觀賞植物碳足跡盤查

農業部花創中心 吳容儀　農試所產服中心 黃家康

一、前言

自2021年政府正式宣示「2050淨零轉型也是臺灣的目標」，控制平均氣溫升幅於1.5℃以內，全國各行各業開始如火如荼討論碳排放等議題。依據2018年世界資源研究所統計結果，全球碳排放量為489億公噸二氧化碳當量(CO_2 eq)，農業占12.2%。臺灣碳排放總量為2.75 億公噸二氧化碳當量，占全球總排放量0.56%，排名第23。我國溫室氣體(greenhouse gas, GHG)總排放量，不包括土地利用、土地利用變化及林業(land use, land-use change, and forestry，簡稱LULUCF)，自2005年291,183 千公噸二氧化碳當量， 降至2022年285,967 千公噸二氧化碳當量，排放量減少1.79%，年平均負成長率為0.11%。在2022年總溫室氣體排放組成，二氧化碳排放占比為95.70%，其中，農業部門占0.01%，能源部門占94.25%、工業製程及產品使用部門占5.40%、農業部門占0.01% 與廢棄物部門占0.34%(EPA 2024)。

臺灣已於2021年世界地球日當日宣示2050年要達到碳中和，由行政院統籌各部會積極佈署2050淨零排放路徑評估。「氣候變遷因應法」亦已於2023年2月15日經總統公布，該法修正自《溫室氣體減量及管理法》，並正式訂定2050年淨零排放目標，為臺灣的氣候治理奠定重要的法源基礎，這兩年也陸續有淨零轉型之策略推動與全球共同對抗氣候變遷。談到碳排放減量，勢必得先做盤查，方能作為後續減量成效的基準，這幾年政府投入不少經費與人力致力於碳足跡盤查、減碳農耕與碳匯之操作，也辦理不少相關議題之教育訓練，但對多數業者、民眾甚至是部分研究人員而言，所謂的「碳足跡」雖然耳熟能詳，但卻一知半解，實應多些科普教材推廣，讓民眾重視此議題，提高採購綠色產品之意願，方能帶動業界自主性盤查產品。基於此，有關碳足跡盤查方面的知識，後續筆者將安排文章，由淺而深依序帶入相關知識以及分享農業試驗所花卉試驗分所在花卉產業目前的盤查現況。

二、主要溫室氣體

陽光穿越大氣層照射地球表面的過程，溫室氣體會吸收來自地球表面、

作　　者：吳容儀副研究員
連絡電話：05-5820822-8305

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005

大氣本身或雲層反射之熱紅外輻射光譜中特定波長的輻射，將熱能留在地球表面，無法散出大氣層外，此過程有助於保持地球的溫暖，但當溫室氣體過多則會造成地球暖化現象。主要的溫室氣體包括二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF_6)及三氟化氮(NF_3)七種(圖一)，碳盤查與碳足跡主要就是針對此7種溫室氣體進行盤查，最後則以排放量最高的二氧化碳(CO_2)做為總碳排放量表示，單位為二氧化碳當量(CO_2e)。

(一) 二氧化碳(CO_2)

在臺灣二氧化碳主要來自於燃料燃燒、工業製程與電力使用過程，依據中華民國國家溫室氣體清冊報告顯示，2005 年二氧化碳排放量為266,888 千公噸二氧化碳當量，2022 年為273,683 千公噸二氧化碳當量，增加2.55%，平均成長率為0.15%；2022 年二氧化碳排放量占總溫室氣體排放量95.70%，其中，以能源部門占94.25%、工業製程及產品使用部門占5.40%、農業部門占0.01% 與廢棄物部門占0.34%。

(二) 甲烷(CH_4)

在臺灣甲烷主要來自燃料燃燒、廢棄物掩埋、農業與畜牧業，2005 年甲烷排放量11,386 千公噸二氧化碳當量，2022 年為4,564 千公噸二氧化碳當量，減少59.91%，平均負成長率為5.24%，2022年甲烷排放量占總溫室氣體排放量1.60%，其中，以農業部門占44.97% 最多，其餘依次為廢棄物部門占36.23%、能源部門占18.27%、及工業製程及產品使用部門占0.53%。

(三) 氧化亞氮(N_2O)

氧化亞氮主要來自燃料燃燒、農業與畜牧業，氧化亞氮排放源為工業製程及產品使用部門、農業部門與能源部門，廢棄物部門也有少量排放。2005 年氧化亞氮排放量為3,657 千公噸二氧化碳當量，2022 年增加為3,800 千公噸二氧化碳當量，增加3.90%，平均成長率0.23%；2022 年氧化亞氮排放量占總溫室氣體排放量1.33%，其中，以工業製程及產品使用部門占最高(40.15%)，其餘依次為農業部門占29.04%、能源部門占27.81%，廢棄物部門占2.99%。農業部門氧化亞氮排放，主要以農業土壤排放為主，排放來源包括農地施用化學肥料、動物排泄物、固氮作物、農作物殘體等。

(四) 氫氟碳化物(HFCs)

氫氟碳化物排放主要來自工業製程與產品使用部門，包括早期以化學工業之含氟化合物生產為主要來源，後期為冷凍空調、半導體及滅火器。氫氟碳化物排放量2022 年為1,555 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的0.54%，2022 年較2005年增加410.95%，年平均成長率為10.07%。

(五) 全氟碳化物(PFCs)

全氟碳化物主要來源來自光電與半導體業，早期積體電路或半導體尚未大量生產，全氟碳化物排放量相關資料不

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005

齊全，故無法估算其排放量，2004 年後由於台灣半導體產業協會配合政府推動自願減量，包括半導體業、光電等產業導入安裝尾氣處理設施，同時以量測程序進行製程改善，使得全氟碳化物排放量逐年下降。依據2024年中華民國國家溫室氣體清冊報告，2021 年我國全氟碳化物排放量為1,354千公噸二氧化碳當量，2022 年則降至1,250 千公噸二氧化碳當量，減少7.72%。

(六) 六氟化硫(SF_6)

六氟化硫主要來自光電、半導體業以及氣體斷路器。六氟化硫排放量自2002年起逐年上升，主因是薄膜電晶體(thin-film transistor，TFT)平面顯示器、電力設備及鎂的生產使用量增加，以2004年5,288 千公噸二氧化碳當量為最高排放量，而後因六氟化硫使用量減少，導致其排放量逐年減少，約減少83.33%。



圖一、主要的7種溫室氣體。

2022年我國六氟化硫排放量為660 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的0.23%，

(七) 三氟化氮(NF_3)

三氟化氮主要來自半導體與面板業，自2001年起三氟化氮排放量逐年攀升，其原因為半導體使用量增加。2008年因全球經濟面臨衰退，導致其排放量大幅下降至191 千公噸二氧化碳當量(2007年：747 千公噸二氧化碳當量)，而後因半導體使用量增加，使得三氟化氮排放量自2012 年363 千公噸二氧化碳當量上升至2013 年723 千公噸二氧化碳當量，2014 年後逐年微幅下降，2022年三氟化氮排放量為455千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的0.16%。

三、什麼是碳盤查與碳足跡

近幾年常聽到碳盤查與碳足跡，常令人容易混淆。簡單來講，碳盤查是指收集一個組織(工廠、企業)的碳排放數據，最後計算出總排碳量的方法(圖二)，例如：A蘭園全廠生產製造所有產品的總排碳量為1,200公噸CO_2e/年。企業可以透過碳盤查，了解自身產品或服務的總碳排放量，碳盤查能協助企業盤點自身的總碳排放量，以此為基準，作為擬定減碳策略、用實際數據展現企業減少碳排的成

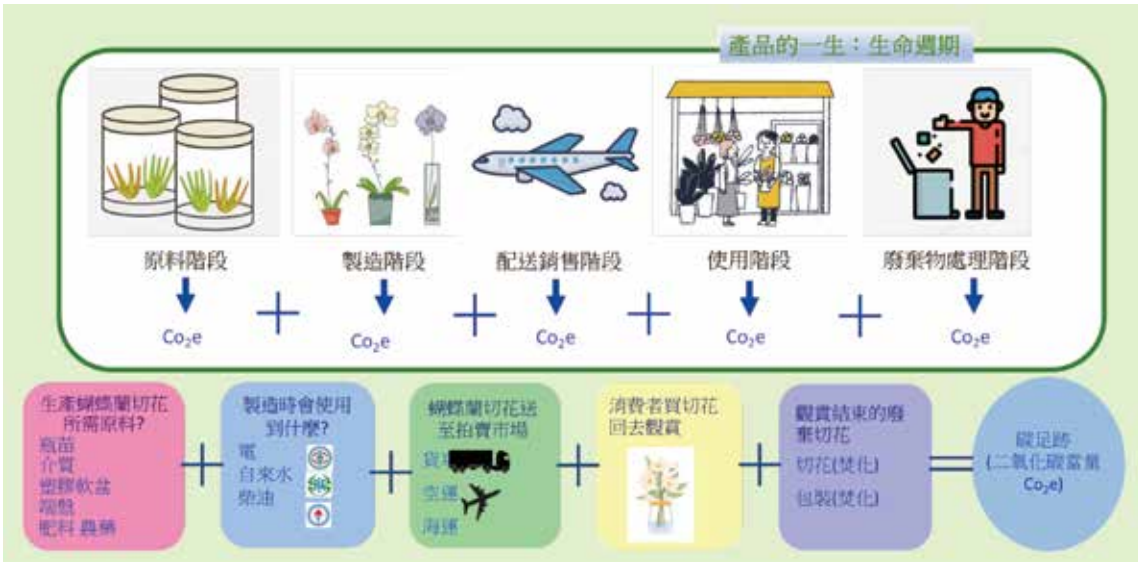
DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005

果、確保企業的國際競爭力、提升企業國際形象以及符合跨國企業對供應鏈所做的要求。除了環保署公告應進行碳盤查的特定產業與高排放量的企業之外，一般的企業也能依照環保署編撰的溫室氣體排放量盤查作業指引，或國際標準溫室氣體盤查議定書 (GHG Protocol)、ISO 14064-1:2018 等方式來進行碳盤查。

碳足跡指的是計算一個產品或服務在整個生命周期過程所產生的溫室氣體總排碳量(圖二、圖三)，例如：A蘭園生產1支切花的總排碳量為2.5kg CO_2e。進行產品的碳足跡盤查，可以了解產品製程過程中的排放熱點，進而做產程調整、成本降低以及精準投資，為未來減碳做準備。自主性地盤查除了可以提升



圖二、碳盤查與碳足跡的差異。



圖三、碳足跡為一個產品在整個生命周期所產生的溫室氣體總排碳量。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005

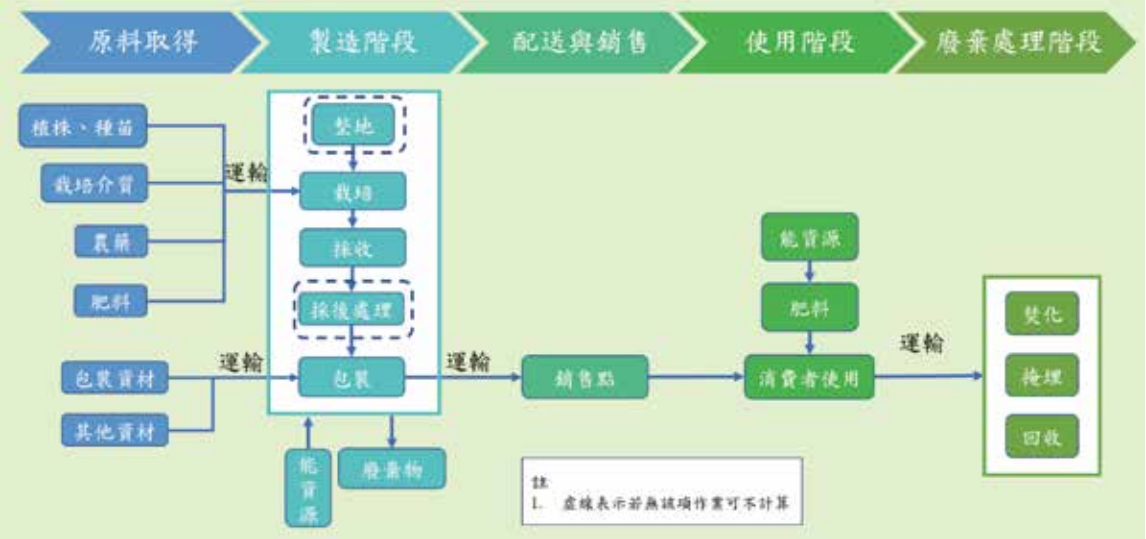
企業形象，也是維持國際競爭力的方法之一。選擇盤查的產品通常是以公司的主力產品為優先，除了產品可以計算碳足跡外，還有服務也可以計算碳足跡，例如:搭乘高鐵。碳盤查與碳足跡兩者的相同點；1.都是針對7種溫室氣體進行盤查、2.計算碳排放量的總量，單位為二氧化碳當量(CO_2e)；相異點是兩者盤查的對象不同。若業者要做自家產品的碳足跡盤查，筆者建議優先選擇主力產品。

四、觀賞植物產品類別規則與碳足跡

為使碳足跡盤查能有一致的規範，進行盤查時必須依循該類產品之碳足跡產品類別規則(product category rule，PCR)，目前環境部所審核通過之觀賞植物PCR是由農委會(現農業部)向環保署(現環境部) 提出修訂，並於2023年7月28日審議通過，主要是考量原先設施栽培植物(觀賞用)PCR的適用品項僅限於設施生產之觀賞植物產品(如蘭花等)，無法含括多數花卉園藝之範疇(如露地栽培花卉、露天生產盆花等)，故將其修訂為觀賞植物PCR。

產品類別規則文件包含：產品組成、生命週期流程圖、生命週期各階段應收集之活動數據項目等，以確保在盤查該類產品時能有一致標準，以觀賞植物PCR為例，產品組成除植物體本身外，還包含介質、包裝材及盆器等，在進行碳足跡盤查時均應納入評估。

生命週期流程圖如圖四所示，在原料取得階段應收集植株種苗、栽培介質、農藥、肥料、包裝資材等溫室氣體排放量資訊；在製造階段，整地、栽培、採收、採後處理、包裝等製程所用的能源用量、使用自來水之用量、切花、盆花及廢棄物的產出量，均應收集，且於製造階段，應優先使用一級數據；配送銷售階段，僅需收集從生產場域至第一階配送點之運送過程，但應記錄運輸方式、使用之交通工具、運送量、距離等



圖四、觀賞植物生命週期流程圖(擷取自觀賞植物產品類別規則)。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005

資訊，若於運輸過程使用冷藏冷凍，亦應納入評估；使用及廢棄處理階段的活動數據因不易取得實際資料，故可參考PCR中的情境假設計算。各階段應收集的活動數據項目整理如圖五。

五、結語

隨著全球對氣候變遷的關注升溫，碳足跡盤查已成為各行各業邁向永續發展的重要工具。觀賞植物雖非傳統高碳排產業，但其生產過程中所涉及的能源使用、包材消耗與物流運輸，皆為潛在的溫室氣體排放來源。碳足跡不再只是環保口號，而是每個人、每個產業都應該了解的實際行動指標。透過碳足跡盤查，可以更清楚掌握哪些地方可以改善，進而調整生產流程、降低能源使用，提升效率。對業者來說，主動盤查碳足跡，不僅有助於未來因應國內外的碳管理規範，更是展現企業責任與永續經營的重要一步。而對一般消費者而言，認識碳足跡，便是選擇友善環境產品的起點。每一個行動的背後，都是改變的可能，從了解開始，讓綠色思維扎根在日常，一起為淨零未來盡一份力量。

六、參考文獻

中華民國國家溫室氣體清冊報告2021、2024。

施雅惠 林旻頡 陳琦玲:2021。因應 2050 淨零排放農業部門減排策略初擬。技術服務季刊:128:1-6。

經濟部產業發展屬產業節能減碳資訊網。觀賞植物產品類別規則第1.0版。行政院環境保護署核准日期：2023.07.28。

編啟：本文作者原服務於本所花卉分所，因農業部組織統整，花卉分所已於114年9月1日正式掛牌為直屬農業部的四級機構「花卉創新園區研究發展中心(簡稱花創中心)」。



圖五、觀賞植物生命週期各階段應收集活動數據項目。

DOI：10.30248/TSQBTARI.202509_(143).0005