

多納林區崩塌地的環境多樣性

◎文、圖/林業試驗所六龜研究中心・鍾安晴 (cac335@tfri.gov.tw)、陳永修、龔冠寧

一聽到「崩塌地」，您的腦海中會浮現出怎麼樣的畫面？是整片光禿禿的裸露荒地、遍布大小石礫的陡坡，或是可能已重新冒出點點綠意？那麼實際上崩塌地樣貌究竟如何？其實即便在同個區域內，崩塌地也會呈現出多樣化的鑲嵌區塊。多納林區位於高雄市茂林區，隸屬於林試所六龜研究中心所管轄，在2009年莫拉克颱風時遭受嚴重侵襲，導致多處崩塌發生，目前此區域崩塌地已經形成九年，如今放眼望去，這些崩塌地卻呈現出各不相同的形相，部分區域已出現茂密植群，甚至形成森林，但某些區域仍然是開闊裸露地，為什麼這些同一時期形成的崩塌地，經過九年後卻會出現這麼多樣化的地景樣貌？其實各個崩塌地會發展成什麼樣子，它們一部分的發展命運從形成的那一刻起就被決定了，讓我們從崩塌地誕生的那一刻來談起。

崩塌地的誕生即決定未來發展命運

其實，崩塌地在空間及時間上都是不均勻的。在時間上，崩塌並不是在一定期間內平均發生，主要是在極端降雨時期出現，例如夏季颱風帶來的強降雨。在空間上，崩塌較容易發生在人為開發的丘陵地，或是地質脆弱處。各崩塌地之間為什麼會有很大的異質性？主要是因為各崩塌地有不同的人為干擾程度以及地質穩定度(取決於崩塌坡面的坡度、土壤性質等因素)。另外，引發崩塌的原因也各不相同，臺灣的崩塌主要是由地震及豪雨所引起，地震除了可以直接引起崩塌

外，也容易造成地質潛在的不穩定，當豪雨一來，增加了土層重量以及減少土層間摩擦力，便容易引起崩塌。可見各崩塌地間的異質性，除了來自本身不同的環境條件，也和地震及豪雨的程度有關。

同一區域崩塌地內也並不是均質的，而是呈現出明顯的環境差異。崩塌發生後，坡面上方及下方的生物量及養分會重新分配。我們可以依據土壤和植群在坡面上的移除、堆積及穩定程度，將一個崩塌地大致劃分為上坡之侵蝕區和下坡之堆積區(圖1)，兩者在地質穩定性和土壤肥沃度有很大的差異：上坡的土壤和植群幾乎被完全移除，使得地面基質裸露出來，坡面由大型風化基岩所構成，上緣為接近垂直之陡崖坡面，可能會再發生崩塌，土壤養分大量流失，因此養分含量低且缺乏植物繁殖體，進而開啟初級演替階段，植群拓殖相對較慢；富含養分的有機質土壤和植物的繁殖體則是會累積在崩塌下坡之堆積區，此區域的坡面較為穩定，較不易再次發生崩塌，且有大量的生物遺產(biological legacy)，包含：小面積滑移的完整植群，又稱作植群島嶼(vegetation island)、殘餘的樹頭，可重新萌蘖、以及木本和草本之種子。下坡區域因為有充足的繁殖體，如果坡面環境已達到穩定狀態且不再持續崩塌，就會進行次級演替。崩塌地上下坡的環境差異整理如表1。

Geertsema and Pojar (2007)指出崩塌對土壤的影響有以下三項：(一)質地改變：崩塌移除了上坡處的土壤，使母岩暴露出來，而這

表1 崩塌地上下坡環境差異

環境差異項目	崩塌上坡(侵蝕區)	崩塌下坡(堆積區)
地面基質狀況	土壤大量移除，使基岩裸露	有充足的土壤堆積
坡度	較陡	較平緩
地質穩定度	較低，可能繼續發生崩塌	較高，短時間內不再崩塌
土壤養分及有機質含量	較低	較高
土壤含水率	較低	較高
植物繁殖體	缺乏	較豐富
演替類型	初級演替	次級演替



圖1 多納林區崩塌地。紅線上方為較陡峭之侵蝕區，較少植物拓殖；紅線下方為較平緩之堆積區，較多植物拓殖。

些移除的土壤有機質和A層會堆積在下坡處，因此崩塌地上坡及下坡原本的土壤質地都會有所改變。(二)密度及孔隙度的改變：泥流會降低土壤結構和孔隙度，而增加土壤密度；碎石礫構成的坡面則是有較鬆的結構和較高的孔隙度。植物碎屑和崩塌石屑的混合物也會增加土壤的孔隙度。(三)化學性質的改變：崩塌造成上坡處深層母岩暴露和外來土壤堆積在下坡處，如此不同地表材料會讓土壤在酸鹼值和化學性質上有很大差異，若地表為暴露之深層母岩，則會風化出鹼性物質；若地表為土壤及有機物堆積，則會因為滲漏作

用和有機酸的產生而呈現酸性。一個崩塌地內有多樣的微地形、土壤養分及土壤含水量，所以會形成不同的微棲地，不同的植物會各自在他們最適合的微棲地定殖，造成坡面上植群呈現鑲嵌式的分布。

崩塌對森林社會的影響

森林生態系中的干擾(disturbance)是指會造成森林破壞並疏開冠層的事件，將造成森林中光量、溫度等等微環境的改變，以至於影響原本之植群樣貌。森林中的干擾包括火燒、伐木、開墾及崩塌等等，臺灣位於地震帶，且瞬間強降雨量大而集中，因此崩塌是很常見的干擾類型，一旦崩塌發生，將改變原本環境的土壤及光特性，並可能摧毀原有之植物社會。然而，崩塌地的先驅植物社會組成卻和其他類型干擾地有很大的差異，主要是因為崩塌地具有極端的異質環境，以及缺乏穩定及肥沃土壤等特性。這樣的異質環境在不同崩塌地之間，以及同一個崩塌地之內都會出現，每個崩塌地的環境條件都不同，而同一個崩塌地內也可能呈現出各種微環境，使崩塌地內的土壤類型與植被呈現鑲嵌體之地貌。多納林區崩塌地之所以會呈現出多樣化的地



圖2 多納林區崩塌地s1全光樣區地面組成為碎石，缺乏土壤，散生蕨類及灌叢。

景，即是因為各個微環境的地形、土壤特性不一，使得生長出來的植物社會各不相同。

多納林區崩塌地樣區概況

多納林道8.7 k處(海拔900~1,200公尺)在莫拉克颱風後形成一片面積將近30公頃的崩塌地，六龜研究中心於此設置四個面積各為0.25公頃之崩塌地樣區(s1、s2、s3與s4)，2個位於林道上邊坡(s1及s2)，2個位於林道下邊坡(s3及s4)，這四個崩塌地樣區雖然毗鄰，但環境各不相同，s1樣區幾乎為全光環境(穿透光約為69%)、散生蕨類及小灌叢的碎石坡(圖2)；s2樣區已形成森林(穿透光約為26%) (圖3)；s3及s4樣區的環境則是介於以上兩者之間(穿透光各為54%及48%)，部分為開闊地，部分為密林。這四個崩塌地樣區內部也呈現出不均質：全光區內有數個小面積植群呈現點狀分布，森林內則是散佈著數個大孔隙。s1全光樣區和s2森林樣區皆位於林道上方邊坡，

兩者緊鄰且有明顯分界(圖4)，它們的相對位置並非上及下，而是左右相鄰，在相同的水平位置，為何兩處崩塌地環境並非前述之相對的上下坡關係，卻仍呈現出不同的植群樣



圖3 多納林區崩塌地已形成森林之s2樣區。

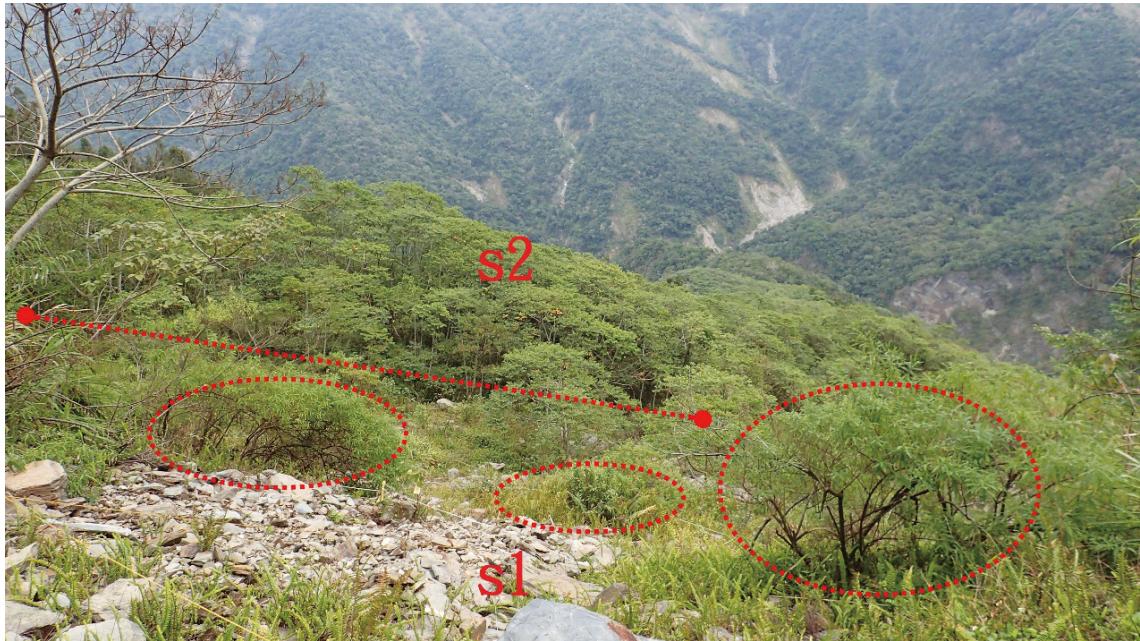


圖4 多納林區崩塌地s1全光樣區與s2森林樣區有明顯分界，紅線上方為s2森林樣區，下方為s1全光樣區。s1全光樣區有數個小面積植群鑲嵌體散生於坡面，如圖中之紅圈。

貌？推測可能是因為s1全光樣區所在位置正好是此坡面的排水凹面，下方設有林道的排水箱涵，所以整個崩塌坡面的雨水是流經全光區後排出，故全光區有如被沖蝕之河道，土壤大部分被沖刷，留下大大小小的石塊為坡面之主要組成。而緊鄰的s2森林樣區因坡度較緩，較不受沖蝕影響，故保有較多土壤。位於下坡的兩處崩塌地樣區，其相對光量介於全光區與森林區之間，s3樣區密布腎蕨(*Nephrolepis auriculata*)及毛葉腎蕨(*Nephrolepis multiflora*)，可高達1.5公尺，行走其間猶如在草海中游泳；s4樣區則蕨類數量相對較少。

結語

多納林區崩塌地大部分是由莫拉克颱風引起，雖然是同一時期所形成，但各崩塌地樣區間卻呈現出多樣化的微環境和植物社會，即使在同一崩塌地樣區內，微環境也非常不均質。在崩塌地形成的那一刻，由非生



圖5 s1全光樣區下方之排水箱涵。

物因子(例如坡面穩定程度及土壤多寡等)所營造出的植物拓殖與生長環境已經決定了，而這樣的環境將會影響未來崩塌地植物社會的發展，例如物種是否能拓殖及建立，以及成功建立後將面臨的個體競爭等生物交互作用。未來將進一步調查探究非生物因子與生物因子之間的相互關係，以更完整了解多納林區崩塌地植物社會演替的過程。◎