

多納林道崩塌地的樹木組成與分布

◎林業試驗所六龜研究中心·陳永修、鍾安晴、林文智、周富三、龔冠寧 (kkn@tfri.gov.tw)

記憶猶存的颱風莫拉克

2009年8月8日，一個讓大家意想不到的熱帶氣旋-莫拉克(Morakot)颱風席捲南臺灣，帶來史無前例的強風豪雨，3天之內在臺灣地區降下了將近2,500mm的雨量，即便是堅忍不拔的大山也沒有辦法抵擋這樣的雨勢攻擊，釀成了自1959年八七水災後近50以來最嚴重的水患(簡稱八八水災)。侵襲臺灣之後繼續向華南一帶前進，總計因莫拉克的影響之下，菲律賓、中國、和臺灣將近700多人罹難，帶來重大災情的颱風莫拉克也在聯合國亞太經濟社會委員會及世界氣象組織下屬的颱風委員會在會議上將此名稱永久除名。

多納林道現狀與願景

六龜研究中心範圍涵蓋高雄市六龜與茂林等行政區，有試驗林地9,882公頃，轄內的扇平林道、多納林道、與鳳岡林道在莫拉克颱風的重創下無一倖免，許多地方發生斷裂與崩塌，受損長度達到8.97公里，占全部林道總長的17%，並計算崩塌地裸露的面積達1,860公頃，約全部面積的19%，不少天然林與人工林因此遭受損害，更多的試驗地由於林道中斷而無法繼續執行，研究人員的試驗計劃被迫宣告中斷，亦可算是颱風影響的受災戶之一。隨著時間的增長，我們發現到裸露的山林開始有了林蔭，見到了應有的綠色景觀，雖然裸露的崩塌地隨著時間自然演替終究會恢復應有的林相，但我們仍貪心的希望，透過林業的經營與努力，更快速的能夠見到天然林相。

2017年的春天，六龜研究中心團隊進行了多納林道崩塌地樹木種類的組成與空間分布，過去此處亦曾嘗試採用種子撒播的方法進行造林，由於地形過於陡峭加上降雨總是又急又大，總是讓撒播材料流往溪底或是集中在下邊坡處，裸露的地方依然無法成林，本次試驗將為日後加速崩塌地恢復研究建立基礎資料，並從植物種類、空間分布、小苗庫、耐陰性等面向著手(圖1)，期盼建立未來更精準、存活率最佳的造林策略。

試驗地概況與作法

本次的試驗地位於多納林道8.7K處，並將樣區設置於林道的上邊坡及下邊坡共4處，海拔高度於900~1,200 m，坡向65度，平均坡度25度，林道則穿越整個崩塌地，該處原為臺灣杉人工林(造林地號：六-20-74-10)，因莫拉克颱風侵擾，遭受強風豪雨及土石流嚴重沖刷了約16.3公頃，和鄰近原有的裸露地相連，形成了將近30公頃大面積的崩塌地，



圖1 崩塌地研究的目標-建構多樣性複層林。



圖2 多納林道試驗地的過去(2009)和現在(2017)。

經過了8年的等待，原本光禿裸露的林地逐漸長出許多的草本植物及樹木，呈現裸露地、草地及森林鑲嵌的景觀(圖2)，山黃麻則是目前崩場地內最高大的樹木。

2017年3月，在崩塌上設置了4個0.25公頃(50×50 m)，合計為1公頃的永久樣區。樣區選定之後，針對本次所關注的木本植物社會進行調查，並建立崩場地演替初期植被的基本資料，另使用無人飛行載具由空中的視角拍攝崩場地的全景照片。記錄樣區內的相對光量、物種分布，凡胸高直徑達1 cm以上的樹木即編號，逐筆記錄樹木名稱、胸高直徑(DBH)、位置、估測樹高，依據物種的種類與數量來計算重要值指數。除此之外，我們也進行了樣區內小苗庫的觀察與記錄(胸高直徑未達1 cm)，結合上層樹木、鄰近天然林種類相互比較，參考Kuo(2015)記錄臺灣原生闊葉樹種的光合作用潛力進行耐陰性適性的比較，未來透過耐陰性篩選適合種植於崩場地的苗木種類，藉以提高存活率達到加速複層林的建構的願景。

植物的種類與組成

我們在樣區植物社會的調查中共記錄到3,089株的木本植物，計有28科42屬52種(圖3)，

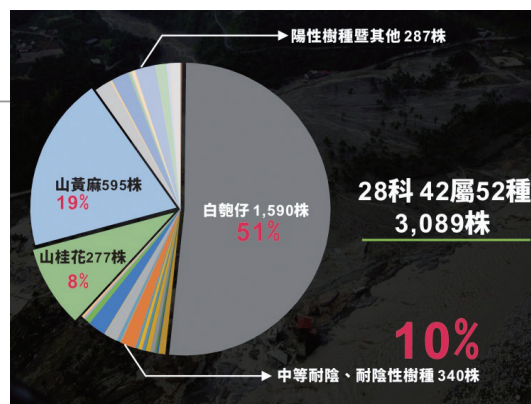


圖3 崩場地樣區木本植物社會組成比例。

以山黃麻(*Trema orientalis*)最為優勢，重要值為40.04%，其次分為白匏子(*Mallotus paniculatus*) (35.72%)、臺灣山桂花(*Maesa perlaria*) (5.02%)、食茱萸(*Zanthoxylum ailanthoides*) (4.55%)、羅氏鹽膚木(*Rhus javanica* var. *roxburghiana*) (2.38%)，此5種陽性樹木的重要值總和高達87.72%(表1)，樹冠層高度為7~11 m，顯示此處仍屬於演替早期階段，在樹冠較鬱閉的林下有出現菲律賓樟、香楠(*Machilus zuihoensis*)、香桂(*Cinnamomum subavenium*)、三斗石櫟(*Pasania hancei*)、印度苦槠(*Castanopsis indica*)、小西氏石櫟(*Pasania konishii*)等樹種，這些都是屬於演替後期較耐陰的樹種，顯示演替早期的陽性樹木已經改變了崩場地的微環境。

依照Kuo(2015)將臺灣原生樹種的耐陰性程度區分為5個等級，依照光合潛力區分為(1) ≥ 26.0 ; (2) 25.9~21.0; (3) 20.9~15.0; (4) 14.9~12.5; (5) $< 12.5 \mu\text{mol CO}_2\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 等五個等級，分別歸屬耐陰性第1、2、3、4、5級(先驅樹種、陽性樹種、中等耐陰樹種、耐陰樹種、極耐陰樹種)。從這種類的數量比例來看，白匏仔有1,590株(51%)、山黃麻595株(19%)、臺灣山桂花277株(8%)為最多者，另屬先驅或陽性樹種有287株(9%)，而屬中等耐陰或耐陰性

表1 崩塌地樹木組成的重要值(前20名)

中文名	學名	株數	相對頻度	優勢度	相對優勢度	IV值
山黃麻	<i>Trema orientalis</i>	595	19.27	46,663.74	60.81	40.04
白匏子	<i>Mallotus paniculatus</i>	1,590	51.51	15,315.07	19.96	35.73
臺灣山桂花	<i>Maesa perlaria</i>	277	8.97	824.89	1.08	5.02
食茱萸	<i>Zanthoxylum ailanthoides</i>	7	0.23	6,802.28	8.86	4.55
羅氏鹽膚木	<i>Rhus javanica</i> var. <i>roxburghiana</i>	56	1.81	2,259.16	2.94	2.38
水麻	<i>Debregeasia orientalis</i>	70	2.27	708.86	0.92	1.60
山胡椒	<i>Litsea cubeba</i>	60	1.94	791.48	1.03	1.49
賊仔樹	<i>Tetradium glabrifolium</i>	52	1.68	702.04	0.91	1.30
六龜粗糠柴	<i>Callicarpa formosana</i> var. <i>glabrata</i>	62	2.01	158.20	0.21	1.11
水雞油	<i>Pouzolzia elegans</i>	38	1.23	393.34	0.51	0.87
水錦樹	<i>Wendlandia uvariifolia</i>	45	1.46	185.11	0.24	0.85
山芙蓉	<i>Hibiscus taiwanensis</i>	30	0.97	364.79	0.48	0.72
裏白饅頭果	<i>Glochidion acuminatum</i>	24	0.78	111.93	0.15	0.46
細葉紫珠	<i>Callicarpa pilosissima</i>	20	0.65	154.06	0.20	0.42
毛果柃木	<i>Eurya gnaphalocarpa</i>	13	0.42	150.98	0.20	0.31
裡白櫨木	<i>Aralia bipinnata</i>	8	0.26	271.36	0.35	0.31
密花苧麻	<i>Boehmeria densiflora</i>	11	0.36	179.96	0.23	0.30
假赤楊	<i>Artemisia anomala</i>	13	0.42	123.68	0.16	0.29
臺灣格柃	<i>Eurya septata</i>	17	0.55	17.75	0.02	0.29
佩羅特木	<i>Perrottetia arisanensis</i>	12	0.39	76.74	0.10	0.24
合計		3,013	97.6	76,406.4	99.56	98.59

樹種者有340株(10%)，這10%的物種則是在我們聚焦的種類，原因無他，因為它即將成為我們在培育苗木選擇上所必需蒐集和準備的植物；在這10%的物種當中，屬於中等耐陰性樹種(第3級)有香楠、杜英(*Elaeocarpus sylvestris*)、欖仁舅(*Neonauclea reticulata*)、墨點櫻桃(*Prunus phaeosticta*)、木荷(*Schima superba*)、三斗石櫟等等，另外尚未有測定數

據，但可望成為優勢樹種的菲律賓樟(*Machilus philippinensis*)、印度苦櫛亦有數株紀錄資料。

小苗庫的調查是重要的，它是自然演替的生力軍，更是該處所蘊藏的樹木銀行，在許多小苗種類中，我們關心的是能成為演替中後期優勢之耐陰樹種，因此小苗庫調查以耐陰種為主。樣區內以裡白饅頭果(*Glochidion acuminatum*)為最大宗，占了所有數

量的21%，常見於林蔭下的九節木(*Psychotria rubra*)則有5%；臺灣欒樹(*Koelreuteria henryi*)、小西氏楠(*Machilus konishii*)和菲律賓樟，佔有9%的比例。統計小木庫185株植物當中，可區分為17科24屬32種。和上層樹木組成相似度有81%，而屬於一般中海拔天然林當中的優勢類群則有21%(樟科、殼斗科與桑科)，未來能夠成為大徑級樹木的香楠、紅楠(*Machilus thunbergii*)等則只有2%的比例。我們亦比較鄰近地區的京大山的天然林相組成，依照重要值前十名的分別為長葉木薑子(*Litsea acuminata*)、長尾尖葉櫛(*Castanopsis cuspidate* var. *carlesii*)、墨點櫻桃(*Prunus phaeosticta*)、細枝柃木(*Eurya loquaiana*)、小葉樹杞(*Ardisia quinquegona*)、瓊楠(*Beilschmiedia erythrophloia*)、紅楠、玉山紫金牛(*Ardisia cornudentata* subsp. *morrisonensis*)、小芽新木薑子(*Neolitsea parvigemma*)、紅花八角(*Illicium arborescens*)等多屬於中等耐陰性、耐陰性或級耐陰性的樹種，在種類上與樣區樹木組成相似程度為11%，小苗庫則為15%(圖4)。



圖4 多納崩塌地、小苗庫與鄰近天然林樣區之優勢樹種及耐陰性等級 (Kuo 2015)。

從中我們發現，經過8年的自然演替之下，樣區小苗庫蘊藏能夠成為未來天然林相的種類的比例稍嫌偏低，要恢復成天然林相可能還有很長的一段時間，期間還有每年的颱風侵襲時所帶來破壞與干擾的變數，若有適時的人為干擾介入，將演替中後期的物種加以栽種，或許能較有效率地加速複層林建構。

空間分布與生長透視

從樣區植物的高度生長來看，平均的相對光量介於27~76%之間(圖5)，種類的組成上似乎沒有顯著的差異，僅在數量的多寡有明顯區分，上層樹木多以白匏仔、山黃麻、臺灣山桂花、水麻(*Debregeasia orientalis*)、羅氏鹽膚木、山胡椒(*Litsea cubeba*)、水雞油(*Pouzolzia elegans*)、六龜粗糠柴(*Callicarpa formosana* var. *glabrata*)等為優勢種，而小苗庫則以裡白饅頭果(*Glochidion acuminatum*)、小梗木薑子(*Litsea hypophaea*)、羅氏鹽膚木、九節木、水錦樹(*Wendlandia uvariifolia*)、菲律賓樟、臺灣格柃(*Eurya septata*)等最為常見(圖6)，樹木的

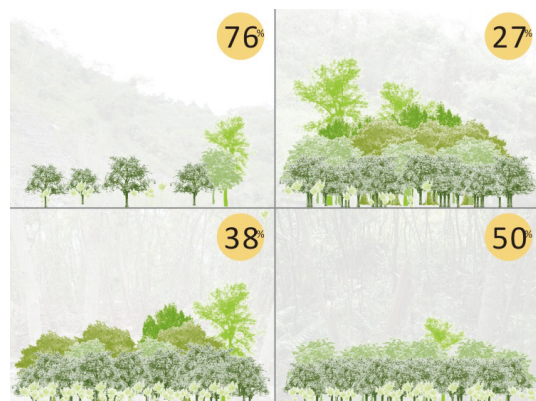


圖5 多納林道樣區植物生長高度與林下相對光量百分比示意。



圖6 崩塌地植物社會構成之復層林相與相對光量百分比示意。

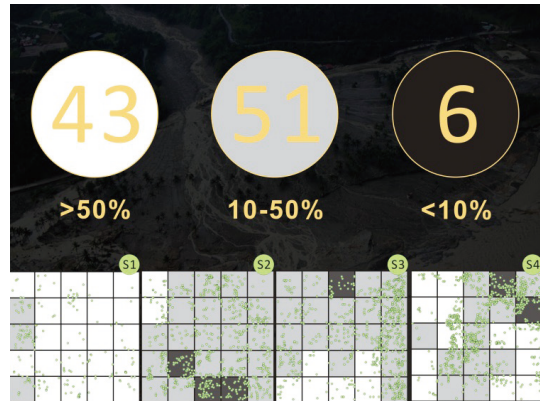


圖7 多納林道樣區木本植物分布與相對光量比例。

分布異質性高，但種類差異性卻不大，推測應為立地條件的不同造成，即便是在鄰近的崩塌地，仍有許多樣區地表為岩塊、碎石所構成，較無土壤覆蓋之處，使得植物生長數量較少。

為了儘早規劃栽植苗木進行復育的區域，我們再將1公頃的樣區分成100個10×10m的小樣區進行相對光量的測定(圖7)，目前接近天然林相(相對光度低於10%)的有6個，而在少有植物覆蓋相對光量大於50%裸露地的有43個，另外有灌叢與樹木分布相對光量為10~50%之間的則有51個。統計各樣區的小苗株數之後發現，相對光量大於50%樣區的小苗數量占全部小苗的23%，而相對光量小於50%樣區的小苗占67%，可見耐陰小苗雖能在較強光處生長，但主要仍是分布在較陰暗處(圖8)，在未來的造林規劃上，依照相對光量與立地條件的不同，設計不同量與質的造林對策，制訂簡單、快速且成效高的造林方法。

結語暨後續

觀察崩塌地經過8年的生長演替，無論相對光量與立地條件為何，都已在上層樹木

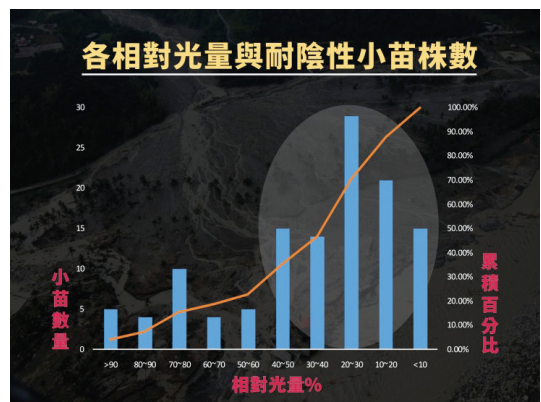


圖8 相對光量與樣區小苗株數統計。

或小苗庫中看到了我們所希望的目標樹種，期許透過人為的適度干擾，將需要10~20年甚至更久才會出現於天然林之樹種帶入崩塌地中，使得林相組成能夠加速朝森林演替中後期發展，藉以建構更豐富的複層林，減少邊坡受到降水沖蝕的破壞。未來將藉由林木的耐陰性加以篩選，並從苗木栽植的方式加以改良(種子保水劑的運用)，期許能夠讓崩塌地的復育有更新更快速的方法可以選擇使用。☘