

地理研究 第68期 民國107年5月
Journal of Geographical Research No.68, May 2018
DOI: 10.6234/JGR.201805_(68).0002

假期效應：不同季節連續假期對臺灣各區域 空氣品質影響之研究

The Holiday Effect: Effect of Long Vacations in Different Season on Local Air Quality in Taiwan

李崇恩^a

陳嘉惠^b

郭乃文^c

Chong-En Li

Jia-Hui Chen

Nae-Wen Kuo

Abstract

While compared with the previous studies that emphasized on the decrease of air pollution concentration in the urban area during holidays (i.e. positive “holiday effect”), the current research aims to determine which locations experience increased levels of air pollution during holidays (i.e. negative “holiday effect”). Air pollutant concentrations (CO, PM₁₀, NO₂, and SO₂) from the Taiwan EPA air quality monitoring database were collected and analyzed in this study. Finally, the hourly data from seventy-one monitoring stations were analyzed between 2005 to 2014.

According to the results, the negative “holiday effect” eventuated in different places and has specific spatial characteristics. Based on the spatial and temporal distribution of data regarding holiday effect indicators in Taiwan, a positive “holiday effect” was observed in Northern Taiwan, consisting of CO and PM₁₀, while a negative “holiday effect” was observed in Southern Taiwan. In addition, although both Northern and Southern Taiwan have positive “holiday effect” in terms of NO₂, the positive “holiday effect” of NO₂ in Southern Taiwan was weaker than that in Northern Taiwan. These results indicate that the Southbound holiday migration during long vacations may deteriorate air quality in Southern Taiwan, in contrast to the popular concept of “going South to get fresher air”.

^a 國立臺灣師範大學地理學系碩士班研究生，通訊作者 (E-mail: chongen2011305@outlook.com)

Graduate Student, Department of Geography, National Taiwan Normal University. Corresponding Author.

^b 國立臺灣師範大學地理學系碩士班研究生。

Graduate Student, Department of Geography, National Taiwan Normal University

^c 國立臺灣師範大學地理學系教授。

Professor, Department of Geography, National Taiwan Normal University.

However, in terms of SO₂ emissions and cold seasons, the spatial difference between Northern and Southern Taiwan, in terms of the “holiday effect”, was not significant. As SO₂ emissions are mainly associated with industrial activity, it may be an inadequate indicator for assessing the “holiday effect”. Furthermore, as the air diffusion conditions deteriorate during cold seasons, the “holiday effect” is less likely to be observed.

In summary, the indicators of CO and PM₁₀ can be used to explain the negative holiday effect and show the spatial difference between Northern and Southern Taiwan. Moreover, the air pollutants resulted from the vehicles that people use during their vacations may increase and will affect the local air quality in the southern areas of Taiwan.

Keywords: Holiday Effect, spatiotemporal analysis, air pollution, CO, PM₁₀

摘要

有別於過去研究強調「都市空氣污染濃度會在假期時降低」(即所謂的：正假期效應)，本研究特別指出某些地區在假期時空氣污染濃度反而會升高(即所謂的：逆假期效應)。我們使用行政院環境保護署空氣品質監測資料庫之空氣污染物監測數據，選擇 CO、PM₁₀、NO₂ 和 SO₂ 等空氣污染物作為指標，分析臺灣西部 71 個空氣品質測站 2005 年到 2014 年間每小時污染物監測數據。

研究結果表明，逆假期效應具有特定的時空分布特徵。從「臺灣假期效應時空分布圖」可以看到，北部地區的 CO 和 PM₁₀ 出現正假期效應，而南部地區則出現逆假期效應；另外，儘管臺灣北部和南部在 NO₂ 方面都是正假期效應，但是後者的效應強度卻弱於前者。這些結果表明，連假期間南下返鄉與旅遊的車潮可能會惡化臺灣南部的空氣品質，為了呼吸新鮮空氣而南下的遊客反而會吸到更差的空氣。

然而，就 SO₂ 濃度和冷季空品的表現來看，上述正、逆假期效應南北差異的地理界線並不明顯。由於 SO₂ 排放主要與工業活動有關，可能因此不足以做為評估各式假期效應的標的，另外由於冷季時大氣擴散條件不佳，假期效應也才不容易被觀察到。

綜上所述，本研究發現連假時大量往南移動的車流，確實影響南部地區空氣品質，而產生所謂的「逆假期效應」，其中 CO、PM₁₀ 正是評估逆假期效應最佳的空氣污染指標，可供未來進一步預測、分析。

關鍵詞：假期效應、時空分析、空氣污染、CO、PM₁₀

緒論

工廠與通勤廢氣是空氣污染的元凶之一，連續假日因為工商業休假、通勤人口減少，空氣品質常因此好轉，這被稱為「假期效應」(Holiday Effect)，此類研究已在國內外各地驗證(王建文，2010；王茲燁，2010；孫蓁儀，2009；陳美先，2013；談珮華，2012；談珮華等，2008；談珮華、孫蓁儀，2014；Adame *et al.*, 2014; Beirle *et al.*, 2003; Gour *et al.*, 2013; Khoder and Hassan, 2008; Latha and Badarınath, 2003; Marr and Harley, 2002; Morawska *et al.*, 2002; Qin, Tonnesen and Wang,

2004; Riga-Karandinos and Saitanis, 2005; Steinbacher *et al.*, 2005; Tan *et al.*, 2009, 2010; Tan, Chou and Chou, 2013; Tan, Chou and Liang, 2008)。

從前人研究中可歸納出兩種作法。其一是討論週末與非週末之間的差異，得出非週末時期空氣污染程度較高 (Adame *et al.*, 2014; Beirle *et al.*, 2003; Gour *et al.*, 2013; Khoder and Hassan, 2008; Latha and Badarinath, 2003; Marr and Harley, 2002; Morawska *et al.*, 2002; Qin, Tonnesen and Wang, 2004; Riga-Karandinos and Saitanis, 2005; Steinbacher *et al.*, 2005)，又稱為週末效應 (Weekend Effect)；其二是比較春節與非春節之間的差異，顯示春節期間污染物濃度會降低 (王建文，2010；王茲燁，2010；孫綦儀，2009；陳美先，2013；談珮華，2012；談珮華等，2008；談珮華、孫綦儀，2014; Tan *et al.*, 2009, 2010; Tan, Chou and Chou, 2013; Tan, Chou and Liang, 2008)。上述論文總結空氣品質會在週末或春節期間轉好，並視為典型的假期效應表現，本研究特別提出兩個可以進一步討論的問題如下。

其一，污染物濃度並不必然都會在假期期間降低，這應取決於各種排放源增加或減少的量來決定。過去文獻指出人為活動對污染物濃度變化主要是與汽機車等移動源 (Adame *et al.*, 2014; Beirle *et al.*, 2003; Gour *et al.*, 2013; Khoder and Hassan, 2008; Latha and Badarinath, 2003; Marr and Harley, 2002; Morawska *et al.*, 2002; Qin, Tonnesen and Wang, 2004; Riga-Karandinos and Saitanis, 2005; Steinbacher *et al.*, 2005)、工廠等固定源排放量 (Adame *et al.*, 2014; Beirle *et al.*, 2003; Riga-Karandinos and Saitanis, 2005; Steinbacher *et al.*, 2005) 有關，這意味著倘若在連續假期時，某些地區反而會吸引大量車潮，使得移動源增加的排放量更高於固定源減少的總額，污染濃度將不降反升，值得深入討論。其二，過去常見使用春節來討論假期效應的文獻 (如上段所述)，但無法從中看出冷季的東北季風、暖季的不穩定大氣條件對於空污的影響，因為在不同季節相異的氣候特徵之下，會造成不同強度的假期效應，所以在不同季節中各取幾個連續假日來探討，才能看到更多值得注意的訊號。

本研究將上述兩點視為全文重點關心的問題，將會在下文中透過資料之統計分析，找出空氣品質在連續假期期間沒有轉好的點位分布，並且比較這些地方在冷季和暖季是否有特別的表現差異，試圖從中得出該空間分布型態所透漏的資訊。本研究預期連續假期期間返鄉、旅遊的熱點將是容易空氣劣化的位置，原本以追求放鬆或團圓為目的的旅 (遊) 客，反而可能成為空污威脅的第一線受害者，此議題應該獲得更大的重視。

研究方法

(一) 連假與平日的定義

連續假日 (下稱連假) 是指「包含假日當日在內，放假天數三日以上者」，因為天數夠長才能提升民眾返鄉、旅遊的意願，11~4 月中有元旦、春節、和平紀念日、清明連假，5~10 月中有端午、中秋、國慶連假，分別代表冷暖兩季受到車潮所影響後的空氣品質狀態。表 1 為本研究期間 (2005-2014)「冷季連假」與「暖季連假」日期。

表 1 2005-2014 年間符合本文「連假」定義之日期列表

	冷季連假			暖季連假		
2005	2/06-2/13	2/26-2/28	-	10/8-10/10	-	-
2006	1/28-2/2	-	-	10/6-10/10	-	-
2007	12/30-1/1	2/17-2/25	4/5-4/8	6/16-6/19	9/22-9/25	-
2008	2/6-2/11	4/4-4/6	-	10/10-10/12	-	-
2009	1/24-2/1	1/1-1/4	-	5/28-5/31	-	-
2010	2/13-2/21	1/1-1/3	4/3-4/5	-	-	-
2011	2/2-2/7	2/26-2/28	4/2-4/5	6/4-6/6	9/10-9/12	10/8-10/10
2012	1/21-1/29	2/25-2/28	-	-	-	-
2013	12/29-1/1	2/9-2/17	4/4-4/7	9/19-9/22	-	-
2014	1/30-2/4	2/28-3/2	4/4-4/6	5/31-6/2	9/6-9/8	10/10-10/12

資料來源：行政院人事行政總處。

連假前後各十日則定義為「平日」，沒有排除一般的週六週日，以確保連假、平日兩組資料取樣當時的大氣條件相異不大。

(二) 資料處理方法

本文研究範圍為臺灣本島全境，以行政院環境保護署架設的空氣品質監測站為樣本點，並用相對長時間的平均數值來稀釋極端天氣影響，將存有 CO、PM₁₀、NO₂ 與 SO₂ 相對完整時資料的 10 年（2005 年 1 月 1 日至 2014 年 12 月 31 日）定為取樣區間。選擇這四種空氣污染物的原因在於，這是空氣污染指標（Pollutants Standards Index, PSI）五項副指標中，與人類活動直接相關者，O₃ 雖然也是 PSI 的副指標之一，但大多數是 NO_x 與 NMHC 在光化作用下的二次生成物，所以不在這裡討論。

環境保護署為我國中央機關，有相當嚴格的品保程序（葉雨松、徐澄清，2012），每小時一筆資料，若某小時有效取樣時間少於 45 分鐘視為無效（空氣污染防治法施行細則），資料缺失的時間並無規律，沒有發生系統性誤差之虞；然而部分監測站位置在近 10 年內有搬遷紀錄，包括大同/泰山、嘉義、豐原、新店、宜蘭、彰化、楠梓、基隆、汐止、萬華、左營、崇倫/麥寮、菜寮、忠明、林園、冬山等，其中又以大同/泰山站、崇倫/麥寮站遷移的距離最大，故捨棄這兩個監測站所蒐集到的資料，其他站移動距離僅約在數百公尺至兩公里上下，仍視為同一地點予以保留。基此，我們僅採用臺灣本島 73 個監測站之中 71 個的資料。

本研究將「連假期間」與「平日期間」空氣污染數據進行兩母體平均數差獨立樣本 t 檢定，以釐清污染濃度是否會因為連假發生改變，同時將冷、暖兩季分開處理，彰顯冷季的東北季風、暖季的不穩定大氣條件對空氣品質的影響力。

「假日」與「平日」兩組樣本數量皆大於 30 筆，檢定結果可信。另一方面，由於降雨伴隨的溼沉降過程可以快速去除污染物質，強風伴隨的有利擴散條件可以快速稀釋污染濃度，倘若降雨跟強風發生的時間高度集中在假日（或平日），將會對研究結果造成影響，但在檢視原始資料後發現，兩組資料下雨天數比例跟強風天數比例相當，因此排除這部分的影響。

(三) 研究限制

本研究以十年的資料進行統計，並以季節作為分類依據，是基於時間落在冷季（暖季）的連假大氣條件比較（不）穩定的假設之上。不以每個連假當時確切的天氣型態（諸如晴天、陰天、雨天，或高壓主導、鋒面型態、東北季風）來分類討論，是因為同一個連假裡面，不一定兩、三天的天氣都一樣，所以才採用前述做法。

研究結果

在將連假與平日兩組樣本完成統計檢定之後，出現三種可能的結果，第一種即為過去文獻中典型的假期效應，而後兩種則是本研究特別關注、非典型的假期效應類型：

1. 正假期效應：CO、PM₁₀、NO₂ 與 SO₂ 平日測值減去連假測值之差值為正數且達統計上顯著者。
2. 逆假期效應：CO、PM₁₀、NO₂ 與 SO₂ 平日測值減去連假測值之差值為負數且達統計上顯著者。
3. 無顯著假期效應：無論平日測值減去連假測值之差值為正數或負數，未達統計上顯著者皆屬此類（在 95% 的信心水準下，即 $P > 0.05$ ）。

本研究以資料視覺化方式呈現檢定結果，以利從中找尋特殊的區域差異。圖 1 至圖 4 分別為 CO、PM₁₀、NO₂ 與 SO₂ 假期效應強度圖，冷季與暖季並陳，圖中點位代表各監測站位置，並以顏色區分不同的空污型態，綠色（紅色、灰色）表示正假期效應（逆假期效應、無顯著假期效應），粒徑愈大表示假期效應強度愈強，等級分級的方式是先將差值取絕對值後，以最大值至 0 之間均分為三等份，即為三個等級。

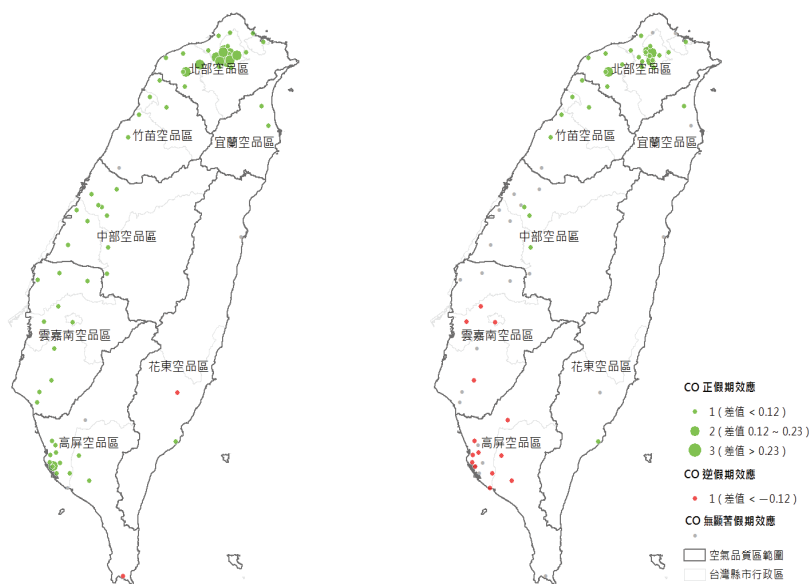


圖 1 CO 在冷季與暖季的假期效應時空分布圖（其中左為冷季、右為暖季）

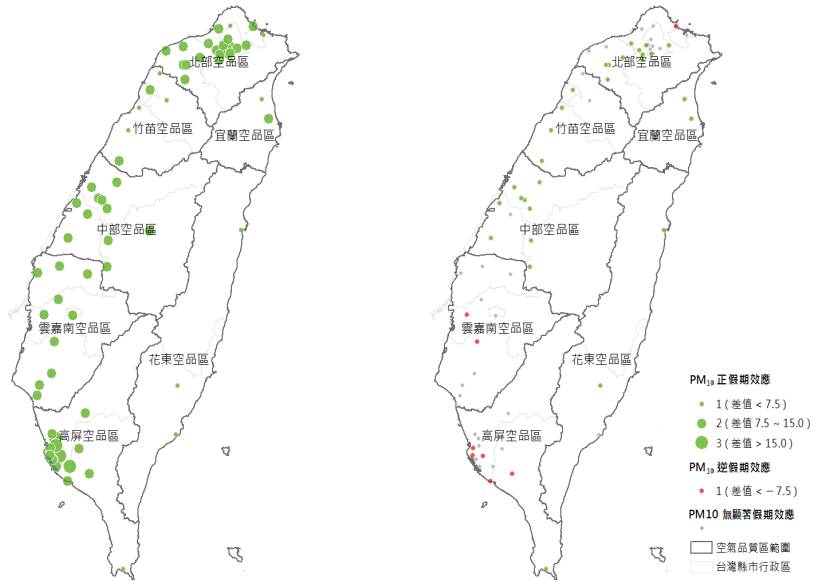


圖 2 PM₁₀ 在冷季與暖季的假期效應時空分布圖 (其中左為冷季、右為暖季)

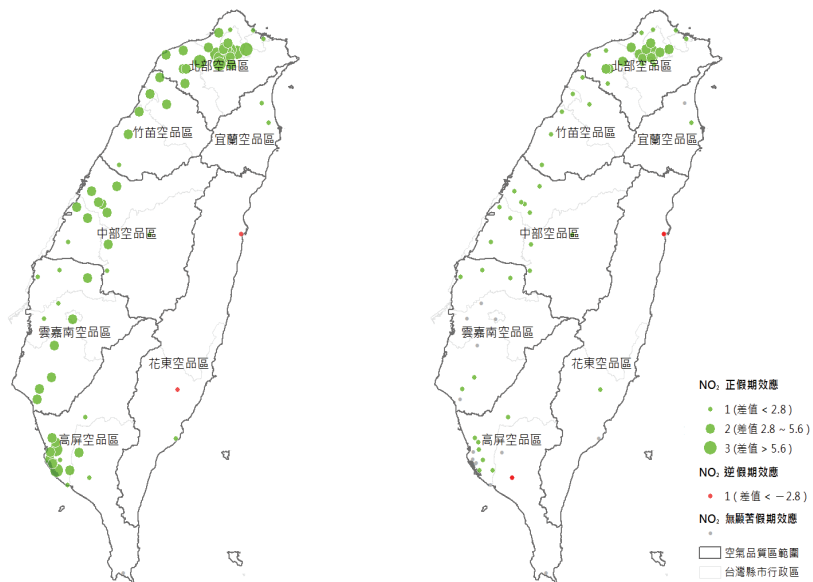


圖 3 NO₂ 在冷季與暖季的假期效應時空分布圖 (其中左為冷季、右為暖季)

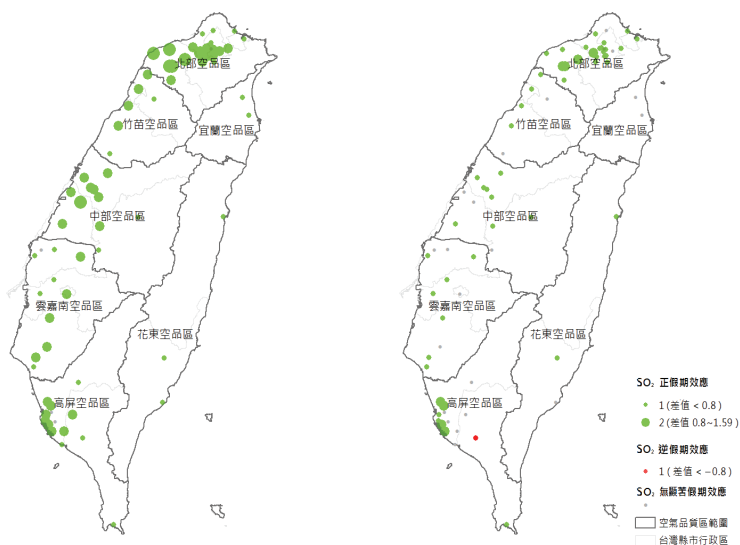


圖 4 SO₂ 在冷季與暖季的假期效應時空分布圖（其中左為冷季、右為暖季）

另一方面，由於 CO、PM₁₀ 與汽機車等移動源緊密相關，故另外在暖季挑選濁水溪以北、以南各五個監測站做時間序列分析，如圖 5、圖 6 所示，判讀結果將一同在下節闡明。

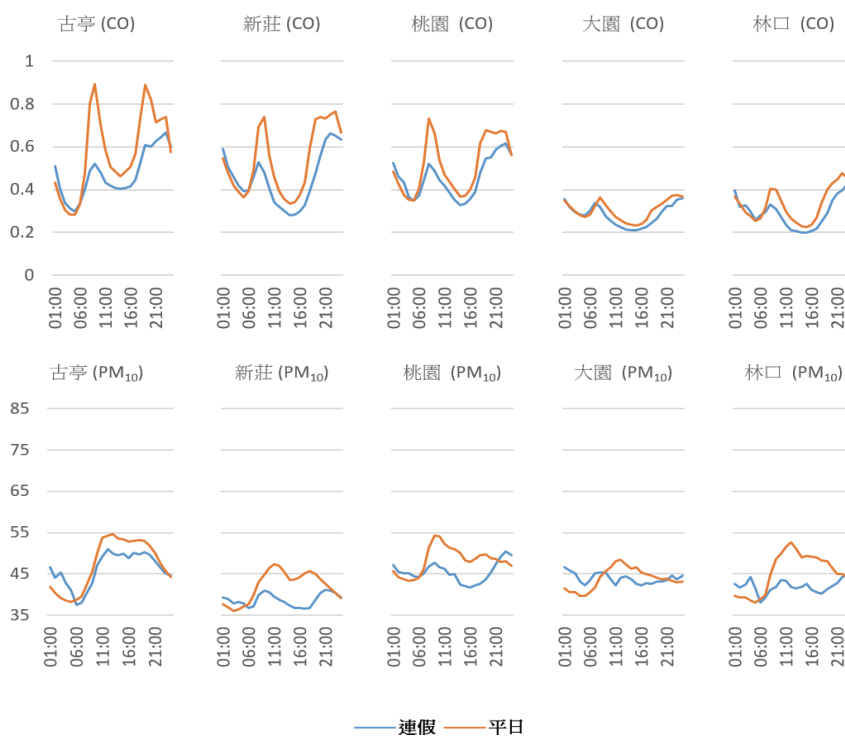


圖 5 暖季的濁水溪以北各測站於連假、平日分別的空氣污染物濃度時間序列，數值為 2005 年到 2014 年間濃度的平均值（包括古亭、新莊、桃園、大園、林口等測站，上為 CO、下為 PM₁₀）

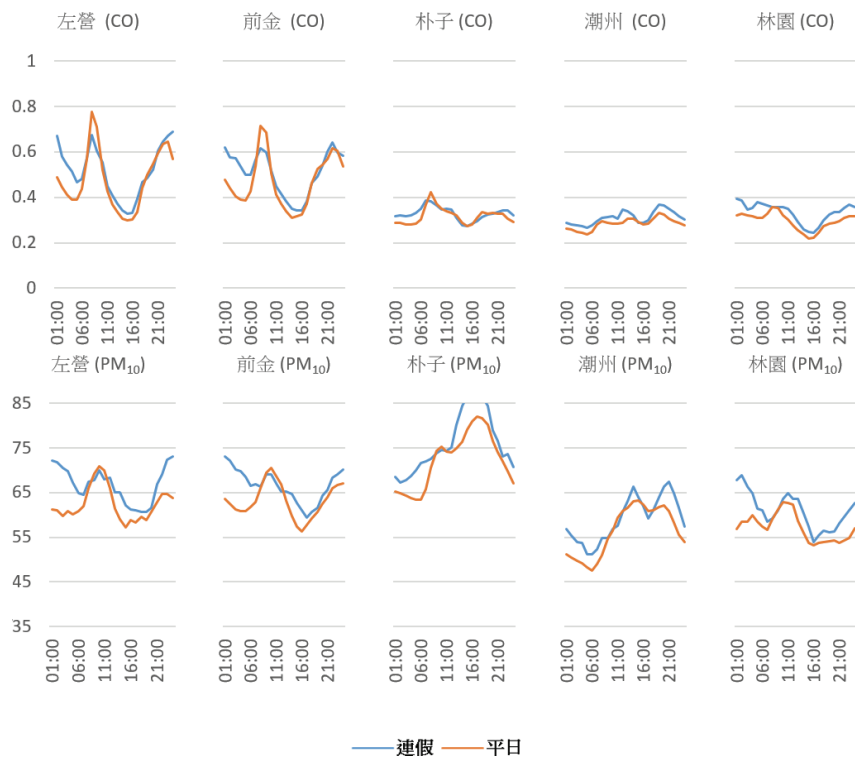


圖 6 暖季的濁水溪以南各測站於連假、平日分別的空氣污染物濃度時間序列，數值為 2005 年到 2014 年間濃度的平均值（包括左營、前金、朴子、潮州、林園等測站，上為 CO、下為 PM₁₀）

討 論

圖 1 至圖 4 中顯示，多數污染物在暖季時假期效應存在南北差異，但在冷季卻沒有，可見得不同季節相異的大氣條件確實會影響假期效應時空分布，以下分別討論暖季與冷季中數值所代表的意義。

（一）暖季：返鄉、旅遊車流在濁水溪以南造成空氣品質劣化

圖 1 與圖 2 顯示，CO、PM₁₀ 於暖季的時空分布，濁水溪以北（以南）大多顯示正（逆）假期效應，這個規律在 CO 無一例外，僅 PM₁₀ 在萬里、恆春兩監測站表現比較特殊，正、逆假期效應分界涇渭分明，在排除系統性誤差的可能性之下，背後原因值得挖掘。

CO 是由於不完全燃燒而產生，今日工業製程會先把 CO 轉化成 CO₂ 以後才排放到大氣裡，因此都市中的 CO 幾乎可以完全歸咎於移動污染源。上述涇渭分明的現象即可反映連假期間，濁水溪以北車流減少、濁水溪以南車流增多的情況，這與高速公路的主要車流方向吻合（蔡詠名，2016），從圖 1 還可以觀察到都市化愈高的城鎮（臺北市區、新北市區、桃園、中壢等），CO 的正假期效應愈強烈，尤其以北北基桃都會帶最明顯，相對來說臺中都會區就只有市區幾個監測站有正假期效應的訊號，一定程度地表示都市內部（尤其是北北基桃）吸收了大量的外地人車，並

且在連假時離開工作所在的都市。

PM₁₀大致上也有前述涇渭分明的現象，同樣能夠反映濁水溪以北(以南)在連假車流減少(增多)的情況，但在臺北市區卻呈現截然不同的表現，出現無顯著假期效應的原因，或許和 PM₁₀來源複雜(黃正義、黃炯昌，1991；鄭福田，2004；Miller, 2009)有關。臺北市和其他都市相比，營建、施工來源的 PM₁₀占比較高(達 30%，圖 7)，除了汽機車直接或間接產生之外，還有占比可觀的營建揚塵，施工現場因為趕工或是為了避免阻擋交通動線而選擇在假日施工，甚至因為露天開挖使得假日仍舊有營建揚塵，都會讓正假期效應不易顯現出來，這部分需要後續研究證明。

圖 5、圖 6 提供另一個角度的證據。CO、PM₁₀兩污染物，濁水溪以北的監測站在正常活動時段(07:00~21:00)平日的污染量高於連假，其中，在平日通勤時間(07:00~09:00, 17:00~19:00)中，CO 的高峰突出，是汽機車等移動污染源明顯的證明，PM₁₀則是在清晨通勤時段(07:00~09:00)受到擾動而開始為期一整天的污染，這兩個現象在連假期間比較不明顯(折線比較平緩)，可觀察到濁水溪以北各監測站受到交通污染影響比較劇烈，通勤行為在連假時會明顯地減少。至於濁水溪以南則相反，大部分時間都是連假的數據高於平日，這些在連假時新增的空氣污染物，合理懷疑是南下車流帶來的。

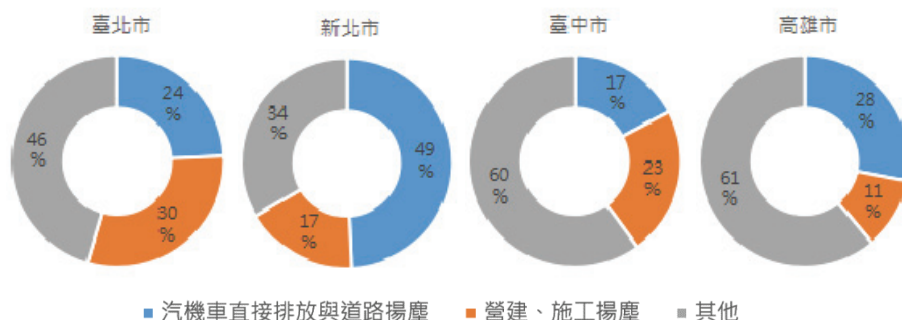


圖 7 臺北市、新北市、臺中市、高雄市 PM₁₀來源占比圓餅圖

資料來源：空氣污染防制計畫書 104~109 年版

NO₂ 是另外一個與交通污染高度相關的化合物，它同時也是工業活動或柴油車(通常就是工廠所屬的大貨車)排放大宗。圖 3 中 NO₂ 於暖季全臺灣幾乎沒有逆假期效應的訊號，雖然無法直接觀察到如 CO 與 PM₁₀ 那樣南北分明的現象，但還是可以看出濁水溪以南無顯著假期效應分布較多，與臺北都會區中強烈的正假期效應形成對比，假日從北(尤其是北北基桃都會帶)往南的返鄉、旅遊車潮還是對濁水溪南北的 NO₂ 濃度造成一定程度的影響，唯一差別在於，濁水溪以南只表現出相較之下微弱的正或無顯著假期效應，而沒有反過來變成逆假期效應。高雄為我國工業重鎮，點源排放就占了 NO_x 總量的 53%，另外 25% 是柴油車帶來的非點源污染，同時高雄港內的船舶排放量也不容小覷，尤其因為港區範圍大，船舶在港內航行時間較長，所排放的 NO_x 濃度甚至高於港外 20 哩內的範圍(高雄市政府環境保護局，2015)，推測假日帶來工業停擺減少的污染濃度高於觀光、旅遊車潮所增加的污染濃度，因此才沒有顯示出逆假期效應的訊號。

SO₂ 的主要來源為工業排放，圖 4 可觀察到它同樣沒有南北涇渭分明的現象，但也和 NO₂ 的分布型態不完全一樣，SO₂ 的正假期效應強度是工業地帶強(包括新北市南部、桃園市、臺中市、

高雄市)、其他地區弱。

總結而言，從 CO、PM₁₀、NO₂ 等與交通相關的污染物於暖季的空間分布情形可觀察到，來自濁水溪以北各縣市（尤其是北北基桃都會帶）的返鄉、旅遊車潮，到濁水溪以南後造成當地空氣品質劣化，而在 SO₂ 的看不出相似的現象，是因為它和工業活動關係較深，無法呈現車潮南下帶來的影響。

（二）冷季：返鄉、旅遊車流對空氣品質的影響不明顯

冷季無論 CO、PM₁₀、NO₂ 或 SO₂ 幾乎都是正假期效應，其中又以 PM₁₀、NO₂ 與 SO₂ 最強烈（圖 1~4），和暖季的狀況完全不同。同樣的返鄉、旅遊車潮應當會帶來相似的假期效應型態，但結果卻不是這樣，可見不同季節的氣候條件會對假期效應強度有所影響。出於同一個空品區氣候條件類似的考量，我們將各監測站資料重新匯集成以空品區為單位的平均數值，以解析大氣條件所扮演的角色，同時只用「一般監測站」所測量的測值避免極端值影響判讀結果，因為每個空品區不一定會有相同數量的特殊測站（交通測站、國家公園測站、背景測站、工業測站），所得結果如表 2，表中粗體底線的數值代表該組資料中污染濃度最高者。

表 2 各空品區中一般監測站污染濃度之平均測值

	CO				PM ₁₀				NO ₂				SO ₂			
	冷季	冷季	暖季	暖季	冷季	冷季	暖季	暖季	冷季	冷季	暖季	暖季	冷季	冷季	暖季	暖季
	連假	平日	連假	平日	連假	平日	連假	平日	連假	平日	連假	平日	連假	平日	連假	平日
北部 空品區	0.54	0.64	0.41	0.47	42.91	52.74	43.17	44.51	18.03	23.12	14.49	17.76	2.97	4.15	3.31	3.80
竹苗 空品區	0.45	0.48	0.32	0.34	45.12	52.43	42.62	45.24	13.40	16.65	11.00	12.56	2.52	3.41	2.90	3.12
中部 空品區	0.53	0.58	0.42	0.43	55.80	67.06	54.73	58.12	16.75	20.67	13.67	15.14	2.54	3.54	3.13	3.45
雲嘉南 空品區	0.48	0.50	0.36	0.36	73.06	85.65	68.60	66.87	14.97	18.04	11.69	12.08	3.09	3.96	3.61	3.83
高屏 空品區	0.57	0.60	0.42	0.40	78.77	92.99	64.96	63.23	19.49	23.47	12.76	13.40	5.78	6.60	4.90	5.15
宜蘭 空品區	0.44	0.46	0.32	0.33	32.09	39.53	36.95	39.18	9.97	11.72	8.13	8.70	1.91	2.34	2.34	2.37

由表 2 來看，臺灣西部的空品區在相同的工業排放與通勤行為下，冷季的平日污染量卻遠大於暖季的平日污染量，也比冷、暖季連假數值更大，為方便閱讀整理成圖 8。在冷季的時候，平日因為有工廠的排放，使全臺空氣污染嚴重，到了連假因為工廠休假所以污染排放減少，雖然返

鄉、旅遊車潮可能會為南部帶來些微的污染量，但交通所增加的量無法與工廠減排的量兩相抵銷，因此平日的高污染濃度減去連假的低污染濃度後，呈現出強烈的正假期效應。相對來說，暖季良好的擴散係數與不穩定大氣條件所帶來的豐沛降水，可以幫助污染物在較短時間內擴散或沉降(李小飛等，2012；郭建斌、陳珏，2009)，即使於平日，也沒有像冷季那樣嚴重的污染，造就整體污染濃度較低的現象，因此讓車潮帶來的劣化/優化空氣品質的效應浮現。

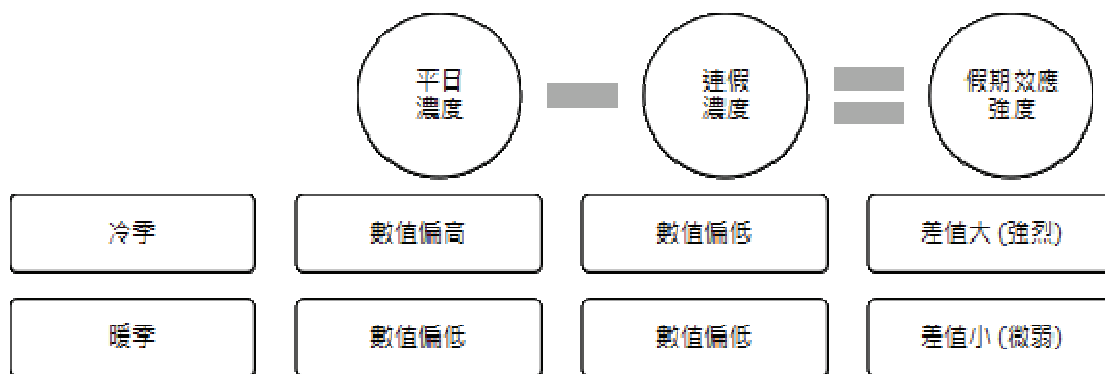


圖 8 相同人類活動，卻在不同季節造成假期效應時空分布相異的原因概念圖

空氣污染在冷季平日最嚴重，推測與該季節常出現的鋒面系統有關，底層大氣在臺灣海峽上受到文丘里效應 (Venturi Effect) 影響而加速，使得風向受到海峽走向的限制，臺灣西部排放的污染物無法直接做跨越海峽的運輸，只能被往南部輸送 (黃清勇、李坤城，1997)，強勁的季風可迅速地將污染物沿著中央山脈由北向南傳送，整個過程不到一天就能完成 (吳清吉等，2003)，東北季風通過約等於新營位置的緯度以後，因為海峽變寬導致氣流幅散，強烈的東北風減弱並且轉為西北風，與另一股沿著山脈東側南下的氣流在外海合流形成水平風速微弱的風遮蔽區 (wind shield)，污染物容易在此處堆積 (吳清吉等，2003；翁叔平、郭乃文、呂珮雯，2013；蔡協宏，2010)，同時高層增強的西風也會將中國上空的污染物輕易且快速地帶到臺灣上空，即便高層強勁的西風應當能使污染物向東移出外海，然而穩定的大氣條件使散佈在低層大氣的污染物難以向上擴散至高層，擴散效應不佳的結果也會使得聚集在低層的污染物無法向上擴散，高層強勁西風對帶走污染物的幫助有限 (吳清吉等，2003；翁叔平、郭乃文、呂珮雯，2013；曾韋勳，2012)，此外冬春之交還常有遠距離傳輸的境外污染物影響，其影響強度雖由北而南、由臨海向內陸遞減，但強烈事件發生日還是會對南部監測站帶來比非事件日高上數倍的懸浮微粒濃度，如氣團經過中國沿海工業城鎮也會將其污染物運輸過來 (張順欽，2002；梁大慶、張俊斌、柴鈞武，2006；葉惠中等，2014；蕭玲鳳、王自發、劉廣英，2001；Chou *et al.*, 2004)。

至於 CO 與其他污染物相比，無論冷暖季假期效應偏微弱，檢視原始資料 (表 2) 可見得，CO 無論暖季、冷季、平日、假日污染量都很低 (因為 CO 本身特性所致)，相減之後的差值也自然偏低，使得假期效應不分季節都普遍微弱。

(三) 花東地區不適合作為本文探討對象

由於環保署在花東兩縣空品測站數目過少，也與主要交通要道和風景區有一定距離，不具空

間代表性，因此不適合作為本研究探討對象。

結 論

各污染物在不同季節顯示的特性如表 3 所示，在暖季可以反應西部走廊由北向南的返鄉、旅遊車潮帶來的影響，但在冷季時因為大氣條件的關係使得這個訊號被覆蓋。

表 3 CO、PM₁₀、NO₂ 與 SO₂ 的假期效應時空分布型態統整表

	CO	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂
暖季	濁水溪以北正假期效應，濁水溪以南逆假期效應。		濁水溪以北強烈正假期效應，濁水溪以南微弱正假期效應。	南北幾乎皆正假期效應，工業地帶強度強、其他地區強度弱。
冷季	南北幾乎皆正假期效應，但強度微弱。	南北幾乎皆正假期效應，且強度強烈。		

由此可見得，CO、PM₁₀ 是評估逆假期效應的最佳空氣污染指標，因為它們在暖季時正、逆假期效應南北差異之地理界線最明顯，可進一步進行預測分析。另一方面，濁水溪以南在暖季時顯現的逆假期效應是個很重要的警訊，它彰顯國人返鄉、旅遊反而會使自己陷於劣化的空氣品質中，對旅客的健康有不良影響。多數人旅行是為了獲得更好的空氣放鬆心靈，卻在不知情的情況下吸入污染物，而劣化空氣品質的原因又反過來歸咎於人類活動，形成一個惡性循環，政府、民間與個人都應該加倍重視連續假期期間返鄉熱點、觀光地區的空氣品質。

引用文獻

王建文 (2010):《臺灣三大都會區空氣汙染物之周末效應》。嘉義縣：國立嘉義大學歷史與地理學研究所碩士學位論文。

【Wang, C.W. (2000). *Weekend Effect of Air Pollutants in the Three Metropolitan Areas of Taiwan*. Master thesis, Department of History and Geography, National Chiayi University, Chiayi.】

王茲嬋 (2010):《臺灣三大都會區氣象參數之週末效應》。嘉義縣：國立嘉義大學歷史與地理學研究所碩士學位論文。

【Wang, Z.H. (2010). *Weekend effect of meteorological parameters in the three metropolitan areas of Taiwan*. Master thesis, Department of History and Geography, National Chiayi University, Chiayi.】

行政院環境保護署：《空氣品質監測網》。<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/default.aspx>。(2015/10/01 瀏覽)

【Environmental Protection Administration. *Taiwan Air Quality Monitoring Network*. <http://taqm.epa.gov.tw/taqm/tw/default.aspx>(accessed 2015/10/01).】

吳清吉、于宜強、許武榮、徐光蓉、商文義 (2003):〈冬季臺灣附近氣流場與大氣傳送個案之數值研究〉，《大氣科學》，31(1): 29-54。

【Wu, C.J., Yu, Y.Q., Xu, W.R., Xu, G.R., and Shang, W.Y. (2003). Numerical study on the wind fields

- and atmospheric transports of a typical winter case in Taiwan and surrounding area. *Atmospheric Science*, 31(1): 29-54.】
- 李小飛、張明軍、王聖杰、趙愛芳、馬潛 (2012):〈中國空氣污染指數變化特徵及影響因素分析〉,《環境科學》, 33(6): 1936-1943。
- 【Li, X.F., Zhang, M., Wang, S.J., Zhao, A.F., and Ma, Q. (2012). Variation Characteristics and Influencing Factors of Air Pollution Index in China. *Environmental Science*. 33(6): 1936-1943.】
- 孫蓁儀 (2009):《臺灣空氣污染之假期效應》。嘉義縣:國立嘉義大學歷史與地理學研究所碩士學位論文。
- 【Sun, Z.Y. (2009). *Holiday Effect of Air Pollution in Taiwan*. Master thesis, Department of History and Geography, National Chiayi University, Chiayi.】
- 翁叔平、郭乃文、呂珮雯 (2013):〈高高屏地區細懸浮微粒 (PM_{2.5}) 污染事件的綜觀環境分析〉,《大氣科學》, 41(1): 43-64。
- 【Wong, S.P., Guo, N.W., and Lu, P.W. (2013). The synoptic environmental settings of PM_{2.5} contamination events in the Kaohsiung-Pingtung Areas. *Atmospheric Science*, 41(1): 43-64.】
- 高雄市政府環境保護局 (2015):〈高雄市空氣污染防制計畫書 (104~109 年版)〉。
- 【Kaohsiung City Government Environmental Protection Bureau (2015). *Kaohsiung City Air Pollution Control Proposal (2015-2020)*.】
- 張順欽 (2002):〈亞洲沙塵暴對空氣品質影響與測報〉,《環境保護》, 25(2): 134-152。
- 【Zhang, S.Q. (2002). The impact of asian dust storm and it's forecast. *Environmental Protection*, 25(2): 134-152.】
- 梁大慶、張俊斌、柴鈺武 (2006):〈沙塵暴特性之其對臺灣空氣品質影響之分析〉,《中州學報》, 23: 129-142。
- 【Liang, D.Q., Zhang, J.B., and Chai, F.W. (2006). The characteristics of dust tempest and analysis the effect of air quality in Taiwan. *Journal of Chung Chou*, 23: 129-142.】
- 郭建斌、陳珏 (2009):〈北京市空氣污染季節變化規律研究及污染控制建議〉,《生態環境學報》, 18(3): 952-956。
- 【Guo, J.B., and Chen, Y. (2009). Patterns of seasonal change in air pollution and suggestions on pollution control in Beijing. *Ecology and Environmental Sciences*, 18(3): 952-956.】
- 陳美先 (2013):〈再探臺灣氣象參數的週末及假期效應〉,《國立嘉義大學歷史與地理學研究所碩士學位論文》。
- 【Chen M.X. (2013). *Revisit Weekend and Holiday Effects of Meteorological Parameters in Taiwan*. Master thesis, Department of History and Geography, National Chiayi University, Chiayi.】
- 曾韋勳 (2012):〈高屏大氣懸浮微粒於不同天氣型態之特徵與氣象因子關聯性研究〉,《國立成功大學環境工程學研究所碩士學位論文》。
- 【Zen, W.X. (2012). *Characteristics of Airborne Particulates in Different Synoptic Patterns and The Relationship with Meteorological Parameters in Southern Taiwan*. Master thesis, Department of Environmental Engineering, National Cheng Kung University, Tainan.】

黃正義、黃炯昌 (譯) (1991):《空氣污染學》。臺北市:科技圖書股份有限公司。(原著作者 H. C. Perkins)

【Huang, Z.Y., and Huang, J.C. (1991, trans.). *Air Pollution*. Taipei: Techbook Publishing Company.】

黃清勇、李坤城 (1997):〈區域空氣擴散數值模式之應用研究〉,《大氣科學》, 25(4): 511-546。

【Huang, Q.Y., and Li, K.C. (1997). Application studies of a regional air dispersion numerical model. *Atmospheric Science*, 25(4): 511-546.】

新北市政府環境保護局 (2015):〈新北市空氣污染防制計畫書 (104~109 年版)〉。

【New Taipei City Government Environmental Protection Bureau (2015). *New Taipei City Air Pollution Control Proposal (2015-2020)*.】

葉雨松、徐澄清 (2012):〈臺灣地區空氣品質測站介紹〉,《化學》, 70(4): 345-356。

【Ye, Y.S., and Xu, C.C. (2012). Introduction of the Taiwan air quality monitoring station. *Chemistry*, 70(4): 346-356.】

葉惠中、陳起鳳、李家儂、楊之遠、謝長城、郭韋翔、江京綦、洪嘉祥 (2014):〈102 年度「環保署/國科會空污防制科研合作計畫」期末報告〉。

【Ye, H.Z., Chen, Q.F., Li, J.N., Yang, Z.Y., Xie, C.C., Guo, W.X., Jiang, J.Z., and Hong, J.X. (2014). *Environmental Protection Administration/ National Science Council's Air Pollution Prevention Research Cooperation Program Final Report*】

臺中市政府環境保護局 (2015):〈高雄市空氣污染防制計畫書 (104~109 年版)〉。

【Taichung City Government Environmental Protection Bureau (2015). *Taichung City Air Pollution Control Proposal (2015-2020)*.】

臺北市政府環境保護局 (2015):〈高雄市空氣污染防制計畫書 (104~109 年版)〉。

【Taipei City Government Environmental Protection Bureau (2015). *Taipei City Air Pollution Control Proposal (2015-2020)*.】

蔡協宏 (2010):〈南臺灣陸域及鄰近海域受海陸風及東北季風影響之空氣污染物傳輸及擴散研究〉,《國立中山大學環境工程研究所博士學位論文》。

【Cai, X.H. (2010). *Influences of Sea-land Breezes and Northeastern Monsoon on the Transportation and Dispersion of Air Pollutants over Coastal Region in Southern Taiwan*. Doctoral dissertation, Institute of Environmental Engineering, National Sun Yat-sen University, Kaohsiung.】

蔡詠名 (2016):〈高速公路車流量時空熱點分析與運輸特性探討〉。未出版。

【Cai, Y.M. (2016). *Spatio-Temporal Hotspot Analysis of Traffic Flow on Highway and Its Pattern*. Unpublished.】

談珮華 (2012):〈春節與非春節的假期天數及天氣系統對空污假期效應之影響〉,《環境與世界》, 26: 93-127。

【Tan, P.H. (2012), The effect of holiday day number and weather system during the chinese New Year and Non-Chinese Year on air pollution “holiday effect”. *Environment And Worlds*, 26: 93-127.】

談珮華、周佳、梁靜宜、吳柏霖 (2008):〈臺北都會區的假期效應〉,《大氣科學》, 36(3): 197-215。

【Tan, P.H., Chou, J., Liang, J.Y., and Wu, B.L. (2008), Holiday effect of the Taipei metropolitan area.

Atmospheric Science, 36(3): 197-215.】

談珮華、孫綦儀 (2014) : 〈人為活動對空氣品質的影響——以高雄都會區的假期效應為例〉,《地理學報》, 74 : 1-30。

【Tan, P.H., and Sun, Z.Y. (2014), The impact of human activities on air quality-holiday effect of the Kaohsiung metropolitan area as an example. *Journal of Geographical Science*, 74: 1-30.】

鄭福田 (2004) :《空氣品質》。臺北市：財團法人中興工程科技研究發展基金會。

【Zhen, F.T. (2004). *Air Quality*. Taipei: Sinotech Foundation for Research and Development in Engineering Science and Technologies.】

蕭玲鳳、王自發、劉廣英 (2001) :〈沙塵暴長距離傳送至臺灣之數值模擬研究〉,《華岡理科學報》, 18 : 1-20。

【Xiao, L.F., Wang, Z.F., and Liu, G.Y. (2001), *A Study of Numerical Simulation of Dust Storm and its Long-range Transport to Taiwan*. *Hwa Kang Journal of Sciences*, 18:1-20.】

Adame, J.A., Hernández-Ceballos, M.A., Sorribas, M., Lozano, A., and De la Morena, B.A. (2014). Weekend-Weekday Effect Assessment for O₃, NO_x, CO and PM₁₀ in Andalusia, Spain (2003-2008). *Aerosol and Air Quality Research*, 14: 1862-1874.

Beirle, S., Platt, U., Wenig, M., and Wagner, T. (2003). Weekly cycle of NO₂ by GOME measurements: a signature of anthropogenic sources. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 3: 2225-2232.

Chou, C.C.K., Lin, C.Y., Chen, T.K., Hsu, S.C., Lung, S.C., Liu, S.C., and Young, C.Y. (2004). Influence of long-range transport dust particles on local air quality: a case study on asian dust episodes in Taipei during the spring of 2002. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences*, 15(5): 881-889.

Gour, A.A., Singh, S.K., Tyagi, S.K., and Mandal, A. (2013). Weekday/weekend differences in air quality parameters in Delhi, India. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, 5(1): 69-76.

Khoder, M.I., and Hassan, S.K. (2008). Weekday/weekend differences in ambient aerosol level and chemical characteristics of water-soluble components in the city centre. *Atmospheric Environment*, 42(32): 7483-7493.

Latha, K.M., and Badarinath, K.V.S. (2003). Black carbon aerosols over tropical urban environment- A case study. *Atmospheric Research*, 69: 125-133.

Marr, L.C., and Harley, R.A. (2002). Spectral analysis of weekday-weekend differences in ambient ozone, nitrogen oxide, and non-methane hydrocarbon time series in California. *Atmospheric Environment*, 36: 2327-2335.

Miller, G.T., and Spoolman, S. (2009). *Environmental Science*. MA: Cengage Learning.

Morawska, L., Jayaratne, E.R., Mengersen, K., Jamriska, M., and S. Thomas. (2002). Difference in airborne particle and gaseous concentrations in urban air between weekdays and weekends. *Atmospheric Environment*, 36(27): 4375-4383.

Qin, Y., Tonnesen, G.S., and Wang, Z. (2004). Weekend-weekday differences of ozone, NO_x, CO, VOCs,

- PM₁₀ and the light scatter during ozone season in southern California. *Atmospheric Environment*, 38: 3069-3087.
- Riga-Karandinos, A.N., and Saitanis, C. (2005). Comparative assessment of ambient air quality in two typical Mediterranean coastal cities in Greece. *Chemosphere*, 59: 1125-1136.
- Steinbacher, M., Dommen, J., Ordonez, C., Reimann, S., Gruebler, F. C., Staehelin, J., and Prevot, A.S. H. (2005). Volatile organic compounds in the Po basin, Part A: Anthropogenic VOCs. *Journal of Atmospheric Chemistry*, 51: 271-291.
- Tan, P.H., Chou, C., Chen, P.Y., Sun, C.Y. and Wu, B.L. (2010). *Observation of a "Holiday Effect": a Case of Chinese New Year in Taiwan*. Paper presented at European Geosciences Union General Assembly, Vienna.
- Tan, P.H., Chou, C., and Chou, C.K. (2013). Impact of urbanization on the air pollution "holiday effect" in Taiwan. *Atmospheric Environment*, 70: 361-375.
- Tan, P.H., Chou, C., and Liang, J.Y. (2008). *Observation of a "Holiday Effect": a Case of Chinese New Year in Taipei*. Paper presented at Conference of Taiwan Climate Change, Central Weather Bureau, Taipei.
- Tan, P.H., Chou, C., Liang, J.Y., Chou, C. C.K., and Shiu, C.J. (2009). Air pollution "holiday effect" resulting from the Chinese New Year. *Atmospheric Environment*, 43 (13): 2114-2124.
- Zhang, M., Wang, X.M., Chen, J.M., Cheng, T.T., Wang, T., Yang, X., Gong, Y.G., Geng, F.H., and Chen, C.H. (2010). Physical characterization of aerosol particles during the Chinese New Year's firework events. *Atmospheric Environment*, 44: 5191-5198.

投稿日期：106 年 10 月 06 日

修正日期：107 年 01 月 23 日

接受日期：107 年 04 月 30 日