

投稿類別：地球科學類

篇名：

比背殺恐怖的隱形殺手：PM_{2.5}，與環境因素之關聯

作者：

蔣宗佑。桃園高中。高一 2 班

劉廷浩。桃園高中。高一 9 班

指導老師：

林士然老師

壹、前言

一、研究動機

臺灣是一海島季風氣候國家，冬季受到西伯利亞大陸冷高壓影響，盛行東北風，夏季則為偏南風。從季節平均之氣流方向顯示，桃園可能會受到通過中國之東北季風所帶來的污染物影響，如沙塵暴，造成 PM_{2.5} 濃度上升，而夏季因為季風不經過亞洲大陸，而空氣品質較佳(Chang et al., 2007)。夏季太平洋高壓西伸這類出現的天氣狀況中，桃園地區穩定的大氣狀態及使氣懸膠體無法向上、向外輸送而累積在我們的生活空間，濃度太高會令大氣能見度轉劣形成「視障」，常常白天期間，天氣明明很好，但天空卻霧濛濛的，能見度受到干擾，而懸浮微粒(霾)是影響能見度最重要的因子之一，此多發於天氣穩定時。而桃園區的汽車尾氣排放及工業區廢氣亦是 PM_{2.5} 之主要成因，若受地形及天氣影響累積在上空，則容易使污染加劇(Chuang et al., 2008)。

身為桃園住民，我們應該對自己所處的環境有更深入的了解，這些污染因子漂浮在空氣中，嚴重影響我們的日常作息，作為學生的我們打算分析桃園市各項環境因子如季風變化、降雨、海陸風變化等共同分析，藉以提供一個可靠的空污變化模式供學校安排室外課程參考，以自己的生活環境來印證自己所學，不再停留在認知的層面，以關心環境為出發點，提升大眾對這方面問題的知識與重視度。

二、研究方法

(一) 時段挑選：環保署於 2005 年 8 月起各測站增加粒徑小於等於 2.5 微米之細懸浮微粒(PM_{2.5})自動監測儀器，並於 2012 年 12 月開始以手動方法測定細懸浮微粒(PM_{2.5})濃度，藉以提高精確度。本研究採用採用行政院環境保護署之空氣品質監測網提供的 2007 至 2016 年的 PM_{2.5} 濃度隨時間變化資料。

(二) 測站挑選：本研究以 PM_{2.5} 與 PM₁₀ 為目標。分析桃園六測站(中壢站、大園站、平鎮站、桃園站、觀音站、龍潭站)的污染物濃度，藉此了解桃園地區污染物的情形。其分布位置如附圖 1。



◀圖 1 為桃園各測站與台北探空站分布圖。藍色方形為一般測站、紅色方形為交通測站、橘色方形為背景測站、紫色三角形為探空站、紅色圓形為煉油廠。

(三) 本研究中使用大量相關係數進行證明。其中正相關的範圍為 0.3—1.0；負相關的範圍為(-0.3)—(-1.0)；無相關範圍為(-0.3)—0.3。

- (四) 經過分析及計算後，因 PM₁₀ 與 PM_{2.5} 有高度正相關，故後續研究除了煉油廠排廢外的資料皆使用 PM_{2.5} 作為汙染物指標。

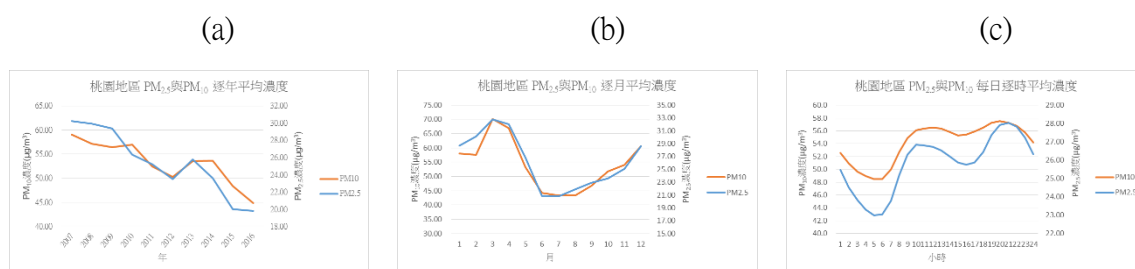
三、資料分析

- (一) 年際分析：使用 2007 至 2016 年之 PM_{2.5} 年平均濃度變化與同時段之年累積雨量變化，製作折線圖分析兩者的趨勢與相關性，並討論造成變化的可能原因。畫出各年的冬季季風風速，觀察與 PM_{2.5} 濃度變化有無關聯。
- (二) 逐月分析：使用 2007 至 2016 年之 PM_{2.5} 每個月平均濃度變化與同時段之年累積雨量變化，製作折線圖分析兩者的趨勢與相關性，再加入季風風速及中國的汙染狀況找出造成變化的可能原因，討論其可能的影響。
- (三) 日內分析：判斷各月份中一日內 PM_{2.5} 濃度隨時間的變化，做出近三年來平均每個月分中每天的 PM_{2.5} 濃度變化平均值，並以此為基準，挑選 PM_{2.5} 濃度較高那幾個月裡的某幾天，將其 PM_{2.5} 濃度變化先扣除基準後，再與日雨量隨時間變化做比較，求取相關係數，藉此討論日內 PM_{2.5} 濃度與雨量變化的相關性。最後利用各測站風向的改變，觀察海陸風環流對 PM_{2.5} 濃度變化的影響。

貳、 正文

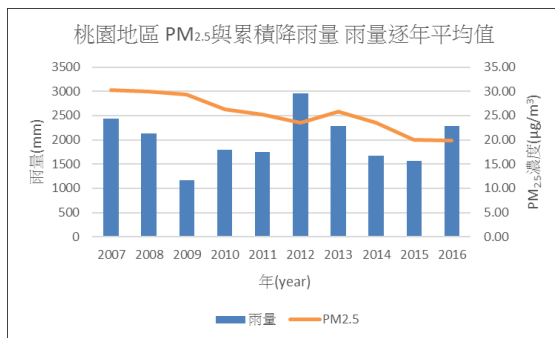
一、年際分析

首先針對 2007-2016 年桃園地區汙染物(PM₁₀、PM_{2.5})逐年、逐時、逐月的變化統計如圖 2，圖中皆為 6 個測站(大園、平鎮、桃園、龍潭、中壢、觀音)的平均結果，從數據中可看出兩著隨時間變化趨勢幾乎一致，不論哪個時間尺度下的相關係數皆高於 0.94，故後面研究皆僅採 PM_{2.5} 資料作為分析依據。此外，由圖 2a 可看到近年來有逐漸下降，圖 2b 指出冬、春兩季濃度較高，每天的濃度則在半夜最低(圖 2c)。



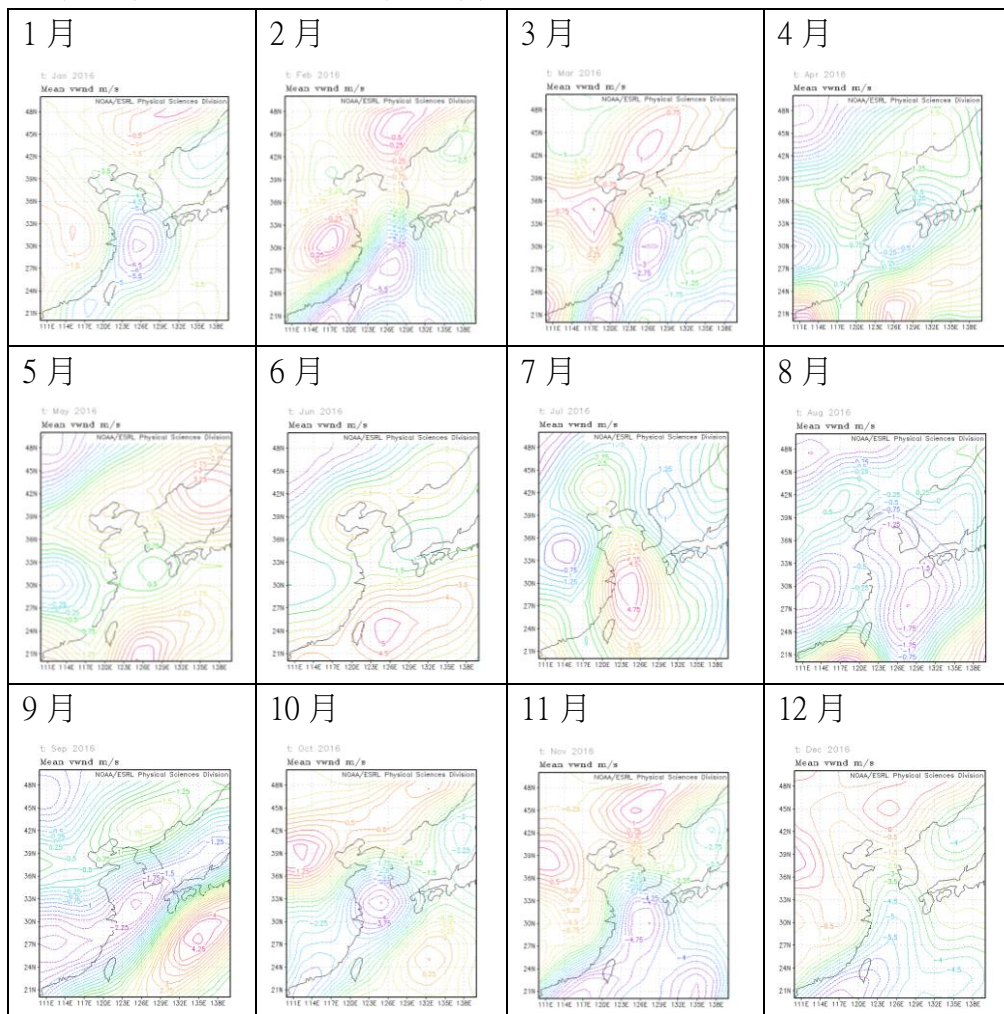
▲圖 2 為 2007 至 2016 年之 PM_{2.5} 與 PM₁₀ 濃度之變化。縱軸為 PM₁₀ 濃度變化(左)與 PM_{2.5} 濃度變化(右)，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；橫軸為時間。藍色折線為 PM₁₀ 濃度變化，橘色折線為 PM_{2.5} 濃度變化。(a)逐年平均濃度之變化 (b)逐月平均濃度之變化 (c)每日平均濃度之變化。

統計了 2007-2016 年桃園地區 PM_{2.5} 年平均變化與同時段之年累積雨量變化(圖 3)，PM_{2.5} 濃度則呈下降的趨勢，但年累積降雨量高低起伏不定，相關係數僅為 0.17。

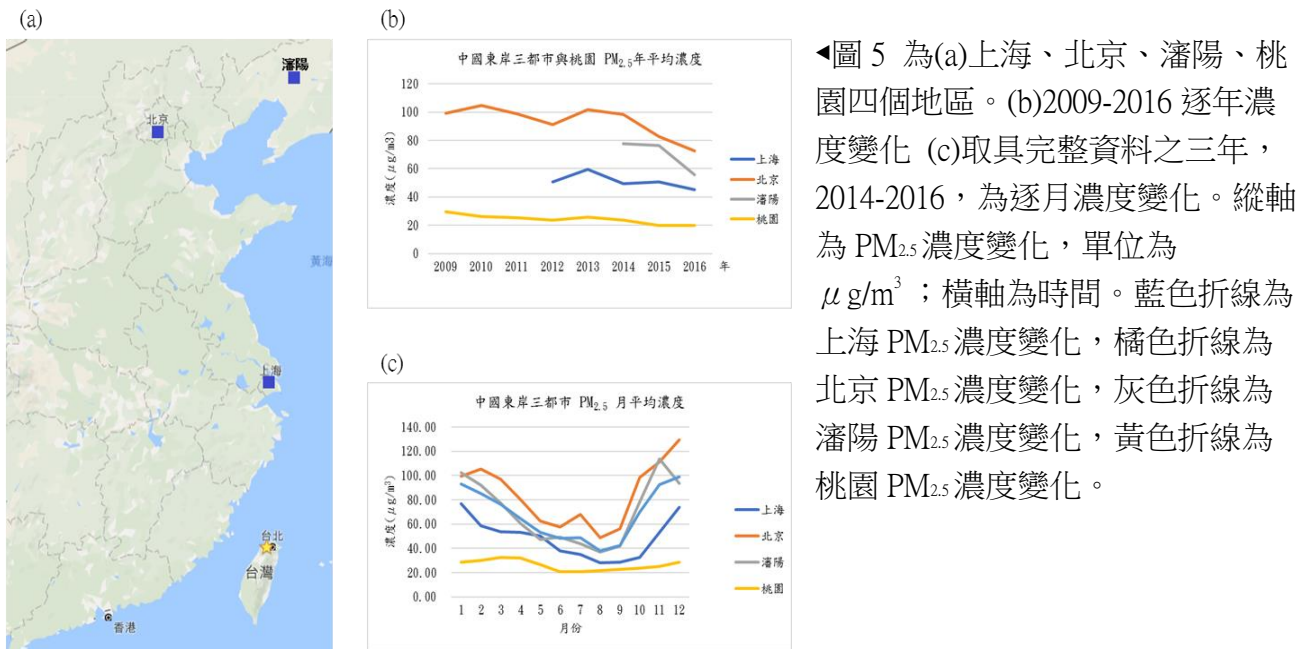


▲圖 3 為 2007 至 2016 年之 PM_{2.5} 逐年平均濃度變化和累積降雨量變化。縱軸為降雨量變化(左)，單位為毫米(mm)，及 PM_{2.5} 濃度變化(右)，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；橫軸為時間。橘色折線為 PM_{2.5} 濃度變化，藍色為降雨量變化。

除了降雨可能會影響 PM_{2.5} 濃度之外，細懸浮微粒亦可能由境外輸入，其中又以來自中國華北附近的污染物最有機會在東北季風盛行的季節透過環流到達臺灣，因此為了印證此說法，利用 NCEP 提供的初始場資料畫出這 10 年間各月份大氣低層(1000 hPa)的南北向風場之風速平均(圖 4，礙於版面僅放上 2016 年的部分)，並採用了瀋陽、北京及上海這三地(圖 5a)的 PM_{2.5} 統計數據(圖 5b,c)進行分析。

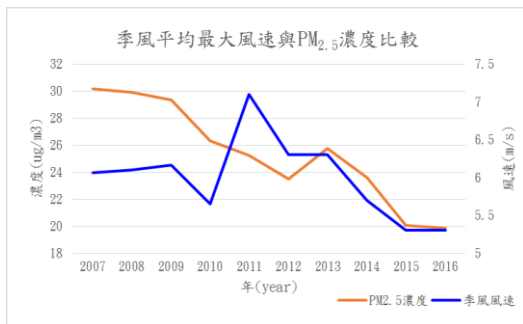


▲圖 4 為 2016 年 1-12 月 V-Wind(南北風)風速圖，圖中數值為風速，正值為南風，負值為北風。數值之單位為 m/s。



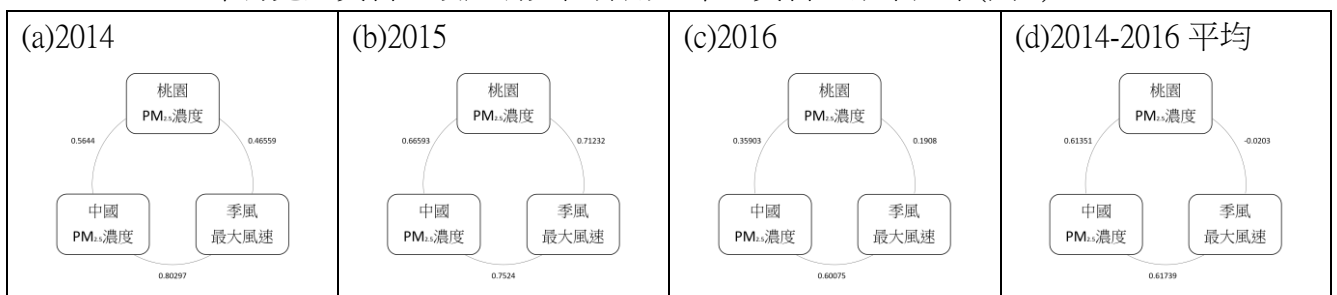
◀圖 5 為(a)上海、北京、瀋陽、桃園四個地區。(b)2009-2016 逐年濃度變化 (c)取具完整資料之三年，2014-2016，為逐月濃度變化。縱軸為 PM_{2.5} 濃度變化，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；橫軸為時間。藍色折線為上海 PM_{2.5} 濃度變化，橘色折線為北京 PM_{2.5} 濃度變化，灰色折線為瀋陽 PM_{2.5} 濃度變化，黃色折線為桃園 PM_{2.5} 濃度變化。

將 2007-2016 各年吹北風的月份(10-4 月)最大風速取出並與相同時間的桃園地區 PM_{2.5} 濃度進行比較，如圖 6 所示，兩者的變化在近三年有相似的趨勢，但在此之前，彼此高低起伏不定，相關係數僅約達 0.47。



◀圖 6 為 2007-2016 年 10-4 月桃園市上空季風最大風速及 PM_{2.5} 濃度變化。PM_{2.5} 濃度變化(左)，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，及風速變化(右縱軸)，單位為 m/s；橫軸為時間(年)。橘色折線為 PM_{2.5} 濃度變化，藍色為降雨量變化。

桃園 PM_{2.5} 濃度、中國 PM_{2.5} 濃度、季風風速進行相關係數分析，中國的 PM_{2.5} 濃度僅 2014-2016 年有完整資料，故此研究僅採用三年之資料，結果如下(圖 7)。

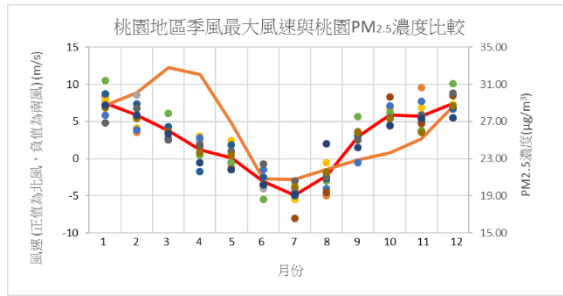


▲圖 7 為近三年桃園 PM_{2.5} 濃度、中國 PM_{2.5} 濃度、季風風速相關係數關係圖，圖中數值為相鄰兩者之相關係數。(a)2014 年 (b)2015 年 (c)2016 年 (d)2014-2016 三年平均

二、逐月分析

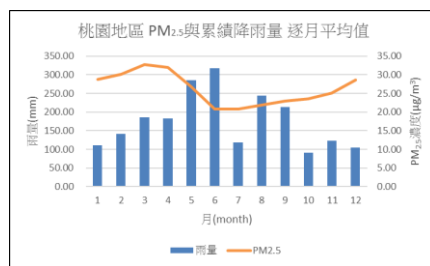
接著我們將各月份季風最大風速與桃園市 PM_{2.5} 濃度進行比較(圖 8)，兩者有相似的變

化趨勢，相關係數約達 0.57。

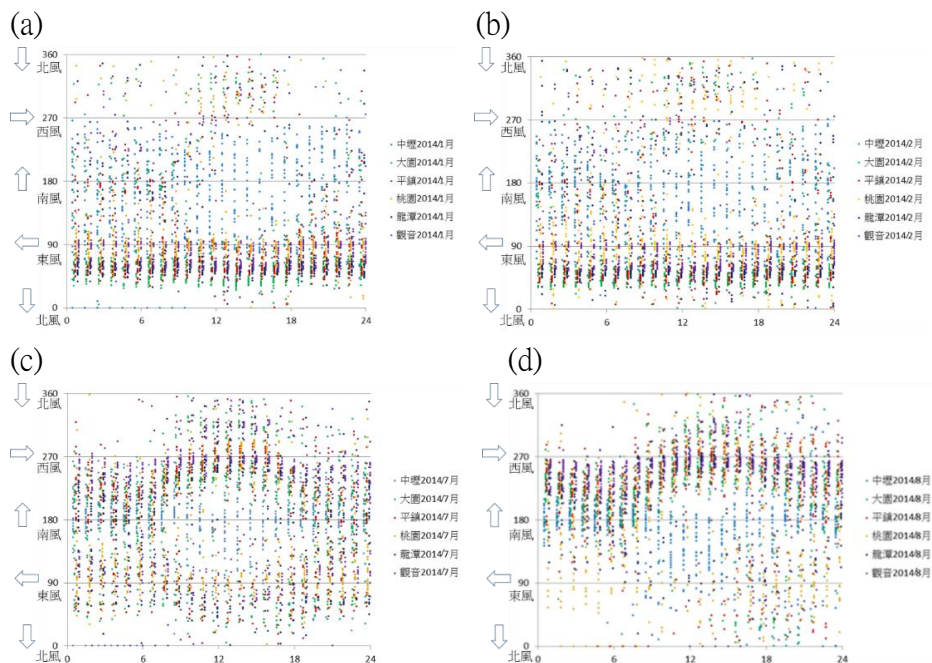


◀圖 8 為 2007 至 2016 年桃園地區之南北風(v-wind)逐月變化。縱軸為風速，單位為 m/s(左)及桃園 PM_{2.5} 濃度(右)；橫軸為時間(月)。紅色折線為逐月最大風速，橘色折線為桃園 PM_{2.5} 逐月平均濃度，各個標記代表桃園地區十年來單月南北風最大風速。

接著我們統計桃園地區 2007-2016 年來的每個月平均 PM_{2.5} 變化與同時段之月累積雨量變化(圖 9)做比較，發現 1 至 4 月雨量偏少而 PM_{2.5} 濃度高，5 至 9 月雨量變多但 PM_{2.5} 濃度偏低，然而 10 至 12 月雨量降低而細懸浮微粒濃度逐漸上升。

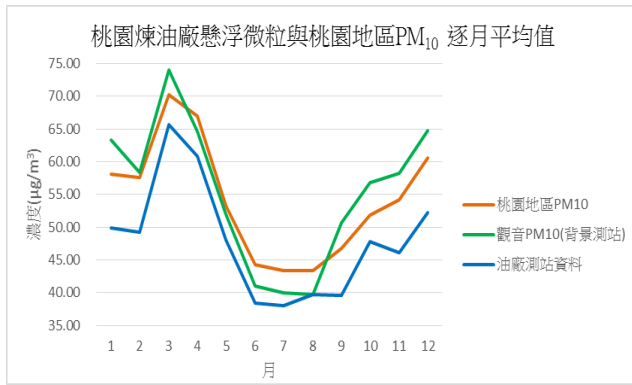


◀圖 9 為 2007 至 2016 年之 PM_{2.5} 逐月平均濃度變化和累積降雨量變化。縱軸為降雨量變化(左)，單位為毫米(mm)，及 PM_{2.5} 濃度變化(右)，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；橫軸為時間。橘色折線為 PM_{2.5} 濃度變化，藍色為降雨量變化。



▲圖 10 為中壢、大園、平鎮、桃園、龍潭、觀音六個測站之風向逐時變化。縱軸為方位角變化，單位為度；橫軸為時間(小時)。藍色標記為中壢風向變化，綠色標記為大園風向變化，紅色標記為平鎮風向，黃色標記為桃園風向、深藍色標記為龍潭風向、紫色標記為觀音風向。(a)2014 年 1 月風向變化(b)2014 年 2 月風向變化(c)2014 年 7 月風向變化(d)2014 年 8 月風向變化

桃園地區存在著許多工業活動，而煉油廠的排廢是難以忽視的一環，因此收集了 9 年來煉油廠提供懸浮微粒監測的資料，與桃園地區以及背景測站觀音站進行比較。



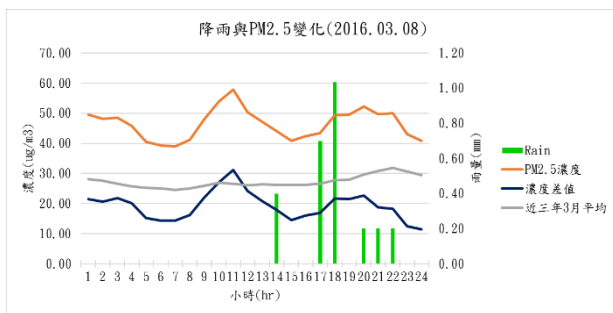
◀圖 11 為 2008 至 2016 年之桃園地區 PM₁₀ 濃度與觀音測站 PM₁₀ 濃度以及煉油廠懸浮微粒平均濃度變化。縱軸為 PM₁₀ 濃度變化(左)和煉油廠懸浮微粒變化，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ；橫軸為時間。藍色折線為煉油廠懸浮微粒變化，橘色折線為桃園 PM₁₀ 濃度變化，綠色折線為觀音測站 PM₁₀ 濃度變化。

三、日內分析

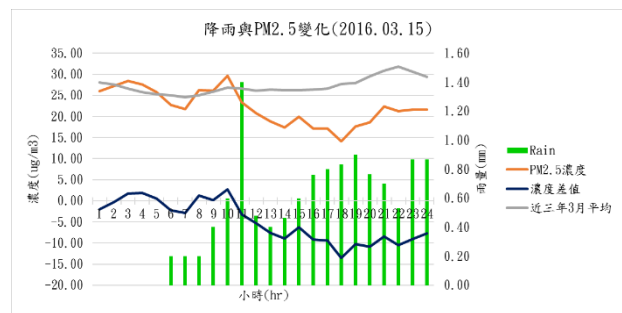
然而，為瞭解桃園地區降雨前後空氣中 PM_{2.5} 濃度的變化，利用濃度偏高的 3 月，挑出 3 天作為個案研究，此 3 天當中皆有降雨現象出現，分別為 2016 年 3 月 8 日、3 月 15 日、3 月 23 日。

為準確得知 PM_{2.5} 濃度的變化與因為降雨的關聯，因此，將 2014-2016 各月份的 PM_{2.5} 變化做平均，當作各月份 PM_{2.5} 濃度變化基準值，在計算及作圖前，將實際觀測濃度與基準值相減，藉以排除平時就會出現的那些變因，如風向變化及人為活動等，以獲取可信度較高的計算結果。

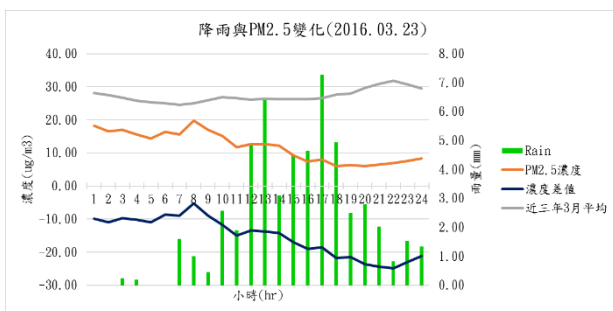
(a)



(b)



(c)



▲圖 12 桃園市 PM_{2.5} 濃度與降雨量之時變化個案。縱軸為 PM_{2.5} 濃度變化(左)，單位為 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，及累積雨量(右)，單位為毫米(mm)；橫軸為時間(小時)。綠色直條為一小時內累積降雨量，橘色折線為 PM_{2.5} 濃度變化，(a)-(c)灰色線條為 2014 至 2016 年 3 月的 PM_{2.5} 平均值，藍色線條為該小時 PM_{2.5} 與灰色線條之差值。(a)2016 年 3 月 8 日 (b)2016 年 3 月 15 日 (c)2016 年 3 月 23 日。

貳、正文

觀察圖 2 後我們發現兩者折線非常相似，便計算兩者相關係數。PM₁₀ 與 PM_{2.5} 逐年平均、逐月平均、逐時之相關係數分別為 0.94、0.97、0.96，為極高度正相關，因此以下討論中皆以 PM_{2.5} 與其他資料作比對，然而桃園煉油廠僅提空一般懸浮微粒之數據，故僅該部分改用 PM₁₀ 的資料做討論。

一、年際分析

從桃園地區 2007-2016 年來的年平均 PM_{2.5} 變化與同時段之年累積雨量變化(圖 3)，可明顯看到前五年平均的 PM_{2.5} 濃度始終維持在 25 ug/m³ 以上，但近五年來的 PM_{2.5} 濃度則呈下降的趨勢。為推測其原因，我們將年累積雨量與之比較，雖然在雨量最高的 2012 年有較低的污染濃度，但整體而論兩者變化的關係並不顯著，年累積雨量的多寡與 PM_{2.5} 濃度高低相關性甚低。因此桃園地區近五年來 PM_{2.5} 濃度逐漸下降，主要可能來自境內產量的減少，環保署在 105 年年報中提到，近年來推動空氣品質監測、固定污染源空氣污染管制與輔導、獎勵空氣污染減量工廠、實施機車定檢制度、等措施已見成效。

不僅僅降雨可能會影響空氣中 PM_{2.5} 的濃度，這些細懸浮微粒亦可能由境外輸入，其中又以東北季風盛行的季節最為顯著，因西伯利亞高壓的環流會流經過污染較為嚴重的中國華北地區將細懸浮微粒等污染因子帶進臺灣，利用瀋陽、北京及上海三地的觀測資料(圖 5)，發現不論在何時，中國的 PM_{2.5} 濃度始終高於桃園地區達數倍(2-4 倍)之多，而這三處污染濃度隨季節的變化則與桃園相似(圖 5c)，夏季時濃度較低，冬季時濃度陡增，然而中國東岸三都市 PM_{2.5} 濃度的最高值在 11-2 月之間，與桃園 3-4 月有最高值不同。經過計算，中國東岸三都市 PM_{2.5} 有最高值月份之北風平均風速約為 6.5 m/s，風從離台最遠(1800km)的瀋陽吹到桃園只需 3 至 4 天，不需要數月的時間，因此推測，桃園地區的 PM_{2.5} 濃度達最高值的原因並非完全來自中國。

從這十年間每個月大氣低層(1000 hPa)的南北向風場之風速平均(圖 4)，並計算桃園上空風速最高值(表 1)，藉此判斷各年東北季風強弱變化對桃園地區 PM_{2.5} 濃度變化的影響，然而，若採用了 10 月至隔年 4 月的風速最高值與同時段桃園地區的 PM_{2.5} 濃度相比，結果兩者呈正相關(相關係數= 0.47)，雖相關性不是特別大，但此結果仍表示隨著東北季風的增強，桃園地區的 PM_{2.5} 濃度也可能是呈現增加的趨勢。接續上面的計算，若將納入的時間延伸為整年，則可以明顯看到在 2014、2015 及 2016 三年間，桃園市的 PM_{2.5} 濃度與季風強度的相關係數皆有不小的差異(圖 7a-c)，且若將三年平均在計算便可發現幾乎無明顯相關，反倒是中國的 PM_{2.5} 濃度與季風強度間的相關係數都能維持在 0.6 以上，因此可推測，季風風速越高表示大陸高壓強度越強，天氣穩定的情況下，中國華北一帶污染物則越容易累積使濃度增加。

二、逐月分析

統計桃園地區 2007-2016 年來的每個月平均 PM_{2.5} 變化與同時段之月累積雨量變化(圖 9)，可發現 1 至 4 月及 10 至 12 月雨量偏少而 PM_{2.5} 濃度高，5 至 9 月雨量多但 PM_{2.5} 濃度偏

低，顯示雨量減少可能有利於細懸浮微粒污染物的累積，兩者的負相關性甚高。然而，7月份的狀況卻有些例外，雨量偏低但污染濃度也偏低。因此，可推斷除了降雨與季風之外，有其他原因會影響到 PM_{2.5} 之濃度變化。但整體而言，十年來平均每個月的雨量增減與 PM_{2.5} 的濃度改變，存在著負相關性(圖 9)，降水的影響仍不容小覷。

除了季風與降雨之外，尺度較小的海陸風也對細懸浮微粒扮演著傳送的角色。同樣透過分析 10 年來桃園地區 6 測站每天的風向變化，發現在冬季時，風向幾乎無顯著的變化，整天幾乎都吹著東北風(圖 10a,b)，然而夏季時，風向則在日夜交替上有明顯變化，白天時的海風帶進來乾淨的空氣有助於將陸地內人為製造的污染給沖淡，而到了夜間時，理論上應該轉為陸風，但由於季風風力較為強勢，一部分時候僅改吹西南風，一部分時候吹東北風，但從即使是從南海來的空氣仍是較為乾淨的，同樣能降低陸地上 PM_{2.5} 的濃度。

在 9 月至 11 月期間，太平洋高壓逐漸勢微，西伯利亞高壓強度尚不足，因此在無明顯天氣系統影響的期間，海陸風變化雖無夏季顯著，但在此時期卻仍維持一定程度的影響，雖然此期間累積雨量不豐，但 PM_{2.5} 濃度也未明顯飆高。

接著本欲討論，人為的工業活動對懸浮微粒污染濃度的影響，因此收集了 2008-2016 共 9 年間桃園煉油廠的環境監測數據，但是經過分析及作圖後(圖 11)發現，該處污染濃度隨季節的變化與整個桃園地區是相似的，然而，其每個月平均的 PM_{2.5} 濃度卻都較背景測站-觀音站，以及整個桃園地區平均濃度還要低一些，因此此若是按照數據分析的結果，煉油廠大概不會是增加懸浮微粒污染的來源，甚至其廠區內的 PM₁₀ 濃度都較其他地方來的低。但是，經進一步瞭解，其測量儀器的安置及記錄並非透過環保署所屬的機構建立、維護及校驗，可能會有一定程度的誤差存在，所以在此不多做討論。

三、日內分析

根據我們對桃園地區 6 個測站的資料統計顯示，PM_{2.5} 濃度在 3 月至 4 月間維持著高值，因我們特別對此期間的 PM_{2.5} 濃度進行討論，把近年(2014-2016)的變化作平均處理當作一基準值(圖 12，灰線)，發現在一天中 PM_{2.5} 濃度在 0 時至 6 時濃度逐漸降低，在 6 時開始，PM_{2.5} 濃度上升，隨著時間有小幅度的起伏，於中午 14 時達最高值後開始緩降，但晚上 19 時後又開始緩升。此 PM_{2.5} 濃度上升的時間點與桃園地區大多數人的作息相符，當路上的交通工具開始增加及工廠開始運作時，空氣污染的程度即開始上升，儘管中間可能有些氣象因素會改變空氣中污染物的濃度，但只要人們在活動，就有可能會製造並補充新的細懸浮微粒至空氣中，因此，直到半夜人們及汽機車的活動減少、工廠暫停運作，PM_{2.5} 濃度才開始緩慢下降。

為瞭解桃園地區降雨前後空氣中 PM_{2.5} 濃度的變化，我們利用 2016 年間濃度較高的三月，挑出 3 天作為個案研究，此六天當中皆有降雨現象出現，分別為 2016 年 3 月 8 日、2016 年 3 月 15 日、2016 年 3 月 23 日。

可是若僅透過降雨變化的時序圖與 PM_{2.5} 濃度的時序圖，將無法準確得知 PM_{2.5} 濃度的變化是因為降雨造成還是受其他原因影響的，因此，我們將近三年中各月份的 PM_{2.5} 變化做平均(圖 9)，當作各月份的 PM_{2.5} 濃度變化基準值，接著將挑選個案的 PM_{2.5} 濃度變化與基準值相減，得到新的 PM_{2.5} 濃度變化再與雨量的變化作比較，扣除平時就會影響到污染濃度變化的因素，如海陸風及人為活動等，以便獲取可信度較高的結果。

在 2016 年 3 月 8 日的個案中(圖 12a)，即使下了雨，該段時間的濃度仍然是高於平均的基準值，計算累積雨量變化與 PM_{2.5} 濃度變化的相關係數，約為 0.02，顯示累積雨量變多或變少，與 PM_{2.5} 濃度的增減幾乎無相關性。

在 2016 年 3 月 15 日的個案中(圖 12b)，當日 PM_{2.5} 濃度與基準值變化相似，計算累積雨量變化與 PM_{2.5} 濃度變化的相關係數，約為-0.64，顯示累積雨量在逐漸增加的過程中，PM_{2.5} 在空氣中的濃度逐漸降低，兩者呈現一定程度的負相關，且在雨勢稍大的 11 時後，環境中的 PM_{2.5} 濃度隨即降至低於基準值的範圍。

在 2016 年 3 月 23 日的個案中(圖 12c)，當日 PM_{2.5} 濃度即低於基準值，桃園地區清晨開始降雨，雨勢在白天時最大，夜間才漸緩，該日 PM_{2.5} 濃度本就不高，但隨著降雨不斷，整日的濃度都處於下降的趨勢，兩者的相關性為-0.37，負相關的程度並沒有非常高，就此變化而言，可能是當日污染物的產量或輸入量原先就較低，因此雨勢作用並不特別明顯。

透過上面三組個案的分析，發現並不是有下雨的日子，空氣中的細懸浮微粒濃度就會較基準值低，雖然大多數的個案在下過雨後，PM_{2.5} 濃度皆低於基準值，但是在下雨的當下，其濃度仍能保持一定的量級，且在雨勢漸小甚至雨停之後，PM_{2.5} 的濃度便會再次上升。此外，要讓 PM_{2.5} 濃度下降，並非有降雨即可，透過觀測資料顯示，當每小時雨量高於 0.8 mm 以上才有機會讓 PM_{2.5} 濃度開始下降，但開始下降後若雨勢持續，則不容易讓 PM_{2.5} 濃度回升；相反的，若一開始便有較大的雨勢，雖能讓 PM_{2.5} 濃度快速降低，但降雨若沒有維持，則 PM_{2.5} 濃度則會漸漸回歸日常的基準值，甚至更高。

參、結論

一、從年際分析中可看出，近年 PM_{2.5} 年平均濃度有逐漸下降的趨勢，但此變化與年累積雨量無關，亦與該年度季風強弱無強烈關聯，可能境內排放量的比重較大。

二、從逐月分析中發現，在各月份的 PM_{2.5} 濃度變化與累積雨量呈現明顯的負相關，顯示雨量增多時，PM_{2.5} 濃度減低；雨量降低時，PM_{2.5} 濃度增加。除雨量的影響外，搭配冬季時季風輸入境外污染，將使 1-4 月份的 PM_{2.5} 濃度維持高值；而夏季各月份因日間海風吹送，帶進乾淨的空氣沖淡污染。

三、中國東岸三城市 PM_{2.5} 濃度高峰值皆在冬天(11 月至 1 月)，早於桃園的 3、4 月，但在

其他月份的 PM_{2.5} 濃度仍是桃園數倍之高，透過污染物濃度與季風強度的相關係數分析，發現兩者的關連不大，因此在大部分時期的空氣污染主要來源可能仍以國內排放為主。然而桃園市內的煉油廠排廢數據卻顯示，其各月份的平均懸浮微粒濃度低於桃園各地的平均值，調查後發現其偵測設備非環保署所設置及校驗，故暫先不列入討論。

四、日內分析發現，桃園的 PM_{2.5} 濃度從清晨 6 點開始上升，達高值後維持小幅度變動，到夜間才開始下降，此現象與降雨時間分布無關但受人為活動即工廠排汙時間影響較大。

五、透過個案的時序分析，有降雨的日子，空氣中的 PM_{2.5} 濃度未必較基準值低，當每小時雨量高於 0.8 mm 以上才有機會讓 PM_{2.5} 濃度開始下降，若雨勢持續，則不容易讓 PM_{2.5} 濃度回升；相反的，若一開始便有較大的雨勢，雖能讓 PM_{2.5} 濃度快速降低，但降雨若沒有維持，則 PM_{2.5} 濃度則會漸漸回歸日常的基準值，甚至更高。

肆、引註資料

行政院環境保護署空氣品質監測站：桃園地區從民國 94 年至民國 105 年的監測資料。

行政院環境保護署(2015)，中華民國空氣品質監測報告 105 年年報。

葉惠中、陳起鳳、李家儂、楊之遠、謝長城、郭韋翔、江京綦、洪嘉翔(2014)，細懸浮微粒 (PM_{2.5})時空分布之特性研究

許凱崴、鄭伊祐(2015)，臺北盆地的海陸風特性及其對懸浮粒子濃度的影響

Earth System Research Laboratory, <http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>

U.S. Department of State Air Quality Monitoring Program, www.stateair.net/web/historical/1/1.html

Chang, Shih-Yu., Lee, Chung-Te., Charles C., Chou, K., Liu, Shaw-Chen, Wen, Tian-Xue., (2007)" The continuous field measurements of soluble aerosol compositions at the Taipei Aerosol Supersite, Taiwan" Atmospheric Environment 41, 1936 – 1949

Chang, S.C., Lee, C.T.(2007). Evaluation of the trend of air quality in Taipei, Taiwan from 1994 to 2003, Environmental Monitoring and Assessment 127, 87-96

Chuang, M.-T., Chiang, P.-C., Chan, C.-C., Wang, C.-F., Chang, E.-E., and Lee, C.-T.(2008).The effects of synoptical weather pattern and complex terrain on the formation of aerosol events in the Greater Taipei area, Science of The Total Environment. 399, 128 – 146