

4.2 能量的流動與物質的循環



1. 生物在生態系中扮演的角色
 - └ 生產者、消費者、分解者
2. 能量的流動
3. 物質的循環





自然暖身操



課本P.130



1. 生物在生態系中扮演的角色

- **生態系**是生物群集（生物因子）與其生活環境（非生物因子）所構成的一個交互作用密切的系統。

生態系

環境（非生物因子）



陽光



溫度



空氣



水



土壤

生物群集（生物因子）



生產者



消費者



分解者

- 生態系可大可小，其中生物與生物間、生物與環境間關係密切，藉此維持能量流動與物質循環的功能。



- 依據生物獲得能量方式不同，主要可分為**生產者**、**消費者**和**分解者**等三大類。

生產者：可**自行製造養分**的生物

消費者：透過**攝食**獲得所需養分的生物

分解者：依靠**分解**外界的各種生物碎屑、排泄物等來獲得養分的生物

生產者

- 可自行製造養分的生物，
例如可行光合作用的植物、藻類和藍綠菌等。

生產者



臺灣水青岡

消費者



課本P.131

- 透過攝食獲得所需養分的生物，例如各種動物等。

生產者



被攝食

消費者

草食性
動物



肉食性
動物



秃鷹、鬣狗和埋葬蟲等以生物遺體為主食的消費者，又稱為清除者，他們會將生物遺體變成更小的碎塊，攝食後所排出的糞便也更有利於分解者分解。



秃鷹

生產者



被攝食

消費者

草食性
動物



肉食性
動物



被分解

被分解

分解者

分解者

- 依靠分解外界的各種生物碎屑、排泄物等來獲得養分的生物，例如不行光合作用的細菌、真菌和原生菌類等。

分解者



靈芝 (真菌)



黏菌 (原生菌類)



大腸桿菌 (細菌)

食物鏈

- 將消費者與生產者彼此之間的食性關係依序相連，會形成**食物鏈**。

生產者

初級消費者

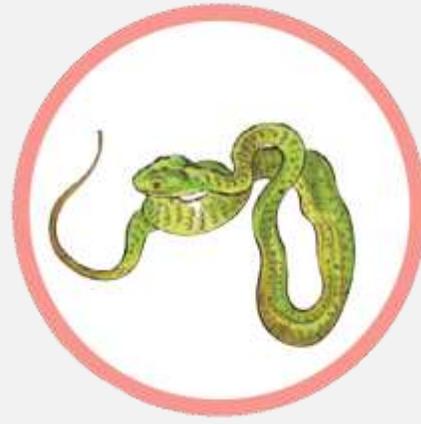
次級以上消費者



植物



松鼠



蛇

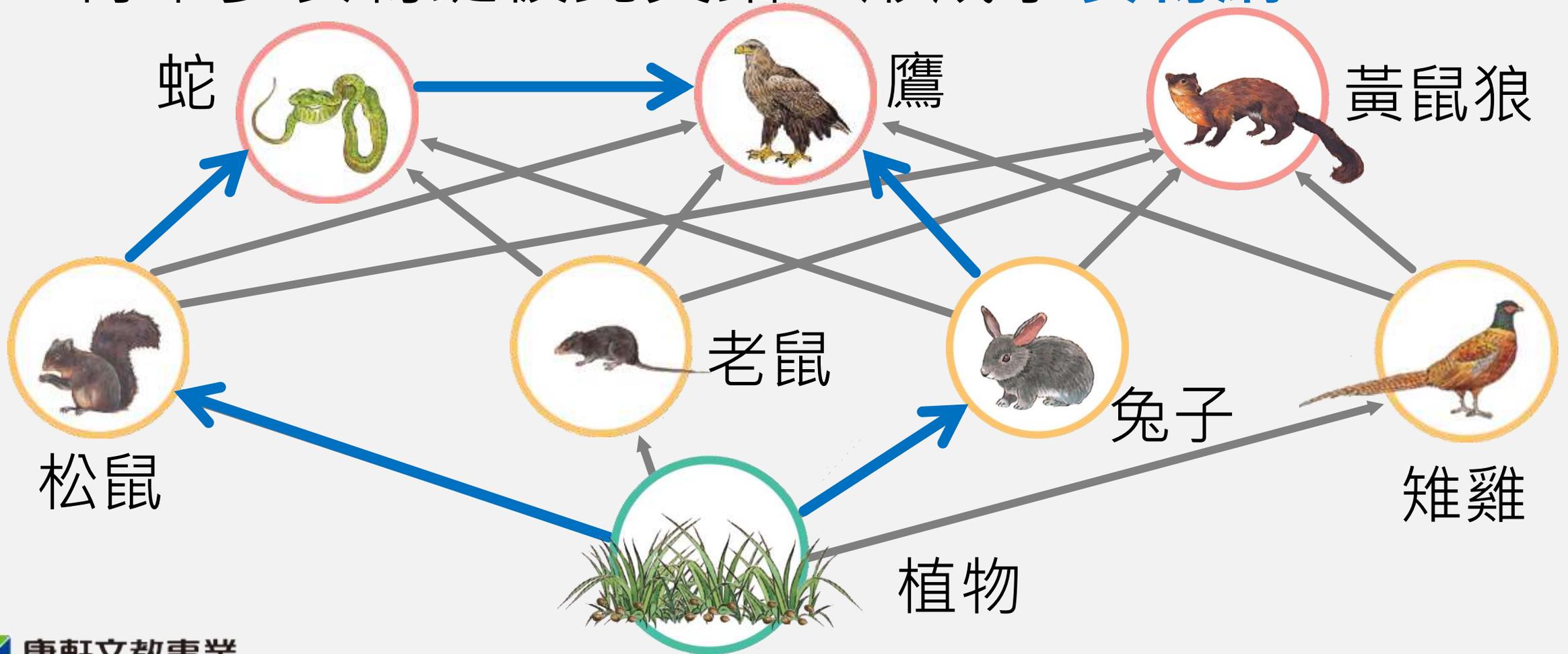


鷹

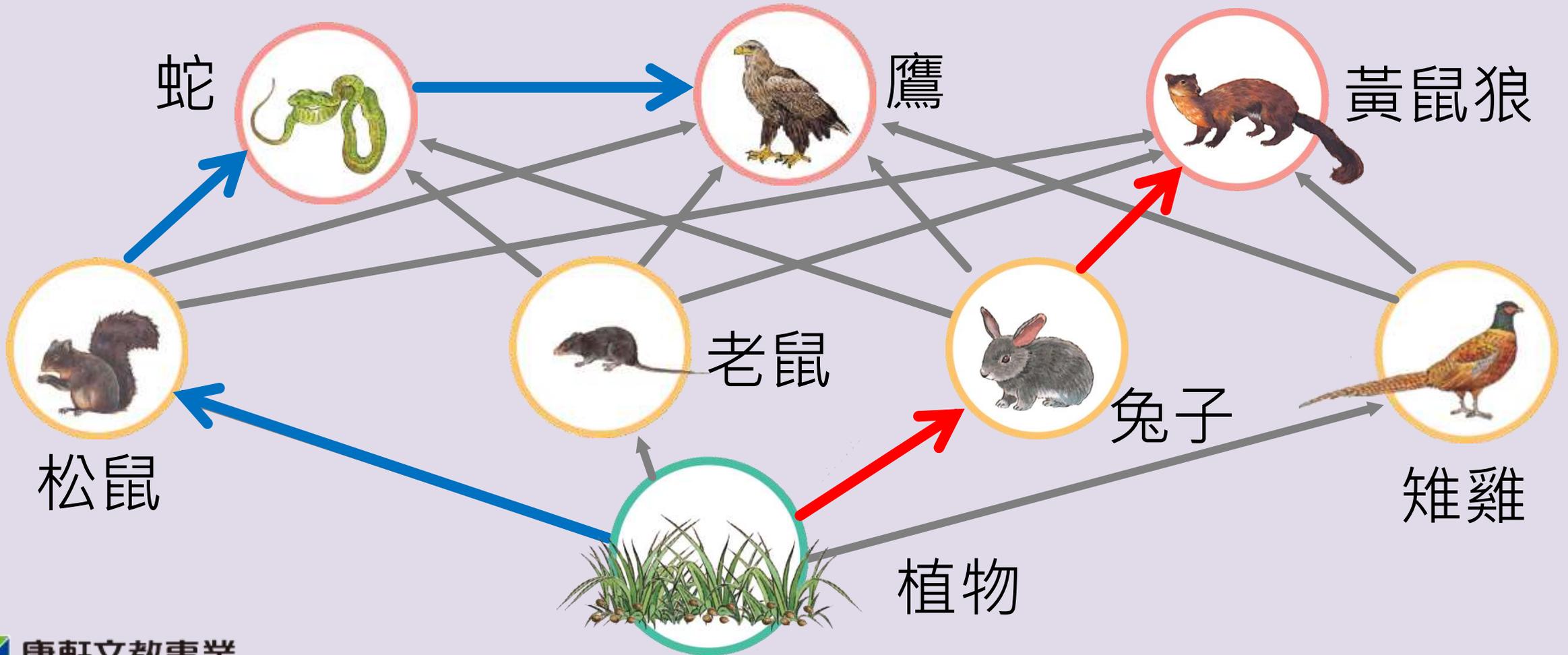
在食物鏈的關係中，通常稱草食動物為初級消費者，以草食動物為食的肉食動物為次級消費者，以此類推之後可有三級、四級消費者等。

食物網

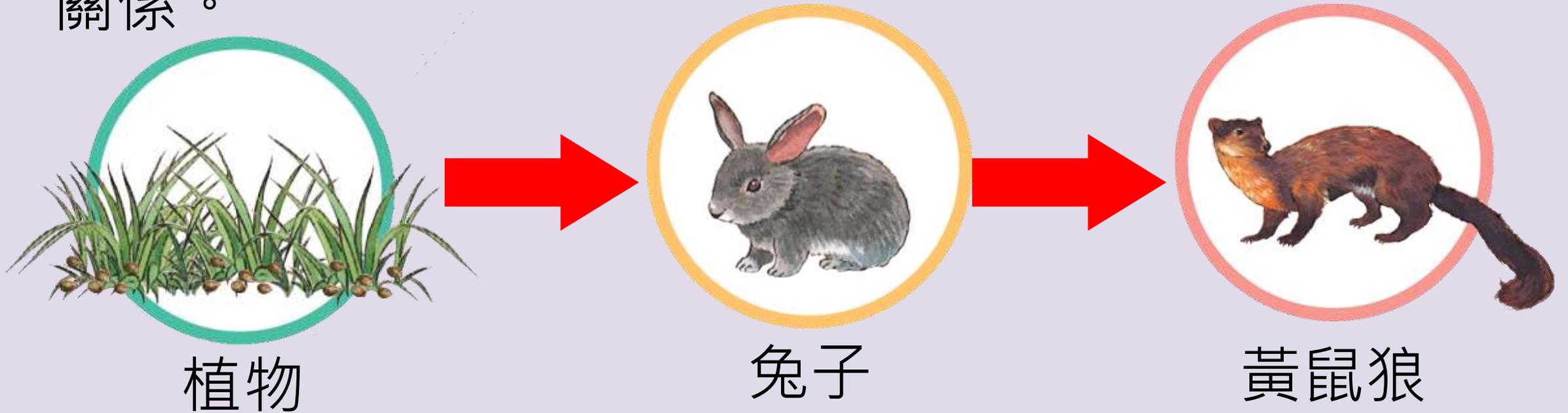
- 一種生物可能同時存在於兩條以上的食物鏈，使得眾多食物鏈彼此交錯，形成了**食物網**。



- 描出圖中藍箭號以外的另一條食物鏈，並說明其食性關係。



- 描出圖中藍箭號以外的另一條食物鏈，並說明其食性關係。



兔子以植物為食，而黃鼠狼則會捕食兔子。

生物族群間的相互影響



課本P.133

- 食物鏈上某種生物的族群減少或消失，會影響其他生物族群的生存。
- 例如：寬尾鳳蝶的幼蟲只吃臺灣檫樹的葉子，而黃山雀又以寬尾鳳蝶為食，三者之間形成食物鏈。



臺灣檫樹



寬尾鳳蝶幼蟲



黃山雀

生物族群間的相互影響

- 但是因為森林開發，使得臺灣檫樹的數量銳減，因此寬尾鳳蝶數量也越來越少，以寬尾鳳蝶為食的黃山雀也受到影響。

數量銳減 >>>>>> 受影響 >>>>>> 受影響



臺灣檫樹

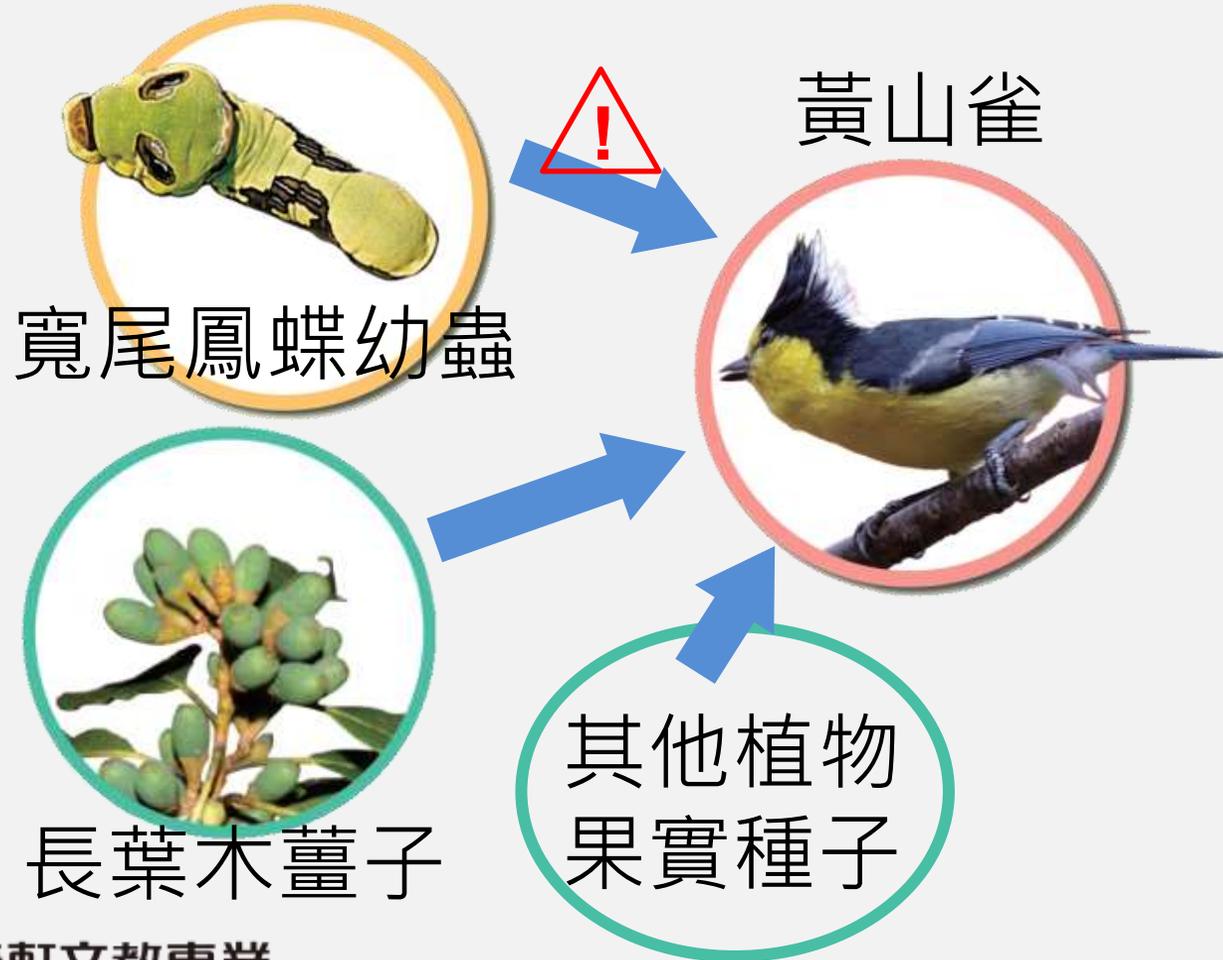


寬尾鳳蝶幼蟲



黃山雀

- 食物網中的食性關係越複雜，食物網就越容易維持穩定，也較能應付環境的變化。



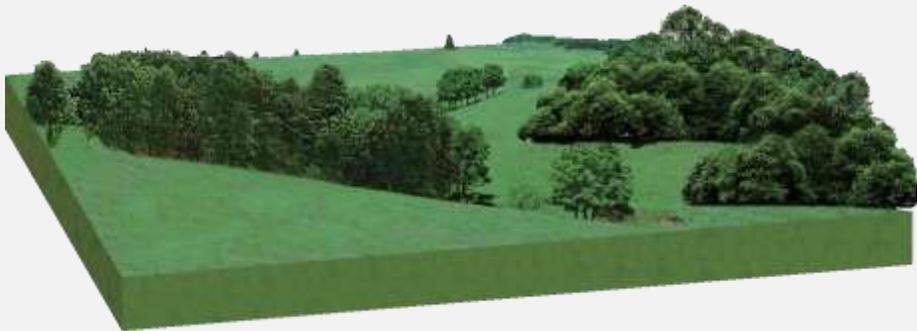
黃山雀以寬尾鳳蝶、植物的果實和種子為食，故不會因為寬尾鳳蝶的數量減少就受到嚴重的影響。

2. 能量的流動

能量的流動

- 食物鏈除了讓我們了解生物的食物來源外，也包含了能量流動和物質循環的訊息。

生產者



綠色植物

初級消費者



兔子

次級消費者



老鷹

能量的流動

- 生產者可行光合作用製造葡萄糖，並沿食物鏈向各級消費者流動，每一階層大約只有 $\frac{1}{10}$ 的能量向上傳遞。

100% 能量

生產者

向上傳遞

約10% 能量

初級消費者

向上傳遞

約1% 能量

次級消費者



綠色植物



兔子

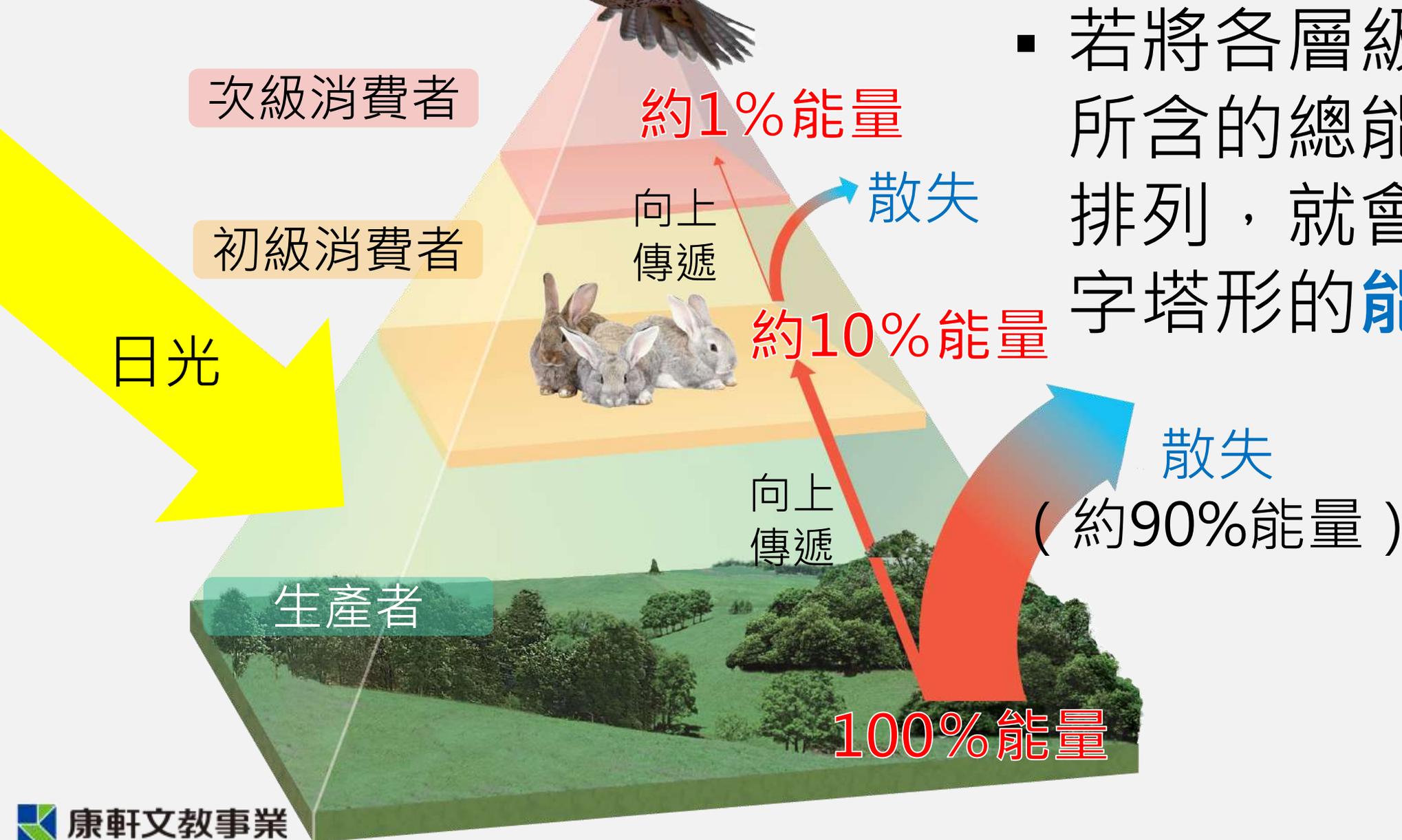


老鷹

能量的流動

評量 能量塔

課本P.134

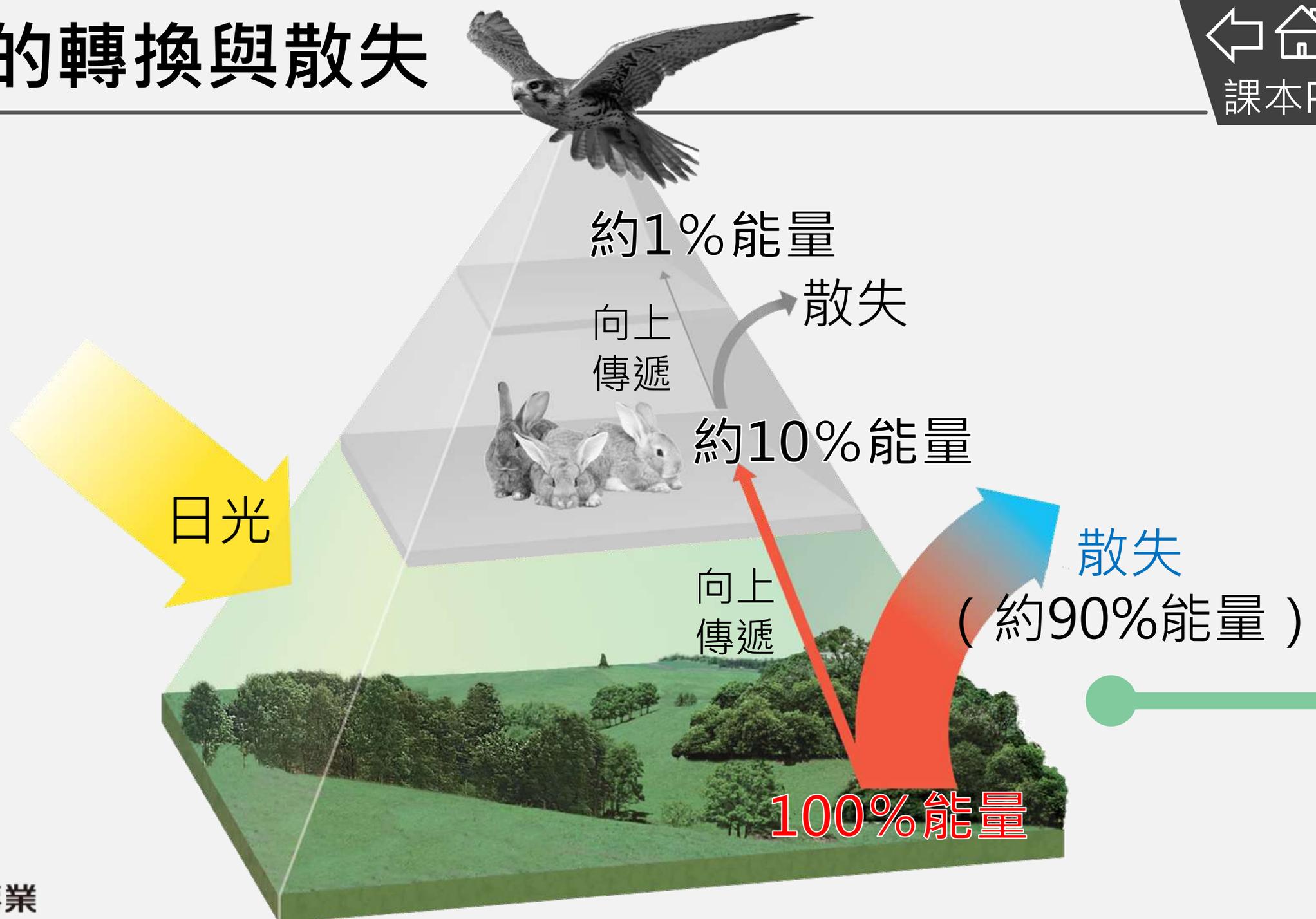


- 若將各層級生物體所含的總能量依序排列，就會成為金字塔形的**能量塔**。

地球上的生物能量主要源自於下列何者？(請勾選)

- | | |
|--|------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> 太陽 | <input type="checkbox"/> 消費者 |
| <input type="checkbox"/> 生產者 | <input type="checkbox"/> 分解者 |

能量的轉換與散失

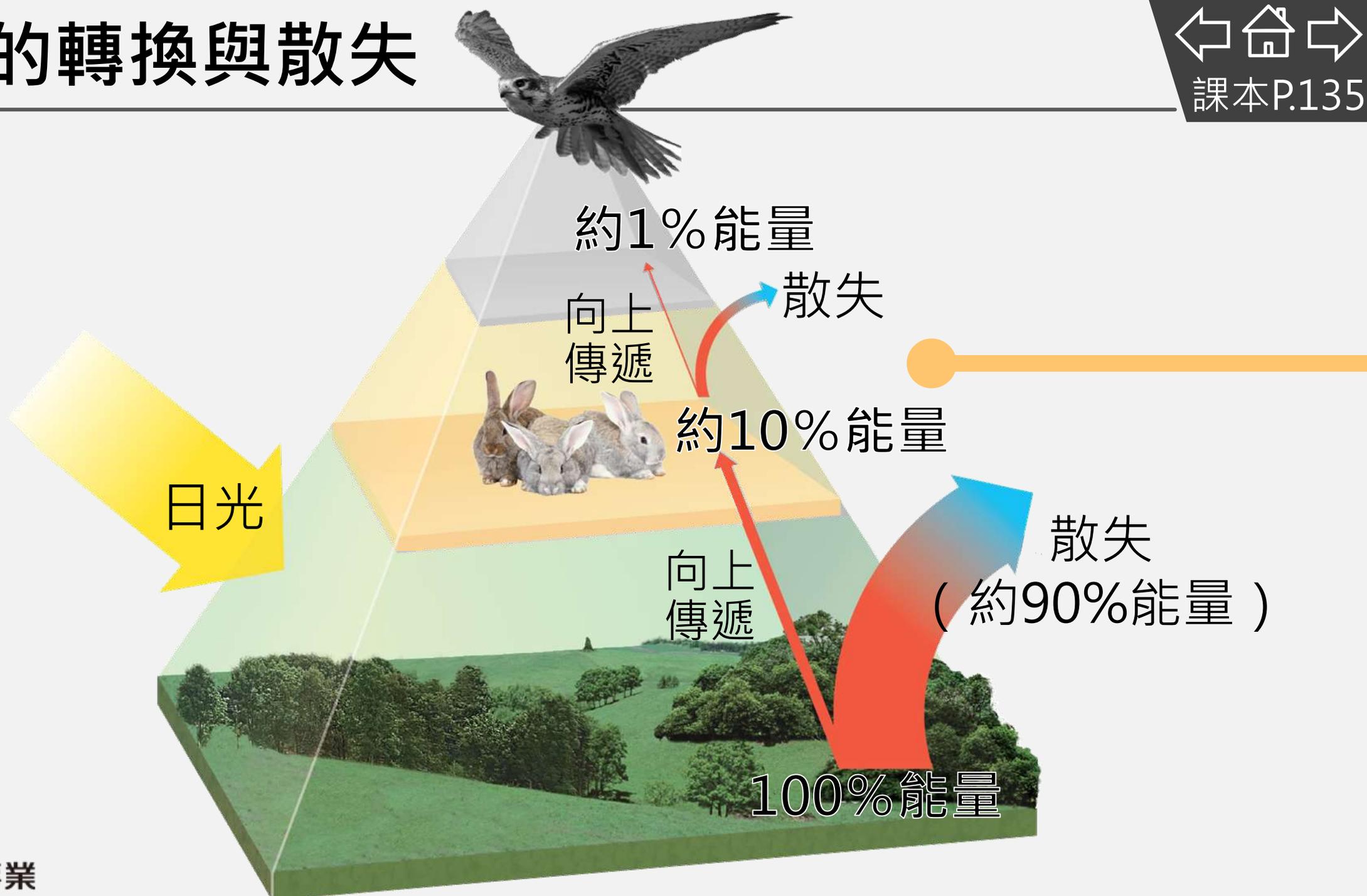


能量的轉換與散失

- 植物行光合作用所產生的養分，大部分在代謝過程中消耗並散失。

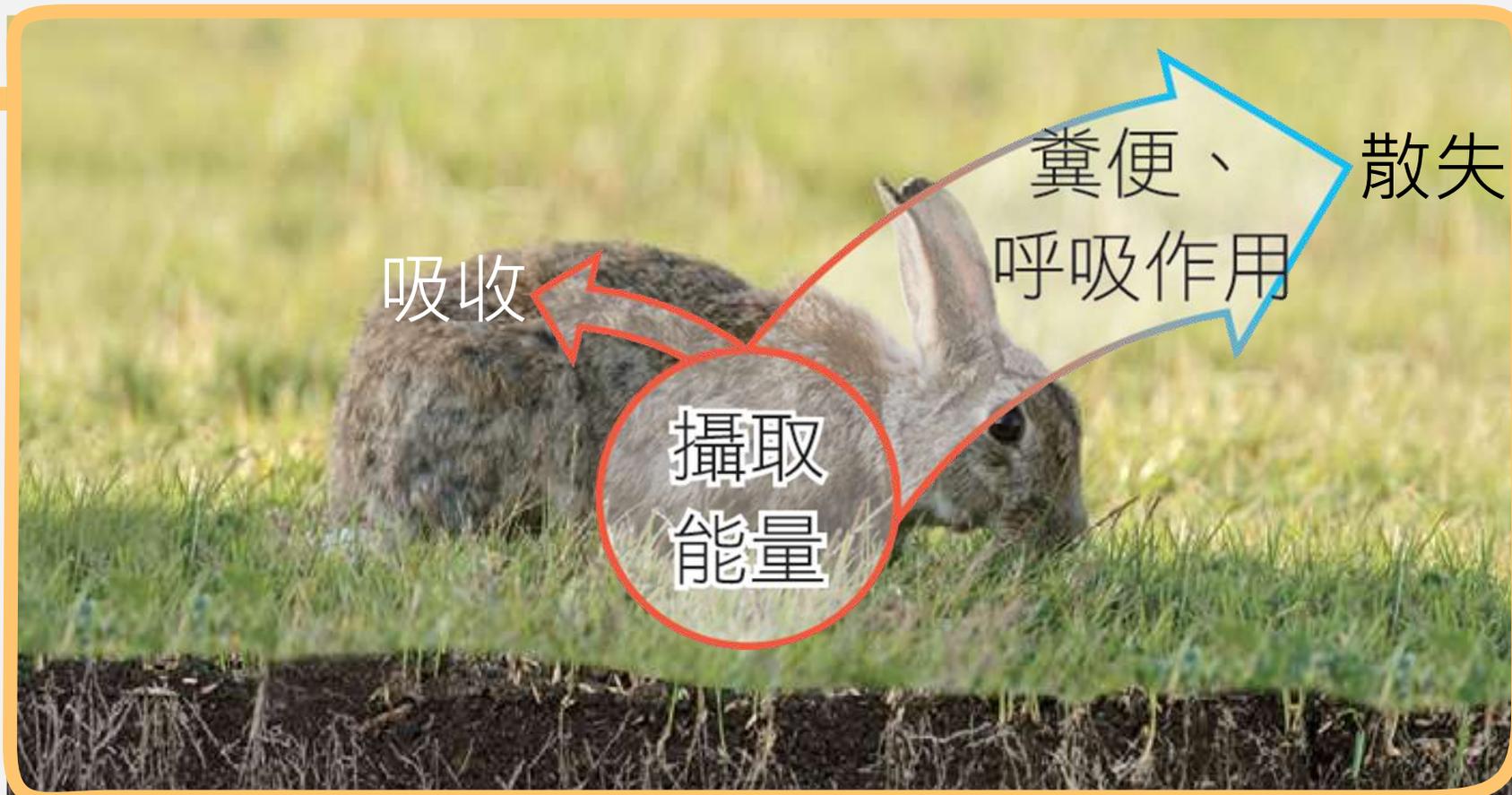


能量的轉換與散失

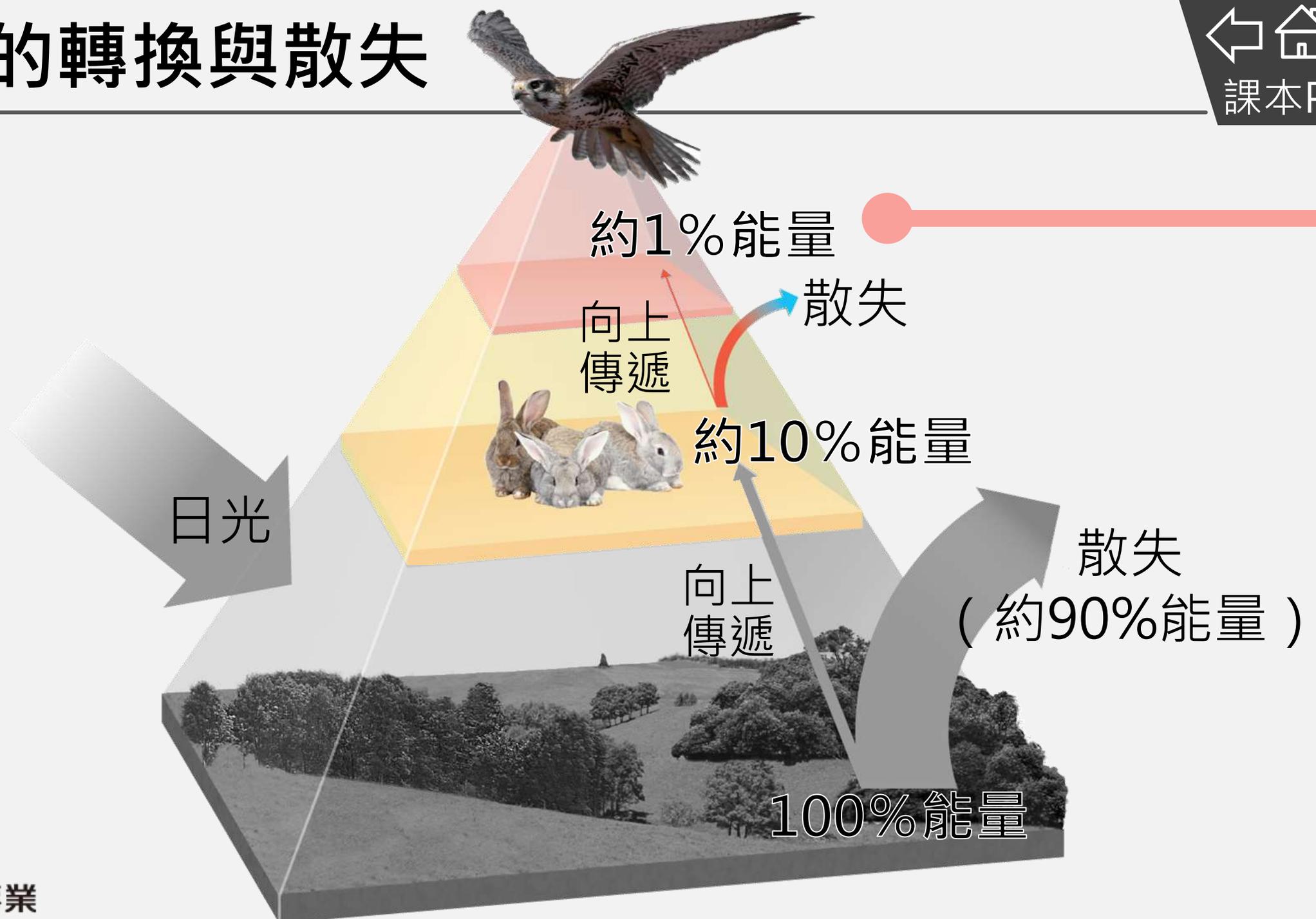


能量的轉換與散失

- 兔子吃草時不會完全吸收草所含能量，且大部分能量會在消化與代謝過程中散失。



能量的轉換與散失



能量的轉換與散失



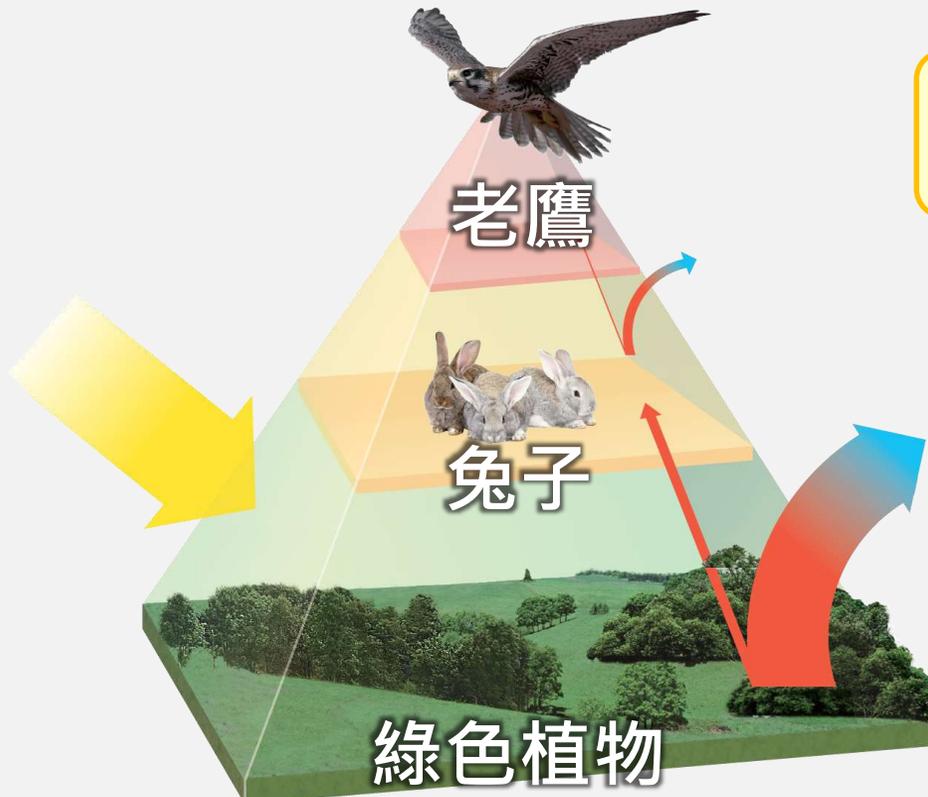
- 老鷹攝食時不會完全吸收兔子所含能量，且大部分能量會在消化與代謝過程中散失。

能量的轉換與散失



課本P.135

- 在一個食物鏈中，所有老鷹所含的總能量一定不會超過所有兔子所含的總能量，所有兔子所含的總能量也不會超過所有綠色植物所含的總能量。

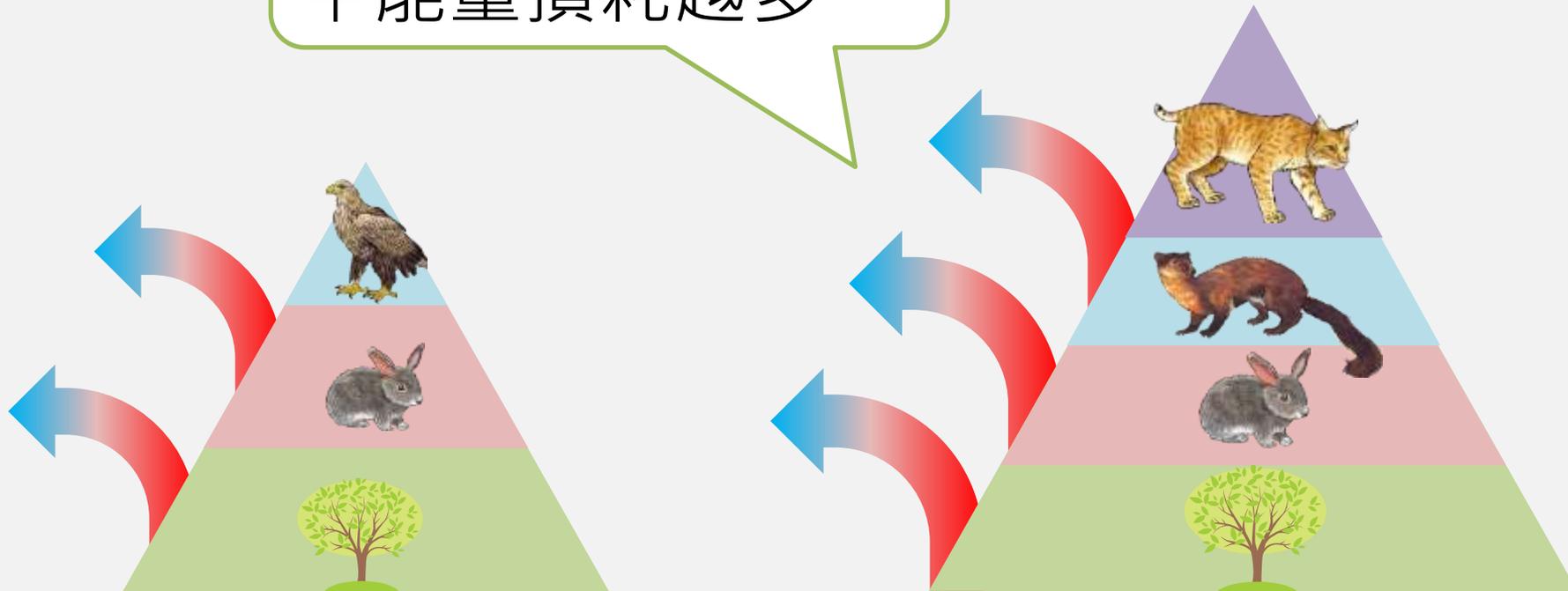


總能量：老鷹 < 兔子 < 綠色植物

能量與生態系的平衡

- 由於能量傳遞的過程中會有許多能量流失，因此生態系中的食物鏈並不會太長。

食物鏈越長，過程中能量損耗越多。



能量與生態系的平衡

課外補充

← 家 →
課本P.135

- 正因為生態系中的食物鏈長度有限，所以當生產者中或其中任一階層消費者的數量發生改變，生態系的平衡就會受到影響。



進一步探索 能量的傳遞



課本P.135

以能量消耗的角度來考慮，當你吃草食性的虱目魚或肉食性的鮪魚時，哪一種魚肉消耗了較多來自太陽的能量？為什麼？

吃肉食性的鮪魚會消耗較多來自太陽的能量。因為比起草食性的虱目魚而言，鮪魚是較高階的消費者，所經過的食物鏈較長，也因此會損耗較多來自太陽的能量。

3.物質的循環

- 在生態系中，所有生物體內的物質都會經歷物質循環的過程，維持了地球上生物的永續生存。
- 以碳元素為例，碳元素在地球上的**生物**、**地層**、**水域**及**大氣**間交換的過程，稱為**碳循環**。
- 碳是組成生物體多種物質的重要元素，**醣類**、**蛋白質**和**脂質**中都含有碳元素。



大氣中的二氧化碳

碳元素在地球大氣中
多以二氧化碳的形式存在。

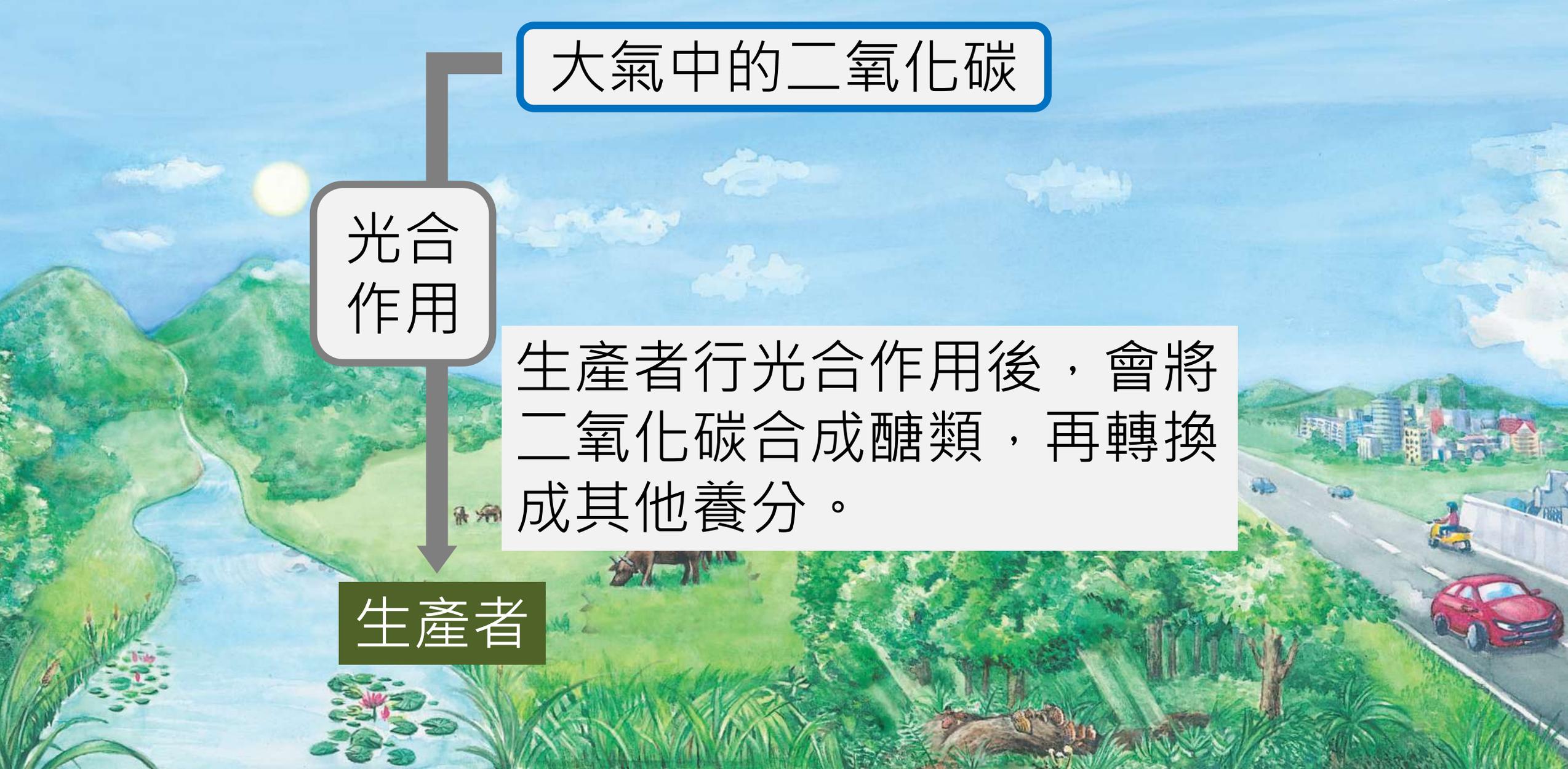


大氣中的二氧化碳

光合作用

生產者行光合作用後，會將二氧化碳合成醣類，再轉換成其他養分。

生產者



大氣中的二氧化碳

光合作用

這些養分經由消費者攝食，進入動物體內。

生產者

消費者

攝食



大氣中的二氧化碳

光合作用

分解者會行分解作用，因此養分中的碳元素又會轉變為二氧化碳。

真菌

細菌

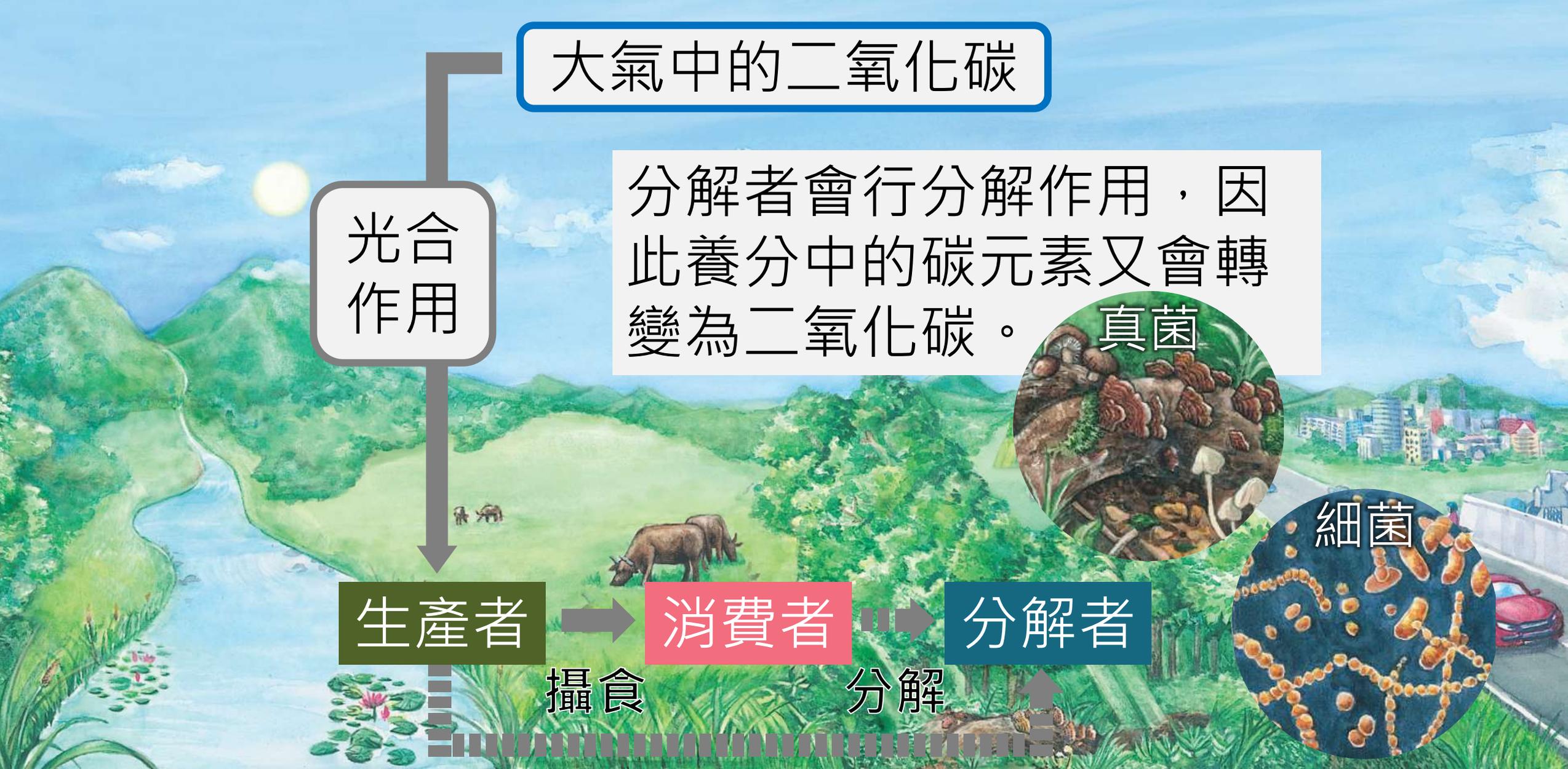
生產者

消費者

分解者

攝食

分解



大氣中的二氧化碳

生產者、消費者或分解者，
都會進行呼吸作用，產生
二氧化碳。

光合
作用

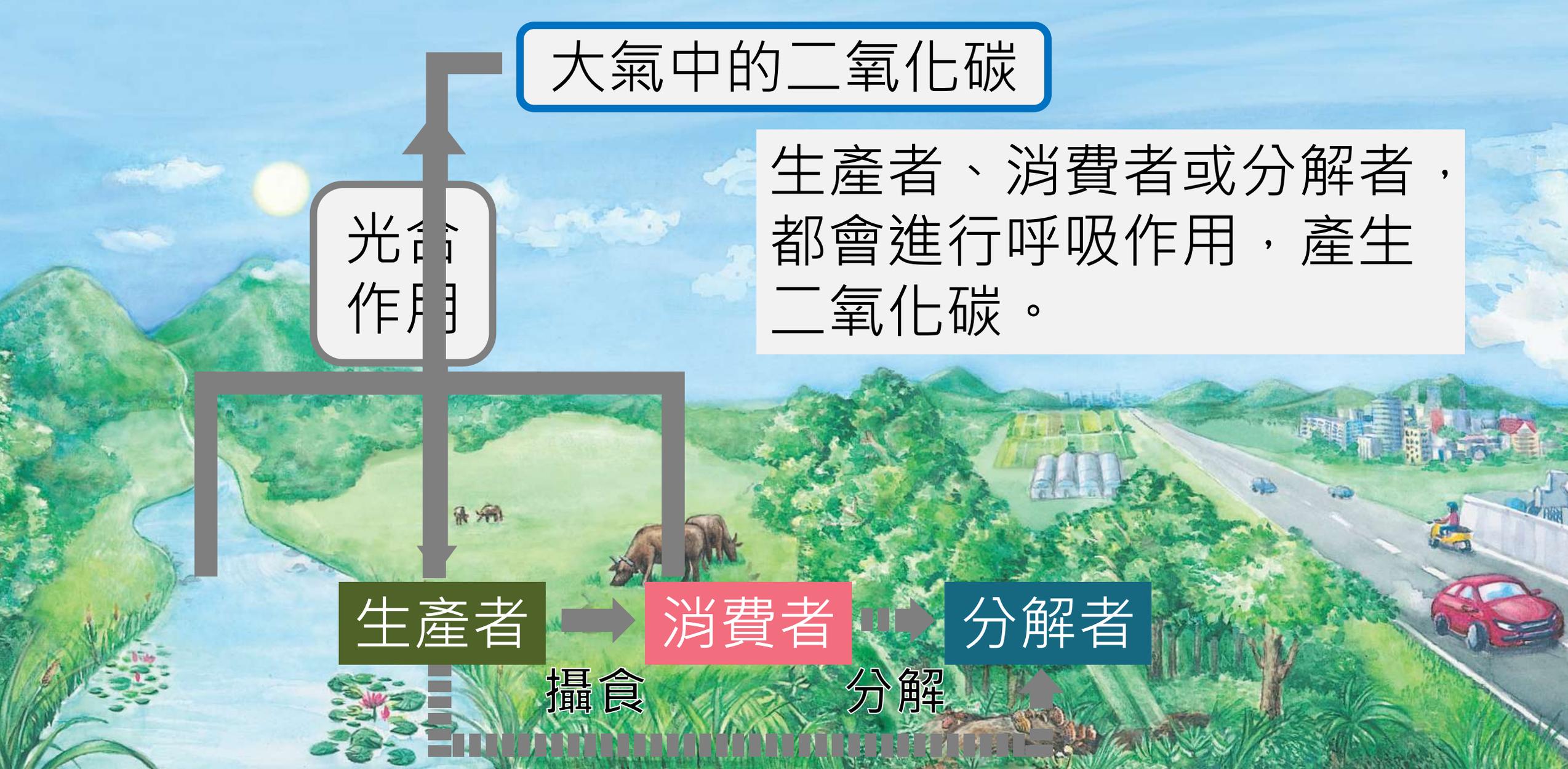
生產者

消費者

分解者

攝食

分解



碳循環

古生物的遺體經過長時間埋藏在地底，會漸漸形成煤、石油或天然氣等化石燃料。

生產者

消費者

分解者

(埋藏)

化石燃料



碳循環

大氣中的二氧化碳

化石燃料經過燃燒後，會產生二氧化碳，並再度進入大氣中。

燃燒
化石燃料

生產者

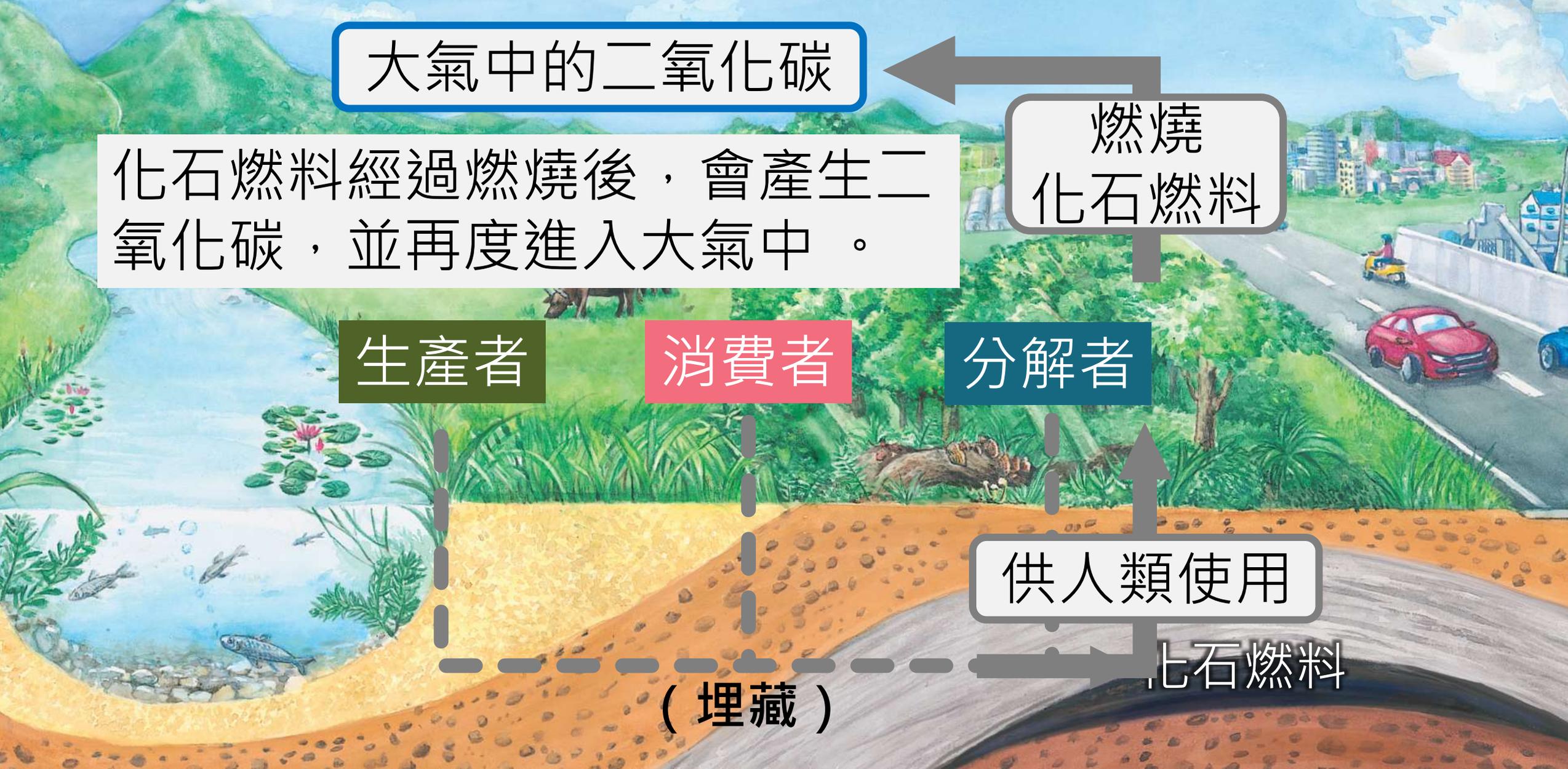
消費者

分解者

供人類使用

化石燃料

(埋藏)



■ 從附圖中找出：

① 哪個作用使碳循環方向由大氣進入生物體？

光合作用

② 哪些作用使碳循環方向由生物體離開，回歸大氣？

呼吸作用、分解作用



③埋藏在岩層中的碳，是經由什麼途徑進入大氣？
(請圈出)

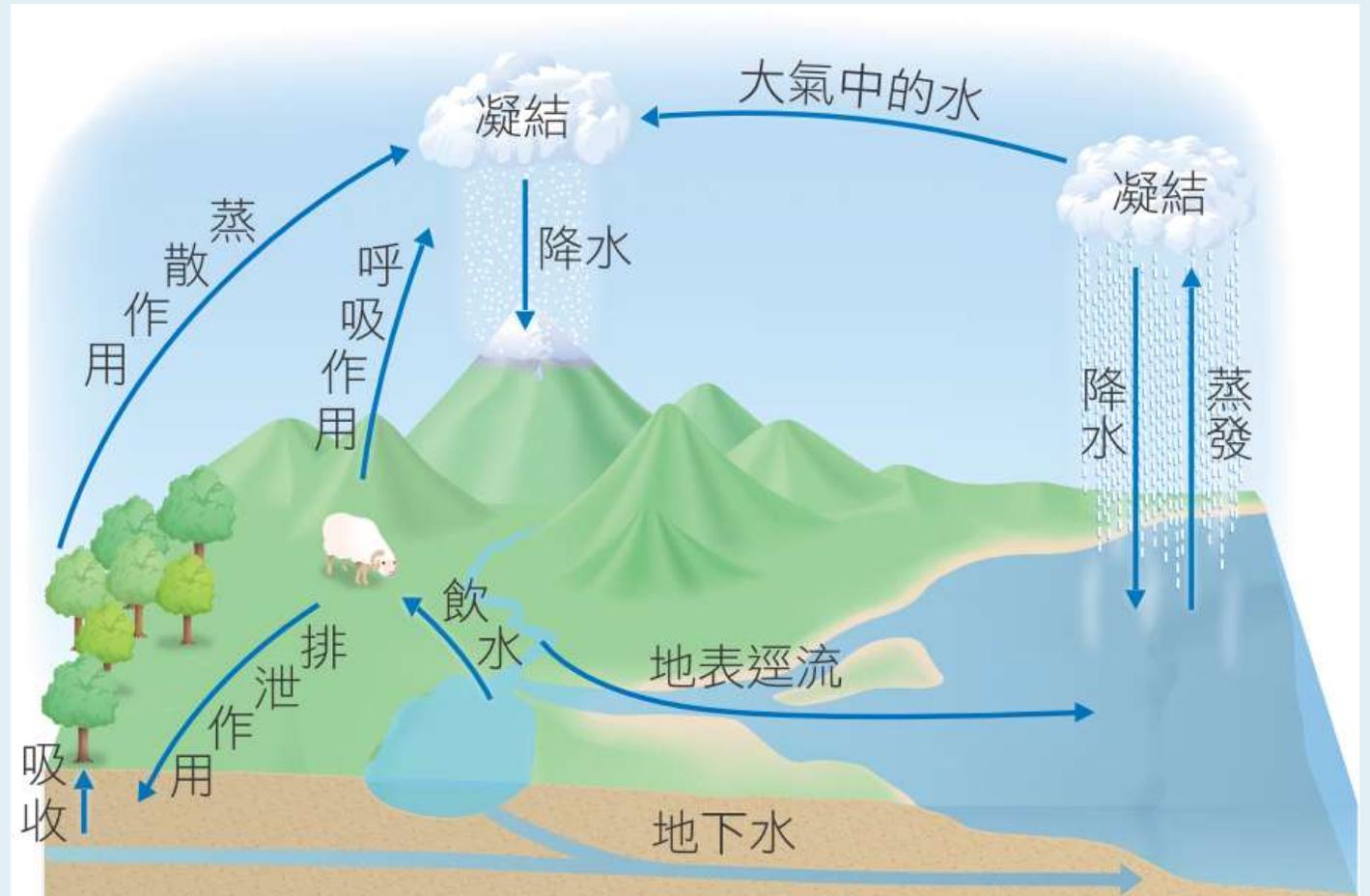


- (1) 化石燃料是古代生物死亡後，其遺骸經長期掩埋沉積，受到環境的高溫高壓作用而逐漸形成，一般認為煤主要是由植物形成。
- (2) 人類大量使用化石燃料後，溫室效應越來越明顯，影響了全球氣候與生物分布範圍。

- 除了碳元素外，其他物質也可以由生產者進入食物鏈，經層層傳遞，最後由分解者的作用再回歸環境，如此不斷循環。

知識快遞

水在環境中藉由蒸發、凝結、降水及生物體的作用不斷循環轉換，稱為水循環。



【112會考】



若將某區域的原始森林育林成種植單一物種的樹林時，則此區域最可能出現下列何種變化？

- (A)生產者的物種數增加
- (B)消費者的物種數增加
- (C)食物網變得比較複雜
- (D)生態系變得比較不穩定。

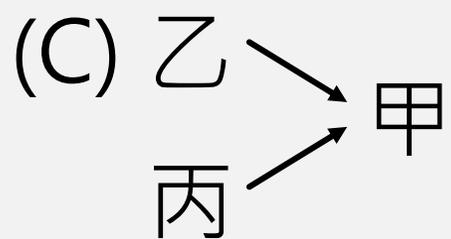
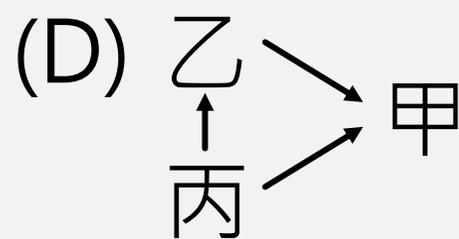
解 (D)。

生態系內食物網中的食性關係越複雜，生態系就越容易維持穩定。若育林成單一物種的樹林，生產者和消費者的物種數皆會減少，食物網複雜度降低，生態系變得較不穩定，故選(D)。

【111會考補考】

附表為某一食物鏈中甲、乙、丙生物及其獲得能量的主要來源。推測下列何者最可能為甲、乙、丙生物的食性關係？

生物	能量的主要來源
甲	昆蟲
乙	太陽
丙	嫩葉

- (A) 甲→丙→乙 (B) 乙→丙→甲
- (C)  (D) 

解 (B)。

乙的能量主要來源為太陽，可推測乙為生產者；丙的能量主要來源為嫩葉，可推測丙為初級消費者；甲的能量主要來源為昆蟲，可推測甲為次級消費者，故三種生物最可能的食性關係為乙→丙→甲。

【109會考】



附表為某一地區中數種動物及其主要的食物來源，若以能量傳遞的過程判斷，則下列哪一動物族群所含的總能量最少？

- (A)蛇 (B)蚱蜢
(C)蜘蛛 (D)蜥蜴。

動物名稱	主要食物來源
蛇	蜥蜴
蚱蜢	植物
蜘蛛	蚱蜢
蜥蜴	蜘蛛

解 (A)。

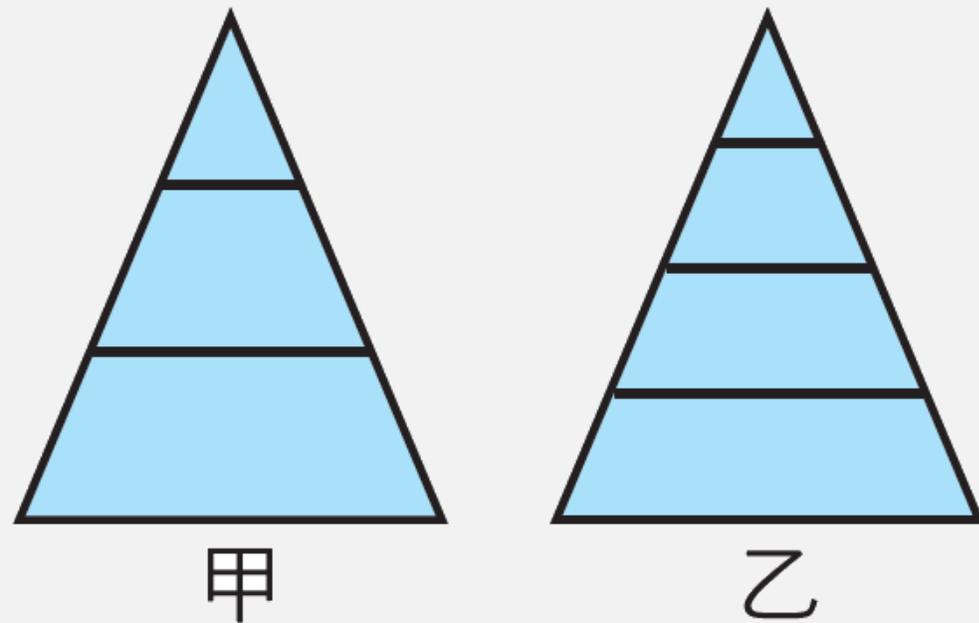
由表中資料可知此食物鏈為：植物→蚱蜢→蜘蛛→蜥蜴→蛇。生產者行光合作用所產生的能量，可由食物鏈往各級消費者流動，但每一階層僅約1/10的能量向上傳遞，故越高層級的消費者所含的總能量越少，故選(A)。

【107會考】



附圖為某兩條食物鏈依生物各階層所含能量的關係繪製成甲、乙能量塔之示意圖(面積不代表實際能量大小)。已知兩能量塔最高階層的生物總能量皆相同，則下列推測何者最合理？

- (A)消費者的總能量：甲 > 乙
- (B)生產者的總能量：乙 > 甲
- (C)甲的初級消費者總能量大於乙的初級消費者
- (D)甲的初級消費者總能量小於乙的三級消費者。



【107會考】



解 (B)。

(A)(B)甲、乙兩能量塔的最高階層生物總能量相同，但乙的消費者層級較甲多，則可推知消費者總能量和生產者總能量皆為乙 > 甲；

(C)由能量塔每階層散失90%能量的比例，可推知甲的初級消費者總能量約為乙的初級消費者總能量的1/10；

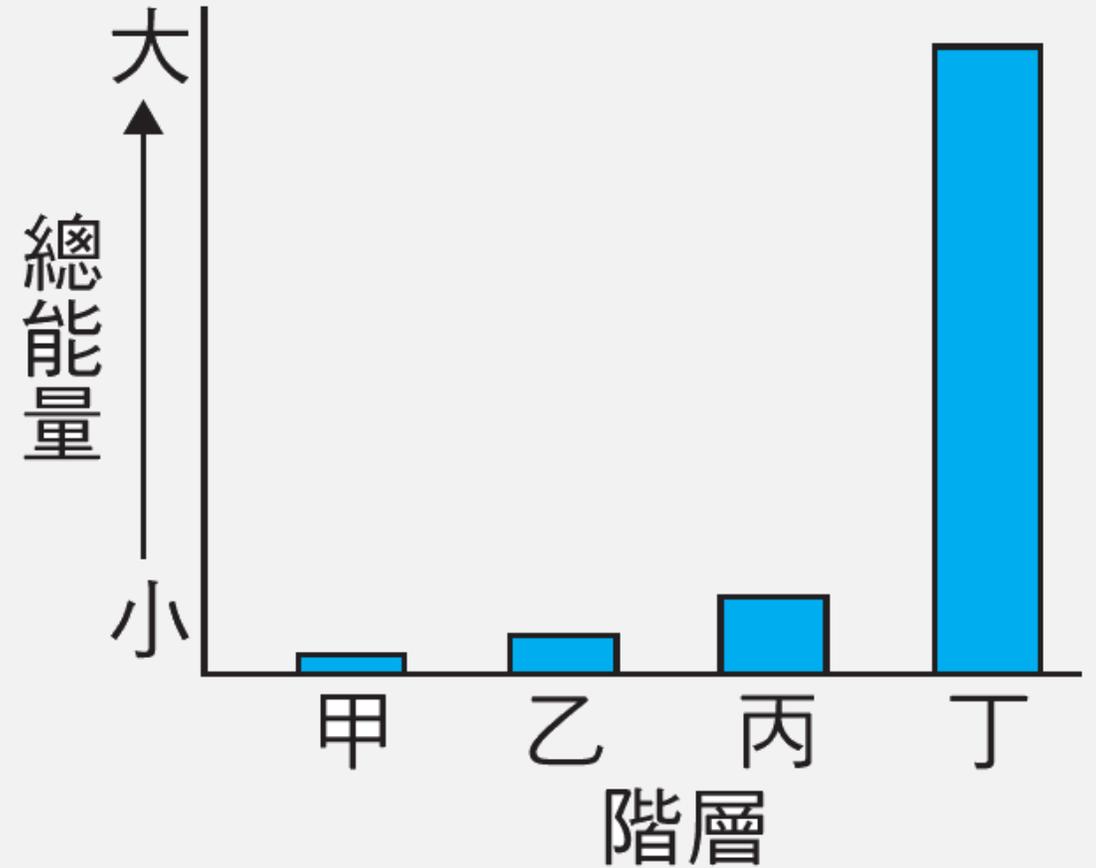
(D)甲的初級消費者總能量約為乙的三級消費者總能量的10倍。

【106會考】



將某一食物鏈中生產者及不同階層的消費者所含之總能量繪製成圖，如附圖所示。已知此食物鏈中有一種僅以種子為食的鳥類，則此種鳥類應屬於下列哪一階層？

- (A) 甲
- (B) 乙
- (C) 丙
- (D) 丁。



【106會考】



解 (C)。

食物鏈在傳遞能量的過程中，每一階層僅有約 $1/10$ 的能量會向上傳遞，故此食物鏈順序應為丁→丙→乙→甲。僅以種子為食的鳥類為初級消費者，應屬於丙階層。

【105會考】



當某一生態系達到平衡時，下列相關敘述何者最合理？

- (A) 物質不再有循環利用的現象
- (B) 引進外來種繁衍會改變原來的平衡
- (C) 群集（群落）中的每一族群出生數目等於死亡數目
- (D) 消費者所得的總能量和生產者所含的總能量相同。

解 (B)。

- (A)(D) 生態系的平衡是指各族群的個體數量達到穩定狀態，與物質循環和能量傳遞較無關聯；
- (C) 還需考慮遷入與遷出的數目。



自然暖身操



課本P.137



解答

生態球是一個密封的生態系統，藻類是系統中的生產者；小蝦以藻類及細菌為食物，是消費者；細菌把小蝦的排泄物分解成無機養分，為分解者；柳珊瑚枝條及小石則為生物提供生長棲息的環境。

4.2 能量的流動與物質的循環

結束