

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 地球科學科

佳作

080505

大漢溪河階地形探索之旅

學校名稱：桃園縣中壢市興仁國民小學

作者：	指導老師：
小四 黃兆弘	張嘉玲
小四 吳元藍	李國書
小五 林祐儀	
小五 黃柏叡	

關鍵詞：河階地形、大漢溪

大漢溪河階地形探索之旅

摘要

大漢溪兩岸具有豐富的河階地形，是桃園縣山區景點的一大特色。本研究運用「Google 地球」軟體，截取大溪橋至復興鄉羅浮間河階衛星照片，進行階地判識，並經由野外考察實地驗證，描繪大漢溪流域河階地形的分佈情形；經由實驗證明與實地考察，發現坡度、水流量變化及地殼變動是河階地形的形成原因。此外，河階的開墾應注意地形的特性，避免在地勢低的低位河階開墾，以減少洪泛所造成的損失。

壹、研究動機

我們常跟朋友到大溪遊玩，看到景點標示牌的介紹，才知道「河階地形」是桃園縣大溪景點的一大特色。然而我們對「河階地形」似懂非懂，很難向外地朋友清楚介紹。從社會課本「台灣的自然環境」單元，我們了解河川與人類生活習習相關；自然課本「流水使大地改變」單元，我們了解流水冲刷地表時，會藉由侵蝕、搬運與堆積作用改變地表景觀，但對河階地形的形成，課程中並未提到。於是我們心中產生一些疑問：「河階地形是如何形成的呢？」、「再往山上走還有沒有河階地形？它們是如何分佈的呢？」為了解開這些疑惑，便藉由蒐集資料、實地考察及實驗來進行研究。

貳、研究目的

- 一、觀察大漢溪流域河階地形的分佈情形。
- 二、探究坡度與河階地形的關係。
- 三、探究水流量變化與河階地形的關係。
- 四、探究河階的性質和聚落分佈的關係。

參、研究設備及器材

- 一、觀察工具：「Google 地球」軟體、數位相機。
- 二、實驗器材：板模、沙石、圓錐、量角器、磚塊、水管、自來水、量杯、計時器。

肆、研究過程或方法

一、研究過程

蒐集資料 → 野外考察 → 實驗（假設、實驗驗證、結論）

二、研究方法

（一）資料蒐集：

- 1.由書籍及網路尋找河階地形的資料，了解河階地形的成因；
- 2.運用「Google 地球」軟體鳥瞰大漢溪流域大溪橋至復興鄉羅浮間，截取衛星照片，依階地面海拔高度，進行階地判識，了解大漢溪流域河階地形的分佈情形。（軟體畫面及操作方式如下頁圖示）

※「Google 地球」軟體畫面：(圖1、2、3依次為由遠至近逐步放大之衛星照片)



(圖1)



(圖2)



(圖3) 大漢溪流域大溪橋至復興鄉羅浮間衛星照片

※「Google 地球」軟體操作方式：

1. 選定位置後，在「Google 地球」畫面右上方點壓「+」按鈕，可將鏡頭拉近。
2. 選定位置後，停止游標移動，螢幕下方顯示海拔高度。

(二) 實地考察：實地探勘觀察大溪橋至復興鄉羅浮間大漢溪流域兩岸，並拍照與記錄，觀察大漢溪流域河階地形的分佈情形。

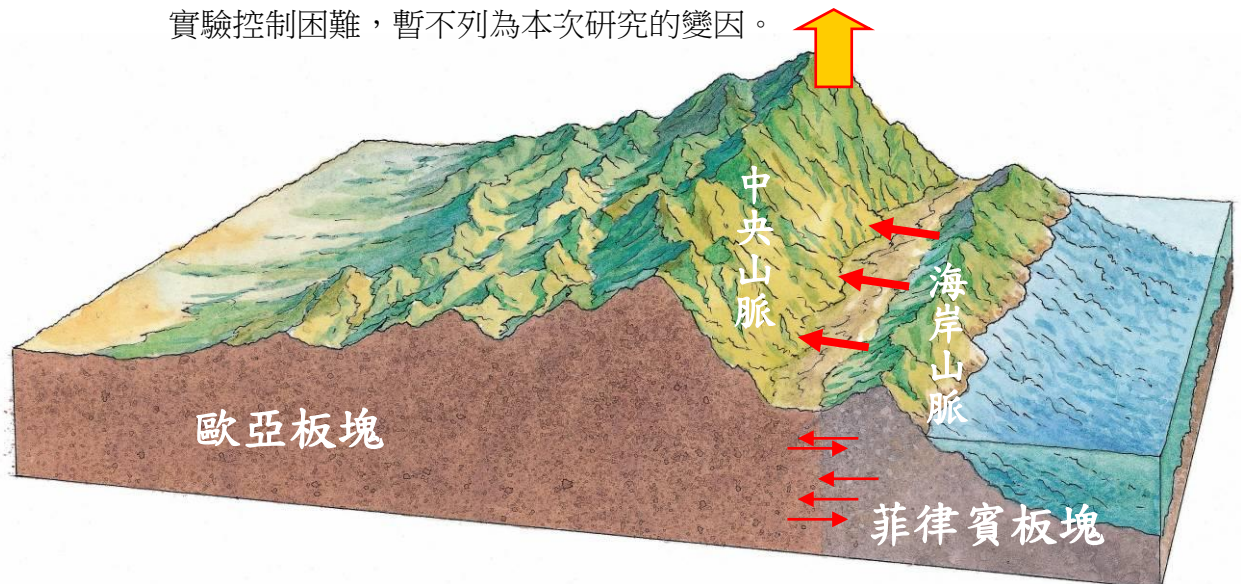
(三) 實驗：

1. 假設：經由資料蒐集發現，河階地形形成原因很多—

社會課本「台灣的自然環境」單元，提到台灣河川在枯水期與豐水期的水位差異很大，枯水時期，河流的流量較小，河水只搬運少量的泥沙；但是颱風或暴雨發生時，台灣的各河流都是以土石流或濁流的形態搬運沈積物。

此外，「台灣島的形成」單元，提到菲律賓板塊與歐亞板塊相互擠壓，使中央山脈平均每年都升高 0.5~1cm（圖 4）。

因此，我們假設大漢溪流域河階地形的形成，與水流量變化及坡度有關，以此兩項變因做為實驗變因(表 1)。其他如地質、氣候等因數，則因實驗控制困難，暫不列為本次研究的變因。



（圖 4）資料來源：翰林五上社會課本 P13

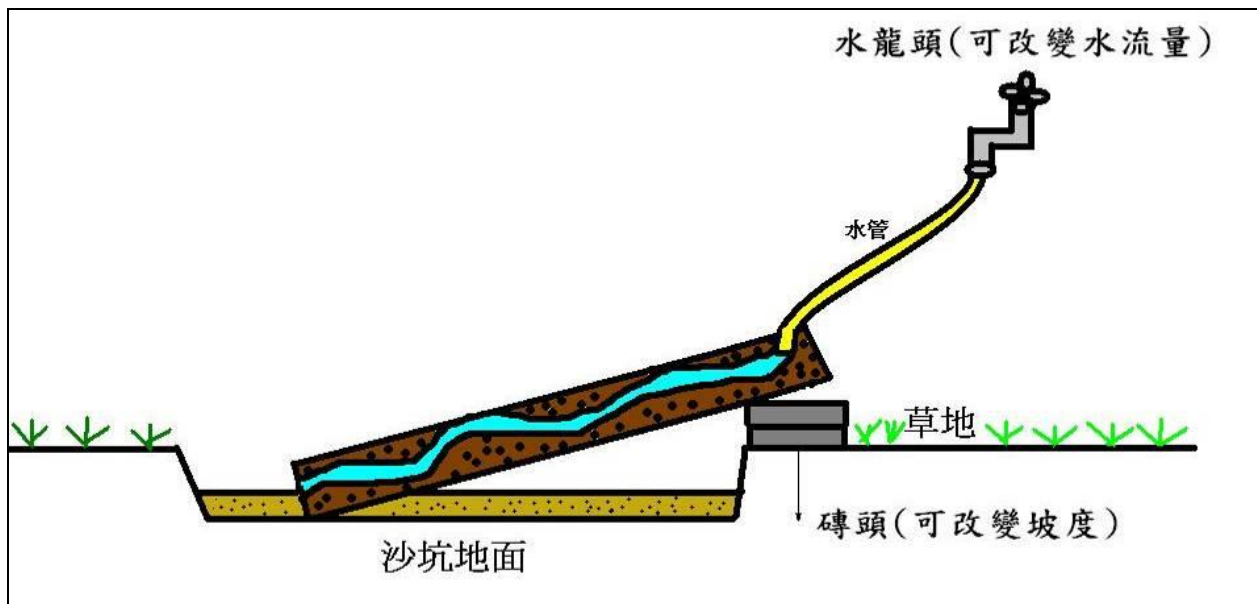
	操作變因	控制變因
實驗一	坡度變化	水流量固定
實驗二	水流量變化	坡度固定

（表 1）

2. 實驗驗證：將板模（圖 5）填上砂石做為河床實驗模型，分別觀察不同坡度及水流量變化與河階地形形成的關係，實驗示意圖如（圖 6），步驟如下：



（圖 5）板模



(圖 6) 實驗操作示意圖

- 實驗一**：
- 1、在河床實驗模型上，鋪上小石頭及沙石，壓實後，挖出一條彎曲水道，將水管置於水道上方，以水流沖刷出一模擬河道後，關閉水龍頭。
 - 2、固定水流量大小(水流量約 800ml/min)，將水流導引至坡度 10 度河道，40 分鐘後拍照做為對照組；然後再依序增加坡度至 15 度與 20 度，分別觀察水道侵蝕過程。

- 實驗二**：
- 1、在河床實驗模型上，鋪上小石頭及沙石，壓實後，挖出一條彎曲水道，將水管置於水道上方，以水流沖刷出一模擬河道後，關閉水龍頭。
 - 2、固定坡度 10 度，將水龍頭轉至大流量(水流量約 2400ml/min)，導引至水道放流 5 分鐘後，拍照做為對照組；然後再依序改變水管水流量至中流量(水流量約 1600ml/min)與小流量(水流量約 800ml/min)，分別觀察水道侵蝕過程。

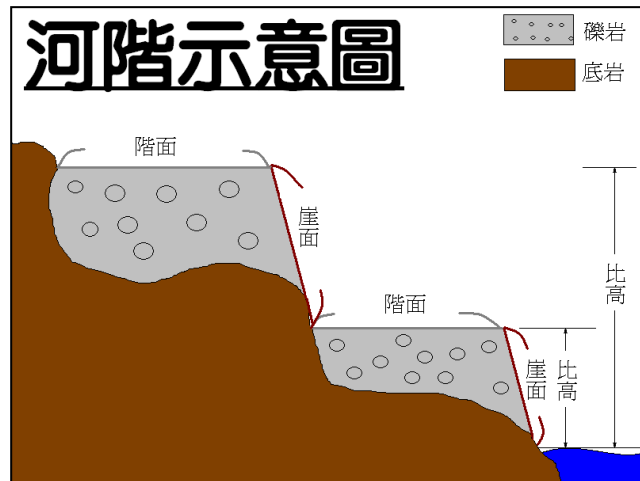
Ps：模擬河床時，鋪上小石頭並將沙石壓實，可避免河道含沙量過高，往中下堆積，造成河道一直改變之現象。

伍、研究結果

一、資料蒐集

(一) 文獻探討

- 1、**河階地形**：河流兩岸高出河面，上下連續如階狀般的台地，稱為「河階」。河階由「階面」與「階崖」兩部分所形成。河流在舊河床上向下切割，未被切割的舊河床便在新河床上位形成階狀地，如果河流經過幾次的下切，便可以形成數層的河階地形。（圖 7）



(圖 7)

- 2、「**比高**」的定義：

比較而來的相對高度，此指「河岸」與「河流水面」的相對高度。

- 3、「**侵蝕基準面**」的定義：

河流所能侵蝕的最低高度，通常以海平面為其最終侵蝕基準面。許多注入湖泊或水庫的河流，則以這些水體的水面為暫時侵蝕基準面。

- 4、**水量變化與坡度變化對河階地形形成的影響：**

在自然課本「流水使大地改變」單元中，我們了解流水沖刷地表時，會藉由侵蝕、搬運與堆積作用改變地表景觀，而且流水影響地表時，會因為**水量與坡度**高低而有不同的結果。水量大時，水力強，搬運較多的砂石，形成堆積；坡度越高，水流速度越快，向下侵蝕越強。

社會課本「台灣的自然環境」單元中，提到台灣河川在**豐水期**與**枯水期**的水位差異很大。豐水期時，大量沙石往下游及河流凸岸堆積，河床因而墊高（圖 8），枯水期時，河道變窄，長期向下侵蝕，**比高**漸高（圖 9）。



溪口台豐水期（圖 8）



溪口台枯水期（圖 9）

(二) 從網路衛星照片進行階地判識，並實地探勘觀察：

1. 本研究以大溪橋至復興鄉羅浮間為範圍，運用電腦「Google 地球」軟體鳥瞰大漢溪流域兩岸，截取衛星照片，依階地面海拔高度，進行階地判識，並實地探勘觀察，將大漢溪流域河階群分成「大溪河階群」與「石門河階群」。如下表：(表 2)

河階群	範圍	河階名	階數	地名		河階性質	階面海拔高度(m)	崖高(m)	特徵	河道
大溪河階群	大溪 —— 石門水庫	大溪河階	4	第一階	十一份、三層、崎頂	高位河階	173~235	1~46	對稱	直流
				第二階	上田心子	低位河階	172~189			
				第三階	二層、三坑、大溪		114~168	59~67		
				第四階	溪洲、月眉、栗子園		105~131	9~37		
石門河階群	石門水庫 —— 羅浮	羅浮河階	2	第一階	羅浮	低位	292~325	42~60	凸岸	曲流
				第二階	羅浮		250~265			
		霞雲坪河階	2	第一階	霞雲坪	高位	275~311	25~51	凸岸	
				第二階	霞雲坪	低位	250~260			
		復興河階	1	第一階	復興	高位	425~450	200	凹岸	
		溪口台河階	3	第一階	溪口台	高位	346~360	62~94	凸岸	
				第二階	下溪口	低位	284~266			
				第三階	下溪口		244~246	20~40		
		下奎輝河階	3	第一階	下奎輝	高位	320~380	30~85	凸岸	
				第二階	下奎輝	低位	290~295			
				第三階	下奎輝		246~275	20~44		
		長興河階	2	第一階	長興	高位	306~360	68~94	凸岸	
				第二階	坡中	低位	248~266			
		阿姆坪河階	2	第一階	阿姆坪	低位	255~264	15~21	凸岸	
				第二階	阿姆坪		240~243			
		大溪坪河階	2	第一階	二層坪	高位	250~315	12~52	凸岸	
				第二階	大溪坪	低位	238~263			
新柑坪河階	1	第一階	新柑坪	低位	232~244	1-5	凸岸			
大灣坪河階	2	第一階	大灣坪	高位	281~311	42~61	凸岸			
		第二階	大灣坪	低位	239~250					

二、 實地考察

- (一) 復興台地是在凹岸的河階地形，較為少見。我們發現青年活動中心後方產業道路崖壁，可清楚看出礫岩組成（圖 10），與河床組成相近，是典型的河階地質；此外，復興台地河岸為堅硬底岩（圖 11），且比高較其他河階高很多，可見復興河階與地殼隆起有關。



復興台地青年活動中心後方產業道路崖壁為礫岩組成。(圖 10)

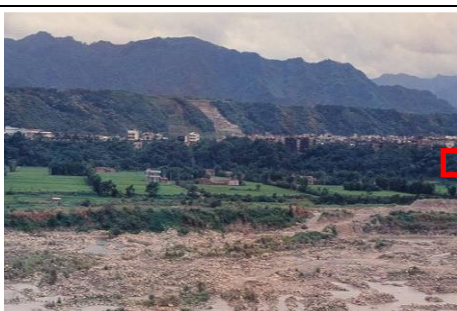


復興台地河岸為堅硬底岩。(圖 11)

- (二) 溪口台地在復興台地對面，它是典型的劇場河階，位於河道凸岸。
(三) 大溪河階群是我們常去的觀光地點，該地區是對稱河階地形，有四階之多。
(四) 從「Google 地球」拉近鏡頭與野外考察發現，聚落常分布在地勢高的河階上，地勢低的河階則幾乎沒有聚落。

1. 大溪河階群：聚落在中間河階發展快速。

石門水庫興建後，洪泛僅及大溪河階群地勢低的階地，大溪河階之聚落發展得最好的是第三階-大溪市區階地，而溪洲階地由於地勢低，易洪泛，聚落較少。



左圖為 60 年代大溪河階照片，右圖為 99.4.6 照片，可看出中間河階發展快速。

※左圖資料來源：許民陽教授。

2. 石門河階群：低位河階只有零星住家，高位河階則有聚落形成。

石門河階群聚落主要分布在橋頭、復興、上溪口臺、上奎輝、長興等高位河階處（下列圖示黃色圈圈處）及羅浮之較高低位河階處；下溪口臺、大灣坪、新柑坪等低位河階只有零星住家。



三、實驗驗證：

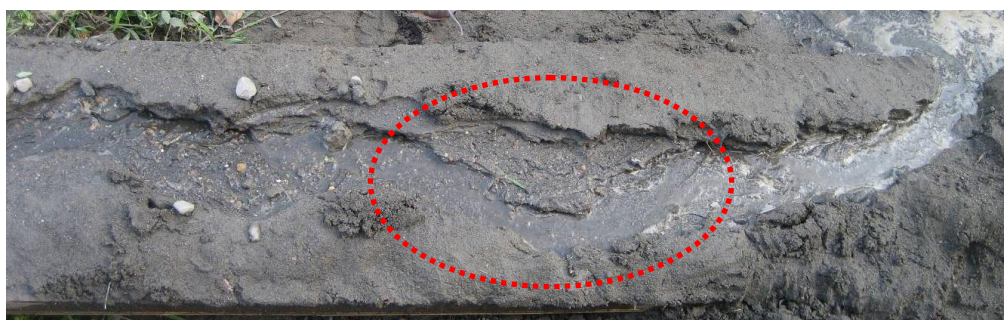
(一) **坡度**越高，河流向下侵蝕力量越強，造成新河岸與舊河岸造成高低落差的階面。



挖出一條彎曲水道後，將水管置於水道上方，以水流沖刷出一模擬河道。



固定水流量大小，將水流導引至坡度 **10 度** 河道 40 分鐘後，產生比原河道窄的新河道。



坡度提高為 **15 度**，因流速變快，下切力量加強，過 30 分鐘後，在河道凸岸水流較慢，會產生堆積，在河道凹岸水流較快，會產生侵蝕，導致河道往凹岸方向移動，凸岸第一階河階逐漸形成；砂石被往下游搬運，下游河道變寬。



坡度提高為 **20 度** 後 30 分鐘，流速更快，下切更明顯，河道凸岸堆積，第二階河階逐漸形成。

(二) **水量**大時，水力強，搬運較多的砂石，砂石往下游堆積，河岸逐漸擴展；當水量小時，河道變窄，側切力量變小，新舊岸落差加大，比高逐漸增高，階地逐漸形成。



「**大**」流量放流 5 分鐘後，從上游搬運下來的沙石逐漸在下游堆積，下游河床因而墊高加寬（白箭頭），沖積扇逐漸形成；將水流量調整為「**中**」之後，河道逐漸變窄（黃箭頭）。



水流量調整為**中**之後，河道縮小，部分舊河道沒有水流，不再被侵蝕，新河道繼續侵蝕，手指處落差產生，第二階河階逐漸形成。



水流量調整為**小**之後，河道更縮小，新舊岸落差加大，第三階逐漸形成。

陸、討論

一、大漢溪流域河階地形的分佈情形：(如下頁，圖 12)

利用「Google 地球」，截取衛星照片進行階地判識，並實地探勘觀察，可將大漢溪流域河階地形分成「大溪河階群」與「石門河階群」。

(一) 大溪河階群

上自石門水庫，下至鶯歌一帶，含蓋溪洲、河川底、十一份、三坑子、、三層、二層、大溪市區、栗子園、崎腳、崎頂、月眉、尾寮等地。

(二) 石門河階群

石門河階群位於石門水庫集水區，有羅浮、霞雲坪、溪口台、阿姆坪、新柑坪、大溪坪、大灣坪等河階，

二、河道型態和河階形成及分佈的關係：

大溪河階群因河流已出山地，坡度變緩，河道已直行，河階面寬且長，係兩岸對稱之「對稱河階」，為明顯的四階面直行河階地形；石門河階群多位於河道**凸岸**，弧形狀有如劇場，屬於彎曲河流形成的「劇場河階」。可見直行河道易形成對稱河階，曲流河道易於**凸岸**形成劇場河階。

大溪河階群



石門河階群

大溪坪河階



復興、霞雲坪河階



溪口台河階



長興、坡中河階



下奎輝河階



羅浮河階



大漢溪流域河階地形的分佈圖（圖 12）

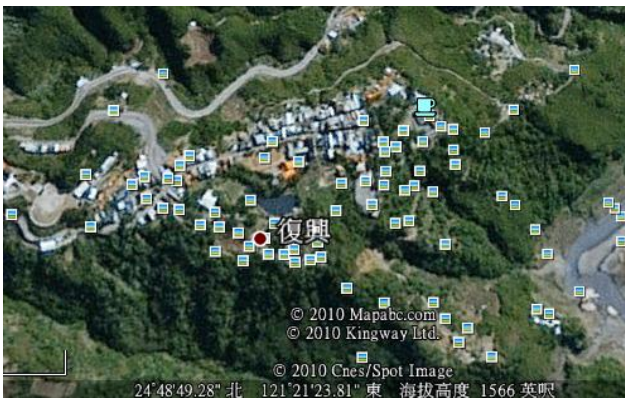
三、大漢溪河階地形的形成原因：

(一) 地殼變動

- 1.野外考察中我們發現，在復興台地青年活動中心後方產業道路崖壁，可清楚看出礫岩組成與河床組成相近，可見復興台地為河床形成之河階地；此外，復興河階面積明顯比其他曲流河階大，比高非常高，約 200m，而河川作用力有限，應不至於形成復興河階，推論地殼上升運動，加強復興河階面的上升。
- 2.根據[實驗 1]研究結果，坡度變高，河川向下侵蝕力量越強，造成新的河床河岸，與舊河岸造成高低落差的階面，形成河階地形。

推論，菲律賓板塊與歐亞板塊相互擠壓，地殼隆起作用，造成中央山脈平均每年都升高 0.5~1cm，使大漢溪上游坡度增高，是形成豐富的石門河階群原因之一；幾萬年前，因台北盆地陷落，使大漢溪在大溪鎮與鶯歌鎮一帶，轉向流入台北盆地中，造成大溪一帶，大漢溪坡度的落差，形成大規模之大溪河階群。

可見，地殼變動除了會造成坡度增高，侵蝕基準面下降外，也會直接使河階面上升，形成河階地形。

	
復興河階	板塊擠壓造成的花東海岸階地。 (資料來源：許民陽教授)

(二) 河川作用力

根據[實驗 2]研究結果，水量大時，水力強，搬運較多的砂石，河道凸岸與下游容易形成堆積，河岸逐漸擴展；當水量小時，河道變窄，側切變小，新舊河岸落差加大，比高逐漸增高，階地逐漸形成。

台灣河川在豐水期與枯水期的水位差異很大。豐水期大量沙石往下游及河流凸岸堆積，枯水期河道變窄，側切變小，比高漸高，推論水流量變化是大漢溪河階地形的形成原因之一。

四、河階的性質和聚落分佈的關係。

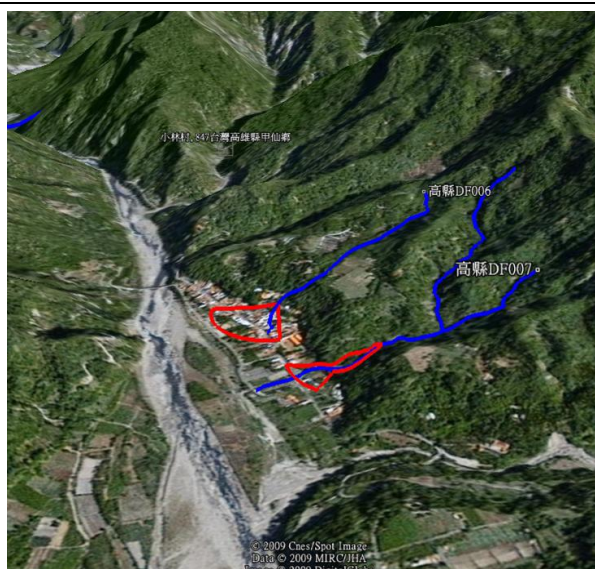
(一) 聚落常在河階上發展，其發展的特性與河階地形的性質有關。

高位河階適合聚落發展，而地勢低的低位河階，易洪泛，聚落最少。例如石門河階群，發展最好的是在復興、上溪口臺、上奎輝、長興等高位河階處；下溪口臺、大溪坪、新柑坪等低位河階，離河道近，易發生洪泛，只有零星住家。

(二) 河階的開墾應注意地形的特性，避免在地勢低的低位河階開墾。

1. 聚落位於低位河階地或順向坡處，易發生土石流或崩塌。

由國家災害防救科技中心的「莫拉克颱風高雄縣甲以鄉小林村及那瑪夏鄉、桃源鄉致災原因調查報告」，發現88水災受災最嚴重的五個村莊中，小林村、南沙魯村及瑪雅村等三村，聚落位於低位河階地，發生土石流，其中小林村後方順向坡發生崩塌，災情更是慘重。而達卡努瓦村及勤和村等二村，聚落座落於高位河階地，聚落區內無災情。



甲以鄉小林村莫拉克颱風災前、後對比（資料來源：經濟部水利署）



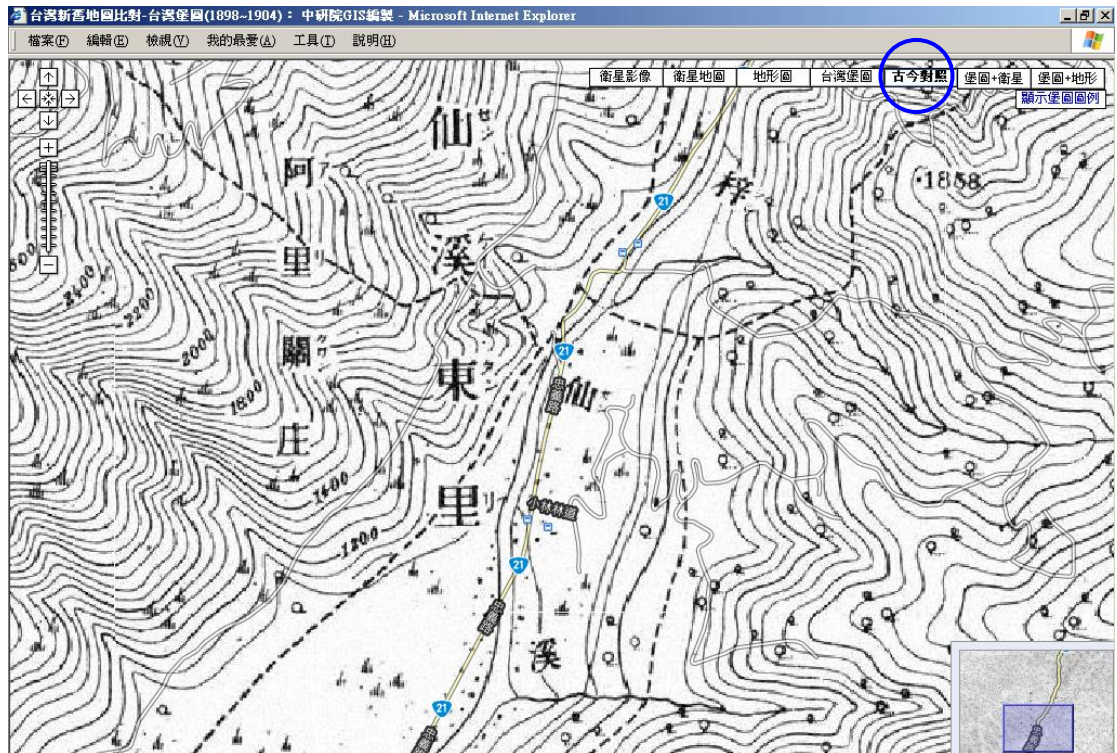
南沙魯村位於低位河階地，南側發生土石流沖積扇。（資料來源：經濟部中央地質調查所）



達卡努瓦二村聚落座落於高位河階地，聚落區內無災情。（資料來源：經濟部中央地質調查所）

2. 小林村是地勢低的低位河階，不適合開墾。

由台灣新舊地圖比對---《台灣堡圖》看小林地區，日據時代小林部落尚未形成,但百年後, 逐漸形成聚落，由滅村前的小林村社區網站發現，地勢低的小林村甚至往觀光方向發展，但一場暴雨，終以滅村的悲劇收場。



台灣新舊地圖比對---《台灣堡圖》點選古今對照

資料來源：中研院網站 http://gissrv5.sinica.edu.tw/GoogleApp/JM20K1904_1.htm

五、倘若莫拉克暴雨落在大漢流域

大漢溪上游榮華大壩與中游石門水庫集水區，目前淤沙嚴重，一旦大型颱風來襲，造成大壩倒塌或溢壩，巨量泥沙將有如堰塞湖潰堤，往下游沖刷，沿岸河階將首當其衝，尤其位處低位河階的羅浮、下溪口台、月眉及大溪市區等地，恐將慘遭掩埋或水淹，無一倖免。

因此，我們應提高警覺，規劃妥善的疏散計劃，並公布潛在危險區域，讓居民在置產之前就列入考量，以減少災害的損失。



榮華大壩淤沙嚴重。



石門水庫集水區淤沙嚴重，怪手清淤情形。

柒、結論

地殼間歇性的上升或下降，造成坡度增高，流速加快，河流下切作用增強；水流量變化使河岸逐漸擴展與堆積；地殼變動更直接使河階面上升，產生較大規模的河階地形。大漢溪河階地形就是這些力量，數萬年來的交互作用逐漸形成，主要可分成大溪河階群與石門河階群。大溪河階群更是大溪著名的地形景觀，孕育昔日的大溪繁華；石門河階群蜿蜒曲折，別具風味。藉由這次研究，讓我們了解大漢溪河階地的成因，及河階的開墾應注意地形的特性，避免在地勢低的低位河階開墾，更激發我們愛鄉愛土的情操。

捌、參考資料及其他

- 1、許民陽（1996）。桃園縣復興鄉地形地質景觀資源賞析。桃園縣立文化中心。
- 2、國小社會課本第5冊(2009)，p12~33。翰林出版。
- 3、國小自然課本第7冊(2009)，p26~31。康軒出版。
- 4、新編十萬個為什麼(2005)，p111~11。鍾文出版社。
- 5、彭義軒。大漢溪河谷與大溪河階群。取自：

http://www.geo.ntnu.edu.tw/faculty/ShenSM/Course/CourseWork/TaiGeom_Stu90/1%E7%BE%A9%E8%BB%92%E7%9A%84%E5%8F%B0%E7%81%A3%E5%9C%B0%E5%BD%A2%E7%B6%B2%E9%A0%81/大漢溪谷與大溪河階群首頁.htm

【評語】 080505

善用衛星資訊科技、野外考察及室內模擬實驗，驗證各不同河階地形之差異，是很好的作品。