

建構氣候韌性：結合自然的防災調適政策與效益分析

Building Climate-Resilience: the Policy and Effectiveness of the Integration Between Disaster Reduction, Climate Adaptation and Nature

國家災害防救科技中心 氣候變遷組

Climate Change Division, National Science and Technology Center for Disaster Reduction

摘要

全球面對氣候變遷衝擊，積極強化防減災與調適行動，以建立能有效因應氣候變異的作為。本研究深入探討在此趨勢下，以自然為本的解決方案（Nature-based Solutions，簡稱 NbS）在國際上學理發展之歷程，且如何透過綜整性思維，有效形成防減災、氣候調適及減少溫室氣體排放方面的共效益。研究中亦納入國際間實際推動案例，呈現多種 NbS 措施，如生態防災（Eco-DRR）、綠色基礎建設（Green Infrastructure）及生態系恢復（Ecosystem Restoration）等，呈現不同國家，在面對複數型挑戰時，採以 NbS 作為降低自然災害風險與負面衝擊的情況下，獲得生物多樣性的永續及提高生態系統的碳吸存功能多重效益。

此外，儘管 NbS 具巨大潛力且為資源整合的重要契機，但在實施過程中仍面臨諸多挑戰。本研究蒐研多項可因應之措施及後續可持續追蹤之重要發展議題，為我國提出可有效讓 NbS 於政策框架及氣候變遷因應策略中主流化（mainstream）的方向與關注趨勢。

關鍵字：以自然為本解決方案、氣候變遷調適、多元共效益、利害關係人溝通、政策主流化

ABSTRACT

In response to the impacts of climate change, the world is actively implementing measures for greenhouse gas reduction, disaster risk management, and adaptation to build climate resilience. This study explores how Nature-based Solutions (NbS) have emerged as a key focus in international efforts to utilize an innovative and integrated approach to generate co-benefits.

The study focuses on practical case studies across the world that demonstrate various NbS measures, such as ecological disaster prevention, green infrastructure, and ecological restoration. These cases illustrate how different countries are utilizing NbS to mitigate natural disaster risks and negative impacts while promoting sustainable biodiversity and enhancing carbon sequestration in ecosystems.

Despite the significant potential of NbS as a vital opportunity for resource integration, numerous challenges persist during implementation phase. This study comprehensively identifies responsive measures for practical challenges, aiming to provide guidance on effective NbS mainstreaming in policy frameworks and climate change strategies in Taiwan.

Key Words: Nature-based Solution, Climate Change Adaptation, Synergy, Stakeholders Communication, Policy Mainstreaming

一、前言

隨著氣候變遷對全球環境與人類社會的衝擊日益加劇，減緩災害風險（Disaster Risk Reduction，簡稱 DRR）與氣候變遷調適（Climate Change Adaptation，簡稱 CCA）成為因應挑戰的兩大核心策略。長期 DRR 體系聚焦於管理災害風險及降低人口傷亡，而 CCA 則著重於調整固有的人類系統以應對氣候事件極端化之問題。兩者雖目標相近，但在實際推動中，尚缺乏整合性思維，系統化風險管控與治理能力受限。聯合國政府間氣候變遷專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change，簡稱 IPCC）於 2022 年發布之第六次評估報告（Sixth Assessment Report，簡稱 AR6）中，特別利用專章探討「氣候韌性」概念，強調需整合 DRR 與 CCA 體系資源，以提升社會、經濟及生態系統在極端氣候下的調節能力。為此，本研究透過案例及理論分析，探討「以自然為本的解決方案」（Nature-based Solutions，簡稱 NbS，亦可稱「自然解方」）這項綜整性思維之解方，如何確保社會與自然共存共好原則之實施，以及透過利害關係人參與，提升

政策制定的公平性與透明度，推動符合在地需求之治理模式。本研究分析之國際案例，主要強調應用情形，並探討其多重推動效益與其永續性，以達到建立氣候變遷下的社會與環境韌性。

二、 專案研究方法

本研究採用文獻分析法與案例研究法，聚焦於 NbS 概念發展、基礎原則及實際應用，除說明 NbS 從初次提出後的歷史演進，包括國際自然保育聯盟（International Union for Conservation of Nature，簡稱 IUCN）與聯合國環境署（United Nation Environment Program，簡稱 UNEP）的定義及框架外，更深入探討在防災與調適中，NbS 的效益評估與實施原則。本研究更另外選取瑞士阿爾卑斯山森林復育、荷屬加勒比海聖馬丁島藍綠灰基礎設施、印尼泥炭地復育等國際案例作為分析對象，檢視若突破舊有工程為本的思維，導入藍、綠色基礎建設可如何強化防災、調適、減量及生態保育，並產生達到提升多重面向的共效益。

三、 專案亮點成果

1. NbS 核心定義沿革與原則探討

NbS 一詞雖首次於 2000 年初次被提出，但卻直至 2016 年才有初步定義，強調以「保護、永續管理並復原自然或已改變之生態系統的行動，以有效因應社會挑戰，同時促進人類福祉與生物多樣性」為目標（IUCN, 2016）。後在多次專家與決策者討論及研商會議，最終於 2022 年聯合國環境署（UNEP）在第五屆全球環境大會中，在近兩百名的成員國通過下，進一步將 NbS 定義進行擴充，除明確提出「陸地、淡水、沿海和海洋生態系統」等特定環境生態之重要性，更以此為基礎，呼籲應善加利用生態系統服務、復原力與生物多樣性之惠益，來因應社會面臨之多項挑戰(李玲玲，2022)。此定義的擴充及改變，從中呈現 NbS 不僅是

以環境為本體進行思考的生態保育手段，更是希望透過永續經營、復原或協助自然系統正常運作的作為，形成生態價值與社會發展相輔相成的健全循環。此舉將社會經濟需求的系統性策略與環境目標進行有效整合，望突破長期「環境與人類發展站在對立面」的既定認知。

2. NbS 內涵與防災調適核心措施

自然解方為綜整性概念（Umbrella concept），從中包含許多既有或新型重要知識體系，且橫跨多種學術領域，包含：復育（Restoration）、特定議題（Issue-specific）、基礎設施（Infrastructure）、管理（Management）與保護（Protection）幾大方向（如圖 1 所示）。其中，與防災及調適最為相關的，就屬「生態防減災」（Eco-DRR）和「以生態為本的調適」（EbA）。

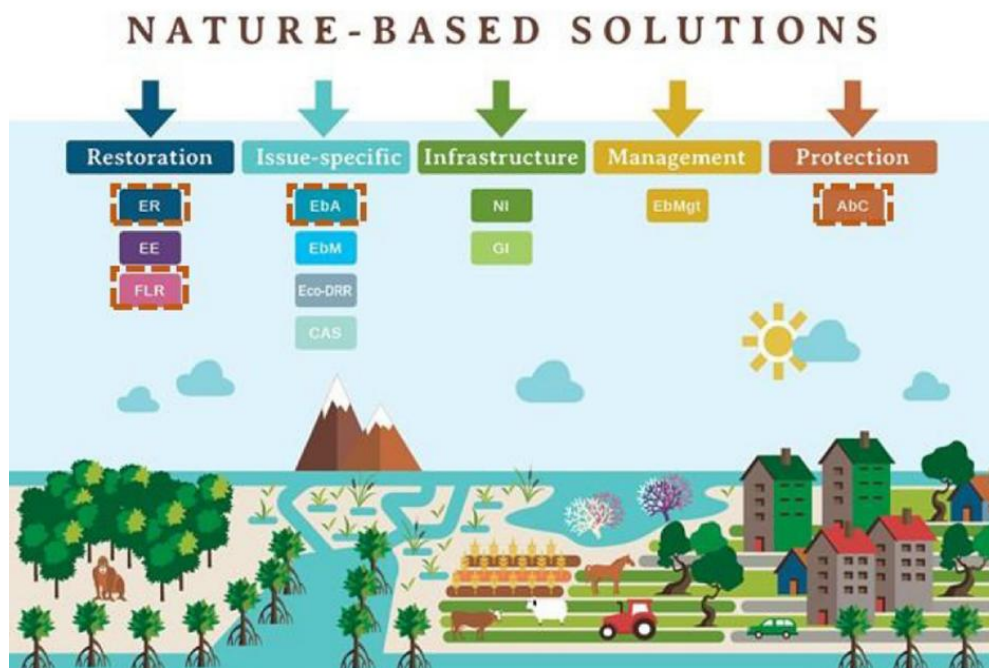


圖 1、NbS 所涵蓋之知識體系（資料來源：Cohen-Shacham, 2020）

Eco-DRR 主要針對地震、海嘯、雪崩等物理性災害，透過如紅樹林復育等自然手段減少災害衝擊。整體而言，這類措施成本較低，亦能同時提供多重且長期的效益。以紅樹林為例，不僅能減緩海浪衝擊，還能提供漁業資源、保護生物多樣性，為民眾創造全新或更為穩定的生計來源（Hutchinson et al, 2014; Spalding et

al, 2014)。EbA 則著墨氣候變遷下，極端氣候事件或氣候型態改變所帶來的影響，包含利用自然生態系統的調節功能，因應降雨模式改變或海平面上升、恢復濕地以提升蓄洪能力，或保護森林以增強土壤保水性，以降低乾旱風險。

在執行層面，Eco-DRR 偏重於災害防救與人道援助，強化生態系統在災後復原的作用，減少社會與環境的脆弱性；而 EbA 則從多領域規劃出發，將生物多樣性與生態健康納入評估，以提升未來規劃中的生態重要性，更多的是強調系統上納入「自然考量」的調整。NbS 於防災與調適範疇中的操作異同可見下圖 2。但在多數計畫中，因實際落實及推動過程，較難以明確切割或獨立貫徹其中一種 NbS 分支概念，就算是簡單的 NbS 計畫或單一操作手段，都可能會涉及複數的分支概念，也因此，NbS 解決跨域問題的能力也更為顯著。

	生態防減災(Eco-DRR)	生態調適(EbA)
評估方法	災害風險三元素 環境與自然資源管理衝擊	脆弱度評估(VA) 生態系統/物種多樣性衝擊 (含未來變化情境)
實施方法	強化生態系統服務 降低災害暴露度及脆弱度為主	採用統一永續生態系統管理原則 強化生態系統健康度 以物種多樣性保育為主提升系統韌性以因應衝擊
監測與評估	成果報告標準化	尚未制定專用指標 專案項目監測項目制定中 納入調適計畫評估架構進行效益監測及檢討
參與對象	人道主義相關機構 災害管理機構	環境機構/部門 生態保育NGO 氣候變遷主責/協調單位

圖 2、Eco-DRR 與 EbA 實務上之異同 (主要資料來源：UNEP, 2015，本圖由防災科技中心彙整資料後繪製)

3. 自然解方下的共效益與尺度施作評估

自然解方以「整合多重目標」的思維模式，將社會經濟發展、氣候調適、生態管理與災害風險控制等面向融合於單一策略框架。聯合國生物多樣性公約(UN

Convention on Biological Diversity) 明確指出，Eco-DRR 與 EbA 是可有效兼顧社會經濟發展規劃、氣候變遷調適、生態系統管理及災害風險管理的重要解決方案(如圖 3)，能透過健全生態系統降低同步降低風險主要因子，有效減少危害強度、控制暴露範圍、填補社會脆弱性缺口，更可作為連結《巴黎協定》與永續發展目標的關鍵橋接方法(2019)。

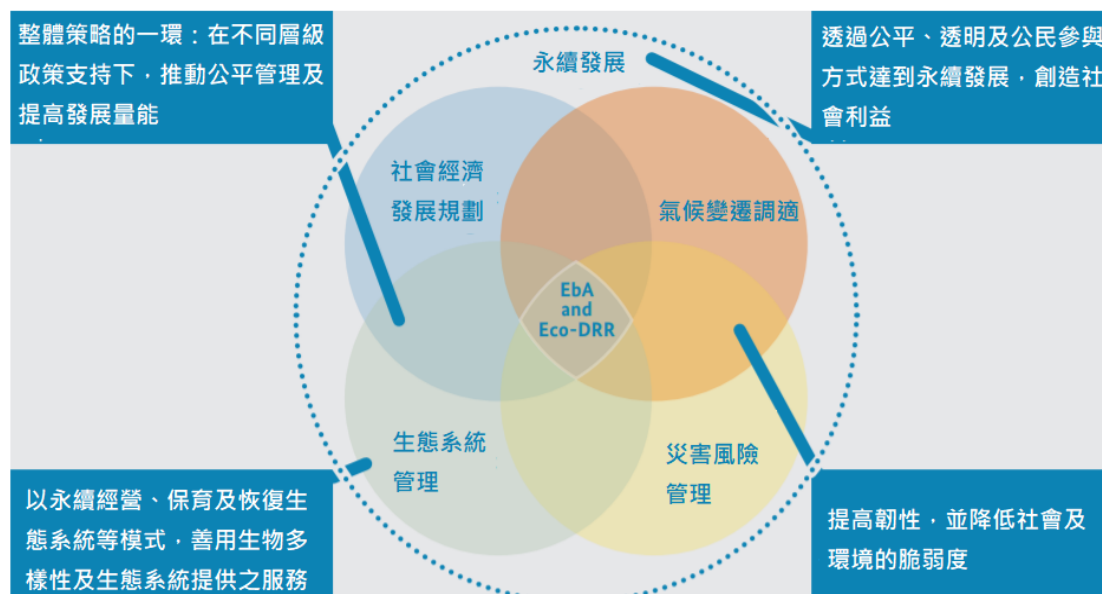


圖 3、NbS 產生複合性效益(圖表來源：SCBD, 2019，本圖由災防科技中心翻譯後重新繪製)

而從國際政策實踐觀察來看，全球各國也相當認可 NbS 共效益之論點，皆於政策上不斷強化自然生態系統在防災與調適中的角色，以善用 NbS 下的多重效益紅利。其中，就以歐盟的政策表現最為明確，在最新《歐盟氣候變遷調適策略決議》中，歐盟各國共同強調需加強決策者及實作者對 NbS 效益的認知，提升 NbS 的運用廣度，以增強整體氣候韌性並藉此達成《綠色新政行動計畫》(Green Deal Action Plan)訂定之目標。同時強調使用 NbS 能同時為減少空氣污染、改善城市生活品質、保護授粉媒介等支援穩定食品供應的生態系功能(European Parliament, 2020)。

在實務層面，NbS 的效益量化與盤點仍存在技術挑戰。研究指出相較於傳統灰色基礎設施的標準化效益計算，生態系統存在物種演替動態與災害交互作用的

不確定性 (Lacob et al., 2014)。Reddy 等人 (2016) 更警示氣候變遷可能削弱 NbS 的長期效益回報，特別在極端事件頻率提升情境下，當前成本效益模型亟需納入動態氣候壓力因子。此外，案例研究顯示，小尺度綠色基礎設施（如雨水花園、綠屋頂）雖具局部減災效果，但對生物多樣性的系統性增益有限 (Gonclaves, 2018)；反之，大尺度保護區與森林管理不僅可降低 80% 暴潮衝擊，更衍生生態旅遊與社區經濟等複合效益，惟需搭配跨行政區的協作機制 (Ruangpann et al., 2020)。這些尺度效應差異，凸顯 NbS 規劃需精準對接不同治理層級的需求與資源配置能力。儘管如此，因 NbS 在操作本身提倡總體性規劃與納入自然與在地利害關係人之考量，具備形成「多重共效益」之特質與潛力，即便面臨氣候推估與效益盤點之不確定性，仍可透過細緻的利害關係人協商機制，創造無悔 (no-regret) 的韌性提升效果，被 IUCN 列為理想防災與調適策略 (2014)。

四、 結論與建議

NbS 在臺灣及全球甫於初步發展階段，目前存在定義模糊及逐步建構細緻架構的問題。雖然許多案例以 NbS 理念進行規劃，但往往難以完全符合其嚴格標準。此外，由於 NbS 的核心建立在生態系統健康之上，涵蓋傳統保育、環境友善設施以及社會經濟平等多元概念，實務中容易出現過度簡化的情況，如直接將現有措施套用為 NbS，或忽視不同規模效益差異性的情形。在防災與調適相關計畫中，減災與調適涉及時間尺度的複雜性及短長期效益的權衡，若未能明確界定計畫目標，容易導致混淆，更難以深入探討共效益的量化與權衡。

我在推動 NbS 同樣面臨國際上普遍存在的挑戰，包括專業知識與思維限制、制度與溝通障礙，以及跨域整合與系統性思維不足等。再加上以 NbS 為基礎推動計畫需要大量時間，議題亦需民間有效支持才利於推動。要真正落實 NbS，不僅需要基礎知識與理念的長期教育，也必需充分且平等地與地

方利害關係者溝通。同時，考量政府主導之計畫多為短期性質，經費可能間斷且目標易受決策者影響，必需突破 NbS 透過研究型或實務型計畫進行發展的限制，思考長期穩定的實踐機制。

而因 NbS 於防災及調適上的效益評估目前相對粗略，災防科技中心未來將持續蒐整國際在 NbS 共效益量化方法，探討有效衡量生態、經濟、社會等綜合效益之方法學或工具。本團隊亦將持續關注 NbS 在國際政策制定與策略推動上的發展，追蹤後續針對不同生態系統和地理環境中的適用性和效能評估之探討，並蒐整符合臺灣特定生態及社會環境的 NbS 評估指標，以此有效證明 NbS 被納入主流化的重要性與可行性。

五、 參考文獻

李玲玲，2022。基於自然的解決方案(Nature-based Solutions, NbS)與淨零排放。

台灣經濟論，資料來源：

<https://ws.ndc.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9hZG1pbmlzdHJhdG9yLzEwL3JlbGZpbGUvMC8xNDk4NC82NjA5ZGU5Ni1lOGVILTRjMjAtOWVlZi03MjdiMzczZjMxMTYucGRm&n=MjAyMue2k%2Ba%2Fn%2BirluihoV8yMC0zXzQtMS7lkI3lrrbop4Dpu55f5qmf5pa86Ieq54S255qE6Kej5rG65pa55qGI77yITmF0dXJILWJhc2VkIFNvbHV0aW9ucywTmJT77yJ6liH5reo6Zu25o6S5pS%2BLnBkZg%3D%3D&icon=.pdf>

Cohen-Shacham, E. (2020). Nature-based Solutions: From Concept Definition to Global Standard [PowerPoint slides]. IUCN CEM Nature-based Solutions Thematic Group. Retrieved from:
https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fiucn.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Fcontent%2Fdocuments%2F2021%2Fnbs_from_concept_definition_to_global_standard_emmanuelle_cohen-shacham.pdf&psig=AOvVaw17p9DORz6mDBYApusAv2ql&ust=173347207823

4000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBcQjhxqFwoTCJDKvu
6UkIoDFQAAAAAdAAAAABAf

European Parliament. (2020). Draft Motion for a Resolution. Committee on the Environment, Public Health, and Food Safety. Legislative Train Schedule. Retrieved from: <https://www.europarl.europa.eu/legislative-train/theme-a-european-green-deal/file-new-eu-strategy-on-adaptation-to-climate-change?sid=4601>

Goncalves, M. L. R., Zischg, J., Rau, S., Sitzmann, M., and Rauch, W.: Modeling the Effects of Introducing. (2018). Low Impact Development in a Tropical City: A Case Study from Joinville, Brazil, Sustainability, 10, 728, <https://doi.org/10.3390/su10030728>, 2018.

Hutchison, J., Spalding, M., zu Ermgassen, P. (2014). The Role of Mangroves in Fisheries Enhancement. The Nature Conservancy and Wetlands International IUCN. (2016). 'WCC 2016 Res 069 Defining Nature-based Solutions'. In World Conservation Congress Hawaii 2016. IUCN Library System.

Lacob, O., Rowan, JS., Brown, I. & Ellis C. (2014). Evaluating wider benefits of natural flood management strategies: an ecosystem-based adaptation perspective. Hydrol. Res. 45, 774-787.

Reddy SM., Guannel, G., Griffin R., Faries, J., Boucher, T et al. (2016). Evaluating the role of coastal habitats and sea-level rise in hurricane risk mitigation: an ecological economic assessment method and application to a business decision. Integr. Environ. Assess. Manag. 12, 328-344.

Ruangpan, L., Vojinovic, Z., Di Sabatino, S., Leo, L. S., Capobianco, V., Oen, A. M. P., McClain, M. E., and Lopez-Gunn, E. (2020). Nature-based solutions for hydro-meteorological risk reduction: a state-of-the-art review of the research

area, Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 20, 243–270, <https://doi.org/10.5194/nhess-20-243-2020>, 2020.

Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2019). Voluntary guidelines for the design and effective implementation of ecosystem-based approaches to climate change adaptation and disaster risk reduction and supplementary information. Technical Series No. 93. Montreal, 156 page

Spalding, M., McIvor, A., Tonneijck, F.H., Tol, S. and van Eijk, P. (2014). Mangroves for coastal defense. Guidelines for coastal managers & policy makers. Published by Wetlands International and The Nature Conservancy.

UNEP. (2015). Promoting ecosystems for disaster risk reduction and climate change adaptation: Opportunities for Integration. UNEP. Retrieved from: <https://www.unep.org/resources/report/promoting-ecosystems-disaster-risk-reduction-and-climate-change-adaptation>