

台北市山坡地水文環境監測 暨水土保持問題研討會

論文集

主辦單位：(一) 台北市政府建設局
(二) 國立中興大學 水土保持學研究所
土木工務學研究所

協辦單位：(一) 行政院農業委員會
(二) 行政院經濟部水利司
(三) 臺北市農會
(四) 中華水土保持學會

研討會地點：臺灣大學理學院思亮館國際會議廳

中華民國八十四年四月

台北市山坡地水文環境監測系統與 山坡地保育利用管理模式之研究

蘇苗彬* 林致遠**

一、前言

由於近年來台灣都會區周邊山坡地逐漸都市化之結果，使得土地利用之型態複雜，其影響所及往往降低下游生活環境之品質，每逢颱風暴雨動輒造成洪患及泥砂災害。爲了徹底維護與保障都市之環境安全，都會周邊山坡地之規劃與管理實爲必要之手段，因此如何建立山坡地基本資料庫，並研究分析土地利用變遷後對下游所造成之衝擊，實爲當務之急。基於上述之動機與目的，本研究首先調查台北市山坡地利用型態，並規劃其整體水文環境影響監測站網，按集水區土壤、地質、地形、植生及水文條件與其對下游影響程度先行設置水文環境監測站，長期監測各集水區之水質、水量及泥砂產量，依野外實測資料探討都市化山坡地各種開發行爲對下游水文環境特性之影響及長期之變化。

研究側重於基本資料之蒐集與整理，子集水區之分級、監測站網之規劃以及水文環境監測站之設置，以作爲後續研究都市化山坡地管理模式之依據，並期能藉此提供其他相關單位適時掌握各集水區水文環境訊息，採取有效之管理對策，或提供其它有關區域排水、防洪工程、淤砂治理及緊急災害等規劃工作之參考。

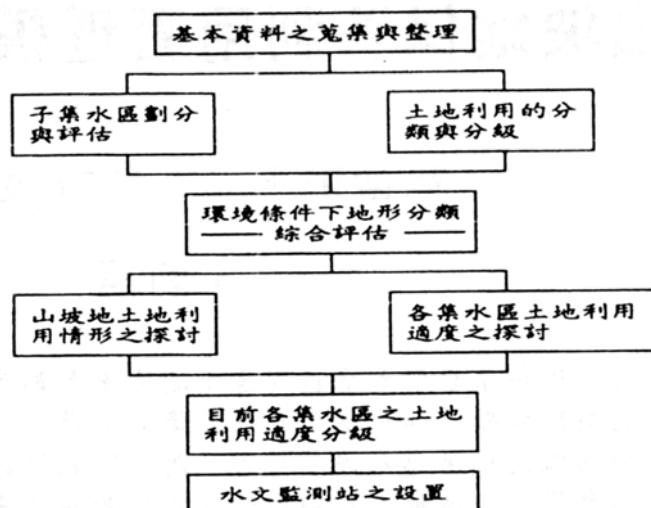
二、研究方法

本次水文環境監測站設置，主係以環境條件下地形分類之綜合評估爲主而探討之，其評估方法係從土地利用計畫（開發及保育計劃）將土地條件（地形、岩盤、自然災害等），利用地形分類圖進行分析。首先利用 5000 分 1 的土地利用圖、將土地利用的程度予以評估並

* 國立中興大學土木工程學研究所副教授

** 國立中興大學水土保持學研究所博士後研究

相互比較，從中探討將來在土地利用方面應予限制開發之地區，以期對山坡地開發規劃提供重要之參考依據，其評估之流程簡示如下：



(一)集水區之分級 (陳信雄、陳明杰，1991)

有關集水區分級之評估是利用縱橫方格網行之，方格大小取500m×500m，關於土地條件，如表2.1-1分為五個階段評估，而土地利用則根據表2.1-2之評估標準，亦以5個階段評估開發之適應性。集水區之分級乃根據同一方格內土地條件之評估點L與土地利用的評估點U之比U/L大小來判定，U/L的數值等於1時可視為土地條件與土地利用型態配合適度，數值小於1地區是為具高開發潛力，有趨向高度化之可能地區，愈是大於1愈是應限制其土地利用，也就是應加強防災設施之地區，至於詳細之評估步驟則分述如下：

1. 地形成長及網格之繪製

(1)地形生長曲線的繪製：乃以某山頂為中心，描繪不同半徑r之同心圓及各圓內最低點與中心點之高差（起伏量），繼而以圓面積（ πr^2 ）為橫軸，伏量為縱軸，點繪之即所謂地形生長曲線，而由此推知削峰存在之情形，進而了解該地區準平原化趨勢。(2)網格大小的決定：當地形生長達某一界限時，其同心圓面積的增大而起伏量的增加則變緩和，而於生長曲線上出現一明顯折曲點（如圖2.1-1所示），面積亦由是決定。

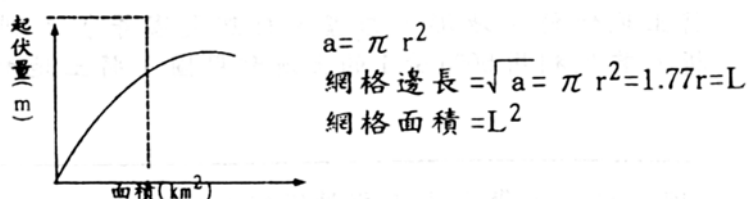


圖 2.1-1 地形生長曲線圖

(3)繪製以最高點為中心，邊長為1之網格圖涵蓋整個研究區域。本研究地形成長之中心點，係以為中心進行分析統計，為方便計乃取單位面積為25公頃，邊長500m之網格為基本單位。

2.環境條件下地形分類的綜合評估

利用求積儀，套配有關之地形圖、土地利用圖…等，求算各網格內各不同起伏量比，植生狀態分布情形及其所佔網路面積之比率 $k \times i$ ：

$$Kxi = (A'xi / L^2) \times 100 \%$$

($A'xi$ 各不同植物於網路內所佔面積)

起伏量比(RR%) =

(網格內等高線數)(等高線高差) / (網格邊長) × (地形圖比例尺)

就各網格所得之地形因子(起伏量比)、依山坡地保育利用條例中有關利用限制分級，由表分別求算U、L值、然後就U/L ratio予以綜合評估之。

$$U/L \text{ ratio} = \sum (Ux.Kxi) / Lxi$$

Uxi = 各不同地地類型對應之U值

Lxi = 各不同地地類型對應之L值

表 2.1-1 土地條件總合評估表(L)

評 分 點	評 估 標 準						
	地 形			地盤 條件	自然災害	土 地 利 用 適 合 度	
	性 狀	主要單位地形	地盤高	地耐力	洪高震地地崩 盤下 水潮害陷滑塌	都市的土地 利用	農村的土地 利用
5	平坦的 高燥地	台地、段丘(除掉上方一下方淺的谷線及周圍的急陡部分)	5 以上	大		適 當	適 當
4	大部份 為平坦 的乾燥 地	山麓緩坡面 小起伏的丘陵 地、台地段丘		略大	△ △△	大致適當	大致適當
		扇狀地 大規模氾濫平原的自然堤防 挖土所形成平坦地	4 ~ 5	略大	△△△ △△		
3	排水較 好的低 地、平 坦地	谷底平原 氾濫平原 高的壤土地 安定之崖錐	3 以上	略小 (支持地盤淺)	○○○△	適合一部分 須防災設備	適合一部分 需防災設施

2	起伏大之傾倒地	山麓坡面(坡度約30以下)			○○	人口或設施密集的地區隨土地條件必須有防災對策	大致適合
	低濕地	三角洲的自然堤防 三角洲	1 以上	小	●●●●		必須有防災設施
1	陡地	山麓坡面(約30度以上)			○○	不適(開發困難)	只適合林地
	顯著地 低濕地	後背濕地 舊河地 高水地區 新生地 0公尺地帶	1 以下	極小	●●●●	不適合	只適合水田耕

圖例說明：災害發生之可能性高低。

符號	說明	符號	說明
	低	○	高
△	中	●	極高

表 2.1-2 土地利用評估表(U)

評分	評估標準	主要土地利用區分
5	不特定之多數人口集中，在日常生活中不可或缺的土地利用	住宅區、商業區、公園綠地
4	不特定人口利用度高，即使有特定人口利用，但密集度高，且生產性高的土地利用區	工業區、運輸區、公共區、村落
3	農村土地利用中生產性高、人口集中度還不算高的地區	水田、旱田、果園
2	農村土地利用中生產性不高的地區人口集中度低的地區	森林、草地、竹林
1	土地利用皆無實施的地區、人口亦不可能集中的地區	河川、湖沼、裸露地、水鳥區、墓地

表 2.1-3 台北市山坡地水文環境監測站設置需要性建議表

集水區名稱	土地利用情形	水文站設置需要性	U/L ratio
貴子坑集水區	高度		1.32
磺洪溪集水區	高度		1.64
泉源集水區	高度	✓	1.40
溫泉集水區	中度	✓	1.14
奇岩集水區	中度	✓	1.14
南磺溪集水區	高度	✓	1.54
唹哩岸集水區	中度		1.08

青雲溪集水區	高度	已選定設置	1.66
內厝溪集水區	高度		1.75
陽明集水區	高度	✓	1.45
外雙溪集水區	中度		1.19
芝山集水區	中度		1.21
北磺溪集水區	高度		1.74
磺溪集水區	高度		1.47
清水溪集水區	高度		1.36
內雙溪集水區	中度	已選定設置	1.28
金龍集水區	高度		1.30
碧山集水區	高度		0.98
內溝溪集水區	低度	✓✓	1.06
四分溪集水區	中度	已選定設置	1.10
山豬窟集水區	低度	已選定設置	0.98
大坑溪集水區	中度		1.06
博嘉集水區	高度	✓	1.44
富德集水區	高度	✓	1.59
頭庭集水區	高度	✓	1.61
無名溪集水區	高度	已選定設置	1.34
老泉溪集水區	中度		1.03

(二) 監測站之設置與監測方法：

監測站所需之設備包括雨量計、水位計及量水堰等，至於流量則是以量水堰測得水位並經現場率定求得，詳細之配置及量水堰設計因限於篇幅，詳如幻燈片說明(略)，僅將監測方法概述如下：

1. 監測站佈置：

(1)量水堰一組，由兩座潛壩、一座沉砂池、一座靜水池、一組矩形堰板及一座護坦所組成。

(2)量水位計一組，型式為WR-11長期自記水位雨量計，裝置於靜水池旁。

(3)水位計一組裝置在位於監測站附近之鑽探孔上，量測地下水位。

2. 觀測方法

雨量、逕流量之觀測：

試驗期間之雨量觀測，使用傾倒式自記雨量計，當傾倒式戽槽承滿0.5mm深之雨量時，即會自動利用槓桿原理傾倒一次，並帶動指針跳動半個刻畫格數，依此連續記錄，可得雨量累積曲線，該記錄紙之時間座標則以20分鐘為一個刻度，雨量座標則以1mm為一個刻度。

逕流量之觀測是以WR-11內之自記水位計量測之水位記錄推算之，以浮筒式自計水位計置於量水堰之靜水井旁記錄水位歷線，其流量可由矩形之堰板流量公式推算，此即實際量測所得之集水區內實際

逕流量，該水位雨量計內記錄卷軸之轉速為 18 mm/hr，雨量及水位均記錄於同一紙卷上，惟記錄不會發生交錯現象，水位計為每 12 分鐘為一刻度，雨量計為每 6 分鐘為一個刻度。

3. 流量之率定

流量是以量水堰測得之水位記錄推算，主要於各試區之集流口設置靜水池一座，並裝有自記水位計及矩形銳口堰。自記水位計則採用浮筒式，裝設於靜水池旁之靜水井上，用以記錄水位歷線，其流量經多次現場實測驗證，得出水位與流量率定公式，即

$$\text{青礮溪：} Q = 1.91LH^{3/2}$$

$$\text{內雙溪：} Q = 2.05LH^{3/2}$$

$$\text{山豬溪：} Q = 2.11LH^{3/2}$$

$$\text{四分溪：} Q = 2.25LH^{3/2}$$

$$\text{松山：} Q = 2.18LH^{3/2}$$

$$\text{無名溪：} Q = 2.34LH^{3/2}$$

式中，L：堰板寬度(m)，H：水深(m)，Q：流量(CMS)。

經由水位計所測之水位歷線，配合上述公式便可求出每一試區之流量歷線。

4. 地下水位變化監測

本計畫於每集水區之鑽探孔上設置地下水位監測站，各配置鐵箱乙只，水位計乙具，每月派員換紙，記錄每月地下水之變化。

5. 泥砂量之觀測

泥砂產量之量測分為河床質及懸浮質部份，河床質部份擬於固定時間派人工清理、清砂時打開堰體下方之圓形閘門排水、再以人工清運、上岸、量取其總體積之後，採取部份土樣、烘乾秤重，求出乾土與含口砂土單位體積之重量比，乘上總體即為河床質之重量。

懸浮質部份則在每次暴雨時，至現場採取 250cc 之水樣，烘乾秤重，再乘上直接逕流量對 250cc 之倍數，即為懸浮之重量。

將河床質與懸浮質之重量相加即得泥砂產量。

6. 現場透水試驗

本透水試驗的主要目的在量測此試驗區內各部份土壤之滲透係數 K，是水流入介質中快慢之一種度量單位，作為評估地下水位變動指標參數。

在試驗程序上，乃直接利用現場地質調查鑽探留下鑽孔，地下水位之監測井，並以之作為微量試水法的試驗井。以容積約 20～30 公升的水器直接乘水灌入水井內，瞬時提昇井內水位高，由壓力傳輸器顯示出之讀數，轉換成水位，高將時間(t)對應水位變化繪成關係圖，計算出實驗所得之傳導係數。

三、結果與討論

(一)集水區分級之綜合評估

分別求算各網格之 U/L ratio 後，由統計結果得知台北市山坡地 U/L ratio 平均值為 1.3，此結果顯示，山坡地開發利用已超過環境地形限制條件，亦即該地區之坡地利用存在不合理現象，概括而言，U/L ratio 小於 1 者則仍具開發潛力，換言之，研究結果顯示都會區之山坡地已呈高開發情形。

U/L ratio 分析結果列於表 2.1-3 所示。本研究共設置六座水文監測站，除配合台北山豬窟垃圾場興建而設置之監測站外，其 U/L ratio 均大於 1，屬於宜加強水土災害防治地區。

(二)水文環境監測站網規劃

山坡地水文環境監站之設置，依其設置目的而異，且影響日後水文資料與水文模式之分析，本研究針對土地對水文環境影響之目的，設置水文站予以監測之，故由 U/L ratio 探討，除建立其土地利用與地形環境條件關係之相對基準，並藉以探討水文設置需要及供日後水文分析時環境變異之關聯性。

本次水文監測站設置對象，係以屬於宜加強防災設施之地區為主，其定案站址分別說明如下：(A)台北地區：(1)信義區東大排溝（挹翠山莊），土地利用型態以坡地社區開發為主；(2)木柵無名溪（指南里），土地利用型態以觀光茶園與道路工程開發（北二高）為主；(3)南港四分溪（中華工專），土地利用型態，以道路工程開發與大型違規棄土為主；(4)士林青碧（明德樂園），土地利用型態以觀光遊憩區及未來之市地重劃為主；(5)士林內雙溪（陽明山國家公園），土地利用型態，以國家公園及水源保護區為主，本站亦可供作其他監測之對照區，以判別上游土地利用對下游水文環境之影響；(6)南港山豬窟溪（舊莊里），土地利用型態，以礦渣棄置與垃圾場使用為主。

(三)資料整理與分析

本文在資料整理方面，乃利用地理資訊系統求取地文參數，以水文分析方法建立不同時空之暴雨及降雨強度公式，並配合單位歷線法整理所蒐集之水文記錄，並將其相關理論與整理結果說明如下：

1. 地文資料分析

因本文研究對象皆為小面積之山坡地集水區，而 SPOT 衛星影像較美國 Landsat 衛星影像有較高之空間解析力，故本文採用國立中央大學太空及遙測研究中心提供法國 SPOT 衛星民國 79 年 3 月 27 日、82 年 7 月 5 日、83 年 3 月 28 日所拍攝之三份影像資料，原始影像處理係採用陳炳訓（1994）分析所得六集水區三個不同時期之土地利用狀況，其分析結果如表 3.3-1～表 3.3-3 所示。

表 3.3 - 1 民國 79 年 3 月 27 日各子集水區土地利用
與覆蓋物分佈狀況 (面積單位: ha)

集水區別 面積百分比 土地利用	青礮溪	內雙溪	山豬窟	四分溪	松 山	無名溪
林 地	70.95%	77.45%	87.25%	85.72%	55.71%	74.15%
草 地	15.78%	13.43%	5.68%	6.20%	3.04%	5.95%
農 牧 地	6.97%	5.62%	4.63%	2.24%	0.69%	5.70%
建 地	1.67%	0.37%	0.64%	3.58%	40.14%	9.68%
裸 露 地	4.73%	3.13%	1.80%	2.26%	0.42%	4.52%

表 3.3 - 2 民國 82 年 7 月 5 日各子集水區土地利用
與覆蓋物分佈狀況 (面積單位: ha)

集水區別 面積百分比 土地利用	青礮溪	內雙溪	山豬窟	四分溪	松 山	無名溪
林 地	63.24%	70.82%	79.31%	77.72%	54.65%	65.97%
草 地	25.08%	23.67%	2.53%	7.13%	1.05%	14.93%
農 牧 地	4.40%	3.87%	1.07%	1.47%	—	3.31%
建 地	2.02%	0.63%	8.31%	9.07%	42.97%	10.43%
裸 露 地	5.26%	1.01%	8.78%	4.61%	1.36%	5.36%

表 3.3 - 3 民國 83 年 3 月 28 日各子集水區土地利用
與覆蓋物分佈狀況 (面積單位: ha)

集水區別 面積百分比 土地利用	青礮溪	內雙溪	山豬窟	四分溪	松 山	無名溪
林 地	62.97%	69.15%	70.96%	75.77%	54.00%	65.52%
草 地	25.31%	26.15%	7.05%	7.16%	1.61%	15.14%
農 牧 地	4.51%	3.98%	—	1.41%	—	3.41%
建 地	2.03%	0.63%	4.45%	10.48%	42.99%	10.62%
裸 露 地	5.18%	1.09%	17.54%	5.16%	1.40%	5.31%

2. 水文資料分析

根據目前已完成之水文資料分析，觀測所得之降雨量與河川水位除青礮溪與內雙溪較不穩定外，皆有一定之相關性，若與理論模式相較尚屬合理，確可提供相當程度之背景資料。至於地下水變化，通常經由長期觀測而判定其地下水流量及蘊藏量之變化，並可提供地區邊坡穩定之分析檢討。在本研究中，因其建立較晚尚無法作成定論，唯

地下水位變化與降雨有某種延遲的相關係存在。而地表水及地下水的
水質檢測結果，雖然僅於每季作業乙次，卻發現普遍水質變劣表微，
顯示土地利用其有相當程度之影響，將來應加強檢測工作。

四、都會區之水土保問題與管理對策

台北市為台灣地區首善之區，人口密度大，各種產業發展迅速，
公共建設積極推行，水土資源之需求壓力日增，因此水土保持工作面
臨諸多困難而複雜之問題（詳如圖 4.1-1 所示）茲說明如下：

(一)土地資源有限，可開發利用之土地資源，已趨向飽和狀況。因
產業持續發展，許多邊際土地，敏感地區均面臨開發之壓力，其水土
保持工作將是事倍功半，且開發過程中易發生災害，使社會成本日益
增加。

(二)水土保持重要性及相關法規之認知不足或不加重視。近年我國
經濟發展成果良好，國民所得年年提高，一般大眾之追求經濟利益之
心態亦趨強列，對於水土資源保育之長遠性工作常予以忽視，或水土
保持相關法規上認知不同，導致水土保持推行之困難。

(三)行政聯繫不盡理想，開發與保育常未能充分配合。都市計畫及
工程單位與水土保持單位間之聯繫不足，或是各單位管理步調不一
致，以致水土保持之推行產生死角，若以最近工程廢土之棄土場管理
與水土保持措施問題即屬一例。

(四)基本資料技術準則及土地利用監測系統不完全，土地利用之規
劃上，無法依據自然環境以及應有之技術水準予以實施，濫墾地之資
訊難以隨時獲得並加以制止。台北市山地面積約一萬二千餘公頃，其
有關之土壤及地質，崩塌區之分佈，土壤沖蝕及淤沙生產量，水源涵
養功效等基本資料，歷年來雖陸續的搜集調查但尚不盡完整或未能建
立資料庫，在土地利用或水土保持之規劃上難以發揮其功效。濫墾地
之發現，係以巡山員巡視，在人力時間及交通條件等限制下，無法充
分發揮其功效。

綜合上述說明可知台北市山坡地未來必須嚴格管理，作好水土保
持，以免洪水頻率增加，土石流或崩塌隨暴雨而發生，造成生命財產
的鉅額損失。另一方面，基於市民之需求，也必須適當開發，以應休
閒、農牧等需要。初看二者互相矛盾，惟如能考量自然與人文之因
素，自可以調和。尤其當鄰近台北縣鄉鎮併入台北市後，此項工作更
突顯其重要性，如能儘速樹立一良好管理模式，在行政區擴大後，則
能予以引用。

基於自然與人文因素之分析，台北市山坡地未來之管理對策，僅
提供下列數項之建議：

(一)提昇一般社會大眾自然資源及環境保育觀念，增進相關法規之
瞭解。經由大眾媒體之宣導，各種研討會，研習會之傳播以及文宣資

料之分發贈閱，使水土保持之觀念及相關法規之內涵能傳達到每個人，培育自然資源保育之共識及各種管理之法規之基本瞭解，舒解土地資源開發之壓力。

(二)疏解土地資源需求之壓力。經由各種公共設施建設之推行，在台北市鄰近地區建立衛星市鎮，疏 北市人口及產業，以減輕山坡地開發需求之壓力。

(三)加速建立基本資料庫與監測系統，供為山坡地保育利用規劃之參考依據。台北市之山地及保護區於七十九年三月經公告為山坡地後，有關山坡地可利用限度查定，土壤性質及沖蝕量、地形、地質、氣象水文人為社會等基本資料，尚未能及時建立，致於實施各項開發計劃之評估時無以為據，使水土保持計畫常有不能完全落實之處，健全之基本資料當可提供為山坡地開發及保育利用計畫規劃研擬之參考依據。以規範山坡地之利用方式。

(四)加強山坡地之巡視，建立管理查報系統，防止濫墾等不當利用，使山坡地之利用能在一定之規範內永續之利用，並減少災害。

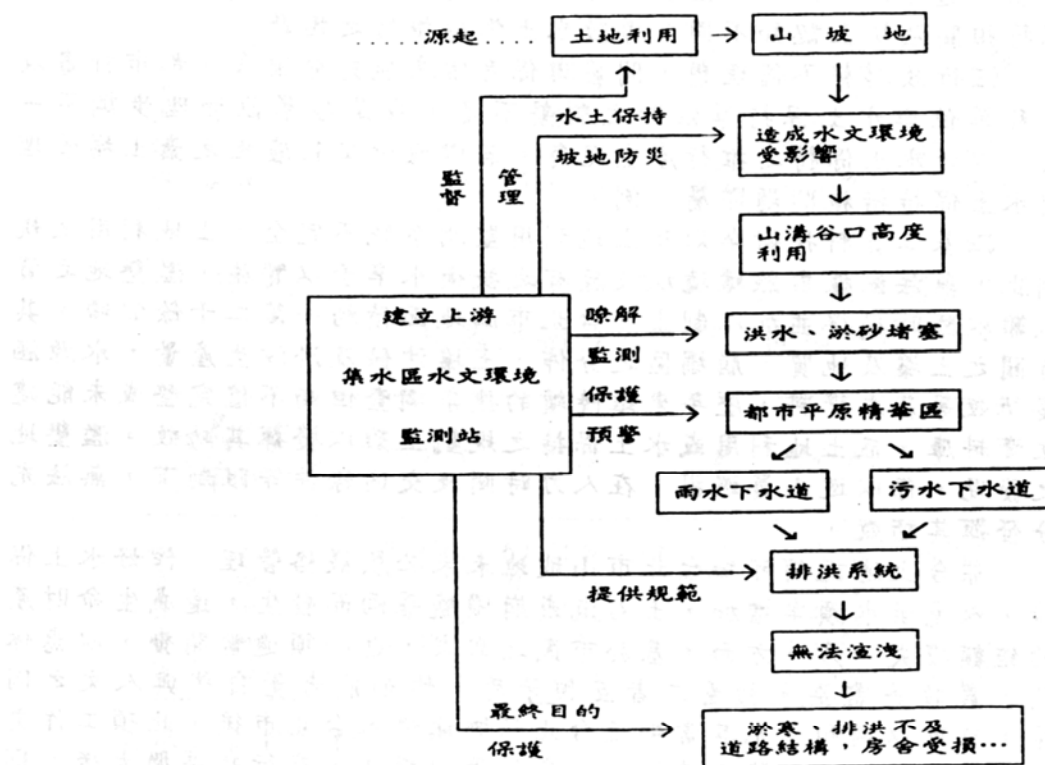


圖 4.1-1 都會區之水土保持問題與對策

五、結論與建議

都會區四周山坡地之各種土地利用對下游之各個水文因子影響相當複雜，在現階段，要完全以學理方法來定量推導實難達成。然為因應山坡地都市化之明顯趨勢及避免將來可能之災害。本研究從野外監測之方向，進行研究，希望能更深入了解土地利用可能造成之影響，以求有關單位對山坡地的管理能更臻完善。詳細研究結論與建議則分述分下：

- (一) 本研究首先以航照圖劃分台北市之子集水區、就其土地條件與土地利用現況的比值，即 U/L 值來評估目前該地區之山坡地發展情況。爾後，由於後續之開發或水土保持設施之建立， U/L 值亦將隨之變化，因此藉著水文監測站及其他監測系統的設立，對今後該地區之發展可提供有效參考依據。
- (二) 針對研究地區之自然環境條件與其山坡地使用現況，本研究共選擇六處不同使用狀態之集水區設置水文監測站，其監測內容包括降雨量、逕流量、地下水位變化量及其泥沙產量並對它其地表水及地下水進行水質採樣及檢測，以此建立水文環境監測站之模式，並可為未來規劃其它集水區之水文環境監測站時參考。
- (三) 根據目前已完成之水文資料，分析結果顯示，觀測所得之資料與河川水位有一定之相關性，而與地下水變化亦有一定之稽延關係。顯示所進行之水文觀測與分析，確可提供相當程度之背景資料。
- (四) 台灣山坡地受自然環境及人文條件影響，降雨、流量與泥沙產量間，甚難獲得正常之定型關係，尤其以單一暴雨模式或短期水文模式為甚，本研究初步所測之資料，經分析即發現有上述現象。據此，在未來後續之研究中，將根據完成之六座監測站觀測結果，進行相關水文模式之驗證或修正工作。
- (五) 都會區四周山坡地之水土保持工作，已漸往精緻型態發展，即強調山坡地管理以及針對集水區都市化所造成水文環境之衝擊而預作之協調工作，因此，發展地形圖、地籍圖及土地利用圖之數化疊合技術，並建立水文、土壤沖蝕及地質之監測站網與資料庫，實為當務之急。此外，坡地開發對下游水文因子影響中，泥沙產量及集流時間均可藉由工程方法加以改善，諸如防砂壩、調洪池之設置，惟此類工程設計技術與依據，仍有賴上述資料庫與監測站網之佐助，始得臻於完善。
- (六) 目前都會區之排水系統多已完成，且不易拓寬或改建，惟上游山坡地不斷開發利用，致使洪峰流量與泥沙產量增加，每易形成下游都會區之水土災害。將來配合台北市山坡之重大工程開發，尤其為減少因為山坡地開發對下游水文環境造成之衝擊，除應儘速建立相關之水文監測系統，亦宜於山溝谷口間規劃大型之調節池並配合相關親水遊樂工程，以收相輔相成之效。

六、參考文獻

1. 何智武、蘇苗彬，1990年6月，台北市山坡地土地利用對下游水文環境影響研究，台北市政府委託報告。
2. 陳信雄、蘇苗材、陳明杰，1991年6月，台北市山坡地水文環境監測站設置計畫，台北市政府委託報告。
3. 何智武、段錦浩，1984年，小集水區土地開發與保育處理對溪流量及泥砂產量之影響，農委會委託研究報告。
4. 段錦浩，1985年，山坡地開發對洪災的影響(三)，國科會委託研究報告。
5. 林致遠，1994年12月，台北市山坡地都市化水理特性之研究，中興大學水土保持學研究所博士論文。
6. 徐義人、呂珍謀，1984年8月，藉試驗參數推算小集水區之洪峰流量，林試所委託研究報告。
7. 顏清連、林崇民，1981年12月，坡地逕流及沖蝕模式之比較研究，農委會委託研究報告。
8. 中興工程顧問社，1988年12月，台北市大安至松山邊防洪調節池先期規劃報告，台北市政府委託報告。
9. 台大水工試驗所，1989年5月，台北市雨水下水道規劃手冊，台北市政府委託報告。
10. 農林航測所，1988年，台灣地區山坡地土地可利用限度分級與土地利用狀況調查報告，上、下冊，該所叢刊第66號。
11. 汪正忠，1988年，中華水土保持學報19(2)L63-74，山坡地開發對逕流、入滲及泥砂產量影響之研究。
12. 盧惠生等，1987年，集水區不同土地利用逕流與沖蝕之研究，中華水土保持學報18(2)112-121。