



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

國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所教授 李玲玲

2019 年聯合國氣候行動峰會 (The UN Climate Action Summit) 中，由紐西蘭與中國提出，並獲得 70 多個政府、民間、國際組織及私部門支持的「基於自然的氣候解決方案政策主張 (The Nature-Based Solutions for Climate Manifesto)」¹ 指出，基於自然的解決方案 (Nature-based Solutions, NbS) (以下簡稱自然解方) 是因應氣候變遷的重要行動之一，因為研究顯示，自然解方能夠透過自然系統讓全球的二氧化碳每年減少 100 至 120 億噸，也就是將增溫控制在 2°C 以下所需全球減緩 (mitigate) 二氧化碳的努力提供三分之一以上的貢獻。此外，積極投資自然解方還能減少氣候變遷帶來的經濟損失，有助於創造就業、改善生計、減貧、提供健康飲食和糧食安全，為實現永續發展目標提供支援；也是全球落實《巴黎協定 (Paris Agreement)》²、去碳

¹ 網址：https://wedocs.unep.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.11822/29705/190825NBSManifesto_CH.pdf?sequence=3&isAllowed=y。

² 網址：<https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>。

(decarbonization)、降低氣候風險、建立氣候韌性社會的重要基礎。因此，建議各方立即採取大膽行動，保護、修復和可持續地管理自然系統，以減緩和調適氣候變遷。

今（2022）年3月聯合國環境署（United Nations Environment Programme, UNEP）召開的聯合國環境大會第5屆會議中，與會近兩百個成員國通過的「支持永續發展的自然解方」決議（UNEP/EA.5/Res.5）³也指出，自然解方是全球實現永續發展目標的重要行動，可有效地因應重大的社會、經濟和環境挑戰，包括氣候變遷、生物多樣性喪失、土地退化、荒漠化、糧食安全、災害風險、城市發展、供水、減貧、不平等和失業，以及社會經濟發展、人類健康等，因此促請會員國執行該決議。由此可見自然解方在達成永續發展目標，因應氣候變遷等挑戰的重要角色。

然而，儘管自然解方已在國際上被討論得沸沸揚揚，但在臺灣卻仍是一個大家很陌生的辭彙與概念。

壹、自然解方的定義

自然解方一詞約出現在2000年初，2010年起才有較多的討論。之後相關的科學報導、研究報告、實作案例如雨後春筍般地出現（Cohen-Shacham et al. 2016）⁴。由於發展過程中，不同單位、組織對於此一名詞的概念與內容有不同強調的重點，為了避免自然解方的概念被濫用，聯合國環境大會的決議文中定義自然解方是「採取行動保護（protect）、養護⁵（conserve）、恢復⁶（restore）、可持續利用和管理自然或經改造的陸地、淡水、沿海和海洋生態系統，以有效和適應性地應對社會、經濟和環境挑戰，同時對人類福祉、生態系統服務⁷（ecosystem service）、復原力⁸（resilience）和生物多樣性產生惠益」。簡言之，就是透過保護現有狀況良好的生態系，修復退化的生態系，以及妥善管理被使用的生態系，以利同時解決多項永續發展的挑戰。

³ 網址：<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39863/NATURE-BASED%20SOLUTIONS%20FOR%20SUPPORTING%20SUSTAINABLE%20DEVELOPMENT.Chinese.pdf?sequence=1&isAllowed=y>。

⁴ Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C. and Maginnis, S. (eds.) (2016). Nature-based Solutions to address global societal challenges. (<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-036.pdf>)。

⁵ 亦即「保育」。

⁶ 亦即「復育」、「修復」。

⁷ 「生態系服務」源自千禧年生態系評估報告（Millennium Ecosystem Assessment, MEA 2005），網址：<https://www.millenniumassessment.org/en/index.html>。

⁸ 亦即「韌性」。

自然解方之所以能夠同時解決多項永續發展挑戰的關鍵在於，保護、修復及永續管理健康的生態系，可同時提供多元的「生態系服務」，也就是生態系有助於提升人類福祉的各樣功能，包括供應服務（provisioning services）、調節服務（regulating services）、支援服務（supporting services）、及文化服務（cultural services）。例如健全的森林生態系除可提供食物、木材、燃料、纖維、淨水、藥品、遺傳物質（供應服務）外，還能同時幫助調節氣候、淨化空氣、碳吸存、改善水質、控制洪水和沖蝕、控制病蟲害、授粉、維持生物多樣性（調節服務），支持初級與次級生產、土壤生成、養分循環（支援服務），並提供豐富的休憩、娛樂、教育、研究、啟發文藝等的機會（文化服務）。

濕地與內陸水域生態系，屬於水陸交接的區域，除可提供許多和森林生態系類似的服務外，更能支持水生生物棲息繁衍與漁業、水資源的淨化與調節、保護河岸與海岸、緩衝氣候變遷所導致極端旱澇的衝擊。就連都市生態系也可透過保留與營造更多的綠地，串聯埤塘、水池、溪流、濕地等藍帶，有效降低都市熱島效應、調適暴雨造成的洪泛、提升居民身心健康，降低傳染病的風險。



健全的森林、濕地及內陸水域生態系可同時提供多元的供應、調節、支援及文化服務。

貳、自然解方與淨零排放

為了因應氣候變遷所帶來的衝擊，聯合國氣候變化綱要公約第 21 屆大會通過的《巴黎協定》，要求締約方共同致力推動減碳政策，以達成控制本世紀全球暖化升溫不超過 2°C，甚至低於 1.5°C 的目標，並推動溫室氣體淨零排放（net zero emissions）的概念。所謂淨零排放⁹，根據聯合國氣候行動的說明，就是讓所有溫室氣體排放量減少

⁹ 網址：<https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>。

到盡可能接近於零，並將大氣中所有剩餘的排放量都重新被吸收；也就是讓溫室氣體排放到大氣中的量與它們被移除的量相平衡。因此淨零排放的途徑包括減少碳排及增加碳吸存、碳儲存。

為了達到淨零排放的目標，聯合國氣候變化綱要公約秘書處啟動了淨零競賽（Race to Zero）的活動，邀集全球政府、城市、企業、投資者、教育界等共同參與，目前已有超過 120 個國家，1,049 個城市、5,235 家企業、441 家重要投資者及 1,039 所高等教育機構加入了此一行動¹⁰。然而要達到淨零的目標並非易事，在減少碳排的部分，除了需要能源部門有效地以再生能源取代大量排碳的煤炭、天然氣和燃油發電與能源供應外，還需大幅改變人類過去生產、消費及交通運輸的方式。至於碳吸存的部分，目前以科技捕捉、使用和儲存大氣中碳（carbon capture, use and storage, CCUS）的規模仍相當有限¹¹，且仍有許多待克服的困難與挑戰。因此減排在短期內雖然是必要的，但卻不能單獨實現淨零，自然才是淨零重要而有效的助力。

大自然本身既是溫室氣體排放源（source）也是溫室氣體吸存匯（sink），各類陸域和水域生態系可透過光合作用等生物過程吸收二氧化碳，將碳以多種形式存放在生物體、土壤、沉積物中。然而當這些生物體死亡、分解，或是土壤、沉積物被擾動後，又會將碳釋放出來。因此，健康、功能無礙的生態系是重要的碳匯，但當生態系被改變、破壞之後，反倒可能變為碳源。也因此，積極地維護、管理、修復生態系，以提升生態系碳吸存的能力，同時降低生態系改變、劣化、破壞及損失所導致的碳排放，對於實現淨零排放至關重要。

聯合國環境署在 2019 年第 74 屆聯合國大會時宣告，沒有自然，我們將無法在 2050 年前實現將全球增溫控制在 1.5°C 以下或淨零排放，也無法實現永續發展目標¹²。聯合國為此訂定 2021-2030 年為生態系修復十年（UN Decade on Ecosystem Restoration）¹³，鼓勵各國共同努力，阻止和扭轉各類陸域、海域生態系退化，以強化各類生態系服務，增加社會因應氣候變遷的調適能力與韌性。

¹⁰ 網址：<https://unfccc.int/climate-action/race-to-zero-campaign>。

¹¹ 網址：<https://news.un.org/en/story/2021/03/1086312>。

¹² 網址：<https://www.unep.org/unga/our-position/unep-and-nature-based-solutions>。

¹³ 網址：<https://www.decadeonrestoration.org/>。

聯合國環境署、世界自然保育聯盟（the International Union for Conservation of Nature, IUCN）及聯合國環境署世界保育監測中心（UNEP World Conservation Monitoring Centre, UNEP- WCMC）於 2021 年共同發布的「氣候變遷減緩的自然解方（Nature-based solutions for climate change mitigation）」¹⁴，分析多份現有科學證據，並考慮相關的不確定性以及達成以自然解緩氣候變遷所需的時間與程度，結果顯示若能在全球所有生態系中實施自然解方，估計到 2030 年，可以達成每年減少排放並移除 5-11.7 GtCO₂e¹⁵，到 2050 年可增加到每年減少排放並移除 10-18 GtCO₂e 的減緩效果。

比較保護、修復及妥善管理等不同類型自然解方在減緩效益的結果顯示，保護自然生態系避免其被改變、喪失或退化對減緩的成本效益比修復受損生態系更大且直接，應是最優先被考慮的自然解方，其次則是有效處理、縮小、改變造成生態系退化的驅動力以及修復退化的生態系。由於森林、泥炭地（peatland）及紅樹林等海岸濕地每公頃的碳儲量最高，應是受保護的重點。農業受氣候變遷的衝擊甚鉅，但也貢獻了全球近四分之一的人為溫室氣體排放量，因此農糧系統的妥善管理是減緩氣候變遷的另一重點。在修復退化生態系部分，聯合國生態系修復十年已制定了一些指導原則，並強調只有在邁向增益自然和淨零經濟的前提下，以緩解為目標的修復作為才能成功。

由於目前有關自然解方在減緩效益的研究以陸域生態系的結果較多，因此上述科學分析的估計值中，約 62% 的效益來自與森林相關的自然解方，約 24% 來自草原和農田，10% 來自泥炭地，4% 來自在海岸與海洋生態系實施的自然解方，且實際的數值會隨各類生態系所在位置、狀況及自然解方的操作而異。然而該分析也指出受限於資料不足，海岸與海洋生態系許多減緩的潛力仍待量化評估，例如：保護海床與海洋沉積物免受拖網捕撈、疏浚、採礦等對減緩的助益；保護海洋動物、管理捕撈作業避免過漁、修復海洋食物網結構而連動產生海洋系統錯綜複雜的生態交互作用對於減緩的效益；廣大海藻與海草棲地的變遷對其生物量和碳吸存功能的影響，及海藻養殖或「海洋造林」對緩解的整體效益等。

¹⁴ 網址：<https://wedocs.unep.org/xmlui/bitstream/handle/20.500.11822/37318/NBSCCM.pdf>。

¹⁵ 二氧化碳當量：用以表示不同的溫室氣體對暖化影響程度的標準單位。



海洋與海岸生態系中的藻類、海草、紅樹林、和其他濕地植物從大氣中吸存的碳稱為藍碳。

該文件並強調為實現自然解方帶來的潛在效益，必須公平公正地實施相關措施，維護相關權益關係者（stakeholder）的權益，採取嚴格的社會和環境保障措施，例如遵守世界自然保育聯盟所發布的「自然解方全球標準（IUCN Global Standard for Nature-based Solutions）」¹⁶。

叁、自然解方全球標準

為了使各界更清楚、精準地掌握自然解方的概念、內涵，促進、協助各方能夠妥適地推動自然解方，世界自然保育聯盟透過多種方式，諮詢來自上百個國家的數百名權益關係者後，於 2020 年提出包含 8 項準則（criteria）和 28 項指標（indicator）的「自然解方全球標準」，以及「自然解方全球標準使用指南（Guidance for using the IUCN Global Standard for Nature-based Solutions）」¹⁷，讓使用者能夠根據這套標準進行自我評估，以（一）、設計符合自然解方要求的介入措施，（二）、在設計介入措施的過程中，審視措施是否符合自然解方的要求，以及（三）、針對正在執行的介入措施，判斷是否需要改進，以便更符合自然解方的要求。其目的就是希望確保所有類型的自然解方維持一致的品質。自然解方全球標準的 8 項準則包括：

¹⁶ 網址：<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-020-Zh.pdf>。

¹⁷ 網址：<https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-021-Zh.pdf>。

- 準則 1：自然解方應能有效應對社會的挑戰
- 準則 2：應根據不同的尺度 (scale) 設計自然解方
- 準則 3：自然解方應能帶來生物多樣性的淨增長和生態系的完整性
- 準則 4：自然解方應具有經濟可行性
- 準則 5：自然解方應基於包容、透明及培力的治理過程
- 準則 6：自然解方應在主要目標與其他多種惠益之間公平合理地權衡得失
- 準則 7：自然解方應根據證據進行調適性管理
- 準則 8：自然解方應具可持續性，並在適當的管轄背景下納入主流

有關自然解方全球標準中 8 項準則和 28 項指標的詳細內容和使用方式，可至世界自然保育聯盟自然解方官方網站 (<https://www.iucn.org/our-work/nature-based-solutions>) 下載參閱。

肆、結語

自然是達成淨零排放的最大助力，前提是要保護、修復、妥善管理自然生態系，使其發揮應有的生態系功能與服務，包括碳吸存的潛力。因此包括聯合國所屬單位、相關國際公約、多國的各級政府、全球重要投資機構、企業、民間組織等都紛紛強調投資自然的作為與推動自然解方的工作。然而，在推動過程中仍出現因為執行者未能清楚理解自然解方的內容，又無法掌握自然解方的原則與準則，而發生以自然解方為名，卻無法達成自然解方成效的情形。

因此，為能確保自然解方能夠長期有效地幫助達成淨零排放、氣候變遷減緩與調適及實現永續發展目標，就必須以符合「自然解方全球標準」的方式釐清需要解決的社會挑戰，以適當的尺度針對每個特定環境進行精心設計，同時要廣泛納入權益關係者的意見，依據最優質的科學及在地知識，透過強化生物多樣性與生態系功能及服務、符合成本效益的方式執行。期盼各界能更理解自然解方在協助國家達成永續發展目標（包括淨零排放）的重要角色與潛力，將自然解方納入相關政策、策略、計畫、行動中，共同推動。🌱