

中華民國第四十四屆中小學科學展覽會

作品說明書

國中組 地球科學科

030505

臺中市立居仁國民中學

指導老師姓名

孫國燕

黃文儀

作者姓名

吳尚儒

謝蔡豪

蘇晟輝

林晏頤

# 我不要做「熱」鍋上的螞蟻—熱島效應面面觀

## 壹、摘要

近年來都市的高度發展，「熱島效應」日益嚴重。本實驗透過 150 位同學實地測量台中地區的氣溫，並設計「熱島效應模型」來模擬熱島效應的成因，進一步探討各項變因對熱島效應的影響。此外，希望能從蒐集的文獻記錄中，推測未來熱島效應的趨勢。最後提出改善對策，以提升環境品質邁向都市永續發展。本實驗具體結論如下：

- 一、台中市冬季熱島強度 ( $\Delta T$ ) 為  $4.6^{\circ}\text{C}$ ，比民國 81 年的  $4.0^{\circ}\text{C}$ ，增加了  $0.6^{\circ}\text{C}$ ，顯示熱島效應有增強的現象。
- 二、夜晚、寒流、建築密集、人口數多、用電量大、空氣污染嚴重等對熱島效應的影響較顯著。
- 三、白天、雨後、假日、植被多、水域多等對熱島效應的影響較不顯著。
- 四、經過「鄉村模型」的測試，綠化面積增加 70 %，氣溫少升高  $1^{\circ}\text{C}$ 。

## 貳、研究動機

近幾年的氣候實在異常！冬天溫暖，夏天像火爐。民國 92 年 8 月台北市更創下了破天荒的氣溫紀錄—高達  $38.8^{\circ}\text{C}$ ，連號稱「雨都」的基隆也不常下雨！中南部地區更不遑多讓，整個台灣像個小火鍋。此外我們也觀察到一個有趣的現象：住在郊區的同學，每次來到市區的學校，都會感到特別熱！而國中一年級上學期「自然與生活科技」第五章第五節「我們只有一個地球」的教材中，以及老師給我們的補充教材國中地球科學第五章活動五「氣候的改變」—分析台北和阿里山過去三十年的氣溫變化，都讓我們了解到人為活動對環境造成的衝擊，例如氣溫上升、環境污染等問題。因此我們針對這些現象，設計研究分析都市氣候的特徵與影響因素，探討其對氣候的衝擊，並參考民國 81 年本校學長所做熱島效應的研究成果，分析 11 年來台中地區都市熱島效應的變化。期望這次的研究能帶我們更深入地探討「熱島效應」。

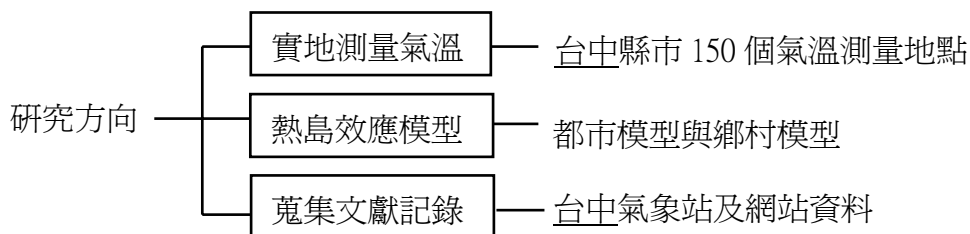
## 參、研究目的

- 一、了解都市熱島效應的成因，及其影響的變因。
- 二、探討熱島效應與都市氣候的關係並比較近十一年來台中地區熱島效應的趨勢。
- 三、擬出解決之道，思考對策，減緩熱島效應的影響。

## 肆、研究設備與器材

- |              |              |           |           |
|--------------|--------------|-----------|-----------|
| 一、電子式溫度溼度監測計 | 二、魅力四射電腦播放系統 |           |           |
| 三、酒精溫度計      | 四、都市模型       | 五、鄉村模型    | 六、燈泡(60W) |
| 七、電鑽         | 八、三腳架        | 九、有側管錐形瓶  | 十、薊頭漏斗    |
| 十一、酒精燈       | 十二、陶瓷纖維網     | 十三、硝酸(5M) | 十四、銅片     |
| 十五、大理石       | 十六、鹽酸(5M)    | 十七、硫粉     | 十八、臭氧機    |

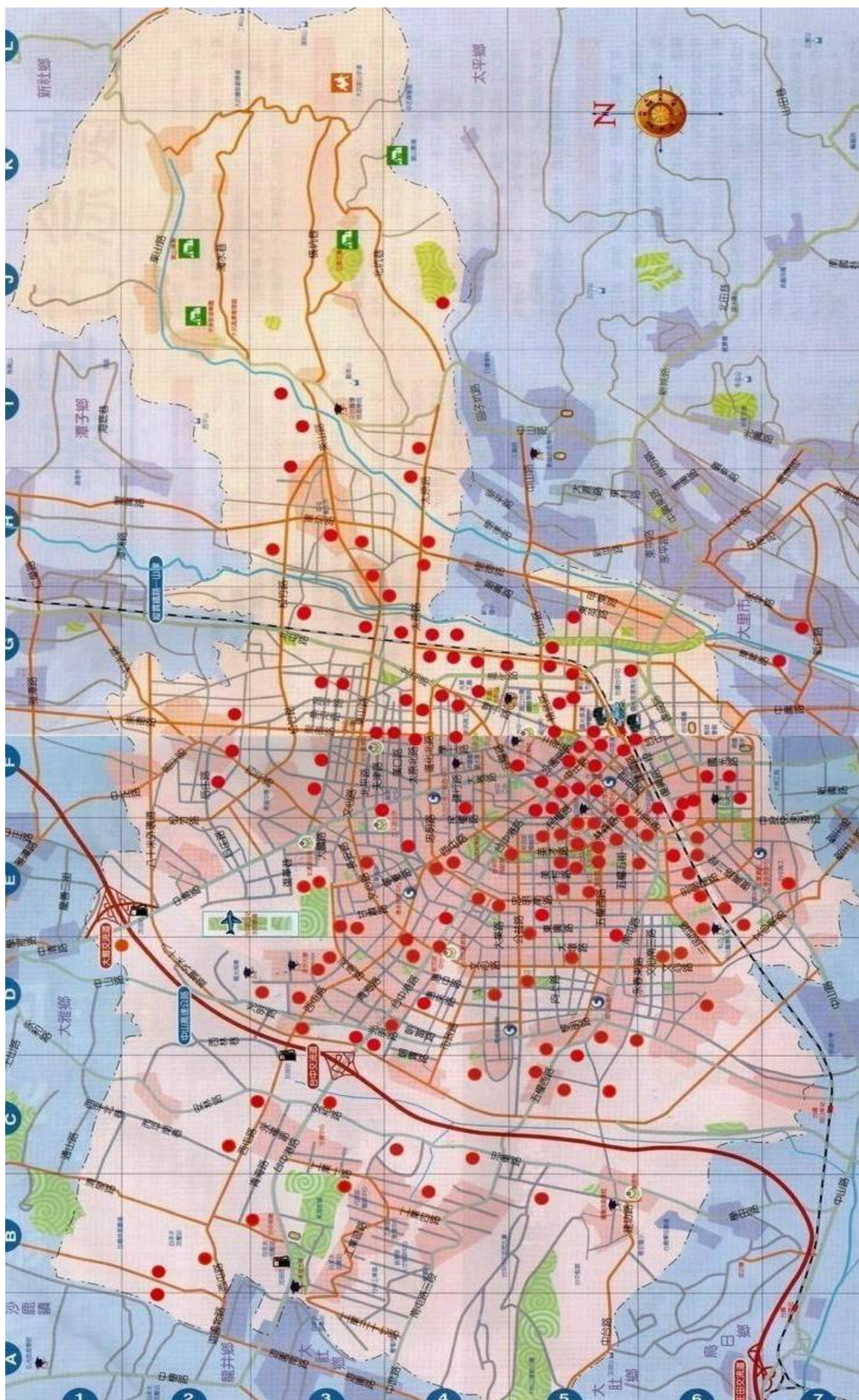
## 伍、研究過程及方法



我們把研究的方向分為「實地測量氣溫」、「熱島效應模型」、及「蒐集文獻記錄」等三大方向。再將其結果分成「時間性變因」、「空間性變因」和「文獻數據探討」三個部分來討論。

### 一、實地測量氣溫

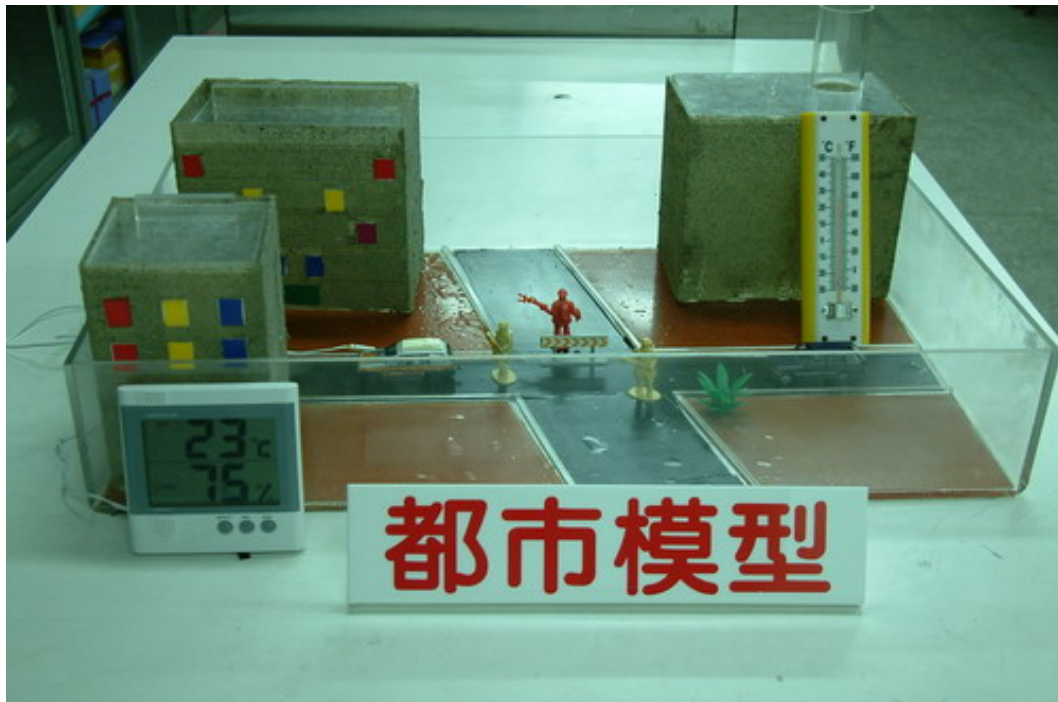
我們找了 150 位同學，分別在台中縣市不同的地區，自 92 年 10 月 20 日至 93 年 1 月 12 日，連續十二週，每天於特定時間，手持酒精溫度計，測量離地約 1.5 公尺陰影處的氣溫，並記錄之。圖（一）為台中縣市 150 個氣溫測量地點的分布圖，其詳細地點列於實驗日誌中。



圖（一）台中縣市 150 個氣溫測量地點的分布圖

## 二、熱島效應模型

我們製作都市與鄉村兩個模型，參考國中「自然與生活科技」的方法，製備 $\text{CO}_2$ 、 $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}$ 、 $\text{SO}_2$ 、 $\text{O}_3$ 等氣體，針對空氣污染、植被、河川等變因，來模擬熱島效應的影響。



圖（二）都市模型



圖（三）鄉村模型



圖（四）熱島模型實驗裝置

### 三、蒐集文獻記錄

我們到台中氣象站參觀各項氣象儀器，並蒐集歷年雲量、日照率、降水量、相對溼度、平均風速、能見度等資料，並由網路上蒐集人口量、用電量、空氣污染指標（PSI）等資料，再將這些資料以圖表方式呈現，加以分析比較。



圖（五）台中氣象站觀測坪

## 陸、研究結果

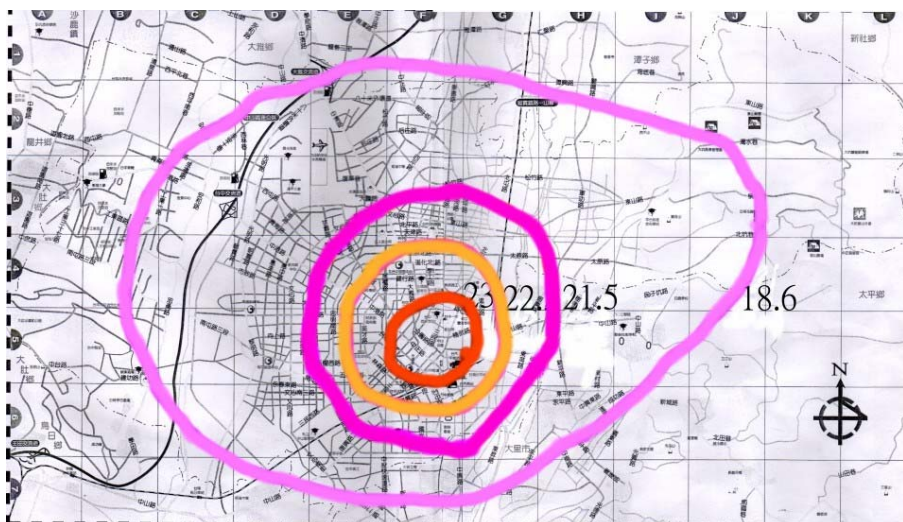
### 一、實地測量氣溫

#### (一) 晝夜

我們採用 92 年 12 月 17 日白天 6 時 45 分和夜晚 8 時 30 分的氣溫記錄，繪出等溫線圖如下：



圖（六）台中地區白天等溫線圖

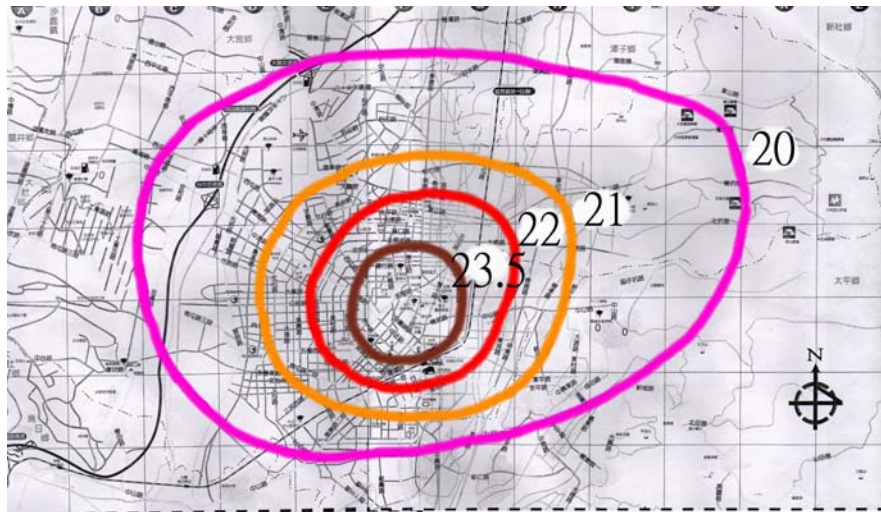


圖（七）台中地區夜晚等溫線圖

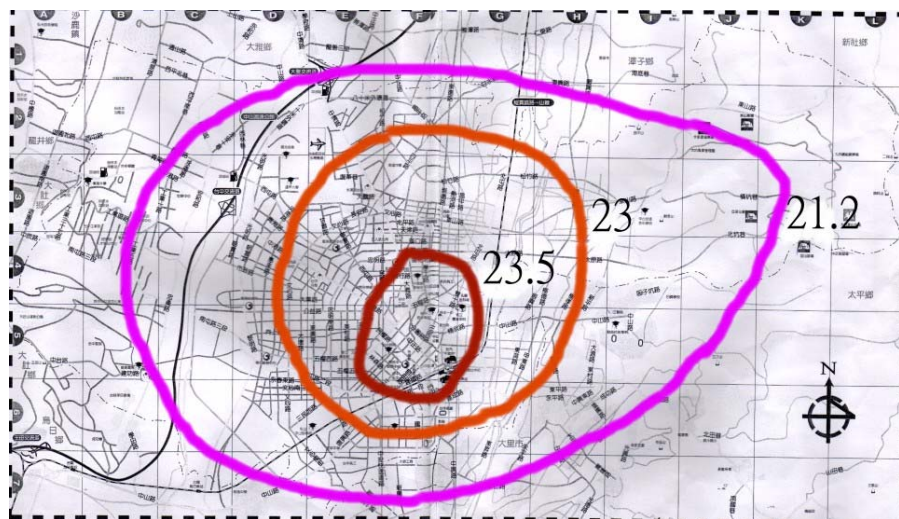
由等溫線圖可知，夜晚都市與郊區的溫差較白天大。

## （二）假日

我們採用 92 年 12 月 14 日夜晚 8 時 30 分的氣溫記錄，以前五天平日的氣溫平均值為對照組，繪出等溫線圖如下：



圖（八）台中地區平日等溫線圖

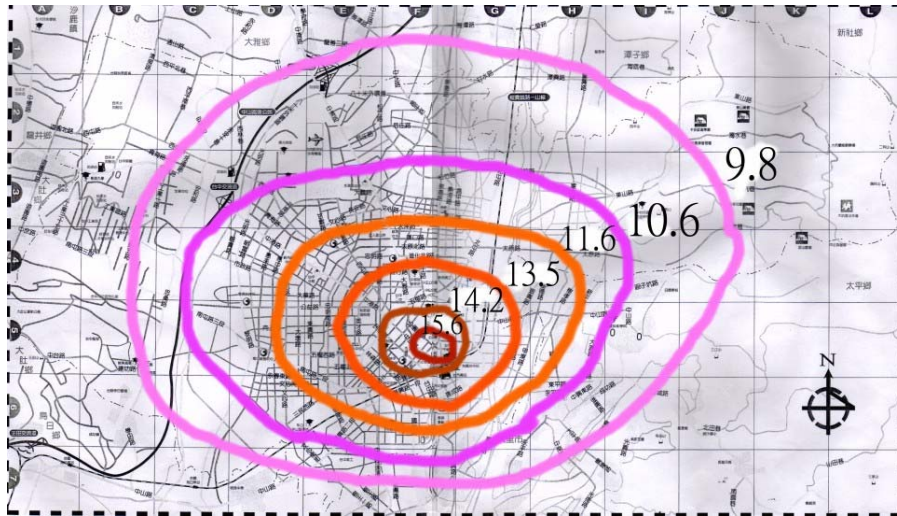


圖（九）台中地區假日等溫線圖

由等溫線圖可知，假日都市與郊區的溫差較小。

### (三) 寒流

我們採用 93 年 2 月 9 日白天 6 時 45 分的氣溫記錄，繪出等溫線圖如下：

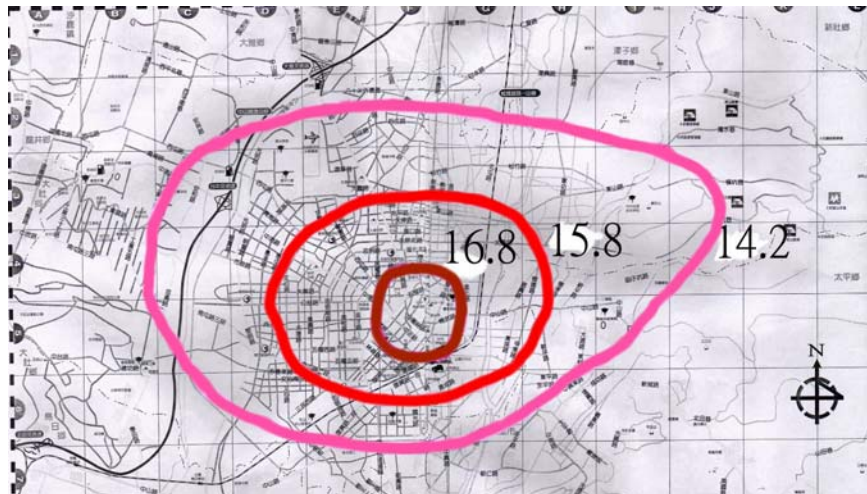


圖（十）台中地區寒流等溫線圖

由等溫線圖可知，寒流來襲時都市與郊區的溫差較大。

### (四) 雨後

我們採用 93 年 2 月 7 日白天 6 時 45 分的氣溫記錄，繪出等溫線圖如下：



圖（十一）台中地區雨後等溫線圖

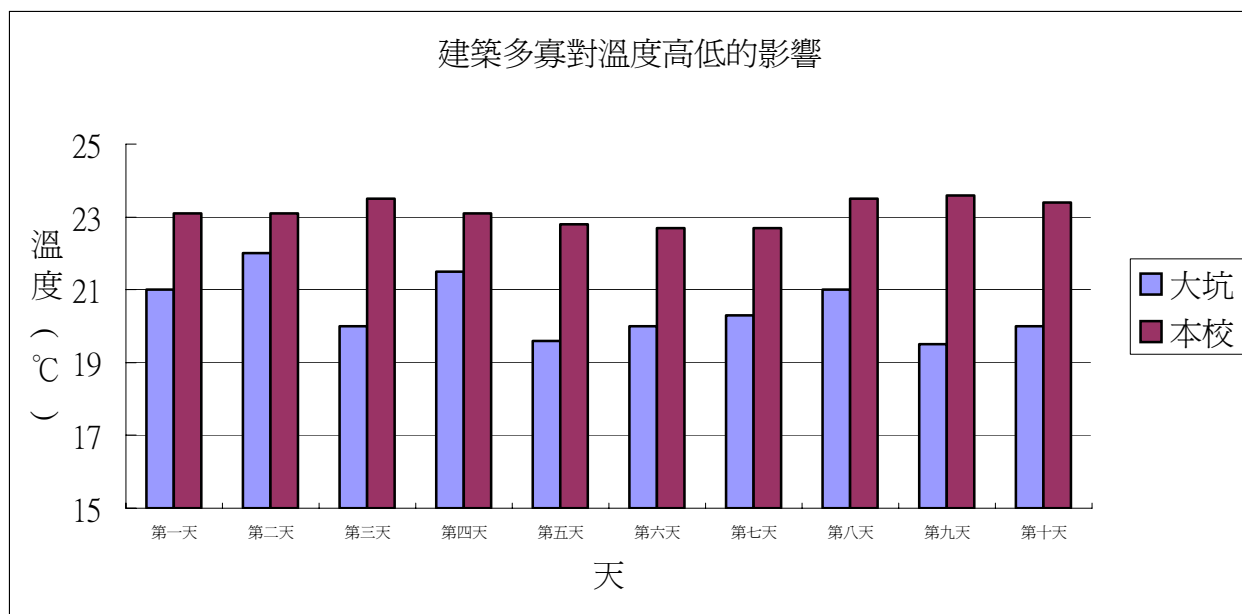
由等溫線圖可知，雨後都市與郊區的溫差較小。

## （五）建築

我們採用 92 年 11 月 17 日到 92 年 11 月 26 日白天 6 時 45 分的氣溫記錄，繪出圖形如下：

表 1

|            | 第一天  | 第二天  | 第三天  | 第四天  | 第五天  | 第六天  | 第七天  | 第八天  | 第九天  | 第十天  |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 大坑<br>(°C) | 21.0 | 22.0 | 20.0 | 21.5 | 19.6 | 20.0 | 20.3 | 21.0 | 19.5 | 20.0 |
| 本校<br>(°C) | 23.1 | 23.1 | 23.5 | 23.1 | 22.8 | 22.7 | 22.7 | 23.5 | 23.6 | 23.4 |



圖（十二）

由圖形可知，建築多的地方比建築少的地方氣溫高。

## （六）植被

我們採用 93 年 1 月 25 日到 93 年 1 月 28 日，連續四天的平均氣溫記錄，繪出圖形如下：

表 2

| 日期      | 93.1.25~93.1.28 |       |       |       |       |       |       |
|---------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 時間      | 08:00           | 10:00 | 12:00 | 14:00 | 16:00 | 18:00 | 20:00 |
| 柏油路(°C) | 13.9            | 15.3  | 17.2  | 16.9  | 16.2  | 15.4  | 15.2  |
| 矮草(°C)  | 12.7            | 13.9  | 15.2  | 15.4  | 14.2  | 12.8  | 12.1  |

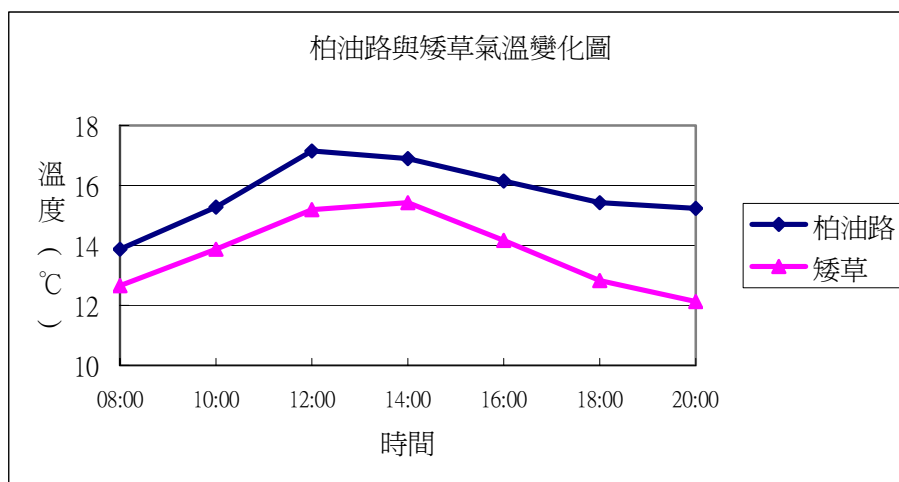


圖 (十三)

表 3

| 日期      | 93.1.29~93.1.30 |       |       |       |       |       |       |       |
|---------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 時間      | 08:30           | 10:30 | 12:30 | 14:30 | 16:30 | 18:30 | 20:30 | 22:30 |
| 柏油路(°C) | 15.2            | 15.3  | 16.0  | 16.2  | 16.0  | 14.5  | 14.4  | 13.4  |
| 樹林(°C)  | 14.5            | 14.8  | 15.2  | 15.3  | 14.4  | 13.9  | 13.0  | 12.6  |

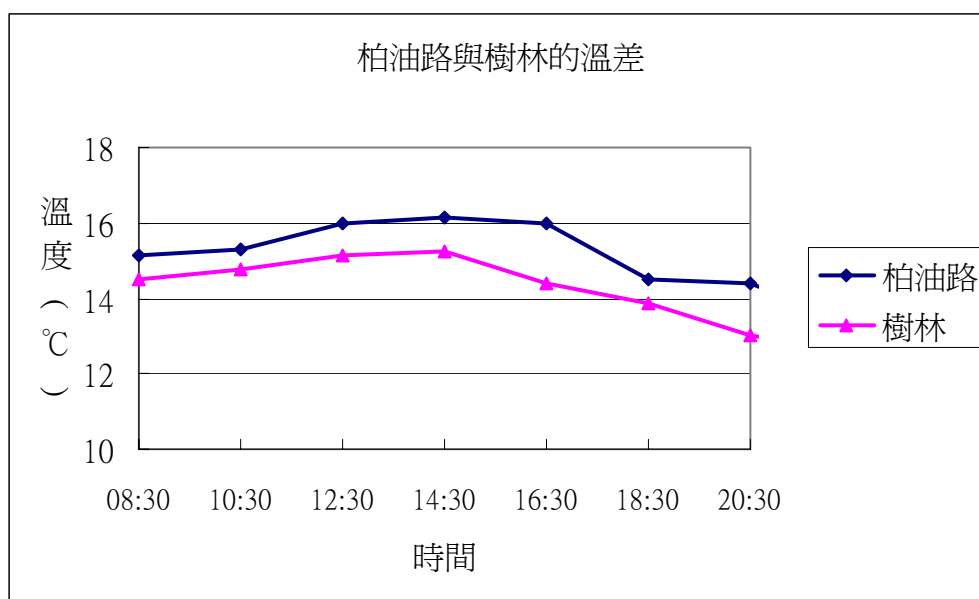


圖 (十四)

由圖形可知，矮草及高草（樹）的氣溫比柏油路低，而樹與柏油路的溫差又較矮草與柏油路小。

## (七) 水邊

我們採用 93 年 2 月 4 日到 93 年 2 月 6 日的平均氣溫記錄，繪出圖形如下：

表 4

| 日期      | 93.2.4~93.2.6 |       |       |       |
|---------|---------------|-------|-------|-------|
| 時間      | 08:00         | 12:00 | 16:00 | 20:00 |
| 河川(°C)  | 11.7          | 12.5  | 12.8  | 12.4  |
| 柏油路(°C) | 10.7          | 11.8  | 11.9  | 10.9  |

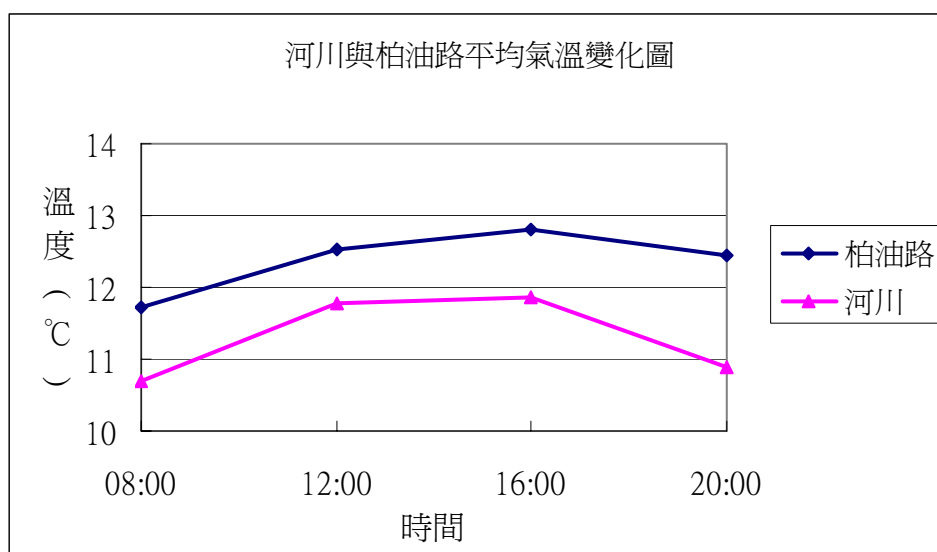


圖 (十五)

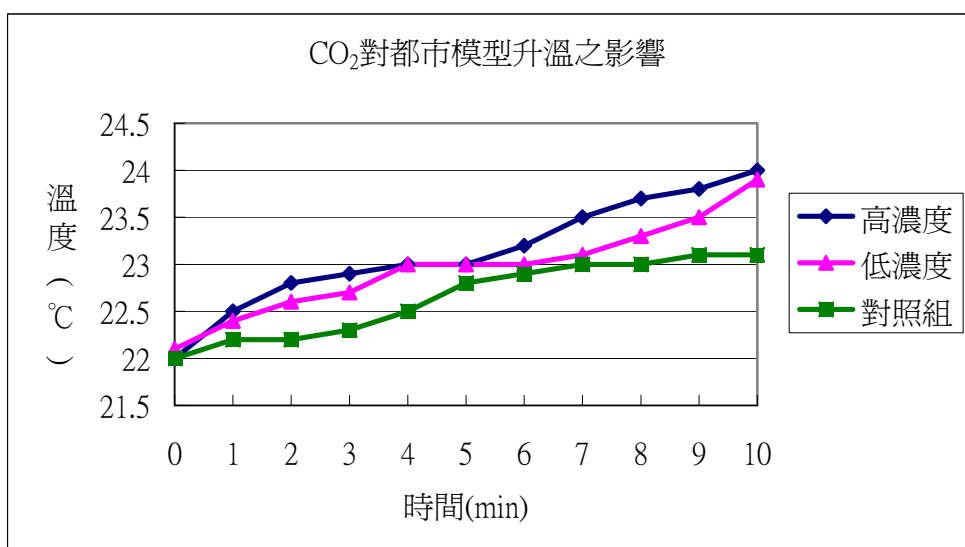
由圖形可知，水邊氣溫較柏油路低。

## 二、熱島效應模型

### (一) CO<sub>2</sub>

表 5

| CO <sub>2</sub> 對都市模型升溫之影響 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T(min)                     | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 高濃度(°C)                    | 22.0 | 22.5 | 22.8 | 22.9 | 23.0 | 23.0 | 23.2 | 23.5 | 23.7 | 23.8 | 24.0 |
| 低濃度(°C)                    | 22.1 | 22.4 | 22.6 | 22.7 | 23.0 | 23.0 | 23.0 | 23.1 | 23.3 | 23.5 | 23.9 |
| 對照組(°C)                    | 22.0 | 22.2 | 22.2 | 22.3 | 22.5 | 22.8 | 22.9 | 23.0 | 23.0 | 23.1 | 23.1 |



圖（十六）

低濃度CO<sub>2</sub>導入都市模型後，使氣溫上升 1.8°C。

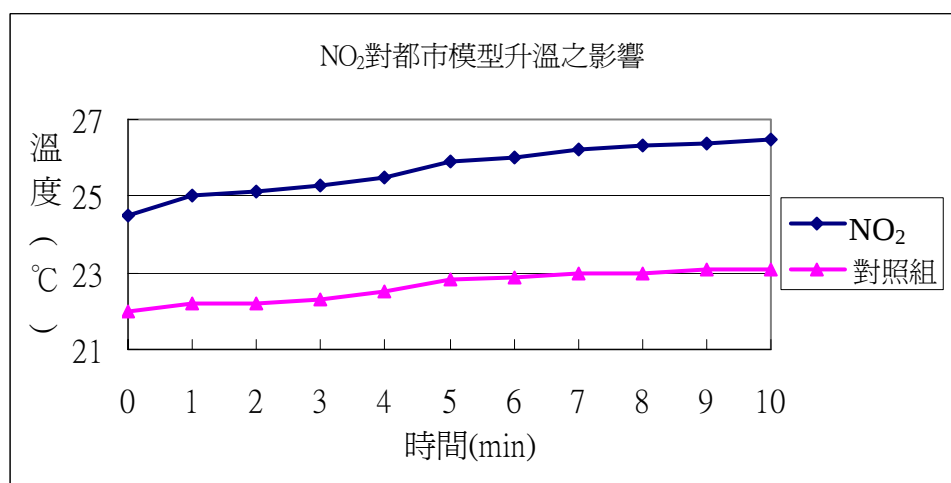
高濃度CO<sub>2</sub>導入都市模型後，使氣溫上升 2.0°C。

CO<sub>2</sub>濃度愈高，氣溫上升愈多。

## （二）NO<sub>2</sub>

表 6

| NO <sub>2</sub> 對都市模型升溫之影響 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T(min)                     | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| NO <sub>2</sub> (°C)       | 24.5 | 25.0 | 25.1 | 25.3 | 25.5 | 25.9 | 26.0 | 26.2 | 26.3 | 26.4 | 26.5 |
| 對照組(°C)                    | 22.0 | 22.2 | 22.2 | 22.3 | 22.5 | 22.8 | 22.9 | 23.0 | 23.0 | 23.1 | 23.1 |



圖（十七）

NO<sub>2</sub>導入都市模型後，使氣溫上升 2.0°C。

### (三) NO

表 7

| NO 對都市模型升溫之影響 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T(min)        | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| NO(°C)        | 23.1 | 23.5 | 23.8 | 23.9 | 24.1 | 24.3 | 24.7 | 24.9 | 25.0 | 25.0 | 25.1 |
| 對照組(°C)       | 22.0 | 22.2 | 22.2 | 22.3 | 22.5 | 22.8 | 22.9 | 23.0 | 23.0 | 23.1 | 23.1 |

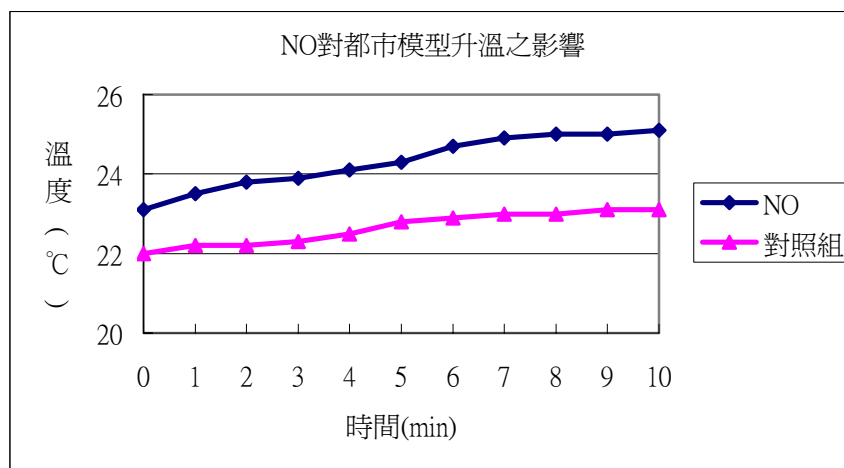


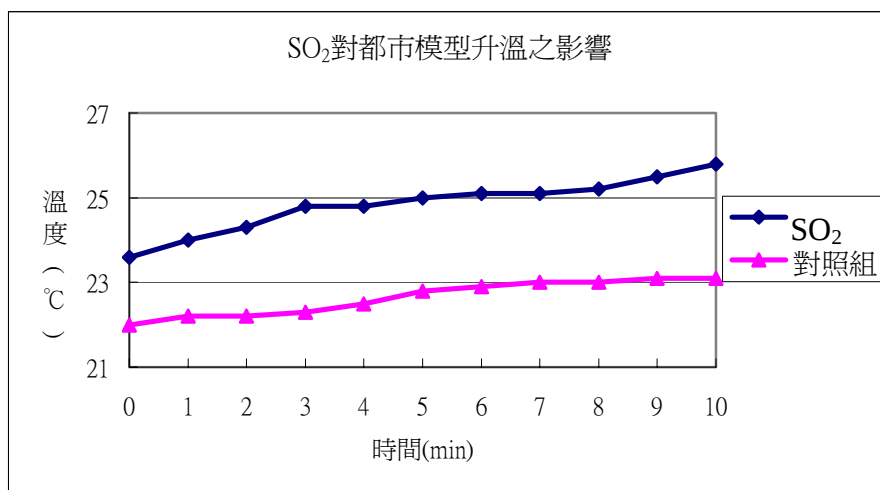
圖 (十八)

NO 導入都市模型後，使氣溫上升 2.0°C。

### (四) SO<sub>2</sub>

表 8

| SO <sub>2</sub> 對都市模型升溫之影響 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T(min)                     | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| SO <sub>2</sub> (°C)       | 23.6 | 24.0 | 24.3 | 24.8 | 24.8 | 25.0 | 25.1 | 25.1 | 25.2 | 25.5 | 25.8 |
| 對照組(°C)                    | 22.0 | 22.2 | 22.2 | 22.3 | 22.5 | 22.8 | 22.9 | 23.0 | 23.0 | 23.1 | 23.1 |



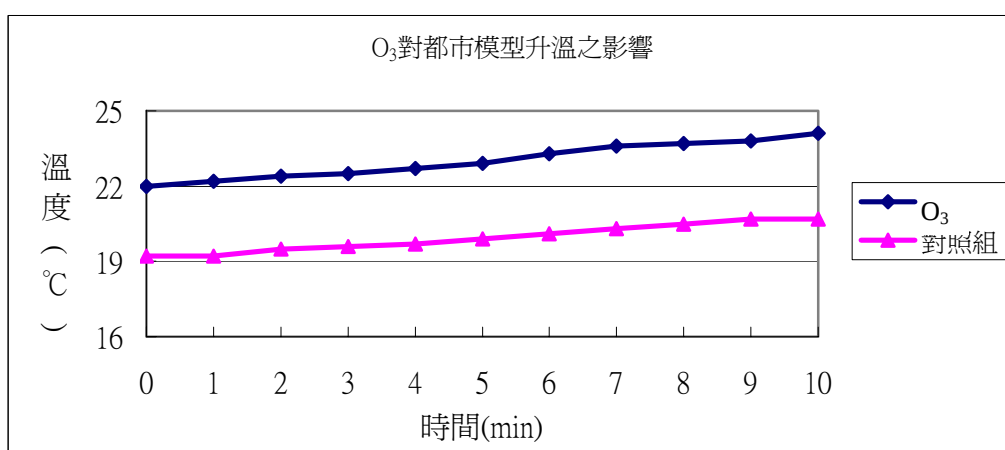
圖（十九）

SO<sub>2</sub>導入都市模型後，使氣溫上升 2.2°C。

### （五）O<sub>3</sub>

表 9

| O <sub>3</sub> 對都市模型升溫之影響 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T(min)                    | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| O <sub>3</sub> (°C)       | 22.0 | 22.2 | 22.4 | 22.5 | 22.7 | 22.9 | 23.3 | 23.6 | 23.7 | 23.8 | 24.1 |
| 對照組(°C)                   | 19.2 | 19.2 | 19.5 | 19.6 | 19.7 | 19.9 | 20.1 | 20.3 | 20.5 | 20.7 | 20.7 |



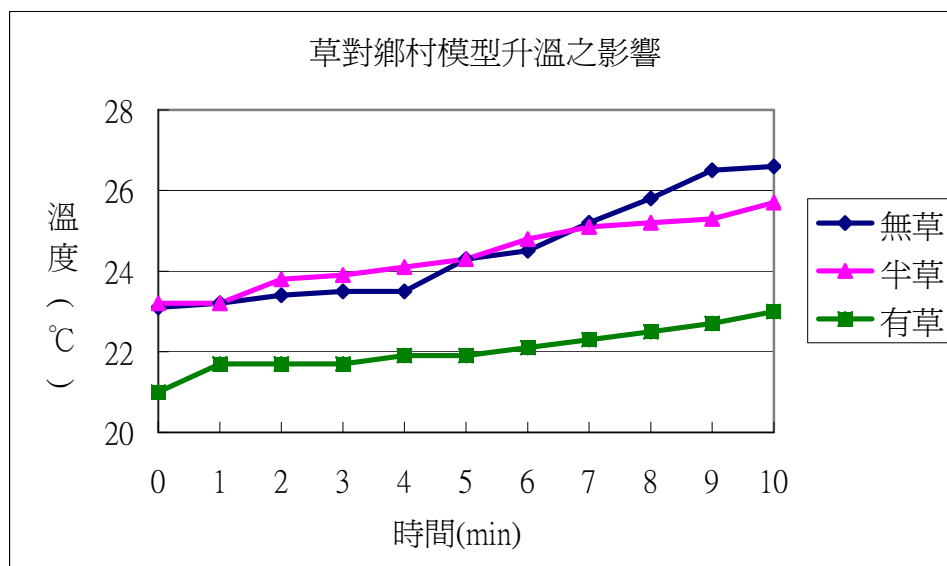
圖（二十）

O<sub>3</sub>導入都市模型後，使氣溫上升 2.1°C。

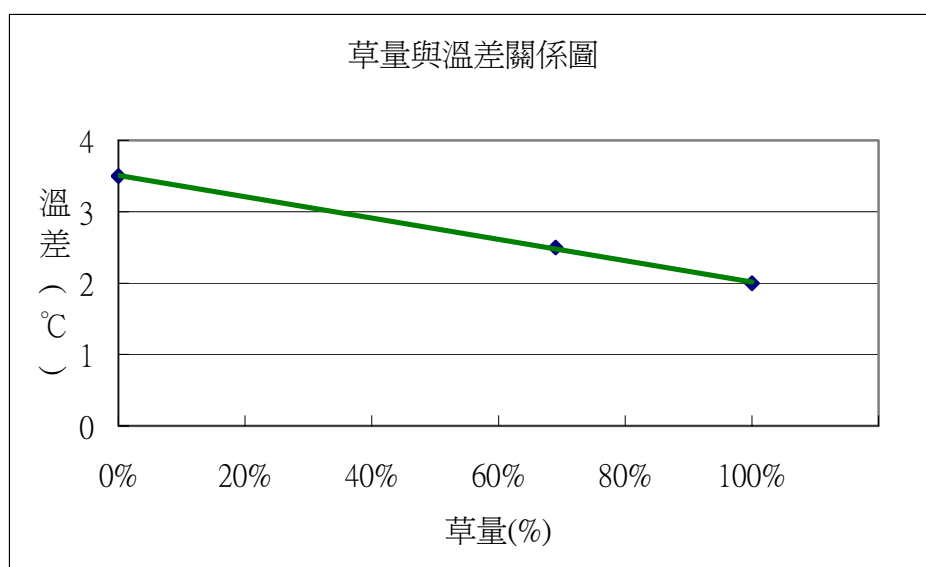
## (六) 植被

表 10

| 草對鄉村模型升溫之影響 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T(min)      | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 無草(°C)      | 23.1 | 23.2 | 23.4 | 23.5 | 23.5 | 24.3 | 24.5 | 25.2 | 25.8 | 26.5 | 26.6 |
| 半草(°C)      | 23.2 | 23.2 | 23.8 | 23.9 | 24.1 | 24.3 | 24.8 | 25.1 | 25.2 | 25.3 | 25.7 |
| 有草(°C)      | 21.0 | 21.7 | 21.7 | 21.7 | 21.9 | 21.9 | 22.1 | 22.3 | 22.5 | 22.7 | 23.0 |



圖（二十一）



圖（二十二）

由圖形可知，植被愈多，四周空氣的溫度降低愈多。

植被面積增加 70% ，氣溫少升高 1°C 。

## (七) 水邊

表 11

| 水對鄉村模型升溫之影響 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T(min)      | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   |
| 無水(°C)      | 23.1 | 23.2 | 23.4 | 23.5 | 23.5 | 24.3 | 24.5 | 25.2 | 25.8 | 26.5 | 26.6 |
| 有水(°C)      | 21.4 | 21.6 | 21.7 | 22.0 | 22.4 | 22.6 | 23.0 | 23.2 | 23.6 | 24.0 | 24.3 |

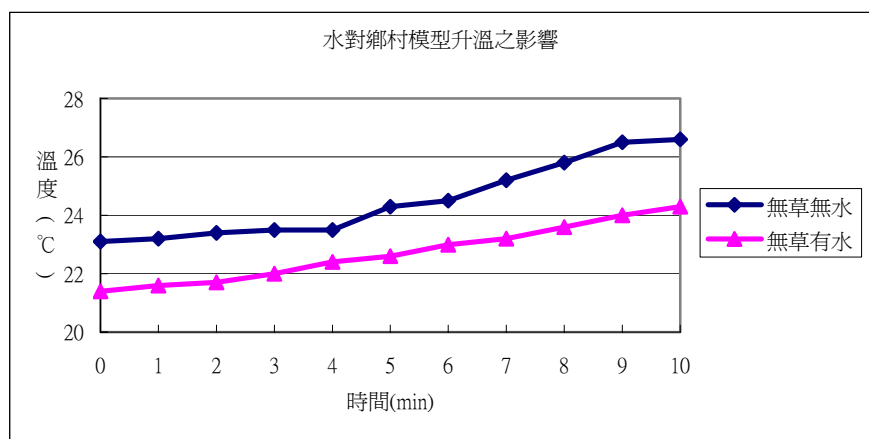


圖 (二十三)

由圖形可知，水邊的氣溫較低。

## 三、蒐集文獻記錄

### (一) 人口數

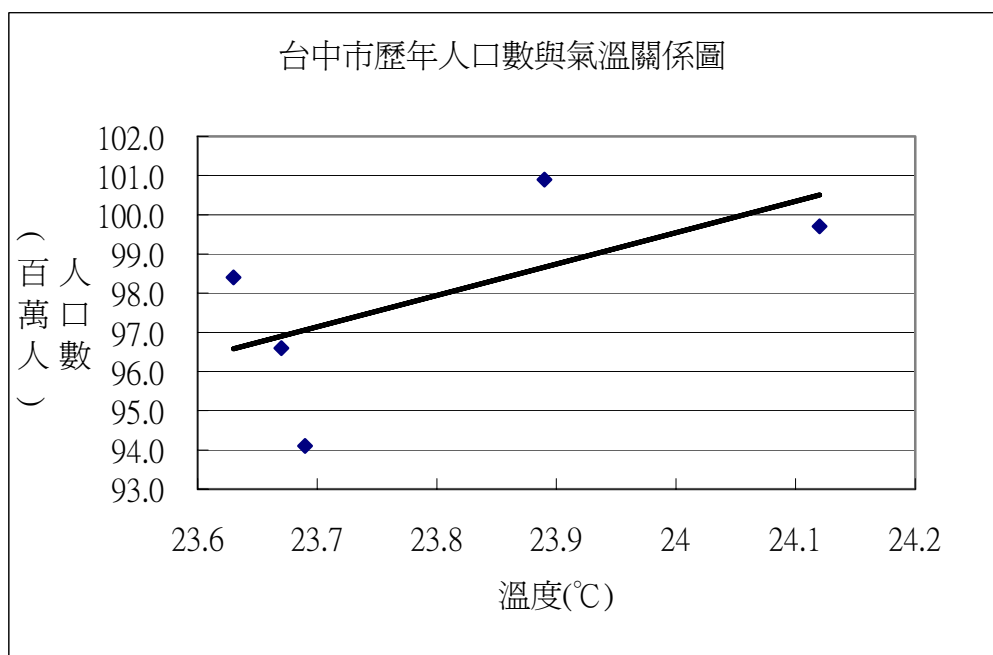
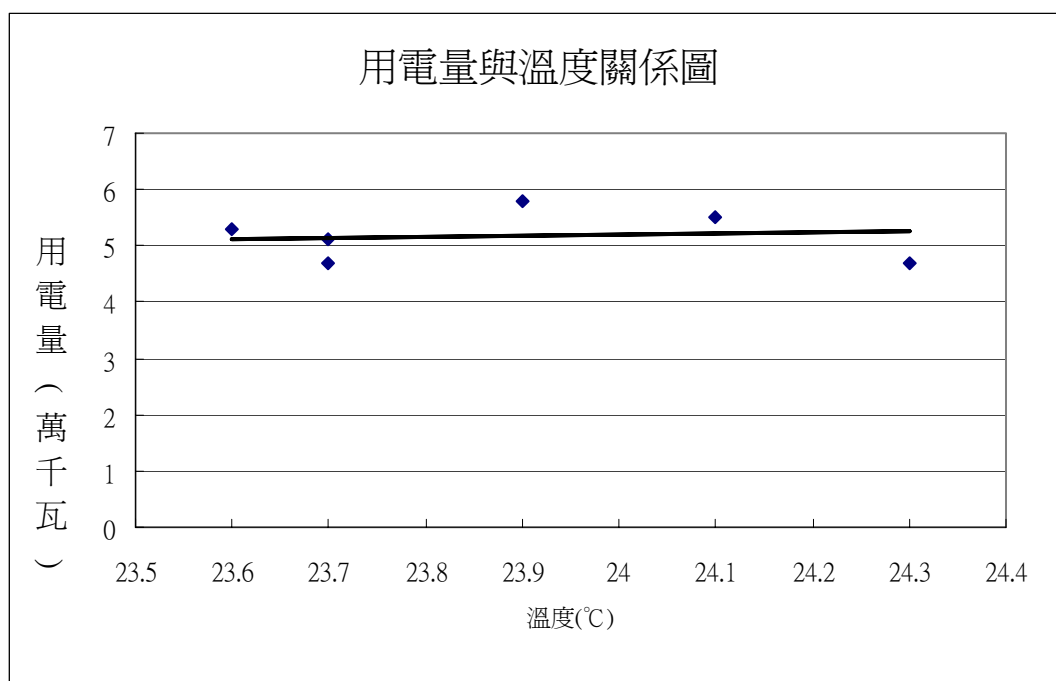


圖 (二十四)

由圖形可知，人口數與氣溫呈正相關，所以人口數愈多，氣溫上升也愈多。

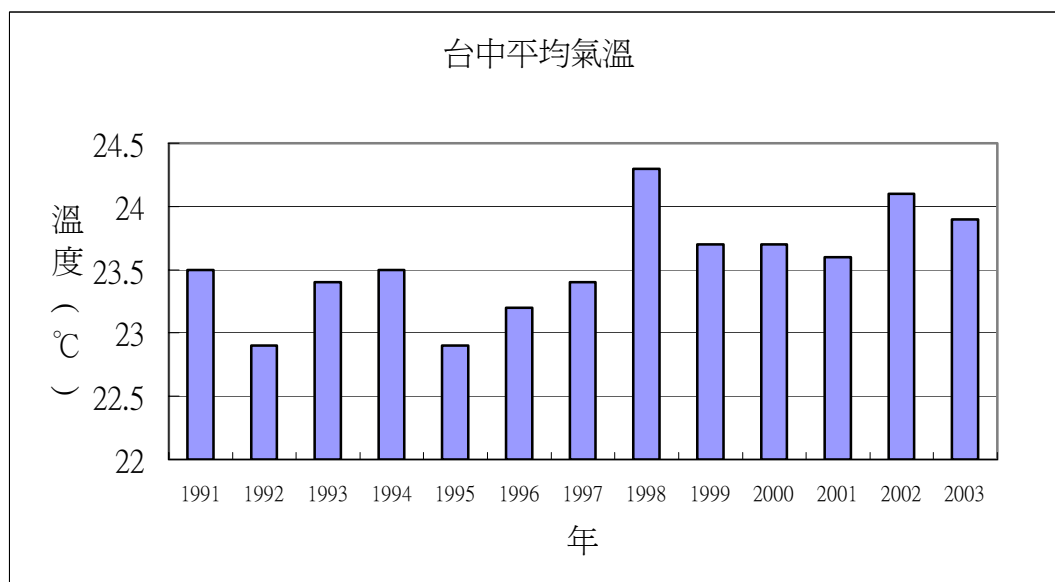
## （二）用電量



圖（二十五）

由圖形可知，用電量與氣溫呈正相關，所以用電量愈多，氣溫愈高。

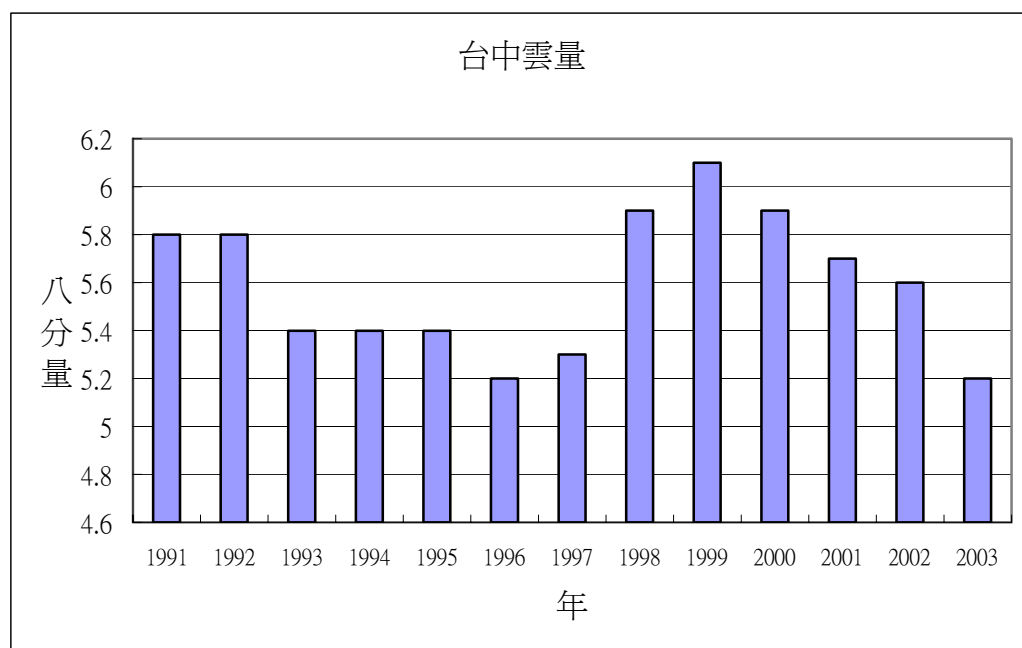
## （三）平均氣溫



圖（二十六）

台中地區平均氣溫逐年升高，尤以 1998 年最高，可達 24.3℃。這可能是 1998 年的「聖嬰現象」，造成暖冬使平均氣溫提高。

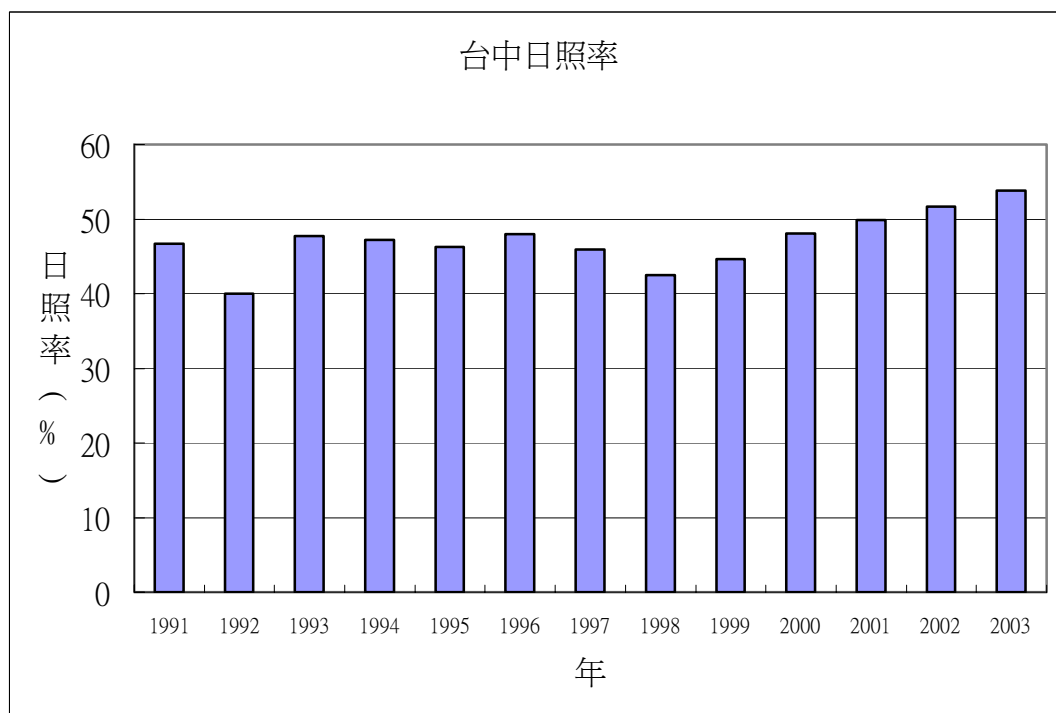
#### (四) 雲量



圖（二十七）

由圖表可以看出台中地區從 1996 年到 1999 年雲量逐漸增多，而自 1999 年以後至今 2003 年，雲量則逐漸減少。

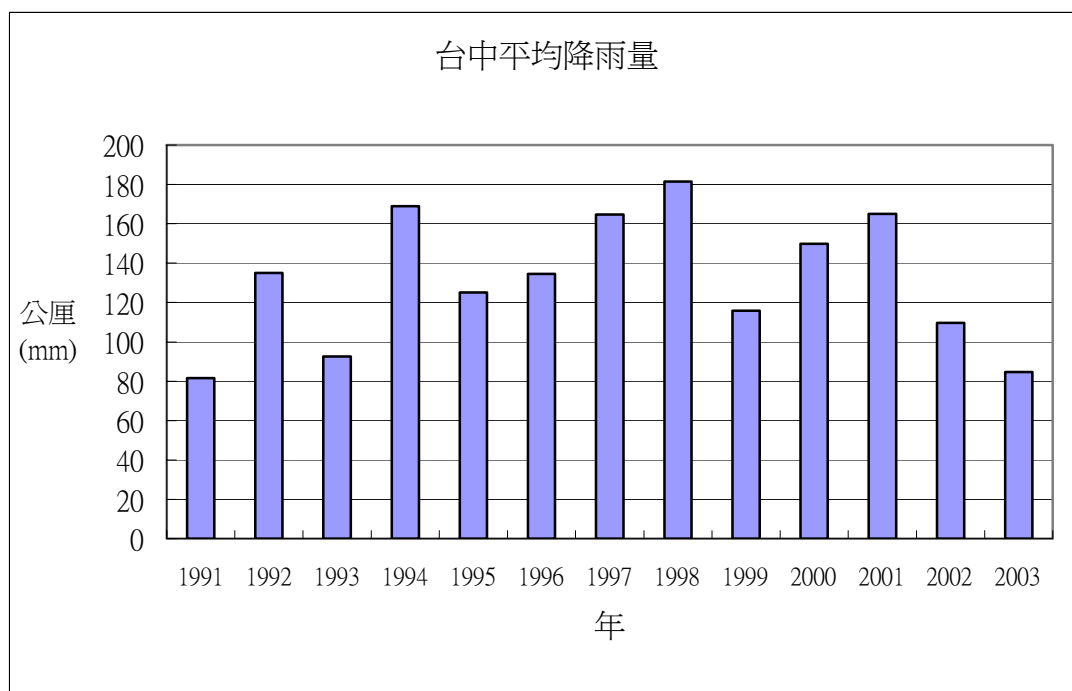
#### (五) 日照率



圖（二十八）

由圖表可以看出自 1998 年以後至今 2003 年，台中日照率逐漸升高。

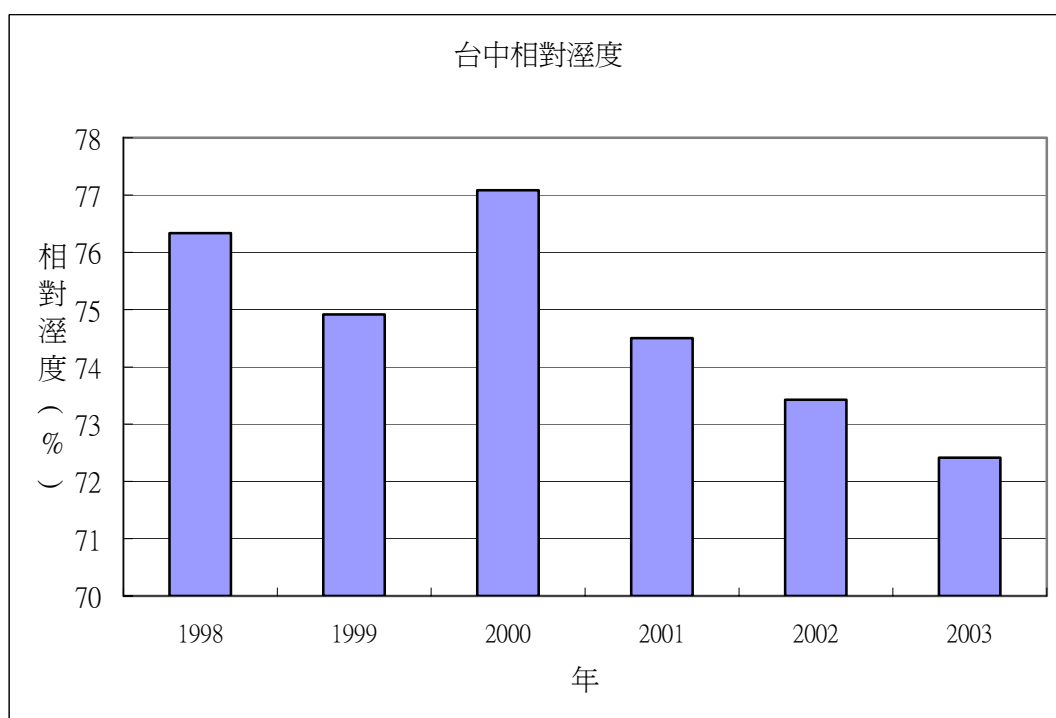
## （六）降水量



圖（二十九）

由圖表可以看出台中地區在 1991 年到 2003 年間，以 1998 年的平均降水量較多。

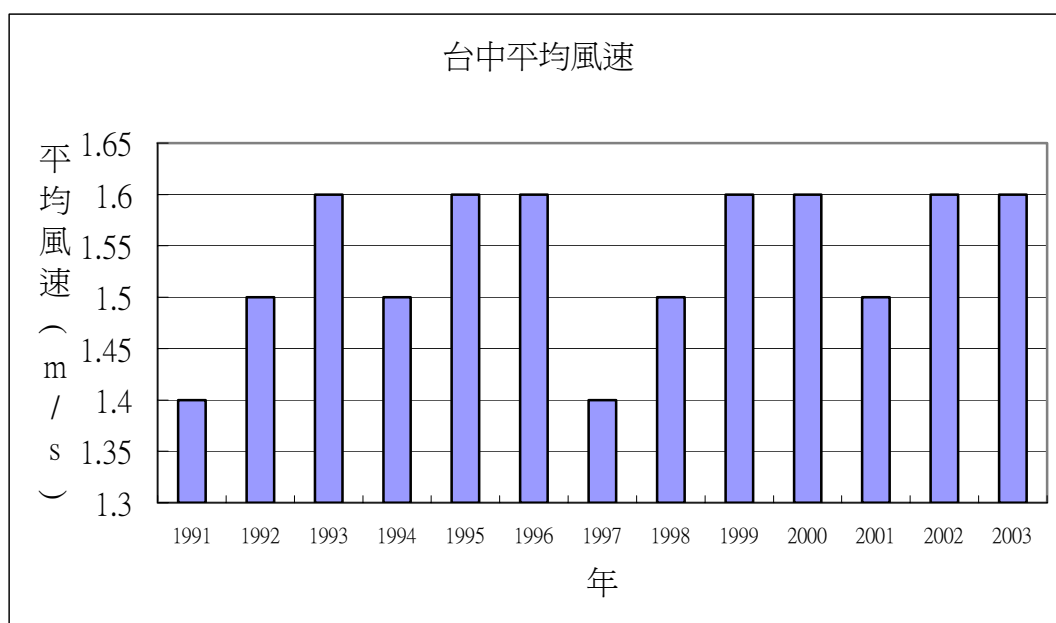
## （七）相對溼度



圖（三十）

由圖表可以看出台中地區從 2000 年以後，相對溼度逐年降低。

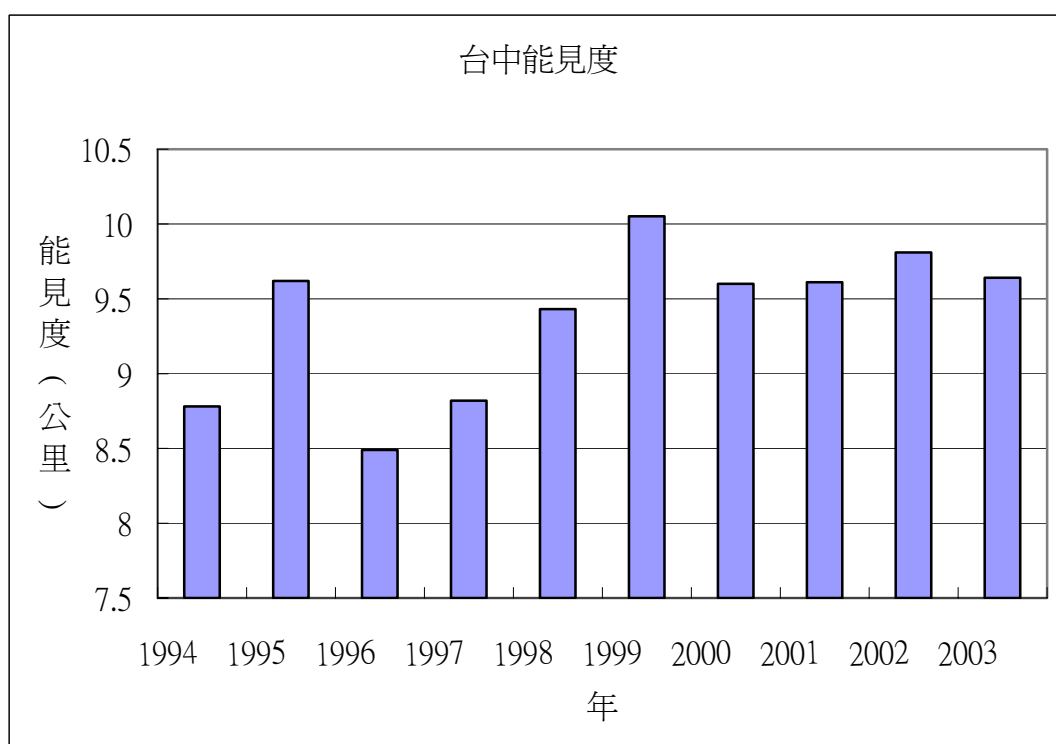
#### (八) 平均風速



圖（三十一）

由圖表可以看出台中地區在 1991 年到 2003 年間，以 1997 年的平均風速較低。

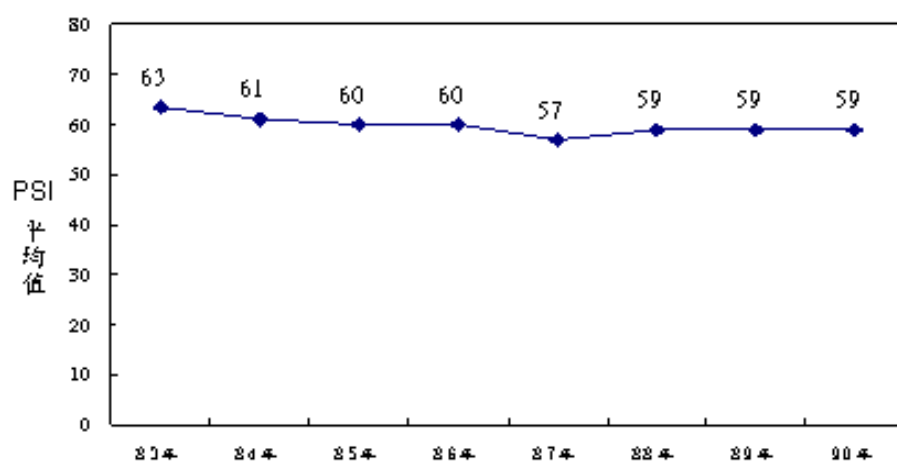
#### (九) 能見度



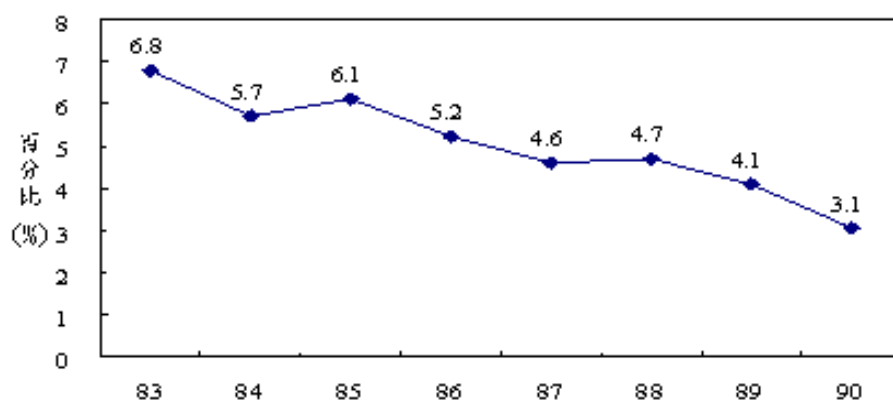
圖（三十二）

由圖表可以看出台中地區從 1996 年以後能見度有逐漸轉好的趨勢。

(十) 空氣污染指標 PSI 值



圖(三十三) 中部平原區八十三至九十年PSI年平均値圖



圖(三十四) 八十三至九十年全部測站PSI大於100之比率

由圖形可以看出台中地區空氣品質有逐漸轉好的趨勢。

(十一) 表 12 是比較台中地區在 1992 年和 2003 年時，不同變因下都市和郊區的熱島強度 ( $\Delta T$ ) (晴朗無風的夜晚，都市和郊區的溫差)。

表 12

| 溫<br>差<br>年<br>份 | 變<br>因<br>℃ | 白天  | 夜晚  | 寒流  | 雨後  | 假日  |
|------------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1992 年           |             | 3.4 | 4.0 | 6.2 | 3.1 | 2.9 |
| 2003 年           |             | 3.2 | 4.6 | 7.0 | 3.1 | 3.2 |

由表 12 可以看出台中地區十一年來在夜晚、寒流及假日時熱島強度有增強的現象。

## 柒、討論

我們針對研究結果，分成「時間性變因」、「空間性變因」和「文獻數據探討」三大方向來討論。

### 一、時間性變因

#### （一）晝夜—夜晚的熱島效應較為顯著

夜晚時密度比空氣大的空氣污染物（例：空氣分子量 28、SO<sub>2</sub>的分子量 64、NO<sub>2</sub>分子量 46……）及懸浮微粒，因缺乏上升氣流帶動，容易沉降在地面，而污染物容易吸熱，導致地表散熱慢。

#### （二）假日—假日的熱島效應較不顯著

假日時間，汽機車廢氣、冷暖氣機排氣等人為活動較少，使得人工熱源減少，而公司、工廠停止上班，人潮及車潮均較平日減少，排放較少的空氣污染物。

#### （三）寒流—寒流的熱島效應較為顯著

寒流來襲時，吹走市郊空曠地區的空气污染物，造成郊區的輻射冷卻效應增強，使得氣溫急遽降低。但都市就不同了，此區域風速小，熱量不容易流失，造成都市氣溫居高不下。

#### （四）雨後—雨後的熱島效應較不顯著

下過雨後，由於雨水會沖刷市區阻礙散熱的空氣污染物，使得都市產生的熱量散失較快。

#### （五）用電量—用電量愈多熱島效應較為顯著

比較台中市歷年來用電量的數據，可以得知用電量逐年隨溫度上升而增加，這是由於人們大量使用空調系統，導致用電量大增，產生更多熱量，造成熱島效應更加明顯。

#### （六）人口數—人口數愈多熱島效應較為顯著

由統計資料可以看出，人口數愈多，氣溫上升也愈多，顯示出人口增加後，人為活動亦隨之增多，而造成人為熱能的增加，導致熱島效應的增強。

## 二、空間性變因

### (一) 水邊—水邊可以減緩熱島效應

由數據發現，河川附近空氣的溫度較低，導因於水面蒸發會吸收附近空氣的熱量。

### (二) 建築—建築物愈多熱島效應較為顯著

都市建築物所使用的建材大多吸熱性強，白天吸收的太陽輻射能，到夜晚大部分又傳輸給大氣，使得氣溫升高，再加上高大的建築物造成地表附近風速減小，通風不良，而空曠的地方晚上輻射冷卻快速。

### (三) 植被—都會區的植被可以減緩熱島效應

整理記錄的數據之後，可以看出，矮草地及樹林皆較水泥地低 2~3°C，因為露水的蒸發及植物的蒸散需吸收熱量，使環境溫度降低，而植物行光合作用，可將陽光的能量轉存於植物體內，並減少CO<sub>2</sub>產生的溫室效應，此外，綠地也可以滯留粉塵，由以上因素加上柏油路易吸熱，才造成植被與柏油路的氣溫有明顯的差異。

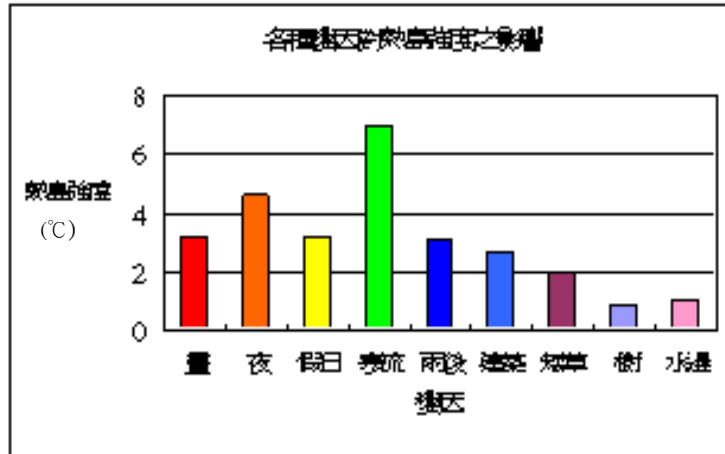
### (四) 空氣污染物—空氣污染物愈多熱島效應較為顯著

都市中汽機車、人群活動、建築、修路及工業生產等產生了大量空氣污染物，例如二氧化碳、氮氧化物、臭氧及懸浮微粒等，這些物質會吸收環境中的輻射熱，造成都會區的溫度上升，進而加劇了都市的熱島效應。

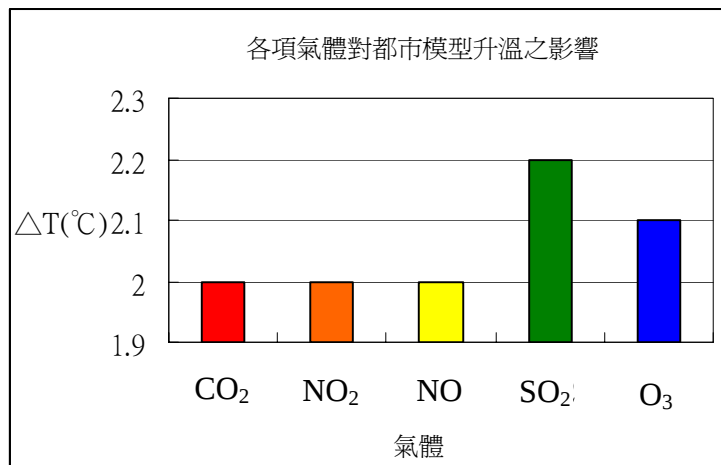
我們將時間性變因和空間性變因整理如表 13。

表 13

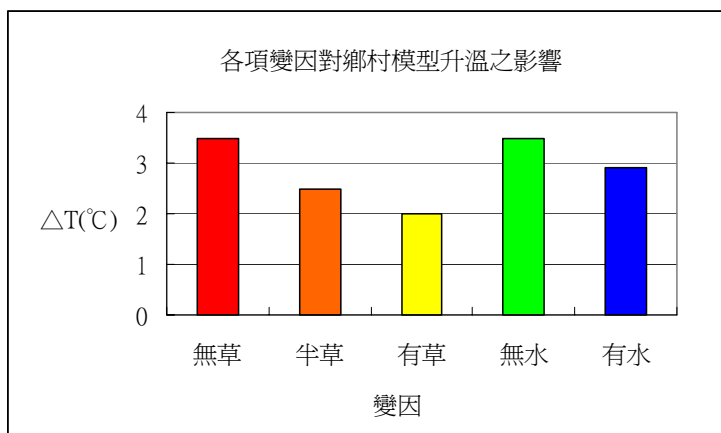
|     | 時間性變因 |    |    |    |      |      | 空間性變因 |     |     |        |
|-----|-------|----|----|----|------|------|-------|-----|-----|--------|
|     | 夜晚    | 假日 | 寒流 | 雨後 | 用電量多 | 人口數多 | 水邊    | 建築多 | 植被多 | 空氣污染物多 |
| 顯著  | ✓     |    | ✓  |    | ✓    | ✓    |       | ✓   |     | ✓      |
| 不顯著 |       | ✓  |    | ✓  |      |      | ✓     |     | ✓   |        |



圖（三十五）各種變因對熱島強度的影響



圖（三十六）各項氣體對都市模型升溫的影響



圖（三十七）各項變因對鄉村模型升溫的影響

### 三、文獻數據探討

我們將蒐集的資料歸納成表 14，藉以比較熱島效應對都市氣候的影響和台中氣象站從 1991 年到 2003 年間實際的統計資料。

表 14

|                    | 氣溫 | 雲量 | 日照率 | 能見度 | 相對溼度 | 降水量 | 平均風速 |
|--------------------|----|----|-----|-----|------|-----|------|
| 都市氣候理論上的特徵         | ↑  | ↑  | ↓   | ↓   | ↓    | ↑   | ↓    |
| <u>台中</u> 氣象站實際的統計 | ↑  | ↓  | ↑   | ↑   | ↓    | —   | —    |

(↑表示升高的趨勢，↓表示降低的趨勢，—表示沒有升高或降低的趨勢)

以下是台中氣象站某些實測資料和都市氣候的理論特徵不一致的可能因素探討：

#### (一) 雲量、日照率

根據圖(三十)台中歷年來相對溼度降低的記錄，可以看出水氣的供應減少，所以雖有熱島效應在都市中造成上升氣流，但也無法產生較多的雲量，導致日照率逐漸升高。

#### (二) 能見度

根據圖(三十)台中歷年來相對溼度降低的記錄，空氣中水氣含量減少，形成霧的機會降低，而圖(三十三)及圖(三十四)為行政院環保署台灣地區歷年來空氣污染指標PSI(Pollutants Standards Index)的記錄，顯示出空氣品質有改善的趨勢。這可歸因於 1995 年起環保署採行政管理、徵收空氣污染防制費和減免獎勵措施等，再加上建蔽率的實施，使得植被發揮清淨空氣的功效，所以台中地區近幾年能見度有增加的趨勢。

#### (三) 降水量

影響降水量的因素較多，包括梅雨時期的長短和颱風過境次數的多少，都會使降水量發生變化。

#### (四) 平均風速

平均風速可能和地形起伏、建築密度和颱風、鋒面等氣象條件有關，所以平均風速的變化較大。

## 捌、結論

一、由以上的實驗和討論得知，都市內部的氣溫比四周郊區高，在等溫線的分布上，由都市中心向四周郊區遞減，宛如一個海島地形，因此將都市中心氣溫較高的現象，稱為「都市熱島效應」(urban heat island effect)。

### 二、影響熱島效應的主要成因

(一) 都市建築的影響

(二) 都市空氣污染物

(三) 人工熱源的有無

(四) 植被和水體的影響

### 三、熱島效應在氣候方面的影響

根據表 12 台中地區 1992 年和 2003 年熱島強度的比較，可以看出熱島效應有增強的現象，而且由於水氣供應減少，使得雲量減少，日照率增多，導致氣溫更容易上升，如果不事先防範，日後可能會嚴重影響環境品質。

### 四、因應之道

(一) 加強都市綠化—確實執行建蔽率，多種植花草樹木或攀爬植物，在建築物的頂樓或陽台設立空中花園，以增加整體空間的綠化總量。

(二) 建築密度適中—加強都市規劃，保持市內道路寬敞，邁向都市鄉村化。

(三) 選擇適當建材—利用散熱良好的建材來降溫。

(四) 增加反照效率—城市建築物的表面淺色系以增加散熱。

(五) 擴大城市水面—設置人工湖、親水公園等水體。

(六) 人口適量分散—開發新市區，平衡都市與郊區的人口。

(七) 減少人工熱源—管制汽機車的數量和廢氣的排放；多利用大眾運輸工具，並嚴格執行空氣污染防治相關法規，以提升空氣品質。

(八) 改變能源政策—提高能源的利用率，以減少熱量的散失與釋放，並多開發太陽能、風力、氫燃料電池等再生能源及其他無污染的新能源。

(九) 減少用電量—減少冷暖氣機的使用頻率，並提高電器用電效率。

(十) 推廣綠建築—開發高科技產品，以提升能源效率。

## 五、日後研究方向

我們希望以後針對都市氣候的特徵，對台中地區作進一步的實地觀測與記錄，是否具有以下的現象。

### （一）熱島環流

我們希望能實地測量記錄都市與郊區的風向，繪出都市附近的「風頻圖」。

### （二）乾島、濕島、雨島等現象

希望能從絕對溼度分布圖看出，都市地區在白天會形成「乾島」現象，而在夜晚時，則會形成「濕島」現象，並由雨量的測量記錄出都市的「雨島效應」。

### （三）季節對熱島效應的影響

比較不同季節時熱島效應的差異。

### （四）副熱島中心

近年來台中地區的市中心有往七期重劃區發展的趨勢，希望藉由更多的實測記錄來找出另一個熱島中心。

## 六、思考

美國國防部機密報告指出，全球氣候變遷將在 20 年內引發人類浩劫，導致數百萬人死亡，其影響遠比恐怖主義嚴重！「英國自然期刊」的研究報告中聲明：假如人類立即致力於降低溫室效應的影響，就可能讓 100 萬種以上的生物免於滅絕的命運。而我國行政院環保署於 1995 年起大力改善空氣品質，再加上建蔽率的實施，使得植被發揮清淨空氣的功效，所以台中地區近幾年來有空氣污染減少及能見度增加的趨勢。這就證明了人類行為的改變，是可以改善我們居住的環境。

近年來台中都會地區熱島效應有增強的現象，這些人工熱源終會進入全球環流系統，加速全球的暖化。身為地球村的一份子，更應朝熱島效應的人為因素著手，來改善我們的環境品質，使熱島效應對全球氣溫上升的影響降到最低。

邁入二十一世紀，人類科技努力的成果歷歷在目，但您可想過，如此換來什麼？自工業革命後，人類大量使用燃料，潛在的問題不是只有熱島效應而已，溫室效應也同樣威脅著人們及後代子孫。所以每個人都必須拿出愛地球的具體行動，盡自己最大的心力來保護這顆太陽系中最美麗的星球，否則大自然必會對人類施予無情的反撲。

## 玖、參考資料

1. 李魁鵬。民 88。台灣四大都會區都市熱島之研究。
2. 洪廷建。高中新超群地理。台南。南一書局企業股份有限公司。pp153—167。2003。
3. 戚繼勳。大氣科學。再版。台北。大中國圖書公司。pp475—521。1983。
4. 戚繼勳。氣象與工程（下篇）。台北。科技圖書股份有限公司。p29、117。1983。
5. 陳正改。天氣與氣候學。初版。台北。國立編譯館。1995。
6. 郭曉青。民 88。台中都市熱島效應之觀測解析。
7. 劉昭明。台灣的氣象與氣候。台北。常民文化事業股份有限公司。pp58—61。1996。
8. 閻紀宇（民 93 年 2 月 23 日）。變天。中國時報。第一版。
9. 田中正之。溫暖化的地球。台北。書泉出版社。pp198—201。1995。
10. 田中正之。地球在變暖。初版。台北。明文書局股份有限公司。pp114—116。pp36—43。1995。
11. 根本順吉。老天到底怎麼了？—異常氣候開始出現。初版。台北。幼獅文化事業有限公司。pp67—76。1990。
12. S. George Philander。地球發燒。台北。新新聞文化事業股份有限公司。pp215—237。2001。
13. 網站名：人民網—不容忽視的城市熱島效應  
網址：<http://www.people.com.cn/BIG5/huanbao/1073/2031568.html>  
搜尋日期：2003/9/16
14. 網站名：中國科普博覽—大氣科學館  
網址：<http://www.kepu.com.cn/big5/earth/weather/pollution/plt018.html>  
搜尋日期：2003/09/16
15. 網站名：2004 台灣十大環境議題前瞻—綠色建築前瞻  
網址：<http://e-info.org.tw/news/taiwan/special/2004/tasp2004-04.htm>  
搜尋日期：2003/10/15
16. 網站名：環境專家解釋上海“熱島”現象  
網址：<http://www.archinfo.org.tw/building/TXT/NEWS/2000/07/2701.htm>  
搜尋日期：2003/11/17
17. 網站名：不容忽視的熱島效應—金橋信息—科學普及  
網址：<http://popul.jqinfo.com/focus/faxs/1061949613.shtml>  
搜尋日期：2004/02/24

感謝台中氣象站許雲朋先生及工作人員和國立自然科學博物館黃釗俊先生給予協助指導。

## 評語

030505 國中組地球科學科 第一名、最佳團隊合作獎

我不要做「熱」鍋上的螞蟻——熱島效應面面觀

1. 本作品動員 150 位同學實地參與測量台中地區的氣溫，並設計「熱島效應模型」來模擬熱島效應的成因，充分發揮團隊研究之精神。
2. 四位作者在報告時清楚有力，充分展現對研究結果之信心，深值鼓勵。
3. 本作品有提出夜晚、寒流、建築、人口、用電、空氣污染等對熱島效應有顯著之變因，並提改善之策略，深具實用價值。
4. 本作品以所居住之周遭環境為主題，並擇熱島效應之議題為研究項目，亦具鄉土性及與教材之相關性，是相當優異之作品。