

淺談NbS防洪減災措施初步規劃

陳 瑞 昌

黎明工程顧問股份有限公司 水利技師兼業務經理

摘 要

雲林縣頂寮大排及山子內大排現況整治率低，且受下游牛挑灣溪排水外水頂托影響無法立即排洪，造成淹水災情，故本文定位於未完成治理工程前提下，規劃基於以自然解方(Nature-based Solutions, 簡稱 NbS)之防洪措施，採「現況渠道整理」與「農地在地滯洪」作為 10 年重現期情境下之淹水改善方案。

依據 Sobek 水理分析成果顯示，淹水改善成效達 91.7%，顯見改善措施能於未完成治理工程前，提升防洪減災效益。為達到 NbS 防洪減災措施除提升土地承洪韌性外，能結合水環境及生態棲地復育，提升地方生態旅遊與推廣生態教育潛力，本文擇定台糖農地作為水環境營造標的，作為初步整合規劃。

一、前言

本文以雲林縣頂寮大排及山子內大排(以下簡稱：計畫區)為防災減洪示範案例，主因現況整治所費不貲，在既有土渠及護岸通水斷面不足情況下，於民國 110 年 0802 豪大雨時排水路水位高漲，且受下游牛挑灣溪排水外水頂托影響無法立即排洪，造成淹水災情。故本文定位於未完成治理工程前提下，規劃基於以自然解方(Nature-based Solutions, 簡稱 NbS)之防洪減災措施為目標，採「現況渠道整理」與「農地在地滯洪」作為改善方案，並配合公民參與及生態復育等議題，以契合 NbS 目標及願景。

二、淹水調查及分析說明

(一) 淹水原因調查

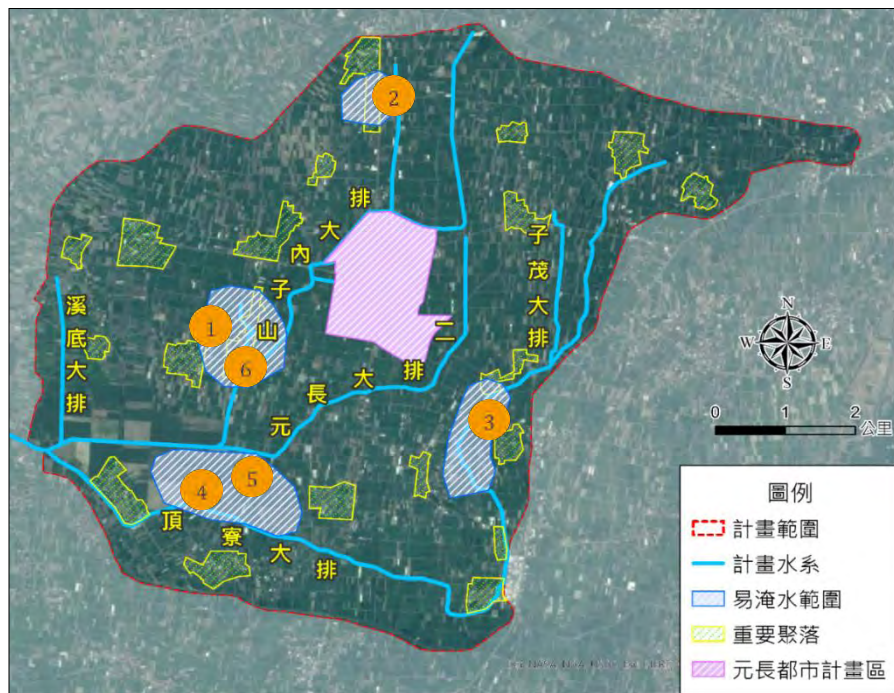
彙整「雲林縣水災保全計畫」(雲林縣政府，110.05)及現地淹水調查資料，計畫區內近年重大淹水事件，如表 1 及圖 1 所示。其中，民國 110 年 8 月 2 日

豪雨，24 小時累積雨量約 177mm，造成番溝里上游右岸有溢堤情況，淹沒附近私有農地及台糖農地，淹水面積約 150.8ha、淹水深度 20~30cm、淹水時間約 6hr；潭東村因外水高漲造成內水積淹面積約 14ha、淹水深度 30~40cm、淹水時間約 10hr，淹水範圍及情況，如圖 2 所示。

表 1 計畫區近年重大淹水地區表

編號	位置	淹水原因	淹水事件	24 小時累積雨量(mm)
1	潭東村	護岸高度不足	107 年 0824 豪雨	300
2	後湖村	護岸高度不足		
3	雲 145 線 35K	瞬間雨量過大		
4	番溝里東側農地	瞬間雨量過大	108 年 0813 豪雨	158.5
5	番溝里東側農地	護岸高度不足	110 年 0802 豪雨	177
6	潭東村	外水高漲造成內水積淹		

資料來源：國家災害防救科技中心(NCDR)，本文繪製。



資料來源：國家災害防救科技中心(NCDR)，本文繪製。

圖 1 計畫區近年重大淹水地區平面圖

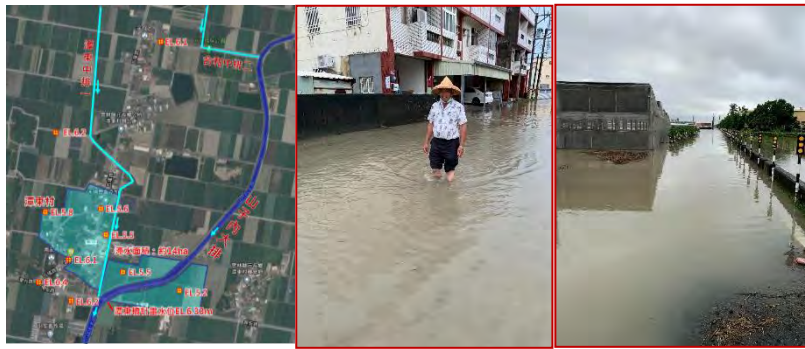


圖 2 計畫區 110 年 8 月潭東村淹水調查

(二) 現況 10 年重現期水理分析成果與評估

計畫區以 Sobek 數值模式模擬現況 10 年重現期地表淹水分析成果如圖 5 所示，其中地表淹水範圍多位於山子內大排潭東村至元長都市計畫區之聚落渠段 (2K+450~6K+200) 及頂寮大排 1K+900~4K+900 之農地渠段，淹水深度多於 0.1~0.5m 間，並統計現況淹水情形，如表 2 所示，作為後續評估改善基準。

表 2 現況 10 年重現期淹水成果統計表

淹水深度(m)		面積(ha)	體積(萬 m ³)
現況	0.1~0.3	197.0	39.4
	0.3~0.5	43.7	17.5
	0.5~0.8	11.0	8.3
	0.8~1.0	1.0	0.9
	合計	252.6	66.0

其中，經檢視渠道縱斷面水理成果，如圖 3 及圖 4 所示，山子內大排與頂寮大排既有護岸、土渠段(圖 3~圖 5 中 A、C、D 處)皆有通水斷面不足溢堤情況。其次，潭東橋上游右岸農排及農田高程皆低於山子內大排外水最高水位，且無自動閘門或舌閘抵禦，進而形成外水倒灌溢淹至潭東村週邊農地(圖 3 與圖 5 中 B 處)，為計畫區現況淹水主因。

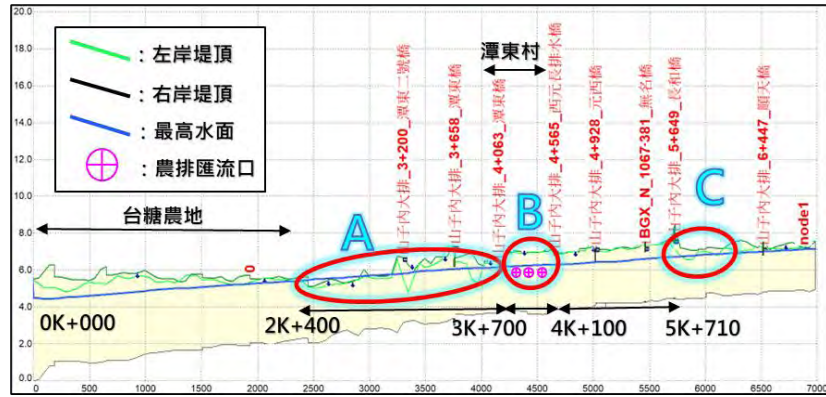


圖 3 山子內大排現況 10 年重現期水位與護岸縱斷面模擬成果圖

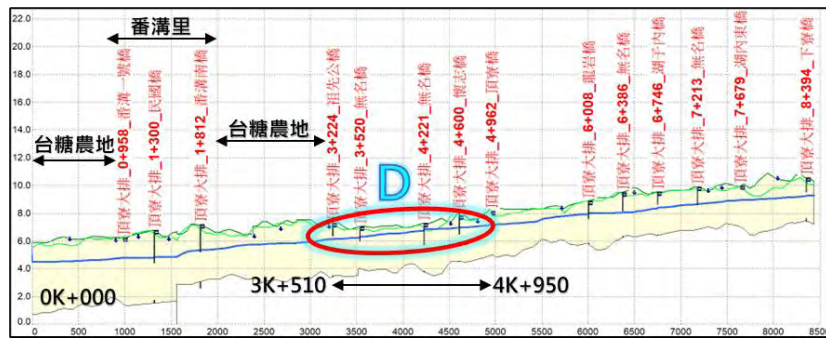


圖 4 頂寮大排現況 10 年重現期水位與護岸縱斷面模擬成果圖

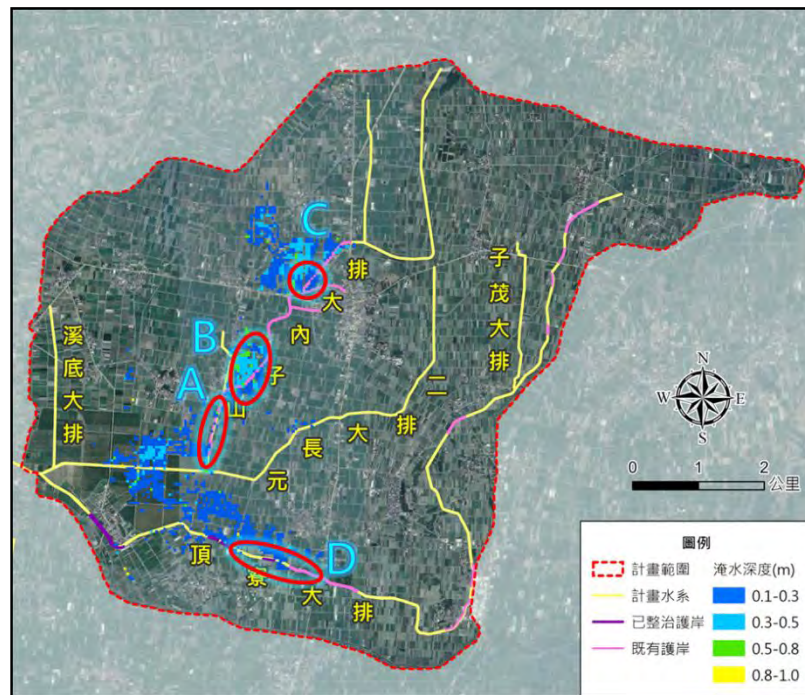


圖 5 現況 10 年重現期最大淹水深度分布圖

三、研擬應用 NbS 改善策略

(一) 盤點防洪減災措施

鑒於計畫區為非都市區域、集水面積廣大且多為農地利用，故選用「現況渠道整理」(移除障礙物或清淤整理)與「農地在地滯洪」等改善措施作為實踐 NbS 之主要防洪減災機制。

(二) 現況渠道整理及相關配合措施

1. 現況渠道整理原則

依據現況調查及淹水模擬成果盤點計畫區瓶頸段及防洪缺口，並根據渠段形式分布，如圖 6 所示，以及盤點地籍權屬可適用農地，說明如下：

- (1) 既有護岸渠段：於現況渠寬範圍內，清除渠道結構以外之阻水障礙物。
- (2) 土渠段：
 - A、兩岸既有道路位於治理計畫線內者，以 1:1.5 型式整理護岸坡面至現況道路邊界或私有地邊界，清淤至計畫渠底，並清除渠道內其他阻水障礙物。
 - B、兩岸既有道路位於治理計畫線外者，以 1:1.5 型式整理護岸坡面至治理計畫線或私有地邊界，清淤至計畫渠底，並清除渠道內其他阻水障礙物。
 - C、渠道內屬於私有地者(台糖地除外)，僅進行清淤至計畫渠底，並清除渠道內其他阻水障礙物。

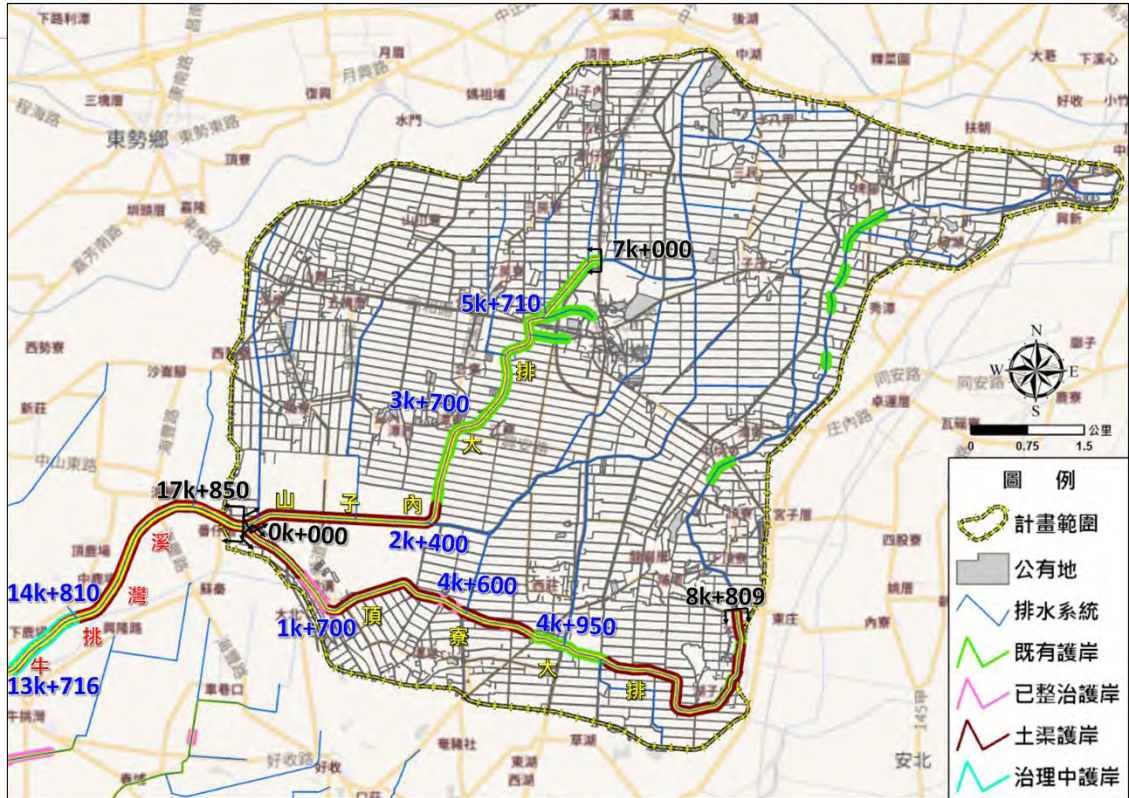


圖 6 計畫區渠段型式分布平面圖

2. 相關配合措施

由於潭東村位於山子內大排既有護岸瓶頸段，短期內無法完成治理工程改善，故為防止山子內大排外水高漲沿農排倒灌，現況已設置自動閘門於潭東橋周邊各小排出口，潭東中排一也已完成移動式抽水平台及電動直提閘門安裝，如圖 7 所示；惟潭東橋上游(3k+700~4k+100)約 400m 渠段之農排流入工仍未設置自動閘門，建議配合「現況渠道整理」於受外水倒灌影響下安裝自動閘門或舌閘，避免迴流至農地而造成積淹水，影響農作損失，初步規劃位置及數量共 7 座，如表 3 所示。



圖 7 潭東村聚落現況淹水原因及配合改善工程分布圖

表 3 山子內大排潭東村渠段建議設置舌閘位置彙整表

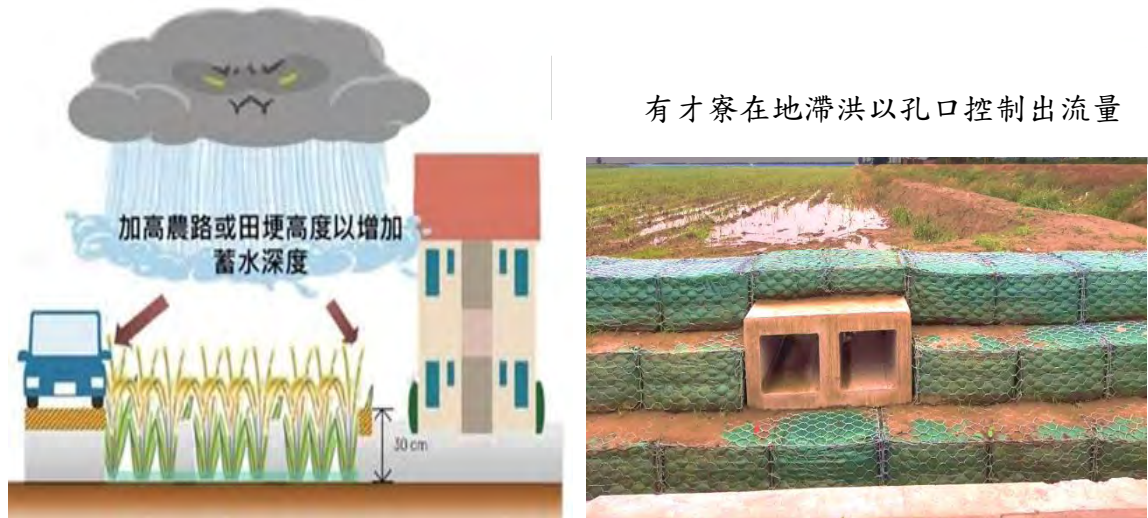
里程	岸別	現況水位高 EL.(m)	農排堤頂高 EL.(m)	備註
4K+300	右岸	6.13	5.80	潭東小排二之十七
	左岸	6.23	6.00	南元長小排三
4K+305	右岸	6.13	5.80	潭東小排二之十六
	左岸	6.23	6.00	南元長小排二之三
4K+565	右岸	6.26	5.90	合和小排三之十一
4K+800	右岸	6.50	6.38	合和小排三之十
	左岸	6.50	6.30	南元長小排二

(三) 農地在地滯洪

1. 農地在地滯洪型式

農地在地滯洪依逕流分擔型式又可區分為「渠道外水溢流」及「土地積蓄內水」兩種類型，農地在地滯洪的型式無論「外水溢流至土地」或「土地蓄積降雨」，皆可有效減輕渠道負擔，惟計畫區現況排水路水質不佳，恐有污染土地疑慮，故計畫區以「土地蓄積內水」之農地在地滯洪型式進行規劃，該型式

係以加高田埂，增加農地蓄水體積，並藉由插版等孔口出流工控制流量，減緩排入渠道之逕流，以減輕下游渠道負擔並降低低地淹水風險，運作亦屬逕流分擔型式，如圖 8 所示。

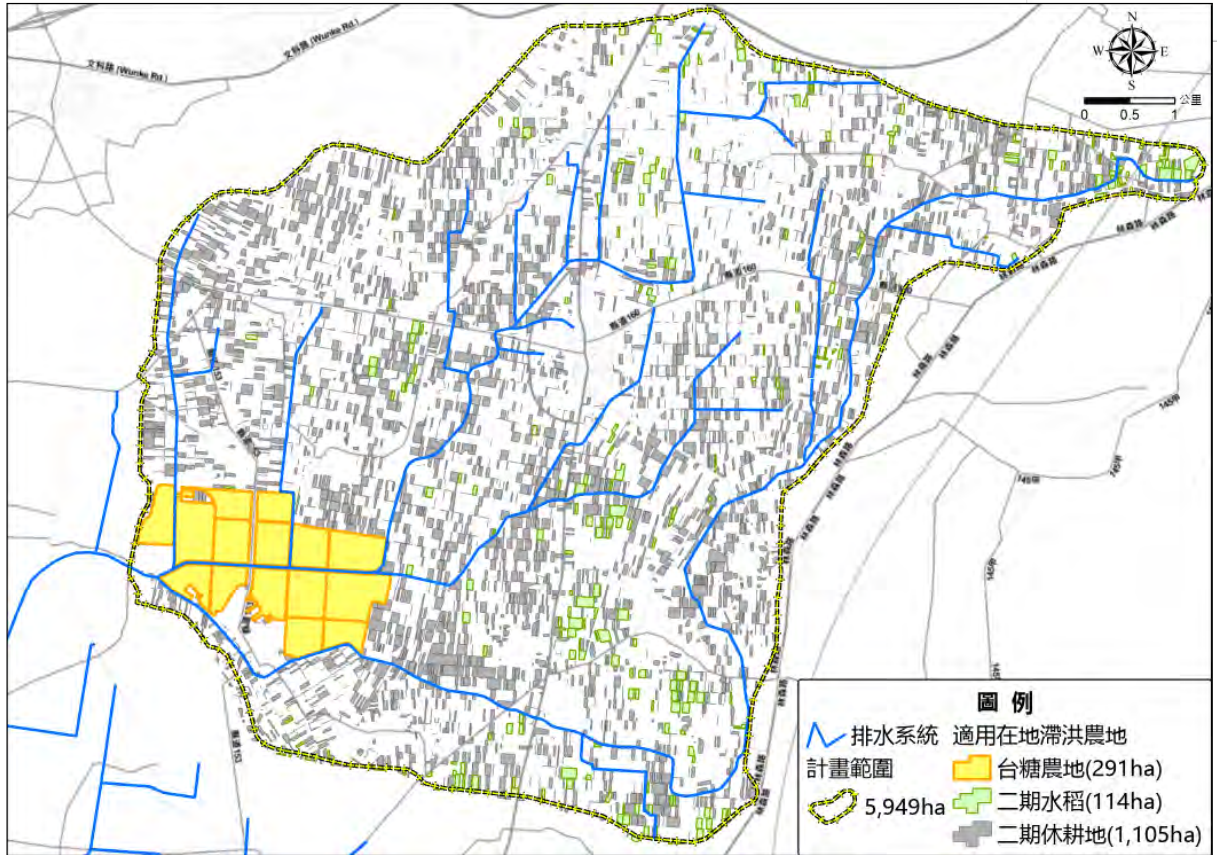


資料來源：「美濃地區在地滯洪示範說明」(七河局，110 年)、「雲林縣有才寮在地滯洪治理工程」(五河局，110 年)，本文繪製。

圖 8 農地在地滯洪(土地積蓄內水)示意圖及流量控制孔口照片

2. 農地在地滯洪地籍盤點

計畫區篩選農地利用圖資外，進一步釐清汛期(5 月~11 月)農地作物種類是否適用在地滯洪措施，經盤點第二期作水稻、休耕地及台糖農地後共計 1,510 公頃農地，可做為適用農地之在地滯洪，如圖 9 所示。此外，考量耐淹作物特性、地勢變動最小以利農機具進出，計畫區設定在地滯洪田埂高度 0.3m，初估蓄水潛能量 453 萬 m^3 。



資料來源：台灣水資源與農業研究院，本文繪製。

圖 9 計畫區汛期可供在地滯洪後選用地分布圖

(四) 應用 NbS 改善策略

計畫區研擬以「現況渠道整理」及「農地在地滯洪」等措施組合，以 Sobek 數值模式模擬其成效，淹水深度模擬成果，如圖 10 所示。

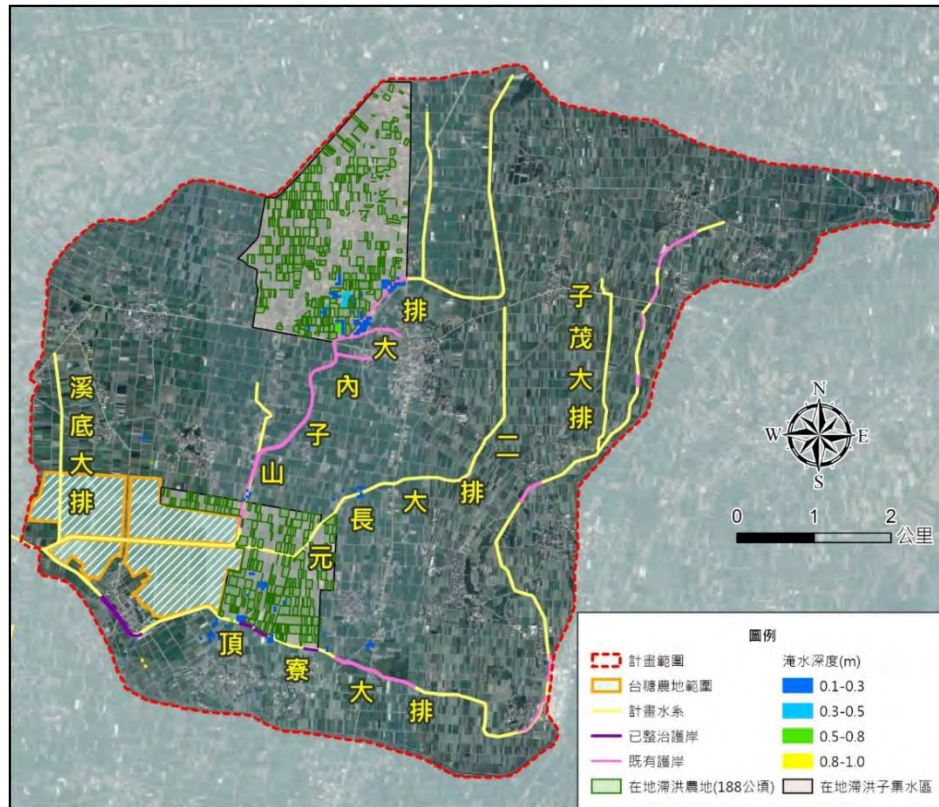


圖 10 最大淹水深度模擬成果

由淹水模擬成果可知，經「現況渠道整理及相關配合措施(潭東村渠段加裝舌閘)」與「台糖農地(291ha，佔全區 4.9%)及適用農地(188 公頃，佔全區 3.2%)在地滯洪」組合後，淹水改善成效達 91.7%，如表 4 所示，顯見渠道整理與在地滯洪等改善措施能於未完成治理工程前，提升防洪減災效益。

表 4 淹水改善成效比較表

淹水深度(m)	面積 (ha)	體積 (萬 m ³)	減少淹水面積(ha)	減少淹水體積(萬 m ³)	淹水面積改善率	淹水體積改善率	平均改善率
現況	0.1~0.3	197.0	39.4				
	0.3~0.5	43.7	17.5				
	0.5~0.8	11.0	8.3				
	0.8~1	1.0	0.9				
	合計	252.6	66.0				
改善措施	0.1~0.3	19.0	3.8	177.9	35.6	91.4%	92.0%
	0.3~0.5	1.8	0.7	41.9	16.8		
	0.5~0.8	0.6	0.5	10.4	7.8		
	0.8~1	0.3	0.3	0.6	0.6		
	合計	21.8	5.3	230.9	60.7		

四、防洪減災 NbS 初步規劃

計畫區基於流域特性與尺度，選擇以「現況渠道整理」與「農地在地滯洪」為主要防洪減災面向之 NbS 措施，且為完整落實融合自然為本的治水思維，整理出技術可行與社會可接受之延伸進行規劃，主要係整合「NbS 防洪措施、營造親水環境、民意回饋、棲地復育、媒體推廣、生態旅遊及特色商品」等面向，如圖 11 所示，建立可行及可持續發展的整體集水區自然水環境規劃及管理策略。



圖 11 防災減災 NbS 初步規劃願景

為達到 NbS 防洪減災措施除提升土地承洪韌性外，能結合水環境及生態棲地復育，提升地方生態旅遊與推廣生態教育潛力，打造以 NbS 達成經濟可行、環境永續及社會公平之良性循環，故本文擇定台糖農地作為水環境營造標的，初步整合規劃，如圖 2 所示。

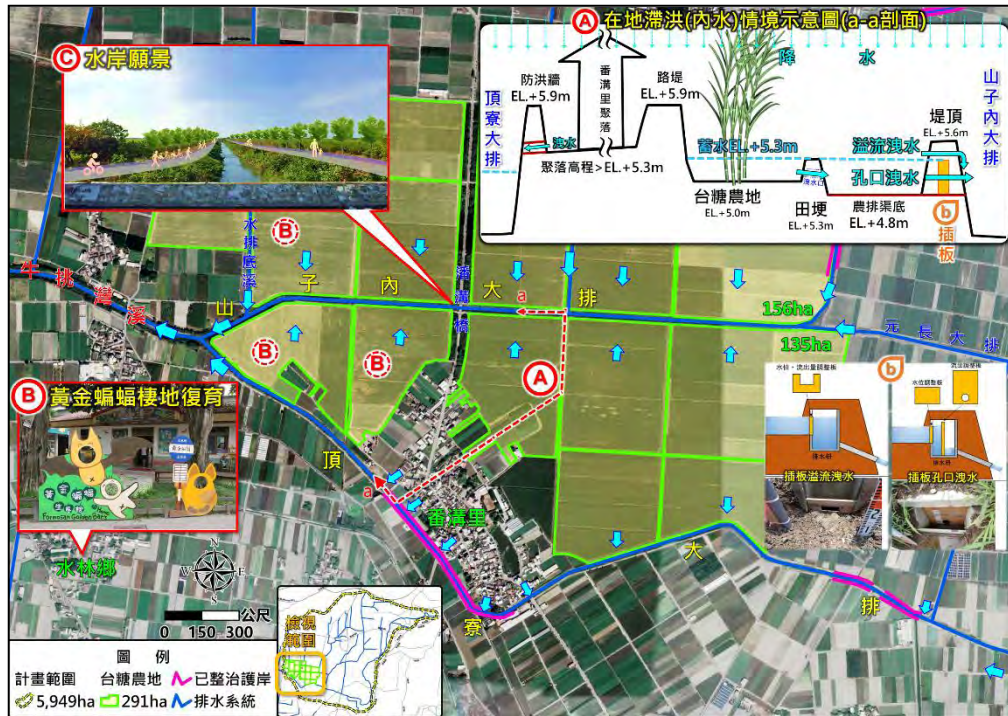


圖 12 以在地滯洪之 NbS 措施營造水岸願景及棲地復育規劃圖

五、推動構想及方式

(一) 編擬分期實施計畫

本文依工程推動可行性與效益，針對計畫區 NbS 防洪減災工程採分期實施計畫執行，經費分期規劃採第一期推動河道整理及相關配合措施，第二期推動台糖農地滯洪方案經費(含三年滯水獎勵金)，第三期推動其餘淹水子集水區內適用農地在地滯洪(含三年滯水獎勵金)。

(二) 財務計畫與機關間協調分工

有關工程經費籌措方法，建議依據「現況渠道整理」及「農地在地滯洪」相關補助規定辦理。NbS 防洪減災計畫著重各相關單位間的分工與協調，本文因涉及水利單位、台糖公司、生態專家等領域專業，參照以往與各單位協調經驗，建議優先確定土地權屬、土地使用限制及生態現況等進行反覆協調，進而擬定分工計畫及相關配套措施。

六、結語

- (一) 依據現況淹水調查及淹水模擬成果，計畫區淹水主因係由於渠道整治所費不貲，既有護岸與土渠段渠寬多未達計畫渠寬且多處淤積，導致通水斷面不足使外水位高漲，造成局部渠段溢堤，現況地表淹水範圍多位於山子內大排潭東村至元長都市計畫區之聚落渠段(2K+450~6K+200)，以及頂寮大排 1K+900~4K+900 之農地渠段，淹水深度多於 0.1~0.5m，合計淹水面積 252.6 公頃，合計淹水體積 66 萬 m³。
- (二) 依計畫區環境特性，盤點適用 NbS 防洪減災措施後，採用「現況渠道整理」與「農地在地滯洪」之改善措施組合後，由淹水模擬成果可知，淹水改善成效達 91.7%，顯見改善措施能於未完成治理工程前，提升防洪減災效益。
- (三) 除依淹水改善成效評估外，計畫區應同時納入計畫效益、在地滯洪推動可行性、後續作維護管理及符合 NbS 程度等關鍵項目進行綜合評價，並依據綜合評價結果推動渠道整理、台糖農地在地滯洪及淹水子集水區內私有農地在地滯洪等措施後，可作為最佳 NbS 防洪減災成果。
- (四) 考量未來氣候變遷之高度不確定性，以維持原現況渠道斷面下進行評估，而在地滯洪目前因現地條件可能因人為因素而受變動，可在地滯洪之區塊或位置可能會改變，因此尚為臨時管理方式之輔助設施。
- (五) 農地在地滯洪政策目前仍屬推廣階段，建議未來應更多辦理地方說明會，以利民眾瞭解在地滯洪之觀念及優點，降低政策推動之難度。

七、參考文獻

1. 水利局規劃總隊，(1992)，「排水規劃工程設計基準」。
2. 雲林縣政府，(2012)，「雲林縣綜合發展計畫第二次通盤檢討」。
3. 雲林縣政府，(2012)，「牛挑灣溪系統治理計畫」。
4. 雲林縣政府，(2021)，「雲林縣元長鄉雨水下水道系統檢討規劃」。
5. 雲林縣環保局，(2020)，「109 年雲林縣北港溪及新虎尾溪關鍵測站總量管制及污染削減水質背景調查計畫暨水污染源稽查與水污染防治費徵收輔導及

查核催繳計畫」。

6. 經濟部水利署，(2006)，「區域排水整治及環境營造規劃參考手冊」。
7. 經濟部水利署，(2008)，「雲林南部沿海地區綜合治水規劃(牛挑灣溪、羊稠厝大排、林厝寮大排、下崙大排、新港大排)」。
8. 經濟部水利署第五河川局，(2021)，「雲林縣有才寮在地滯洪治理工程」。
9. 經濟部水利署第七河川局，(2021)，「美濃地區在地滯洪示範說明」。
10. 經濟部水利署水利規劃試驗所，(2021)，「NbS 於防洪減災之推動指引及案例研析」。
11. 經濟部水利署水利規劃試驗所，(2021)，「基於自然的解決方案(NbS)防洪減災規劃作業指引」。
12. 經濟部水利署水利規劃試驗所，(2022)，「雲林縣頂寮大排及山子內排水運用 NbS 減災初步規劃」。

投稿	112.05.01
校稿	112.05.11
定稿	112.05.19