

臺灣農田水利生態工程推動成果檢討與展望

Review and Prospect of Achievements of Farmland Water Conservancy Ecological Engineering in Taiwan

蔡明華	林柏璋	黃湧池	蔡逸文
水利技師公會 全國聯合會 水利技師、全聯會常務理事	行政院 農業委員會 簡任技正	臺灣宜蘭 農田水利會 工程師	臺北科技大學 工程科技研究所 博士候選人

一、前言

二十一世紀為追求永續發展之時代，在天然資源開發利用策略上，不但要積極地兼顧生物多樣性之發展，同時應降低對生物多樣性之危害。我國以農立國，為維護水土資源永續利用，並對全球盡一份生物多樣性的責任，行政院農業委員會（簡稱農委會）農田水利處將「農田水利建設兼顧生態環境維護」列為農田水利事業推動目標，以期農田水利設施除灌溉排水功能外，也兼具生態保育及生物多樣性功能，對於農田水利建設自規劃、設計、施工及後續維護管理，強調採用重視農田水利三生功能的工程方法及維護管理，以減少對自然環境造成傷害，並進而創設或營造更利於生物多樣性發展之優質生態環境，以達永續發展目標。

本文介紹近年來臺灣推動農田水利生態工程之步驟、方法、技術、策略、成果、案例及展望。

二、推動步驟與方法

農委會為輔導農田水利會辦理農田水利設施更新改善時推動生態工程，所採步驟及方法，分「曉之以義」、「教之以技」、「導之以利」、「規之以法」等四步驟循序漸進，而各步驟之方法，分述如下：

（一）曉之以義

先讓農田水利會首長、主管及業務主辦人員充分瞭解為甚麼要推動生態工程，做了以後會有甚麼好處。

1. 農委會已將農田水利建設兼顧生態環境維護列為農田水利事業目標之一，農田水利會營運之灌排系統範圍，包含有水庫、埤池、河川取水設施、灌溉水路、農田排水路及至排入之河川，整個灌排系統縱橫於各地水田輸送水分，其對大地之功能角色相當於人體的血管網，整個水路與水田所形成之農業水

域已成為人工濕地之一，灌排水路為水生生物的重要生物廊道，對生物環境之水循環及生物多樣性生態環境具重要的影響。

2. 現代工法多採鋼筋混凝土，堅固耐用，且具施工容易、輸水及用水效率高、維護費用低等優點，惟忽視其他野生生物生存需求，為因應生物多樣性及永續發展，農田灌排系統在維持系統暢通與完整前提下，儘可能採用生態工程，以減少對生物環境的傷害，並保留復育更多農業生態系統野生生物，進而營造農村自然景觀，彰顯農田水利及農業三生功能。

(二)教之以技

教導農田水利會規劃設計人員在觀念及心態上先養成尊重自然環境、保育天然資源及生物多樣性環境，循序漸進增進生態工程技術水準及執行能力。

1. 增進國內技術人員生態工程方面之執行能力

- (1) 請各農田水利會指派負責推動生態工程之主辦人員，負責推動相關事宜之聯繫協調，並彙整歷年辦理生態工程之成果資料。
- (2) 對農田水利會規劃、設計及管理技術人員實施技術講習訓練，辦理技術研討會及觀摩會，建立技術溝通交流平臺。
- (3) 成立「農田水利生態工程技術諮詢服務團隊」，邀請生態工程相關領域之專家學者及農田水利工程實務經驗豐富者，作為推動農田水利生態工程之技術後盾，提供技術指導及顧問諮詢服務。
- (4) 宣導農田水利生態工程之推動方向，使農田水利會人員瞭解農田水利生態工程，何類工程宜優先採用生態工程，進而使農民與民眾認同採用生態工程。

2. 彙編提供相關技術資料

- (1) 編訂農田水利生態工程技術手冊，供規劃設計施工及管理參考。
- (2) 彙編國內外優良生態工程實施案例，提供農田水利會人員參考。
- (3) 提供灌排水路相關生物之環境需求查詢資訊，使規劃設計者充分瞭解生物環境需求。

3. 引進國外技術

- (1) 藉由技術講習及研討會，邀請國外專家來台介紹技術、制度及實務指導。

(2)選派優秀技術人員考察國外先進作法，開闊觀念，強化適合本土的創意功夫。

(三)導之以利

宣導採用生態工程的好處，政府給予特別經費補助，從試辦到推廣，引導執行單位認真去做，讓農民也願意支持。

1. 考量生態並完成規劃設計之工程列為生態工程，政府優先納入農田水利更新改善工程計畫增加補助預算。生態工程之優良成功案例，將之列為範例，作為其他農田水利會觀摩。
2. 對於推動認真、規劃設計有創意、實施成果績效卓著之農田水利會及工作人員，給予適當獎勵。

(四)規之以法

以法律及行政命令規定或函頒，作為農田水利會執行生態工程之準繩及規範。

1. 現行水利法第56條第1項規定，因興辦水利事業必須建造堰壩水閘時，應於適當地點建造竹木筏運道或魚道。
2. 農委會於民國93年6月訂頒「農田水利建設應用生態工法規劃設計與監督管理作業要點」，並函示推動生態工程應依該要點進行規劃、設計、施工並彙整成果。
3. 農委會前陳報行政院之農田水利事業法草案，規定將生態環境維護與農田灌溉排水一併納入農田水利事業範圍。
4. 日本土地改良法已增加規定辦理土地改良事業時，其調查規劃設計需考量與環境之和諧對應。該法規相當於我國農田水利事業推動之作用法法律位階，可供借鏡，並經日方同意，於95年度翻譯完成日本之「與環境相調和考量下事業實施之調查規劃·設計手冊」及「農田水利事業考慮與環境調和之規劃設計指針—基本考量·水路篇及案例圖冊」，引介供國內參考。

三、技術與策略

農委會於93年6月30日以農水字第0930030405號函頒「農田水利建設應用生態工法規劃設計與監督管理作業要點」(行政院公共工程委員會(簡稱工程會)95

年6月21日以工程技字第09500229670號函示，推動生態工程中，以往採用「生態工法」乙詞因常遭人誤以為是一種工法滋生爭議，為利後續推動能順利進行，並與國際接軌，爾後若有與「生態工法（eco-technology）」相關之用語，請改用「生態工程（eco-engineering）」。上述該要點需配合檢討或修正）作為推動之行政規範及技術指導原則，該要點內容概述如下：

- (一) 農委會為貫徹生產、生活、生態三生農業政策，推動農田水利建設時兼顧提升農業生產、保育生態環境、維護生物多樣性及營造農村景觀，採取以生態為基礎、安全為導向之工程方法，減少對自然環境造成傷害，以達永續發展之目標，特訂定本要點。
- (二) 農委會補助辦理之農田水利設施更新改善、農地重劃及早期農地重劃區農水路更新改善等農田水利建設，其規劃、設計、施工及維護管理，應積極考量生態工法原則，兼顧生態環境維護。
- (三) 農田水利建設規劃，應將下列生態課題納入考量：
 1. 當地特定生物之確認及其保育方案或措施。
 2. 生態工法設計之選用(包括工料來源之探討)。
 3. 生態監測及設施之後續維護。
 4. 景觀及原生植物植栽。
- (四) 應用生態工法規劃，應先做相關之背景環境、材料及生態調查，其調查方法得用文獻調查及現場調查等方式。生態調查經費，得納入工程建設預算。
- (五) 農田水利建設應用生態工法規劃時之考慮事項：
 1. 水路：包括灌排水路
 - (1) 排水路儘可能順應地形保持蜿蜒，或利用不同之工法使其形成多樣性流況。湧泉地區之水路不予封底，以保護生物棲地環境。
 - (2) 在用地許可之情形下，渠面應儘量採緩坡設計，在不影響水路流況及阻礙巡防道路情況下，最高設計水位超高部分或渠頂宜適量覆土，俾提供植物生長，以利景觀、生態功能。
 - (3) 水路設置得以容納小生物避難或隱藏之多孔隙空間。
 - (4) 灌排分離之水路，由於配合灌溉管理，可能於一段期間內斷水，故需視實際狀況，規劃非灌溉期間容留水中生物避難的地方。

- (5) 水路周邊得設置綠地、河畔林或灌木叢，以提供水路多樣性生態環境。
- (6) 跌水工、陡槽或攔河堰如對水中魚類有移動障礙，為使不影響其繁衍，可考慮採用多階段小落差之連續水工型態或設置魚道。
- (7) 排水渠道因有被洪水沖毀之可能，應考量安全與生態兼具之工法，渠底應採透水性之材料，以涵養補注地下水。
- (8) 為維護良好灌溉水質，應考量預防未經許可之搭排及受污染之地面逕流入灌溉渠道。
- (9) 灌溉、排水渠道採生態工法設計，如週遭環境及維護管理等條件合適，得考量規劃具親水功能、景觀及植栽等設施，俾增加居民休憩及生態教育之功能。
- (10) 灌溉、排水渠道如流經湧泉地區，可考量加大圳路寬度、挖深使成水塘，在灌溉停水或渠道維修期間，成為水生動物之避難所，或在豐水期間成為水生物之棲息地。

2. 農路：

- (1) 農路應儘可能沿著地形坡度整建，避免大量挖填土方，並檢討最小寬度，加強排水設施功能，以減輕對生態環境之影響。
- (2) 預定設置農路之路線需調查是否有珍貴稀有或特有之植物或動物棲息地。若經查明係屬上述地點，應考量變更農路路線或提出減輕影響之替代方案。農路預定路線如經調查有保育類野生動物，宜規劃適當之野生動物遷移廊道。
- (3) 農路路面以碎石級配等透水性材料鋪設為原則。
- (4) 如空間許可，主要幹道農路兩側應植栽行道樹，樹種的選擇以原生種為原則，並納入景觀規劃。

3. 貯水池(或調整池)：

貯水池水域及其周邊為魚類、其他水生生物及鳥類之棲息空間，其周邊灌木叢或林帶亦為昆蟲、鳥類及小動物之棲息空間，宜規劃使其水域及陸地之地形及植生保持連續不中斷，並配合規劃生態觀察便道及自然生物保護區域，以防止人為活動之干擾。

- (六) 採行生態工法，以因地制宜、就地取材為原則，需視建設目標及當地物化特性及人文背景資料，充分分析後而選定之。

- (七) 農田水利建設應用生態工法之規劃、設計，為求完整周延，各主辦單位得邀請生態工法專家學者或設專案諮詢小組協助審查，所需經費，得納入工程建設預算。
- (八) 調查測量等外業工作，應儘可能避免影響生態環境、破壞珍貴稀有之生物棲息場所。在預算容許範圍內，儘可能編列施工前生物調查經費。
- (九) 應用生態工法設計時應考慮下列事項：
1. 符合個案之特性：
 - (1) 依個案人文、地理、生態等特質及規劃目標進行設計。
 - (2) 選擇適當之生態工法。
 - (3) 視實地情形預測施工階段可能發生之狀況，並考量因而可能增加經費之處理方式。
 2. 配合地區特性並儘量利用當地天然材料，植栽以原生種為原則。
 3. 營造多樣化生態環境。
 4. 降低施工期間對生物干擾或保留生物棲息場所之措施。
- (十) 生態工法應尊重當地特性，其建設將成為地方之文化資產，與當地居民之生活息息相關。主辦單位在規劃初期應積極邀請地方人士參與，推動地方民眾認養維護。
- (十一) 生態工法施工時應注意期程安排、施工路線、棲地保護等措施，以減低施工對生態環境之影響，並需有保護保育類動植物、湧泉之應變措施。施工完成後應評估生態工法之實施成效。
- (十二) 生態工法完工後，管理單位應編列適當維護預算，做為損壞補修、植生補植或改修之費用。
- (十三) 各主辦單位應於每年年度終了，將該年度推動生態工法之成效彙報農委會。
- (十四) 本作業要點未規定者參照一般工程之設計原則及規範辦理，主辦單位並得採行較本要點更有利於生態環境之做法。

四、農委會歷年推動生態工程相關計畫

農委會自91年起推動農田水利生態工程，每年亦配合成立農業發展及農業科技計畫，其相關之計畫概述如表1，主要執行單位為農業工程研究中心(簡稱農工中心)、

臺灣大學、中興大學、農田水利會聯合會及各農田水利會，執行成果相當豐碩，計畫概要以工作項目或重點說明。

表1 歷年推動生態工程相關計畫一覽表

年度	計畫類別	計畫名稱	計畫概要
91	農業發展	灌溉排水工程對維護生物多樣性功能示範、調查及實驗規劃設計(I)	為建立應用生態工法於農田灌溉排水水路之設計與施工模式，並追蹤調查其對維護農業生物多樣性的成效，辦理柯林湧泉圳、穿龍圳北幹線、葫蘆墩圳南幹線、水蛙窟圳等 4 條農田灌溉排水路環境及生物因子調查。
92	農業發展	灌溉排水工程對維護生物多樣性功能示範、調查及實驗規劃設計(II)	對「柯林湧泉生態教育園區」施工前、施工中、施工後之生物相變化，辦理追蹤調查，並有系統提出 31 項要點及說明，擬定「推動標準灌溉排水工程應用生態工法之建議操作程序」，以確保生物多樣性。
93	農業發展	灌溉排水工程對維護生物多樣性功能示範、調查及實驗規劃設計(III)	辦理柯林湧泉圳、丸山二中排、吉安圳、湧水圳及桃源圳等 5 條灌溉排水路環境與生物因子調查，並對新竹會澎湖窟、宜蘭會尚德生態園區、南投會四德二號圳及泉水埤、嘉南會柳仔溝圳等灌溉排水路進行初勘及提供建議；另辦理「農田水利建設生態工法參考手冊」及農田灌溉排水路生態工法技術訓練。
94	農業發展	農田水利建設推行生態工法之整體規劃計畫	推行生態工法所需之技術、施行生態工法所需之財務及其經濟性、後續營運維護、景觀規劃與生態保育之檢討，並以「農田水利論壇」的方式，邀請產官學界闡述農田水利事業「三生三農」及對國家總體經濟、社會之貢獻。
94	農業發展	農田灌溉排水路生態工程之推動與追蹤	評估全省農田水利會推動灌溉排水路實施生態工法之執行成果，計進行「成立技術服務團隊」、「案例生態調查」、「生態工法案例成果彙編」、「辦理技術訓練」、彙編「水邊之美」等項目。
95	農業科技	農田水利生態工法研發	自 95 年度起，成立 4 年計畫；95 年度工作項目有： 1. 農田水利生態環境資訊蒐集調查及資料庫建置。 2. 建立農田水利建設生態工法選址及效益評估模式。 3. 本土化農田水利生態工法之研發。 4. 既有水路埤塘生態改善工法之研發。 5. 規劃設計指針研訂及案例圖冊整編。

年度	計畫類別	計畫名稱	計畫概要
95	農業發展	農田水利工程業務輔導與推廣-農田水利災害暨生態工法推廣	<ol style="list-style-type: none"> 1. 訓練農田水利會工程人員具備生態工程專業知識及技能，並辦理生態調查種子人員培育訓練。 2. 將 93 年度起推動農田水利會試辦生態工程之成果，拍攝製作宣導影片，推廣至各農田水利會。 3. 彙整 93 年第 4 季跨 94 年度試辦生態工程成果報告。
95	農業發展	農田灌溉排水路生態工程之推動與追蹤調查	<ol style="list-style-type: none"> 1. 農田水利生態工法試辦工程技術諮詢。 2. 農田水利生態工法實作及研發成果發表。 3. 農田水利會生態工法試辦工程推廣。 4. 生態工法試辦工程生態調查。
96	農業科技	農田水利生態工程研發	<ol style="list-style-type: none"> 1. 農田水利生態環境資訊蒐集調查及資料庫建置。 2. 建立農田水利建設生態工法選址及效益評估模式。 3. 本土化農田水利生態工法之研發。 4. 既有水路埤塘生態改善工法之研發。 5. 規劃設計指針研訂及案例圖冊整編。
96	農業發展	農田灌溉排水路生態工程推動與追蹤調查	<ol style="list-style-type: none"> 1. 農田水利試辦生態工程技術諮詢服務。 2. 農田水利會試辦生態工程推廣。 3. 試辦生態工程生態調查。
97	農業科技	農田水利生態工程研發	<ol style="list-style-type: none"> 1. 農田水利生態環境資訊蒐集調查及資料庫建置。 2. 建立農田水利建設生態工法選址及效益評估模式。 3. 本土化農田水利生態工法之研發。 4. 既有水路埤塘生態改善工法之研發。
97	農業發展	農田水利會生態工程推動與調查	<ol style="list-style-type: none"> 1. 農田水利會生態工程技術諮詢服務及規劃設計準則草擬。 2. 農田水利會灌排圳路生態調查。 3. 農田水利會生態工程成果宣導與推廣。
98	農業科技	農田水利生態工程研發	<ol style="list-style-type: none"> 1. 農田水利生態工程資料庫多元性之應用。 2. 本土化農田水利生態工法之研發。 3. 農田灌溉排水系統魚類游泳能力與設施庇護機能研究。 4. 農田灌溉排水系統指標個案生態調查。
98	農業發展	農田水利會生態工程成效評估與技術推廣	<ol style="list-style-type: none"> 1. 農田水利會生態工程技術諮詢服務及農田水利生態工程規劃設計規範擬議。 2. 農田水利生態工程評估方法應用。 3. 農田灌溉排水路試辦生態工程成效宣導與技術推廣。

年度	計畫類別	計畫名稱	計畫概要
99	農業科技	農田水路生態工程設計與技術之研發	1. 農田水路兼顧灌排功能與生態工程設計之研發。 2. 農田水路生態工程材料之研發及可行性評估。 3. 農田水路生態棲地特性之調查與評估。
99	農業發展	農田水利生態工程推廣與節能減碳應用效益評估	1. 農田水利生態工程之減碳及成本效益評估與應用。 2. 農田水路生態工程技術之諮詢服務與輔導。 3. 生態工程技術推廣及觀摩。
100	農業科技	農田水利生態工程研發	1. 本土化農田水利生態工程技術可行性應用研發。 2. 本土化農田水利生態工程材料應用效益分析。
100	農業發展	農田水利生態工程推廣與節能減碳應用	1. 農田水利生態工程之選址及節能減碳評估成果總彙整。 2. 農田灌溉排水路生物多樣性調查及手冊彙編。 3. 生態工程技術推廣。
101	農業科技	農田水利生態工程研發	1. 農田生態水路對灌區生態系統與社區營造之研究。 2. 多孔性生態混凝土應用於田間澆灌水路及生態調查。
101	農業發展	農田水利生態工程推廣與節能減碳應用	1. 農田水利工程節能減碳應用及推廣。 2. 生態工程生物多樣性調查、教育訓練及個案成果展示與觀摩。 3. 生態工程與節能減碳之推廣。
102	農業科技	農田水利生態工程研發	1. 農田水利生態工程新知引進及本土化成果分析。 2. 農田水利生態工程綠色材料試驗、預鑄及分析。
102	農業發展	農田水利生態工程推廣與節能減碳應用	1. 農田水利工程節能減碳應用及推廣。 2. 生態工程生物多樣性調查、教育訓練及個案成果展示與觀摩。 3. 生態工程與節能減碳之推廣。
103	農業科技	農田水利生態工程研發	1. 農田水利生態工程新知引進及本土化成果分析。 2. 農田水利生態工程綠色材料試驗、預鑄及分析。
103	農業發展	農田水利生態工程推廣與節能減碳應用	1. 農田水利工程節能減碳應用及推廣。 2. 生態工程生物多樣性調查與資料庫建置。 3. 農田水利生態工程推廣與環境教育。
104	農業科技	農田水利水路基本設計檢討及研究	1. 灌溉渠道止水帶基本設計檢討及研究。 2. 本土化農田水利水路生態工程綠色材料應用。
104	農業發展	農田水利生態工程推廣與節能減碳應用	1. 農田水利工程節能減碳應用及推廣。 2. 生態工程生物多樣性調查與資料庫建置。 3. 農田水利生態工程推廣與環境教育。

年度	計畫類別	計畫名稱	計畫概要
105	農業科技	農田水利水路基本設計檢討及研究	1. 灌溉渠道施工縫基本設計檢討及研究。 2. 本土化農田水利水路生態工程綠色材料應用。
105	農業發展	農田水利生態工程推廣與節能減碳應用	1. 農田水利工程節能減碳應用及推廣。 2. 生態工程生物多樣性調查與資料庫建置。 3. 農田水利生態工程推廣與環境教育。

五、農田水利會辦理生態工程之成果

(一)農田水利生態工程成果

試辦生態工程自91年至104年止已完成215件，茲列舉獲獎農田水利生態工程詳如表2。

表2 試辦農田水利生態工程獲獎一覽表

年度	農田水利會	工程名稱	獲得獎項
91	臺東	鹿野圳武陵社區段綠美化工程	優良農建
92	宜蘭	柯林湧泉排水生態工法改善工程(第二期)	優良農建、公共工程金質獎入圍
93	臺東	關山大圳沉砂池綠美化工程(第三期)	優良農建
93	臺東	卑南圳水利公園綠美化工程(第二期)	優良農建
94	嘉南	南幹支線渠道內面工改善工程(12+384--12+847.5)	優良農建
94	嘉南	柳子溝圳生態工法工程	優良農建
94	嘉南	西港分線渠道內面工改善工程(3+216-4+048)	優良農建
94	臺東	射馬干圳生態工法試辦工程	優良農建
95	臺東	卑南圳進水口生態工法試辦工程(第二期)	優良農建
95	臺東	射馬干圳沉砂池生態工法試辦工程(第二期)	優良農建、公共工程金質獎
96	嘉南	蕭壠分線改善工程(5+055.5~5+456.7)	優良農建
97	嘉南	新營支線渠道內面工改善工程(0+920~1+586)	優良農建
97	嘉南	柳營別線渠道內面工改善工程	優良農建
98	嘉南	西港分線改善工程(4+529~4+815)	優良農建
98	嘉南	上茄苳埤第二堤防改善工程	優良農建
98	臺東	池上圳進水口及導水路改善工程	優良農建
100	苗栗	大潭調整池邊坡整治改善工程	優良農建
100	臺東	關山大圳4支線改善工程	優良農建
103	臺東	大原地區水橋週邊休憩空間營造與綠美化工程	優良農建

(二)灌排水路生物調查成果

生物調查包括植物及動物（魚類、蝦蟹類、螺貝類、蛙類、鳥類及昆蟲類），本文列出調查時常見魚類、蝦蟹類、螺貝類，詳如表3至表5。

表3 臺灣灌排水路調查常見魚類

中文名(學名)	俗名
臺灣石魚賓(<i>Acrossocheilus paradoxus</i>)	石斑、石鱸、石兵、秋斑、石鱸仔
粗首鱨(<i>Zacco pachycephalus</i>)	紅貓〔雄魚〕、闊嘴郎〔雄魚〕、溪哥仔〔雌魚〕、苦粗仔、苦槽仔
平領鱨(<i>Zacco platypus</i>)	溪哥仔(幼魚及雌魚)、紅貓(雄)、寬鰭鱨
臺灣纓口鰍(<i>Crossostoma lacustre</i>)	鹿仔魚、花貼仔、石貼仔
中華花鰍(<i>Cobitis sinensis</i>)	花鰍、條紋花鰍、胡溜、沙鰍、沙溜、沙胡溜、土鰍
泥鰍(<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>)	土鰍、雨溜、魚溜、胡溜、河溜、真泥鰍
明潭吻鰕虎(<i>Rhinogobius candidianus</i>)	甘仔魚、狗甘仔、苦甘仔、川虎、褐吻鰕虎
極樂吻鰕虎(<i>Rhinogobius giurinus</i>)	極樂鰕虎、甘仔魚、狗甘仔、苦甘仔
短吻紅斑吻鰕虎(<i>Rhinogobius rubromaculatus</i>)	甘仔魚、狗甘仔、苦甘仔
日本禿頭鯊(<i>Sicyopterus japonicus</i>)	日本飄鰭鰕虎、日本彈塗魚、日本花跳、和尚魚、烏老、石貼仔
臺灣馬口魚(<i>Candidia barbatus</i>)	臺灣鬚鱨、愁仔魚、一枝花、山鯪仔、沙鯪
鯽魚(<i>Carassius auratus auratus</i>)	土鯽、鯽仔魚、鯽仔、金鯽、金魚、鮒
草魚(<i>Ctenopharyngodon idellus</i>)	鯪
鯉魚(<i>Cyprinus carpio carpio</i>)	鯪仔
臺灣石鮒(<i>Tanakia himategus</i>)	革條副鮒、牛屎鯽、紅目鯪仔
羅漢魚(<i>Pseudorasbora parva</i>)	麥穗魚、尖嘴仔、車栓仔、尖嘴魚仔
高體鰱鮒(<i>Rhodeus ocellatus</i>)	點鮒、鮒、鮒魚、牛糞鯽仔、紅目鯽仔
菊池氏細鯽(<i>Aphyocypris kikuchii</i>)	馬達卡、Medaka(台東地方俗名)、散魚仔
鯰(<i>Parasilurus asotus</i>)	鯰魚、廉仔、念仔魚、鯰魚、怪頭魚、黃骨魚
大肚魚(<i>Gambusia affinis</i>)	大肚仔、胎鰭魚、食蚊魚
吳郭魚(<i>Oreochromis</i> spp.)	南洋鯽仔、非洲仔

註：詳細資料可至「農田灌排水路生物多樣性調查資料庫」網站下載
(<https://goo.gl/VkvhM5>)

表4 臺灣灌排水路調查常見蝦蟹類

中文名(學名)	俗名
擬多齒米蝦(<i>Caridina pseudodenticulata</i>)	米蝦
多齒新米蝦(<i>Neocaridina denticulata</i>)	米蝦
粗糙沼蝦(<i>Macrobrachium asperulum</i>)	黑殼仔
大和沼蝦(<i>Macrobrachium japonicum</i>)	珍珠蝦、大和藻蝦、大和米蝦
貪食沼蝦(<i>Macrobrachium lar</i>)	金神沼蝦、過山蝦、溪斑節
日本沼蝦(<i>Macrobrachium nipponense</i>)	青蝦、大頭蝦
日本絨螯蟹(<i>Eriocheir japonicus</i>)	毛蟹、日本毛蟹
字紋弓蟹(<i>Varuna litterata</i>)	扁蟹仔
黃綠澤蟹(<i>Geothelphusa olea</i>)	屎蟹
拉氏清溪蟹(<i>Candidiopotamon rathbuni</i>)	澤蟹、石蟹、屎蟹

註：詳細資料可至「農田灌排水路生物多樣性調查資料庫」網站下載
(<https://goo.gl/VkvhM5>)

表5 臺灣灌排水路調查常見螺貝類

中文名(學名)	俗名
川蜷(<i>Semisulcospira libertina</i>)	川蜷螺、海蛸、大釘螺蛸
石田螺(<i>Sinotaia quadrata</i>)	石螺、環稜螺
網蜷(<i>Melanoides tuberculatus tuberculatus</i>)	網螺
錐蜷(<i>Stenomelania plicaria</i>)	錐螺
福壽螺(<i>Pomacea canaliculata</i>)	金寶螺、蘋果螺、天壽螺
臺灣椎實螺(<i>Radix auricularia swinhoei</i>)	椎實螺、痕螺
壁蜆螺(<i>Septarria septaria porcellana</i>)	五彩蜆螺
圓蚌(<i>Anodonta woodiana</i>)	田蚌
石蚌(<i>Unio douglasiae taiwanicus</i>)	臺灣池蚌、斧頭精、崎獨仔
臺灣蜆(<i>Corbicula fluminea</i>)	蜆仔、蚶仔、河蜆、拉仔

註：詳細資料可至「農田灌排水路生物多樣性調查資料庫」網站下載
(<https://goo.gl/VkvhM5>)

六、農田水利生態工程推動策略檢討

1. 農田水利工程兼顧生態是必須面臨的挑戰與使命，惟非一蹴可及，透過國內與國際間來訪之專家學者指導與檢討試辦成效，俟技術成熟與配套措施研擬完善後，再擴大推廣與立法。
2. 在試辦工程階段，成立技術諮詢團隊，對每件個案提出選址可行性及施作建議，以期生態工程規劃設計周延。
3. 每件試辦工程儘可能進行包含施工前、中、後生態追蹤調查，俾作評估效果及效益參據。
4. 如果可能，盡可能要求試辦工程分階段逐年施工，俾利檢討每年施作優缺點，以作為下一期工程修正參考。
5. 試辦類型，從攔河堰、導水路、灌溉水路、灌排兼用水路、埤塘、排水路整個灌排系統單元，均已有試辦案例，並有湧泉圳路等特殊試辦案例，可作為往後評估檢討之材料。
6. 工程材料應因地制宜、就地取材為宜，在卵石採取困難或單價過高之地點，可搭配滲透性混凝土(多孔隙混凝土)取代漿砌塊石施工法。
7. 94年起推動「生態工程技術諮詢」極具成效，在各會長及相關設計同仁的努力下，生態工程的成果已逐漸獲得在地農民的認同，並多件工程獲得農委會優良農建獎及工程會金質獎。

七、農田水利生態工程案例-柯林湧泉圳

(一)、位置及年度

柯林湧泉圳路位於宜蘭縣三星鄉大隱村及冬山鄉柯林村的交界處，配合農委會推動農水路施設生態工法政策，宜蘭農田水利會率先於91年及92年爭取補助經費，分二年二期以生態工法試辦工程進行規劃設計，除維持該水路的原有灌排功能外，採用坡頂綠美化、護坡多孔隙及河道多樣化的近自然工法，回復大地生命原貌，改善田園景觀，美化農村生活環境。

(二)、設計理念及工程特色

在結構安全的原則下，綜合各級長官、學者及專家建議，並配合當地居民意見，以3種生態工法進行規劃設計整治，其工程內容包括湧泉池塘1處、

污水引水道110公尺、固床工16處、魚道1處、乾砌塊石護岸468公尺、大塊石護岸245公尺、石籠護墊坡面工450公尺、連鎖磚步道916公尺、枕木步道90公尺、水池中木棧道17公尺、涼亭3處、人行拱橋5座、管理中心1處、廁所1處，其工程設計理念及特色說明及示意照片如下：

1. 創造多孔隙護坡棲地

護坡以乾砌石堆疊，製造許多空隙，使得魚、蝦、蟹類等生物有孔隙可供利用躲藏及植物紮根。



2. 基礎多孔設計且使用天然材料

於第一期護岸混凝土基礎每隔1.5公尺埋設香蕉莖材料作為生態管，由於施工後蕉莖很快腐爛，除製造棲地外，亦可供應微生物餌料，並可使魚類、蝦類及蟹類較早進駐生態管內棲息繁衍。



3. 連接上下游製造多樣化流況

圳路內設計連續的固床工，以大石塊堆疊，使圳內單調的水體產生迴流、淺瀨、深潭等人工仿自然水體，可提供動植物及微生物更有利的再生空間。



4. 保留原有樹種並提供多樣化水生植物

因施工而有剷除許多原生植物，故在護岸上保留苦楝、烏白、血桐等原有樹種，並在裸露的砌石石縫間扦插能萌芽之水生植物，如李式禾草、豆瓣菜、野薑花等，提供多樣化的植物，使魚類在植物間遮蔭、躲藏、產卵、覓食有機碎屑物。



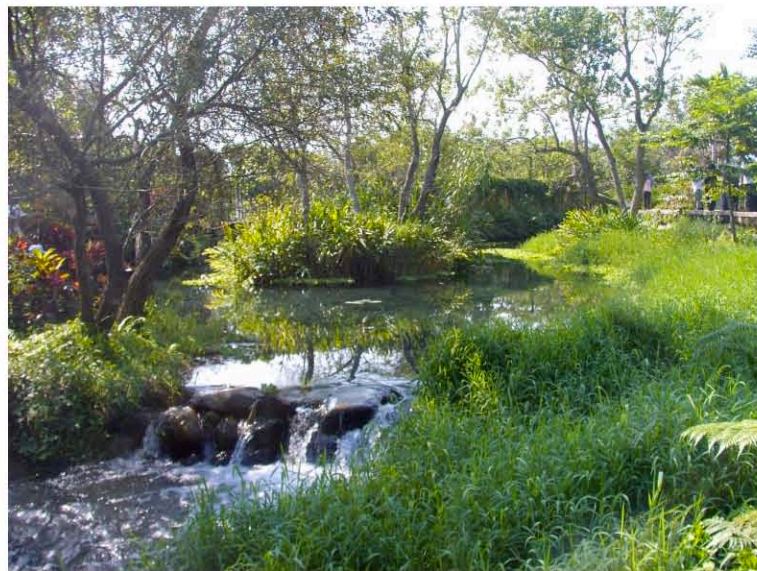
5. 圳路兩岸綠美化

護坡施工後，溝渠堤岸兩旁裸露的圳堤加以植樹，植栽綠美化對整體的景觀改善助益良多，並有助水域的遮蔭效果。



6. 設置圳路生態保護

該生態園區圳路有一自然形成的生態島，於施工中予以保留並加固其結構，由於行人不能到達且其上有自然形成之樹木及植被，可供魚類及鳥類等棲息躲藏。



7. 設置污水引水道

以涵管方式將上游污水引導至下游，減少水質污染程度增加生態多樣性。



8. 設置魚道

調節水源兼具灌溉排洪功能，並設有水壩魚道讓水生物自由迴游，以維護水生物魚類族群等生態平衡，提供水利設施多功能知性教育休閒遊憩景點。



(三)、工程效益及民眾反應

1. 創造生產、生活、生態之農田水利三生功能。
2. 經農工中心及特有生物保育中心定期生物調查顯示，保護約24種珍貴稀有種原生魚種，如七星魚及中華花鰻等。為保護此生態成果，宜蘭縣政府特准自93年6月10日至95年6月9日止，實施封圳護魚，嚴禁以任何方式，採捕水產動物及水生植物，以維護自然生態繁衍棲息環境。

3. 保留河道中樹種，在不影響渠道通水斷面原則下，將原有樹木如果實樹(錫蘭饅頭果)、臺灣赤楊、水柳、麻竹、烏白、苦楝等原有樹種保留，以增加渠道的綠美化及生態多樣化。
4. 融入社區總體營造，提供民眾休閒遊憩之場所。本工程第一期完工後，立即獲得附近居民肯定；第二期因堤頂寬度不足，獲得相關地主無償提供土地進行植栽綠美化，使整體工程更兼具綠美化效果。
5. 本工程由於設計及施工甚得上級長官肯定，並榮獲 92 年度農委會優良農建獎及第七屆公共工程金質獎生態類品質優良入圍表揚。
6. 具有生態教育功能，已成為學校戶外教學的最佳去處，除獲得農委會、經濟部、縣政府、鄉公所、省觀光協會、臺灣大學等各級長官、國會記者水利建設參訪團之支持與肯定外，全國相關學術單位、農工中心、各農田水利會、各級學校戶外教學等陸續參訪觀摩。
7. 本案工程經學術研究單位分析評估，益本比約為1.4。

八、 展望

- (一)為因應全球氣候變遷之挑戰，減少溫室氣體排放之國際共識，農田水利部門除為「健康、效率、永續經營」全民農業政策目標需要，配合行政院「永續公共工程-節能減碳政策」推動，落實「公共建設之永續性思維與作法--從綠色內涵到節能減碳」，並響應「環境教育法」施行，在臺灣地區17個農田水利會轄區積極推展農田灌排水路生態工程。
- (二)從現階段選定生態環境條件較優良之局部區段圳路試辦生態工程之成果及經驗，逐步擴大推動從幹支分線水路至水田等之整體灌溉水路網作系統性生態調查及生態工程實施規劃，掌握區域生態特性，建立系統性生態廊道，以達成灌溉排水路系統網區域全面性生態復育。
- (三)選適當之優良生態工程，建置環境教育設施場所，辦理環境教育，促進民眾參與，加強宣導讓農民及地區住民瞭解及建立共識，並鼓勵居民自發地參與設施維護。
- (四)加強工程人員生態工程技術培訓及技術經驗交流，增進生態工程之規劃設計技術能力。

- (五)加強管理人員對環境生態之基本認識，並透過生態工程後續維護管理手冊，增進管理人員對農田水利生態化的管理能力，以維持設施運作功能並維持原有的生態環境。
- (六)蒐集本土化生態工程案例之技術成果經驗，並與國外案例與技術規範做比較，編訂臺灣農田水利生態工程適用之推廣應用技術手冊，提供技術人員應用。
- (七)進階農田水利生態工程為農田水利永續公共工程，自可行性評估、規劃、設計、施工、維護管理各階段融入「農田水利工程全生命週期節能減碳推動與應用」理念，並辦理節能減碳教育宣導工作，需儘速研訂「農田水利工程節能減碳規劃設計參考原則」供農田水利工程從業人員依循，俾利營造永續經營農業環境。

九、參考文獻

1. 蔡明華，2006。農田水利會推動生態工法之步驟及方法，農田水利試辦生態工程手冊：農委會。
2. 農工中心，2002。灌溉排水工程對維護生物多樣性功能示範、調查及實驗規劃設計(I)：農委會。
3. 農工中心，2003。灌溉排水工程對維護生物多樣性功能示範、調查及實驗規劃設計(II)：農委會。
4. 農工中心，2004。灌溉排水工程對維護生物多樣性功能示範、調查及實驗規劃設計(III)：農委會。
5. 陳獻、蔡逸文、呂天降、楊桂芬，2002。「宜蘭柯林湧泉圳之生物多樣性初步調查及圳路規劃設計」，91年度農業工程研討會論文集。
6. 蔡逸文、陳獻、李訓煌、陳榮宗，2002。「試論生物多樣性在農業上的應用」，91年度農業工程研討會論文集。
7. 呂天降、蔡逸文、陳獻，2004。「農田水利事業維護自然生態環境之推動」，2004年中日農田水利研討會。
8. 劉振宇、蔡逸文，2004。「生態工法應用於農用水路之淺論」，水資源管理，第六卷，第二期。
9. 陳獻、蔡逸文，2004。「生態工法應用於臺灣農田水利事業之策略試擬」，93年農業工程研討會論文集。
10. 蔡逸文、陳獻、張斐章，2005。「灌排水路應用生態工法實施流程之擬議」，農業工程學報，第51卷第3期。

11. 黎偉銘、魏賢堉、楊德川、陳獻、蔡逸文，2006。「新竹農田水利會澎湖窟圳及埤塘試辦生態工程之規劃、設計、施工及其後續追蹤研究」，95年農業工程研討會論文集。
12. 黎偉銘、李秉焜、涂乃仁、陳獻、蔡逸文，2007。「苗栗農田水利會私學圳試辦生態工程之規劃施工及追蹤研究」，第16屆水利工程研討會。
13. 蔡明華、黎偉銘、蔡逸文，2007。「臺灣農田水利試辦生態工程推動概況與展望」，中日農業水利技術研討會論文輯。
14. 農工中心，2006-2009及2011-2014。農田水利生態工程研發，研究報告：農委會。
15. 農工中心、臺灣大學，2010。農田水路生態工程設計與技術之研發，研究報告：農委會。
16. 農工中心，2015-2016。農田水利水路基本設計檢討及研究，研究報告：農委會。
17. 農工中心，2015-2016。農田水利水路基本設計檢討及研究，研究報告：農委會。
18. 農工中心，2006-2007。農田灌溉排水路生態工程之推動與追蹤調查：農委會。
19. 農工中心，2008。農田水路會生態工程推動與調查：農委會。
20. 農工中心、臺灣大學生態工程研究中心，2009。農田水利會生態工程成效評估與技術推廣：農委會。
21. 臺灣大學，2010。農田水利生態工程推廣與節能減碳應用效益評估：農委會。
22. 農工中心、臺灣大學，2011。農田水利生態工程推廣與節能減碳應用：農委會。
23. 農工中心、臺灣大學、成大研究發展基金會，2012-2014。農田水利生態工程推廣與節能減碳應用：農委會。
24. 農工中心、臺灣大學、成功大學，2015-2016。農田水利生態工程推廣與節能減碳應用：農委會。

投稿 106.04.21
校稿 106.04.24
定稿 106.04.26