

請別太『熱』愛我們的都市——談熱島效應

國中組地球科學科第一名

台中市立居仁國民中學

作者：洪敬滋、黃清琦

謝孟霖、陳志誠

指導教師：孫國燕

一、研究動機

這是一個有趣的現象，而且當寒流來襲或天氣變冷的時候，就特別明顯。你知道這是什麼嗎？且聽我們緩緩道來——每當天冷的時候，總是發覺住在台中市邊緣地區的同學，一來到位在市區的學校，進入教室後，就匆忙地脫下身上厚重的外套，彷彿多穿一會兒，便會汗流夾背一般。反觀住在台中市中心的同學，則不見如此景象。難道，這兩地之間的氣溫真有如此大的差異嗎？是什麼原因造成的？除了氣溫之外，還有那些不同的地方呢？……

二、研究目的

- (一)比較台中各地氣溫在不同情況之下分布的變化。
- (二)尋找影響熱島效應形成的因素。
- (三)探討熱島效應的影響。
- (四)討論台中市和其他都市熱島效應的程度差異以及其原因。
- (五)研擬因應之道以解決熱島效應對人類生活帶來的問題。

三、研究器材

溫度計、百葉箱、理想都市模型、熱島效應模型、鄉村模型。

四、研究過程

思考一：在各種不同情況下，比較台中各地氣溫分布的變化。

實驗一：我們設定五種不同的變因，包括(一)白天夜晚，(二)寒流來時，(三)下過雨後，(四)星期假日，(五)冬夏季節，探討其影響。

方法一：我們找到了 136 位同學，連續四週自 81 年 1 月 3 日到 1 月 30 日每天上午七時和下午九時，測量離地 1.5 公尺的氣溫，各實測地點的詳細位置列於原始資料中（表一），經我們討論之後，選擇台中車站和榮

總宿舍為市區及郊區代表，來做為評定熱島規模的標準。（註：思考一以及思考二、三各實驗中，詳細數據請見原始記錄資料）

結果一：

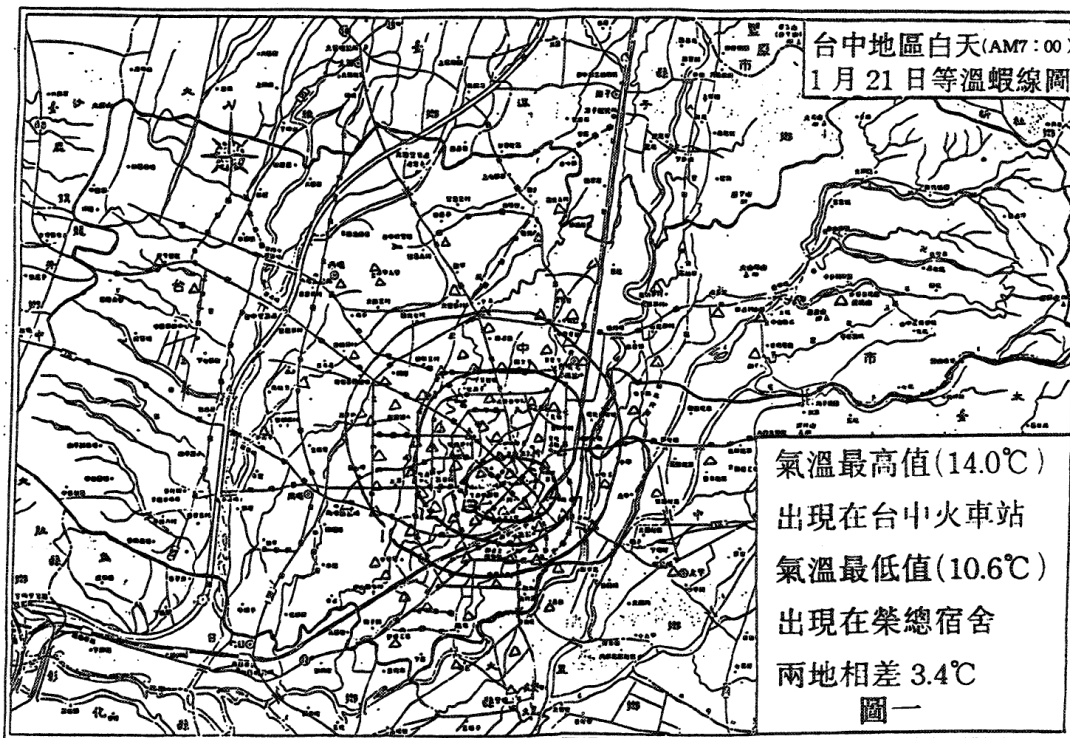
(一)白天夜晚的差異（選擇天氣晴朗且非星期假日的81年1月21日繪製等溫線圖）如圖一、二，白天市區比郊區溫度高 3.4°C ，夜晚市區比郊區溫度高 4.0°C 。

(二)寒流來時的差異（選擇寒流來襲的81年1月15日繪等溫線圖）如圖三，市區比郊區溫度高 6.2°C 。

(三)下過雨後的差異（選擇下雨的81年1月24日繪製等溫線圖）如圖四，市區比郊區溫度高 3.1°C 。

(四)星期假日的差異（選擇星期日的81年1月19日繪製等溫線圖）如圖五，市區比郊區溫度高 2.7°C 。

（註：因篇幅所限，僅附圖一之等溫線圖）



(五)冬夏季節的差異（搜集台中及梧棲氣象測站的月均溫）

表二

季節 月均溫 地點 (°C)	冬 季 (二 月)				夏 季 (八 月)			
	78年	79年	80年	平均	78年	79年	80年	平均
台中	16.8	18.6	17.6	17.7	28.6	28.0	28.6	28.4
梧棲	16.0	16.5	16.3	16.3	28.9	28.6	29.1	28.9

由表二可以得知，冬季台中比梧棲的平均溫度高 1.4℃，夏季台中比梧棲的平均溫度低 0.5℃，可見這種增溫現象在冬季較為顯著。而夏季時梧棲溫度較高的原因，可能是因測站靠海，受到海風調節的影響。

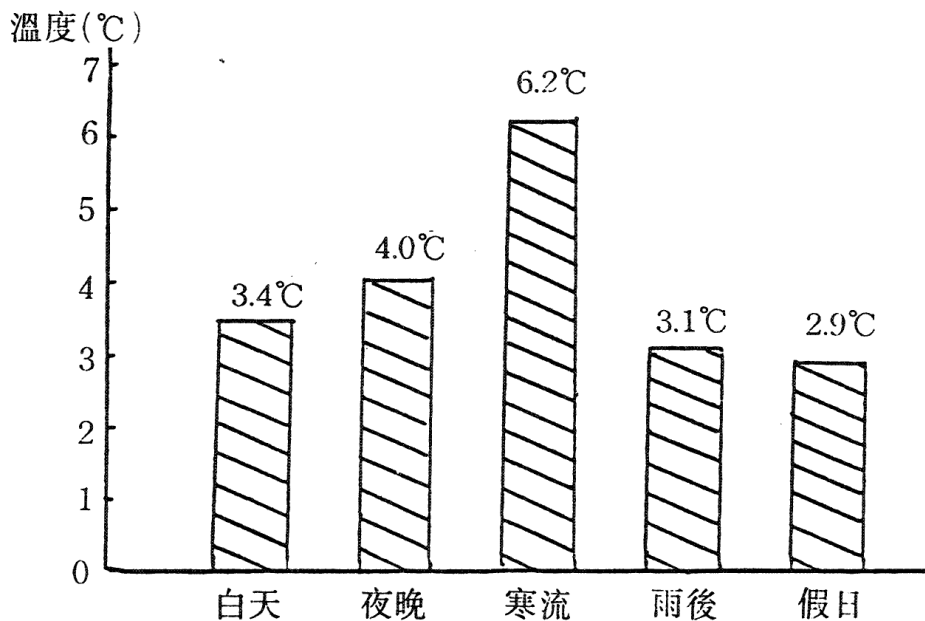
討論一：

(一)我們觀察前面所繪製的等溫線圖，發現皆呈中心溫度較高的封閉曲線，好似一個溫熱的島嶼，此種都市較郊區氣溫為高的增溫現象中，正是都市熱島效應。

(二)歸納結果可以得知，熱島效應有下列的特性：

1. 熱島效應在夜晚、冬季、寒流來時較為顯著。
2. 熱島效應在下過雨後，星期假日較不顯著。

以圖六表示在五種情況下，熱島規模發展的程度差異。



圖六

我們推測上述結果的原因：

1. 在白天時，都市與鄉村均屬吸熱狀態，到了夜晚，鄉村已徐徐放熱，但是都市的水泥建築卻將白天吸收的短波輻射，以長波輻射散發出去，在建築物大量聚集通風不良，導致散熱不易，所以在夜晚的熱島效應較為顯著。
2. 在冬季時，都市中家庭、工廠排放出的熱量較鄉村為多，再加上都市建築較密集，熱量不易散失，所以溫度較高，而鄉村比較空曠，加上風的影響，所以溫度較低。因此，在冬季時熱島效應較為顯著。
3. 在寒流來時，因為地多空曠，冷空氣來風的推波助瀾，所以溫度迅速下降，因此，寒流來時熱島效應較為顯著。

4. 在下過雨後，由於雨水會沖洗阻礙熱量散發的大氣污染物，使都市熱量散失較快，導致溫度降低，所以熱島效應在下過雨後較不顯著。除此之外，降雨量的多寡也會影響熱島效應的規模發展。

5. 在星期假日時，因為公司、工廠停業，大多數的人出外郊遊，人工熱源大量減少，所以都市溫度較平時為低，故熱島效應在星期假日較不顯著。

思考二：根據台中地區的氣溫由邊緣向市中心增加的現象，尋找出影響熱島效應形成的因素。

實驗二：我們比較台中地區邊緣的市鎮及市中心，發現在(一)植被(二)河川(三)建築(四)人口方面有差異，其影響如何呢？

方法二：(一)植被的影響

1. 比較草地與柏油路

表三

組別		日期		1/24		1/25		1/26		1/27	
				地表	地面上方 1.5 公尺	地表	地面上方 1.5 公尺	地表	地面上方 1.5 公尺	地表	地面上方 1.5 公尺
草地	08:00	15.5	16.5	16.5	15.5	13.5	12.5	16.5	16.0		
	12:00	24.0	24.0	18.5	17.5	19.3	20.3	19.5	25.0		
柏油路	08:00	16.8	17.3	15.5	16.0	15.5	15.3	18.0	18.5		
	12:00	25.0	24.5	22.5	22.5	24.0	23.3	25.7	24.0		

組別		日期		1/28		1/29		1/30		平均	
				地表	地面上方 1.5 公尺	地表	地面上方 1.5 公尺	地表	地面上方 1.5 公尺	地表	地面上方 1.5 公尺
草地	08:00	16.5	17.3	14.3	14.0	16.5	16.0	15.6	15.4		
	12:00	19.5	24.5	18.7	22.5	19.5	24.3	18.4	22.6		
柏油路	08:00	17.5	16.5	18.3	19.0	18.5	19.0	17.2	17.4		
	12:00	33.0	29.7	32.5	31.3	32.5	31.3	27.9	26.7		

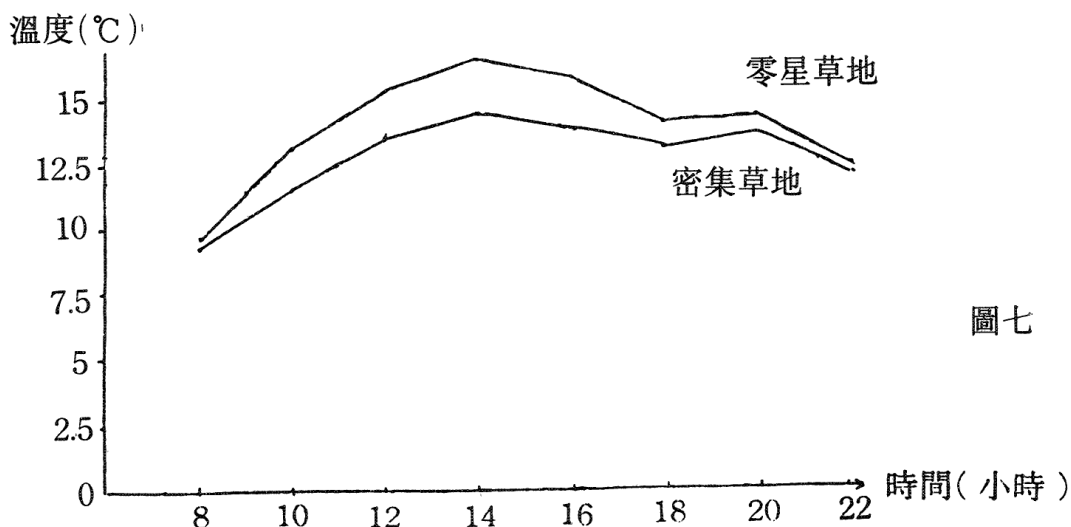
由表三可以得知草地不論地表或地面上方 1.5 公尺的溫度皆比柏油路為低。

2. 比較零星草地與密集草地，如圖七。

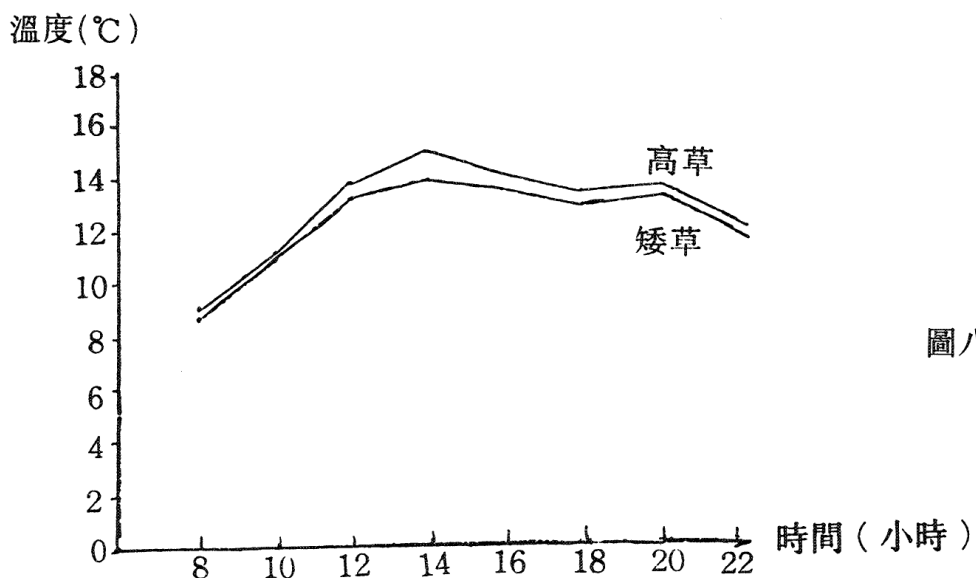
3. 比較矮草與高草，如圖八

討論：

1. 草地溫度比柏油路低的原因，可能和露水有關，因為草地上的露水在早上可以吸收太陽輻射，完成蒸發作用，使溫度的增加減緩，而柏油路由於直接曝曬在陽光下，不僅沒有草的遮蔽，也沒露水的吸收熱能，所以溫度上升迅速。
2. 密集草地的蒸發作用較零星草地旺盛，對於氣溫有較大的降低效果，而高草覆蓋濃密，高度又高，蘊藏的熱量不易散失，導致溫度較矮草為高。



圖七



圖八

方法二：(二)河川的影響

比較旱溪、柳川、居仁國中的溫度。

討論：我們從數據中發現，河川的確對其附近的溫度有降低作用，但是對整個台中市而言，並無太大的影響，因為旱溪太偏遠，柳川太細小，現在正逢枯水期，因此使河川的影響力降低。

方法二：(三)建築的影響

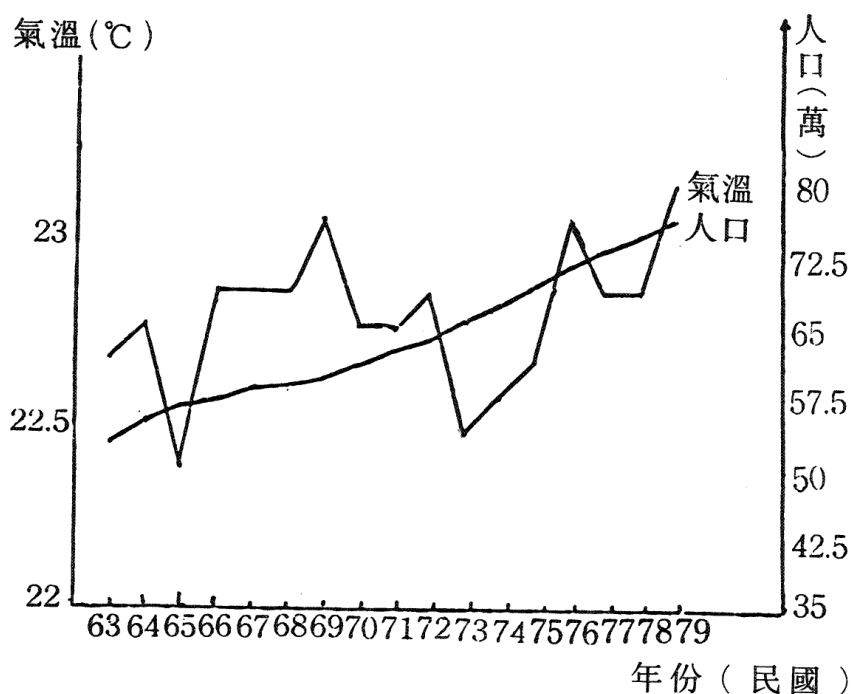
比較台中火車站和榮總宿舍附近。

討論：

1. 火車站處高樓大廈林立，榮總宿舍附近田野遍布，因為這種建築密度的差異，造成氣溫的差異，因此，房屋建築密度愈大，都市熱島效應將更顯著。
2. 除此之外，不同的建材有不同的貯熱容量和傳導速率，也會影響熱島效應。

方法二：(四)人口的影響

搜集民國 63 年~79 年間台中市人口成長和氣溫變化資料，如圖九。

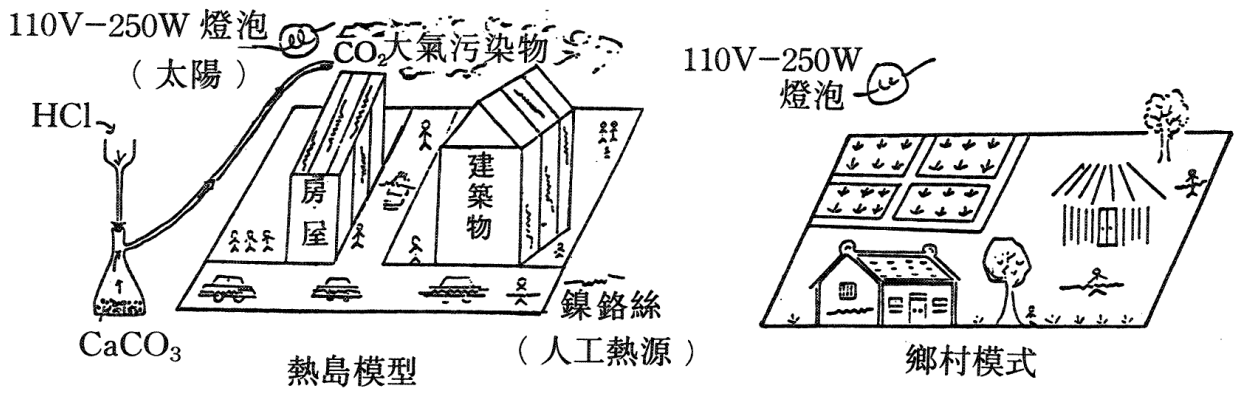


圖九

討論：

1. 都市人口逐漸增加，溫度也逐年增加，其原因可能是由於人口愈多，各種人工熱源不斷開發，例如汽機車、冷暖氣機、商業活動頻繁等，都將使熱島效應更為顯著。
2. 除了上述因素以外，太陽輻射的程度、大氣污染物的濃度、雲量的多寡、風向與風速等，皆會影響熱島效應的形成。

動手做——熱島模型與鄉村模型的製作



溫度(°C)	地方	
	都市	鄉村
通入電流前	19.5	19.5
通入電流後	26.4	22.8
差距	6.9	3.3

表四

討論：

1. 模擬都市在通入電流後溫度上升 6.9°C，鄉村僅上升 3.3°C。
2. 由於都市和鄉村的人工熱源不同及土地利用方式差異頗多，所以都市溫度上升較大。
3. 由這兩個模型更可模擬思考一日的不同情況，都市與鄉村的差異！

思考三：熱島效應除了會使溫度上升，還會使溫度產生什麼變化？對降雨量影響如何？其他方面又如何呢？

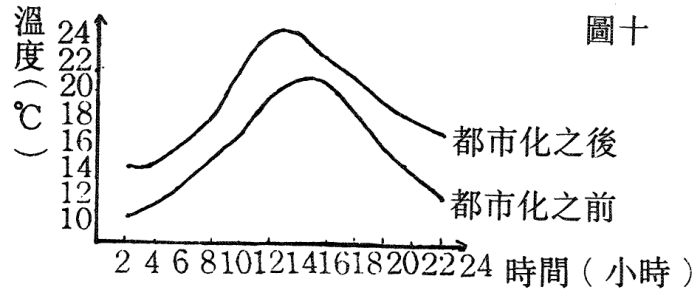
實驗三：

- (一)比較台北、基隆、新竹、宜蘭、台中、花蓮、高雄、恆春等八個地方年均溫的趨勢。
- (二)比較台中市冬季（以二月代表）的日逐時均溫的變化趨勢。
- (三)比較台中市歷年來降水總量的變化。
- (四)比較台灣省歷年來用電量多寡的變化。

討論三：

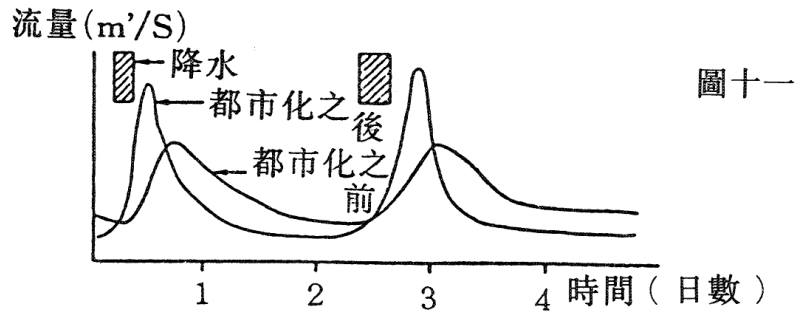
(一)各個都市年均溫均有上升的趨勢，以台北、高雄都明顯，表示都市發展愈顯著，熱島成長愈快，其原因包括：1. 人口條件 2. 建築用地 3. 交通水利用地 4. 土地利用 5. 地形差異 6. 工商發展 7. 海風調節 8. 季風氣候 9. 緯度影響 10. 溫室效應。

(二)台中冬季一日逐時均溫的最高溫有上升與提前的趨勢。其原因是都市高度發展後，水泥建築、柏油路面激增，使氣溫急遽上升，而且時間提前，由此趨勢可以預測未來，每日最高溫的出現時刻將會提早，而且溫度更高。如圖十。



(三)年降水總量沒有明顯的趨勢，可能是因降水還會受到冬夏季風氣流、颱風、梅雨等因素的影響。

(四)我們可以預測都市高度發展之後，由於水泥敷面率增加，水分以直接逕流快速流失，尤其在暴雨過後，如圖十一，河流的逕流量明顯增加，導致洪水流量增高，而且提早出現。



(五)用電量逐年隨溫度上升而增加的原因在於經濟高度成長，都市化程度增高，使熱島效應顯著，溫度隨之提升，而帶動空調系統的使用，導致用電量大增。

五、結論與展望

- 一、所謂都市熱島效應，是由於人類在改變都市地表而引起微氣候變化的綜合現象。都市地區因人工熱增加，大氣污染物增多、水泥建築密集、植被減少，導致溫度明顯上升，這種現象在夜晚、寒流、冬季特別明顯，但每逢雨後、假日則正好相反。
- 二、台北與高雄熱島效應較明顯，台中市歷年來溫度也緩緩上升，最高溫有上升與提前的趨勢，我們不免心驚，台中市正逐機呈現熱島效應，也許百年之後，台中市將沈浸在滾滾熱浪之中。
- 三、那麼，如何防止熱島效應的產生呢：可分為二大方面進行：

(一)減低都市中的貯熱容量

包括1. 增加都市綠地2. 建築密度適中3. 選擇適當建材4. 加裝遮陽設備5. 增加反照速率。

(二)防止過量的人工熱產生

包括1. 人口數量適中2. 減少人工熱源3. 降低電量負荷4. 能源再生利用。

四、於是，我們設計一個理想的都市模型，兼顧都市發展與環境保育，它應具有大片綠地，適當的房屋建築，良好的排水系統，河流徜徉其間……等，以防止熱島效應的過度發展。台中市是我們的故鄉，誰都不希望它愈來愈糟，從現在起，別太『熱』愛我們的都市了！

六、參考資料

- 一、大氣科學 戚啓勳編著 大中國圖書公司
- 二、普通氣象學 戚啓勳編著 正中書局
- 三、氣象與工程（上篇） 戚啓勳著 中國工程師學會
- 四、都市氣候學 鄭師中譯 徐氏基金會
- 五、氣象與各行各業 許以平編著 明文書局
- 六、環境教育季刊 第11期 p.57~65 師大環境教育中心
- 七、中國地理學會會刊 第13期 p.13~22 第17期 p.157~168
- 八、台電工程月刊 第520期 p.39~47
- 九、牛頓雜誌 第103期 p.98~107
- 十、氣象資料年報 民國63年~79年 中央氣象局
- 十一、氣象學報 民國60年~79年 中國氣象學會
- 十二、台灣省通志氣候篇第一冊 p.20~52
- 十三、內政部統計資料提要 民國79年
- 十四、台中市統計要覽 民國60年~79年
- 十五、Weather Book Dr Frank Field
- 十六、Earth Science—A Study of a Changing Planet R.B. Daley & W.J. Higham & G. F. Matthias
- 十七、The Weather Almanac J. A. Ruffner & F.E. Bair

評語

- (一)本研究觀測網及觀測時間相當有代表性。
- (二)模擬都市化的熱島效應，簡明易懂。
- (三)具有環保及增進教學的意義和價值。
- (四)作品有創意，即以密集的温度觀測、描繪等温線，以證實台中市鬧區具有熱島效應。
- (五)本作品適合“國中”的創作程度。