

觀光是無煙囪產業？

從碳足跡思考旅行對環境之影響

孫雅彥*

一、觀光與碳足跡

「旅行」(travel)是個非常美麗的過程。在出發前，我們醞釀著對於未知目的地的無限想像；在旅程中，我們藉由與異地之人事時地物的互動，享受美妙的旅遊經驗；在行程後，旅行的刺激持續延展，對於個人價值觀與人生成長產生影響。旅行，不僅是一個名詞，更是一個深受全球民眾喜愛的動詞。根據聯合國世界觀光組織（UNWTO）統計，在2012年時，全球國際旅行超過10億人次；國內旅行則高達50~60億人次；預計全球每11份工作中就有1份與觀光產業相關；觀光消費的直接、間接及衍生效應占全球9%的國內生產毛額（GDP）¹。這些數據凸顯出我們對於旅行的熱愛，也顯示觀光發展（tourism development）的經濟重要性與蓬勃的產業行為。

面對觀光產業如此龐大的產值，在再生能源完全取代石化能源之前，產業發展的同時也代表溫室氣體的排放。其中，為界定人類消費過程中所產生的溫室氣體總量，出現了觀光碳足跡（tourism carbon footprint）此一名詞。觀光碳足跡包含直接碳排（direct effects）與間接碳排（indirect effects）。直接碳排乃指觀光業者（運輸、住宿、餐飲、娛樂、旅行服務、紀念品販售之零售者與製造者等）營運過程中所產生的碳排放，例如飛機所消耗的航空燃料或遊樂園所耗用的電力之碳排。間接碳排放則是包含觀光業者上游供應商所排放之碳量，例如波音公司生產747飛機過程中的能源使用，或是雲霄飛車建造時的電力消費，這些供應商的商務交易乃因觀光需求而產生，因此其碳排

* 國立成功大學交通管理科學系助理教授

¹ World Tourism Organization. (2013). UNWTO Tourism Highlights, 2013 Edition. Madrid, Spain: UNWTO



放也被計算至觀光碳足跡的範疇中。另外，關於觀光碳足跡應注意的是評估資訊中所包含的溫室氣體種類。大部分的碳足跡只計算二氧化碳的排放，但嚴格的定義，則會將主要溫室氣體（二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氟化物）轉換成同等單位，以了解這 4 大類氣體在 100 年期間內在大氣層中對於熱能捕捉與對溫度提升的影響。此一估算值又通稱為二氧化碳當量（carbon dioxide equivalent, CO₂e）。

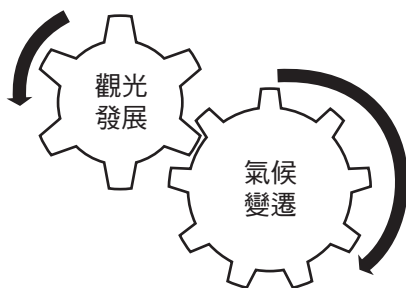
二、觀光發展與氣候變遷

早期，觀光碳足跡的重要性並未受到國際重視，即使在《京都議定書》（Kyoto Protocol）中也未有任何控管觀光碳排的協議。直到 2003 年，UNWTO 在 Djerba 宣言中開始呼籲產官學界思考觀光發展與溫室氣體排放的相關性。尤其針對小島型的開發中國家，觀光已被認定為其重要經濟命脈，也是國家永續發展的重要媒介；然而這些國家卻也常是氣候變遷（climate change）的最大影響者。在 2007 年 Davos 宣言中，UNWTO 更加明確界定觀光發展與氣候變遷的緊密關係，並說明這兩者之間會互相產生連動關係²。

若先思考氣候變遷對於觀光發展的影響，則其效應可分成四大類：

（一）對遊客人次與觀光業界獲利率所產生的影響（Direct climate impact）

氣候是觀光資源的一部分，共同決定目的地的吸引力，以及遊客至當地後能從事的遊憩活動項目。氣候的變化不僅決定了觀光需求的季節性，也影響觀光產業的營運成本及獲利狀況，像是冷暖氣使用、製雪機運作、食物與



圖一 「觀光發展」與「氣候變遷」的連動效應

² WTO-UNEP-WMO. (2008). Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges. Spain: World Tourism Organization.

飲水的供給與保險成本等。對於高度依賴特殊氣候條件的目的地，像是滑雪勝地或是 3S (sea, sand, sun) 的熱帶度假型小島，皆因氣候變遷而影響目的地的競爭力。另外，氣候變遷也導致極端氣候的發生頻率增加、強度增大，因此 UNWTO 預估全球遊客人數在季節性與地區性的分配將會有重大改變。

(二) 對於自然資源的間接影響 (Indirect environmental change impacts)

氣候變遷對於自然資源的影響會間接衝擊一個地區的觀光吸引力。尤其氣候變遷導致的降雨量模式改變、溫度上升、極端氣候等三因素，無疑影響供水之多寡、導致生物歧異度下降、地景景觀改變，以及農業生產不穩定等狀況。尤其是一些聯合國教科文組織 (UNESCO) 界定的世界遺產保護區 (World Heritage Area) 已經明顯感受氣候變遷對於環境所產生的負面影響，包含義大利的威尼斯 (海平面上升) 澳洲大堡礁 (珊瑚礁白化) 美國冰河國家公園 (冰河融解)，或是祕魯的昌昌遺址保護區 (Chan Chan Archaeological Zone 被聖嬰現象所帶來的洪水淹沒)。當自然或人文資源因氣候變遷而被破壞時，也代表其觀光競爭力的消退。

(三) 環境變遷調適政策對於交通的影響 (Impacts of mitigation policies on tourist mobility)

為減少氣候變遷的速度與影響程度，各國政府紛紛針對溫室氣體排放制定相關政策，提升石化能源使用成本以抑制需求量。這些政策預計將會提升交通成本，也影響遊客對於長途國際旅行的偏好。尤其針對需要長途飛行才能到達的目的地，其觀光吸引力預期將會下降 (像是歐美遊客至澳洲、紐西蘭等)，不過這些政策也可能使一些需要耗能較少的交通工具，像是遊覽車、火車等將成為具有環保意識旅遊者的替代選擇。

(四) 環境變遷對於社會面的間接影響 (Indirect societal change impacts)

氣候變遷也會對社會面產生影響，尤其是在經濟成長與政治穩定度上預期將會有較為明顯的衝擊。根據英國的 Stern Report on Economics of Climate Change³，當溫度提升幅度明顯高於 1 度 C 時，將會導致經濟衰退，收入減少，也預期一般消費者會縮減旅遊支出。這對於高度仰賴外籍遊客的開發中國家，將因觀光外匯大幅減少而衝擊一國之經濟發展，間接也會導致社會之不

³ 2006 年由英國政府所發表的 700 頁關於氣候變遷對於全球經濟的影響報告，廣受全球政府與學術單位重視。該報告是由經濟學者 Dr. Nicholas Stern 所主筆，因此又稱為 Stern Report.



安定與可能之政治動亂。

然而，氣候變遷對於觀光發展的影響並不是單方向，而是一種連動關係，因為當全球遊客人數以超過 4% 的速度在成長時，觀光碳排對於氣候變遷的影響也不容忽視。在 UNWTO 提出的第一份針對全球觀光發展所排放二氧化碳量的估計報告中指出⁴，在 2005 年時，全球國際旅行與國內旅行共計產生 13 億噸的二氧化碳，約占當年度全球二氧化碳排放量的 5%。此一估算包含交通、住宿、遊憩活動等三大面向的碳排放。其中，交通部分占了總量的 75%，若以細項來區分，則航空運輸 40%，車輛運輸 32%，其他運輸 3%。以 2005 年的基準值而言，每一次的旅行預計會產生 0.25 噸的二氧化碳。然而，若是以運輸方式加以細分，則以長距離跨洲飛行的旅行最為耗能。在這份報告中指出，長距離跨洲飛行的總旅次占全球旅次的 2.2%，但卻產生了 16% 的全球觀光碳排放。相對而言，以遊覽車或是火車為運具所進行的國際旅行占總旅遊人次 16%，卻只產生 1% 的運輸碳排放。此一資料明確指出交通運具的選擇與旅行距離是決定一個旅遊碳足跡的最主要因子。

此份報告也同步預測了 2035 年時觀光碳排的可能情形。若是我們完全沒有改善能源使用效率，且也沒有改變對航空運輸的依賴狀況，則 20 年後觀光碳排放預計將會高達 31 億噸，較 2005 年此一基準點增加 160%。這份對於未來觀光碳足跡的預測值顯現出：要同步做到節能減碳與兼顧觀光發展是一項非常大的挑戰。

三、臺灣觀光碳足跡

臺灣，和全球各國家一樣，也致力於觀光發展。根據交通部觀光局的統計，在過去 5 年中（2009~2013），國人出國旅行從每年 810 萬人次增加至 1,100 萬人次，年成長率為 8%；外籍遊客來臺增加速度更是令人驚豔，由 440 萬人次增加至 800 萬人次，年成長率為 16%。從臺灣同期國內生產毛額（gross domestic product, GDP）年成長率只有 3.4% 的角度來思考，觀光產業對於創造經濟產值、工作機會、個人收入，甚至國家稅收的貢獻度與日俱增。然而在經濟正面效應之外，我們應該更加深入思考在這樣大量旅次的消

⁴ WTO-UNEP-WMO. (2008). Climate Change and Tourism: Responding to Global Challenges. Spain: World Tourism Organization.

費中，觀光碳足跡的規模為何？相對於其他產業，發展觀光是否更能達到節能減碳的目的？為回答這些環境面問題，我們利用環境投入產出模型（Environmental Extended Input-Output Model）來評估在臺灣生產結構下，觀光產業的耗能狀況與碳排放情形⁵。

以 2007 年為基準點，臺灣的觀光消費共計美金 170 億元，其中包含外籍遊客在臺消費（US\$63 億元，37%），國人國內旅遊消費（US\$66 億元，39%），以及國人出國旅遊前後在臺灣的消費，例如至機場的交通費用或是行李箱、旅行衣物的採購（US\$41 億元，24%）。整體觀光消費金額總共貢獻了臺灣 GDP 2.16%。

為支撐美金 170 億元的觀光支出，臺灣觀光產業的直接碳排放（direct effect）預計為 811 萬噸，占當年度全臺灣二氧化碳排放的 3.08%，在臺灣 39 個產業中排名第 9 名（排名越前面，表示碳排越多）。若以消費項目來思考，則航空運輸所占比例最高（45%），其次為地面運輸 29%，餐飲業 11%，住宿業 5%，休閒娛樂業 3%，以及製造業共計 8%。為了與其他產業比較觀光消費是否比較耗能（= 高碳排），我們接著計算不同產業的碳排放效率，也就是每一元產值的碳排放量。以 2007 年的觀光消費模式為考量，每 1 百萬臺幣的消費金額將會導致 14.3 噸二氧化碳的排放，在 39 個產業中排名第 14 名（排名越前面，表示碳排放效率越差）。若是考量當年度臺灣所有產業的平均碳排放量為 8.01 噸 CO₂/百萬產值，相對比較起來，每 1 塊錢觀光消費的碳排放量較全臺產業平均碳排放值高了 80%。

從 UNWTO 與臺灣的觀光碳足跡研究中，我們看到了一些值得深思的情況：

（一）想法需要改變：觀光不再是無煙囪產業！

「觀光是無煙囪產業」此一口號不僅深入社會民眾的想法中，也是產官學界支持觀光發展時常被引用的概念。雖然觀光發展不像特定製造業會排放汗水、重金屬或是有毒氣體，然而每一塊錢的觀光支出，其背後的碳足跡卻是較許多產業的碳排放量還要高。溫室氣體無色無味，且其後果是跨越國界的長期氣候變遷，對於遊客而言並無法立即在當下感受其碳排放的負面影響。

⁵ 本文內容為科技部計畫「觀光發展為無煙囪產業？觀光產業溫室氣體排放趨勢之研究」的研究成果。



然而身為地球公民之一，我們應該認知每一次旅行背後，其碳足跡會導致氣候變遷，會間接影響目的地的觀光吸引力、自然資源品質與社會穩定性。當旅遊人次快速且大量增加的狀況下，全球的觀光發展已經不再是無煙囪產業，而是一個日益嚴重的二氧化碳排放源。

(二) 業界態度需要改變：航空業者的社會責任

不僅是臺灣，在澳洲、紐西蘭的研究中紛紛指出每一元產值的觀光碳排放量是高於全國產業平均值，其共同因素在於旅遊行程需要耗費大量的能源於運輸工具中，尤其是大眾對於最為耗能的航空運輸之依賴性與日俱增⁶。以臺灣遊客用 4 輪汽車而言，其能源密集度為 0.040 公升油當量 / 延人公里，遊覽車或鐵路為 0.011 公升油當量，而國籍航空的能源密集度為 0.099 公升油當量。也就是航空飛行的耗能狀況約為一般汽車的 2 倍、為遊覽車或鐵路運輸的 9 倍⁷。

以臺灣而言，95% 的出入境乃依賴航空運輸，並沒有其他有效的替代選擇。針對航空飛行產生大量溫室氣體此一問題，航空業者對於節能減碳此一社會責任的態度與做法便是相當關鍵的因子。許多歐美航空公司針對碳排放的控管做法為「減量」與「抵換」。所謂減量，乃指減少每一趟航空飛行所需消耗的能源，包含積極投入生質能源的研究、購買節能飛機，以及減少飛機重量等做法。抵換則是以碳中和 (carbon neutral) 的策略積極面對無法避免的航空飛行溫室氣體排放，其做法乃為種樹造林、贊助生態保護區，以及補助開發中國家替換耗能設施等。這些做法是以樹木成長來吸收二氧化碳及減少其他地區的碳排放，來達到對於航空飛行碳排的補償效果。現階段，中華航空與長榮航空著重於減量的策略，對於碳中和的積極性作為仍較為缺乏⁸。

⁶ Dwyer, L., Forsyth, P., Spurr, R., & Hoque, S. (2010). Estimating the carbon footprint of Australian tourism. *Journal of Sustainable Tourism*, 18 (3), 355-376. 及 Patterson, M., & McDonald, G. (2004). How clean and green is New Zealand tourism? Lifecycle and Future Environmental Impacts. Lincoln, NZ: Landcare Research.

⁷ Huang, C.-H. (2011). Inventory of Energy Consumption and Greenhouse Gas Emissions in Transportation Sector (3/3) - Developing Energy Efficiency Indicator and Modeling Energy Consumption for Transportation Sector. Taipei, Taiwan: Institution of Transportation, Ministry of Transportation and Communication.

⁸ 中華航空 <http://www.china-airlines.com/ch/about/earthsitedata/index.html>，長榮航空 http://eco.evaair.com/zh_tw/sustaina/01sustaina.html。

(三) 旅遊者的選擇需要改變：消費可以改變世界

身為一個旅遊愛好者，選擇一個較為永續的旅遊方式，是對這個地球一個友善的表示。因為交通碳排占觀光碳足跡 75% 左右，因此要積極減量，第一步就在於交通運具的選擇。對於國內旅遊而言，大眾運輸工具像是捷運、鐵路運輸、臺灣好行之巴士運輸，都是較私人客車更為節能的替代方案。對於國外旅行而言，航空碳排可藉由碳中和的做法貢獻一己之力。也就是在旅行前後，以自動捐款方式參與航空公司或是公益環保團體網站的自願性碳補償，透過減少或防止向大氣排放相等 CO₂ 數量，補償行程的溫室氣體排放⁹。

四、結語

最後，我們想以這句話分享給所有熱愛旅行的朋友：「因為了解所以關心；因為關心所以行動；因為行動，所以有希望。」透過了解觀光碳排放的規模，關心我們消費行為所產生的影響，以具體行動來選擇一個較為節能的旅行方式。唯有如此，我們才能兼顧旅行的美好與永續的環境。

⁹ 詳細情形可參考下列網站：Nature Conservancy <http://www.nature.org/>；The carbon neutral company <http://www.carbonneutralcalculator.com/>。