

「2022 中華民國營建工程學會第十九屆營建產業永續發展研討會」

探討風速對大臺北都會區平面熱島之影響

李奕萱(Yi-Hsuan Lee)

國立臺北科技大學
建築與都市設計研究所

黃志弘(Chih-Hong Huang)

國立臺北科技大學
建築與都市設計研究所

摘要

臺灣位於亞熱帶氣候區，高溫、高濕度為其特色，風速、濕度、溫度是控制都市熱量的重要變因。北部地區都市化程度高、又屬封閉的盆地地形，過去都市快速發展雖然為人們帶來便利的生活，但原有綠地及水域減少、建築物與瀝青混凝土道路面積增加，其蓄熱特性造成都市熱島效應，大幅降低熱舒適性。在無法除濕的情況下，保持較高風速的環境可改善皮膚濕潤帶來的不適，以及使人體汗液蒸發達到生理熱平衡效果。

本研究以風速為指標，根據氣象數據評估風速對大臺北都會區平面熱島效應造成的影響，分析各測站之氣溫、風速及相對濕度，以此計算表觀溫度(AT)與熱焓(enthalpy)，並以地理資訊系統(GIS)進行可視化建置，探討其區域分布，找出市區中都市熱島的熱點，提出改善策略，作為未來都市規劃時評估之參考依據。

關鍵詞：永續都市、都市熱島、氣象數據分析、地理資訊系統

Discussion on the influence of wind speed on flat urban heat island in the Taipei metropolitan area

Yi-Hsuan Lee

National Taipei University of Technology,
Graduate Institute of Architecture and
Urban Design,
Department of Architecture

Chih-Hong, Huang

National Taipei University of Technology,
Graduate Institute of Architecture and
Urban Design,
Department of Architecture

Abstract

Taiwan is located in a subtropical climate zone, characterized by high temperature and high humidity. Wind speed, humidity, and temperature are important variables for controlling urban heat island. The Taipei metropolitan area has a high degree of urbanization and is a closed basin. Although the rapid urban development in the past has brought people a convenient life, the original green space and water area have decreased, and the area of buildings and asphalt concrete roads has increased, greatly reducing thermal comfort. In the case where dehumidification is not possible, maintaining higher wind speed improves discomfort from moist skin, and evaporating sweat to achieve physiological heat balance.

In this study, the wind speed is used as an indicator to evaluate the influence of wind speed on the flat urban heat island in the Taipei metropolitan area based on weather data analysis. The temperature, wind speed and relative humidity of each station are analyzed to calculate the apparent temperature (AT) and enthalpy, and use the geographic information system (GIS) to visualize the construction, explore its regional distribution, find out the hot spots of urban heat islands, and propose improvement strategies which can be used as a reference for future urban planning.

keywords : Sustainable Cities and Communities, Urban heat island, Weather data analysis, Geographic Information System

一、前言

臺灣位於亞熱帶氣候區，高溫、高濕度為其特色，風速、濕度、溫度是控制都市熱量的重要變因。其中北部地區都市化程度高、又屬封閉的盆地地形，過去都市快速發展使原有綠地及水域減少、建築物與瀝青混凝土道路面積增加，其蓄熱特性造成都市熱島效應，大幅降低熱舒適性。過去相關研究顯示北部地區的夏季環流，由於河谷縱橫，季風受地形導引，分別沿基隆河及淡水河谷進入臺北盆地，匯合後經鶯歌附近流出，形成東風(蔡清彥，1987)。在無法除濕的情況下，保持較高風速的環境可改善皮膚濕潤帶來的不適，以及使人體汗液蒸發只需要小面積就可達到生理熱平衡效果(B.Givoni, 1998)。

本研究以風速為指標，根據氣象數據評估風速對大臺北都會區平面熱島效應造成的影響，分析各測站之氣溫、風速及相對濕度，以此計算表觀溫度(AT)與熱焓(enthalpy)，並以地理資訊系統(GIS)進行可視化建置，探討其區域分布，找出市區中都市熱島的熱點，提出改善策略與配置方案，作為未來都市規劃時評估之參考依據。

二、主要內容

1. 研究方法

(1)氣象站選擇

研究採用中央氣象局臺北市及新北市 19 個測站、臺北市 32 處國小氣象站，總計 51 個氣象站 2017~2019 年 6~8 月共 276 天之氣溫、相對濕度、風速等天氣數據。氣象站挑選原則以位於市區、不易受到山脈阻擋的測站為主。

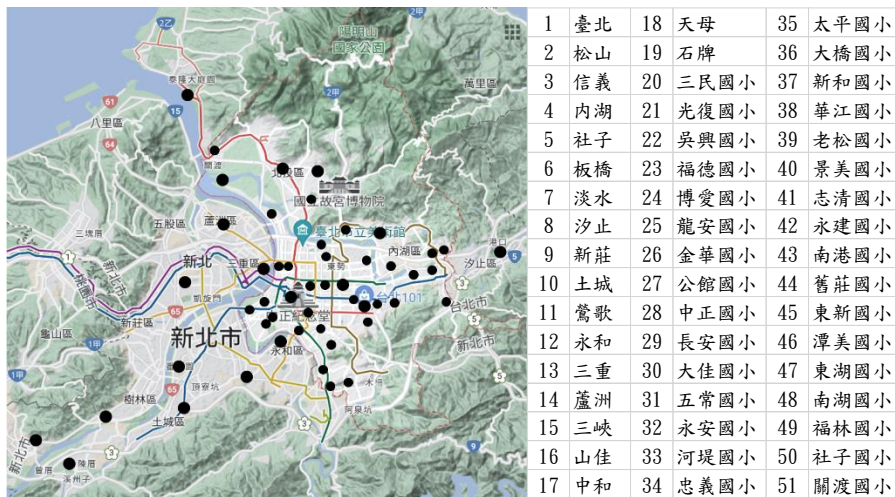


圖 1 測站位置

Fig.1 Station location

(2)氣象資料

由於氣象測站海拔高度不盡相同，為使數據更準確，研究將測站所測得之氣溫資料修正為海拔高度 0 公尺。根據溫度直減率計算，溫度校正公式如下：

$$T'=T+(\text{測站海拔(m)}/100\times 0.6)$$

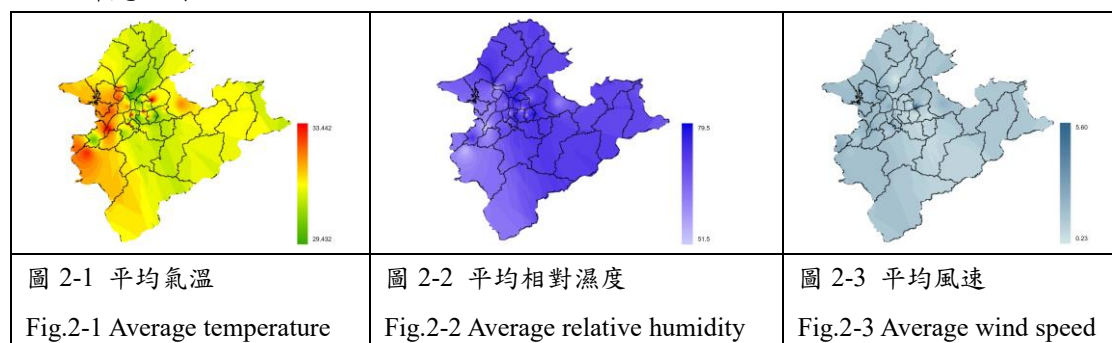
$$T=\text{溫度}$$

為使數據分析聚焦在風速的影響，排除因太陽輻射熱造成的高溫情況及雨天因降雨對氣溫造成的影響，研究選取雲量佔全天空 5/10~8/10 的多雲情境數據進行討論。同時根據蒲福風級表，將氣象數據依風速分為三組，分別為風速 0~1.5 m/s、風速 1.6~5.4 m/s、風速 5.5~10.7 m/s。

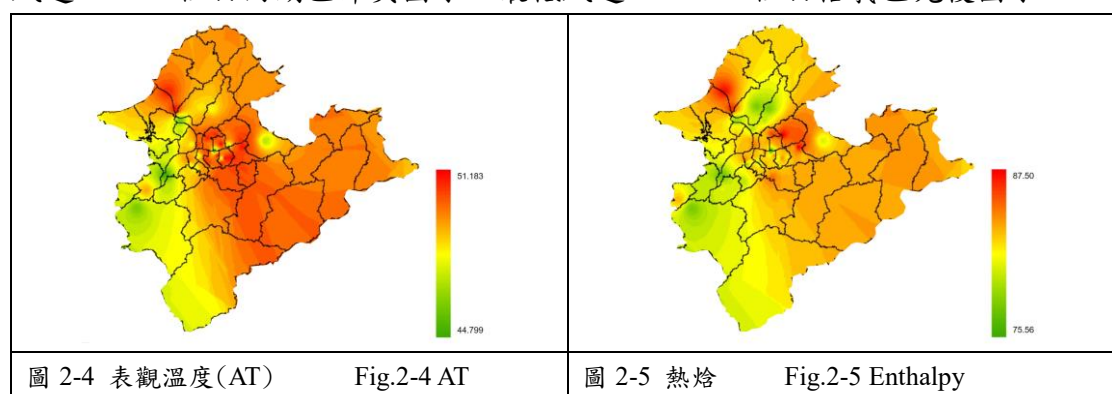
表 1 蒲福風級表 Table.1 Beaufort scale

蒲福風級數	名稱	說明	風速(m/s)
0	無風	毫無風的感覺，炊煙筆直向上。	0~0.2
1	軟風	炊煙斜升，可看出風向。	0.3~1.5
2	輕風	有風吹在臉上的感覺，樹葉搖動。	1.6~3.3
3	微風	樹葉與小樹枝被吹動。	3.4~5.4
4	和風	旗幟飄動不止，紙張飛揚，且有風沙。	5.5~7.9
5	清風	池塘的水面波浪起伏。	8.0~10.7

2. 研究結果

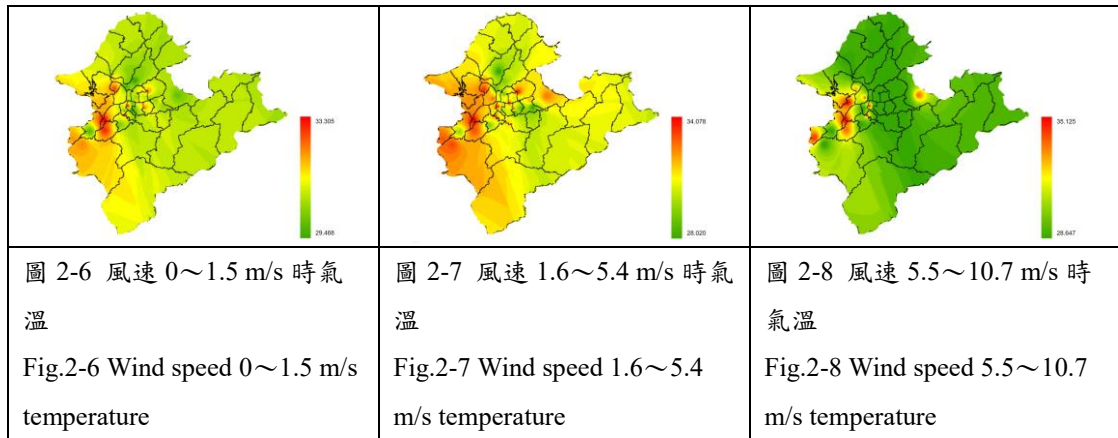


平均氣溫為 31.346°C，最高氣溫為 33.442°C 位於板橋，最低氣溫為 29.432°C 位於信義區福德國小；平均相對濕度為 68.8%，最高相對濕度為 79.5% 位於中山區大佳國小，最低相對濕度為 51.5% 位於松山；平均風速為 1.41m/s，最高風速 5.6m/s 位於內湖區潭美國小，最低風速 0.23 m/s 位於信義區光復國小。

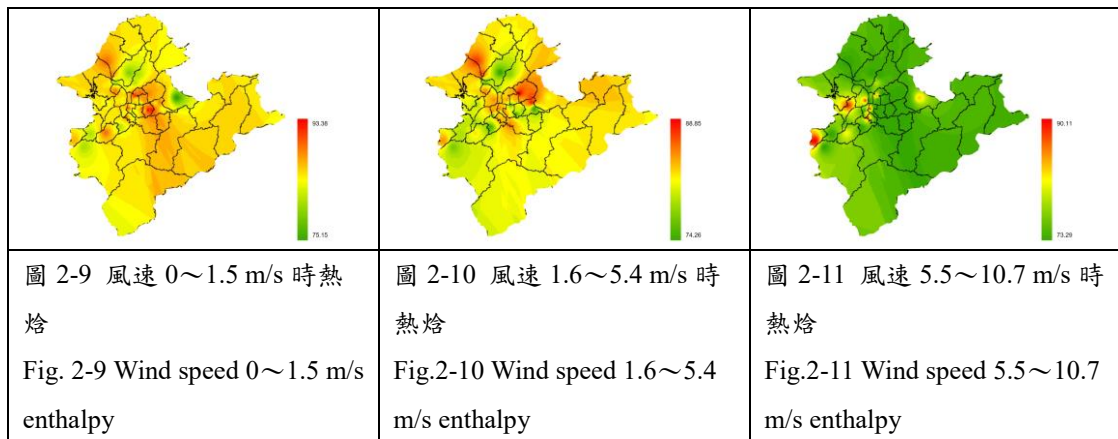


AT 是以濕度為基準探討人體所感受到的溫度值，由於濕度因子對亞熱帶氣候高溫高濕條件來說較為重要，因此 AT 為亞熱帶氣候地區探討熱舒適度的指標之一，數據如圖 2-4 顯示，平均 AT 為 49.077°C，最高 AT 為 51.183°C 位於信義區光復國小，最低 AT 為 44.799°C 位於松山；由於潛熱較難表現於空氣溫度中，故以空氣的全熱量熱焓(enthalpy)作為評估依據，數據如圖 2-5 顯示，平均

熱焓值為 82.47 kJ/kg，最高熱焓值為 87.50 kJ/kg 位於南港區南港國小，最低熱焓值為 75.56 kJ/kg 位於松山。



風速 0~1.5 m/s 時平均氣溫為 31.551°C，最高氣溫為 33.305°C 位於內湖，最低氣溫為 29.468°C 位於大安區金華國小；風速 1.6~5.4 m/s 時平均氣溫為 31.121°C，最高氣溫為 34.078°C 位於信義，最低氣溫為 28.020°C 位於信義區吳興國小；風速 5.5~10.7 m/s 時平均氣溫為 32.187°C，最高氣溫為 35.125°C 位於板橋，最低氣溫為 28.647°C 位於士林區福林國小，其中風速大於 5.5 m/s 的測站只有臺北、板橋、汐止、新莊、土城、鶯歌、永和、三重、蘆洲、士林區福林國小、中正區忠義國小、中山區大佳國小、大安區公館國小。



風速 0~1.5 m/s 時平均熱焓值為 83.41 kJ/kg，最高熱焓值為 93.38 kJ/kg 位於信義區博愛國小，最低熱焓值為 75.15 kJ/kg 位於板橋；風速 1.6~5.4 m/s 時平均熱焓值為 81.57 kJ/kg，最高熱焓值為 88.85 kJ/kg 位於淡水，最低熱焓值為 74.26 kJ/kg 位於信義區吳興國小；風速 5.5~10.7 m/s 時平均熱焓值為 82.89 kJ/kg，最高熱焓值為 90.11 kJ/kg 位於臺北，最低熱焓值為 73.29 kJ/kg 位於汐止。

表 2 Spearman 等級相關係數 Table.2 Spearman's rank correlation coefficient

			氣溫	相對溼度	AT	熱焓
Spearman 的 rho	風速	相關係數	-0.24249955	-0.22380509	-0.4580207	-0.01832
		顯著性(雙尾)	9.65E-54	7.74E-46	2.91E-203	2.51E-01
		N	3933	3933	3933	3933

使用 Spearman 等級相關係數探討風速與氣溫、相對濕度、AT、熱焓之相關程度，分析結果顯示風速與氣溫(-0.242)、相對濕度(-0.224)、熱焓(-0.018)呈現低度負相關，與 AT(-0.458)呈現中度負相關，皆達顯著差異($p < 0.01$)，如表 2。

三、結論與建議

臺灣位於亞熱帶氣候區，高溫、高濕度為其特色，風速、濕度、溫度對熱環境的影響極大，是控制都市熱量的重要變因，北部地區都市化程度高，又屬封閉的盆地地形，造成都市熱島效應。研究以風速為指標，根據氣象數據評估風速對大臺北都會區平面熱島效應造成的影響，並以地理資訊系統(GIS)進行可視化建置，找出市區中都市熱島的熱點並提出改善策略。

1. 風速 0~1.5 m/s 時平均氣溫為 31.551°C、平均熱焓值為 83.41 kJ/kg；風速 1.6~5.4 m/s 時平均氣溫為 31.121°C、平均熱焓值為 81.57 kJ/kg；當風速 5.5~10.7 m/s 時平均氣溫與熱焓不降反升，其原因為風速達 5.5~10.7 m/s 之測站僅 13 處，若單獨檢視各測站，平均氣溫與熱焓皆低於風速 1.6~5.4 m/s 時，顯示風速增加可降低平均氣溫與熱焓。
2. 信義區光復國小平均 AT 為 51.183°C，為 51 處氣象站中最高，同時其風速 0.23 m/s 為 51 處氣象站中最低；板橋平均氣溫為 33.442°C，為 51 處氣象站中最高，但其平均風速為 2.33m/s，在 51 處氣象站中為較高者。在進行都市規劃時，除了減少瀝青和混凝土的使用、增加綠覆率等既定手法外，若能配合盛行風向留設風廊道，透過增加風速來緩解都市熱島，有效達到舒適的都市生活。
3. 研究主要以風速為指標，使用的氣象數據為氣溫、相對濕度、風速，為使數據分析聚焦在風速的影響，以雲量佔全天空 5/10~8/10 的多雲情境數據進行討論，但造成都市熱島及都市熱環境的因素還包括都市結構與土地利用、空氣汙染、產業活動與交通產生的人工廢熱等，未來可結合其他影響因素的研究來提出有效的都市規劃與設計來緩解都市熱島。

四、參考文獻

1. Klemm, H., Lenzholzer, Jacobs, and Van Hove, "Psychological and physical impact of urban green spaces on outdoor thermal comfort during summertime in The Netherlands", *Building and Environment*, 83, pp.120 – 128 (2015)
2. Qaid Adeb, B. L. H., Ossen Dilshan Remaz, Raja Shahminan, Raja Nafida, "Urban heat island and thermal comfort conditions at micro-climate scale in a tropical planned city", *Energy and Buildings*, 133, pp.577 - 595 (2016)
3. 蔡清彥，「臺灣北部地區局部環流之研究」。大氣科學，15(2)，pp.179-198，1987。
4. Baruch Givoni 著，汪芳等合譯，「建築設計和程式設計中的氣候因素」，建築工業出版社，2010。