



香港天文台

HONG KONG OBSERVATORY

Reprint 955

香港市區氣溫日際變化分析及其長期趨勢

胡文志、陳浩新 & 郝孟騫

第二十五屆粵港澳氣象科技研討會

香港，2011 年 1 月 26-28 日

# 香港市區氣溫日際變化分析及其長期趨勢

胡文志 陳浩新 郝孟騫

香港天文台

## 摘要

受全球變暖及本地城市化的共同影響，香港的平均氣溫在過去百多年間有顯著的上升趨勢，而且市區平均氣溫升幅也明顯較郊區高。然而，受周邊環境因素不同影響，市區裡不同地點的氣溫變化趨勢亦有差異。

本文利用同是位於香港市區中心而相距只有約 1 公里的天文台總部及京士柏氣象站的氣溫數據，分析本地城市化效應在不同的環境下對市區日際氣溫變化的影響及其長期趨勢，從而了解周邊環境對兩站氣溫的影響。

## 1. 引言

過去 120 多年，香港天文台在其總部的連續氣象觀測為研究香港氣候變化提供了一個重要基礎。天文台近年就全球變暖及城市化效應對香港氣候的影響作出了研究。在天文台總部的氣溫記錄分析顯示，1885 至 2009 年間年平均氣溫的上升速度為每 10 年平均上升 0.12 °C，而在 20 世紀後期，平均氣溫的升幅加快。

香港天文台總部位於九龍的心臟地帶，附近地區在過去數十年的城市發展十分迅速(圖一)，尤以 1998 年啟德機場搬遷後特別顯著。天文台總部所錄得的氣溫上升趨勢可歸因於由溫室效應增強所引致的全球變暖，以及本地高密度城市發展(Lam 2006; Leung *et al* 2004)。

馮瑞權等(2010)指出，澳門的氣候受城市化影響較少。香港和澳門在 1951 至 2007 年的平均溫度上升速率分別為每 10 年 0.17°C 和每十年 0.10°C。假設澳門在上述期間沒有受城市化影響，則香港所受的城市化影響約為每 10 年 0.07°C，對溫度上升的貢獻約為 41%。而利用 1901 至 2007 年期間的數據作同樣分析，得出城市化對香港溫度上升的影響佔約 53%。故此基於過去幾十年觀察數據，估計在香港大約有一半的氣候變暖是由城市化造成的，可見城市化效應對香港氣候變化的重要性。

天文台總部及京士柏氣象站同是位於香港市區中心，雖然水平相距只有約 1 公里(圖二)及高度亦只相差約 30 米，但兩站有著不同局地周邊環境因素，使兩站具有不同的微氣候，以致兩站所受的城市化效應也有區域性的分別。本文利用這兩站的氣溫數據，分析本地城市化效應在不同環境下對市區日最高溫度、日最低溫度和日較差的長期趨勢的影響，以及分析這兩個市區站的日際氣溫變化差異。

## 2. 數據來源與分析方法

本文所使用的氣象數據是來自天文台總部、京士柏氣象站和澳門的記錄。表一詳列所用數據資料包括氣象參數、數據期間及來源。本文採用迴歸法計算趨勢，及 t-測試來檢驗趨勢的顯著水平，方法的詳情可

參考文獻(Easterling *et al* 1997; Leung *et al* 2004)。此外，在比較天文台總部(以後簡稱天文台)與京士柏氣象參數之差別時，均以天文台減京士柏的值為參考。

### 3. 結果及討論

#### 3.1. 長期趨勢

##### 3.1.1 日最低氣溫( $T_{MIN}$ )

香港市區的日最低氣溫 ( $T_{MIN}$ ) 有顯著的上升趨勢 (達 5 %統計顯著水平), 結果與 Leung *et al* (2004)根據 1947-2002 數據所得的結論一致 (見表二)。四季當中, 冬季的上升趨勢最大, 而夏季則最少, 兩者相差近 3 倍。值得注意的是, 香港冬季  $T_{MIN}$  的標準差(standard deviation)明顯較夏季為大, 以天文台 1968 至 2009 年觀察記錄為例,  $T_{MIN}$  的標準差在冬季和夏季分別是 0.96 °C 和 0.37 °C。若把  $T_{MIN}$  的上升速率除以相應季節  $T_{MIN}$  的標準差作比較, 冬夏兩季的  $T_{MIN}$  上升速率差別則明顯減小。

香港的氣候變化是受由溫室效應增強引致的全球變暖及本地城市化的共同影響(參見 Leung *et al* 2004)。受到本地城市化效應影響, 如夜間熱島效應(胡文志等 2009), 天文台及京士柏  $T_{MIN}$  的上升速度均比澳門同期及 Eastling *et al* (1997)計算過去 1950 至 1993 年間北半球的  $T_{MIN}$  上升速度為大(見表三)。

本地方面, 天文台總部及京士柏氣象站同是位於香港市區中心, 兩站相距只有約 1 公里(圖二)。比較兩站  $T_{MIN}$  的上升速率, 除春季外, 兩站的上升速率近乎相等, 說明兩站晚間受相近的城市化效應所影響。另一方面, 天文台春季  $T_{MIN}$  的上升速率顯著地較京士柏高約每 10 年 0.07 °C, 原因有待作進一步研究。總的來說, 兩站  $T_{MIN}$  的趨勢變化是大致相同的, 反映兩處地方晚間在同一的都市頂層(Urban Canopy Layer)背景條件下(參見規劃署及中文大學 2008), 說明本地城市化的影響對  $T_{MIN}$  的長期趨勢的一致性。

### 3.1.2. 日最高氣溫( $T_{MAX}$ )

根據 Karl *et al* (1993)的研究，城市化影響對大多數的城市的日最低與日最高氣溫的影響有所不同。Eastling *et al* (1997)發現過去數十年間北半球的平均  $T_{MAX}$  有上升趨勢（表三）。澳門  $T_{MAX}$  近數十年同樣有上升趨勢，且趨勢更為明顯。馮瑞權等（2010）指出澳門  $T_{MAX}$  的上升趨勢是屬於長期氣候波動的一部分。相關分析顯示香港（天文台及京士柏）與澳門三者之間的年際  $T_{MAX}$  相關係數非常高。然而，天文台  $T_{MAX}$  並無明顯的上升趨勢，突顯了局地周邊環境因素對天文台  $T_{MAX}$  的影響（見表二）。

全球變暖、城市化及到達地面的太陽輻射量均是影響日間  $T_{MAX}$  的主要因子。在 1968-2009 年間，每年到達香港地面（以京士柏錄得的資料為參考）的太陽總輻射量每 10 年減少 0.49 兆焦耳/平方米，與全球太陽總輻射量的減少趨勢吻合 (Wild *et al* 2007)。Leung *et al* (2004) 指出，城市活動所釋放的熱能，可抵消因太陽總輻射量的減少對香港日間  $T_{MAX}$  長期變化的影響，使天文台  $T_{MAX}$  沒有明顯的趨勢變化。然而，京士柏秋季以及全年的  $T_{MAX}$  卻有顯著的上升趨勢，這與到達地面的太陽總輻射量的下降趨勢對立。故此，京士柏  $T_{MAX}$  的上升趨勢很可能與全球變暖及人為因素熱釋放等有關。至於天文台相對較輕微的  $T_{MAX}$  長期變化則可能與天文台本身獨特的周邊環境因素相聯繫的微氣候有關係（參見下面章節再作討論）。

### 3.1.3. 日較差(DTR)

日最高與日最低氣溫的差值為日較差 (DTR)。Folland *et al* (2001)指出，全球陸地上的  $T_{MIN}$  上升較  $T_{MAX}$  快近兩倍，因此全球陸地的 DTR 也相應減少。Karl *et al* (1991) 亦指出在中國  $T_{MIN}$  上升較  $T_{MAX}$  快。本港方面，除夏季外，京士柏也看到  $T_{MIN}$  上升較  $T_{MAX}$  快近兩倍的現象。

比較  $T_{MIN}$  和  $T_{MAX}$  的趨勢可見到天文台及京士柏兩站的 DTR 都正在減小，與全球包括中國的情況一致。此外，天文台的 DTR 下降趨勢較京士柏急，春季時的差別最明顯，這意味局地因素影響使 DTR（以及  $T_{MAX}$ ）在區域尺度上出現較大的差異。

### 3.2. 日際變化

#### 3.2.1. 氣溫差異

利用 1993 至 2009 年天文台及京士柏每小時氣象數據資料，分析兩站氣溫差異的日際變化。圖三表示每小時天文台與京士柏氣溫差（天文台減京士柏）的平均情況。可見日間天文台的氣溫傾向低於京士柏，而晚間情況則剛剛相反。

圖三清楚顯示，天文台日間的年平均氣溫從上午 9 時至下午 3 時左右較京士柏低約 0.3 度，其餘時間特別是晚間則高約 0.8 度。兩站日夜溫差在 11 及 12 月最為顯著，日間天文台最高氣溫較京士柏平均低近 0.8 度，而晚間最低氣溫則平均高達 0.9 度。事實上，天文台日間氣溫較京士柏為低的情況具有明顯季節變化。在夏季兩站日間最高氣溫差別出現在中午前，而在冬季則出現在午後。除了兩站氣溫差別值在冬季較夏季大外，持續的時間亦較長。

圖四表示天文台每小時氣溫低於京士柏的百分比，若以 50% 為參考，冬季日間天文台氣溫低於京士柏的時間約為 7 小時，較夏季的 4 小時長約 1 倍。另外，在冬季午後超過 7 成機會天文台的氣溫較京士柏低。值得注意的是，在夏季天文台氣溫較京士柏低的情況主要出現在早上，午後當夏季太陽的仰角較大及太陽總輻射較強時，兩站的相對氣溫卻無明顯偏向。相反，日落後至翌日日出前天文台的氣溫基本上都較京士柏高，且兩站氣溫差別平均近 1 度（參看圖三）。

#### 3.2.2. 氣溫變化速率差異

然而，天文台及京士柏兩站的日間氣溫除了有高低差異外，同時也存在明顯的變化速率差異。圖五顯示兩站每小時氣溫的相關分析。兩站的每小時氣溫的相關在夏季一般較冬季少。四季當中，尤以春季最高，這可能與春季雲量較多有關。最為顯著的是兩站每小時氣溫的相關係數在日間都明顯下降，說明兩站日間的氣溫受到不盡相同的因素所影響。還有，兩站氣溫相關係數的谷值在夏季出現在上午 9 時，而冬季則在下午 2 時，與圖三顯示兩站日間氣溫差異峰值的出現時間吻合。

圖六顯示兩站每小時氣溫變化速率的差異(全年、冬季及夏季平均)。清楚看到日出後,天文台的升溫較京士柏緩慢,最顯著的差別則出現於日出 2-3 小時後(冬夏季平均分別在 10 時及 8 時),隨後差別開始減小。然而從近中午左右到  $T_{MAX}$  出現前期間,兩站在冬夏季亦有明顯不同的氣溫變化差異。在夏季時,天文台日間從上午 11 時至下午 3 時氣溫上升較京士柏快,但在冬季天文台氣溫上升的幅度持續較京士柏小。

從  $T_{MAX}$  出現後至日落後的數小時內,天文台氣溫下降的速度亦較京士柏為慢。參考 Holmer and Thorsson (2009) 有關比較不同城市降溫的結果,兩站在這段時間的氣溫下降差別可能與兩地不同的周邊建築物幾何(building geometry)引致不同顯熱(sensible heat)有關。

隨後,兩站氣溫變化的差異則接近零,並氣溫變化值也相對穩定,情況一直持續至翌日日出,說明兩站晚間氣溫下降的物理機制以及其相關的各種熱參數(如綜合的熱導率等等)亦相類似。有關晚間氣溫下降的物理機制可參見 Reuter *et al* (1951)。還有,前面章節(表二)已討論過,兩站日最低氣溫的長期上升趨勢基本上還是一致,顯示兩站晚間氣溫的長期變化能夠反映局地尺度市區頂層下(受全球暖化及熱島效應強度變化等影響)的氣溫長期趨勢變化。

### 3.2.3. 日最高氣溫出現時間

為刪去受冷鋒等因素引致的日間強降溫的影響,在分析日最高氣溫出現的時間時,本文將不考慮  $T_{MAX}$  出現在中午 12 時前及黃昏 17 時後的情況,並把有降雨的日子剔除(即降雨量為微量或以上)。由於日間升溫速率不同,兩站出現  $T_{MAX}$  的時間亦有不同。從日間氣溫變化由正值(上升)轉為負值(下降)可知道天文台  $T_{MAX}$  一般比京士柏較遲出現(參見圖六)。圖七比較冬季及夏季出現  $T_{MAX}$  時間的百分比。因受雲量及風速等不同的外在因素影響,  $T_{MAX}$  出現時間可以有很大的差異,但天文台較遲出現  $T_{MAX}$  的情況(特別是在夏季)仍清楚看到。表四總結四季兩站出現  $T_{MAX}$  時間的差別。可見夏季時,無論以中位數或算術平均表示,天文台出現  $T_{MAX}$  時間平均較京士柏遲約半小時,而冬季則相差一般少於 10 分鐘。

### 3.2.4. 日最高氣溫值差異

從圖八可見，超過 50% 情況(參考中位數)夏季天文台日最高氣溫 ( $T_{MAX}$ )較京士柏為高，而其他季節則相反。冬季天文台  $T_{MAX}$  較京士柏低的現象最明顯。冬夏季的不同表現可從圖六了解。在冬季， $T_{MAX}$  出現前天文台日間氣溫上升速率一直較京士柏少。而在夏季，天文台日間氣溫上升速率在中午左右略較京士柏為大，因此天文台有一定百分比的  $T_{MAX}$  可以較京士柏為高。至於冬季與夏季在中午前後兩站氣溫上升速率的分別，原因可能與夏季日間地面溫度及周邊建築物表面溫度較高，以致紅外熱的釋放較大有關(根據 Stefan-Boltzmann Law，紅外熱的釋放與溫度的 4 次方有關)，但詳細原因有待進一步研究。事實上，因為兩站  $T_{MAX}$  出現時間平均在 13 至 14 時前後，圖三同樣反映在夏季(冬季)時，天文台  $T_{MAX}$  是平均較京士柏高(低)。

### 3.2.5. 兩站日間氣溫差別與日平均雲量和日總日照時間的關係

為進一步了解天文台日間氣溫大多較京士柏低的原因，我們分析了每天京士柏氣溫高於天文台氣溫的總時數與日平均雲量和日總日照時間的關係(圖九)。可清楚見到，平均雲量越少及日照時間越長，則(日間)京士柏氣溫高於天文台氣溫的時間便越長。這證明兩站日間氣溫之差別與太陽光(輻射)之多寡有顯著及直接的關係。

此外，在秋季和冬季，日照時數愈長，則兩站  $T_{MAX}$  的差別愈大(圖十)。但類似的關係在其他季節則並不明顯。以下利用黑球溫度(Globe temperature)的變化來分析引證太陽輻射與兩站日間氣溫差別的關係。

### *3.3. 黑球溫度(Globe Temperature, GT)*

黑球溫度代表平均輻射溫度，它反映輻射熱的效應(Thirsson *et al* 2007)。圖十一顯示分別在兩站觀測的 GT。受可供使用數據的限制，本文只能選取在 2010 年 4 至 8 月內無雨量記錄及日照時間達 10 小時或以上的日子(共 8 天)，作初步的綜合分析(減少其他氣象因素如雲量及濕度等影響)。須注意是，由於個案主要集中在夏季，結果較直接反映夏季(當太陽輻射相對強時)的情況。



在日間，GT 都明顯高於氣溫；而在夜間，兩者則較為接近。日出後的 4 至 5 小時內，天文台的 GT 一直較京士柏偏低。而且，天文台早上出現偏低 GT 的情況(一般為 8 時)也較出現偏低氣溫(一般為 10 時)為早。這反映天文台早上升溫較京士柏緩慢的其中一個原因相信是前者受到周邊建築物某程度上的屏蔽效應影響，致使未能受到陽光的直接照射地面及空氣加熱，輻射熱相應減少。

至中午前後當太陽高度角或仰角較大，兩站同時能受(其時也較強的)陽光直接照射時，兩站的 GT 其時則較為接近，而兩站氣溫仍持續上升。在這段時間，兩站氣溫變化的差異相應減小，但天文台的升溫卻較京士柏大(參見圖六 c)。

中午過後，兩站日最高氣溫相繼出現後，天文台的 GT 再較京士柏為低。原因相信與周邊建築物造成的屏蔽效應有關。這時，兩站氣溫下降。值得注意的是，雖然天文台的 GT 較京士柏為低，但天文台氣溫下降的速度亦較京士柏為慢(參見前面章節 3.2，冬季情況俱同)。這正正反映這段時間的兩站氣溫變化的差別與周邊建築物幾何引致不同顯熱的關係更為密切。

圖十二比較天文台與京士柏兩站的環境。清楚顯示天文台東面受建築物及大樹掩蔽，使天文台要到上午較後時間才可受陽光直接照射。這情況也能從 GT 的差異中反映。同樣，天文台西面也受到大樹掩蔽，如此天文台的 GT 在下午 4 至 6 時也較京士柏為低，引致 GT 的差異在此期間出現第二個低谷。最後，值得注意的是在冬季天文台西南面亦在中午前後開始受建築物掩蔽(參考圖十二(a)冬季 1 月份的太陽路徑)，但因數據所限，冬季 GT 的差異有待進一步分析。

#### 4. 結論

本文利用同是位於香港市區中心而相距只有約 1 公里的天文台總部及京士柏氣象站的氣溫數據，分析本地城市化效應在不同的環境下對市區日際氣溫變化的影響及其長期趨勢，從而了解周邊環境對兩站氣溫的影響。

兩站日最低氣溫的趨勢變化是大致相同的，但於天文台總部的日最高氣溫長期趨勢則相對較京士柏輕微，這可能與天文台總部本身獨特的周邊環境因素相聯繫的微氣候有關係。

受周邊環境因素不同影響，兩站的日間氣溫變化有著明顯的差異，以致日最高氣溫及其出現時間都有差別。但是，夜間兩站氣溫變化卻較接近，差別並不明顯。從兩站黑球溫度上的差別可引證兩站日間氣溫變化的差異與周邊環境因素所引致太陽輻射量不同有關。

## 致謝

本文工作得到天文台處理台長岑智明先生、黃永德博士、莫慶炎先生及李子祥博士提供了寶貴的意見，作者在此謹表衷心感謝。作者亦感激澳門地球物理暨氣象局提供有關氣象數據作分析之用。

## 參考文獻

- 香港天文台，2009： *香港氣象及潮水觀測摘要 2009*。
- 馮瑞權等，2010： 1901-2007 年澳門地面氣溫變化的分析，氣候變化研究進展，5(1)，12-17。
- 胡文志、梁延剛、雷惠雯及李子祥，2009：香港城市與郊區氣候差異的分析，氣象，35(2)，71-79。
- 規劃署及中文大學，2008： *都市氣候圖及風環境評估標準-可行性研究：工作報告 1A：都市氣候分析草圖*(只提供英文版)。
- Balling, R.C., P.J. Michaels and P.C. Knappenberger, 1998: Analysis of winter and summer warming rates in gridded temperature time series. *Climate Research*, **9**, 175-181.
- Easterling, D.R., *et al.*, 1997: Maximum and Minimum Temperature Trends for the Globe. *Science*, **277**, 364-367.
- Folland, C.K. *et al.* 2001: *Observed climate variability and change, in Climate Change 2001: The Scientific Basis*, 108-109, Cambridge University Press, Cambridge 2001.
- Holmer, Björn, Sofia Thorsson, 2009 : Intra-urban nocturnal cooling - A comparison of high-latitude Göteborg, Sweden and Tropical Ouagadougou, Burkina Faso, *The seventh International Conference on Urban Climate*, 29 June - 3 July 2009, Yokohama, Japan
- Karl, T. R., G. Kukla, V. N. Razuvayev, M. J. Changery, R. G. Quayle, R.

- T. Heim Jr., D. R. Easterling, and C. B. Fu, 1991: Global Warming: Evidence for asymmetric diurnal temperature change, *Geophys. Res. Lett.*, **18**, 2253–2256.
- Karl et al, 1993: A New Perspective on Recent Global Warming: Asymmetric Trends of Daily Maximum and Minimum Temperature, *Bulletin of the American Meteorological Society*, Volume **74**, Issue 6, 1007-1023
- Lam, C.Y., 2006; On Climate Changes Brought About by Urban Living, *PGBC Symposium*, 2 December 2006, Hong Kong, China, HKO Reprint No. 700.
- Lee, T.C, W.M. Leung and K.W. Chan, 2006: Climatological Normals for Hong Kong 1971- 2000. *Hong Kong Observatory Technical Note (Local)*, No. **83**.
- Leung, Y.K, K.H. Yeung, E.W.L. Ginn and W.M. Leung, 2004: Climate Change in Hong Kong. *Hong Kong Observatory Technical Note*, No. **107**.
- Reuter, H, 1951: Forecasting Minimum Temperatures, *Tellus*, Volume **3**, Issue 3, pages 141–147, August 1951
- Russell S. Vose, David R. Easterling and Byron Gleason, 2005: Maximum and minimum temperature trends for the globe: An update through 2004, *Geophys. Res. Lett.*, **32**, doi:10.1029/2005GL024379
- Thorsson, Sofia, Fredrik Lindberg, Ingegård Eliasson and Björn Holmer, 2007: Different methods for estimating the mean radiant temperature in an outdoor urban setting, *Int. J. Climatol.* **27**: 1983–1993
- Wild, M., A. Ohmura, and K. Makowski, 2007: Impact of global dimming and brightening on global warming, *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L04702, doi:10.1029/2006GL028031.

表一：本文所用的數據及期間

氣象站	氣象參數	數據期間	數據來源
天文台及 京士柏	日最高及最低氣溫	19680101-20091231	香港天文台
	每小時氣溫	19930101-20091231	
	每小時黑球溫度	20100401-20100831	
京士柏	每日太陽總輻射 日照時間	19680101-20091231	
天文台	日平均雲量	19680101-20091231	
澳門	日最高及最低氣溫	19680101-20091231	澳門地球物理暨氣象局

表二：天文台及京士柏日最低氣溫，日最高氣溫及日氣溫差的長期趨勢(1968至2009年)。單位為攝氏度/十年。灰色表示趨勢達t檢定5%顯著水平。兩站之差異以天文台減京士柏代表。

參數	氣象站	春	夏	秋	冬	年
最低 氣溫	天文台	0.33	0.14	0.33	0.40	0.31
	京士柏	0.26	0.14	0.34	0.43	0.30
	天文台-京士柏	0.07	-0.00	-0.01	-0.03	0.01
最高 氣溫	天文台	0.08	-0.05	0.01	0.05	0.03
	京士柏	0.13	0.00	0.16	0.22	0.13
	天文台-京士柏	-0.05	-0.05	-0.2	-0.2	-0.11
日較 差	天文台	-0.25	-0.19	-0.32	-0.35	-0.28
	京士柏	-0.13	-0.14	-0.18	-0.20	-0.16
	天文台-京士柏	-0.12	-0.05	-0.14	-0.15	-0.11

表三：北半球<sup>\*\*</sup>(1950-1993)和澳門(1968-2009)的日最低氣溫，日最高氣溫及日較差的長期趨勢。單位為攝氏度/10年。根據 Easterling *et al* (1997)和馮瑞權等(2010)，兩者的氣溫長期趨勢變化可設為不受或較小受城市化效應影響。

參數	區域	春	夏	秋	冬	年
最低氣溫	北半球	0.23	0.10	0.07	0.30	0.17
	澳門	0.17	0.02	0.30	0.34	0.21
最高氣溫	北半球	0.14	0.03	-0.01	0.13	0.08
	澳門	0.35	0.12	0.56	0.61	0.41
日較差	北半球	-0.09	-0.08	-0.08	-0.14	-0.09
	澳門	0.18	0.10	0.26	0.27	0.20

備註：

<sup>#</sup>只考慮所有非市區氣象站數據，資料來源:Easterling *et al* (1997)

<sup>\*</sup>根據 Russell *et al* (2005)利用更新至 2004 年的數據所作的結果，北半球陸地日最高和最低氣溫，以及日較差的長期趨勢變化與 Easterling *et al* (1997)的結果基本上是一致的，只是趨勢的值一般較大。

表四：天文台與京士柏出現日最高氣溫時間平均差別(分別以中位數及算術平均數代表)。天文台出現滯後京士柏之時間(分鐘)。只考慮兩站在 12 至 17 時出現日最高氣溫及當天沒雨量記錄的日子。

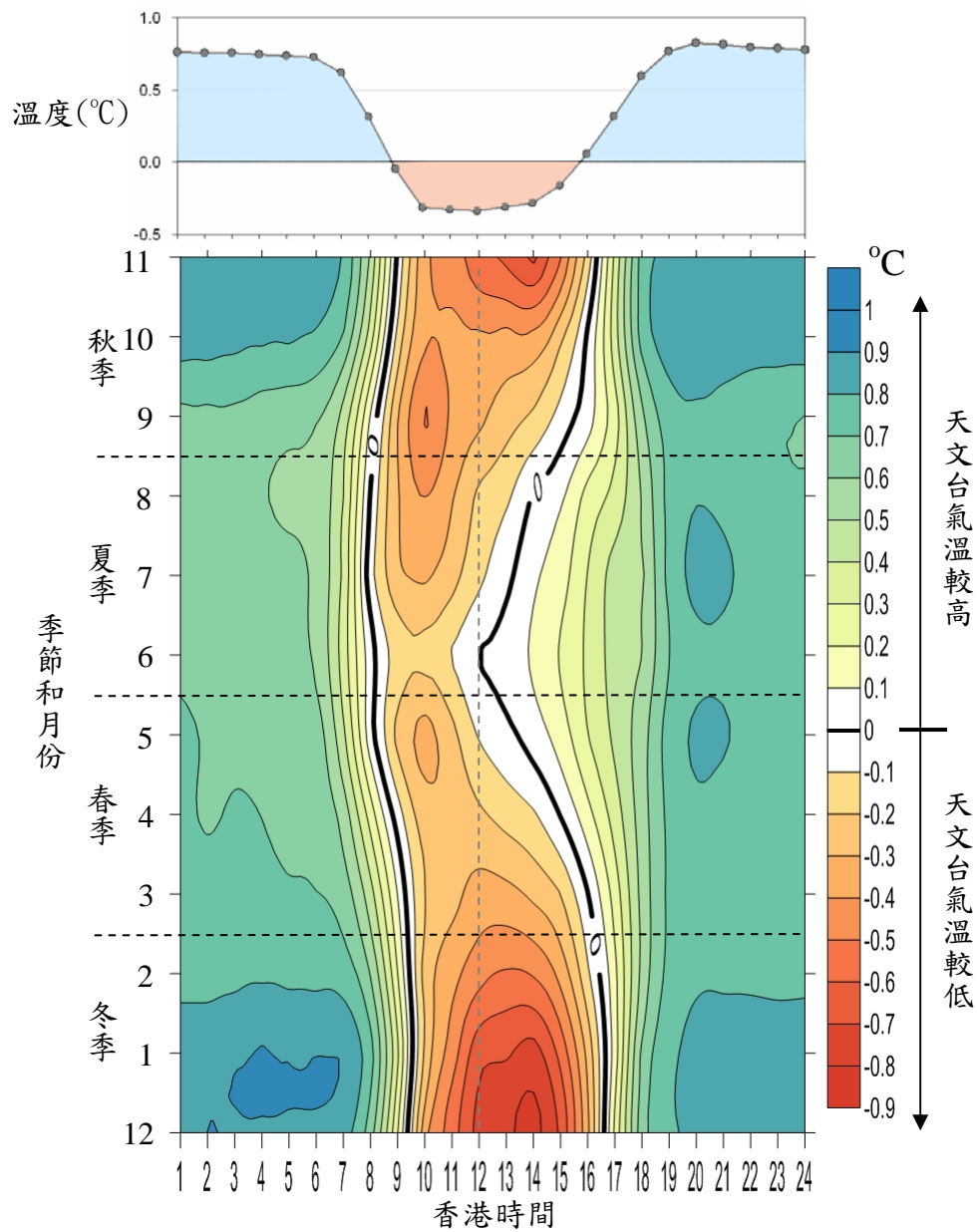
	春	夏	秋	冬	年
中位數 (Median)	13	28	4	3	8
算術平均 (Arithmetic mean)	22	35	7	8	15



圖一：天文台附近的城市環境 (a) 1975 年 (b) 2007 年。紅色虛線顯示天文台位置。(來源：地政總署測繪處)

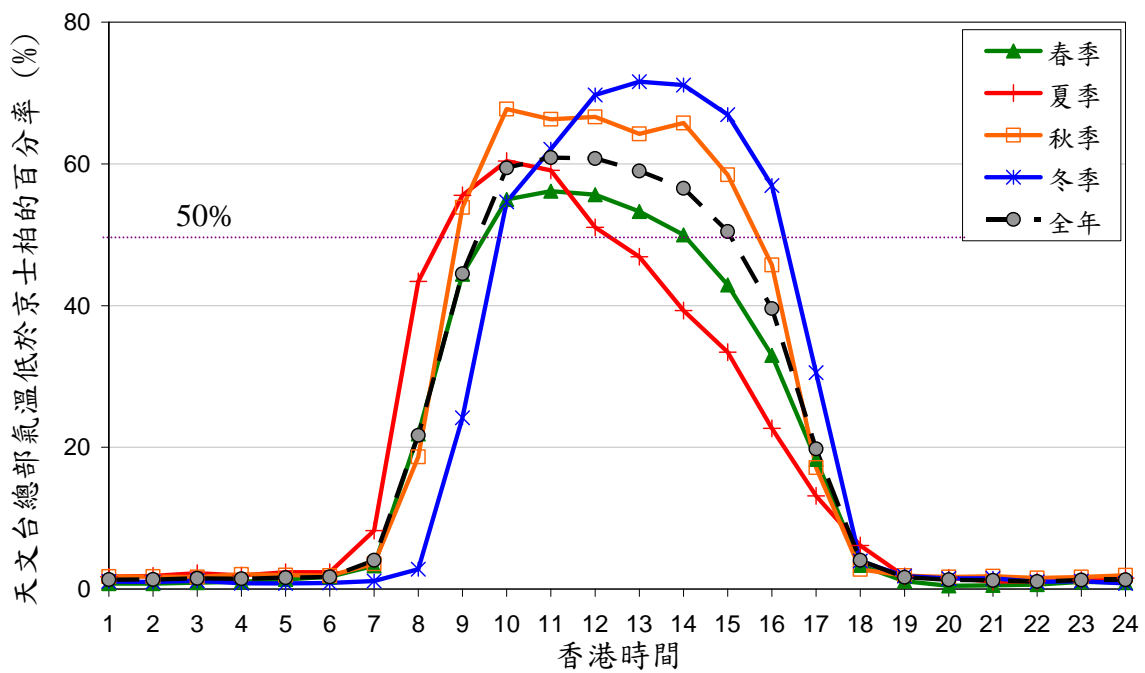


圖二：天文台總部與京士柏的氣溫地理位置。插圖為周邊環境的放大圖及溫度表草棚或百葉箱。兩站詳細資料可參見香港天文台(2009)。

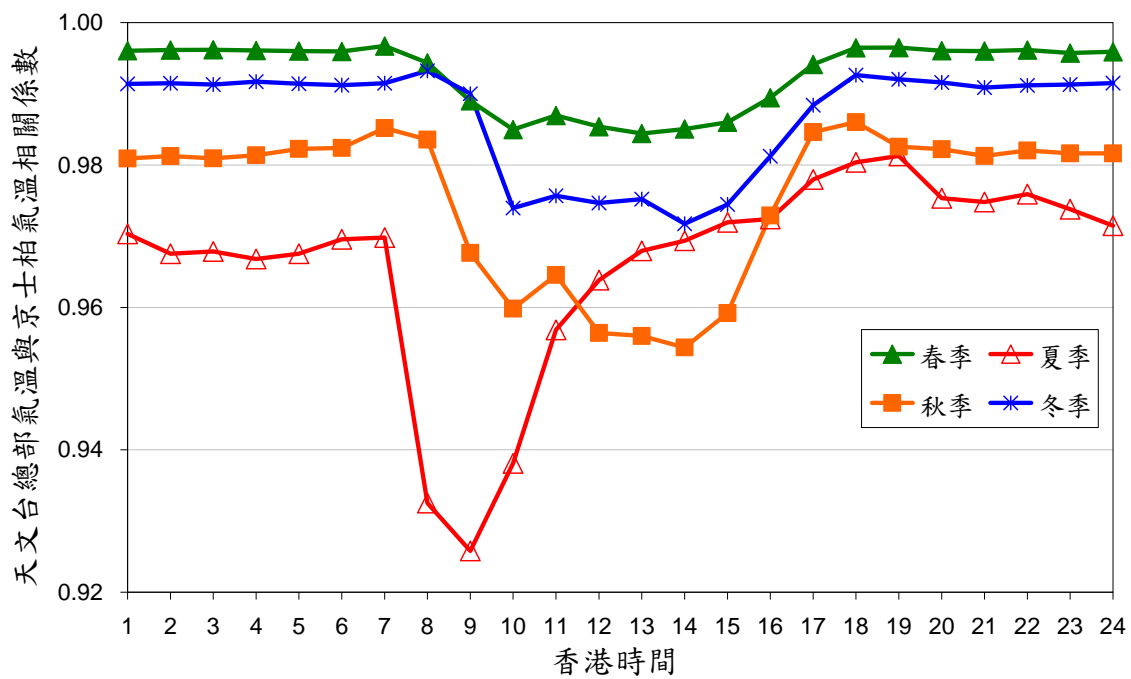


圖三: 天文台總部與京士柏的氣溫差異(1993 至 2009 年平均), 差異以天文台總部減京士柏的氣溫表示。上圖氣溫差異的全年平均日際變化。

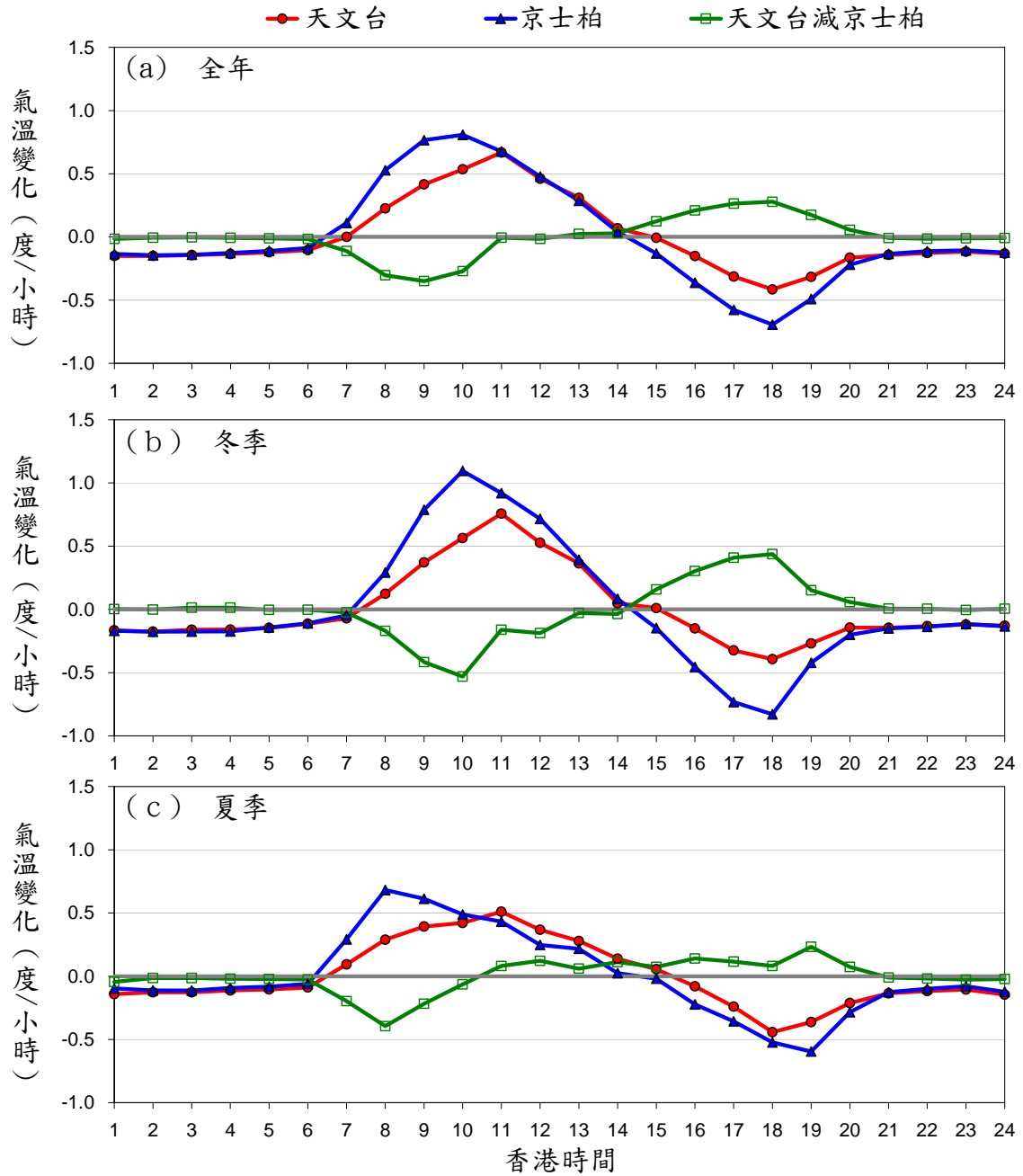




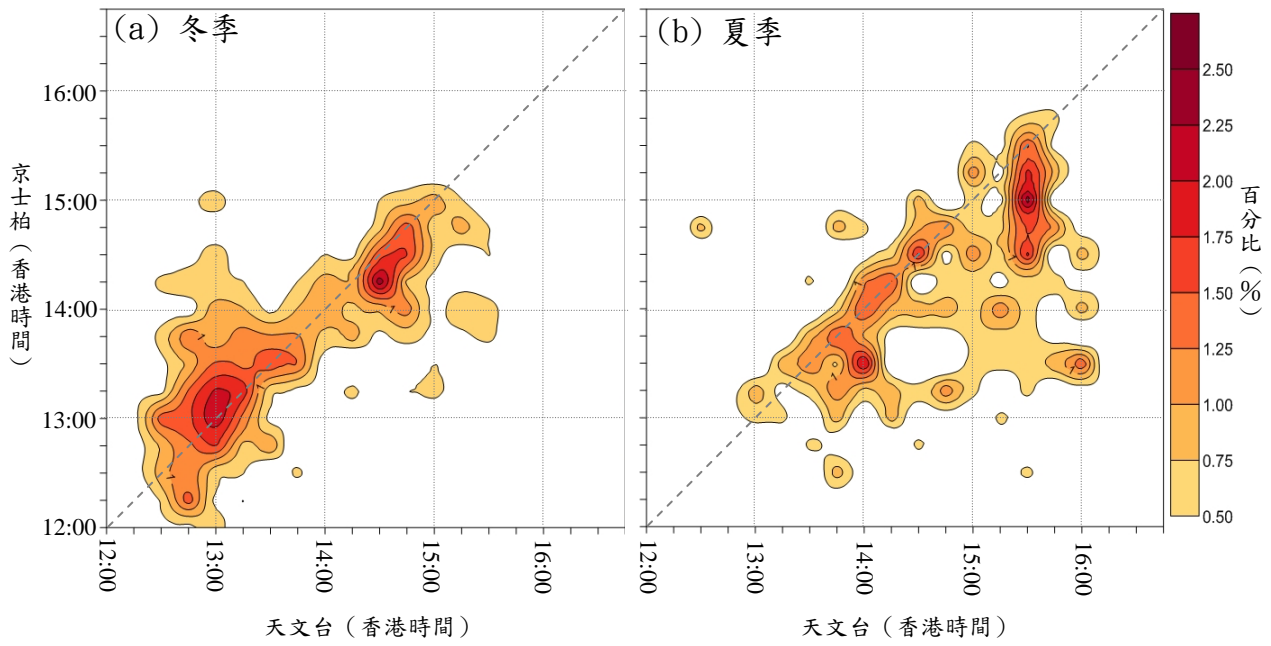
圖四：天文台總部每小時氣溫低於京士柏氣溫的百分率。



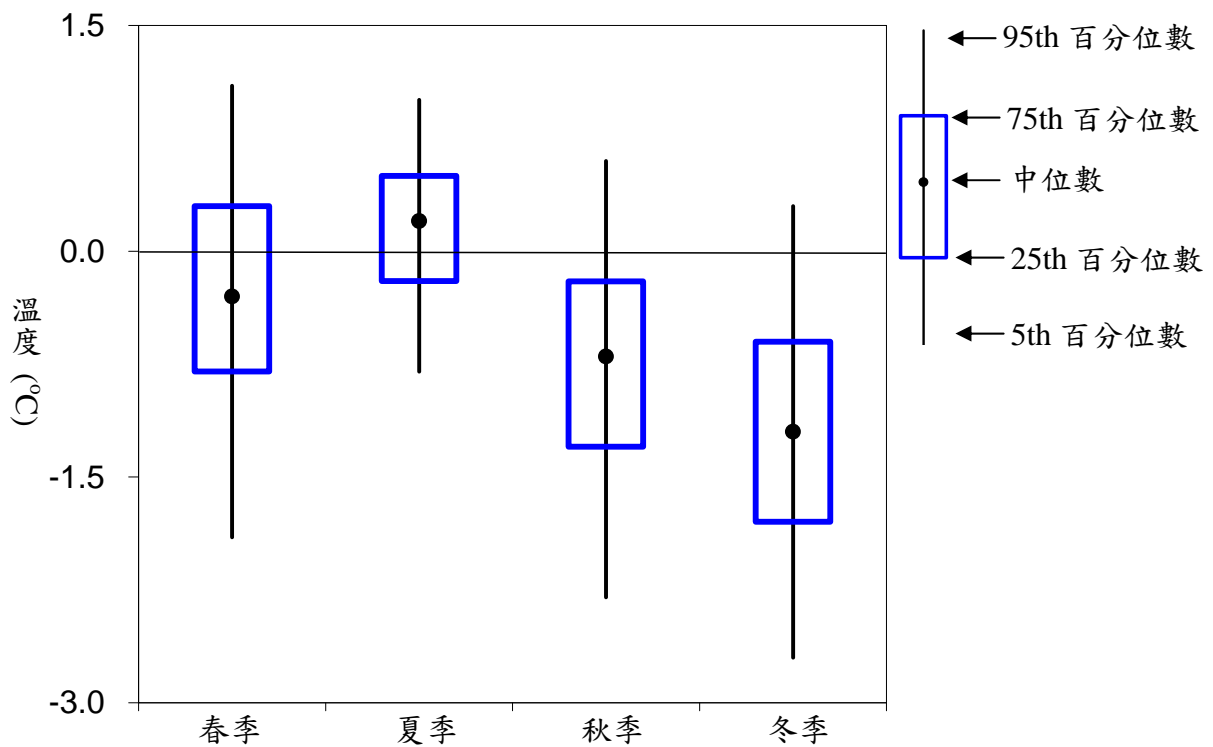
圖五：天文台總部氣溫與京士柏氣溫相關分析。



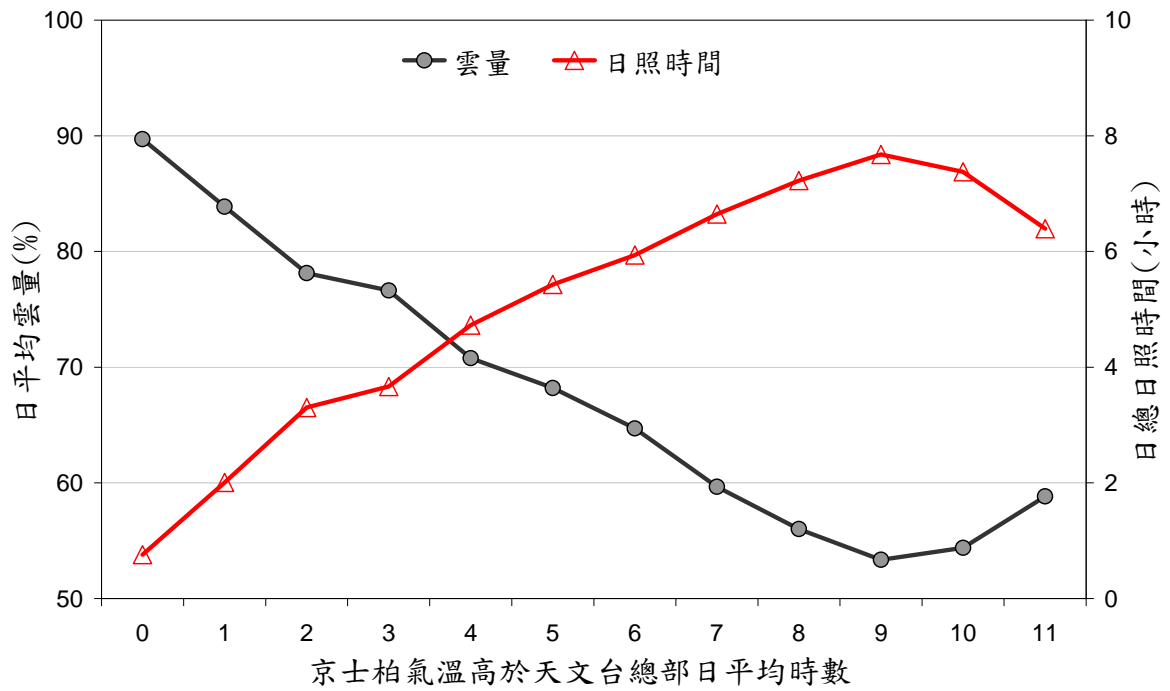
圖六：天文台總部與京士柏的每小時氣溫變化及其差異：(a)全年 (b)冬季 及(c)夏季。



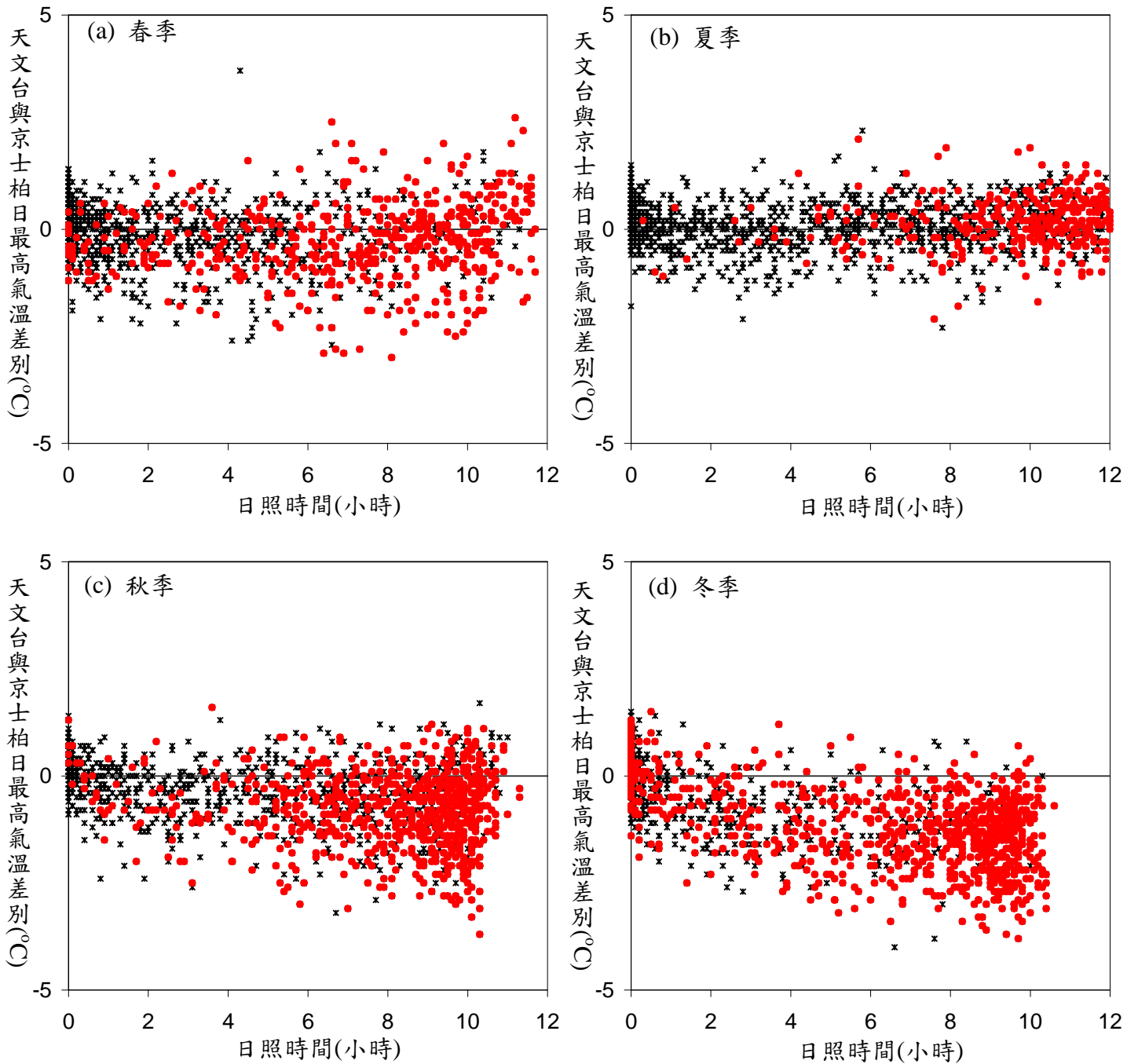
圖七: 天文台總部與京士柏的出現日最高氣溫時間百分比。只考慮兩站在 12 至 17 時出現日最高氣溫及當天沒雨量記錄的日子。



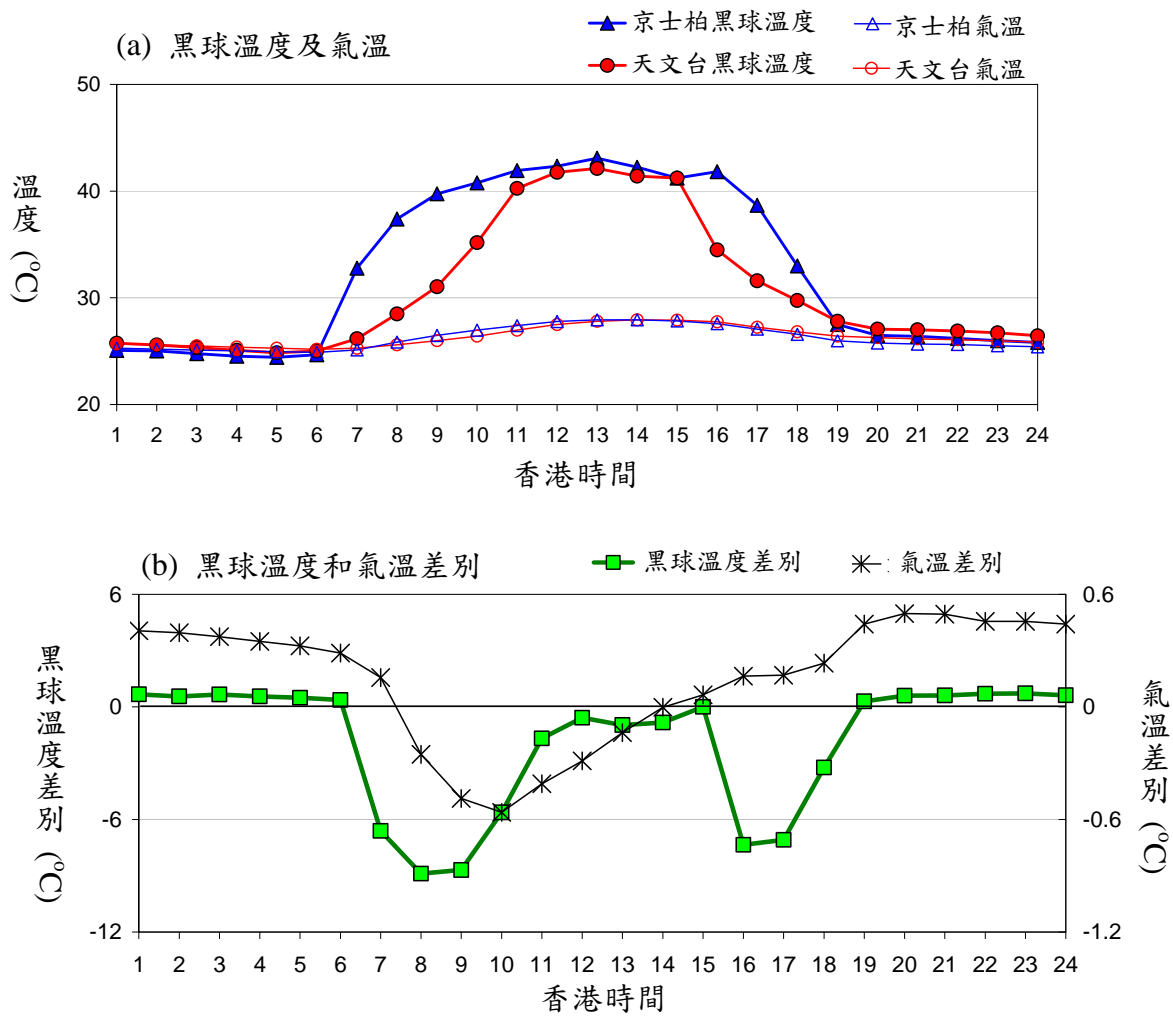
圖八: 四季天文台總部與京士柏的日最高氣溫差別的盒鬚圖。只考慮沒有降雨的日子。



圖九：出現京士柏氣溫高於天文台總部氣溫的總時數與日平均雲量和日總日照時間的關係(至時數 11 小時)。註：絕大部分京士柏氣溫高於天文台氣溫的情況都在日間出現(見圖四)。

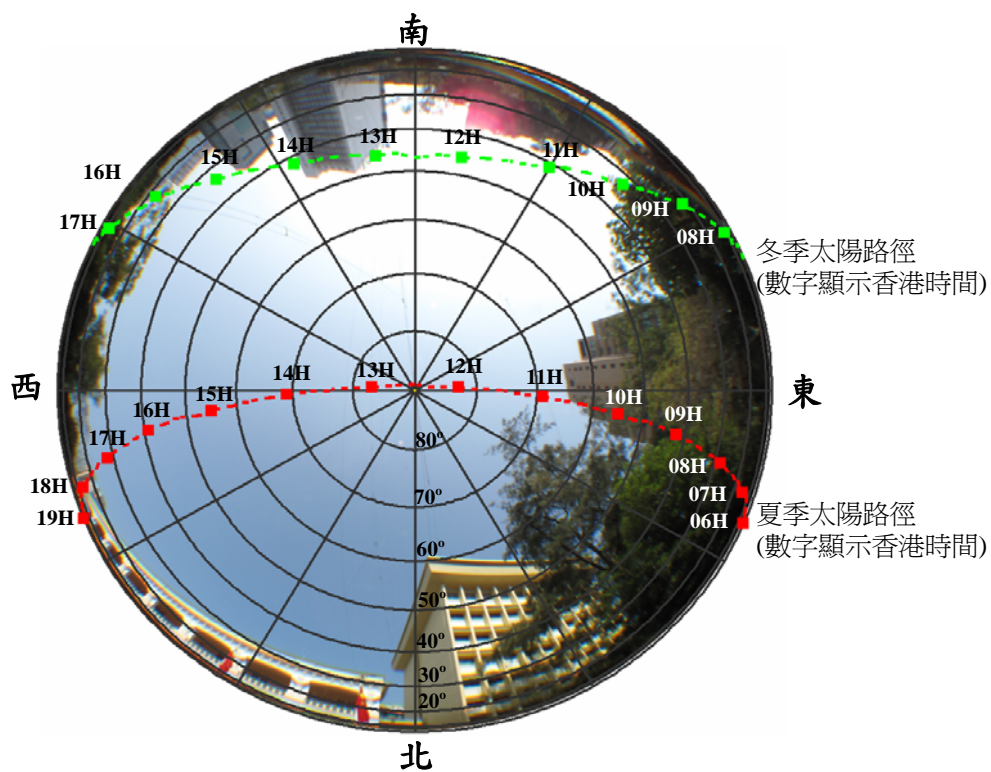


圖十：四季天文台與京士柏日最高氣溫差別和日照時間的零散圖。紅點為當天沒有雨量記錄。可見冬季關係較明顯，當日照時間較長時，天文台日最高氣溫較京士柏更低。與日照時間的關係在夏季不明顯。

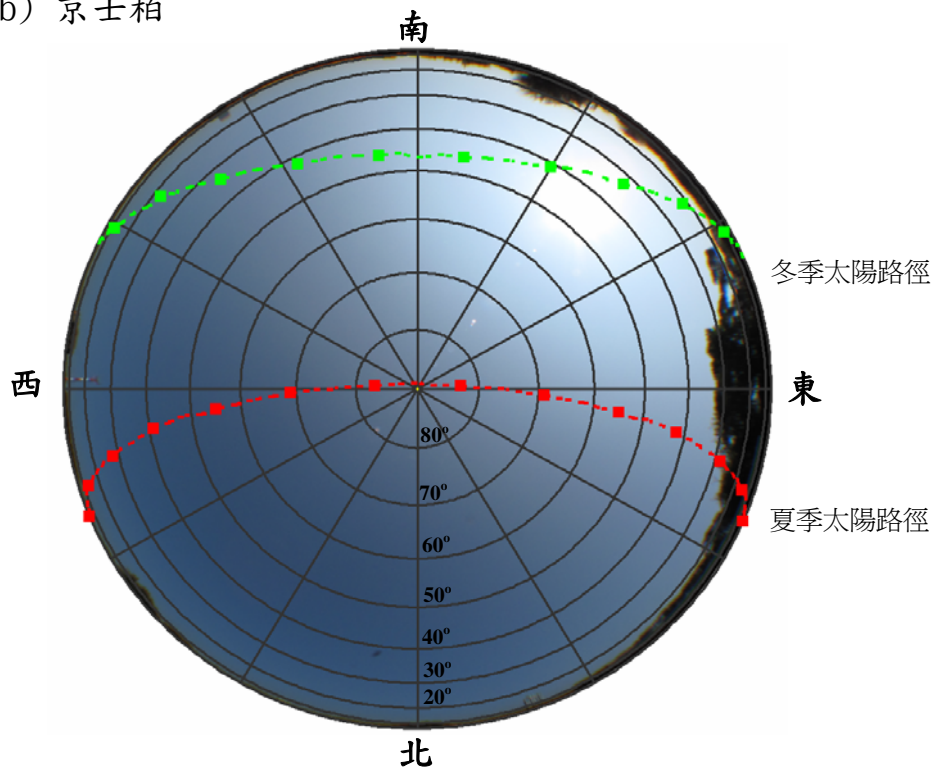


圖十一：八個案例的天文台總部與京士柏的黑球溫度和氣溫合成變化(a)，及兩站相關的差別(b)。有關案例的選取可參見內文。

(a) 天文台總部



(b) 京士柏



圖十二：天文台總部溫度表草棚(a)與京士柏溫度表百葉箱(b)拍攝的全域環境圖(攝於2010年12月上旬)。圖片同時附上冬季(以1月中路徑代表)及夏季(以7月中路徑代表)之太陽路徑作比較。

備註：由於兩站黑球溫度計與溫度表草棚/百葉箱的位置是接近，於黑球溫度計與溫度表草棚/百葉箱拍攝的全域環境圖差別不大。唯因天文台黑球溫度計位於溫度表草棚的西面及春夏季時大樹亦較茂密，下午大樹對黑球溫度計掩蔽陽光直接照射的效應在春夏季時一般出現於16時左右(即較圖(a)顯示的早約1小時)。