中六生物練習卷：生態系、能量流動與生物多樣性

中六（S6）　生物　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 12 題

甲部：生態系能量流動與物質循環（24 分）

每題 6 分，須列式或說明推理。

1. 某草原生態系的生產者每年每平方米固定 48,000 kJ 的太陽能，其中 18,000 kJ 用於生產者自身的呼吸作用。(a) 求該生態系的淨初級生產力。(b) 若能量沿食物鏈每一營養級只傳遞 10%，求初級消費者、次級消費者及三級消費者可得能量。(c) 解釋為何食物鏈通常不超過四至五個營養級。

答案：(a) 淨初級生產力 = 總初級生產力 − 呼吸作用 = 48,000 − 18,000 = 30,000 kJ m⁻² yr⁻¹。（2 分）(b) 初級消費者得 3,000 kJ，次級消費者得 300 kJ，三級消費者得 30 kJ。（2 分）(c) 每傳一級只有約一成能量到達下一級，其餘用於呼吸、排遺及未被攝食；到第四、五級時剩餘能量不足以支撐可繁殖的種群。（2 分）

2. 某草原的食物鏈為草 → 蝗蟲 → 青蛙 → 蛇，各營養級的現存生物量分別為 12,000 kg、1,200 kg、120 kg 及 12 kg。(a) 計算蝗蟲與蛇之間生物量的比率。(b) 說明生物量金字塔呈金字塔形的原因。(c) 列出一個令生物量金字塔倒置的情況，並說明其條件。

答案：(a) 蝗蟲 1,200 kg 對蛇 12 kg 的比率為 100 : 1。（2 分）(b) 每一營養級的現存生物量約為下一級的十倍，因為能量在傳遞中大量流失，能支撐的生物量相應減少。（2 分）(c) 若生產者為體積細小但繁殖極快的浮游植物，某一時刻的現存生物量可低於以它們為食的浮游動物，令生物量金字塔倒置；條件是生產者周轉率遠高於消費者。（2 分）

3. 某地區每年燃燒化石燃料排放 4.2 × 10⁹ kg 二氧化碳，區內森林每年吸收其中 15%。(a) 求森林每年吸收的二氧化碳質量。(b) 若每公頃森林每年吸收 12,000 kg 二氧化碳，求抵銷該吸收量所需的森林面積（以公頃為單位）。(c) 說明植樹造林不能完全解決大氣二氧化碳上升的兩項原因。

答案：(a) 4.2 × 10⁹ × 15% = 6.3e+08 kg，即 6.3 × 10⁸ kg。（2 分）(b) 6.3 × 10⁸ ÷ 12,000 = 52,500 公頃。（2 分）(c) 森林的吸收量隨樹齡下降，火災或砍伐時更會釋放已固定的碳；可用土地有限，植樹速度追不上化石燃料排放的增長。（2 分）

4. 氮是生物體蛋白質與核酸的必要元素，但大氣中的氮氣不能為大多數生物直接利用。(a) 寫出氮固定的兩種途徑。(b) 說明硝化作用與脫氮作用在氮循環中的角色。(c) 解釋為何大量施用氮肥會造成水體優養化。

答案：(a) 生物固氮（根瘤菌與自由生活固氮菌）及工業固氮（哈伯法），大氣放電固氮亦為途徑之一。（2 分）(b) 硝化作用把銨鹽氧化為亞硝酸鹽，再氧化為硝酸鹽供植物吸收；脫氮作用把硝酸鹽還原為氮氣回到大氣，完成循環。（2 分）(c) 過量硝酸鹽隨雨水流入水體，藻類大量繁殖；藻類死亡後被分解者分解，耗盡水中溶氧，魚類窒息死亡。（2 分）

乙部：種群、群落與演替（36 分）

每題 9 分，注意題目各部分的配分。

5. 研究人員以標誌重捕法估算某池塘的魚類種群數量。第一次捕捉 40 條並作標記後放回，一週後再捕捉 60 條，其中 8 條帶有標記。(a) 用林肯指數估算該池塘的魚類總數，並列出算式。(b) 列出使用此法時的三項假設。(c) 解釋為何標記後立即重捕會令估算值偏低。

答案：(a) 林肯指數 $N = (M \times C) \div R = (40 \times 60) \div 8 = 300$ 條。（3 分）(b) 標記不影響個體的活動與存活；標記個體與未標記個體均勻混合；期內沒有明顯的遷入、遷出、出生或死亡；標記不會脫落。（3 分）(c) 標記後立即重捕，被捉過的個體較易再被捉到，重捕樣本中帶標記的比例偏高，令估算值偏低。（3 分）

6. 某島上一個鳥類種群的環境容納量為 1,200 隻，內在增長率 $r = 0.4$ 每年，現時種群為 300 隻。(a) 用邏輯斯諦增長式 $dN/dt = rN(K - N)/K$ 計算該年的種群增長量。(b) 求種群增長速率最大時的種群數量。(c) 比較邏輯斯諦增長與指數增長的曲線差異，並舉出一個接近指數增長的實際例子。

答案：(a) $dN/dt = 0.4 \times 300 \times (1{,}200 - 300) \div 1{,}200 = 90$ 隻每年。（3 分）(b) 增長速率在 $K/2 = 600$ 隻時最大。（3 分）(c) 邏輯斯諦曲線呈 S 形，初期近似指數增長，接近 K 時增長放緩；指數增長沒有上限。實際例子：入侵性昆蟲初進入資源充足、天敵稀少的新環境時的增長。（3 分）

7. 一片棄耕農地經歷次生演替，由草本植物階段發展至森林階段。(a) 說明次生演替與原生演替的兩項分別。(b) 描述演替過程中生物多樣性、生物量與土壤有機質的變化趨勢。(c) 解釋為何演替後期的物種多樣性較高，但部分先鋒物種會消失。

答案：(a) 次生演替發生在土壤與種子庫仍存在的土地，速度較快；原生演替由無土壤的裸地開始，須由先鋒物種風化造土。（3 分）(b) 生物多樣性上升，生物量上升，土壤有機質與土層厚度增加，食物網趨於複雜。（3 分）(c) 後期植物提供更多樣的棲位與資源，可容納更多物種；先鋒物種多為喜光且耐貧瘠，在喬木遮蔭下光照不足而被淘汰。（3 分）

8. 兩種草履蟲在同一試管內競爭同一種細菌。物種甲的環境容納量 $K1 = 200$，物種乙的 $K2 = 150$，競爭係數 $\alpha = 1.5$（表示一隻物種乙對物種甲的競爭效應）。(a) 計算物種甲受物種乙抑制後的等效容納量 $K1/\alpha$。(b) 由此判斷兩者能否長期共存，並解釋。(c) 列出兩項實驗室競爭實驗難以直接套用至野外群落的原因。

答案：(a) $K1/\alpha = 200 \div 1.5 = 133.3$，低於 $K2 = 150$。（3 分）(b) 兩者可以長期共存：物種乙的容納量高於物種甲在競爭壓力下的等效容納量，故物種乙不能把物種甲排除。（3 分）(c) 實驗室的空間、食物與環境條件恒定，野外有季節變化、遷移與天敵；實驗只有兩個物種，野外群落涉及多個物種與間接效應；實驗期短，未必反映長期的適應與演化。（3 分）

丙部：人類影響、全球變化與保育（40 分）

每題 10 分，須作完整解釋或評估。

9. 某農場每年排放 1,200 kg 甲烷及 40 kg 氧化亞氮。甲烷的全球暖化潛勢為 28，氧化亞氮為 265（以二氧化碳為 1）。(a) 計算該農場每年的二氧化碳當量排放量。(b) 若甲烷排放量減半而其他不變，求新的二氧化碳當量，並計算減幅（百分數，取一位小數）。(c) 說明為何相同質量的氧化亞氮對氣候的影響遠大於甲烷。

答案：(a) 1,200 × 28 + 40 × 265 = 33,600 + 10,600 = 44,200 kg 二氧化碳當量。（4 分）(b) 600 × 28 + 40 × 265 = 16,800 + 10,600 = 27,400.0 kg；減幅 = (44,200 − 27,400) ÷ 44,200 × 100% = 38.0%。（3 分）(c) 氧化亞氮分子吸收紅外輻射的效能遠高於二氧化碳，且在大氣中存留時間長，故單位質量的暖化效應大得多。（3 分）

10. 某島嶼的森林面積由 1,000 公頃縮減至 100 公頃。物種數與面積的關聯可表為 S = cA^0.25。該島原有 80 個鳥類物種。(a) 計算面積縮減後預期保留的物種數目（取整數）。(b) 解釋面積縮減對種群滅絕風險的影響。(c) 提出兩項減輕棲息地破碎化影響的管理措施。

答案：(a) S = 80 × (100 ÷ 1,000)^0.25 = 80 × 0.5623 ≈ 45 個物種。（4 分）(b) 面積縮減令種群變小且彼此隔離，遺傳多樣性下降，近親繁殖與隨機滅絕的風險上升；遇到疾病或火災時難以由鄰近地區補充個體。（3 分）(c) 保留並連接破碎化的林地，建立生態走廊；在農地邊緣保留原生植被帶，減少農藥與人類干擾。（3 分）

11. 某漁業目標魚種的內在增長率 r = 0.5 每年，環境容納量 K = 2,000 噸。(a) 用最大持續產量 MSY = rK/4 計算該漁業的 MSY。(b) 若漁獲量長期維持在 320 噸，預測種群變化並解釋。(c) 說明為何實際管理上通常把漁獲量訂在低於 MSY 的水平。

答案：(a) MSY = rK/4 = (0.5 × 2,000) ÷ 4 = 250 噸每年。（4 分）(b) 320 噸高於 MSY，捕撈速度超過種群的自然補充，種群會持續下降，長期可能崩潰。（3 分）(c) 實際種群受環境波動、氣候與估算誤差影響，而 MSY 的計算假設環境恒定；訂得較低可保留緩衝，避免過度捕撈與生態系的連帶影響。（3 分）

12. 香港以郊野公園及海岸保護區保護生物多樣性。(a) 說明就地保育與移地保育的分別，並各舉一例。(b) 評估郊野公園在保護生物多樣性方面的兩項成效與一項限制。(c) 提出一項結合生態走廊的保育建議，並說明其理據。

答案：(a) 就地保育在物種原有棲息地保護，例如郊野公園與海岸保護區；移地保育把物種移至人工環境，例如植物園、種子庫或動物園的繁殖計劃。（4 分）(b) 成效：大面積連續棲息地保護了整個群落與生態過程；受法定規管，限制發展與捕獵。限制：郊野公園多位於高地，低地與海岸濕地保護不足，部分物種的棲息地仍在保護範圍外。（3 分）(c) 在郊野公園之間以及與低地保育區之間建立生態走廊，例如沿河谷保留植被帶；理據是增加棲息地連通性，令種群可以遷移、交換個體與基因，減低破碎化造成的滅絕風險。（3 分）

TutorZone 中六（S6）生物練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。