

中華民國第 51 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

佳作

080509

大漢溪曲流地形探索之旅

學校名稱：桃園縣立龍安國民小學

| | |
|--------|-------|
| 作者： | 指導老師： |
| 小五 林佳萱 | 李國書 |
| 小六 黃品綸 | 邱俊智 |
| 小六 張耀文 | |
| 小五 徐子淳 | |
| 小五 周品均 | |
| 小五 莊庭瑄 | |

關鍵詞：曲流地形、蜿蜒度、地質

大漢溪曲流地形探索之旅

摘要

大漢溪具有豐富的谷曲流地形，是桃園縣山區景點的一大特色。本研究運用「Google 地球」軟體，截取大漢溪從石門水庫至砂崙子及大漢橋間的衛星照片，進行曲流地形判識，並經由野外考察實地驗證，描繪大漢河流域曲流地形的分佈情形；探討蜿蜒度、坡度、地質與暴雨侵蝕對曲流地形的影響。發現蜿蜒度越大，交切山腳越豐富；坡度與蜿蜒度成反比，而坡度及地質結構影響曲流型態。此外，蜿蜒度越高的曲流，代表受暴雨侵襲的頻率越高，河流開墾應注意地形的特性，避免在蜿蜒度高的河川地及凹岸開墾，以減少洪泛所造成的損失。

壹、研究動機

課程當中，老師為我們介紹了河川的種類，隨即展示大漢溪的地形照片。「哇，好美的河川喔！老師，這真的在桃園嗎？」整個教室彼此驚呼聲連連，我們發現河流在山谷間，彎彎曲曲的樣子非常好看，但是心裡也產生了疑問，為甚麼河川會這樣子流啊！為甚麼不直線往大海前進就好了呢？還要彎彎曲曲的如此麻煩，心中的這些疑惑，驅使好奇心作祟，開始蒐集資料、實地考察進行研究。GO，我們出發囉！

貳、研究目的

- 一、觀察大漢河流域曲流地形的分佈情形。
- 二、探究坡度與曲流地形的關係。
- 三、探究地質與曲流地形的關係。
- 四、探究暴雨侵蝕與曲流地形的關係。
- 五、探究大漢溪曲流地形的性質和土地利用的關係。

參、研究設備及器材

「Google 地球」軟體、數位相機及望遠鏡。

肆、研究過程或方法

一、研究過程

蒐集資料 → 野外考察 → 分析數據與資料

二、研究方法

(一) 資料蒐集：

- 1.由書籍及網路尋找曲流地形的資料，了解曲流地形的知識。
- 2.運用「Google 地球」軟體鳥瞰大漢河流域石門水庫至砂崙子及大漢橋間，截取衛星照片，歸納大漢河流域曲流地形的分佈情形。



大漢河流域石門水庫至砂崙子及大漢橋間衛星照片

※「Google 地球」軟體操作方式說明

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：實地探勘觀察大漢河流域兩岸的地質，並拍照與記錄，觀察大漢河流域曲流地形的分佈情形與地質的關係。

(三) 分析坡度與蜿蜒度的關係，探討坡度對曲流地形的影響。

1. 蜿蜒度定義：蜿蜒度=河段總長度/河段直線長度 $S=L/L$

(1) 蜿蜒度計算方式：

以石門水庫為起點，砂崙子及大漢橋為終點，在河道中取 2.5 公里的固定河段總長度，再量取河段直線長度做蜿蜒度的測量，將結果作成蜿蜒度分佈圖（圖 7）。

備註：

分別以 1 公里、2 公里、2.5 公里、3 公里、4 公里等長度為固定河段總長度，經分析後 1 公里與 2 公里長度過短，河段易變成直流，無法顯現曲流的特徵；3 公里與 4 公里長度較長，造成河段個數過少，數據少，統計分析較無代表性。而 2.5 公里長度適中，因此以 2.5 公里為固定河段總長度。

(2) 河段總長度量度方式：

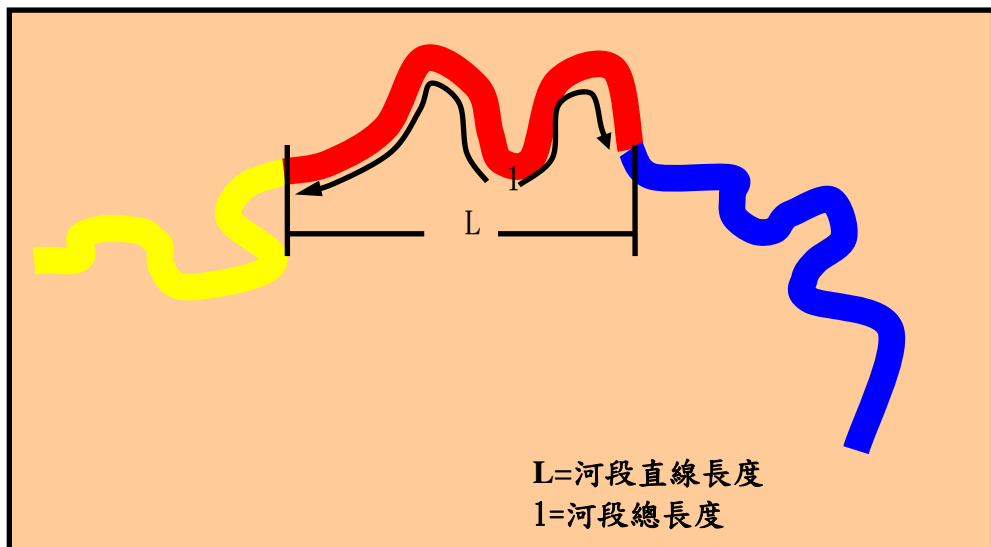
運用「Google 地球」軟體，尺規工具中的「路徑」測量功能，沿著河道中央逐一畫記，每 2.5 公里設置一地標。

(3) 河段直線長度量度方式：

運用 google 地球軟體，尺規工具中的「直線長度」測量功能，在每一河起始點拉一直線至終點，軟體將顯示直線距離長度。

2. 坡度定義： 兩端水頭高差/河段總長度。

兩端水頭高低差量度方式：使用「Google 地球」軟體，游標選定位置後，停止移動，螢幕下方就會顯示海拔高度。將兩端水頭海拔高度相減，即可得出兩端水頭高低差。



(四) 蒐集同一地點颱風前後的河川衛星照片做比對，探討暴雨侵蝕對曲流地形的影響。

伍、研究結果

一、資料蒐集

(一) 文獻探討

1. 曲流：河流呈 S 形連續彎曲之形狀稱為「曲流」。可分成下列幾種：

(1) 谷曲流：分為成育曲流及掘鑿曲流，前者兩岸不對稱，後者兩岸對稱，但是都呈現峽谷的地形，發育於山地，主要為下蝕作用造成。

(2) 自由曲流：發育於下游地區，分布於氾濫平原之上，主要為側蝕作用造成（王鑫，1988）。

本研究範圍為桃園縣境內大漢溪從石門水庫至砂崙子及大漢橋間，曲流類型為谷曲流。

2.水量變化與坡度變化對曲流地形形成的影響：

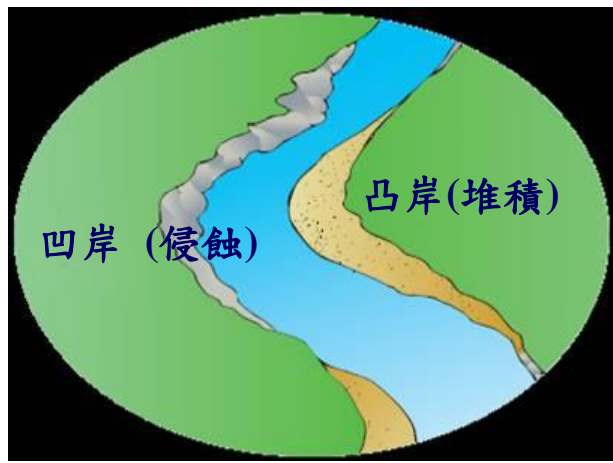
在自然課本「流水使大地改變」單元中，我們了解流水沖刷地表時，會藉由侵蝕搬運與堆積作用改變地表景觀，而且流水影響地表時，會因為水量與坡度高低而有不同的結果。水量大時，水力強，搬運較多的砂石，形成堆積；坡度越高，水流速度越快，向下侵蝕越強。

3.彎曲河道兩側的水流速度不同，凸岸的水流速度較慢，所以泥沙逐漸堆積；凹岸的水流速度較急，因此產生侵蝕河岸的現象（圖 5）。

4.河流的侵蝕與堆積作用從不停止，使得凹岸越凹，凸岸越凸，河道越來越彎（圖 6）。



花蓮 秀姑巒溪彎曲的河道（圖 5）

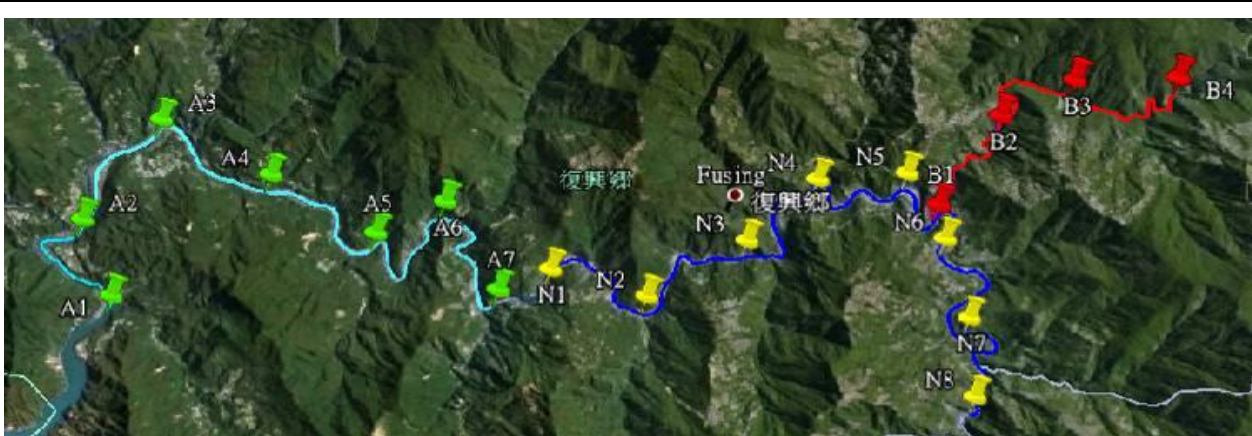


彎曲河道形成示意圖（圖 6）

（資料來源：國小自然課本第 7 冊(2009)，p31。康軒出版。）

（二）數據測量與實地探勘觀察結果：

1.本研究運用電腦「Google 地球」軟體鳥瞰大漢溪流域，截取衛星照片，進行曲流地形判識，並實地探勘觀察，將測量數據與觀察結果整理如下：



大漢溪蜿蜒度分佈圖（圖 7）

| 河段 | 總長度 (公里) | 直線長度 (公里) | 高低差 (公尺) | 坡度 (%) | 蜿蜒度 | 地名 路段 | 曲流 類型 | 岩層 | 備註 |
|-------|-------------|--------------|-------------|-----------|------|----------|----------|-----|---|
| A1~A2 | 2.5 | 1.53 | | | 1.63 | 奎輝 | 成育 曲流 | 軟岩 | 榮華大壩堆滿土石，為避免 人為因素造成測量的誤差， 大壩以下不測量高低差。 |
| A2~A3 | 2.5 | 2.33 | | | 1.07 | 羅浮 | 成育 曲流 | 軟岩 | |
| A3~A4 | 2.5 | 2.14 | | | 1.17 | 義興 | 成育 曲流 | 軟岩 | |
| A4~A5 | 2.5 | 2.08 | | | 1.20 | 後義興 | 成育 曲流 | 軟岩 | |
| A5~A6 | 2.5 | 1.35 | | | 1.85 | 高坡 | 掘鑿 曲流 | 硬岩 | 交切山腳 |
| A6~A7 | 2.5 | 1.88 | | | 1.33 | 雪霧鬧隧道 | 掘鑿 曲流 | 硬岩 | |
| N1~N2 | 2.5 | 1.7 | | | 1.47 | 榮華大壩 | 掘鑿 曲流 | 硬岩 | |
| N2~N3 | 2.5 | 1.98 | 35 | 1.40 | 1.26 | 高義 | 掘鑿 曲流 | 硬岩 | |
| N3~N4 | 2.5 | 1.64 | 27 | 1.08 | 1.52 | 下蘇樂 | 成育 曲流 | 軟硬岩 | |
| N4~N5 | 2.5 | 1.59 | 37 | 1.48 | 1.57 | 蘇樂 | 成育 曲流 | 軟硬岩 | |
| N5~N6 | 2.5 | 1.38 | 18 | 0.72 | 1.81 | 巴陵橋 | 成育 曲流 | 軟硬岩 | 交切山腳 |
| N6~N7 | 2.5 | 1.53 | 33 | 1.32 | 1.63 | 三光爺亭 | 成育 曲流 | 軟硬岩 | 交切山腳 |
| N7~N8 | 2.5 | 1.47 | 42 | 1.68 | 1.70 | 砂崙仔 | 掘鑿 曲流 | 硬岩 | 交切山腳 |
| B1~B2 | 2.5 | 1.94 | 67 | 2.68 | 1.29 | 巴陵 | 掘鑿 曲流 | 硬岩 | |
| B2~B3 | 2.5 | 1.39 | 37 | 1.48 | 1.80 | 大曼 | 掘鑿 曲流 | 硬岩 | 交切山腳 |
| B3~B4 | 2.5 | 1.68 | 78 | 3.12 | 1.48 | 萱源 | 掘鑿 曲流 | 硬岩 | |

觀測結果匯整表（表1）

二、 實地考察

(一) 石門水庫至羅浮，河道寬廣，岩層以較軟的礫岩、未變質的砂岩及頁岩為主（圖 8、圖 9、圖 10、圖 11），兩岸具有豐富的河階群，屬於成育曲流。



溪口台河階（圖 8）



石門水庫邊未變質的砂岩及頁岩（圖 9）



羅浮河階（圖 10）



霞雲河階凹岸越凹，凸岸越凸，
河道越來越彎（圖 11）

(二) 義興至高坡河道寬廣，岩層以砂頁岩互層所構成的軟弱岩層為主（圖 12），兩岸發展出河階地形，河段較直，曲流較不明顯。



義興河階（圖 12）

(三) 高坡至蘇樂，大漢溪與北插天山堅硬的變質砂岩層背斜，直交成陡峭的橫谷（圖 13、圖 14），兩岸對稱，屬於掘鑿曲流。



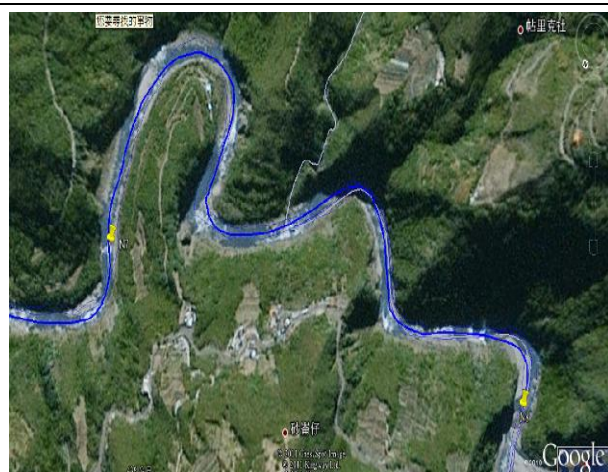
(四) 蘇樂至三光，河道寬，砂頁岩互層，軟硬岩交替，有很多褶皺及斷層後的破碎地層，由硬岩構成的交切山腳非常豐富，多為成育曲流。



(五) 三光至砂崙子，河道漸窄，變質砂頁岩互層，由硬岩構成的交切山腳豐富，兩岸多為對稱的峽谷，屬於掘鑿曲流。



砂崙子變質砂頁岩互層 (圖 19)



交切山腳豐富 (圖 20)

(六) 巴陵橋至大漢橋，越往上游岩層越硬，以板岩及硬頁岩為主，兩岸多為陡峭對稱的峽谷，屬於掘鑿曲流。



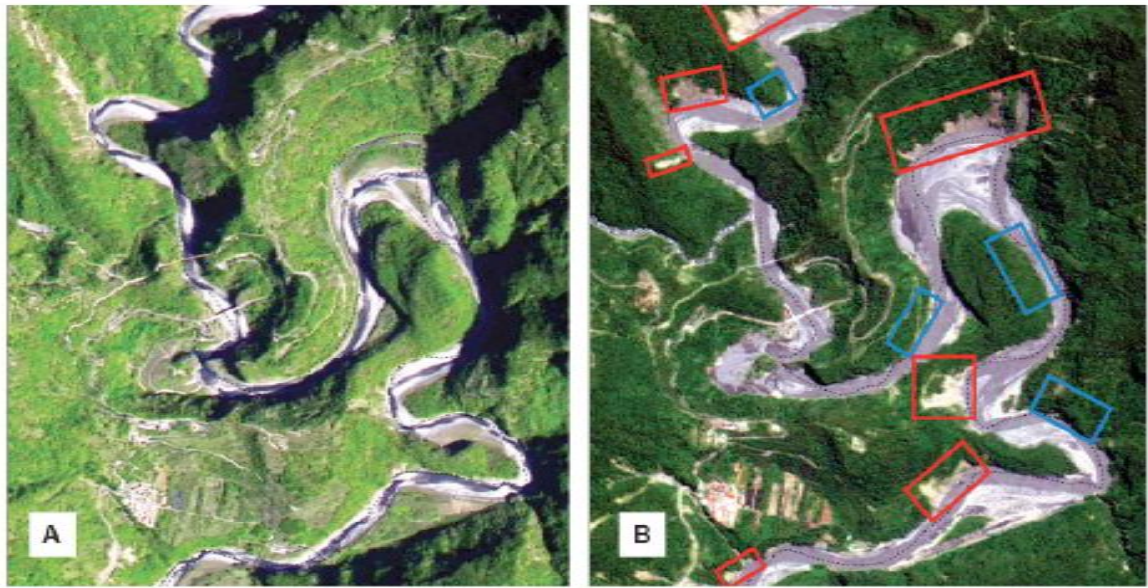
大漢橋附近兩岸多為陡峭對稱的峽谷 (圖 21)



大漢橋附近板岩 (圖 22)

三、比較颱風前後衛星照片，探討暴雨侵蝕對曲流地形的影響。

颱風前後河流的水量往往有很大的差異，比較同一地點，颱風前後的衛星照片，紅框框為凹岸（攻擊坡），藍色框框為凸岸（堆積坡），可發現暴雨加速河川侵蝕，凹岸（攻擊坡）的侵蝕力量驚人。隨著時間增長，經過無數次的暴雨後，河道逐漸加寬，河流也越來越彎曲(圖 23)。



A、2004濁口溪茂林地區敏督利颱風 B、2005濁口溪茂林地區海棠颱風(圖23)
(資料來源：陳宏宇)

陸、討論

一、大漢河流域曲流地形的分佈情形。(圖 24)

根據觀測的結果，大漢溪中上游為谷曲流，中游河道較寬，河階群豐富，以成育曲流為主；上游河道漸窄，兩岸多為陡峭的峽谷，交切山腳豐富，以掘鑿曲流為主。

(一)奎輝至羅浮 (A1~A4)：河道寬，兩岸具有豐富的河階群，兩岸不對稱，多為成育曲流。

(二)高坡至蘇樂 (A4~N4)：兩岸對稱多為陡峭的峽谷，多為掘鑿曲流，高坡段可看到豐富的交切山腳。

(三)蘇樂至三光(N4~N6)：交切山腳非常豐富，兩岸多不對稱，多為成育曲流。

(四)三光至砂崙子(N6~N8)：河道逐漸縮減，由硬岩構成的交切山腳豐富，兩岸對稱，多為掘鑿曲流。

(五)巴陵橋至萱源(B1~B4)：河道逐漸縮減，兩岸多為陡峭對稱的峽谷，多為掘鑿曲流。

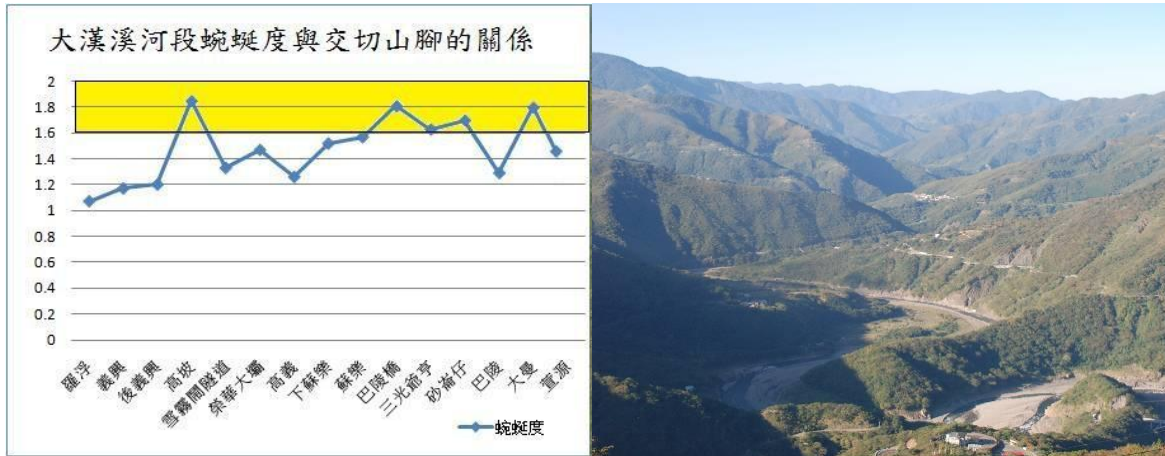
大漢溪流域曲流地形分佈



(圖 24)

二、谷曲流蜿蜒度越大，交切山腳越豐富，具有觀光價值。

由下表分析，高坡（A5~A6）、巴陵橋至砂崙子（N5~N8）及大漢橋河段（B2~B3），蜿蜒度在 1.63~1.85 間，明顯大於其他河段，交切山腳豐富。可見，谷曲流蜿蜒度越大，交切山腳越豐富(圖 25、圖 26)。



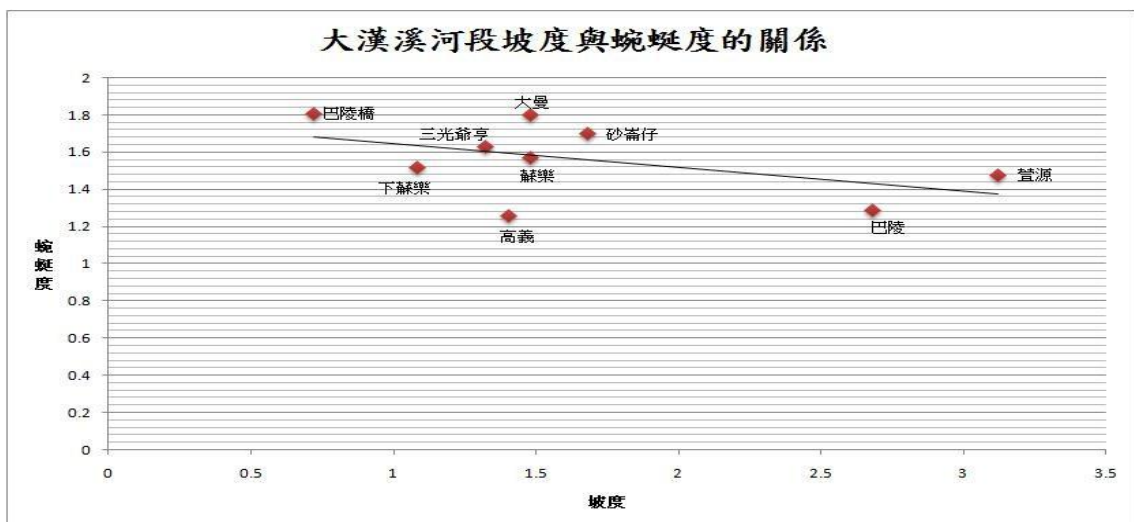
B2~B3 大漢橋往下交切山腳豐富 (圖 25)



N5~N6 巴陵橋附近交切山腳豐富 (圖 26)

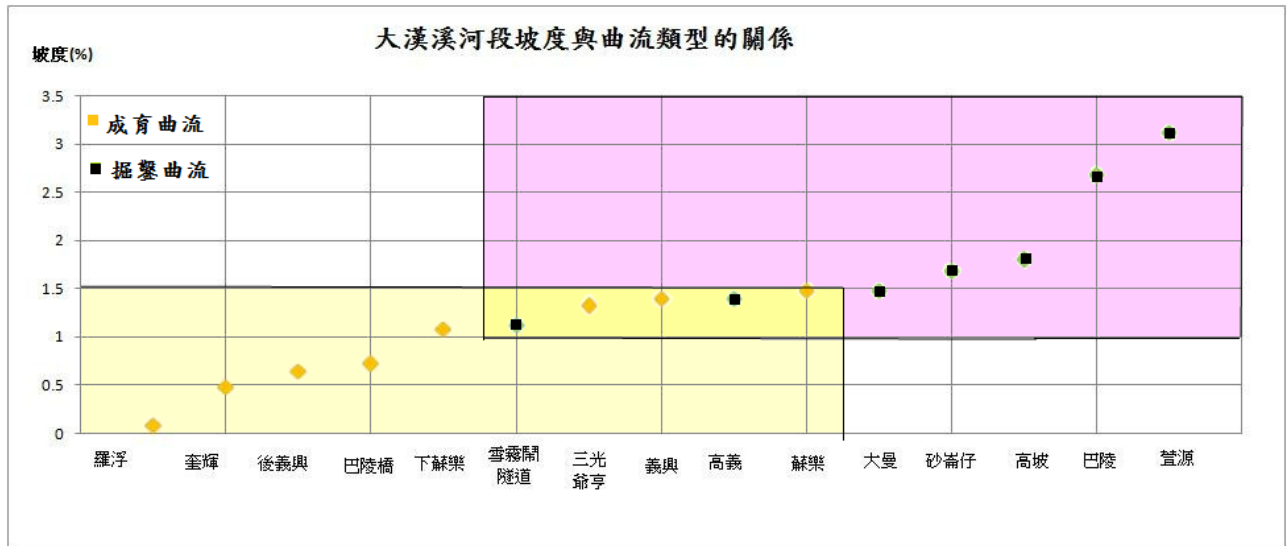
三、坡度與蜿蜒度成反比，且會影響曲流類型。

(一) 由以下折線圖(圖 27)可知，坡度與蜿蜒度成反比。



(圖 27)

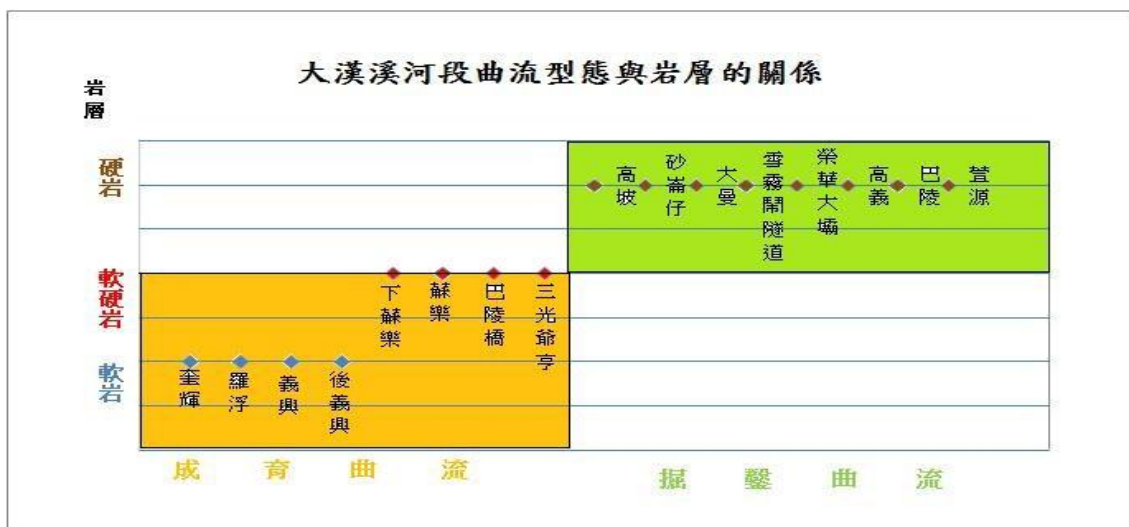
(二) 根據下圖(圖 28)分析，坡度 1.48 (%) 以上，多為掘鑿曲流，推論坡度大，使得河水快速向下切入岩床，快速將土石帶往下游，不易形成堆積。坡度 1.08 (%) 以下，多為成育曲流，推論坡度小，流速慢，側蝕作用，使得侵蝕坡變陡，堆積坡變緩，而形成兩岸不對稱的成育曲流。而坡度 1.08 (%) ~1.48 (%) 則成育曲流與掘鑿曲流互見。



(圖 28)

四、地質結構影響曲流型態。

根據下圖(圖 29)分析，軟岩與軟硬岩交替河段，河道較寬，多為成育曲流；地質越堅硬河段，越容易形成掘鑿曲流；軟硬岩交替河段，軟岩遭冲刷後，由硬岩構成的交切山腳非常豐富(圖 30、圖 31、圖 32)。



(圖 29)



大漢橋 V 型峽谷，屬於掘鑿曲流（圖 30）



突出的山腳構造為硬岩（圖 31）、（圖 32）

五、蜿蜒度越高的曲流，受暴雨的頻率越高。

由研究結果三發現，暴雨會使河道逐漸加寬，河流也越來越彎曲，可見蜿蜒度越高的曲流，代表受暴雨的頻率越高。暴雨使兩岸的谷壁不穩定，尤其凹岸（攻擊坡）受侵蝕力量驚人，人為開發必須更加謹慎。

六、大漢溪曲流地形的性質和土地利用的關係。

1. 桃園縣境內大漢溪上游為谷曲流，河階及交切山腳非常豐富，具有觀光價值。
2. 曲流凸岸的河階地，多有居民居住與開發，然而大漢溪曲流蜿蜒度高，代表受暴雨的頻率越高，兩岸的谷壁不穩定，一旦暴雨來襲，不論是凸岸或凹岸，恐將慘遭掩埋或水淹，無一倖免。可見，大漢溪岸邊階地不適合開發居住，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。

柒、結論

大漢溪曲流蜿蜒曲折，是桃園縣著名的觀光景點。大漢溪中上游曲流類型為谷曲流，中游河道較寬，河階群豐富，以成育曲流為主；越往上游河道漸窄，兩岸多為陡峭的峽谷，交切山腳豐富，以掘鑿曲流為主。經由研究發現：蜿蜒度越大，交切山腳越豐富；坡度與蜿蜒度成反比，而坡度及地質結構影響曲流型態。此外，蜿蜒度越高的曲流，代表受暴雨侵襲的頻率越高，可見，河流開墾應注意地形的特性，避免在蜿蜒度高的河川地及凹岸開墾，以減少洪泛所造成的損失。藉由這次研究，我們不僅更了解大漢溪，更激發我們愛鄉愛土的情操。

捌、參考資料及其他

- 1、王鑫(1988) 地形學。聯經出版社，共 356 頁。
- 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、陳宏宇（2010）北太平洋地區河流蜿蜒度研究。

【評語】 080509

優點：

1. 針對家鄉河川的曲流地形進行探索，符合鄉土化的精神。

缺點：

1. 作品內容多為電腦軟體的操作與計算，欠缺實地的觀察記錄與實驗的設計操作。
2. 針對評審問題宜詳細確實回答，不宜迴避。