

都市退燒藥 涼屋頂

文／張簡士彥

面對都市熱島效應日益增加，我們能做些什麼？……

前言

走在都市中，你是否越來越覺得悶熱呢？別第一個就想到全球暖化，事實上，都市裡悶熱的氣候與污染的空氣，通常是都市熱島效應造成的。到了夜晚，期待的涼風陣陣卻落空，因為熱島效應的緣故，讓夜間都市內氣溫仍然無法降低，都市儼然成了一座大烤箱。而都市熱島效應到底是什麼呢？僅僅是讓都市變烤箱而已嗎？

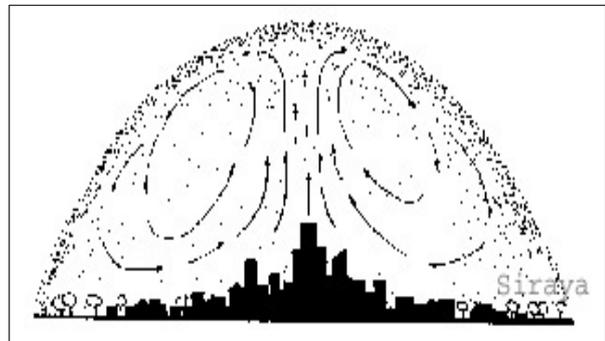
都市熱島效應

由於都市的快速發展與擴張，使得地景從自然植被變成水泥叢林，加上運輸與空調的人工熱源排放，造成都市氣溫比周圍郊區高的現象稱為「都市熱島效應(Urban Heat Island Effect)」，如圖1所示，都市中的氣溫高於郊區，通常都市熱島效應強度以 ΔT_{u-r} 表示，其意義為都市與郊區之溫差。台灣各大都會區的熱島強度大約在3~4°C左右，這意味著當你進入市區將會明顯感受到溫度明顯的比郊區高。

大量的高樓阻隔風道讓都市無法藉由風力傳送帶走熱量，導致都會區的溫度居高不下，也使得都市熱島效應益形嚴重。

都市熱島效應會讓污染的空氣一直在都市中循環，這種局部的對流現象，會讓都市中的髒空氣無法擴散離開都會區，使得懸浮微粒含量在都市區域中累積增高形成塵罩現象(如圖3)，此現象會帶給都會區局部氣候的改變，更會增加空氣污染的程度讓人體健康受到威脅；研究顯示，都市氣溫提高將加速都市天蓬層(Canopy Layer)內臭氧等光化學煙霧(Smog)濃度增加，導致熱致疾病(Heat-induced Illness)的好發，增加醫療給付與生病缺勤之社會成本。

熱島效應除直接造成都市熱環境惡化，降低都市可居住性外，更讓夏季尖峰用電量提高



↑ 圖3、塵罩現象

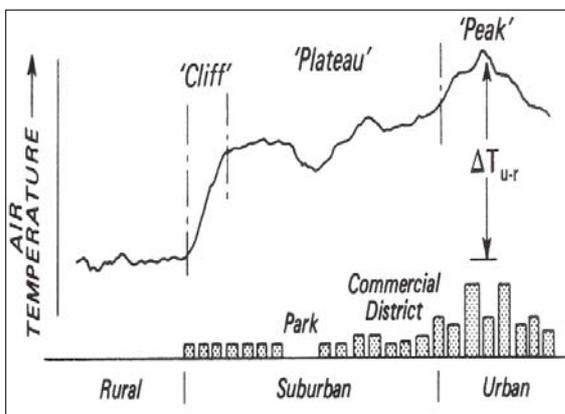


圖1、都市熱島效應

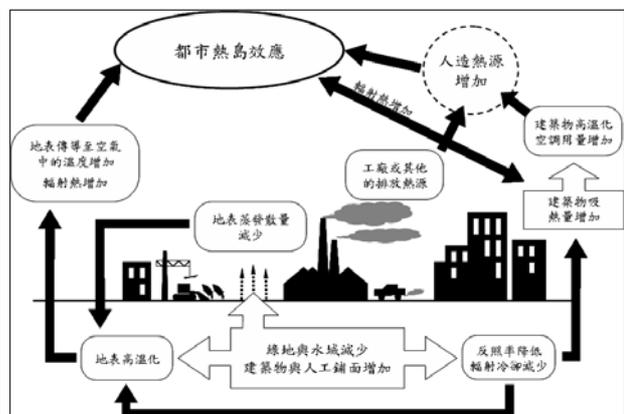


圖2、熱島發生成因

5%~10%的能源耗用。根據台電統計，台灣各都市空調耗電量比郊區將高出約 25%，且當夏季氣溫超過 28°C 時，氣溫每上升 1°C，尖峰電力需增加 0.6GW 的電力供應，超過一部大型火力機組的發電量，這對 99% 能源仰賴進口的台灣而言，如何降低熱島效應，實為一值得關注的課題。

表面反照率

從上述中不難發現熱島效應主要還是由於都市擴張與大量的人工建設所造成，若從高空俯瞰大地，便能清楚看見由於都市化而造成的地景改變，從自然地表面轉變成人工鋪面與屋頂，這些鋪面與屋頂皆是易於吸收太陽輻射熱的材質，在吸收熱能後再慢慢釋放到空氣中，使都市氣溫升高。

物體的表面通常對於日照輻射會有三種物理現象產生，即穿透、反射與吸收，這三種現象發生的比例加總便是入射的輻射總量，意即三種現象發生百分比相加為 1(100%)，以都市中大量的鋪面與屋頂而言，大部分為不透光的材質，因此這些材質的日照反射能力便顯得重要。簡單說，就是當表面的反射能力高，其吸收能力便降低。而對於日照輻射的反射能力，便稱是「反照率 (Albedo)」。

在都市中常見材質的反照率如圖 4，如新鋪設之瀝青鋪面反照率約為 0.05，經過老化後可提高至 0.15；水泥混凝土鋪面在新鋪時約為 0.35，但老舊後則降低至約 0.25。

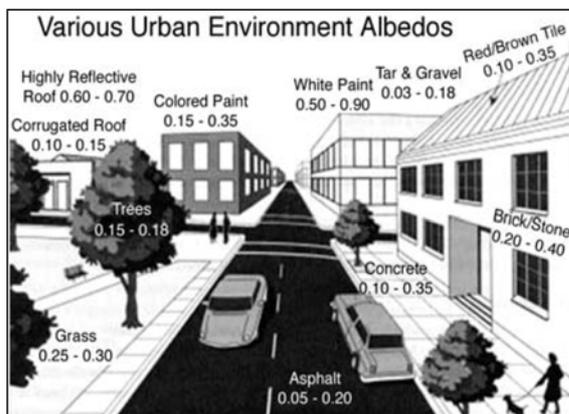


圖 4、都市中常見材質之反照率

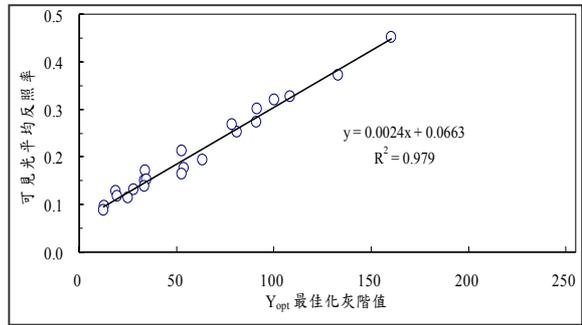
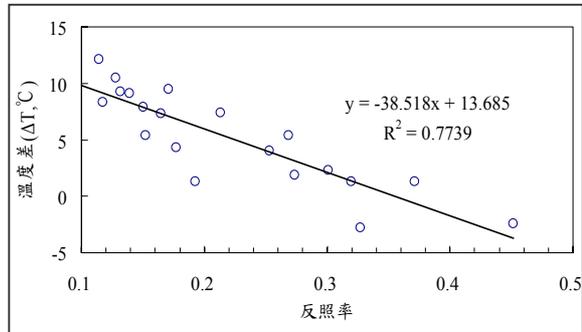


圖 5、灰階值與可見光反照率之關係

圖 6、反照率與升溫效果之關係



顏色與表面溫度之關係

高度都市化的區域中，大部分的建築外殼材料(如屋頂、瓷磚、丁掛等)與人工鋪面(如瀝青混凝土、水泥混凝土等)，多為深色且低反照率之材料，這些低反照率之材料無法將大部分的太陽輻射反射回去，造成都市區域蓄積了整天日照後所吸收的熱輻射，這些熱量漸漸透過傳導、對流與長波輻射的方式進入都市區域的空氣中，而提升了此區域之氣溫。本研究透過將各種顏色轉成灰階值後與反照率比較發現，灰階值越高的顏色其反照率亦越高，兩者之 R^2 值達 0.979。實驗發現，反照率越高其升溫效果越低(如圖 6)。

而白色便是高反照率之顏色，如同夏季穿衣盡量選擇淺色系衣服原理一樣。

涼屋頂

在都市中，太陽的照射提高大樓屋頂的溫度，也直接讓大樓在夏季提高空調供應需求；高吸收率的屋頂，其表面溫度與周遭氣溫之間的溫

差可能高達 50°C，低吸收率(高反照率)的屋頂(如圖 7)則大約僅有 10°C。通常高吸收率的表面較易提升空氣的溫度，也間接的增加了空調的使用。因此，涼表面對於降低表面溫度與間接減少空調能源使用上有良好的效益。

通常涼屋頂技術分為提高表面反射率與屋頂隔熱技術。由於以目前建築屋頂隔熱技術來說已經相當成熟，提高屋頂反照率可同時降低室內、外溫度，要比增加隔熱效率來得有效，因此屋頂材料反照率之改善成了主要探討之課題。通常較淺的顏色反照率較高，較深的顏色反照率較低。改善屋頂反照率可先從屋頂的顏色著手，將屋頂的顏色漆成白色為最簡便之方法。但建築設計必須有不同顏色的需求，尤其是斜屋頂需考慮美觀條件，因此許多研究學者開始朝非可見光區域之高反照率的塗料研究，如此便可兼顧設計需求與提高反照率兩方面。涼屋頂能提供緩和都市熱島效應、降低煙霧效應，有助於公共健康、降低尖峰用電量等益處。另外涼屋頂的種類除了工程方法外，綠色屋頂(Green Roof)亦為另一種降低都市熱島效應的改善措施之一。

屋頂植栽

屋頂植栽一般又稱為綠屋頂(Green Roof)或花園屋頂(Garden Roof)，通常屋頂植栽需考慮屋頂的排水、防水與植物生長的环境營造，其包括防水層、排水層與土壤層和適合種植的空間，且植物種類最好能承受屋頂這種經常性極端環境的狀況。屋頂植栽以植物類型可分為草本類、小灌木類、中低灌木或高灌木，喬木類通常較不適合屋

頂植栽，除非屋頂設計可供喬木根系生長，且屋頂承載重量可承受喬木與其覆土之重量。各種植栽類型各有不同植栽模式(如圖 10)，而植栽種類選擇最好以當地植物為主，避免栽種外來物種。

結語

面對都市熱島效應日益增加，我們能做些什麼？

建議從自家屋頂做起，最簡單的方式便是拿起刷子將屋頂漆成白色。這能讓屋頂吸收的日照輻射量減少，使屋頂溫度在日照後升溫幅度較小，進而讓傳導到空氣中的溫度減少而降低氣溫升高之發生。另外，屋頂植栽亦為一種良好的熱島效應改善策略之一。植栽主要能提供潛熱的消耗，將日照輻射轉換成蒸發所需能量的耗用，且植物亦需要可見光部分之能量來行光合作用，因此，屋頂植栽亦能減少屋頂吸收日照輻射。若植栽良好且空間足夠，更能提供部分生物做為遷移之踏腳石。

圖 10、屋頂植栽模式示意圖

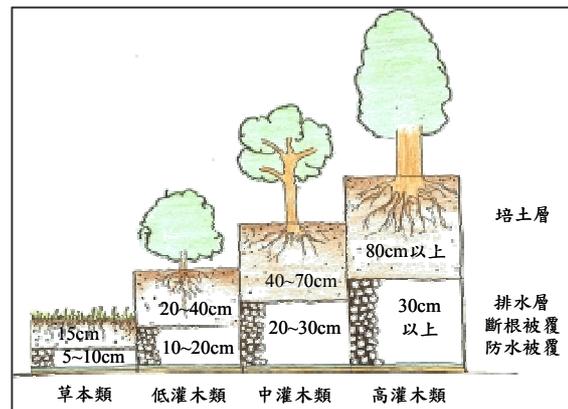


圖 7、屋頂漆白



圖 8、芝加哥市政中心屋頂植栽



圖 9、ACROS Fukuoka Prefectural International Hall