

國家森林遊樂區步道環境監測計畫執行成果

文、圖 ■ 劉儒淵 ■ 台灣發展研究院生態暨資源保育研究所研究員（通訊作者）

楊秋霖 ■ 前林務局森林育樂組組長

朱學華 ■ 林務局森林育樂組技正

一、前言

步道系統的規劃設置，提供遊客欣賞自然與遊憩的空間，為各生態旅遊地極為重要的遊憩設施之一，惟步道沿線之環境，每因遊憩使用而造成各種不同型態與程度的衝擊，導致步道惡化的現象，不但破壞了遊憩環境品質，也造成遊客之視覺衝擊而影響其遊憩體驗。

步道沿線環境狀況的長期調查監測，可以反應出步道規劃設計的良窳、人為干擾的程度，使經營者能瞭解該步道的使用遊客人數是否超過其承載量，且能掌握何處、何時需要施行哪些經營措施，或據以評估經營策略之有效與否，為生態旅遊地經營管理上重

要的課題。

林務局為發揮各國家森林遊樂區之景觀資源特色，型塑各區的整體意象，系統性重建並維護區內的各項設施，減少環境衝擊，並提升遊憩品質，同時建立完善、便利的旅遊資訊管道，提高服務水平，自91年底率先依據行政院頒布之「二〇〇二生態旅遊年工作計畫」，配合環保署推動「生態旅遊地環境監測機制」，針對森林遊樂區之環境特性及遊憩活動常見之衝擊項目，訂定現場人員實際可操作之監測計畫，包含國家森林遊樂區之現況分析、監測項目及表格等，並辦理監測實務講習，務使監測工作得以落實（顏仁德，2004）。

林務局為加強各國家森林遊樂區現場工作同仁之監測技術與經驗，俾整體步道環境監測業務得以落實，爰於94年度委請台灣發展研究院生態暨資源保育研究所執行「國家森林遊樂區步道環境監測計畫」，其計畫目標包括：（一）辦理一梯次步道環境監測實務講習與觀摩；（二）協助各國家森林遊樂區完成監測步道基本資料之建立；（三）協助與指導各國家森林遊樂區完成本年度2次調查



▲ 東眼山森林浴步道。



▲奧萬大講習會場。



▲環保署蔡玲儀科長專題演講。

監測作業及資料統計彙整，擬具步道衝擊改善與防治建議等。茲就該計畫之執行成果分項加以說明，並將執行過程所遭遇的若干問題提出來加以檢討。

二、執行成果

(一) 步道環境監測實務講習與觀摩

94年3月30日假奧萬大森林遊樂區所舉辦一梯次步道環境監測實務講習、觀摩與技術指導，並由各林區管理處報告與檢討其轄內各國家森林遊樂區93下半年度監測成果。31日則除實地考察合歡山森林遊樂區石門山與合歡東峰等各主要登山步道之遊憩衝擊情形，並假合歡山莊召開座談會。參加學員包括各林區管理處業務主辦（管）及遊樂區的現場工作人員計52人。茲將重要成果臚列如下：

1. 監測技術指導：利用奧萬大森林遊



▲合歡東峰步道土壤沖蝕情形。



▲楊秋霖組長主持檢討座談會（合歡山莊）。

樂區之瀑布群步道沿線，就「地被植群覆蓋度」與「土壤硬度」等2項步道環境衝擊調查介量之樣區設置方法、調查技術與常見的錯誤或問題等進行講解、示範操作與實習。

2. 步道遊憩衝擊考察：前往合歡山森林遊樂區考察石門山與合歡東峰登山步道之設施（鋪面、解說牌等）、步道沿線之植群與土壤衝擊情形。

(二) 步道基本資料與環境監測機制之建立

完成「林務局國家森林遊樂區步道衝擊監測作業要點」草案之擬定，訂定監測作業分工流程與相關的報表格式，初步建立森林步道環境監測與督導機制。目前各國家森林遊樂區均已完成區內各主要步道之現況調



▲石門山步道衝擊考察。



▲步道樣區設置現場講解。

查，建立遊憩環境、遊憩設施與遊客人數與分布等之基本資料庫。本計畫本年度並協助各林管處完成步道之高程（剖面）圖之繪製，供為步道分類與分級之參考。

（三）步道監測資料彙整

各林區管理處指派專人每半年一次針對各國家森林遊樂區所選定之步道，每間隔約100~200公尺設置一個對照樣區組，分別調查步道鋪面（或預設寬度）邊緣2公尺範圍內A、B2個1×1平方公尺之調查小區，以及外側4~5公尺之對照區的地被植群覆蓋度與土壤硬度。將原始調查資料輸入由本計畫所提供之樣區調查表格及範例（該表格為Excel檔，內建自動統計公式），統計分析各步道之



▲石門山步道衝擊考察。

植群覆蓋度減少率（cover reduction, CR）與土壤硬度增加率（soil hardness increase, SHI）等2項供為評估森林步道環境衝擊指標之數值。

計畫期間共收到各林區管處所提供18個國家森林遊樂區93年下半年、94上半年及下半年共3次的步道監測作業成果資料，各遊樂區歷次監測的步道數量彙整如表1所示。93年下半年度共有16個森林遊樂區42條步道同步進行步道衝擊效應之樣區調查；94年上半年則有17個遊樂區51條步道進行監測；94下半年度雖因7、8月間颱風災害頻仍，多處森林遊樂區之監測工作稍受延誤，唯在工作同仁努力下，各遊樂區之監測作業均能如期完成，計有18個遊樂區49條步道完成預定之調查監測工作。

各步道因距離的長短不一，其設置的調查樣區組數目從3個到40個不等。本計畫將各林區管理處所提供各次調查之原始資料加以彙整，經統計分析與修正後，獲得每一條步道A、B兩小區之CR與SHI兩項步道衝擊監測指標之平均值，可看出各步道的遊憩



表1 林務局各國家森林遊樂區步道監測數量一覽表

林區 管理處	森 林 遊樂區	監測步道數			林區 管理處	森 林 遊樂區	監測步道數		
		93下	94上	94下			93下	94上	94下
羅 東	太平山	8	8	8	南 投	奧萬大	3	3	2
	滿月園	3	3	3	嘉 義	阿里山	2	2	2
新 竹	東眼山	1	1	1		藤 枝	3	4	4
	內 洞	1	1	1	屏 東	雙 流	3	3	2
	觀 霧	3	3	3		墾 丁	4	4	3
東 勢	八仙山	5	5	5	花 蓮	池 南	2	6	6
	合歡山	1	3	3		富 源	—	—	1
	大雪山	—	2	2		向 陽	1	1	1
	武 陵	1	1	1	台 東	知 本	1	1	1
合 計						18	42	51	49

衝擊情形，茲將94下半年之調查監測結果列如表2所示。

雖然各步道之環境條件、遊客人數與經營管理方面均有所不同，致調查分析所得的植群與土壤衝擊程度差異頗大。唯整體而言，國家森林遊樂區內遊客活動對步道沿線環境影響，大致在步道外側2公尺範圍內，且A小區之衝擊效應明顯大於B小區，與國內外相關之調查研究結果相符。表3是以遊樂區為單位，列出94下半年度區內各監測步道A、B兩調查小區之平均植群覆蓋度減少率（CR）與土壤硬度增加率（SHI）之統計結果，可看出各森林遊樂區植群衝擊程度上之差異。

（四）步道衝擊程度之分級

3月31日座談會結論，建議將各國家森林遊樂區環境監測結果之步道衝擊程度予以分級，便於後續管理及配合措施之訂定的問

題，雖然國內以往之研究報告，均採用劉儒淵（1993）所研提之「植群衝擊指數」（Index of Vegetation Impact, IVI）作為步道遊憩衝擊程度分級的標準，唯因其評估的介量除植群覆蓋度減少率（CR）外，尚包括植相變異度（floristic dissimilarity, FD）及指標植物之高度降低率（height reduction, HR），由於後兩項介量，並非林務局步道環境監測作業所訂之調查項目，因此筆者嘗試單獨以步道邊1公尺範圍之植群覆蓋度減少率（CR）為指標，參考國內相關專家學者針對步道植群衝擊可接受的改變限度（Limit of Acceptable Change, LAC）之研究結果（表4），主觀的將步道之衝擊程度分成四級，其分級標準如下：

第 I 級：A小區之平均CR值小於40%，
表示步道衝擊程度輕微。

表2 林務局各國家森林遊樂區94下年度步道衝擊調查結果彙整表

林區 管理處	森林 遊樂區	步道名稱	樣區數	CR (%)		SHI (%)	
				A小區	B小區	A小區	B小區
		翠峰湖	10	15.7	6.6	43.4	27.8
		翠峰觀日	10	2.0	0.5	57.9	33.9
		鐵杉林	17	2.4	0.6	77.5	44.6
羅東	太平山	茂興懷舊	16	20.5	8.8	33.2	23.7
		三疊	32	15.4	10.3	35.9	23.6
		山毛櫸	40	8.3	4.9	38.0	26.3
		平元	19	15.5	4.5	48.7	23.8
		見晴懷舊	25	43.2	21.0	93.6	48.9
		滿月園瀑布	21	42.9	38.9	114.8	127.6
		滿月園	處女瀑布	10	47.4	38.1	154.8
		自導式	13	17.6	14.2	265.9	187.7
新竹	東眼山	自導式	18	72.9	45.3	111.3	35.5
	內洞	森林浴	14	32.7	20.8	34.4	8.3
		瀑布	16	32.2	19.0	122.6	77.9
	觀霧	榛山	35	16.7	4.2	130.9	44.9
		巨木	25	5.7	0.8	118.7	63.9
		賞鳥	4	10.3	3.9	36.7	12.3
		第一涼亭	5	23.3	5.3	60.8	28.7
	八仙山	神社遺址	5	25.1	16.6	34.2	13.7
		竹林	4	24.3	17.5	26.4	9.2
東勢		肖楠巨木	5	9.6	3.1	32.1	24.1
		石門山	4	13.6	9.9	14.0	4.5
	合歡山	合歡尖山	3	23.1	14.3	11.5	7.4
		合歡東峰	8	25.9	7.4	18.9	7.8
	大雪山	環站	10	75.4	51.5	35.3	21.2
		啞口	6	66.2	49.9	30.7	13.9
	武陵	桃山	4	54.2	31.8	48.1	28.3
南投	奧萬大	瀑布群	8	84.4	37.5	160.7	84.8
		賞鳥	11	66.0	50.6	107.6	53.5



表2 林務局各國家森林遊樂區94下半年度步道衝擊調查結果彙整表（續）

林區 管理處	森林 遊樂區	步道名稱	樣區數	CR (%)		SHI (%)	
				A小區	B小區	A小區	B小區
嘉義	阿里山	祝山	9	27.7	31.0	89.6	71.6
		梅園	12	23.6	16.7	41.4	22.7
	墾丁	1號	10	69.4	48.5	30.0	12.4
		2號	8	74.0	44.6	39.3	19.1
		3號	9	79.9	44.9	53.7	22.4
屏東	藤枝	瞭望台A線	10	36.7	10.3	143.5	38.1
		瞭望台B線	13	35.0	13.1	139.8	62.6
		瞭望台C線	16	37.5	10.5	126.4	55.9
	雙流	樹海休息區	10	36.0	21.0	120.7	44.0
		帽子山	27	29.2	5.4	75.4	36.8
台東	知本	白榕	18	45.7	11.8	101.9	33.1
		森林浴	14	58.6	13.0	61.0	16.9
	向陽	松景	14	17.3	2.4	49.5	21.5
		池南 (1)	16	71.8	21.4	71.0	59.0
		池南 (2)	15	48.5	7.5	89.1	5.6
花蓮	池南	鯉魚山 (1)	16	68.0	15.6	80.5	34.2
		鯉魚山 (2)	15	69.3	30.7	110.9	78.3
		鯉魚山 (3)	13	54.9	48.7	46.6	57.4
		鯉魚山 (4)	10	71.0	0	48.6	19.4
	富源	環溪	10	40.1	11.5	99.3	43.2

第II級：40% < CR ≤ 60%，表示衝擊程度中等。

第III級：60% < CR ≤ 80%，表示衝擊程度嚴重。

第IV級：A小區之平均CR值大於80%，表示衝擊程度極為嚴重。

將各森林遊樂區94下半年度所有監測步

道之植群衝擊效應（以A小區之CR值為指標）加以彙整分析如表5及圖1所示。49條監測步道中有28條（佔總步道數之57.1%）其A小區之CR值小於40%，屬第I級輕微的衝擊程度；衝擊程度第II級（中等）者有9條，佔18.4%；屬於第III級嚴重衝擊程度的步道有11條，佔22.4%；只有1條（佔2.1%）之CR值超過

表3 林務局各國家森林遊樂區94下半年度步道衝擊調查統計表

林區管理處	森林遊樂區	步道數	CR (%)		SHI (%)	
			A小區	B小區	A小區	B小區
羅東	太平山	8	15.4±13.1	7.2±6.6	53.5±21.7	31.6±10.0
	滿月圓	3	36.0±16.1	19.2±14.3	178.5±78.3	134.3±50.3
新竹	東眼山	1	72.9	45.3	111.3	35.5
	內洞	1	32.7	22.1	34.4	8.3
	觀霧	3	18.2±13.3	8.0±9.7	124.1±6.2	62.2±16.6
東勢	八仙山	5	18.5±7.9	9.3±7.1	38.0±13.3	17.6±8.4
	合歡山	3	20.9±6.4	10.5±3.5	14.8±3.8	6.6±1.8
	大雪山	2	70.8±6.5	50.7±1.1	33.0±3.3	17.6±5.2
	武陵	1	54.2	36.1	48.1	28.3
南投	奧萬大	2	75.2±13.0	44.1±9.3	134.2±37.5	69.2±22.1
嘉義	阿里山	2	25.7±2.9	23.9±10.1	65.5±34.1	47.2±34.6
	藤枝	4	36.3±1.1	13.7±5.0	132.6±10.8	50.2±11.1
屏東	雙流	2	29.2±11.7	8.6±4.5	88.7±18.7	35.0±2.6
	墾丁	3	74.4±5.3	46.5±2.2	41.0±11.9	18.0±5.1
花蓮	池南	6	63.9±9.8	20.7±17.4	74.5±24.6	42.3±27.3
	富源	1	40.1	11.5	99.3	43.2
台東	知本	1	58.6	13.0	61.0	16.9
	向陽	1	17.3	2.4	49.5	21.5

80%，達到第IV級極為嚴重的衝擊程度。

三、檢討

各國家森林遊樂區步道環境監測業務之重要性已如前述，筆者曾就林務局92~93兩年來建立國家森林遊樂區環境監測機制之過程，以及現場工作人員實際進行步道環境定期監測作業之成果與遭遇的問題等加以檢討，撰文發表於「台灣林業」雙月刊（第31

卷第2期，94年4月出刊）。經過本計畫94年度所辦理的講習、觀摩與檢討後，由前述彙整各林區管理處93下半年及94年之調查監測資料可以看出，各國家森林遊樂區步道環境之定期調查監測作業已漸上軌道，唯仍有若干行政或技術上的缺失有待改進。以下就本計畫執行過程中，所發現各森林遊樂區較常出現共同的問題提出來加以檢討，至於個別遊樂區的問題，則分別與各管理處主辦及實



表4 各地區步道植群覆蓋可接受的改變限度 (LAC) 之比較

研究地點	受訪對象	LAC* (%)	引用文獻
太平山與拉拉山	管理人員	40	王相華 (1988)、陳昭明等 (1989)
奧萬大森林遊樂區	遊客	68	劉儒淵等 (2001)
	專家學者與管理人員	52	
玉山國家公園	登山遊客	40	林晏州 (2002)
玉山前峰登山步道	登山遊客	35	劉儒淵與薛怡珍 (2005)
合歡山區	登山遊客	42	劉儒淵與曾家琳 (2003a)
東北角草嶺古道	一般遊客	45	張森永等 (2005)
拉拉山自然保護區	一般遊客	58	劉儒淵 (2006)
	管理人員	45	

* 除王相華 (1988) 與陳昭明等 (1989) 以步道邊緣2 m為調查範圍，其餘均以1 m範圍內之植群覆蓋度減少率 (CR) 為指標。

際調查人員溝通，協助修正與完成94下半年的例行調查監測作業。

(一) 主辦及調查人員更換

少數森林遊樂區因主辦或負責步道環境監測業務的人員更動，有些接替人員未曾參加講習或訓練，對監測方法不熟悉，或因其他種種因素造成監測作業延遲、中斷、資料不全或錯誤的情形，殊為可惜。

(二) 步道的選定

各國家森林遊樂區所選定供為環境監測的步道數量不一，步道類型也不相同，少數為木板鋪面且挑高之棧道，因遊客很少離開棧道，兩側之衝擊型態主要為地被植物種類的消長，而步道旁植群覆蓋度與土壤硬度的變化較少，難以由CR與SHI之調查統計顯示步道環境衝擊的程度。另有少數遊樂區也將區內林道或車道列入調查監測對象，林(車)道雖也是遊樂區內遊客活動的重要路線之

一，但因其寬度通常在3~4公尺之間，一般遊客很少會離開道路而踐踏兩側之林地，以致道路旁調查樣區之CR與SHI值明顯偏低，不具調查監測之意義或參考價值。唯經過調查步道之變更或調整後，94年度各遊樂區已無前述之情況出現。

(三) 衝擊調查範圍

93下半年度仍有幾個遊樂區調查步道邊緣3公尺範圍內的3個調查小區，經資料彙整統計分析後發現C小區(步道外側2~3公尺)之衝擊程度均甚低，可比照國內外步道衝擊影響範圍之連續梯度樣區調查研究結果，僅調查步道邊2公尺範圍內之A、B兩小區即可。經於本計畫年初所辦理的監測技術講習與觀摩會上特別加以說明後，各遊樂區94年度前後2次的調查均已依此規定辦理，樣區調查資料之統計分析結果也顯示出各步道衝擊之空間型態有相似的變化趨勢。

表5 林務局各國家森林遊樂區94年度監測步道之植群衝擊程度與分級統計表

CR ¹ (%)	羅東處	新竹處	東勢處	南投處	嘉義處	屏東處	花蓮處	台東處	合計		分級 ² (合計)
									步道數	(%)	
CR ≤ 10	3	1	1						5	10.2	
10 < CR ≤ 20	3	2	2					1	8	16.3	I
20 < CR ≤ 30	1		5		2	1			9	18.4	(57.1)
30 < CR ≤ 40		2				4			6	12.2	
40 < CR ≤ 50	1	2				1	2		6	12.2	II
50 < CR ≤ 60			1				1	1	3	6.1	(18.4)
60 < CR ≤ 70			1	1		1	2		5	10.2	III
70 < CR ≤ 80		1	1			2	2		6	12.2	(22.4)
80 < CR ≤ 90				1					1	2.1	IV
CR > 90										0.0	(2.1)
合計	8	8	11	2	2	9	7	2	49	100	100

備註：1. 以各調查步道邊緣1 m A小區之植群覆蓋度減少率 (CR) 為監測指標因子。

2. 植群衝擊程度分級：I表示輕微 (CR ≤ 40%)；II表示中等 (40% < CR ≤ 60%)；III表示嚴重 (60% < CR ≤ 80%)；IV表示極為嚴重 (CR > 80%)。

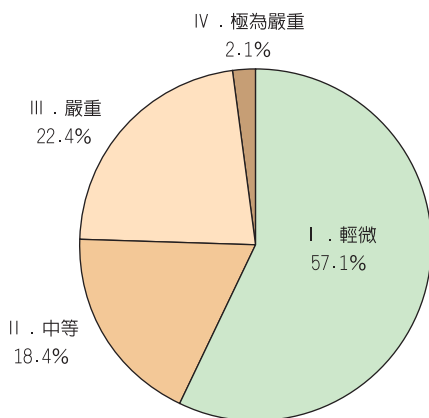


圖1 各調查步道植群衝擊程度之分級分布圖。

(四) 調查樣區組的設置

步道衝擊效應之調查監測，係就所選定之步道，每間隔約100公尺設置一個對照樣區組，分別調查步道鋪面（或預設寬度）邊緣

2公尺範圍內A、B兩個1×1平方公尺之調查小區，以及外側4~5公尺之對照區的地被植群覆蓋度與土壤硬度，然後比較調查小區與對照區兩項調查介量之相對變化值，來評估衝擊程度的大小。本計畫在輔導及彙整各遊樂區之步道調查監測資料時發現，若步道為木棧道，或設有枕木、石板或水泥等鋪面，則對照樣區組之A小區設置在鋪面外側當無問題，但若步道為沒有設施鋪面之原始泥土路面，調查人員常未考量該步道原來開闢或預設的寬度，逕將調查小區設置在現有已擴張加寬的步道邊緣，造成衝擊效應之調查統計結果其CR與SHI值顯著偏低，與實際衝擊情況有很大的出入，有待改進。



▲ 步道植群與土壤衝擊樣區調查。



▲ 土壤硬度測量。

(五) 土壤硬度的測計問題

調查樣區土壤硬度的變化，是以山中式土壤硬度計（Yamanaka's soil hardness tester）直接測量各小區4個測點之土壤硬度，可由硬度計上之刻度直接判讀，然後計算其平均值，甚為簡便，唯量測時，需將土表的枯枝落葉或腐植層移除，方能得到正確測值。經檢視93及94年度各步道之原始調查資料，發覺仍有不少調查人員直接將地被植物與枯枝落葉層一併量測，而產生土壤硬度測量值偏低的情形，此一現象乃本計畫實地赴各國家森林遊樂區輔導與協助調查監測作業之重點之一。

(六) 步道衝擊程度的分級

雖然單獨以植群覆蓋度減少率（CR）為步道衝擊監測的指標有其學理上的依據，

以及操作技術實務上之方便性（王相華，1988；陳昭明等，1989；劉儒淵等，2001；林晏州，2002；劉儒淵，2005），因各國家森林遊樂區之環境條件、遊客人數與經營管理上均有所差異，依前述步道衝擊程度分級標準來評估各監測步道之衝擊效應所得結果，雖可大致反映出該步道目前遭受遊客干擾的程度，仍不免失之主觀與粗略。筆者建議除了步道植群衝擊的樣區調查監測外，如能透過問卷調查方式，取得遊客、專家學者或管理人員對步道衝擊與其防治策略的認知與態度，以及對步道衝擊可接受改變限度之意見等相關資訊，當可較為客觀的評估該步道的遊憩衝擊效應。

由表4可看出多位專家學者之研究結果均顯示國內位於中、低海拔之戶外遊憩區，可將45~50%之植群覆蓋度減少率（CR）訂為步道衝擊LAC之標準。而海拔在3,000公尺以上之戶外遊憩區，如合歡山國家森林遊樂區之登山步道，因其環境資源較為脆弱，只能容許較輕微的遊憩衝擊效應，林晏州（2002）、劉儒淵與曾家琳（2003）等之研究均訂定其步道衝擊之LAC為40%之CR值，也就是步道旁至少應保有60%之植群覆蓋度；至於玉山前峰步道因完全位在生態保護區內，其LAC之標準訂得更為嚴格，僅35%之CR值（劉儒淵與薛怡珍，2005）。因此筆者建議，國內各國家森林遊樂區可視本身的環境資源條件，並考量遊憩壓力等因素，參考前述各類型戶外遊憩區之研究結果，將步道衝擊之LAC標準訂在40~50%間。

四、建議事項

(一) 落實國家森林遊樂區步道環境監測機制之執行

林務局為配合環保署推動「生態旅遊地環境監測機制」，針對國家森林遊樂區之環境特性及遊憩活動之衝擊效應，選定步道沿線之植群與土壤變化為環境監測的對象，並自92年起在各國家森林遊樂區同步執行步道環境監測作業。本計畫主要的目的，是要協助林務局建立完善的國家森林遊樂區步道環境監測機制，除訂定現場人員實際可操作之監測計畫與作業要點，包含步道基本資料的建立、調查監測項目與技術規範的訂定、相關表格設計外，並辦理監測實務講習與觀摩。為使步道監測工作得以落實，本研究建議，林務局應將環境監測業務列為國家森林遊樂區經營的永續工作之一，建立各遊樂區完整的基本資料與調查制度，定期辦理監測實務訓練，培訓或調訓辦理監測業務人員，避免因人員異動而影響監測工作之執行成效。

(二) 將國土復育條例納入本計畫執行方向之考量

查「國土復育條例」第46條明定，為有效監測國土利用狀況，中央土地主管機關應會同有關機關建立國土資訊系統，定期從事國土資源調查及土地利用調查與監測。前項國土資源調查、土地利用調查與監測及國土資訊系統之建立與運用之實施辦法，由中央土地主管機關會商有關機關定之。本案林務局國家森林遊樂區步道環境之定期調查監測結果，可讓相關單位瞭解國有林地提供遊憩使用後之環境狀況、干擾型態與程度，以及採行相關衝擊防治策略之參考。因此建議林務局將本案納入「國土復育條例」擬建立之國土資訊系統之一部分，依本計畫所建議之監測指標與調查監測方法（技術），配合環保署「生態旅遊地環境監測機制」之推動，持續進行步道環境狀況之定期監測作業。🌱

參考文獻（請逕洽作者）

（圖片 / 林務局提供，攝影 / 邱莉雯）