

以德國發展的適應性管理評估方法分析 臺灣都市林之脆弱度與風險

陳品釵¹、徐孟豪²、吳孟玲³、Martin Welp¹

全球都市化的上升趨勢及城市的高度發展為保護自然環境和發展人類經濟活動的平衡帶來許多挑戰，因此目前永續城市及綠色城市是國際重視的主要議題。臺灣有超過70%的人口居住在都會區及城市(Lee, 2017)，天然地形導致人口密集的都會區分布於沿海或近海地帶，加上臺灣的亞熱帶氣候及位於板塊交界處，當天災(如颱風或地震)或極端氣候(如豪雨或熱浪)發生時，城市對突如其來的衝擊、擾動或威脅是十分脆弱敏感的，因此城市需要「韌性」去適應和緩衝這些負面干擾，並盡量在此逆境下仍提供城市原有之功能，減緩城市的損害。

城市韌性來自城市許多不同的面向規劃及市民參與，其中「都市林」對城市的生態系服務及對韌性的貢獻十分顯著，但其生長環境與天然林不同，是依據城市需求或都市規劃管理維護，相對脆弱敏感，故如何運用永續經營的概念全盤規劃都市林的管理措施，是目前城市韌性的討論主題之一。

為何適應性管理可用於臺灣都市林的永續經營？

由於環境本身具有複雜性、不確定性及動態性，因此在管理上歐美漸漸採用「適應性管理(Adaptive Management)」，根據環境的變動，即時調整政策，隨時保持彈性，而不

是用一成不變的法規來管理環境。此方法必須要了解環境的動態性，並分析其脆弱度以了解潛在風險。此外，施行策略時應隨目標達成進度與外在條件而隨時調整方向。

目前國際上適應性管理方法大多是針對管理保護區設計的，如國際自然保護聯盟(International Union for Conservation of Nature, IUCN)、世界自然基金會(World Wildlife Fund for Nature, WWF)保護區計劃管理標準(WWF Standards of Conservation Project and Programme Management)及保護措施夥伴關係(Conservation Measures Partnership, CMP)的保護實務開放標準(Conservation Measures Partnership's Open Standards for the Practice of Conservation)等。

根據多年操作保護措施夥伴關係的保護實務開放標準的實務經驗，德國埃伯斯瓦爾德永續發展大學(Eberswalde University for Sustainable Development)及英國威特爾大學學院(Writtle University College)共同設立之研究機構「生態系統與動態經濟管理研究中心(Centre for Economics and Ecosystem Management, CEEM)」開發出可評估更多面向的適應性管理工具：MARISCO-Method(Adaptive Management of vulnerability and Risk at Conservation sites，即「對保護區的脆弱度與風險之適應性管理」)，除可用於保護區管理

¹德國埃伯斯瓦爾德永續發展大學·全球變遷管理研究所

²林業試驗所·森林保護組

³林業試驗所·副所長

之外，目前也將此法用於城市氣候變遷調適的計畫及發展社會面向的評估方法及案例，故可嘗試將此法及管理概念應用於分析臺灣都市林之脆弱度與風險。

MARISCO-Method的主要特點和運作概念

MARISCO-Method是於2014年由CEEM共同創辦人Dr. Pierre Ibisch及Dr. Peter Hobson開發，其核心是形塑與分析自然生態、社會體系與人類福祉的關係，並以行動為導向擬定策略並實施變遷管理，因此可據以制定以生態系統為本的適應原則，來面對潛在變遷。此法已被運用於德國與許多其他國家的合作計畫，包括烏克蘭、中國、南韓、英國、阿爾巴尼亞、俄羅斯及中亞、拉丁美洲和非洲等國家。

圖1呈現MARISCO-Method主要的四個階段，彼此環環相扣並不斷調整管理方向以達到最適合的管理模式(Ibisch and Hobson, 2014)：

- I. 初步概念模型：對研究標的進行生態系診斷分析，了解生態系統及社會系統的運

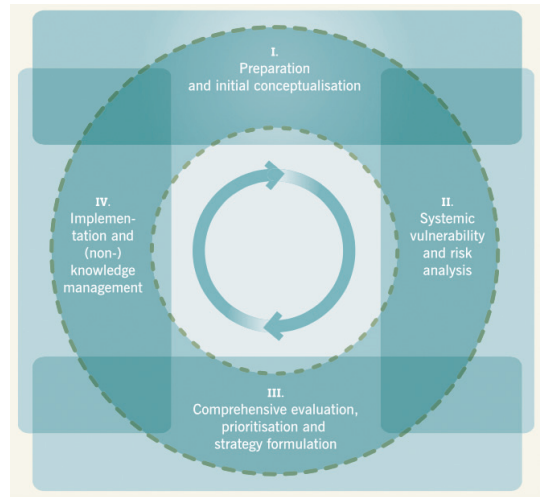



圖1 MARISCO-Method的四個管理運作階段。

- 作，及生態系統服務如何提升人類福祉。
- II. 系統性脆弱度和風險分析：定義潛在或已知對生態系統造成負面影響的因子，如壓力(stress)或威脅(threat)等，並依表1量表進行評分，每個項目依程度分為：深綠、淺綠、黃色及紅色等4個等級，等級對應到1分(深綠)~4分(紅色)，愈高分或紅色代表情形愈嚴重或是愈負面，因此可預估未來的風險。

表1 MARISCO-Method中用於分析負面因子脆弱度和風險的評分量表，橘色表示需用矩陣對照表或公式產出結果

負面因子名稱	1. 影響範圍/發生率	2. 嚴重性	3. 不可恢復性	
	4. 過去危急度	5. 當前危急度(綜合1, 2及3的結果)	6. 當前危急度趨勢	
	8. 系統性影響層面	9. 導致其他負面因子的個數	10. 整體影響(綜合8及9的結果)	11. 策略相關性=風險等級(綜合5, 6, 7及10的結果)
	12. 可管理性/可經營性	13. 知識等級		

III. 全面評估和擬定策略：評估當前策略的效率、可行性、可接受性、對未來變化的適應性和策略缺口等，作為調整或制定新策略的參考。

IV. 策略實施、知識及非知識的管理：對策略的實施結果進行監測並評估其效益和風險，探討實施後的影響，和實

施管理前及管理期間的各個階段進行比較，並探究適應性管理對權責單位是否有達到組織學習的成果。

圖3更細部地呈現MARISCO-Method如何以29個系統性步驟進行對研究標的之「適應性規劃和風險管理」，以增加對自然資源管理的成效。其中，脆弱度與風險是以表1的半定量方法進行優先度排序和指標的評分(步驟5至步驟14，評分指標及範例見表1及圖2)。

都市樹木對城市及人類福祉的風險有哪些？

樹木可提供社會各項生態系統服務如：提供都市生物棲息地、提升都市生態多樣性、提供可乘涼的綠蔭、減緩熱島效應(氣候變遷調適)、緩衝天災影響、淨化空氣水源、

增進城市整體節能效益及固碳能力、美學與療癒功能、美化市容、休閒遊憩功能、提供群體互動場域等正面效益。

但樹木會自然地掉落樹枝或傾倒(以下稱為塌壞)，正常的天氣條件下，樹木塌壞對人類安全的風險是非常低的，但是若某些病蟲害或人為養護不當，造成樹木健康不佳，將提高塌壞的可能性。樹木所有人或管理單位有法律上的注意責任，並應採取平衡且適當的樹木安全管理做法，以預防樹木的塌壞。樹木所有人或管理單位在評估與管理樹木上，應該在一棵樹木具有的風險，與個人和社區能從樹木獲取的正面效益間，努力達到兩者的平衡。

都市樹木的風險評估

根據《樹木風險評估手冊》(國際樹藝協



圖2 MARISCO-Method評分範例：以顏色等級貼紙顯示評分結果。(陳品獻攝)

會，2017)，都市樹木可能的風險分為衝突(Conflict)和樹木結構塌壞(Failure)。後者指的是作用在一棵樹上的力量大於樹木的結構強度，大部分的樹木結構塌壞是結合了結構的缺陷或條件，例如：樹木中空腐朽或結構不良，以及突然的外力如強風等。前者則是指都市樹木對社會所造成的負面影響，如樹木根系及枝葉的生長可能干擾到電線、管路、路面或建築等，與基礎建設及居民產生衝突。此外，樹木掉落的花、果實或種子可能會導致滑倒、砸傷或環境髒亂等，甚至造成交通及行走的安全問題，因此當樹木與社會功能間產生衝突時，風險就會上升。

為了解臺灣都市林與城市韌性的相互關係，並應用MARISCO-Method進行適應性管理的初步脆弱度及風險分析，林業試驗所於109年9月9日主辦「韌性城市國際論壇」，與德國生態系統與動態經濟管理研究中心、臺灣都市林健康美化協會與國立臺灣大學森林環境暨資源學系合作，以臺北市的都市樹木為例，邀請產、官、學、非政府組織與民眾進行分組討論及交流意見。在分組討論中，各組對造成塌壞的因子，與樹木對社會功能的衝突先進行重要性的排序，再針對排名較高的因子進行「發生率」及「嚴重性」的評分，評分方式為最高4分，最低1分。是將與會者對同一因子的評分加總後除以人數，以得到最終評分結果。依MARISCO評分量表(表1)，「發生率」及「嚴重性」的評分，可代表該因子的

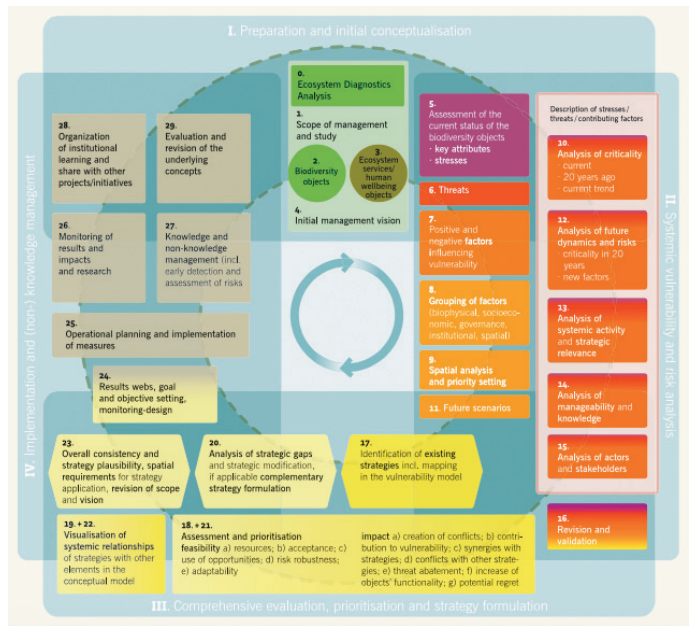


圖3 MARISCO-Method架構圖呈現29項主要實施步驟。

「當前危急度」高低，故此評分能了解目前哪些因子對臺北市都市林有較高的危急度，並且具有潛在風險，用以作為都市林管理的參考。若要以MARISCO評分量表(表1)進行完整「策略相關性(風險等級)」的評估，需由「當前危急度、當前危急度趨勢和未來危急度」評分加總產出，其概念是以目前情況預估未來可能的風險，以提前因應、注意或避免。

一、造成塌壞的因子

造成都市樹木塌壞的原因主要是樹木健康狀況不佳，輕則枝條斷落，重則造成樹木倒塌，可能造成市民受傷或建築財物的毀損(國際樹藝協會，2017)。因此，進一步分析常見的因子，可分為以下兩大類：生物因子(病害及蟲害)(表2)及人為因子(不當的維護或生長條件)(表3)。

表2 病蟲害對樹木健康影響情形的評分結果(依發生率高低排序)

病蟲害	發生率高低	嚴重性
褐根病	3.5	3.8
腐朽菌	2.7	2.6
白蟻	2.6	2.4
介殼蟲/蛾類幼蟲	2.2	2.2
天牛	2	2.6
靈芝	2	2.4
萎凋病	1.7	2.4

註：其他病蟲害影響因子為紅蜘蛛、流膠病、蚜蟲、簇葉病及炭疽病等。

表3 主要的人為因子評分結果(依發生率高低排序)

人為緊迫因子	發生率高低	嚴重性
植穴空間不足	3.7	3.1
土壤夯實/貧瘠	3.7	2.9
不當修剪	3.5	3
排水不良	2.9	3.5
未適地適種	2.9	2.8

註：其他人為因子為割草機重複性傷害、種植密度過高、空氣與水汙染、養護不當、光照不足及人為蓄意破壞等。

表4 主要的衝突及評分結果(依發生率高低排序)

樹木對社會功能的衝突	發生率高低	嚴重性
遮蔽路燈號誌	3.4	3.5
影響環境衛生	3.2	2.6
掉落物影響行走安全	2.7	3.0
破壞基礎設施	2.6	3.2
破壞路/鋪面	2.5	2.8
破壞/影響建築	2.2	2.6
路衝影響交通動線	2.1	2.9
倒木風險	1.9	3.5

註：其他衝突為有異味或臭味、吸引有害生物、遮蔽陽光、影響開發利益及花粉致過敏等。

二、樹木對社會功能的衝突

除了《樹木風險評估手冊》提及城市中常見的樹木對社會功能之衝突，彙整實務意見後，排序如表4。

結語

從以上結果可以發現，有些因子雖然發生率不高，但是嚴重性較高，如：排水不良，尤其是颱風或暴雨過後，更是對樹木造

成嚴重影響，故應盡量避免此情況，一旦發生則須立即排除。發生率代表現階段的情況，應注意或減低此情形，以避免提高後續的風險。此外，市民也需要建立與都市林的正向互動關係，除了了解如何保護及愛護都市林，也應意識到都市樹木的可能風險，培養共同協助通報及巡檢機制，提升城市在未來面對災害或挑戰時的韌性，共創人與自然雙贏的局面。♻️