

生態檢核生態友善措施- 宜蘭壯東古亭中排改善工程

Case Study in Eco-Friendly Measures of ecological assessment in the Improvement Project of the Zhuangdong-Guting Mid-Level Drainage System in Yilan

台灣水資源與農業研究院			農業部農田水利署宜蘭管理處		
研究專員	研究專員	所長	組長	股長	助工師
姚牧君	蔡逸文	紀祥鈺	黃湧池	郭東鋒	王永賢
Mu-Chun Yao	Yie-Wen Tsai	Xiang-Yu Ji	Yong-Chih Huang	Kuo-Tung Feng	Yung-Hsien Wang

摘 要

農田水利署宜蘭管理處辦理壯東古亭中排改善工程，並委託台灣水資源與農業研究院執行工程全生命週期之生態檢核作業，透過迴避、縮小、減輕、補償四大生態友善策略以減輕工程影響。本工程位於蘭陽海岸保護區，關注物種包括二級保育類彩鷸 (*Rostratula benghalensis*)、三級保育類草花蛇 (*Fowlea flavipunctatus*)、指標物種高蹺鴿 (*Himantopus himantopus*)、紅皮書物種臺灣石鮒 (*Paratanakia himantegus*)及高體鱒 (*Rhodeus ocellatus ocellatus*)，依據生態資料盤點及現地調查結果，提出對應之生態保育措施，並辦理民眾參與交流在地意見且凝聚共識，與宜管處討論後納入工程相關設計。

本工程生態保育措施包括 1.迴避：以警示帶標示烏心石，並以草蓆包覆，避免施工機械碰傷。2.縮小：以警示帶等方式，區隔工區範圍與週邊環境，減少機具通行時對水鳥棲地的擾動。3.減輕：採取半半施工，保持渠道內具常流水。4.減輕：移除渠道漂流廢棄物，並設置導、繞流設施排除混濁污水。5.減輕：保留泥質渠底或回填土壤提供圓蚌及高體鱒棲息利用；渠壁設置生態管，提供小型水域動物棲息躲藏。6.補償：渠道邊壁固定距離內設置生態友善爬坡，供掉落雛鳥或其他動物的逃生機會。

本研究於 2023 年 8 月進行施工前物種補充調查，共記錄 25 種陸域動物、12 種水域動物及 50 種植物。施工階段總計進行 10 次關注物種監測，期間調查到高體鱒及臺灣石鮒，並即時移置至鄰近適合中排渠道內。本研究已完成第一期改善工程維護管理階段追蹤，棲地環境多已恢復至施工前狀況，並拍攝到野生花嘴鴨利用生態友善爬坡上岸之影像，顯示該措施之可利用性。本研究於 2025 年 8 月進行第二期改善工程維護管理階段追蹤調查，以進一步追蹤本工程施工前後棲地環境恢復情形及關注物種利用生態友善措施之成效，並彙整本研究成果進行經驗分享。

關鍵詞：生態檢核、生態友善措施、壯東古亭中排、臺灣石鮒、花嘴鴨

The Yilan Management Office, Irrigation Agency, Ministry of Agriculture was responsible for the management of the Jhuangdong-Guting Central Drainage Improvement Project. The Taiwan Research Institute on Water Resources and Agriculture was commissioned to conduct ecological assessment throughout each period of the project, with the objective of mitigating its environmental impacts through the implementation of ecological friendly measures. These measures included avoidance, curtailment, reduction, and compensation. The project is situated within the Lanyang Coastal Protection Area, where the following species are of particular concern: the second-level conservation species of *Rostratula benghalensis*, the third-level conservation species of *Fowlea flavipunctatus*, the indicator species of *Himantopus himantopus*, the redlist species of *Paratanakia himantegus* and *Rhodeus ocellatus*. In light of the findings from the ecological interrogation and the on-site survey, the project puts forward a series of eco-friendly measures. Furthermore, a public consultation process to reach a consensus, which will then be integrated into the project's design.

The eco-friendly measures included: 1. Avoidance: in order to mitigate the risk of injury from construction machinery, the particular area is marked with warning tapes and covered by the grass mats. 2. Curtailment: in order to minimise disruption to the habitat of waterfowl during the passage of machinery, it is imperative to establish a boarderline by warning tapes or other equipment around the construction zone. This approach is crucial in ensuring the safety of the avian population while maintaining the integrity of the surrounding environment. 3. Reduction: the implementation of the phased construction method is intended to ensure the maintenance of regular flow in the drainage. 4. Reduction: the elimination of drifting wastes in the drainage, and the installation of diversion and flow facilities is necessary to eliminate pollute of turbid sewage. 5. Reduction: in order to provide a habitat for *round mussels* and *Rhodeus ocellatus*, the muddy-based drainage or backfill soil must be retained. Furthermore, ecological tubes must be installed in the sidewall of the drainage in order to provide habitats and shelters for small aquatic animals. 6. Compensation: the installation of ecological friendly passway within a fixed distance of the drainage sidewalls is recommended in order to provide escape passway from the drainage for fallen chicks and other animals.

A supplemental pre-construction species survey was conducted in August 2023, we recorded 25 terrestrial species, 12 aquatic species and 50 plant species. During the construction phase, 10 investigations were conducted, *Paratanakia himantegus* and *Rhodeus ocellatus* were recorded and relocated to nearby suitable drainage channels. The maintenance and management stage of the Phase I improvement project has been completed, and the habitat has been nearly recovered to its original condition. Photographic evidence has been obtained of wild *Anas zonorhyncha* climbing up the ecological friendly passway, thereby demonstrating the availability of this measure. The second phase of the project is scheduled to commence in August 2025, with the objective of further monitoring the recovery of the habitat before and after the execution of the project, and the efficacy of the eco-friendly measures employed by

the species of particular concern. The second phase of the project will also involve the compilation of the study's findings.

Key Words: environmental impact assessment, Eco-friendly Measures, Zhuangdong-Guting Mid-Level Drainage, *Paratanakia himantegus*, *Anas zonorhyncha*

第一章 前言

1.1 研究背景

氣候變遷與極端氣候事件的緩解 (mitigation) 是全球面臨的重要課題，隨著氣候變遷與極端氣候事件日益頻繁，強化農田水利設施的灌溉排水功能與因應颱風豪雨後灌排系統韌性回復力，成為當前基礎建設發展的重要課題。權衡既有必要工程之進行與減緩生態環境之衝擊，同時回應永續發展與生態保育之需求，政府部門與學術界自 2017 年起推動公共工程辦理「生態檢核」的機制，期望透過全生命週期的生態評估與管理，兼顧工程效益與環境保護。

農田水利署宜蘭管理處辦理「壯東古亭中排改善工程」，為減輕公共工程對生態環境之影響，委託台灣水資源與農業研究院執行全生命週期生態檢核作業，並依據「迴避、縮小、減輕、補償」四大策略，提出多項生態友善設計與保育措施，實踐生態工程理念。

1.2 研究動機

本工程在農田水利設施改善過程中導入生態檢核制度，針對盤點之關注物種提出生態保育原則與對策，透過民眾參與的過程凝聚確立具體可行的生態保育措施，於施工前、中、後針對關注物種監測中，發現保育措施已初具成效，具高度示範與研究價值。期望透過本研究之成果展示，提供未來類似工程在規劃設計、施工管理與後續維護階段之參考依據，並促進生態工程實務與政策之整合發展。

1.3 研究目的

本研究以壯東古亭中排改善工程為案例，結合生態檢核資料與現地調查成果，進行以下研究評析及成果總結：

1. 透過現地調查，評析本案生態保育措施對關注物種保全與棲地環境維護之成效。
2. 探討辦理民眾參與對推動生態檢核之影響。
3. 彙整本案之經驗，提出後續生態檢核推動之建議。

第二章 文獻回顧

2.1 生態檢核制度與全生命週期管理

生態檢核制度源自環境影響評估的概念，強調在工程規劃、設計、施工、維護與廢止等全生命週期階段，持續進行生態影響評估與調整 (林與陳, 2018)。相較於傳統環評著重於前期審查，生態檢核更強調「動態監測」與「即時回饋」，以確保工程執行過程中能即時修正對生態的不利影響 (Chang et al., 2020)。臺灣自 2010 年代起逐步推動生態檢核制度，農田水利署、河川分署及地方政府陸續將其納入水利與河川工程中，作為生態友善工程的重要工具。

2.2 農田水利工程對生態環境之影響

農田水利工程主要是為了保障農業用水的穩定與效率，提升農業生產力與防災能力。包括灌溉排水渠道、攔河堰、水閘門、埤池等相關構造物、農路及現代化省水管路灌溉設施等之新建工程、更新改善工程、搶災搶險工程、防災減災工程、維護保養工程等類型。農田水利工程雖有助於防洪與灌溉功能提升，但亦可能造成棲地破碎化、水文變異與物種遷徙障礙 (Petts, 1984；王與李，2015)。特別是在濕地與沿海地區，工程活動易導致水鳥棲地喪失、水質惡化與底棲生物族群減少 (Mitsch & Gosselink, 2007)。因此，如何在工程設計中納入生態考量，成為當代水利工程的重要任務。

2.3 生態友善措施

生態友善措施強調以「迴避 (Avoidance)、縮小 (Minimization)、減輕 (Mitigation)、補償 (Compensation)」四大策略，降低工程對生態系統的衝擊 (US EPA, 1998)。關於生態友善措施，行政院公共工程委員會於生態檢核注意事項中以生態保育措施稱之，一般生態保育原則、具體措施例如保留原生植被、設置生態通道、維持常流水、設置棲息結構等 (李與黃，2019)。近年來，臺灣農田水利工程已逐漸導入如渠底生態孔、渠壁生態管、魚道、生態友善爬坡等設計，並透過關注物種監測與民眾參與機制，提升工程與生態的共融性 (林等，2021)。

2.4 關注物種之生態特性

本研究盤點之關注物種以水鳥、爬蟲類與淡水魚類為主，皆為蘭陽海岸保護區具代表性或保育價值之生物：

- 彩鷓 (*Rostratula benghalensis*)：屬於二級保育類鳥類，偏好濕地與水田環境，對棲地變動極為敏感 (BirdLife International, 2022)。
- 草花蛇 (*Fowlea flavipunctatus*)：三級保育類爬蟲類，常見於水域邊緣，為生態系中重要的中型掠食者。
- 高蹺鵠 (*Himantopus himantopus*)：指標性鳥類，常作為濕地健康度評估之參考物種。
- 臺灣石鮒 (*Paratanakia himantegus*)與高體鱒鰱 (*Rhodeus ocellatus ocellatus*)：皆為紅皮書列名物種，仰賴特定底棲環境與貝類共生繁殖，對水質與棲地結構極為敏感 (陳與張，2017)。

第三章 研究區域與方法

3.1 研究區域概況

本研究以「壯東古亭中排改善工程」為研究對象，本案位於宜蘭縣壯圍鄉古亭村，作為本地區農地及上游十三股大排壯西二中排 (壯西八輪中排)排水所需，因地處低窪區域及排水斷面不良之故，以至於易發生淹水情事，雖多次修補，仍無法有效解決問題，故亟需進行擴寬工程加以改善。提報之第一期改善工程長度約 1,380 公尺，起訖點之 WGS84 座標為 (24.7933,121.8034) ~ (24.7819,121.8015)；第二期改善工程長度約 1,200

公尺，起訖點為 (24.7819,121.8016) ~ (24.7776,121.7972)，均位於「沿海一般保護區」當中的「蘭陽沿海保護區」，屬於「農田水利署生態檢核注意事項」所列的「生態敏感區」，因此需以「第一級生態檢核」辦理。

根據生態團隊分析，本案位於蘭陽平原，全年濕潤、水分豐沛，常於低窪及透水較差地區形成濕地；而本案工區周邊為重要的稻米生產區，具有大面積的水田環境；因宜蘭縣休耕後灌水、以及部份農民鋪灑米糠改善地力的習慣，而造就良好的水鳥棲息環境。本案工區以水稻田及草澤濕地為主，春、夏季有第二級保育鳥類彩鵲以及第三級保育爬蟲類草花蛇活動繁殖，冬季則有多種水鳥前來過冬，其中包括第三級保育類黑尾鵲以及國內紅皮書易危鳥類黑腹濱鵲、國土綠網保育軸帶指標物種高蹺鴿等；然而，為配合水稻休耕時節，渠道工程需以秋、冬季為主要施作時段。因此，如何減輕施作期間對水鳥干擾，是本案的重要生態課題，因此本工區施作期間將以鳥類作為主要監測的生物類群。

3.2 第一級生態檢核作業流程重點要項

本研究依據農田水利署生態檢核作業指引，並根據本案之實際執行經驗心得，綜整第一級生態檢核作業流程重點要項如下：

1. 工程計畫核定階段：由生態團隊盤點國內既有資料庫，確認計畫工區是否位於生態敏感區以及工區 1 公里內可能之關注物種。蒐集工區周邊生態環境及議題等資料，並至現場勘查記錄生態環境現況及分析工程計畫對生態環境之影響。評估建議採取不開發方案或提出對生態環境衝擊較小 (mitigation) 之生態友善方案。由生態團隊、主辦單位、設計單位透過民眾參與方式凝聚共識，確立工程基本設計後，進行工程提報。
2. 規劃設計階段：由生態團隊進行生態資料蒐集、棲地調查、棲地評估、指認生態保全對象及物種補充調查。依迴避、縮小、減輕及補償之順序研擬生態保育對策及措施，由生態團隊及工程人員之意見往復確認可行性後，進行細部設計，再透過民眾參與方式蒐集整合並溝通相關意見後，完成細部設計。並根據生態保育措施，提出施工階段所需之環境生態異常狀況處理原則，以及施工階段自主檢查表之建議，作為工程發包相關文件之參考。
3. 施工階段：工程發包後確認營造單位後，於開工前由生態團隊、主辦、監造及營造單位共同進行施工前保育措施確認，確認生態保育措施納入或未納入原因。確認生態保育措施後，由主辦單位、監造單位執行及填寫保育措施抽查表，營造單位執行及填寫生態保育措施自主檢查表。若於施工過程遇到環境生態異常時，應啟動環境生態異常狀況處理，必要時須停止施工並調整生態保育措施。
4. 維護管理階段：由生態團隊評估完工後生態保育措施執行成效，包括評估工區棲地復原狀況、施工前、中、後生態保全對象監測情形、生態保育措施實施情形、評估有無衍生生態環境問題或完成生態檢核全生命週期之作業。

3.3 生態調查方法

本研究於 2023 年 7 月進行第一期工程完工約 2 年調查，調查方法概述如下：

3.3.1 陸域動物調查方法

- 全工區穿越線調查法：自工區起點開始調查，沿工區渠道右線行進至工區迄點，再沿渠道左線折返，再回到起點。沿線行進中觀察或定點停留觀察，結合望遠鏡與照相設備進行辨識與紀錄。
- 定點陷阱法：穿越線沿線中段小型哺乳類可能通行處放置鼠籠，總計 2 處，以補充目視調查法的不足。

3.3.2 水域生物調查

- 籠具陷阱法：於渠道起點、終點周邊較易企及之渠道內水域環境，於傍晚設置水域陷阱，總計 2 個長城籠、3 個小魚籠及 6 個蝦籠陷阱，於隔夜翌日上午回收。(設置位置詳如圖 1)，
- 網撈法：於日間於適合水深處使用八卦網、於夜間沿渠道沿線以手抄網捕撈，針對魚類及蝦蟹類、螺貝類等水域動物進行調查。

3.3.3 陸域及水域植物調查方法

- 全工區穿越線調查法：本案以日間行進中沿途記錄所見之維管束植物為主，自工區起點開始調查，沿工區渠道右線行進至工區迄點，再沿渠道左線折返，再回到起點。

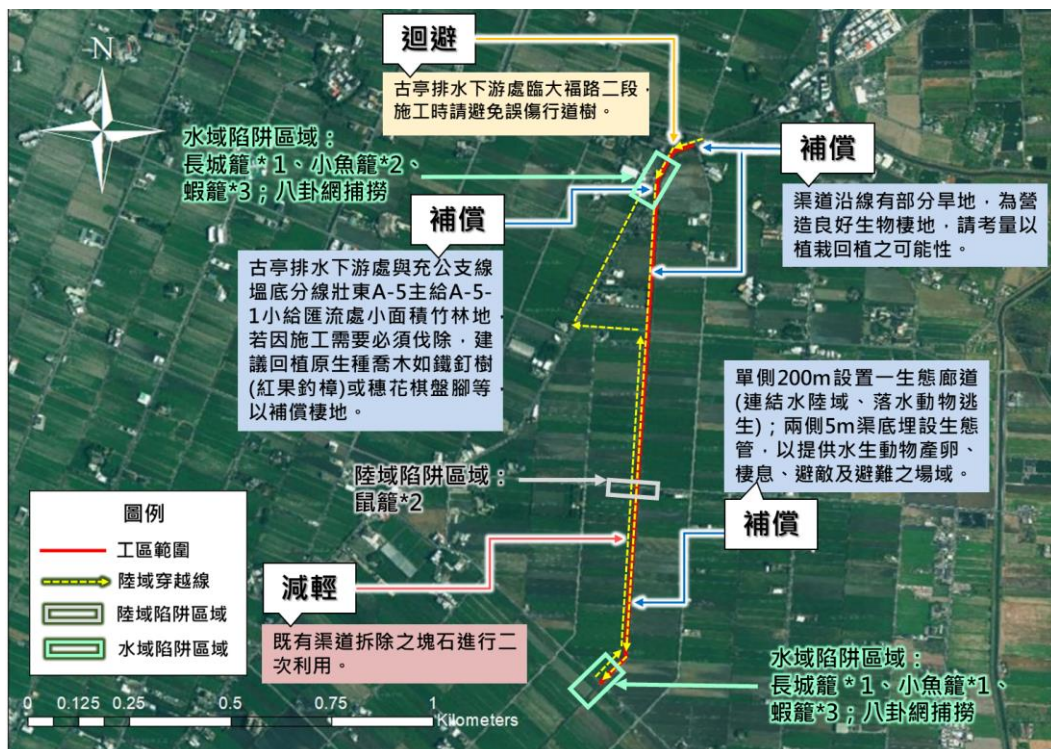


圖 1 第一期工區完工後 2 年生態調查及陷阱佈設_維管階段生態調查

第四章 工程設計與生態保育措施

4.1 工程設計概述

1. 壯東古亭中排改善工程旨在改善老舊破損之排水路，以提升排水效率與渠道穩定性，改善區域性淹水問題，從而提高農田水利灌溉排水系統因應日漸加劇之極端氣候之韌性回復力，並兼顧生態保育與環境友善原則。
2. 基於生態考量，施工過程採取「半半施工」工法，以維持渠道內基本水流，以降低對水域生物的直接衝擊。
3. 本工程設計導入「全生命週期生態檢核」機制，於規劃、設計、施工與維護階段皆納入生態考量，並依據現地調查結果與關注物種需求，提出具體保育對策。

4.2 生態保育策略與措施

本工程依據迴避 (Avoidance)、縮小 (Minimization)、減輕 (Mitigation)、補償 (Compensation)之生態保育原則優先程序，提出以下生態保育措施：

4.2.1 迴避

- 古亭排水下游處臨大福路二段，施工時請避免誤傷行道樹。
- 以警示帶標示工區南段烏心石，施工期間以草蓆包覆，避免施工機械碰傷。(保全對象：烏心石)

4.2.2 縮小

- 以警示帶、工程錐或其他方式，明確區隔工區範圍與週邊環境。在機具行進時避開田間之田埂、土丘、草叢的環境，減少機具通行與材料運送時對水鳥棲地的擾動。(關注物種：彩鷓、高蹺鴿)

4.2.3 減輕

- 半半施工法：建議施工時採取「半半施工」，保持渠道內水流暢通。(關注物種：高體鱒、臺灣石鮒)。
- 水質保護：建議在施作前移除渠道漂流廢棄物，並在實施時建立設置導、繞流設施排除混濁污水，以維持圳路水質。(關注物種：高體鱒、臺灣石鮒)。
- 底質棲地功能：保留泥質渠底或透過回填土壤方式，提供圓蚌及高體鱒的棲息環境。(關注物種：高體鱒、臺灣石鮒)
- 渠底庇護功能：考量完工後初期渠底缺少水生植物提供之庇護棲所，於渠道邊壁設置生態管，作為提供小型水域動物躲藏的替代場所。(關注物種：高體鱒、臺灣石鮒)

4.2.4 補償

- 生態友善爬坡設置：設置生態友善爬坡，提供掉落關注物種雛鳥及其他動物可攀爬至渠頂水田區的逃生機會，總計 10 處植筋混凝土生態友善爬坡，坡度 30 度，寬 30 公分。(關注物種：彩鷓、草花蛇)

- 生態友善爬坡設置：於渠道間隔約 200 公尺左岸及右岸設置生態友善爬坡，提供掉落關注物種雛鳥及其他動物可攀爬至渠頂水田區的逃生機會，共設置 23 處植筋混凝土生態友善爬坡，坡度 30 度，寬 30 公分。（關注物種：彩鶺、草花蛇）

4.3 民眾參與對推動生態檢核之影響

為提升工程與地方社會的連結性，本案於第一期工程辦理核定階段現場勘查、規設階段規劃說明會及施工階段施工說明會。以及第二期工程核定階段現場勘查、規設階段規劃說明會及施工階段施工說明會。於第二期工程民眾參與邀請對象包括古亭村村長及村民，古亭社區發展協會前理事長莊永昌，宜蘭縣野鳥學會陳樹德總幹事。

生態團隊與主辦單位蒐集在地居民、農民與環保團體意見，並將其納入工程設計中。例如，村民反映斷面設計應避免水位過低影響排水或垃圾囤積臭味滋生，圳邊巡水路設計避免日久濕滑，導致年長者滑倒問題。保育團體提出施工期程希望避開冬候鳥停留的時期（每年 10 月至翌年 2 月）。後續均已配合生態保育措施納入工程設計中。互動初期，在地居民與農民對生態保育措施之接受度不高，特別是生態爬坡可能影響通水的疑慮有所抗拒，經過持續溝通後，第一期工程施設 10 處生態友善爬坡。這部分很大程度是由於宜蘭管理處與工作站平時與在地維持良好溝通並建立長期互信機制，才取得的初期成果。隨著第一期工程完工後，在地對於寬度 1.5 公尺的壯東古亭中排施設 30 公分寬之植筋混凝土爬坡，並未發生妨礙排水之問題，從而放下戒心。生態團隊亦於民眾參與過程中重點宣導本案關注物種並不會對農田耕作產生過大經濟損失，因此第二期工程施設 23 處生態友善爬坡，並於說明會與施工過程中在地居民未再有反對意見。

第五章 研究結果與分析

5.1 施工前生態調查結果

本研究於第二期工程於 2023 年 8 月規劃設計階段進行之施工前調查，共記錄：

- 陸域動物：25 種， 14 種鳥類、2 種爬蟲類、1 種兩棲類、8 種昆蟲。
- 水域動物：12 種，包括 9 種魚類、3 種螺貝類，其中臺灣石鮒與高體鱒為重點關注物種。
- 植物：50 種，包括雙子葉植物 31 種、單子葉植物 19 種。其中最主要為草生地或水田常見的草本植物，例如稗等禾本科植物、數種莎草科植物，以及常見於濱水環境的蓼科植物和水丁香等。

本研究參採本次調查結果作為保育措施設計參考依據之一，並擬以此作為第二期工程後續監測與成效評估之基準。

5.2 施工期間監測成果

本研究於第二期工程施工階段共進行 10 次關注物種監測，重點成果如下：

- 水鳥活動觀察：可能因施工擾動，施工期間並未調查到關注物種彩鶺或高蹺鶺，但完工後周邊水田仍維持良好棲地環境，引此在工程主體完工後擾動變少之施工

階段後期，工區內亦發現東方黃鸝、磯鶻、花嘴鴨等野生動物，顯示既有的水田環境仍能提供野生動物棲息利用。

- 魚類即時移置：本案採取「半半施工」，維持渠道基本水位，降低水體干擾。讓水中生物能往上游或下游進行趨避。本團隊於施工階段調查時仍能採集到高體鱒鮭與臺灣石鮒個體，立即移置至鄰近具常流水之中排渠道，避免直接傷亡。
- 水質與底質維持：施工期間設置導流與繞流設施，有效排除混濁水體，渠底泥質區域保留良好，有利於底棲生物棲息。

5.3 維護管理階段生態保育措施成效分析

5.3.1 生態爬坡使用情形

於第一期完工後，宜蘭管理處人員曾拍攝到人為養殖的鵝類及野生花嘴鴨利用生態友善爬坡上岸之影像，顯示該設施具實際可利用性，提供水鳥安全的移動與逃生通道。於第二期工程完工後，本團隊於完工渠道目擊花嘴鴨利用生態友善爬坡下至渠道，並記錄到鷹斑鶻利用爬坡上岸之影像（圖 2），顯示此設施已為野生動物自然運用，成為橫向渠道通行之聯絡通道。



圖 2 鷹斑鶻於第二期工程利用生態友善爬坡上岸之影像。

5.3.2 渠壁生態管與渠底棲地利用(第二期工程)

施工階段未發現有野生生物利用。

5.3.3 棲地恢復情形

第一期工程完工後經過 2 年進行棲地現勘評估，陸域部分，(1)保全對象路樹如大葉山欖，皆保存良好，本團隊亦觀察到當地路樹可提供陸鳥棲息躲藏。(2)建議回植植生的右岸旱地及左岸三角形的畸零地（原本為竹林，在施工時伐除），於調查當日發現皆已作為私人栽種作物的用途，然而右岸旱地雖大多為私人水稻耕作用途，但在渠道沿線步道

皆有草本植物自然演替，形成高度高於 20 公分的草叢，本團隊人員調查行經時，偶有藏匿於其間的夜鷺、紅冠水雞等鳥類受到驚嚇而飛走，初步判斷渠道周邊自然演替的草叢，亦可作為水鳥棲息躲藏環境。(3)本團隊於工區範圍周遭觀察到彩鷓，是蘭陽平原重要的保育類鳥類，也是依賴瀕水草生植被的鳥類關注物種，因此維持草生植被環境應有助於本種關注物種的保育。

第一期工程完工後經過 2 年進行棲地現勘評估，水域部分，(1)於渠道已設置之友善生物爬坡，應可作為涉禽類雛鳥、龜鯢類及蛙類的通道或掉落逃生設施。(2)渠道水體濁度較高，多為紅耳龜、尼羅口孵非鯽及野翼甲鯰等入侵種動物，然而本工區水域仍能觀察到高體鰱鯪、鰲條、鯽、鯉魚、鰻(烏魚)等原生魚類，且鰲條及鯽的相對族群數量不少。(3)本次調查因水位較高，未能觀察到先前設置之生態管及再利用塊石，但初步推測前述設施應可提供前述原生魚類的躲藏場所。

第六章 結論與建議

6.1 結論

本研究以壯東古亭中排改善工程為案例，探討生態檢核制度於水利工程中的應用實踐，並評估生態保育措施對關注物種與棲地環境之成效。研究結果顯示：

1. 生態檢核制度具可行性與實用性：透過全生命週期管理，能有效整合工程設計、生態保育與民眾參與，提升工程永續性與社會接受度。
2. 生態保育措施具正面成效：如生態爬坡、生態管與泥質渠底等設施，提供野生動物棲息與移動空間，並觀察到花嘴鴨、鷹斑鷓、高體鰱鯪等物種實際利用，顯示採取之生態保育措施具生態可行性。
3. 棲地環境恢復良好：完工後植群覆蓋、水質與底棲環境多已恢復至施工前狀態，顯示半半施工、水質保護、限縮施工範圍、等施工期間採取的減輕措施，有效降低生態衝擊。
4. 民眾參與促進共識與在地支持：本案藉由生態團隊之生態專業建議以及宜蘭管理處長期建議與在地民眾之密切互信基礎，透過民眾參與之平臺，提升工程透明度與地方認同，亦促進社區對生態檢核的理解與生態保育措施的接受度。

6.2 建議

根據本研究成果，提出以下建議供未來類似工程與政策推動參考：

1. 作為行道樹的大葉山欖可作為陸鳥躲藏的庇護所，應持續作為往後維護管理的保全對象。
2. 渠道已設置供動物利用的友善生物爬坡(生態廊道)，具有提供當地關注物種(如彩鷓)利用通行的價值，往後生態監測可持續觀察動物利用情形。
3. 工區內水域兩側為高度水泥化構造，且水體濁度高，並且有大量入侵種魚類，是對本工區水域生態較不利的部分。然而本工區水域還有鰲條、鯽、鯉魚等中大型

原生鯉科魚類的族群，應可讓施工階段設置之生態管提供原生鯉科魚類棲息躲藏的場所。

4. 本工區水域仍有高體鰱鮠與圓蚌的觀察紀錄，兩種共生物種應有一定族群棲息於工區水域內，因此建議本工區日後應僅量避免封底工程，保留渠底的泥質構造供圓蚌棲息，以維持兩者族群的延續。

參考文獻

- BirdLife International. (2022). *Rostratula benghalensis*. The IUCN Red List of Threatened Species 2022. <https://www.iucnredlist.org>
- Chang, Y. C., Lin, H. M., & Wu, C. Y. (2020). Integrating ecological checklist into river engineering: A case study in Taiwan. *Ecological Engineering*, 148, 105787. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105787>
- Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (2007). *Wetlands* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Petts, G. E. (1984). *Impounded rivers: Perspectives for ecological management*. John Wiley & Sons.
- 王志強、李佩珊，「水利工程對濕地生態系統之影響與調適策略」，*環境與生態學報*，9(1)，21–36，2015。
- 李明哲、黃士豪，*生態工法設計與應用*，五南圖書出版公司，臺北市，2019。
- 林志鴻、張雅婷、陳建宏，「以生態友善設計提升水利工程永續性之實務經驗」，*臺灣水資源期刊*，69(2)，33–48，2021。
- 林志鴻、陳怡君，「生態檢核制度於水利工程之應用探討」，*水利工程季刊*，66(3)，45–58，2018。
- 陳建宏、張文彥，「臺灣淡水魚類生態與保育策略」，*自然保育季刊*，45，12–25，(2017)。