

福山植物園遊客申請、入園與天氣間關係之探討

陳哲群¹，黃進睦²，林登秋^{1,3}

¹臺灣師範大學生命科學系；²林業試驗所福山研究中心；³通訊作者 E-mail: tclin@ntnu.edu.tw

[摘要] 近年來氣候變遷對物候的影響是環境研究上研究廣受注目的議題。氣候變遷對動植物物候的影響深遠，氣候變遷也可能影響到人類的活動，如休閒旅遊。對此國外已有不少的研究，但國內尚在起步階段。本研究以福山植物園為對象，比較 2003-2011 的每日申請入園人數、核准人數和實際入園人數並分析它們和氣候及時段等因子的關係。結果顯示，週休二日雖然會增加民眾申請入園的意願但不會增加實際入園率。舒適度變化方面，寒冷和炎熱天氣之平均入園率較低，其中屬於「易中暑」的日子入園率為 0.74，低於屬於「舒適」日子的 0.78。降雨日入園率為 0.74，也低於無雨日的 0.78，且日降雨量越大，入園率越低。颱風警報期間平均入園率為 0.55，明顯低於無颱風的 0.76，且颱風警報結束之後 3 天，平均入園率依然顯著低於無颱風時，並會隨著颱風強度增強而降低。宜蘭 1980-2011 年間有溫度上升以及降雨天數減少的趨勢，和臺灣整體趨勢相符，超高溫、強降雨發生的頻率以及颱風數量若持續增加，對於遊客造訪福山植物園的意願可能有不利的影響。

關鍵字：福山植物園、氣候變遷、物候、旅遊、颱風

A Study on Visitation Application and Entry to Fushan Botanical Garden and Their Correlation with Weather Conditions

Che-Chun Chen¹, Gin-Mu Huang² and Teng-Chiu Lin^{1,3}

¹Department of Life Science, National Taiwan Normal University; ²Fushan Research Center, Taiwan Forestry Research Institute; ³Corresponding author E-mail: tclin@ntnu.edu.tw

ABSTRACT The effect of climate change on phenology is a salient topic in environmental studies. Many studies have shown that climate change could substantially change plant and animal phenology and human activities such as tourism. However, such studies are rare in Taiwan. This study examined the relationship between visitation application and actual visit to Fushan Botanical Garden of northeastern Taiwan and (1) important climate factors, and (2) weekdays versus weekends. The results show that the average number of applicants during weekends was significantly higher than regular days but the average actual visiting rate (number of people visited/number of people approved) did not. The average visiting rates were considerably significantly lower when it was “hot” or “cold” than when it was “comfortable” based on the temperature humidity index. The average visiting rate was significantly lower on rainy days than rainless days with the higher the rainfall, the lower the visiting rate. The average visiting rate in the typhoon warning period was significantly lower than no warning period and the rate decreased with increases in typhoon intensity. The weather trend of Ilan between 1980 and 2011 was similar to that of the entire Taiwan, with an increasing trend in temperature and decreasing trend in rainy days. Such changes may lower the number of

people visiting Fushan Botanical Garden.

Keywords: Fushan Botanical Garden, climate change, phenology, tourism, typhoon

前言

物候學(phenology)為探討動、植物受氣候季節變化影響，所發生週期現象的科學(Badeck *et al.* 2004, Shimizu *et al.* 2011)。近年來，氣候變遷已成為全球共同關注的議題，而氣候變遷對物候的影響也是廣受重視的研究課題(Bradley *et al.* 1999, Galeotti *et al.* 2004, Parmesan 2006)。氣候變遷對物候的影響層面非常廣泛，從植物的生長季及開花時刻(Lobell and Asner 2003)、森林線的移動(Gu 2003)、兩棲類的孵化時間(Hedhly *et al.* 2009)、蝴蝶的遷移週期(Stefanescu *et al.* 2003)、鳥類遷徙暨繁殖的時間(Visser and Both 2005)，到動物分布的型態(Lobell and Asner 2003)等等，都可能受到氣候變遷的影響。

氣候變遷也會對人類活動造成影響，例如農業以及休閒旅遊等，都是和季節與氣候有著密切關係的活動(Menzel *et al.* 2006)。國外已有不少研究將氣候和戶外休閒旅遊活動連結，並預測不同季節的氣候變遷或者颶風等極端氣候對熱門旅遊景點的潛在衝擊(Elsasser and Burki 2002, Burki *et al.* 2003, Bigano *et al.* 2006, Scott and Lemieux 2010)。也有研究針對較大範圍(如整個蘇格蘭)，評估氣候變遷對旅遊可能的衝擊(Yeoman and McMahon-Beattie 2006)。在溫帶地區，由於滑雪活動較可能受氣候影響，因此是受到較多關注的一種休閒產業。例如，有研究指出，若近 30 年來的暖化趨勢持續下去，將會對瑞典及阿爾卑斯山區的滑雪產業造成巨大的損失(Elsasser and Burki 2002, Moen and Fredman 2007)。而最近一項研究指出，在美國有九座國家公園近 30 年來的春季平均溫度呈現上升的趨勢，而其中有七座國家公園，遊客尖峰人數發生日平均提前了四天(Buckley and Foushee 2011)。除了溫帶地區的

滑雪業，其他以特殊氣候條件為賣點以吸引遊客的旅遊景點也可能因為氣候變遷的關係而失去其優勢條件，而使得這些景點對遊客的吸引力下滑(Hall 2011)。

臺灣也有研究評估氣候變遷對臺灣本島水文和水資源的影響(Li *et al.* 2009, Tsai and Huang 2011)，由於氣候變遷不僅僅只是暖化，還包括一些極端的氣候現象，如強降雨，有研究認為，雖然暖化和其他天氣變化不至於對民眾有太嚴重的影響，但是降雨量增加卻可能對農業造成很大的衝擊(Chang 2002)。在 1920-1997 年之間，臺灣地區月均溫在四季均有暖化的趨勢，而除了冬季之外，其他三季的暖化趨勢都超過北半球平均暖化趨勢的兩倍以上(中央氣象局 2010)，因此氣候變遷對臺灣的各種影響值得深入的探討。臺灣聚焦在物候受到氣候變遷影響的研究並不多，但在已有的研究中，卻也不難看出暖化對物候的影響。除了蝴蝶分布的改變之外，亦有研究指出，臺灣中部高山植被的分布也能往更高海拔的移動(Chou *et al.* 2011)。

相較於國外已有不少研究觸角伸及人類旅遊活動和氣候變遷之間的關係，臺灣在這方面的研究還很少。在有限的文獻中有研究分析氣候條件與溪頭森林遊樂區遊客人數之間的關係(吳依霖 2008)，也有研究分析自然災害對旅遊業的影響(Tsai *et al.* 2012)。除了單純分析氣候與自然災害對旅遊的影響外，也有研究將遊客本身體感溫度納入分析，更深入地探討氣候對遊旅的影響(Lin and Matzarakis 2008, 2011)。

臺灣是一個擁有多樣生態系的島嶼，一般而言，當島嶼生態系遭受破壞的時候，比起大陸型的地區更加難以復原(Bush and Whittaker 1993)。在面臨氣候變遷的壓力之下，臺灣的生態系所受到的衝擊，不論是水土保持、生物多樣性甚至旅遊產業、社會經濟和公共衛生等

各個層面，將更為顯著。

在前述以溪頭森林遊樂區為對象的研究中，雖然已將長期的遊客資料和氣候資料結合分析(吳依霖 2008)，但由於溪頭森林遊樂區屬於開放式的遊樂區，在遊客資料上僅能得知「當天」的「遊客人數」，因此該研究僅能看到「每天」造訪溪頭的遊客數量變化，故雖可看出不同天氣狀況下的遊客數變化，卻無法直接得知一般遊客造訪「意願」受氣候因子影響的情形。

根據中央氣象局統計資料顯示，過去百年以來，全臺灣平均溫度上升 0.8 度，超過同期全球平均升溫的兩倍(中央氣象局 2008)，夏季屢創高溫紀錄，炎熱日數有所增加，而冬季低溫天數雖然減少，卻還是不乏十度以下的低溫天氣。夏季的高溫和冬季的低溫都可能影響遊客走出戶外活動的意願。位於山區的旅遊景點例如溪頭，可能因為夏天時較平地涼爽的特性而吸引更多遊客，但是在冬季時則可能因氣溫比平地更低而使得吸引力下降。臺灣的極端氣候類型除了高溫以及寒流時的低溫之外，颱風以及豪雨也都會影響旅遊景點的開放和遊客的造訪。

位於新北市與宜蘭縣交界的福山植物園並非開放式的遊樂區，有嚴格的遊客管理制度。遊客入園必需提前申請，而且名額有限，除了三大民俗節日及農曆過年期間休園之外，每年三月以及每週二也不對外開放，以利園區生態休養生息。福山植物園開放入園人數每日限平日 500 名，假日 600 名。申請人數若超過每日上限，福山研究中心會依每日上限人數隨機抽出申請者，並審核資料，通過之後才會通知遊客。因此福山植物園掌握一些其他旅遊地點所無法取得的數據，而其中最重要的就是能夠透過申請人數、核准人數以及實際入園人數等資料來得知有意願造訪且已付諸初步行動進行申請的遊客數量，以及獲得許可卻未入園的人數比例變化，進而分析這些變化與天氣或其他因子之間的關係。過去已有許多研究探討福山植物園的遊客特性(林國銓等

2000，歐聖榮、蕭芸殷 1998)、遊憩經濟效益(陳麗琴等 2002)、解說教育需求與成果(林俊成等 2008)、服務品質(張軒瑄、陳瓊樺 2010)、生態旅遊品質(林俊成、陳麗琴 2006)、遊客對生態旅遊願付價格等(曾芝慧、李明聰 2008，張軒瑄、陳瓊樺 2010)，但未見研究探論氣候對民眾到福山旅遊意願的影響。

本研究以福山植物園為研究地點，探討氣候因子和遊客申請人數以及入園率之間的關係。此外，由於假日與非假日國人的旅遊型態與意願可能有所不同，故研究亦分析氣候與遊客申請入園及實際入園間的關係在假日與非假日間的差異，並進一步討論氣候變遷對民眾旅遊意願的影響。主要探討的問題為：

一、福山植物園的遊客申請人數、申請入園成功率以及實際入園率，於月份之間以及周休二日與平日之間是否有差異？

二、福山植物園的遊客實際入園率與氣候因子如溫度(舒適度)、降雨、颱風等之間的關係為何？

材料與方法

一、研究地點

福山植物園位於新北市和宜蘭縣交界，經緯度為北緯 24°46'，東經 121°43'。福山植物園海拔高度為 670 到 1,400 公尺，年平均氣溫 18.4°C，最冷月均溫 15.3°C，最暖月均溫 22.4°C，年平均雨量為 4,125 毫米，冬季陰濕多雨，全年無明顯乾濕季之分，降雨日數多達 233 日，年平均相對濕度為 93.7% (陸象豫等 2009)。

二、氣象資料

本研究所使用的氣象資料為中央氣象局宜蘭的氣象測站的監測資料，由於民眾所能接觸到的預報資料僅來自平地的宜蘭測站，因此採用宜蘭測站的資料，而不採用通往福山植物

園路上的雙連埤氣象站以及園區內的苗圃氣象站資料。

三、研究方法

本研究所使用的遊客資料來自福山研究中心 2003 年到 2011 年的資料，而其中擁有全年每日完整資料的有 2005、2007、2008、2009 以及 2011 共五年。本研究所使用的遊客資料包括每日的「申請人數」、「核准人數」以及「實際入園人數」等。其它遊客資料則因為個資保護的關係而未使用。

申請人數為所有申請單的人數總和；核准人數為抽籤核准之後的人數；實際入園人數則為當天真正來到福山植物園的遊客人數。資料缺漏的定義為，除了原定休園的日期之外，若某日沒有任何遊客相關資料，將直接予以排除；若是該日擁有申請人數以及核准人數，但是實際入園人數為 0，則將其視為各種因素(如颱風警報或道路崩塌)所造成的休園，不視為資料缺漏。

從「申請人數」可以看出有意願造訪福山植物園的民眾之數量變化，將「核准人數」除以「申請人數」，則可以得到「申請入園成功率」，將「實際入園人數」除以「核准人數」，可得到「實際入園率」。從這項數據可以看出，已事先申請並等待抽籤核准，展現其入園意願的遊客，其實際的入園意願是否會受到外在因素例如假日或是天氣等因子影響及受影響的程度。

氣象資料為向氣象局購得宜蘭測站 1980 年到 2011 年 32 年間的每日均溫以及每日的雨量，分析此項資料的目的是希望配合遊客資料，評估長期的氣候變化對遊客造訪福山植物園的影響。宜蘭的平均相對溼度、侵襲臺灣的颱風數量和颱風警報期間等資料則是由中央氣象局的網站上取得(<http://www.cwb.gov.tw/V7/index.htm>)。

近年來中央氣象局開始採用「THI」(Temperature-humidity index)也就是「舒適度指數」，來表示當天天氣的體感溫度，以作為

民眾外出時對天氣感受的參考。本研究也計算 THI，並沿用中央氣象局所使用的分類標準來界定不同的舒適程度。以下是計算舒適度所使用的公式以及分類標準(表 1)。

T：溫度 Td：露點溫度

$$THI = T - 0.55 \times (1 - (\exp [(17.269 \times Td) + (Td + 237.3) - (17.269 \times T) + (T + 237.3)])) \times (T - 14)$$

表 1. 中央氣象局舒適度(THI 值)分類

舒適度	≤10	11-15	16-19	20-26	27-30	≥31
分級	非常寒冷	寒冷	稍有寒意	舒適	悶熱	易中暑

本研究使用單一因子變異數分析(one way analysis of variance, ANOVA)檢定不同年間、月份間、以及周休二日與平日間的平均申請人數、平均申請成功率以及平均入園率的差異；單一因子變異數分析也用來分析舒適度、雨量、颱風等氣候因子與入園率之間的關係。事後檢定使用 Tukey' s HSD 測驗(Honestly Significant Difference test)。32 年的氣候趨勢使用簡單線性迴歸進行分析。

除了年間的申請人數、成功率及入園率僅以具有完整資料的 2005、2007、2008、2009 以及 2011 年來分析外，其餘的分析則使用 2003 年到 2011 年之間所有可利用的資料。月份間的比較由於 7-9 月多颱風，而颱風對入園率有很大的影響(見結果)，故在進行月份間的入園率比較時，將颱風警報日扣除，以呈顯颱風影響以外的差異。因為申請時均不知是否有颱風，故在比較申請人數與申請成功率時均未排除颱風警報日。降雨先分為兩日與無兩日，兩日再依氣象局的標準分大雨、豪大雨及超大豪雨三種等級。在評估颱風的影響時，比較颱風警報發布期間、發布前三天以及警報結束後三天等三種日子入園率的差異。若颱風警報結束後的日子剛好和另一個颱風警報發布的日子重疊，則以後一颱風警報結束後的日子為準。

結果

一、遊客入園相關資料

1. 年間差異(圖 1)

具有完整資料的 2005、2007、2008、2009 以及 2011 年，每年想要申請進入福山植物園的人數都超過 16 萬人，最少的年份是 2007 年約 16.7 萬人，最多的為 2008 年約 18.9 萬人。每年提出申請的民眾大約有 0.68 到 0.80 的機率能夠被抽籤抽中核准入園，年平均入園率則在 0.74 到 0.81 之間。

2. 月間差異(圖 2)

申請人數在月份間有顯著差異($F_{(10, 1928)} = 8.35, p < 0.0001$)，七月以及八月的平均每日申請人數最高，依次分別為 1,005 人及 996 人，一月最低平均每日僅有 499 人。在每日入園人數上限相同的情形下，月份間申請人數的差異使得申請成功率在月份間有顯著的差異($F_{(10, 1927)} = 15.8, p < 0.0001$)，申請人數最多的七、八月的平均申請成功率，分別僅有約 0.61 與 0.64，而申請人數較少的 12 月及 1 月申請成功率均超過八成。入園率在扣除颱風警報期間之後，月份間亦有顯著差異($F_{(10, 1929)} = 10.3, p < 0.0001$)，最高的是四月和五月有約八成的入園率，10 月入園率最低僅 0.68，而一月(0.75)和二月(0.75)亦較低，其餘月份差異不大在 0.78 左右。

3. 平日與周休二日間差異(圖 3)

周休二日平均每日申請人數達 1,360 人，為平常日的申請人數 438 人的 3 倍差異相當顯著 ($F_{(5, 1933)} = 216, p < 0.0001$)，申請人數的差異使得周末假日，可入園人數雖然較高但平均申請成功率只有 0.5 左右，而平日則都在 0.84 以上 ($F_{(5, 1932)} = 296, p < 0.0001$)。有趣的是周休二日假期的平均實際入園率不但沒有比平日高，星期六甚至反而顯著較低($F_{(5, 1934)} = 13.9, p < 0.0001$)。

二、氣候變化趨勢

1. 年均溫(圖 4)

若只看 2003 年到 2011 年(圖中灰色區塊)也就是擁有遊客資料的期間，這幾年宜蘭的年均溫並無上升的趨勢，反而還有所下降，但下降的趨勢並不顯著($r = 0.46, p = 0.21$)。但若是將時間尺度拉長至 32 年(1980-2011)則可發現宜蘭的均溫呈現上升的趨勢($r = 0.75, p < 0.001$)。

2. 舒適度(圖 5)

每年各種舒適度的日數在 2003 年到 2011 年之間，均無顯著增加或減少的趨勢($r^2 = 0.090-0.333, p = 0.38-0.97$)，每年都是由「易中暑」的天數居冠，最多可達 137 天(2005 年)，最少也有 112 天(2006 年)。雖然炎熱的天氣偏多，但還是會出現「寒冷」甚至「非常寒冷」的天氣。

3. 降雨量(圖 6)

2003 年到 2011 年的年總降雨量除了 2003 年僅有 1,343 mm 之外，其他年份的雨量都在 2,400 mm 到 3,129 mm 之間，沒有顯著上升下降的趨勢($r = -0.001, p = 0.997$)。不過，月分間雨量則有相當顯著的差異($F_{(10, 2997)} = 9.27, p < 0.0001$)，9 月及 10 月均超過 400 mm 而 1-4 月則均不到 150 mm。若以 1980-2011 的資料分析，宜蘭測站的降雨量亦無顯著增加或減少的趨勢($r = 0.40, p = 0.29$)，但降雨天數卻有顯著減少的趨勢($r = 0.47, p < 0.01$)。

三、氣候因子與遊客

1. 舒適度與入園率的關係(圖 7)

不同舒適度的入園率有顯著的差異($F_{(5, 1934)} = 2.56, p = 0.026$)，「舒適」的日子入園率顯著高於「易中暑」的日子，但與「非常寒冷」的日子無顯著差異。

2. 雨量與遊客

福山植物園在雨天的平均入園率約為 0.74 左右，顯著低於非雨天的 0.76 ($F_{(1, 1938)} =$

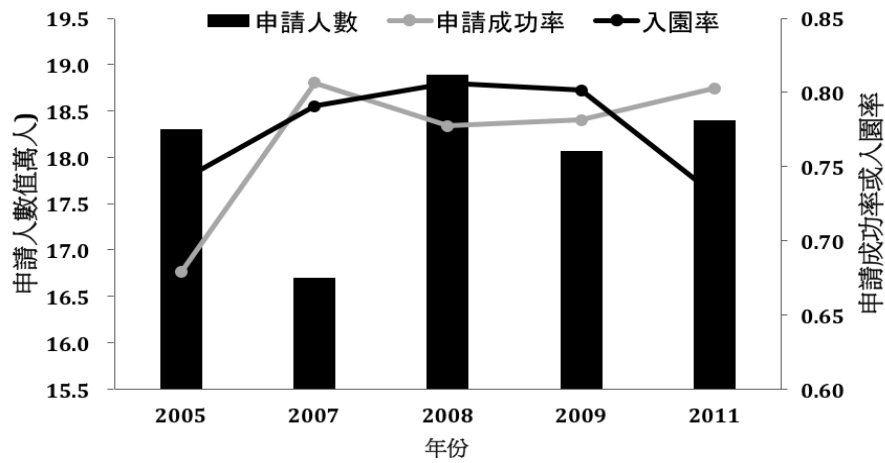


圖 1. 資料完整年份之遊客申請人數、申請成功率及入園率

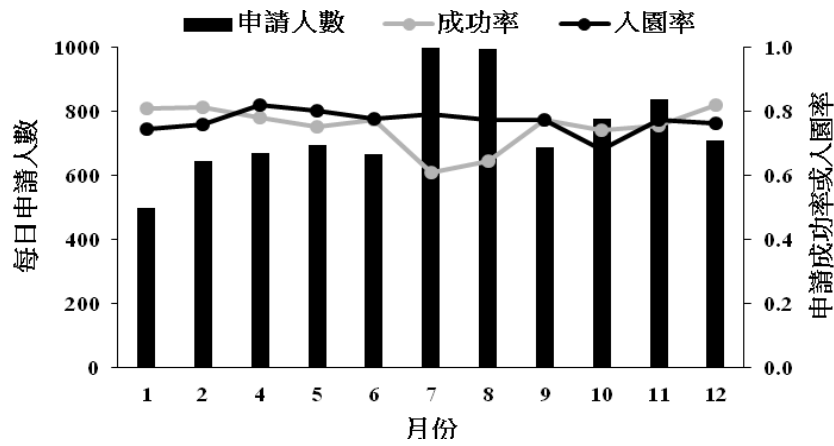


圖 2. 不同月份之遊客申請人數、申請成功率及入園率

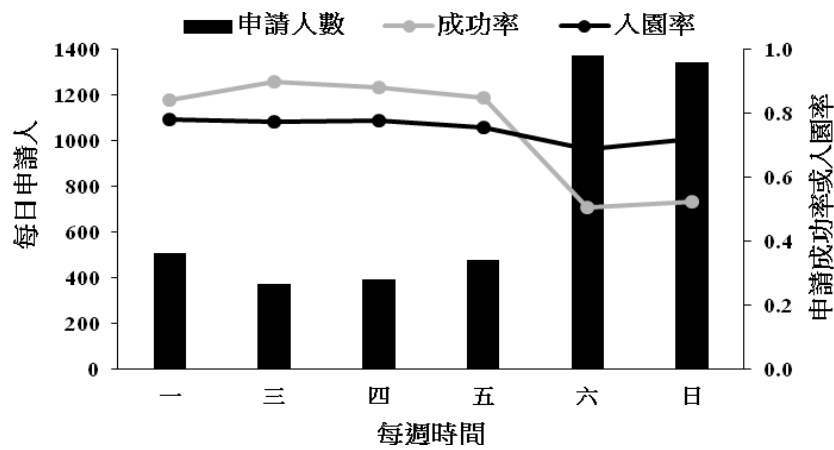


圖 3. 周一至週日遊客申請人數、申請成功率及入園率

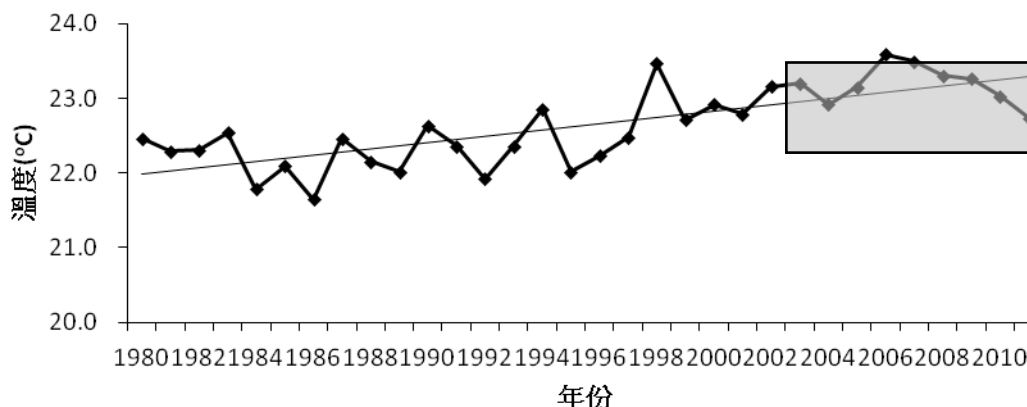


圖 4. 氣象局宜蘭測站 1980-2100 年均溫之變化(圖中直線為趨勢線)

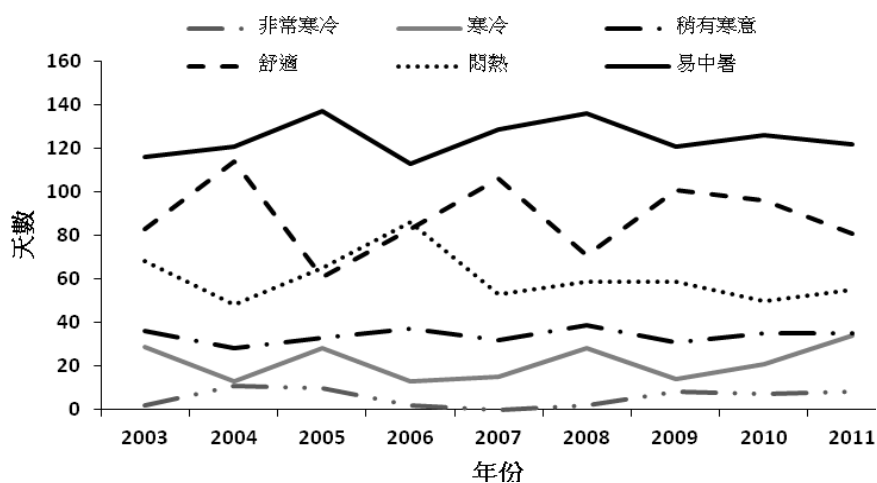


圖 5. 氣象局 2003-2011 各種舒適度之日數變化

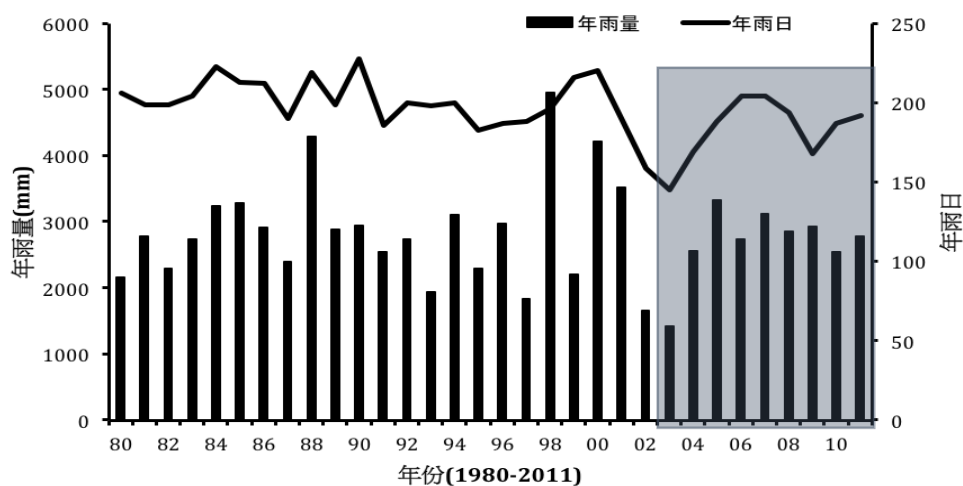


圖 6. 氣象局宜蘭測站 1980-2011 年間年雨量(直柱)及年雨日(曲線)之變化

10.6, $p < 0.001$) (表 2)。且不同降雨強度的日子入園率亦有顯著差異($F_{(4, 1935)} = 17.4, p < 0.0001$)，當天降雨的強度越強，平均入園率也跟著明顯的下降。在「大雨」等級時，平均入園率還有約 0.62，但是到了「豪雨」等級時，平均入園率降到 0.49，不到申請人數的一半。而在「大豪雨」時則更是僅有 0.18 的入園率(表 2)。

3. 颱風與遊客

由於颱風警報未必包含宜蘭所以颱風警報發布期間福山植物園未必休園，九年中，福山植物園在颱風警報發布期間入園率為 0 的天數有三天，分別是 2005 年 9 月 23 日、2011 年 6 月 25 日以及 2011 年 8 月 29 日。在警報發布的 109 天之中，平均入園率僅有 0.55，顯著低於沒有發布颱風警報時的 0.76，而在颱風警報結束之後三天內的平均入園率也是低於發布警報之前($F_{(3, 1935)} = 64.7, p < 0.0001$) (表 3)。若以颱風強度來做分級，颱風強度越強，入園率也顯著越低($F_{(3, 1936)} = 54.8, p < 0.0001$)，強烈颱風警報時的入園率僅有 0.45，顯著低於無颱風或輕度與中度颱風時的入園率(表 3)。

討論

一、遊客

根據福山研究中心的規定，可算出每年可入園人數不到 15 萬人。由於可入園人數上限是固定的，所以每日申請人數多寡和申請成功率的高低息息相關。

由申請成功人數超過實際入園人數來看，雖然民眾展現了造訪意願而提出申請，但平均不到八成的入園率，顯示有其他因素左右這些原本展現出入園意願的遊客在當天是否真正動身入園。在月份差異的部分，七月和八月較高的申請人數，應與暑假期間民眾擁有較多時間可以從事旅遊活動有關。可是暑期的實際入園率卻沒有增加，甚至還有偏低的现象。即使在扣除颱風的影響後入園率仍低於四、五月。而同樣的情況也發生在周休二日，周休二

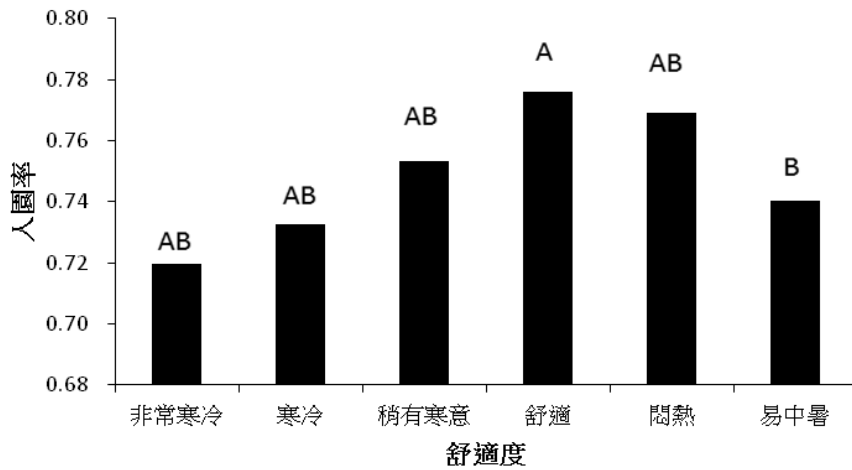
日時的申請人數幾乎是平日的三倍之多，但是實際入園率的情況也和暑假一樣出現了偏低的情形。

在溪頭，假日的平均遊客人次也是平日的三倍以上(吳依霖 2008)，而這在福山植物園則僅反應在申請人數上。每逢假日，不論是暑假還是周休二日時的申請人數，都遠高於平日。雖然申請人數並非實際入園的人數，但申請人數的多寡的確能夠表現出在該時段有意願參觀福山植物園的人數變化，而這個意願的確會受到假日的影響而增加。但是福山植物園在假日的入園率，不論是暑假還是周休二日，都並未比平日高，甚至反而較低。可能是因為現今休閒活動選擇很多，尤其在周休二日及假期較長時。因此即使很多民眾申請在假日入園並取得許可，但是當假日真的來臨時，不管是暑假還是周休二日，卻不一定非要選擇福山植物園不可。另一個可能的原因是，許多民眾可能從事未計畫的旅遊，也就是未事先規畫，等到假日接近時，再做最後的決定。但由於福山需要事先申請，無法臨時決定就去造訪，因此當申請許可民眾有其它替代方案而臨時取消福山的行程時，其他人因為未事先獲得入園許可，並沒有機會可以取代，故假日的入園率反而較低。不過，不論造成假日入園率並未高於平常日的原因為何，此現象依然可以看出從心動、提出申請再到實際付出行動之間仍有許多變數。

二、氣候

若只看 2003 到 2011 年，宜蘭的年均溫並無顯著變化，但以 32 年來看就可以看到明顯的增溫趨勢。降雨方面，宜蘭三十年來的年降雨量並沒有明顯的改變趨勢，但是降雨日數卻是顯著下降，表示強降雨增加，而小雨的日子減少。這與全臺降雨日數逐漸減少的趨勢相同(陳雲蘭 2008)，顯示宜蘭的氣候變化與全臺的變遷趨勢相似。

三、氣候對遊客的影響



每個平均值後有任一相同字母表示 Tukey's HSD test 事後比較差異不顯著($p>0.05$)

圖 7. 福山植物園舒適度與平均入園率的關係

表 2. 福山植物園降雨情形與遊客入園率之關係

降雨有無	日數	平均入園率
雨天	962	0.74 ^A ±0.20
非雨天	978	0.76 ^B ±0.17
降雨強度		
有雨(0.1-50mm)	897	0.75 ^A ±0.19
大雨(50-130mm)	55	0.62 ^B ±0.25
豪雨(130-200mm)	8	0.49 ^{BC} ±0.26
大豪雨(200-350mm)	2	0.18 ^C ±0.26

±後數值為標準差，每列平均值後有任一相同字母表示 Tukey's HSD test 事後比較差異不顯著($p > 0.05$)

表 3. 福山植物園遊客入園率(平均值±標準差)與颱風之關係

颱風警報	警報前三天		警報期間	警報後三天
日數	86	109	95	
入園率	0.75 ^A ±0.17	0.55 ^B ±0.17	0.65 ^C ±0.22	
颱風強度	無颱風	輕度	中度	強烈
日數	1831	31	47	31
入園率	0.76 ^A ±0.25	0.59 ^B ±0.28	0.58 ^B ±0.20	0.45 ^C ±0.26

每欄平均值後有任一相同字母表示 Tukey's HSD test 事後比較差異不顯著($p > 0.05$)

若不考慮降雨，「舒適」的天氣一般被認為是最適合民眾出遊的。結果也的確如同預期，當舒適度為「舒適」的時候，入園率最高，統計上也和「易中暑」有著明顯的差異。在溪頭研究也指出，在舒適度為「舒適」的時候，遊客最多(吳依霖 2008)。最炎熱和最寒冷的天氣都有較低的入園率，但是除了「易中暑」的日子和「舒適」的日子之間具有顯著差異之

外，其他類別在統計上都無差別，畢竟即便是入園率最低的「非常寒冷」，其入園率依然還有約 0.71。這樣的結果顯示舒適的天氣的確會使民眾實際造訪福山的比例顯著較高，但是由於福山植物園的海拔高度不高，所以低溫和平地的差異不致太大，雖然「非常寒冷」但還不足以改變原本計畫出遊的遊客的造訪意願。而悶熱的天氣時遊客入園率並未顯著較低，可能

是悶熱天氣所佔的比例實在太高，除了冬天以外，若要排除悶熱的天氣，就很難出遊了。

根據 30 年來的氣候變化趨勢，在未來逐漸升溫的情況之下，舒適度指數達到「悶熱」以上的天氣將會越來越多，但是另一種相反的極端天氣「非常寒冷」雖然日數減少但也依然會出現，這兩項因素都會持續壓縮到最適合民眾出遊的「舒適」天氣日數。

降雨的方面，雨天和非雨天的入園率已經有顯著差異，而在不同等級的降雨日之間也隨著降雨強度越大而入園率越低。這幾年來達到「大豪雨」等級的天數不多，但是當降雨強度達到「大雨」開始，入園率只有 0.62。降雨的影響也不僅是當下，福山上山的道路就常因為連日降雨而坍方，縱使每天的降雨量並不大，但因雨造成的道路坍方將會導致民眾無法入園或造成入園率下降，這方面的影響較難透過目前的數據資料顯現出來。但由於福山道路不通多是由大雨造成崩塌所引起，因此可以合理推測降雨對福山植物園入園率的影響應比本研究結果所呈現的更大。

颱風方面，發布警報的颱風不見得都會真的侵襲臺灣，更不一定會對宜蘭造成實質上的影響，而根據福山植物園的管理辦法，颱風期間是否休園是遵照宜蘭縣政府的決策而行，即使颱風警報發布也不見得會使福山植物園休園，但是當民眾從天氣預報上接觸到颱風相關的警報資訊之後，多少會影響到出遊的意願。而從結果看來，有颱風警報的時候，入園率僅有 0.55，換句話說，颱風對入園率的影響不一定是因為颱風造成休園，民眾僅需要接觸到氣象局所發布的颱風警報訊息，颱風即有可能影響到民眾出遊的意願。在颱風警報正式發布的前後數日，都可能會持續影響著民眾造訪福山的意願。而從結果也可以明確得知，雖然颱風警報結束之後的平均入園率顯著高於颱風警報發布的期間，但卻依然顯著低於沒有颱風的時候，足以說明颱風所帶來的影響不僅僅只有在警報發布的期間而已。

根據氣象局的推估，超高溫的極端天氣出

現頻率將越來越高，侵台颱風及東臺灣強降雨的頻率也有著增加的趨勢(中央氣象局 2008, 林昀靜、盧孟明 2010)，這些氣候變遷的趨勢可能會進一步影響福山植物園遊客的入園率。

建議

福山植物園是一個嚴格控管遊客人數的地方，因此遊客資料的控管與保存相當重要。近年來雖已採用電腦建檔以彌補早期人工紀錄的缺失，但仍無法避免一些意外的發生，導致長期資料不夠完整。而關於休園的原因以及其他細節也未能詳細記錄。資料不夠完整並不僅限於福山植物園，缺乏完整的長期資料對這類研究有很大的影響，或許未來可以針對休園原因加以紀錄，使資料更完整。由於本研究和人息息相關，透過問卷調查的確能夠得知更多遊客選擇意願的細節資料，福山研究中心曾做過類似嘗試，但由於問卷回收率太低而作罷。

福山植物園在推廣環境教育上做了很大的努力，許多遊客到訪福山是為了接近自然進而了解自然，而降雨對型塑福山森林生態系扮演舉足輕重的角色，若遊客因為下雨而卻步，將失去機會親臨現場深入了解為何許多解說員會以雨霧森林來形容福山，對遊客來說實為一大損失，而對於福山植物園所致力推廣親臨現場的環境教育來說，毋寧是一件憾事，如何吸引遊客在下雨的時候也能夠造訪福山，認識雨霧型塑的福山森林生態，或許是福山植物園未來可以努力的方向。

引用文獻

- 中央氣象局。2008。臺灣過去 50-100 年的溫度、溼度、雨量、風等氣象參數的統計及變化分析資料 http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate_info/statistics/。2012 年 5 月 13 號瀏覽。
- 中央氣象局。2010。全球平均溫度及臺灣測站

- 長期趨勢監測報告。http://www.cwb.gov.tw/V7/climate/climate_info/monitoring/monitoring_7.html。2012年5月13號瀏覽。
- 吳依霖。2008。氣候對溪頭森林遊樂區遊客人數影響之研究。國立臺灣大學森林環境暨資源學研究所碩士論文。
- 林昀靜、盧孟明。2010。近五十年極端降雨之分析。台北災害管理研討會論文集。
- 林俊成、陳麗琴、薛怡珍、王培蓉。2008。遊客對福山植物園解說需求與解說效果之研究。臺灣林業科學 23:S37-S50。
- 林俊成、陳麗琴。2006。福山植物園生態旅遊服務品質研究。臺灣林業科學 21(4):473-489。
- 林國銓、林朝欽、唐盛林。2000。福山植物園遊客資料調查分析。臺灣林業科學 15(1):105-113。
- 張軒瑄、陳瓊樺。2010。福山植物園遊客對生態旅遊之解說服務與環境維護願付價格之研究。觀光旅遊研究學刊 5(1):57-76。
- 陳雲蘭。2008。百年來臺灣氣候的變化。科學發展 424:6-11。
- 陳麗琴、汪大雄、黃進睦、林國銓。2002。福山植物園遊憩經濟效益之評估。臺灣林業科學 17(3):375-385。
- 陸象豫、黃良鑫、黃惠雪。2009。林業試驗所福山研究中心氣象資料彙編。
- 曾芝慧、李明聰。2008。遊客對解說服務願付價格之研究-以福山植物園為例。商業現代化學刊 4(4):29-49。
- 歐聖榮、蕭芸殷。1998。生態旅遊遊客特質之研究。戶外遊息研究 11(3):35-58。
- Badeck, F.-W., A. Bondeau, K. Böttcher, D. Doktor, W. Lucht, J. Schaber and S. Sitch. 2004. Responses of spring phenology to climate change. *New Phytologist* 162(2):295-309.
- Bigano, A., J. M. Hamilton, D. J. Maddison and R. S. J. Tol. 2006. Predicting tourism flows under climate change - An editorial comment on Gossling and Hall (2006). *Climatic Change* 79(3-4):175-180.
- Bradley, N. L., A. C. Leopold, J. Ross and W. Huffaker. 1999. Phenological changes reflect climate change in Wisconsin. *Proceedings of National Academy of Sciences USA* 96(17):9701-9704.
- Buckley, L. B. and M. S. Foushee. 2011. Footprints of climate change in US national park visitation. *International Journal of Biometeorology* 56(6):1173-1177.
- Burki, R., H. Elsasser and B. Albegg. 2003. Climate change – impacts on the tourism industry in mountain areas. 1st International Conference on Climate Change and Tourism, Djerba, Tunisia, 9–11 April. http://www.world-tourism.org/sustainable/climate/pres/rolf-buerki.pdf.
- Bush, M. B. and R. J. Whittaker. 1993. Nonequilibrium in Island Theory of Krakatau. *Journal of Biogeography* 20(4):453-457.
- Chang, C. C. 2002. The potential impact of climate change on Taiwan's agriculture. *Agricultural Economics* 27(1):51-64.
- Chou, C. H., T. J. Huang, Y. P. Lee, C. Y. Chen, T. W. Hsu and C. H. Chen. 2011. Diversity of the alpine vegetation in central Taiwan is affected by climate change based on a century of floristic inventories. *Botanical Studies* 52(4):503-516.
- Elsasser, H. and R. Burki. 2002. Climate change as a threat to tourism in the Alps. *Climate Research* 20(3):253-257.
- Galeotti, M., A. Gorla, P. Mombrini and E. Spantidaki. 2004. Weather Impacts on Natural, Social and Economic Systems (WISE) - Part I: Sectoral Analysis of Climate Impacts in Italy. Fondazione Eni-Enrico Mattei Working Paper n. 31.04.
- Gu, L. 2003. Comment on "Climate and management contributions to recent trends in U.S. agricultural yields". *Science* 300(5625):1505.
- Hall, C. M. 2011. Climate Change and its Impacts on Tourism: Regional Assessments, Knowledge Gaps and Issues. In A. Jones (editor): *Disappearing Destinations: Climate Change and Future Challenges for Coastal Tourism*. pp. 10-29.
- Hedhly, A., J. I. Hormaza and M. Herrero. 2009. Global warming and sexual plant reproduction. *Trends in Plant Science* 14(1):30-36.
- Li, M. H., W. Tien and C. P. Tung. 2009. Assessing the impact of climate change on the land hydrology in Taiwan. *Paddy and Water Environment* 7(4):283-292.
- Lin, T. P. and A. Matzarakis. 2008. Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *International Journal of Biometeorology* 52(4):281-290.
- Lin, T. P. and A. Matzarakis. 2011. Tourism climate information based on human thermal perception in Taiwan and Eastern China. *Tourism Management* 32(3):492-500.
- Lobell, D. B. and G. P. Asner. 2003. Climate and management contributions to recent trends in U.S. agricultural yields. *Science* 299:1032.
- Menzel, A., T. H. Sparks, N. Estrella, E. Koch, A. Aasa, R. Ahas, K. Alm-Kuebler, P. Bissolli, O. G.

- Braslavskaja, A. Briede, F. M. Chmielewski, Z. Crepinsek, Y. Curnel, A. Dahl, C. Defila, A. Donnelly, Y. Filella, K. Jatzak, F. Maage, A. Mestre, O. Nordli, J. Penuelas, P. Pirinen, V. Remisova, H. Scheifinger, M. Striz, A. Susnik, A. J. H. Van Vliet, F.-E. Wielgolaski, S. Zach and A. Zust. 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Global Change Biology* 12(10):1969-1976.
- Moen, J. and P. Fredman. 2007. Effects of Climate Change on Alpine Skiing in Sweden. *Sustainable Tourism* 15(4):20.
- Parnesan, C. 2006. Ecological and evolutionary responses to recent climate change. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics* 37: 637-669.
- Scott, D. and C. Lemieux. 2010. Weather and climate information for tourism. *Procedia Environmental Science* 1:146-183.
- Shimizu, K. K., H. Kudoh and M. J. Kobayashi. 2011. Plant sexual reproduction during climate change: gene function in natura studied by ecological and evolutionary systems biology. *Annals of Botany* 108(4):777-787.
- Stefanescu, C., J. Penuelas and I. Filella. 2003. Effects of climatic change on the phenology of butterflies in the northwest Mediterranean Basin. *Global Change Biology* 9(10):1494-1506.
- Tsai, A. Y. and W. C. Huang. 2011. Impact of Climate Change on Water Resources in Taiwan. *Terrestrial Atmospheric and Oceanic Sciences* 22(5):507-519.
- Tsai, H. T., C. J. Tseng, S. Y. Tzeng, T. J. Wu and J. D. Day. 2012. The impacts of natural hazards on Taiwan's tourism industry. *Natural Hazards* 62(1):83-91.
- Visser, M. E. and C. Both. 2005. Shifts in phenology due to global climate change: the need for a yardstick. *Proceedings of The Royal Society B: Biological Science* 272(1581):2561-2569.
- Yeoman, I. and U. McMahon-Beattie. 2006. Understanding the impact of climate change on Scottish tourism. *Vacation Marketing* 12(4):371-379.