

崩塌地的後起之秀

鍾安晴¹、周富三¹、林文智¹

緣起

來到高雄茂林區的多納林道崩塌地，放眼望去除了部分區域依舊裸露外，還有著大片主要由山黃麻及白匏子組成的次生林，但是仔細一看，次生林底層還有一群小小樹，而且種類和樹冠層似乎不太一樣！

讓我們一起來看看，多納崩塌地主要樹木的更新現況，以及未來的發展走向，這些林下的崩塌地後起之秀，有沒有機會可以取代目前當家的大樹呢？

多納崩塌地簡介

多納林道隸屬於林業試驗所六龜研究中心管轄，在2009年莫拉克颱風時發生多處的崩塌，其中在林道8.7 km處的臺灣杉造林地形面積大約30公頃的崩塌地，大量土石及林木滑落至林道下方的溫泉溪。

崩塌地的地表通常由大石塊及碎石礫組成(圖1)，坡面較不穩定，容易持續崩落，土壤及有機質較為缺乏，不利於植物的生存。此外，也常因為林木流失，缺乏種子來源導致植被不易恢復。

在經過10年自然演替後，多納林道8.7 km處的崩塌地已經形成了次生林，地被層為茂密的腎蕨、毛葉腎蕨及五節芒等草本植物，上層林木則主要為山黃麻及白匏子(圖2)。



圖1 多納崩塌地即便已形成次生林，林下仍布滿大小石塊。(鍾安晴 攝)

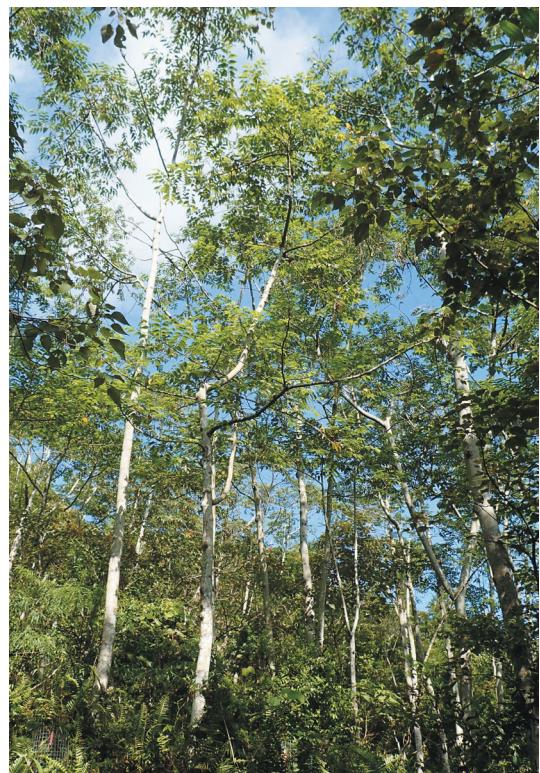


圖2 多納崩塌地目前次生林上層林木以山黃麻及白匏子最為優勢。(鍾安晴 攝)

¹林業試驗所・六龜研究中心

樹種耐陰性和演替簡介

每種植物都各有其喜好的光環境，有的喜歡強光、有的喜歡陰暗。植物對光亮或是陰暗環境的需求程度，學理上以「耐陰性」稱之。依據各個樹種的光合作用潛力，屏東科技大學森林系郭耀綸老師的研究團隊將臺灣原生樹種的耐陰性分為5個等級：先驅、陽性、中等耐陰、耐陰、極耐陰。

在一片開闊裸露地，演替正開始時，最先進駐的通常是最喜光的先驅樹種，再來是陽性樹種，等到先驅和陽性樹種為此環境提供遮陰後，中等耐陰樹種就能夠進駐了。中等耐陰樹種對於光環境的適應幅度較大，在強光或是陰暗環境其實都能生存，但主要仍是出現在半遮陰的環境中。等到次生林愈來愈鬱閉，耐陰和極耐陰的樹種也會紛紛進入，讓森林的多樣性更高，逐漸往成熟林的狀態邁進！那麼多納崩塌地的次生林，目前是不是仍由演替早期的先驅樹種為主要組成呢？

多納崩塌地木本植物的垂直分層

本研究從2017年開始，每年調查多納林道8.7 km處崩塌地1公頃樣區內的所有木本植物，並依據樹高將所有木本植株分為4層：(1)樹冠層：樹高 \geq 8公尺者、(2)次冠層：4 \leq 樹高 $<$ 8公尺者、(3)灌木層：2 \leq 樹高 $<$ 4公尺，且胸徑1公分以上者、(4)苗木層：樹高 $<$ 2公尺，且胸徑未滿1公分者。以下將屬於樹冠層、次冠層及灌木層者稱為樹木，屬於苗木層者稱為苗木。

2017年時，總共調查到52種共3,102株樹木，灌木層的植株佔55%最多，僅有4%的植株可高達樹冠層(圖3)。到了2020年，樣區內

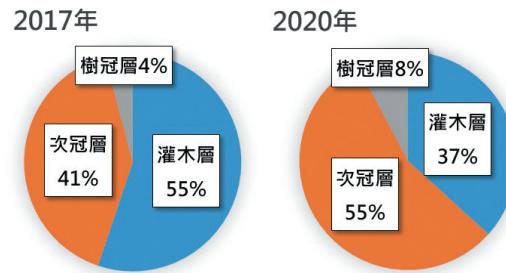


圖3 多納崩塌地2017至2020年樹木各垂直分層的植株比例變化。

樹木的種類及數量都明顯增加，共有63種共3,618株。

經過了3年生長，樣區內灌木層有大量植株升級至次冠層，並有8%的樹木可高達樹冠層，然而灌木層並沒有足夠的苗木補充上來，所以比例和數量都明顯降低(圖3)。

先驅樹種漸失優勢

多納崩塌地樹木重要值(重要值是一樹種相對密度、相對頻度及相對優勢度的平均值，以百分率表示)前15樹種在2017年時，先驅和陽性樹種的重要值總和為79.4%，中等耐陰樹種為10.9%，耐陰和極耐陰樹種總和為0.9%(表1)。2020年時，先驅和陽性樹種的重要值總和為73.8%，中等耐陰樹種為13.0%，耐陰和極耐陰樹種總和為3.1%(表2)。

經過3年演替，先驅和陽性樹種的重要值略為降低，但中等耐陰、耐陰和極耐陰樹種的重要值卻增加，可見先驅和陽性樹種有逐漸衰退之趨勢，使得較耐陰之樹種有機可乘，逐漸增加對崩塌地的影響力。那麼，是什麼原因導致先驅和陽性樹種的衰退呢？

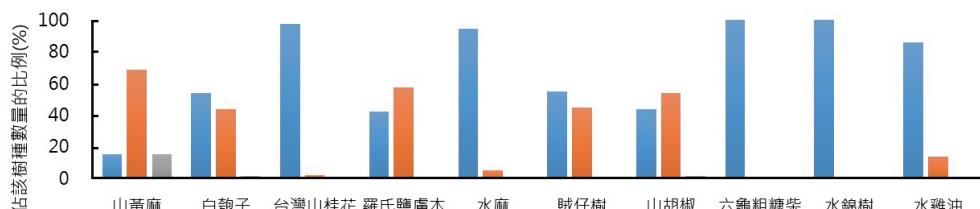
多納崩塌地樣區在2017年時，山黃麻是重要值最大的樹種，其植株主要分布在次冠層(圖4)，此時灌木層僅有93株，佔山黃麻總株數的15%，數量比例已較少。到了2020年，山黃麻在灌木層的植株有許多升級至次冠層，但是並沒有足夠的苗木補充至灌木

表1 多納崩塌地樣區2017年重要值前15樹種的耐陰性、重要值及在各垂直分層的植株數量

樹種	耐陰性	重要值(%)	灌木層	次冠層	樹冠層	總計
山黃麻	先驅	33.3	93	411	94	598
白匏子	先驅	29.1	866	698	33	1597
羅氏鹽膚木	先驅	3.5	25	34	0	59
山芙蓉	先驅	1.6	24	5	0	29
水麻	陽性	2.8	67	4	0	71
賊仔樹	陽性	2.6	32	26	0	58
山胡椒	陽性	2.4	26	32	1	59
水雞油	陽性	1.6	31	5	0	36
裏白饅頭果	陽性	1.3	24	1	0	25
細葉紫珠	陽性	1.2	20	1	0	21
		合計79.4				
臺灣山桂花	中等耐陰	6.8	271	6	0	277
六龜粗糠柴	中等耐陰	2.3	61	0	0	61
水錦樹	中等耐陰	1.8	43	0	0	43
		合計10.9				
臺灣格柃	極耐陰	0.9	14	3	0	17
毛果柃木	未知	0.8	6	7	0	13

備註：2017年調查樹種共計有52種3,102株，其中灌木層有1,712株，次冠層1,262株，及樹冠層有128株。

2017年 重要值前10樹種的樹高分布



2020年 重要值前10樹種的樹高分布

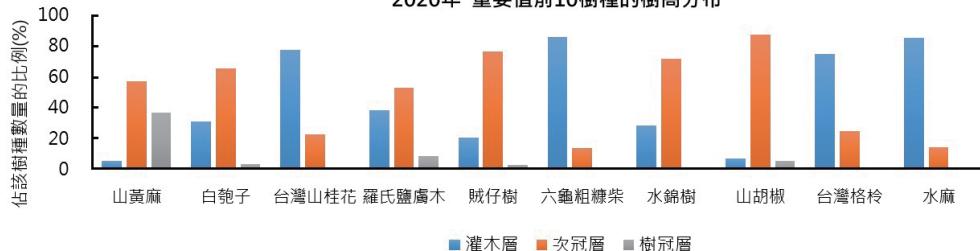


圖4 多納崩塌地樣區2017及2020年重要值前10樹種的樹高分布。

層，使得灌木層植株數量驟減為32株，僅佔山黃麻總株數的6%(表2)。

重要值第二大的白匏子也有類似情況，2017年時雖然灌木層植株數量較次冠層多，但在3年間也有大量植株補充至次冠層，使得

灌木層植株比例大為減少(圖4)。

山黃麻至2020年時有許多植株長高至樹冠層，使次生林更為鬱閉，然而沒有相對應的小徑級個體補充族群(圖4)。值得注意的是，山黃麻2020年較2017年減少了48株(表1、

表2 多納崩塌地樣區2020年重要值前15樹種的耐陰性、重要值及在各垂直分層的植株數量

樹種	耐陰性	重要值(%)	灌木層	次冠層	樹冠層	總計
山黃麻	先驅	29.1	32	315	203	550
白匏子	先驅	28.9	581	1213	64	1858
羅氏鹽膚木	先驅	4.4	35	48	8	91
山芙蓉	先驅	1.2	15	10	0	25
賊仔樹	陽性	2.6	13	48	2	63
山胡椒	陽性	2.1	4	49	3	56
水麻	陽性	1.7	35	6	0	41
裏白饅頭果	陽性	1.5	23	15	0	38
水雞油	陽性	1.4	22	11	0	33
細葉紫珠	陽性	0.9	13	8	0	21
合計73.8						
臺灣山桂花	中等耐陰	8.3	326	96	0	422
六龜粗糠柴	中等耐陰	2.5	67	11	0	78
水錦樹	中等耐陰	2.2	18	45	0	63
合計13.0						
菲律賓楠	耐陰	1.2	13	12	0	25
臺灣格柃	極耐陰	1.9	42	14	0	56
合計3.1						

備註：2020年調查樹種共計有63種3,618株，其中灌木層有1,329株，次冠層2,008株，及樹冠層有281株。

2)，主要為樹冠層個體枯立死亡所致，而白匏子大樹死亡現象並不明顯，又有較多小徑級個體可補充族群，所以我們可以推測，多納崩塌地在短期內，也許再過10年，最優勢的山黃麻將被第二優勢的白匏子取代。

崩塌地的後起之秀—耐陰樹種的崛起

再來看看較耐陰樹種的情況，臺灣山桂花是多納崩塌地樣區最主要的耐陰樹種，2017年時共有277株樹木，至2020年增加為422株(表1、2)，重要值也提升至8.3%。它的樹型較小，頂多長至5公尺高，無法達到樹冠層，但是在林下卻佔有重要的一席之地。六龜粗糠柴及臺灣格柃也和臺灣山桂花一樣，屬於林下較低矮的樹種，且都有很高比例的灌木可補充至次冠層(圖4)，未來可望成為次冠層中重要的一環。

為什麼有些樹種即使有許多個體已從灌木層升級至次冠層，仍能保有很高的灌木層比

例？例如：白匏子和臺灣山桂花，這是因為他們具有足夠的苗木。在2020調查中，我們發現了57種共871株苗木，且在苗木層的重要值前15樹種中，屬於先驅和陽性樹種者僅4種，其餘11種都是屬於較耐陰的苗木(表3)。然而樹木重要值最高的山黃麻，竟然完全沒有苗木出現。

由此可知，目前較耐陰樹種的更新能力是優於陽性和先驅樹種的，原因之一是多納崩塌地次生林的鬱閉度愈來愈高。雖然這些較耐陰樹種目前少有能夠達到樹冠層者，頂多停留在次冠層，但仍有幾個樹種是未來可以長到樹冠層的，例如：菲律賓楠、樟葉槭、小芽新木薑子，而且他們也具有一定數量的苗木(表3)。也許多年後，可以看到他們取代樹冠層中逐漸衰退的陽性樹種呢。

雖然目前多納崩塌地次生林乍看之下仍是以先驅的山黃麻及白匏子最為優勢，但我們從各垂直分層中陽性和耐陰樹種的比例，卻可以發現愈往次生林下層，耐陰樹種愈具

表3 多納崩塌地2020年苗木層重要值前15高樹種之耐陰性、數量及重要值

樹種	耐陰性	數量	重要值(%)
白匏子	先驅	93	12.6
羅氏鹽膚木	先驅	92	7.7
山芙蓉	先驅	20	1.7
細葉饅頭果	陽性	15	1.7
			合計23.7
臺灣山桂花	中等耐陰	158	17.3
小梗木薑子	中等耐陰	62	7.1
六龜粗糠柴	中等耐陰	55	6.1
水錦樹	中等耐陰	51	5.1
			合計35.6
菲律賓楠	耐陰	66	7.0
樟葉槭	耐陰	28	3.9
黑星紫金牛	耐陰	18	2.3
小芽新木薑子	耐陰	16	2.2
九節木	耐陰	14	1.7
臺灣格柃	極耐陰	27	3.9
華八仙	極耐陰	18	1.8
			合計22.8

優勢(圖5)。林下光線較暗，有利耐陰樹種苗木建立，使得耐陰樹種具有更新優勢，擁許多苗木，可以不斷補充至灌木層或次冠層，某些樹種未來甚至可以達到樹冠層。

然而，先驅和陽性樹種因為林下光線較暗，不利其更新，苗木層前15優勢的樹種中，只有4種屬於先驅及陽性樹種，而且部分樹種缺乏苗木的補充，例如：山黃麻和賊仔樹完全沒有苗木出現，除了光線不足是原因之一外，其他因素仍需進一步研究。

結語

山黃麻是多納崩塌地目前最優勢的樹木，但已逐漸出現大樹死亡、下層灌木及苗木補充不及的衰退現象，所以推測不久後，擁有大量下層灌木及苗木的白匏子將會成為最優勢的樹種。

至於目前在苗木層及灌木層蓄積能量的較耐陰樹種，例如：臺灣山桂花、小梗木薑子、菲律賓楠、樟葉槭等，它們都是多納

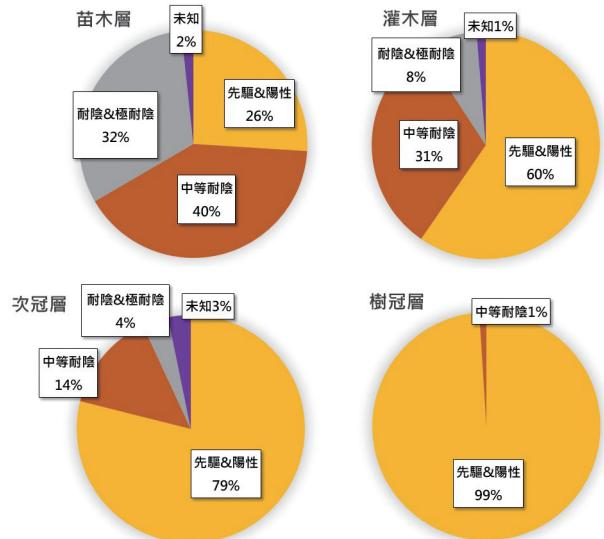


圖5 多納崩塌地2020年各垂直分層植株的耐陰性比例。

崩塌地次生林的後起之秀，因為具有更新優勢，可望成為未來陽性樹種衰退後的新一批森林生力軍，在多年後可能當家做主，成為成熟林的主要組成。◎