

# 新北市 102 學年度中小學科學展覽會 作品說明書

科 別： 地球科學

組 別： 高中組

作品名稱： 台北地區主要地表類型改變對氣溫之影響

關 鍵 詞： 地表種類、氣溫、日溫差

編 號：

## 摘要

學校周遭近年地貌改變。從草地、工地變為住宅，此變化對週遭氣溫是否有影響，引起研究探討的動機。本實驗由模擬都市常見六種地貌進行實驗，了解地面類型造成溫度變化之差異，並選擇七個地表差異大的測站，分析近十年地貌比例、七月最高溫及日溫差。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。本研究發現柏油升溫快，於夜間釋放能量加熱大氣，造成日溫差較小，導致夜間維持高溫，為熱島效應主因。水體、植物吸熱後，部分能量以潛熱釋放減少對大氣的加溫，日溫差較大。在量測地下與地表溫度最高值時間有一延遲現象，氣溫最高值地表較地下晚兩小時，此現象驗證一天中最高溫發生時間為正午後兩至三小時實際情況。

## 壹、 研究動機

學校附近這幾年來，因為重陽橋重劃區的關係，校園周遭景物已經有許多改變。從草地到塵土飛揚的建築工地，再從建築工地變為住宅，景物變化很大，如此顯著的變化對週遭氣溫是否會造成影響，令人想進一步去了解探討。

上網搜尋多項資料，發現都市化後的區域，大多數的自然植被都轉換成建築物、道路等比熱較小的人工地貌，而根據物理所學，比熱較小的物體，溫度變化相對較大。在人工地貌比例增加的情形下，同一地區吸收太陽輻射能量後，都市整體溫度上升較顯著。因此，暖化的都市在附近較低溫的郊區襯托下，有如一座發熱的浮島，便稱為熱島效應（Urban Heat Island Effects）。

地表改變為影響環境溫度的因素之一，希望藉由統計人工地貌、自然地貌以及水體三者所佔比例之變化，搭配溫度資料分析，進而了解地表種類改變對環境溫度的影響。



圖 1.1 2000 年 2 月 13 日學校附近 google earth 空照圖



圖 1.2 2003 年 1 月 17 日學校附近 google earth 空照圖



圖 1.3 2005 年 12 月 23 日學校附近 google earth 空照圖



圖 1.4 2012 年 2 月 6 日學校附近 google earth 空照圖

## 貳、 研究目的

- 一、藉由大氣研究資料庫(DBAR)的測站資料,將選定測站之歷時氣溫變化做成一覽表,尋找其溫度變化與測站附近地貌改變之關聯。
- 二、利用 goole earth 之衛星影像,使用求積儀量測並統計測站附近地表,自訂種類在固定範圍內所占的比例及年際變化,藉此探討地表種類對溫度的影響。
- 三、模擬都市常見的六種地面並進行實驗,了解地面類型造成溫度變化差異的程度。
- 四、分析影響溫度變化的因素。
- 五、統整實驗所得資料並彙整文獻資料。

## 參、 研究設備及器材

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



圖 3.1 本實驗中所使用到之量測儀器。



實驗架設，主要利用木板作支架，搭配紙板及塑膠布，隔絕水平方向空氣流動、交換。



實驗進行量測，同時觀測不同高度的溫度，以及環境相對濕度及二氧化碳含量。

圖 3.2 實驗裝置及實地量測情形。

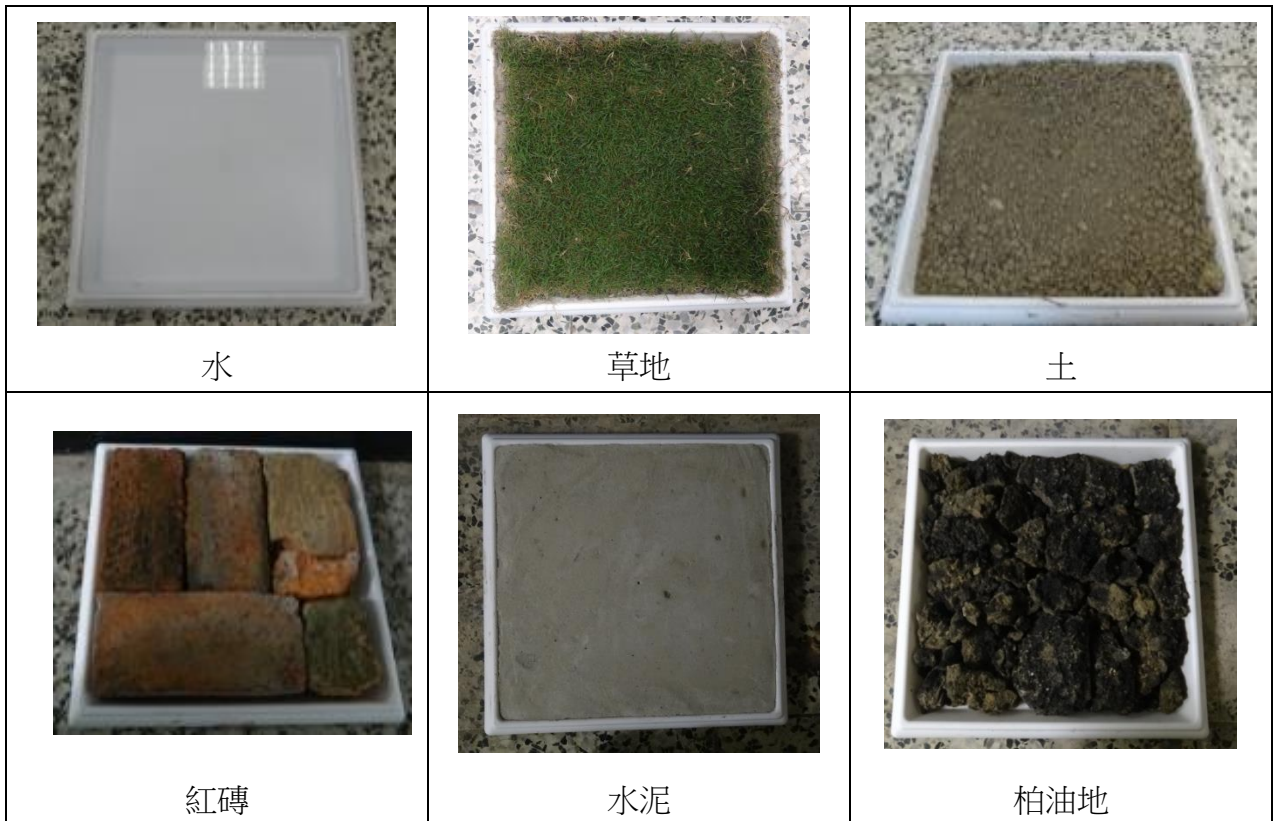
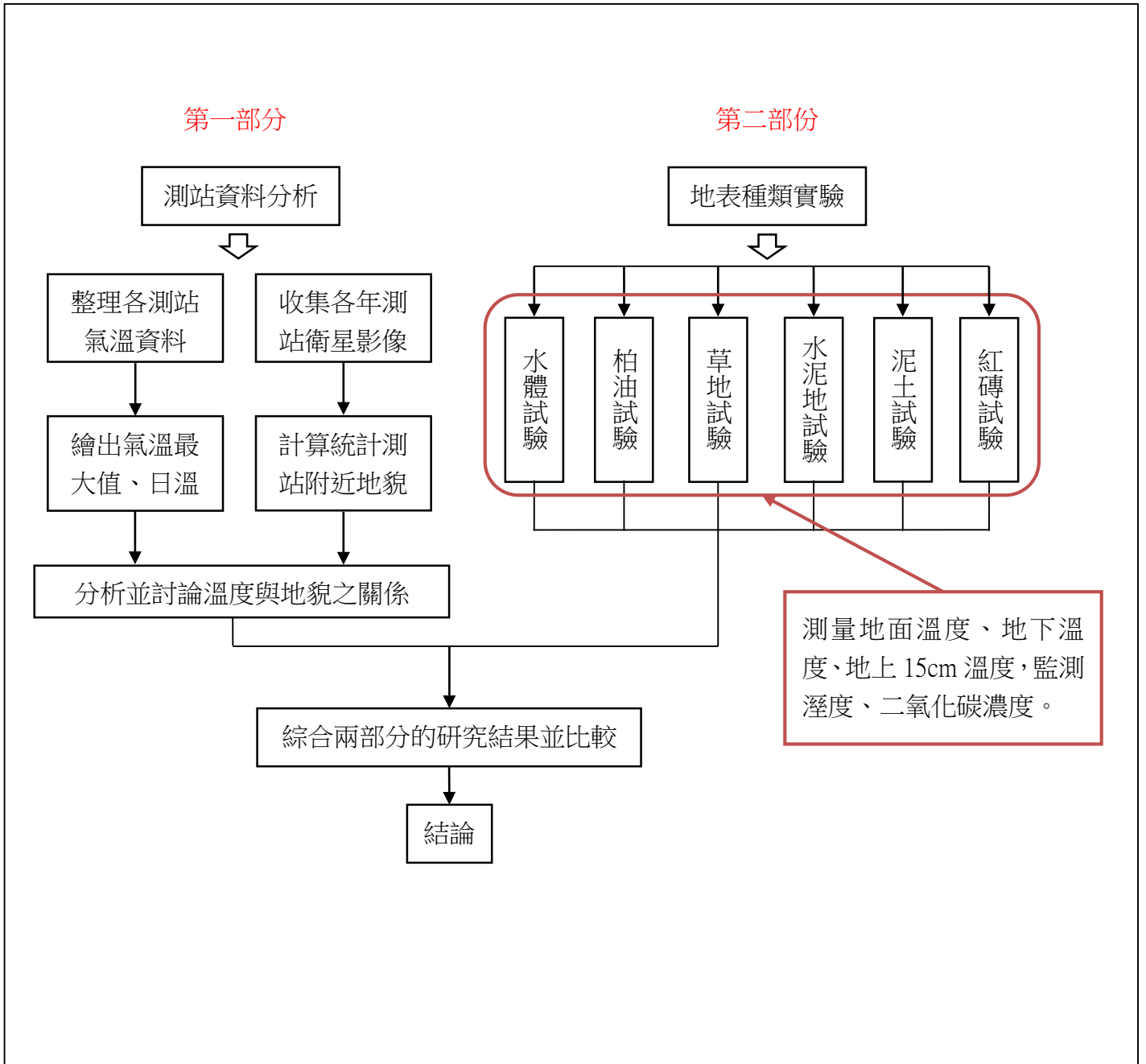


圖 3.3 本實驗選用的六種常見地表，大小為 31x31 公分。

# 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) 中，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，共七個位於大台北地區的測站，分析 2002 年至 2012 年的逐時氣溫資料，利用 Matlab 繪製逐年 7 月每日最高溫與日溫差溫度變化圖。

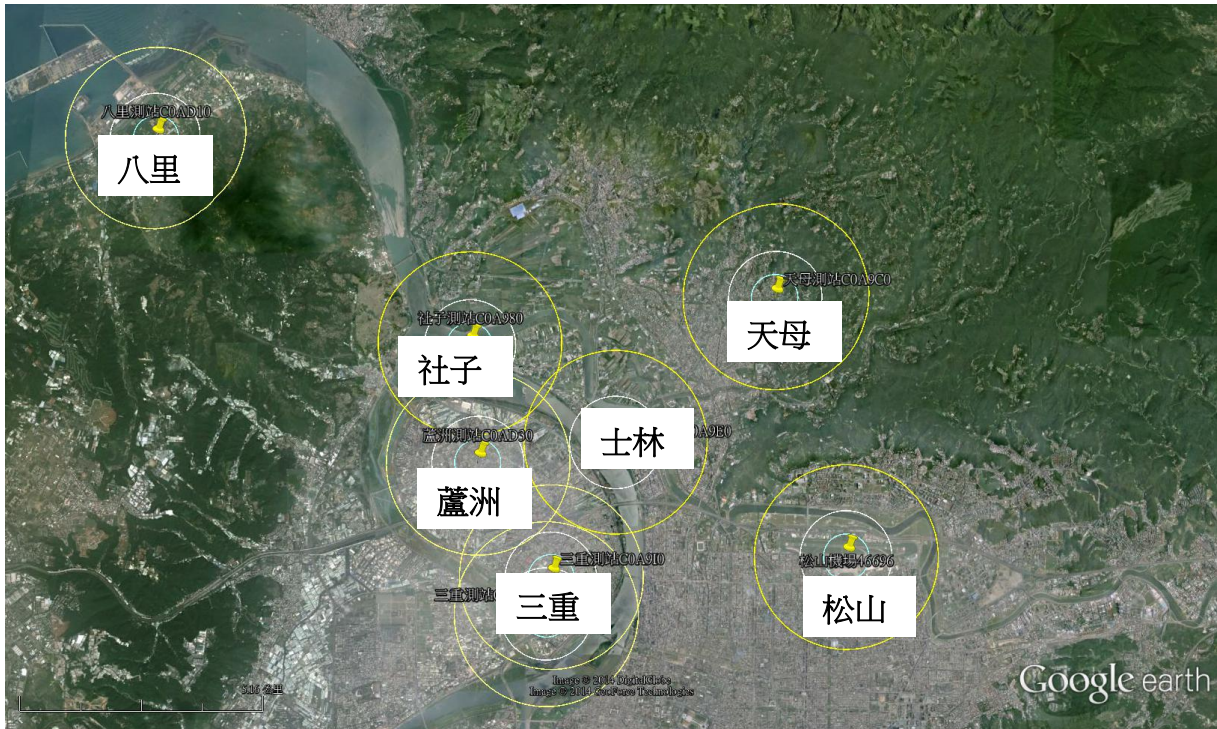


圖 4.1 實驗選取七個測站於大台北地區的位置。

### (二) 測站周圍地表類型

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 的地表範圍，如下圖所示，列印出圖片後，使用求積儀量測所印出的測站附近草地、水體、柏油、水泥土五種地表種類所占之比例，繪製成圓餅圖的方式呈現，該測站於不同半徑範圍各地表類型之比例。

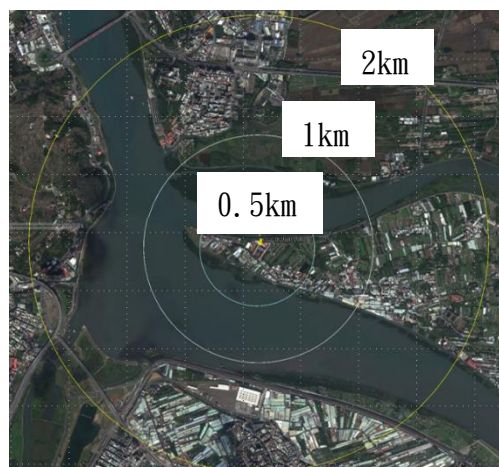


圖 4.2 利用 google earth 畫出以測站為中心，不同半徑之範圍。圖中為蘆洲測站。

### (三) 氣溫資料與地表統計分析討論

藉由選定測站與年份之 7 月每日日溫差之平均值和氣溫最大值，探討最高溫與日溫差之關係；並結合利用求積儀計算得到，測站 0.5km、1.0km、2.0km 範圍內的地貌比例與年際變化，分析溫度變化與地表改變之間的關聯

## 三、實驗模擬實際情形

### (一) 裝置設計及製作

本實驗希望模擬太陽加熱於不同地表時，地表加溫及環境溫度變化之差異，為達到各地表加熱一致，實驗設計將六種不同地表，如圖 3.3 本實驗選用的六種常見地表，大小為 31x31 公分。圖 3.3 所示，同時陳列進行加溫，為明顯觀察出環境溫度之差異，降低各地表間空氣流動交換，利用木板及紙板做間隔，將三片長各為 116 公分、寬各為 36.5 公分的木板橫放，用 2 條長各為 116 公分細木條固定，再將 2 片長各為 100 公分、寬各為 36.5 公分木板鋸成 4 片寬為 36.5 公分、長為 37 公分的木隔版，平均分隔成三格的箱子，又在各個格子底部放置白色塑膠盤，以便盛裝各種地表模擬物，同時為避免阻擋陽光導致加熱效果不顯著，陽光照射面利用透明塑膠布阻隔空氣流動，空間並非完全密封，但有效阻隔風吹之影響，圖 3.2 為實驗之裝置圖。

### (二) 實驗操作

將六個模擬物放入格子中的塑膠盤，蓋上透明塑膠布置於陽光下，每隔一小時測量模擬物表面溫度、地下溫度和地上 15 公分的氣溫，並測量環境濕度與 CO<sub>2</sub> 濃度，測量時間從早上 7:00 至下午 5:00。

## 四、彙整實驗結果結合測站分析資料

將不同測站的逐時氣溫資料數據折線圖做成疊圖，比較兩個測站的最高溫以及日溫差，再使用地貌比例分析之資料，探討地貌與氣溫的相關性。將上述所得結果與實際實驗所得之數據，討論模擬地貌的升溫情形是否符合資料分析結果。

## 伍、 研究結果

### 一、測站資料分析

#### (一) 各測站七月最高溫、日溫差折線圖分析

圖 5.1 至圖 5.8 為實驗選用之測站，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，從圖中觀察到，當日最高溫和日溫差會有相同的升降趨勢，當日最高溫也較高時，日溫差也較大，同時發現若比較各測站資料，最高溫與日溫差有一樣的升降趨勢，但同一日於各測站間之變化幅度及趨勢有所不同。

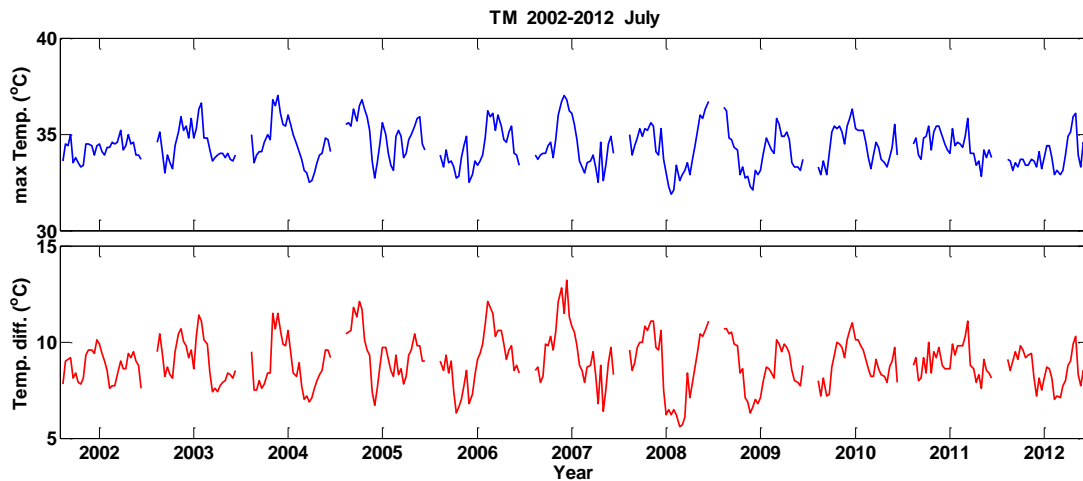


圖 5.1 天母測站 2002~2012 之七月最高溫、日溫差折線圖。

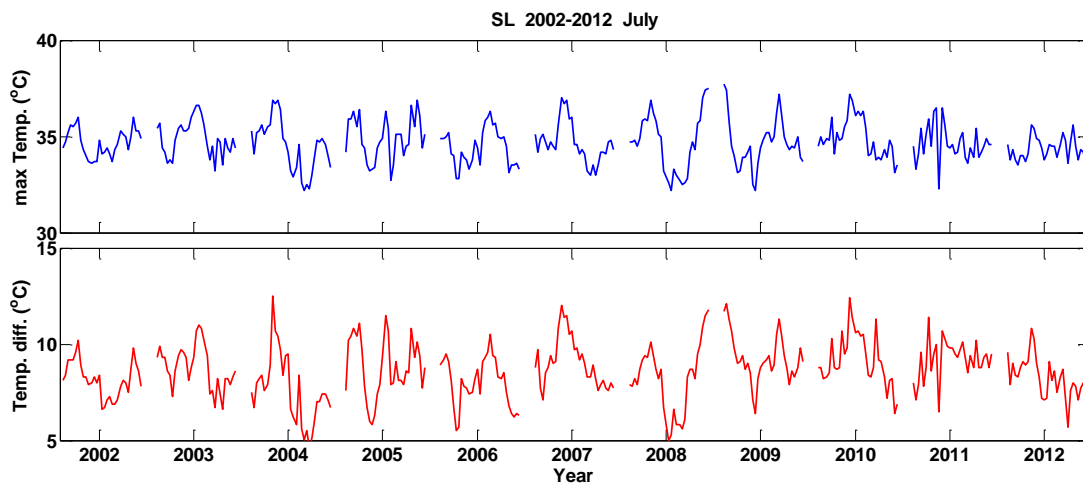


圖 5.2 士林測站 2002~2012 之七月最高溫、日溫差折線圖

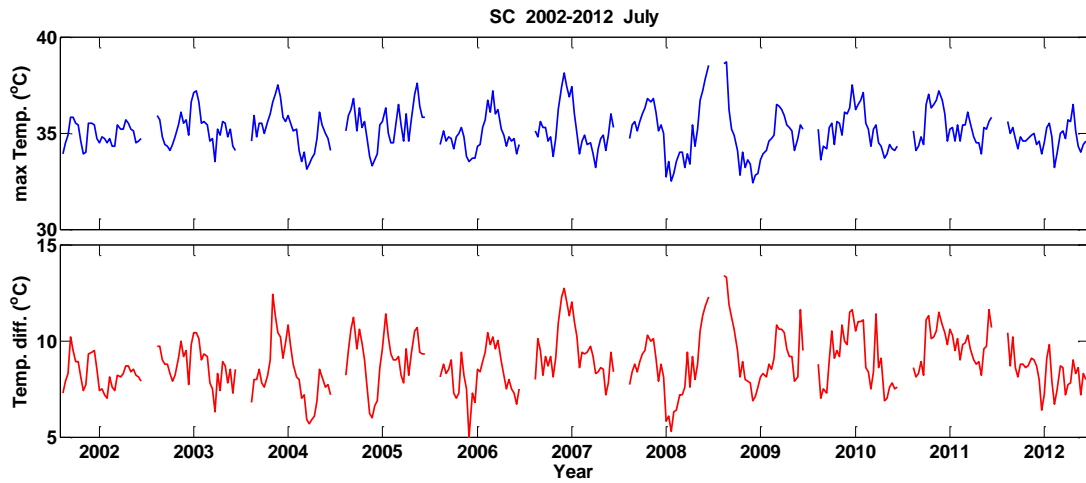


圖 5.3 三重測站七月 2002~2012 之最高溫、日溫差折線圖

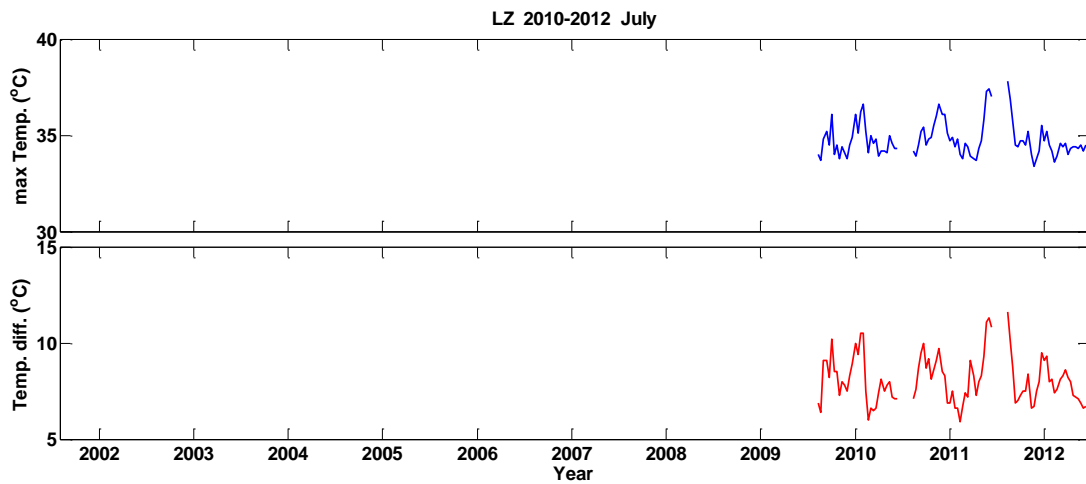


圖 5.4 蘆洲測站 2002~2012 七月之最高溫、日溫差折線圖

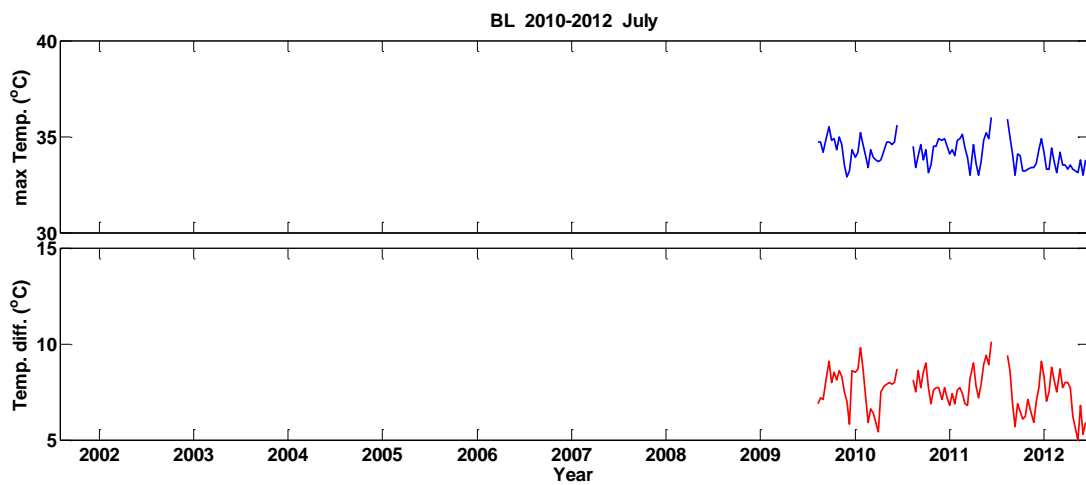


圖 5.5 八里測站 2002~2012 之七月最高溫、日溫差折線圖

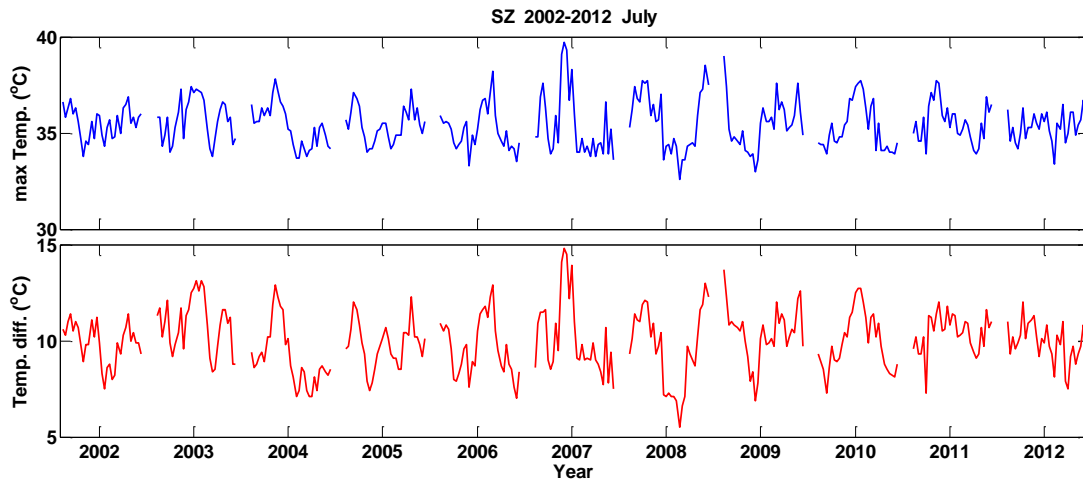


圖 5.6 社子測站七月最高溫、日溫差折線圖

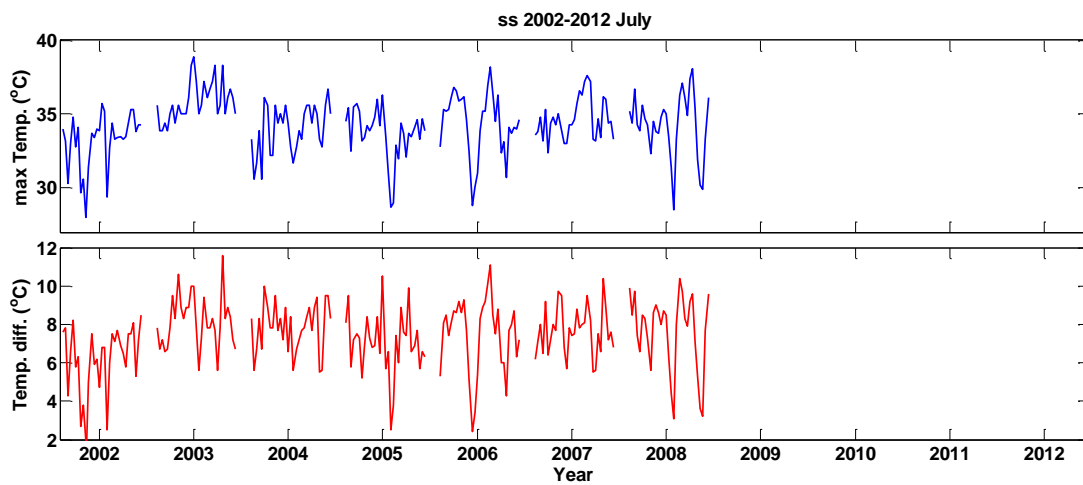


圖 5.7 松山測站七月最高溫、日溫差折線圖

## (二) 各測站地貌比例分析

利用 goool earth 衛星照片，使用求積儀計算各類型地表所占比例，並選取 2002 至 2012 間三個時間點，比較地表之年際變化。在地表種類分析中，將常見的主要地表分成五種，分別為水體、建築物、柏油路、草地及泥土，由於市區內建築物密集，於衛星影像中難以辨別建築及柏油路之細節，故先以建築物計算。

統計資料繪製成圓餅圖呈現，由內至外三圈分別為 0.5、1.0、2.0 公里範圍統計結果，呈現五種地表類型所占比例，希望藉由不同範圍大小分析，了解地表種類對氣溫影響之範圍，但所選取之測站附近及範圍尺度內，三個範圍的地表分布比例，除社子與松山機場外，並無明顯差異，先以兩公里範圍之比例進行討論。

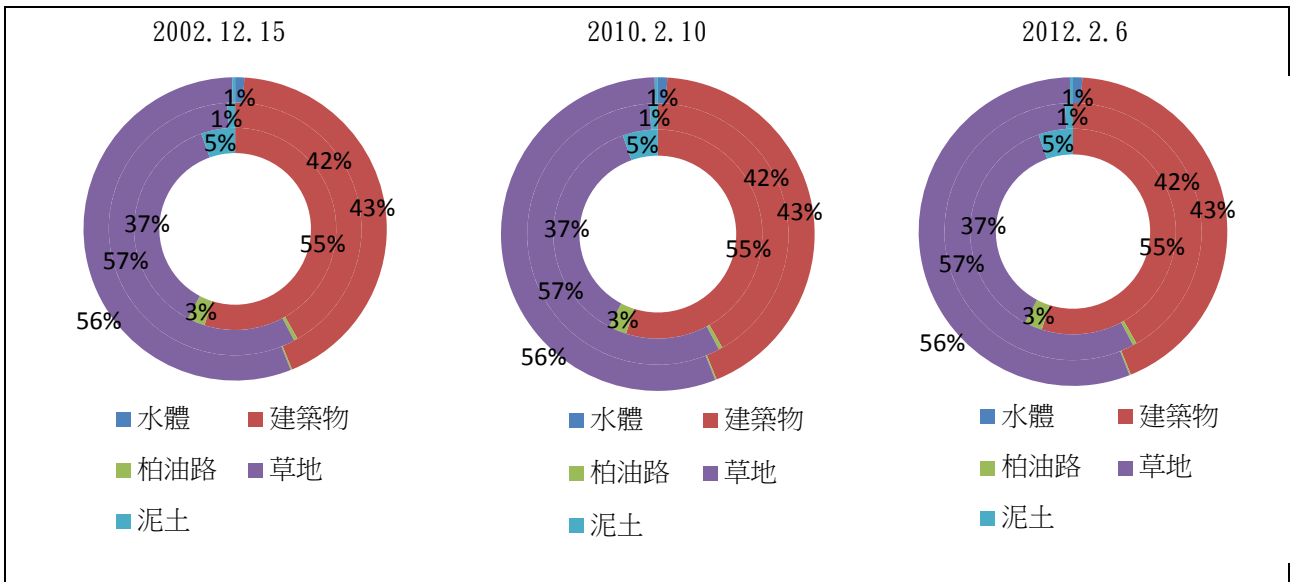


圖 5. 8 天母測站 2002.12.15、2010.2.10、2012.2.6，0.5km、1.0km、2.0km 各地貌比例，在三個距離範圍中都以建築物、草地為主要地貌，10 年間地表類型無明顯變化。

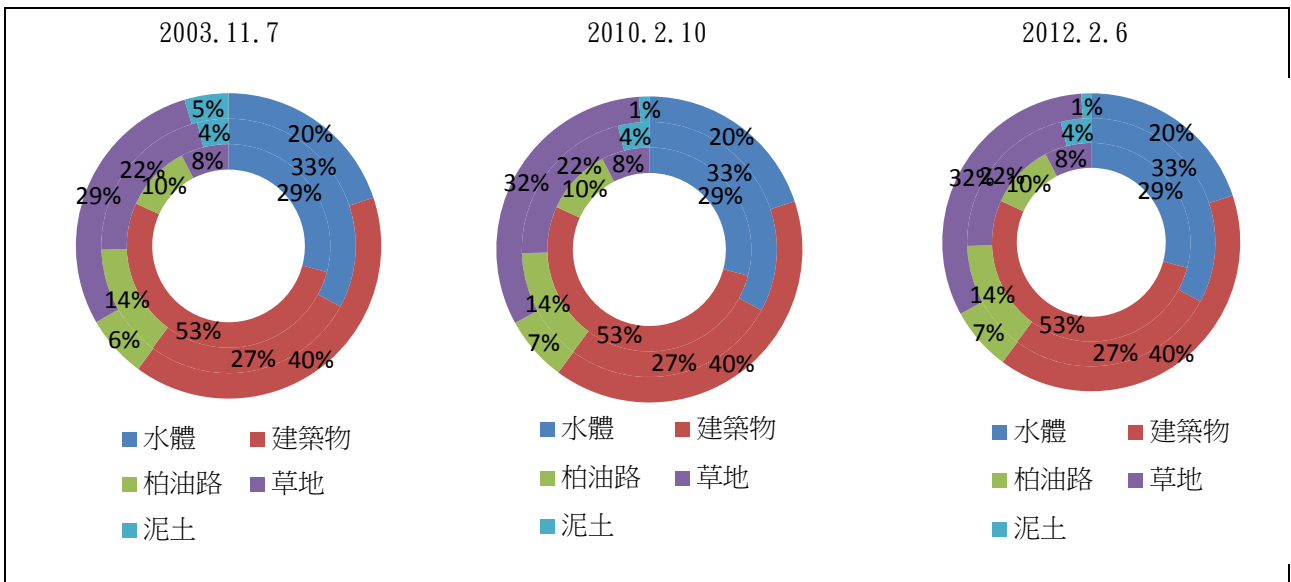


圖 5. 9 士林測站 2003.11.7、2010.2.10、2012.2.6，0.5km、1.0km、2.0km 各地貌比例，士林測站在 0.5km 的半徑內，以水體、建築物為主要地貌、在 1.0km、2.0km 的半徑內，草地的比例增加，水體、建築物仍為主要地貌，10 年間地表類型無明顯變化。

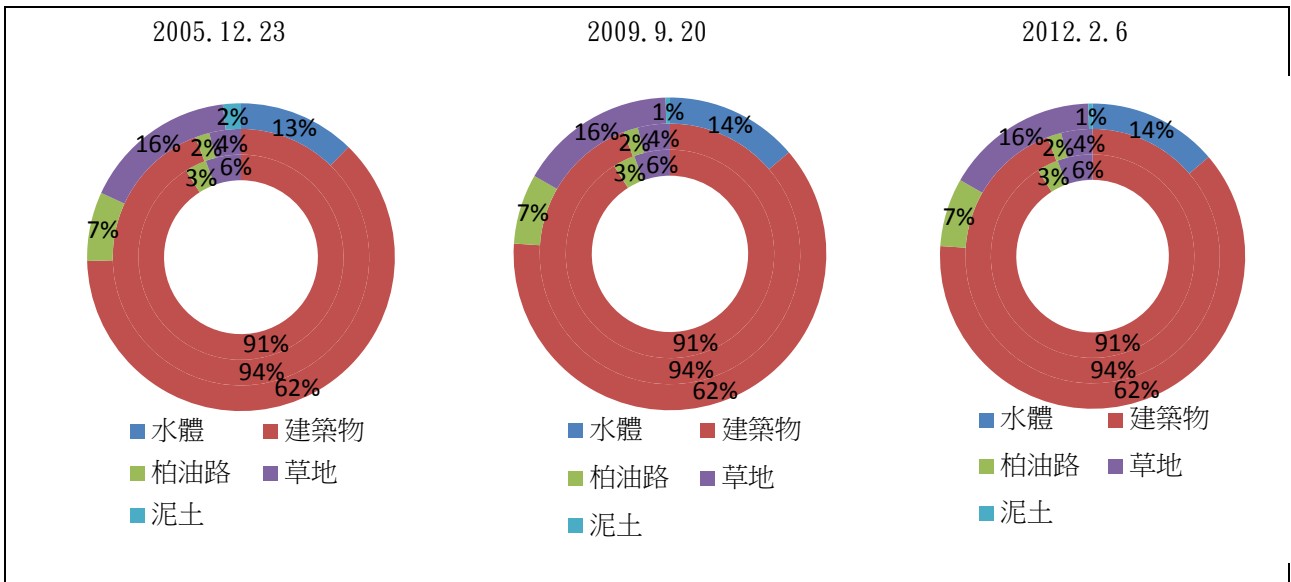


圖 5.10 三重測站 2005.12.23、2009.9.20、2012.2.6，0.5km、1.0km、2.0km 各地貌比例，三重在 0.5km、1km 的範圍中，都以建築物為主要地貌，在 2km 範圍中，有二重疏洪道在其中，水體、草地比例增加，10 年間地表類型無明顯變化。

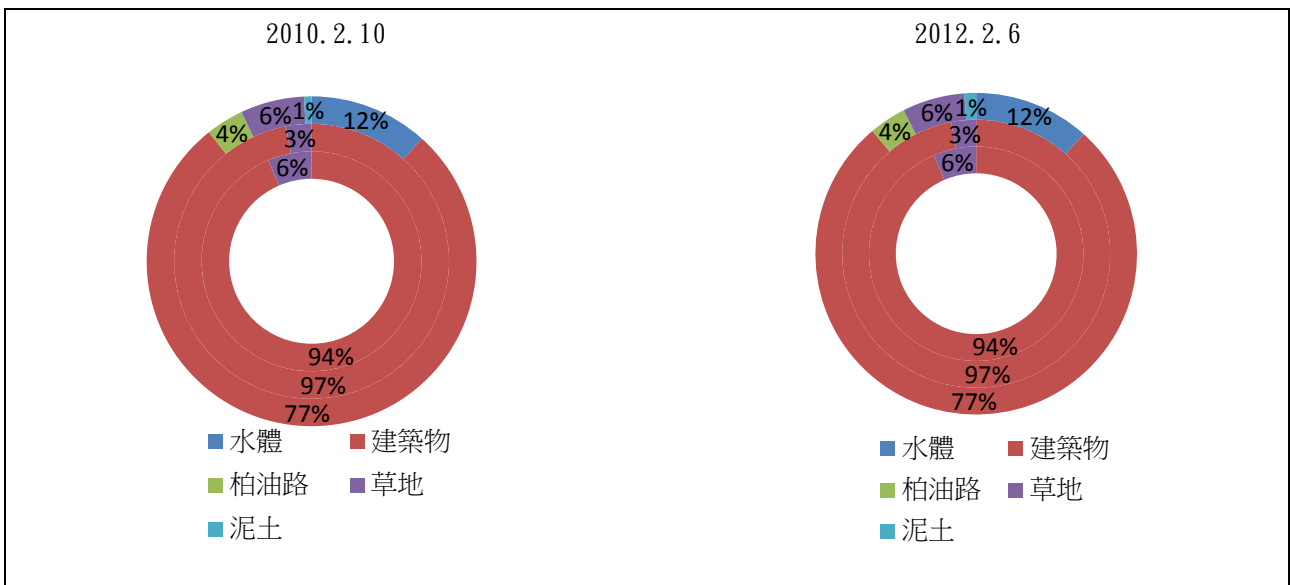


圖 5.11 蘆洲測站 2010.2.10、2012.2.6，0.5km、1.0km、2.0km 各地貌比例，蘆洲測站 0.5km、1km 以建築物為主要地貌，2km 範圍水體比例增加，近兩年地表無顯著變化。

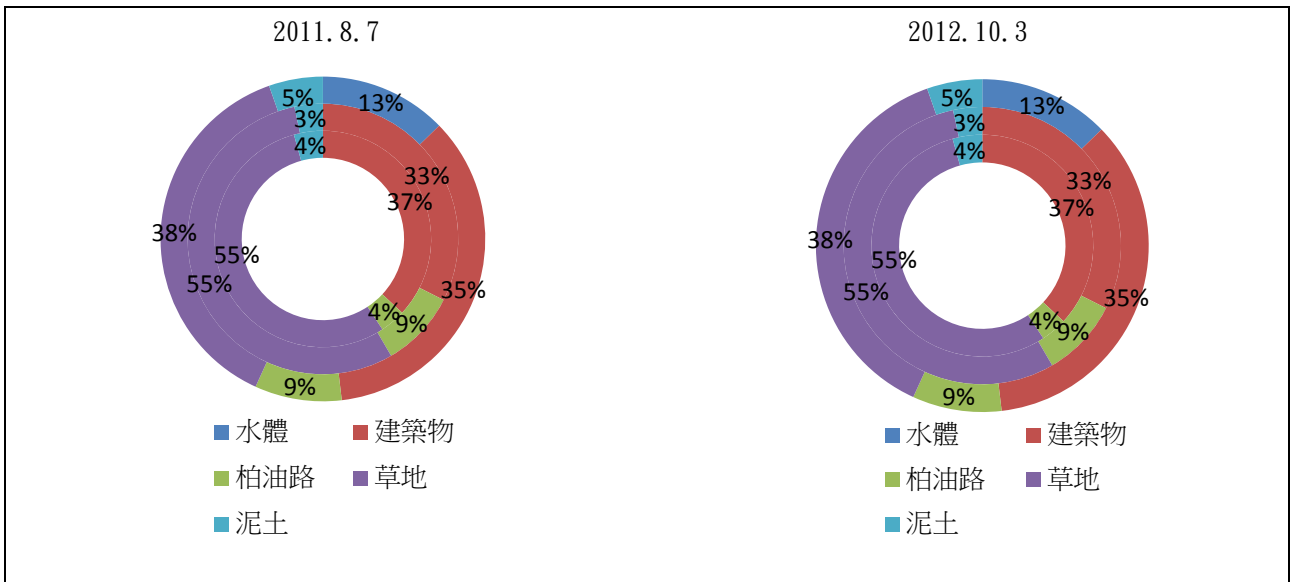


圖 5.12 八里測站 2011.8.7、2012.10.3，0.5km、1.0km、2.0km 各地貌比例，在 0.5km、1km、2km 皆以建築物及草地為主要地貌，2km 範圍草地的比例降低，水體的比例增高。

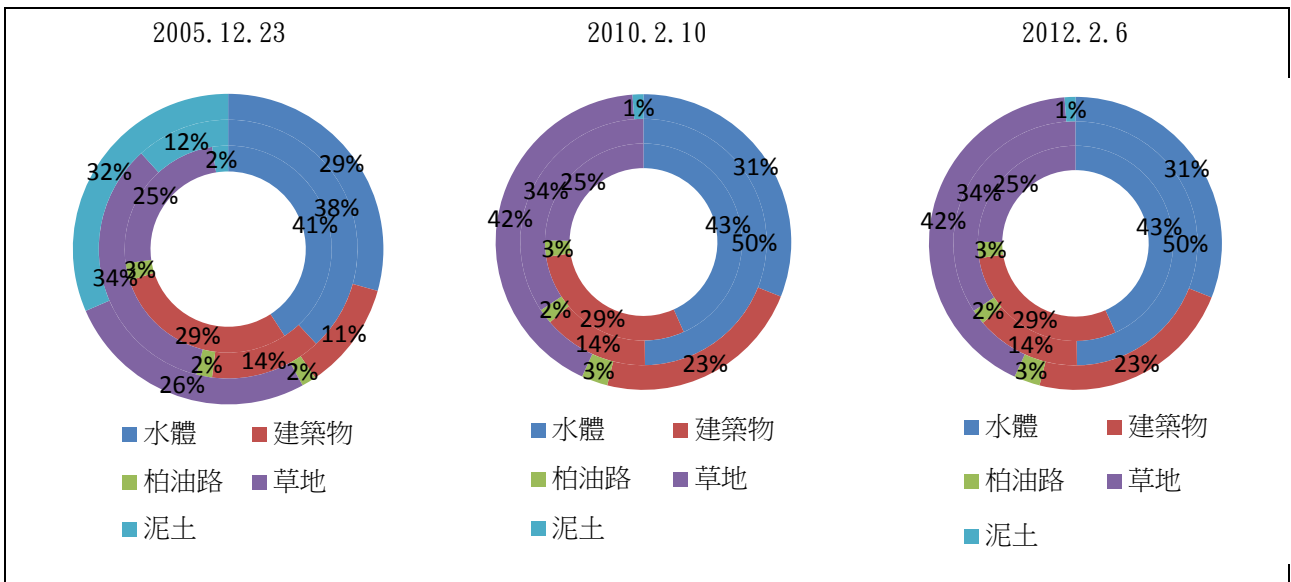


圖 5.13 社子測站 2005.12.23、2010.2.10、2012.2.6，0.5km、1.0km、2.0km 各地貌比例，社子測站位於河岸邊，水體、草地、泥土為主要地表，在 2005 年時，淡水河岸淤泥較多，至 2010、2012 年時，淡水河岸淤泥變少，泥土比例明顯減少，建築物比例增加。

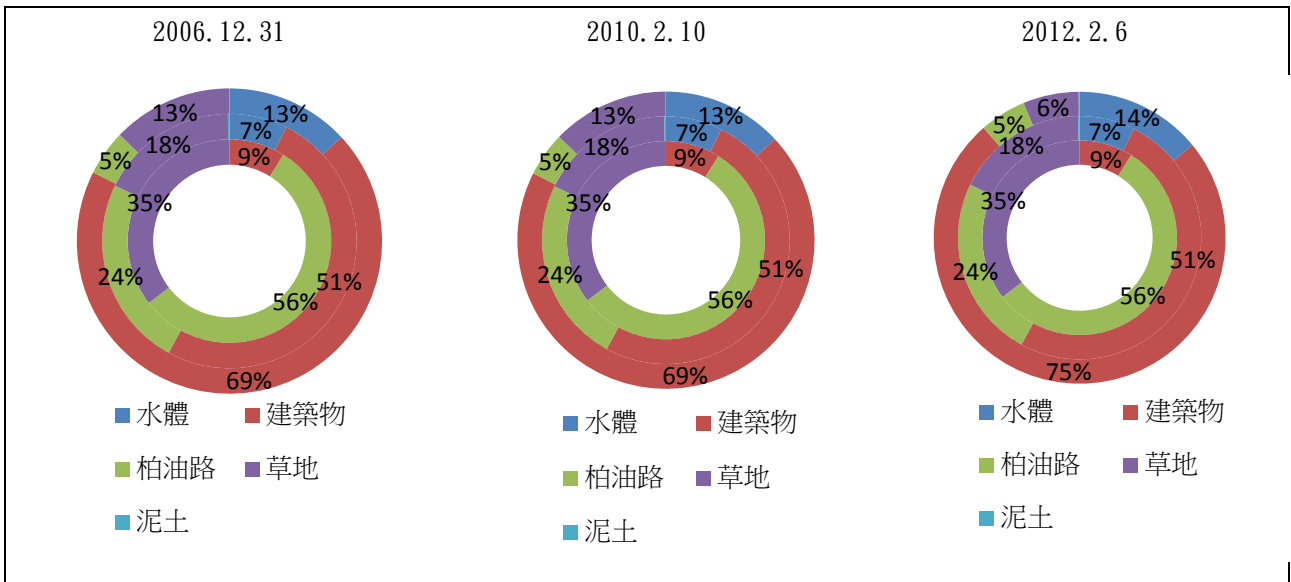


圖 5.14 松山測站 2006.12.31、2010.2.10、2010.2.10，0.5km、1.0km、2.0km 各地貌比例，松山測站附近包含飛機跑道，在 0.5km 範圍以草地、柏油路為主要地貌，在 1.0km 範圍中，草地、柏油比例減少，建築物比例增加，主要地貌為柏油路、建築物，在 2.0km 範圍主要地貌為建築物。

(三) 不同測站資料疊圖分析

1. 在天母和社子測站的疊圖中，天母和社子的最高溫及日溫差變化趨勢相似，但天母的最高溫、日溫差值皆比社子較低，進一步搭配地表分析，地貌比例顯示，天母的草地比例較高且鄰近山區，推測為天母最高溫都較社子低的原因，在日溫差方面，可以發現，社子的日溫差較天母大，地貌比例中，社子的水體較天母多，水體對環境溫度有調節作用，但河水漲退潮時出露之潮間帶其性質較接近泥土，加溫效果較水佳，並未納入考量因素，加上天母測附近植被比例高，亦有良好調節溫度作用，故得到之結果與水體多時溫度變化小之預期不符。

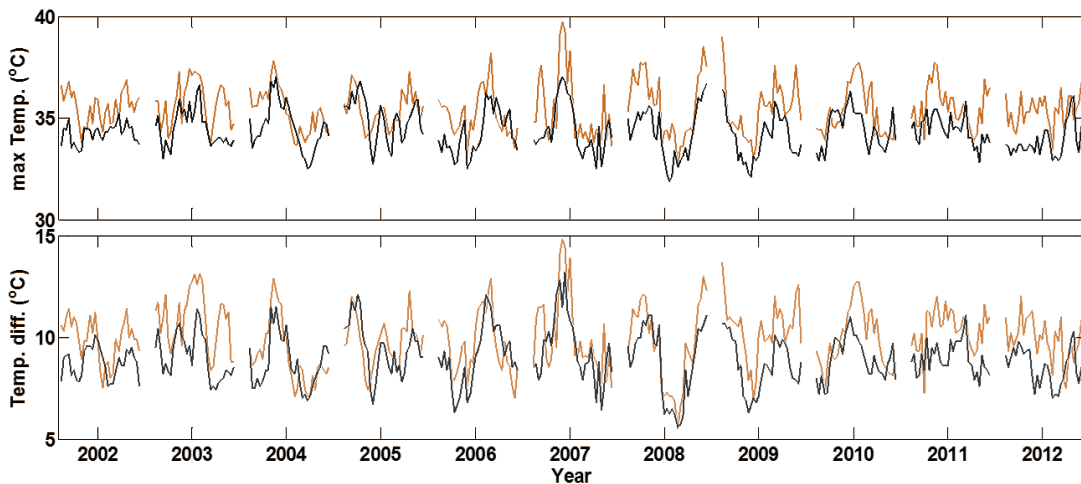


圖 5.15 天母（黑線）、社子（橘線）最高溫、日溫差疊圖。

2. 八里與蘆洲測站的疊圖中，日溫差無明顯差異，但是最高溫則是蘆洲略高於八里，而地貌比例顯示，八里草地面積達一半以上，而蘆洲以建築物為主，因此最高溫較高，且建築物於白天吸熱後夜間仍不斷釋放能量加熱環境，導致蘆洲雖最高溫較高，但日溫差與八里無明顯差異。

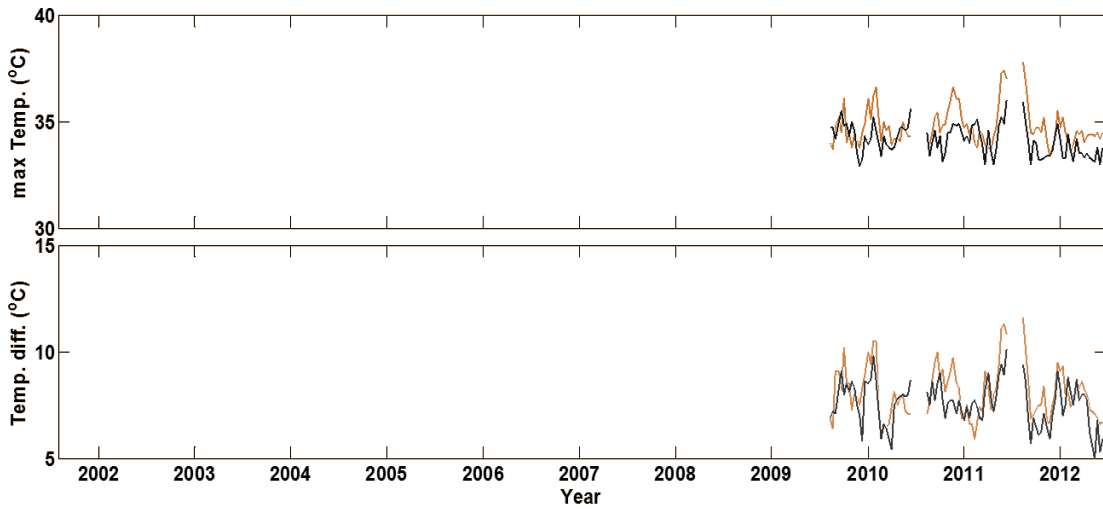


圖 5.16 八里（黑線）、蘆洲（橘線）最高溫、日溫差疊圖。

3. 在社子、蘆洲的疊圖中，蘆洲的最高溫較社子低，日溫差的變化也較社子緩和，推測是因為蘆洲建築物較多，且建築物吸收熱量後會持續釋放熱量，因此日溫差的變化較小，而社子測站附近地表又較多水體，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。

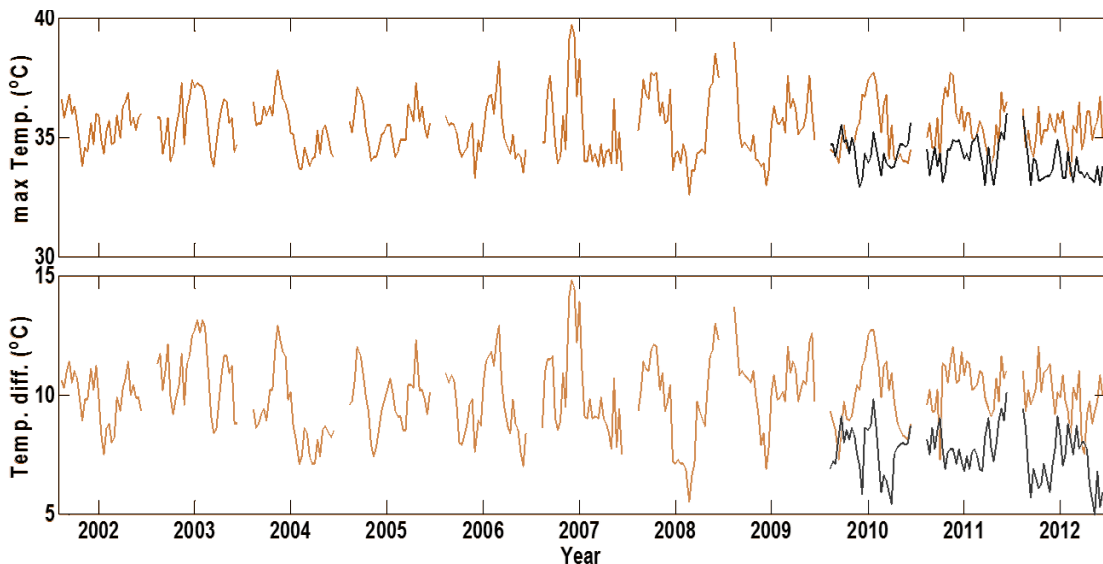


圖 5.17 蘆洲（黑線）、社子（橘線）最高溫、日溫差疊圖。

4. 在八里、天母測站的疊圖中，八里與天母的最高溫度都十分接近，但在日溫差的部份，天母的日溫差較八里大，而從地貌比例分析發現，天母的草地比例較八里高，植物藉由蒸散作用釋放吸收能量，部分作為光合作用使用等方式，使得加溫大氣效果較不顯著，而天母測站日溫差較為明顯。

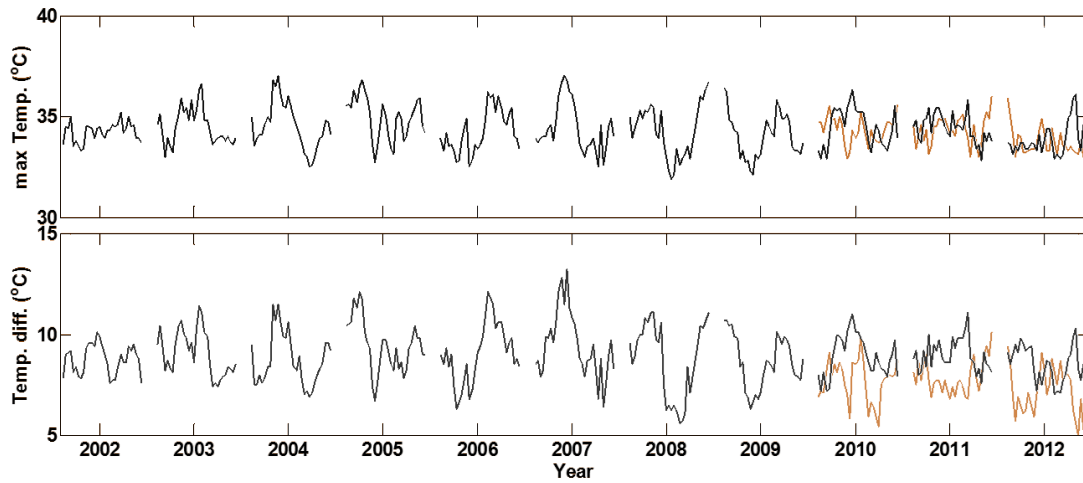


圖 5.18 八里（橘線）、天母（黑線）最高溫、日溫差疊圖。

5. 在三重與士林的最高溫和日溫差的變化趨勢，三重的日溫差略大於士林，而日溫差也略大於士林，推測士林

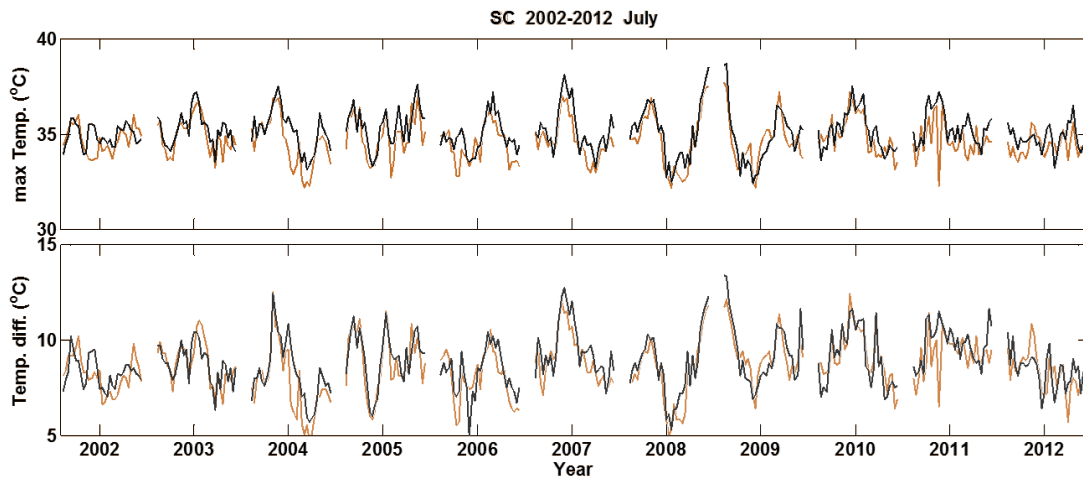


圖 5.19 士林（橘線）、三重（黑線）最高溫、日溫差疊圖。

## 二、松山測站個別討論

松山測站在最高溫、日溫差皆有比其他測站每日間變化大，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，較多柏油路面，柏油路面吸熱快導致松山測站偏高，但附近空間空曠，熱較不意累積，所以並非最高溫之地區，白天受太陽加熱達到最高溫後，晚上沒有日照仍持續加熱環境，導致有日溫差較小；而每日間變化大，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實用情況會影響到都市溫度，而機場每日航班數量不一，可能為影響溫度因素之一。

## 三、實驗結果與數據分析

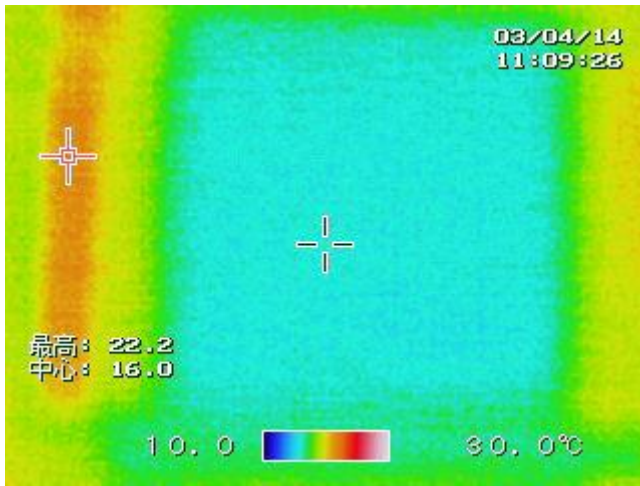
### (一) 紅外線影像分析各地表加溫情況

藉由實驗模擬不同類型地表升溫降溫情形，並利用紅外線熱影像儀進行拍攝，了解地表加熱情形，比較影像中所量測到之溫度與實際使用溫度計量測地表，兩者差異在 0.5 度以內。下圖所示為 3/4 之實驗，於上午 11 點進行拍攝，可以發現六種不同地表加熱情形不同，水與水泥之溫度最平均，應該和表面平整及內部均勻有關，而磚頭及土壤的加溫最不平均，推測磚頭各表面粗糙程度、顏色有所差異，導致加熱效果不同，而土壤中含有水分，當水分分布不均亦會導致加熱結果不均；草地與柏油之表面皆為不規則狀，所以受熱有些微不均的情況。

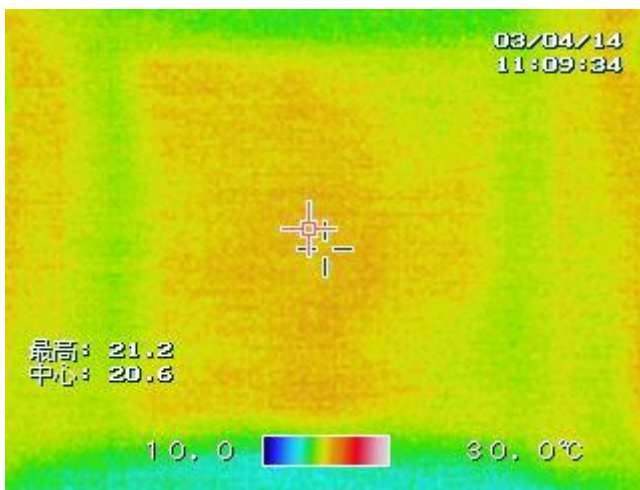
由影像判讀之數據如表 1，可以觀察到水的溫度最低，柏油溫度最高，而草地、土及磚頭無明顯差異，磚頭、土壤、草地上升溫度接近，應是由於三者表面粗糙且顏色深，吸熱效果佳，同時三者皆可含有水分，故溫度較接近。根據參考資料及文獻，人工鋪面會導致較高的地表溫度，然而實驗結果卻發現水泥溫度較低，推測原因應為水泥鋪面混沙之比例與一般常用不同，顏色較淺且表面極為光滑，為反照率高的鋪面，導致加溫效果較不顯著，且實驗使用的草地及土壤含水量低，與一般環境較不相符，故觀察到水泥升溫較低之結果。柏油應其顏色最深為灰黑色，無法含蓄水分，且表面不平整，吸熱效果佳故溫度上升最多。

表 1 3/4 實驗熱影像儀紀錄上午 11 點之數據，選取照片中心的溫度

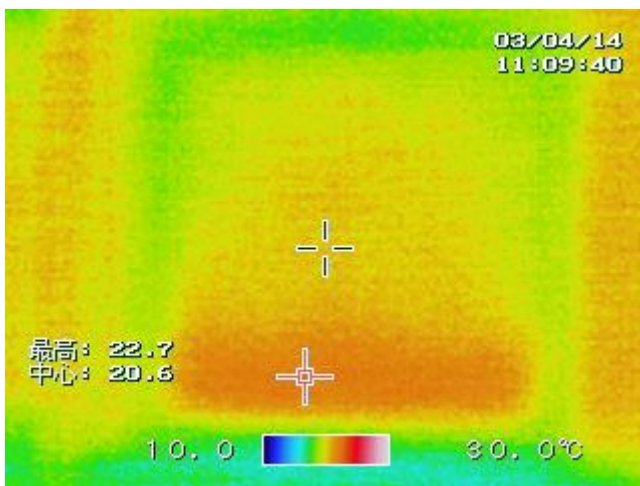
水	草地	土	磚	水泥	柏油
16°C	20.6°C	20.6°C	20°C	19.2°C	21.8°C



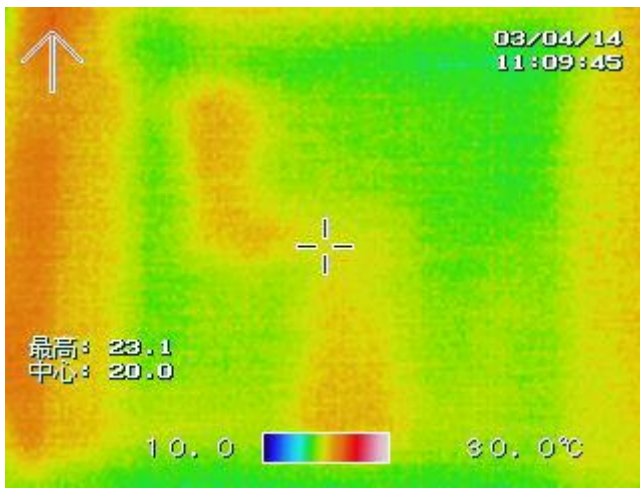
3/4 11:00 水體的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）



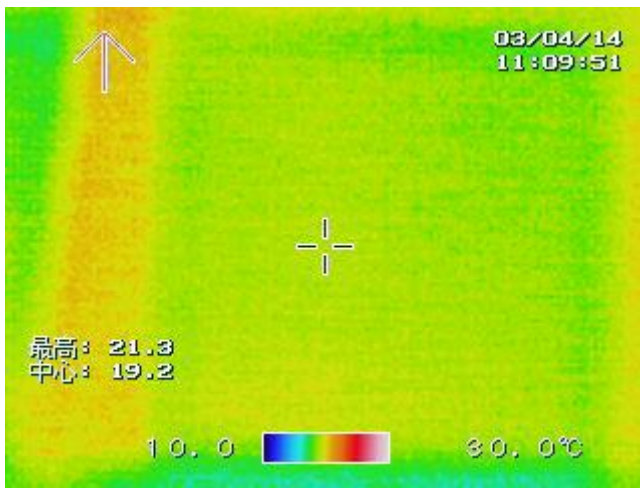
3/4 11:00 草地的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）



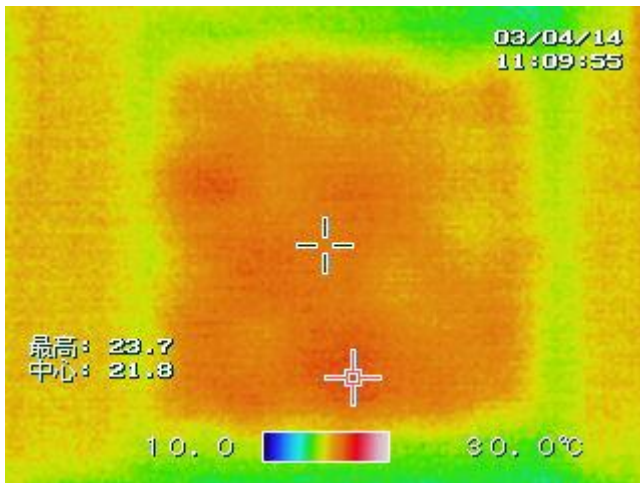
3/4 11:00 土的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）



3/4 11:00 紅磚的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）



3/4 11:00 水泥的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）



3/4 11:00 柏油的紅外線影像圖（左）、可見光影像圖（右）

## (二) 地下 1 公分、地表、近地 15 公分三處溫度隨時間之變化

由圖 5. 20、圖 5. 21 和圖 5. 22 中發現，地表的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，由於實驗期間陽光並非十分強烈，僅於 3/7 之 10 時觀測到  $156 \text{ W/m}^2$  的日照量，其餘時間皆低於  $30 \text{ W/m}^2$ ，同時環境風速快，實驗設計並非密閉環境，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。

有幾處較高之溫度達一度以上之差異時，如 3/5 之 16 時以及 3/7 之 10 時，溫度最高者為柏油，而 3/7 之 10 時地表最高溫為土，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，所以量測到之溫度較高。

於 3/5 的實驗中觀察到一現象，地下溫度於上午 10 時達到最高，而地表溫度最高值發生於中午 12 時，有一延遲之效果，由於物體會不斷放出熱，因此延遲現象是會發生的，如同每日最高溫發生在下午兩、三點而非中午十二點，此現象值得多次實驗進一步探討。

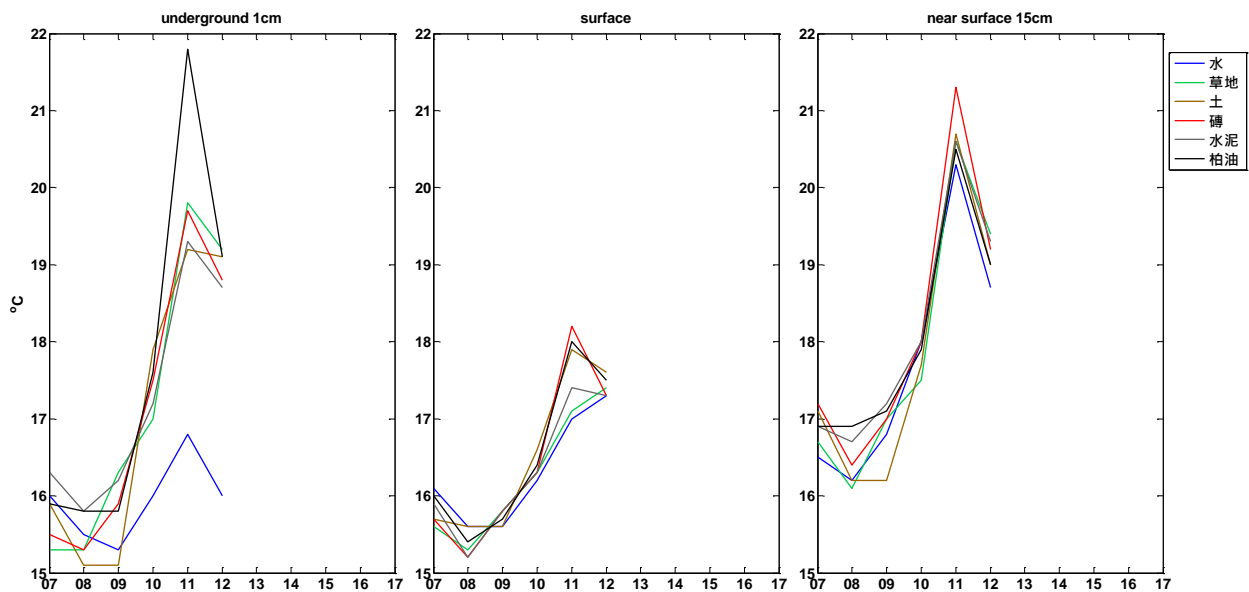


圖 5. 20 3/4 地表升溫降溫情形模擬實驗折線圖，橫軸為時間，自早上七點到下午五點，縱軸為量測到之溫度。圖中由左至右分別為地下一公分、地表及近地 15 公分處所量測到之溫度，途中藍色線代表水，綠色線代表草，咖啡色線代表土，紅色線代表磚頭，灰色線代表水泥，黑色線代表柏油。

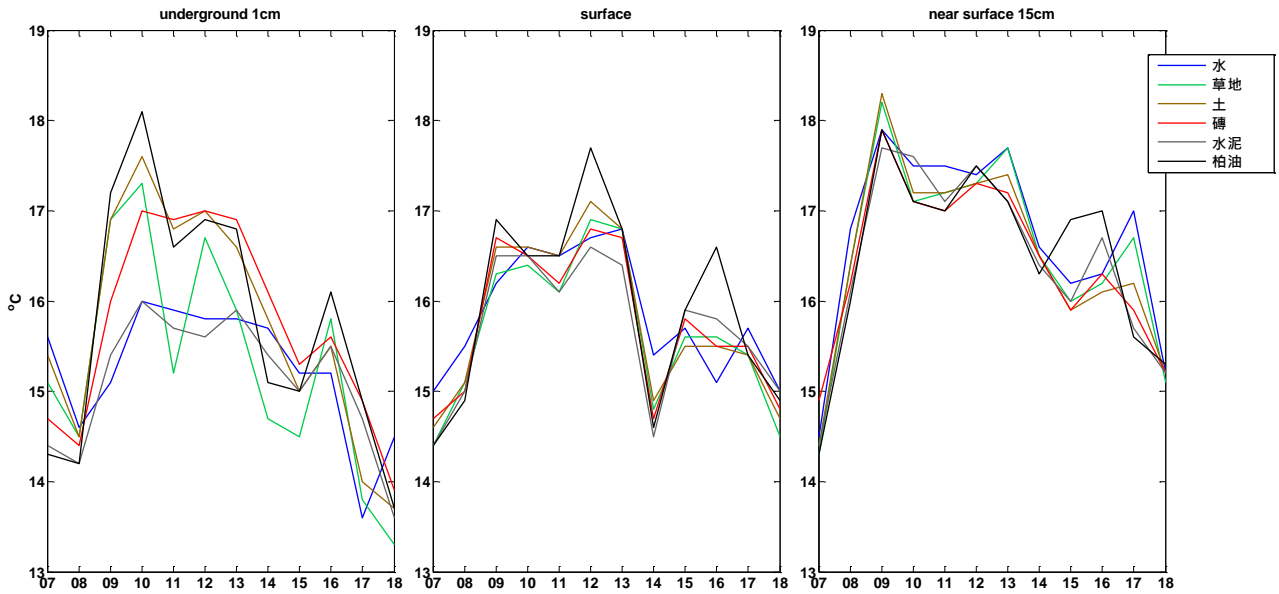


圖 5.21 3/5 地表升溫降溫情形模擬實驗折線圖，橫軸為時間，自早上七點到下午五點，縱軸為量測到之溫度。圖中由左至右分別為地下一公分、地表及近地 15 公分處所量測到之溫度，途中藍色線代表水，綠色線代表草，咖啡色線代表土，紅色線代表磚頭，灰色線代表水泥，黑色線代表柏油。

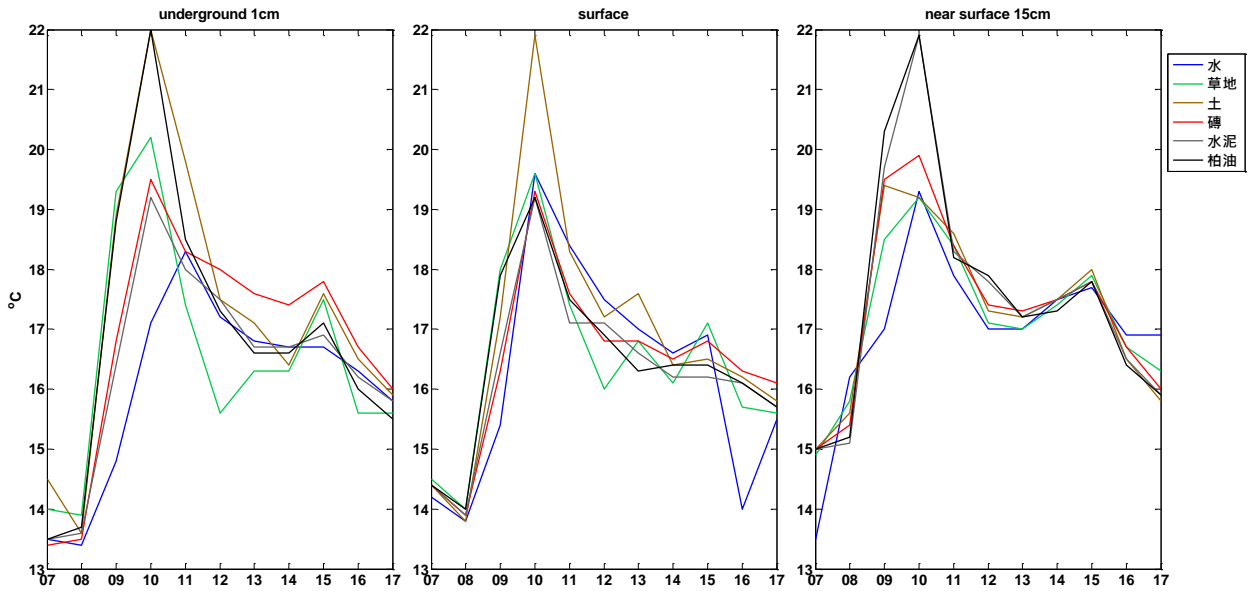


圖 5.22 3/7 地表升溫降溫情形模擬實驗折線圖，橫軸為時間，自早上七點到下午五點，縱軸為量測到之溫度。圖中由左至右分別為地下一公分、地表及近地 15 公分處所量測到之溫度，途中藍色線代表水，綠色線代表草，咖啡色線代表土，紅色線代表磚頭，灰色線代表水泥，黑色線代表柏油。

## 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，地表為水體之地下、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。

### 二、草地、土對環境溫度的影響

在天母與八里的疊圖分析、天母與社子的疊圖分析中，天母測站周圍地貌為草地較多，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，而日溫差會較大。

### 三、水泥、紅磚對環境溫度的影響

在三重與土林的疊圖分析、蘆洲與八里的疊圖分析中，三重、蘆洲大部分的地貌為建築物，而建築物大多為水泥及紅磚，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，水泥和紅磚在近地 15cm 的圖中，對環境溫度也有較明顯的升溫情形。

### 四、柏油對環境溫度的影響

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，飛機跑道皆為柏油路面，柏油地貌對環境溫度會造成較劇烈的升溫、降溫，而也會使環境有較高的最高溫；在實驗中，柏油的地下、地面升溫皆比其他種類地表升溫快速，與測站資料分析結果吻合。

## 柒、 結論

- 一、由實驗數據結果得知，地表是否含水分對於地表升溫影響大，紅外線熱影像之土壤加熱結果顯示，因為水的比熱較大，含水量較高處升溫較慢，可以得知地表的透水性與含水量之差異，明顯影響地表加熱升溫效果，進一步影響氣溫變化。
- 二、水體表面、與植物吸熱後，部分能量以潛熱方式釋放，減少夜間對大氣的加溫，測站周圍以這兩者為主要表面類型時，日溫差較大。
- 三、由測站資料分析與實驗數據結果得知，柏油升溫快速，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。
- 四、於實驗中量測地下溫度與地表溫度最高值發生時間，有一延遲現象，地表大氣溫度最高值發生時間較地下溫度最高值晚兩小時，此延遲現象驗證一天中高溫發生時間為正午後兩至三小時的實際情況。

## 捌、 未來展望

- 一、選擇測站部分，未來將測站附近範圍擴大，選擇範圍可分辨地貌比例，進而分析對溫度變化所造成之影響範圍。增加時間點，找尋在十年間地貌有明顯變化之區域；另外選取多個不同測站附近地貌，尤其單一地貌比例有明顯占絕對多數者，例如：蘆洲測站，能以較簡單的因素比較地貌對於溫度加熱情形。
- 二、取得資料方面，未來將尋找較完整之遙測衛星資料，可透過 LST(Land Surface Temperature)的遙測技術，分析地表所輻射出長波熱光譜，便可以更精確且廣泛地分析的地表溫度及地表類型。
- 三、增加天氣現象分析，將有特殊情況如颱風、豪大雨等時間點作為個案討論，與整體溫度分析區別，減少影響之變因，增加分析數據的準確性。
- 四、實驗部分，將利用都市內既有的地貌來取代地貌模型，能減少地貌模型與實際情況的差異，並將土壤分為乾土以及濕土，進一步探討含水地表之影響。

## 玖、 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。
- 氣象局局屬測站逐時。大氣研究資料庫 <https://dbar.tfri.narl.org.tw/>
- 民航局測站資料。大氣研究資料庫 <https://dbar.tfri.narl.org.tw/>