

圖 / 大山影像

濁水溪南岸保安林環境調查 與公益功能初探

文、圖 | 黃凱洛 | 林務局南投林區管理處林政課專員
朱懿千 | 林務局林政管理組保安林科科长
何坤益 | 國立嘉義大學森林暨自然資源學系教授（通訊作者）
何宗恆、蘇威霖、廖婉婷、謝名彥 | 國立嘉義大學森林暨自然資源學系研究生

濁水溪南岸保安林分布於雲林縣元長鄉、臺西鄉、麥寮鄉及崙背鄉，保安林設置可減緩濁水溪東北季風之風速、抑止及攔截其飛砂揚塵，避免影響農作生產與維持居民生活品質，故保安林扮演非常重要的角色。目前濁水溪南岸主要由5個編號的保安林組成，由西至東分別為編號第1833、1805、1813、1821及1815號保安林，依檢訂結果統計總面積為720.35公頃。

濁水溪南岸保安林編入緣由

濁水溪南岸保安林分布於雲林縣元長鄉、臺西鄉、麥寮鄉及崙背鄉，保安林設置可減緩濁水溪東北季風之風速、抑止及攔截其飛砂揚塵，避免影響農作生產與維持居民生活品質，故保安林扮演非常重要的角色。該地區保安林之營造於日治時期（1909年）即完成造林面積1,961公頃，嗣光復前後，因日軍大肆伐採於先、民眾濫墾於後，致使林帶大幅縮減。為期恢復該地區林相，林務局自1946年起撥款委託雲林縣政府實施復舊造林，但因受到天然、人為及放牧的破壞使得造林面積不斷變動，至1975年6月實地測量結果，保安林面積仍達1,412.24公頃（陳昌秀，1988）。

目前濁水溪南岸主要由5個保安林組成，由西至東分別為編號第1833、1805、1813、1821及1815號保安林，依檢訂結果統計總面積為720.35公頃。上述5個保安林中，僅編號第1833號保安林為衛生保健林，由於緊鄰台塑六輕石化工廠，故該號保安林設於工業區周邊之空氣污染防護區域，其功用在於淨化該區域之空氣品質（陳麗玉、吳祥鳴，2016），其餘4個保安林則皆為飛砂防止保安林。此外，該5個保安林土地權屬多為國有，僅編號第1813及1821號保安林內含部分私有地；其中，第1813號保安林於日治時期1925年編入，位於雲林縣

崙背鄉舊庄段、草湖段及貓兒干段（圖1），面積138.05公頃，保安林內包含約1.56公頃的私有地。第1821號保安林於1943年編入，位於雲林縣二崙鄉大庄段，面積為18.06公頃，保安林內包含8.44公頃的私有地。該2個編號保安林編入之目的均為防止東北季風吹拂濁水溪河床裸露地引起的砂塵，減緩抑制飛砂揚起，保護後方舊庄村、草湖村、貓兒干村及大庄村一帶居民、房舍及農耕地之安全。

近年來濁水溪下游之揚塵問題日益嚴重，尤以冬季枯水期及東北季風盛行吹拂時為甚，其影響區域包括雲林縣西螺鎮、二崙鄉、崙背鄉及麥寮鄉等鄉鎮。自921大地震後，臺灣中部地區部分河川有抬升現象，導致上游地段土層變化及土石之阻斷，造成下游段裸露面積增加，進而提高飛砂揚塵的機率（林昭遠等，2008）。因前述編號第1813號及1821號保安林內合計有約10公頃之私有地，且私有地中部分係屬非營林孔隙地，為瞭解保安林內私有地使用行為對飛砂揚塵造成之影響，故選擇該2號保安林進行植群調查了解林分結構，並依調查結果建議適時強化林分更新與撫育作業，以營造保安林之健全發展。

第1813號與第1821號保安林林分現況

保安林林分植群調查

濁水溪南岸保安林經長期經營與自然更新，林相組成豐富，本研究進行現況植群調查，將全區規劃為22個樣區，以調查木本（DBH大於1cm之喬木及灌木）以及草本（幼小喬木和灌木、草本、蕨類及藤本植物）為主。結果顯示林分植群組成以喬木（35.6%）所佔最多、其次為藤本（26.6%）、草本（20%）、灌木（17.8%），區內主要以木麻黃（*Casuarina equisetifolia*）、苦楝（*Melia azedarach*）、



圖1、第1813號與第1821號保安林地理位置。

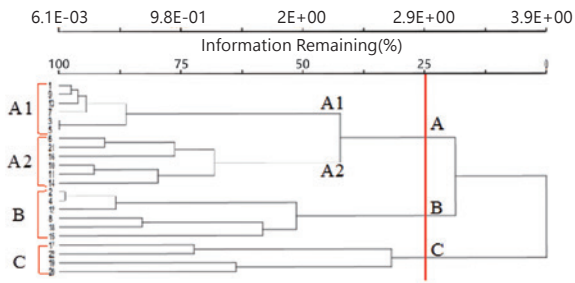


圖2、林分植群樹狀圖。

黃槿 (*Hibiscus tiliaceus*) 等為優勢種，伴隨月橘 (*Murraya paniculata*) 與血桐 (*Macaranga tanarius*) 等樹種。林分下層以月橘為優勢種，於高壓電塔等空隙地為大黍覆蓋，可能受到經常性干擾導致入侵形成優勢。使用Sørensen相似性指數，依樣區相似性歸群分析，將林分組成區分為3個林型，其中A林型可再細分為兩個亞型 (圖2)。

A型：血桐型 (*Macaranga tanarius*)

本型位於保安林之中間段及南面，屬於背風側，主要優勢樹種如血桐、月橘、金龜樹 (*Pithecellobium dulce*) 等於各樣區間均普遍出現。依據歸群結果之分群趨勢再分為兩亞型。

A1型：血桐—金龜樹亞型 (*Macaranga tanarius* - *Pithecellobium dulce* subtype)

上木血桐、月橘、金龜樹為優勢種，發現大量武靴藤 (*Gymnema sylvestre*) 族群，此型位於整體保安林之南側，是屬於背風面的一側。林型推估為中期演替，林分持續發育中。

A2型：血桐—欖仁亞型 (*Macaranga tanarius* - *Terminalia catappa* subtype)

上木優勢種為血桐、月橘、木麻黃、構樹，地被優勢種為月橘、三角葉西番蓮 (*Passiflora suberosa*)，此型位於整體保安林之中段更新區。整體林型推估為中期演替，林分組成持續更新。

B型：木麻黃—千金藤型 (*Casuarina equisetifolia* - *Stephania japonica* type)

上木優勢種為木麻黃、黃槿、苦楝，地被優勢種為月橘、大黍、銀合歡 (*Leucaena leucocephala*)，此型位於整體保安林之北側，屬於迎風面的一側。為一典型之防風林型態林型，上木層以防風樹種為主要的優勢，整個林型推估屬中、後期演替，如無遭受過大之干擾將可朝向後期演替。

C型：大黍—土防己型 (*Panicum maximum* - *Cyclea gracillima* type)

上木優勢種為血桐、構樹、苦楝，地被優勢種為大黍、三角葉西番蓮，此型位於整體保安林之東側。整體林型推估屬於演替過程中受到干擾，以致多數陽性樹種之出現，植群社會結構易為外來種入侵。

保安林林分生物多樣性分析

本研究調查樣區內共有41種植物，於周遭保安林內則紀錄了103種植物。發現在第1813號保安林分區1813-3中部分區域遭大黍及小花蔓澤蘭 (*Mikania micrantha*) 入侵，調查中也發現掉落在地面的雞母珠 (*Abrus precatorius*) 種子，且發現武靴藤攀附在木本植物上 (武靴藤為斯氏紫斑蝶幼蟲唯一的食草)。由該情形可知，在保安林生態較為惡劣環境中，仍可孕育其生物多樣性特性，故知本區保安林地能夠提供周遭的野生動物良好的棲息環境，以及作為生物遷移時的中繼站，對於提供多樣性之生態棲地非常重要。

保安林內之動物資源，可由鳥類、哺乳類、爬蟲類動物及蝴蝶相作為動物多樣性之參考。根據經濟部濁水溪河川情勢調查 (2006)，濁水溪流域調查可能出現之動物資源如下：

鳥類：共有13目31科54種。其中臺灣藍鵲、白耳畫眉、黃胸數眉及臺灣紫嘯鸚等4種為臺灣特有種，保育類物種則有燕、翠翼鳩、鳳頭蒼鷹、大冠鷲、臺灣藍鵲、畫眉、領角鴉及黃嘴角鴉等8種，屬於第二級珍貴稀有保育類野生動物，以及白耳畫眉、黃胸數眉、臺灣紫嘯鸚與鉛色水鸚等4種，屬於第三級其他應予保育類野生動物。

哺乳類動物方面：哺乳類野生動物的分布與棲地類型及海拔高度有較高的關係，因此該計畫所調查的哺乳類動物組成，以空中飛行的蝙蝠及小型哺乳類的鼠類為主，分別為長鬚山羊、臺灣葉鼻蝠、臺灣小蹄鼻蝠、東亞家蝠、臭鼩、臺灣鼯鼠、臺灣獼猴、鬼鼠、田鼯鼠、家鼯鼠、刺鼠、小黃腹鼠、溝鼠及赤腹松鼠。

爬蟲類動物：共有2目8科15種，其中紅耳泥龜（又名巴西龜）為外來種，而臺灣草蜥及斯文豪氏攀蜥為臺灣特有種，屬於第二級珍貴稀有保育類野生動物者有臺灣草蜥、錦蛇、雨傘節及龜殼花。

蝴蝶：共有6科59種，以發現數量以黑緣黃蝶、紋白蝶及波紋小灰蝶等3種屬於較優勢物種，其餘物種僅零星發現，但有紀錄到斯氏紫斑蝶出現。



圖3、無人機（PHANTOM 4 PRO）。

第1813號與第1821號保安林使用情形

本研究透過無人空拍機（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）（圖3）拍攝，並配合地面控制系統（Ground Control System）輔助，以瞭解保安林整體概況，利用Pix4D Capture軟體進行航線規劃（圖4），以飛行高度90m、前後重疊率80%、左右重疊率70%，配合航線路徑與拍攝面積將因地形變異而有所更動。

使用Google Earth完成分區編號（圖5），並計算其面積，完成編號後與UAV空拍影像分析之結果如下：第1813號保安林之前緣早期木麻黃造林地林相完整，林分中段電塔位置之空隙地遭小花蔓澤蘭入侵，於保安林南側邊緣有少量農田侵墾現象，東南邊緣林分則有人工竹林出現（圖6），另於南側保安林緣現地調查發現約有50餘箱農民養蜂之蜂箱（圖8-9）。第1821號保安林之前緣林相完整，惟整體林帶寬度不及100m，於南側部分私有保安林內有遭墾植種植短期作物情形，另於林帶中段與西側之私有保安林則遭設置砂石場、池塘及私有建築物（已進行收回程序中）等，西南側亦有少量農田侵墾（已進行收回程序中）之現象（圖6）。第1813號及第1821號保安林內合計有約10公頃之私有地，依該2個編號保安林100年之檢訂成果，保安林內之私有地仍有存置之

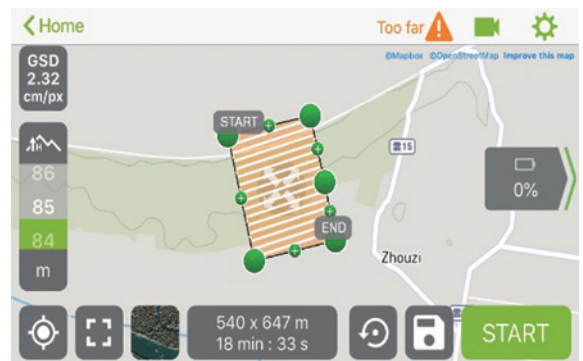


圖4、Pix4D Capture航線規劃。



圖5、第1813號保安林於Google Earth之相對位置。



圖6、第1813號保安林空拍照。



圖8、農民於林下養蜂。



圖9、農民於林下養蜂。

必要，因調查結果部分私有保安林地現已遭墾植短期作物，及設置砂石場、池塘及私有建築物等，更宜導入造林以強化其公益需求。

第1813號與第1821號保安林各項效益分析

防風效益分析

保安林應以具有削減風力及攔截風砂之保護功能，而風力之削減包括風速減弱以及亂流抑制等，林帶寬度越大，抗風力越強，能夠吸收較多氣流之運動量，使得林後出現的氣流缺乏足夠運動量，達到削減風力的功能（游繁結，1982）。白鳥勝義（1937）認為100-150m寬之林帶才能有效減消風、防止飛砂。何坤益（2011）研究防風林帶減風效應，指出當防風林呈現完整鬱閉、多段式林帶設置，且林木高

度在7m以上者可獲較佳的減風效果。因此，為充分達到防風及防塵功效，林分最佳寬度必須在150m以上。第1813號保安林寬度最長可達580m，最短約285m，皆大於上述各學者認為應具備之寬度，且林相完整，高度方面也能達到平均樹高7m以上，推測對於冬季東北季風之削弱具有良好的效益，能夠保護背風面之農田與住宅；然而第1821號保安林東側背風面為私有地農田區，其前緣完整防風林帶卻不足100m，因此若因目前農業施作使得保安林寬度更為縮減，將無法發揮良好防風效益，對其後方農田及住宅區亦可能有不良影響。

滯塵效益分析

森林生態系可提供木材生產、副產物、水源涵養、碳吸存及滯塵服務等多目標功能（巫向評，2017）。植物在吸附或過濾微粒的角色

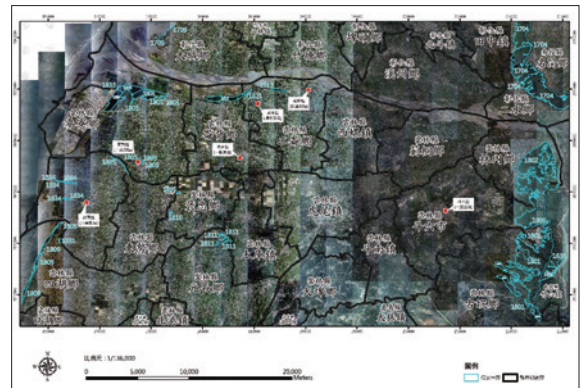


圖7、第1821號保安林空拍照。

皆佔有重要的角色，植物與大氣接觸的任何部位都具有滯塵的功能。由保安林周邊環保署空氣品質監測站所測得之PM10濃度月份變化，揚塵危害較嚴重的時期為10月至翌年4月。雨季時河床遭水覆蓋因此土砂不易被傳輸到空氣中（5月至9月），而旱季時因水位下降，河床裸露面積增加，加上冬季時東北季風受雪山山脈與中央山脈的影響，由東北風轉變為北風，導致濁水溪南岸測站PM10濃度較北岸測站為高，顯示揚塵危害多在南岸處發生（表1）。

何坤益（2011）進行本區河岸生態綠帶樹種篩選與現況調查，發現第1813號保安林有大

量的木麻黃、黃槿等植群能夠攔阻來自北方的濁水溪揚塵，而林帶寬度越寬足以提供較多樹木生存空間，故能達到較良好的保安林滯塵效果。試驗區域總滯塵量推估值即為試驗區域面積和單位面積滯塵量與葉面積指數（LAI）之乘積（Honda, 1974），以闊葉林單位面積滯塵量做推估（羅傳秀等，2005），第1813號保安林之生態服務功能可達10.2 ton/ha。而第1821號保安林位處於揚塵量嚴重地區，推估現有私有地未營林的狀態，每年會減少101.97 ton的滯塵量（表2），此揚塵量將會侵襲到保安林南側的農田與民宅區域，擴大影響生產環境與降低生活品質。



濁水溪之南、北岸測站2013-2017年之PM10濃度監測。

表1、水溪之南、北岸測站2013年至2017年之PM10濃度監測（ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）

	2017				2016				2015				2014				2013			
月份	二林	崙背	麥寮	台西	二林	崙背	麥寮	台西	二林	崙背	麥寮	台西	二林	崙背	麥寮	台西	二林	崙背	麥寮	台西
1	57	61	96	51	48	50	65	47	74	79	105	72	88	102	102	104	72	74	62	57
2	64	65	97	61	54	64	76	55	69	78	97	68	67	63	69	58	80	77	69	60
3	67	66	87	60	61	63	76	58	62	64	85	54	81	78	82	70	86	76	70	65
4	56	56	68	55	57	59	68	52	48	54	72	44	70	65	73	-	70	61	60	55
5	48	47	61	47	39	40	56	43	38	36	54	33	44	38	44	-	49	37	39	30
6	31	31	35	25	28	31	42	28	37	27	41	26	32	39	38	-	56	44	42	38
7	37	35	43	33	30	32	44	30	41	37	50	33	37	42	40	-	46	34	36	31
8	30	32	45	31	38	37	54	35	34	26	46	26	28	28	-	23	39	31	33	28
9	46	49	59	45	34	37	54	31	43	46	66	41	44	46	66	34	62	64	62	54
10	52	82	85	69	62	57	74	49	55	58	81	57	69	85	127	75	71	100	92	82
11	53	77	86	53	64	63	82	57	65	74	86	59	64	81	109	66	84	93	81	87
12	53	88	85	65	64	71	99	61	54	65	86	56	66	88	108	75	75	74	70	65

表2、第1813號與第1821號滯塵量評估

保安林編號	面積 (ha)				年滯塵量 (ton)	
	國有林	公有林	私有林	小計	國公有林	私有林
1813	136.4863	0.0086	1.5571	138.0520	1405.1306	15.8819
1821	9.6268	0	8.4400	18.0669	184.2824	86.0902
合計	146.1132	0.0086	9.9971	156.1103	1589.4130	101.9721

環境變遷對飛砂防止保安林之影響

臺灣位於東亞沿岸，氣候型態受大陸及海洋氣候影響，冬季有來自西伯利亞的大陸冷高壓，以東北季風為主；夏季則有來自太平洋的海洋性高氣壓，以西南季風為主，西海岸飛砂防止保安林受到強風、飛砂、鹽霧、高溫等環境的危害，對承受氣候變化的影響非常脆弱，而海平面的升高，亦導致海岸土地淹沒、海岸侵蝕及海岸線後退的問題（陳朝圳、王慈憶，2009）。全球性的氣候變遷致使每年極端天氣事件發生機率高出66-90%，其中影響臺灣之颱風有穩定增加的趨勢，近30年的增加速率更是過去50年的3倍（盧孟明，2012），而颱風所造成的損失，業使得民眾對於海岸保安林的關注逐日增加。

自1970年代開始，臺灣的海岸林部分解除作為工業區用地、道路用地、垃圾處理場、風力發電用地及海堤用地等，使得林帶寬度日益減少。另外，隨著海岸地區觀光遊憩的需求日益提高，保安林內外道路開設及遊憩設施興建等利用地區逐漸增多，凸顯健全林帶需更加受到重視（陳財輝，2017）。且近30年來人為干擾，導致林帶形成片段且破碎化，目前亦有逐漸受銀合歡與原生先驅樹種入侵的情形（田玉娟，2012）。過去人為不當利用或過度開發，及全球氣候變遷的影響，原臺灣西部屬於淤積型的海岸，如今變成了侵蝕的岸際，珍貴的海景遭到嚴重破壞及威脅。

保安林周邊社區發展與遊憩需求

臺灣有部分保安林因具鄰近民眾生活圈的地理特性，優美林相之保安林，除具國土保安功能之公益效能外，亦可對進入保安林的民眾提供環境教育及休閒遊憩，故保安林的經營管理應與當地社區緊密結合，依「保安林經營準則」第12條第2項規定，保安林應營造為2種以上樹種之複層林，並可容納少量遊憩服務設施，除達到保安林原編入目的外，更可兼供國人休閒之公益功能，提升保安林對國人的貢獻。隨著交通進步及科技發展，使得民眾生活範圍日益擴張，當平地的使用面積不夠時，社會大眾將轉而朝向林地發展，此將為臺灣的森林迎來威脅與挑戰，故森林的經營與規劃需進行改變。在民眾關於環境及森林經營探討，可以看出民眾對於這些議題都有一定程度的關心，只要林業單位將更多訊息與知識帶給群眾，鼓勵民眾走入保安林，認識、體驗其價值，共同管理經營保安林，將可使保安林提供更多的公益效能。

濁水溪南岸保安林多元服務與導入發展

近年來，林務局對於林業的施政方針朝向「重啟林業」的目標努力，保安林的公益功能，在面對各種挑戰的情況下，更須符合社會的變遷，融入新的理念及作法並與時俱進，保安林的經營管理，應不再侷限於單一的保護作

用，而是需要拉近保安林與人的關係，與社區、部落、NGO團體或社會企業的力量共同合作，讓社區民眾共同協力巡護、災害通報、環境綠美化或環境清潔等工作，並將居民想法及需求納入保安林經營管理。同時，在保安林編入既有公益功能保全的前提下，規劃具有保安林在地特色的環境教育及生態旅遊等活動，鼓勵民眾走入保安林，認識保安林的森林生態系服務價值，並與專家學者、地方政府機關、社區與NGO等團體，共同建立保安林經營管理連繫平台，朝公私協力與參與式的經營模式，規劃保安林的經營管理策略並落實執行。

透過本研究可發現，在濁水溪南岸第1821號保安林內私有林（面積約9ha），若能恢復營造為健康環境森林，對於防風砂或揚塵的功能將更有助益，經文獻回顧發現，若輔導私有林林主依循現行獎勵輔導造林辦法，參與造林作業，當前6年林分尚未成林前，以現行獎勵輔導造林辦法提供造林獎勵，提供苗木及造林獎勵金，使前6年林木成活株數於達70%之林相建立，若能依此林分以自然生態法構築與發育，將能逐漸達成防護之效能，使其面對極端氣候的影響，能有更佳的調適及應對能力。

成林之後（第7年起）宜更彈性調整協助輔導規劃，有鑑於該處為濁水溪南岸重要防風保安林之環境敏感區位，除了發揮滯留揚塵、防風定砂、提供生物棲息空間之功能外，也能夠兼具遊憩及自然教育等功能。透過自然教育的推廣與保安林巡守遊程規劃，使民眾能瞭解到保安林的重要性，引導民眾休閒遊憩、生態教育活動，認識在濁水溪南岸的保安林裡多樣的生態價值，在長期維護與管理方面得以民眾認同而更為完善。此外，本研究現況調查時發現保安林緣已有居民於林下養蜂利用，未來也可發展本區私有林保安林恢復森林覆蓋後之養

蜂綠色產業。同時，鼓勵栽種適合本地樹種如白千層（*Melaleuca leucadendra*）與土肉桂（*Cinnamomum osmophloeum*）等具特殊天然成分樹種，兼顧保安林防風滯塵功能，協助研發土肉桂食品、白千層精油醫療保健等多元產品，提供民眾體驗，增加私有林主收益，藉以深化公私有林保護經營。

結論

本研究進行濁水溪南岸編號第1813號與第1821號私有保安林林分現況調查，完成植物調查後，將植物資源及其生物多樣性進行分析，發現該保安林分以苦楝、黃槿等優勢種，伴隨著月橘與血桐等林分可持續更新發育。而在地面調查發現武靴藤、雞母珠等稀有藤本植物，顯然宜加以維護經營。而關於濁水溪主流鳥類、哺乳類、爬蟲類動物及蝴蝶相等生物多樣性非常豐富，生態完整性能夠提供生物棲息空間與遷徙時的中繼站。依相關濁水溪揚塵防風研究，分析本區環保署的空氣品質監測之數據，推估保安林具有重要防風與滯塵效益，但在第1821號保安林私有林地部分有違規農業侵墾，致使林帶於防風寬度有不足之虞，因此應多加維護原有林分營建，採用生態造林的理念營造保安林多樣的生態環境，並積極向私有林主推廣獎勵造林計畫，另透過社區林業計畫，鼓勵在地居民參與保安林經營巡護與環境維護等工作，與NGO等團體共同推廣環境教育及生態旅遊活動，拉近民眾與保安林的距離，以使保安林地環境維護與經營管理得永續發展。 