

人類精子與卵的形成

當人體的生殖系統發育成熟後，除了能夠維持第二性徵之外，還會開始製造配子。也就是在男性的睪丸內產生精子，在女性的卵巢內則是產生卵。

男性睪丸中具有許多生殖母細胞，稱為初級精母細胞，每一個初級精母細胞行減數分裂第一階段後，可形成 2 個次級精母細胞，接著次級精母細胞會再進行減數分裂第二階段，最後產生 4 個具有 23 條染色體的精細胞，而後每個精細胞再特化為具有鞭毛的精子（圖4-1.9a）。

女性卵巢中具有的生生殖母細胞為初級卵母細胞，每一個初級卵母細胞行減數分裂第一階段後，可形成 1 個次級卵母細胞和 1 個極體。次級卵母細胞行減數分裂第二階段後，會形成 1 個卵及另 1 個極體。極體內僅含細胞核與微量細胞質，不具有受精的能力，最後都會消失（圖4-1.9b）。人類月經週期所排出的卵為次級卵母細胞；受精時，次級卵母細胞才完成減數分裂第二階段形成卵。

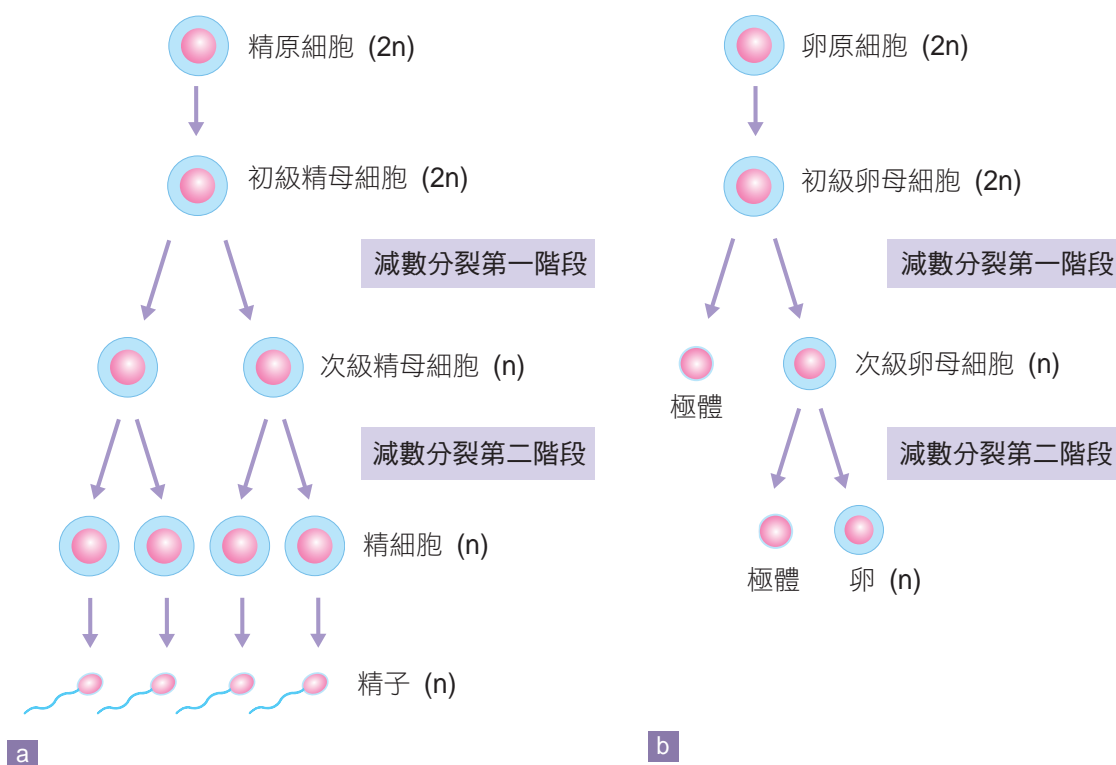


圖 4-1.9 人類精子與卵的形成

a. 精子的形成 b. 卵的形成

人體可經由減數分裂產生精子與卵，精子與卵都只有 23 條染色體。精子與卵受精後，受精卵便含有 46 條染色體。受精卵再經有絲分裂產生許多細胞，於是人體細胞的染色體數都為 46 條，這些體細胞隨後分化為形態、構造各不相同的細胞，分別具有特定的功能。受精卵經由有絲分裂與細胞分化的過程後，逐漸發育為新人體，發育成熟的人體又可進行減數分裂產生精子或卵。如此代代相傳，使體細胞內的染色體數目得以維持一致（圖4-1.10）。此外，減數分裂後，精子或卵的染色體組合可能有多種型式，受精時精子和卵會隨機結合，於是每一個受精卵的染色體組合幾乎都不相同，使得子代不同個體間的遺傳表徵有所差異。

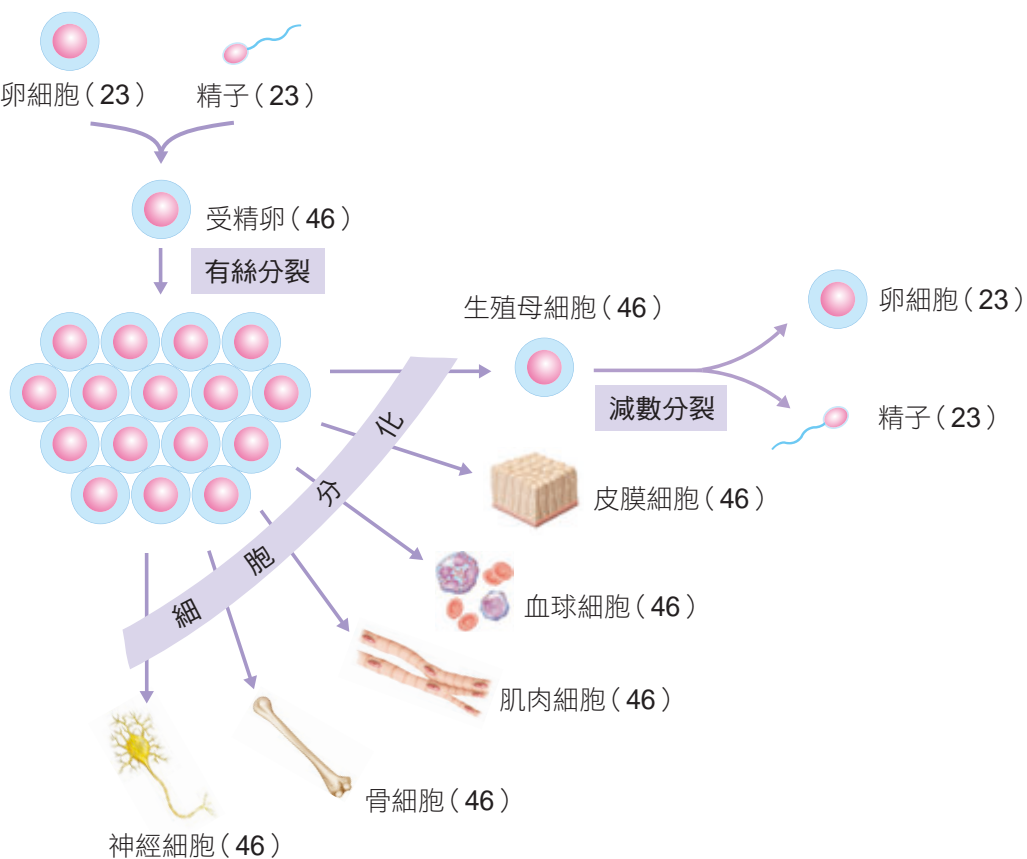


圖 4-1.10 人體受精卵經有絲分裂與細胞分化產生不同類型的細胞
(圖中數字代表染色體數目)

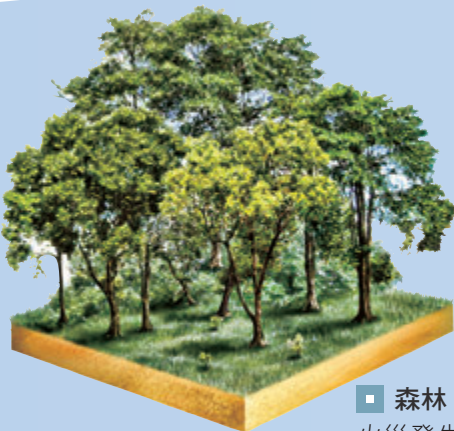
消長過程中早期出現的群集稱為**先驅群集**，如廢耕農地中初期長出的雜草。先驅群集中的物種通常具有如下特性：生命週期較短、可產生大量子代、能快速散播等，這些特性使其適於進入新環境拓殖。消長過程中先驅群集可能會減少或消失，逐漸被其他群集所取代，如雜草會被灌木取代。

除了在廢耕農地所觀察到的消長之外，某些地區原有的群集若受到砍伐、開墾或火災等因素的干擾，在干擾過後，也會進行消長。這類消長是發生於原來已有生物群集的環境，稱為**次級消長**。

再以森林為例來探討次級消長的過程，若有一森林發生火災，雖然大部分植物燒毀，但土壤中可能尚有根、地下莖或種子留存，附近地區的植物種子也可隨風或動物遷入，於是草本植物最早在此生長，成為先驅群集；接著灌木和喬木也會陸續出現，在歷經數十載至百餘年後，通常又可恢復為森林（圖 6-1.21）。

次級消長的過程可簡單表示如下：

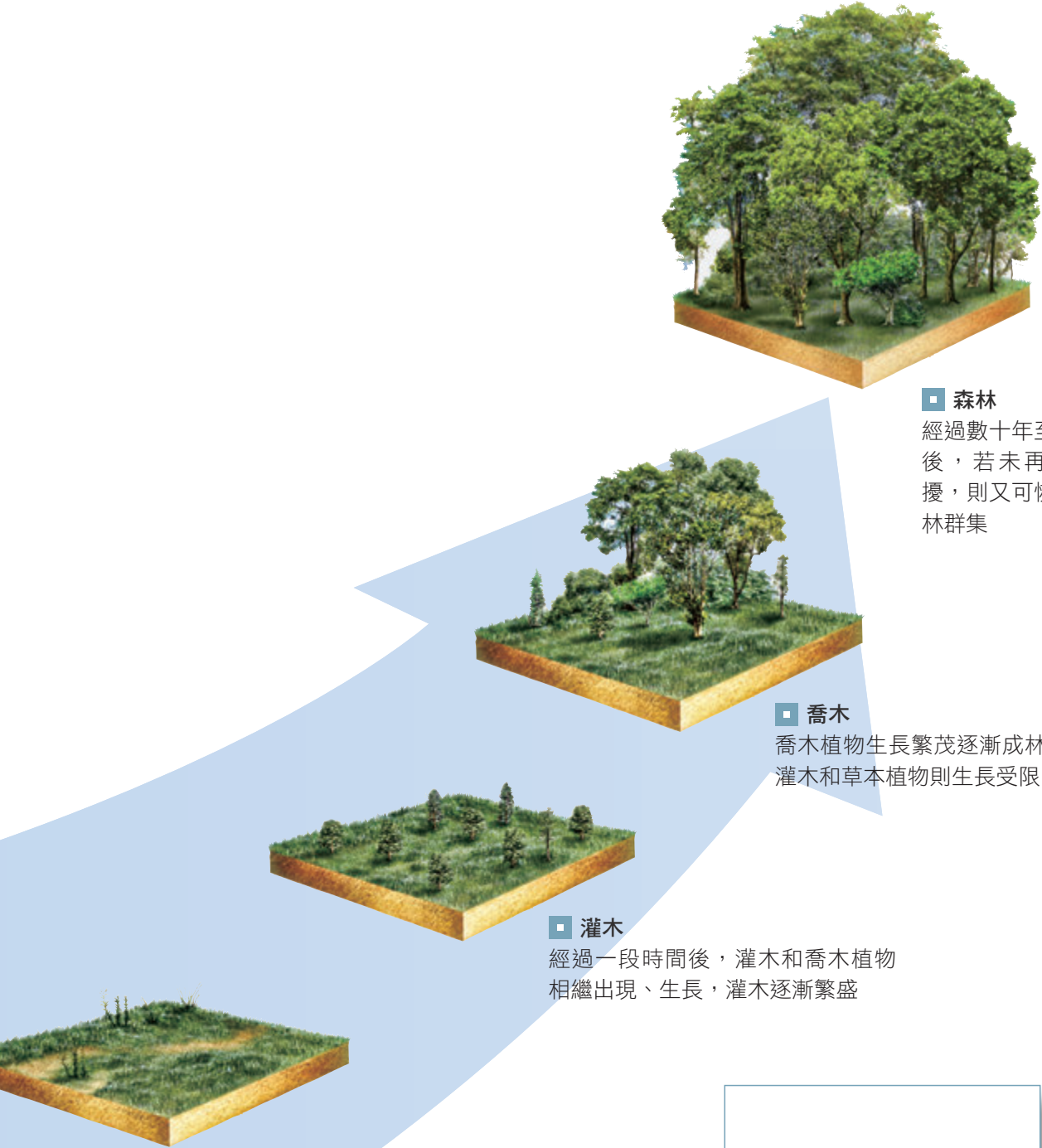
森林 $\xrightarrow{\text{火災}}$ 草本植物 \rightarrow 灌木 \rightarrow 喬木 \rightarrow 森林



■ 森林
火災發生前的森林



■ 火災
森林發生火災，地上植物燒毀，但土壤中可能留存根、地下莖或種子



■ 草本植物

火災過後，草本植物最早開始在此生長，成為先驅群集

■ 灌木

經過一段時間後，灌木和喬木植物相繼出現、生長，灌木逐漸繁盛

■ 喬木

喬木植物生長繁茂逐漸成林，灌木和草本植物則生長受限

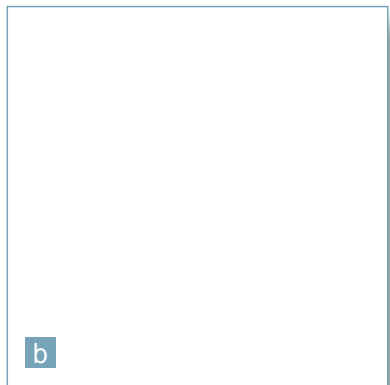
■ 森林

經過數十年至百餘年後，若未再發生干擾，則又可恢復為森林群集

圖 6-1.21 次級消長

a.次級消長過程的示意圖

b.火災後森林的次級消長

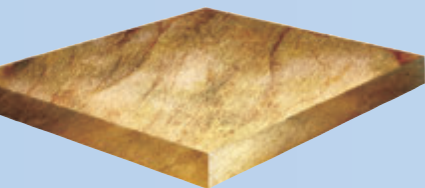
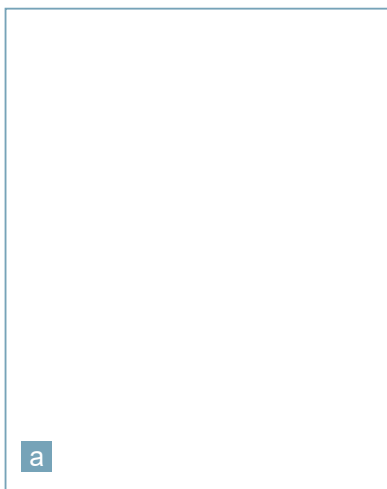


若是未曾有生物出現的新生地，也會發生消長嗎？以一個火山爆發冷卻後的熔岩層為例，此新生地既無土壤，亦缺水分和養分，對大多數生物而言，相當不利於生存，但是生態學家觀察發現，此環境仍然會進行消長。初期只有少數生物可以生活於此，如地衣及以其為食的小型昆蟲和蝸牛等，這些生物組成先驅群集。先驅群集會影響環境，如地衣會分泌酸性物質，侵蝕岩石表面，逐漸形成碎屑、土壤；土壤有利儲水，蘚苔植物便可生長。蘚苔植物生長繁盛後，便逐漸取代原有的地衣；而蘚苔植物也能留住更多塵土，使土壤和水愈加充分，於是草本植物、灌木，甚至喬木，都可逐漸萌芽生長（圖 6-1.22）。

除了火山運動所形成裸岩地區會進行消長外，地震後裸露的岩層或冰河消退後露出的礫石表面等，也會進行類似的消長。若環境條件適合，最終亦可能形成森林。這種由原來沒有生物群集的新生地開始進行的消長，就稱為**初級消長**。

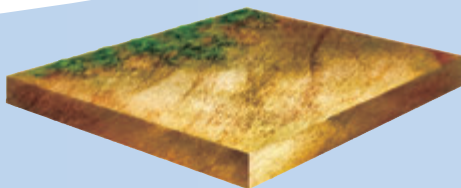
初級消長的過程可簡單表示如下：

新生地 → 地衣 → 蘚苔類 → 草本植物 → 灌木 → 喬木 → 森林



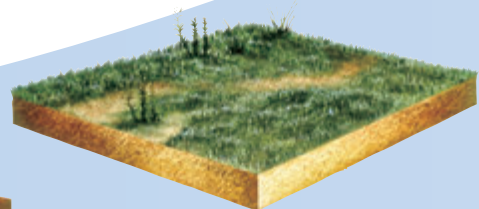
■ **新生地**

新生地尚未有土壤生成，亦缺乏水分和養分



■ **地衣和蘚苔類植物**

地衣可生存於新生地，並分泌酸性物質侵蝕岩石表面，逐漸形成土壤碎屑；蘚苔植物開始出現生長



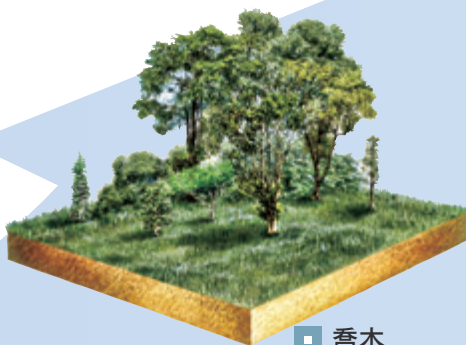
■ **草本植物**

蘚苔植物可留住更多土壤和水分，草本植物萌芽生長，逐漸繁盛



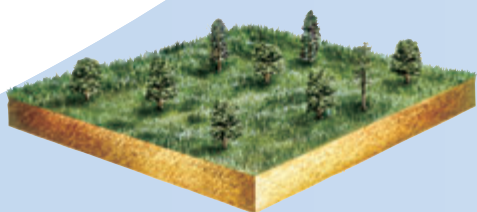
■ 森林

在環境條件適宜的情況下，喬木逐漸繁盛，與林下的灌木及草本植物等組成森林群集



■ 喬木

喬木植物開始生長壯大

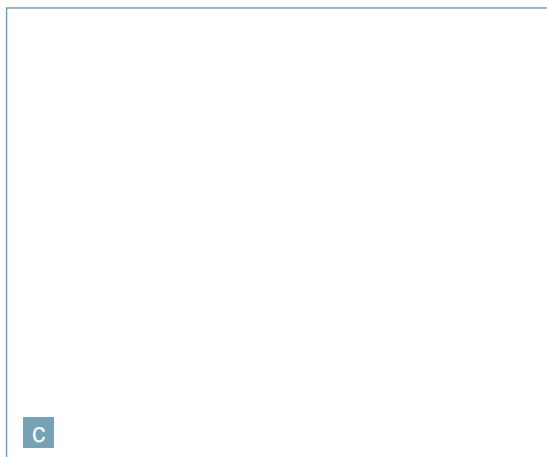


■ 灌木

灌木和喬木植物陸續出現，灌木植物逐漸增多

圖 6-1.22 初級消長

- a. 火山爆發
- b. 初級消長過程的示意圖
- c. 熔岩冷卻後的新生地



氮循環

非生命世界中的氮元素存在於大氣中的氮氣 (N_2)，土壤中的銨鹽、亞硝酸鹽和硝酸鹽 (NO_3^-)，生物體、遺體和排泄物中的含氮化合物等。生物體中的氮元素主要存在於蛋白質和核酸等有機物中。

大氣中雖有高達 78% 的氮氣，但一般生物無法直接使用，不過有些生物可進行**固氮作用** (圖 6-2.15a)，將氮轉變成氨 (NH_3)。例如：藍綠菌和固氮桿菌。固氮作用產生的氨溶於水中形成銨鹽後，便可為植物等生產者吸收利用。此外，自然界的雷電，也能將空氣中的氮氣轉變為氮化物。

銨鹽也可在土壤中亞硝化菌的作用下，轉變成亞硝酸鹽，稱為**亞硝化作用**；亞硝酸鹽再經由硝化菌的作用，轉變成硝酸鹽，稱為**硝化作用** (圖 6-2.15b)，硝酸鹽也可為植物等生產者所吸收利用。



圖 6-2.15 氮循環中的各種作用

a. 固氮作用 b. 硝化作用 c. 氨化作用 d. 去硝化作用

植物等生產者吸收銨鹽和硝酸鹽後，合成蛋白質和核酸等含氮化合物以構成體質，氮元素便進入食物鏈中逐級傳遞。生物體的排泄物及其死亡後遺體中的含氮化合物，經由分解作用可分解為較小分子的含氮化合物。

這些含氮化合物經分解者更進一步地分解，最後產生氨，此過程稱為**氨化作用**（圖 6-2.15c）。氨化作用所產生的氨，溶於水後形成銨鹽，又可為植物等生產者所利用。

土壤中的去硝化細菌在缺氧狀態下，會將硝酸鹽分解成氮氣，釋放至大氣中，此過程稱為**去硝化作用**（圖 6-2.15d）。

氮元素經生產者吸收，進入生命世界，再經由微生物的作用而釋放至非生命世界。由碳循環和氮循環（圖 6-2.16）的過程可知，在大自然的物質循環中，土壤裡的微生物扮演非常重要的角色，如果沒有微生物的幫助，物質循環是不可能完成的。

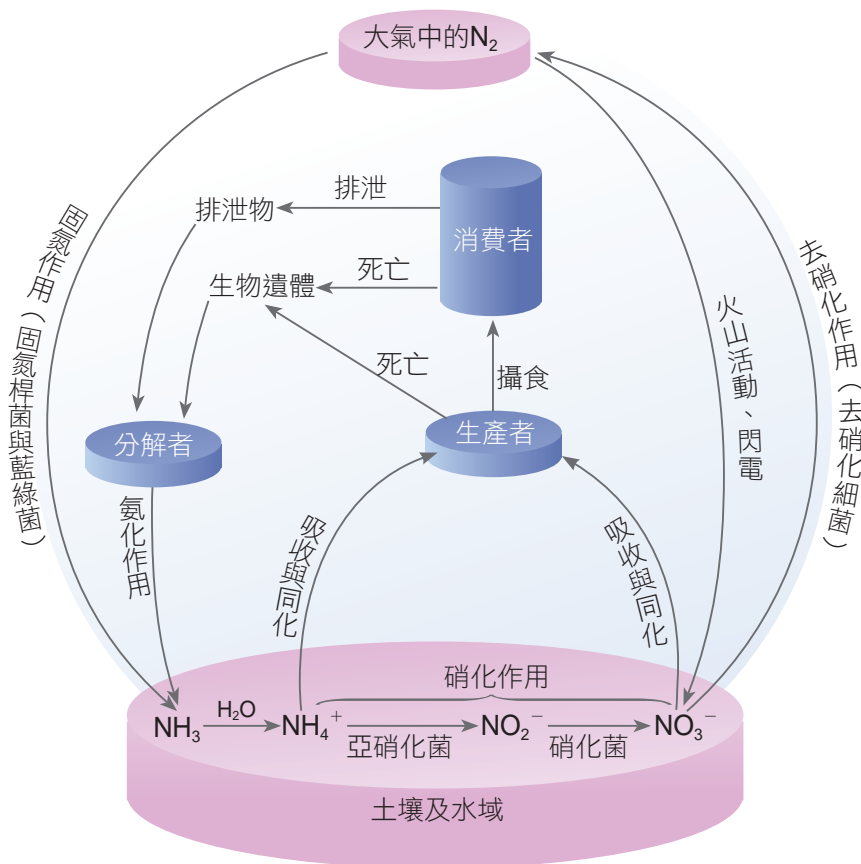


圖 6-2.16 氮循環