

## ●美國篇

# 還我清淨大地

## 環境污染的生物療補



乾淨的青山多麼嫵媚(蔡昌里 攝)

工業的發展給人們帶來了方便與享受，但它也常帶來環境的污染。人們使用石油作為能源，但石油的運輸與使用過程中，常會污染了海岸與大地。三氯甲烷與多氯聯苯在化學工業上，是很常用的化學物品，它們的使用，也常造成對土壤及地下水的污染。在以往，人們若不是讓這些污染長期存在，危害居住環境，再不然就是把污染的土壤、地下水移

除，由一個地方送到另一個地方，對大地來說，相當於從左手交到右手。

### 以生物破解石油

隨着人們對環境污染的重視，科學家們也努力尋求解決污染之道。生物科技研究者想到，利用自然界中的微生物，如細菌和微類來分解這些污染物質，這種環境污染的“生物療補”有下列數種方式：

一在污染的處所添加微生物所需的養份與氧氣，以促進

在污染地區微生物的活動，進而消化污染質。前幾年阿拉斯加州沿岸石油的污染，阿克桑石油公司及美國的環保局曾用這種方法來補救。

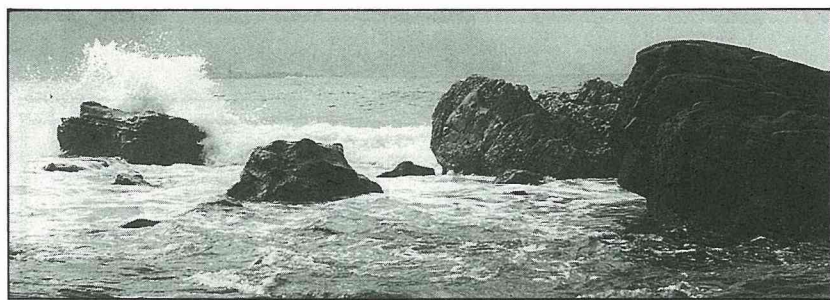
二在污染的處所添加新種類的微生物，尤其是添加對污染物質有強烈分解能力的細菌，這個方法也叫做“生物添加法。”

三使用基因重組過後的細菌，這類細菌可以分泌有效的石油界面活性劑，把石油乳化成小微粒以溶化於水中。由於

釋放這種基因重組過後的細菌到大自然，可能影响到自然界的生物平衡，因而受到一些人們的關切與反對。針對這種阻礙，科學家們進一步的研究，認為可以在實驗室中大量培養這類細菌，以製造石油的界面活性劑。這種由細菌產生的石油界面活性劑，比起化學合成的，不但效力強，而且不具有毒性。實驗室的資料，已顯示它可以在短時間內破解原油。

### 縮短污染新科技

今天，海岸的石油污染已受到人們廣大的重視，尤其是最近海灣戰爭中，有意無意中造成的海岸石油污染。若讓這些污染在大地上任其自然風化



美麗的海岸沒有污染(蔡昌里 攝)

，則至少需要27年才能恢復原狀。科學家們認為，如果使用生物療補技術協助可以把時間由27年以上，縮短到5年之內。雖然生物療補方法對環境污染的恢復極有幫助，可是當地阿拉伯和科威特政府的決策人員還是有點猶豫，因為生物療補究竟還是新的科技。

科學家們認為用生物療補方法去除海岸的石油污染，其及時性是相當重要的。因為海灘上的石油經過自然力量的風化，會變硬，變硬之後，微生物就不易混入，使其活動受到阻礙，而影响到效果。

### 墨西哥灣見成效

1990年美國南部墨西哥灣的石油污染，負責處理的環保公司就使用生物療補法，以消防帶把帶有特別細菌的液體，噴洒在污染的石油上面，這些細菌多分離自原油或漏油地區的土壤中，也有的細菌收集自極冷的南北極與極熱的赤道地區。

這些細菌可以消化石油，也就是碳氫化合物，把石油轉化成二氧化碳、水和有機質。在所噴洒的細菌懸浮液中，添加了細菌活動所需的無機養分，如磷、氮和其他微量元素。此外，還添加玉米澱粉，作為微生物生長的基質。

### 尋找適當微生物

生物療補除了用在清除海灘上的石油污染外，它也可以用來清除土壤或地下水中的某些有毒的污染質，比如說是工業界中常用的而造成污染的其他碳氫化合物、三氯甲烷、多氯聯苯等。含氯多的化合物毒性特強，在自然界很不容易被

分解。對三氯甲烷污染的地下水，在以往只有把它抽取後，再把其污染質以化學或物理方法處理，貴而且不切實際。

這幾年，生物科技學者發現有些可以分解甲烷的細菌，它可以同時分解三氯甲烷，這對三氯甲烷污染的大自然可說一件好消息。用這種“共同代謝”現象，生物科技工作者認為若要分解土壤中的三氯甲烷，我們只要在土壤中添加無害的甲烷給那些細菌就可以了。“共同代謝”分解了甲烷，同時也分解了三氯甲烷。

關於多氯聯苯，生物科技學家發現先用某些厭氧菌來分解，再配合另一些好氧菌的作用，可以清除河川及地下水中的多氯聯苯污染。

對河川的重金屬污染，早期研究人們就想到利用水生植物如布袋蓮等，把這些金屬吸收，而且成果相當不錯。

### 養分輸送待突破

大地的生物療補，最大的困難，不在於尋找適當的微生物，而在於提供這些微生物活動所需要的養份到土壤之中，如何把氧氣與養份送到地層下，給這些微生物使用，是技術上尚待突破的問題。此外，還要注意土壤中的水份。水的存在，減低了土壤中氧氣的供應，因為氧氣在水中的溶解度相當的低。另外，土壤的酸鹼值、地型等因素，也會影响到大地的生物療補效率。

雖然大地的生物療補有它的限制，它的效率尚待提高。可是這種生物療補的技術，正是給人們提供了還我清淨大地的希望。