



# 台北盆地的高溫風險—自然有解？

石婉瑜／銘傳大學都市規劃與防災學系 副教授

陳品瑜／銘傳大學都市規劃與防災學系 研究助理

台北的升溫趨勢位居全台之冠，要如何在密集開發的建成環境中透過策略性的保留、規劃、創造各種水與綠的空間以優化氣候調節的機制、提升高溫韌性並促進社會公平，是面對夏季致災高溫的關鍵課題。本文嘗試彙整國際在高溫議題上的論述和過去在臺北盆地實證研究成果，透過衛星影像和氣象資料等空間資訊，呈現臺北盆地的綠基盤紋理、地表溫度分佈特徵和夏季盛行風風向，藉以闡述自然機制對於盆地內溫度差異的影響，並進一步檢討綠基盤的涼化效應與鄰里社會經濟特徵間的關係，從而指出在面臨極端高溫時可能會遭受到較高風險地區。據此，本文主張綠基盤的劃設應參考夏季盛行風的風向來進行系統性的空間調整，並參照高溫風險地區來決定改善的優先次序，其他幾項土地使用與規畫建議如下：

1. 新北市境內有許多相對熱區，應優先進行綠基盤的優化；
2. 臺北盆地的盛行風並非全為東風，風廊的畫設方向應依照各地盛行風的方向調整；
3. 蘆洲、三重、社子、關渡等地屬於風的幅合或幅散的關鍵地區，應針對此特徵進行進一步的探討與土地使用管制；以及
4. 加速盤點並改善環境涼化資源缺乏與社會經濟條件弱勢的高溫風險地區。

關鍵詞：綠基盤、自然解方、高溫、都市熱島效應、台北、新北、風廊、氣候變遷調適

## 前言

2021年在格拉斯哥舉辦的UNFCCC-COP26聯合國氣候變遷大會中，調適跟減緩的議題被列在同等重要的地位，而自然解方(Nature-based Solutions)更在會中被反覆提及，被視為減少溫室氣體排放與建構氣候韌性(climate resilience)的雙贏策略。在氣候變遷的議題上，自然解方強調透過對於自然生態系統的維護、管理、規劃來降低社群在面臨極端氣候的脆弱度，並藉以提升氣候韌性。事實上，多年來包括政府間氣候變化專門委員會(IPCC)(Revi *et al.* [1])等在內的許多國際組織，如WHO [2,3]、WMO [4]、UN-Habitat和IUCN [5]等均將綠地納入氣候相關的核心倡議中，尤其強調都市規劃應該結合綠地策略以優化城市的綠地系統與生態系統服務，從而促進社會的平等。

近代的生態規劃學者多主張在建成環境中透過保留或重新引入自然的方式來協助城市修復重要的自然過程(natural process)，如水循環、碳循環、風的流動…

等；並優化其所提供的生態系統服務功能 [6,7]，如逕流調節、高溫調節、空氣淨化、生物多樣性保全、災害衝擊減緩…等 [8]。其中綠基盤(Green Infrastructure)策略更是早在2000年初期就廣泛的被歐盟及聯合國所訂定的城市永續發展公約列為實踐自然解方(Nature-based Solutions)的土地規劃及管理工具 [5,7]。綠基盤這一個名詞在台灣常常被誤用或聯想成是生態工法、綠建築，甚或是人工的透水鋪面；又或是被不求甚解的當做是公園綠地的代名詞。事實上綠基盤是一種強調整體性與系統化的水與綠空間規劃，指得是「一個自然和半自然的網絡，透過各種空間尺度的策略規劃、設計與管理與其他環境特徵相互連結，用以支持健康的自然過程(Natural process)，提供多種使人群受益的功能」 [7,9,10]。這個由自然與半自然元素組成的網絡，廣泛的包含各種能提供環境功能的自然地表，特別是由植被(綠)與水體(藍)覆蓋的地區。近期，由政府間氣候變遷專門委員會發布的第六次評估報告(IPCC AR6)：衝擊、調適和

脆弱度 (Impacts, Adaptation and Vulnerability) 中，便呼籲各個城市都應該將綠基盤納入空間規劃，在建成環境中系統性、策略性地建構水與綠的網絡 (grey-green integration)，藉以協助城市因應各項因氣候變遷所帶來的環境與社會衝擊<sup>[11]</sup>。

## 綠基盤分布與都市高溫風險不均

Mora *et al.*<sup>[12]</sup> 指出，全球大約有 30% 的人口暴露在每年 20 日的致死高溫中，而全球暖化加上都市熱島效應的雙重夾擊，將使經濟損失的代價增加至 2.6 倍以上。2022 年致命熱浪頻傳，根據國際組織碳揭露 (Carbon Disclosure Project, CDP) 的評估，光是去年就有 46% 的城市已面臨極端高溫的威脅<sup>[13]</sup>。由於全球大部分的經濟發展與人口集中在城市中，因此減輕都市熱島效應已成為城市的重要課題。目前已知水體的蒸發機制及植物的蒸散作用都能帶走環境中的潛熱，因此都市中綠化量高、喬木多的地點或水域附近，往往呈現地表溫度較低的現象<sup>[14]</sup>。Giridharan and Emmanuel<sup>[15]</sup> 彙整各國的研究指出，溫熱氣候下的城鄉溫差與城市內部的溫差十分接近；而城市內部的溫差主要歸因於植被分佈的差異。這說明綠地在溫度調節與都市熱島效應減緩上扮演著至關重要的角色<sup>[16,17]</sup>。當前國際上興起的各種城市酷涼倡議中，綠基盤便是常被提及的自然解方，如新加坡的 Cooling Singapore、巴黎的冷島 (cool-islands) 網絡計畫 … 等。

此外，城市的綠基盤雖然具有調節局部氣候，降低都市熱島強度的功能，但它的空間分布與消長卻深受地理特徵與都市化程度的影響，而這也左右都市居民的居住品質、親近自然環境的機會以及社交互動的可能性。這個特徵在城市高溫化這個趨勢下由為顯著，許多研究均指出城市中的高溫分布與綠地缺乏有關<sup>[17-19]</sup>，而這些綠地缺稀的地點又往往與社會經濟狀況相對弱勢的社區重疊，致使弱勢族群在擁有較低社會、經濟等調適資源的境況中，還要面臨較高溫度的威脅與健康危害，呈現都市居民在面對極端氣候的空間不平等現象<sup>[20-22]</sup>。近期部分研究指出空間不平等 (spatial inequality) 的現象可能與都市發展有意或無意地透過土地規劃手段來對不同族群進行空間區隔有關<sup>[20,21]</sup>；而綠地環境品質提升所引起的綠縉紳化 (Green Gentrification) 現象也是可能的肇因<sup>[23,24]</sup>。Shih<sup>[25]</sup> 即提醒要重視因綠基盤分布特徵而引起或反映出的高溫暴露及調適能力不平等的現象，以及潛在的能源貧窮問題。在全球暖化與都市高溫化的趨勢下，

自然解方與氣候正義正逐漸受到學術界與地方政府的重視，成為新興的城市氣候公正議題，值得我們進一步思考何為符合社會公平的自然解方<sup>[26]</sup>。有鑑於此議題的重要性，本文初步摘要過去在台北盆地發展區的綠基盤分佈、地表溫度特徵與風環境 … 等研究成果；並探討這些空間特徵與鄰里社會經濟條件間的相關性，藉以從環境與社會經濟兩個面向綜合解析台北盆地可能面臨的高溫風險不平等問題。

## 台北盆地的都市發展與高溫分布特徵

台北市與新北市的主要城市發展地區位於台北盆地內，因彼此毗鄰、生活圈重疊、交通發達等因素，在都市化的過程中常相互影響，帶動兩地產業及人口的交流與移動。根據中央氣象局統計資料顯示，台灣北部地區在暖化速度、都市熱島強度、與夏季用電需求上均是全台之冠，這與人口和產業聚集、高密度發展、綠地缺乏、自然通風機制受阻 … 等現象息息相關<sup>[8]</sup>。新北市政府環境保護局在 2022 年的報告中指出，住商部門的碳排放量居新北市之冠<sup>[27]</sup>，主要與住宅及商業地區的高用電需求有關，其中又以夏季用電屢創高峰。是以都市夏季高溫的改善不但是調適課題，也會影響住商部門的用電需求及國家淨零目標的達成。

位處於盆地內的台北市與新北市都市發展區雖分屬不同行政單位，但因山脈、谷地、水系等自然地理特徵相連，在先環境與氣候上擁有相似的條件，一處土地的開發往往連帶造成盆地中另一處水文、風紋、氣候，甚或是風險上轉變。舉例來說，過去土地開發與防災工程的治理以行政區作為分界的作法，常因缺乏系統性的空間思維與對自然機制的了解，往往造成水災空間的轉移<sup>[28]</sup>，因而對部分社會經濟相對弱勢的族群帶來更多不對等的風險與傷害。因此，在制定自然為本的高溫調適策略時應該要對自然的運作機制與各地的社會經濟狀況有更為全面的了解，以下就台北盆地地區做為案例地點進行探討。

## 綠基盤分佈特徵

台北盆地周遭環山，具有許多森林保護區，而盆地地區因地勢平坦、開發較早，有很多地方的發展都始於政府頒布都市計畫之前，再加以早期對於都市計畫區外的土地使用疏於管控，導致都市發展失序，工廠蔓延至農地、建築占用公園綠地用地的狀況屢見不鮮，各種自然與半自然的綠基盤元素也急遽地消失在都市化的過程

中。自 90 年代開始，台北市便因都市發展區的開發趨於飽和，將公園綠地系統的開闢重點放在河濱或是近山地帶的公園，然而此種做法僅為增加可及的遊憩空間，卻未能實質增加綠基盤的面積和相關環境效益<sup>[29]</sup>。在市場機制與開發利益掛帥的土地發展模式下，綠地的重要性常受到忽視，往往是開發剩餘空間的填充。在這樣的思維底下，盆地內充斥著大量小而零碎的公園綠地，如萬華地區的「兩棵樹公園」便是一例。以 2010 年台北市都市計畫內的公園綠地來說，數量雖多達七百餘個，但卻有高達八成以上小於 1 公頃，這與都市計畫長期鼓勵建置小型閭鄰公園，又對於公園綠地的最小面積及綠覆率又未能給與有效的規範有關<sup>[29]</sup>。

為了能更清楚界定除了公園綠地之外的綠基盤元素，本文以 Sentinel 2 衛星於 2022 年 3 月 21 日所拍攝的影像計算常態化差值植生指標（Normalized Difference Vegetation Index, NDVI），並結合數值地形圖中的公園綠地與水利用地兩項分類來進行綠基盤的分布分析。由圖 1 可知盆地內較大的綠基盤元素（elements）有關渡平原、河川、疏洪道、濱溪綠帶、溼地及由雜木林所覆蓋的小山丘 … 等。在台北市市中心區內較大型的綠地塊區有大安森林公園、青年公園、植物園、中正紀念堂、台大校園 … 等，而線型的綠帶則有仁愛路、敦化南北路的綠廊等。而在新北市一側，除了水圳、大排與

工廠周遭等零星農地與雜木林之外，在板橋與新莊的重劃區內亦可觀察到較多小型的綠地及開放空間，未來塹仔圳地區的重劃，也有可能釋出更多綠地。

## 地表溫度分布特徵

先前的實證研究發現台北盆地內的夏季溫差甚大，造成溫差的原因與綠基盤分布的位置有高度的正相關<sup>[8,18,19,30]</sup>。盆地內的最低溫區通常落在河川、濕地等兼具水與綠的空間<sup>[8,18,19]</sup>。本文利用美國大地衛星 LANDSAT 8 於 2020 年 8 月 25 日上午所拍攝的熱紅外線影像來進行地表溫度衍算（圖 2），結果發現台北盆地內的低溫區除了河川之外，主要出現在關渡平原一帶，日間的地表溫度約介於 25°C 至 26°C 之間，而最高溫則落在新北境內的三重崁頂工業區，溫度高達 31°C。其他高溫區則分布在萬華局部、中永和地區、泰山、五股 … 等地。整體說來台北市境內的日間地表溫度普遍較新北地區為低，這個現象除了與台北市境內擁有較多的都市綠地有關之外，與都市規畫相對完善、建築密度較低，且較少有鐵皮工廠等熱源分布 … 等特徵有關。值得注意的是，市區中雖有許多綠化道路，但從影像看來卻僅有少數綠化街道呈現較為顯著且穩定的涼化現象。涼化效應較為清楚可見的綠廊有台北市仁愛路與敦化南路一帶，較周圍建城地區低約 1°C 左右。



圖 1 利用 Sentinel 2 衛星影像計算 NDVI 值所產生的綠基盤分佈圖

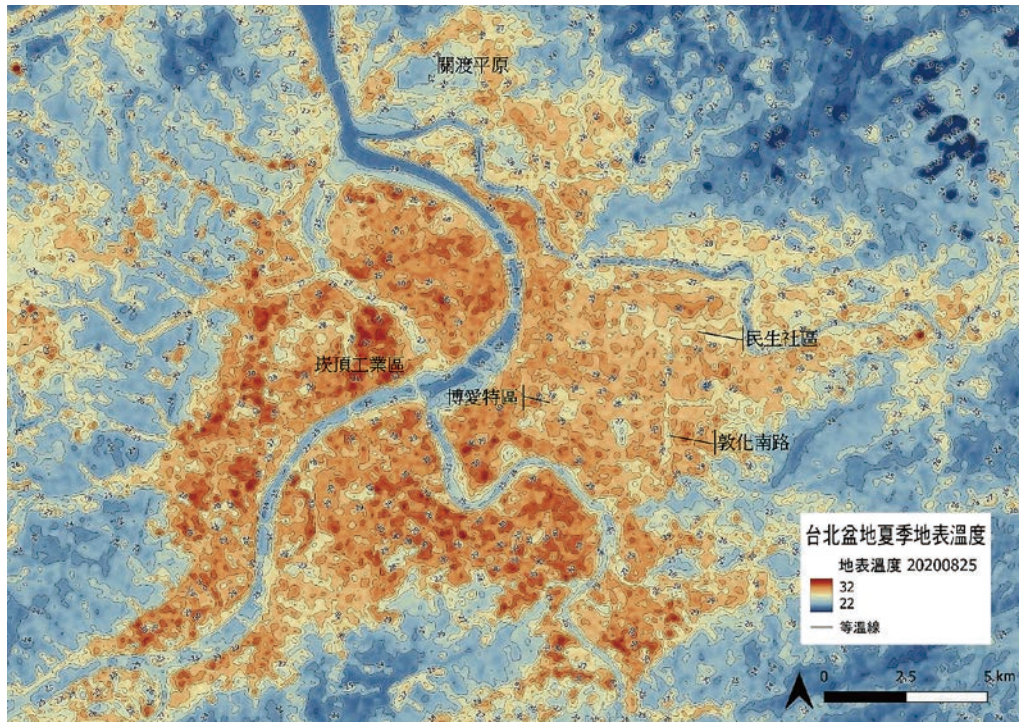


圖 2 由 LANDSAT 8 衛星演算的台北盆地夏季地表溫度分布情形（2020 年 8 月 25 日）

Shih and Mabon<sup>[30]</sup> 於 2018 年的研究顯示，新北市的盆地雖然有零星的綠地或水圳分布，但因為面積相對較小又接近鐵皮工廠或高密度發展區等高溫地區，涼化效果並不顯著，有可能是被周遭的熱源所抑制。以中永和一帶的中和溝、瓦窯溝（圖 1）與新店溪支流來說，若非緊鄰綠地，則很難觀察到河川的降溫效果（圖 2），這可能與這些水域的橫向面積小、河川溝渠化、濱溪綠帶有限，以及周圍多為高密度發展地區有關。先前的研究便指出，綠基盤的涼化效果隨距離遞減，當距離超過綠地或水體範圍 100 公尺之後便很難再觀測到降溫效果，倘若綠地或水體的面積過小且緊鄰高溫地區，則涼化距離可能進一步受限甚至無法觀察<sup>[18,19]</sup>。因此一個地區若擁有較大面積的綠地及水體，則較容易形成穩定的冷島來降低周遭的溫度。然而，透過增加大型水體或綠地來協助降溫這樣的作法對於高密度發展的建成區而言並不實際。有不少研究指出，小型水體和綠地雖然在涼化強度與距離上較為有限，但若能增加彼此之間的密度，將有助於涼化效果的加乘與延伸<sup>[18,19]</sup>。舉例來說，台北市的博愛特區內，因為有植物園、二二八公園、台北賓館…等又緊鄰中正紀念堂等多處開放空間與綠地，全區溫度較低；而民生社區一帶雖然公園偏小，但社區內零碎的綠化空間多，因此整體溫度相對較低。

## 夏季風環境

系統性、策略性地配置水與綠的空間能有效的提供涼化效益，然而這需要有各項科學知識的挹注。其中對於風環境的了解能夠協助城市對通風敏感區的土地進行使用管制，協助指認通風敏感區，並在最適區位留設開放空間與綠基盤。城市的通風條件與空氣品質取決於城市風環境與綠基盤和開放空間的分佈特徵，而風更是影響綠基盤涼化效應能否進一步延伸至建成地區的重要因素。因而早期進行城市氣候規劃的城市，如德國斯圖加特、日本東京…等，以及後起之秀，如香港與新加坡…等，均投入城市地形與盛行風風向的調查，用以規範不同開發地點的建蔽率、容積率；調整開放空間與綠地系統；為城市留設風廊並且重建自然通風機制…等<sup>[31,32]</sup>。一個城市的風紋除了受到所處氣候帶的影響，也會因城市的立地條件與地理型態，如高地、丘陵、山谷、盆地…等，以及山、海的相對位置，如臨海、濱湖、傍山…等而有差異。如臨海城市因海陸的氣流循環而有海陸風現象<sup>[33]</sup>；而位於谷地、丘陵的城市則更容易觀測到山風等特徵。

以台北盆地的都市發展區而言，雖然並未臨海，但因距海不遠，因此仍受海陸氣流循環的影響。Lin 等人於 2008 年的研究即指出台北盆地存在著海陸風的現象，

夏季日間海風會沿著淡水河由北至南進到盆地<sup>[34]</sup>。由本文作者所主持的台北綠基盤研究室(Taipei GI Lab)根據中央氣象局於台北盆地內設置的29個氣象站資料進行分析，結果發現自2011到2020年間夏季(6到9月)的盛行風風向確實呈現海陸風的特徵。夏季日間北側的海風順著淡水河進入盆地，在社子、蘆洲一帶與基隆河谷的盛行東風以及來自於南側的陸風會合，產生水平輻合的現象；而到了夜間，盆地則轉為陸風為主，多由盆地周遭的丘陵吹向盆地。若忽略日夜主要風向的差異，盆地西半部的台北市境內多盛行東風，其中以基隆河谷與景美溪谷為重要的天然風廊。然而受到南側山谷與淡水河、新店溪等河道帶來的南風所影響，盆地中心區的盛行風轉為南南東方向，逐漸順著淡水河口方向往北吹拂(圖3)。至於盆地東側的新北市地區，則呈現更為複雜的風紋。大漢溪中段以南的地區仍盛行東風，沿著大漢溪河谷往桃園方向吹。然而在新莊、五股、泰山一代或許是受到西側山脈的阻擋以及啞口坑、大窠坑等谷道風的影響，風向有往北轉的趨勢，在蘆洲、三重一帶因有多個方向而來的河道風在此相遇，有氣流輻合的現象；而社子跟關渡地區則有氣流輻散的現象。

總得說來，無論是國外所做的實證研究或是國內氣象站的觀測數據均顯示，河道、谷道等地勢低窪的地點是天然風道，深刻的影響一個城市的自然通風機制。因此，這些地區的土地使用與開發都需要有更為審慎的評估與考量，避免通風機制受阻。同時，本分析的結果強調台北盆地內各地區的風紋會因山水的特徵和相對位置不同而有所差異，有些地方盛行東風，有些地方則盛行南南東風，更有些地區屬於風的水平輻合或輻散地區。是以，在進行風廊劃定的時候應根據各地盛行風的特徵加以調整，特別是在有輻合或輻散現象的地區，如社子、關渡、蘆洲、三重等地，有針對風紋及開發影響進行進一步探討的必要，才能指導適合的土地發展類別與開發強度，並配置配合地區通風特性的綠基盤體系。

### 高溫風險不均的現象

由上述的分析可知，即便我們居住在同一個城市中，因為先天地理與後天土地使用等因素，會造就出不同的綠基盤紋理與通風條件，導致不同地區的居民所感受到的夏季高溫強度不盡相同。當前國際上有許多研究發現，經濟條件越是優渥的社區往往在綠化程度與綠地

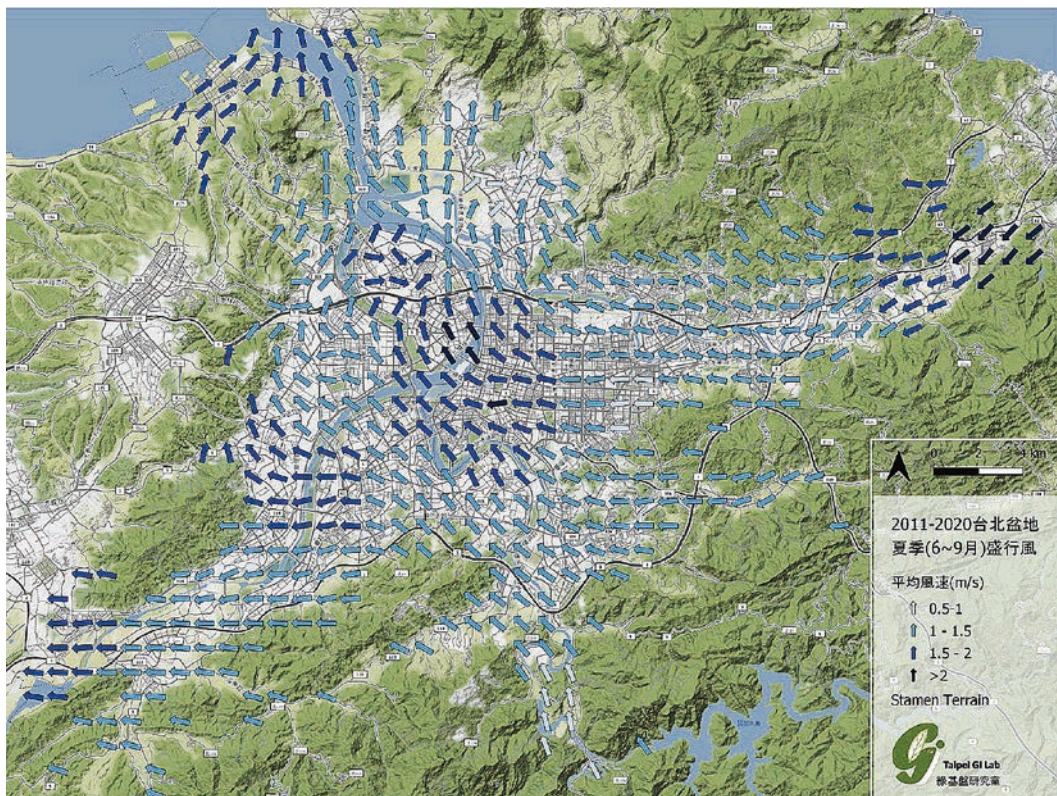


圖3 台北盆地夏季盛行風風向

品質的條件上越好；鄰里間的生物多樣性越高；擁有更多環境改善的資源，因而造就綠覆率與經濟條件正相關的「奢侈效應（Luxury Effect）」<sup>[35]</sup>。這個現象也可能與綠縉紳化（Green Gentrification）有關，亦即綠地政策促使一地區的環境品質提升，造就房價上漲，連帶吸引社會經濟能力較佳的居民入住，這個過程相對的排擠了社會經濟弱勢的原居民，使他們被迫或不得已而移往環境品質較差，但房價較為低廉的易致災空間<sup>[23,24]</sup>。

Shih<sup>[25]</sup> 根據 2019 年夏季台北盆地的高溫、綠基盤分佈與鄰里社會經濟特徵之間的關係進行分析。結果顯示鄰里的綠化程度、綠覆率與家戶薪水三項因子之間呈現低至中度的顯著正相關；但與綠地平均距離及地表溫度則呈現中度顯著負相關。換言之，收入越是優渥的鄰里有綠化程度越高且越涼快的傾向。但同一篇研究也指出，收入與綠地之間的相關性並不是線性，反而是有兩極化的現象。也就是除了富人之外，經濟相對弱勢族群也有可能居住在綠基盤相對豐富的地區，因而享有較多綠意以及更為涼爽的夏日。根據空間資訊進一步檢視盆地區的社會經濟特徵可以發現，原住民人口與社會經濟相對弱勢的鄰里多分布在盆地的邊陲地帶，特別是新北市樹林地區的鹿角溪周遭與台北市社子島一帶，但該地區因都市化程度較低、鄰近山水等特徵而擁有較多綠地跟較低的夏季地表溫度（圖 2）。相反的，台北市萬華區的華中、興德里一帶以及新北的頂崁工業區一帶則屬於高溫區，當地不僅綠地較少，又有社會經濟弱勢、老年化指數高…等特徵，屬於環境資源與社會經濟條件雙重弱勢的地區，相關地點在面對夏季高溫熱浪時恐怕會面臨較高的風險。

## 結論與建議

台灣的土地規劃甚少考量城市的氣候特徵，以至於城鄉發展往往缺乏對於立地的氣候條件有足夠詳細的認識，難以在空間體系上做出全盤性、系統性的因應，常造成局部的高溫或加劇易感族群的風險。近期雖訂定氣候變遷因應法以及地方氣候變遷調適策略，然在土地利用此一面向上的著墨甚少。而在都市規劃上亦未能系統性的將氣候變遷減緩與調適目標納入土地使用的管制規則之中，故難以在都市發展的初期就針對城市高溫與風險不均的現象提出策略規劃，致使都市的發展持續阻礙或弱化自然調節機制，加深都市

熱島效應與氣候不公正。考量全球暖化所帶來的夏季高溫熱浪問題日益頻繁，已經為夏季空調用電、大眾健康、勞動力生產、居住品質、水資源安全…等帶來連鎖性的負面衝擊。本文就綠基盤策略這個自然解方提出各個面向的概要探討與描述，依照上述各節的分析與摘要，以下歸納幾點建議，希望有助於雙北地區制定有效且公正的自然解方來降低高溫風險：

綠基盤網絡中的水體與綠地具有降低周遭溫度的涼化效果，而風的吹拂又能讓這個機制進一步得到擴散與延伸。在進行開放空間規劃的時候，若能綜合考量地形與自然和半自然綠地及水體的分布特徵，再配合夏季盛行風的方向來進行配置，將能讓綠基盤這項自然解方達到更佳的效果。

其次，淡水河沿岸的關渡、社子島、蘆洲、三重一帶，受到河道地形與海陸風特徵的影響，四周的風多在此相遇，產生幅合或幅散的現象，建議在這些地區進行土地開發與都市更新時應該要參照盆地整體的風紋與綠基盤特徵來做更為審慎的科學評估並制定土地使用管制規則。

另外，新北市的地表溫度有普遍高於台北市的現象，有許多相對高溫的分布，尤其在鐵皮屋工廠眾多的工業區以及高密度發展的中、永和一帶最為嚴重，與當地綠化量少，且鄰近熱源有關。由於新北市境內有多處街道的空間紋理甚為密集且紊亂，開放及綠地空間狹小又未能與夏季盛行風方向保持一致，有可能抑制了自然通風機制的運作，未來如有都市更新計畫，應針對這幾處的開放空間進行結構性的調整來增加綠地、留設風廊。

最後，依照本文初步盤點的結果顯示，萬華及三重一帶有幾處社會經濟相對弱勢的鄰里，因環境中缺乏水與綠的空間來進行溫度調節，在高溫熱浪的衝擊下，恐怕會有較高的健康風險，未來在擬定綠化以及高溫調適策略時，應該進一步界定這類高溫風險地區，並將其列為優先進行改善的鄰里空間。

## 參考文獻

1. Revi, A., D.E. Satterthwaite, F. Aragón-Durand, J. Corfee-Morlot, R.B.R. Kiunsi, M. Pelling, D.C. Roberts, and W. Solecki. (2014). Urban areas. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L.

- Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 535-612.
2. World Health Organization (2017), Urban green space interventions and health: A review of impacts and effectiveness. WHO: Geneva, Switzerland.
3. World Health Organization (2020), Integrating health in urban and territorial planning: a sourcebook. <https://www.who.int/publications/item/9789240003170>
4. World Meteorological Organization (WMO). (2019), Guidance on Integrated Urban Hydrometeorological, Climate and Environmental Services - Volume I: Concept and Methodology. WMO- No. 1234
5. IUCN (2020), *Guidance for using the IUCN Global Standard for Nature-based Solutions. A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of Nature-based Solutions*. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.
6. Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., and Bonn, A. (2017), Nature based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas. *Theory and Practice of Urban Sustainability Transitions*. Springer.
7. European Commission (2013), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Green Infrastructure (GI) - Enhancing Europe's Natural Capital. COM/2013/0249 final, Brussels. Available at (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0249>). Accessed: 10 August 2021.
8. Shih, W-Y. and Mabon, L. (2021), Green Infrastructure as a Planning Response to Urban Warming A Case Study of Taipei Metropolis. In: Ito, K. (ed), *Urban Biodiversity and Ecological Design for Future Cities*, pp. 335-352. Springer: Tokyo.
9. Benedict, M.A. and McMahon, E.T. (2012), *Green infrastructure: linking landscapes and communities*. Island press.
10. Hansen, R. and Pauleit, S. (2014), From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctionality in green infrastructure planning for urban areas. *Ambio*, 43(4), 516-529.
11. IPCC (2022), *Sixth Assessment Report Working Group 2*. IPCC: Geneva
12. Mora, C., Dousset, B., Caldwell, I.R., Powell, F.E., Geronimo, R.C., Bielecki, C. R., ... and Trauernicht, C. (2017), Global risk of deadly heat. *Nature climate change*, 7(7), 501-506.
13. Carbon Disclosure Project (2022), Stories of Change 2022 - Accelerating action towards a sustainable future. CDP Worldwide.
14. Bowler, D.E., Buyung-Ali, L., Knight, T.M., and Pullin, A.S. (2010), Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and urban planning*, 97(3), 147-155.
15. Giridharan, R. and Emmanuel, R. (2018), The impact of urban compactness, comfort strategies and energy consumption on tropical urban heat island intensity: a review. *Sustainable cities and society*, 40, 677-687.
16. Fan, H., Yu, Z., Yang, G., Liu, T.Y., Liu, T.Y., Hung, C.H., and Vejre, H. (2019), How to cool hot-humid (Asian) cities with urban trees? An optimal landscape size perspective. *Agricultural and Forest Meteorology*, 265, 338-348.
17. Shih, W-Y., Ahmad, S., Chen, Y-C., Lin, T-P., and Mabon, L. (2020), Spatial Relationship between Land Development Pattern and Intra-Urban Thermal Variations in Taipei, *Sustainable Cities and Society*, V62, Elsevier. doi:10.1016/j.scs.2020.102415
18. Shih, W.Y. (2017a), The cooling effect of green infrastructure on surrounding built environments in a sub-tropical climate: a case study in Taipei metropolis. *Landscape research*, 42(5), 558-573.
19. Shih, W-Y. (2017b), Greenspace patterns and the mitigation of land surface temperature in Taipei metropolis. *Habitat International*, 60, 69-80, Elsevier. doi:10.1016/j.habitatint.2016.12.006
20. Garrison, J.D. (2017), Seeing the park for the trees: New York's "Million Trees" campaign vs. the deep roots of environmental inequality. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 46(5), 914-930. doi:10.1177/2399808317737071
21. Wilson, B. (2020), Urban Heat Management and the Legacy of Redlining. *Journal of the American Planning Association*, 86(4), 443-457. doi:10.1080/01944363.2020.1759127
22. Klinenberg, E. (2015), *Heat wave: A social autopsy of disaster in Chicago*. University of Chicago Press.
23. Anguelovski, I., Connolly, J.J., Pearsall, H., Shokry, G., Checker, M., Maantay, J., ... and Roberts, J.T. (2019), Opinion: Why green "climate gentrification" threatens poor and vulnerable populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(52), 26139-26143.
24. Amorim Maia, A.T., Calcagni, F., Connolly, J.J.T., Anguelovski, I., and Langemeyer, J. (2020), Hidden drivers of social injustice: uncovering unequal cultural ecosystem services behind green gentrification. *Environmental Science & Policy*, 112, 254-263. doi:10.1016/j.envsci.2020.05.021
25. Shih, W-Y. (2022). Socio-ecological inequality in heat: The role of green infrastructure in a subtropical city context. *Landscape and Urban Planning*, 226, 104506, Elsevier.
26. Mabon, L. and Shih, W-Y. (2018), What might 'just green enough' urban development mean in the context of climate change adaptation? The case of urban greenspace planning in Taipei Metropolis, Taiwan. *World Development*, 107, 224-238.
27. 新北市政府環境保護局 (2022), 新北市 2050 淨零路徑暨氣候行動白皮書, 新北市政府 (<https://www.epd.ntpc.gov.tw/Article/Info?ID=9620>)
28. 陳亮全、陳海立 (2007), 易致災都市空間發展之探討：以臺北盆地都市水災形成為例, *都市與計劃*, 34(2), 293-315。
29. Shih, W.Y. (2010), Optimising urban green networks in Taipei City: *linking ecological and social functions in urban green space systems*. The University of Manchester (United Kingdom).
30. Shih, W-Y. and Mabon, L. (2018), Thermal environments of Taipei Basin and influence from urban green infrastructure, *City and Planning*, 45(4): 283-300. doi:10.6128/CP.201812\_45(4).0002
31. 鍵屋浩司、足永靖信 (2013), 「ヒートアイランド対策に資する「風の道」を活用した都市づくりガイドライン」, 國總研資料, 第 730 號, 國土交通省国土技術政策総合研究所, 日本。
32. Ng, E. and Ren, C. (Eds.). (2015), *The urban climatic map: a methodology for sustainable urban planning*. Routledge.
33. Oke, T. R., Mills, G., Christen, A., and Voogt, J.A. (2017). *Urban climates*. Cambridge University Press.
34. Lin, C.Y., Chen, F., Huang, J.C., Chen, W.C., Liou, Y.A., Chen, W. N., and Liu, S.C. (2008), Urban heat island effect and its impact on boundary layer development and land-sea circulation over northern Taiwan. *Atmospheric Environment*, 42(22), 5635-5649.
35. Schell, C.J., Dyson, K., Fuentes, T.L., Des Roches, S., Harris, N.C., Miller, D.S., ... and Lambert, M.R. (2020), The ecological and evolutionary consequences of systemic racism in urban environments. *Science*, 369(6510).

