

目錄

目錄	i
圖目錄	ii
表目錄	iv
第一章 計畫緣起與目標.....	1
第二章 工作項目與執行方法概述.....	3
2.1 背景資訊收集與潛在課題盤點	3
2.2 關山圳與豐源圳整體風險評估	3
2.3 優先改善區域友善作為建議.....	4
第三章 背景資訊收集與潛在課題盤點.....	5
3.1 文獻蒐集	5
3.2 在地觀察者、關注團體訪談	8
第四章 關山圳與豐源圳整體風險評估.....	13
4.1 地景圖判與關鍵區域指認	13
4.2 現地課題勘查	18
第五章 優先改善區域友善作為建議.....	26
5.1 友善作為優先施作圳段說明	26
5.2 友善設施設置位置與設計原則建議.....	28
第六章 未來規劃建議.....	32
第七章 參考資料.....	33

圖目錄

圖1 關山圳與豐源圳主要幹線圳路與排水道.....	1
圖2 關山圳 (左) 與豐源圳 (右) 現況樣貌	2
圖3 阿根廷水圳渠道6種動物跨橋類型.....	6
圖4 美國亞利桑那州導引索與逃生梯構造.....	7
圖5 動物坡道的不同表面材質類型.....	8
圖6 在地觀察者洪春景訪談.....	9
圖7 訪談區域(關山圳崁頂溪至DF023野溪圳路).....	9
圖8 關注團體野灣訪談.....	11
圖9 關山圳緊鄰森林環境圳段.....	13
圖10 豐源圳鄰近台糖造林地圳段.....	14
圖11 關山圳與豐源圳區域國土生態綠網生物多樣性熱區分布	14
圖12 關山圳與豐源圳區域臺灣生物多樣性網絡觀測資料	16
圖13 綜合地景圖判與資料庫觀測資料和圖層的關鍵區域分布	17
圖14 關山圳鹿野鄉新豐北側圳段現況.....	18
圖15 關山圳鹿野鄉新豐北側圳段風險區位.....	19
圖16 關山圳崁頂溪至加鹿溪圳段現況.....	20
圖17 關山圳崁頂溪至加鹿溪圳段風險區域.....	20
圖18 關山圳關山自行車道圳段現況.....	21
圖19 關山圳自行車道風險區位.....	21
圖20 關山圳紅石溪北側圳段現況.....	22
圖21 關山圳紅石溪北側圳段風險區位.....	22
圖22 關山圳海端鄉南側山平一帶圳段現況.....	23

圖23 關山圳海端鄉南側山平風險區位.....	23
圖24 關山圳水力發電廠圳路現況.....	24
圖25 關山圳水力發電廠圳路風險區位.....	24
圖26 豐源圳與台糖造林地相鄰圳段現況.....	25
圖27 關山圳山富路至DF023野溪圳路風險區域	27
圖28 關山圳山富路至DF023野溪圳路動物友善設施建議位置	27
圖29 逃生坡道與防護網示意圖.....	30
圖30 導引索設置示意圖.....	30
圖31 逃生坡道坡面增加粗糙度與摩擦力示意圖	31
圖32 黑色塑膠網防護網示意圖.....	31

表目錄

表1 關山圳山富路至DF023野溪圳路動物友善設施建議位置	28
-------------------------------------	----

第一章 計畫緣起與目標

農田水圳一直是農業密集地區不可或缺的重要設施，其能準確的分配水資源，提高水資源的利用效率，進而穩定糧食作物的產量。然而以現代工法修建的灌溉溝渠，其邊坡結構大多垂直陡峭並過度平滑、或部分區域流速快且深度較深，對野生動物造成的負面影響包括因動物無法跨越，進而產生屏障效應 (barrier effect)，造成棲地的切割，以及野生動物可能因受水資源吸引、躲避天敵或人為干擾驚嚇等因素，誤入、掉落並受困於水圳內而死亡。

關山圳由於主幹線緊鄰中央山脈山腳，與森林環境之間缺少緩衝空間 (圖1、圖2)，野生動物誤入的機率高，近幾年也陸續有民眾通報動物受困的消息，在2021年與2023年各有一筆臺灣山羌受困於水圳內被救起的紀錄 (陳賢義，2021；洪春景，2023)。而其他如臺灣野豬、花嘴鴨幼鳥等物種皆有被民眾發現受困的紀錄 (洪春景，2023)。豐源圳位於鹿寮溪沖積扇上，距離中央山脈森林較遠，因此也較少有中大型哺乳類受困的紀錄，但其部分圳路邊坡為平滑陡直的構造 (圖2)，也可能使一些小型哺乳類、鳥類幼鳥、蛙類或龜鱉類等物種受困。

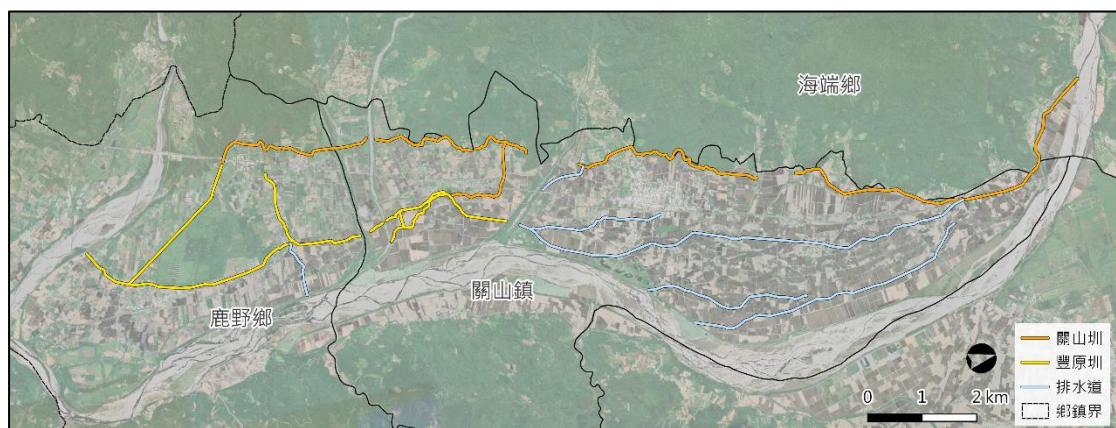


圖 1 關山圳與豐源圳主要幹線圳路與排水道



圖 2 關山圳 (左) 與豐源圳 (右) 現況樣貌

關山圳與豐源圳的圳路長達20km以上，為大規模的水利設施。有效的動物友善作為應針對水圳流經的環境以及其本身構造進行評估和改善，改善方式可能包含動物跨橋、逃生坡道、水圳加蓋、攀爬網或防護網設置等，而依據現地狀況與不同的需求，相關作為的位置、所使用的方法、設施的材質、結構設計等，皆會影響到不同野生動物的使用意願或逃生成功率。本計畫擬透過與在地居民的訪談、現勘調查並搭配大尺度的地景圖判，篩選出過去動物受困紀錄較多，或地景尺度上誤入風險較高的區域，針對這些關鍵區域提出動物友善作為的規劃與建議。

第二章 工作項目與執行方法概述

動物友善作為要能發揮功效，在實際施作前需要有完整的評估、討論與設計，而當改善工作完成後也需要搭配完善的監測與維管，評估改善的成效，並回饋未來其它設施的設計。本計畫主要目標為在收集資料，盤點並分析各類資訊後，進行生態課題和動物友善作為的評估，並提出規劃建議，以下說明本計畫各工作項目內容。

2.1 背景資訊收集與潛在課題盤點

(1) 文獻蒐集

為使動物友善作為具有效果，本計畫將收集並整理農田水利署臺東管理處關山工作站(後簡稱關山工作站)轄區內的環境資料、生態資源以及各種可能影響的因子，同時也收集與水圳溝渠相關的動物友善作為文獻資料及過去案例，盤點關山圳與豐源圳的主要課題，作為擬定動物友善作為的參考依據。

(2) 在地觀察者、關注團體與機關訪談

關山圳過去發生過數起動物受困事件，多數的事件都因在地民眾通報，受困的動物才有機會獲救。在地居民或NGO團體長時間觀察所累積的動物受困位置、可能影響的環境因素、生態資訊、氣候條件等經驗能提供單次現勘或調查無法涵蓋到的寶貴訊息。此外，由於關山圳與豐源圳為關山地區農業發展不可或缺的重要設施，本計畫也預計訪談水圳的管理單位，以確保動物友善做為能符合在地需求。

2.2 關山圳與豐源圳整體風險評估

(1) 地景圖判與關鍵區域指認

地景(landscape)為相互作用的生態系重複出現而組成的異質陸域環境，本計畫將利用公開的圖資，如空拍影像、土地利用圖、

森林資源調查等的套疊比對，評估野生動物偏好利用之棲地的大小與分布狀況，分析動物可能跨越或誤入水圳的潛在關鍵區域。

(2) 現地課題勘查

現地勘查能確認環境的實際狀況，也能驗證資料收集與空間指認的結果。本計畫將於關山圳與豐源圳動物受困紀錄較多，或地景圖判誤入風險較高的區域進行現地勘查，確認動物友善做為的需求與優先性。

2.3 優先改善區域友善作為建議

本計畫將依據前述地景圖判、訪談與現地勘查結果，彙整後針對指認的關鍵位置(優先改善區域)，提出動物友善作為的規劃與建議。

第三章 背景資訊收集與潛在課題盤點

3.1 文獻蒐集

國內探討水圳對棲地破碎化與野生動物受脅的研究較為稀缺，本計畫蒐集整理國外研究，可提供管理單位理解野生動物困境，以及各類可行改善措施案例，做為未來新設置水圳時的參考，減少生物多樣性的損失也增進水圳溝渠的生態價值。

(1) 水圳渠道導致的動物死亡研究

- (a) Krausman (1992)調查美國亞利桑那州渠道系統對驢鹿的影響，分別於1985年調查到45隻驢鹿進到渠道內，其中27隻溺斃、1986年記錄到46隻驢鹿進入渠道，其中10隻溺斃。推測因渠道系統經過乾燥的沙漠地帶，動物受水資源吸引誤入水圳而致死。
- (b) Garcia (2009)調查西班牙中西部小型溝渠對脊椎動物影響，於13個月內，每月調查位於長2km的小型混凝土灌溉溝渠上的29個集水桶（長寬約0.8m，深度1.5m），共記錄到134隻死亡脊椎動物，其中86.46%為兩棲類、20.90%為哺乳類。兩棲類中以伊比利蛙比例最高，而哺乳類中則以褐鼠與小林姬鼠為主。繁殖季時，兩棲類的死亡數量明顯增加。

(2) 動物跨橋的利用與其降低水圳溝渠棲地切割的研究

- (a) Gacic (2013)調查防護網與動物跨橋，對於降低塞爾維亞一條長5km、寬10m、深2.5m的渠道對當地野生動物的影響。調查結果顯示，防護網能有效減少動物進入水圳，而在動物跨橋利用上，調查發現歐洲野兔、西方狍與赤狐是最常使用的物種。
- (b) Baechli (2021)調查阿根廷水圳渠道上，哺乳類對於車行路橋、野生動物專用跨橋、水閘門跨板、混凝土跨橋、混凝土蓋板與木質蓋板等6種不同類型的動物跨橋(圖3)的使用偏好，發

現成本低的動物專用跨橋哺乳類利用率相對較高，考量其低成本可以增加設置數量的因素，是較合適大量推廣的設計。



a：車行路橋 b：野生動物專用跨橋 c：水閘門跨板 d：混凝土跨橋 e：混凝土蓋板 f：木質蓋板

圖 3 阿根廷水圳渠道 6 種動物跨橋類型

(3) 水圳渠道內動物逃生設施的研究

- (a) Rautenstrauch 早在1989年即記錄了美國亞利桑那州驃鹿使用逃生梯與逃生坡道成果，發現搭配導引索能有效引導動物至逃生設施(圖4)，降低溺斃的數量，然而在水流湍急或更寬的渠道可能不適用。

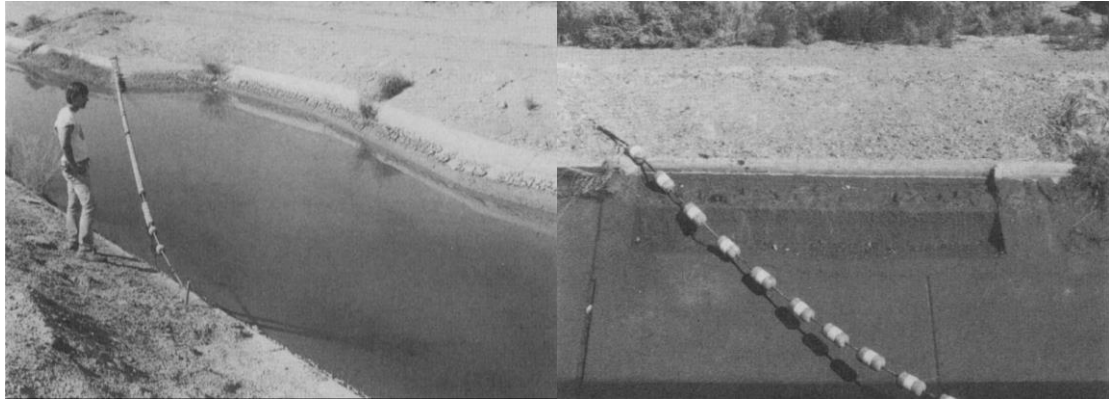
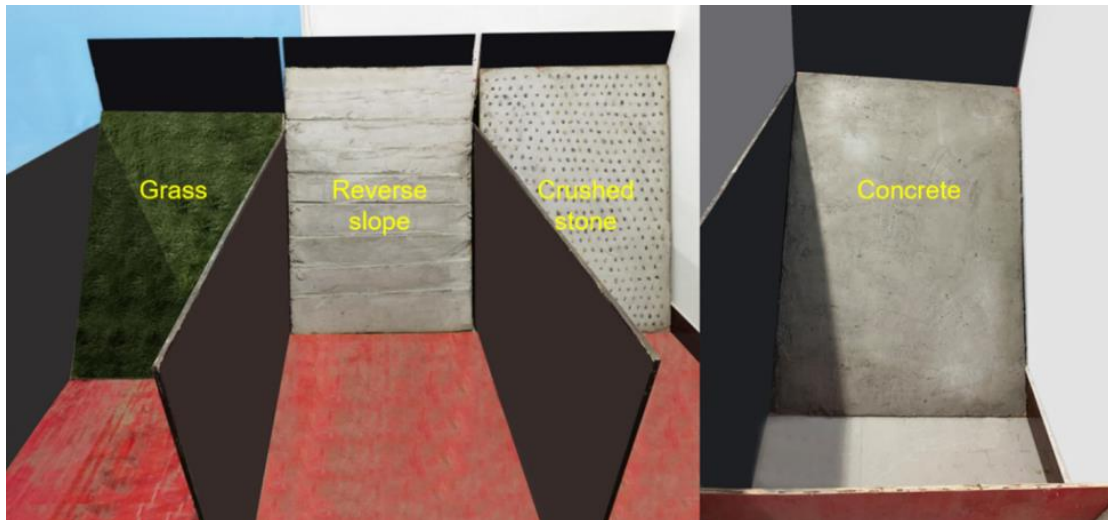


圖 4 美國亞利桑那州導引索與逃生梯構造

- (b) Sebastian (2016)調查了阿根廷兩條渠道造成的動物死亡以及逃生設施成效，於2013~2015年之間記錄到19起動物誤入死亡事件，包含5種哺乳類，數量最多者為短角鹿。而在設置逃生梯後，記錄到16種物種利用逃生梯，並以南美獾利用最多(34%)，其次為蹄鼠(21%)。此外，研究也記錄到動物利用逃生作為安全接近水源的空間，尤其在乾季利用明顯。
- (c) Morimoto (2021)調查騾鹿利用美國加州水圳渠道內簡易逃生設施的成效，發現坡道的材質與色彩可能影響騾鹿的使用意願，將黑色的橡膠墊換成土色的麻網後才有騾鹿使用。
- (d) Bi (2024)研究動物坡道坡度和基質類型(圖5)對黑斑側褶蛙爬坡成功率的影響。結果顯示，大多數青蛙在混凝土、表面粗糙處理混凝土、草地和碎石上的最大攀爬坡度分別為40°、50°、60°和65°。此外，也發現混凝土溝渠容易導致兩棲類掉入並難以逃脫。



左起為草地、表面粗糙處理混凝土、碎石與混凝土

圖 5 動物坡道的不同表面材質類型

過往文獻顯示水圳渠道確實會對野生動物產生負面影響，且涵蓋範圍從大型哺乳類到小型兩棲及爬蟲類，水圳設計與管理過程中亟需納入野生動物保護的考量，以減少這些人造結構對生物多樣性的負面影響。

3.2 在地觀察者、關注團體訪談

為了解關山圳野生動物受脅情形，本計畫訪談了關山在地觀察者洪春景老師與野灣野生動物保護協會(後簡稱野灣)的孫穩翔研究員及廖朝盛課長3人，以下為訪談結果摘錄。

(1) 在地觀察者洪春景訪談摘錄

洪春景老師經常於關山圳及其周邊活動，觀察過多起動物受困水圳的事件，也將其認為關山圳容易發生動物受困的區域(關山圳崁頂溪至DF023野溪路段)、周邊環境狀況與物種種類資訊提供本計畫參考。訪談內容摘錄如下：



圖 6 在地觀察者洪春景訪談

(a) 關山圳炭頂溪至DF023野溪周邊環境概況

關山圳炭頂溪至DF023野溪路段，左右岸為農地與樹林鑲嵌環境，水圳上有兩座混凝土跨越橋連接兩側。關山圳在遇到野溪時不直接與溪流相通，而是透過聯通管下潛通過(圖7)。



圖 7 訪談區域(關山圳炭頂溪至 DF023 野溪圳路)

(b) 關山圳炭頂溪至DF023野溪路段既有結構風險與機會

- (i) 關山圳通過溪流的聯通管通常會積水，使得動物難以通過，從而在水圳內來回移動尋找出路。
- (ii) 關山圳主幹線上設有多個水門，在必要時可讓受困的動物如山羌逃脫。然而，由於水門尺寸限制和涵管的複雜結構，這種救援並非總是成功。

(b) 關山圳炭頂溪至DF023野溪路段野生動物觀察

洪老師於炭頂溪至DF023野溪路段觀察到的物種包括臺灣獼猴、食蟹獾、臺灣山羌、臺灣野豬、臺灣黑眉錦蛇、朱鷲、八色鳥等。其中食蟹獾與臺灣山羌特別常見。

(c) 受困動物種類觀察

曾觀察到包括臺灣山羌、臺灣野豬、花嘴鴨、狗和雞在內的多種動物誤入水圳而受困，特別是雞近期多次受困，推測可能是因為食蟹獾等掠食者的驚擾而逃入水圳並最終受困。

(d) 動物活動及受困位置

在雞舍與雜木林間的混凝土橋至跨越水圳的倒木之間，為動物活動的熱點。這些地區不僅有樹林覆蓋，還經常可以見到臺灣山羌和食蟹獾。此外，雜木林連接到水圳的邊坡上常有動物行走的痕跡，在倒木至水圳蜿蜒處曾發現臺灣山羌受困(圖7)。

(e) 關山圳淤積與清淤情形

關山圳由於上游有發電廠，砂石等都會先攔截，因此中下游的渠道很少淤積。未來預計在行經海端鄉的圳路還要設置多個小水力發電設備，因此可預期淤積的可能性會更小。

(f) 其他觀察建議

- (i) 野生動物發現頻率有逐漸增加情形。

- (ii) 水流通過大彎道的時候流速會變慢，建議可以將逃生坡道設置在類似的地方。

(2) 關注團體野灣野生動物保護協會訪談摘錄

本次野灣訪談有孫穩翔研究員與照養課廖朝盛課長一同參加，孫穩翔研究員為主要關注動物受困水圳渠道議題者，兩位都有多次救傷受困水圳渠道動物的經驗(圖4)。訪談內容摘錄如下：



圖 8 關注團體野灣訪談

(a) 受困動物的類型和原因

- (i) 哺乳類：臺灣山羌是最常受困於水圳的哺乳動物，其次是臺灣野豬和食蟹獾。救傷受困的臺灣山羌多有犬咬傷痕，推測臺灣山羌誤入水圳之主因可能係遊蕩犬隻追捕或驚擾所致。
- (ii) 鳥類：早熟性鳥類的雛鳥，如花嘴鴨、白腹秧雞、紅冠水雞，經常在3月至9月的繁殖季於水圳受困，特別在4月至6月期間最為頻繁。親鳥受到干擾後可能會躲入水圳，導致移動能力較差之雛鳥受困。當雛鳥受困後親鳥通常

會於附近徘徊，但水圳緊鄰道路，會增加親鳥路殺風險，繁殖季時若發現水鳥駐足於水圳溝渠旁，有高機率為雛鳥受困。

- (iii) 爬蟲類：我們救援臺灣山羌時在水圳內搜索曾發現多具蛇類屍體，推測蛇類因為無聲且隱匿的特性容易低估受困的情形。

(b) 受困的環境和地點

- (i) 水禽：受困的地點多在農田附近，曾有旱田(鳳梨與薑)邊的水圳連續兩年都有花嘴鴨雛鳥受困。
- (ii) 臺灣山羌：主要與附近是否有森林環境相關，在森林環境與其他不同土地利用鑲嵌的環境，或較破碎的環境則更容易誤入，尤其是部落附近，推測與遊蕩犬有關。
- (iii) 其他：由於野灣統計的動物受困點數量不多，仰賴民眾通報，因此存在偏誤，不適合直接指認高風險區域，提供資料僅做為參考用。

(c) 其他建議：

無法確定臺灣山羌等哺乳類在水中會較偏好逆流往上游還是順流往下游，建議若要建置逃生坡道，兩種方向皆須考量。

救傷的臺灣山羌除了犬咬痕跡外，也有挫傷情形，但未發現因骨折等造成無法行走的案例，但是臺灣山羌可能有其他原因會導致其無法移動或自行脫困，如緊張造成的緊迫。我們無法預測緊迫之臺灣山羌的行為模式，救傷時須多加注意。

統整訪談解果，關山圳崁頂溪至DF023野溪周邊哺乳類活動頻繁，也有多起哺乳類受困關山圳渠道的紀錄。中大型哺乳類、早熟性鳥類與爬蟲類皆有受困於關山圳的紀錄，而不同類群物種受困區域有所差異。臺灣山羌的受困紀錄較多，而受困原因可能與遊蕩犬有關。訪談紀錄詳見附錄。

第四章 關山圳與豐源圳整體風險評估

4.1 地景圖判與關鍵區域指認

本計畫利用公開圖資與資料庫，收集野生動物觀測紀錄與其偏好利用之棲地的大小與分布狀況，並評估關山圳與豐源圳潛在誤入高風險區域。透過文獻與訪談資料，主要受到關山圳與豐源圳影響的野生動物類群包含哺乳類、兩棲類、爬蟲類與鳥類中的秧雞科、雁鴨科等早熟性鳥類。其中，過去有受困水圳案例的中大型哺乳類多偏好在森林環境中棲息。套疊森林覆蓋區域與關山圳豐源圳主幹線圳路，可以發現關山圳在鹿野鄉新豐北側圳段、關山鎮崁頂溪至加鹿溪圳段、關山自行車道圳段、紅石溪北側圳段、海端鄉南側山平一帶圳段與關山圳水力發電廠等6處圳段於地景尺度上緊鄰森林環境，為中大型哺乳類較容易靠近水圳的區域（圖9）。而豐源圳則主要位於位於鹿寮溪沖積扇上，距離中央山脈森林較遠，僅在瑞興至瑞源之間因圳路鄰近台糖造林地（圖10）可能有中大型哺乳類誤入的風險。

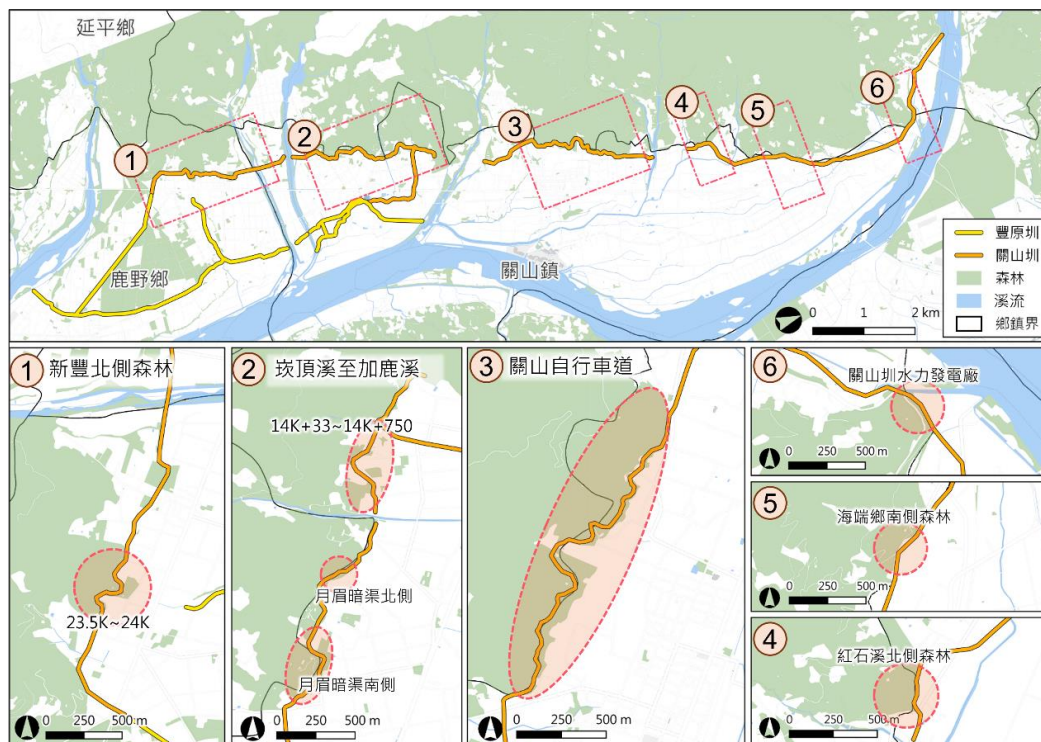


圖 9 關山圳緊鄰森林環境圳段



圖 10 豐源圳鄰近台糖造林地圳段

為了解所有易受水圳影響的野生動物類群於關山圳與豐源圳的分布情形，本計畫套疊國土生態綠網動物多樣性熱區圖資(林業及自然保育署，2021)，顯示動物多樣性熱區主要位於鹿野鄉新豐一帶圳段、關山自行車道圳段、海端鄉南側山平一帶圳段與關山圳水力發電廠等4處。

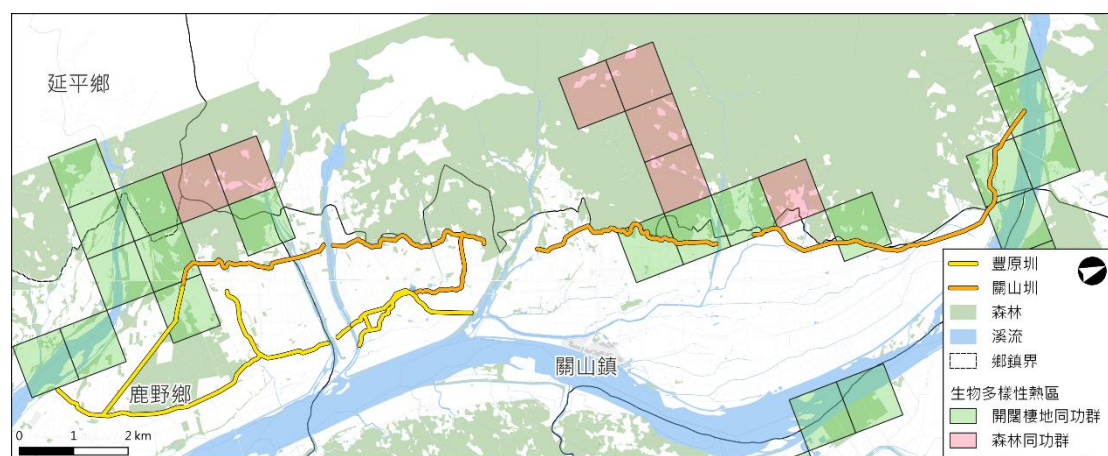


圖 11 關山圳與豐源圳區域國土生態綠網生物多樣性熱區分布

查閱臺灣生物多樣性網絡(TBN，主要資料集包含eBird、臺灣繁殖鳥類大調查、林業保育署生態調查資料庫、臺灣兩棲類資源調查網、路殺社、iNaturalist等)可能受水圳影響的哺乳類、兩棲類、爬蟲類與鳥類中的秧雞科、雁鴨科資料，這些關注類群主要分布於關山圳取水

口至海端鄉山平、關山自行車道、崁頂溪至加鹿溪與鹿野鄉新豐等四處。其中，海端鄉有二級保育類動物鎖鍊蛇的紀錄、關山自行車道與鹿野鄉新豐一帶有三級保育類動物臺灣黑眉錦蛇的紀錄(圖12)。

統整地景圖判資料(圖9、10)、國土生態綠網動物多樣性熱區(圖11)、臺灣生物多樣性網絡觀測資料(圖12)評估水圳對動物風險較高的區域。3個圖資交集區域共4處，包含關山圳的鹿野鄉新豐、關山自行車道、紅石溪北側與關山圳水力發電廠。而地景評估具風險的崁頂溪至加鹿溪、海端鄉山平雖未被列為綠網動物多樣性熱區，但仍有不少水圳議題關注的物種分布。豐源圳鄰近台糖造林地圳段從地景上具有動物掉落較高的風險，但沒有跟動物多樣性熱區、資料庫觀測資料重疊。生物多樣性網絡觀測資料庫與生物多樣性熱區圖資皆僅呈現過去有調查紀錄的區域，資料相對缺乏的地區並不代表沒有物種的分布，故將在地景上具風險的空間都先納入關注，共計7處(圖13)。

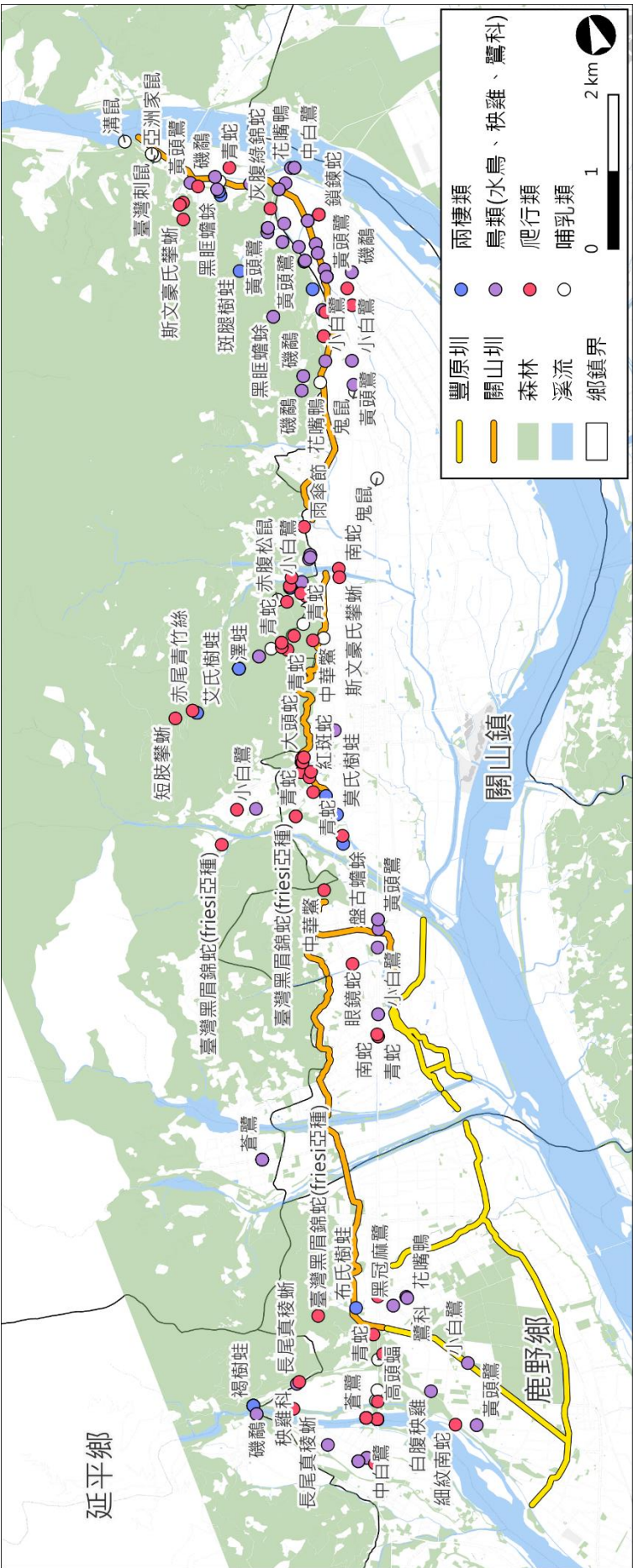


圖 12 關山圳與豐源圳區域臺灣生物多樣性網絡觀測資料

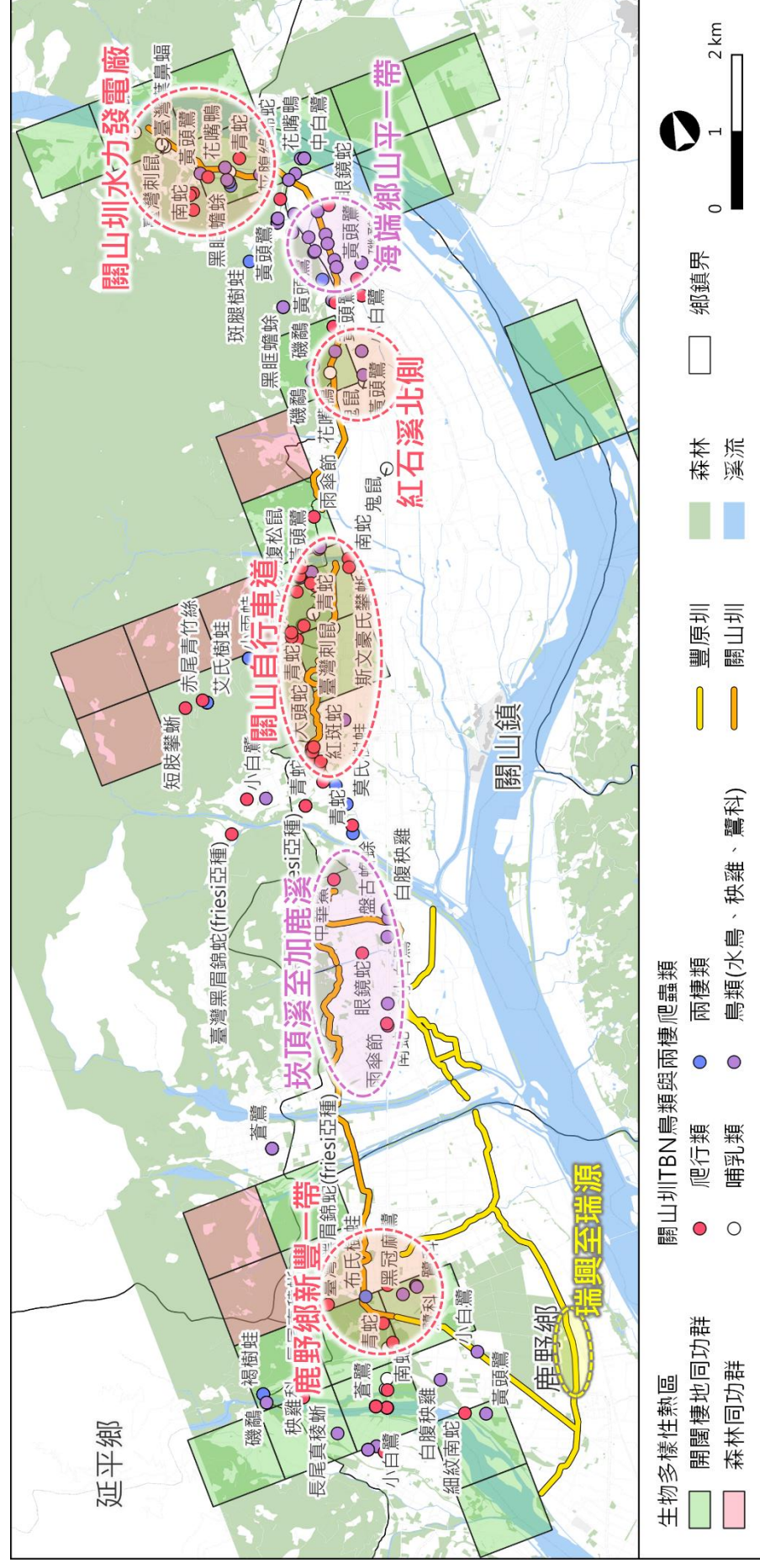


圖 13 綜合地景圖判與資料庫觀測資料和圖層的關鍵區域分布

4.2 現地課題勘查

本計畫以地景、生物多樣性熱點圖資和資料庫套疊結果指認出7處具動物誤入風險的水圳關鍵區域，針對這些區域規劃現地勘查，實際了解當地環境是否存在動物誤入風險。

(1) 關山圳鹿野鄉新豐北側圳段

新豐地區的圳路已為關山圳的末端，主幹線中幾乎沒有流動的水(圖14a)，雖可避免誤入的動物溺斃，但圳路右岸與森林環境相連的區域沒有任何防護設施或緩衝空間，無法防止動物誤入水圳，且其陡直的邊坡仍會使動物無法返回棲地並受困其中。此區域誤入風險較高的圳路位於新豐市區西北側與西側穿越森林環境的圳段(圖15)，而新豐市區南側圳路雖然靠近森林環境，但因有農路隔開，且水圳與道路間有紐澤西護欄阻隔(圖14b)，能降低動物誤入的機會。



圖 14 關山圳鹿野鄉新豐北側圳段現況

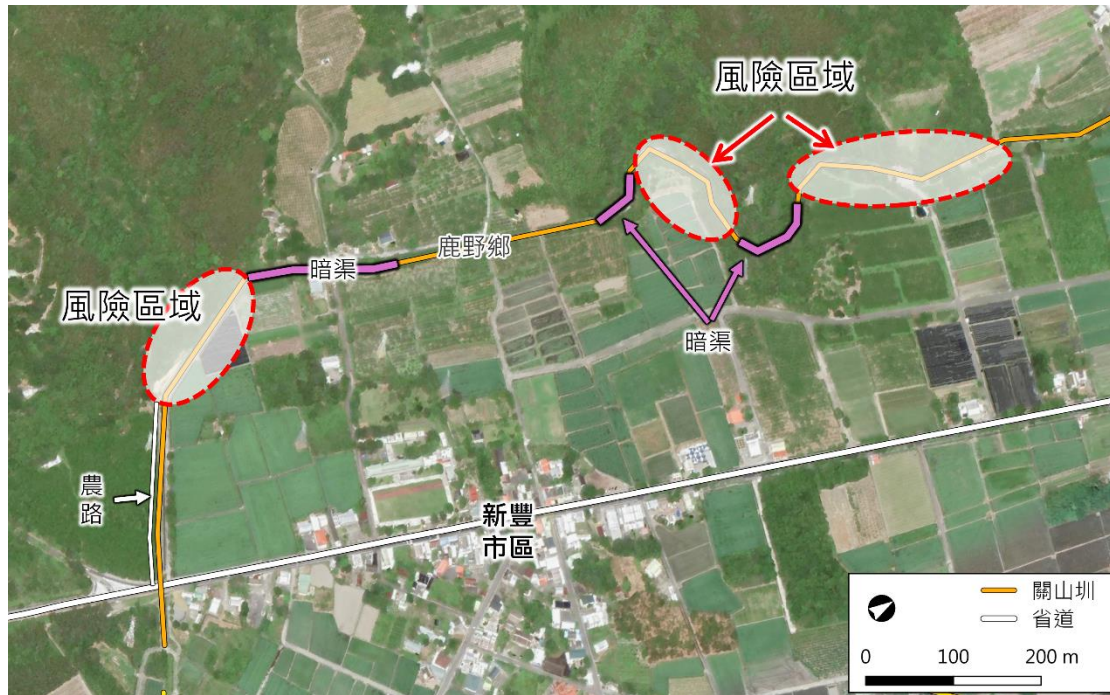


圖 15 關山圳鹿野鄉新豐北側圳段風險區位

(2) 關山圳崁頂溪至加鹿溪圳段

關山圳崁頂溪至加鹿溪圳段水量明顯較上游減少，水流也較緩(圖16a)，此圳段可由DF023野溪分成北側與南側兩個區域，北側圳段右岸為農田與森林鑲嵌的地景，而南側右岸則為較完整的大面積森林(圖17)，且圳路中有許多加蓋的暗渠，而最南側靠近加鹿溪圳段的右岸則有蛇籠擋土牆(圖16d、17)，可減少動物穿越森林直接進入水圳的機會。

崁頂溪至加鹿溪圳段的風險區域，為暗渠或農田間完整森林與水圳相接的區域。此外，訪談過程中有提及森林與人為活動區域鑲嵌的地方，野生動物較容易因受人為活動驚擾而誤入水圳，是風險較高的區域。



圖 16 關山圳崁頂溪至加鹿溪圳段現況

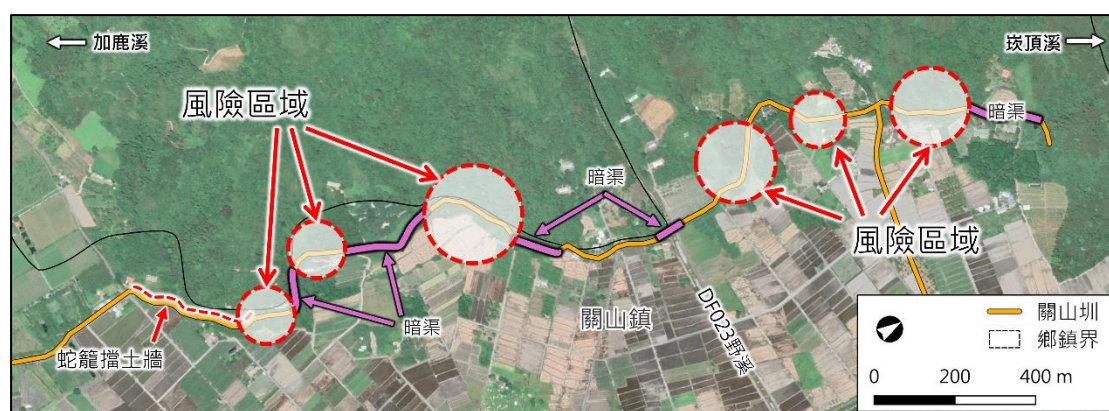


圖 17 關山圳崁頂溪至加鹿溪圳段風險區域

(3) 關山圳關山自行車道圳段

關山自行車道圳段長約2.5km，中間少部分圳路有加蓋並增設遊憩設施，其餘則為明渠，且右岸緊鄰大面積森林環境，兩者之間並無緩衝空間(圖18、19)。水圳左岸自行車道有防止落入水圳的木柵欄，然右岸無任何防護設施。此區域動物易誤入水圳的

風險區域範圍大，加上過去已有臺灣山羌受困紀錄，建議此圳段應為優先改善區段。



圖 18 關山圳關山自行車道圳段現況

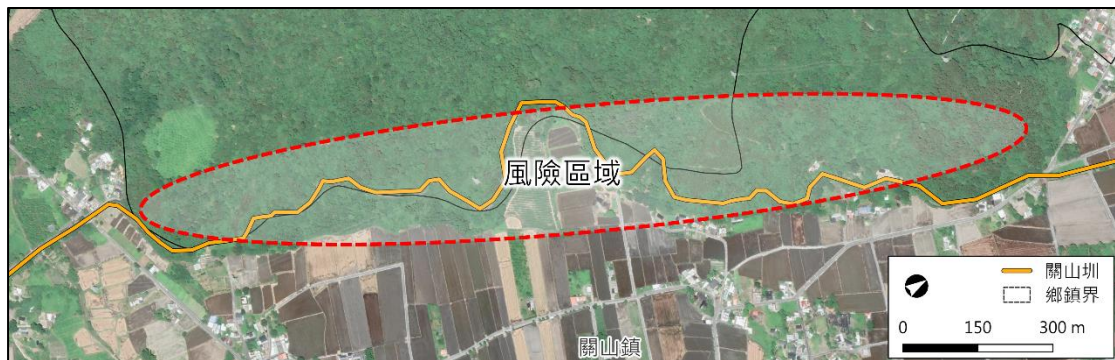


圖 19 關山圳自行車道風險區位

(4) 關山圳紅石溪北側圳段

紅石溪北側有約200m左右圳路穿越大面積森林環境，因圳路與森林環境之間仍有一戶農戶做為緩衝空間，且現勘時發現農舍與水圳間亦有架設簡易塑膠圍網，動物誤入風險較低，然而農戶北側與南側仍有一小段圳路與森林環境間無緩衝空間與防護措施，且現勘時有觀察到放養的犬隻，環境中的野生動物可能受放養犬隻驚擾誤入水圳，雖然易誤入水圳的區域較小，但風險不低(圖20、21)。



圖 20 關山圳紅石溪北側圳段現況



圖 21 關山圳紅石溪北側圳段風險區位

(5) 關山圳海端鄉南側山平圳段

海端鄉南側山平一帶約1km長圳路，於地景上靠近大面積森林環境(圖23)，然其水圳與森林之間有既有農路與狹長的農田，具有足夠的緩衝空間，動物誤入的機會較低(圖22)。



圖 22 關山圳海端鄉南側山平一帶圳段現況



圖 23 關山圳海端鄉南側山平風險區位

(6) 關山圳水力發電廠

關山圳水力發電廠地景上具野生動物誤入風險的圳路為電廠上游200m至電廠下游400m之間。此段水圳右岸緊鄰森林環境且無防止進入或逃脫的設施(圖24)，加上靠近關山圳取水口，水量較多且湍急，增加動物誤入後的死亡風險。此區域右岸森林中有省道台20線通過，其所造成的棲地切割使水圳右岸形成寬度僅15m左右的狹長林帶(圖25)，道路的阻隔可能降低動物接觸到水

圳的機率，但狹長的帶狀林帶亦可能收斂動物的活動範圍，使進入狹長林帶的動物被引導至水圳，動物誤入水圳的風險依然存在。



圖 24 關山圳水力發電廠圳路現況



圖 25 關山圳水力發電廠圳路風險區位

(7) 豐源圳與臺糖造林地相鄰圳段

豐源圳與臺糖造林地相鄰的圳段包含瑞源市區至瑞興市區的主幹線以及臺糖造林地東側的支線。瑞源市區至瑞興市區的主幹線與臺糖造林地之間有造林地旁的排水路和既有農路切割(圖26)，動物會先受到排水路與道路影響，誤入豐源圳的機會較低，須優先改善的會是造林地旁排水路。支線量體較小，且與林

地間有東31-1鄉道切割，動物誤入的機會也較低 (圖26)。



圖 26 豐源圳與台糖造林地相鄰圳段現況

統整地景圖判與現地勘查結果，7處潛在風險圳段中，「關山圳關山自行車道圳段」與「崁頂溪至加鹿溪圳段」2處為野生動物誤入受困風險最高的區域。關山自行車道圳段同時是生物多樣性網絡觀測資料較豐富及國土生態綠網的動物多樣性熱區，且與大面積森林環境連接的圳段較長，加上過去已有中大型哺乳類誤入受困的案例，因此建議為優先處理區。崁頂溪至加鹿溪圳段雖然不在國土生態綠網的動物多樣性熱區中，但有多處圳路與森林環境相連，且同樣已知有動物誤入受困的案例，尤其北段崁頂溪至DF023野溪圳路為農田與森林鑲嵌地景，訪談推測為動物易誤入的原因之一，建議也須優先處理。除了建議最優先改善的2處圳路外，關山圳水力發電廠、紅石溪北側圳段與鹿野鄉新豐北側圳段等3處優先度雖較低，但仍都存在動物誤入受困的風險，建議未來仍需改善。

第五章 優先改善區域友善作為建議

5.1 友善作為優先施作圳段說明

在兩處優先改善區域中，崁頂溪至加鹿溪圳段內的山富路至DF023野溪為一段長約750m，頭尾接由聯通管下潛通過野溪的封閉圳段。此圳段因有在地居民長期關注，過去已記錄過多起動物掉落受困事件，且依據訪談紀錄，此區域臺灣山羌、食蟹獐等中大型哺乳類活動頻繁，因此建立動物友善作為上較有急迫性，本計畫以此圳段為優先改善區，並以中大型哺乳類為標的，依照水圳特性與週邊棲地環境提供動物友善作為建議。

山富路至DF023野溪圳路右岸為農田與森林鑲嵌的環境，其中兩塊森林與水圳相連的路段為中大型哺乳類活動偏好的棲地，也是主要的風險區域(圖27)，靠近山富路的風險區域，右岸森林雖為私有地，但鮮少有人為活動，加上有混凝土跨橋連接水圳兩側，可能為中大型哺乳類利用的路徑，訪談時，在地居民亦表示經常於此觀察到臺灣山羌與食蟹獐活動。靠近DF023野溪的風險區域，右岸為高草環境，同樣為荒廢的私有地，雖無跨橋連接水圳兩岸，但因環境相對自然，且於大面積森林環境間無分割，動物可能會移動至此處後，沿水圳移動至兩側農田環境，並可能會為尋找隱密躲藏的空間或受到周圍人為活動驚擾而誤入水圳。



圖 27 關山圳山富路至 DF023 野溪圳路風險區域

關山圳因豐水期水流湍急(平均取水量為7.90C.M.S),動物友善設計除應規劃可提供動物逃生的設施外,另一個重點為增加受困動物接觸到逃生設施的機會。本計畫現場盤點後,建議於山富路至DF023野溪圳路設置3處動物逃脫點,每處各設置至少2座逃生坡道,增加動物逃生機會,並搭配防護網,降低動物誤入水圳的機率(圖28、表1)。



圖 28 關山圳山富路至 DF023 野溪圳路動物友善設施建議位置

表 1 關山圳山富路至 DF023 野溪圳路動物友善設施建議位置

逃脫點	設施	建議座標 (WGS84)	
逃脫點 1	逃生坡道 1	23.023326	121.145146
	逃生坡道 2	23.023147	121.145118
	防護網起點	23.024055	121.146124
	防護網終點	23.022568	121.145467
逃脫點 2	逃生坡道 3	23.022187	121.145999
	逃生坡道 4	23.022025	121.146214
逃脫點 3	逃生坡道 5	23.020967	121.146517
	逃生坡道 6	23.020056	121.146523

5.2 友善設施設置位置與設計原則建議

(1) 優先施作圳段逃脫點選擇

逃脫點1建議設置於關山圳14K+333處右岸，為山富路至DF023野溪圳路中林相最完整的區域，現場勘查時亦發現動物行走的痕跡，且因水圳剛好於右岸形成凹岸，動物順水流而下時能有較高機率接觸到設置於此的逃生坡道。逃脫點2建議設置於關山圳14K+510處右岸，此區域為高草環境，雖不如逃脫點1有動物活動痕跡，但仍為山富路至DF023野溪圳路中較自然的棲地環境，且與大面積森林環境間無分割，能讓誤入水圳的動物回到原棲地當中。逃脫點3建議設置於關山圳14K+710處右岸，此區域雖然為農田，但因此處為山富路至DF023野溪圳路進入地下聯通管的位置，當誤入水圳的動物順水流下時，最後皆會集中於此處，且右岸農田至森林環境之間並無無法跨越的構造物阻隔，於此逃脫點離開水圳的動物仍能回到自然棲地當中。

(2) 逃生坡道設置建議

- (a) 本計畫建議於每處逃脫點設置至少2座動物逃生坡道，若空間許可，亦可增加逃生坡道數量，提高誤入水圳的動物接觸

到逃生坡道的機會。

- (b) 考量到關山圳豐水期流速，為了能接住水流中的動物，逃生坡道須向水圳內側凸出，且設置方向應朝向上游(圖29)。此外，逃生坡道一律設置於水圳右岸，讓利用逃生坡道的動物能回到原棲地當中。
- (c) 當動物於水流中被帶往下游時，為了能增加接觸到逃生坡道的機會，建議可增設導引索，導引索應由逃生坡道上游，以45°角拉往逃生坡道，並在導引索上裝設浮球(圖30)，使其平均的漂浮於水面上。導引索的固定點建議由最高水位處，向下設置2~3個，因應不同水量時調整導引索的高度，避免懸空而喪失功能。
- (d) 水圳逃生設施雖以中大型哺乳類為主要標的，但仍需考量其他類群物種利用需求。訪談時，在地居民曾提及於水圳護欄上邊發現三級保育類動物臺灣黑眉錦蛇。考量兩棲爬蟲類的使用需求，逃生坡道角度不應超過30度，且應增加坡面的摩擦力(打毛、斬假石等)，降低兩棲爬蟲類攀爬的難度(圖31)。
- (e) 逃生坡道坡面的色彩與材質都會影響動物的使用意願，建議可模仿週邊自然環境材質或紋理。
- (f) 逃生坡道連結至右岸自然環境處，須進行適度整理，避免被生長的植物或枯枝落葉佔據，可簡單整理出一小區開闊平台，使野生動物能清楚地識別從這個平台進入樹林的路徑，縮短其返回自然棲地的時間。

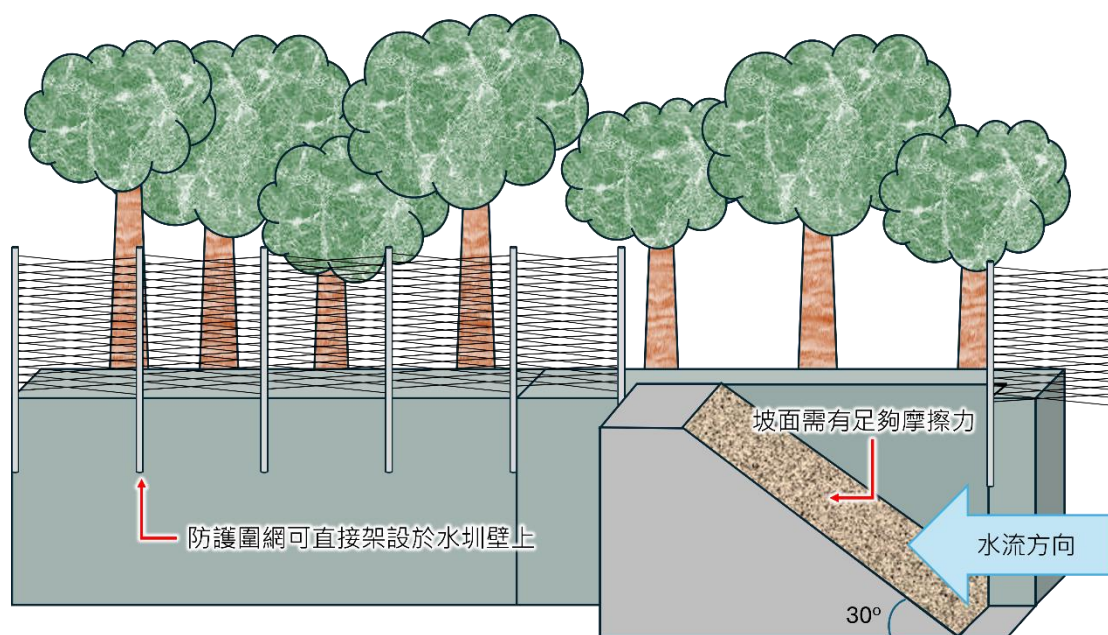


圖 29 逃生坡道與防護網示意圖

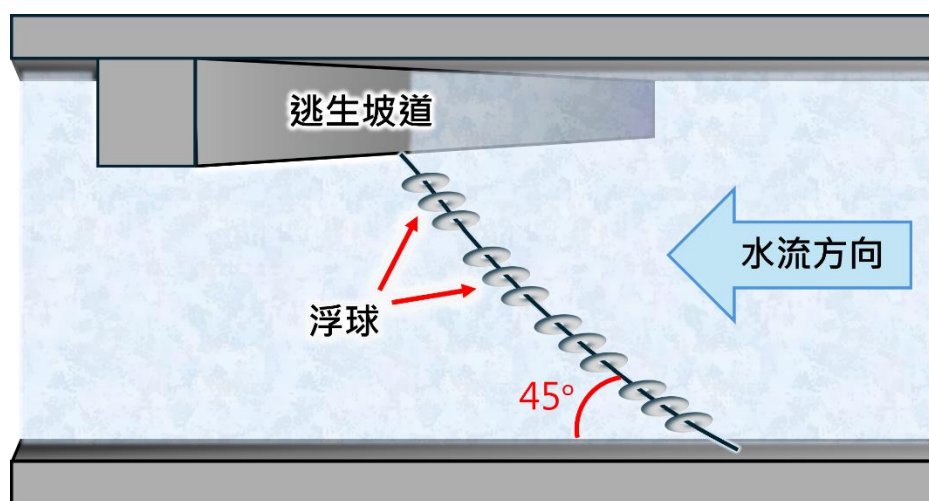


圖 30 導引索設置示意圖



參考資料：花蓮生態保育綠色網絡發展計畫Ⅱ (2022)

圖 31 逃生坡道坡面增加粗糙度與摩擦力示意圖

(3) 防護網設置建議

逃脫點1為山富路至DF023野溪圳路中，右岸林相最完整的區域，中大型哺乳類於此區域活動較頻繁。當野生動物遇到無法跨越的水圳時，其習性會沿水圳邊尋找跨越點，並可能於尋找時誤入水圳受困。逃脫點1南北兩側皆有一個混凝土跨橋連接水圳兩岸，建議於兩座混凝土跨橋間架設防護網，可引導動物至水圳跨越點，同時降低動物掉落水圳的機率。

考量中大型哺乳類的體型與跳躍能力，防護網高度建議1.5m，可將固定桿直接設置於水圳壁上(圖29)。初期可先利用黑色塑膠網(圖32a)作為防護網的材質，並監測圍網架設後，是否具有降低野生動物誤入水圳的功能。由於塑膠網易因日曬雨淋脆化，且容易被小型哺乳類咬斷(圖32b)，長期改善仍建議使用金屬圍籬。

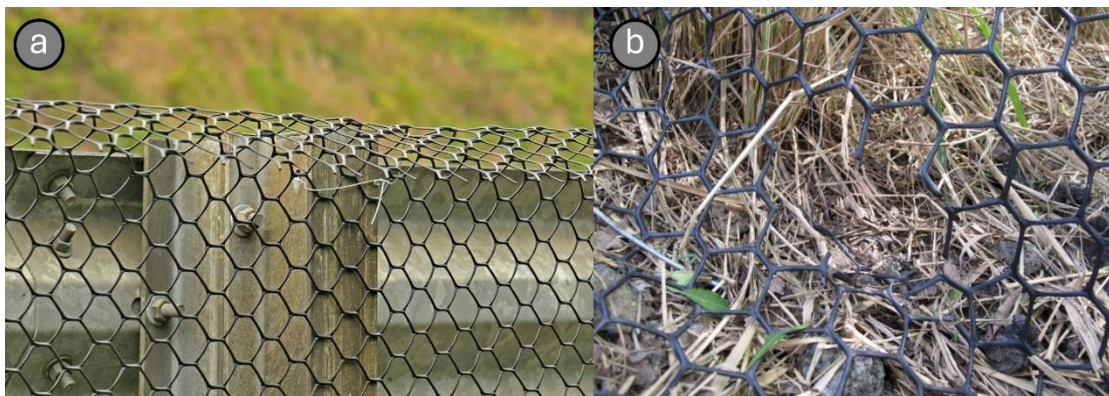


圖 32 黑色塑膠網防護網示意圖

第六章 未來規劃建議

關山圳與豐源圳整體灌溉面積廣、圳路長，影響範圍大，本次動物友善作為的規劃為改善關山工作站轄管水圳所造成的棲地切割、屏障效應以及危害動物因子的重要一步，待關山圳山富路至DF023野溪圳路的動物友善設施完成後，建議應逐步推展至關山圳所有高風險區位。而除了高風險區位外，其他圳路雖然中大型哺乳類誤入的風險較低，但過往文獻與訪談資料皆明確指出，目前慣行的混凝土水圳仍會使小型哺乳類、雁鴨科及秧雞科雛鳥、兩棲類、爬蟲類等動物受困並致死。未來也應持續檢討既有圳路構造的問題，針對各物種需求提出改善措施，並將相關措施納入未來水圳工程施作考量當中，從根本解決動物受脅課題。

此外，友善設施設置完成後，應規劃進行成效監測與維護管理工作，維護管理工作可確保友善設施持續發揮功能，成效監測工作可了解動物實際使用情形，與可能因友善設施設置而產生的問題，才能進一步改善並回饋至其他友善設施的設計和施作，以逐步推展至關山圳與豐源圳全區，改善關山工作站轄區農田水圳產生的生態問題，並有機會成為臺灣農田水圳改善的優良案例，作為其他水圳系統之參考，降低各地圳路的生態風險。

第七章 參考資料

- 洪春景 (2023) 大圳淪為死亡陷阱？三面光渠道的省思。公共電視公民新聞 2023 年 06 月 10 日。取自：
<https://www.peopo.org/news/640676>。
- 陳賢義 (2021) 山羌落難水圳森林護管員即時救援。自由時報 2021 年 03 月 10 日。取自：<https://ppt.cc/fyCx3x>。
- Baechli J., S. Albanesi, and L. M. Belis (2021) Effectiveness of crossings as wildlife passages for mammals in the Yungas of Argentina. *Journal of Nature Conservation* 59: 125944.
- Bi, B., R. Geng, D. Chen, J. Chen, Q. Jin, C. Zhou, S. Lei, X. Wang, G. Zhao and X. Wu (2024). Effects of ramp slope and substrate type on the climbing success of *Pelophylax nigromaculatus* in agricultural landscapes. *Global Ecology and Conservation*, e02874.
- Gacic D. P., M. Danilovic and L. Dordev (2013) Lined Irrigation Canales in Field Hunting Grounds of Vojvodina and Their Influence on Wildlife. *Skopje* 44:11-15.
- Garcia P. (2009) Mortality of vertebrates in irrigation canals in an area of west-central Spain. *Animal Biodiversity and conservation* 32(2): 123-126.
- Krausman P. R., B. D. Leopold, K. R. Rautenstrauch, J. R. Morgart and R. C. Etchberger (1992) Desert Mule Deer mortality and the Central Arizona Project. In *The biology of deer* (pp. 43-47). Springer New York.
- Morimoto G. E., A. B. Otto and L. L. Burkholder (2021) An innovative temporary escape ramp for deer and other wildlife. *California Fish and Wildlife* 107(3): 213-228.
- Rautenstrauch K. R. and P. R. Krausman (1989) Preventing mule deer drowning in the Mohawk canal, Arizona. *Wildlife Society Bulletin* 17:280-286.
- Sebastian A. A., J. P. Jayat and A. D. Brown (2016) Mortality of mammals and mitigation actions in irrigation canals of the Yungas piedmont of

the High Bermejo River Basin, Argentina. *Mastozoologia Neotropical*
23(2): 505-514.

附錄一、在地觀察者、關注團體訪談紀錄

關山圳訪談紀錄 – 洪春景

洪春景為退休老師，自民國 86 年左右就在此居住，平常會在關山圳邊散步遛狗，過去有多次發現動物受困於關山圳內，也協助通報，是推動農水署改善的重要在地居民。本次訪談由洪老師家沿關山圳行走，路線介於炭頂溪以南東縣 DF022 野溪與東縣 DF023 野溪之間。關山圳由新武呂溪取水南送，會經過許多這樣的溪流，當遇到溪流時，多會利用聯通管下潛通過，因此誤入的動物不論往北或往南都沒有能離開的地方，整條水圳被切割成多個封閉的空間。



一、周邊環境狀況：

1. 行走路線兩端的 DF022 與 DF023 野溪皆為混泥土結構，無自然溪床，且兩條野溪皆只有颱風或大雨過後才会有水，平常都為乾涸狀態。野溪有水時能看到陸蟹活動，但不會進到水圳內。水圳與溪流不相通，水圳會在遇到溪流時利用聯通管下潛通過，就算水圳內沒水，聯通管內也還是會積水，受困的動物到達此處後會不敢通過，只能在水圳內來回跑。通過野溪的聯通管內為箱涵構造，沒有任何攔截雜物的構造，過去也沒有淤積或清淤的紀錄。
2. 關山圳往南通過炭頂溪後，有一段約 200m 的明渠，之後在靠近山的地方開始加蓋，並在靠近 DF022 野溪時又變成明渠。而水圳通過 DF023

野溪後，約有 700m 的明渠並再度加蓋。

3. 水圳兩側的土地權屬不明確，在幹 21 給右岸有約 15m 寬的土地為農水署的，但並非每個地方都一樣，多數土地應為私有地。
4. 雞舍南側的雜木林也是私有地，只有要出售時，地主會請怪手來整地。山蘇田右側之前種植酪梨，因獼猴危害及海葵颱風致災倒伏不少，目前酪梨全部移除，準備種苦茶，而林下的山蘇則準備廢耕。南瓜田過去為自然農法的溫室，約在 1~2 年前拆掉後改種南瓜。
5. 關山圳主幹線上有多個給水支線水門，過去山羌受困時洪老師曾打開水門讓山羌走(幹 21 給)，但由於水門過小(約 60cm 寬)，且通過道路的涵管蜿蜒，山羌不願意通過。但據曾和洪老師一同救援受困山羌的水利小組長陳先生表示，過去曾有受困山羌成功從他打開的水門脫困的紀錄。
6. 關山圳幹 21 給旁邊還有一條排水溝，同樣是只有大雨或颱風時會有水，推測上游可能有些地方仍然會有水吸引動物靠近，並沿著行走。
7. 靠近 DF023 野溪有個較大的排水門連接至野溪內，預防大水時漫淹，但過去沒打開過的紀錄。

二、周邊生物資源：

1. 洪老師個人觀察有目擊過獼猴、食蟹獾、山羌、野豬、黑眉錦蛇、朱鷀、八色鳥等。食蟹獾與山羌都經常出沒，食蟹獾每次會兩隻一起活動，而山羌近期則因為洪老師家下庭院的圍網受颱風破損而多次進出，三天內有約 10 隻次的目擊紀錄。黑眉錦蛇發現時多在水圳邊的紐澤西護欄上，未發現受困紀錄，但推測下去了也上不來，或僅能透過攀附於垂掛水圳中的植物離開。從崁頂溪至東縣 DF023 野溪間約有 10 幾隻八色鳥活動。

三、受困物種種類：

1. 觀察過誤入的動物有山羌、野豬、花嘴鴨，也有狗跟雞，近期雞隻受困在水圳內的次數約 10 次左右。由於有發現雞被咬死的狀況，推測是受食蟹獾等動物驚擾後躲入水圳內並因此受困。

四、動物受困位置與環境：

1. 雞舍與雜木林間有一個混泥土跨橋能跨越水圳，而再往南一點也有橫跨水圳的倒木(倒在這裡應有超過 1 年)，加上兩側都有樹林，傍晚時常看到山羌在此區域遊蕩，食蟹獐也偶有發現，若觀察雜木林連接至水圳的邊坡也可發現有動物行走的痕跡。此區過去有發現山羌受困的紀錄，地點多位於倒木或水圳開始蜿蜒處。
2. 南側的南瓜田附近因有植物攀附在水圳邊，受困動物常躲在這邊的植物下面。過去有發現花嘴鴨雛鳥與山羌同時受困於此區域的紀錄，並且觀察到花嘴鴨雛鳥再撿起來後會自己再跳回去水圳內，可能覺得水圳下有植物遮蔽的空間較有安全感。
3. 發現動物受困都是在水圳沒水的時候，由於沒水時水圳內仍然會有積水，動物在裡面移動所發出的聲音較容易被聽到，且有水時很可能已經被沖走，來不及被發現。此外因為水圳內有水的時間較多，因此推測誤入受困的動物會比目前發現的還多。
4. 洪老師主要在東縣 DF022 至 DF023 野溪之間活動，關山圳其他路段的狀況比較不清楚。

五、水位及水量變化情形：

1. 訪談時水位約達大腿高，比第一次現勘時小，農水署鄭組長表示每年約有 8 至 10 個月會是這樣的水位，加上此區域位於關山圳的中下游，水量本來就會比較少。
2. 關山圳由於上游有發電廠，砂石等都會先攔截，因此中下游的渠道很少淤積。未來預計在海端的圳路還要設置多個小水力發電設備，有些目前已經發包了，因此可預期淤積的可能性會更小，但過去有發現會有民眾將廢棄枝材丟到水圳中。
3. 由於這幾年缺水，農水署再考慮取伏流水，但還需要部落的同意。靠近崁頂溪的地方過去地名為山泉，但近年來也是缺水，居民需打深水井取水。

六、其他觀察與建議：

1. 這幾年各種野生動物都越來越靠近平地，早期山羌獼猴等都不會這麼容易看到。

2. 有居民的菱形網被破壞並有發現爪痕，懷疑是臺灣黑熊，但林保署監測後沒有發現，遺留痕跡經黃美秀老師檢視後仍無法確認。
3. 水流通過大彎道的時候流速會變慢，農水署建議可以將逃生坡道設置在類似的地方。
4. 關山圳的圳路圖多數在改制時遺失。
5. 山蘇田與其南側雜木林間的林緣像是山羌偏好環境。
6. 訪談區域白鼻心好少，要到鹿野才會比較多。

關山圳訪談紀錄 – 野灣野生動物保育協會

本次野灣訪談有孫穩翔研究員與照養課廖朝盛課長一同參加，穩翔研究員為主要關注動物受困水圳渠道議題者，兩位都有多次救傷受困水圳渠道動物的經驗。

一、受困物種種類：

8. 在所有通報受困於水圳內的哺乳類中，山羌是占比最高的物種，其他還有山豬跟食蟹獾，不過救傷食蟹獾的案例中，食蟹獾比較像是本來就在那個環境裏面活動，因受傷被民眾發現，並非誤入受困。
9. 除了山羌外，也有發現很多早熟性鳥類的雛鳥會受困於水圳渠道內，如花嘴鴨、白腹秧雞、紅冠水雞等。在每年3月至9月間的繁殖季容易發生，其中又以4月至6月為高峰期。其中秧雞類的鳥經常於水田邊活動覓食，當受到人類驚擾時，會躲入水圳，並使尚無法飛行的雛鳥因此受困。
10. 實務觀察經驗發現，當有雛鳥受困於水圳溝渠內時，親鳥經常會在旁邊徘徊，加上水圳溝渠經常緊鄰道路，這會增加親鳥的路殺風險。在繁殖季時，若發現有水鳥駐足於水圳溝渠邊，且車輛或人經過後也沒有飛離，則高機率有雛鳥受困。
11. 之前在救援山羌時曾發現許多蛇類屍體，在50~60m的距離內發現3~4隻，且沒有特別找，推測有更多。由於屍體已腐敗，能確認物種的僅紅斑蛇。蛇類受困可能是較被忽略的物種，受困時不會發出聲音，也可能會躲起來，當大水來時就會被淹死。

二、受困水圳的原因：

1. 探討導致動物進入水圳溝渠的原因是重要的，不論水圳內是否有水都有發現過動物受困，但還是以沒水時比例較高，這主要是因為沒水時比較容易被發現且有水時可能已遭沖走。目前較無法確認動物是否會因為需要攝取水資源而進入並受困於水圳渠道內。有些鳥類受困事件可能是因為親鳥有能力進出，然而跟隨親鳥移動的雛鳥卻在進入後無法自行離開。以鴨為例，剛出生約30g的雛鳥，其跳躍能力的極限約30cm，不過有

發現水圳中只要有淤積或有垂掛的植栽都能幫助雛鳥離開。

2. 在救傷過程中發現，受困的山羌多有犬咬傷痕，在救傷紀錄的 5 隻山羌中有 3 隻如此。由於水圳多靠近部落，推測山羌誤入水圳之主因可能受人為活動或遊蕩犬隻驚擾，因此在處理動物受困水圳溝渠的議題時，應同時注意導致動物受困的其他源頭因素。
3. 水圳溝渠內的水位變化有可能會是鳥類的陷阱，當突發性大水事件(如水圳放水)發生時，原本在水圳中的雛鳥與親鳥會被沖散，或是沖到兩側堤岸為垂直構造的區域，並進而受困。

三、受困的位置與環境：

1. 在易受困的環境上，水禽受困的地點多在農田附近，曾有旱田(鳳梨與薑)邊的水圳連續兩年都有花嘴鴨雛鳥受困。而山羌則主要與附近是否有森林環境相關，在森林環境與其他不同土地利用鑲嵌的環境，或較破碎的環境則更容易誤入，尤其是部落附近，推測與遊蕩犬有關。
2. 野灣目前統計的動物受困點位由於數量還不夠多，尚無法明確指出熱點大概在哪些地方，且因為多數案例仰賴民眾通報，或位於池上附近平常會巡視的範圍內，因此也存在偏誤，不適合直接指認高風險區域。

四、其他資訊與建議：

1. 不清楚山羌等哺乳類在水中會較偏好逆流往上游還是順水流往下游，建議若要建置逃生坡道，兩種方向都要考量，並可以順便試驗監測看看。
2. 山羌在緊迫的時候，很難預期他的行為模式，在救傷過程中，處於緊張狀態的山羌有時會隨機往上跳，在收容的場域當人靠近時也會觀察到山羌垂直往上跳。
3. 救傷的山羌除了犬咬痕跡外，也會有挫傷，但還沒有發現骨折等造成無法行走的案例，但是山羌可能有其他原因會導致其無法移動或自行脫困，如緊張造成的緊迫。