

# 4 · 2 能量的流動與物質的循環

4

4 · 3

- (課本P122~129)
- 暖身操.....(課本P122)
- **主題一** 生物在生態系中扮演的角色 .....(P122~125)  
    生物角色、食物鏈、食物網
- **主題二** 能量的流動 .....(P126~127)  
    能量塔
- **超前部署** 生物放大作用與食物鏈 .....(P165)
- **主題三** 物質的循環 .....(P128~129)  
    碳循環、水循環
- **觀念統整** 生物與環境間的交互作用
- **智慧演練**.....(攻略)

## 4·2 能量的流動與物質的循環

### 課文解析

1. 探討生物在生態系中扮演的角色？請舉例說明。
2. 何謂食物鏈？食物網？請舉例說明。
3. 探討生態系中為何食性越複雜食物網就會越穩定呢？請舉例說明。
4. 探討能量的流動傳遞及能量塔的形成？
5. 探討自然界中能量的是如何產生、消耗至散失？
6. 探討自然界中各類生物總能量多寡？
7. 探討生態系中的食物鏈為何不會太長？
8. 何謂碳循環及碳元素通常以何種形式存在地球上？對生物體又有何重要性？
9. 探討化石燃料、溫室效應、水循環是如何形成？



# 自然暖身操



這玻璃球是什麼啊？  
裡面有蝦、藻類、珊瑚……

海洋生物博物館

玻璃球沒有開口耶！  
這樣怎麼餵蝦？

這是「生態球」，已經擺了三年，不用餵飼料也不用加水，裡面的生物都活得好好的喔！

# 生態系



- 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



- 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。



# 主題一

---

## 生物在生態系中扮演的角色

- 生物角色
- 食物鏈與食物網

# 生物角色(生態角色)

---

生產者  
消費者  
分解者

- 在生態系中，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



原生  
生物界

原核  
生物界

# 消費者



- 透過攝食獲得所需養分的生物，例如各種動物等。

和原生動物

生產者



被攝食

消費者

草食性  
動物



肉食性  
動物



# 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，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）



# 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

- 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。



鬣狗



雙斑埋葬蟲



秃鷹



有些**消費者**又被稱為**清除者**，這些生物主要以**吃**動物的**屍體**、**排泄物**、植物的**枯枝落葉**等維生，例如：**蛆**、**埋葬蟲**、**螞蟻**、**馬陸**與**禿鷹**等。



# 生態系中的生物角色(Q)



秃鷹



鬣狗



雙斑埋葬蟲



馬陸

Q.(1)分解者和清除者有何異同？

答：都是從遺體、排泄物獲得能量，

分解者~分解作用、將生物變成更小分子回環境

清除者~攝食(要經消化、吸收)、

將生物變成碎屑

**腐食性消費者**

**=**

**清除者**

**≠**

**分解者**

答：都靠攝食獲得能量，

消費者~吃一般生物，

清除者~吃遺體、排泄物。

# 探索1

## 探討生物在生態系中扮演的角色？

請舉例說明。

- (1) 生態系是 \_\_\_\_\_ ( 生物因子 ) 與其 \_\_\_\_\_  
( 即非生物因子，例如陽光、溫度、空氣、土壤及水等 )  
所構成的一個交互作用密切的系統。  
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 \_\_\_\_\_ 與 \_\_\_\_\_ 的功能。





# 探索1

探討生物在生態系中扮演的角色？

請舉例說明。

(2) 在生態系中，依據生物獲得能量方式不同，主要可分為  
\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等三大類。



# 探索1

探討生物在生態系中扮演的角色？

請舉例說明。

- (3) 生產者：可 \_\_\_\_\_ 製造 \_\_\_\_\_ 的生物，  
例如可行光合作用的植物、 \_\_\_\_\_ 和 \_\_\_\_\_ 等。



# 探索1

探討生物在生態系中扮演的角色？  
請舉例說明。



(4) 消費者：透過            獲得所需養分的生物，例如各種動物等。

# 探索1

探討生物在生態系中扮演的角色？

請舉例說明。

- (5) 分解者：依靠分解外界的各種\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_等來獲得養分的生物，例如不行光合作用的\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等。



# 探索1

探討生物在生態系中扮演的角色？  
請舉例說明。



- (6) 以臺灣森林生態系為例，  
臺灣水青岡、臺灣檫樹和其他綠色植物等是\_\_\_\_\_，  
松鼠、寬尾鳳蝶、黃山雀、小啄木和大冠鷲等動物是\_\_\_\_\_，  
而細菌、原生菌類和真菌則是\_\_\_\_\_。

# 探索1

探討生物在生態系中扮演的角色？  
請舉例說明。



(7) 知識快遞：

秃鷹、鬣狗和埋葬蟲等以生物遺體為主食的\_\_\_\_\_，  
又稱為\_\_\_\_\_，  
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。

## 生態系中的生物角色(Q12~14)

- Q14.( )生物學家依照何種方式，將生物分為生產者、消費者和分解者三大類？  
(A)獲得能量方式與其生態功能 (B)有無葉綠體 (C)攝食器官 (D)細胞數量。
- Q15.( )細胞中的哪一構造最可用來判定此生物是否為生產者？  
(A)細胞壁 (B)液胞 (C)粒線體 (D)葉綠體。【98-1 基測】
- Q16.( )「冬蟲夏草」是一種真菌，會寄生在特定的蛾類幼蟲體內，吸收幼蟲身體的養分，使得幼蟲逐漸死亡。依據上述，「冬蟲夏草」在生態系中扮演下列何種角色？ (A)生產者 (B)消費者兼生產者 (C)消費者兼分解者 (D)生產者兼分解者。【97-1 基測】

# 生態系中的生物角色(Q15)

- 生產者 (光合作用) ~ 綠色植物、藻類、藍綠菌
- 消費者 (攝食作用) ~ 動物、原生動物
- 分解者 (分解作用) ~ 腐生細菌、原生菌、腐生真菌

Q15: ★【大補帖】下列生物在生態系中擔任什麼角色？(生產者~生，消費者~消，分解者~分)

(1) 水稻 \_\_\_\_\_ (6) 花草樹木 \_\_\_\_\_ (11) 眼 蟲 \_\_\_\_\_ (16) 黏 菌 \_\_\_\_\_

(★) 農 夫 \_\_\_\_\_ (7) 蟲魚鳥獸 \_\_\_\_\_ (★) 捕蠅草 \_\_\_\_\_ (17) 腐生細菌 \_\_\_\_\_

(★) 乳牛 \_\_\_\_\_ (8) 赤腹松鼠 \_\_\_\_\_ (★) 菟絲子 \_\_\_\_\_ (18) 相鄰小孔菌 \_\_\_\_\_

(★) 蜜 蜂 \_\_\_\_\_ (★) 螞 蟻 \_\_\_\_\_ (★) 草 菇 \_\_\_\_\_ (★) 藍 綠 菌 \_\_\_\_\_

(★) 禿 鷹 \_\_\_\_\_ (10) 埋葬蟲 \_\_\_\_\_ (15) 昆 布 \_\_\_\_\_ (★) 青 黴 菌 \_\_\_\_\_



## 生態系中的生物角色(Q16~17)

- Q16.( )小偉在校園裡的小動物園內觀察到 3 棵菊花、7 隻青蛙、19 隻螞蟻，下列敘述何者正確？【94-2 基測】
- (A)小偉觀察到螞蟻正在搬運枯萎的菊花葉子，因此螞蟻是扮演分解者的角色  
(B)因為螞蟻的個體比青蛙小，所以螞蟻的族群比青蛙小  
(C)菊花、青蛙、螞蟻可組成一個生態系 (D)小偉至少觀察到 3 個族群。
- Q17.( )草原上有三隻長頸鹿、五隻羚羊及四隻大象在池塘邊喝水、吃草；二隻獅子埋伏在不遠處的草叢中伺機而動。根據上述，下列何者正確？
- (A)羚羊屬於初級消費者 (B)此草原上共有四個群集  
(C)獅子和羚羊為競爭的關係  
(D)長頸鹿、羚羊、大象及獅子可組成一個生態系。【97-2 基測】

# 食物鏈

---

## 生物間鏈狀的食性關係

(一種「吃」和「被吃」的攝食關係，用箭頭相連)

- 🌿 在生態系中，一種生物除了以其他種生物為食之外，也可能成為別種生物的掠食目標。

- 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



臺灣二葉松

初級消費者



赤腹松鼠

次級以上消費者



大冠鵟



# 知識快遞



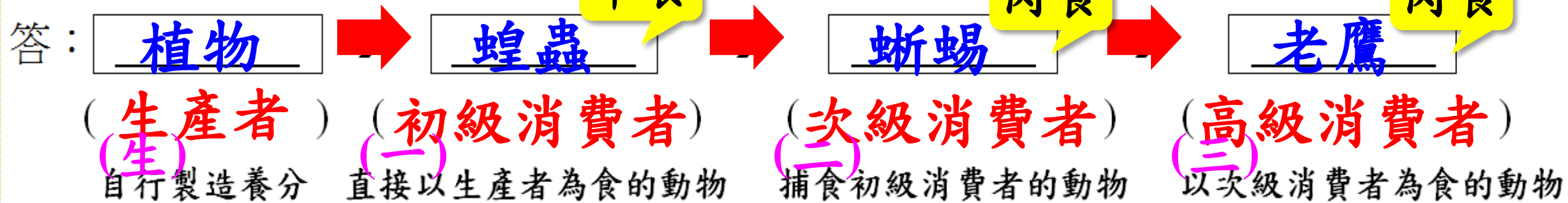
草食動物~初級消費者

肉食動物~次級或高級消費者

- 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。

1. 將生產者和消費者間「吃與被吃」的鏈狀攝食關係用「箭頭」相連，形成「食物鏈」

Q1: 「植物、蜥蜴、老鷹、蝗蟲」這四種生物所形成的食物鏈順序為？扮演的角色為？



# 食物鏈



鷹

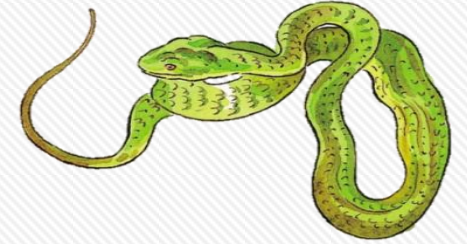
松鼠



種子、  
果實等



蛇



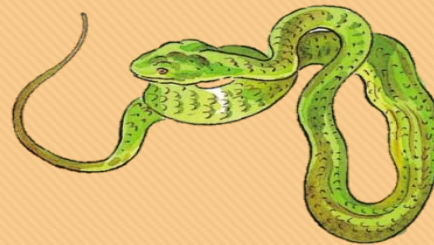
種子、  
果實等

生產者



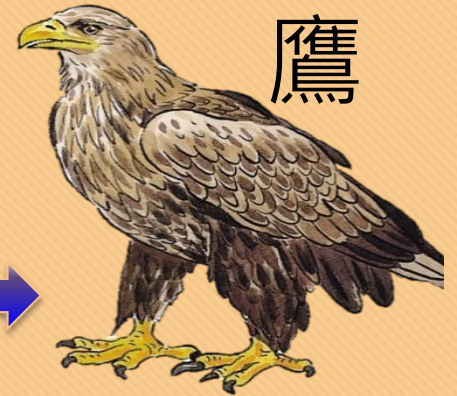
松鼠

初級  
消費者



蛇

次級  
消費者



鷹

三級  
消費者

# 食物鏈(Q)



**【叮嚀】** 食物、生態角色的題目，必先找出生產者，再依序判斷！

- Q.( )若人類吃的牛肉來自於以玉米為飼料的牛，則在此食物鏈中，牛和人分別所扮演的角色依序為下列何者？☞次級消費者，又稱二級消費者【100-1 基測】
- (A)生產者、初級消費者 (B)生產者、次級消費者 (C)分解者、次級消費者  
(D)初級消費者、次級消費者。【寫出食物鏈】\_\_\_\_\_

# 食物鏈(Q)



Q.( )右為某海洋環境中的動物及其食物來源，根據此表判斷，下列何者既是初級消費者又是次級消費者？(A)魷魚(B)鱈魚(C)小魚(D)浮游動物。【99-2 基測】

動物名稱	食物來源
魷魚	小魚、鱈魚
鱈魚	小魚
小魚	藻類、浮游動物
浮游動物	藻類

# 食物鏈(Q)

Q：完成以下食物鏈，並寫出各生物扮演的生態角色

(1) 老鼠吃小麥、蛇捕食老鼠、鷹獵食蛇

小麥 → 老鼠 → 蛇 → 鷹  
(生)      ①      ②      ③

(2) 鷸蚌相爭、漁翁得利

蚌 ① → 鷸 ② → 漁翁 ③  
②

Q：有幾條食物鏈？

(A) 1 (B) 2 (C) 3 (D) 4。

**【叮嚀】** 食物鏈數量的計算，由最低階開始沿箭頭到最高階結束算一條，注意不要重複算！



- 想一想，你每天都吃些什麼樣的食物？每餐的食物是否只有一種？
- 生態系中有許多動、植物共同生活在一起，其他生物也和人類相似，通常都不只以一種生物作為食物的來源。

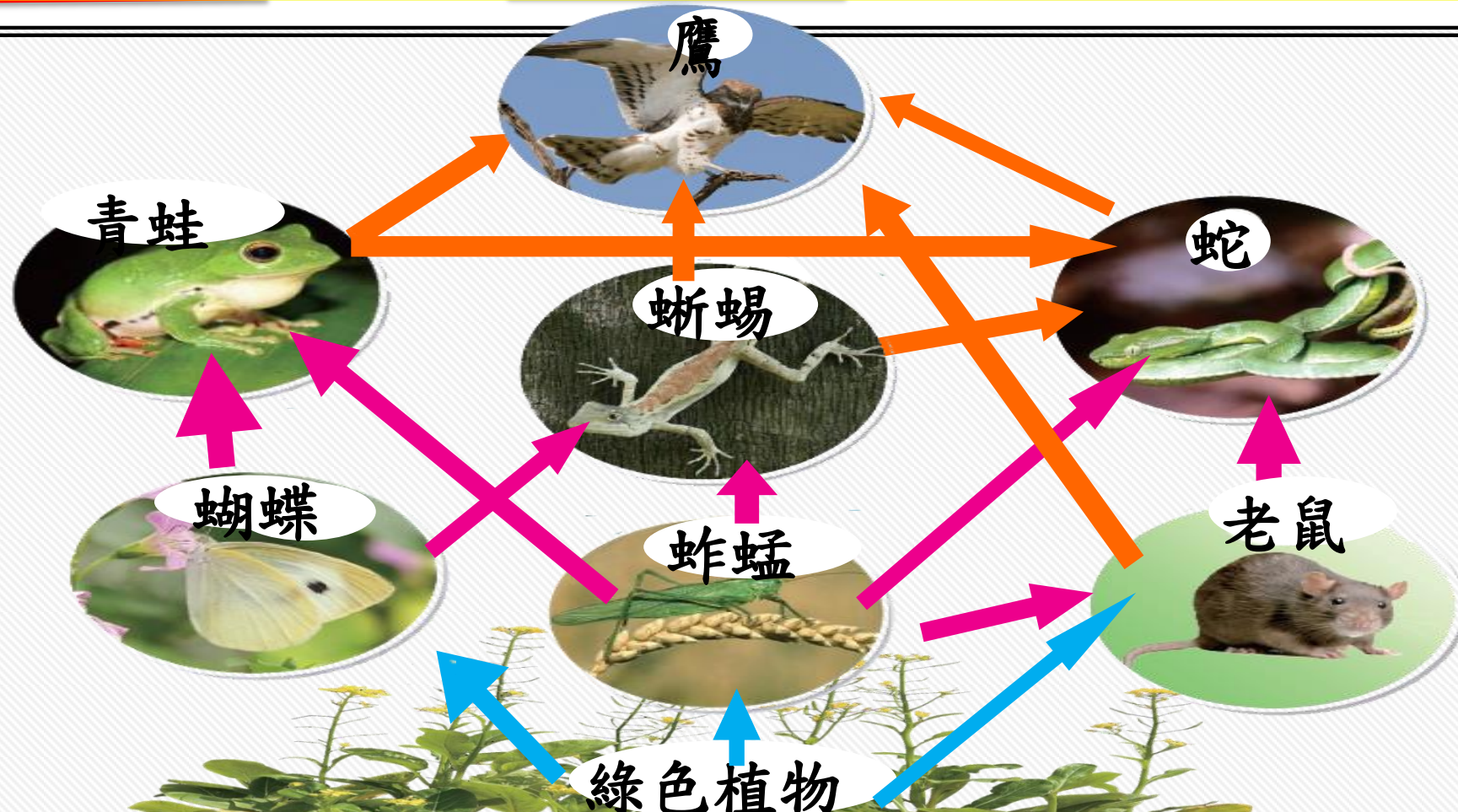
## 食物網

- 同一種生產者可能被不同消費者攝食，而同一種消費者也可能有不同的食物來源
- 因此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

# 食物網



1. 同一種生產者可能被不同消費者攝食，同一種消費者也可能有多種不同食物來源。例：老鷹不只會吃蜥蜴而已，還會吃老鼠、兔子、蛇。這種錯綜複雜的攝食關係，使「多條不同路徑的食物鏈有共同的生物、彼此相連交錯」，形成「食物網」。



大冠鷲



黃山雀



石虎



臺灣草蜥



赤腹松鼠



赤尾青竹絲



寬尾鳳蝶幼蟲



臺灣二葉松



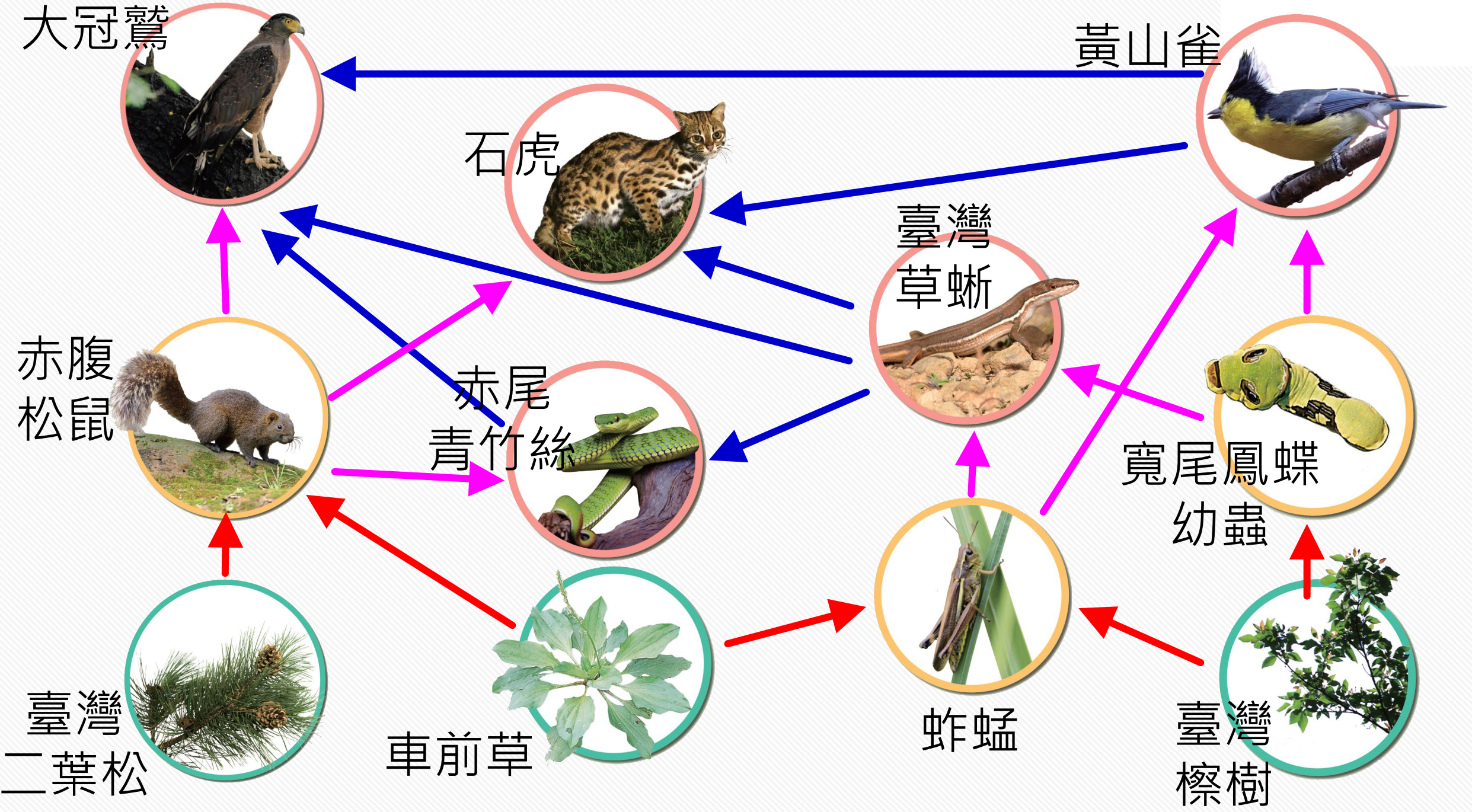
車前草



蚱蜢



臺灣檫樹



- 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。



- 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。



# 食物網



生產者

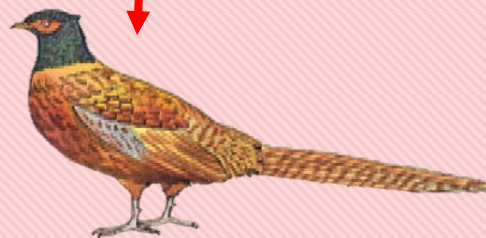


植物

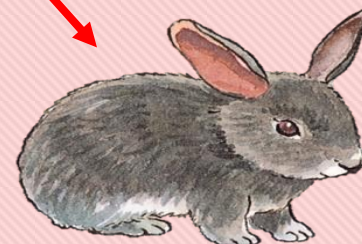
初級  
消費者



老鼠



雉雞



兔子



松鼠

次級以上  
消費者



蛇



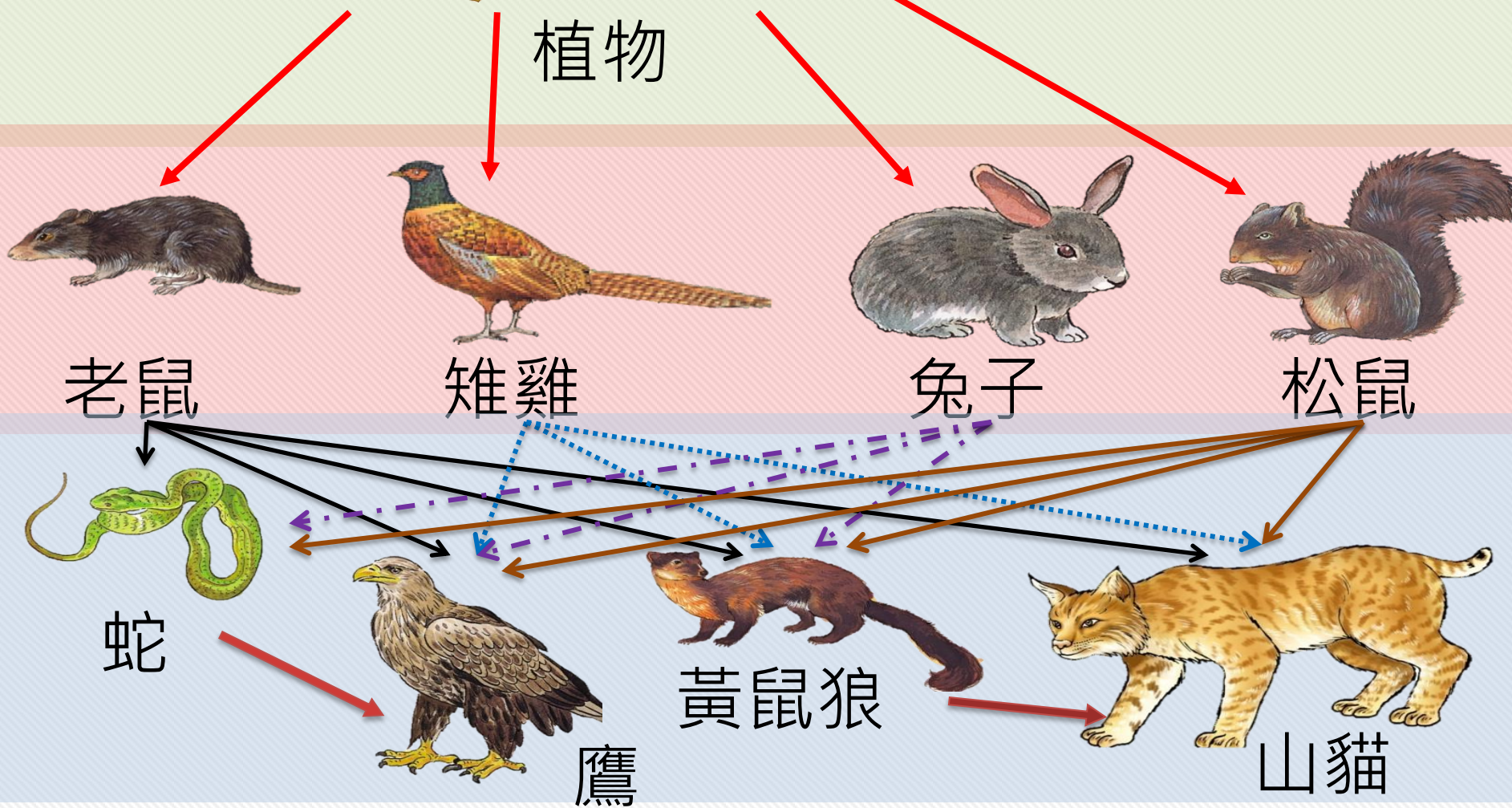
鷹



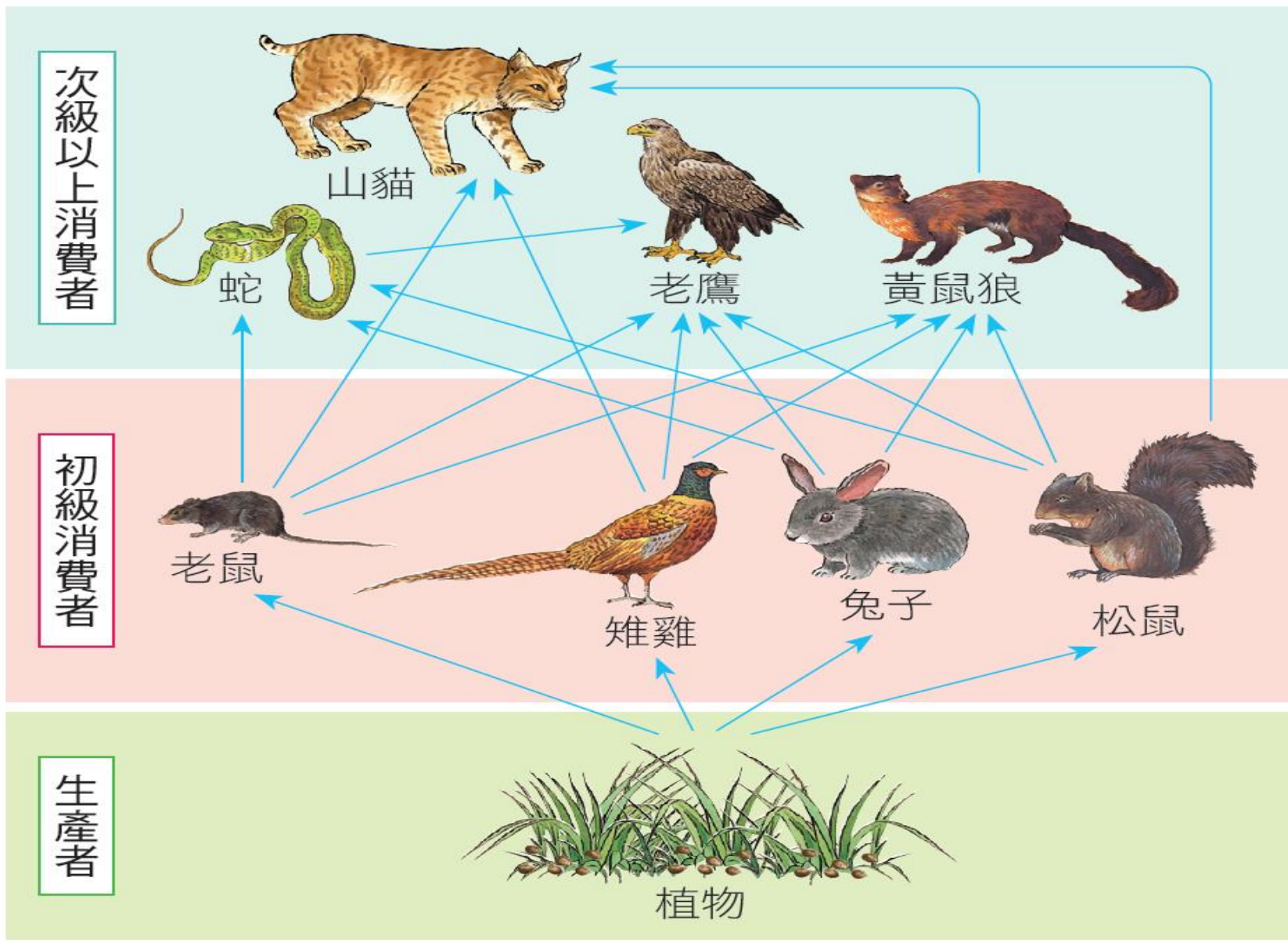
黃鼠狼



山貓



# 食物網





(8) 將消費者與生產者彼此之間的食性關係依序相連，會形成\_\_\_\_\_；

同一種生產者可能被不同消費者攝食，而同一種消費者也可能有不同的食物來源，因此一種生物可能同時存在於\_\_\_\_\_以上的食物鏈，使得眾多食物鏈彼此交錯，形成了\_\_\_\_\_。



## 探索2

何謂食物鏈？食物網？請舉例說明。



(9) 知識快遞：

在食物鏈的關係中，

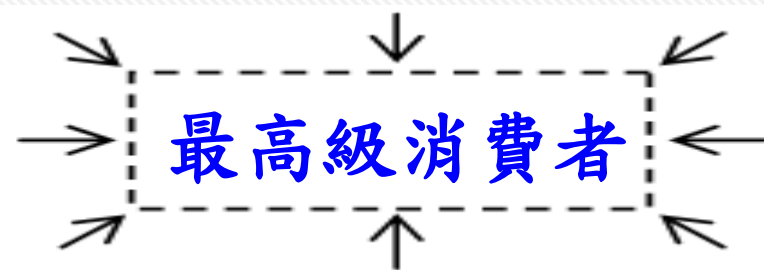
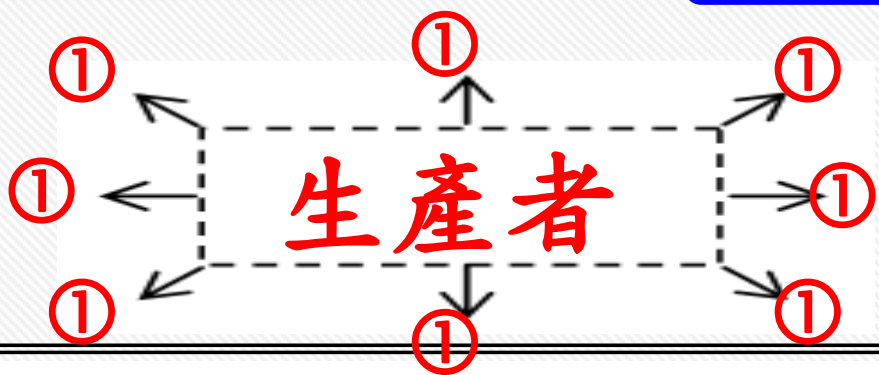
通常稱草食動物為\_\_\_\_\_，

以草食動物為食的肉食動物為\_\_\_\_\_，

以此類推之後可有三級、四級消費者等。

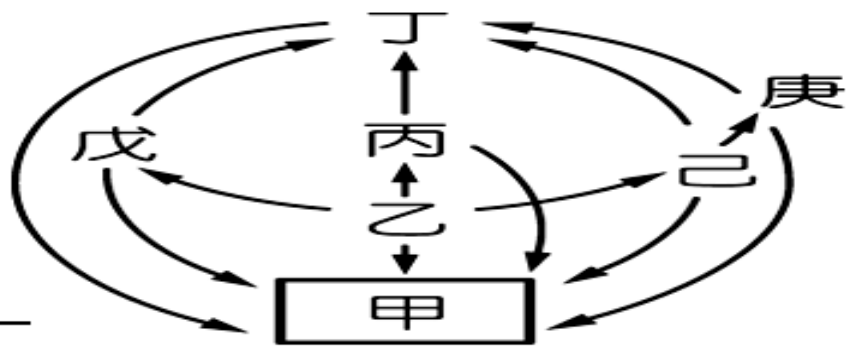
# 如何判斷食物網中的各角色？(Q5)

- ① 「生產者」永遠被吃：箭頭永遠向外、不會向自己~一定是生產者
- ② 「消費者」吃別人：箭頭由生產者指過來、吃生產者~一定是初級消費者
- ③ 若沒提到分解者，則被所有箭頭指、所有箭頭向內~一定是最高級消費者  
若有提到「細菌」，通常是分解者~會被所有箭頭指、所有箭頭向內



Q5：利用右圖的食物網回答問題：

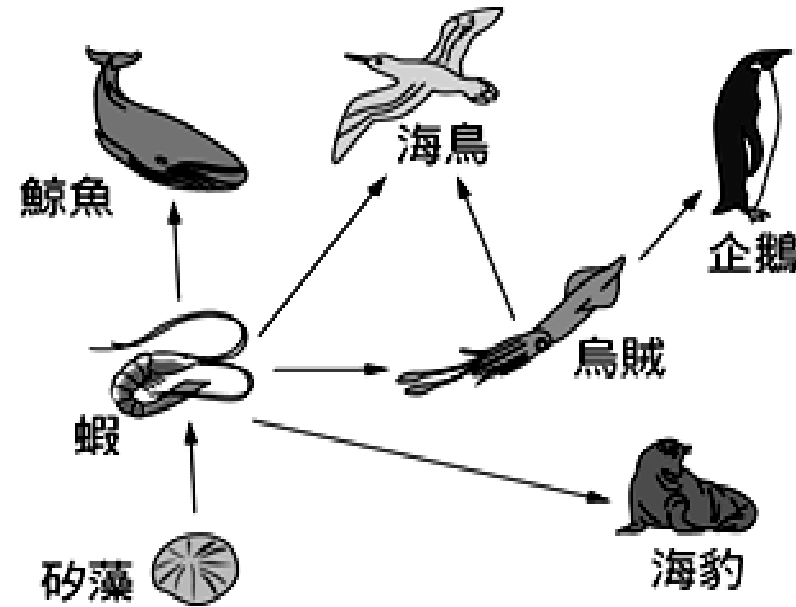
- (1) 「生產者」是？\_\_\_\_\_
- (2) 「最高級消費者」可能是？\_\_\_\_\_



# 食物網(Q6)



Q6.( )附圖表示某生態環境中的食物網，下列哪一選項中的兩種生物，彼此間的交互作用既有捕食又有競爭？ (A)蝦和海豹 (B)蝦和企鵝 (C)鯨魚和海鳥 (D)烏賊和海鳥。【102 基測】



【阿慧師補帖】食物網中的生物關係：

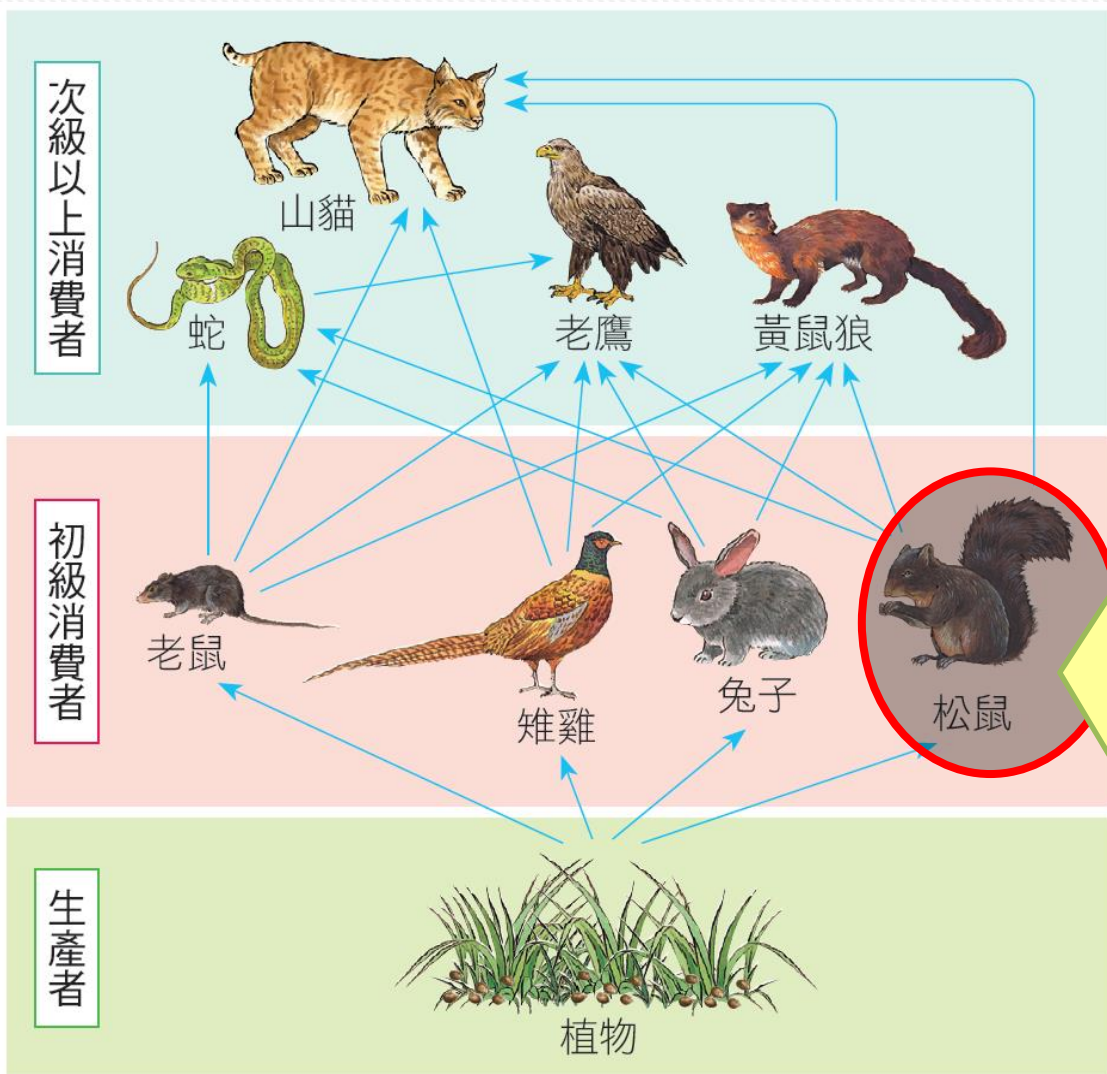
① 箭頭相連~捕食

② 有共同的食物~競爭。

# 食物網—生物族群間的相互影響



Q: 若松鼠變少，會對食物網中的其他生物產生什麼影響？



① 以松鼠為食的動物  
數量可能會減少。

② 其他動物被捕食的機率  
會增加。

⇒ 可能連帶使整個食物網中的  
生物都受到影響。

# 生物族群間的相互影響



- 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

P.125

第一段

# 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

P.125

第一段

# 食物網—生物族群間的相互影響

- 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。

P.125

第一段

一定會

寬尾鳳蝶的幼蟲只吃臺灣檫樹的葉子



森林開發  
使臺灣檫樹銳減

沒有其他食物  
， 受影響較大

有其他食物(蚱蜢)  
， 受到影響較小

# 食物網——生物族群間的相互影響



無可取代

- 生態系中，生物各自演著不同角色，皆有其功能及重要性
- 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。

生物種類多



蚱蜢

黃山雀



寬尾鳳蝶幼蟲

黃山雀以寬尾鳳蝶和蚱蜢為食，不會因為寬尾鳳蝶的數量減少就受到嚴重的影響。

P.125

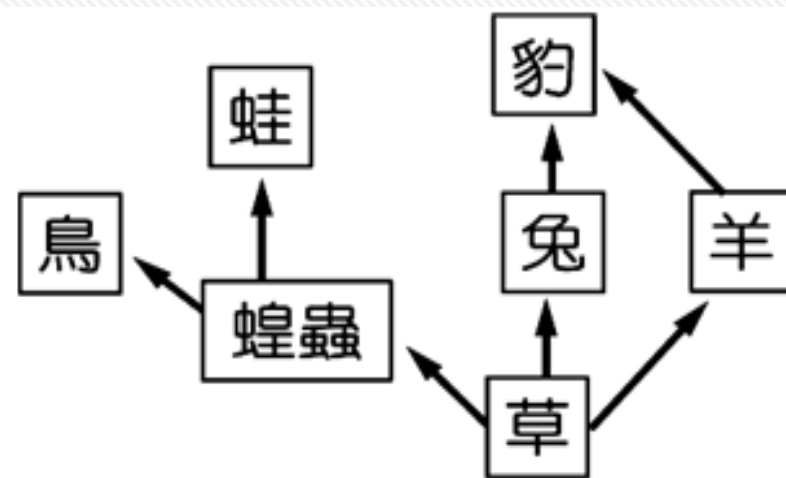
第二段



# 食物網 vs. 生態系穩定

2. 在生態系中，生物各自扮演不同的角色，皆有其無可取代的功能和重要地位。
3. 某種生物族群的減少或消失，一定會影響其他生物族群的生存。
4. ★生態系中的生物種類越\_\_\_\_\_ (填多或少) ➡ 形成的食物網就越\_\_\_\_\_ (填簡單或複雜)
  - ➡ 消費者可選擇的食物越多樣，不容易因為某一生物減少、食物短缺而影響生存
  - ➡ 食物網內部自我調節力就越強 (越有彈性與恢復力以應付環境變化) ➡ 生態系越\_\_\_\_\_

3. ( ) 如右圖為某地區生物的食性關係，若該地的蝗蟲被消滅，則下列何者在短期間內，數量將明顯減少？  
(A) 兔 (B) 鳥 (C) 羊 (D) 豹。【90-2 基測】



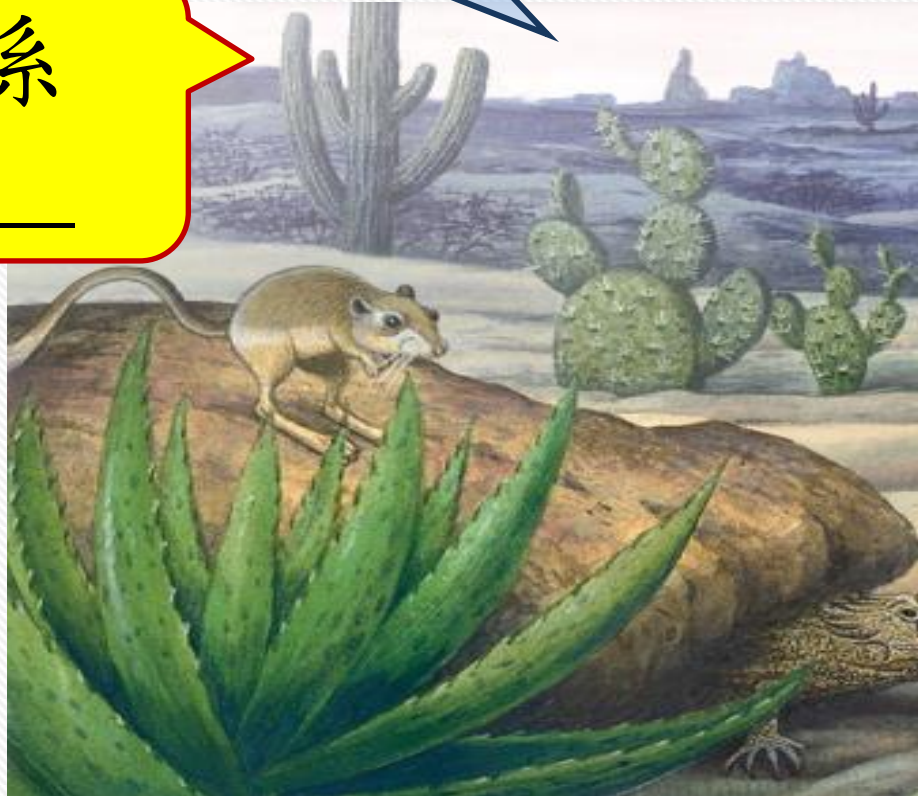


# 食物網 vs.生態系穩定

沙漠中的生物種類少

森林中的生物種類很多

Q：哪個生態系較穩定？\_\_\_\_\_



食物網簡單



食物網複雜



(10) 食物鏈上某種生物的族群減少或消失，  
\_\_\_\_\_ 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\_\_\_\_\_。

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。

### 探索3

探討生態系中為何食性越複雜食物網  
就會越穩定呢？請舉例說明。



(11) 在生態系中，生物各自扮演著不同角色，皆有其功能及重要性。

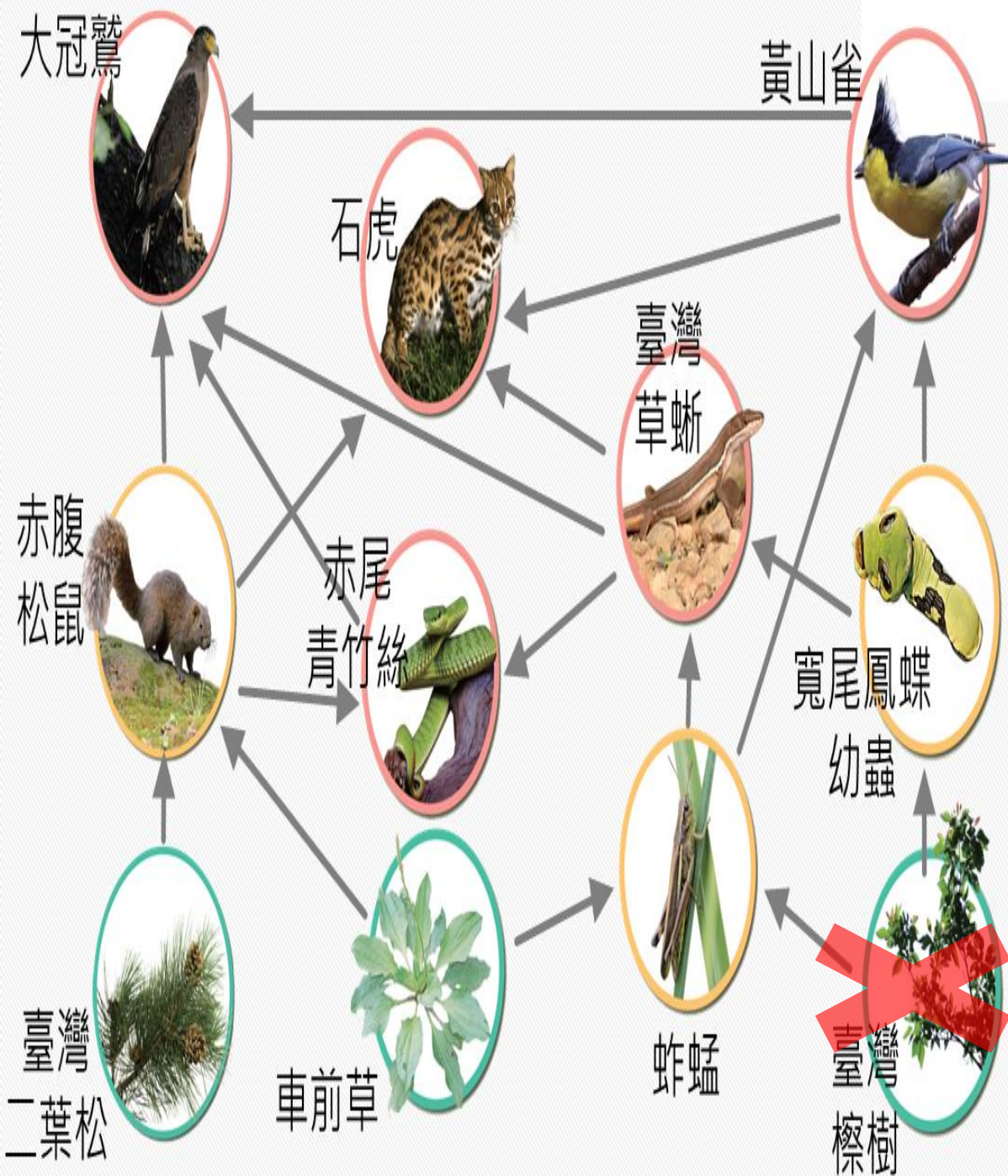
食物網中的食性關係                    ，  
食物網就越容易維持                    ，也較能應付環境的變化。

### 探索3

探討生態系中為何食性越複雜食物網  
就會越穩定呢？請舉例說明。



- (12) 上述例子中，  
由於黃山雀除了以寬尾鳳蝶為食外，還會吃蚱蜢，  
所以不會因為寬尾鳳蝶的數量減少就受到嚴重的影響。



1. 生產者？ 台灣二葉松. 車前草. 台灣檫樹

2. 初級消費者？ 赤腹松鼠. 蚱蜢. 寬尾鳳蝶

3. 最高級消費者？ 大冠鷲. 石虎

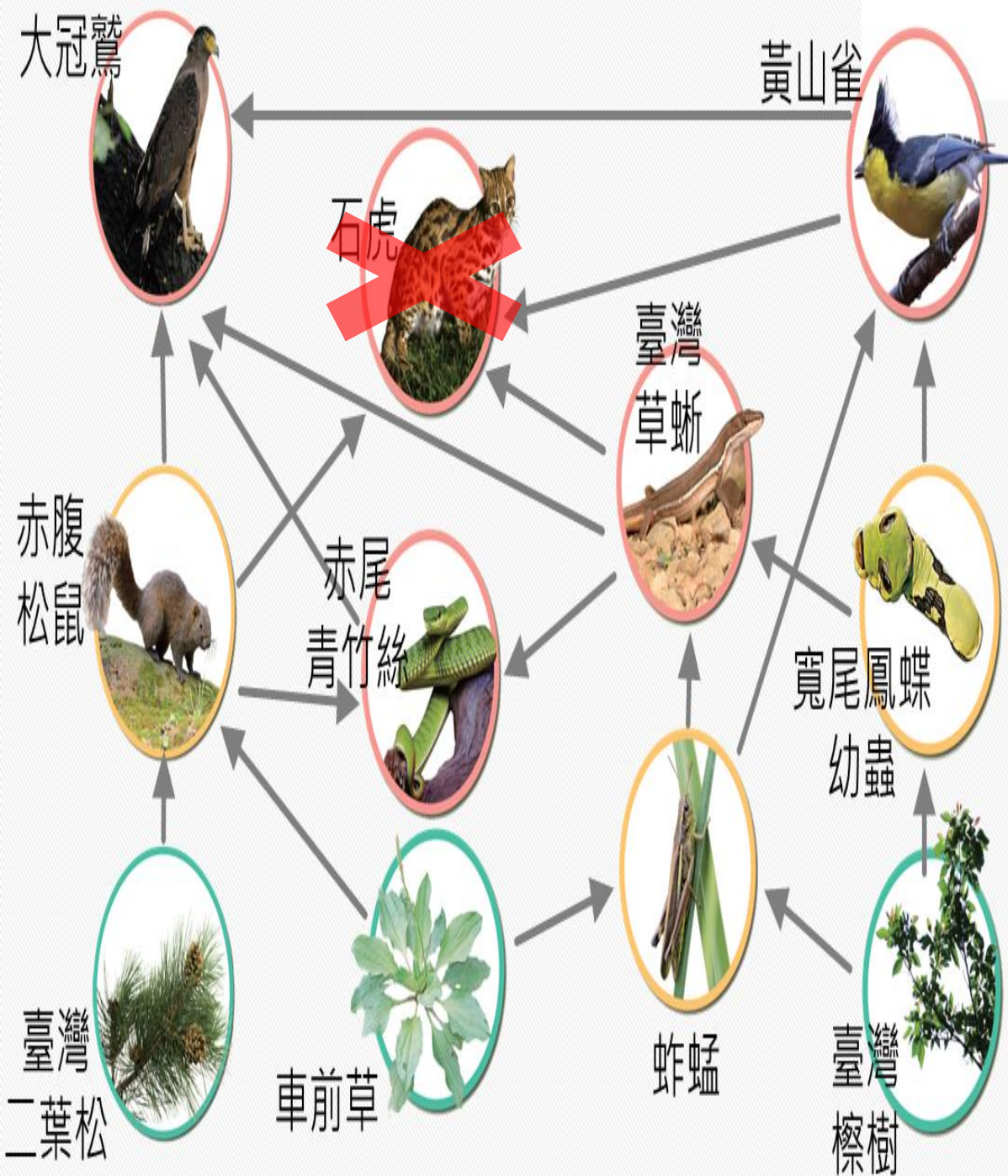
4. 草食動物？ 赤腹松鼠. 蚱蜢. 寬尾鳳蝶

5. 肉食動物？ 赤尾青竹絲. 草蜥. 黃山雀. 石虎. 大冠鷲

6. 森林開發使臺灣檫樹銳減，  
請問哪些生物會直接受影響？

蚱蜢. 寬尾鳳蝶

其中對哪一種影響較大？ 寬尾鳳蝶



7. 森林開發使石虎個體數銳減，請問哪些生物會受影響？

黃山雀. 台灣草蜥. 赤腹松鼠

又對其族群大小有何影響？

缺少天敵(石虎)，

黃山雀、台灣草蜥、赤腹松鼠  
的族群會變大，

但仍有其他天敵(大冠鷲)，

所以不會無限制增加，

直到達到負荷量為止。



Q7：★【基本題】如圖為一個玉米田中的食物網，請根據圖回答下列問題：

(1)「鼠和老鷹」的關係是？\_\_\_\_\_ (2)「鼠和蝗蟲」的關係是？\_\_\_\_\_

(3) ( )下列哪兩者之間不是競爭的關係？

(A)鼠和松鼠 (B)蝗蟲和麻雀 (C)鼠和蝗蟲 (D)老鷹和松鼠。

(4) 生產者？\_\_\_\_\_

(5) 初級消費者？\_\_\_\_\_

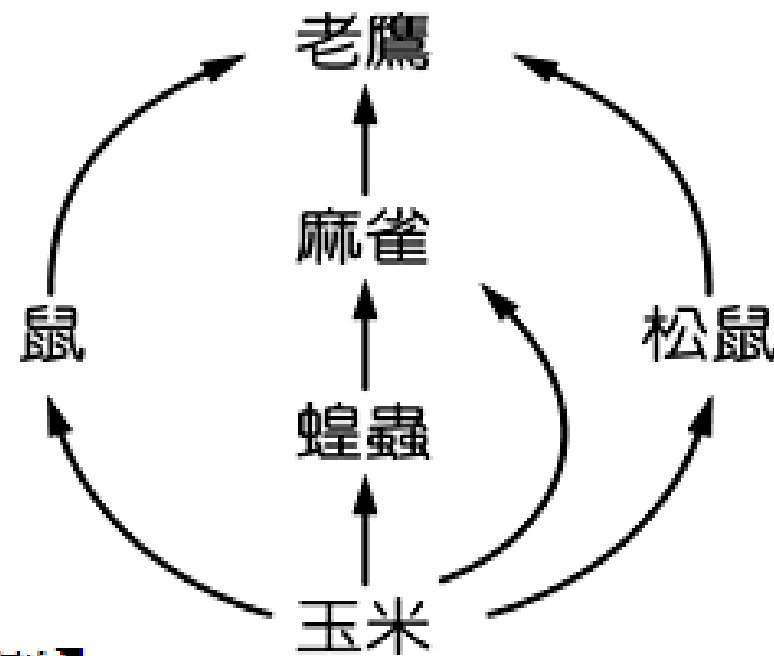
(6) 最高級消費者？\_\_\_\_\_

(7) 肉食動物？\_\_\_\_\_

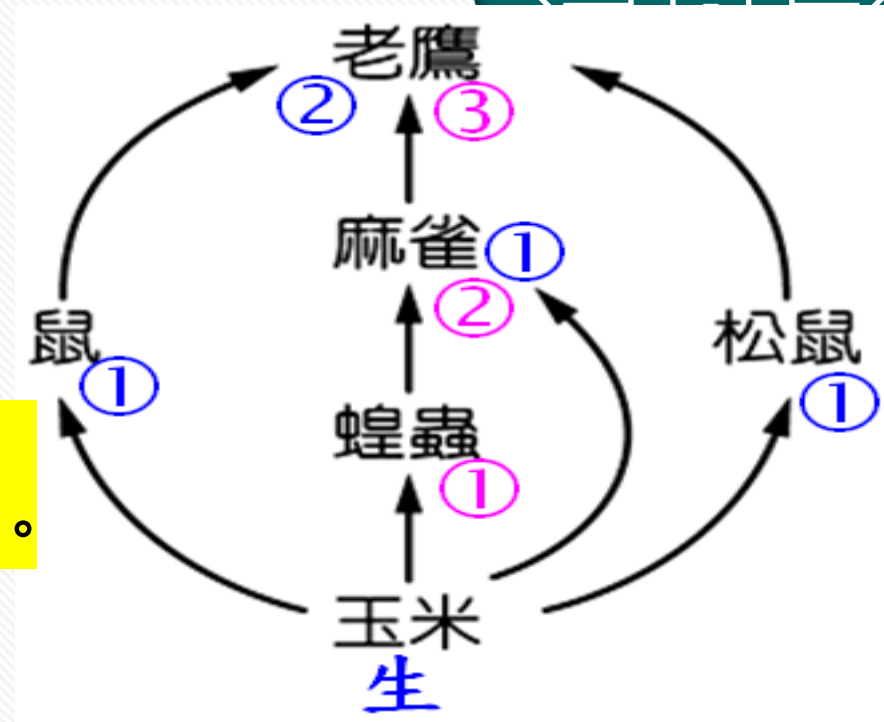
(8) ( )下列何種生物同時擔任二、三級消費者？

(A)老鷹 (B)麻雀 (C)松鼠 (D)蝗蟲。【94-2 基測】

(9) 以「麻雀」來看，同一種生物在不同食物鏈中扮演的角色是否相同？\_\_\_\_\_



(10)最後這些生物的遺體都會被細菌分解，



(11)共有幾條食物鏈？\_\_\_\_\_條

【叮嚀】通常分解者不列入食物鏈的計算哦~

【叮嚀】「一條」食物鏈的計算是由「生產者開始、沿箭頭指到沒有向外箭頭的消費者」。

(12)若除去「老鷹」，對食物網中的生物有何影響呢？除去「玉米」呢？

答：除去「老鷹」為天敵消失，\_\_\_\_\_的數量可能\_\_\_\_\_，直到\_\_\_\_\_為止。

除去「玉米」~因為沒有食物來源，\_\_\_\_\_會消失。

(那除去「蝗蟲」呢?)