

水的故鄉原始林的保護與水土保持—— 水源保護區永續利用與發展

報告人：溫清光

- 民國三十三年生
- 國立成功大學工學博士
- 現任成功大學環境工系暨研究所教授

評論人：李三畏

- 民國二十四年生
- 美國科羅拉多卅立大學自然資源與森林學院碩士
- 現任行政院農業委員會林業處副處長

評論人：胡弘道

- 民國三十二年生
- 西德佛來堡大學理學博士
- 現任台大森林系教授

水的故鄉原始林的保護與水土保持 ——水源保護區永續利用與發展方法

◎溫清光

一、前言

台灣年平均降雨量為二五一〇公厘，合計每年降雨量約九〇〇億立方公尺，為世界平均降雨量之三·四四倍，但因台灣人口密度高，平均每人能分到的水量每年約四五〇〇立方公尺，只有世界平均值之六分之一。加上地面坡度大，河川短，降雨集中在夏季，平均約有五五%之雨水流入大海不能被利用，故實際上可被我們利用的水量，少之又少。因此保護水資源，變成今後最重要的課題。

保護水資源，不論對水量之涵養及水質的保護，最好的方法是維持集水區之原始狀態，也就是土地不開發做其它用途。但台灣面積狹小，人口稠密，許多保護區之土地已被開發，而原始林地也被開發成農業用地、社區、風景區等，如此將使水源之涵養能力降低，單位土地面積產生之污染量增加，而造成水源之水量與水質問題，因此近幾年來水源保護區之土地利用與水源保護，彼此造成嚴重之衝突。

環境都有承受外來衝擊的能力，當這衝擊力的大小不影響環境本身的變化時，稱此力為環境的涵容能力或環境容量。如果保護區內土地開發對水源所造成之衝擊力，不大於環境的容量時，應當可使保護區內之土地和水資源達到永續利用的境界。環境容量的定義很籠統，也很不容易求得，一般人較難改變它，但常可利用各種措施，降低土地利用所造成的衝擊力。因此我們人類在某些程度下，仍然可以藉用各種方法減低土地利用的衝擊力，以促使保護區內水土資源的永續利用。本文的主要目的就是探討如何降低土地利用所造成衝擊力的方法。

一一、水源保護區開發所引起的環境問題

保護區之土地可分為都市土地和非都市土地兩大類，都市土地又可分為已公布之都市計劃區和新訂或擴大都市計劃區；而非都市土地又可分為：(1)森林區、(2)山坡地保育區、(3)農業區（又分為特定農業區和一般農業區）、(4)鄉村區（供農村人口集居之地區）、(5)風景區、(6)工業區和(7)其他使用區七種。本島水源保護區大部分座落在河川集水區的中上游，大多屬非都市土地，尤其是森林區最多，山坡地保育區次之。農業區、鄉村區及風景區所占之面積雖不大，但所消耗的水量及產生的沖刷污染，對水量及水質的衝擊很大。所以保護區土地的開發利用，將會引起下面幾個問題：

(一) 水資源污染問題

以台灣之地質及氣候條件，集水區若不開發利用，大部分將成爲雜木林地。林地不但是涵養水源的地方，也是淨化受污染水質的場所。但如果被開闢成農地、工業用地、住宅用地或休憩用地，不但消耗水量，也會污染水質。表一是統計各種土地使用所產生之單位污染量，包括點源和非點源污染量之和，是不經過任何處理或削減污染措施的污染量。由該表可看出若以林地、草地爲基準，農地每年每公頃產生的污染量（以五日生化需氧量計，以下同）爲林草地之十三倍；社區或住宅區爲一千三百倍左右；工業區則近五千倍；若爲養豬場更高達十五萬倍左右。若廢水經過處理，表一之社區或住宅及工業區產生的污染量平均可減少百分之八十五左右；養豬廢水約可減少百分之九十五左右。廢水經處理，每公頃每年排出之污染量，如表一括號內之數據。以目前處理技術而言，應可達到更高的去除率，因此，所排出之污染量，將比表一括號內之數據更低。雖然如此，但處理後排出的污染量仍相當可觀。此外，台灣水源保護區大部分座落在山區，許多觀光遊憩區亦選在山區，而遊憩活動也會產生污染。表二是各種遊憩活動項目產生之氮磷污染量。氮、磷這兩種營養物質是造成水體優養的元兇。土地過度利用對水體水質會造成很大的影響，例如衆所周知的德基水庫集水區，許多林地河床和河階台地被開闢成果園和菜園，流出的肥料污染水源，造成德基水庫嚴重的優養。

表一 土地使用產生之單位污染量

土地用途	產生污染量公斤/公頃/年(以生化需氧量計)	倍數	備註
林、草地	二·四	一	
農地	三三一	十三	
社區	三、〇二二 (四五三)	一、二六〇 (一八九)	人口密度以每公頃二〇七人計，每人每日產生四十克生化需氧量計。() 為八五%去除剩餘量。
工業區	八、七六〇 (一、三一四)	三、六五〇 (五五〇)	綜合工業區每公頃廢水量以八〇噸計，廢水濃度以三〇〇mg/l計。() 為八五%去除剩餘量。
養豬場	三五六、〇〇〇 (一八、二五〇)	一五二、〇〇〇 (七、六〇〇)	每頭豬所需之空間以一平方公尺計，每頭每日產生一〇〇公克生化需氧量。() 為九五%去除剩餘量。

表二 遊憩活動產生之單位污染量與流達率

活動項目	總	磷	總	氮
休憩及觀賞風景	一二·六公斤/公頃/年	八四·一公斤/公頃/年		
健行	〇·五公斤/公里/年	二·〇公斤/公里/年		
野餐、烤肉	三四·〇公斤/公頃/年	一二六·六公斤/公頃/年		
餐飲、旅館	二·〇公克/人/年	一二·〇公克/人/年		
露營	二九·一公斤/公頃/年	一九四·一公斤/公頃/年		
釣魚	六·八四公斤/公里/年	一七一·八公斤/公里/年		
划船	二·五公克/人/年	一〇·〇公克/人/年		
遊艇	一〇·〇公克/人/年	二五·〇公克/人/年		
遊樂園	八·〇公斤/公頃/年	四〇·〇公斤/公頃/年		
公園	五·四八公斤/年	一八·二五公斤/年		

(二) 水量涵養問題

林地是涵養水量地方，樹冠可使降雨延後到達地面的時間，也可以減少地表蒸發；樹根和枯枝落葉層可增加地表滲透量，增加土壤對水的涵養，降低地表逕流之尖峰流量。根據研究，一般樹冠截留雨量在一〇%到三〇%，年平均降雨量較大者截留量較少，反之則截留量較大。根據林業研究所夏禹九先生之統計在蓮花池實驗區樹冠的截留量一一·五%—一三·八%。

土地的開發利用，常改變地表的裸附或植被，因而影響地面流量、逕流係數和洪水量。Bosch和Hewlett統計近百個實驗林區，所得之結論為造林使河川流量減少。而砍伐森林會增加河川流量，但儲存在地表或土壤的水量減少。日本小林及丸山在五條吉野地區於山林改造農地後五年測定雨水保留能力，發現改造後的保留能力降低。降低之百分率與累積降雨量有關，當累積降雨量為一百公厘時，保留能力減少約二六%。雨水保留能力與表層土質及形態有很大之關係，如果表層土壤為粘土時，開發前經長年壓實，透水性低，故逕流量大，但開發後表層受擾動，逕流量反而變小。因此開發後雨水保留能力反而增加；杉山在中之條試驗場研究林草地、旱田、高爾夫球場及運動場等不同土地利用型態與雨水保留量的關係，結果發現林草地與旱田之雨水保留量最大，高爾夫球場次之，而運動場最小。

土地使用改變了表土之透水性，因此，對洪峰流量及到達時間有很大的影響。陳信雄在南投縣魚池鄉日月潭北部蓮花池試驗集水區（面積三至九公頃）進行森林砍伐比例對洪峰流量及到達時間之模擬，模擬結果，林木砍伐比例為二〇%時，洪峰流量增加二倍，洪峰到達時間提早

一·四倍。

林地、草地被開發為農地、住宅、工業區域、高爾夫球場，不但減少水量的涵養，反而因作物及人的活動而消耗水量。例如每公頃水稻，每日需水量在十五到二十公分間（合計每公頃需水量一千五百到二千立方公尺）；社區（以每公頃二百零七人計，每人每日用水量0·二五立方公尺計）需水量每日每公頃約五二立方公尺；綜合性工業區每日每公頃平均需水量約一百立方公尺；十八洞的高爾夫球場每日約需一千五百到二千立方公尺的水量；養豬場每公頃（養一萬頭）每日用水量約四千立方公尺。

(三) 土壤沖蝕問題

林地由於樹冠、樹枝、枯枝、落葉交叉組成柵欄狀，可降低雨滴的衝擊減少沖蝕，更由於根系強固土塊，可防止崩塌或沖蝕。若闢為農業用地、地表植被被清除，加上定期翻動表土，加速土壤之沖蝕。根據夏禹九先生幾個實驗場的測定，山坡地果園土壤流失量（如表三）比林地增加數十倍至百倍。表四是美國熱帶林地和農作地的土壤沖蝕量，林地經擾動或燃燒沖蝕量大增。開闢道路、建築基地，常擾動表土，去除植被和破壞邊坡，在施工期如遇大雨，引起大量土壤沖蝕，常比原來沖蝕量大數十倍至數萬倍，何智武教授曾研究山坡地土壤沖蝕，面積百分之三十開發成巷路時，泥砂生產量增加八·一倍；當面積百分之三十開發成社區時，泥砂生產量增加二一·六倍。

表三 森林集水區與果園土壤流失量之比較

檸檬果園	荔枝園	柑橘園	林區			利用別
			蓮花池集水區	碧祿溪集水區	扇平集水區	
一一·七	五四·八	一五六·四	一·〇五	一·四六	一·三六	土壤流失量 (噸/公頃·年)
坡度一四%，無水土保持設施	坡度四六%，無水土保持設施	坡度二八%，無水土保持設施	森林覆蓋區	森林覆蓋區	森林覆蓋區	

表四 美國各種熱帶林和農樹作物的表面沖蝕量（單位：噸/公頃/年）

地 表 狀 況	最小	中位數	最大
1 天然林（18 / 17）	〇・〇三	〇・三	六・二
2 移植、休耕期（6 / 14）	〇・〇五	〇・一五	七・四
3 人工林，未擾動（14 / 20）	〇・〇二	〇・六	六・二
4 人工林，輕微移動或燃燒	五・九	五三・四	一〇四・八
5 多層樹園（4 / 4）	〇・〇一	〇・〇六	〇・一四
6 移植，收穫期（7 / 22）	〇・四	二・八	七〇・〇
7 農樹覆有作或稻草等（9 / 17）	〇・一〇	〇・七五	五・六
8 農樹作物，除草（10 / 17）	一・二	四七・五	一八二・九
9 作物與作物收成期間之青年樹林（2 / 6）	〇・六	五・二	一七・四

* (a / b) : a : 位置數 / b : 觀測數

(四) 其他問題

前面所討論的土地開發所引起的對水量、水質及土壤沖蝕的影響，是較容易計量的問題，此外尚有很多不易計量或不易為人感受到的問題會發生，例如土地開發對生態系、對地方微氣候以及景觀視覺等的影響皆是。這些問題都很大，很不容易探討。

三、減少保護區已開發所引起問題的方法

針對土地利用產生之水量涵養、水質污染及土壤沖蝕問題分別討論，減少這些問題的方法：

(一) 涵養水源的方法

1. 植林

土地開發後，在建物旁或空地廣植林木，不但可綠化環境，而且樹冠可減少雨水接觸到地面、河川和湖泊，並可延遲洪水到達時間，減少地表蒸發量。樹枝樹根可降低地表逕流之尖峰流量，減少土壤沖蝕。前面已提過夏禹九先生等之研究，台灣地區樹冠可截流一一·五%到一三八%之降水量和減少數十倍之土壤流失量。

2. 透水性鋪面

天然地表面開闢成社區、風景區、建築物、路、街、停車場或人行道等時，常使用柏油、水

泥、石板、磚塊等不透水面，降雨時雨水不易滲透到土壤而容易變成逕流，不但使雨水容易流失，而且常使洪峰加大，到達時間縮短。在建物四周或停車場採用植草磚，不但可增加綠色景觀，而且可涵養水量，減少水量流失，降低洪峰流量，一舉數得。近年來已發展出透水性柏油，（如圖一）其透水性好，可鋪在停車場、人行道或馬路上，其逕流係數小，可涵養水量，減少逕流的流出，入滲土壤的地下水，將變成河川之中間流或地下水，在適當的時間和地點匯流回河川中。對水量的涵養及非點源污染量的減少有很大的幫助。

3. 入滲溝

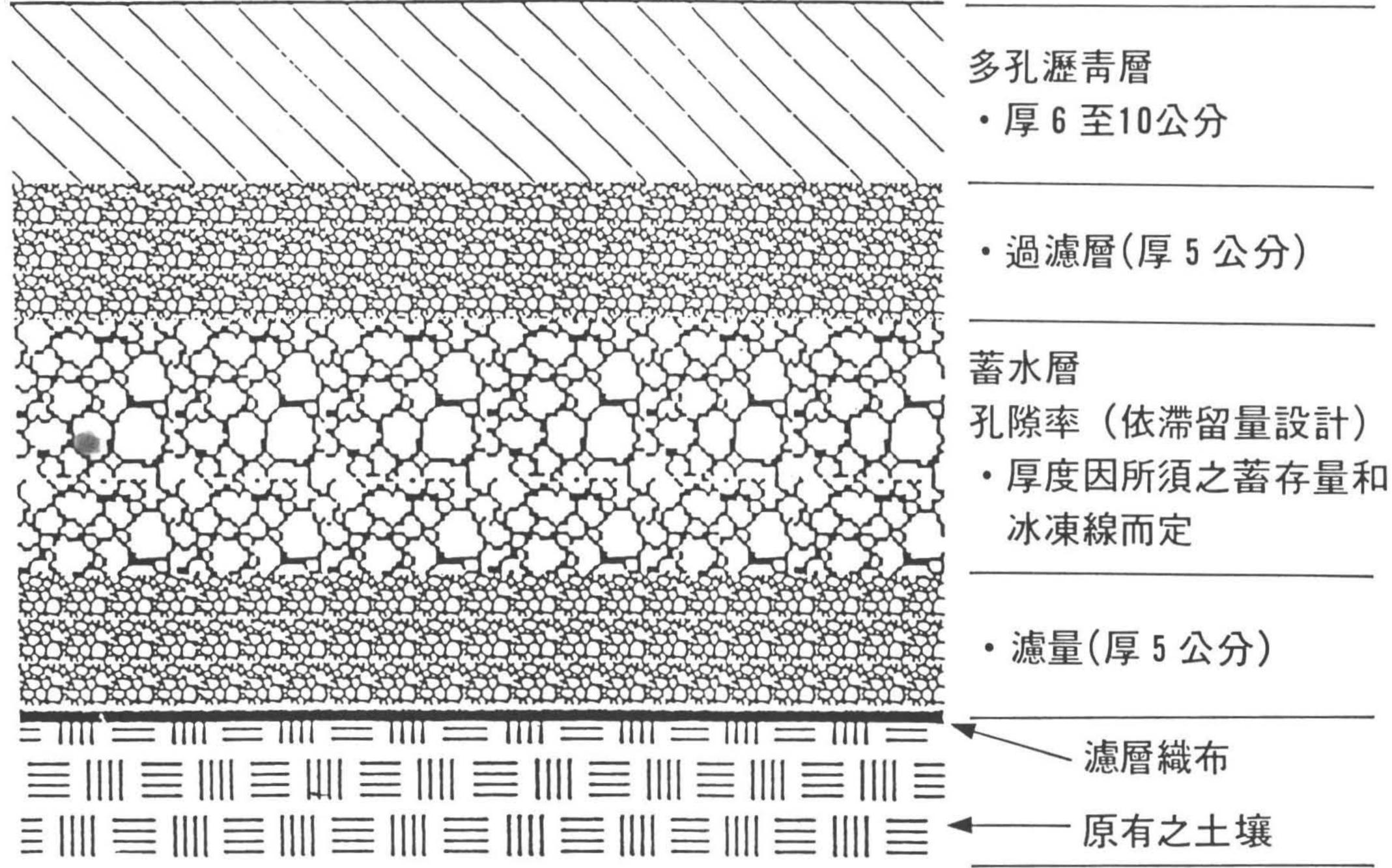
入滲溝是在公路旁邊、社區適當地點，挖置土溝，內置礫石等透水性濾料，外加過濾布防止污染物滲入地下水如圖二。下雨時雨水匯集至入滲溝，經由濾布和濾石慢慢之滲入土壤內，以涵養地下水，並減少雨水和污染物流出。

4. 調節池或貯留槽

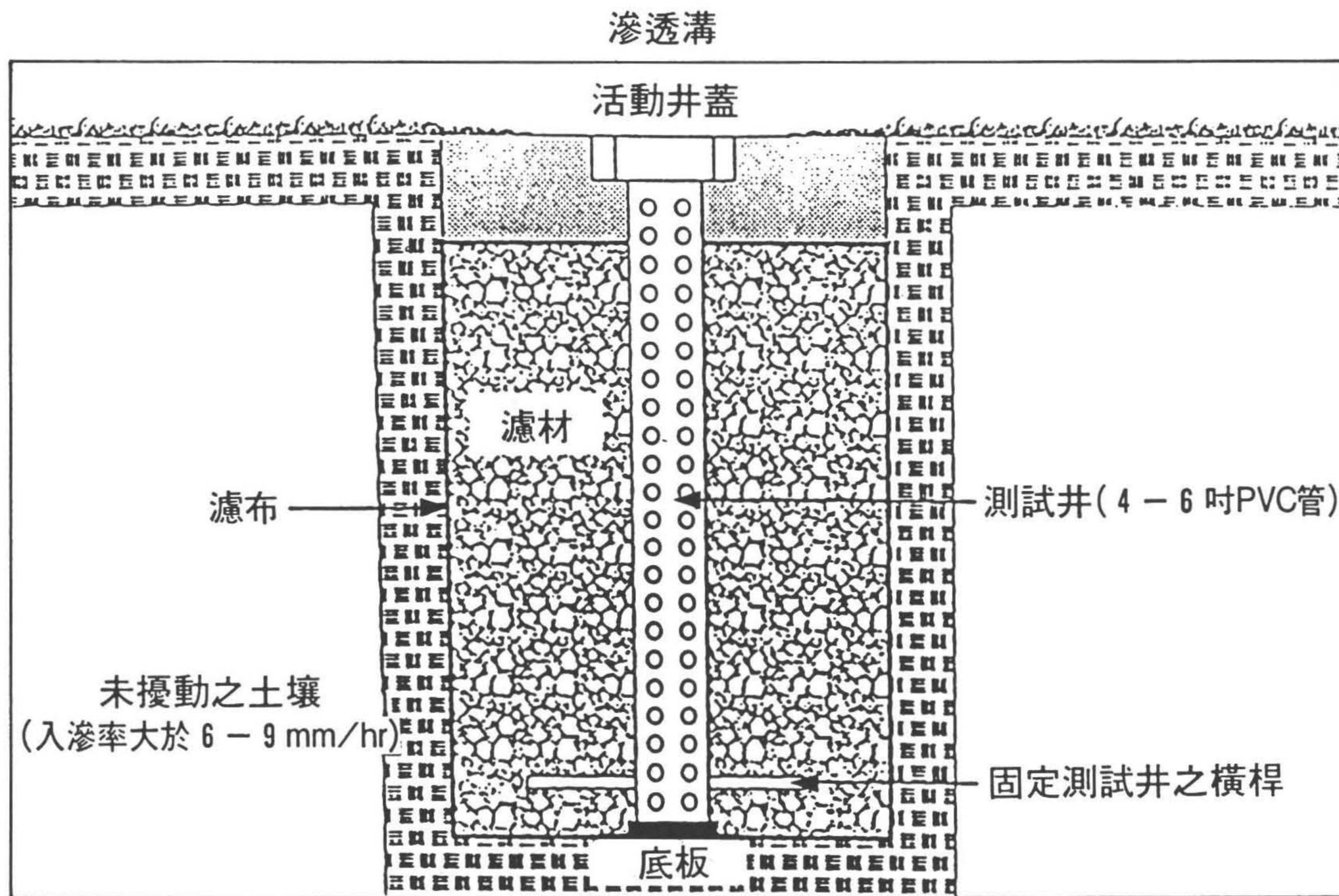
土地開發利用常使地表流出量增加，爲了控制流量集中流出，而設調節池或貯留槽（如圖三）。大規模住宅或遊憩區場所，應設置調節池，公園、廣場、學校、停車場或中小型工廠、下水道設施、抽水站道路等則應設置貯留槽，以減緩雨水流出時間，調節流出量。貯留槽又可和入滲溝並用，增加入滲量以涵養水源。此外，並可去除水中之污染物。

5. 水之循環使用

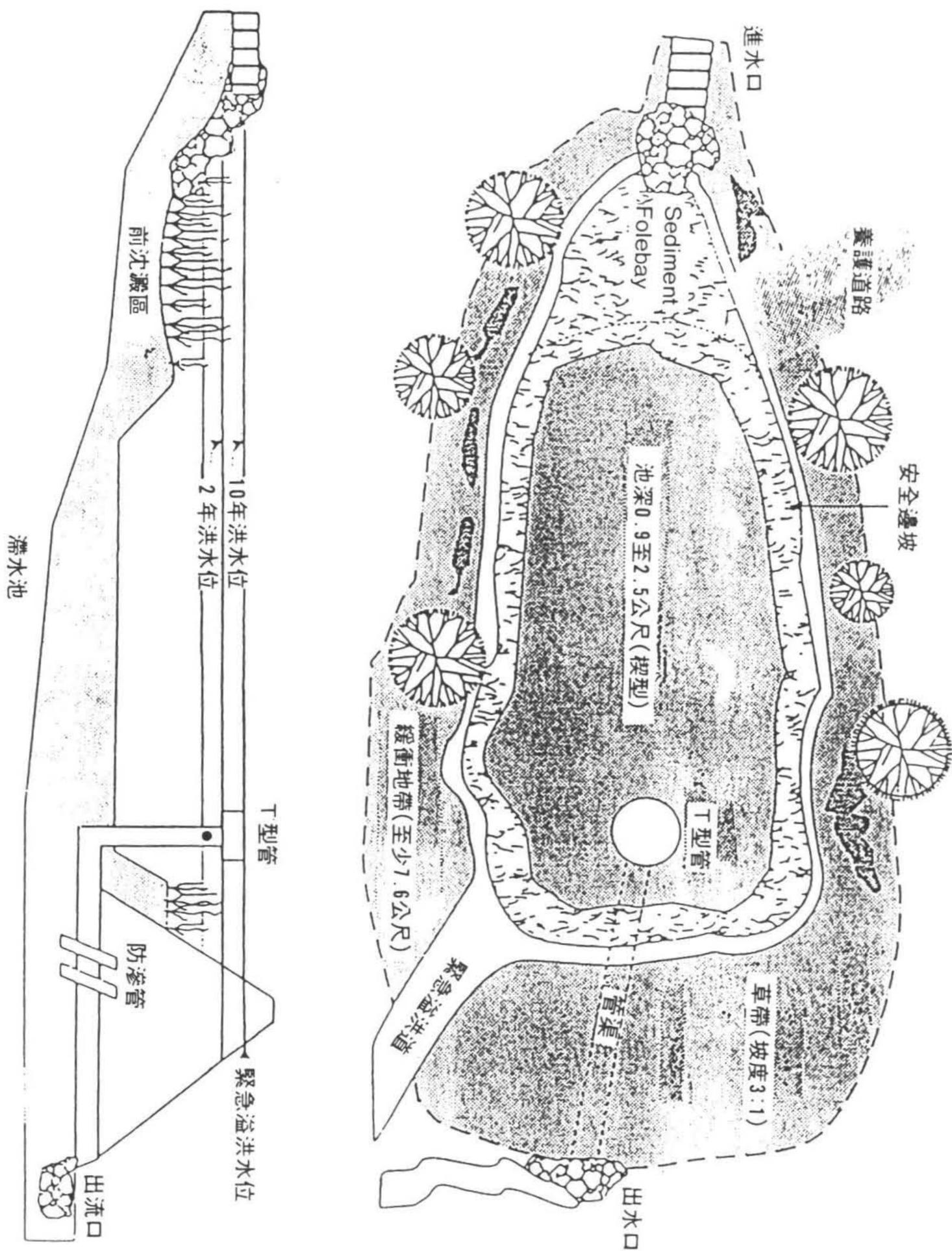
水若能循環使用將可達到永續利用的境界，但使用過程中，水量將有所損失，污染物有時會介入水中，因此必須配合水質處理。雖然如此，若儘量使用過之水再用，對減少用水量及污染物



圖一 透水性鋪面



圖二 入滲溝



圖三 貯留池 (調節池)

有很大的幫助。目前台灣工業界回收使用之比例較高，尤其冷卻用水。農業回歸水之再灌溉也很普遍。但對社區污水、雨水或遊憩區污水的循環使用很低，圖四是開發社區污水再利用及雨水涵養的示意圖。遊憩場所、郊區之學校，亦可仿此觀念，善用水資源。

(二)減少污染物輸出的方法

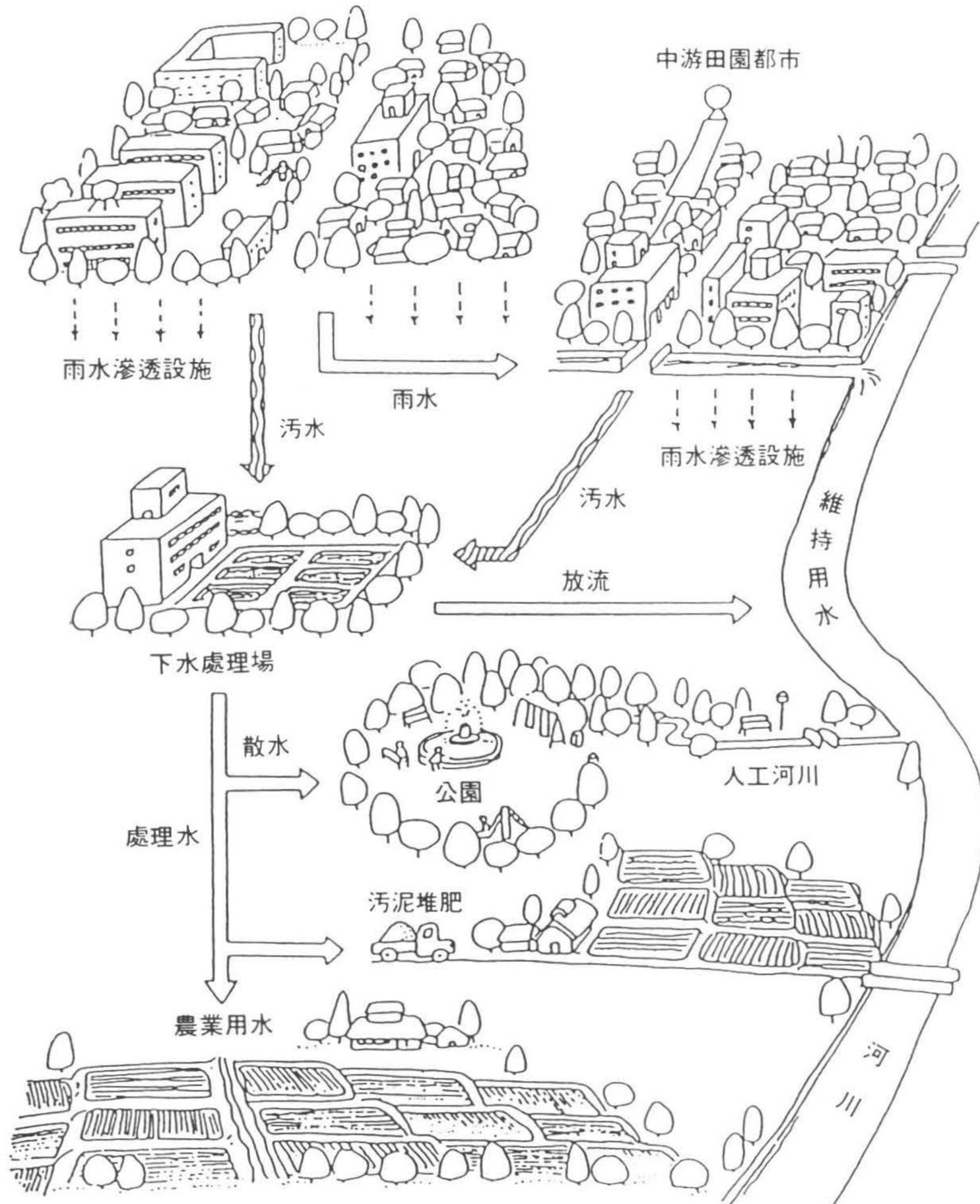
水體之水質若受污染，將減少或失去利用的價值，因此除了涵養水量外，更應保護水質，保護的方法，最根本的是削減流入水體的污染量，水體之污染源可分為點源與非點源，其控制方法如下：

1. 點源污染控制的方法

點源污染主要來自生活污水、工業廢水和畜牧廢水。控制生活污水的方法是建立污水下水道，將污水處理後再放流；而控制工業廢水及畜牧廢水污染的方法是實施減廢和廢水處理，後二者之污染控制是由業者自行處理，廢水處理設施工期短，處理成本低，例如養豬廢水去除一公斤之BOD，其成本約一千餘元，工業廢水約數百元至數千元，而污水下水道興建工期長，成本高，去除一公斤生活污水中之BOD，至少需一萬元以上。就水污染防治而言，興建污水下水道及管制事業廢水（包括畜牧廢水）是控制水污染的不二法門。其中管制事業廢水是成本最低、收效最快的方法。

(1) 生活污水的控制

生活污水的控制方法是興建污水下水道，將污水匯流到污水處理廠，加以處理後放流。生活



圖四
水之永續利用：中小型鄉村污水之循環使用

污水處理方法可分初級處理、二級處理和高級處理。目前，都市污水大都採用二級處理。

雖然建設污水下水道是解決生活排水污染的根本，但興建下水道，需要鉅額之經費，即使在都市地區，要完成污水下水道系統也需相當長之時間，在講求時效上常緩不濟急。因此推行都市污水下水道的同時，在下水道未規劃地區的生活排水，常需研擬一些對策，以降低生活污水的污染，例如將生活排水與水肥合併之簡易處理，以代替原來之化糞池，又如在水庫上游人口分散的集水區，集三、五住家污水或遊憩場所，做一小型污水處理設備。

(2) 工業廢水的控制

至八十年代，台灣地區列管之水污染工廠約有六千家左右，所排出之污染量約三三六〇公噸/日，是台灣最大之點污染源。工廠主管單位為工業局，因此工業局應積極配合環保機關之管制計畫，擬定計畫積極進行輔導改善，其輔導主要乃先選擇較具污染性之染整、皮革、造紙及較易回收而富經濟效益如油脂及PU合成皮廠為專案輔導改善之對象。此外，亦應配合行政院環保署及台灣省環保處優先列管工廠，進行輔導。

工業類別很多，所產生之廢水性質迥異，因此，有各種不同之處理方法。各種工廠廢水都要合乎放流水標準始得放流，若廢水都合乎放流水標準而承受水體仍無法達到用途分類之水質標準，則應另訂較嚴格之放流水標準或實施總量管制。

(3) 畜牧廢水的控制

至八十一年底，台灣之養豬頭數已超過一千萬頭，產生污染量已超過生活污水，尤其是中南部已形成河川最主要之污染來源，若能有效控制養豬廢水，河川水質將可大幅提升。減少養豬廢

水污染的方法，應可從下列幾方面著手：

①養豬政策的調整 根據調查，國內飼養六百萬頭即可供應內銷之用。養豬為一重污染事業，加上國內飼料大多仰賴進口，若豬肉外銷，頗不經濟，因此必須調整外銷政策，以抑制養豬頭數之成長。所有養豬戶，不論飼養規模大小，必須做好污染防治，其排水應符合環保要求，否則不得飼養。並優先輔導水源水量保護區與都市計劃區內之養豬戶，短期內加強辦理污染防治，長期輔導其遷移、停養或轉業。

②養豬廢水之處理 利用物理原理及好氧厭氣性生物處理，去除廢水中之固體及有機污染物，使之合乎放流水標準。

③改變飼養的方式 將平台式豬舍，改為條形或半條形豬舍，將糞尿分離後，固體部分經醱酵後做為堆肥或採用生物墊床。這些方法可減少大量之廢水及污染物排出。

2. 非點源污染之控制方法

非點源污染主要來自林地、社區、遊憩區、廢污處理的暴雨逕流，以及農業區之回歸水與暴雨逕流。一般有下面幾種控制方法：

(1) 林區污染輸出控制方法

森林是涵養水量地區，其單位污染輸出量很小，但若有不當的開發或砍伐，將會增加污染的輸出。一般有下面幾種控制方法：

①減少或禁止伐木，並廣植林木，以增加森林面積。

②在水體兩岸的濱岸帶（溪流保護帶）植生，以降低泥沙與化學物質進入溪流。一般濱岸

帶（保護帶）要多寬，始能達到防止沖蝕土壤流入溪流及淨化污染物的效果，國內有許多專家學者研究之成果：丁昭義及陳信雄兩位教授測定坡度三十五度，三十四年生柳杉人工林地，緩衝帶（保護帶）至少需二十公尺，對農藥四氫丹至少十公尺。但兩位教授建議緩衝帶以六十公尺為宜。謝長富先生等在德基水庫的濱岸帶測試，水庫對肥料的過濾作用，結果認為至少需要二十公尺寬之森林植生緩衝帶。夏禹九於民國七十八年到八十年測定，柳杉人工林、低矮闊葉林、茶叢及琉球松半人工林對施肥後肥料的吸收能力，結果認為影響植生帶，吸收肥料能力的因子，除了植生被覆型態（如柳杉人工林、茶園、灌溉林等）外，尚有土壤物理性、化學性和化育程度等因子有關。綜合上面各家研究結果，水岸保護帶以在六十公尺以上為宜。

③公路及其它邊坡植生，以減少崩塌。以植生之木樁以九芎、水柳、烏榕、榕樹及竹類為佳；木本植物則以台灣赤楊、山黃麻、相思樹、台灣二葉松為佳；草類以百喜草、地毯草、肯特基31F等防侵蝕力強。

(2) 農業區污染輸出控制方法

- ①由農業主管機關輔導農民正常使用農藥及肥料，以減少污染輸出。
- ②灌溉水量適當分配，以減少回歸水的排出。
- ③利用農田回歸水，做二次灌溉。
- ④坡地農地以平台式開發，採用與水流垂直方向之條狀犁耕，以減少水土流失。
- ⑤在坡地果園、茶園及菜園種植百喜草、肯特基、類地毯、克育草，兩耳草等減少之土壤流

失，並可吸收部分流失之肥料和農藥，淨化水質。

⑥改變種植的作物，如改種裸落地較多之作物為裸落地較少的作物，以減少土壤之流失。

(3) 社區或市區暴雨逕流輸出

①清掃市區及街道 污染物在市區地面的累積是造成市區逕流污染的主因，清掃市區及街道，可減少暴雨時污染物之流出。

②截流暴雨逕流水加以處理 截流雨水下水道或合流式下水道暴雨逕流水加以處理。處理方法以經過攔污柵、沉砂池或沉澱池，以去除漂浮物及懸浮固體物，若能將暴雨初期的逕流經生物處理，將可減少更多之有機污染物的輸出。若有足夠的濕地或蓄水池，可將雨水導入，將之沉澱，生物分解，以減少污染物輸出。

(4) 工地之控制

實施階段性開工，減少開挖面，以達到控制土壤沖蝕之目的，將使建造時對土壤的擾動達到最小。當在建造時，有許多污染減輕技術可有效使用，例如流速調整法可減少水流過建築區的速率，以減少土粒被舉起並使其即時沉澱。暴雨轉向法則藉轉向而使流過量減少。暴雨渠道法則是藉導引水流流向而減少水流過建築區。在土況恢復方面，則以植草及培養其他植被來控制，而其植被的選定由坡度來決定，例如平地使用木纖維護根是很有用的。

(5) 礦區污染的控制

①礦渣及廢土再整平及植生，以防沖刷。

②使地表水流或地下水轉向，不流經礦區，以減少礦區水流之流出。

③對閉廢礦坑，填滿陷坑並植生。

(6)遊憩區污染輸出之控制

①將污水收集處理後再排出，或將處理使用土壤散布法，以消納污染物。

②於遊憩場所設置截流溝，截流雨水加以處理或引入沼澤地、蓄水池處理。

③控制高爾夫球場農藥及肥料的使用。

④清掃遊憩場所，適當處理廢棄物。

(7)改變土地使用的型式，將污染輸出較大的農地改為污染較少的林地或草地，或改變農地種植的作物。

3. 水土保持方法與設施

(1) 邊坡穩定

挖填邊坡易使坡面裸露，常因豪雨地震，造成沖刷或崩塌，若地質不良或有地下水時，崩塌更形惡化。邊坡穩定綠化，係以人工方法到達邊坡穩定與綠化之功能。邊坡穩定綠化宜因地制宜，採用工程、植生方法或二者相互配合方式處理。完善的基礎工程、適當的植生方法及妥善的管理維護，為邊坡穩定之三項重要工作。一般依現場之需要在坡腳以工程方法，如擋土牆、格籠、蛇籠等基礎工程來穩定坡腳，再實施坡面綠化，其方法依現場需要可分為植草苗法、植生帶法、噴植法、挖穴施肥鋪網客土噴植法、打樁編柵法、預鑄框客土植生法、自由型框客土植生法、邊坡綠化法等。

(2) 坡面排水

坡面排水即利用植生、工程或其他方法將逕流或地下滲透水有效地引導、分流或排除至下游安全地區，使其破壞力減至最低程度，以減輕或避免災害之發生。一般應用之排水溝、涵管、跌水、集水井等。

(3) 防砂工程

防砂工程係以防止坡地及溪流之沖蝕，並節制土砂由高處往低處移動，以減少災害為目的之水土保持工程。其相關治理工程有：沉砂調節池、防砂壩、潛壩、整流工程、固床工程、堤防、護岸、丁壩等。於地勢低窪規劃人工湖，可當作沉砂使用，（另外於施工期間將闢臨時性沉砂池），其功用除了供作美化景觀之用外，尚有調節雨水逕流之功能。人工湖之設計最重要的考慮因素，即是其最高與最低水位、蓄水量、安全排水量及池底滲率等。

(4) 農地水土保持

農地開發使用，易造成土壤流失，尤其是山坡地。由於台灣多山，平原開發殆盡，因此山坡地利用甚為吃重。農用坡地的水土保持方法有山邊溝法、平台階段法、草帶法、石牆法、單株平台法、寬壟階段法、覆蓋作物法、敷蓋法、草溝法、洩槽、跌水法等，使用時可單獨或數種方法並用。

四、結語

森林是涵養水源的地方，它的開發將減少水源的涵養能力，增加用水量，而造成水源不足、

水質污染、土壤沖蝕等問題。但台灣土地面積狹小，人口眾多，許多保護區內土地已被開發利用，造成土地利用與水資源保護間的衝突，如果我們能善用各種保護措施或將水循環使用，將可降低土地利用對水資源的衝擊。然而，我們尚未利用這些措施，以致近年來土地利用與水資源發生嚴重衝突。呼籲國人冷靜的思考，從水源涵養、土地沖蝕和水質污染的控制，以及人與環境的和諧，尋求土地利用與水資源保護的平衡點，不要再出現貪得無厭的土地開發，和無理性的環境保護。

參考資料

1. 林家正、溫清光，〈由水庫涵能力探討設施之容許量〉，第五屆環境規劃與管理研討會論文集，頁二七七，民國八十一年。
2. 夏禹九，〈皆伐作業對蓮花池試驗集水區溪流量之影響〉，台灣省林業試驗所研究報告，頁一三，民國七十一年。
3. Bosch, J. M. and Hewlett, J. D. 1982, 『A Review of Catchment Experiments to Determine the Effect of Vegetation Changes on Water Yield Evapotranspiration.』 *J. of Hydrology*, vol. 55 P. 3。
4. 夏禹九，台灣水土保持及集水區經營研究—肆、土地利用影響部分，行政院農委會及台灣大學地理研究所，頁六九，民國七十九年。
5. 陳信雄，上游集水區土地利用對流量歷線影響之研究（四），農委會七十八年度水土保持及集

水區經營研究計畫成果彙編，頁二一一，民國七十九年。

6. 陳禎祥，高爾夫球場生命泉源——水，東方會訊，九十期，東方高爾夫球俱樂部，民國八十年。

7. 李三畏，集水區保護與水資源，水資源研討會，國立中興大學，民國八十一年。

8. 溫清光，水源區土地開發利用對水資源之衝擊，河川環境與水源保護研討會論文集，時報文教基金會，頁一四六，民國八十年。

9. 余嘯雷 (Shaw L. Yu.)，1991. "VDOT Manual of Practice for Planning Stormwater"。

10. 丁昭義、陳信雄，森林緩衝帶對農藥之過濾機能之評估，中華林業季刊，一四卷，四期，頁五五，民國七十年。

丁昭義、陳信雄，森林緩衝帶對農藥之過濾作用，上游集水區試驗研究成果彙編，行政院農委會，頁九一，民國七十三年。

11. 謝長富、林崇明、陳賢芳、陳連興、張仲民，德基水庫周緣林帶果園施肥後之過濾作用，德基水庫管理委員會，民國七十八年。

12. 夏禹九、金恆鏞、洪富文、黃正良、王立志、薛美莉，植生型與施肥作業對濱岸帶土壤水化學性之影響，台灣省林業試驗所研究報告，民國八十一年。

13. 和田安彥，非點源污染源之模式分析，日本技報堂出版，民國八十一年。