

臺中市政府 108 年度市政發展研究論文獎助計畫

氣候變遷下遊憩價值與旅遊意願損害之評估  
-以武陵國家森林遊樂區為例

Estimating the Loss of the Recreation Value and Travel  
Intention Under Climate Change-Evidences from Wuling  
National Forest Recreation Area

學校：國立中興大學

系所：森林學系

研究生：俞鈺文、柳婉郁

指導教授：柳婉郁 教授

中華民國 108 年 7 月

# 氣候變遷下遊憩價值與遊憩意願損害之評估-以武陵國家森林遊樂區為例

俞鈺文<sup>1</sup>、柳婉郁<sup>2</sup>

## 摘要

氣候變遷為近期備受人們討論之議題，其影響之層面涵蓋至各個層面，如旅遊產業即受到極端氣候、自然環境變化等自然不確定性之嚴峻影響。在台灣，森林在全島面積 60.71%，森林遊憩備受台灣民眾所重視，為台灣重要之觀光遊憩景點之一。然而，台灣在面對氣候變遷之影響如極端降雨、高溫等，其造成遊客在遊憩地點、遊憩時間等遊憩行為的改變，這些遊憩意願的變化將會造成各個觀光區域之遊憩價值之變化。故本研究將以台中地區之武陵國家森林遊樂區研究台灣民眾在面對氣候變遷時所造成之旅遊意願及遊憩價值之損害評估。本研究為確切了解遊客在面對氣候變遷時所造成之旅遊意願之變化，故在武陵國家森林遊樂區進行問卷發放。本研究也利用網路問卷調查之方式評估該地區因氣候變遷所造成之未來遊憩價值之變化趨勢。本研究結果顯示，不同地方依戀之遊客在面對氣候變遷時，除熱浪皆有顯著性負面之影響，尤其以土石流較為嚴重。且發現地方依戀較低之遊客受氣候變遷之影響程度較大。另外，武陵國家森林遊樂區在未來 2020 至 2100 之遊憩價值變化趨勢可發現，在任何 RCP 情境中皆為減少之趨勢，其減少趨勢以 RCP8.5 最為嚴重，遊憩價值變化趨勢為 6.43 億元(2025 年)至 5.79 億元(2100 年)。氣候變遷對於遊客之旅遊意願乃至對於武陵國家森林遊樂區之遊憩價值皆為呈現負向之影響，故建議台中市政府針對森林地區之遊憩景點進行相關之適應政策，以減少遊客對於氣候變遷之遊憩損害。

關鍵字：氣候變遷、遊憩價值、旅遊意願

---

<sup>1</sup> 國立中興大學森林學系研究生。

<sup>2</sup> 國立中興大學森林學系教授，通訊作者。 Email: wyliu@nchu.edu.tw。電話：04-22850158。

## 目錄

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 壹、前言                               | 1  |
| 貳、研究目的                             | 1  |
| 參、文獻探討                             | 1  |
| 一、全球氣候變遷                           | 1  |
| 二、台灣氣候變遷之情況                        | 2  |
| 三、氣候變遷對旅遊產業之影響                     | 4  |
| 四、氣候變遷對遊憩行為之影響                     | 5  |
| 肆、研究方法                             | 7  |
| 一、研究區域                             | 7  |
| 二、遊憩價值評估模型之建構                      | 8  |
| 三、遊憩價值評估模型之變數操作                    | 9  |
| (一)氣候變遷下遊客人數之推估( $PP_t$ )          | 9  |
| (二)氣候變遷下遊憩時間之推估( $HCC$ )( $HNOW$ ) | 9  |
| (三)遊客之旅遊成本之推估( $TC$ )              | 10 |
| 四、問卷設計及抽樣方式                        | 11 |
| (一)抽樣及問卷發放方法                       | 11 |
| (二)問卷內容                            | 11 |
| 伍、結果與分析                            | 12 |
| 一、氣候變遷下遊憩價值之損害評估                   | 12 |
| (一)氣候變遷下遊客人數之推估結果                  | 12 |
| (二)氣候變遷下遊憩時間之推估結果                  | 14 |
| (三)遊客旅遊成本( $TC$ )之推估結果             | 14 |
| (四)未來國家森林遊樂區之價值變化                  | 15 |
| 二、氣候變遷下旅遊意願之影響結果                   | 16 |
| (一)遊客地方依戀之分析                       | 16 |
| (二)氣候變遷適應策略必要性之看法差異分析              | 17 |
| (三)氣候變遷下旅遊意願之差異分析                  | 18 |
| (四)適應政策前後旅遊意願之差異分析                 | 20 |
| 陸、結論與建議                            | 20 |
| 柒、參考文獻                             | 22 |

## 壹、前言

在 21 世紀中，全球氣候變遷已經成為全球社會熱烈討論的議題。在聯合國(United Nation, UN)大會中，甚至提出氣候變遷是當代人們急切需要解決的問題。氣候變遷導致了許多極端性的氣候現象，例如：熱浪、寒害、豪雨，也因此造成嚴重性的災難。許多前人研究指出，氣候變遷不僅對台灣動植物生態有所影響，甚至也因為氣溫的上升也影響了台灣中部山區植物分佈狀況。氣候變遷在台灣所造成之氣候變化，如強降雨之次數越來越頻繁，甚至也有文獻指出台灣強降雨之次數在台灣地區以雪山山脈與中部山區最為嚴重，因此氣候變遷對於台灣中部地區擁有嚴重的負面影響。旅遊業為易受到天氣之變化所影響，且台灣民眾對於自然相關之遊憩活動相當重視，尤其居住在中部(如台中)之民眾能便捷地接觸到自然相關之遊憩場所，如大坑登山步道、大雪山、八仙山、武陵國家森林遊樂區等。受到氣候變遷之影響，中部民眾對於山區之遊憩品質也受到嚴重的威脅，故本研究針對氣候變遷對於台中深地區區之武陵國家森林遊樂區之影響進行綜合性之評估，以利台中市政府對於中部深山地區之旅遊業在面對全球氣候變遷之影響狀況。

## 貳、研究目的

綜合上述氣候變遷對於旅遊產業及行為之影響，本研究為探討氣候變遷之影響，故本研究就之研究目的為(1)推估台中武陵國家森林遊樂區之未來遊客人數(2)推估遊客因應氣候變遷所造成遊憩時間之變化程度(3)計算台中武陵國家森林遊樂區每人與園區之遊憩價值(4)推估未來台中武陵國家森林遊樂區因氣候變遷所造成之園區價值之變化(5)計算台灣國家森林遊樂區未來 2020 至 2100 年之遊樂區園區總價值(6)因氣候變遷之影響對於不同地方依戀之遊客其旅遊意願是否有不同程度之影響(7) 在全球氣候環境變遷的情況下，園區管理者在面對這些議題所採行的氣候變遷適應政策，其遊客之旅遊意願是否有顯著提升。本研究對於幫助旅遊業者、旅遊規劃者、旅遊服務者，依據不同的氣候變遷情況下會使得遊客做出不同的重遊決策擁有更好的了解。本研究之研究結果期望能提供氣候變遷下台中市政府及森林遊樂區經營管理策略之參考。本研究期望研究成果可以協助台中市政府對於郊外旅遊產業之經營管理，以利面對氣候變遷所面臨之威脅。

## 參、文獻探討

### 一、全球氣候變遷

根據 IPCC 第五次氣候變遷綜合報告(2014)指出，在過去的 1,400 年以來，近 30 年間的全球平均氣溫是最為高溫的。在 1750 至 2011 年在大氣中累積排放的 CO<sub>2</sub> 高達 2040±310 GtCO<sub>2</sub>，其中有 40% 滯留於地球大氣中，其造成的效應，在 2017 年因人類活動所造成的暖化效應已經上升約 1°C (範圍在 0.8 至 1.2)，上層海水(75m)的溫度也上升約 0.11°C (範圍在 0.09 至 0.13)。

為了預測未來全球氣候變遷的情境，人們利用 RCPs (Representative Concentration Pathways)，當作未來不同情境的參考依據。RCPs 共包含了 4 種情境，分別為 RCP2.6、4.5、6.0、8.5，其中 RCP2.6 為假設人類在未來嚴厲的執行相關應對措施，RCP8.5 為假設人類在未來依然沒有節制的排放溫室氣體 RCO4.5、6.0 為兩者之居中值。在近期(2016 年至 2035 年)，地球氣溫變化之幅度在 4 個情境中變化幅度不不大，介於 0.3°C 至 0.7°C 之間，但在 22 世紀末(2081 年至 2100 年)，RCP6.0 與 RCP8.55 之情境中，其預測之溫度會大於 2°C (Fifth Assessment Report of IPCC, 2014)，而且將會快速嚴重影響社會各個層面(IPCC, 2018, Jost *et al.*, 2019)。

在未來，因全球暖化的影響，造成人類與生物的生活環境極大的改變。在巨觀的角度中，廣被人們所記錄及共識的影響包括大氣及海水溫度的上升、極端氣候的發生機率上升並且會造成社會各個層面的影響。(IPCC, 2014; Melillo *et al.*, 2014; NOAA, 2017; Craig and Feng, 2018)。氣候變遷的影響發生在全球各個地區，例如南澳洲從 1970 年，當地之平均氣溫已經上升 0.6°C 且降雨量也下降 15% 之多，而且，相較於 2000 年，當地 14% 的集水區，其河水量有顯著性的減少(Liu *et al.*, 2019)。在墨西哥，造成熱帶氣旋強度增加的趨勢，此現象也增加了 52% 的死亡人數(Pugatch, 2019)。在尼泊爾，氣候變遷造成人類在農作物生產的嚴重影響，相較於近年(2003 年至 2013 年)的基礎上，預計在 2100 年，其農作物會有顯著性的減少(小麥 25%、稻米 42%、玉米 46%)(Bocchiola *et al.*, 2019)。氣候變遷也會影響到人類的身體健康(Diaz, 2018; Roca Villanueva *et al.*, 2019)、居住的生活品質(Xie *et al.*, 2019)、旅遊等遊憩行為(Becken and Wilson, 2013; IPCC, 2018)等等。

## 二、台灣氣候變遷之情況

在全球氣候變遷的影響下，世界各地也正正面臨著許多氣候災害的難題，就連台灣也不例外。IPCC 自從 1990 年開始，彙整審閱學術上的研究結果，迄今已經公布了 4 份完整的報告。其中，報中也提出了從 20 世紀中至今的溫度上升原因，有超過 90% 是因人類之行為所造成的。因考慮平均二氧化碳在空氣中有 50 年的生命週期在未來，並且可以預期，世界之平均氣溫是會持續上升的(陳正達等, 2014)。氣候變遷不只會對動植物生態有所影響。例如，先前的研究(關秉宗等, 2003)指出因為全球氣候溫度上升的趨勢，也影響了台灣中部山區植物的分布狀況。其也會對台灣的公共衛生、社會經濟發展、基礎建設造成嚴重的影響(陳正達等, 2014)。全球氣候變遷在世界各地造成了海平面上升、年均溫上升、降雨強度增強、颱風侵襲次數頻繁、寒害與熱浪的侵襲等嚴重的自然災害。

IPCC 第四次氣候變遷評估報告(2007)指出，在 1961-2003 年之間平均海平面高度平均每年上升 1.7 mm，但是在 1993-2003 年間，平均海平面上升速率則為 3.1mm，顯示出上升的速率有上升的趨勢。在台灣，海平面高度於 1993-2003 年間平均海平面上升為每年 5.7mm，上升速率為過去的 50 倍(許晃雄等, 2012)。導致海平面上升的因素不外乎是全球年均溫增高所造成的。根據 IPCC 第四次氣候變遷評估報告(2007)，全球之年平均氣溫已經相較於過去的 100 年，高出 0.74°C。在台灣，年均溫增高的趨勢尤其顯著。於 1911-2009 年期間，台灣之年均溫度已經上升 1.4°C。而近 30 年間，台灣溫度上升的速率有明顯增加的趨勢(許晃雄等, 2012)。談及在台灣降雨現象，台灣主要的降雨期間主要是集中在 5 月至 10 月期間，其中梅雨鋒面與颱風是造成台灣降雨的兩大氣候系統(紀佳臻、涂建翊, 2017)。其中有許多研究(Su *et al.*, 2012; 許晃雄等, 2012; Tu and Chou, 2013; 陳正達等, 2014; 紀佳臻、涂建翊, 2017)顯示出，在台灣強降雨的次數將會越來越頻繁。其中，在台灣地區以雪山山脈與中部山區又為嚴重。提到強降雨，颱風是其中最主要之降雨來源。近年，颱風的生成以及侵襲的機率越來越高，伴隨著颱風強度的增強，對於台灣之降雨情形有顯著的影響。隨著台灣季節性降雨越來越集中以及年均溫逐漸的升高，也造成了熱浪侵襲頻率的增加。氣候變遷導致全球年均溫持續上升，有許多研究(許晃雄等, 2012; Jiang *et al.*, 2012; Perkins *et al.*, 2012; Perkins and Alexander, 2013; 李晶、夏秉楓, 2014)也發現過去幾

十年來，熱浪的入侵次數、強度與頻率有明顯增加的趨勢。相反的，在過去幾十年來，受到北極震盪的影響，在中緯度地區發生偶發性之寒流的機率與強度會有顯著的增加(Solomon, 2007; Lee et al., 2018)。根據 Cloutier et al.(2016)的研究指出，極端低溫氣候相較於熱浪的侵襲，更容易造成人類休克致死。可見當寒流來襲時，將會造成遊客健康與身體感受上之影響。且因寒流造成全球經濟損失程度在近期有上升的趨勢。並且在 2013 年至 2015 年的冬季，強烈的寒流造成了北美地區的交通堵塞、航班取消等經濟上嚴重損失 (Easterbrook, 2016)。在台灣地區，於 2016 年 1 月 23 日發生的強烈寒流，台灣各個地區均量測出 70 年來最低溫的紀錄(劉雲聰, 2016)，造成台灣許多經濟與安全上之危害。近幾年，因為突發性的豪大雨之頻率上升，造成台灣許多排水設施堵塞，來不及排水，進而造成小黑蚊溫床，已導致小黑蚊數量增多。根據 Mattah et al.(2018)之研究顯示，在非洲迦納南部因為不完善的下水道系統以及排水設施，造成小黑蚊數量暴增，在研究中亦顯示出有 82.9%之受訪者有很明顯地感受到小黑蚊數量之增加。且根據蔡坤憲等(2012)之研究，發現全球氣候變遷會影響自然生態的運作，其影響至節肢動物病媒、動物宿貯主和人類活動，可以得知因為受到氣候變遷之影響，導致蟲媒及蟲媒傳染疾病日趨嚴重之趨勢。

### 三、氣候變遷對旅遊產業之影響

旅遊業在世界經濟體中扮演很重要的角色，它提供 319,000,000 份的工作，並且佔世界 10.4%的總生產價值(Gross Domestic Product, GDP)。在 2018 年，相較於全球 3.2%的總經濟成長率，旅遊業成長率高達 3.9% (World Travel and Tourism Council, 2019)。在世界許多國家中，旅遊業為是經濟發展的重要產業之一(Ocampo et al., 2018)。有許多的遊憩活動在自然地區中進行發展，這也是在世界中很普遍的現象(Elands and Marwijk, 2012)。例如在世界許多森林中，有許多以木材生產之傳統產業漸漸被轉化成森林遊憩產業(Luo and Bao, 2013; Luo et al., 2016)且有顯著性的經濟發展。例如在中國之森林遊樂區，每年擁有超過 7 億的遊客人數及 110 千萬美金的經濟產值。然而，根據許多文獻指出(Hamilton, Maddison, and Tol, 2005; Bujosa, Riera, and Torres, 2015; Dogru et al., 2019)旅遊產業會受到氣候變遷的影響造成大幅度的變化。例如：因為近期全球暖化所導致南極地區之冰河融化之情形，為了把握最後一次欣賞的機會(Last change tourism)，激起民眾對於正在消逝的冰河景觀的

觀光需求(Eijgelaar *et al.*, 2010; Groulx *et al.*, 2019)、在日本因為氣候變遷所導致秋天季節的延遲，導致 12 月賞楓與落葉景觀的觀光客分別上升 3.64% 及 3.02%(Liu *et al.*, 2019)、在西班牙(Toimil *et al.*, 2018)、北卡羅萊納州(Poulter *et al.*, 2009)，因海平面上升及海水的嚴重侵蝕造成沙灘面積的減少而影響整體的旅遊產業價值。Ngoc(2019)針對因氣候變遷之海水溫度上升趨勢，評估珊瑚海域地區之價值損害程度，其中在 2065 年遊憩價值將會減少 1,159 萬元至 1,520 萬元。森林經營策略中，林主對於森林的遊憩及美學價值日趨重視(Gilani *et al.*, 2018)，然而在森林遊憩之遊憩價值中也有所影響。例如，因為氣候變遷造成在北美地區甲蟲(*Dendroctonus ponderosae*)及歐洲地區甲蟲(*Ips typographus*)的數量爆發所引發的針葉樹病害進而造成當地遊憩品質及價值上的損害(Arnberger *et al.*, 2018)。

#### 四、氣候變遷對遊憩行為之影響

天氣與氣候對於旅遊業而言是非常重要的影響因子(Scott and Lemieux, 2010, Wijaya and Furquan, 2018)。遊客的旅遊行為會因為旅遊當地的天氣如溫度舒適度(空氣氣溫、濕度)、身體感受(風、降雨)、自然美景(空氣品質、景觀品質、能見度)而有所改變(Hübnera and Gössling, 2012)。另外，全球氣候變遷會造成以自然活動為主的旅遊產業鏈有嚴重的影響，也會影響到遊客的造訪景點、旅遊次數、旅遊時間(Scott *et al.*, 2004; Gössling and Hall, 2006; Gössling *et al.*, 2012; Michailidou *et al.*, 2016; Hestetune *et al.*, 2018)。例如：在德國，遊客會隨者晴天的天數而改變他們的旅遊地點及遊憩活動(Pröbstl-Haider *et al.*, 2015)，在佛羅里達州的海灘遊憩遊客也會因為未來的海平面上升、熱帶疾病的擴散造成選擇不同遊憩地點以確保遊客自身的遊憩品質與安全(Atzori, Fyall, and Miller, 2018)。不僅是旅遊次數，氣候變遷也影響到遊憩旅遊得品質(Hendrik and Jeurung, 2017; McCreary *et al.*, 2019)。例如：在海灘地區，擁擠度是被遊客所重視的遊憩品質之一(López-Dóriga *et al.*, 2019)，然而在氣候變遷及海平面上升的影響下，海灘的遊客乘載量將會是現在的 74% 至 53%，最後影響至遊客之遊憩品質(López-Dóriga *et al.*, 2019)。熱浪、乾旱、野火、颶風等極端氣候造成交通意外、班機延誤與取消、生命財產的損失等(Koetse and Rietveld, 2009)對於遊客皆是負面的影響，並且會進一步會造成遊客在目的地地區取消原本預計的行程(Michailidou *et al.*, 2016)。例如，2003 年法國的嚴重發生熱浪造成 15,000 人的生命損失，影響當年熱門



的地中海旅遊景點之遊客人數，而更改前往叫高緯度的地區(UNWTO-UNEP-WMO, 2007)。

氣候變遷對於社會與經濟發展將會帶來各種層面嚴重的影響，但因為遊客可以在面對氣候變遷時，改變他們的旅遊地點、旅遊時間等，旅遊業在面對氣候變遷擁有較好的適應能力(Gössling *et al.*, 2012)。例如，遊客可以選擇更改旅遊期間所從事活動(Becken and Wilson, 2013)，或是前往擁有不同微氣候的地區，例如當氣溫炎熱時可以把旅遊地點更改到湖邊及海邊等景點(Rutty and Scott, 2014)。Iso-Ahola 的替代性能力理論也表示當人們認知到潛力替代品之必要時，遊客會很願意地去改變原先的計畫。因此，對於氣候預測以及先前認知的遊憩活動將會影許多生遊客適應改變計畫的意願(Wilkins and Urioste-Stone, 2017)。為了減緩氣候變遷對於遊客旅遊經驗上的損失，促進氣候服務(Climate Service)作為遊客在做遊憩決策時，擁有一個提早適應及準備氣候變遷的風險為害。例如，在奧地利，在施行旅遊業的氣候服務系統時，遇到的最大阻礙即遊客對於災害發生的危機意識較小、對於災害發生機率抱持消極的態度、未來財務壓力越來越小危機意識較薄弱以及短周期的政策決策週期(Damm *et al.*, 2019)。為了提升遊客對於氣候變遷的危機災害發生等安全意識，可以結合不同機構的氣象資訊，並提供旅遊業等相關資訊以利提升遊客之危機意識。

在面對氣候變遷在旅遊業許多層面上之影響，針對旅遊行為之研究顯示，地方依戀會影響遊客的態度及行為(Halpenny, 2010)，所以地方依戀也具有對於土地與遊客管理的應用。況且，有許多研究顯示國家公園擁有較多自然資源的地區較其他地方容易增加地方依戀(Warzecha and Lime, 2001)。增加地方依戀對於當地地區有著許多益處，例如，增進友善環境之行為(Halpenny, 2010)，遵守園區之規範與費用(Williams and Watson, 1998)，以及增進重遊意願(Kil *et al.*, 2012)。對於許多會造成負面影響的環境因子，地方依戀是一項正向的指標(Halpenny, 2010; Brownlee *et al.*, 2014)。那些擁有高度地方依戀的遊客對於當地地區的管理政策顯示出強烈的關切，因此可以幫助經營者了解並滿足大眾的期許及決策(Williams *et al.*, 1992)。此外，先前的研究也指出，遊客的地方依戀將會影響到他們的環境意識以及議題的認知(Lee, 2011)，最後將會影響遊客本身的行為(Halpenny, 2010)。雖然過多的旅遊會導致環境壓力的上升也因此會將低遊客的滿意度但是藉由幫助友

善環境之行為將會增加地方依戀並減少負面的影響(Ramkissoo, Smith and Weiler, 2013)。

## 肆、研究設計、研究架構及分析方法

### 一、研究區域

本研究主要以武陵國家森林遊樂區作為研究區域，位於北緯 24°24'-24°40'，東經 121°18'-121°30'，其園區又位於在雪霸國家公園內，為台灣著名的國家森林遊樂區。所在之地理位置特殊又擁有獨特的高山環境，園區內也蘊含許多特殊的孑遺動植物與冰河地形奇觀，這在亞熱帶地區是相當罕見的，由此可見其在自然資產上之重要價值。另外，武陵國家森林遊樂區位於大甲溪上游，為大台中地區水源之蘊含地，其中位於本園區之七家灣溪，更是保有了過去在冰河時期之孑遺生物，櫻花鉤吻鮭(*Oncorhynchus masou formosanus*)(台灣魚類資料庫, 2018)。在台灣，櫻花鉤吻鮭有著國寶魚之稱的美名，目前以七家灣溪作為主要棲息地點，許多遊客因慕名而前來觀賞，因此成為武陵森林遊樂區之一大特色之一。除了擁有獨特的生態系統之外，在園區內也擁有在台灣極具盛名的百岳登山路線。其登山路線可至台灣第二高峰「雪山主峰」之外，還有「武陵四秀」可供遊客體驗台灣特殊的自然景觀。此兩個步道系統，也同時是認識雪霸國家公園最佳的路線選擇，富含了獨特的圈谷、冰斗等冰河地形，並擁有台灣最高的高山湖泊「翠池」以及擁有「黑森林」之稱的唯一台灣冷杉天然純林。武陵國家森林遊樂區不僅提供遊客欣賞及體驗自然遊憩之經驗也蘊含了許多珍貴的自然遺址。以圖 1 為例，武陵國家森林遊樂區在近年從 2011-2017 年，遊客人數大致約為 40 萬人左右，相較於 2008 年之遊客人數 270,539 人，明顯增加。然而，雖然近 7 年的遊客人數均保持一定程度的數量，但是近 3 年的遊客人數從 451,930 人連續下降至 374,587 人，此結果也可作為往後研究探討之項目。儘管如此，武陵國家森林遊樂區依舊為台灣重要且著名的遊憩地點之一。

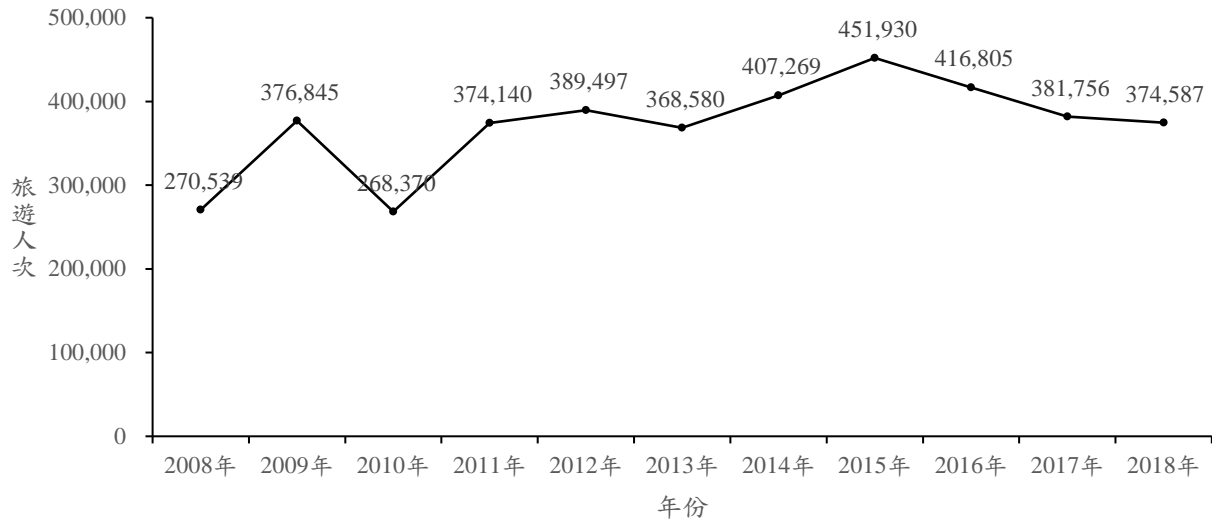


圖 1 武陵國家森林遊樂區每年旅遊人次變化

資料來源：中華明國交通部觀光局(2018)

然而，在全球環境變遷下，許多的極端氣候也漸漸影響到遊客的旅遊經驗，例如熱浪、寒流等自然天氣因子。更進一步可能會引發土石流、森林大火等危害遊客安全之災害。甚至造成許多原始生態系美景之破壞。此外，武陵國家森林遊樂區位於台灣深山地區，若外地遊客要到園區遊玩，必須要花費一定的時間成本。對於氣候變遷所造成的極端氣候將會影響武陵森林遊樂區的遊客旅遊意願也進一步會造成該地區遊憩價值之損害。為了近一步了解氣候變遷對於自然遊憩活動之影響程度，本研究挑選武陵國家森林遊樂區作為研究之主要地點。

## 二、遊憩價值評估模型之建構

面對氣候變遷對未來森林遊樂區影響之不確定性，為了有效評估各個國家森林在未來之遊憩價值，本研究參考(Toimil *et al.*, 2018)之研究，建構森林遊樂區遊憩價值( $EV_{it}$ )之評估模型，如下所示。

$$EV_t = \frac{PP_t}{A} \times \frac{HCC}{HNOW} \times TC \quad (1)$$

其中， $EV_t$  為第  $t$  年之遊憩價值(元/公頃/年)， $PP_t$  為第  $t$  年推估之遊客人數(人)， $A$  為武陵國家森林遊樂區之園區面積(公頃)， $HCC$  為遊客在氣候變遷情境下之旅遊時間(小時)， $HNOW$  為遊客目前之旅遊時間(小時)， $TC$  為每人之旅遊成本(元/人)，其計算式於下方所示。

$$TC = WC + OC + PC + HC + EC + CC \quad (2)$$

$$WC = \frac{\sum_{p=1}^n (0.3 \times \frac{Y_p}{2000}) \times (2 \times \frac{T_p}{60})}{TSP} \quad (3)$$

$$OC = (N \times \frac{NSP}{TSP}) + (C \times \frac{CSP}{TSP}) + (S \times \frac{SSP}{TSP}) + (E \times \frac{ESP}{TSP}) \quad (4)$$

其中， $TC$  為每人之旅遊成本(元/人)， $WC$  為每人之平均時間機會成本(元/人)， $OC$  為每人之平均車資成本(元/人)， $PC$  為每人之平均停車成本(元/人)， $HC$  為每人之平均住宿費用， $EC$  為每人之門票費用(元/人)， $CC$  為每人之平均其餘開銷， $Y_p$  為第  $p$  位受試者之年收入(元)， $T_p$  為第  $p$  位受試者到達該森林遊樂區之交通時間(分)， $TSP$  為總受試者人數(人)， $N$  為北部遊客到達之車資花費(元)， $NSP$  為受試者中居住於北部之遊客人數(人)， $C$  為中部遊客之車資花費(元)， $CSP$  為受試者中居住於中部之遊客人數(人)， $S$  為南部遊客之車資花費(元)， $SSP$  為受試者中居住於南部之遊客人數(人)， $E$  為東部遊客之車資花費(元)， $ESP$  為受試者中居住於東部之遊客人數(人)。

因未來各個年分所提供之遊憩服務價值並不能直接指出該年分之遊憩價值，需換算成對於該年分之淨現值。為了計算此價值，本研究因此需計算各個國家森林遊樂區該年分之淨現值( $AV$ )，其計算式於下方所示。

$$AV = \sum_{t=1}^n \frac{EV_t}{(1+r)^t} \quad (5)$$

其中， $AV$  為總淨現值(元)， $EV_t$  為在第  $t$  年之遊憩價值(元/公頃/年)， $r$  為目前中華郵政定期儲蓄利率 1.04%， $t$  為該年分之價值距離基年之時間差(年)。

### 三、遊憩價值評估模型之變數操作

#### (一)氣候變遷下遊客人數之推估( $PP_t$ )

為推估森林遊樂區因受氣候變遷因素所影響之遊客人數，本研究將根據森林遊樂區附近之氣象測站資料進行模擬推估。首先，本研究將武陵國家森林遊樂區區分成淡旺季進行分析，其分類方式由該園區過去 10 年之遊客人數進行分類，並利用測站過去 10 年氣象資料(月平均溫度、月總降雨量)與過去 10 年遊客人數進行多元迴歸分析建構氣象資料與遊客人數之關係式。再進一步由平均法(Ensemble Approach)(Hewer, 2016)推估未來的月均溫與月降雨量<sup>3</sup>，並推估未來 2020 至 2100 之各月份之遊客人數。

<sup>3</sup> 研究顯示，平均法為最適合提供未來的氣候變遷預測。此方法透過平均所有或大部分氣候模型之預測以得到平均後之氣候資訊，可以降低任何單一模型的不確定性，在與過去觀察的歷史氣候資料做比較，利用平均法所求得的氣候預測與歷史資料最接近，故本研究將利用台灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台中進行資料之取得。

## (二)氣候變遷下遊憩時間之推估(HCC)(HNOW)

為評估遊客因氣候變遷對未來氣候影響遊客於園區單次旅遊時間之變化，本研究在問卷中假設在氣候變遷最嚴重之情境下(RCP8.5)並詢問受訪者在此情境中所做出之改變，並與現在之單次旅遊時間進行比較，以利了解變化之趨勢。本研究之情境建立是根據台灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台所提供之台灣氣候變遷科學報告-物理現象與機制(2017)，並詢問受訪者在此情境下，預計的單次旅遊時間為何。

本研究為呈現遊客在因應氣候變遷對於遊客之單次旅遊時間上之變化，故本研究依照時間序列(2020-2100 年)將問卷中氣候變遷最嚴重之情境(RCP8.5)(HCC)與過去旅遊經驗(HNOW)之比例(HCC/HNOW)隨著時間序列之推演下以等比級數來呈現，並由 2019 年開始以比例 1(無改變)變更至最終氣候變遷最嚴重之情境下之比例(HCC/HNOW)。

## (三)遊客之旅遊成本之推估(TC)

本研究為評估遊客對於森林遊樂區之旅遊成本，本研究將遊憩價值分類成時間機會成本(WC)、車資成本(OC)、及其餘遊憩成本包含住宿(HC)、停車(PC)、門票(EC)、其他等相關費用(CC)。其(WC)計算式根據(Hanauer and Reid, 2017)之研究方法進行計算在計算時間機會成本(WC)之衡量中，有前人研究(Smith, Desvousges and McGivney, 1983)指出若以路程花費時間與園區停留時間進行探討，認為若旅行次數為應變數時，其旅行成本之評斷中不應該採納當園區停留時間，且 Nancy *et al.*(1987)也指出，因為遊客能自行決定在該園區內之停留時間，且時間計算則受到旅行時間等因距離上的客觀因素所影響，不再本研究中，將採用路程花費時間而非在園區之停留時間，在本研究中將以小時為單位並以路程來回之時間進行計算。其中，在計算式中收入係數 0.3 為任意值，且 0.3 為在計算旅行成本法中是相當普遍的(Kinghorn *et al.*, 2014; Sardana *et al.*, 2016)，本研究根據(Hanauer and Reid, 2017)在係數上之使用故選擇之。另外因時間機會成本是由小時為單位進行計算，故本研究將年收入( $Y_p$ )除以 2,000 換算之，其方法為普遍在進行換算之方法(Layman *et al.*, 1996; Sardana *et al.*, 2016)。在計算其餘遊憩成本(HC、PC、EC、CC)時，本研究根據 2018 年台灣林務局在國家森林遊樂區之財務報表，進行分析計算。在報表中，其將財務收入分類成住宿、門票、停車費、其他等收入，且各園區之收費價格會因地區而異。本研究將各個國家森林遊

樂區之財務報表分別與 2018 年總遊客人數進行平均，以利呈現出個人對於園區在各分類中之消費金額。

在計算車資成本時( $OC$ )，本研究採用之行車路線及時間( $T_p$ )評估方式以 Google Map 上最快速之路程進行時間上的推算，其路線規劃分別以各區域之市中心至該國家森林遊樂區進行計算，其中各區域市中心分別為北部(台北火車站)、中部(台中火車站)、南部(高雄火車站)、東(花蓮火車站)之位置進行推估。關於油價之計算，以台灣 2019 年 3 月之 95 無鉛汽油價錢進行計算以每公升新台幣 28 元進行計算。本研究對於汽車之油耗量是根據在台灣之前人研究(高泉源、曾聖堯，2010)，一般轎車在時速 60km/h 並開啟空調行駛之油耗量進行計算，其消耗以 119.14m.l./min 為例。因各地民眾至森林遊樂區之旅行時間及成本不同，故本研究先行計算各地區之車資成本( $N$ 、 $C$ 、 $S$ 、 $E$ )，再根據由問卷發放結果之區域比例進行加權平均數之計算。

#### 四、問卷設計及抽樣方式

##### (一)抽樣及問卷發放方法

本研究之抽樣方法採兩階段群集機率抽樣(two-stage cluster sampling design)。第一階段為簡單機率隨機抽樣(simple probability random sampling)去進行挑選日期與地點以利進行問卷調查。第二階段為旅客在當地時施做系統隨機抽樣法(systematic random sampling) (Scheaffer *et al.*, 2012)。第一階段本研究在武陵國家森林遊樂區內選擇六個調查地點，其中包括遊客中心、露營區、雪山及武陵四秀之登山口、園區步道景點以及櫻花鉤吻鮭生態中心。選擇這些抽樣地點的原因為這些地區擁有許多的遊客前來，為武陵國家森林遊樂區的主要遊憩地點。第二階段，本研究為避免研究結果之偏差性，盡可能使用系統隨機抽樣法進行問卷發放。年齡層以及發放地點分布平均，以利確保本研究之正確性，本研究之問卷調查，於 2018 年 8 月。另外，為計算武陵國家森林遊樂區受氣候變遷影響單次旅遊時間之變化量，本研究利用網路問卷進行調查，針對曾經去過武陵國家森林遊樂區之民眾進行問卷之調查，此部分問卷於 2019 年 3 月進行發放。

##### (二)問卷內容

本研究問卷設計共含九大部分，包括:遊憩經驗調查、地方依戀評估、氣候變遷下的旅遊意願、氣候變遷適應政策之偏好程度之評估、氣候變遷下之遊憩時間、檢視適應政策後之旅遊意願、社經背景資料。

本研究除了詢問遊客在武陵國家森林遊樂區的遊憩經驗，即所參與的活動、本次預計停留的時間。為了調查在氣候變遷下的旅遊意願，本研究遊客在詢問在不同天氣與災害條件下對於未來旅行意願決擇的影響，為了避免結果因為受試者對於氣候變遷的概念所影響，本研究在進行此部分之前，附上此部分問卷指示，如以下所示「在回答本部份之前，請先回想您本次前往武陵國家森林遊樂區之情形。並請敘述如果這些氣候與環境等情形發生時，您的旅遊意願或決定」。本研究將利用 5 等量表去表達受試者的決定，從(1)非常不願意去、(2)不願意去、(3)普通、(4)願意去至(5)非常願意去。本研究根據台灣氣候變遷科學報告(國家災害防救科技中心, 2017)，條列出未來氣候變遷下之各種情境，每一項情境皆有可能發生在台灣。

本研究為計算氣候變遷所影響之遊憩價值，故本研究之需詢問遊客在為來來最嚴重之氣候變遷情境中(RCP8.5)之單次旅遊時間。在進行詢問前，本研究在問卷中以圖表之方式供受試者進行觀看，以了解在氣候變遷 RCP8.5 之情境下台灣之天氣狀況，其圖表關於台灣未來上升之幅度、極端降雨次數提升、極端高溫次數提升、夏日天數變長、強颱生成比例增加等研究報告。此部分之時間選項為「完全不去」、「4 小時以下」、「4-8 小時」、「8-12 小時」、「2 天 1 夜」、「3 天 2 夜」、「4 天以上」。

為評估遊客對於氣候變遷適應政策之偏好程度，本研究列出 9 項可能在武陵國家森林遊區實行之氣候變遷適應策略(Mather *et al.*, 2005; Atzori, Fyall and Miller, 2018; DeWeber and Wagner, 2018)，以及現行在武陵國家森林遊樂區施行的措施，並利用滿意度進行分析。其次，遊客對氣候變遷適應策略實施後之旅遊意願，來評斷出此 9 項策略對遊客的影響之結果。

## 伍、分析結果及研究發現

### 一、氣候變遷下遊憩價值之損害評估

#### (一)氣候變遷下遊客人數之推估結果

本研究利用過去 10 年各月份之月均溫與月總降雨資料與過去 10 年各月份之遊客人數進行迴歸分析，其結果如表 1 所示。顯示出武陵國家森林遊樂區中，溫度對遊客之關係為正相關，故當溫度越高，遊客將會越前往台灣國家森林遊樂區進行遊憩活動。此結果，本研究認為因為台灣夏季時天氣炎熱潮濕，於海拔較低之地區遊憩舒適度不佳，故遊客於天氣炎熱之季節，

較傾向前來台灣國家森林遊樂區中進行遊憩活動。然而根據本研究結果，如表 1 所示，本研究發現降雨量對遊客數有負相關，若降雨量越多遊客之數量將會減少。

根據本研究之研究結果，氣候資訊與遊客人數之迴歸式，其 Adj-R<sup>2</sup> 值超過 0.65 之解釋程度，且皆為顯著。在係數之顯著程度以溫度之顯著程度最為顯著，但在旺季期間其雨量對於遊客人數不成顯著影響，其推測暑假期間為台灣旅遊旺季，且降雨季節多集中在暑期期間，故在該地區不成顯著性影響。

表 1 武陵國家森林遊樂區之迴歸式結果

| 分類 | 迴歸式                  | F 值        | Adj-R <sup>2</sup> 值 | 溫度(t) 顯著性 | 降雨(p) 顯著性 |
|----|----------------------|------------|----------------------|-----------|-----------|
| 淡季 | $y=1725.57t-13.451p$ | 123.290*** | 0.795                | 0.000***  | 0.027*    |
| 旺季 | $y=3312.475t+0.597p$ | 52.313***  | 0.695                | 0.000***  | 0.597     |

註：\*p<0.05；\*\*p<0.01；\*\*\*p<0.001

資料來源：本研究整理。

本研究將利用平均數法(Ensemble Approach)在台灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台中進行未來氣候資訊之取得，本研究推估之氣候資訊年份範圍為 2020 至 2100 年，並納入 4 種不同 RCP 情境進行推估，下圖 2 為顯示武陵國家森林遊樂區推估之未來遊客人數變化圖。其中，本研究發現武陵國家森林遊樂區在未來之情境下皆為增長之趨勢(表 2)，且本研究也發現，在 RCP8.5 之情境中因其溫度推估上升幅度最高，故其遊客人數推估之結果上升程度最高為 21.29%，在 2100 年遊客推估為超過 47 萬人以上。其結果合乎本研究所預期之變化趨勢，因 RCP8.5 之氣候變遷情境為最嚴重之預測結果，故在溫度劇烈上升之情況下，遊客較傾向前往武陵國家森林遊樂區進行遊憩活動。然而，在 RCP2.6 之情境下，其氣候變遷之狀況較不嚴重，故其氣候變遷之上升人數在 2100 時僅上升 3.77%，在 2100 年遊客推估約為 40 萬人。

表 2 國家森林遊樂區 2020 至 2100 推估之遊客人數變化幅度

| RCP2.6 | RCP4.5 | RCP6.0 | RCP8.5 |
|--------|--------|--------|--------|
| 3.77%  | 6.92%  | 12.86% | 21.29% |

資料來源：本研究整理。



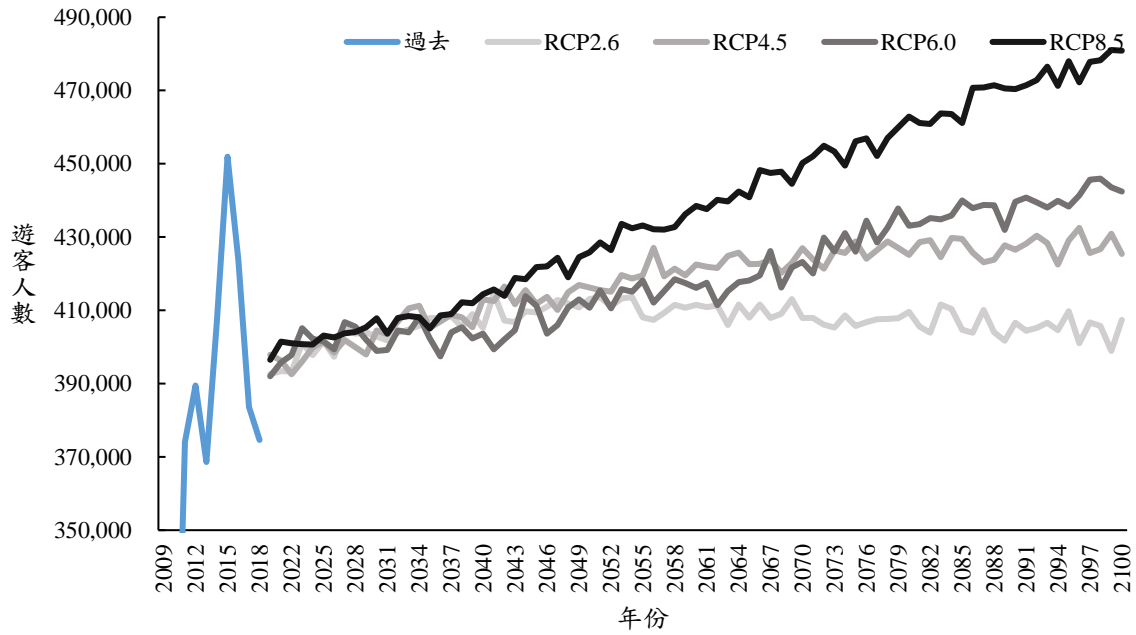


圖 2 未來遊客人數推估圖

資料來源：本研究整理。

## (二)氣候變遷下遊憩時間之推估結果

根據本研究問卷針對受試者對於氣候變遷影響遊憩時間之結果發現，武陵國家森林遊樂區之遊客其目前平均之園區遊憩時間為 15.33 小時，因武陵國家森林遊樂區位於台灣中部山區，台灣各個都會區之遊客皆須花費一定之車資成本，方前往武陵國家森林遊樂區遊玩，故大部分之民眾選擇 2 天 1 夜之遊憩方式。且本研究針對氣候變遷影響之結果發現，遊客對於氣候變遷之不確定性所導致其受訪者之平均園區遊憩時間減少至 11.31 小時，其值為目前遊憩時間之 73.78%。

表 3 遊客遊憩時間之推估結果

| 地區            | $TSP_i$<br>(人) | 百分比<br>(%) | $HNOW$<br>(hours) | $HCC$<br>(hours) | $HCC/HNOW$<br>(%) |
|---------------|----------------|------------|-------------------|------------------|-------------------|
| 武陵國家森林<br>遊樂區 | 104            | 47.71      | 15.33             | 11.31            | 73.78             |

資料來源：本研究整理。

## (三)遊客旅遊成本(TC)之推估結果

根據本研究之研究結果可以發現，平均武陵國家森林遊樂區之遊客之旅行成本為 1,633.81 元(表 5)，其各項結果顯示為平均門票費用 20.36 元、平均每人住宿費用為 41.43 元、平均每人之車資費用為 861.24 元、時間機會成本為 710.78 元。其中，因武陵國家森林遊樂區地處偏遠，台灣居住在各

個地區之民眾皆須花費一定之車資、時間機會成本，故車資及時間機會成本佔大部分之總遊憩成本。

表 4 遊客旅遊成本之計算結果

| 地區        | EC<br>(元/人) | PC<br>(元/人) | HC<br>(元/人) | CC<br>(元/人) | OC<br>(元/人) | WC<br>(元/人) | TC<br>(元/人) |
|-----------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 武陵國家森林遊樂區 | 20.36       | -           | 41.43       | -           | 861.24      | 710.78      | 1,633.81    |

資料來源：本研究整理。

#### (四)未來國家森林遊樂區之價值變化

本研究將各年份之數據如：未來推估之遊客人數( $PP_t$ )、氣候變遷下旅遊時間之推測結果( $HCC$ )( $HNOW$ )、武陵國家森林遊樂區之遊客旅行成本( $TC$ )進行價值( $EV_t$ )之運算，如下表 6 為武陵國家森林遊樂區在不同 RCP 之情境下之推估遊憩價值。本研究發現武陵國家森林遊樂區在不同 RCP 情境下所推估之價值為損害之趨勢。其中，以 RCP2.6 之情境損害價值最為嚴重，其 2100 之年度遊憩總價值相較 2025 年減少了 23.43%，其損害價值高達 1 億 5,030 萬元。本研究推測因受氣候變遷所造成之遊憩品質之損害，故遊客在未來之遊憩時間有減少之趨勢，最終導致總遊憩價值之損害。相較於 RCP8.5 之氣候變遷情境，總遊憩價值損害程度較小，2100 年度之總遊憩價值為 2025 年減少了 9.97%，其損害價值為 6,422 萬元。

表 5 不同 RCP 情境下森林遊樂區之推估價值

| RCP<br>情境 | 2025                        |                  | 2050                        |                  | 2075                        |                  | 2100                        |                  | 變化率<br>(%) |
|-----------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|------------|
|           | $EV_t$<br>(千元/<br>公頃/<br>年) | $TV_t$<br>(千元/年) | $EV_t$<br>(千元/<br>公頃/<br>年) | $TV_t$<br>(千元/年) | $EV_t$<br>(千元/<br>公頃/<br>年) | $TV_t$<br>(千元/年) | $EV_t$<br>(千元/<br>公頃/<br>年) | $TV_t$<br>(千元/年) |            |
| RCP2.6    | 170.6                       | 641,392.1        | 159.8                       | 600,787.8        | 142.9                       | 537,183.7        | 130.6                       | 491,082.3        | -23.43     |
| RCP4.5    | 170.6                       | 641,286.8        | 161.0                       | 605,269.8        | 151.0                       | 567,692.3        | 136.4                       | 512,788.8        | -20.04     |
| RCP6.0    | 170.6                       | 641,407.1        | 158.8                       | 597,264.7        | 150.0                       | 563,996.2        | 141.8                       | 533,303.4        | -16.85     |
| RCP8.5    | 171.3                       | 643,900.0        | 164.7                       | 619,313.4        | 160.6                       | 603,983.8        | 154.2                       | 579,671.7        | -9.97      |

資料來源：本研究整理。

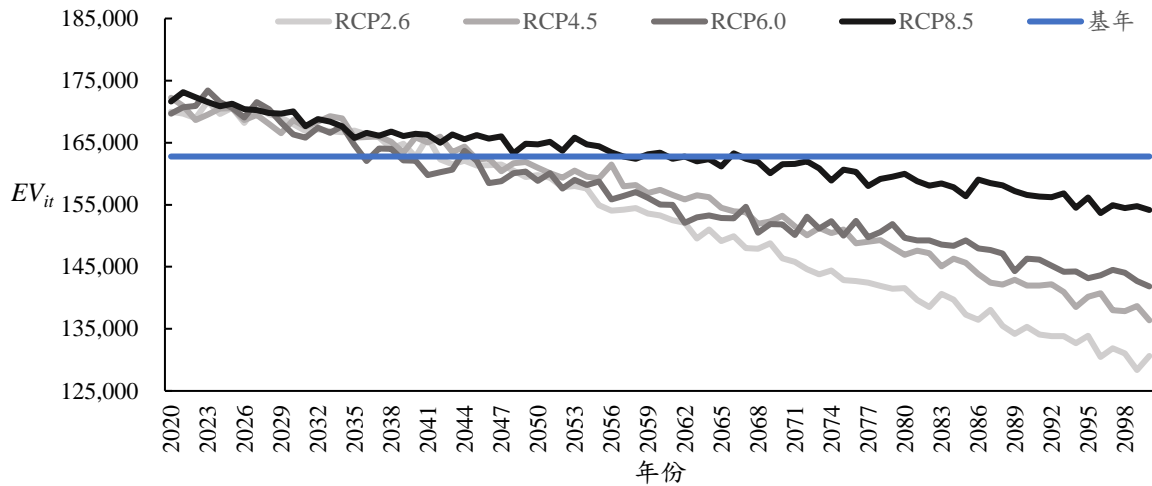


圖 3 未來國家森林遊樂區推估單位面積價值

資料來源：本研究整理。

本研究為推算未來 2020 至 2100 之總遊憩價值，本研究利用淨現值進行推估。其結果如表 9 所示，各個 RCP 氣候變遷情境之總遊憩價值皆為相當的高，其範圍為 315 億至 333 億元，其中最高之總遊憩價值為 RCP8.5 之氣候變遷情境。根據淨現值加總之研究結果可以發現，武陵國家森林遊樂區在未來 80 年具有相當高之遊憩價值，顯示武陵國家森林遊樂區為台灣重要之森林遊憩園區，提供台灣民眾在該地進行遊憩活動。

表 6 森林遊樂區未來 2020-2100 之推估淨現值

| RCP2.6            |              | RCP4.5            |              | RCP6.0            |              | RCP8.5            |              |
|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|-------------------|--------------|
| $AV_i$<br>(千元/公頃) | 總價值<br>(千元)  | $AV_i$<br>(千元/公頃) | 總價值<br>(千元)  | $AV_i$<br>(千元/公頃) | 總價值<br>(千元)  | $AV_i$<br>(千元/公頃) | 總價值<br>(千元)  |
| 8,378.3           | 31,502,366.6 | 8,549.5           | 32,145,935.8 | 8,543.8           | 32,124,763.2 | 8,859.8           | 33,312,802.9 |

資料來源：本研究整理。

## 二、氣候變遷下旅遊意願之影響結果

### (一)遊客地方依戀之分析

本研究藉由三項指標(地方認同、地方歸屬、地方依賴)進行地方依戀綜合評估。並由此三項指標之平均進行分類，最後藉由 2 階段群集分析(Two Step Cluster)進行分類，其結果如表 8 所示。本研究結果發現地方依戀程度以地方認同為最高，地方依賴為最低，此結果與前人之研究(Ednie *et al.*, 2010; Brownlee *et al.*, 2014; Wilkins and Urioste-Stone, 2017)有相同現象。遊客人數比例以中地方依戀(111 人)為最多，次多為高地方依戀(61 人)，最少為低地方依戀之群集(35 人)。低地方依戀與高地方依戀之平均數有較大的差別。如

高地方依戀各項指標之平均數都超過 4 分，而低地方依戀之群集，地方歸屬與地方依賴皆不如普通(3分)之結果，顯示出本研究各組之間具明顯差異。

表 7 地方依戀分級結果

| 項目       | 低地方依戀 | 中地方依戀 | 高地方依戀 | 全部樣本 |
|----------|-------|-------|-------|------|
| 個數       | 35    | 111   | 61    | 207  |
| 百分比(%)   | 16.9  | 53.6  | 29.5  | 100  |
| 地方認同平均值* | 3.01  | 3.85  | 4.69  | 3.96 |
| 地方歸屬平均值* | 2.91  | 3.82  | 4.51  | 3.87 |
| 地方依賴平均值* | 2.65  | 3.54  | 4.37  | 3.63 |

資料來源：本研究整理註：\*為五等量表之結果

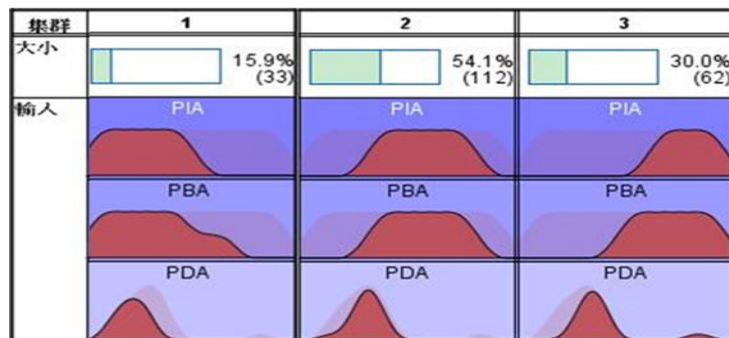


圖 4 地方依戀分級結果之曲線分布圖

資料來源：本研究整理

註：「PIA」為地方認同、「PBA」為地方歸屬、「PDA」為地方依賴

## (二)氣候變遷適應策略必要性之看法差異分析

本研究對於不同地方依戀程度之遊客，依據氣候變遷適應政策必要性結果，作為分級比較。結果如表 12 所示，各策略中唯獨「建造園區的特色建築來彌補自然美景之破壞」策略在所有地方依戀分群中皆低於 3 分，表示遊客對於此項適應政策有較低的認同度。而其他適應政策看法，遊客擁有較高認同度。其中「加強棲地保育，建立園區野生動植物之保育區」之適應政策最受遊客認同及支持。而「加強園區水土保持之措施，以利園區遊客安全」、「在園區內，確實地提供即時天氣預報及園區內環境安全之相關訊息」等與遊客安全維護相關之政策亦受到遊客高度支持。

本研究利用 ANOVA 分析，比較不同地方依戀遊客對於氣候變遷適應政策之態度分析差異，其結果如表 12 所示，可發現本研究之 9 項適應政策對於不同地方依戀遊客之比較，研究結果僅有一項政策具有顯著性之差別，不同地方依戀遊客對於「加強園區水土保持之措施，以利園區遊客安全」之看法有顯著性差異( $P=0.014$ )。且具有高地方依戀之遊客對於水土保持政策之必要性有較高的支持度，顯示出不同地方依戀之遊客對於氣候變遷適應政策的看法相當一致，且普遍皆大於 3 分，顯示大部分民眾皆是支持園區管理者之實施政策與管理。根據 Lee(2011)之研究發現，地方依戀與人們對於

保育等自然維護相關政策有正向支持之關係。但是依據 Zeynep Altinay(2017)之研究，人們是否支持適應與減緩氣候變遷影響之相關政策，與人們對於氣候變遷的認知有很大的相關性。本研究認為，因近期人們對於氣候變遷危害之意識提升(Drummond *et al.*, 2018; Onencan and Walle, 2018)，使武陵國家森林遊樂區之遊客在不同之地方依戀之分級下，較不具有顯著性差異，呈現出較為一致的結果。

表 8 地方依戀分級下適應政策態度之分析結果

| 適應策略項目                            | 總平均  | 地方依戀分級  |          |         | ANOVA <i>F</i> | df | <i>P</i> 值 |
|-----------------------------------|------|---------|----------|---------|----------------|----|------------|
|                                   |      | 低(n=35) | 中(n=111) | 高(n=61) |                |    |            |
| 降低園區門票及住宿費用                       | 3.23 | 3.43    | 3.19     | 3.20    | 0.628          | 2  | 0.535      |
| 於園區內設立更多涼亭提供遊客避暑                  | 3.49 | 3.51    | 3.43     | 3.57    | 0.321          | 2  | 0.726      |
| 提供遊客更多的室內遊憩選擇之機會                  | 3.25 | 3.17    | 3.23     | 3.33    | 0.232          | 2  | 0.793      |
| 加強實行園區內之櫻花鉤吻鮭之保育企劃                | 4.27 | 4.17    | 4.21     | 4.44    | 2.064          | 2  | 0.130      |
| 建造園區的特色建築來彌補自然美景之破壞               | 2.81 | 2.77    | 2.75     | 2.93    | 0.414          | 2  | 0.661      |
| 提供免費至武陵國家森林遊樂區的接駁公車               | 3.59 | 3.86    | 3.43     | 3.72    | 2.534          | 2  | 0.082      |
| 加強園區水土保持之措施，以利園區遊客安全 <sup>1</sup> | 4.57 | 4.31    | 4.56     | 4.72    | 4.323          | 2  | 0.014*     |
| 加強棲地保育，建立園區野生動植物之保育區              | 4.59 | 4.37    | 4.63     | 4.62    | 2.372          | 2  | 0.096      |
| 在園區內，確實地提供即時天氣預報及園區內環境安全之相關訊息     | 4.50 | 4.29    | 4.55     | 4.53    | 2.330          | 2  | 0.100      |

資料來源：本研究整理

註：\**p* 值<0.05；\*\**p* 值<0.01；\*\*\**p* 值<0.001

註：<sup>1</sup>為 Welch's ANOVA 與 Games-Howell post hoc 分析

### (三)氣候變遷下旅遊意願之差異分析

面對本研究假設之氣候變遷因素情形下，不同地方依戀程度之遊客，面對不同氣候變化因子其旅遊意願有所差異。如表 13 所示，唯獨「熱浪」之發生頻率上升時，在不同地方依戀分級之旅遊意願不具有負面之影響。根據 Fisichelli *et al.*(2015)之研究顯示，因為氣候變遷之結果導致年平均溫度上升，影響到美國 95%的國家公園之旅遊次數之影響，其結果顯示因為年均溫度上升，在 2041-2060 年的旅遊次數有明顯地增加。相反的，「土石流」對於各地方依戀分級皆為影響最劇烈的氣候變遷因子，其結果皆顯示為 2 分以下，表示出遊客對於山區土石流之發生最具有威脅性。在比較不同地方依戀分級遊客之旅遊意願差異中，颱風( $P=0.003$ )、土石流( $P=0.015$ )、豪雨( $P=0.016$ )、熱浪( $P=0.006$ )、小黑蚊( $P=0.045$ )等因子，皆具有顯著性之差異，

表示出具有低地方依戀之遊客在面對氣候變遷下之天氣條件時將會嚴重的影響旅遊意願。經過 post hoc 事後檢定，其結果也顯示出雖然高地方依戀之遊客具有較高的旅遊意願，但氣候變遷依舊會造成武陵國家森林遊樂區旅遊意願之負面影響。

表 9 適應政策前地方依戀分級與氣候條件下之旅遊意願分析結果

| 氣候變遷因子            | 地方依戀分級  |          |         | ANOVA <i>F</i> | df | <i>P</i> 值 |
|-------------------|---------|----------|---------|----------------|----|------------|
|                   | 低(n=35) | 中(n=111) | 高(n=61) |                |    |            |
| 颱風                | 1.657   | 2.153    | 2.230   | 5.837          | 2  | 0.003**    |
| 土石流               | 1.514   | 1.946    | 1.984   | 4.255          | 2  | 0.015*     |
| 豪雨                | 1.629   | 1.973    | 2.115   | 4.198          | 2  | 0.016*     |
| 熱浪                | 3.171   | 3.802    | 3.836   | 5.277          | 2  | 0.006**    |
| 寒害                | 2.400   | 2.631    | 2.721   | 1.119          | 2  | 0.329      |
| 森林大火              | 1.800   | 2.135    | 2.115   | 2.019          | 2  | 0.135      |
| 動物流感 <sup>1</sup> | 2.143   | 2.468    | 2.574   | 2.768          | 2  | 0.068      |
| 小黑蚊數量增加           | 1.943   | 2.225    | 2.492   | 3.148          | 2  | 0.045*     |

資料來源：本研究整理

註：\* $p < 0.05$ ；\*\* $p < 0.01$ ；\*\*\* $p < 0.001$ 。<sup>1</sup>為 Welch's ANOVA 與 Games-Howell post hoc 分析。

在氣候變遷下，若森林遊樂區管理單位實施前述之氣候變遷調適策略，則實施後遊客旅遊意願結果如表 14 所示，研究結果顯示，大部分項目與氣候變遷適應政策實施前有類似結果。唯獨「熱浪」頻率上升時，遊客旅遊意願反而略為提升，反觀其他氣候條件，皆具有負面之影響。實施適應變遷政策後，在不同地方依戀分級之遊客，面對不同的氣候變遷因子，皆呈現不一樣的旅遊意願。在低、中度地方依戀中，「土石流」依然是負面影響程度最嚴重的氣候變遷因子。然而，高度地方依戀的遊客，面對森林大火之發生頻率提升負面影響最大。在不同地方依戀群集間之比較，結果發現熱浪( $P=0.002$ )、動物流感( $P=0.017$ )、小黑蚊數量增加( $P=0.035$ )有顯著性之差異，顯示出與氣候條件無關之因素(如動物流感、小黑蚊數量增加)，不同地方依戀下之遊客其適應調適後之旅遊意願不一致。在假定實施適應政策後之結果，本研究發現在不同地方依戀分級之遊客，其顯著差異性從適應前之 5 項減少為 3 項，估計其原因為在本研究假定之氣候變遷因子，均為負面之影響，所以在適應政策實施後，其數值分布趨近於 3(普通)，已導致個群集皆無顯著性差異。經過 post hoc 事後檢定，其結果顯示出在管理者實施相關適應政策後，高度地方依戀之遊客具有較高的旅遊意願，表示出低地方依戀遊客在面對氣候變遷之氣候條件時旅遊意願將會受到較嚴重的影響。

表 10 適應政策後地方依戀分級與氣候條件下之旅遊意願分析及果

| 氣候變遷因子 | 地方依戀分級  |          |         | ANOVA <i>F</i> | df | <i>P</i> 值 |
|--------|---------|----------|---------|----------------|----|------------|
|        | 低(n=35) | 中(n=111) | 高(n=61) |                |    |            |
| 颱風     | 2.286   | 2.505    | 2.590   | 1.189          | 2  | 0.307      |

|         |       |       |       |       |   |         |
|---------|-------|-------|-------|-------|---|---------|
| 土石流     | 1.971 | 2.234 | 2.426 | 2.465 | 2 | 0.088   |
| 豪雨      | 2.114 | 2.297 | 2.475 | 1.688 | 2 | 0.187   |
| 熱浪      | 3.486 | 4.126 | 4.180 | 6.579 | 2 | 0.002** |
| 寒害      | 2.289 | 2.982 | 2.918 | 0.311 | 2 | 0.733   |
| 森林大火    | 2.171 | 2.405 | 2.410 | 0.797 | 2 | 0.452   |
| 動物流感    | 2.286 | 2.730 | 2.902 | 4.158 | 2 | 0.017*  |
| 小黑蚊數量增加 | 2.200 | 2.423 | 2.754 | 3.406 | 2 | 0.035*  |

資料來源：本研究整理

註：\* $p < 0.05$ ；\*\* $p < 0.01$ ；\*\*\* $p < 0.001$

#### (四)適應政策前後旅遊意願之差異分析

為了檢測管理者實施適應政策前後之旅遊意願之差異，本研究利用成對樣本 t 檢定檢測兩者的差異，其結果如表 15 所示。研究結果發現任何一項氣候變遷因子在實施氣候變遷適應政策前後均有顯著的提升，其 t 檢定之 P 值皆為 0.000 呈現非常顯著。其中，遊客之旅遊意願在「颱風」發生頻率上升之情形下，其上升幅度最大，平均數差異達 0.4010。反觀「小黑蚊」數量之增加，儘管園區管理者實施適應政策，其幫助效益僅有提升 0.2271。本研究認為「小黑蚊」數量提升，屬於直接性影響，影響遊客最喜愛之森林浴與露營之活動品質，反觀「颱風」發生頻率上升，並不會直接影響到長期遊憩品質，在颱風季節之夏秋兩季時，也正屬於旅遊旺季，遊客對於颱風預報掌握較多，颱風影響時間為短暫，故可選擇不同時間前來遊玩。另外「土石流」對任地方依戀之遊客為影響最為嚴重因子，但經過園區之相關適應政策(如加強水土保持)，人們之旅遊意願也有顯著的提升，其前後平均數差距達 0.3623。

表 11 適應政策前後旅遊意願之差異

| 氣候變遷因子  | 平均數差   | 標準偏差   | t      | df  | P 值      |
|---------|--------|--------|--------|-----|----------|
| 颱風      | 0.4010 | 0.7231 | -7.978 | 206 | 0.000*** |
| 土石流     | 0.3623 | 0.7031 | -7.414 | 206 | 0.000*** |
| 豪雨      | 0.3623 | 0.6455 | -8.076 | 206 | 0.000*** |
| 熱浪      | 0.3285 | 0.8351 | -5.660 | 206 | 0.000*** |
| 寒害      | 0.3188 | 0.6422 | -7.143 | 206 | 0.000*** |
| 森林大火    | 0.2947 | 0.6863 | -6.178 | 206 | 0.000*** |
| 動物流感    | 0.2609 | 0.6306 | -5.952 | 206 | 0.000*** |
| 小黑蚊數量增加 | 0.2271 | 0.6322 | -5.167 | 206 | 0.000*** |

資料來源：本研究整理

註：\* $p < 0.05$ ；\*\* $p < 0.01$ ；\*\*\* $p < 0.001$

本研究在進行問卷發放時，也開放民眾對於園區之建議與問題之發現。經過本次調查，亦發現有不少民眾對於當地住宿區(例如露營區)衛生品質有較負面的評價，如蒼蠅數量過多、廁所清潔不完善、垃圾收集處太少。另外，遊客也反映到暑假之旅遊旺季，遊客人數過多影響遊憩品質，以及因遊客人數太多而導致遊客在園區道路會車時時常有堵塞塞車之情形，尤其是道路



狹窄之處，時常造成園區交通堵塞。也有不少民眾反映，若當天發生突發性之重大天然災害事故，民眾之疏散策略將會有許多的困難及難點。最後，也因為許多遊客在園區選擇住宿露營之活動，導致園區猴群與遊客爭搶食物之情形，改變原本野生動物之習性。

### 陸、結論及政策建議

本研究針對氣候變遷對於台中武陵國家森林遊樂區之影響進行綜合性之評估，分別針對氣候變遷對於未來前往山區之遊客數量之影響、2020年至2100年台中武陵國家森林遊樂區遊憩價值損害評估、不同地方依戀之遊客對於氣候變遷之旅遊意願之影響、實施氣候變遷之適應政策是否減緩旅遊意願算害之現象。

對於未來氣候變遷情境下，遊客前往山區森林遊憩區之評估分析結果顯示出在未來氣溫上升之趨勢，台灣發生熱浪之頻率越來越高，導致遊客傾向前往山區進行消暑等遊憩活動，如本研究之研究結果，武陵國家森林遊樂區在RCP8.5之情境中將會上升21.29%的遊客人數。然而，因山區最主要之遊憩成本為車資成本，顯示出山區等自然相關遊憩區因地處偏遠，故需花費大量時間方能到達園區，若未來遊客人數急劇上升，則導致交通阻塞、自然棲息地劣化、遊憩品質下降等現象。因此政府對於未來旅遊謝相關之配套措施，應因應氣候暖化所造成之山區遊客驟升支現象，並提出相關適應措施如實施交通管制、道路安全之維護、分散遊客人潮等、宣傳相關預防中暑等相關危害之相關措施。

根據氣候變遷對於遊憩區之遊憩價值之損害評估之結果可發現，氣候變遷對於遊憩價值為損害之影響，且價值相當可觀，最嚴重損害高達1億5,030萬元(RCP2.6)，為目前遊憩價值之76.57%。藉由本研究結果，應建議台中市政府針對各個氣候變遷之產業影響價值之評估，如溫度的上升、強降雨之頻率增高、自然災害之發生機率增加皆造成旅遊產之嚴重影響。故建議政府加強對於未來自然災害之防範，如強降雨所導致隻洪水、土石流等以及以及積水所造成之蚊蟲病菌等孳生等皆需要價強管制。

根據本研究之研究顯示，該遊憩區之地方依戀較高之遊客對於氣候變遷之影響程度較小，且發現地方依戀較低之遊客為年輕族群，故建議台中市政府針對年輕人行銷山區等自然相關旅遊景點，以利幫助減緩旅遊產業對於氣候變遷之影響。本研究也發現遊客對於相關之適應政策之態度評估



結果發現以野生動物之保育及維護遊客安全之相關政策最受遊客支持，如在園區提供即時之天氣預報及安全訊息等、加強水土保持措施、維護棲地保育等。

最後，本研究發現針對氣候變遷之影響若政府有實施相關之是應政策並有向民眾報告相關之實施項目確實是可以減緩旅遊業對於氣候變遷之危害。氣候變遷對於人類社會及各個產業皆具有不同層面之影響，故本研究建議政府也可定期與相關學術單位進行研討，已擬定相關政策。

### 柒、參考文獻

- Amelung, B., S. Nicholls, (2014) Implications of climate change for tourism in Australia, *Tourism Management*, 41, pp228-244.
- Arnberger, A., M. Ebenberger, I. E. Schneider, S. Cottrell, A. C. Schlueter, E. V. Ruschkowski, R. C. Venette, S. A. Snyder, P. H. Gobster, *Environmental Management*, 61, pp209-223.
- Atzori, R., A. Fyall, G. Miller, (2018) Tourist responses to climate change: Potential impacts and adaptation in Florida's coastal destinations, *Tourism Management*, 69, pp12-22.
- Becken, S., and Wilson, J., (2013) The impacts of weather on tourist travel. *Tourism Geographies*, 15(4), 620–639.
- Bocchiola, D., L. Brunetti, A. Soncini, F. Polinelli, and M. Gianinetta, (2019) Impact of climate change on agricultural productivity and food security in the Himalayas: A case study in Nepal, *Agricultural systems*, 171, pp113-125.
- Brownlee, M. T. J., Hallo, J. C., Moore, D. D., Powell, R. B., and Wright, B. A., (2014) Attitudes toward water conservation: The influence of site-specific factors and beliefs in climate change. *Society & Natural Resources*, 27(9), 964–982.
- Bujosa, A., A. Riera, and C. M. Torres, (2015). Valuing tourism demand attributes to guide climate change adaptation measures efficiently: The case of the Spanish domestic travel market. *Tourism Management*, 47, pp233–239. <https://doi.org/10.1016/J>
- Cheng, T., Wu, H. C., and Huang, L., (2013) The influence on place attachment on the relationship between destination attractiveness and environmentally responsible behavior for island tourism in Penghu, Taiwan. *Journal of Sustainable Tourism*, 21(8), 1166–1187.
- Cloutier, J. M., Liu, S., Hiebert, B., Tam, J., Seifer, C. M., (2016) It's shockingly cold: defibrillator shocks and extreme cold weather, *32(10)*, 262-263.
- Craig, C. A., and S. Feng, (2018) A temporal and spatial analysis of climate change, weather events, and tourism businesses, *Tourism Management*, 67, pp351-361.
- Damm, A., J. Köberl, P. Stegmaier, E. J. Alonso, A. Harjanne, (2019) The market for climate

- services in the tourism sector – An analysis of Austrian stakeholders’ perceptions, *Climate Services*, <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2019.02.001>
- Diaz, J. H., (2018) Global climate changes and international trade and travel: effects on human health outcomes. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*, pp965-975 <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-409548-9.10972-8>
- Dogru, T., E. A. Marchio, U. Bulut, C. Suess, (2019) Climate change: Vulnerability and resilience of tourism and the entire economy, *Tourism Management*, 72, pp292-305.
- Dube, K., G. Nhamo, (2018) Climate variability, change and potential impacts on tourism: Evidence from T the Zambian side of the Victoria Falls, *Environmental Science and Policy*, 84, pp113-123.
- Easterbrook, D. J., (2016) Evidence-Based Climate Science Data Opppsing CO<sub>2</sub> Emissions as the Primary source of Global Warming, *Second Edition*, 103-120.
- Eijgelaar, E., C. Thaper, and P. Peeters, 2010: Antarctic cruise tourism: the paradoxes of ambassadorship, “last chance tourism” and greenhouse gas emissions. *Journal of Sustainable Tourism*, 18(3), 337-354.
- Elands, B. H.M., R. B.M. van Marwijk, (2012) Policy and management for forest and nature based recreation and tourism, *Forest Policy and Economics*, 19, pp1-3.
- Gilani, H. R., J. L. Innes, A. D. Grave, (2018) The effects of seasonal business diversification of British Columbia ski T resorts on forest management, *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 23, pp51-58.
- Gossling, S., & Hall, C. M. (2006). Uncertainties in predicting tourist flows under scenarios of climate change. *Climatic Change*, 79(3–4), pp163–173.
- Gossling, S., Scott, D., Hall, C. M., Ceron, J.-P., & Dubois, G. (2012). Consumer behavior and demand response of tourists to climate change. *Annals of Tourism Research*, 39(1), pp36–58.
- Groulx, M., K. Boluk, C. J. Lemieux, J. Dawson, (2019) Place stewardship among last chance tourists, *Annals of Tourism Research*, 75, pp202-212.
- Hall, C. M., Amelung, B., Cohen, S., Eijgelaar, E., Gössling, S., Higham, J., et al. (2015). Denying bogus skepticism in climate change and tourism research. *Tourism Management*, 47(April), 352–356. <https://doi.org/10.1016/J.TOURMAN.2014.08.009> Pergamon.
- Halpenny, E. A., (2010) Pro-environmental behaviours and park visitors: The effect of place

- attachment. *Journal of Environmental Psychology*, 30, 409–421
- Hamilton, J. M., D. J. Maddison, and R. S. J. Tol, (2005) Climate change and international tourism: A simulation study. *Global Environmental Change*, 15(3), 253–266. <https://doi.org/10.1016/J.GLOENVCHA.2004.12.009> Pergamon.
- Hanauer, M. M., J. Reid, (2017) Valuing urban open space using the travel-cost method and the implications of measurement error, *Journal of Environmental Management*, 198, pp50-65.
- Hendrik, J., G. Jeurig, (2017) Weather perceptions, holiday satisfaction and perceived attractiveness of domestic vacationing in The Netherlands, 61, pp70-81.
- Hestetune, A., A. McCreary, K. Holmberg, B. Wilson, E. Seekamp, M. A. Davenport, J. W. Smith, (2018) Research note: Climate change and the demand for summer tourism on Minnesota's North Shore, *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 24, pp21-25.
- Hewer, M., D. Scott, and A. Fenech (2016) Seasonal Weather Sensitivity, Temperature Thresholds, and Climate Change Impacts for Park Visitation. *Tourism Geographies*. 3(18):297–321.
- Hübner, A., and S. Gössling, (2012) Tourist perceptions of extreme weather events in Martinique, *Journal of Destination Marketing & Management*, 1, pp47-55.
- IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- IPCC, 2018: *Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.)]. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32 pp.
- Jiang, Z., Song, J., Li, L., Chen, W., Wang, Z., and Wang, J., (2012) Extreme climate events in 2017na: IPCC-AR4 model evaluation and projection. *Climatic Change*, 110, 385-401.
- Jost, F., A. Dale, and S. Schwebel, (2019) How positive is “change” in climate change? A sentiment analysis, *Environmental Science and Policy*, 96, pp27-36.

- Kil, N., Holland, S. M., Stein, T. V., and Ko, Y. J., (2012) Place attachment as a mediator of the relationship between naturebased recreation benefits and future visit intentions. *Journal of Sustainable Tourism*, 20(4), 603–626.
- Kinghorn, J. W., J. D. Snowball, P. J. Britz, (2014) A cross-model comparison of travel time inclusion techniques in recreational fishing demand analysis 38, pp47-64.
- Koetse, M. J., & Rietveld, R. (2009). The impact of climate change and weather on transport: an overview of research findings. *Transportation Research Part D*, 14, pp205-221.
- Layman, R.C., Boyce, J.R., Criddle, K.R., (1996) Economic valuation of the Chinook Salmon sport fishery of the Gulkana River, Alaska, under current and alternate management plans. *Land Econ.* 72, pp113-128.
- Lee, W., Choi, H. M., Lee, J. Y., Kim, D. H., Honda, Y., and Kim, H., (2018) Temporal changes in mortality impacts of heat wave and cold spell in Korea and Japan. *Environmental International*, 116, 136-146.
- Liu, J., H. Cheng, D. Jiang, L. Huang, (2019) Impact of climate-related changes to the timing of autumn foliage colouration on tourism in Japan, *Tourism Management*, 70, pp262-272.
- Liu, N., R. J. Harper, K. R. J. Smettem, B. Dell, S. Liu, (2019) Responses of streamflow to vegetation and climate change in southwestern Australia, *Journal of Hydrology* (2019), doi: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.03.005>
- Liu, S. C., Fu, C., Shiu, C. J., Chen, J. P., and Wu, F., (2009) Temperature dependence of global precipitation extremes. *Geophysical Research Letters*, 36, L17702.
- López-Dóriga, U., J. A. Jiménez, H. I. Valdemoro, R. J. Nicholls, (2019) Impact of sea-level rise on the tourist-carrying capacity of Catalan beaches, *Ocean and Coastal Management*, 170, pp40-50.
- Luo, F., B. D. Moyle, J. Bao, and Y. Zhong, (2016) The role of institutions in the production of space for tourism: National Forest Parks in China, 70, pp47-55.
- Luo, F., Bao, J., (2013) Evolutional process and characteristics of National Forest Parks in China: a perspective of the logic of state, market and society. *Econ. Geogr.* 33 (3), pp164–169.
- Mattah, P. A. D., Futagbi, G., Mattah, M. M., (2018) Awareness of Environmental Change, Climate Variability, and Their Role in Prevalence of Mosquitoes among Urban Dwellers in Southern Ghana. *Journal of Environmental and Public Health*, Article ID 5342624, 9 pages.
- McCreary, A., E. Seekamp, L. L. Larson, J. W. Smith, M. A. Davenport, (2019) *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 26, pp23-33.

- Melillo, J. M., Richmond, T. C., & Yohe, G. W. (Eds.). (2014). *Climate change impacts in the United States: The third national climate assessment*. Washington, D. C: U.S. Global Change Research Program. <https://doi.org/10.7930/J0Z31WJ2>.
- Michailidou, A. V., C. Vlachokostas, N. Moussiopoulos, (2016) Interactions between climate change and the tourism sector: Multiple-criteria decision analysis to assess mitigation and adaptation options in tourism areas, *Tourism Management*, 55, pp1-12.
- Nancy E. Bockstael, Ivar E. Strand and W. Michael Hanemann, (1987) Time and the Recreational Demand Model, *American Journal of Agricultural Economics*, 69(2), pp293-302.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA. (2017). Billion-dollar weather and climate Disasters: Time series [data set]. Retrieved 03/10/2019 from <https://www.ncdc.noaa.gov/billions/time-series>.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA. (2017). U.S. Climate regions. Retrieved 11/15/2017 from <https://www.ncdc.noaa.gov/monitoringreferences/maps/us-climate-regions.php>.
- Ngoc, Q. T. K., (2019) Assessing the value of coral reefs in the face of climate change: The evidence from Nha Trang Bay, Vietnam, *Ecosystem Services*, 35, pp 99-108.
- Ocampo, L., J. A. Ebisa, J. Ombe, and M. G. Escoto, (2018) Sustainable ecotourism indicators with fuzzy Delphi method – A Philippine perspective, *Ecological Indicators*, 93, pp874-888.
- Park, J., G. Musa, S. Moghavvemi, T. Thirumoorthi, A. Z. Taha, M. Mohtar, M. M. Sarker, (2019) Travel motivation among cross border tourists: Case study of Langkawi, *Tourism Management Perspectives*, 31, pp63-71.
- Perkins, L.V., Alexander, and Nairn, J. R., (2012) Increasing frequency, intensity and duration of observed global heatwaves and warm spells. *Geophysical Research Letters*, 39, L20714, 207.
- Perkins, S. E., and Alexander, L. V., (2013) On the Measurement of Heat Waves. *J. Climate*, 26, 4500-4517.
- Poulter, B., R. L. Feldman, M. M. Brinson, B. P. Horton, M. K. Orbach, S. H. Pearsall, E. Reyes, S. R. Riggs, J. C. Whitehead, (2009) Sea-level rise research and dialogue in North Carolina: Creating windows for policy change, 52, pp147-153.
- Pröbstl-Haiderm, U., W. Haider, V. Wirth, B. Beardmore, (2015) Will climate change increase

- the attractiveness of summer destinations in the European Alps? A survey of German tourists, *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 11, pp44-57.
- Pugatch, T., (2019) Tropical storms and mortality under climate change, *World Development*, 117, pp 172-182.
- Ramkissoon, H., Smith, L. D. G., and Weiler, B., (2013) Relationships between place attachment, place satisfaction and proenvironmental behavior in an Australian national park. *Journal of Sustainable Tourism*, 21(3), 434–457.
- Roca Villanueva, B., M. B eltrán Salvador, R. Gómez Huelgas, (2019) Change climate and health, *Revista Clínica Española*, <https://doi.org/10.1016/j.rce.2019.01.004>.
- Rutty, M., Scott, D., (2014) Thermal range of coastal tourism resort microclimates. *Tourism Geographies*, 16(3), 346–363.
- Sardana, K., Bergstrom, J.C., Bowker, J.M., 2016. Valuing setting-based recreation for selected visitors to national forests in the southern United States, *Journal of Environ. Manage*, 183, pp972-979.
- Scott, D., McBoyle, G., & Schwartzentruber, M. (2004). Climate change and the distribution of climatic resources for tourism in North America. *Climate Research*, 27, 105–117.
- Scott, D., & Lemieux, C. (2010). Weather and climate information for tourism. *Procedia Environmental Sciences*, 1, 146–183.
- Smith, V. K., W. H. Desvousges, and M. P. McGivney, (1983) The Opportunity Cost of Travel Time in Recreation Demand Models." *Land Econ.* 59, pp259-77.
- Solomon, S., (2007) *Climate Change 2007-The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC* ed<sup>eds</sup>. Cambridge University Press.
- Su, S. H., H. C. Kuo, L. H. Hsu, and Y. T. Yang., (2012) Temporal and spatial characteristics of typhoon extreme rainfall in Taiwan. *Jpurnal of the Meteorological Society of Japan*, 90, 721-736.
- Toimil, A., P. Díaz-Simal, I. J. Losada, P. Camus, (2018) Estimating the risk of loss of beach recreation value under climate change, *Tourism Management*, 68, pp387-400.
- Tryhorn, L., and Risbey, J., (2006) On the distribution of heat waves over the Australian region. *Australian Meteorological Magazine*, 55, 169-182.
- Tu, J. Y., and C. Chou., (2013) Changes in precipitation frequency and intensity in the vicinity of Taiwan: Typhoon vs. non-typhoon events. *Environmental Research Letters* 8.
- UNWTO-UNEP-WMO (United Nations World Tourism Organization, United Nations Environment Programme, & World Meteorological Organization). (2007). Davos

- declaration. Climate change and tourism. Responding to global challenges. Madrid: Author. Retrieved from <http://www.unwto.org/pdf/pr071046.pdf>
- Warzecha, C. A., and Lime, D. W., (2001) Place attachment in Canyonlands National Park: Visitors' assessment of setting attributes on the Colorado and Green Rivers. *Journal of Park and Recreation Administration*, 19(1), 59–78.
- Whitehead, J.C., B. Poulter, C.F. Dumas, and O. Bin, 2009: Measuring the economic effects of sea level rise on shore fishing. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14(8), 777-792.
- Wijaya, N., and A. Furqan, (2018) Coastal Tourism and Climate-Related Disasters in an Archipelago Country of Indonesia: Tourists' Perspective, *Procedia Engineering*, 212, pp535-542.
- Wilkins, E. J., and S. D. Urioste-Stone, (2017) Place attachment, recreational activities, and travel intent under changing climate conditions. *Journal of Sustainable Tourism. Journal of Sustainable Tourism*, 26(5), 798-811.
- Williams, D. R., and Watson, A. E., (1998) The impact of place meaning and attachment on attitudes towards fees for wilderness use. Paper presented at the Seventh International Symposium on Society and Resource Management, University of Missouri, Columbia.
- Williams, D. R., Patterson, M. E., Roggenbuck, J. W., and Watson, A. E., (1992) Beyond the commodity metaphor: Examining emotional and symbolic attachment to place. *Leisure Sciences*, 14, 29–46.
- World Travel and Tourism Council, 2019 <https://www.wttc.org/>
- Xie G., Y. F. Yao, J. F. Li, J. Yang, J. D. Bai, D. K. Ferguson, A. Trivedi, C. S. Li, Y. F. Wan, (2019) Holocene climate, dynamic landscapes and environmentally driven changes in human living conditions in Beijing, *Earth-Science Reviews*, 191, pp57-65.
- 台灣氣候的過去與未來-台灣氣候變遷科學報告-物理現象與機制 (2017) 國家災害科技中心、中央研究院環境變遷研究中心、科技部台灣氣候變遷推估資訊與調適之式平台計畫，<https://tccip.ncdr.nat.gov.tw/v2/upload/book/20181112092940.pdf>
- 李晶、夏秉楓 (2014) 極端天氣事件對預期遊客量變化影響之研究。 *休閒與社會研究* 9: 1-22。
- 紀佳臻、涂建翊 (2017) 台灣夏季大雨發生頻率變化與颱風關係研究。 *地理學報* 85: 27-46。
- 高泉源、曾聖堯 (2010) 車輛駕駛模式與油耗的關係之研究與分析， *亞東學報*(30), pp119-130
- 許晃雄、周佳、吳宜昭、盧孟明、陳正達、陳永明 (2012) 台灣氣候變遷關鍵議題。台

灣醫學 16(5)：459-470。

陳正達、朱容練、許晃雄、盧孟明、隋中興、周佳、翁叔平、陳昭銘、林傳堯、鄭兆尊、吳宜昭、卓盈旻、陳重功、張雅茹、林士堯、林修立、童裕翔、楊承道 (2014) 台灣氣候變遷推估研究。大氣科學 42(3)：207-251。

農委會林務局第四次全國森林資源調查報告 (2015) <https://www.forest.gov.tw/0002393>。  
蔡坤憲、黃旌集、吳文哲 (2012) 氣候變遷對蟲媒及蟲媒傳染病的影響。台灣醫學 16(5)：479-488。

關秉宗、黃任伯、鍾年鈞 (2003) 氣候變遷對台灣中部山區潛在植物行之可能影響。植物科學期刊 48(4)：259-272。