

台北市之都市化對氣溫變化之影響

徐森雄 唐琦

國立屏東技術學院資源保育技術系

摘要

本研究採用1910年至1991年間，台北與彭佳嶼兩氣象站之年平均氣溫資料，分析其差異，藉以瞭解台北市於都市化發展過程中，各項因素與氣溫變化之關係；並初步獲得結果如下：

1. 都市化發展過程中，用電量、人口密度、機動車量總數及道路面積等之增加與氣溫之升高有明顯正相關，水田面積則呈明顯負相關。

2. 台北市自1980年起，年平均氣溫明顯上升，其間之年平均氣溫上升率約為 $0.09^{\circ}\text{C}\cdot\text{Year}^{-1}$ 。

3. 台北市若依目前都市化發展速率，則年平均氣溫於2000年時將達 23.8°C ，2050年時將達 24.3°C 。

關鍵詞：氣溫，都市氣候，都市化發展。

一、前言

人類活動日漸頻繁，因而改變地表或砍伐大面積之地表植被覆蓋等來建造大至數十公里的大都市，小至數公里的小城鎮，此舉常引起大氣環境如溫度、濕度、風速、降雨、能見度等之變化，其中以氣溫偏高趨勢最為明顯。而氣溫增高之趨勢正進行中(Conover, 1992; Dewey and Heim, 1993; Nasrallah and Balling, 1994)。這些都是人類不斷開發利用地表而對環境破壞的結果。

與人類居住環境中最直接的是都市，而都市之氣候是人類最能感受的環境變化之一。都市氣候受到都市型態、人類活動、周圍地形及風場流通受阻等因素影響，會使氣溫變化呈現都市高於郊外(水越, 1965; 河村, 1968、1977)，此即所謂都市熱島效應。都市受工廠或家庭等人為所產生之廢熱、地面鋪設物使蒸發量減少及空氣污染引致之溫室效應，導致氣溫偏高(木村等, 1975)。由此可知影響都市氣候因子之複雜性。

本世紀以來在台灣地區氣溫亦有明顯上升之趨勢，在氣溫之年平均及多年平均中尤為明顯(劉, 1964)。吳(1994)亦以統計分析，看出台灣地區氣溫全年有上升趨勢。此乃台灣近來工商業急速發展，人口增加，建築物型態改變，交通運輸量激增……等所致；而都市化對當地氣候所產生之影響，國內已逐漸重視，如台北市之暖化現象更形嚴重(楊, 1994)。台灣之都市化中，以台北市速度最快，故本研究以台北市為對象，來了解都市化發展過程中各項參數之變化對氣溫所產生的變化，進而提供規劃都市發展之參考。

簡略詞：T=年平均氣溫，dT=年平均氣溫差

二、材料與方法

(一)研究材料

選定台北市作為研究對象，參考水越(1965)、河村(1968、1977)、木村(1974)等對都市化發展影響氣溫變化之研究，可知氣溫變化為都市發展參數之函數，如(1)式

氣溫變化=f(都市發展參數) …………… (1)

(1)式中，都市發展參數因受限於資料取得不易，故本研究僅初步採用自1968~1991年為止，台北市統計要覽中各項都市發展參數之數據（共16筆）分別為：用電量、道路面積、機動車輛總數、人口密度及水田面積等；並蒐集中央氣象局所轄台北及彭佳嶼二氣象觀測站1897年至1991年間(1992年以後因台北氣象觀測站遷址故本研究未採用)之年平均氣溫資料。

(二)研究方法

彭佳嶼距台北市東北方約85公里，二地之緯度相近，如從全球性氣候變遷及大氣環流等對氣溫變化之影響來看，可視為彼此相當，然彭佳嶼係孤立海上之小島嶼，除氣象觀測站及少許必要設施外，無其他人為之開發建設，亦即無都市發展對氣溫變化影響存在，因此，以台北市年平均氣溫減去彭佳嶼年平均氣溫，所得之平均氣溫差（dT），可視之為台北市因都市發展對氣溫變化之影響量。

惟台北與彭佳嶼之海拔高度並不相同，在比較二地氣溫差異時需先考慮海拔高度之影響，茲以台灣北部地區：彭佳嶼、鞍部、竹子湖、淡水、基隆與台北各氣象觀測站之海拔高度與歷年平均氣溫（見表1），來分析氣溫隨海拔高度之變化率，得悉台灣北部地區年平均氣溫與海拔高度之間，有極明顯之相關，其相關係數0.9951，達1%顯著水準。據此推算台北與彭佳嶼兩測站因海拔高度相差96公尺所造成之年平均氣溫差0.7°C。由是之故，前述之dT將先減去0.7°C後，再分析其受都市化發展之影響。

表 1. 台灣北部地區氣象測站之海拔高度及歷年平均氣溫

氣象測站	海拔高度(m)	年平均氣溫(°C)	資料年間
彭佳嶼	102	21.4	1910-1991
鞍部	833	16.3	1943-1991
竹子湖	607	18.4	1947-1991
淡水	19	22.2	1943-1991
基隆	27	22.4	1903-1991
台北	6	22.1	1897-1991

三、結果與討論

(一)台北市之年平均氣溫變化趨勢

台北市與彭佳嶼兩地年平均氣溫（T）之逐年分布情形，示如圖1。由圖中得知二地之年平均氣溫變化之趨勢極為相似，然自1980年起，台北市之T明顯高於彭佳嶼，此即說明都市發展至相當程度時，即會影響氣溫變化而產生差異。

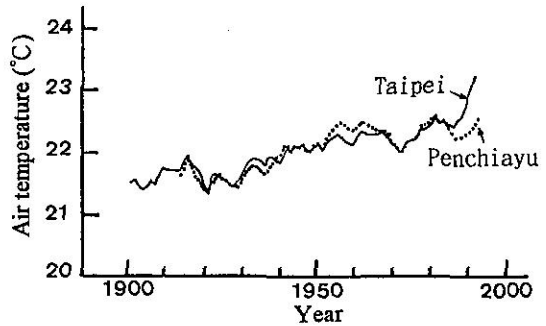


圖 1. 台北與彭佳嶼之歷年平均氣溫

茲為進一步說明二地之氣溫差異，本文將彭佳嶼作為台北市都市發展之對照點（已先扣除海拔高度差之影響），採五年移動平均之T比較兩地在氣溫變化上之差異，並得知年平均氣溫差（dT），示如圖2。

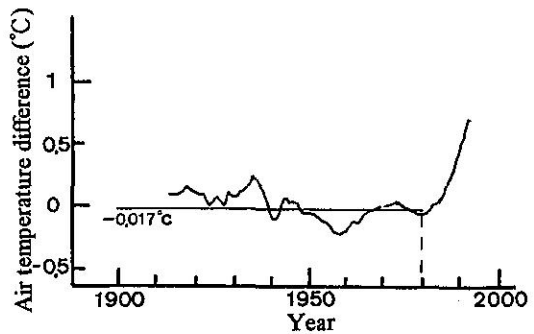


圖 2. 台北與彭佳嶼之五年移動平均氣溫差

由圖2可見，於1980年以前之dT平均值約為-0.017°C，接近0值，亦即1980年以前，二地之氣溫變化是相當的；然1980年以後之dT則明顯大於平均值，且呈直線上升趨勢，究其原因，乃如前所述之都市化急速發展所致。

由所蒐集之資料分析得知台北歷年（1897~1991）之年平均氣溫上升率為0.014°C·Year⁻¹，其相較於日本東京於1936至1965年間之年平均氣溫上升率為0.032°C·Year⁻¹（鄭，1989）為

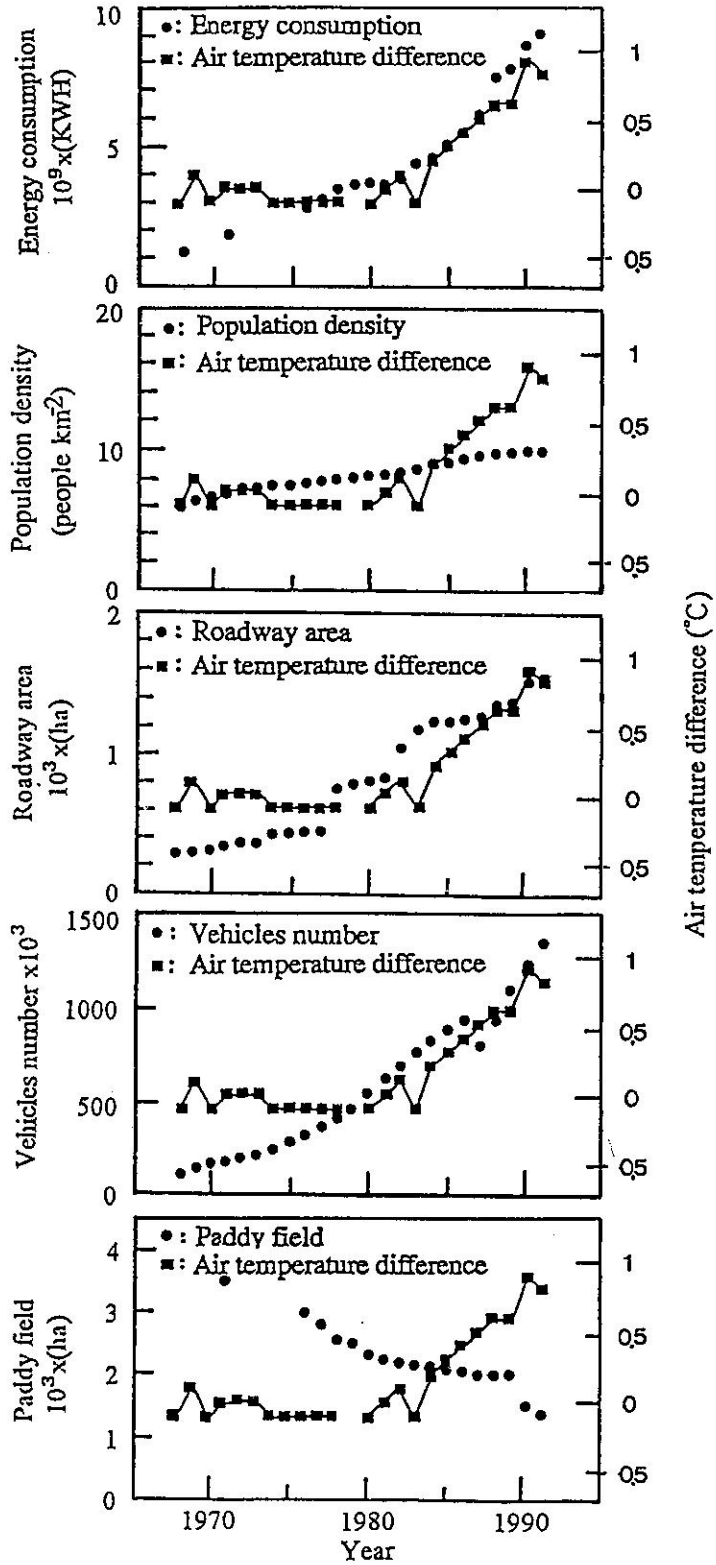


圖 3. 各都市發展參數與年平均氣溫差之關係(1968-1991)

低；然台北市之年平均氣溫由1980年至1991年間，急速上升，如僅就此段時間而言，其上升率高達 $0.09^{\circ}\text{C}\cdot\text{Year}^{-1}$ ，約為東京之三倍，足見台北市之增溫現象嚴重。

(二) 都市發展參數與氣溫變化之關係

台北市各都市發展參數與 dT 之對應關係分別示如圖3。

由圖3可知，用電量（Energy consumption, KWH）、道路面積（Roadway area, ha）、機動車輛總數（Vehicles number, pcs）、及人口密度（Population density, people km^{-2} ）與 dT 均呈現相同之逐年遞增趨勢，而水田面積與 dT 則呈現相反之趨勢。再以各都市發展參數與 dT 進行線性迴歸分析，所得之係數列如表2。

表 2. 各都市發展參數與年平均氣溫差（ dT ）之迴歸分析結果（1968-1991）

都市發展參數	迴歸式之係數 (a)	迴歸式之係數 (b)	自由度 df	相關係數 r
用電量(Xa)	0.24	0.14×10^{-4}	15	0.93 ^{**}
道路面積(Xb)	0.25	0.68×10^{-3}	15	0.83 ^{**}
機動車輛總數(Xc)	0.32	0.86×10^{-4}	15	0.88 ^{**}
人口密度(Xd)	-1.15	0.24×10^{-3}	15	0.82 ^{**}
水田面積(Xe)	1.82	-0.38×10^{-3}	15	-0.72 ^{**}

表2中所列各項之相關係數均達1%之顯著水準，就統計學觀點而言，本研究初步所選定之各項都市發展數與氣溫變化間均有極顯著之相關。

(三) 台北市氣溫趨勢之估測

由結果(二)得知各都市發展參數與氣溫變化間有密切關係，則換言之，台北市之氣溫正明顯受都市發展參數之影響而有所變化；故本研究以統計方法找出台北市統計要覽中所蒐集之各都市發展參數（1968~1991）與台北市年平均氣溫間之關係，藉以建立未來之氣溫估測公式，進而提供日後之都市規劃參考；以都市發展參數為自變數，年平均氣溫（T）為因變數進行複迴歸分析並得下列推估式，其相關係數為0.93，已達1%顯著水準。

$$T = 25.19 + 3.86 \times 10^{-10}(Xa) - 1.76 \times 10^{-4}(Xb) - 1.11 \times 10^{-6}(Xc) - 5.75 \times 10^{-4}(Xd) - 6.51 \times 10^{-4}(Xe) \dots\dots\dots (2)$$

Xa：用電量（KWH） Xb：人口密度（people km^{-2} ） Xc：機動車輛總數（pcs） Xd：道路面

積（ha） Xe：水田面積（ha）

若各都市發展參數之逐年變化率持續不變，則可先預估2000及2050年之各都市發展參數，爾後再將其分別代入(2)式，可得知於2000及2050年時之年平均氣溫為 23.7°C 及 24.3°C ；此與蘇等（1993）所提之台北市未來氣溫預測公式： $T = 0.0498 \times \text{Year} - 76.183$ ，估測2050年之氣溫為 25.9°C 有所不同，蓋都市溫度變化之影響因素甚多，若僅就歷年變化趨勢來作為估測未來溫度變化之唯一考量，恐有失之粗糙。

四、參考文獻

台北市政府（1993）台北市統計要覽。台北市政府。

吳明進（1994）臺灣的氣溫和降水長期變化。科學月刊25(2)：122-126。

楊盛行（1994）氣候變遷對未來農業生產之衝擊及因應之道。中華農業氣象1(4)：125-131。

鄭師中（1989）都市氣候學。83-122。徐氏基金會出版。

劉衍淮（1964）臺灣氣候變化之趨勢與同期。氣象學報10：31-51。

蘇昭郎、歐陽燦暉、張木彬（1993）台北市之溫暖化之初步調查研究。第六屆環境規劃與管理研討會論文集。423-437。國立成功大學，台南市。

水越允治（1965）都市氣溫の分布と風との關係についての—考察。地理學評論38：366-46。

木村龍治、三澤信彦、坂上治郎、國井利泰（1975）都市のヒートアイランド效果に伴う對流の特性について。天氣22：26-37。

河村武（1968）都市氣候—とくにheat is landに關する研究を中心として。氣象研究ノート98：468-483。

河村武（1977）都市氣候の分布の實態。氣象研究ノート133：26-47。

Conover, J. (1992) Are New England winters getting milder?. Weatherwise. 45(5):24-25.

Dewey, K. and R. Heim, Jr. (1993) Where have all winters gone?. Weatherwise. 46(5):27-31.

THE EFFECT OF URBANIZATION ON THE AIR TEMPERATURE OF TAIPEI

Sen-Hsiung Hsu and Chi Tang

Department of Natural Resources Conservation,
National Pingtung Polytechnic Institute, Pingtung, Taiwan, R.O.C.

ABSTRACT

The effect of urbanization on the air temperature of Taipei was studied by using the data of annual mean air temperature collected from the meteorological stations of Taipei and Penchiayu from 1910 to 1991. Penchiayu is a small island far from northeast of Taipei about 85 kilometers and is considered to have the least impact from modern urbanization. A comparison was made between the data obtained from these two stations. The results can be summarized as follows:

1. Urbanization increased the energy consumption, population density, the number of vehicles, and the roadway area of city. These factors had a significant positive effect on the increase of air temperature and resulted in the decrease of paddy field area.
2. The urbanization of Taipei resulted in the increase of the air temperature is about 0.09°C per year since 1980.
3. According to the rate of urban development at Taipei, we have predicted the annual mean air temperature for the years of 2000 and 2050 will be 23.8°C and 24.3°C individually.

Key Words: Air temperature, Urban climate, Urban development.