

# 新世代氮循環

■ 范賢娟

現代文明雖然打造出美適稱心的環境，也製造出許多高科技產品便利了人們的生活。但，你知道嗎？多少的自然界循環將因此被打亂？因為當某種物質被大量產生，甚至超過自然界所能轉化的量，其餘毒就會為害到環境生態，比如一個迫在眉睫的危機就是氮的循環。

氮是構成生物體內氨基酸及蛋白質的主要元素。在生態系中，氮主要貯藏於大氣圈，以一般生物不能直接利用的氣態氮（ $N_2$ ）態存在。大氣中的氮必須被轉變成無機氮化合物，如氨（ $NH_3$ ）或硝酸根（ $NO_3^-$ ）才可被多數生物利用。

空氣中的氮氣，價電數為零，其會經由「固氮作用」變成-3價的氨（ $NH_3$ ），在有氧氣存在的情況，氨又會經由「硝化作用」，變成+3價的亞硝酸根（ $NO_2^-$ ），更進一步轉變成+5價的硝酸根；硝酸根在加入有機物的過程中會產生「脫硝作用」變成亞硝酸根，若更進一步又會還原成氮。

自然界的氮就是以此方式循環，但在一些高科技廠的廢水中，也會產生許多的氨，如果直接將之排出，水中的氧氣會被耗損，產生亞硝酸根或硝酸根，對環境與生物都有不好的影響，而且過量的含氮物質也是造成水體優養化的元兇。

早先去除水中氮化物所用的技術會遵循上述過程，先硝化再脫硝，這種傳統方法已經被使用了一個多世紀。其基本的理論架構就是在過程中要有電子的提供者、電子的接受者，還要有碳源。

然而在50年前，科學家開始有些創新不同的想法，他們認為氮的價數在這循環過程中有那麼多種型態，能否將這些不同型態都放在一起，讓它們有的當電子提供者、有的當接收者，然後在缺氧的狀態下，藉由特殊的微生物作用以直接除氮。

這個構想在經過20年的努力後，到了1985年，科學家



厭氧氮氧化菌的外觀與枸杞很像，顏色鮮紅且呈現顆粒化表示菌的活性高。