

與野共生

打開生命出口的林道友善措施

撰文 | 藍瑞銘 (林務局集水區治理組技正／通訊作者)
吳思儒 (景澤創意有限公司執行長)

前言

近年來，全球面臨極端氣候加劇、糧食安全問題、環境污染等多重挑戰，許多物種生存環境面臨危機，生物多樣性的保育日益受重視。臺灣的森林覆蓋率達全臺總面積六成以上，在維護生物多樣性上扮演重要角色，因此，隨著國家推動開放山林政策，林道的使用與維護管理等需求大幅提升同時，如何降低林道棲地切割的影響及路殺改善等也是現下亟需努力的課題。

依據相關研究報告，道路會阻礙或過濾生物移動，部分物種可能會選擇迴避、遠離道路，並造成棲地的損失與破碎化。林道穿越許多良好的森林甚至溪流環境，周邊動物資源豐富，生物因覓食、移動、繁殖等需求橫越馬路時，往往也會造成路殺。同時，道路兩側結構設施，例如擋土牆、護欄、排水溝、沉砂池、集水井等也可能使誤入的動物無法離開路面或受困於設施內無法逃生。

林道生態友善思維

自2016年起，林務局開始積極推動「國有林治理工程生態友善機制」，配合迴避、縮小、減輕、補償等生態檢核策略，全面落實工程各階段評估程序，維護國有林地內生物多樣性資源與棲地環境品質。

生態友善機制的宗旨在於減少環境的擾動，找出最適合當地人、生物與環境的工程設計。因此友善措施沒有唯一標準答案，而是需要因地制宜，透過多次的溝通、修正和後續監測，師法大自然的智慧，逐步找出最佳解。

林道生態友善措施分享

逃出絕命陷阱－動物脫困通道

道路附屬排水設施的結構物通常都有陡直且表面平滑的壁面，其積水環境容易吸引兩



雙斜面通道

棲類或哺乳類動物靠近而意外掉落，最終因為缺乏食物、水源，或受陽光曝曬等原因而死亡。

西林林道—動物逃生U型溝

西林林道位於花蓮縣萬榮鄉，林田山事業區中最早興建之林道，亦為該林區最早所開闢之卡車運材道路，以取代原有的山地軌道運材功能（即林田山鐵道及西林輕便鐵道）。該林道目前轉變為擔負林業經營、造林撫育、山林巡視等業務的交通要道，並提供周邊社區、部落進出山林使用。西林林道所經之處地形險峻、生態資源豐富，常常可見動物出沒的身影。

早期林道路邊採用的U型邊溝，表面以混凝土整平鋪設，壁面角度垂直於路面，容量大、排水效果良好。但若小動物不慎掉入，光滑垂直的壁面會令動物難以攀爬逃脫。經過多方的溝通與檢討，設計團隊評估道路腹地空間、靠山側環境與坡度等，規劃多種的逃生通道，包含單斜面通道、雙斜面通道、雙側爬坡通道及複合式逃生通道等。

暢行無障礙空間：動物移動通道

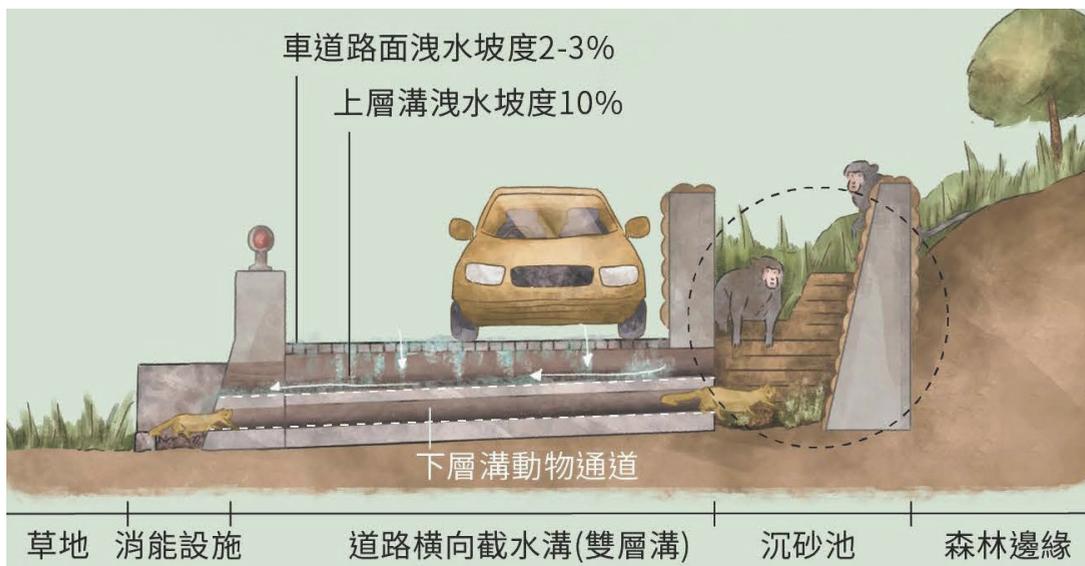
棲息、覓食、繁衍與避難是動物的基本行為，林道工程過往較缺乏對生態環境衝擊的考量，可能造成動物的水陸棲地破壞、破碎且阻斷活動與通行，影響生物多樣性的發展。動物移動通道的友善措施就是為了讓動物能安全無虞的穿越道路。

樂山林道—雙層溝沉砂池

樂山林道是觀霧地區重要的交通路線，樂山林道作為樂山空軍基地的唯一聯外道路，進出車輛繁多；而沿途直聳的臺灣二葉松、臺灣鐵杉、臺灣紅榨槭，搭配雪山山脈「聖稜線」景緻，每年吸引大量遊客到訪。

然而，此處位於觀霧國家森林遊樂區及雪霸國家公園內，屬於生態敏感地區，許多珍貴的保育類物種在此生息，是維護生物多樣性的重要據點。因此，如何能為動物留下一條安全的路，是這裡的重要課題。

當山區雨量豐沛時，大雨在狹窄的山道上快速匯集，不僅容易淹水，大量急速的水流夾帶土石如猛獸一般，衝擊力道強大，更可能損毀路基。因此，在溪流或有水路經過的路面邊坡處，通常會設置沉砂池，幫助減緩水流速度及沉積泥砂，讓匯流於此的水從橫貫道路底下的管涵快速排出。考量沉砂池可能是小型哺乳類、兩棲類和爬行類的通行路徑，池內的水源也會吸引動物前來取用，因此以木材加高了鄰近馬路側的牆面高度，製造隱蔽性。在水流通過道路下方處，配合道



◀ 雙層溝沉砂池剖面圖 ▶ 雙層溝沉砂池上視圖

路橫向截水溝的位置，採用雙層溝設計，上層作為道路排水，較少干擾的下層則成為動物地下通道，讓動物更安全地穿越道路。

改善工程完成後，架設在沉砂池出入口的紅外線自動相機拍攝到山羌、黃鼠狼、臺灣獼猴等動物進入沉砂池喝水，再順利離開的畫面，矯健的身手一下子就不見蹤影。當人與動物都能自在通行，平安出入，我們便往和諧共存的方向多邁進了一步。

保衛家園的挑戰—生物棲地營造

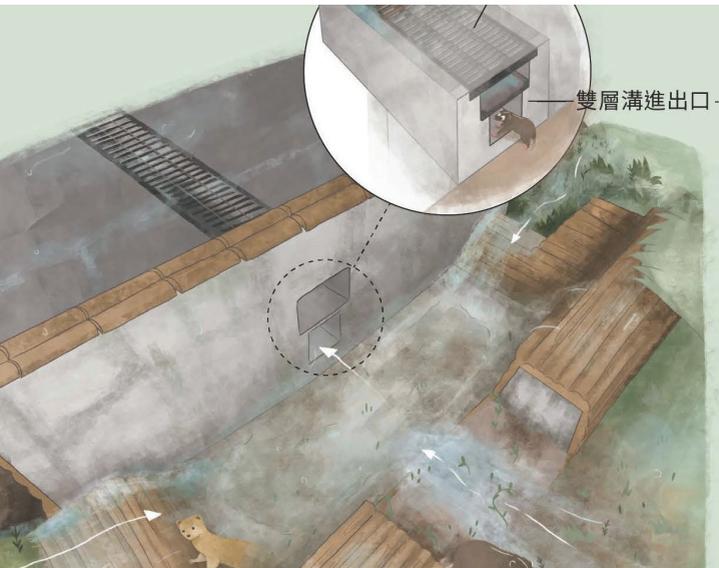
山區道路容易因自然災害（如颱風、地震、地滑、土石流等）侵襲而需辦理復建及改善工程，又林道兩側環境大多為動物良好棲地，工程進行的同時，常常不經意影響到周邊的良好棲息環境。配合工程生態友善機

制的執行，林道工程除了對車輛及遊客的安全考量外，更要營造對工程施作區段生物的最適生存環境。

八仙山林道—營造水窪微棲地

八仙山過往曾是臺灣三大林場之一，如今轉型為觀光休憩和生態保育為主的八仙山國家森林遊樂區，通往遊樂區的八仙山林道周邊針闊葉林混合，蕨類附生於岩塊，殼斗科植物樹立其間，是兩棲類和各種蝴蝶、螢火蟲等昆蟲絕佳的棲息環境。

在八仙山林道鄰近遊客服務中心路段，有一處岩壁滲出清澈水流，加上落葉堆積和雨水沖刷夾帶的有機腐植質，在路邊溝渠形成一片看似不起眼的小水窪，成為各種蛙類、螃蟹、水生昆蟲的微棲地，臺灣特有種保

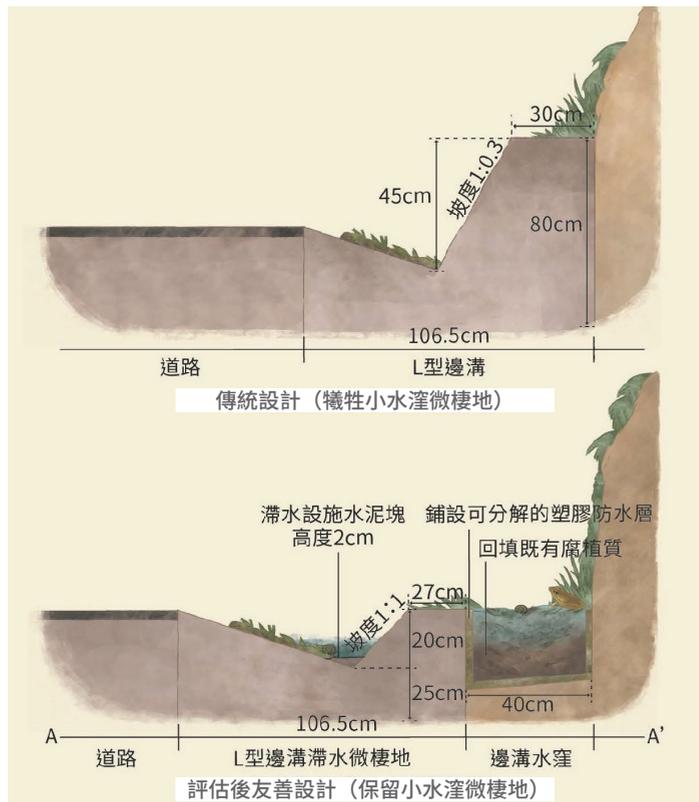


食蟹獾利用雙層溝穿越馬路

育類黃胸黑翅螢也是此地常客。

在辦理道路排水改善工程時，透過當地自然教育中心的環境教師參與及討論，辦理多次的現勘及調整，集眾人之力想方設法守住這塊微小而珍貴的棲地。

最後的方案，是在符合道路規範的寬度限制下，與山溝水窪保持一定距離，將微棲地保留下來。水窪中原有的土壤和有機腐植質，都是水生昆蟲的重要營養來源，施作時便先以人力挖出保



打破傳統設計思維，保留山壁邊水窪。



利用木板搭建簡易動物通道



設置棉繩網與鐵絲網供動物攀爬與停棲

存，待清除工程雜物並完成防水層的鋪設後，再將土壤及腐植質回填，加速棲地的復原。此外，工程設計也降緩了L型溝的坡度，並將鋪面粗糙化，讓原本會來此地飲水的小動物，有平緩且易於攀爬的坡道，避免受困邊溝。

減少環境擾動的巧思—簡易友善措施

近年生態友善措施逐漸落實於工程中，惟早期既有構造物的生態層面考量較不周延，基於改建的成本及環境的衝擊，目前多以簡易改善原先的生態陷阱為主，適地適性且就地取材，在既有構造物上營造友善措施，達成補償的理念。

緩坡木棧道：宜專一線

位於宜蘭縣大同鄉的宜專一線，是通往太平山國家森林遊樂區的主要聯外道路，為了緩衝路面逕流、沉澱砂石，約3K處路旁設有近3公尺高之集水井。此地多有白鼻心、鼬獾、赤腹松鼠等小型哺乳動物通行，雖然小型哺乳類普遍具有攀爬能力，但既有集水井

高度過高且壁面缺乏足夠施力點，加上井中積水可能導致動物溺水，在掙扎過程中力竭而亡。

因此，簡易通道的架設，選擇能連接井底與壁面邊緣的坡道，讓不慎跌入的動物能沿著緩坡脫困。材料的選用上，採用現地木板材料作簡易搭建，快速完工並減少不必要的施工擾動。生態團隊在集水井出入口架設紅外線自動相機，拍攝到鼬獾攀爬緩坡木棧道的身影，可見此簡易通道確實能為動物所利用。

棉繩網與鐵絲網：藤枝林道

藤枝林道位於高雄市桃源區，屬藤枝國家森林遊樂區主要聯外道路。地處熱帶中海拔山區，水氣豐沛，氣候溫暖潮濕，兩棲類、爬行類、昆蟲活動頻繁，是生物多樣性相對較高的林道環境。林道邊既有沉砂池設施由混凝土砌成，用以沉積水流中的砂石，避免造成下游路段的損壞。兩棲類、爬行類雖有相對較好的攀附能力，但若掉入水池中，漂

浮在水上又沒有施力點，就難以逃出沉砂池垂直的高牆。

現地使用棉繩網簡單固定鋪設於壁面，增加壁面粗糙度以利動物攀爬。再輔以鐵絲網，連接池底和壁面邊緣，一來預防動物不慎墜落，也讓池底的動物有脫困的機會，這樣的平面空間還可供動物停棲。生態團隊便曾觀察到赤尾青竹絲和莫氏樹蛙攀附其上。後續需透過監測與調查，了解棉繩網和鐵絲網對動物的輔助成效差異、使用的物種偏好是否不同，藉以持續改善並推廣應用至其他適合的地區。

竹枝與樹幹：雙龍林道

植被豐富、氣候潮濕的雙龍林道，是適宜兩棲爬行類活動的棲地環境，林道約1K處，既有兩座道路排水消能設施均為混凝土結構，棲地中的蛙類或其他爬行類若跌入，缺乏可踩踏的地方而難以順利向外移動。

為此，林管處充分運用現地環境資源，撿拾適當竹枝放置於其中一處消能設施內，連結池底和上緣來營造微棲地，並投入零星枝條落葉，增加隱密性；另一處消能設施則將樹幹斜放，讓動物得以藉此出入。曾觀察到莫氏樹蛙利用竹枝通行，並於池內產卵，值得欣喜。

持續溝通—致力推動治理工程生態友善

從完成的工程案例經驗，檢視生態友善機制，仍有可進步的空間：針對棲地資訊的



▲ 以竹枝連結水池和路面，提供莫氏樹蛙停棲。

▼ 枯枝落葉可遮蔽卵泡，減少陽光曝曬與天敵的機會

補足，通常礙於災害搶修，工程研擬的時間都非常緊迫，較難進行細緻的生態調查，如何在平時就建立全面的林道生態資訊，輔以在地專業人士的意見，是須要在制度中實踐的課題。此外，當工程施作結果和預期有落差時，針對異常狀況回報與處理的機制，應有更完善的規劃，讓問題能依循正式管道被發現，並透過制度獲得解決。

在這片土地上，每一次工程都是人與環境之間的溝通與經驗的積累，透過全民持續的關注與參與，才能不斷修正、進步，朝與野共生的願景前行。🌱

(參考文獻請逕洽作者)