



美濃溪上游段以 **自然為本** **在地滯洪** 解決淹水方案

邱昱嘉* / 國立臺灣海洋大學河海工程學系 助理教授

游景雲 / 國立臺灣大學水工試驗所 主任、國立臺灣大學土木工程學系 教授

塗宗明 / 國立臺灣海洋大學河海工程學系 研究助理

王澤琳 / 國立臺灣海洋大學河海工程學系 研究助理

溫仲良 / 美濃農村田野學會 執行理事

美濃地區於 107 年 8 月 22 日豪雨（0822 豪雨）時，美濃溪過路窩橋上游發生溢淹情形，造成美濃三洽水至廣興一帶，道路、農地及住戶之淹水災情。雖然美濃溪主流已依治理計畫完成工程，但下游河段兩岸堤防緊鄰民宅，要拓寬河道不易，工程方法有其極限，對於超過保護標準的颱風豪雨事件，仍有造成積淹水的風險。

面對極端氣候劇烈變化以及因應都市急遽發展，為維持水道治理之永續，且不只著眼以人為設施容納超額逕流量，將原本全部由水道承納的降雨逕流，調整為水道與土地共同來分擔，要求土地與建築物須共同分擔滯洪、蓄水責任，以提高土地整體耐淹能力，達成韌性國土的目標。符合以自然為本的解決方案（Nature Based Solution, NBS）精神，提出「在地滯洪」非工程策略理念，以高程管理及逕流分擔方法，就排水集水區附近之易淹水農田區，將可耐淹之農田區域劃入洪泛區，並適當利用田埂加高等方式，以源頭蓄留策略，允許雨水先暫留農田，避免太多雨水逕流快速集中於渠道，分擔逕流以減輕保全對象（村落）之淹水災害。

根據 112 年 07 月 25 日杜蘇芮颱風事件滯洪操作面積為 735,000 平方公尺，以現場量測平均積水深度 20 公分計算，其可暫存 147,000 立方公尺水量，削減流量約為 1.70 cms，美濃橋降低水位約為 0.11 m，顯示在地滯洪能達逕流分擔削減洪峰流量之功效。

關鍵詞：美濃地區、以自然為本的解決方案、在地滯洪

前言

受到都市化效應及氣候變遷的影響，造成地表逕流大量增加而現有的雨水下水道系統及河川常無法負荷超出設計標準的雨量，發生洪災的機率及程度加劇。然而，受限於工程經費、土地取得等問題，要藉由增擴建雨水下水道、區域排水、或河川通洪及加高堤防等防洪工程來改善淹水問題受到許多限制，鑑於

所有的水利設施及防洪工程建設，僅能提供一定程度的保護作用。因此，傳統的治水思維必須有所突破，如何從以往侷限於單一水道內之治水思維，透過流域概念，導入逕流分擔、風險評估及在地滯洪等策略，基於總合治水概念（integrated flood management）整體規劃流域防洪策略。

近年來以自然為本的解決方案（Nature-based Solution, NBS）廣為討論並應用於淹水改善^[1]，利用「土地規劃」與「工程設計」藉以削減暴雨逕流

* 通訊作者，yjchiu@mail.ntou.edu.tw

量。NBS 在 2008 年被國際自然保育聯盟 (International Union for Conservation of Nature, IUCN) 提出，主要是指在因應如氣候變遷、糧食安全、水安全、人民健康等社會挑戰的對策上，可使用較自然的方式達到永續利用並有效的災害風險管理，同時增進人類福祉與生物多樣性。IUCN 提出的 NBS 定義為「以保護、永續管理及復育自然的與被改造的生態系統之行動，可有效地及調適地因應社會挑戰，同時為人類福祉和生物多樣性帶來效益。」目前全球有許多 NBS 推行之案例，例如荷蘭因地形易淹水，因此從以往的填海造陸，至今試著與水共存，例如 Nijmegen 地區因鄰近 Waal river，時常受淹水困擾，因此將原本河道最窄處由 450 公尺擴大到 800 公尺，將堤防後移，使洪泛平原在洪水來臨時再次氾濫，降低人民的生命與財產損失 [2]。

台灣先前通過修正水利法部分條文，新增「逕流分擔與出流管制專章」，要求土地與建築開發者共同分擔滯洪、蓄水責任，以提高土地整體耐淹能力，目前整體概念已改進為以水系為單元進行綜合治水策略的易淹水地區水患治理模式。逕流分擔主要目的為避免現況之土地利用型態超過現有水利設施之負荷。概念上以逕流抑制、逕流分散、逕流暫存、低地與逕流積水共存之原則，以工程方法及非工程方法輔以避災措施等綜合運用達成。

在各項原則方法中，技術上或實務上較具挑戰性的為逕流暫存措施，其主要牽涉到兩個面向的問題，其一為其蓄流機制為何，其二為空間上之配置策略及對於水文時序特性影響。除都會區之外，非都會區有一定的操作使用性，因此「在地滯洪」也為近年來常討論的概念，以農地或其他空間作為分散式滯蓄洪或短期洪泛區的概念操作。過去國外均有類似案例，歐美有提出天然或農地滯洪的相關概念 [3-7]。相同的，其配置策略、規模大小與效果常為探討分析的重點。日本從 2007 年也開始透過各學術機構來推動各項相關的研究計畫，其成果指出透過水田、旱田排水缺口的修改將可強化原本水旱田的滯洪機能，大幅降低排水路尖峰流量，藉以明顯減少下游地區的淹水風險 [8]。

在臺灣，有時調度農業用水藉以供民生和工業用水之用，而農民也可能因應氣候的關係，調整原本的耕作型態。思考如何結合農業以發揮「在地滯洪」的機能，透過水文水理特性的瞭解，強化相關機制，尋找因地制宜的策略，故經濟部水利署從 99 年至今，嘗試透過推動逕流分擔及在地滯洪政策，希冀就源處理，提升下游防災韌性 [9-13]。因此擇定高雄市美濃區過路窩橋下游右岸約 3.96 公頃土地推動示範在地滯洪（如圖 1），分析淹水改善效益，同時促進在地農民共同參與，希冀未來於在地產業與減少水患威脅能共依存。



圖 1 在地滯洪示範區位置圖

推動地點背景資料彙整分析及評估

美濃河流域近年受氣候變遷及都市土地高度發展，致使淹水事件頻傳，以 107 年 0822 豪雨為例，美濃溪於過路窩橋上游發生溢淹情形，造成美濃三洽水至廣興一帶淹水災情。主要淹水原因為連續三小時強降雨，瞬間強降雨超過區域排水路所能負荷範圍致使美濃湖排水局部溢淹，竹子門排水水位亦高漲，都市內水無法排出，造成局部道路地區及低窪地區積水，經統計美濃區淹水面積達 17.2 公頃、深度約 50 ~ 100 公分。雖然美濃溪治理工程已依 94 年公告之治理計畫辦理完成，但對於超過保護標準之颱風豪雨事件，仍會有溢淹風險，然而受限河道兩岸土地利用，難以河道拓寬等治理手段再增加河道通洪斷面。由前述淹水事件、成因可知美濃河流域上游段多為易淹水區域，每當豪雨來臨時，不論參與在地滯洪與否，該區域具有高機率與高風險的淹水問題。因此若能透過獎勵方式讓原容易淹水之農地能兼顧原有的功能並附加滯洪操作，將過往快速排水轉變為蓄積洪水加以利用，更能賦予農地新價值與新思維。

統整農業政策規定可知其相關獎勵辦法取決於「種植農作物種類」而定，而在地滯洪獎勵辦法建立在蓄存「水體容量」與「水深高度」，無關農作物型態，因

此在政策上彼此獎勵辦法並不衝突，可與在地滯洪政策雙軌並行。

美濃區農作物豐富，但並非所有農作物皆適合推廣在地滯洪工作，因此須了解主力作物生長特性，逐一確認其位置及權屬，並繪製成圖，其篩選評估步驟為：(1) 農作物耐淹特性評估（見圖 2）；(2) 美濃河流域上游農田易淹水區域共有 346 公頃，因此先以土地利用型態進行盤點（見圖 3）；(3) 由現有土地利用圖配合農作物資料篩選出耐淹作物位置（見圖 4）及 (4) 現場作物勘查了解實際作物種植種類用以佐證（見圖 5），即可選定優先推廣之實際區域。針對現階段美濃區農主力作物特性進行評估耐淹程度，其中以野蓮、水稻兩種作物耐淹程度最佳。

在地滯洪推動方法及優化

辦理座談會及資訊公開

參考經濟部水利署各河川分署在地諮詢小組設置及作業注意事項^[14]，需釐清在地滯洪之相關利害關係人，由各不同立場點論述各自關心與看法，以完整瞭解在地滯洪議題於執行上遇到的實際課題。圖 6 係在地滯洪應探討利害關係人，提供說明輪廓。整體而言，利害關係者可劃分為由上而下之政策決策或執行者，包含水



圖 2 高雄市美濃區主要作物耕作曆

資料來源：高雄市美濃區農會推廣部

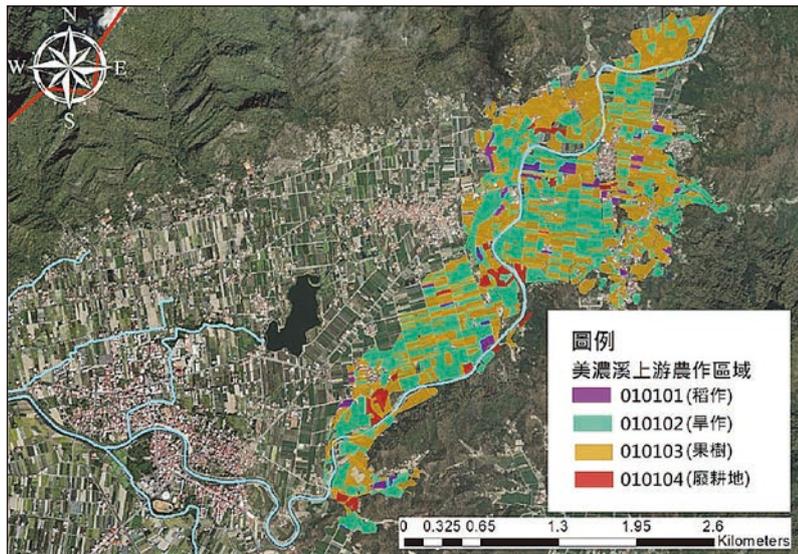


圖 3 美濃溪上游流域推動在地滯洪農田範圍之土地利用圖

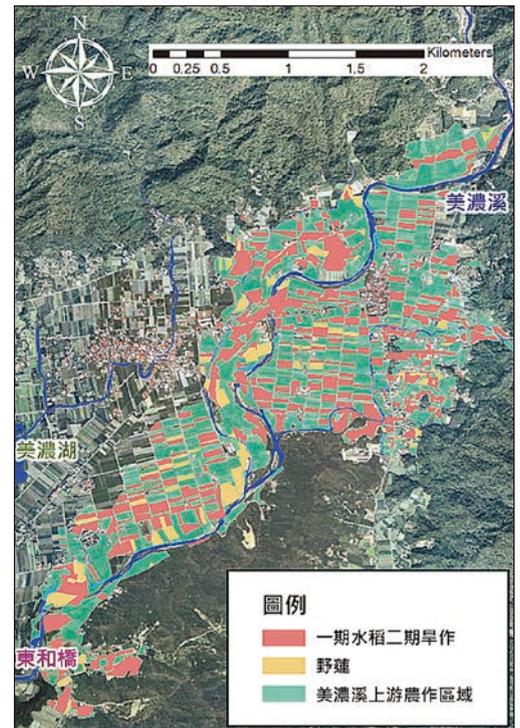


圖 4 美濃溪上游流域推動在地滯洪農田範圍之耐淹作物初篩



耐淹作物



汛期農地維護(休耕)作物

圖 5 現場作物盤點確認

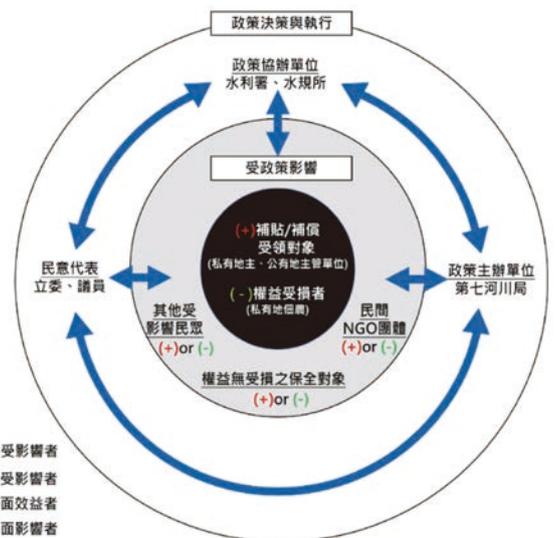


圖 6 在地滯洪議題中利害關係人

藉由座談會形式，邀請當地民眾、利害關係者一同參與，以簡單明瞭的文字圖說方式，讓參與者瞭解實際淹水成因及說明在地滯洪政策，蒐集專業者及民眾對於在地滯洪政策推動、可改善的地方、防災補貼機制以及可行性，瞭解在地滯洪推動執行時可能面臨困難，並聚焦各利害關係人的共識。透過座談會建立跨領域溝通平台，為後續推動政策奠定基礎並讓資訊公開化（見圖 7）。

利署、第七河川分署及水利規劃分署，以及由下而上之受政策影響者，例如耕種農民、政策實施區域民眾及民間 NGO 團體等兩大類型。



(a) 說明會



(b) 意願調查



(c) 獎勵金發放



(d) 即時監測系統展示

圖 7 說明會、意願調查、獎勵金發放、與即時監測系統展示

研提整體改善方案

透過綜合水利單位、地方農政單位、中央農政單位、在地 NGO 團體多次與會，在地滯洪推動改善方案如下：

● 以貼近農民熟悉語言溝通在地滯洪政策

綜合水利單位、農政單位、NGO 團體、地方農民訪談會議，為能以貼近農民語言的宣傳方式來宣導，提高農民認同感，以農民熟悉的語言說明參與在地滯洪工作權益與義務並以「農地種水」為口號推動。

● 推廣目標

避免造成農民損失降低農民意願，以「一期水稻 + 二期養地蓄水 + 三期高經濟作物」或「水耕作物 - 野蓮」種植模式為推廣目標，以期順利推動。

● 滯水操作時間

滯水操作時間以汛期搭配農民休耕期間 5 月 1 日 ~ 9 月 30 日為主，其餘時間為整備和演練工作，如遇大雨則採自主性操作。

● 推廣期間田埂免費健檢及施作

依作業要點規定在地滯洪之相關滯洪及排水措施由實際耕作者辦理，並負擔相關費用，為求在地滯洪政策順利推動，因此推廣期間田埂（土埂）免費健檢及施作，提高農民參與意願。

後續「適用於美濃區」推行在地滯洪優化建議

● 田埂施作優化

田埂施作非一次作業即可造出堪用的滯水高度，且構築田埂需仰賴當地天氣條件方能施作，建議後續逐年田埂健檢、施作，並評估覆上防草黑布的可行性。

● 野蓮池溢流管、水稻田 PVC 管製作。

野蓮池蓄水以四吋或六吋 PVC 管增加蓄水高度；美濃區農地經重劃後皆以 PVC 管來作為出水孔，因此建議後續施作田埂時，若需額外建置出水孔，則統一以 PVC 管建置之。

● 路堤方案結合緩衝綠帶營造

為兼顧「治水」、「利水」、「親水」及「活水」之機

能，積極對水路空間多元化利用，提高在地文化與生活價值，建議路堤方案結合緩衝綠帶營造，以提供休憩且兼顧防洪治理所需水岸空間。

• 期程規劃

建議後續在地滯洪推動工項時程可依據美濃農民耕作圓環圖（見圖 8），配合農民耕作期程，符合農民平日作息習慣。於一月至三月進行用地協商及簽訂契約，四月進行田埂現勘功能健檢、修繕及施作，但四月份在水稻生長階段，需與農民協商，施作田埂容易導致小範圍農作物受損，須注意施作時的影響。五月汛期開始，進行滯水操作演練，讓農民熟悉滯水操作及拍照回傳機制。六月到九月，進入休耕轉作期間，農民需要配合預報進行滯水操作，並於降雨事件後進行田埂檢修及確認田菁存活率以發放備用田菁種子。經過實際滯水操作後，蒐集農民操作意見，進行滾動檢討。十月進入美濃區第三期作，颱風事件較少，適合再進行滯水操作演練，以增加未來農民操作熟悉度，並根據汛期農民操作情形，於十一月發放滯水獎勵金。因應隔年度持續推動，於 12 月進行總檢討，彙整推動遭遇困難並滾動調整推動對策。

在地滯洪示範區監測及成效分析

透過自記式水位計量測颱風期間之現地資料，時間間距 10 分鐘紀錄在地滯洪示範區之滯水歷程，且避免颱風期間淹水造成無法進入示範區域，故現況拍攝

採用 CCTV 即時影像監控如圖 8 所示，以掌握示範區域淹水深度及範圍，作為滯洪成效驗證。其中 A 點為記錄美濃溪水位，B 點為農田水稻區，C 點為野蓮區，D 點則為竹林區。

111 年 8 月 6 日盧碧颱風事件 48 小時最大降雨為 311 毫米，接近 2 年重現期距降雨（367 毫米）。滯洪歷程（現場照片）如圖 9 所示。農田區維持蓄滿狀態、水蓮池水位些微上升、竹林區則水位無明顯變化（仍維持蓄存部分水量）。依據現地情況可以得知農田區皆已蓄滿水位，而野蓮池、竹林區亦發揮蓄水功能，整體滯洪面積約為 39,661 平方公尺，若以現場量測平均積水深度 30 公分而言，其可暫存 11,898 立方公尺水量。經由現地觀測蓄滿時間約為 24 小時，因此削減流量約為 0.14 cms，此次降雨事件集中降雨量有達到短延時強降雨之大雨標準，搭配在地滯洪操作美濃溪主河道尚能負荷，未有淹水災情傳出。

112 年 7 月 25 日杜蘇芮颱風事件滯洪操作面積為 735,000 平方公尺，以現場量測平均積水深度 20 公分計算，其可暫存 147,000 立方公尺水量，削減流量約為 1.70 cms，美濃橋降低水位約為 0.11 m，顯示在地滯洪能達逕流分擔削減洪峰流量之功效。

結論與未來在地滯洪推動建議

依照水稻與滯水高度影響文獻顯示滯水高度對於水稻產量、品質皆有影響，為了解在地滯洪政策是否



圖 8 過路窩橋在地滯洪示範區壓力式水位計、CCTV 安裝位置

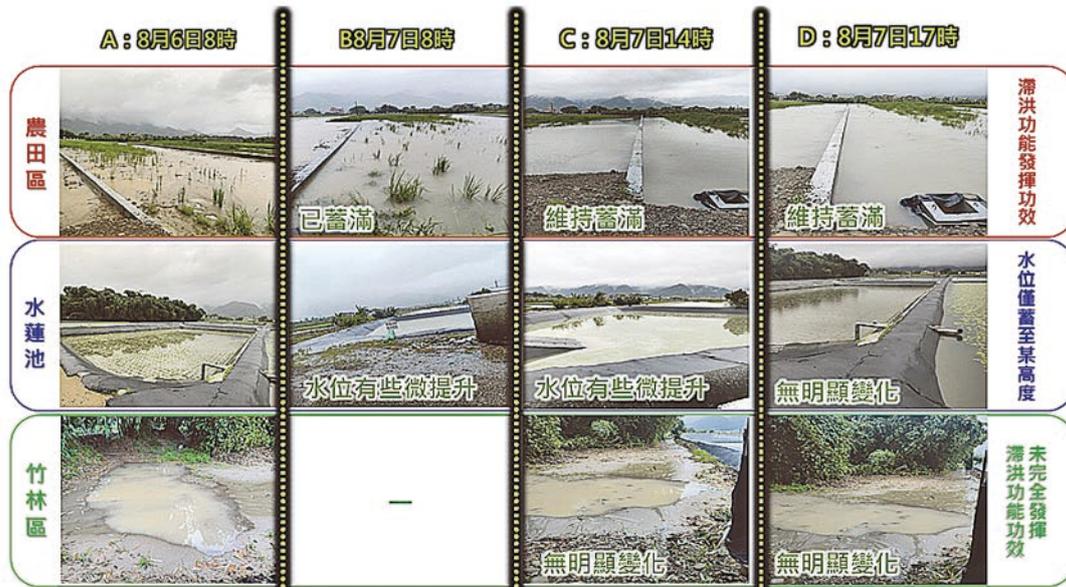


圖 9 111 年 08 月 06 日 盧碧颱風事件 – 滯水歷程

影響水稻品質及產量，故必要進行農作物損害試驗，以了解田埂加高蓄水對於農作物損害程度，建議針對經濟部水利署暨所屬機關辦理在地滯洪獎勵及補償作業要點中滯水（田埂）高度 25 公分、50 公分及 75 公分，進行不同株高單一淹水、連續淹水及病菌擴散試驗，根據判釋水稻品質及產量，建置相關量化的科學數據提供日後水稻保險規劃參考依據。

美濃區在休耕期間（野蓮除外）推廣在地滯洪，雖然不會造成農作物損失，但可能會影響田菁存活率，導致後期驗收不通過情況發生，因此建議預備田菁種子提供補發，來維持田菁存活率。

考量每年度颱風事件無法預測是否侵襲台灣，為讓在地滯洪之滯水操作常規化，依據美濃區農耕習慣，建議每年 5 月（汛期前）、9 月（汛期後）擇期進行滯水操作演練，避免日後颱風豪雨因操作不熟悉導致無法發揮應有滯水功能。亦建議可辦理成果展示會，除宣傳滯洪成效，亦表揚相關人員，藉此提升農民長期參與意願及擴大民眾對此政策之認知與認同。

參考文獻

1. Chou, R.-J. (2016). Achieving Successful River Restoration in Dense Urban Areas: Lessons from Taiwan, *Sustainability*, **8**, 1159.
2. Siyu Yu, A. D. Brand, Philip Berke. (2020). Making Room for the River, Applying a Plan Integration for Resilience Scorecard to a Network of Plans in Nijmegen, The Netherlands. *Journal of the American Planning Association*, **86**(4).

3. Antolini, F., Tate, E., Dalzell, B., Young, N., Johnson, K., and Hawthorne, P.L. (2020). Flood Risk Reduction from Agricultural Best Management Practices. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, **56**(1), 161-179.
4. Burek, P., Mubareka, S., Rojas, R., de Roo, A., Bianchi, A., Baranzelli, C., Lavalle, C., and Vandecasteele, I. (2012). Evaluation of effectiveness of natural water retention measures. *JRC Report*.
5. Collentine, D. and Futter, M.N. (2018). Realising the potential of natural water retention measures in catchment flood management: Trade offs and matching interests. *Journal of Flood Risk Management*, **11**(1), 76-84.
6. Löschner, L. (2019). Commentary: A Spatial Planning Perspective on Privately Funded Natural Water Retention Measures. In *Nature-Based Flood Risk Management on Private Land* (pp. 77-81). Springer, Cham.
7. Mubareka, S., Estreguil, C., Baranzelli, C., Gomes, C.R., Lavalle, C., and Hofer, B. (2013). A land-use-based modelling chain to assess the impacts of Natural Water Retention Measures on Europe's Green Infrastructure. *International Journal of Geographical Information Science*, **27**(9), 1740-1763.
8. 行政院國家科學委員會 (2021)，在地滯洪於台灣實行之初步可行性評估及實行策略探討計畫。
9. 經濟部水利署水利規劃分署 (2021)，有才寮排水在地滯洪擴大示範評估及實施方案。
10. 經濟部水利署水利規劃試驗所 (2020)，在地滯洪經濟效益分析。
11. 經濟部水利署水利規劃試驗所 (2018)，多功能滯洪空間運用與推動策略之研究。
12. 經濟部水利署第七河川分署 (2020)，高屏溪水系逕流分擔評估規劃 (1/2)。
13. 經濟部水利署第七河川分署 (2010)，美濃地區設置滯洪池可行性評估。
14. 經濟部水利署各河川分署在地諮詢小組設置及作業注意事項。

