

國家公園學報編輯委員會

召集人：黃南淵

編輯委員：王 鑫·呂光洋·李玲玲·
李武雄·林益厚·林曜松·
林培旺·胡俊雄·陳明義·
陳仲玉·張和平·張崑雄·
張石角·黃增泉·葉世文·
楊平世·劉小如·劉慶男
(以姓氏筆劃為序)

執行祕書：蕭清芬

幹 事：林義野·許文龍·林耀源·楊宗儒

發行人：黃南淵

出版者：內政部營建署

地 址：台北市敦化南路二段333號14樓

電 話：7374764,7374701

出版時間：中華民國八十四年六月

印刷者：惠文電腦排版印刷有限公司

地 址：台北市青島西路11號7樓

電 話：(02)3316970

版權所有·翻印必究

雪霸國家公園武陵地區災害敏感區 之調查與防範之研究 (The Naturally Hazardous Areas of Wu-Ling Region at Shei-Pa National Park)

張石角

Shih-Chiao Chang

國立台灣大學地理系

1. 前言

- 1.1. 雪霸國家公園武陵區屬七家灣溪之集水區，其分水嶺上著名的山峰，南有志佳陽山，西有雪山、雪山北峰，北有品田山、池有山、桃山和喀拉業山（合稱武陵四秀），中有雪山東峰，每年登臨者眾，為本國家公園內甚為大眾化的登山區。而武陵農場為此等名峰登山路線之起點，於本研究區內有下列之六條登山步道：
 - (1) 武陵—雪山東峰—雪山步道
 - (2) 武陵—桃山步道
 - (3) 武陵—池有山步道
 - (4) 環山—志佳陽大山—雪山步道
 - (5) 四秀縱走步道
 - (6) 雪山—大霸尖山縱走步道
- 1.2. 本區屬高山區，上述群峰海拔皆在三千公尺以上，以雪山海拔3,886公尺為最高。武陵農場位於七家灣溪谷中，海拔約1,800公尺，於8,000公尺水平距離內拔升約2,000公尺，而有多條溪谷貫穿，故多懸崖、峭壁、險坡，尤於近山脊與峽谷部份者為然。此外，由於區內邊坡陡峻，岩層破碎，加以凍裂等高山風化作用盛行，是以易崩與既崩之高敏感邊坡頗為普遍；其為步道通過區者並有公共安全上之顧慮。
- 1.3. 自然遊憩區的公共安全問題係指由自然現象引起的對公眾身體的安全威脅，且不易因個人所採取的警覺措施而得以完全迴避者；換言之，大多肇因於個人因素的危險，如溺水、走出路徑而墜崖等，就非此處所言的「公共危險」。

4. 本研究之目的有二，一是調查全區物理環境敏感度的地理分布，一是公眾活動的景觀或登山步道的危險度評估，並提出防範建議。

2. 物理環境敏感區之辨識準則與評估系統

2.1. 敏感區之界定

「敏感區」係指標的屬性現狀極易受外力改變之地區，而其改變過程即為肇致不利於人類的災害的動力。於本區而言，敏感區係指現況為崩坍地或具高度不穩定性之潛在崩坍區；其為賞景據點、步道、宿營等人類活動地區者，則更屬「災害性敏感區」。「潛在崩坍區」係指具有崩坍之地形、地質條件，而極可能於地震或豪雨等天然現象時發生崩坍者。

2.2. 現況崩坍地之辨識準則

有下列現象地區視為現況崩坍地：

- (1)崩坍作用活動中之土地；
- (2)舊崩坍地，崩坍作用已停止，且局部已為草生地；
- (3)岩盤裸露地；
- (4)溪谷之下切或溯源侵蝕作用激烈地區。

2.3. 潛在崩坍地之辨識準則

潛在崩坍地係指地形和地質條件在一定程度以上之地區，以「坡度」、「地表作用」、「岩質」、「坡面地質構造」與「土壤厚度」等五項因子為參數綜合評估而得（張石角，1988）。各參數之分級標準如表2-1~2-7。

表2-1 坡度分級

等 級	分級範圍(%)
一 級 坡	<5
二 級 坡	5-15
三 級 坡	15-30
四 級 坡	30-40
五 級 坡	40-55
六 級 坡	55-100
七 級 坡	>100

表2-2 地表現象分級表

等 級	地表現象
1	沖蝕不顯著
2	小沖蝕溝
3	中沖蝕溝
4	大沖蝕溝
5	舊崩塌地、煤渣堆
6	新崩塌地

表2-3 岩石之工程性質分類

岩 類	工程性質等級	岩石名稱及其代號	備 註
沉積岩	I	堅硬砂岩(R>2)(s)；石灰岩(l)；膠結良好之礫石(r>2)(c)	塊狀岩石 R = ——— 層狀岩石 (塊狀岩石：間隔大於1公尺上層理)
	II	膠結不良之砂岩、砂頁岩互層(R<2)(s)、頁岩(b)、泥岩(m)；多孔狀石灰岩(l)；凝灰岩(t)；高位臺地礫石層或膠結不良之礫岩(c)(r<2)；硬岩之破碎者(f)	
火成岩	I	熔岩、侵入岩體(v)	卵石 r = ——— 砂土
	II	火山碎屑岩(u)，熱液換質(h)	
變質岩	I	片麻岩(g)；大理岩(m)；石英片岩(q)；板岩、千枚岩(k)；黑色片岩、綠色片岩(n)	I—硬岩 II—軟岩
	II	構造擾亂、破碎帶或劈理片理發達，容易剝離之板岩、千枚岩(k)；黑色片岩、綠色片岩(n)	

例：Is—堅硬砂岩，需用炸藥開挖；IIIt—凝灰岩，可用機械開挖；IIk—破碎板岩或千枚岩，可用機械開挖。

表2-4 坡型類別及其代號表

代 號	坡 面 類 型
4	不連續面極發達，使地質構造因子不彰顯者
3	傾斜坡
2	反向坡（崖坡）
1	斜交坡
0	非斜坡（無層理岩體）

表2-5 土壤厚度及其代號

代 號	土 壤 厚 度
A	<1m
B	1~4m
C	<4m

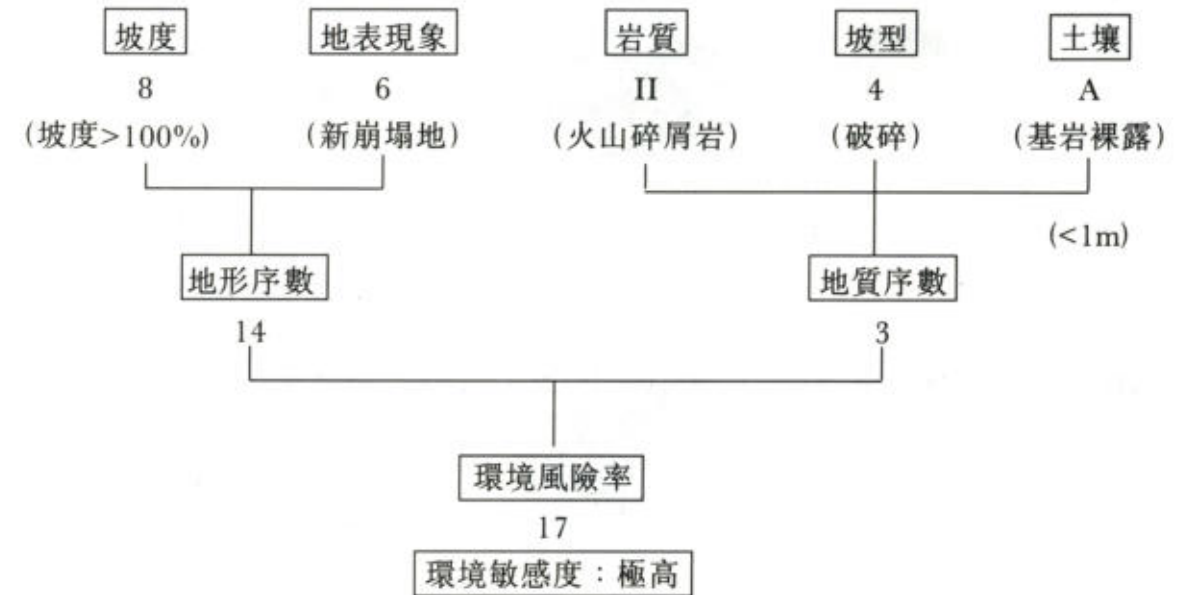
表2-6 工程環境地質因子序數表

靜態地形因子		動態地形因子		工 程 地 質 因 子	
序數	坡 度 %	序數	地 表 現 象	序數	工 程 地 質 組 合
0	<5	1	不顯著	1	I0A,I1A,I2A,II0A,II1A,II2A
1	5~15	2	小沖蝕溝	2	I0B,I1B,I2B
2	15~30	3	中沖蝕溝	3	II0B,II1B,II2B,II4A
3	15~55	4	大沖蝕溝	4	I0C,I1C,I2C,I3A,II0C,II1C,II2C,II4B
4	30~55	5	舊崩坍地	5	I3B,I3C,II3A,II3B,II3C,II4A
5	30~100	6	新崩坍地	如一土地單元有兩種組合，其序數取其平均值並四捨五入之。	
6	55~100				
7	55~>100				
8	>100				

表2-7 環境敏感度分級表

環境風險率	環境敏感度
≤5	1 (極低)
6~7	2 (低)
8~9	3 (中)
10~11	4 (高)
≥	5 (極高)

茲舉一例說明上述資料處理過程。今有一土地單元，其五項參數之調查結果以及環境風險率之計算如下：







2.4. 步道災害敏感區調查

自然遊憩區所見之危險性地形約可歸納而得表2-9所列八種，而見於本研究區者，則有II、III、VII、VIII等四種。

表2-9 所列八種危險性地形所發生的地質災害，大多非人力所能完全控制，即非單憑個人提高警覺可以避免。這表示通過或在該等地區活動，就有某種程度的風險；反之，活動地區之地形不在上述八種之列，則發生天然意外情況之風險應甚低微；若有，則個人因素應屬主要。

表2-9 自然遊憩區危險性地形類型

代號	類型	示意圖	特性說明
I	崩崖頂		崩崖頂常有張力裂隙，乃崩崖之徵兆，遊客或登山者誤入其間則有塌陷之虞。
II	崩塌區		登山步道經過活動崩塌區時，若突逢土石滾落則至為危險。降雨或地震時其機率尤大。
III	斷崖		路徑通過斷崖中腹，則其上、下坡皆為險坡，除上坡須防落石外，步道外緣也有崩塌之虞。斷崖步徑拓寬與改善皆不容易。
IV	窄嶺		窄嶺上之步道左右兩側皆為險下坡，路基且多不穩，尤其高處風大、氣溫低，體力不濟者，風險尤大。

2-9 自然遊憩區危險性地形類型 (續)

代號	類型	示意圖	特性說明
V	峭壁		攀登峭壁，常遇鬆動岩石，攀附無處且下臨無地，極為危險。
Vi	碎石坡		高山碎石坡之陡者，人踩其上易生滑動基致不易控制身體平衡和腳步，頗具危險性。
VII	崩壁下		溪流、瀑布多傍崩壁，而岩塊崩落無時，對崩壁下活動之遊客頗具危險性。洞內或洞口落石亦屬此類。
VIII	斷崖道路		可通車輛之道路通過陡坡區，路面窄而曲折，常遇上坡落石、下坡崩崖情形，彌增行旅危險。

3. 調查與評估

3.1. 地形分區

本區之地形特徵有空間上之變化。為呈顯其空間分布之特色和描述之便利，將本區劃為九個地形分區，如圖3-1所示。各分區之大致範圍及地形特徵如下：

- I區——桃山和池有山南向支嶺，陡坡區；
- II區——品田山南向支嶺，陡坡區；
- III區——雪山北峰東向支嶺，稍多緩坡；
- IV區——雪山東峰北向坡，稍多緩坡；
- V區——武陵溪上游，陡坡區；
- VI區——武陵溪下游，陡坡區；
- VII區——七家灣溪本流西岸，上陡下緩（高位階地）區；
- VIII區——七家灣溪本流東岸，稍多緩坡；
- IX區——本流河階地，平坦。

3.2. 現況崩坍地

1. 侵蝕和崩坍是兩種激烈的地形作用，其盛行之處即屬現狀敏感區。

2. 崩坍地：

- (1) 坡度在60°以上，岩盤裸露之峭壁，除坡度陡峭難以攀登之外，崖頂之「崖崩」而使崖頂後退乃常見之地形作用。
- (2) 峭壁與坡面之地質構造有成因上之關連：在水平層之下邊坡（II區）、緩傾斜地區之反向坡(Scarp)，如I區之桃山，II區之品田山，III區、V區之南向坡（雪山東峰山脊），以及岩層高傾角地區，如II區之池有山及III區之雪山北峰等區。
- (3) 峭壁不僅是易崩之地區，同時也因其常分布於主嶺線上，也是登山步道之危險地區。本區此種構造陡坡敏感區之分布如圖3-2。

3. 溯源侵蝕區

- (1) 溯源侵蝕作用激烈之溪溝呈輪廓清晰之槽狀溝，其已發展至山脊者，不斷崩坍結果，更使山脊線後退；而使其頂部呈弧型或半圓形。故溯源侵蝕能力乃該集水區改變現狀能力大小的指標。

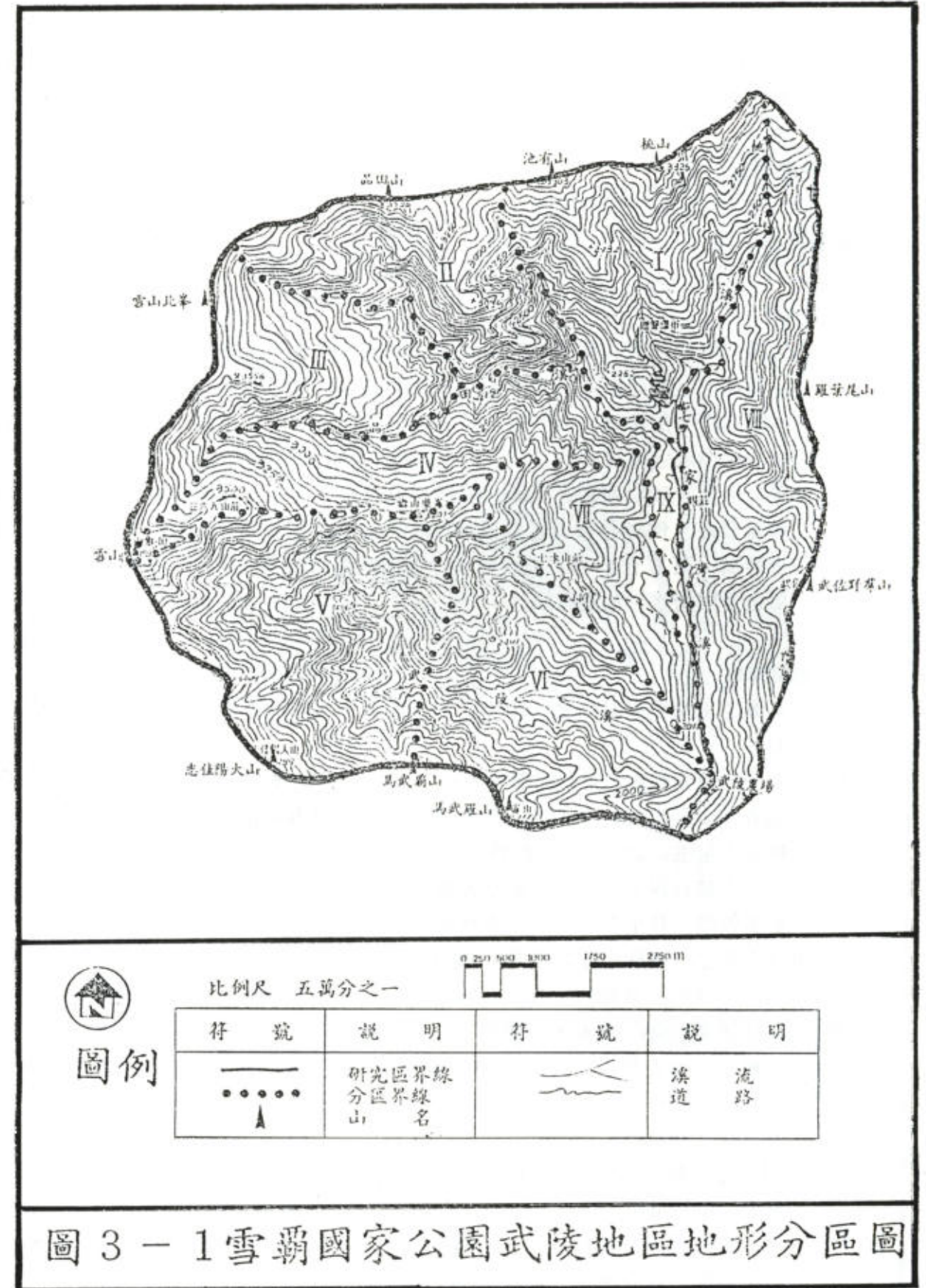


圖 3 - 1 雪霸國家公園武陵地區地形分區圖

(2)溯源侵蝕區是重要之敏感區，多分布於山脊附近，以I、II、V三區最多，其他地區次之。其分布如圖3-2所示。

3.3. 潛在敏感區分析

1. 地質概述

1. 地層

- (1) 出露於本區之地層屬第三紀漸新世亞變質帶之水長流層和白冷層。兩者以東北—西南向之斷層相隔，東邊為水長流層，西邊為白冷層，如圖3-3。
- (2) 本區內白冷層中硬頁岩和板岩係與層狀砂岩成互層，其砂岩層較發達者則常多覆於山頭或近嶺線處且多裂隙，故全區少見有大型砂岩滾落石塊。
- (3) 在地形上，砂岩較多之地區，岩壁較為整齊，而板岩和硬頁岩為主者，則蝕溝較為發達。例如品田山近嶺頂（II區）處之岩層以層狀砂岩為主，岩壁直落卻少蝕溝，而其下方（III區逆向坡）則因以板岩為主，蝕溝相對發達，蓋其容易風化並因雨水、地震而崩落。

2. 地質構造

- (1) 本區之主構造線為東北—西南走向，因此，岩層和斷層走向皆受此構造線之控制。
- (2) 水長流層分布區岩層傾角多在 $70^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 之間，有的幾近直立，如萬壽橋端所見者，少則也在 45° 以上，傾向西北，但也見有東南向者，是否有因地表岩石蠕移現象(Rock Creep)而翻轉者則不得而知。但岩層近直立而於重力牽引之下發生岩石蠕移現象者在本區頗為普遍，例如於I區至煙聲瀑布之登山步道兩側之岩層多較緩，甚至有近水平，皆為此種類型之邊坡運動所致。
- (3) 白冷層之岩層除斷層附近外，傾角較緩，如桃山、品田山、雪山主峰北稜角等之白色砂岩，其傾角在 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 間，但池有山亦為厚層白砂岩，傾角（向西北）卻高達 60° 。此外，雪山北峰板岩量較多，亦以 60° 傾角向東傾斜。雪山主峰亦以板岩為主，亦向東傾斜 50° 。雪山東峰以板岩為主，近嶺線處轉為白砂岩，其傾角在 $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$ 間，傾向由西北轉向北。武陵河流域以板岩為主，傾角 70° 左右。
- (4) 以上分析顯示：VI、VIII兩區以板岩為主，傾角較大，多為軟岩斜交坡，坡度雖大，植被覆蓋大致良好；I、II、III、IV之山脊線以堅質白砂岩為主，其逆向坡、斜交坡以及陡峻（ $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 以上）之順向坡（如池有山、雪山北峰）則多呈絕壁、多崩坍現象，乃高敏感區。

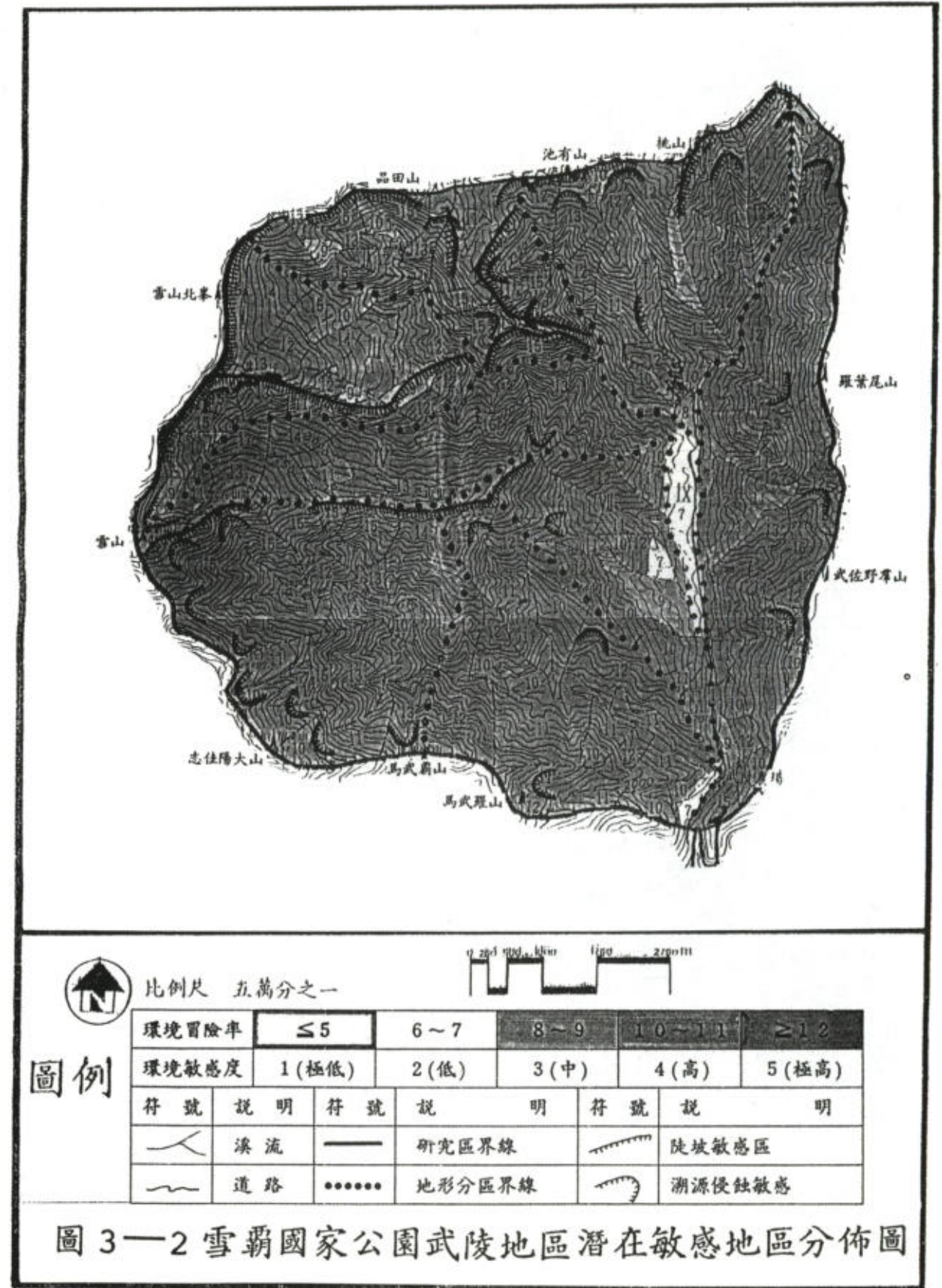


圖 3—2 雪霸國家公園武陵地區潛在敏感地區分佈圖

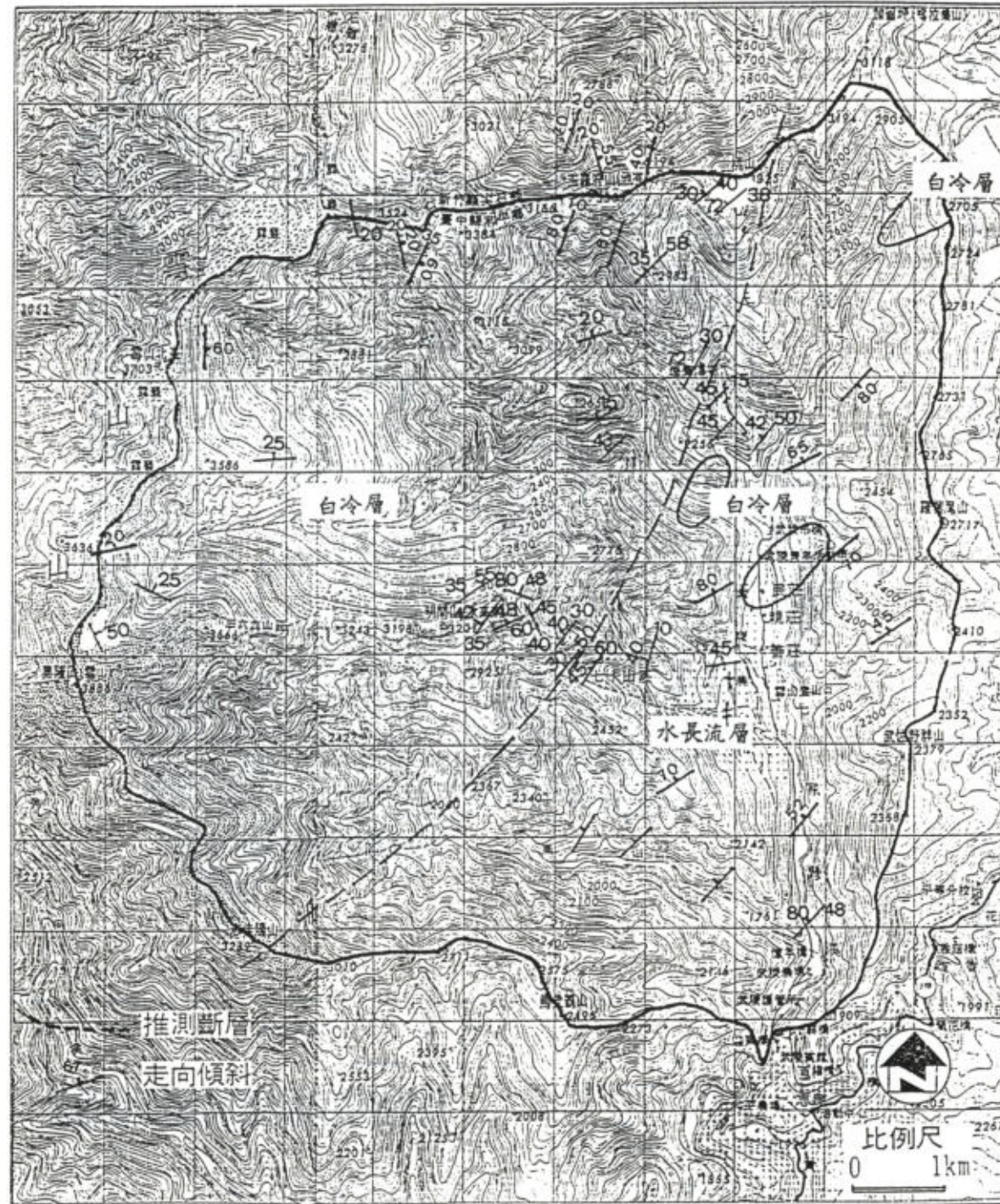


圖 3-3 雪霸國家公園武陵區地質圖

II. 潛在敏感區分析：

1. 本研究區敏感度分佈係依表2-1~2-7之評估系統區劃，如圖3-2所示。各種敏感度之面積及其百分率如表3-1。

表3-1 雪霸國家公園武陵地區潛在敏感地區分級表

面 積 分 區(%)	坡 度 值 (ha)	極高	高	中	低	極低	合計
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)	
I	面積	445.7	547.0	44.0	0.0		1036.7
	百分比	43.0	52.8	4.2	0.0		(100.0)
II	面積	584.4	54.5	12.2	3.6		654.7
	百分比	89.3	8.3	1.9	0.5		(100.0)
III	面積	564.0	164.7	55.5	0.0		784.2
	百分比	71.9	21.0	7.1	0.0		(100.0)
IV	面積	688.0	39.0	0.0	0.0		727.0
	百分比	94.6	5.4	0.0	0.0		(100.0)
V	面積	891.0	363.7	0.0	0.0		1254.7
	百分比	71.0	29.0	0.0	0.0		(100.0)
VI	面積	479.8	581.8	24.2	0.0		1085.8
	百分比	44.2	53.6	2.2	0.0		(100.0)
VII	面積	294.2	243.0	57.1	15.0		609.3
	百分比	48.3	39.9	9.4	2.5		(100.0)
VIII	面積	636.3	590.6	0.0	0.0		1226.9
	百分比	51.9	48.1		0.0		(100.0)
IX	面積			0.0	81.7		81.7
	百分比			0.0	100.0		(100.0)
總計	面積	4583.4	2584.3	193.0	96.7		7461.0
	百分比	61.4	34.6	2.6	1.3		(100.0)

2. 圖4-2顯示：本區除河階地及I、II區一小部份土地外，餘皆屬高度敏感地區，不利於非林業利用，因此多能保持其較高之自然度。

3.高敏感度表示自然作用力旺盛，不利於人類活動。

III.潛在崩塌地敏感區分析

1.本研究區潛在崩塌地類型經由『簡確法』（表3-2）之辨識結果如圖3-4及表3-3所示；

表3-2山坡地潛在崩塌災害類型之評估準則

代號	面積 分區(%)	潛在 災害 (ha)		無災 害	落石	岩石 滑移	岩屑 滑落	平面 型地 滑	弧型 地滑	沖蝕	岩層滑 落與沖 蝕	平面型 地滑與 沖蝕	合計
		面積	百分比										
I	面積	46.0	343.0	—	301.5	—	—	66.5	279.7	—	1036.7		
		4.4	33.1	—	29.18	—	—	6.4	27.0	—	100.0		
	百分比	14.4	419.5	—	—	14.5	—	69.7	136.6	—	654.7		
		2.2	64.1	—	—	2.2	—	10.6	20.9	—	100.0		
II	面積	89.1	300.2	—	46.6	227.0	—	14.5	106.8	—	784.2		
	百分比	11.4	38.3	—	5.9	29.0	—	1.8	13.6	—	100.0		
III	面積	20.1	108.1	—	19.9	36.8	—	—	224.3	317.8	727.0		
	百分比	2.8	14.9	—	2.7	5.1	—	—	30.9	43.7	100.1		
IV	面積	28.3	231.9	—	254.4	—	—	83.1	657.0	—	1254.7		
	百分比	2.3	18.5	—	20.3	—	—	6.6	52.4	—	100.1		
V	面積	130.7	—	—	211.9	—	—	52.9	600.3	—	1085.8		
	百分比	12.0	—	—	19.5	—	—	4.9	63.6	—	100.0		
VI	面積	116.9	—	—	197.1	—	72.1	—	223.2	—	609.3		
	百分比	19.2	—	—	32.3	—	11.8	—	36.6	—	100.0		
VII	面積	260.9	—	18.8	225.1	9.3	—	226.2	486.6	—	1226.9		
	百分比	21.3	—	1.5	18.3	0.8	—	18.4	39.7	—	99.9		
VIII	面積	81.7	—	—	—	—	—	—	—	—	81.7		
	百分比	100.0	—	—	—	—	—	—	—	—	100.0		
IX	面積	787.4	1256.5	72.1	1602.9	287.6	15.0	512.9	2581.3	317.8	7461.0		
	百分比	10.6	16.8	1.0	21.5	3.9	0.2	6.9	34.6	4.3	100.0		

*高差指該土地單元之上限至垂直該區等高線之谷底的高差。

**層面，節理面等。

@限本坡非≥7時。

表3-3 雪霸國家公園武陵地區潛在崩塌類型分布區面積統計

代號	面積 分區(%)	無災 害	落石	岩石 滑移	岩屑 滑落	平面 型地 滑	弧型 地滑	沖蝕	岩層滑 落與沖 蝕	平面型 地滑與 沖蝕	合計
I	面積	46.0	343.0	—	301.5	—	—	66.5	279.7	—	1036.7
	百分比	4.4	33.1	—	29.18	—	—	6.4	27.0	—	100.0
II	面積	14.4	419.5	—	—	14.5	—	69.7	136.6	—	654.7
	百分比	2.2	64.1	—	—	2.2	—	10.6	20.9	—	100.0
III	面積	89.1	300.2	—	46.6	227.0	—	14.5	106.8	—	784.2
	百分比	11.4	38.3	—	5.9	29.0	—	1.8	13.6	—	100.0
IV	面積	20.1	108.1	—	19.9	36.8	—	—	224.3	317.8	727.0
	百分比	2.8	14.9	—	2.7	5.1	—	—	30.9	43.7	100.1
V	面積	28.3	231.9	—	254.4	—	—	83.1	657.0	—	1254.7
	百分比	2.3	18.5	—	20.3	—	—	6.6	52.4	—	100.1
VI	面積	130.7	—	—	211.9	—	—	52.9	600.3	—	1085.8
	百分比	12.0	—	—	19.5	—	—	4.9	63.6	—	100.0
VII	面積	116.9	—	—	197.1	—	72.1	—	223.2	—	609.3
	百分比	19.2	—	—	32.3	—	11.8	—	36.6	—	100.0
VIII	面積	260.9	—	18.8	225.1	9.3	—	226.2	486.6	—	1226.9
	百分比	21.3	—	1.5	18.3	0.8	—	18.4	39.7	—	99.9
IX	面積	81.7	—	—	—	—	—	—	—	—	81.7
	百分比	100.0	—	—	—	—	—	—	—	—	100.0
總計	面積	787.4	1256.5	72.1	1602.9	287.6	15.0	512.9	2581.3	317.8	7461.0
	百分比	10.6	16.8	1.0	21.5	3.9	0.2	6.9	34.6	4.3	100.0

2. 本區因坡度普遍陡峻，主要之潛在崩塌地型態為落石、岩屑滑落及沖蝕。岩屑滑
落面積佔全區56.1%為最高，其中同時具有沖蝕之潛在性者佔34.6%；落石居其
次，佔16.8%；平面型地滑與弧型地滑在本研究出現較少。全區中不具潛在崩塌
地者僅佔10.6%，主要分佈於七家灣溪溪谷兩側平坦地；

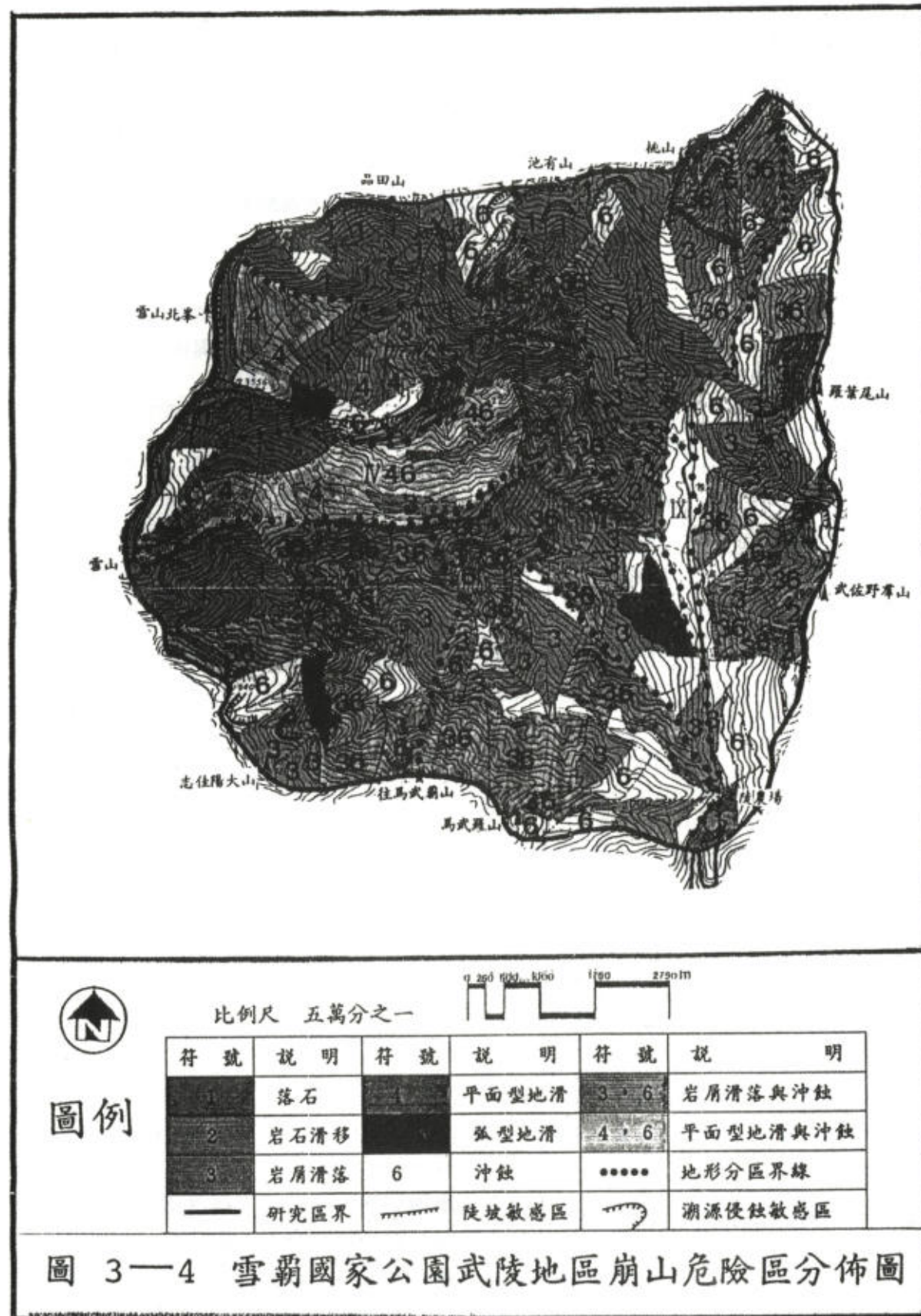


圖 3—4 雪霸國家公園武陵地區崩山危險區分佈圖

3. 潛在落石發生區所具備的條件是坡度大於45度、坡高大於3公尺、多裂隙，並由堅硬岩石構成之陡峭山坡。此種地形、地質條件分佈於本研究區之北、西北部桃山~品田山區，分區單元上分屬第I~V區，其中以I、II、III區所佔之面積最大，第II區之潛在落石且佔該區之64.1%；其岩壁大多裸露。
4. 岩屑滑落發生之條件與落石不同者為岩性軟弱或為破碎岩性者。本研究區此項敏感區之分佈範圍極廣，超過50%，並以第V、VI、VIII區之分佈最廣。
5. 沖蝕發生之條件為坡度大於25度以上，地表現象為中~大蝕溝之土地單元，本項災害類型除IX區外，其他地區均有此項問題。各區中I、II、V、VI、VII、VIII等區均佔有30%之比例者。
6. 平面型地滑主要控制滑動的因子是地質構造，即傾斜坡，惟若無自由端，則無下滑之充分條件，本項崩坍類型主要分佈在III、IV兩區。

IV.崩山危險區分佈圖

將過去、現在與未來可能發生崩山災害的地區以圖示其空間分佈，即為「崩山危險區分佈圖」(Landslide hazard map)。在圖3-3上標示既有崩坍地以顯示全區崩山危險區空間分佈情況，即為本區之「崩山危險區分佈圖」。

3.4.登山路線上敏感區之分佈


1.登山步道潛在災害類型

- (1)本區由於邊坡陡峻、岩層破碎，加以凍裂等高山風化作用盛行，是以易崩與既崩之高敏感邊坡頗為普遍。
- (2)本研究區內六條登山步道大都沿者山脊線和山腹而行，每遇險阻地段，難免有安全之顧慮。歸納本區所見威脅登山者安全之險阻地勢不外圖3-4所列六類。茲將各類之地形、地質特徵、潛在災害類型、分佈地區以及防範對策等列於表3-4。本區六條登山步道之有上述公共危險地區及其類型則表示於圖3-5。

2.各登山步道之公共安全問題

(1)武陵—雪山東峰—雪山主峰

本段自登山口起至七卡間有部份地表沖蝕現象嚴重，惟地勢較緩，故無安

F		1.高峭壁、堅硬岩石。	1.有落石、岩屑滑落之處。 2.意外墜崖。	I、II、V區	1.設置垂掛繩索 2.警示標誌。
---	-----------------------------------------------------------------------------------	-------------	--------------------------	---------	---------------------

(4)環山→志佳陽大山→雪山

本步道屬於本研究區範圍者為志佳陽大山至雪山主峰之間，具有安全之虞者為自雪山南下切入溪谷，至接續另一條溪谷之源頭止，基盤裸露且陡，為F類地形。志佳陽山脊南側陡峻，山脊上之步道有崩崖之虞。

(5)四秀縱走步道

四秀除喀拉業一秀外，其餘均含蓋在本研究區內。本段步道均沿山脊線成東西向分佈，於接近池有山及品田山峰均有一小段F類地勢，山脊上則為E類地勢。

(6)雪山→大壩尖山縱走道（聖稜線）

本段是研究區內最具有危險性之步道。雪山主峰至北稜角一帶為陡峭裸岩與碎石坡（D、E類）；雪山北峰一線東側為順向坡，西側為崖坡，屬A類地勢；過此嶺線折向西，岩壁矗立，屬E類地勢。

4. 公共危險區之防範對策

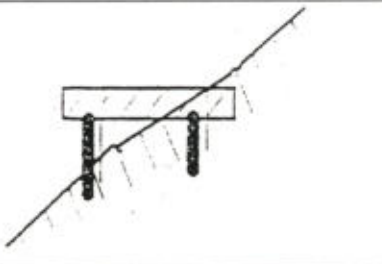
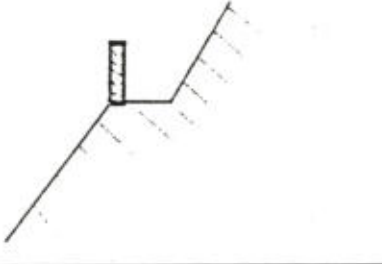

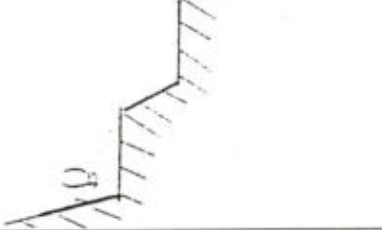
4.1. 公共危險區之種類

1. 國家公園內之公共危險區可分為三類，即(1)路線通過區；(2)賞景逗留區；(3)露營地或山莊等住宿區。
2. 住宿區大多在緩坡上之安全區，如東峰之七卡，雪山下之三六九以及池有一品田間之興達等，都無公共安全之虞。
3. 通過區路線綿延，地形多變，險阻重重，有需運用特殊登山技能方能渡過，危險性最大。登山路口沿途諸多賞景地點，如山頭等，登山者多做短暫駐足，但即匆匆趕路，故仍視為通過區之一部份。
4. 在遊憩區中之大眾化遊憩路線亦不乏危險地區。此等地區中遊憩地點遊客多三、兩緩行，時作停留賞景，視為「逗留區」，如『煙聲瀑布』、『三茅亭』等。

4.2. 通過區防範措施之需要與種類

1. 高山地區自然條件惡劣，時有不測之風雲，一遇險阻地區，常有求助無門，進退維谷的困境，稍一緊張失慎，極可能發生山難。是以管理單位在此等險阻地區設置安全設施，不啻是給予身處危境中的人一把援手，其身受之感觸實難以言喻，因此有其需要性和迫切性。
2. 防範措施係針對上述六種危險情況設置可增進安全性之硬體設施。茲將設施種類與目的列於表4-1。

表4-1 防範設施

設計種類	設置位置	目的	圖示
棧道	路基狹窄或崩失地點，B、C、D、E類地勢。	改善步道品質。	
護欄	風大、坡陡、路狹等行走穩定低之路段，B、D、E類地勢。	防止意外滑落或墜崖。	
導引繩索	不明顯之危險區。A類地勢。	引導迴避潛在危險區。	
攀援繩索	垂掛於陡峭石壁或易滑斜坡。F、D類地勢。	便於攀援。	

3.圖3-5已經標示本研究區各類型之敏感區之大略分佈地區，其須設置之防範設施種類與數量，仍須現場勘察測量。本項工程艱鉅，須分期分區逐步完成。

4.3.逗留區之防範措施

1.逗留區之公共危險通常是突發性的崩坍，其主要類型為：

- (1)落石(Rockfall)
- (2)岩屑滑崩(Bebri avalanche)
- (3)土石流(Earth flow)

2.以上崩坍現象在技術上尚難處理，而且國家公園內應盡量保持其自然狀態，也不宜大興土木處理此等危險地方。而在此種考慮下，欲避免發生公共危險事件之作法是不使道路等公共設施延伸至危險區；其已有公共設施者，則予以封閉，禁止沒有冒險心理準備之一般遊客進入，並立警示標誌告知遊客應注意事項。

3.本研究區內，萬壽橋至三茅亭間之溪岸小徑係在時有落石危險的峭壁下。其中題有「精忠報國」之石壁，係矗立之薄層變質砂岩，已有重力拱曲(Cambering)現象，處於高敏感狀態；近三茅亭處，則破裂岩體業已移位，崩坍之危險度更高；過三茅亭則為一新崩坍地，岩塊及岩屑繼續滑落中。因此，本路徑基本上具高度危險，在未妥善處理之前，宜予封閉。

4.技術上萬壽橋至三茅亭間並非不可以工程方法加以穩定，但很可能因而變成醜陋之人工岩壁，恐不如遠眺其自然美之為得計。

4.4.警示系統

1.大自然中之各種險阻並非皆可以硬體設施逐一克服；硬體設施未及或有所不逮之地區，最有效的防範措施莫若在進入危險路段之前，先告知登山者潛在危險之種類與性質，以及應注意之事項。換言之，不論是否已有安全設施，在步道上適當地點設立警示標誌，提醒登山者及時注意自身安全，有其必要。

2.警示標誌設置場所：高山地區之危險地點分為兩類：一是步道等「通過區」，一是宿營或遊憩地點等「逗留區」（如萬壽橋—三茅亭區）。其有發生危險之虞者，均宜設置警示標誌。

4.5.警示標誌設置基本要點

1.設置原則：設立標誌應以能達到警示目的和經濟耐用為原則。

2.設置位置

- (1)標誌必須設於所欲保護之對象皆能清晰注意到的地方。
- (2)通過區：標誌與危險區間必須有足夠之緩衝區以使行人能預先提高警覺，作採取對策之心理準備。
- (3)逗留區：置於危險區與主要接近道路交接處之明顯地方、危險區末端以及其他必要的地點。

3.標誌內容表示法

- (1)通過區者以象徵圖案為主，文字為輔。
- (2)逗留區圖、文並重。
- (3)象徵圖案應簡單明瞭，並須包含各該危險區實際情況之示意圖形，以加深遊客對該危險區狀況之概念，如圖4-1所示。

5.結論與建議

1.雪霸國家公園武陵地區（七家灣流域）之地形與地質條件，除本流河階平坦地外，大多屬高度敏感區。崩坍地集中分佈於主要山脊和深切之谷壁；以本流西岸為其問題區；本流東岸地勢則比較緩和。

2.現況和潛在崩坍地遍佈本區各處，其類型以落石、岩屑滑落和沖蝕等三者為主。落石現象主要在聖稜線和四秀等高聳陡峭硬岩壁分佈區；岩屑滑落則以板岩、硬頁岩等岩質較為軟弱之分佈區為主。由於坡度大，故全區多有嚴重沖蝕現象。

3.本區內有六條登山路線，所通過的險阻地形約可歸納為六類，即：(1)崩崖(2)窄嶺(3)崩坍地(4)碎石坡(5)懸崖(6)石壁。各類在各登山路線圖上均加以標示。其中大小新舊崩坍地於各路線均可遇到。

以上各種險阻地形宜分期分區設置安全設施，以降低風險，其類別包括：(1)棧道(2)護欄(3)導引繩索(4)攀援繩索等四類。

4.除硬體設施外，警示標誌之設置使登山者對危險地區有所警惕，也可達到降低意外災害之目的。本研究提出警示標誌設置要點以供參採。

5.本研究所提供之資料應可作為研擬本區環境資源之規畫和管理之參考。