

TAROKO
NATIONAL PARK

太魯閣峽谷地形 發育過程的研究

主持人 張石角
研究助理 齊士崢

太魯閣國家公園管理處 委託
台灣大學地理學系自然環境及災害研究室 執行
中華民國七十九年四月

目

錄

1 · 前言	1
2 · 研究內容與架構	2
3 · 地形特徵之地理分布	11
4 · 峽谷區地形之發育過程	19
5 · 結論與建議	25
6 · 引用文獻	26

圖 目 錄

圖 2-1 研究範圍	3
圖 2-2 山坡地凸坡(convexity)與凹坡(concavity)之坡面元素組合示意圖 ..	4
圖 2-3 前期地形面分類圖(一)	6
圖 2-3 前期地形面分類圖(二)	7
圖 2-4 地形事件之時序與同時面之決定	9
圖 2-5 地形特徵及其意義	10
圖 3-1 各種地形特徵在本研究區之地理分布	12
圖 3-2 A區河谷剖面示意圖	14
圖 3-3 大斷崖河谷橫斷面	14
圖 3-4 普洛灣之環流丘及舊河道淤高成埋積谷階地示意圖	15
圖 3-5 埋積谷階地發育過程示意圖	17
圖 3-6 普洛灣埋積谷階地發育過程圖	18
圖 4-1 古河床與現河床縱剖面之同時面	20
圖 4-2 三段峽谷剖面示意圖	21
圖 4-3 峽谷段近河床處剖面示意圖	23

表 目 錄

表 2-1 地形類型及其地形學上之意義表	5
----------------------------	---

圖 版 目 錄

圖版一	27
照片 1-1 蓮花池殘餘河段(由西向東)	
照片 1-2 蓮花池	
照片 1-3 蓮花池殘餘河段西側之礫石層	
照片 1-4 梅園高位礫石層階地	
照片 1-5 梅園高位礫石層階地下之礫石層	
照片 1-6 遠眺文山、紫杏之等高礫石層階地	
圖版二	28
照片 2-1 遠眺西寶及西寶農場之堆積性不整合坡向地形	
照片 2-2 西寶農場之礫石層	
照片 2-3 遠眺道拉斯埋積谷階地	
照片 2-4 道拉斯埋積谷階地東側古陶塞溪入口	
照片 2-5 道拉斯埋積谷階地南側露出之礫石層	
照片 2-6 遠眺天祥及祥德寺等岩石階地	
圖版三	29
照片 3-1 遠眺多用埋積谷階地附近之地形	
照片 3-2 多用埋積谷階地之礫石層	
照片 3-3 由海鼠山肩狀稜望立霧溪對岸近等高之懸谷	
照片 3-4 遠眺綠水之礫石層階地(上階)與岩石階地(下階)	
照片 3-5 合流埋積谷階地東側之舊河道痕跡	
照片 3-6 由海鼠山望慈母橋下游之分段式峽口	
圖版四	30
照片 4-1 大理岩峽谷區谷壁上之張力裂隙	
照片 4-2 懸谷狀之燕子口溪口	
照片 4-3 巴達岡岩石階地	
照片 4-4 普洛灣埋積谷階地下段及由岩盤構成之環流丘	
照片 4-5 普洛灣階地之礫石層	
照片 4-6 由希拉岸望立霧溪中游地區由肩狀稜所夾之溪谷	
圖版五	31
照片 5-1 羅前階地上坡之坡度不整合地形	
照片 5-2 羅前礫石層階地	
照片 5-3 砂卡礑礫石層階地	
照片 5-4 太魯閣埋積谷階地	
照片 5-5 太魯閣埋積谷階地之礫石層	
照片 5-6 太魯閣埋積谷階地於近河床側露出之岩盤	

附圖一 梅園附近地區地形特徵分布圖.....	32
附圖二 蓮花池附近地區地形特徵分布圖	33
附圖三 谷園、天祥間地形特徵分布圖	34
附圖四 天祥、合流間地形特徵分布圖	35
附圖五 合流、錐麓間地形特徵分布圖	36
附圖六 錐麓、溪畔間地形特徵分布圖	37
附圖七 溪畔、長春祠間地形特徵分布圖	38
附圖八 長春祠、太魯閣間地形特徵分布圖	39
附表 地形特徵分類表	40

太魯閣峽谷地形發育過程的研究

1 · 前言

1. 太魯閣峽谷位於立霧溪之中游，其中由慈母橋至燕子口之間長約五公里的河道谷壁矗立，斷崖自溪床拔起，高達1,000公尺，世所少見，乃臺灣最著名的自然景觀區。
2. 太魯閣峽谷為立霧溪之一段，其地形發育的過程自不能獨立於立霧溪之其他部分，惟因研究時間等因子之限制，故以峽谷區為對象，蒐集其地形資料，以探討此雄偉溪谷之生成過程。
3. 峽谷區之地質主要為變質石灰岩(大理岩)，片麻岩和片岩類。其中變質石灰岩之生成年代已從其中所含之化石證明為古生代晚期(二疊紀)(何春蓀, 1986)，距今約二億五千萬年，乃臺灣最古老之岩層，可證明本區複雜的地質與地形的發育歷史。由此也可推知目前所見的峽谷地形的生成應非單純，似非穿石「水刀」凌空劈下一刀而成，一如研究臺灣地形最有名的日本學者富田芳郎所想像者(富田芳郎, 1971)。
4. 本研究著重在與地形發育有關的地形和地質資料的蒐集與研判，並據以探索此段溪谷發育的經緯，或可為全立霧溪集水區發育史提供初步的看法。

2 · 研究內容與架構

2 · 1 · 文獻回顧

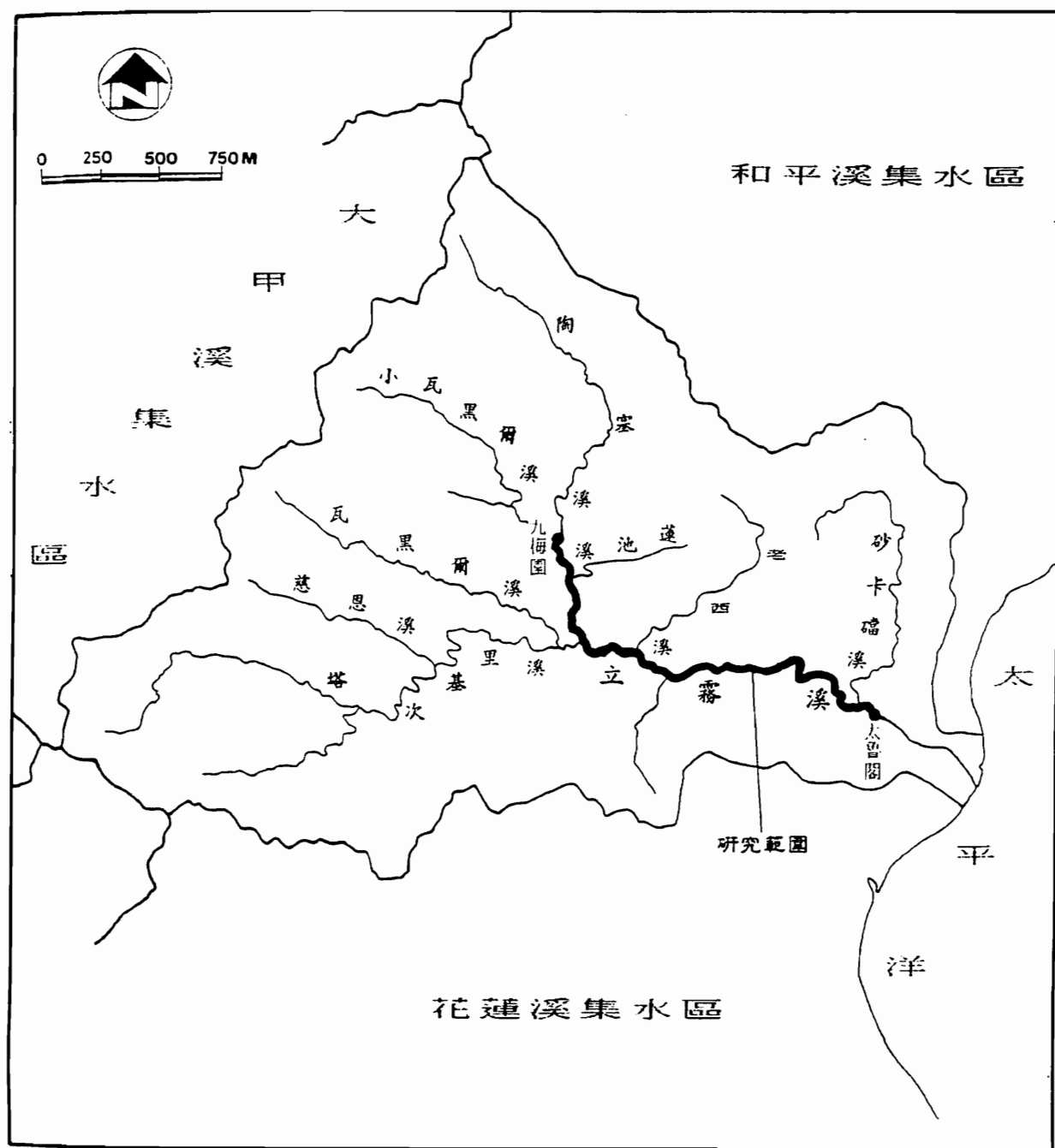
1. 本研究先查閱本區地形之前人研究成果，而因富田芳郎(1971)與林朝榮(1957)有關臺灣地形之著作最具總其成的份量，因以之為主。由於林朝榮對富田芳郎之著作手稿多所引用，故關於立霧溪之地形發育史的見解兩者頗多相近之處，尤其關於普洛灣(現名)礫石層厚達190公尺，兩氏皆疑為大崩山所形成的堰塞湖的堆積物，卻無其他佐證。
2. 最近關於本區地形方面的研究有劉志學(1989)的「立霧溪河階之沈積學研究與對比」碩士論文，係以階地之沈積物為研究對象，其關於普洛灣階地及其礫石層的解釋仍不脫前人窠臼。

2 · 2 · 研究內容

1. 地形發育史有廣義與狹義兩種。廣義地形發育史是依記錄於分佈研究區域中的岩層的證據，探討各地質時代該區自然環境之演變，為地史學之範疇；狹義的地形發育史則探討地形現狀各部分之成因及其時序，所涉及的地質年代為第四紀以降者。
2. 本研究的內容屬於狹義地形發育史，即以研究區之地形現狀為對象，探討其發育過程。
3. 本研究以立霧溪上游之陶塞溪九梅園至太魯閣國家公園入口附近之太魯閣階地之間之河谷地形為範圍(圖2-1)。

2 · 3 · 方法論

1. 地形可分解成各種坡面元素之上下連續與相鄰連續的組合，如圖2-2所示；其在上下關係的組合上，不外是上緩下陡的「凸坡」(convexity)與上陡下緩的「凹坡」(concavity)。



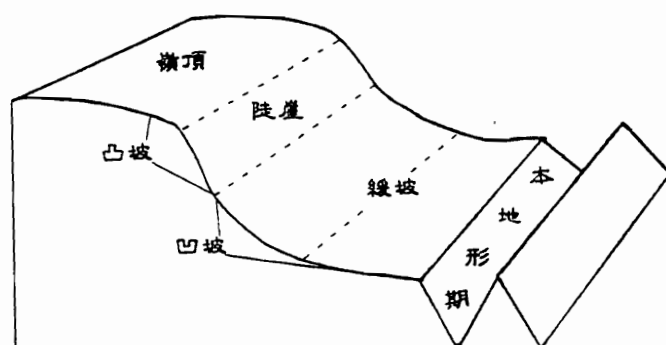


圖 2-2 山坡地凸坡(convexity)與凹坡(concavity)之坡面元素組合示意圖

凸坡與凹坡分別代表基底河流之「加速侵蝕」與「減速侵蝕」(Accelerating and decelerating basal river erosion)時期的地形特徵(Penck, 1924)。雖然學者對此仍有爭辯(Young, 1972)，然對河谷地形之整體而言(非局部性者)，緩坡乃侵蝕基面長期穩定之結果，而陡坡則為侵蝕基面之下降引起之急速下切作用之結果殆為定論。

2. 就地形面之生成時序而言，現在河床以上之均質坡，不論其為陡坡抑緩坡，為目前進行之主要地形作用之產物；其上之斜坡單元，則為前一地形期所形成者，其餘依此類推。換言之，以最近一次大量的下切作用或大規模堆積作用為現地形面，將一區域之地形分為「今」「古」兩部分。依此原則可將「古地形面」再分成「今」「古」；如此反覆進行，遂得出地形期之地形面。是以地形面越高者，其形成時間越早，如圖2-2所示。
3. 河谷地形面之發育經緯係記錄於該地區各時期所形成的地形特徵上。因此，研究區內各種地形特徵的辨識、所代表的地形學上的意義、形成的時間以及各地形面生成時間序列之對比以建立「地形同時面」，乃探究本區地形發育過程的關鍵。

地形面形成之後受其後之風化、坡面侵蝕與崩坍之作用而難免略有改變其形貌而增加研究上的困難。

4. 地形特徵：現地形面中足以代表其發育過程的地形特徵，依其成因可分為「侵蝕性地形」與「堆積性地形」兩類，如下表所示(表2-1)。

表 2-1 地形類型及其地形學上之意義表

地 形 類 別	侵 蝕 性 地 形						堆 積 性 地 形			
	岩 石 階 地	不 整 合 坡 向	不 整 合 坡 度	懸 谷	肩 狀 稜	殘 餘 河 段	礫 石 層 階 地	埋 積 谷 階 地	不 整 合 坡 向	堆 積 斜 坡
地 形 學 上 之 意 義	穩床 定部 時分 期遺 形跡 成。之 河	由成 不之 同斜 河坡 流。流 向形	由強 不度 同形 之成 地之 形斜 作坡 用。	由強 不度 同形 之成 地之 形斜 作坡 用。	殘 餘 岩 石 河 床	河 谷 遺 跡	非成 本之 期部 河分 谷遺 埋跡 積。形	埋 積 谷 河 床 面 遺 跡	非成 本之 期斜 堆坡 積殘 作面 用。形	非層 由殘 本留 期遺 河跡 流。堆 積

各地形類型之特徵及其辨識準則如圖2-3所示。

侵蝕性地形

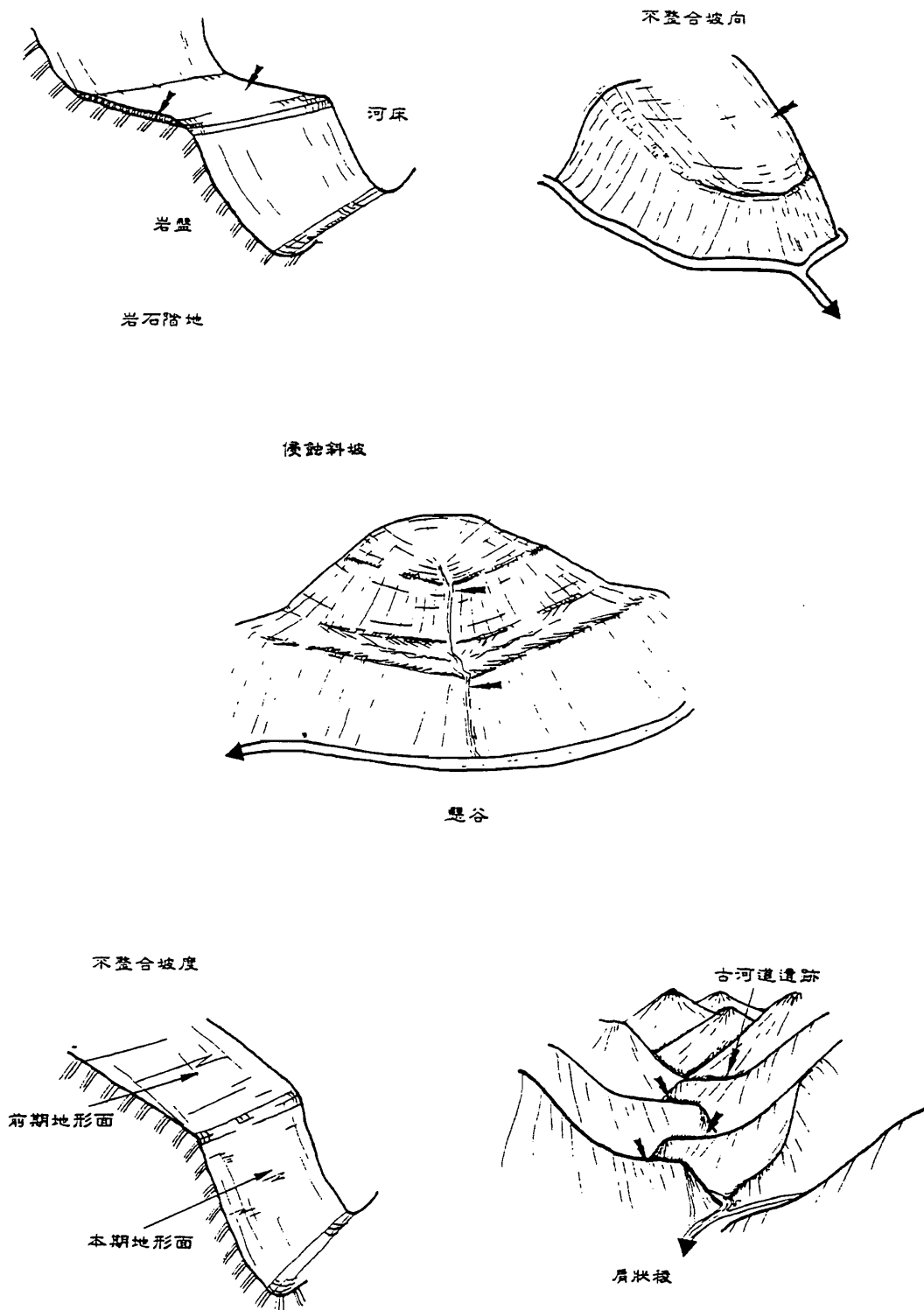
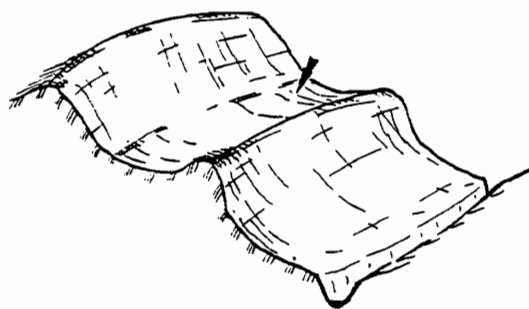


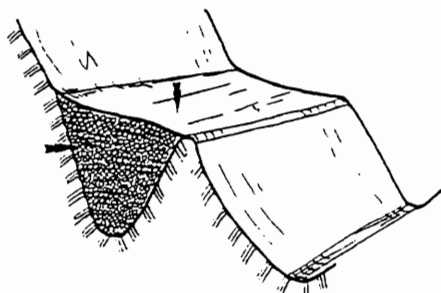
圖 2-3 前期地形面分類圖(一)

侵蝕性地形

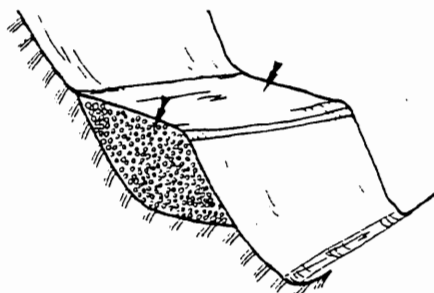


殘餘河段

堆積性地形

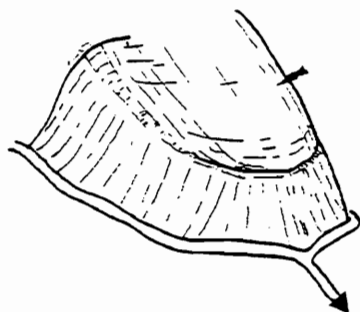


埋積谷階地



礫石層階地

不整合坡向



堆積斜坡

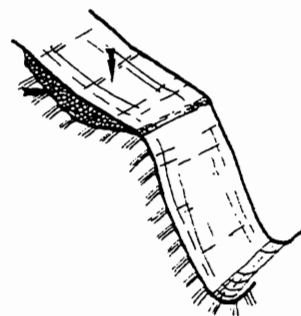


圖 2—3 前期地形面分類圖(二)

5. 地形面之年代：在研究區內辨識了以上所述的各種地形特徵之後，一一標示於地形圖上，然後繪製垂直於河道方向之河谷橫剖面圖，並標示各種地形特徵之位置，如圖2-4所示，即可決定各地形特徵之生成的先後次序，即其相對年代；若於沈積層中有可供定年之炭化物質，則可用放射性碳十四以決定其沈積年代(絕對年代)，使各該地形面之生成年代可得較準確的推定。
6. 重建地形同時面：得出研究區內之各橫剖面及各地形面之位置後，即可根據各地形面之標高，以本流之標準縱剖面曲線(圖2-4右之點線)連接「同時點」以重建各地形期之同時面，亦即古地形面。
7. 地形發育的一個重要控制因子是「地殼變動」(Tectonic movement)，蓋其控制侵蝕基面，也因此決定河流之堆積與侵蝕作用及其程度。地殼，尤其是在造山帶的臺灣，並非可以長期維持穩定，而且有垂直的往復變動的現象，並非單方面的一往直前。圖2-4之左圖所表現的地形事件發生之次序，即可看出此種上下反復變動的情況。

根據研究區所得各橫剖面記載的各種地形特徵及其所代表的地殼垂直變動的意義，吾人即可整理出本峽谷區地形發育的過程。圖2-5係以本研究區所見之地形特徵為例，說明其所傳達的地殼垂直上下變動歷程的訊息。
8. 依照以上所述的學理與方法，將本研究區之地形面所顯示的全區地形事件予以重塑，即完成本研究計畫之目的。

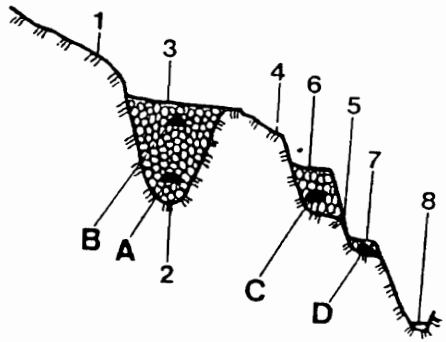
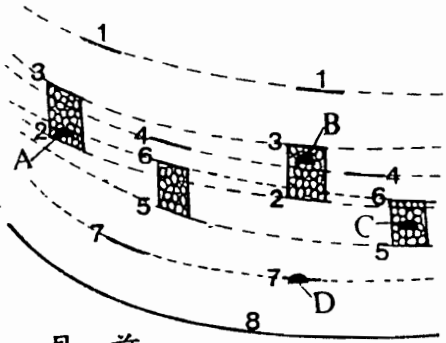
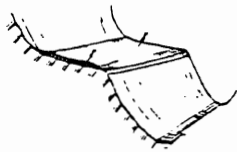
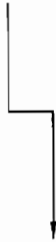
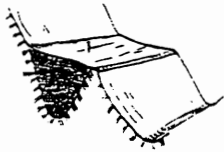
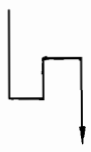
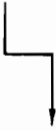
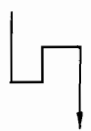
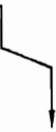
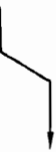
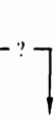
形成時間對比（同時期地形面之對比）	河谷橫剖面上 橫剖面上地形面生成先後次序之決定。 	河床縱剖面上 上下游各地形事件之同時面。  目前河床
形成時間之決定	若於上圖地點分別採到炭化木標本可資定年，則各事件年代順序如下： $1 > 2 > A \text{年} > B \text{年} > 3$ $> 4 > 5 > C \text{年} > 6$ $> 7 \approx D \text{年} > 8$ （註：A · B · C · D：標本採樣地點。 1 ~ 8：地形面。）	若目前河川為一均夷河，則與其縱剖面具相似比高之地形現象可能具相似之形成年代。 因此，上圖各事件年代順序如下： $1 > 2 > A \text{年} > B \text{年} > 3$ $> 4 > 5 > C \text{年} > 6$ （符號意義同左）
地形發展史之建立	1 · 侵蝕基準面緩降期，形成 1 面； 2 · 侵蝕基準面速降，形成 2 面，時間稍早於 A 年； 3 · 侵蝕基準面上升，形成 3 面，時間稍晚於 B 年； 4 · 侵蝕基準面緩降形成 4 面； 5 · 侵蝕基準面速降，形成 5 面，時間稍早於 C 年； 6 · 侵蝕基準面上升，形成 6 面，時間稍晚於 C 年； 7 · 侵蝕基準面速降再暫停，形成 7 面，時間約在 D 年； 8 · 侵蝕基準面速降，河川下切至目前河床面（8 面）。	

圖 2-4 地形事件之時序與同時面之決定

特性 種類	侵蝕性地形	對應之地殼 垂直變動	堆積性地形	對應之地殼 垂直變動
階地	巴達岡階地 綠水下階地 天祥階地 九梅園階地 		太魯閣埋積谷階地 普洛灣埋積谷階地 多用埋積谷階地 	
			羅前礫石層階地 綠水上階地 砂卡礫礫石層階地 紫杏礫石層階地 	
坡向 不整合	白髮溪上游斜面 		西寶階地 西寶農場 	
坡度 不整合	希拉岸緩斜面 羅前緩斜面 		—	—
懸谷	希拉岸對岸懸谷 白髮溪懸谷 三角錐溪懸谷 白沙溪懸谷 		—	—
扇狀稜	蓮花池扇狀稜 西寶扇狀稜 牧水社山扇狀稜 阿與山扇狀稜 立芹山扇狀稜 		—	—
殘餘河段	蓮花池 		—	—
堆積斜坡	—	—	老西溪溪口左岸上坡礫石層 西寶下方礫石層 紫杏階地北坡礫石層 豁然亭下坡礫石層 	

註：代表侵蝕基準面移動狀況，上升、下降或平穩。

圖 2-5 地形特徵及其意義

3 · 地形特徵之地理分布

1. 本區具有前述地形發育意義之地形特徵的地理分布如圖3-1所示。從本圖標示的地形類型之地理分布，可得出以下之地形學上的意義。

2. 從堆積性地形與侵蝕性地形之分布特徵，可將本研究區分為三個副區：

(1) A區—慈母橋(即本流與老西溪之合流口)上游區，包括本流與陶塞溪部分長9.7公里，為堆積性與侵蝕性地形類型的集中分布區。

其為堆積性地形者計有：

礫石階地	7 處
埋積谷階地	4 處
不整合坡向	2 處
堆積斜坡	5 處
合 計	1 8 處

其為侵蝕性地形，計有：

岩石階地	8 處
不整合坡度	2 處
懸 谷	5 處
肩 狀 稜	1 1 處
殘餘河段	1 處
合 計	2 7 處

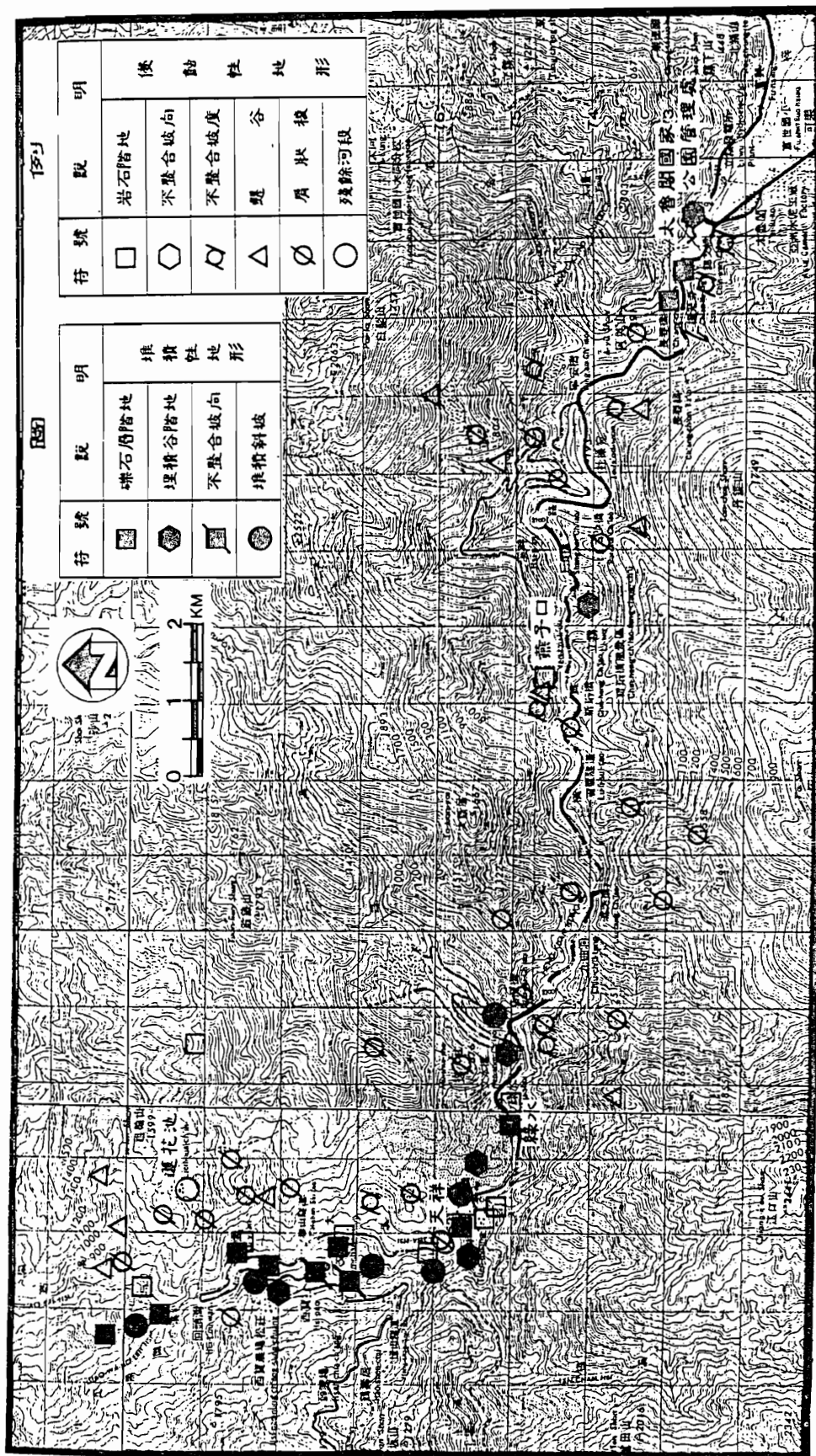


圖 3—1 各種地形特徵在本研究區之地理分布

(2) B區—慈母橋至長春橋之間的本流，長12.3公里，只有普洛灣一處埋積谷階地和老西溪溪口左岸一處堆積斜坡，而侵蝕性地形則有：

岩石階地	1 處
不整合坡度	3 處
懸谷	5 處
肩狀稜	1 6 處
合 計	2 5 處

是以本段乃侵蝕性地形之集中分布區。

(3) C區—長春橋以下至錦文橋之間之本流，長2.3公里，有兩個侵蝕性不整合坡度、兩個堆積性礫石層階地和一個埋積谷階地。

3. 在三區中均無例外的是：侵蝕性地形多位於上坡，而堆積性地形多位於下坡，表示在河谷地形的發育過程中，初期係以下切作用為主，乃地殼急速隆起的必然現象；嗣後侵蝕基面(海平面)有間歇性的升降現象，才有堆積性地形的生成。

不過，早期生成的堆積性地形，受日後侵蝕作用毀損的機率頗大，也可能是高海拔堆積性地形殘留者較少的原因。是否如此，有待本集水區及其他集水區更多資料的印證。

4. 就這些地形特徵在左右兩岸之分布情況言，其在A區者，侵蝕性地形大多分布在左岸，表示原河道係在今河道東方，逐漸向西移動到今日之位置。河道之西向移動結果，在地形上形成右(西)岸陡峻而左(東)岸多較平緩，有如「滑走坡」(Slip-off slope)與攻擊坡(圖3-2)。

B區為峽谷區，在靳珩橋上游侵蝕性地形(以肩狀稜)有較集中於右(南)岸之趨勢，是以前左(北)岸形成大斷崖，高差達1,000公尺(圖3-3)。靳珩橋下游，古河谷地形面忽左岸忽右岸，似呈曲流現象，而普洛灣之環流丘及舊河道為牛軋湖(Oxbow lake)之殘跡，後被淤高而成為埋積谷階地(圖3-4)。

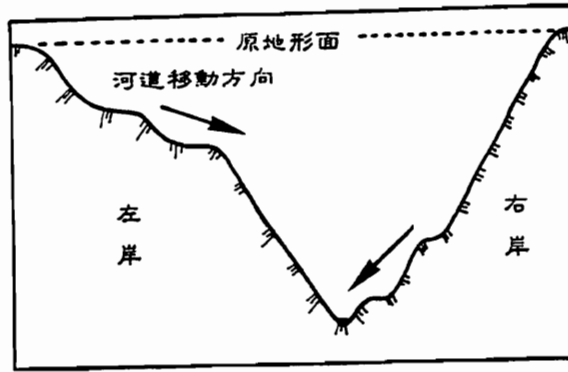


圖 3-2 A 區河谷剖面示意圖

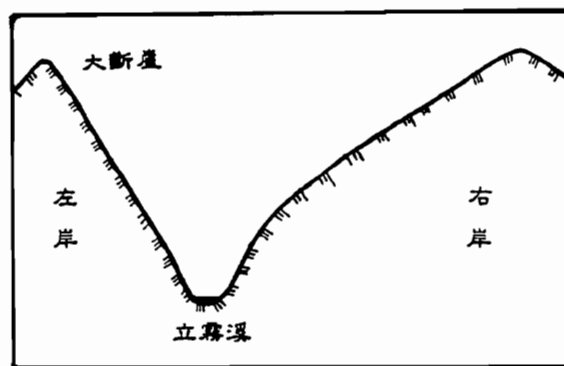


圖 3-3 大斷崖河谷橫斷面

立霧溪河谷自天祥到溪畔大致自西而東略有彎曲；溪畔以下則呈大彎曲，而於兩岸交互出現肩狀稜，河道並改向東南注入太平洋。此流向之改變或受其北側強壯立霧山之逼迫有關。河道呈曲流之因子頗多(Holmes, 1965)，然本段在岩質(大理岩與片麻岩)上並非特為軟弱，故可能與其已接近侵蝕基面，河水下切能力轉弱，轉為側蝕所致。此從各彎曲處呈成育曲流(Ingrown meander)現象，河床有明顯擴大現象可得印證。

C區在本流與沙卡礑溪合流之後，河床轉為寬闊，是以低位堆積性階地比較發達。

5. 立霧溪在慈母橋與溪畔之間，岩層為堅硬之大理岩與片麻岩，河谷為橫谷，在旺盛的河水下切力之下，遂形成舉世聞名的峽谷區。

據觀察，峽谷型河谷通常較少階地，而峽谷區的上游則常有階地羣的出現。在本研究區如此，在大甲溪與大漢溪亦有此種現象(林朝榮, 1957; 富田芳郎, 1971)。

此一現象的原因還不甚明白，但峽谷區岩質堅硬，且河谷斷面狹小，故成為其上游之「暫時侵蝕基面」(Temporary base-level)，使其上游易於發生側蝕與堆積之現象。

本區在A區之岩層以黑色片岩為主，夾綠色片岩與薄層大理岩，岩質比

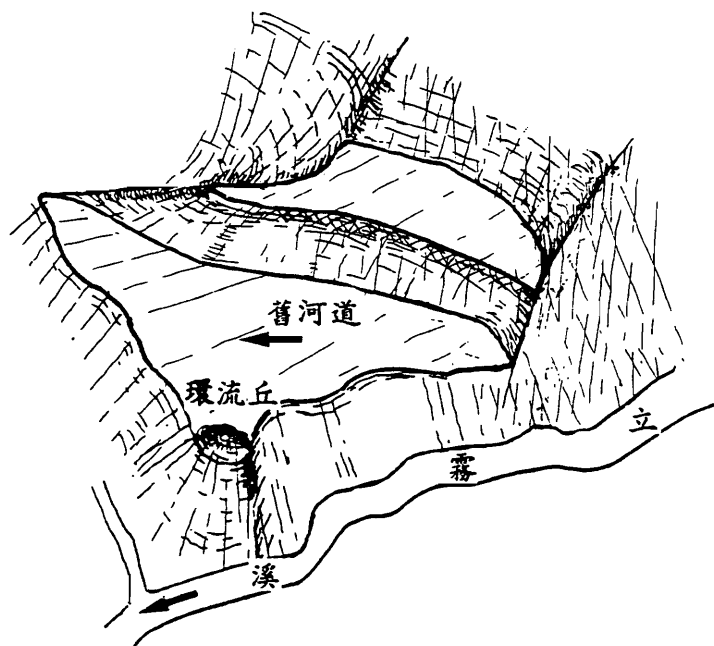


圖 3-4 普洛灣之環流丘及舊河道淤高成埋積谷階地示意圖

較軟弱，且為縱谷，是以有利於堆積階地之生成。

B區為侵蝕區或淤沙輸送區。而C區則為堆積區(接近侵蝕基面)，故階地發達自不足為奇。

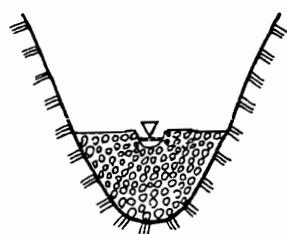
6. 本區兩溪匯流處之堆積性的角階頗為發達，如陶塞溪與小瓦黑爾溪、陶塞溪與瓦黑爾溪以及立霧溪與沙卡礑溪之匯流處。惟此種河床遺跡與堆積性階地之意義並無兩樣，同是代表河床之垂直性變化。
7. 埋積谷階地代表河流改道之現象，在本區計有西寶、天祥、多用、普洛灣與太魯閣等五處。惟除普洛灣之舊河道呈「截斷曲流」(Cut-off meander)之特徵外，其他四處似為河道淤高後再次下切時另鑿蹊徑所成。這種情形之所以能夠發生，應是當河床淤高時，曾有一段長期之穩定時期，河流側蝕入岩盤，而於發生加速侵蝕(回春作用)時，直切而下，留下舊河道的堆積而成為「埋積谷階地」，其發育過程如圖3-5所示。

普洛灣埋積谷階地之形成也可以相同之模式來解釋，蓋此階地有上下二階，高差30~40公尺，其外側之環流丘頂略高於低階而低於高階，其形成過程可如圖3-6所示，與圖3-5相較並無兩樣。惟普洛灣舊河道確為立霧溪曲流段之開始，而本環流丘略呈橢圓形，是以舊河道可能為一牛軋湖的可能性並非沒有。劉志學(1989)發現此地有湖泊堆積，惟關於沈積岩相之描述不詳難以確認，至於崩積層在峽谷或陡坡區自所難免，對其為河床堆積物之解釋並無矛盾之處。

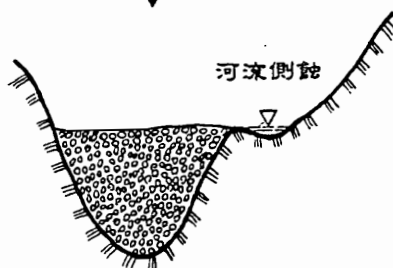
富田芳郎(1971)以普洛灣之厚達190公尺之礫石層膠結疏鬆，而以崩山造成的堰塞湖堆積物解釋之，惟對大崩山之位置則難以指出。林朝榮(1957)與劉志學(1989)亦從此說，亦無新義，其說仍然可疑。

筆者以為能夠形成堰塞湖之大崩山必為有龐大體積之地滑型崩山，如清水溪之草嶺崩山(Chang, 1984)，但立霧溪中下游之地形與地質環境唯有落石之可能，卻無地滑之發生條件(張石角, 1987)。是以堰塞湖之說成立之可能性至低。

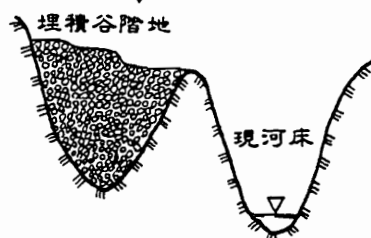
8. 總結以上本區堆積性地形之成因，應為河川搬運力之衰退所造成，而自堆積物以礫石為主的情況判斷，則搬運力衰退之最可能原因應為侵蝕基面之上升而非堰塞湖生成之局部性原因。



a. 河床淤積



b. 穩定期側蝕



c. 回春作用與埋積谷階地之生成

圖 3-5 埋積谷階地發育過程示意圖

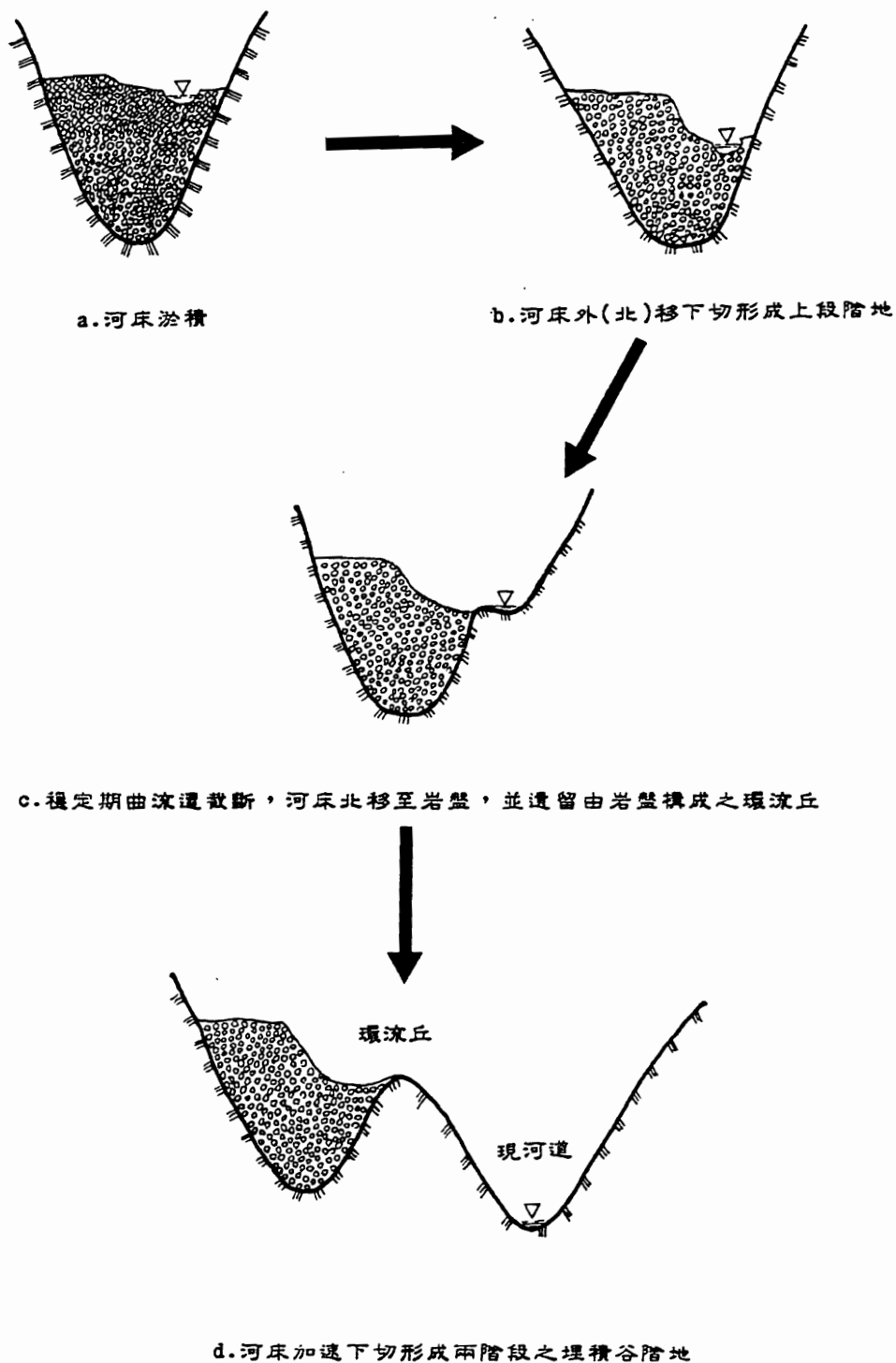


圖 3—6 普洛灣埋積谷階地發育過程圖

4 · 峽谷區地形之發育過程

1. 現地形之發育過程係透過對研究地區各侵蝕性與堆積性地形面所代表各該點河床之升降時序，以及各該點地形特徵之「同時面」予以建立，已詳於「方法論」乙章。

圖4-1係依據此一原理，所建立的七個古河床面的同時面，以及現在的河床面，共為八期。

地形面之位於上坡者(標高較高者)，其生成年代比位於下坡者為老；但堆積面(堆積層之下限)老於堆積層面(堆積層之上限)。故八個地形面(包含現河床面)之相對年代由老而新之次序為自(1)至(8)(圖4-1)。

各同時面實際為古河床之縱剖面，故與現河床縱剖面〔(8)〕略為平行。

茲將各期河床同時面所代表之地形學上的意義逐一說明於下。

2. 第(1)期

- (1)與今河床剖面(第(8)期)之比高最大；其在上游者(如蓮花池附近肩狀稜)約500公尺，其在下游者(如阿與山肩狀稜)約300公尺，故河床之坡降較今期者為大。希拉岸之緩坡面屬本期地形面。
- (2)本期之地形面全部為侵蝕性，且以肩狀稜為主，可見早期河流作用以侵蝕為主，而且有一穩定期，河流以側蝕為主，是以河床寬闊，其在峽谷部分，約為今河床之四~五倍。
- (3)本期之最終侵蝕基面(The Ultimate Base-level)(海平面)應較今期為高，約在200公尺以上，海岸線也比今期者內移。

3. 第(2)期

- (1)本期河床與今期者之比高在上游者約300公尺，在下游者約150公尺，坡降較前期為緩。
- (2)全部地形面為侵蝕性。
- (3)前(1)期長期穩定後，地殼有迅速舉升現象，加速河流之下切作用。
- (4)侵蝕基面較前期約下降100公尺。

4. 第(3)期

- (1)本期河床與今期者之比高，在上游者約400公尺，在中游者(慈母橋附近)約300公尺(前期者約220公尺)，更下游者與前期者合而為一。

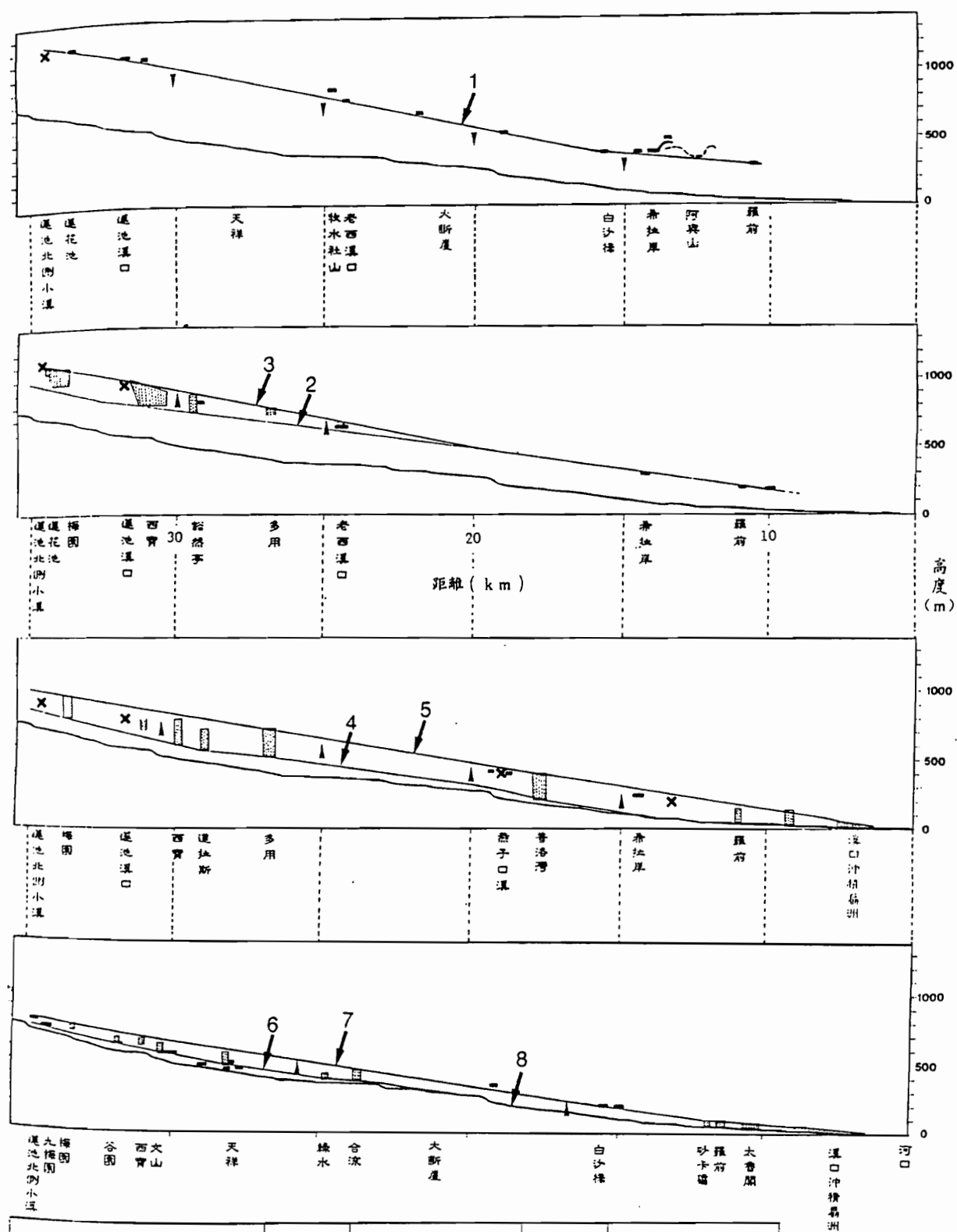


圖 4-1 古河床與現河床縱剖面之同時面

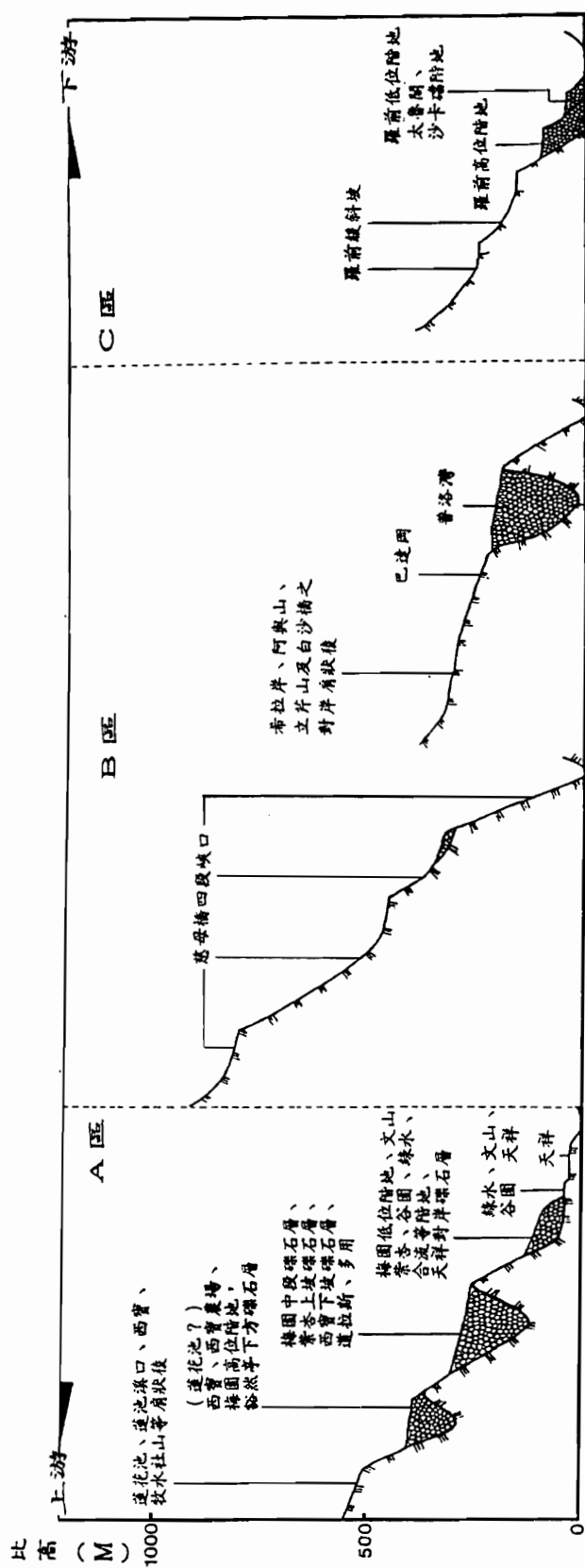


圖 4—2 三段峽谷剖面示意圖

(2)本期在梅園(高位階地)、蓮花池、西寶、多用及慈母橋等處之河床產生加積作用，河床淤高在梅園約達150公尺，西寶近200公尺、慈母橋僅約數十公尺。

(3)值得注意的是，本期之加積現象只見於峽谷段以上之河段，其原因可能有以下數端：

①峽谷段斷面小，故流速快，一般而言屬侵蝕河段或輸送河段，是以無堆積現象；其上游地區若沈積物之供應量超過流水之搬運能力時，則亦可發生淤積現象。例如在峽谷區目前雖然是侵蝕區或搬運區，但在陶塞溪上游，大崩坍地下之溪床上，由於大量之崩積物質超過溪流之搬運能力而使河床有大量的淤積現象。但此種崩積物質之堆積不可能達數十到百公尺以上，一如在本期所見者。

②如本期之堆積作用係由於海平面之提昇，使河水搬運能力降低，則峽谷區亦可能淤積，但因日後侵蝕作用之恢復，將本期之堆積殘跡悉數侵蝕殆盡而無復可見；如是，則於(C)區應有同期之堆積殘跡，惟亦一無所見，使本項可能性為之降低；

③峽谷硬岩區常成為其上游「暫時侵蝕基面」，其功能有如一座壩，足以抑制其上游河床的切蝕作用(Powell, 1875)。

惟本峽谷段既於前期(第二期)貫通，似無於本期再行封閉而成為一局部性侵蝕基面之理。

④至此，能合理地解釋本期加積作用之發生，似乎只有假設在峽谷區曾經發生大規模崩山，而本期堆積層為此崩山形成的「堰塞湖」的沈積物；或在第(2)期之後，在立霧溪流域發生地殼不等量之撓曲(Warping)作用，於峽谷段相對於其上游區有隆起的現象，而使其上游河床發生堆積作用。

第一種假設迄未找到佐證，蓋梅園、西寶等處之堆積物以礫石為主，不具湖泊相堆積物特徵(湖濱礫石與沙、泥堆積物)(Reineck & Singh, 1980)，且高一百公尺以上之崩山壩位在何處亦是一個待決的問題。富田芳郎(1971)關於堰塞湖的說法也是遇到同一難題。

至於第二種撓曲之假說，在地震頻仍的臺灣東部至今仍有強烈的不等量垂直運動(何春蓀, 1982; 陳惠芬, 1984)，的情況下，不無可能。峽谷段之絕壁上有多處高角度張力裂隙(照片4-1)可為本區持續垂直舉昇

之證據。若此說可信，則第三期堆積作用之所以發生的問題便可迎刃而解。

峽谷段之強烈舉昇作用不僅可以解釋第(3)期之堆積現象，也是本段之所以有高聳絕壁的註腳。

5. 第(4)期

- (1)前期堆積後，又發生加速之侵蝕現象，河床高度全面降低，其在上游者與今期河床之比高約一百公尺，在普洛灣約15公尺，至羅前，則階地之底部可能已在今期河床之下。本期下切量之大由此可見。
- (2)由於本期在中游峽谷段之河床已經接近今期河床，可以想見當時之峽谷景觀實與今日所見者無大差異。由此也可知今日所見峽谷景色並非「原版」，而是「老版」的重現。
- (3)本期普洛灣河段乃一曲流，已如前述。
- (4)在今期峽谷段之近河床處兩岸岩壁遺有轉折線(圖4-3)，或即為本期之河床位置。

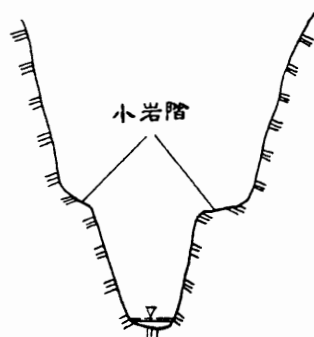


圖 4-3 峽谷段近河床處剖面示意圖

6. 第(5)期

- (1)前期之急速下切之後，全流域又產生一次強烈的加積作用，可能肇因於地殼的大量垂直下降或海水面之上升。
- (2)本期河床面與今期者之比高，其在梅園(中段階地)與多用者近300公尺，在普洛灣有180公尺，而在羅前亦有100公尺，堆積力之盛，在本區可謂「空前絕後」。
- (3)本期堆積面在類似今期河谷地形之上200~300公尺處，可以想見當時開闢之沖積平原展延之壯觀景色。據估算，在天祥附近此沖積平原之寬度可達1,000公尺，而在峽谷段雖然仍是兩邊谷壁矗立，寬度與今期者相仿，卻是個埋積谷，溪床岩盤完全在深幾達200公尺的沈積物之下。

7. 第(6)期

- (1)前期大堆積完成後，繼之而來的又是一次加速侵蝕，其規模亦甚可觀，蓋其下切量在多處達250公尺。
- (2)本期河床面與今期者之比高，其在梅園低位階地下段及天祥對岸者約50公尺，在慈母橋附近約20公尺，更下游則已與今期河床一致。
- (3)本期侵蝕基面之位置應與今期者相仿。

8. 第(7)期

- (1)前期的大規模下切之後，繼之而來的是一個加積作用期，惟其規模卻是歷來之最小者，堆積最厚者為天祥對岸之階地，近100公尺，其餘(包括太魯閣階地)多在40~50公尺之間或以下。
- (2)本期堆積面與今河床之比高，其在梅園(低位階地下段)者約100公尺，紫杏、天祥對岸者150公尺，慈母橋100公尺，綠水80公尺、羅前50公尺。本期之階地羣都屬低位階地，也是天祥以下土地使用比較高的地方。

9. 第(8)期

- (1)本期即為今河床面，乃前期河床面下切之結果。自溪畔以上之河段，溪床上基岩多裸露，故屬侵蝕性或淤砂輸送河段；溪畔以下河床開始淤積，主要為堆積性河段。
- (2)在陶塞溪本研究區之上游，由於大崩坍產生大量淤砂，其量超過河水之搬運能力，故雖位於居上游而仍有堆積現象，說明河川作用乃內外因子互動之結果，實與地形發育之空間與時間沒有一定之關係。

5 · 結論與建議

1. 立霧溪穿過臺灣地質最古老、地質作用最複雜，又是第四紀以來地殼變動激烈的地帶，其現地形之發育必有曲折之過程殆可想見。此一過程之闡明既富學術探研之意義，亦饒自然界知性之旅之樂趣。前人對此語焉不詳，本研究則根據田野調查蒐集所得之資料詳予做時、空之對比，而得出本峽谷區地形發育演變之經緯。
2. 本研究係以古河床之殘跡為研究對象，其種類與空間分布，包括垂直變化，均一、一經過田野調查，然後繪製成地理分布圖，以為研究之基本資料。
3. 此等基本資料之空間分布顯示河床位置之空間與時間之變化，得出第四紀以來陶塞溪中游以下至立霧溪本流河道位置之變遷，亦得出在此期間共有八次地形期，經過5次加速侵蝕與3次加積作用而發展出今日所見之河谷地形面貌。
4. 本研究之結果亦顯示本區內峽谷之地形在第四地形期業已完成大致之面貌；今日所見者大部分為舊峽谷之重現，而非一「新鮮谷」。
5. 然除河口、羅前等階地，在前期可能下切到現河床之下外，其上游地區在前期之地形作用中，雖切近今日河床卻未逾越。
6. 在八個地形期中，每一河谷縱斷面之曲線，係以現河床縱斷面為準，串聯各地形面而成，因缺少定年數據之佐證，雖合推理原則，卻乏直接同時面之證據，乃一缺點。今後定年數據日多，當可對今日之研究成果予以驗證和修正。
7. 本研究之結果顯示地殼之變動乃控制地形發育之重要因子，尤其是垂直變動控制做為最終侵蝕基面之海平面。但本研究同時也發現沈積物之供應與河水之搬運能力是另一項決定加速或減速侵蝕作用之因子，其作用之進行獨立於空間與時間，使Penck(1924)學說獲得較大的支持。這是本研究在學術方面的另一項結論。
8. 本研究中之各項推論與結論均有實際之地形面或特徵為佐證，而此等實物佐證亦是現場解說教育之活材料，故可據以改寫成本區地形發育之解說手冊。

引用文獻

1. 何春蓀, 1982. 台灣地體構造的演變. 經濟部, 126 頁。
2. 何春蓀, 1986. 台灣地質概論. 經濟部中央地質調查所出版, 163 頁。
3. 林朝榮, 1957. 台灣地形. 台灣省文獻會, 424 頁。
4. 張石角, 1987. 太魯閣—天祥段公路危石之調查與處理對策. 內政部營建署太魯閣國家公園管理處。
5. 陳惠芬, 1984. 從三角點檢測成果見到的台灣的地盤升降. 中央地質調查所特刊. 第三號, pp127-140。
6. 富田芳郎, 1971, 台灣地形發達史之研究, 日本古今書院, 370 頁。
7. 劉志學, 1989. 立霧溪河階之沈積學研究與對比. 國立台灣大學地質學研究所碩士論文, 98 頁。
8. Penck, W. 1924. Die morphologische analyse. Ein Kapital der physikalischen Gedogie. Engel horns, Stuttgart. English Translation, with Summaries, by H. Czech and K.C. Boswell, Morphological analysis of land forms. Macmillan, London, 1953.
9. Young, A., 1972. Slopes. Oliver & Boyd. Edingburgh, 288p..
10. Holmes, A., 1965. Principles of physical geology. Nelson. 1288p.
11. Chang, S.C. 1984. Tsao-Ling Landslide and its effect on a reservoir project. IV th International Symposium on landslide (Canada). pp.469-473.
12. Powell. J.W., 1875. Explanation of the Colorado River of the west, p.203, Smithsonian Institution, Washington.
13. Reineck, H.E. and Singh, I.B. 1980. Depositional Sedimentary Environments. Springer-Verlay. 551p.

圖片版一



照片 1-1 蓮花池殘餘河段(由西向東)



照片 1-2 蓮花池



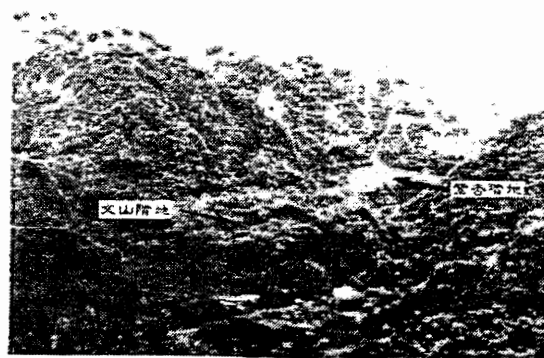
照片 1-3 蓮花池殘餘河段西側之礫石層



照片 1-4 梅園高位礫石層階地



照片 1-5 梅園高位礫石層階地下之礫石層

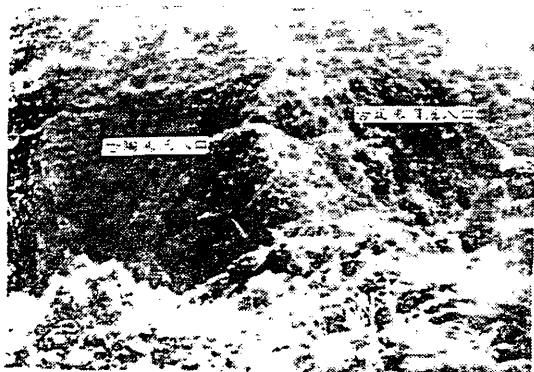


照片 1-6 遠眺文山、紫雲之等高礫石層階地

圖版二



照片 2-1 遠眺西寶及西寶農場之堆積性不整合
坡向地形



照片 2-3 遠眺道拉斯埋積谷階地

照片 2-2
西寶農場
之礫石層



照片 2-4 道拉斯埋積谷階地東側古陶塞溪入口



照片 2-5 道拉
斯埋積谷階地南
側露出之礫石層



照片 2-6 遠眺天祥及祥德寺等岩石階地

圖版三

海鼠山肩狀坡



照片 3-1 遠眺多用埋積谷階地附近之地形



照片 3-2 多用埋積谷階地之礫石層



照片 3-3 由海鼠山肩狀坡望立霧溪對岸近等高之懸谷



照片 3-4 遠眺綠水之礫石層階地(上階)與岩石階地(下階)



照片 3-5 合流埋積谷階地東側之舊河道痕跡



照片 3-6 由海鼠山望慈母橋下游之分段式缺口



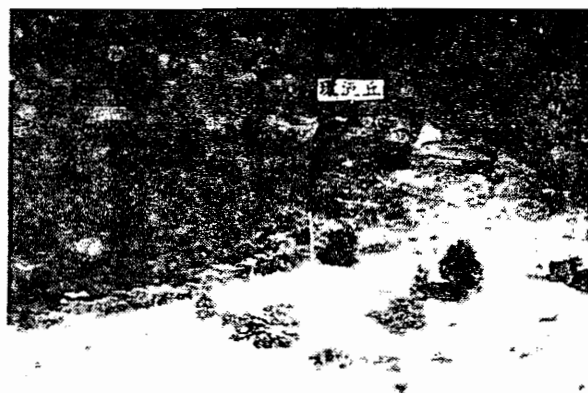
照片 4-1 大理岩峽
谷區谷壁上之張力
裂隙



照片 4-2 懸谷狀
之燕子口溪口



照片 4-3 巴達岡岩石階地



照片 4-4 普洛灣埋積谷階地下段及由岩盤構成
之環流丘



照片 4-5 普洛灣階地之礫石層



照片 4-6 由希拉岸望立霧溪中游地區由肩狀稜
所夾之溪谷

圖版五



照片 5-1 羅前階地上坡之坡度不整合地形



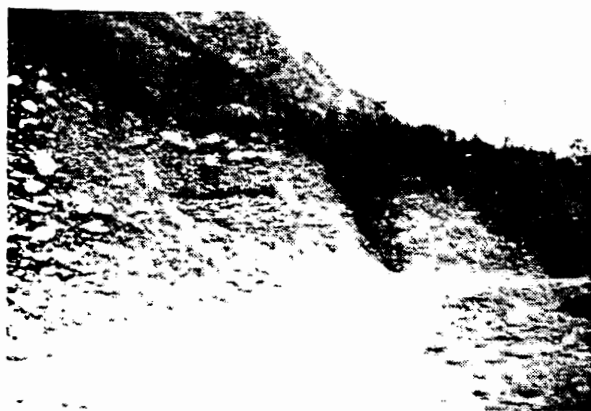
照片 5-2 羅前礫石層階地



照片 5-3 砂卡礫礫石層階地



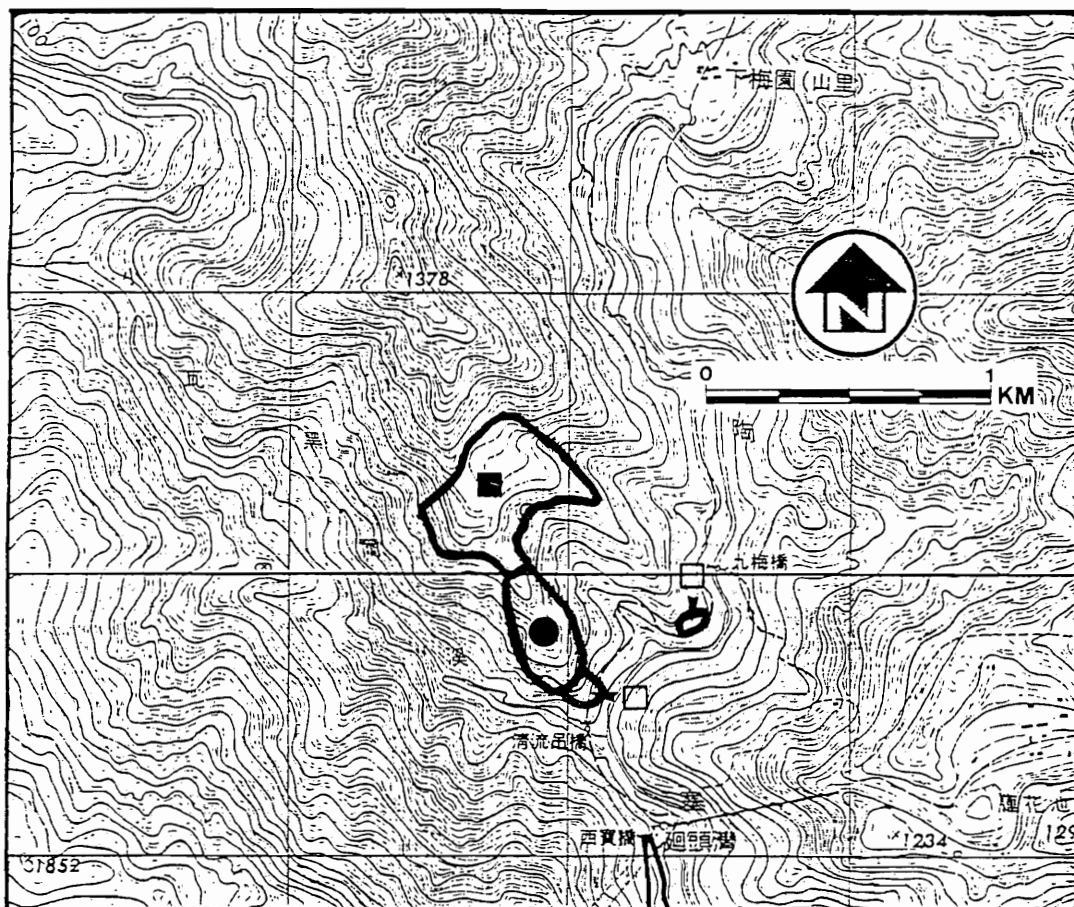
照片 5-4 太魯閣理積谷階地



照片 5-5 太魯閣理積谷階地之礫石層



照片 5-6 太魯閣理積谷階地於近河床側露出之
岩盤



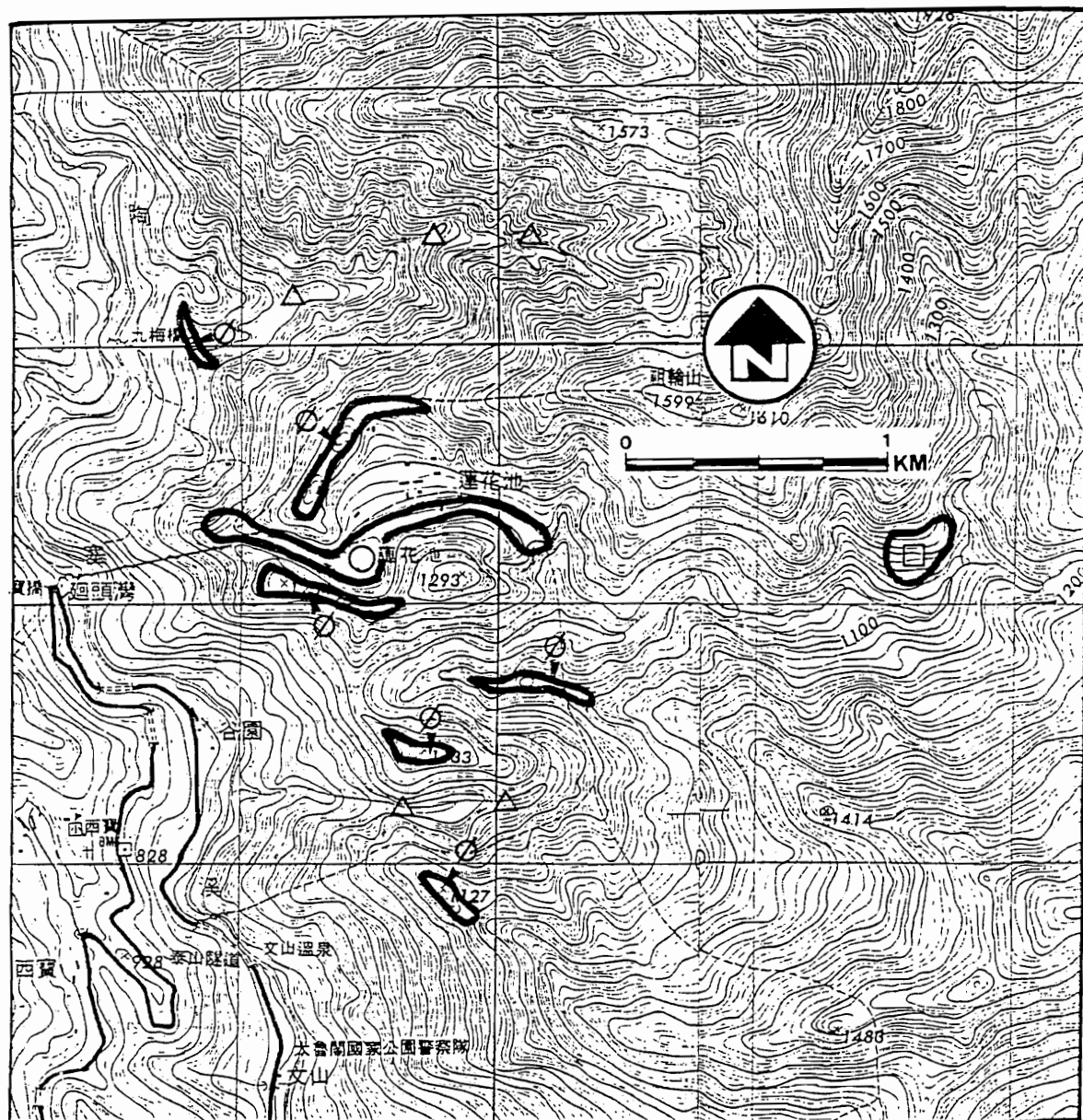
圖

例

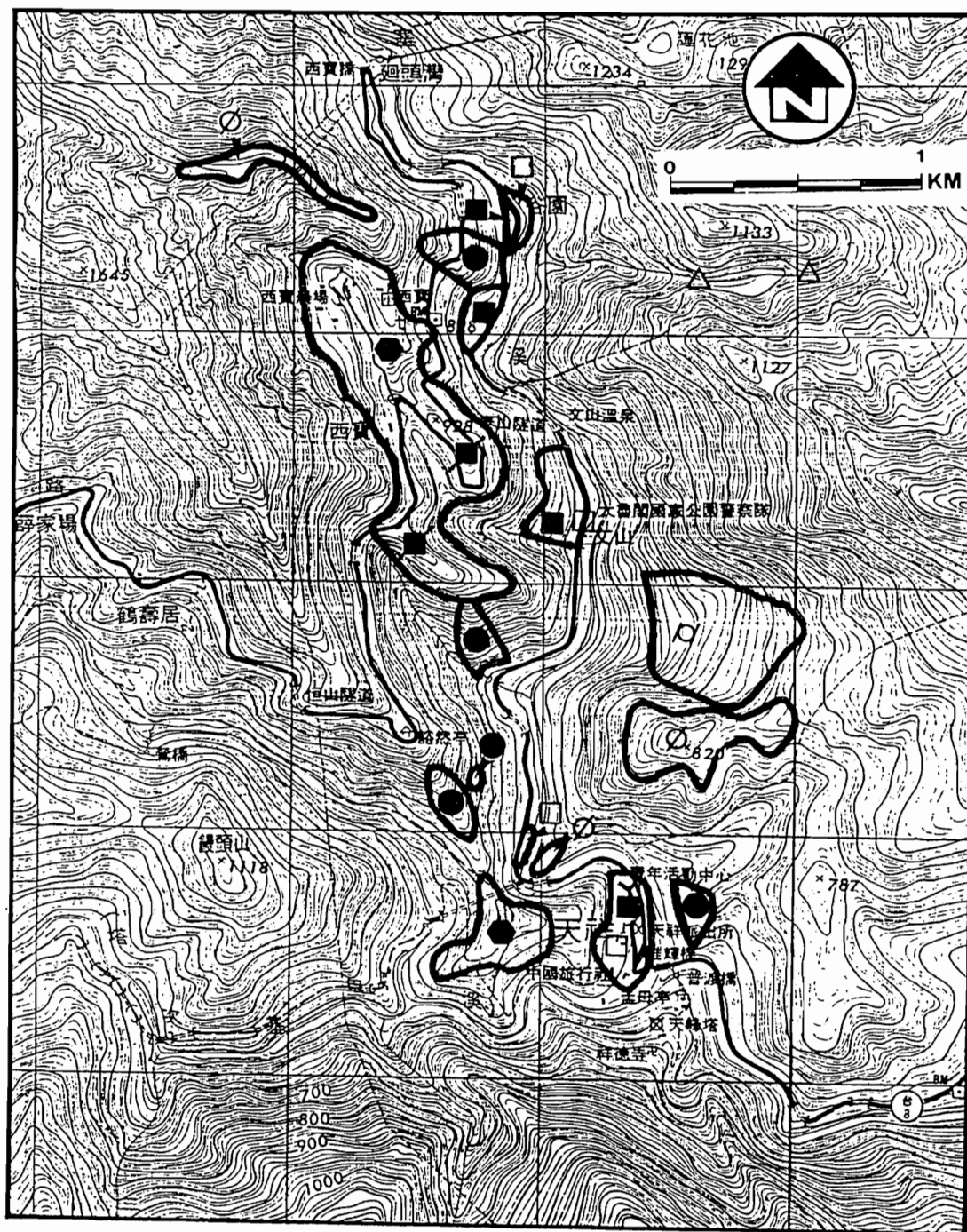
符 號	說 明	堆積性地形
■	礫石層階地	
●	埋積谷階地	
■	不整合坡向	
●	堆積斜坡	

符 號	說 明	侵蝕性地形
□	岩石階地	
◡	不整合坡向	
◢	不整合坡度	
△	懸 谷	
∅	肩 狀 坡	
○	殘餘河段	

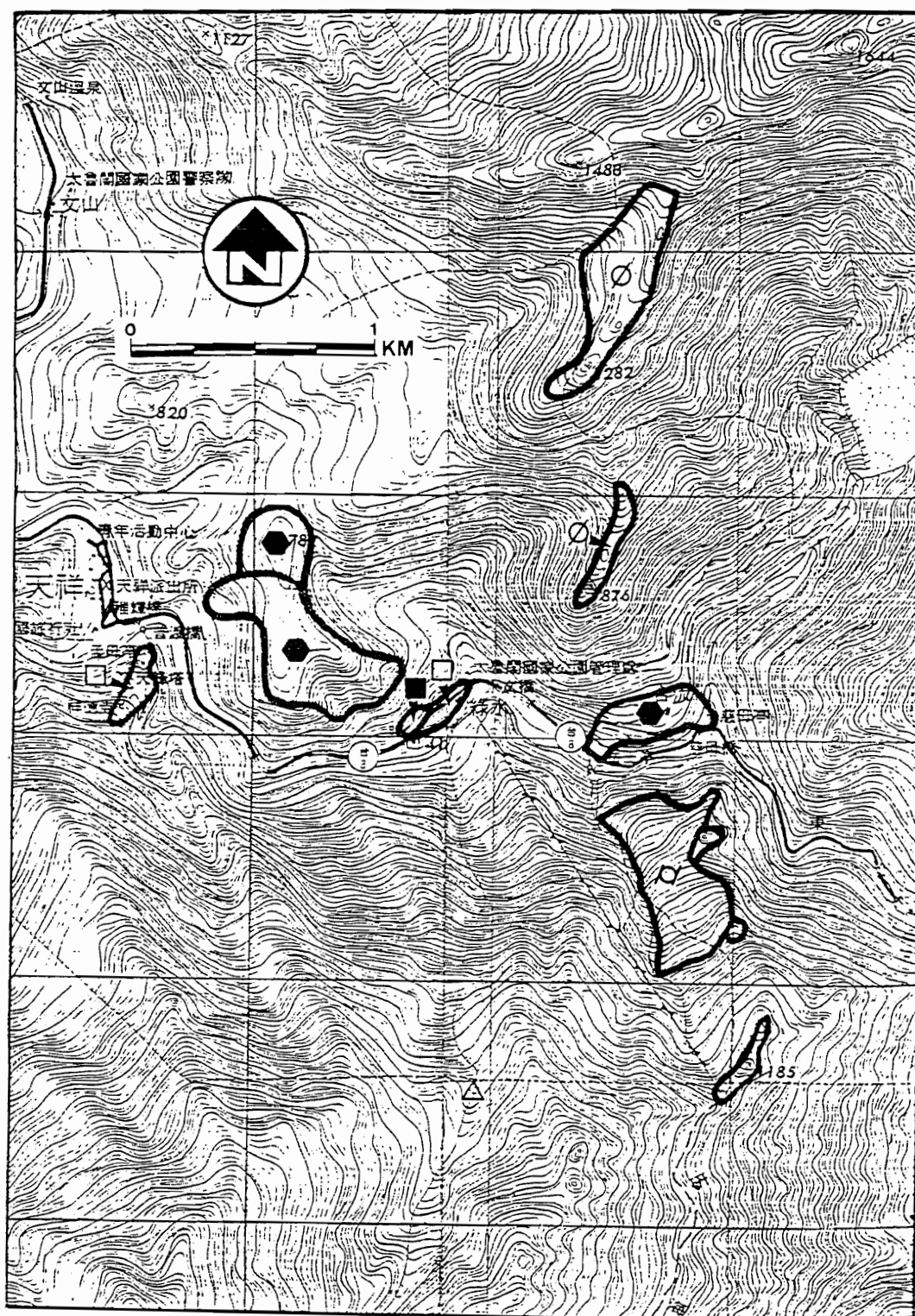
附圖一 梅園附近地區地形特徵分布圖



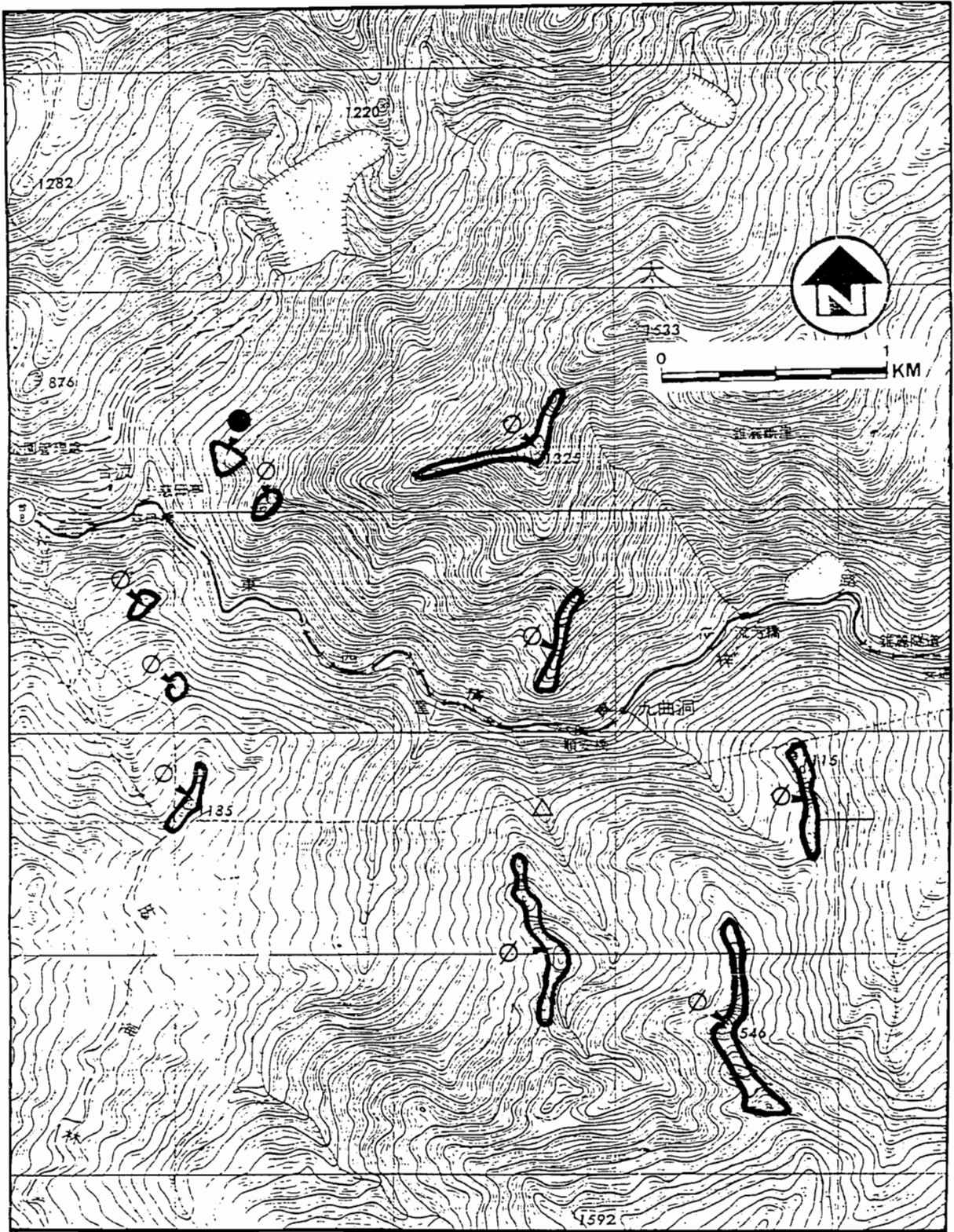
附圖二 蓮花池附近地區地形特徵分布圖
(圖例同前)



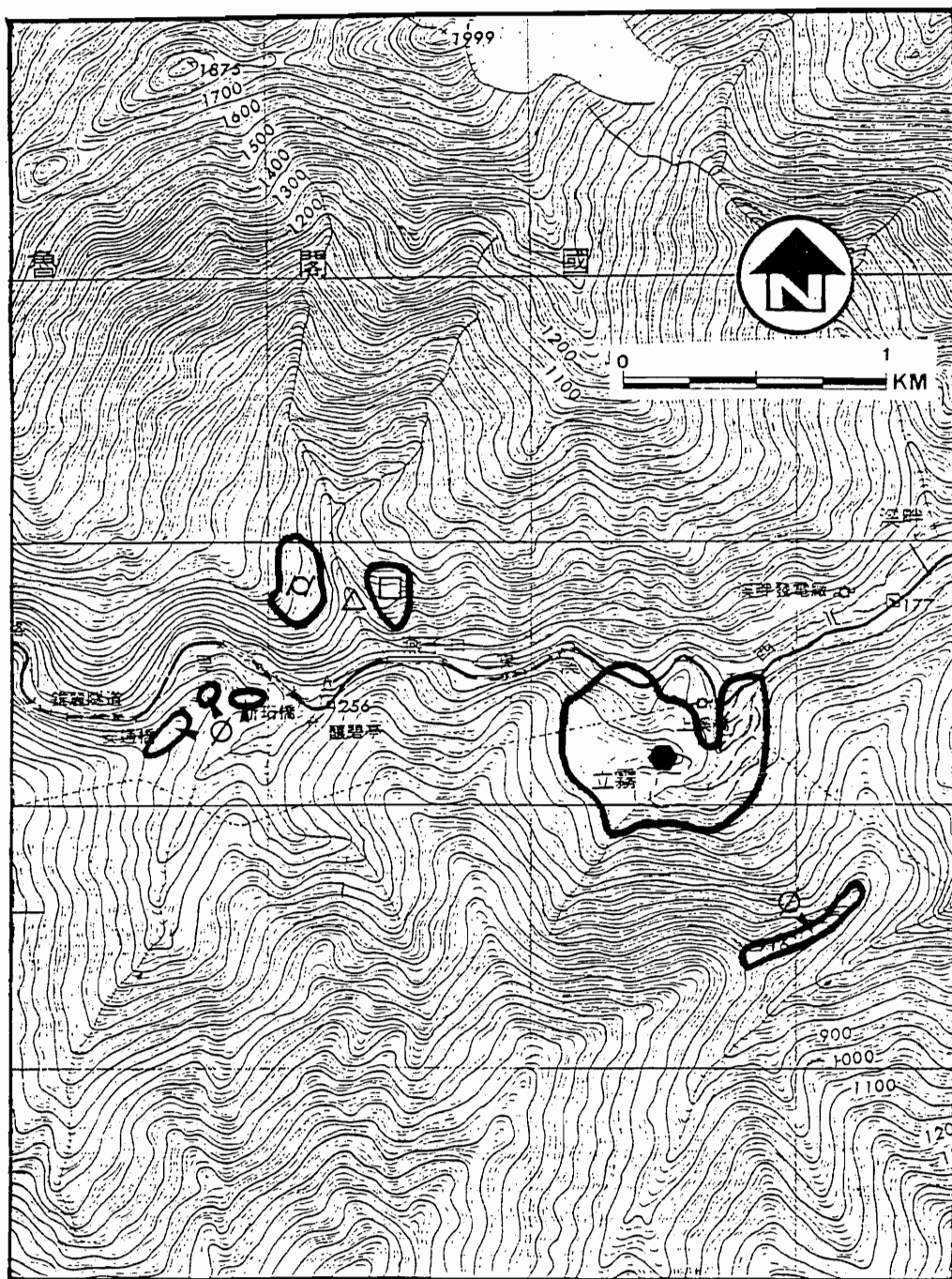
附圖三 谷園、天祥間地形特徵分布圖
(圖例同前)



附圖四 天祥、合流間地形特徵分布圖
(圖例同前)



附圖五 合流、龍麓間地形特徵分布圖
(圖例同前)



附圖六 中壠、溪畔間地形特徵分布圖
(圖例同前)

附表 地形特徵分類表

特性 種類	侵蝕性地形	堆積性地形	
階地	九梅園階地 谷園階地下段 文山階地下段 天祥北側階地 天祥階地 綠水階地下段 巴達岡階地	梅園階地上、下段 西寶農場階地 西寶階地 谷園階地上段 紫杏階地 文山階地上段 綠水階地上段 砂卡礫階地 羅前階地	西寶農場埋積谷階地 道拉斯埋積谷階地 合流埋積谷階地 香洛灣埋積谷階地 太魯閣埋積谷階地
不整合 坡向	——	西寶農場階地(松莊) 西寶階地	
不整合 坡度	合流對岸緩斜坡 巴達岡西側緩斜坡 西拉岸及其對岸緩斜坡 羅前緩斜坡	——	
懸谷	蓮池溪北側小溪溪床裂點 蓮池溪溪口裂點 白沙溪懸谷 立片山東、西側懸谷 阿與山對岸懸谷	——	
肩狀稜	蓮池溪北側小溪口肩狀稜 蓮花池肩狀稜 蓮池溪口肩狀稜 西寶農場肩狀稜 天祥北側肩狀稜 海鼠山肩狀稜 牧水社山肩狀稜 慈母橋峽口三段肩狀稜 峽谷區流芳橋南北岸肩狀稜 新珩橋西側肩狀稜 白沙橋寧安橋間肩狀稜 阿與山肩狀稜		
堆積斜坡	——	梅園中段堆積層 紫杏上坡堆積層 西寶下坡堆積層 豁然亭下坡堆積層 天祥對岸堆積層 老西溪河口左岸堆積層	