

### Study of The Effects of Improvement Engineering of Serial Check Dams on Chi-Chia-Wan Creek Channel Morphology

Ching-Hao Tuan<sup>(1)</sup>, P. H. Ling<sup>(2)</sup> and Chao-Hsien Yeh<sup>(3, 4)</sup>

(Manuscript received 21 August 1999 ; accepted 13 January 2000)

**ABSTRACT:** By partially breaking the dam body or cutting opening appropriately, our experimental studies tried to provide appropriate river rehabilitation measure for Formosan Salmon (*Oncorhynchus masu formosanus*) in Sheipa National Park. With supports from previous research, this study focused on the effects of improvement engineering of serial check dams on channel morphology from hydraulic model experiment, several results were concluded regarding to the deposit slopes, cross sections, dimension of scouring hole, and sediment discharge of observed channel. The average deposit slope for the observed channel did not change apparently either conducting the dam-conversion simultaneously or gradually, however it increased with the increasing opening depth of dam No.3. With same opening depth applied at dam No. 3, deeper scouring hole was found at the downstream channel of dam No.4 when the dam-conversion was conducted simultaneously. Besides, the depth of downstream scouring hole of dam No.4 increased with increasing opening depth at dam No.3. The changes in the channel cross sections between dam No.3 and No.4 mainly related to the opening depth applied at dam No.3 and the scouring range extended with increasing opening depth. Overall, the average deposit slope, changes in cross sections, scouring hole, and sediment discharge of downstream channel of dam No.4 increased with deeper opening depth of dam No.3. However, the effects on those channel morphologic phenomena were milder when the opening-developing procedures were applied gradually.

**KEYWORDS:** Formosan Salmon, Channel Habitat Improvement, Serial Check Dams, Model Experiment.

(1) Department of Soil and Water Conservation, National Chung Hsing University, Taichung 402, Taiwan, Republic of China.

(2) Department of Hydraulic Engineering, Feng Chia University, Taichung 407, Taiwan, Republic of China.

(3) Department of Land Management, Feng Chia University, Taichung 407, Taiwan, Republic of China.

(4) Corresponding author.

### 地景保育景點管理計畫之初步研究--雪霸國家公園個案研究

李建堂<sup>(1, 3)</sup>、劉桓吉<sup>(2)</sup>

(收稿日期：1999年12月9日；接受日期：2000年1月24日)

#### 摘 要

研擬之地景保育景點簡要管理計畫以分區分級管理為原則，主要目的在於保存景點的價值以供永續利用。在雪霸國家公園所選定之20個地景保育景點中，隸屬於生態保護區內者有14個景點，一般管制區內有5個景點，遊憩區內有1個景點，上述分區內各景點可直接依據雪霸國家公園計畫書中之分區管制規定進行管理。在管理分級中屬於一級者有4個景點，可供學術研究、教育之用；屬二級者有8個景點，可供研究、教育及環境解說之用；屬三級者有8個景點，可供發展研究、教育、觀光遊憩之利用。此管理分級兼顧景點的保護及可利用方式，可視為簡要管理計畫的目標。此外，本研究更針對各景點的特性，建議相關的短期管理措施。

**關鍵詞：**雪霸國家公園、地景保育景點、簡要管理計畫。

#### 一、前 言

地景保育是國家公園的主要工作項目之一，此工作大致可區分成三步驟來進行：(1) 鑑定重要的景點；(2) 經由規劃管理體系保護各景點；(3) 擴大宣導，提升大眾的覺知(王鑫, 1997)。此三步驟的進行雖有先後順序，但彼此之間卻相互影響。其中以保育景點的鑑定工作為當務之急，其進行方式即經由特殊地質、地形現象(地景)景點之調查，以及有系統的登錄與評估來達成，以便能確實掌握各重要景點的所在位置及其特性，防止因無知而造成的破壞行為，同時提供研擬地景保育景點管理計畫之參考依據。其次則需透過系統的規劃管理方法進行各景點的保護工作，經由管理體系之建立，不但可確定地景保育工作的方針，同時可考慮到各景點未來可能的開發利用價值，充分發揮各景點所具有的資源潛力。最後則需推展到地方性和區域性的層次，與當地居民溝通，如此地景保育的工作才能真正落實。就長期而言，只有當大眾能深切地體認各景點的價值和其意義後，地景保育才能有所保障。

(1) 國立臺灣大學地理學系，台北市106羅斯福路四段1號。

(2) 經濟部中央地質調查所，台北縣235中和市華新街109巷2號。

(3) 通信聯絡員。



地景保育景點的管理可視同保護區中的棲地管理，基本上此類管理計畫可分為簡要管理計畫 (minimum management plan) 及完整管理計畫 (full management plan) 兩大類 (Natural Conservation Council, 1987)。簡要管理計畫可說是完整管理計畫的縮版，隨著對景點資源特性及知識的累積，逐漸發展而成為完整管理計畫。簡要管理計畫的內容主要包括下列四項要件：(1) 景點的簡要說明；(2) 景點現象之評估；(3) 管理計畫之目標；及 (4) 草擬計畫期間的保護措施。依一定的選取準則下，雪霸國家公園內已初步選定 20 處地景保育景點，而各景點的相關資料均以相同格式登錄 (李建堂, 1999)。本文即針對雪霸國家公園已選定的 20 處地景保育景點，提出初步的管理計畫，並建議短期的管理措施以保育該些景點。目的在於提出景點保護和可供利用的方式，使每一景點能儘快有一管理的依據，避免景點於無意中遭受破壞，且在不損及景點的前提下，盡可能充分利用各景點所具有的資源特性。

## 二、材料與方法

### (一) 雪霸國家公園概述

雪霸國家公園位於臺灣本島的中北部，涵蓋雪山山脈的最主要部份。由於區內地形起伏變化大，高山林立，景觀非常壯麗，生育地及植被類型極具多樣性，加上大部份土地未經人為開發利用，動、植物資源相當豐富，因此於民國 81 年 7 月正式劃設為臺灣地區第五座國家公園，總面積達 76,850 公頃 (內政部營建署, 1992)。

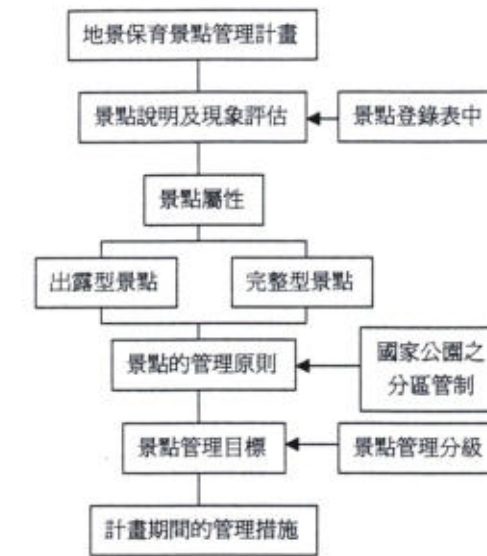
雪霸國家公園的海拔高度從 700 至 3884 公尺，在臺灣山地氣候之分類上屬於西北山區氣候區，受海拔高度起伏變化之影響，氣候上跨越暖溫帶、冷溫帶和亞寒帶。平均年雨量在 1600 公釐 (背風坡) 至 2500 公釐 (迎風坡) 之間，雨季集中於每年的五月到十月之間，十二月至次年四月間山區常有積雪 (王鑫, 1989)。

由於雪山山脈的地質帶中都是以深灰色的硬頁岩和板岩 (千枚岩) 為主，因此雪霸國家公園內的地層也是以這些輕度的變質岩為主，而主要的地質構造和岩層走向大致呈東北-西南走向 (張徽正, 1997)。雪霸國家公園的地勢以雪山地壘為中心，即以雪山為頂點，呈放射狀向四周傾降延展，其中三千公尺以上的高山由北至南主要有大、小霸尖山、武陵四秀、雪山、志佳陽大山、大劍山、頭鷹山、大雪山等。而雪山地壘的主稜線成為雪霸國家公園內主要的分水嶺，同時也是臺灣中北部地區幾條主要河流的源頭所在。雪霸國家公園的西北角為頭前溪的上游，東北側為淡水河支流大漢溪的發源地，西部為大安溪的集水區流域，南部則屬大甲溪流域。受到臺灣島造山運動的影響，除造成雪霸國家公園高山林立的地形外，褶皺現象非常普遍，加上各河流強烈侵蝕作用的結果，河流地形景觀相當豐富，並有許多天然崩塌地。

### (二) 研究方法

#### 1. 研究流程

本研究在於研擬初步的簡要管理計畫，研擬流程列於圖一。根據前言所述，簡要管理計畫所包括之內容中，第 1 及第 2 項所需的各種資料已包含於各景點的登錄表中。此外，更進一步加入地景保育景點的屬性分類，以瞭解景點的屬性並提供研擬管理措施之參考。



圖一、地景保育景點管理計畫之研擬流程

#### 2. 景點屬性分類

依景點的特性概略可區分成出露型景點 (exposure site) 和完整型景點 (integrity site) 兩大類 (Natural Conservation Council, 1990)。所謂出露型景點是指廣泛分布在地下的地質現象，目前只出露一部份於地表上可供人類接觸。如果這些地質現象沒有出露於地表，則無法被發現以供利用。而完整性景點則包含了分布有限的地質/地形現象，以及一旦遭到破壞就無法再生的景點，例如冰河地形、獨特的礦物、化石等。其中出露型景點在地下有良好的延伸，視維持景點的狀況可以有較彈性的保育方式，而完整型景點具有不可再生性，一旦破壞則無法取代，因此需有嚴格的保護措施。

#### 3. 景點的管理原則

基本上國家公園內地景保育景點的管理原則係採用分區管制方式。由於國家公園已有明確的範圍及專責管理機構，因此國家公園內的地景保育可依原有國家公園計畫書內的分區為標準，進行景點的管理。在雪霸國家公園內共計分成生態保護區、特別景觀區、遊憩區及一般管制區四區，計畫書中所擬定的分區管理辦法都可直接做為地景保育景點的管理依據 (內政部營建署, 1992)。

#### 4. 景點的管理目標

地景的保護程度和管理分級則採用臺灣地區地景保育景點保護程度的劃分標準 (表 1) (王鑫, 1996)，主要依據景點的特殊性和稀有性為考量標準，再經由專業判斷所決定的。各保護分級中同時也提出景點可供利用的活動類型，這些可視為景點管理計畫的經理目標，主要在於限制土地使用方式和危及景點之不當行為。其中第一級地景保育景點主要供作學術研究利用，第二級景點可進一步開放作為教育之用，第三級景點則可供觀光休閒活動之利用。最後由上述各項資訊綜合整理，提出各景點短期的管理措施建議。



表 1. 臺灣地區地景保育景點保護程度的劃分

保護程度	保護及利用方式
一級	對國際或國內具有極為罕見和重要科學價值的地質、地形現象登錄景點實施一級保護，非經申請不得進入。若經該主管機關同意者，可進行研究教育等活動。
二級*	對大區域範圍內具有重要科學價值的地質、地形現象登錄景點實施二級保護。經該主管機關同意者，可進行研究、教育、遊憩、等活動。
三級	對具有一定價值的地質、地形現象登錄景點實施三級保護。經該主管機關同意者，可進行研究、教育、遊憩等活動。

\* 可開發成為自然教室，必要時須限制容納量，並須有專業人員帶領。

(取自王鑫，1996，頁 145)

### 三、結果與討論

#### (一) 地景保育景點之類型

雪霸國家公園初步選定的 20 處地景保育景點的編號和名稱詳列於表 2，另外依地景保育景點屬於出露型或完整型的分類，此 20 處景點的屬性分類也列於表 2 中。由於出露型景點在地下仍有良好的延伸，因此視維持景點特性的狀況，可以有較彈性的保育方式；完整型景點由於具有不可再生性，一旦遭受到破壞則無法取代，因此需有較嚴格的保護措施。其中地景規模較小者或在道路旁邊者，如 *Corbilcula* 化石密集帶、松茂對岸林道鐘乳石等，由於極易受到人為活動的影響，因此更需要避免各種不必要的干擾。

#### (二) 地景保育景點的管理原則

在雪霸國家公園內所選定 20 個景點，其隸屬分區及保護和管理程度之分級也列於表 2 中，而景點於分區中的分布狀況則如圖二所示。其中隸屬於生態保護區內者有 14 個景點，一般管制區內有 5 個景點，遊憩區內有 1 個景點，特別景觀區內則無景點。上述分區內的各景點，可直接依據雪霸國家公園計畫 (1992) 中之保護計畫進行景點的保護。其中生態保護區係指為供研究生態而應嚴格保護之地區，在國家公園法中規定，該區域內禁止採集標本、使用農藥及興建一切人工設施，但在供作學術研究或公共安全及管理特殊需要時，經內政部許可則不在此限 (內政部營建署，1985)。一般管制區內允許原有土地利用型態之地區，而遊憩區為適合各種野外育樂活動之區域，並准許興建適當育樂設施及有限度的資源利用行為，因而此二分區內之景點，受到人為開發活動潛在威脅的可能性較大。另外，在雪霸國家公園計畫書中對於地質地地形資源及景觀也明訂保護管制要點，即僅供作科學研究與環境解說教育之用，而不得任意破壞。因此雪霸國家公園範圍內的地景保育景點，可依已有的分區管制辦法來管理各景點內的活動及利用行為。

表 2. 雪霸國家公園特殊地景保育景點名稱、景點類型、所在位置之隸屬分區及保護和管理程度分級

景點編號	景點名稱	景點類型	隸屬分區	保護程度分級
1	榛山背斜	出露型	一般管制區(一)	三級
2	榛山瀑布	出露型	一般管制區(一)	三級
3	觀霧中山崩塌地	完整型	生態保護區(五)	二級
4	西勢山背斜	出露型	一般管制區(三)	三級
5	西勢山山崩岩層翻倒	完整型	一般管制區(三)	三級
6	<i>Corbilcula</i> 化石密集帶	完整型	一般管制區(三)	二級
7	翠池	完整型	生態保護區(一)	二級
8	雪山 1 號圈谷	完整型	生態保護區(一)	一級
9	雪山 2 號圈谷	完整型	生態保護區(一)	一級
10	大霸尖山	完整型	生態保護區(一)	一級
11	小霸尖山	完整型	生態保護區(一)	一級
12	東霸連峰	完整型	生態保護區(一)	二級
13	布秀蘭山豆腐岩	完整型	生態保護區(二)	二級
14	布秀蘭斷崖	出露型	生態保護區(二)	三級
15	穆特勒布山	出露型	生態保護區(二)	三級
16	品田山褶皺	出露型	生態保護區(二)	二級
17	煙聲瀑布	出露型	生態保護區(二)	三級
18	武陵眉溪砂岩剖面	出露型	遊憩區(二)	二級
19	松茂對岸林道鐘乳石	完整型	生態保護區(三)	二級
20	光明橋背斜	出露型	生態保護區(三)	三級

(整理自李建堂，1999，頁 16 和 18。)

#### (三) 地景保育景點的管理計畫目標

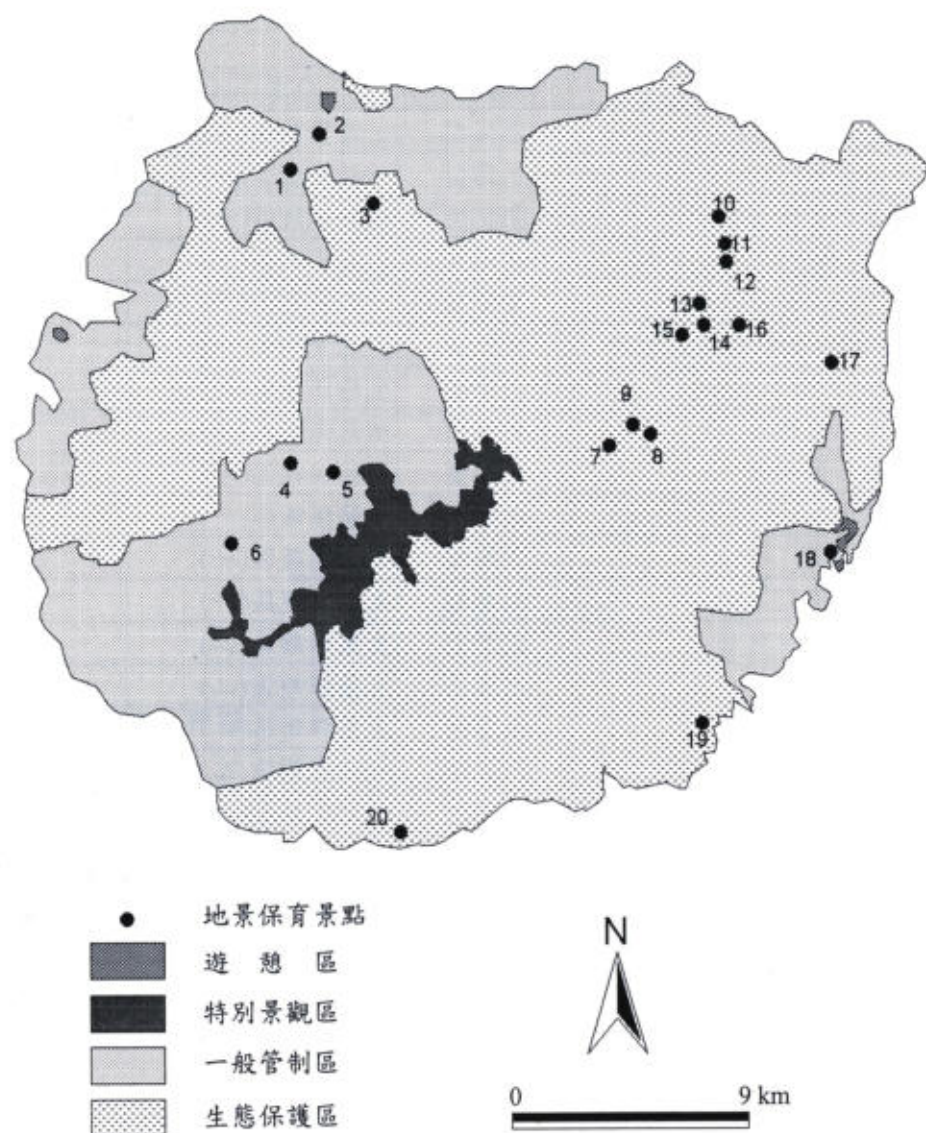
所有的管理計畫均依目標而定，因此必須有一清楚明確的管理目標，並能穩當的進行管理計畫，有助於鎖定行動方針和提供基礎以度量管理計畫的進展。管理目標有一項重要的特性，就是具有序列性，即一項目目標導引著另一項目目標，或者甚至於多項目目標，因而形成所謂的層階 (hierarchy)，或目標系列 (objective tree)。目標系列由上至下可區分為三級：(1) 策略目標 (strategic objectives)；(2) 經理目標 (management objectives)；和 (3) 實施目標 (tactical objectives) (Wilson, 1994)。

##### 1. 策略目標 (strategic objectives)

屬於非常概略性，在較長期下不會改變的目標，有時即所謂的整體性的目標 (overall objectives)。地景保育的策略目標主要有下列三項，並有其優先順序：

- (1) 維持目前已知地景特徵的多樣性；
- (2) 確保地景提供社會需求之用時的完整；
- (3) 協調包含地景資源在內的所有土地利用衝突或競爭。





圖二、雪霸國家公園地景保育景點隸屬分區位置圖  
(地景保育景點的名稱請對照表 2 中的編號)

## 2. 經理目標 (management objectives)

此類經理目標主要在防止因自然、人為作用介入，或允許從事公眾遊憩或教育研究需要之用，而造成地景品質的劣化。需視每一個地景的特徵而分別擬定其經理目標，同時必須考慮到地景土地的所有者及其他土地利用的狀況，因此沒有放諸四海皆為準且全部適用所有景點的經理目標。

## 3. 實施目標 (tactical objectives)

主要為達成上述經理目標而擬定的。

本研究之管理目標主要屬於策略性目標，並含有部份的經理目標在內，同時考慮到景點的保護及可利用性，因此本研究之管理目標係依景點可供利用方式而定，即可供作學術研究、教育或觀光遊憩之用而分級 (參見表 2)。此處的管理利用分級係針對景點的所在地而言，只要不在景點所在地，仍可供作其它用途。例如，雪山 1 號圈谷屬於一級之管理利用方式，僅能供作學術研究教育之用，但只要不在當地，則仍可供作遊憩觀賞之用，這也是景點與觀景點之不同。

景點需要保護程度及管理分級中屬於第一級者有 4 個景點，屬第二級者有 8 個景點，屬第三級者有 8 個景點 (參見表 2)。其中屬於第一級者可供作學術研究、教育之用，屬第二級者可供研究、教育及環境解說之用，而屬第三級之景點則可供作發展研究、教育、觀光遊憩之利用。由於此分級係僅針對地景保育景點而分，可能會與雪霸國家公園原有的分區保護計畫衝突，因此上述之利用方式均以不抵觸國家公園內原有的分區管制為原則，而這也確定了每一景點的經理目標。

## (四) 地景保育景點之短期管理措施

通常管理計畫係針對已發生的管理問題而從事研擬補救措施，而地景保育景點的管理計畫，除了消極性的防止此類管理問題的發生、補救之外，更有積極性的意義在內，即經由景點的調查與登錄而對於景點的屬性進行充分的瞭解，並且在不損及景點特性和資源屬性的前提下，儘量發揮並利用景點具有的資源潛力，以達到永續利用的目標。在各景點的登錄表中，列有威脅景點之可能行為類型的資訊，可提供研擬管理計畫之參考，因而具有防患於未然的功能。

地景保育景點主要的威脅來自大型開挖工程或其他不當的開發利用方式，但是由於雪霸國家公園之景點大都位於山區交通不便之處，而且主要位在生態保護區內，加上景點的規模較大，因此多數無此方面之問題，只需暫時保持現狀即可。

部份位於道路旁、景點規模較小或屬於完整型之景點，可能遭受破壞的威脅較大。這類景點則需注意道路工程的施工或坡面的護坡工程，直接破壞景點，主要的有觀霧中山崩塌地、西勢山山崩岩層翻倒、武陵眉溪砂岩剖面、*Corbicula* 化石密集帶及松茂對岸林道鐘乳石等五處。

在一般管制區及遊憩區內，可積極地規劃設置解說牌、辦理現場解說活動等，宣導地景保育工作，以達到地景保育、環境教育及休閒遊憩等多方面的功能。

針對各景點狀況，建議下列幾點短期內能執行的管理措施以供參考，以期能達到景點保護，同時充分利用景點資源。而各景點短期的管理措施建議則分別列於表 3 中。

- (1) 保持現狀；
- (2) 避免道路施工及護坡工程；
- (3) 限制進入；
- (4) 安全設施 (遊客安全顧慮)；
- (5) 清理景點 (清除廢土、廢棄物、危險物品等)；
- (6) 景點地設解說設施；
- (7) 觀景點設解說設施。



表 3. 霸國家公園內地景保育景點之短期管理措施建議

管理策略 選 項 景點名稱	保 持 現 狀	避 工 免 護 道 坡 路 工 施 程	限 制 進 入	安 全 設 施	清 理 景 點	景 解 點 說 地 設 施	觀 解 景 說 點 設 施
榛山背斜	◎						◎
榛山瀑布				◎		◎	
觀霧中山崩塌地	◎	◎				◎	◎
西勢山背斜	◎						◎
西勢山山崩岩層翻倒	◎	◎				◎	
Corbícula 化石密集帶		◎	◎			◎	
翠池			◎		◎	◎	
雪山 1 號圈谷	◎						◎
雪山 2 號圈谷	◎						◎
大霸尖山			◎	◎		◎	◎
小霸尖山			◎	◎		◎	◎
東霸連峰			◎	◎			◎
布秀蘭山豆腐岩	◎					◎	
布秀蘭斷崖	◎						◎
穆特勒布山	◎						◎
品田山褶皺	◎						◎
煙聲瀑布				◎		◎	
武陵眉溪砂岩剖面	◎	◎				◎	
松茂對岸林道鐘乳石		◎	◎			◎	
光明橋背斜	◎						◎

(資料來源：李建堂，1999，頁 22。)

#### 四、結論與建議

雪霸國家公園內初步已選出 20 處地景保育景點，本研究即針對該些景點保育提出初步的簡要管理計畫，確定景點管理的基本架構係以分區分級管理為原則，並研擬各景點的主要管理目標，同時依各景點的特性建議短期的管理措施，使每一景點能儘快有一管理的依據，避免景點於無意中遭受破壞，且在不損及景點的前提下，盡可能充分利用各景點所具有的資源特性。

所擬之景點管理計畫只是一些基本概念，在於顯示出此階段所預期的結果，絕不可將其視為一組可完全引用的法則，尤其是各景點有其特性且所處環境不同，而景點特性必須反應於各自的管理計畫中。目前所提及的管理僅針景點品質的"維持"、"改善

"及"創造"方面做一些基本的陳述及建議。就長期的地景保育而言，仍需進一步視各景點的特性、所在環境及管理目標而分別擬定進一步的完整管理計畫，此即為未來應從事的工作。

地景保育工作大致可區分成三步驟來進行：(1) 鑑定重要的景點；(2) 經由規劃管理體系保護各景點；(3) 擴大宣導，提升大眾的覺知。此三步驟的進行雖有先後順序，但彼此之間卻相互影響。本文主要報告其中的第 2 項工作，茲建議逐步完成下列數項工作，以便能落實雪霸國家公園內的地景保育工作：

1. 擴大地景保育的宣導，提升大眾的覺知。除增設景點之解說設施外，可考慮出版雪霸國家公園地景保育景點之宣傳手冊，甚或發行地質/地形景觀的解說手冊。
2. 持續進行地景保育景點的調查與選取，並對已選取之保育景點進行監測，有任何變化隨時登錄於各景點的登錄表中，以便累積景點的相關資料，而能適時調整景點的管理計畫。
3. 進一步研擬完整管理計畫，以落實雪霸國家公園內的地景保育工作，除能保護這些特殊地景外，並能充分利用其所具有的資源潛能。

#### 五、誌 謝

本研究承蒙內政部營建署雪霸國家公園管理處之經費補助才得以完成，李柏鋒先生幫忙繪圖，在此一併致謝。另外，特別感謝兩位審稿者對於本文提出許多寶貴的修改意見。

#### 六、引用文獻

- 內政部營建署，1985。國家公園法規彙編，共 41 頁。
- 內政部營建署，1992。雪霸國家公園計畫，共 222 頁。
- 王鑫，1989。雪山--大霸尖山地區地理、地形及地質景觀先期調查研究報告，內政部營建署，共 113 頁。
- 王鑫，1996。地景保育景點評鑑及保育技術研究計畫，行政院農業委員會，共 271 頁。
- 王鑫，1997。陽明山國家公園地景據點登錄與管理計畫研究報告，內政部營建署陽明山國家公園管理處，共 127 頁。
- 李建堂，1999。雪霸國家公園特殊地質、地形現象景點登錄與管理研究(一)，內政部營建署雪霸國家公園管理處，共 86 頁。
- 李建堂、劉桓吉，1999。雪霸國家公園特殊地景保育景點登錄之研究，「海峽兩岸風景地學研討會」論文手冊，203-215 頁。
- 張徵正，1997。雪霸國家公園地層與構造之研究，內政部營建署雪霸國家公園管理處，共 89 頁。
- Nature Conservancy Council, 1987. *Site Management Plans for Nature Conservation: a working guide*, 39pp.

Nature Conservancy Council, 1990. *Earth Science Conservation in Great Britain: A Strategy*.

Wilson, C. (ed.), P. Doyle, G. Easterbrook, E. Reid, E. Skipsey, 1994. *Earth Heritage Conservation*, UK: Open University, 272pp.

### **A Preliminary Study of Landscape Conservation Site Management Plan : A Case Study of Shei-Pa National Park**

Cheing-Tung Lee<sup>(1,3)</sup> and Huan-Chi Liu<sup>(2)</sup>

(Manuscript received 09 December 1999 ; accepted 24 January 2000)

**ABSTRACT:** The proposed minimum management plan for selected conservation sites is mainly to preserve their values for sustainable uses. Based on the principle of zoning control, the degree of preservation and utilization for landscape conservation sites, a minimum management plan is proposed for those conservation sites. According to the zoning control of Shei-Pa National Park master plan, 14 sites are located in ecological preservation areas, 5 sites are in general conservation areas, and 1 site is in recreational areas, of which the utilization and development of sites are restricted by National Park Law. The degree of preservation and utilization for all sites are classified into three classes, which can be considered as management objectives for conservation sites. Four sites in the first class can be used for research and education purposes; 8 sites in the second class can be used for research, educational and environmental interpretation purposes; and 8 sites in the third class can be used for research, education, environmental interpretation and recreation purposes. Meanwhile, short-term management measures for all sites are suggested.

**KEYWORDS :** Shei-Pa National Park, Landscape Conservation Site, Minimum Management Plan.

---

(1) Department of Geography, National Taiwan University, Taipei 106, Taiwan, Republic of China.

(2) Central Geological Survey, Ministry of Economic Affairs, Taipei 235, Taiwan, Republic of China.

(3) Corresponding author.