



香港天文台
HONG KONG OBSERVATORY

Reprint 953

香港紫外線 A 的量度與初步分析

梁偉鴻、馬偉民、楊賀基 & 莫惠玲

第二十五屆粵港澳氣象科技研討會

香港，2011 年 1 月 26-28 日

香港紫外線 A 的量度與初步分析

梁偉鴻 馬偉民 楊賀基 莫惠玲
香港天文台

摘要

紫外線 A 是太陽輻射的其中一個主要部分，由於紫外線 A 不會即時曬傷皮膚，在過去往往被人所忽視。但近年世界各地的研究均指出吸入過量的紫外線 A 會對皮膚健康造成一定的影響。

香港天文台於 2009 年中開始在京士柏量度紫外線 A，至今已累積了一年多的數據。本文對上述數據作分析，以了解本港紫外線 A 的特性，包括日際和季節變化，以及雲量對紫外線 A 的影響等等。

1. 引言

太陽紫外線可根據其波長分為紫外線 A、紫外線 B 和紫外線 C。由於所有紫外線 C 和大部分紫外線 B 會被大氣的臭氧層所吸收，因此到達地面的只有紫外線 A 和紫外線 B。當中超過 98% 為紫外線 A，紫外線 B 只佔不足 2%。吸收過量的紫外線 B 會引致皮膚曬傷，亦是導致皮膚癌的主因之一。由於紫外線 A 不會即時曬傷皮膚，在過去往往被人所忽視。其實紫外線 A 會令皮膚變黑、導致皮膚老化和催生皺紋。近年不少研究指出吸收過量紫外線 A 亦會增加患上皮膚癌的風險(Lim and Rigel, 2007)。

為了提高公眾對防禦紫外線的意識，香港天文台自 1999 年開始量度和發佈紫外線強度數據。另外，在 2006 年開始提供紫外線指數預測服務。紫外線指數是量度紫外線對人體皮膚影響的一個指數，指數愈高，紫外線對皮膚的影響愈大。根據世界氣象組織及世界衛生組織建議(World Health Organization, 2002)，計算紫外線指數的標準方法為量度 250 至 400 納米不同波長的太陽紫外線強度，將不同波長的紫外線強度乘以「紅斑作用光譜曲線」(erythemal action spectrum)內對應的加權數值以反映人體皮膚對紫外線的反應。由於紫外線 A 在「紅斑作用光譜曲線」內對應的加權數值遠比紫外線 B 的為低，紫外線指數主要反映紫外線 B 的強度。

由於近年紫外線 A 逐漸受到社會關注，天文台在 2009 年 8 月開始試驗性量度紫外線 A。本文分析過去一年收集到的紫外線 A 數據，以了解紫外線 A 的特性，包括日際和季節變化，以及雲量對紫外線 A 的影響等等。

2. 紫外線 A 的觀測及統計分析

天文台採用 Kipp & Zonen UVS-A-T 型號的紫外線儀，量度波長由 315 至 400 納米的紫外線 A 強度。儀器安裝在位於市區離海平面 65 米高的京士柏氣象站(北緯 22°19'，東經 114°10')，與測量紫外線指數的紫外線儀相鄰。儀器量度每分鐘平均的紫外線 A 輻射通量，單位為瓦特每平方米(W/m^2)。

本文分析從 2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日量度到的紫外線 A 數據。從量度到的每分鐘紫外線 A 數據，我們可計算出每十五分鐘、每小時及每日的平均值。每日平均的定義為上午 7 時至下午 6 時的紫外線 A 強度平均值，而每日最高紫外線 A 強度則為當日最大的十五分鐘平均值。在本文，對於短時間的平均紫外線 A 強度，例如每小時或更短時間的平均值，

會以輻射通量(單位: W/m^2)來表示。而較長時間的平均紫外線 A 強度，如每天的平均值，則會以每平方米的總能量(單位: kJ/m^2)來表示。

紫外線 A 強度的每日平均及每日最高值的每月統計數字列於表一及表二。可以看到每日平均值介乎 90.7 kJ/m^2 至 1590.5 kJ/m^2 之間，而每日最高值則介乎 5.0 W/m^2 至 65.0 W/m^2 之間。每日平均及每日最高值的最大值均在七月出現，而最小值則發生在二月。

圖一顯示不同季節及全年的每小時平均紫外線 A 強度，可看到紫外線 A 的日際變化。在所有季節，每小時平均紫外線 A 強度於下午 1 時最高，這是由於從中午至下午 1 時，太陽仰角在香港達到最大值。圖二顯示每日平均及每日最高紫外線 A 強度的每月分佈。每日平均及每日最高紫外線 A 的最大值都是在七月錄得。季節變化主要是由於不同的太陽仰角引致紫外線 A 輻射被大氣吸收和散射的程度有所不同。

3. 紫外線 A 的特性

本文亦比較紫外線 A 和紫外線 B 強度的變化，以了解紫外線 A 的特性。由於我們沒有直接量度紫外線 B 的強度，所以利用了紫外線指數計算出其紅斑權重之紫外線輻射強度，以反映紫外線 B 的強度。根據其他研究指出 (Mckenzie *et al.*, 2004)，將紫外線指數或紅斑權重之紫外線輻射強度乘以一個常數，可以得到紫外線 B 強度的近似值。

3.1 紫外線 A 和紫外線 B 的相關性

圖三顯示 2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日的每日紫外線 A 強度和每日平均紫外線指數(反映紫外線 B 強度)的時間序列。可以看到兩者的趨勢變化是一致的。而圖四顯示紫外線 A 與紫外線指數的相互關係，其相關係數(r)為 0.97，達 5%顯著水平，表示紫外線 A 與紫外線指數有著頗高的相關性。

3.2 紫外線 A 的日際變化

圖五顯示紫外線 A 強度和紅斑權重之紫外線輻射強度(代表紫外線 B 強度)的日際變化。我們觀察到在相同時段內，紫外線 A 隨著時間的變化比紅斑權重之紫外線輻射的為少。這是由於紫外線 B 的波長(280-315 nm)較紫外線 A 的(315-400 nm)為短，故受到空氣分子散射的程度較大。這現象在早上及黃昏，太陽仰角低時較明顯。例如圖五顯示從上午 8 時至 10 時，隨

著太陽仰角逐漸增加，紫外線 A 強度增加至原來的 4 倍左右，但紅斑權重之紫外線輻射強度增至原來的 7 倍以上。

另外，圖六顯示在晴空時(總雲量為 0 至 2 份)紫外線 A 強度和紅斑權重之紫外線輻射強度(代表紫外線 B 強度)的比率之日際變化。在早上及黃昏期間，太陽仰角較小，這時紫外線 B 的散射情況明顯，所以紫外線 A 強度和紫外線指數的比率較大。而在中午時分，由於太陽接近中天，散射情況沒有那麼顯著，所以紫外線 A 強度和紅斑權重之紫外線輻射強度的比率較小。

3.3 紫外線 A 的季節變化

圖七顯示在 2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日紫外線 A 及紅斑權重之紫外線(代表紫外線 B 強度)每日輻射量的月平均值。紅斑權重之紫外線在夏季的每日輻射量是冬季的 4 倍左右，但紫外線 A 的季節性差別只有 3 倍左右。而在 5 月至 8 月期間，紅斑權重之紫外線輻射量佔全年的 49%，但紫外線 A 的輻射量只佔全年的 44%。所以與紫外線 B 相比，紫外線 A 從夏季到冬季的變化較少。

3.4 雲對紫外線 A 的影響

雲中的水點會把入射的紫外線吸收、反射和散射，通常會使到達地面的紫外線 A 強度減弱。圖八顯示不同季節每日平均紫外線 A 強度與每日平均雲量的關係。從圖中可看到在所有季節，當雲量大於 80% 左右時，紫外線 A 的輻射強度才隨著雲量的增加而明顯下降。因在雲量較少時，部份紫外線 A 可穿透稀薄的雲層或在雲間的罅隙中穿過。

除雲量外，紫外線的強度亦受雲種的影響(Bais *et al.*, 1993)。舉例而言，高層的卷雲對紫外線的吸收較弱，而中層的層積雲會吸收較多紫外線。圖九顯示 2010 年 3 月 26 日至 28 日的紫外線 A 強度變化。在 3 月 26 日下午 2 時至 7 時及 3 月 28 日上午 8 時至下午 1 時，香港受到高層卷雲影響，在其他時段則晴朗無雲。在上述時段內，可看到紫外線 A 強度輕微下降。而在 3 月 27 日，香港受到 7 份的層積雲覆蓋，紫外線 A 強度明顯下降。

另外，雲層的邊緣有時能反射紫外線，令紫外線強度增加(Kimlin *et al.*, 2002)。這現象可以在 2010 年 7 月 8 日的例子中看到。在當日日間有 4 份的積雲，天文台的能見度為 27 公里。而在 2010 年 7 月 5 日，日間普遍天晴，只有 2 份積雲，當日天文台的能見度為 23 公里。雖然在 7 月 8 日雲量較多，但當日的最高紫外線 A 強度達 58.5 W/m^2 ，比 7 月 5 日的 55.7 W/m^2 還高。

我們亦嘗試探討雲對於紫外線 A 和紫外線 B 的影響有何差異。圖十顯示在天晴日子(包括 2009 年 12 月 3 日至 5 日，雲量在 2 份或以下)及多雲日子(包括 2009 年 12 月 17 日、12 月 19 日和 12 月 26 日，雲量為 7 份)的紫外線 A 和紅斑權重之紫外線輻射強度(代表紫外線 B 強度)的比率。從圖中看到在天晴和多雲日子的比率沒有明顯的分別。

4. 討論及總結

本文介紹天文台在量度紫外線 A 方面的工作，並初步分析了過去一年收集到的紫外線 A 數據。結果顯示紫外線 A 和紫外線指數(反映紫外線 B 強度)的趨勢變化一致，而且有頗高的相關性。但紫外線 A 強度受大氣散射程度較紫外線 B 的少，在太陽仰角較低時(早上及黃昏或在冬季)，紫外線 A 強度並非與紫外線 B 以相同的幅度減少。而紫外線 A 強度亦受雲量及雲種所影響。

現時國際上對於紫外線 A 的強度分級和防禦措施還沒有統一的標準和指引。世界各地為市民提供的紫外線資訊服務，多以紫外線指數的發佈及預測為主。根據世界衛生組織建議(World Health Organization, 2002)，當紫外線指數達 3 或以上時，市民便應採取合適的防曬措施。在台灣、日本和歐美等地區也有進行紫外線 A 的量度。其中台灣更為市民提供紫外線 A 強度的預報服務(Liou and Chung, 2008)。

未來我們會進一步研究紫外線 A 的特性，特別是在甚麼氣象條件下香港紫外線 A 強度會出現較高數值。這有助我們增加對紫外線 A 的了解，為日後發展相關的服務鋪路。

參考文獻

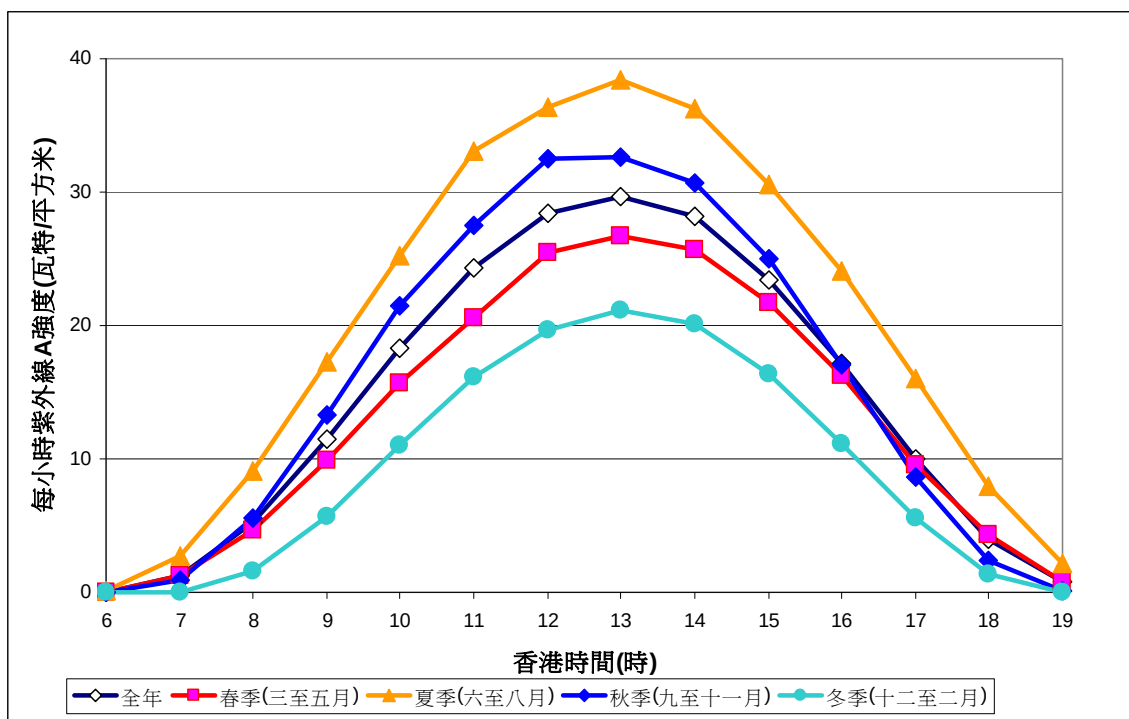
1. Bais, B.A., C.S. Zerefos, C. Meleti, I.C. Ziomas and K. Tourpali, 1993: Spectral Measurements of Solar UV-B Radiation and its Relations to Total Ozone, SO₂ and Clouds. *J. Geophys. Res.*, **98**, D3, 5199-5204.
2. Kimlin M.G., A.V. Parisi, J. Sabburg and N.J. Downs, 2002: "Understanding the UVA environment at a sub-tropical site and its consequent impact on human UVA exposure". *Photochem. Photobiol. Sci.*, **1**, 478-482 pp.
3. Lim H.W., and Darrell S. Rigel, 2007: "UVA: Grasping a better understanding of this formidable opponent". *Skin & Aging*, 62 pp.
4. Liou M.L. and M.L. Chung, 2008: "A Pioneer UVA Forecasting System in Taiwan". *East-Asia Regional UV Symposium on Monitoring and Health Study*, 37 pp.
5. McKenzie R., D. Smale and M. Kotkamp, 2004: "Relationship between UVB and erythemally weighted radiation". *Photochem. Photobiol. Sci.*, **3**, 252-256 pp.
6. World Health Organization, 2002: *Global Solar UV Index – A Practical Guide*.

月份	平均值 (單位: kJ/m ²)	標準差 (單位: kJ/m ²)	範圍 (單位: kJ/m ²)
一月	505.8	219.7	169.2-872.0
二月	399.6	219.6	104.1-937.0
三月	535.3	292.7	100.5-1078.3
四月	547.5	311.5	90.7-1238.2
五月	881.4	338.8	335.6-1502.9
六月	785.7	369.7	165.5-1360.7
七月	1224.6	347.5	376.5-1590.5
八月	924.5	301.2	332.8-1435.3
九月	890.5	324.5	131.0-1288.4
十月	773.1	224.4	374.7-1059.6
十一月	700.6	212.2	218.5-1011.0
十二月	493.9	226.9	145.7-845.4

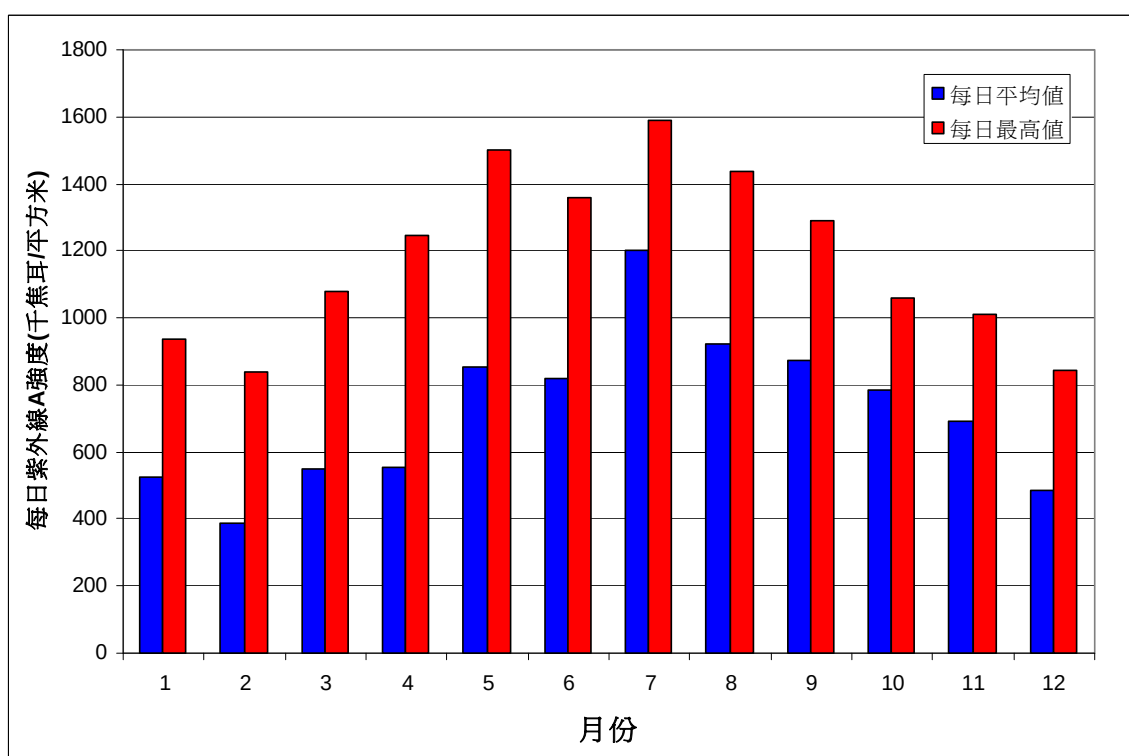
表一 每日平均的紫外線 A 強度的每月統計
(2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日)

月份	平均值 (單位: W/m ²)	標準差 (單位: W/m ²)	範圍 (單位: W/m ²)
一月	29.4	9.8	9.9-44.3
二月	22.8	10.8	5.5-45.3
三月	28.4	13.0	5.0-50.95
四月	31.7	14.6	5.3-55.3
五月	43.2	12.7	18.7-59.6
六月	43.3	15.6	11.6-60.9
七月	54.9	9.4	27.8-65.0
八月	46.4	9.8	19.1-57.3
九月	44.4	11.4	8.7-57.0
十月	40.3	7.3	20.6-53.2
十一月	35.3	9.0	13.6-47.9
十二月	27.0	9.7	9.3-39.5

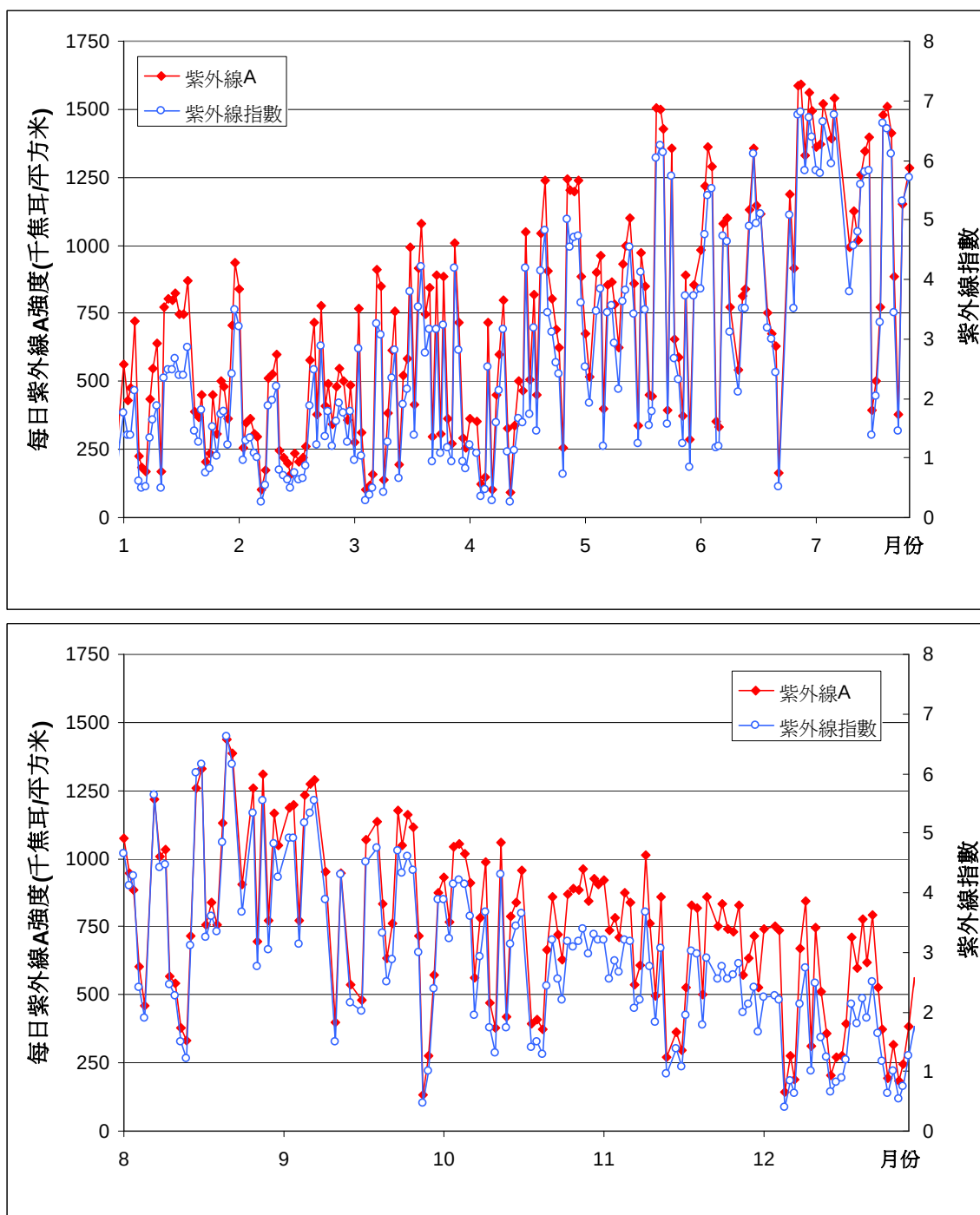
表二 每日最高紫外線 A 強度的每月統計
(2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日)



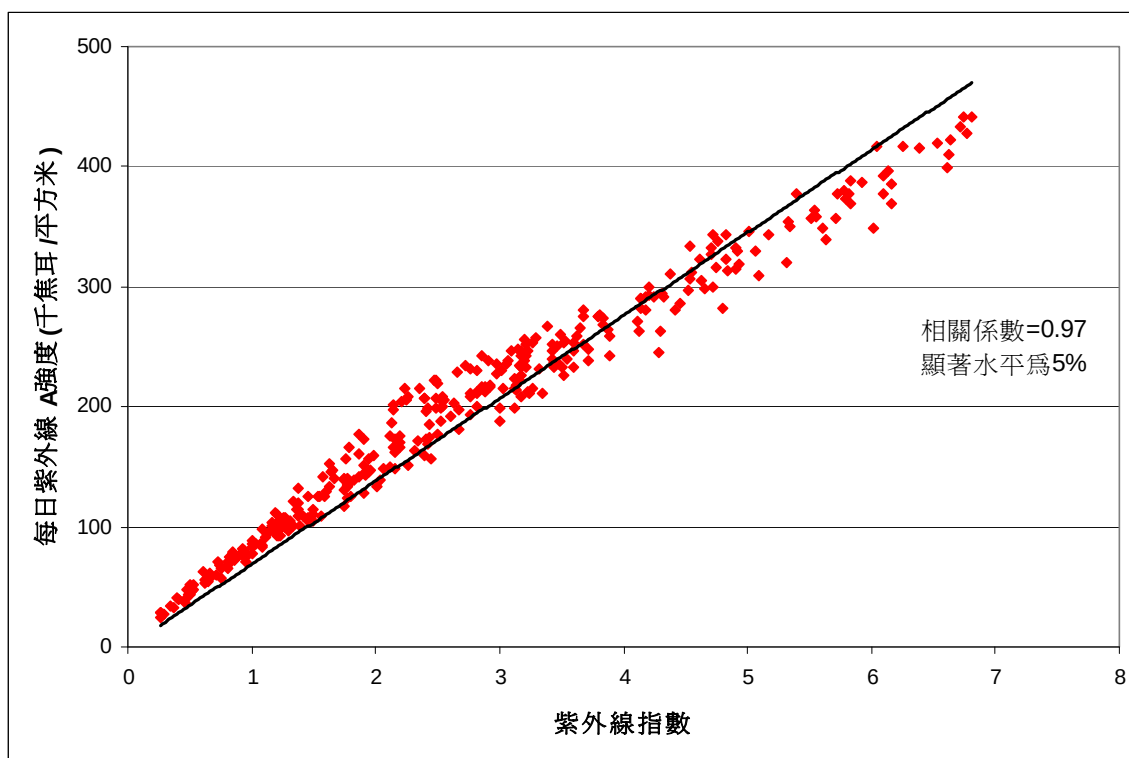
圖一 不同季節及全年的每小時平均紫外線 A 強度
(2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日)



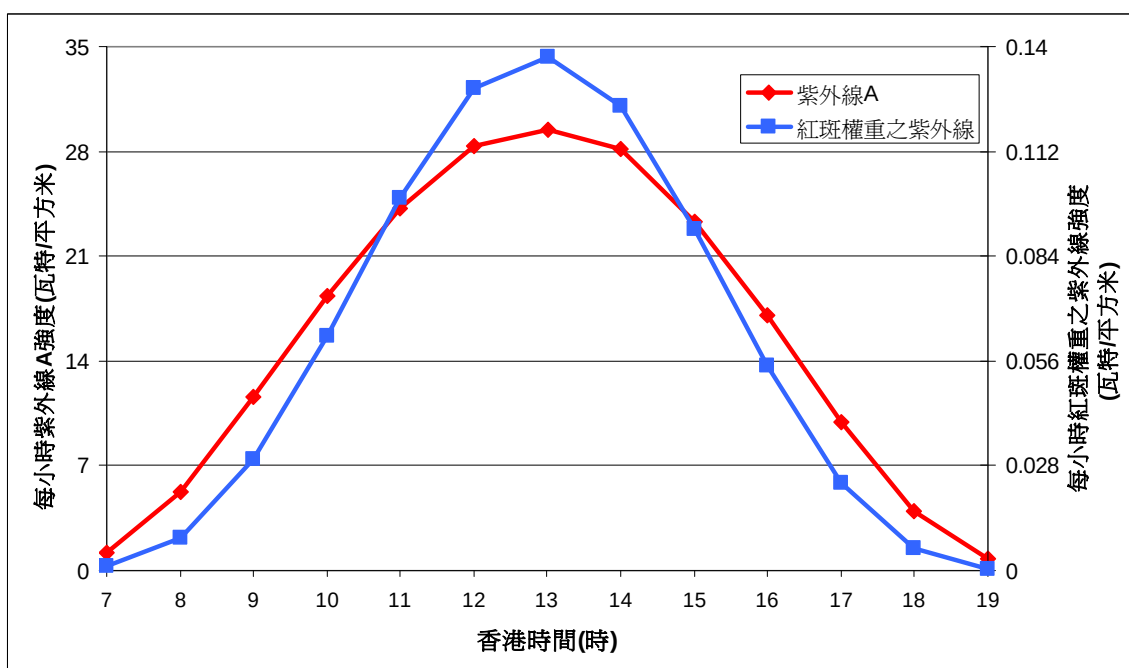
圖二 每日平均及每日最高紫外線 A 強度的每月分佈
(2009 年 8 月至 2010 年 7 月)



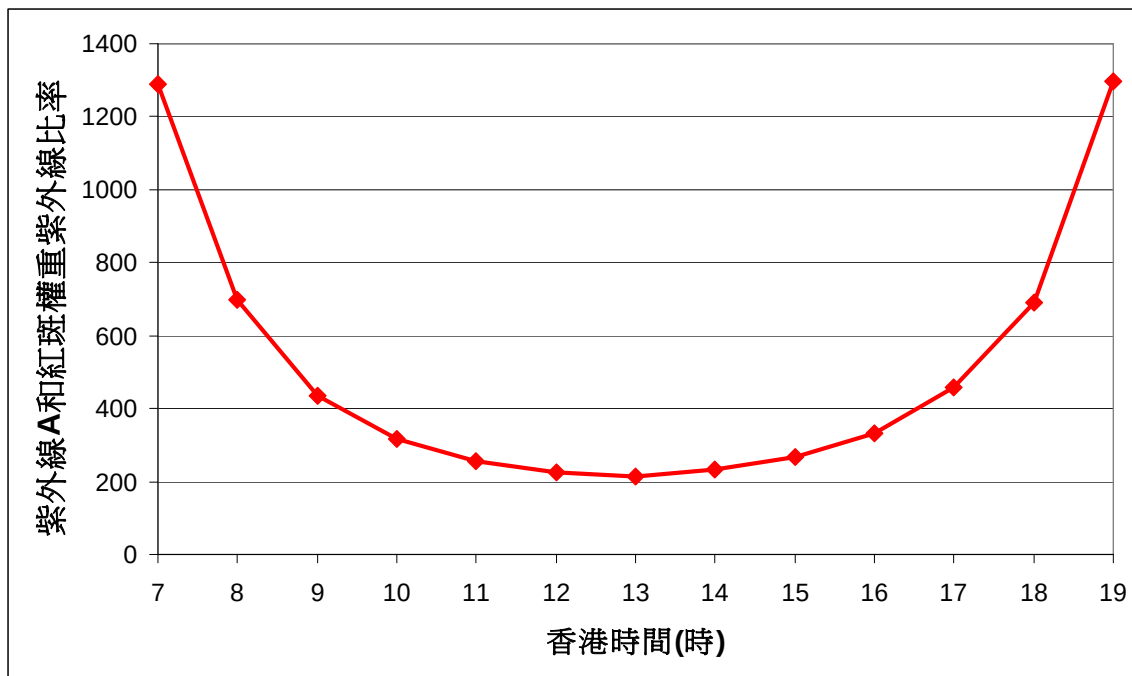
圖三 每日紫外線 A 強度和每日平均紫外線指數的時間序列
(2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日)



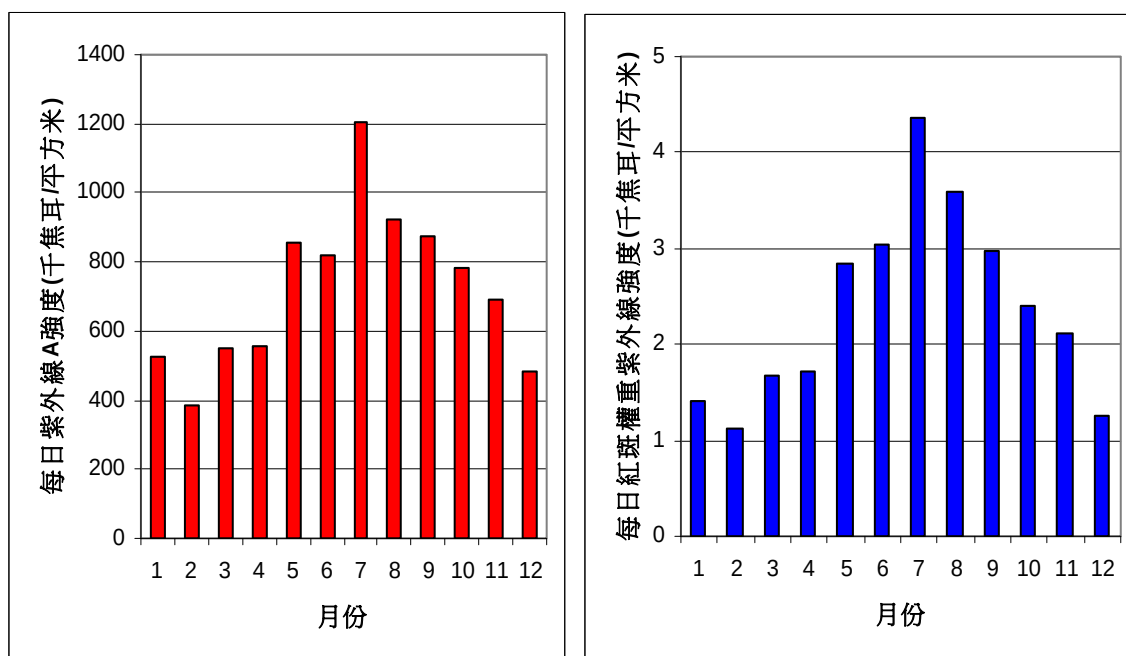
圖四 每日紫外線 A 強度與每日平均紫外線指數的散佈圖
(2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日)



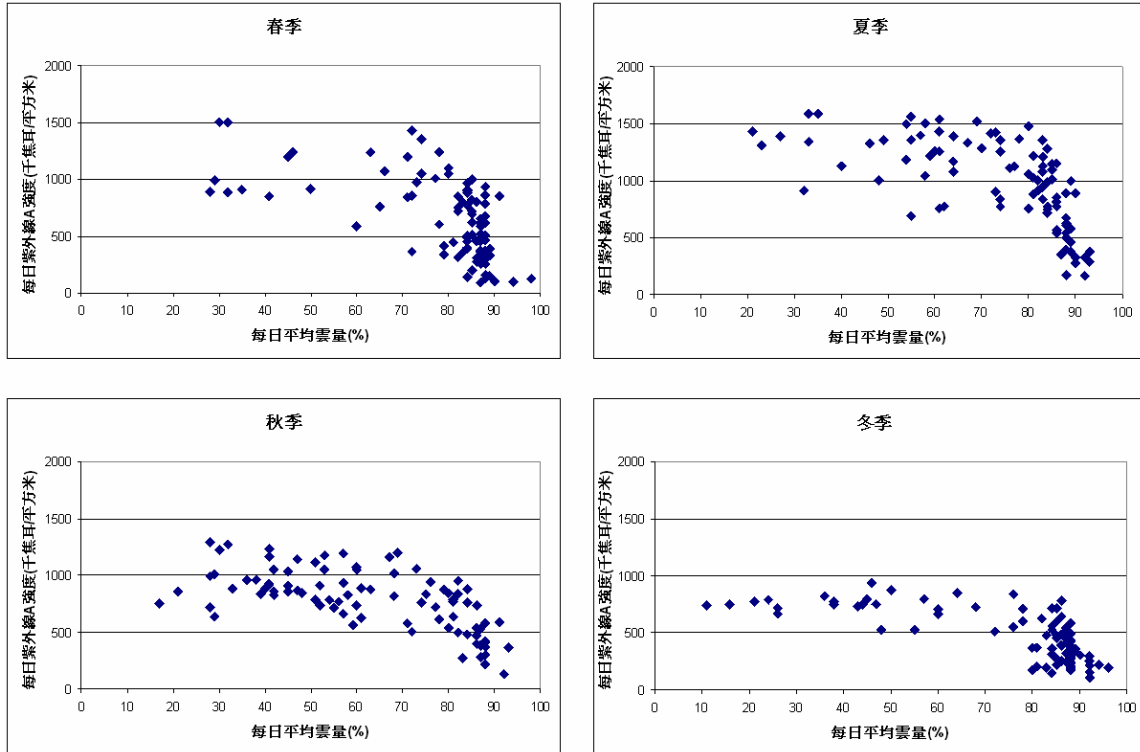
圖五 紫外線 A 強度和紅斑權重之紫外線輻射強度的日際變化
(2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日)



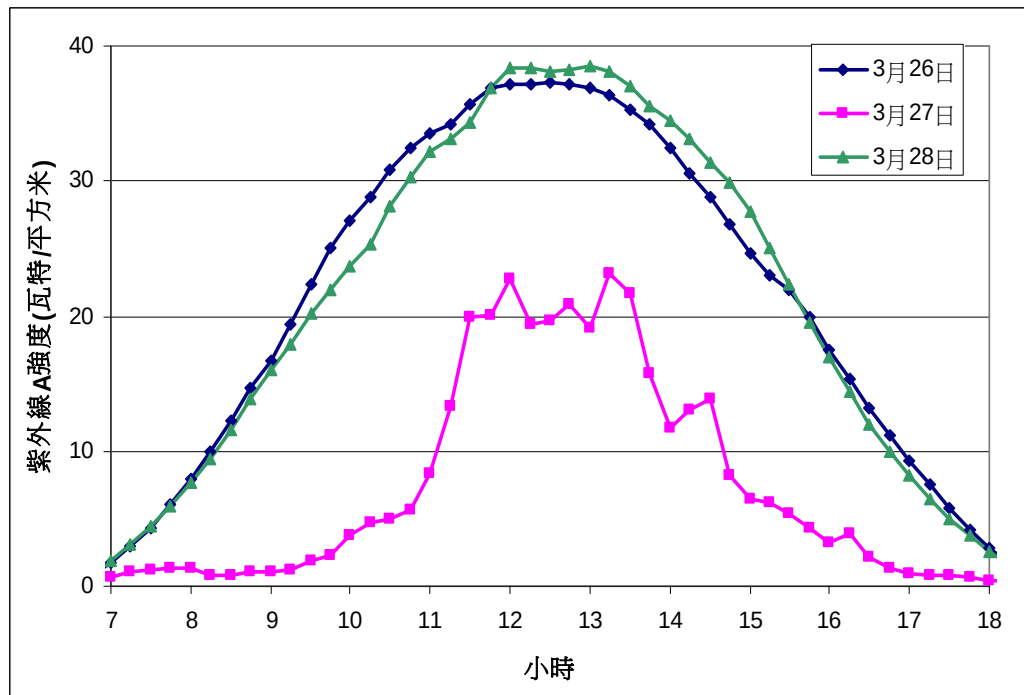
圖六 當總雲量為 0-2 份時，每小時平均紫外線 A 強度和紅斑權重之紫外線輻射強度比率之日際變化
(2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日)



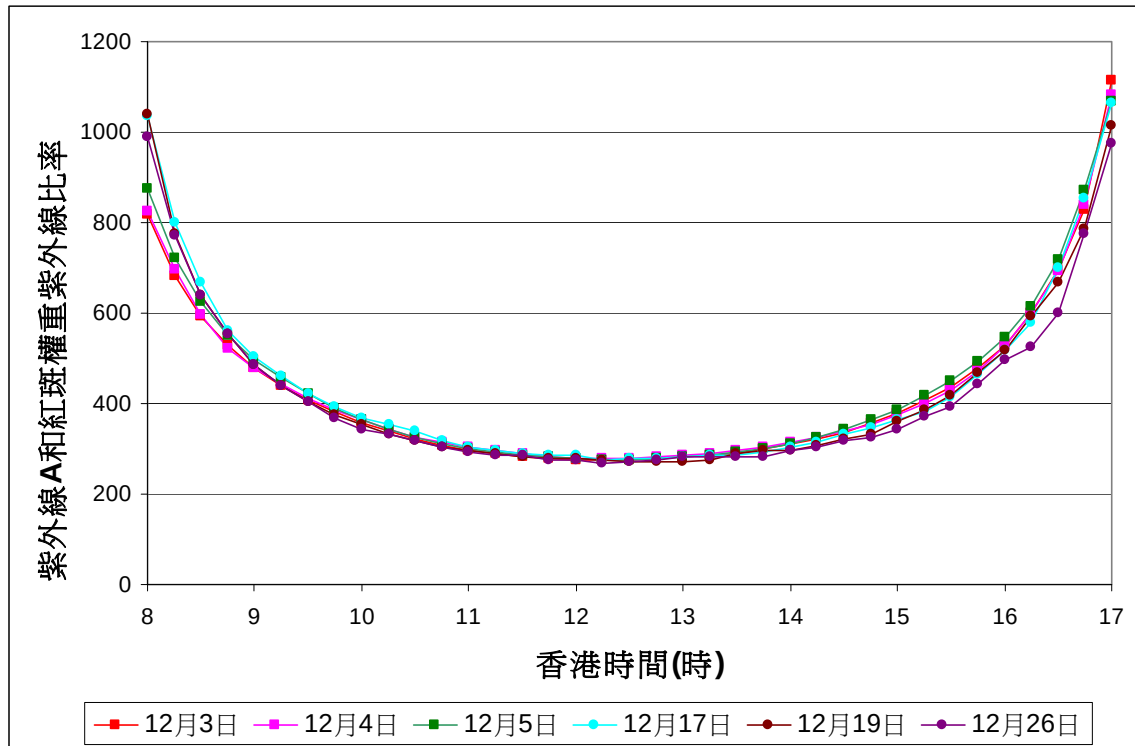
圖七 每日紫外線 A 及紅斑權重之紫外線輻射強度的月平均值
(2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日)



圖八 不同季節每日平均紫外線 A 輻射強度與每日平均雲量的關係
(2009 年 8 月 1 日至 2010 年 7 月 31 日)



圖九 2010 年 3 月 26 日至 28 日紫外線 A 強度受雲影響的日際變化



圖十 在晴天和多雲的日子，紫外線 A 強度和紅斑權重之紫外線強度比率的變化(晴天日子包括 2009 年 12 月 3 日至 5 日;多雲日子包括 2009 年 12 月 17 日、19 日和 26 日)