

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國中-地球科學科

科 別：地 球 科 學 科

組 別：國 中 組

作品名稱：河川 - 關心北部旱災；請看我：土石流如何停

關 鍵 詞：

編 號：030509

學校名稱：

南投縣立宏仁國民中學

作者姓名：

劉靜宜、黃凡起、洪珮芬、陳俊吉

指導老師：

王金源、蔡思南



“ 河川 ”

關心北部旱災；請看我：土石流如何停

一、摘要

接連數個颱風侵台，造成大台北淹水，全省土石流災情頻傳，傷亡慘重，財產損失難計其數，及最近北部旱災，針對這些天然大災害，我們應該了解災害的成因，即使我們無法防止災害的發生，也應該學習如何減少災害帶來的損失。

本團隊「天然災害研討社」經長期探討，發覺水災、土石流、旱災的成因錯綜複雜與河川有密切關係，故我們研究從認識河川開始，為了方便測量坡度，我們設計坡度測量器（如模型），河川中上游我們應用大自然之力，化解土石流的破壞力，我們發明了閘道堤，可為相關單位作為整治土石流的參考。

河川下游部分，我們利用經濟的膠墊，發明了地下堤防，可供北部整治旱災、水庫、河川疏濬的參考。希望身為災區的災民，能利用此次科展，將研究的成果及發明提供專家參考，為整治山河盡點義務。

二、研究動機

洪水、土石流、旱災教訓你－誰叫你破壞我

桃芝風災為南投縣信義鄉地利、潭南村帶來前所未見的災情，全省造成一〇三人死亡、一一一人失蹤、一八九人受傷，尤其花蓮及九二一震災餘痛猶在的南投為甚，土石流及洪水造成47人死亡，一百三十人失蹤，傷亡慘重，90年9月7日怪颱納莉，惡水入侵北台灣，基隆河，洪水淹沒河岸城鎮，將垃圾，泥土和廢棄物統統拋回岸上，還給人類。電視報導納莉風災竟有貨櫃沿基隆河四處漂流衝撞卡在橋樑、橋墩或橋上，天災加上人禍災情慘重，財產損失委難計其數。南部乾旱缺水嚴重接著北部旱災缺水嚴重，中部水南送、南水北送，造成的旱災、水災和土石流與河川有密切關係，一年級認識台灣第二章地形、第六章水文與土壤，教導我們認識台灣地形、水文河川及土壤等方面知識，我深深覺得河川與水災、土石流、旱災有密切關係。身居災區的災民更應深入了解，喚醒國人認識河川，愛護河川，強化河川功能，減輕水災、旱災和土石流的損失。

三、研究目的

1. 認識河川，了解河川形成的自然現象。
2. 發覺河川自然修復的功能，依其自然修復過程，設計修復方法將部份土石流留滯河邊。
3. 該如何運用大自然的力量化解土石流的破壞力。
4. 將土石流停滯在損害最輕的位置。
5. 催化河川快速再生，加速恢復河川、運水調節的功能。
6. 降低水災、旱災及土石流的災情。

四、研究設備器材

1. 自製斜度測量器、水層流觀察箱。
2. 碼錶、照像機、底片。
3. 電鋸、風槍、磅秤。
4. 鐵鎚、水管、鋸子、切割器、焊槍、篩子。
5. 保麗龍、木板、水桶、白膠、漿糊、土塊、雙面膠、批土。

五、研究過程

(一) 整理資料

因為台灣島位於亞熱帶，且在太平洋颱風常經過的路徑，年降雨量雖然豐沛，但其季節分配甚不均勻，由以颱風最常於七月間至十月間侵襲台灣，每次颱風來襲均帶來豪雨，因此台灣的年雨量之百分之八十至百分之八十五均集中再此一季節中。

乾季時，雨量稀少，河川流量甚低，水源不足，公共用水及農業用水大幅短缺，再者，由於河川含砂量甚高，下游河床淤積嚴重，且深水河槽常常搖擺不定。再經歷賀伯颱風、九二一大地震、及桃芝颱風，由媒體報導可理解土石流短期間不可能根治，故河川的治理工作更錯綜複雜，除了了解河川外，更需了解土石流發生的原因及特性，探討出整體性的整治方法。

河川從其經濟活動地位及政府管理需要上分為主要、次要及普通河川三類，按流量大小分級為大、中、小河川三類、另在水理觀點上按坡降或流速緩急分為急流及緩流河川。地形學者依其觀點分類為：

1. 按河川成長期分類

本分類分為幼年、壯年及老年河川三類：

- (1) 幼年期的河川：山高谷深，瀑布、及水流到處可見，侵蝕能力強，使得河谷的橫切面呈現 v 字形。
- (2) 壯年期的河川：河道漸緩，則侵蝕力增加，河谷逐漸寬闊，瀑布急流消失。
- (3) 老年期的河川：河道平緩，流速見緩，河底夾帶泥沙，往大海或湖泊流去。

2. 按河川型態分類

河川可以從鳥瞰所呈現之型態這種分類可將河川分為直線蜿蜒即辮狀三類。

- (1) 直線河川，河川常有相當平直之河岸。
- (2) 蜿蜒河川，為區別這兩種河川地形學家以蜿蜒度分類。
- (3) 辮狀河川，有寬闊而不甚明確之河岸。

3. 河川各段之性質

一般河流雖如上述無顯著之界限，但大約可分為河源、上游、中游、下游及河口等五段。

- (1) 河源：河源者河水發源之地域。河源多高山林立，深谷萬壑，比降陡削，多屬

湧泉、沼澤或水河區，但若平時流量甚少，若久旱未雨，溪床完全乾涸，成為荒溪；荒溪可分三部分，即上部為匯集區，中部為匯集槽，可謂之河谷，下部為砂礫堆或稱之沖積扇，而位於荒溪注入廣平山谷之處。

(2) 上游：上游又可稱為山溪，多經行於中峽谷間，河床多為岩石，其石質不規則，變化甚多。有時水流經山腳之亂石灘地上，常有跌水及瀑布，在溪谷中隨谷形而變，致其斷面改變不定。

(3) 中游：河行高原，坡度頓減，大約均勻，流勢緩慢，流速常在每秒一公尺，此段稱為中游。

(4) 下游：河距出山之處較遠，地盆平柔，河床坡度甚小，流速益散緩，常小於每秒一公尺，此段稱為下游。

(5) 河口：河口為全河水流傾瀉于海洋或巨川大湖的歸宿。

河源河川上游濫墾伐，導致缺乏深根樹種，以作為水土保持的天然屏障是為一度傷害；河川中游則任意傾倒垃圾、廢棄物，是為二度傷害；河川下游則有不肖業者排放工廠有毒廢水以及砂石業者盜採砂石汙染及侵蝕是為三度傷害，不當佔用河道是為四度傷害；多重傷害致使河川加速老化，嚴重影響河川調節水量及運輸河水的功能。

土石流發生在山區由砂、礫、巨石、泥等物與水之混合物受重力作用所產生的流動體，沖刷河川兩岸，土石流愈滾愈聚愈多，動能愈大，破壞力愈大。搬運能力也愈強，破壞力愈大，所到之處沖毀或淤埋各種設施，造成生命財產的傷亡。

1. 土石流發生之具備條件：

(1) 足量之土石來源

土石流從上游往下游，會順著地形坡度流動，並以直線運動的方式往前推進，一面侵蝕河床基盤。另一方面，由於溝谷兩側具有發達不連續面的石邊坡，坡內的岩石已成高度破碎狀。遇上土石流沖刷、掏蝕溝谷兩側谷壁時，崩塌下來的破碎岩石便會間接增加土石流的土石方量。

(2) 陡峭的坡度

地形具有坡度，便可提供土石流往下沖刷的動力，坡度越大，當然整個沖蝕的動力便越大。

(3) 有足夠的水量

當雨水較大時，滲入地表，過量水流沖刷河川兩岸。

2. 針對土石流災害之防治工作，依據土石流之特性以及地點之地理特性，而選擇適當之方法。以下就各種土石流防治方法加以說明。

(1) 防止土石流發生

做好集水區水土保持，沒有土石來源自然沒有土石流問題。

(2) 消滅土石流流動能量

由於土石流本身比重大於清水，故在高密度、高流速之運動下，其能量極大，相對破壞力愈強，消滅其運動能量，應為工程規劃設計所需考慮之重點。

(3) 轉變土石流為土砂流

由於土石流內固體材料之濃度高，故衝擊力大，故若能使固體材料予以分離，而使土石流變為土砂流之流態，當可減少災害的規模。

(4) 使土石流脫水

土石流易於脫水，促使土石流的流動減緩，甚至於停止下來。

(5) 使土石流停止

讓快速流動之土石流在溪谷中停止下來，以免流出溪谷而對下游地區造成傷害。

(6) 收容土石流之土砂

選擇不具危險性之位置將土沙予以收容，而消除土石流於無害。

(7) 分散土石流

土石流可以用分流的方式，以減低土石流之破壞力。

(8) 引導土石流

將土石流引導至不具危險性之地區。

3. 造成嚴重土石流主要的原因，是巨量崩塌土石，大量雨水及陡峭地形落差，自然滾滾往下游衝，形成土石流。

影響土石流崩落的原因如下：

- (1) 森林之沖蝕：森林超限利用之違規開發情形日益擴大，造成土石流失亦形嚴重。
- (2) 農地之沖蝕：大多數之檳榔園均未做好水土保持處理，甚至違規超限土石不當採收利用，為山坡地農業發展及水土保持帶來許多難題。
- (3) 開路之問題：山區道路之開闢，因其土方之挖填數量大，短期內不易安定，且未

能妥善維護，使得道路崩毀、路基流失時有所見。

- (4) **坡地建築開發之水土保持問題**：在平地土地取得不易，山坡地開發作為建築用地，而在山坡地興建休閒別墅之情形日益普遍。
- (5) **遊憩用地開發之水土保持問題**：近年來由於國民所得大幅提升，戶外休閒遊憩活動日為國人所重視，致各種遊樂場、渡假村、高爾夫球場之開發等日漸激增，因施工不當、缺乏水土保持的整體理念，導致土石流災害年年有之。
- (6) **砂石不當採收**：近年來各項公共建設及都市建築日益增加之情形下，河川砂石開採日增，及部分河道因採取過度，危岌安全。
- (7) **河道不當佔用**：河道是自然地形之主要排水系統，由於河道多屬低平之地形，常被侵佔開發資做為汽車教練場、遊樂區、養殖場、傾倒廢棄物，甚至興建房屋，造成水患發生之主因。

(二)到武界、信義、水里和眉溪河實地觀察、照相、實驗

1.到武界河川下游看到河川有數小河蜿蜒迴盪、曲折特多最使我感到興趣的是有些小河，水流愈流愈小，隔一段沒水流的河床接著又有水流 出(如圖一、二)位於河道的礫石，通常會順著水流朝下傾斜堆疊，像屋瓦一片疊著一片，成疊瓦狀構造（如圖三）。

2.到信義鄉看到地利村受創的慘狀，溪床中許多大大小小的石頭、大型障礙物、沖毀的汽車、掩埋建築物、道路地基流失、田園變成溪床。如圖四、五，讓我感到非常意外這麼多的土石從哪裡來，這麼大的石頭，河水怎麼可能沖得動如圖六 溪床的砂石多處均高過路面，接著又到眉溪河實地觀察，沿途經過日月潭看到幾處的攔砂壩 如圖七、八，內埔橋河河床淤積嚴重，快與埔霧公路齊高，大雨過後山洪爆發，溪洪、溢流，該地難免會再度受到重大損傷。

綜合上述土石流發生必要條件已有三：

- 1.足量土石。 2.坡度。 3.足夠的水量。

造成土石崩落的原因太複雜，短期間無法防止土石大量崩落，首先必須思考下次土石流再發生如何處置，使崩落的土石，移動的距離愈短造成災害愈少；及化解巨大土石流的動能，將土石流帶來巨量的土石，停滯在適當的位置。經多方面的探討新得到的結論：

- 1.尋求能阻擋化解土石流動能的物質。
- 2.如何降低坡度才是解決土石流的根本方法。



圖二 河川下游河流中隔一段沒水流之河床



圖三 河床的礫石成疊瓦狀構造



圖四.信義土石流現場圖



圖五.土石流現場圖



圖六.地利土石流現場圖



道路在此
比河床低

圖七.日月潭攔砂壩



圖八.水裏攔砂壩



圖十七.高爾夫球測試



五、研究結果

實驗一

表一實驗結果證明“地底下堤防”有引導水流及防止土石流失的功能。

(一) 表一的結果表示地底下堤防有引導水流防止土石流失的功能

表一：用固定水流量測試（地底下堤防）的結果

水流 時間 坡度 5		3 分鐘	6 分鐘	9 分鐘
溝槽各裝填細砂泥土共混 合比例 1:1 各十七公斤	有裝不透紙板 (地底下堤防)	下游土石有稍的 下滑狀況較輕。	漸漸看到河底，少部 分的土已被沖掉。	水道深較窄固定，且 土石不再流失。
	沒裝不透水紙 板	下游土石下滑的 部分較多較嚴 重。	完全看到河底，土石 下滑流失較大。	河道成型，因沒有埋 紙板水道較寬。土石 流失的多且繼續流 失。

註：一.裝不透水紙板（地底下堤防）之溝槽引導水流及防止土石流失功能較佳（如圖九）。

二.九分鐘後風乾將溝槽剩餘之砂土風乾。

三.經過三次同樣實驗磅共剩餘風乾之砂土平均值 7 公斤及 10.2 公斤。

四.未裝防水紙溝槽流失土石 10 公斤 裝防水紙溝槽流失土石 6.8 公斤。

五.裝由防水紙溝槽有減少土石流失 $(10-6.8)/10=32\%$ 的功效。

六.若在防水紙的層數防止土石流失的效果定會更高。

圖九
地底下堤測試圖



← 未裝防水紙溝槽

← 裝有防水紙

實驗二

表二實驗證明水會侵蝕土石，也可協助河川修補河川的功能

二 表二的結果流有侵蝕土石及修補河床的功能 如圖十、十一、十二

表二：實地假山實驗水流侵蝕的結果

水流時間 日期 狀況	3 分鐘	6 分鐘	9 分鐘
原史始堆坡度 15 度	60 秒後土石下滑，上游土石往下流。1 分鐘後土石下滑更嚴重，使水中夾著泥沙，水成混濁色。	土石下滑沒有之前的嚴重，上游的土石也流到下游來了。流水還是成混濁狀。	9 分鐘後土石不滑動，上游的土石也固定不在滑動了，水漸漸由混濁轉為清澈。
二日後原地點	流水稍微混濁、土石未流失	流水清澈	流水清澈
四日後原地點 破壞河床	流水沖刷土石下滑水混濁，125 秒後土石不再下滑。	土石已漸漸不落，水也漸漸清澈。	流水清澈
註： 0.4 公升 / 秒 1. 三次實驗水流均固定為 2. 流水經過會前段時間會侵蝕土石。 3. 流水有修補河床的功能。			

圖十 實地假山水流侵蝕圖



圖十一 河床破壞土壤繼續流失



圖十二 流水侵蝕土石測試圖



實驗三

表三實驗證明同坡度 5 度下水流量愈大，流速愈快

(三) 表三的結果同坡度下水流量愈大流速愈快

表三：實驗同坡度下水流量愈大流速愈快

流量 公升/秒	0.4	0.8	1.2
流速 公尺/秒	0.8	0.95	1.1
註： 1.用保麗龍磨扇細粒狀，做為漂浮物 2.結果水流愈大流速愈快			

實驗四

表四實驗證明固定水流量 0.4/秒，水流速坡度愈大流速愈快(如圖十三)

(四) 表四的結果相同水流量下，坡度愈大流速愈快

坡度 $\frac{1}{1000}$	3	5	10
流速 $\frac{\text{公尺}}{\text{秒}}$	0.65	0.8	0.98
註：利用自製的木梯作方一端支柱，移動調整坡度			

圖十三 坡度 流量 流速 測試圖



實驗五

步驟一：用鋤頭從河岸邊順著流水方向，挖一條溝，將 0.1 公分厚 30 公分寬公長 15 公尺的塑膠桌墊埋下（如圖十四 白線所示）作為地底下堤防觀察

實驗結果：

- 1.堤後方的流水漸漸變小
- 2.堤前的流水往內集中形成較大水流。
- 3.河水往內集中、河道逐漸變深變寬。

圖十四 地下堤防實地實驗圖



圖十五.撞擊力測試圖



圖十六.水中衝撞力測試圖



實驗六

表六實驗記明水中不同距離、不同坡度的撞擊力測試，證明坡度越大 撞擊力越大，距離越遠 撞擊力越輕

6 表六的結果坡度愈大撞擊力，愈大距離愈遠撞力愈輕 如圖十五

表六：實驗同重撞擊物，坡度愈大撞擊力愈大，距離愈遠撞擊力愈輕

距 離 坡 度	5	25	50
3 度	撞擊力非常大，阻擋磚塊破裂	撞擊力非常大阻擋磚塊稍微破裂	撞擊力非常大阻擋磚塊歪斜
5 度	鉛球撞到水時產生水花，碰到磚塊稍微歪斜	鉛球磚塊，聲音較大沒移動	撞擊力非常大阻擋磚塊破裂
註：1 磚塊重 3 公斤體積 11x6x23.5 立方公分 2 撞擊物同為 6 磅鉛球			

實驗七

表七實驗話明水中不同距離、不同坡度的撞擊力測試，證明坡度越大 撞擊力越大，距離越遠 撞擊力越輕 如圖十六

(七) 表七的結果坡度越大、撞擊力越大，距離越遠、撞擊力越大。

表七：實驗水中撞擊物，坡度越大、撞擊力越大，距離力越遠、撞擊力越輕

距 離 坡 度	5	25	50
3 度	鉛球撞到水時產生水花，碰到磚塊稍微歪斜一公分至兩公分	鉛球磚塊，有聲音沒移動	鉛球在磚塊五公分前停止
5 度	鉛球撞到水時產生水花，碰到磚塊稍微歪斜	鉛球磚塊，聲音較大沒移動	鉛球正停在磚塊
註：1.平底溝槽 在水中會浮起需要往下壓 使其一端接觸水底。 2.撞擊物同為六磅鉛球。 3.溝槽中的鉛球碰到水時產生水花速度明顯減速。			

實驗八

表八實驗證明高爾夫球無法撞動磚塊

表八：表八的結果不同坡度 不同距離高爾夫球撞無法使磚塊移動 如圖十七

表八：實驗不同坡度 高爾夫碰撞磚塊無法使磚塊移動

距離 坡度 公分	5	10	20
3	磚塊不動	磚塊不動	磚塊不動
5	磚塊不動	磚塊不動	磚塊不動
10	磚塊不動	磚塊不動	磚塊不動

註：將 30 粒高爾夫球同時放入溝槽

實驗九

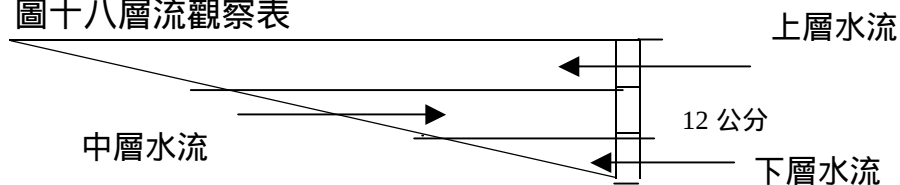
方法：1.使用固定水流量 0.4 公升/秒

2.利用模型 2 將調整斜度為五度

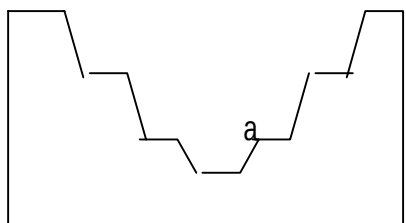
3.用注射針筒二之各裝藍、紅墨水

4.水深 12 公分，分成 3 段觀察如圖十八

圖十八層流觀察表



圖十九閘道堤



結論：1.愈淺層的水流流速愈快。

2.中央之水流速均較兩側快。

實驗十

方法：1.使用固定水流量 0.4 公升/秒。

2.斜度固定為五度。

3.用細粒狀保麗龍灑在水面上。

4 觀察水面水流的情形。

討論：1.中央部分的水流較快，閘門兩側水流非常慢。

2.水流動情形是以閘道口往上呈扇狀。

實驗十一

表（十一）閘道增高，河道水平長度增加表。 單位：公尺

閘道高度 河道坡度	1	3	5
1 度	1000	3000	5000
3 度	333	999	1666
5 度	200	600	1000
註：閘道提高增加的水平高度，均大於表上的長度。			

斜度測量器圖



實地觀察水土流失圖。 註：下三圖均在同一地點



實地假山水侵蝕圖



實地假山流水繼續侵蝕一個小時之圖



顏色注射針管及調整斜度用梯



閘道堤流水斜度測量圖



用保利龍觀察閘道堤上層水流觀測圖



閘道堤下層水流測試圖



閘道堤中層水層水流觀測圖



器材水管圖



六.討論及應用

最近幾年台灣發生幾次嚴重水旱災，國人認為只要集水區維護良好的森林覆蓋，加強水土保持功效，就可免除洪水災害，解決台灣水荒、旱災的問題。其實森林與水土資源保育影響水荒、旱災甚大外，不能忽略河川過速老化問題、河川負有運輸河水，及河川平時行水區外之河川地的溼度有調節雨水入滲量的功能。

土石流問題，錯綜複雜，需從河川的上、中、下游做整體探討，尋求可行的解決方法。依多項實驗證明，敘述如下

- (一) 大自然長期的森林之沖蝕，農地之沖蝕大量道路開闢 等種種過度開發，不當使用的問題短期間不可能解決，故土石流短期間可能會再發生。
- (二) 做好水土保持為上上策，水土保持未能做好，土石崩落是難免，過量的土石流，滾動的距離愈短損傷愈輕。
- (三) 水土保持在原地的問題另案討論。
- (四) 土石崩落至河谷如何防止小土石流聚集成大土石流降低破壞。
- (五) 比較實驗六與實驗七所得的結論，水深可化解土石流沖蝕力。
- (六) 實驗八高爾夫球撞擊力測試，撇開複雜因素質量輕的物質無法沖走大石頭(如圖十七)
- (七) 閘道堤「圖十九」閘道口 a 平時堤後方積水，積水水位高過閘道口往下流成小瀑布。隨著雨水的大小堤後方之水位及水平長度都隨著增高增長。
- (八) 堤後方水位增高，河道積水的長度，面積加大，水深深層流速慢，河床土石不易流失、降低衝撞力。
- (九) 實驗九証明愈淺層的流水流速愈深水流速愈慢，流速慢比重大的石頭會沈到河底。
- (十) 閘道堤因閘道口設置在中央，實驗十証明兩側水之流速較慢，故沖蝕兩岸的力量較小之土石較少。
- (十一) 閘道堤設置的位置，最好位置應設置在岩岸之狹谷，兩側均有較高的岩壁，避免水位提高淹沒土地。

七.結論

(一) 本案經長期的探討，遇到很多瓶頸，隊員均能同心協力思考再思考的尋找可行的解決方法，在探討的過程中，共有三項發明：

1. 為方便實驗設計斜度測量器。
2. 利用塑膠桌墊做地下堤防。
3. 閘道堤的設計。

(二) 預防嚴重水荒、土石流、旱災的發生，當然要注意

1. 河源河川上游集水區濫墾、濫建及森林復育
2. 中游的非法佔用行水區及不當的生活行為
3. 開闢道路應注重水土保持的評估
4. 教育國人水土保持、維護河川之重要性。

註：北部旱災、水庫、河川疏濬可參考使用地下堤防

1. 實驗一結果證明裝有地下堤防紙有減少土石流 32% 的功效
2. 若加長度；增加層數防止土石流失的效果定會更高

土石流發生的原因錯綜複雜，短期間不可能解決，土石流短期必然會發生，依據土石流發生的必要條件，土石流的特性，及傳統的防治方法，可解決局部小土石流，在中上游須找適當地分區停滯，避免土石流愈滾愈大。高速公路閘道管制，防止交通爆炸。閘道堤的設置，選擇適當的地點，可使土石流脫水，而使得土石停止，且可收集土石流之土砂，並具有降低河道的坡度及調節洪水之功能，小的攔沙壩的工程要進行，可是解決大土石流的問題更應提早規劃。就地取材善用大自然之力，化解大自然的破壞力”以水擋石，以石擋土”可為目前相關單位整治土石流的參考。

註：南投、花蓮整治土石流可參考使用閘道堤。

八.參考資料

- (一) 認識台灣(地理篇)國立編譯館(一年級用)
- (二) 最新科學百科全書 作者:王南榮 輔新書局
- (三) 台灣河川的特性 <http://contest.ks.edu.tw/~river/file/fileindo.htm>
- (四) 台灣洪水災害 郭振泰/台灣大學土木工程學系
<http://earth.gl.ntu.edu.tw/magazine/980902.htm>
- (五) 河流之各部分名稱 <http://contest.ks.edu.tw/~river/know/2000know/2000know2.htm>
- (六) 870420 種樹造林逝水圖保持的萬靈丹 中興大學水土保持學系系主任/鄭皆達
http://www.forest.gov.tw/web/publication/main_05-8.htm
- (七) 台灣地區河川現況、水質管理及污染防治
<http://www.twdep.gov.tw/www/d30/river/riv.htm>
- (八) 台灣土石流災害特性與研究回顧 <http://glyedu.tep.ncu.edu.tw/oldwww/taideb.htm>
- (九) 貧瘠的水：築壩和採砂石對河道的影響
<http://contest.ks.edu.tw/~river/know/2000know/2000know.htm>
- (十) 環境資訊中心<http://e-info.org.tw/column/ourisland/2000/co-island01080201.htm>
- (十一) 河川整治 整治河川刻不容緩
<http://contest.ks.edu.tw/~river/fell/fell2000/chinese/chinese9.htm>
- (十二) 河川治理與防洪 作者:顏清連
- (十三) 河川工程 作者:黃毓嵩 編著 銀禾出版社 印行
- (十四) 水利工程精要 作者:楊芳彥 逢甲大學圖書館
- (十五) 治河與防洪 作者:陳憲仁 中國土木水利工程學會
- (十六) 水患何時了 作者:郭振泰 水患與防洪排水研討會論文集
- (十七) 防洪工程規劃 作者:陳文祥 台灣省水利局
- (十八) 中國時報.中央日報.聯合報
- (十九) 認識土石流 游繁結/國立中興大學水保系教授
http://publicl.ptl.edu.tw/publish/sci_knog/48/tex07.htm
- (二十) 土石長流 陳玉峰
<http://alishan.net.tw/taiwan/article/article4/art28.htm>