



# 水患治理的自然解方： 如何利用自然降低水災風險？

**Nature-based solutions to flood risk management:  
how to take advantage of nature and natural  
processes to reduce flood risk?**

廖桂賢 Kuei-Hsien Liao |

國立臺北大學都市計劃研究所教授、社團法人台灣河溪網協會理事長

LiaoKH@mail.ntpu.edu.tw



## 一、前言

在氣候變遷與全球生物多樣性流失的雙重威脅之下，近年來，強調解決「社會挑戰」(societal challenges)的同時亦「保護」甚至「修復」自然的「自然解方」(nature-based solutions, NBS)概念，在國際上愈來愈受到重視。

本文探討我國最棘手的社會挑戰之一：水患治理。水患治理為什麼要採用自然解方？因為臺灣的水患治理往往被簡化為「防洪」(flood defense)，為了盡可能防止洪水發生，河川溪流因而被堤防與護岸束縮，甚至水路完全水泥化，不但生態健康嚴重劣化，也幾乎完全喪失親水等社會功能；另一方面，極端降雨的增加，而傳統防洪排水工程無法提供永遠的安全保障，社會亦無法無極限地加高提防、強化排水，讓仰賴工程手段的傳統水患治理模式捉襟見肘。在生態意識逐漸高漲，又面臨氣候變遷威脅的臺灣，水患治理勢必得轉型。在自然解方已經成為國際趨勢的今天，將自然解方加入我國水患治理的工具箱，積極學習與推動，已經是無法抵擋的趨勢。

## 二、何謂自然解方？

### (一) 自然解方的定義與內涵

自然解方雖然是一個相對新的名詞，但其概念本身並非新創。自然解方並非指某些特定做法，而是將眾多名稱不同、但類似的「概念」全部收納到一個大傘下的概括性概念(umbrella concept)。不同組織和學者對自然解方有不同的定義，但目前常被引用的是「國際自然保育聯盟」(International Union for Conservation of Nature, IUCN)所提出之定義：「自然解方是：保護、永續管理、復育自然或人造生態系統等行動，滾動式調整且可有效因應社會挑戰，並同時提升人類福祉與生物多樣性」(Cohen-Shacham *et al.* 2016)。

---

◀ 濕地除了生態功能，亦有助於防洪。當暴雨或洪水來時，水在濕地停留形成滯洪池，能避免大量洪水直接進入河流，減輕洪患。(廖桂賢 攝於泰國)

雖然冠上「自然」兩字，但自然解方並非單純的生態保育，而是以解決「社會挑戰」為目標，而國際自然保育聯盟所指認的社會挑戰包括：氣候變遷、減災、社經發展、人類健康、糧食安全、供水安全等(IUCN 2020)。自然解方就是針對上述某個或數個社會挑戰，利用自然元素的本身或其作用來因應，但並非訴諸人為科技或水泥建設。值得注意的是，此概念雖以「解方」(solution)名之，但其實，處理任何社會挑戰的個別做法(例如以保護集水區上游森林來確保水庫水質，以因應供水安全的挑戰等)，不可能成為解決該社會挑戰的萬靈丹；因此，與其說是解方，比較精確的說法是利用自然來因應社會挑戰的「取徑」(approach)。

## (二) 自然解方做法已行之有年

在環境規劃與管理領域中，自然解方並非新觀念(Seddon 2022)。例如：水庫集水區劃設為保護區，以維持森林自然狀態的方式來確保水庫水質；在都市種樹或增加其他類型植栽，以「綠色基盤」(green infrastructure)減緩都市熱島效應；汙下水道接管率低的城區，則用人造濕地來淨化汙水；採用生態友善

農法復育土壤，確保農業永續與農村經濟發展等，以上都屬於自然解方。又例如有研究發現，海岸紅樹林在2004年南亞海嘯中扮演重要角色，為後方村落減緩海嘯的巨大衝擊，提供了相當程度的保護(Chang *et al.* 2006)；因此，當前海岸紅樹林復育成為減緩沿海水患風險的重要自然解方(Gijsman *et al.* 2021)。

## (三) 氣候變遷推進自然解方

雖然應用自然保育與生態復育來解決問題、提升人類福祉，並非新觀念，但愈來愈顯著的氣候變遷危機，可說是推進自然解方的最大驅力。目前國際政界與學界已有高度共識，自然解方是因應氣候變遷的重要取徑(Seddon *et al.* 2020；Cook-Patton *et al.* 2021；Girardin *et al.* 2021；IPCC 2022b)。自然解方有助於氣候變遷的「減緩」(mitigation)：要維持天然碳匯，就得保護現有陸域和海域生態系統不受破壞，並透過永續土地管理手段，減少土地利用相關的碳排。自然解方是氣候變遷「調適」(adaptation)的重要策略：可善用生態系服務中的「調節服務」來緩衝熱浪、洪水、暴潮的衝擊(Turner *et al.* 2022)。



#### (四) 自然解方已成為國際趨勢

在學術研究上，近年以自然解方為主題之研究是呈現爆炸性成長。此外，觀察氣候變遷因應相關的國際會議，也可發現自然解方扮演的角色益加重要。例如IPCC AR6報告明確強調自然解方是有效的氣候變遷調適策略，應採用以增加氣候韌性(IPCC 2022a)。2022年的第27屆聯合國氣候峰會(COP27)對自然解方也有許多著墨。例如，大會推出ENACT (Enhancing Nature-based Solutions for an Accelerated Climate Transformation) Initiative，結合政府或非政府的相關團隊成立聯盟，由IUCN作為秘書處來處理國際協調合作事務，加速透過自然解方來解決氣候變遷、土地及生態系統惡化、生物多樣性流失等課題。在大會中，國際上最重要的「氣候行動基金」(CIF: Climate Investment Fund)也宣布將對開發中國家的自然解方相關計畫投資3.5億美元。此外，巴黎協定(Paris Agreement)之後，締約各國需提交的「國家自訂貢獻」(National Determined Contribution)，亦即各國根據巴黎協定的目標擬定的氣候減緩與調適計畫，目前包括歐盟與其他八成(86國)的締約

國的計畫中，都納入了自然解方概念，其中有75個國家(包含歐盟的27個成員國)，包括中國、日本、越南、新加坡等，則是明確採用自然解方字眼(Seddon 2022)。

自然解方在國際上已受到高度關注，我國當然不應置身事外，應盡快積極推動相關政策，以因應氣候變遷，並與國際接軌。事實上，在國際趨勢的外部壓力及國內公民團體的要求下，2022年中，國家發展委員會已要求各部會在彙整「國家氣候變遷調適行動方案」時，應評估納入自然解方，但目前我國尚未有任何政策，明確且專注於自然解方的推動。

#### (五) 自然解方的全球標準

當前，IUCN可說是最大力推動自然解方的組織，為協助執行者設計自然解方方案，IUCN研擬了一套包含八個準則，28個指標的「全球標準」(IUCN 2020)(表1)。從IUCN全球標準中的準則和指標可以看出，自然解方除了技術面的考量，還必須考量非技術層面，甚至要確保民眾能夠由下而上參與。



- A. 研究指出2004年的南亞海嘯中，海岸紅樹林能減緩海嘯的衝擊，為後方村落帶來保護效果。(廖桂賢 攝於泰國)
- B. 引入排放民生汙水的埔頂排水，並透過栽植原生植生以淨化水質，再排入大漢溪。(洪諭瑩 攝)

表1. IUCN自然解方全球標準

<b>準則一</b> Criterion 1	<b>自然解方能有效處理社會挑戰</b> NBS effectively address societal challenges
<b>指標 1.1</b>	優先考慮權利人和受益人最急迫的社會挑戰 The most pressing societal challenge(s) for rights-holder and beneficiaries are prioritized
<b>指標 1.2</b>	清楚理解並記錄所處理的社會挑戰 The societal challenge(s) addressed are clearly understood and documented
<b>指標 1.3</b>	自然解方對人類福祉的效益被指認、設立基準、並定期評估 Human well-being outcomes arising from the NBS are identified, benchmarked and periodically assessed
<b>準則二</b> Criterion 2	<b>自然解方的設計會注意尺度的問題</b> Design of NBS is informed by scale
<b>指標 2.1</b>	自然解方的設計體認並回應經濟、社會和生態系之間的相互作用 The design of the NBS recognises and responds to interactions between the economy, society and ecosystems
<b>指標 2.2</b>	自然解方的設計會與其他互補的人為介入措施整合，並尋求跨部門的綜效 The design of the NBS is integrated with other complementary interventions and seeks synergies across sectors
<b>指標 2.3</b>	自然解方的設計包含人為介入地點之外的風險識別和風險管理 The design of the NBS incorporates risk identification and risk management beyond the intervention site
<b>準則三</b> Criterion 3	<b>自然解方會帶來生物多樣性淨增益和生態系完整性</b> NBS result in a net gain to biodiversity and ecosystem integrity
<b>指標 3.1</b>	自然解方的行動直接回應生態系的現況、劣化和喪失主要驅動因子的實證評估 The NBS actions directly respond to evidence-based assessment of the current state of the ecosystem and prevailing drivers of degradation and loss
<b>指標 3.2</b>	以明確、可衡量的方式識別、制定基準並定期評估生物多樣性保育的成效 Clear and measurable biodiversity conservation outcomes are identified, benchmarked and periodically assessed
<b>指標 3.3</b>	監測要包括定期評估自然解方對自然造成的意外不利影響 Monitoring includes periodic assessments of unintended adverse consequences on nature arising from the NBS
<b>指標 3.4</b>	識別強化生態系完整性和銜接性的機會，並將之納入自然解方的策略 Opportunities to enhance ecosystem integrity and connectivity are identified and incorporated into the NBS strategy
<b>準則四</b> Criterion 4	<b>自然解方具經濟可行性</b> NBS are economically viable
<b>指標 4.1</b>	指認、記錄與自然解方相關的直接、間接效益和成本、付費者和受惠者 The direct and indirect benefits and costs associated with the NBS, who pays and who benefits, are identified and documented
<b>指標 4.2</b>	進行成本效益研究(包括相關法規和經費補助所可能產生的影響)，做為選擇自然解方的依據 A cost-effectiveness study is provided to support the choice of NBS including the likely impact of any relevant regulations and subsidies
<b>指標 4.3</b>	考量所有相關外部成本後，自然解方設計的效果仍優於其他替選方案 The effectiveness of the NBS design is justified against available alternative solutions, taking into account any associated externalities
<b>指標 4.4</b>	自然解方設計考慮市場、公部門、自願承諾等資源動態組合選項和行動，以遵守法規 NBS design considers a portfolio of resourcing options such as market-based, public sector, voluntary commitments and actions to support regulatory compliance

資料來源：IUCN (2020)；中文翻譯：趙榮台

<b>準則五</b> <b>Criterion 5</b>	<b>自然解方是包容、透明、賦權的治理過程</b> <b>NBS are based on inclusive, transparent and empowering governance processes</b>
<b>指標 5.1</b>	在啟動自然解方人為介入措施前，要為所有利害關係人備妥明確且完全商定的回饋和申訴解決機制 A defined and fully agreed upon feedback and grievance resolution mechanism is available to all stakeholders before an NBS intervention is initiated
<b>指標 5.2</b>	參與的基礎是相互尊重和平等，不分性別、年齡或社會地位，並維護原住民自由、事先知情同意的權利(FPIC) Participation is based on mutual respect and equality, regardless of gender, age or social status, and upholds the right of Indigenous Peoples to Free, Prior and Informed Consent (FPIC)
<b>指標 5.3</b>	查明受到自然解方直接、間接影響的利害關係人，並讓他們參與自然解方人為介入措施的所有過程 Stakeholders who are directly and indirectly affected by the NBS have been identified and involved in all processes of the NBS intervention
<b>指標 5.4</b>	在決策過程中記錄並回應所有參與方和受影響的利害關係人之權利和利益 Decision-making processes document and respond to the rights and interests of all participating and affected stakeholders
<b>指標 5.5</b>	如果自然解方的尺度超出管轄範圍，則要建立機制，使受影響轄區的利害關係人共同參與決策 Where the scale of the NBS extends beyond jurisdictional boundaries, mechanisms are established to enable joint decision making of the stakeholders in the affected jurisdictions
<b>準則六</b> <b>Criterion 6</b>	<b>自然解方能在主要目標與持續提供其他重效益的得失間公平合理地找到平衡點</b> <b>NBS equitably balance trade-offs between achievement of their primary goal(s) and the continued provision of multiple benefits</b>
<b>指標 6.1</b>	明確了解自然解方人為介入措施的潛在成本、效益及其得失，並明確告知保障措施和所有適當的糾正措施 The potential costs and benefits of associated trade-offs of the NBS intervention are explicitly acknowledged and inform safeguards and any appropriate corrective actions
<b>指標 6.2</b>	承認並尊重不同利害關係人土地和資源的權利、使用、取得及其責任 The rights, usage of and access to land and resources, along with the responsibilities of different stakeholders, are acknowledged and respected
<b>指標 6.3</b>	定期檢討既定的保障措施，以確保各方遵守商定的得失底限，並且不致破壞整個自然解方的穩定 The established safeguards are periodically reviewed to ensure that mutually-agreed trade-off limits are respected and do not destabilise the entire NBS
<b>準則七</b> <b>Criterion 7</b>	<b>自然解方循證進行調適性經營</b> <b>NBS are managed adaptively, based on evidence</b>
<b>指標 7.1</b>	建立自然解方的策略，並以此做為定期監測和評量人為介入措施的基礎 A NBS strategy is established and used as a basis for regular monitoring and evaluation of the intervention
<b>指標 7.2</b>	在人為介入措施的生命週期中發展並執行監測和評量的計畫 A monitoring and evaluation plan is developed and implemented throughout the intervention lifecycle
<b>指標 7.3</b>	在人為介入措施的生命週期中應用反覆學習的架構，以促成調適性經營 A framework for iterative learning that enables adaptive management is applied throughout the intervention lifecycle
<b>準則八</b> <b>Criterion 8</b>	<b>自然解方是永續的並在適當的管轄情境下主流化</b> <b>NBS are sustainable and mainstreamed within an appropriate jurisdictional context</b>
<b>指標 8.1</b>	分享自然解方的設計、執行及經驗教訓以引發轉型的變革 The NBS design, implementation and lessons learnt are shared to trigger transformative change
<b>指標 8.2</b>	自然解方注意並強化政策和法規架構，以利社會接受和主流化 The NBS informs and enhances facilitating policy and regulation frameworks to support its uptake and mainstreaming
<b>指標 8.3</b>	自然解方會為國家和全球的人類福祉、氣候變遷、生物多樣性及人權(包括《聯合國原住民族權利宣言》)等目標作出貢獻 Where relevant, the NBS contributes to national and global targets for human well-being, climate change, biodiversity and human rights, including the United Nations Declaration on the Rights of Indigenous Peoples (UNDRIP)



### 三、水患治理的自然解方

#### (一) 水患治理的自然解方發展脈絡

西方國家推動水患治理的自然解方不遺餘力，歐盟於2007年立了水患治理的新法「洪水指令」(Floods Directive)，相關文件就包含自然解方的相關精神與做法(Waylen *et al.* 2018)；近年來，歐盟政策明確使用自然解方一詞，在各會員國投注了相當多的資源，大力推動水患治理的自然解方(Vojinovic 2020)。

前面已提及，自然解方概念本身及其所涵蓋的做法，並非新創。在災害治理的領域，自然解方其實也行之有年，早已發展出許多名稱不同、但精神類似的概念，例如，「生態防減災」(ecosystem-based disaster risk reduction)，強調利用生態系服務來防減災

(Wickramasinghe 2021)；又例如「軟工程」(soft engineering)，主要應用於海岸管理，強調利用自然系統(如紅樹林、沙丘)消能，而非用傳統剛性結構(如消波塊或水泥堤防)來對抗海浪衝擊(Caulk *et al.* 2000；Cooper and McKenna 2008)。

此外，主要運用於都市地區的「永續雨水逕流管理」(sustainable stormwater management)的相關概念及做法也屬於自然解方，包括「低衝擊開發」(low impact development)、「最佳管理實務」(best management practices)、「水敏感城市設計」(water sensitive urban design)、「綠色基盤」(green infrastructure)或「藍綠基盤」(blue-green infrastructure)、「永續城市排水系統」(sustainable urban drainage system)



等。但需要釐清的是，西方國家當初推動永續雨水逕流管理，背後最大的驅力是法規對非點源汙染控制的要求。例如，美國推動低衝擊開發主要是為了因應1972年施行的「淨水法案」(Clean Water Act)，並且保育瀕臨絕種的魚類(例如鮭魚)。

雖然水患治理並非西方國家推動永續雨水逕流管理的主因，而是附加效益，但後續在其他地方的推動(例如我國與中國的海綿城市)中，水患治理成為重要驅力與目標，因此永續雨水逕流管理也可視為是水患治理的自然解方。

## (二) 內水與外水治理的自然解方

本文的水患治理，聚焦河川外水溢淹與內水積淹所造成的水患治理。治理內水的永續雨

- A. 位於英國倫敦的Albany公園的溪流，進行了河川復育工程，為約400公尺長的河道拆除混凝土構造物，並植樹造林，讓河道重新蜿蜒，是結合生態復育、永續雨水管理、休閒遊憩功能的藍綠基盤。(廖桂賢 攝)
- B. 美國奧瑞岡州的波特蘭市的Tanner Springs Park，基地原本為不透水鋪面，經改造後，可接收四周道路及屋頂所產生的雨水逕流，形成濕地，不但減少進入排水系統的雨水逕流，亦可透過植栽淨化水質，是利用藍綠基盤治理內水的極佳案例。(廖桂賢 攝)

水逕流管理的相關措施，通常規模比較小，例如，於建築物設置綠屋頂，公園綠地改造成雨水花園，或是沿著街道設置草溝等，且主要應用在都市地區。已有研究顯示，上述相關措施可減少都市內水積淹的效果(Ruangpan et al. 2020)。我國已積極推動海綿城市，因此對於內水治理的自然解方相對熟悉，但對於外水治理的自然解方，相對陌生。



A



B

外水治理的自然解方，國外大多是應用在鄉村或海岸地區，乃是從流域或整個區域尺度的考量上，來降低洪峰或緩衝暴潮衝擊，做法包括大面積的洪氾平原復育(floodplain restoration)、森林保育與復育等。外水治理自然解方的政策案例則包括荷蘭的「還地於河」(Room for the River)，以及英國的「自然式洪水管理」(Natural Flood Management)、「給水空間」(Making Space for Water)，以及晚近統整河川與海岸管理的「與自然作用同工」(Working with Natural Processes)。

外水治理的自然解方可統整為以下三個具體策略：第一，增加流域滯蓄洪空間：滯蓄留雨水，從源頭減少地表逕流進入水道，通常透

過復育流域內濕地、或是新建濕地的方式來增加滯蓄洪量。第二，擴大河川廊道，還地於河：將原本位於河川區外的土地，納入河川區域，還地於河，使其可自然氾濫，恢復河川與周遭土地的水文連結，並容許植群自然演替；此外，並對新納入的土地進行洪氾平原的生態復育(亦即洪氾平原復育)，以增加生物多樣性。第三：增加河川廊道粗糙度：復育濱溪帶與灘地之植物群落，復育河道樣貌，盡可能恢復河川廊道之自然樣貌，以減緩水勢。

### (三) 水患治理自然解方的定義與策略

瞭解上述水患治理的發展脈絡與相關措施後，就容易理解水患治理的內涵。水患治



D



E



C

理的自然解方可定義為：著眼流域尺度，透過保護、復育、師法水域生態系及流域之自然水文與自然形態之水患治理手段。水患治理的自然解方的精髓可歸納為：就是順勢而為，利用自然。

需強調，水患治理自然解方需對河川生態有所「增益」，因此絕不包括劇烈改變河川水文與生態之傳統堤防、護岸、疏濬、疏洪道等工程手段。亦不包括僅是「減輕生態衝擊」的工法；例如，不用混凝土，而以砌石、石籠護岸來取代自然河岸，雖然生態衝擊可能比混凝土小，但仍劣化原有自然河川生態，不能算是自然解方。

- A. 蘇格蘭的艾德斯頓河(Eddleston Water)流域的濕地復育案例，底部埋設水管以進一步調節水位，恢復生態功能，同時兼具滯蓄洪功能。(洪諭瑩 攝)
- B. 德國慕尼黑伊薩河(River Isar)的河川復育計畫，擴大了河川廊道、還地於河。相關復育工程包括打除低水護岸、移除固床工、創造側流，並容許河流於堤防之間擺盪、氾濫，恢復自然辮狀河相。(廖桂賢 攝)
- C. 德國慕尼黑伊薩河(River Isar)的河川復育計畫同時達到三個目的：減輕水患災害、改善生態健康、提升休閒遊憩品質，是河川復育作為水患治理自然解方的精彩案例。(廖桂賢 攝)
- D. 蘇格蘭洛托溪(Rottal Burn)的河川復育計畫，復育濱溪帶與灘地之植物群落以改善河川健康的同時，河道廊道因為粗糙度的增加，避免洪水快速沖至下游，可減輕下游水災風險。(廖桂賢 攝)
- E. 蘇格蘭艾德斯頓河(Eddleston Water)的河川復育計畫，盡可能模仿河川自然樣貌，將倒木堆置於河道中，增加河川廊道粗糙度，以減緩下游水勢。(廖桂賢 攝)
- F. 傳統水泥護岸因束縮河道断面，導致水流集中、沖刷加劇，進而造成基腳掏空與結構損壞，不僅破壞河川生態，亦對人類生命財產安全構成潛在風險。(洪諭瑩 攝)



F

此外，自然解方仰賴並結合自然作用(例如入滲、窪蓄)、系統(例如濕地、洪氾平原)、元素(例如倒木、石頭)等，因此也不包括以人為設施為主之滯蓄洪措施，例如建築筏基滯洪與其他形式之地下滯洪池。水患治理的自然解方透過以下兩大策略來減少水災風險：

- 1. 盡可能恢復流域的自然水文循環：**包括截流、入滲、蒸發散、窪蓄等水文作用，從源頭減少雨水逕流。做法包括增加植物覆蓋、移除不必要之硬鋪面、已人工化之高灘地可進行生態復育以強化滯蓄洪功能、恢復堤內濕地滯蓄洪功能、利用農地與魚塭滯洪、公園綠地與其他開放空間增加滯蓄洪功能等。
- 2. 恢復自然河川形態：**透過擴大河川廊道空間以減少下游洪水量或延遲洪峰，透過恢復粗糙度以減輕水勢、減緩水流衝擊。做法包括還地於河，並進行洪氾平原復育、濱溪帶復育、河相復育(恢復自然河相，包括適度保留河道中的倒木、漂流木、岩石、石頭)等，以上統稱河川復育(river restoration)。

水利署目前推動的「在地滯洪」政策，獎勵農地在颱風豪雨時蓄留雨水24小時，減少雨水逕流進入水道，以減少下游水災風險。這樣的政策鼓勵農地發揮「窪蓄」的水文作用，雖在部分情況下需施作水泥田埂，但硬體工程並非主體，原則上符合上述第一項策略。然而，自然解方必須對生物多樣性有所增益，以「在地滯洪」目前的做法而言，生態增益的效果極為有限。

- 蘇格蘭Glensaugh農場因長期過度放牧導致森林劣化為草地，在此地進行的河川復育工作，其中包括在河道中設置「透水木堆堰」，以模仿過去森林覆蓋時溪水不時會被大型倒木(large woody debris)阻擋之河川水文，以暫存部分洪水並減低流速，以恢復河川自然水文形態。(廖桂賢 攝)
- 蘇格蘭艾倫河(Allan Water)河道中所設置的「透水木堆堰」為眾多型態之一，其結構規模相較其他型態較為龐大，且木材間以鐵線捆綁固定，確保穩定性與功能性。此類設施有助於模擬天然倒木堆積，調節水流並促進棲地多樣性。(陳葳芸 攝)
- 蘇格蘭艾倫河(Allan Water)進行的河相復育，運用天然倒木引導水流方向，藉此減緩河岸的侵蝕。(廖桂賢 攝)
- 蘇格蘭艾德斯頓河(Eddleston Water)復育工程中，透過將樹頭設置於河岸並延伸至河道，產生類似丁壩的導流效果，減緩河岸侵蝕，同時增加河道內部結構的異質性與孔隙空間，提升生物棲息與利用的可能性。(陳葳芸 攝)
- 為提升上游地區的滯蓄洪能力，蘇格蘭艾倫河(Allan Water)上游農地實施排水阻斷措施。原有農田排水溝渠經封堵後，洪水來臨時水流漫溢至人工開挖的條狀濕地(scrapes)。此類設計不僅延緩洪峰時程，也能促進水質淨化，為自然式洪水管理與農地整合利用的示範案例。(廖桂賢 攝)
- 水利署於美濃推動「在地滯洪」政策，汛期於美濃溪中游利用農地滯洪，減少豪雨期間雨水逕流直接排入河道，減少下游美濃市區水災風險，雖利用窪蓄的水文作用，但較無直接生態增益效果。(洪諭堂 攝)





#### (四) 水患治理自然解方與傳統治理之不同

水患治理的自然解方，本質上與奠基於「防洪思維」上的傳統水患治理是全然不同的。要理解這個不同，首先要知道，西方水患治理的論述與實務已歷經了觀念上的變革：因為體認到洪水難以完全阻擋，強求不淹水乃不切實際，水患治理理論與實務早已揚棄「防洪」(flood defense)一詞，約莫30年前開始，「水災風險管理」(flood risk management)一詞開始慢慢取代「防洪」一詞，以風險管理概念取代人定勝天的工程控制。晚近歐洲一連串的水災，促使歐盟制定了「洪水指令」(Flood Directive)，更加確立水患治理是「管理風險」，而非「抵抗洪水」(Hartmann and Jüpner 2020)。

水災風險管理不在盲目倚賴防洪排水設施的「工程手段」(structural measures)，而更強調「非工程手段」(nonstructural measures)的重要性，包含土地利用規劃、環境設計、洪災保險、災害意識教育、洪水預警、緊急應變等；而自然解方，就是屬於非工程手段的一環。

水患治理自然解方的策略，跟防洪工程的策略完全背道而馳。因為目標在於力求讓本來會淹水的土地不淹水，「與水爭地」，防洪工程的本質在於「抵抗」或「控制」洪水，策略為「築堤束水」與「加速排水」。但自然解方強調「與自然同工」(working with natural processes)(SEPA 2016)，本質是「順應」自然，給洪水該有的空間和時間，因此策略為「還地於河」、「現地處理」及「減緩水勢」。

前面已經提及，水利署已推出利用「窪蓄」水文作用的「在地滯洪」政策，公部門開始嘗試築堤束水與加速排水以外的做法，值得鼓勵。但我國要推動水患治理自然解方，必須超越在地滯洪，積極進行河川復育，一方面恢復河川自然形態並盡可能還地於河（即便是小規模），來減緩水勢、增加滯蓄洪量；同時，也透過棲地改善、氾濫等自然營力的恢復，提升河川健康。河川復育屬於「生態復育」(ecological restoration)專業的範疇，需要復育生態學(restoration ecology)的知識；因此，水患治理自然解方從方案選擇到規劃設計，須納入考量的面向與傳統水利工程的知識範疇十分不同，因此，除了水利專業，也必須有空間規劃與生態專業的積極參與。

#### 四、水患治理自然解方的效益

即便國際學界普遍認同自然解方，國際政界也逐漸將「自然解方」一詞納入政策文件，但是自然解方離主流化仍有很大一段距離，主因是其效益相對不明確(Seddon 2022)。與已發展數個世紀的傳統工程手段相比，自然解方尚未發展出普遍接受的成效評量框架。傳統工程手段即便有嚴重副作用，但堤防、護岸等歷史悠久的做法都有詳細的設計標準、通用的成效評量方法、完整的行政體系，對於減少淹水頻率有一定的效果，且讓民眾十分有感。相反的，並非所有自然解方方案都可以像防洪排水工程一樣，效果明顯。目前研究顯示，地方分散性、小規模的自然解方，雖然可以在小規模的降雨事件中減少下游淹水，但對大型降雨事件的減災效果有限(Black et al. 2021)。



農村發展及水土保持署於南投縣國姓鄉種瓜坑溪推動河川復育工程，拆除溪流右岸護岸，並降低其坡度，使洪水可再度溢淹於原本的洪氾平原，減少下游洪峰，可說是國內少見「還地於河」之案例。該復育工程亦移除河道內之大部分固床工，未移除之一座固床工則打開數個數個缺口，改善水流與生物之縱向連結。(洪諭瑩 攝)

但是，自然解方之所以在國際上受到高度認可，是因為其具備「多功能」特性。有別於傳統工程手段僅提供防洪功能卻得犧牲河川生態及社會功能，自然解方除了可降低水災風險，還提供生態系服務的方式帶來其他附加好處，這些附加好處在學術上被稱為「共效益」(co-benefits)(Garvey and Paavola 2021)。例如，以洪氾平原復育來擴大河川廊道，增加通洪量，除了可減少並延遲下游洪峰，也可以提升生物多樣性，並可同時改善景觀美學，提供休閒娛樂、微氣候調節、減碳等共效益(Burgess-Gamble *et al.* 2018)。已有研究顯示，如果考量長期及外部效益，那麼自然解方的益本比(benefit/cost ratio)可能比傳統工程手段多好幾倍(Seddon *et al.* 2020)。簡而言之，自然解方的效益在於提供多重好處，不像工程手段雖然減災效果明顯，卻可能有嚴重的生態副作用，甚至因為仍存在殘餘風險以及製造安全假象，長期上會有反效果。

因此，宏觀、全面地評估自然解方效益，對於自然解方的推動非常重要(Viti *et al.*

2022)，也有助於與民眾溝通，增加民眾的接受度(Giordano *et al.* 2020)。自然解方之減災效益，可採用與防洪工程相同的水工模型來評量，已有不少相關研究。然而，水患治理自然解方之共效益評量，目前相關研究的確仍不足，且那些無法用市場價值衡量的效益(non-market benefits)的相關研究，尤其欠缺(Viti *et al.* 2022)。此外，許多共效益屬於生態系服務的「文化服務」(cultural services)，其指認與評量會依在地社會文化脈絡而不同，必須納入利害關係人觀點(Scholte *et al.* 2015；Cebrian-Piqueras *et al.* 2017)。

## 五、空間式水災風險管理

無論是內水或是外水治理的自然解方，都需要土地。無論是英國的Making Space for Water或是荷蘭的Room for the River，從計畫名稱就可以看出「土地」扮演的重要角色。因此，我國要推動水患治理自然解方，也不能不從空間規劃管理著手。

### (一) 水患治理自然解方需要土地

如前述，自然解方跟防洪思維是背道而馳的哲學，水患治理自然解方是以順應自然水文與河相來降低水災風險，而最保險的策略就是不再與河川爭地，而是試著與洪水和平共存：把洪水所需的空間留下來，並讓它流慢一點，不要讓洪水變成「猛獸」。要與洪水共存，就必須把被人類占據的洪氾平原空間，適量「還給河川」，挪出可以「安全淹水」的土地。

給洪水空間，才能減低風險。因為有這樣的體認，有學者提出了「空間手段」(spatial measures)一詞(Roth *et al.* 2021)，強調空間對水患治理的重要性。空間規劃學者Hartmann等近來著書，進一步發展成「空間式水災風險管理」(Spatial Flood Risk Management)的概念，該書開宗明義就說「水災風險管理需要土地」(Hartmann *et al.* 2022:1)。以上水患治理觀念的演進，說明土地及空間在水患治理上應該扮演關鍵角色，更是自然解方的要件。

### (二) 讓土地承洪

給水空間，就是要讓土地具備「承洪」的能力。所謂「承洪」，除了一般理解屬於暫時性的「滯洪」(flood detention)，亦包括容許洪水長期停留的「蓄洪」(flood retention 或 flood storage)，還包括容許伴隨氾濫而來的堆積、侵蝕等自然作用，甚至後續的自然演替。水患治理自然解方的精神，在於順應甚至學習自然機制，因此要讓土地發揮自然解方的功能，就必須接受伴隨河川氾濫、自然淹水所有相關的自然作用。

最需要發揮承洪功能的土地，是那些原本是自然洪氾平原、但被堤防或護岸保護而不再週期性氾濫的土地；因此，洪氾平原復育扮演重要角色。英國的Making Space for Water與荷蘭的Room for the River計畫，都包括堤防內縮或拆除，讓原本被堤防保護的農地再度氾濫，並經由生態復育，把原屬於河川的洪氾平原空間與生物多樣性還給河川(Rijke *et al.* 2012)。



日本靜岡縣三島市的境川，流經綠地之河段原計畫以三面光傳統工法進行防洪整治，並將河道擴大為原本的5倍寬，以擴大通洪斷面。然而傳統工程手段會劣化溪流生態且大幅縮減綠地面積。非營利組織「Groundwork三島」居中協調，改變了設計，將此處營造成濕地，兼具滯洪功能，達成溪流生態、水患治理、綠地保育三贏。(廖桂賢 攝)

要讓已經被開發利用的土地發揮承洪功能，當然會面臨實務挑戰，因為這些土地絕大多數屬於私人產權。然而，產權私有不一定是問題，只要有相關政策工具就可能讓私人土地承洪。我國民眾熟悉的土地徵收，因為可能會嚴重侵犯民眾權益，爭議極大，應盡可能避免。但除了土地徵收，當然還有其他工具，相關工具先粗略分為兩大類：一是對地主限制，二是對地主付費。

第一類工具，對地主限制，主要可透過土地使用分區與管理，涉及土地規劃相關工具。過去，我國的土地利用可說是完全無視淹水潛勢，忽視國外行之有年的「洪氾平原管理」(floodplain management)(Freitag *et al.* 2009)。所謂洪氾平原管理，奠基在對自然洪氾平原範圍的瞭解上，並根據淹水機率進行不同強度的土地利用。洪氾平原管理屬於土地利用規劃一環，應該是水患治理最上位的手段，然而在我國，天然易淹水地區只要施作防洪排水工程，均被視為可以開發。防洪排水工程甚至在我國被視為開發工具，可說是本末倒置。因為「防洪」概念在我國根深蒂固，空間規劃與土地管理部門在水患治理中長期缺席，甚至成為自然解方的阻礙，例如，新訂或擴大都市計畫時，留給河川的空間不足，以至於水利部門必須以堤防束水或以水泥化強化排水效率。

然而我國其實有相關空間規劃工具，可限制土地使用。例如，政府可透過土地重劃，以地換地，取得高淹水潛勢、或適合滯蓄洪土地的所有權；都市計畫地區則可利用容積移轉制度，將必須或適合承洪之土地之容積移轉到其他區域。此外，2016年《國土計畫法》施行後，可以國土功能分區的土地使用管

制來限制高淹水潛勢土地的利用強度，以利承洪；另外，《國土計畫法》新增的「特定區域計畫」規劃工具，可針對特定河川流域就特定議題或流域整體改善擬定「特定區域計畫」，可透過此工具來推動國外行之有年的「整合性河川流域管理」(integrated river basin management)，亦即，以全流域的尺度來治理水患，且結合其他水資源管理需求，讓流域中上下游各發揮應有的自然水文功能，達成永續管理(Rijke *et al.* 2012)。

第二類工具，對地主付費，包括以付費、補償、獎勵等手段讓私有土地可以承洪。例如，政府可依《民法》於私有土地設定「地上權」，讓該土地成為公共空間，供承洪之用；此外，《民法》亦規範「不動產役權」，政府不向地主購買土地，僅購買不動產役權，該土地維持私有，但可於颱風豪雨期間供承洪之用。另外，亦可依《信託法》之公益信託，以「環境信託」的方式由政府或公益團體管理土地，作為承洪之用。至於補償或獎勵，水利署為推動「在地滯洪」，已於2021年頒布《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》，明確訂定獎勵金之標準與計算原則，可說是國內最明確針對水患治理自然解方訂定之工具。此外，也可汲取農業部推動「瀕危物種生態服務給付」或是「重要棲地生態服務給付」之經驗，未來可考量訂定「土地承洪生態服務給付」之獎勵政策，對願意讓土地承洪的地主付費，增加土地承洪誘因。

總而言之，我國並不缺乏可支持土地承洪的法規、政策、工具，應善加利用上述工具以推動水患治理自然解方。

## 六、我國推動水患治理自然解方之建議

### (一) 推動水患治理之挑戰與障礙

自然解方在各國的推動，當然都會面臨挑戰。例如，美國所面臨的自然解方挑戰包括：對自然解方認識不足、法規與政策障礙、成本與效益會計的困難、經費不足且欠缺整合、相關專業知識與人才欠缺、實證研究不足等(White House Council on Environmental Quality *et al.* 2022)。臺灣仍處於自然解方的摸索階段，尚未有具體政策推動，但也會面臨與美國類似之挑戰。

我國要推動水患治理自然解方，至少有三個面向的挑戰(廖桂賢和鄒明軒 2023)：

1. **執行層面**：水患治理工具箱中缺乏多元的非工程手段、現行治理計畫之執行壓力、治理計畫配合措施章節指導作用不足、缺乏決策層級更明確堅定的支持、行政管理缺乏跨專業協作支持條件。



納入魚道的野溪整治工程常被視為「生態友善」的作法，然而魚道實為河川生態系遭破壞後的「補償性」措施，也不能算是自然解方。(廖桂賢 攝)

2. **權責層面**：臺灣「水土截然二分」的權責劃分，導致負責水患治理的水利相關部門，無土地利用與管理相關權責，而土地利用管理的相關部門，則欠缺水患治理責任，認定水患治理應由水利相關部門透過防洪排水工程來解決。
3. **制度層面**：資本門與經常門的比例限制，容後詳述。
4. **觀念與文化層面**：民眾與專業者對於「不淹水」的期待根深蒂固，因此可能難以接受土地需要發揮承洪功能的觀念。

從上述眾多挑戰中，可歸納出兩道主要障礙：第一道障礙，是認知與專業技能。目前水利專業對自然解方之認識仍不清，傾向將自然解方誤解為「對生態友善的工法」、「對生態衝擊較小的工法」、甚至是「做生態」，或以為所有非工程手段都屬於自然解方，也因而不理解自然解方在氣候變遷威脅及生物多樣性流失下之重要性。再者，水患治理自然解方有別於傳統水利工程，需要「生態復育」專業知識，然並非典型水利工程訓練範疇，因而水利專業者仍欠缺施行自然解方相關技能。對自然解方內涵的誤解，對於重要性不理解，加上國內生態復育人才嚴重不足，不利於推動自然解方。因此，認知與專業技能問題，可說是目前是我國推動自然解方的最大障礙。

第二道障礙，則是制度。根據2023年修正通過之〈政府公共建設計畫先期作業實施要點〉，行政院國家發展委員會於核定各機關推動之實質建設計畫，皆須符合「經常門



都市常見的透水鋪面雖有利用「入滲」的水文作用來減少雨水逕流，雖然具備一定的水文調節功能，但其本質仍屬人為構造，並未改善現地的生態系，未對生態系有所增益，並非自然解方。(廖桂賢 攝)

不得超過資本門之二分之一」的規定；另外，亦要求「各年度公共建設計畫經常門經費總額，仍應以不超過當年度公共建設計畫總經費百分之二十為限」。如此的經費編列制度，重資本門而輕經常門，且比例嚴重失衡，可說是嚴重限制施行自然解方的機會。因為，臺灣大部分河川溪流已充斥河防建造物，要實施自然解方必須採用「減法工程」，即便在沒有既有建造物之地區，要實施自然解方也不需要興建大量人工構造物。公共工程經費編列規定中之經常門與資本門比例，必須要調整，才有可能落實水患治理自然解方。

## (二) 推動水患治理自然解方之短期行動

基於以上討論，以下提出短期內我國推動水患治理自然解方的四個策略性政策建議：

### 1. 投入水患治理自然解方相關研究

自然解方之普遍施行，需要相關研究之支持，政府可以委辦方式，委由具自然解方專業之跨領域團隊進行下列研究：

- (1) 研究適用我國之水患治理自然解方類型，並分析各類型自然解方在不同類型與轄區之河川溪流實施之機會。
- (2) 研發適用我國之自然解方成本效益評估工具，以及成效之監測方法與評量工具。
- (3) 盤點我國現有法規、制度與政策中，阻礙水患治理自然解方推動的障礙，並探討解決方案。
- (4) 研究河川治理計畫與河川管理計畫如何納入自然解方。

## 2. 推出水患治理自然解方試辦計畫

揀選適當流域、集水區、或子集水區，組織跨專業團隊，辦理先驅型自然解方計畫。計畫應包括數個不同自然解方方案或類型，並設立水文與生態等面向之監測網絡，透過實際操作進行研究，並且透過做中學，深入瞭解自然解方。此試辦計畫可有以下好處：

- (1) 瞭解不同自然解方方案或類型之防減災主效益與生態系服務之共效益。
- (2) 透過實際操作發掘自然解方可能之潛在負面影響。
- (3) 產生示範及領導效果。
- (4) 試辦計畫中學得之經驗教訓，可用以設計未來大規模實施水患治理自然解方之相關政策。

## 3. 辦理自然解方專業深度培訓

自然解方之專業人才，無法透過一堂演講或一天的密集課程養成，需要長期間培養，且必須授以包含生態復育在內之專業課程。政府可委由具自然解方專業之單位設計深度課程，或經費補助派員參加國外之相關專業訓練課程。

表2. 水患治理自然解方計畫規劃準則

<b>準則一</b>	<b>水患治理自然解方應有效降低水災風險</b>
<b>指標 1.1</b>	計畫目標應首重水災風險之降低
<b>指標 1.2</b>	應明確陳述計畫所處理之水災風險，並確保利害關係人能清楚理解計畫目標
<b>指標 1.3</b>	應明確陳述計畫之預期效益，設定評量基準，且定期評量
<b>準則二</b>	<b>水患治理自然解方應著眼流域尺度</b>
<b>指標 2.1</b>	規劃設計應採系統思維，著眼流域上下游及水土間之關係
<b>指標 2.2</b>	計畫應與其他水患治理措施整合，使效益加乘
<b>指標 2.3</b>	應評估是否對計畫範圍外之區域造成風險，應採取適當措施避免該風險
<b>準則三</b>	<b>水患治理自然解方應改善生態環境、增加生物多樣性</b>
<b>指標 3.1</b>	計畫應直接處理生態系劣化現況及背後成因
<b>指標 3.2</b>	生物多樣性之成效應以量化指標定期評量，並設定評量基準
<b>指標 3.3</b>	應定期監測，以瞭解計畫是否造成預期外之生態衝擊
<b>指標 3.4</b>	計畫應強化當地生態的完整性，並改善計畫範圍與周遭區域間的生態連結性
<b>準則四</b>	<b>水患治理自然解方應具經濟可行性</b>
<b>指標 4.1</b>	應計算方案的直接與間接效益與成本，並指認計畫之受益者與受害者
<b>指標 4.2</b>	計畫應經過完整的成本效益評估，且將後續的維管成本納入考量
<b>指標 4.3</b>	計畫的防減災效益評估應考量其所有外部成本，確保其確實優於其他方案
<b>指標 4.4</b>	計畫應考量經費之永續性
<b>準則五</b>	<b>水患治理自然解方規劃設計過程應包容、透明、賦權</b>
<b>指標 5.1</b>	計畫實施前，應為利害關係人設置明確的陳情申訴管道並建立處理機制
<b>指標 5.2</b>	公民參與應不分性別、年齡、族群與社經地位
<b>指標 5.3</b>	應盤點所有可能直接與間接受方案正負面影響的利害關係人，並確保其可參與規劃設計過程
<b>指標 5.4</b>	應以透明公開之方式詳載上述所有利害關係人之權益，並在規劃設計中回應其訴求
<b>指標 5.5</b>	若計畫範圍跨縣市，應成立跨縣市之協作與參與平臺
<b>準則六</b>	<b>水患治理自然解方應基於公平原則，在主效益與共效益間達到平衡</b>
<b>指標 6.1</b>	計畫眾多潛在效益的權衡取捨，應考量方案整個生命週期的利弊得失，且應確保社會弱勢族群不因計畫而受負面衝擊
<b>指標 6.2</b>	應盤點計畫範圍內之土地及資源使用之利害關係人，並尊重其權益
<b>指標 6.3</b>	若計畫之權衡取捨會帶來風險，則應有確保公平正義之措施，並定期檢討
<b>準則七</b>	<b>水患治理自然解方應循證滾動式調整</b>
<b>指標 7.1</b>	應闡明理念、方案與預期成效，以作為定期監測與成效評量的基礎
<b>指標 7.2</b>	應有針對計畫整個生命週期的長期監測計畫與成效評量計畫
<b>指標 7.3</b>	應設計一套在計畫生命週期中反覆學習，以達成滾動式調整的機制
<b>準則八</b>	<b>水患治理自然解方應是永續的，並結合既有政策框架，普遍推動</b>
<b>指標 8.1</b>	主辦單位應對外分享計畫執行之經驗教訓，以推動水患治理轉型
<b>指標 8.2</b>	計畫應包含環境教育，以提升一般民眾對自然解方之認識與接受度
<b>指標 8.3</b>	計畫應協助達到國內與國際之氣候變遷與生物多樣性目標



都市中常見的河川樣貌，反映著臺灣社會高度仰賴工程手段的現況。今天，臺灣民眾普遍將水患治理視為政府之全責，且無法接受任何淹水情事，然而，我們應當反思：我們真的應該要將禁錮於水泥的河川樣貌視為理所當然嗎？(洪諭瑩 攝)

#### 4. 中央以經費補助為誘因，鼓勵地方政府採用水患治理自然解方

中央政府可推出競爭型政策，以經費優先補助地方政府採用自然解方之計畫。

#### (三) 水患治理自然解方計畫規劃準則

為確保水患治理自然解方之規劃符合自然解方之精神，本文根據前述IUCN的自然解方全球標準(表1)，提出以下「水患治理自然解方計畫規劃準則」(表2)，以作為自然解方計畫規劃之依循。

## 七、結論

水患治理的自然解方，在減災的同時，亦可扭轉河川生物多樣性流失的趨勢。因為，當前我國的水患治理仍高度仰賴工程手段，民眾不但喪失災害意識，並且無法容許任何淹水情事，且將水患治理完全視為政府之責任。此

外，臺灣從都市到鄉村的大河小溪，因過去獨尊工程手段之治理模式，已奄奄一息。

再者，以氣候變遷減緩而言，我國也應積極擁抱自然解方，目前政府已追隨全球趨勢宣示2050達到淨零碳排，水患治理採用自然解方，透過自然河溪的保護，可以維護現有碳匯，透過河川復育，則可能增加碳吸存，協助邁向淨零碳排。

國際間已經有高度共識，氣候變遷對人類社會的威脅應該視為「氣候危機」(climate emergency)，須盡快因應。氣候變遷帶來極端降雨，升高水患風險，但只要臺灣社會跳脫舊思維窠臼，勇於嘗試新手段，因應得宜，氣候危機就有可能成為河川治理的「轉機」：不但能降低水患風險，同時也能修復人河關係，甚至提升河川健康，增加河川生物多樣性，形成多贏的局面。

