

南仁山迎風坡森林小苗短期更新動態及其受颱風的影響

彭世賢¹、曾繁綸¹、郭耀綸^{1,2}

(收稿日期：2007年7月1日；接受日期：2007年8月21日)

摘要

小苗更新動態的調查，有助於瞭解森林的組成、結構及演替過程。本研究於墾丁國家公園南仁山生態保護區步道3.4K南、北兩側森林內，共設置45個2m×0.5m小苗樣區，每月調查木本植物苗木高度及出生死亡之動態變化。2006年6月的調查，記錄到兩樣區有69種木本植物小苗，其中包含8種台灣特有且稀有的樹種，小苗平均密度每m²達30株。小苗豐量以日本賽衛矛為最多，平均每m²有3.5株，其次為臺灣八角、恆春石斑木及九節木。小苗組成中高達43%的植株高度低於10cm，且其淨高生長一年約只有1~3cm。2005年新生苗出現的高峰期為6月至9月，達214株，佔當年度新生苗總數的61%，苗木死亡則以8月至11月較多。2005年7月海棠颱風擾動後，陽性樹種的白匏仔、白柏及蟲屎小苗數量增加。颱風雖破壞樹冠，但可提高林內光量，可使土壤種子庫中的種子發芽，並促進原有樹苗的高生長。

關鍵詞：墾丁國家公園，新生苗，苗木組成，颱風擾動，林內光量

一、前言

植物的更新(regeneration)是森林演替(succession)的一個過程。原有樹種的子代是否能在該地順利的更新，新樹種能否進入當地成為林分組成的一分子，這都可能影響未來森林的組成(Connell *et al.*, 1984)。由種子萌芽至植株建立這一段時期，是植群對自然擾動(natural disturbance)最敏感的時候。此時期具不同更新策略的樹種，其更新苗在不同微生育地的分布會有明顯的差異。大部分耐陰樹種的種子都可在林下發芽，但小苗的生長與存活率通常都很低，當森林形成樹冠孔隙(canopy gaps)使光量提高時，林下耐陰小苗才能有較高的存活率，並加快生長(Augspurger 1984; Brokaw 1985)。Grime (1979)指出，在成熟的熱帶和溫帶森林中，小苗庫(seedling bank)是一個普遍的更新策略；在森林受擾動後，此小苗庫的組成和動態變化，對冠層樹種的組成有重大的影響。因此林下小苗庫的組成、數量、分布及其動態變化，都可能影響未

1. 國立屏東科技大學森林系。
2. 通訊作者。

來該森林的組成結構與演替過程。

南仁山生態保護區為台灣目前保留較完整的低海拔原始森林。此區因長期受東北季風影響，造成植物社會呈現高度的分化，可劃分為迎風坡及背風坡兩大植群社會，迎風坡森林的組成多屬亞熱帶或溫帶樹種，以殼斗科、樟科、冬青科及茶科為主；背風坡森林的組成則為典型的熱帶或亞熱帶植群，以茜草科、大戟科、楝科及桑科植物為優勢(Hsieh *et al.*, 2000; Fan *et al.*, 2005)。廖啟政(1995)調查南仁山海拔 200~467 m 樣帶的森林組成，證實南仁山森林有植群壓縮 (compression of vegetation) 現象，此特殊的現象造就了南仁山不同生育地有極多樣化的植物組成。本研究目標為(一)瞭解南仁山迎風坡森林內樹苗出生、死亡更新動態及生長，以及(二) 2005 年 9 月杜鵑颱風擾動後，林內小苗的更新動態及高生長出生、死亡及生長是否發生明顯的改變。透過每個月持續的調查記錄小苗更新動態變化，可提供南仁山區森林在遭受自然擾動後，森林更新可能的反應及調適，這可增進我們對該森林生態系功能的瞭解。

二、 材料與方法

(一) 試驗環境概述

試驗地位於恆春半島東岸，墾丁國家公園所管轄的南仁山生態保護區內。該保護區範圍在九棚溪以南，港口溪以北，東西兩側分別與太平洋及港口溪相鄰，是中央山脈南段餘脈的延伸(東經 120°51'10"，北緯 22°03'37")。本研所調查的樣區，位於南仁山步道 3.4 K 南北兩側森林，緊鄰南仁山森林長期生態研究(LTER)團隊所設立的古湖永久樣區東方，其森林形相(physiognomy)及組成與古湖樣區的迎風陡坡森林極為類似(Fan *et al.*, 2005)，是南仁山典型的受東北季風顯著影響的森林。

根據本研究室設在南仁山生態保護區兩處氣象站的資料顯示(陳志遠，2005)，1996 至 2004 年的 9 年間，南仁山迎風與背風坡兩處的年均溫分別為 22.7 及 24.0°C。南仁山區每年 10 月至翌年 3 月中旬為東北季風期，該期間迎風坡月平均風速在 5 m s⁻¹ 以上，最大風速常達 9~13 m s⁻¹；背風坡月平均風速則都低於 2.2 m s⁻¹。本區年雨量約 3,000 mm，每年 5~10 月為雨季，年雨量的 70% 集中在這段期間，11~4 月降雨量顯著較少。

(二) 樣區設置及小苗調查

於 2002 年 7 月在南仁山步道 3.4 K 南側森林，設置 20 個長、寬分別為 2 m 及 0.5 m，面積 1 m² 的小苗樣區。小苗樣區位置的選定是依本研究目的：監測更新苗的生長及出生死亡動態變化，原則是選取出現種類較多及苗木株數較高的地區，因此在面積約 3000 m² 的森林內，選擇小苗物種豐度(richness)及豐量(abundance)較高的微生育地設置小苗樣區。此種方法雖然犧牲了小苗組成或數量的代表性(非隨機或系統性選取)，但可得到較多種類的小苗，可監測其生長量及死亡情形，具有生態意義。2003 年 9 月 2 日杜鵑颱風經過南台灣，南仁山森林遭受極大損害，研究區的森林出現許多倒木孔隙，因此在同年 10 月於孔隙處增設 4 個小苗樣區，觀察孔隙更新情形。2004 年 2 月，於步道 3.4 K 北側森林依同樣方式另設 10 個小苗樣區，同年 8

月再增設 11 個樣區，共 21 個樣區。

初設置時樣區內所有高度低於 1 m 的木本植物小苗，均以編號的塑膠牌標定，記錄樹種、高度及葉片數。原則上每個月複查一次，遇有新生苗則鑑定種類後編號掛牌標定，並記錄苗高與葉片數。若小苗或標牌遺失，至 2006 年 6 月為止都無法找到，則判定該苗木在遺失當月死亡。各樹種的學名及其是否為台灣特有種乃依據台灣植物誌第六卷(Boufford *et al.*, 2003)。

(三) 小苗的高生長及苗高分布

選取數量較多的台灣八角、恆春石斑木、日本賽衛矛、鐵雨傘和長尾尖葉槭等 5 種樹苗，將高度區分成 6 個等級，分別計算各種樹苗不同高度級，由 2005 年 3 月至 2006 年 3 月，一年間的苗高淨生長量，並以此苗高淨生長量除以 2005 年 3 月同一植株的苗高，再換算成百分率，計算各樹種各高度級所有植株一年間的相對高生長率。再將樣區內所有樹苗的高生長資料合併，依上述方法計算各高度級一年間的苗高淨生長及相對高生長率。此外，利用 2006 年 3 月監測到的 1,349 株小苗，將高度區分成 9 個等級，計算各高度級小苗株數的分布。

(四) 光量測定

為了瞭解樣區內光量對小苗高生長及存活死亡的影響，本研究於 2005 年 7 月 5 日、11 月 9 日，及 2006 年 3 月 25 日分別測定南北兩側森林小苗樣區的光量，因 2005 年 7 月 18 日台灣南部有海棠颱風侵襲，造成本區森林嚴重斷枝落葉，也造成許多樹木傾倒，故 2005 年 7 月 5 日的光量值可視為颱風前林內光量的狀況。測定光量均於晴日中午前後進行，以光量計(LI-190SA, LI-COR, USA)，配合資料記錄器(LI-250, LI-COR, USA)，記錄每個小苗樣區上方 60 cm 處 5 個點的平均光量值，在測定的同時另於本研究室設置的物候觀測平台(高 4 m)無遮蔭處記錄全光值，用以換算各小苗樣區的相對光量百分率。

三、結果與討論

(一) 小苗組成與物種豐量

本研究 2006 年 6 月在 45 個小苗樣區共調查到木本植物小苗 1,348 株，分屬 32 科 53 屬 69 種，全部種類皆為台灣原生種，其中有 14 種為台灣特有種，佔總物種數的 20%，特有種比例相當高。這些台灣特有種中有 8 種被列為保育等級較高者，為稀有的台灣特有種，包括恆春石斑木、細脈赤楠、南仁山柃木、小葉樟、烏心石舅、恆春紅豆、細葉茶梨及希蘭灰木。這 69 種的小苗豐量以日本賽衛矛最多，達 156 株，佔小苗總數的 11%，其次為台灣八角 149 株，這二種小苗的密度每 m^2 皆在 3 株以上，另外恆春石斑木與九節木分別有 129 株與 108 株，密度為 2.87 與 2.40 株/ m^2 ，上述四種小苗的數量即佔小苗總數的 38%。在樣區內僅出現 1 株的種類有 9 種，包括細葉茶梨、恆春紅豆及希蘭灰木等 3 種台灣特有且稀有的樹苗(表一)。本研究調查的南仁山迎風坡森林內，木本植物小苗的豐度及豐量均很高。賴宜鈴(1996)調查南仁山樣帶，海拔高 295 至 480 m，面積各 $2 m^2$ 的小苗樣區 89 個，1995 年 1 月初次調查到 966 株小苗，一年間共調查到 32 科 54 屬 74 種共 2,797 株。在台灣北部的福山，於 259 個面積各 $1 m^2$ 的小苗樣區，2003

年9月初次調查只發現333株小苗，密度僅1.3株/m²，二年間共調查到19科28屬32種的小苗（呂佳陵，2004），小苗的豐度及豐量都比南仁山少。

表一. 南仁山迎風坡森林小苗樣區2006年6月小苗的數量及密度(株/m²)

樹種	株數	密度	樹種	株數	密度
日本賽衛矛 <i>Microtropis japonica</i>	156	3.47	菲律賓饅頭果 <i>Glochidion philippicum</i>	7	0.16
台灣八角 <i>Illicium arborescens</i> ¹⁾	149	3.31	楊桐葉灰木 <i>Symplocos congesta</i>	7	0.16
恆春石斑木 <i>Rhaphiolepis indica</i> ^{1)*}	129	2.87	台灣天仙果 <i>Ficus fimosana</i>	6	0.13
九節木 <i>Psychotria rubra</i>	108	2.40	捲斗櫟 <i>Cyclobalanopsis pachyloma</i>	6	0.13
白匏仔 <i>Mellotus paniculatus</i>	68	1.51	錐果櫟 <i>Cyclobalanopsis longinux</i>	4	0.09
鐵雨傘 <i>Ardisia cornudentata</i> ¹⁾	67	1.49	銳脈木薑子 <i>Litsea acutivena</i>	4	0.09
小葉赤楠 <i>Syzygium buxifolium</i>	54	1.20	南仁五月茶 <i>Antidesma hiiranense</i> ¹⁾	4	0.09
白柏 <i>Sapium discolor</i>	49	1.09	革葉冬青 <i>Ilex cochinchinensis</i>	4	0.09
細脈赤楠 <i>Syzygium euphlebiun</i> ^{1)*}	46	1.02	軟毛柿 <i>Diospyros eriantha</i>	4	0.09
長尾尖葉楮 <i>Castanopsis cuspidata</i>	38	0.84	黃杞 <i>Engelhardia roxburghiana</i>	4	0.09
小葉木犀 <i>Osmanthus marginatus</i>	38	0.84	大錦蘭 <i>Anodendron benthamuana</i>	4	0.09
蟲屎 <i>Melanolepis multiglandulosa</i>	33	0.73	綠樟 <i>Meliosma squamulata</i>	4	0.09
大頭茶 <i>Gordonia axillaris</i>	33	0.73	薄葉玉心花 <i>Tarenna gracilipes</i> ¹⁾	4	0.09
武威新木薑子 <i>Neolitsea buisanensis</i>	32	0.71	嶺南青剛櫟 <i>Cyclobalanopsis championii</i>	3	0.07
奧氏虎皮楠 <i>Daphniphyllum glaucescens</i>	32	0.71	烏來冬青 <i>Ilex uraiensis</i>	3	0.07
金平氏冬青 <i>Ilex maximowicziana</i>	32	0.71	三叉虎 <i>Evodia leptia</i>	3	0.07
大明橘 <i>Myrsine seguinii</i>	31	0.69	唐杜鵑 <i>Rhododendron simsii</i>	3	0.07
台灣蕘花 <i>Wikstroemia taiwanensis</i> ¹⁾	22	0.49	野牡丹 <i>Melastoma candidum</i>	3	0.07
鎮垂豆 <i>Archidendron lucidum</i>	19	0.42	樹杞 <i>Ardisia sieboldii</i>	3	0.07
紅果金粟蘭 <i>Sarcandre glabra</i>	15	0.33	細葉饅頭果 <i>Glochidion rubrum</i>	2	0.04
山豬肝 <i>Symplocos theophrastifolia</i>	15	0.33	臭辣樹 <i>Evodia meliaefolia</i>	2	0.04
毛雞屎樹 <i>Lasianthus cyanocarpus</i>	14	0.31	桃葉珊瑚 <i>Aucuba chinensis</i>	2	0.04
華河瓊楠 <i>Beilschmiedia tsangii</i>	13	0.29	烏心石舅 <i>Magnolia kachirachirai</i> ^{1)*}	2	0.04
南仁山柃木 <i>Eurya nitida</i> ^{1)*}	13	0.29	小葉樹杞 <i>Ardisia quinquegona</i>	2	0.04
江某 <i>Schefflera octophylla</i>	12	0.27	港口木荷 <i>Schima superba</i> ¹⁾	2	0.04
竹柏 <i>Nageia nagi</i>	11	0.24	恆春紅豆 <i>Ormosia hengchuniana</i> ^{1)*}	1	0.02
香楠 <i>Machilus zuihoensis</i> ¹⁾	10	0.22	烏心石 <i>Michelia compressa</i>	1	0.02
狗骨仔 <i>Tricalysia dubia</i>	10	0.22	疏花紫珠 <i>Callicarpa remotiflora</i> ¹⁾	1	0.02
福木 <i>Garcinia multiflora</i>	10	0.22	瓊楠 <i>Beilschmiedia erythrophloia</i>	1	0.02
山黃梔 <i>Gardenia jasminoides</i>	10	0.22	壺冠木 <i>Litosanthus biflora</i>	1	0.02
紅楠 <i>Mauchilus thunbergii</i>	9	0.20	細葉茶梨 <i>Anneslea lanceolata</i> ^{1)*}	1	0.02
杜英 <i>Elaeocarpus sylvestris</i>	9	0.20	鐵冬青 <i>Ilex rotunda</i>	1	0.02
小葉樟 <i>Cinnamomum brevipedunculatum</i> ^{1)*}	8	0.18	希蘭灰木 <i>Symplocos shilanensis</i> ^{1)*}	1	0.02
福建賽衛矛 <i>Microtropis fokiensis</i>	7	0.16	山紅柿 <i>Diospyros morrisiana</i>	1	0.02
雞屎樹 <i>Lasianthus obliquinervis</i>	7	0.16			

¹⁾台灣特有種；*保育等級屬稀有 (Boufford et al., 2003)

(二)小苗出生死亡及密度的動態變化

本次調查發現小苗出生最明顯的高峰期在2005年的6月至9月，共新生了214株，佔當年度新生苗350株的61%，其次是2006年的1月至3月(表二)。新生苗最多的月份為2005年9月，是在海棠颱風過後2個月，有92株小苗新生，其中細脈赤楠在南側樣區僅一個小苗樣區內即新生29株。在2005年3月與11月，以及2006年4~6月的新生苗數量，均較其他月份低。在小苗死亡方面，2005年8月為高峰期，共死亡44株，但這是7、8兩個月合計的株數，2005年10月死亡34株小苗，為單月死亡株數最多的月份(表二)。在台灣北部的福山，小苗新生的

高峰期在 3 月至 5 月，死亡高峰期在 8 月至 11 月(呂佳陵，2004)，小苗出生的高峰期與本次調查的結果不同，但小苗死亡高峰期兩處類似。

在小苗總株數方面，2005 年 3 月為 1,123 株，之後每個月小苗總株數都在增加，到了 2006 年 6 月總株數達 1,348 株，密度由 25.0 株/m² 增至 30.0 株/m²，顯示小苗的豐量在持續增加中。小苗株數或密度的變化，主要是受樣區中某些種類大量出生的影響，例如 2005 年 9 月(海棠颱風過後 2 個月)細脈赤楠在一個小苗樣區內即新生 29 株。自 2005 年 3 月到 2006 年 6 月，這段時間內的樹種組成在 69 至 75 種之間，變化並不大(表二)。雖然部分樹種有大量新增或死亡的情形，但大多數樹種的小苗在林下都能維持相對穩定的數量，共同形成森林內的小苗庫。

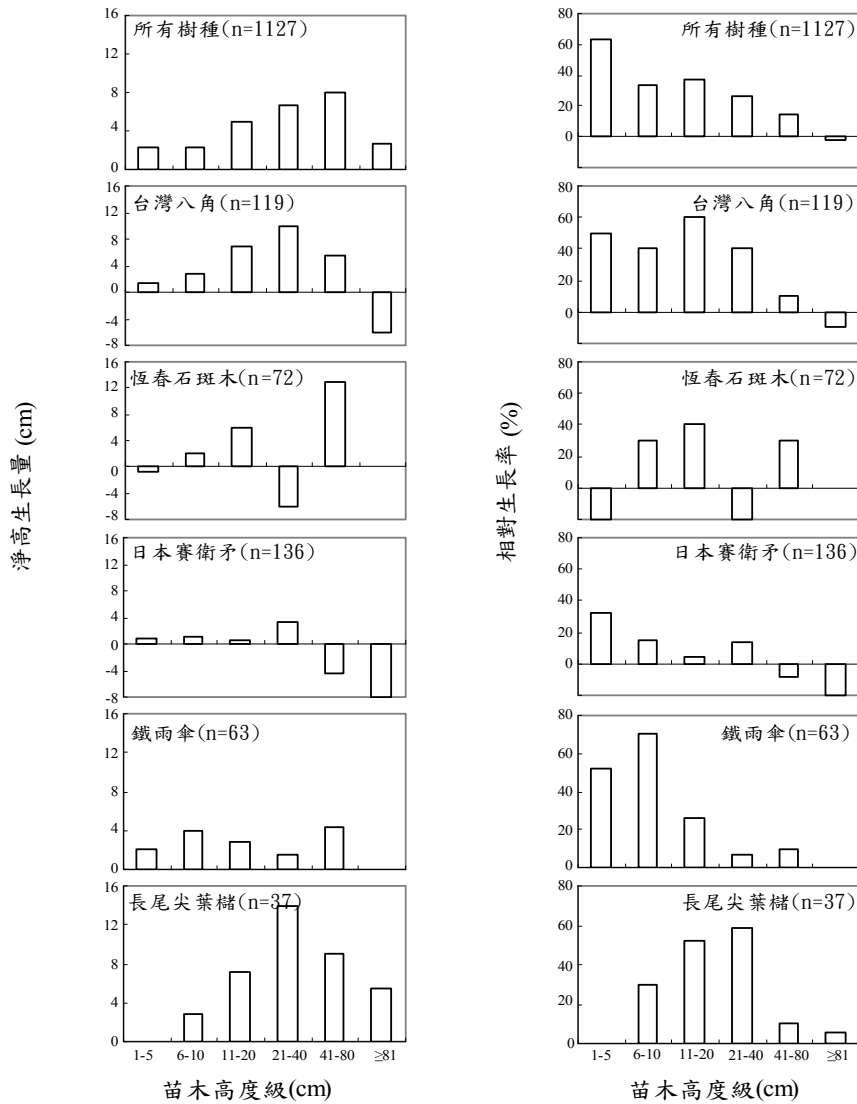
表二. 南仁山迎風坡森林小苗樣區 2005 年 3 月至 2006 年 6 月小苗更新動態

	2005 年(月)										2006 年(月)				
	3	4	5	6	8	9	10	11	12	1	2	3	4	6	
出生合計 (株/45 m ²)	10	19	41	70	52	92	40	15	11	27	42	36	13	10	
死亡合計 (株/45 m ²)	12	7	19	9	44	22	34	20	12	19	10	23	14	10	
當月株數 (株/45m ²)	1123	1135	1157	1218	1226	1296	1302	1297	1296	1304	1336	1349	1348	1348	
當月密度 (株/m ²)	25.0	25.2	25.7	27.1	27.2	28.8	28.9	28.8	28.8	29.0	29.7	30.0	30.0	30.0	
物種數	74	73	73	73	73	75	74	72	72	71	71	71	71	69	

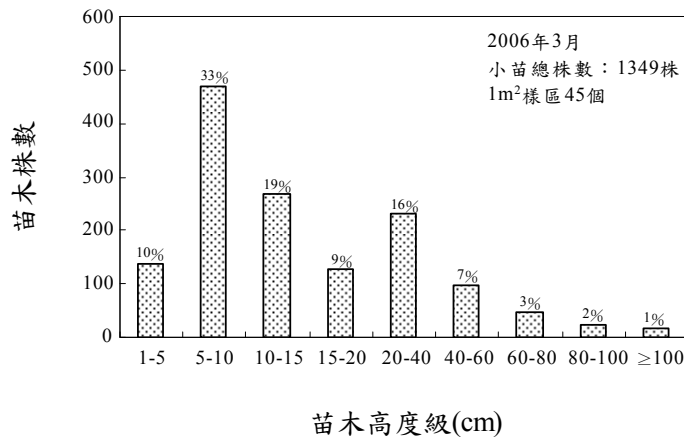
(三) 小苗的高生長及苗高分布

以 2005 年 3 月的苗高為基準，台灣八角、恆春石斑木、日本賽衛矛、鐵雨傘和長尾尖葉槭等 5 種樹苗，苗高在 10 cm 以下的植株一年間的淨高生長約只有 2 cm，小苗高度愈高其淨高生長也愈大，但 80 cm 以上的植株，高生長卻降低，甚至有的植株會因外力折損而呈負成長(圖一)。然而小苗的相對高生長率卻與苗高淨生長呈相反趨勢，高度小於 5 cm 的苗木，相對高生長率可達 60%，苗高愈大其相對高生長率愈小(圖一)。

將 45 個小苗樣區的資料合併，2006 年 3 月調查到二處共有 1,349 株小苗，苗高低於 5 cm 的植株佔 10%，低於 10 cm 或 15 cm 的小苗株數累計分別有 43 及 62%，而苗高大於 60 cm 的植株僅佔總株數的 6%(圖二)。此結果表示南仁山迎風坡森林小苗的高度大多很低。若苗木高度在 10 cm 以下，由圖一可知每年的淨高生長約只有 1-3 cm，因此小苗由 5 cm 長高至 10 cm，少則 2 年多則需 5 年，視樹種及生長之環境而異。



圖一. 南仁山迎風坡森林小苗樣區 2005 年 3 月至 2006 年 3 月 5 種樹苗不同高度級之淨高生長與相對高生長率



圖二. 南仁山迎風坡森林不同高度級小苗之株數分布

(四) 海棠颱風前後林內光量的變化

海棠颱風前二週南側樣區測得的相對光量平均值為 6.7%，而颱風後四個月相對光量提高為 11.0%，顯示海棠颱風擾動後樣區內的光量增加了(表三)，例如第 11、13、15、21 及 24 樣區附近有樹木傾倒，形成小孔隙，致使相對光量提高至 15% 以上。到了 2006 年初，部分樣區周圍的樹木持續發生傾倒，或原本傾倒但未落葉的大樹，因死亡落葉而使林內光量更高。海棠颱風過後 4 個月與 8 個月，整個樣區內的平均相對光量雖然很接近，但個別樣區的光量在不同期間有很大的變化，只有少數樣區上方因樹冠層未受干擾，其光量值才能維持穩定(表三)。

北側樣區因地勢較高，因此森林樹冠層受海棠颱風的擾動更為明顯，樣區內的平均相對光量在颱風前為 4.8%，颱風過後四個月增加到 23.5%，尤其是第 11 樣區上方樹冠完全被移除，相對光量高達 91%。海棠颱風過後 8 個月林內相對光量降至 11.5% (表三)，顯示樹冠層持續恢復長葉，但部分樣區白天已可接受數小時的直射陽光。

表三. 南仁山迎風坡森林 2005 年 7 月 5 日 (海棠颱風前 2 週)、11 月 9 日及 2006 年 3 月 25 日各小苗樣區相對光量之變化

樣區 編號	南側樣區相對光量(%)			北側樣區相對光量(%)		
	颱風前 2 週	颱風後 4 月	颱風後 8 月	颱風前 2 週	颱風後 4 月	颱風後 8 月
1	6	5	3	3	6	6
2	9	4	5	3	9	9
3	2	5	15	6	7	12
4	9	5	19	10	3	4
5	17	6	19	11	28	11
6	4	4	6	6	7	5
7	5	4	9	9	40	16
8	7	7	19	10	32	28
9	4	7	17	7	52	18
10	7	4	5	7	21	17
11	4	18	16	4	91	19
12	4	6	11	5	64	20
13	11	23	7	2	17	7
14	16	10	16	6	5	6
15	5	15	4	3	7	22
16	5	8	6	3	7	4
17	4	7	7	2	21	9
18	4	6	14	1	25	6
19	11	15	14	1	10	9
20	2	7	21	1	31	4
21	6	28	10	1	6	10
22	3	10	13			
23	6	11	8			
24	10	48	5			
平均	6.7	11.0	11.2	4.8	23.5	11.5

(五) 同種樹苗在不同光量條件下淨高生長的比較

依海棠颱風過後 8 個月(2006 年 3 月 25 日)測得之光量為依據,將各小苗樣區依相對光量大小區分為光量較高(>15%)與較低(<10%)兩類,再將所有苗木依苗高分成 6 個高度級,比較颱風過後 8 個月間同一樹種於同一高度級,在相對光量較高與較低的樣區,小苗淨高生長是否有所差異。結果發現大部分的樹種在光量較高的樣區,淨高生長量會較大,例如台灣八角、恆春石斑木、奧氏虎皮楠、長尾尖葉櫨、鐵雨傘、毛雞屎樹等樹種(表四)。然而,也有少數樹種小苗的淨高生長在光量較高或較低兩類樣區的差異並不大,例如日本賽衛矛、大明橘及武威新木薑子(表四)。至於陽性樹種的白匏仔、白柏及蟲屎的小苗,均只出現在光量較高的樣區,因此無法比較其高生長受不同光量條件影響的程度。

表四. 北側樣區 2005 年海棠颱風過後低光與高光樣區 2005 年 8 月至 2006 年 3 月苗木不同高度級淨高生長量之比較

樹種		苗木高度級(cm)				
		1.0-9.9	10.0-19.9	20.0-39.9	40.0-59.9	≥60
臺灣八角	H	2.4 (7) ¹⁾	5 (8)	3.5 (3)	9.3 (5)	9.8 (2)
	L	1.4 (14)	0 (1)	2.6 (12)	7.6 (6)	-11 (3)
日本賽衛矛	H	0.5 (10)	0.8 (13)	1.5 (4)	-4.3 (3)	-
	L	1 (8)	1.2 (3)	-	1 (1)	-
恆春石斑木	H	1.9 (9)	8.1 (10)	6.9 (2)	-	-
	L	0.7 (23)	2.6 (4)	-4.8 (2)	-	-
小葉赤楠	H	0.8 (3)	3.1 (5)	-	2.5 (3)	-4 (1)
	L	1 (1)	0.8 (6)	-4.5 (3)	6 (1)	-
奧氏虎皮楠	H	3.8 (2)	1.5 (2)	15 (1)	2.5 (2)	9 (2)
	L	1.9 (6)	1.3 (2)	-	-	-
九節木	H	0.3 (4)	-0.3 (2)	10 (1)	-	-
	L	1.5 (4)	1 (1)	3 (1)	-4.5 (1)	-
鐵雨傘	H	-	3.5 (3)	3 (1)	3 (1)	-
	L	6.3 (4)	0.8 (3)	-	2 (1)	-
長尾尖葉櫨	H	6 (1)	3.5 (1)	4.3 (5)	27 (1)	5.3 (3)
	L	-	2.8 (3)	2.5 (2)	-2 (1)	-32 (1)
臺灣蕘花	H	-	12.5 (1)	21.8 (2)	-	-
	L	2.5 (2)	-	8 (1)	-	-
毛雞屎樹	H	3 (2)	7 (1)	3 (1)	-	-
	L	-	2 (1)	1 (1)	-	-

註：H 為相對光量較高之樣區；L 為相對光量較低之樣區；¹⁾括號內為苗木株數

當森林樹冠層遭擾動形成孔隙後,林內原有的樹苗大多會因光資源的提高而有顯著的生長促進(Chazdon 1986, 郭耀綸、范開翔, 2003; 郭耀綸等, 2007),且較大的孔隙比小孔隙對樹苗的生長促進更大(Popma and Bongers 1988)。2003 年 9 月經過南台灣的杜鵑颱風,對墾丁地區的森林也造成極大的損害,該颱風折損樹冠層,使墾丁高位珊瑚礁森林林內原本約 2%的相對光量,在颱風過後提高到約 15%,而林下原有的黃心柿(*Diospyros maritima*)與蟲屎的高生長在 6 個月內即有顯著的增加(郭耀綸等, 2007)。颱風對森林內小苗更新的影響有兩方面,一是如上述因光量提高而促進原有樹苗的生長,另一個影響是因為颱風改變林內光環境,直射光照到林床的強度及持續時間均增加,而且會顯著改變光質,使林內紅光與遠紅光的比例(red:far-rad ratio)

提高，因而刺激土壤種子庫(soil seed bank)的種子發芽，而這些種子多為陽性植物，因此使該處的樹種組成發生改變，增加了較多陽性樹種組成分(Brokaw 1985)。本研究北側樣區的森林，在海棠颱風過後樹冠層遭嚴重擾動，光量提高甚多(表三)，颱風過後 8 個月內，此樣區有三種陽性樹種白匏仔、蟲屎及白柏苗木分別增加了 45、22 及 12 株，這些陽性樹種小苗可能即是由原本已存在土壤中的種子(土壤種子庫)所萌發的，而颱風前 8 個月該樣區僅有白匏仔 6 株小苗新生，可見颱風的擾動可促進該處陽性樹苗的更新，增加其豐量，這可能影響此處森林的演替過程及未來的樹種組成。

四、結 論

1. 南仁山迎風坡森林 45 個 1 m^2 的小苗樣區，共有 69 種，小苗的豐度很高，其中有 14 種為台灣特有種，包含稀有的台灣特有種 8 種。
2. 此處森林小苗平均密度達 $30\text{ 株}/\text{m}^2$ ，小苗的豐量很高；小苗出生高峰期在 6~9 月，死亡則以 8~11 月較多。
3. 海棠颱風破壞樹冠層，林內光量顯著提高，使陽性樹種的小苗在短期內萌發，並促進林內原有小苗的高生長。

五、致 謝

本研究承蒙墾丁國家公園管理處經費補助，特此申謝。

六、引用文獻

- 呂佳陵，2004。台灣北部福山地區亞熱帶雨林喬木小苗短期動態之研究。國立台灣大學生態學與演化生物學研究所碩士論文，共 89 頁。
- 陳志遠，2005。南仁山迎風與背風分布樹種光合作用溫度反應的比較。國立屏東科技大學森林系碩士論文，共 66 頁。
- 郭耀綸、范開翔，2003。南仁山森林倒木孔隙三年間的更新動態。台灣林業科學 18(2):143-151。
- 郭耀綸、尤國霖、楊月玲、王相華，2007。颱風擾動對台灣南部墾丁森林林下光量及六種樹苗生長的影響。台灣林業科學 22(4):351-364。

- 賴宜鈴，1996。南仁山亞熱帶雨林小苗動態及地被層植物組成之研究。國立台灣大學植物學研究所碩士論文。
- 廖啟政，1995。南仁山區亞熱帶雨林海拔梯度與植被組成、結構、歧異度及分布類型的關係。國立台灣大學植物學研究所碩士論文。
- Augspurger, C. K. 1984. Light requirements of neotropical tree seedlings: a comparative study of growth and survival. *J. Ecol.* 72:777-95.
- Boufford, D. E., H. Ohashi, T. C. Huang, C. F. Hsieh, J. L. Tsai, K. C. Yang, C. I. Peng, C. S. Kuoh, A. Hsiao. 2003. A checklist of the vascular plants of Taiwan. *In: Flora of Taiwan*, 2nd ed, Vol. 6. Taipei, Taiwan: National Taiwan Univ. p 17-139.
- Brokaw, N. V. L. 1985. Gap-phase regeneration in a tropical forest. *Ecology* 66:682-7.
- Chazdon, R. L. 1986. Light variation and carbon gain in rainforest understory palms. *J. Ecol.* 74:995-1012.
- Connel, J. M., J. G. Tracey, and L. J. Webb. 1984. Compensatory recruitment, growth and mortality as factors maintaining rain forest tree diversity. *Ecol. Monog.* 54:141-164.
- Fan, S. W., W. C. Chao, and C. F. Hsieh. 2005. Woody floristic composition, size class distribution and spatial pattern of a subtropical lowland rainforest at Nanjen lake, southernmost Taiwan. *Taiwania* 50:307-326.
- Grime, J. P. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. John Wiley & Sons. 222 pp.
- Hsieh, C. F., I. F. Sun, C. C. Yang. 2000. Species composition and vegetation pattern of a lowland rain forest at the Nanjenshan LTER site, southern Taiwan. *Taiwania* 45(1):107-118.
- Popma, J., F. Bongers. 1988. The effect of canopy gaps on growth and morphology of seedlings of rain forest species. *Oecologia* 75:625-632.

Dynamics of short-term regeneration of seedlings and the influence of typhoon in windward forest of Nanjenshan

She-Shan Pen¹, Fan-Shan Jen¹, and Yau-Lun Kuo^{1,2}

(Manuscript received 1 July 2007 ; accepted 21 August 2007)

ABSTRACT : Recruitment and mortality of seedlings are important ecological processes which may affect the composition, structure, and succession of forests. We conducted a regeneration dynamics study in Nanjenshan forest of Kenting National Park. Forty-five 2 m × 0.5 m plots were set up in north and south sides of the forest at 3.4 K of a Nanjenshan trail. All woody seedlings in every plot were identified, tagged, and recorded their height on monthly basis. In our investigation of June 2006, we identified 69 species including 8 endemic rare species of Taiwan, with mean seedling density of 30 stems per m². *Microtropis japonica*, having 3.5 stems per m², was the most abundant species followed by *Illicium arborescens*, *Rhaphiolepis indica*, and *Psychotria rubra*. For seedling community, 43% of the seedlings were smaller than 10 cm and their annual net increment of height were only about 1 to 3 cm. In 2005, peak mortality occurred during August to November, while peak recruitment occurred during June to September. There were 214 recruits in the peak recruitment months, counting for 61% of the total annual recruits. After the disturbance of typhoon Hay-tang that struck southern Taiwan on July 18 of 2005, seedlings of pioneer species *Mellotus paniculatus*, *Melanolepis multiglandulosa*, and *Sapium discolor* increased most abundantly. Although a typhoon might damage forest canopies, it could increase the availability of understory light as well. Consequently, both seed germination from soil seed bank and height growth of the advance seedlings could be enhanced.

KEYWORDS : Kenting National Park, recruitment, seedling composition, typhoon disturbance, understory light

1. Department of Forestry, National Pingtung University of Science and Technology.
2. Corresponding author.