

應用垂直綠化設置評估距離空間對建築隔熱之效益

宋文沛(Wen-Pei Song)

國立勤益科技大學景觀系

*李哲綸(Che-Lun Lee)

國立勤益科技大學景觀系

*通訊作者：李哲綸 email : brian95213@gmail.com

摘要

垂直綠化的發展因為都市綠地空間的不足為了給予充足綠化面積，因而開啟了垂直綠化發展。隨著垂直綠化的發展，大家逐漸發現垂直綠化附加效益，除了都市美化外同時也可以阻擋空氣汙染、改變微氣候、阻絕太陽輻射及建築節能等效益。本篇文章研究討論在垂直綠化與建築不同距離下效益之評估，我們可以發現在垂直綠化距離建築 50 公分距離時綠牆與建物間溫度可降低 1-2°C，對於建築物內部影響最高可達 5°C 溫度差距，降低內部溫度波動 4-5°C。透過以系統設置可有效加強隔熱效益，除了讓外側牆體降溫之外，亦能維持室內空間之溫度穩定，未來將可提供設計或建造單位有用之量化參考依據。

關鍵字：垂直綠化系統、微氣候、太陽輻射、建築節能

Abstracts

The development of vertical green system (VGS) has been developed because of the lack of urban greening spaces. With the development of vertical green system, isolation of air pollution, microclimate, isolation of solar radiation and energy saving had been found as the benefit of VGS. This paper is discussion the evaluation of benefits at different distances between vertical green system and construction. The test and analysis results reveal that the layer between the VGS and construction can reduces 1-2 °C when the VGS is distances fifty centimeters from the construction. The VGS can also alleviates 5°C at interior of the test group, and it also depress temperature fluctuation of 4-5°C having achieved in the test group without heating. The benefits of this method has been demonstrated in this paper.

Keywords: vertical green system, microclimate, solar radiation, building energy saving

一、前言

1.1 研究動機

從工業革命後，社會型態及人類生活模式有了巨大改變。都市化過程中，為了追求更多的居住空間與更加快速的經濟發展，犧牲自然空間以換取都市擴展空間，進而破壞自然中自我循環修復的機制。都市的擴張，住宅、高樓大廈及工廠的蓬勃發展，隨之帶來環境中水源、空氣與土壤等汙染，由於地球環境破壞日益嚴重，導致全球氣候異常問題，全球暖化、熱島現象和其他環境議題的產生。因此，自 1980 年聯合國環境規劃署(UNEP)、世界保育聯盟(IUCN)和世界自然基金會(WWF)共同出版《世界自然保育方略》(World Conservation Strategy)書中提出永續發展「Sustainable Development」的概念，自此世界各國開始重視環境議題，並簽屬各項相關公約及行動，同時也著手於綠色能源與節能系統的研究，以重視並且保護地球。

1.2 研究目的

現今社會理解能源消耗對環境有著嚴重影響。全球建築能耗占總能耗的 40%，預估全球建築能耗約有 65%的節能空間，可減少全球總能耗的 25%。在立體綠化節能的領域，多在探討植栽種類、介質形式、澆灌節能控制等層面，鮮少有人探討立體綠化與建物之間距離對建築隔熱降溫及能耗之評估。希望透過立體綠化與建物之間距離之研究，給予最佳合適之距離。

1.3 文獻回顧

立體綠化系統對於今日來說已經相當廣泛的被運用在都市內，也有相關的文獻給予我們垂直綠化相關經驗。就臺灣台中地區而言，植栽選種上應選擇：金露花、細葉雪茄花、武竹、山蘇、腎蕨等植栽，其生長性及覆蓋性對台灣地區較為合適(Lue, 2010)。對於植生牆對於攀爬型 GFRP 植生窗框不論在植栽攀爬性、環保落實節能減碳、達到環境永續目標方面都能達標(Chang, 2013)。就台灣而言，82.8% 民眾樂見垂直綠化的推廣，並有 75.2% 民眾願意自己家裡設置綠化系統(Tsai, 2013)。對於植栽綠化綠牆，不論在植栽圖型、選種或是栽植框架型式的變換，對於建植隔熱都可達到 2-10°C 不等的影響[4,5,7]。在一定規模下的垂直綠牆系統不僅可疑達到隔絕太陽輻射，同時可以改善周圍微氣候[6]。垂直綠化系統不僅對夏天有所影響，在冬天，對於建築內部可降低溫度波動 9°C，能耗部分可以減少 18% 冬天暖氣能耗[9]。由此可知垂直綠化對於都市環境改善有一定程度的效益成果。

二、實驗方法

2.1 實驗場域

本研究之實驗地點位於台灣中部臺中市太平區國立勤益科技大學，校園內青永館頂樓作為實驗場域，如圖 1 所示。

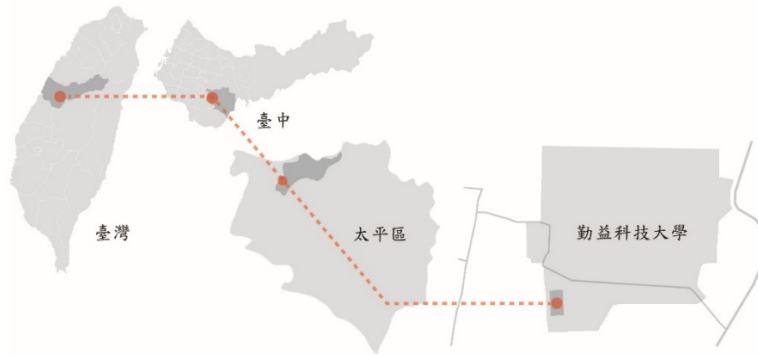


圖 1、實驗場域區位示意圖

2.2 實驗儀器

實驗使用之設備有，實驗屋兩棟實驗及對照組(W：4.2m、D：4.2m、H：3.17m)，實驗組西側外牆設置可移動垂直綠化植生牆(W：4.2m、H：3.17m)；實驗屋內部各設置 60 點溫度感測點檢測內部溫度變化；環境監測站監測實驗場域環境(大氣溫度、輻射熱、風速、風向、濕度)；實驗及對照組西側旁，微型環境監測(大氣溫度、輻射熱、風速、風向、濕度)。

		
<p>圖 2、實驗屋</p>	<p>圖 3、植生牆</p>	<p>圖 4、60 點溫度感測點</p>
		
<p>圖 5、環境間測站/微型環境監測站</p>		

三、結果與討論

3.1 西側垂直綠化距離建物 50cm-環境監測

本研究於距離實驗組及對照組 15m 處設置氣象監測站一座，可供監測大氣溫度、黑球溫度、熱輻射值、濕度及降雨量等，大氣溫度及熱輻射之一天變化值如下圖所示。由下圖可得知出，太陽於六點左右出現，使得大氣溫度於上午六點開始逐步上升，至下午一點半至兩點間太陽熱輻射值最高趨近 900W/m²，大氣

溫度達 34°C，下午兩點半太陽熱輻射值明顯下降，大氣溫度下降趨勢較為明顯，下午六點後，太陽輻射質歸零溫度同時趨於緩和。

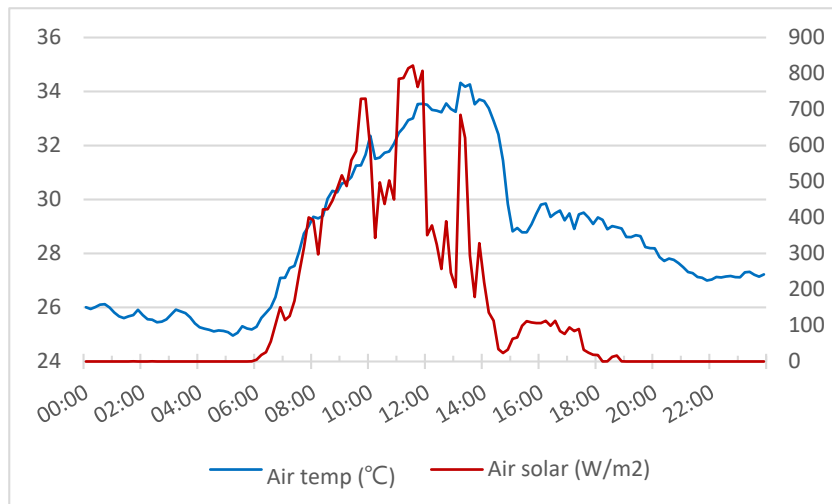


圖 6、大氣溫度及太陽輻射

3.2 垂直綠化對空氣層效益比較

從上午六點開始溫度上升至下午兩點為全天最高溫時段，實驗組與對照組溫度差 1-2°C，隨後，由於植栽之間空隙使得溫度在兩點至四點間有拉近趨勢，四點後實驗組相比對照組仍有 1-2°C 差距，直至下午七點後伴隨太陽輻射質歸零三組溫度才逐漸趨於平緩，但上可看出對照組溫度高於其他兩組。

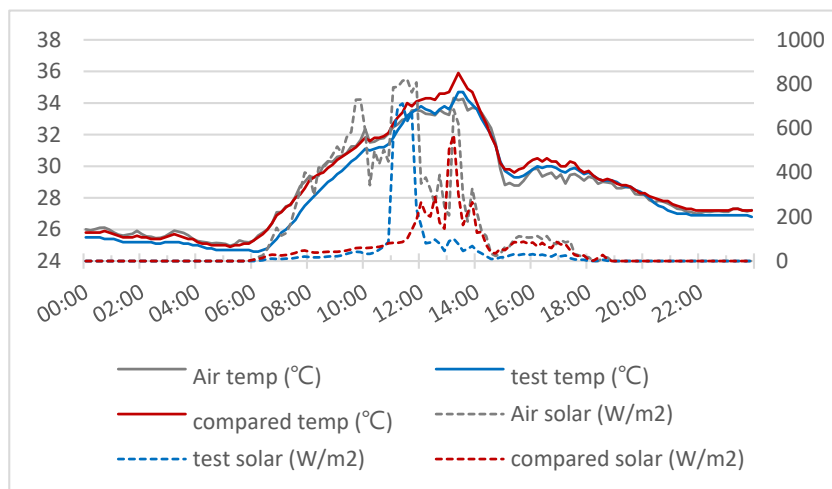


圖 7、溫度及太陽輻射比較

3.3 建物內部西側牆面溫度比較

室內西側實驗組與對照組牆面溫度變化，如下表所示，早上七點時，兩組並無明顯溫度差異，如下圖 9 所示。至上午九點時，溫度開始有明顯差距，實驗組與對照組溫度差距 4°C。在下午一點時，內部溫度達到全天溫度最高時段，實驗組與對照組溫度相差至 3.6°C，且對照組內部溫差 1.6°C，如下圖 x-x 所示可清楚看出內部溫度由頂部蓄熱往下傳導。下午六點後，太陽下山，兩組溫度仍有 3.5°C 差距，對照組內部差距可達 4.4°C 之多，如下圖 10-15 所示。

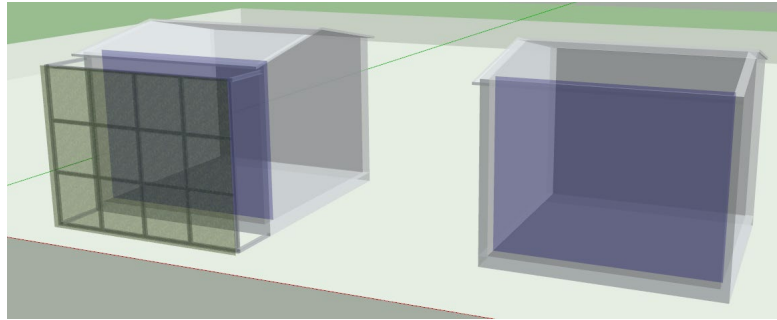


圖 8、建築內部西側模擬圖

表 1、建築內部溫度比較表

		Test temperature	Compare temperature	Temperature gap
07 : 00	Highest	27.5°C	28.6°C	1.1°C
	Lowest	26.8°C	25.8°C	-1.0°C
09 : 00	Highest	32.0°C	35.4°C	3.4°C
	Lowest	31.2°C	32.6°C	1.4°C
11 : 00	Highest	33.4°C	38.3°C	4.9°C
	Lowest	33.0°C	36.3°C	3.3°C
13 : 00	Highest	35.0°C	39.8°C	4.8°C
	Lowest	34.5°C	38.4°C	3.9°C
14 : 00	Highest	35.4°C	40.3°C	4.9°C
	Lowest	35.0°C	38.0°C	3.0°C
16 : 00	Highest	32.8°C	35.6°C	2.8°C
	Lowest	32.3°C	33.1°C	0.8°C
18 : 00	Highest	32.4°C	34.2°C	1.8°C
	Lowest	31.9°C	30.4°C	-1.5°C
19 : 00	Highest	32.0°C	32.4°C	0.4°C
	Lowest	31.4°C	28.4°C	-3.0°C

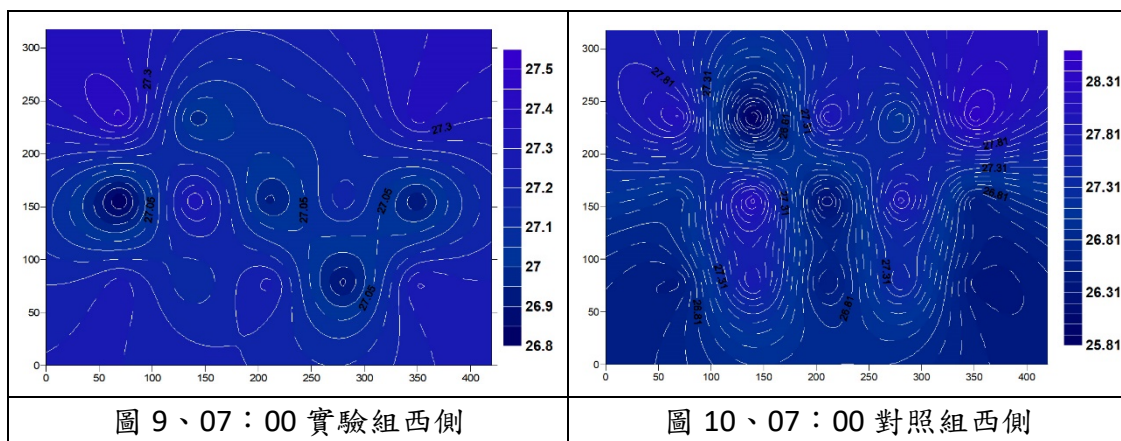
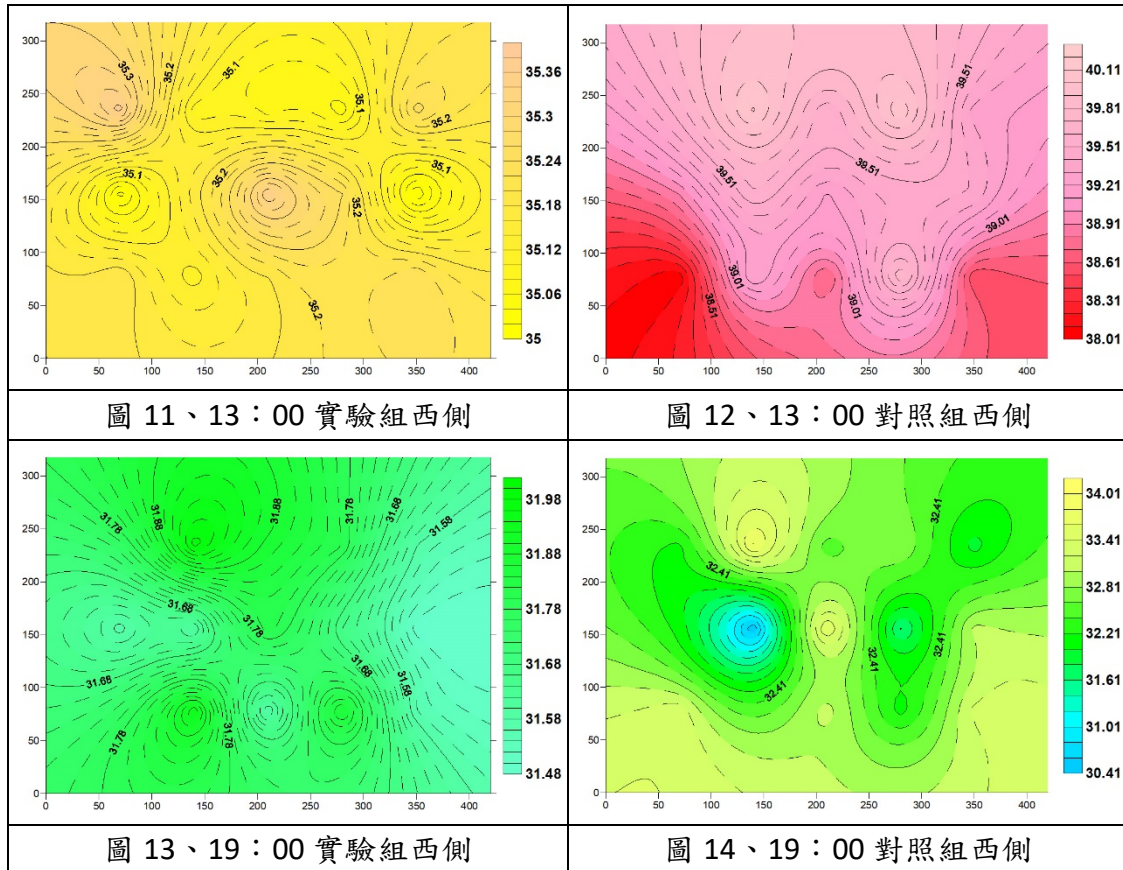


圖 9、07 : 00 實驗組西側

圖 10、07 : 00 對照組西側



四、結論與建議

實驗結果可以清楚看出透過垂直綠化對於阻隔太陽輻射及隔熱效益，對於垂直綠化與建物間空氣層可降低 1-2°C，對於內部溫度差距可達 5°C 左右，垂直綠化可使內部溫度較為平緩減低溫度波動 4-5°C。

在後續實驗，可持續比較垂直綠化與建物間不同距離對於環境及建築內部之影響，找出垂直綠化對於環境及建物最適合距離，給予未來垂直綠化之應用更加完善的論述。

五、參考文獻

1. 呂芳運，「台中市立面綠化植物之研究」，碩士論文，私立東海大學景觀學研究所，2010
2. 陳熙煜，「GFRP 複合材料應用於垂直植生綠化單元之研究」，碩士論文，國立台北科技大學土木與防災研究所，2013
3. 蔡旻霖，「民眾對於建築垂直綠化認知及態度之研究」，碩士論文，國立台北科技大學建築與都市設計研究所，2013
4. 鄭蘊欣，「垂直綠化上植栽構圖對降溫效果之影響」，碩士論文，國立臺灣大學生物資源暨農學院園藝暨景觀學研究所，2014

5. Wong, N.H., Tan, A.Y.K., Chen, Y., Sekar, K., Tan, P.Y., Chan, D., Chilang, K. and Wong, N.C. “Thermal Evaluation of Vertical Greenery Systems for Building Walls”, *Proceeding of 45th Building and Environment*, pp. 663-672, 2010.
6. Pérez, G., Rincón, L., Vila, A., González, J.M. and Cabeza, L.F., “Green Vertical Systems for Buildings as Passive Systems for Energy Savings”, *Proceeding of 88th Applied Energy*, pp. 4854-4859, 2011.
7. Ottel , M. and Perini, K., “Comparative experimental approach to investigate the thermal behaviour of vertical greened façades of buildings”, *Proceeding of 108th Ecological Engineering*, pp. 152-161, 2017.
8. Xing, Q., Hao, X., Lin, Y., Tan, Hang. And Yang, K., “ Experimental investigation on the thermal performance of a vertical greening system with green roof in wet and cold climates during”, *Proceeding of 183th*, pp. 152-161, 2019.