

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

台灣劣化土地環境之鑑定、整治及復育策略研究--總計畫  
暨子計畫一：台灣劣化土地環境(採礦跡地)之鑑定、整治  
及復育策略研究(I)  
研究成果報告(完整版)

計畫類別：整合型  
計畫編號：NSC 95-2621-Z-002-007-  
執行期間：95年08月01日至96年07月31日  
執行單位：國立臺灣大學地理環境資源學系暨研究所

計畫主持人：王鑫  
共同主持人：賴進貴、李建堂、溫紹炳  
計畫參與人員：碩士級-專任助理：許玲玉  
                  博士班研究生-兼任助理：李盈林  
                  碩士班研究生-兼任助理：許立志

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 96 年 11 月 01 日

# 臺灣劣化土地環境（採礦跡地）之鑑定、整治 及復育策略研究（I）

## Degraded and Mined Land Studies in Taiwan (I)

王 鑫\* 許玲玉\*\* 白中科\*\*\* 王曉鴻\*\*\*\*

### 摘 要

土地是人類最珍貴的資源。然而，由於人類迅速開發土地資源及對土地需求的遽增也導致了土地資源的劣化。「劣化土地」可對比於國土復育條例(草案)中之「國土復育促進地區」，係指自然生態環境嚴重劣化，急需復育之地區。國土復育條例(草案)中，有許多條文國土復育促進地區之復育和永續發展有關，因此有關國土復育促進地區的復育、規劃和經營，如何進一步的予以落實，是現今非常重要的課題。採礦活動即是造成土地資源劣化的因素之一。此外，國人對於停採礦區較少給予關注，更未能進行有效的環境監測。以致於在採礦活動停止後，大多停採礦區常被棄置或任其荒廢。有時更因為自然災害，而導致礦區鄰近地區居民生命財產的損傷。甚至也有不肖人士在上述地區任意棄置廢棄物……等，對土地資源造成二度傷害！本研究擬分三年，主要研究工作為：回顧國內、外土地劣化復墾相關文獻，以及進行石灰石（壽山，半屏山，大、小崗山，和平，南澳、崇德）、煤（菁桐，新平溪）、硫磺（大油坑，煨子坪）、台灣玉（壽豐）、蛇紋石（壽豐）等礦藏的礦區野外調查。最後並以壽山，半屏山，大小崗山等地區的石灰石礦區作為研究區，並將配合其自然環境特性，考量適當的技術，依序探討國內上述礦區的鑑定，再針對前述的礦區遴選出具代表性的區域進行復育、規劃、以及經營管理等研究，期達到自然資源永續利用的目的。

**關鍵字：**劣化土地，鑑定，復育，復原，環境監測

### 前 言

土地是我們最珍貴的資源之一。我們需要土地來建造家園、工業與公共建設；土地提供的土壤讓作物得以生長，提供開放空間與原野綠地供人們遊憩，讓自然的陸域生態系統得以茁壯成長，並保存了未來所需的基因資源。人們生存所需要的水、礦物與能源都取之於大地。在土地上，我們儲存水分，也堆置廢棄物。地面上的植被除了扮演著「大地之肺」的角色，清靜地球上的空氣之外，同時讓我們得以控制家禽家畜、野生動物、和農林產物的生產率。由於土地利用改變了地表上絕大部分地區的本貌，因此很難界定出那些地區的植被沒有受到人類活動的影響。

越來越進步的土地開發方法使得土地資源逐漸變得枯竭，然而人們對土地需求的遽增也

---

\* 台灣大學地理環境資源學系教授。

\*\* 台灣大學地理環境資源學系研究助理／成功大學資源工程研究所博士候選人。

\*\*\* 中國地質大學(北京)土地科學技術學院院長。

\*\*\*\* 南華大學景觀系講師。

無可避免的導致了土地資源的退化。土地資源的退化不僅對生活在此地的民眾造成危害，對下個世代也可能造成相同的結果，因此積極進行土地復墾即是政府現階段應該推動的工作，藉此使土地能達到永續利用的目的。安全的以及生產性的再次利用退化的土地是達成永續土地利用的中心目標，也是本研究的主題。

近來，行政院大力推動的“挑戰二〇〇八計畫”——國家發展重點計畫（2002~2007）中，第九項即是「水與綠建設計畫」。其中，又特別強調「地貌改造與復育」。事實上，在這項工作中，不但包括了國土規劃、生態復育及造林、生態治河親水建設、海岸生態復育及環境改善及城鎮地貌改造等，更揭示政府在國土景觀生態資源維護上的決心。

台灣不僅有廢棄的營地，還有許多停採礦區、廢耕地、畸零地、被污染而廢棄的土地（包括工業區、農地等）、甚至還有未登錄地。同時，低度利用和降限利用的地方也不少。這些地方都需要復育土地並賦予新的生機和希望，使上述閒置、廢棄的土地得以再利用，進而達到「土地資源的永續利用」目標。

### 礦區的環境破壞

大部分的礦產都蘊藏在地底下。因此，礦產的開發、利用也就不可避免的要占用且影響大量的地表；更因此造成原有環境的嚴重破壞，引起一系列的環境問題。例如：平原上肥沃的農田變成坑坑洞洞的，有些地方甚至變成了“千島湖”、“毒龍潭”；塵土飛揚、廢水、廢氣滲溢；礦區地下水位下降、含水層枯竭、水體消失，井泉乾涸；山體滑坡、土地荒漠化加劇……等等。又由於礦床位置固定，礦區就無法像其它工程建設那樣具有選擇性。因此，往往造成難以避免的環境問題。為了能有效地利用與開發礦產資源，又能兼顧生態環境的保護，有關礦區生態環境的整建、復育（reclamation）就成為礦區開發核准前、生產甚至停採後一項相當重要的工作。

根據林奴嬪(1988)的研究，台灣地區的採礦區多為地表採礦方式。這些採礦行為都嚴重破壞了土地生態系統，造成土地資源的損失。目前某些礦區受到管制，面積及可開採量不大，各開發公司正積極尋找其他礦源或申請增加設定礦區的面積。此外，河川砂石可開採量日漸減少，因而也轉向開採陸上砂石。由此看來，日後勢必有更多面積的土地，將有地表採礦開發引起的問題。

台灣地狹人稠，可供利用的環境空間有限。上述問題，不但影響、破壞自然環境景觀，同時也關係著國人整體的生活環境品質。本研究擬探討如何透過適當的復墾技術，針對採礦跡地進行再利用，期使這些礦區得以「活化」起來。

### 採礦跡地的定義

本研究所稱的「採礦跡地」，是指依據礦業法的規定，意指某一礦區其設定採礦權的期限已滿，且未再展延該礦區採礦權的期限，並已經停止開採活動的礦區。

### 地景復育的意義

一般所指的“環境資源”，乃是指影響人類生存和發展的各種天然的和經過人工改造的自然因素的總體，包括大氣、水、海洋、土地、礦藏、森林、草原、野生動物、自然景觀、人文史跡、自然保護區、國家公園、國家風景區、風景區、城市和鄉村等。人類對土地的需

求日漸增加，然而不當的利用卻也持續的導致土地的惡化(the degradation of land)。不幸的，這些土地惡化的情況不僅危害到使用或接近這些土地的人們，甚至禍延下一代。事實上，人類活動不僅改變了自然景觀，也創造了人文景觀。所以人類活動是無法從景觀中惕除的。當人口增加、經濟高度發展後，被視為上天賜予的免費自然環境，就必需要付出十分可觀的代價才能保有，同時人類也逐漸意識並發現到復原那些遭受損害的土地(the restoration of damaged lands)的重要性。由於礦區開發對於土地的破壞量最大且最顯著，並有可能引發其它的污染和災害，所以有關採礦跡地的復墾理所當然的成為核心問題。

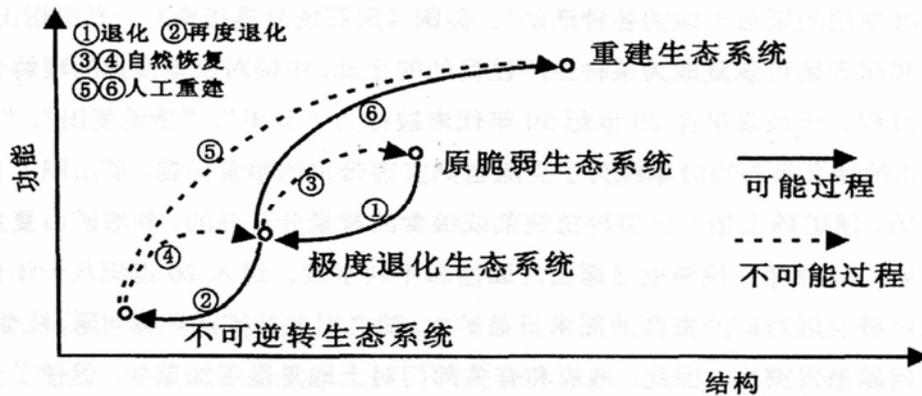


圖 1： 礦區生態系統的退化、恢復和重建（白中科，1999）

### 名詞定義

在英文中，“整建”和“復育”都常用“reclamation”表示。景觀復育”（landscape reclamation）乃是將基地現況改良或回復至特定型態及生產力（可進行其它型式之土地利用，並使其地形景觀及土地再利用型態能適合四周環境）（林姝嬪，1988）。

“復原生態學”（restoration ecology）是一門較新的科學，其定義有不同的看法。大多數的科學家都同意，復原生態學的目標是“有意的將某一地點重建出具有定性質的，原來的、歷史的生態系的過程”（the processes of intentionally altering a site to establish a defined, indigenous historic ecosystem）。特別強調儘量使生態系恢復到原有的組成狀態及展現其生態功能。事實上，有幾個名詞有關生態系復原或重建，要區分它們相當困難。例如：restoration（復原）：通常指透過經營手段使某一生態系恢復到原來狀態。rehabilitation（復建）：指針對受人為干擾過的地區進行復建；也就是以比較小規模的方式對受干擾嚴重的地區，進行積極的人為介入，來使生態系又恢復到一個穩定的階段。reclamation（復育）：指對嚴重受干擾的地區，進行重建（呂光洋，1999）。

成升魁（2000）將“恢復生態學”（restoration ecology）定義如下：是人類活動壓力條件下受到破壞的生態系統的恢復和重建的一門現代生態學分支科學。它是以學科的功能命名的。也有人根據這一學科的技术特點命名，稱之為綜合生態學。這些人以為，退化生態系統的恢復過程是由人工設計，而且是相當綜合，並在生態系統層次上進行的。

“恢復生態學”在一定意義上是一門生態工程學，或是一門在生態系統水平上的生物技術學。它不僅與生態學的一些分支學科，諸如遺傳生態學、生理生態學、種群生態學、群落生態學、生態系統生態學、農業生態學、景觀生態學、保護生物學等有密切聯繫，而且也與生態學的一些鄰近學科，如地理學、土壤學、農業氣象學、環境化學、工程學、生態經濟學

等保持著廣泛的學科滲透。目前，無論是由自然災變（地震、火山、泥石流等）造成的，還是由人類活動造成的退化生態系統的恢復與重建方面，都已取得了引人注目的成就。

恢復生態學在發達國家發展較早。在中國，雖然生態恢復的實踐開始得很早，且成功的例子很多，但做為一門現代學科，則起步較晚。隨著今後人口不斷增加及經濟快速發展所造成的生態系統退化問題日益嚴重，恢復生態學將會有迅速的發展和廣闊的應用前景。（孫鴻烈主編，2000。中國資源科學百科全書（上）， p. 114。）

根據 1980 年的統計，中國大陸中央部屬各類露天礦中開採復墾率不足 1%，對此已逐漸引起重視，並嚴格實行土地復墾。依照中國大陸的【土地管理法】中規定：“採礦、取土後能夠復墾的土地，用地單位或個人應當負責復墾，恢復利用”。自 1981 年 1 月 1 日起，中國大陸實行【土地復墾規定】，土地復墾實行“誰破壞，誰復墾”的政策。土地復墾工作由土地管理部門負責管理、監督和檢查。凡有復墾任務的建設項目，在其可行性研究報告和設計任務書中應有土地復墾規劃和內容要求。凡有土地復墾任務的用地單位和個人均應根據當地自然條件、土地破壞狀況和經濟合理以及與土地利用總體規劃協調一致的原則，按照土地的不同用途進行復墾，使其重新用作耕地、林地、水產養殖、人工湖或供其他生產、生活用。在城市規劃區內復墾後的土地利用應當符合城市規劃的要求。（孫鴻烈主編，2000。中國資源科學百科全書（上）， p. 292。）

目前中國礦山因開採破壞土地和尾礦、廢石壓占土地現象嚴重，據統計已超過 3000 萬畝，每年還以 30 萬畝的速度在增加中。因此，中國大陸已經公布了土地復墾規定（中華人民共和國國務院，1989），將依法加強礦山復墾的管理工作。（孫鴻烈主編，2000。中國資源科學百科全書（上）， p. 401。）

有關景觀復原(landscape restoration)這項議題，向來是景觀學者、生態學者、地理學者較少碰觸的問題。只有一些學者，如：英國的 Tony Bradshaw 及美國的 John Cairns 一直持續關心著。直到最近由於環境保護議題普遍受到各國的重視，於是有愈來愈多的學者參與這個相關領域。景觀復原(landscape restoration)的主旨(aims)乃在對於受到自然力或人為破壞的景觀再確保其安全且能供給具有生產力的再利用，以達成永續的土地使用（何武璋，1998）。

景觀復原(landscape restoration)的積極性定義是：針對一個受到自然或人為破壞的景觀空間，為確保安全且具有生產力可供再利用、達成生態系統多樣性及動態的永續使用，而進行的土地改善程序。而復育(reclamation)是將基地整復到適合當地的狀況及結構(the U. S. National Academy of Science Study committee, 1974)，可視為復原(restoration)的第一個階段(Harris et al. 1996)，且為基線(baseline)的階段。

## 國內外礦區地景復育的發展

根據林文嬪（1988）的研究，世界上第一個有關礦區復育的例子，於 1863 年發生在歐洲的 Parc des Buttes Chaumont。該區是一處石灰石礦廢棄地。從 1940 年代開始，英國就開始制定相關的法令規章推動礦區復育。然而當時的工作重點僅僅止於「綠化」。一直到了 1960 年代，英國有關單位以及民眾才開始重視土地生產力、礦區的土地再造利用和景觀生態等因素，工作目標也逐漸演變為「完成一適當的土地再利用計劃」。除了英國之外，德國、美國、加拿大、澳洲等國家，也相繼的積極推動礦區復育工作。其中美國並制定了著名的【地表採礦控制及復育法案】（田國綱，1990）。

目前在中國大陸的「土地管理法」中，規定採礦、取土後能夠復育的土地，用地單位或個人應當負責復育，再生利用。自 1981 年起，又開始實施「土地復墾規定」，要求“誰破壞，誰復墾”的政策。凡有土地復墾任務的用地單位和個人均應根據當地自然條件、土地破壞狀況和經濟合理以及與土地利用總體規劃協調一致的原則，按照土地的不同用途進行復墾，使其重新用作耕地、林地、水產養殖、人工湖或供其他生產、生活用地。在城市規劃區內復墾後的土地利用則應當符合城市規劃的要求。

## 採礦跡地復墾與再利用

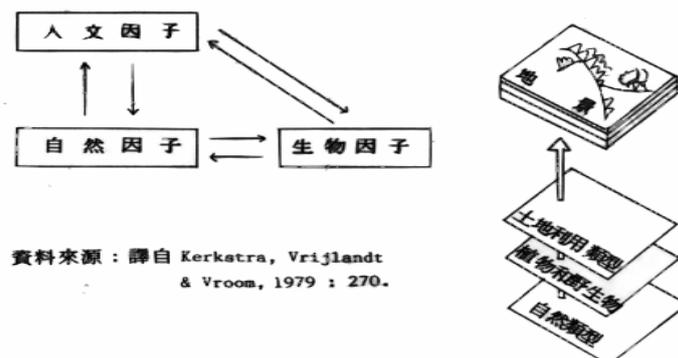
英國、德國、美國、加拿大、澳大利亞等國家，很早就有相關的法令規定，來復育土地資源。停採礦區經過地景復育而再造利用的成功案例不少，例如：奧地利——薩爾斯堡的地底鹽洞、美國西部的鬼城、英國的風景湖泊、加拿大——溫哥華的布查德花園等都是。

長久以來，當我們在從事土地利用規劃時，常常因為沒有意識到資源保育的重要，或者因為經濟成長的壓力，而只重視經濟利益；以致在進行土地利用規劃時常以需求為導向（鄭秀藝，1987）。然而，由於自然環境在地理空間上分布的差異性，致使人類的利用行為和開發活動，都具有發展潛力和限制兩項特性。事實上，適當的土地利用不但可以發揮自然環境所賦予的發展潛力，同時也可以達到善用人類所賴以生存的原動力與享受經濟成長的甜美果實。相反的，從事不適當或者是過度的土地利用，則會導致環境品質日益惡化、物種絕滅、資源耗竭、以及增加自然災害所造成的損失...等環境的負面效果。因此，環境供給面為導向的土地利用規劃，就是強調促進資源的有效利用，降低土地利用對自然環境所造成的負面效果（鄭秀藝，1987）。

通常，我們將地景分為三個因子：

- (一) 自然因子 (Physical factor)：例如岩石、土壤、水... 等。
- (二) 人文因子 (Human factor)：例如土地利用。
- (三) 生物因子 (Biological factor)：例如植物、野生物。

上述地景因子的關係以及組成的情形詳見圖 3-3。這三個因子在不同地方互相變化的結果，會產生不同的地景 (Kerkstra, Vrijlandt & Vroom, 1979)。因此，礦區的開採行為就是由人的因子影響、破壞了其它兩項因子的相互關係。同時，隨著開採方式的不同，所造成景觀的變化也不同。因此，在從事礦區復墾的時候，就是要從這三個因子來著手。然而，在此所指的天然因子包括地質、地形、水文等；生物因子則包括植物、野生物；至於人文因子，則是指人類的土地利用方法及方式 (薛益忠、何武璋，2000)。



## 圖 2： 地景因子關係圖

英國鄉村署 (The Countryside Agency) 將景觀調查中所應注意的景觀元素組成，分成自然與人文兩類，分述如表 1：

表 1： 景觀元素 (The Countryside Agency, 1999)

自然因子 (natural factors)	人文因子 (social factors)
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 地質</li> <li>● 地形/地貌</li> <li>● 土壤</li> <li>● 半自然的植生覆蓋</li> <li>● 林地覆蓋</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 土地利用 (如果園、梯田)</li> <li>● 聚落型態</li> <li>● 田野圍地型態</li> <li>● 地景的歷史面向</li> </ul>

### 1. 景觀自然因子

自然因子包括地質、地貌、水文、土壤類型與植生 (半自然的植生覆蓋、林地覆蓋) 等。地質資訊一般取自於地質調查所。坡單元構成的地貌與水系在地表上交織出不同的地表形貌，例如：起伏丘陵、高原、寬闊河谷、狹窄河谷及陡坡等地貌單元 (landform units)。地形常與地質有密切關連，因此繪圖時常將地質與地貌分區合併。土壤與植被以地質、地貌為發育之基礎，因此在土壤與植生圖上常發現其分布與地形、地貌之間的關係。所以一般在描繪景觀單元圖時，常在地質地形作一般性分類後，以土壤或植被為因子作特殊目的的分類。

### 2. 景觀人文因子

人為活動使得地景產生多樣性，主要包含以下幾個面向 (dimension) (The Countryside Agency, 1999; 李筱娟, 2001)：

- ◎土地利用 (land use)
- ◎聚落及建物的分佈與特色 (settlement patterns)
- ◎田野圍地型態 (patterns of field enclosure)
- ◎地景的歷史面向 (historic dimension)

政府有關當局 (例如：文建會或地方縣市政府文化局) 應當釐清(1)歷史地點、(2)歷史結構物、(3)歷史物品 (它和結構物的區別，在於它通常可以被移動)。這三類的文化資源。同時，在維護這些資源的時候，應當採取保存、復原、或重建這三種方法中的一種 (或多種)。

1. 保存(preservation)——這種方法牽涉到採取適當的措施來維持某個地點現有的地形和植被狀況，並維持某個物品或結構物現有的形狀、完整性、和材料。必要時，它也可以包括起初的穩定措施以及持續不斷的維護工作。
2. 復原(restoration)——這種方法牽涉到恢復某個地點在歷史時期的外貌，或恢復某個物品或結構物的形狀和細部構造 (藉著除去不相容的自然或人為添加物，以及補上殘缺的部份)。對於結構物，可以做內部復原或外部復原；也可以做部份復原或整體復原。
3. 重建(reconstruction)——這個方法牽涉到精確地複製某個物品或結構物，包括整個複製或部份複製。

所有的文化資源都應該予以保存，除非我們已經確定（根據歷史保存規定的相關的程序）某一特定資源不需要被保存。因此，在做任何其它經過批准的處理措施之前，或者在做好復原或重建的工作之後，必須實施保存處理。

#### \*歷史地點

(一)保存——在下列這些狀況下，應該保存歷史地點現有的外貌。

(二)復原——實施歷史地點的復原工作，通常是為了恢復該地點在歷史時期的地表及植被的外貌。

## 土地復育規劃

根據【**國土復育條例草案**】第二十二條下列地區得劃定為國土復育促進地區，並進行復育工作：

- 一、土石流高潛勢溪流影響危險地區。
- 二、嚴重崩塌地區。
- 三、超限利用土地集中之地區。
- 四、嚴重地層下陷地區。
- 五、河川有生態環境退化或危害河防安全之虞地區。
- 六、生態環境已嚴重破壞退化地區。
- 七、遭違法占用之地區。
- 八、其他對國土保育有嚴重影響之地區。

本計畫預定分三年進行，現階段的工作主要是針對台灣劣化土地環境之採礦跡地進行鑑定研究；接著進行停採礦區之復育及資源再利用規劃之研究，最後則是進行停採礦區的永續經營管理策略的研擬。

### (一)土地復育規劃應遵循的原則

為了達成土地永續利用與發展，對於那些遭受人為破壞而廢棄的土地，以及受到各種污染或因為自然災害所造成破壞廢棄的破壞的土地，宜儘速進行土地復育規劃。然而，在從事此一規劃工作時，應遵循下列各項原則，才能達到土地復育的成效。

- (1) 在進行土地復育時，要確實本著「宜農則農，宜林則林，宜牧則牧，宜建則建」的原則，將遭受人為破壞的土地予以整治、恢復、再利用，並運用科學、合理的方法確定其最佳土地再利用的方式，也就是要因地制宜，並且要從實際出發。
- (2) 規劃時務必要切實際，同時也要能夠實行，並且也要具有科學性和可行性。最重要的是要把握「整體利益重於局部利益，長遠利益優先於近期利益」的原則。
- (3) 土地復育應該要和生產、建設統一規劃，並做合理的安排，同時也要配合生產情況，逐年實施。
- (4) 土地復育規劃要與土地利用整體規劃、城鄉規劃以及礦區規劃等相互協調，確實做到符合區域建設計畫，有利生產，方便生活、美化環境，並促進生態的良性循環。

### (二)土地復育規劃的依據

此外，在進行土地復育規劃時，宜以政府的政策、法令規章、區域計畫、土地利用計畫、經濟發展計畫、社會環境現況、當地的土地環境現況，以及與當地土地復育相關研究成果……等作為土地復育規劃的依據。

- (1) 行政院所擬訂的《國土復育條例草案》、現行土地復育的相關法規、政策和實施細則。
- (2) 有關土地利用的法律、法規，包括《礦業法及（其施行細則）》、《礦場安全法（及其施行細則）》、《水土保持法》、《森林法》、《環境保護法》、《露天礦場採掘面及殘壁安全規範》……

等。

- (3) 當地國民經濟和社會發展規劃、計畫。當地的土地利用整體規劃，以及工礦企業的生產建設計畫。
- (4) 社會經濟統計資料。
- (5) 土地復育現況調查資料。
- (6) 為進行土地復育規劃而進行的各種專門研究成果……等。

### (三) 土地復育規劃的類型

一般在進行劣化環境的土地復育規劃時，應從不同的面向來看，其規劃類型大致可以分成以下數種：

- (1) 從規劃的性質來分，可分為土地復育的整體規劃與復育區的細部規劃兩種。
- (2) 從時間上可分為開發（採）前規劃和開發（採）後規劃。前者是指在進行土地開發（採）時在設計階段就考慮復育問題而進行的規劃；後者則是指已開發（採）地區其開發（採）後所作的復育規劃。
- (3) 以礦區為例，依照廢棄土地的類型又可分為礦山開採廢棄土地復育規劃、煤礦塌陷土地復育規劃、磚瓦窯廢棄土地復育規劃、交通挖壓廢棄土地復育規劃、水利挖壓挖土地復育規劃，以及廢棄住宅基地復育規劃等。
- (4) 根據礦區治水埋深不同，可分為高潛水位礦區復育規劃和低潛水位礦區復育規劃等。

在進行土地復育規劃時，主要工作內容應包括下列幾項：

#### 1. 復育區土地利用現況及其周圍環境調查

- (1) 區域地表特徵，包括：地質、地形、水文、氣候、植被、土地利用……等。
- (2) 環境因素，包括：氣候、聚落、交通分布，礦區開採前該地環境狀況及開採後對環境造成的影響。
- (3) 地表地層的物理、化學性質，厚度、有機質含量、PH值、鹽漬度、土壤含水狀況、滲透性、微量元素、抑制植物生長的有毒有害物質等。
- (4) 礦區開採方法、廢石及尾礦的堆放方法、廢棄土地狀況及其復育的可能性，復育後的土地種植及綜合利用途徑、復育周期與經濟效益。
- (5) 工礦企業的經營狀況，土地復育的投資能力，現在設備及其在復育方面的通用性等。

#### 2. 復育土地預測

對於礦區開採可能造成的土地挖損、壓占、塌陷……等，進行開採前規劃的要進行復育規劃預測，可以分階段預測，長程的要預測全部礦物開採完時的土地破壞程度，中期的可預測較短周期（5~10年）的土地破壞程度。

#### 3. 復育土地的適宜性評價

對劣化土地進行土地復育的適宜性評價，目的是運用土地評價的方法來確定復育後的土地利用方式，期能進行復育工程措施和生物措施的合理安排。評估方法可採用“因素限制法”和“相關因素分析法”。

所謂的“因素限制法”其實同一般的土地評價方法一樣，它是根據當地的確實情況和復育後可能採取不同用途的要求，選擇地形、土壤質地、土層厚度地下水位、地面堆積物、塌陷深度……等因素，並確定相應的指標來衡量復育後可能達到的程度，以確定其適宜的用途。

“相關因素分析法”則是依據廢棄地的自身條件，也就是廢棄土地的性質、堆積物數量、塌陷程度、壓占面積等，工礦企業的經濟能力等，研擬採用的復育方法，復育後可能達到的狀態（包括平整狀態、坡度、覆土厚度、覆土性質等）以及客觀需求（社會經濟和生態）的

可能性等，經綜合分析、評價後，確定其復育後的用途。

#### 4. 確定土地復育方案

主要是在對復育區的土地利用狀況與環境狀況調查和土地復育適宜性評價的基礎上，具體確定復育的對象、範圍、面積；復育土地の利用目標與方向；復育的具體方案及地景工藝特徵等。

#### 5. 復育工程設計

復育工程設計應與礦山設計和生產建設進行協調，其內容包括：

- (1) 復育區的劃分與平面佈置。合理確定復育區的填、挖範圍，表土堆積物，廢棄物充填區，採運路線，復育後不同用途的界線等。
- (2) 表土與底土的剝離儲存。
- (3) 廢棄岩石的合理排廢與採空區的回填、平整。
- (4) 復育地表土、底土的鋪覆。
- (5) 復育後的再種植與綜合利用以及與利用有關的農、林、牧、漁、水利、交通……等規劃。

#### (四) 土地復育規劃的實施與管理

土地復育規劃制定後，經當地主管政府單位同意後實施；至於相關的土地管理部門對規劃的實施務必要做好下列各項工作：

1. 土地復育資金務必要能落實
2. 土地復育計畫管理的實行
3. 推動多種土地復育經營形式
4. 加強復育後的土地利用與保育工作

## 結 語

台灣地區的停採礦區、廢棄採石場、煤礦坑等，為數甚多，甚至金瓜石也是個停採礦區。這些地方都是經濟部礦務局在「水與綠建設計畫」號召下，計畫辦理地景復育、再造利用的閒置空間。尤其是金瓜石礦區，如果能夠妥善規劃、集中投資、積極管理，必可善用它的特殊地質和礦物以及因採金和採銅而遺留的大量科技資料、礦冶景觀、礦村景觀等等，構成國際級的地質公園、生態旅遊基地等等。如果能夠融入濃厚的科技內涵，那麼原來的廢棄土地、退化土地、閒置空間、停採礦區等，就可以注入一股新的生命，並再度活化起來！

台北縣平溪的煤礦停採已久，近來卻見其改頭換面，重現當地煤礦文化的今日與昨日。九份金礦雖已停採，但是台陽企業的礦坑依然完好，而且留下了不少器械；老礦工們依然口沫橫飛地訴說著古早的故事，引人入勝。甚至，台北市兒童交通博物館也正在展出「礦事鉅展——台北煤礦鐵道特展」。從古董堆裏，可以發掘出台灣的地方遺產（local heritage）。在“挑戰二〇〇八計畫”——國家發展重點計畫中，「地貌改造和地景復育」可以把失去的土地資源再找回來！經濟部礦務局所研提的「台灣礦業與觀光資源整合願景」以及「推動礦業地景復育及旅遊中程施政計畫」是應當積極納入「水與綠建設計畫」，並且應該給予大力支持的！

## 參 考 文 獻

(中文部分)

- 中華水土保持學會（1992）水土保持手冊——工程篇，中華水土保持學會編印。
- 中國資源科學百科全書編輯委員會（2000）中國資源科學百科全書（上），北京：中國大百科全書出版社、石油大學出版社。
- 中國國家環境保護局（1992）中國的環境管理制度和體制，北京：中國環境科學出版社。
- 中國國家環境保護總局自然保護司（1998）礦區生態環境恢復治理的管理辦法研究，面向新世紀的生態挑戰——自然保護文件匯編，北京：中國環境科學出版社，pp. 104—131。
- 中華民國環境工程學會（1994）環境規劃與管理，台北：中華民國環境工程學會印行。
- 王 鑫（1986）遙測講義（四），台北：台大地理系。
- 王 鑫（1992）「編訂環境保護人員專業訓練教材——環境資源管理」專案研究計畫報告，台北：行政院環境保護署環境保護人員訓練所。
- 王 鑫（1994）地球科學保育，台北：台灣大學地理學系。
- 王 鑫（1995）自然景觀及特殊地質地地形現象登錄計畫——台北縣、桃園縣，台北：台灣大學地理學系。
- 王 鑫（1997a）英國地景保育資料彙編，台北：中華民國自然生態保育協會。
- 王 鑫（1997c）地景保育，台北：明文書局。
- 王 鑫等編譯（1998）地球科學保育策略——地景保育技術，台北：台灣大學地理學系。
- 王 鑫等（1999）地景保育景點評鑑及保育技術研究計畫（四），行政院農業委員會委託，台灣大學地理學系辦理。
- 王 鑫等（2000）地景保育作業要點之研擬與示範計畫，行政院農業委員會委託，台灣大學地理學系辦理。
- 白中科、趙景達等（1999）工礦區土地復墾與生態重建，中國農業科技出版社。
- 田國綱（1990）露天採礦場整復之研究，台灣大學地理學研究所碩士論文。
- 布查德花園有限公司（1992）布查德花園，加拿大卑詩省漢洛克印刷有限公司。
- 呂光洋（1999）生態系重建及棲地復原，海峽兩岸風景地學研討會論文集，中華民國自然生態保育協會，pp. 127—132。
- 李光中（1994）台灣地區地景保育現況與展望，地景保育通訊 1：1—7。
- 李烈榮、姜建軍、王文（2002）中國地質遺跡資源及其管理，北京：中國大地出版社。
- 李筱娟（2001）台東縣卑南山礫岩分佈地區地景特質評估之研究，台大地理環境資源研究所碩士論文。
- 李建堂編譯（2000）地球襲產保育——如何付諸行動，台北：台灣大學地理學系。
- 余炳盛、方建能（2000）認識臺灣本土礦藏，台北：國立台灣博物館。
- 何立德（2000）特殊地質、地形景點選址與管理之研究——以海岸山脈地區為個案，台灣大學地理學研究所碩士論文。
- 何武璋（1998）台灣西部重要石灰石礦區景觀復元之研究，中國文化大學地學研究所博士論文。
- 林少雯（1992）禿禿礦山再青青，大地之愛。台北：行政院農業委員會、中華水土保持學會編印。
- 林蚊嬪（1988）地表採礦區景觀復育之研究，造園季刊，3（2）：62—68。
- 林鎮洋主編（2001）生態工法—技術參考手冊，台北：國立台北科技大學水環境研究中心。
- 吳次芳、徐保根等（2003）土地生態學，北京：中國大地出版社。
- 吳次芳（2002）土地利用規劃，北京：地質出版社。

- 紅山雪夫著、雷素梅譯（2001），奧地利及中歐古都街道之旅，台北：精英出版社。
- 施添福（1980）地理學中的人地傳統及其主要研究主題，師大地理研究學報，6：203—242。
- 范軍富（1999）露天煤礦土地復墾理論與方法研究，遼寧工程技術大學採礦工程碩士論文。
- 徐惟誠、劉萬忠等（1999）中國資源百科全書（上、下），北京：中國大百科全書出版社、石油大學出版社。
- 康立和（2000）台灣礦區水土保持問題之分析研究，中興大學水土保持研究所碩士論文。
- 郭義強（2005）煤礦區土地復墾規劃模式研究，河北農業大學土地資源管理學碩士論文。
- 張石角（1986）台灣地區國家公園區域內礦產探採作業準則及管理辦法之研究報告，台北：中華民國生態保育協會。
- 張國良（1997）礦區環境與土地復墾，江蘇省徐州市：中國礦業大學出版社。
- 張隆盛（1999）永續國土利用規劃總論，永續國土發展講座彙編，台北：中華民國永續發展學會。
- 楊京平、祁真（2004）生態系管理與技術，北京：化學工業出版社。
- 潘國樑（1984）論礦山之環境維護與礦區整復，工程環境會刊，5：69—77。
- 劉黎明、林培（2003）面向 21 世紀課程教材——土地資源學，北京：中國農業大學出版社。
- 蔡厚男（1986）試評英美七 0 年代以來地景研究和理論發展的主要趨勢，城鄉研究學報，4（1）：149—157。
- 蔡運龍（2001）自然資源學理，北京：科學出版社，pp. 104—113。
- 鄭秀藝（1987）土地使用適宜性分析評鑑準則之研擬與評鑑方法之探討，中興大學都市計劃研究所碩士論文。
- 薛益忠、何武璋（2000）陸上砂石採取區景觀復元規範之研究，台北：經濟部礦業司。

#### （英 文）

- Bennett, M. R., Doyle, P., Glasser, N. F. and Larwood, J. G. (1997) An assessment of the “conservation void” as a management technique for geological conservation in disused quarries, *Journal of Environmental Management*, 50: 223-233.
- Countryside Commission (1992) *Protected Landscape in the U.K.*
- Countryside Commission and English Nature (1997) *The Character of England: landscape, wildlife and natural features.*
- Countryside Commission and English Nature (1997) *The Character of England's Natural and Cultural Environment.*
- Davidson, D. A., ed. (1983) *Landscape Ecology and Land Use*. Longman.
- English Nature (1995) *Managing LNRs*, UK: English Nature.
- Harris, J. A., Birch, P. & Palmer, J. P. (1996) *Land Restoration and Reclamation: Principle Practice*. Harlow, Essex, England: Longman.
- Litton, R. B. (1972) *Aesthetic Dimensions of the Landscape*, In: Krutilla Baltimore, J. V. (ed.) *Natural Environments Studies in Theoretical and Applied Analysis*, John Hopkins University Press.
- Nature Conservancy Council (1990) *Earth Science Conservation in Great Britain—A Strategy. Appendices: a Handbook of Earth Science Conservation Techniques.*
- Richards, L. and Armstrong, W. (1996) *Reclamation — Making the Best of Derelict Land*,

- Heritage Conservation, 16–18.
- McHarg, I.L. (1992) *Design with Nature*. Wiley.
- Moffat, A. and G. McNeill (1994) *Reclaiming Disturbed Land for Forestry*. The Forestry Authority. HMSO.
- Mitchell, C.W. (1973) *Terrain Evaluation*, New York: John Wiley & Sons Inc.
- Mitchell, B. (1978) *Geography and Resource Analysis*. London and New York: Longman.
- Scottish Natural Heritage (1996) *Remember the geological codes*. Earth Heritage Conservation.
- The Countryside Agency (1999) *Interim Landscape Character Assessment Guidance*. London: The Countryside Agency.
- UNESCO (1999) *Operational Guidelines for UNESCO Geoparks*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Wilson, C. Doyle, P. Easterbrook, P. Reid, E. & Skipsey E. (ed.) (1994) *Earth Heritage Conservation – Conservation in Action*, 155–259. UK: Open University.
- Wong, M. H., J. W. C. Wong and A. J. M. Baker (1999) *Remediation and Management of Degraded Lands*. Lewis Publishers.
- Wright, R. (1989) *Of Rocks and Rubbish Conserving geological faces in refuse sites*, *Earth Heritage Conservation*, 27: 9–11.
- Zonneveld, I. S. (1995) *Land Ecology*. SPB Academic Publishing.
- Zonneveld, I. S. (1972) *Land Evaluation and Landscape Science*. ITC: Enschede, The Netherland.

◎圖片說明：



壽山採礦跡地經植栽綠化的現況



壽山採礦跡地殘壁邊坡植生綠化



壽山台灣水泥製造廠現況



高雄半屏山東南水泥公司石灰石礦場



半屏山東南水泥公司水泥製造工廠



半屏山東南水泥公司石灰石礦場之綠化及排水



大崗山石灰石礦場綠化現況



大崗山石灰石礦場廢棄的廠房設施



大崗山採礦跡地已成為最佳登山健行活動地點

# 因興建水庫而衍生國土劣化之復育研究

溫紹炳\* 李盈林\*\* 鄧博維\*\*\*

## 研究目的

本研究擬針對水庫的興建，造成原有地貌環境改變與自然生態劣化原因進行探討，並冀望將得到的研究成果，作為日後實施生態工程，進行生態復育與回復地貌時的重要參考依據，以改善因興建水庫而持續劣化的國土。

## 研究背景

「山得水而活，水得山而媚」，自古以來山水交映之地，湖面開闊之處，都留下了文人墨客的足跡墨寶。台灣地區山水名勝比比皆是，不僅天然湖泊誘人駐足，人工建造的水庫，也常是遊人如織。水庫是人與大自然相互調適的工程結構物，水庫提供了人類生存必須的資源環境，例如：蓄水、供水、調節洪枯、提供觀光旅遊資源等，對人類文明大大有益。但也改變了大地環境，譬如：干擾自然環境、截住向海搬運的泥沙、改變水中生物的棲息環境等等不利的環境影響。

台灣因受到造山地形環境的影響，可利用的水資源有限，然而隨著社會經濟發展與人口成長，對水資源的需求更形迫切。興建水庫是不得已的選擇，所以應清除淤積物、延長水庫壽命，確保水庫蓄水量，提升水庫的利用率，使其達到更大經濟效益，減輕對自然環境的衝擊。

構成河床之泥沙與河川之水流間具有極複雜之相互作用，其所引起之力學變化與流況固然和水流之特性有密切之關係，亦受泥沙本身物理特性之影響。一般構成河床之泥沙，在河口部分粒徑大小較均一，而愈往河川上游則粒徑大小愈不一；前者稱為均勻泥砂(Uniform Sediment)，而後者則稱之為混合砂礫(Sediment Mixture)。當河床質上如有水流時，將推動河床質向下游移動，河床質發生移動後，會產生篩分現象(Sorting Phenomenon)，造成河床面被粗粒徑材料所遮蓋，此種河床表面硬化之現象稱為粗粒化現象(Armoring Phenomenon)，此現象尤以水壩下游河床最為顯著。

水庫淤積物為藉由水力運輸挾帶進入水庫之沉積物，這些沉積物由粗粒的石、中粒徑之砂與微米級顆粒的細泥所組成。沉積物的顆粒大小與河水攜帶能力有關，因河水在進入水庫後，流速減緩，攜帶力不足，所以較大的礫石會先沉降，造成粗粒砂石都沉積在水庫上游區

---

\* 成功大學資源工程學系／美和技術學院通識教育中心教授。

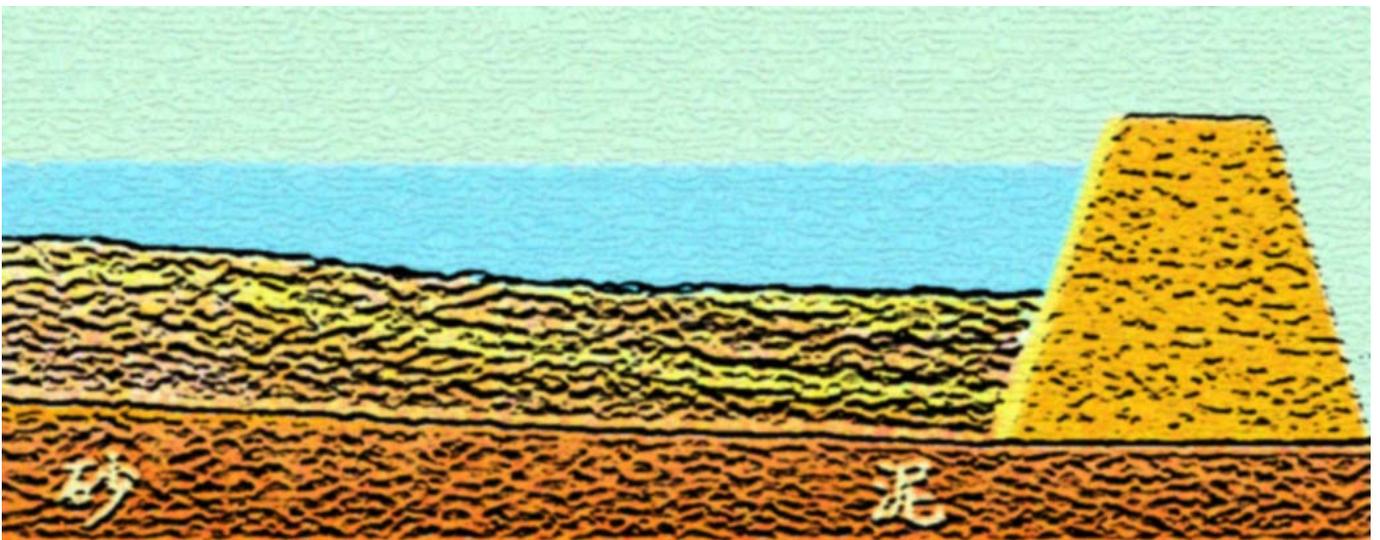
\*\* 成功大學資源工程研究所博士生。

\*\*\* 致遠管理學院觀光休閒學系主任、助理教授。

域，中粒徑的沙礫沉積於庫區中段，而粒徑最小的細泥、黏土則集中於水庫大壩週圍，如圖 1 所示。

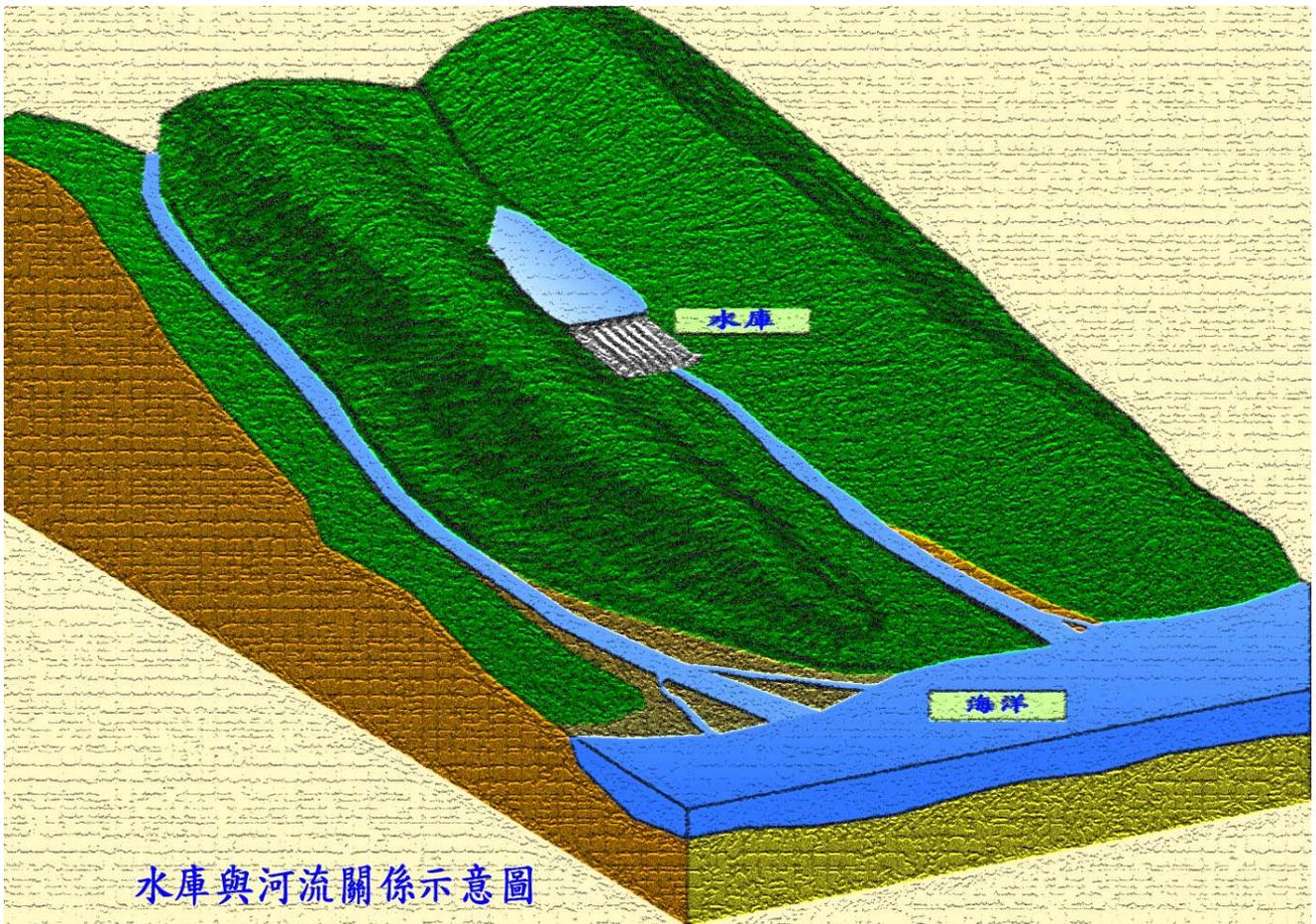
圖 1 河水藉由水力運輸挾帶砂礫與細泥進入水庫，隨著河水流速減緩，攜帶力降低，較大的礫石會先沉降，造成粗粒砂石都沉積在水庫上游區域，中粒徑的砂礫沉積於庫區中段，而粒徑最小的細泥、黏土則集中於水庫大壩週圍。

水庫的興建，斷絕了上游向下帶出的沉積物，也阻隔了水系中自然力量的輸砂功能，導致海中沉積物不足，河口海岸線內移，影響河口自然生態之變化，甚而造成國土之下陷與流失，使得水庫下游河段河床，岩層裸露，下切侵蝕嚴重。為改善此一問題，並減緩水庫淤積壓力，除了可以藉由水庫排砂道水力排砂外，如果能讓來自上游段的水庫淤泥，適量的以生態工程移至於下游河床及兩



岸氾濫平原內，並藉由颱風帶來的洪流將其沖刷至下游河口，即可達到補充自然輸砂量的需要，也讓這些庫底沉積物去它們原來就要該去的地方，請參閱圖 2 水庫與河流關係示意圖。

圖 2 是說明水庫與河流二者之關係。右側河道上因興建水庫儲水，改變了河流中泥砂由上游往下游的輸砂行為，使得泥沙都沉積在水庫中造成淤積，縮短水庫壽命，而下游河道卻因得不到來自上游泥砂的補充，導致海中沉積物不足，河口海岸線內縮，影響河口自然環境生態；左側河流由於未受人為干擾，所以自然侵蝕產生的沉積物(石、砂、泥)，由河水攜帶往下游搬移，自然堆積在下游河口變成沖積扇，讓海岸線往外擴張。



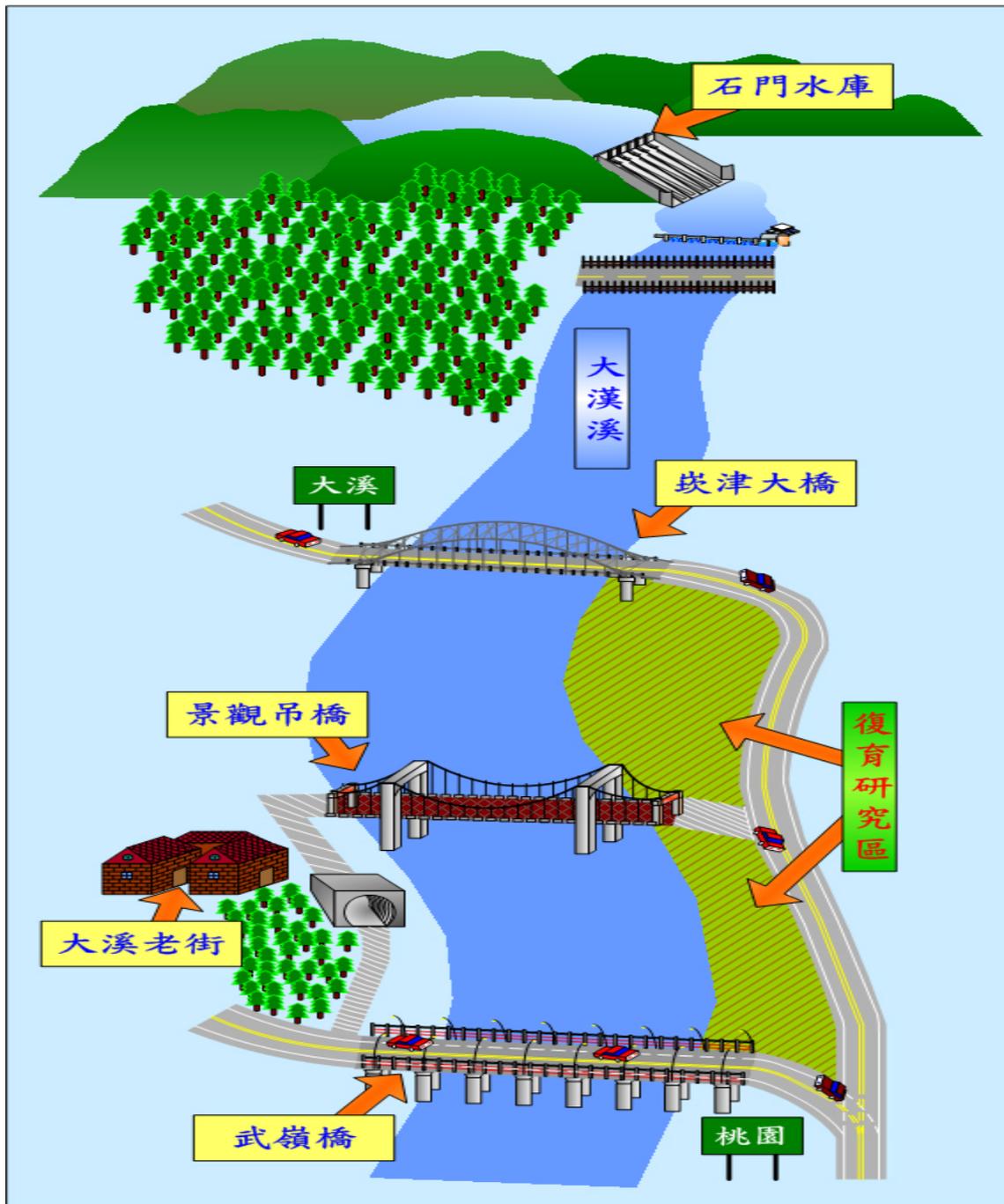
## 研究方法

本研究首先調查石門水庫的淤泥淤積數量、每年平均清淤量、後續處理方式等基礎文獻、數據，推算水庫興建以後的河床沉積物減少數量，並且調閱水庫下游流域衛星空拍圖、航空測量圖，判讀國土劣化、河床岩層裸露嚴重急需復育區域的範圍，作為評估水庫衍生問題的依據。針對問題嚴重的石門水庫下游劣化區域，進行復育構想的建立，規劃因興建水庫衍生的下游河段環境劣化區進行復育，配合多媒體影像處理，呈現未來水庫下游劣化區域展開復育後的新風貌。

## 研究區域

主要針對問題嚴重的石門水庫下游大漢溪河段，崁津大橋至武嶺橋間之區域為本次研究重點。如圖 3 所示，該區域位於桃園縣大溪鎮老街徒步觀光區下方，假日遊客如織，且已有一座造型優美的景觀吊橋，但由於該區段河床岩層裸露嚴重，河堤兩旁雜物凌亂，實為有礙整體景觀，若能加以整頓規劃，則必定能成為一處新興風景區，吸引人群，帶動地方經濟，擴大觀光效益。

圖 3 本次研究重點位於石門水庫下游大漢溪河段崁津大橋至武嶺橋之間，該區域位於桃園縣大溪鎮老街徒步觀光區下方，假日遊客如織，且已有一座造型優美的景觀吊橋，若加以復育整治，則於上方老街即可俯瞰整座美麗的河濱公園。



## 研究成果

利用多媒體影像處理，將目前大漢溪河床岩層裸露的區域，用石門水庫大量無處可去的淤泥加以回填沖蝕、劣化嚴重的河床及兩岸氾濫平原內，並配合生態工程的施工，充分利用這些無處可去的庫底淤積物，修補恢復河床原有面貌。假設大漢溪兩岸寬度是 1000 公尺、而鋪設的厚度是 4 公尺，則鋪設距離達 5000 公尺，即可消化掉約 2000 萬立方公尺的庫底淤積物，相當於石門水庫 10 年淤積量的總和。達到水庫清除庫底淤積物、延長水庫壽命、提升水庫利用率，而下游河床亦能恢復原有地貌成為一座景色優美的河濱公園的雙贏局面。如下圖 4-10 所示。



圖 4 是拍攝於桃園大溪武嶺橋畔，大漢溪部分河床面貌，可從中觀察到由於河床缺乏上游的石頭、砂礫、泥土的補充，所以流水直接侵蝕、沖刷河床，導致河床底部岩層裸露嚴重。

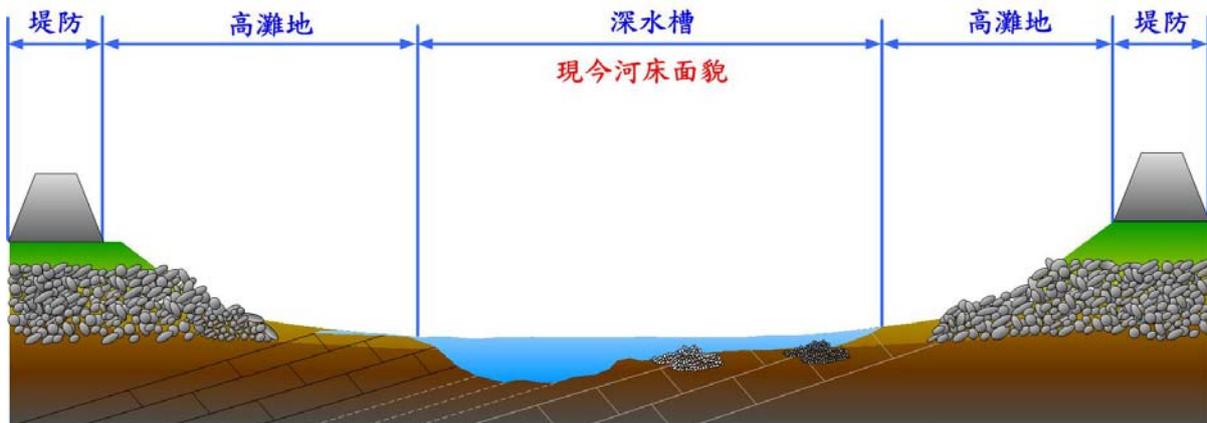


圖 5 是上述圖 1 河床的剖面圖，可以清楚的發現，位於石門水庫下游河段的大漢溪河床侵蝕嚴重，岩層裸露、劣化與一般河流佈滿了大大小小卵石的河床完全不同。

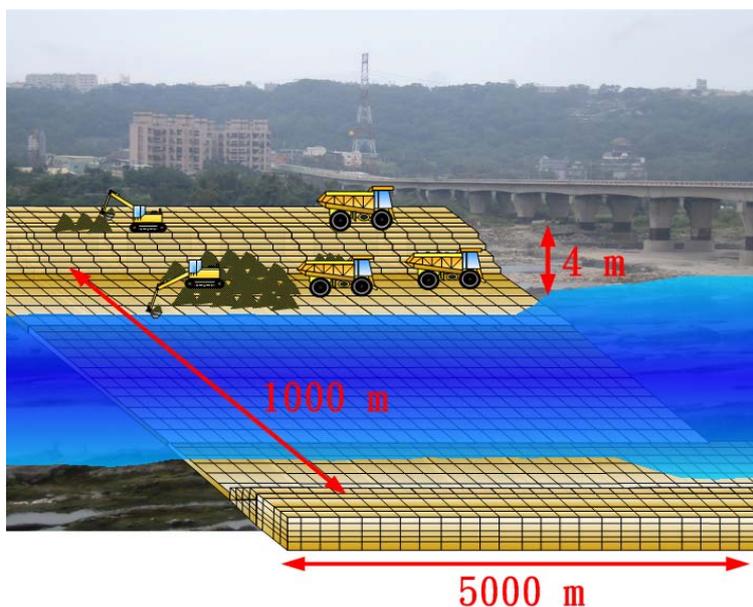


圖 6 是將石門水庫庫底壓密黏土，適量移置到下游沖蝕、劣化嚴重的河床及兩岸氾濫平原內，並配合生態工程的施工，充分利用這些無處可去的庫底淤積物，修補恢復河床原有面貌。假設大漢溪兩岸寬度是 1000 公尺，而鋪設的厚度是 4 公尺，則鋪設距離達 5000 公尺，即可消化掉約 2000 萬立方公尺的庫底淤積物，相當於石門水庫 10 年淤積量的總和。創造水庫清除庫底淤積物，延長水庫壽命，提升水庫利用率，而下游河床亦能恢復地貌的雙贏局面。

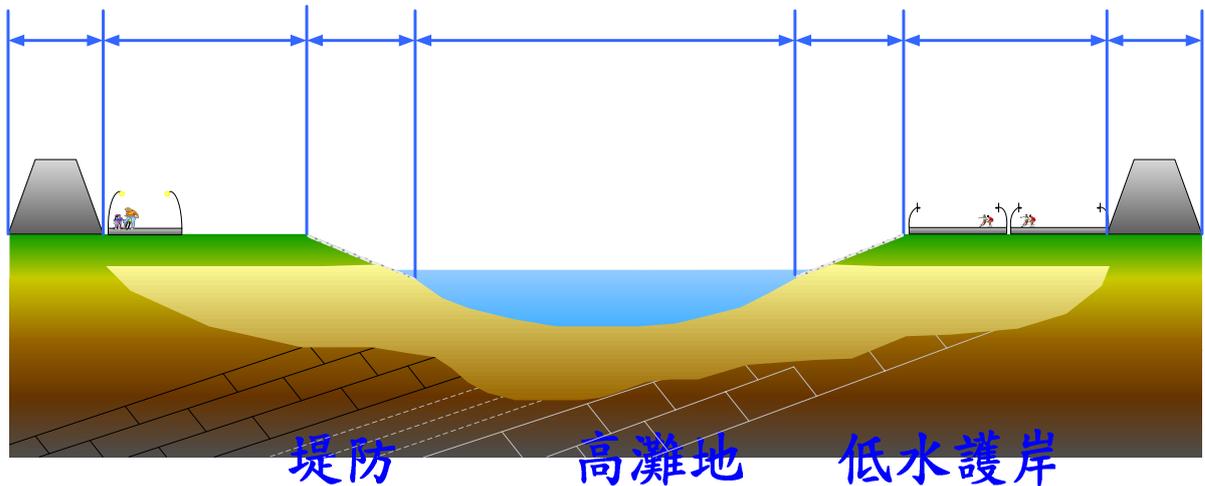


圖 7 是河川經過生態工程整治，恢復河床原貌的構想剖面圖，此法可以使大量採掘出來的庫底淤泥有去處，並且也可減緩流水對河床底部岩層的下切侵蝕。而兩旁河岸可增設親水設施，建構成為河濱公園，提供居民日常休閒、假日踏青。

以生態工  
恢復河



圖 8 利用多媒體影像處理，呈現景觀吊橋至武嶺橋區域復育後成為河濱公園的未來樣貌。



圖 9 是目前崁津大橋至景觀吊橋區段尚未整治的樣貌，藍天白雲之下，面積廣闊的兩岸河堤雜草叢生，有礙觀瞻，殊為可惜。



圖 10 經多媒體影像處理，原先河床裸露、劣化嚴重之大漢溪河段經過填土整治、增設休閒運動設施後，呈現復育後景色優美，適合休閒踏青的河濱公園新風貌。

## 結論

本研究的總目標在完成土地劣化之國土復育，從中選擇個案(由水庫興建衍生的國土劣化地區)進行劣化土地復育及再利用之規劃，根據物質供需平衡法則，針對上游水庫沉積物與下游河段因水庫興建衍生的國土劣化二者間的關連性，重新思維國土失衡劣化問題，並引入生

態工程進行因水庫興建衍生的國土劣化區域之生態復育與回復地貌構想模擬。本研究的各項成果都將皆以 GIS 建立資料庫，以有助於後續土地劣化相關議題之交流及討論的平台。

## 參考資料

1. Young, G. J., "Elements of Mining", McGraw Hill, 1946.
2. Grim, R. E., "Applied Clay Mineralogy", McGraw Hill, 1962.
3. L. D. Leet and S. Judson, "Physical Geology", 3<sup>rd</sup> Ed. McGraw Hill, 1963, N. Y.
4. A. B. Cummins and I. A. Given, Mining Engineering Handbook, Society of Mining Engineers, American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc., New York. J. H. Perry, "Chemical Engineers' Handbook", McGraw Hill, 1963.
5. Brand, E. W. and R. P. Brenner, "Soft Clay Engineering", Elsevier Scientific, 1981.
6. Gillot, J. E., "Clay in Engineering Geology", Elsevier Scientific, 1987.
7. U.S. National Science Council, Transportation Research Board, "Engineering Properties and Practice in Overconsolidated Clays", U.S. National Science Council, 1995.
8. 蔡長泰、溫紹炳等，「水庫清淤之研究」報告，經濟部水資源局委託，成功大學水利與海洋工程系執行。1998 年。
9. 溫紹炳、黃紀嚴，「燃煤飛灰與水庫淤泥混合燒製建材之研究」，87 年電力科技產業學術合作研究計畫報告。1999 年。
10. S. B. Wen, H. L. Hsieh, Y. C. Lee and J. Z. Ye, 1999, "Preparation of Construction Materials from the Mixture of Coal Fly Ash and Reservoir Sludge", Proceedings of The Fifth International Symposium on East Asian Resources Recycling Technology, Tsukuba, Japan, p240-243.
11. 《孟子·離婁》：「今之欲王者，猶七年之病求三年之艾也……」。
12. 黃兆慧，「台灣的水庫」，遠足文化事業有限公司，2002，台北。
13. 林孟龍、王鑫，「台灣的河流」，遠足文化事業有限公司，2006，台北。
14. 陳川誠，「石門水庫營運四十年特刊」，石門水庫管理局出版，2005。
15. 中興工程公司，「石門水庫工程紀事拾遺」，中興工程科技研究發展基金會出版，2005。
16. 高庚鑽，「污泥脫水技術及設備研發介紹」，台灣環保產業雙月刊，26 期，2004。
17. 徐慧玲，「石門水庫淤泥添加燃煤飛灰燒製建材之研究」，成功大學資源工程系碩士論文，1998。
18. 葉軍柱，「水庫淤泥添加燃煤飛灰燒製建築用磚之研究」，成功大學資源工程系碩士論文，1999。
19. Griffiths, J. C., "Scientific Method in Analysis of Sediments", McGraw-Hill Inc., N. Y., 1967.
20. 陳汝勤、莊文星，「岩石學」，大學科學叢書，1987。
21. 吳健民，「泥沙運移學」，中國土木水利工程學會，1991，台北。

22. 溫紹炳、雷大同、黃記嚴，「地震土壤液化區之地質背景特徵調查研究」，2001年土壤液化評估在大地工程上之應用研討會論文集。2001。
23. 溫紹炳，2005，11月，「由土地資源觀點分析客家人的遷徙特性」，北部客家人遷徙南台灣學術研討會，台南市成功大學。
24. 溫紹炳，2003，「近五十年來之番子湖社會變遷」，《客家文化與全球化國際學術研討會會刊》，廣東，梅州，12月19-21日。
25. 溫紹炳、張瑞麟、李盈林，「以資源工程技術清除水庫淤泥之探討」，第二屆資源工程研討會論文集，2005，台南。
26. 經濟部礦物局統計年報，2005，台北。
27. 溫紹炳、張瑞麟、李盈林，「以採礦工程技術清除水庫淤泥的想法與作法」，中國礦冶工程學會「台灣生態與環境危機之警訊及對策」特刊，2005，台北。

# 遊憩發展與土地劣化關係之回顧

## A Review on the relationship between Tourism Development and Land Degradation

李建堂\*、王玉奴\*\*、李禹璇\*\*、許立志\*\*

### 摘要

土地劣化為全球主要的環境問題之一，主要是因為人類不當使用土地所導致的結果。如何控制土地劣化被認為是 21 世紀全球環境保育和永續發展的主要挑戰之一。臺灣地區土地劣化情況相當嚴重，甚而引發環境災害，因而行政院擬定了國土復育條例(草案)，希望能有效管制劣化土地的開發行為，並復育過度開發地區的生態環境，促進環境資源的永續發展。生態旅遊被認為達到保育與永續發展的替代方法，因此臺灣也在「挑戰 2008-國家發展重點計畫」中推出「觀光客倍增計畫」，致力於旅遊業及生態旅遊之發展與推廣。然而，旅遊業及生態旅遊的發展對於環境並非全無衝擊，甚至會造成土地的劣化。本研究主要回顧國內、外遊憩發展和生態旅遊與土地劣化相關文獻，分析旅遊發展對土地劣化的衝擊。

**關鍵詞：**土地劣化、旅遊發展、生態旅遊、永續發展

### Abstract

Land degradation, which results mostly from the inappropriate usage of land, is one of the main global environmental issues. How to control the problem of land degradation is recognized as one of the biggest challenges of global conservation and sustainable development in the 21 century. In Taiwan, the problem of land degradation is very serious. It has even provoked several environmental disasters. In order to protect the limited land resources in Taiwan and implement sustainable development, the Executive Yuan has formulated the Legislation of Land Resource Restoration law (draft), which is intended to control the development of degraded land in Taiwan. Ecotourism is recognized as an alternative way to achieve the balance between environmental conservation and sustainable development, and therefore, one of the programs in the Challenge 2008-National Development Plan has been formulated to promote the tourism and to double the tourists in Taiwan. However, tourism development also has certain impacts on the environment, one of which is that it can also cause land degradation. This study will be focused on using the international and domestic bibliographical reviews to analysis the relationships between tourism development and land degradation.

**Keywords:** land degradation, tourism development, ecotourism, sustainable development

### 前言

土地資源一向為人類活動的主要舞臺，提供人類生存的各項所需，包括有形及無形的市

---

\* 台灣大學地理環境資源學系助理教授。

\*\* 台灣大學地理環境資源研究所碩士班研究生。

場經濟。隨著人口的急增，全球性的環境議題愈來愈多且愈複雜。其中土地劣化為全球主要的環境問題之一，在2002年9月永續發展的高峰會議(the World Summit on Sustainable Development, WSSD)中土地退化議題再度受到各國的關注，而且如何控制土地劣化被認為是21世紀全球環境和永續發展的主要挑戰之一。雖然如氣候狀況等的改變也會造成土地的劣化，例如：乾旱和洪水，但主要還是來自人類的活動所造成的(El-Beltagy, 2000)，而且是反應出土地利用方式及其改變的結果(Gisladdottir and Stocking, 2005a)。

一般而言，土地劣化指自然土地資源所提供人類服務的下降，大都為不當使用土地所導致，因此可定義為因人類活動所造成生物或經濟生產力和土地功能性的降低或損失(El-Beltagy, 2000)。臺灣地區土地劣化情況相當嚴重，因而行政院擬定了國土復育條例(草案)，希望能有效管制劣化土地的開發行為，並復育過度開發地區的生態環境，促進環境資源的永續發展(行政院經濟建設委員會，2005a)。國土復育條例(草案)中對於國土資源依其環境生態特性採分區及管理原則，同時為加速環境退化地區之復育，擬定一些地區得劃定國土復育促進地區。該草案對於國復育促進地區的劃設基本上是以已嚴重劣化的土地為主，對於閒置土地以及人類活動持續所造成的土地環境劣化等問題，特別是旅遊發展，並未有進一步說明實際的執行方式，因此未來在實際執行時有其潛在的問題及困難。

近年來隨著社會經濟的發展及人類對環境態度的轉變，間接影響了人們對於旅遊的態度，由1960年代大量旅遊成為世界各國經濟發展的利器，到了二十世紀的末期，人類的環境知覺提高，意識到旅遊並非是真正的「無煙囪工業」，旅遊行為對於地方環境與發展仍會造成相當程度的衝擊(李建堂，2005)。著名的布倫特蘭報告(Brundtland Report)提出永續發展的概念和資源保育的需要(WCED, 1987)。1992年聯合國在巴西里約熱內盧舉行地球高峰會議於會中提出二十一世紀議程(Agenda 21)，其中更提出對於永續旅遊的觀念，主要在降低遊憩活動對環境的衝擊、保育自然與文化資源，以及鼓勵地方居民的參與等。生態旅遊被視為能兼顧保育與旅遊發展的替代方法，可達成永續旅遊的發展(王鑫，2002)，因而逐漸成為政府及旅遊業者經營的方向，並於2002年定為國際生態旅遊年(交通部觀光局，2002)。

臺灣在「挑戰2008-國家發展重點計畫」中有一項重點計畫為「觀光客倍增計畫」，致力於旅遊業及生態旅遊之發展與推廣以促進經濟發展(行政院經濟建設委員會，2005b)，而交通部觀光局(2002)也出版了生態旅遊白皮書。然而，旅遊業及生態旅遊的發展對於環境並非全無衝擊，甚至會造成土地的劣化(例如：Buckley, 1991；Garcia and Servera, 2003)。沒有良好經理及控制的旅遊發展會造成許多生態系的劣化(degradation)，特別是山區與海岸地區，進而造成：(1)對於生物多樣性的衝擊；(2)各類資源的耗損；(3)旅遊活動造成多方面的污染等(UNEP, 2005)。近年來，臺灣在推廣旅遊及生態旅遊的過程中也出現了許多問題，並非全為永續旅遊的發展形式(行政院國家永續發展委員會國土資源組，2004)。日益增加的觀光客對台灣帶來了經濟成長，也不可避免的對一些脆弱地區造成破壞，

由於土地劣化的成因、劣化程度、分布及其影響等有極大差異，許多土地劣化具有高度變異、不連續，及不同原因所造成，且因經濟、社會和政治環境不同，其結果對於人類的影響也大不相同(Gisladdottir and Stocking, 2005b)。臺灣島地狹人稠，由於不當和過度的開發，致使土地環境劣化的問題日趨嚴重，進而造成環境災害、水土流失、水庫淤積、地盤下陷等的環境問題。然土地劣化議題及其影響層面相當廣泛，本文無法全面探討到各劣化地區及所影響的各項議題。因此，本研究主要以旅遊發展為重點，回顧旅遊發展與土地劣化的關係。

## 土地退化的定義

土地是指陸地的生物生產系統（生態系統、地表生物圈），也就是陸地自然環境的各種功能（如：土壤、地景、水文、植物、岩石、空氣、氣候、地勢起伏、生物），可以提供人類生存不可缺少的物質資源與生存條件，也有學者稱之為生態系所提供的服務。土地退化被認為是人類或是自然因素造成的，具有實際或是潛在生產力消失的現象，多半都是因為土地性質與土地利用之間錯誤的結合。土地退化、土壤退化、沙漠化這些議題常是指相同的現象，有時候在定義與研究內容上是相似的。

聯合國糧農組織(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)對土地退化的定義是：土地生產力暫時或永久性的退化 (FAO, 2005)。而 The Global Assessment of Human-induced Soil Degradation (GLASOD)則定義土壤退化是：描述人類引起的現象，使目前或未來能夠支持人類生活的土壤生產力降低的過程 (Oldeman *et al.*, 1991)。Blum (1988)則認為土壤退化是指土壤性質的破壞，使部分或全部的土壤機能減退或消失。所以可以看到許多學者所認為的土地退化其實就是土壤退化。而沙漠化則是指乾燥、半乾燥地區的土地因為人類活動引發的土地退化，但沙漠化也可能出現在溫帶與熱帶濕潤地區。聯合國防治沙漠化組織 (United Nations Convention to Combat Desertification, UNCCD)所定義的土地退化是：生物或經濟生產力的減少或消失，使土地品質喪失與功能性降低<sup>1</sup>。

目前針對全球乾燥地區的氣候變遷、土地退化與防治有許多研究，其中土地退化的定義有許多是侷限在乾燥地區的，根據不同研究機構、國際組織所具有的功能與其關切的問題而有所差異，因此土地退化的定義在著眼點上面有所不同，其中有許多都和土地機能與生產力有關。Chartres (1987)認為土地退化是土地的物理、生物及化學性減少，並可能降低土地的生產力。Barrow (1991)則認為土地退化是指土地潛在的實用性降低或消失，使外觀與不可取代的有機物質改變。所以，土地退化可以定義為生態系服務功能降低的現象，廣義而言，土地退化包含土壤退化與沙漠化在內。

土地退化主要是因為人類活動所造成生物、經濟生產力和土地功能性的降低或損失 (El-Beltagy, 2000)，因而使一種或多種土地資源改變、破壞。所以土地的改變會使得可利用性降低，土地退化的原因與類型是複雜的，通常是社會、經濟、物理、生物過程與效應的複雜綜合體 (Robert, 1987, P. 49)，是經濟過程下人類造成的，是生物改變下的社會結果，而且又可能反過來對土地退化造成影響。所以土地退化是一個組合多種內涵的複和體，Woods (1983)定義的土地退化類型包含侵蝕、鹽化、地下水面上升、植被破壞、肥沃度降低、土壤污染、土地結構改變。由於土地退化沒有單一可定義的特徵，而是一種至多種土地資源的惡化結果，而且土地退化也不是一個簡單的過程，也沒有清楚而單一的結果，因此，本文所指的土地退化是指地表上的生態系因人類不當使用和干擾而造成土地機能的消退，使得土地的生態系服務功能降低<sup>2</sup>。

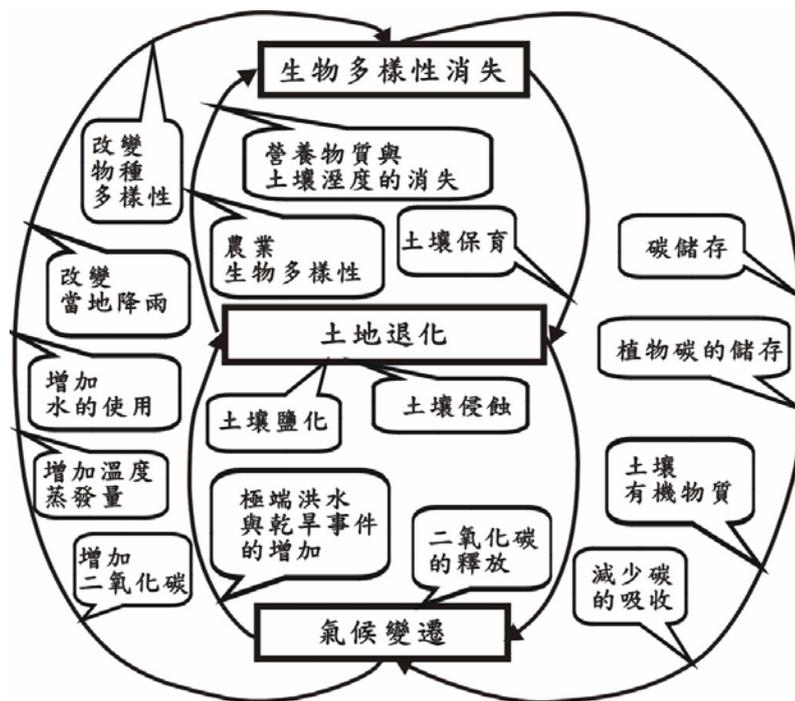
## 土地退化的相關研究議題

---

<sup>1</sup>根據聯合國防治沙漠化組織的詳細定義：在乾燥、半乾燥、半濕潤地區的生物或是經濟生產力的減退及消失，包括旱地、灌溉農業用地、山脈、牧場、森林與林地，由於土地利用或是人類活動與棲地型態的多種作用力結合，像是風與水的侵蝕或是土壤的物理、化學、生物與經濟特性的破壞，與長期地表植物的損失，都算是土地退化 (GEF, 2001)。

<sup>2</sup>生態系服務功能是指自然環境提供人類生存不可缺少的物質資源與生存條件，諸如食物、材料的供應能力、提供清潔的空氣、淨化水質等，稱之為生態系服務功能 (Costanza *et al.*, 1997)，其中包括控制功能、棲地功能、生產功能、資訊功能等 (Groot, 2002)，也是提供人類休閒、認知發展、美學經驗等的主要來源，而這些功能的減低在本文中廣泛稱為土地退化。

全球對於土地退化成因的研究面向包括：生物多樣性減少、世界氣候變遷、人類過度使用、植被破壞與植物資源的減少、土壤沖蝕、煙霧和灰塵的形成、土壤肥沃度降低、鹽化、沉澱、都市與工業污染，礦渣、煙塵與廢棄物傾倒，這些都會影響生態系的結構與功能 (Maukonen, 2006)，而人類對於土地密集的利用則是重要原因。土地退化所造成的影響主要有四個層面：(1)氣候變遷；(2)生物多樣性的衝擊與消失；(3)各類自然資源的耗損；和(4)旅遊活動造成多方面的退化與污染等 (UNEP, 2005)。其中氣候變遷、土地退化和生物多樣性的損失為聯合國各附屬單位及許多學者所共同關注的主要環境議題 (UNEP, 1994)，這三者之間具有密切的關聯，其彼此之間的交互作用如圖一所示。氣候變遷會造成土地退化，例如土壤鹽化與洪水災害，而土地退化使土壤溼度與有機物組成改變又會使生物多樣性損失，進而影響碳與有機物質的儲存與植物物種多樣性的減少，使氣候產生變化。由於這三項環境議題是彼此互為影響，所以全球在許多環境議題的探討上，都會關注到這些層面的議題及其影響程度。



圖一 土地退化與氣候變遷、生物多樣性損失之間的關係  
(轉繪自 Gisladottir and Stocking, 2005)

從 1992 年里約高峰會議之後，各種環境變遷的議題由不同機構負責進行研究與調查，其中生物多樣性是由聯合國環境規劃署負責 (UNEP, 1995)，氣候變遷是由氣候變遷政府間專家委員會負責 (IPCC, 2001)，而土地退化則是由聯合國糧農組織負責 (FAO, 2005)。在 2002 年地球永續發展高峰會議之後，在世界銀行、聯合國發展總署 (UNDP) 及聯合國環境署 (UNEP) 在共同經營管理下致力於推動世界環境機構 (Global Environmental Facility, GEF) 從事並完成土地退化的研究。並於 2003 年 7 月實行永續土地經理計畫，將土地退化視為全球重要的環境議題。

### 遊憩衝擊

與遊憩相關的名詞有休閒 (Leisure)、遊憩 (Recreation)、觀光 (Tourism)、旅遊

(Travel)等，其中觀光 (Tourism) 是指離家至少 40 公里，包含有過夜的意義，而 Peterson et al. (1990) 對遊憩 (Recreation) 的定義則是指一天來回的遊憩。但是在許多遊憩衝擊的研究中，上述名詞通常是指相似的概念 (Hall and Page, 1999)，彼此具有重疊的意義，都被視為遊客離開家到戶外進行的活動，所以本文不再細分休閒、遊憩、觀光、旅遊之間的不同，將其視為同樣的概念。

遊憩活動所造成的環境及社會改變，一般稱為遊憩影響，可分為正面的及負面的影響 (李明宗, 1989)，其中負面影響多半又稱為遊憩衝擊 (recreational impact)，遊憩衝擊可能造成環境、生態、社會與經濟文化上的影響，本文將著重於生態環境的負面衝擊為考量，並只限定在屬於土地退化範疇內的環境衝擊。以自然為基礎的遊憩活動增加是因為人口、休閒時間、私人汽車的增加所致 (Liddle, 1988)，這些都可能造成地表植物的破壞與裸露地的增加，有必要對於遊憩造成的衝擊具有完全的知識，包括旅遊活動造成衝擊的原因。

最早研究遊憩造成的環境衝擊是美國學者 Meinecke (1928)，但貢獻較大的是 Bates (1935, 1938)，而 Cohen (1978) 認為影響遊憩對自然環境衝擊的因素包括：遊客人數與在景點活動的強度、從事的遊憩活動類型、生態系的彈性與恢復力、環境敏感區的特性、開發者的識覺、觀光發展的計畫、遊憩發展角色的轉換等。遊客引起的生物、自然野地資源的改變與衝擊，在澳洲、英國、加拿大、紐西蘭均被學者們廣泛討論。其中大多討論遊憩的使用如何的影響植物、動物、土壤、水與空氣品質等，也包括對生態系衝擊 (ecosystem impacts) (Shelby and Heberlein, 1986)，這都屬於遊憩生態學的範疇。

土地使用改變造成的環境衝擊是對旅遊及自然資源最主要的負面影響，旅遊快速的發展後，對於森林及海岸地區帶來嚴重的危機，如果不考慮自然資源及文化資源的永續發展及保育，將會對森林地區帶來嚴重的環境問題 (Kuvan, 2005)，所以生態旅遊必須有事先的計畫並且謹慎處理營利和環境衝擊的課題。

快速的工業化與旅遊是造成地中海沿岸土地退化的原因，旅遊地區的人口壓力對環境造成巨大衝擊，像是森林大火也會因為人口過度集中林地而增加發生次數，遊憩區內的不透水地面的增加，也會增加洪水頻率與嚴重程度 (Sala and Inbar, 2006)，所以遊憩區大部分的土地退化都和植被覆蓋的移除有關，遊憩區的開發會造成土壤性質與地表水文的改變，使水質下降與動、植物物種的消失，這些都屬於土地退化的範圍。

遊憩帶來的環境衝擊可能替代一個景點吸引遊客的特徵，大量遊客的頻繁利用，可能引發步道旁土壤的壓實與干擾野生動植物的生活 (Healy, 1994)，過度利用後的遊憩區將不再能提供之前的旅遊經驗享受，影響視覺享受與該地區的經濟 (Janaki and Wiktor, 2000)，過去認為遊憩產業是不會對環境產生影響的綠色產業，現在已經面臨改變，尤其是地中海沿岸地區的森林大火與物種消失都是越來越顯著的土地退化問題，影響水質與景觀品質的退化等環境問題。所以遊憩區因為使用頻率高、經營管理態度、場地開發方式與遊客行為都可能形成環境壓力與土地退化。

世界各地的旅遊業有逐漸成長的趨勢，除了少數具有經濟問題與戰爭的國家之外，各國在旅遊方面的收入均有快速增加的現象，根據 World Tourism Organization 在 2001 年的統計資料，旅遊市場的利潤在過去十年的成長尤其顯著 (Kuvan, 2005)，同時隨著生態旅遊的熱潮，聯合國經濟社會委員會 (The Economic and Social Council) 訂定 2002 年為「國際生態旅遊年」，台灣也基於此發展生態旅遊 (Ecotourism)，由交通部觀光局訂定『台灣生態旅遊白皮書』，政府各單位的支持與推廣造成旅遊業的發展更加蓬勃，使得遊憩衝擊引發的土地退化影響所及的範圍更加擴大。

## 遊憩衝擊的研究方法

早期遊憩衝擊研究主要在探討承載量的概念，有些學者認為這是一個有用的理論概念，但在實務應用上有限制，後來則有可接受改變限度 (Limits of Acceptable Change, LAC)(Stankey et al., 1985)、遊客衝擊經理 (Visitor Impact Management, VIM)(Graefe et al., 1990)、遊客經驗與資源保育 (visitor experience and resource protection, VERP) 等理論架構來替代承載量的概念。可接受改變限度主要是決策者考慮遊客與經理者可以接受的改變，而遊客衝擊經理強調公平考慮的決定經理行動是重要的。除此之外，遊憩活動所引起的生態環境衝擊還有下列幾種研究方法：既成事實分析法 (after-the-fact analysis)、德爾非法(Delphi Technique)、模糊德爾非法 (Fuzzy Delphi Method)、層級分析法 (Analytic Hierarchy Process, AHP)、模糊層級分析法 (Fuzzy Analytic Hierarchy Process, FAHP)、網路層級分析法等。由於人類活動是造成土地退化的主要原因，所以近年來土地退化的研究集中在人類本身方面，採用許多參與式的方法來定義土地退化的問題、設計解決的方案、完成並評估政策及影響等。

Johnson, et al. (1997)在定義土地退化時認為識覺扮演重要的角色，土地退化是指土地受到有害或是不良的改變、干擾，而退化是一個反應識覺的辭彙，是一種觀點或是在時間結構與價值下的附屬品，因此退化是相對性的，可接受的土地退化程度和社會或是個別標準有關，相同的作用可能被認為是土地退化，也可能是改善和進步革新，會因為描述者的識覺而有所不同，所以分析識覺必須考量歷史、社會、政治內涵，這些因素會決定人和環境之機的交互作用 (Watts, 1983)，觀察者與土地使用者的識覺會決定土地退化是否構成問題 (Gray, 1999)。

不同立場、角度的人群，對土地退化的探討與土地開發利用的觀點有所出入，包括：各領域專家、土地使用者、土地擁有者、政府部門決策者等，在全球土地退化評估計畫中 (Land Degradation Assessment in Drylands, LADA) 就有跟當地土地使用者對話的研究，配合使用者的需要來實驗，討論生態系與社會經濟驅力 (例如：居民生計與健康、環境脆弱性、人口等因素) 的面向。

在土地退化識覺的全球性研究方面，有聯合國糧農組織 (FAO) 進行的人文社會研究，討論當地人口對土地使用的實務、土地使用計畫 (土地擁有者、行政、法律、制度實行面)，解決環境敏感問題、水權的設置、婦女與弱勢團體角色的提升，原住民保護區等 (FAO, 1995)。而世界防治沙漠化組織 (UNCCD) 也有從地方到全球尺度，透過土地使用者與地方社群的主動保證，增進資訊的產生與助於解決問題。

此外，聯合國環境規劃署 (United Nations Environment Programme, UNEP) 除了全球性土地退化問題的探討之外，對於地中海沿岸地區的侵蝕與沙漠化控制與經理研究，也是藉由當地居民 (insiders) 與政府單位 (outsiders) 的溝通過程，由當地居民分析他們的問題作為主導，以進行的決策諮詢。而 SUMAMAD (Sustainable Management of Marginal Drylands) 計畫中，則強調許多地區性社群的問題，如：貧困、公共設施提供的服務，資料取得的限制，商業支援經理的缺乏，建立關係網絡的缺乏。

另外有許多相關研究是利用社區調查、人類發展指數 HDI (human development index) 包括生活期望指數、教育指數、收入指數、SWOT 分析及 PRA (participatory rapid appraisal) 來進行不討角度面向的人群對問題的觀點統合，其中，PRA 是一種社群發展方法，用來減少本身能力與資源的限制以實現永續發展，也就是先定義問題、需要、資源、優勢與解決方法，

訂出行動計畫，完成方案，讓村內的各個不同社會團體定義其土地資源的使用，根據不同社會團體決定權益關係人，定義土地資源使用的衝突及原因、未來遠景與結果，決定首要的生計策略，提昇公眾的識覺與創造社群角色的參與，作為潛在保育的貢獻權益人，引導社群參與行動計畫，確立優先與首要的保育與發展。

這方面的研究是為了增加當地居民的收入與就業機會，或是著重於討論地方人口對環境的改變的適應、對生產系統、國家政策、土地所有權系統、收入與生產的適應過程探討，試圖建構一個永續性的經理與土地復育，永續性的土地管理的定義為：將技術、政策、社會經濟、環境效益結合，維持和提高生產力、降低生產風險、保護自然資源及其潛力、防止土壤與水質的退化，符合經濟可行性與社會接受度（陳郁婷，2006，P9）。

### 遊憩衝擊與土地退化

遊憩衝擊研究在許多國家都累積相當的成果，如：哥斯大黎加、澳洲、日本、蘇聯、芬蘭、台灣與加拿大均有遊憩衝擊方面的研究。過去二十年，遊憩衝擊的研究發展主要是在公園品質上面，像是空氣、水體、植物方面（Huang, 1990），而衝擊程度在不同地區也不同，表一即為一些文獻中有關的遊憩活動對環境的主要衝擊。根據 Leung and Marion(2000)的研究指出，遊憩活動對於環境衝擊的相關研究主要可區分出針對土壤、植物、野生動物與水體等四個面向的探討，例如表一所列，而這些衝擊都與土地退化有關。

表一 遊憩活動引發的環境衝擊

作者與年代	主要的遊憩衝擊
Conacher and Sala (1986)	主要因景點的過度使用而造成海灘與海岸沙丘的侵蝕、減少自然棲地、降低水質、增加用水量、降低環境價值，如：噪音、犯罪、美學、擁擠等問題
Johnson and Tomas (1992)	對自然環境的衝擊包括改變動植物的物種組成、環境污染、土壤侵蝕、資源消耗與視覺衝擊等；在建成區的衝擊則有都市環境的改變、都市建物、設施及形式的不當改變、土地復育與競爭力的消退。
Sun and Walsh (1998)	足跡的形成、土壤侵蝕與壓實、火災頻率增加、廢棄物與水污染、植物的破壞、植物的枯萎與疾病、土壤病原體的擴散、雜草衍生
Wang et al. (1998)	垃圾污染、水污染、土壤侵蝕、噪音污染與生物多樣性的衝擊，像是遊客密集的活動改變土壤結構、道路與設施的建築改變地表植被、物種的消失與土壤侵蝕、廁所與垃圾桶設置區的污染、改變動植物棲地使其暴露於危險中
Madan and Rawat (2000)	交通運輸排放物影響空氣品質和植物、工程設施造成美質的退化、林地減少、土壤侵蝕和空氣污染、污水排放影響到水質、遊客的踐踏破壞植被、露營的營火對草地造成傷害、野餐的垃圾丟棄

其中在土壤面向的衝擊主要是造成土壤壓實、有機與無機物質減少、降低土壤溼度、減少孔隙率、土壤侵蝕、改變土壤微生物的活動，例如：Liddle and Smith (1975)、Cole (1978, 1988)、Manning (1979)、Hawes (1992)、Baker (1994)、Feng (1999)、Tina et al. (2004)、Shi (2006)、陳昭明等(1989)。在植物方面主要有降低植物生長與高度、減少地表植物覆蓋、脆弱物種的消失、樹木與灌木叢的消失、樹幹損壞、外來種入侵、植物組成的改變、微氣候

的變化為主，例如：Davies (1978)、Hawes (1992)、Baker (1994)、Whinam and Comfort (1996)、劉儒淵和黃英塗 (1989)、洪怡萍 (2003)。而野生動物面向的衝擊有棲地的改變與消失、野生動物生存活動被干擾、改變野生動物的行為、改變野生動物的食物、水與遮蔽物、危害其健康與舒適度、降低再生產力、增加死亡率、改變地地的野生動物組成，例如：Davies (1978)、Whinam and Comfort (1996)。在水體面向的衝擊則包括增加混濁度與營養物質、增加致病率與細菌、改變水質、降低水生生態系統的健康、過多藻類的生長，例如：陳立楨 (1988)。

由以上回顧可以發現遊憩衝擊大都在研究樹木的損傷、土壤裸露、土壤侵蝕、植物消失、垃圾與人類廢棄物、對野生動物的干擾，人類便溺對地表逕流水質的影響，比較少注意那些不容易被觀察到的現象，像是細菌性水質、土壤微生物群落、野生動物的生理，這些方面的研究在近幾年有增加的趨勢 (Leung and Marion, 2000)。而且目前對於生態系統與地景效應的研究仍然不多，需要評估遊憩帶來的衝擊規模與程度，與其生態、社會的意義與接受度，優先經理與維持。通常衝擊的規模程度是藉由衡量衝擊的強度、衝擊的空間分布來決定的 (Leung and Marion, 2000)。

而在台灣的遊憩衝擊的影響因子研究中，主要針對於旅遊相關的配套措施與步道的環境調查，遊客人數的管制、遊憩活動的種類、各項設施的完善與否、遊客破壞行為、步道結構與周圍植群、土壤的研究，所以遊憩造成的土地退化研究中有許多都和土壤與植物、步道主題有關。

為了滿足觀光客的需要，提供的旅館、商店、道路、餐廳、水電、娛樂設施、遊客從事的活動、停留時間的長短、遊客人數的多寡等因素，都會使當地面臨衝擊，改變景觀、自然生態與社會文化，甚至是負面的衝擊範圍持續擴大。開山整地及開礦修路需要機械大量挖土與填土，都會使大量泥沙流失，增加洪峰流量，改變地形、地貌，阻塞天然排水路及破壞山坡穩定，引起土壤沖蝕及崩山，更加速使逕流集中。遊憩區道路密度的增加會對地表逕流產生影響，使水無法穿透堅硬緊密的地面，建築山路與堤防等設施，都會對邊坡穩定造成衝擊，特別是山脊地區特別容易發生侵蝕 (Hudson, 1971)，而引起漫地流與溝蝕。

為了建築大規模遊憩設施而破壞自然地景，造成森林與海岸地區的退化 (Kuvan, 2005)，觀光休閒設施的構築，這些遊憩行為對自然資源的消費與產品的浪費，也可能造成環境的損害及破壞。遊憩的負面影響不只是旅遊的人群或是旅遊活動造成的，有可能是政府及有關單位的決策者，因為錯誤的行政決定，對於土地不適當的經理與不公平的安排造成的土地退化。所以沒有適當經營下的過多的遊客會導致一連串的問題，像是非法的違章建築、沒有規劃下的快速成長，超量的垃圾、侵占森林用地、公共衛生與污水問題，缺水，擁擠的道路，交通阻塞與車輛污染等問題 (Madan and Rawat, 2000)。

## 結 語

全球在土地退化的研究已經有許多成果，但因台灣因為沒有參與，許多國際性的研究並沒有涵蓋台灣在內。行政院經濟建設委員會雖然設置了台灣永續發展指標系統的網站發布平台，牽涉範圍廣泛，其中所參考的架構就是 DPSR 的評估系統，設立六個領域四十個指標，但這些指標中，並未有針對土地退化所設立的指標，其中環境污染與生態資源的狀態描述中，雖有和土地退化相關的指標，但都只是比較粗略而少略的考慮而已，可就國際中已有的研究方法、指標與討論的內容，並就台灣的現狀找出適合指示出臺灣地區土地退化的特徵指標。

當戶外活動愈普遍，遊憩衝擊對自然環境中的生態系產生日益嚴重的負面影響，大部分

土地退化最初的原因往往是政策的失當與遊憩過度發展所導致，在沒有適當經理下過度成長的遊客將會使遊憩區的環境造成無法估計的傷害。行政部門對於土地環境的管理與開發，是否能避免因不當利用和干擾地表而產生土地機能的消退與衝擊，就成為遊憩發展中需要注意的問題。透過遊客對當地的識覺，主管的公部門及當地居民可以更了解環境問題，更加關心遊憩發展的影響，這是永續旅遊發展中重要的一環，面對可能的土地退化問題，及早進行預防及復育，或是改善經營方式，進一步取得遊憩資源的競爭優勢，就有賴於合理的經理觀光資源與完善的規劃。

## 引用文獻

- 王鑫(2002)發展永續旅遊的途徑之一：生態旅遊，中央大學哲學研究所應用倫理研究中心，應用倫理研究通訊，第二十四期。
- 行政院國家永續發展委員會國土資源組(2004)生態旅遊白皮書。  
[<http://www.tcd.gov.tw/tcd/第13次分組會議資料.pdf>](94, 12, 19上網)
- 行政院經濟建設委員會(2005a)國土復育條例(草案)。(行政院第2941次院會核定通過)
- 行政院經濟建設委員會(2005b)挑戰2008：國家發展重點計畫(2002-2007)。(修正版)
- 交通部觀光局(2002)生態旅遊白皮書。
- 李建堂(2005)和平島海岸地質資源與旅遊發展，基隆市和平島海岸復育及地景生態旅遊先趨計畫研討會論文集，頁6-15，基隆市政府。
- 陳郁婷(2006)澎湖群島土地品質之指標建構與評估，國立臺灣大學地理環境資源研究所碩士論文
- Barrow, C. J. (1991) *Land degradation: development and breakdown of terrestrial environments*, Cambridge university press
- Buckley, R. (1991) Environmental impacts of recreation in parks and reserves. In: *Perspectives in Environmental Management*, pp. 243-258, Berlin: Springer-Verlag.
- Cohen, E. (1978) The impact of tourism on the physical environment, *Annals of Tourism Research*, 5(2): 215-237
- El-Beltagy A. (2000) Land degradation: Regional and global. Paper to the Conference on the United Nations and Global Governance in the New Millennium, United Nations University: Tokyo. [<http://www.unu.edu/millennium/el-beltagy.pdf>] [accessed 15 May 2004].
- Garcia, C. and Servera, J. (2003) Impacts of tourism development on water demand and beach degradation on the island of Mallorca (Spain), *Geografiska Annaler*, 85A(3-4): 287-300.
- Gisladottir, G. and Stocking, M. (2005a) Land degradation and mitigation, *Land Degradation and Development*, 16: 97..
- Gisladottir, G. and Stocking, M. (2005b) Land degradation control and its global environmental benefits, *Land Degradation and Development*, 16: 99 - 112.
- Gray, L. C. (1999) Is land being degraded? A multi-scale investigation of landscape change in Southwestern Burkina Faso, *Land degradation and development*, 10: 329-343
- Hall, C. M. and Page, S. J. (1999) *The geography of tourism and recreation—environment*,

*place and space*, Routledge, USA

- Janaki R. R. A., Wiktor L. A. (2000) Tourism impact modeling for resource extraction regions, *Annals of Tourism Research*, 27 (1): 188-202
- Johnson, P. and Tomas, B. (1992) *Perspectives on tourism policy*, London, Mansell Publishing Limited
- Leung, Y. F. and Marion J. L. (2000) Recreation impacts and management in wilderness : a state-of-knowledge review, *USDA Forest Service Proceeding* RMRS-P-15-VOL-5
- Madan, S. and Rawat, L. (2000) The impacts of tourism on the environment of Mussoorie, Garhwal Himalaya India, *The Environmentalist*, 20: 249-255
- Maukonen, T. (2006) Sustainable development guidelines for land resources management bridging the gap between phetoric and reality, 永續發展教育\_在地化、生活化, 2006
- Robert, W. (1987) Detection and measurement of land degradation processes, In: Anthony Chisholm and Robert Dumsday, *Land degradation : problems and policies*, Cambridge; New York : Cambridge University Press
- Ryan, C. (2002) Chinese visitors to New Zealand—Demographics and perceptions, *Journal of Vacation Marketing*, 8(1):13-27
- Ryan, C. and Huyton, J. (2000) Aboriginal Tourism—a Linear Structural Relations Analysis of Domestic and International Tourist Demand, *International Journal of Tourism Research*, 2: 15-29
- Shi Q. (2006) the impact of tourism on soil in Zangiajie World Geopark, *Journal of forestry research*, 17 (2): 167-170
- Sun, D. and Walsh, D. (1998) Review of studies on environmental impacts of recreation and tourism in Australia, *Journal of Environmental Management*, 53: 323-338
- UNEP (2005) Tourism expansion: Increasing threats or conservation opportunities?
- Wang, X., Piao, Z., Yeong, H. H., Youn, J. C. (1998) Impact of tourism and developmental potential of ecotourism in and around the Changbaishan Biosphere reserve, *Journal of forestry research*, 9 (3) 211-217
- World Commission on Environment and Development, WCED 1987. *Our Common Future*, Oxford University Press, Oxford, UK.