

## 第六章 擬復育生態劣化環境評估

本計畫係探討國道沿線路權範圍內之生態劣化環境，探討尺度與國內目前進行之研究方向(如林曜松，2006、關秉中，2005)差異甚大。再者，高公局權責範圍係國道沿線兩側約數10公尺至數公尺的範圍，整體而言為長距離線性空間且沿線環境的變異性高，相較於區域性的劣化環境復育，更顯困難。故優先保護區域探討目前國道所面臨較嚴重的生態課題，包含棲地破碎化、道路致死效應以及沿線邊坡植生狀況等，分別交集棲地破碎化狀況、道路致死調查資料以及沿線邊坡外來種入侵與植生狀況，判斷由何處需進行生態復育或改善的工作(如圖6-1)。

依第五章的地景分析，選取國道沿線較完整之大面積森林。並考量森林為國道沿線具有較多的生態資源，亦較易受到開發壓力而劣化的自然環境，故本計畫即以40塊大面積完整森林周邊區域作為國道沿線優先保護的目標。

在選出優先保護區域後，再與(1) 棲地破碎化、(2) 道路致死調查資料以及(3) 沿線邊坡綠帶狀況分別套疊交集，由上述三項課題分析過程中，以劣化評估指標進行國道沿線生態環境劣化之評估。

- (1) 棲地破碎化課題：以較大地景尺度進行劣化環境評估，即考量大面積森林群聚性、森林面積及其與國道之距離，以定性方式評估劣化環境可積極復育之優先順序，其結果則以國道1號苗栗三義區段為最優先者。
- (2) 道路致死課題：從國道清潔人員協助沿線道路致死資料蒐集機制建立開始，配合98年、99年與100年教育訓練及示範操作，累積從98年4月開始的道路致死資料。為即時辦理生態改善工作，本計畫分析98年4月至98年10月份的資料，並考量與大面積森林環境之關聯性，針對目標動物類群中型哺乳動物的分析結果，判斷國道3號280k-305k為道路致死熱點。進而選擇該路段內68個穿越國道設施物，經現勘選擇16組穿越式動物通道單元，並以道路致

死量、最大區塊指數、改善工作難易度、穿越國道設施物之通風採光、動物利用情形等因子進行劣化環境復育優先順序評估，其結果則以國道3號285k+999-286k+568為最優先。本計畫亦考量改善效益，整合前後2組亦為優先順序高者，做進一步規劃設計，列為本計畫實際案例。

- (3) 道路邊坡綠帶：利用本計畫於國道沿線邊坡綠帶調查結果，依完整林地、草坡比例、原生種比例、重點防除之外來入侵種影響情形等4項因子，進行劣化環境生態復育之優先順序評估，其結果為國道3號369k-970k路段，就國道沿線邊坡綠帶環境復育之方法，整合生態綠化之工作進行說明。

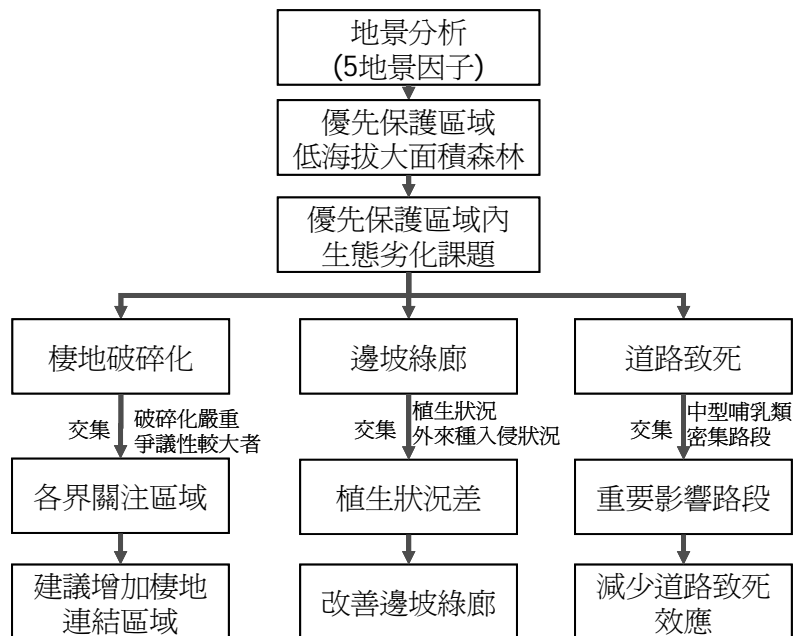


圖 6-1 國道沿線擬復育生態環境探討之流程

## 6.1 棲地破碎化課題

增加棲地面積、完整性與連結度可改善林地破碎的情形，由於國道為線性構造物，因此無法大規模的塑造周邊林地形狀的完整性，仍然能夠透過路權範圍內的生態綠化增加林地面積，以及利用綠廊與動物通道連結已遭切割的棲地。

在人為高度干擾的淺山與平原地區，原有的森林因非國道的因素而劣化消失，此等區域的環境復育已非高公局獨立可進行之工作，並且國道對該區域原有森林生態系的衝擊與其他人為開發相較之下較輕微，棲地破碎化的復育需以周邊環境尚佳，且國道為該區域劣化主因的路段進行操作，因此以第5章地景分析的成果，即40處完整森林為棲地破碎化減輕工作的首要目標。

### 6.1.1 棲地破碎化檢視流程與依據

評估的指標為(1)完整森林與國道的距離、(2)完整森林群聚的狀況，以及(3)與其他完整森林隔離的區域。用以選擇森林完整性高，且造成其棲地劣化與消失的主因為國道開通衝擊的地區，研擬減輕大尺度棲地破碎化劣化程度的改善方案。

40處完整森林中，有9處遭國道隔離於其他的大面積完整森林(表6.1.1-1)，其中4處緊鄰國道(8、21、25與27)，群聚面積以苗栗三義、苑裡與銅鑼地區最大(7,446公頃)，新竹關西、芎林與新埔次之(2,147公頃)，國道開通的衝擊為造成苗栗三義、苑裡與銅鑼地區棲地破碎化的主因。

若選擇既有政府公告、保育團體與學術單位關心之區域進行復育，可收到資源集中、教育宣導與專業支持的效果，達成較佳的保育成效，對於劣化環境復育工作有事半功倍的幫助。各界資源最充足之完整森林(表6.1.1-2)為苗栗三義、銅鑼與通霄區域，除火炎山自然保留區為政府公告保護區外，尚有大片保安林地與臺灣猛禽學會的通霄猛禽觀測樣站，以及屏東科技大學裴家騏教授與東海大學林良恭教授的研究團隊，長期於此地進行小型食肉目動物與齧齒類動物之研究，因此苗栗三義、銅鑼地區為國道周邊進行地景復育的最佳地點。

表 6.1.1-1 國道降低大面積森林連結度的區域

區域	編號	距離(m)	森林(公頃)	遭國道孤立情形
臺北泰山、龜山與樹林	7	1000	1751.3	
	8	0	806.0	
	12	200	413.7	
	14	2800	446.8	
新竹關西、芎林與新埔	21	0	2147.1	
苗栗三義、通霄與銅鑼	23	100	4089.5	
	25	0	3357.2	
苗栗造橋與頭屋	27	0	471.5	
南投名間與彰化二水	32	2000	938.3	

表 6.1.1-2 國道周邊的大面積森林與各界關注區域之交集

區域	關注團體	關注內容	遭國道孤立情形
臺北泰山、龜山與樹林	官方	保安林地	
	學界	無	
	民間	臺灣猛禽研究會	
新竹關西、芎林與新埔	官方	無	
	學界	屏科大野生動物保育研究所	
	民間	無	
苗栗三義、通霄與銅鑼	官方	保安林 火炎山自然保留區	
	學界	屏科大野生動物保育研究所 東海大學生態暨生物多樣性研究所	
	民間	臺灣猛禽研究會	
苗栗造橋與頭屋	官方	無	
	學界	屏科大野生動物保育研究所	
	民間	無	
南投名間與彰化二水	官方	保安林	
	學界	無	
	民間	重要野鳥棲地	

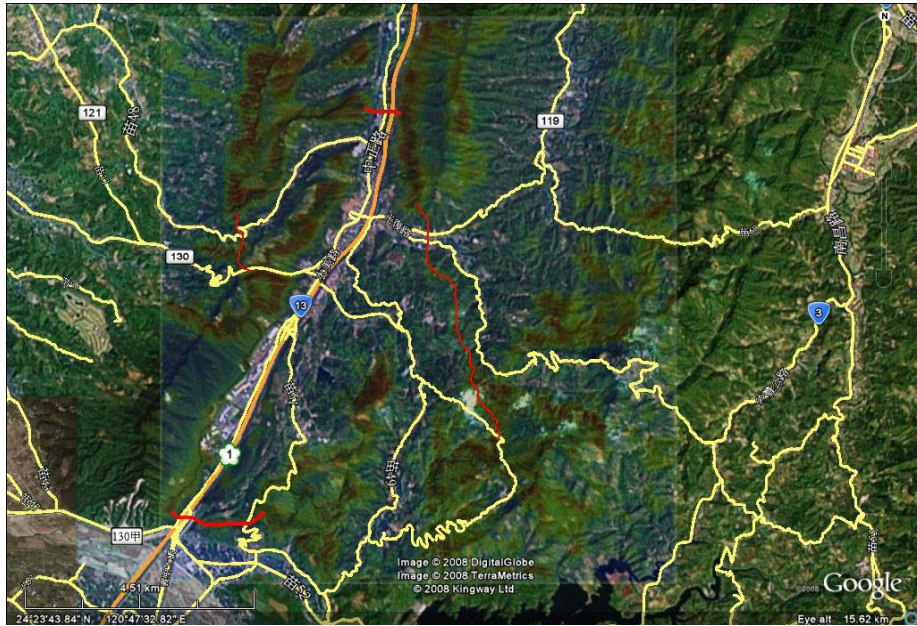
### 6.1.2 森林棲地連結度復育之方案探討

復育方案需依據選定區域的生態特性，例如特殊物種、生態系與道路型式，研擬恰當的作法，提高森林區塊的連結度。苗栗三義、苑裡與通霄為西部淺山生態系日漸稀少的完整森林，因區域內頭嵙山層地形陡峭不易開發，如火炎山山脈，且長期以來稜線為保安林與火炎山自然保留區範圍，因此尚能保存完整連續的大面積森林棲地，提供多種哺乳動物與猛禽作為生育地。根據林務局(2008)與本研究的動物調查資料，該區域有I級瀕臨絕種野生動物-石虎、II級珍貴稀有野生動物-麝香貓、穿山甲與藍腹鷓鴣等物種，以及III級其他應予保育野生動物-臺灣獼猴與白鼻心等物種的棲息地。根據王(2008)與陳(2007)由該區域內的刺鼠與赤腹松鼠之族群遺傳結構指出，國道隔離兩旁的動物族群，使其產生遺傳分化。

而林務局(2008)的研究指出該區域中以國道1號153k-154k之間為刺鼠最有可能穿越高速公路的位置(圖6.1.2-1)，由地理位置來看，該區北方有阻隔東西向移動的天然障礙-西湖溪，因此在此設置復育方案，除了為工程需求最小，同時符合原自然環境之條件。

由於此區域的國道兩旁均有少部分住宅與省道平行，因此可於153k-154k興建跨越式的動物通道(圖6.1.2-2)，並與相關屏科大、東海大學、特生中心、林務局、苗栗縣政府、三義鄉公所與苑裡鄉公所協調後續工作事項，確保日後的復育效果，達到連結國道兩旁大面積森林的目的。

參考國外相關文獻，整理出跨越式廊道及地景/棲地連結式的廊道，大多針對具有多線道、交通密集度高、車速快等特性等道路，以高架構造物設置來跨越道路。這類方法對於受道路阻隔與破碎影響的區域性陸域生物族群，可為最有效的減輕措施。然而跨越式通道在寬度設計上(多是為了目標物種來設計)，以國外而言大多數為有蹄類、小型哺乳動物、兩棲爬行等類群作為可能的目標動物。對小型動物而言，跨越式通道的必須足以滿足最小的棲地連結功能。對大型動物而言，相較於基質、植生因子，寬度及設置位置的適當性，則是通道成效優劣的最關鍵因子。除了陸上行走的動物外，國外研究亦顯示跨越式廊道也能夠引導鳥類、蝙蝠及蝴蝶通過道路。



資料來源：林務局，2008。

圖 6.1.2-1 紅線為苗栗三義、苑裡與通霄適合作為減輕棲地破碎化影響的  
案例地點



圖 6.1.2-2 跨越式動物通道(左)，其上方之視野(右)

然而，跨越式通道在設計上不僅只是為了1到2種目標物種。大多數的狀況下，其設置的主旨是為了棲地連結，以及維護整體生態系統的功能水準。這樣的需求，對於道路兩側的棲地環境及其上的植生栽植手法、微棲地環境(如土壤、濕度、溫度及光線等)則必須特別要求與重視。

棲地連結度復育方案除要許多部門齊力合作外，尚需徵收民間土地，以及工程量體與經費龐大，致使其難度較高，必須累積現地足夠生態資料後，再以縝密規劃與設計跨越式通道，方能達成預定成效，因此建議在各方條件水到渠成後再施行。

## 6.2 道路致死課題

動物與車輛碰撞造成的道路致死情形可視為一種環境劣化的現象，在各種人類直接造成陸域脊椎動物死亡的行為中，道路致死的死亡量高居第一，因此針對動物道路致死情形擬定並實行的減輕對策或環境友善方案均可視為一種劣化環境的復育工作。

國道新建工程局於96年進行第二高速公路道路致死效應熱點調查，一年共19次的調查中累計發現了近4千筆的道路致死動物屍體，平均每次在10公里的路段內可發現4.89隻次的動物遺體，顯示二高全年的遭車輛撞擊死亡的動物數量相當可觀，雖然其中大部分為普遍常見的鳥類和哺乳類，但亦有白鼻心、大冠鷲和鳳頭蒼鷹等保育類物種。因此本計畫乃針對國道道路致死情形做進一步的詳細調查，釐清道路致死發生熱點以進行劣化程度分析和評估指標擬定，進而選擇出最優先需要復育的路段。

### 6.2.1 路容清潔和事故處理人員協助道路致死調查機制

#### (1) 調查機制建立

以標準方法有系統的進行道路致死資料收集是釐清道路致死課題的第一步，分析資料可釐清道路致死現象的時空變化，進一步確認道路致死熱點並決定減輕改善的優先順序，同時亦可針對減輕改善措施進行成效評估。

整理國內外相關研究，道路致死資料的調查或收集常分別由交通部門、自然資源保育部門、警察單位和學術研究單位執行，資料來源則包括野生動物車禍事件和動物屍體調查，由於路網複雜、調查工作執行不易，以及關注課題不同，因此全面、完整、長期和標準化的道路致死調查計畫並不多。除了一般性的調查計畫外，較特別的案例包括加州大學戴維斯分校環境資訊中心為加州和緬因州建置了道路致死觀測網站資料庫系統(California Roadkill Observation System)，提供大眾回報資料的標準平台，並



匯集資料進行熱點分析。蒙大拿州立大學西部運輸研究所與相關州立交通部門共同合作利用掌上型電腦和全球衛星定位系統開發道路致死資料標準化收集的軟硬體系統。Seiler *et al.* (2004)則設計問卷訪談用路人來分析瞭解道路致死課題，該研究認為問卷調查為一便宜有效的道路致死課題分析方式。

國內除了陽明山國家公園(黃光瀛，2006；劉小如，2008)、綠島(林德恩，2007；台東縣政府，2009)、金門國家公園(林世強等，2006；林世強，2009)和太平山林道(曾榮英，2008)等計畫有規劃以志工或調查人員進行標準化的道路致死資料收集外，國道新建工程局於2007-2008年亦規劃進行第二高速公路道路致死效應熱點調查。

由於國道涵蓋範圍廣大，全面的道路致死調查將耗費極大人力時間，國工局(2008)建議由清潔人員來協助進行道路致死動物的調查，此方式的優點包括可每日進行、時間與路段固定、易發現動物遺體等，因此可收集完整的資料進行後續分析，亦可累積長期資料進行年間變異的討論，最重要的是路容清潔工作有較完善的安全措施。但清潔人員並非生態專業人員，因此要協助執行調查工作需要先接受相關訓練，且調查方法需要簡易可行，不至於影響清潔人員日常工作之進行。

考慮到以上各點，本計畫分析前期計畫相關經驗後，先設定優先調查目標，參考前期調查方式，並採納工務段人員建議後，重新設計調查表格，規劃由國道路容清潔和事故處理人員協助進行道路致死調查。

超過1千公里的國道共分為3個工程處13個工務段，各工務段管轄約50-100公里不等長度的國道里程，國道清潔工作由各工務段每年與清潔廠商簽訂合約執行，路容部份每天由負責的廠商人員(路容清潔人員)以2-4人一組搭乘1-2輛工程車沿外側路肩慢速開車執行清潔工作，遇有垃圾或雜物即減速或停車拾取，每日上下午分別進行北上和南下相同里程的清潔工作，亦即每日國道所有里程南下和北上段均會完成一次外側路肩的檢拾工作(一年中通常僅有車輛維修或颱風等狀況會休息)。除路容清潔外，國道

尚有頻率不定的內側路肩清掃工作和由清潔車執行的清掃工作，另外亦有事故處理人員處理突發或用路人通報的事故狀況。

本計畫針對各工務段工程司和執行路容清潔和事故處理人員進行教育講習，選擇重點路段實地跟隨清潔人員進行撿拾和調查的工作，同時亦建立良好的聯繫窗口和回饋管道，以瞭解本機制的可行性。清潔人員開始進行調查後，每兩週會將收集到的資料提供給本計畫進行彙整檢視，相關問題亦會即時進行修正處理。調查結果每半年進行一次整體分析，分析結果亦是重要的機制檢討調整依據，同時亦據以增補每年度的教育訓練教材內容，並提出後續相關工作的建議。

#### (a) 調查表格設計

本計畫道路致死調查設定之優先調查目標主要為中大型動物和稀有、保育類動物兩類，中大型動物道路致死對用路人行車安全可能有較大影響，而稀有或保育類動物道路致死對其族群存續可能影響較大，因此設定此兩類動物為道路致死敏感類群，此二類動物包括貓狗、猛禽、鷺鷥、雉雞、白鼻心、鼬獾和野兔等種類。

由於清潔人員通常並不具有動物鑑定專業能力，因此調查表格設計時將動物類群分為5大類，「大鳥」通常為敏感類群，「中小鳥」為道路致死數量最多的類群，此兩類建議以常見的鴿子體型為分界來加以區分。「貓狗」為敏感類群，「兔子」和「果子狸(白鼻心)」為哺乳動物敏感類群中較常發生道路致死且一般人均能辨識的種類。剩下的則均歸入「其他」。「其他」類中仍可能有包括中小型的保育鳥類、蝙蝠和兩棲爬蟲類等屬於敏感類群的動物，但在本調查機制中可能無法立即處理，只能藉由教育訓練來加強調查人員的辨識能力，並鼓勵調查人員在備註中對於動物體型、顏色等資訊加以描述，或是提供照片來輔助辨識補充資料。

除動物類群圈選外，調查表格亦包含工作內容、工務段、撿拾國道範圍、日期、天氣、動物屍體發現方向和里程、記錄人姓名等重要欄位。最新版調查表格請見表6.2.1-1。



99年2月進行內容修訂補充，100年2月再次修訂補充，內容包括道路致死課題簡介、國道道路致死調查結果、國道工作人員協助調查機制和國道道路致死敏感動物介紹，相關教材檔案亦提供給各工務段工程司和調查人員參考使用。最新版「國道道路致死調查教育講習」內容請見附錄六。

「國道道路致死調查教育講習」每年均於各工程處辦理一場，日期分別為南區工程處(98年4月10日、99年3月12日、100年2月14日)、中區工程處(98年4月14日、99年2月5日、100年2月25日)和北區工程處(98年4月16日、99年2月2日、100年2月25日)(圖6.2.1-1)。



圖 6.2.1-1 教育講習情形

(c) 重點路段試驗操作

本計畫安排生態專業人員至重點路段配合路容清潔人員的日常工作進行調查表格填寫的試驗操作，以瞭解清潔人員的實際工作情形及執行調查和填寫表格可能的問題，與現

場人員建立良好溝通管道。

試驗操作工作進行的日期分別是民國98年4月10日完成南區白河段(南標)，4月14日完成中區南投段，4月16日完成北區關西段，5月27日完成北區頭城段，6月3日完成中區苗栗段及大甲段，6月5日完成中區南投段(國道6號)，6月9日完成南區白河(北標)段(圖6.2.1-2)。

白河段南標的試驗操作進行路段為國道3號關廟交流道至官田系統交流道，共發現14筆動物遺體紀錄。白河段從98年2月份開始即自行進行道路致死動物的調查，兩個月間已經累積89筆動物遺體紀錄，其中包括4隻保育類白鼻心。清潔人員表示本路段常可發現鳥類和哺乳動物的道路致死遺體，部份種類有明顯的熱點。

南投段的試驗操作進行路段為國道3號快官交流道至國道6號東草屯交流道，本路段道路致死動物較少，僅發現麻雀遺體2隻。清潔人員表示本路段道路致死動物遺體較少，但垃圾較多。

關西段的試驗操作進行路段為國道3號關西交流道至寶山交流道，由於路容清潔和事故處理人員已於上午完成1次的清潔工作，因此試驗操作過程中僅發現無法辨識的鳥類遺體1隻。清潔人員表示本路段亦經常可發現鳥類道路致死的遺體，但印象中並無明顯熱點。

頭城段的試驗操作進行路段為國道5號石碇交流道至坪林交流道，試驗操作期間本路段並未發現道路致死動物。清潔人員表示本路段道路致死動物遺體較少，但也表示頭城到蘇澳段的道路致死動物較多。

苗栗段的試驗操作進行路段為國道1號三義交流道至造橋交流道北上路段，試驗操作期間本路段路容清潔和事故處理的路肩區域未見到道路致死動物，但車道和內路肩有發現5、6筆的道路致死紀錄。南下路段在路容清潔和事故處理的路肩區域同樣未發現道路致死動物，但內路肩有道路致死動

物的殘骸。

大甲段的試驗操作進行路段為國道3號龍井交流道至大甲交流道，試驗操作期間本路段並未拾獲道路致死動物。清潔人員表示本路段道路致死動物遺體較少，但也表示大安溪橋及大甲溪橋的道路致死動物較多，且以鳥類為多。

南投段國道6號的試驗操作進行路段為東草屯交流道至埔里，共發現14筆動物遺體紀錄，包括1筆白鼻心紀錄。

白河段北標的試驗操作進行路段為國道3號竹崎交流道至梅山交流道，共發現3筆動物遺體紀錄。清潔人員表示本路段常可發現鳥類和哺乳動物的道路致死遺體，以鳥類居多，白頭翁、麻雀、斑鳩為前3名，有明顯的熱點區域及季節。

(d) 廠商合約訂定

由於路容清潔和事故處理人員進行道路致死調查頗有成效，為落實相關工作的推動，加強工作項目的管理並建立長期資料，因此本計畫採用的調查機制包括表格、填寫方式、資料繳交和拍照紀錄等要求均於99年11月擬定完成後納入承包廠商合約中，成為未來路容清潔和事故處理人員的正式工作項目。



圖 6.2.1-2 路容清潔和事故處理人員協助道路致死調查試驗操作

## (2) 調查機制檢討

### (a) 試驗操作結果

由8處進行試驗操作的工務段來比較各路段路容清潔和事故處理人員的作業方式，可發現包括各工務段清潔人員的清理範圍、撿拾習慣和行車速度、清潔頻率與工作方式等都有明顯差異，可能會造成不同路段調查結果的誤差。

#### (i) 清理範圍

8處工務段的路容清潔工作大多只負責處理外側路肩的垃圾和動物遺體，但也有少數工務段的路容清潔人員會一併處理車道上的垃圾和動物遺體，而部份路段的路容清潔人員還會負責進行事故處理。清理範圍的不同，可能為各工務段回傳資料量差異的影響因子之一。

#### (ii) 撿拾方式與行車速度

撿拾方式有停車下車撿拾或於車上以長夾撿拾，亦有慢速行駛直接撿拾的方式；清潔人員車輛的行進速度多在20km/h上下，但有的工務段會以5km/h~10km/h的速度進行，亦有工務段以30km/h~40km/h的速度進行，不同速度在動物遺體發現率方面會有明顯的差異，蝙蝠、小鳥等小型動物道路致死的遺體因其體積小較不易發現，在車速快時容易被忽略，而影響資料的完整性。

#### (iii) 清潔頻率與工作方式

事故處理、內側清掃以及清掃車的清潔頻率和工作方式與習慣亦會影響到道路致死遺體的存在和回報狀況，也是可能產生資料誤差的原因之一。事故處理資料的提供對於貓狗類的道路致死資料量有很大的影響。本計畫機制所規劃的調查人員原為全國道固定每日進行清潔工作的路容清潔人員，但為取得更完整的道路致死資料，自99年起亦開始請事故處理和內側清掃人員參與



道路致死調查，填寫相同表格並提供資料。

(2) 回收資料檢討

(a) 資料回收情形

調查機制經過第一年的溝通調整後，各工務段大多能按照進度每月1次或2次的主動提供資料，但相關人事異動如每年各工務段負責廠商或現場人員，以及負責工程司的更換，都可能對資料繳交狀況和品質有所影響。

所有工務段均有提供路容清潔人員調查的紀錄，而到第二年後才有較多工務段開始提供事故處理人員和內側清掃的調查紀錄，目前包括內湖段、木柵段、關西段、大甲段、苗栗段、斗南段和屏東段有穩定提供事故或內側資料。這部份資料的差異亦可能影響後續的分析結果，主要可能是對貓狗類群的分析結果造成影響。

(b) 資料量

本計畫各工務段開始執行道路致死調查的日期並不相同，主要是由於各工程處進行相關教育訓練的日期不同，大部分工務段均在98年4月下旬開始收集資料，但白河段於98年2月初即開始自行調查，屏東段於98年3月初即開始自行調查。統計至100年7月31日的各月份各工務段的資料量如表6.2.1-2，各工務段負責的轄區棲地環境不同，且道路長度亦有差異，可能是造成資料量上差異很大的原因之一。目前累積資料量最多的白河段有6316筆，最少的苗栗段僅有281筆。

表 6.2.1-2 至 100 年 7 月 31 日止各工務段提供的資料筆數

工務段	98 年											99 年											100 年							Total	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6		7
頭城			17	34	43	33	18	36	18	7	7	1	3	12	20	17	24	19	21	23	13	16	14	16	12	16	23	23	22	23	531
木柵			3	75	61	41	23	26	27	21	19	32	16	20	7	15	24	13	10	5	10	19		6	2	13		22			510
內湖			6	32	29	24	22	26	26	29	25	25	41	37	41	46	45	44	44	40	73	27	46	51	54	68	63	50	39	35	1088
中壢			22	137	77	96	167	11	71	39	36	17	13	23	41	47	35	30	37	36	22	43	21	11	7	11	10	14	36	35	1145
關西			78	139	151	165	81	88	92	63	62	47	62	79	53	97	57	71	40	32	39	43	32	38	47	40	43	108	33	31	1911
苗栗			5	4	14							8	16	7	16	7	6	15	18	12	11	12	13	14	32	23	20	3	25		281
大甲			37	77	120	65	48	52	31	45	28	42	44	45	44	80	20	105	64	63	25	56	60	38	42	45	53	70	33	31	1463
南投			30	113	83	42	32	68	55	62	46	33	15	36	32	43	36	52	21	48	59	41	42	35	23	51	39	52	44	38	1271
斗南			25	15	10	16	8	5	7	6	2	20	14	14	21	28	20	16	24	30	15	20	18	106	77	121	121	121	137	133	1150
白河	54	43	226	391	542	693	421	327	223	170	134	139	118	204	359	472	244	112	113	89	100	107	114	96	61	77	74	113	112	388	6316
岡山			4	34	42	38	54	55	43	39	49	42	50	37	28	28	29	28	26	31	43	44	26	39	45	48	46	51	73	52	1124
新營				2			2		2	2	1	3	3	89	94	59	45	55	40	35	42	40	43	65	61	65	68	72	85	81	1054
屏東		14	42		65	90	25	40	18	13	24	28	38	22	52	81	76	103	73	90	65	97	89	76	107	146	293	258	334	203	2562
Total	54	57	495	1053	1237	1303	901	734	613	496	433	437	433	625	808	1020	661	663	531	534	517	565	518	591	570	724	853	957	973	1050	20406

除了各工務段轄區的範圍和棲地差異造成資料量不一致外，在本機制試驗操作階段發現各工務段調查人員執行調查方式的差異應亦是影響各工務段資料量的主要原因。若各工務段和各標段的調查人員執行道路致死調查的方式都能一致且標準化，繪製國道各里程野生動物調查資料量所呈現的圖形應有較連續且自然的變化，各工務段負責里程交會處應不會有明顯落差，但目前結果顯示有些路段資料呈現不正常的斷層式分佈，如國道1號中壢段和苗栗段間，由於從苗栗段開始國道1號進入淺山地區，且根據高公局95年進行的撿拾調查結果，苗栗工務段在該年5月份的1個月間即有60筆的道路致死紀錄，大部分均為鳥類，顯示本路段仍可能為道路致死熱點，本計畫在苗栗段資料量驟然減少的現象並不合理，應是受到各工務段操作差異影響。此外國道1號岡山段往北資料驟減以及國道3號的資料量在白河段往北至南投段交界處出現不正常斷層式分佈的資料驟降情形亦為類似狀況。

另外，即使在相同工務段內，不同標段清掃人員作業模式差異也可會影響資料量的呈現，如南投段北標各里程累計的資料量平均都較南標高出許多，亦可能代表人為操作差異造成的影響。

由以上分析可瞭解，除了各工務段轄區的棲地類型和路線長度不同外，在本機制試驗操作階段發現各工務段調查人員執行調查方式的差異應亦是影響各工務段資料量的主要原因。

(c) 資料品質

簡單分析各工務段提供資料，有以下幾點問題和討論。

(i) 里程、方向等欄位未填寫或填寫錯誤

有不少資料未記錄正確的里程或方向，此外未記錄天氣的資料亦不少，另外有少數資料未圈選動物類群。

(ii) 動物類群資料判別

類群誤判的資料不少，特別是針對大鳥和中小鳥的分辨仍有許多問題，而有部份則是未注意填錯類群，譬如圈選大鳥而種類記錄為老鼠。

由於同種鳥也可能因成幼性別不同，或單純只是個體差異，而造成體型上有大有小，包括作為體型判斷依據的家鴿都可能因品種不同等因素而有大小之分，另外尾長較長的鳥如台灣藍鵲、喜鵲、樹鵲和番鵲等種類亦可能因尾羽換羽脫落而導致大小鳥判斷的不同。因此，目前的鳥類類群區分方式會造成部份體型與家鴿相近的鳥種無法有固定或正確的類群歸屬。針對此一問題可能仍需持續收集資料並檢討大小鳥的判斷標準，此外，拍攝照片以進行鳥種鑑定是最正確且有效的解決方式。

在可能種類判斷和備註描述部份，各工務段中以白河段和關西段調查人員提供的種類判斷或個體描述最為正確和完整，此外南投段、岡山段、大甲段和屏東段亦提供較多的物種辨識或描述資料，這些工務段的調查結果中，完全無法辨識的紀錄比例較低。可能種類的判斷和描述對於後續資料校對和分析有極大的幫助，應盡量加以描述填寫。

(iii) 照片拍攝與提供

由於國道清潔和事故處理人員一般不具備專業動物辨識鑑定能力，因此調查到的紀錄大多無法確定種

類，因此本計畫鼓勵調查人員以數位相機拍攝發現的動物屍體照片，提供給專業人員進行鑑定。

目前累計各工務段有提供照片的資料共有669筆(圖6.2.1-3與圖6.2.1-4)，其中以白河段和大甲段提供的照片最多，分別為220筆和191筆，而在照片內容資訊、照片品質和拍攝方式上則以白河段提供的最標準且完整。

由各工務段所提供之照片可發現，部分物種因其特徵相似而有誤判之情形，如臺灣夜鷹誤判為老鷹或貓頭鷹、白尾八哥誤判為烏鴉、棕三趾鶉誤判為竹雞等，另外從照片中也發現有翠鳥、小啄木、緋秧雞等一般不常出現在國道兩旁的鳥類被撞死的確定紀錄。因此調查人員提供的照片對於物種確認以及敏感物種道路致死狀況的瞭解有極大的助益，未來應繼續推動調查人員進行拍照紀錄的工作。

目前各工務段所提供的照片有包含焦距模糊不清、拍攝角度不佳、距離太遠無法辨識等問題而影響照片所能提供的效益。建議拍攝時應盡量遵守下列原則，以提供標準且清晰的照片(圖6.2.1-4)：

- 相機應針對動物遺體對焦清楚，以求影像清晰。
- 提供完整資訊，如以小黑板或白板標示方向、里程，放置動物遺體旁並一齊拍攝於照片中，亦可以粉筆於動物遺體旁路面標示相關資訊再進行拍攝。
- 在以完整拍攝到動物遺體與相關資訊的前提下，應盡量靠近被攝物來拍攝。
- 為提高特徵辨識程度，盡量由遺體正上方垂直往下拍攝為佳(針對道路路肩之動物遺體)，若時間和安全許可，則建議可多拍攝包括側面和腹部等不同角度的照片，除可鑑定物種外，還可以進一步確認年齡性別。



圖 6.2.1-3 道路致死動物照片拍攝範例(高公局各工務段提供)



圖 6.2.1-4 拍攝不同角度的照片有助於物種鑑定和年齡辨識(高公局白河工務段提供)

(d) 綜合討論和建議

從試驗操作和98年4月至100年7月資料分析結果可發現各工務段和不同調查人員間在道路致死調查方式、習慣、能力和工作內容上可能有很大的差異，此差異可能造成部份路段資料量不如預期，而影響後續道路致死課題的分析。部份工務段偶有調查資料填寫不完整的問題，應持續改善。可能種類的判斷含動物屍體外觀、大小、顏色的描述對於研究人員後續進行校對和分析有極大的幫助，應鼓勵調查人員盡量提供這部份資料。解析度高以及有詳細資訊的照片是判斷種類的重要依據，建議各工務段調查人員盡量隨身配備相機，較不常見或無法辨認的種類應拍照提供後續分析之用。

今年開始國道清潔工作相關招標文件和廠商合約中，道路致死調查已經成為正式工作項目，未來包括路容清潔、事故處理和內側清掃工作均會填寫相關紀錄表，相關調查工作亦已建立標準作業程序(見附錄七)，這是本調查機制持續收集完整的道路致死資料的重要關鍵。調查人員的能力和狀況會影響資料品質，應持續推動相關教育訓練工作，研擬後續查核和建立獎勵機制的可行性。

## 6.2.2 道路致死調查結果分析

### (1) 本計畫道路致死調查結果初步分析

#### (a) 各國道、工務段、月份累計

13個工務段至100年7月底共累積20406筆道路致死動物紀錄，以800個工作天1000公里國道來概算，則國道道路致死密度(道路致死率)約為每天每公里0.026隻或每年每公里9.3隻，但因為本計畫主要由路容清潔人員進行調查，範圍僅涵蓋外側路肩，車道和內側的動物屍體大部分未記錄，因此實際國道致死密度應更高。此外，調查人員的操作模式不同對資料量有很大影響，不同路段間差異亦很大，譬如以白河段所轄國道3號古坑服務區至關廟服務區之間88公里的路

段來看，其道路致死密度即為每年每公里30.5隻，因此本數值僅為一參考值。

各工務段和各月份的資料量狀況請見表6.2.1-2，各工務段以白河段資料量最多，佔全部國道紀錄的31%，苗栗段的資料量最少，僅佔1%。各月份比較以4月至7月資料量最多，但99年高峰期各月份資料量明顯較98年減少。

各國道資料以國道3號的13304筆資料最多，其次為國道1號的5448筆、國道10號的674筆、國道5號的531筆和國道2號的233筆(表6.2.2-1)。

(b) 各動物類群資料統計分析

(i) 各類群動物道路致死數量

詳細分析各動物類群資料(表6.2.2-1)，鳥類共有15334筆，佔全部動物的75%，其中大部分為中小型鳥類(體型在鴿子以下)。哺乳類(不含貓狗與飼養)共有1061筆，其中小型鼠類動物較多，蝙蝠和中型哺乳動物次之。貓狗有3155筆，佔全部動物的15%。爬蟲類有430筆，大部分為蛇類。兩棲類有235筆。昆蟲有41筆。

(ii) 各國道道路致死主要類群和數量

分析各類群動物在不同國道的紀錄，可發現國道1號資料量遠低於國道3號，比例差距最大的是中型哺乳動物和松鼠兩類，但是在貓狗和大型鳥這兩個類群的資料量與國道3號的差異很小，原因是貓狗的分布常與聚落有關，因此分布模式會和野生動物不同，而大型鳥中有很高的比例是鷺科鳥類，鷺科鳥類的道路致死紀錄集中於少數幾個地點，包括國道1號的臺中交流道和高科交流道前後路段，因此國道1號的大型鳥類數量會較多。



表 6.2.2-1 98 年 2 月至 100 年 7 月各國道各類群動物道路致死數量統計

類群/國道	1	2	3	4	5	6	8	10	3 甲	台二己	總計
大鳥	339	10	323	1	1	8		31	2	1	716
中小鳥	3118	158	10277	4	490	100	4	459	6	2	14618
中哺	16	1	183	1	6	4		13	3		227
松鼠	3		35					1			39
鼠	153	1	285		5			24			468
蝙蝠	52	1	219		1	1		8			282
龜	20	1	29			1		10			61
蛇	54	11	247		3	5		34	1		355
蜥蜴	2		10					2			14
蛙	40	2	166		1			26			235
昆蟲			41								41
貓狗	1565	44	1396	55	20	2	6	59	8		3155
飼養	42		69		4			5	1		121
無法辨識	44	4	24					2			74
*「大鳥」和「中小鳥」以家鴿為分界 *「中哺」為中型哺乳動物，含白鼻心、台灣野兔、鼬獾、飛鼠等種類 *「飼養」包含雞、鴨、牛、豬等家禽家畜											

(iii) 各動物類群在不同工務段的道路致死情形

分析各類群動物在各工務段的出現狀況，白河段因為資料量遠高於其他工務段，因此大部分的動物類群均以白河段有最多的道路致死紀錄，但貓狗類則以內湖段和關西段最多，白河段和斗南段居次；大鳥以斗南段最多，白河段居次，關西段、岡山段、屏東段和中壢段數量亦多，斗南段、岡山段和中壢段分別有台中交流道、高科交流道和機場系統交流道有鷺鷥築巢，因此鷺鷥類的大鳥較易發生道路致死，關西段和屏東段則可能因沿線溪流和漁塭環境較多而有較多的鷺鷥道路致死紀錄，白河段則是猛禽和鷺科鳥類紀錄均多；蛙類以屏東段最多，白河段居次；烏龜以關西段和中壢段最多，白河段和屏東段居次。

中小鳥除白河段外，以南投段、屏東段、大甲段、關西段和中壢段最多；中型哺乳類除白河段外，以屏東段、南投段、大甲段和關西段最多；鼠類和蝙蝠除白河段外，以新營段、屏東段和關西段最多；蛇類除白河段外，以屏東段和關西段最多。

(iv) 各月份各動物類群的道路致死情形

比較各月份各動物類群的紀錄狀況(圖6.2.2-1)，中小鳥高峰在春夏季，但99年春夏季高峰數量較98年明顯減少，而99年秋冬季數量又較98年多，推測可能與調查人員異動，以及努力量和調查技術的改變有關；各月份貓狗數量雖有上下波動，但大致上呈現持續增加的趨勢，推測與事故處理資料的加入和改進有關；大鳥的數量以春夏季較多，但兩年冬季均有一次高峰，春夏季主要是繁殖鷺鷥，冬季有度冬鷺鷥和猛禽，因此呈現上下波動的情形；小型哺乳類包含鼠類和松鼠，數量變化並無明顯趨勢，可能與鼠類體型較小發現不易有關；爬蟲類、蝙蝠和蛙類的高峰出現在春夏秋季，冬季明顯變少；中型哺乳類呈現上下波動的趨勢，各月差異並不大，其中白鼻心和鼬獾的高峰主要出現在春夏，台灣野兔僅秋季較少，其餘各季差異不大。

各類動物的月變化也會受人為操作方式影響。由結果可發現各工務段調查資料的月變化並不一致，白河段98年和99年高峰均出現在春夏季，但99年高峰較短且數量較少，100年則至7月才開始明顯增加；屏東段、斗南段和新營段各年數量持續增加，其中又以100年春夏季的數量最多，應與調查人員的投入有關；關西段高峰亦在春夏季，但數量每年持續減少；中壢段、南投段和木柵段僅98年有明顯高峰，後兩年數量明顯減少；大甲段各年高峰均在春夏季，但100年夏季數量較少；岡山段、內湖段和頭城段各月數量波動不小但無明顯高峰季節。

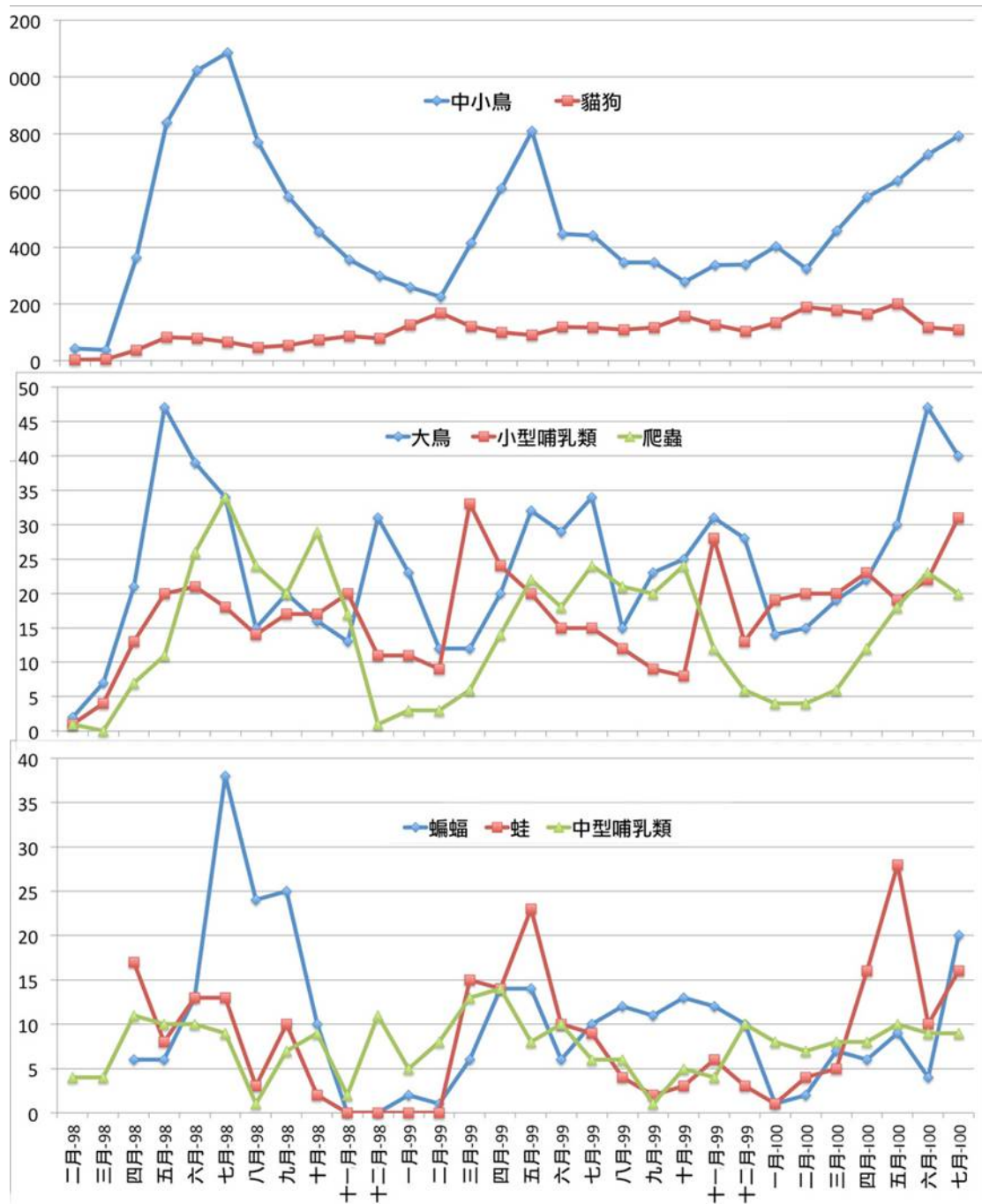


圖 6.2.2-1 主要動物類群道路致死數量月變化

(c) 道路致死物種討論

在可能種類部份，由於許多資料並未提供可能種類的鑑定和描述，因此較難以推測可能物種和進行有系統的分析，野生動物中無法推測可能物種的紀錄約有20%。

野生動物中以鳥類數量最多，其中又麻雀、斑鳩、鴿子和白頭翁等4類鳥(斑鳩至少包括珠頸斑鳩和紅鳩2種鳥)的數量最多，其次為白尾八哥(可能含八哥和家八哥)、綠繡眼和燕子(以洋燕為主)，這些都是較常見且容易被辨識的種類，也因此這7類中小型鳥的資料量即佔了全部道路致死數量的54%，但其中仍可能有不少鑑定錯誤的資料。大鳥中則以白鷺鷥(主要為小白鷺鷥和黃頭鷺鷥)數量最多。

除常見種類外，本計畫亦累積相當多的保育鳥類道路致死紀錄，如普遍分佈的保育類候鳥紅尾伯勞的道路致死數量即不少。部份保育鳥類紀錄的可信度可能不高或無法確認，如水雉和八色鳥等，但保育類猛禽的資料因調查人員提供許多照片輔助鑑定，因此可信度很高，其中鳳頭蒼鷹應有超過100隻的道路致死紀錄，夜行性的領角鴉的紀錄則接近200隻。鳳頭蒼鷹和領角鴉均為分佈較廣且較能適應人為干擾環境的猛禽，造成其道路致死密度較高的可能原因包括國道結構或路旁樹木吸引其停棲、國道邊坡植被提供良好的捕食環境、夜行性猛禽習慣低飛且車輛燈光照射可能會造成其短暫失明等等，猛禽道路致死原因釐清及減輕對策研擬應為後續相關研究重點。

哺乳動物中以小型鼠類和蝙蝠紀錄較多，從照片可鑑定出有溝鼠、鬼鼠、臭鼩、台灣葉鼻蝠和高頭蝠等種類，但大部分無法進一步鑑定，其他物種中以保育類白鼻心有較多的道路致死紀錄，同屬保育類的還有台灣獼猴、穿山甲和山羌，這類中型哺乳動物的鑑定較簡單，且調查人員常會提供照片，因此資料可信度亦高。本計畫道路致死白鼻心紀錄有120筆，鼬獾紀錄僅17筆，此結果與本計畫執行國道週邊哺乳動物自動相機調查結果並不一致，原因之一可能是部份屍體狀況太差造成調查人員無法分辨所致，但根據各工務段提供的照片來看，白鼻心的道路致死數量確實比鼬獾多，顯示此兩物種生態習性和受道路影響程度可能有不小的差異。

道路致死爬蟲類中亦有不少保育類物種，包括雨傘節、

眼鏡蛇、龜殼花、錦蛇、百步蛇和柴棺龜，除百步蛇外，其他種類多為常見、容易鑑定或有提供照片的物種，資料有一定的可信度。蛙類中可確定種類的有貢德氏赤蛙和虎皮蛙。

在非野生動物部份，國道上狗和貓的道路致死數量很高，其道路致死密度約為每年每公里1.4隻，且由於貓狗道路致死事件常由事故處理人員排除，本計畫並未收集完整的事實資料，因此實際密度應該更高。

表 6.2.2-2 98 年 2 月至 100 年 7 月國道道路致死動物統計

常見鳥類	數量	保育鳥類	數量	其他保育類	數量	飼養動物	數量
麻雀	2834	猛禽***	152	白鼻心	120	狗	1881
斑鳩	2573	鳳頭蒼鷹	34	台灣野兔	78	貓	1080
鴿子	2156	赤腹鷹	1	鼬獾	17	貓或狗	194
白頭翁	1753	黑鳶	1	赤腹松鼠	40	雞	82
白尾八哥*	747	領角鴞	189	台灣獼猴	4	菜鴨	19
綠繡眼	562	黃嘴角鴞	1	穿山甲	3	魚	8
燕子	438	紅尾伯勞	85	飛鼠	3	豬	6
白鷺鷥**	370	畫眉	27	山羌	1	羊	3
大卷尾	92	台灣藍鵲	16	雨傘節	69	家兔	3
五色鳥	74	環頸雉	15	眼鏡蛇	27	牛	1
喜鵲	65	彩鵲	2	龜殼花	16		
黑冠麻鷺	53	水雉	1	錦蛇	7		
夜鷺	45	八色鳥	1	百步蛇	1		
台灣夜鷹	40	燕鴿	1	柴棺龜	1		
* 白尾八哥可能包含少數保育類八哥							
** 白鷺鷥主要為小白鷺和黃頭鷺							
*** 猛禽以鳳頭蒼鷹為主，但可能有部份為台灣夜鷹或夜鷺幼鳥等易混淆物種							
為無直接證據，可信度不高的資料							

#### (d) 道路致死熱點路段分析

在道路致死熱點部份，由於各工務段資料狀況有明顯的差異，會造成熱點分析的誤差，且相關資料仍持續收集，因此現階段僅簡單以10公里為級距，分析各主要國道全部類群

的道路致死密度較高的路段，表6.2.2-3列出以每10公里級距統計全國道路致死數量後，數量最多的幾個路段(交流道的紀錄未列入統計)。道路致死密度最高的仍是國道3號白河段所轄範圍，然整體來看這樣的結果可能還是受到各工務段資料狀況不同的影響。

針對各敏感動物類群的道路致死熱點進行分析，「大鳥」主要熱點在國道1號170k-180k之間(114筆紀錄)和340k-350k之間(67筆紀錄)，應與台中交流道和高科交流道的鷺鷥林有關(圖6.2.2-2)，其他包括國道3號270k-350k、30-110k、國道1號40k-80k和國道10號20k-30k等路段也都是熱點。「疑似猛禽(含日行性和夜行性猛禽)」主要熱點在國道3號270k-325k之間(129筆紀錄)，此外國道3號30k-55k、65k-110k和325k-385k亦多，國道5號5k-10k、國道6號5k-10k和30k-35k、國道10號15k-20k和30k-34k也都屬於有較多疑似猛禽紀錄的路段。

「中小鳥」熱點主要集中在國道3號310k-350k之間，其次為國道3號270k-310k、160k-230k、350k-430k、40k-70k；國道1號250k-360k、10k-90k；國道10號20k-34k；國道5號30k-54k。

「中型哺乳動物」主要熱點在國道3號280k-310k之間，此外國道10號20k-34k、國道3號70k-110k、120k-150k和310k-370k之間也都是熱點。

「龜類」熱點為國道3號60k-70k和國道10號20-30k，此外國道3號330k-350k、40k-50k和國道1號50k-70k都有較多紀錄。「蛇類」主要熱點出現在國道3號350k-370k、270k-350k、40k-80k和國道10號10k-30k。「蛙類」點為國道3號350k-370k、280k-310k、60k-70k、國道10號20k-34k。

「鼠類」熱點在國道3號300k-370k、40k-60k、國道1號260k-290k、310k-320k和國道10號20k-34k「蝙蝠」主要熱點出現在國道3號270k-380k之間，其中又以300k-330k較多，此外國道1號280k-320k和國道3號40k-50k之間亦多。



圖 6.2.2-2 高科交流道旁鷺鷥營巢情形(100 年 3 月拍攝)

表 6.2.2-3 全國道路致死密度排名(每 10 公里統計)

國道	里程	路段範圍	數量	道路致死密度 (隻/每年每公里)
3	320k-330k	東山服務區-烏山頭交流道	1408	64.2
3	330k-340k	烏山頭交流道-善化交流道	981	44.8
3	340k-350k	善化交流道-新化系統交流道以南	943	43.0
3	310k-320k	白河交流道-東山服務區	734	33.5
3	300k-310k	水上系統交流道-白河交流道	548	25.0
3	350k-360k	新化系統交流道南-關廟服務區北	528	24.1
3	280k-290k	梅山交流道-竹崎交流道	456	20.8
3	40k-50k	土城交流道南-三鶯交流道	431	19.7
3	390k-400k	九如交流道北-長治交流道南	408	18.6
3	290k-300k	竹崎交流道南-水上系統交流道	390	17.8
1	20k-30k	圓山交流道北-五股交流道北	390	17.8
3	360k-370k	關廟服務區北-田寮交流道	379	17.3
10	20k-30k	燕巢系統交流道東-旗山端出口西	372	17.0
3	270k-280k	古坑系統交流道南-梅山交流道南	367	16.7
3	50k-60k	三鶯交流道-大溪交流道北	351	16.0
3	60k-70k	大溪交流道北-龍潭收費站北	349	15.9
3	210k-220k	霧峰交流道北-草屯交流道南	326	14.9
1	330k-340k	台南交流道南-路竹交流道南	311	14.2
3	200-210	快官交流道北-霧峰交流道北	304	13.9
1	10-20	汐止交流道-圓山交流道北	301	13.7

(e) 貓狗道路致死課題

道路致死的貓狗在辨識鑑定方面通常不會有問題，且其體型大，發現容易，因此資料可信度較高，但是貓狗道路致死經常是由用路人發現後通報，再由事故處理人員負責清除，由於並非所有工務段的事務處理人員都有協助填寫調查表格提供資料，因此資料統計上會有誤差。

98年至100年共累計3155筆貓狗道路致死紀錄，其中有1866筆是事故處理人員提供。各國道中，國1有1565筆紀錄，國3有1396筆紀錄，東西向國道中則以國10、國4和國2稍多。各工務段中，以內湖段和關西段貓狗紀錄最多，其次為白河段、斗南段、大甲段、苗栗段和岡山段。南投段和頭城段貓狗道路致死資料最少，原因可能包括高架路段長度以及事故資料是否有提供本計畫分析。

初步分析發現，貓狗道路致死資料較密集之區域常位於北台灣較大型之聚落範圍或其周邊區域。以2公里為單位統計，國道1號貓狗道路致死密度最高路段出現在里程24k-30k，此路段平均每公里均已累積30筆貓狗道路致死紀錄，此外從0k-40k均為貓狗道路致死熱點路段；國道3貓狗道路致死密度最高出現在里程50k-52k處，兩公里路段已累積42筆紀錄，此外從42k-68k、新竹系統交流道前後以及鶯歌系統交流道國道2號前後均為熱點路段。影響貓狗道路致死分布之可能因子除距離人類聚落遠近外，交流道設置、道路結構形式以及各工務段作業方式與差異均有可能影響調查結果，實際道路致死數量可能較既有資料顯示為多。

根據張(2000)的調查估計，台灣地區在民國88年全國流浪犬約有66萬6594隻，家犬約有210萬隻，行政院農委會自該年起即每5年進行一次全國流浪貓犬數量調查，93年全國流浪犬數量為13萬隻，98年則降至8萬5千隻(農委會網站資料<http://www.coa.gov.tw/view.php?catid=22560&print=1>)，此數據顯示住宅區範圍內流浪犬有減少的趨勢，但非住宅區由



於管理捕捉不易，流浪犬數量無法掌握和管理，農委會為解決流浪動物問題，除持續修訂「動物保護法」外，並推動寵物登記、繁殖買賣寄養業管理、輔導動物收容處所設置、推動人道捕犬作業、推廣動物保護志工制度、推廣強化犬貓絕育觀念、鼓勵民眾認養收容動物取代購買、教育民眾寵物飼養正確觀念與責任，以減少犬貓棄養與過量繁殖。除了動物保護層面外，國道流浪貓狗道路致死亦對社會經濟層面有很大的影響，除了龐大的各項流浪動物處理費用外，因流浪動物而發生的車禍導致人民生命財產的損失亦不容小覷。

由於國道長度超過1千公里，且流浪動物進入國道的管道太多，要全面以隔絕防堵的方式減少流浪動物進入國道目前並不可行，建議後續可評估針對貓狗道路致死的熱點路段是否有可行的防堵措施。此外高公局可針對國道流浪貓狗道路致死問題舉辦座談會，邀請農委會和縣市政府等主管機關、交通部門和關懷動物團體以公私協力互動模式共同集思廣益，針對飼養動物管理(如落實犬籍管理、確實執行動物保護法和犬貓絕育補助等)、流浪動物處理(認養、安養及放養)，以及交通法規中關於飼主責任和相關罰則的規定和落實等方式，討論可行的減輕對策。

(f) 受傷野生動物及道路致死動物遺體處理

本計畫道路致死調查教育訓練內容中，有針對受傷野生動物救護和通報方法進行說明，並整理各縣市可後送和救護單位的名單。國道清潔和事故處理人員開始參與道路致死調查工作後，多次協助受傷野生動物的救護處理，包括中區工程處拾獲受傷夜鷺送至台北市野鳥學會、中壢段拾獲受傷領角鴉送至台北市野鳥學會、大甲段拾獲受傷鳳頭蒼鷹送至特有生物研究保育中心、苗栗段拾獲受傷猛禽送至縣府農業局、白河段拾獲受傷紅尾伯勞和台灣野兔送至台南動物醫院、白河段拾獲受傷鳳頭蒼鷹送特有生物研究保育中心等。

本計畫亦鼓勵調查人員冰存較完整的敏感動物屍體提供專業人員進行鑑定，同時道路致死動物屍體亦具有珍貴的

研究蒐藏價值，包括可進行後續研究以釐清動物穿越或停留在國道的可能原因，或檢測國道上死亡的野生動物是否有受到犬瘟熱等疾病感染。99年4月白河段調查人員拾獲一完整的白鼻心屍體，即捐贈給國立自然科學博物館收藏。因白河段發現的道路致死動物屍體較多，且調查人員和工程司積極配合，因此本計畫於99年10月購置冰櫃一台借放於白河工務段(圖6.2.2-3)，調查人員進行每日調查時，若發現較完整新鮮的動物屍體，即會裝入科學博物館提供之標本袋並填寫詳細資料，放入攜帶式冰筒中帶回工務段冷凍冰存，待累積到一定數量後即整批捐贈給自然科學博物館。其他工務段亦陸續評估捐贈動物屍體的可行性。

累積至99年5月，本計畫已捐贈自然科學博物館68件道路致死動物屍體，捐贈特有生物研究保育中心3件道路致死動物屍體，其中包括鳳頭蒼鷹(11件)、白鼻心(9件)、領角鴉(6件)、黃嘴角鴉(1件)、彩鷗(1件)和環頸雉(2件)等保育類動物。來源包括白河段(48件)、關西段(16件)、屏東段(2件)、內湖段(1件)和大甲段(1件)。



圖 6.2.2-3 白河工務段冰櫃、標筒和標本袋等工具

## (2) 調查結果討論

交通部台灣區國道新建工程局在「二高沿線環境特性調查與國道計畫環境復育之研究」案(以下簡稱二高案)中，於民國95年12月至民國96年9月執行國道3號全線之道路致死調查，並計算分析國道3號各路段之道路致死效應。與該計畫結果比較，本計畫的四季平均道路致死密度變化模式與其相似，然在各路段調查結果比較中，除白河段轄區為道路致死密度最高區域此項結果相符合外，其他路段並未如二高案呈現南高北低的變化情形，此外，在各路段之平均道路致死密度上，本計畫調查之平均道路致死密度均低於二高案調查所得結果，包括本計畫道路致死密度最高的白河段都仍與二高案的平均值有一段差距。可能原因包含二高案調查範圍為所有車道(本計畫主要為外側路肩調查)、兩計畫調查頻率不同(本計畫每天進行調查，二高案每兩週調查一次)、年間變化等，但二高案為慢速開車進行調查，且部份動物遺體應已被每日進行國道清潔工作的人員移除，因此其所調查到的道路致死密度和數量應不如由清潔人員進行調查所得到的結果完整，由此可見本計畫目前的結果應仍為一低估的值。

本計畫研究人員在進行其他國道調查工作時，亦會同時記錄有發現的動物道路致死遺體資料，研究人員在98年自行記錄的各國道外側路肩動物遺體資料中，有不少紀錄並未被路容清潔和事故處理人員調查到，顯示部份工務段提供的調查資料並不完整，這可能是本計畫調查結果低於二高案的原因之一。若調查資料不完整，且各工務段間有明顯的人為差異時，即無法分析道路致死密度以判斷熱點。

### 6.2.3 擬復育生態劣化環境-道路致死課題影響減輕

#### (1) 目標物種選擇

在各類道路致死動物類群中，本計畫選擇中型哺乳動物作為劣化環境復育的目標和指標，理由如下：

##### (a) 大部分為敏感物種

對於普遍常見的物種來說，道路致死造成的死亡率對整體族群影響可能不大，但對於族群量較小的稀有動物來說，道路致死的發生可能會對其族群存續有顯著的影響，因此應優先進行相關減輕和復育工作。本計畫路容清潔和事故處理人員道路致死調查機制建立時即擬定以保育類、中大型動物和稀有種等敏感物種為調查目標。常見道路致死的中型哺乳動物包括台灣野兔、鼬獾和保育類白鼻心等種類，均為較少見稀有的敏感物種，而鳥類雖然在道路致死個體中佔了很高的比例，但其中大部分為常見的麻雀、斑鳩、鴿子和白頭翁等種類。大型鳥類雖然亦為設定的敏感動物類群，但大型鳥類作為敏感類群並非全因族群稀有，其中亦包含一些普遍常見種類如鷺鷥，這類大型鳥是因其可能影響行車安全而設定為敏感，因此較不適合作為優先復育目標。

(b) 資料可信度高

本計畫由路容清潔和事故處理人員所收集的road致死資料中，中型哺乳動物的資料準確度和可信度較高，原因包括中型哺乳動物體型較大、種類單純、辨識容易，且調查表格設計時亦有將中型哺乳動物資料的完整性納入考量。大型鳥類包含太多種類，辨識不易，現場人員對於體型的判斷標準亦不易統一，因此資料準確度不高且無法標準化或校正。小型鳥種類資料的問題更為複雜，且現場人員大部分均無法進一步鑑定，因此無法進行分析。

(c) 棲地品質指標

本計畫發生道路致死的中型哺乳動物均為棲息於人為干擾較少的樹林或草地環境的種類，很容易受道路切割造成的棲地破碎化影響，加上地棲性中型哺乳動物的移動能力有限，因此可視為反應道路兩側的棲地品質，作為環境和生態廊道的指標。其他道路致死動物類群中，貓狗並非野生動物，分布與棲地自然度無關，且其活動能力強，因此無法反應棲地狀況；鳥類飛行能力強、活動範圍大，因此亦無法反應小尺度的棲地狀況，發生道路致死的原因也更複雜。

(d) 有可行有效的減輕對策

國內外已經有相當多針對中大型哺乳動物道路致死課題進行的研究，有許多的減輕對策被提出和驗證，其中不少對策確實可以有效改善中大型哺乳動物道路致死的情形，因此適合本復育案例規劃操作，而鳥類道路致死課題的複雜程度較高，道路致死課題在不同的鳥種和不同的棲地環境間可能有很大的差異，目前仍缺乏普遍有效的減輕對策，仍需要進一步的研究來釐清各減輕措施的可行性。

(2) 減輕措施研擬

國內外有不少針對減輕哺乳動物道路致死而提出的對策，Forman *et al.*(2003)整理相關研究發現最有效的減輕措施為動物隔離網和跨越式或穿越式動物通道(圖6.2.3-1、6.2.3-2)，因此本計畫亦規劃選擇適當地點，設置合適的動物通道和隔離網，提供中型哺乳動物安全穿越，以減輕道路致死的影響。



圖 6.2.3-1 加拿大 Banff 國家公園高速公路下方的穿越式動物通道和兩側的隔離網(攝影 蘇維翎)



圖 6.2.3-2 加拿大 Banff 國家公園高速公路下方的穿越式動物通道和兩側的隔離網(攝影 蘇維翎)

### (3) 復育路段優先順序評估

本計畫自98年2月至100年7月由路容清潔和事故處理人員進行的道路致死調查共累積了227筆的中型哺乳動物遺體紀錄，主要發生於國道3號，共183筆，此外國道1號16筆、國道2號1筆、國道3甲3筆、國道4號1筆、國道5號有6筆、國道6號4筆、國道10號有13筆。初步計算每10公里道路致死數量顯示國道中型哺乳動物主要熱點分佈在國道3號280k-310k、310k-370k、70k-110k和120k-150k等幾個路段，此外國道10號20k-30k亦為熱點。由於主要中型哺乳動物熱點均分佈於國道3號，且國道新建工程局於95年12月至96年9月亦針對國道3號進行了19次的道路致死調查(二高案)，因此本計畫選擇針對國道3號進行復育路段優先順序評估。

為增加資料量與準確度，因此本計畫於評估國道3號優先復育路段時，亦將二高案的中型哺乳動物調查結果一併納入本復育案例進行分析。統計後國道3號共累計有7種207筆的中型哺乳動物道路致死資料(表6.2.3-1)，數量最多的是屬於第三級保育類動物的白鼻心(果子狸)，共104筆，其次為79筆的臺灣野兔和17筆的

鼬獾，屬於第二級保育類動物的穿山甲有2筆，第三級保育類的台灣獼猴有3筆紀錄，山羌和飛鼠各有1筆紀錄。7種中型哺乳動物均為臺灣特有種或特有亞種。

表 6.2.3-1 本計畫分析的中型哺乳動物道路致死資料

物種	2006	2007	2009	2010	2011	總計
山羌					1	
台灣獼猴			1	1	1	3
穿山甲			2			2
台灣野兔		14	24	24	17	79
白鼻心	1	6	34	40	23	104
鼬獾		3	11	2	1	17
飛鼠				1		1
總計	1	23	72	68	43	207

資料來源：本計畫整理

全部國道3號中型哺乳動物資料中有3筆未記載發現里程(1筆白鼻心，2筆台灣野兔)，因此不納入分析。另外有6筆紀錄發現地點為交流道，以該交流道里程為發現里程而一併納入分析。

以較大尺度來看，若將全部資料以5公里級距來統計各路段中型哺乳動物道路致死密度，可發現道路致死熱點集中於280k-290k之間的路段(表6.2.3-2)，此10公里長的路段有40筆中型哺乳動物道路致死紀錄，佔全國道3號的20%。若以每5公里致死數量來區分各路段的敏感程度，則可初步將所有路段分為5級，最敏感的第1級為285k-290k和280k-285k，其中285k+457至286k+568路段於99年4月設置隔離網和動物通道後，中型哺乳動物道路致死數量已減少許多，但該5公里路段累積致死量仍為全國道最高；第2級次敏感路段為道路致死數量在6-11隻之間的9個路段；第3級為道路致死數量在4-5隻之間的7個路段，第4級為道路致死數量在1-3隻之間的35個路段，第5級為未發生中型哺乳動物道路致死的路段。

表 6.2.3-2 5 公里級距道路致死密度統計(未列出的路段表示該路段無紀錄)

里程(k)	數量	里程(k)	數量
<b><u>285-290</u></b>	<b><u>22*</u></b>	410-415	3
<b><u>280-285</u></b>	<b><u>18</u></b>	30-35	2
<b>300-305</b>	<b>11</b>	50-55	2
<b>95-100</b>	<b>10</b>	65-70	2
<b>295-300</b>	<b>9</b>	75-80	2
<b>140-145</b>	<b>7</b>	85-90	2
<b>350-355</b>	<b>7</b>	125-130	2
<b>305-310</b>	<b>6</b>	135-140	2
<b>345-350</b>	<b>6</b>	320-325	2
<b>355-360</b>	<b>6</b>	335-340	2
<b>360-365</b>	<b>6</b>	340-345	2
<u>70-75</u>	<u>5</u>	15-20	1
<u>270-275</u>	<u>5</u>	35-40	1
<u>275-280</u>	<u>5</u>	80-85	1
<u>100-105</u>	<u>4</u>	90-95	1
<u>290-295</u>	<u>4</u>	130-135	1
<u>315-320</u>	<u>4</u>	145-150	1
<u>0-5</u>	<u>4</u>	160-165	1
105-110	3	175-180	1
120-125	3	210-215	1
150-155	3	230-235	1
180-185	3	235-240	1
310-315	3	240-245	1
325-330	3	250-255	1
330-335	3	255-260	1
365-370	3	415-420	1
380-385	3		

\* 本路段中 285k+457 至 286k+568 於 99 年 4 月設置隔離網和動物通道，致死量已明顯下降  
資料涵蓋國工局 95 年 12 月至 96 年 12 月調查結果和本計畫 98 年 2 月至 100 年 7 月調查結果  
其中粗體字且劃底線為第 1 級道路致死熱點；粗體字為第 2 級道路致死熱點；劃底線者為第 3 級道路致死熱點。

以道路致死數量較高的前三級路段再配合由棲地破碎化結果作進一步篩選，並參考各界關注地區產出的生態敏感區位置，結果如圖 6.2.3-3 至 6.2.3-9 所示。屬於第 3 級道路致死熱點的 0k-5k 路段有切割大面積完整林地；70k-75k 鄰近一處大面積完整林



地；100k-105k則是位於其他林地和屏東科技大學淺山地區哺乳動物研究樣區，並未鄰近大面積完整林地；270k-280k緊鄰一處大面積完整林地，同時沿線有其他林地和諸羅樹蛙研究樣區，南端並與第一級路段相接；290k-295k鄰近一處大面積完整林地，亦鄰近國家重要濕地和重要野鳥棲地，沿線有諸羅樹蛙研究樣區和猛禽調查樣點，北端並與第一級路段相接；315k-320k位於其他林地，並未鄰近大面積完整林地。屬於第二級的95k-100k則是位於其他林地和屏東科技大學淺山地區哺乳動物研究樣區，並未鄰近大面積完整林地；140k-145k切割其他林地，且緊鄰一處大面積完整林地和臺灣猛禽會過境猛禽調查樣點；295k-310k切割部份其他林地，且鄰近一處國家重要溼地，沿線亦有學術團體關注的諸羅樹蛙研究樣區；345k-365k切割其他林地，南端則鄰近一處大面積完整林地。屬於第一級的280k-290k南北兩側都與第三級路段相接，且切割其他林地，緊鄰一處大面積完整林地和一處國家重要溼地，沿線亦有多處學術團體關注的諸羅樹蛙研究樣區。

綜合以上分析，國道3號280k-310k的連續路段涵蓋了2處第一級、3處第二級和1處第三級的中型哺乳動物道路致死敏感路段，其中又以280k-290k具有道路致死密度最高、緊鄰大面積完整林地和國家重要溼地、切割其他林地、經過學術團體關注區域等重要性，因此設定為本計畫道路致死優先復育路段。

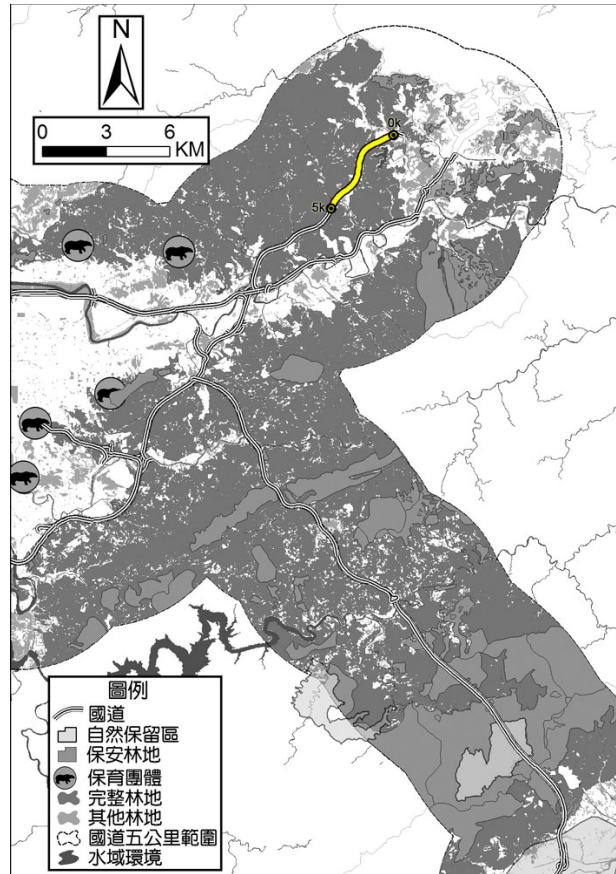


圖 6.2.3-3 敏感路段 0k-5k 與鄰近生態敏感區相對位置

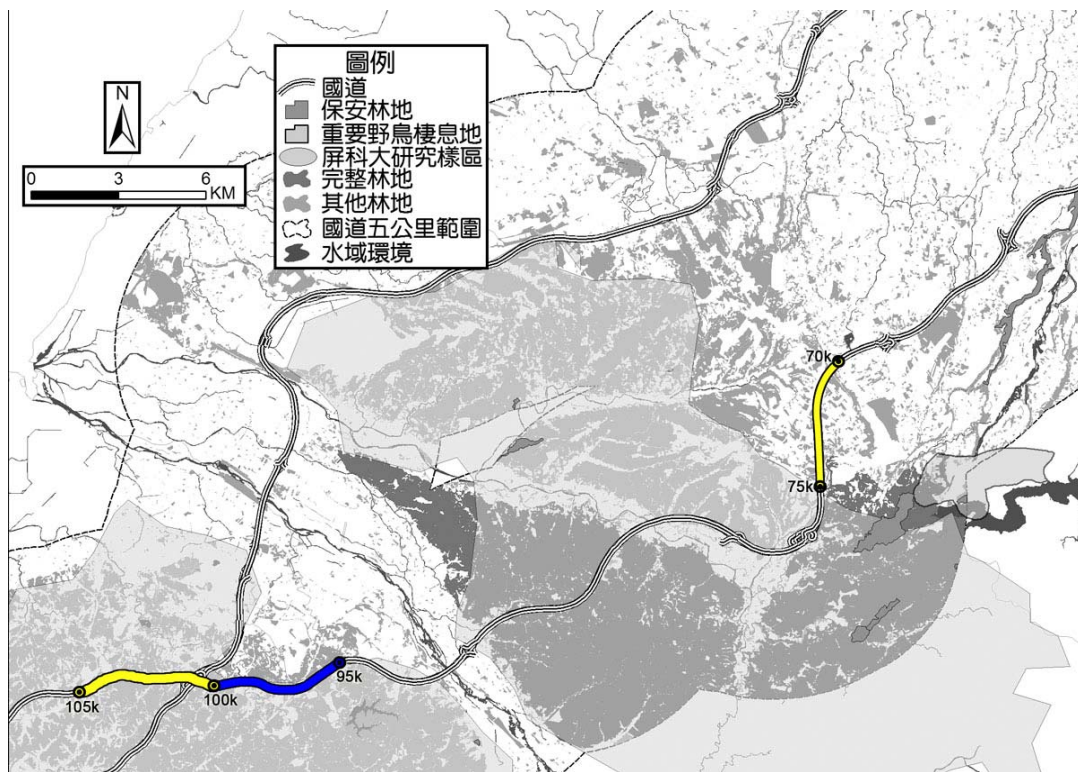


圖 6.2.3-4 敏感路段 70k-75k 和 95k-105k 與鄰近生態敏感區相對位置

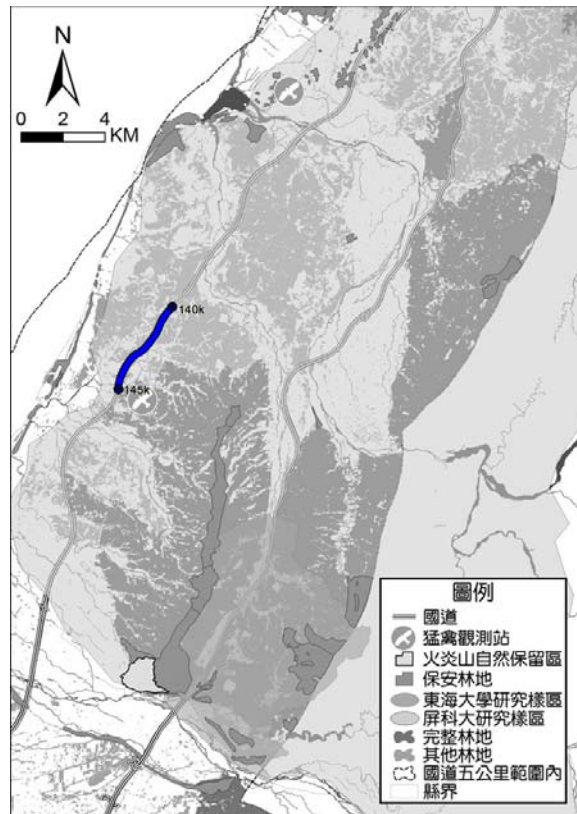


圖 6.2.3-5 敏感路段 140k-145k 與鄰近生態敏感區相對位置

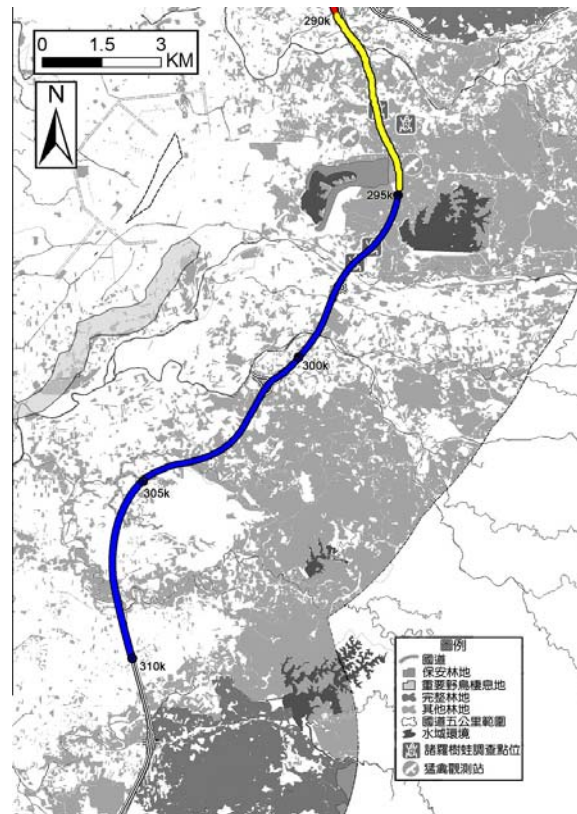


圖 6.2.3-6 敏感路段 295k-310k 與鄰近生態敏感區相對位置

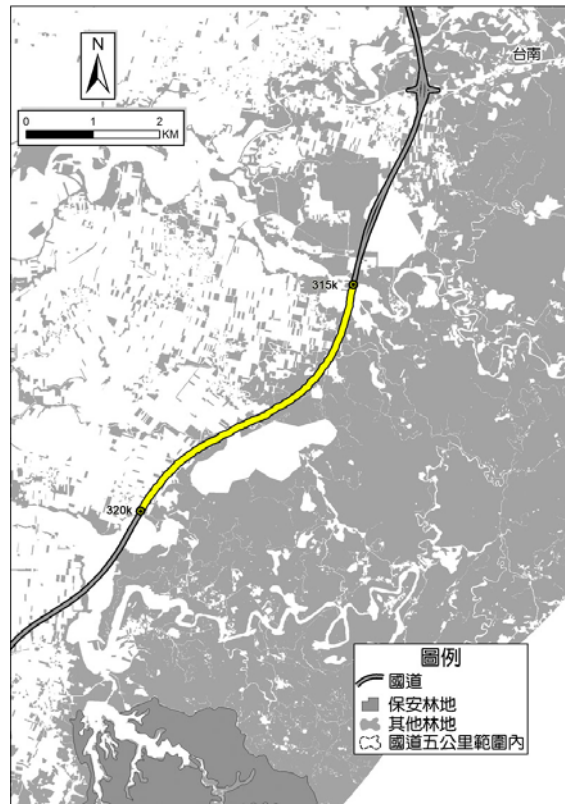


圖 6.2.3-7 敏感路段 315k-320k 與鄰近生態敏感區相對位置

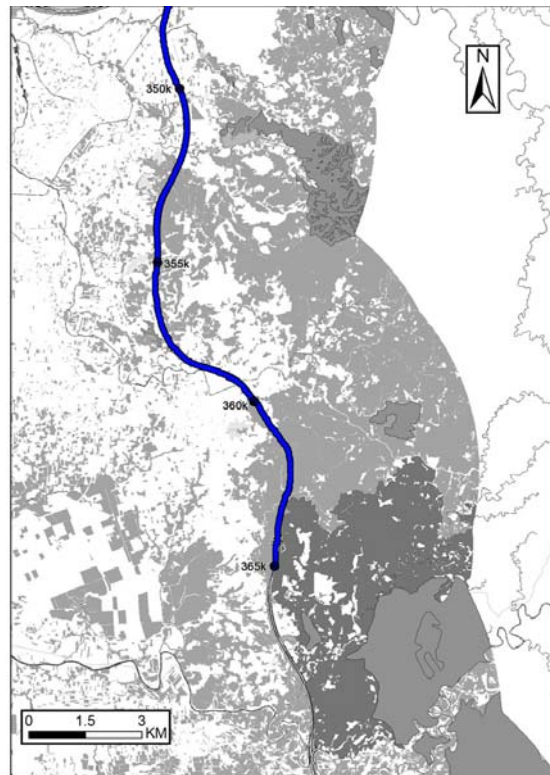


圖 6.2.3-8 敏感路段 345k-365k 與鄰近生態敏感區相對位置

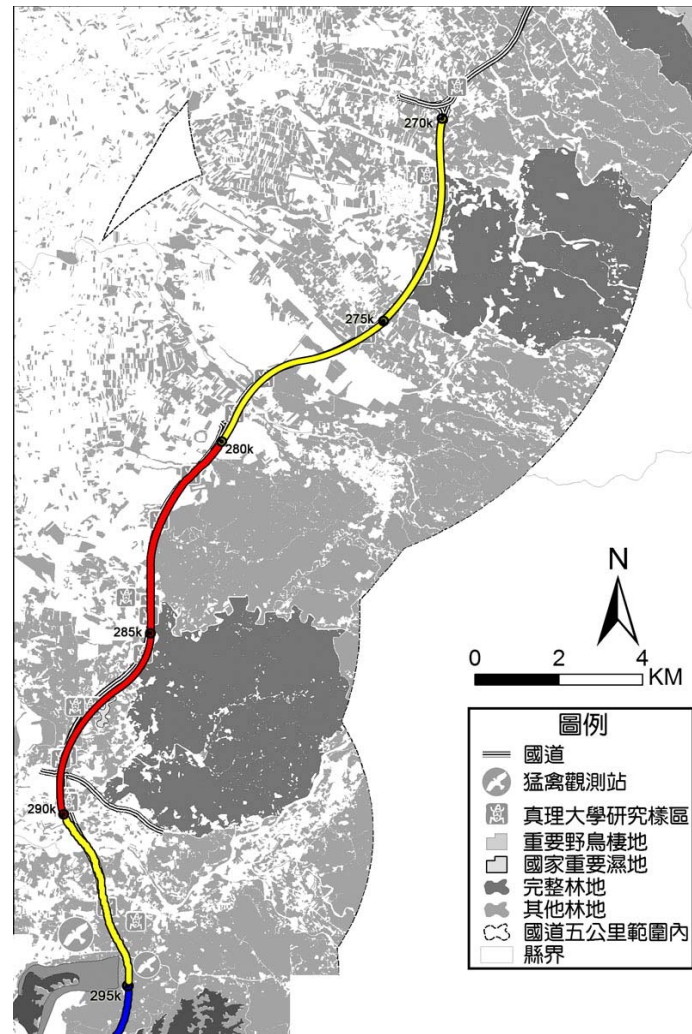


圖 6.2.3-9 敏感路段 270k-295k 與鄰近生態敏感區相對位置

### 6.3 沿線綠廊環境課題

演替為有方向性之生物社會發育現象，以植物社會發展而言，隨演替之進行，植物社會之物種歧異度有逐漸增加、植株體形有增大的趨勢，社會之構造(層次)亦趨於複雜，此種趨勢在森林之演替更為明顯。所有演替均有進化的性質(Phillips, 1934)，上述由簡單變為複雜之演替，特稱為進化演替(progressive succession)，一般演替均屬此種類型，若演替之方向反其道而行，則可能為干擾之結果，應視為演替停滯(retarding succession)現象，如圖6.3-1所示。

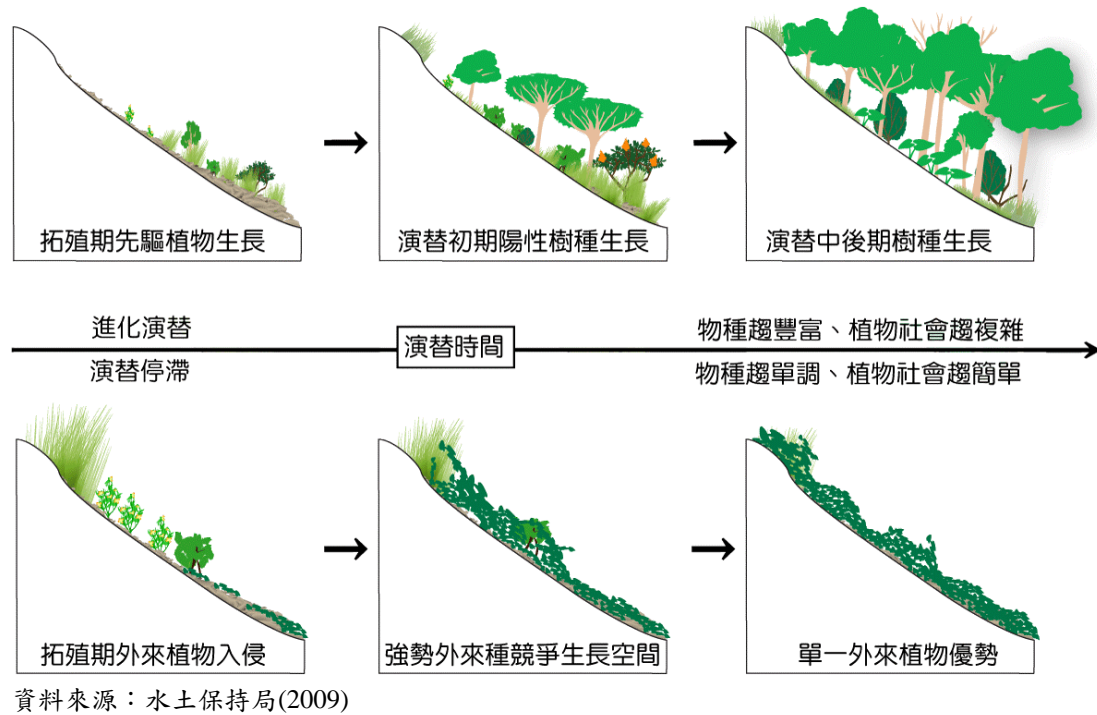


圖 6.3-1 進化演替與演替停滯示意

### 6.3.1 邊坡綠廊劣化環境指標研擬

本計畫擬藉由植物演替角度，針對國道邊坡植被環境，探討國道邊坡綠廊劣化情形。本計畫分析邊坡綠廊調查結果，綜合國道1號全線優勢邊坡綠廊維管束植物99科259屬341種，國道3號全線調查到邊坡綠廊優勢維管束植物80科186屬229種。國道1號及國道3號優勢植物之原生種比例介於50~60%間。以植物物種出現頻度前20名優勢物種探討，顯示國道1號沿線邊坡前20種出現頻度最高的植物種類中約有一半以上為外來植物，國道3號原生種比例稍高，但趨勢一致。

另於沿線調查過程中發現，外來入侵種如銀合歡、小花蔓澤蘭等出現頻度高，為重要的生態課題，而外來入侵種更在近年名列生物多樣性的第二大威脅，不僅影響植栽及綠美化之經營，造成資源耗費，更是破壞生態環境潛在的威脅。因此，本計畫在邊坡綠廊調查過程中亦同時記錄每500公尺外來入侵種-銀合歡、小花蔓澤蘭、香澤蘭與銀膠菊出現頻度，以10公里為累積單位檢視國道1號外來入侵種分布情形，整理如圖6.3.1-1與6.3.1-2。

國道1號南北向外來種入侵情形大致於新竹以南出現較多，且有

愈往南邊情形愈嚴重之趨勢，國1南下在130k-150k與260k-330k左右各出現一個頻度高峰，北上則在110k-150k、160k-180k、260k-280k與300k-330k左右各出現高峰，南北向的高峰出現趨勢大致相同。推測可能因為中南部路段環境較乾燥，且歷經員高拓寬計畫(民國96年)，邊坡多受擾動，原生植被未及回復，反而提供外來入侵種拓殖空間。岡山段轄區內行經楠梓、高雄與鳳山等都會區，沿途多為高架、隔音牆與紐澤西護欄，且路權邊坡多窄小，綠廊植被紀錄較少。斗南段調查時間為99年1月6日，路權內外來入侵種防治成果良好，轄區內記錄外來入侵種出現頻度低且族群量少，可見其防除之用心。新營段外來入侵種出現頻繁，然而調查過程發現少數路堤段構樹密生成純林時，則不見銀合歡出現，研判構樹密林能有效抑制銀合歡，此現象可提供沿線邊坡復育之參考。

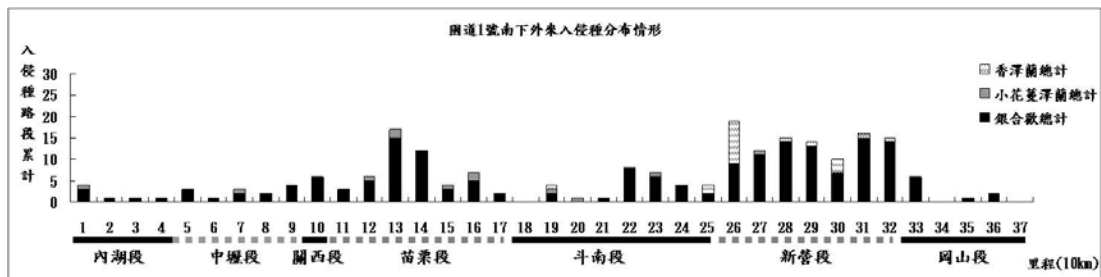


圖 6.3.1-1 國道 1 號南下外來入侵種分布情形

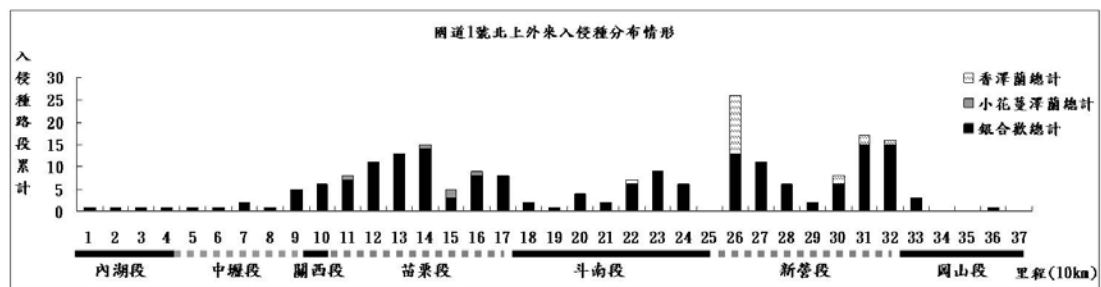


圖 6.3.1-2 國道 1 號北上外來入侵種分布情形

國道3號南北向外來種入侵情形大致與國道1號相同，於新竹以南出現(圖6.3.1-3、圖6.3.1-4)，且有愈往南邊情形愈嚴重之趨勢，推測原因為中南部路段環境較乾燥，受干擾後植被恢復較慢，外來種入侵

機會高。其中南投段與屏東段轄區內邊坡路段較少，因此紀錄筆數較少。大甲段調查時間(民國99年1月26~27日)恰為工務段外來入侵種防除作業後不久，調查結果紀錄筆數少，可見有其防治效果，建議應盡速搭配植栽密植，以達事半功倍之效。

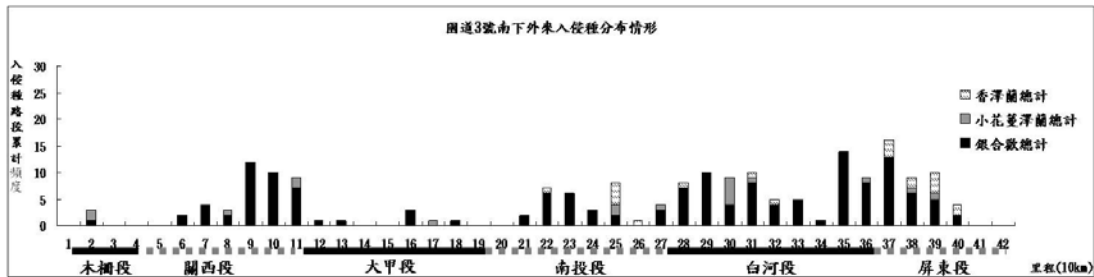


圖 6.3.1-3 國道 3 號南下外來入侵種分布情形

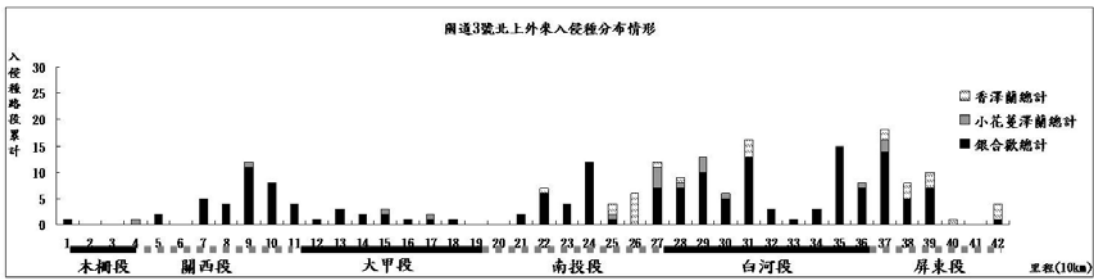


圖 6.3.1-4 國道 3 號北上外來入侵種分布情形

由上述外來入侵種頻度分布趨勢可推測鄰近區域外來種出現情況，累計頻度愈高代表該區域內可能被外來入侵種入侵的機率愈高。

密林及疏林環境可能受外來入侵種干擾影響，如密林受小花蔓澤蘭入侵、疏林可能是銀合歡純林。此外，草生地視為演替初期之狀態，一般而言草生地若無干擾的情況下，會慢慢有先驅樹種進入，經過一段時間演替，將逐漸形成次生林，然而，國道沿線可能因為長期干擾或工法設施因素而持續維持在草生地之狀態，上述三類植被環境皆有其各自潛在劣化之議題。

因此，本計畫採用(1)是否有重點防除之外來入侵種、(2)原生種比例、(3)是否位居大面積森林等指標，作為邊坡綠廊生態環境劣化之篩選原則篩選，外來入侵種類較多，且原生種比例低而有演替停滯情形之路段，視為劣化環境，做為後續擬復育生態劣化環境之目標路



段，說明如表6.3.1-1。

表 6.3.1-1 劣化環境指標

劣化指標	選定原因說明
重點防除之外來入侵種	外來入侵種：出現於其自然分佈疆界及可能擴散範圍之外建立一穩定族群，並可能進而威脅原生生物多樣性者。在植生演替過程中，外來入侵種植物之存在將阻礙其他植物生長拓殖空間，可視為退化演替之因素。本計畫將針對高公局重點防除之外來入侵種-銀合歡、小花蔓澤蘭、香澤蘭與銀膠菊等四種出現之有無視為劣化與否之指標。
原生種比例	一般而言，干擾頻度較高之地區，外來種侵入的機會愈高，原生植物比例愈低。因此組成綠廊的主要物種中，原生種所佔之比例愈低，表示環境受干擾可能較高。
是否位於完整林地	高速公路切割可能阻礙大面積森林間生物(包括動物與植物)的交流，造成棲地破碎化的孤立效應(isolation)，使許多物種將在該地逐漸減少，甚至消失。故建立一些復育措施，像是生物通道(fauna passage)，以及連續性的邊坡連結管理，均可幫助甚至增進棲地連結性的重建。

資料來源：本計畫整理。

### 6.3.2 擬復育之生態劣化環境篩選

本計畫試以量化方式進行劣化環境路段之篩選，並考量其與大面積森林相對位置等資訊，評選劣化情形最嚴重者作為擬優先復育之路段，其流程方法與步驟如下(圖6.3.2-1)：

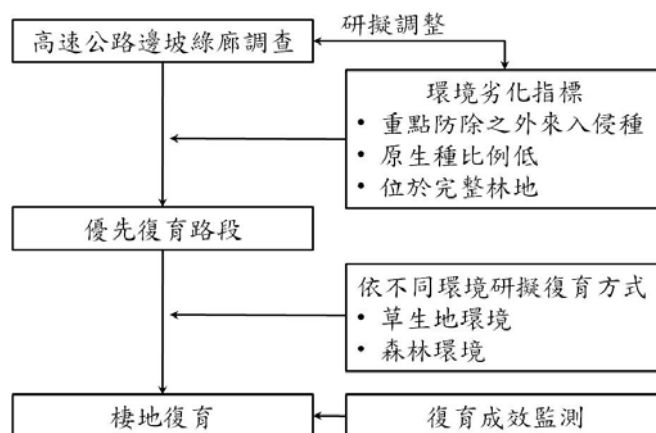


圖 6.3.2-1 篩選擬復育生態劣化環境流程

- (1) 國道沿線邊坡綠廊調查，以500公尺為單位，記錄邊坡優勢植物名錄與四大外來入侵種出現與否，並針對沿線邊坡綠廊調查資料及後續現勘資料加入外來入侵種之優勢程度分析。
- (2) 原生種比例計算：原生種比例愈低者視為外來種(包含栽培種、歸化種與外來入侵種)入侵嚴重，不利演替進行。資料計算每500公尺單元內原生種比例，以國道1號及3號原生種比例(50%~60%)，篩選條件訂為小於50%。
- (3) 完整林地：利用地景分析結果，以40處大面積林地作為復原棲地完整性之主要目標。藉由圖層套疊計算與國道有接觸之完整林地之國道里程(以500公尺為單位)。
- (4) 利用高公局國道視訊影像查詢系統，調閱97年度之國道沿線影像記錄，篩選確認邊坡綠廊分布路段，以500公尺為單位，計算沿線密林、疏林、灌叢、草坡等植被比例，作為劣化路段復育方式之參考。
- (5) 復育與監測

針對優先復育路段面臨之課題提出擬復育之方案，並利用指標性監測其復育成效。

### 6.3.3 劣化環境路段篩選結果

以國道1號與國道3號邊坡綠廊調查及勘查資料，以每500公尺為單位進行劣化環境指標篩選，並搭配大面積森林里程之套疊結果，僅國道3號北上364k+500-365k+000(關廟路段，表6.3.3-1編號7)位於大面積森林範圍內，主要劣化原因為銀合歡入侵情形嚴重，其餘篩選11段(每段500公尺)劣化環境路段，分別於國道1號北上5處、國道1號南下1處、國道3號北上1處及國道3號南下4處，其中編號5、8、9密林與疏林比例高；編號1~4及12則以草坡比例占多數，復育方式可參考第8.3.2節。各劣化路段里程範圍及工務段處理情形如表6.3.3-1。屏東工務段針對轄區內劣化路段辦理2案外來入侵種移除及後續栽植作業：分別為民國99年4月(計畫期程為民國99年4月至民國102年4月養護期滿)委託林務局屏東林管處施行平地造林，其造林範圍涵蓋劣化路段之國道3號北上364k+900-365k+000、國道3號北上

373k+100-374k+000，紀錄之銀合歡林應是在林務局造林養護範圍外，栽植範圍及樹種詳表6.3.3-2。今年(民國100年)6月辦理屏東工務段國道3號轄區內入侵植物清除工作(計畫期程為民國100年6月至民國101年6月養護期滿)，共栽植20,000株小苗(高度約40公分)，栽植範圍及樹種詳表6.3.3-3，其中北上側約8000株為段內自行撫育之苗木。

表 6.3.3-1 劣化環境路段篩選結果及處理情形

編號	國道	里程		工務段	順向坡	大面積林地	防除目標	優勢物種數/ 優勢種之原 生種比例	工務段處理情形 (100年10月工務段回報)
1	1N	304k+000	304k+500	新營			銀合歡	5/20%	100年11月進行銀合歡清除工作
2	1N	305k+000	305k+500	新營			銀合歡、香澤蘭	6/33.3%	100年11月進行銀合歡清除工作
3	1N	305k+500	306k+000	新營			銀合歡、香澤蘭	7/14.3%	100年11月進行銀合歡清除工作
4	1N	308k+000	308k+500	新營			銀合歡	8/12.5%	100年11月進行銀合歡清除工作
5	1N	314k+500	315k+000	新營			銀合歡、香澤蘭	8/12.5%	100年11月進行銀合歡清除工作
6	1S	139k+000	139k+500	苗栗			銀合歡	8/37.5%	坡面清除雜木，栽植山櫻花小苗
7	3N	364k+500	365k+000	屏東	v	v	銀合歡	8/37.5%	99年5月林務局平地造林計畫：青剛櫟 300株 (造林里程： 364k+900-365k+000)
8	3N	373k+000	373k+500	屏東	v		銀合歡、香澤蘭	14/28.6%	99年5月林務局平地造林計畫：光臘樹 1000株 (造林里程： 373k+100-374k+000)
9	3S	358k+500	359k+000	屏東			銀合歡、香澤蘭	9/33.3%	100年6月屏東工務段轄區入侵植物清除工作：山桂花 100株、車桑子 100株

編號	國道	里程		工務段	順向坡	大面積林地	防除目標	優勢物種數/ 優勢種之原生種比例	工務段處理情形 (100年10月工務段回報)
									(栽植路段： 358k+035-358k+936)
10	3S	361k+500	362k+000	屏東			銀合歡、香澤蘭	13/47.5%	100年6月屏東工務段轄區入侵植物清除工作：山枇杷 850 株、車桑子 800 株、香桂 200 株、楓香 500 株、落羽松 100 株
11	3S	362k+000	362k+500	屏東			銀合歡	13/38.5%	(栽植路段： 361k+342-361k+594、 361k+688-361k+851、 361k+944-362k+108、 362k+120-362k+198、 362k+198-362k+274、 362k+403-362k+570)
12	3S	391k+000	391k+500	屏東			銀合歡、香澤蘭、小花蔓澤蘭	10/30.0%	100年6月屏東工務段轄區入侵植物清除工作：蘭嶼樹杞 170 株、黃蓮木 280 株、茄苳 177 株 (栽植路段： 390k+947-391k+425)

表 6.3.3-2 林務局平地造林計畫(99 年施作)栽植範圍及樹種列表

項次	國道	位置	名稱	數量(株)
1	3N	380k+900-380k+780	鐵刀木	1150
2	3N	378k+300-378k+000	水黃皮	1200
			桃花心木	300
3	3N	374k+300-374k+200	鐵色	200
4	3N	374k+000-373k+100	光臘樹	1000
5	3N	372k+100-372k+000	桃花心木	150
			無患子	700
6	3N	368k+700-367k+900	無患子	2000
			青剛櫟	400
7	3N	365k+000-364k+900	青剛櫟	300
8	3N	358k+500-358k+000	臺灣檫	900
			青剛櫟	400
9	3S	360k+200-360k+600	桃花心木	1500
10	3S	田寮收費站及公警隊周邊綠地	桃花心木	1550
11	3S	373k+100-374k+000	光臘樹	2500
12	3S	374k+200-374k+300	鐵色	200
13	3N	關廟服務區	楓香	224
			鐵刀木	154
			厚葉石斑木	308
			山芙蓉	70
			臺灣檫	120
14	3S	關廟服務區	楓香	100
			鐵刀木	166
			厚葉石斑木	842
			山芙蓉	532
			臺灣檫	180
15	10W	19k+000-18k+400	鐵色	900
			無患子	800
			臺灣檫	500
16	10W	21k+400-20k+300	臺灣檫	1100
			青剛櫟	800
17	10W	22k+600-22k+250	臺灣檫	700
合計				21,946

表 6.3.3-3 屏東工務段國道 3 號轄區內(100 年)入侵植物清除工作栽植範圍及樹種列表

項次	國道	位置	名稱	數量(株)
1	3N	369k+385-369k+256	相思樹	600
2	3N	369k+629-369k+568	相思樹	400
			黃蓮木	110
3	3N	372k+156-371k+950	九芎	300
			青楓	300
			相思樹	250
4	3N	373k+720-373k+000	相思樹	300
			青楓	690
			九芎	283
			無患子	300
			水黃皮	317
			蘭嶼樹杞	300
			臺灣檫	300
5	3N	374k+056-373k+800	臺灣檫	250
			無患子	250
			相思樹	550
6	3N	378k+294-378k+110	相思樹	200
			蘭嶼樹杞	200
			黃蓮木	450
			無患子	250
7	3N	381k+022-380k+670	蘭嶼樹杞	250
			黃蓮木	170
			臺灣檫	230
			相思樹	450
<b>小計</b>				<b>8000</b>
1	3S	362k+921-363k+206	白千層	930
			楓香	200
			車桑子	110
			落羽松	280
2	3S	364k+200-364k+300	落羽松	300
			車桑子	200
3	3S	364k+576-364k+800	楓香	500
4	3S	367k+943-368k+083	香桂	100
			車桑子	100
5	3S	368k+114-368k+243	香桂	150
			車桑子	100
6	3S	368k+344-368k+712	落羽松	30
			香桂	500
			白千層	70
			茄苳	100
			光臘樹	500
			車桑子	193

項次	國道	位置	名稱	數量(株)
			肉桂	130
7	3S	370k+132-370k+266	香桂	200
			黃蓮木	70
8	3S	372k+580-372k+662	香桂	300
			黃蓮木	130
9	3S	358k+035-358k+936	山桂花	100
			車桑子	100
10	3S	360k+900-361k+100	山枇杷	100
11	3S	361k+342-361k+594	山枇杷	300
			車桑子	400
12	3S	361k+688-361k+851	山枇杷	100
			車桑子	100
13	3S	361k+944-362k+108	山枇杷	200
			車桑子	100
			香桂	200
14	3S	362k+120-362k+198	山枇杷	100
15	3S	362k+198-362k+274	山枇杷	100
			車桑子	100
16	3S	362k+403-362k+570	山枇杷	50
			車桑子	100
			楓香	500
			落羽松	100
17	3S	373k+117-373k+724	香桂	1000
			落羽松	220
			車桑子	290
			山枇杷	100
			楓香	300
			肉桂	800
			黃蓮木	500
茄苳	220			
18	3S	390k+947-391k+425	蘭嶼樹杞	170
			黃蓮木	280
			茄苳	177
<b>小計</b>				<b>12000</b>

#### 6.3.4 其他建議施作復育之生態劣化路段

綜觀全國道植被分布，外來入侵種課題、外來種優勢草坡與特殊地質應是需優先處理與解決之議題，為避免系統篩選漏失需復育的路段，除上述12劣化環境路段外，本研究另提出三類現期可施作復育之生態劣化環境與初步建議路段及復育方式，分述如下：

(1) 外來入侵種入侵嚴重：

- (a) 建議路段：國8東向11k-14k、國道10號東向25k-32k。
- (b) 面臨問題：銀合歡、香澤蘭入侵嚴重。
- (c) 初步建議：高頻度清除外來入侵種並且與生態綠化並行。建議試採用多項不同生態綠化手法，如人工伐除及藥劑試驗等，分區試驗以評估較佳的防治方式。

99-100年間關西段、屏東段、新營段及白河段等，陸續辦理銀合歡清除作業，清除時間、里程、防除方式及後續補植作業等整理詳表 6.3.4-1。新營工務段100年入侵植物清除工作栽植範圍及樹種詳表 6.3.4-2；白河工務段100年入侵植物清除工作栽植範圍及樹種詳表 6.3.4-3。

表 6.3.4-1 外來入侵種清除作業及維管

工務段	國道	位置	目標清除物種	移除方式	日期	後續植栽
關西段	3S	96k+500	銀合歡	藥劑注射	2010/12/6	-
關西段	3S	97k+400	銀合歡	藥劑注射	2010/12/6	-
新營段	8W	11k+908-15k+350	銀合歡	人工機械砍除	2011/11/2-11/25	詳表 6.3.4-2
新營段	8E	11k+420-13k+300	銀合歡	人工機械砍除	2011/11/2-11/25	詳表 6.3.4-2
新營段	1S	271k+110-319k+200	銀合歡	人工機械砍除	2011/11/2-11/25	詳表 6.3.4-2
新營段	1N	271k+000-318k+220	銀合歡	人工機械砍除	2011/11/2-11/25	詳表 6.3.4-2
白河段	3S	339k+916-340k+346	銀合歡	人工機械砍除	2011/8/5-8/10	詳表 6.3.4-3
白河段	3N	337k+988-346k+700	銀合歡	人工機械砍除	2011/8/5-8/10	詳表 6.3.4-3
屏東段	3,10	詳表 6.3.3-2	銀合歡	人工機械砍除	2010/4	詳表 6.3.3-2
屏東段	3	詳表 6.3.3-3	銀合歡	人工機械砍除	2011/6-2011/10	詳表 6.3.3-3



表 6.3.4-2 新營工務段國道 1 號、國道 8 號轄區內(100 年)入侵植物清除工作栽植範圍及樹種列表

項次	國道	位置	名稱	數量(株)
1	1S	316k+880-317k+050	臺灣樹蘭	80
2	1S	317k+960-318k+400	車桑子	160
3	1S	318k+700-319k+200	火筒樹	223
4	1S	271k+110-271k+380	台東火刺木	130
			楓香	56
			魚木	55
5	1S	273k+880-274k+100	魯花樹	105
			疏脈赤楠	45
			海欖果	19
6	1S	289k+200-289k+440	厚葉石斑木	120
			蘭嶼樹杞	40
			沙朴	44
7	1S	289k+200-289k+440	厚殼樹	5
8	1N	318k+010-318k+220	火筒樹	151
9	1N	317k+350-317k+450	厚葉石斑木	58
10	1N	316k+935-317k+280	臭娘子	170
11	1N	291k+625-292k+432	車桑子	321
12	1N	289k+440-289k+640	火筒樹	99
			黃槿	37
			海欖果	37
13	1N	289k+220-289k+420	火筒樹	91
			黃槿	40
			海欖果	38
14	1N	288k+952-289k+116	厚葉石斑木	77
15	1N	287k+550-287k+830	海欖果	54
16	1N	271k+000-271k+396	沙朴	74
17	8W	13k+176-13k+110	臺灣樹蘭	35
			珊瑚樹	15
			恆春山枇杷	17
18	8W	12k+850-12k+720	杜虹花	41
			珊瑚樹	32
			樟葉槭	33
19	8W	12k+542-12k+710	杜虹花	74
			臺灣石楠	45

項次	國道	位置	名稱	數量(株)
			樟葉槭	48
20	8W	11k+908-11k+860	台東火刺木	24
			海欖果	11
			青剛櫟	12
21	8W	15k+010-15k+350	厚葉石斑木	145
			黃槿	46
			青剛櫟	20
22	8W	15k+010-15k+350	恆春山枇杷	6
23	8E	11k+420-11k+510	厚葉石斑木	30
			海欖果	17
			恆春山枇杷	17
24	8E	11k+890-12k+090	臭娘木	98
			黃槿	49
			青剛櫟	49
25	8E	12k+230-12k+260	台東火刺木	16
			海欖果	8
			恆春山枇杷	8
26	8E	12k+394-12k+470	厚葉石斑木	42
			海欖果	20
			青剛櫟	21
27	8E	12k+680-12k+860	臺灣樹蘭	97
			沙朴	50
			魚木	50
28	8E	12k+890-13k+300	火筒樹	174
			沙朴	99
			魚木	99

註：案名「新營工務段轄區邊坡及排水設施維護工程(100)」

1. 清除目標：以銀合歡為主
2. 清除方式：砍除銀合歡，種植本土原生樹種
3. 苗木規格：喬木樹高 200 公分以上，冠寬 50 公分以上，頭徑 3 公分；灌木樹高 100 公分以上，冠寬 40 公分，均使用容器苗
4. 種植方式
  - (1) 邊坡 6 公尺：1 層灌木+2 層喬木
  - (2) 邊坡 4 公尺：1 層灌木+1 層喬木
  - (3) 邊坡 3 公尺以下：僅種植 1 層灌木
5. 今年度新植喬灌木數量
  - (1) 喬木：1316 株
  - (2) 灌木：2561 株

表 6.3.4-3 白河工務段國道 3 號轄區內(100 年)入侵植物清除工作栽植範圍及樹種列表

項次	國道	位置	名稱	數量(株)
1	3N	339k+764-339k+686	海欖果	22
			台灣石楠	20
			茄苳	20
2	3N	339k+480-339k+454	台灣石楠	7
			茄苳	7
3	3N	339k+254-339k+230	台灣石楠	4
			茄苳	5
4	3N	339k+056-339k+008	台灣石楠	13
			茄苳	14
5	3N	338k+944-338k+892	台灣石楠	12
			茄苳	9
6	3N	338k+812-338k+762	台灣石楠	8
			茄苳	8
7	3N	338k+594-338k+530	台灣石楠	11
			茄苳	12
8	3N	338k+270-338k+248	台灣石楠	5
			茄苳	5
9	3N	338k+054-338k+032	台灣石楠	6
			茄苳	5
10	3S	339k+916-340k+102	楓香	137
11	3S	340k+205-340k+346	楓香	103
12	3N	346k+700-346k+370 國道 8 號往 國道 3 號北上入口匝道	火筒樹	158
13	3N	345k+450-345k+350	火筒樹	60
14	3N	345k+245-345k+080	火筒樹	70
15	3N	339k+850-339k+764	杜虹花	40
16	3N	339k+764-339k+686	杜虹花	36
17	3N	339k+686-339k+506	杜虹花	88
18	3N	339k+480-339k+454	杜虹花	15
19	3N	339k+454-339k+316	杜虹花	64
20	3N	339k+268-339k+094	杜虹花	64
21	3N	339k+056-339k+008	杜虹花	24
22	3N	339k+008-338k+944	杜虹花	33
23	3N	338k+944-338k+892	杜虹花	26

項次	國道	位置	名稱	數量(株)
24	3N	338k+892-338k+838	杜虹花	25
25	3N	338k+812-338k+762	杜虹花	24
26	3N	338k+762-338K+746	杜虹花	7
27	3N	338k+730-338k+594	杜虹花	67
28	3N	338k+594-338k+530	杜虹花	27
29	3N	338k+510-338k+320	杜虹花	93
30	3N	338k+290-338k+270	杜虹花	5
31	3N	338k+270-338k+248	杜虹花	13
32	3N	338k+248-338k+092	杜虹花	68
33	3N	338k+074-338k+054	杜虹花	10
34	3N	338k+054-338k+032	杜虹花	13
35	3N	338k+032-337k+988	杜虹花	13
36	3S	339k+916-340k+102	厚葉石斑木	91
37	3S	340k+205-340k+346	厚葉石斑木	67
註:案名「白河段邊坡排水維護工程(100)」 1. 清除目標：以銀合歡為主 2. 清除方式：砍除銀合歡，種植本土原生樹種 3. 新植數量：1634 株				

(2) 外來種優勢草生地：

(a) 建議路段：國道3號北上129k-130k、國道3號北上276k-277k。

(b) 面臨問題：大面積外來草本植物優勢。

(c) 初步建議：全面刈除並清運。同時以密植原生草本或藤本，例如芒萁、五節芒等小苗或掛網噴植於該路段。同時種植多層次適生的木本植物，以促進更新演替。

(3) 銀合歡入侵嚴重之泥岩地形：

(a) 建議路段：國道3號南下363k-364k、國道3號南下373k-374k。

(b) 面臨問題：泥岩惡地形具不透水性，遇水膨脹分解，乾燥收縮龜裂，因顆粒直徑微小，遇水溶解呈懸浮狀態而泥流，土層淺薄，表土流失後植被不良，缺乏地下水，沒有砂層涵養水份，有些地形低窪，排水不良，造成鹽分聚積。種種因素不利植物生長，為先天環境劣化之路段，常見刺竹與銀合歡等少數物種呈現大面積優勢。

- (c) 初步建議：高頻度清除入侵種並優先選用適生(泥岩環境)物種綠化，例如構樹、棟、羅氏鹽膚木、杜虹花、白飯樹，另可考慮抗逆境能力較佳之濱海植物，例如土沉香、黃槿、苦林盤、欖仁、銀葉樹、草海桐等。

第六章	擬復育生態劣化環境評估.....	1
6.1	棲地破碎化課題.....	3
6.1.1	棲地破碎化檢視流程與依據.....	3
6.1.2	森林棲地連結度復育之方案探討.....	6
6.2	道路致死課題.....	8
6.2.1	路容清潔和事故處理人員協助道路致死調查機制.....	8
6.2.2	道路致死調查結果分析.....	23
6.2.3	擬復育生態劣化環境-道路致死課題影響減輕.....	35
6.3	沿線綠廊環境課題.....	45
6.3.1	邊坡綠廊劣化環境指標研擬.....	46
6.3.2	擬復育之生態劣化環境篩選.....	49
6.3.3	劣化環境路段篩選結果.....	50
6.3.4	其他建議施作復育之生態劣化路段.....	55
	圖 6-1 國道沿線擬復育生態環境探討之流程.....	2
	圖 6.1.2-1 紅線為苗栗三義、苑裡與通霄適合作為減輕棲地破碎化 影響的案例地點.....	7
	圖 6.1.2-2 跨越式動物通道(左)，其上方之視野(右).....	7
	圖 6.2.1-1 教育講習情形.....	12
	圖 6.2.1-2 路容清潔和事故處理人員協助道路致死調查試驗操作 .....	15
	圖 6.2.1-3 道路致死動物照片拍攝範例(高公局各工務段提供)...	22
	圖 6.2.1-4 拍攝不同角度的照片有助於物種鑑定和年齡辨識(高公 局白河工務段提供).....	22
	圖 6.2.2-1 主要動物類群道路致死數量月變化.....	27
	圖 6.2.2-2 高科交流道旁鷺鷥營巢情形(100年3月拍攝).....	31
	圖 6.2.2-3 白河工務段冰櫃、標筒和標本袋等工具.....	34
	圖 6.2.3-1 加拿大Banff國家公園高速公路下方的穿越式動物通道 和兩側的隔離網(攝影 蘇維翎).....	37
	圖 6.2.3-2 加拿大Banff國家公園高速公路下方的穿越式動物通道 和兩側的隔離網(攝影 蘇維翎).....	38
	圖 6.2.3-3 敏感路段 0k-5k與鄰近生態敏感區相對位置.....	42

圖 6.2.3-4 敏感路段 70k-75k和 95k-105k與鄰近生態敏感區相對位置.....	42
圖 6.2.3-5 敏感路段 140k-145k與鄰近生態敏感區相對位置.....	43
圖 6.2.3-6 敏感路段 295k-310k與鄰近生態敏感區相對位置.....	43
圖 6.2.3-7 敏感路段 315k-320k與鄰近生態敏感區相對位置.....	44
圖 6.2.3-8 敏感路段 345k-365k與鄰近生態敏感區相對位置.....	44
圖 6.2.3-9 敏感路段 270k-295k與鄰近生態敏感區相對位置.....	45
圖 6.3-1 進化演替與演替停滯示意 .....	46
圖 6.3.1-1 國道 1 號南下外來入侵種分布情形 .....	47
圖 6.3.1-2 國道 1 號北上外來入侵種分布情形 .....	47
圖 6.3.1-3 國道 3 號南下外來入侵種分布情形 .....	48
圖 6.3.1-4 國道 3 號北上外來入侵種分布情形 .....	48
圖 6.3.2-1 篩選擬復育生態劣化環境流程 .....	49
表 6.1.1-1 國道降低大面積森林連結度的區域 .....	4
表 6.1.1-2 國道周邊的大面積森林與各界關注區域之交集 .....	5
表 6.2.1-1 道路致死調查記錄表 .....	11
表 6.2.1-2 至 100 年 7 月 31 日止各工務段提供的資料筆數 .....	18
表 6.2.2-1 98 年 2 月至 100 年 7 月各國道各類群動物道路致死數量統計.....	25
表 6.2.2-2 98 年 2 月至 100 年 7 月國道道路致死動物統計 .....	29
表 6.2.2-3 全國道道路致死密度排名(每 10 公里統計).....	31
表 6.2.3-1 本計畫分析的中型哺乳動物道路致死資料 .....	39
表 6.2.3-2 5 公里級距道路致死密度統計(未列出的路段表示該路段無紀錄).....	40
表 6.3.1-1 劣化環境指標 .....	49
表 6.3.3-1 劣化環境路段篩選結果及處理情形 .....	51
表 6.3.3-2 林務局平地造林計畫(99 年施作)栽植範圍及樹種列表 .....	53
表 6.3.3-3 屏東工務段國道 3 號轄區內(100 年)入侵植物清除工作栽植範圍及樹種列表.....	54
表 6.3.4-1 外來入侵種清除作業及維管 .....	56
表 6.3.4-2 新營工務段國道 1 號、國道 8 號轄區內(100 年)入侵植物清除工作栽植範圍及樹種列表.....	57
表 6.3.4-3 白河工務段國道 3 號轄區內(100 年)入侵植物清除工作栽植範圍及樹種列表.....	59