

水

1 藏富於地下的水資源觀念

到哪裡去了？

水是財，排入大海太可惜，
但財太多也會造成災害，
藏富於地下是最好的方法。



魚池



圍牆·土溝



步道·坡坎·水溝



水塘



坡坎·溪溝



停車場



坡坎·溪溝



道路



住宅庭院

一場大雨讓台北市近郊的居民擔驚受怕，原本大家最嚮往山之巔、水之湄的居住環境，如今竟成為居民的夢魘。高過屋簷的大水，夾雜黃土石塊滾滾而下，十年前在台灣地區從未聽過見過的「土石流」，讓國人寢食難安、聞水色變。到底這些年來我們的河川整治、大地工程、坡地開發、都市建設與城鄉均衡發展，哪裡出了問題？是否跟河川疏濬有關？是否加高了堤防就管用？

土石流

一新台灣人的夢魘

“涓滴之水，可以成江河。”汐止的積水從哪裡來？汐止本地的降雨量並不致造成汐止地區嚴重淹水；大量積水應是從上游地區及基隆河沿線的支流水域匯集而來，若能減少上游的排水量，下游自然就不會淹水了。

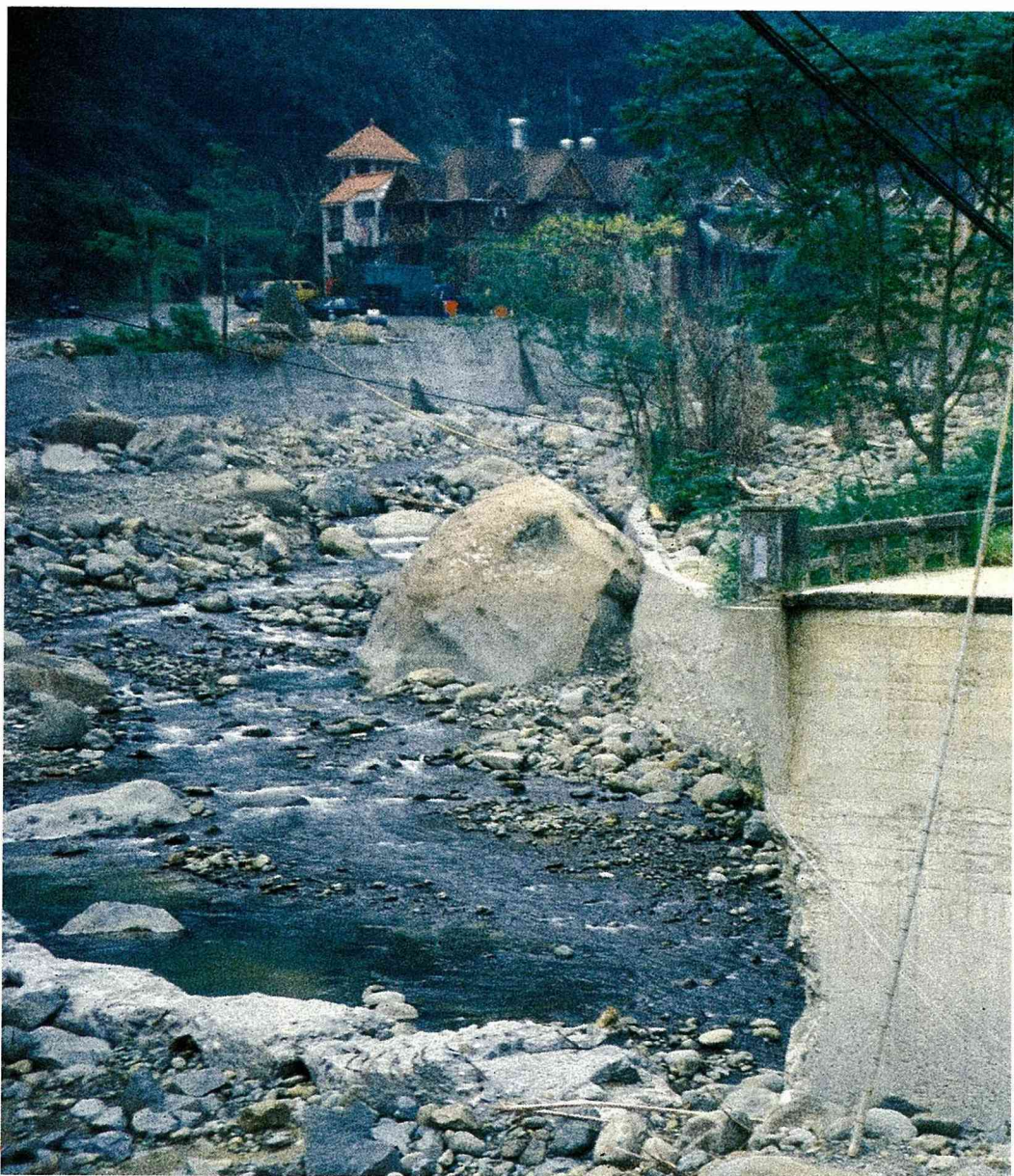
台北縣市的山頭社區及基隆河岸之河川社區，開發之初的首要工作就是先做排水工程，於是山邊溝與地下涵管觸目可及；原本可滲入地下或經由林地延緩滯留之雨水，如今失去了土地與樹木之庇蔭，

在短時間內就需排放至低窪地，結果是上游社區開發越多，下游汐止淹水情況就逐年嚴重。

為了讓匯流而下的大量雨水，在短時間內排入大海，於是基隆河截彎取直，河兩岸的堤防加高，問題解決了嗎？不！豪雨期間如果遇上漲潮，基隆河水位不幸高過海平面，發生倒淹的情況時，未來可能淹水地區就

不只汐止一地了。

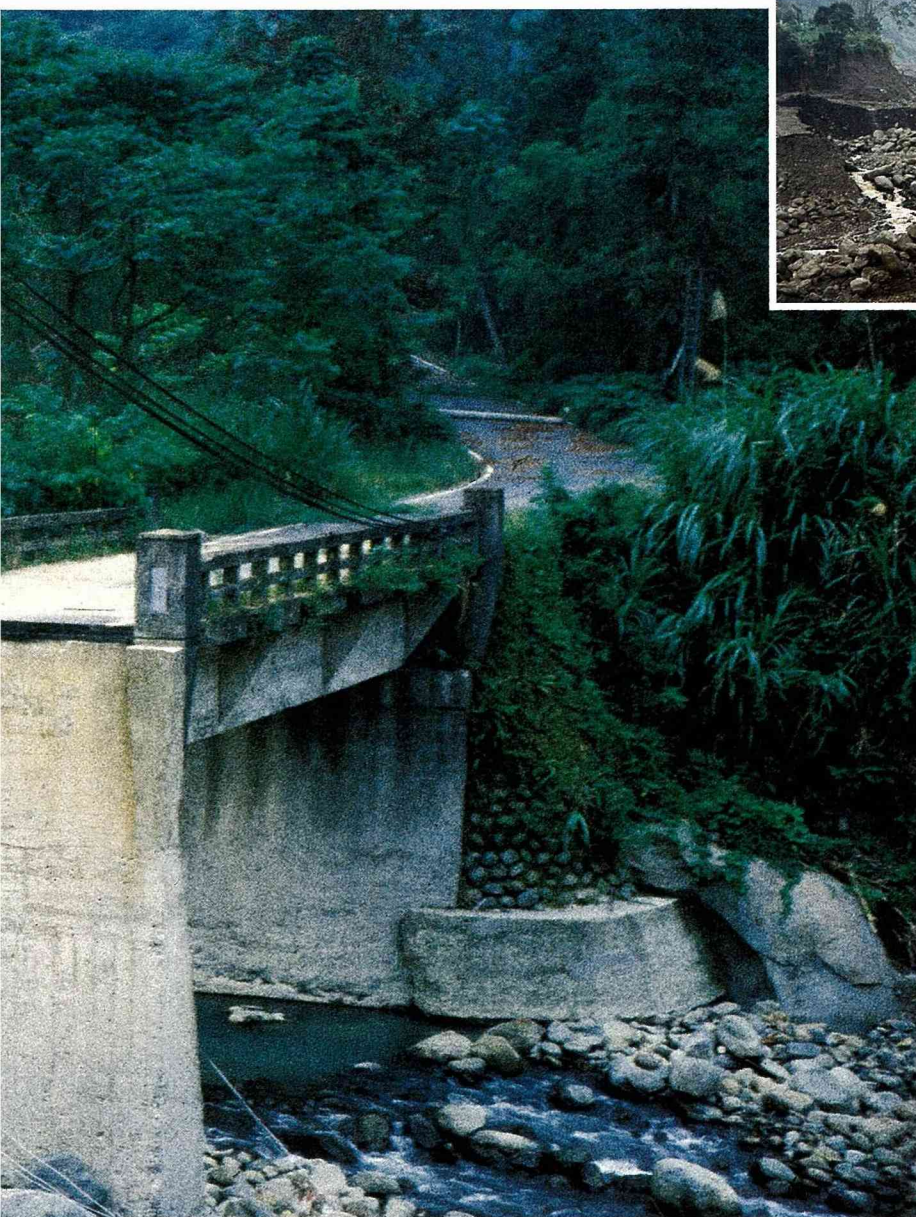
原本彎曲的基隆河及其兩岸寬廣的行水區，被直線型的河道所取代之後，河道變短了，行水區不見了，蜿蜒自然的基隆河被馴服了，彷彿被套上了一件水工制服。水利工程師們沾沾自喜之餘，基隆河的河川生態景觀及兩岸滲水面積，已無聲無息地被扼殺了！一條多功能而自然生動的河川，變成



■土石流與斷橋。



▲河道被拉直了，堤岸被固化了。



■被土石流淹沒的河床。

了單一功能而筆直僵化的大排水溝。

由上游至下游一連串的錯誤設計，建堤防擋水的傳統治水觀念，導致了珍貴的水資源就這樣離開了台灣島，而在豪雨期我們卻又嚐到了淹水的苦果。「晴天缺水，雨天淹水」的情形，絕對不是建水庫、加大地下排水涵管口徑就可以解決的，即使建水庫解決一時的供水問題，也不會是永續之道，我們還有多少可建水庫的壩址呢？居民抗爭又要如何處理呢？而加大排水涵管只會流失更多的水資源，並導致下游地區淹水情況更惡化。

社區開發與地下水位

水資源的保育、節流與避免遭受汙染，是全球關注的議題；都市的永續發展應審慎的處理各項自然資源，不可因社會及經濟的過度發展而遭到破壞，都市計劃、景觀規劃、生態工程、公共建設彼此應有合作發展的橫向溝通。社區開發及各項工程建設，均應在生態保育觀念下進行硬體建設，包含了地表處理工程、道路工程、排水工程、景觀園藝、建築

物設計等。

以北德下薩克森邦的科貝城區開發計劃為例，此規劃案以 21 世紀的生態城市為建設目標，在 150 公頃的農村土地上，規劃 6000 個居住單位，容納 15000 人居住，各項硬體建設如道路、建築物、下水道等，將會影響原有地下水位之高低，在社區永續發展的前題下，「雨水處理」成了社區開發的一項新指標。

德國漢諾威大學水利經濟系 Sieker 教授曾於 1983 年

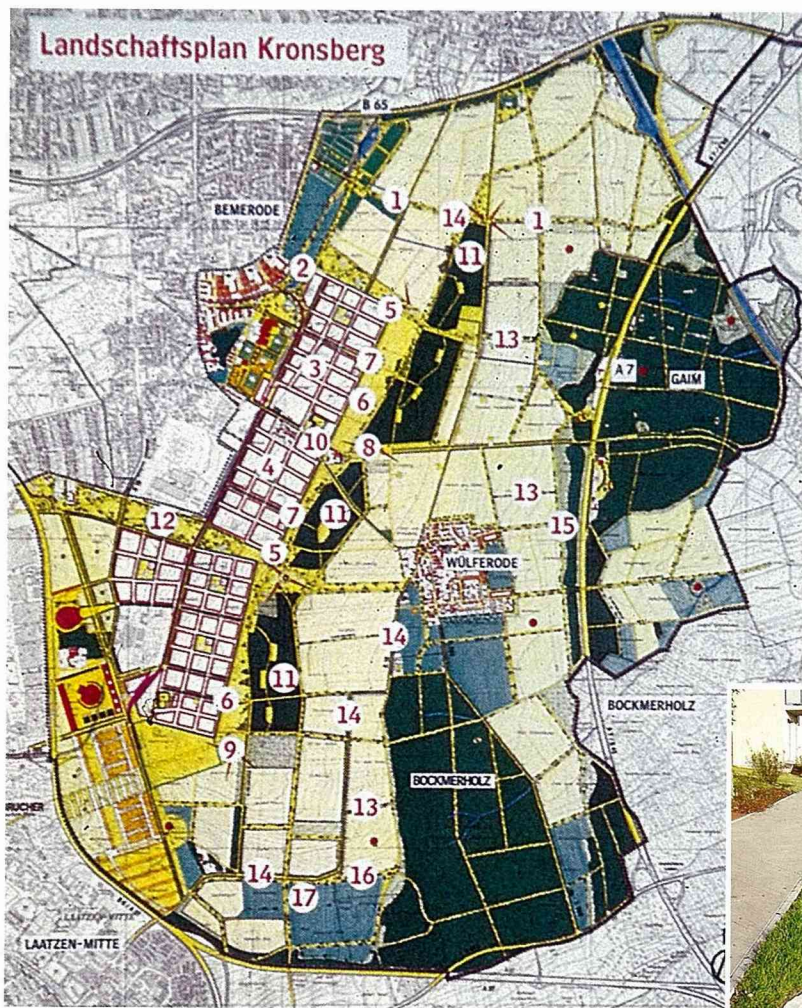
預測，科貝城區如果依循傳統公共工程建設方式來施工，完成後社區的地下水位一定下降，因此建議住宅密度必須設限；1990 年他們更在該區鑿了 18 個觀測地下水位變化的觀測井，並預測該區之水位將會在社區開發完成後下降 20-100cm。

為了防止地下水位之下降，規劃團隊在保水設計方面，費盡了心思。首先，科貝城區之原土地使用設計必須修正，排水土溝之構想才得以實現，但科貝城區下方的土壤為滲水率極差的泥岩，其滲水率為 $3 \times 10^{-6} \text{m/s}$ 到 10^{-8}m/s ，因此全區滲水計劃除了土溝外，還要有主、次要滯留池及滯水溝等配套設計，才足以讓降在社區的雨水慢慢滲入地底。

路邊的土溝僅在十字路口交會處設有地表排水口，介於人行步道與停車位間的土溝，深約 30-40cm，溝中植草，水經由草間滲透與排放。在滲透水方向，經過了 30cm 地表土的處理，已經過濾很乾淨了，然後滲透水繼續流入下方的碎石層，碎

石層中埋設有打了孔的排水管，過多的水才經由水管流入社區雨水蒐集管中，並流入蓄水塘裏。

■土溝與道路交會口之排水口。



■科貝城區配置全圖。





■道路盡頭的蓄水池，枯水期池底礫石裸露，呈現另類景觀。



■乾枯的水塘兼具兒童遊憩場所的功能。



■水路中的擋水石用以減緩雨水迅速流失，水量大時也有造景的功能。

由於溝底碎石鋪面有70cm深，與四週土壤的接觸面積大於自然土溝的溝底，因此水與土壤的接觸時間內，可被土壤吸收的水量增加了，因此這類新設計的土溝做完後，發揮了極佳的滲水功

能，而原先該地區既有之蓄水塘之水面有下降的現象。

2000年在漢諾威舉行世界博覽會期間，科貝城區以都市開發與生態意識相融的社區典範，吸引30萬名各國訪客及規劃團隊前來觀

摩。科貝城區的規劃設計師們最引以為傲的，是他們對社區水源涵養所做的努力，讓科貝城區的地下水位不但沒有下降，反而比土地開發前的水位還要高。這種對環境負責的開發方式，是21世紀新台灣人的理想。

讓竄流的地表水 轉入地底

傳統社區或都市開發建設的排水工程處理概念，就是設法把降到地面的雨水或家庭汙水儘速送到排水管，一路排入河川或大海裏去。這種排水方式不僅地下水管工程建設費用高昂，且對地下水源涵養有明顯傷害，在自然資源保育的前題下，如今已面臨了嚴格的挑戰。

(1) 多層次的滲透、 過濾與滯留

新世紀的排水及保水做法，是讓都市及社區的雨水藉由排水溝、滯留池、滯留大溝及地表滲透等幾種方式來轉入地下，雨水經由支排溝匯集進入滯留主溝前，經由滯留及滲透設計已消化一部份排水量了。



■低於道路面的綠帶可以讓雨水下滲，發揮滋養花木的作用。

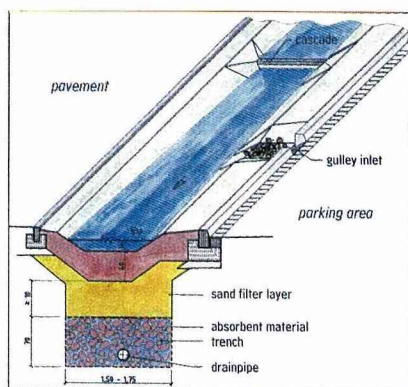


這一大片下大雨時使用的低窪蓄水池，雨天呈現一片水塘景觀，平時乾枯時則可供兒童遊戲、休憩或造景用；池塘也一樣，有水時呈現水塘景緻，無水時則為卵石與礫石組成的休憩空地。區中的水路與排溝均採滲水設計，並設有擋水石以減少雨水之流失。路旁的花園綠帶均低於道路表面，這讓柏油路上的雨水可直接排入花園中，濕潤花草與路樹，同時滲透入地底。

■結合道路、滲水溝、綠帶、兒童遊憩區與低窪地的社區規劃，以及共同使用的概念，讓整個社區綠了起來。

下滲之雨水經由溝底部的細砂、碎石過濾層再滲透入土，多餘的地表滲水再經由預埋地下排水管引導至主滯留溝中，或社區較低窪處的滯留池與綠帶中去，這些地表排水及水滯留區的儲水將在晴天時蒸發，所蒸發的水汽可淨化空氣中的灰塵，也會對地區性的微氣候產生良性作用。

這些經過計算的寬廣滯水帶及地表滯留池與人工水塘等，防止了雨水瞬間流出社區，這種排水及保水概念不僅補充了地下水源，也為社區增添水景之美，讓空氣清新，花木滋潤，是一舉數得的高明設計。



■排水溝斷面詳圖。

(2) 多功能的 保水設計與利用

社區建築間之空地，也可以在保水的考量下進行設計。栽植果樹、遊憩綠地、水塘散佈其中，落在硬鋪面上的雨水將被導入兩座儲水槽中，綠地澆灌就利用這些雨水，下大雨水槽滿了，就會由水槽經由大片低窪蓄水池流入水塘，再流入大排水草溝繼續向下滲透。

這與我們台灣在任何一條道路邊均採抬高綠帶再以邊緣石圍繞一圈的做法完全相反；台灣的道路、綠帶間均留設有路邊排水口，這個排水口每年不知排掉了多少下降到路面的珍貴雨水，而綠帶上種植的路樹與花園卻又需依靠水車每天澆灌，一來一往之間，我們不僅浪費了雙倍的水，還要加上人力的付出與交通阻塞的代價。這種將屋頂排水、道路排水、滲水草溝與綠帶、低窪地、池塘、遊憩地結合在一起的社區開放空間保水規劃，的確讓該社區不僅享有大片的開闊綠地與庭院（除馬路外見不到一片混凝土），更符合了自然生態與環保的新建設指標。 [圖]

《待續：(2)大處著眼小處著手的案例》