

河道治理工程跳島式施工最小生態安全距離探討與應用

Assessment and Application of the Minimum Ecological Safety Distance in Intermittent River Training Works

台灣水資源與農業研究院			經濟部水利署第二河川分署	
副院長	研究專員	副所長	分署長	主任工程師
蘇騰鉉	宋建樺	蕭維廷	楊人傑	溫展華
Tung-Hung Su	Chien-Hua Sung	Wei-Ting Hsiao	Jen-Chien Yang	Chan-Hua Wen

摘要

後龍河流域位於台灣中部，流域面積約 537 平方公里，主流長度約 58 公里。本研究提出「工程最小生態安全距離」概念，作為河道治理工程跳島式施工過程中生態保育原則。此概念定義為每次施工範圍之最大安全長度，旨在確保施工期間淡水魚類能有充分逃避機會。河道治理與疏濬不僅可達到水流暢通的效果、有效擴大通洪斷面、降低洪水位、並確保沿岸人民生命財產安全，亦可於施工期間營造深潭與淺瀨等多樣化河道空間，形成水生物自然棲息環境。此外，透過優先保全濱溪植物群並避開生態敏感區域，可促進河川生態系統的良好循環與服務功能的正常運作。此概念有助於維護複合生態系統所需的最小保留距離，為河道治理與生態保育之間提供新的平衡策略。

根據相關研究結果指出，後龍河流域共記錄 18 科 45 種常見淡水魚類。本研究於 2024 年 3 月、8 月及 11 月，針對後龍河流域二張犁段進行調查，共記錄到淡水魚類 7 科 21 種 676 隻次。分析結果顯示，主要魚種為長鰭馬口鱮、臺灣石鮒及臺灣石鱸等，反映該流域具有高度的生物多樣性。調查期間，樣站的最大流速為 0.5 m/s，最高水深為 0.5 m。依據葉（2010）的研究，臺灣石鱸的最大持續泳速約為 0.8 至 1.8 m/s。本研究試以實驗室中魚類於 30 分鐘內之最大持續泳速計算，推估其最大可移動距離（ D_s ，單位：公尺）約為 1440 至 3240 公尺。此外，參考葉（2010）提出臺灣石鱸於水溫 20°C 時，體長與最大持續泳速關係公式，同樣可推估出最大可移動距離 $D_s=670+151 \cdot L_s$ （其中 L_s 為魚類體長，單位：公分）。而本研究樣區的臺灣石鱸其體長約 4~12 公分，依 D_s 公式計算，其最大可移動距離約為 1,274~2,482 公尺。

本研究建議，河道治理中工程開挖最小生態安全距離（即最大安全長度）可參考 1.2 公里的標準（以後龍河流域的臺灣石鱸體長 4 公分為目標魚種計算）。該距離應根據河道

內其他目標魚種的特性、體長，以及棲地環境等因素進行適當調整以確保其適用性。此建議距離可為河道治理工程參考依據，以實現河防安全與生態保育的雙重目標。

關鍵詞：河道整理、生態安全距離、臺灣石鱸

Abstract

The Houlong River Basin, located in central Taiwan, covers an area of approximately 537 km², with a mainstream length of about 58 km. This study proposes the concept of the Minimum Ecological Safety Distance (MESD) as an ecological conservation guideline during intermittent river training works. MESD is defined as the maximum safe construction length per phase, ensuring that freshwater fish have sufficient opportunity to escape during construction. River regulation and dredging not only enhance flow efficiency, increase flood conveyance capacity, lower flood stages, and protect lives and property, but also create diverse in-stream habitats—such as pools and riffles—during the construction process. Additionally, prioritizing the preservation of riparian vegetation and avoiding ecologically sensitive areas helps sustain river ecosystem functionality and services. MESD provides a minimum spatial buffer essential for maintaining complex ecosystems and serves as a balancing strategy between engineering objectives and ecological conservation.

According to previous studies, the Houlong River Basin is home to 45 species of freshwater fish across 18 families. In this study, field surveys were conducted at the Erhchangli section in March, August, and November 2024, documenting 676 individual fish from 21 species in 7 families. The dominant species included *Opsariichthys evolans*, *Paratanakia himantegus*, and *Acrossocheilus paradoxus*, indicating high biodiversity. During the surveys, maximum flow velocity and water depth were 0.5 m/s and 0.5 m, respectively. Based on Yeh (2010), the prolonged swimming speed of *A. paradoxus* ranges from 0.8 to 1.8 m/s. Using a 30-minute swimming endurance benchmark, the estimated maximum displacement distance (D_s) is between 1,440 and 3,240 m. Additionally, using Yeh's empirical formula— $D_s = 670 + 151 \times L_s$ (where L_s is fish length in cm)—and applying the observed lengths of 4–12 cm, D_s is estimated to range from 1,274 to 2,482 m.

Based on these findings, this study recommends setting the MESD at approximately 1.2 km, using *A. paradoxus* with a 4 cm body length as the reference species. This value should be adjusted according to the traits, sizes, and habitat needs of other target species in the river. The proposed MESD provides a practical reference for achieving both flood control and ecological conservation goals in river regulation projects.

Keywords: river regulation, ecological safety distance, *Acrossocheilus paradoxus*

一、前言

台灣地處亞熱帶地區，地形陡峭、河川短促且流量變化劇烈，颱風豪雨所帶來的洪水災害長期威脅著沿岸聚落與農田。為確保防洪安全，河道治理工程成為水資源管理與災害防治的核心工作。然而，傳統河道治理方式多以大規模線性施工為主，雖能擴大通洪斷面、降低洪水位，但往往忽略了河川作為複合生態系統的特性，導致水生生物棲地破壞、生態連續性斷裂及復原力下降。近年來隨著永續發展及生態保育意識的提升，如何兼顧水利安全與生態功能，已成為水利工程與生態管理領域的重要課題。

在施工方法上，跳島式施工 (island-hopping construction) 被視為相對友善的策略。其核心精神是分期分段進行，使部分河段維持自然狀態，提供魚類與其他水生生物暫時棲身與逃逸空間。然而，跳島式施工的成效取決於施工間距的設定：間距過長會影響治理效益與工期，間距過短則使生態系統難以修復。基於此，本研究提出「最小生態安全距離」概念，透過魚類游泳能力的實證數據推估，在生態需求與工程效益之間尋求平衡，並以後龍溪流域為案例，驗證其可行性與應用價值。

二、研究方法

本研究設計三個步驟以建立最小生態安全距離的量化基礎。首先，進行文獻與數據蒐集，整理台灣淡水魚類相關研究，並以葉明峰教授 (2010) 提出之臺灣石鱸體長與最大持續泳速關係式作為推估基礎，同時參考後龍溪水文、地形與歷年生態資料。其次，執行實地調查，採用網捕與目視法記錄魚類物種、體長分布與個體數，並同步測量水深、流速與棲地環境條件，以獲取實證資料。

最後，將調查所得體長資料套入公式，推算魚類在 30 分鐘內之最大可移動距離 (D_s)，並轉換為施工段落的最大安全長度。例如，臺灣石鱸公式為 $D_s = 670 + 151 \times L_s$ (葉, 2010)，其中 L_s 為體長 (公分)。依據本研究調查體長數據，即可換算魚類在自然環境下的逃逸範圍，作為最小生態安全距離的依據。透過此方法，研究建立了一套科學化、可操作的流程，補足傳統工程僅考量水文與結構效益的不足，使生態因素納入工程規劃考量之中，希冀提供後續工程施作上之參考與應用。

三、研究區域

後龍溪位於台灣中部，源自苗栗縣大湖鄉，流經頭屋、公館、後龍等地，最後注入台灣海峽，全流域面積約 537 平方公里，主流長度約 58 公里。流域地勢落差明顯，颱風與梅雨季豪雨常導致洪水氾濫，因此歷年來一直是治理重點區域。本研究選定下游二張犁段作為樣區，該處河道彎曲度適中，仍保留一定自然植被，具有代表性與研究價值。2024 年三次調查共記錄到淡水魚類 7 科 21 種，捕獲個體數達 676 隻次，優勢種為長鰭馬口鱮、臺灣石鮒與臺灣石鱸，顯示該區域仍具有豐富的生物多樣性。

環境調查顯示，樣區水深最高約 0.5 公尺，流速最大約 0.5 公尺/秒。以臺灣石鱸為

目標魚種，依據其體長（4 至 12 公分）代入 D_s 公式計算，最大可移動距離介於 1,274 至 2,482 公尺。此結果與實驗室最大持續泳速 0.8 至 1.8 公尺/秒之數據相符，顯示其在自然環境下具備 1 至 2 公里的逃逸能力。由此可見，二張犁段的魚類群聚不僅穩定且具有遷移潛能，足以作為跳島式施工下推估最小生態安全距離的可靠依據，也證明實驗數據可成功轉化為工程規劃參數。

四、結論與建議

本研究提出的最小生態安全距離概念，能有效解決跳島式施工的核心問題，即如何兼顧工程效率與生態保護。以臺灣石鱸體長 4 公分為基準推估，其最大可移動距離約為 1.2 公里，建議將此數值作為後龍河流域施工段落的最大安全長度。此距離既能確保魚類於施工期間具備充分逃逸空間，也不致延宕防洪工程進度，達到防洪安全與生態保育的雙重目標。

然而，最小生態安全距離並非固定值，而需依不同河川條件與魚類特性彈性調整。在流速較快或棲地破碎化嚴重的區段，應縮短施工長度；在棲地連續性佳的區段，則可適度放寬。未來在制度面上，建議將此概念納入河川治理設計規範與審查程序，使其與防洪標準並列考量，並透過跨流域實證與多物種研究逐步建立參數資料庫，推動制度化與標準化。綜上所述，最小生態安全距離兼具理論基礎與實務應用價值，可望成為未來河川治理中平衡人類安全與生態永續的重要依據。