

山裡的 炸彈客



行政院農業委員會水土保持局

小天下



山裡的 炸彈客



守護家園一起來！

民國98年，莫拉克颱風造成臺灣中南部山區嚴重土砂災害，致使小林村慘遭掩埋，這不僅是我們的震撼教育，也引發了全球關注，而釀成這場巨禍的元凶就是大規模崩塌。隨著極端氣候逐漸成為常態，大規模崩塌災害在全球各地輪番上陣，已是世界各國都不能不正視的新興防災課題，其影響範圍之大、損害之深，遠超過任何單一特定災害，你我豈能等閒視之？

臺灣的天然資源不多，面對的自然災害卻很多，長久以來更深受土砂災害之苦，但相關的科普知識多半艱澀冰冷，使普羅大眾敬而遠之，尤其大規模崩塌對全民來說，更是陌生的新名詞。





水土保持局長年關注防災及大規模崩塌議題，常常看見生命財產的損失往往來自於觀念建立不完全所導致，因此如何養成民眾自主防災救災的機制與能力，落實民眾教育、建立正確觀念以達到「平時預防、災害應變」的目標，便成為水土保持局另一項重要工作。有鑑於此，於今年提出「氣候變遷下大規模崩塌防減災科普素養推廣計畫」，蒐集國內外相關議題、案例及科普素材，轉化編製成校園推廣教材，並辦理教師工作坊及科普宣導活動，盼能透過閱讀與教育推廣，深耕下一代對大規模崩塌防減災的觀念，進而建構全民防減災意識。

《山裡的炸彈客》一書透過發生在水土山林的一宗奇案，帶領孩子初探大規模崩塌的威力，並跟著動物夥伴們一起抽絲剝繭找真凶，進而逐步深入知識領域，引導孩子自主觀察、思考、發現問題，將大規模崩塌知識和防減災觀念融入故事之中，是孩子認識臺灣土砂災害的最佳途徑。

水土保持是環境教育中相當重要的一環，希望透過本書能使艱深的大規模崩塌知識輕鬆上手，讓防減災觀念從小扎根，就像埋在頹圮森林的種子，未來必能茁壯成療癒大地傷痕的希望。

行政院農業委員會水土保持局局長

李鎮洋



雷^カ雨^ノ來^カ得^カ快^ク， 去^ク得^カ急^ク，
雨^ノ水^ヲ將^シ樹^ノ林^ヲ沖^ク刷^ク得^カ格^外清^ク新^ク亮^ク眼^ヲ，
在^リ陽^ノ光^ノ下^ニ閃^ク著^ク金^ノ光^ヲ。









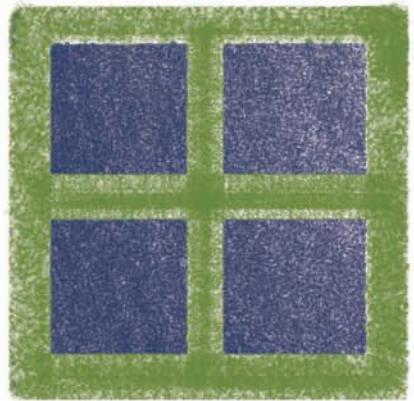
入_レ夜_ニ後_ニ，

小_レ動_ク物_々們_ハ各_々自_ラ回_ル到_ク溫_ク暖_ク的_な家_ニ，

只_レ見_ル穿_ク山_ヲ甲_ノ先_ニ生_ル正_ニ急_ニ急_ニ忙_ニ忙_ニ的_な搬_コ家_ニ。

「外頭好像有人敲門？」

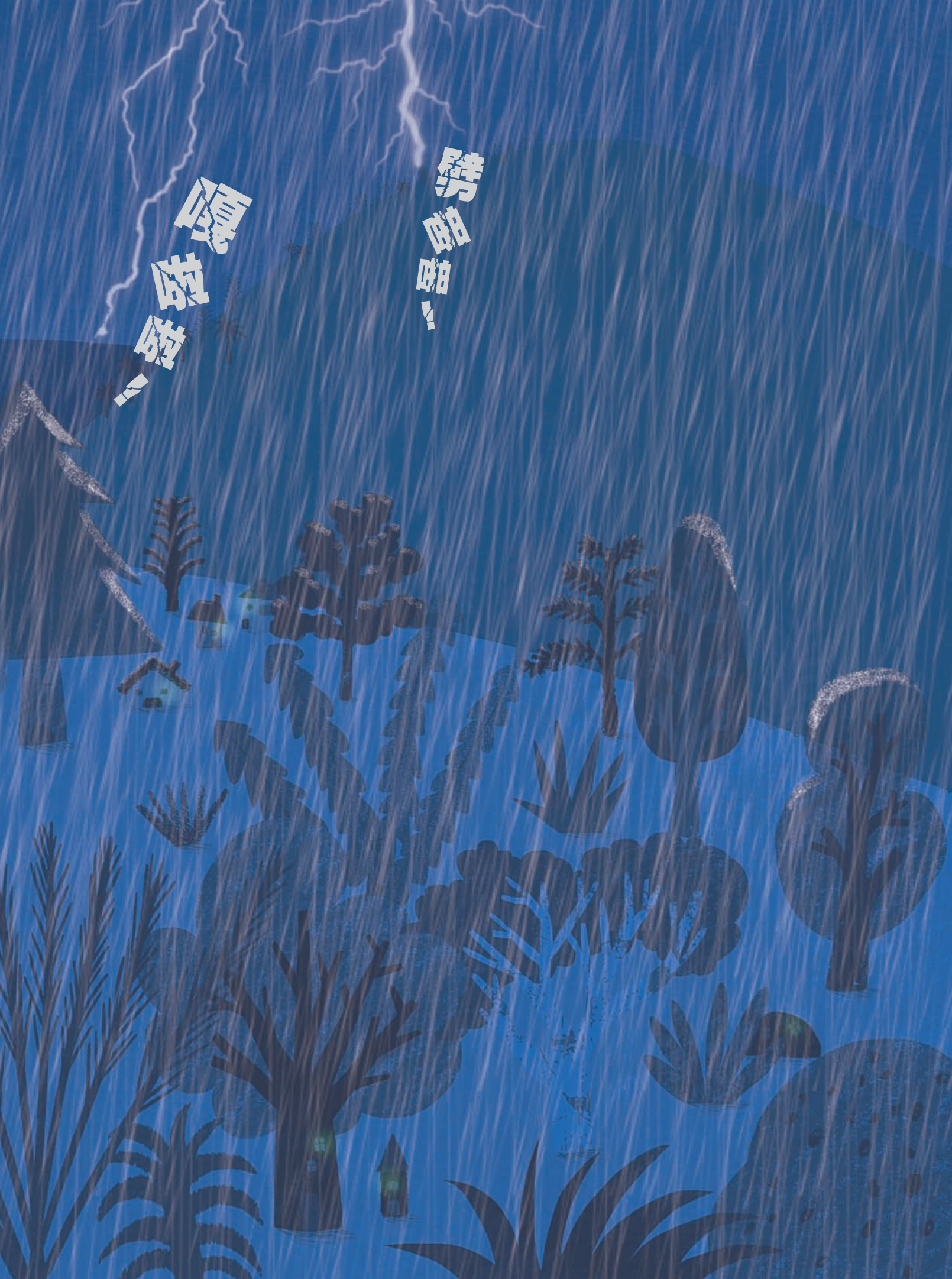
小猴隱約覺得今天好像和平常不太一樣。





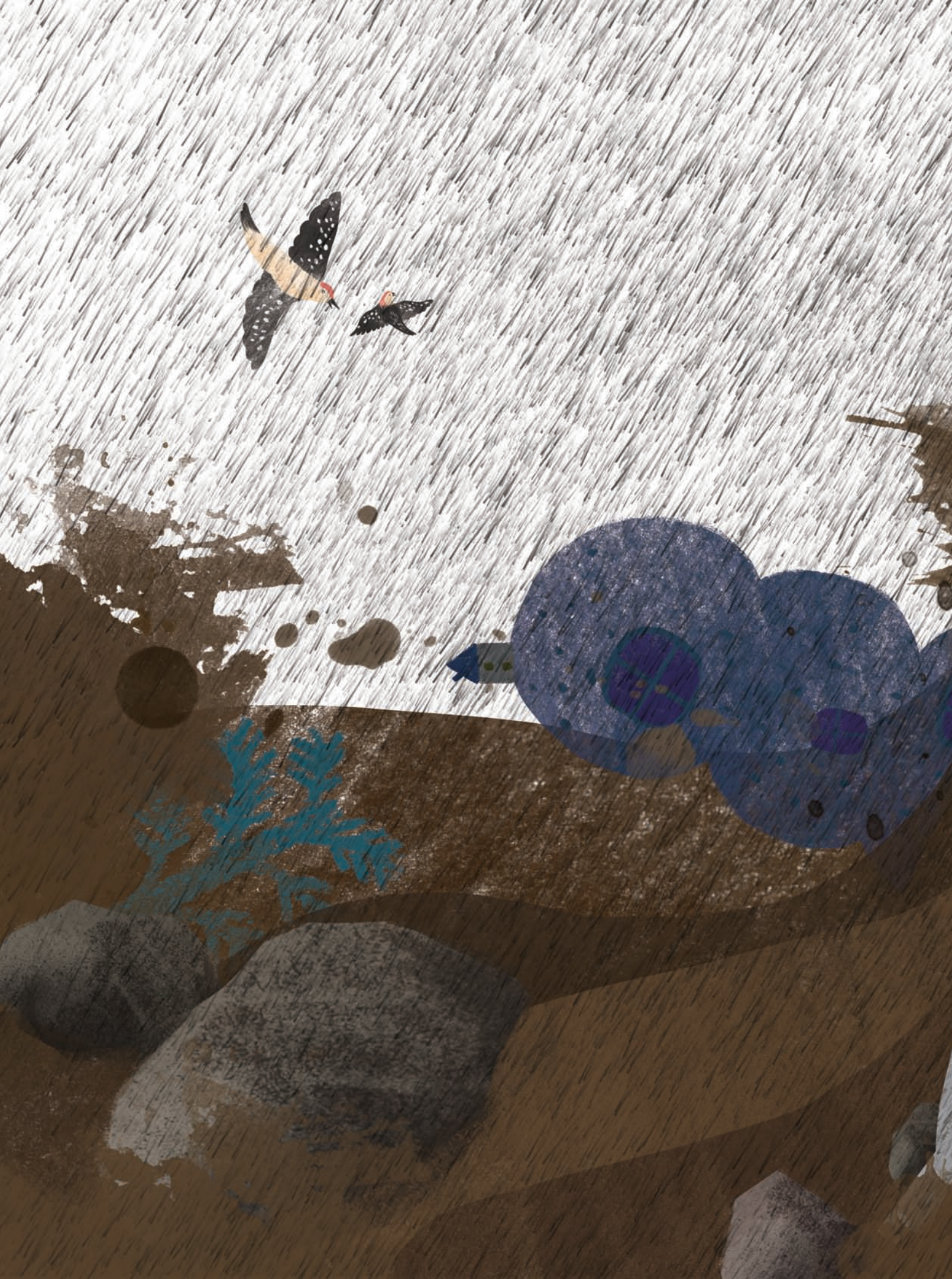
轟
隆
隆






嘩
啦
啦

劈
啪
啪





大雨持續下著，
大石頭、小石頭、大量的泥巴……
順著山坡滑下來，
啄木鳥的家被連根拔起。



「是誰攻擊了水土山林？」貓頭鷹爺爺
打破沉默，指著前方大石頭與爛泥巴
堆疊起來的大土山。







「這其中一定有问题！」小猴大聲嚷嚷。

「不是我喔，我最乖巧了。」小兔子怯怯的說。

「我沒有亂挖洞喔！」狐狸大叔說。

「我現在已經沒有力气爬樹嘍。」狒狒太太說。



「這麼的危的確確是個攻擊行動！
要不是察覺有異一連夜撤離，
我們一家早就被掩沒了。」
穿山甲先生激動的說。







「你們看！」順著小猴手指的方向望去。
遠方出現一位穿著橘色連身衣的大熊，
他的樣子十分奇特，有點可疑。



小動物們瞬間安靜下來，
一個挨著一個，
靜悄悄的走向大熊。





大熊不發一語，

繼續往森林前進，

小動物們緊跟在後。







來_カ到_ク山_ノ頂_ノ上_ニ的_カ山_ノ神_ノ廟_ニ， 往_キ下_ニ俯_シ視_ハ受_テ創_ル的_カ森_ノ林_ヲ，
小_シ猴_ノ想_ヒ起_ス那_ノ天_ノ爸_ノ爸_ノ幫_テ他_ノ做_ル的_カ盪_カ鞦_ノ鞞_ヲ，
難_シ過_ス的_カ放_シ聲_ト大_ク哭_ク。





「我_ワ知_チ道_ダ是_ハ誰_ニ破_ク壞_レ了_カ水_ノ土_ノ山_ノ林_ヲ。凶_ト手_ニ是_ハ一_ト個_ノ躲_カ藏_キ已_ハ久_ク的_カ不_レ定_ク時_ノ炸_シ彈_カ客_ヲ。事_ハ實_ハ上_ニ，我_ニ已_ハ經_ヒ追_ク蹤_ク他_ヲ有_ニ一_ト陣_ヲ子_ヲ了_カ。」大_ク熊_ト說_ク。





捉住他！
捉住他！

捉 CHUÈ

住 ZHÙ

他 TĀ

捉 CHUÈ

住 ZHÙ

他 TĀ

森^{から}林^{から}居^る民^が怒^り氣^を沖^つ天^を，
驚^か擾^を到^る山^の神^様爺^爺。



「這_世個_世炸_炸彈_彈客_客啊_啊，有_有時_時是_是個_個小_小矮_矮子_子，
有_有時_時是_是比_比巨_巨人_人還_還要_要大_大上_上一_一百_百倍_倍的_的怪_怪獸_獸，
神_神出_出鬼_鬼沒_沒搞_搞破_破壞_壞，但_但從_從來_來沒_沒有_有人_人能_能活_活捉_捉他_他。」
山_山神_神爺_爺嘆_嘆了_了口_口氣_氣說_說。



看來，是時候跟水土山林說再見了。
山神爺爺往天空吹一口氣，給了每人
一個錦囊，小猴悄悄的打開來，錦囊
中滿滿的種子。

「歡迎大家搬到熊大村。」大熊誠摯的
邀請。

此時，媽媽牽起了小猴，跟上大熊的
腳步，輕快的哼起大地之歌。







狼，最好永遠不要來



看了前面的故事，你認為大規模崩塌是什麼呢？



我猜是土石流，不然就是山崩吧……



是因為人類亂砍樹，還是水土保持做得不夠好，才讓它有機可乘？



我們動物夥伴都很愛護樹木，人類才會亂砍樹。



如果人類不亂砍樹，又做好水土保持，大規模崩塌就不會發生了嗎？



好像是這樣……又好像……我不知道啦！



你覺得什麼樣的地方容易發生大規模崩塌呢？



欸，應該是山裡面，或是山腳下吧……



崩塌過一次，就永遠免疫了嗎？



但願如此……



相信各位小朋友和水土山林的動物夥伴們一樣，對大規模崩塌這個不定時炸彈客感到既陌生、害怕，又一肚子疑惑。其實大規模崩塌是一種自然現象，而且已經存在很久了，並不是新來的環境殺手。但奇怪的是，這幾年它抓狂的時間越來越頻繁，光是**2014**年，美國、印度、阿富汗、斯里蘭卡、尼泊爾都發生了大規模崩塌；而在**2017**年，中國四川茂縣也發生了一起大規模崩塌事件，造成**120**多人被掩埋，災情十分慘重，引起世界各國的關注。



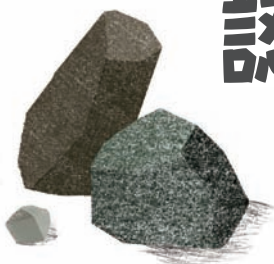
臺灣地震多，地層不穩定，也曾發生過好幾次恐怖的崩塌事件，例如**2009**年的小林村事件奪走**426**條人命，就是大規模崩塌造成的，因此對我們來說，大規模崩塌更是無法逃避的問題。

「熊大叔，你是嚇我們的吧？」熊大叔還真希望大規模崩塌只是「狼來了」呢！但很抱歉，這可不是危言聳聽。所謂「知己知彼，百戰百勝」，既然我們無法逃避它，不如認真去了解它，試著找到和平共處的方式，才能在大自然間趨吉避凶。



接下來，身為土石流防災專員的熊大叔，就要帶你來好好認識一下這個不定時炸彈客，並且一起找找導致它抓狂的可能原因，也許聰明的你能幫大家找到防治的好方法喔！

各位未來的防災小尖兵，準備好面對它了嗎？**Let's go**！



認識山裡的炸彈客

大規模崩塌

「崩塌」是地球表面常見的自然現象，是因為坡地本身（例如構造、地形、地下水等）不穩定，又受到外來因素（例如降雨、侵蝕、地震、開發等）的誘發，而造成土石移動，當它的規模超過一定程度，就稱作「大規模崩塌」。

大規模崩塌之所以引起舉世關注，除了每每發生之時總是帶來難以估計的損失，甚至造成重大傷亡，最令人憂心的是，目前科學家對於大規模崩塌的預警和防治都還沒有找到有效方法呢！

這是 21 世紀人類面臨的最大防災挑戰，全世界都在尋找因應的辦法，想加入作戰行列，我們就必須先了解「敵情」。首先，讓我們來看看它的威力究竟有多強大。



■ 2001 年加拿大



■ 2014 年阿富汗



■ 2014 年美國華盛頓州



■ 2001 年薩爾瓦多



■ 2011 年巴西里約

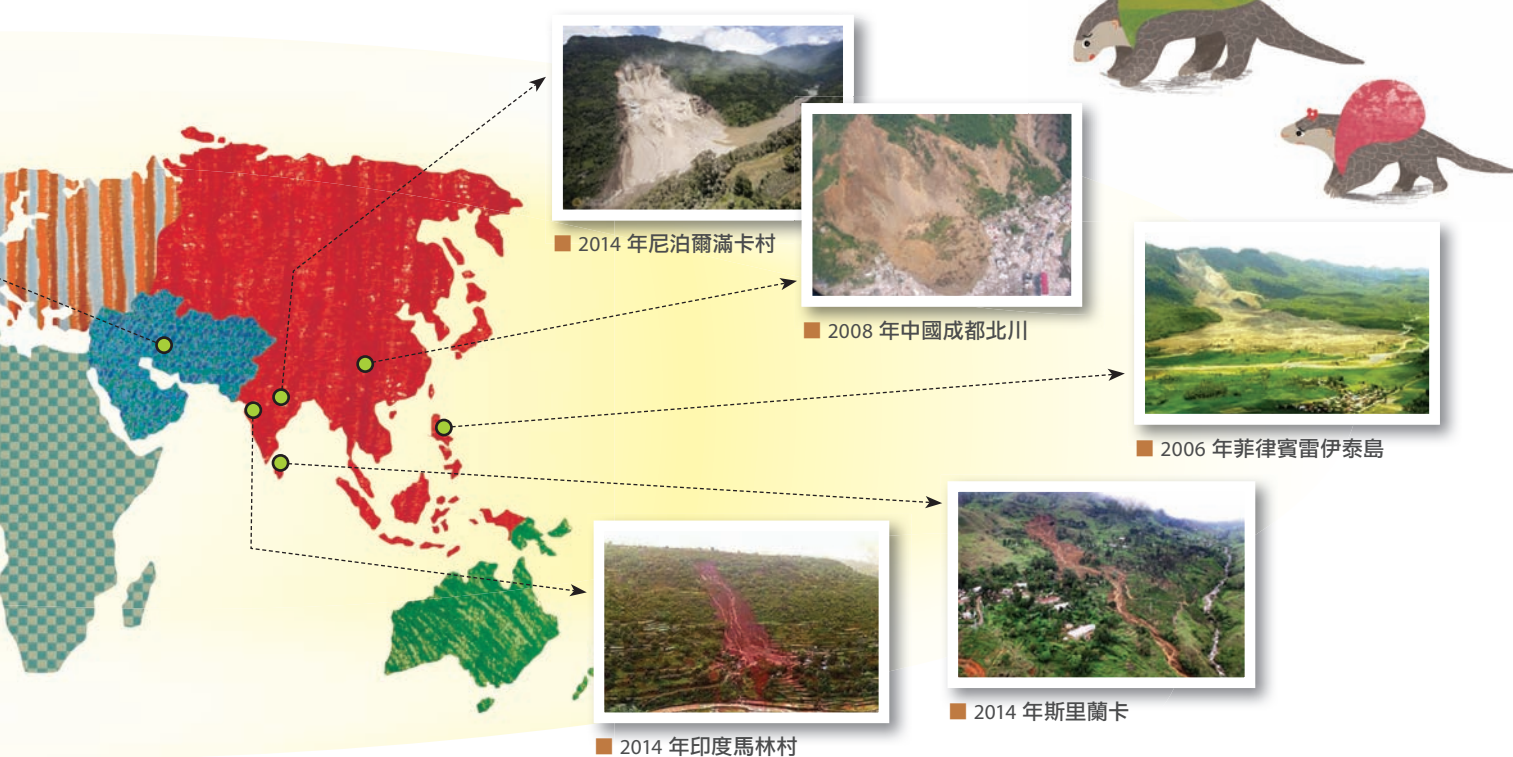


什麼是大規模崩塌？

有人稱大規模崩塌為「深層崩塌」，鄰國日本則稱之為「深層滑動」，不論哪一種稱呼都指出它是具有驚人殺傷力的大型土砂災害。到底是多嚴重的崩塌才能稱為大規模崩塌呢？臺灣目前對大規模崩塌的判定標準是：

崩塌面積大於 10 公頃
崩塌體積超過 10 萬立方公尺
崩塌深度大於 10 公尺

大規模崩塌的厲害之處不僅如此，由於它經常是突然間崩落，讓人措手不及，並且還伴隨了土石掩埋、地表龜裂變形、土石流、堰塞湖潰壩、洪水、河道淤積、向源侵蝕（河流向源頭侵蝕，會使河流變長）等災害或現象，影響範圍非常廣泛，所帶來的損失也遠遠超過任何一種單一的災害。



(照片提供：成功大學防災研究中心)



山在動！怎知道？

看了這麼多大規模崩塌的案例，你會發現原來看似屹立不搖的山竟然是會動的！事實上，大自然每天都在變化，山也是如此，在大變動之前，其實有一些小變化已經悄悄在醞釀，只是大部分的人很容易就忽略了。要如何才能知道山什麼時候會動？而有哪些變動是關係到我們的安全呢？打開你的眼、耳、鼻、手，跟著熊大叔來訓練訓練視覺、聽覺、嗅覺和觸覺，多多觀察和體會，你就能察覺山川變化的蛛絲馬跡。

聽聽看



聽到山鳴聲……

➔ 上游可能已經發生崩塌或有土石流。



聽到河流石頭摩擦的聲音……

➔ 流量增大而使河中石頭加速滾動、碰撞。



聽到樹木裂開的聲音……

➔ 土石崩落撞裂樹木。



聽到「Go」聲……

➔ 發生土石流時巨石流動聲。

聞聞看



空氣中有一種腐植土的臭味……

➔ 上游可能發生山崩，樹木傾倒，而使泥土腐質層氣味散出。

感覺看看



地表好像微微震動耶……

➔ 可能是土石滾動所造成。

■ 從畫面右側的道路裂縫可以看出右側地層已經有滑動現象，且造成擋土牆錯移。



可能無立即傷害，卻是極危險的警訊，若視而不見，遲早會有崩塌發生。



咦，奇怪的現象，要多留意是否還有其他徵兆。



SOS！緊急狀況發生了。

瞧瞧看

⚠️ 看到成群歪歪斜斜的樹木……

➡️ 樹木有垂直生長的特性，如果有歪斜現象，地層移動的可能性極高。

⚠️ 道路、擋土牆或建築物發生方向一致、具連貫性的新裂縫……

➡️ 地層肯定發生變化了。

⚠️ 發現坡面或地面裂縫滲水……

➡️ 地層發生變化，使地下水滲出。

❓ 河流流量突然增加……

➡️ 上游可能下豪雨，若雨水太豐沛就可能致災。

❓ 昆蟲突然傾巢爬出地面等動物異常行為……

➡️ 動物通常比人類敏感，動物行為的異常變化也可當作一種參考。

☠️ 河流流量突然減少了……

➡️ 上游河道被土石堵塞。為什麼有土石？可想而知嘍。

☠️ 河流中突然出現大量漂流木……

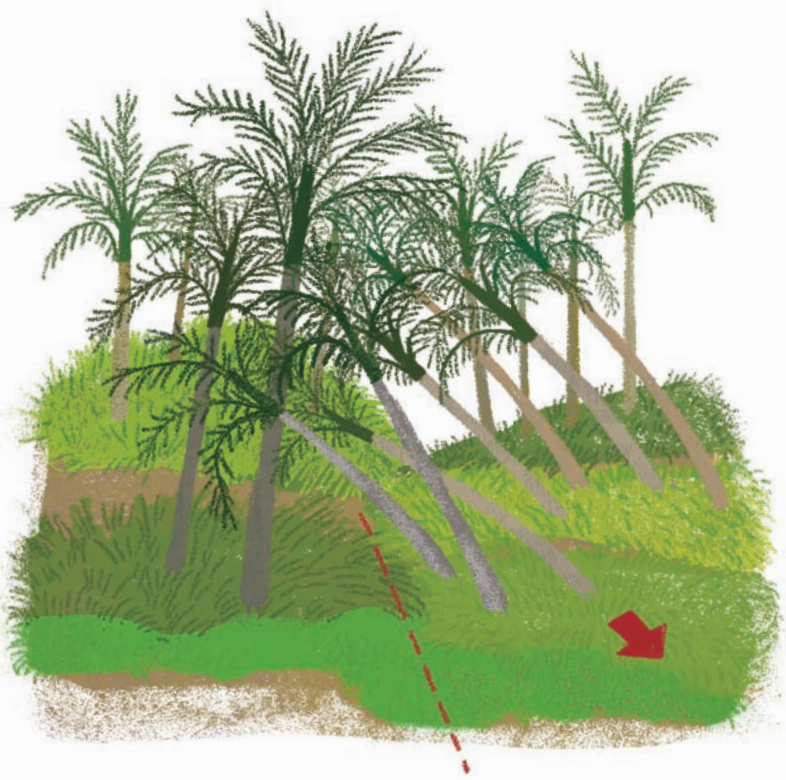
➡️ 上游可能發生崩塌或沖蝕，使樹木傾倒入河。

☠️ 河水突然變得好混濁喔……

➡️ 上游可能發生崩塌或河岸沖蝕。

☠️ 上游方向驚現閃光……

➡️ 大量巨石撞擊造成的現象。




■ 歪斜的檳榔樹反映出右側曾經滑動過，紅色虛線處形成小崩崖。





SOS！緊急狀況發生了

天哪！ 緊急狀況即將發生，該怎麼辦？不要慌張，請做好熊大叔告訴你的保命4要訣，一定能大大提高你的安全指數喔！

要訣 1 天氣預報仔細瞧

雖然大規模崩塌發生的時機難以精確掌握，但容易引發土石災害的颱風和豪雨卻是可以預測的，尤其是住在山坡地附近的居民，一定要特別提高警覺。



要訣 2 避難路線要記牢

我們平時就要清楚了解住家附近的道路和河川位置，預先想好災害發生時的逃生動線，至於住在土石流潛勢溪流附近的居民，對水土保持局輔導規劃的疏散避難地圖（又稱防災地圖），請一定要事先了解（可至土石流防災資訊網查詢，或洽詢地方政府、當地警消單位），以免災害發生時慌了手腳。



- 土石流防災資訊網網址：246.swcb.gov.tw
- 土石流災情通報專線：0800-246-246

（土石流 - 土石流）

要訣

3 防災救生包準備好

在颱風、豪雨的季節，建議你可以常備一個防災救生包，放置在大門口或方便拿取的地方。請在背包內放好下列物品：

OK	項目	建議攜帶物品
<input type="checkbox"/>	貴重物品	健保卡、存摺、印章
<input type="checkbox"/>	醫療用品	外傷包紮簡易急救用品、慢性病患者用藥
<input type="checkbox"/>	救災用品	繩索、工具刀、哨子
<input type="checkbox"/>	備用糧食	飲用水、口糧、餅乾、巧克力
<input type="checkbox"/>	隨身衣物	雨具、隨身衣物
<input type="checkbox"/>	照明設備	手電筒、打火機、火柴、蠟燭
<input type="checkbox"/>	通訊設備	手機、收音機、無線電、電池
<input type="checkbox"/>	幼兒用品 (幼童家庭)	奶粉、奶瓶、尿布

● 請注意：一定要確認物品的電力和有效期限喔！

要訣

4 收到通知趕快跑

一旦收到土石流防災專員、鄰里長或警察的撤離通知，請一定要帶著防災救生包盡快撤離到安全的地方，千萬不要猶豫。提醒你，撤離時要注意……

- 盡快依照疏散避難地圖移動到避難處。
- 盡量利用現有的道路。
- 避免經過危險路段或陡坡。
- 不要試圖穿越土石流潛勢溪流。
- 往溪流兩側高地疏散。





危機就在你我身邊： 大規模崩塌對臺灣的衝擊

大規模崩塌不僅會發生在水土山林，也可能發生在你我身邊，光是這十餘年間臺灣發生的土砂災害中，就有 10 起是大規模崩塌：



時間	地點	肇因	災害與影響
1999 年	九份二山 草嶺	九二一地震的 後續災害	造成大規模土石掩埋、堰塞湖等。
2004 年	土場	艾利颱風	造成 20 餘戶民宅被掩蓋。
2009 年	小林村 太麻里溪 大鳥 士文	莫拉克風災 (八八水災)	造成大規模土石掩埋、土石流、堰塞湖潰壩、河道淤積等災害，奪走 426 條人命。 造成土石流、堰塞湖等災害。 使臺東縣大鳥部落的民宅遭受掩埋，所幸即時撤離，未造成人員傷亡。 大量土石崩落河道，形成天然土石壩。
2010 年	國道 3 號 3.1 公里 蘇花公路	推測為順向坡 地層滑動引起 梅姬颱風、 東北季風豪雨	造成車輛掩埋，4 人罹難，交通阻斷。 造成路基流失、向源侵蝕，至少 23 人失蹤。
2016 年	屏 146 線 5.7 公里	莫蘭蒂颱風	導致通往士文的聯外道路受阻，居民受困。

從這些事件當中我們可以發現，臺灣在九二一地震後，山區土石鬆動，只要下起豪雨就很容易引發土砂災害，大規模崩塌甚至可能就突然發生在看似安全的高速公路上，它不再只是新聞畫面，而是隨時可能發生在我們周遭的巨大災害。



臺灣大規模崩塌事件圖



(照片提供：2016 年屏東縣春日鄉照片為陳國威先生提供，其他均為成功大學防災研究中心提供)



請問 熊大叔.....



土石流和大規模崩塌有什麼不同？

A： 回答這個問題之前，熊大叔先帶你來認識一下臺灣常見的崩塌類型有哪些：

特 徵		發生要件
<ul style="list-style-type: none"> · 土地的岩石或土壤墜落。 · 崩落的土石嚴重崩解，通常直接散落在地表。 · 墜落速度快。 · 規模較小，但容易造成傷亡。 	<p>山崩</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · 坡度較陡 (>30度)。 · 較容易發生在岩石破碎、鬆散，或邊坡岩層不堅固的地方。
<ul style="list-style-type: none"> · 土地的深層滑動。 · 速度緩慢。 · 較少造成傷亡，但經常發生地滑，便可能演變成大規模崩塌。 	<p>地滑 (走山)</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · 坡度較緩 (8~30度)。 · 常發生於斷層、軟弱岩夾層、順向坡等地方。
<ul style="list-style-type: none"> · 崩落的堆積土壤再加上水 (如豪雨)，就可能造成土石流。 	<p>土石流</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · 上游堆積大量土石。 · 適當的坡度，使土石產生流動的力量。 · 足夠的水分，讓土石潤滑流動。

不論發生上述哪一種類型的崩塌，只要它的崩塌面積大於 10 公頃、體積超過 10 萬立方公尺、深度超過 10 公尺，就可以稱作大規模崩塌。由此可知，土石流雖不等於大規模崩塌，但很有可能嚴重到變成大規模崩塌，而且大規模崩塌所造成的災害裡面也包括了土石流喔！



土石崩塌到底有多可怕？好難想像喔……

A：為了讓大家身歷其境體會土石崩塌帶來的災害，水土保持局開發了全球第一個結合現實與虛擬的「認識土石流AR」App。透過這個App，你只要將發生土石流的三個要件——土石、雨水、坡度，搭配眼、耳、鼻察覺出的前兆，就能製造出一場虛擬的土石流，讓你從遊戲中了解土石流發生的經過。

它的操作方式很簡單，請跟著熊大叔一起做做看：

① 下載安裝「認識土石流AR」App。



② 至<https://goo.gl/vmp2VR>下載圖卡，或掃描下列QR code。



③ 準備兩張A4紙，一張列印場景圖卡，一張列印流程圖卡，並將圖卡沿著邊線剪下來。



場景圖卡



流程圖卡

④ 將手機或平板電腦的鏡頭對準場景圖卡，再依照提示加入流程圖卡，就可以看到其中的變化嘍。





為什麼大規模崩塌 會找上門？

大規模崩塌的威力真的好驚人喔！你一定很想知道，為什麼好端端的水土山林會成為不定時神祕炸彈客攻擊的目標呢？

熊大叔請你先想想看，下列各種推測之中有沒有可能的原因，請將你認為可能的原因打勾。

- 森林夥伴們隨意破壞森林。
- 都是連日豪雨惹的禍。
- 其實事發前幾天發生了大地震。
- 水土山林本來就先天不良，能撐到現在很厲害了。
- 一切都是命啦！
- 森林的地底岩層早就悄悄在動了，只是大家都沒察覺。
- 以上都不是啦！我覺得是_____。

其實造成大規模崩塌的原因很多，例如發生於1999年九份二山的大規模崩塌，推測與九二一大地震有關；2010年發生在蘇花公路的大規模崩塌，是受梅姬颱風外圍環流和東北季風共伴造成之豪雨侵襲所導致；而2014年在美國西雅圖和阿富汗各發生了一起大規模崩塌，則都是舊崩塌地的再次復發。

雖然肇因不同，不過有一件事是肯定的，那就是地球似乎發生了什麼問題，才會讓百年一見的災害變得如此頻繁。快跟著熊大叔一起抽絲剝繭，找找問題究竟出在哪兒。





地球生病了？！

近幾年，全球各地熱浪、乾旱、暴雨、洪水、地震、大規模崩塌頻頻發生，讓人不禁要納悶：我們的地球到底怎麼了？

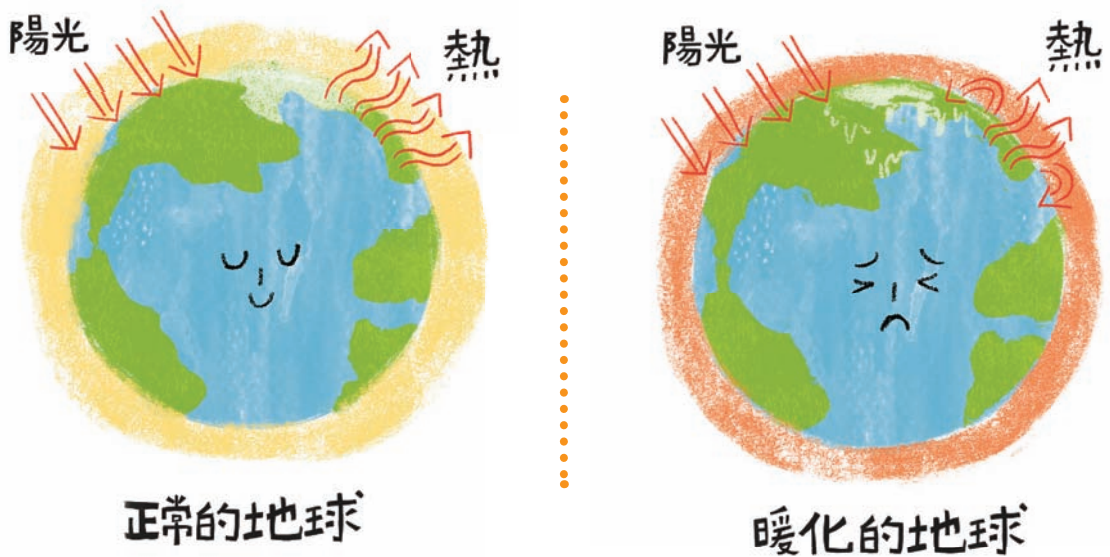
根據科學家的觀察，地球確實有些不對勁，最明顯的變化就是溫度越來越高。與過去100年相較，地球的平均溫度已經升高了 0.74°C ，而且科學家還預測，到了2050年地球的平均溫度要比現在多 2°C ，到了2100年甚至要多 4°C 呢！看到這些數字，我們不得不相信地球確實是發燒了，科學家稱這個現象為「地球暖化」。



誰害地球發燒了？

為什麼地球的溫度會提高呢？這與「溫室效應」息息相關。

溫室效應是一種自然現象，能讓地球維持適合生物生存的溫度，只要是有大氣層的星球，推斷應該都會發生溫室效應。



噢～這麼說來，我們不是應該感謝溫室效應，怎麼又說地球發燒和它有關呢？想想看，我們的體溫過高是不是會不舒服？地球也是一樣的。溫室效應若能維持正常，萬物就能欣欣向榮，但溫室效應若是強過頭，最明顯的感受就是「熱、熱、熱」！

造成溫室效應加劇的原因已經證實就是人類過度開發，在空氣中大量排放二氧化碳等氣體，但又不斷砍伐樹木、汙染海洋（森林可以儲存二氧化碳，而海洋生物能吸收二氧化碳，製造氧氣），長久下來，地球能不生病嗎？所以害地球發燒的元凶之一其實是——人類！

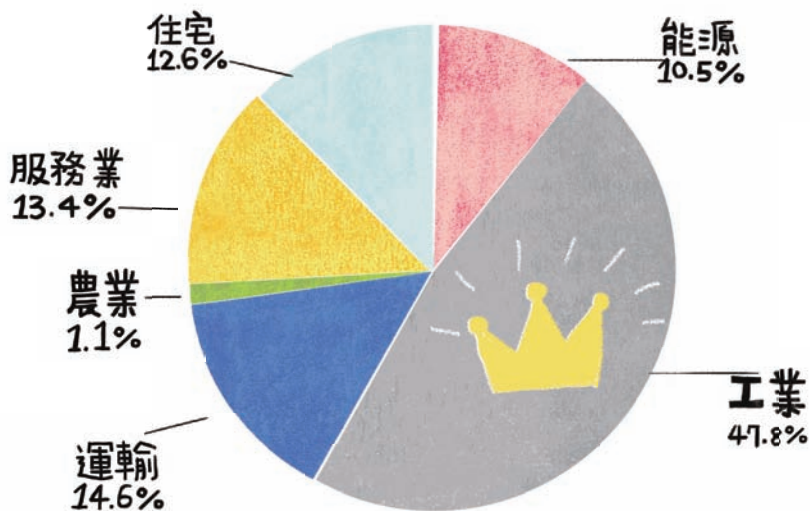


暖化真相追追追

溫室氣體原本就是大自然的產物，和地球之間一直保持著良好的合作關係，可是自從兩百多年前的工業革命開始，人類大量燃燒石化燃料，產生了許多二氧化碳；畜牧糞便、農業糞肥發酵、汙水處理不當則產生了許多甲烷；甚至還製造出大自然中原本沒有的氣體——氟氯碳化合物，那是一種用途廣卻不易分解的人造氣體，噴霧劑、洗潔劑、滅火劑、食品冷凍劑、冷氣和冰箱冷媒、泡棉發泡劑等都有它的蹤影。



猜猜看，臺灣人為排放的溫室氣體都來自哪裡呢？而其中誰又是排放王？根據環保署的統計，臺灣人為溫室氣體排放來源的前5名是工業、交通運輸、服務業、住宅、能源發電，每一項都和我們的生活密不可分，舉凡吹冷氣、坐車、吃肉……都會排放溫室氣體，看來想要追求更舒適的生活，卻又不想破壞地球環境，真的是很傷腦筋。



(資料來源：行政院環境保護署
2015年溫室氣體排放統計)



全球氣候變變變

地球暖化不僅讓我們感受到炎熱，還有下列的影響：

- ① 促使冰川融化，海水量增加，沿海陸地逐漸消失。
- ② 大量水氣進入大氣層，導致局部地區在短時間內降下龐大雨量。
- ③ 乾燥地區因水氣蒸發，變得更加乾旱，甚至有沙漠化的危機。



④ 氣候改變影響了動、植物生長，進而影響糧食供應。

⑤ 溫度上升致使許多疾病蠢蠢欲動，威脅你我健康。

後來科學家們逐漸以「氣候變遷」來取代「地球暖化」一詞，更能貼切說明暖化帶給我們的不僅是體感溫度的變化，而是整體氣候的改變。



氣候變遷導致大規模崩塌案例增加

氣候變遷使得極端氣候發生的頻率變高，大地直接承受天氣劇烈變化的時間和範圍也隨之增加，進而造成了土地的不安定，這就是導致近年全球各地大規模崩塌案例增加的主要原因。

2017年7月，日本九州受颱風和梅雨鋒面影響，豪雨狂炸數日，還曾半天之內就把往年整個7月的雨都給下完了，日本官方直指這是十分異常的現象，恐怕災害難以估計。果然，這次的暴雨使得九州中北部地區幾乎都陷入土石流的威脅之中，造成29人死亡、690棟房屋受損、超過50萬人被迫疏散。

臺灣屬於易崩塌體質？！

臺灣雖然是一方小小島嶼，人口僅佔世界的千分之三，但不論日常生活、交通、工商發展……統統免不了要製造汙染，是一個溫室氣體排放量相當大的國家，2015年時還名列全球第23名，聯合國跨政府氣候變遷小組（IPCC）甚至將臺灣列入受氣候變遷影響的高危險群，看了真讓人心驚。

在瞭解了地球生病的原因之後，我們也來為臺灣體檢一下，看看有沒有「土」質疏鬆症，是不是大規模崩塌的高危險群？

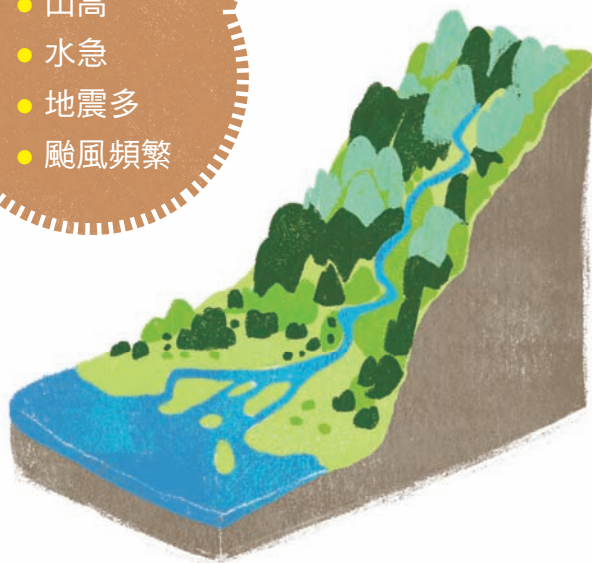
體 | 檢 | 要 | 點 | ① 先天體質

臺灣位於菲律賓板塊和歐亞板塊的交界處，600萬年來兩大板塊不斷碰撞、擠壓，於是生成了臺灣和周邊島嶼。在兩大板塊夾縫中被擠出來的臺灣，在地形上有山多平原少的特色，山地就佔了全臺面積的3/4，峰峰相連貫穿南北，而且山勢頗高。在地形狹長又高聳的情況下，臺灣河流又短又淺，而且水勢湍急，河水很快就能從源頭流到大海，即使多雨，卻很難留住水。

在氣候方面上，臺灣位於東亞陸地和太平洋的交界處，因此氣候同時受到大陸和海洋的影響，四季有雨，尤其颱風與梅雨季節，往往會有驚人的風雨。

自然災害
很難避免！

- 山高
- 水急
- 地震多
- 颱風頻繁





體 | 檢 | 要 | 點 | ② 後天變化

根據國科會氣候變遷團隊所做的報告，過去 100 年間，臺灣每 10 年上升 0.14°C ，但從 1980 年至 2009 年 30 年間，臺灣每 10 年上升 0.29°C ，升溫狀況明顯加快；而百年來的平均溫度增加了約 1.4°C ，比地球平均值 0.74°C 高出近 2 倍，到了 21 世紀末，臺灣的氣溫恐怕要比現在炎熱許多。

透過上一個小單元的介紹，你已經知道：溫度上升會使大量水氣進入大氣層，導致降雨型態改變，而這個變化印證在臺灣身上，可說是格外明顯。根據中央氣象局的統計，臺灣百年來每年的總降雨量並沒有什麼變化，但是每年的降雨天數卻漸漸減少，也就是降雨型態從「經常下小雨」轉變成「偶爾下暴雨」，而且山區降雨量大於平地。例如莫拉克風災時，小林村一帶在 3 天內就降下超過 3,000 公釐的雨量，又如 2017 年梅雨季節又逢西南氣流，6 月 2 日當天降雨最多的三芝，以 650 公釐的雨量打破 21 年來的紀錄，而基隆也創下 42 年來的最高紀錄。在短時間內降下如此驚人的雨量，實在很難避免釀成災害。

氣候變遷

- 升溫加快

降雨型態改變

- 「經常下小雨」變成「偶爾下暴雨」
- 山區降雨 > 平地降雨

過去百年一見的災害，現在每隔幾年就出現！

- 乾旱缺水
- 洪水
- 土石流
- 大規模崩塌





體 | 檢 | 結 | 果 | 臺灣屬易崩塌體質

造山運動持續搖動著山地，讓山上的岩層容易崩落，再加上瞬間豪大雨的沖刷、颱風的摧枯拉朽，讓山變得更脆弱，我們不得不承認臺灣確實是比較容易發生大規模崩塌，而且臺灣的大規模崩塌有三個特點：

①發生機率高：

由於臺灣的地質環境、氣候特徵，加上氣候變遷造成極端降雨，這些容易觸發大規模崩塌的條件比其他國家高出許多，使得臺灣發生大規模崩塌的頻率和規模也都比其他國家高。

②災害衝擊大：

臺灣地小人稠，許多山坡地都是風景區，或有聚落、產業、道路等，一旦發生大規模崩塌，衝擊力會比地廣人稀的國家大許多。

③災害種類多：

臺灣地理環境多元，所以衍生出的災害也比較複雜，例如天然壩潰決造成山洪暴發或引發土石流，不僅直接對坍塌地區造成傷害，也會對鄰近地區造成影響。



(照片提供：水土保持局)

體檢結果竟然呼應了聯合國的報告，而且一旦發生大規模崩塌，還可能導致比其他國家更嚴重的災害，實在是「事情大條」了！我們怎能不趕緊面對現實，想想解決的辦法？



請問 熊大叔 ……



「極端氣候」是什麼？和氣候變遷有關係嗎？

A：氣候變遷是指氣候狀態的變化，幕後最大的推手就是溫室氣體的排放。而極端氣候則是指氣候變化超過了標準值，如果熱過頭就產生熱浪，降雨太多就形成暴雨、洪水，我們可以把它當作是自然界的特殊事件。

目前已經有科學證據顯示熱浪、嚴重乾旱、極端降雨、海岸淹沒等極端氣候和人為的氣候變遷有相當大的關聯，如果我們繼續放任氣候變遷的問題不管，以後怪怪的極端氣候事件肯定會越來越多。



樹需要二氧化碳行光合作用，如果我們邊排碳邊種樹，是不是就能比較安心？

A：如果在沒有樹木的地方種樹，樹木成長過程中會需要許多二氧化碳，對於降低空氣中的碳含量絕對是有幫助的，不過當樹木死翹翹的時候，身上儲藏的二氧化碳又會釋放到空氣之中，所以一座森林所吸收的二氧化碳不見得能大於或剛好抵消它所釋放的量。但森林就像一座二氧化碳儲存槽，只要森林存在，就能讓二氧化碳存放其中，被樹木利用，一旦樹木被砍伐或燒毀，這儲存槽裡的二氧化碳就會全都釋放到空氣之中了。由此可知破壞熱帶雨林會帶給地球多大的傷害。





臺灣的土砂災害真的很頻繁，有沒有辦法可以預防呢？

A：臺灣是土石流好發的國家，因此不論政府或民間對於相關災害都特別注意，水土保持局不僅早就設有土石流觀測站、行動式土石流觀測車等，現在還針對 34 個有大規模崩塌風險的危險聚落展開監控。

以梨山為例，水土保持局在 1990 年就發現梨山發生大規模崩塌的可能性極高，而且下游又有德基水庫，一旦大崩塌造成水壩潰堤或堵塞的話，後果將難以收拾，因此積極進行整治計畫，控制地下水的流動和水位，近 10 年都沒再發生地滑現象。

雖然目前全世界科學家都還沒找到防治大規模崩塌的有效辦法，但若能以土石流防治經驗為基礎，確實監控，積極進行水土保持，還是能有一些成效的。



住在山坡地好像比較危險耶，難道山上都不能住了嗎？

A：其實也沒有那麼恐怖啦！只要遠離危險之地，山上鳥語花香、空氣清新，住起來可舒服了。至於哪些地方是危險之地呢？請看仔細嘍：

- 陡峭的山坡
- 有滑動疑慮的順向坡
- 有地層破碎疑慮之處
- 土石流河岸或向源侵蝕的地方
- 河川扇狀堆積地
- 有活動斷層的山坡
- 崩塌區
- 廢土地



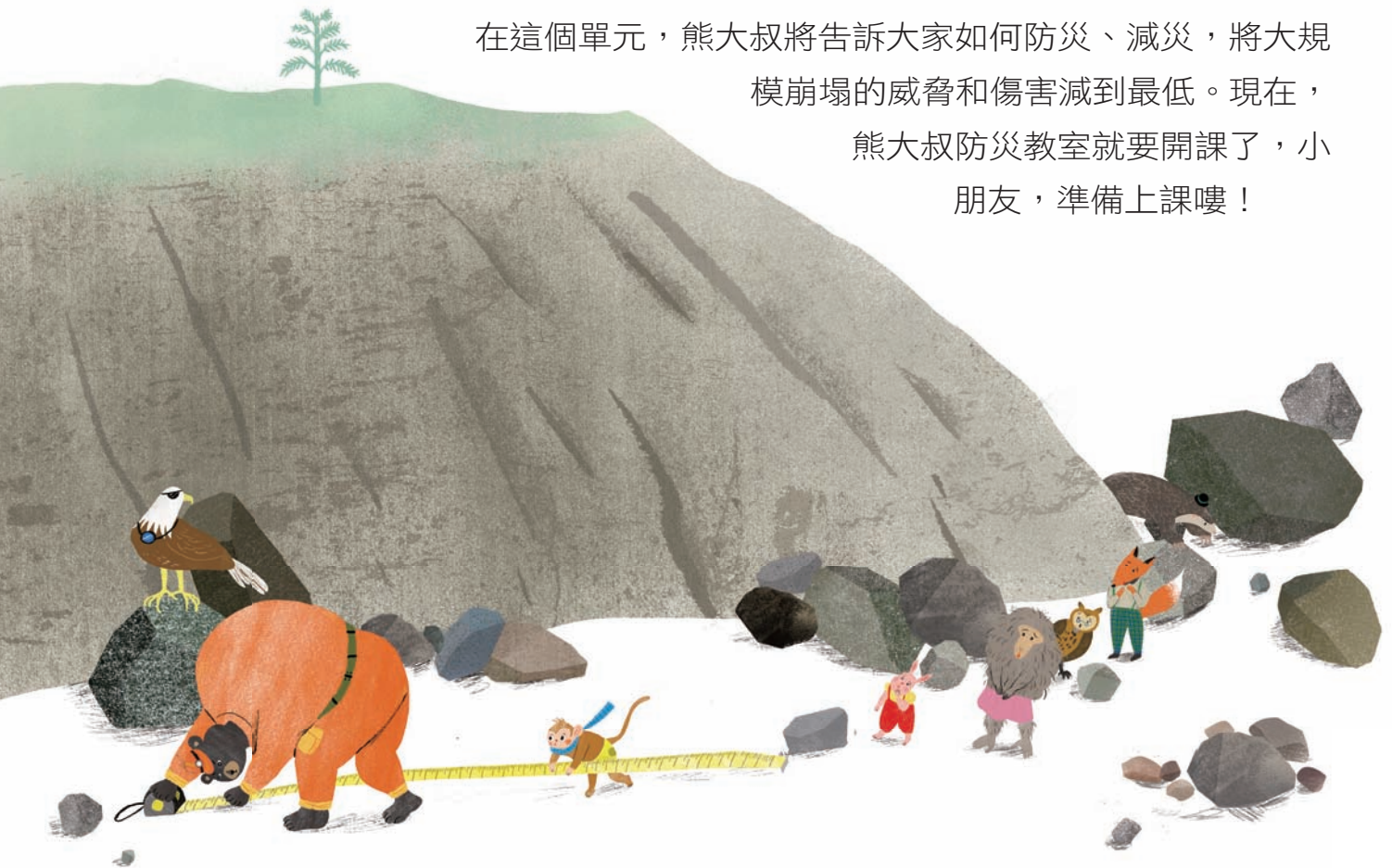


面對**宿命**的勇氣與技能

大規模崩塌看似一種無預警的大崩落，但根據專家研究發現，除了順向坡等比較特殊的地質條件外，大多數的大規模崩塌必須經過長期的醞釀，而且有某些跡象會顯露出來，如果能好好監控這些危險區域，就能減低傷害和損失。

有鑑於此，政府早已積極著手調查，赫然發現全臺竟有上千個大規模崩塌潛在點，另外還有上百個鄰近聚落受到威脅。是的，臺灣地質拉警報啦！因此每個人都必須具備防災知識，以及面對問題的勇氣。

在這個單元，熊大叔將告訴大家如何防災、減災，將大規模崩塌的威脅和傷害減到最低。現在，熊大叔防災教室就要開課了，小朋友，準備上課嘍！



Lesson 1: 認識地質敏感區

我們國家將具有特殊地質景觀、地質環境或有可能發生地質災害的地區公告為「地質敏感區」，目前劃分為5大類：

- 1 地質遺跡地質敏感區
- 2 地下水補注地質敏感區
- 3 活動斷層地質敏感區
- 4 山崩與地滑地質敏感區
- 5 土石流地質敏感區

其中「山崩與地滑地質敏感區」，以及「土石流地質敏感區」，都是較可能發生大規模崩塌的地方。

小朋友，你認為地質敏感區可不可以居住呢？當然最好是不要吧！不過臺灣人口密集又重度開發，要完全不利用地質敏感區幾乎是不可能的。自從地質敏感區公告之後，要在那裡蓋房子或開發利用，都必須有適當的防護措施來降低風險，並經過嚴格的評估與審查。

然而，早就住在地質敏感區裡又該怎麼辦呢？與其擔心害怕，不如加強防災知識，平時做好準備，必要時就能減輕傷害和損失。



我家的地質敏感嗎？

想知道住家附近的地質狀況，可以透過下列管道查詢：

- 1 地質敏感區查詢系統：

http://gis.moeacgs.gov.tw/gwh/gsb97-1/sys_2014b/

- 2 地質資料整合查詢：

<http://210.69.81.204/gwh/gsb97-1/sys8/index.cfm>

- 3 土石流防災資訊網：

<https://246.swcb.gov.tw/V2016/Map/Index>

- 4 山坡地環境地質資訊系統（限臺北市）：

<http://gisweb.ed.taipei.gov.tw/gisweb/>



Lesson 2: 跟著熊大叔出任務

土石流防災專員是經過水土保持局專業培訓的第一線防災尖兵，平時協助防災宣導，土石流災害緊急應變小組開設期間，則利用雨量筒觀測雨量，並協助社區居民疏散避難等工作。當中央氣象局發布海上、陸上颱風警報，土石流災害緊急應變小組便進入備戰狀態，此時土石流防災專員就要整裝出動嘍！

熊大叔救災裝備大公開



背包內有收納袋，不僅能將物品井然有序放置好，還能註明使用期限。你的個人防災救生包不妨也參考這個方式，在使用和管理上都很方便喔！

熊大叔救災任務 go go go !

收到水土保持局的任務簡訊

↓
架設雨量筒

↓
完成架設，回傳待命訊息

↓
雨量超過50mm 開始回傳雨量訊息

↓
每50mm 回傳一次



救災同時需收集災情，並即時回報。

達黃色警戒 → 通知保全對象，協助地方政府進行疏散避難勸告

↓
達紅色警戒 → 通知保全對象，協助地方政府加強勸告或強制撤離

什麼是黃色警戒？什麼又是紅色警戒？

水土保持局將較容易對民眾產生土石流災害的溪流劃歸為「土石流潛勢溪流」（如果是無人出入的地區，因不會造成傷亡或損失，就無需列入），並安排土石流防災專員隨時待命。

當預測雨量 > 當地的土石流警戒基準值 → 發布黃色警戒

當實際雨量 > 當地的土石流警戒基準值 → 發布紅色警戒

目前各地區的土石流警戒基準值分為9個級距（200 ~ 600mm），每年都會根據颱風、地震、雨量等資訊做修正。想知道住家附近有沒有土石流潛勢溪流、警戒值又是多少，可以至土石流防災資訊網查詢：<https://246.swcb.gov.tw/debrisInfo/Debris.aspx>



Lesson 3：我能為大規模崩塌做什麼？

像大規模崩塌這麼嚴重的問題，小孩恐怕是幫不上忙吧？先不要這麼快就洩氣，熊大叔跟你說個小孩也能救地球的故事。

1997年出生在德國的菲利斯，在9歲時看了一部環保紀錄片，驚覺地球暖化問題將威脅到地球存亡，內心感到既震撼又著急。就在他心急如焚之時，在網路上看到了肯亞種樹之母萬嘉麗的事蹟，瞭解到樹木可以緩和溫室效應，這讓他產生了一個想法：小孩可以種樹救地球！

為了向大家說明自己的構想，菲利斯做了一篇簡報，號召許多志同道合的同學創立了「種樹救地球」組織，希望能在世界各國種下100萬棵樹。沒想到所引起的迴響超乎預期，短短2年就在德國種下100萬棵樹。就在菲利斯積極號召全球孩童一起為愛地球付出行動時，萬嘉麗也發起了大人版的植樹活動，後來這兩個活動合而為一，不分老少，大家一起種樹救地球。

除了菲利斯，還有印度森林之子佩揚也很了不起喔！佩揚16歲時就立下志願，要將一處貧瘠沙地改造成一座森林，讓瀕臨絕種的動物有個棲身之地。佩揚默默耕耘，花了37年的時間，真的讓他創造了一座生態豐富的森林，而且他現在還想進一步復育附近的另一片荒地呢！

看了菲利斯和森林之子的例子，小朋友千萬不要再小看自己的力量喔！想想看，你能為大規模崩塌、為拯救地球做些什麼呢？做得到的項目請在口內打勾。





哇！你可以做的事都能成就一棵大樹了，真的好厲害！



熊大叔問問你……

小朋友，看完熊大叔的介紹，是不是對大規模崩塌有進一步的認識呢？嘿嘿……現在換熊大叔來考考你嘍！請接招——

- Q1:** 說說看，什麼是大規模崩塌？
(答案就在 P38、P39)
- Q2:** 臺灣發生過哪些大規模崩塌？你可以舉出 3 個嗎？
(答案就在 P44)
- Q3:** 為什麼臺灣容易發生土砂災害呢？
(答案就在 P53)
- Q4:** 你家的地質環境安全嗎？可以從哪些管道得知？
(答案就在 P59)
- Q5:** 是誰害地球發燒了？
(答案就在 P50)
- Q6:** 臺灣有受到氣候變遷的影響嗎？
(答案就在 P54)
- Q7:** 什麼情況下要特別提防土砂災害？
(答案就在 P40、P41、P61)
- Q8:** 你能每天至少做到 3 種愛地球的方法嗎？
(答案就在 P63)

小朋友，都知道答案嗎？如果忘記了，請快翻到前面複習、複習。希望每一位小朋友都能成為未來的防災尖兵，和熊大叔一起加油吧！

適讀年齡

繪本故事／4 歲以上

知識學習／8 歲以上

一夜之間，茂密的樹林消失了，
卻出現了一座超級大土山，

美麗的水土山林到哪兒去了呢？

森林夥伴們互相猜疑、議論紛紛，

各個有嫌疑，卻統統沒把握，

啊……難道是……遭到炸彈攻擊？

森林夥伴們又害怕又火大，

誓言一定要找出真凶！

