



小魚的 秘密 假期

水土保持知識探索

文字編撰：吳立萍

美麗的山村，一條野溪蜿蜒流過
在這樣的地方，潛藏著什麼樣的危機？
爲了尋找答案
幾個孩子們展開了最有意義的假期



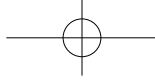
序

家園安全 背後的把關者

山高水急的台灣，地勢陡峭險峻，是一座美麗的寶島，但卻時常面臨颱風豪雨帶來山崩、地滑、土石流等災害之危險。生活在台灣，我們何其有幸，山川壯麗、物產豐饒，但也無法避免大自然

目錄

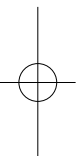
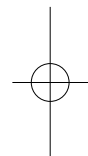
序	家園安全	2
	背後的把關者	2
	台灣島誕生	6
	不斷變動的台灣島	8
	最有意義的暑假	10
	故事從這裡開始……	10
	人物介紹	13
採茶去	坡地保育利用	18
	豐盛的晚餐	25
	出發去茶園	28
	學習採茶	30
	順著坡地一排排栽種	34



所帶來的考驗。我們期待，孩子們也能有深刻的體認，並且珍愛家園。

因此特別編製了這本書，以一位都市少年的眼光來看台灣的地理環境，並透過生態插畫家實地勘景所繪製的解說圖，從鳥瞰的視野，了解各類水土保持工法都不能單獨存在，而是必須因地制宜、互相串連才能發揮作用；同時也讓讀者看見，有一群默默奉獻的水土保持專家及土石流防災專員，無時無刻都在為我們的家園安全把關。

為了順應大自然，與自然和諧共存，早在古代就有許多水土保持的措施，保護人民財產的安全；老祖先們在山坡上



做個小實驗 —— 40

水溝學問大 —— 46

水溝裡的小小設計 —— 50

用天然流域的概念來排水 —— 52

天然的空氣調節機 —— 56

等高耕作、平台階段、山邊溝、草帶法、跌水、截排水溝、敷蓋、覆蓋、農塘……

野溪之旅 水的治理 —— 58

一個有意義的活動 —— 66

河川、溪流大不同 —— 68

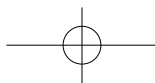
什麼是集水區 —— 72

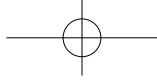
不要與水爭地 —— 74

人造的瀑布 —— 78

把土砂層層擋掉 —— 81

幫溪流梳頭 —— 83





開闢梯田，不但能讓作物長得好，使產量增加，更創造了秀麗壯觀的景致。時至今日，水土保持依然重要，只是方法更精進、材料更進步、更重視自然生態。人類永遠無法與大自然的力量抗衡，一切的水土保持做法都必須以自然為師，甚至做到將一切的工程設計融入自然環境裡，無形勝有形，還要能發揮功能，減少大自然所帶來的災害。

這本書包含了許多重要的水土保持工法，如果只是囫圇吞棗的看完故事非常可惜，所以不建議一次全部看完，可以放慢閱讀速度，或分段閱讀，一次認識二到三種工法，慢慢累積對工法的認識，當你下次在戶外看見這些設施的時候

溪流會自己往上加長—— 86

讓溪床更堅固—— 88

水會轉彎嗎？—— 90

被巨人鏟了一塊—— 96

消能設施、梳子型防砂壩、非透過型防砂壩、固床工、砌石護岸、丁壩……

大自然的醫生——崩塌地整理及植生法—— 98

驚人的大自然力量—— 106

縱橫交錯的溝槽—— 108

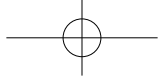
幫傷口敷蓋紗布—— 112

小草大功臣—— 114

草地變森林的魔術—— 116

美麗的生態步道—— 124

整治是為了保全對象—— 128

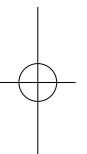
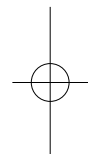


，才能體會專家的巧思及用意。更不要忘記了，如果你身邊有認識的水土保持專家或土石流防災專員，請向他們說聲謝謝，因為有他們的奉獻，我們才能安居樂業。

行政院農業委員會水土保持局

黃明耀

局長



隨時監控，滴水不漏
—— 132
經得起時間考驗 —— 136

自由樑框、固定框、打樁編柵、植生袋、鋪網噴植、截排水溝、土石流監測設施……

故事的尾聲 —— 138

舅舅是土石流防災專員 —— 139

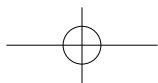
水土保持戶外教室
及教學園區 —— 143

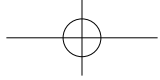
學習單 —— 146

暑假作業怎麼辦？ —— 150

風雨的考驗 —— 152

延伸閱讀、參考資料 —— 160





台灣島誕生

遙遠的上億年前，
東太平洋很不平靜，

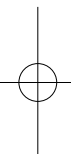
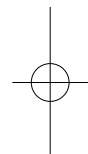
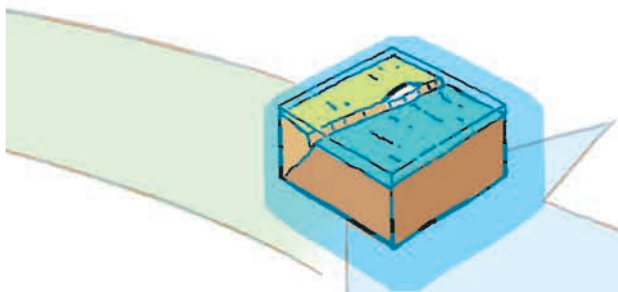
海面下，

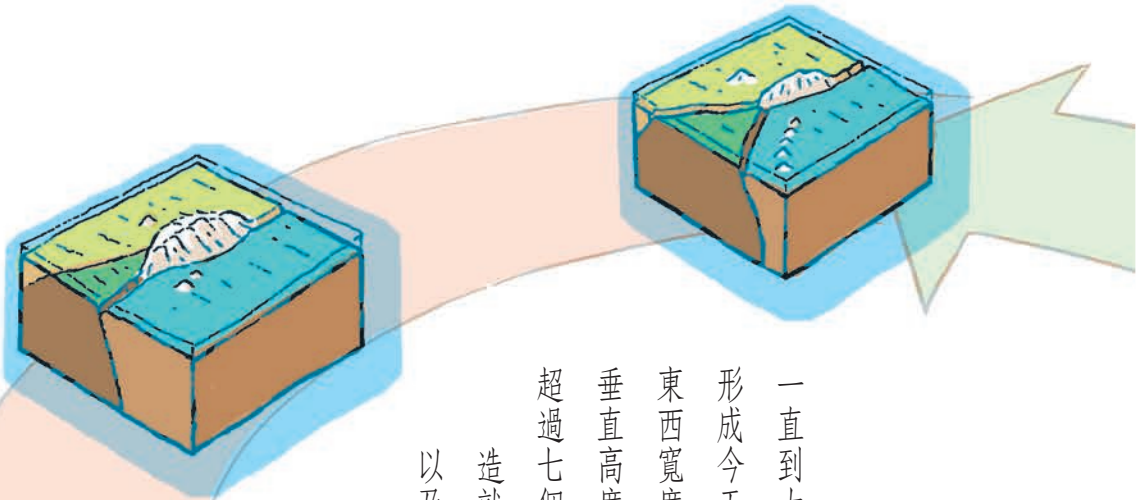
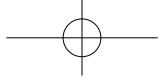
古太平洋板塊和歐亞大陸板塊發生擠壓，
將一座小島慢慢地從海底推出海面。

隨著板塊的造山運動持續不斷，

數千萬年來，島嶼的面積逐漸變大，

加上菲律賓海板塊也靠過來擠壓，





一直到大約兩百萬到十萬年前，
 形成今天的台灣島，
 東西寬度不超過六十五公里，
 垂直高度近四千公尺，
 超過七個一〇一大樓的高度，
 造就了複雜的地質結構，
 以及相當陡峭的地勢。





不斷變動的高山島

但是，板塊的造山運動從來不曾停歇，台灣島不斷在長高，也不斷在崩落，有四分之三面積都是山坡地。又因地處亞熱帶潮濕型氣候區，每一年夏天，總有太平洋海域形成的颱風，接二連三挾帶大量降雨而來，以驚人力量沖刷脆弱的山坡地。



土石流造成家園受創



9

不斷變動的高山島



土石流充塞整個溪床



地震山崩道路裂開

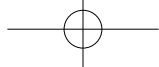
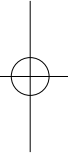


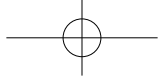
山坡地崩塌房屋一半埋在土石裡



山坡地崩塌房屋及及可危

我們住在這裡，
山崩、土石流，是大自然用雕刻刀削下的產物，
要想辦法與大自然和諧共存……



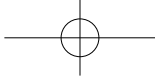


最有意義的暑假

故事從這裡開始……

已經六月下旬了，天氣漸漸轉熱，尤其到了晚上更是悶熱得不得了。李曉瑜在床上熱出一身汗，翻來覆去，沒有辦法好好睡覺。他想開冷氣，不巧，冷氣壞了，那就開電風扇吧！

不知道怎麼回事，他一按下按鈕，電風扇就發出「卡ㄟ卡ㄟ」的聲音，好像快要解體了，「算了，不管它，至少還能吹出風來。」他躺回床上，心裡納悶著：「為什麼這麼熱啊？」他看向窗外的萬



最有意義的暑假

故事從這裡開始……

家燈火，突然想起去年夏天到舅舅家玩，不管白天多熱，到了晚上天氣就變得好涼爽，比開冷氣還舒服。

「這難道是住在都市的懲罰嗎？」他嘆了一口氣，在電風扇的「卡ㄟ卡ㄟ」聲中，不久就睡著了。

「好美！」李曉瑜來到一個滿眼翠綠的地方，地上開著繽紛的花朵，眼前還有高聳的山脈，天空很藍，白色雲朵像棉花糖似的高高掛著。

他開心地躺在草地上欣賞藍天白雲，微微的風輕輕吹來，耳畔傳來「卡ㄟ卡ㄟ」的聲音，不知怎麼地，這聲音愈來愈大聲，突然，他感覺到一陣天搖地動，眼前的山脈竟然紛紛剝落，他不可置信地看著前方，青翠的山頓時變成黃褐色，讓他震撼的還不只這樣，他發現山居然在「長高」！

他嚇得想跑開，可是一堆細碎的小石頭滾過來，擋住了前方的路，很快地，落下來的石頭變大了。他趕緊隨手拿起一個大鍋子頂在頭上，免得被石頭砸到。不過，愈是擔心的事情好像愈是會發生，一塊大石朝眼前飛過來……

「啊啊啊ㄟㄟ」李曉瑜拼命大叫。



「碰！」他被嚇醒了，揉揉眼睛一看，他怎麼躺在地上啊？這裡是自己的房間，旁邊的電風扇還在「卡ㄟ卡ㄟ」作響，哪有什麼山呀、石頭的，原來剛才的恐怖景象都是一場夢，害他從床上跌了下來，幸好沒人看見，不然就糗大了。

雖然是一場夢，但實在太嚇人了，他往學校的路上一直在想這個夢，差一點被路旁的石頭絆倒。

人物介紹

外號小魚，14歲，國二，典型的都市少年。對很多事物都很好奇，會打破沙鍋問到底。最崇拜在美景村當村長的舅舅，遇到問題第一個就找他。



李曉瑜

小魚的舅舅，在美景村當村長，同時也是熱心公益的防災專員。安排小魚參加活動，讓他學習到許多知識。



舅舅

「就是山一直往上升高，從山上掉了許多石頭下來，我差一點就被砸到了。」小魚用誇張的手勢，比手畫腳地說著。

「什麼夢？」

「不是啦，是我昨天做了一個夢。」

「小魚，你在夢遊喔？」李曉瑜的外號叫小魚，大家都這麼習慣叫他。同學張啟民看他心不在焉，忍不住問道。

「你說的這個夢境，我怎麼感覺很熟悉啊？」啟民皺起了眉頭，很用力地回想，「啊，我知道了——地理課的老師不是有教過我們嗎，台灣是板塊交界處擠壓升起的高山島，因為擠壓引起地震，造成落石，一定是你連晚上做夢都在想這個情境。」

「聽你這麼說好像是，可是哪有升這麼快的，很嚇人耶——而且我為什麼會做這樣的夢？」

「不過就是夢而已，那麼認真幹嘛！」

「說的也是！」小魚不再去想這個夢了，反正想破腦袋也不會
有答案。

天氣還是很悶熱，雖然教室天花板上的大電扇已經打開，但許多人還是拿起一張紙當扇子搨啊搨的。就快要放暑假了，大家都在想暑假要去哪玩，七嘴八舌地聊著，整個教室鬧哄哄的，直到老師進來以後，大家才終於安靜下來。

「有誰可以告訴我，剛才大家在討論什麼？」老師問道。
教室裡鴉雀無聲，大家你看看我、我看看你。

人物介紹

在山坡上有一片世襲的茶園，同時也是水土保持專家，將水土保持的工法應用在茶園裡。



無所不知的水土保持專家，在一場夏令營的活動中擔任解說老師。



終於，有人舉手了！「李曉瑜，你來說。」

小魚自告奮勇先發言：「大家在討論暑假計畫啦！」

「嗯，再過一個禮拜就要放暑假，大家的心都飛到外面去了，剛好我今天也要告訴大家暑假作業。」

一聽到要做作業，大家都唉聲嘆氣。「先聽我說完再嘆氣也不遲，」

「老師說：『請大家在這兩個月的假期中，做一件有意義的事！』」



「什麼是有意義的事啊？」每個人的心裡都很疑惑，這個作業乍聽之下很簡單，可是仔細想想，還真是難啊！

整整一天，小魚都在想這個難題，一直到回家之後還是想不出來。一個禮拜很快就過了，終於盼到放暑假。小魚想起老師交代的作業

人物介紹

擔任夏令營活動的工作人員，也具備水土保持知識，會協助白爺爺解說。



博哥

小魚的同學，樂天派，很愛玩。和小魚一起參加夏令營活動，學習到很多知識。

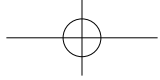


張啟民

，他決定打電話問在山上當村長的舅舅，舅舅懂得比較多，一定可以幫忙出主意。

他立刻撥電話給舅舅，告訴舅舅想問的問題。在電話的那一端，舅舅的聲音聽起來好像正在忙，他什麼也沒說，只匆匆說了一句要帶他去朋友的茶園幫忙採茶。

舅舅到底在賣什麼關子啊？



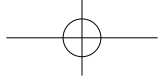
小魚的祕密假期——水土保持知識探索

採茶去！

坡地 保育利用

從捷運轉市區公車，又從市區公車轉搭長程客運巴士，小魚跟著爸媽轉乘了好幾種大眾交通工具，窗外的視野也從擁擠熱鬧的都市景觀，變成綠意盎然的郊區田野。

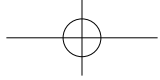
「哇！好舒服喔！」他們在美景村下車，小魚用力地深呼吸，感



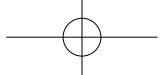
覺聞到了青草的味道。

美景村是媽媽的故鄉，現在老家還有舅舅、舅媽一家人。每一年暑假，爸媽都會帶他來玩，這也是他最期待的暑假活動，因為他很喜歡住在山上，可以任意地大口呼吸，不會聞到臭臭的汽機車廢氣味；他也喜歡觀察昆蟲，山上的昆蟲多到數不完，每一次的「新發現」都讓他驚喜不已；更棒的是，村裡有一條小溪，天氣太熱可以跳進去玩水，和水裡的魚蝦一起清涼一夏！





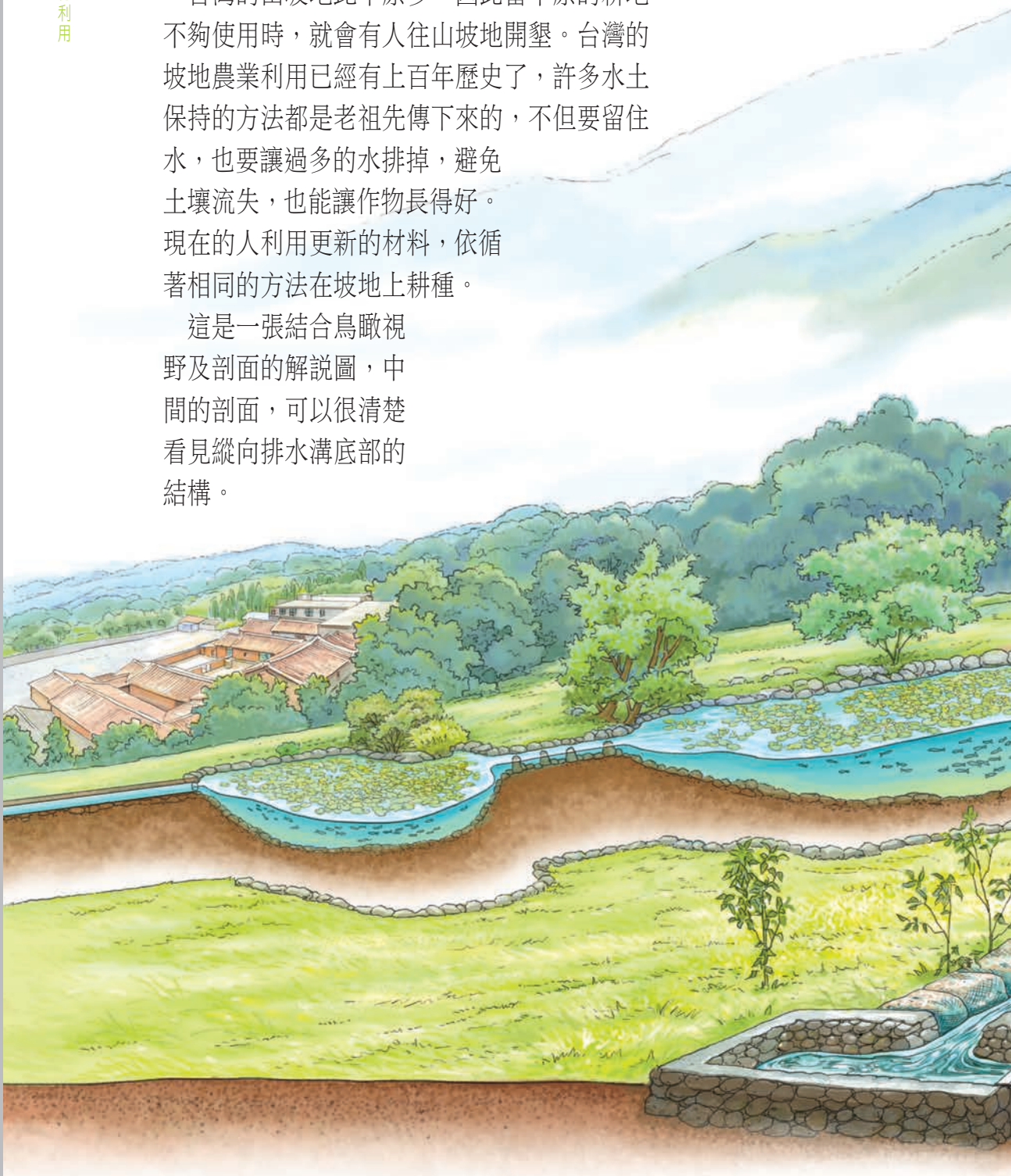
21

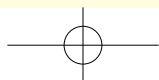
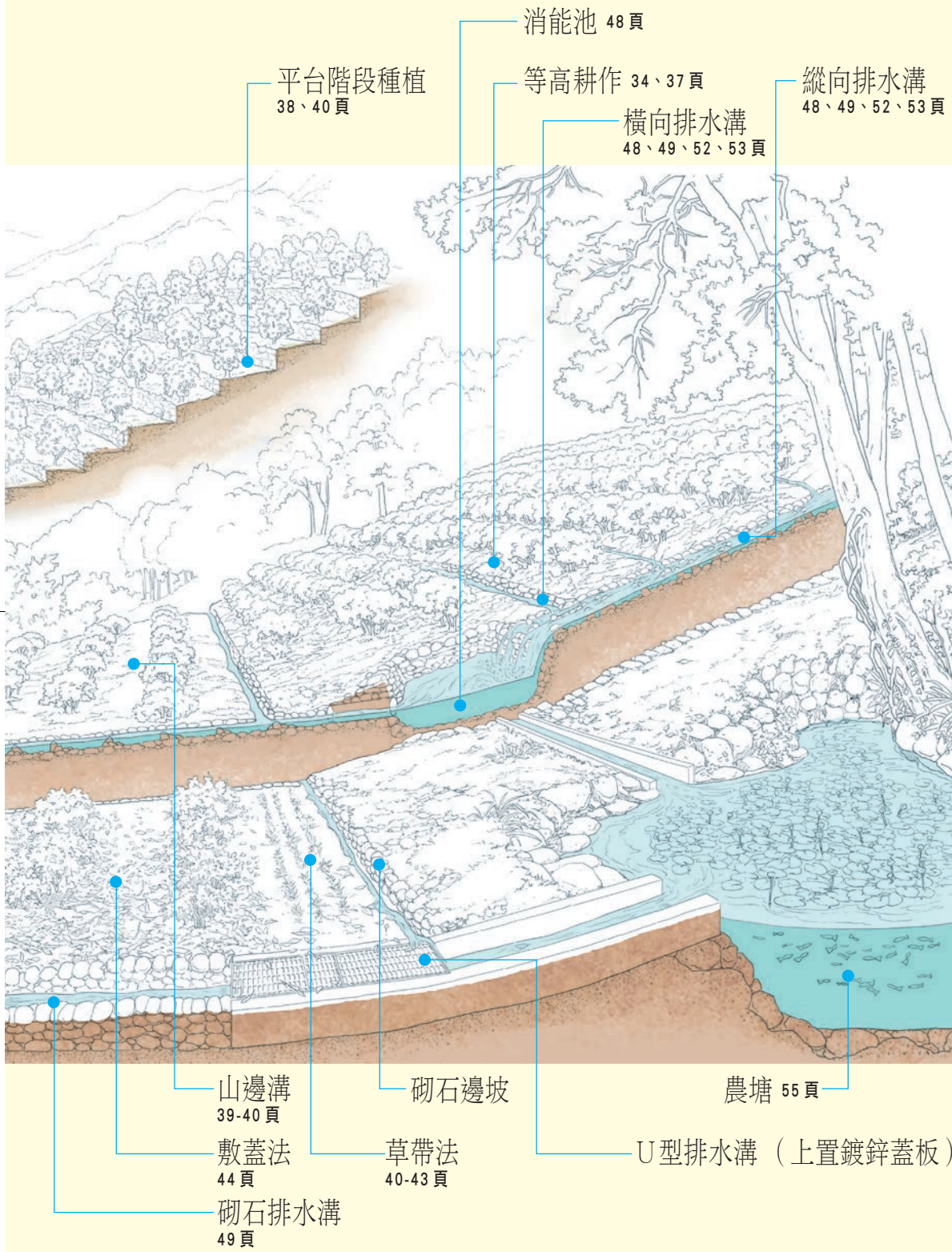


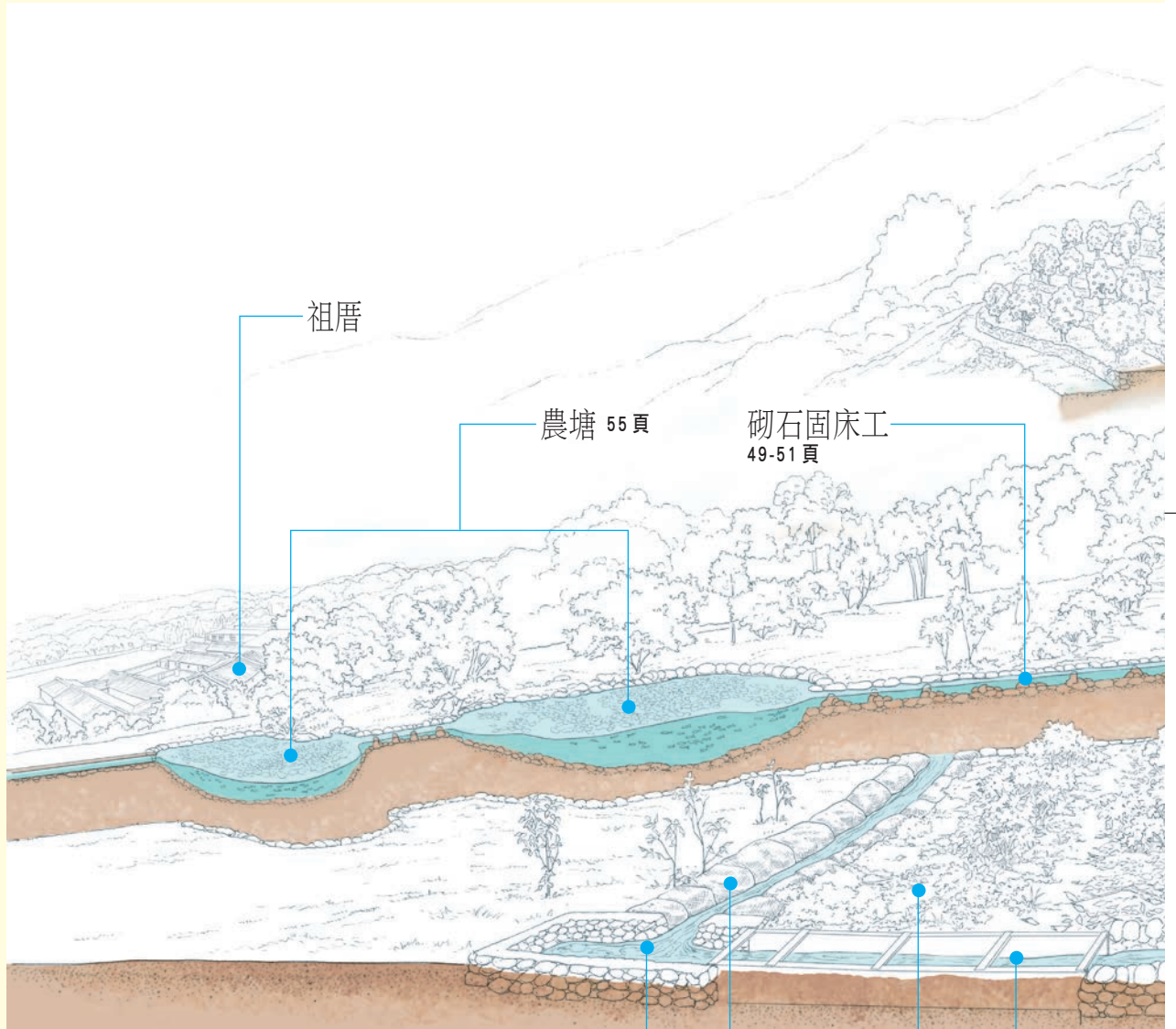
既要留住水，也要排掉水

台灣的山坡地比平原多，因此當平原的耕地不夠使用時，就會有人往山坡地開墾。台灣的坡地農業利用已經有上百年歷史了，許多水土保持的方法都是老祖先傳下來的，不但要留住水，也要讓過多的水排掉，避免土壤流失，也能讓作物長得好。現在的人利用更新的材料，依循著相同的方法在坡地上耕種。

這是一張結合鳥瞰視野及剖面的解說圖，中間的剖面，可以很清楚看見縱向排水溝底部的結構。







祖厝

農塘 55 頁

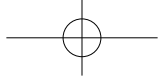
砌石固床工
49-51 頁

集水設施

土袋溝
49 頁

覆蓋法
45 頁

預鑄排水溝
49 頁



豐盛的晚餐

他迫不及待地衝進舅舅家，沒有看見舅舅，但聞到廚房裡飄出好香的味道，原來是舅媽在廚房裡準備晚餐。

「舅媽！」小魚跑進廚房裡和舅媽打招呼，順便看看舅媽準備了什麼好料，這一趟長途旅程下來，肚子還真的有點餓了。

「小魚，怎麼只有你一個啊？爸爸媽媽呢？」舅媽熟練地揮動著鍋鏟，一面轉過頭來說道。

「他們還在後面啦！我是用跑的。」

「好，你去客廳等一下，晚餐馬上就好了。」

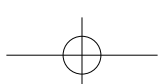
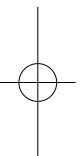
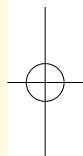
「舅媽，我幫您端菜。」

「謝謝你喔！」

他擺好餐桌之後，剛好爸媽和舅舅也一起回來了。

「舅舅好！」他急忙接著問道：「那個，我的暑假作業……」

舅舅不等他說完，馬上回答：「以後再說，明天要早點起床，我帶

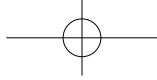




你去茶園採茶。」

「還要採茶喔！」他不敢抱怨，只是心裡很不明白，為什麼舅舅一直要他去採茶，這跟他的暑假作業有什麼關係？

今天的晚餐真是太豐盛了，除了肉類以外，所有的菜都是舅媽種的，舅媽說她不施化學肥料和農藥，作物健康，人吃了也健康，更不會傷害大地。她的菜園就在屋後，建議小魚可以到菜園看看，「不過，有很多蟲喔！不要被嚇到了。」



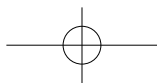
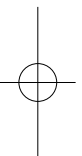
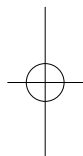
「哈！我才不怕蟲呢！」他只怕蟑螂，其他通通不怕。

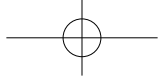
當天晚上，小魚被早早催促去睡覺，因為第二天要去茶園工作。山上的夜晚真是太涼爽了，連電風扇都不用開，還得蓋一條被子以免著涼，他很快就進入夢鄉。

第二天早上，小魚被悅耳的鳥鳴聲叫醒，一晚的好眠，讓他精神飽滿，洗完臉、刷了牙，換上衣服之後，就出門到附近逛逛。

早晨的空氣真好，他在舅媽的菜園裡看到許多肥肥的菜蟲，正在開心地大口啃食作物的葉子。附近的鳥兒也很多，牠們在菜園旁邊的樹梢上伺機而動，準備隨時捕食菜園裡的蟲蟲，享用一頓豐盛的大餐。原來「早起的鳥兒有蟲吃」，這句話一點都不假。他拿起隨身攜帶的相機，把觀察到的蟲蟲都拍下來，想回去後再對圖鑑，好對牠們有更多的認識。

在菜園及附近逛了一會，小魚覺得肚子有點餓了，回去吃早餐的時候，看見舅舅已經準備好要出門了。





出發去茶園

「我們十點以前要到茶園喔！」舅舅看了一下他的穿著說：

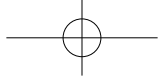
「快去換衣服，要穿長褲、長袖，還要帶一瓶水。」

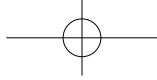
「天氣好熱，還要穿長袖的衣服喔？」他一面啃著三明治一邊說。

「當然，等一會你就知道了，夏天的太陽威力有多大。」

他吃完早餐，也換好衣服，帶了一瓶水就和舅舅一起去茶園。

茶園離舅舅家大約半小時車程，舅舅開車在山上沿著道路轉呀轉的，沿途風景十分美麗，他一路欣賞美景，一點也不覺得無聊，直到一整片綠油油的茶園開展在眼前時，他驚訝得說不出話來，因為實在太漂亮了，和緩的山頭上被一層層墨綠色的「帶子」整齊地環繞，當中已經有一些婦女在採茶，她們戴著花布包的斗笠，形成萬綠叢中的點點紅妝，美得讓人捨不得移開視線！





學習採茶

「我們到了！」舅舅在一座古厝前停了下來，一位和舅舅差不多年紀的人笑容可掬地過來迎接他們。

「這是林叔叔，我們剛剛在車上看到的茶園都是他們家的。」

舅舅說。

「哇！這麼大！」他不可置信地睜大了眼睛。

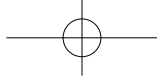
「所以才需要人手幫忙呀！你就是小魚吧？」林叔叔接著說：

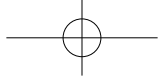
「來來來，先喝杯茶吧！」

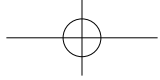
林叔叔倒了兩杯茶給舅舅和小魚，茶湯很香，舅舅啜飲了一口直說好喝，但他平常沒有喝茶的習慣，不知道什麼才是好茶，但他覺得茶湯很順口，不會苦澀，這應該就是好茶的標準吧！

「這是我們茶園生產的茶葉，茶樹都是採用自然農法栽培。」林叔叔說。

「所以就是都不用化學肥料和農藥囉！」他問道。







舅舅又連續喝了兩杯茶，然後看看手錶上的時間說：「快十點了，我們差不多要去茶園了。」

林叔叔帶他們走進茶園，小魚向茶園一眼望去，茶樹油亮亮的葉片在陽光下竟然有些刺眼，太陽的威力實在太驚人了！

「來，戴上斗笠，這個遮陽面積比較大。」林叔叔遞給他們斗笠，又給他們一人一個可以繫在腰上的竹簍子，並教他們如何分辨茶樹的嫩葉部分，以及最佳的採摘部位，採下來的茶菁就放在竹簍子裡。

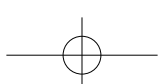
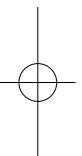
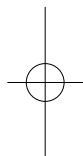
在林叔叔的指導下，小魚很快就學會採茶了，但比起那些採茶阿姨們熟練飛快的動作，他是怎麼也趕不上的。他採完一排茶樹，準備採第二排茶樹時，他順著下坡看過去，一排排整整齊齊的茶樹，突然讓他很納悶。

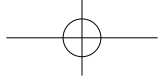
「怎麼了？是不是太累想休息？」林叔叔看見他停下來發呆於是問道。

「為什麼茶樹要橫向一排一排的種，不能縱向的種嗎？」

「這樣才能提高產量。」

「這跟提高產量有什麼關係？」小魚感到好奇。





順著坡地——排排栽種

「你先觀察一下，我們這是山坡地，地不是平的，它是有坡度的。斜坡上的地表水會往下流，順帶也將泥土沖刷下來。茶樹順著坡地的高度——排排橫向種植，不但可以增加雨水滲入地表、儲存在土壤裡的機會，也提高了土壤的保水能力。這種兼顧農耕及水土保持的方法，我們叫做等高耕作。」林叔叔解釋。

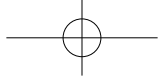
「真的只要這樣做，茶葉產量就會提高嗎？」

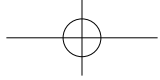
「一公頃坡地的茶葉產量大約是兩千公斤，如果是這樣栽種，產量可提高到四千公斤，足足增加了一倍！」

「哇——水土保持對農耕這麼重要。」

「當然——水是維持地球生命的最基本要素，有水才會有生命；土壤也是維繫大地萬物的最重要資源之一，它能夠孕育植物及動物，並透過食物鏈的循環，影響更多生物的成長。如果沒有水和土壤，我們根本無法存活。」

「在平地栽種不就好了，為什麼要選在坡地，不是很麻煩





嗎？」小魚還是不解。

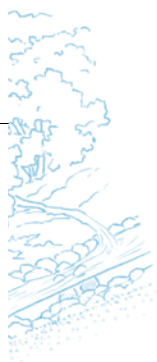
「台灣的山坡地占了全島面積的三分之二，平地的利用已經接近飽和，所以必須利用山坡地，這是受限於地理條件的因素。而且，台灣每年夏季都有颱風侵襲，往往在短時間內帶來大量的降雨，所以水土保持的工作一定要特別注意。」林叔叔接著說：「你猜我們這片茶園有多少年歷史？」

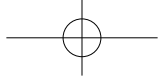
「這太難了！噢，我猜應該有百年以上吧！」小魚想，林叔叔家的古厝看起來就很有歷史，這片茶園應該不會比古厝年輕吧！

「一、兩百年囉！我們的祖先從大陸帶了茶樹種子，種在這片山坡上，當時他們就知道要順著坡地的地形栽種；還有一種坡地開墾栽種的方式叫做平台階段，老祖先很有智慧吧！」

「對呀！不過我還有個疑問，萬一雨下太大的時候，這樣真的能保住水土嗎？」

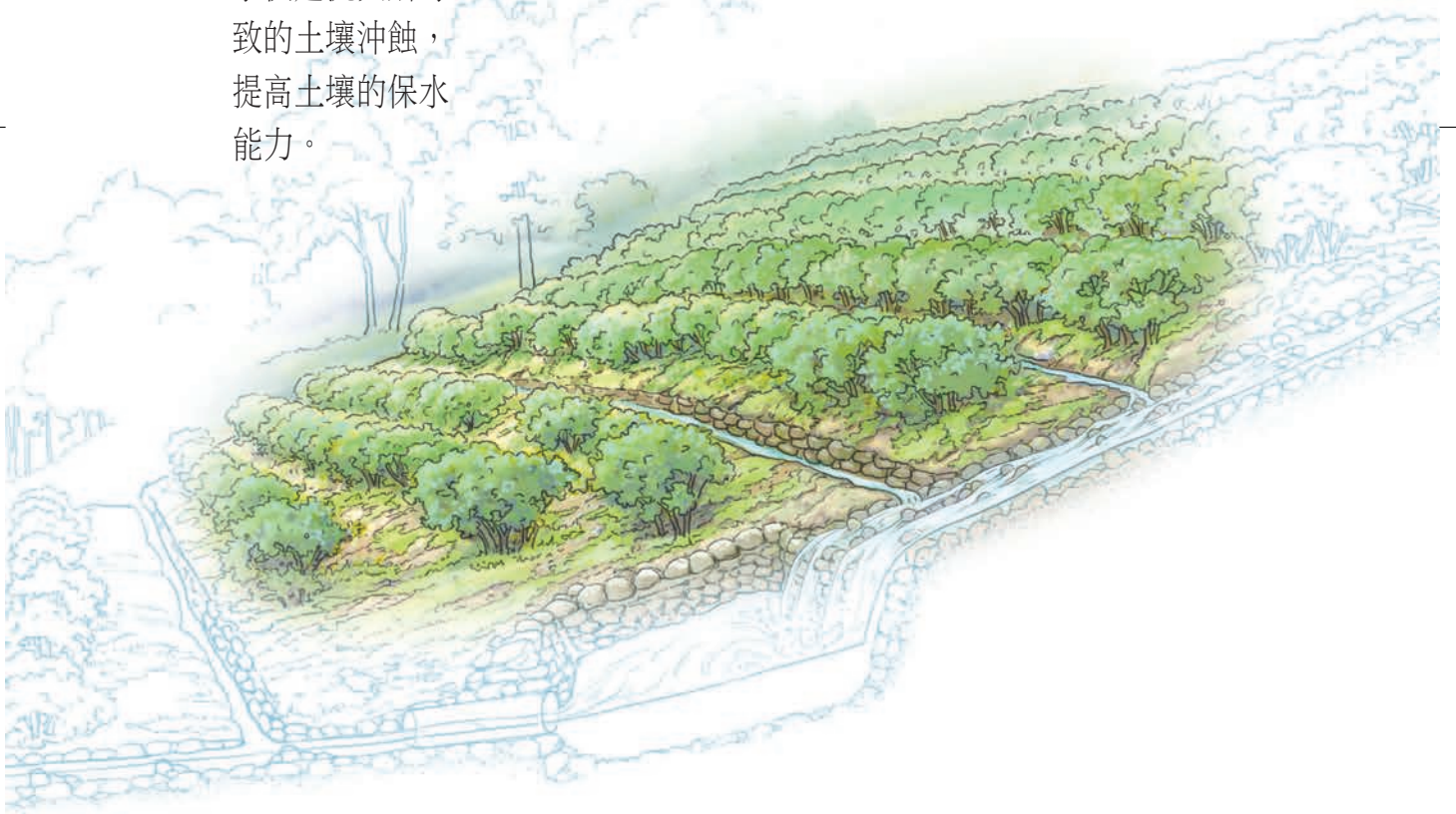
「你問到重點囉！的確還有許多相關的坡地水土保持設計，我帶你一個一個去看。」

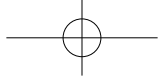




等高耕作

在坡面上沿著等高方向所實施的耕犁、作畦及栽培等作業，可以增加雨水滲透進地表的機會並蓄積雨水，同時也可以減少地表水快速流失所導致的土壤沖蝕，提高土壤的保水能力。



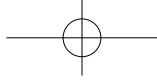


平台階段

等高耕作通常用在坡地的茶園，平台階段用在坡地的果園，因為果樹較大，需要足夠的生長及田間作業空間。

在坡面上沿著等高方向每隔適當的垂直距離，開闢一條水平或稍微傾斜的階段，使坡地成為階梯狀。功能與等高耕作相同，目的在減緩地表水的流速，防止土壤流失。



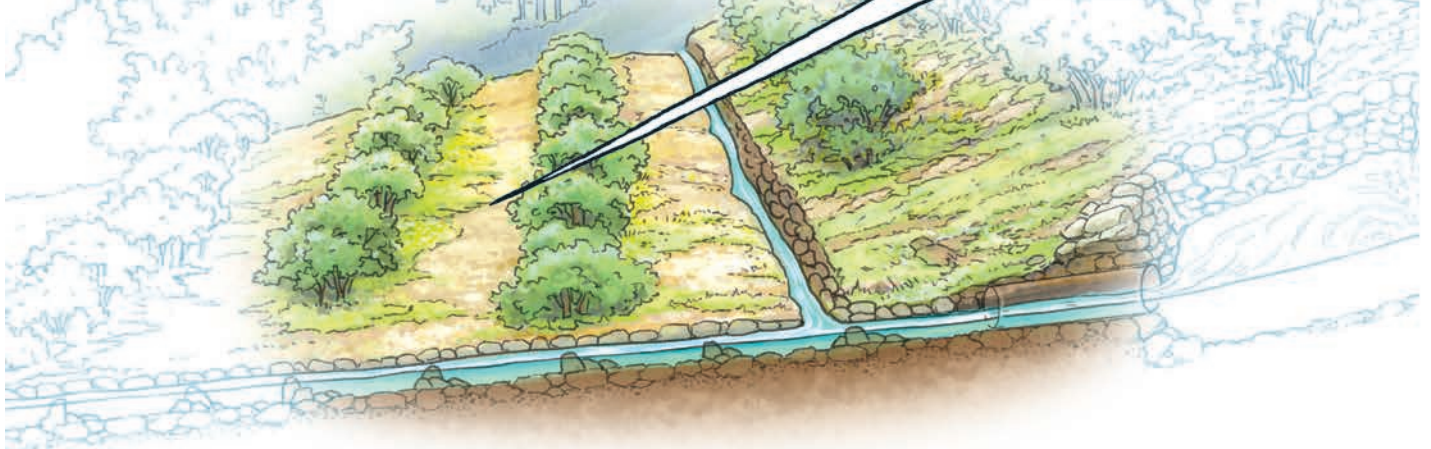


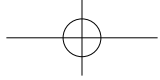
山邊溝

類似平台階段，在坡面上沿著等高方向構築的淺三角形溝，它能減短坡長，將地表水導流至其他排水溝渠，防止水土流失，同時也可以做為田間的作業通道。山邊溝通常會植草，利用植物的根系增加保土保水的功能。



山邊溝不種果樹，這是和平台階段最大的分別。





做個小實驗

「你看，平台階段和山邊溝，都是用挖出來的土再去填土，沒有清運土方的問題，也不需要從其他地方運土過來。」林叔叔指著一條山邊溝的挖方和填方說明。

「照現在的說法，就是一點都沒有增加碳足跡。」

「沒錯，車輛在運送的過程中會產生

二氧化碳等廢氣，現地取材使用，可減少碳足跡！」

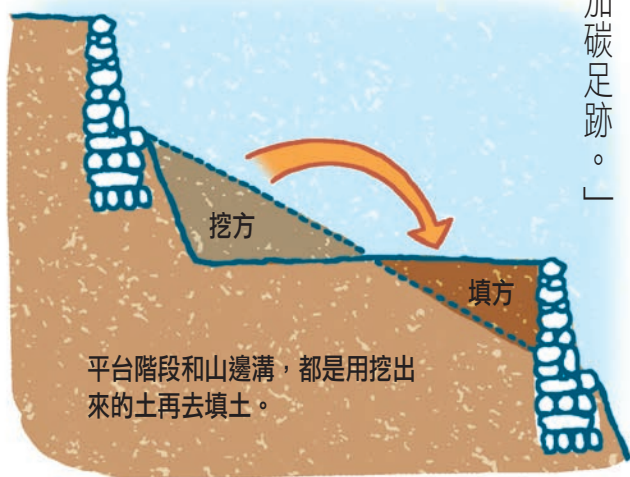
「我剛才還看到，有的山邊溝有長草，有的沒有，這也是特別的設計嗎？」小魚接著問。

「你觀察得很仔細喔！山邊溝最好要植草，你看到沒有草的，是因為草還沒長出來。」

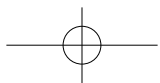
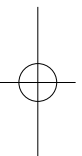
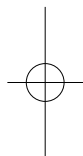
「植草是不是有特別的方法呢？」

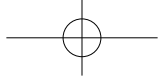
「在山邊溝植草，用的是草帶法。」

「草帶？是種成一條一條的嗎？」



平台階段和山邊溝，都是用挖出來的土再去填土。





「對！」

「那不是就像種茶樹一樣？」

「類似啦，可以將草類植物沿著等高線種在坡地上，其實就跟等高耕作法很像。」

「為什麼要這麼麻煩，把草籽平均撒下去不就好了，長成整片的草地，不是比一條條的草帶更好？」

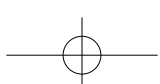
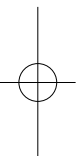
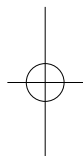
林叔叔從袋子裡拿出一截很粗的麻繩，他把粗麻繩橫放在坡地上，繩子的兩端用石頭壓住，然後跟小魚說：「幫忙提半桶水來。」

滿腦子都是疑問的小魚，照林叔叔的話提了半桶水過來，林叔叔用鏟子鏟了一些泥土到桶子裡，再用一根樹枝攪拌。

「這一桶泥巴水要去做什麼啊？」小魚忍不住問。

「你看了就知道。」說完，林叔叔就將泥巴水往放了粗麻繩的坡地上倒。黃濁的泥巴水順著坡地往下流，流到粗麻繩的時候水流變慢了。

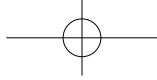
「你靠近一點看，粗麻繩還擋下了什麼？」





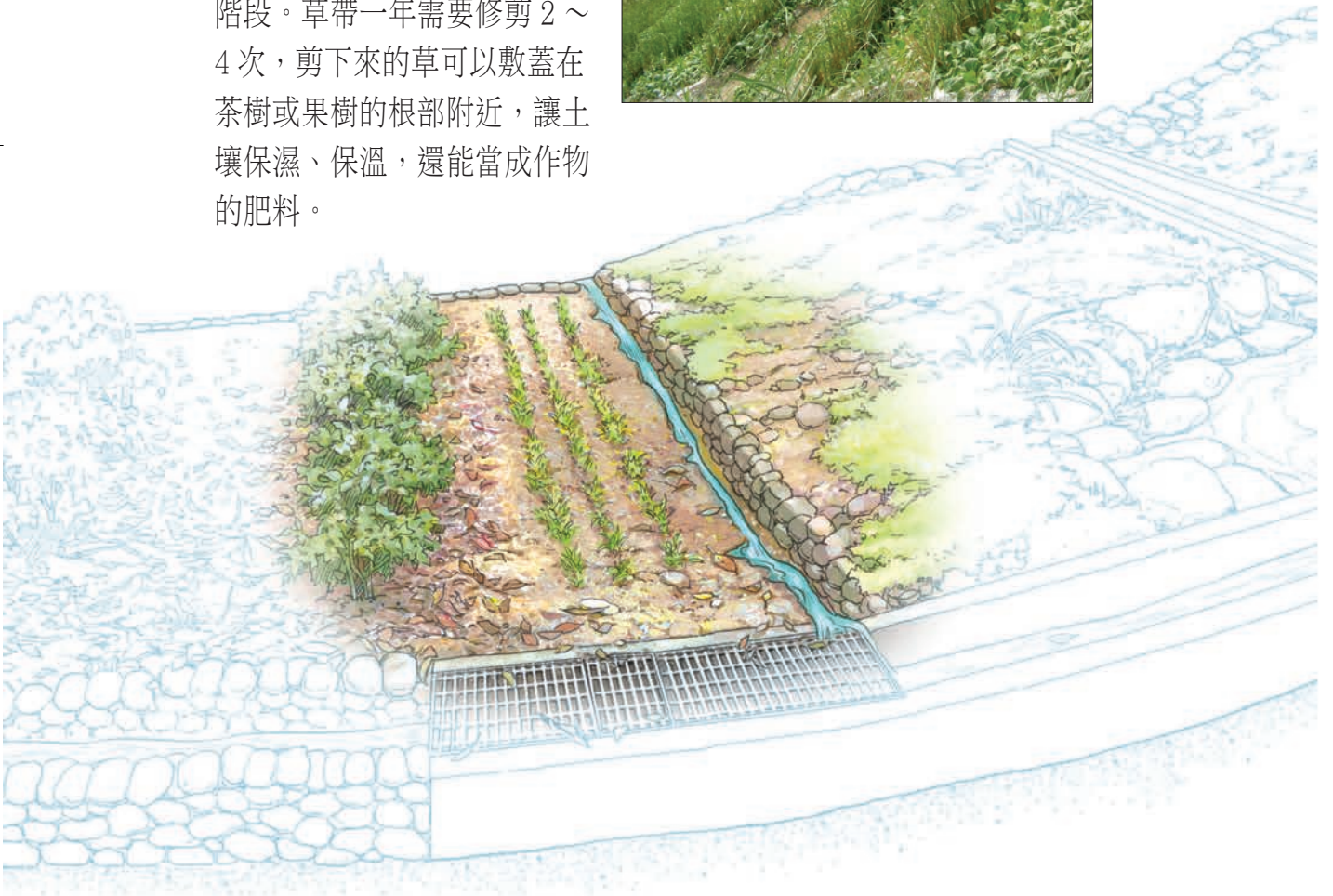
小魚看見粗麻繩
擋下了泥巴水中的
泥砂，「原來是這
樣，草帶可
以擋砂！」
他終於恍然
大悟。
「不只有
這樣，草類
植物還具有
覆蓋及敷蓋
的功能。」
林叔叔說。

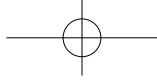




草帶法

選擇莖部較強壯的草類植物，在坡面上或山邊溝沿著等高方向，按適當距離密集地栽植成帶狀。可以阻截水流，使流速降低，增加雨水滲入土壤的機會，並阻擋部分泥砂滯留於草帶上。時間久了，泥砂愈積愈多，最後可以逐漸形成平台階段。草帶一年需要修剪2~4次，剪下來的草可以敷蓋在茶樹或果樹的根部附近，讓土壤保濕、保溫，還能當成作物的肥料。



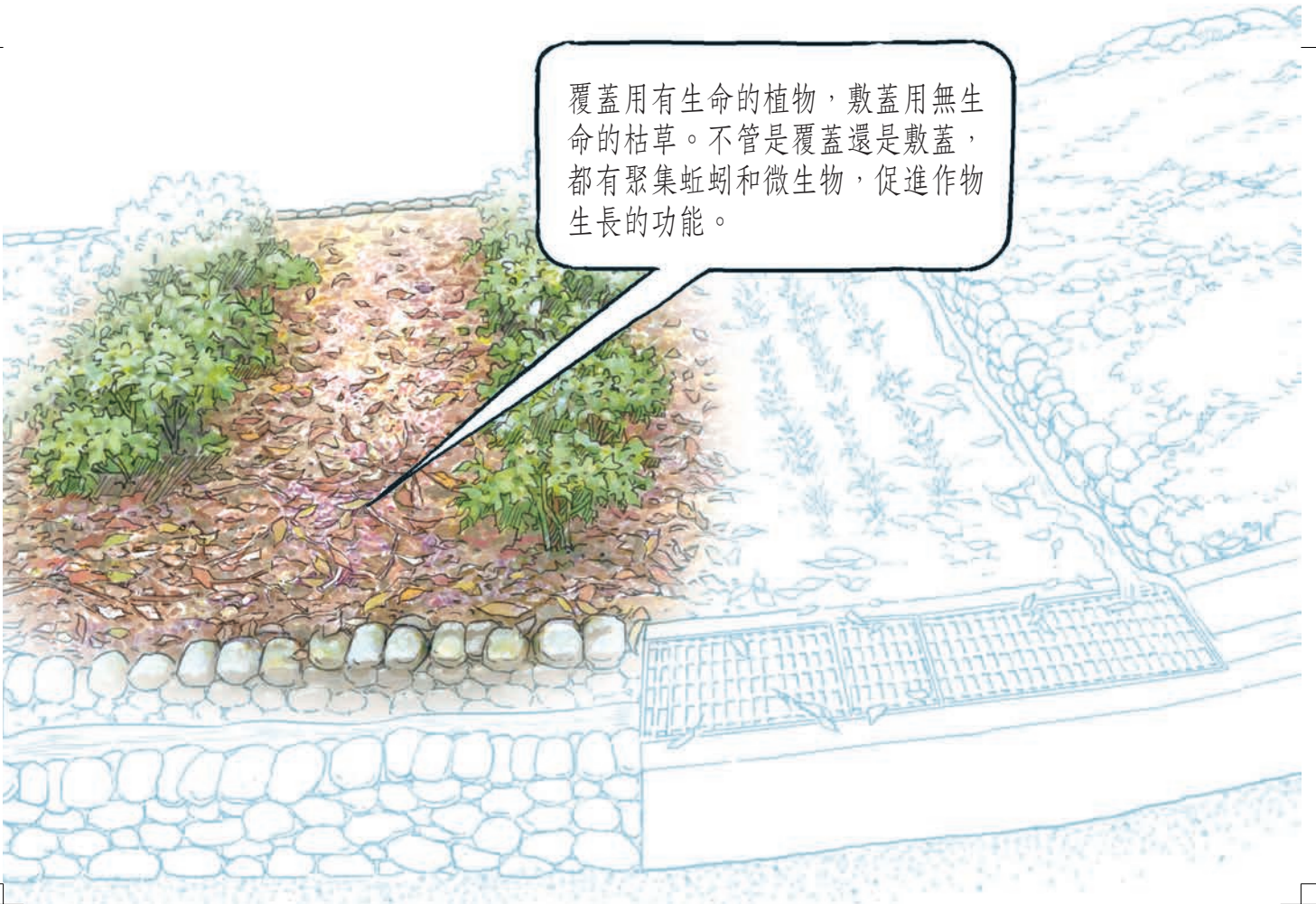


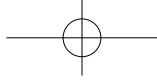
敷蓋

修剪及割下來的草類植物，或者作物的殘株也都大有用處，將它們敷蓋在作物的四周，就像蓋了一條被子，可以幫土壤遮陽、避免雨水直接打擊沖刷，減少水土流失，並保持土壤的溫度和濕度，提供作物較好的生長條件。當敷蓋的植物腐爛後，也可以成為土壤中的有機質，提供作物生長所需的養分。



覆蓋用有生命的植物，敷蓋用無生命的枯草。不管是覆蓋還是敷蓋，都有聚集蚯蚓和微生物，促進作物生長的功能。



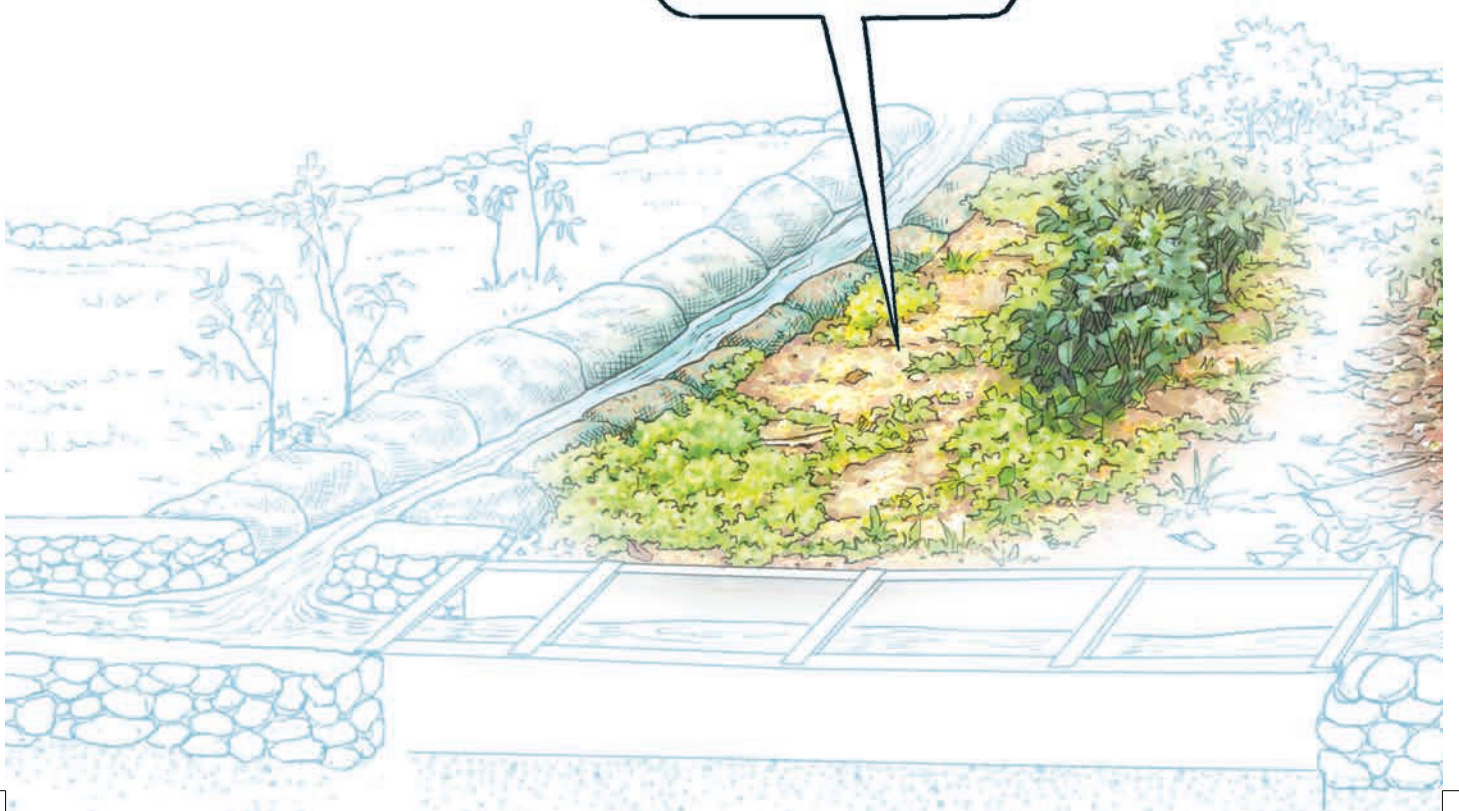


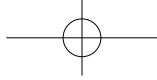
覆蓋

植物茂密的莖葉就像一把雨傘，可以保護地面，避免被雨水直接打擊，也能阻礙地表水的流動，增加土壤的滲透力。植物的根部還能有效「抓」住土壤，以免土壤容易受雨水沖刷流失。當老根枯死腐爛後，不但成為土壤中的有機質，更能在土壤中留下孔隙，提高土壤的滲透性及通氣性，讓作物生長得更好。



作物附近不特別除草，這就是一種覆蓋。





水溝學問大

「小小的草類植物，用途還真是不少，連枯掉的都能用。」
小魚看著腳邊的小草，再也不敢輕忽它們。

「你說的沒錯，善用大自然的資源，一點都不能浪費，而且也不會汙染環境。」

小魚跟著林叔叔到茶園旁邊，看見一條縱向的石砌凹槽，有調皮的小朋友準備跳進去玩。

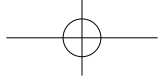
「小心啊！」林叔叔緊張地大叫。

一旁忙著採茶的婦女聽見了，抬起頭來，看見是自己帶來玩的孫子，也嚇得大喊：「趕快過來，太危險了。」

小朋友似乎被這突如其來的大喊嚇到了，呆在原地不敢動。

小魚問：「這又是什麼功能的設施呢？」

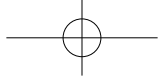
「這是排水溝，平常是乾的，下雨的時候才会有水。」林叔叔回答。



「對了，我剛才還在納悶，我們看了這麼多減緩水流、截留雨水的的方法，但是，還是有水會往下坡流，這些水怎麼辦？原來有截排水溝！」

「坡地的排水設施非常重要，而且當中的學問可多著呢！」



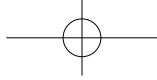


跌水可以儲存雨水，當水面到達涵管的高度時，部分的水就會從涵管往下流，順著下方的排水路導引出去。

跌水

截水溝的坡度太陡或排水路太長，都會使水流的速度加快，且水量增多，容易產生沖蝕溝底及兩側的力量，因此要在排水路上做一個垂直、可以蓄積較多水的「水槽」，稱為消能池，由於跌水構造物經常要承受水從高處幾乎垂直落下的沖擊，因此要用石塊、鋼筋混凝土建造，以免被水沖蝕破壞。





截排水溝

為了截留地表水所築的溝渠，橫向溝渠與等高線平行，可截留雨水導引至縱向溝渠，再沿著山坡向下流，因此山邊溝及平台階段也是一種截水溝。

截排水溝可以是簡單的土溝，或植草形成草溝，增加土壤強度避免被沖蝕；或用網袋裝開墾時開挖的土，再用土袋堆疊成溝；或用石塊砌的截水溝，除了更不容易被沖蝕外，石塊間的孔隙還可以提供小動物躲藏。現在由於材料多樣化，也有預鑄鋼板、混凝土溝等，這些材料都是「預鑄式」，也就是在工廠事先做好，再運到現場施工，可以縮短施工時間。



為了避免縱向溝渠的水流速度太快，產生沖刷的力量，溝渠底部每隔一段距離還會做出一塊橫向的凸起構造物，稱為砌石固床工，以減緩水流速度。

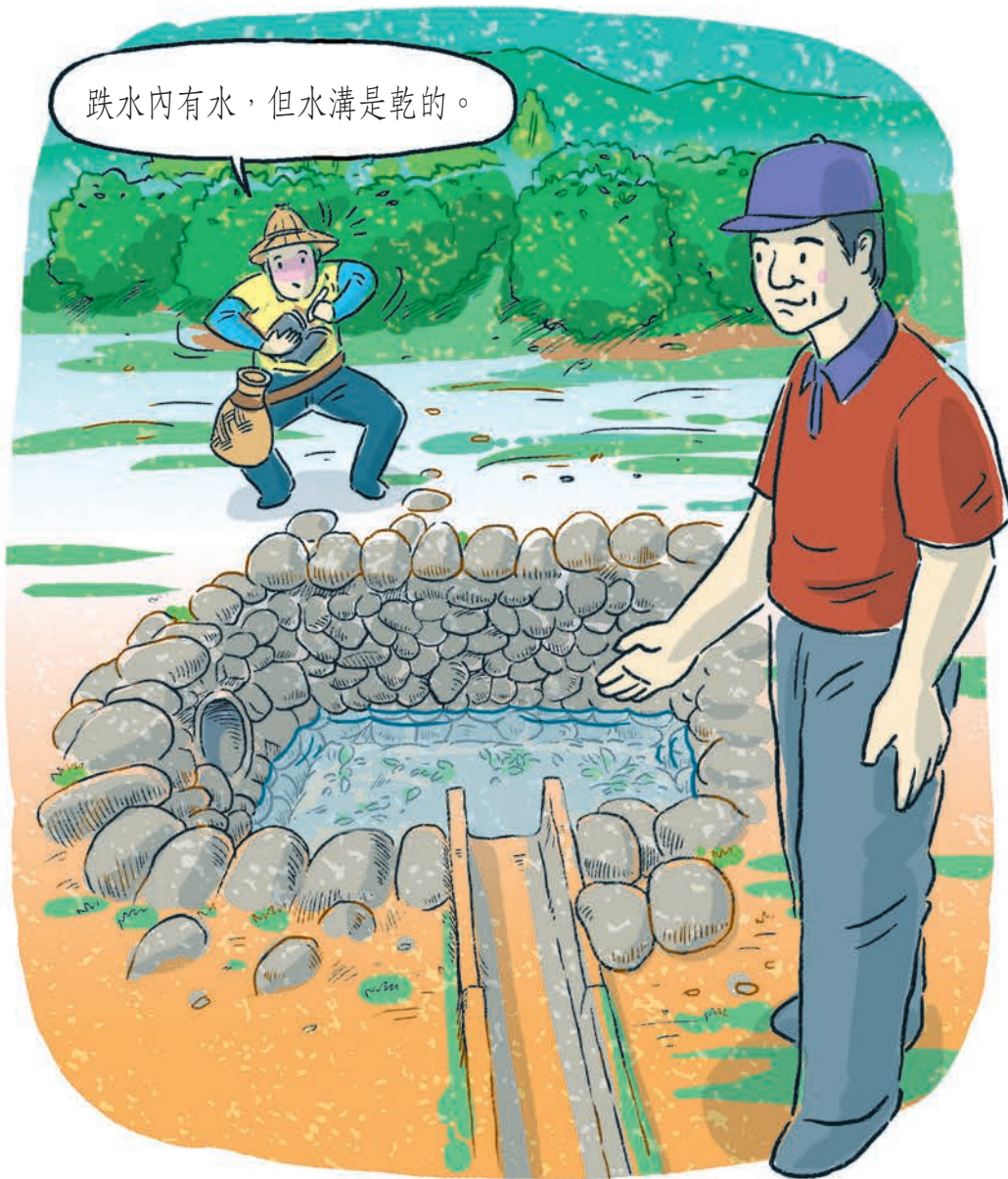
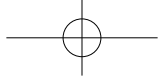
水溝裡的小小設計

「這個小小的池子，也可以拿來灌溉作物嗎？」小魚站在跌水的池子旁邊說。

「沒錯！我們也會拿來灌溉。以前的人做每一樣設施都要想辦法發揮它的最大功能，你看，現在沒下雨，水溝都是乾的，只有跌水裡面有水，如果要灌溉，就可以直接從這裡取水。」

這時，突然吹起一陣微風，幾片樹葉掉落下來，剛好落在砌石的水溝裡，小魚發現，水溝底部積的落葉，很多都「卡」在橫向凸起的石塊上，「流下來的水就是像這些落葉一樣，會被暫時截留住吧？」他問林叔叔。

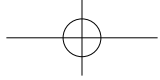
「就是這樣，這種凸起的構造物是為了避免水溝被侵蝕所設計的，現在看到的是用石頭堆砌的，叫做砌石固床工，還有很多地方是用不同材料及不同方式做的構造物，它們就是小型的攔砂設計，可



以減緩水流速度，阻擋部分土砂。」

小魚還是有疑問：「既然功能都是一樣的，為什麼要有那麼多不同的設計？」

「因為每一個地方的條件都不同，能取得的材料也不一樣，我們要盡量就地取材。」



用天然流域的概念來排水

「還有一個地方你注意到了嗎？山坡農地上這些導引排水的溝渠，都不會是單獨的，而是彼此串連，就像一條河的流域一樣。」林叔叔說。

「不懂，怎麼會像一條河的流域？」

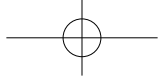
「你想想看，一條河川的水域，愈上游分枝愈密，是不是就像樹枝一樣？」

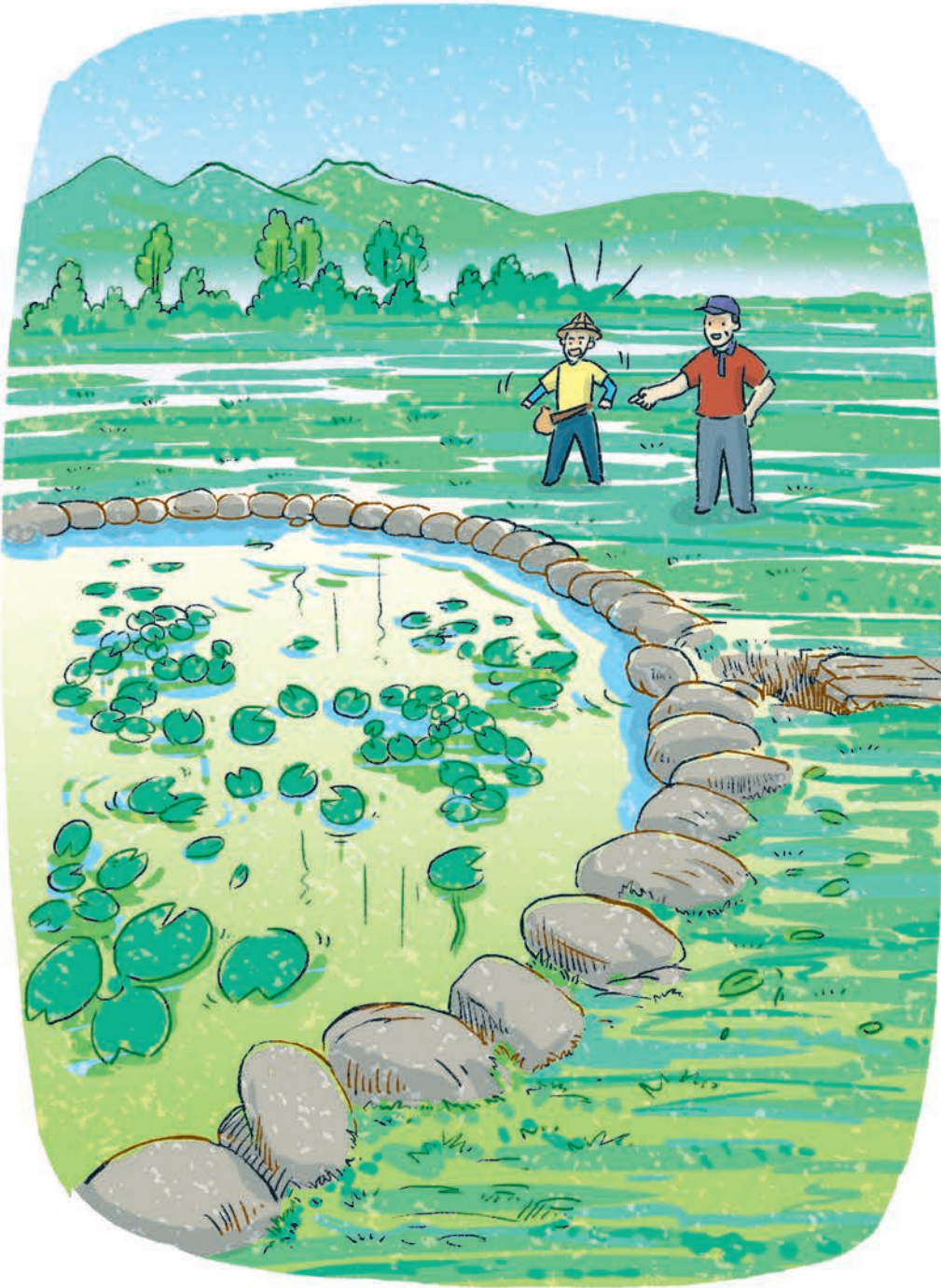
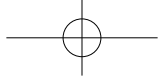
「啊！我知道了，如果只有一道溝渠直通到下游，大雨下來的時候，根本沒辦法將這麼大一片山坡地的水安全排出，所以需要很多支流匯集，就像一條河的流域一樣，很多支流的水匯集到主流，再從主流匯入大海。」

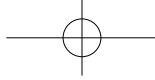
「沒錯！這就叫安全排水，我們希望留住部分的水，過多的水就讓它安全排出，讓作物可以利用，便能生長得更好，也不用擔心水土流失。」

「那麼，這片山坡茶園的水往下流，最後會到哪裡？」

「我們茶園下方有農塘，水會流到這裡。」







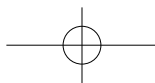
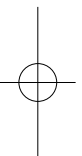
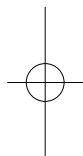
林叔叔要小魚往山坡下方看，他不禁「哇！」大叫一聲，一個長滿水生植物的池塘，沒想到流下來的水還有這麼大的功能。

「它不會被灌滿吧？」

「當然不會，農塘裡有埋涵管，水面高過涵管時，就會從涵管再往下流，經過排水溝渠，匯進溪流。而且一片坡地通常不會只有一個農塘，而是好幾個才能有足夠的蓄水空間。」

「跌水的池子也是這樣設計的。」

「沒錯，還有啊！農塘的水也可以用來灌溉。以前的人會定時將農塘的水放乾，讓牛隻下去踩，把底部的土踩硬一點比較不會大量滲水，現在的農塘則是在底部鋪上一層不織布，以達到相同的效果。」林叔叔接著說：「農塘同時也是許多生物的棲地。你看，我在農塘裡種植了台灣萍蓬草，這種植物在野外曾經絕跡，現在看到的都是人工復育出來的。我們走下去看看吧！」



天然的空氣調節機

他們邊走邊聊，來到農塘旁邊時，「好涼喔！」小魚覺得有些涼爽。

「嘿！你感覺到了喔！農塘有調節微氣候的功能。」

「所以，會感覺涼爽是因為這個農塘？」小魚睜大了眼睛。

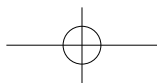
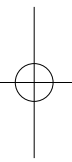
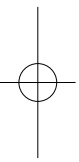
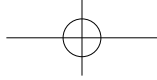
「沒錯！自然界的水體受到陽光照射蒸發，聚雲成雨再降落地表，形成一個循環。由於農塘的水在蒸發時，同時熱空氣也一起往上帶走，所以它可以調節微氣候，讓溫度降低。」林叔叔說：「以前我們這裡附近一帶有很多埤塘，所以夏天涼爽，也不會淹水。可是後來務農的人少了，埤塘都被填平，真的很可惜。」

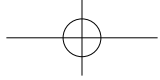
林叔叔帶著小魚慢慢走回家，這時，舅舅也捧著滿滿一籃茶菁過來，「剛才怎麼都沒看到你們，小魚是不是偷懶沒採茶？」

「我剛才跟林叔叔在逛茶園。」小魚說。

「難怪你的竹簍子那麼空，都沒幫到忙，還麻煩林叔叔。」

林叔叔搖搖頭，「不會！一點都不麻煩，我很高興小魚對坡地





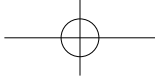
的農地利用及水土保持這麼有興趣。」

「今天你的收穫最多，林叔叔不但會種茶，還是水土保持的專家，從他身上可以學到很多相關的知識。怎麼樣，是不是要謝謝我帶你來？」

「嗯，今天好充實喔！不過……肚子也餓了！」小魚摸摸自己正在咕咕叫的肚子。

林叔叔笑著說：「啊！我也餓了，我們準備了很多用茶葉做的料理，快一起去吃飯吧！」



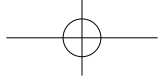


小魚的祕密假期——水土保持知識探索

野溪之旅

水的治理

「好香呀！」小魚在舅舅家住了三天，現在回到都市的家裡。他用林叔叔送給他們的茶葉泡了一杯茶，茶香隨著熱氣散發出來，他用力深吸一口氣，這種清新的感覺，好像又回到了茶園。現在他也開始學爸媽喝茶，品嚐茶的滋味。



嗎？」他馬上打電話給舅舅，電話響了半天都沒人接，「舅舅一定是在忙，不管了啦！先報名再說，舅舅推薦的一定不會錯。」他連活動的地點和內容都沒看，就直接上網報名。

這時，他的電話又響了，這一回是同學啟民打來的。

「叮咚、叮咚」手機傳來了訊息，小魚打開看，是舅舅發的：下個週末日有兩天一夜的活動「野溪之旅」，機會難得，趕快上網報名參加！以下是報名網址

https://*****

他看了一頭霧水，「這是什麼活動啊？很多地方都可以看到溪流，這有什麼特別

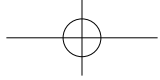


60

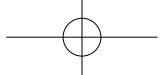
小魚的祕密假期——水土保持知識探索 野溪之旅

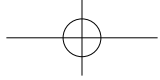
野溪治理工程

野溪，一般是指河川上游水流較小的支流。台灣因為山高水急，在平常的時候，水量小的野溪看起來一點都不起眼，甚至到了冬天枯水期還有可能乾涸，但是當颱風暴雨降臨時，有可能成為水量驚人、挾帶大量土砂的滾滾黃流，侵蝕兩岸及溪床，並將土砂帶到中、下游。在自然的情況下，不需要做任何整治，但如果中、下游兩岸有住家，或為了避免下方水庫淤積，就必須進行一些相關的治理工程。



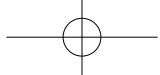
61

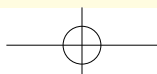
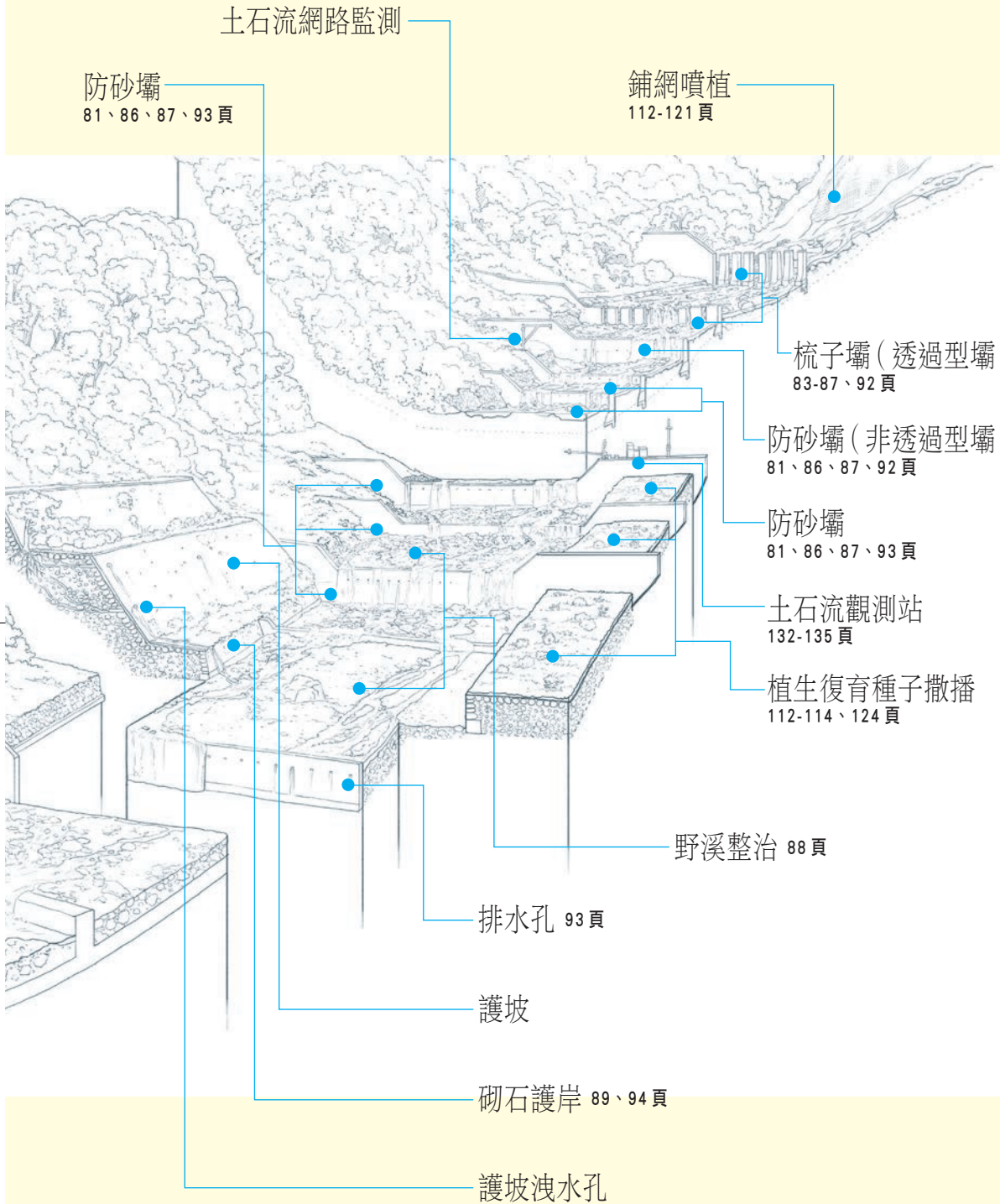


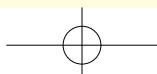
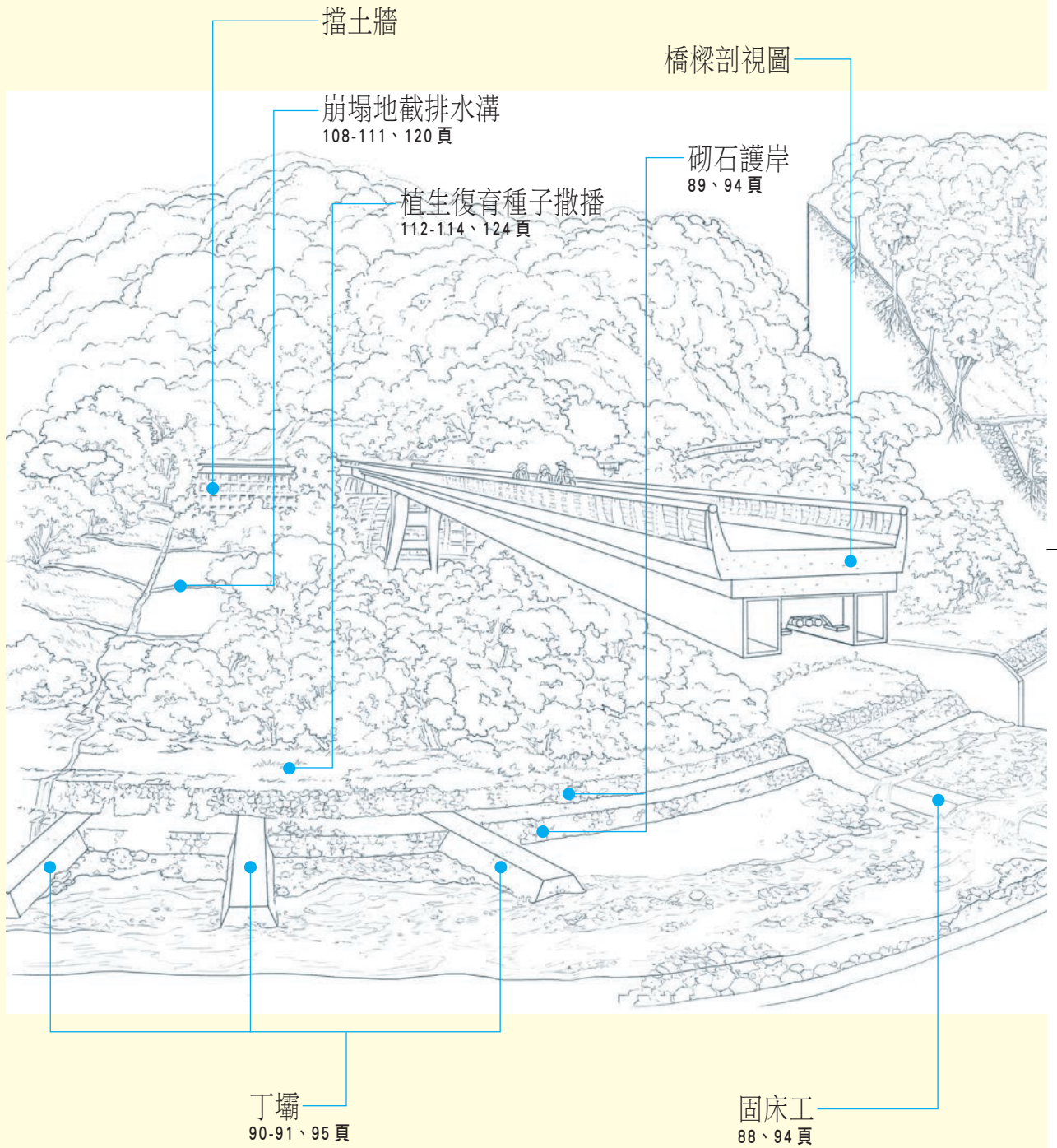


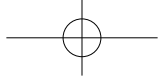
62

水的治理









「我跟你說，我在公車上的動態車廂廣告有看到一個活動，好像很好玩，我想去參加，可是我媽媽說一定要有同學一起參加，不然不讓我去。」電話那頭啟民興奮地說著……

一個有意義的活動

這時，小魚才想到都還沒有跟爸媽說，自己就先報了名。不過，如果爸媽不同意，讓舅舅去跟他們說就好啦！

「對了！你知道這是什麼活動嗎？」

「你連什麼活動都不知道就報名了喔！」

「先報先贏，快講啦！」

「大概是溯溪吧！」

「是溯溪嗎？」小魚很懷疑，如果只是溯溪，舅舅不會推薦他來參加的。

「不然你自己上網查。」

掛上電話之後，他立刻上主辦單位的網站查詢，哪是溯溪活動啊！是要教大家認識水的治理，「我就說嘛，為什麼舅舅推薦我來參加，其實是希望我去上課。」



他告訴媽媽他報名了這個活動，而且是舅舅推薦的。

「去多學點知識也好，把握機會好好學習吧！」媽媽一口答應，她覺得這個活動很有意義。

接下來的兩個禮拜，小魚每天盼望的，終於等到要出發的這一天。他和啟民相約一起來到火車站前的集合地點，遠遠就看到主辦單位懸掛的大牌子，上面寫著「野溪之旅」。

他們向主辦單位走過去，一位大哥哥來迎接他們，「你們是來參加野溪之旅的活動嗎？請問你們的名字。」

「我是李曉瑜，他叫張啟民。」

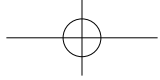
河川、溪流大不同

大哥哥很快地就在名單上找到他們的名字並且打勾，然後自我介紹：「我叫陳博勳，大家都叫我阿博。」話一說完，兩人馬上笑成一團。

大哥哥也跟著一起笑，「但是你們不要叫我阿博，叫我博哥就好。有任何問題都可以問我，我是這次活動的工作人員。」

小魚有滿腹的疑問想問博哥，但還來不及開口，馬上就被催促坐上一輛小型遊覽車。車上的座位已經差不多坐滿了，來參加的學員都是學生。小魚看看手錶，就快八點了，司機先生已經開始發動引擎，準備開動了。

當遊覽車開動之後，博哥跟大家說：「我想，應該很多人已經在剛才報到的時候認識我了，大家可以叫我博哥。這次的活動我們請到白爺爺來為大家做全程導覽解說，白爺爺是水土保持的專家，等會大家一定要把握機會從他身上學



習喔！」

博哥接著說：「從這次的活動名稱，大家就可以知道，我們這趟旅程會去看野溪。有誰知道什麼是野溪，知道的請舉手，有小獎品喔！」

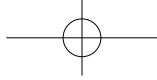
啟民第一個舉手。

「好，你來回答什麼是野溪。」

「就是在野外的溪流。」

「這個答案也沒錯，但是，有沒有人有更完整的答案呢？」博哥送給啟民一支紀念筆。





全車的學員互相對看，沒有人知道該怎麼回答。

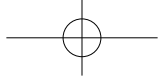
「好吧，我這樣問，你們知道河川和溪流是不同的嗎？」

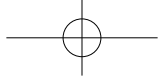
小魚愣了一下，心裡想：河川和溪流不一樣嗎？這還是他第一次聽說。

「像淡水河、濁水溪、高屏溪，這些比較大的都是河川，它們像樹幹，在這些河川的上游，有很多支流，就像樹枝一樣，這些才是溪流。」博哥繼續

解釋：「有一些溪流平常水流量很小，甚至是乾的，下雨的時候才会有水，這就是野溪。」

「原來有這樣的分別，」小魚心裡想，舅舅那裡就有野溪呀！只有下雨的時候才會「出現」，平常只看見乾涸的溪床。不過，還好舅舅那裡也有一年四季都會冒水的湧泉，湧泉匯聚成的溪流，讓他在炎熱的夏天裡有可以玩水的地方。





什麼是集水區

博哥拿出一張大型的圖卡，上面畫了一個水系圖，他解釋：「不管是溪流還是河川，它們的水都是從天上來。

當雨水從天空中掉落地面時，一部分下滲到土壤，其他

的則在地表上順著地勢從高處

往低處流，這些都只是涓涓細

流而已，沒有一個固定的流路，後來會逐漸匯聚成

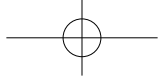
溪流，許多溪流再集成大的河川，最後匯入海洋

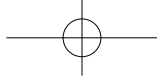
。凡是降在這一整塊區域的降水，最後都是匯集到

同一條溪流或河川，那麼這一區塊就是這條溪流或

河川的集水區。」

博哥喝了一口水繼續說，「我們今天就是要去集水區。」





不要與水爭地

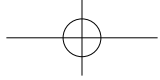
接下來博哥就要大家一個一個自我介紹，以及說說自己對這次活動的期待。啟民說，他的期待就是來玩水；小魚則是說，他想知道集水區為什麼要治理？野溪很重要嗎？野溪也會有生物嗎？

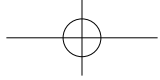
每一個人對活動的期待都不一樣，大家愈講愈興奮，很快就到目的地了。

這裡是一個純樸的小山村，很像美景村，村子就倚著山坡而建，前面還有一條溪流。

大家下車之後，博哥先帶大家在當地一家餐廳吃午餐。白爺爺也來了，他是一位和藹可親的爺爺，臉上總是堆滿著笑容。博哥說，白爺爺每天都在想怎麼把水、把土留住，所有關於水土保持的問題都可以問他。

小魚算了一下，這次的活動大約有十位學員，工作人員有三位，也算是一支不小的隊伍，把小小的餐廳都擠滿了。





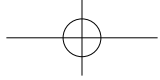
老闆和老闆娘忙得不可開交，但還是很熱情地在餐後和大家聊天，他們說，前面這條綠水溪在颱風來臨時發起威來可不得了，上回納莉颱風來襲，還有人家的房子被沖毀，還好這幾年經過整治變乖了，我們這時候來真是選對了時間。

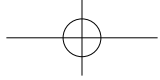
告別了老闆和老闆娘，大家在白爺爺的帶領下，走到綠水溪畔觀察，小魚馬上就發現溪旁有一間半倒的房子，「啊——那個是……」

「那個就是剛才餐廳老闆夫妻說的，在納莉颱風中被沖毀的房子。」白爺爺說。

小魚實在很難想像，眼前這麼一條看起來水流不大的溪流，竟然有這麼大的力量，更何況房子離溪水還有段距離，怎麼可能沖得到？

白爺爺早就知道大家一定都有這樣的疑問，馬上接著解釋說：「其實我們現在站的地方也是溪床，大雨來的時候，水流的寬度是現在的好幾倍，這是在告訴我們，不要與河川和溪流爭地，大自然的力量是很驚人的。」





人造的瀑布

接著，白爺爺一臉神祕，「我現在帶你們去看一個人造的瀑布！」

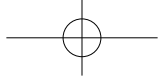
「是要去水上樂園玩嗎？太讚了！」

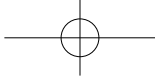
大家跟著白爺爺走在馬路的旁邊，一路上七嘴八舌不停地討論著，才走不到三分鐘，白爺爺就說到了。小魚向四

周看看，路邊靠山壁的地方有一個設計成階梯狀的小瀑布，好壯觀啊！「就是這個嗎？」已經有人發問了。

「就是這個，」白爺爺接著說，「其實它是一個消能的設計，你們看，這裡是一條穿過道路下方的小野溪，道路的一側是山壁，因為太陡了，溪水從上方跌落，水的位能會轉換成動能，沖刷的力道會很強，所以要在山壁上的溪床做這樣的設計，把水的動能減弱。」







把土砂層層擋掉

「光是這樣水的力量就會變弱嗎？」小魚不解。

「當距離愈長，位能轉換成的動能愈大，所以這裡做了很多階梯式的構造，讓每一階的距離都很短，動能就會被抵消了。」

白爺爺繼續解釋：「這每一個階梯都是一個防砂壩。」

「防砂壩也有這麼小的喔？」有人發問。

「它是比較小型的防砂設施，可以將溪水沖刷下來的土砂擋在後面。為了盡量不破壞溪流生態，現在大都做得比較低矮。」

「等等，不可以下去！」博哥突然大叫一聲，原來是有人看見設施下方有一個水池，裡面的水好清澈，還有魚兒悠游，忍不住想跳下去玩水。

「這是沉砂池，不是戲水池，貿然下去是很危險的。」博哥說。

「博哥說得沒錯，你們現在看沉砂池很清澈，那是因為最近天氣都很不錯，連續幾天沒下雨，土砂都沉澱在底下。但是在下過大雨後，沒有被上方這一層層壩體擋掉的土砂就會掉進池裡，不會沖到下方的綠水溪，可是池裡的水就會變得混濁。這個設施已經做了好多年了，累積的土砂在池子中央堆成一座小島，上面長滿了綠色植物，很有趣吧！」

大家聽白爺爺這麼說，全都伸長了脖子看沉砂池裡面的水，同時也發現池子中央的小島有鳥兒在休息呢！

看完了這個很特別的瀑布，白爺爺再帶大家坐在溪畔休息，每個人各自找石頭當椅子，小魚也找了一塊平坦的大石頭，索性地躺在上面，眼睛一睜開就是藍天白雲，還有周圍的綠樹輕風，都讓他覺得好舒服哇！

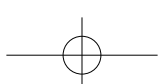
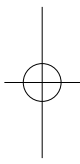
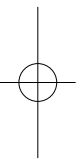
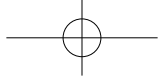
這時，他突然坐了起來。

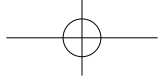
「怎麼了？」博哥看出他在緊張。

「我是在想餐廳老闆夫妻說的話……」

「他們說了什麼？哦，是說納莉颱風那時候的狀況嗎？」

「嗯，連水邊的房子都被沖走，那我們現在坐的地方，不也被淹沒





嗎？」

「那一次的颱風的確為這裡帶來很大的災害，但是我們現在的位置是安全的。」

「好險！」小魚鬆了一口氣。

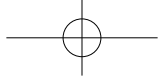
「其實你根本不用緊張啊——現在又沒有颱風，綠水溪不會暴漲。」

幫溪流梳頭

大家坐上車子開了一小段路，白爺爺讓大家在一座橋的橋頭下車，然後步行上橋。這座橋橫跨在綠水溪上，白爺爺在橋中央指著上游，要大家看兩道橫跨在溪流上的大梳子。

這超級大的梳子實在很特別，「為什麼要做這樣的設計啊？」大家都很好奇。

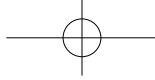




「幫溪流梳頭呀！」博哥開玩笑地說。

「這是透過型的防砂壩，叫梳子壩，設在有土石流危險的溪流上，壩體是一支支豎立的構造，可以把大石頭擋在後面，較小的石頭還是





可以從中間的縫隙流下來。」白爺爺說。

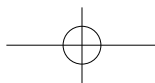
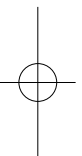
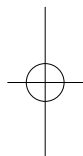
「為什麼要讓小石頭流下來？通通擋掉不是比較好？」小魚不解。

「如果把小石頭也擋掉，這樣叫硬碰硬，壩體很容易受到土石下衝的力量而垮掉，梳子壩是透水性的，受力小，讓一些土石和水流下去，比較不容易壞，這也是比較省材料的做法。梳子壩通常會設計在需要整治的溪段最上游，有時會做好幾道，層層篩掉一些大石頭，再往下游有其他非透過型的防砂壩，可以擋掉土砂，然後有沉砂池沉澱土砂，這些都是一整組的設施，單獨存在比較沒有辦法將功能發揮到最好。」

聽白爺爺的說明之後，小魚想起在美景村的野溪好像也有類似的設計，不過又有些不一樣的地方。

「用來擋土砂的防砂壩有很多種，我介紹的這幾種是比較常見的，該要採用哪一種壩體、要築幾道、怎麼搭配，都是要根據當地的溪流環境而定，沒有一套固定的標準，這就叫做因地制宜。」

白爺爺的這番話，似乎已經回答了小魚心裡的疑問，原來沒有任何一條溪流的整治工法是一樣的，難怪美景村的野溪治理設施和這裡不同。

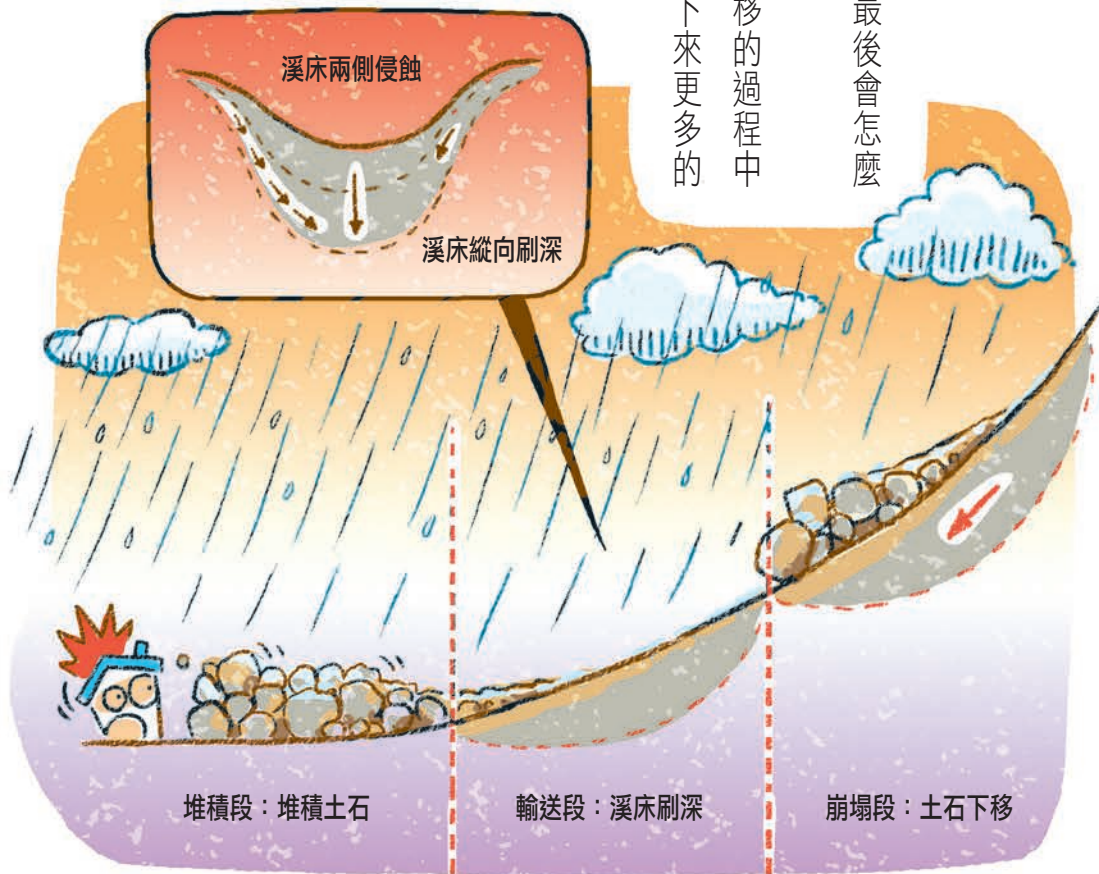


溪流會自己往上加長

「如果不做防砂壩，溪流最後會怎麼樣呢？」有人發問。

「土砂會快速下移，在下移的過程中還會從縱向、橫向侵蝕，帶下來更多的土砂。也會產生溯源侵蝕的作用，溪流源頭的土砂不斷崩落，因此源頭持續向上延伸。」

「那溪流不就是一直往上加長嗎？」小魚問。
「嗯，會加長，大自然本來就是千變萬化的。所以如果中下游有水

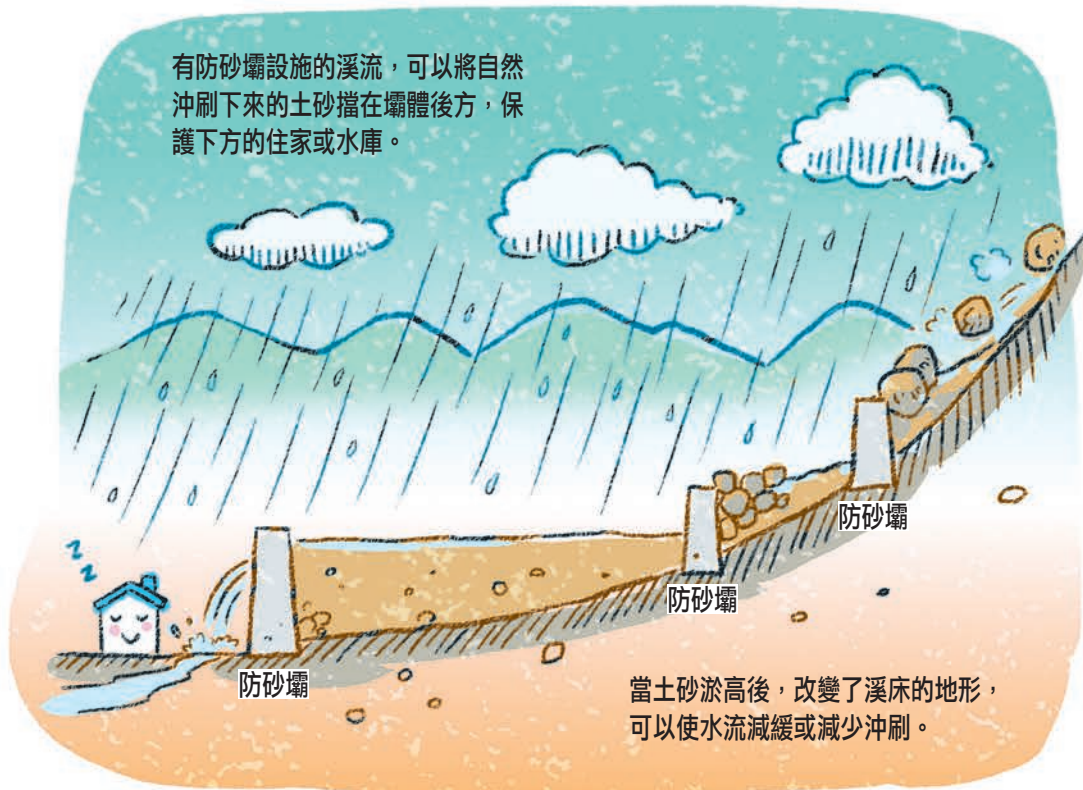


在自然的狀態下，溪流有向縱向、橫向侵蝕的作用，還會把上游的土砂帶到下游堆積，並且產生溯源侵蝕，使源頭的部分一直往上延伸。

庫或住家，就必須做相關的治理，不能讓大量土砂淤積水庫，或對住家產生危險。」

「那土砂在壩體後面愈堆愈高，該怎麼辦？」小魚問。

「壩體後方的土砂增高，可以改變溪床地形，使水流減緩並減少沖刷，其實是有作用的。當然也不能滿到讓壩體失去功能，所以還是要定期適當的清運土砂。」



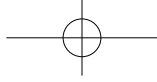
讓溪床更堅固

「這麼多層攔截，擋掉了許多土石、泥砂，也因為消能作用減緩了水流的衝擊力，可是，不要小看大自然的力量，溪流的兩岸和溪床還是要保護好，因為侵蝕作用是全年無休、每分每秒都在進行的。」白爺爺要大家留意一下溪床，「有誰發現溪床有什麼不一樣的地方嗎？」

經過白爺爺的提醒，大家都發現在壩體的下方溪床，鋪設了長條狀的混凝土塊，「為什麼要鋪混凝土塊？」有人直接發問。

「這叫固床工，有些區段的水流衝擊力很大，從壩體流下來的水會掏蝕下方的溪床，所以要把溪床做得比較堅固，當然也不一定都用混凝土，很多地方都是用鋪石頭方式做一層保護。」白爺爺繼續說

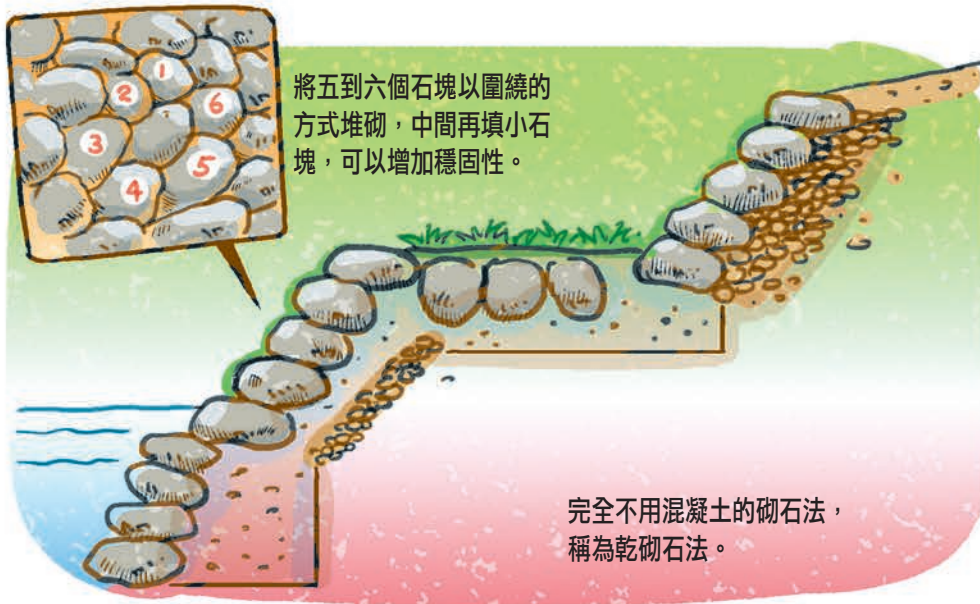




道：「好，我們現在再來看看溪流兩岸，是不是也有不一樣的地方？」

小魚看見，兩岸有很多用大石頭堆砌的牆，他還記得之前在林叔叔的茶園，看到梯田最下面的坡腳，有用石頭堆的砌石護坡，作用類似擋土牆，是保護坡腳避免崩塌的設計，不知道在這裡是不是也有相同的作用，「那個……，那個是不是砌石護坡。」他怕說錯，聲音小到像蚊子叫。

「沒錯！回答得很好！它類似砌石護坡，叫做砌石護岸，可以保護溪岸，避免被水流沖蝕。而且這些石頭都是被溪流沖刷下來的，就地取材堆成護岸，節省材料又能減少運輸產生的碳排放，還能融入自然環境，是不是很棒！」



水會轉彎嗎？

「如果有辦法讓水流不要跑到兩邊，而是集中在溪床的中間，是不是就比較不會沖刷兩岸？」小魚又問了第二個問題。

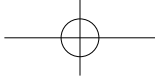
「是這樣的沒錯！有些防砂壩中間有凹下去的設計，就是為了讓水流集中在溪床的中間；另外還有一種丁壩，也有這樣的作
用。」白爺爺說：「丁壩通常都設計在比較寬的溪流和河川，它是從兩岸伸進溪流的長條形構造物。」

很多人又趕緊拿起手機上網查丁壩的照片，從比較高角度拍的丁壩，還真是挺壯觀的。

「丁壩通常不會只有一個，而是好幾個成群排列，設計在比較蜿蜒的水道。」
「為什麼？」好幾個人同時發問。

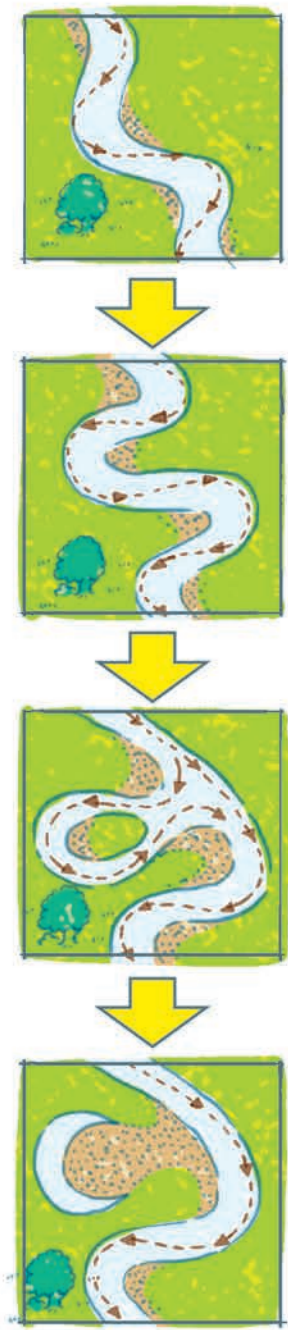
「認為水會轉彎的舉手。」白爺爺反問大家。
有些人遲疑了一下，不過大部分的人都舉手了。

「答對了！水經常會藉著蜿蜒流路來增加摩擦力，達到消能的作用。」



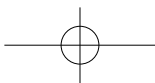
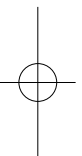
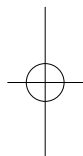
「難怪，不管溪流還是河川，都是彎彎曲曲的，沒有一條是從頭到尾直通通的。」小魚恍然大悟。

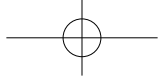
「是啊！水流的蜿蜒程度，常會隨著時間逐漸增加，這是因為凸岸水流速度慢，因此會堆積土砂，而凹岸因水流沖刷的關係更會向後退。在一側侵蝕一側堆積兩種作用之下，時間愈久水道愈彎，最後甚至會『斷頸』，形成牛軛湖及新的水道。」



「哇！」許多人發出讚歎，大自然的力量太令人佩服了。

「像這種在平常侵蝕力量就很大的蜿蜒河川，當洪水來臨時會侵蝕得更嚴重，所以在較寬的蜿蜒河川可以設計一連串的丁壩，這是由岸邊向水流中心方向構築的長條狀構造物，也叫做水箭，可以讓洪水偏流到中間，避免侵蝕岸邊或堤防，這也是一種護岸的方式。」白爺爺說。





防砂壩（非透過型壩）

構築高度在五公尺以上的橫向構造物，目的在調節溪床坡度，藉淤砂作用使溪床變緩，減少溪流冲刷作用。



梳子壩（透過型壩）

是一種透過性的壩體，因為構造像梳子而得名。橫跨在有發生土石流的溪流上，用來攔阻土石流快速流動及粗大粒徑砂石。



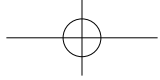


這裡的排水孔具有減輕後方水壓，調節流出土砂量的功能；同時也可以在施工的時候發揮排水效果。

系列防砂構造物

為攔蓄野溪土砂，調節土砂輸送，穩定溪床以防止溪岸坡面崩塌及抑止土石流發生所採取的系列防砂構造物。





砌石護岸

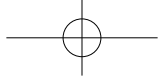
以天然石塊在溪岸坡面堆砌的構造物，可防止較大水流侵蝕。護岸構造物的型態有很多種，有的會用混凝土先做基腳，上面砌石；或者做單階、多階的型式。



固床工

在溪床中以天然石塊構築的橫向構造物，使溪床更為穩固，可避免被水流侵蝕，必須要保留一些凹陷處，提供生物棲息躲藏。在水流較湍急或坡度較陡的地方，可部分使用混凝土，或者將重點石塊連結。





丁壩

由溪岸向溪流中心方向構築的長條狀構造物，通常在比較寬的溪流或河川設置。當洪水來臨時，會因為丁壩的阻擋而造成水流轉向或減緩流速，避免沖刷岸邊。而在岸邊與丁壩的轉角處，會產生小型的漩渦，使土砂下沉堆積，日積月累可產生新的灘地。



被巨人鏟了一塊

看了這麼多野溪整治的工法，不知不覺時間過得好快，已經五點多了。博哥提醒大家上車，準備去吃晚餐。

今天一整個下午，大家都學了很多知識，一點也不覺得累。小魚還是很興奮地看著窗外，博哥突然說：「大家看上面那個山頭！」他指著山上一片黃色的崩塌地。

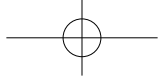
大家驚呼一聲，翠綠的山頭上，黃色崩落地顯得觸目驚心，好像被巨人的大鏟子狠狠地鏟了一塊。

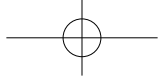
「這就是我們明天要看的大自然傷口。」博哥說。

「這是怎麼造成的啊！萬一下面有馬路或住家，不是很可怕嗎？」小魚問。

「先不告訴你們，明天就知道了。」

吼，博哥怎麼和舅舅一樣那麼喜歡賣關子，先告訴大家會怎樣，小魚心裡嘀咕著。不過，明天會有哪些行程呢？他充滿了期待。





小魚的祕密假期——水土保持知識探索

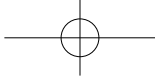
大自然的醫生

崩塌地

整理及植生法

今天是萬里無雲的好天氣，早上六點左右，大家都起來了，連平常最愛賴床的啟民也起個大早。

在民宿用完早餐以後，大家坐上了車，準備去看大自然的傷口。這一路上，小魚發現青色的山巒很多地方都有大小不一的黃色崩



塌地，平常沒去特別留意，怎麼崩塌地這麼多啊？

過了一會，車子停了下來，大家下車之後往四周看，只見一片翠綠的山坡，以及周圍茂密的森林，並沒有任何工程設施呀！每一個人都很好奇，不知道白爺爺要在這裡解說什麼？

「現在來考考大家，眼前的這一片山坡地，和旁邊的森林有沒有什麼不一樣？」博哥提出問題。

「樹比較小。」

「草比較多。」

「山坡是凹下去的。」

大家你一言我一語，把自己觀察到的都說了出來。

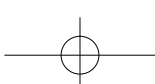
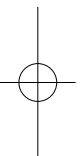
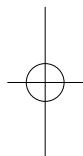
「嗯，大家的觀察力蠻敏銳的，都被你們發現了！」白爺爺說：

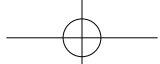
「其實在這片山坡地上，還隱藏了一些東西喔！」

「哇！是有寶藏嗎？」啟民興奮地大叫。

「就在那邊！」白爺爺指著山坡地上的一個地方，小魚很用力地看，看見在綠色植物的覆蓋之下，隱隱約約有一點灰白色的東西。

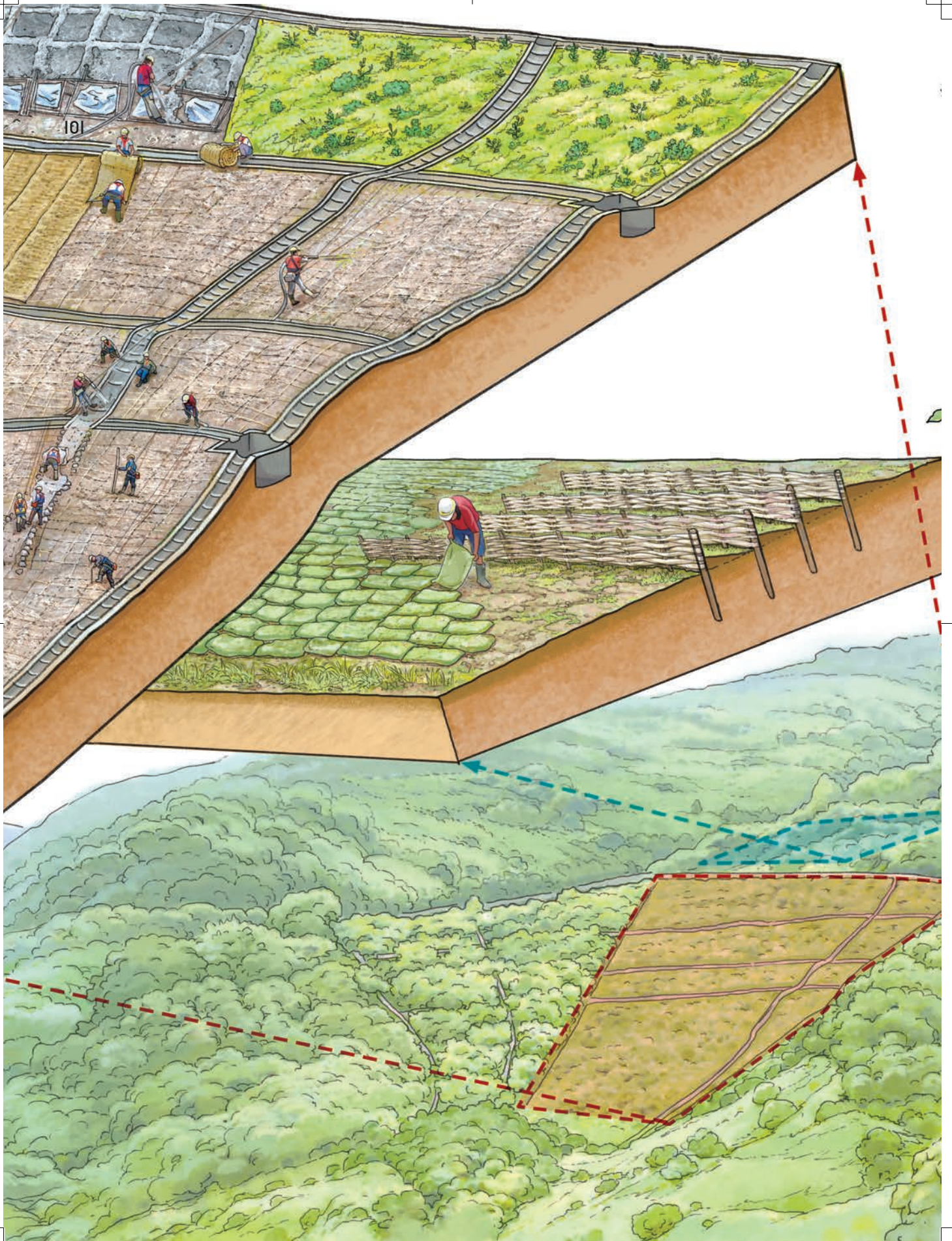
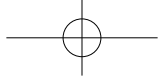
「那是什麼啊？」






100

大自然的醫生



崩塌地的復育

大自然有自我恢復的能力，但如果下方有住家、道路或水庫，就必須加速崩塌地的復原。



這是一張表現崩塌地復育中和復育後的解說圖，復育中的部分又再分為裸露坡度 30 度以下及以上兩大區塊，兩區塊的整理方法不一樣，分別放大來看。經過整理的坡地，一段時間之後，會恢復成原本生物多樣性的山林樣貌。

縱向排水溝
108-110、120頁

栽植 112-121、124頁

鋪網噴植 112-121頁

敷蓋稻草蓆 112、121頁

裸露坡度30°
以下坡地復育

復育中

打樁編柵
118、119、122、123頁

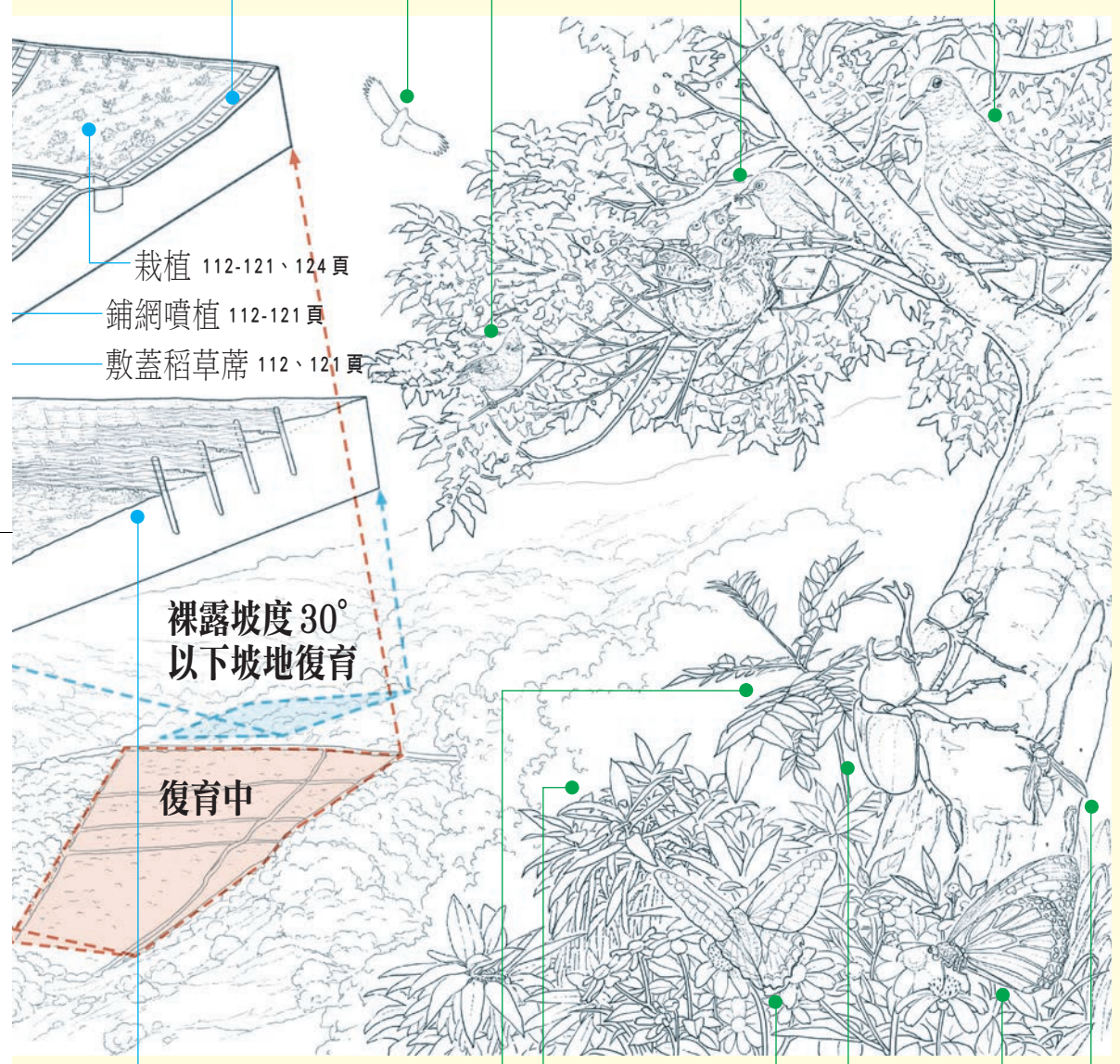
植生袋
118、119、122、123頁

大冠鷲
冠羽畫眉

翠翼鳩
綠繡眼

山水柳
羅氏鹽膚木
(山鹽青)

樺斑蝶
虎頭蜂
獨角仙
青帶鳳蝶





裸露坡度 60° 以上

裸露坡度 30° 以上
坡地復育

4. 復育

3. 坡面排水

坡地錨釘

坡地鋪網

橫向排水溝

2. 整坡

1. 刷坡

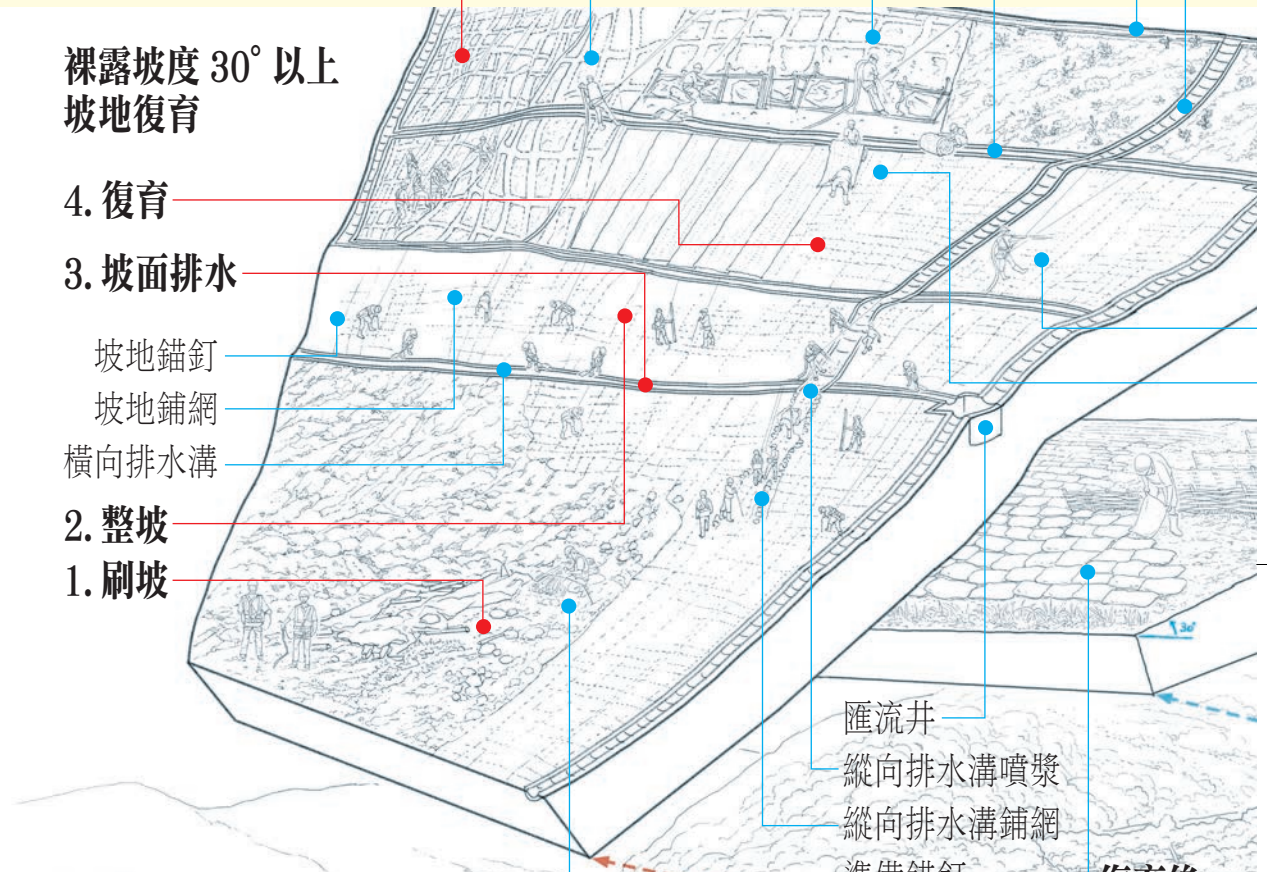
自由樑框噴漿
110、111 頁

固定框噴植
110、111 頁

橫向排水溝
108-110、120 頁

源頭截水
110、120 頁

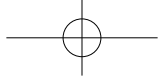
104



崩塌地療傷四部曲

1. **刷坡**：清除坡地上的枯倒木、危石等危險物。
然後在坡地的最頂端用噴漿做一條橫向排水的源頭截水溝，讓上方的水排掉，不要再往坡地入滲。
2. **整坡**：在坡地上鋪網，避免碎石掉落，然後在網上加錨釘及鋼筋，使坡地更穩固。裸露坡度 60° 以上的地方，再用噴漿做固定框或自由樑框會比較穩。
3. **坡面排水**：從上而下，做一條一條橫向排水溝，再做縱向排水溝。
4. **復育**：在坡地上噴植或栽植植物。

復育後



白爺爺拿起一張看板，上面是一整塊崩塌地的空中攝影照片，「這張照片拍的就是這片山坡地，它曾經發生過崩塌。」

「就是幫大自然處理傷口的秘密武器。」

「傷口、這裡有傷口嗎？」

「大家異口同聲地問道。」

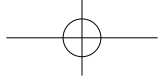


驚人的大自然力量

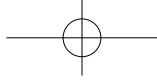
「好可怕！」這張照片裡面的崩塌地，讓小魚想起幾年前蘇花公路發生坍方，整輛遊覽車翻落懸崖下方，造成幾十人喪生的意外事件。當時在電視新聞看到的崩場地，就和這張照片裡的情況很像。

「怎麼會崩成這樣？難道沒有辦法避免嗎？」小魚舉手，把心裡的疑惑提出來問白爺爺。

「嗯！這個很難，」白爺爺停頓了一下，他看向車窗外的青山繼續說：「台灣是板塊推擠出海成陸的高山島，大約四分之三的面積都是山地，但因為我們大部分的人都住在平地，比較沒有辦法感受山地竟然占了這麼大面積。由於板塊碰撞產生的造山運動是持續的，因此台灣一直在長高，但也不斷在崩塌，有時板塊碰撞得比較劇烈，我們會感覺到地震，當然，山區的崩塌現象也會更嚴重。」



小魚嚇了一跳，白爺爺這番解說讓他想起之前做過的夢，山崩土石滑落的景象現在還很深刻，這個巧合太令人驚訝了！



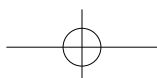
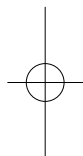
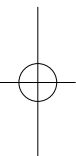
縱橫交錯的溝槽

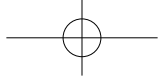
小魚的注意力又回到白爺爺手上的照片，對照眼前的一片綠意，實在無法想像竟然是同一個地方，「這裡真的曾經是崩塌地嗎？現在看起來一點崩塌的痕跡都沒有。」

「這是專家們像照顧小孩一樣，花了八年的時間才終於看到的成果。」白爺爺說：「你們看到那一點灰白色的東西，是當初專家準備整理這片崩塌地時，在坡地上做的截排水溝，周圍的植物把它蓋住了，只露出一小部分。」

「為什麼要做截排水溝？」小魚問。

「因為崩塌的山坡地土石結構鬆軟，很容易因為一場雨被沖刷下來，而且台灣每年夏天都有颱風侵襲，短時間內大量的降雨，會下滲太多的水量，讓坡地承受不了水的重力作用而下滑，所以要做截排水溝，將坡地上的降水快速





地導流出去，減少侵蝕的作用。」

「這是不是跟梯田要做截排水溝的意思是一樣的呢？」小魚想起之前參觀茶園時，林叔叔就一直強調坡地截排水溝的重要性。

「哇！你可是有備而來的喔！」白爺爺很高興。

「我之前有去參觀過茶園。」

「嗯，這





兩種環境所做的截排水溝，確實是有異曲同工之妙。」白爺爺繼續說：「我現在來講專家怎麼幫這片崩塌地療傷。首先，要先將這片崩塌地上危險的大石頭和枯倒木移開，然後在崩塌地的最上方，用混凝土噴出一道橫向的排水溝。」

「為什麼要做這個水溝？」有人不解地問。

「因為不能讓水繼續再從頂端流進崩塌地，否則會崩得更嚴重。做好之後，再用網子將崩塌地蓋住，固定網子，就不會滑下來了。」

「這樣就做完了嗎？」小魚問。

「沒那麼簡單，還要打進鋼筋，然後再順著坡地，從最上面的地方開始一直往下噴混凝土，每隔一段距離就做一條橫向的排水溝，這是用來收集坡面上的逕流水；另外也有好幾條縱向的排水溝，與橫向的排水溝相連，將水導流到下方的匯流井，再引流到安全的地方。這樣縱橫交錯的排水溝，像不像集水區的支流和主流？其實應用的是相同的概念。」

「啊——真費工！」小魚說。

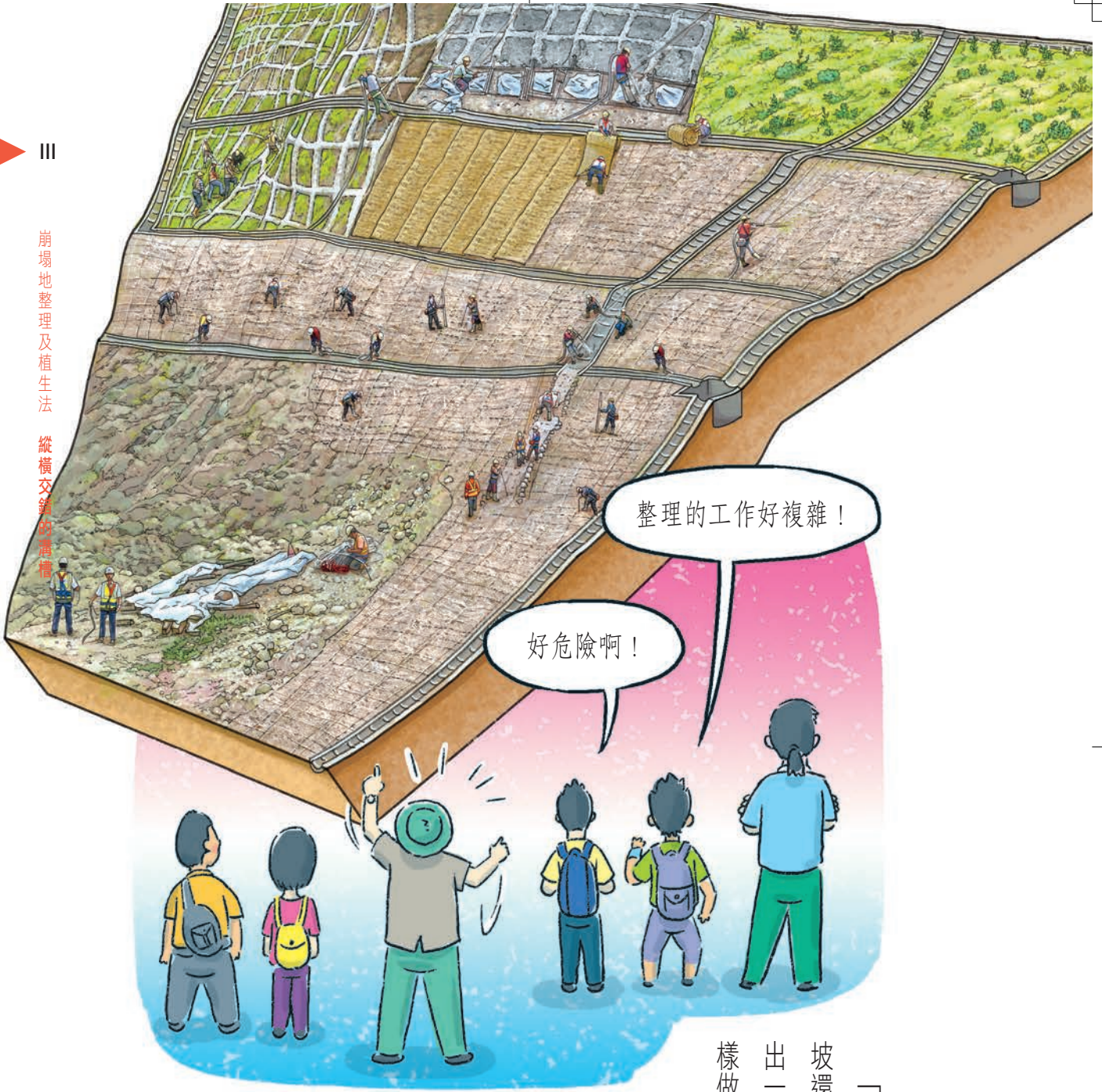




III

崩塌地整理及植生法

縱橫交錯的溝槽



整理的工作好複雜!

好危險啊!

「是啊！有的陡坡還要用混凝土噴出一個個方格，這樣做才穩固。」

「可是：」
「可是：」
「小魚想說又不敢說，最後終於鼓起勇氣開口：「我覺得這樣好醜，整片山坡都是水泥。」

幫傷口敷蓋紗布

「呵呵——我就知道你們會這麼說，剛才我講的方法是要穩定坡度大於三十度的陡坡，因為它太危險了，所以必須要做才能確保不再崩塌。但是，專家並不希望——

整片山坡地變成光禿禿的水泥牆，所以最後還要種草。」

「一棵一棵種嗎？這也太辛苦了吧！」

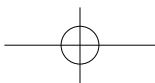
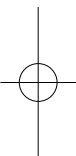
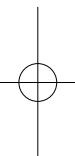
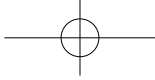
「當然不是，最常用的方法是用噴的，將種子和肥料、土壤、黏著劑、水充分攪拌，再用強力壓縮機噴在坡面上。」

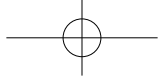
「用噴的——太酷了。」啟民說。

「噴植種子以後，還要幫大自然的傷口敷蓋紗布。」

「有那麼大的紗布喔？」啟民問。

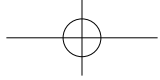
「不是真的紗布啦——是要敷蓋稻草蓆，讓土壤在天氣太熱的時候可以保濕及防熱，天氣冷的時候也可以保持溫度，提高種子的發芽率。」





將種子和肥料、土壤、黏著劑、水充分攪拌，再用強力壓縮機噴在坡面上。





「好像在幫大自然敷藥喔！」大家異口同聲。
「沒錯——這些專家其實就是大自然的醫生。」

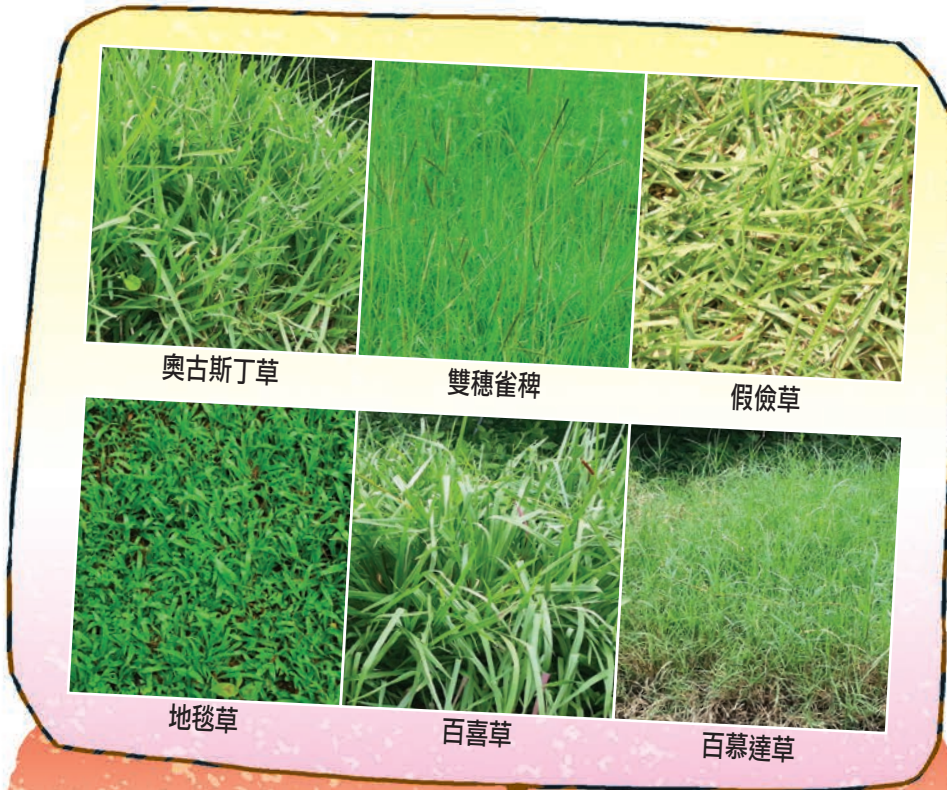
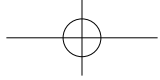
小草大功臣

「專家都是用什麼樣的草種子啊？是不是只要是草都可以？」小魚問。

「要種什麼草，專家都有挑過喔——大都是禾本科的草類，而且還要看是種在什麼地方，像在中低海拔山坡地，百喜草的水土保持效果很好；可是，到了高海拔溫度較低，就不適合百喜草生長。」白爺爺說。

「連小小的草都有學問。」

「當然，仔細去觀察，就會發現植物的世界很奧妙也很複雜。」白爺爺打開一本書，上面有許多種草類的照片說：「這是專家比較常用的小草大功臣。」



草地變森林的魔術

「可是，這些都是草啊，長出來的就會是一片草地，不像我們現在眼前的這片坡地，它有草有樹，看起來比較豐富。」小魚問。

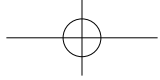
「這是專家在變魔術。」白爺爺露出神祕的笑容。

「變魔術！」大家驚呼。

「對呀！等草長高了，從周圍森林飄過來的樹木種子，因為有草地的保濕及保溫等保護作用，它們才有機會發芽生長，所以雖然是人工整理的，也能融入自然的環境中。」白爺爺繼續說：「專家拿樹木和草類的種子來播種，就是為了要加速崩塌地的復原速度。」

聽白爺爺一連串清楚詳細的解釋，小魚稍微有一點概念了，「原來崩塌地經過專家的治療，一段時間之後，可以恢復到讓我們完全看不出來。」

小魚實在太佩服這些專家了，他發現大自然真奇妙，不過，專家



更厲害，他們了解大自然，還會利用小草當幫手，將一片崩塌地恢復成森林。

「如果不是白爺爺告訴我們，還真的看不出來這裡曾經崩塌過。」小魚說。

「我再帶你們去看另一個證據！」博哥請大家上車，車子轉了幾個彎，來到一個岔路口，他帶大家走進岔路，每一個人都很好奇，不知道博哥葫蘆裡賣的什麼藥。

大概走了兩、三分鐘，就聽見博哥說：「前面沒路了！」



大家靠近一看，真的沒路了，前方是一片比人還高的草。

「小心，不要太靠近——這條路就是在八年前的一場颱風中崩掉的，它原本經過我們剛剛看的那片崩場地，因為山崩了、路就斷了。」博哥向大家解釋。

「哇——好可怕！」小魚看見地上的裂痕，不敢想發生崩場的當時有多恐怖。

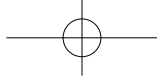
「路斷了之後，這條道路就廢掉，另外又在更上面新開了一條道路來取代它。」

「你們看另外一邊！」白爺爺指著另一塊坡地要大家看。這片坡地比較平緩，不像剛才的崩場地那麼陡，而且上面做了一排排的柵欄。

「這是梯田嗎？」小魚覺得很像茶園的等高耕作。

「很類似，這是不一樣的崩場地整理方法。」白爺爺說：「像這種小於三十度的緩坡，可以用打樁編柵的方式，這是採用天然的材料，例如木樁、柳條等等，將坡地整理成階梯狀。」

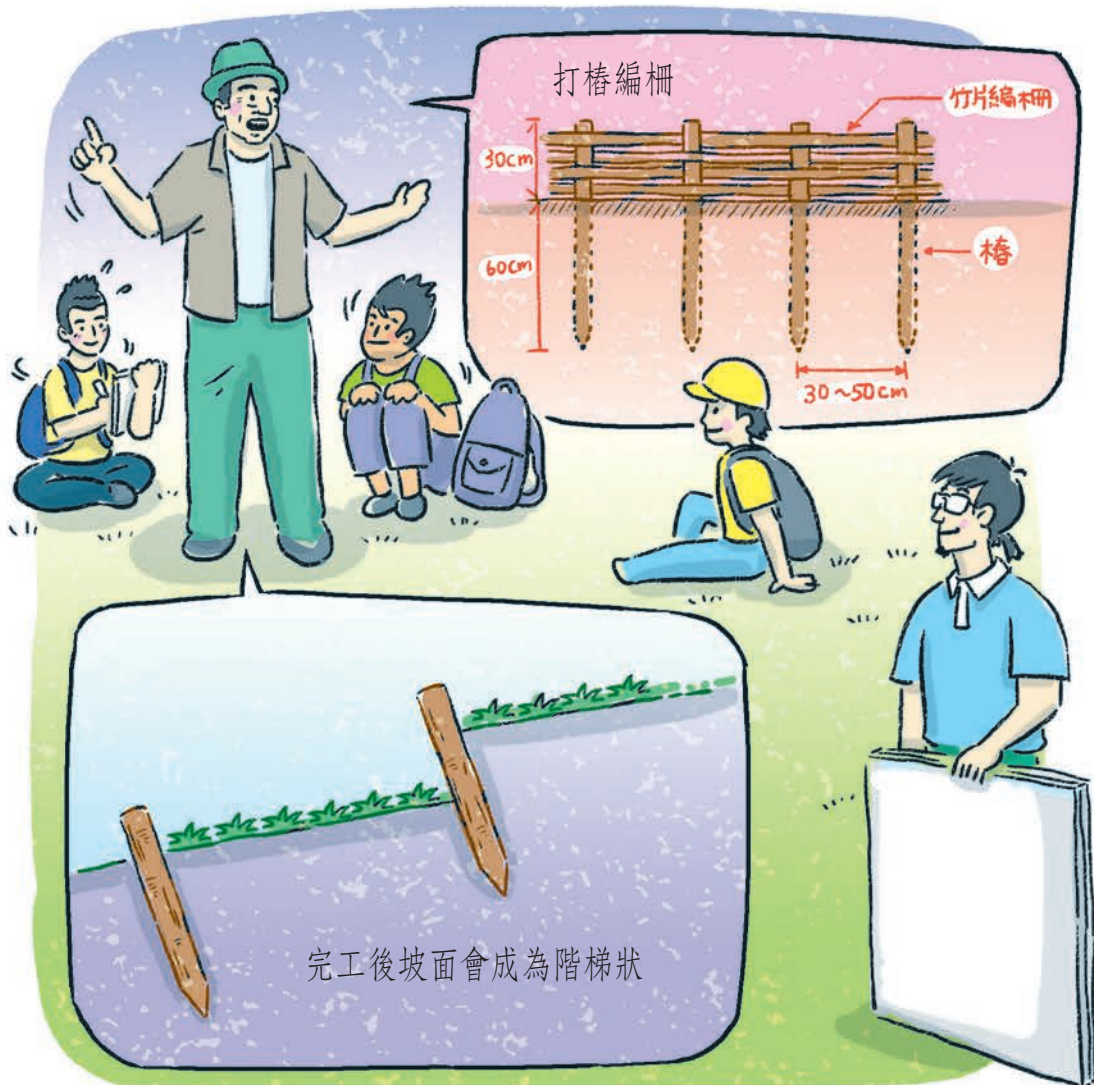
「這也是專家向老祖先學習的嗎？」

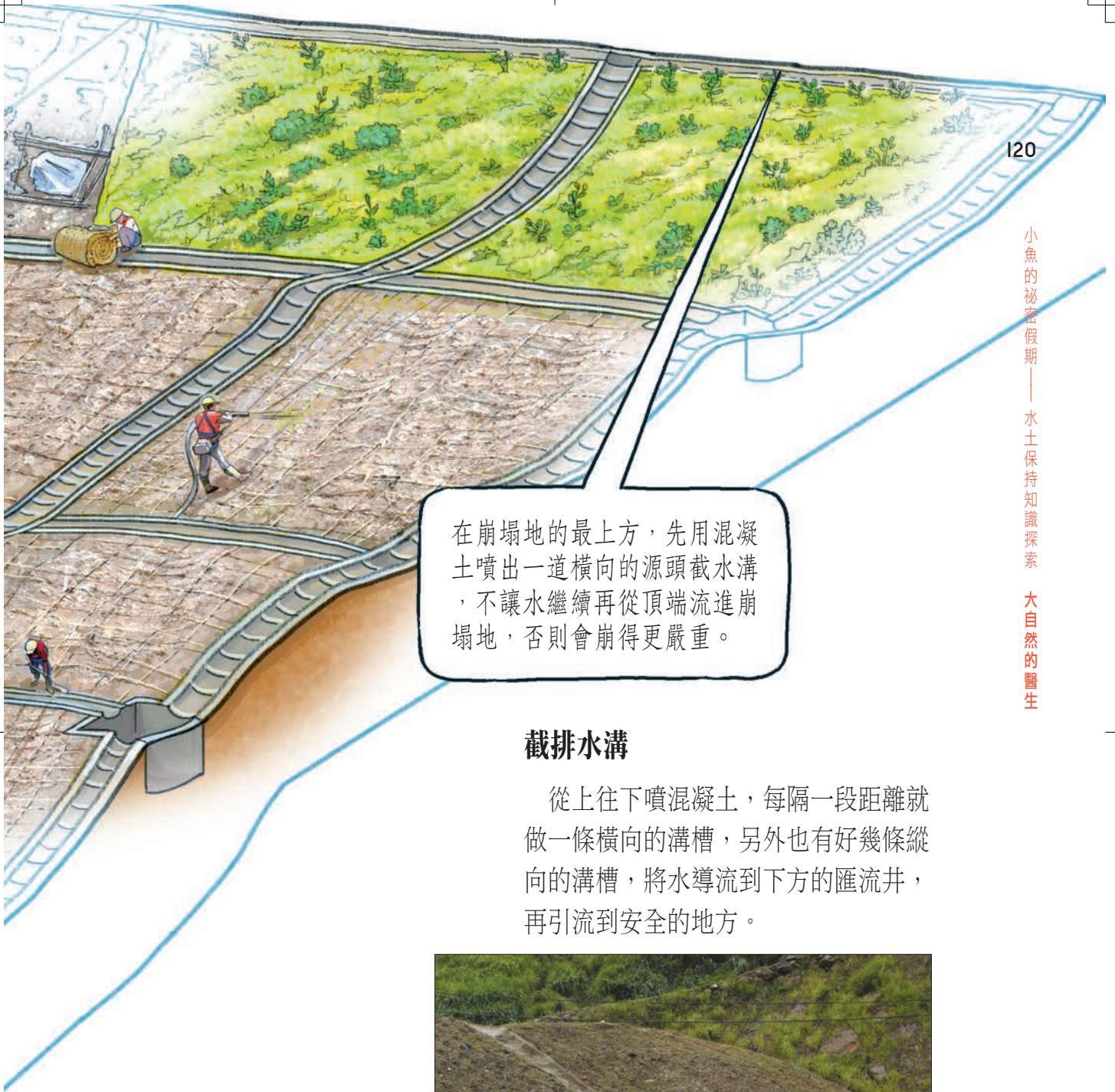
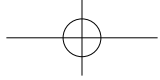


「對呀！打樁編柵的材料可以就地取材，很環保吧！還有一種用植生袋的方式也適合緩坡。」

「這又是什麼東西啊？」小魚問。

「植生袋是混合了植物種子、生長介質和肥料的土壤包，放在坡地上，一段時間之後，草就長出來了。」

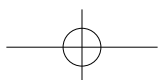




在崩塌地的最上方，先用混凝土噴出一道橫向的源頭截水溝，不讓水繼續再從頂端流進崩塌地，否則會崩得更嚴重。

截排水溝

從上往下噴混凝土，每隔一段距離就做一條橫向的溝槽，另外也有好幾條縱向的溝槽，將水導流到下方的匯流井，再引流到安全的地方。





121

崩塌地整理及植生法
草地變森林的魔術

敷蓋稻草蓆

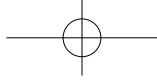
做好鋪網噴植，最後還要在整好的坡地上敷蓋稻草蓆，天氣太熱時土壤可保濕及防熱，天氣冷也可以保持溫度，提高種子發芽率。稻草蓆腐爛後還可以成為植物生長的養分。



鋪網噴植

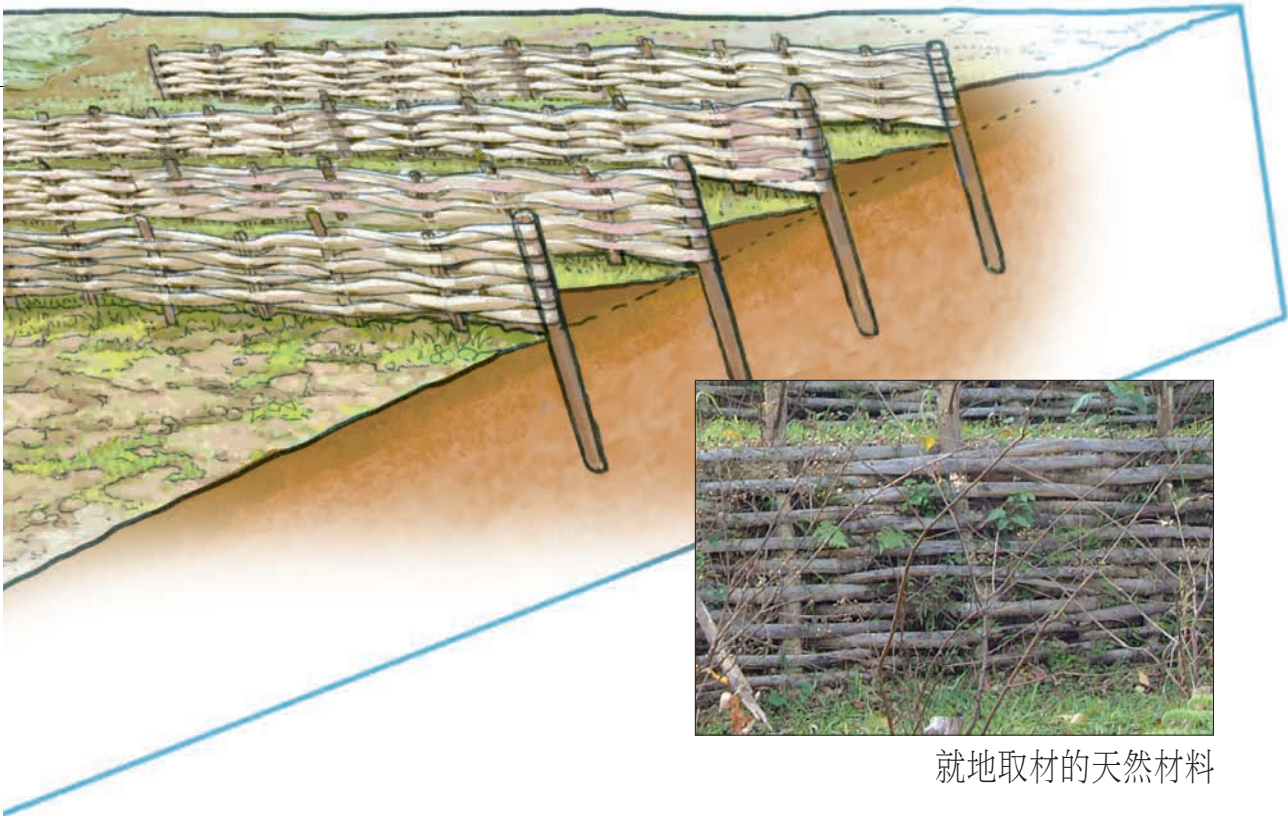
在坡面上鋪一層鍍鋅網，並且以錨釘及鋼筋固定，增加坡面的穩定性。再噴混凝土做成截排水溝或方框狀，最後再噴草類植物的種子。適用於坡度三十度以上陡峭的坡面。



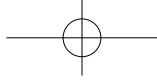


打樁編柵

在崩塌地上順著坡面的等高方向，每隔相同距離打入許多排橫向的木樁，木樁之間再以柳條、竹片、鐵絲網等較柔軟、彈性佳的材料編成圍籬。每一道圍籬之間填土形成階梯狀，並於階梯狀的水平面播種或植栽。適用於坡度三十度以下的平緩坡面。

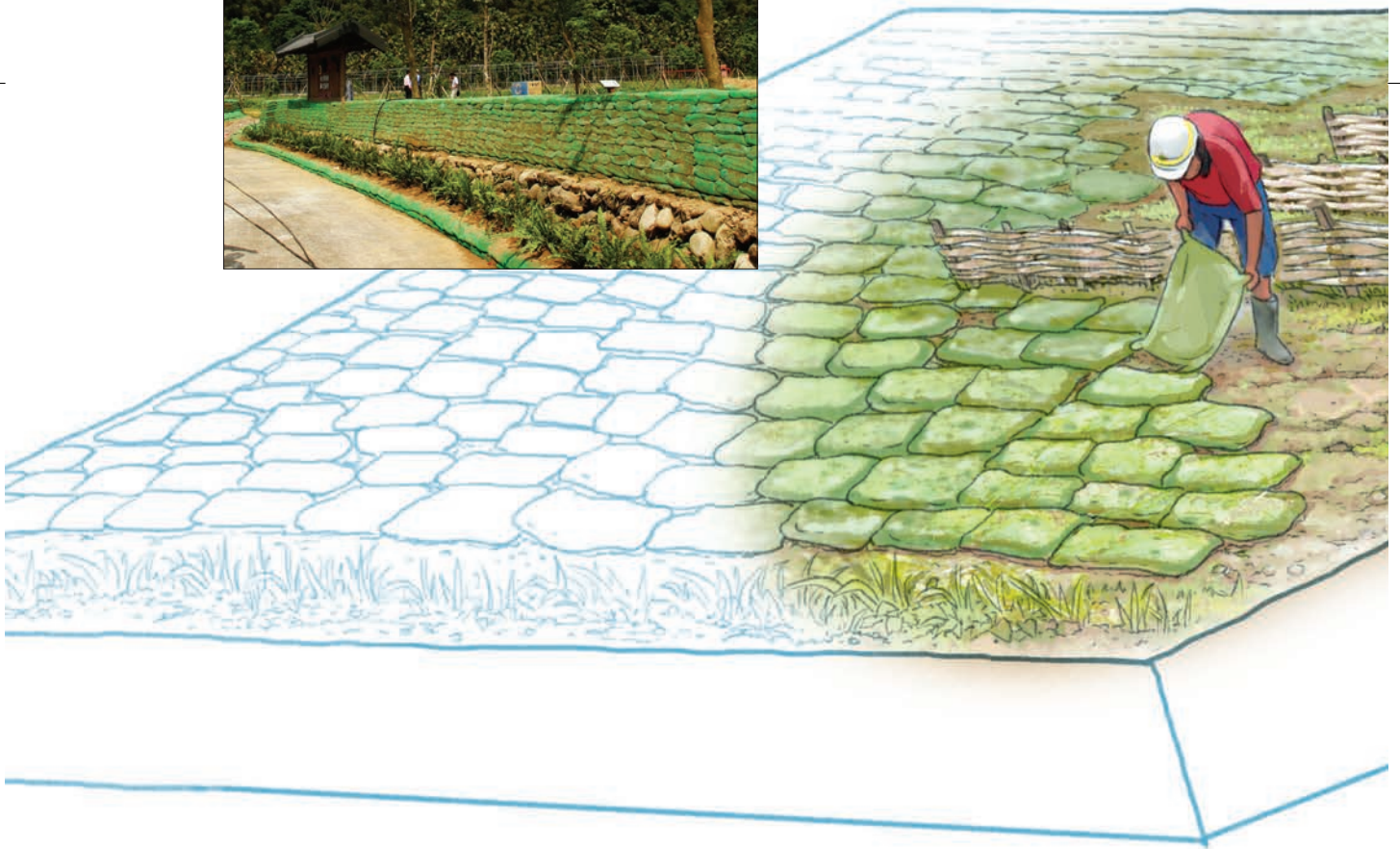


就地取材的天然材料



植生袋

混合了植物種子、生長介質和肥料的土壤包，用擺放的方式疊放在坡地上，再用錨釘一包包固定在坡面。一段時間之後，種子就會發芽生長，土壤包的袋子也會自然分解。



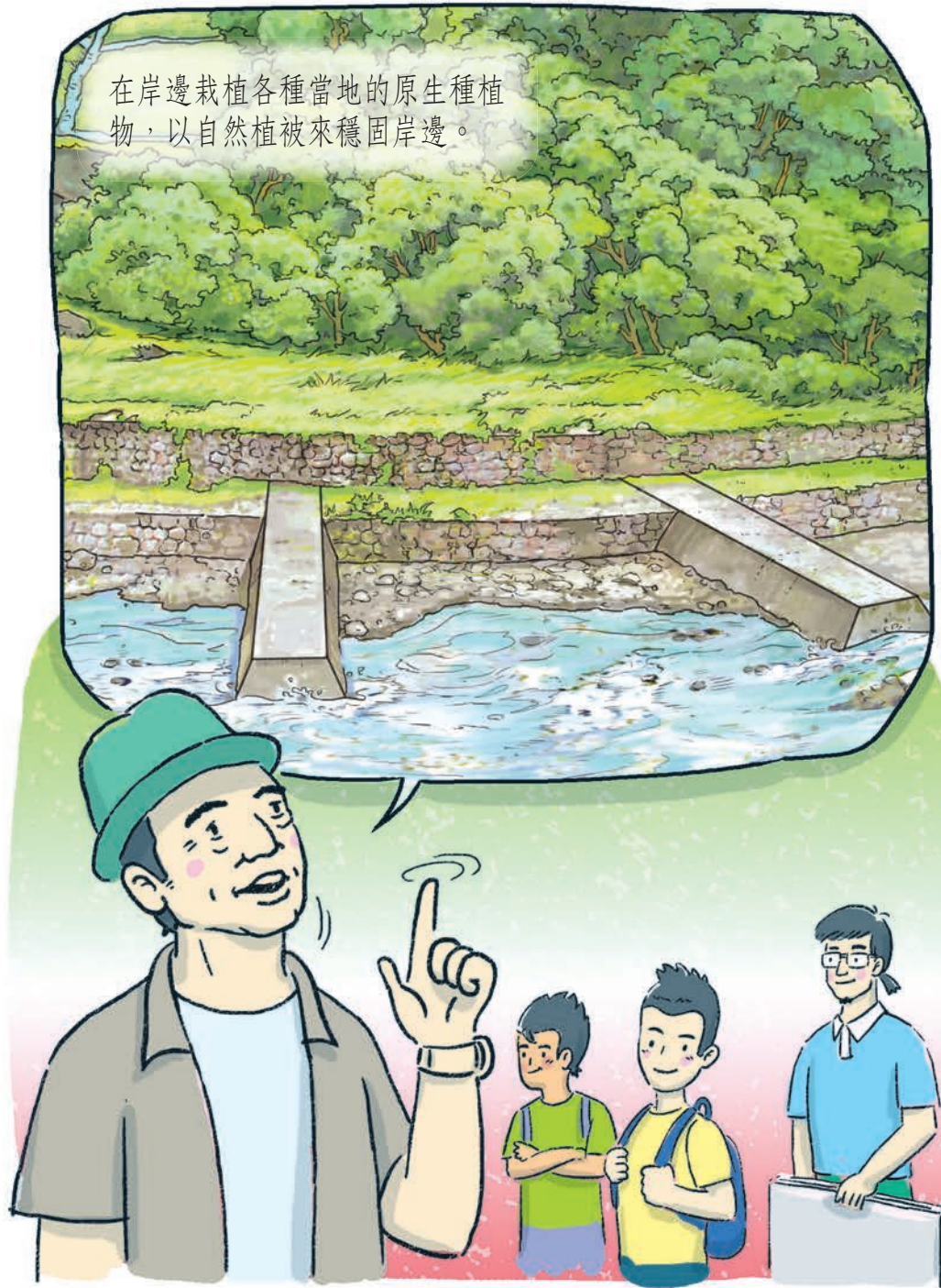
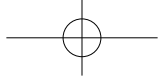
美麗的生態步道

「可是，從一片草地到成為有樹木的森林，是不是要等很久？為什麼專家不乾脆直接種樹呢？」小魚問。

「也可以，我們昨天不是有去觀察綠水溪嗎？有沒有發現溪岸也有專家種的樹喔！」博哥說：「因為溪岸邊的山坡很陡，專家做了兩層砌石護坡，中間有一個平台，他們在上面植樹綠化，同時樹木的根系也具有水土保持的功能。再過幾年，等這些樹都長大了，環境會更自然。」

白爺爺也說：「專家在岸邊栽植當地的原生種植物，營造自然的環境，以自然植被來穩固岸邊。同時，可提供其他生物棲息及活動的空間，或規劃生態觀察步道。」

「真是太棒了！」小魚想起美景村裡有一大片永遠都長不出植物的崩場地，村裡的小朋友都說這是一片被施了魔



法的地方，大人們雖然不相信，但也說不出原因，現在他知道是怎麼回事了。

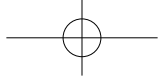
還有，每次去舅舅家，都會經過一座橋，從橋上可以看到下方的溪流有一些人工構造物，小魚一直都覺得很好奇，到底這些設施有什麼用途。不過，每當過了橋之後，他就忘記這件事，不然早點問舅舅，說不定他也知道。

現在回想起來，原來那些構造物都是野溪治理的方法，是要讓水乖乖聽話的設計。

「我要告訴舅舅，那片崩塌地有救了！」小魚喃喃自語被博哥聽到了，輕輕地用手拍一下他的頭，笑著問他：「你心不在焉喔，在想什麼？」

「我舅舅家在山上，那裡有一片崩塌地，我是在想，剛才白爺爺介紹了那麼多植生的方法，應該可以用得上吧！」

「不是所有崩塌地都要整理，野溪也是一樣，除非有保全的對象。」白爺爺聽到他們的對話，立刻補充說明。





整治是為了保全對象

「保全？什麼是保全？」

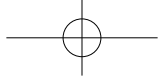
「就是說，如果底下有道路、住家，或是水庫，專家就必須針對已經崩塌的地方做一些必要的整治，讓它不要繼續再崩壞。如果沒有保護的對象，專家什麼都不會去做，因為大自然會自我修復，只是時間比較慢而已。」白爺爺說。

「我現在舉一個例子，你們過來看！」白爺爺指著一塊大看板，上



崩塌的山坡地





面有兩張從高空拍的山景照片，而且好像是同一個地方，照片中都有一道溪流從山間流過，但是又不太像，因為

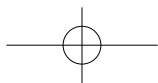
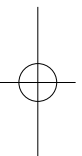
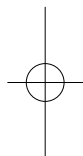
為一張照片的山景有些部分是黃褐色的，另一張的綠意比較多。

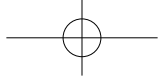
「這兩張照片都是綠水溪，不同時間、相同角度拍的。拍攝時間相差了八年，還有誰看得出來哪個先拍、哪個後拍呢？」

這個不難，小魚發現在綠意比較多的那張照片，



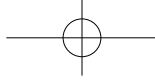
崩塌地經過復育之後恢復綠意





綠水溪上游有一些工程構造物，另一張沒有。他立刻搶著回答：「比較綠的那張是後來拍的。」

「對！有黃褐色的這張，是在二〇〇一年納莉颱風之後拍的，那些黃褐色是風災造成的崩塌。」



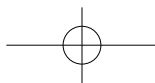
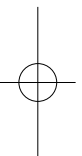
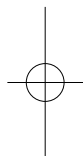
「都是被綠水溪沖刷的！」小魚驚呼。

「這次風災造成大量的泥砂和土石隨著綠水溪往下流，最後都進到中游的水庫，使水質混濁，下游地區整整十八天沒水可用，影響太大了。所以後來專家在集水區做整治，就是要讓溪流的沖刷力量不要那麼大，盡量把土砂攔截下來，同時也保護住在這裡的居民生命財產安全。」白爺爺說：「綠水溪做了整治，山林生態漸漸恢復生息，就又拍了第二張照片做比對，這樣一比較，就可以知道這些工程有沒有發揮作用。」

「所以之後都沒有再發生這麼嚴重的災害嗎？」有人發問。

「確實是沒有了。」白爺爺回答。

「你們看，因為做了整治，這些地方花了八年的時間就修復好了；如果不做修復，也許要二十年、三十年以上，或者更久才能恢復，底下有水庫，關係到這麼多人的用水，沒辦法這樣等啊！」博哥說。



隨時監控，滴水不漏

「台灣真是一個很特別的島嶼，所以我們住在這裡，是不是就得想辦法接受這些自然的現象。」小魚說。

「沒錯！人力不能抵抗大自然，也沒有必要與大自然抗衡，但是在有保全對象的地方，我們就必須要做一些保護的措施，人與大自然才能和諧共存。」

「在有保全對象的地方做了萬全的保護，專家們就可以鬆一口氣了！」小魚說。

「還沒有結束喔！」白爺爺說：「還是不能掉以輕心，這些整治的工程不是做完就不管了，而是要隨時監控。」

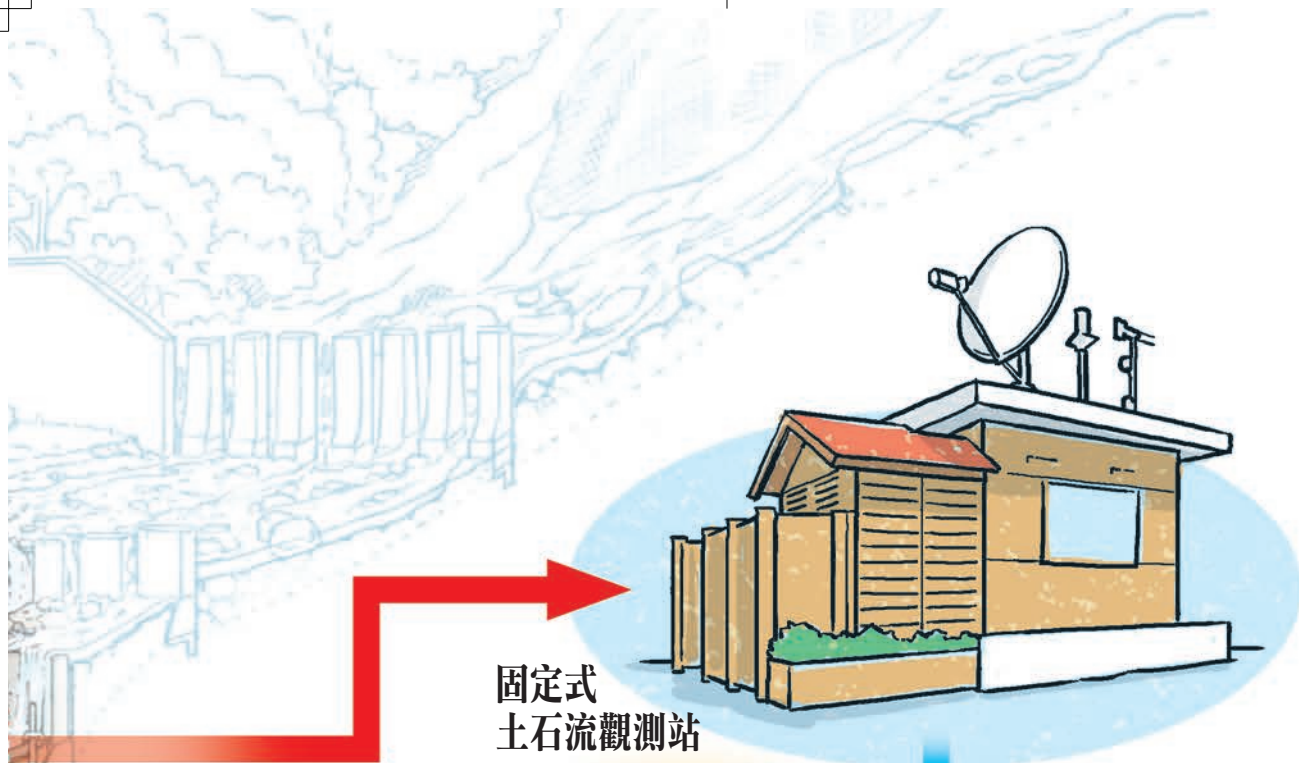
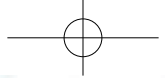
「怎麼監控呢？難道要住在這裡？」有人發問。

「專家在這裡有裝監測器。」

「真的嗎？在哪裡、在哪裡？」大家向四周東看看、西看看，覺得很不可思議，在野外也能裝監測器。



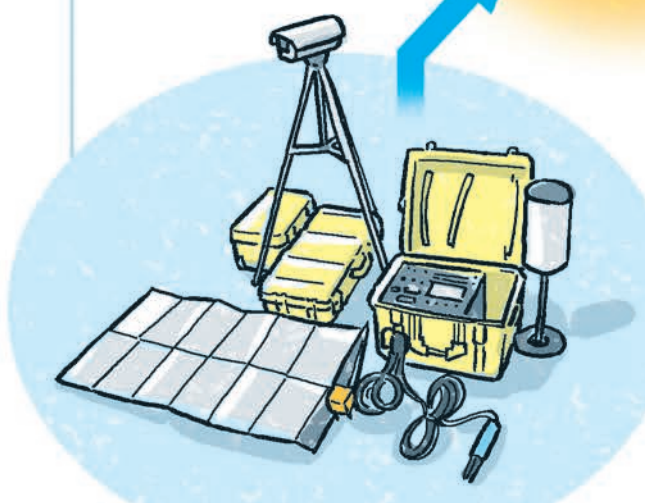
白爺爺指著一棵樹下，一個在地面上不起眼的小方盒子，他把盒蓋打開，裡面有一些儀器，「這是水位觀測井，裡面有水位計，用來測量坡地的地下水位高度，水位過高，就要小心坡地可能會滑動。」



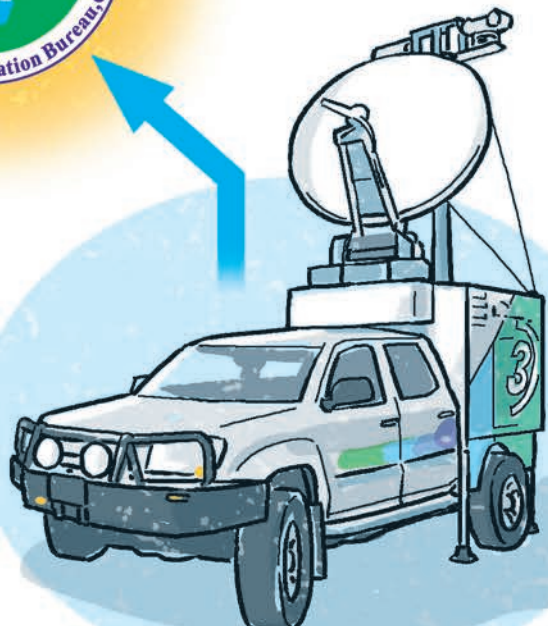
固定式
土石流觀測站



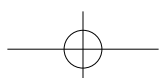
SWCB 水土保持局



簡易式土石流觀測站



行動式土石流觀測站





鋼索檢知器

攝影機及紅外線投射燈



地聲檢知器



土壤含水量感測器

水位計

雨量計

各種土石流監測設施位置圖

在有可能發生土石流的危險地方，建置固定式的土石流觀測站，觀測站除配置雨量計以外，還有土壤含水量計、地聲檢知器、鋼索檢知器、水位計等，還會配合颱風路徑的變化派遣行動式或簡易式觀測站出勤觀測。颱風來臨或下雨時，觀測站會即時將當地的雨量及影像等觀測資料傳回應變系統，以便專家隨時掌控當地降雨及災害情形。

經得起時間考驗

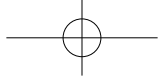
「現在才知道，原來水土保持的學問這麼大。」對這些勞苦功高的專家們，小魚非常佩服。

「可是，從施工到完工後一段時間，很多人不了解這些工程有什麼作用，只看到溪流或山坡上多了很多奇怪的構造物，認為會破壞自然環境，專家們飽受很多誤解。」白爺爺說。

「被誤解的專家不是很委屈嗎？」小魚問。

「還好，過了幾年以後，大家看到生態慢慢恢復，而且經過好幾次颱風的考驗，都沒有發生嚴重的災害，就比較可以理解專家為什麼要這樣做了。」

白爺爺說：「像之前看到的那個做得像一層層瀑布的消能設施，讓溪水好像流過階梯一樣層層跌落，濺起無數水花，增加水和空氣接觸的機會，使溪水中的含氧量增多，可提供魚類及其他各種水生動植物呼吸，水中的生態就更豐富了，還有水鳥會來取食。加上專家在岸邊及崩塌地種的植物，本來就是在當地會生長的種類，等植物茂密了，自然會吸引昆蟲、鳥類過來棲息。」



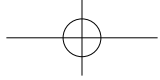
「白爺爺是不是就是做這些水土保持設施的專家呀？」這個疑問在小魚的心裡藏了好久，終於忍不住偷偷問博哥，他微笑地點了一下頭。

這時，一隻蝴蝶飛到白爺爺的肩膀。

「好漂亮呀！」大家紛紛拿起相機拍這隻蝴蝶，直到牠翩翩飛起，停棲在水邊的植物叢中。

白爺爺看著蝴蝶也在微笑呢！





小魚的祕密假期——水土保持知識探索

故事的尾聲

兩天的知性之旅結束了，小魚一回到家裡，都還來不及坐下，馬上就接到舅舅的電話。

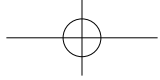
「舅舅也太神準了吧——我才剛回來。」

「嗯，這次應該學到不少東西吧！」

「對呀——改天見面再告訴您，這次有很多好玩的事情。」

「好啊——過幾天載你來我這玩。」

聽到又要出去玩，小魚立刻渾身充滿了電，「太棒了——可是，您還沒告訴我，到底什麼是有意義的事啊？」他終於忍不住開口問。



「這個嘛……你還不知道嗎？」
「不知道，暑假快結束了啦，您都沒說！」
「好啦！等你來美景村就知道了。」

舅舅是土石流防災專員

過了幾天，舅舅開車載小魚到美景村。才一進門，小魚就大叫一聲，他被牆上的一張海報嚇到了。

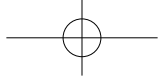
「這是……這是……」

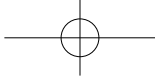
海報上有一位穿著一身亮橘色制服的人，他有黝黑的皮膚、健壯的體魄，簡直比NBA的籃球明星還帥。

「這個人跟舅舅長得超像的！」

「當然很像！」

小魚看看海報，再看看身旁的舅舅，「怎麼那麼像啊！這根本就





「這是土石流防災專員的制服，在有特殊任務的時候才穿。」

「什麼是土石流防災專員？什麼特殊的任務啊？」

「我要先解釋一下，美景村是一個比較特別的地方。」

「哪裡特別呢？」

「我們這裡是土石流潛勢溪流影響的範圍，也就是說，當颱風來臨時，有可能會發生土石流。」

「啊！那怎麼辦？」小魚緊張地大叫。

「別緊張，我們這裡的水土保持措施都做得很好，

而且在颱風季來臨的防汛期之前，我們都是全村總動

員做好防災疏散避難演練，萬一天災降臨，可以減少人員傷亡。

」舅舅繼續說：「當氣象局發布颱風警報，天空開始下起雨來，

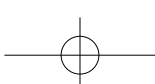
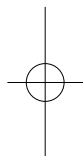
我就要穿上這套顯眼的制服，隨時到戶外觀察雨量筒，把雨量高

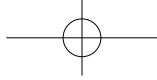
度的數字資料，以及觀察村莊附近山坡地是否有潛在崩塌裂縫，

或水土保持設施毀損與溪流水位狀況傳回土石流應變小組。」

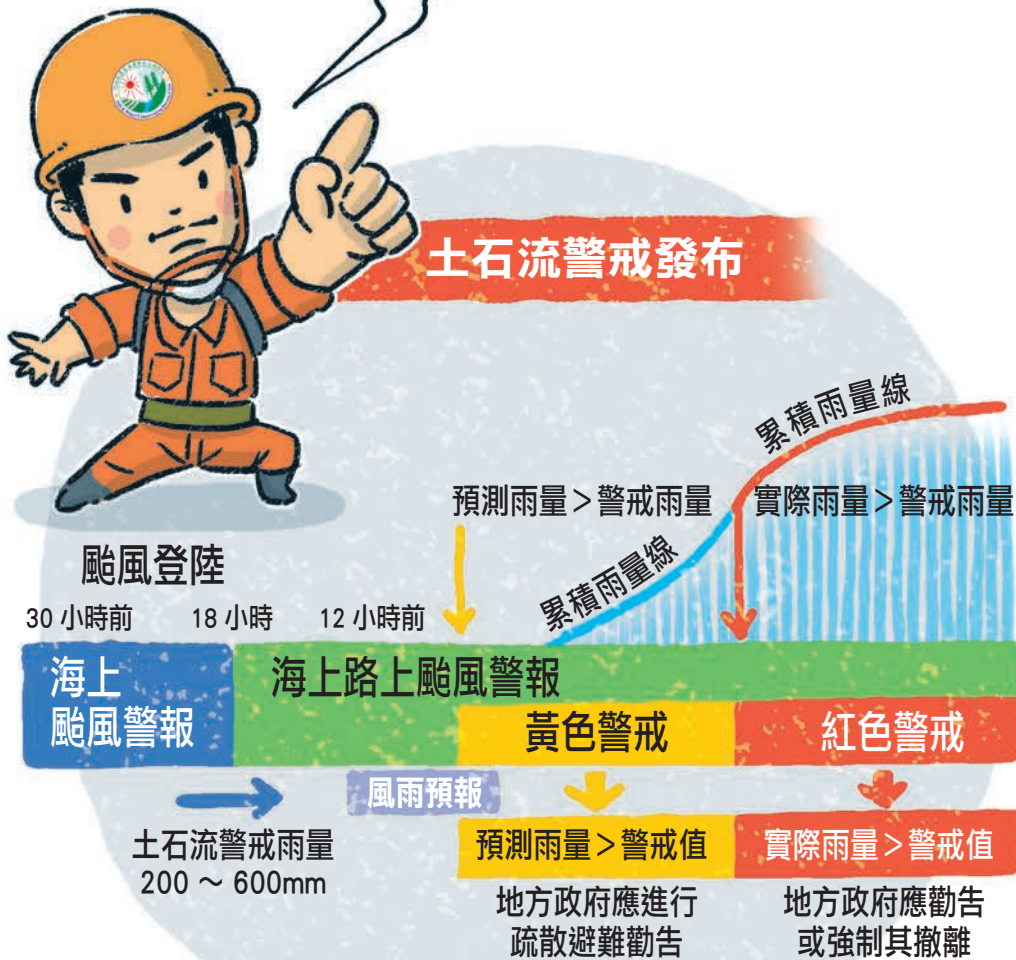
「為什麼要讓他們知道雨量？」

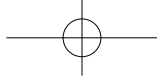
「因為雨量是判斷是否發生土石流的標準，一旦超過土石流警





降雨量的多寡是判斷是否發生土石流的重要依據。當預測雨量大於土石流警戒值的時候，就會發布土石流黃色警戒；當實際降雨大於土石流警戒值時，則會發布紅色警戒，地方政府會勸告或強制居民撤離。





戒值，土石流應變小組就會通知我們趕快撤離到安全的地方。」

「哇！防災專員好偉大，刮風下雨還要出門冒險，以前怎麼都沒聽舅舅說？」小魚對舅舅更崇拜了。

「保護村民的安全，這本來就是我應該做的，沒什麼好說啦！」

「舅舅靦腆地笑著說。」

水土保持戶外教室及教學園區

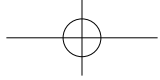
小魚對舅舅身負土石流防災專員的任務，佩服得不得了，很希望自己有一天也能像他一樣。

「土石流防災專員好帥，我以後也可以當防災專員嗎？」

「可以啊！但是要接受很多訓練。」

「那有簡單一點的，不用像舅舅這麼厲害就能做的事嗎？」

舅舅想了一會，「啊！有了！我們這裡有一處水土保持戶外教室



呀！說不定你以後放假可以來幫國小的小朋友解說。」

「什麼是水土保持戶外教室啊？」

「目前全台灣有十九處水土保持戶外教室，北中南東各地都有熱心的地主，將自家的山坡地農園提供水土保持局，規劃為戶外教室讓大家參觀。」

「我們這裡也有人配合嗎？」

「嗯！就是王伯伯的農場，你有去過，還記得嗎？」

「王伯伯的農場……啊！我知道！」

「因為王伯伯想讓更多人知道水土保持的重要性，所以他把農場交給專家規劃成水土保持戶外教室。」

「那和他原來的農場有什麼不一樣嗎？」

「每個戶外教室因為原本的使用目的不同，而有各自的特色，有的是茶園、果園、菜園，或者林場、苗圃等。專家在這些地方規劃設計許多水土保持設施，包括各種截排水的設計、防砂壩、固床工、植生方法、等高耕作、平台階段等，盡量讓大家在一個地方就能看到許多水土保持設施，並有詳細的解說牌，有興趣的人可以前往

有關水土保持戶外教室的訊息，可上網查詢 <http://swcclassroom.swcb.gov.tw/>



145

水土保持戶外教室及教學園區

苗栗大湖四份水土保持戶外教室草類植物認識



台南龍崎區牛埔泥岩水土保持戶外教室土壤沖蝕實驗



台南玉井沙田水土保持戶外教室草類植物根系觀察



台南龍崎牛埔泥岩水土保持戶外教室教學園區

參觀學習；團體還可以申請導覽員解說。透過實地的參訪，可以對水土保持有更清楚的了解。」舅舅說。



學習單

01. () 台灣哪一種地形占全島面積最多？ 1. 平原
2. 山地 3. 盆地
02. () 台灣有哪些天災難以避免？ 1. 地震 2. 颱風
3. 土石流 4. 以上皆是
03. () 我們常說的「梯田」，是指哪一種耕作方式？
1. 平台階段 2. 水耕栽植
3. 山田燒墾
04. () 哪一個不是山邊溝的功能？ 1. 提供作業通道
2. 導流地表水 3. 增加耕地面積

「也許明年的暑假，你就可以來當小小解說員了。」
「我真的可以嗎？」小魚感到很興奮。
「當然要先通過我這關才行。」
舅舅拿出一張紙交給小魚，上面印了一些字。

不會吧！！
舅舅還出考卷！



05. () 用適當的方法在山坡地耕作，做好截排水的措施，可以達到什麼效果？ 1. 良好的水土保持功能 2. 增加產量 3. 以上皆是
06. () 用枯掉的植物敷蓋在作物根部附近的土表，主要的作用是什麼？ 1. 保持溫濕度及提供養分 2. 避免病蟲害 3. 減少落果
07. () 什麼是野溪？ 1. 河川的另一種稱呼 2. 河川的上游支流，平常水量很小。 3. 沒人管理的小溪
08. () 在野溪上做防砂壩的目的是？ 1. 擋住上游沖刷下來的土砂 2. 減少水流量 3. 可蓄水提供利用
09. () 像一層層階梯的消能設計，它的功能是什麼？ 1. 擋住上游沖刷下來的土砂 2. 避免溪床被侵蝕 3. 以上皆是



10. () 什麼樣的野溪需要做水保措施？ 1. 有居民、水庫等保全對象的野溪 2. 景色美麗的野溪 3. 有許多大石頭的野溪
11. () 關於沉砂池的描述，哪一個是錯的？ 1. 可蓄積被水流沖刷下來的土砂 2. 必須定時清砂 3. 也可以充當戲水設施。
12. () 野溪上的水保設施，哪一種會設計在最上游？ 1. 非透過型的防砂壩 2. 固床工 3. 梳子壩
13. () 在自然的情況下，野溪會有什麼樣的現象？ 1. 溯源侵蝕 2. 沖刷兩岸及溪床 3. 以上皆是
14. () 為什麼防砂壩的壩體上有那麼多小圓孔？ 1. 增加通氣量 2. 減輕壩體後方水壓，以利排水。 3. 導引溪水
15. () 用乾砌石護岸或鋪設固床工，除了保護野溪不被沖刷以外，還有什麼好處？ 1. 讓小生物有棲息的空間 2. 景觀比較美麗 3. 比較堅固



16. () 為什麼要在崩塌地上做植生？

1. 為了景觀美麗
2. 讓土石不再繼續崩落，保護下方的保全對象。
3. 栽種作物增加收成

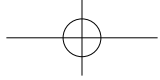
17. () 植物為什麼能保水保土，哪一個解釋是錯的？

1. 植物的根部可以抓住土壤，提高土壤含水量。
2. 因為綠色植物行光合作用，還可以吸收養分。
3. 像為土壤鋪了綠地毯，增加截留雨水的效果。

18. () 以下哪一個解釋不正確？

1. 經過詳細規劃的水保設施完工之後，就可以一勞永逸了。
2. 台灣地質脆弱，土石流天災難防，一切的水保設施都是為了保全對象而做。
3. 設計規劃得宜的水保設施，經過一段時間之後也能恢復原有的自然生態環境。

正確答案：
01. (2) 02. (4) 03. (1) 04. (3) 05. (3) 06. (1)
07. (2) 08. (1) 09. (3) 10. (1) 11. (3) 12. (3)
13. (3) 14. (2) 15. (1) 16. (2) 17. (2) 18. (1)



暑假作業怎麼辦？

小魚花了一些時間作答，他覺得有些題目很簡單，有些題目要想很久，雖然林叔叔和白爺爺都有講過，但是印象有點模糊了。

「頭好痛ㄟ」他皺起了眉頭。

「你已經參加過活動，除非你沒認真聽，不然這些題目一定都答得出來。」

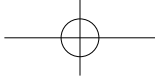
「我都有認真聽啦！只是一下子想不起來。」

「所以才要讓你複習。」

小魚把答案寫好、交給舅舅，他很快看過一遍，高興地點點頭，「嗯，很好，你全都答對了！」

「真的嗎？那我明年可以來當小小解說員囉！」小魚高興得想跳起來。

「可以，希望你有空多來美景村學習，我們這裡就是一個大教材。」



突然，小魚不知道想起什麼事，又像一個洩了氣的皮球，唉聲歎氣了起來。

「怎麼了？」

「我的暑假作業怎麼辦啦！舅舅你都不告訴我，什麼是有意義的事啦！我的暑假作業怎麼辦？」

「答案都已經在你面前了還不知道喔！」

「在哪裡啊？」

「想想看，這個暑假有什麼讓你印象最深刻的事？」

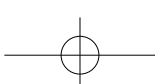
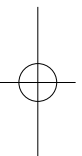
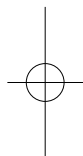
小魚皺起眉頭，很用力地想：「嗯，參加野溪之旅……，啊！這就是有意義的事嗎？」

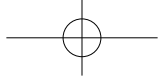
「當然啊！我們住在台灣這麼多山坡地，又多颱風、地震的環境裡，水土保持這麼重要，可是你以前知道嗎？」

「以前有一點點知道啦！但是現在更清楚了。」

「哪些事情更清楚了？」

「又要考試，」小魚小小聲抱怨了一下，然後說：「水土保持可以保護水庫不會在颱風來臨時被土石填滿，讓下游的人沒水用，同





時也保護山坡地居民的安全；而且水土保持專家還是大自然的醫生，能夠讓生態環境快一點復原。」

「太好了！一百分！你不覺得這個暑假很有意義嗎？」

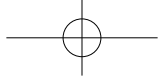
「對喔！」經舅舅這麼一提醒，小魚突然發現，原來自己過了一個這麼有意義的暑假呢！

風雨的考驗

今天一大早，舅舅照例出門去工作，小魚在餐桌上吃早餐，舅媽正在外面的客廳看電視新聞，她把聲音開得很大，小魚在餐廳裡都聽得到，但是他並沒有很仔細在聽，因為他正在想著待會要去找舅舅，請他再多講一些關於土石流防災專員的事。

「啊！有颱風！」舅媽的聲音打斷了小魚的思緒。

小魚一個箭步衝到電視機前面，主播正在播報颱風三天後要來的消



息，而且預測的路徑可能會經過美景村。

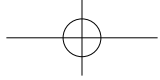
舅媽拿起電話馬上打給舅舅，在電話的那一頭，舅舅已經知道消息，他說要去準備防災的事情。

「小魚，趁現在颱風還沒來，我先趕快送你回家好了。」舅媽說。

「我要留下來幫忙。」
「不用啦！有我們在這就可以了，你不回家，媽媽會擔心。」

舅媽話還沒說完，小魚的手機就響了，是媽媽打來的，原來她也看到新聞





了，要去接小魚回家。

「是媽媽打來的喔，我說的沒錯吧——她會很擔心。」舅媽說。

「她說下午要來接我。」小魚說：「我很想留下來幫忙，可是她說我會給舅舅和舅媽帶來麻煩。」

「嗯——如果你不回家，我們也會擔心。」

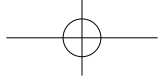
「好吧——那我先去找舅舅，跟他說一聲喔！」

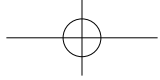
小魚跟媽媽回到家裡，原本打算要開始寫暑假作業，可是一顆心七上八上，怎麼也無法專心，但是又不敢打電話給舅舅，因為知道舅舅現在一定很忙，沒空接他的電話。

隔天，天公就開始不作美，雨勢隨著颱風的腳步逼近而愈來愈大。小魚望向窗外灰霾的天空，還不時地閃電，看了就害怕。

不知道舅舅家的情況怎麼樣了，媽媽說她有打電話問舅媽，美景村的風雨很大，還好目前一切平安，但也不能掉以輕心。

這一整天，小魚都在注意網路上的氣象報告，根本沒心情寫作業。他想：美景村的野溪應該已經變成滾滾黃流了，那些水土保持的設施是不是能發揮功能，保護村民度過颱風災害呢？





「快來看！」媽媽正在收看電視新聞，突然叫了一聲。

小魚馬上衝到電視機前面，「啊——是舅舅！」在電視螢幕中，舅舅穿著防災專員的制服，正在指示村民們疏散的方向。

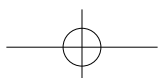
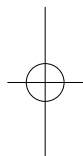
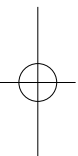
記者身穿雨衣、冒著風雨，站在鏡頭前滔滔不絕地講著美景村現在的狀況，他說現在風雨越來越大，溪流水位上漲，目前美景村平安，但為了確保安全，村民已經陸續疏散到附近的體育館……。

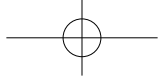
這一天晚上，小魚在床上翻來覆去，腦海裡一直出現新聞中溪水暴漲的畫面，真不敢相信，平常看起來平靜的野溪，一到颱風天會

變得這麼可怕，希望美景村沒事、大家都平安。

不知道在床上輾轉反側了多久，好不容易進入夢鄉，

他又夢到山崩，這次還加上颱風和溪流暴漲，還好出現了一隻很大的手，嗯——挺像梳子壩的，把那些土啊、砂啊，全部都擋住了，讓它們沒辦法作怪，只有一些小小的細砂和碎石從指縫間落下來，保護了底下的村莊。





第二天起來，風雨已經明顯變小了，颱風來得快去得也快。小魚還在想昨天的夢，希望美景村也有一雙能夠保護村莊的大手。

「叮咚、叮咚」，舅舅傳來了訊息，小魚趕緊打開來看。

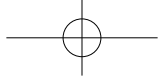
舅舅傳來的是幾張美景村的照片，看起來只有野溪的水變得比較黃濁，還有旁邊的大樹好像被吹亂了頭髮，顯得有點無精打采外，其他看起來一切無恙。其中一張照片是舅舅穿著土石流防災專員帥氣的制服，比著勝利的手勢。

舅舅還傳了一則短短的簡訊：「通過大自然的考驗囉——除了舅媽菜園的菜泡爛了，其他都很好。」

小魚高興得跳起來，趕緊把手機拿給爸媽看，好讓他們放心。

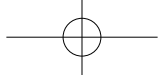
他也回了簡訊給舅舅：「親愛的舅舅，真高興美景村也有一雙大手，能夠守護大家的安全。我的暑假作業一定會是全班最精采的，謝謝您！」

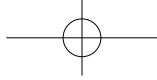




▶ 159

風雨的考驗





水土保持知識探索——

小魚的祕密假期

發行人：黃明耀

編審：李鎮洋 林長立 簡俊發 吳菁菁 王晉倫 陳榮俊 連榮吉 陳美珍
宋文彬 柯勇全 林佑輝 林永昇

顧問：陳樹群（國立中興大學農業暨自然資源學院院長）

企劃製作：遠見天下文化出版（股）公司

行政統籌：林芳燕 湯惟靜

責任主編：文仲瑄 黎筱芃

文字編撰：吳立萍

美術編輯：張思惟

環境插畫：陳桂娥

漫畫插畫：鄭勝鴻

攝影：林育恩

照片提供：黃國鋒、朱嘉宏

出版機關：行政院農業委員會水土保持局

出版日期：103年11月初版1刷

發行所：南投市中興新村光華路6號

電話：(049) 2394300

網址：<http://www.swcb.gov.tw/>

G P N：1010302143

I S B N：978-986-04-2740-0

定價：350元

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

水土保持知識探索：小魚的祕密假期 /
吳立萍文字編撰.--初版.--南投市：農
委會水保局，民103.11
面；公分
ISBN 978-986-04-2740-0(精裝)

1.科學教育 2.水土保持 3.中等教育

524.36

103022067

延伸閱讀

《家在山那邊》行政院農業委員會水土保持局 民國102年

《那些土石流教我的事：人與自然的互會》行政院農業委員會水土保持局 民國99年

參考資料

《水土保持手冊》行政院農業委員會水土保持局 民國94年

《水土保持名詞詞彙》行政院農業委員會水土保持局 民國96年

《水庫集水區-保育治理》行政院農業委員會水土保持局 民國98年

《調和共生-自然·工程(98-99年度治山防災工程彙編)》行政院農業委員會水土保持局

《100年-2011優良水土保持工程專輯》行政院農業委員會水土保持局 民國101年

《永續石門-石門水庫集水區保育治理》行政院農業委員會水土保持局 民國100年

《2012優良水土保持-工程專輯》行政院農業委員會水土保持局 民國101年

行政院農委會水土保持局全球資訊網 <http://www.swcb.gov.tw/>

水土保持與農村再生教育網 <http://learning.swcb.gov.tw/>

土石流防災資訊網 <http://246.swcb.gov.tw/>