



行政院農委會水土保持局
技術研究發展小組

土砂收支關係之視覺化展示研究

Visualization Research on Sediment Budget

簡報人：蔡易達 技師/博士



目錄

CONTENTS

- 壹 前言
- 貳 基本資料蒐集
- 參 相關文獻蒐集
- 肆 綜整土砂收支關係成果
- 伍 土砂收支關係展示說明
- 陸 結論與建議



壹

前

言

壹 前言

一、計畫緣起



土砂 收支 關係

- 在過去，相關專家學者及研究單位等常以土砂收支(sediment budget)來描述土砂運移。
- **土砂收支可顯示集水區內泥砂侵蝕、運移及堆積等因子間之關係**，為沖積物之產生、移動、貯存等過程的預算平衡(Ritter et al.,1995)。

無統一展示方式

- **土砂運動的過程**中包含侵蝕、運移與堆積三種，因而有土砂收支的概念出現(李建堂，1999)。
- 惟土砂收支與集水區內野溪、水系、坡面(空間)及不同時期(時間)之土砂收支量體有關，相當複雜。而目前使用之土砂量體單位無統一，**且於在成果展示方面亦無一致的標準。**

壹

前言

二、計畫目的

- ◆ 藉由既有**多時期集水區土砂收支研究成果**，考量集水區、河段或坡面等重要節點間視覺化展示之不同呈現方式，研擬土砂收支於「**圖形**」之**規格化展示**。
- ◆ 藉由**地理資訊系統**或**其他空間軟體**展示集水區土砂流失量、堆積生產等**時空變動**，以**供水**
土保持局未來土砂收支視覺化使用。

三、研究項目



基本資料蒐集



相關文獻蒐集



綜整土砂收支關係成果



土砂收支關係展示說明

壹 前言

四、預期成果



完成**特性時段土砂收支關係圖**，藉由簡易圖形化表達特定之土砂量體，清楚呈現土砂空間分布之狀態。



完成**地理資訊定量視覺化土砂收支關係圖**，直觀展示土砂空間分布的狀況，配合統計圖表方式套匯在圖形上，可更清楚呈現土砂時間與空間之分布狀況。



改良式樹狀圖與地理資訊定量視覺化圖將製作過程詳實記錄，並**建立操作手冊**，以供**水土保持局未來土砂收支視覺化成果之參考**。



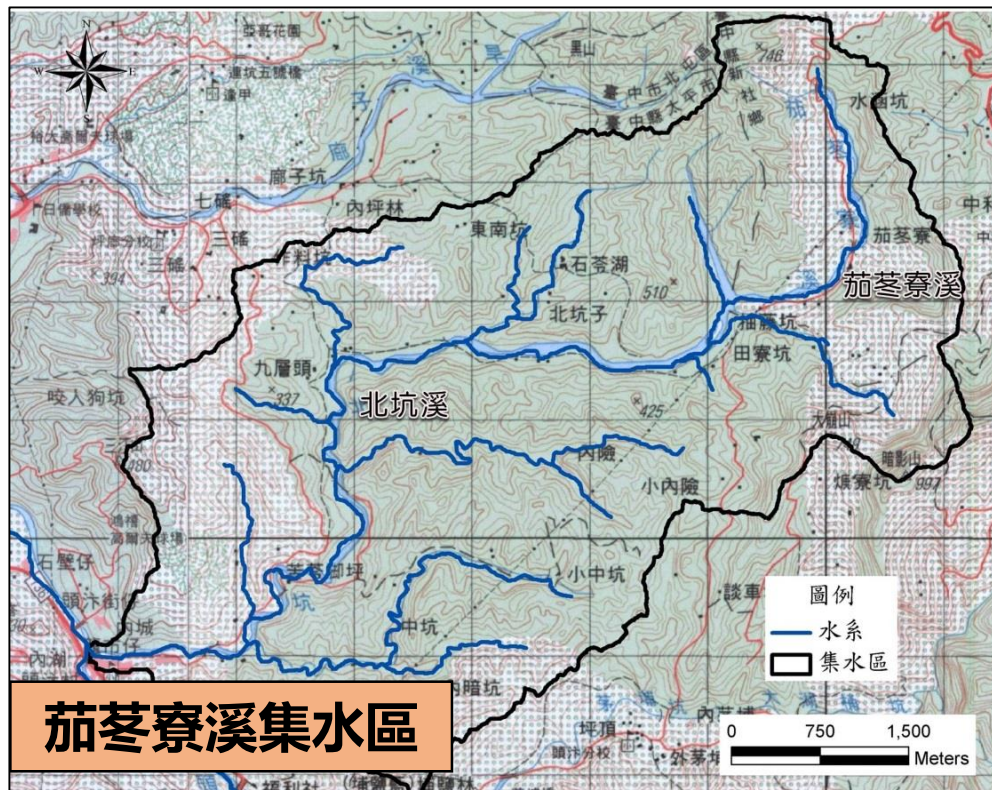
貳

基本資料蒐集

貳 基本資料蒐集

一、研究區域

擬定大尺度以**曾文水庫集水區**；小尺度以**茄荖寮溪集水區**作為研究區域，蒐集基本資料。



貳 基本資料蒐集

二、曾文水庫基本資料蒐集

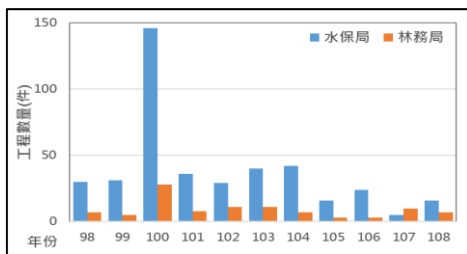
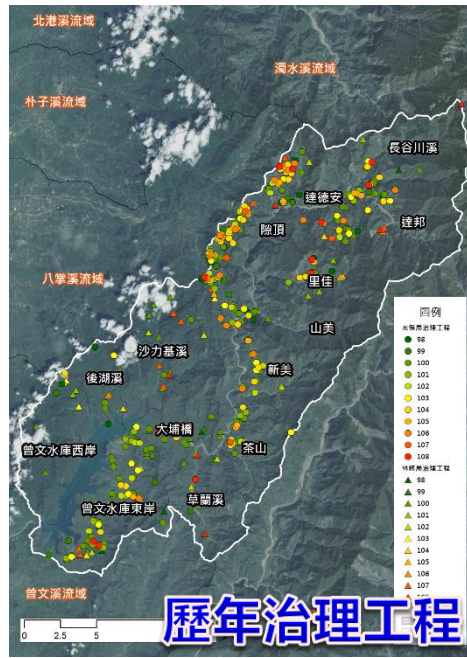
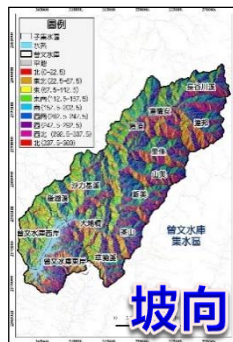
大尺度集水區以**曾文水庫集水區**作為研究區域。

曾文水庫集水區-基本資料

項目	說明	項目	說明
高程	194-1500m (82.8%)	土地利用	人工林、天然林及其他森林 使用土地(79.4%)
坡度	五級坡(42.2%)	地質	中新世地層
坡向	西向(16.1%)	-	-

曾文水庫集水區-水庫淤積

總容量 (萬m ³)	有效容量 (萬m ³)	總淤積量 (萬m ³)	淤積率 (%)	保育減砂量 (萬m ³ /年)
63,005	46,800	12,223	19.4	47



歷年治理工程統計

貳 基本資料蒐集

三、茄苳寮溪基本資料蒐集

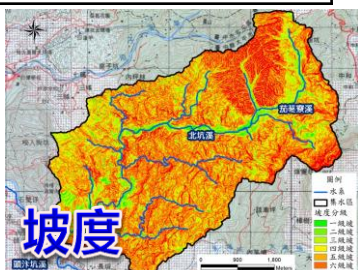
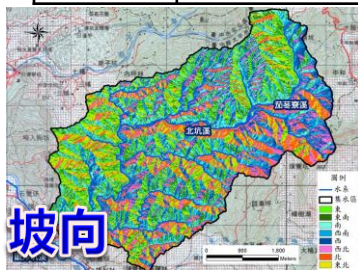
小尺度集水區以**茄苳寮溪集水區**作為研究區域。

茄苳寮溪集水區-基本資料

項目	說明	項目	說明
高程	200-600m (88.2%)	土地利用	人工林、天然林及其他森林 使用土地(73.4%)
坡度	六級坡(36.9%)	地質	更新世地層
坡向	南向(15.0%)	-	-



歷年治理工程



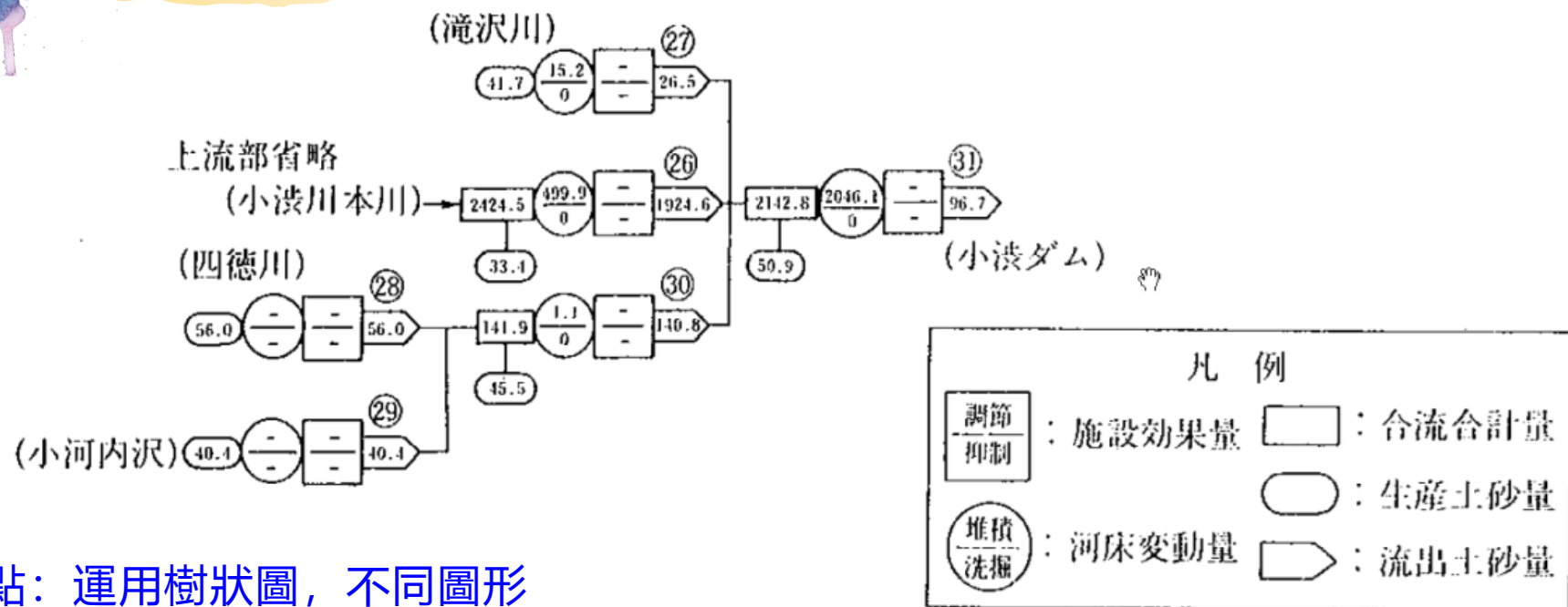


參

相關文獻蒐集

參 相關文獻蒐集

二、國外相關文獻蒐集 土砂災害調查手冊(土砂災害調査マニュアル), 1988



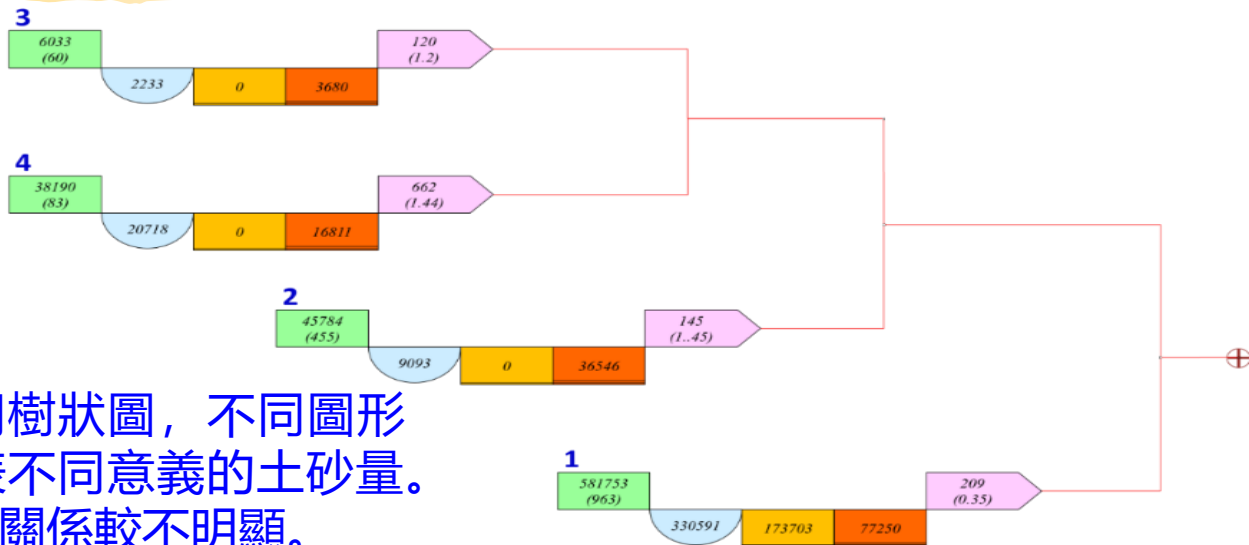
優點: 運用樹狀圖, 不同圖形
代表不同意義的土砂量。

缺點: 河系關係較不明顯。

圖 3-12 土砂收支圖¹³⁾

參 相關文獻蒐集

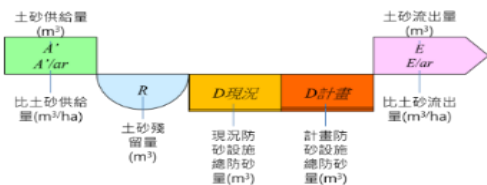
一、國內相關文獻蒐集 水土保持防砂工程防砂整備之推估與應用，2012



優點：運用樹狀圖，不同圖形
代表不同意義的土砂量。

缺點：河系關係較不明顯。

圖例



小集水區編號	面積 (ha)	土砂生產量 (m³)				上游河道來砂量 (m³)	供給土砂量 (m³)	比供給土砂量 (m³/ha)	現況防砂設施總防砂量 (m³)	計畫防砂設施總防砂量 (m³)	土砂殘留率 (%)	土砂殘留量 (m³)	土砂流出量 (m³)	比土砂流出量 (m³/ha)	容許土砂流出量 (m³)	檢核 ¹²
		坡面崩塌土砂量 (m³)	坡面土壤沖蝕量 (m³)	河道土砂淤積量 (m³)	土砂生產量 ¹¹ (m³)											
1	604.07	558,950	22,803	0	581,753	0	581,753	963	173,703	77,250	56.83	330,591	209	0.35	13,768	OK
2	100.64	18,600	5,912	0	24,512	21,273	45,784	455	0	36,546	37.10	9,093	145	1.45	2,294	OK
3	99.96	0	6,033	0	6,033	0	6,033	60	0	3,680	37.01	2,233	120	1.20	2,158	OK
4	458.30	700	37,490	0	38,190	0	38,190	83	0	16,811	54.25	20,718	662	1.44	10,445	OK

參 相關文獻蒐集

一、國內相關文獻蒐集 太麻里溪土砂收支模式建立



優點：主支流分段、控制點概念。

缺點：無法直觀感受土砂量差異

圖例：



：年河床載輸砂量



：年土砂產出量

+25.8

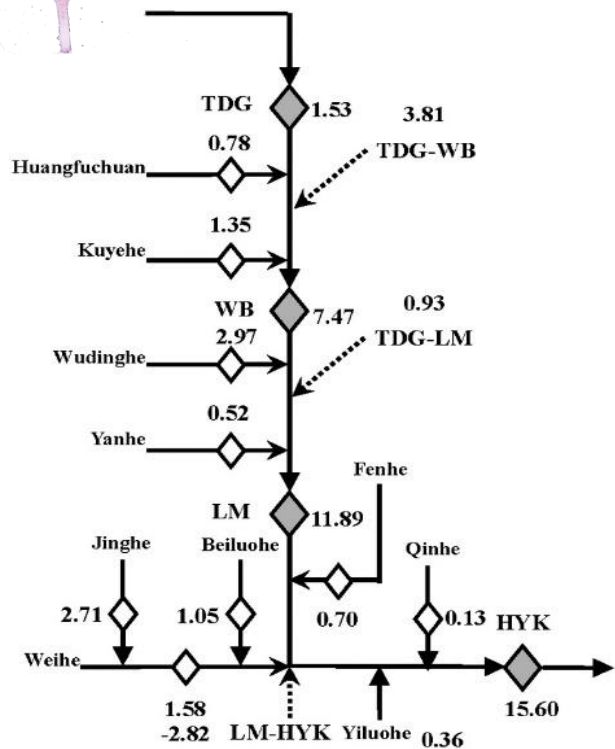
：年河道沖淤量，若+表淤積；-表冲刷

單位：萬立方公尺

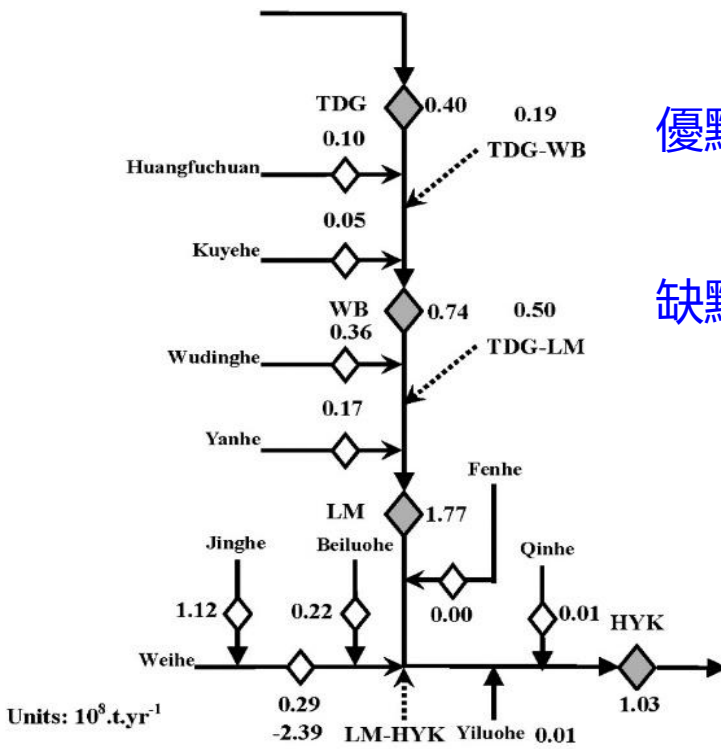
參 相關文獻蒐集

二、國外相關文獻蒐集

中國黃河中游年產沙量變化，2015



(a)



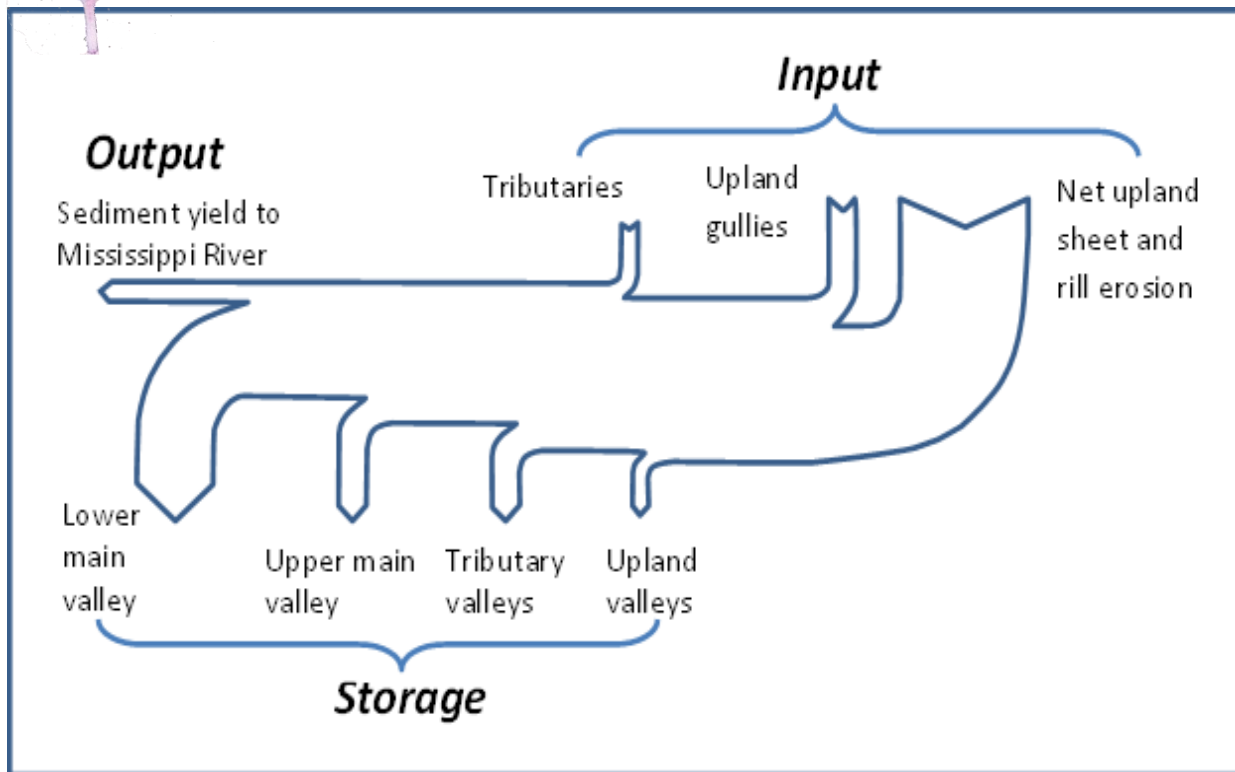
(b)

優點：運用流程圖、控制點概念。

缺點：無法直觀感受土砂量差異

參 相關文獻蒐集

二、國外相關文獻蒐集 澳大利亞北昆士蘭熱帶地區耕地洪氾區之沉積物土砂收支，2007

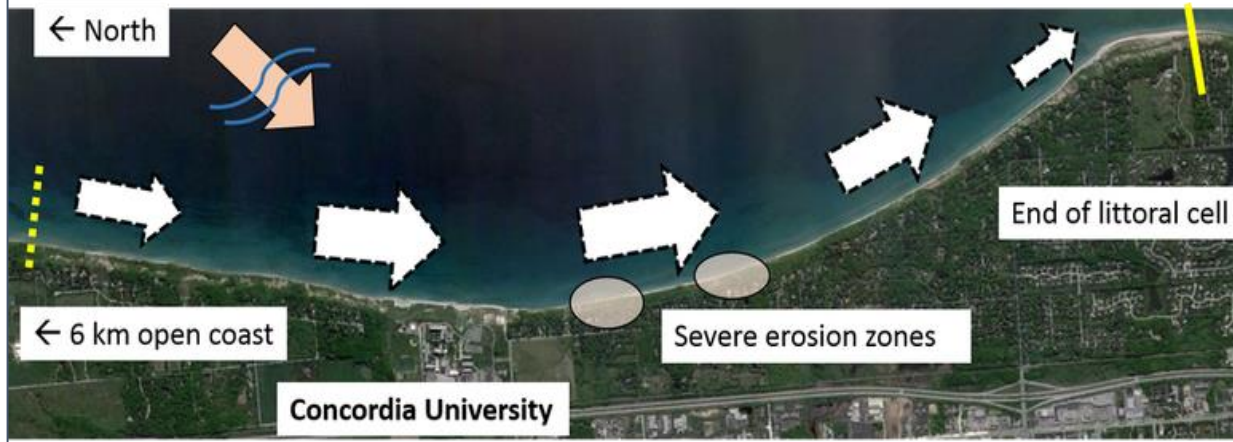
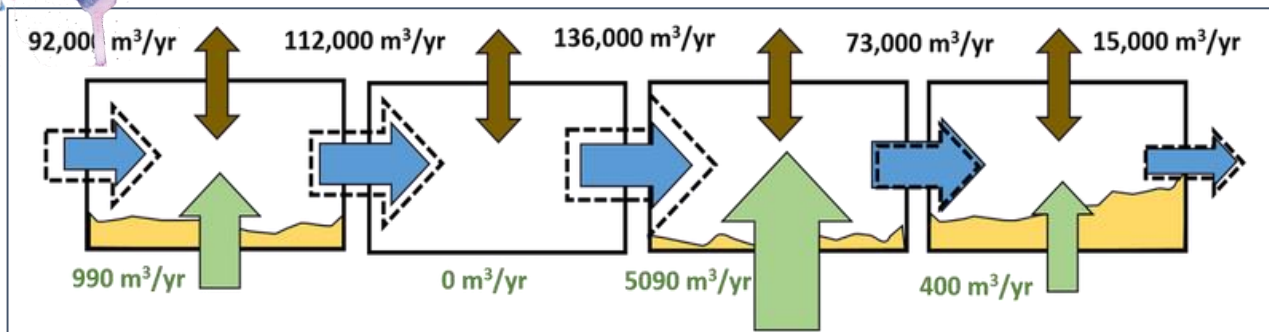


優點：圖形粗細代表土砂量體多寡。

缺點：1.無法得知絕對土砂量。2.圖形過於抽象，無法了解河系關係

參 相關文獻蒐集

二、國外相關文獻蒐集 威斯康星大學水資源工程-海潮影響沉積研究

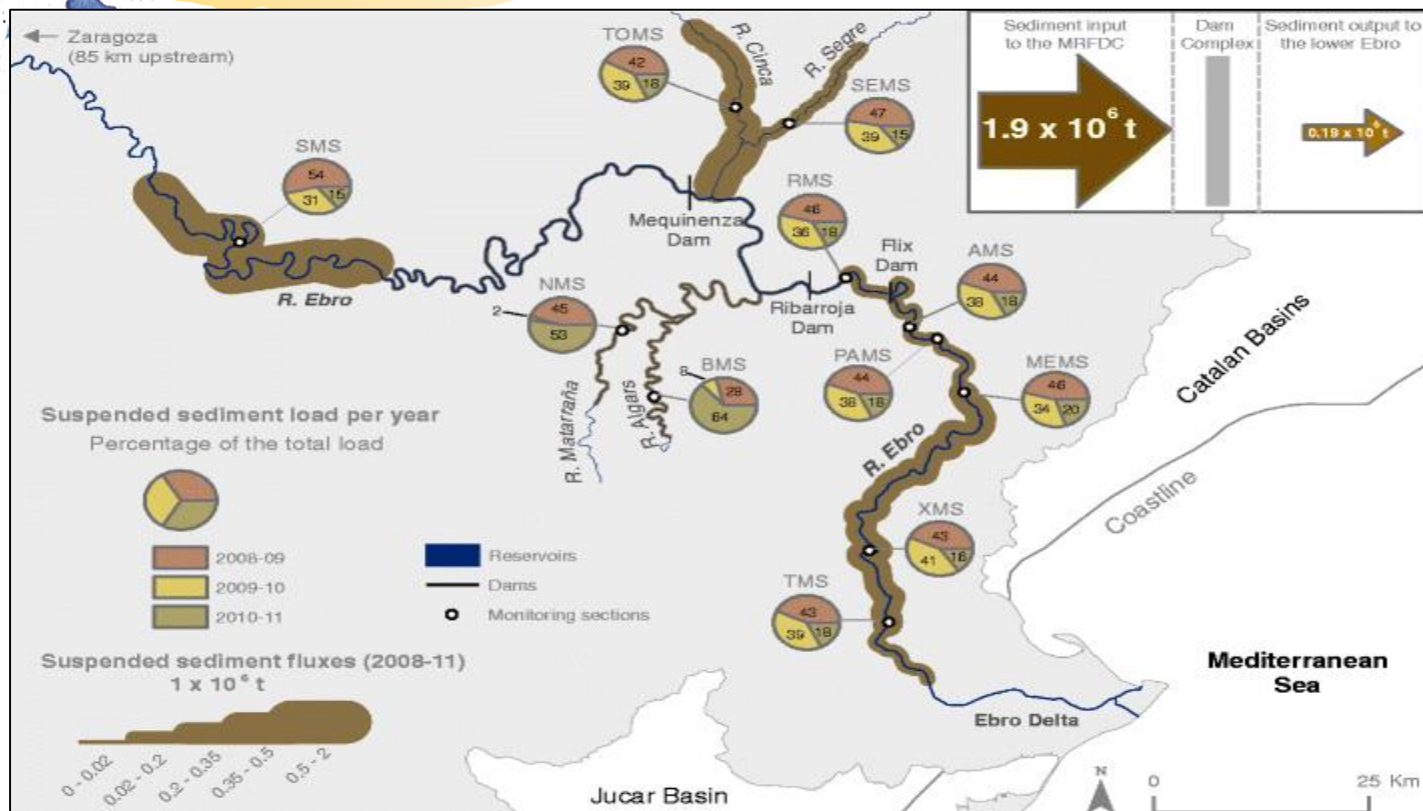


- 優點：圖塊表達控制區、
沖淤量用沉積視覺
化表達、箭頭大小
代表土砂量體多寡。
- 缺點：相對無法直觀感受
土砂量差異

參 相關文獻蒐集

二、國外相關文獻蒐集

西班牙東北部的埃布羅河下游大壩沉積物研究, 2013



優點：粗細代表土
砂量體多寡、
劃分不同時
期土砂量、
直接於地理
區位圖表達

缺點：製作相對繁
瑣，使得推
廣能力低



肆

綜整土砂收支關係成果

肆 綜整土砂收支關係成果

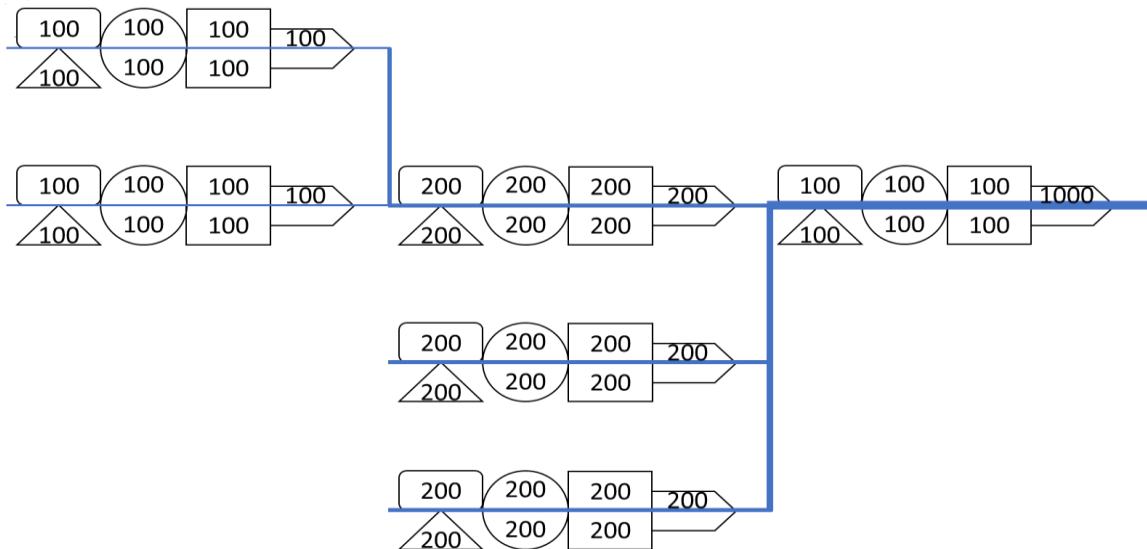
綜整上述**國內外文獻**，將優缺點逐一檢視予以歸納，初步彙整出以下關鍵兩點：

- ◆ **特性時段（重災）土砂收支**：可將**樹狀圖**簡化為流域水系，輔以**簡易圖形**呈現集水區土砂收支系統圖。
- ◆ **地理資訊定量視覺化土砂收支**：以**地理資訊系統**套疊向量與影像，得完整顯示土砂分布區位，並可顯示時期不同之土砂量。



肆 綜整土砂收支關係成果

一、改良式樹狀圖



圖例

- 1.5PT : 一級序河川
- 3.0PT : 二級序河川
- 4.5PT : 三級序河川
- 6.0PT : 四級序河川

- △ : 坡面土砂流失量
- : 近岸崩塌流失量

- 淤積量
冲刷量 : 溪床變動量

- 調節量
貯砂量 : 保育減砂量

- ◁ : 土砂生產量

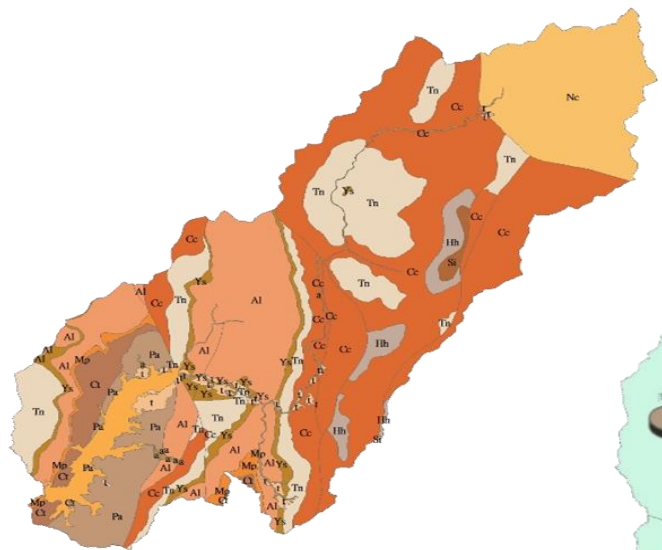
- 圖形化表達各不同土砂量，如土砂生產量、保育減砂量(工程治理成效)...等。
- 系統化表達河川級序(線條粗細)。
- 強調量體在系統中運移狀況。

肆 綜整土砂收支關係成果

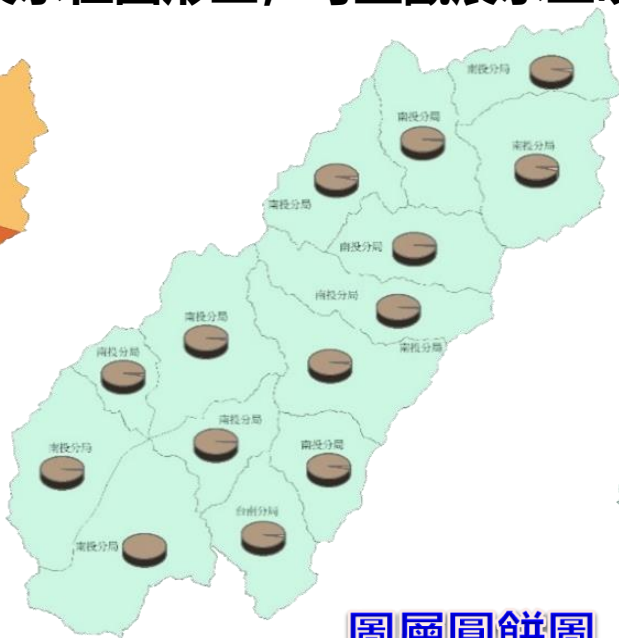
二、地理資訊定量視覺化

將不同時期的土砂量體，以統計圖表方式套匯在圖形上，呈現土砂時間與空間分布

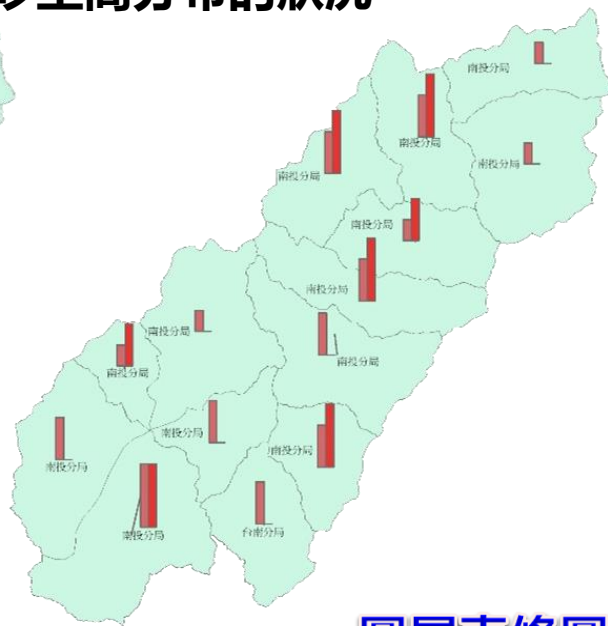
- 各土砂量體資料可清楚展示在圖形上，可直觀展示土砂空間分布的狀況



唯一值



圖層圓餅圖



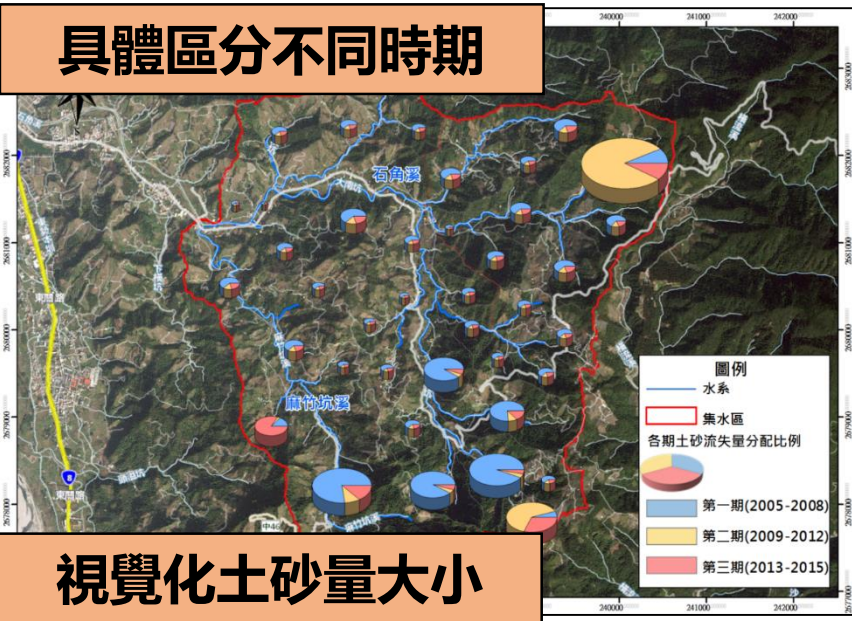
圖層直條圖

肆 綜整土砂收支關係成果

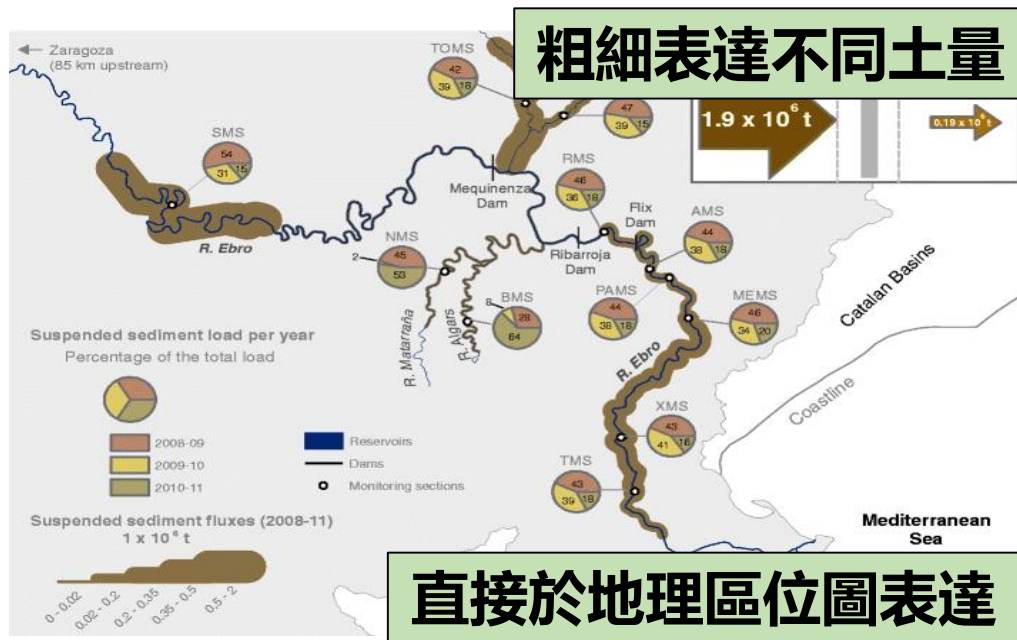
二、地理資訊定量視覺化

- 本研究參考“西班牙東北部的埃布羅河下游大壩沉積物研究，2013”與團隊前期研究成果，將結合坡面與河道土砂量分布情形，建立地理資訊定量視覺化土砂收支。

具體區分不同時期



視覺化土砂量大小





伍

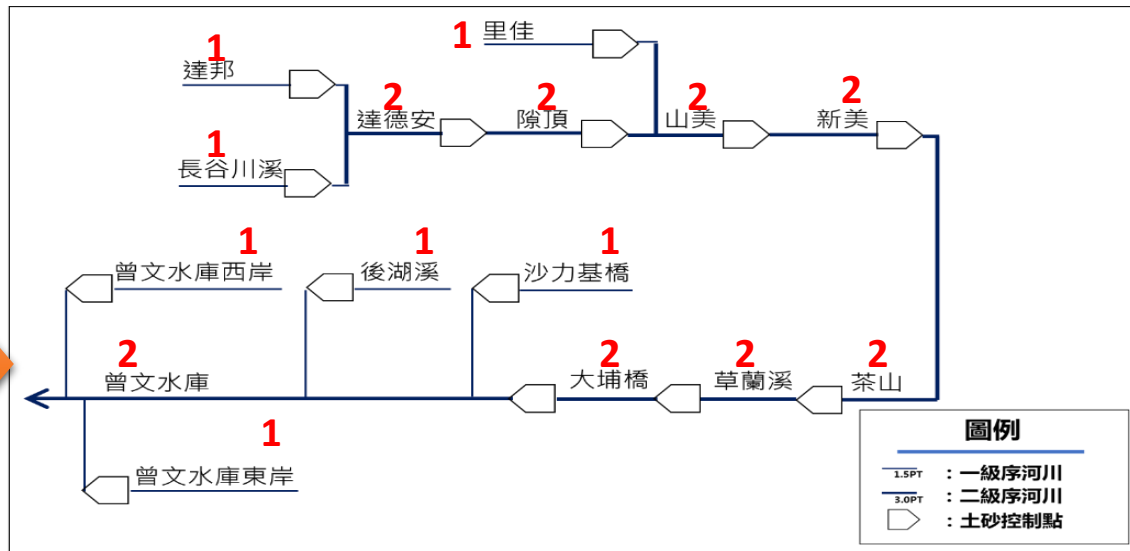
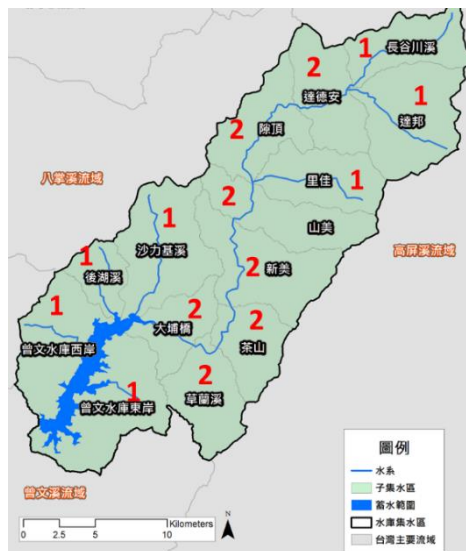
土砂收支關係展示說明

伍 土砂收支關係展示說明

一、曾文水庫土砂收支關係展示

(一)改良式樹狀圖

- 以線段呈現集水區水系主、支流分布情況，並設定不同寬度代表不同「級序河川」(荷頓,1945)，以清楚展示集水區空間土砂收支關係。
- 以圖形化表達土砂生產量、保育減砂量...等工程治理成效。



子集水區與河道分布圖

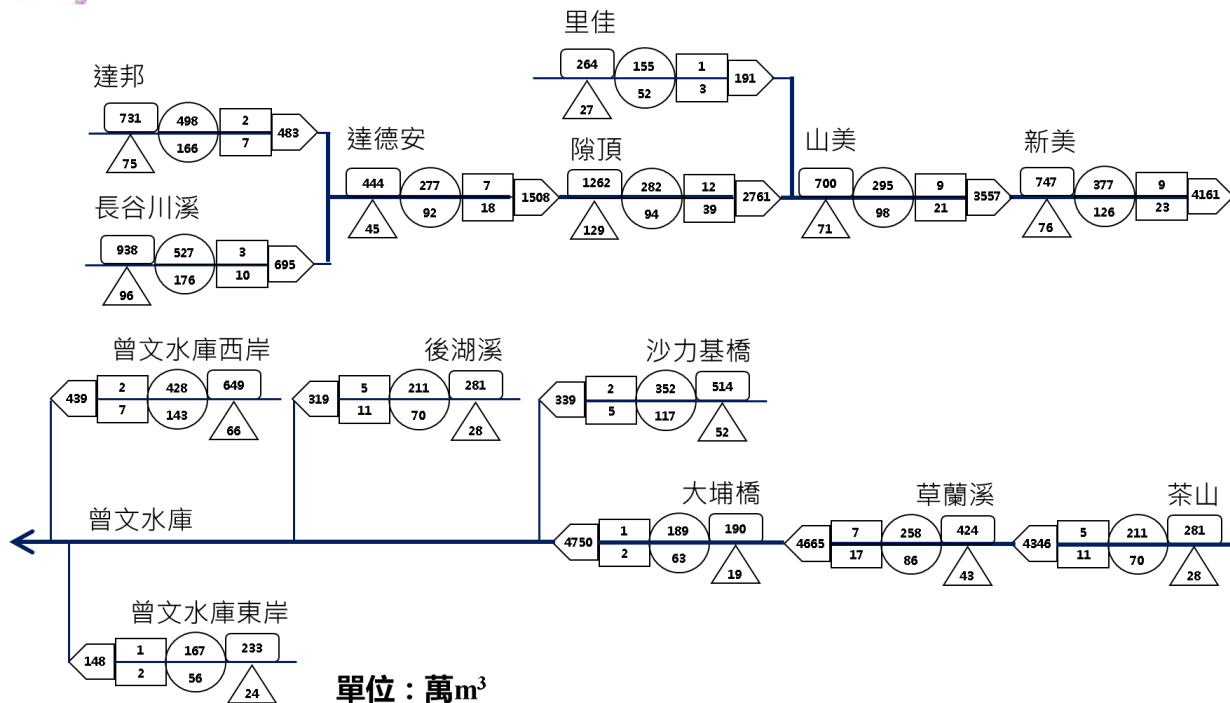
子集水區與河道樹狀圖

伍 土砂收支關係展示說明

一、曾文水庫土砂收支關係展示

(一)改良式樹狀圖

本研究以2009年為例，展示曾文水庫集水區土砂收支分布狀況。



圖例

1.5PT : 一級序河川

3.0PT : 二級序河川

△ : 坡面土砂流失量
□ : 近岸崩塌流失量

淤積量
沖刷量 : 溪床變動量

調節量
貯砂量 : 保育減砂量

◁ : 土砂生產量

伍 土砂收支關係展示說明

一、曾文水庫土砂收支關係展示

(二)地理資訊定量視覺化

子集水區

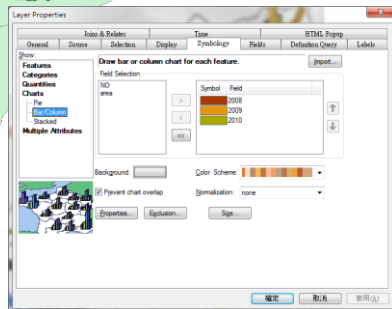
本研究應用地理資訊系統，以統計圖表方式展示曾文水庫集水區2008~2010年坡面土砂流失量分布狀況。

PID	Shape *	SUBBASINNA	NO	area	2008	2009	2010
1	Polygon	曾文水庫東岸	14	54202701.275	361037	233008	959725
2	Polygon	里佳	5	31600659.1276	82163	268929	176534
3	Polygon	後湖溪	12	14969398.005	590391	368927	558923
4	Polygon	沙力基溪	4	33784660.2062	200996	1263062	3906004
5	Polygon	達德安	3	32259482.7548	392217	4438158	2889329
6	Polygon	達邦	2	45995387.823	640065	7309438	7302171
7	Polygon	山美	6	34283655.014	158673	7002767	4151623
8	Polygon	新美	7	43838326.2261	640223	7474835	2776134
9	Polygon	沙力基溪	11	46514760.6199	334674	5138652	1158840
10	Polygon	長谷川溪	1	28604409.2104	158726	9382868	9478827
11	Polygon	茶山	8	34533131.4078	467147	2899921	2039989
12	Polygon	大埔橋	9	39021118.9017	659530	4324596	3632212
13	Polygon	曾文水庫西岸	10	23022742.4846	178520	1895016	630431
14	Polygon	曾文水庫東岸	13	41845595.2634	626332	6494740	2242832

2.輸入各期土砂流失量

1.子集水區分布

3. 設定直方圖(Bar/Colum)



4. 直方圖展示各期土砂流失量分布成果

伍 土砂收支關係展示說明

一、曾文水庫土砂收支關係展示

(二)地理資訊定量視覺化

河道水系

本研究應用地理資訊系統，依不同土砂生產量等級選擇不同寬度展示曾文水庫集水區2008~2010年河道土砂生產量分布狀況。

Table

河道集區741

PID	Shape *	ID	name	NO	2008_2010C
0	Polyline	0	長谷川溪	1	1070.37
0	Polyline	0	達邦	2	1008.11
7	Polyline	0	達邦溪	3	555.61
8	Polyline	0	達邦溪	4	1199.27
1	Polyline	0	達邦溪	5	322.13
9	Polyline	0	山美溪	6	802.41
10	Polyline	0	新美溪	7	728.24
11	Polyline	0	茶山	8	400.44
12	Polyline	0	沙力基溪	9	551.26
13	Polyline	0	大埔橋	10	213.26
3	Polyline	0	沙力基溪	11	497.2
2	Polyline	0	後湖溪	12	417.52
4	Polyline	0	曾文水庫西岸	13	693.15
5	Polyline	0	曾文水庫東岸	14	201.64
14	Polyline	0	曾文水庫	15	0

14 1 (0 out of 15 Selected)

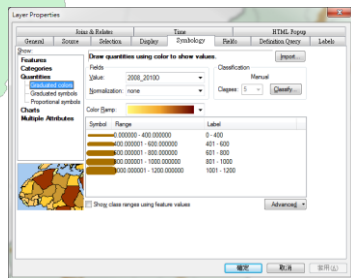
河道集區741

2.輸入各期土砂生產量



1.河道水系分布

3. 依不同土砂生產量等級選擇不同寬度



4. 呈現各河段土砂生產變化

伍 土砂收支關係展示說明

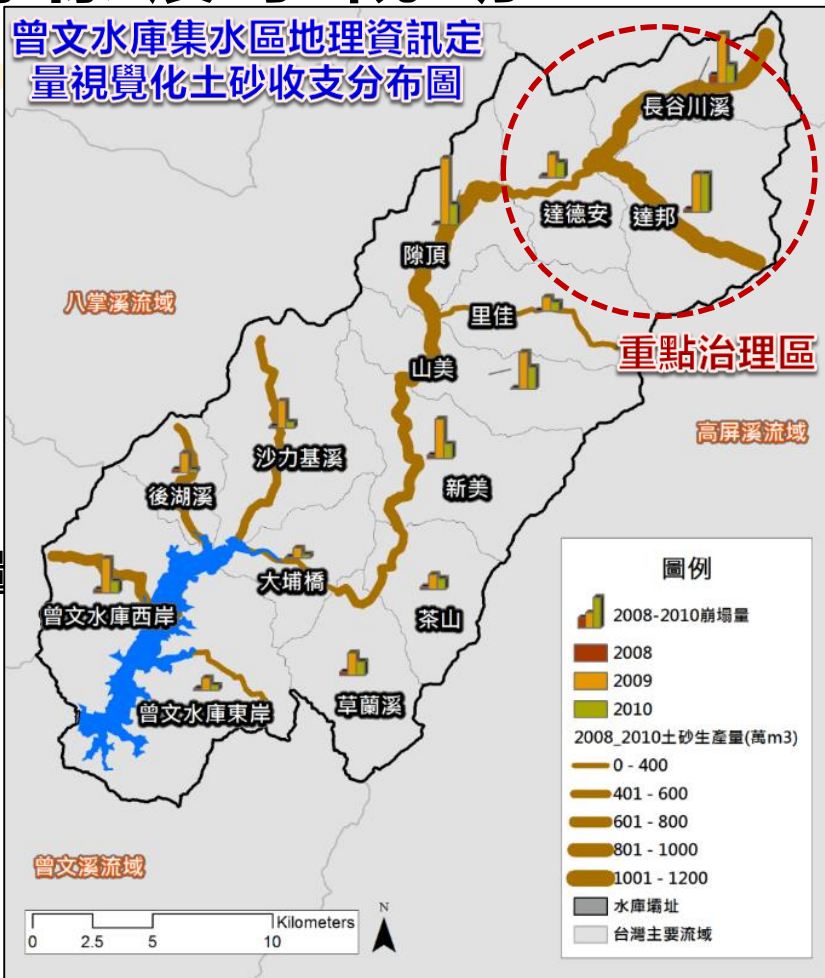
一、曾文水庫土砂收支關係展示

- 崩塌土砂量：由統計圖表直方圖展示
2008~2010年各期土砂量分布情形

- ✓ 2009年莫拉克颱風造成集水區崩塌量體較多
- ✓ 崩塌土方集中於長谷川溪、達邦與隙頂集水區

- 河道土砂生產量：依不同寬度代表不同量
體土砂生產量分布情形

- ✓ 呈現2008-2010年河道土砂生產量，可清楚瞭解土砂運移分布狀況
- ✓ 針對土砂生產旺盛之河段，建議可進行相關治理措施

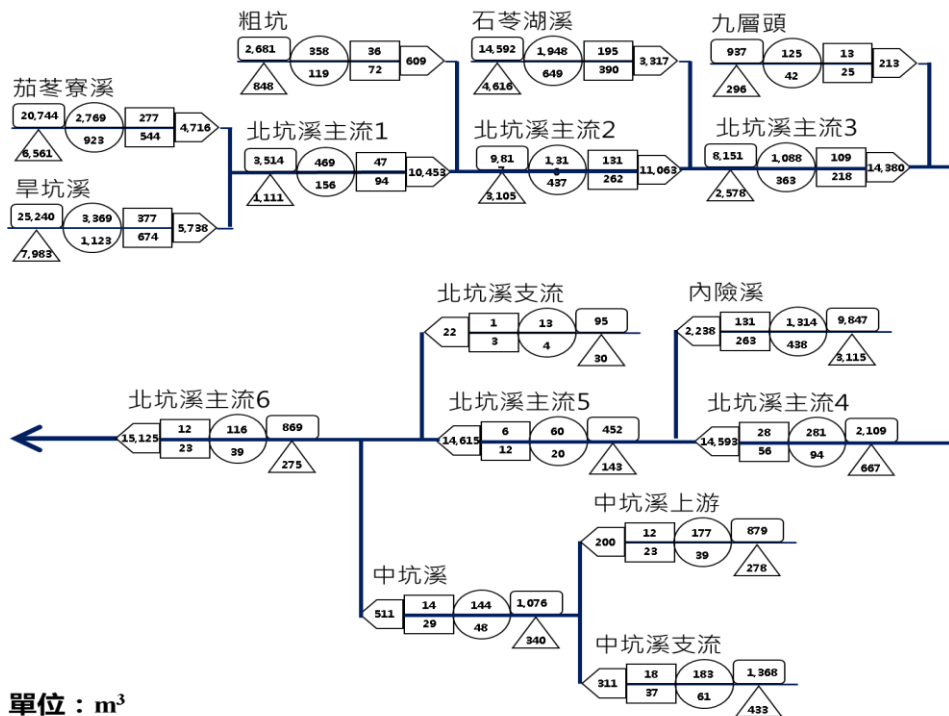


伍 土砂收支關係展示說明

二、茄荖寮溪土砂收支關係展示

(一)改良式樹狀圖

本研究以2009年為例，展示茄荖寮溪集水區土砂收支分布狀況。



單位：m³

伍 土砂收支關係展示說明

二、茄荖寮溪土砂收支關係展示

(二)地理資訊定量視覺化

- 崩塌土砂量：由統計圖表直方圖展示2008~2010年各期土砂量分布情形
 - ✓ 2009年莫拉克颱風造成集水區崩塌量體較多
 - ✓ 崩塌土方集中於**茄荖寮溪、旱坑溪與內險溪**集水區
- 河道土砂生產量：依不同寬度代表不同量體土砂生產量分布情形
 - ✓ 呈現2008-2010年河道土砂生產量，可清楚瞭解土砂運移分布狀況
 - ✓ 針對**土砂生產旺盛之河段**，建議可進行相關治理措施





陸

結 論 與 建 議

陸 結 論 與 建 議

1

本研究完成曾文水庫及茄苳寮集水區之展示案例，分別以不同尺度進行說明，製作特性時段土砂收支及地理資訊定量視覺化土砂收支關係圖，供後續相關人員參考。

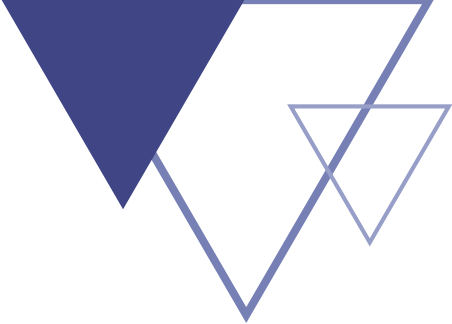
2

本研究完成特性時段土砂收支及地理資訊定量視覺化土砂收支關係圖之操作手冊，逐步說明圖形製作之流程，並針對其圖形之形狀、顏色、大小等進行詳細說明與建議，供後續相關研究人員持續使用。

3

後續建議：

- (1)透過現地監測與數值模式模擬分析集水區產砂、運移、堆積等過程，其參數設定將會更完善。
- (2)應用無人載具(UAV)技術，於颱風事件前後能持續進行觀測，透過完整多時期的數值表面模型(DSM)以及水文資訊，才能使得集水區土砂收支規律分析更趨完整。



簡報完畢

敬請指教