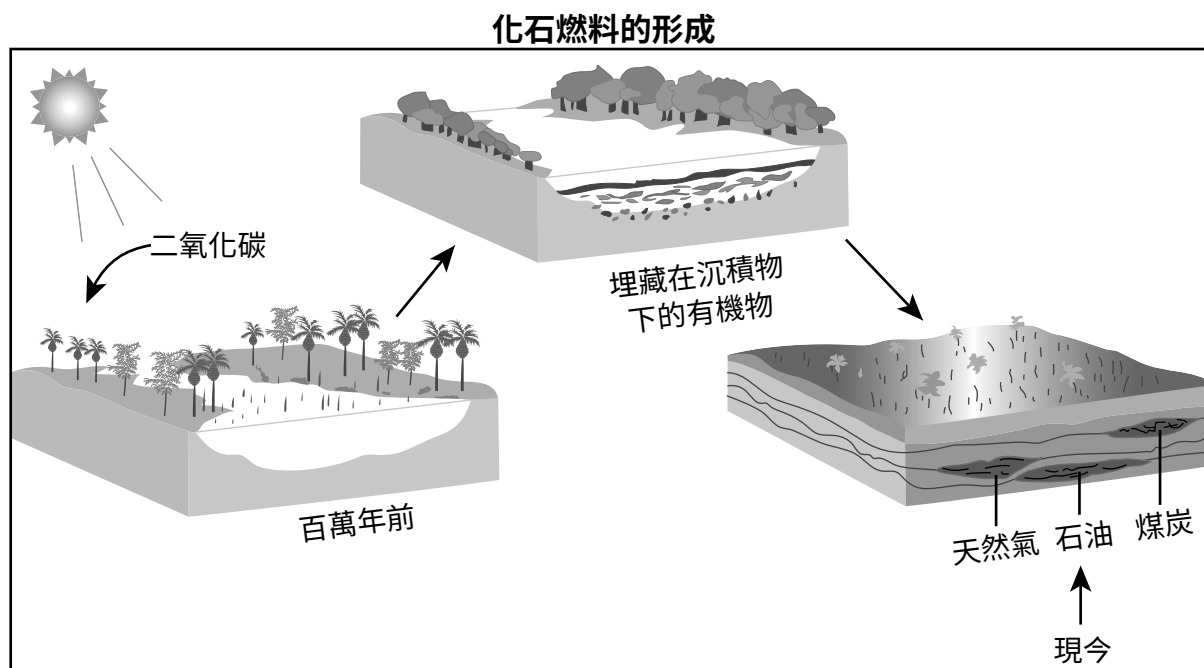
22 有人主張，基因工程產生的變異會遺傳給小鼠後代。請提供數據證據來佐證這一觀點。 [1]

根據以下資訊及你的生命科學：生物學知識來回答第 23 題至第 27 題。

化石燃料：眼不見，心不忘

石炭紀時期距今 3.59 億至 2.99 億年前，其特徵是植物生物量迅速增長。地球熱帶地區覆蓋著極為茂密的森林。這些森林生物量中儲存的物質經歷了多種過程。現今運作的化學過程與古代地球相同。

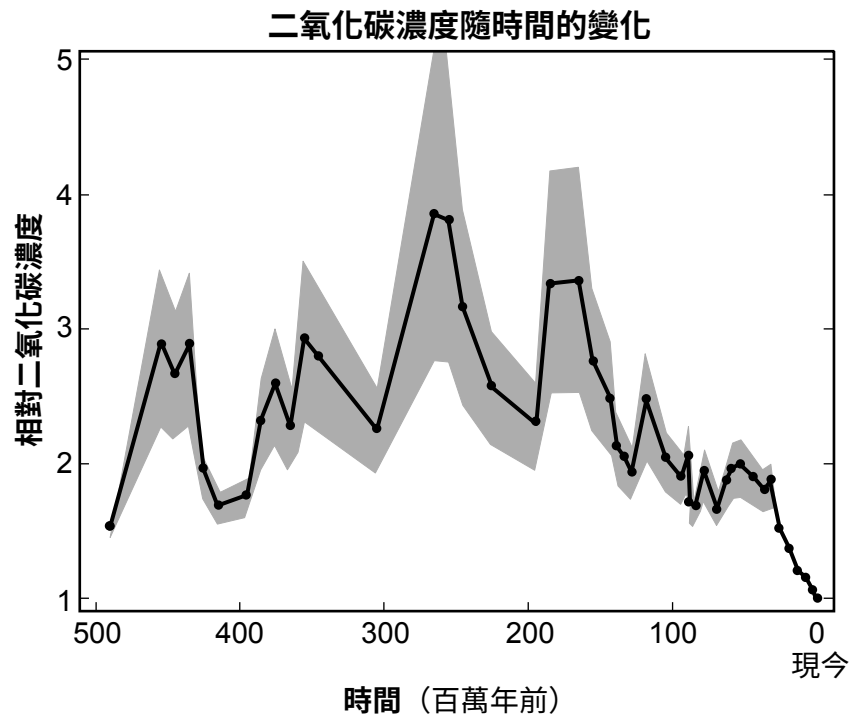
下面的圖表代表了地球球體組成部分間的一些相互作用。



23 根據以下模型，哪項解釋最準確地描述了碳循環中導致化石燃料形成的某個過程的作用？

- (1) 光合作用將太陽能儲存於大氣中植物的根部，最終當化石燃料在生物圈中形成時，此能量便回歸至環境。
- (2) 化石燃料是在微生物部分分解植物後，生物圈的碳轉移到地球圈時形成的。
- (3) 植物從大氣中吸收的二氧化碳，在細胞呼吸形成化石燃料的過程中被循環回地球圈。
- (4) 從大氣中吸收的水經由細胞呼吸轉化為地球圈中的含碳物質，再轉化成化石燃料。

在地球歷史的歷程中，包括石炭紀期間，環境條件經歷了許多變化。
下圖顯示了其中一項變化。



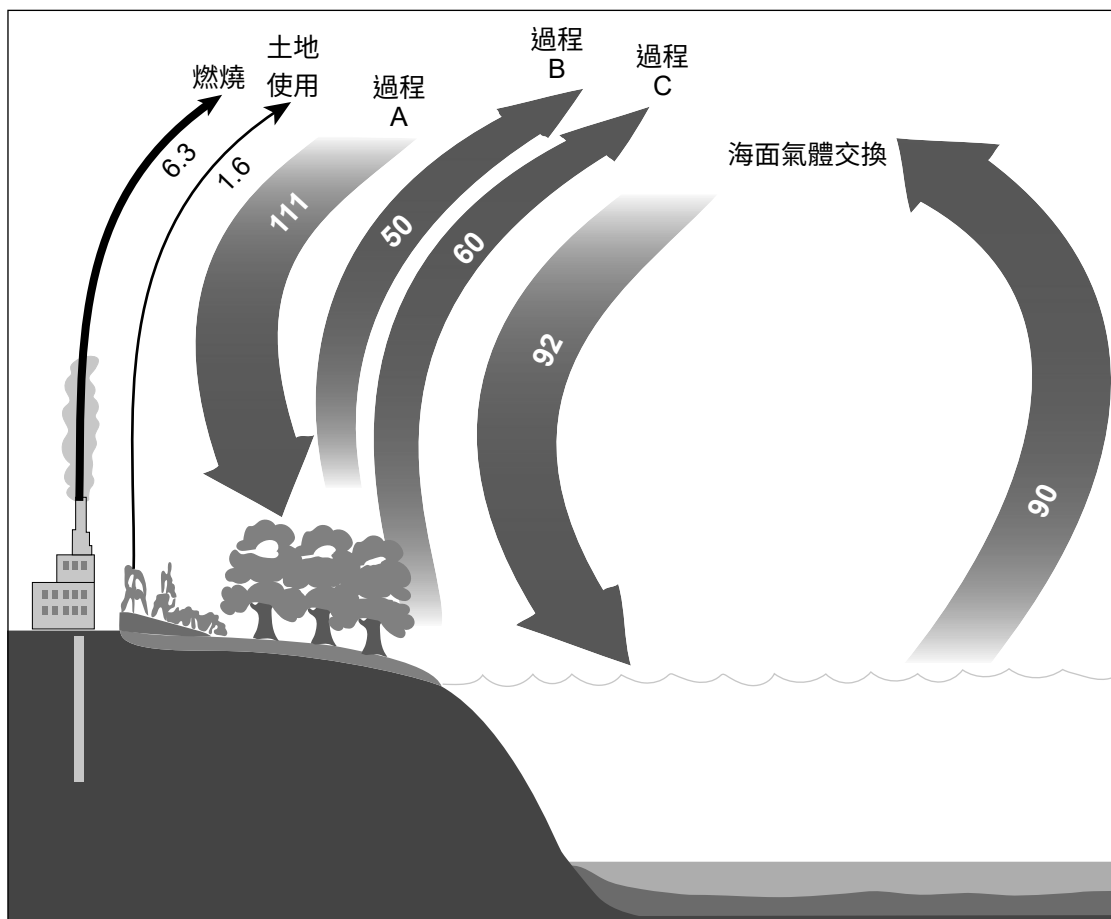
24 利用提供的證據來解釋為什麼石炭紀時期植物的容納量與今天有很大不同。 [1]

25 哪項陳述支持「生物與地球系統之間的反饋機制於石炭紀時期發生共同演化」這一論點？

- (1) 隨著植物死亡和分解，它們供應更多的化石燃料，讓更多植物得以生長。
- (2) 植物生命的增加使更多水源從光合作用中釋放，促進了陸生動物的發展。
- (3) 隨著植物吸收的碳減少，動物因與植物爭奪大氣中的碳而開始發展。
- (4) 植物透過光合作用釋放更多氣體，促使更複雜的動物生命成長。

碳透過多種不同的過程在環境中循環。下方模型展示了一些關於碳循環的資訊。

每年數十億噸碳循環



26 利用上述模型中的定量數據，描述人類活動如何改變了大氣圈和水圈之間的碳循環。 [1]

人類使用化石燃料導致碳循環變化，對全球構成了重大挑戰。對此，紐約州鼓勵未來銷售或租賃更多電動乘用車 (EV)。

27 哪項陳述最準確地描述了在設計解決化石燃料過度使用問題的方案時，必須考慮的社會需求標準或限制條件？

- (1) 解決方案必須滿足減少進入大氣中碳含量的標準，以應對改善空氣品質的需求。
- (2) 所有電動乘用車的尺寸必須滿足能夠容納六名成年人的標準，並且還要限制車輛向地球大氣中排放的碳量。
- (3) 電動乘用車的成本限制必須高於化石燃料汽車的成本，以鼓勵人們使用公共交通工具。
- (4) 車輛款式與顏色的數量限制必須與目前可用的數量相當，以維持消費者購買電動乘用車時的消費者選擇。

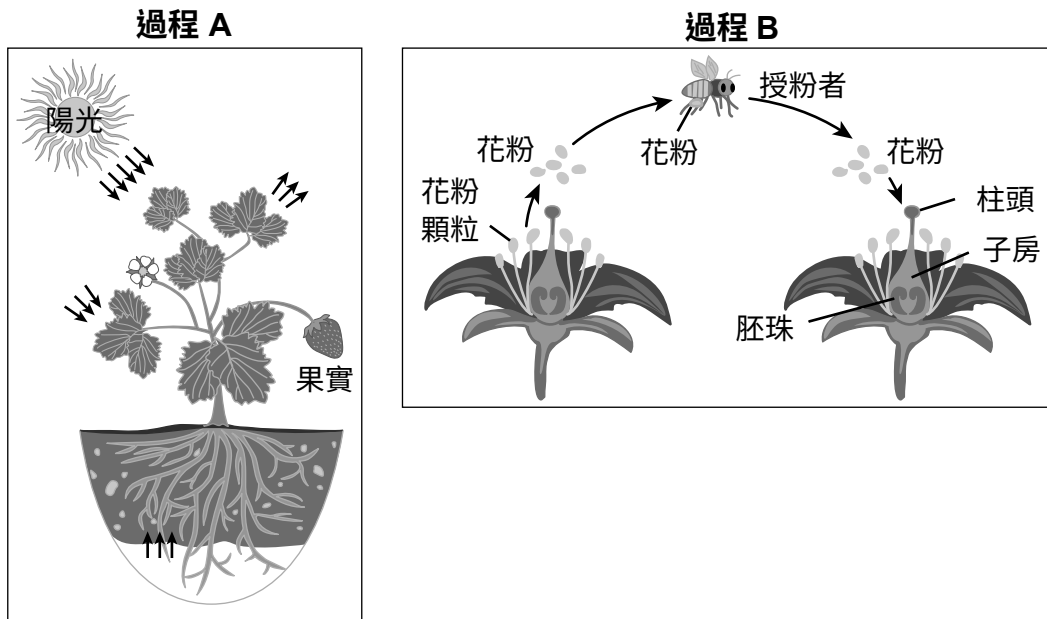
根據以下資訊及你的生命科學：生物學知識來回答第 28 題至第 32 題。

嗡嗡的小蜜蜂

蜜蜂在為人類提供生態系統服務中發揮著不可或缺的作用。僅靠蜜蜂，就能為 80% 的開花植物授粉，其中包括 130 多種水果和蔬菜。蜜蜂的群體行為使牠們能夠有效地進行授粉。這些蜜蜂特別擅長保護蜂巢，並確保能為所有蜂巢成員提供蜂蜜。

蜜蜂是群居的社會性昆蟲，包括蜂后、數千隻工蜂和雄蜂。春夏季節，年輕工蜂會收集花粉和花蜜並保護群體。蜜蜂利用花蜜和花粉釀造蜂蜜來度過寒冬。

下方所示的兩個過程在蜂巢存在的環境中持續進行。



28 哪種解釋最能支持蜜蜂在生態系統能量流動中發揮作用的觀點？

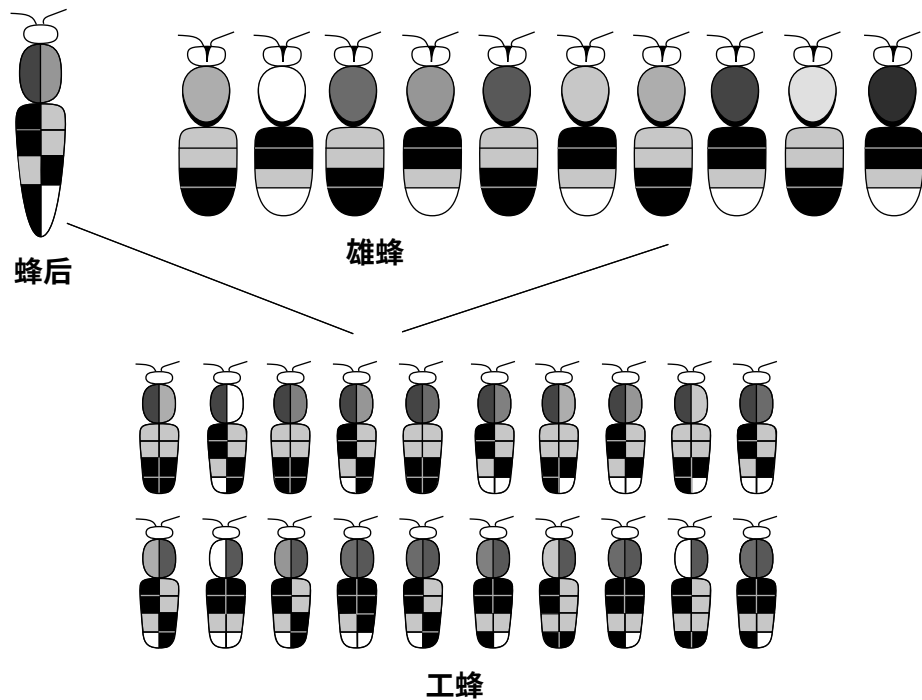
- (1) 植物利用過程 A 將陽光轉化為儲存在葉片中的能量，而葉片則被用作蜜蜂的食物來源。
- (2) 蜜蜂利用過程 B 來傳遞花粉，使植物能結出果實，而果實又可用作其他生物的食物來源。
- (3) 植物利用過程 B 將花粉轉化為花朵中的果實，而果實是蜜蜂的食物來源。
- (4) 蜜蜂利用過程 A 將陽光轉化為儲存的能量，用作其他生物的食物來源。

蜜蜂群體由在蜂巢內扮演不同角色的成員組成，如下表所示。底部的圖表顯示了蜂巢內交配可能產生的結果。

不同類型蜜蜂的角色

類型	蜂巢內的角色
蜂后 	• 每天產卵量可達 2000 顆 • 控制蜂巢的行為與社會秩序
雄蜂 	• 蜂巢雄性蜜蜂與蜂后交配
工蜂 	• 生產蜂蠟以建造蜂巢 • 生產食物（蜂蜜） • 離開蜂巢覓食（為群體收集花蜜和水） • 產生信息素（激素）來提醒蜂巢 • 使用螫針保衛蜂巢免受威脅，之後就會死去。

蜂后交配結果



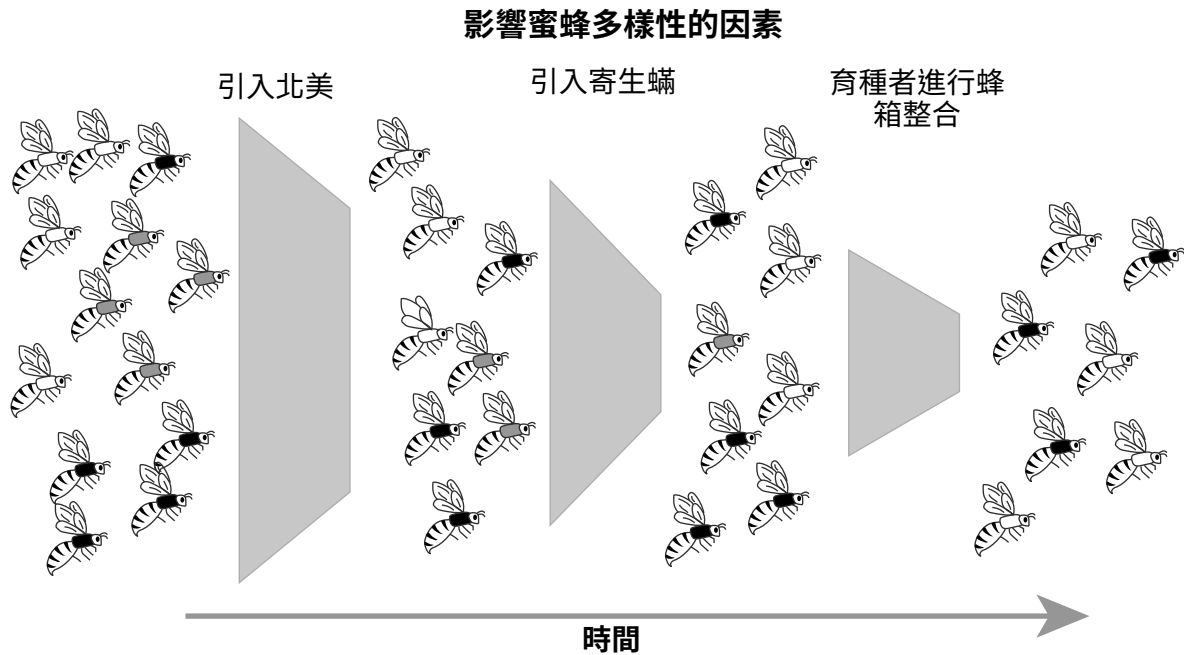
這只是成千上萬種可能基因組合中的一小部分。

29 根據證據，請解釋繁殖如何促進蜜蜂演化過程。 [1]

30 哪項陳述所列舉的證據最能支持蜜蜂利用群體行為來提高蜂巢存活率的觀點？

- (1) 工蜂會釋放信息素來提醒其他工蜂，幫助蜜蜂群體抵抗入侵者。
- (2) 蜜蜂依賴本能生存，每隻蜜蜂都會覓食、採集花粉、保護自己。
- (3) 雄蜂在與蜂后交配前幫助守衛蜂巢，一旦交配後不再有用處，便會被驅逐。
- (4) 蜜蜂隨著年齡的增長會承擔不同的角色，讓每隻蜜蜂都能獨立完成所有必要的任務。

自從蜜蜂被引入北美以來，各種事件都對其種群數量產生了影響。下方模型展示了其中一些事件的效應。模型中蜜蜂的陰影代表種群數量的變化。



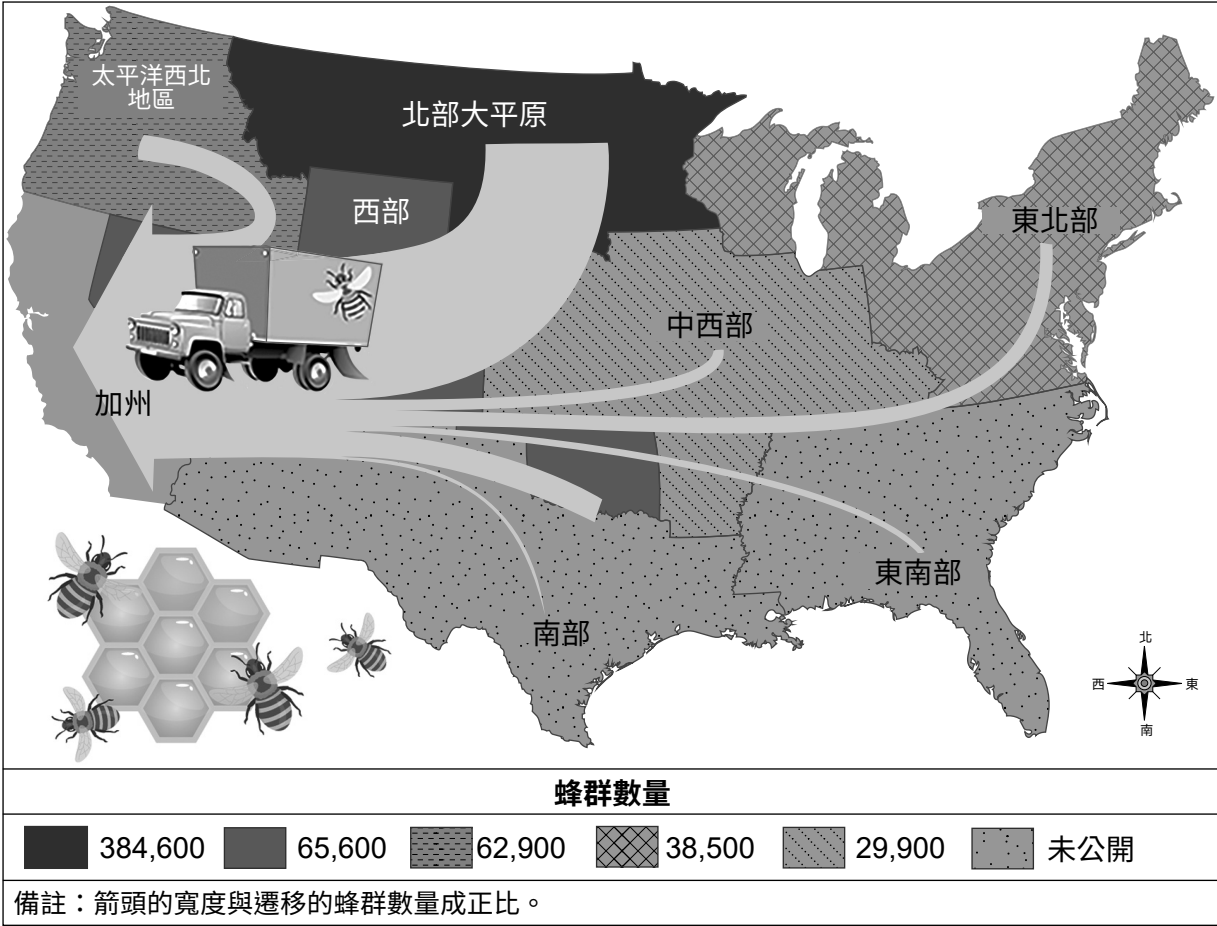
31 哪項觀點有證據支持蜜蜂環境的變化可能導致蜜蜂滅絕？

- (1) 隨著蜜蜂被引入北美，並經歷了各種環境變化，其種群數量和遺傳多樣性都增加了。
- (2) 寄生蟎引入蜂群時，蜜蜂的種群數量增加，遺傳多樣性降低。
- (3) 當蜜蜂育種者將蜂群合併時，蜂箱的規模與多樣性皆不會受到影響。
- (4) 隨著蜜蜂經歷了許多隨時間而產生的變化，其基因多樣性和種群規模逐漸減小。

蜜蜂可能不會出現在需要授粉作用的區域。如果沒有蜜蜂，人類可獲得的食物供應將大大減少。養蜂人用卡車將蜂箱安全地運送到很遠的地方，以提供授粉服務。

地圖和表格提供了一些關於蜜蜂群體運輸的資訊。

蜂群遷入加州（2017 年 7 月 1 日至 2018 年 1 月 1 日）



遷移蜂群的優缺點

優點	缺點
• 能夠持續不斷地前往富含花蜜的地點 • 全球蜂蜜市場規模到 2028 年預計將超過 10 億美元。 • 裝有蜂巢的蜂箱可以輕鬆整齊地堆放在卡車上。 • 為杏仁樹等多種作物提供授粉作用 • 採集不同植物以生產蜂蜜 • 養蜂人可以將蜂巢移至最佳溫度、濕度及其他環境條件的區域 • 提高蜂蜜產量（生產量）	• 擾亂蜜蜂群體的自然節奏 • 蜂群合併會增加疾病機率 • 與當地蜂巢的競爭加劇 • 蜜蜂群體接觸殺蟲劑的機率增加 • 高溫、噪音、強風、通風不良以及蜂群缺水都會在運輸過程中給蜂群帶來壓力。 • 蜜蜂在旅途中需要額外的食物和健康檢查 • 卡車用網子和篷布遮蓋的外觀可能不太美觀。

- 32 評估遷移蜂箱是否是為人類食用的作物授粉的有效方法，請在下面的「有效」或「無效」方框中打勾（✓）。使用成本、安全與環境影響等各項具體標準與權衡來支持您的評估。 [1]

☐

有效

☐

無效

根據以下資訊及你的生命科學：生物學知識來回答第 33 題至第 37 題。

森林園丁

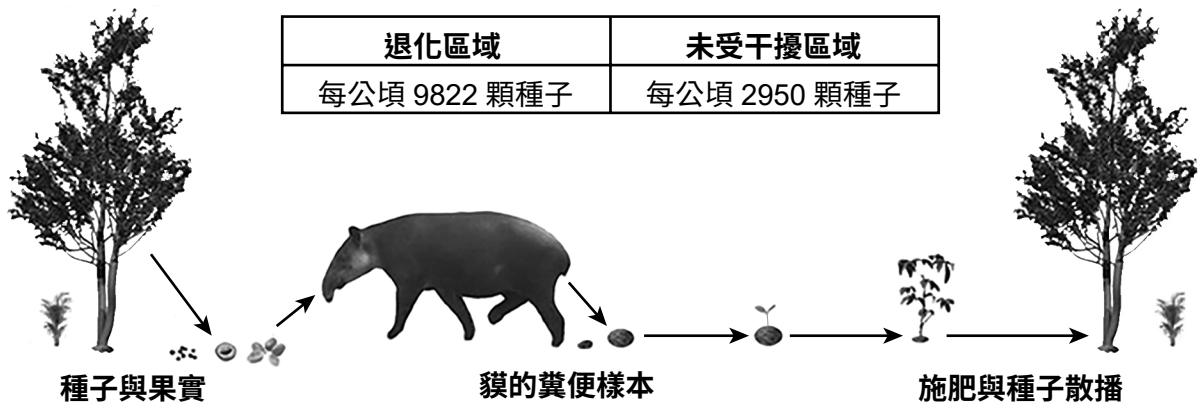
獐是一種原生於熱帶森林的哺乳類動物。其中一種獐稱為拜氏獐，生活在中美洲哥斯大黎加的叢林中。牠們已存在至少五千萬年，且與馬和犀牛的親緣關係最為接近。

獐會攝取多種品種的植物和水果。牠們在生態系統中扮演著「森林園丁」的重要角色，促進森林再生與養分循環。獐會食用樹木的果實，並透過糞便將果實中的種子排出。此舉能將種子散播至整片森林，如下圖所示。

一項研究發現，當森林已退化（受到負面影響）時，獐在森林再生中所扮演的角色更為關鍵。

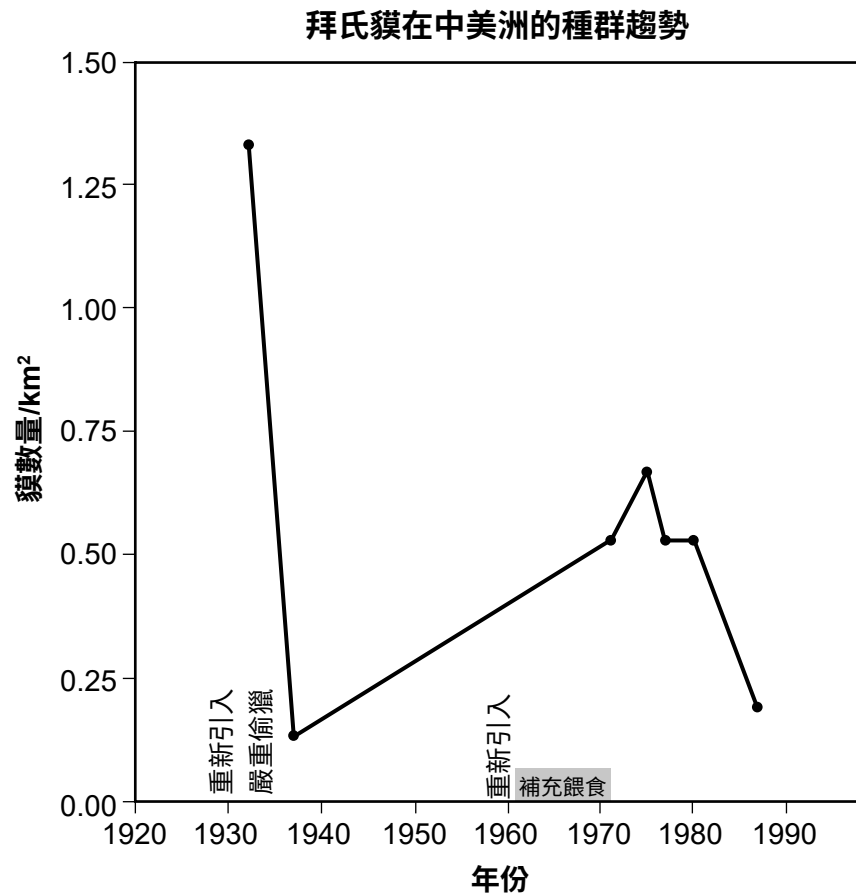
中美洲的獐種群由於低繁殖率、棲息地破壞及偷獵（非法狩獵）而持續下降。牠們現已被列為瀕危物種。

獐散播的種子



科學家聲稱，保護拜氏獭非常重要，因為牠們對熱帶雨林生態系統的生物多樣性做出了貢獻。1929 年，為了重建中美洲某島嶼上的獭種群，人們將幾隻獭重新引入島嶼。接下來的 60 年間，研究人員收集大量數據以監測島上貝氏獭種群的數量趨勢。

下圖顯示了關於拜氏獭種群及相關的人類活動資訊。

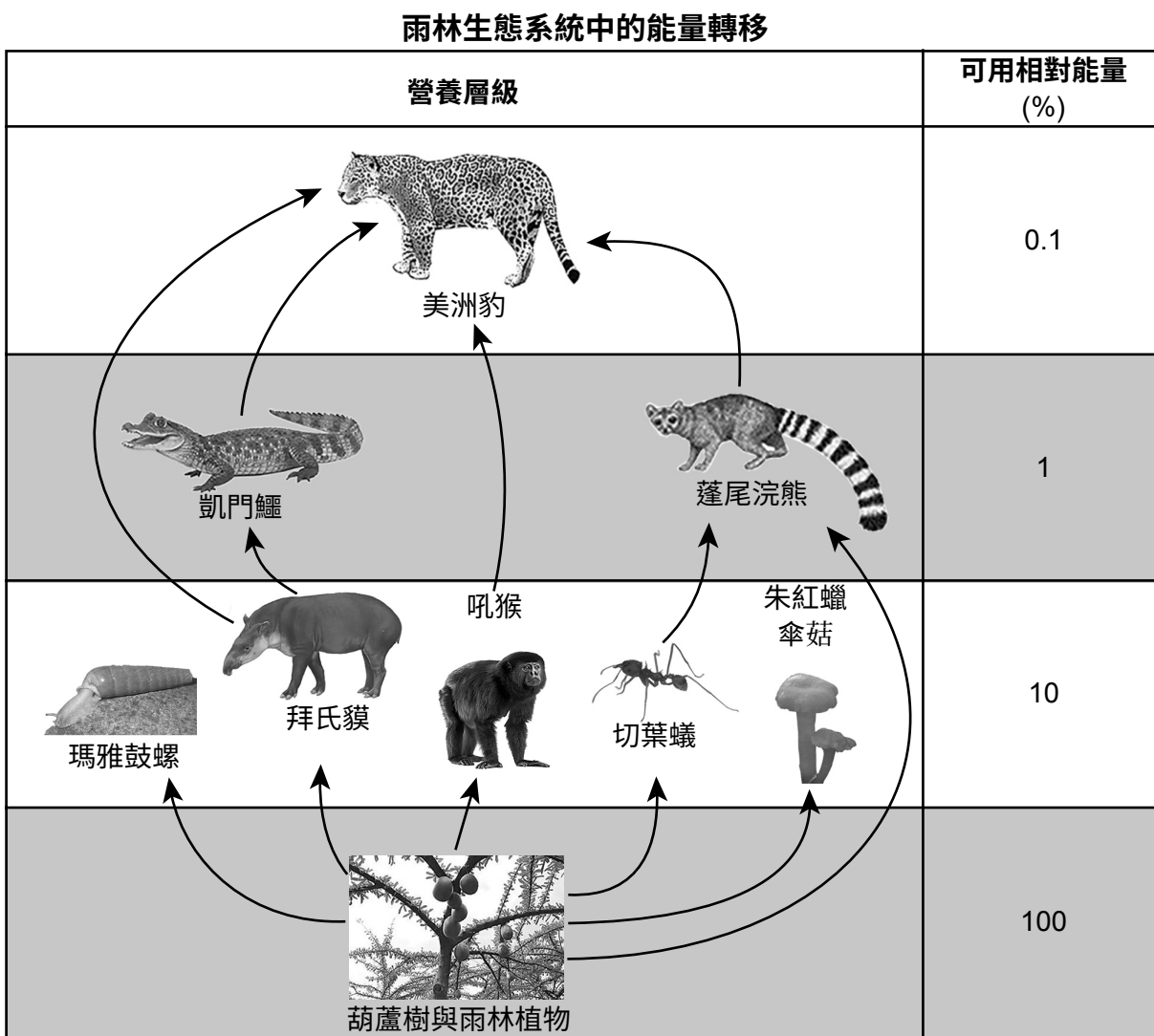


- 33 根據證據，解釋為什麼隨著獭種群數量**減少**，森林中的碳循環可能會發生變化，導致二氧化碳濃度升高。 [1]

34 哪項陳述可以用來評估科學家為減少人類對拜氏獾種群的影響所採取的解決方案？

- (1) 重新引入獾並不成功，因為每次重新引入後 10 年內，獾的數量都會下降。
- (2) 重新引入獾之所以成功，是因為獾的數量在重新引入後增加並保持穩定。
- (3) 補充餵食並沒有成功增加獾的數量，因為即使提供了額外的食物，獾的數量仍然下降。
- (4) 補充餵食之所以成功，是因為提供食物後，該種群在研究的剩餘時間內保持穩定。

下方模型展示了獾與其他生物在雨林生態系統中的相互作用。



35 以下哪項陳述，指出了能解釋「在此雨林生態系統中，貝氏獾的數量為何會多於美洲豹」的主張？

- (1) 美洲豹吃的凱門鱷比拜氏獾多，因為凱門鱷含有比拜氏獾更多的可用能量。
- (2) 美洲豹的營養等級高於拜氏獾，因此牠們有更高比例的能量可用於維持其種群數量。
- (3) 拜氏獾在其營養級上可利用的能量來源比美洲豹在其營養級上可利用的能量來源少。
- (4) 拜氏獾的營養等級低於美洲豹，因此牠們擁有更多能量可用於維持更大種群數量。

36 有人主張，如果 1930 年至 1990 年間獾種群的整體趨勢持續下去，那麼維持生態系統穩定所需的複雜交互作用就必須改變。陳述你對此觀點的評價，並使用雨林生態系統能量轉移模型和圖表中的證據來佐證你的評價。 [1]

評價： _____

證據支持： _____

37 哪項陳述正確地解釋了這個森林生態系統中能量流動的現象？

- (1) 獾利用光合作用過程將能量傳遞至整個生態系統。
- (2) 葫蘆樹在光合作用過程中捕獲能量，然後將能量傳遞至整個生態系統。
- (3) 美洲豹在細胞呼吸過程中轉換能量，然後轉移至整個生態系統。
- (4) 蘑菇在細胞呼吸過程捕捉太陽的能量，這些能量隨後流經整個生態系統。

根據以下資訊及你的生命科學：生物學知識來回答第 38 題至第 41 題。

咖啡因對身體的影響

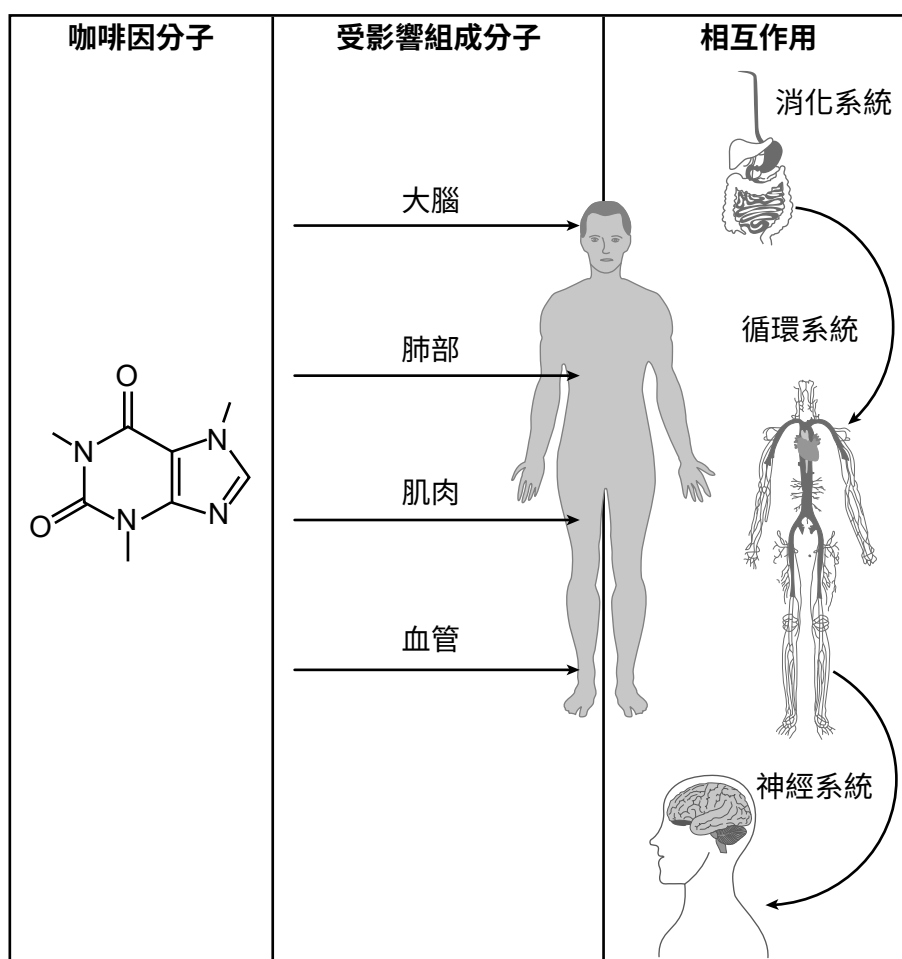
咖啡因是一種天然化合物，存在於超過 60 種植物中。這些植物中有很多被用於食品生產。然而，食品標示並非總是列出咖啡因含量，這使得人們難以確知每日攝取了多少咖啡因。

攝取咖啡因的副作用可能包括焦慮加劇、無法入睡、心悸、易怒、脫水，以及像噁心這類消化問題。

兒科醫師組織建議，12 至 18 歲的青少年每天咖啡因攝取不應超過 100 毫克。遺憾的是，由於能量飲料越來越受歡迎，許多青少年和成年人攝取的咖啡因遠遠超過這個限制，而能量飲料中咖啡因的含量可高達 300 毫克。

下方圖表顯示了受咖啡因影響的一些身體系統。

受咖啡因影響的身體系統

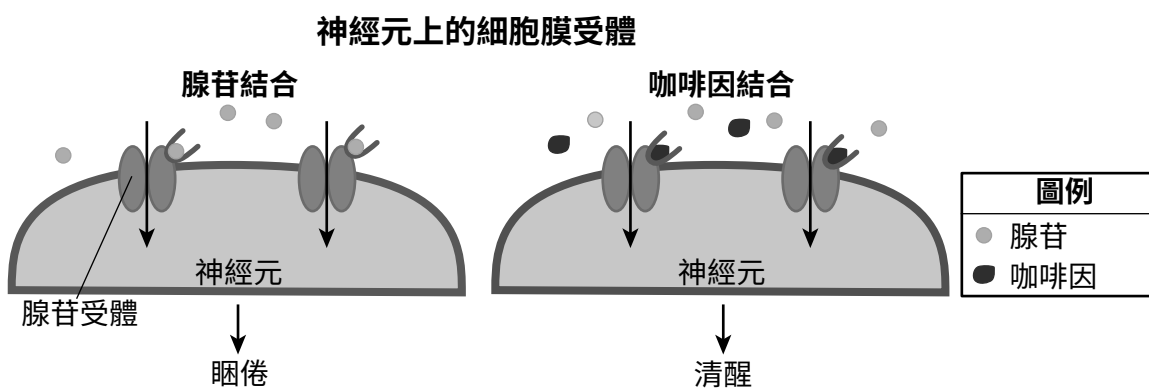


38 哪項陳述最能描述模型中所示、使咖啡因得以在體內被利用的兩個身體系統之間的相互作用？

- (1) 咖啡因經由腸道進入消化系統，然後直接送達神經系統釋放能量。
- (2) 咖啡因從消化系統的腸道被吸收到循環系統的血管中，供體內使用。
- (3) 咖啡因從呼吸系統的肺部氣囊進入，然後擴散到循環系統的毛細血管，供體內使用。
- (4) 咖啡因透過肌肉系統進入人體，然後輸送到消化系統釋放能量。

影響一個人對咖啡因的反應有多種因素。其中一個因素是咖啡因能夠與不同類型細胞膜上的腺苷受體結合。在人體內，腺苷有助於調節許多過程，例如氧氣消耗和睡眠。*ADORA2A* 基因負責編碼腺苷受體。

下方模型顯示了腺苷和咖啡因與腦中神經細胞（神經元）的相互作用。



39 根據提供的證據，解釋 *ADORA2A* 基因結構如何決定腺苷受體的結構和功能。 [1]

ADORA2A 基因的祖先形態在特定位置具有鹼基 C。在最近的變體中，一個或兩個等位基因中的 C 被 T 取代，如下所示。這種變化會影響個人對咖啡因的反應。反應較慢的人對咖啡因更敏感，體驗到咖啡因作用的時間可能更長。反應較快的人感受到咖啡因作用的時間可能更短。

***ADORA2A* 基因遺傳變異**

	CC (祖先形態)	TC/CT	TT
等位基因 1	GCTA C GCCC	GCTATGCCC	GCTATGCCC
等位基因 2	GCTA C GCCC	GCTA C GCCC	GCTATGCCC
對咖啡因的反應	慢	慢	快

40 哪種觀點最能解釋 *ADORA2A* 基因近期出現的可遺傳變異的原因？

- (1) 環境因素與親代體細胞的 DNA 交互作用，從而改變了 *ADORA2A* 基因的鹼基序列。
- (2) 在親代神經元有絲分裂過程中，*ADORA2A* 基因發生了新的基因組合。
- (3) *ADORA2A* 基因在 DNA 複製期間發生錯誤，該錯誤透過至少一個親代的配子遺傳給了後代。
- (4) 持續接觸咖啡因導致了親代體內的 *ADORA2A* 基因表現發生改變。

41 咖啡因與腺苷受體結合後，主要透過 CYP1A2 酵素進行消化。為了更好地闡明 DNA 如何編碼 CYP1A2 酵素的形成，以及此編碼如何從親代傳遞給子代，可以提出下列哪個問題？

- (1) 如果高溫損害了親代的 CYP1A2 酵素，這是否會影響其子代消化咖啡因的方式？
- (2) 對 CYP1A2 酵素編碼的基因變異能否從親代遺傳給子代？
- (3) 如果後代在發育過程中接觸到咖啡因，是否會影響他們消化咖啡因的方式？
- (4) 對 CYP1A2 酶編碼的基因是否可能位於 DNA 的非編碼區，並能從親代遺傳給子代？

根據以下資訊及你的生命科學：生物學知識來回答第 42 題至第 45 題。

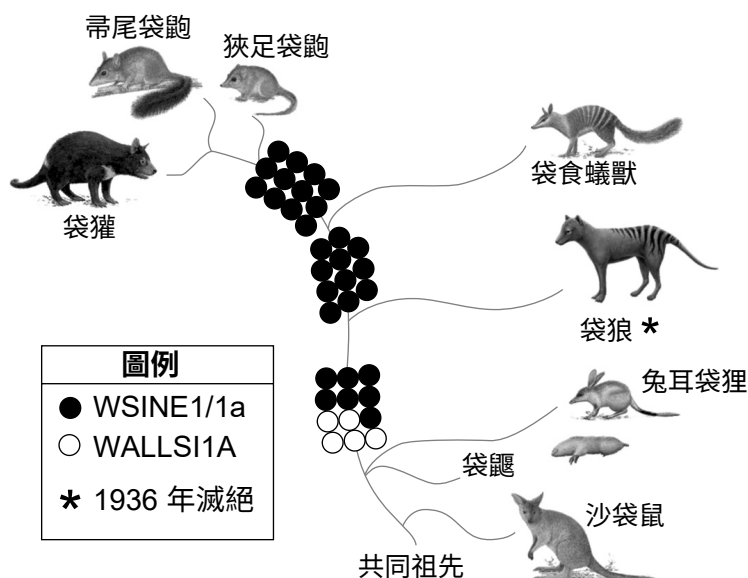
澳洲生物適應性

澳洲是一個生物多樣性獨特的大陸，擁有許多有袋類動物，這類哺乳動物長有育兒袋來攜帶幼獸。澳洲曾經是超大陸的一部分，該大陸是 1.78 至 1.68 億年前最早有袋類動物的家園。大約 1.3 億年前，澳洲開始與更大的陸地板塊分離，並帶走了有袋類動物。約 6500 萬年前發生了一次大規模滅絕事件，地球的環境條件發生改變，使有胎盤哺乳動物得以佔據大多數生態系統，唯獨在澳洲例外，有袋類動物至今仍持續佔據主導地位。

研究人員正在分析已滅絕的有袋類動物 – 塔斯馬尼亞狼的基因組，以確定其與現代有袋類動物的關係。並且對基因組中含有重複插入的特定區域進行了分析。這些片段包括 WALLS1A 和 WSINE1/1a 基因。

下面提供了一些關於有袋動物的資訊。

現代有袋類動物的祖先樹



42 哪項陳述提供了有袋類動物共同祖先的證據？

- (1) 相較於袋狼，兔耳袋狸與袋鼯的共同祖先更近，因為多次基因插入將袋狼和兔耳袋狸區分開來。
- (2) 沙袋鼠和袋獾擁有較近的共同祖先，因為牠們有許多相同的基因插入。
- (3) 袋狼和袋食蟻獸擁有較近的共同祖先，因為牠們沒有基因插入。
- (4) 帶尾袋鼯和狹足袋鼯的親緣關係不如狹足袋鼯和袋獾近，因為狹足袋鼯和袋獾有更多的基因插入。

43 關於環境條件變化的影響，哪項觀點得到了所提供證據的佐證？

- (1) 澳洲與其他大陸分離，為更多種類的有袋動物提供了更多的棲息地。
- (2) 大滅絕之後，有袋類哺乳動物缺乏在新環境中生存所需的基因變異。
- (3) 澳洲的與世隔絕導致兔耳袋狸、袋鼯和沙袋鼠滅絕，這為胎盤哺乳動物留下了許多生態位。
- (4) 導致胎盤哺乳動物出現的基因變異，並未在澳洲境內孤立的有袋類種群中發生。

無尾熊是另一種原生於澳洲的有袋類動物，擁有以尤加利葉為主的獨特飲食。尤加利樹含有對大多數動物有毒的化學物質。無尾熊擁有特殊的消化系統和緩慢的新陳代謝，使牠們能夠食用尤加利葉。

巨型無尾熊與現代無尾熊有近親關係，但未能存活至今。

下表顯示了一些關於無尾熊的資訊。

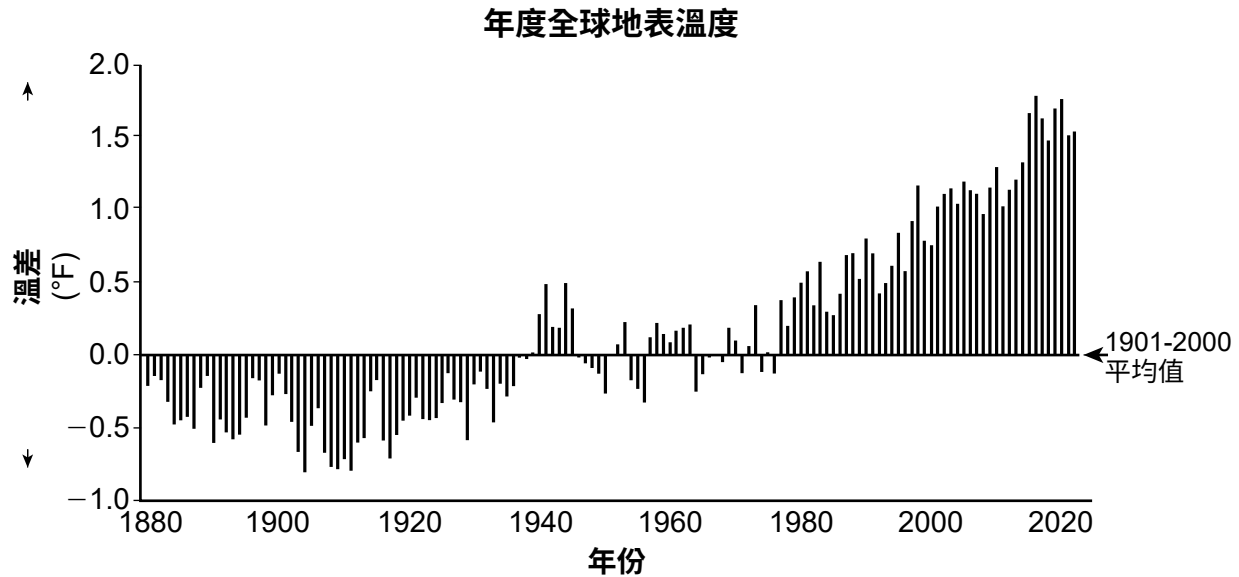
無尾熊種類的歷史

種類	大致時間範圍	環境	食性	平均體重 (kg)
巨型無尾熊	1500 萬年至 12000 年前	• 濕潤氣候 • 分佈廣泛的熱帶雨林，其中生長著一些尤加利樹。	主要是尤加利葉	15–20
現代無尾熊	2500 萬年前至今	• 乾燥氣候 • 零散的混合林，其中尤加利樹繁茂	只有尤加利葉	4–15

44 根據提供的證據，解釋為什麼現代無尾熊能夠生存下來，而巨型無尾熊卻滅絕了。 [1]

自 19 世紀末以來，科學家記錄到澳洲幾種動物體內一些用於調節體溫的結構尺寸有所增加。例如，鸚鵡的喙、鼯鼠的尾巴和蝙蝠的翅膀等附肢，如今比過去更長。

下圖顯示同一時期發生的環境變化。



45 關於幾種澳洲動物附肢變化的解釋，哪一項有證據佐證？

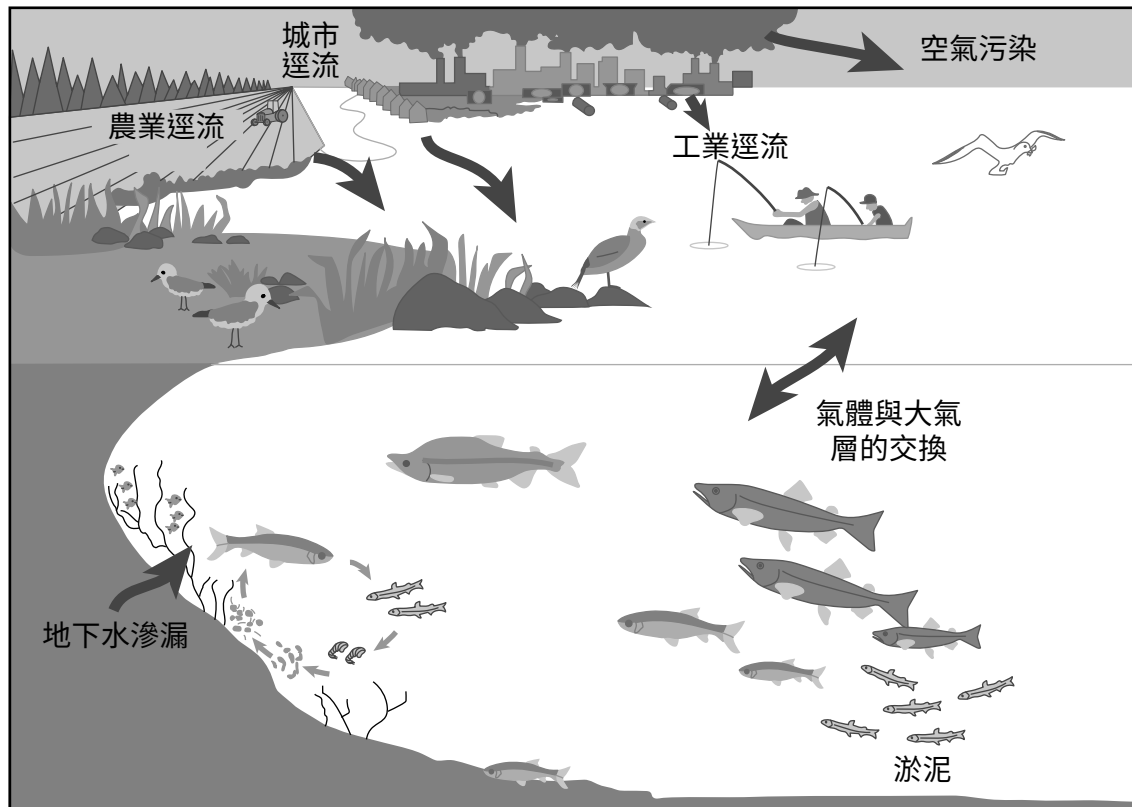
- (1) 鸚鵡的喙部尺寸縮小是為了減少進食時的熱量散失。
- (2) 全球地表溫度升高導致調節體溫的性狀基因頻率下降。
- (3) 全球地表溫度升高導致調節體溫的性狀基因頻率增加。
- (4) 蝙蝠翅膀變長是因為翅膀變長可以提高蝙蝠休息時的體溫。

根據以下資訊及你的生命科學：生物學知識來回答第 46 題至第 49 題。

汞污染加劇

奧農達加湖位於紐約州雪城市。自 19 世紀 80 年代起，湖附近的一家工業公司開始將含汞污染的廢物直接地倒入奧農達加湖。這種傾倒行為持續到 1970 年。在此期間，出於對汞影響生物體健康的安全考量，釣魚與游泳活動被禁止。湖泊的修復和清理是正在進行的土地修復工作的一部分，其中包括實施長期維護和監測計畫，以確保修復措施的有效性。下方圖表顯示了污染進入湖泊的不同途徑。

湖泊污染路徑

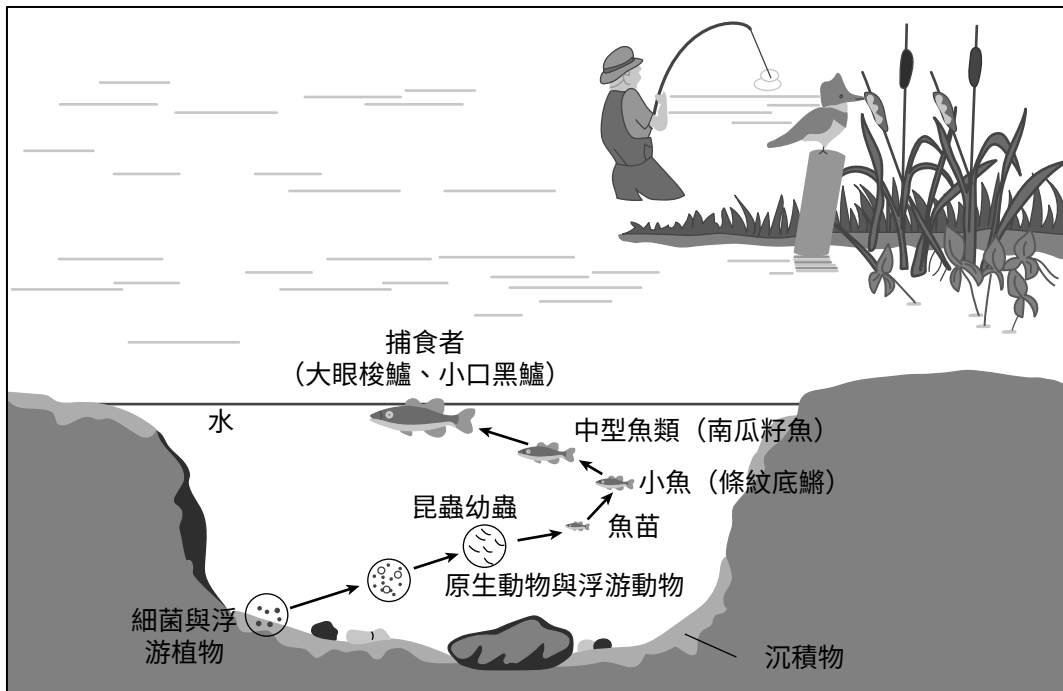


46 哪種解決方案能夠進一步**減少**人類活動對奧農達加湖環境及其生物多樣性的影響？

- (1) 安裝電動泵浦，改變地下水從湖泊滲流到周圍土壤的方向。
- (2) 要求工廠將汞廢料透過化學方法轉化為固體化合物，以便在廢水排入湖泊之前將其過濾掉。
- (3) 在湖泊附近的農田施用更多化肥，以減少糧食產量。
- (4) 向湖泊引入更多非本地魚類，以增加與大氣的氣體交換。

整治計畫取得了中等成效。1970 年的捕魚禁令已經解除，但一些限制仍然存在。因魚類組織中可能積存了危險含量的汞，故限制食用從奧農達加湖捕獲的魚類。下方圖表與表格顯示了典型湖泊生態系統食物鏈中的汞濃度水平。汞的計量單位是納克/公斤 (ng/kg)。

食物鏈中的汞濃度

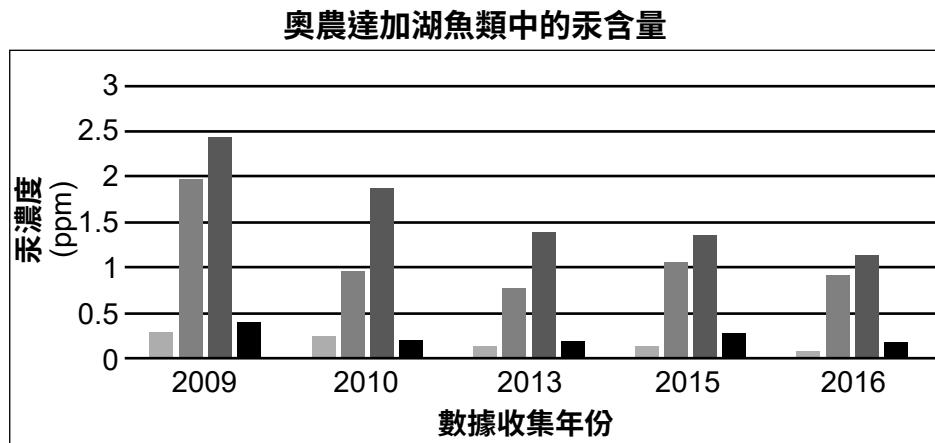


描述	汞濃度 (ng/kg)
捕食者 (大眼梭鱸、小口黑鱸)	10,000,000
中型魚類 (南瓜籽魚)	1,000,000
小魚 (條紋底鱗)	100,000
魚苗 (幼魚)	10,000
昆蟲幼蟲	1000
原生動物與浮游動物	100
細菌與浮游植物	10
水	1

47 根據圖表中的數學資訊，哪項陳述解釋了為什麼奧農達加湖中的頂級捕食者特別容易受到汞污染的影響？

- (1) 當小魚被大魚吃掉時，牠們組織中的汞就會傳遞給捕食者，導致捕食者體內的汞含量比獵物高出十倍。
- (2) 隨著小型魚類被食用，牠們組織中的汞從環境中被去除，使生態系統的恢復速度加快了十倍。
- (3) 處於較低營養等級的生物體在以生產者為食時，會攝取比自身高 100 倍的汞含量。
- (4) 處於較高營養等級的生物體比其他魚類壽命更長，隨著時間的推移，牠們從水中吸收的汞含量是其他魚類的十倍。

成功的修復計畫致力於使魚類組織中的汞含量低於 0.3 ppm（百萬分之一）。體內汞含量過高會對生物的生殖健康和整體健康產生負面影響。在七年的時間裡，研究人員對四種魚類的組織中的汞含量進行了採樣。收集到的數據如下所示。



圖例	
魚類種類	平均質量
 條紋底鱈	1-5 g
 小口黑鱸	2994 g
 梭鱸	10886 g
 南瓜籽魚	450 g

- 48 利用提供的數據來評估以下觀點：修復計畫已經影響了奧農達加湖生態系統中複雜的相互作用，並可能導致捕食者種類數量發生變化。 [1]

漁民被警告不要食用他們在奧農達加湖捕獲的一些魚。衛生官員正努力制定一項有效的計畫，向公眾提供相關資訊，以防止人們食用這些有害魚類。

準則：

- 必須盡可能覆蓋所有釣魚愛好者。
- 必須可靠 – 告知人們資訊，讓他們選擇不要吃這些魚。

限制條件：

- 必須盡可能降低成本
- 不得要求工作人員隨時待命

下表列出了可能的解決方案。

解決方案	考量因素
1 – 宣傳單	– 為漁民提供寶貴資訊 – 工作人員需要發放宣傳單 – 很容易丟棄/忽略
2 – 船隻下水坡道/碼頭的標誌	– 為漁民提供寶貴資訊 – 告示張貼後無需工作人員。 – 只有部分漁民會花時間閱讀這些資訊。
3 – 執法船	– 工作人員向與他們交談的每個人提供可靠的資訊。 – 能夠辨識出處於危險中的漁民 – 需要人員持續巡邏

- 49 從表格中找出一項能有效教育漁民關於食用含危險汞含量魚類之健康疑慮的解決方案，並解釋該解決方案如何符合指定的準則和限制條件。 [1]

解決方案： _____

解釋： _____
