

曾幾何時，
我們美麗的海岸線
不斷的縮減，
熟悉的防風林
不再，
溼地也漸次
消失了，
換來的卻是
海邊巨大突兀
的消波塊，
以及層出不窮的
山洪氾濫、
海水倒灌與
土壤鹽化等
驚心動魄的畫面；
究竟他山如何搶救
他們失去的
地平線，
或許可供我國
攻錯之用…

重拾失落的地平線—台灣地層下陷問題之探討《系列四》

國外借鏡

地層下陷知多少？ ——他山之石

朱美琴

前言

生長在台灣這個海島型的國家中，到海邊戲水、看夕陽，到漁村吃海鮮、買漁產，或到鄰近海邊的溼地觀賞紅樹林、招潮蟹或彈塗魚，相信是很多人愉快的經驗。然曾幾何時，我們的海岸線不斷地縮減，防風林不見了，溼地漸漸地消失了，連靠近海邊的房屋與橋樑都有下陷的跡象。為防止海浪

的侵蝕，我們看到海邊堆砌著許多巨大的消波塊，但洪水氾濫、海水倒灌、土壤鹽化仍屢見不鮮。到底是什麼因素造成這種結果呢？我想許多人都已經知道答案了，是「地層下陷」。

其實地層下陷的問題不只是發生於台灣，許多國家自二次世界大戰之後，由於經濟的蓬勃發展，大規模的土地開發、地下水超抽與採礦

等活動，也出現地層下陷的問題。地層下陷不但改變原來地形環境，減少地下水體涵水容量，也破壞當地基礎設施，帶來嚴重的社會及經濟衝擊，嚴重者甚至威脅到當地居民的生命財產與城市的存亡。儘管地層下陷造成的衝擊相當大，加上其通常具有不可回復性，一旦下陷就很難再回復到原來的風貌，但由於地層下陷並非立即性發生，故在發生初期常為人們所忽視。面對愈來愈嚴重的地層下陷問題，近年來各國相繼投入大批人力、經費進行相關的研究，使得大眾對地層下陷的成因及防治策略有更深入的了解。本文乃就日本、美國及義大利地層下陷的問題、成因以及其防治策略進行探討，以做為我國未來防治地層下陷的參考。

研究顯示審慎的使用地下水是讓地層下陷最快回復的方法，包括以天然或人工的方式來平衡地下水的水文，而不需全面禁止地下水的抽用。

各國地層下陷的概況與防治策略

（一）日本

自二次大戰以後，日本由於經濟的高度發展，需水量大幅增加，原有之地表水不敷使用而大量抽取地下水，造成地層下陷和地下水鹽化的問題。八〇年代地層下陷區即達40處，有些地區甚至低於海平面，較嚴重的地區為Koto、Osaka及Nobi Plain，其中又以鄰近東京的Koto地區最為嚴重。

Koto地區地下水的超抽造成東京部分地區嚴重地層下陷，因此，政府必須採行許多措施來預防洪水的發生，包括不斷加高河堤、興建圍牆包圍整個低於漲潮線的地區以及興建水閘來防止低溼地區進水。此外，自六〇年代初期，日本政府開始限制某些地區的抽水及鑽井活動。這些措施再加上東京地區產業抽水量遞減，近年來已使得地層停止下陷，甚至有回升的跡象，然回升的比例非常的小，目前該地區還需不斷地抽水或進行大規模填土工程以避免水患。即使

如此，颱風或地震依然讓當地飽受水患的威脅。

針對地層下陷的問題，日本政府特別立法來進行規範，在六〇年代先後訂定「工業用水法」和「建築物用地下水限制抽取法」，對特定地區之工業用和建築物用地下水加以規範，前者主要規範以替代水源的供給來減少地下水的抽取，而後者則在限制較大建築物抽取地下水來供冷氣或其他非飲用目的之使用；二者皆對特定地區較具規模之工業及建築物用水的取水「水井」之截面積加以規範，並由縣政府發給執照，對於未取得執照者處以罰鍰或監禁。而在Nobi Plain地區，政府還明定水井的深度、管線口徑、抽水機的馬力以及每日最高抽取量。此外，日本政府也積極尋找其他地表水來源以替代地下水之使用。

（二）美國

美國各州幾乎都面臨地層下陷的問題，又以西南部最為嚴重。西南部各州因為長期乾旱，地表水普遍不足，二次世界大戰後都市的擴展使得水資源需求不斷地增