

一、計畫背景

曾文、南化及烏山頭水庫集水區受到莫拉克颱風侵襲影響，造成坡地崩塌、原水濁度上升、漂流木與土砂淤積等問題，影響水庫常態供水能力，本處依據行政院2010年5月公告『曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水特別條例』，以及同年核定之『曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫－水庫集水區保育治理執行計畫』，進行轄區內國有林地相關整治工作，包括自然復育、植生造林以及崩塌地治理與野溪治理等工程手段，避免土砂持續沖蝕進入水庫，影響供水功能。

水庫集水區因長期的水源地管制政策，人為開發程度較低，保有豐富生態資源及保育類生物。有鑑於自然生態保育概念日漸受到重視，且101年水庫集水區第4次工作分組會議決議『曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫』中各項工程均需進行生態檢核工作，減輕治理工程對生態環境的負面衝擊，保護集水區自然生態，故針對99至101年度已完工之工程進行生態效益追蹤，並辦理新建工程之生態檢核。

二、99-101年度保育治理工程生態效益追蹤與生態友善策略研擬

本計畫將追蹤前期之保育治理工程，以瞭解林班地治理工程在完工後之自然生態恢復狀況，分析工程施作可能產生之生態影響，由案例歸納出具體的改善策略，本項工作之執行方式如下：

(1) 工程案例資料蒐集

本處依「曾文南化烏山頭水庫治理及穩定南部地區供水計畫」於99年度至101年度執行之保育治理工程，包含27件崩塌地整治工程及69件野溪整治工程，共計96件(表1)。蒐集回顧集水區林班地治理之規劃報告、各項工程之設計圖，彙整工程位置及工程內容等基本資料。

表 1 99-101 年度穩定供水計畫工程案件統計表

集水區	工程類型		合計
	崩塌地整治	野溪整治	
曾文水庫集水區	14	38	52
南化水庫集水區	7	29	36
烏山頭水庫集水區	6	2	8
合計	27	69	96

資料來源：黎明工程顧問股份有限公司，2012。曾文、南化、烏山頭水庫集水區國有林地防治成效評估，林務局嘉義林管處委託技術服務案。

(2) 棲地類型概況分析與施工前影像比對

以工程配置及其施作影響區域為範圍，藉由現場調查方式描述工區周邊完工後之棲地現況，包含溪流型態及陸域生態之特性及受干擾的狀態。配合比對施工前影像呈現工程前後棲地環境變化及施工後生態復原狀況。

(3) 生態議題彙整與改善對策研擬

依據工程前後的對照彙整歸納出相關之生態議題，以集水區林班地治理的性質，應著重於水陸域之縱橫向連結性、生態系功能運作、生物多樣性等層面，並提出工程規劃可實行之具體改善對策。

本處預計於103年完成99-101年度工程的追蹤及改善對策研擬，匯集工程生態友善考量及規劃原則應用於後續之工程案件，以

降低工程對生態環境之影響。

三、保育治理工程生態檢核工作

生態檢核之目的

生態檢核制度之目的在於維護水庫集水區生物多樣性資源與棲地環境品質，減輕保育治理工程對生態環境造成的影響，增益整體環境品質。其核心概念是將自然環境特性及生態保育納入工程整體考量內，經由各項生態調查評估以及生態、工程、民眾等三方面之溝通協調，找出工程施作可能產生之生態影響，研擬對應之保育對策，並落實於工程辦理中。由於工程生命週期各階段之工作重心轉移，生態檢核亦有其階段性目的及工作重點：

工程各階段之生態保育考量與檢核工作重點

工程生命週期	保育考量	生態檢核工作重點
計畫核定階段	生態價值觀	以環境永續之生態價值觀為出發點，快速評估環境生態特性及工程對環境之潛在影響，預先迴避重要生態區域，研擬生態衝擊最小之方案及應補充之調查項目
規劃設計階段	擬定具體保育措施	確認工程範圍及周邊環境的生態課題及生態保全對象，據以提出生態友善的工程設計，擬定生態保育策略及具體措施
施工階段	落實與監測	落實前階段生態保育措施，確保生態保全對象不受破壞及環境妥善復原
維護管理階段	追蹤、檢討與回饋	定期監測治理區的棲地變化，評估生態環境復原成效，並對復原不佳者提出改善措施，亦可累積相關經驗供後續工程案件辦理的參考

生態調查評估項目與應用

根據生態檢核制度之立意與規範，生態檢核辦理主要包含四項重點，分別為：

(1) 現場勘查

因應工區現地環境提供及時建議，工程單位會同生態專業人員至現地勘查，瞭解當地的棲地狀況及工程佈設位置及量體規模，評估工程潛在影響，並討論提出適時及適宜的生態保育建議事項。

(2) 生態衝擊評估

由生態專業人員進行現場勘查、棲地評估、環境敏感性判定、生態衝擊分析及減輕對策研擬等，與工程專業人員進行溝通，研擬實質生態保育措施。

(3) 民眾參與

由主辦機關公開徵詢關心環境治理議題的在地團體，並將權益相關的個人代表或團體納入會議邀請名單。生態檢核規劃在基本設計階段以及施工前應辦理公開說明會，廣邀居民代表與相關團體參與，蒐集生態意見並回饋於工程治理方案。

(4) 資訊公開

由於治理計畫項目繁多且治災時程有限，使得治理計畫的環境影響往往變成民間關注的重點。生態檢核機制所累積系統性的資訊，可與工程內容及會勘資訊公佈於治理計畫專屬網頁上，提供關心之民眾查詢及參與，分享生態保育的成果。

生態調查方法與棲地評估指標

為執行環境及生態保育工作，生態檢核需對工程範圍及周圍可能受工程施作影響的區域，視工程影響區域進行生態環境資料蒐集及調查評估，以瞭解當地的自然環境現況及重要生態資源分佈，再將這些資訊回饋至生態影響預測與生態保育方案研擬。在工程辦理具時效性限制下，傳統的生態資源調查無法及時提供必要的資訊，故生態檢核機制採用資料蒐集、現場勘查、棲地評估等方式以獲得工區的生態資訊。

棲地評估可記錄環境特性，客觀描述並量化棲地各項物理、生態因子的現況，描述工區生態環境的變遷，並作為提出工程方案建議的參考依據。水庫集水區治理工程所在地點主要包含崩塌地、道路邊坡、河溪兩岸等坡地環境以及河川中上游野溪等環境，水域環境利用「野

溪棲地評估指標」量化溪流環境中的棲地多樣性以及物化因子的穩定度，此評估法修正自快速生物評估準則(RBP)，在物理性棲地特性之評估項目完整，亦能快速得到結果回饋至保育對策及工程方案修正，其指標項目、目的及內容參表2。陸域環境則以「坡地棲地評估指標」評估工程前後植生現況，指標內容及概念參表3，這項指標能協助瞭解植被所處之演替階段及可能的演替趨勢，提供植生工法選用與評估、植生演替監測等建議。

表 2 野溪棲地評估指標各指標之目的及內容

指標分類	評估目標	指標	評估目的	評估內容
野溪型態	溪流環境中棲地的多樣性	1.底棲生物的棲地基質	瞭解底質是否有足夠的多樣性，能供給多樣的底棲生物相	大石、暗樁、漂流木、細礫、藻類與植物等基質
		2.河床底質包埋度	瞭解底棲無脊椎生物能利用的棲地多寡	礫、卵石被細砂土包埋程度
		3.流速水深組合	瞭解水流與水深在河道中之分佈與組合	急流、緩流、淺水、深水
		4.湍瀨出現頻率	瞭解溪流瀨潭的配置情形	瀨潭的比例
	河溪環境物理因子的穩定度	5.沉積物堆積	瞭解沉積物在河道中淤積程度，判斷河床穩定程度	細小礫石、砂、土；砂洲、經常改變的河床底層
		6.河道水流狀態	瞭解河道及河道水位是否有人為干擾，是否有底質裸露的情形。	河道縮減、時常改道、水位下降、基質裸露
		7.堤岸穩定度	瞭解河岸之穩定程度	岩盤、巨石>人造物>鬆軟之土石膠結
濱溪植被	河溪環境物化因子的穩定度	8.人為河道變化	瞭解人造設施造成棲地干擾或棲地間阻隔的影響。	工程設施干擾、棲地阻隔
		9.河岸植生覆蓋狀況	瞭解河岸周遭植生狀況並簡單區分為干擾程度	天然林>人造林>竹林、果園>草>無
		10.河岸植生帶寬度	瞭解周圍環境之生態潛力	植生帶的寬度

資料來源：財團法人資源及環境保護服務基金會，2009。保育治理工程之生態改善措施及其生態敏感區之應用(第一年)。水土保持局委辦計畫。

表 3 坡地棲地評估指標的指標項目、目的及內容

指標項目	評估目的	評估內容
1.物種豐富度	評估範圍內喬木及灌木覆蓋樣區面積之百分比率。一般認為木本植物生長所需時間較草本長，木本植物生長茂密之地區常被認為處於演替較後期之階段，植生狀況良好。	木本植物覆蓋度(%)
2.物種豐多度	代表植物社會的多樣性，植生種類越多樣，顯示該區植物的多樣性越高。	植生種數(種/100m ²)
3.原生種族群量	樣區內所有原生種覆蓋樣區面積之百分比率，原生種覆蓋度高，表示該地區原生種生長良好。	樣區原生種覆蓋度(%)

4.植物層次	代表植物社會空間結構的複雜度，層次越多，代表其植物社會組成越複雜，越趨向天然林環境。	植物社會層次
5.演替序列	代表植物群聚隨環境及時間變遷而發生變化的階段，即由演替初期至後期之過程。	演替階段

資料來源：財團法人資源及環境保護服務基金會，2011，水庫集水區生態調查評估準則建立與運用研究(2/2)。經濟部水利署委辦計畫。

生態保全對象標示與生態關注區域圖繪製

生態關注區域圖之繪製主要有二項目的：(1) 圖面呈現工程配置及施作範圍與工區周圍重要生態資源之空間關係，掌握預定工區附近的環境特性及生態課題，預測工程可能造成之生態影響，在早期的工程選址或工法選擇上即考量對環境生態衝擊最小之方案。(2) 工程與生態團隊討論定案之生態保育對策及生態保全對象可標示於生態關注區域圖上，作為按圖施工及後續保育成效監測的依據。

生態關注區域圖繪製流程如圖1所示，執行人員需取得工程設計與生態環境等二方面資料，工程設計可利用設計圖，生態環境資訊的來源文獻蒐集以及正射影判釋、現地植被及土地利用調查繪製、在地居民、保育團體或研究人員訪談等。生態資料彙整後劃分為高度敏感、中度敏感、低度敏感及人為干擾等四種等級，分別在圖上標繪上色。屬高度敏感區的水陸域棲地環境具有重要生態棲地、豐富生態資源、法定保護區、保育類動物及珍稀植物生育地或為學術單位或民間團體關心等生態議題，加上其他具生態價值的標的，如大樹、特殊棲地環境等，應標示為生態保全對象，工程設計上應儘可能迴避，並納入個別工程的生態影響分析，擬定保育對策。

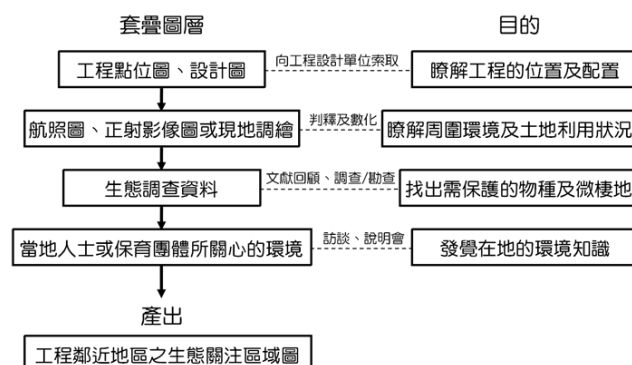
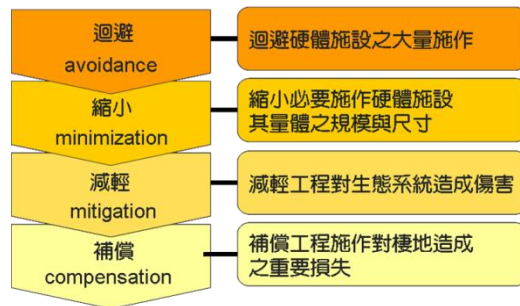


圖 1 生態關注區域圖分析過程

保育對策

保育策略之選擇應優先採用最能降低干擾或避免負面生態影響之方式，達到零損失的概念，亦即依循迴避、縮小、減輕與補償之優先順序考量與實施。各項策略定義說明如下：



- (1) 迴避：工程配置與臨時設施物(如：土方棄置區、便道、靜水池等)之設置，應優先考量迴避生態保全對象或重要棲地，避免影響有生態保全對象或生態關注圖上紅色高度敏感區。
- (2) 縮小：若無法完全避免干擾，則應評估減小工程量體、施工期間限制施工便道、土方堆積、靜水池等臨時設施物的影響範圍，儘可能縮小受到工程本身及施作過程干擾的自然環境面積。
- (3) 減輕：減輕工程對環境與生態系功能的短期衝擊與長期負面效應，如：保護施工範圍內之既有植被、設置臨時動物通道、研擬可執行之環境回復計畫等。
- (4) 補償：為補償工程造成的重要生態損失，於施工後以人工營造手段，加速植生與自然棲地復育，或積極研究原地或異地補償等策略，如濱溪植被帶植生工作。