

中華民國 第 50 屆中小學科學展覽會
作品說明書

高中組 地球科學科

040508

台東地區熱島效應之探討

學校名稱：國立台東女子高級中學

| | |
|-------------------------|--------------|
| 作者： 高二 邱怡儒 高二 謝佩殷 | 指導老師： 謝建智 |
|-------------------------|--------------|

關鍵詞：台東、熱島效應、都市熱島強度（UHIs）

台東地區熱島效應之探討

摘要

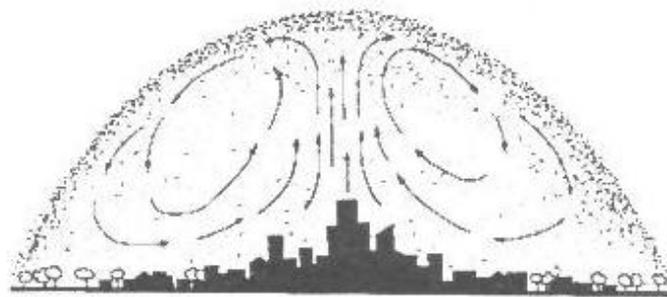
本研究主要是以台東市的氣溫觀測站，以及市區外圍西南邊的知本，北邊的鹿野，以及東北邊的東河等四個氣溫觀測站，調查從 2000 年至 2009 年，這十年期間的逐時氣溫資料，來探討台東地區的氣溫變化趨勢、熱島效應隨著季節、時間的演變情況，並試圖找出影響台東氣溫變化的原因。

本研究的結果發現：近 10 年(2000~2009)台東站之年均溫為 24.7 ± 4.3 °C，與近 30 年(1978-2007)平均值(24.4°C)比較，年均溫升高了 0.3°C，另外，台東站每年九月均溫亦呈現逐年上升趨勢，上升幅度 0.1184 °C/年。月均溫分析結果顯示，四個測站在季節上均有一致的表現，最高月均溫均出現在 7 月，最低月均溫出現在 1 月。此外，在冬季時四個測站(台東、知本、鹿野和東河)的平均溫度標準差均大於夏季，顯示這四個地區的溫度在冬季時會有較大的差異。

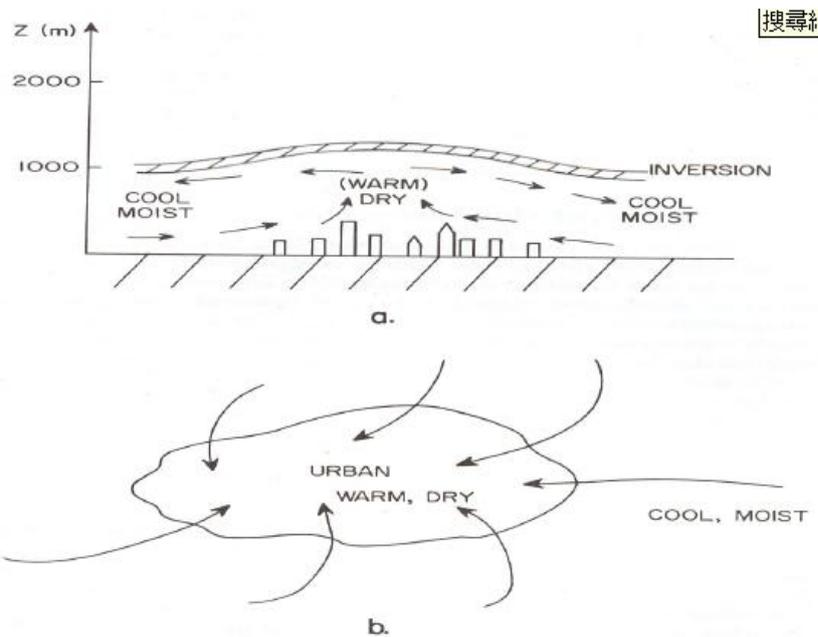
UHIs(台東-知本)、UHIs(台東-鹿野)的 UHIs 值明顯大於 UHIs(台東-東河)，這可能與海拔高度、地理位置及植被分佈有關。UHIs(台東-知本)在夏季時早、晚的 UHIs 值都大於中午，UHIs 最大值(1.4)出現在 19~20 時，且持續到翌日清晨。UHIs(台東-鹿野)在夏、冬季的 UHIs 值均呈現早晚高、中午低的熱島效應情形。UHIs(台東-東河)在夏、冬兩季之每日平均溫度差(UHIs)變化情形與 UHIs(台東-知本)類似。台東市區與周遭鄰近地區確實會因為熱島效應的影響而產生 1~2°C 的溫差，這個溫差在白天時不甚明顯，在中午過後開始增加，溫差最大值發生在夜晚。台東市的熱島效應普遍發生於下午 17 時至翌日清晨 5 時。

壹、研究動機

都市熱島效應(urban heat island effect)是現今世界上許多城市所面臨的重要現象之一，在許多大城市，市區氣溫往往比郊區或農田高(圖一)。造成熱島效應的主要原因包括幾個過程，因為植物葉面的水汽蒸發過程，是使得地表及近地面大氣得以冷卻降溫的主要原因，當森林被砍伐取而代之成為都市建築物或道路後，上述冷卻降溫的效果也大幅降低，此乃都市熱島效應的主要成因。此外，市區高聳的建築物，增加了地面的粗糙度，也降低了都市地區的通風效率，同時市區的增溫速度比郊區快，熱對流於市區發生，並將熱源(或污染物)侷限於市區，使得都市熱島效應也越明顯(圖二)(歐陽嶠暉，2001)。都市地區內過高的溫度，不僅對於人類的身體健康會造成危害，愈來愈普遍的都市熱島效應現象，也會間接造成了全球溫差分布的變化，對於環境生態的衝擊，是相當值得觀察與注意的。另外，熱島效應造成都會區內的高溫現象，除了會消耗更多的能源於室內空調外，也會使得天氣劇烈變化出現的機率大為提高(如大雷雨、冰雹、熱浪等)，造成生命財產及社會資源的損失。因此，當今世界各地處處都出現都市化現象的同時，要如何降低都市內的熱島效應，便成為全球性所關注的議題了。



圖一 都市熱島及熱島效應示意圖(林憲德，1994)



圖二 (a)熱島效應對午後城市區域氣象條件的影響(包括水汽、氣流、溫度變化)之垂直剖面示意圖，(b)在沒有大尺度盛行風場影響下，近地面水平風受熱島效應影響示意圖(劉紹臣等，2003)

每逢夏季，走在台東街頭，可明顯地感受到陣陣熱浪。台東市屬於海岸型的都市型態，東面靠海，西面靠山(圖三)，因此都市熱島的現象較不似台北、台中等盆地型的都會區來的明顯，人口密度與都市化的程度亦不如西部地區強烈；但是台東市區的街道大量被不透水的鋪面所覆蓋，缺乏大面積的水體與綠地，土地失去了蒸發水分潛熱的能力，白天高溫化的情況亦甚明顯。因此，本研究即以台東地區為研究對象，探討台東地區的氣溫變化趨勢、熱島效應隨著季節、時間的演變情況，並試圖找出影響台東地區氣溫變化的原因。



圖三 台東市空照圖

教材相關性：高一基礎地球科學 第七章第二節---大氣的垂直特性

貳、研究目的

本研究的目的是希望從長期氣溫觀測記錄資料中，對台東地區的氣溫變化趨勢、熱島效應隨著季節、時間的演變情況，有深入了解，並試圖找出影響台東氣溫變化的原因。

參、研究過程與方法

一、研究範圍

本實驗的研究範圍主要是從中央氣象局的氣象站中，選取台東市西南邊的知本，北邊的鹿野，以及東北邊的東河等三個氣溫觀測站(圖四)，與台東市的氣溫觀測站比較(表一)。座標位置使用中央研究院--Web版坐標轉換程式轉換(轉換模式TWD97經緯→TWD97TM2)，並計算各氣象測站與台東站之距離。

表一 台東、知本、鹿野及東河等四個氣溫觀測站之座標位置

| 站名 | *距離 (km) | 經度 | 緯度 | 海拔高度 (m) | X (km) | Y (km) |
|----|-------------|--------------|-------------|-------------|-----------|-----------|
| 台東 | | 121°08'48" E | 22°45'15" N | 9 | 265.1 | 251.7 |
| 知本 | 15.4 | 120°59'51" E | 22°41'12" N | 507 | 249.7 | 251.0 |
| 鹿野 | 16.4 | 121°06'53" E | 22°55'07" N | 313 | 261.8 | 253.5 |
| 東河 | 15.7 | 121°17'54" E | 22°58'25" N | 65 | 280.6 | 254.1 |

* 表示該測站與台東氣溫觀測站之距離

二、研究時間

本實驗彙集並調查2000~2009年，這十年期間，台東、知本、鹿野及東河等四個氣溫觀測站之逐時氣溫資料，合計約355,200筆資料，經過收集整理後，一一進行比對，並輔助使用電腦軟體程式系統SPSS、Excel 來分析統計氣溫間的差異性，同時加以討論這個差異性的影響結果。

三、資料處理

為求一致性，所有變數用相同的處理方法，首先我們定義春季為三、四、五月，夏、秋、冬季分別為六、七、八月，九、十、十一月及十二、一、二月。

本研究中「都市熱島效應」程度的判定，是以市區與郊區溫度差之值，作為評估「都市熱島強度」(Urban Heat Island Intensity, UHIs)之指標(孫振義, 2008)，即都市發展對氣溫變化之影響量。其公式為： $UHIs(^{\circ}C) = \text{市區氣溫}(^{\circ}C) - \text{郊區氣溫}(^{\circ}C)$ 。惟本實驗選取的四個測站之海拔高度並不相同，因此先收集鞍部、竹子湖、淡水、基隆、臺北、臺中與高雄各氣象觀測站之海拔高度與歷年平均氣溫(表二)，來分析臺灣地區氣溫海拔高度之變化率，得悉海拔高度與年平均氣溫間之相

關係數0.7924，據此推算本實驗各測站間之氣溫差(海拔高度調整值)(如：台東和知本之海拔高度調整值為2.8 °C、台東和鹿野之海拔高度調整值為1.7 °C、台東和東河之海拔高度調整值為0.3 °C)，再將前述之UHIs減去海拔高度調整值之後，再分析其受都市化發展之影響。



圖四 本研究所使用台東、知本、鹿野及東河等四個氣溫觀測站的分布位置

表二 台灣各氣象觀測站之海拔高度與歷年平均氣溫

| 站名 | 海拔高度(m) | 年均溫(°C) | 資料期間(年) |
|-----|---------|---------|-----------|
| 鞍部 | 838 | 18.9 | 1947~2002 |
| 竹子湖 | 607 | 18.4 | 1947~2002 |
| 淡水 | 19 | 22.1 | 1943~2002 |
| 基隆 | 27 | 22.0 | 1903~2002 |
| 台北 | 53 | 22.1 | 1897~2002 |
| 台中 | 34 | 22.6 | 1897~2002 |
| 高雄 | 2 | 24.6 | 1932~2002 |

肆、研究結果

一、四個測站之氣溫統計

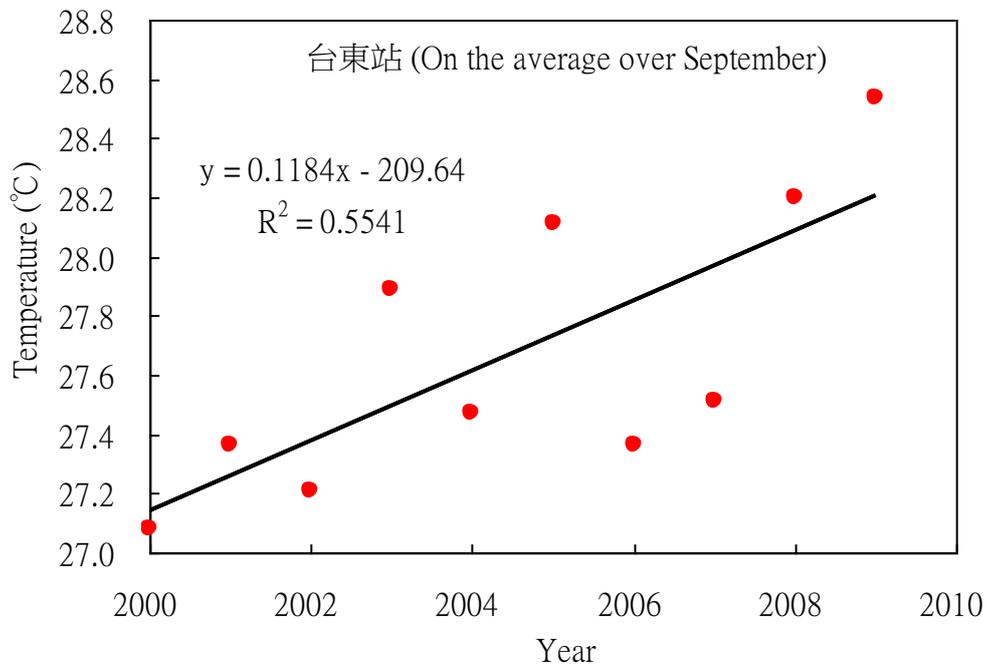
從四個氣溫觀測站各個月份的逐時溫度資料加以整理發現(表三)，近 10 年(2000~2009)台東站之年均溫為 24.7 ± 4.3 °C，知本站之年均溫為 20.7 ± 4.3 °C，鹿野站之年均溫為 21.0 ± 4.8 °C，東河站之年均溫為 25.2 ± 4.1 °C。

就相近高度之台東站與東河站比較，東河站之夏季、冬季及全年均溫皆高於台東站(0.3°C 、 0.6°C 和 0.5°C)；此外，台東站之夏季、冬季及全年平均溫度標準差均大於東河站，顯示東河站在夏季和冬季時的溫差變化較小。另外，知本與鹿野測站是位置約 400 公尺的山地氣象站，山區氣溫一般高度每增加 100 公尺約降低 0.6°C ，因而其夏季與冬季均溫均較低。

台東站之年均溫(24.7 ± 4.3 °C)與近 30 年(1978-2007)平均值(24.4°C)比較，年均溫升高了 0.3°C ；另外，台東站近十年(2000~2009)來，每年九月均溫呈現逐年上升趨勢(圖五)，上升幅度 $0.1184^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 。

表三 四個測站(台東、知本、鹿野和東河)之氣溫統計表(2000~2009 年)

| | 台東 | 知本 | 鹿野 | 東河 |
|----------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 夏季均溫(°C) | 28.5 ± 2.4 | 24.9 ± 2.6 | 25.2 ± 2.9 | 28.8 ± 2.3 |
| 冬季均溫(°C) | 20.3 ± 3.2 | 16.4 ± 3.0 | 16.4 ± 3.7 | 20.9 ± 2.9 |
| 全年均溫(°C) | 24.7 ± 4.3 | 20.7 ± 4.3 | 21.0 ± 4.8 | 25.2 ± 4.1 |
| 資料期間(年) | 2000~2009 | 2000~2009 | 2000~2009 | 2004~2009 |

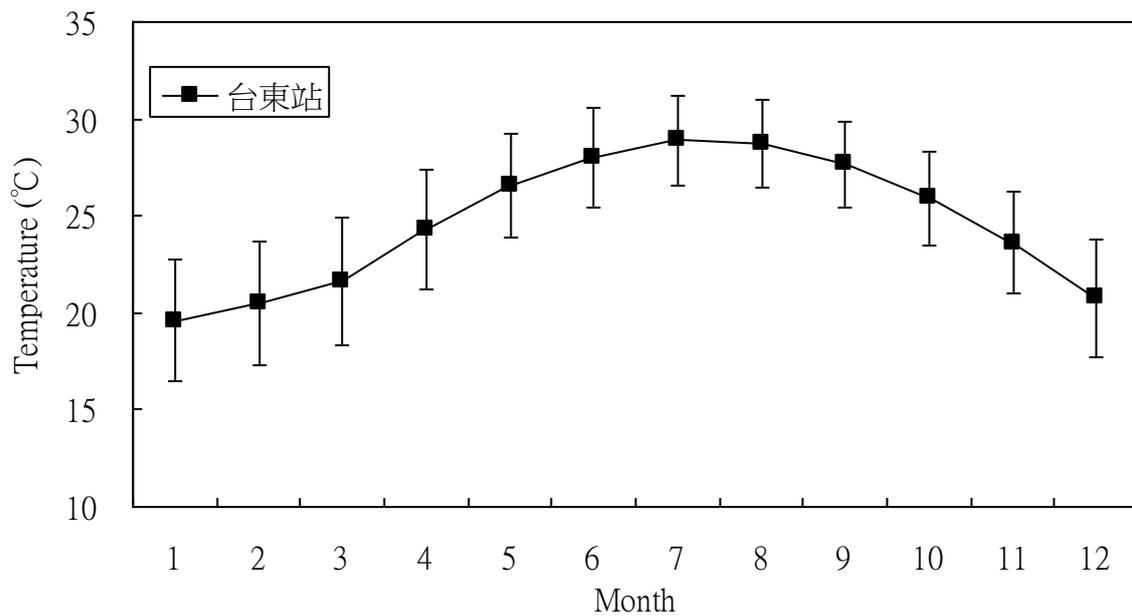


圖五 台東站每年 9 月平均溫度變化(2000~2009 年)

二、四個測站之各月份平均溫度

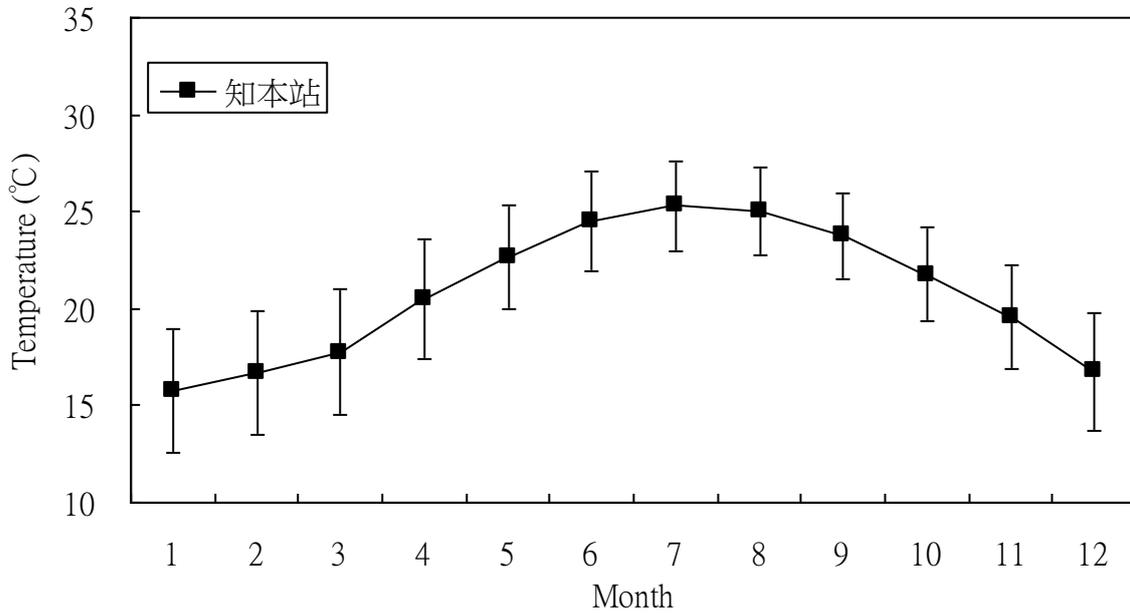
從四個氣溫觀測站之月均溫結果顯示(圖六~九)，四個測站在季節上均有一致的表現，最高月均溫均出現在7月，最低月均溫出現在1月。此外，在冬季時四個測站的平均溫度標準差均大於夏季，顯示這四個地區的溫度在冬季時會有較大的差異。

(一)台東站年均溫為 24.7 ± 4.3 °C，月均溫皆高於 19.6 °C，最高月均溫出現在7月(28.9 ± 2.3 °C)，最低月均溫出現在1月(19.6 ± 3.2 °C)。從月均溫標準差大小顯示(圖六)，變化最大為1、2月，達 3.2 °C，最小為9月。



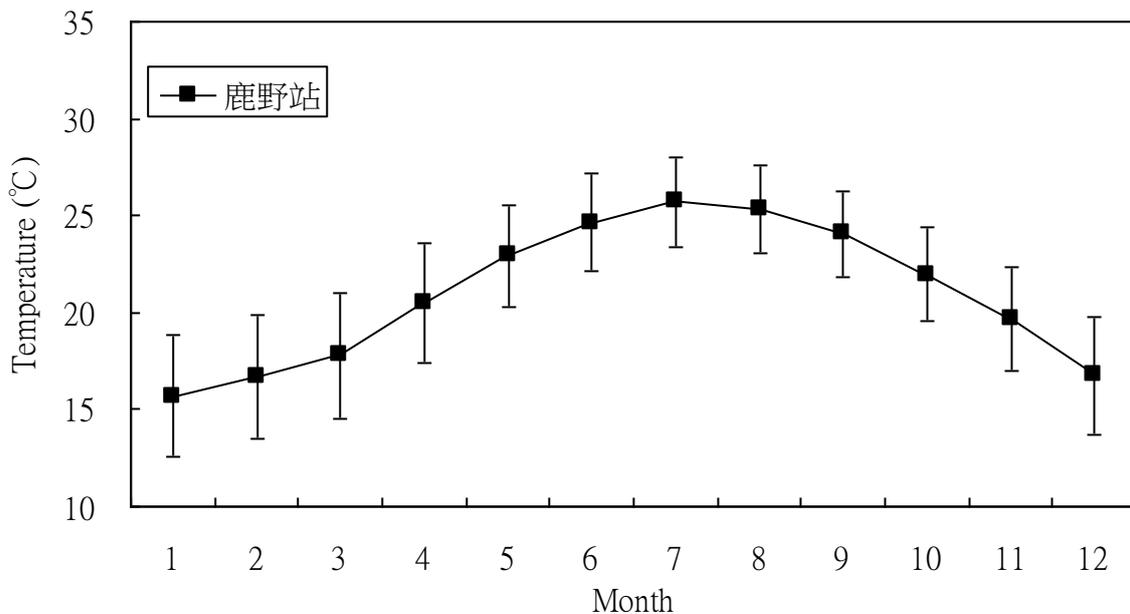
圖六 台東站各月份之平均溫度(2000~2009年)

(二)知本站年均溫為 20.7 ± 4.3 °C，月均溫皆高於 15.8 °C，最高月均溫出現在 7 月(25.3 ± 2.5 °C)，最低月均溫出現在 1 月(15.8 ± 3.0 °C)。從月均溫標準差大小顯示(圖七)，變化最大 3 月，達 3.3 °C，最小為 9 月。



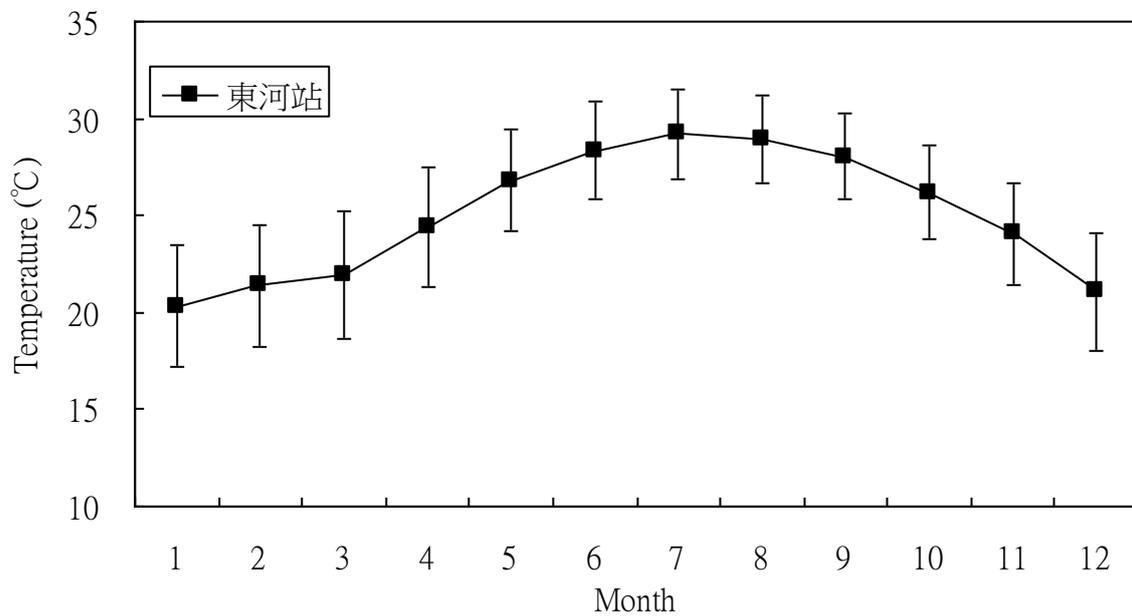
圖七 知本站各月份之平均溫度(2000~2009年)

(三)鹿野站年均溫為 21.0 ± 4.8 °C，月均溫皆高於 15.7 °C，最高月均溫出現在 7 月(25.7 ± 3.0 °C)，最低月均溫出現在 1 月(15.7 ± 3.7 °C)。從月均溫標準差大小顯示(圖八)，變化最大為 1~3 月，達 3.7 °C，最小為 9 月。



圖八 鹿野站各月份之平均溫度(2000~2009年)

(四)東河站年均溫為 $25.2 \pm 4.1^{\circ}\text{C}$ ，月均溫皆高於 20.3°C ，最高月均溫出現在7月($29.2 \pm 2.2^{\circ}\text{C}$)，最低月均溫出現在1月($20.3 \pm 2.8^{\circ}\text{C}$)。從月均溫標準差大小顯示(圖九)，變化最大為3月，達 3.1°C ，最小為8月。



圖九 東河站各月份之平均溫度(2004~2009年)

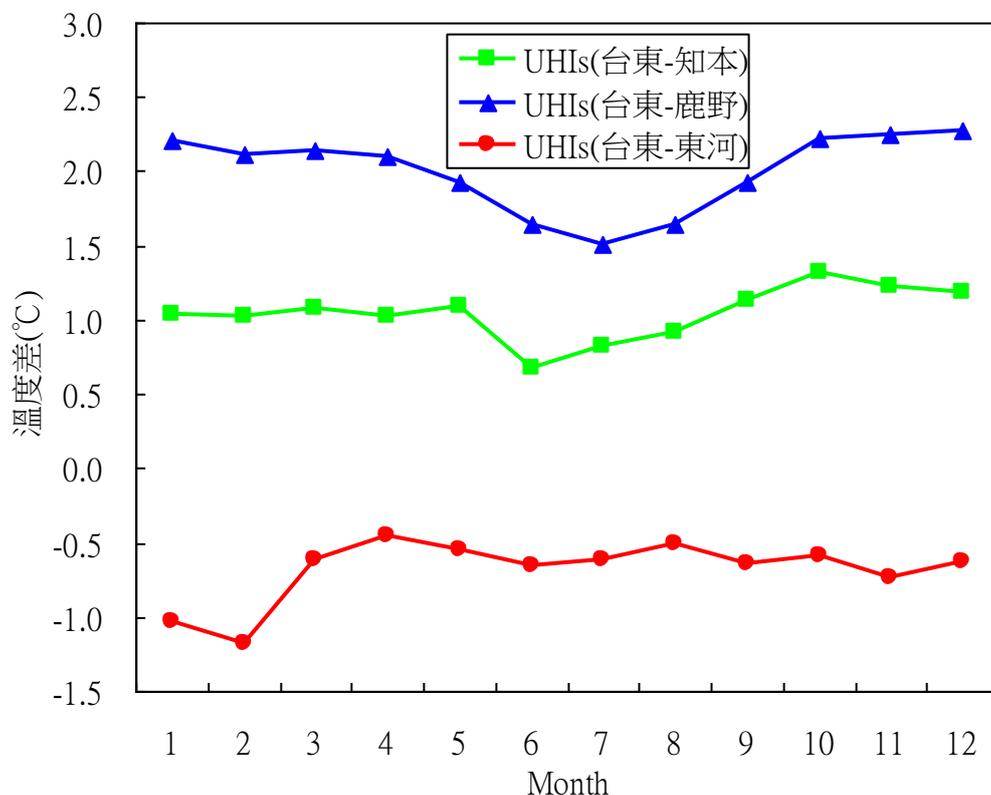
三、台東站與各測站之各月份平均溫度差(UHIs)

比較台東站與各測站在夏、冬兩季的平均溫度差(UHIs)，並減去海拔高度調整值(台東和知本之海拔高度調整值為 2.8 °C、台東和鹿野之海拔高度調整值為 1.7 °C、台東和東河之海拔高度調整值為 0.3 °C)之後，可以發現(表四)：三個外圍地區中，UHIs(台東-知本)、UHIs(台東-鹿野)的 UHIs 值明顯大於 UHIs(台東-東河)，UHIs(台東-東河)的 UHIs 值甚至為負值。為何會有如此大的差異，這個原因可能是在於地理位置上，知本與鹿野站之海拔高度較高；而 UHIs(台東-東河)的 UHIs 值較低，可能是東河地區缺乏種植的水稻田可提供水汽蒸發散的來源及距海較近而受到暖海流影響，因此無法有效的降低溫度。

此外，比較台東站與各測站的平均溫度差(UHIs)隨著月份的變化情形，可以發現(圖十)：UHIs(台東-知本)、UHIs(台東-鹿野)在 5 月及 6 月間的 UHIs 值有突然下降的情形，UHIs(台東-東河)在 5 月及 6 月份間的 UHIs 值降低的情況較緩慢。從鹿野站與東河站分別位於海岸山脈的東、西兩側來看，此種現象可能與夏季的風向變化有關，導致位於東西兩側地區的 UHIs 值降低程度不同。

表四 台東站與各測站在夏、冬兩季之平均溫度差(UHIs)

| | UHIs(台東-知本) | UHIs(台東-鹿野) | UHIs(台東-東河) |
|---------|-------------|-------------|-------------|
| 夏季 UHIs | 0.8 ± 0.5 | 1.7 ± 0.8 | -0.3 ± 0.4 |
| 冬季 UHIs | 1.2 ± 0.6 | 2.1 ± 0.6 | -0.6 ± 0.4 |

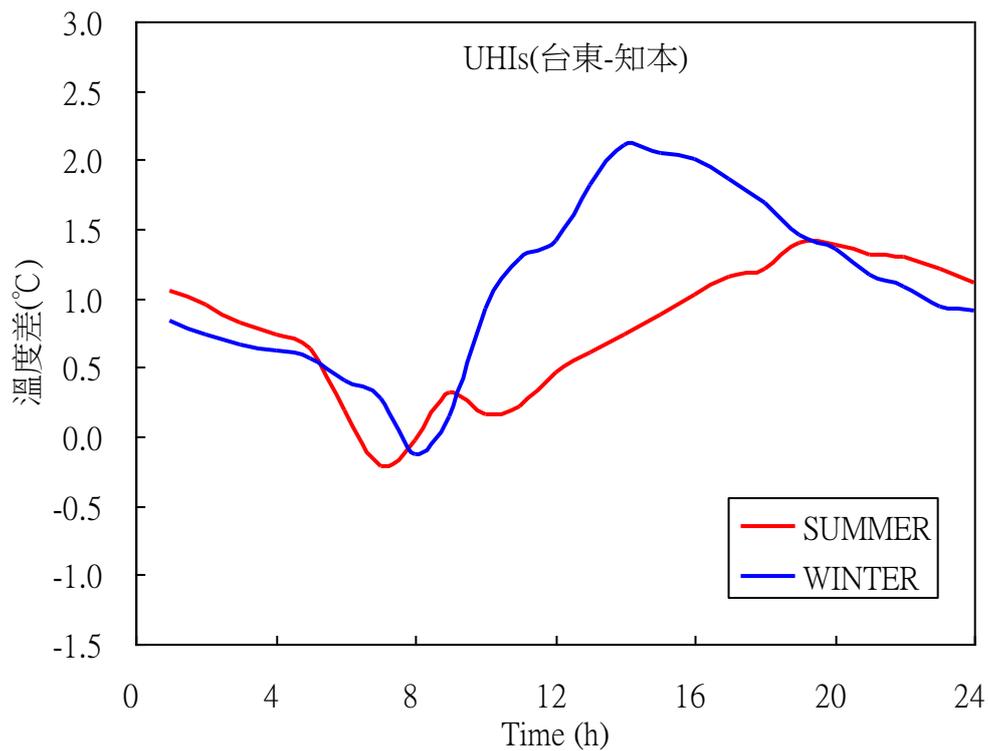


圖十 台東站與各測站之各月份平均溫度差(2000~2009年)

四、各測站在夏、冬兩季之每日平均溫度差(UHIs)變化情形

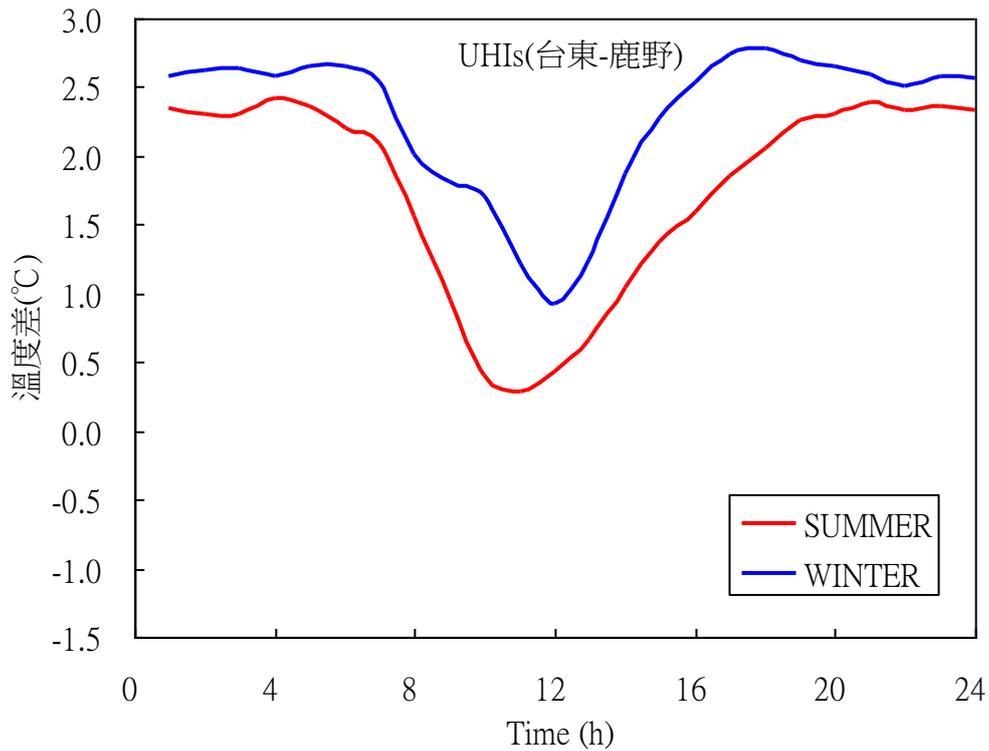
研究 UHIs(台東-知本)、UHIs(台東-鹿野)和 UHIs(台東-東河)在夏、冬兩季之每日平均溫度差(UHIs)變化情形可以發現(圖十一~十三)：台東市區與周遭鄰近地區確實會因為熱島效應的影響而產生 1~2°C 的溫差，這個溫差在白天時不甚明顯，在中午過後開始增加，溫差最大值發生在夜晚。台東市的熱島效應普遍發生於下午 17 時至翌日清晨 5 時左右，除了影響環境舒適性，並且也會加重空調系統耗電需求。

(一)UHIs(台東-知本)在夏季時早、晚的 UHIs 值都大於中午，UHIs 最大值(1.4)出現在 19~20 時，且持續到翌日清晨(圖十一)，推測知本地區的植物覆蓋面積較多可能是主要原因之一。但是，UHIs(台東-知本)在冬季時，UHIs 最大值(2.1)發生在 14~15 時，即中午過後的 UHIs 值大於早、晚，這結果可能是因為知本站的海拔高度較高且位於東北季風的迎風面，因此相對受到地表磨擦力影響較小，使得東北季風風速較大，加速空氣的流通，降低了午後溫度升高的情形。



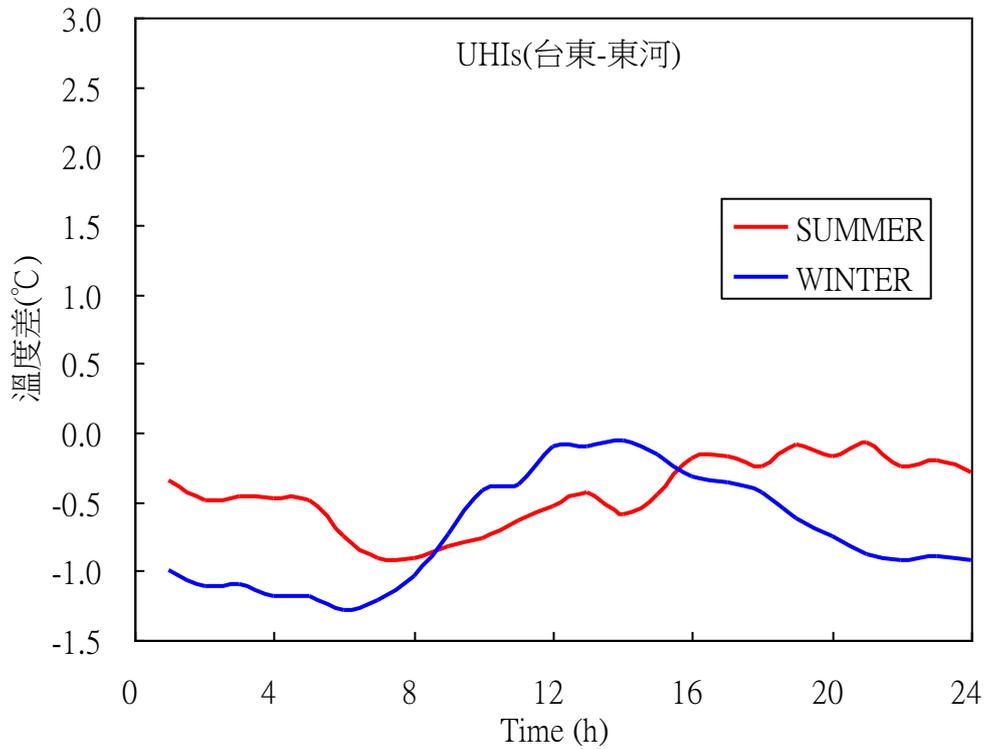
圖十一 UHIs(台東-知本)在夏、冬兩季的每日變化情形

(二)UHIs(台東-鹿野)在夏、冬季的 UHIs 值均呈現早晚高、中午低的熱島效應情形(圖十二)，夏季的 UHIs 最大值(2.4)出現在 21 時，且持續到翌日清晨 5 時。早、晚的 UHIs 值較大，為典型的熱島效應會出現的情況，可能是夏季時陽光的能量較強，對於台東市區內高蓄熱物質的加熱作用更加顯著，導致白天時累積的熱能，於中午過後持續的釋放出來，使台東市區夜晚的溫度居高不下。



圖十二 UHIs(台東-鹿野)在夏、冬兩季的每日變化情形

(三)UHIs(台東-東河)在夏、冬兩季之每日平均溫度差(UHIs)變化情形與UHIs(台東-知本)類似，夏季的UHIs最大值(-0.1)發生在19~21時。UHIs(台東-東河)的UHIs值皆為負值(圖十三)，可能與東河地區缺乏種植的水稻田可提供水汽蒸發散來源及距海較近而受到暖海流影響，因此無法有效的降低溫度。



圖十三 UHIs(台東-東河)在夏、冬兩季的每日變化情形

伍、討論

- 一、台東站之年均溫(24.7 ± 4.3 °C)與近 30 年(1978-2007)平均值(24.4 °C)比較，年均溫升高了 0.3 °C；另外，台東站近十年(2000~2009)來，每年九月均溫亦呈現逐年上升趨勢，上升幅度 0.1184 °C/年，顯示都市的發展程度對地區氣溫影響甚大，此結果亦顯示熱島效應在台灣地區長期暖化現象中扮演重要的角色
- 二、東河站之夏季、冬季及全年均溫皆高於台東站(0.3 °C、 0.6 °C和 0.5 °C)，此外，台東站之夏季、冬季及全年平均溫度標準差均大於東河站，顯示東河站在夏季和冬季時的溫差變化較小，有可能是東河站距海較近而受到暖海流影響。
- 三、Oke(1979)指出影響都市熱島效應的主要因素包括都市的成長率(如人口、開發面積的增加速度)、地面使用方式(如道路鋪蓋程度)、建築物的分佈密度等，因此都市熱島效應之強度通常隨城市人口數增加而增強，而其所導致之暖化現象則在 10 萬以上人口的城市較為顯著(Karl et al., 1988)。本文所選取四個測站中，只有台東站人口數超過 10 萬，研究結果亦顯示台東都市熱島的現象雖不似台北、台中等盆地型的都會區來的明顯，但是無論是近十年之年均溫、九月均溫均呈現上升趨勢；夏、冬兩季之每日平均溫度差(UHIs)變化情形，亦有逐漸增加之情形。
- 四、熱島效應會造成能源浪費，並衝擊整個生態系統，因而威脅人們的健康。例如日夜溫差太小會使蕃茄開花後結成果實的機率降低；相對濕度減少也會衝擊植物的生長；又如夏季午後雷雨也可能因熱島效應的影響而使得市區降水反而比集水區多，使得乾旱現象更為嚴重(劉紹臣，2003)。因此，針對台灣日益嚴重的熱島效應所引發的區域氣候變遷問題，極需做有系統的深入研究，對生態、經濟的衝擊及減緩熱島效應策略的探討更是刻不容緩的工作。

陸、結論與建議

一、結論

1. 台東站近 10 年(2000~2009)之年均溫為 24.7 ± 4.3 °C，與近 30 年(1978-2007) 平均值(24.4°C)比較，年均溫升高了 0.3°C；另外，台東站每年九月均溫亦呈現逐年上升趨勢，上升幅度 0.1184 °C/年
2. 月均溫分析結果顯示，四個測站在季節上均有一致的表現，最高月均溫均出現在 7 月，最低月均溫出現在 1 月。此外，在冬季時四個測站(台東、知本、鹿野和東河)的平均溫度標準差均大於夏季，顯示這四個地區的溫度在冬季時會有較大的差異。
3. UHIs(台東-知本)、UHIs(台東-鹿野)的 UHIs 值明顯大於 UHIs(台東-東河)，這可能與海拔高度、地理位置及植被分佈有關。
4. UHIs(台東-知本)在夏季時早、晚的 UHIs 值都大於中午，UHIs 最大值(1.4)出現在 19~20 時，且持續到翌日清晨。UHIs(台東-鹿野)在夏、冬季的 UHIs 值均呈現早晚高、中午低的熱島效應情形。UHIs(台東-東河)在夏、冬兩季之每日平均溫度差(UHIs)變化情形與 UHIs(台東-知本)類似。
5. 台東市區與周遭鄰近地區確實會因為熱島效應的影響而產生 1~2°C 的溫差，這個溫差在白天時不甚明顯，在中午過後開始增加，溫差最大值發生在夜晚。台東市的熱島效應普遍發生於下午 17 時至翌日清晨 5 時。

二、建議

1. 本研究受限於時間與經費的關係，僅收集 2000~2009 年氣溫資料進行探討，後續研究可增加資料年數或測站數，並加入更多的影響熱島效應的因子，例如，人口數、汽機車數、工廠數、綠地面積等，做更進一步的深入探討。藉由這些長期歷年氣溫的統計分析，將使我們更加認識了解台東地區的氣溫變化，並對熱島效應的變化趨勢有進一步的了解。

柒、參考文獻

- 一、歐陽嶠暉 (2001)。都市環境學。台北：詹氏書局。
- 二、林憲德 (1994)。都市氣候--探看都市氣候的惡化及因應對策。建築師雜誌，86-89。
- 三、劉紹臣、劉振榮、林傳堯、許軋忠 (2003)。台灣西部平原—熱島效應。看守台灣，5(4)，14-21。
- 四、孫振義 (2008)。運用遙測技術於都市熱島效應之研究。國立成功大學建築研究所博士論文。
- 五、中央研究院--Web 版坐標轉換程式。2010 年 3 月 1 日，取自：
<http://webgis.sinica.edu.tw/cgi-tran/webtrans.htm>
- 六、Karl, T. R., H. F. Diaz, and G. Kukla, 1988: Urbanization: Its detection and effect in the United States climate record. *J. Climate*, **1**, 1099-1123.
- 七、Oke, T. R., 1979: Review of urban climatology. WMO Tech. Note No. 169, 100pp.

【評語】 040508

有趣且有實際意義的研究題目，方法完整，報告流利，數據呈現有科學性（有效數字、誤差具備），結果不明顯，非戰之罪，反倒是持續追蹤發展的起點，結論較欠深入；對小地區氣候變化的熱島效應的各種原因的評估，是可持續加強的重點。