

旅行的隱形環境成本—— 觀光碳排放貢獻全球溫室氣體 8%!

孫雅彥*

旅行是現在生活型態中不可或缺的一環。根據聯合國世界觀光組織 (United Nations World Tourism Organization, 以下簡稱 UNWTO) 的統計, 全球在 2018 年有超過 14 億國際旅次, 且觀光消費在過去 8 年較全球經濟成長更加迅速, 以年成長率 3.9% 快速擴展中。如此龐大的觀光商機貢獻全球 10% 的國內生產毛額 (GDP), 且每 10 份工作中就有一份與觀光有關。

在全球遊客快速增長的氛圍下, 各國政府也都紛紛將發展觀光列為國家發展重點之一。像是日本政府積極定位自己為觀光奠基國家 (tourism based country) 並規劃將國際遊客人數由 2015 年的 2 千萬人次, 提升自 2020 年的 4 千萬人次, 並於 2040 年增加到 6 千萬人次。類似的「觀光重點」目標也被加拿大、匈牙利、尼泊爾、葡萄牙、科威特、愛爾蘭、泰國等國列為積極發展政策, 希望在短期之內達到遊客人數或是觀光消費倍增的成效。臺灣, 和全球各國一樣, 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 (2014-2018), 外籍遊客來臺從每年 990 萬人次增加至 1,100 萬人次, 年成長率為 3%; 國人出國旅遊增加速度更是快速, 由 1,180 萬人次增加至 1,660 萬人次, 年成長率為 9%。

然而, 觀光發展並非是個「無煙囪工業」。旅遊本身需要耗費大量的能源且排放驚人的溫室氣體, 例如 2 趟從德國慕尼黑到紐約的航空飛行便會超過一個人一年內若要維持全球溫度上升在 2°C 所允許的二氧化碳排放預算。為了全面性評估觀光產業對於氣候變遷的影響, 觀光碳足跡 (tourism carbon footprint) 此一概念便加以衍生。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 (交通運輸、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, 例如旅館營運過程所用電力之碳排或是水上摩托車使用汽油之碳排。間接碳排放則是包

* 澳洲昆士蘭大學商學院副教授

含觀光業者上游供應商所排放之碳量，例如旅館家具供應商在生產床具過程中的能源使用，或是餐廳食材供應商在物流過程中所用之汽油。這些供應商的商務交易乃因觀光需求而產生，因此其碳排放也被計算至觀光碳足跡的範疇中。

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全球快速推廣旅遊的政策下，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？觀光碳排是否有達到穩定並逐年遞減的永續狀況？

為回答這些重要的政策與環境面問題，在 2017 年時國立成功大學與澳洲雪梨大學進行了跨國合作，希望建構全球第一份關於觀光消費的完整環境成本分析。我們的研究利用供應鏈角度分析 160 個國家旅遊消費對於 6 種溫室氣體的總排放量¹。遊客消費項目包含旅行中的航空飛行、其他交通、住宿、餐飲、休閒活動與紀念品，完整含括觀光行為過程中所有消費。為了確保沒有遺漏任何旅遊行為所對應的碳排放影響，我們以生命週期 (life cycle analysis) 的方式對全球觀光產業進行完整的評估，像是餐飲及紀念品的原物料生產過程等都在研究的計算範疇中。此研究整合全世界超過十億筆的供應鏈資料、55 份政府公告的觀光消費報告、及 105 份聯合國世界觀光組織提供的國內旅行及雙邊國際旅行的觀光消費資料。

藉由這個研究，我們觀察到幾個重要的全球觀光碳足跡變動現象：

一、觀光貢獻全球碳排放 8%

以 2013 年為基準，全球觀光活動產生直接碳排放 29 億噸，間接碳排放 16 億噸，總共 45 億噸 (4.5 gigatonnes) 的溫室氣體，約占當年度全球溫室氣體的 8%。最主要的溫室氣體排放來源為交通 (尤其是航空運輸，約為 20%)、餐飲與購物。此一估算數值為聯合國世界觀光組織估算數值² 的 4 倍。主要差異在於聯合國世界觀光組織的研究沒有考量餐飲與購物的碳足跡，也沒有評估到供應鏈的能源消費與碳排放，並且忽略了其他 5 種溫室氣體所產生的影響。這樣巨大的差異說明觀光碳足跡的複雜來源，若是沒有全面性的評估，容易導致低估的狀況。

¹ 研究經費由科技部「建構全球觀光碳足跡資料庫與相關分析」計畫案所補助。作者當時任職於國立成功大學交通管理科學系。

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

前 10 名的觀光碳足跡貢獻國家皆為觀光消費大國，包含美國、大陸、德國、印度、墨西哥、巴西、加拿大、日本、俄羅斯、與英國。尤其大陸、印度、巴西、俄羅斯中產階級的快速興起，導致當國觀光碳排主要來自國人國內旅行。然而若是將全國觀光碳足跡除以總人口來瞭解每位居民所分擔的觀光碳足跡，則小型島嶼國家 (small island economies) 名列前茅，像是馬爾地夫、模里西斯、賽普勒斯、塞席爾共和國等。這些著名的島嶼型觀光國家因為大量的國際遊客湧進，從而使當地產生了與國家面積和人口不成正比的高度碳排放量。這呈現出小國依賴觀光作為主要支柱所付出的重大環境代價。對於這些島嶼國家而言，觀光與氣候變遷讓他們面臨一個兩難的挑戰。首先，他們高度仰賴觀光作為經濟來源，然而觀光發展排放大量二氧化碳並導致氣候變遷，讓這些國家的觀光資源接著面臨衝擊，諸如馬爾地夫、斐濟等地區正面臨海平面上升、溫室效應導致珊瑚漂白等旅遊難題。

二、觀光碳足跡預計每年成長 3%

觀光消費模式與碳足跡深受個人收入高低影響。其影響層面來自兩個面向：旅遊頻率與旅遊模式。就旅遊頻率而言，當收入增加 1% 時，旅遊次數與旅遊消費將增加超過 1%。根據世界貨幣基金會 (International Monetary Fund) 的估計，全球經濟預計將以每年度 4.2% 增長，這也代表全球觀光旅次與消費每年度將會持續增加超過 4.2%。

另外就旅遊模式而言，收入增加將會大幅提升每次旅程的碳排放量。我們發現遊客來自低收入國家產生的碳排最低，因為他們使用基本交通運輸，購買簡單的食材，而且不太使用旅館或是至餐廳用餐。但當收入增加時，居民的旅遊模式也跟著改變。旅程中的舒適度與享受程度成為一項重要需求，因此他們高度仰賴航空運輸，他們入住 5 星級飯店、在高級餐廳用餐、並且購買昂貴的紀念品。這些服務皆需要耗費大量能源。也因為這樣的特性，我們發現全球的觀光碳足跡主要是因應高收入國家居民的旅遊需求。

在我們的研究中，我們也發現企業現有的科技創新速度 (像是使用乾淨能源、安裝節能措施等) 無法提供有效的減碳功效，並無法帶領這個社會達到永續目標，也就是碳中和 (carbon neutral)。整體而言，在這個財富與科技發展都日漸成長的今天，航空旅遊行程似乎變得稀鬆平常，這也使得觀光這項碳排放密集的產業在全球碳排放量中占據重要的角色。

在考量觀光需求與產業科技更新速度後，我們預估全球觀光碳足跡將以每年度 3% 的速度成長。此一現況完全抵觸把節能、減碳以利全球平均氣溫升幅控制在工業革命前水平以上低於 2°C 之內的目標。

三、觀光每單位 GDP 的碳排放量比製造業每單位 GDP 的碳排放量高出 20%

觀光對於全球各國帶來眾多經濟效應，對於創造外匯、工作機會、個人收入占有非常重要的地位。本研究進一步計算觀光的碳排放效率，也就是瞭解為了賺取 1 元 GDP 產值，所需要排放的溫室氣體量為何？希望藉由每 1 元 GDP 所付出的氣候代價 (climate impact)，來瞭解發展觀光產業的機會成本。就全球 160 個國家而言，每產出 1 元觀光 GDP 則會排放 1 公斤的溫室氣體。若用此一指標，則觀光的氣候代價高過全球製造業 (0.8 公斤 CO₂e/GDP)，也比全球所有產業平均值 0.75 公斤 (CO₂e/GDP) 要來的高。

此一現象明確說明若是國家大幅度仰賴觀光來維持一國的經濟並放棄發展其他產業時，將會快速提升國家的溫室氣體排放量。此一數值明確支撐「觀光，不是無煙囪工業」。

大家熱愛旅行，但同時，我們也高度關切旅行所帶來的環境影響。本研究結果發表在 2018 年的 *Nature Climate Change*³ 期刊中，並且獲得全球超過 275 篇媒體報導，包含 CNN、BBC、路透社等。我們在 *The Conversation*⁴ 上的文章也獲得超過 56,000 的閱讀人次。在這過程中我們接獲許多讀者與媒體的來信，大家共同的問題包含「觀光有可能比其他產業更加環保嗎？」、「長期而言，快速發展觀光對於環境的影響為何？」，以及「身為愛好旅遊的遊客，我們能做什麼呢？」。

這個研究帶給我們一個重要的結論：觀光活動已成為了全球溫室氣體排放中的黑色推手之一，若要共同克服這個現況需要政府決策者、企業與消費者共同改變思維並且立即行動。首先，我們應該認真地重新思考，觀光旅遊是否真的是一項綠色的低碳產業？在亞洲國家，眾多決策者常常會認為觀光是無煙囪工業，並不認為觀光活動的碳排放成長會比多數的產業都來得迅速，而且忽略遊客人數增加對於一國溫室氣體排放的影響。這個研究讓我們及國際社會更審

³ Lenzen, M., Sun, Y.-Y., Faturay, F., Ting, Y.-P., Geschke, A., & Malik, A. (2018). The carbon footprint of global tourism. *Nature Climate Change*, 8(6), 522-528. doi:10.1038/s41558-018-0141-x.

⁴ <http://theconversation.com/the-carbon-footprint-of-tourism-revealed-its-bigger-than-we-thought-96200>

慎地思考觀光所造成的影響。就單一國家而言，我們建議每個國家應建構詳細的觀光評估制度，將國家的觀光政策與氣候政策做一個完整連結。也就是，當國家推動任何觀光政策時，觀光消費的碳排放都要經過完整評估。假設 A 政策將會使日本遊客來臺人數增加 5%，則相對應增加的碳排放量都需要事先納入國家溫室氣體管控法規中。就國際政策而言，我們建議將觀光碳排放列入相關氣候協議。尤其，國際航空碳排責任現在不受任何氣候協議的限制，建議優先將此項目加入《巴黎協定》之中。

我們也支持碳稅、碳排放交易系統 (emissions trading scheme)，以及國際民用航空組織所推動的碳排放管制機制⁵ (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation, CORSIA)。這些策略都是希望利用增加碳排放的交易成本來鼓勵廠商轉型、減排，並積極採用乾淨能源。世界觀光組織也推動關於住宿、旅遊服務、與休閒遊憩廠商相關的節能減碳策略。然而，現階段觀光產業減碳速度大約為每年 1.5%，無法有效中和遊客的高度成長。尤其，我們發現隨著人們的財富日漸增加的同時，每人觀光碳排放量也更將大幅成長，這樣的趨勢似乎沒有呈現停滯或是飽和的現象。

因此就消費者的角度而言，我們建議採用兩種策略來減少旅行所產生的環境影響。首先，是優先選擇積極進行碳管理作為，揭露減碳績效與資訊完整性的企業。尤其航空飛行所占碳排放比例非常高，若是能慎選碳排表現良好的航空公司，則可以大幅減少旅程的碳排。根據德國 atmosfair 的評估，能源效率優良的航空公司可以比同一航線其他航空公司的能源使用減少約 50%。然而，若需要藉由市場機制由消費者優先選擇這些減碳績效優良的廠商，這需要兩個條件的通盤合作。一是有良好的評鑑制度，可以公平公正的評估航空公司的能源使用現況；另外；則是需要將這一資訊有效的傳遞給消費者，讓他們可以在行程預定過程中，取得完整且容易解讀的碳排放資訊。若是消費者能一致性的選擇低碳排公司，這便會有效地鼓勵並且驅動廠商更積極進行減碳措施。除了依賴廠商外，消費者也能透過個人主動捐款來進行碳補償 (carbon offset)，利用這些經費協助第三方用於再生能源開發、種樹、保護生態系等吸收因為旅行所排放的溫室氣體。這些碳補償都可以產生不容小覷的碳抵銷作用。

我們都是這個地球的遊客。讓我們盡一份心力支持積極減碳的政府政策、優先選擇能源績效優良的廠商、並且主動進行碳補償！ Travel Green!

⁵ <https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Pages/default.aspx>