

第五章 土壤生態保育

- 5-1 土壤生態概論
- 5-2 土壤微生物
- 5-3 土壤的守護神—蚯蚓
- 5-4 土壤生態指標
- 5-5 土壤復育
- 5-6 我國土壤污染現況

5-1 土壤生態概論

- 人類活動及其所利用的空間，是由許多有機與無機之環境元素所構成，其中最重要之環境空間即為土壤生態
- 但對於土壤環境的保育卻是近年來才逐漸受到重視的

一、土壤的定義

- 地球硬殼上面較鬆軟之部分，主要是經由有機物之腐植作用與風化作用及少部分之搬運作用而成。

二、土壤的剖面

- 地面向下直至成土壤母質的垂直剖面
- 這些連續層次所構成的剖面稱為土壤剖面 (Soil profile)
- 由地殼表層部分往下之垂直面，依序分為O、A、B、C等

1. O層上面有許多黑色之有機質層
 2. A層診斷表育層
 3. B層診斷化育層
 4. C層底土層
- C層之下則稱為未經風化的堅硬岩層，一般稱為母岩層（R層）

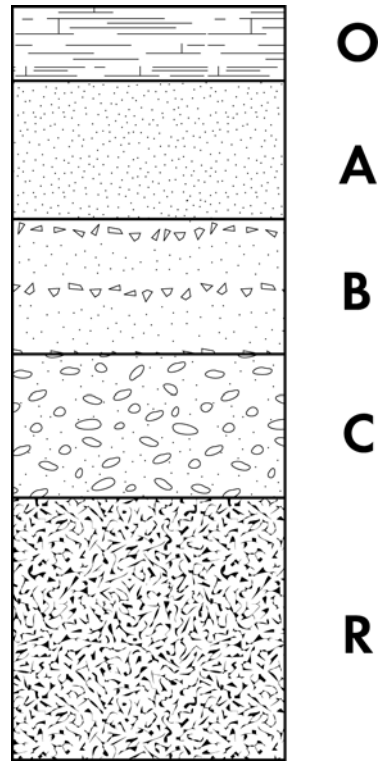


圖5-1 完整土壤之剖面

三、土壤的質地

- 是指土壤之粗細程度或土壤中的顆粒大小分佈。土壤顆粒可以分為砂粒(Sand)、坩粒(Silt)和黏粒(Clay)三類，不同顆粒比例組合而成的土壤質地

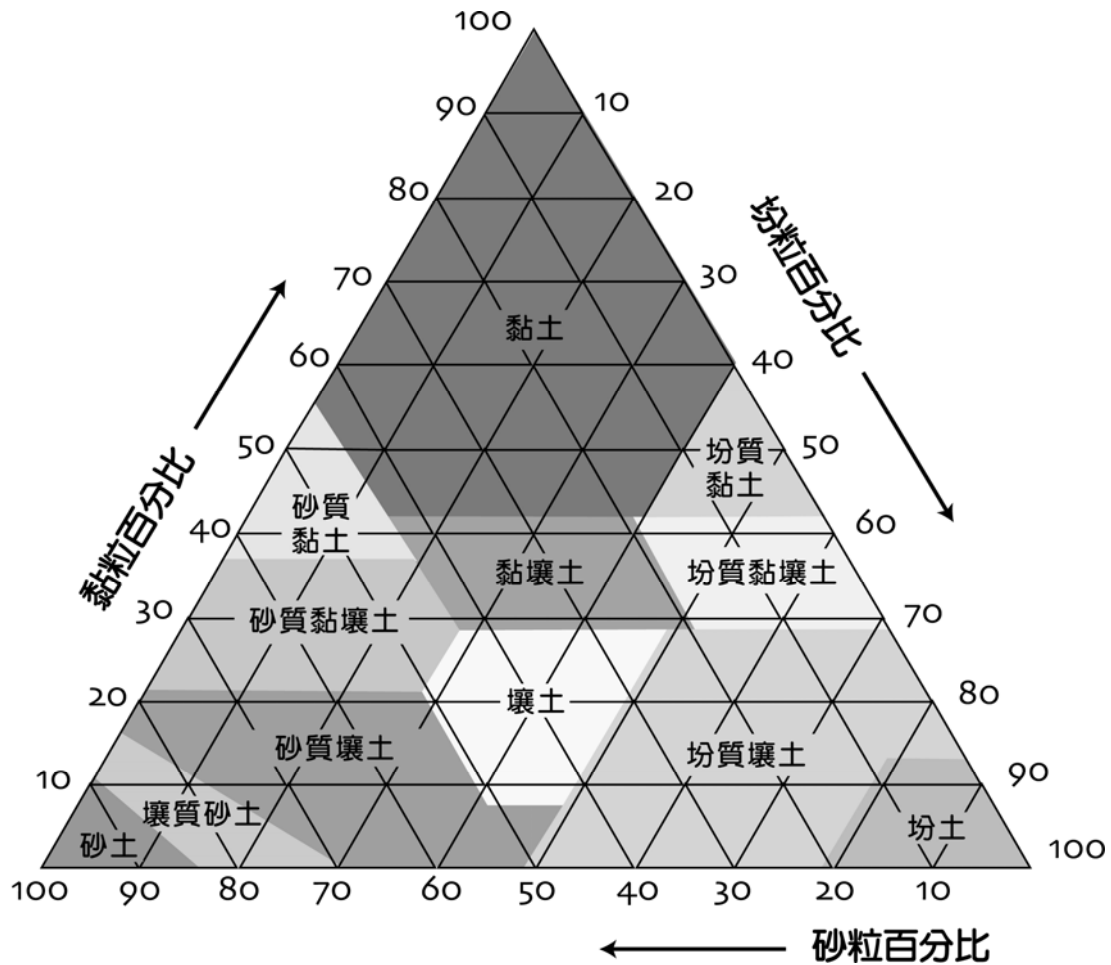


圖5-2 正三角形土壤質地分佈圖

- 「砂土」一般是指土粒直徑在2 mm以上或含砂粒80%以上，且黏粒20%以下之土壤
- 孔隙大、土質鬆軟、通氣性佳，但相對地其保水力及保肥力較差
- 「黏土」則是土粒直徑在0.002 mm以下
- 保水力強、土質緊密，但排水及通氣不良
- 「壤土」的特性則介於砂土和黏土之間是最理想之土壤

四、土壤的功用

(一) 土壤具有自淨能力

- 土壤組成要素中對於污染物去除最有效且最具貢獻者即為微生物
- 最常見的例子是10,000平方公尺排水良好的土壤層，1年約可淨化至少100公噸的有機物

(二) 土壤具有緩衝能力

- 土壤對於酸鹼度有良好的緩衝能力(Buffer capacity)
- 土壤固有之「陽離子交換能力」(CEC)

(三) 土壤可提供營養素

- 土壤肥力來源一般認為是來自動植物腐化後之殘骸—腐植質

5-2 土壤微生物

- 土壤微生物在生態系統的定位上常扮演分解者之角色
- 包括真菌、細菌與放線菌三類負責不同的除污功能
- 而在每公升腐植土中平均約有10億個單細胞原生動物、3萬隻線蟲、2萬隻輪蟲、500隻蚯蚓

一、碳循環

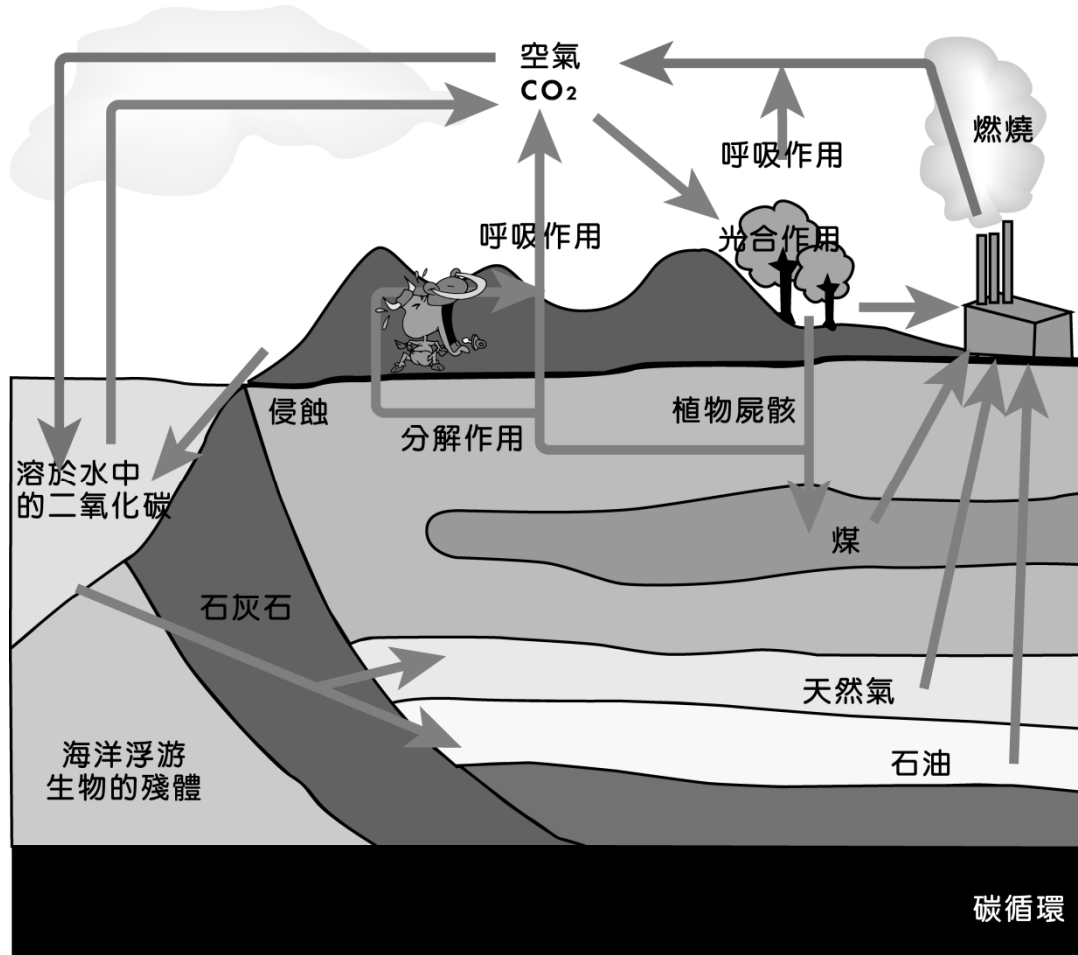


圖5-3 自然界之碳循環

二、氮循環

- 常見之氮循環包括五大作用：礦化（氨化）、同化（合成）、硝化、脫氮及固氮作用

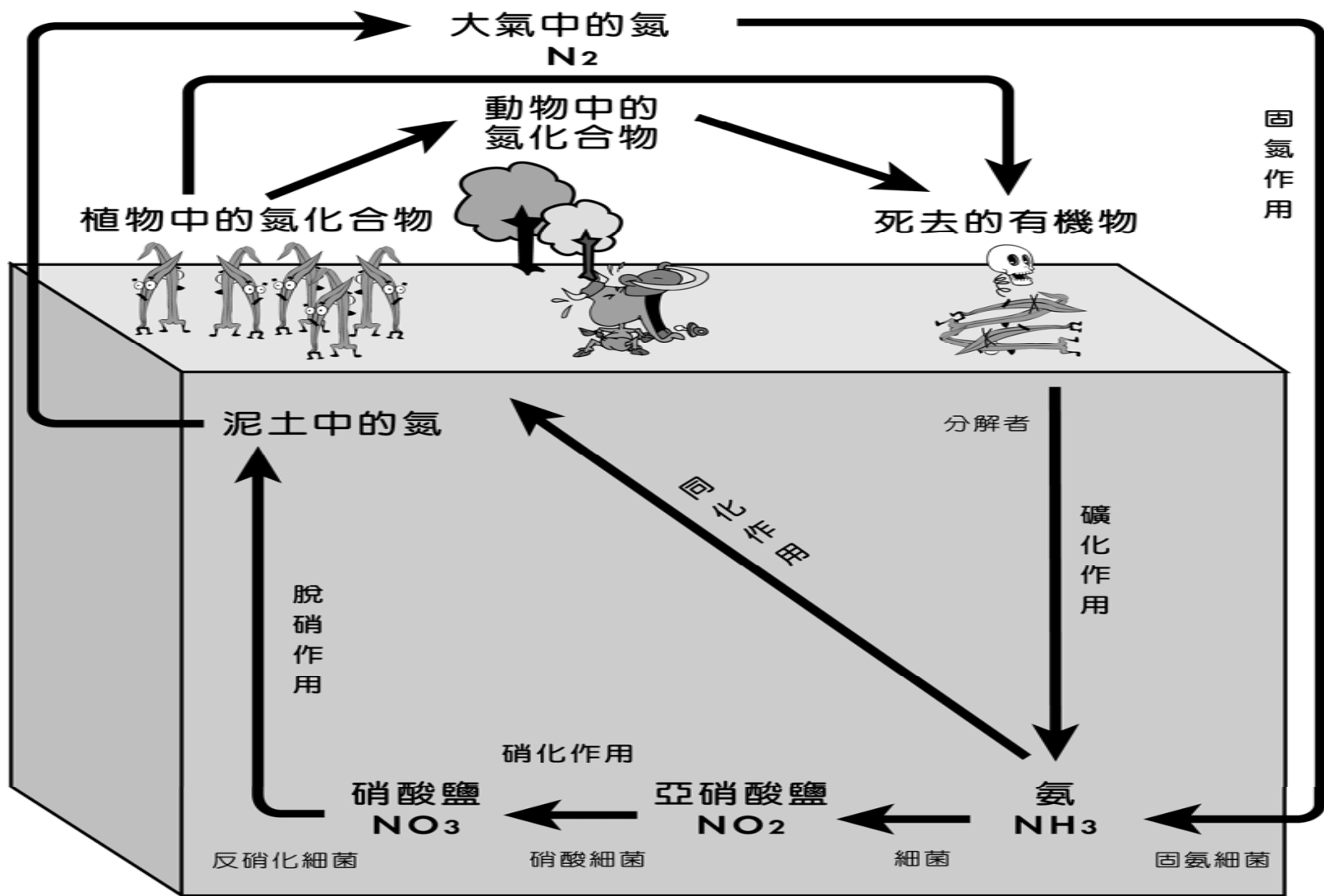


圖5-4 自然界之氮循環

三、硫循環

- 自然環境中的硫循環一般包括四大作用，分別是礦化、同化、硫氧化與硫還原作用。而與其相關之土壤微生物則包括：光合硫細菌、硫氧化菌與硫還原菌三類。

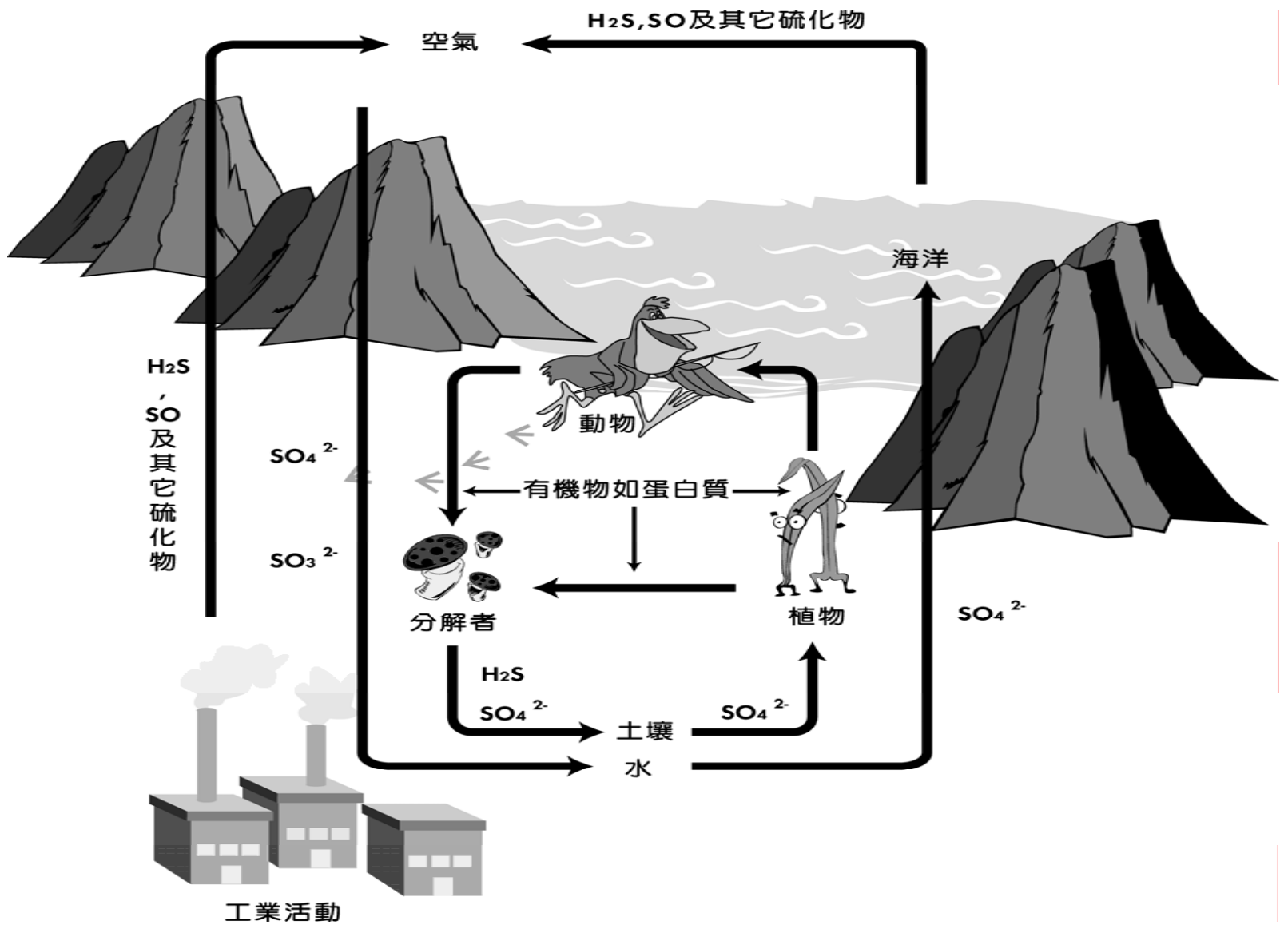


圖5-5 自然界之硫循環

5-3 土壤的守護神—蚯蚓

- 由農業或土壤生態的角度來看，蚯蚓被認為是土壤中最重要生物
- 除此之外，愈來愈多之學者發現蚯蚓似乎擁有預知地震之能力

一、蚯蚓的習性及其生態效應

- 一般生活於通氣坑道，最怕浸漬於水中，主食為腐植性有機物，由於消化後可排出腐植質提高土壤肥力，蚯蚓一般可藉由疏鬆土壤、翻動土壤、改良土質及對土壤施肥四種作用，而有助於土壤肥力
- 蚯蚓經消化後排出之土壤，性質疏鬆、含水量高、空氣量高，菌數可增加超過30%

二、蚯蚓大量離洞現象

- 過去在台灣特別是屏東及高雄等地，常常發現地震發生前夕，出現駭人之蚯蚓離洞現象，這些現象被一般民眾認為是蚯蚓擁有「預知地震」之能力

1. 外在環境因素

(1) 自然因素：大雨數日後的清晨，蚯蚓大批離洞而死於地表的現象是最常見的。

(2) 人為因素：由於人類任意棄置一些有害廢棄物，將導致土壤環境受到嚴重的破壞

2. 內在本身因素

(1) 族群效應

(2) 生理效應

三、與地震的關係

- 動物因地震而產生的異常行為，稱為「地震動物異常行為」(Seismic animal anomalous behaviors, SAAB)。
- 其中被研究過的動物包括：
 1. 哺乳類：海獅、河馬、鼠。
 2. 鳥類：企鵝、麻雀、鵝等。
 3. 兩爬類：蛇、龜、鱷魚。
 4. 魚類：泥鰍、大肚魚、金魚。
 5. 昆蟲：蠶。
 6. 環節動物：蚯蚓
 7. 軟體動物：蛤、蜆

- 以棲息於土中的蚯蚓為例，其大量離洞與地震之關聯性可由幾個不同之角度來觀察。

1. 地磁與地電流的變化

2. 土壤的變化

5-4 土壤生態指標

- 灌溉用水引用不當常會導致不預期之土壤污染問題，常見之問題
 1. 聚鹽作用(Salinization)
 2. 鈉化作用(Sodication)
 3. 鹼化作用(Alkalinization)

表5-1 常見之生態指標、意義與量測之公式

生態指標	意義	公式
導電度(EC)	EC>2.25，表示灌溉水鈉化嚴重	
鈉吸收率 (比) (SAR)	SAR>20，表示土壤鈉化嚴重	
殘餘碳酸鈉 (RSC)	RSC>2.5，表示灌溉水鹼化嚴重	$RSC = (\text{CO}_3^{=} + \text{HCO}_3^-) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$
陽離子交換能力 (CEC)	100克土壤所能被置換陽離子的毫當量數	$CEC = \text{陽離子總量} - \text{陰離子總量}$
殘餘鹼度		$\text{鹼度} - 2(\text{Ca}^{2+}) - 2(\text{Mg}^{2+})$

5-5 土壤復育

- 直到民國89年2月2日頒布施行「土壤及地下水污染整治法」，使環境保護工作邁入另一重要之里程碑
- 法規中對於土壤污染所下之定義為：指土壤因物質、生物或能量之介入，致變更品質，有影響其正常用途或危害國民健康及生活環境之虞
- 針對土壤污染的復育，已發展出各類物理、化學、電化學及生物的方法表5-2

表5-2 常見土壤復育技術

物理化學法		電化學或熱處理法		生物法	
現地	離場	現地	離場	現地	離場
固化	固化	電動力 分離法	玻璃固化法	植物穩定法	土地耕種法
添加土壤 改良劑	土壤清洗	玻璃固化法	燃燒法	植物復育	自然衰減
土壤氣體 萃取	化學溶劑 萃取		熱解法	土地耕種法	植物穩定法
深耕翻轉 ／混合自 然衰減法	化學氧化		熱脫附法		添加土壤改良 劑（微生物）
土壤淋洗	粒徑分離法				

一、客土法

- 排土客土法
- 翻土法
- 受污染之土壤1公頃，大概要客土大約2,000公噸

二、淋洗法

- 利用澆灌大量的水，使污染物被滲濾至土壤下層

三、植物復育

- 植物利用金屬硫蛋白(Metallothionein, MT)與金屬螯合素(Phytochelatin, PCs)兩種酵素，同時處理多種重金屬
- 目前應用芥菜進行植物復育之案例較多

四、生物復育

1. 現地生物復育

2. 非現地（離場）生物復育

- 目前工程化之生物復育技術，一般可分為三種，生物刺激、生物強化與生物氣提（通氧）法。

5-6 我國土壤污染現況

- 依據最近研究顯示，台灣地區約有一千多公頃農田遭受銅、鋅、鉻、鎘、鉛、汞、砷、鎳等八種重金屬污染之威脅，其中已有19個縣市之表土含量已達第五級重金屬污染標準。其中污染較嚴重之區域包括：彰化、桃園、新竹、高雄與台南一帶

- 台灣重金屬污染之途徑包括

1. 工業廢水污染灌溉用水，再經引灌至農田
2. 工業用地操作滲漏或廢棄物不當掩埋