

山區河流過渡至平原河流之水砂災害
治理方式探討

**Analysis on Water and Sediment Related Disaster
Management in the Region of Torrent to River**

執行單位：國立中興大學

執行期間：106 年 2 月 20 日至 106 年 12 月 31 日

計畫主持人：國立中興大學水土保持學系陳樹群教授

行政院農業委員會水土保持局委託研究

中華民國 106 年 12 月

(本報告內容及建議純屬執行單位意見，不代表本局意見)

山區河流過渡至平原河流之水砂災害治理方式探討

中文摘要

臺灣地區自然地貌差異甚大，河川多發源高山，沿程流經山區、丘陵直到下游的平原，而河道的橫斷面型態從上游 V 型到下游轉變為 U 型，災害類型也由多土砂變為多洪氾，其中轉變區段則是土砂洪水複合災害。而目前是以治理界點來劃分各權責單位的治理界線，但河川系統內部相互影響，故本研究提出「水砂不可分割應協調治理」之中心思想，並以共同治理區之概念來進行相關單位的整合治理。研究區域為濁水溪流域，由濁水溪地形的分布、河段坡度高程的特性為基礎，進一步藉由堤防護岸區域、多數入匯支流的河川級序、支流入匯主河道的土砂量、水庫壩堰條件來判別共同治理區段。分析結果顯示，濁水溪共有陳有蘭溪、清水溪及霧社水庫三段共同治理區。共同治理區即是期由相關單位相互配合使河道中的土砂維持平衡，因各河段於地理空間上之連結，無法分開思考，故相關單位應共同討論並相互搭配，使河道整體土砂平衡、構造物的強度、災害發生的機率得到最佳的控制及處理，朝向整體河相營造的方式來進行整治，最終可達成「治理分工、土砂平衡」之願景。

關鍵字：共同治理區、治理分工、土砂平衡

Analysis on Water and Sediment Related Disaster Management in the Region of Torrent to River

Abstract

The natural landscapes are diverse in Taiwan. Most rivers originate from high mountains and flow through hills then downstream plains. The valley cross-sections from upper to lower reaches transfer from V-shaped to U-shape. Moreover, the types of disasters also transfer from sediment to flood disasters, and the compound disasters occur in the transition regions between them. Authorities set river boundary points to divide the governance. However, the components within a river system influence each other. Therefore, this study proposed a key concept that “water and sediment management should be coordinated rather than separated” and used the concept of “collaborative governance area” to join related authorities. The Zhuoshui River is used as the case study. The collaborative governance areas were identified based on terrain, reach elevation and slope as well as the location of levees and revetments, stream order of most tributary into main stream, sediment volume of tributary into main stream, reservoir, dam and weir. There are three collaborative governance areas in the Zhuoshui River. The collaborative governance area means that the related authorities should cooperate with each other to keep water and sediment flux in balance. Because of the spatial linkage between reaches, the related authorities should cooperate and discuss with each other for making an optimal control and governance in river sediment balance, strength of hydraulic structures, and the probability of disasters. Toward a holistic management based on the whole river

morphology then the goal of “cooperative governance and sediment balance” could reach in the future.

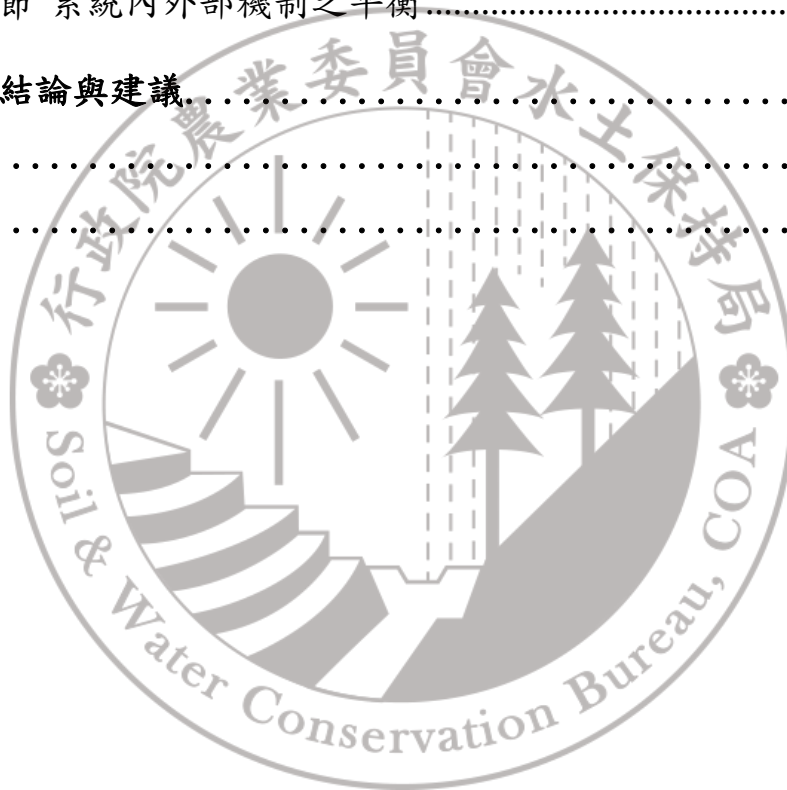
Keyword : Collaborative Governance Area, Cooperative Governance, Sediment Balance



目次

中文摘要	I
ABSTRACT	II
目次	IV
表次	VI
圖次	VII
第一章 前言	1-1
第一節 計畫緣起及目的	1-1
第二節 工作項目	1-1
第三節 預定執行進度	1-2
第二章 相關資料的蒐集	2-1
第一節 河川管理範圍劃定的相關法規	2-1
第二節 河川型態的相關文獻	2-13
第三節 河道幾何特性	2-19
第四節 流域基本資料	2-20
第三章 以土砂影響主河道水流情況、災害類型等資料來判別共同治理區之位置	3-1
第一節 濁水溪流域之形狀及縱剖面特性	3-4
第二節 濁水溪流域河段坡度及高程特性	3-4
第三節 橫斷面指標型態	3-6
第四節 隘口指標	3-6
第五節 堤防、護岸區段	3-6

第六節 兩岸支流土砂直接匯入主河道.....	3-8
第七節 計算共同治理區段集水區進入主河道的土砂量.....	3-9
第八節 水庫、壩堰.....	3-16
第九節 判別共同治理區之位置.....	3-16
第四章 探討共同治理區段中各權責單位共同治理之可行性 ...	4-1
第一節 自然因子.....	4-2
第二節 人為因子.....	4-6
第三節 系統內外部機制之平衡.....	4-14
第五章 結論與建議.....	5-1
參考文獻	參-1
附錄	附-1



表次

表 1.1 預定執行進度表	1-3
表 2.1 不同坡度可能引發之崩塌深度表	2-18
表 2.2 Bega 流域中控制各溪流型態特色的因子	2-20



圖次

圖 2.1 Horton 與 Strahler 河流分級方法比較示意圖	2-13
圖 2.2 2004 年與 2010 年河川高程縱剖面變異圖	2-15
圖 2.3 陳有蘭溪主河道由 2004 年至 2010 年沖淤變化圖，圖(a)為 利用 2004 年及 2010 年 DEM 估算之河道沖淤結果，並未考慮 人為疏浚，圖(b)為陳有蘭溪各河段由 2004 年至 2010 年人為疏 浚量分佈圖；考量人為疏浚後之實際河道沖淤如圖(c)(2010 年)、 圖(d)(2008 年)、圖(e)(2006 年)、圖(f)(2004 年).....	2-15
圖 2.4 各地區泥砂遞移率與集水區面積之關係圖	2-17
圖 2.5 臺北水源特定區與其它集水區之崩塌深度	2-18
圖 2.6 濁水溪流域坡度圖	2-21
圖 2.7 濁水溪流域地質圖	2-22
圖 2.8 濁水溪流域國有林範圍圖	2-22
圖 3.1 分析邏輯流程圖	3-2
圖 3.2 研究流域濁水溪之水系	3-3
圖 3.3 水利署治理的河道範圍	3-3
圖 3.4 濁水溪流域縱剖面	3-4
圖 3.5 濁水溪流域河段坡度及高程特性	3-5
圖 3.6 堤防、護岸的分布位置	3-7

圖 3.7 去除堤防、護岸段的共同治理區段	3-7
圖 3.8 可能為共同治理區段的河段圖	3-9
圖 3.9 共同治理區段的土砂量大小	3-10
圖 3.10 郡坑溪 2003 年影像	3-12
圖 3.11 郡坑溪 2005 年影像.....	3-12
圖 3.12 郡坑溪 2006 年影像	3-12
圖 3.13 郡坑溪 2007 年影像	3-12
圖 3.14 郡坑溪 2008 年影像	3-13
圖 3.15 郡坑溪 2009 年影像	3-13
圖 3.16 郡坑溪 2010 年影像	3-13
圖 3.17 郡坑溪 2008 至 2010 年深槽線之變化.....	3-13
圖 3.18 十八重溪 2003 年影像	3-14
圖 3.19 十八重溪 2005 年影像	3-14
圖 3.20 十八重溪 2006 年影像	3-14
圖 3.21 十八重溪 2007 年影像.....	3-14
圖 3.22 十八重溪 2008 年影像	3-15
圖 3.23 十八重溪 2009 年影像	3-15
圖 3.24 十八重溪 2010 年影像	3-15
圖 3.25 十八重溪 2008 至 2010 年深槽線之變化.....	3-15

圖 3.26 濁水溪流域的共同治理區段圖	3-17
圖 4.1 分析邏輯流程圖	4-2
圖 4.2 豐丘明隧道南端邊坡崩塌之情形	4-3
圖 4.3 望美村發生坡面崩塌之地理位置	4-4
圖 4.4 實地崩塌及岩屑堆積情形	4-4
圖 4.5 沙里仙洞溪發生土石流之位置	4-5
圖 4.6 郡坑溪及十八重溪在 2009 年莫拉克事件後的影像	4-6
圖 4.7 匯整十三個年度的疏濬位置	4-7
圖 4.8 清水溪進行疏濬之區段	4-8
圖 4.9 陳有蘭溪進行疏濬之區段	4-9
圖 4.10 陳有蘭溪共治區的疏濬頻繁區位	4-11
圖 4.11 陳有蘭溪河道中的地形特徵	4-12
圖 4.12 蘭陽溪與碼崙溪交匯口	4-13
圖 4.13 泥砂入匯主河道及其產生之影響示意圖	4-17
圖 4.14 系統內外部機制平衡及共同治理之概念圖	4-18



第一章 前言

第一節 計畫緣起及目的

臺灣地區自然地貌差異甚大，河川多發源高山，沿程流經山區、丘陵直到下游的平原，而河道的橫斷面型態則是從上游的 V 型到下游轉變為 U 型，發生的災害類型也由上游多發生土砂災害的野溪至下游則多出現洪氾災害的河川，其中夾雜在兩者間所發生的災害具有重疊性，即是一複合災害區段，而該複合災害之區段位置、地形特性等皆是值得探討的議題。而其治理觀點亦因各單位專責而有所差異，當中權責單位含括了縣市政府、林務局、水保局及水利署。以往均以治理界點劃分治理區，但本研究期以共同治理區之概念，以分工合作整治災害複雜的區段，以濁水溪流域作為研究區域。期盼提出創新概念在治理方面由現有的法規、共同治理區的特色及災害特性，來思考、評估各權責單位未來分工或共同治理可行之方向。

第二節 工作項目

一、相關資料的蒐集

- (一) 蒐集有關河川管理範圍劃定的相關法規。
- (二) 蒐集有關河川型態的相關文獻。
- (三) 蒐集流域基本資料。

二、以土砂影響主河道水流情況、災害類型等資料來判別共同治理區之位置

- (一) 以流域的各級河段平均高程及坡降來判斷野溪：河段的平均坡降即是河段的高程差除以流長差；而河段的平均高程則是

河段中所有斷面點位之高程進行平均。

(二) 橫斷面型態指標：利用寬深比累加的方式來代表河道橫斷面的寬淺程度。

(三) 隘口指標：橫斷面型態指標值加入坡降因子為隘口指標，可用來辨識隘口的位置。

(四) 判別共同治理區之位置：以土砂入匯主河道之情況、災害類型等資料來訂定共同治理區段之位置。

三、探討共同治理區段中各權責單位共同治理之可行性

以現有法規為基礎，將溪流共同治理區的特色及災害特性納入考量，來思考各權責單位於共同治理區段中未來共同治理可行的方向。

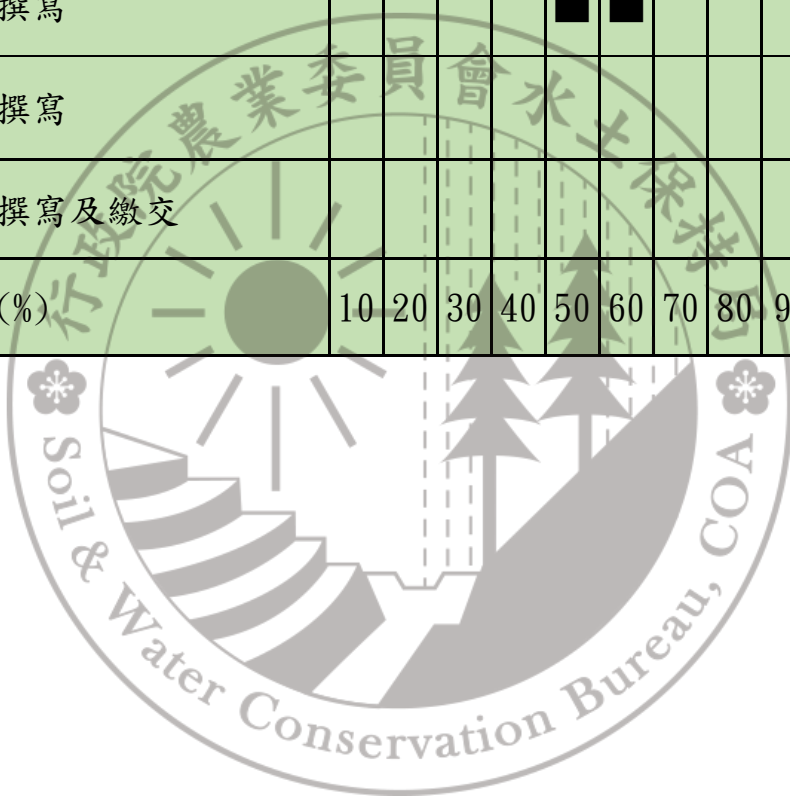
第三節 預定執行進度

本計畫自決標日起至民國 106 年 12 月 31 日完成，預定執行進度如表 1.1 所示。



表 1.1 預定執行進度表

工作項目	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
相關資料的蒐集	■	■	■								
以土砂影響主河道水流情況、災害類型等資料來判別共同治理區之位置			■	■	■	■					
探討共同治理區段中各權責單位共同治理之可行性						■	■	■	■	■	
期中報告撰寫					■	■					
期末報告撰寫										■	
成果報告撰寫及繳交											■
執行進度(%)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100





第二章 相關資料的蒐集

第一節 河川管理範圍劃定的相關法規

一、水利法

水利法於中華民國 31 年 7 月 7 日國民政府制定公布全文 71 條；並自 32 年 4 月 1 日起施行，中華民國 105 年 5 月 25 日總統華總一義字第 10500045971 號令修正，水利法中提及水利區、水利事業之興辦、水道防護。

第五章水利事業之興辦

第 63 條 興辦水利事業涉及其他目的事業主管機關職掌者，由水利主管機關會商辦理之。目的事業機關興辦目的事業涉及水利者，應商得水利主管機關同意。

第七章水道防護

第 78-2 條 河川整治之規劃與施設、河防安全檢查與養護、河川防洪與搶險、河川區域之劃定與核定公告、使用管理及其他應遵行事項，由中央主管機關訂定河川管理辦法管理之。
前項河川區域應視實際需要辦理地方說明會，但已依河川治理計畫辦理地方說明會，且其河川區域未超出用地範圍線者除外。

二、河川管理辦法

中華民國 102 年 12 月 27 日經濟部經水字第 10204607390 號令修正，河川管理辦法是依水利法第七十八條之二規定訂定，在河川管理辦法中提及河川的治理規劃、河川起迄點規定、河川管理事項等。

第一章 總則

第 1 條 本辦法依水利法（以下簡稱本法）第七十八條之二規定訂定之。

第 2 條 本辦法所稱河川，指依中央主管機關認定其屬於水資源開發或國土保育或區域發展關係重大之水系，並經公告之水道。

前項河川依其管理權責，分為中央管河川、直轄市管河川及縣（市）管河川三類。

河川起迄點規定如下：

一、河川水系之主支流經主管機關公告界點者，其主流起迄點為主流界點以下至出海口；支流起迄點為支流界點以下至其幹流之匯流口；河川界點上游及未經公告界點之支流不屬河川。

二、河川水系之主支流均未經公告河川界點者，河川之起迄點，自源頭至出海口，含其主、支流全部。

前項河川不包括排水管理辦法規定之區域排水起迄點及其上游。

第 3 條 本辦法所稱河川管理，指下列事項：

一、河川治理計畫之規劃、設計、施工。

二、河川區域之劃定與變更。

三、土石可採區之劃定。

四、河川環境管理計畫之訂定。

五、河防建造物之管理。

六、河川之巡防與違法危害河防事件之取締及處分。

七、河川使用申請案件之受理、審核、許可、廢止、撤銷及使用費之徵收。

八、治理計畫用地之取得。

九、防汛、搶險。

十、其他有關河川管理行政事務。

第 4 條 中央、直轄市及縣（市）管河川之管理機關，應依前條辦理河川管理事項。但前條第九款有關中央管河川之防汛、搶險由直轄市及縣（市）政府辦理。

前項管理機關，在中央為經濟部水利署（以下簡稱水利署），並由水利署所屬河川局（以下簡稱河川局）執行其轄管之河川管理工作。

第 5 條 主管機關得將其主管河川有關本法第九十七條之一第三項所定河川區域私有土地使用現況未違反本法規定證明文件申請案件之受理、審核及准駁，委任其所屬機關辦理。

中央主管機關得將中央管河川有關第三條第五款至第八款、第十款之河川

管理事項及前項工作，委辦直轄市、縣（市）政府辦理。

第 6 條 本辦法用詞定義如下：

一、河川區域：指河口區及依下列各目之一之土地區域：

（一）未訂定河川治理計畫或未依本法第八十二條劃定公告水道治理計畫線或堤防預定線者，為本法第八十三條規定尋常洪水位行水區域並經劃定公告之土地。

（二）已訂定河川治理計畫或劃定公告水道治理計畫線

或堤防預定線，而尚未據以完成河防建造者，為本法第八十三條規定尋常洪水位行水區域並經劃定公告之土地。但堤防預定線（即水道治理計畫用地範圍線）或水道治理計畫線較寬者，以其較寬線劃定並經公告者。

（三）依河川治理計畫完成一定河段範圍之河防建造物者，為依其河防建造物設施範圍劃定之土地，及因養護河防工程設施之需要所保留預備使用之土地，並經劃定公告。

（四）未依第一目公告之河段，經河川管理機關依河川實際水路所及、土地編定使用與權屬或其他相關資料認定之範圍。

二、堤防用地：指預定堤防用地或已建築堤防及其附屬建造物、水防道路用地。

三、水防道路：指便利防汛、搶險運輸所需之道路及側溝，並為堤防之一部分。

四、河口區：指沿陸地所定之河川區域線與海岸高潮線之銜接處沿海岸向河川兩岸外推距一定距離（中央、直轄市管河川最長五百公尺，縣、市管河川最長三百公尺）後，從該點沿河川流向，向海延伸銜接處寬度之一點二倍所形成之區域。

五、堤內：指堤防之臨陸面，即堤後。

六、堤外：指堤防之臨水面，即堤前。

七、河川公地：指河川區域內已登記及未登記之公有土地。

八、浮覆地：指河川區域土地因河川變遷或因施設河防

建造物，經公告劃出河川區域以外之土地。

九、河防建造物：指以維護河防安全為目的而興建之建造物，包括堤防、護岸、丁壩、防砂壩、潛壩、固床工、附屬堤防設施之水門及其他河川防護建造物。

十、河川圖籍：指河川管理機關依本法劃定之河川區域、水道治理計畫線及水道治理計畫用地範圍線之圖說。

十一、搶險：指天然災害致使河防建造物已發生險象或發生損壞，為防止損壞險象擴大所作之緊急搶救措施。

十二、搶修：指天然災害之威脅已減退，為免河防建造物尚未修復、重建前，災害再次發生或擴大所作之緊急措施。

第三章 河川治理規劃

第 13 條 河川治理規劃應以一水系或利害有關之數水系為一規劃單元，由管理機關統一為之。

第 14 條 河川治理工程應由管理機關依優先次序釐訂分年分期實施計畫，經主管機關核定後實施。但管理機關得因事實之需要，報經主管機關核准後變更。

其他機關在同一水系實施相關治理工程時，依本法第六十三條規定辦理。

第 17 條 為維持河川治理通洪斷面，河川管理機關所為疏濬等必要工程，除施設防護工程所需用地或辦理疏濬後其土地無法為原來之使用，應依法徵收其土地外，得不經河川私有地所有人之同意逕行為之，但其原有合法地上物應

予補償。

三、水利規劃試驗所 河川類常用專有名詞

河川界點
(River boundary point) 現行水利法所稱之河川，規定每一河川水系係自源頭至出海口，含其主、支流全部。惟河川上、中、下游各有森林法、水土保持法、水利法之主管機關依其專業職掌辦理相關森林保育、水土保持、河川治理工作，故訂定河川界點以界定相關主管機關權責工作範圍。

河川區域
(River zone) 為河川管理機關職權範圍，縱向從河川界點以下至出海口，橫向包含河道兩側洪水淹沒區(即有堤防河段的高灘地或沒有堤防河段的洪氾區)。

堤防
(Levee) 順溪流方向構築，高於地面用以防禦及約束水流不致氾濫之構造物。

辮狀河道
(Braided river) 由數條糾結的水體所組合而成的河道形式。

四、水庫集水區治理權責分工暨有關事項處理原則

水庫集水區治理權責分工暨有關事項處理原則於中華民國 96 年 1 月 29 日經授水字第 09620200600 號令訂定，在水庫集水區治理權責分工暨有關事項處理原則中提及河川野溪治理權責分工。

第一章 總則

一、經濟部(以下簡稱本部)為明訂各水庫管理機關(構)依「水庫集水區保育綱要」辦理推動集水區治理工作時，各有關主管機關(構)之權責分工、協調機制以及砂石與漂流木之處理程序，特訂定本原則。

- 二、水庫管理機關(構)應依「水庫集水區保育綱要」，對所管理之水庫，擬訂其水庫集水區治理之分年、分期實施計畫及其所需經費，奉核後交由各權責機關辦理。

第二章 河川野溪治理權責分工

- 三、河川界點以上屬野溪，由行政院農業委員會水土保持局（以下簡稱水保局）或行政院農業委員會林務局（以下簡稱林務局）治理；以下屬河川，由經濟部水利署（以下簡稱水利署）治理。其界點由本部與行政院農業委員會會銜公告。

- 四、河川界點沿用現有劃分之野溪治理界點，並視需要由水保局與水利署參酌水土保持技術規範規定之野溪定義協商定之。

- 五、野溪區段內有涉及疏濬事項時，由水保局或林務局邀請水利署協商辦理之；其屬河川區段內有涉及水土保持事項時，由水利署邀請水保局或林務局協商辦理之。

第三章 水庫集水區治理權責分工

- 六、水庫集水區保育計畫有關水土保持工程，依業務權責及專長分工治理及其監督主管機關（構）如下：

- （一）水庫蓄水範圍（含保護帶）：由水利署監督並由各水庫管理機關(構)治理。
- （二）國有林班地治理（不含蓄水範圍）：由林務局負責。
- （三）上開二款以外之山坡地治理：由水保局負責。
- （四）有關道路水土保持部分：由道路主管機關依權責辦理（路權及上下邊坡不可分割之治理範圍）。

第四章 水庫集水區治理協調機制

- 七、各水庫管理機關(構)於推動治理工作有協調各治理機關之必要時，得依下列協調機制為之：

- (一) 如屬地方或局部性，涉及單位較少之業務，由各水庫管理機關(構)或成立水庫集水區協調小組協調。
- (二) 水庫管理機關(構)無法協調事項，提報水利署進行協調。
- (三) 需要跨部會協調之重大業務事項，提由水利署送「經濟部水資源協調會報」研議。
- (四) 水利署得於必要時，依水庫的規模大小及為解決特殊個案情形，邀集相關單位另行成立跨部會專責機制。

水庫集水區治理權責分工暨有關事項處理原則的第二章第三點中所提及界點由經濟部與行政院農業委員會會銜公告的部分，經濟部與行政院農業委員會於民國 98 年 3 月 30 日會銜公告河川界點，行政院農業委員會於民國 100 年 9 月 29 日建議修正會銜公告，檢討修正公告內容為「治理界點」，以還原河川界點之訂定原意，而行政院農業委員會於民國 100 年 12 月 9 日針對經濟部函覆修正會銜公告進行說明，雙方無法達成共識。經濟部於民國 101 年 2 月 4 日廢止民國 98 年 3 月 30 日會銜公告。行政院農業委員會也於民國 101 年 4 月 9 日配合廢止會銜公告，停止適用與河川界點有關的 3 個函文。而經濟部於民國 101 年 4 月 13 日逕行公告中央管河川 24 水系及跨省市河川 2 水系之河川界點。

五、水土保持法

水土保持法於中華民國 83 年 5 月 27 日總統 (83) 華總 (一) 義字第 2845 號令制定公布全文 39 條，中華民國 105 年 11 月 30 日總統華總一義字第 10500146991 號令修正，於水土保持法中提及專有名詞之定義、一般水土保持之處理與維護等之規範。

第一章 總則

第 1 條 為實施水土保持之處理與維護，以保育水土資源，涵養水源，減免災害，

促進土地合理利用，增進國民福祉，特制定本法。

水土保持，依本法之規定；本法未規定者，適用其他法律之規定。

第 2 條 本法所稱主管機關：在中央為行政院農業委員會；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府。

第 3 條 本法專用名詞定義如下：

一、水土保持之處理與維護：係指應用工程、農藝或植生方法，以保育水土資源、維護自然生態景觀及防治沖蝕、崩塌、地滑、土石流等災害之措施。

二、水土保持計畫：係指為實施水土保持之處理與維護所訂之計畫。

三、山坡地：係指國有林事業區、試驗用林地、保安林地，及經中央或直轄市主管機關參照自然形勢、行政區域或保育、利用之需要，就合於下列情形之一者劃定範圍，報請行政院核定公告之公、私有土地：

（一）標高在一百公尺以上者。

（二）標高未滿一百公尺，而其平均坡度在百分之五以上者。

四、集水區：係指溪流一定地點以上天然排水所匯集地區。

五、特定水土保持區：係指經中央或直轄市主管機關劃定亟需加強實施水土保持之處理與維護之地區。

六、水庫集水區：係指水庫大壩（含離槽水庫引水口）全流域稜線以內所涵蓋之地區。

七、保護帶：係指特定水土保持區內應依法定林木造林或維持自然林木或植生覆蓋而不宜農耕之土地。

八、保安林：係指森林法所稱之保安林。

第 二 章 一般水土保持之處理與維護

第 8 條 下列地區之治理或經營、使用行為，應經調查規劃，依水土保持技術規範實施水土保持之處理與維護：

一、集水區之治理。

二、農、林、漁、牧地之開發利用。

三、探礦、採礦、鑿井、採取土石或設置有關附屬設施。

四、修建鐵路、公路、其他道路或溝渠等。

五、於山坡地或森林區內開發建築用地，或設置公園、墳墓、遊憩用地、運動場地或軍事訓練場、堆積土石、處理廢棄物或其他開挖整地。

六、防止海岸、湖泊及水庫沿岸或水道兩岸之侵蝕或崩塌。

七、沙漠、沙灘、沙丘地或風衝地帶之防風定砂及災害防護。

八、都市計畫範圍內保護區之治理。

九、其他因土地開發利用，為維護水土資源及其品質，或防治災害需實施之水土保持處理與維護。

前項水土保持技術規範，由中央主管機關公告之

第 9 條 各河川集水區應由主管機關會同有關機關進行整體之治理規劃，並針對水土資源保育及土地合理利用之需要，擬定

中、長期治理計畫，報請中央主管機關核定後，由各有關機關、機構或水土保持義務人分期分區實施。

前項河川集水區由中央主管機關會同有關機關劃定之。

六、水土保持技術規範

水土保持技術規範於中華民國 85 年 8 月 6 日行政院農業委員會 85 農林字第 5030375A 號公告發布，中華民國 103 年 9 月 11 日行政院農業委員會農水保字第 1031862243 號公告修正，水土保持技術規範中有野溪之特性、設計規劃、水土保持施工與維護等相關規定。

第三章 規劃設計

第七節 野溪治理

(野溪治理)

第六十四條 野溪指河川中、上游山坡地集水區內具有長度短、溪床坡度陡、溪床變動大、溪流量變化大等特性之自然溪谷。野溪治理指防止或減輕野溪淤積、沖蝕、淘刷與溪岸崩塌，並有效控制土砂生產與移動，達成穩定流心，減少洪水、泥砂與土石流等災害所實施之治理工程。

七、水土保持手冊

民國 64 年起編列水土保持手冊，持續修訂直至民國 81 年修訂完成，民國 93 年進行通盤檢討並於民國 94 年 11 月編印完成，在水土保持手冊中有對於野溪特徵之定性描述。

一.通論

1.1 野溪治理

1.1.2 野溪之界定與特徵

野溪係指位於河系中、上游之小溪流，以河川級序(Stream Order)來判斷，通常多屬於最初級河系，主要特徵有：

- 長度短：野溪通常位於河川之源頭，或沿河川兩側發育而成，就完整發育之整條河川長度而言，野溪通常僅佔河川長度之一小部分。
- 溪床坡度陡：(1)野溪因發育於集水區源頭，或兩側坡面，受坡面傾斜之影響，其溪床坡度通常均較陡。(2)野溪流量變化大，在雨季時，流量大、流速快，容易造成河床下切作用。
- 溪床變動大：由於平時與降雨時的流量差異甚明顯，故輸送土砂量差異亦大，而使溪床因沉積與沖刷作用之交互出現，故溪床經常變動，不易保持穩定。
- 溪床多岩塊或巨礫：較細小土砂容易往下輸送，故溪床上殘留的岩塊或巨礫特別顯著。
- 溪流量變化大：野溪一般不屬於常流性河川，因流短坡陡，又位於河川之源頭，平時流量少，甚至有河道乾枯的現象；而在降雨時，匯流時間短，流量急速增加，雨後退水也快。



第二節 河川型態的相關文獻

一、河川級序

河川級序之區分方法以 Horton 與 Strahler 的區分方法最為普遍，Horton(1945)的河川級序區分法是將最源頭之溪流定義為第一級河流，有兩條第一級河流匯合之水流，即為第二級河流，而且其第一級河流之主流亦提升為第二級河流，同理若有兩條第二級河流匯合之水流，即成為第三級河流，同時，第二級河流之主流亦提升為第三級河流，以此類推，由河流源頭至出海口之主流其級序即為流域內的最高等級，該方法之研究結果顯示，在坡度及岩性類似的環境中，河流的級序若越高，坡度相較之下則越緩。而 Strahler(1952)將 Horton 的河川級序區分法進行修正，將源頭溪流定義為第一級河流，有兩條第一級河流匯合之流路即為第二級，此部分與 Horton 法不同之處在於低等級河流之主流注入高等級河流時並不提升其等級，依此類推，在 Strahler 之方法中，第一、第二級河流可代表山地中較小之沖蝕溝與溝谷地，其發育對地質發展上具有較大之意義。張瑞津(1982)將 Horton 及 Strahler 的河川級序區分法繪製成比較圖如圖 2.1 所示。

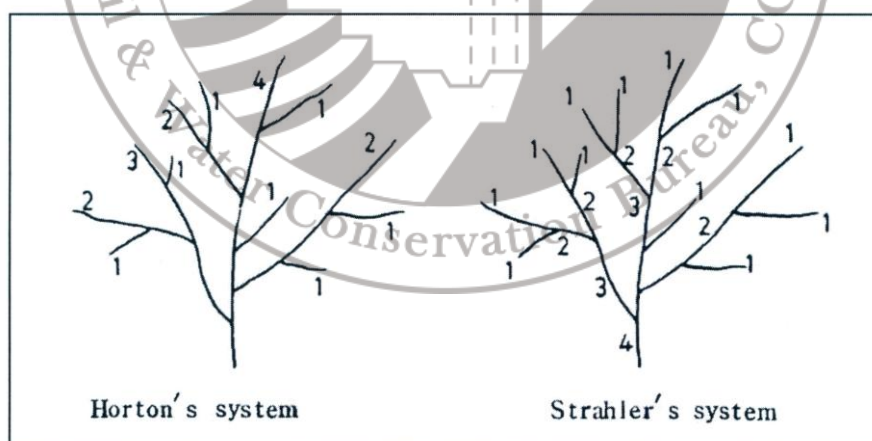


圖 2.1 Horton 與 Strahler 河流分級方法比較示意圖

本計畫採用 Strahler (1957) 之河川級序系統(即第一級河川匯流後，主流並非成為第二級河流)，透過各級序河段的坡度及高程特性來了解哪些河川級序的河段具有野溪的性質，可作為後續判斷濁水溪流流域共同治理區段的依據及參考。

二、巨量土砂對河川型態的影響

陳樹群等人(2013)探討極端水文事件土砂量對陳有蘭溪河川型態的影響，當中提及陳有蘭溪集水區在 1999 年集集地震至 2009 年莫拉克颱風產生巨量土砂，巨量土砂對於主河段造成淤積、拓寬及擺盪，以 2004 年及 2010 年 DEM 比較結果，在支流匯入處也是土砂主要堆積處，其中以郡坑溪及十八重溪的堆積最甚。在探討巨量土砂影響河川型態部分，以陳有蘭溪集水區及最上游和社溪集水區進行比較，兩者皆為巨量土砂匯入的集水區，差異在和社溪土砂的來源為上游神木集水區，可視為單一源頭的土砂，而陳有蘭溪則有多條支流土砂匯入，其縱剖面 2004 至 2010 年的變化約在-4.6m(沖刷)至 5.1m(淤積)間變化，如圖 2.2 所示，淤積河段多位於支流入匯處，且以郡坑溪、內茅埔溪、十八重溪匯入陳有蘭溪尤其明顯，當巨量土砂由側邊支流匯入時會在入匯處形成區域性嚴重堆積(即土砂淤積扇)，土砂淤積扇除了會造成縱剖面高程區域性增加外，也會將主流往對岸推，加深對岸河道的沖刷情形(圖 2.3)。

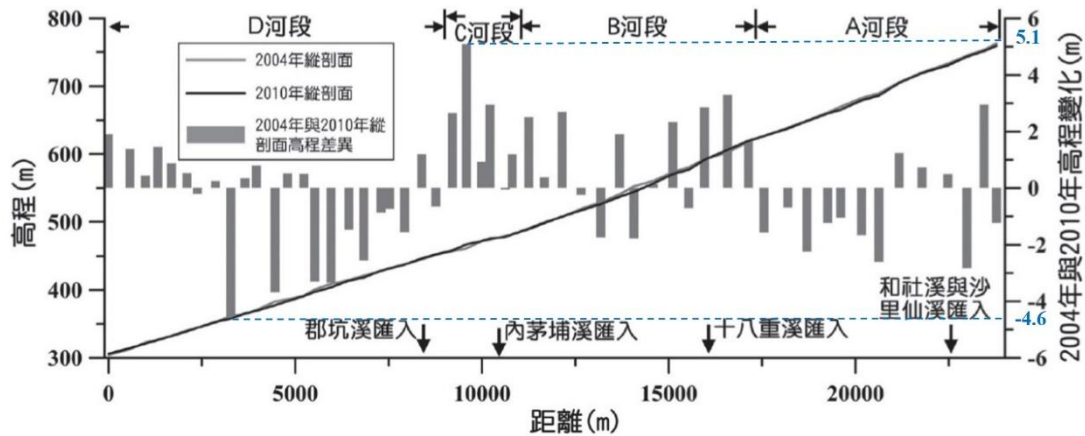


圖 2.2 2004 年與 2010 年河川高程縱剖面變異圖

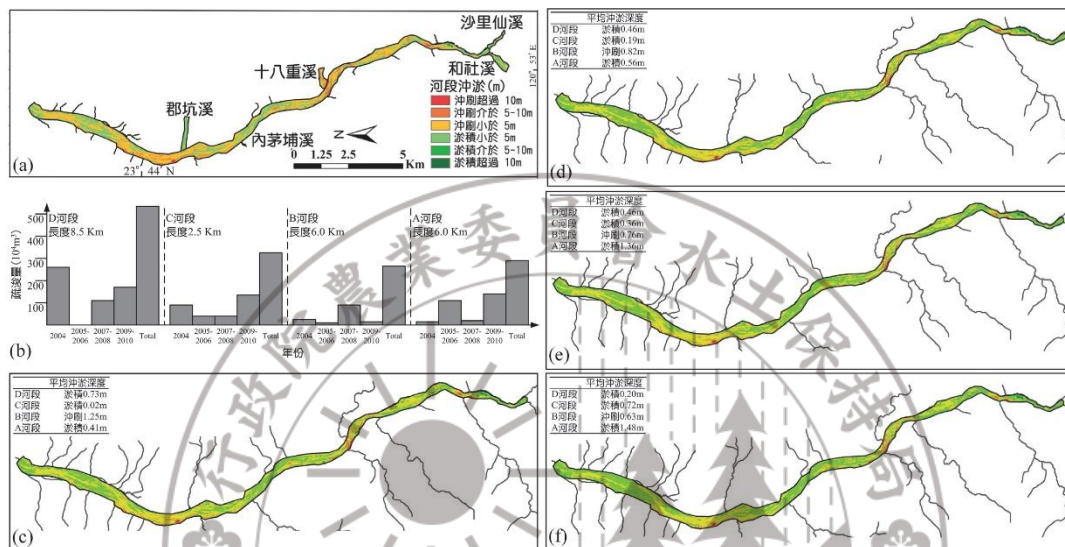


圖 2.3 陳有蘭溪主河道由 2004 年至 2010 年沖淤變化圖，圖(a)為利用 2004 年及 2010 年 DEM 估算之河道沖淤結果，並未考慮人為疏浚，圖(b)為陳有蘭溪各河段由 2004 年至 2010 年人為疏浚量分佈圖；考量人為疏浚後之實際河道沖淤如圖(c)(2010 年)、圖(d)(2008 年)、圖(e)(2006 年)、圖(f)(2004 年)

然而，在巨額土砂影響河川型態的部分，陳樹群等人(2013)也對和社溪受巨額土砂所造成的河相演變進行探討，首先提及何謂巨額土砂，Davies, T.R.H., and Korup, O.(2007) 探討土石流匯入土砂對於河川型態的影響，其試區年土砂產量在每平方公里有 $4\sim 19\times 10^3\text{m}^3$ ，故應可以其為一會影響河川型態的土砂量，也提出多砂河道經峽谷進到平原，河道發展由辮狀、蜿蜒又調整為辮狀之循環模式。研究結果指

出在 2009 年莫拉克事件後無發生較大規模的颱洪事件，故進入和社溪的土砂逐漸減少，河川辮狀指數降低，流路漸漸營造出主深槽，河川型態也由辮狀轉向蜿蜒；另一探討的是河川轉彎或隘口處對土砂運移的影響，和社溪河段具有二個轉折處或三個隘口處，二個轉折處是上游土砂進入和社溪後主要堆積區，過多土砂除了造成主流底床堆積深度的增加，也使各支流由匯流口往上游淤積，而隘口處則是土砂嚴重淤積處，主導土砂往上游方向堆積，間接造成河岸淘刷密度有增高趨勢。

三、泥砂遞移率(SDR)

水利署(2003)以河床演變的觀點，泥砂運移可定義為在特定時間下流過一已知河床區段的累積泥砂量，而在集水區經營方面可將泥砂遞移視為河道泥砂沖刷與淤積之變化，泥砂遞移量隨著河道往下游遞增時，表示河道呈刷深現象，若是遞移量遞減時，河道則是呈淤積現象。錢寧(1985)提及泥砂運移率可用來解釋集水區內泥砂一連串運移、侵蝕、堆積過程的簡化，前提是需將集水區視為一整體才可連結泥砂複雜的輸送機制。Walling(1994)指出跟據國內外學者的研究成果經驗顯示，研究多以集水區地貌與環境來考量對於泥砂遞移率的影響，如集水區型態、河道情況等。其中集水區面積被視為一重要影響泥砂遞移率的因素，Walling(1983)將不同地區泥砂遞移率與集水區面積間關係的資料整理成圖 2.4 的關係圖，在國內也有許多學者對於集水區泥砂遞移的現象進行研究，陳樹群等人(1999)以臺灣地區八座水庫集水區之泥砂遞移概況進行分析，提出泥砂遞移率與集水區面積之關係式 $SDR=165.67 \times A^{-0.24}$ ，並且將歷年相關的研究成果進行彙整，建立臺灣集水區面積與泥砂遞移率之關係曲線，繪至 Walling(1983)所提出的圖

2.4 當中，國內研究資料亦符合集水區面積與泥砂遞移率成反比之趨勢。

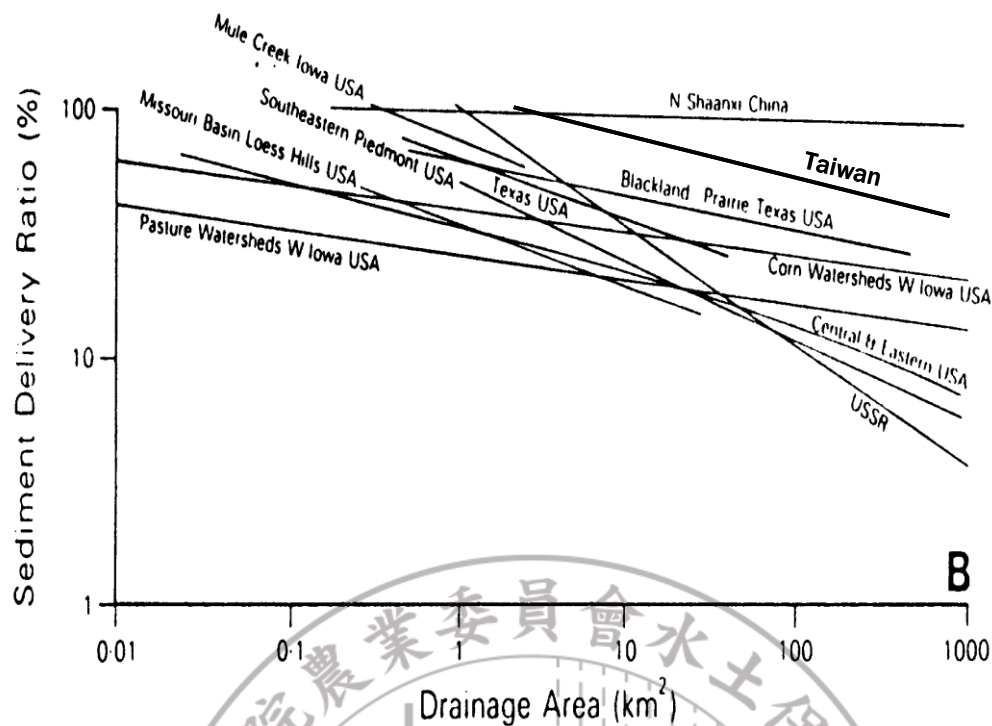


圖 2.4 各地區泥砂遞移率與集水區面積之關係圖

四、崩塌地平均深度

集水區的崩塌量估算可以崩塌面積乘上崩塌深度作為計算之主要概念，Khazai and Sitar (2000)針對集水區內崩塌地進行評估時，依照不同的坡度範圍訂定出代表性的崩塌平均深度，如表 2.1 所示。水利署(2015)進行崩塌量之估算時，也是採用崩塌面積乘上坡度範圍所對應的崩塌平均深度，然而須先瞭解研究區域內各坡度範圍所對應的平均崩塌深度，才能依照前述之估算概念進行崩塌量的計算，其研究區域各坡度範圍及平均崩塌深度如圖 2.5 所示。

表 2.1 不同坡度可能引發之崩塌深度表

坡度(°)	0~30	30~40	40~60	大於 60
崩塌深度(m)	2	1.5	1	0.5

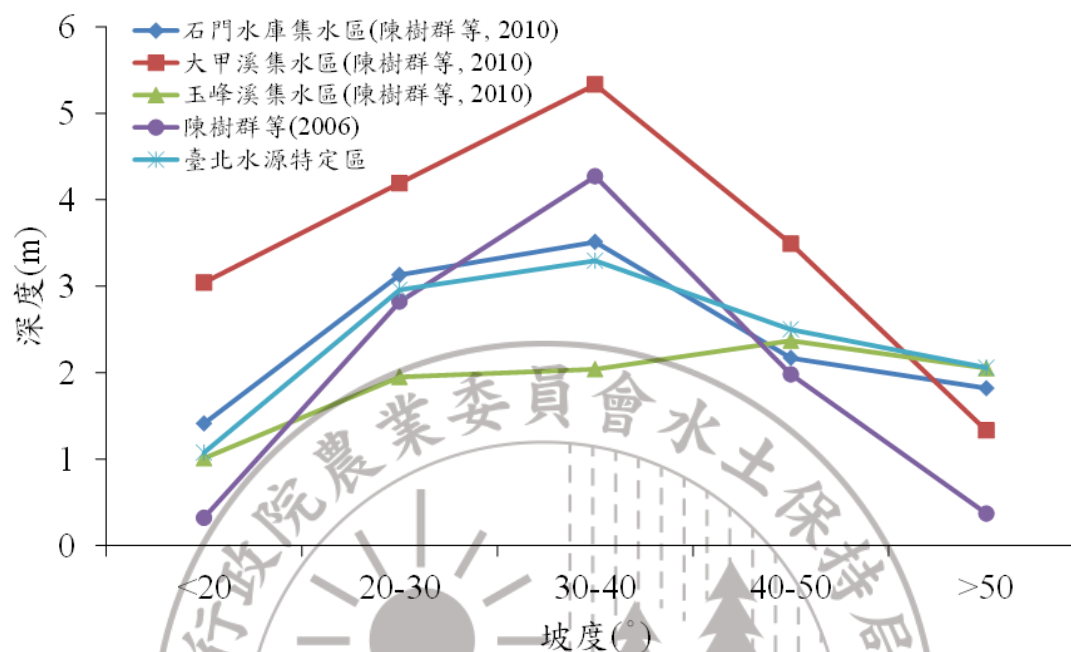


圖 2.5 臺北水源特定區與其它集水區之崩塌深度

五、疏濬工程

疏濬工程容易直接影響到河道中泥砂的平衡，發生颱風事件，帶來豪大雨時，原本脆弱的地質條件使得大量土砂的崩落，因著上游產生大量土砂，進到主河道的土砂也相對增加，有大量土砂一下子通通進到河道裡時，將會使河道面淤高、通水斷面減小，可能會危害到周遭的保全對象。姜燁秀等人(2012)提到台灣近年的颱風帶來超大豪雨，尤其是莫拉克，導致大量崩塌，容易引發土石流，土石並隨著洪水進到野溪、河道，導致溪床抬高及河道堵塞，使居民、交通設施受到威脅，故整體治理規劃應優先重視野溪土石的清疏作業，清疏工程可幫

助防止未來的洪水及土石流問題，應在汛期前實施，並認為河道實施清疏工程比建構防砂設施阻擋土石下移為較佳的方法。鄭旭涵等人(2010)也提及颱風過後，土砂停留在河道的中上游及堵塞河床，阻礙排水可能造成不同形式的二次災害，提出加強河川野溪及水庫疏濬方案，在民國 98 年行政院核定並頒布實施，以上皆顯示了疏濬工程可即時有效的減緩水土泥砂之問題。

第三節 河道幾何特性

一、河川坡度

Brierley and Fryirs(2000)研究的 Bega 集水區位於澳洲，其地形起伏平緩，且屬於半乾燥氣候，研究中提到控制各種溪流型態的因子，包括山谷的坡度、寬度、上游集水區面積及單位溪流功率，其中峽谷型態的河谷坡度介於 0.04 至 0.08，而峽谷的斷面型態接近 V 型，到了較下游的原始埋積谷即刷填、堆積河段，其斷面型態則接近 U 型，坡度介於 0.02 至 0.028 之間，故河谷斷面型態由 V 型轉變為 U 型的區位大約坡度在 0.02 至 0.04 間為其轉變段，如表 2.2。

表 2.2 Bega 流域中控制各溪流型態特色的因子

河川型態	河谷坡度	河谷寬度(m)	集水區面積(km ²)	單位河川功率 (W/m ²)					滿槽流量重現期距(年)
				1 / 2	1 / 5	1 / 10	1 / 50	1 / 100	
源頭小溪(headwater)	0.02	40	>20	—	—	—	—	—	—
峽谷(Gorge)	0.04-0.08	10-40	0-135	—	—	—	—	—	—
下切埋積谷(Incised cut-and-fill)	0.005-0.03	<300	<20	100	125	440	1020	1140	>100
原始埋積谷(Intact cut-and-fill)	0.020-0.028	200	<20	3	4	25	70	100	n/a
垂直向增長之沖積平原(Vertically accreted floodplain)	0.006-0.02	<50	>30	230	310	650	810	870	2-10
沖積扇(Fan)	0.03	100	>80	—	—	—	—	—	—
直線搬運河段(Throughput)(主流)(trunk)	0.004-0.006	60-240	100-1000	100	130	390	640	730	>100
直線搬運河段(Throughput)(支流)(tributaries)	0.005-0.029	20-80	20-325	165	210	680	1270	1520	2-50
斷流河下游沖積河段	0.010	150	<30	3	4	25	70	100	n/a

二、野溪與河川特性

陳樹群(2008)對於野溪各項因子所提出的範圍為野溪流速大、坡度陡，偏向 V 型河谷，其寬深比小於 10，河寬約在 50 至 100m 以下，河床質以卵塊石為主，河川級序約是第 1、2 級的低級序河。

第四節 流域基本資料

本計畫之研究流域為濁水溪流域，濁水溪舊稱螺溪，位於台灣中部，發源於合歡山主峰與東峰間的佐久間鞍部，全長約 186.6 公里，流域面積達 3,156.90 平方公里，僅次於高屏溪，而主要支流有霧社溪、塔羅灣溪、萬大溪、丹大溪、郡大溪、巒大溪、水里溪、陳有蘭溪、清水溝溪、東埔蚋溪、清水溪、郡坑溪，其於彰化縣大城鄉與雲林縣麥寮鄉入海，屬於中央管河川，也是台灣最長的河川。而濁水溪名字的由來是因其上游集水區崩塌地多，河水夾帶大量泥砂，長年混濁而得名。

一、地理

流域地形東高西低，坡度由東向西遞減如圖 2.6，而地質分布則如圖 2.7，東以中央山脈為界，分水嶺有能高山、大石公山、丹大山、馬博拉斯山等，南則以玉山為界，流域內國有林地範圍如圖 2.8 所示。濁水溪主流發源於標高 3220 公尺的佐久間鞍部即武嶺附近，一路向下流至廬山附近再與塔羅灣溪匯合，繼續往西南流，經霧社水庫後，轉向南流至萬大，萬大溪匯入後，之後再有丹大溪與其之支流郡大溪匯入，自此後河流轉向西流，並在水里匯入陳有蘭溪、水里溪，而於集集匯入南清水溝溪，竹山附近匯入東埔蚋溪、清水溪，流至平原區經二水、西螺鄉後，於彰化大城鄉與雲林麥寮鄉間流入台灣海峽。

因著整個流域的地勢多變及具有較大水量可進行運用，在流域中興建水工構造物來調節水源，像是武界壩、頭社水庫、霧社水庫、日月潭水庫、集集攔河堰等。

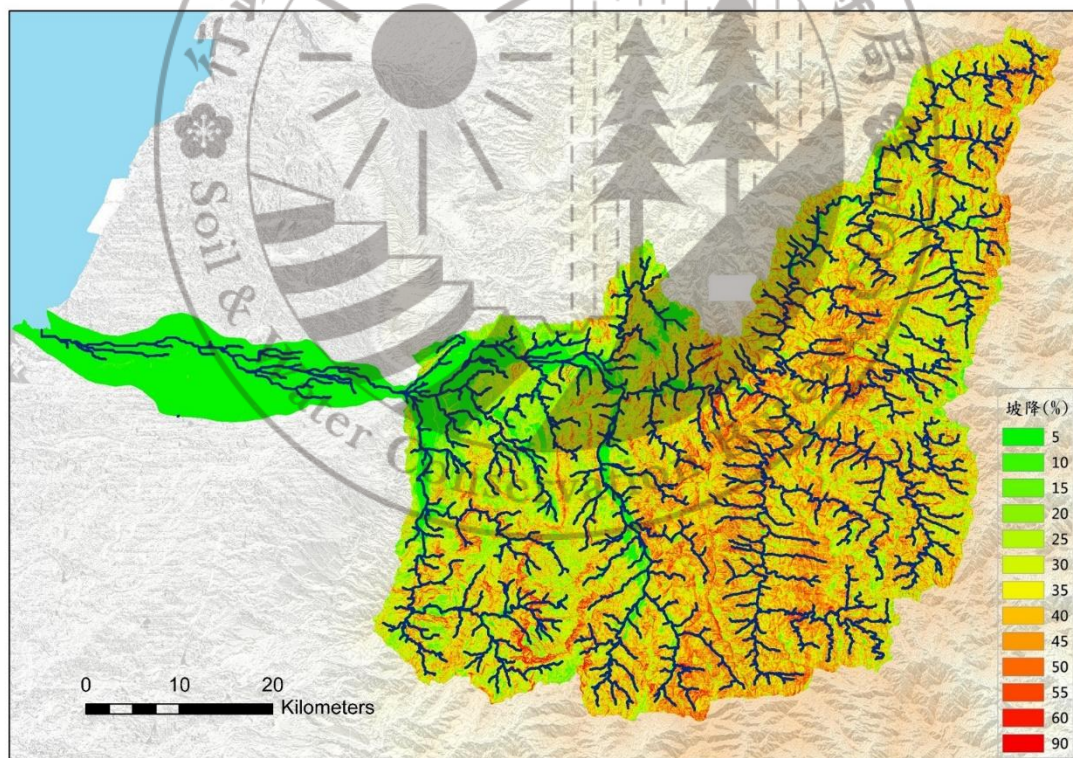


圖 2.6 濁水溪流域坡度圖

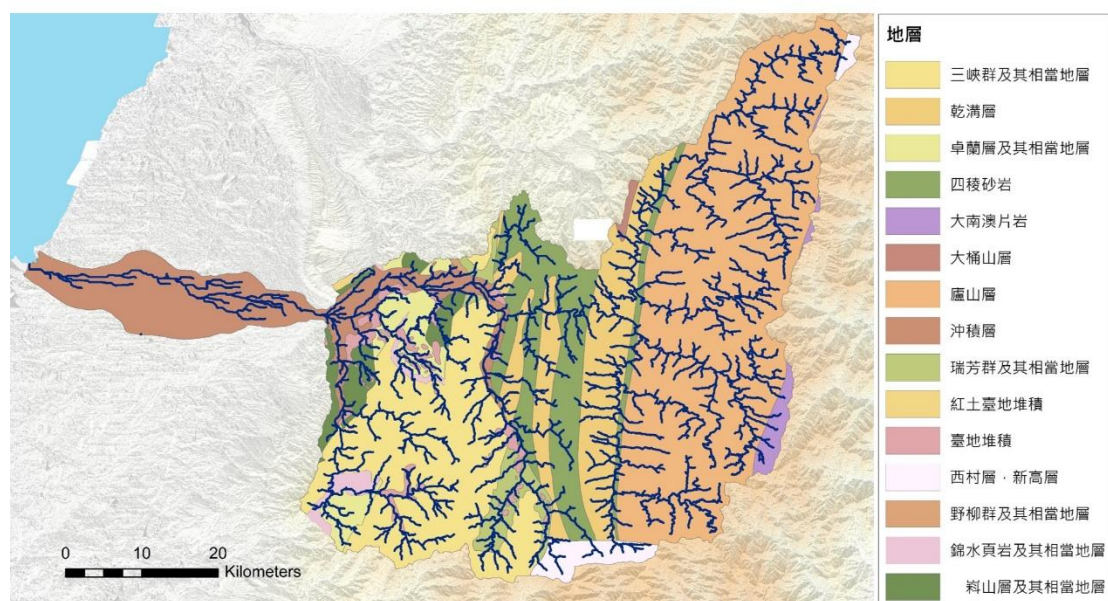


圖 2.7 濁水河流域地質圖

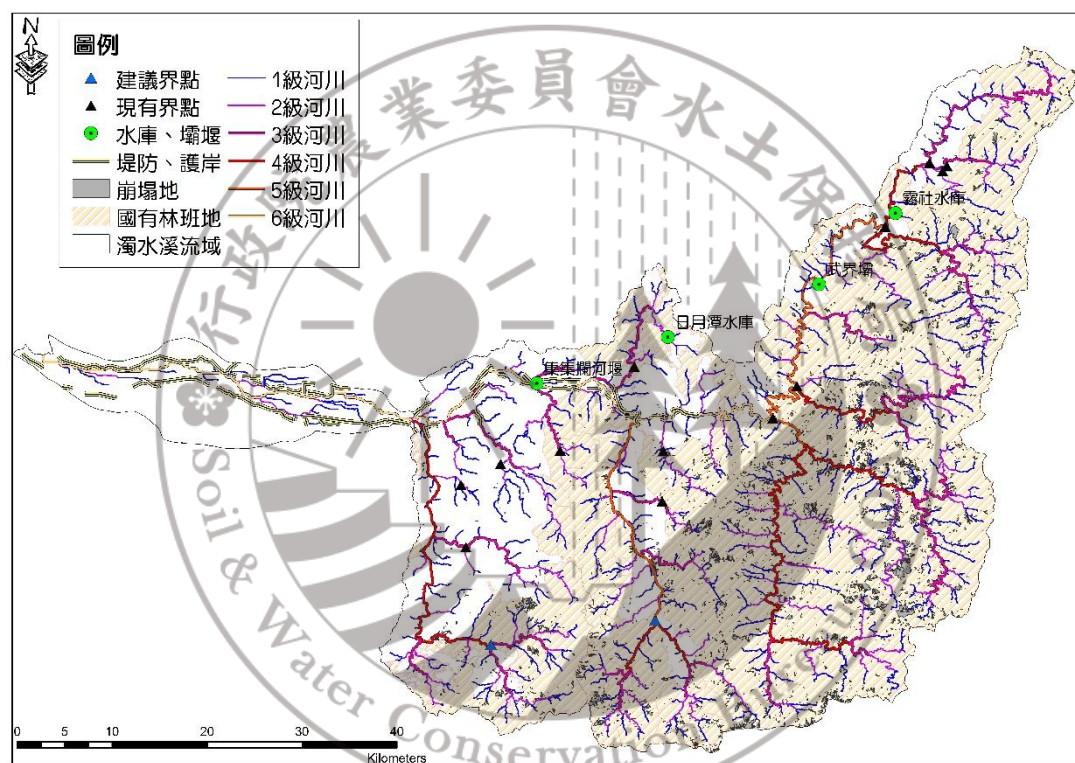


圖 2.8 濁水河流域國有林範圍圖

二、上游

上游大致為曲流地形，高山林立，河谷窄深，地勢崎嶇險峻，崩塌地數目多，致使產砂量豐，與各個支流的匯流點常見迂迴流路為濁水溪上游部分地形特徵之一，因著複雜多變的地形也造就不同的氣候

帶及豐富林相，北邊霧社溪上游的合歡山群峰及奇萊山等劃入太魯閣國家公園，南邊陳有蘭溪上游的玉山群峰及大水窟山、秀姑巒山、八通關山等則劃入玉山國家公園。此外，由於上游地勢起伏劇烈，高程落差大，造就水力資源豐富，於主流及其支流水里溪興建有大觀一廠、二廠、明潭等發電廠，還有頭社水庫、霧社水庫、武界壩及日月潭水庫，供應水力發電之用。

三、中游

當由上游至下游河谷越漸開闊，因著濁水溪溪水的含砂量特別高，不但導致溪水混濁，更使得中、下游河床淤高，形成沙洲，故濁水溪中游以河階地形及台地為主，像是在清水溪與濁水溪的匯流處，主要有平頂埔臺地及竹山河階群；在濁水溪支流東埔蚋溪的兩岸，流經鹿谷鄉形成發達的河階地形，統稱為鹿谷河階。然而，遇到大洪水事件來襲時，巨大且挾帶高含砂量的洪水易造成河道的變遷、改道，甚至發生災害。

四、下游

濁水溪下游則多為河谷地形及沖積扇，其沖積扇是以二水的鼻子頭隘口為扇頂向外展開，由扇頂至扇邊達四十公里，為台灣最大的沖積扇，沖積扇上有五條分流，分別為東螺溪、西螺溪即目前的濁水溪下游段、新虎尾溪、舊虎尾溪及北港溪（上游為虎尾溪），在未進行整治前呈辮狀流路，相當不穩定。現今濁水溪流域已建築堤防並將溪水導至西螺溪，其餘分流則因人工整治關係變成各單一流域。而濁水溪也是台灣優良的地下水蘊藏區，但由於長期的抽取地下水，已使得雲林海岸部分地區發生地層下陷、海水入侵之現象。



第三章 以土砂影響主河道水流情況、災害類型等資料來判別共同治理區之位置

由本計畫之核心理念「水砂不可分割應協調治理」為出發點，現今河川治理之劃分方式是以河川界點作為各單位權責之劃分，但因台灣本身地形多陡峻，溪流坡陡流急，且許多河段並無具有可調控土砂之構造物或設施，當有大颱風事件發生時，集水區中崩塌地的土砂量容易進入到主河道，土砂量大時將會對主河道造成影響，尤其是由兩岸坡度較陡之野溪入匯至主河道，野溪的陡坡及洪水帶來的大流量將產生巨大能量使得大量土砂一下子都進到下游的主河道，可能造成主河道有阻塞的情形，又或者更進一步造成堰塞湖的出現，若發生這樣情況時還是只以河川界點來劃分治理範圍似有不妥之處，主河道的治理機關水利署需面臨極度混濁的河水甚至是土石流所帶下來的大量土砂及形成的堆積扇，而以河川界點上游來看應由水土保持局做好土砂的控管，但水砂不可分割，水流帶動土砂，由此看來應是相關單位須相互分工合作，使問題得到較佳的處理方式，故本計畫提出「共同治理區」的觀念及方式，在共同治理區當中由某單位為主而另一相關單位為輔，藉由各單位之專業來共同解決問題，最終可達成「治理分工、土砂平衡」之願景。以下以水砂不可分割之觀念進行研究流域濁水溪共同治理區段之判別，圖 3.1 為本章分析邏輯流程圖，圖 3.2 為研究流域濁水溪之水系圖，而圖 3.3 則是加上現有河川界點及水利署治理的河道範圍，而由水利署目前治理的河道範圍中判別出共同治理區段。

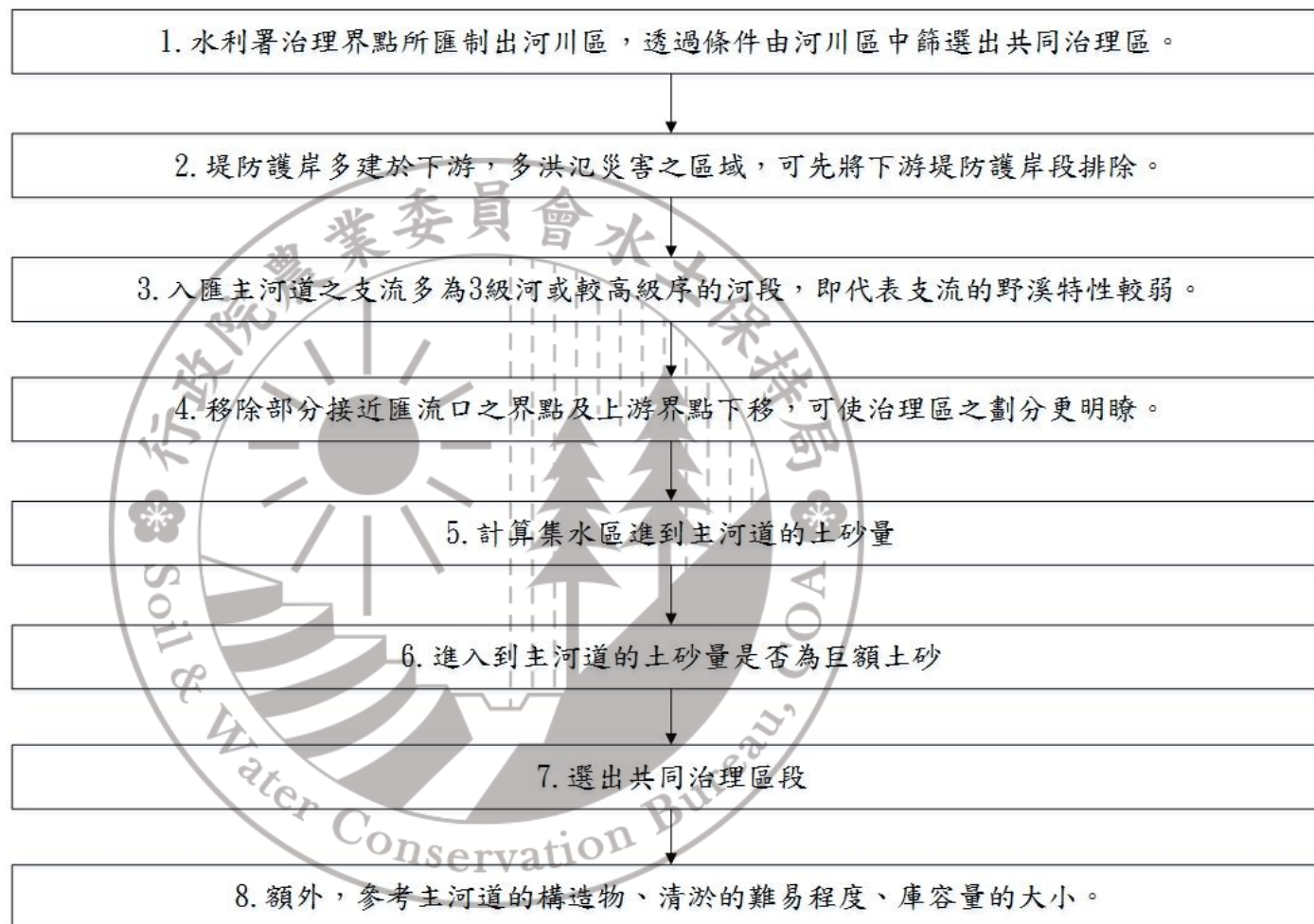


圖 3.1 分析邏輯流程圖

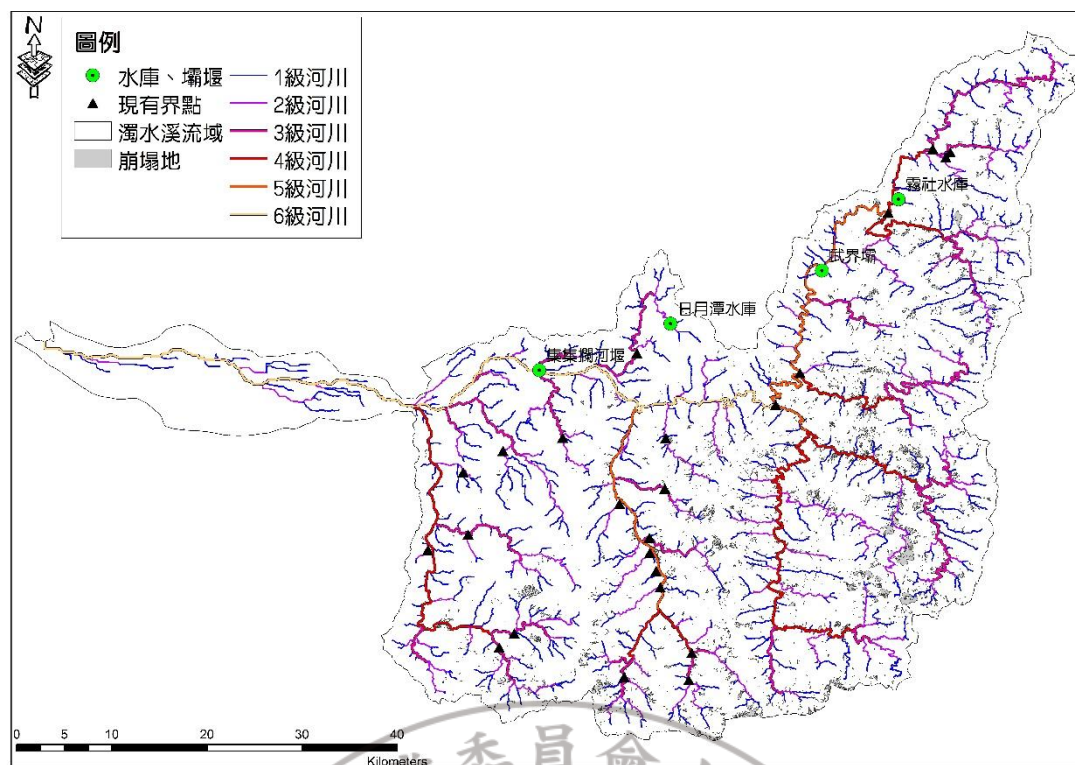


圖 3.2 研究流域濁水溪之水系

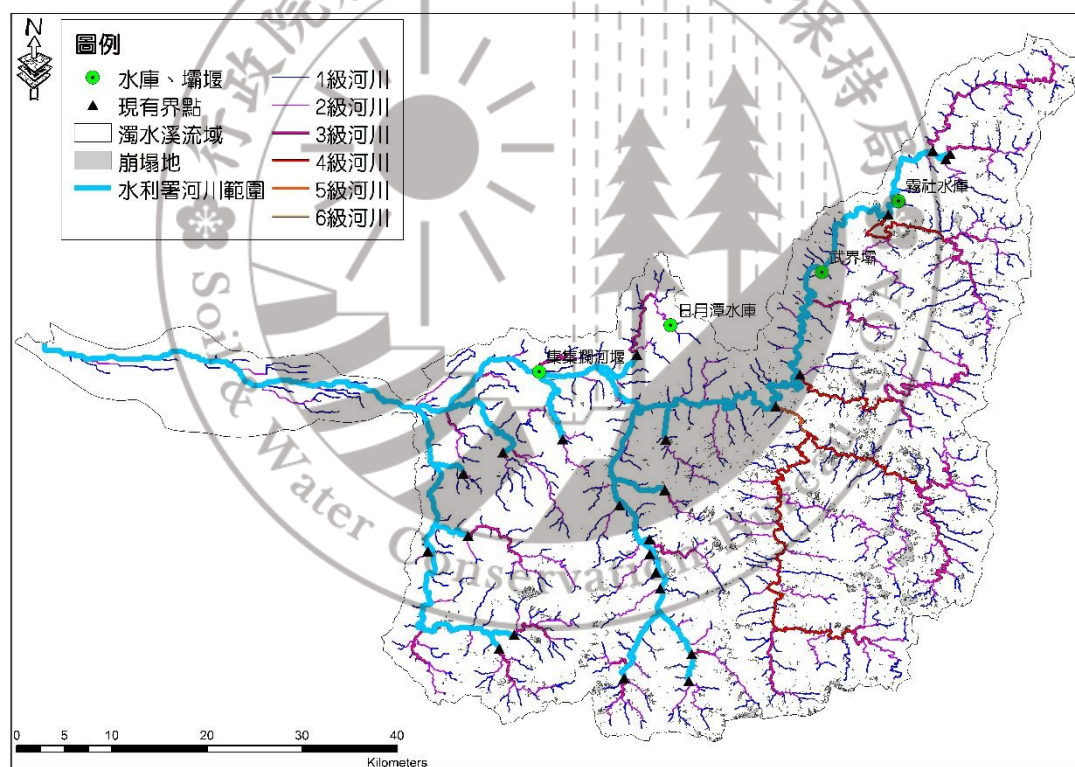


圖 3.3 水利署治理的河道範圍

第一節 濁水溪流域之形狀及縱剖面特性

由流域形狀外觀來看，濁水溪流域外觀呈現上游源頭偏圓而下游因人工構造物之限制偏狹長，當流域形狀較偏圓，其地質、地形的跨度較大，水流相較於縱向發展，反而更有橫向發展的空間，故可形成具有數條主流之水系型態，呈多分支狀，於圖 3.4 可觀察到該狀況。然而，最大的第 6 級河段其縱剖面為較單一之曲線並無明顯的分化，應是受到下游流域形狀束縮之影響，以至於較無橫向發展的空間，故其縱剖面曲線呈現單純化。

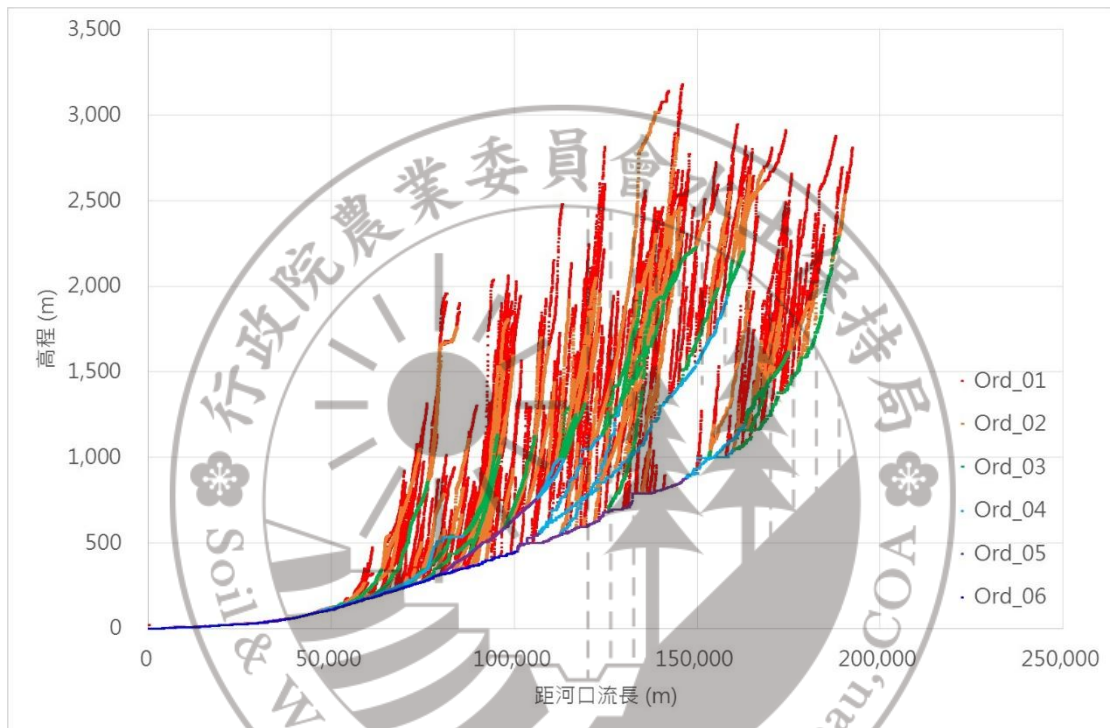


圖 3.4 濁水溪流域縱剖面

第二節 濁水溪流域河段坡度及高程特性

由圖 3.5 可發現濁水溪各河段坡度與高程呈正相關之趨勢，且也可由圖中觀察到各河川級序河段的分布情形，當河段平均高程超過 100m 時，1 級河川坡度下限約 3%，2 級河川坡度下限約 1%，3 級河川約在 1%，4 級河川則在 1%；當河段平均高程超過 500m 時，1 級

河川坡度下限約 8%，2 級河川坡度下限約 5%，3 級河川約在 3%，4 級河川則在 1%；當河段平均高程超過 1000m 時，1 級河川坡度下限約 10%，2 級河川坡度下限約 5%，3 級河川約在 4%，4 級河川則在 1%。由於 Brierley and Fryirs (2000)指出溪流斷面由 V 型轉變為 U 型之位置大約在坡度介於 2%-4%之間，表示當坡度大於 4%其河谷型態偏向上游 V 型窄深河谷，濁水溪河段平均高程超過 500 m 時，2 級河之河段平均坡度下限為 5%，即是大部分的 2 級河河段平均坡度大於 5%，故可將其 1、2 級河視為野溪，而 3 級河則為由野溪轉變至河川間的轉變區段。

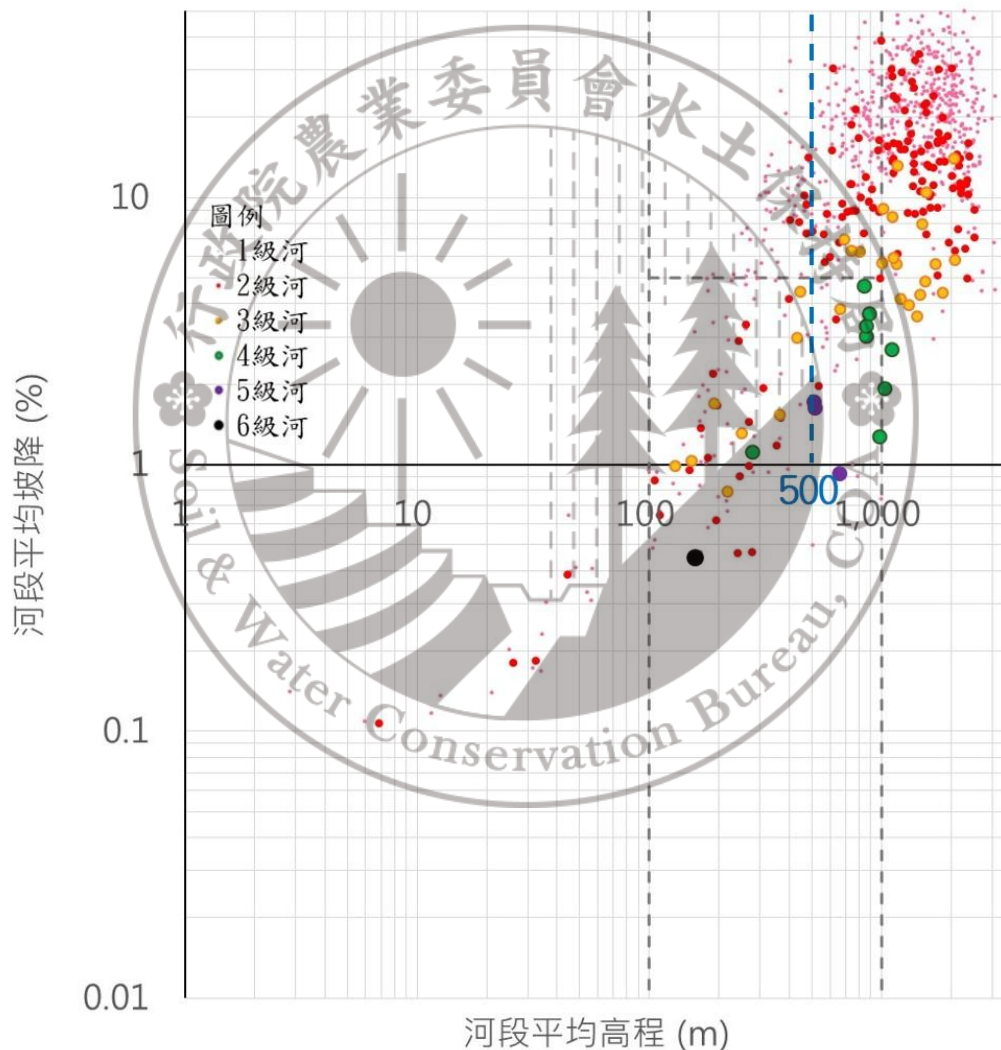


圖 3.5 濁水溪流域河段坡度及高程特性

第三節 橫斷面指標型態

橫斷面指標型態是以橫斷面寬深比之累加值來表示河川橫斷面型態的寬淺，然而本計畫所需判別之共同治理區段是以支流匯入巨額土砂問題影響主河道為主要概念，故橫斷面型態指標只能了解河川斷面寬淺大致變化，而對於判別共同治理區段上並無法太大之效用。

第四節 隘口指標

隘口指標為坡度除上橫斷面型態指標，其可用來判別河段當中隘口的位置，陳樹群等人(2013)提到隘口處與河川轉折點都會抑止土砂下移並且將土砂困於隘口、轉折處之上，此指標與以支流土砂往下游運移進而影響主河道之主要概念相違背，故不採用該指標作為判別共同治理區段之因子。

第五節 堤防、護岸區段

通常堤防建築於發生洪水災害的河段，而下游段多為洪水災害，較無水砂混雜之情形，大部分是水的問題，可大概略的區分有水砂混合段及較單純的洪水段，故水砂混合共同治理區段(即目前水利署河川範圍，如圖 3. 6)可先排除有建築堤防護岸較單純的洪水段，如圖 3. 7 所示。

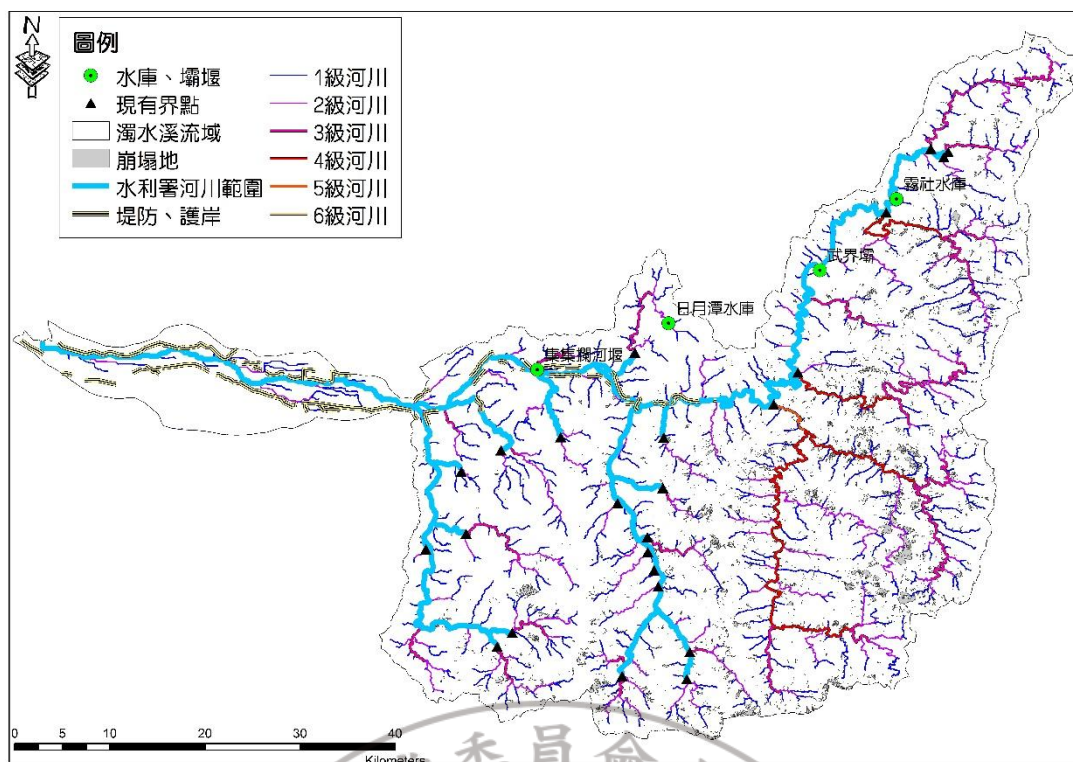


圖 3.6 堤防、護岸的分布位置

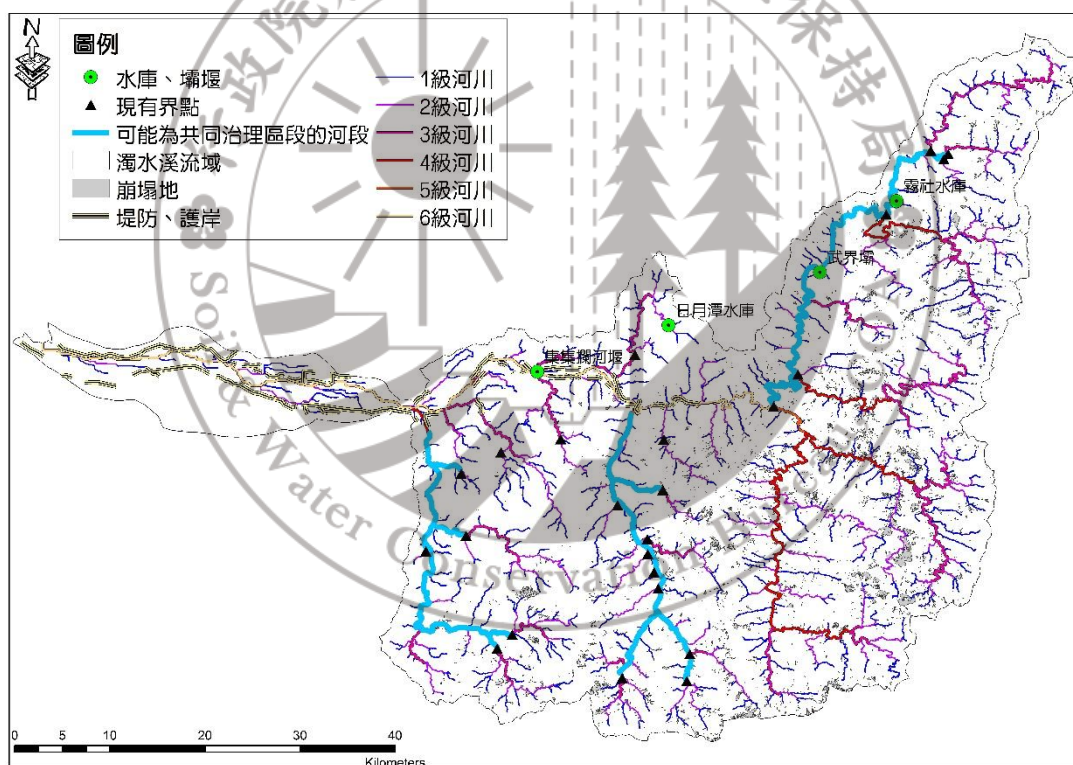


圖 3.7 去除堤防、護岸段的共同治理區段

第六節 兩岸支流土砂直接匯入主河道

一、去除兩岸大多入匯河不是 1、2 級河的主河段

前述有提及由濁水溪的河段平均高程及坡度圖中可觀察到當河段平均高程超過 500m 時，2 級河段坡度下限為 5%，故可將 1、2 級河段視為野溪，且在水土保持手冊中對於野溪特性的描述是指位於河系中、上游之小溪流，以河川級序(stream order)來判斷，通常多屬於最初級河系，主要特徵有長度短、溪床坡度陡、溪床變動大、溪床多岩塊或巨礫、溪流量變化大；水土保持技術規範第 64 條對於野溪的定義為野溪係指河川中、上游山坡地集水區內具有長度短、溪床坡度陡、溪床變動大、溪流量變化大等特性之自然溪谷。透過該條件可篩選出主河道兩岸所入匯的支流是否容易將上游土砂直接送進主河道，入匯的支流若多為 1、2 級河勢必具有野溪坡度陡、長度短、水量變化大等有助於土砂運輸至主河道的特性，而兩岸入匯支流若多為 4、5 級河則較無上述運輸土砂之優勢，且 4、5 級河相較於 1、2 級河上游集水區則有較大的空間可使土砂停留，對於相關治理單位來說進到主河道前也有較多可以處理土砂的時間。

二、移除部分界點及建議界點下移

在陳有蘭溪及清水溪主河段中有幾條入匯的支流如內茅埔溪、十八重溪、筆石溪、倉庫溪、阿里不動溪及雷公坑溪，其河川界點訂定位置與主支流交匯口很近，由圖面上看來現有界點與主支流交匯口已非常相近，而將界點訂在主支流交匯口上游一些與直接訂在主支流匯流口上差異不大且可使治理區域更簡單明瞭的劃分，故應可將有此現象的現有界點移除即以主支流交匯口為界點。

然而，在建議將界點下移的部分是因建議界點的上游集水區具有非常大量的土砂，應可由水土保持局全面來進行土砂的控管及治理，

建議將陳有蘭溪上游三界點下移至和社橋，而清水溪上游二界點則下移至全仔社橋，由上述條件所判別出可能為共同治理區的範圍如圖 3.8。

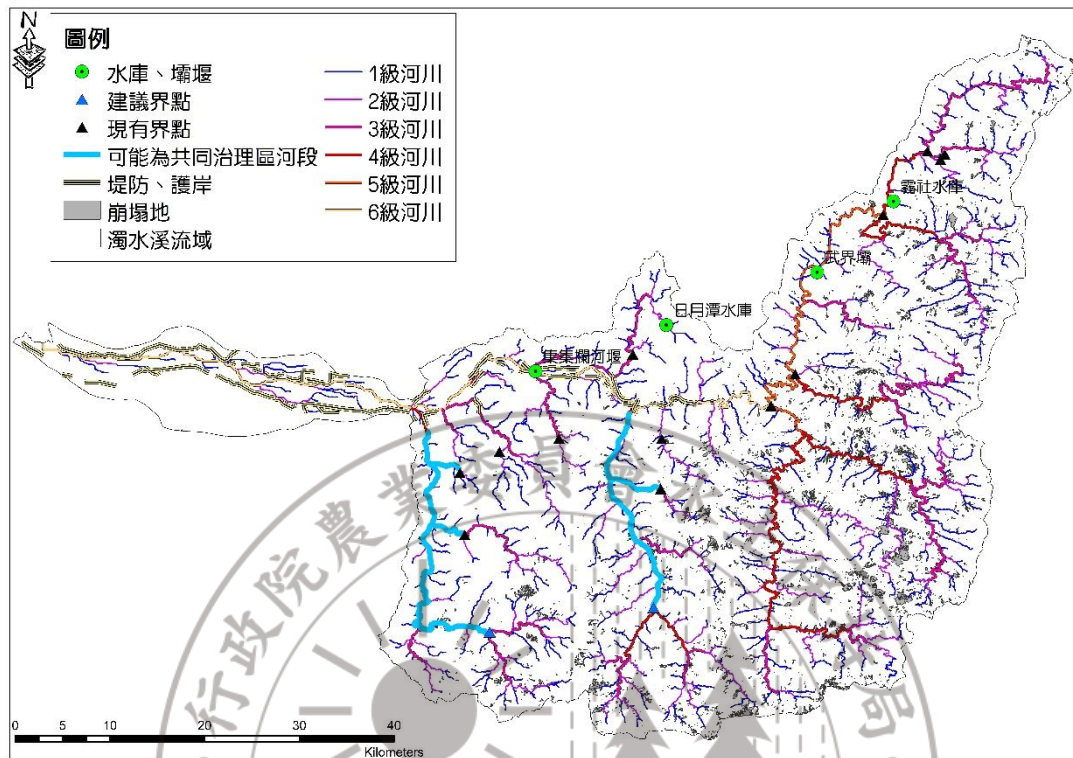


圖 3.8 可能為共同治理區段的河段圖

第七節 計算共同治理區段集水區進入主河道的土砂量

一、計算陳有蘭溪及清水溪匯入主河道之土砂量

符合上述條件的為陳有蘭溪及清水溪，本計畫利用集水區的崩塌土砂量乘上泥砂遞移率(SDR)作為集水區崩塌地進到主河道之土砂量，集水區崩塌量之計算是以崩塌地面積乘以崩塌深度而得知，崩塌地面積是由 104 年衛星判識全島崩塌地圖層中取得，而崩塌深度則是採用水利署(2015)以各案例來估算在不同角度分區的代表平均深度，本計畫是以濁水溪流域中 44 個案例的崩塌地坡度及其崩塌深度來做平均

深度的計算，而泥砂遞移率常可用來說明泥砂移動的空間變化即河道土砂的淤積或刷深，以陳樹群(1998)所提出的泥砂遞移率公式 $SDR=165.67 \times A^{-0.24}$ 來估算各集水區的泥砂遞移率，以崩塌的土砂量乘上泥砂遞移率得出陳有蘭溪集水區入到主河道的總土砂量為 $1371 \times 10^4 m^3$ ，而清水溪則為 $458 \times 10^4 m^3$ ，結果如圖 3.9 所示。

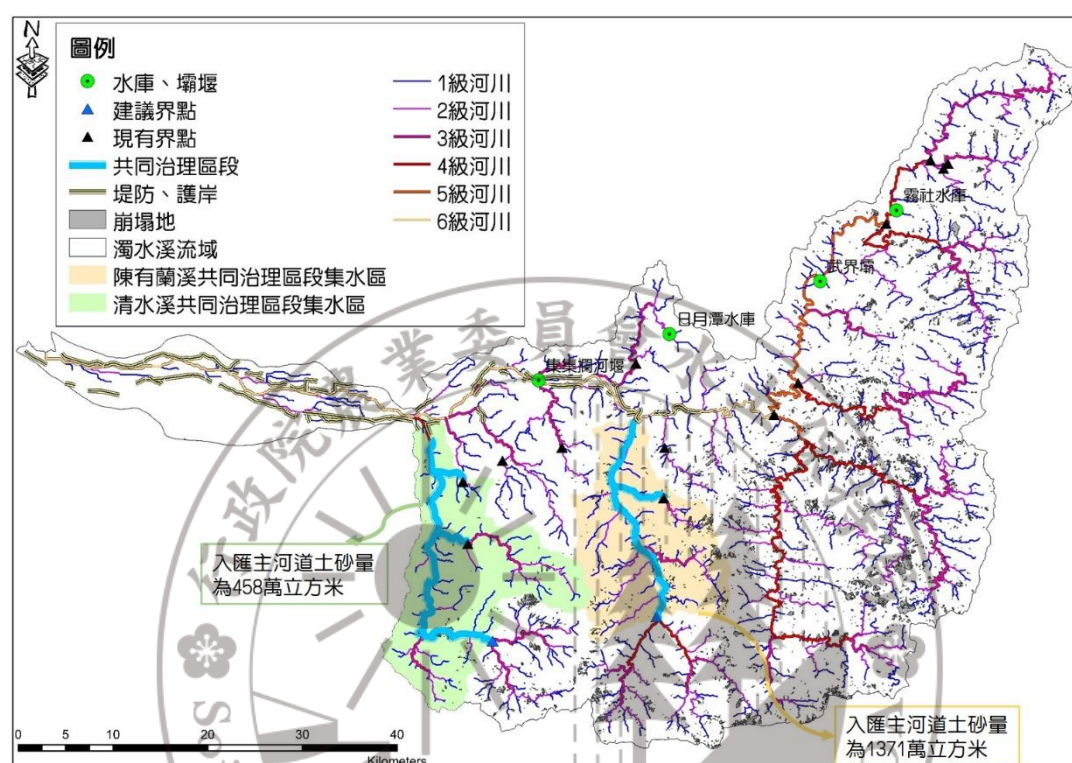


圖 3.9 共同治理區段的土砂量大小

二、巨額土砂

在陳樹群等人(2013)提到如何判定多少的土砂量進入主河道才可稱為巨額土砂，以 Davies, T.R.H., and Korup, O.(2007)所使用的數據來進行比較，而其試區年土砂產量在每平方公里有 $4 \sim 19 \times 10^3 m^3$ ，利用該數據探討土石流匯入土砂對於河川型態的影響，故可以其為一會影響河川型態的土砂量與陳有蘭溪、清水溪做比較，經計算陳有蘭溪每平方公里有 $563.68 \times 10^3 m^3$ 的土砂，而清水溪則為 $15.72 \times 10^3 m^3$ ，相較

之下陳有蘭溪每平方公里的土砂量遠大於 $4\sim 19\times 10^3\text{m}^3$ ，清水溪在範圍之內且偏大，故陳有蘭溪及清水溪河道內之土砂量具影響河川型態的能力，代表該河段極易受到土砂量之影響，的確有需要劃為共同治理區段。

三、巨量土砂進到主河道之案例：郡坑溪、十八重溪

支流有巨量土砂進入主河道對於河川型態、流路所造成的影響以 2003 年至 2010 年郡坑溪及十八重溪的衛星影像及正射影像來說明，在 2003 年至 2010 年期間對於中部地區影響較大的颱風事件有 2004 年敏督利颱風、2008 年卡玫基颱風、2008 年辛樂克颱風及 2009 年莫拉克颱風，以下圖 3.10 至圖 3.17 為郡坑溪 2003 年至 2010 年的衛星影像和正射影像，而圖 3.18 至圖 3.25 則為十八重溪，其中由圖 3.10 跟圖 3.11 可看出郡坑溪經 2004 年敏督利事件前後河道的變化，由 2005 年的影像中可發現支流入匯處形成土砂堆積扇，下游右岸有嚴重的土砂淤積、左岸則造成流路顯著的刷深及擺盪且將原 2003 年影像中的植生皆帶走，水流將土砂往下游帶使河川型態呈辮狀流路，河道呈現多砂不穩定的狀態。由圖 3.14 也可觀察受到 2008 年卡玫基及辛樂克颱風的影響，於支流郡坑溪匯入主流陳有蘭溪處形成顯著的土砂堆積扇且刷深河川流路，而 2009 年遭遇莫拉克事件，支流大量土砂匯入主河道造成辮狀流路，如圖 3.15 河川再次呈現不穩定狀態。而十八重溪由圖 3.18 至圖 3.24 的影像也可觀察到經歷 2004 年、2008 年、2009 年事件時河道所發生的變化，由 2003 年及 2005 年的影像相較之下，可發現 2005 年河道土砂量較多，淤積處明顯，流路混亂呈辮狀型態，河道趨向不穩定，而 2009 年受到莫拉克事件影響，支流在入匯口形成土砂堆積扇、刷深流路、河道土砂多、流路呈不穩定

的辮狀型態並且破壞對岸堤防，2010 年則興建新堤防且在右岸新增構造物。



圖 3.10 郡坑溪 2003 年影像



圖 3.11 郡坑溪 2005 年影像



圖 3.12 郡坑溪 2006 年影像



圖 3.13 郡坑溪 2007 年影像



圖 3.14 郡坑溪 2008 年影像



圖 3.15 郡坑溪 2009 年影像



圖 3.16 郡坑溪 2010 年影像

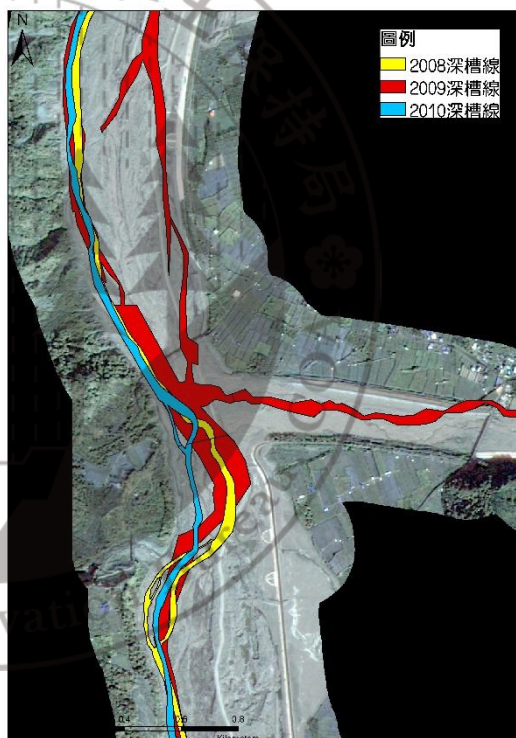


圖 3.17 郡坑溪 2008 至 2010 年深槽線之變化



圖 3.18 十八重溪 2003 年影像



圖 3.19 十八重溪 2005 年影像



圖 3.20 十八重溪 2006 年影像



圖 3.21 十八重溪 2007 年影像



圖 3.22 十八重溪 2008 年影像



圖 3.23 十八重溪 2009 年影像

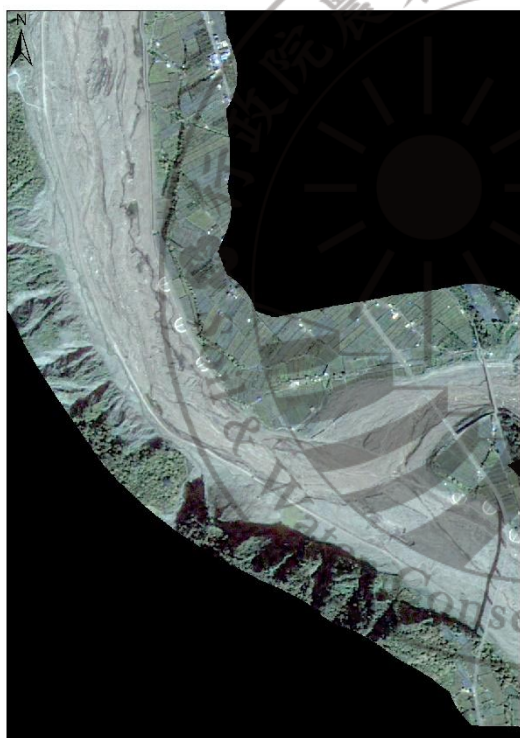


圖 3.24 十八重溪 2010 年影像

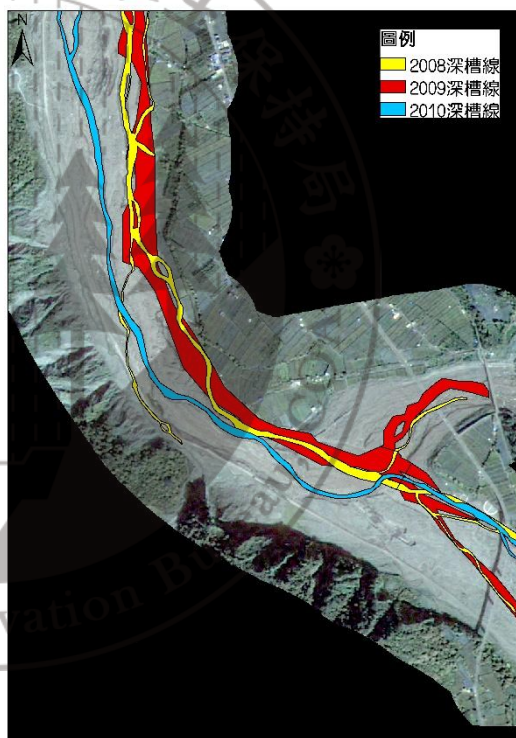


圖 3.25 十八重溪 2008 至 2010
年深槽線之變化

第八節 水庫、壩堰

一、構造物位於主河道

水工構造物水庫、堰壩需位於主河道上。

二、進行清淤的難易程度

水庫、壩堰如果位於溪流的上游，交通不易，進行清疏困難，故更應加強上游集水區土砂的控管，使土砂不會一下子皆進到庫區裡，將可延長水庫的使用年限。在研究流域中進行清淤較困難的如霧社水庫，而交通較便利、較容易進行清淤的如集集攔河堰。

三、庫容量

位於研究流域中的霧社水庫，目前的有效容量約為 4500 萬 m^3 ，而原本設計的有效總容量為 14600 萬 m^3 ，約已淤滿 70%，其位置交通難以到達使得清淤困難，況且清淤速度遠遠比不上泥砂淤積速度，故應以上游集水區治理、土砂的調控為主，對於增長水庫的使用年限才有較大效益，圖 3. 26 中標有水庫的蓄水範圍。而武界水庫原設計總容量約 1400 萬 m^3 ，2011 年其有效容量為 70 萬 m^3 ，已淤砂嚴重。

第九節 判別共同治理區之位置

綜合上述條件如剔除堤防護岸區段、選擇兩岸支流土砂會直接匯入主河道區段、水庫清淤困難且庫容量快速減少等可判別出共同治理區段，最終所判別出的濁水溪流域共同治理區段範圍如圖 3. 26 所示。

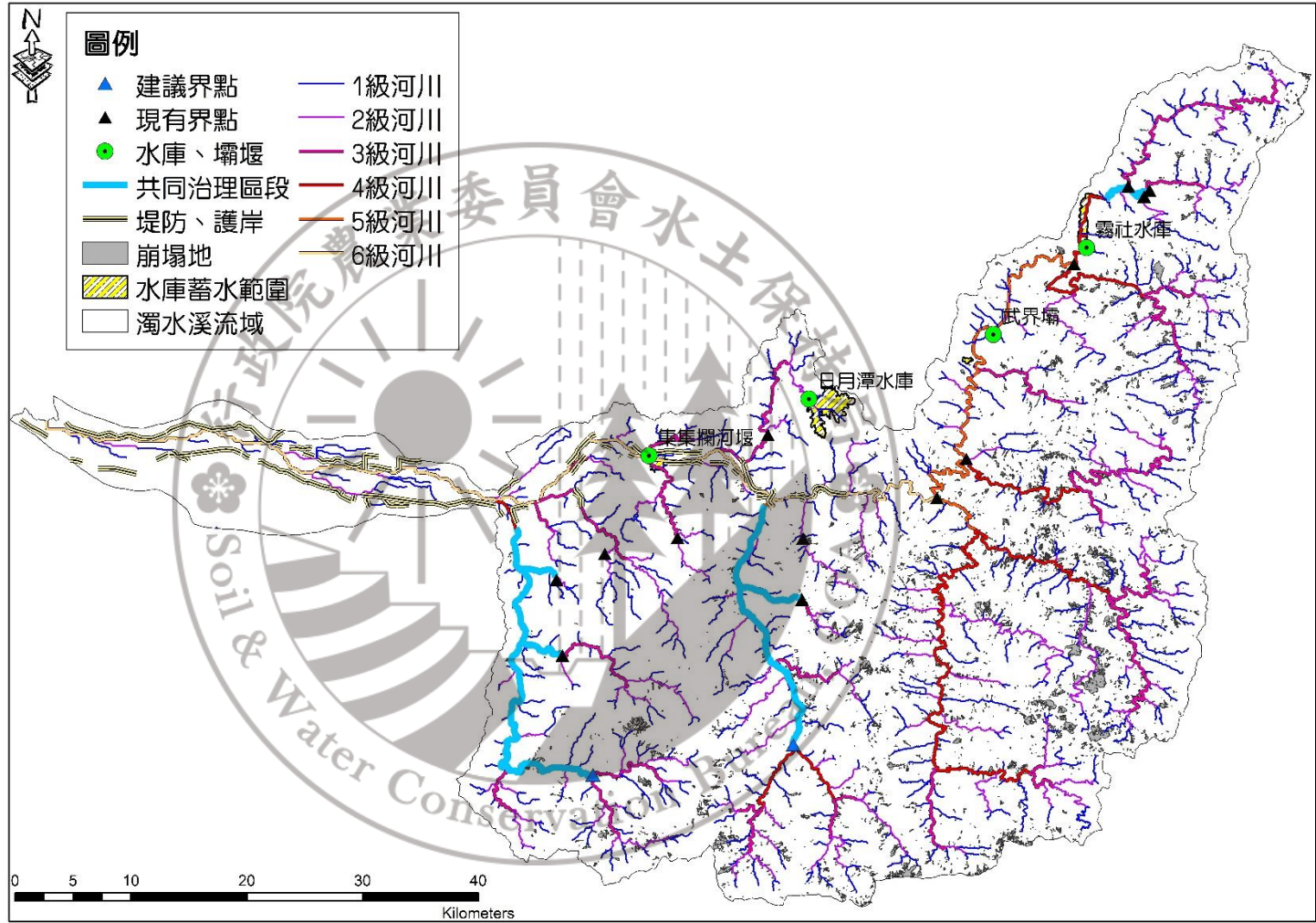


圖 3. 26 濁水溪流域的共同治理區段圖



第四章 探討共同治理區段中各權責單位共同治理之可行性

由本研究之中心概念「水砂不可分割應協調治理」為發想，在前述章節中利用土砂量、入匯溪流的河川級序等條件來進行共同治理區段的判釋並劃定出濁水溪中共同治理區段的位置，這個共同治理區段的機制主要是想讓各個單位針對該共治區段的問題一同來探討、思考，因以河川系統整體來看其中各個河段在地理、空間上皆為相互影響、作用，無法將其各河段拆解、分開來思考，如主支流交匯的泥砂問題、上下游的人為疏濬、主支流系統的相互作用等，而會造成這些情況的因子大可分為兩大因子，一為自然因子，二則是人為因子，針對自然因子約可分為主河道旁邊坡崩塌、土石流、主支流匯流口三類，人為因子的部分則為疏濬，以下將對於各因子進行更進一步的分析、說明，並進行統整及建議，圖 4.1 為本章之分析邏輯流程。



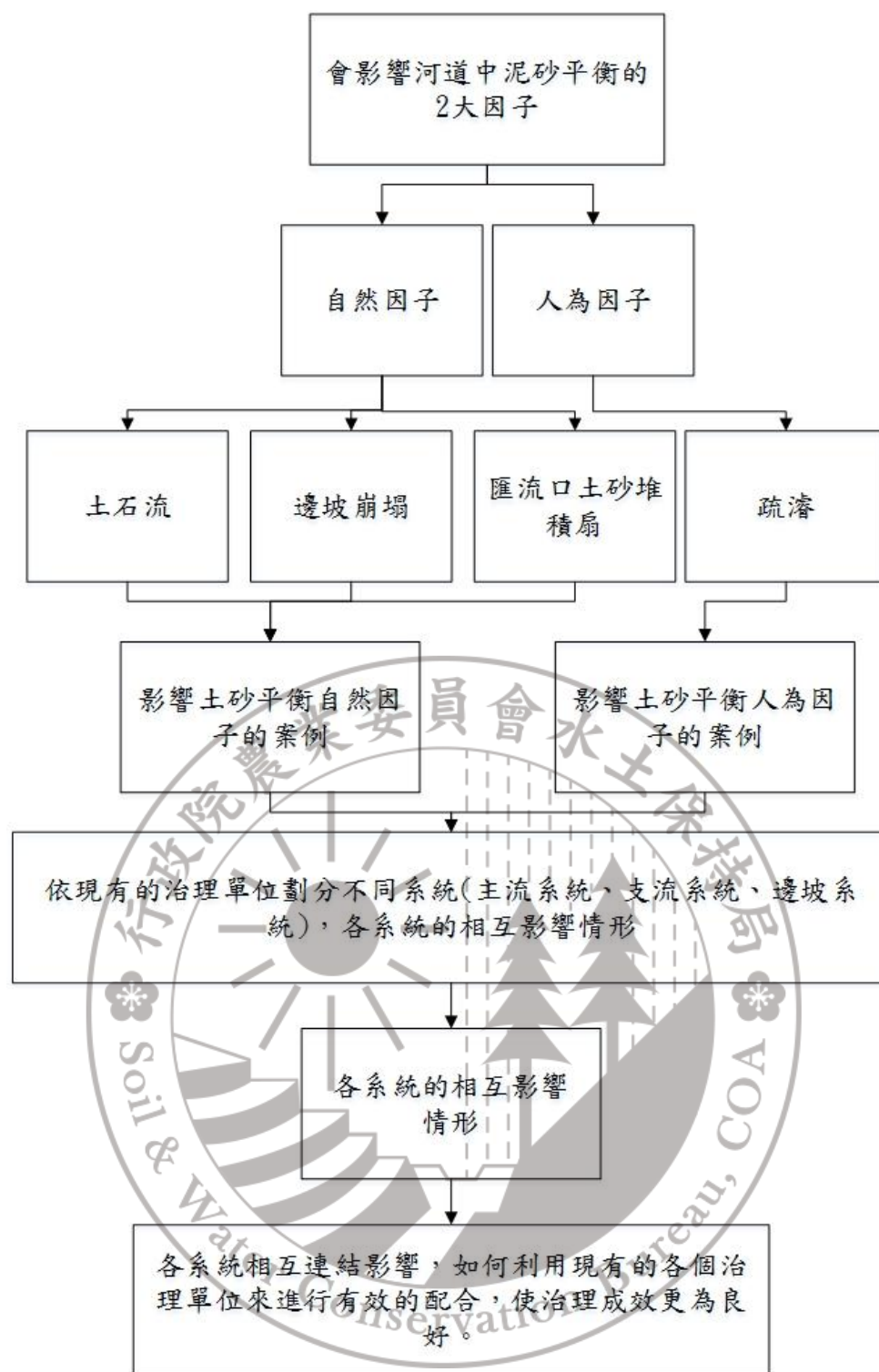


圖 4.1 分析邏輯流程圖

第一節 自然因子

在河川主流與支流間土砂水流的流動本就相互影響，可將影響主支流土砂問題的自然因子依其進入主河道之方式概分為三大類，分別

是主河道旁邊坡崩塌、土石流及主支流匯流口的土砂沖積扇，並利用影像、實際案例來分析說明。

一、主河道旁邊坡崩塌

以 2008 年辛樂克颱風在南投縣信義鄉豐丘村的豐丘明隧道南端造成的崩塌災害為例，於該年 9 月 15 日 15 時台 21 線 91k+600 處發生邊坡崩塌，近 5 萬立方公尺的土石崩落，崩落情形如圖 4.2，掩埋該處台 21 線通行的車輛及人員，人員傷亡共有七死七傷。即當主河道邊坡有大崩塌發生，邊坡崩落的土砂容易進入到主河道，進而影響到主河道中土砂的分布情況。

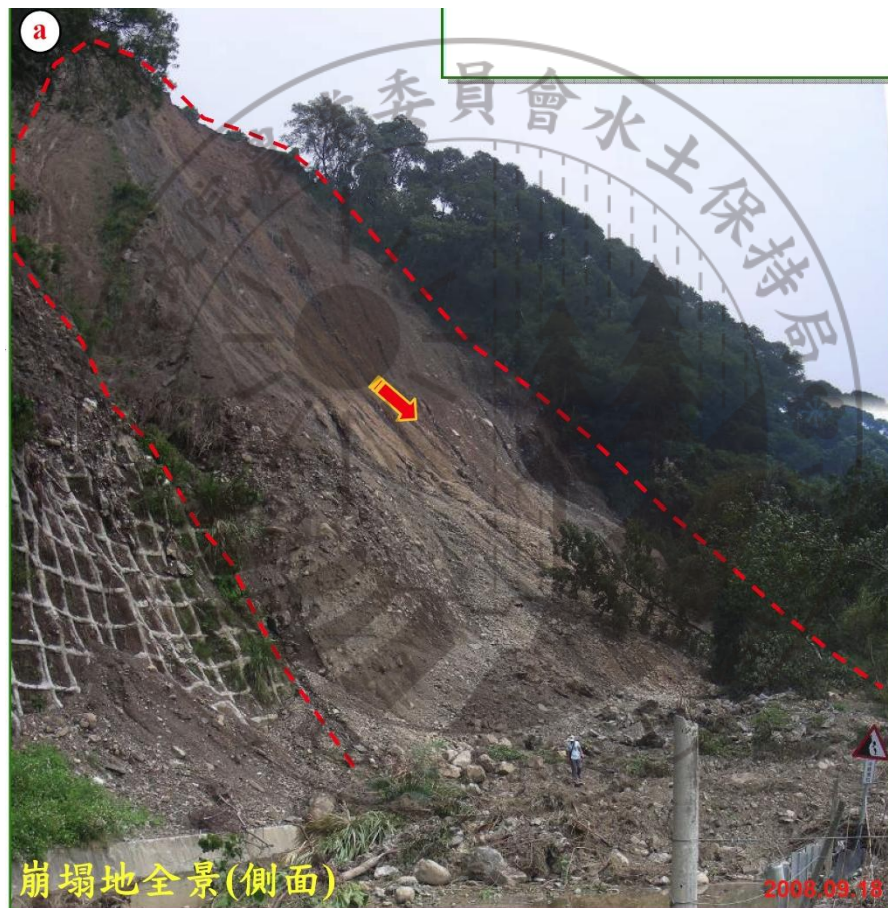


圖 4.2 豐丘明隧道南端邊坡崩塌之情形

而不只是極端降雨會造成崩塌災害案件，地質原本就較為破碎的臺灣地區，經過 1999 年 921 大地震過後使其地質變得更加鬆散易動，

如 2013 年的重大土砂事件即是因地震所引起，2013 年 6 月 2 號南投縣仁愛鄉盲斷層引發芮氏規模 6.5 的地震，造成望美村發生坡面崩塌，原坡面植生已較為稀疏並多處裸露，受到地震外力及風化作用影響，使其坡面岩屑崩落並堆積於陳有蘭溪，坡面崩塌的地理位置如圖 4.3，實地崩塌及岩屑堆積情形如圖 4.4 所示。



圖 4.3 望美村發生坡面崩塌之地理位置



圖 4.4 實地崩塌及岩屑堆積情形

由此可知土砂進到主河道的方式之一即是邊坡的崩塌，邊坡地理位置離主河道近，土砂容易直接進入到主河道並且影響主河道中的土砂量，故可將邊岸崩塌視為共同治理區段中影響土砂問題的自然因子之一。

二、土石流

2008 年辛樂克颱風在南投縣信義鄉豐丘村除了造成崩塌災害外，在豐丘明隧道南端的沙里仙洞溪也發生土石流災害，土石流約帶來 3 萬立方公尺的土石並將台 21 線的路段掩埋，災害位置如圖 4.5 所示，土石流也是土砂進入主河道的方式之一，且該支流上游的崩塌地越多崩塌面積越大時，代表其土砂的存量越高，故發生土石流時，往下游運移的土砂進入主河道的量體也會相對較大，而當下移的土砂量過大亦或是主支流河寬較相近時皆有可能會造成堵河、形成堰塞湖之情形，故土石流對於主河道中土砂的存量可視為重要的影響因素即在共同治理區段中為影響土砂問題的自然因子之一。

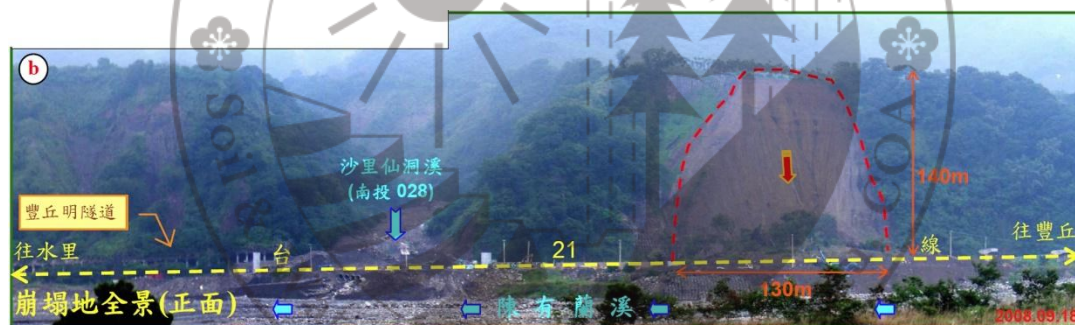


圖 4.5 沙里仙洞溪發生土石流之位置

三、主支流匯流口

在共同治理區段中主要匯入主河道的支流多屬於低級序河，代表具有坡度陡流路短之特性，故土砂有較大的動力進到主河道。圖 4.6 為郡坑溪及十八重溪在 2009 年莫拉克事件後的影像，影像中可觀察到在郡坑溪、十八重溪與陳有蘭溪的匯流口皆有明顯的土砂堆積，支

流的確有大量的土砂進入主河道中，大量的土砂使得河道流路紊亂，河床淤高，呈現不穩定的辮狀流路，並且大量的土砂可能會衝擊對岸的堤防、護岸等構造物，如圖 4. 6 十八重溪 2010 年的影像在上下游新建丁壩進行挑流，由此可知主支流交匯口也是影響河道中土砂量的重要因子之一。

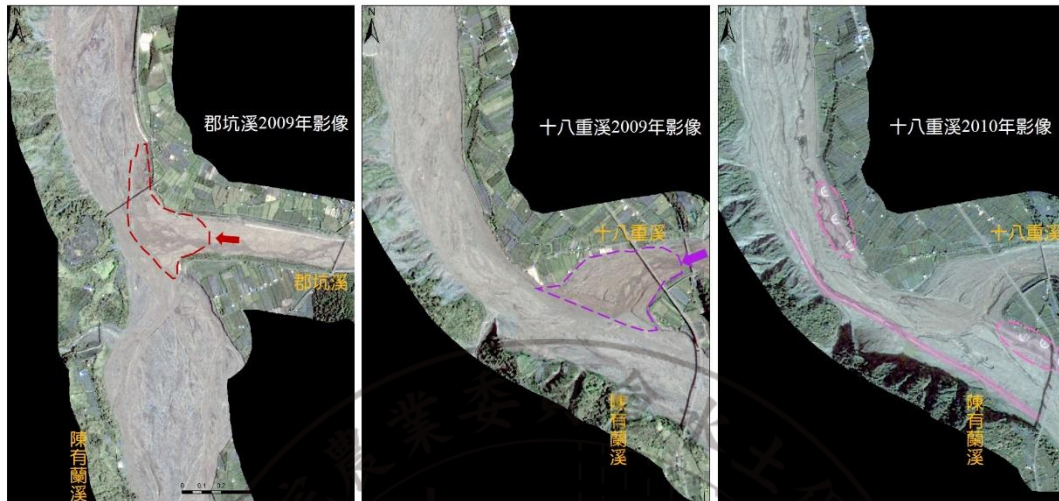


圖 4.6 郡坑溪及十八重溪在 2009 年莫拉克事件後的影像

第二節 人為因子

影響主河道中土砂量的平衡除了前述提及的自然因子外，人為因子也是影響主河道中泥砂平衡的一大因素，而疏濬則是影響河道土砂平衡最直接的方式之一。

一、疏濬

臺灣河川因受到地質、地形的影響而具有坡陡流急、上游侵蝕旺盛、下游堆積快速的特性，為了避免泥砂的淤積影響到河川流路、行水範圍及河道周邊保全對象的安全，透過疏濬工程來確保河川流路的穩定、河床面的高度、河道寬度等，且採取的砂石也可用來作為營建材料等用途。

本研究以水利署(2014)及水利署(2016)的濁水溪整體疏濬評估計畫中十三個不同年度的疏濬工程位置來觀察共同治理區段中疏濬次數較頻繁的區位，並且透過影像來了解地形特徵的分布，結合地形特徵及疏濬頻繁的區位可針對土砂來源、土砂存放區、及疏濬區來進行思考及探討。

將十三個年度的疏濬位置繪製於圖 4.7，每一種不同顏色的線條代表一個年度的疏濬區位，線條所標示的位置不一定在河道當中，因是圖面方便展示各年度位置之由，以主深槽為中心往外在相對位置標示各年度的疏濬區位，故由圖 4.7 中河道上疏濬年度線的多寡則可看出疏濬較為頻繁的區位，該處是以疏濬次數有超過總次數的一半即七次之區位將其視為疏濬頻繁區。

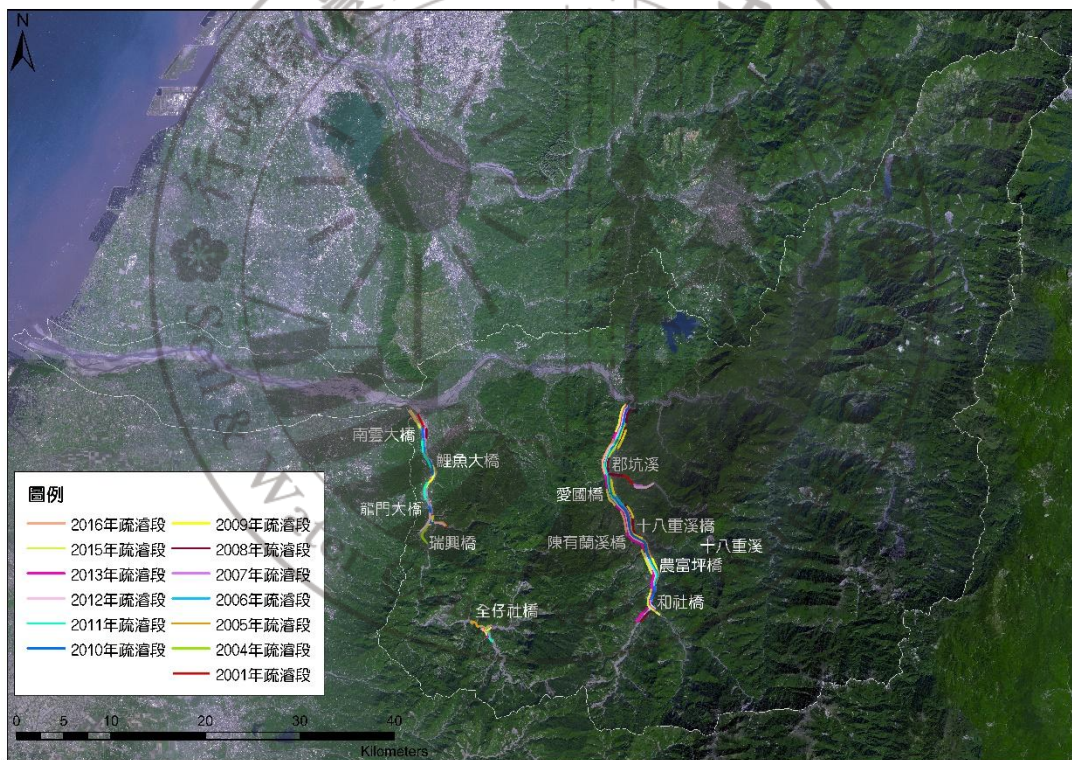


圖 4.7 匯整十三個年度的疏濬位置

在共同治理區中陳有蘭溪共治區段有出現疏濬頻繁區位如圖 4.9，而清水溪共治區則沒有該區位如圖 4.8。

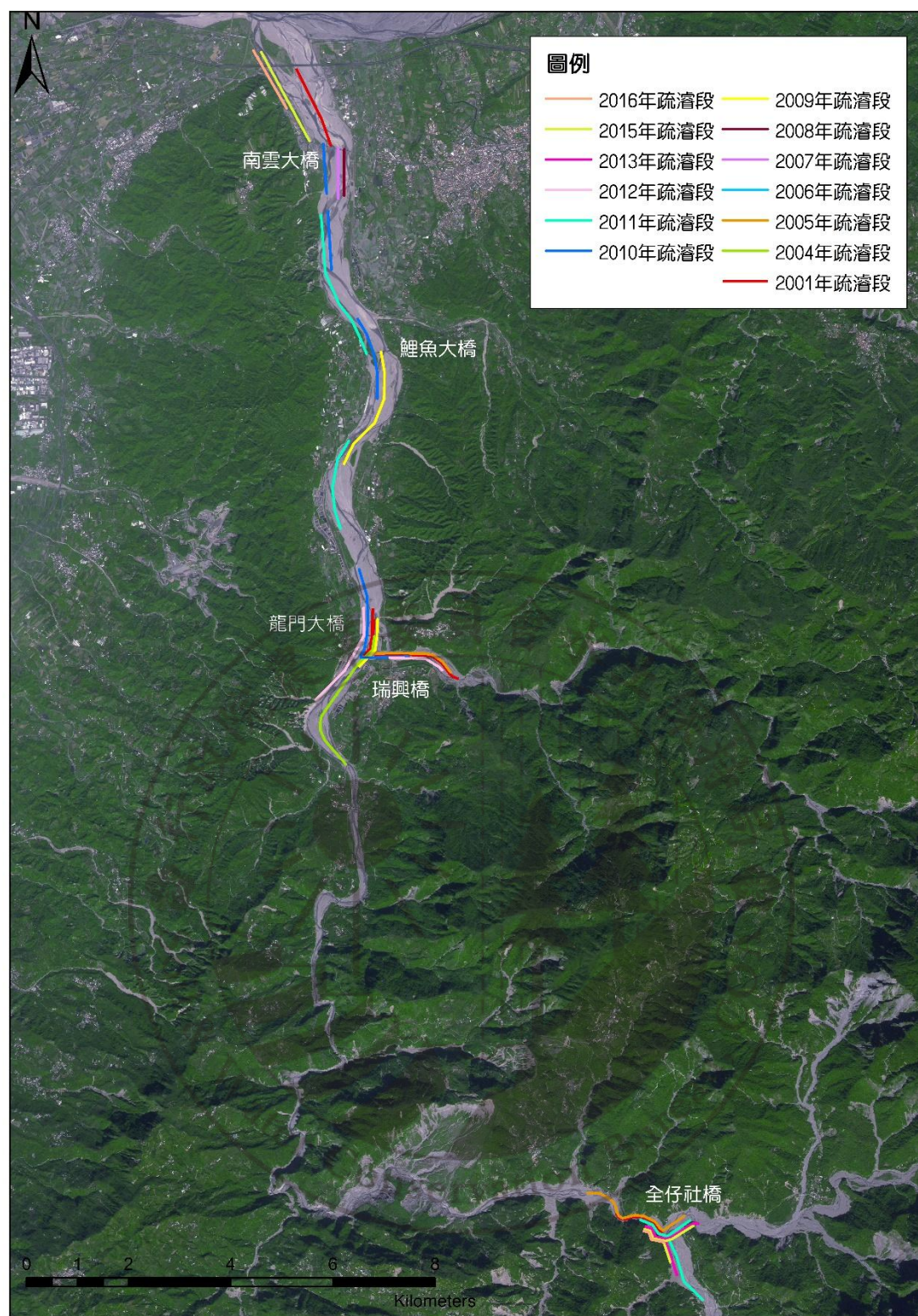


圖 4.8 清水溪進行疏濬之區段

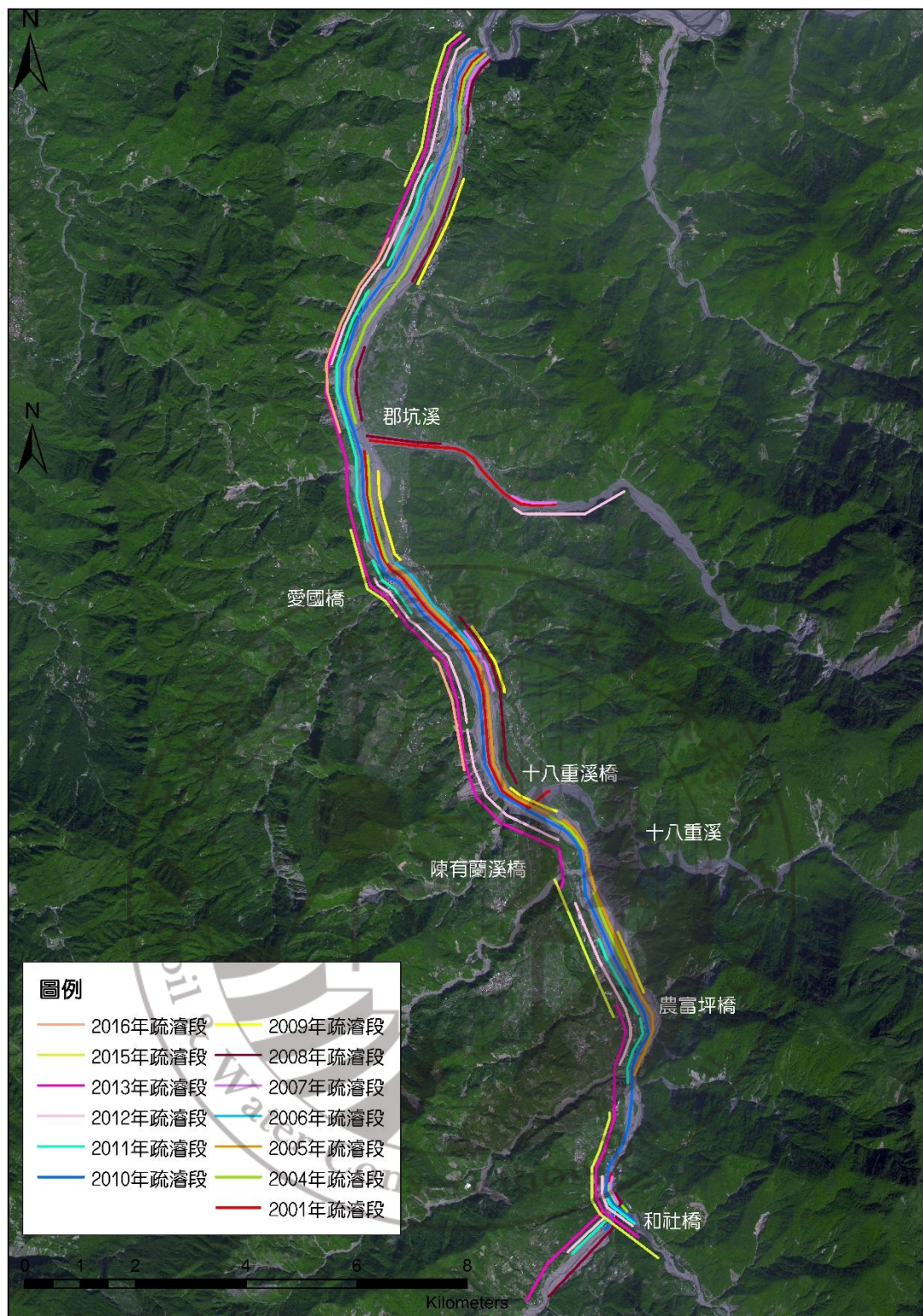


圖 4.9 陳有蘭溪進行疏濬之區段

進一步將陳有蘭溪共治區的疏濬頻繁區位圈選出來如圖 4. 10 所示，可發現疏濬最為頻繁的區位為陳有蘭溪的豐丘段，該區段在十三個年度中有十個年度進行過疏濬工程，加上河道中的地形特徵如圖 4. 11，該區塊含有支流入匯的土砂及存在於河中的河漫灘，邊岸兩旁有高灘地，高灘地即為早期土砂的堆積區，代表土砂來源及存量豐厚，而主河道兩旁還設有堤防護岸及橋樑。

透過觀察河道中的地形特徵，可了解土砂的來源、河中泥砂的存置地點、較為穩定的泥砂堆積區，而在多數的疏濬頻繁區位中可發現多有泥砂來源的匯入，包含崩塌地、土石流、土砂堆積扇，主河道中則是河中島、河漫灘以及更前期土砂堆積的高灘地，河漫灘、河中島代表著河中泥砂的存量，在邊岸可種植農作的高灘地相對於河漫灘是有較長時間的土砂穩定淤積處，土砂存置、入匯的區塊即代表該區段的土砂量大可能會產生土砂的相關問題，故相關單位會選擇在這些區段進行疏濬工程。



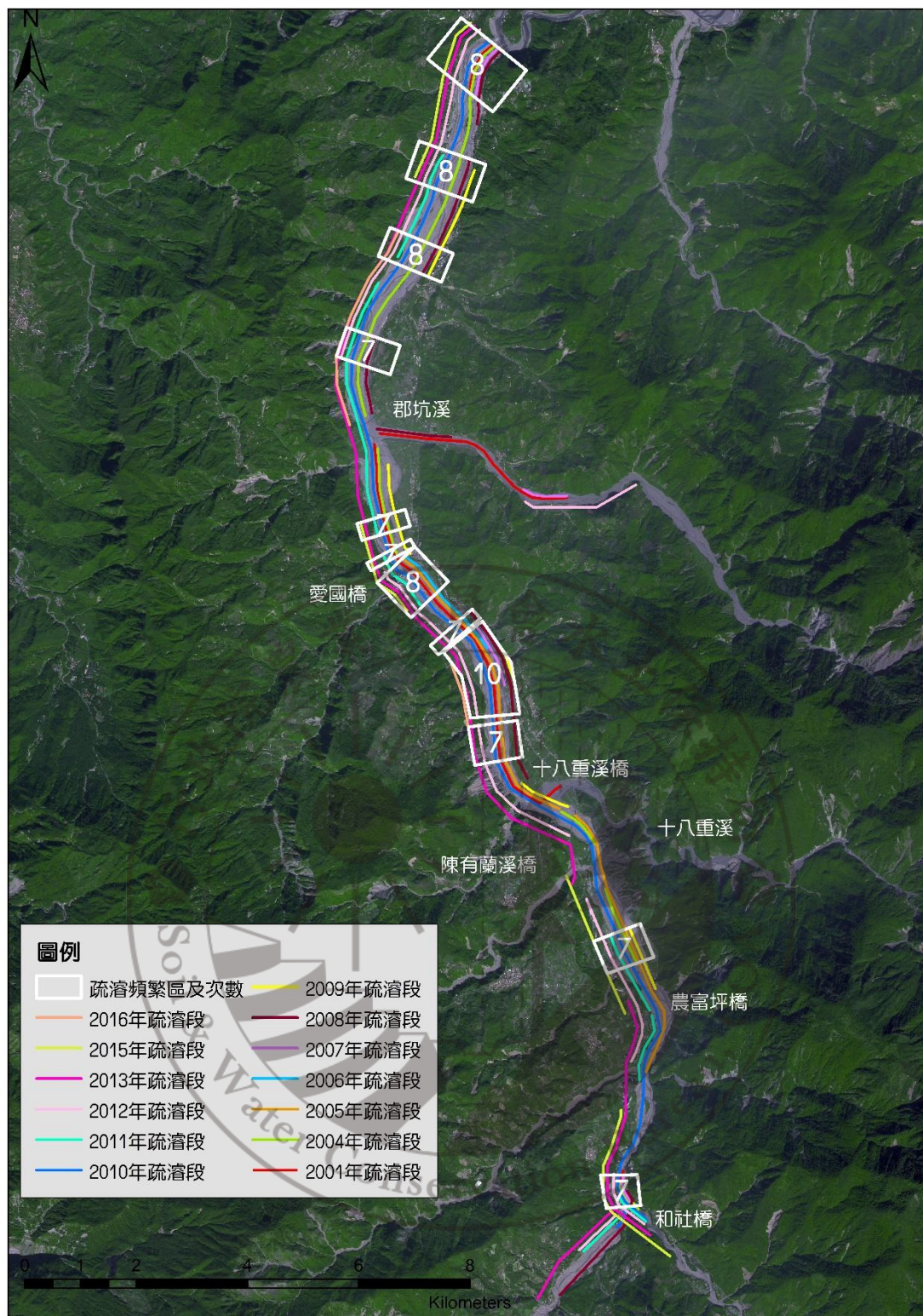


圖 4.10 陳有蘭溪共治區的疏濬頻繁區位

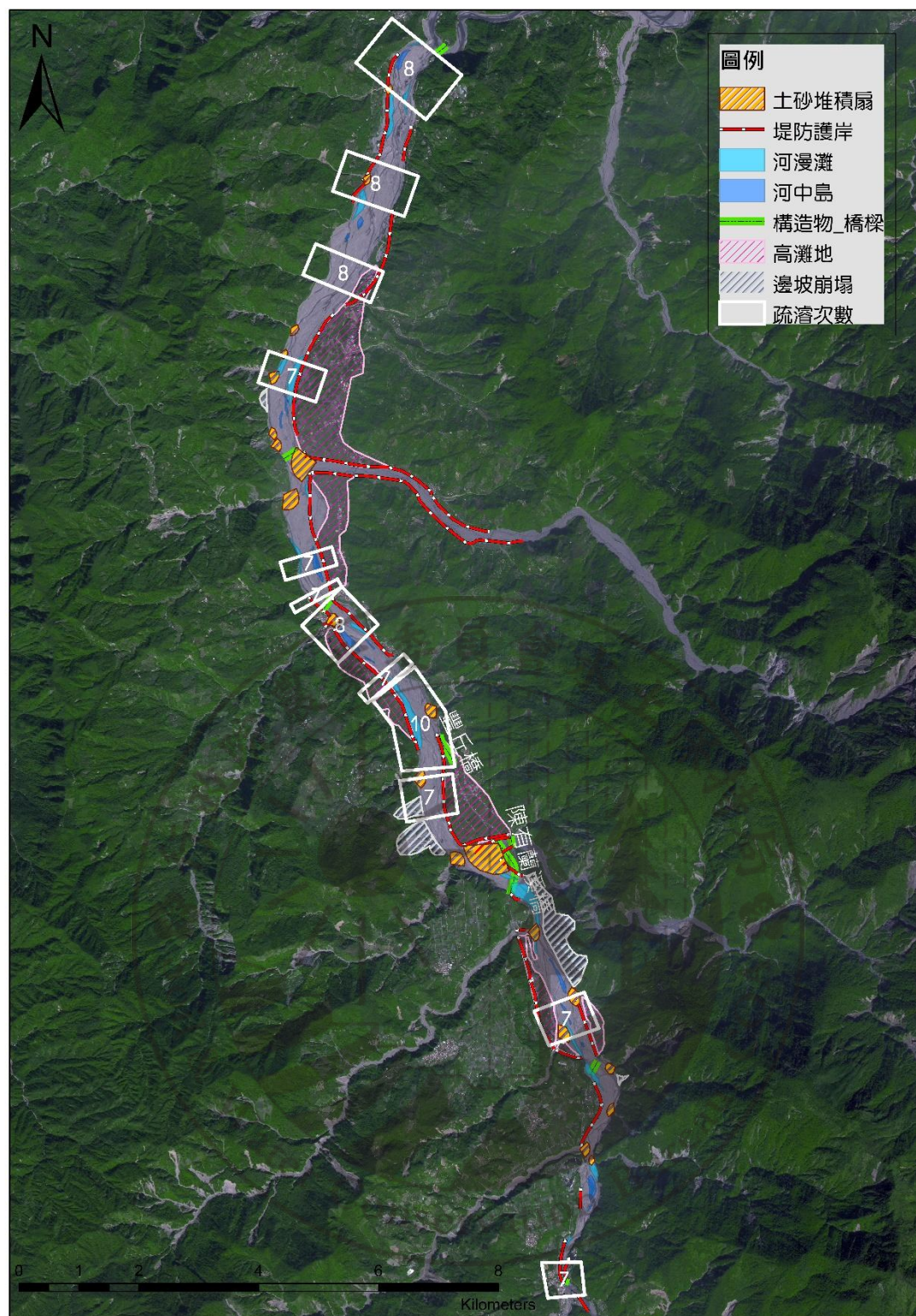


圖 4.11 陳有蘭溪河道中的地形特徵

陳樹群(2013)所提出的極端水文事件土砂量對陳有蘭溪河川型態演變影響分析文章中，其中有陳有蘭溪主河道由 2004 年至 2010 年

的沖淤變化圖(圖 2. 3)，可觀察到郡坑溪及十八重溪匯流口對岸是呈沖刷狀態，因匯流口常有土砂堆積扇的生成，進一步擠壓到原流路而造成匯流口對岸淘刷嚴重的情況明顯，且匯流口對岸的河岸刷深及淘刷會是主要災害點，受擠壓且改道後的主流可能會衝擊鄰近保全對象須被重視。

而當主河道未進行疏濬時，支流是否會受到影響，以碼崙溪為例，蘭陽溪的支流碼崙溪碰到颱風豪雨事件時大量土砂造成河床面淤積並且對於橋梁、構造物產生威脅，相關單位針對碼崙溪進行疏濬工程，使得水流有足夠的通洪斷面，土砂可以順利往下游運移，然而下游主河道未行疏濬，在主河道河床面較高的情況下，支流土砂無法進入主河道，導致出現土砂回淤的情形，圖 4.12 為蘭陽溪與碼崙溪交匯口的情形。



圖 4.12 蘭陽溪與碼崙溪交匯口

由此可知上下游相關單位須相互配合、協調討論，才不會出現上游支流已完成疏濬工程，於大型洪水事件來臨時土砂應可順利的往下

游運移，而下游土砂淤積太高使得支流土砂產生回淤的情形，在未相互協調配合下就可能出現相互損失的結果。

第三節 系統內外部機制之平衡

綜合以上影響主河道土砂問題的因子包含自然因子及人為因子，其中自然因子大致有邊岸崩塌、土石流、主支流匯流口的土砂沖積扇三類，而人為因子則是疏濬工程。本研究將這些因子進行歸納，將土砂的來源、土砂由何種途徑進入主河道、土砂進入主河道會對於主河道造成的影響等由圖 4.13 表示。

圖 4.13 土砂來源可分為兩種分別是邊岸崩塌及土石流，以第一種邊岸崩塌來看土砂會直接進到主河道中，堆積於河道的兩側，經過時間的累積可能會造成河岸凹凸岸的變化如養灘，使得整條河川的凹凸岸不停轉換，也可能對於主河道中的構造物產生影響如丁壩被土砂掩埋等，若崩塌處下方有道路時則可能使道路被掩埋或是沖毀，邊坡的治理由水保局來進行處理而公路部分則是由公路總局。

第二種土砂進入主河道的方式則為土石流，於支流上游發生崩塌，具有大量土砂，當有洪水豪大雨事件來臨時將其大量土砂帶往下游生成土石流，視當時主河道的寬度、淤積的情況、支流構造物的攔砂能力、土石流的大小等因素皆會使土石流對於主河道造成不同的影響，如土石流的沖積扇範圍較大會擠壓到主流流路，使得水流偏移進而攻擊邊坡護岸，或者是土石流帶來大量的土砂使構造物被掩蓋、主河道河床面淤高、通洪斷面縮小，水流流路受到束縮，並且當主河道河寬與支流河寬相差不大時，土石沖積扇可能會造成堵河之情況。

整個主河道的土砂問題可簡單分為土砂入匯過多及土砂入匯過少兩種情形來探討邊坡與支流土砂對於主河道產生的影響，當土砂入匯量過多時，將會造成下游河床面淤高，通洪斷面減小，主深槽偏移

進而刷深對岸流路、破壞堤防護岸，並且減少下游構造物所設計的洪水頻率年甚至將構造物掩埋；然而，當土砂入匯量過少時，河道主深槽開始向下刷深，並可能造成下游構造物基腳遭受沖刷進而裸露，使得構造物基腳不穩而損壞。

由上述主河道與支流、邊坡土砂的相互作用可發現到整個河流在空間上是相互連結不可分割的，雖然在行政方面上需要權責歸屬的分工，像是可以將主河道視為主流系統，支流野溪視為支流系統，而邊坡崩塌則為邊坡系統，三個系統看似獨立的系統，但因地理空間上的相互連結使得各個系統間具有非常密不可分的影響關係，如圖 4. 14 所示。

各個系統內皆具有其本身已存在的特性，如主流系統本身的河床質粒徑、深槽線的位置、坡降、堤防護岸等，邊坡系統內的坡腳角度、地質岩性。

以主流系統為例，主流系統以其內部的特性運作，而當有大豪雨或颱風事件來臨時，造成支流系統的土砂流出，因主流系統與支流系統在空間位置上的關係，支流系統所流出的土砂進入到了主流系統內，進而對主流系統內部的特性產生效應及變化，像是主流的深槽線會因為土砂堆積扇受到擠壓而擺盪刷深，河床面淤高，通水斷面減小，構造物基腳受到淘刷而不穩，對於主流系統來說外部土砂即支流系統或邊坡系統所造成的效應如堵河、掩蓋植生、沖毀構造物等。

而如是支流系統則其本身的特性像是構造物、坡降等，主流系統的疏濬情況對於支流系統來說則會影響到內部土砂運移，下游主流未進行疏濬可能會對於支流土砂造成回淤的情況。

對於邊坡系統坡腳穩定性來說主流系統的水流流路即為重要的外部影響，當主流的流路靠近邊坡坡腳，進而淘刷坡腳基礎使得邊坡坡面的崩落是最直接外部影響內部系統的情況。

綜合以上，各系統雖可視為獨立系統但因地理空間的連結，將其視為開放系統，因此代表各系統間會相互牽連、影響，而這正是本研究認為要設立共同治理區段的中心概念。

在共同治理區當中可嘗試以下列的方式來進行合作分工，邊坡崩塌、支流野溪、土石流所可能帶下來的泥砂資料可由水保局來提供，主河道的土砂、流量、主深槽的位置或是堤防護岸的施作則由水利署觀測、設計，而公路總局負責設計及建設道路、橋梁、明隧道等。

進一步說明，水保局可進行邊坡及野溪的治理，如崩塌坡面的噴漿、施作防砂壩及固床工等構造物、上游土砂的粒徑分布、上游土砂存量、構造物可抑制的土砂量等土砂相關資料，公路總局可參考上游土砂的資料來設計明隧道之頂部厚薄程度、橋梁高度、橋梁的形式等，而水利署可調整所設計的構造物其洪水頻率年、主河道本身土砂的淤積刷深高度是否需進行清淤，相關單位應進行共同討論，如上游要控制住多少土砂量，使得進入主河道的土砂量是可確保構造物不被破壞且不造成河床過度的淤積或是刷深，公路總局可依據土砂的資訊來設計橋樑高或構造物的強度，各單位應一同討論並且相互搭配，可使河道整體的土砂運移、施作構造物的強度、災害發生的機率等得到較佳的控制及處理，未來可以漸漸朝向以整體河相營造的方式來進行河川的整治。

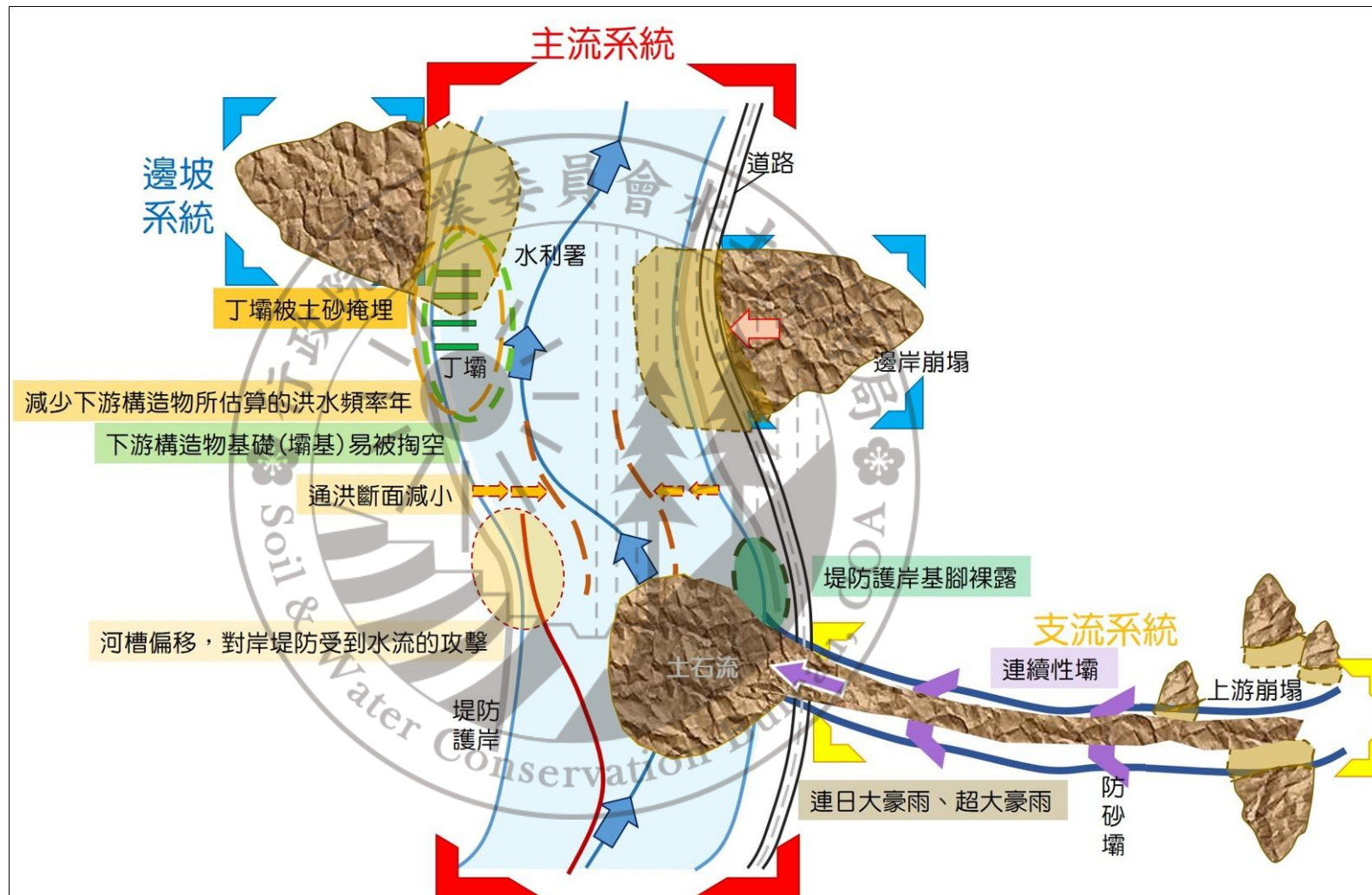


圖 4.13 泥砂入匯主河道及其產生之影響示意圖

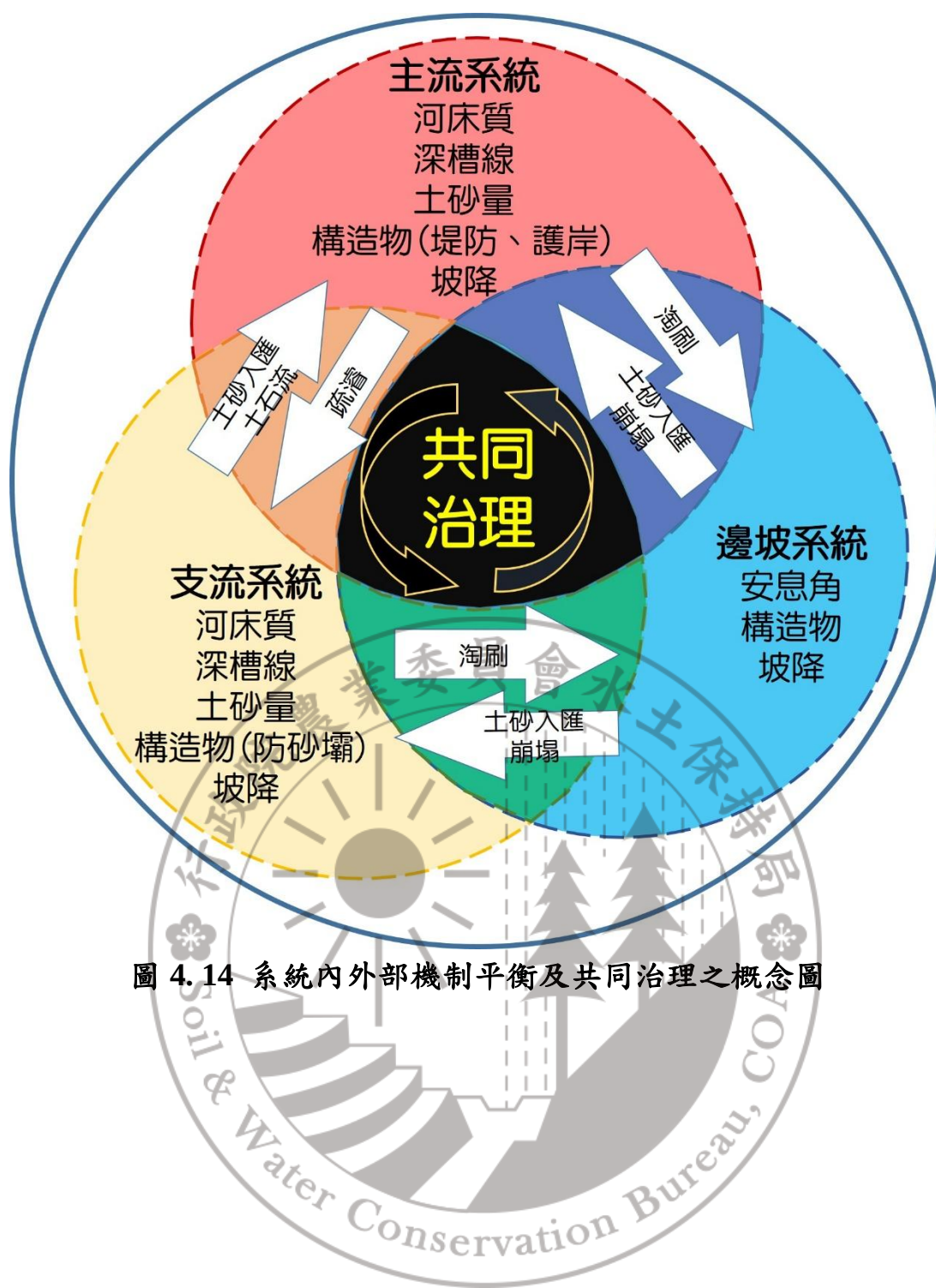


圖 4.14 系統內外部機制平衡及共同治理之概念圖

第五章 結論與建議

本研究以河川整體營造為最終目標，在河川系統中主流與支流甚至是邊岸皆為相互影響的開放系統，地理空間上具有不可分之連結性，即為設立共同治理區之中心概念「水砂不可分割應協調治理」。以濁水溪流域作為研究區域，由河川型態及河川幾何特性出發，透過下游堤防護岸的位置、兩岸入匯支流的河川級序、集水區進入主河道的土砂量、水庫壩堰等條件來篩選出共同治理區段，共選出清水溪、陳有蘭溪及霧社水庫三段共同治理區段。

進一步針對共同治理區段中土砂的問題來進行探討，並且思考共同治理的可行性，影響共同治理區中土砂情形的因子可約歸納出自然與人為二個因子，自然因子含有邊坡崩塌、土石流、主支流匯流口，而人為因子則為疏濬，主河道中土砂情況可歸納為土砂入匯過多及土砂入匯過少兩種情形來探討邊坡與支流入匯土砂對於主河道產生的影響，當土砂過多時會造成河床面淤高、通水斷面縮小、壓縮主流流路、流路擺盪等，而土砂過少時則主河道易刷深河道，使下游構造物基腳裸露不穩定，因此河道的土砂量應盡量維持在一個平衡的狀態，而由上述可知河道土砂量是由支流、邊坡匯入，泥砂的平衡狀態是需相伴系統的相互配合，故由此可發現各個系統看似可以行政權責來劃分，但因地理空間上的相互連結使得各個系統間具有非常密不可分的影響關係，即各系統應為開放系統，回應到本研究的中心理念「土砂不可分割應共同治理」，故各單位應一同討論並且相互搭配，如水保局可提供上游土砂的資料，防砂壩可箝制住多少土砂量而有多少土砂量會進入下游主流，下游水利署可參考土砂資料來調整疏濬的情況及設計構造物的洪水頻率年，而公路總局則可依其來設計橋樑或構造物的強度，使得河道整體的土砂運移、施作構造物的強度、災害發生的

機率等得到較佳的控制及處理，各單位能夠相輔相成、發揮所長，達到治理分工與土砂平衡的願景，未來朝向以整體河相營造來進行河川的整治。

在各個單位皆相互配合之下，另一可思考的方向為原屬河川的行水區應適當的保留其行水空間，以還地於河的方式來減低災害可能發生的機率，在陳有蘭溪共同治理區中的郡坑溪匯流口具有明顯的土砂堆積扇且於右岸有高灘地，高灘地代表著土砂長期堆積處，在早期為土砂沖積扇經時間的演化，泥砂堆積越趨穩定形成高灘地，但這也意味著該區域原就是河川土砂淤積水流行走的區域，如有大型颱風事件發生時，該區域則有可能受到洪水事件的侵擾而發生災害，故為了預防大型洪水事件可能造成的災害，可考慮將高灘地進行清疏，以還地於河的方式減低未來大型洪水事件造成災害的機率，保障人民的生活環境與生命財產安全。



參考文獻

1. 中華民國內政部資訊中心，地理資訊圖資雲服務平台(TGOS 平台)，https://www.tgos.tw/tgos/web/tgos_home.aspx。
2. 行政院農委會水土保持局(2016)，「水土保持法暨相關法規」。
3. 行政院農委會水土保持局(2014)，「水土保持技術規範」。
4. 行政院農業委員會水土保持局(2005)，「水土保持手冊」。
5. 行政院農業委員會水土保持局全球資訊網，
<http://www.swcb.gov.tw/>。
6. 張瑞津(1982)，台灣島諸流域的水流等級及水系網比值，國立台灣師範大學地理學研究報告，第八期，113-156。
7. 經濟部水利署(2016)，「水利法」。
8. 經濟部水利署(2016)，「濁水溪整體疏濬評估計畫(106~108年)」。
9. 經濟部水利署(2014)，「濁水溪整體疏濬評估計畫(104~106年)」。
10. 經濟部水利署(2013)，「河川管理辦法」。
11. 經濟部水利署(2007)，「水庫集水區治理權責分工暨有關事項處理原則」。
12. 經濟部水利署，<http://www.wra.gov.tw/default.asp>。
13. 經濟部水利署水利規劃試驗所，
<https://www.wrap.gov.tw/pro22.aspx?type=0202000000>。
14. 經濟部水利署水利規劃試驗所-武界壩，
https://www.wrap.gov.tw/sinotech/Overview1_3_1r.aspx?no=2105
15. 經濟部水利署，水利署地理資訊倉儲中心網，
<http://gic.wra.gov.tw/gic/HomePage/Index.aspx>。
16. 經濟部水利署第四河川局，
<http://www.wra04.gov.tw/ct.asp?xItem=945&CtNode=29840&mp=>

99。

17. 經濟部水利署河川便利通，
http://iriver.wra.gov.tw/dredge_mileage.aspx。
18. 維基百科-武界壩，
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%AD%A6%E7%95%8C%E5%A3%A9>。
19. 陳樹群、吳俊毅(2015)，「臺北水源特定區土砂環境變化與健康指標關係之研究(2/2)」，經濟部水利署臺北水源特定區管理局。
20. 陳樹群、施珮瑜、吳俊鎰(2013)，「極端水文事件土砂量對陳有蘭溪河川型態演變影響分析」，中華水土保持學報，44(4):311-323。
21. 陳樹群、施珮瑜、吳俊鎰、趙益群(2013)，「巨額土砂匯入對和社溪河相演變之影響」，中華水土保持學報，44(4):302-310。
22. 陳樹群(2008)，「水庫集水區生態環境評估與綜合成效指標之建立」，經濟部水利署水利規劃試驗所。
23. 陳樹群、賴益成(2003)，「水庫集水區土砂整治成效評估(2/2)」，經濟部水利署。
24. 陳樹群、賴益成(1999)，「河川與集水區泥砂遞移率之推估」中華水土保持學報，30(1)：47-57。
25. 鄭旭涵、吳上豪、蔡正壽、陳志雄、蘇苗彬(2010)，「野溪清疏作業方法之一：莫拉克風災後野溪的清疏策略」水保技術，5(4)：239-249。
26. 姜燁秀、吳上豪、蔡正壽、連榮吉、莊賢達、許中立、蘇苗彬(2012)，「野溪清疏作業方法之四：野溪土石資源化現地利用之研究」水保技術，7(4)：250-259。

27. 錢寧(1985),「黃學研究前景廣闊」,人民黃河,6,6~8。
28. Brierley, G.J., and Fryirs, K. (2000). "River styles, a geomorphic approach to catchment characterization: Implications for river rehabilitation in Bega catchment, New South Wales, Australia." *Environmental Management*, 25(6), 661-679.
29. Davies, T.R.H., and Korup, O. (2007). "Persisitent alluvial fanhesd trenching resulting from large, infrequent sediment inputs." *Earth Surface Processes and Landforms*, 32(5), 725-742.
30. Horton, R.E. (1945). "Erosional development of streams and their drainage basins, Hydrophysical approach to quantitative morphology." *Bull. Geol. Soc. Am.*, 56, 275-370.
31. Khazai, B., and Sitar, N. (2000). "Assessment of Seismic Slope Stability Using GIS Modeling." *Geographic Information Sciences*, 6(2), 121-128.
32. Strahler, A.N. (1957). "Quantitative analysis of watershed geomorphology." *Eos, Transactions American Geophysical Union*, 38(6), 913-920.
33. Strahler, A.N. (1952). "Hypsometric analysis of erosional topography." *Bull. Geol. Soc. Am.*, 63, 1117-1142.
34. Walling, D.E. (1994). "Measuring Sediment Yield from River Basins." In: *Soil Erosion Research Methods*, R. Lal (ed.), pp. 39~82.
35. Walling, D.E. (1983). "The sediment delivery problem." *J. Hydrol.*, 65: 479~493.



附錄

附錄一、期中審查意見及辦理情形

日期：中華民國 106 年 8 月 1 日上午 9 時 30 分

地點：水土保持局第三會議室

審查意見及辦理情形彙整如下：

審查意見	辦理情形
1. 圖 3.25(P.3-16)可考慮用 A3 紙，可更清楚呈現。另該圖為共同治理區之位置，建議可舉局部範圍，清楚說明其位置判別之細節。	謝謝委員意見，圖 3.25 改以全面 A4 紙來呈現。而共同治理區之判別條件已由第三章進行清楚的判斷細節說明。
2. 第四章(共同治理之可行性)會討論其何範圍(程度)，例如，是否包括「組織」、「法令修改」或「共同治理之作業程序」？	謝謝委員意見，本研究是以目前各不同權責單位的治理現況來進行共同治理可行性的思考，而不是以新創單位探討，是以各單位可發揮所長及所擁有的資訊，將資訊公開並結合各單位共同來進行討論的方式，在設計、治理、施工等方面相互配合，發揮共同治理的最大優勢。
3. P.2-15 圖 2.2 請加註-4.6m 至 5.1m 點位。	謝謝委員意見，已加註-4.6m 及 5.1m 點位。
4. P.2-19 宜敘明表 2.2，V 型轉	謝謝委員意見，已增加 V 型河谷

U 型的區位坡度在 0.02 至 0.04 間。	轉 U 型河谷區位坡度的說明。
5. P.3-4 宜加註平均高程 500m 線。	謝謝委員意見，已增加平均高程 500m 線。
6. P.3-15 庫容量缺武界水庫。	謝謝委員意見，已補充武界水庫之庫容量。
7. 蘭陽溪碼崙溪的個案，在台北分局的努力下，有不錯的成果。局裡的野溪清疏值得繼續推動，尤其水庫上游集水區清疏可能比防砂工程有效。	謝謝委員意見。



附錄二、期末審查意見及辦理情形

日期：中華民國 106 年 12 月 4 日上午 11 時 30 分

地點：水土保持局第五會議室

審查意見及辦理情形彙整如下：

審查意見	辦理情形
1. 請增列摘要。	謝謝委員意見，已增列摘要。
2. P.1-1，治理界線修正為治理界點。	謝謝委員意見，已修正。
3. P.2-14 變化約在-4.6(沖刷)至5.1(淤積)間變化，請增列單位”m”。	謝謝委員意見，已增列單位。
4. P.2-18，表 2.1 和圖 2.5 宜分列。	謝謝委員意見，已將表 2.1 和圖 2.5 分列。
5. 圖之比例尺宜適當放大。	謝謝委員意見，已將圖之比例尺適當放大。
6. P.3-4，3 級河川平均高程 500m 約在 4%，而平均高程超過 1000m，約在 3%，請再確認。	謝謝委員意見，應是 3 級河川平均高程 500m 約在 3%，而平均高程超過 1000m，約在 4%。
7. P.3-7，2 級河段下限約 4%和 P.3-4 中之 5%，宜修正一致。	謝謝委員意見，已修正為 2 級河段下限皆約 5%。
8. 本案提出的概念「水砂不可分割應協調治理」，是很重要的	謝謝委員意見。

想法，雖現階段仍有其困難，但仍應持續推動。其實有部分個案，已能有發揮如此的功能。	
9. 談土砂平衡應注意時空的變化，上游河道為生產段，中游應進入沖淤河段。	謝謝委員意見。
10. 水庫庫區進行清淤應是可行，如霧社水庫的淤積造成深槽而攻擊兩岸、道路及住宅受損，務必要努力整理河道，避免衍生二次災害。後續可以考量，在野溪部分(支流)控制泥沙。主支流交匯易產生災害。	謝謝委員意見。
11. 引用文獻，尤其中文部分可以擴大，不要只引用院長的著作。陳有蘭溪近年來大規模疏濬，大幅減低後續災害的風險。	謝謝委員意見，已增加相關文獻。
12. 建議於第一章說明研究範圍，例如以濁水溪流域為研究區域。	謝謝委員意見，已增加。
13. 建議於第三章、第四章的開頭，可增加「分析流程圖」，已說明該章節的探討邏輯。	謝謝委員意見，已於第三章及第四章增加「分析邏輯流程圖」。

14. 平原河流一般為緩坡化的河流主流，而山區河流則為陡坡化之野溪支流，由陡坡支流到緩坡主流主要形成谷口土砂堆積區，因此設置大型的沉砂設施隔離土石流災害，應為主要的治理方式，臺中市和平鄉的松鶴部落土砂災害即為案例。	謝謝委員提供之案例。
15. 河川界點的訂定除考慮河川與野溪的特性外，尚需考慮水利法與水保法對坡地管理法令上的不同。	謝謝委員意見。

