

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

生命科學：生物學

僅限用於 2025 年 6 月 10 日(星期二)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。

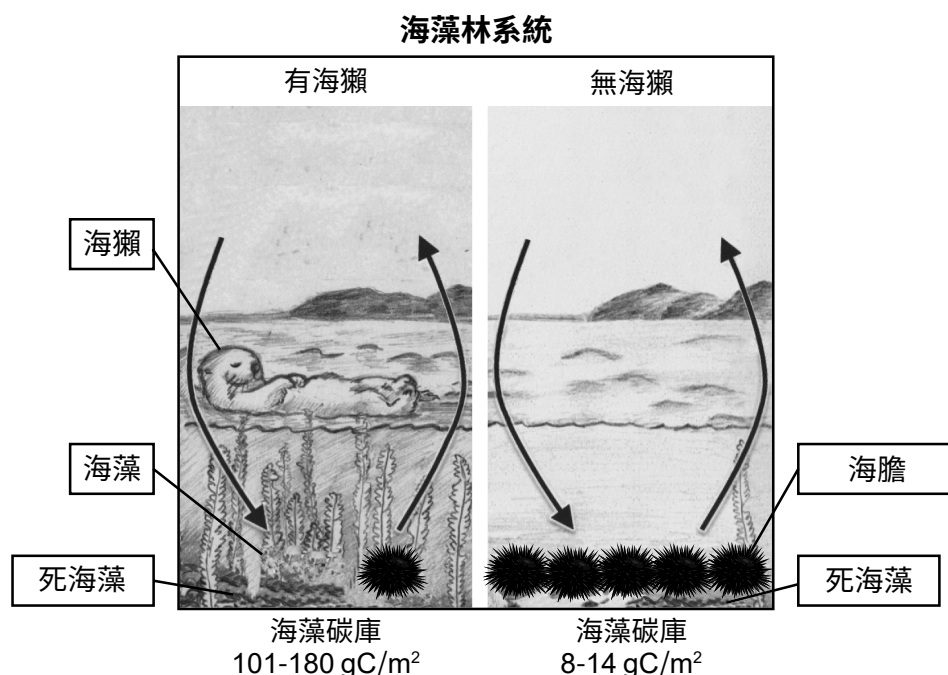
根據以下資料和你的生物學知識來回答第 1 題至第 5 題。

碳!從何而來?又歸於何處?

在地球上,碳化合物存在於海洋、大氣和生物體中,同時也儲存在岩石和沉積物中。地球及其大氣層可以視為一個封閉系統。地球系統內,不同地點的碳量始終處於不斷變化的狀態。

海獺有助於維持其所在生態系統內的碳平衡。海獺以海膽為食,這一點對於生態系統很重要,因為海膽是草食動物,能夠破壞海藻林。海藻是一種大型自營藻類生物,生長速度比大多數植物快得多。當海藻死亡後,會沉入深海。海底的低氧條件導致分解過程緩慢或不完全。

科學家分別針對有無海獺的情況計算了碳庫(海藻儲存的碳量),具體如以下模型所示。



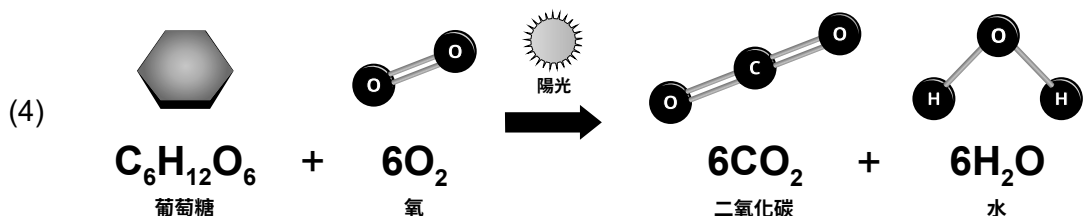
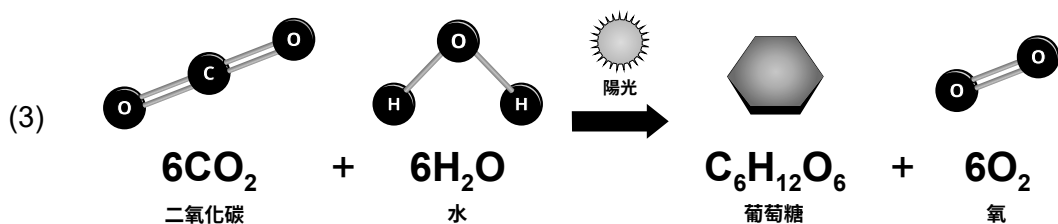
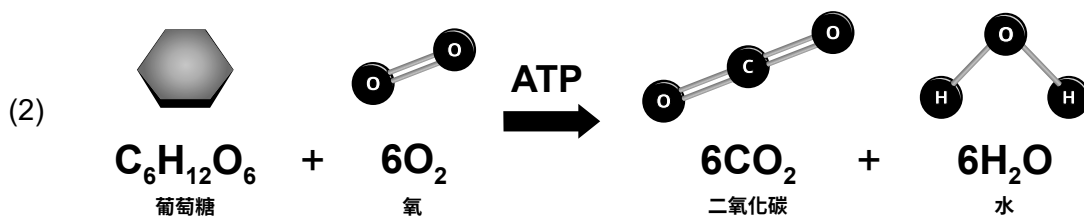
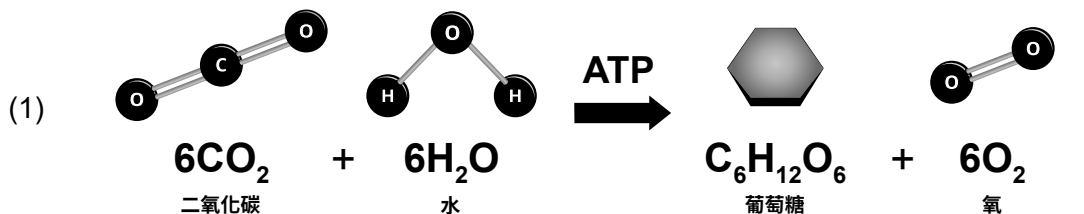
1 上述資訊和模型最能證明以下哪種關於海藻碳庫的說法?

- (1) 海獺的存在使得碳儲量更高,因為海獺會食用海膽。
- (2) 海膽的存在使得碳儲量更高,因為它們能控制海藻種群數量。
- (3) 在有海獺的情況下碳儲量更低,因為海獺會食用海藻。
- (4) 在有海膽的情況下碳儲量更低,因為它們會進行自養營養過程。

2 以下哪項陳述運用上述模型描述了海藻如何幫助減少進入大氣中的碳？

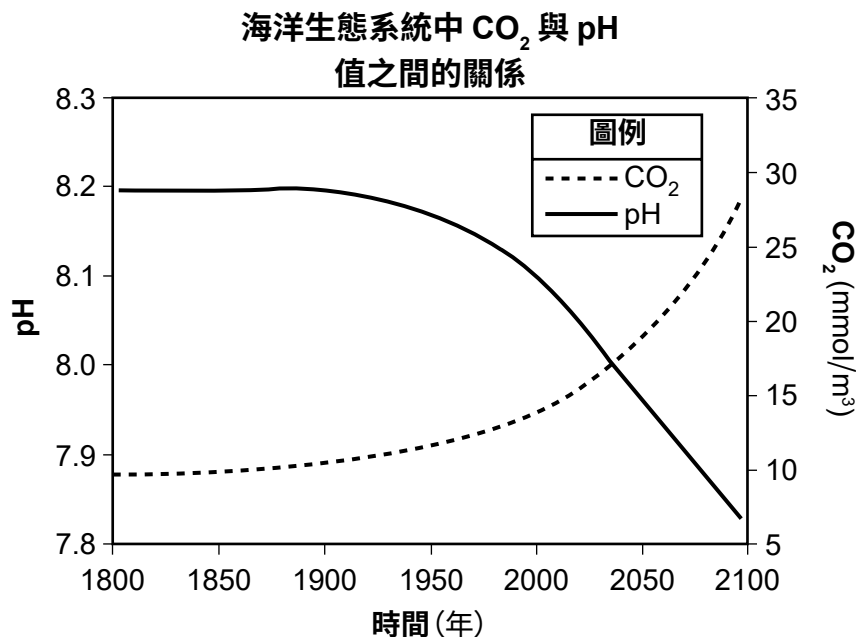
- (1) 海藻在水圈中生長時會產生碳。
- (2) 死海藻中儲存的部分碳困陷在海底的地圈中。
- (3) 海藻在沉入水圈時會產生碳。
- (4) 海藻中儲存的部分碳透過細胞呼吸作用加入地圈中。

3 以下哪個模型描述了在海藻體內將光能轉化為化學能的過程？



大氣中二氧化碳的增加與海洋生態系統的變化有關。當 CO_2 與水結合時，會產生碳酸，降低水的 pH 值。而 pH 值低於 7.8 時，可能會影響某些海洋生物的殼體和骨骼生長能力。這些生物包括珊瑚、貽貝、浮游生物、海星和海膽。

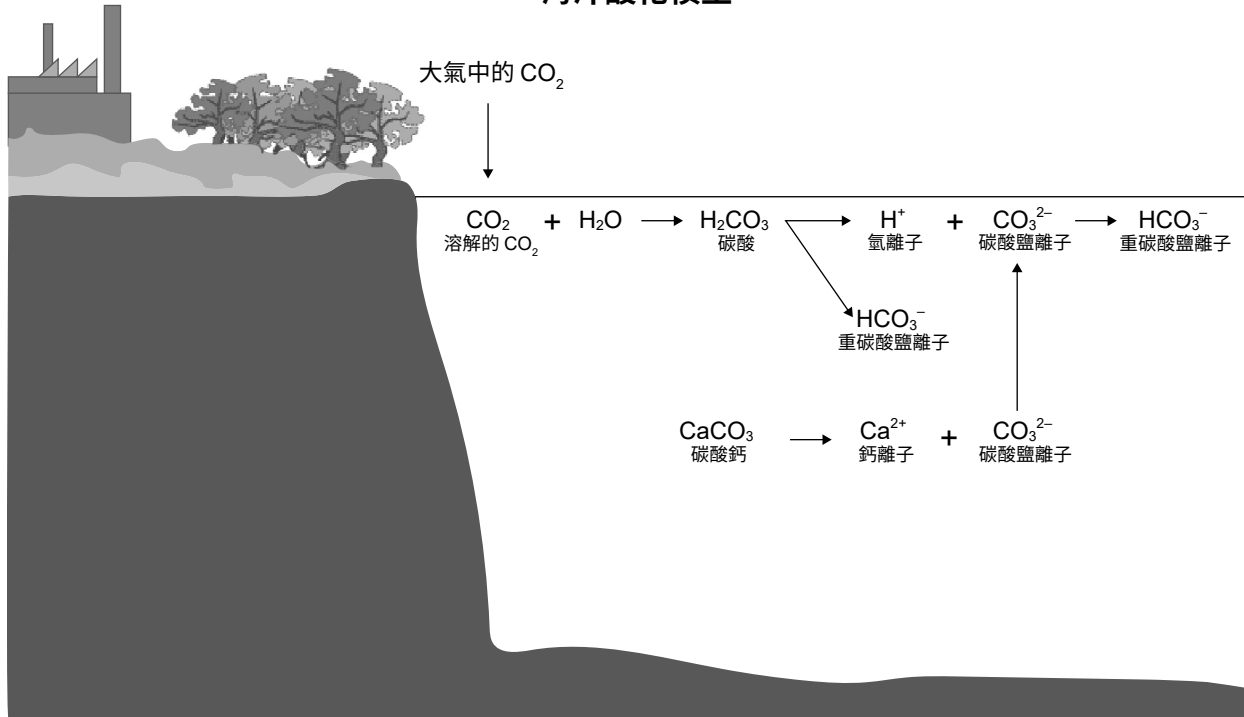
下圖顯示了大氣中 CO_2 濃度與海水 pH 值之間的關係。



- 4 如果大氣中 CO_2 含量的變化趨勢持續，海膽的數量可能會受到影響。請說明透過圖中的哪些證據能夠佐證這一觀點。 [1]

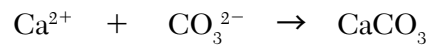
下圖展示了一些關於碳循環的資訊。

海洋酸化模型



(模型並非按比例呈現)

以下模型展示了海膽殼生長過程中涉及的化學方程式。



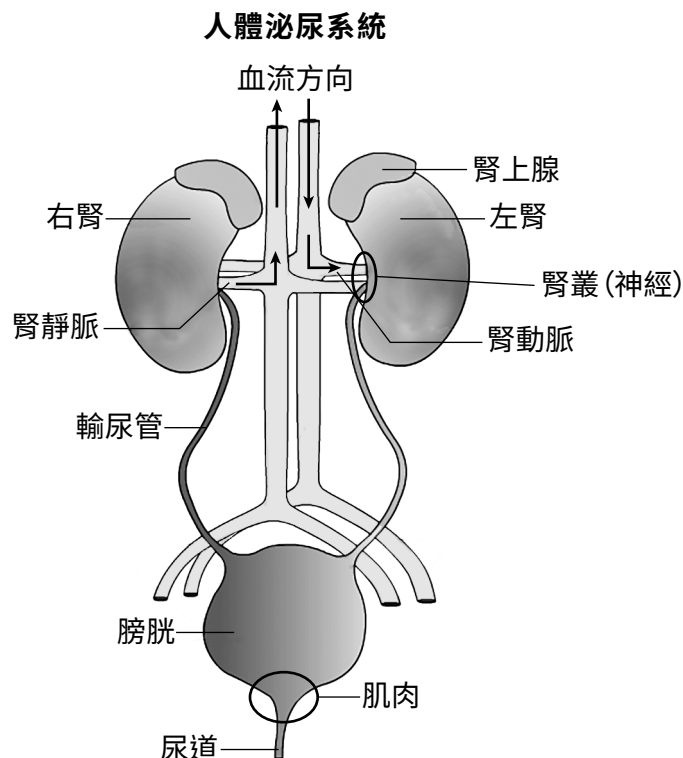
鈣離子和碳酸鹽離子生成碳酸鈣。

- 5 隨著海水酸化問題加劇，可用的碳酸鹽離子數量會減少。利用所提供的模型和資訊，描述在環境條件發生變化的情況下，碳在生物圈與至少一個其他圈層之間的循環會受到哪些影響。 [1]

根據以下資料和你的生物學知識來回答第 6 題至第 10 題。

喝水只是開始！

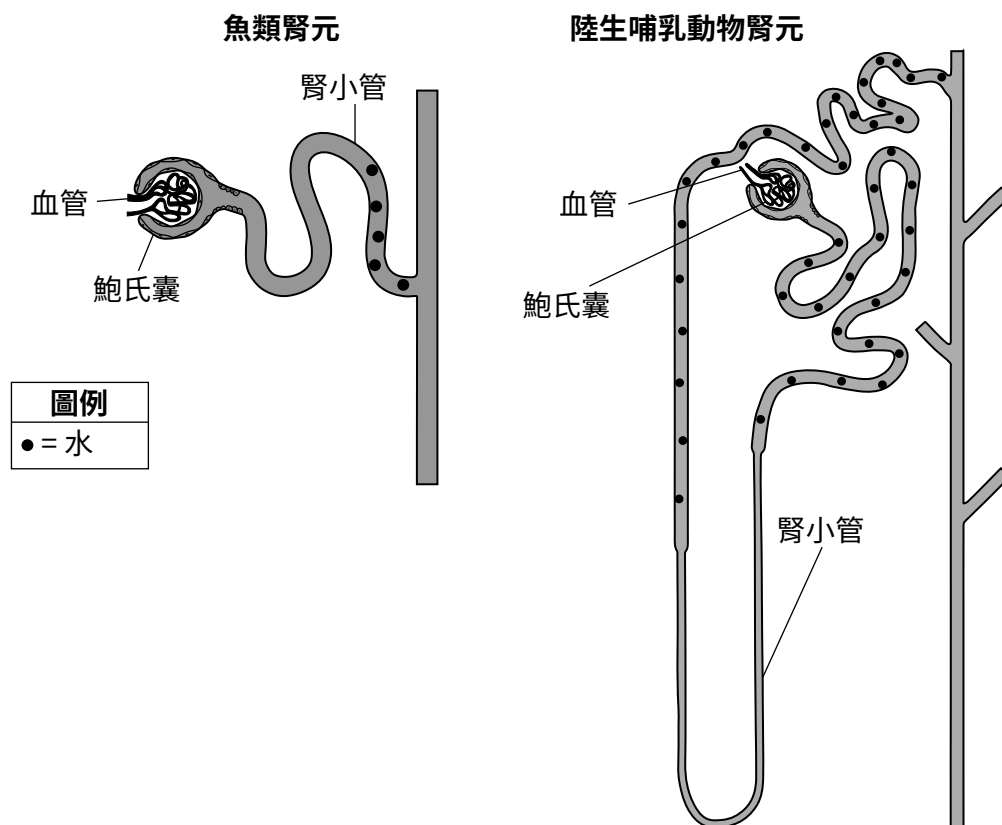
人體攝取的水量必須與流失的水量保持平衡。泌尿系統參與以下過程：維持人體內的鹽分和水分平衡。



- 6 以下哪項陳述描述了泌尿系統的組織如何與另一個系統的組織相互作用，從而使人體保持體內平衡？
- (1) 腎上腺作為內分泌系統的一部分，為泌尿系統的細胞提供養分，以去除血液中的二氧化碳。
 - (2) 內尿道括約肌作為肌肉系統的一部分，透過收縮指示泌尿系統的細胞調節血糖。
 - (3) 大腦作為神經系統的一部分，向腎叢(神經)傳遞訊息，以指示泌尿系統的細胞將氧氣輸送到血液中。
 - (4) 動脈作為循環系統的一部分，將未過濾的血液輸送到泌尿系統的細胞以排出廢物。

每個腎臟有約一百萬個稱為腎元的廢物過濾結構。水分透過腎元的某些部分(如腎小管)予以重新吸收。下面的模型展示了兩種生物體的腎元結構。

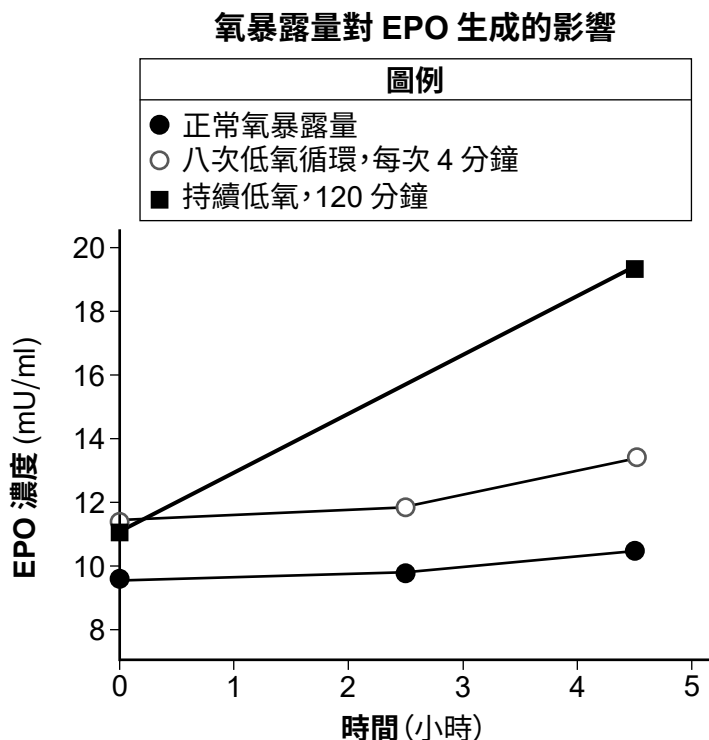
各種生物體的腎元



- 7 根據模型中提供的證據，以下哪一項陳述解釋了自然選擇導致陸生哺乳動物的腎元結構和功能出現了進化？
- (1) 動物腎臟中鮑氏囊的形成對哺乳動物的有利性超過魚類。
 - (2) 陸生生物體內具有更長腎小管的腎元，以保存它們飲用的水。
 - (3) 水生動物體內具有更長腎小管的腎元，以過濾所吸收的多餘水分。
 - (4) 腎元的數量對於哺乳動物進化的重要性高於魚類。

腎臟的另一個功能是幫助調節紅血球的數量。腎臟會產生一種稱為紅血球生成素 (EPO) 的蛋白質，這種物質能夠促進生成更多紅血球。

下圖顯示了一項研究的結果。研究期間，參與者在時間零點之前分別暴露於不同的條件下，然後在 4.5 小時的時間段內測量了參與者的 EPO 水平。



- 8 利用所提供的資訊，描述能夠佐證低氧條件下會導致反饋機制，使身體能夠維持體內平衡的證據。 [1]

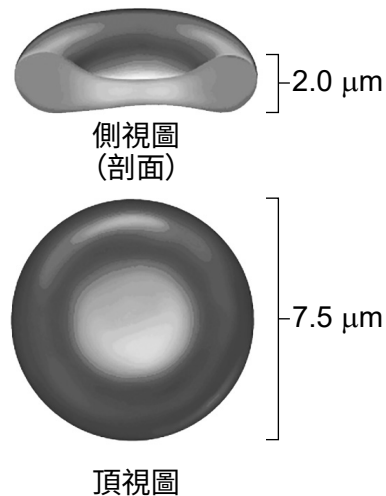
除了其他功能外，紅血球 (RBC) 還具有攜帶水分的能力。細胞表面含有稱為水孔蛋白的結構，透過這些結構，可在細胞膜之間運輸水分。由於具備獨特的細胞結構，RBC 最大能夠擴張 74%，最多能夠收縮 40% (與原細胞大小相比)。

9 以下哪項陳述最貼切地說明了紅血球如何參與維持體內平衡的反饋機制？

- (1) 紅血球中的水孔蛋白促進了不同濃度環境中的水交換，並幫助腎臟更有效地調節鹽分和水分平衡。
- (2) 紅血球中的水孔蛋白阻止了不同濃度環境中的水交換，並幫助腎臟更有效地調節鹽分和水分平衡。
- (3) 紅血球能夠改變形狀以通過腎臟，但對腎臟中的鹽分和水分平衡影響極小。
- (4) 紅血球能夠改變形狀以通過腎臟，但不能調節任何反饋機制。

RBC 通常具有雙凹圓盤形狀。有一項科學研究對以下主題進行了探討：改變 RBC 形狀及其細胞膜彈性對其氧氣輸送能力產生的影響。在這項研究中，當 RBC 細胞膜彈性較小時，氧氣輸送能力下降了 18%。當 RBC 細胞膜彈性較大時，攜氧能力提升了 21%。當 RBC 吸水時，其細胞膜在最初會變得更具彈性。

紅血球的典型雙凹圓盤形狀



10 哪項證據能佐證運動後飲水有助於運動員身體維持體內平衡的說法？

	吸水的 RBC 數量	RBC 細胞膜彈性	氧氣輸送速率
(1)	增加	減小	減小
(2)	增加	增大	增大
(3)	減少	增大	增大
(4)	減少	減小	減小

根據以下資料和你的生物學知識來回答第 11 題至第 16 題。

是頭還是尾

20 世紀 90 年代中期，美國多個州的居民發現了大量長出多餘肢體的兩棲類動物（例如青蛙）。這些異常現象的可能誘因包括紫外線（UV）輻射、水體中的化學污染物、寄生蟲，甚至是空氣中的物質。

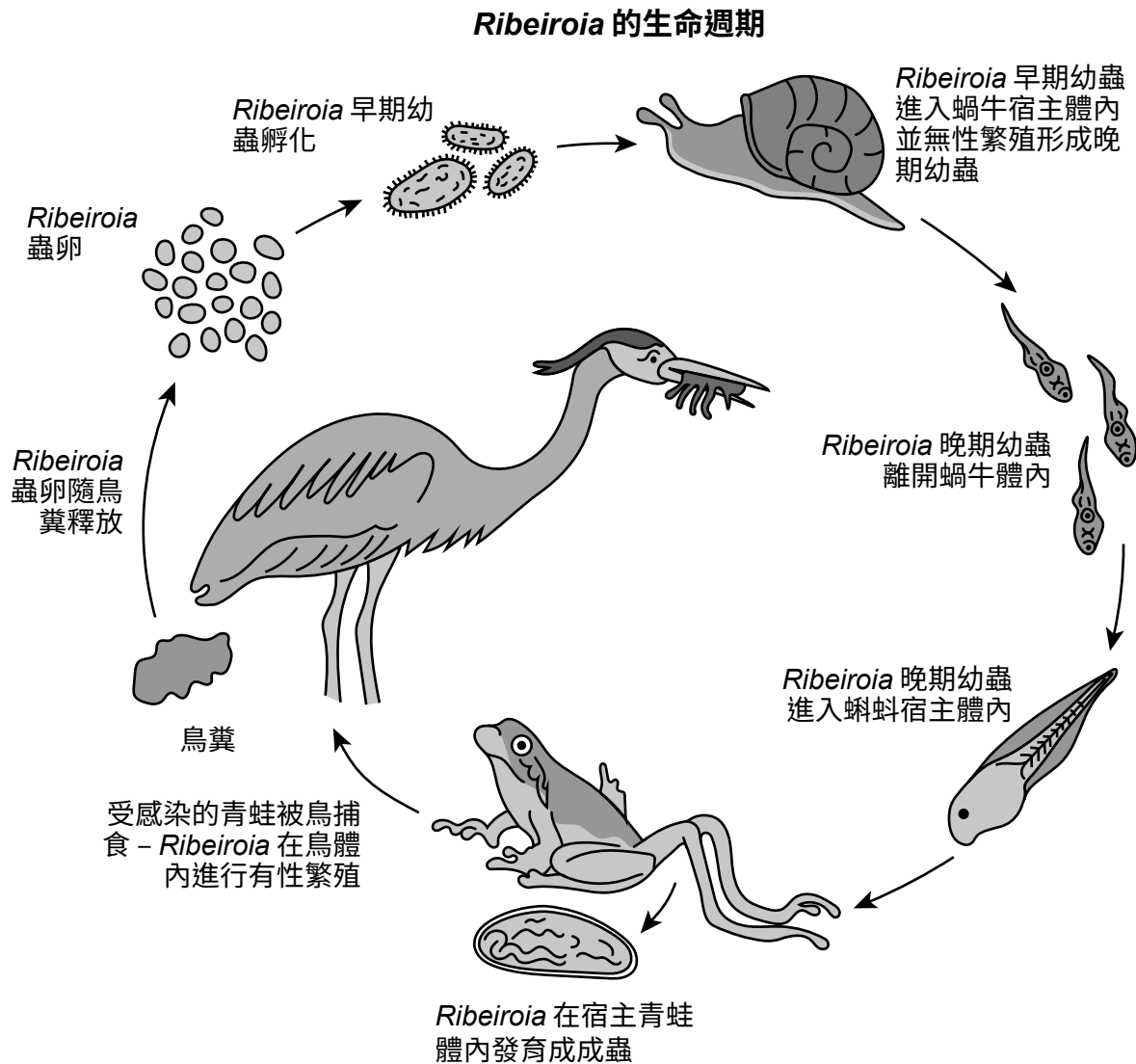
長出多餘肢體的太平洋樹蛙



11 為了判斷青蛙腿部異常是否由遺傳突變引起，可提出以下哪個問題？

- (1) 出現異常特徵的子代是否與親代生活在相同環境中？
- (2) 親代與其部分子代是否曾暴露於相同環境因子？
- (3) 導致腿部異常的突變是否存在於親代的生殖細胞 DNA 中？
- (4) 親代腿部細胞的 DNA 中是否存在導致肢體異常的突變？

科學家經過深入研究後發現，青蛙出現的這些畸形現象並非基因突變所致，真正原因在於名為 *Ribeiroia* 的寄生扁蟲。*Ribeiroia* 透過寄生在一些宿主體內完成複雜生命週期，具體如下圖簡述。

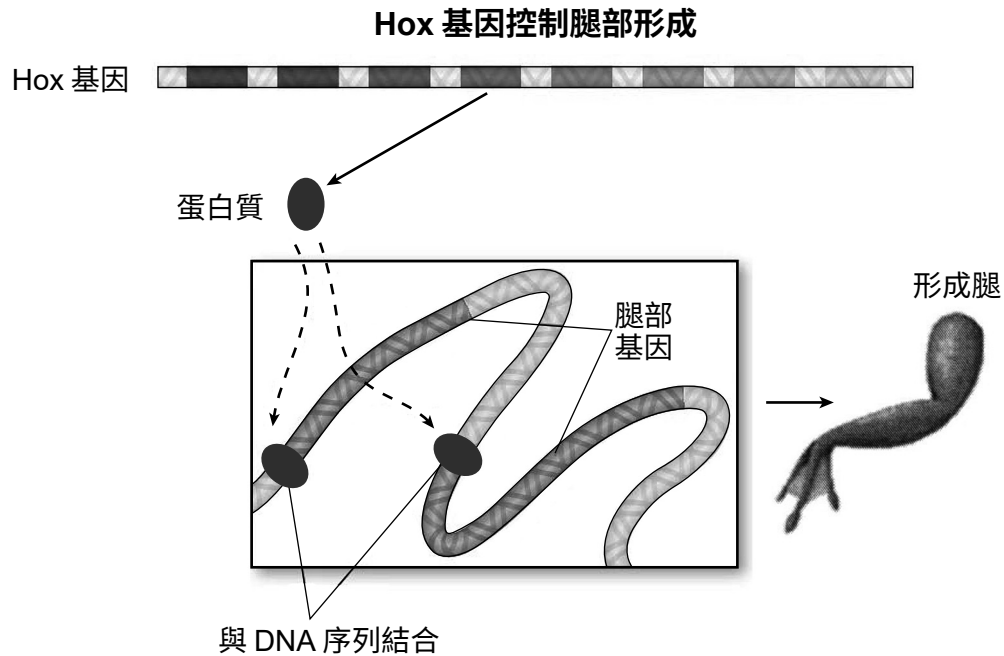


12 某學生認為：造成青蛙出現最嚴重肢體異常的 *Ribeiroia* 寄生蟲，比未造成異常的同類更具生存與繁殖優勢。以下哪一項解釋最能佐證這一觀點？

- (1) 肢體畸形最嚴重的青蛙更有可能被鳥類捕食，從而讓 *Ribeiroia* 成蟲獲得更高的生存繁殖機率。
- (2) *Ribeiroia* 成蟲留在青蛙體內完成所有生命週期階段的機率更高，從而獲得更高的生存繁殖機率。
- (3) *Ribeiroia* 將獲得更高的機率在蝸牛宿主體內進行有性繁殖，並將具有此特徵的幼蟲釋放到水中。
- (4) *Ribeiroia* 幼蟲將獲得更高的機率在鳥類體內進行無性繁殖並完成生命週期。

Hox 基因是一組重要的調控基因，有助於確定動物在早期發育階段的身體結構和頭尾方向。目前已證實高濃度的視網酸會影響 Hox 基因的活性。

下圖顯示了由活化的 Hox 基因產生的蛋白質如何附著在 DNA 序列上，這些序列將作為分子開關來開啟大量不同的基因。



13 根據上述資訊，以下哪項陳述最能說明受寄生蟲感染的青蛙為何會長出多餘肢體？

- (1) 肢體中的 Hox 基因導致了視網酸濃度升高，進而產生了訊號蛋白，指示腿部基因關閉。
- (2) 寄生蟲造成蝌蚪肢體中的視網酸濃度升高，導致 Hox 基因轉錄了更多可激活肢體形成基因的蛋白質。
- (3) 發育中肢體產生的蛋白質向 Hox 基因發出訊號，使其活化，從而增加了視網酸濃度，導致長出更多的腿。
- (4) 由寄生蟲引起的高視網酸濃度使蝌蚪肢體中的 Hox 基因失活，從而向腿部形成基因發出活化訊號。

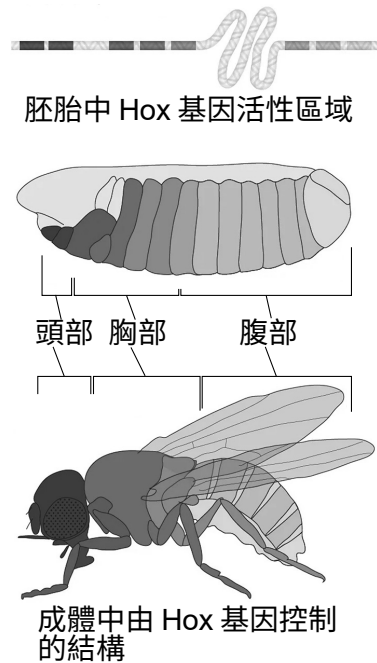
科學家發現，當 *Ribeiroia* 寄生蟲進入青蛙蝌蚪體內時，會鑽入將發育成蛙腿的肢芽中。由於寄生蟲感染，蝌蚪肢芽中的一種被稱為視網酸的化學物質濃度迅速升高。

14 為了解視網酸濃度對青蛙肢體變化遺傳產生的影響，可以提出以下哪個問題？

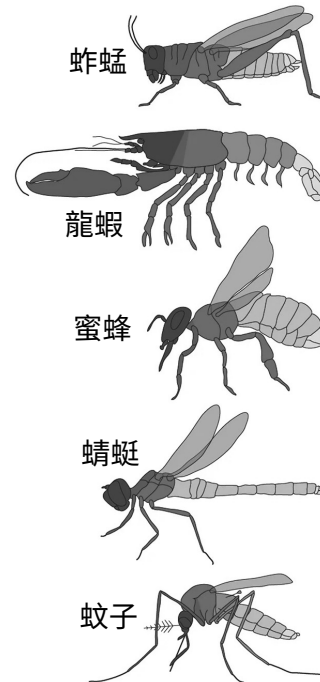
- (1) 視網酸濃度是否會影響 Hox 基因(用於編碼對腿部發育重要的蛋白質)的遺傳？
- (2) 視網酸濃度是否會影響導致腿部形成之非編碼 DNA 的遺傳？
- (3) 視網酸濃度降低會給用於編碼腿部發育之蛋白質的遺傳帶來哪些影響？
- (4) 視網酸濃度升高會給 Hox 基因非編碼區域的遺傳帶來哪些影響？

Hox 基因也存在於節肢動物中。下圖展示了一些關於果蠅中 Hox 基因和身體分節的資訊。圖中還顯示了其他節肢動物物種的身體結構。不同深淺的灰色表示負責每個身體部位發育的 Hox 基因。

Hox 基因負責果蠅的發育



節肢動物的身體結構



15 描述能夠佐證所有這些節肢動物擁有共同祖先的遺傳證據和實物證據。 [1]

Hox 基因也存在於哺乳動物和其他脊椎動物中，從而以正確的方向發育出特定的身體部位。小鼠和果蠅的特定 Hox 基因可以互換。

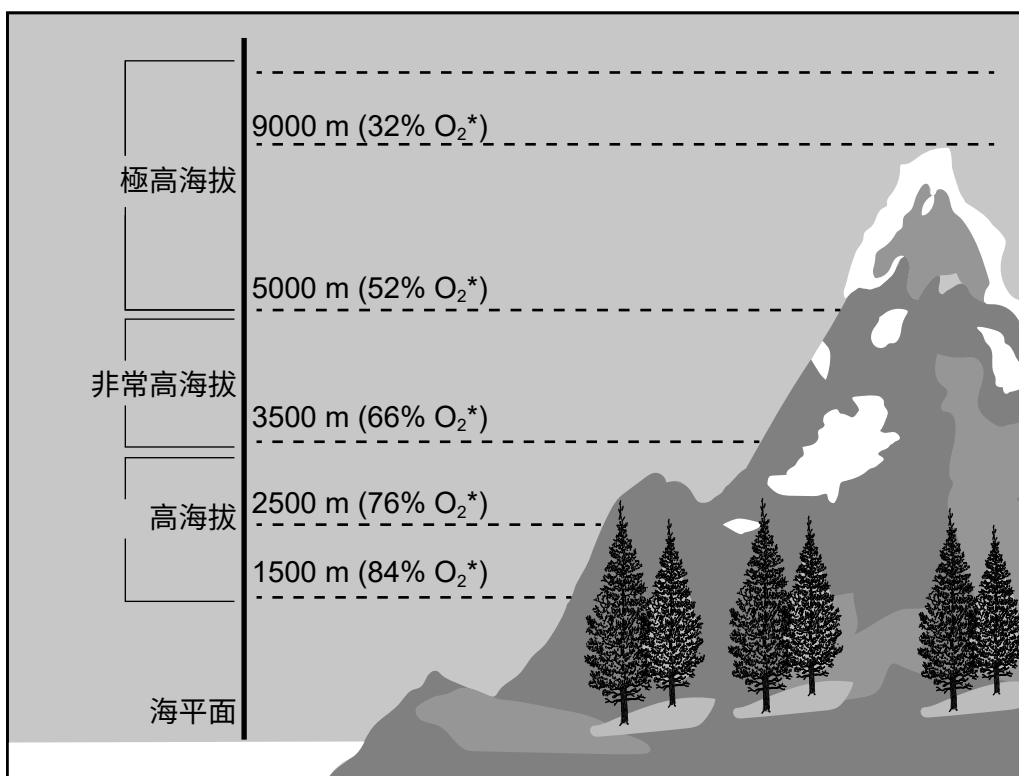
- 16 解釋為什麼當負責激活眼睛發育的特定 Hox 基因互換時，小鼠和蒼蠅會形成具有典型功能的眼睛。 [1]

根據以下資料和你的生物學知識來回答第 17 題至第 21 題。

青藏高原上的生物

犛牛是一種草食動物，生活在青藏高原的高海拔地區（位於喜馬拉雅山脈）。它們棲息於青藏高原上海拔在 3,000 至 5,000 米之間的區域。犛牛擁有巨大的心臟和肺臟，血液細胞中還有一種特殊血紅素，使它們能夠從空氣中提取更多的氧氣。

不同海拔高度下可用的大氣 氧氣濃度



*與海平面相比此海拔高度下可用的氧氣 (O₂) 百分比

- 17 根據圖中提供的證據，說明自然選擇如何導致犛牛種群的適應能力得到發展，從而使它們能夠在高海拔環境中生存。 [1]

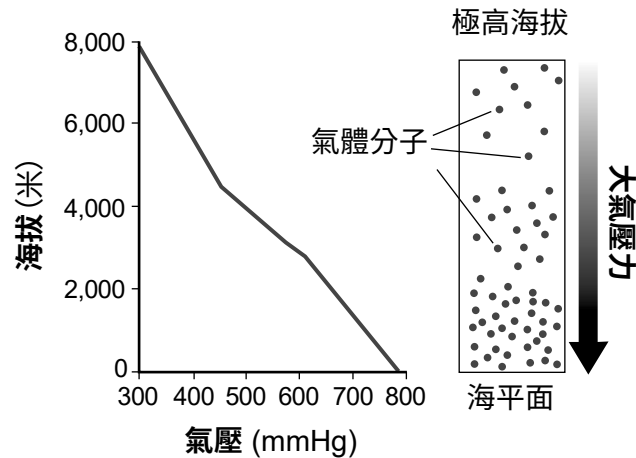
在一種名為 EPAS1 的基因的作用下，動物能夠應對低氧環境。科學家對犛牛的這一基因進行了研究。他們發現具備該基因特定等位基因的犛牛含有更多的血紅素，而血紅素負責在體內運輸氧氣。與犛牛種群中發現的 EPAS1 基因的其他等位基因相比，這個等位基因在核酸序列上有細微變化。

18 導致出現變化而形成該等位基因的最可能的原因是？

- (1) 在犛牛血細胞的有絲分裂過程中，EPAS1 基因的序列發生了變化。
- (2) 犛牛血液中的血紅素水平導致 EPAS1 基因的一個序列發生了變化。
- (3) 在犛牛配子的減數分裂過程中，EPAS1 基因序列發生了變化。
- (4) 犛牛為應對低氧環境而出現 EPAS1 基因的遺傳變化。

犛牛食用的植物在壓力條件下生長。大氣壓力的降低導致氣體濃度的變化，具體如下所示。

不同海拔高度下氣體分子密度的變化



19 以下哪項陳述最能說明：極高海拔生態系統中的生產者的承載量為何會低於海平面生態系統中的生產者？

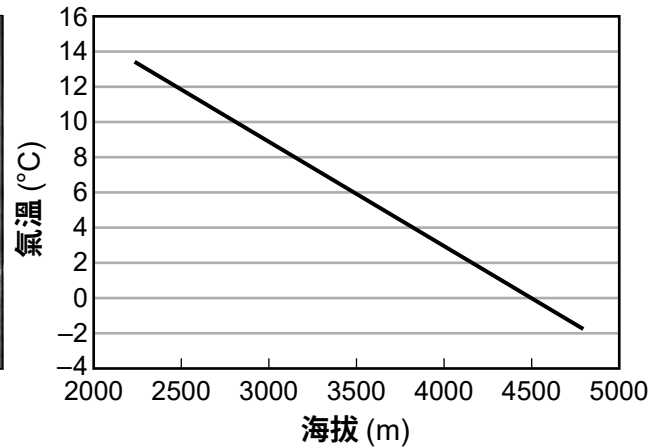
- (1) 在高海拔地區，有更多的氧氣可供細胞呼吸。
- (2) 在極高海拔地區，可用於光合作用的二氧化碳較少。
- (3) 在極高海拔地區，水蒸氣的增加限制了光合作用過程。
- (4) 在高海拔地區，壓力降低，導致細胞呼吸加快。

鼠兔是另一種棲息在青藏高原的草食哺乳動物。鼠兔動作敏捷，大部分時間都在覓食以及防範捕食者。它們體型小巧（體長 5-9 英吋），生活在自己挖掘並維護的地下隧道系統中，不具備大心臟和大肺臟。

下方的照片與圖表顯示了一些關於青藏高原的資訊。

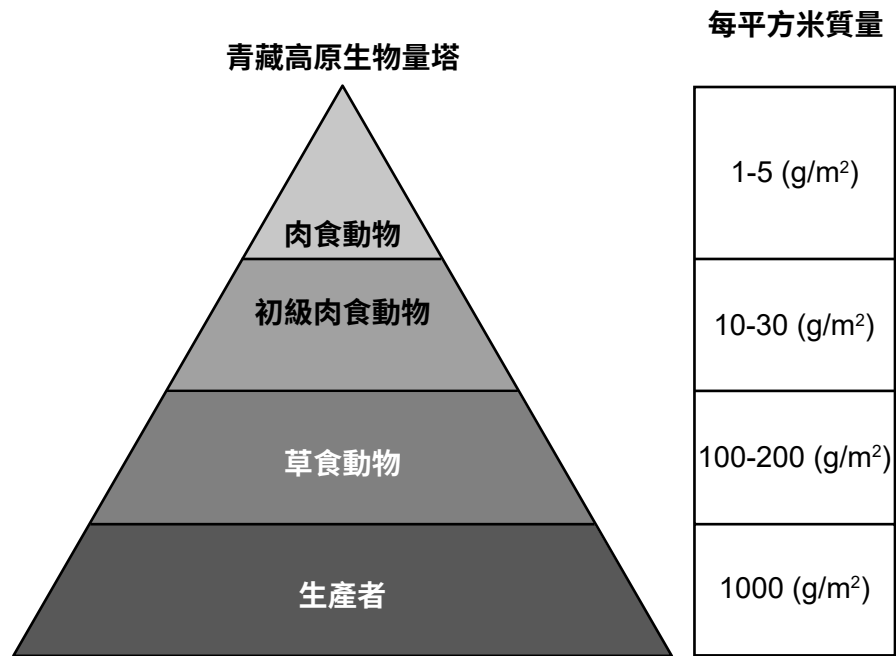


海拔與溫度之間的關係



- 20 根據上述證據，說明自然選擇如何導致鼠兔擁有了行為適應能力，而這有助於它們在青藏高原生態系統中生存。 [1]

青藏高原生態系統還存在其他一些生物，包括狼、鷹和雪豹等肉食動物。
以下模型顯示了青藏高原生態系統中各營養階層的一些近似生物量。



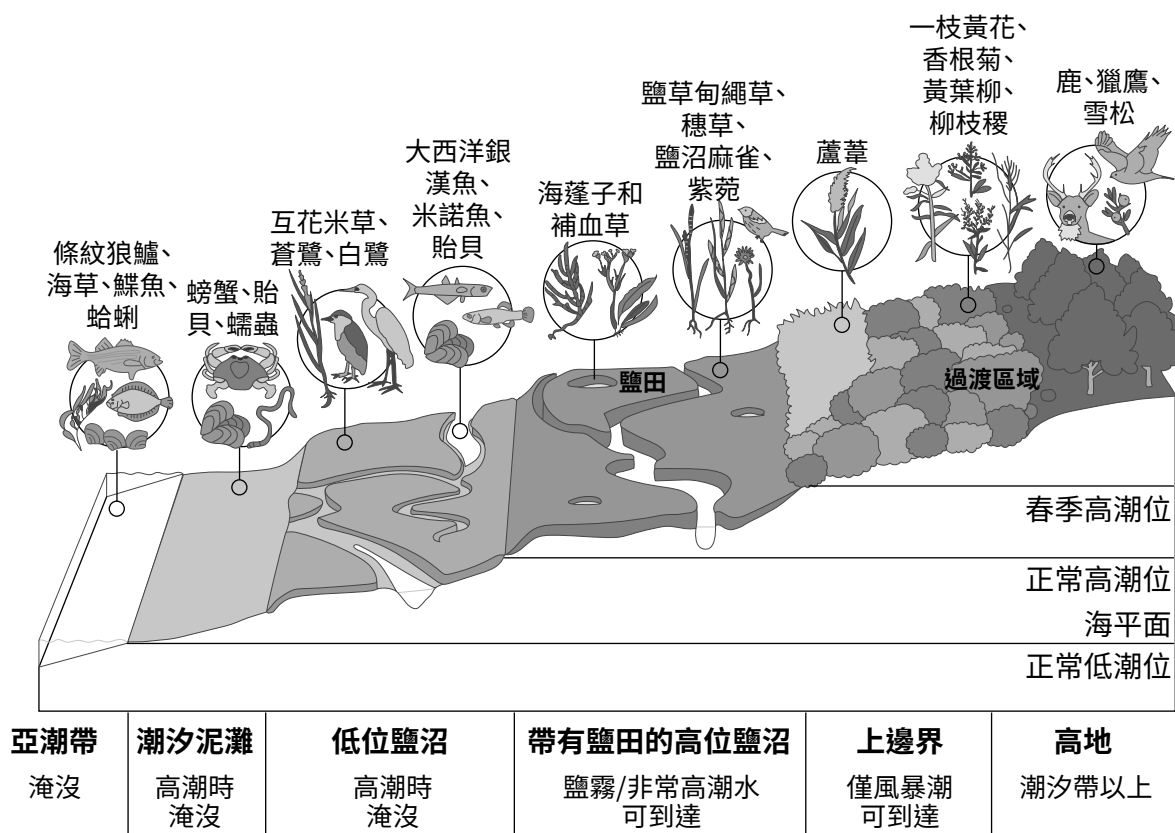
- 21 根據所提供的證據，提出一個關於青藏高原生態系統中生物間能量流動如何影響生物量的觀點。 [1]

根據以下資料和你的生物學知識來回答第 22 題至第 27 題。

鹽沼海岸線

鹽沼是一種沿著海洋岸線分佈的獨特生態系統，位於海洋與乾燥的高地生態系統之間，具有重要作用，能夠過濾水、保護海岸線，並提供重要的棲息地。鹽沼可能受到潮汐和天氣事件的影響。鹽沼中的植被量可能因多種因素而異，這可能影響鹽沼的生物多樣性和功能。以下模型展示了一些關於典型鹽沼的資訊。

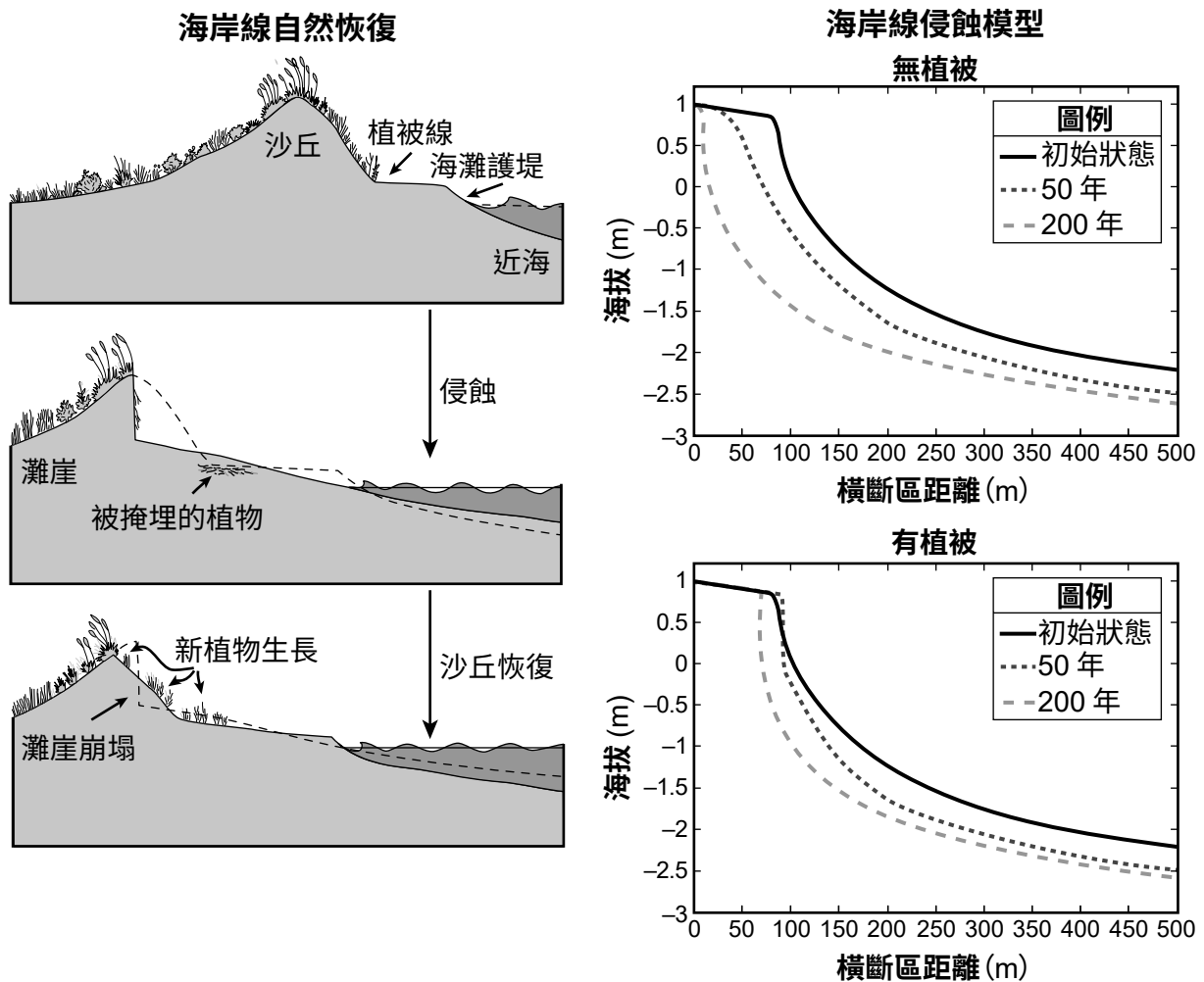
某鹽沼的構造



22 以下哪項陳述最能描述會對低位鹽沼中的互花米草種群產生最大直接影響的複雜相互作用？

- (1) 互花米草種群將主要受到在猛烈風暴後遷移入內的鹽沼麻雀的影響。
- (2) 由於全球變暖影響潮位，互花米草種群將主要受到海平面上升的影響。
- (3) 互花米草將主要受到猛烈風暴導致的鹽度暫時性升高的影響。
- (4) 互花米草將主要受到猛烈風暴和後續洪水導致的侵蝕的影響。

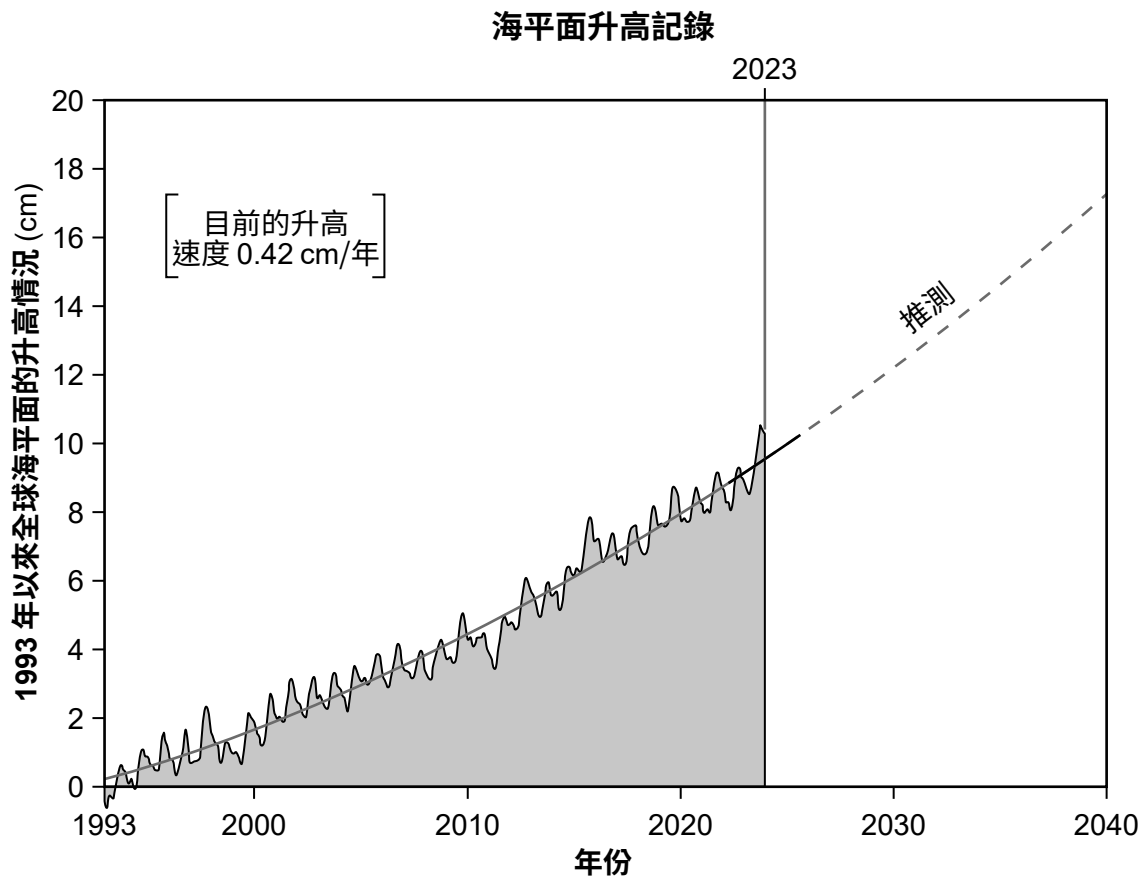
侵蝕可以影響海岸線，包括鹽沼。數學模型通常使用橫斷區距離來報告海岸線侵蝕情況。橫斷區距離測量的是相同沙丘同一條線上兩個特定點之間的距離。由於潮汐會對沿海地區產生影響，海拔也會影響侵蝕情況。以下模型展示了一些關於海岸線影響因素的資訊。



23 根據所提供的資訊，以下哪一項陳述能夠最貼切地描述：自然海岸線侵蝕如何在不同尺度上影響棲息地的承載量？

- (1) 受侵蝕影響的有植被海岸線，其棲息地承載量會迅速減小。
- (2) 受侵蝕影響的有植被海岸線，其棲息地承載量會迅速增大。
- (3) 受侵蝕影響的無植被海岸線，其棲息地承載量會迅速減小。
- (4) 受侵蝕影響的無植被海岸線，其棲息地承載量會迅速增大。

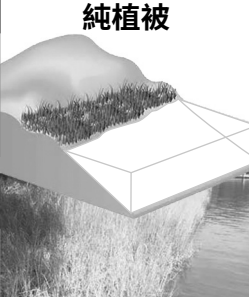
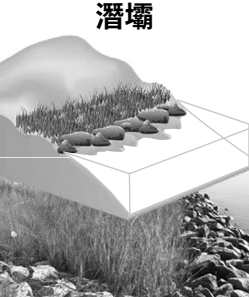
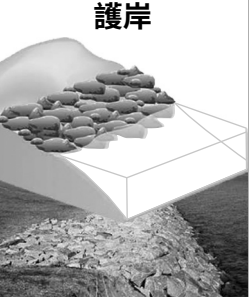
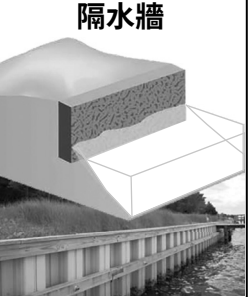
全球氣候變化可能會影響鹽沼和其他沿海生態系統。下圖顯示了 NASA 利用衛星收集到的一些資料。



- 24 根據所提供的證據，對以下觀點進行評價：海平面的上升會影響低位鹽沼中相互作用的生物數量和種類。 [1]

目前，科學家正在基於模擬自然環境制訂相關策略，從而減少侵蝕並恢復海岸線生態系統。下表列出了一些關於各種海岸線恢復選項特點的資訊。

海岸線修復工程解決方案

名稱	生態海岸線		加固技術	
	純植被	潛壩	護岸	隔水牆
描述	 •根部固定土壤 •提供緩衝。 •打破小波浪	 •與現有棲息地平行的自然結構 •削減波浪能量	 •覆蓋在海岸的斜坡上 •保護海岸免受侵蝕和波浪的影響	 •與海岸線平行的垂直隔水牆 •固定海岸位置
最佳條件	低能量波環境	低到中等能量波環境	已有硬化海岸線的場地	高能量波環境
材料選項	原生植物	石頭和活珊瑚礁(牡蠣、貽貝)	石頭、碎石、混凝土塊或混凝土板、砂/混凝土袋	鋼材、木材、混凝土、碳纖維
優點	•提供棲息地 •減緩內陸水的轉移並蓄水 •維持水生/陸生生物的關聯	•提供棲息地 •減緩高地水的轉移 •防止濕地流失 •天然防波屏障	•減少波浪作用 •維護工作量小 •可能破壞棲息地	•緩和波浪作用 •減小潮汐波動 •阻止天然沼澤遷移
缺點	•無高水位防護 •植被可能無法生長	•無高水位防護 •植被可能無法生長	•沒有大洪水或高水位防護 •阻斷了水生/陸生生物的關聯	•沒有大洪水防護 •阻斷了水生/陸生生物的關聯 •減少了魚類棲息地，降低了魚類的多樣性
成本 前期建設	\$	\$\$	\$\$\$\$	\$\$\$
營運和維護性 建設	\$	\$	\$\$	\$\$

25 哪種類型的恢復專案能促進形成構建穩定生態系統所需的條件，從而對生態系統中各種生物之間的複雜相互作用起到促進作用？

- (1) 透過形成鹽沼區域，將只有一種水生植物能夠在遭侵蝕區域內生長。
- (2) 建造隔水牆，從而防止魚類和水生植物靠近海岸線。
- (3) 沿著受侵蝕的海岸線種植植被，可提供庇護場所，從而對海岸線生物起到保護作用。
- (4) 建造堅固構築物(如護岸)，會提升對衝擊海岸線之波浪的防護效應。

26 以下哪項陳述最能貼切描述自然生態海岸線中的複雜相互作用(受到猛烈風暴等不斷變化的條件之影響)？

- (1) 風暴期間發生的侵蝕可能導致土地坡度發生變化，這使得高位鹽沼植物暴露於鹽度降低的環境中，從而降低生物多樣性。
- (2) 牡蠣礁可以減少由風暴波浪引起的侵蝕，這使得鹽沼能夠向高地擴展，為其他生物提供棲息地。
- (3) 隔水牆能夠防止鹽沼遷移並在風暴期間維護好護堤，從而能夠防止侵蝕並增加生物多樣性。
- (4) 猛烈風暴對鹽沼的鹽度沒有影響，會導致互花米草死亡，從而使得海岸線缺乏植被來防止侵蝕。

北美五大湖的水位主要由以下因素決定：不受控制的自然水源流入盆地的情況。2019 年 6 月，安大略湖因暴雨和風暴經歷了創紀錄的高水位。紐約州奧斯威戈是位於安大略湖岸邊的一座城市。

整個城市的生態系統遭受了重大損害和其他影響。因湖岸線流失而造成的擔憂包括：湖畔城鎮娛樂活動（如划船、釣魚、游泳和高級餐飲）方面的收入損失，以及房主和企業的財產損失。沿岸社區正在尋求可靠的方法來減少財產損害，並維護湖灘城鎮文化和自然休閒場所。

這張相片展示了 2019 年高水位事件後，紐約州奧斯威戈一處湖岸的景象。



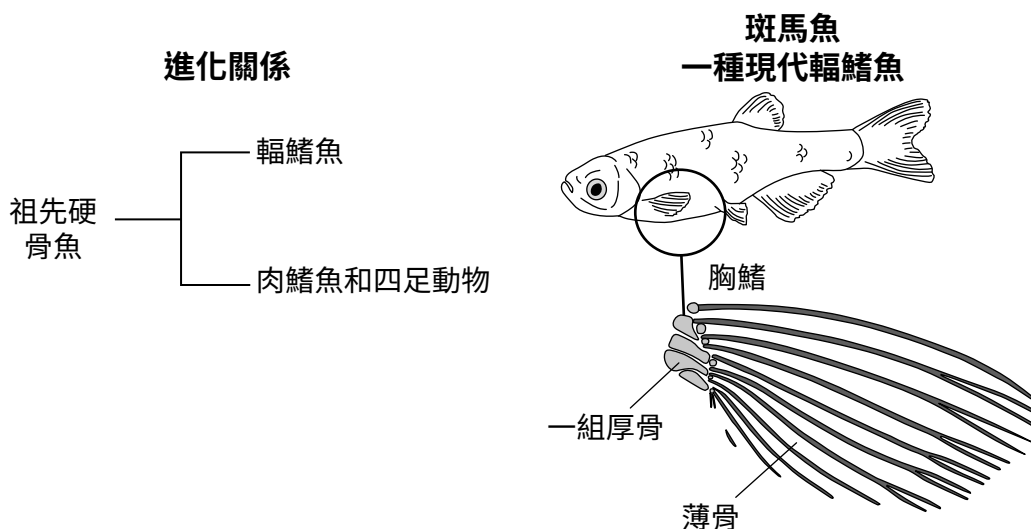
- 27 根據相關成本、可靠性和美觀性，從海岸線修復工程解決方案圖表中找出為紐約州奧斯威戈進行湖岸修復的最佳可能解決方案。基於對這些標準之權衡考量，對該解決方案的社會和環境影響進行評估。 [1]

根據以下資料和圖表以及你的生物學知識來回答第 28 題至第 32 題。

肢體進化

四足動物包括所有具有脊椎且四肢末端有指(手指和腳趾)的動物。某些四足動物,如鯨魚和蛇,雖然沒有明顯的四條肢體,但因為它們擁有四足祖先,也被納入四足動物一類。

四足動物的前肢被認為是從祖先硬骨魚的胸鰭進化而來。

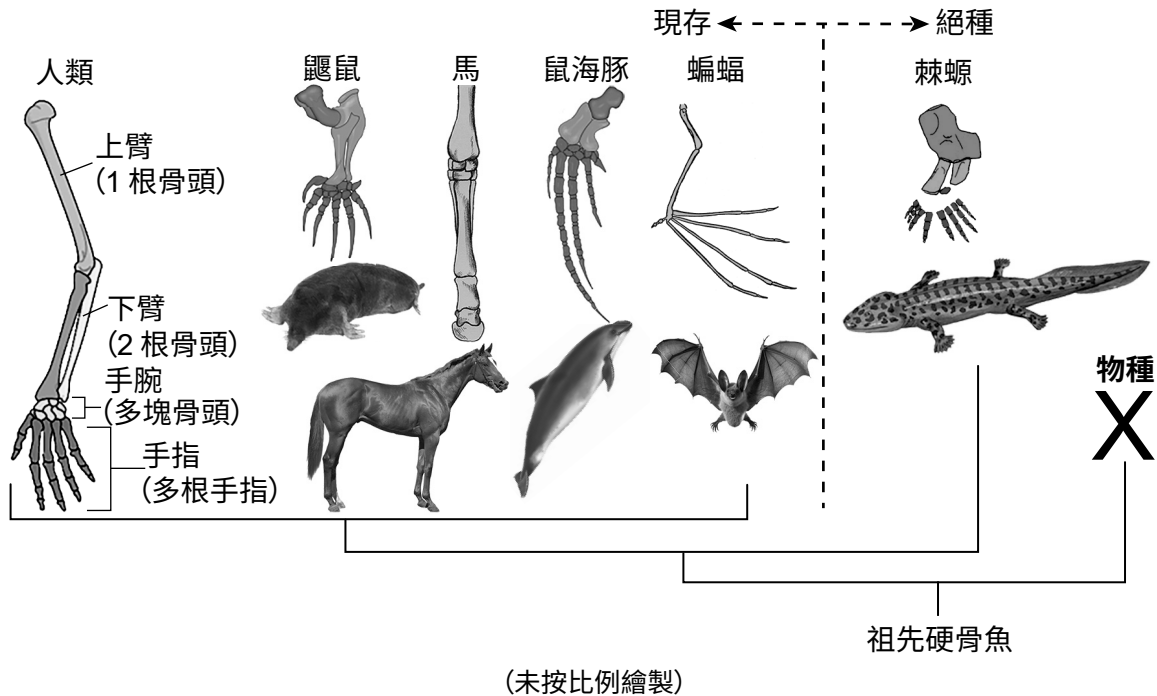


28 有哪項證據可以佐證硬骨魚後代的前肢進化模式？

- (1) 記錄顯示祖先輻鰭魚棲息地發生了變化,這些變化迫使它們改變用於產生胸鰭的基因數量
- (2) 控制斑馬魚胸鰭和四足動物前肢發育的基因基礎序列存在相似性
- (3) 斑馬魚鰭的總數與現存四足動物肢體總數的比較結果
- (4) 關於前肢在現代四足動物生活環境中的使用情況資訊

下圖匯總了一些關於部分現存動物物種和絕種水生動物物種前肢進化的當前結構資訊和化石資訊。

四足動物前肢進化



29 以下哪項陳述符合圖中呈現的進化關係？

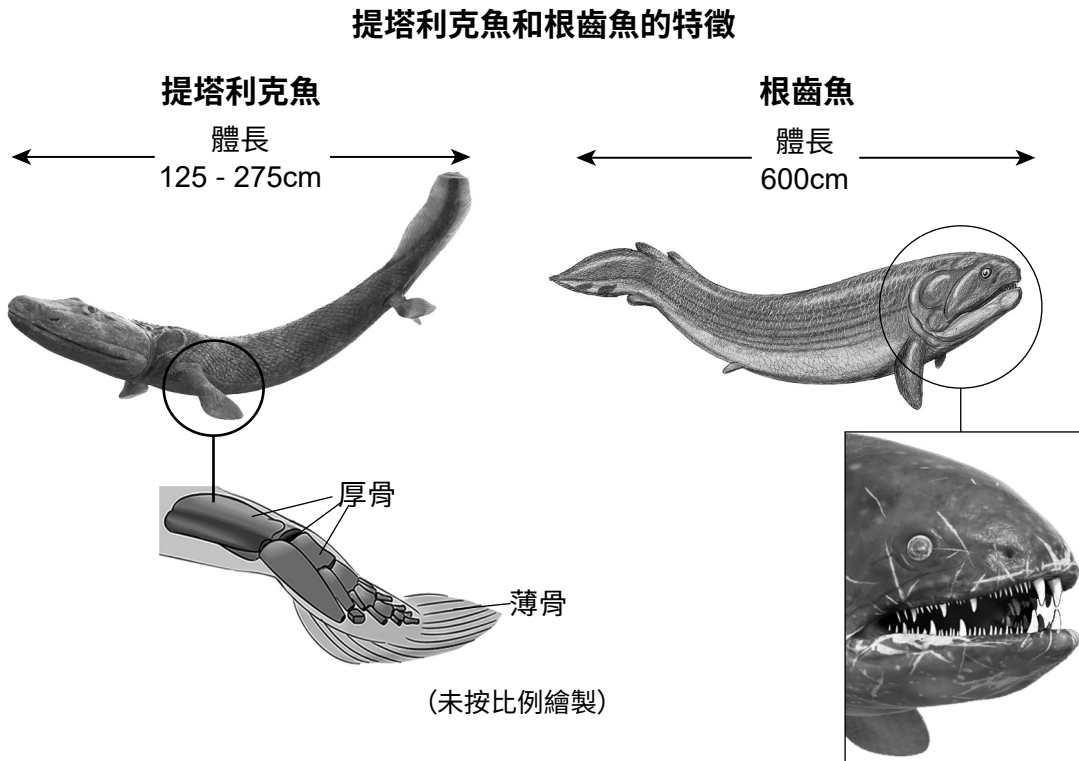
- (1) 棘螈和現存物種的前肢的骨骼結構最適合陸地生活，因此所有物種的前肢都是從一種絕種的陸地祖先進化而來。
- (2) 絕種水生 棘螈的棲息地與鼠海豚最相似，因此它們源於相同的於近期絕種的祖先。
- (3) 每一種生物物種都有不同的前肢骨骼結構，因為它們為了在特定的棲息地中進化而發展出了不同的結構。
- (4) 絕種水生物種和現存物種的前肢骨骼排列相似，這證明它們擁有共同的祖先。

30 根據證據說明：肢體發育的進化可能是受環境因素影響的結果。 [1]

科學家正在尋找過渡物種的化石，以提供證據證明陸地上生活的四足動物是從硬骨魚進化而來。這個缺失的物種在《四足動物前肢進化圖》中以物種 X 表示。2004 年，在加拿大發現了一種可能是候選物種的化石遺骸。該物種被命名為提塔利克魚。提塔利克魚是一種大型的魚類生物，生活在距今約 3.85 億年前，當時海洋中有大量魚類物種。

據信，提塔利克魚生活在溫暖的淺水域。在此期間，第一批植物開始佔據陸地，爬行類昆蟲和蜘蛛也繁盛起來。提塔利克魚能夠利用頭頂的眼睛發現陸地上和水中的獵物，還可以使用非常強壯的前鰭在岸邊追捕獵物。雖然提塔利克魚是一種大型動物，但它很可能也是更大掠食性魚類的獵物，例如擁有兩顆巨大犬齒的巨型根齒魚。

下圖展示了一些關於可能已絕種的生物的資訊。



- 31 利用前肢骨骼結構中的形態來證明研究者的觀點，即提塔利克魚代表著輻鰭魚與早期四足動物棘螈之間的祖先型。 [1]

32 以下哪項證據能夠佐證：具有適合陸地生活特徵的動物因 3.85 億年前存在的環境因素而進化？

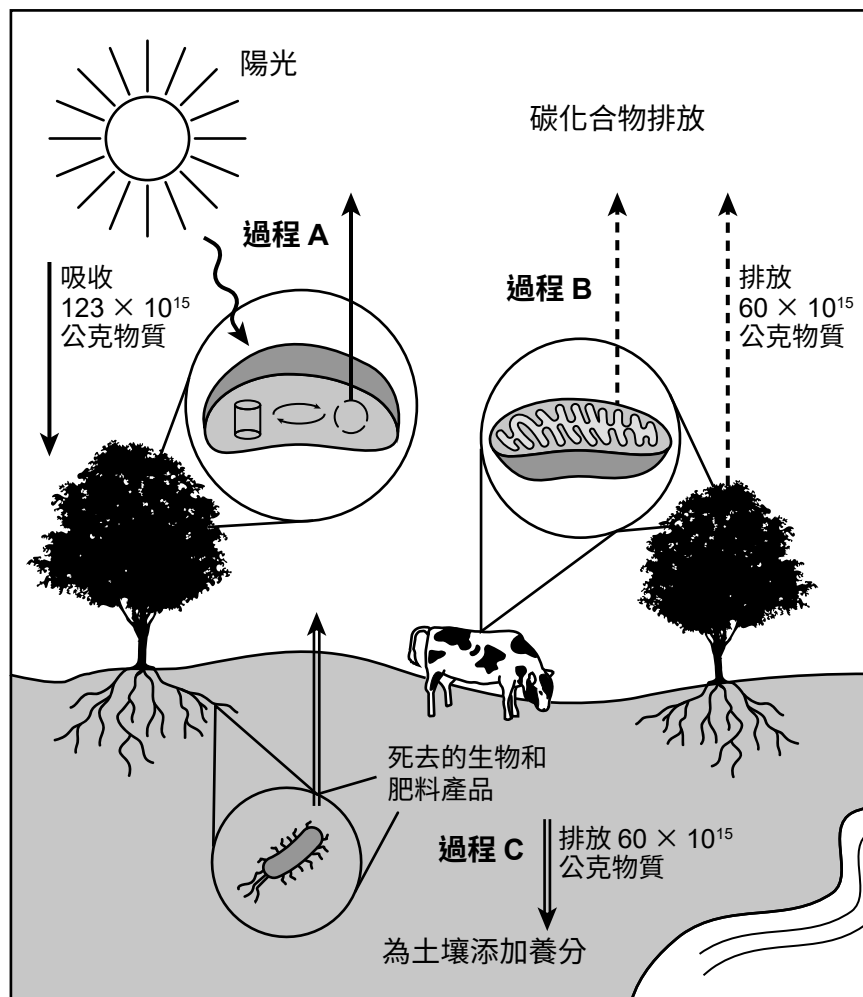
- (1) 根齒魚的巨大身軀使其能夠在淺水中快速游動。
- (2) 提塔利克魚的眼睛處於有利位置，使它能夠同時看到陸地上和水中的獵物。
- (3) 根齒魚擁有巨大犬齒，這使得它能夠在陸地上和水中捕食提塔利克魚。
- (4) 提塔利克魚能夠獲取新的食物來源，並躲避根齒魚的捕食，因為其鰭的骨骼結構使其能夠在陸地上行走。

根據以下資料和你的生物學知識來回答第 33 題至第 37 題。

這重要嗎？

植物使用的碳透過碳循環過程，在生物體、土壤中的礦物質、水圈和大氣之間循環。

物質轉化

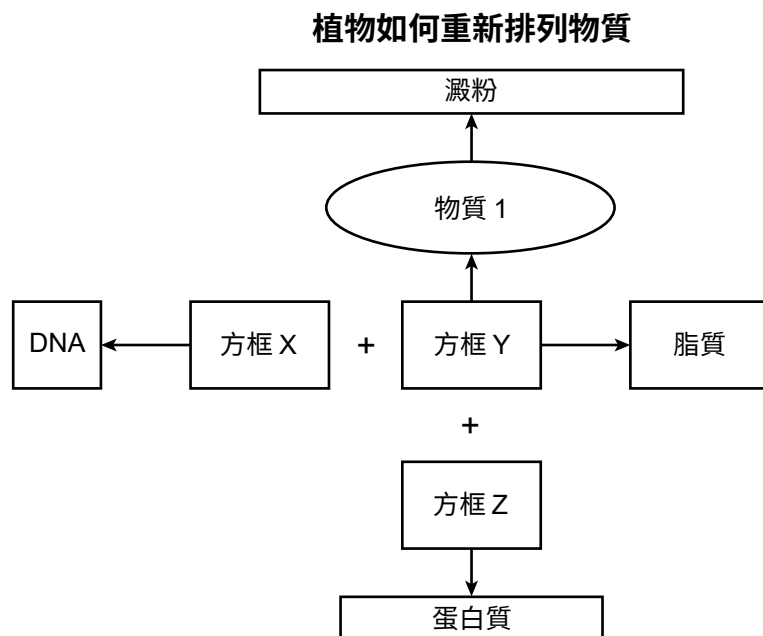


33 根據模型中的資訊，以下哪項陳述正確地表述了以下內容：這一生態系統中物質的轉移如何為不同的生物提供能量？

- (1) 植物從大氣中吸收碳化合物，這些化合物被轉化為糖，然後在過程 B 中被奶牛用來產生可用的能量。
- (2) 植物從土壤中吸收氧氣，這些氧氣在過程 B 中被轉化為營養物質，以產生可用的能量。
- (3) 奶牛透過過程 C 釋放糖分到大氣中，然後植物在過程 A 中使用這些糖分來產生可用的能量。
- (4) 奶牛產生的廢物透過過程 A 分解，釋放出糖分進入土壤，然後在過程 C 中被植物用來產生可用的能量。

34 根據模型中的證據，說明過程 C 在這一生態系統內生物之間的物質循環中所起到的作用。 [1]

植物重新排列物質以產生其他所需的化合物。下面的模型展示了一些植物合成的化合物。方框 X、Y 和 Z 代表用於合成這些化合物的元素。



35 以下哪項陳述最能證明以下觀點：模型中物質 1 的元素與不同元素結合形成其他碳基分子？

- (1) 方框 Y 中的元素被分解成氮和磷，然後結合形成脂質。
- (2) 物質 1 的分子可以結合在一起形成澱粉。
- (3) 方框 Y 中的元素與氮結合，產生用於形成蛋白質的物質。
- (4) 物質 1 的分子可以結合在一起形成 DNA。

36 根據以上所有模型中的資訊，可以提出何種觀點來說明物質 1 對植物新陳代謝為何至關重要？

- (1) 過程 B 將物質 1 與其他元素結合，形成供植物利用的脂質。
- (2) 過程 A 重新排列碳、氫和氧元素，形成供植物利用的物質 1。
- (3) 過程 A 和 C 將氮和磷與物質 1 結合，形成供植物利用的蛋白質。
- (4) 過程 B 和 C 重新排列氮和物質 1，形成供植物利用的 DNA 和澱粉。

37 利用定量證據，說明植物中的物質循環如何導致大氣和生物圈中的碳儲量出現變化。 [1]

根據以下資料和你的生物學知識來回答第 38 題至第 42 題。

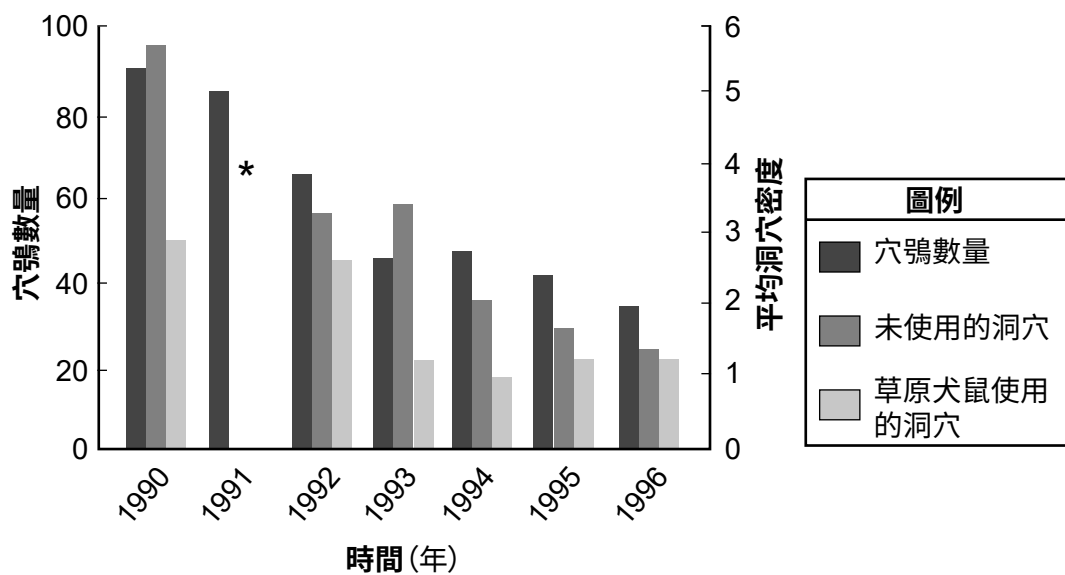
關鍵物種：黑尾草原犬鼠

黑尾草原犬鼠是一個關鍵物種，因為它維持著北美中部草原生態系統中複雜的關係網。它們主要以富含水分和營養的植物為食。在它們食用植物時，會丟掉葉子碎片，這些碎片為土壤增添了養分。它們建造的洞穴被遺棄後，可以為響尾蛇、穴鴉和昆蟲提供家園。草原犬鼠是很多生物的主要獵物，包括黑足雪貂（北美最稀有和最瀕危的動物之一）。

北美中部草原上的草原犬鼠數量正在持續減少。草原犬鼠面臨的最重大威脅包括：將牧場改造為農田、城市發展、狩獵，以及因被當地農民和牧場主視為有害生物而被投以毒藥。

下圖顯示了一些從研究中收集到的資料，研究對象為內布拉斯加州內的 17 個草原犬鼠群落。

北美草原犬鼠洞穴平均數量與穴鴉種群數量的變化



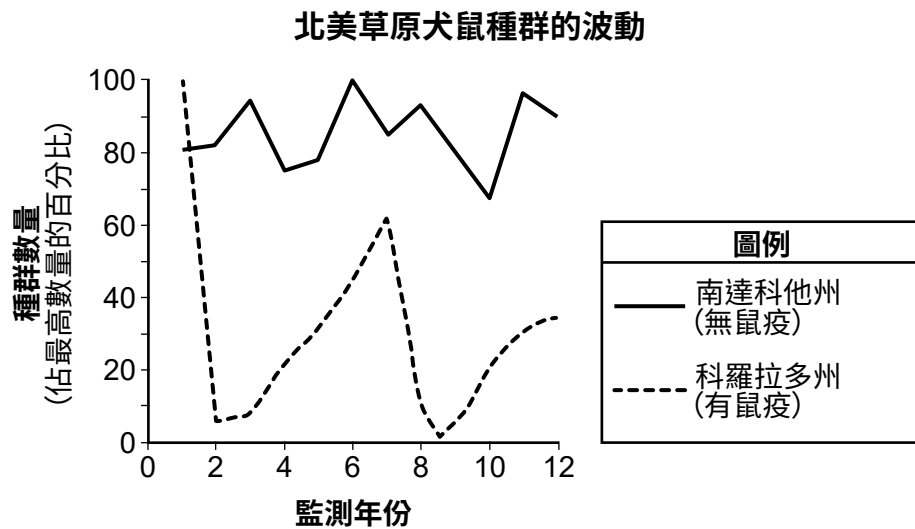
* 1991 年沒有完整的資料。

38 草原犬鼠洞穴的數量如何影響該地區穴鴉的承載量？

- (1) 隨著草原犬鼠洞穴數量的減少，該地區能夠承載的穴鴉數量增加。
- (2) 隨著穴鴉數量的增加，該地區能夠承載的草原犬鼠數量減少。
- (3) 隨著草原犬鼠洞穴數量的減少，該地區能夠承載的穴鴉數量減少。
- (4) 隨著穴鴉數量的增加，該地區能夠承載的總洞穴數量減少。

39 透過確定生態系統組成部分之間的特定相互作用，對以下觀點進行評估：草原犬鼠種群數量的大幅減少會產生廣泛影響。 [1]

老鼠身上的跳蚤攜帶的一種細菌引發了一種稱為森林疫病的疾病。這種疾病主要影響小型哺乳動物，包括草原犬鼠。這種疾病隨著航運業的發展進入美國西部，並一直向東擴散。下圖顯示了 20 世紀 90 年代在兩個州觀測到的草原犬鼠種群變化。



40 有人認為，科羅拉多州的一些草原犬鼠具有一種有利的遺傳特徵，能夠使它們不受鼠疫感染。以下哪項陳述能夠佐證這一觀點？

- (1) 草原犬鼠的種群數量在第 1 年到第 2 年以及第 7 年到第 8 年有所增加，但隨後因具有保護性變異的草原犬鼠很快死亡，種群數量有所減少。
- (2) 草原犬鼠的種群數量在第 1 年到第 2 年以及第 7 年到第 8 年有所減少，但由於具有保護性變異的草原犬鼠存活下來並繁殖，因此種群數量能夠恢復。
- (3) 草原犬鼠在鼠疫中存活的比例始終高於 60%，因此可抵禦鼠疫侵害。
- (4) 兩個草原犬鼠種群在第 12 年之前從鼠疫感染中恢復過來。

- 41 南達科他州草原犬鼠的種群數量在一定範圍內波動。表格中的哪一列表明了不同因素對承載量的影響？

列	阻止種群數量大幅減少的因素	阻止種群數量大幅增加的因素
(1)	城市發展	被遺棄的洞穴數量
(2)	土壤養分耗盡	牧場減少
(3)	保護草原	雪貂捕食
(4)	減少使用毒藥	土壤養分增加

科學家正在研究控制鼠疫的不同方法。下表列出了兩種已證實有效的方法。

疫苗接種	洞穴內噴灑殺蟲劑粉末
- 投放花生醬味的錠劑口服疫苗 - 疫苗生效後可提供長達 9 個月的保護 - 錠劑疫苗必須在投放後的 7 天內被草原犬鼠服用	- 在草原犬鼠的洞穴中噴灑殺蟲劑粉末 - 殺滅攜帶病菌並傳播給草原犬鼠的跳蚤 - 噴灑殺蟲劑後可在長達 2 年的時間內減少跳蚤

研究地點靠近住宅區和開放的牧場，這些牧場用於放牧牛群並作為野生動物的棲息地。已請求研究人員提出建議，以確定哪種策略最適合用於保護草原犬鼠種群免受鼠疫侵害，同時不會對附近地區造成負面影響。

- 42 描述在考慮成本、安全性或可靠性標準和限制的情況下，能夠最有效地保護草原犬鼠免受鼠疫侵害的方法（治療、疫苗接種或洞穴內噴灑殺蟲劑粉末）。使用表格中的具體資訊，證明您的選擇在成本、安全性或可靠性方面具備合理性。 [1]

根據以下資料和你的生物學知識來回答第 43 題至第 48 題。

先天基因還是後天營養？

在 20 世紀的一個冬天，荷蘭經歷了一場嚴重的饑荒（食物短缺）。一些在饑荒期間正處於懷孕早期的婦女生下的孩子，出人意料地達到甚至超過了平均出生體重（考慮到母親營養不良的情況）。

43 以下哪個問題有助於確定：DNA 在將影響出生體重的遺傳資訊從饑荒期間懷孕的母親傳遞給孩子的過程中所起到的作用？

- (1) 決定出生體重的基因是否來自父母雙方？
- (2) 由胺基酸組成的基因是否僅來自父母其中一方的 DNA？
- (3) 由蛋白質組成的基因是否來自父母雙方的 DNA？
- (4) 母親的胃細胞中是否有影響出生體重的基因？

科學家們已確定，在饑荒期間處於懷孕早期的母親所生下的孩子（饑荒兒童），相比沒有這種經歷的兄弟姐妹，在成年後出現的肥胖和慢性健康問題會更多。饑荒兒童的一些基因表達發生了變化。其中一個基因，稱為 IGF2（類胰島素生長因子 2），是一種激素的編碼。

下面的密碼子表格可以用來確定由 DNA 序列編碼的胺基酸。

mRNA 中的密碼子

第一位鹼基	第二位鹼基								第三位鹼基
	U		C		A		G		
U	UUU	苯丙胺酸	UCU	絲胺酸	UAU	酪胺酸	UGU	半胱胺酸	U
	UUC	苯丙胺酸	UCC	絲胺酸	UAC	酪胺酸	UGC	半胱胺酸	C
	UUA	白胺酸	UCA	絲胺酸	UAA	終止子	UGA	終止子	A
	UUG	白胺酸	UCG	絲胺酸	UAG	終止子	UGG	色胺酸	G
C	CUU	白胺酸	CCU	脯胺酸	CAU	組胺酸	CGU	精胺酸	U
	CUC	白胺酸	CCC	脯胺酸	CAC	組胺酸	CGC	精胺酸	C
	CUA	白胺酸	CCA	脯胺酸	CAA	麩醯胺酸	CGA	精胺酸	A
	CUG	白胺酸	CCG	脯胺酸	CAG	麩醯胺酸	CGG	精胺酸	G
A	AUU	異白胺酸	ACU	蘇胺酸	AAU	天冬醯胺	AGU	絲胺酸	U
	AUC	異白胺酸	ACC	蘇胺酸	AAC	天冬醯胺	AGC	絲胺酸	C
	AUA	異白胺酸	ACA	蘇胺酸	AAA	離胺酸	AGA	精胺酸	A
	AUG	甲硫胺酸或起始子	ACG	蘇胺酸	AAG	離胺酸	AGG	精胺酸	G
G	GUU	纈胺酸	GCU	丙胺酸	GAU	天冬胺酸	GGU	甘胺酸	U
	GUC	纈胺酸	GCC	丙胺酸	GAC	天冬胺酸	GGC	甘胺酸	C
	GUA	纈胺酸	GCA	丙胺酸	GAA	麩胺酸	GGA	甘胺酸	A
	GUG	纈胺酸	GCG	丙胺酸	GAG	麩胺酸	GGG	甘胺酸	G

下表中列出了 IGF2 DNA 序列的一部分。

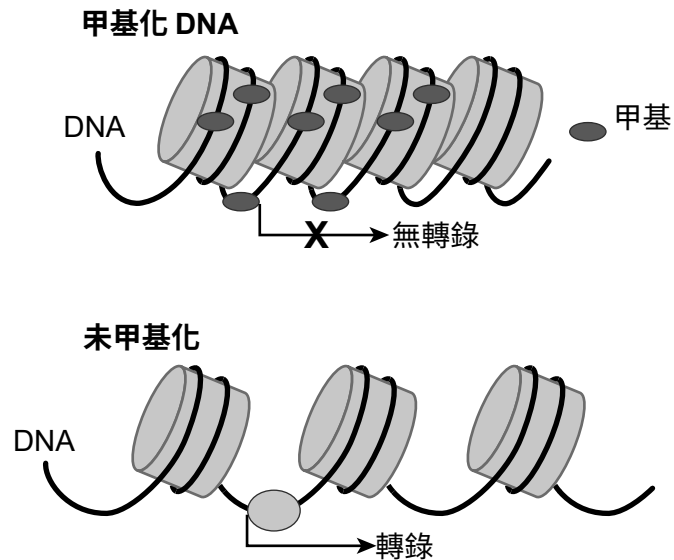
DNA	CTC	CAC	GCT
mRNA	GAG	GUG	CGA
胺基酸	麩胺酸	纈胺酸	精胺酸

44 某學生認為，將 DNA 中的 CTC 改成 CTG 會導致產生不同的蛋白質。以下哪一項說明能夠佐證此觀點？

- (1) 當 GAG 變為 GAC 時，蛋白質中包含的是天冬胺酸而非麩胺酸。
- (2) 當 GAG 變為 GAC 時，所產生的蛋白質不會發生變化。
- (3) 當 GAG 變為 GAC 時，蛋白質中包含的是纈胺酸而非麩胺酸。
- (4) 當 GAG 變為 GAC 時，構成蛋白質的所有胺基酸都會不同。

在細胞中，DNA 與不同的分子相互作用，而且還會與甲基在被稱為甲基化的過程中相互作用。

甲基化與未甲基化的 DNA



IGF2 基因編碼一種促進胎兒生長的激素。飢荒兒童 IGF2 基因的甲基化程度低於其他兒童的典型水平。

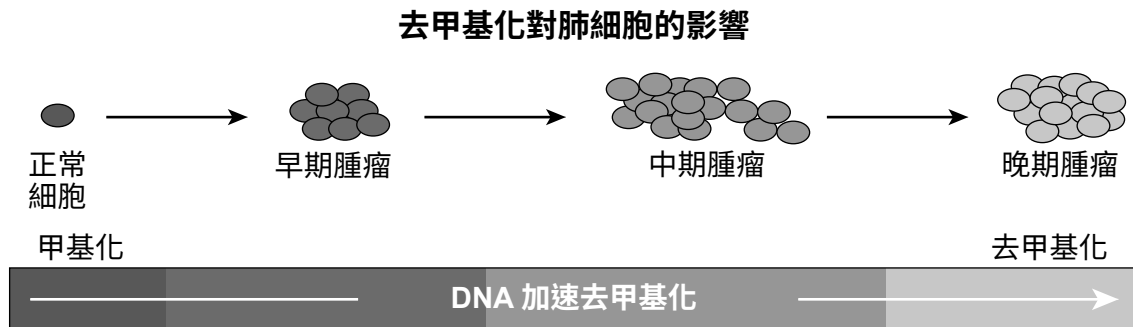
45 根據上述證據，說明未甲基化 DNA 的結構如何影響 IGF2 的功能，從而導致出生體重更大。 [1]

研究人員追蹤了飢荒時期兒童及其子代的健康狀況多年。研究結果顯示，他們的子代也出現了類似結果。

46 上述證據(即：儘管他們的子代沒有經歷飢荒，卻仍然有類似的健康問題)最能佐證以下哪種觀點？

- (1) DNA 的甲基化水平僅遺傳一代。
- (2) DNA 的甲基化水平能遺傳多代。
- (3) DNA 鹼基序列是影響基因表達的唯一因素。
- (4) DNA 鹼基序列因甲基化而沒有發生突變。

除了懷孕期間挨餓外，其他環境因素(如吸入尼古丁)也會導致負責細胞分裂的 DNA 部分去甲基化(去除甲基)。下面的模型顯示了這種去甲基化過程的結果。



47 利用模型中的證據，描述資訊流中斷如何影響具有去甲基化 DNA 的肺細胞。 [1]

48 以下哪項陳述確定了研究人員可用於抑制腫瘤生長和進展的解決方案？

- (1) 使用輻射去除腫瘤基因中的甲基。
- (2) 使用基因療法修改 DNA，以加速腫瘤細胞的細胞分裂。
- (3) 使用藥物，向導致細胞分裂加快的基因添加甲基。
- (4) 使用能加快所有體細胞有絲分裂速率的藥物。

