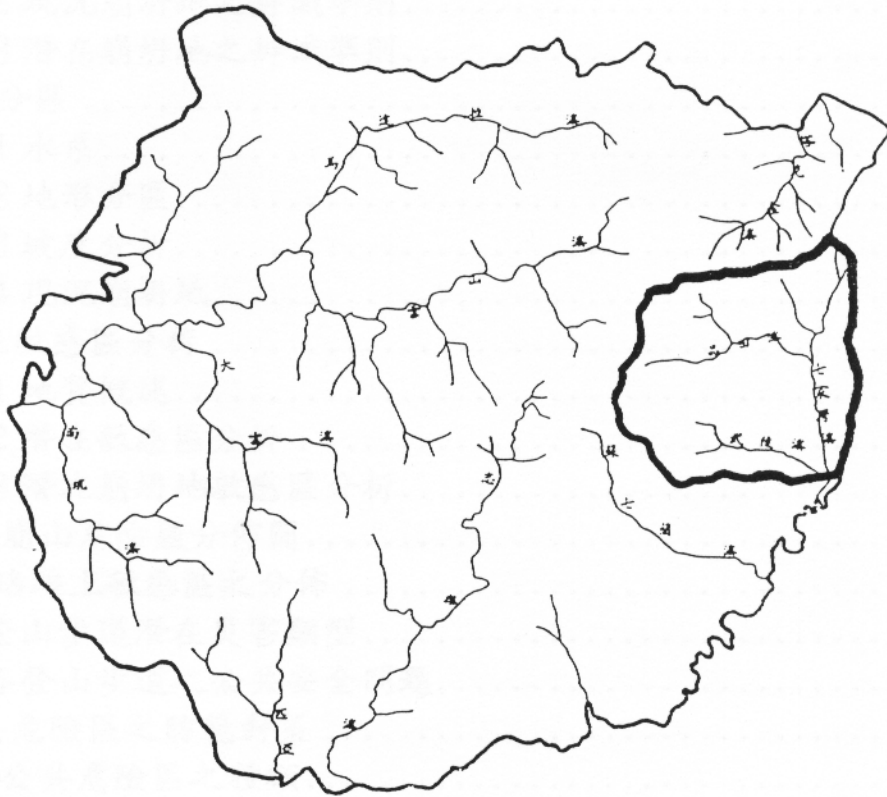


雪霸國家公園災害敏感區之調查與防範 之研究(武陵地區)



委託單位：內政部營建署雪霸國家公園管理處

受託機關：中華民國工程環境學會

計畫主持人：張石角教授

助理研究員：陳紫娥

中華民國八十三年六月三十日

雪霸國家公園災害敏感區之調查與防範之研究(武陵地區)

目 錄

1. 前言	1
2. 敏感區之辨識準則與評估系統	2
2.1 敏感區之界定	2
2.2 現況崩坍地之辨識準則	2
2.3 潛在崩坍地之辨識準則	2
3. 地形分區	6
3.1 水系	6
3.2 地形分區	6
3.3 坡度分析	6
3.4 現況崩坍地	10
4. 潛在敏感區分析	13
4.1 地質概述	13
4.2 潛在敏感區分析	14
4.3 潛在崩坍地敏感區分析	16
4.4 崩山危險區分佈圖	18
5. 登山路線上敏感區之分佈	20
5.1 登山步道潛在災害類型	20
5.2 各登山步道之公共安全問題	20
6. 公共危險區之防範對策	24
6.1 公共危險區之種類	24
6.2 通過區防範措施之需要與種類	24
6.3 逗留區之防範措施	25
6.4 警示系統	25
6.5 警示標誌設置基本要點	26
6.6 通過區標示內容	30
6.7 逗留區警示標誌內容	30
7. 結論與建議	34

圖

目

錄

圖3—1 雪霸國家公園武陵地區地形分區圖	7
圖3—2 雪霸國家公園武陵地區坡地分佈圖	8
圖3—3 雪霸國家公園武陵地區構造陡坡敏感區分佈圖	11
圖3—4 雪霸國家公園武陵地區溯源侵蝕區敏感區分佈圖	12
圖4—1 雪霸國家公園武陵地區地質圖	15
圖4—2 雪霸國家公園武陵地區潛在敏感區分佈圖	17
圖4—3 雪霸國家公園武陵地區崩山危險區分佈圖	19
圖5—1 雪霸國家公園武陵地區登山步道及其公共安全危險路段分佈圖	23

表

目

錄

表2—1 地形序數因子分級表	2
表2—2 坡型類別及其代號表	3
表2—3 土壤種類厚度及其代號表	3
表2—4 工程地質參數	4
表2—5 工程環境地質因子序數表	4
表2—6 環境敏感度分級表	5
表2—7 山坡地潛在崩山災害類型評估系統	5
表3—1 地形分區坡度分析	9
表4—1 雪霸國家公園武陵地區潛在敏感地區分級表	14
表4—2 雪霸國家公園武陵地區潛在崩坍類型分布區面積統計	18
表5—1 雪霸國家公園武陵地區登山步道潛在災害類型及防範對策	22
表6—1 防範設施	26

照 片 目 錄

照片1A： I、VIII區景觀.....	35
照片1B： II、III、V區景觀.....	35
照片2A： VI區景觀.....	36
照片2B： VIII、IX區景觀.....	36
照片3A： I區直立薄層砂、頁岩互層.....	37
照片3B： I區直立岩層蠕移轉折現象（板岩）.....	37
照片4A： III區聖稜線，現狀崩坍地.....	38
照片4B： V區雪山崖坡（Scarp），現狀崩坍地.....	38
照片5A： II區現況崩坍地（變質頁岩）.....	39
照片5B： IV區現況崩坍地及潛在敏感區（薄層變質砂、頁岩互層）.....	39
照片6A： VI區潛在敏感區.....	40
照片6B： VII區潛在敏感區.....	40
照片7A： II區石壁.....	41
照片7B： II區，懸崖.....	41
照片8A： I區崩崖.....	42
照片8B： IV區碎石坡.....	42
照片9A： I區，窄嶺.....	43
照片9B： IV區，窄嶺.....	43
照片10A： 萬壽橋—「精忠報國」石壁.....	44
照片10B： 三茅亭亞穩定岩石邊坡（變質砂岩）.....	44

附圖：（封套）

雪霸國家公園武陵地區環境敏感區與潛在災害分佈圖

雪霸國家公園災害敏感區之調查與防範之研究(武陵地區)

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 本研究即以本區山坡敏感度之分布以及邊坡崩坍之類型進行調查評估，並對有公共安全之虞者提出防範之建議。

2. 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2-1~2-6。

表 2-1 地形序數因子分級表

靜態地形因子		動態地形因子	
級序 (S)	坡度 %	級序 (C)	地表現象
0	< 5	1	不顯著
1	5~15	2	小沖蝕溝
2	15~30	3	中沖蝕溝
(3)	(2 / 4)	4	大沖蝕溝
4	30~55	5	舊崩坍地
(5)	(4 / 6)	6	新崩坍地
6	55~100		
(7)	(6 / 8)		
8	> 100		

表 2—2 坡型類別及其代號表

代號	坡面類別
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—3 土壤種類厚度及其代號表

厚 度	A	< 1m
	B	1~4m
	C	> 4m
種 類	c	崩積土
	f	填方
	s	沖積土
	t	崖錐
	w	風化土

表 2-4 工程地質參數

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); 膠結良好之礫岩($r > 2$)(c)。	R = $\frac{\text{塊狀岩石}}{\text{層狀岩石}}$
	II	膠結不良砂岩、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); 位臺地礫石層或膠結不良之礫岩($c < 2$); 硬岩之破碎者(f)。	r = $\frac{\text{卵石}}{\text{砂土}}$
火成岩	I	熔岩、侵入岩體(v)*	I 硬岩
	II	火山碎屑岩(μ)。	II 軟岩
變質岩	I	片麻岩(g); 大理石(m); 石英片岩(q); 板岩、千枚岩(k); 黑色片岩、綠色片岩(n)。	
	II	(構造擾亂、破碎帶)板岩、千枚岩(k); 黑色片岩、綠色片岩(n)。	

例：I s 堅硬砂岩，需用炸藥開挖。

II k 破碎板岩或千枚岩，可用機械開挖。

表 2-5 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	I 0A, I 1A, I 2A, II 0A, II 1A II 2A
1	5~15	2	小沖蝕溝	2	I 0B, I 1B, I 2B
2	15~30	3	中沖蝕溝	3	II 0B, II 1B, II 2B, II 4A
(3)	(2/4)	4	大沖蝕溝	4	I 0C, I 1C, I 2C, I 3A, II 0C, II 1C, II 2C, II 4B
4	30~45	5	舊崩塌地	5	I 3B, I 3C, II 3A, II 3B, II 3C, II 4C
(5)	(4/6)	6	新崩塌地	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	45~100				
(7)	(6/8)				
8	>100				

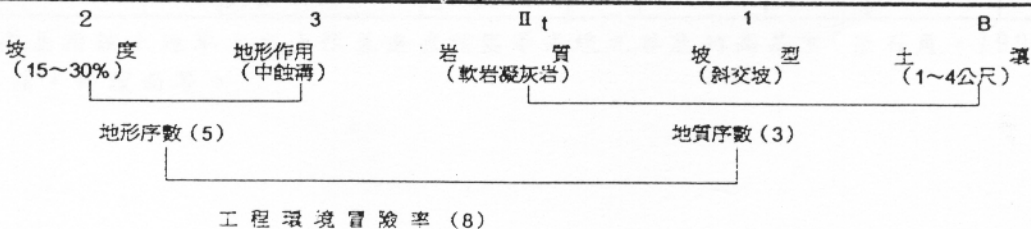


表2—6 環境敏感度分級表

環境冒險率	環境敏感度
≤5	1 (極低)
6~7	2 (低)
8~9	3 (中)
10~11	4 (高)
≥12	5 (極高)

表 2 - 7 山坡地潛在崩山災害類型評估系統

\辨識 \準則 崩塌 類型	代號	土壤 厚度	地質構造 與 斜坡關係	岩 質	動態地 形作用	坡度 (%)		**高差 (M)	*不連續面 傾角(°)	備註
						本坡	下坡			
山 落石	1	A	—	I	—	≥7	—	>10	≅90°	
岩石滑移	2	A, B	3	II	—	≥2	>地層傾角	—	>40°	薄互層
岩屑滑落	3	A, B	1, 2, 3	II	—	≥7	—	—	—	
崩 岩屑滑崩	—	C	—	—	—	≥7	—	>5	—	
地 平面型地滑	4	A, B	3	I	—	≥4	>地層傾角	—	—	厚層
				II	—	≥2	—	<40°		
	5	C	—	—	—	≤3	>4	—	—	限邊緣部分
滑 孤型地滑	—	A, B	4	II	—	>4	—	—	—	淺滑動面
			—	—	—	—	—	—	—	—
楔型地滑	—	A, B	兩組不連續面交線之順向坡	I	—	—	>不連續面傾角	—	—	
潛 土壤潛移	—	C	0	—	—	≥2	—	—	—	
移 岩石潛移 (翻轉折 曲、拱曲)	—	A	2, 3	II	—	≥2	—	>3	>60°	限頁(葉)理發達之表層風化岩石、順向、反向坡頂部
土石流	—	C	—	—	≥3	≥2	—	—	—	一、二級河谷
沖蝕	6	C	—	—	≥3	≥5	—	—	—	
		A, B	—	II	—	—	—	—	—	

**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。(張石角, 1992)

*層面, 節理面等。

3. 地形分區

3.1 水系

七家灣溪流域為本研究的範圍。七家灣溪自北向南於萬壽橋注入大甲溪。七家灣溪本流偏東，故其主要支流品田溪和武陵溪（前稱雪山溪）皆由西向東注入七家灣溪。桃山溪則自北向南注入本流。以上三條支流的流域面積約佔總流域面積五分之四，可知其皆為高能量地區。本流東岸狹長，無重要支流。

3.2 地形分區

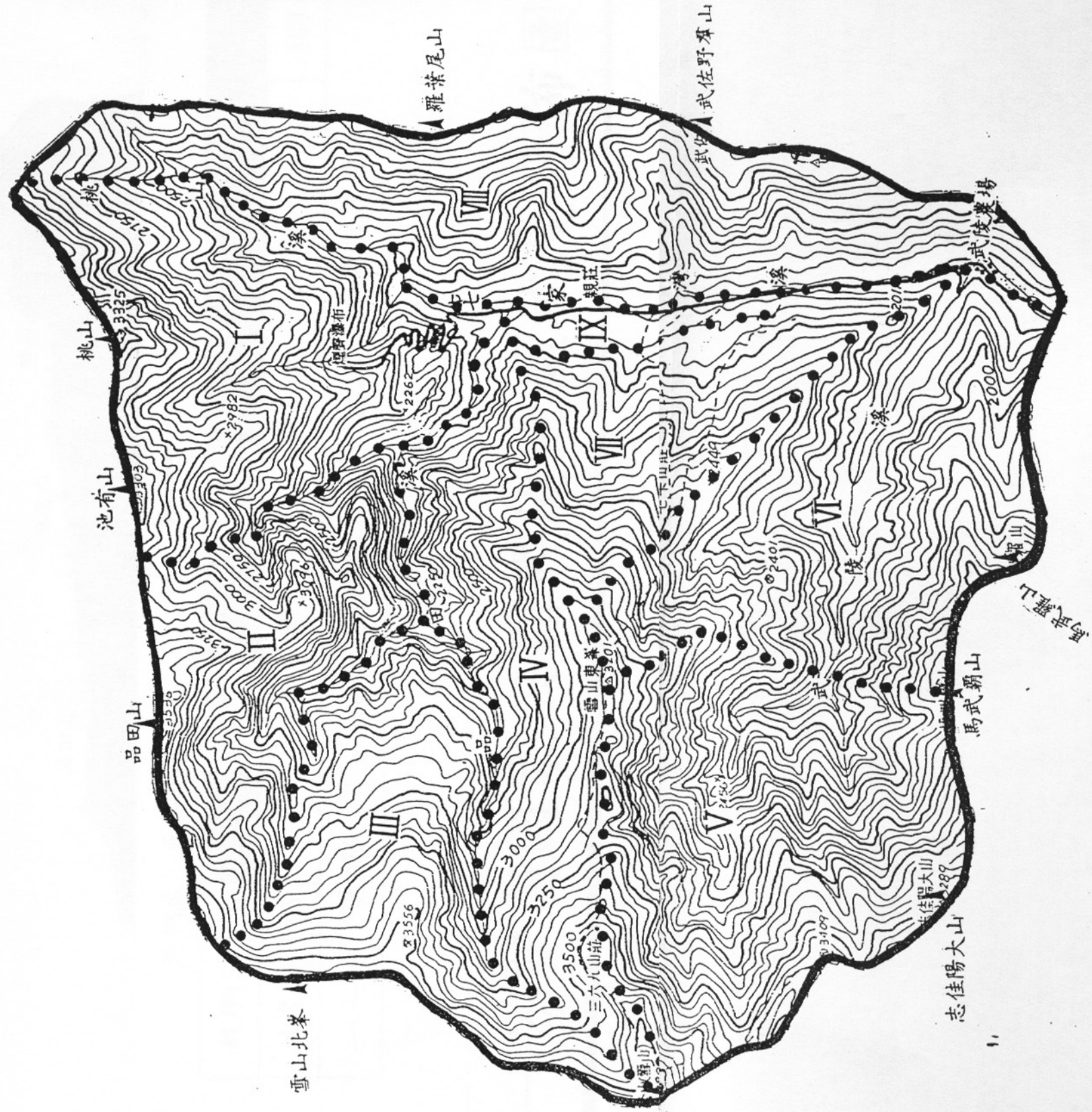
本區在地形特徵上有空間上之變化。茲依其地形特徵將全區劃分成九區，如圖3-1所示。各分區之大致範圍及地形特徵如下：

- I 區——桃山和池有山南向支嶺，陡坡區；（照片1A）
- II 區——品田山南向支嶺，陡坡區；（照片1B，5A）
- III 區——雪山北峰東向支嶺，稍多緩坡；（照片1B）
- IV 區——雪山東峰北向坡，稍多緩坡；（照片1B）
- V 區——武陵溪上游，陡坡區；（照片4B）
- VI 區——武陵溪下游，陡坡區；（照片2A）
- VII 區——七家灣溪本流西岸，上陡下緩（高位階地）區；（照片1A）
- VIII 區——七家灣溪本流東岸，稍多緩坡；（照片2B）
- IX 區——本流河階地，平坦。（照片2B）

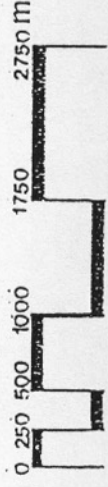
3.3 坡度分析

1. 本研究以坡度將全區劃分成若干坡度均質區，並以表2-1之標準訂其等級，並統計各種坡度之面積（表3-1）和繪製成圖（圖3-2）。

2. 從圖3-2和表3-1可知：



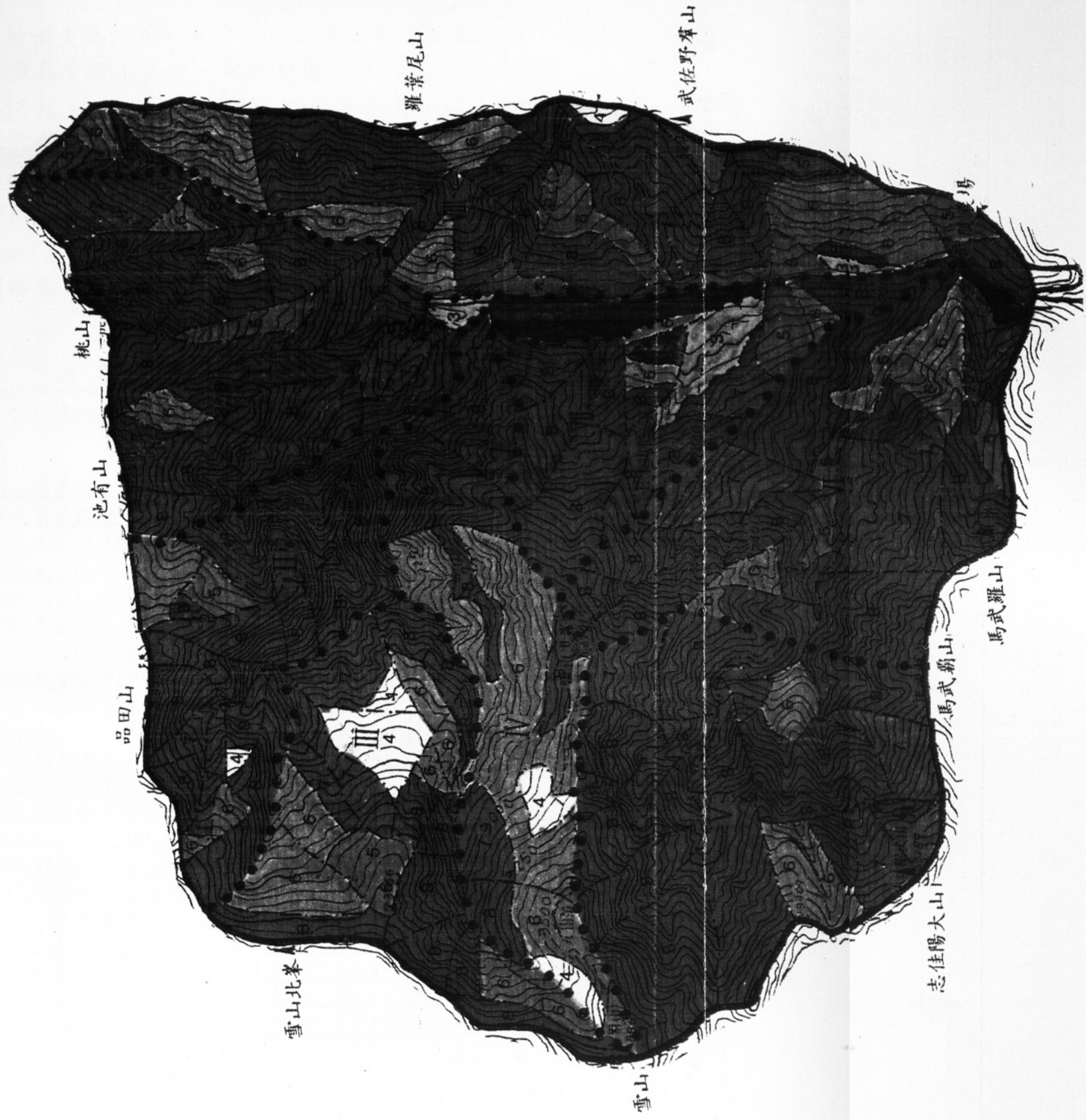
比例尺 五萬分之一



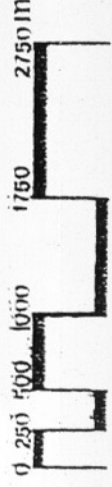
圖例

符號	說明	符號	說明
—	研究區界線		溪流 道
•••	分區界線		
▲	山名		

圖 3-1 雪霸國家公園武陵地區地形分區圖



比例尺 五萬分之一



級序(S)	0	2	(3)	4	(5)	6	(7)
坡度%	<5	5~15	15~30	30~55	(4/6)	55~100	(6/8) >100
~	道路	地形分區界線	——	研究區界線		

圖例

圖3-2 雪霸國家公園武陵地區坡度分佈圖

- (1) 本區坡度大於100%(45°)之陡坡區分布面積頗廣,佔全區一半以上,而集中於I、II、V、VI區以及VII區之上半坡。
- (2) 坡度55%~100%並含100%以上者以III、IV、VIII區為主, V、VI兩區次之。
- (3) 平坦地分布在七家灣溪溪谷上,以及VII區之下坡,分屬低、高位河階地,並為農場之所在,但其面積只佔全區之2%。
- (4) 緩坡地(30%~55%)面積約佔全區之6%,主要分布於III、IV、和VII區之下坡。

表 3-1 地形分區坡度分析

面\坡度 \積\值 分\ (ha)\ 區(\%)\		8	7	6	5	4	3	2	1	合計
I	面積	723.5	187.0	80.2	46.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1036.7
	百分比	(69.8)	(18.0)	(7.8)	(4.4)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
II	面積	462.9	48.8	111.2	27.1	4.7	0.0	0.0	0.0	654.7
	百分比	(70.7)	(7.5)	(17.0)	(4.1)	(0.7)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
III	面積	368.3	152.4	221.3	42.2	0.0	0.0	0.0	0.0	784.2
	百分比	(47.0)	(19.4)	(28.2)	(5.4)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
IV	面積	279.1	105.6	310.9	0.0	31.4	0.0	0.0	0.0	727.0
	百分比	(38.4)	(14.5)	(42.8)	(0.0)	(4.3)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
V	面積	914.7	231.0	109.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1254.7
	百分比	(72.9)	(18.4)	(8.7)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
VI	面積	539.5	351.7	111.2	61.0	0.0	0.0	0.0	22.3	1085.8
	百分比	(49.7)	(32.4)	(10.2)	(5.6)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(2.1)	(100.0)
VII	面積	378.0	38.8	46.3	44.5	0.0	86.5	0.0	15.2	609.3
	百分比	(62.0)	(6.4)	(7.6)	(7.3)	(0.0)	(14.2)	(0.0)	(2.5)	(100.0)
VIII	面積	467.7	302.4	288.0	163.6	5.2	0.0	0.0	0.0	1226.9
	百分比	(38.1)	(24.6)	(23.5)	(13.3)	(0.4)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)
IX	面積	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	81.7	81.7
	百分比	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(0.0)	(100.0)	(100.0)
總計	面積	4133.7	1417.7	1278.1	384.4	41.3	86.5	0.0	119.2	7461.0
	百分比	(55.4)	(19.0)	(17.1)	(5.2)	(0.6)	(1.2)	(0.0)	(1.6)	(100.0)

3.4 現況崩坍地 (照片4, 5)

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。

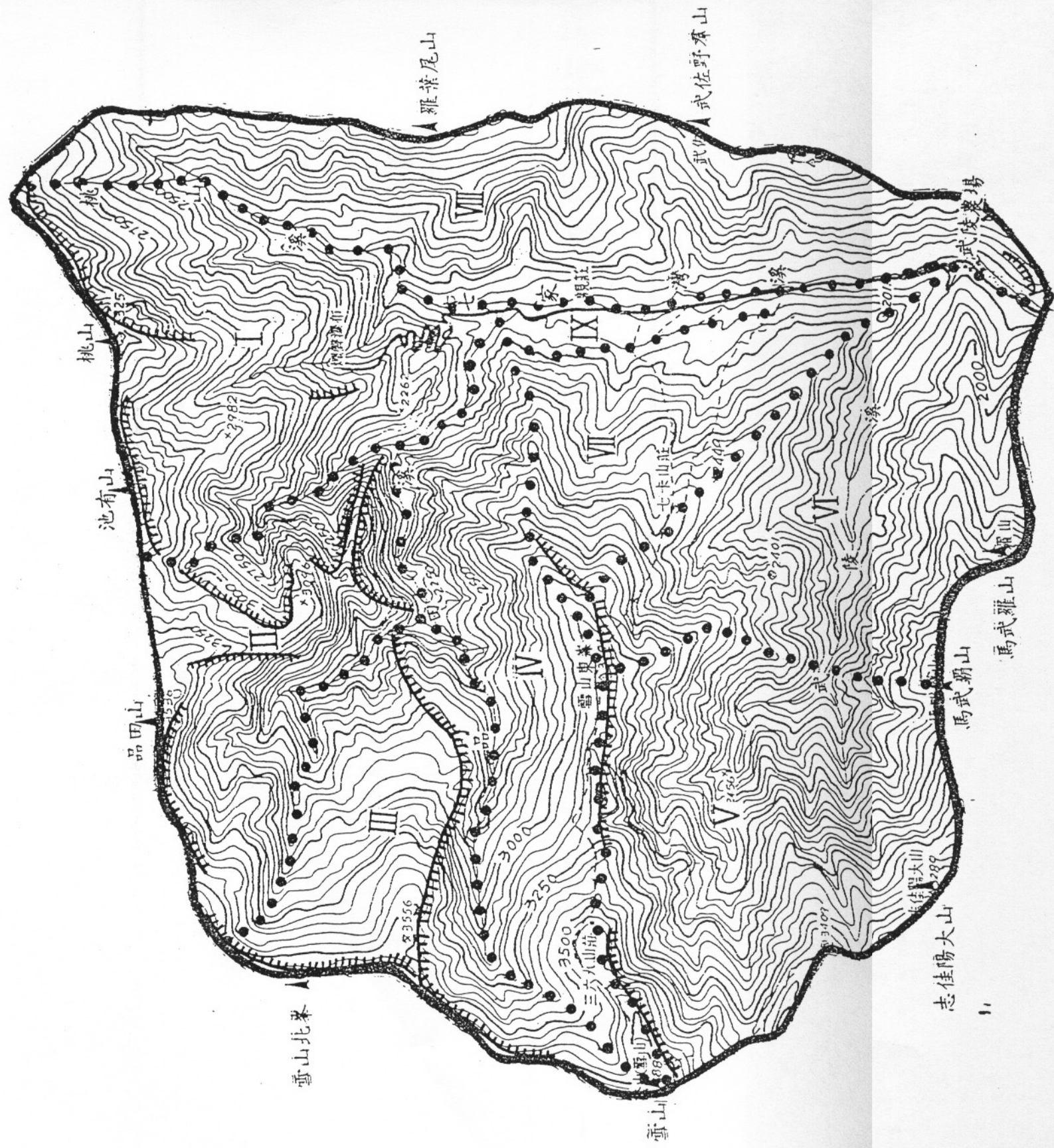
(2) 峭壁與坡面之地質構造有成因上之關連：在水平層之下邊坡 (II區)、緩傾斜地區之反向坡 (Scarp)，如 I 區之桃山，II 區之品田山，III 區、V 區之南向坡 (雪山東峰山脊)，以及岩層高傾角地區，如 II 區之池有山及 III 區之雪山北峰等區。

(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 3-3。

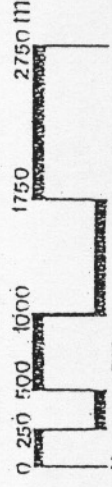
3. 溯源侵蝕區 (照片 4B)

(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。

(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 3-4 所示。



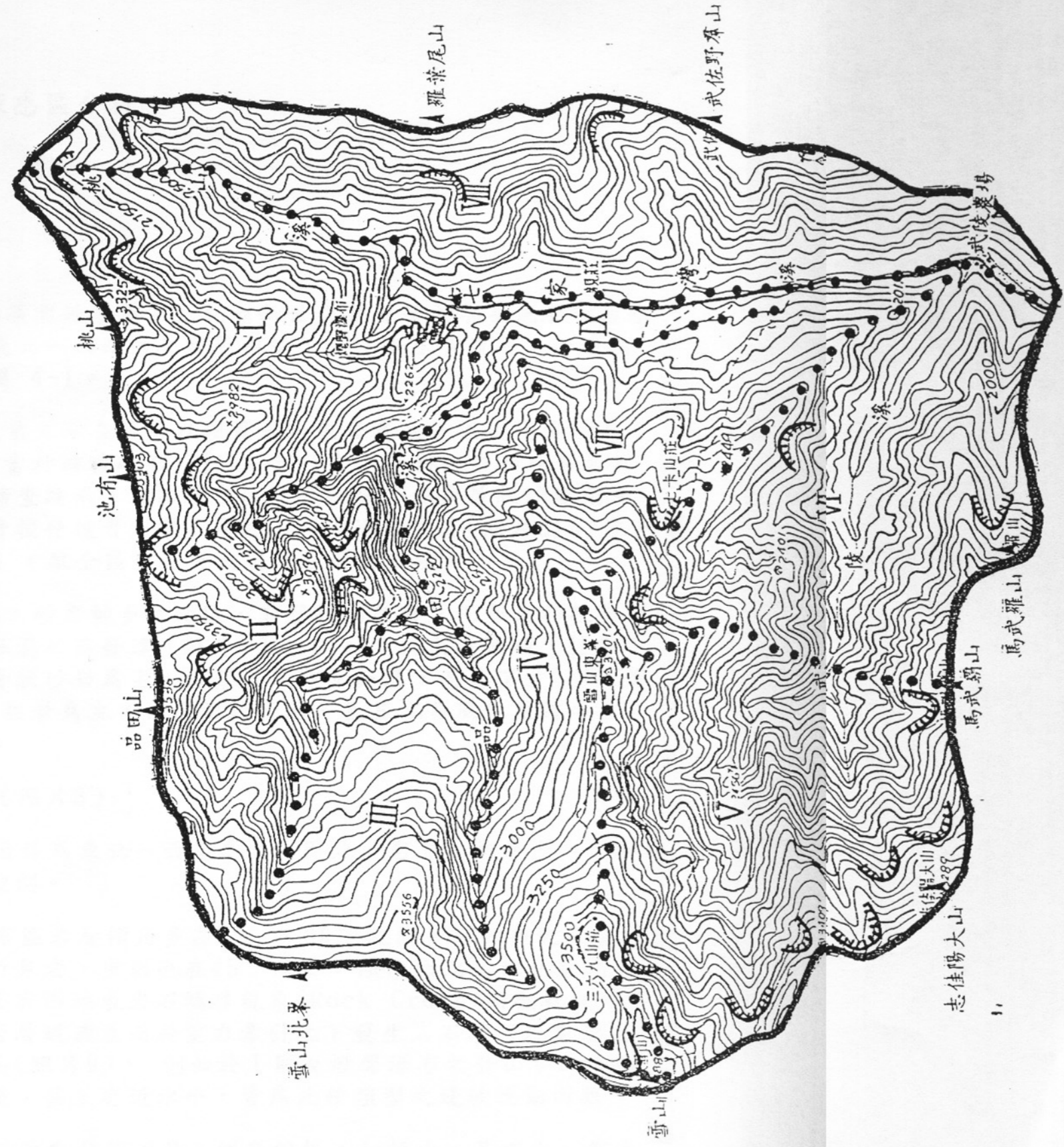
比例尺 五萬分之一



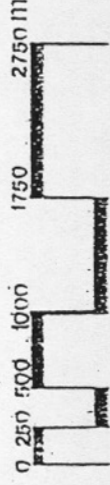
圖例

符號	說明	符號	說明
—	研究區界線		溪流
.....	地形分區名		陡坡
▲	山		敏感區
			路

圖 3-3 雪霸國家公園武陵地區構造陡坡敏感區分佈圖



比例尺 五萬分之一



圖例

符號	說明	符號	說明
—	研究區界線	—	溪流
.....	地形分區界線	~	路
▲	山名	~	源
		~	侵蝕敏感區

圖 3 - 4 雪霸國家公園武陵地區溯源侵蝕敏感區分佈圖

4 · 潛在敏感區分析

4.1 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 4-1。
- (2) 據文獻記載，水長流層以硬頁岩和板岩為主，偶夾變質砂岩；而白冷層（相當於四稜砂岩）則富石英砂岩，而與板岩和硬頁岩互層。經本區踏查結果，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（照片5, 6）且多裂隙（照片7），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（照片8）。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（照片3）

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（照片9），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。武陵溪流流域以板岩為主，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。

4.2 潛在敏感區分析：（照片6）

1. 本研究區敏感度分佈係依表2—1~2—6之評估系統區劃，如圖4—2所示。各種敏感度之面積及其百分率如表4—1。

表4 - 1 雪霸國家公園武陵地區潛在敏感地區分級表

面 \ 坡度 \ 積 \ 值 分 \ (ha) \ 區 (%) \		極高 (5)	高 (4)	中 (3)	低 (2)	極低 (1)	合計
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)

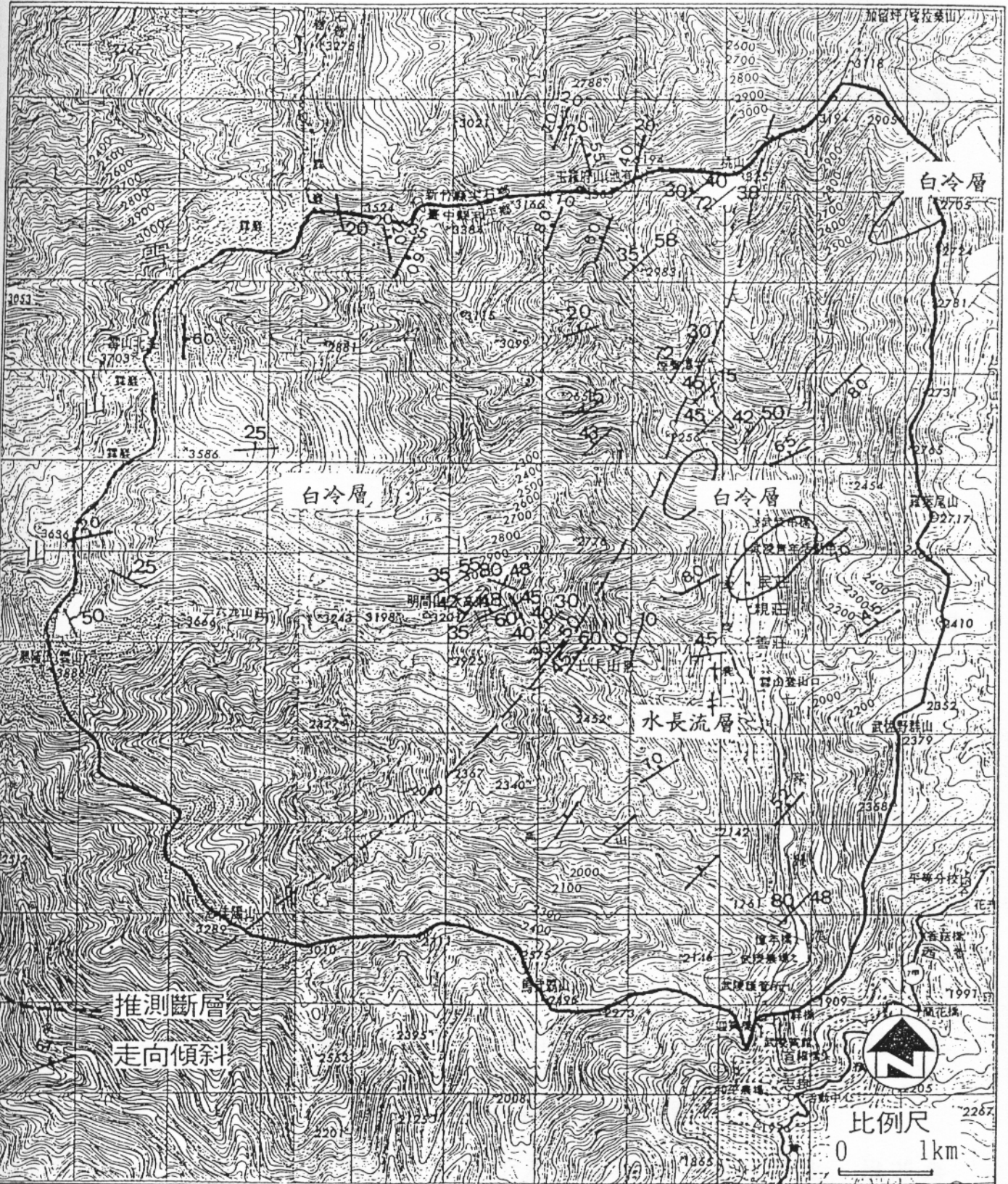
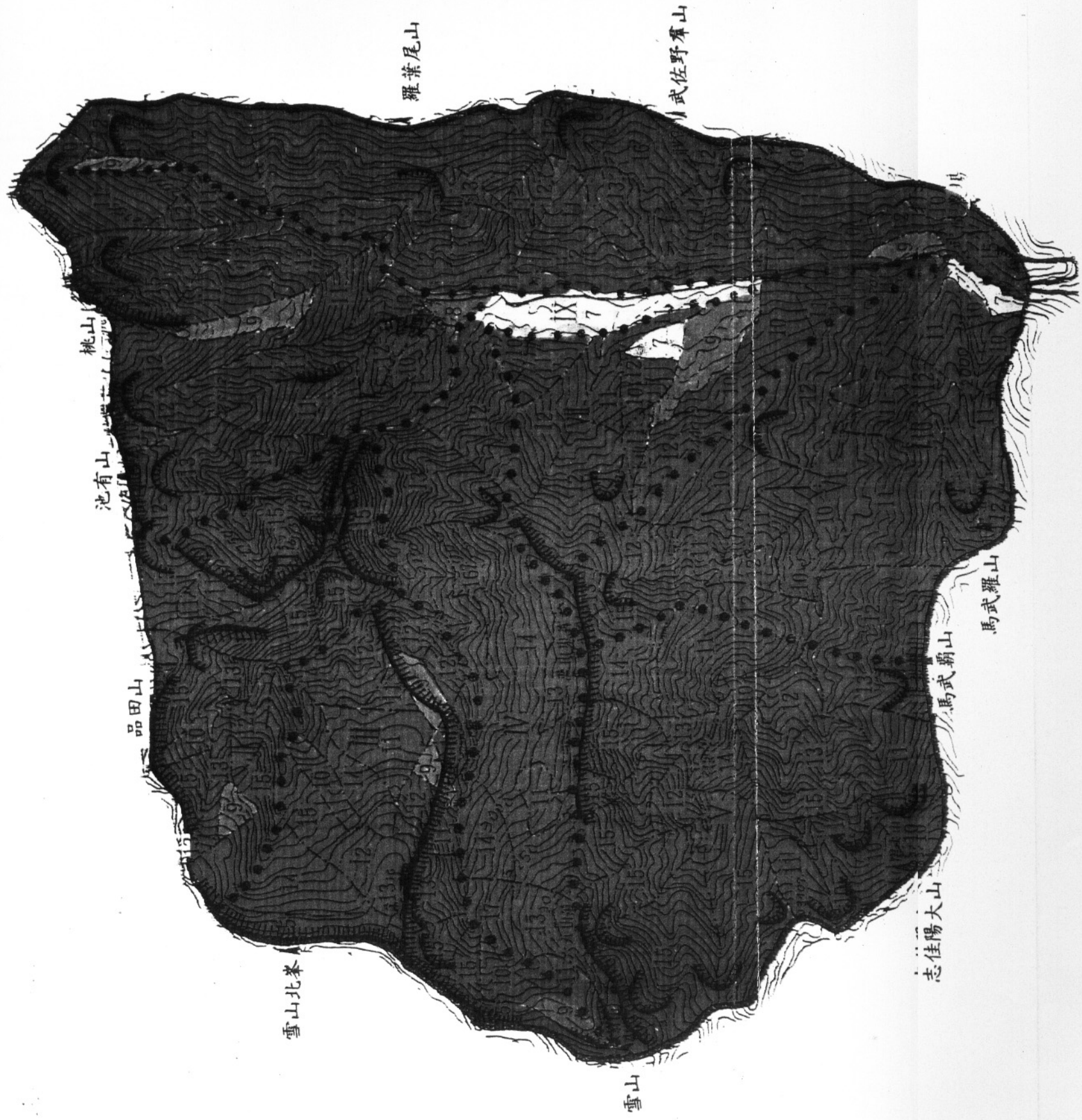


圖 4-1 雪霸國家公園武陵區地質圖

2. 圖4—2顯示：本區除河階地及 I、III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。

4.3 潛在崩坍地敏感區分析

1. 本研究區潛在崩坍地類型經由「簡確法」（表2—7）之辨識結果如圖4—3及表4—2所示；
2. 本區因坡度普遍陡峻，主要之潛在崩坍地型態為落石、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。全區中不具潛在崩坍地者僅佔10.6%，主要分佈於七家灣溪溪谷兩側平坦地；
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。



比例尺 五萬分之一



圖例

環境冒險率	≤ 5	6 ~ 7	8 ~ 9	10 ~ 11	≥ 12
環境敏感度	1 (極低)	2 (低)	3 (中)	4 (高)	5 (極高)
符號	說明	符號	說明	符號	說明
—	溪流	—	研究區界線	⌋	陡坡敏感區
~	道路	•••••	地形分區界線	⌋	溯源侵蝕敏感

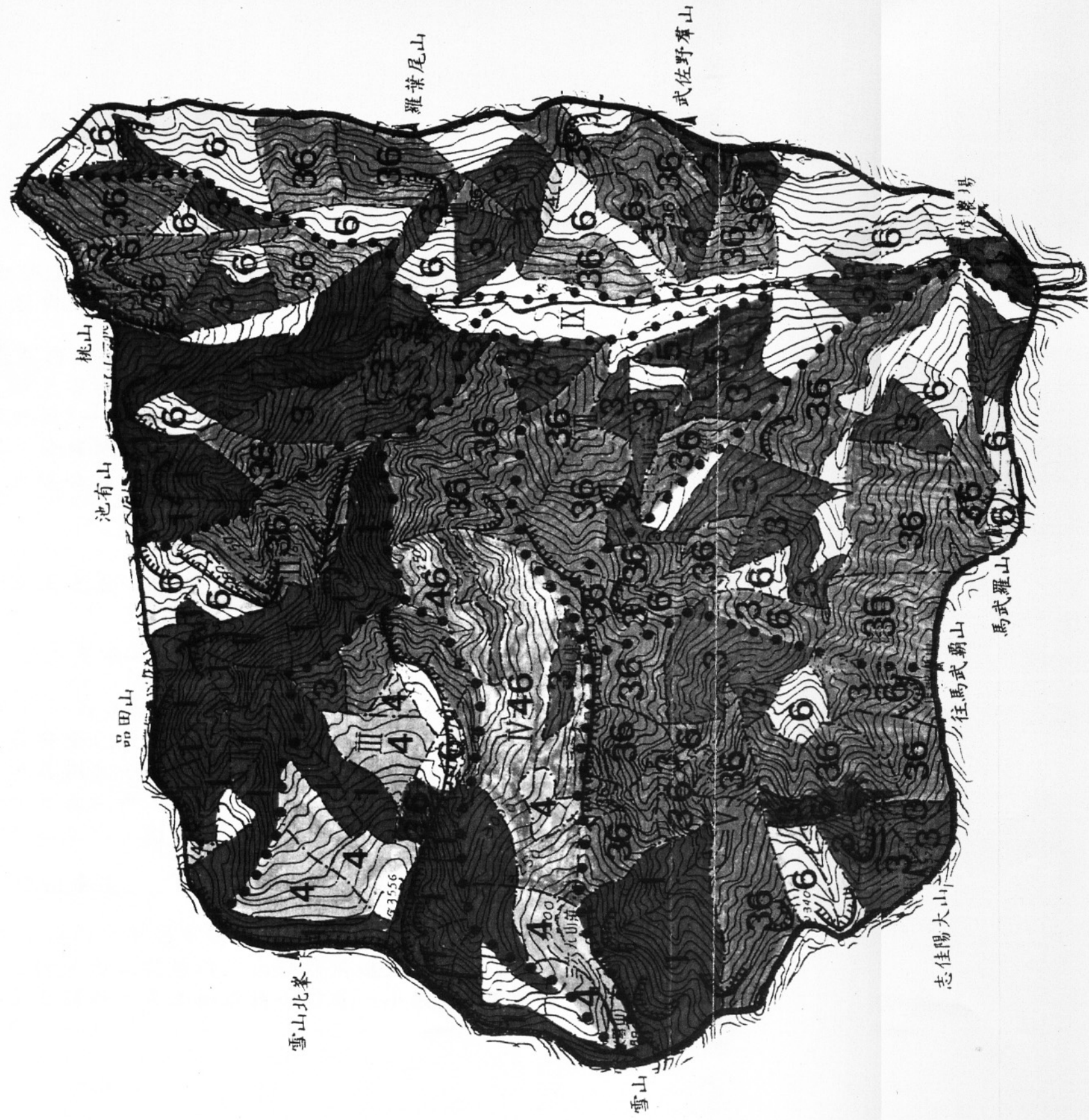
圖 4-2 雪霸國家公園武陵地區潛在敏感地區分佈圖

表4—2 雪霸國家公園武陵地區潛在崩坍類型分布區面積統計

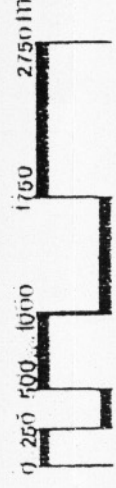
面\潛在災害	積\代號	無災害	落石	岩石 滑移	岩屑 滑落	平面 型地 滑	弧型 地滑	沖蝕	岩屑 滑落	平面 型地 滑	合計
I	面積	46.0	343.0	—	301.5	—	—	66.5	279.7	—	1036.7
	百分比	4.4	33.1	—	29.18	—	—	6.4	27.0	—	100.0
II	面積	14.4	419.5	—	—	14.5	—	69.7	136.6	—	654.7
	百分比	2.2	64.1	—	—	2.2	—	10.6	20.9	—	100.0
III	面積	89.1	300.2	—	46.6	227.0	—	14.5	106.8	—	784.2
	百分比	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	690.3	—	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

4.4 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4—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」。



比例尺 五萬分之一



圖例

符號	說明	符號	說明	符號	說明
1	落石	4	平面型地滑	3, 6	岩屑滑落與沖蝕
2	岩石滑移		弧型地滑	4, 6	平面型地滑與沖蝕
3	岩屑滑落	6	沖蝕	•••••	地形分區界線
—	研究區界	~~~~~	陡坡敏感區	~~~~~	湖源侵蝕敏感區

圖 4-3 雪霸國家公園武陵地區崩山危險區分佈圖

5. 登山路線上敏感區之分佈

5.1 登山步道潛在災害類型 (照片7, 8, 9)

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5—1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5—1。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5—1。

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，故無安全之虞。雪山東峰山脊線東段為峭壁崩岩，類B型地勢；該地南側有一相當範圍之崩坍地；雪山東峰至三六九大都處在較平緩之森林內，並無公共安全之虞者；由三六九朝雪山圈谷方向至雪山主峰，則為行之於D類地形之碎石坡崩坍地區。

(2) 武陵→桃山步道

本段自通往煙聲瀑布途中轉東北，通過一條溪床繼續東向爬至山頂後北行，由此開始均沿山脊線前進至桃山，山脊線寬闊之步道並無安全問題，僅於接近桃山時有一小段為A類地形，而有公共安全之虞。

(3) 武陵→池有山步道

本段在煙聲瀑布上方為一陡峭石壁，高約十公尺，攀登困難，屬F類地勢；該石壁之上為磷峒狹窄山脊，屬B類地勢。

(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。

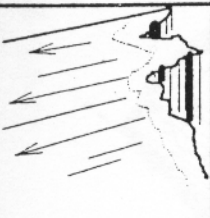

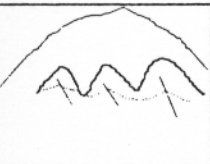

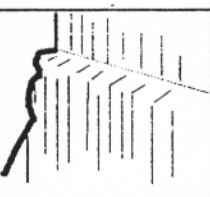
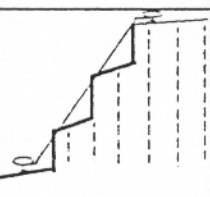
(5) 四秀縱走步道

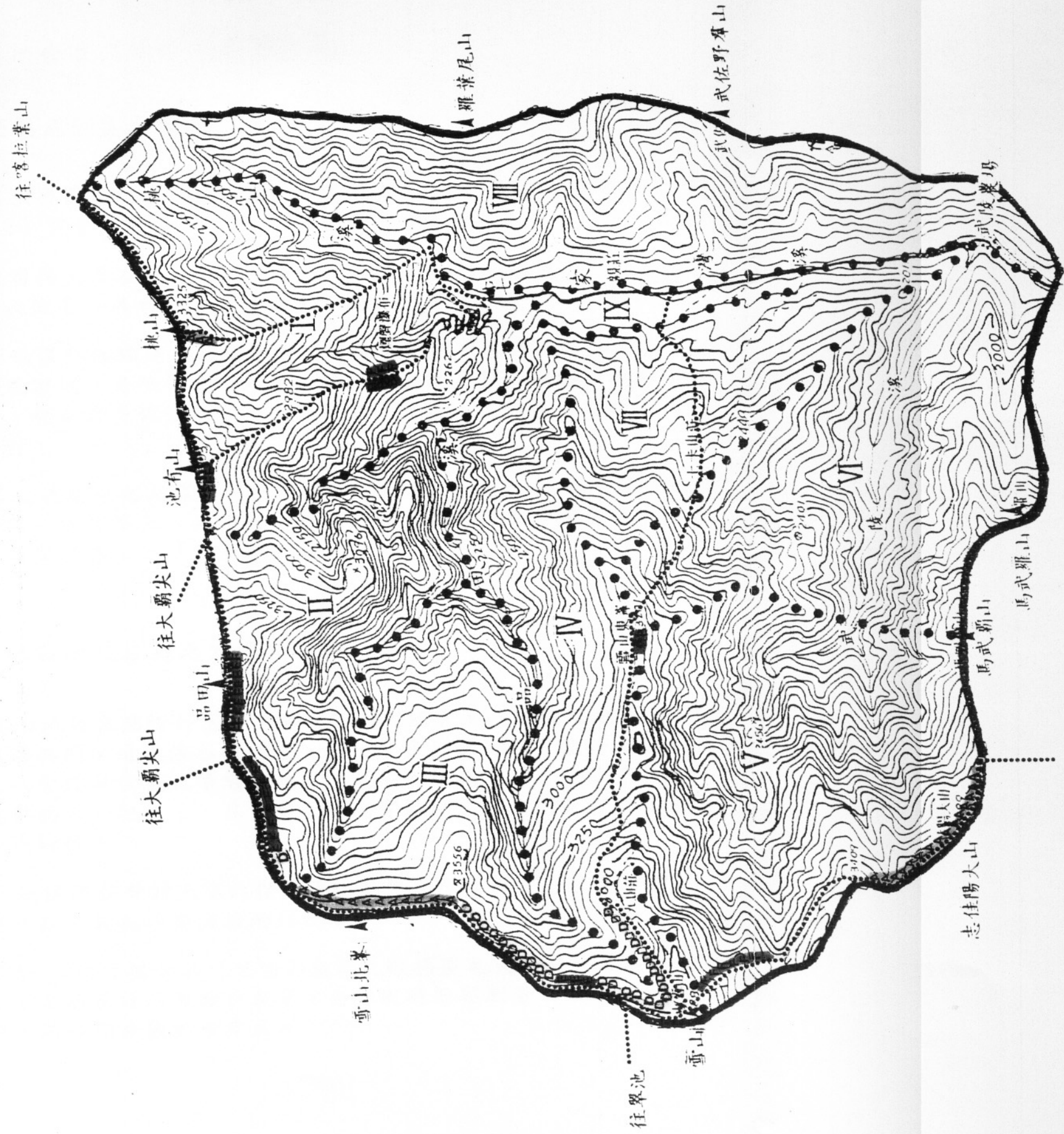
四秀除喀拉業一秀外，其餘均含蓋在本研究區內。本段步道均沿山脊線成東西向分佈，於接近池有山及品田山峰均有一小段F類地勢，山脊上則為E類地勢。

(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。

表5—1 雪霸國家公園武陵地區登山步道潛在災害類型及防範對策

符號	示意圖	說明			
		地形、地質特徵	潛在災害類型	分佈地區	防範對策
A		1. 崩崖。	1. 路基崩落； 2. 意外墜崖。	I、III、 V區	1. 與崖頂保持一定之距離並設立警示標誌。
B		1. 窄徑，下坡陡峭，風勢較強。	1. 路基崩落； 2. 意外墜崖。	II、IV、 V區	1. 導引繩索； 2. 警示標誌。 3. 設棧道
C		1. 道路經過崩坍地； 2. 窄徑 3. 上、下坡陡峭。	1. 上坡落石、岩屑滑落。 2. 意外墜崖	各區	1. 導引繩索 2. 警示標誌。 3. 設棧道
D		1. 陡碎石坡。	1. 意外滑落。	III、IV區	1. 導引繩索 2. 警示標誌。 3. 設棧道
E		1. 上下坡陡峭，岩性堅硬。	1. 路基崩坍； 2. 意外墜崖。	II區	1. 設立護欄 2. 警示標誌。 3. 設棧道。
F		1. 高峭壁、堅硬岩石。	1. 有落石、岩屑滑落之虞； 2. 意外墜崖。	I、II、 V區	1. 設置垂掛繩索 2. 警示標誌。



比例尺 五萬分之一



圖例

符號	說明	符號	說明	符號	說明
~	道路	登山步道	•••••	地形分區界線
A 崩崖		C 崩坍地		E 懸崖	
B 窄嶺		D 碎石坡		F 峭壁	

圖 5-1 雪霸國家公園武陵地區登山步道及其公共危險路段分佈圖

6 · 公共危險區之防範對策

6.1 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。

6.2 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6—1。
3. 圖5—1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。

6.3 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(Debris avalanche)
- (3) 土石流(Earth flow)

2. 以上崩坍現在技術上尚難處理，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，並立警示標誌告知遊客應注意事項。

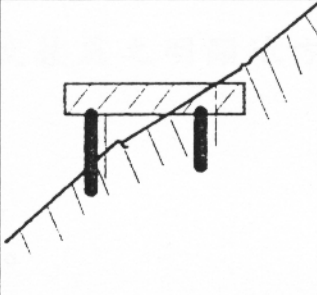
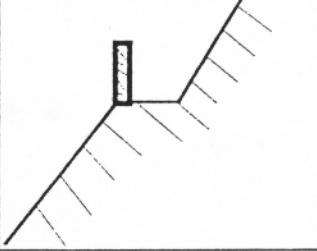
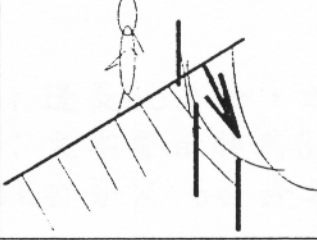
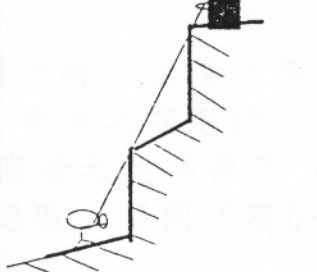
3. 本研究區內，萬壽橋至三茅亭間之溪岸小徑係在時有落石危險的峭壁下。其中提有「精忠報國」之石壁，係矗立之薄層變質砂岩，已有重力拱曲(Cambering)現象，處於高敏感狀態；近三茅亭處，則破裂岩體業已移位，崩坍之危險度更高；過三茅亭則為一新崩坍地，岩塊與岩屑繼續滑落中。因此，本路徑基本上具高度危險，在未妥善處理之前，宜予封閉。(照片10)

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。

6.4 警示系統

1. 大自然中之各種險阻並非皆可以硬體設施一一克服；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。

表6—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。	

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。

6.5 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，並予統一規格化。

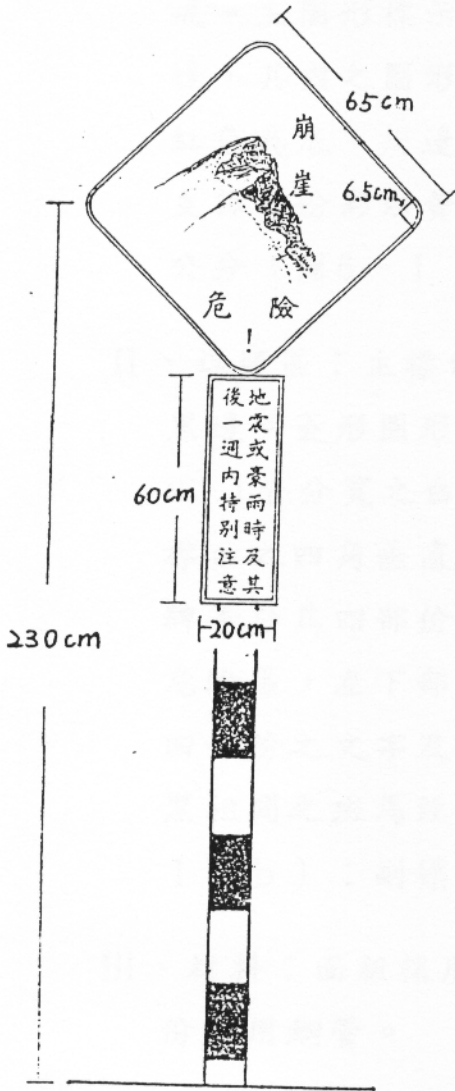
4. 標誌硬體規格

(1) 尺寸與形狀：

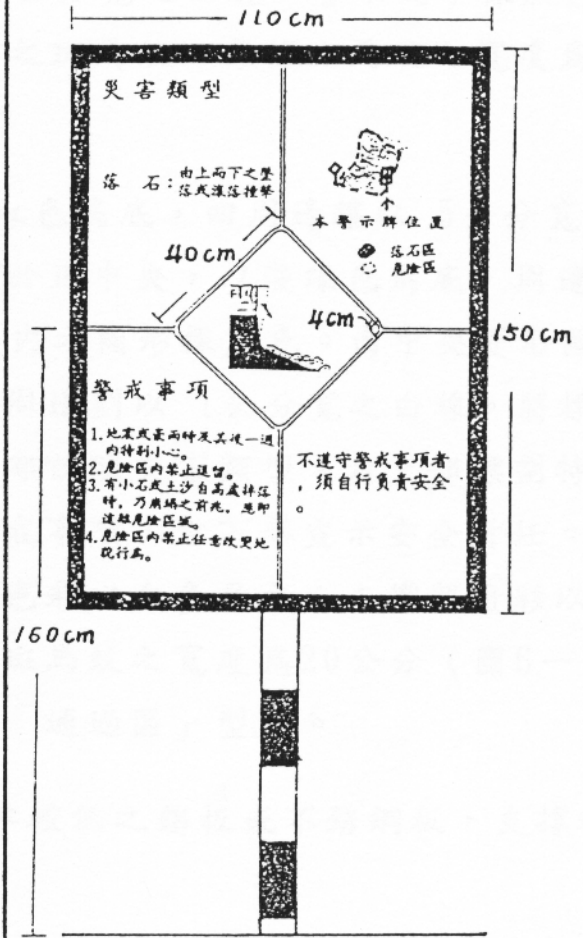
I. 通過區：主圖形標示板為正菱形，邊長65公分，四角收圓邊，圓邊之圓半徑為 6.5公分；文字警示牌為60公分×20公分之長方形；支撐桿截面10公分× 5公分之矩形桿（圖6-2· a）。

II、逗留區：分為主標示牌以及副標示牌。主標示牌為 150公分×110公分之長方形，豎置，中央之圖形標示為邊長40公分之正菱形，四角收圓邊，圓邊之圓半徑為 4公分；支撐桿之尺寸與形狀與「通過區」型同（圖6-2· b）；副標示牌以「通過區」型為之。

A. 通過區



B. 逗留區



註：本警示牌作為逗留區副標示牌時，面板中心距地面高度為160公分。

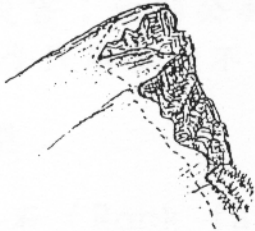
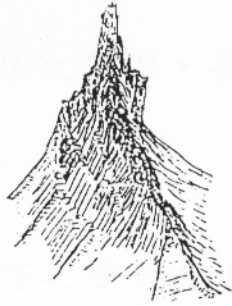
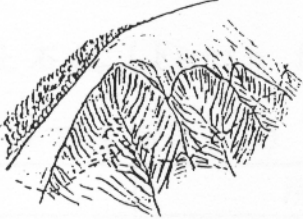
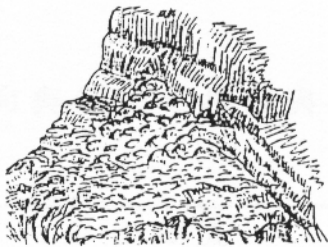

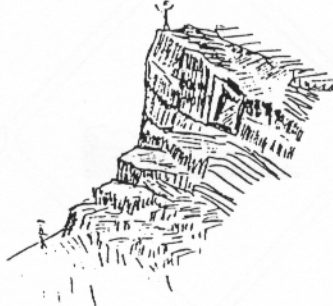
圖6—2 警示標誌規格圖

(2) 圖面區劃與色彩：

- I、通過區：本型標示牌由主圖形標示牌及文字警示牌構成。主圖形標示牌以淺綠色為底，周邊鑲以 1 公分寬之白邊，其內之圖形彩以黑色，文字採用紅色。文字警示牌以紅色為底，周邊鑲以 1 公分寬之白邊，警示文字採黑色。支撐部份彩以黃黑相間之斑馬紋，每條斑馬紋之寬度為 20 公分（圖 6-1·a）。
- II、逗留區：主標示牌以紅色為底，四周邊鑲以 5 公分寬之黑邊。菱形圖形標示置於正中央，以淺綠色為底，周邊鑲以 1 公分寬之白邊，其內之圖形採黑色。由中央菱形圖形標示之四角垂直標示牌周邊劃以 1 公分寬之白線，將標示牌等分為四部份，左上部說明災害類型，右上部標劃特別危險區，左下部明列警戒事項，右下部宣示安全責任。此四部份之文字及示意圖色彩以白色為之；支撐部份彩以黃黑相間之斑馬紋，每條斑馬紋之寬度為 20 公分（圖 6-1·b）；副標示牌與「通過區」型同。
- III、材料：面板採用折損率較低之鋁板或不銹鋼板，支撐部份採用鋼管。
- IV、高度（圖 6-1）：(A) 通過區：圖形面板之中心點距地面高度為 230 公分。(B) 逗留區：主標示牌面板中心點距地面高度為 160 公分；副標示牌圖形面板之中心點距地面高度為 170 公分。
- V、按裝：支撐桿打入地面之深度不得少於 100 公分，並以水泥漿灌注固定。

6.6 通過區標示內容

1. 危險區類型及其文字與圖形：

崩崖 (A)		窄嶺 (B)	
崩坍地 (C)		碎石坡 (D)	
懸崖 (E)		石壁 (F)	

2. 危險路段兩端各立一警示牌。

6.7 逗留區警示標誌內容

1. 警示內容分成四部份：

(1) 災害類型

(2) 危險區範圍

(3) 警戒事項

(4) 安全責任宣示

2. 災害類型

(1) 突發性災害：攸關公共安全者乃突發性之災害，事前較少有明顯預兆，致令民眾躲避不及而生災害。

(2) 常見類型：

I、落石 (Rock fall)：由上而下之墜落或滾落撞擊。

II、滑崩 (Debris avalanche)：由上而下之滾落撞擊與掩覆。

III、土石流 (Earth flow)：縱向與側向之推擠與掩蓋。

(3) 其圖示如下 (圖6-3)：

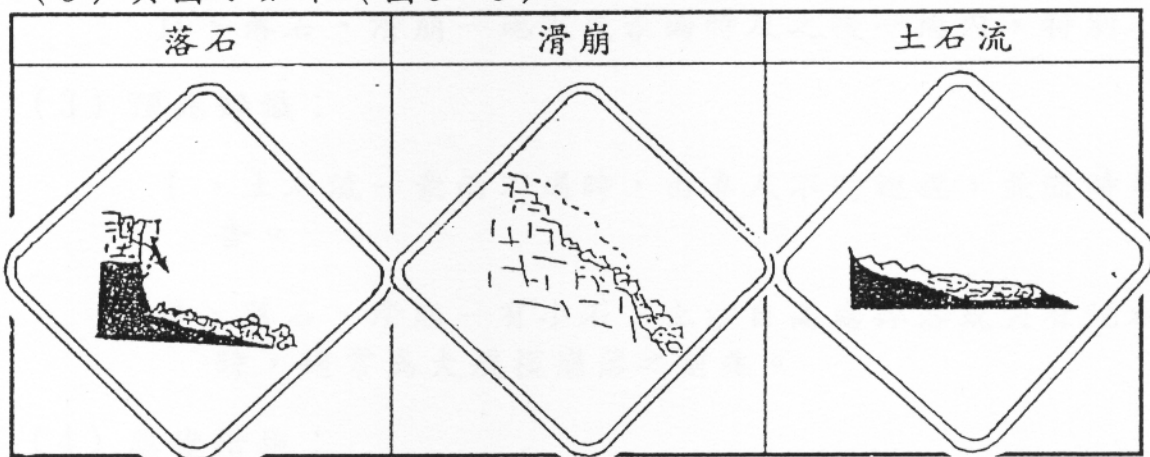


圖6-3 常見崩塌類型標誌圖示

3. 危險區範圍

(1) 逗留區係指危險區範圍內足供人作短暫性停留之空間而言。

(2) 標示牌分主標示牌和副標示牌。主標示牌設於危險區與主要接近道路交接處之明顯地點；副標示牌設於危險區端點以及主、副標示牌連線間有必要設置之地點。

(3) 危險區以圖示之，中含災害發生區、影響區之示意圖和標示牌位置，並以閉合虛線表示危險區範圍。

4. 警戒事項：

(1) 警戒事項應包括：

I、時機

II、預兆辨識

III、應變措施

IV、危險崩塌地現地之特別狀況

(2) 時機：

I、土石流—豪雨不停時特別小心。

II、落石、滑崩—地震或豪雨時及之後一周內，特別小心。

(3) 預兆辨識：

I、土石流—豪雨不遏時，由專人不時巡視，並隨時發佈警告。

II、落石、滑崩—有小石、土沙自高處掉落或突有泥水流出時，通常為大規模崩落之前兆。

(4) 應變措施：

I、危險區禁止逗留或居留。

II、災變徵兆呈顯時，應即脫離現場；不及脫離時應即躲進堅固之掩體內。

(5) 危險崩塌地現地之特別狀況：對於崩塌地現地具有影響公共安全之特別狀況者，應予說明以為警戒。

(6) 警戒事項示範：

I、土石流：

- (A) 持續豪雨時應特別小心。
- (B) 危險區內禁止逗留。
- (C) 溪水暴漲，濁度突然增加並混雜石塊時，應即遠離危險區域。
- (D) 危險區內禁止任意改變地貌行爲。

II、落石、滑崩：

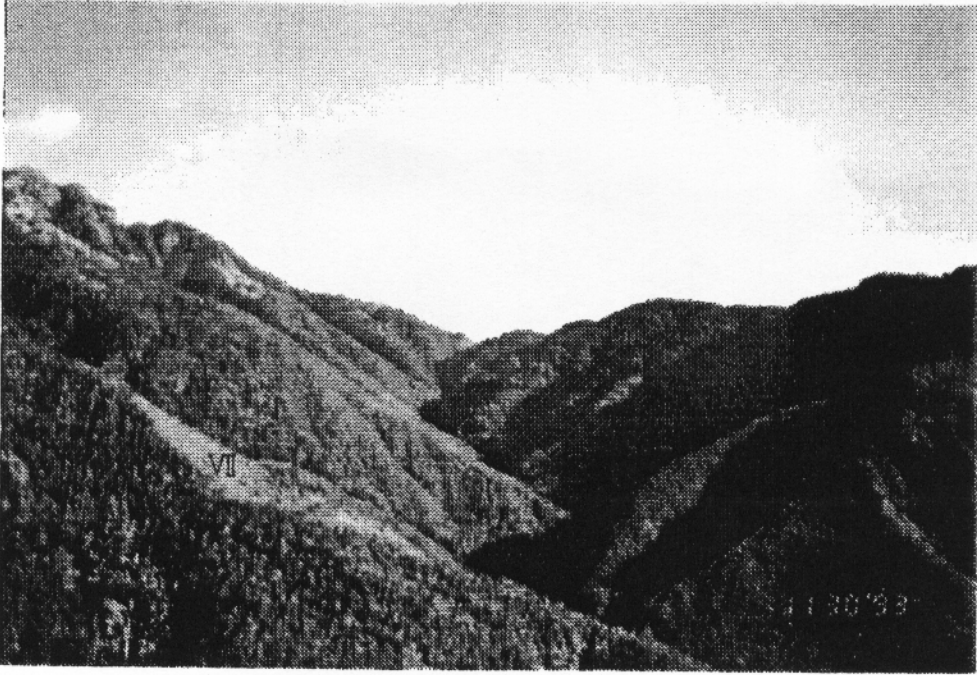
- (A) 地震或豪雨時及其後一週內特別小心。
- (B) 危險區內禁止逗留。
- (C) 有小石或土沙自高處掉落時，乃崩塌之前兆，應即遠離危險區域。
- (D) 危險區內禁止任意改變地貌行爲。

5. 安全責任宣示不遵守警戒事項者，須自行負責安全。

7. 結論與建議

1. 雪霸國家公園武陵地區（七家灣溪流域）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堅硬岩壁分佈區；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。

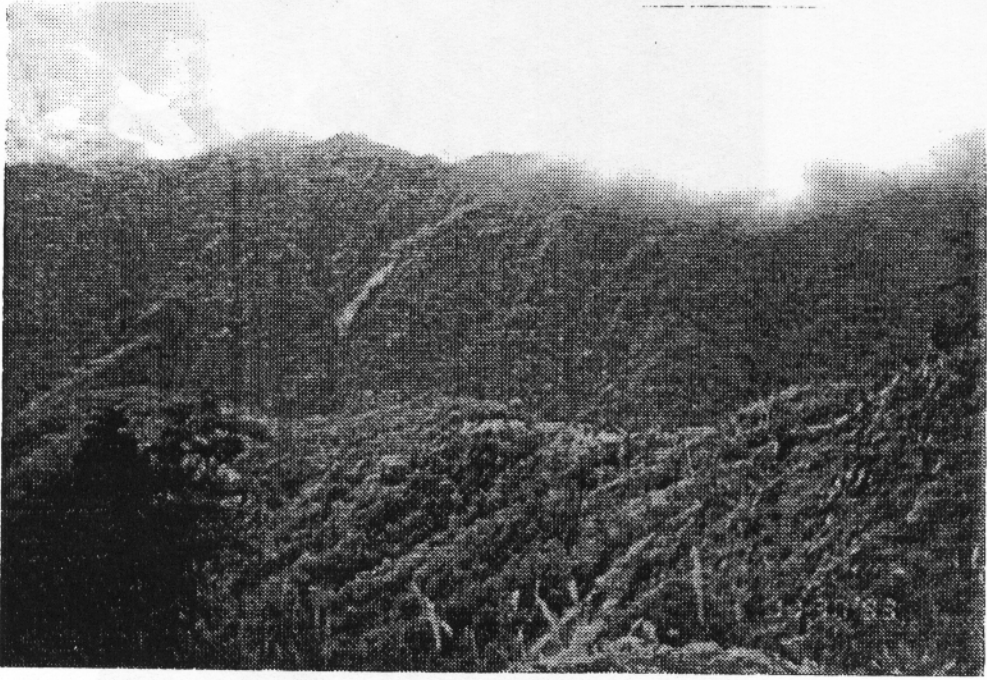
以上各種險阻地形宜分期分區設置安全設施，以降低風險，其類別包括：（1）棧道（2）護欄（3）導引繩索（4）攀援繩索等四類。
4. 除硬體設施外，警示標誌之設置使登山者對危險地區有所警惕，也可達到降低意外災害之目的。本研究提出警示標誌設置要點以供參採。
5. 本研究所提供之資料應可作為研擬本區環境資源之規畫和管理之參考。



照片1A：I、VII區景觀



照片1B：II、III、IV區景觀



照片2A：VI區景觀



照片2B：VIII、IX區景觀



照片3A：I區直立薄層砂、頁岩互層。



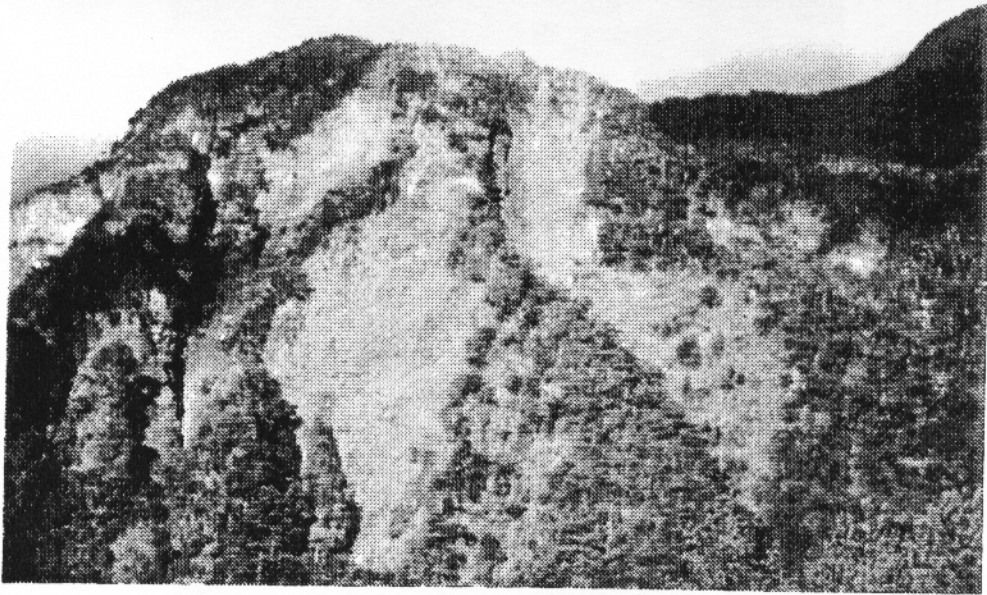
照片3B：I區直立岩層蠕移轉折現象（板岩）



照片4A：III區聖稜線，現狀崩坍地。（齊士暉 攝）



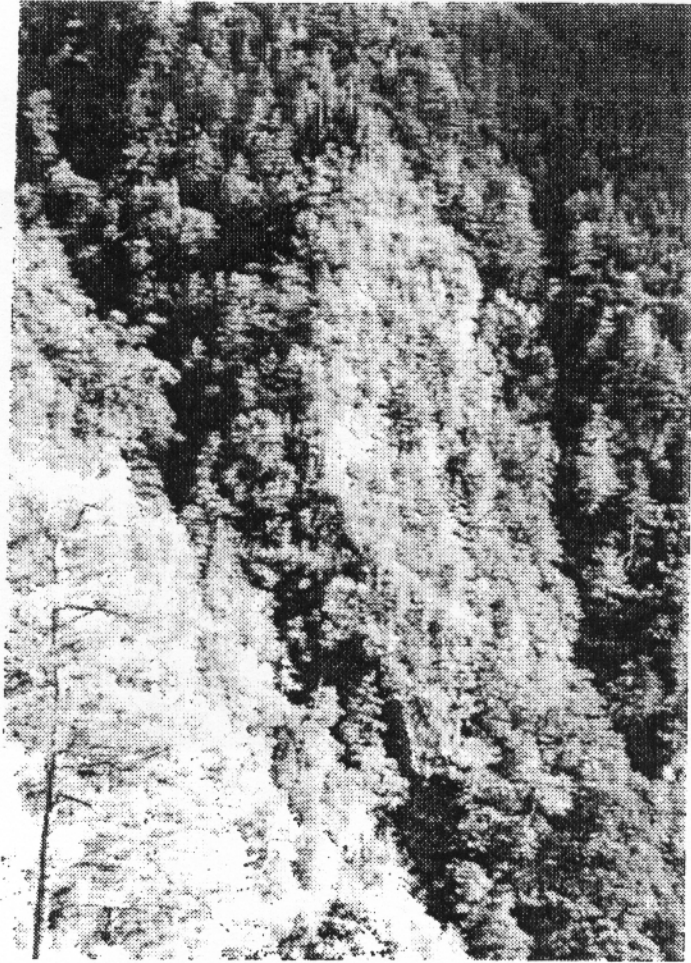
照片4B：V區雪山崖坡（Scarp），現狀崩坍地。（齊士暉 攝）



照片5A：II區現況崩塌地（變質頁岩）



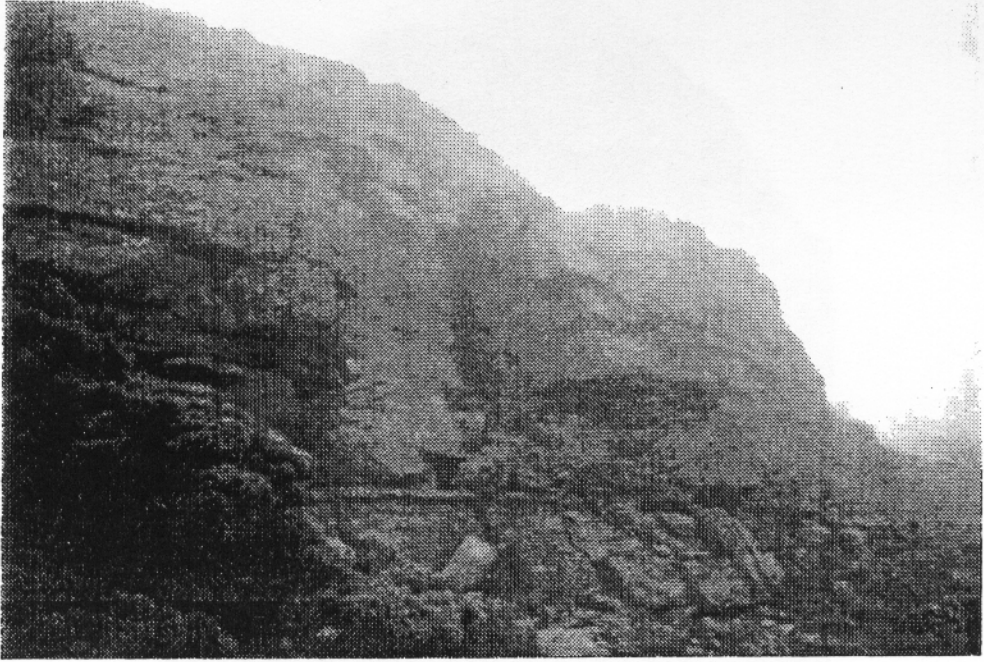
照片5B：IV區現況崩塌地及潛在敏感區（薄層變質砂、頁岩互層）



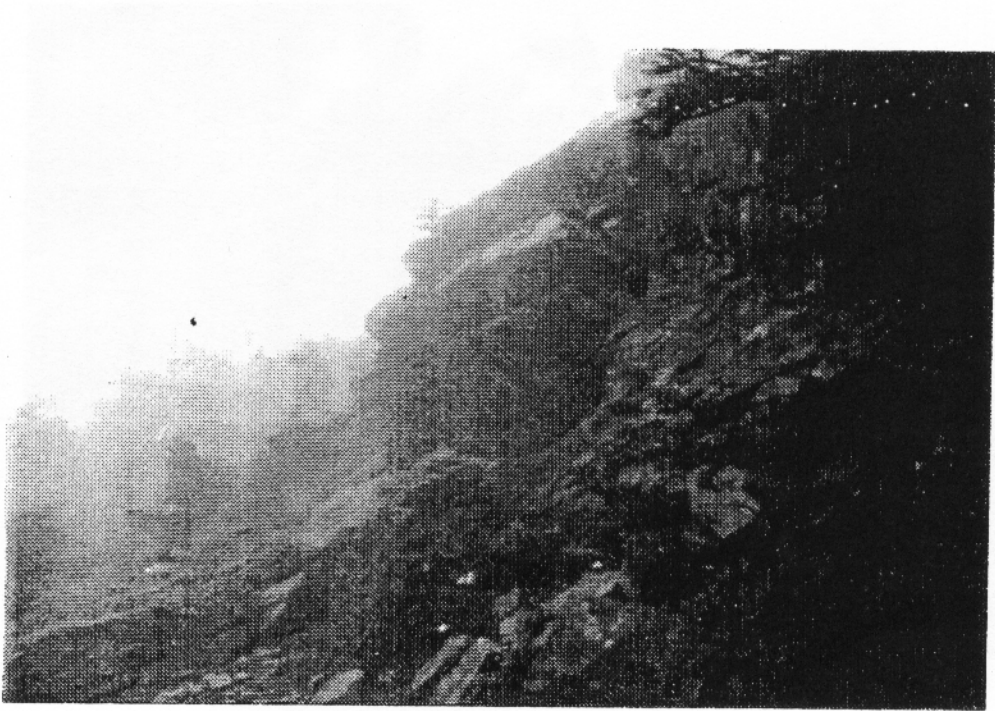
照片6A：VI區潛在敏感區。



照片6B：VII區潛在敏感區



照片7A：II區石壁。(齊士靜 攝)

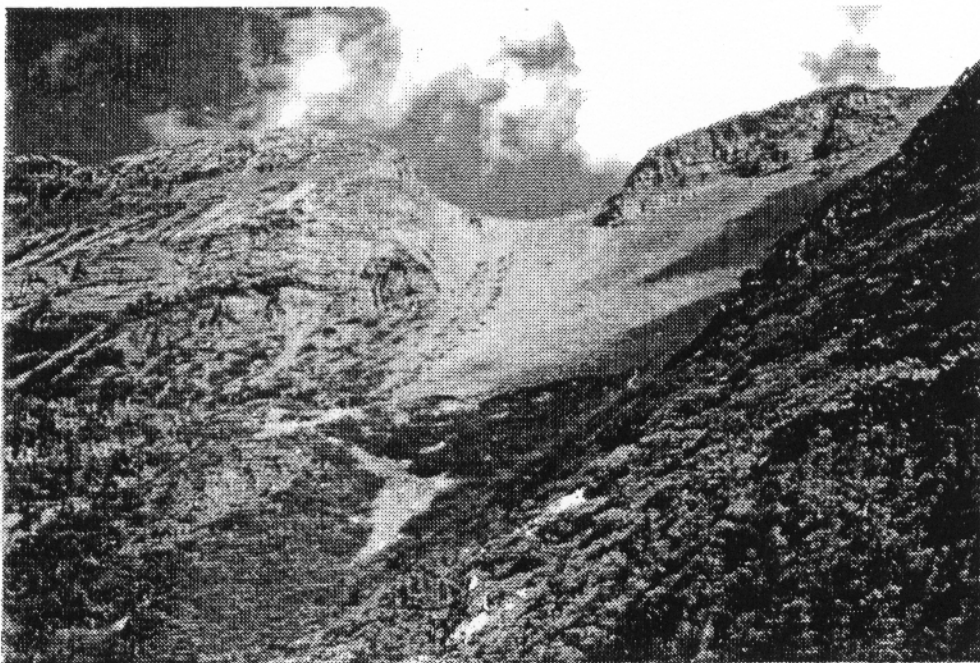


照片7B：II區，懸崖。

(齊士靜 攝)

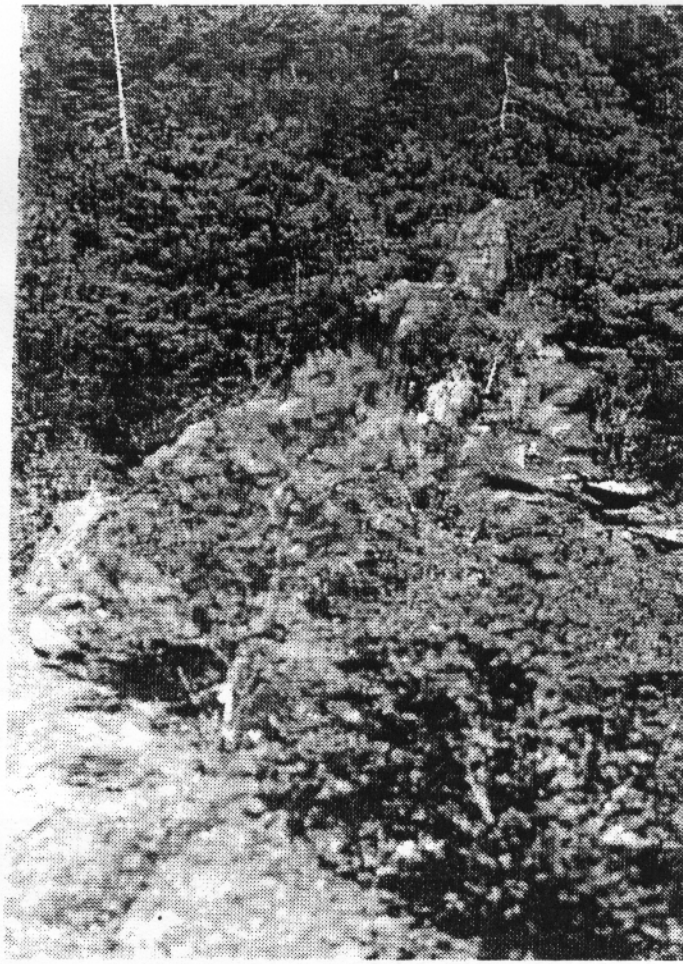


照片8A：I區崩崖。(齊士崙 攝)

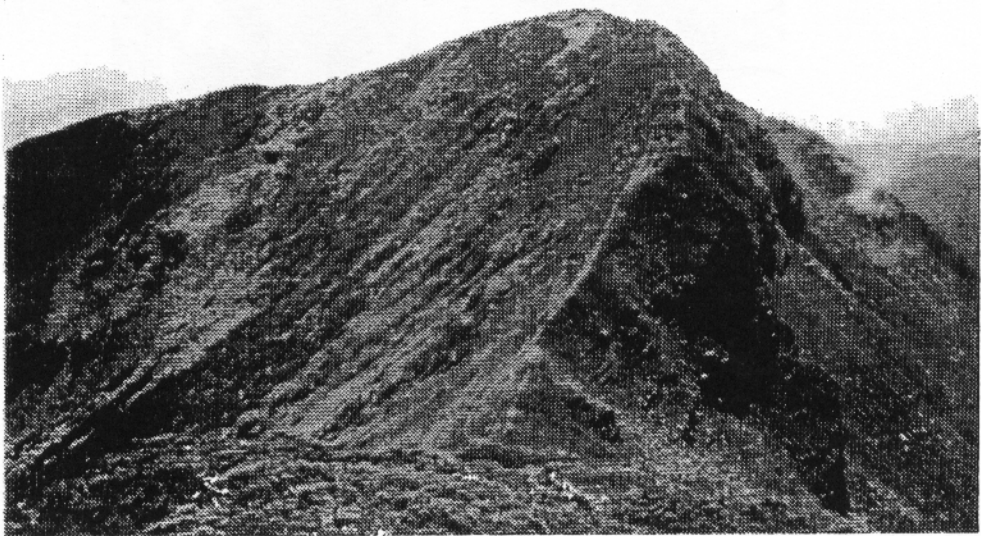


照片8B：IV區碎石坡。

(齊士崙 攝)



照片9A：I區，窄嶺。



照片9B：IV區，窄嶺。

(齊士暉 攝)



照片10A：萬壽橋—「精忠報國」石壁。

（直立變質砂岩夾薄層頁岩）（管理處提供）



照片10B：三茅亭亞穩定岩石邊坡（變質砂岩）。

（管理處提供）