中五生物練習卷：生態系能量流動與養分循環

中五　生物　｜　時限：75 分鐘　｜　總分：100 分　｜　共 24 題

第一題　生態系的組成與能量流動

某草原生態系中，生產者每年固定的總初級生產量（GPP）為 80 000 kJ m⁻² yr⁻¹，植物呼吸作用消耗 20 000 kJ m⁻² yr⁻¹。初級消費者同化的能量為 6 000 kJ m⁻² yr⁻¹。

1. 計算該生態系的淨初級生產量（NPP）。

答案：答案：NPP = GPP − 呼吸作用 = 80 000 − 20 000 = 60 000 kJ m⁻² yr⁻¹。

2. 計算能量由生產者傳遞至初級消費者的效率。

答案：答案：6 000 ÷ 60 000 × 100% = 10.0%，即能量傳遞效率為 10.0%。

3. 若次級消費者同化的能量為 480 kJ m⁻² yr⁻¹，計算由初級消費者至次級消費者的能量傳遞效率。

答案：答案：480 ÷ 6 000 × 100% = 8.0%。此效率低於上一級的 10.0%，顯示部分能量已在呼吸作用與排泄中流失。

4. 假設其後每一營養級的傳遞效率均為 10%，推算三級消費者最多可同化的能量。

答案：答案：480 × 10% = 48 kJ m⁻² yr⁻¹。

第二題　能量金字塔與營養級效率

承上題，生產者、初級消費者、次級消費者與三級消費者同化的能量分別為 60 000、6 000、480 與 48 kJ m⁻² yr⁻¹。

5. 解釋為何以能量繪製的能量金字塔必然是正立而不會倒置。

答案：答案：能量每傳一級，大部分以呼吸作用、排泄及未同化部分流失，只有少部分儲存於生物體，故可用能量逐級遞減，下層能量必定大於上層。

6. 計算由生產者至三級消費者的總能量傳遞效率。

答案：答案：48 ÷ 60 000 × 100% = 0.08%。

7. 若四級消費者每日需同化 5 kJ，按 10% 效率推算三級消費者需提供多少能量，並判斷現有能量是否足夠。

答案：答案：需要 5 ÷ 10% = 50 kJ，而三級消費者只有 48 kJ，故不足夠，該營養級無法支持四級消費者。

8. 若要令四級消費者同化 5 kJ，生產者最少需固定多少能量？設每次傳遞效率均為 10%。

答案：答案：5 ÷ (0.10 × 0.10 × 0.10 × 0.10) = 5 ÷ 0.0001 = 50 000 kJ。

第三題　生物量與生產力

研究人員在某草地以 0.25 m² 的樣方收割植物，烘乾後乾重為 45 g。一年後同一樣方的乾重為 229.5 g。

9. 計算該樣方的生物量密度（g m⁻²）。

答案：答案：45 ÷ 0.25 = 180 g m⁻²。

10. 計算該年的淨生產力（g m⁻² yr⁻¹）。

答案：答案：229.5 ÷ 0.25 − 180 = 918 − 180 = 738 g m⁻² yr⁻¹。

11. 若呼吸作用佔 GPP 的 20%，計算該年的總初級生產量。

答案：答案：GPP = 738 ÷ 0.80 = 922.5 g m⁻² yr⁻¹。

12. 把 738 g m⁻² yr⁻¹ 換算為 t ha⁻¹ yr⁻¹（1 公頃 = 10 000 m²）。

答案：答案：738 × 10 000 = 7 380 000 g = 7 380 kg = 7.38 t，故為 7.38 t ha⁻¹ yr⁻¹。

第四題　碳循環與分解作用

某森林每年凋落物量為 2.4 kg m⁻²，凋落物含碳量為 45%。分解速率常數 k = 0.35 yr⁻¹，分解符合一級動力學，剩餘量 N = N₀ e^(−kt)。

13. 計算每年進入凋落物庫的碳量。

答案：答案：2.4 × 45% = 1.08 kg C m⁻² yr⁻¹。

14. 計算一年內被分解的凋落物比例。

答案：答案：1 − e^(−0.35) = 1 − 0.7047 = 0.2953，即約 29.5%。

15. 計算一年內被分解的碳量（以 g 表示）。

答案：答案：1.08 × 0.2953 = 0.3189 kg ≈ 319 g C m⁻²。

16. 計算凋落物分解達 90% 所需的年數。

答案：答案：t = −ln(0.10) ÷ 0.35 = 2.3026 ÷ 0.35 = 6.58 ≈ 6.6 年。

第五題　族群增長與限制因子

某島上鹿的族群由 200 隻開始，內在增長率 r = 0.15 yr⁻¹，環境容納量 K = 800 隻。

17. 若族群無限制地指數增長，計算 3 年後的數量（取整數）。

答案：答案：200 × e^(0.15 × 3) = 200 × 1.5683 = 313.7 ≈ 314 隻。

18. 在邏輯斯增長（logistic growth）下，族群增長速率最大時的大小為何？

答案：答案：K ÷ 2 = 800 ÷ 2 = 400 隻，此時密度制約與增長潛力取得平衡。

19. 計算族群為 200 隻時的增長速率 dN/dt。

答案：答案：dN/dt = 0.15 × 200 × (1 − 200 ÷ 800) = 30 × 0.75 = 22.5 隻 yr⁻¹。

20. 計算族群為 600 隻時的增長速率，並解釋它與上一小題結果相同的理由。

答案：答案：dN/dt = 0.15 × 600 × (1 − 600 ÷ 800) = 90 × 0.25 = 22.5 隻 yr⁻¹。兩者與 K ÷ 2 的距離同為 200 隻，剩餘增長空間比例相同，故速率相等。

第六題　人類活動與生物放大

某水域殺蟲劑濃度為 0.0005 ppm，藻類為 0.04 ppm，小魚為 2.0 ppm，鷹為 12.0 ppm。一隻體重 2.0 kg 的鷹每日進食 0.25 kg 小魚。

21. 計算鷹體內濃度相對水體的生物放大倍數。

答案：答案：12.0 ÷ 0.0005 = 24 000 倍。

22. 計算小魚體內濃度相對藻類的濃縮倍數。

答案：答案：2.0 ÷ 0.04 = 50 倍。

23. 計算該鷹每日攝入的殺蟲劑量（mg）。

答案：答案：0.25 kg × 2.0 mg kg⁻¹ = 0.5 mg。

24. 若每日安全攝入上限為 0.1 mg kg⁻¹ 體重，判斷該鷹是否超標，並求超標倍數。

答案：答案：上限 = 2.0 × 0.1 = 0.2 mg；實際 0.5 mg > 0.2 mg，超標 0.5 ÷ 0.2 = 2.5 倍，長期可致生殖失敗。

TutorZone 中五生物練習卷｜題目與文章為原創，並非任何學校或出版社的教材。