



濱海遊憩區低碳餐廳之碳足跡初探

許澤宇^{a*}、丁誌旻^a、楊惠玲^b

^a 南華大學旅遊管理學系 副教授

^b 台灣慢遊協會 秘書長

摘要

飲食消費是旅遊過程中造成溫室氣體的重要來源之一，本研究以在雲嘉南濱海國家風景區內，標榜低碳之餐廳為研究對象，以其所提供之合菜形式料理，進行個案探討，評估旅遊飲食從搖籃到墳墓(廚餘棄置)並包含料理燃料消耗所產生之溫室氣體潛勢(以二氧化碳排放當量 CO₂-eq 表示)。研究結果發現：個案之合菜餐廳，菜單設計為 10 道菜加 1 種飲品，可提供 15 人享用。就菜色數來看，肉類盤佔超過三分之一(約 37%)、菜盤佔四分之一(27%)、菜肉混和料理約佔五分之一(18%)，其餘穀類(饅頭)及飲品各佔 9%。平均每人每餐之碳排量貢獻為 1.12 KgCO₂eq/Kg；其中肉品類的料理，佔菜單總碳排放量的 54%，9% 為菜/肉混和料理、蔬果類的碳排放量貢獻為 25%，穀類碳排佔 3%，飲品佔 1%，至於廚餘，則佔總碳排放量的 8%。事實上，由於該低碳餐廳食材選用多選擇在地食材，肉類料理亦多以在地之水產養殖產品為主，因此可發現其每人每餐所貢獻之飲食碳排放量相對於慣行之用餐方式為低。透過本研究，亦可獲得觀光餐飲過程所可能產生之溫室氣體潛勢及對環境之衝擊，研究結果可作為旅遊餐飲環境管理之參考。

關鍵字：溫室氣體、碳足跡、生命週期評估、排放係數、飲食型態

* 聯絡作者：許澤宇
E-mail: cy.hsui@gmail.com



壹、研究緣起與目的

台灣四週環海，擁有長達一千一百多公里的海岸線，各種不同的海岸地形景觀極為豐富。其中位於雲林、嘉義、台南三縣市的沿海地區，均屬於河流沖積而成的平坦沙岸海灘，沙洲、潟湖與河口濕地則是這兒最常見的地理景致。雖不若東海岸礁岩斷崖的險峻，但卻自有其寧靜祥和的怡人風貌，尤其每當夕陽西下，海濱地區的紅雲夕照、萬丈霞光，更是氣象萬千，每每引人流連忘返。為加速推動台灣西南沿海地區的觀光事業發展，行政院於民國九十二年十一月二十一日公告核定雲嘉南濱海國家風景區的範圍，並於九十二年十二月二十四日正式成立管理處(簡稱雲嘉南管理處)，以加強本區的觀光旅遊建設，提昇遊憩活動品質。雖然管理處轄區範圍屬狹長且貧瘠的沿海地帶，然經雲嘉南管理處努力增加各項觀光資源規劃建設與活動行銷，各景點遊客數穩定成長，如井仔腳瓦盤鹽田、錢來也雜貨店、馬沙溝遊憩區...等等，102年委外景點遊客數總成長為26%，相對地也帶動周邊的觀光產業發展，由此可知雲嘉南管理處各景點每年吸引大批遊客來此從事休閒遊憩活動，轄區內觀光產業信心大增，開業的家數也越來越多。

事實上觀光休閒旅遊已成為現代人類生活重要之一環，旅遊業更是近年來全球發展迅速產業之一，旅遊人次與產值大幅成長。在此同時，國際上除了重視休閒旅遊，也同時關注旅遊過程對環境造成之衝擊破壞，溫室氣體的排放，則是近年頗受重視的議題。旅遊過程所造成的二氧化碳排放當量，最受注目的則屬交通業，特別是航空運輸所排放的大量溫室氣體。然根據聯合國農糧組織(Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)的研究統計，溫室氣體排放結構中，有近18%是來自於農業及畜牧業(FAO, 2006; Steinfeld et al., 2006)，這些都是食物的來源，因此該數據亦顯示「食物」對於溫室效應有相當影響，因此飲食的碳排放量不容小覷。以2005年之統計資料來說，當年全世界幾乎就有250萬億旅遊人日(tourists day) (UNWTO-UNEP-WMO, 2008)，若以每一觀光人日平均吃三餐來計，一年就有750萬億餐，即便個人單日飲食所產生的碳排放不是很大，但如果按這樣的比例來算，飲食所可能產生的碳排放則不容忽視(Gossiling et al., 2011)。此外，除了生產過程之農業及畜牧業產生大量的碳排放量外，為保存與運送食物則增加了冷凍能源與運輸等的氣體排放(Punakivi et al., 2001; Punakivi and Saranen, 2001; Punakivi and Tanskanen, 2002)。因此，為減少溫室氣體的排放，近年則有「食物里程」(Food miles)概念的引入，企求由「吃」這個方面著手來抗暖化的方法之一(Lang and Heasman, 2004)。

然即便目前國外開始探究食物里程，導入慢食的理念，然國內在這方面的經驗及認知尚嫌不足。雲嘉南濱海風景管理處體認到隨著轄區內觀光景點的開發，旅遊人次逐年攀高，若能跟上時代潮流，推動低碳飲食，在國內或可成為一良性示範；未來若能在轄區內推動餐廳菜單，規劃標示碳排放當量，除了可讓消費者體認到對環境的責任外，亦希望此措施未來能引導更多的業者利用當地食材，減少過季儲放，讓消費者能吃當地、吃當令食物，以減少溫室氣體排放為責任。因此，本研究針對雲嘉南濱海風景區內，近年有意推動低碳飲食之餐廳，盤查其飲食碳排放量之狀況，此一基礎資料的調查，也有助於未來低碳飲食之推動。

貳、文獻回顧

一、低碳飲食

聯合國報告指出，全球人為產生的溫室氣體約有13.5%來自農業，甚至高於交通運輸所產生的溫室氣體 (IPCC, 2007)。全球暖化造成氣候變遷會減損糧食的生產，威脅人類生存，但是人類也經由食物生產及消費的過程製造大量溫室氣體而影響氣候 (FAO,



2006)。2007 年國際的政府間氣候變遷研究小組(IPCC) 在第四次評估報告結論中指出：「集合近年來更多資料，氣候變遷有百分之九十的機率是因為 1750 年以來人為活動造成」。隨著經濟活動頻繁，人類為了生活所需，大量排放人為溫室氣體(Greenhouse Gas, GHG)，導至地球暖化加劇，造成氣候疾速變遷(柳中明，2008)。人類面臨新的危機與壓力，如環境生態、糧食安全與人類健康與安全等問題(蕭富元，2007)。歐盟則指出，約有 22%~31%的溫室氣體產生與食物相關，顯示食物生產對於全球暖化有很大的影響(European Commission Joint Research Centre, 2006)。因此，當務之急乃尋求減碳抗暖化方法。而推動低碳飲食是減碳舒緩全球暖化的直接方式之一。

● 低碳飲食之定義

行政院環境保護署於 2011 年發行的「國民低碳飲食選擇參考手冊」之中提到低碳飲食的定義為：「在食物的整個生命週期中，盡量排放最少的溫室氣體」。

換言之，低碳飲食就是「從減少碳足跡著手，讓商品從生產到被飲食、消耗的生命過程中，直接或間接減少二氧化碳排放(石靜文，2011)。」

國內低碳飲食歷程

在國際協商共識未達到之前，台灣政府先行規劃全國溫室氣體排放量於 2016 至 2020 年間回到 2008 排放量的水準；於 2025 年回到 2000 年排放量水準；長期而言，於 2050 年回到 2000 年排放量 50%的水準，以與世界趨勢接軌(行政院環境保護署，2010)。

由三商美邦人壽進行的「二〇一〇—台灣碳足跡知多少」網路調查指出，82%的民眾不知「碳足跡」為何物，而台灣每人每天碳足跡為 19.6 公斤，遠高於聯合國建議的五公斤(劉力仁，2011)。因此沈世宏(2010)認為，若能在前述碳足跡目標下，提升民眾落實低碳生活的意願與行動力，此為台灣政府與其他縣市單位當務之急。而這亦顯示本研究有其迫切性。

二、食材之二氧化碳當量

不同的食材及不同的生產方式，所產製之二氧化碳排放當量有所不同。Gossling et al. (2011)指出，蔬菜種類及生產方式其二氧化碳排放當量確實存在相當大的差異排放。例如，在有加熱系統的溫室(heated greenhouse)生產胡瓜(cucumber)其二氧化碳排放當量遠高於種植番茄、洋蔥或馬鈴薯，其單位蔬菜生產量之二氧化碳排放甚至可相差達 120 倍。該數據亦說明若以減碳為目標，旅遊餐飲服務業者或可避免提供有加熱系統的溫室所生產的蔬菜。此外，肉製品的二氧化碳排放當量遠高於蔬菜，以牛肉為例，其每公斤牛肉的二氧化碳排放當量甚至可高達 29 kg CO₂-e/kg，是馬鈴薯(0.160)的 180 倍。(LCA Food, 2003)。

三、食物里程

倫敦城市大學食物政策科教授 Tim Lang 提出食物里程是「食物從產地經由加工包裝處理後到消費者手中所需的運輸距離總和」。簡而言之，食物里程就是食物從農場到消費者餐桌間的運輸距離。

● 食物里程的發展

食物里程(food miles)概念最早源於 1994 年英國倫敦城市大學糧食政策教授 Dr. Tim Lang 創發了「食物里程」。隨後 SAFE Alliance 於 1994 年出版的〈The Food Miles Report:



the dangers of long-distance food transport) 被認為是首次公開發表的相關研究報告(Stancu and Smith, 2006)。在全球食物供應鏈中，食物從產地送到消費者手中必須經過層層關卡及長途距離的運送。柏克萊大學教授 Michael Pollan 估計，製造食物所消耗所有的能量，只有五分之一是發生在農場，另外五分之四都發生在加工和運送過程(王文華，2007)。1960 年代開始交通運輸改善、國際糧食市場不斷成長，平均每項食物旅行 4000km，1980 年代更多出了 25% 的距離。根據美國 The Leopold Center For Sustainable Agriculture 的研究調查指出，只有南瓜和香菇是來自於 500 英里之內的，其餘的六樣產品：葡萄、萵苣、菠菜、綠花椰菜、白花椰菜、青豆都至少旅行了 2000 英里到達芝加哥的市場(巫盈儀，2009)。

食物里程數值越高就代表食物從農產或產地到餐桌之間的距離越遠，消耗越多的能源和汽油，所排放的二氧化碳就越多，對環境造成的負面影響越大(Kemp, Insch, Holdsworth, Knight, 2010)。許多農產品及食品，往往需透過長途保存與處理及運輸送達到各個賣場，而長途運送所耗去的能源及產生的碳排放量造成的空氣污染，亦是導致氣候變遷的因素之一。例如由紐西蘭運送 1 公斤蘋果往英國，二氧化碳排放量為 1 公斤，若由英國生產內銷，碳排放量則僅為 0.05 公斤，相差 20 倍。張書寧(2010) 指出降低食物里程的方法首推吃當地的食物，食材在地化可以減少運輸糧食作物的距離，以及降低二氧化碳的排放。

參、餐廳碳足跡計算方法

目前國內研究飲食碳足跡尚處於萌芽階段，故本研究首先透過文獻回顧，參考世界各地有關飲食碳足跡的相關論文，以及瞭解過去至現今相關概念的發展與成果作為本研究的背景知識，並且蒐集相關理論、學術論文、書籍、報章雜誌、部落格及作為本計畫相關知識與分析方法之後盾。

根據文獻可知，碳足跡之調查工作，首先須先確認研究對象與所探究之系統邊界。一般而言，生命週期評估(LCA) 是一種計算產品碳足跡的方法，產品生產過程包括原料提取、部件及製成品生產、境內外運輸、零售批發、消費者使用到產品棄置，以上每一個過程都會產生溫室氣體排放。本計畫所考量之系統邊界，評估範圍包括從搖籃到墳墓(Cradle to Grave)亦即從產地生產、取得到運送到下一個消費者手上的各階段。亦即本研究考量到如果產品要到消費者過程，從原料取得、運輸、冷藏、製造、零售及配銷過程，有太多的複雜度及過多細節，為避免此一枝枝節節的過多資訊混淆重點，因此本計畫界定調查之範疇，亦即碳足跡之評估僅限定在從原料取得(生產)、運輸到消費者手上，再加上棄置端廚餘之處理。

本研究個案餐廳碳足跡之調查流程如下。首先取得相關食材之溫室氣體潛勢，以二氧化碳排放當量計數，接著選定適宜之個案餐廳以備調查。俟個案接受調查後，透過訪談了解其菜單設計理念及食材來源、食材重量，以便進行碳足跡之計算。

一、二氧化碳當量

計算碳足跡時，需導入二氧化碳當量(CO₂-eq)此一單位。該單位代表某一重量的其他溫室氣體排放產生相同變暖潛力所需的二氧化碳重量。例如，烷類氣體亦屬重要之溫室氣體，通常在動物的排泄物，經細菌作用後產生。以甲烷為例，只需將甲烷(或其他溫室氣體)的排放量和該種氣體的相對全球暖化潛勢(GWP)相乘，即可換算出。例如甲烷之 GWP 為 21，則每公噸之甲烷氣體，其二氧化碳當量為 1 公噸甲烷×21=21 公噸 CO₂-eq。



二、溫室氣體排放係數

排放係數(EFs)顯示溫室氣體排放活動所產生的 CO₂-e。消費品如食物和飲料，它們的排放係數代表了該產品生命週期的所有碳排放。至於本調查計畫所調查之排放係數，依研究調查範疇，在 LCA 指導原則下，關注生產端、運輸端與棄置端。

1. 食材生產之排放係數與蒐集。表 1 呈現本計畫所調查之菜單，各不同食材生產過程之二氧化碳排放當量排放係數。
2. 機具運輸之排放係數與蒐集。機具所排放的二氧化碳係數，係指不同交通工具每運送一公噸的糧食一公里所排放的二氧化碳。研究亦指出不同的運輸模式及工具排放的二氧化碳也大不相同，其中短程的運輸機每運送一公里一噸的糧食就會排放出 1580 克的二氧化碳，其次是長程運輸機的 570 克的二氧化碳，以及客貨車的 97 克的二氧化碳(McKinnon & Piecyk, 2010; Nixon, 2011)。

表 1 食材之二氧化碳排放當量排放係數

食材種類	食材名稱	排放係數 (KgCO ₂ eq/Kg)	資料來源
粉類	麵粉	0.2836	Meisterling et al., 2009
肉類	豬肉	4.45	Audsley et al., 2010
	雞肉	2.6	Audsley et al., 2010
海鮮	蚵	0.252	SARF, 2012
	鯛魚	1.93	古雲傑, 2013
	蝦	3.1	Farmery et al., 2015; Cao et al., 2011
	鮑魚(以石斑魚計)	3.73	陳淑芬, 2012
海鮮 調味類 食材	軟絲	7.04	陳淑芬, 2012
	乾干貝(引淡菜)	0.037	Aubin and Fontaine, 2014
	虱目魚	0.154	Patrick, 2013
	文蛤(引淡菜)	0.037	Aubin and Fontaine, 2014
	香茅(引香菜)	0.5	Anagnostopoulos et al., 2014
	韭菜(引香菜)	0.5	Anagnostopoulos et al., 2014
	香菜	0.5	Anagnostopoulos et al., 2014
	薑	0.88	Audsley et al., 2010
	蔥(以青蒜計)	0.094	Lynch et al., 2011
	辣椒	3.12	Audsley et al., 2010
蔬菜	蒜頭	0.68	Michalsky and Hooda, 2015
	青蒜	0.094	Lynch et al., 2011
	肉桂羅勒(引香菜)	0.5	Anagnostopoulos et al., 2014
	香菇	1.87	Tongpool and Pongpat, 2013
	秀珍菇	3	Ueawiwatsakul et al., 2014
	杏鮑菇(引秀珍菇)	3	Ueawiwatsakul et al., 2014
	黑木耳(引香菇)	1.87	Tongpool and Pongpat, 2013
	芹菜	0.05	Jia et al., 2012
	青花菜	0.12	Caracciolo et al., 2012
	菜脯(引蘿蔔)	0.35	Audsley et al., 2010



表 1 食材之二氧化碳排放當量排放係數 (續)

食材種類	食材名稱	排放係數 (KgCO ₂ eq/Kg)	資料來源
蔬菜	洋蔥	0.37	Audsley et al., 2010
	紅蘿蔔	0.35	Audsley et al., 2010
	高麗菜	0.497	Muthu, 2014
	小黃瓜	0.159	Muthu, 2014
	日本厚菜(引青江菜)	0.59	Jia et al., 2012
蛋類	蛋	0.5884	Pathak et al., 2010
水果類	柳丁	0.33	Berners-Lee and Hoolohan, 2012
	檸檬	1.55	Audsley et al., 2010
	酒	0.253	USEPA, 2014
其他	水	0.0002	自來水公司提供
	沙拉油(引大豆油)	0.77	Audsley et al., 2010

3. 廚餘處理之排放係數與蒐集。廚餘之棄置通常分為掩埋(landfill)、堆肥(composting)、焚化處理(incinerate)、餵養動物(animal feed)，如餵豬及捐贈(donation)等幾種方式 (Eriksson et al., 2015)。而其對應之二氧化碳排放當量排放係數分別為：
掩埋為 0.014 kg CO₂/kg (Nilsson, 2012; Eriksson et al., 2015) ；
堆肥為 0.028 kg CO₂/kg (Nilsson, 2012; Eriksson et al., 2015) ；
焚化為 2.06 kg CO₂/kg (古雲傑, 2013) ；
餵豬，通常每公噸之廚餘每公里之運送以 0.19 kg CO₂/tkm 計(NTMcalc, 2014)，假設是餵豬的情況下，SIK foder (2014)推論是每公斤之廚餘製造 0.42 kg CO₂e/kg 。

三、食物里程的計算

我們吃的食物是從哪裡運送來的對環境到底會造成多大的影響呢?如前所述，透過食物里程數值的概念可知，食物的運輸距離越遠，食物里程相對越高，對地球暖化、環境、社會及經濟的造成的影響程度也就越深。因此，食物里程=食物從產地經由加工包裝處理後到消費者手中所需的運輸距離總和。運送食物時所產生的二氧化碳=商品的重量(公噸)×生產地到消費者手中的距離(公里)×各種運輸工具每運送一公噸糧食一公里所排放出的二氧化碳(克)，簡言之，即為:商品重量×兩地間的距離×運輸機具所排放的二氧化碳係數。

肆、結果與討論

一、濱海飲食個案之碳足跡盤查

本研究調查之個案，位於嘉義縣東石鄉，其營業訴求以低碳、環保為主，因此其食材來源多為經濟部輔導之「綠饌食計畫」商家，以生態健康養殖為經營宗旨，水產相關產品包含如虱目魚、烏魚子、龍膽石斑、七星鱸魚、白蝦、一夜干以及蒲燒鰻魚等，蔬食部分則常選用在地食材，如東石農會所產之杏鮑菇。非水產部分則就鄰近市場購買。

研究者多次至個案餐廳進行食材碳排放量調查及訪談。圖 1 為現場調查實況，表 2 為針對本調查所設計之調查表，除包括各種食材之重量外，尚須紀錄食材來源，以利估算食物里程。另食材之烹調方式、使用油品皆為調查之重點，均加以詳實紀錄。



食材總覽

食材定量實況

食材定量操作

秤重範例 - 白蝦

秤重範例 - 青花菜

料理呈現

圖 1 個案餐廳食材碳排量調查實況

表 2 食材重量與來源調查表範例

個案餐廳	低碳飲食	碳足跡評估	調查日期：000
料理編號：	料理名稱：鮮蝦蔬菜餅		
記錄者：000			
食材名稱	重量(克)	上游廠商	
紅蘿蔔	45	朴子菜市場	
小黃瓜	89	朴子菜市場	
韭菜	53	朴子菜市場	



表 2 食材重量與來源調查表範例 (續)

個案餐廳		低碳飲食		碳足跡評估		調查日期：000	
料理編號：		料理名稱：		鮮蝦蔬菜餅			
記錄者：000							
食材名稱	重量 (克)	上游廠商					
芹菜	25	朴子菜市場					
香菜	10	朴子菜市場					
蒜頭	20	朴子菜市場					
辣椒	8	朴子菜市場					
麵粉	395	朴子雜貨行					
高麗菜	717	朴子菜市場					
蝦仁	90	東石魚塢					
蛋 (帶殼, 2 個)	142	朴子菜市場					
烹調方式	時間	電器功率	廚餘量	備註			
煎	13 分			油品種類：沙拉油			
				食用人數：15 位(大人)			

二、食材碳排量調查結果與討論

個案餐廳之調查結果如表 3 所示，由結果可以看出各料理之碳排量由高至低分別為香茅雞、羅勒有機杏鮑菇、鯛魚羹、炒白蝦、鮮蝦蔬菜餅、柳丁、手工小饅頭、炒青菜、菜脯蚵、花草茶、一夜干。碳排量大於 1 KgCO₂eq/Kg 者包括有香茅雞、羅勒有機杏鮑菇、鯛魚羹、樟哥大小蝦與鮮蝦蔬菜餅。分析造成其碳排量較大之主因，香茅雞主要因雞肉之單位碳排量為 2.6 KgCO₂eq/Kg；羅勒有機杏鮑菇則因為菇類之培養總需溫濕度控制，因而有較高之能量消耗，其單位碳排量為 3 KgCO₂eq/Kg；鯛魚羹則根據國內古雲傑之研究指出養殖鯛魚單位碳排量為 1.93 KgCO₂eq/Kg，另食材尚包括較高碳排量之菇類，故整體碳排量大；白蝦之蝦單位碳排量為 3.1 KgCO₂eq/Kg，鮮蝦蔬菜餅之主要碳排量來自於麵粉、高麗菜與蝦仁。

同樣為葷食之鮮蚵與虱目魚一夜干之碳排量顯然低許多，主要因貝類食材具有將水中碳酸轉換為貝殼主要成分碳酸鈣之特性，故其碳排量極低，甚至根據不同研究報導指出，可能低於零，亦即其扮演固碳角色，而非排碳角色。另依據 Patrick (2013) 之研究顯示虱目魚與蝦之混養系統碳排量 0.154 KgCO₂eq/Kg，且本料理食材與料理方式單純，故顯現之碳排量極低。

食物里程方面，由於多使用在地食材，運輸過程所導致之碳排量低，其中僅麵粉顯示較高之運輸碳排量，主要因國內目前多數麵粉仰賴進口，其小麥來源多來自於美國、加拿大與澳洲等地，因此以美國估算，其食物里程可高達 1 萬公里，因此，造就使用麵粉類之食材擁有較高之運輸碳排。雖此，目前個案餐廳已有自身所屬小麥田，相信未來將可進一步降低麵粉所導致之運輸碳排。

整體而言，本桌菜之總碳排量為 16.8 KgCO₂eq/餐(15 人)，本餐平均每人碳排量為 1.12 KgCO₂eq，根據許澤宇等人(2015)年之研究指出，日常生活與旅遊型態之碳排放差異，排除進口食材樣本，葷食日常平均碳排放為每人 0.89 公斤/餐，自助行為 3.1 公斤/餐，跟團旅遊為 3.02 公斤/餐，外出旅遊之飲食碳排量明顯高於日常飲食，本計畫於個案餐廳所作之調查，合菜形式亦同屬於觀光旅遊形式之飲食，計算得平均每人碳排量為 1.12 KgCO₂eq，僅略大於前述葷食日常平均碳排放量，相較於跟團與自助行之碳排數據，實屬較低碳之觀光飲食行為，值得推廣。



表 3 個案餐廳食材碳排量調查結果

單位：KgCO₂eq/餐

料理名稱	料理照片	食材名稱	生產 碳排	運輸 碳排	烹飪 碳排	總碳排
香茅雞	 香茅雞	全雞 (一隻) 香茅 蒜頭 辣椒 薑菜	4.269 0.019 0.022 0.041 0.014	0.00922 0.00000 0.00055 0.00007 0.00009	0.128	4.503
羅勒有機 杏鮑菇	 羅勒有機杏鮑菇	杏鮑菇 肉桂羅勒 蒜頭 青花菜	3.000 0.018 0.014 0.021	0.00340 0.00000 0.00033 0.00100	0.0512	3.096
鯛魚羹	 鯛魚羹	調味鯛魚 大白菜 筍絲 紅蘿蔔 黑木耳 香菇 秀珍菇 香菜 辣椒	1.679 0.618 -- 0.003 0.159 0.101 0.291 0.007 0.025	0.00000 0.00698 0.00082 0.00022 0.00048 0.00030 0.00054 0.00008 0.00004	0.224	3.020
炒白蝦	 樟哥大小蝦	白蝦 薑 (片) 樹仔 (破布仔)	1.345 0.009 --	0.00000 0.00006 0.00000	0.026	1.380
鮮蝦蔬菜 餅	 鮮蝦蔬菜餅	紅蘿蔔 小黃瓜 韭菜 芹菜 香菜 蒜頭 辣椒 麵粉 高麗菜 蝦仁 蛋(帶殼, 2 個)	0.005 0.014 0.027 0.001 0.005 0.014 0.025 0.112 0.356 0.279 0.084	0.00039 0.00050 0.00030 0.00014 0.00006 0.00033 0.00004 0.08259 0.00403 0.00000 0.00080	0.0832	1.094



表 3 個案餐廳食材碳排量調查結果 (續) 單位: KgCO₂eq/餐

料理名稱	料理照片	食材名稱	生產 碳排	運輸 碳排	烹飪 碳排	總碳排
柳丁	 水果 (柳丁)	柳丁	0.569	0.04258	--	0.612
手工小饅頭	 手工小饅頭	麵粉 (南瓜、芋頭、枸 杞、黑糖)	0.235	0.11768	0.102	0.456
炒青菜	 炒青菜	日本厚菜 蒜頭-雲林	0.411 0.020	0.00391 0.00050	0.0512	0.468
菜脯蚵	 菜脯蚵	青蒜 菜脯 蚵	0.013 0.034 0.170	0.00080 0.00068 0.00260	0.064	0.285
花草茶	略	大花咸豐草 水	-- 0.001	0.00000 0.00000	0.192	0.193
一夜干 (虱目魚)	 蒜香一夜干	虱目魚 鹽 水 酒 檸檬	0.075 -- 0.000 0.008 0.047	0.00000 0.00025 0.00000 0.00017 0.00017	0.038	0.168
沙拉油	略	沙拉油	0.231	0.00168	--	0.233
廚餘焚化碳排						1.294
總碳排						16.80
用餐人數	15 人	每人每餐平均碳排量				1.12



三、業者對於食材標示碳排量之意願

對於餐廳配合料理標示碳排量之施行，就個案餐廳而言，建議如表 4 之方式標示，一般桌菜乃以 10 人份預估，可標示 10 人份料理之碳排量，亦可同時標註平均一人份之碳排量。將前節所述沙拉油與廚餘碳排量合計為 1.5264 KgCO₂eq/Kg，平均分配至 10 道菜，則每道菜需再增加 0.15 KgCO₂eq/Kg，每道菜之碳排放量如表 3 所示。

表 4 個案餐廳料理碳排量標示建議

料理名稱	15 人份碳排量 (Kg CO ₂ eq)	10 人份碳排量 (Kg CO ₂ eq)	1 人份碳排量 (Kg CO ₂ eq/人)
香茅雞	4.65	3.1	0.31
羅勒有機杏鮑菇	3.25	2.17	0.22
鯛魚羹	3.17	2.11	0.21
樟哥大小蝦	1.53	1.02	0.1
鮮蝦蔬菜餅	1.24	0.83	0.08
柳丁	0.76	0.51	0.05
炒青菜	0.62	0.41	0.04
手工小饅頭	0.61	0.41	0.04
菜脯蚵	0.44	0.29	0.03
一夜干(虱目魚)	0.25	0.17	0.02
花草茶	0.19	0.13	0.01

本研究另針對業者之標示意願進行訪談，由於業者本身便以關懷在地產業、提攜在地新住民、關懷長者及推廣健康飲食為經營理念，飲食標示碳足跡可展現業者推廣在地食材、低碳飲食之理念，因此十分支持，並願意配合。

伍、結論與建議

一、結論

飲食被廣泛地視為是旅遊經驗很重要的組成部分。因為當地的特色食物本身即是一種旅遊吸引力，因此成為一個旅遊景點(Gossling et al. 2011)。也有學者提出“美食旅遊”的市場潛力，認為它具有較強的持續性依憑。這些論述皆說明了無論是食品生產或消費，在旅遊業之永續發展具有重要的作用。然而許澤宇等人(2015)之研究指出外出旅遊之飲食碳排量顯著高於日常飲食，本計畫於個案餐廳所作之調查，桌菜形式亦同屬於觀光旅遊形式之飲食，計算得平均每人碳排量為 1.12 KgCO₂eq/餐，僅略大於文獻所載葷食日常平均碳排放量，相較於跟團與自助行之碳排數據，實屬較低碳之觀光飲食行為，值得推廣。

食材的選用宜具在地性：由於食物里程是造成碳足跡很重要的因素，故在地食品經驗對促進當地持續發展，協助維護當地認同和支持農業多樣化具有潛力。事實上，目前國外尤其是歐洲的環保組織，他們要求在食物包裝上須標明食物經過多少里程才抵達販售的市場，部分餐飲業亦已跟進此項政策，例如瑞典的漢堡連鎖店「Max」，已在其菜單上標示食品碳排放量，瑞典也成為第一個推行食物環保認證標籤的國家，並推動減少食用肉類、以及減少溫室種植的蔬果，如此才能減少溫室氣體的排放，避免增加能源消



耗。美國波特蘭的 **New Seasons** 超市，則是以黃色標籤標示「當地產品」，另肉和蔬果的原產地亦會標示出來。因此，本研究此一基礎資料的建置，除提供飲食碳足跡建置之作業標準程序，對未來主管單位推動低碳飲食相關策略，如碳排放量標示等，均極具啟發性。

二、建議

飲食碳足跡的調查及菜單標示，是符合未來觀光趨勢的工作。在本研究執行期間亦發現，濱海遊憩區其實也有不少業者對低碳、碳足跡是略有耳聞，唯這部分特色對遊客的行銷並不多見。此外，個案此等諸羅美食聯盟成員生意相當好，近乎全年無休的情況，特別在近來布袋設立高跟鞋教堂後，人潮更是激增近四成(平日)、假日甚至是以往的兩倍，因此調查餐廳菜單之碳足跡過程並不容易，實則店家時間難抽出配合時間。因此，本研究有以下兩點建議。

1. 為了增加遊客對餐廳標示飲食碳足跡之接受度，前置作業需了解目標客群。因此未來須進一步了解遊客對飲食碳足跡之認知程度及其對碳排放標示餐點之消費意圖、消費動機。再者，配合人口統計變項之分析，清楚掌握消費動態，以此數據做為說服店家投入低碳飲食之行列。
2. 由公部門提供店家進行碳排放調查及標示之誘因，鼓勵店家投入低碳餐飲。事實上，低碳飲食不僅是永續環境的實踐體驗，更是重要之食農教育，對環境、社會而言，都可帶來正面之外部性。根據經濟學學理見解，在外部現象發生之際，會造成市場失靈，此時之市場均衡狀態，數量小於社會最適量，而政府公權力(資源)的介入，是導正此一市場失靈的方式之一。因此建議公部門應思考如何提供店家進行碳排放調查及標示之誘因。例如透過活動或發新聞稿的方式，揭露低碳飲食店家資訊，增加其曝光度；或者是辦理低碳餐飲料理大賽、低碳菜單創意設計等。透過公部門資源的挹注，未來店家配合做碳排放標示之意願才會更高。否則，即便是像個案等對於低碳餐廳有理念的店家，若未能好好落實前述相關工作，將低碳食材的資訊傳遞給遊客，實屬相當可惜。

參考文獻

1. 王文華(2007)。Life2.0:我的樂活人生，時報文化，台北市。
2. 蕭富元(2007)。臺灣不願面對的真相，天下雜誌，369期，100-120頁。
3. 柳中明(2008)。穩定未來氣候變化，科學發展月刊，428期，34-39。
4. 巫盈儀(2009)。以創新擴散理論探討消費者對食物里程認知與態度之研究。高雄餐旅學院餐旅管理研究所碩士論文，未出版，高雄市。
5. 張書寧(2010)。花蓮縣學校營養午餐食物里程之研究-以鳳林及萬榮地區合辦民營為例。東華大學環境政策研究所碩士論文，未出版，花蓮縣。
6. 陳淑芬(2012)。台灣東北部海域漁產碳足跡分析-以貢寮地區捕撈魚業為例。國立臺灣海洋大學環境生物與漁業科學學系碩士論文，未出版，基隆市。
7. 古雲傑(2013)。吳郭魚養殖碳足跡之調查-以雲林麥寮養殖戶為例，國立臺灣海洋大學水產養殖學系碩士論文，未出版，基隆市。
8. 行政院環境保護署(2010)。低碳飲食的定義及原則。
取自：<http://greenevent.epa.gov.tw/page2-1.asp>
9. 沈世宏(2010)。立院通過環境教育法專題，環保政策月刊，13(5)。
取自：<http://edn.udn.com/article/print.jsp?aid=279935&cid=11>
10. 石靜文(2011)。低碳生活健康又環保，閱讀大台中，6月號。



- 取自：<http://www.taichung.gov.tw/public/data/112010/31716453471.pdf>
11. 劉力仁(2011)。台灣人均碳排放量 亞洲第一。自由時報。
取自：<http://news.ltn.com.tw/news/life/paper/531003>
 12. 許澤宇、王姝丹、楊惠玲(2015)。觀光活動之飲食與日常飲食碳足跡差異探討。環境與管理研究，16(2)，51-69。
 13. Anagnostopoulos, K., Kalogeropoulos, N., Costarelli, V. and Abeliotis, K. (2014). *Estimated carbon dioxide equivalents emissions in Greece, following different types of diet*, International Conference ADAPT to CLIMATE, Cyprus.
 14. Aubin, J. and Fontaine, C. (2014). *Environmental impacts of producing bouchot mussels in Mont-Saint-Michel Bay (France) using LCA with emphasis on potential climate change and eutrophication*, Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector.
 15. Audsley, E., Brander, M., Chatterton, J.C., Murphy-Bokern, D., Webster, C. and Williams, A.G. (2010). How low can we go? An assessment of greenhouse gas emissions from the UK food system and the scope reduction by 2050. Report for the WWF and Food Climate Research Network.
 16. Berners-Lee, M. and Hoolohan, C. (2012). The greenhouse gas footprint of Booths. Booths GHG Report. SWC Ltd. Retrieved from :
<https://www.booths.co.uk/wp-content/themes/booths/images/Booths%20GHG%20Report%202012%20Final.pdf>
 17. Cao, L., Diana, J.S., Keoleian, G.A. and Lai, Q. (2011). Life cycle assessment of Chinese shrimp farming systems targeted for export and domestic sales. *Environ. Sci. Technol.*, 45, 6531–6538.
 18. Caracciolo, F., Cicia, G., Giudice, T.D., Menna, I., & Cembalo, L. (2012). CO2 Emission in the Fresh Vegetables Chains: A Meta-Analysis. In: U. Rickert; G. Schiefer, (Eds.) *System Dynamics and Innovation in Food Networks*(pp. 495-510). BONN: University of Bonn-ILB Press.
 19. Eriksson, M., Strid, I. and Hansson, P.A (2015). Carbon footprint of food waste management options in the waste hierarchy- Swedish case study. *Journal of Cleaner Production*, 93, 115-125.
 20. European Commission Joint Research Centre (2006). Environmental Impact of Products (EIPRO) Analysis of the life cycle environmental impacts relates to the final consumption of the EU-25. IPTS/ESTO project main report. Retrieved from :
http://ec.europa.eu/environment/ipp/pdf/eipro_report.pdf
 21. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) (2006). Livestock a Major Threat to the Environment: Remedies Urgently Needed. Retrieved from :
<http://www.fao.org/newsroom/en/news/2006/1000448/index.html>.
 22. Farmery, A.K.; Gardner, C.; Green, B.S.; Jennings, S. and Watson, R.A. (2015). Domestic or imported? An assessment of carbon footprints and sustainability of seafood consumed in Australia. *Environmental Science and Policy*, 54, 35-43.
 23. Gössling, S., Garrod B., Aall C., Hille J. and Peeters P. (2011). Food management in tourism: reducing tourism's carbon “foodprint”. *Tourism Management* , 32: 34-543.
 24. IPCC (2007). *Summary for policymakers. Intergovernmental Panel on Climate Change: Fourth assessment report: Climate change 2007: Synthesis report*. Cambridge: Cambridge University Press.
 25. Jia, J.X., Ma, Y.C. and Xiong, Z.Q. (2012). Net ecosystem carbon budget, net global warming potential and greenhouse gas intensity in intensive vegetable ecosystems in China. *Agriculture, Ecosystems and Environment* Volume: 150, 15, 27-37.





26. Kemp, K., Insch, A., Holdsworth, D.K. and Knight, J.G. (2010). Food miles: Do UK consumers actually care?. *Food Policy*, 35(6):504-513.
27. Lang T. and Heasman M. (2004). Food Wars: the global battle for mouths, minds and markets. *Earthscan publications*, 365PP.
28. LCA Food. (2003). LCA food database. Retrieved from : <http://www.lcafood.dk>
29. Lynch, D.H., MacRae R. and Martin, R.C. (2011) The Carbon and Global Warming Potential Impacts of Organic Farming: Does It Have a Significant Role in an Energy Constrained World?. *Sustainability*, 3, 322-362.
30. McKinnon, A. and Piecyk, M. (2010). Measuring and Managing CO2 Emissions of European Chemical Transport. Edinburgh, UK: Logistics Research Centre, Heriot-Watt University.
31. Meisterling, K., Samaras, C. and Schweizer V. (2009) Decisions to reduce greenhouse gases from agriculture and product transport: LCA case study of organic and conventional wheat. *Journal of Cleaner Production*, 17, 222–230.
32. Michalsky, M. and Hooda, P.S. (2015) Greenhouse gas emissions of imported and locally produced fruit and vegetable commodities: A quantitative assessment. *Environmental Science and Policy*, 48, 32-43.
33. Muthu, S. S. (2014). Assessment of Carbon Footprint in Different Industrial Sectors, Volume 1. Dordrecht: Springer.
34. Nilsson, H. (2012). Integrating Sustainability in the Food Supply Chain - Two Measures to Reduce the Food Wastage in a Swedish Retail Store. Uppsala University and the Swedish University of Agricultural Science, Uppsala. Master thesis in Sustainable Development Nr. 94.
35. Nixon, B. (2011). A Better World is Possible. Winchester: O-Books.
36. NTMcalc (2014). Metod for beräkning av gods & logistik (Method for calculations of goods and logistic). Retrieved from : <http://www.ntmcalc.se/index.html>
37. Pathak, H., Jain, N., Bhatia, A., Patel, J. and Aggarwal, P.K. (2010) Carbon footprints of Indian food items, Agriculture. *Ecosystems and Environment* Volume: 139, Issue: 1-2, October 15, 2010, pp. 66-73.
38. Patrick, W. (2013). Case study on the impacts of climate change on Milkfish pond production Panay Island, Philippines, Case Study Report.
39. Punakivi, M. and Saranen, J. (2001). Identifying the success factors in e-grocery home delivery. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 29(4):156-163.
40. Punakivi, M. and Tanskanen, K. (2002). Increasing the cost efficiency of e-fulfilment using shared reception boxes. *International Journal of Retail and Distribution Management*, 30(10):498-507.
41. Punakivi, M., Yrjölä, H. and Holmström, J. (2001). Solving the last mile issue: reception box or delivery box. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 31(6): 427-439.
42. SARF (Scottish Aquaculture Research Forum). (2012). Carbon footprint of Scottish suspended mussels and intertidal oysters. Retrieved from : <http://www.sarf.org.uk/cms-assets/documents/43896-326804.sarf078>.
43. SIK foder (2014). LCA Foder Database.
Retrieved from : <http://www.sikfoder.se/En/Sidor/default.aspx>
44. Stancu, C. & Smith, A. (2006). Food miles – the international debate and implications for New Zealand exporters. (Briefing Paper 1). Auckland, Landcare Research, Business and Sustainability Series.
45. Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., and de Haan, C. (2006) Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. Rome: Food and





- Agriculture Organization of the United Nations.
46. Tongpool, R. and Pongpat, P. (2013) Analysis of Shiitake Environmental Performance via Life Cycle Assessment. *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol. 4, No. 5, 552-556.
 47. Ueawiwatsakul, S., Mungcharoen, T. and Tongpool, R. (2014) Life Cycle Assessment of Sajor-caju Mushroom (*Pleurotus Sajor-caju*) from Different Sizes of Farms in Thailand. *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol. 5, No. 5, 435-439.
 48. UNWTO-UNEP-WMO (2008). Climate change and tourism: Responding to global challenges. Madrid: UNWTO, UNEP & WMO.
 49. USEPA (2014). How to Prepare an Efficient Producer Petition Version 1.0.





A Preliminary Study on the Carbon Footprint of Low-Carbon Restaurants in Coastal Recreation Areas

Che-Yu Hsui^{a*}, Chih-Wen Ting^a, Hui-Ling Yang^b

^aAssociated Professor, Graduate Institute of Tourism Management, Nanhua University.

^b Secretary General, Association of Taiwan Slow Travel

ABSTRACT

Food consumption is one of the important sources of greenhouse gases in the travel process. Based on the case studies of Chinese style group meal of the low-carbon restaurant in the Southwest coast National Scenic Area, this study evaluate the greenhouse gas potential generated in travel diet from cradle to grave (food waste disposal) and cooking fuel consumptions (expressed as CO₂-equivalent CO₂-eq). The study found that: the menu of the restaurants is designed for 10 dishes plus 1 beverage for 10 to 15 people. From the dishes, meat dishes accounted for more than one-third (about 37%), vegetable dishes accounted for one-quarter (27%), mixed meat and vegetables dishes accounted for about one-fifth (18%), and the rest are cereals (steamed buns) and beverages which accounted for 9% each. The average carbon contribution per person per meal is 1.12 KgCO₂eq/Kg. Among them, meat products accounted for 54% of the menu's total carbon emissions, 9% for vegetable/meat mixed dishes, 25% for fruits and vegetables, 3% for cereals and 1% for beverages, while kitchen waste accounted for 8% of total carbon emissions. In fact, the low-carbon restaurant ingredients are mostly selected from local ingredients while meat dishes are mainly based on aquaculture products in the local area. Therefore, it was found that the carbon emissions contributed by each person per meal are relatively low compared to the usual way of dining. Through this study, the greenhouse gas potential and the impact on the environment that may be generated during sightseeing catering process can be obtained. The research results can be used as a reference for the management of catering environment in tourism.

Keywords: Greenhouse Gas, Carbon Footprint, Life Cycle Assessment, Emission Factor, Dietary Patter

* Email: cy.hsui@gmail.com

