



### 非生物組元

- ▶ 無機物質，如二氧化碳、水、氧、氮
- ▶ 有機物質，如蛋白質、糖類、脂類、腐殖質
- ▶ 環境狀況，如溫度、濕度、風速、酸鹼度

7

### 生物組元

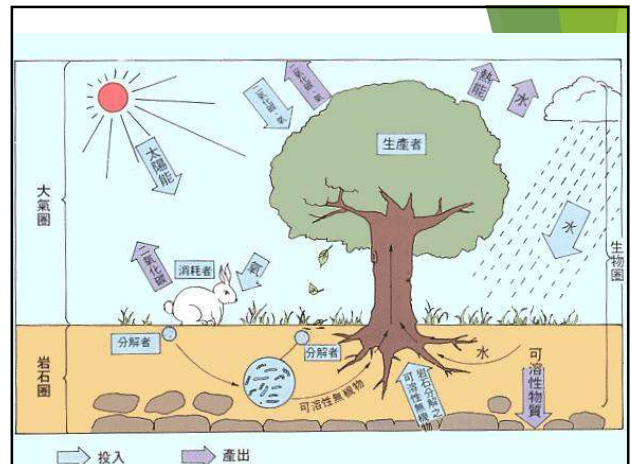
- ▶ 生產者
  - 主要是由微生物進行的，包括細菌 (bacteria) 和真菌 (fungi)。
- ▶ 消費者
- ▶ 分解者
  - 分解者可以打破複雜有機化合物中的化學鍵，使其逐步降解，最終釋放出能為生產者重新利用的無機化合物和營養元素。
  - 自己不能製造食物，以取食其他有機體營生的生物，因此也稱異養生物。

8

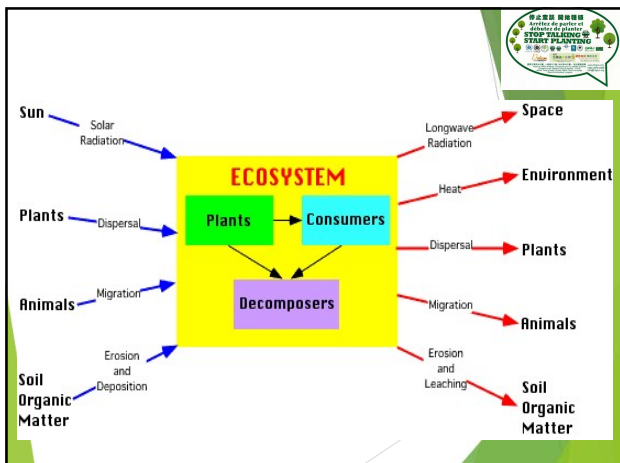
### 生物組元

- ▶ 生產者
  - 利用太陽由簡單的無機物出有機物
  - 自養生物
  - 基本上含有葉綠素
  - 如浮游植物和苔蘚等
- ▶ 消費者
- ▶ 分解者

9



10



11

### 組元間的聯繫及相互作用

- ▶ 食物鏈 - 能量流動 (Energy flow) 及物質循環 (Matter cycle)

12

### 食物鏈和食物網

一級食性層次    二級食性層次    三級食性層次  
 一級消費者    二級消費者

13

### 食性層次 / 營養層

- ▶ 由最初的自養生物開始，凡在系統的食物鏈或食物網中位於同一環節，具有相同營養來源的所有生物。

14

### 能量在生態系統中的流動

生產者    消費者

發光水平    綠色植物    1    2    3    食肉動物

綠色植物

3000-1500    15    1.5    0.15

L(光)     $L_A$  (光被植物吸收)     $P_0$  (淨初級生產)     $P_1$  (淨次級生產)     $P_2$  (淨三級生產)

圖38 在連續食物鏈中一個經過三個營養水平的能量流圖解(分塊號1、2、3)。對連續性流的標準的表示法如：總輻射輸入： $L$ ；光被植物吸收： $L_A$ ；淨初級生產： $P_0$ ；總同化作用： $A$ ；淨初級生產： $P_1$ ；次級（消費者）生產： $P_2$ ；淨三級生產： $P_3$ ；未使用的能量（儲藏或輸出）： $NU$ ；未被消費者同化的能量（排遺）： $R$ ；呼吸作用。 $R$ 中的數字表示從太陽輸入3000千卡/米<sup>2</sup>，每日開始在主要轉化點上預計的能量損失的數量級。

15

### 綠色植物的能量流

- ▶ 短波輻射部分被植物反射，部分被吸收
- ▶ 植物把短波輻射轉化成化學能，並儲存於植物纖維內
- ▶ 化學能會再變成生物能
- ▶ 透過呼吸，化學能成為可感熱
- ▶ 透過蒸發感熱成潛熱，導致能量流失

16

### 食物鏈內能量的流失

- ▶ 太陽能進入大氣，部分散射，反射流失
- ▶ 部分被綠色植物透過光合作用吸收並儲存
- ▶ 呼吸作用把存好的能量用掉，使淨生產量減少
- ▶ 或透過排泄、生長、繁殖等新陳代謝作用
- ▶ 只有約10%的能量能傳遞
- ▶ 故隨食性層次的遞升，生物的數會遞減

17

### 生態金字塔

• 每平方米每年所生產的乾有機物重量

• 單位：克/米<sup>2</sup>/年

18

### 生態金字塔

**Tertiary Consumers**  
**Secondary Consumer**  
**Primary Consumers**  
**Primary Producers**

1 centimeter = 1 Gram of Dry Biomass

n次  
 次級消費者 (食肉動物)  
 初級消費者 (食草動物)  
 基礎—生產者 (綠色植物)

- 數量金字塔 (Pyramid of numbers)
- 生物量金字塔 (Pyramid of biomass)
- 生產率塔 (Pyramid of productive rate)

19

### 隨食性層次增加而能量減少的啟示

- ▶ 更加高的食性層次內的生物，須在較大地方覓食才可以維持體力
- ▶ 食性層次越低，生物有較多的能量來源
- ▶ 若人口不斷增加，要使人類得以持續發展，使得縮短人的食物鏈，即更多人以素為主要糧食

20

### 能量流動的總結

- ▶ 能量流動乃是「單向」的
- ▶ 在能量沿著不同營養水平不斷轉化的過程中，能量不斷地消散

21

### 物質 / 養分循環

- ▶ 同一物質可以在食物鏈的同一個營養層中被生物多次利用。
- ▶ 物質雖於某一系統內流失，但他又可可在另一個生態系統中出現。
- ▶ 能量在食物鏈中則是向著一個方向逐級流動，不斷消耗和散失。物質流在生態系統中可多次地被再利用，周而復始的循環。

22

### 一般營養循環模式 BOREAL FOREST

**NUTRIENT STORE 養份儲存**  
 B - BIOMASS 生物量  
 L - LITTER 廢物  
 S - SOIL 土壤

**NUTRIENT 營養流 FLOWS**  
 P - PRECIPITATION 溶於雨中養份  
 R.O. - RUN-OFF 地表徑流帶走養份  
 Le - LEACHING 淋溶流失養份  
 W - WEATHERING 風化輸入養份

- 圓圈大小
- 箭咀指向及粗幼

23

### 碳循環

- 二氧化碳及有機碳(碳水化合物、脂肪、蛋白質)

Biomass  
 Deforestation  
 Soil Organic Matter  
 Aquatic Biomass  
 Limestone & Dolomite  
 Marine Deposits

24

▶ 植物利用大氣中的CO<sub>2</sub>、太陽能、水及土壤中的養分，將**無機碳**轉化成碳水化合物、蛋白質和脂肪等的**有機碳**

▶ 這情況被稱為「氣體固體凝合作用(fixation)」

▶ 透過呼吸作用，有機碳會氧化成CO<sub>2</sub>，「碳」再一次成為氣態

▶ 分解者會將動植物、糞便內的碳水化合物「分拆」，釋放CO<sub>2</sub>回大氣之中

▶ 而動植物亦會變成石油和煤炭，「碳」會被儲於岩石之中，當這些物質被開採及燃燒後，被困於內的「碳」會再被釋放到大氣之中

25

### 氮循環

▶ 「氮」會以無機氮(亞硝酸NO<sub>2</sub>、硝酸鹽NO<sub>3</sub>)及有機氮(氨基酸)的形式等出現

▶ 「氮」會儲於地殼中、沉積岩中和大氣層中，大部分的「氮」會見於腐爛中的有機物中

▶ 透過固化作用，「氮」會變成我們可以利用的氮

26

### 氮循環

• 氮會以無機(硝酸鹽NO<sub>3</sub>，亞硝酸NO<sub>2</sub>)和有機(氨基酸)形式存於地球上

27

▶ 生物固化

▶ 細菌會將大氣中的「氮」固化成氨，「氮」才能直接被植物所利用

▶ 植物則將這些「氮」轉化成有機性質，亦會透過食物鏈將「氮」傳到不同的食性層次中

▶ 化解者則將這些有機氮變回簡單、無機的「氮」

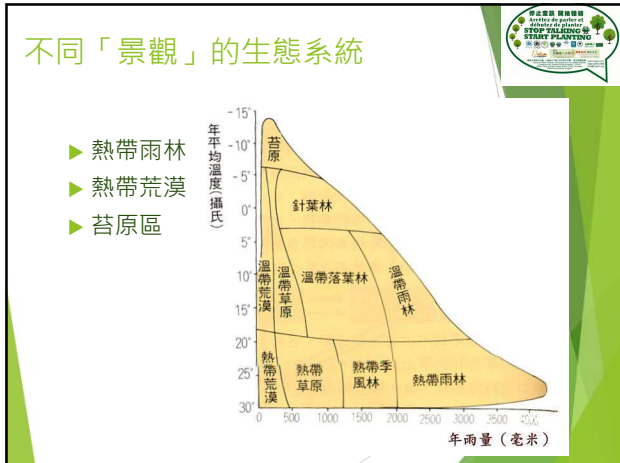
28

▶ 工業固化

▶ 包括了氮肥的製作，及燃燒化石燃料時釋放出來的氮氧化物

29

30



31



32



33

- ### 非生物組元
- ▶ 氣候
    - ▶ 高太陽投入
      - ▶ 高年均溫度
      - ▶ 日溫差及年溫差小
      - ▶ 沒有明顯的冬季
    - ▶ 高降水投入
      - ▶ 年雨量>2,000毫米
      - ▶ 高相對濕度
      - ▶ 沒有明顯乾季
  - ▶ 土壤
    - ▶ 淋浴嚴重、微酸、瘦瘠、土壤剖面可達三米、幼質

34

- ### 生物組元
- ▶ 數量多·而且茂密的生物
  - ▶ 動植物均呈多元化

35

- ### 相互關係—食物鏈
- ▶ 生產者
    - ▶ ∴陽光&雨水↑ ∴光合作用↑ ∴生產者↑
  - ▶ 消費者
    - ▶ ∴生產者↑ ∴大量&多元化的食草&食肉動物
  - ▶ 分解者
    - ▶ 高溫多雨有助細菌活動
  - ▶ 長且複雜的食物鏈

36

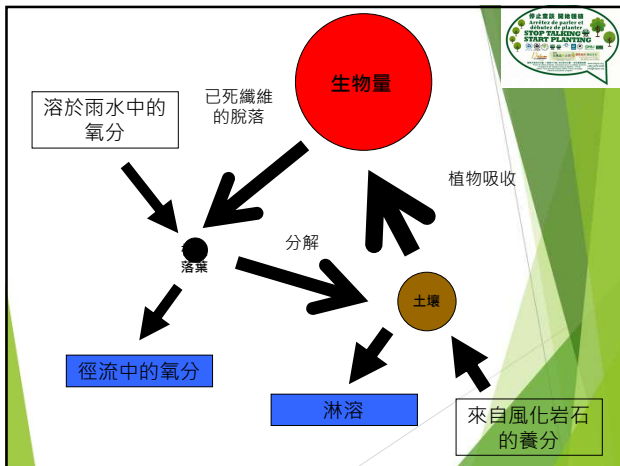
### 相互關係—養分循環

- ▶ 多年均循環，且急速
- ▶ 大部分養分儲於生物量中

37

- ▶ 生物量
  - ▶ 濕熱→植物急速生長→生物量中的養分↑
- ▶ 枯枝落葉
  - ▶ 濕熱→急速分解及徑流帶走→枯枝落葉中的養分↓
- ▶ 土壤
  - ▶ 濕熱→大量有機物、分解急速、岩石風化↑→投入↑
  - ▶ 但淋溶↑、植物吸收亦↑
  - ▶ ∴土壤養分↓

38



39

### 生態系統：熱帶荒漠生態系統

40

### 非生物組元

- ▶ 氣候
  - ▶ 高太陽投入
  - ▶ 全年乏雲
  - ▶ 高年均溫度
  - ▶ 日溫差大
  - ▶ 高降水投入
  - ▶ 年雨量<250毫米
  - ▶ 低相對濕度
- ▶ 土壤
  - ▶ 少淋溶、少腐殖質、高鹽分、不肥沃、土壤層薄、粗質

41

### 生物組元

- ▶ 植物數量少
- ▶ 分散且斷續生長
- ▶ 動物數量和種類有限
- ▶ 少大型哺乳類動物

42

### 相互關係—食物鏈

- ▶ 生產者
  - ▶ ∴陽光↑ 但水↓ ∴生產者↓
- ▶ 消費者
  - ▶ ∴生產者↓ ∴食草&食肉動物↓
- ▶ 分解者
  - ▶ 高溫但少雨·細菌活動↓
- ▶ 「低能」的食物鏈較簡單·亦較短

43

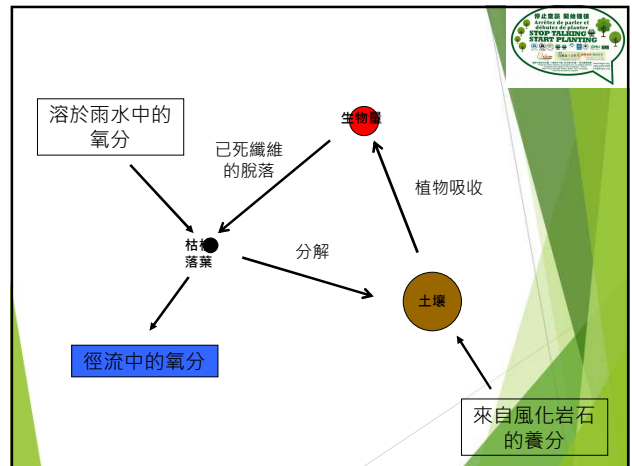
### 相互關係—養分循環

- ▶ 循環斷續、緩慢·且分量少
- ▶ 大部分養分儲於土壤中

44

- ▶ 生物量
  - ▶ 乾&土瘦瘠→植物生長↓ →生物量中的養分↓
- ▶ 枯枝落葉
  - ▶ 雖淋溶及分解↓·但枯枝落葉數量↓ →枯枝落葉中的養分↓
- ▶ 土壤
  - ▶ 乾→淋溶↓植物吸收亦↓
  - ▶ ∴土壤養分↑

45



46

### 生態系統：苔原區態系統

The slide features a world map with climate zones labeled in Chinese: 極地帶 (Polar), 亞極地帶 (Subpolar), 溫帶 (Temperate), 亞熱帶 (Subtropical), 熱帶 (Tropical), 赤道 (Equator), 亞熱帶 (Subtropical), and 溫帶 (Temperate). A legend on the right lists 10 types of ecosystems: 1. 熱帶雨林 (Tropical rainforest), 2. 樹叢林 (Savanna), 3. 落葉闊葉林 (Deciduous broadleaf forest), 4. 北方針葉林 (Northern coniferous forest), 5. 硬葉林 (Sclerophyll forest), 6. 稀樹草原 (Savanna), 7. 高草草原 (Tall grass prairie), 8. 矮草草原 (Short grass prairie), 9. 半荒漠 (Semi-desert), 10. 荒漠 (Desert). A photograph of a tundra landscape is shown with the text 'Knotweed flowers in the summer season'.

47

### 非生物組元

- ▶ 氣候
  - ▶ 太陽投入
  - ▶ 冬夏有別
  - ▶ 高降水投入
  - ▶ 年雨量↓多以雪形式降下
  - ▶ 高相對濕度
- ▶ 土壤
  - ▶ 瘦瘠、酸、夏天積水
  - ▶ 永久凍土

48



### 生物組元

- ▶ 植物數量少
  - ▶ 只有短暫的生長季節
  - ▶ 水分不足
  - ▶ 強風
  - ▶ 分散且斷續生長
- ▶ 動物數量和種類有限

49

### 相互關係—食物鏈

- ▶ 生產者
  - ▶ ∴大量的地表反射→陽光↓ ∴生產者↓
- ▶ 消費者
  - ▶ ∴生產者↓ ∴食草&食肉動物↓
- ▶ 分解者
  - ▶ 高溫但少雨·細菌活動↓
- ▶ 「低能」的食物鏈較簡單·亦較短(約只有三個層次)·且只於短暫的夏季才能較順利的運作

50

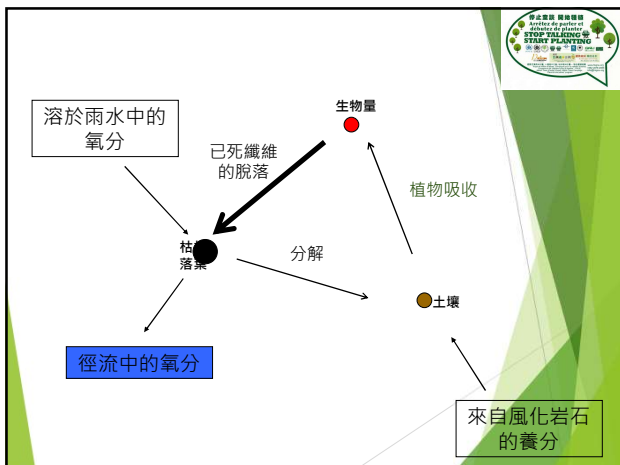
### 相互關係—養分循環

- ▶ 循環斷續、緩慢·且分量少
- ▶ 大部分養分儲於枯枝落葉中

51

- ▶ 生物量
  - ▶ 寒冷&土瘦瘠→植物生長↓ →生物量中的養分↓
- ▶ 枯枝落葉
  - ▶ 雖枯枝落葉數量↓·但低溫→↓細菌作用腐殖質難以分解·地表積聚大量枯枝落葉
  - ▶ 於枯枝落葉中的養分↑·但其分量亦相對較少
- ▶ 土壤
  - ▶ 寒冷→風化↓→石頭帶來的養分↓→土壤養分↓
  - ▶ 分解↓→土壤養分↓
  - ▶ 融雪造成的泥流→土壤養分↓

52



53

### 聯絡

國際 百萬森林計劃 搶救氣候 種出未來  
 The Million Trees Global Project and Network For a Greener, Healthier, and More Resilient Future  
 The climate to save the future

- 電話: 6778 2670 / 6976 2635 (行動單位); 2876 2855 (辦公室)
- 無線電: 409.8375 (8號頻道) - 參加者亦可使用 / 462.6875 (CTCSS-110.9Mhz)
- (國際呼號 CALLSIGNS: VR2YMF / VR2XGN)
- 電郵: info@hkgnu.org / pr@hkgnu.org 傳真: 3971 1469
- 活動網址: <http://www.hkgnu.org>
- 香港區委員會聯絡處: 尖沙咀新港中心2座907室
- 香港區委員會郵政信箱: 郵政信箱68046號

CIMTPNHK/HKGNU/HIMA/FPPLPHK-PFTPFHK/PNU-UNEP

54




**\*聯合國環境署 - 國際百萬森林計劃香港區委員會**  
 (包括十億樹木行動及地球植林計劃),  
 香港綠色自然聯盟(HKGNU)等

**\*\*Le comité du projet et du réseau mondial de million d'arbres - la division hongkongaise (avec la campagne pour un milliard d'arbres, et le programme de 'plantons pour la planète'), sous le cadre du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) ; et L'association d'écologie de Hong Kong (HKGNU), et caetera.**

**\*\*\*[ The committee of international million trees / forest project and network - Hong Kong Region (with the Billion Trees Campaign, and the the 'Plant for the Planet' Program), under the framework of United Nations Environment Programme (UNEP); Hong Kong Green Nature Union [HKGNU], etc. ]**

二零一八年九月 09/2018  
<http://www.hkgnu.org> info@hkgnu.org  
 TEL: 2876 2855 / 6778 2670 / 6976 2635

55








56






完 - 謝謝  
 La fin, merci  
 The end, thank you

二零一八年九月修訂  
 二零二三年十月重審於中華民國臺北市

57