

中華民國第 54 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 地球科學科

最佳(鄉土)教材獎

040503

台北地區土地利用型態與環境微氣候關係之研究

學校名稱：新北市立新北高級中學

作者： 高二 李易昌 高一 黃少筠 高一 吳建融	指導老師： 林立平 陳鈞嗣
---	-----------------------------

關鍵詞：地貌型態、微氣候、日溫差

摘要

學校附近地貌顯著變化，且日常生活中不同地表感受到溫度差異，欲探討不同土地利用型態與環境微氣候之關係。本實驗模擬都市常見七種地貌進行實驗，並選擇七個測站，分析地貌比例、七月日最高溫及日溫差。由統計人工、自然地貌及水體三者比例變化與溫度，探討地貌改變對環境溫度的影響。發現柏油等人工鋪面升溫快，於夜間釋放能量加熱大氣，造成夜間維持高溫而日溫差較小。水體、植物吸熱後，部分能量以潛熱釋放減少對大氣加溫，日溫差較大，實驗結果亦顯示含水量越高，溫度上升較緩。此外，有無陰影遮蔽對地表加溫影響顯著，溫差可達 30°C 以上。地貌型態種類，地理環境，交通運輸等，均為影響微氣候之重要因素，可作為未來都市土地規劃之參考依據。

壹、研究動機

自從進入高中以來，校園附近建築物日漸增加，經由衛星影像發現，由於學校位於重劃區，十年來附近地貌有極大的改變；同時，日常生活中我們可以發現到，在柏油路上所感受到的氣溫，明顯較草地上為高，經過搜尋多項資料，這種影響尺度範圍小的氣候變化，稱作微氣候。我們希望藉由分析氣象測站溫度，設計不同地表與溫度關係之試驗，及實地觀測不同地貌之氣溫差異，進一步探討不同土地利用型態與環境微氣候關係。



圖 1 (a) 2000 年 2 月 13 日拍攝，紅色框線範圍內以鐵皮工廠為主要土地利用型態。



圖 1 (b) 2003 年 1 月 17 日拍攝，紅色框線範圍內以砂泥為主要地貌型態。



圖 1 (c) 2005 年 12 月 23 日拍攝，紅色框線範圍內以植被為主要地貌型態。



圖 1 (d) 2012 年 2 月 6 日拍攝，紅色框線範圍內以水泥(建築物)為主要土地利用型態。

圖 1 (a)~ (d) 為 2000 年、2003 年、2005 年及 2012 年學校附近 google earth 空照圖，十年來地貌有極大的改變。

貳、研究目的

- 一、分析氣象測站環域半徑範圍內，不同地貌型態比例與日最高溫及日溫差之關係。
- 二、藉由試驗七種不同地表，分析並探討地表種類與溫度日變化之關係。
- 三、探討地表型態對環境微氣候之影響，並作為未來都市土地規劃之參考依據。

參、研究設備及器材

- 一、個人電腦。
- 二、使用軟體：Microsoft Excel、Word、Power point、Matlab、Google Earth。
- 三、實驗器材。



熱電偶溫度計



土壤溼度計



紅外線熱影像儀



求積儀



自行設計量測不同高度之溫度的實驗裝置

▲ 圖 3.1 本實驗中所使用到之量測儀器。



實驗架設。左側為初步試驗，以木板作為氣流阻隔之裝置；右側為改良後裝置，加強透光與氣流阻隔設計，減少水平方向空氣流動混合。

▲ 圖 3.2 實驗裝置設計及實地量測情形。



(一) 水



(二) 植被(草地)



(三) 乾砂泥



(四) 濕砂泥



(五) 水泥



(六) 柏油



(七) 紅磚



實地植被(草地)量測

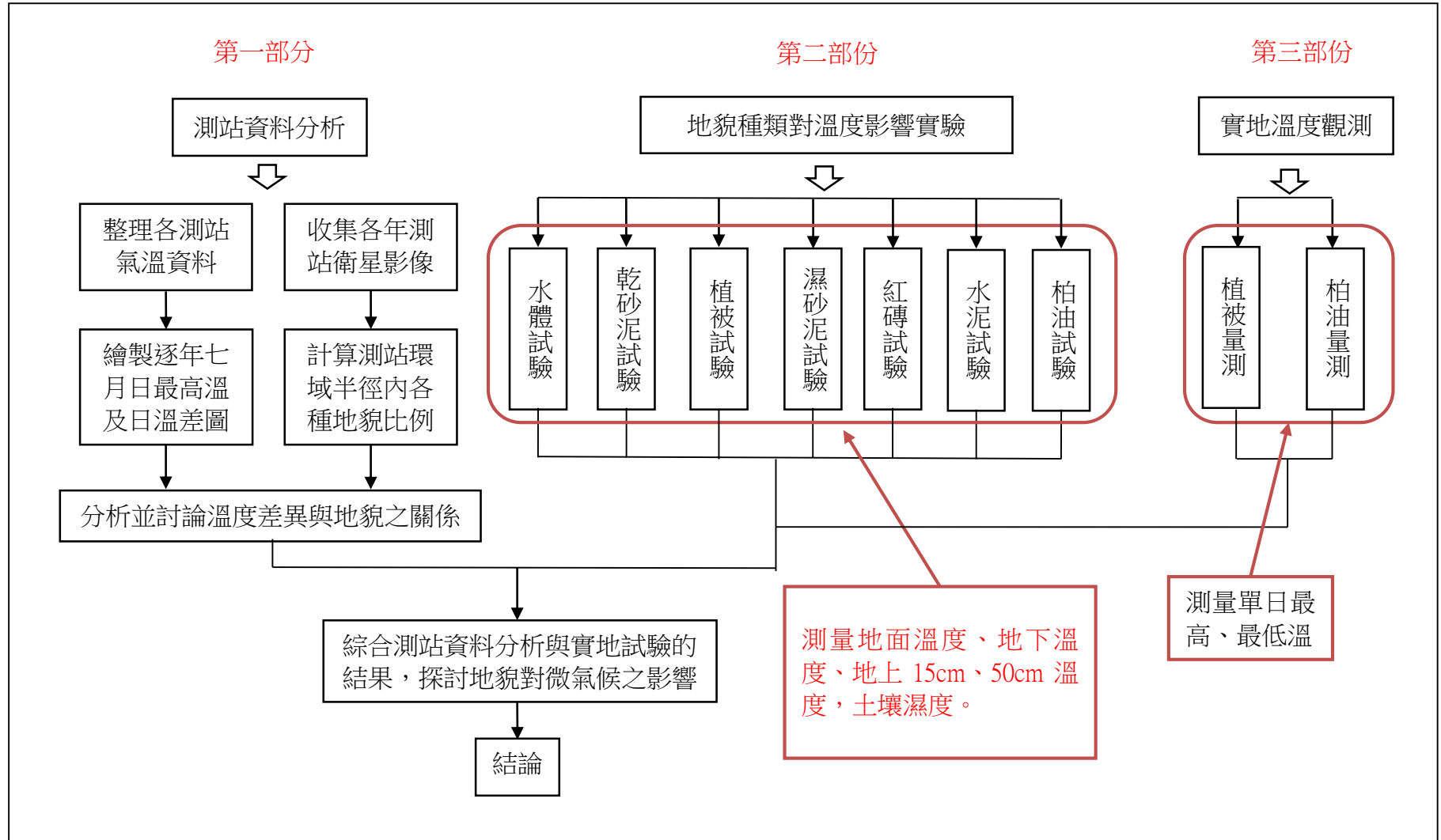


實地柏油路面量測

▲ 圖 3.3 本試驗選用七種常見地貌(31 公分 x31 公分)；以及兩種實地地貌進行量測。

肆、研究過程與方法

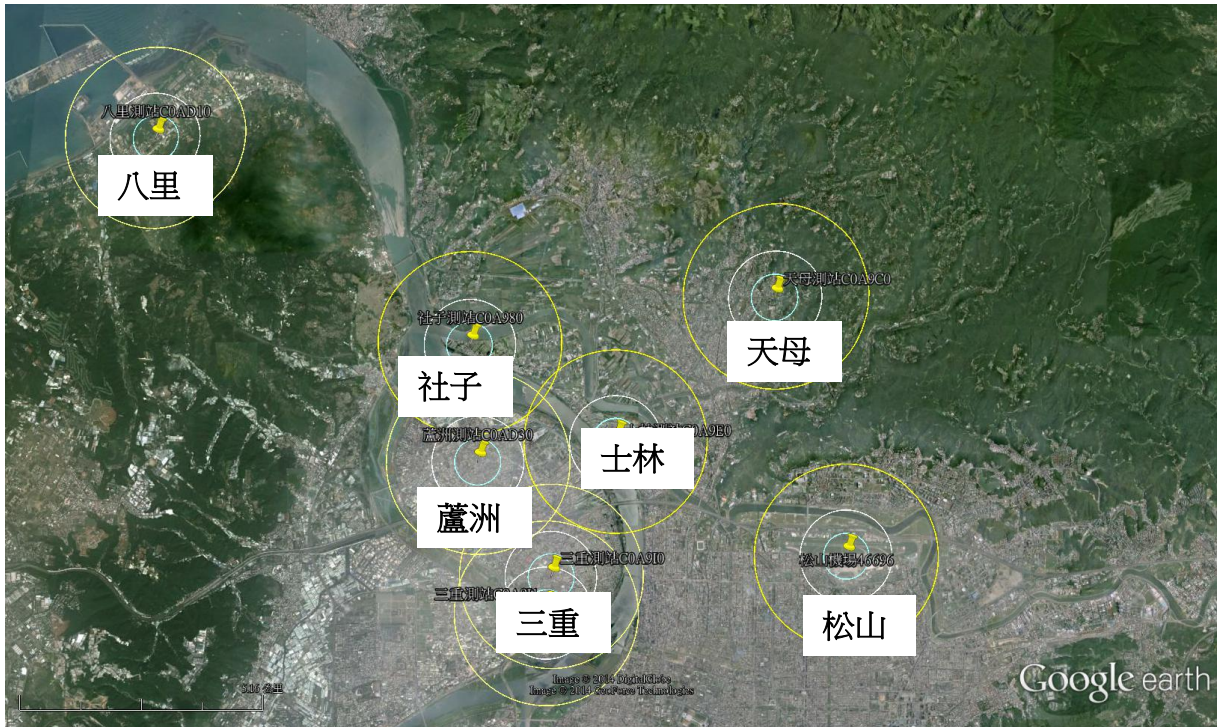
一、研究流程



二、測站資料分析

(一) 觀測資料選取

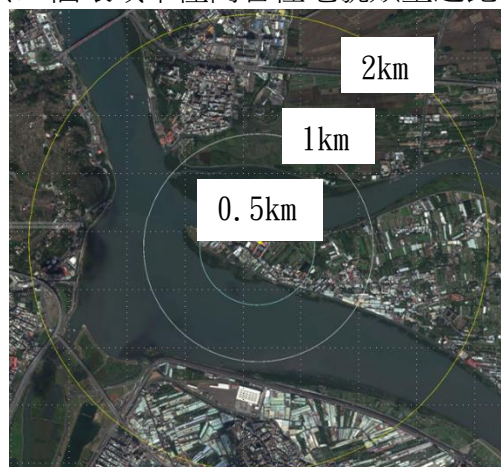
本研究利用大氣研究資料庫 (DBAR) 資料，選擇學校附近，三重、蘆洲、八里、社子、士林、天母等六個自動測站，以及松山機場測站，共七個位於大台北地區的氣溫資料，藉由 2002 年至 2012 年七月的逐時氣溫，繪製日最高溫及日溫差之月變化，並將測站日最高溫與日溫差，減去七個測站的日最高溫與日溫差平均值，使用 Matlab 繪製成折線圖。



▲ 圖 4.1 本研究選取之七個測站於大台北地區的位置。

(二) 測站周圍地貌類型

使用 Google Earth 中的工具，以測站為圓心分別畫出半徑 0.5km、1.0km、2.0km 的地貌範圍，如圖 4.2 所示，列印出圖片後，使用求積儀量測所印出的測站附近植被、水體、柏油、水泥（建築物）、砂泥等五種地貌種類所占之比例，繪製成環狀圖，呈現該測站於三個環域半徑內各種地貌類型之比例。



▲ 圖 4.2 利用 google earth 畫出以測站為中心，三個環域半徑之範圍。圖中為社子測站。

(三) 氣溫差異與地貌之關係

藉由地貌比例與觀測資料分析，探討氣溫差異與地貌之關係。

三、地貌種類對溫度影響實驗－裝置設計及製作實驗操作

本實驗選用水體、植被(草地)、濕砂泥、乾砂泥、柏油、水泥及紅磚等七種常見地貌，大小為 31x31 公分(圖 3.3)，利用木板、紙板及透明塑膠布做間隔，降低各地貌間空氣流動交換(圖 3.2)，置於戶外藉由太陽加熱於不同地貌，每小時分別測量，地下 1 公分、地上 0.5 公分、地上 15 公分和地上 50 公分的溫度，並記錄乾溼砂泥之土壤濕度。

四、實地地貌溫度觀測

於大範圍植被(草地)及柏油路面上，設置最高、最低溫度計(圖 3.3)，量測日最高溫及日最低溫。

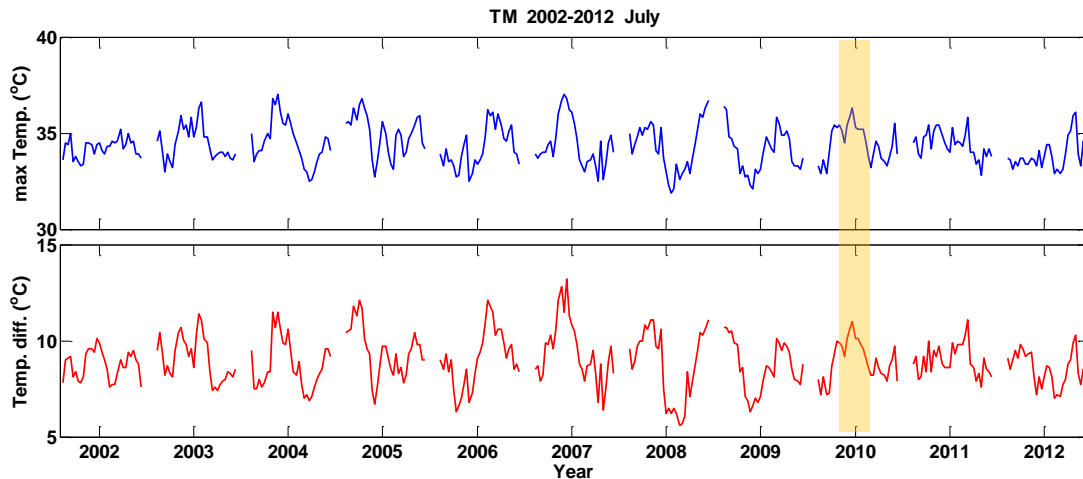
五、綜合測站資料分析與實地試驗的結果，探討地貌對微氣候之影響

伍、研究結果

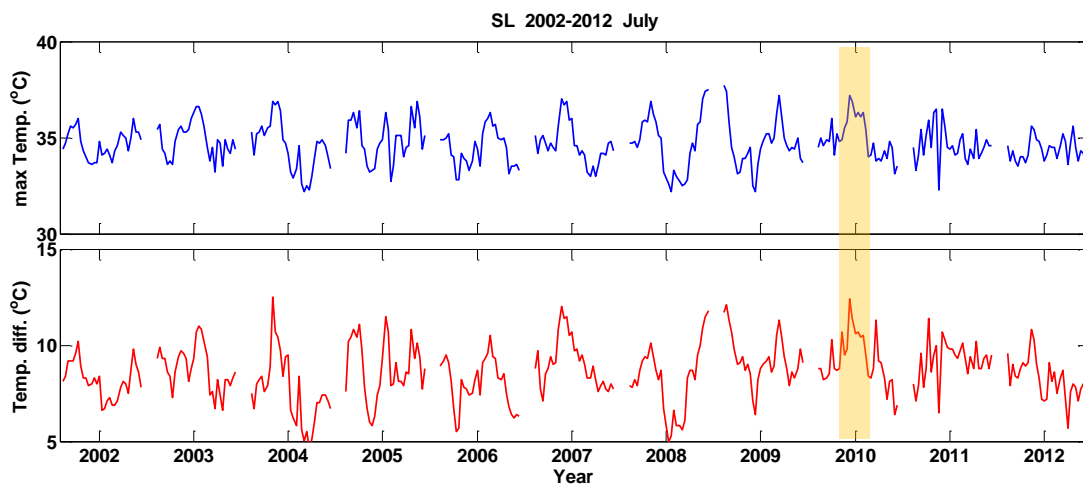
一、測站資料分析(2002 年－2012 年)

(一) 各測站七月日最高溫、日溫差分析--日最高溫與日溫差有近似的月變化趨勢

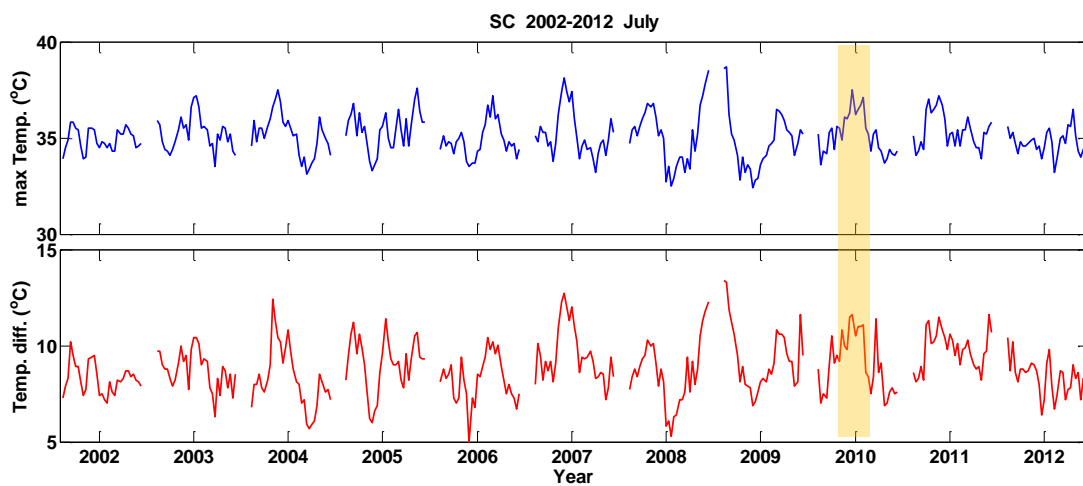
▲ 圖 5.1 至錯誤! 找不到參照來源。為研究選用之測站，天母、士林、三重、蘆洲、八里、社子、松山，等七個測站，自 2002 至 2012 的 7 月每日最高溫和每日日溫差折線圖，從圖中發現，當日最高溫和日溫差會有相同的升降趨勢(如圖中黃色色塊)，於日最高溫較高時，日溫差較大；比對資料發現，由於七個測站同樣位於大台北地區，其日最高溫與日溫差有近似的月變化趨勢，但同一日於各測站間之變化幅度不同。



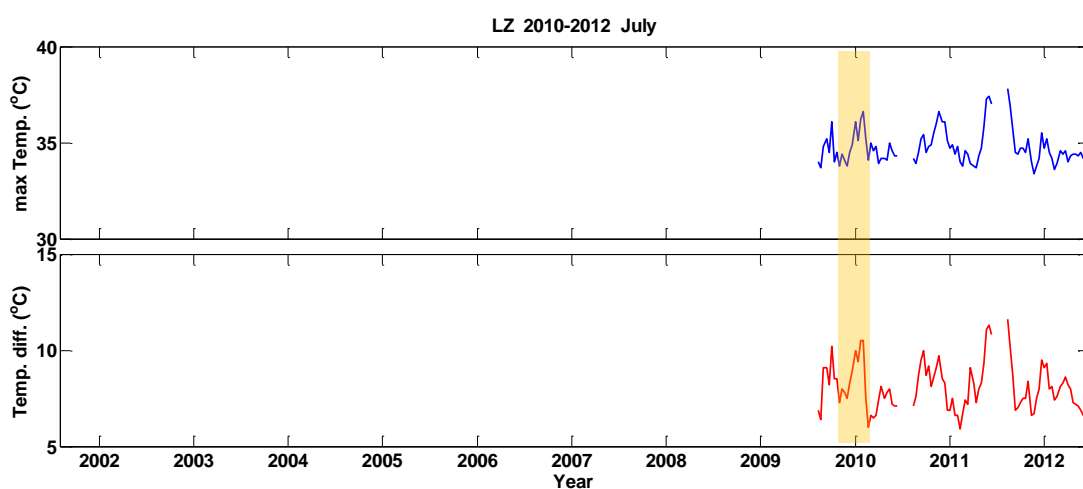
▲ 圖 5.1 天母測站 2002 年－2012 年之七月日最高溫及日溫差折線圖。



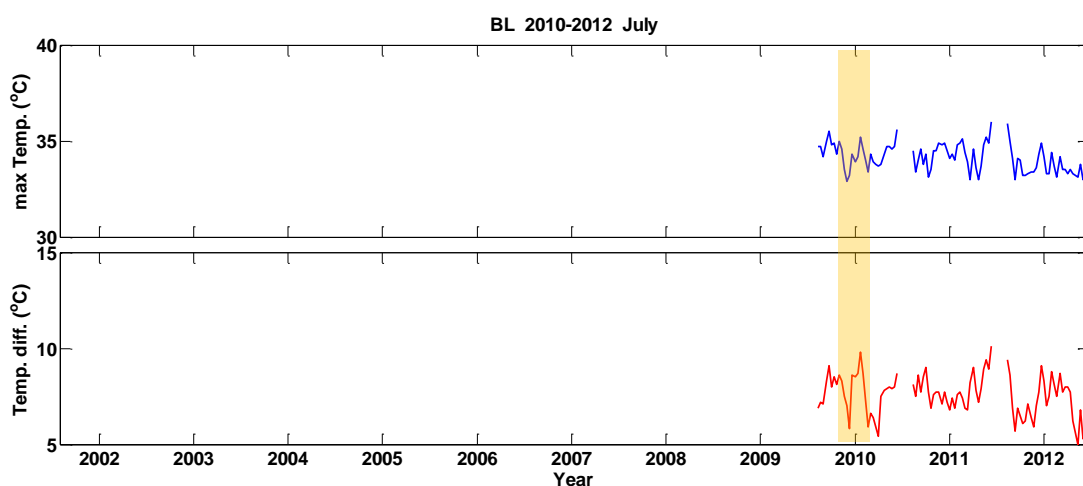
▲ 圖 5.2 士林測站 2002 年－2012 年之七月日最高溫及日溫差折線圖。



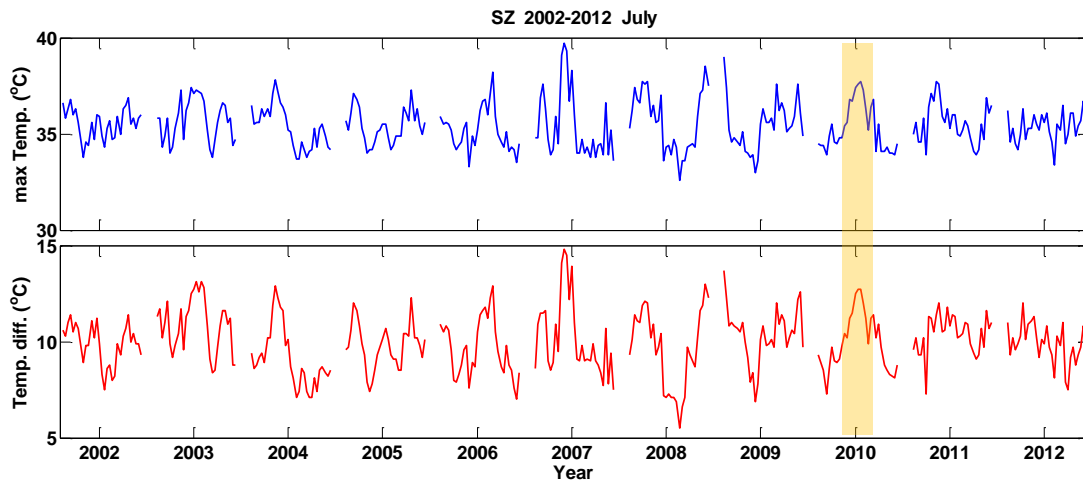
▲ 圖 5.3 三重測站七月 2002 年—2012 年之七月日最高溫及日溫差折線圖。



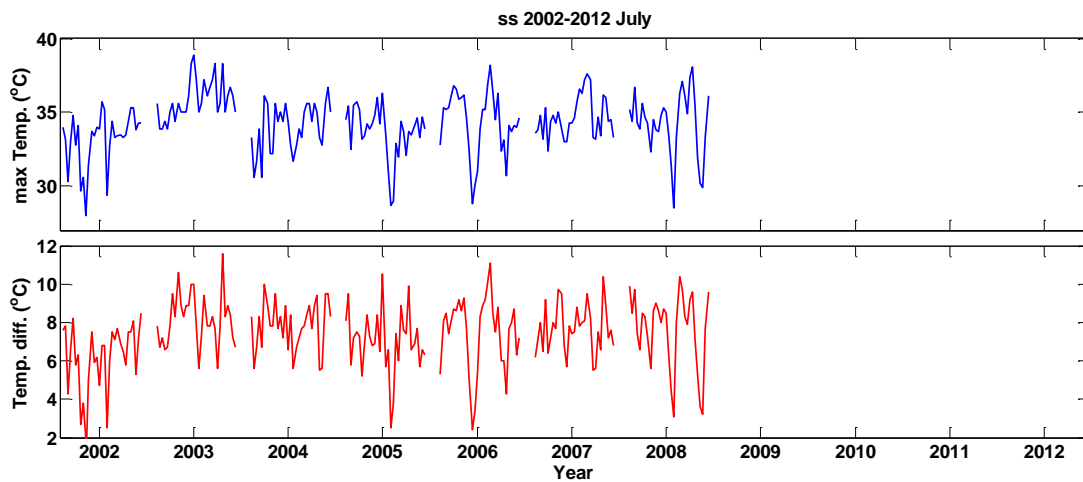
▲ 圖 5.4 蘆洲測站 2010 年—2012 年之七月日最高溫及日溫差折線圖。



▲ 圖 5.5 八里測站 2010 年—2012 年之七月日最高溫及日溫差折線圖。



▲ 圖 5.6 社子測站七月最高溫、日溫差折線圖

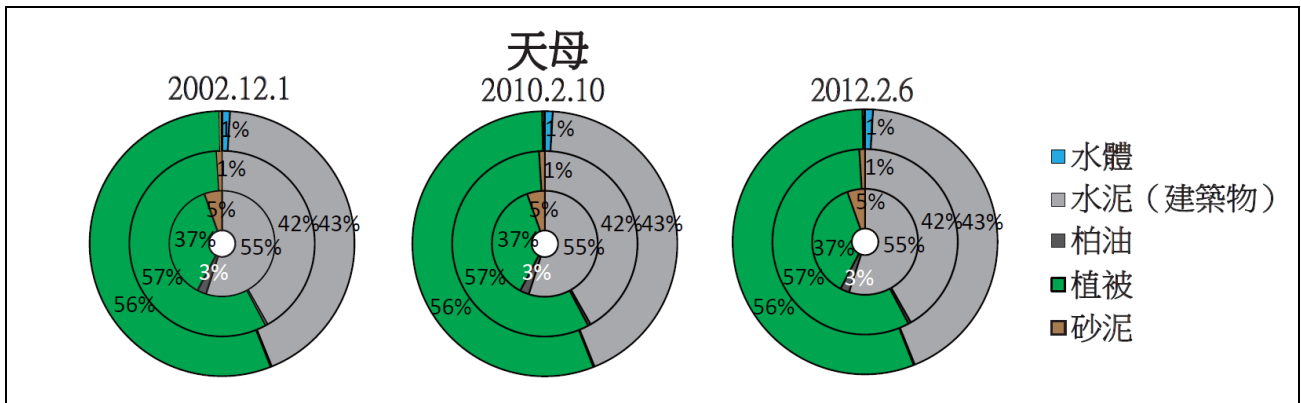


▲ 圖 5.7 松山測站 2002 年－2008 年之七月日最高溫及日溫差折線圖。

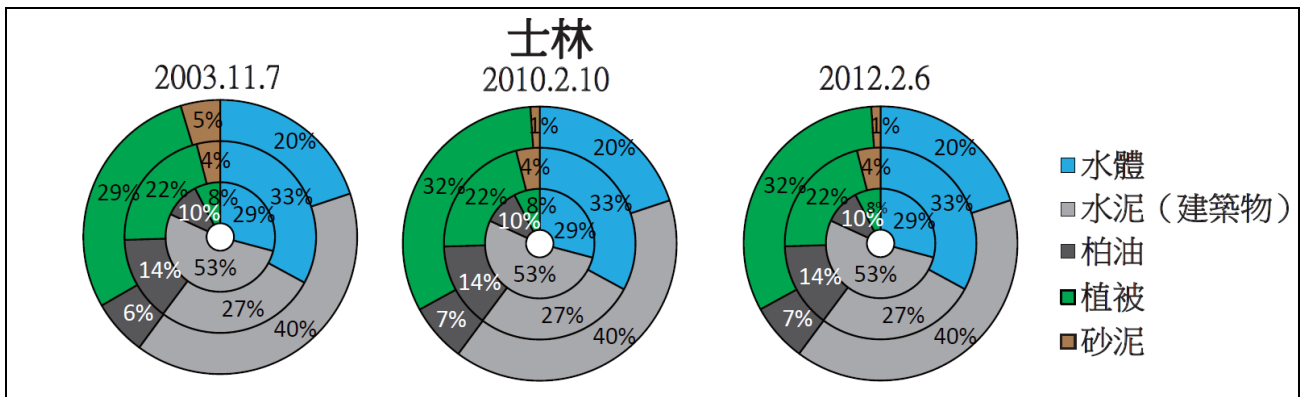
(二) 各測站周圍地貌類型比例分析--不同環域半徑內，地貌分布比例無明顯變化

利用 Google Earth 衛星照片，使用求積儀計算各類型地貌所占比例，並於 2002 至 2012 間選取三個時間點，比較地表型態之年際變化。將本研究區域分類成常見的五種地貌，分別為水體、水泥(建築物)、柏油、植被及砂泥，由於市區內建築物密集，若於衛星影像中難以辨識建築物及柏油路之細節時，將以水泥(建築物)計算。

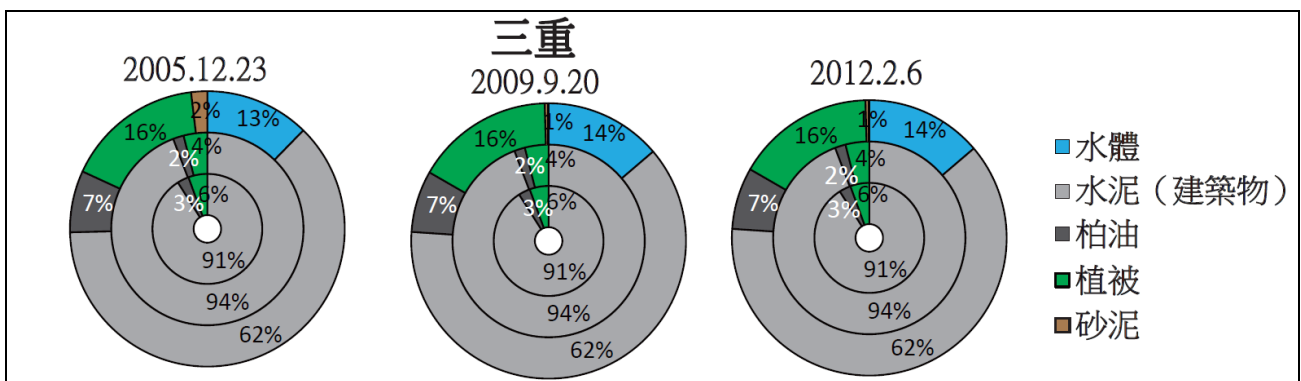
統計資料繪製成環狀圖呈現，由內至外三圈分別為半徑 0.5km、1.0km、2.0km 的地貌範圍統計結果，呈現五種地貌類型所占比例，藉由不同範圍大小分析，了解地貌種類對氣溫影響之範圍，結果發現，選取測站附近的三個環域半徑內，除社子測站與松山機場測站有少許差異外，其餘測站地貌分布比例無明顯變化，故本研究以 0.5km 範圍之比例進行分析。



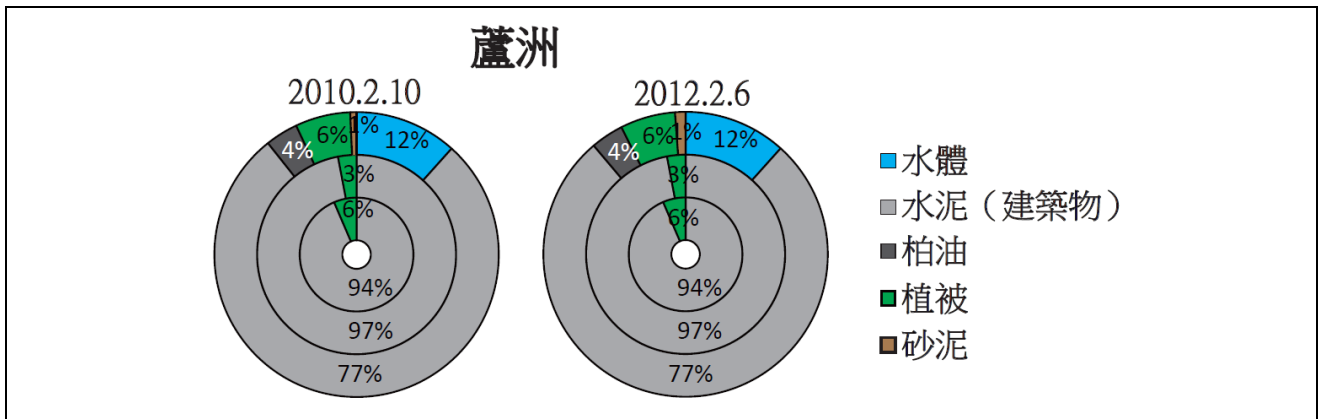
▲ 圖 5.8 士林測站 2003 年 11 月 7 日、2010 年 2 月 10 日及 2012 年 2 月 6 日，環域半徑 0.5km、1.0km、2.0km 內之地貌比例，2012 年在三個距離範圍內都以植被(0.5km:36.86%、1.0km:56.75%、2.0km:55.65%)、水泥(建築物)(0.5km:54.92%、1.0km:41.78%、2.0km:42.91%)為主要地貌，並無明顯差異，且 2003-2010 年間地貌類型無明顯變化。



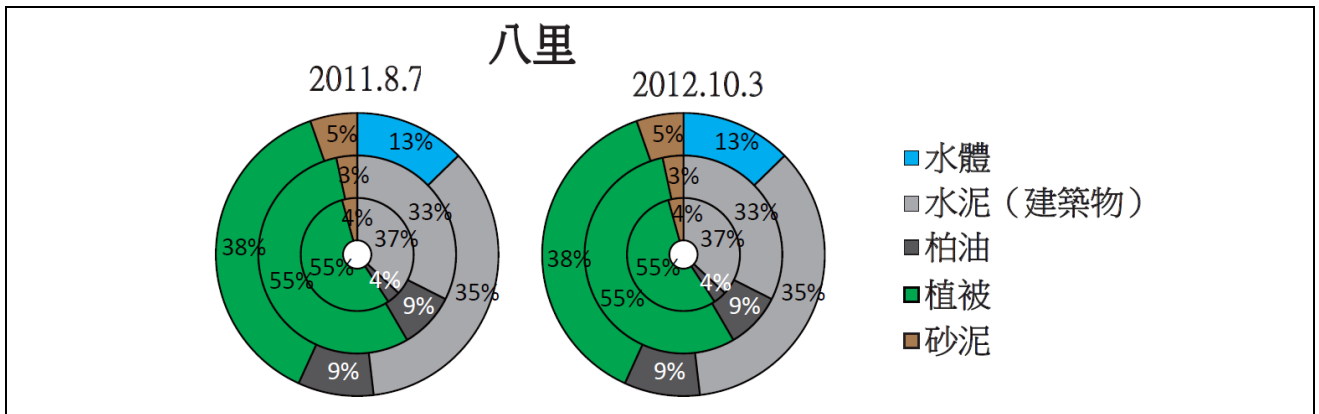
▲ 圖 5.9 士林測站 2003 年 11 月 7 日、2010 年 2 月 10 日及 2012 年 2 月 6 日，環域半徑 0.5km、1.0km、2.0km 內之地貌比例，在 0.5km 的範圍內以水泥(建築物) (52.70%)為主、水體 (29.14%)次之，環域半徑擴增為 1.0km 及 2.0km 的時，植被(0.5km:7.63%→1.0km:21.50%→2.0km:31.89%)的比例增加，但仍以水泥(建築物) (1.0km:27.28%、2.0km:40.24%)為主、水體(1.0km:32.91%、2.0km:19.9%)次之，且 2003-2010 年間地貌類型無明顯變化。



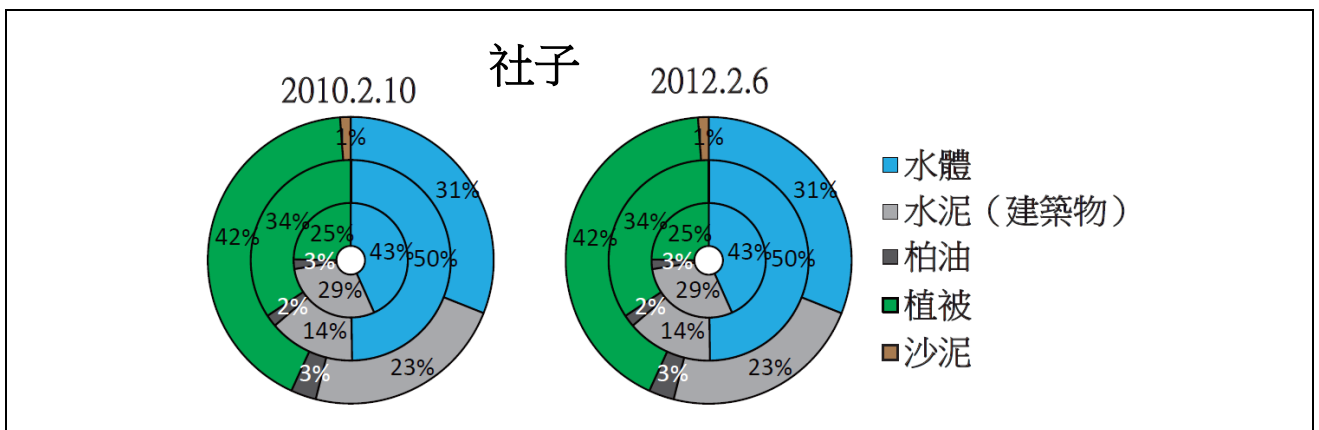
▲ 圖 5.10 三重測站 2005 年 12 月 23 日、2009 年 9 月 20 日及 2012 年 2 月 6 日，環域半徑 0.5km、1.0km、2.0km 內之地貌比例，在 0.5km、1km 的範圍中，都以水泥(建築物)(0.5km:90.99%、1.0km:94.22%)為主要地貌，於 2km 範圍中，有二重疏洪道在其中，水體(0.5km、1.0km:0%→2.0km:13.76%)、植被(0.5km:5.58%→1.0km:3.98%→2.0km:16.25%)比例增加，但仍以水泥(建築物)(2.0km:62.30%)為主，且 2003-2010 年間地貌類型無明顯變化。



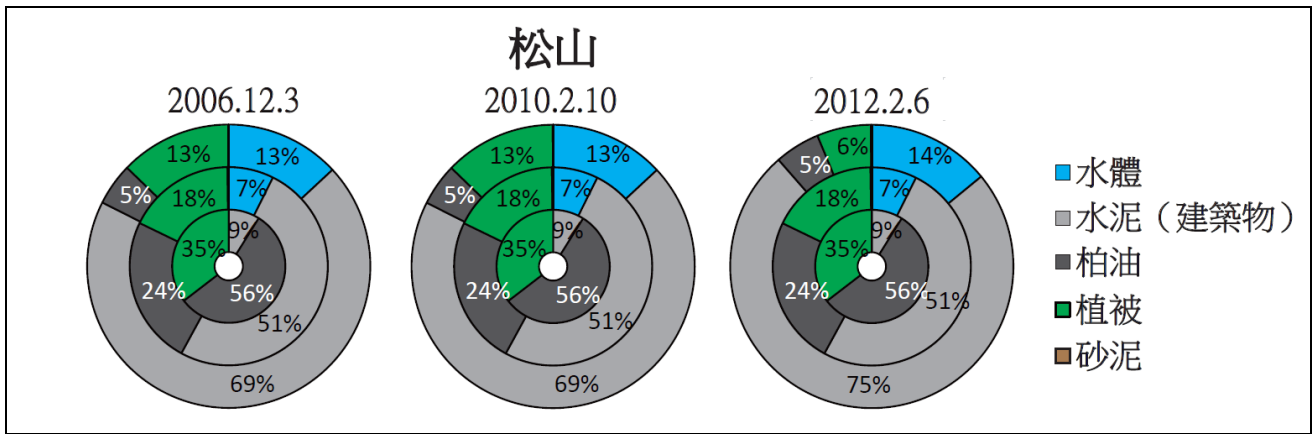
▲ 圖 5.11 蘆洲測站 2010 年 2 月 10 日及 2012 年 2 月 6 日，環域半徑 0.5km、1.0km、2.0km 內之地貌比例，在 0.5km、1km、2km 範圍內皆以水泥(建築物)(0.5km:93.54%、1.0km:97.0%、2.0km:77.64%)為主要地貌，2km 範圍水體(0.5km、1.0km:0%→2.0km:11.65%)比例增加，近兩年地貌無顯著變化。



▲ 圖 5.12 八里測站 2011 年 8 月 7 日、2012 年 10 月 3 日，環域半徑 0.5km、1.0km、2.0km 內之地貌比例，在 0.5km、1km、2km 範圍內皆以植被(0.5km:54.94%、1.0km:55.02%、2.0km:37.81%)為主、水泥(建築物)(0.5km:36.93%、1.0km:32.45%、2.0km:35.44%)次之，2km 範圍植被(0.5km:54.94% → 1.0km:55.02% → 2.0km:37.81%)的比例降低，水體(0.5km、1.0km:0% → 2.0km:12.71%)的比例增高，近兩年地貌無顯著變化。



▲ 圖 5.13 社子測站 2010 年 2 月 10 日及 2012 年 2 月 6 日，環域半徑 0.5km、1.0km、2.0km 內之地貌比例，社子測站位於河岸邊，地貌型態皆以水體(0.5km:43.29%、1.0km:49.80%、2.0km:31.02%)為主、植被(24.74%、34.32%、42%)次之，近兩年地貌無顯著變化。



▲ 圖 5.14 松山測站 2006 年 12 月 31 日、2010 年 2 月 10 日及 2010 年 2 月 10 日，環域半徑 0.5km、1.0km、2.0km 內之地貌比例，本測站鄰近飛機跑道，在 0.5km 範圍內以水泥(飛機跑道與建築物)(64.58%)、植被(35.42%)為主要地貌，在 1.0km、2.0km 範圍中，植被(0.5km:35.42% → 1.0km:17.61% → 2.0km:12.72%)比例減少，水泥(飛機跑道與建築物)(0.5km:64.58% → 1.0km:69.71% → 2.0km:78.58%)比例增加，在 2.0km 範圍主要地貌為水泥(飛機跑道與建築物)(78.58%)，且 2006-2012 年間地貌類型無明顯變化。

(三) 不同測站資料比較分析

1. 日最高溫與地貌型態的關係不顯著

由圖 5.17 中得知，七個測站中日最高溫平均的最大值出現在社子測站(日最高溫－試驗地區測站日最高溫平均=0.67°C)，其主要地貌型態主要為水體(43%)及植被(25%)；而日最高溫之最小值出現在八里測站(日最高溫－試驗地區測站日最高溫平均=-0.59°C)，其主要的地貌型態為植被(55%)。

而地貌型態以水泥為主(>90%)的三重測站及蘆洲測站，亦呈現日最高溫較大的狀況(分別高於平均 0.33°C 與 0.06°C)；上述不同地貌型態與日最高溫間無明顯關聯性，日最高溫應同時受到其他因素影響。

2. 日溫差與地貌型態關係較明顯

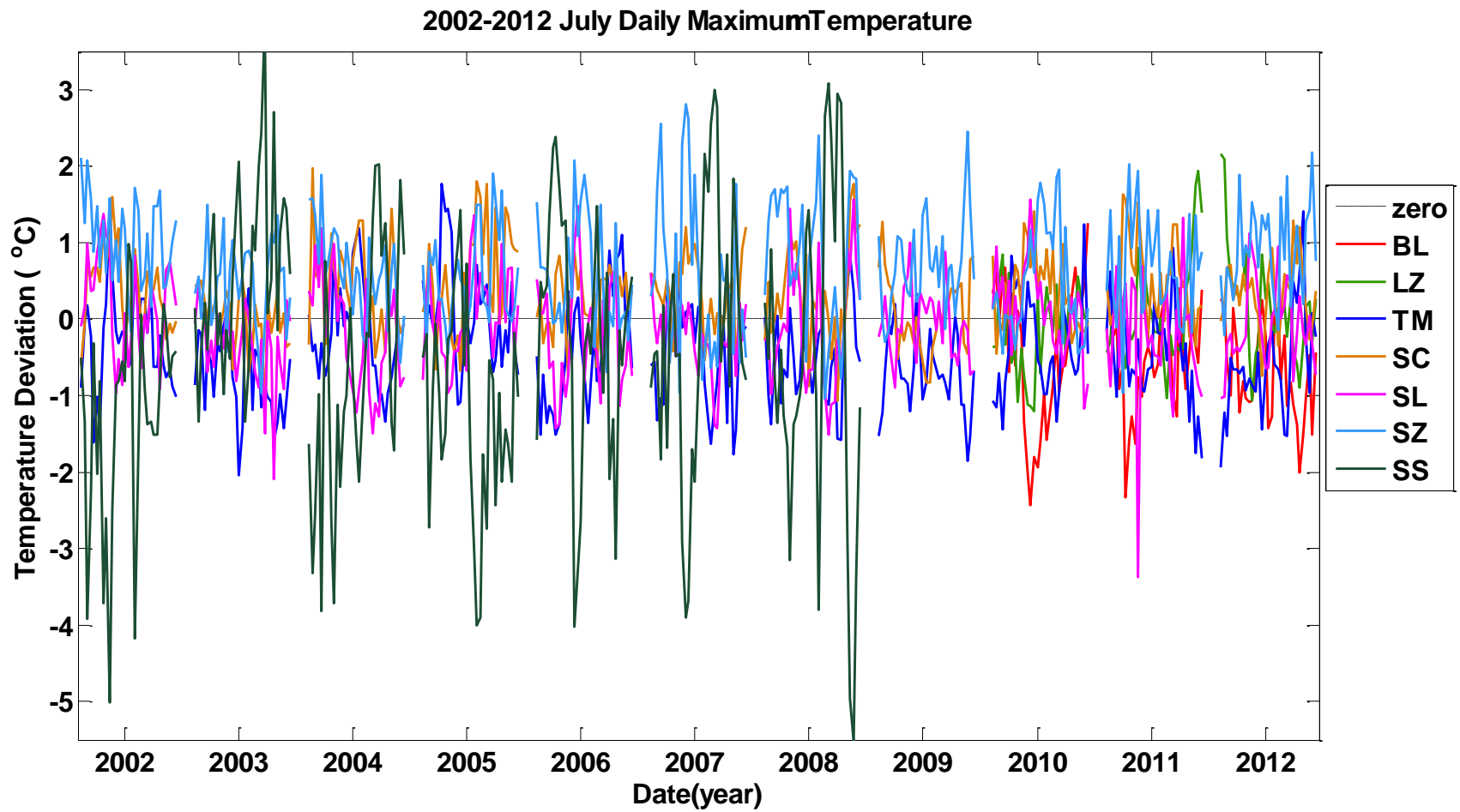
由圖 5.18 中發現，七個測站中日溫差平均最大值出現在社子測站(日溫差－試驗地區測站日溫差平均=1.21°C)，日溫差平均最小值出現在松山測站(日溫差－試驗地區測站日溫差平均=-1.24°C)，其中社子測站主要地貌型態以水體(43%)及植被(25%)為主，而松山測站鄰近機場跑道，地貌型態以水泥(65%)為主。由上述比較得知，水泥吸收熱量後，於夜間持續釋放熱量加熱大氣，因此日溫差的變化較小；在含水量較高的地表型態(如水體或植被)，於白天日輻射加熱地表後，夜間持續因水蒸發的吸熱作用，以潛熱方式帶走地表部分能量，於夜間加溫大氣效果較不顯著，夜間最低溫較低，呈現日溫差較大的結果。因此地貌型態與環境微氣候關係較為明顯。

3. 八里測站之日最高溫度最低－受海風影響，熱量不易累積

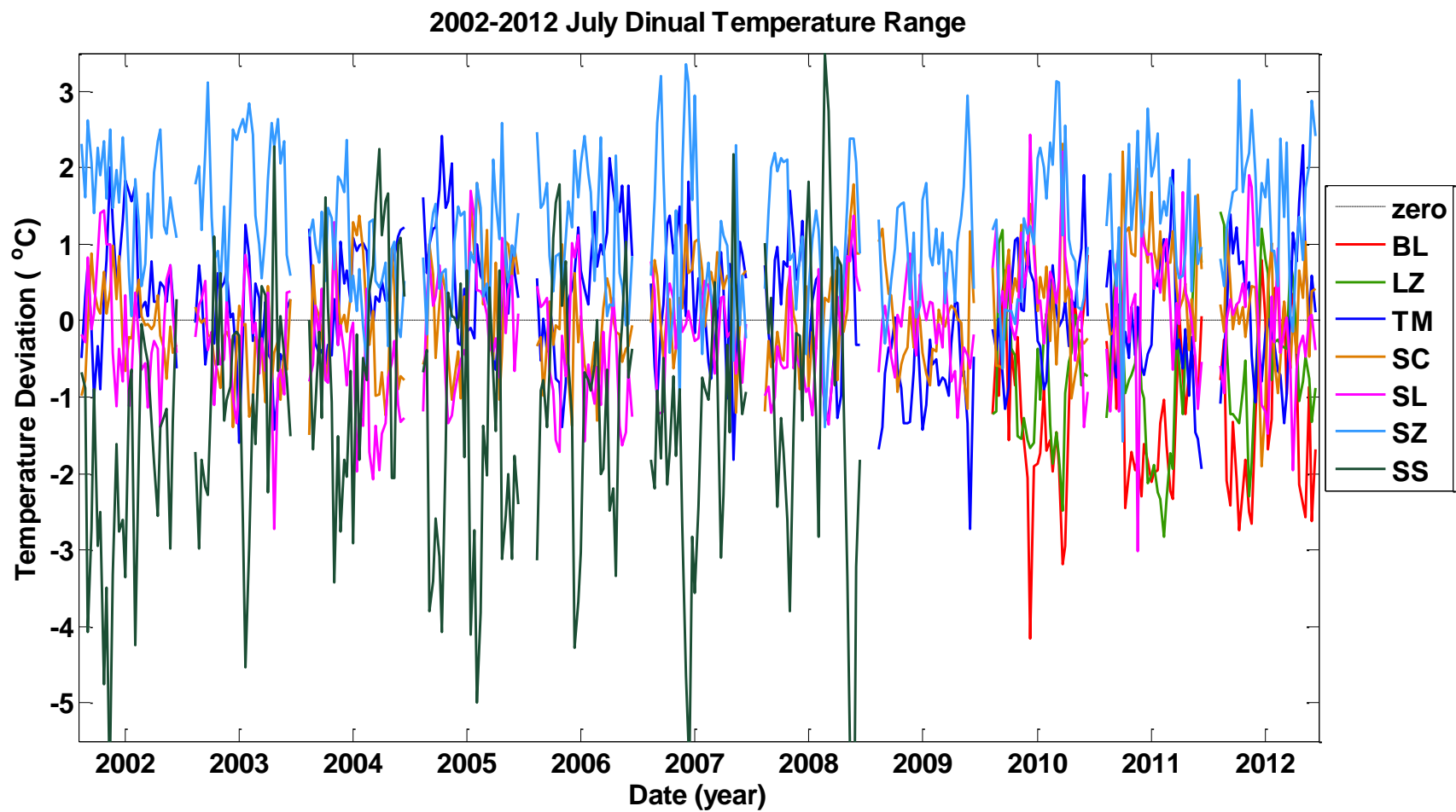
由圖 5.17 中發現，八里測站之日最高溫度最低(日最高溫－試驗地區測站日最高溫平均=-0.59°C)，雖然其主要的地貌型態為植被(55%)與水泥(37%)，但由於八里測站鄰近海域，在海風吹拂下，熱量不易累積，導致測站的日最高溫低於日最高溫平均。因此局部環境風場為影響地區微氣候之重要因素。

4. 松山測站日溫差月變化最大—受飛機等交通工具影響

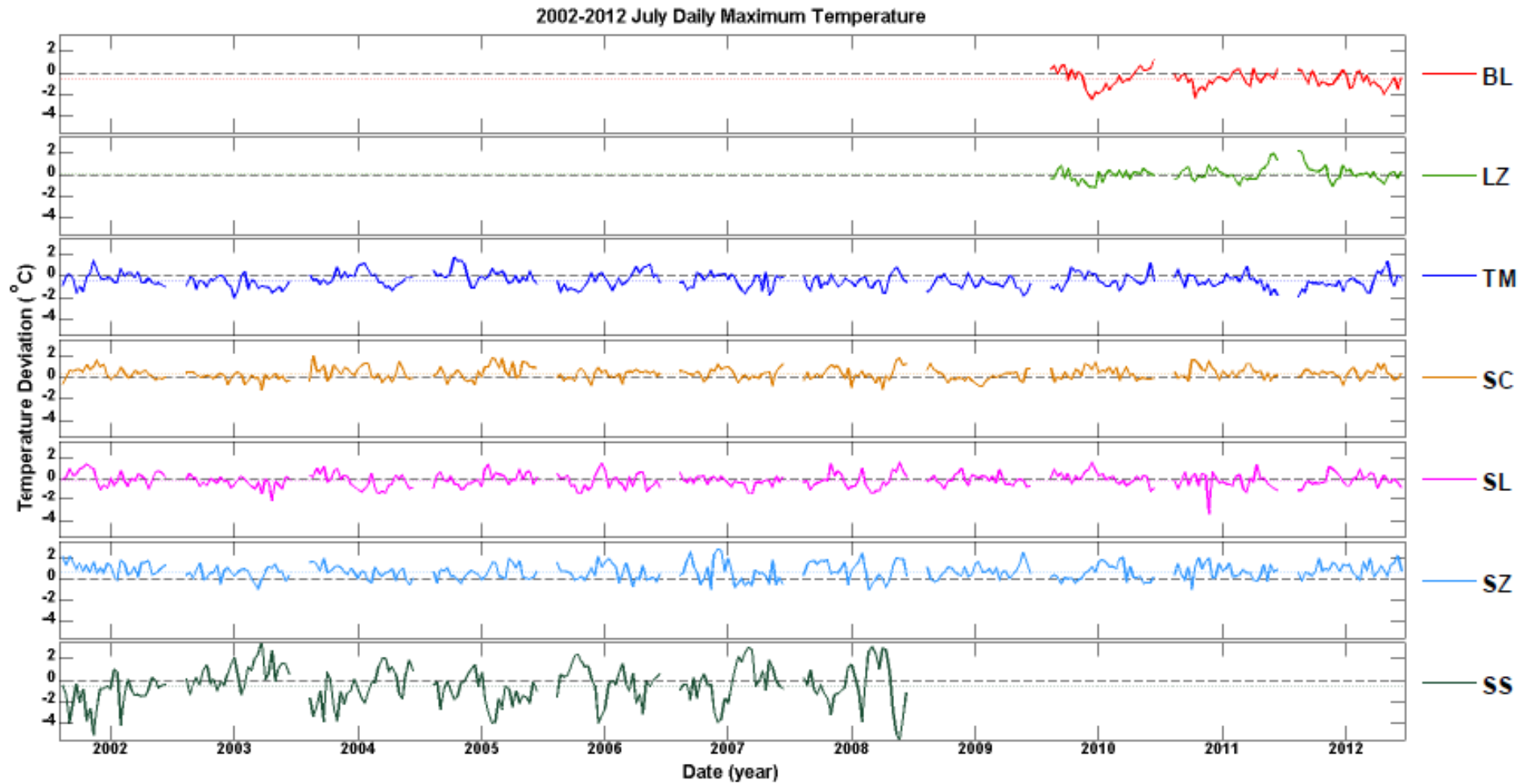
由圖 5.18 中發現，松山測站在日最高溫及日溫差皆比其他測站月變化為大，但最高溫並非測站中最高，且日溫差較小，地貌比例分析顯示，松山測站附近為飛機跑道，較多水泥鋪面，水泥比熱小，吸熱後增溫快導致松山測站氣溫偏高，但附近空間空曠，熱量較不易累積，所以並非日最高溫最高之地區，白天受太陽加熱達到最高溫後，夜間無日照地表仍持續加熱空氣，導致有日溫差較小；而日溫差月變化最大，推測與飛機航班多寡有關，根據他人研究顯示，平日及假日交通工具的使用情況會影響到都市溫度，而機場每日航班數量不一，應為影響溫度的主要因素之一。



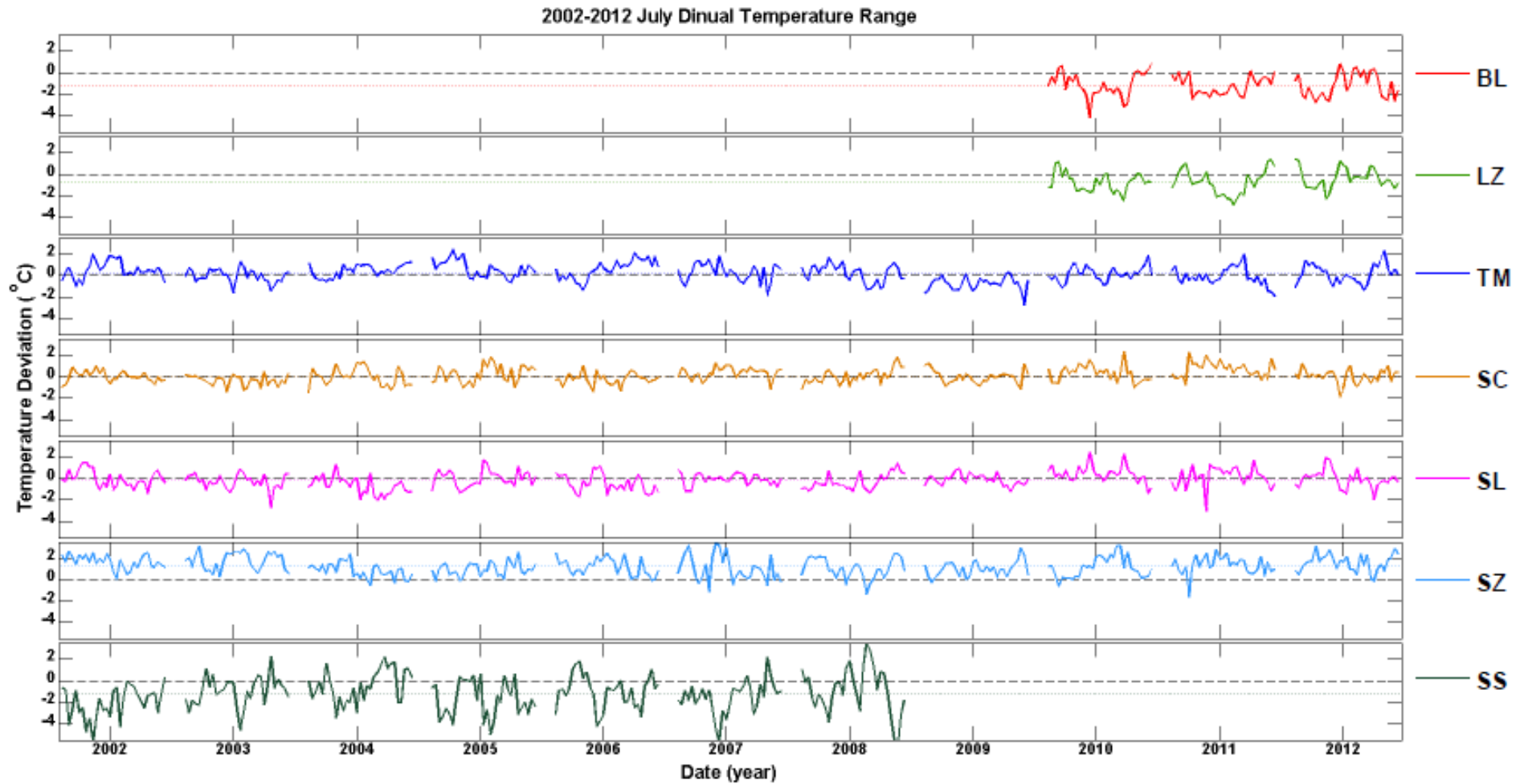
▲ 圖 5. 155 2002 年至 2012 年七月各測站日最高溫扣除試驗地區測站日最高溫平均圖，紅色為八里(BL)，淺綠色為蘆洲(LZ)，深藍色為天母(TM)，橘色為三重(SC)，紫色為士林(SL)，淺藍色為社子(SZ)，深綠色松山(SS)。



▲ 圖 5. 166 2002 年至 2012 年七月各測站日溫差扣除試驗地區測站日溫差平均圖，紅色為八里(BL)，淺綠色為蘆洲(LZ)，深藍色為天母(TM)，橘色為三重(SC)，紫色為士林(SL)，淺藍色為社子(SZ)，深綠色松山(SS)。



▲ 圖 5. 177 2002 年至 2012 年七月各測站日最高溫扣除試驗地區測站日最高溫平均圖，紅色為八里(BL)，淺綠色為蘆洲(LZ)，深藍色為天母(TM)，橘色為三重(SC)，紫色為士林(SL)，淺藍色為社子(SZ)，深綠色松山(SS)，圖中對應顏色之虛線為日最高溫扣除試驗地區測站日最高溫平均之平均值。



▲ 圖 5.188 2002 年至 2012 年七月各測站日溫差扣除試驗地區測站日溫差平均圖，紅色為八里(BL)，淺綠色為蘆洲(LZ)，深藍色為天母(TM)，橘色為三重(SC)，紫色為士林(SL)，淺藍色為社子(SZ)，深綠色松山(SS)，圖中對應顏色之虛線為日溫差扣除試驗地區測站日溫差平均之平均值。

二、實驗結果與數據分析

(一) 紅外線影像儀拍攝

1. 紅外線影像分析各地貌溫度分布情況--含水量為升溫分布差異之重要因素。

藉由實驗模擬不同類型地貌日間溫度變化情形，並利用紅外線熱影像儀拍攝，了解不同地貌加熱升溫之差異，將影像中所量測到之溫度與實際溫度計量測結果比較，兩者差異在 0.5℃ 以內，顯示熱影像儀可真實呈現地表溫度分布狀況。藉由圖 5.19~圖 5.24 之試驗結果，發現六種不同地貌加熱情形差異明顯，其中水體、乾砂泥、水泥及柏油溫度分布最一致。水體應可流動混和，使熱量均勻分布，而乾砂泥、水泥及柏油表面平整及內部均勻，吸熱後整體升溫亦較為一致。植被及溼砂泥的溫度分布最不一致，應是土壤及砂泥中含有水分，當水分分布不均會導致區塊升溫狀況不同，含水量成為升溫分布差異之重要因素。

2. 紅外線影像比較不同地貌溫度差異情形—乾砂泥及柏油吸熱效果佳溫度高。

由紅外線熱影像判讀影像中心溫度之數據整理如表 1。實驗中觀察到水體的溫度最低，濕砂泥次之，乾砂泥溫度最高。濕砂泥溫度低推測是因內部含較多水分，水的比熱較大加熱過程中升溫較慢，同時能藉由蒸發作用帶走熱量，故濕砂泥較為低溫。然而濕砂泥有顯著的受熱不均情況，觀察到是由於部分水分先蒸發，導致含水量不一致，因此其表面溫度分布不均。植被的溫度較預期中高，應是表面粗造，且選用的草皮密度較稀疏而有部分土壤裸露，且實驗使用的植被厚度較實際薄，水含量低，與一般環境較不相符，導致溫度上升較預期多。根據參考資料及文獻²，人工鋪面會導致較高的地貌溫度，然而實驗結果卻顯示水泥溫度較低，分析原因為選用之水泥鋪面混沙之比例與一般常用不同，顏色淺且表面極為光滑，為反照率高的鋪面，故導致加溫效果較不顯著。柏油應其顏色最深為灰黑色，無法含蓄水分，且表面不平整，吸熱效果佳故溫度上升多。

3. 陰影遮蔽對地表加溫影響顯著

於圖 5.25~圖 5.30 的影像中，各類型地表近一半區域受到紙板之陰影遮蔽，並對應表面溫度分布發現，陽光未直接照射到之地表，其溫度與陽光直射區域有明顯不同，直射區較陰影處高 30℃ 以上，但此現象未發生於水體，應是水體可流動混和熱能，故無法觀察到區域溫度差異。藉此得知，遮蔽與否對於地面加溫之影響很大，同時可流動之水體能混合能量，所以遮陰可達到表面溫度升高較緩和，而水體使溫度分布較均勻。

表 1 實驗熱影像儀紀錄之數據，選取照片中心的溫度

地貌 時間	水體	植被	乾砂泥	濕砂泥	水泥	柏油
4 月 10 日 13 時	30℃	39.6℃	61℃	58.6℃ (紅磚)	42.6℃	53.8℃
6 月 12 日 12 時	30.5℃	45.9℃	59.1℃	34.8℃	46.4℃	54.7℃
6 月 12 日 13 時	31.6℃	49.1℃	62.5℃	37.5℃	47.4℃	55.6℃

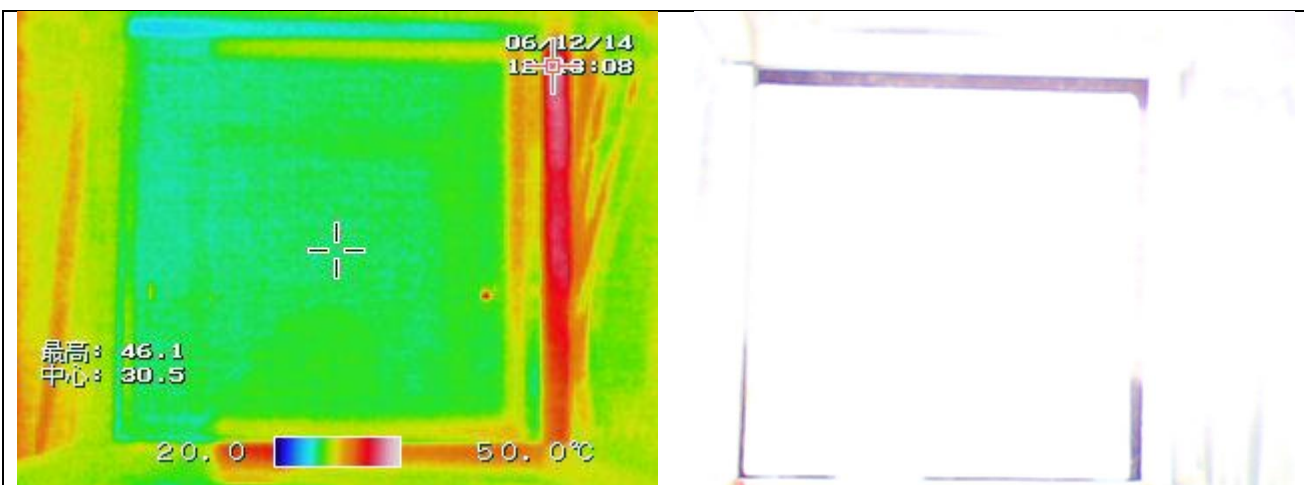


圖 5.19 6 月 12 日 12 時「水體」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

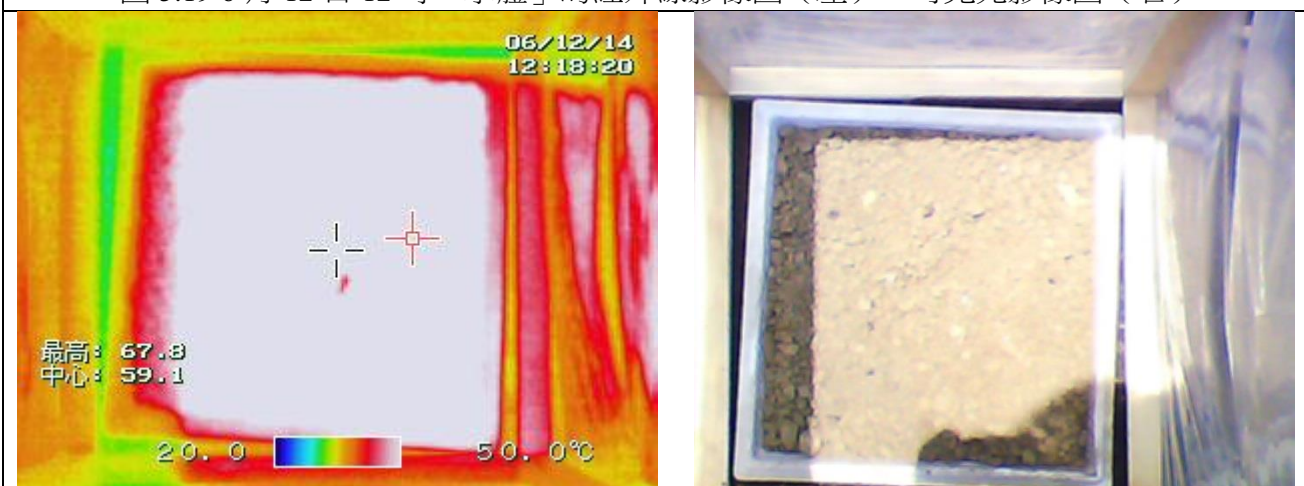


圖 5.20 6 月 12 日 12 時「乾砂泥」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

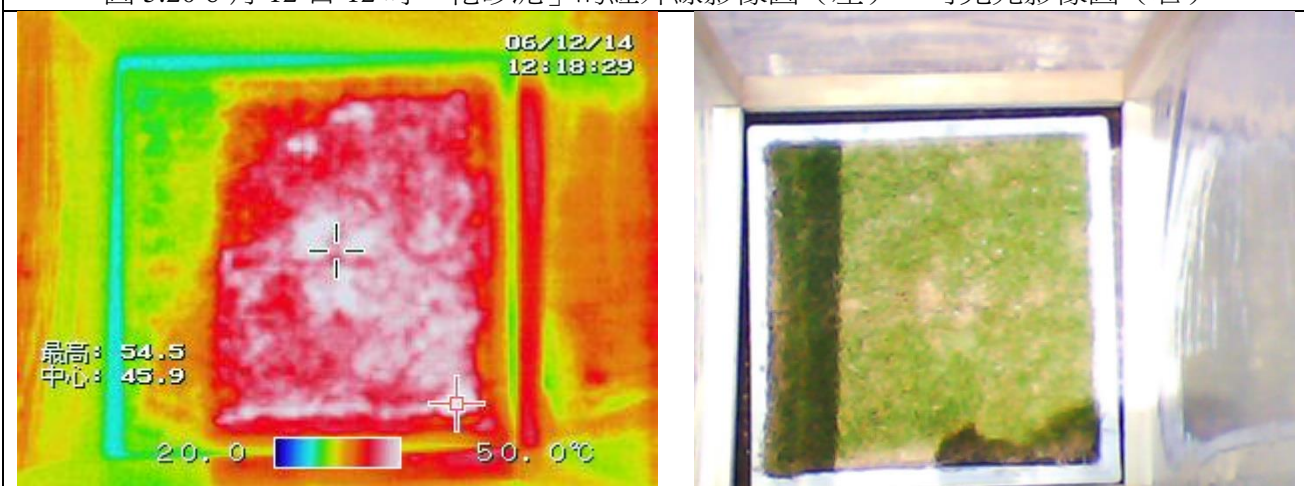


圖 5.21 6 月 12 日 12 時「植被」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

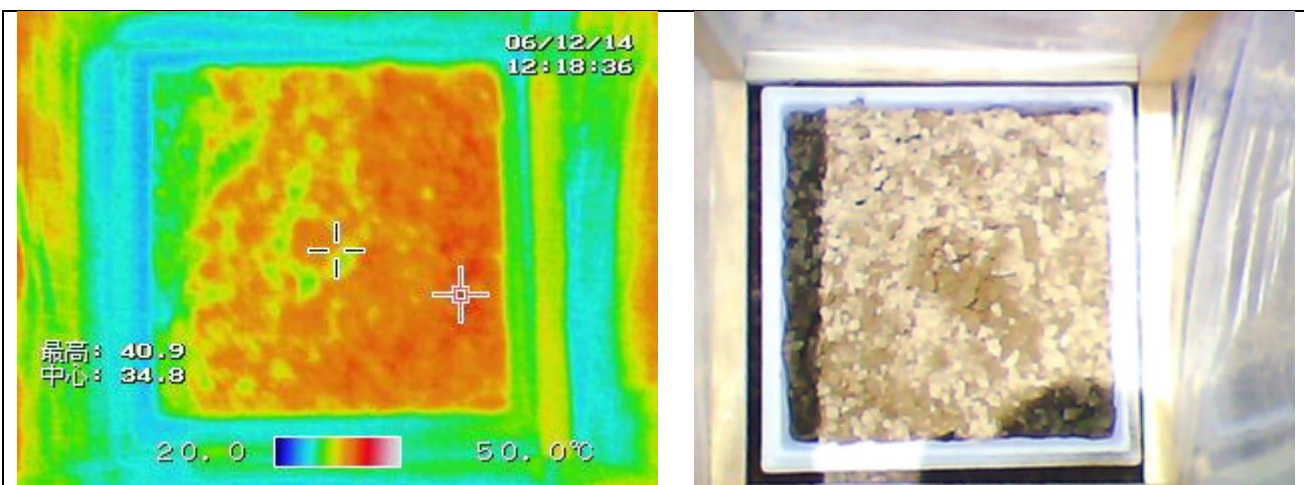


圖 5.22 6 月 12 日 12 時「濕砂泥」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

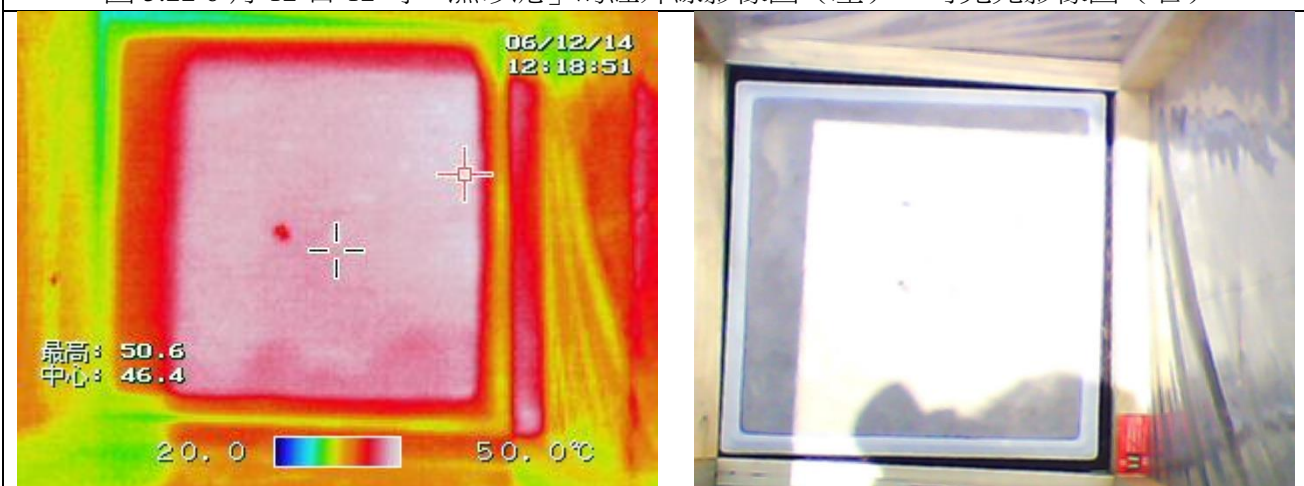


圖 5.23 6 月 12 日 12 時「水泥」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

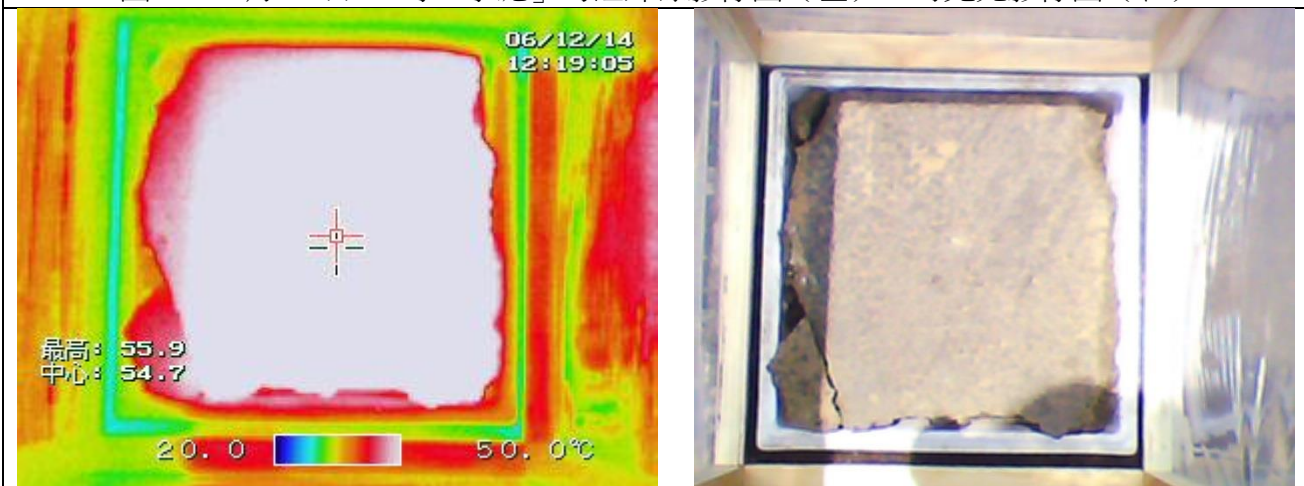


圖 5.24 6 月 12 日 12 時「柏油」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

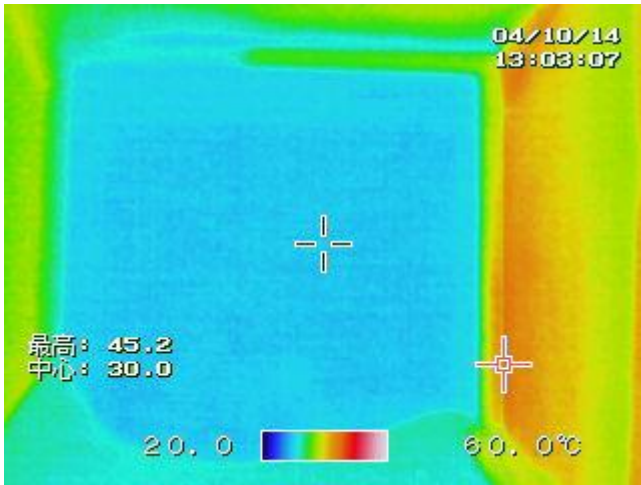


圖 5.25 4 月 10 日 13 時「水體」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

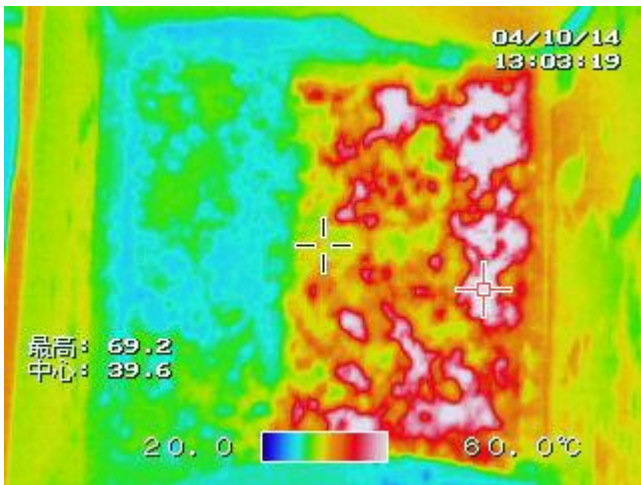


圖 5.26 4 月 10 日 13 時「植被」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

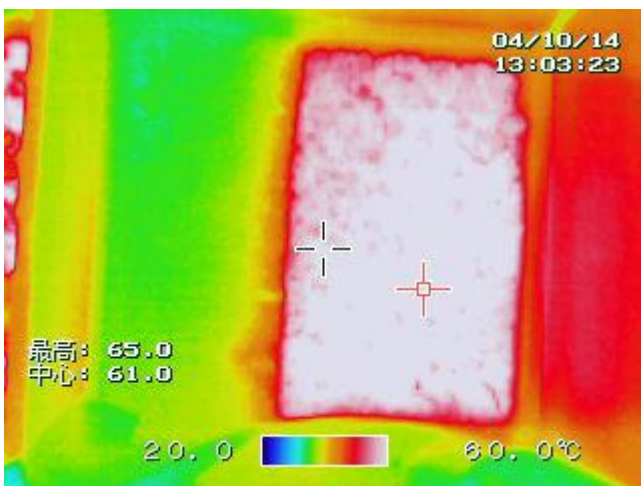


圖 5.27 4 月 10 日 13 時「乾砂泥」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

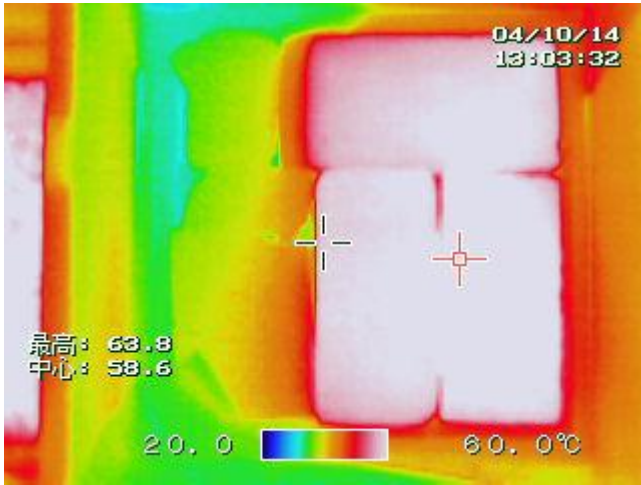


圖 5.28 4 月 10 日 13 時「紅磚」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

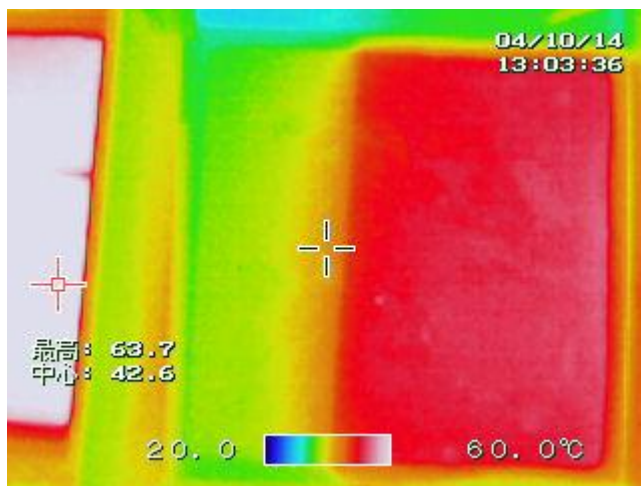


圖 5.29 4 月 10 日 13 時「水泥」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

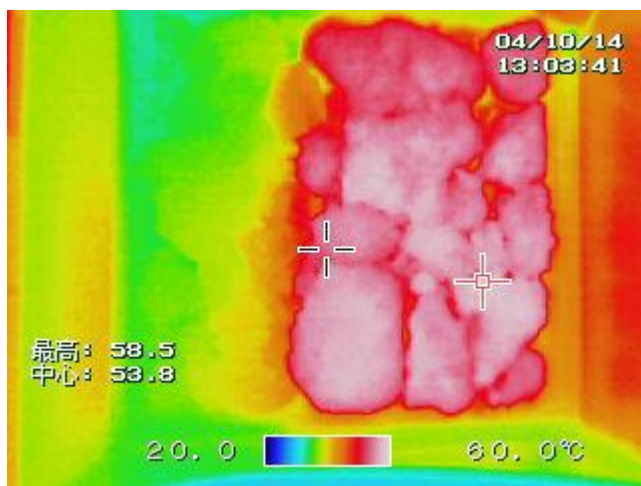


圖 5.30 4 月 10 日 13 時「柏油」的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

(二)不同地表型態在，地下 1 公分、近地 0.5 公分、近地 15 公分三處溫度隨時間之變化

1. 柏油升溫最高，水體升溫最低，近地氣溫各地表相近

由圖 5.31~圖 5.34 中發現，六種不同地貌對大氣加溫效果皆以柏油最好，上升溫度明顯，以水的溫度變化最小，與紅外線影像結果一致。若進一步去分析表面上的環境溫度，發現無明顯相關，溫差約在一度之內，由於實驗設計並非密閉環境，同時環境風速快，仍會受到外界氣流影響，氣溫觀測結果接近應是受到環境氣流混和影響。

2. 地貌升溫受日輻射量影響顯著

於 3 月 5 日及 3 月 7 日兩天的實驗中，平均日輻射量皆低於 $50\text{W}/\text{m}^2$ ，同時兩者地下 1 公分與近地表 0.5 公分處之最高溫度皆低於 25°C 。而在 3 月 28 日及 4 月 10 日實驗中，日輻射量皆高於 $200\text{W}/\text{m}^2$ ，兩者地下 1 公分與近地表 0.5 公分處之最高溫度都超過 50°C ，顯示日輻射量強弱對地表加溫效果大。

3. 地貌升溫受顏色深淺影響

由圖 5.33 與圖 5.34 中 3 月 28 日及 4 月 10 日溫度變化，無論是地下及近地三處溫度最高者為柏油，砂泥次之，兩者由於顏色深，吸熱效果佳，同時能放出較多能量加熱空氣，所以量測到地下 1 公分與近地 0.5 公分之溫度較高。

4. 含水量對地貌升溫之影響--含水能將部分吸收能量以潛熱方式釋放，升溫較少。

為探討潛熱釋放對於地表升溫趨勢之影響，於 6 月 12 日實驗中進行乾砂泥與濕砂泥的升溫試驗，由圖 5.35 中發現，濕砂泥的溫度都較乾沙泥低，顯示地貌的含水能將部分吸收能量以潛熱方式釋放，故地表溫度升溫較少。

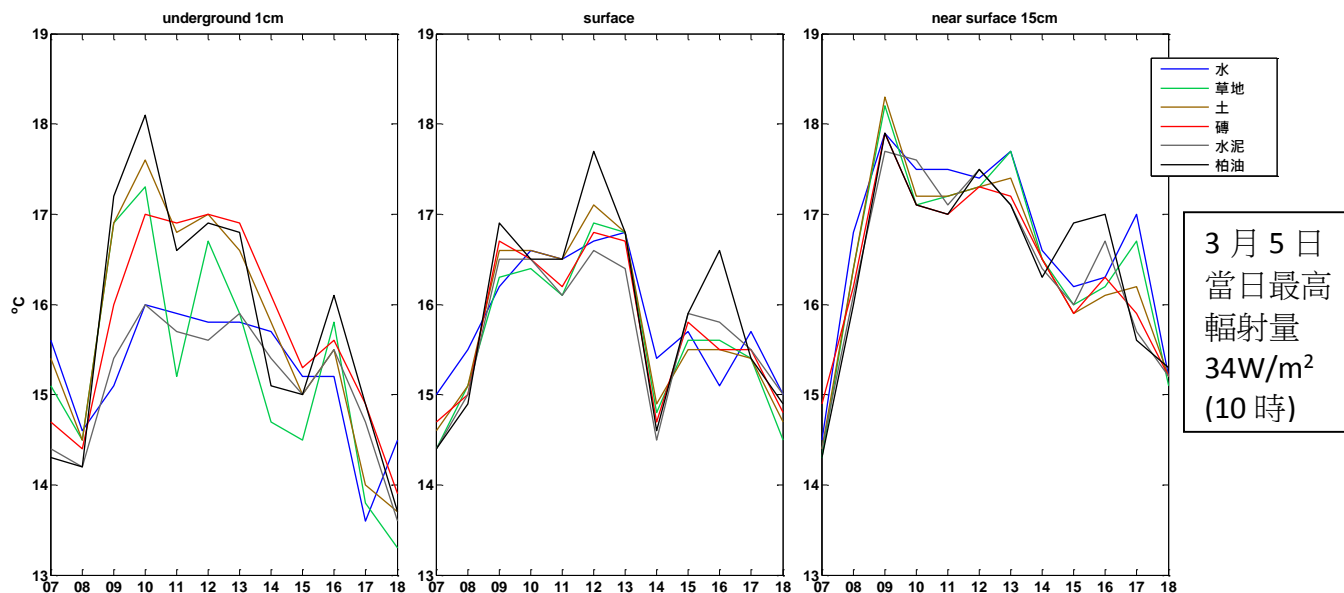


圖 5.31 3 月 5 日地貌升溫降溫情形模擬實驗折線圖，橫軸為時間，自早上 7 時到下午 5 時，縱軸為量測到之溫度。圖中由左至右分別為地下 1 公分、近地表 0.5 公分、近地 15 公分處所量測到之溫度，途中藍色線代表水，綠色線代表草，咖啡色線代表砂泥，紅色線代表紅磚，灰色線代表水泥，黑色線代表柏油。

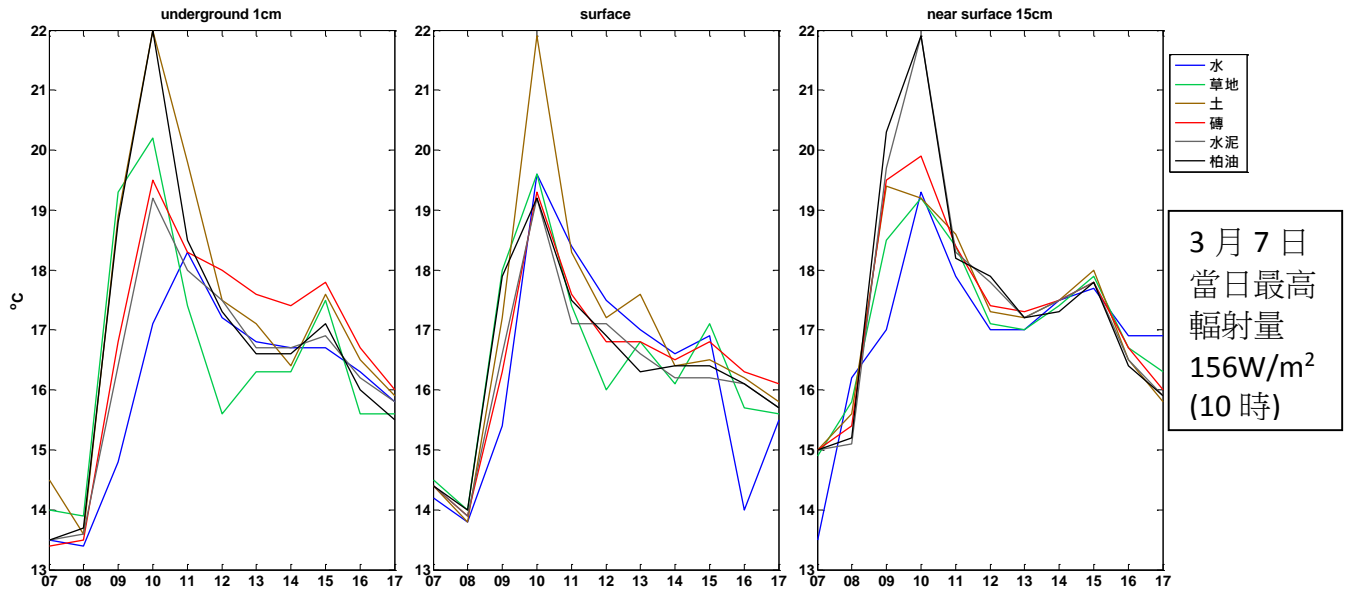


圖 5.32 3月7日地貌升溫降溫情形模擬實驗折線圖，橫軸為時間，自早上7時到下午5時，縱軸為量測到之溫度。圖中由左至右分別為地下1公分、近地表0.5公分、近地15公分處所量測到之溫度，途中藍色線代表水，綠色線代表草，咖啡色線代表砂泥，紅色線代表紅磚，灰色線代表水泥，黑色線代表柏油。

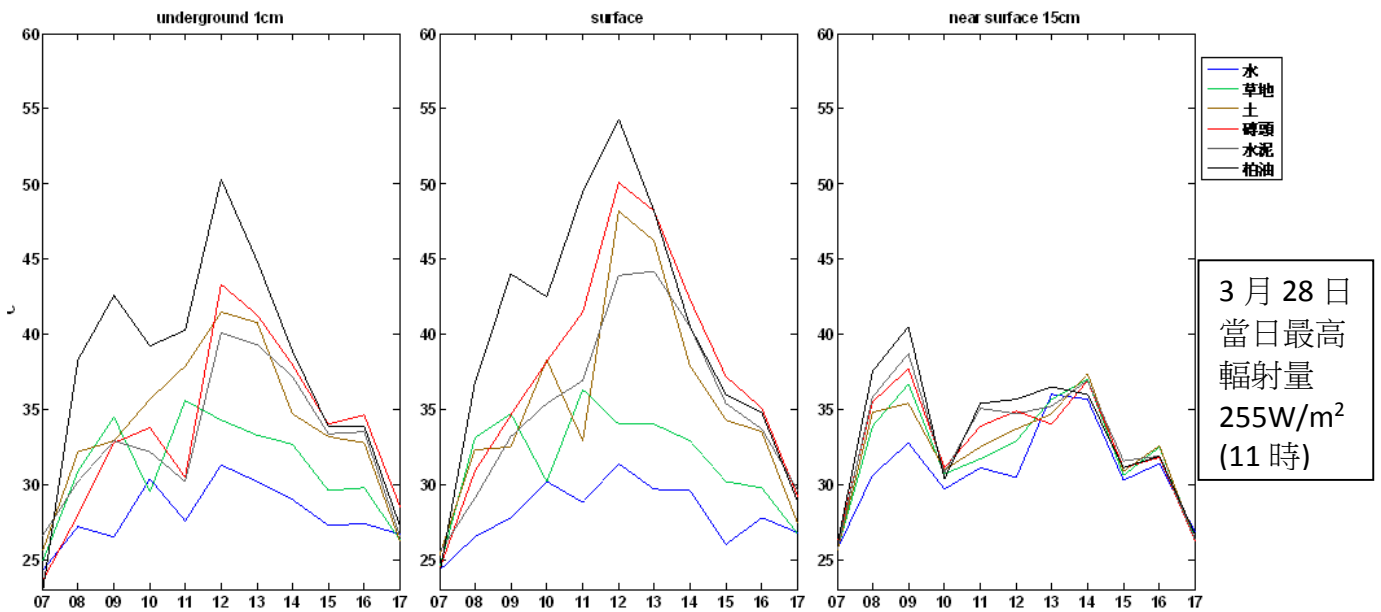


圖 5.33 3月28日地貌升溫降溫情形模擬實驗折線圖，橫軸為時間，自早上7時到下午5時，縱軸為量測到之溫度。圖中由左至右分別為地下1公分、近地表0.5公分、近地15公分處所量測到之溫度，途中藍色線代表水，綠色線代表草，咖啡色線代表砂泥，紅色線代表紅磚，灰色線代表水泥，黑色線代表柏油。

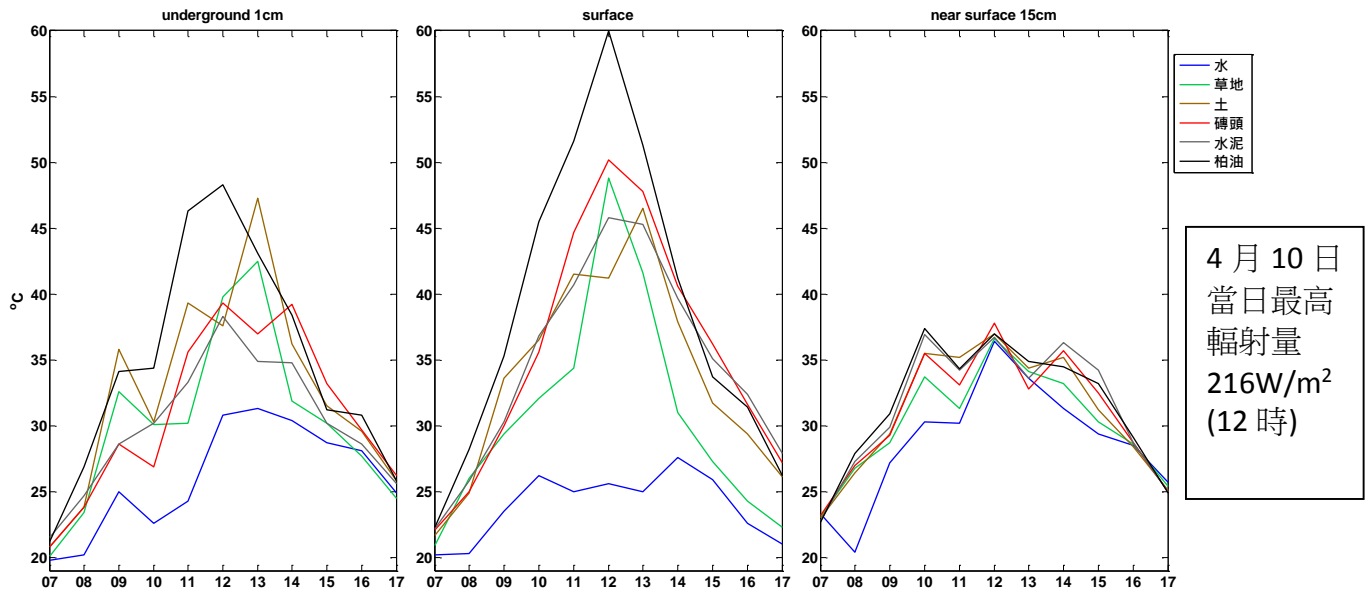


圖 5.34 4 月 10 日地貌升溫降溫情形模擬實驗折線圖，橫軸為時間，自早上 7 時到下午 5 時，縱軸為量測到之溫度。圖中由左至右分別為地下 1 公分、近地表 0.5 公分、近地 15 公分處所量測到之溫度，途中藍色線代表水，綠色線代表草，咖啡色線代表砂泥，紅色線代表紅磚，灰色線代表水泥，黑色線代表柏油。

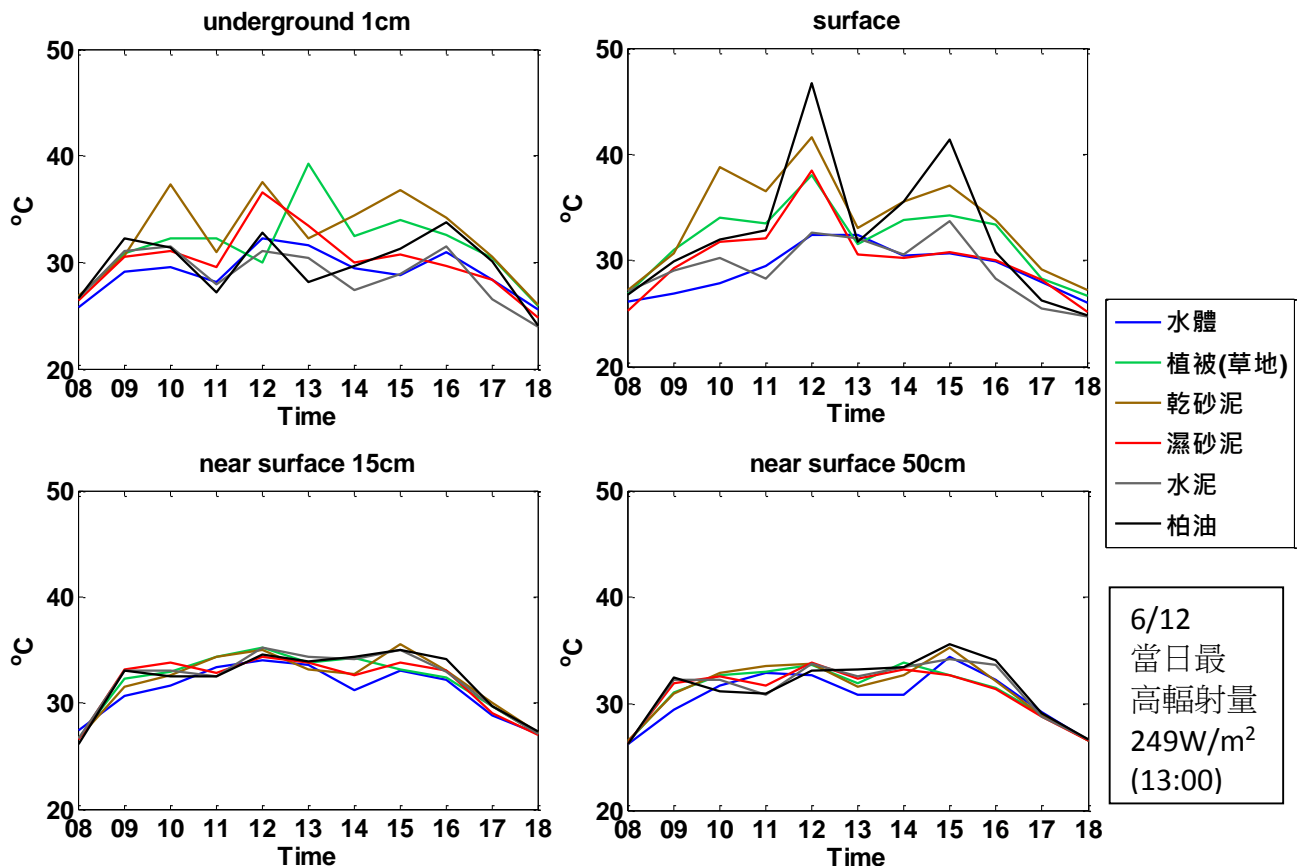


圖 5.35 6 月 12 日地貌升溫降溫情形模擬實驗折線圖，橫軸為時間，自早上 7 時到下午 6 時，縱軸為量測到之溫度。左上為地下 1 公分、右上為近地 0.5 公分、左下為近地 15 公分及右下為近地 50 公分所量測到之溫度，途中藍色線代表水，綠色線代表草被，咖啡色線代表乾砂泥，紅色線代表濕砂泥，灰色線代表水泥，黑色線代表柏油。

(三) 實地溫度觀測結果

由圖 5.36 中發現實地於柏油及植被(草地)觀測結果，兩者之日最高溫及日最低溫並無明顯規律。因觀測期間適逢滯留鋒面滯留在台灣地區附近，進一步整理中央氣象局之總日照時數資料比對(表一)，發現自 6 月 6 日至 6 月 11 日總日照時數均少於 1 小時，且伴隨降雨發生，僅在 6 月 12 日總日照時數為 7.3 小時，因而觀測結果無明顯規律，將於日照穩定的暑假期間進行進一步觀測與分析。

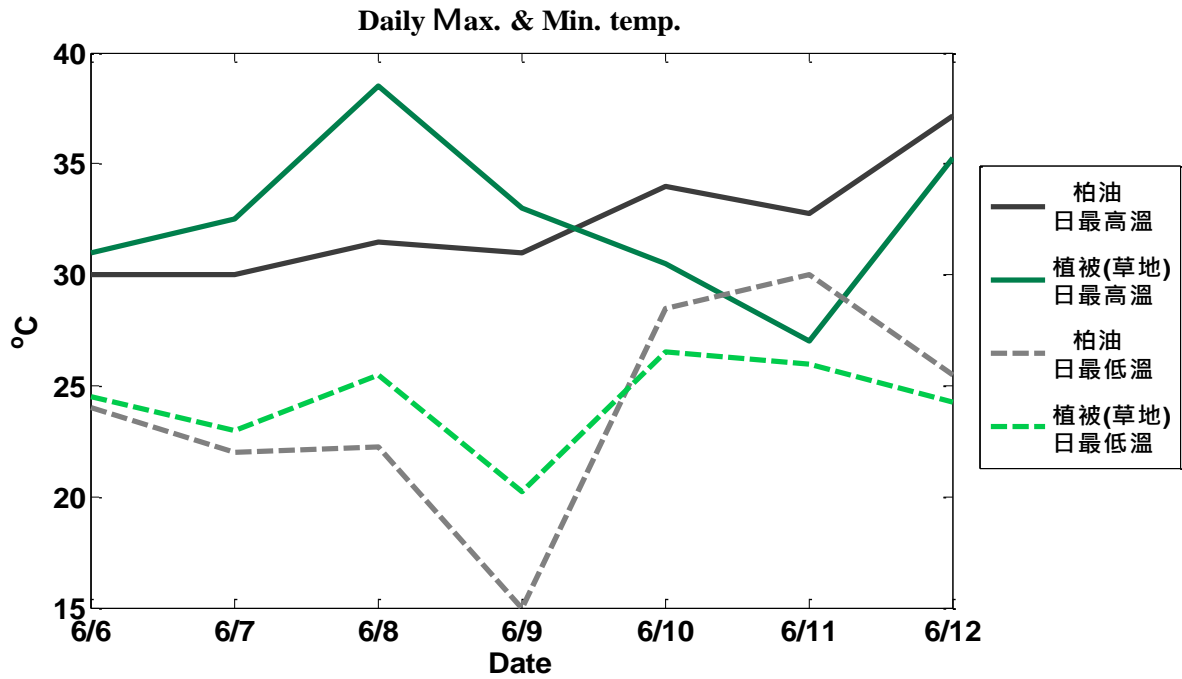


圖 5.36 6 月 6 日~6 月 12 日的最高溫以及最低溫折線圖

表 2 6 月 6 日~6 月 12 日實地溫度觀測期間每日總日照時數表(整理自中央氣象局網站)

日期	6/6	6/7	6/8	6/9	6/10	6/11	6/12
總日照時數(小時)	0.2	0.5	0.4	0.7	0.1	0	7.3

陸、討論

一、水體對環境溫度的影響

在社子與天母的疊圖分析、社子與蘆洲的疊圖分析中，社子為較多水體包圍的測站，白天陽光加熱空氣，夜晚水體以潛熱方式釋放能量，空氣加熱效率較低，因此日溫差的變化較為顯著；實驗結果顯示，地貌為水體之地下、地面、近地 15cm 的升降溫，為所有地貌中最不顯著，符合測站資料分析結果。水體的體積會對溫度有影響，但影響程度則有待進一步討論。

二、植被對環境溫度的影響

於 7 個測站之日最高溫與日溫差比較中發現，天母測站日溫差較大，而其周圍地貌為植被較多，在白天日輻射加熱大氣，溫度上升，夜晚植物藉由蒸散作用釋放吸收能量，使得加溫大氣效果較不顯著。

三、水泥對環境溫度的影響

於 7 個測站之日最高溫與日溫差比較中發現，三重、蘆洲大部分的地貌為水泥(建築物)，於白天吸熱後夜間仍不斷釋放能量加熱環境，而導致日溫差會變得較小，環境溫度會不斷維持較高溫；而在實驗中，水泥在近地 15cm 的圖中，對環境溫度也有較明顯的升溫情形。

四、地理環境對溫度的影響

在松山測站的個別討論中，松山測站附近有較多的飛機跑道，飛機跑道皆為水泥地貌對環境溫度會造成較劇烈的升溫，然而觀測資料顯示日最高溫未較高，推測應為附近較為空曠，風吹使熱量不易累積；因此局部環境風場為影響地區微氣候之重要因素

五、加熱來源的確定方法

都市中有許多加熱來源，例如：在松山測站中，推測交通工具的使用會有影響，而冷氣機的使用也會對溫度產生影響。但這樣的變化在微氣候當中影響並不顯著，微氣候的影響範圍為水平 $10^2 \sim 10^3$ 公尺，垂直高度 $10^2 \sim 2 \times 10^2$ 公尺，故將加熱來源認定為地貌的不同所造成的影響。

柒、結論

- 一、測站資料分析，水體及植被地貌型態比例越高，部分能量以潛熱方式釋放，減少夜間對大氣的加溫，導致日溫差大，影響都市微氣候氣溫。
- 二、測站資料分析，柏油、水泥等人工鋪面升溫快速，且於夜間能持續釋放能量加熱大氣，造成日溫差較小。此現象導致夜間持續維持高溫現象，為造成熱島效應之主因。
- 三、本試驗中紅外線熱影像結果顯示，水的比熱較大，含水量高處的升溫較慢，可以得知地貌的含水量多寡為影像氣溫之重要因素，與實際測站分析結果吻合。
- 四、陰影遮蔽對地表加溫影響顯著，有無陰影遮蔽造成地表升溫達 30°C 以上之差異。
- 五、地貌型態種類，地理環境，交通運輸等，均為影響微氣候之重要因素，並作為未來都市土地規劃之參考依據。

捌、參考資料

李明晃（1994）。都市公園與局地氣溫效應之關係研究-以台北市公園為例。國立政治大學地政學系研究所碩士論文，未出版，台北市。

簡子翔（2013）。台北都會區熱環境與熱島效應解析之研究。中國文化大學景觀學研究所碩士論文，未出版，台北市。

吳、陳、呂等（2011）。都市發高燒—探討鋪面與熱島效應的關聯。光華女中中學生小論文，台南市。

陳澄世、巫嘉綺（2011）。台南市公園綠地植栽與鋪面型態之溫熱環境—紅外線測溫熱像分析。「環境與生態學報」第4卷第2期，民國100年出版

氣象局局屬測站逐時。大氣研究資料庫 <https://dbar.ttfri.narl.org.tw/>

民航局測站資料。大氣研究資料庫 <https://dbar.ttfri.narl.org.tw/>

【評語】 040503

這是一個鄉土性很強的議題，利用氣象局的觀測資料以及自行設計的實驗，探討土地利用型態與小區域氣候的關係。研究主題切合環境變遷對氣候變化影響之重要性，團隊合作佳，表達能力也不錯，但是分析測站環境變因多不易突顯土地利用型態對局地天氣或氣候之影響，設計之實驗也與真實自然環境差異大，不易與實際測站資料比對或互相驗證，較為可惜。