

水土保持知識的小寶典

爺爺的魔法書

保護水和土

作者/ 吳立萍

繪者/ 放藝術工作室



行政院農業委員會水土保持局

爺爺的魔法書
保護水和土



輕鬆學習，更認識我們的家園

我們的家園 - 臺灣是一個很特別的島，地形陡峭、多高山，溪流短淺且湍急，加上造山運動持續不斷，所以地形仍在變動中，這些「變動」有時會造成天然災害，例如土石流、山崩、地滑等。生活在這裡，我們得學習如何和大自然共處。

人類生活在大自然中，自古以來，不斷的學習與自然和平相處的方式，從梯田、代田法，到現代的等高耕作、山邊溝等，都是為了要同時能兼顧生態保育與開墾收穫；對於容易氾濫成災的溪流，為了保護住民的安全，也因此產生了一些防治及整治的方法。

這些方法，都是為了保護大自然中的水與土，降低災害的發生機會。萬一不幸災害發生，在避免危及到人們生命財產安全的前提下，必須用人為的方法加速大自然恢復，所以相關的水土保持工程就像是大自然的醫生，而且現代的工程不僅師法自然，還要能融入自然環境，不留下人為的痕跡。

為了讓學齡兒童認識什麼是水土保持，以及它的重要性，本書以趣味性的漫畫故事，介紹坡地利用、防砂工程、崩場地復育等相關知識，以及從古代到現今的做法；還有如何利用現代高科技的監控設施，保障人們的安全。每一篇主題漫畫都搭配相關的學習單，以問答題或紙上遊戲的方式，加深小讀者對於知識性的內容的印象，並在輕鬆有趣的學習氛圍中，對我們的家園更多一分了解。

行政院水土保持局 局長

目錄

序言：輕鬆學習，更認識我們的家園

第一篇 綠色耕種法	04
學習單	10
第二篇 溪流裡的秘密武器	14
學習單	20
第三篇 土地的守護神	24
學習單	30
第四篇 二郎神的眼睛	34
學習單	40

爺爺的魔法書 保護水和土

第一篇 綠色耕種法





我在做夢嗎？

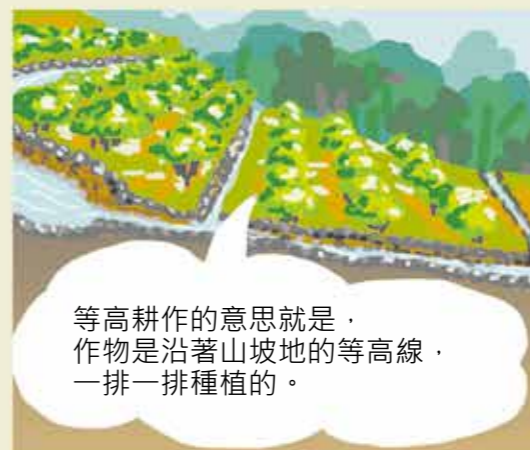
之後到了宋代，東南地區也都有許多梯田的分布，其中又以福建的梯田最多。



發什麼呆？趕快來幫忙！



的確不一樣，梯田通常是用來種水稻，而我們的茶園是一種「等高耕作」。



等高耕作的意思就是，作物是沿著山坡地的等高線，一排一排種植的。



噢？那村子裡山坡地的柑橘園也是等高耕作嗎？



這是怎麼回事？



妳打開的是魔法書。



沒錯

不過兩個山坡地的利用方法不一樣，我們茶園土地利用方式是「山邊溝」，而柑橘園是「平台階段」，平台階段有很明顯的階梯狀。



平台階段就是梯田嗎？



雖然很像，但不能說梯田就是平台階段喔！



什麼魔法書？



裡面有很多古代流傳下來的傳說故事和歷史事件，只要一打開它，就會置身在故事的环境喔！



太神奇了！



平台階段平面的形式有三種，分別是水平式、內斜式、外斜式，需要比較大的開挖，可讓坡度變緩。

水平式

內斜式

外斜式



平台階段是用在比較陡的坡面上，目的是要讓坡度變緩，讓作物可以種在平面上，同時也具有蓄水、排水的功能，可避免下大雨時，雨水很快的往下沖，把斜面上的土壤都沖掉了。



山邊溝乍看之下和平台階段很像，

但卻是不一樣的喔！



好險，還好白爺爺趕快把書闔起來，不然我就要被抓去幫忙下田。



剛剛看到的梯田都很美吧！台灣也有梯田，而且還是美美的水梯田。

可是，這些梯田跟您的茶園不太一樣。



山邊溝比較不需要大量開挖，可將長坡截成短坡。

山邊溝使用在比較不是那麼陡的坡地上，它的作用是為了改變坡長，將坡長變短，作物是種在斜面上的，也具有減緩水流速度的功能，避免坡地土壤被沖刷。

山邊溝



哦~我知道了，保護坡地的水土，避免土壤流光，作物才能長得好！

沒錯，所以不能把整片山坡亂種一通，把坡地都種滿啦！

好聰明的耕種法。

還有啊，古人很早就知道過度開墾容易把土壤裡的養分用光，因此每種一段時間，就要讓土地休息一下。

哈！土地也要休息？

大約兩千多年前的漢代，

不管是平台階段還是山邊溝，雖然可以保護坡地的土壤不會大量流失，但是如果雨下太大，光是這樣還是不夠。

過多的水會向左、向右流到縱向的排水溝裡，再向下排掉。

有些水溝會連通到比較大一點的池子，這池子也具有減緩水流速度的功能。

古人將田地整理成一條條整齊的槽溝，作物就種在凹下去的槽溝裏。

第一年

第二年

第二年作物採收後，再將凸起來的土翻到槽溝裏，也就是讓原本凸起來的地方凹下去，然後再種下作物。

這種方法稱為「代田法」。

水積在這裡也可以用吧？

當然可以，拿來灌溉作物剛剛好。

池子裡還有水生植物，也有很多水生昆蟲喔！還有蜻蜓和青蛙。

水對於環境真的太重要了。

小姑娘，妳別在這，我正在翻土，妳到上面去吧！

對不起

不翻就不能種嗎？好奇怪呀？

不要打擾人家。

我還不想回去.....啊.....

怎麼這麼快就回來。

妳有看出裡面的智慧嗎？

我們回去再說吧！

哇！太棒了！

不過，要留住水，

在坡地上耕種真的很不容易啊！

台灣的坡地農業利用已經有兩百多年歷史，現在不論在整地規劃，以及排水、蓄水等各方面都更有水土保持的概念。

也要排掉水。

不知道他們在忙什麼。

就是要讓第一年有種作物的土地，第二年休息，然後第三年再交換。這樣土地裡的養分不會每一年都被作物吸走了。

對！可是這些槽溝的用途不一樣。

白爺爺的茶園裡好像也挖了很多縱向的槽溝。

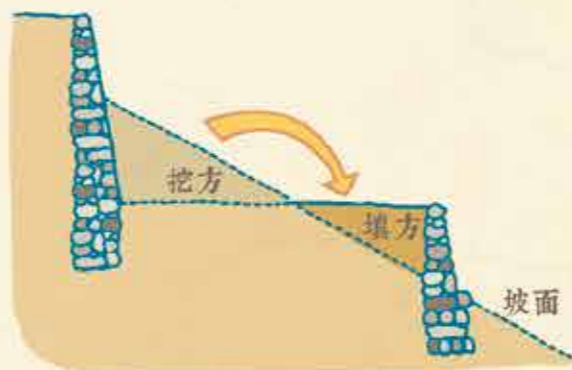
我還想看！

魔法書一次只讓人看一個主題故事，下次再來玩吧！

好神奇的魔法書，它不但會帶讀者進入故事的情境中，還會在書裡設計一些難關來考考你，現在就來接受挑戰吧！

(一) 臺灣是個多山坡地的島嶼，因此很多農牧地都在山坡上，並整理成一階一階的「階段」。以下哪一個做法是錯誤的呢？

1. 用挖出來的土再去填土，像這張圖表示的做法。



2. 每一階下方用來擋土的矮牆，可以用當地的石塊來砌築。
 3. 坡地農業採用階段的利用法，所生產的農作物產量會比較少。

(二) 順著山坡的地勢，橫向一排排種植，叫做「等高耕作」，這也是一種坡地的農業利用方式。以水土保持的角度來看，這種方式可以為環境帶來許多好處，其中哪一個是最重要的呢？

1. 增加雨水下滲的機會，減少土壤流失。
 2. 整齊美觀，方便栽培管理。
 3. 作物比較容易長得好。

(三) 階段或等高耕作的坡地土地利用，都會有好幾條截排水溝，如果沒有這些截排水溝，有可能會發生什麼事？

1. 作物被小動物吃掉。
 2. 土壤流失加速，作物被沖走。
 3. 作物產量增加。

(四) 關於坡地設施上的農塘，以下哪一個說明是錯誤的？

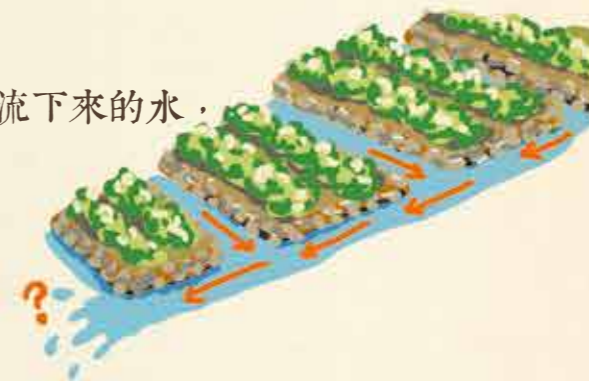
1. 農塘有蓄水的功能，也可以用來灌溉作物。
 2. 如果沒有農塘，有可能會發生土石流。
 3. 農塘提供水生動植物生長的環境，可以豐富自然生態。

(五) 坡地栽植有很多枯枝落葉，以下哪一種做法是最好的處理方式？

1. 清掃乾淨以免孳生蚊蠅。
 2. 拿來蓋在作物根部附近，可以保持土壤溼潤，腐爛後還能成為土壤中的養分。
 3. 直接燒掉當成肥料。

(六) 從坡地栽植所附設的排水溝流下來的水，最後會流到哪裡去呢？

1. 蓄水池。
 2. 溪流裡。
 3. 水井裡。



(七) 保留作物根部附近低矮的草類植物，可以有什麼好處？

1. 保護地面，避免雨水直接打擊土壤而流失，也能阻截地表水的流動，增加土壤的滲透力。
 2. 可以讓土壤變得比較乾燥。
 3. 可以減弱紫外線的強度。



在坡地栽植上做了這麼多措施，是爲了要保水護土，這些水和土，真的那麼重要嗎？

這裡有很多在坡地栽植環境中會看到的動植物，請你想想看，哪些動植物需要喝水，或在有土壤的地方生活，請在框框裏打勾。

然後，再請將動植物們彼此之間有「吃」或「被吃」關係的連在一起，你可以發現牠（它）們之間可以串連成食物鏈及食物網。



青蛙 水 土



稻子 水 土



橘子 水 土



青菜 水 土



魚 水 土



毛毛蟲 水 土



白鷺鷥 水 土



玉米 水 土



蝴蝶 水 土



老鼠 水 土

人 水 土



老鷹 水 土



花 水 土



從這個遊戲就可以看得出來，每一種動植物都需要水，雖然有一些好像不是直接需要土壤就能存活，但透過食物鏈的串連，還是能發現土壤也很重要，少了它真不行。

爺爺的魔法書 保護水和土

第二篇 溪流裡的秘密武器





防砂壩的形式有很多種，要用哪一種、要築幾道、怎麼搭配，都必須視當地的環境而定。



其實，這許多層的防砂壩，也具有減緩水流衝力的功能喔！

您是說本來很急的水，因為得通過一層一層的緩衝設計，水流就變得比較慢。



有防砂壩的溪流，可以將土砂擋在壩體後方，保護下方的住家或水庫。

當土砂淤高後，改變了溪床的地形，可以使水流減緩或減少沖刷。

對呀！水流慢一點可以避免繼續往下游造成災害。



對了，不是每一條溪流都要做防砂壩，是有要保護的對象才會做。



還好我們這裡的野溪有做這些保護，我們才可以住得很安心。

那下游是不是就不用保護呢？

是用不一樣的保護方式。



先讓魔法書帶我們去古代，看看古人怎麼做！



今天魔法書會帶我們去哪裡呢？



救命啊！



發生什麼事了？



我們現在在古代黃河的下游！



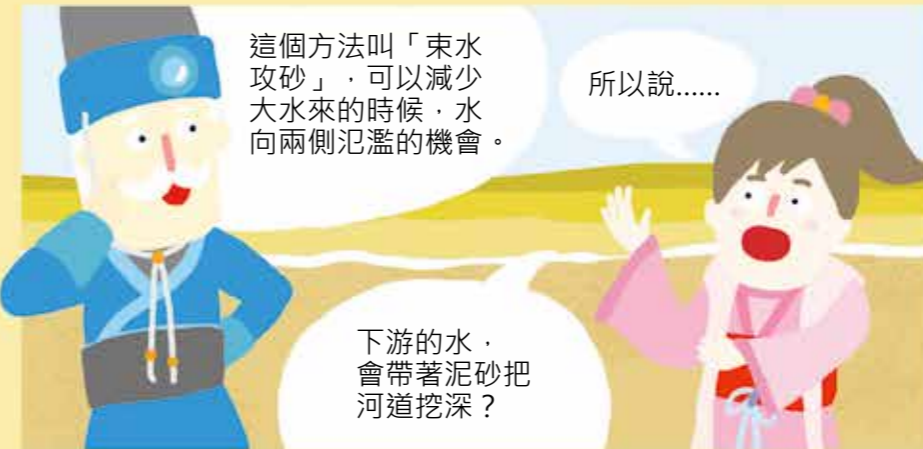
自古以來，黃河就是一條很容易氾濫的河流，而且沖刷量很大，河水挾帶大量泥砂，經常都是黃濁的。



四百多年前，明朝一位朝廷官員潘季馴，以築堤防的方式來解決這個問題。

1. 遙堤：縷堤外緣的第二道堤防保護。
2. 格堤：擋住從縷堤溢出的洪水，並促使泥砂沉積，使堤防得到加固。
3. 縷堤：沿河岸修築，可將河道縮窄。
4. 減水石壩：設在遙堤上，可以讓過多的水流走。

他在岸邊設計「縷堤」，將河道縮窄，集中河水，加強往下加深的沖刷力量。



這個方法叫「束水攻砂」，可以減少大水來的時候，水向兩側氾濫的機會。

所以說……

下游的水，會帶著泥砂把河道挖深？



嗯，在自然的情況下，會挖深也會向兩側侵蝕。



這是什麼？



啊～超級大老鼠！是誰惡作劇啦！



哈哈！

我們現在來到清朝。這是用籐編的工具，叫「驅泥引河籠」，是一個叫陸千戎的人發明的。



它的尾部是一個開口，朝向河流的上游，嘴巴對著下游。它可以將河水集中沖力從嘴巴流出。



因為在自然的情況下，上游的沖刷力比較強，

水所挾帶的泥砂到了下游開始堆積。



它的出口流速大約是進口流速的十倍，可以達到局部沖刷的目的。

幹嘛要做出老鼠的樣子，很嚇人耶！



這是古人的創意啊！



下游的河道堆積容易造成氾濫。

所以要加強它的沖刷力量，加深河道並讓泥砂慢慢往河邊堆成灘地。



但是上游就要想辦法減緩沖刷力量，以免到中下游造成災難。



又譬如三百多年前的台灣，



有人在新店溪裡放裝有石頭的竹蛇籠。

築成攔水堤壩，提高水位，讓溪水可以流入圳道，用來灌溉農田。



嗯，我們回去吧！



從古到今，水的治理方法大都不離這個原則：上游用防堵，下游用沖刷。

為什麼？



現在我終於知道，為什麼我們這裡的野溪有這些東西了！



水土保持的學問真的很多，以後再慢慢告訴妳。

好期待喔！



台灣有許多大大小小的河川和溪流，有些在上游地區的溪流，因為附近有住家或道路等需要保護，所以會設置防砂壩。請想一想以下這些問題吧！

(一) 想像你是一塊山上的大石頭，有多大呢？直徑大約一百公分。有一天下很大的雨，溪流流得好快、好急，打在你身上的力氣好大，還把你沖進溪流裡。一路上水勢相當湍急，一會兒之後，你看到前面有梳子壩，壩體之間一道道的縫隙好像比你的直徑還小，你覺得會發生什麼事？



(二) 溪水流經一道道橫向的防砂壩，速度也漸漸緩和了下來，以下哪一個說明是正確的？

- () 1. 因為有些溪水滲入地下，有些蒸發了，所以水量變小，流速也減緩了。
- () 2. 水從高處落下會產生較大的力量，如果經過一層一層構造物的緩衝，力量就可以減緩。



(三) 連續性防砂壩中間的空間，具有什麼作用呢？

- () 1. 為了讓溪流變得更有層次，增加整個自然景觀的美感。
- () 2. 可以讓水的流速變緩，讓部分土砂在這裡沉積。




(四) 臺灣的溪流有哪些特性？

- () 1. 因為地形陡峭，所以流速較快，上游的沖刷力較強。
- () 2. 因為地形平緩，所以流速緩慢，上游的沖刷力很弱。



答案：(一) 被掃往壩體後方、(二) 2、(三) 2、(四) 1



把土砂一次通通擋掉會比較好嗎？當然不好，
要讓一些較細小的土砂從梳子壩柵欄狀的縫隙
隙流下去，隨著水流到中、下游堆積成平原，
我們才有平坦安全的地形可以居住。

這是一條曾經發生過土石流的野溪，為了保護沿
岸的住家及道路、橋樑，所以一定要讓野溪不再
氾濫成災，才在溪裡設置了防砂壩等保護設施。
請你看看這張圖，用鉛筆從上游順流而下畫出水
流方向的箭頭。在經過每一道防砂壩的時候，同
時閱讀旁邊的說明文字，就能知道防砂壩怎麼發
揮保護的功能。

防砂壩不是越高越好，較低矮的防
砂壩就能發揮功能，也不會擋住水
中小動物的去路。

連續性壩體中間的空間，可以讓水
流減緩，使部分土砂沉積下來。

在溪流裡放置高低錯落的石塊，可以
讓水的流速減緩，也可以讓小動物有
躲藏的空間。能夠融入大自然的整治
工法，才是最佳的設計。

上游因為水道窄，水流急且沖刷力強，
防砂壩通常會做得比較高；再往下游，
沖刷力沒那麼強大了，則會用連續性的
矮壩。

土石流是自然的現象，不是每一條溪流都
需要防砂壩或其他整治的工程，而是在有
需要保護的對象時，才會進行整治。

爺爺的魔法書 保護水和土

第三篇 土地的守護神

為什麼要種那麼多樹苗啊？

小櫻，那邊很危險，趕快過來。

白爺爺，他們在山坡上種樹。

對呀！要把這片山坡變成森林。

森林不是會自己形成嗎？

好棒！又可以進去玩了。

走吧！

哇！好美的森林。

這片森林是有歷史的喔！六百多年前明朝的開國皇帝朱元璋，認為森林很重要，尤其是山坡地上的森林，所以他嚴格禁止非法砍樹。

發生什麼事了？

樹被砍了，光禿禿的很難看。

不只是這樣而已，光禿禿的山坡地很容易造成水土流失。

這...會不會太嚴了？

真的很嚴，不過蠻有效果的。

他禁止砍樹，也要人民種一定數量的樹木，如果有人敢違抗，就會被抓去充軍。

難道沒有別的辦法嗎？

為什麼森林能夠避免水土流失？

因為植物的根會把土壤牢牢的抓住。

有，大約一千年前的宋徽宗，他用獎勵的方式，對植樹造林有貢獻的官員加官晉級。

哇！我的一點也動不了你耶。

就算是你也抓得很緊。

森林也像是鋪在大地上的吸水海綿，它可以減緩雨水的沖刷力量，還能保持住一些水分。

好有趣喔！

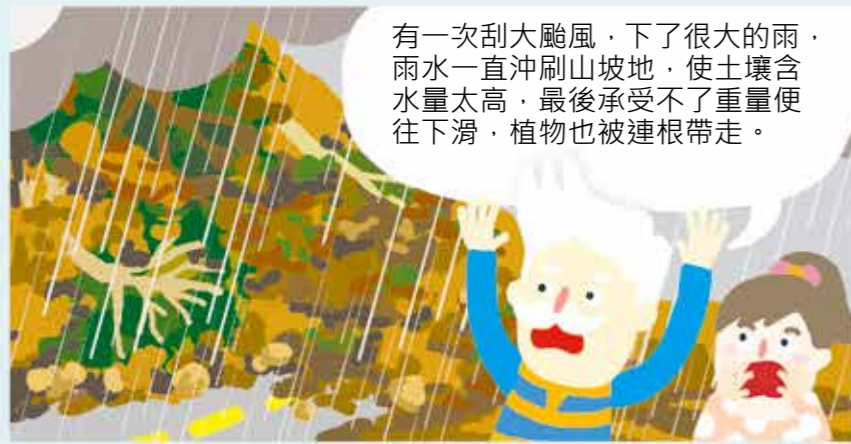
古人很早就重視森林了。

走吧！去看看！

甚至還有大臣向皇上建言，如果不重視森林，就不配做君王。

大約兩千七百年前，齊國的管仲就是一位這麼有膽識的大臣。





有一次刮大颱風，下了很大的雨，雨水一直沖刷山坡地，使土壤含水量太高，最後承受不了重量便往下滑，植物也被連根帶走。



土壤流失了，在自然的情況下植物很難生根發芽。不能讓土壤一直流失，因為下方有道路，很危險的。



咦？他們在做什麼？

喔！這裡的坡地比較沒這麼陡，可以用另一種方式來復育。



這些都是混合了植物種子、有機質和肥料的土壤包，將它一包包放在坡面上，用錨釘固定，一段時間之後裡面的種子就會發芽生長。



原來是這樣，難怪要在上面種樹。



那.....還不是會滑下來？



所以要先把坡地整理好。

坡地怎麼整理？



就是要先讓坡面穩定。



小苗會慢慢長大，



成為一片草地或者是森林，



然後吸引小動物進來棲息，生態就變豐富了。



所以說，再過一陣子，這片光禿禿的坡地就會綠意盎然了。



看到了嗎？這些人就是在做坡面穩定的動作。

穩定的工作做好以後，再來就是復育，要在坡面上種樹苗或噴植。

噴植怎麼噴啊？



當然是希望這樣囉！



大自然都有自我復育的能力，只是需要較長的時間，

那個遠遠山頭，也有一片光禿禿的坡地，那為什麼沒有人去復育呢？



將種子和肥料、土壤、黏著劑與水充分混合攪拌，再用強力壓縮機噴在坡面上。



還要幫傷口呼呼喔！

噴植後，再鋪上稻草蓆，用來保濕、保溫，促進種子發芽。



若復育速度較慢，而且下游有需要保護的對象，才需人為加強復育。



喔！我現在才知道，森林坡地保護真的很重要。



魔法書也很重要。

謝謝魔法書帶我們增廣見聞！

有機會到山區，可以觀察一下四周的山脈，或許能夠看到青翠山頭上出現黃色的崩塌地。關於崩塌地的復育工作，你現在了解多少呢？請試著回答下面的問題吧！

(一) 當一片坡地上的森林被砍伐了，露出光禿禿的土地，除了影響地球生態環境，還會發生什麼事情？

- 1. 無法保水保土，水土很容易流失，增加崩塌的危險。
- 2. 讓大自然多一些美麗的景觀變化。
- 3. 可以減緩地球溫室效應的現象，讓海平面降低。



(二) 有栽植植物的坡地，比沒有植物覆蓋的坡地，比較不容易發生崩塌，這是為什麼呢？以下哪一個答案是錯誤的？

- 1. 因為植物會行光合作用，使土壤的密合度比較好。
- 2. 植物的根部會抓住土壤。
- 3. 植物在地表上的莖葉部分，可以保護土壤。

(三) 有植物的坡地，土壤的保水性會比較好，知道是為什麼嗎？

- 1. 植物會分泌水分。
- 2. 植物的根部會在土壤中產生縫隙，這些縫隙使土壤可含水的空間增多了。
- 3. 植物可以吸引許多人來觀賞。



(四) 臺灣的山坡地容易發生地滑山崩的原因，以下說明哪一個是錯的？

- 1. 臺灣的山地地勢陡峭，加上多地震，容易造成土石滑動。
- 2. 臺灣夏季經常發生颱風，並在短時間內帶來大量的雨水，使坡地土壤的含水量過高而滑動。
- 3. 因為臺灣的氣候太乾燥了。

(五) 自然天災造成的山坡地崩塌，在什麼樣的情況下才需要優先復育？

- 1. 原本美麗的風景被破壞時。
- 2. 大量植物跟著滑動時。
- 3. 會影響到附近的住家、道路或水庫時。



(六) 崩塌地復育會用哪一些種類的植物？

- 1. 當地的原生種類及適合水土保持的植物。
- 2. 美觀好看的植物種類。
- 3. 樹形較大可以遮蔭的種類。



(七) 關於崩塌地復育，以下哪一個說明是錯誤的？

- 1. 長有植物的坡地，比光禿禿的坡地水土保持效果更好。
- 2. 將植物種好之後，崩塌地復育的工作就算完成了。
- 3. 將植物種在崩塌地之前，要先將坡地做好穩固的工作。

這是一片山坡地從崩塌到復育，在不同階段拍的照片，請依照復育的過程，將照片從 1-4 寫上編號。



1
2
3
4

爺爺的魔法書 保護水和土

第四篇 二郎神的眼睛







我看到除了攝影機以外，好像還有很多不同的設備。



這些觀測裝備互相搭配，可以讓防災人員有更多判斷的依據。



鋼索檢知器
當土石流衝出撞斷了鋼索，會自動傳送鋼索斷裂的訊息，通知人員。

攝影機及紅外線投射燈
可以拍下野溪的情況。

地聲檢知器
可以在上游發生土石流時量測地表的震動訊號。

土壤含水量感測器
檢測土壤中的水分飽和度，如果水量過多，可能會造成土石滑動的危險。

水位計
在洪水來臨時測知水位高度。

雨量計
在下雨時測得當地即時雨量。

不管是固定、行動或簡易式土石流觀測站，這些儀器測知的訊息，都會透過網路衛星或行動通訊發送到水土保持局。

所記錄的現地資料可提供修訂土石流警戒雨量值的重要參考依據。





在有可能發生土石流危險的地方，一定都要做很多保護的措施，但光是這些保護還不夠，還需要隨時嚴密觀測，萬一有土石流發生的前兆，居民就要趕緊撤離到安全的地方。請試著回答以下的問題吧！

(一) 以下哪一項不是土石流觀測設備？

- () 1. 鋼索檢知器。
- () 2. 土壤含水量感測器。
- () 3. 測距儀。

(二) 在地形陡峭，不容易到達的地方，但又必須近距離觀察時，通常會使用哪一種空中觀測方法？

- () 1. 衛星影像。
- () 2. 無人載具飛行器拍照。
- () 3. 航空攝影。



(三) 利用各種高科技儀器得到的土石流觀測資料，會傳送到哪一個地方進行判讀？

- () 1. 水土保持局。
- () 2. 遙測中心。
- () 3. 氣象局。



(四) 哪一種觀測的方法，可以觀察到的面積最大？

- () 1. 衛星影像。
- () 2. 無人載具飛行器拍照。
- () 3. 航空攝影。



提高警覺，每個人都能當觀測員！

(一) 土石流的發生是有條件的，知道是以下哪一組最正確嗎？

- () 1. 雨量多、土石多、坡度陡。
- () 2. 雨量多、植物多、土石多。
- () 3. 土石多、坡度陡、日曬多。

(二) 例用視覺、嗅覺、聽覺和觸覺，也可以觀察土石流可能發生的徵兆。請分辨以下四組現象，分別是由哪一種感覺器官來觀察，將正確答案寫在空格裏：

- () : 附近有山崩或土石流發生、野溪流量突然改變、溪水中帶有流木、溪水異常混濁、動物有異常行為。
- () : 有臭土味。
- () : 有異常的山鳴、溪流中有石頭撞擊聲音 (Go、Go 聲)、樹木裂開聲及火光或像雷光的閃電。
- () : 感覺地表震動。



答案：(一) 3. (二) 1. (三) 2. (四) 1.

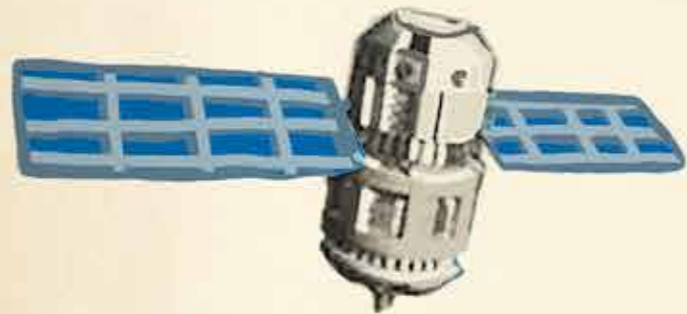
這幾張照片拍的都是同一個地方，但是用不同觀測方法所拍的，你可以分辨得出來嗎？請將照片和觀測的方法連在一起。



1



2



A. 觀測衛星



B. 航空攝影



C. 無人載具飛行器



D. 專人手持相機



3



4

1-C
2-A
3-B
4-D



爺爺的魔法書 —— 保護水和土
行政院農業委員會水土保持局

