

第一章 緒論

1.1 前言

台灣從原先之農業慢慢演變成傳統產業、工業，進而變身成現在的高科技產業，然而，從工業發展開始，勢必會有因經濟發展所需而產生之廢料及污染。在現今許多國家中，環保是個與經濟發展密不可分且每人都需要研習的課題。現今生活中，只要關於環境的一切，舉凡水、土壤、生態、空氣都會接觸的到，而其中最不可欠缺的就是空氣，人可以至少一星期不吃飯，兩天不喝水，但是不能超過五分鐘不呼吸。因此空氣污染是所有污染物裡面對人體最為直接也是對生態影響最大的難題。

時常可在報章雜誌及各大媒體中看到臭氧層破洞增大，溫度升高影響生態環境，中國沙塵暴影響台灣、韓國、日本等地，民眾外出請多加防護等，這一切都顯示出空氣品質的重要性。而現在部分對空氣污染敏感的民眾出門前會有上網觀看空氣污染指標的習慣，因此環保署所制定的 PSI 成為民眾出門與否以及防護措施的關鍵所在。

1.2 研究背景

台灣從 1975 年開始制定空氣污染防治法，從網路開始運作後，環保署也在 1994 年建立空氣品質監測網，現今，民眾可透過網路知悉空氣品質的狀況與預報資料，最常上網查詢的就是 PSI、紫外線指數和沙塵暴的來襲與否，來推斷今日明日出門所需做的防範，接著政府亦實施與空氣污染相關之各種防範措施與制度，台灣地區罹患氣喘、過敏及呼吸道疾病等人數並未顯著地降低，更甚者，每年春季大陸沙塵暴來襲，往往使老年、幼兒或過敏體質者的身體感到不適，近年來台灣地區罹患氣喘、過敏性鼻炎等過敏性疾病的比率偏高，除了和過敏因子如塵、黴菌與蟑螂等有關外，和非過敏因子如空氣污染也有很大的關係。台灣地區空氣品質的維護似乎潛藏著一些問題。台灣地區空氣污染指標以 Pollution Standard Index (PSI) 標定，按 PSI 的定義，是以最大單一污染物濃度換算而來，但事實上，環境上空氣污染物質並非單一存在，可能同時並存，可是 PSI 並無法反應多種污染物質存在的影響程度，對多種污染物質同時存在的狀況，並無法實際反應出來。

在過去研究中，程萬里教授研發出一套由美國 Air Quality Index 修正而成的 Revised

Air Quality Index (Cheng, 2004, 2007), 此指標修正了在 PSI 及 AQI 中會產生的模糊及遮蔽現象, 因而本研究將延續 RAQI 之研究並將呼吸道及心血管疾病帶入一併作關係之探討及研究。相對的, RAQI 既然表現出比 PSI 指標更好更有效, 但是在疾病方面卻還未有相關的探討, 於是此篇研究將探討 RAQI 與 PSI 兩者與呼吸道及心血管疾病之相關, 以證實 RAQI 確實能表現大氣污染現況, 也同時能反應出空氣污染對人體健康的影響。

在過去兩年中, 台灣中部就有兩起重大新聞事件, 一是台中火力發電廠所排放的二氧化碳量為全球最高 (<http://carma.org/>), 另一則為台中科技園區有著高濃度的砷污染排放事件, 且只要在春秋兩季高壓出海及高壓迴流時便使台灣中部有熱島現象以及污染物累積之情形發生 (Cheng, 2001, 2002, Lai, 2008), 而大陸內蒙古所發生的沙塵暴也進而影響台灣北、中、南部。因此以台中空品區的汙染情形與呼吸道及心血管疾病的關係來做探討, 來比較 RAQI 是否比 PSI 更能顯現出與疾病有相對之關係。

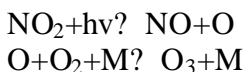
第二章 文獻回顧與探討

2.1 空氣污染指標之各項污染物

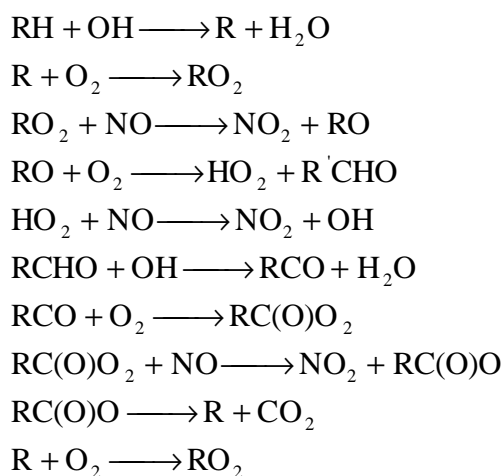
在空氣中，約 78.09% 為 N_2 ，20.94% 為 O_2 其餘的 0.97% 則為來源複雜的污染物，它包括 CO 、 CO_2 、 O_3 、 NO_x 、 SO_x 等，其中以 SO_2 最多，氮氧化物 (NO_x) 次之，而 PM_{10} 則是空氣中的懸浮微粒。而其中有 95% 為自然界中所含的發生源，而 5% 是來自於人為汙染，其中有工廠、汽機車等所排放。以下將以空氣污染指標之五項污染物作簡介及相關疾病。空氣中污染物又有分為原發性污染物和二次污染物，原發性污染物為人類自然生成製造之污染物，而二次污染物為經過光化學作用形成之污染物，如 NO_2 和 O_3 。

除了氮氧化物會影響臭氧生成，非甲烷碳氫化合物 (NMHC) 經一連串複雜的反應機制，NMHC 光化反應較 NO 消耗 O_3 氧化而生成 NO_2 要來的快時，進而導致 O_3 濃度累積，NMHC 中以烷類 (RH) 及醛類 (RCHO) 於大氣中遇到 OH 自由基氧化還原反應後，皆有助於將 NO 氧化生成 NO_2 ，其中烷類 (RH) 的反應式如式 (1.4) ~ (1.8) 及醛類 (RCHO) 的反應式如式 (1.9) ~ (1.14) 示：

O_3 反應方程式：



NO_2 反應方程式：



以下針對空氣污染指標之五種污染物做介紹

2.1.1 二氧化硫

來源：二氧化硫（SO₂）是種無色的中等刺激性氣體，在低濃度時是無臭，但在極高濃度時卻有刺激性酸味，易溶於水，與水反應為亞硫酸；於空氣中可氧化成硫酸鹽，為引起酸雨的主要物質。二氧化硫主要來自燃燒含硫燃料，發電廠燒煤或石油時會排出，煉油廠、煉鋼廠、硫酸工廠等在生產程序中也會排放不少該種氣體。

對人體之傷害：吸入高單位二氧化硫會使呼吸系統功能受損，尤其是支氣管炎及心血管病的人會更加嚴重。一般吸入明顯的影響有喘氣、氣促、咳嗽等，二氧化硫亦會導致死亡率上升，尤其是在懸浮粒子協同作用幫助下。

2.1.2 氮氧化物

來源：氮氧化物主要包括一氧化氮（NO）及二氧化氮（NO₂），一氧化氮為無色無味氣體，稍溶於水是燃燒過程中所生的主要的 NO_x，光化學反應中可反應成二氧化氮，二氧化氮是藉由週遭空氣 NO 反應而成為淺咖啡色氣體，腐蝕性高，氧化能力強，濃度高時會含刺激性酸味。二氧化氮可和有機化合物，在陽光下生成臭氧。因此二氧化氮是光化學霧的主要成分。其生成原因係來自燃燒過程中，空氣中氮或燃料中氮化物氧化而成。

對人體之傷害：對小孩容易有呼吸道疾病的威脅，且反應生成臭氧後，對人體亦有不小的危害。

2.1.3 一氧化碳

來源：一氧化碳（CO）是無色、無臭、無味筆空氣還要輕的氣體，除森林火災、甲烷氧化及生物活動等自然現象產生外，主要來自石化等燃料之不完全燃燒碳的情況下產生的副產品。工業程序也會增加一氧化碳污染濃度，但在大部分的市區，一氧化碳的主要來源則是汽車。

對人體之傷害：因為一氧化氮的親和力比氧氣大得多，約是氧氣的210倍，會抑制、

減緩氧和血紅素的解析與氧的釋放，所以極容易跟血紅素結合，進而讓人體內的血液含氧量過低，進而造成中毒現象。

2.1.4 臭氧

來源：臭氧 (Ozone)，一種由氮氧化物、反應性碳氫化合物及太陽的紫外光與氮氧化物產生作用之二次污染物。它的生成和濃度與原生污染物及紫外線有直接關係。在揮發性有機化合物的存在時，會產生高濃度的臭氧。

對人體之傷害：具強氧化力，對呼吸系統具刺激性，能引起咳嗽、氣喘、頭痛、疲倦及肺部之傷害，特別是對小孩、老人、病人或戶外運動者有較大影響，同時對於植物，包括農作物有不良影響，對於人造材料，諸如橡膠（輪胎等）及油漆等，均能造成危害。

2.1.5 懸浮微粒

來源：懸浮微粒 (PM10) 為總懸浮微粒 (TSP) 中的一部分，總懸浮粒子包括許多類型，由煙、塵、煤灰等物質所構成，有些為固體物質，部分為液體點滴或凝結的蒸氣型態懸浮於空氣中。這些都是必須經由顯微鏡才有辦法發現，無法用肉眼辨識來源可能是天然的，例如海上波浪泡沫進而由風吹送的海鹽及隨風吹送而來的土壤微粒，以及目前環保署密切監測的大陸北方沙塵暴，或人工來源，例如柴油車所排之廢氣、建築活動或工廠。總懸浮微粒包括許許多多大小不同的粒子，最粗的為 50-100 微米，而更幼細的粒子更小於 10 微米直徑。視其來源和當時氣象情況，可吸入的懸浮粒子可由不同成分組成，兩種主要成分是鉛和芳香族的碳氫化合物可吸入的懸浮粒子的成分和其來源見 Table 2.1。

Table 2.1 The composition and sources of PM₁₀

化學成份	來源
矽、鋁、鈣、錳和鐵	泥土地殼和建築活動
鈾和鎳	以油作為燃料的燃燒工序
鎘和碳氫化合物	焚化
碳、鉛、 碳氫化合物	汽車廢氣
鈉、氯、鎂和鉀	海洋霧氣
硝酸鹽、硫酸鹽和銨	次生污染形成物

其他經由環保署測試的粒子所含化學物質計有：鋇、銅、鈹、汞、鉻、砷和氟化物。
(環保署, 2004)

對人體之傷害：懸浮粒子包括一系列化學物質且都可藉由人體呼吸作用吸入，它們可以深入肺部。近二十年來，已有許多國家專業學者發出許多文章直接與間接證實PM與人體之心血管疾病及上呼吸道疾病有許多的關連性。Peter在2005年 指出PM不只短期內讓心臟疾病增加，對冠狀動脈的傷害也是潛在的角色之一。

2.2 歷史上重大污染事件

從工業革命開始後，就開始有著許多空氣污染物飄散在空中，在二十世紀初期時，以 SO₂ 和 PM 為大量污染物，自從發生了許許多多的污染事件之後，各個國家開始訂定空氣污染物排放標準，雖然量開始減少了，但是因為交通發達，密度越來越高，使得二氧化氮轉化而成的二次污染物臭氧卻開始增生了。以下簡短介紹國際上重大的空氣污染事件。

Table 2.2 The worst air pollution in the world

年份	地區	成因	污染物	病發人數
1909	蘇格蘭	大氣混合層產生 逆溫現象	Smog(此名詞 在這時被提出)	死亡人數 1000 餘人
1930	比利時繆 斯河谷	逆溫現象	SO ₂ 、Smog	6000 多人罹患心肺 疾病，有 63 人在發 病後第四、五天死亡
1943-1955	美國洛杉 磯	逆溫現象	SO ₂ 、Smog	65 歲以上死亡人數 有 400 多人
1948	美國賓州 多諾拉市	逆溫、微弱或無 風及降雨的狀況 下	PM ₁₀ ，雨水和 SO ₂ 結合降下 酸雨及結合成 酸霧	7000 人得病(咽喉 痛、咳嗽、流鼻涕、 頭痛及眼疾)，23 人 死亡
1950	墨西哥	溫、微弱或無風 及起霧，加上硫 化工廠漏氣	SO ₂	數百人就醫，22 人 死亡
1952	英國倫敦	史上最大空氣污 染致死最多人數 之事件，期間因 為大霧，加上工 廠運作，燃煤發 電取暖之原因， 使得含碳之 PM ₁₀ 及 SO ₂ 增加	PM ₁₀ 及 SO ₂ ，當 時 PM 濃度為 3,000 至 14,000µg/m ³ 之 間	8000 多人得病，約 4000 人死亡
1952	美國洛杉 磯	高壓壟罩造成風 速低、陽光充 足、污染物易累 積	主要污染為汽 車排放污染 物，次要污染源 為工廠	約有 400 人死亡
1953	美國紐約	逆溫現象	SO ₂	170 人死亡

累積				
1961	日本四日市	逆溫現象污染物	SO ₂	6376 人死亡
累積				
1966	美國紐約	逆溫現象污染物	SO ₂	168 人死亡
累積				

資料來源：本研究整理

2.3 空氣污染物對人體之影響

在上個章節已有大略提到各種空氣污染物對人體之影響，且對人體有急性和慢性的影響。急性方面的疾病通常在各污染物在短期之時空變化，並且可以輕易瞭解到污染物在短期變化過程（大約 1-5 天）中對人體健康的影響大小。不同於急性的研究，慢性的研究方面，所使用的空氣污染資料時間較長（通常以年為單位），在研究設計上主要是比較空氣污染對於社區或城鎮之間的關係，並且當污染物濃度漸增時對人體影響的變化。在不同的研究結果均顯示，都市中的空氣污染對於每日的死亡率、就診或急診人數有不等大小的負面關係，尤其對於呼吸道疾病與心血管疾病影響最大最嚴重。這些研究來自於世界各地氣候、地形、社會結構及污染情況均不相同之地區，更顯示出空氣污染對於人體之影響。而在國際上已有不少學者針對這方面做研究，各種污染物達到對人體健康之影響的空氣條件及污染量。而每個國家都有其不同之地理環境特性和工業區都會區的區別，所以無法將 A 國之數據應用在 B 國上，只能將其數據作為參考用。以下將簡略說明近年國際期刊所發表之相關文章。

2.3.1 國際期刊所發表之空氣污染物對人之影響

SO₂ :

在 2003 年 Lioudmila 文章中提到當人處於高運動量時候，喘氣超過 30L/min 且暴露在 SO₂ 大於 0.5ppm 的空氣中 10 分鐘，則氣喘機率將會提昇，且 SO₂ 在空氣中與水結合之後，形成 H₂SO₄，對人會有立即性的眼睛酸澀的刺激感。

NO_x :

在 2003 年義大利羅馬(D' Ippoliti et al. 2003)的文章中提到 NO₂ 跟急性心肌梗塞是正面且明顯的相關。在台灣的空氣污染物中，Chang (Chang et al., 2004) 分析 1997-2001 年，發現在溫度小於 20 時，NO₂ 和 PM 對心血管疾病有著顯著的影響，而溫度大於 20 時，PM₁₀、NO₂、CO、O₃、皆有正向的關聯。

2003 年，在紐西蘭奧克蘭，Scoggins (Scoggins et al., 2003) 的文章中，有提到關於每增加 1 mg/m³ 會增加 1.8% 的循環及呼吸道疾病的致死率。

在 Yang 的 2003 年文章中，NO₂ 和 CO 濃度增加時，則呼吸道疾病發生將分別提高 1.4% 和 1.3%。而 O₃ 與循環系統方面的死亡率有關。

CO :

2001 年西班牙瓦倫西亞的文獻中，過去許多文章都有數據顯示一氧化碳和心血管疾病有明顯的相關性 (Ballester et al.,2001)。

2004 年，Yang 等人雖無法很明確證實空氣中污染物與死亡率有極高的相關，但同時也找出 CO 和 NO₂ 對呼吸道的相對風險有 1.013 和 1.014，亦代表這是潛在的因素之一。

O₃ :

2002 年，在愛爾蘭都柏林 Clancy 的文章中，關於黑煙減少了 70% 之後，則非外傷死亡率減少 5.7%，呼吸道疾病死亡率減少 15.5%，心血管疾病死亡率減少 10.3%。

2003 年 Peter 文獻中指出小孩和氣喘患者對於臭氧敏感度比其他的群體有較高的風險。在 2005 年 Goldberg 研究針對美國 95 個大都市中，指出臭氧濃度每增加 10ppb 將對所有可能原因的致命率提高 0.52%，對於心血管疾病及呼吸道疾病將增加 0.64%

PM :

2005年，根據 Yang 的文章 (Yang et al., 2005)，台灣台北沙塵暴期間和每日腦出血的病患的相對風險為 1.15，同時也發現缺血性疾病雖然不明顯但是也是正相關。

2005年，加拿大學者 (Chen., et al.) 提出PM10-2.5濃度增加 $10\text{mg}/\text{m}^3$ ，致死性冠狀心臟疾病病例將增加2.1，若是再加入臭氧的話則病例將增加2.2，且女性的得病率比男性高。

法國學者在2007年一篇PM與幼童的文章提出，PM不僅對幼童產生威脅，在嬰兒和產婦的身上同樣有影響。2007中國上海復旦大學 Haidong Kan (Kan, 2007) 在PM2.5延遲兩天後發現在心血管呼吸道、心血管及呼吸道人數死亡率增加0.36%、0.41%、0.95%，雖然影響為少量，但仍需限制PM2.5的排放量。

在2008年的文獻中詹長權 (Chan, 2008) 教授提到當沙塵暴由內蒙來到台灣且濃度達到 $90\text{mg}/\text{m}^3$ 時，缺血心臟病，腦血管疾病和慢性肺部阻塞的急診人數將分別增加0.7，0.7，0.9個案，而在心血管疾病方面則增加的個案人數為2.9。

2009年知名流行病學家教授 Arden Pope (Pope et al., 2009) 針對全美國由東到西總計211城市做了全面性的資料收集與分析，而年份則由1978至2001年的空氣污染資料中發現，在城市生活環境空氣中，若能減少FPM $10\text{mg}/\text{m}^3$ 則人類平均壽命可增加 0.61 ± 0.20 年。同作者在2008 (Pope et al., 2008) 年也發現在美國猶他州PM2.5經過研遲14天的累積移動平均後，使得因心臟衰竭住院的老年人增加了13.1%，結論中亦提到應不只有心臟衰竭，在心肌衰竭、心臟律動、心臟自我反應與PM應有極大的關係。

第三章 資料來源與統計方法

3.1 資料來源及處理

3.1.1 測站及空氣污染物監測資料

本研究之空氣污染物數據共採用環保署中部空氣品質區(台中市)共9座測站2004-2006年之監測數據。所採用之空氣污染物變數包括臭氧(O₃)、氣動直徑小於10 μ m之懸浮微粒(PM₁₀)、一氧化氮(NO)、二氧化氮(NO₂)及二氧化硫(SO₂)；其中O₃為1小時日高值(maximum daily 1- hr)、最大四小時日均值(maximum daily 4- hr)與最大八小時日均值(maximum daily 8- hr)，PM₁₀為日均值，NO、NO₂、SO₂為日高值與日均值，其中O₃與PM₁₀再各取當日最大值作分析；且各個污染物取當日、延遲1天(當天與前一天之平均)、2天(當天與前兩天之平均)至3天(當天與前三天之平均)。Fig. 3.1為台中空品區測站分布圖。Table 3.1為各測站座標位置與監測項目一覽表。

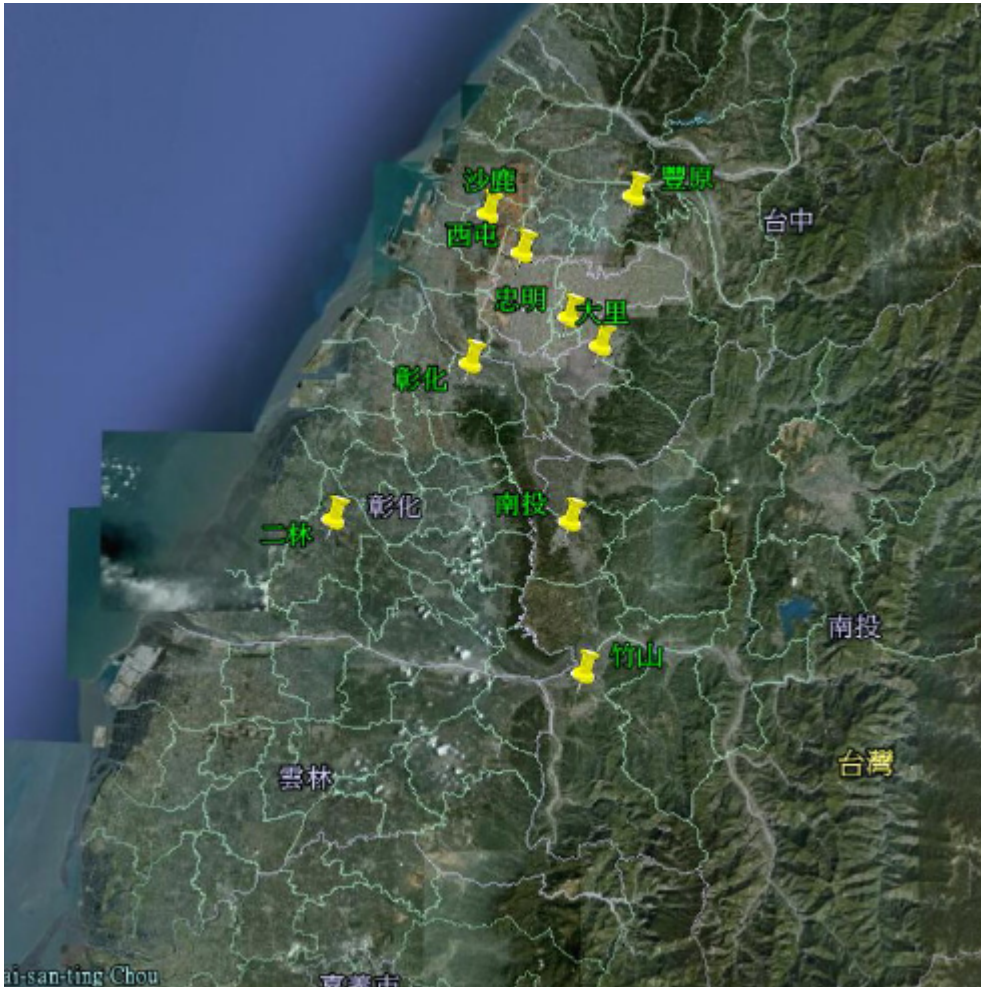


Fig.3.1 Location of air quality monitoring stations in Taiwan (source: Taiwan-EPA, Google Earth)

Table3.1 The detail item of EPA monitoring stations

測站名稱	測站位置	種類	PM ₁₀	SO ₂	CO	NO ₂	O ₃
豐原站	台中縣政府	大氣	√	√	√	√	√
沙鹿站	文光國小	大氣	√	√	√	√	√
大里站	大里鄉公所	大氣	√	√	√	√	√
忠明站	忠明國小	大氣	√	√	√	√	√
西屯站	啟聰學校	大氣	√	√	√	√	√
彰化站	中山國小	大氣	√	√	√	√	√
二林站	萬合國小	大氣	√	√	√	√	√
南投站	縣衛生局	大氣	√	√	√	√	√
竹山站	雲林國小	大氣	√	√	√	√	√

3.2 疾病人數選取方法

每日醫療門診人數採用中央健康保險局委託國家衛生研究院 (National Health Research Institutes)所建立之「全民健康保險學術研究資料庫」。我國目前全民健保納保率達到99%以上，使得健保資料成為醫藥衛生相關領域研究中具有代表性的實證資料，其研究成果可作為醫藥衛生政策的參考，為重要的研究資源。健保資料之內容涵蓋就醫民眾的基本資料、就診醫院、時間、疾病診斷名稱及處方...等各種資料，其中各種疾病診斷皆為醫師的專業判斷，可避免一般問卷的回憶性誤差 (recall bias) 及訪視對象判斷疾病的錯誤。而且，亦因累積數年，資料龐大幾乎囊括全民的病歷，因此亦成為提供傳統問卷資料來源外的另一種選擇。使用資料為2004-2006年中部空品區之各級醫療單位每日抽樣門診量，其中本研究所採用之醫療單位包括醫學中心、地區醫院、區域醫院及基層醫療單位等四個層級。其抽樣方法是依健保局提供之原始檔以西、中、牙醫檔案分類，按比率計算各檔案資料量比率分別抽取適當資料量。各檔案以母體資料中月份佔年度資料量之比率，計算每月應抽取之樣本數，再以系統抽樣法自每月資料檔中抽出所需樣本數，整合每月資料即為抽樣資料。資料量約佔母體樣本數之0.2%。而PSI與RAQI又為一全面性之指標，為使之與所有有可能之相關性疾病作相關分析，所以將上呼吸道疾病(460-486, 488-519)以及心血管疾病(410-429)都列入疾病人數範圍內作分析。此外，不同年齡層可能有不同暴露的健康效應，因此本研究也將整個族群分為學齡前(0-4歲)、小孩(5-14 歲)、成年人(15-64 歲)及老年人(65 歲以上)分別分析探討。

3.3 案例之選取

台中擁有世界上二氧化碳排放量最大之火力發電廠，每年排放四千一百萬噸的二氧化碳，但因台灣地區土地面積狹小，人口密度高，適合興建電廠之地點難覓，所以只能就現有已興建之發電廠增加發電機組。才導致此火力發電廠成為世界上排放量最大之發電廠排放源。中部空品區不像北部空品區(25 測站)及高高屏地區(15 測站)有設置許多測站供分析，因此在本文中將把中部空品區區分為中部都會區以及中部郊區。而區分的條件設置以人口的密集程度來區分，參考民政局行政地區分類為標準，設置為台中市、大里市、太平市、潭子鄉、大雅鄉、大肚鄉、龍井鄉、霧峰鄉、彰化市、和

美鎮、花壇鄉為台中大都會區，非台中大都會區則設為郊區。

3.4 PSI與 RAQI指標

從以前到現在尚未有文章發表有關於空氣污染指標與疾病人數間的相關性，雖有探討單一污染物或多種污染物之影響，但未有以指標探討污染物與疾病人數之間的關係。因此本篇也將探討 PSI 與 RAQI 對疾病人數之相關性，以供以後研究或者民間生活能依照指標而直接判定發病率確實有高的情況發生。

空氣污染指標(PSI)的定義

空氣污染指標為依據監測資料將當日空氣中懸浮微粒(PM10)(粒徑 10 微米以下之細微粒)、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、一氧化碳(CO)及臭氧(O₃)濃度等數值，以其對人體健康的影響程度，分別換算出不同污染物之副指標值，再以當日各副指標之最大值為該測站當日之空氣污染指標值(PSI)。

Table3.2 Breakpoints for PSI

污染物	PM10	SO ₂	CO	O ₃	NO ₂
統計方式	24 小時 平均值	24 小時 平均值	24 小時內 最大 8 小時平均值	24 小時內 最大小時值	24 小時內 最大小時值
單位	µg/m ³	ppb	ppm	ppb	ppb
PSI 值					
50	50	30	4.5	60	-
100	150	140	9	120	-
200	350	300	15	200	600
300	420	600	20	400	1200
400	500	800	40	500	1600
500	600	1000	50	600	2000

3.5 計算分析方法

現下有許多種統計方法，其中最常見為 case-crossover 及 time-series regression，本篇研究中所使用的方法為 time-series regression，這其中必須去除掉上班、非上班日的影響，畢竟這關係到醫院是否有看診，以及看診人數的多寡，這都會影響數據的準確性，接著溫度的因素，本研究分析方法是將空氣污染對於人體之影響經模式後量化估計。主要分為兩個部分，第一部份是利用模式來估計各地區、各年齡層每天不因空氣污染之影響導致罹患呼吸道疾病門診人數。第二部分是根據每日的呼吸道疾病人數與污染物濃度來建立模式，計算各地區各污染物對於人體的影響。

先定義某一地區內某一天的健康事件為在當地罹患呼吸道疾病且於當地之醫療院所就診的病人。同時，定義研究地區內的風險族群為位於當地的居民或工作於該區域的人。在此定義下，可以得到每日的門診人次。其分配為一卜瓦松分配 (Poisson distribution)，在普瓦松分配下，假設在整個族群下所受的風險是相同的，則每天發生 y 個門診人次的機率如下：

$$prob(y/I) = e^{-I} \frac{I^y}{y!} \quad (1)$$

上式為卜瓦松分配公式，即某天產生 y 個事件所發生的機率。其中 $e = 2.71828$ 為自然對數， y 為隨機變數(Y)中任意可能發生的值， $I > 0$ 為此分配之母數。

近幾年關於空氣污染對於死亡率或醫院醫療人數相關的研究都以應用卜瓦松迴歸作為主要模式。在本研究之資料分析中，卜瓦松迴歸為一種計算相對風險的模式，在控制人數和其他因子特性後，當總族群增為兩倍時，受到空氣污染的影響而增加之就診率也相對增加兩倍。

卜瓦松迴歸所建立之模式為：

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p \quad (2)$$

其中 Y 為當天的死亡人數或就診人數， $E(Y)$ 為當天 Y 的期望值， $X_1 \dots X_p$ 為每日就診人數或死亡人數之預測參數(污染物)， $\beta_1 \dots \beta_p$ 為預測參數之迴歸係數。

第一階段模型

此階段模型是預測每日罹患呼吸性疾病人數，在流行病學上，要建立一模式來解釋兩變數的關係時，最重要的步驟就是必須先控制一些潛在的變因，在此稱為控制模式中的混亂因子(confounding factors)(Fig. 3.2)。

許多變數資料都會隨時間呈現明顯的季節性變動，例如死亡人數、疾病人數以及空氣污染物。在以往的研究當中發現，空氣污染的確對人體有著負面的影響，然而在現實生活中，導致人體罹患呼吸道疾病的原因不僅只有空氣污染一項，還包括了個人的生活習慣、體質、活動範圍、遺傳、氣候等原因，因此在探討空氣污染是否對人體確實有影響的過程中，其它的因子必須一並移除。從各地區、各年齡層一整年呼吸道疾病門診率的時間序列圖中，發現這些資料本身有明顯的週期性與時間上的相關性。經過一些時間序列的分析後，這些呼吸道疾病門診率的資料有一些共通的特性，例如具有週期為 7 天的時間序列。平常日：星期二至星期六的呼吸道疾病門診率差異很小，但星期一、日和平常日則有明顯的不同，且這二天的門診率型態也不同，稱之為星期的效應，最後在模式中加入具有週期性的時間變數來模擬每週人數的變化，例如平常日與非工作日等。這些時間變數以啞變數 (dummy variable) 的方式放入模型中作調整，而加入模式與否並非必須的，可對原始資料進行檢定，再考慮是否加入做調整。

如何決定在預測模型中，應該包含哪些預測變項，一般變項選擇法(selection methods)中常用有三種，分別是順向選擇法(forward selection)、反向淘汰法(backward selection)及逐步排除法(stepwise selection)。順向排除法的第一個步驟是選擇經統計檢定後最顯著的預測變項，亦即選擇一個與反應變項相關最高的預測變項。在第二步驟中，選擇變項第二個進入迴歸公式者乃是其餘預測變項，各剔除了第一個預測變項 (X1) 的影響力之後，與效標變項的部分相關 (part correlation) 最高者，此種方式使得每次 R 的增加量為最大，如此循環，直到 R 的增加量不再達統計上的顯著水準為止，即不再有任何變項的淨 F(partial F)檢定值達到 0.05 的顯著度，則預測變項不再進入迴歸公式，當預測變項進入公式後則留在該公式中，此即為順向排除法的迴歸分析。反向淘汰法是在每個步驟中將達不到統計顯著度的預測變項從全模型中一一剔除。逐步排除法是一種具有反向淘汰法形式的順向選擇法，他所使用的演算法是一次加一個達到顯著水準的預測變項到模型中(類似順向選擇法的方式)，然而，每次加入預測變項後，也同時檢驗已經在模型裡的變項是否要被剔除(類似反向淘汰法的方式)。所以，逐步排除法擷取了順向選擇與反向淘汰法兩者之長，本研究以逐步排除法來選取變項。

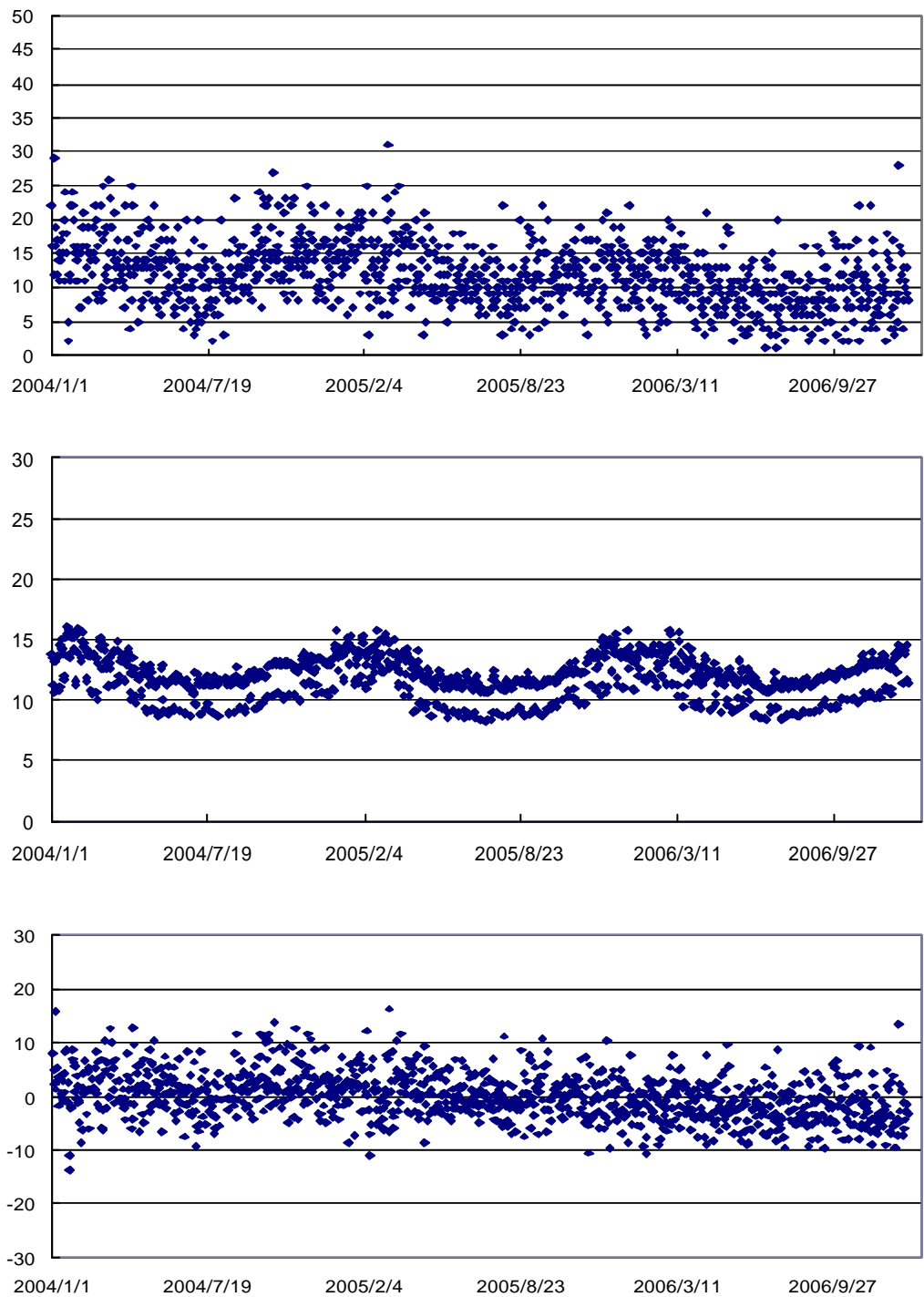


Fig. 3.2 Effect of filtering process on time series for respiratory clinic visits: (a) Time series, daily respiratory clinic visits, all ages, Taichung; (b) A plot of predicted number of daily respiratory clinic visits, all ages, Taichung. (c) The residuals of the final model without air pollution plotted against day of study.

第二階段模式

本階段之模式主要為探討空氣污染物對各地區感染呼吸性疾病就診人數之影響。各地區的呼吸道疾病人數依照第一階段處理之後，將所建立的預測模式加入污染物變數直接進行卜瓦松迴歸。在探討各污染物對於每日呼吸性疾病人數關係中，加入單一污染物於模式進行 Poisson regression，污染物效應採用當天(lag 0 day)、前一天(lag 1 day) 前二天(lag 2 day)與前三天(lag 3 day)進行分析。

修正之空氣品質指標(RAQI)公式

現行環保署PSI 採用污染物濃度與指標值對照，並輔以線性內插函數來計算各污染物的副指標值後，依最大操作型函數選取PSI，PSI 並無法同時反應多種污染物之危害程度，尤其特別是對敏感族群。熱力學中的熵，除熱力學之熱熵(thermal entropy)以外，且廣泛應用在化學、統計、資訊學上為評估衡量資料中的混亂程度，稱為資訊熵(information entropy)。資訊熵又是物質熵(matter entropy)的一種，表示一物質對於某種目的所具「有用性」之程度，資料分類中，有相關文獻探討過資訊含量，並應用熵函數來建立決策樹，其原理就是利用熵函數來評估決策資料中哪個資料所含的資訊含量最低，資訊含量最低者表示它所含有樣式最少，因此可以用作為決策樹的頂點。統計學上的熵指數係由數學家Shannon 所建立，基於一個系統的熵(entropy)可以用系統狀態之機率的對數平均值來表示的理念將entropy 引入到資訊理論中，亦使entropy 成為資訊理論與統計力學之間最重要的接觸點。本研究即利用Shannon's Entropy Function 為工具，提出一空氣品質指標建議。熵函數方程式(entropy function)多年來已運用於大氣能量平衡模式，其分析結果廣泛引人注意；模式之最大優點在於其能簡潔的表達，還可用來研究參數化技術與敏感性評估。不可諱言，正因為如此使得模式的物理真實性受到了一些模糊，此意正是指標之長處。故本研究納入熵函數結合最大操作型函數建構新創之修正空氣品質指標(Cheng *et al*, 2004；郭育誌，2003；陳育松，2004)。

$$RAQI = \text{Max}[I_1, I_2, \dots, I_n] \times \frac{\sum_{j=1}^n \text{Ave}_{\text{daily}}[I_j]}{\text{Ave}_{\text{annual}}\left[\sum_{j=1}^n \text{Ave}_{\text{daily}}[I_j]\right]} \times \frac{\text{Ave}_{\text{annual}}\{\text{Entropy}_{\text{daily}}[\text{Max}[I_1, I_2, \dots, I_n]]\}}{\text{Entropy}_{\text{daily}}[\text{Max}[I_1, I_2, \dots, I_n]]}$$

其中 I_1, I_2, \dots, I_n 分別為PM₁₀、SO₂、CO、NO₂ 及O₃ 五種副指標值，year為計算之總時間(例如：研究中所選取為5年之年均值)；根據PSI 值與AQI 值之盲點加以修正公式細說

如下：

方程式之首項 $Max[I_1, I_2, \dots, I_n]$ 稱為最大操作型函數，即為各副指標之最大值，其可減少遮蔽偏差的產生，此為空氣污染對人體的基本效應，乃目前現行 PSI 之取值 (AQI 之指標系統亦是如此)。PSI 值可依下列式計算：

$$I_P = \frac{I_{Hi} - I_{Lo}}{BP_{Hi} - BP_{Lo}} (CP - BP_{Lo} + I_{Lo})$$

= I_P 污染物 P 之指標

= C_P 污染物 P 之濃度 (取至小數位第 3 位)

= BP_{Hi} 大於或等於 C_P 的轉折點

= BP_{Lo} 小於或等於 C_P 的轉折點

= I_{Hi} 相當於 BP_{Hi} 的 PSI 值

= I_{Lo} 相當於 BP_{Lo} 的 PSI 值

方程式之第二項 $\frac{\sum_{j=1}^n Ave_{daily}[I_j]}{Ave_{annual} \left[\sum_{j=1}^n Ave_{daily}[I_j] \right]}$ ，稱為背景算術平均指標值，用以當作該測站之

現況警示比較性，其中概括五種污染物之污染程度，分子項為各副指標之日算術平均值，分母項為各副指標之日平均值後再取年平均。方程式之第三項

$\frac{Ave_{annual} \{Entropy_{daily}[Max[I_1, I_2, \dots, I_n]]\}}{Entropy_{daily}[Max[I_1, I_2, \dots, I_n]]}$ 稱為背景算術平均指標熵值，分母項為熵值，即將

該測站每日之指標值取以 10 為底之熵值 (即為熵函數之日平均值)，其用途在區分同一平均指標的不同資訊涵義 (如前述之資訊熵)。簡而言之，當指標值較平均時即表示污染相對較不嚴重 (entropy value 愈大)，反之，當指標值較分散時即污染相對較嚴重 (entropy value 愈小)，分子項為將該測站每日之指標熵值在取其平均，用以當作該測站之背景算術平均指標熵值。由於目前國內所使用的空品指標值 (PSI) 是選取每日最大副指標值之方法其應用於遞減型指標時往往會產生偏差情形，包含模糊與遮蔽兩個現象，而模糊現象即污染物危害環境不至於如指標值所顯示般嚴重，發生於利用副指標值線性相加來決定總指標值，亦指產生誇張污染損害之慮；遮蔽現象即污染損害應較指標值嚴重，發生於利用副指標值之權重相加或以算數平均來決定總指標值，易使指標值低於最大可能污染損害。綜合以上之三項函數之優點是可以站在污染物最低效應的基礎，同時進一步的考慮其他污染的存在，並區分歧分布狀況，以此物理推論為開始，此指標不但具有比較性的功能，且考慮了可能產生之偏差令其降到最低。本篇論文除分析

疾病人數與空氣污染物之間的關係外,也驗證在於分辨RAQI與PSI應用於疾病人數方面之優劣,所以最後將以RAQI與PSI做比較。

第四章 結果

4.1 台中空品區就診人數概況

本研究之台中空品區包含了台中縣市、彰化縣、南投縣，有鑒於以往研究都是以一整個大地區（如北部空品區）或是僅以小地區（如台中市）做研究分析，而此容易數據上會有偏差，所以此篇研究中將中部空品區劃分為都會區及郊區，而都會區及郊區的分法則是依照民政局行政地區分類來做標準。各地區罹患呼吸道與心血管疾病之就診人次經由「全民健保學術研究資料庫」中篩選後，將所有就診人數分為學齡前（0-4歲）、青少年（5-14歲）、成年人（15-64歲）及老年人（65歲以上）四個族群，其人數分配與百分比如Table 4.1-4.2，2004-2006年台中空品區都會區罹患呼吸道疾病和心血管疾病之門診人數共抽樣62251人次，其中0-4歲之人數佔21.1%（13151人次），5-14歲之人數佔22.4%（13946人次），15-64歲人數佔45.5%（29530人次），65歲以上人數佔9.0%（5624人次），郊區罹患呼吸道疾病和心血管疾病之門診人數共抽樣62251人次，其中0-4歲之人數佔23.3%（13078人次），5-14歲之人數佔22.8%（12790人次），15-64歲人數佔43.0%（24141人次），65歲以上人數佔10.9%（6097人次）。其中因學齡前及青少年人數過少，所以將不納入統計數值中。

Table 4.4-4.6 則是都會區就診人數表，在這裡將一年四季做區分，畢竟季節上有溫度的差別，相較於人體一定會有不等的影響。表中可明顯看出無論是都會區或郊區，在冬天罹患呼吸道疾病比其他季節要高，而心血管疾病則是以春秋兩季較為多人，因為春天和秋天正逢冷熱交替之時，當季節變換時亦容易造成心血管疾病的產生。由此也可知道一年四季之間，也確實有氣溫因素的存在，影響著呼吸道及心血管疾病之就診狀況。在Table 4.7-4.9 為郊區就診人數表，其中跟都會區就診人數較無明顯之差異。

Table 4.1 All cause hospital admission population by four age group for Central Taiwan

District	Pre-schooler	Children	Adults	Elders	Total
Metropolis	13151 21.1%	13946 22.4%	29530 45.5%	5603 9.0%	62230
Suburb	13078 23.3%	12790 22.8%	24141 43.0%	6097 10.9%	56106

Table 4.2 Respiratory hospital admission population by four age group for Central Taiwan

District	Pre-schooler	Children	Adults	Elders	Total
Metropolis	13141 22.1%	13925 23.3%	28432 47.7%	4110 6.9%	59608
Suburb	13077 24.0%	12781 23.5%	23469 43.1%	5090 9.4%	54417

Table 4.3 Cardiovascular hospital admission population by four age group for Central

District	Pre-schooler	Children	Adults	Elders	Total
Metropolis	10 0.5%	21 0.8%	1098 41.9%	1493 57.0%	2622
Suburb	1 0.0%	9 0.5%	672 39.8%	1007 59.7%	1689

Table 4.4 Mean daily clinic visits for all cause disease, Metropolis, 2004-2006

Outcome	Season	Number	Mean	SD	Min	Max
Pre-schooler	Spring	276	12.7	4.6	1	27
	Summer	276	10.1	3.7	0	20
	Fall	273	12.3	4.9	1	30
	Winter	271	13.0	4.9	1	32
Children	Spring	276	13.7	5.5	1	34
	Summer	276	10.0	4.0	0	23
	Fall	273	12.5	5.2	0	30
	Winter	271	14.8	6.0	0	36
Adults	Spring	276	29.1	10.5	4	68
	Summer	276	20.8	7.6	1	40
	Fall	273	26.3	10.0	2	57
	Winter	271	31.7	12.6	0	67
Elders	Spring	276	5.4	3.1	0	15
	Summer	276	4.6	2.7	0	16
	Fall	273	5.0	2.9	0	18
	Winter	271	5.5	3.1	0	14
Total	Spring	276	60.9	18.8	11	135
	Summer	276	45.4	13.2	6	85
	Fall	273	56.0	18.4	9	108
	Winter	271	65.0	21.6	5	126

Table 4.5 Mean daily clinic visits for respiratory disease, Metropolis, 2004-2006

Outcome	Season	Number	Mean	SD	Min	Max
Pre-schooler	Spring	276	12.7	4.6	1	27
	Summer	276	10.1	3.7	2	20
	Fall	273	12.3	4.9	1	30
	Winter	271	13.0	4.9	1	32
Children	Spring	276	13.7	5.5	1	34
	Summer	276	10.0	4.0	2	23
	Fall	273	12.5	5.1	1	30
	Winter	271	14.8	6.0	1	36
Adults	Spring	276	28.0	10.3	4	67
	Summer	276	20.0	7.3	1	37
	Fall	273	25.2	9.7	2	53
	Winter	271	30.1	12.0	1	67
Elders	Spring	276	4.2	2.3	1	12
	Summer	276	3.6	1.8	1	11
	Fall	273	3.9	2.1	1	14
	Winter	271	4.4	2.3	1	11
Total	Spring	276	56.4	18.2	9	132
	Summer	276	43.1	12.6	4	77
	Fall	273	53.5	17.6	9	104
	Winter	271	62.6	20.7	5	123

Table 4.6 Mean daily clinic visits for cardiovascular disease, Metropolis, 2004-2006

Outcome	Season	Number	Mean	SD	Min	Max
Adults	Spring	276	1.1	1.1	0	7
	Summer	276	1.0	1.1	0	7
	Fall	273	1.0	1.1	0	5
	Winter	271	1.0	1.1	0	5
Elders	Spring	276	1.5	1.5	0	7
	Summer	276	1.3	1.6	0	7
	Fall	273	1.5	1.5	0	7
	Winter	271	1.4	1.4	0	7
Total	Spring	276	2.5	2.0	0	8
	Summer	276	2.3	2.1	0	9
	Fall	273	2.5	2.0	0	10
	Winter	271	2.3	2.0	0	9

Table 4.7 Mean daily clinic visits for all cause disease, suburb, 2004-2006

Outcome	Season	Number	Mean	SD	Min	Max
Pre-schooler	Spring	276	12.6	4.7	2	31
	Summer	276	9.8	3.8	1	23
	Fall	273	12.2	4.6	2	27
	Winter	271	13.1	4.8	2	29
Children	Spring	276	13.1	5.2	2	30
	Summer	275	8.5	3.7	1	25
	Fall	273	11.5	4.3	1	24
	Winter	270	13.7	5.4	2	33
Adults	Spring	276	23.8	9.0	3	51
	Summer	276	16.8	6.4	2	38
	Fall	273	21.5	7.9	2	45
	Winter	271	26.1	9.5	2	61
Elders	Spring	271	6.1	3.1	1	17
	Summer	271	4.9	2.6	0	13
	Fall	264	5.8	2.9	1	15
	Winter	264	6.0	3.0	0	18
Total	Spring	276	55.6	17.4	10	123
	Summer	276	40.0	12.2	9	83
	Fall	273	50.8	15.2	11	97
	Winter	271	58.6	18.1	8	126

Table 4.8 Mean daily clinic visits for respiratory disease, suburb, 2004-2006

Outcome	Season	Number	Mean	SD	Min	Max
Pre-schooler	Spring	276	12.6	4.7	2	31
	Summer	276	9.8	3.8	1	23
	Fall	273	12.2	4.6	2	27
	Winter	271	13.1	4.8	2	29
Children	Spring	276	13.1	5.2	2	29
	Summer	275	8.5	3.7	1	25
	Fall	273	11.5	4.3	1	24
	Winter	270	13.7	5.4	2	33
Adults	Spring	276	23.3	8.8	3	50
	Summer	276	16.2	6.2	2	36
	Fall	273	20.8	7.7	2	43
	Winter	271	25.5	9.3	1	60
Elders	Spring	271	5.2	2.8	1	17
	Summer	264	4.1	2.2	1	11
	Fall	262	4.8	2.5	1	14
	Winter	261	5.1	2.6	1	14
Total	Spring	276	54.1	17.0	10	122
	Summer	276	38.4	11.7	8	81
	Fall	273	49.1	14.7	11	94
	Winter	271	57.1	17.7	8	125

Table 4.9 Mean daily clinic visits for cardiovascular disease, suburb, 2004-2006

Outcome	Season	Number	Mean	SD	Min	Max
Adults	Spring	276	0.6	0.8	0	4
	Summer	276	0.6	0.8	0	4
	Fall	273	0.7	0.8	0	4
	Winter	271	0.6	0.7	0	4
Elders	Spring	271	0.9	1.1	0	6
	Summer	264	0.9	1.2	0	6
	Fall	262	1.1	1.2	0	5
	Winter	261	0.9	1.1	0	5
Total	Spring	276	1.5	1.4	0	6
	Summer	276	1.5	1.5	0	8
	Fall	273	1.7	1.5	0	7
	Winter	271	1.5	1.3	0	6

4.2 中部空品區品質概況

Table. 4.10-4.11 為台中空品區都會區與郊區空氣污染物與氣象因子之敘述統計表，PM₁₀ 方面以秋季 61.37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 較高，O₃ 方面也是以秋季 37.54ppb 為高，SO₂ 則是春天有高平均值，但最大值則是出現在冬天，顯示春冬兩季，有影響人體健康之危險，而 CO 也是以冬天污染較為高，有 8.94 ppm，NO₂ 在冬天亦有 26.87ppb，大致上來說皆是冬天具有較高的汙染物濃度飄散在空中。在兩張表中發現都會區汙染物無論在春夏秋冬那一季，汙染物均較郊區高，唯獨 O₃ 是郊區比都會區高，平均高出 3ppb，最高值方面也是都會區出現最高值，僅在春夏兩季 O₃ 郊區比都會區高，但如果比較第三四分位方面的話，郊區在 O₃ 及 SO₂ 則表現出有較高的情勢。因此大致上可以斷定因地區的性質不同而產生汙染物之高低，如位在郊區之竹山、南投，位處於盛行風下風處致使 O₃ 及 PM₁₀ 累積而產生高值，而大里雖有工業區熱島效應之影響，但依整個台中大都會區說，卻已經給均化掉，如 Fig.4.1-4.3。在其他汙染物方面，則分別各有高低，若是僅依敘述性統計之數據看來並無特別影響到人體引發疾病之確切數據。

Table 4.10 The descriptive statistics for air pollutant and meteorological variables by season, in metropolis, 2004-2006.

Pollutant	Season	Number	Mean	SD	Min	25%	50%	75%	Max
PM ₁₀ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Spring	276	57.71	18.10	20.36	44.89	57.46	69.32	158.60
	Summer	276	44.74	13.97	14.50	33.95	44.99	52.98	106.96
	Fall	270	61.37	20.15	18.2	48.70	59.05	69.9	159.30
	Winter	271	59.98	23.20	16.91	44.70	59.20	69.63	156.50
O ₃ (ppb)	Spring	276	32.64	20.89	5.62	18.03	26.20	40.49	105.29
	Summer	276	29.98	18.48	4.18	16.68	24.25	38.55	103.30
	Fall	270	37.54	21.83	6.85	22.72	29.04	45.73	135.28
	Winter	271	25.60	17.65	4.56	13.67	18.87	33.09	105.83
SO ₂ (ppb)	Spring	276	7.05	2.78	2.07	5.00	6.67	8.82	16.30
	Summer	276	5.39	2.00	0.96	4.13	5.39	6.49	12.43
	Fall	270	7.02	2.58	2.17	5.27	6.82	8.50	17.27
	Winter	271	7.04	3.42	0.83	4.67	6.53	8.56	20.00
CO (ppm)	Spring	276	7.82	2.29	3.49	6.14	7.53	9.21	15.43
	Summer	276	5.18	1.57	1.87	4.02	4.81	6.05	10.96
	Fall	270	7.40	2.67	2.50	5.51	7.01	8.72	21.86
	Winter	271	8.94	3.62	3.51	6.29	8.11	10.69	22.71
NO ₂ (ppb)	Spring	273	24.41	7.90	10.00	18.02	23.61	29.97	49.38
	Summer	276	15.07	4.25	4.41	11.80	14.53	17.64	28.33
	Fall	264	23.16	8.28	5.97	17.56	22.08	26.49	65.37
	Winter	267	26.87	10.58	9.22	18.99	24.47	32.20	66.14
Temperature ()	Spring	276	23.31	4.39	9.88	20.29	24.32	27.03	29.78
	Summer	276	28.82	1.48	22.26	27.92	29.07	29.85	32.17
	Fall	273	25.42	2.50	19.52	23.72	25.61	27.38	30.20
	Winter	271	17.64	3.15	8.93	16.02	18.09	19.82	24.36
Humidity (%)	Spring	274	89.77	9.91	56.23	83.79	90.97	96.61	112.18
	Summer	269	114.73	10.65	92.94	106.42	113.04	121.54	147.50
	Fall	273	134.70	8.27	113.77	128.28	134.11	141.42	155.16
	Winter	271	63.64	10.35	38.42	55.71	63.32	72.61	83.77

Table 4.11 The descriptive statistics for air pollutant and meteorological variables by season, in suburb, 2004-2006

Pollutant	Season	Number	Mean	SD	Min	25%	50%	75%	Max
PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Spring	276	56.67	18.50	17.12	44.67	56.72	68.99	145.23
	Summer	276	36.35	14.57	6.87	28.50	39.50	50.05	90.36
	Fall	272	60.10	17.53	23.42	50.58	59.83	69.12	130.39
	Winter	271	62.26	18.62	19.87	50.39	62.63	69.83	143.29
O3 (ppb)	Spring	276	38.47	22.21	8.65	22.85	31.27	45.79	116.14
	Summer	276	34.90	20.90	6.88	19.50	28.08	44.53	108.22
	Fall	272	41.77	21.88	11.65	26.29	32.69	53.69	113.13
	Winter	271	30.58	18.59	7.04	18.25	22.28	41.86	93.54
SO2 (ppb)	Spring	276	5.90	1.91	2.08	4.42	5.65	7.21	11.46
	Summer	276	4.51	1.74	1.08	3.17	4.40	5.55	11.81
	Fall	272	5.92	1.67	2.18	4.83	5.83	7.08	12.29
	Winter	271	6.37	2.26	1.50	4.83	6.13	7.50	14.81
CO (ppm)	Spring	276	5.53	7.63	1.96	4.31	5.42	6.70	10.32
	Summer	276	3.15	0.95	1.15	2.50	3.02	3.72	7.43
	Fall	272	5.35	1.64	1.98	4.17	5.08	6.23	12.95
	Winter	271	7.06	1.92	3.86	5.83	6.75	8.04	17.12
NO2 (ppb)	Spring	269	18.35	5.97	5.86	13.78	17.89	22.82	35.24
	Summer	268	9.67	2.86	2.98	7.58	9.33	11.10	20.21
	Fall	250	17.16	5.47	3.12	13.06	16.55	19.92	39.27
	Winter	270	23.73	5.70	11.21	17.23	21.19	25.23	45.06
Temperature ()	Spring	276	23.22	4.29	8.88	20.23	24.19	26.74	29.17
	Summer	276	28.64	1.37	22.45	27.75	28.84	29.73	31.56
	Fall	273	25.35	2.57	18.66	23.53	25.68	27.36	30.42
	Winter	271	17.39	2.94	7.87	15.53	17.92	19.37	23.74
Humidity (%)	Spring	274	74.55	6.15	54.78	71.06	74.44	77.89	89.46
	Summer	276	74.38	4.70	64.24	71.47	73.73	76.91	87.86
	Fall	271	71.44	5.43	55.66	68.99	71.98	74.80	84.99
	Winter	270	73.73	7.04	50.02	70.02	73.54	77.73	92.07

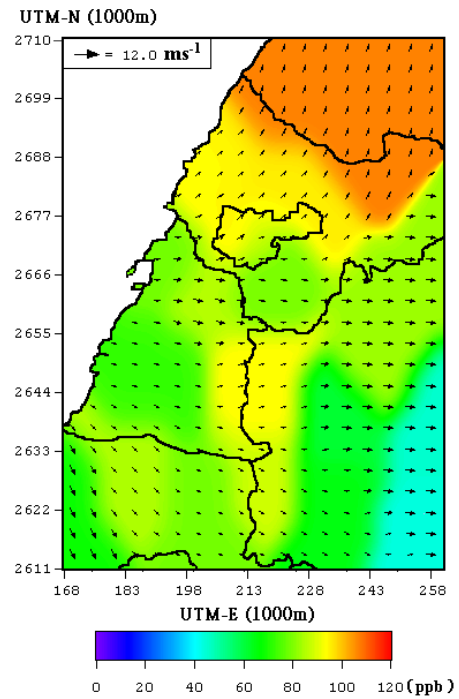
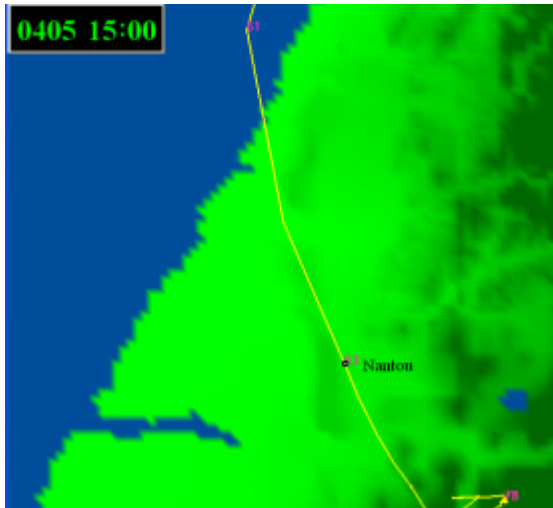


Fig. 4.1 The trajectory and the Ozone concentration of Nantou at 04-04-2005 12:00

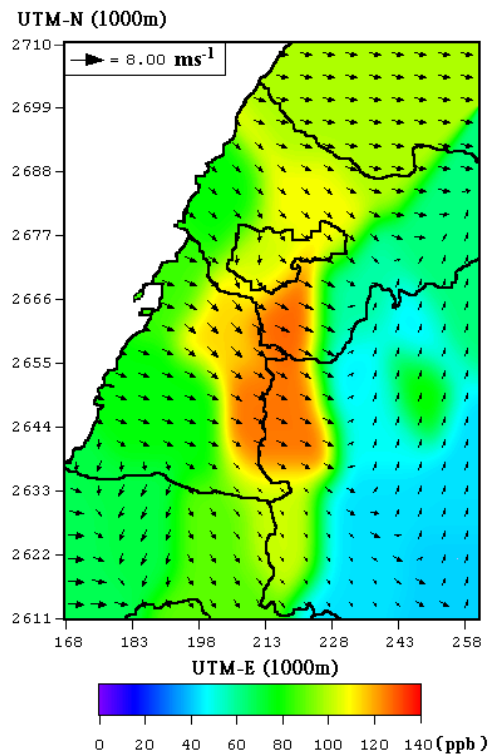
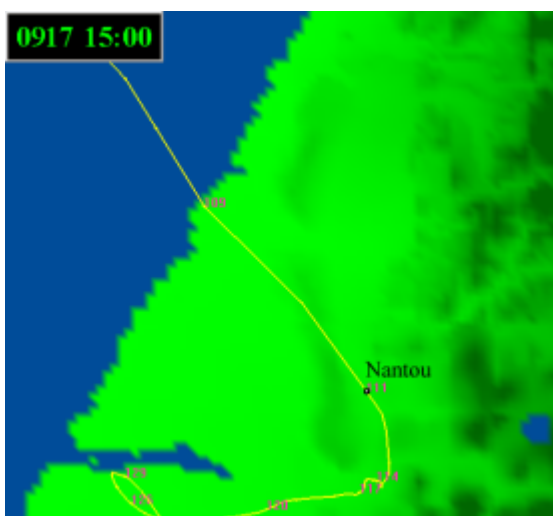


Fig. 4.2 The trajectory and the Ozone concentration of Nantou at 09-17-2005 15:00

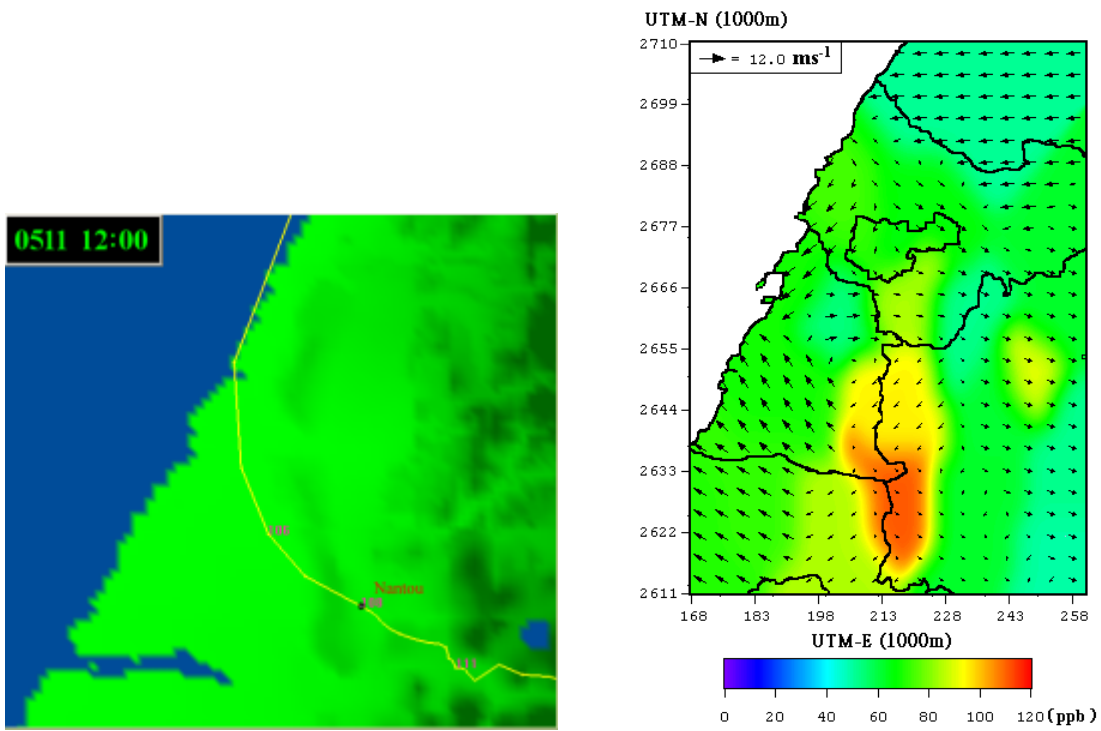


Fig. 4.3 The trajectory and the Ozone concentration of Nantou at 05-11-2006 12:00

4.3 空氣污染之影響

經由 POISSON 迴歸模型估計後，其結果依照都會區、郊區分別呈現數據並敘述。

4.3.1 都會區

Table. 4.12-4.16 為都會區各測站之各種污染物之相關係數表，在 SO₂ 中忠明與大里測站相關性最高，所有測站相關係數介於 0.50-0.63，而臭氧方面每個測站相關係數皆高達 0.80-0.90，具有相當高之同樣性質。而 CO 則是西屯與豐原相關性最高，相關係數也介於 0.61-0.85，PM 則是大里西屯具有最高之相關係數，而所有測站則是介於 0.70-0.84。NO₂ 方面最高相關性則落在豐原西屯站，各站接相關係數位於 0.74-0.87。在這些測站之間，相關性皆高，所以各測站間數據皆可作結合，不至於有無法相容之測站。

Table 4.12 Pearson coefficient correlation of SO₂ at each station in metropolis

	Changhwa	Chungming	Fengyuan	Dali	Hsitun
Changhwa	1				
Chungming	0.542 ^{**}	1			
Fengyuan	0.502 ^{**}	0.581 ^{**}	1		
Dali	0.582 ^{**}	0.629 ^{**}	0.569 ^{**}	1	
Hsitun	0.588 ^{**}	0.584 ^{**}	0.620 ^{**}	0.548 ^{**}	1

** . P<0.01

Table 4.13 Pearson coefficient correlation of O₃ at each station in metropolis

	Changhwa	Chungming	Fengyuan	Dali	Hsitun
Changhwa	1				
Chungming	0.799 ^{**}	1			
Fengyuan	0.821 ^{**}	0.896 ^{**}	1		
Dali	0.798 ^{**}	0.851 ^{**}	0.863 ^{**}	1	
Hsitun	0.826 ^{**}	0.891 ^{**}	0.896 ^{**}	0.857 ^{**}	1

** . P<0.01

Table 4.14 Pearson coefficient correlation of CO at each station in metropolis

	Changhwa	Chungming	Fengyuan	Dali	Hsitun
Changhwa	1				
Chungming	0.641**	1			
Fengyuan	0.688**	0.821**	1		
Dali	0.610**	0.672**	0.699**	1	
Hsitun	0.742**	0.802**	0.849**	0.676**	1

** . P<0.01

Table 4.15 Pearson coefficient correlation of PM10 at each station in metropolis

	Changhwa	Chungming	Fengyuan	Dali	Hsitun
Changhwa	1				
Chungming	.716**	1			
Fengyuan	.698**	.739**	1		
Dali	.745**	.789**	.777**	1	
Hsitun	.795**	.798**	.813**	.838**	1

** . P<0.01

Table 4.16 Pearson coefficient correlation of NO2 at each station in metropolis

	Changhwa	Chungming	Fengyuan	Dali	Hsitun
Changhwa	1				
Chungming	0.743**	1			
Fengyuan	0.831**	0.766**	1		
Dali	0.859**	0.740**	0.811**	1	
Hsitun	0.807**	0.800**	0.874**	0.747**	1

** . P<0.01

在各種污染物（CO、NO₂、O₃、PM₁₀、SO₂）相對於四組依年齡分組的疾病人數中，依照四分位差下去做比對分析，致病總人數相對於 CO 在四季皆有明顯的提升，似乎對季節方面較無差異，但在冬天時出現較高的相對風險，在成人方面有增加 7.2%，若是針對呼吸道疾病則增加 7.5%，而夏季相對風險較低，老年人在致病總人數僅增加 0.4%，且呼吸道疾病則是無明顯相關。而經過延遲效應之後，春天為 lag0day 最有影響，夏天則 lag1-3days 皆為較明顯之 RR 值上升，秋天方面則為 lag0day 及 lag3day 較為高，冬天則以 lag0day 為主，在 lag1-3 皆無統計上的顯著相關存在。在 NO₂ 方面，學齡前幼童及青少年相對風險則分別有 7.4% 及 10.2% 的攀升，在冬天時則無統計之意義。延遲效應方面，春天為 lag1 較高，夏天則為 lag1 最為顯著，秋天除 lag0day 之外，其他皆有明顯的攀升，冬天因無顯著意義所以不討論。O₃ 在四季之中，呼吸道疾病只有學齡前幼童有統計上之意義，雖然不明顯但仍有參考之價值，而心血管疾病則為成年人具有統計上之意義，尤其是夏秋兩季，有稍微增長 1-2%。延遲效應則為夏秋兩季之 lag0-3day 較為明顯。PM₁₀ 方面，僅在春天有明顯之影響，不論是呼吸道或心血管疾病，或許跟沙塵暴襲台有相關並且正面臨換季，對溫度溼度敏感之病患亦容易在此時病發。相對風險其中又以呼吸道疾病青少年發病率增加 3.3% 稍微明顯，相對於心血管疾病方面，僅成年人在夏季之 lag1-2days 有稍微相關，在其他季節及延遲指數上則是無統計上之顯著意義。而 SO₂ 則是在相對風險上幾乎無統計上之意義。

Table 4.17 The best lag effect of all pollutant in four season at central Taiwan (metropolis)

Pollutant	Spring	Summer	Fall	Winter
CO	Lag0days	Lag3days	Lag3days	Lag0days
NO2	Lag3days	Lag1days	Lag3days	Lag0days
O3-8hr	Lag0days	Lag1days	Lag0days	Lag2days
O3-1hr	Lag0days	Lag3days	Lag3days	Lag0days
PM10	Lag0days	Lag1days	Lag3days	Lag0days
PM10-1hr	Lag0days	Lag2days	Lag3days	Lag0days
SO2	Lag0days	Lag2days	Lag1days	Lag0days

Table 4.18 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital respiratory and cardiovascular admissions in central Taiwan

(metropolis) (*=P<0.05)

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
CO	Spring	1.021* (0.759-1.070)	1.028* (0.698-1.107)	1.028* (0.703-1.098)	1.012 * (0.842-1.041)	1.025* (0.724-1.087)
	Summer	1.014* (0.844-1.146)	1.006* (0.857-1.154)	1.010* (0.857-1.164)	1.004* (0.936-1.066)	1.009 (0.868-1.147)
	Fall	1.039* (0.832-1.268)	1.032 (0.779-1.293)	1.036* (0.791-1.304)	1.016* (0.899-1.125)	1.034 (0.810-1.274)
	Winter	1.062 (0.858-1.315)	1.071 (0.849-1.339)	1.072 (0.848-1.348)	1.035 (0.921-1.160)	1.066 (0.858-1.320)
NO2	Spring	1.074 * (0.721-1.331)	1.102 * (0.665-1.466)	1.099* (0.667-1.449)	1.045* (0.823-1.188)	1.090* (0.693-1.400)
	Summer	1.017* (0.811-1.198)	1.008* (0.819-1.224)	1.012* (0.813-1.233)	1.005* (0.916-1.094)	1.012* (0.827-1.209)
	Fall	1.007* (0.792-1.241)	1.007* (0.758-1.266)	1.008* (0.756-1.277)	1.003 (0.882-1.114)	1.007* (0.776-1.250)
	Winter	0.950 (0.757-1.232)	0.944 (0.747-1.215)	0.943 (0.738-1.232)	0.971 (0.860-1.112)	0.947 (0.754-1.217)
O3	Spring	0.988 (0.703-1.348)	0.982 (0.633-1.487)	0.983 (0.640-1.474)	0.992* (0.809-1.198)	0.984 (0.666-1.422)
	Summer	1.002* (0.832-1.145)	0.979* (0.788-1.168)	0.986 (0.790-1.173)	0.994* (0.904-1.070)	0.989* (0.809-1.155)
	Fall	0.992* (0.799-1.249)	0.981* (0.738-1.305)	0.984* (0.747-1.308)	0.993* (0.878-1.127)	0.986 (0.769-1.276)
	Winter	0.971 (0.761-1.303)	0.981 (0.767-1.381)	0.977 * (0.757-1.380)	0.989 (0.871-1.174)	0.978* (0.772-1.345)
PM10	Spring	1.006* (0.733-1.389)	1.033* (0.685-1.553)	1.025* (0.686-1.534)	1.012* (0.833-1.223)	1.022* (0.707-1.476)
	Summer	0.936* (0.811-1.062)	0.929* (0.788-1.099)	0.926 (0.790-1.086)	0.968* (0.904-1.036)	0.933* (0.809-1.075)
	Fall	0.985* (0.796-1.238)	0.993* (0.764-1.266)	0.989* (0.763-1.276)	0.995 (0.886-1.115)	0.990* (0.782-1.249)
	Winter	0.940 (0.757-1.199)	0.943 (0.744-1.258)	0.939 (0.738-1.254)	0.969 (0.860-1.121)	0.943 (0.754-1.232)
SO2	Spring	0.974* (0.730-1.352)	0.988* (0.677-1.545)	0.982* (0.679-1.515)	0.992* (0.831-1.217)	0.983* (0.701-1.457)
	Summer	0.962* (0.811-1.137)	0.964* (0.799-1.168)	0.961* (0.799-1.165)	0.983 (0.909-1.068)	0.964* (0.818-1.148)
	Fall	0.970* (0.792-1.251)	0.969 (0.760-1.261)	0.967* (0.757-1.278)	0.985 (0.883-1.116)	0.970* (0.777-1.251)
	Winter	0.946 (0.757-1.186)	0.952 (0.744-1.235)	0.947 (0.738-1.232)	0.973* (0.860-1.111)	0.951 (0.754-1.212)

Table 4.19 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital respiratory admissions in central Taiwan (metropolis) (*=P<0.05)

Pollutant	Season	Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
CO	Spring	1.021* (0.757-1.069)	1.029* (0.692-1.109)	1.029* (0.691-1.105)	1.013* (0.834-1.052)	1.026* (0.715-1.092)
	Summer	1.014* (0.845-1.145)	1.007* (0.855-1.161)	1.010* (0.852-1.173)	1.000* (0.928-1.063)	1.009 (0.864-1.153)
	Fall	1.039* (0.833-1.266)	1.033 (0.775-1.305)	1.038* (0.780-1.321)	1.010* (0.887-1.113)	1.035 (0.802-1.285)
	Winter	1.062 (0.858-1.313)	1.073 (0.845-1.348)	1.075 (0.842-1.362)	1.034 (0.919-1.164)	1.068 (0.854-1.330)
NO2	Spring	1.074* (0.723-1.328)	1.105* (0.658-1.479)	1.105* (0.655-1.477)	1.048 (0.818-1.209)	1.094 (0.681-1.420)
	Summer	1.017* (0.812-1.196)	1.009* (0.813-1.234)	1.012* (0.805-1.246)	1.001* (0.924-1.086)	1.012* (0.822-1.218)
	Fall	1.007* (0.793-1.239)	1.008* (0.751-1.277)	1.008* (0.745-1.292)	1.003 (0.887-1.100)	1.008* (0.768-1.260)
	Winter	0.951 (0.758-1.231)	0.943 (0.741-1.223)	0.941 (0.731-1.241)	0.972 (0.868-1.094)	0.946 (0.748-1.223)
O3	Spring	0.988 (0.705-1.345)	0.981 (0.627-1.502)	0.982 (0.626-1.504)	0.991* (0.796-1.213)	0.983 (0.655-1.444)
	Summer	1.002* (0.833-1.144)	0.980* (0.782-1.175)	0.985 (0.779-1.183)	0.987* (0.903-1.065)	0.988* (0.801-1.162)
	Fall	0.992* (0.801-1.248)	0.981* (0.733-1.317)	0.983* (0.734-1.326)	0.990* (0.870-1.122)	0.985 (0.760-1.288)
	Winter	0.971 (0.762-1.301)	0.980 (0.761-1.392)	0.976* (0.750-1.399)	0.994 (0.881-1.180)	0.978* (0.767-1.359)
PM10	Spring	1.006* (0.734-1.386)	1.033* (0.679-1.569)	1.028* (0.674-1.568)	1.021* (0.830-1.244)	1.024* (0.698-1.500)
	Summer	0.937* (0.812-1.062)	0.926* (0.782-1.100)	0.923 (0.779-1.093)	0.971* (0.903-1.049)	0.930* (0.801-1.080)
	Fall	0.985* (0.797-1.237)	0.992* (0.757-1.277)	0.989* (0.752-1.277)	0.999 (0.887-1.112)	0.990* (0.774-1.259)
	Winter	0.940 (0.758-1.198)	0.941 (0.738-1.265)	0.937 (0.731-1.267)	0.974 (0.857-1.130)	0.941 (0.748-1.242)
SO2	Spring	0.974* (0.732-1.349)	0.987* (0.670-1.559)	0.982* (0.666-1.549)	0.998* (0.824-1.247)	0.983* (0.692-1.482)
	Summer	0.962* (0.812-1.136)	0.962* (0.793-1.173)	0.959* (0.789-1.175)	0.987 (0.910-1.075)	0.963* (0.810-1.155)
	Fall	0.971* (0.793-1.249)	0.968 (0.753-1.273)	0.966* (0.747-1.291)	0.987 (0.887-1.098)	0.969* (0.769-1.261)
	Winter	0.946 (0.758-1.184)	0.950 (0.738-1.239)	0.946 (0.731-1.242)	0.979* (0.857-1.130)	0.950 (0.748-1.220)

Table 4.20 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital respiratory and admissions in central Taiwan (metropolis)

(*= $P < 0.05$)

Pollutant	Season	Adults	Elder	All
CO	Spring	1.001 (0.981-1.009)	1.010* (0.873-1.032)	1.005* (0.928-1.018)
	Summer	1.008 (0.918-1.072)	1.012* (0.876-1.102)	1.010 (0.899-1.085)
	Fall	1.016* (0.954-1.073)	1.028 (0.908-1.162)	1.022* (0.937-1.115)
	Winter	1.007 (0.932-1.086)	1.034 (0.889-1.186)	1.021 (0.913-1.130)
NO2	Spring	1.000 (0.947-1.063)	1.032* (0.947-1.063)	1.016* (0.910-1.095)
	Summer	1.010 (0.907-1.080)	1.015* (0.864-1.121)	1.012* (0.887-1.098)
	Fall	1.002 (0.929-1.063)	1.005* (0.875-1.143)	1.003* (0.908-1.101)
	Winter	0.994* (0.924-1.074)	0.972 (0.846-1.153)	0.983 (0.886-1.107)
O3	Spring	1.001 (0.957-1.056)	0.995* (0.844-1.160)	0.998 (0.911-1.102)
	Summer	1.014* (0.938-1.080)	1.012 (0.907-1.111)	1.013* (0.924-1.093)
	Fall	1.004* (0.936-1.055)	1.000 (0.885-1.140)	1.002 (0.913-1.096)
	Winter	0.984 (0.917-1.042)	0.975 (0.828-1.143)	0.980 (0.872-1.084)
PM10	Spring	0.983* (0.933-1.041)	0.990 (0.851-1.167)	0.987* (0.910-1.090)
	Summer	0.987 (0.907-1.071)	0.963 (0.861-1.073)	0.975* (0.887-1.071)
	Fall	0.991* (0.931-1.050)	0.987 (0.869-1.136)	0.989* (0.904-1.092)
	Winter	0.983 (0.917-1.053)	0.959* (0.828-1.105)	0.971 (0.872-1.077)
SO2	Spring	0.984 (0.933-1.032)	0.976* (0.853-1.149)	0.980* (0.912-1.080)
	Summer	0.988* (0.907-1.078)	0.975* (0.864-1.099)	0.982* (0.887-1.087)
	Fall	0.992* (0.929-1.063)	0.982 (0.876-1.151)	0.987 (0.908-1.106)
	Winter	0.981 (0.917-1.051)	0.961 (0.828-1.122)	0.971 (0.872-1.086)

4.3.2 郊區

Table. 4.20-4.24 為都會區各測站之各種污染物之相關係數表，在 SO₂ 中南投與竹山測站相關性最高，所有測站相關係數介於 0.26-0.69，而臭氧方面每個測站相關係數皆高達 0.71-0.84，具有相當高之同樣性質。而 CO 則是西屯與豐原相關性最高，相關係數也介於 0.61-0.85，PM 則是竹山南投具有最高之相關係數，而所有測站則是介於 0.66-0.86。NO₂ 方面最高相關性則落在豐原西屯站，各站接相關係數位於 0.74-0.87。在這些測站之間，相關性皆高，所以各測站間數據皆可作結合，不至於有無法相容之測站。

Table 4.21 Pearson coefficient correlation of SO₂ at each station in suburb

	Erhlin	Chushan	Nantou	Shalu
Erhlin	1			
Chushan	0.515 ^{**}	1		
Nantou	0.530 ^{**}	0.686 ^{**}	1	
Shalu	0.318 ^{**}	0.300 ^{**}	0.267 ^{**}	1

** . P<0.01

Table 4.22 Pearson coefficient correlation of O₃ at each station in suburb

	Erhlin	Chushan	Nantou	Shalu
Erhlin	1			
Chushan	0.759 ^{**}	1		
Nantou	0.739 ^{**}	0.842 ^{**}	1	
Shalu	0.809 ^{**}	0.780 ^{**}	0.713 ^{**}	1

** . P<0.01

Table 4.23 Pearson coefficient correlation of CO at each station in suburb

	Erhlin	Chushan	Nantou	Shalu
Erhlin	1			
Chushan	0.621 ^{**}	1		
Nantou	0.763 ^{**}	0.735 ^{**}	1	
Shalu	0.755 ^{**}	0.492 ^{**}	0.646 ^{**}	1

** . P<0.01

Table 4.24 Pearson coefficient correlation of PM₁₀ at each station in suburb

	Erhlin	Chushan	Nantou	Shalu
Erhlin	1			
Chushan	0.674 ^{**}	1		
Nantou	0.706 ^{**}	0.858 ^{**}	1	
Shalu	0.695 ^{**}	0.666 ^{**}	0.687 ^{**}	1

** . P<0.01

Table 4.25 Pearson coefficient correlation of NO₂ at each station in suburb

	Erhlin	Chushan	Nantou	Shalu
Erhlin	1			
Chushan	0.665 ^{**}	1		
Nantou	0.692 ^{**}	0.896 ^{**}	1	
Shalu	0.700 ^{**}	0.525 ^{**}	0.574 ^{**}	1

** . P<0.01

在各種污染物 (CO、NO₂、O₃、PM₁₀、SO₂) 相對於四組依年齡分組的疾病人數中，依照四分位差下去做比對分析，致病總人數相對於 CO 在四季中，春夏秋三季皆有明顯相關，在成人方面有增加 7.2%，若是針對呼吸道疾病則增加 7.5%，而夏季相對風險較低，老年人在致病總人數僅增加 0.4%，且呼吸道疾病則是無明顯相關。延遲效應在呼吸道疾病方面，lag0-3days 皆為顯著相關，而在冬季方面呈現出心血管疾病成年人有顯著的相關，其他卻是無明顯的意義存在

在 NO₂ 方面，春天在學齡前幼童及青少年相對風險則分別有 15.6% 及 27.1% 的攀升，在成人方面也高達 25.7%，在夏天及秋天亦有顯著的相關意義存在，在冬天時則無統計之意義，其中較有趣的現象是冬天的心血管疾病成人反而是呈現顯著相關。在延遲效應方面春夏秋三季 lag0-3days 皆有顯著相關存在。

在 O₃ 方面，同樣是春夏秋三季有 O₃ 顯著相關，在春天總就診人數，四組依年齡分組各增加 5.7%、4.6%、2.6%、3.2%，夏天雖然有顯著相關，但卻不像春天有如此多人就診，各個年齡層分別增加 2.5%、1.9%、0.9%、1.3%。在延遲效應下，O₃ 春天以 lag0-1days 最為顯著，夏天以 lag1-3days，秋天為 lag1-3days。

PM₁₀ 方面，在四季皆有明顯之影響，不論是呼吸道或心血管疾病，或許跟沙塵暴襲台有相關並且正面臨換季，對溫度溼度敏感之病患亦容易在此時病發，各個年齡層分別增加 12.8%、16.0%、13.3%、7.6%。而冬天的相對風險其中又以青少年發病率增加 3.3% 稍微明顯，其餘皆無顯著相關，相對於心血管疾病方面，則是老年人四季分別有 2.9-5.6% 的增長率。

SO₂ 則是在相對風險上針對總人數及呼吸道對四個年齡群組及各個季節皆有明顯的相關性，其中以春天最高，秋天次之，四年齡分組為 12.4%-15.4% 不等之增長，惟獨心血管疾病方面成人部分為無顯著相關。延遲效應方面，四季幾乎都是以 lag0day 為較高的顯著相關。

Table 4.26 The best lag effect of all pollutant in four season at central Taiwan (metropolis)

Pollutant	Spring	Summer	Fall	Winter
CO	Lag1days	Lag0days	Lag0days	Lag0days
NO ₂	Lag3days	Lag3days	Lag2days	Lag0days
O ₃ -8hr	Lag0days	Lag1days	Lag1days	Lag0days
O ₃ -1hr	Lag0days	Lag1days	Lag0days	Lag0days
PM ₁₀	Lag0days	Lag0days	Lag0days	Lag0days
PM ₁₀ -1hr	Lag0days	Lag0days	Lag2days	Lag0days
SO ₂	Lag0days	Lag0days	Lag1days	Lag0days

Table 4.27 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital respiratory and cardiovascular admissions in central Taiwan (suburb)

		Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
CO	Spring	1.100* (0.889-1.544)	1.199* (0.929-1.854)	1.199* (0.956-1.768)	1.064 (0.940-1.325)	1.158 (0.940-1.678)
	Summer	1.022* (0.869-1.249)	1.039* (0.858-1.280)	1.037* (0.892-1.220)	1.014* (0.926-1.136)	1.031* (0.883-1.223)
	Fall	1.094* (0.813-1.404)	1.149* (0.743-1.509)	1.137 (0.762-1.422)	1.058* (0.880-1.225)	1.120* (0.783-1.407)
	Winter	0.975 (0.708-1.457)	0.965* (0.679-1.514)	0.972 (0.712-1.655)	0.989 (0.804-1.792)	0.973 (0.717-1.561)
NO2	Spring	1.156* (0.912-1.567)	1.271* (0.969-1.796)	1.257* (0.985-1.681)	1.097* (0.954-1.325)	1.216* (0.973-1.633)
	Summer	1.020* (0.886-1.249)	1.027 (0.875-1.280)	1.023* (0.876-1.202)	1.012* (0.939-1.136)	1.022* (0.900-1.223)
	Fall	1.138* (0.841-1.396)	1.220* (0.828-1.577)	1.202* (0.863-1.501)	1.084* (0.901-1.224)	1.176* (0.853-1.454)
	Winter	0.989 (0.691-1.444)	0.978 (0.638-1.508)	0.977 (0.668-1.433)	0.992 (0.788-1.259)	0.981 (0.680-1.421)
O3	Spring	1.057 (0.737-1.459)	1.046* (0.635-1.663)	1.026 (0.639-1.576)	1.032 (0.825-1.264)	1.039 (0.686-1.527)
	Summer	1.025* (0.869-1.237)	1.019* (0.869-1.227)	1.009* (0.876-1.190)	1.013* (0.926-1.126)	1.016* (0.893-1.182)
	Fall	1.048* (0.719-1.479)	1.050* (0.634-1.643)	1.037* (0.664-1.541)	1.028* (0.817-1.272)	1.042* (0.688-1.511)
	Winter	1.015 (0.708-1.341)	0.992 (0.679-1.460)	0.981 (0.724-1.397)	1.007 (0.804-1.204)	0.994 (0.717-1.377)
PM	Spring	1.128* (0.750-1.553)	1.160 (0.653-1.788)	1.133* (0.672-1.680)	1.076 (0.831-1.317)	1.132 (0.700-1.627)
	Summer	1.035* (0.861-1.244)	1.017* (0.848-1.248)	1.001* (0.871-1.188)	1.018* (0.921-1.131)	1.015 (0.875-1.200)
	Fall	1.083* (0.787-1.404)	1.093 (0.710-1.531)	1.072 (0.723-1.467)	1.045 (0.862-1.225)	1.077* (0.754-1.419)
	Winter	1.032 (0.819-1.549)	0.996 (0.741-1.583)	0.978* (0.742-1.460)	1.016* (0.883-1.323)	0.999 (0.778-1.493)
SO2	Spring	1.130 (0.783-1.635)	1.154* (0.655-1.861)	1.124 (0.657-1.768)	1.076 (0.853-1.363)	1.127 (0.706-1.689)
	Summer	1.049 (0.879-1.208)	1.025* (0.858-1.233)	1.002 (0.876-1.172)	1.025* (0.929-1.112)	1.022* (0.884-1.186)
	Fall	1.077 (0.787-1.396)	1.095 (0.691-1.577)	1.078 (0.706-1.501)	1.045* (0.860-1.224)	1.078* (0.738-1.454)
	Winter	1.070* (0.736-1.598)	1.050 (0.676-1.653)	1.027* (0.698-1.511)	1.041* (0.821-1.348)	1.044 (0.716-1.548)

Table 4.28 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital cardiovascular admissions in central Taiwan (suburb)

		Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
CO	Spring	1.100* (0.889-1.544)	1.200* (0.929-1.855)	1.207* (0.952-1.806)	1.083* (0.929-1.417)	1.166 (0.938-1.711)
	Summer	1.022* (0.869-1.249)	1.039* (0.858-1.280)	1.039* (0.886-1.232)	1.018* (0.908-1.172)	1.033* (0.879-1.233)
	Fall	1.094* (0.813-1.404)	1.149* (0.743-1.510)	1.144* (0.754-1.443)	1.074* (0.852-1.285)	1.126* (0.775-1.425)
	Winter	0.975 (0.708-1.457)	0.965* (0.678-1.515)	0.970 (0.704-1.643)	0.983 (0.768-1.644)	0.971 (0.710-1.542)
NO2	Spring	1.156* (0.912-1.567)	1.271* (0.969-1.798)	1.268* (0.984-1.715)	1.124* (0.948-1.416)	1.227* (0.972-1.663)
	Summer	1.020* (0.886-1.249)	1.027* (0.874-1.280)	1.024* (0.871-1.216)	1.015* (0.925-1.172)	1.023* (0.895-1.233)
	Fall	1.138* (0.841-1.396)	1.221* (0.827-1.579)	1.211* (0.857-1.528)	1.108* (0.880-1.286)	1.185* (0.849-1.476)
	Winter	0.989 (0.691-1.444)	0.978 (0.637-1.509)	0.976 (0.658-1.453)	0.990 (0.748-1.322)	0.981 (0.671-1.437)
O3	Spring	1.057 (0.737-1.459)	1.046* (0.634-1.664)	1.028 (0.630-1.604)	1.039 (0.788-1.339)	1.040 (0.676-1.551)
	Summer	1.025* (0.869-1.237)	1.019* (0.869-1.228)	1.010* (0.871-1.201)	1.016* (0.909-1.157)	1.016* (0.888-1.190)
	Fall	1.048* (0.719-1.479)	1.050* (0.633-1.644)	1.039* (0.652-1.571)	1.035* (0.778-1.347)	1.043* (0.677-1.535)
	Winter	1.015 (0.708-1.341)	0.992 (0.678-1.461)	0.981 (0.715-1.415)	1.007 (0.768-1.258)	0.993 (0.710-1.393)
PM	Spring	1.128* (0.750-1.553)	1.160 (0.653-1.790)	1.140* (0.663-1.713)	1.095 (0.794-1.407)	1.137 (0.691-1.656)
	Summer	1.035* (0.861-1.244)	1.017* (0.848-1.249)	1.002* (0.865-1.199)	1.022* (0.902-1.165)	1.015 (0.870-1.208)
	Fall	1.083* (0.787-1.404)	1.093 (0.709-1.532)	1.076 (0.714-1.492)	1.060 (0.832-1.285)	1.080* (0.745-1.440)
	Winter	1.032 (0.819-1.550)	0.996 (0.741-1.584)	0.978* (0.736-1.482)	1.015* (0.855-1.398)	0.998 (0.770-1.509)
SO2	Spring	1.130 (0.783-1.636)	1.154* (0.654-1.863)	1.130 (0.647-1.806)	1.095 (0.817-1.464)	1.132 (0.695-1.720)
	Summer	1.049 (0.879-1.208)	1.025* (0.858-1.233)	1.004 (0.871-1.183)	1.030* (0.912-1.142)	1.022* (0.879-1.194)
	Fall	1.077 (0.787-1.396)	1.095 (0.691-1.579)	1.082 (0.697-1.528)	1.057* (0.827-1.286)	1.081* (0.729-1.476)
	Winter	1.070* (0.736-1.598)	1.050 (0.676-1.654)	1.029* (0.690-1.536)	1.049* (0.785-1.432)	1.045 (0.708-1.566)

Table 4.29 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital respiratory admissions in central Taiwan (suburb)

		Adults	Elder	All
CO	Spring	0.967 (0.696-1.160)	0.970 (0.861-1.079)	0.979 (0.932-1.015)
	Summer	0.990 (0.814-1.161)	0.998* (0.889-1.129)	0.997* (0.963-1.042)
	Fall	0.947 (0.719-1.276)	0.999 (0.875-1.134)	0.991* (0.956-1.026)
	Winter	1.028 (0.670-1.490)	1.011 (0.829-3.340)	1.016 (0.947-3.389)
NO2	Spring	0.930 (0.683-1.156)	0.980* (0.861-1.121)	0.978 (0.934-1.016)
	Summer	0.987 (0.814-1.172)	1.004* (0.880-1.129)	1.000* (0.959-1.042)
	Fall	0.923 (0.750-1.240)	1.000* (0.875-1.106)	0.988 (0.956-1.013)
	Winter	1.003 (0.673-1.468)	1.007 (0.829-1.146)	1.004 (0.947-1.046)
O3	Spring	0.940 (0.753-1.240)	1.036* (0.901-1.200)	1.009 (0.956-1.075)
	Summer	0.975 (0.810-1.143)	1.016* (0.922-1.131)	1.004* (0.976-1.043)
	Fall	0.954 (0.708-1.341)	1.020* (0.910-1.148)	1.004 (0.970-1.041)
	Winter	0.962 (0.753-1.468)	1.033 (0.887-1.183)	1.012 (0.977-1.057)
PM	Spring	0.906 (0.698-1.241)	1.029 (0.874-1.168)	0.999* (0.952-1.064)
	Summer	0.959 (0.810-1.150)	1.030* (0.924-1.131)	1.009* (0.981-1.043)
	Fall	0.930 (0.719-1.226)	1.029 (0.946-1.156)	1.004 (0.973-1.040)
	Winter	0.933 (0.564-1.211)	1.056* (0.930-1.227)	1.019 (0.979-1.055)
SO2	Spring	0.902 (0.645-1.145)	1.036* (0.891-1.168)	1.002* (0.952-1.073)
	Summer	0.946 (0.834-1.126)	1.040* (0.932-1.128)	1.012 (0.982-1.039)
	Fall	0.940 (0.750-1.260)	1.020* (0.877-1.139)	1.001* (0.958-1.039)
	Winter	0.907 (0.555-1.348)	1.054 (0.906-1.229)	1.014 (0.964-1.055)

4.3 RAQI、PSI 與疾病人數之分析

因 RAQI 指標為綜合污染物指標，因此將以 PSI 與 RAQI 做個比對，以比較 RAQI 應用在疾病人數上之優劣。

4.3.1 2004 年中部空品區呼吸疾病分析

在健保疾病人數中，經提取資料後，無法證實空品不良日即為呼吸疾病發生日，其中包含個案人體狀況、年齡、病史等因素，所以僅能做相關的地區及污染物分析，無法整理出確切的疾病發生率。

環保署中部空品區所設立空氣品質監測站共有 10 測站(大里、忠明、西屯、豐原、沙鹿、南投、竹山、彰化、線西、二林等)，因線西測站 2004 年無臭氧監測數據並無納入統計，2004 年在 9 站空品監測數據中，在 PSI 不良日共發生 189 個站日數，大約有 5.9% 左右會出現空氣品質不良的狀況，發生期間為春冬兩季節為多，其中以南投地區發生率最高(竹山 41 站日、南投 31 站日)，台中地區則在為第二多發生高污染的情形，最嚴重發生在大里有 31 站日數。

Table 4.30 Monitoring station with high PSI days in 2004

	Changhwa	Chungming	Chushan	Erhlin	Fengyuan	Hsitun	Nantou	Shalu	Dali	sum	percent
<50	104	145	47	90	148	87	69	120	75	885	27.4%
50-100	237	206	268	258	200	250	258	222	253	2152	66.7%
100-200	17	13	41	8	12	23	31	13	31	189	5.9%
>200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	358	364	356	356	360	360	358	355	359	3226	1

Table 4.31 Monitoring station with high RAQI days in 2004

	Changhwa	Chungming	Chushan	Erhlin	Fengyuan	Hsitun	Nantou	Shalu	Dali	sum	percent
<50	158	180	91	134	178	128	106	156	101	1232	38.2%
50-100	159	143	177	159	138	168	181	148	156	1429	44.3%
100-200	37	38	86	59	39	59	68	46	92	524	16.2%
>200	4	3	2	4	5	5	3	5	10	41	1.3%
	358	364	356	356	360	360	358	355	359	3226	1

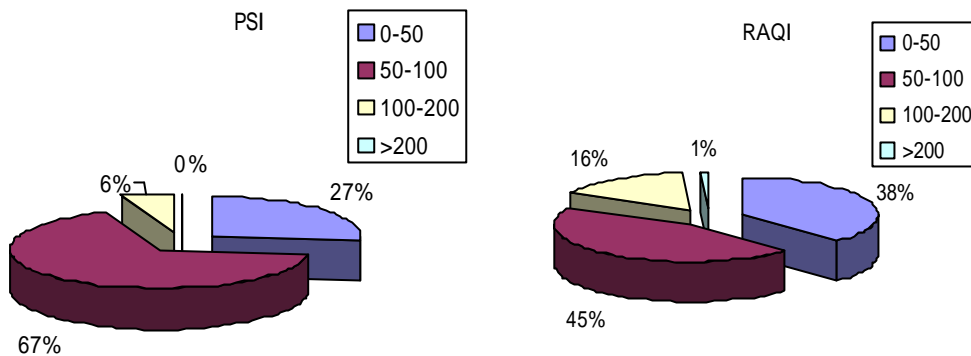


Fig. 4.4 Distribution of days interval for PSI and RAQI at 2004

在以 RAQI 指標轉換空氣品質監測數據後，數值顯示比 PSI 更突顯出空氣品質不良的情形，不良日站日數提高到 566 站日，RAQI 不良日大里出現有 102 站日數，是發生事件日最多測站，如以下圖示。此案例中，在 2004 年中部空品出出現最多 PSI 事件日之竹山測站有 41 天，轉換為 RAQI 指標出現有 88 天事件日，主要污染物為 O₃ 居多，大里測站 PSI 事件日發生 31 天，主要污染物為 O₃ 和 PM₁₀，在轉換為 RAQI 指標反而比竹山更為嚴重。大里 PM₁₀ 年平均濃度為 72ppm，O₃ 濃度為 74ppb，竹山 PM₁₀ 年平均濃度為 69ppm，O₃ 濃度為 83ppb，顯示出在竹山地區以臭氧為主要污染物，其臭氧濃度有較其他測站為高濃度情形，與環保署 PSI 指標所評估數據一致，為中部地區發生高污染事件最高頻率相同；而大里測站雖沒有竹山發生頻率高，但在主要兩項空氣污染物都有高濃度環境中，以 RAQI 分析結果中，大里測站其實也應列為重要高污染發生地區之考量。

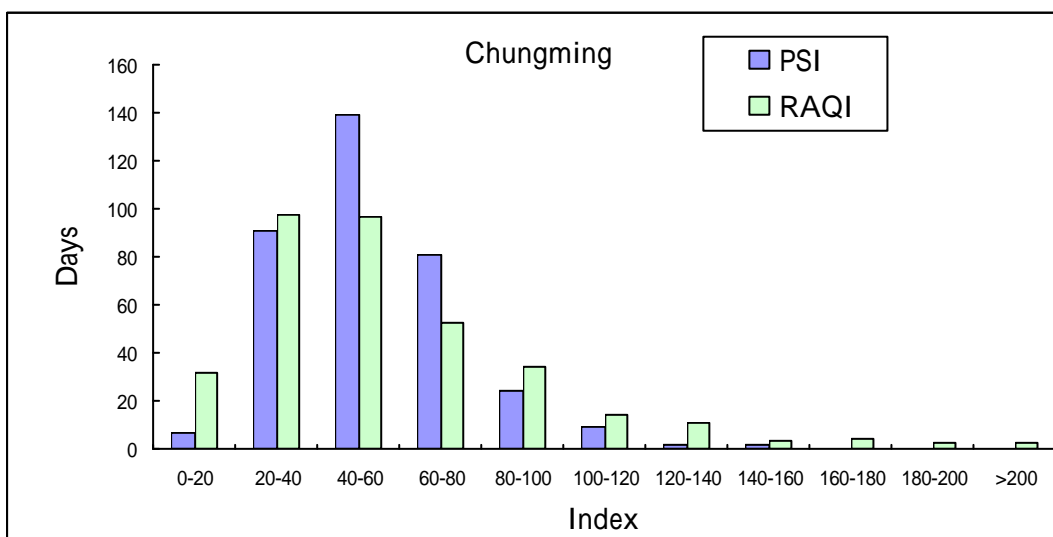
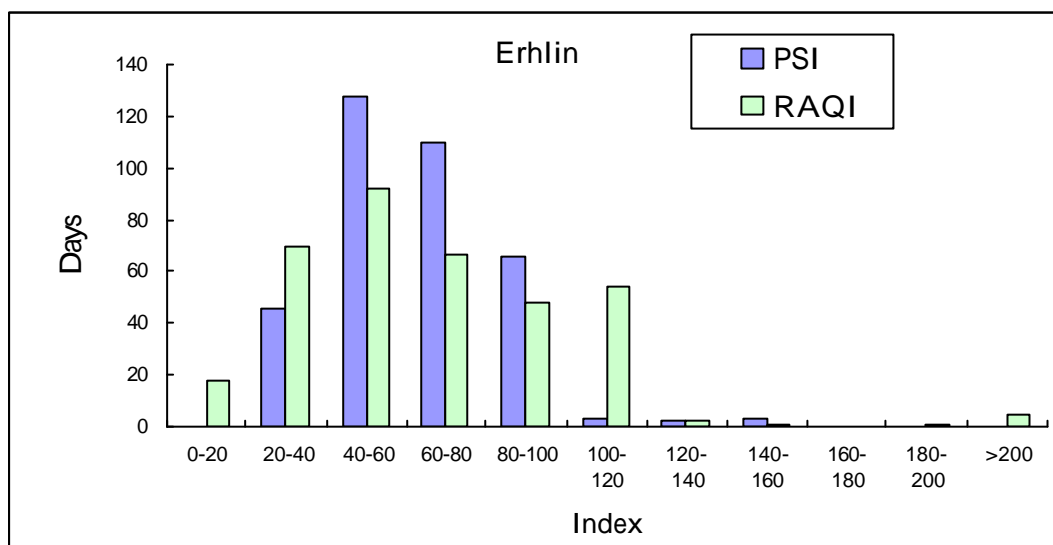
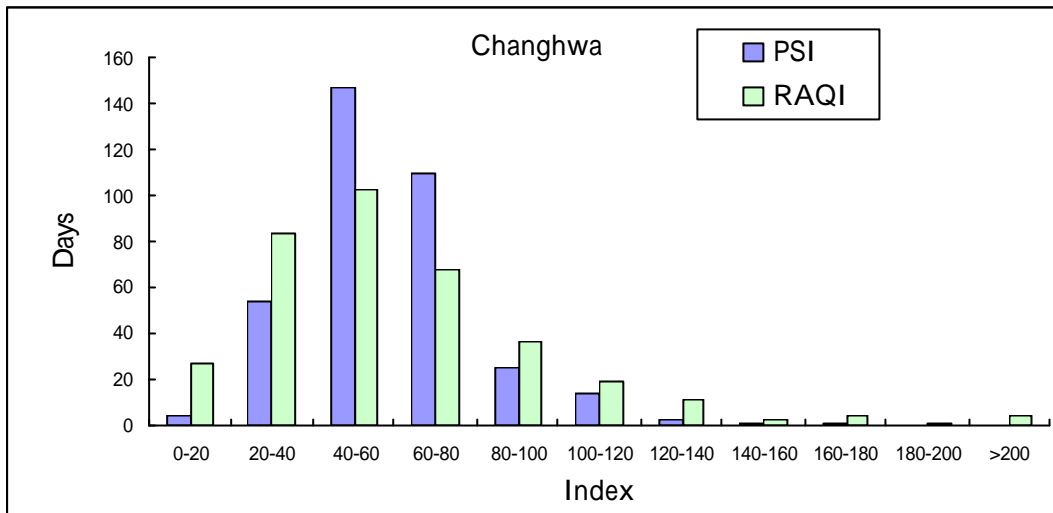


Fig. 4.5 The distribution of PSI and RAQI at Changhwa, Erlin and Chungming in 2004

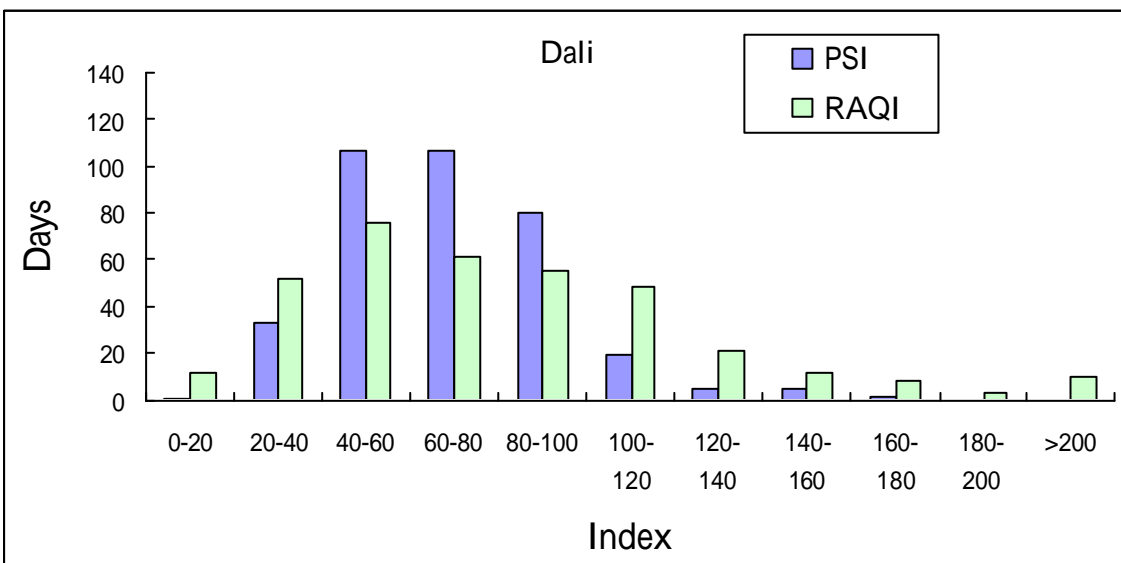
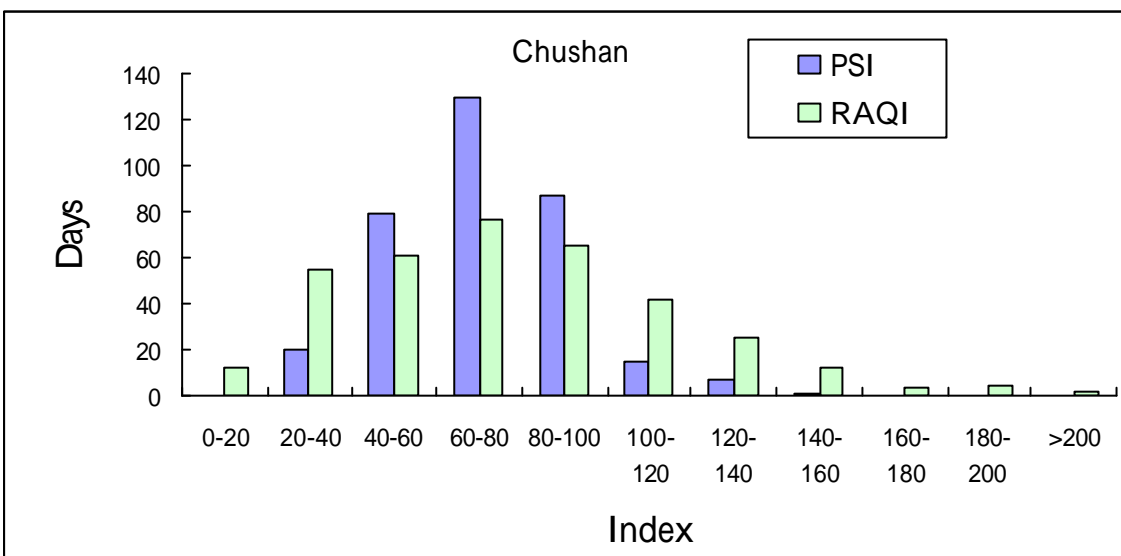
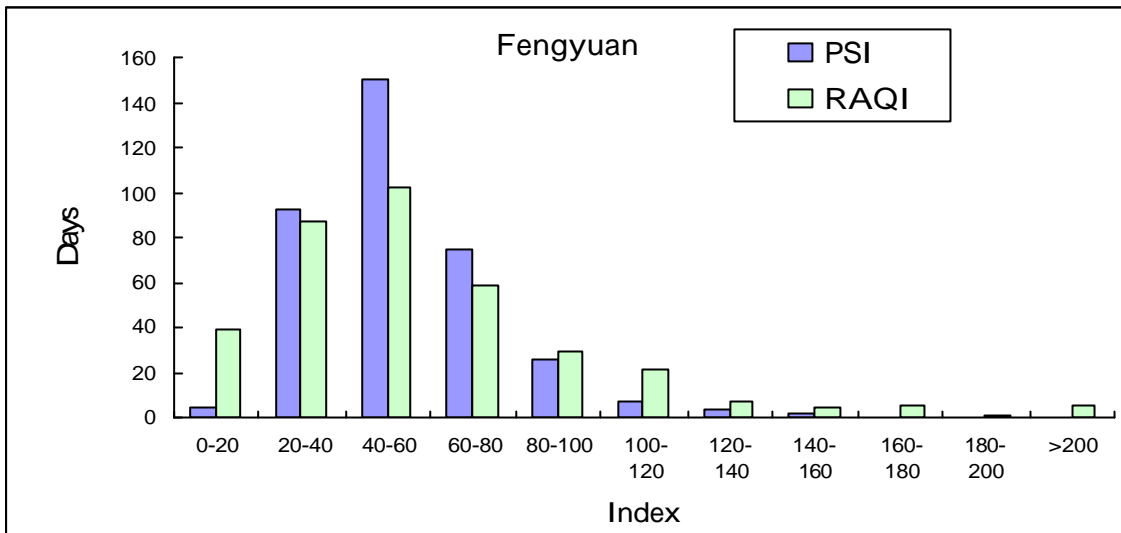


Fig. 4.6 The distribution of PSI and RAQI at Fengyuan, Chusan and Dali in2004

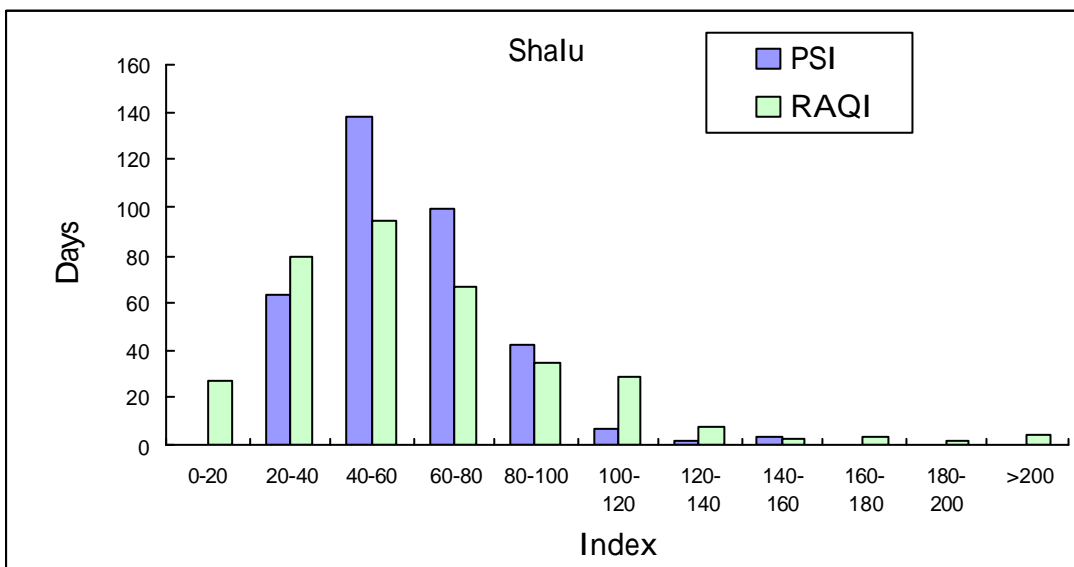
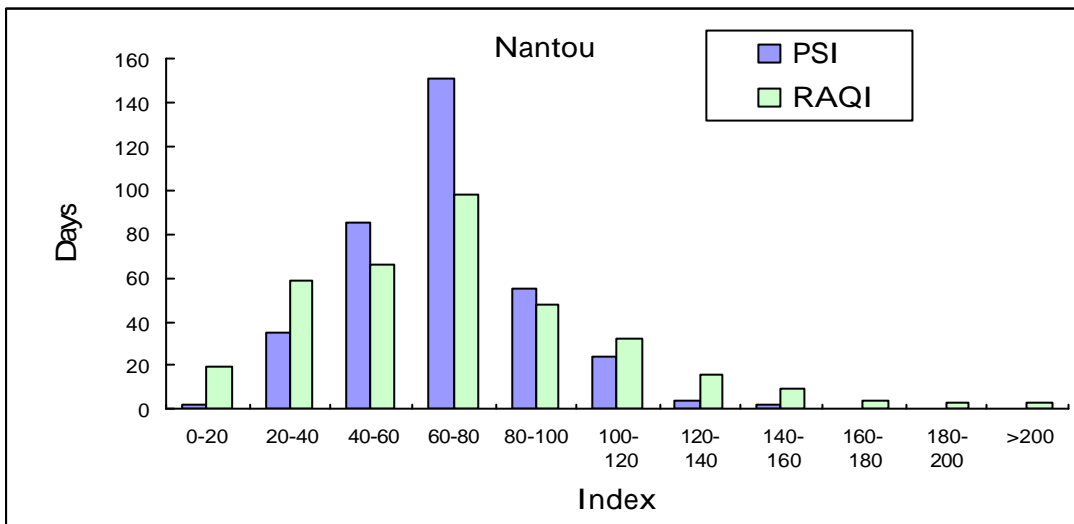
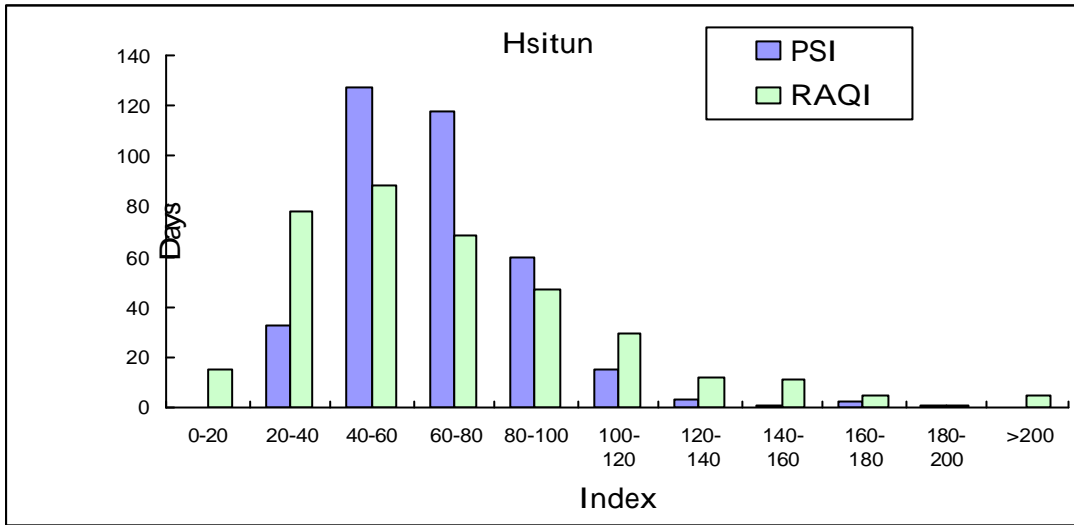


Fig. 4.7 The distribution of PSI and RAQI at Hsitun, Nantou and Shalu in2004

4.3.2 2005 年中部空品區呼吸疾病分析

環保署中部空品區所設立空氣品質監測站共有 10 測站 (大里、忠明、西屯、豐原、沙鹿、南投、竹山、彰化、線西、二林等), 因線西測站 2005 年無臭氧監測數據並無納入統計, 2005 年在 9 站空品監測數據中, 在 PSI 不良日共發生 43 個站日數, 大約有 1.2% 左右會出現空氣品質不良的狀況, 發生期間為春冬兩季節為多, 其中以台中市以南發生率最高 (大里 14 站日、彰化 9 站日、二林 7 站日), 台中地區則在為第二多發生高污染的情形, 最嚴重發生在西屯有 6 站日數。

Table 4.32 Monitoring station with high PSI days in 2005

	Changhwa	Chungming	Chushan	Erhlin	Fengyuan	Hsitun	Nantou	Shalu	Tali	sum	percent
-50	104	134	110	106	177	104	141	163	89	1128	34.7%
0-100	246	216	252	249	186	252	224	201	258	2084	64.0%
00-200	9	3	3	7	0	6	0	1	14	43	1.3%
200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	359	353	365	362	363	362	365	365	361	3255	1

Table 4.33 Monitoring station with high RAQI days in 2005

	Changhwa	Chungming	Chushan	Erhlin	Fengyuan	Hsitun	Nantou	Shalu	Tali	sum	percent
-50	70	162	144	154	189	146	161	185	131	1342	41.2%
0-100	114	156	182	173	153	167	181	161	186	1473	45.3%
00-200	138	33	36	28	21	43	23	17	30	369	11.3%
200	37	2	3	7	0	6	0	2	14	71	2.2%
	359	353	365	362	363	362	365	365	361	3255	1

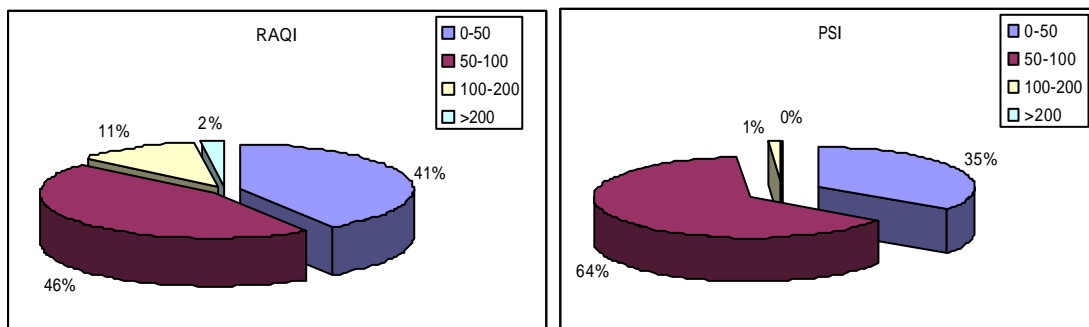


Fig. 4.8 Distribution of days interval for PSI and RAQI at 2005

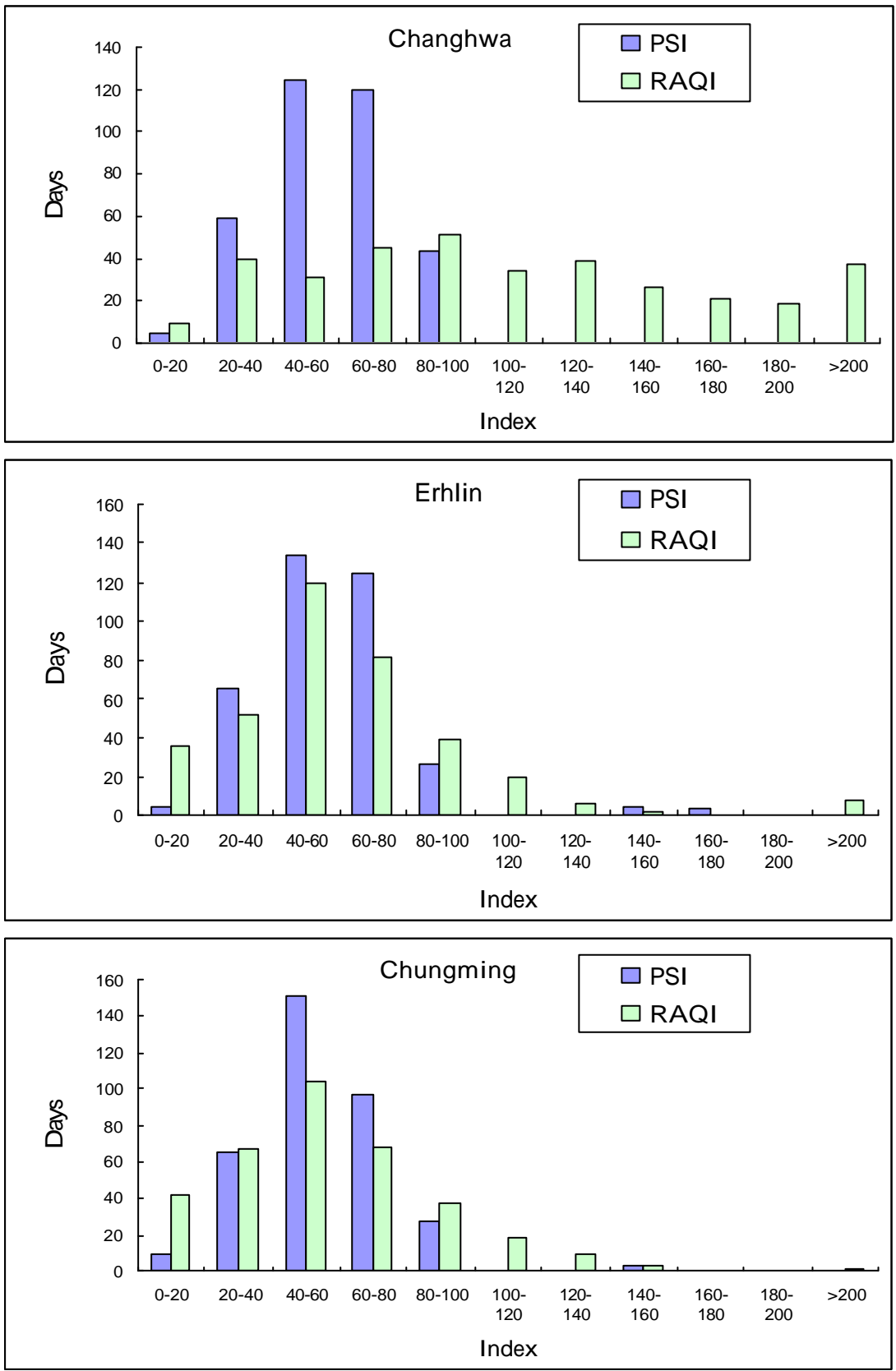


Fig. 4.9 The distribution of PSI and RAQI at Changhwa, Erlin and Chungming in2005

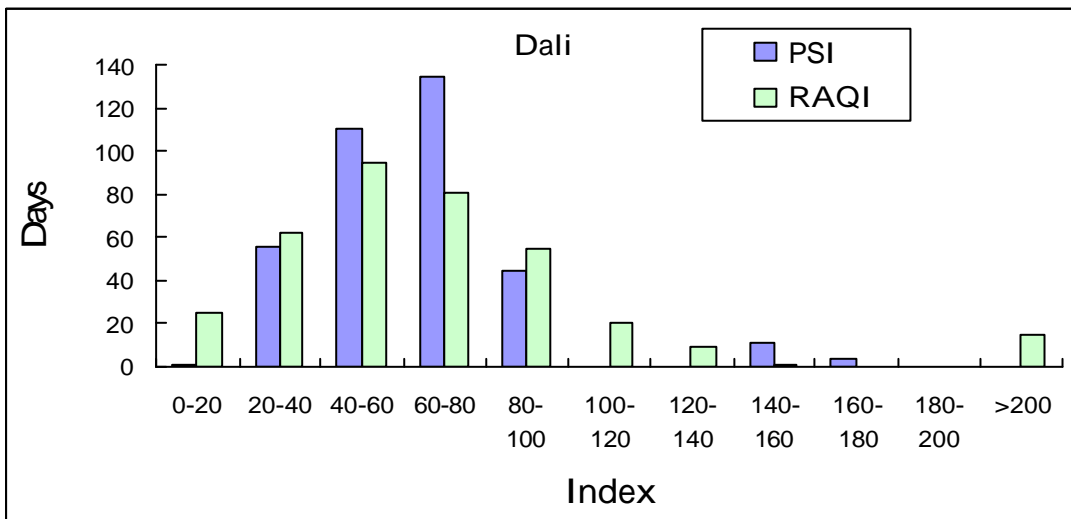
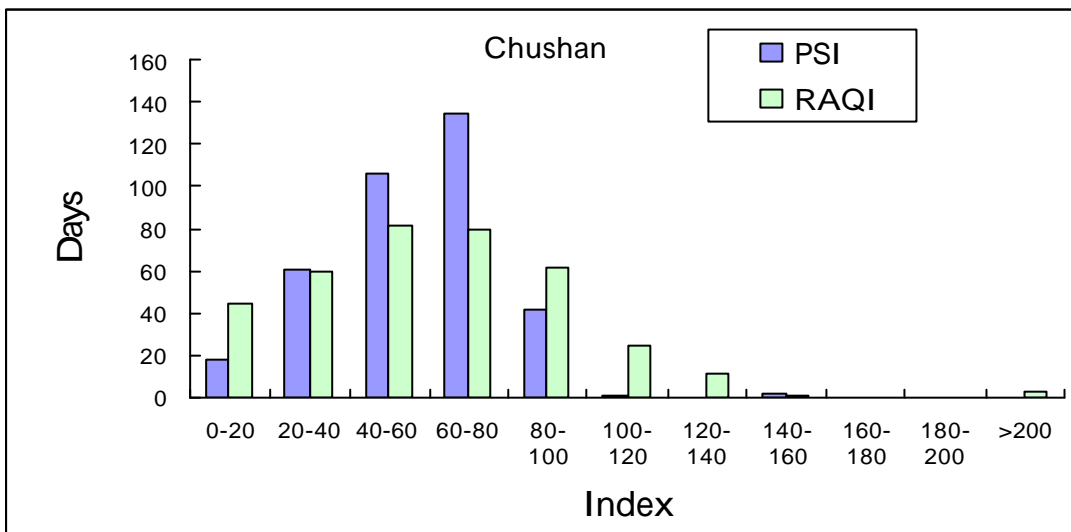
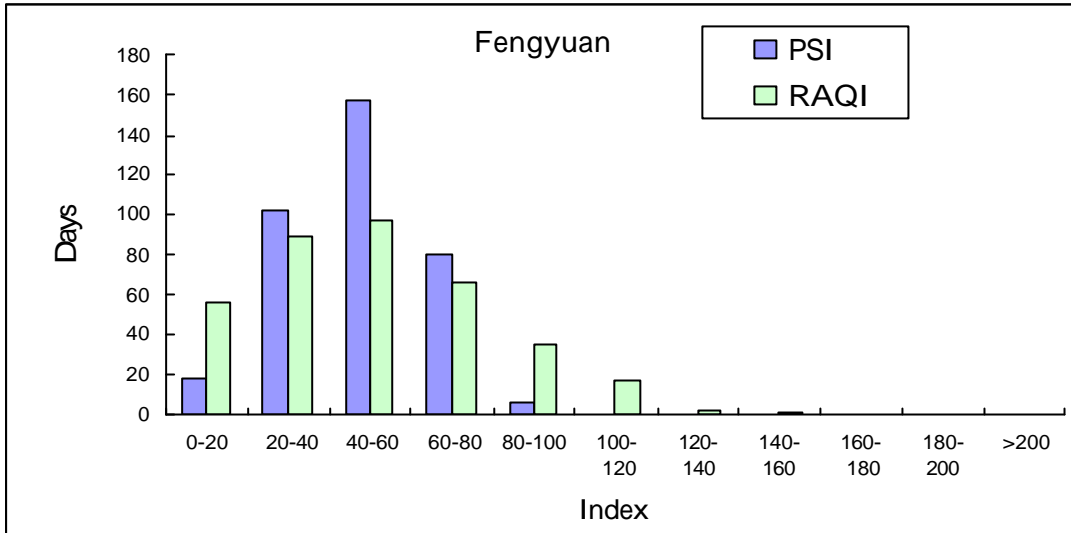


Fig. 4.10 The distribution of PSI and RAQI at Fengyuan, Chusan and Dali in 2005

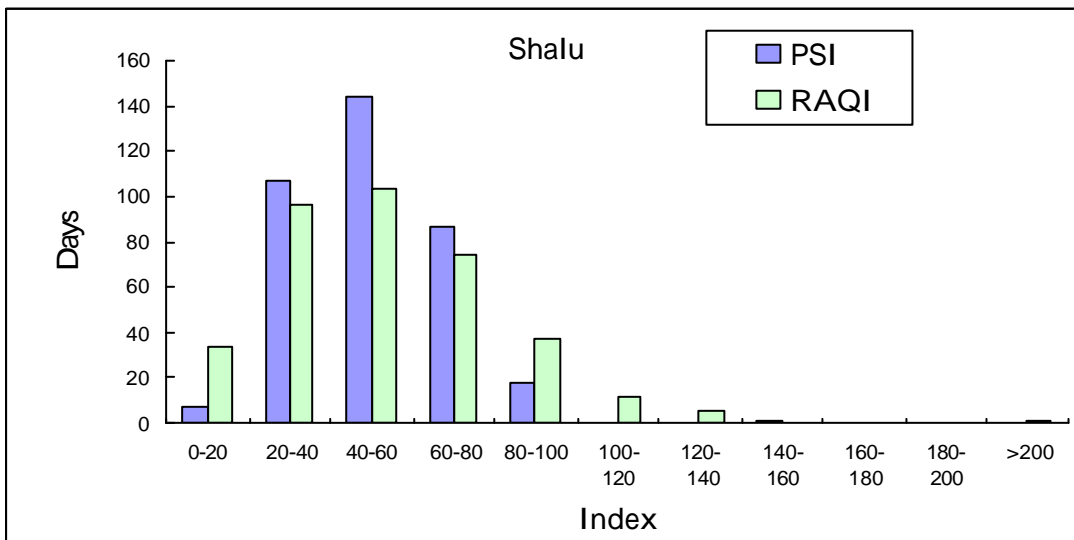
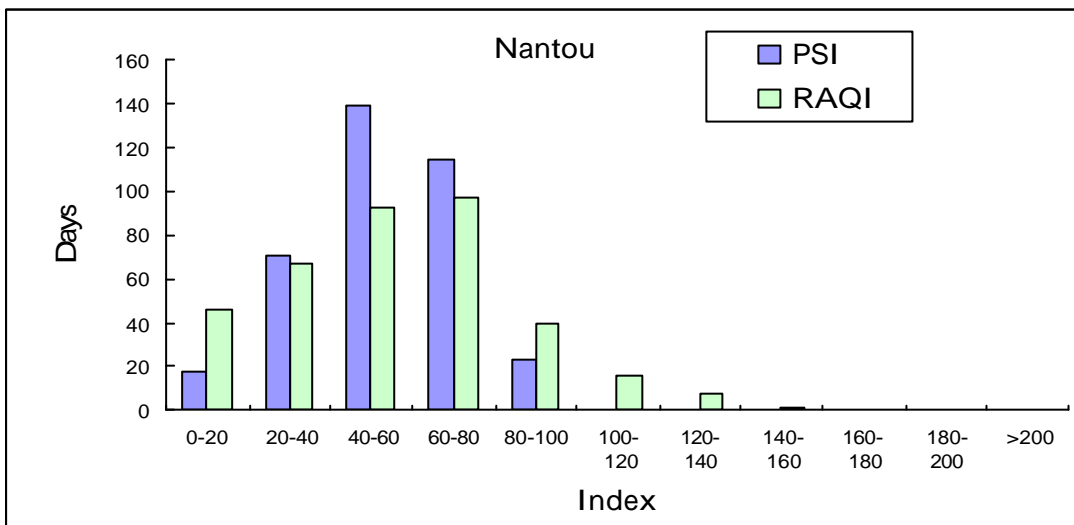
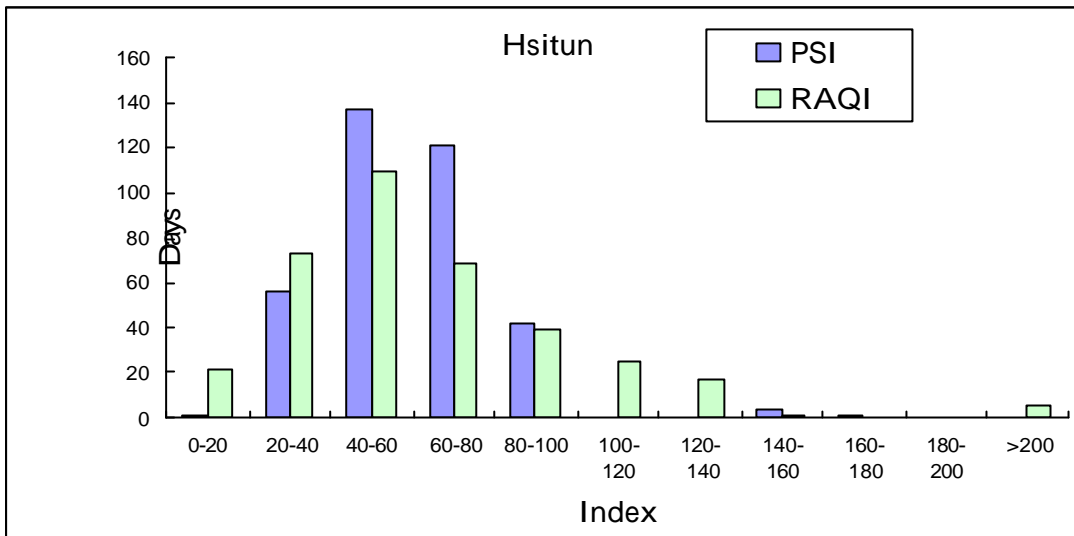


Fig. 4.12 The distribution of PSI and RAQI at Hsitun, Nantou and Shalu in 2005

在以 RAQI 指標轉換空氣品質監測數據後，數值顯示比 PSI 更突顯出空氣品質不良的情形，總不良日站日數由原本的 43 站日數提高到 440 站日數，彰化由原本僅有的 9 站日數飆高至 175 站日數，是發生事件日最多測站。此案例中，在 2005 年中部空品區出現最多 PSI 事件日之大里測站有 14 天，轉換為 RAQI 指標出現有 44 天事件日，主要污染物為 PM₁₀ 居多，彰化測站 PSI 事件日發生 9 天，主要污染物為 PM₁₀，在轉換為 RAQI 指標與 2004 年正好有異曲同工之妙，比大里更為嚴重。大里 PM₁₀ 年平均濃度為 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，O₃ 濃度為 19ppb，彰化 PM₁₀ 年平均濃度為 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，O₃ 濃度為 18ppb，顯示出在兩個地區皆為 PM₁₀ 為主要汙染，以 PSI 指標中彰化測站雖沒有大里發生頻率高，但在 RAQI 分析結果中，彰化測站其實也應列為重要高污染發生地區之考量。

4.3.3 2006 年中部空品區呼吸疾病分析

環保署中部空品區所設立空氣品質監測站共有 10 測站 (大里、忠明、西屯、豐原、沙鹿、南投、竹山、彰化、線西、二林等), 因線西測站 2004-2005 年無臭氧監測數據, 無法作連續之數據, 所以不納入統計, 2006 年在 9 站空品監測數據中, 在 PSI 不良日共發生 49 個站日數, 大約有 1.5% 左右會出現空氣品質不良的狀況, 發生期間為春冬兩季節為多, 其中以台中地區發生率最高, 最嚴重發生在大里有 9 站日數, 西屯、忠明兩站各為 6 站日數, 竹山地區則在為第二多發生高污染的情形, 8 站日數。

Table 4.34 Monitoring station with high PSI days in 2006

	Changhwa	Chungming	Chushan	Erhlin	Fengyuan	Hsitun	Nantou	Shalu	Tali	sum	percent
0-50	162	179	139	182	185	176	160	197	139	1519	46.4%
50-100	198	179	217	175	179	182	199	161	217	1707	52.1%
100-200	5	6	8	5	1	6	5	4	9	49	1.5%
>200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0%
	365	364	364	362	365	364	364	362	365	3275	1

Table 4.35 Monitoring station with high RAQI days in 2006

	Changhwa	Chungming	Chushan	Erhlin	Fengyuan	Hsitun	Nantou	Shalu	Tali	sum	percent
0-50	185	185	163	186	197	190	183	201	170	1660	50.7%
50-100	153	150	153	153	141	144	150	130	152	1326	40.5%
100-200	22	23	40	18	26	24	26	27	34	240	7.3%
>200	5	6	8	5	1	6	5	4	9	49	1.5%
	365	364	364	362	365	364	364	362	365	3275	1

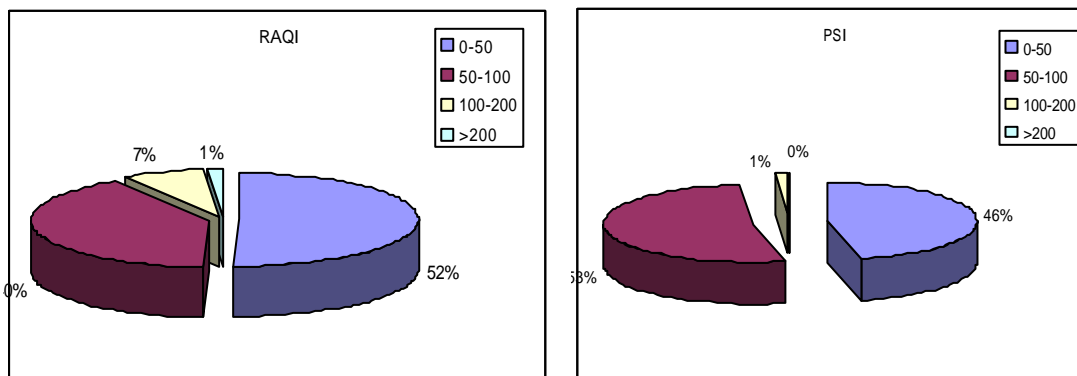


Fig. 4.13 Distribution of days interval for PSI and RAQI at 2006

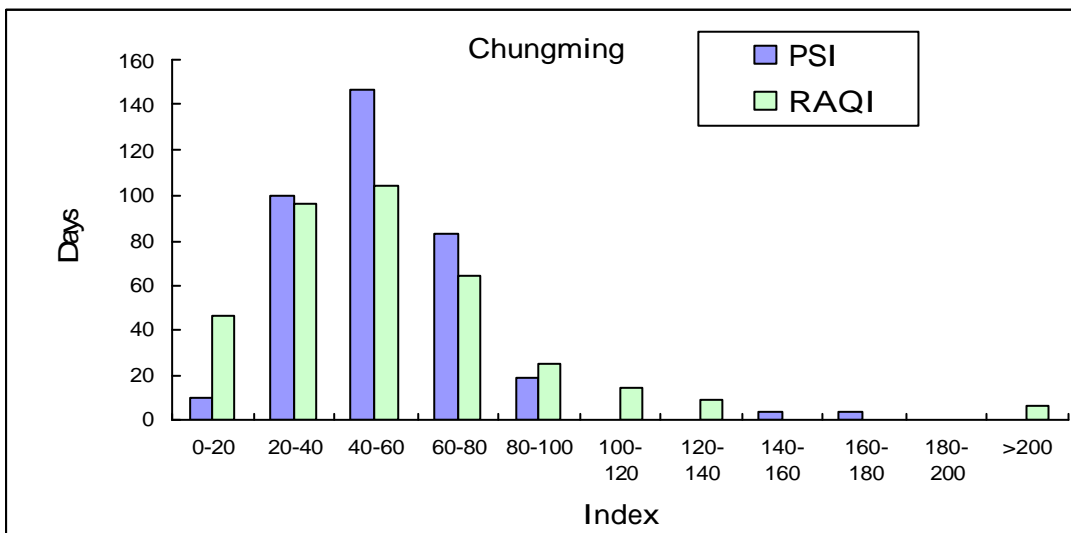
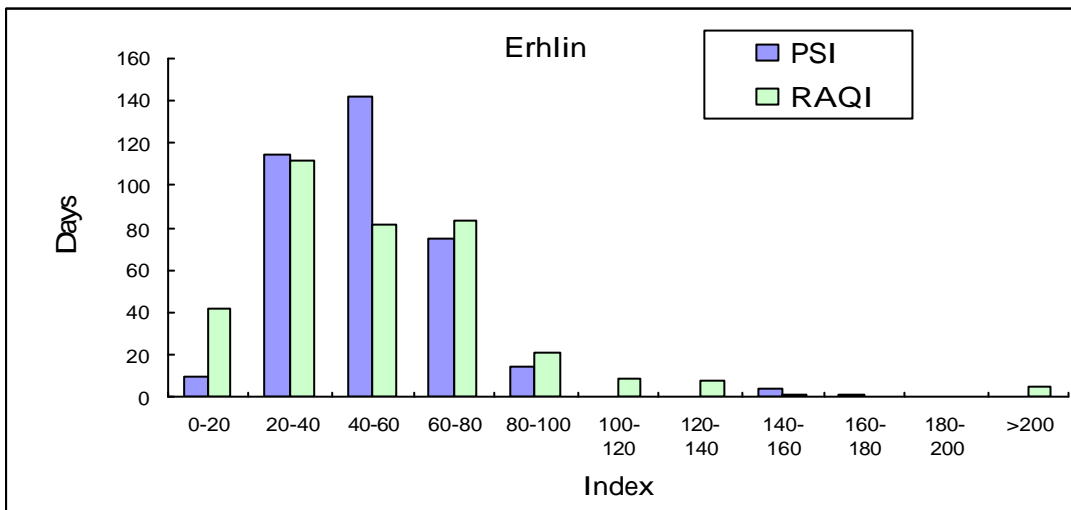
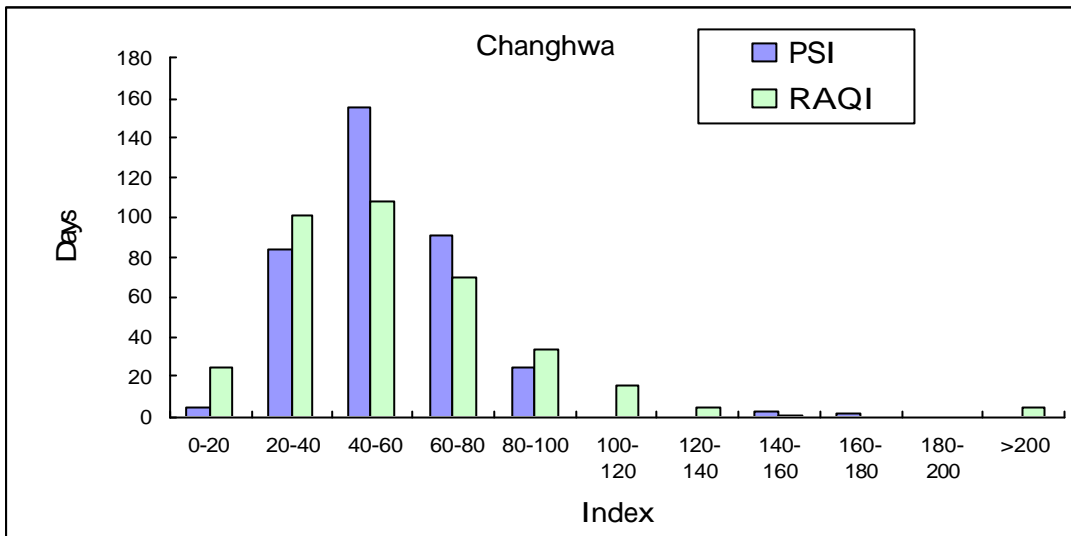


Fig. 4.14 The distribution of PSI and RAQI at Changhwa, Erlin and Chungming in 2006

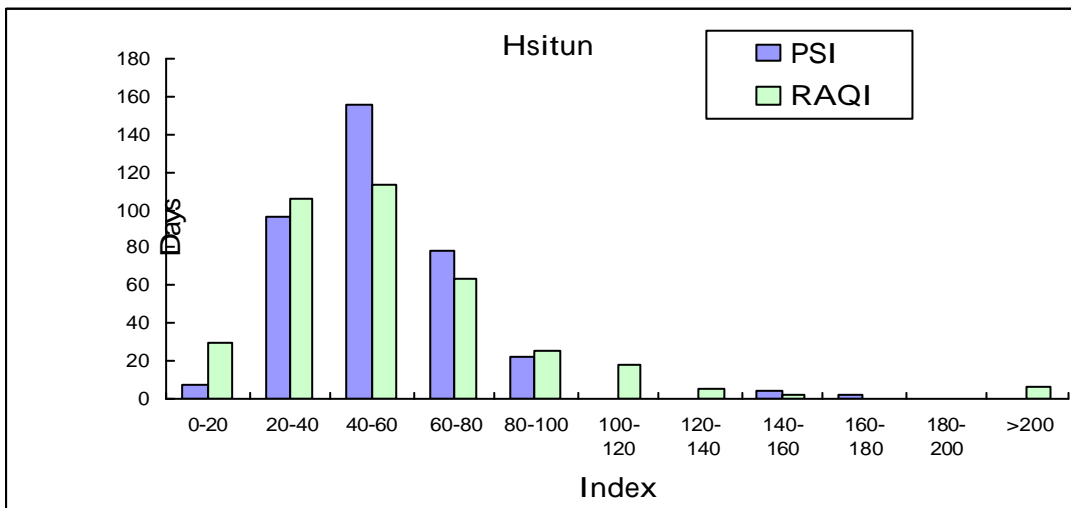
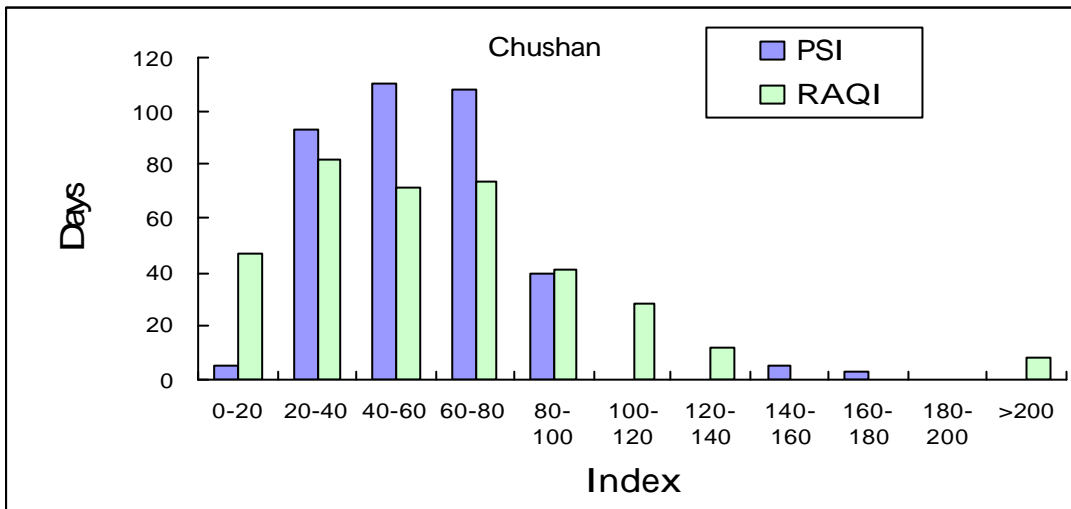
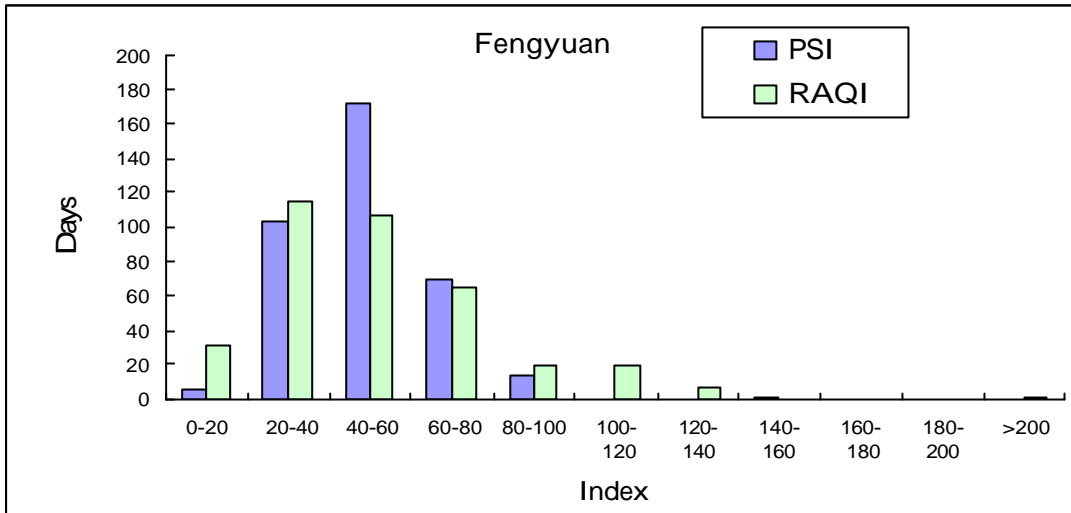


Fig. 4.15 The distribution of PSI and RAQI at Fongyuan, Chusan and Hsitun in 2006

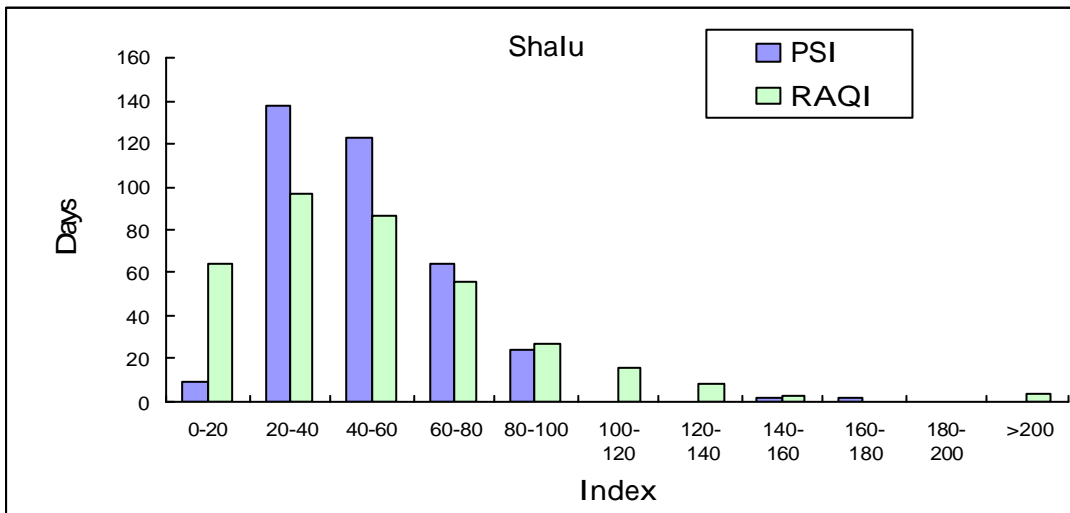
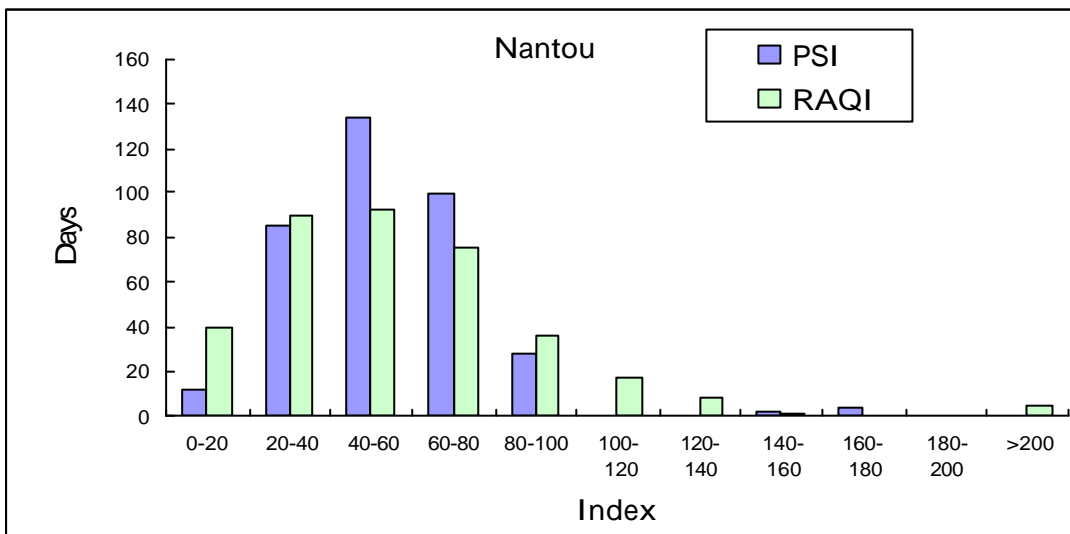
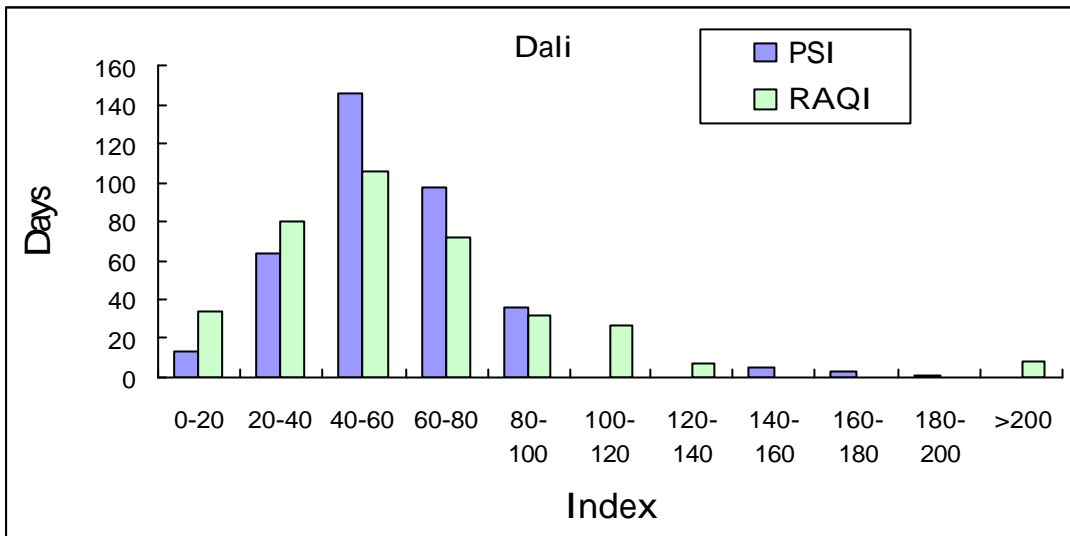


Fig. 4.16 The distribution of PSI and RAQI at Dali, Nantou and Shalu in2006

在以 RAQI 指標轉換空氣品質監測數據後，數值顯示比 PSI 更突顯出空氣品質不良的情形，總不良日站日數由原本的 49 站日數提高到 289 站日數，竹山因此由原本的 8 站日數提高至 48 站日數，是發生事件日最多測站。此案例中，在 2006 年中部空品區出現最多 PSI 事件日之大里測站有 9 天，轉換為 RAQI 指標出現有 43 天事件日，主要污染物為 PM₁₀ 居多，竹山測站 PSI 事件日發生 8 天，主要污染物為 PM₁₀，在轉換為 RAQI 指標後，比大里更為嚴重。大里 PM₁₀ 年平均濃度為 64 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，O₃ 濃度為 19ppb，彰化 PM₁₀ 年平均濃度為 61 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，O₃ 濃度為 18ppb，顯示出在兩個地區皆為 PM₁₀ 為主要汙染。

4.3.4 PSI 與 RAQI 應用在疾病人數

在 Table.4.34-4.35 中，RAQI 指標均大於 PSI 指標上，也可以說具有均化的作用，無論是平均值、最大值皆高於 PSI，相對的最小值亦是小於 PSI。

在相對風險中 Table 4.36-4.41 都會區 PSI 針對呼吸道及心血管疾病，在春天方面除了學齡前幼童無顯著相關，而青少年、成人、老年人、及總人數方面分別增長了 1.2%、0.6%、0.5%、0.4%，在另外三季中，則是幾乎無顯著相關。而 RAQI 在這裡亦同樣幾乎都無顯著相關。在郊區中不論是 PSI 及 RAQI，則幾乎都有顯著相關，尤其 PSI 在春天四組依年齡分類分別增加 8.8%、9.0%、6.6%、5.0%，但是 RAQI 在春天的 RR 值則是 11.1%、11.7%、8.8%、6.4%，平均約多出 2%。PSI 在夏天四組分類分別增加 3.2%、1.0%、無顯著意義、1.6%，而 RAQI 部份卻增加 3.7%、1.7%、0%、1.9%，平均多出 0.5%。秋天方面，PSI 對於四群組相對風險分別增加 8.2%、9.3%、7.3%、4.8%，而 RAQI 增加 7.7%、8.4%、6.4%、4.5%，相較之下，比平均減少了 0.5%。

在呼吸道疾病方面，在都會區方面，依舊只有春天有統計上的顯著意義存在，青少年、成人、老年人分別增加 1.2%、0.7%、1.0%，RAQI 則是 0.5%、0%、0.7%，相對於 PSI，減少 0.5%。在郊區方面，PSI 在春天四組依年齡分類分別增加 8.8%、9.0%、7.0%、6.3%，但是 RAQI 在春天的 RR 值則是 11.1%、11.7%、9.2%、8.0%，平均約多出 2%。PSI 在夏天四組分類分別增加 3.2%、1.0%、無顯著意義、1.9%，而 RAQI 部份卻增加 3.7%、1.7%、0%、2.3%，平均多出 0.5%。秋天方面，PSI 對於四群組相對風險分別增加 8.2%、9.3%、7.7%、6.0%，而 RAQI 增加 7.7%、8.4%、6.8%、5.6%，平均減少了 0.5%。

心血管疾病在都會區方面，無論是 PSI 指標或 RAQI 指標都無統計上的顯著意義，無法去判別在都會區是否有效。而郊區方面，PSI 及 RAQI 相對於成人是無顯著意義的，但是針對老年人四季的相對風險對於 PSI 四季分別為 3.7%、3.2%、2.8%、4.4%，而 RAQI 四季則分別為 4.4%、3.2%、2.9%、4.8%。

Table.4.36 The descriptive statistics for indices by season, in metropolis

INDEX	Season	Number	Mean	SD	Min	25%	50%	75%	Max
PSI	Spring	276	59.45	18.84	20.48	45.52	58.84	71.16	158.60
	Summer	276	46.47	14.93	16.73	35.40	46.58	55.73	111.57
	Fall	273	62.76	21.23	27.37	50.25	60.90	72.20	159.30
	Winter	271	59.98	23.08	19.42	44.80	58.80	69.56	156.50
RAQI	Spring	276	68.50	37.99	13.58	40.00	62.44	87.39	290.54
	Summer	276	46.19	25.69	9.85	27.22	40.79	57.92	186.28
	Fall	270	77.67	45.27	20.29	49.05	67.52	96.51	313.35
	Winter	271	68.22	46.42	12.00	38.39	59.56	82.73	292.02

Table.4.37 The descriptive statistics for indices by season, in suburb

INDEX	Season	Number	Mean	SD	Min	25%	50%	75%	Max
PSI	Spring	276	60.03	20.08	16.83	45.87	59.32	73.60	144.75
	Summer	279	44.50	17.96	13.27	30.55	43.00	54.85	108.22
	Fall	273	63.44	19.06	17.52	52.51	62.00	73.28	135.97
	Winter	271	62.96	18.63	24.50	50.58	63.28	70.59	143.13
RAQI	Spring	276	65.86	34.69	10.08	41.00	62.59	85.16	261.44
	Summer	276	41.49	25.67	6.80	22.44	36.28	54.65	141.46
	Fall	272	72.55	34.22	15.44	49.76	66.41	87.54	245.10
	Winter	271	66.83	33.20	15.76	45.14	63.95	78.68	241.13

Table.4.38 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital all cause admissions with PSI and RAQI in central Taiwan(metropolis).

		Pre-schooler	Children	Adults	Elderly	All
PSI	Spring	0.992 (0.721-1.325)	1.012 (0.642-1.466)	1.006 (0.654-1.449)	1.005 (0.816-1.188)	1.004 (0.680-1.400)
	Summer	0.967 (0.811-1.128)	0.957 (0.788-1.134)	0.958 (0.789-1.138)	0.981 (0.904-1.057)	0.962 (0.809-1.125)
	Fall	0.995 (0.806-1.238)	0.997 (0.747-1.276)	0.996 (0.747-1.276)	0.998 (0.878-1.115)	0.996 (0.769-1.249)
	Winter	0.935 (0.757-1.199)	0.939 (0.744-1.258)	0.934 (0.738-1.254)	0.967 (0.860-1.121)	0.938 (0.754-1.232)
RAQI	Spring	0.987 (0.721-1.325)	1.006 (0.645-1.466)	0.999 (0.654-1.449)	1.000 (0.816-1.188)	0.998 (0.680-1.400)
	Summer	0.960 (0.811-1.117)	0.949 (0.788-1.113)	0.950 (0.790-1.119)	0.978 (0.904-1.049)	0.955 (0.809-1.107)
	Fall	0.978 (0.796-1.216)	0.983 (0.780-1.258)	0.980 (0.774-1.252)	0.991 (0.892-1.106)	0.981 (0.791-1.227)
	Winter	0.928 (0.757-1.167)	0.932 (0.743-1.214)	0.927 (0.738-1.209)	0.963 (0.860-1.101)	0.932 (0.754-1.191)

Table.4.39 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital all cause admissions with PSI and RAQI in central Taiwan (suburb).

		Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
PSI	Spring	1.088 (0.752-1.473)	1.090 (0.642-1.631)	1.066 (0.647-1.537)	1.050 (0.832-1.268)	1.075 (0.692-1.504)
	Summer	1.032 (0.861-1.244)	1.010 (0.858-1.248)	0.993 (0.876-1.186)	1.016 (0.921-1.131)	1.010 (0.884-1.200)
	Fall	1.082 (0.735-1.399)	1.093 (0.639-1.531)	1.073 (0.664-1.467)	1.048 (0.827-1.224)	1.077 (0.693-1.419)
	Winter	1.022 (0.742-1.598)	0.993 (0.695-1.653)	0.978 (0.712-1.511)	1.011 (0.828-1.348)	0.995 (0.734-1.548)
RAQI	Spring	1.111 (0.771-0.501)	1.117 (0.642-1.690)	1.088 (0.647-1.585)	1.064 (0.841-1.286)	1.098 (0.693-1.549)
	Summer	1.037 (0.861-1.237)	1.017 (0.858-1.233)	1.000 (0.876-1.186)	1.019 (0.921-1.126)	1.015 (0.883-1.186)
	Fall	1.077 (0.735-1.399)	1.084 (0.639-1.531)	1.064 (0.664-1.467)	1.045 (0.827-1.224)	1.070 (0.693-1.419)
	Winter	1.024 (0.742-1.598)	0.992 (0.695-1.653)	0.977 (0.712-1.511)	1.012 (0.828-1.348)	0.995 (0.734-1.548)

Table.4.40 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital respiratory admissions with PSI and RAQI in central Taiwan(metropolis).

		Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
PSI	Spring	0.992 (0.723-1.322)	1.012 (0.639-1.479)	1.007 (0.640-1.477)	1.010 (0.802-1.207)	1.006 (0.669-1.420)
	Summer	0.967 (0.812-1.127)	0.956 (0.782-1.138)	0.955 (0.779-1.145)	0.981 (0.903-1.061)	0.960 (0.801-1.130)
	Fall	0.995 (0.807-1.237)	0.997 (0.733-1.277)	0.996 (0.735-1.291)	0.999 (0.870-1.112)	0.996 (0.760-1.259)
	Winter	0.936 (0.758-1.198)	0.936 (0.738-1.265)	0.932 (0.731-1.267)	0.972 (0.857-1.130)	0.937 (0.748-1.241)
RAQI	Spring	0.987 (0.723-1.322)	1.005 (0.639-1.479)	1.000 (0.640-1.477)	1.007 (0.802-1.207)	0.999 (0.669-1.420)
	Summer	0.960 (0.811-1.116)	0.948 (0.782-1.117)	0.947 (0.779-1.125)	0.978 (0.903-1.049)	0.953 (0.801-1.111)
	Fall	0.978 (0.797-1.214)	0.982 (0.773-1.266)	0.979 (0.764-1.265)	0.995 (0.900-1.112)	0.981 (0.785-1.237)
	Winter	0.928 (0.758-1.166)	0.930 (0.738-1.218)	0.925 (0.731-1.218)	0.968 (0.857-1.117)	0.930 (0.748-1.198)

Table.4.41 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital respiratory admissions with PSI and RAQI in central Taiwan(suburb).

		Pre-schooler	Children	Adults	Elder	All
PSI	Spring	1.088 (0.752-1.473)	1.090 (0.642-1.633)	1.070 (0.643-1.563)	1.063 (0.794-1.343)	1.078 (0.682-1.527)
	Summer	1.032 (0.861-1.244)	1.010 (0.858-1.249)	0.994 (0.871-1.197)	1.019 (0.903-1.165)	1.009 (0.879-1.208)
	Fall	1.082 (0.735-1.399)	1.093 (0.638-1.532)	1.077 (0.652-1.492)	1.060 (0.788-1.285)	1.080 (0.683-1.440)
	Winter	1.022 (0.742-1.598)	0.992 (0.694-1.654)	0.979 (0.704-1.536)	1.012 (0.795-1.432)	0.994 (0.726-1.566)
RAQI	Spring	1.111 (0.770-1.501)	1.117 (0.642-1.691)	1.092 (0.637-1.614)	1.080 (0.804-1.366)	1.101 (0.682-1.575)
	Summer	1.037 (0.861-1.237)	1.017 (0.858-1.233)	1.000 (0.871-1.196)	1.023 (0.903-1.157)	1.015 (0.879-1.194)
	Fall	1.084 (0.735-1.399)	1.084 (0.638-1.532)	1.068 (0.652-1.492)	1.056 (0.788-1.290)	1.072 (0.683-1.440)
	Winter	1.024 (0.742-1.598)	0.992 (0.694-1.654)	0.977 (0.704-1.536)	1.013 (0.795-1.432)	0.994 (0.726-1.566)

Table 4.42 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital cardiovascular admissions with PSI and RAQI in central Taiwan(metropolis).

		Adults	Elder	All
PSI	Spring	0.984 (0.933-1.041)	0.985 (0.849-1.139)	0.985 (0.910-1.078)
	Summer	0.997 (0.907-1.080)	0.984 (0.864-1.111)	0.991 (0.887-1.093)
	Fall	0.998 (0.933-1.051)	0.996 (0.877-1.136)	0.997 (0.908-1.092)
	Winter	0.982 (0.917-1.053)	0.956 (0.828-1.105)	0.969 (0.872-1.077)
RAQI	Spring	0.983 (0.933-1.039)	0.981 (0.878-1.139)	0.983 (0.910-1.079)
	Summer	0.995 (0.907-1.080)	0.980 (0.864-1.111)	0.988 (0.887-1.093)
	Fall	0.991 (0.929-1.045)	0.983 (0.867-1.123)	0.987 (0.902-1.083)
	Winter	0.979 (0.917-1.052)	0.951 (0.828-1.095)	0.965 (0.972-1.073)

Table 4.43 Relative risk(RR) and 95% confidence intervals (CI) of hospital cardiovascular admissions with PSI and RAQI in central Taiwan(suburb).

		Adults	Elder	All
PSI	Spring	0.922 (0.718-1.240)	1.037 (0.874-1.200)	1.007 (0.952-1.077)
	Summer	0.960 (0.810-1.150)	1.032 (0.924-1.131)	1.010 (0.980-1.043)
	Fall	0.930 (0.730-1.263)	1.028 (0.946-1.143)	1.004 (0.972-1.040)
	Winter	0.948 (0.555-1.348)	1.044 (0.916-1.227)	1.015 (0.979-1.055)
RAQI	Spring	0.903 (0.703-1.170)	1.044 (0.919-1.200)	1.007 (0.957-1.077)
	Summer	0.957 (0.810-1.150)	1.032 (0.924-1.131)	1.001 (0.980-1.043)
	Fall	0.932 (0.730-1.263)	1.029 (0.946-1.143)	1.004 (0.972-1.040)
	Winter	0.944 (0.555-1.348)	1.048 (0.916-1.229)	1.017 (0.979-1.055)

第五章 討論與建議

5.1 討論

在許多國內外文獻中，早已不乏空氣污染與人體健康之相關研究，而其中也有許多直接或間接證實空氣污染確實會導致人體罹患呼吸性疾病的機率增加，且人體暴露在污染物中所引起的急性或慢性反應也會隨各種污染物特性之不同而有所改變。本研究雖然對於單一污染物之影響做了詳盡之描述，然而在現實生活中，我們無法限制污染物只集中於某些地區，而人們也無法選擇只吸進某些污染物，因此在計算污染物的影響時有其程度上之困難。並且由於污染物同時存在於空氣中，對人體所造成之加成反應，其影響有時更甚於單一種污染物對人體之影響。同時我們也瞭解由於各地的社會、人文、氣候、地形、經濟、工業等情況迥異，導致所產生之污染物也不盡相同。為控制這些變因使研究區域之各項條件與人口族群之變異達到最小，我們縮小研究範圍，同時在本文中加入了RAQI指標，RAQI不只是個修正空氣污染指標，同時也對污染物做了加乘的效果，考慮到五種指標污染物，甚至以後還能將其他污染物同時加入討論。本文會以中部空品區做討論，是因為中部地區地形及環境特殊，除了台中市地處台中盆地，周邊更有大里地區產生之熱島效應以及長程傳輸之空氣污染物和盛行風的污染物帶進內陸地區。本研究有幾個限制，有可能會導致分析上的不精確。首先是疾病資料上的不確定性。

本研究所採用的疾病族群為罹患呼吸性疾病之就診人數，因此在分析上我們並不能清楚的知道空氣污染是否真的能使一般正常人患病，但對於本身以具有呼吸道方面疾病之患者而言，空氣污染的負面影響是可以確定的；再者我們對於人體於空氣中對污染物實際的暴露量無法確定，我們無法經由生理實驗而得知人體對污染物的實際暴露量，只能以測站所量測的數據做為評估之依據，因此在模式計算污染物影響的過程中，可能會低估了污染物對人體之影響。再者就是每個模式中只討論一個污染物的影響，而污染物之間強烈的共線性會阻礙多污染物模式在計算個別污染物實際的影響。五種污染物中，在本次分析中，其中CO四季皆有關聯，不論在都會區、郊區幾乎都有一定的影響，由0.4%-7.5%皆有，而NO₂同樣也是在春夏秋三季有高低的影響，0.3%-10.2%不等，此研究與Liang(2008)、林佐美(2004)、詹長權(2003)、Hwang(2000)

等人皆有一致的結果。而郊區O₃的相對風險在春秋兩季，又有顯著相關，這樣的結果正好又與Cheng(2001)的文章中提及春秋兩季為臭氧高汙染日正好相符。在本研究中也發現，在中部空品區分都會區與郊區之後，郊區的相對風險有大為提升，而都會區反而呈現出小於1的狀況，這或許跟都會區有名的地區醫院、教學醫院多，造成許多人寧願跨區就診，造成研究分析上有出現如此偏頗的數據發生，在數據中也不難看出，都會區似乎都還是以CO、NO₂為主要污染物，畢竟都會區交通流量大，相對移動污染源所排放的CO、NO₂為主，在郊區所顯現出冬天學齡前幼童呈現出無顯著相關，而其他族群在四季則幾乎都呈現出顯著相關，這跟都會區大相逕庭，但是也代表著跨區就診的情形，也分別在都會區郊區出現，導致兩區域間有數據上的相差。且郊區有較多工業區的存在（大甲幼獅工業區、外埔工業區、竹山工業區、大新工業區、彰濱工業區、福興工業區、埤頭工業區、芳苑工業區等），或許這也是郊區相對風險較高的原因之一。

在PSI與RAQI的比較分析中，都會區部份，幾乎都顯現出無顯著相關，無法去判別兩者之優劣，原因已在上一段大致詳述，在此不再贅述，但是在郊區部份，冬天的青少年及成人族群無顯著相關，在其他族群及季節的族群分布中，幾乎都為顯著相關，且照數據看來，幾乎都是RAQI比PSI高，在總疾病人數中，除秋天PSI的相對風險比RAQI高之外，在春夏冬天，都是RAQI比PSI高，平均高出了3%。在心血管疾病裡面，成人都顯示出無顯著相關，但是老年人中，PSI及RAQI均提高2.8%-4.4%的相對風險，而在這兩者之間，RAQI比PSI高出0.2%，依照以上數據顯示，使用RAQI指標在空氣污染中，不僅將污染程度給均化，顯現出當時之污染物情況，不會像PSI僅僅選取其中之最高污染物，並且指標污染物大多也是以O₃及PM₁₀為主，無法顯示出SO₂、CO及NO₂所帶來的遮蔽及模糊的影響，而在實驗研究中，相對風險中也確實比PSI提高了部份，這也顯示出RAQI在部分地區及季節分布上，確實比PSI較能夠呈現出當時的疾病人數。

5.2 建議

在過去中，台灣已有許多文章拿污染物與其相關之疾病做關聯做討論，但是中部的文章卻還是不多，大部分還是以北部的沙塵暴以及南部的重工業污染做討論，中部的文

章仍是寥寥可數，本文研發的目的就是希望能將中部空氣污染物的情形做個完整的分析，並且加入 RAQI 與 PSI 做相對風險的比較，讓 RAQI 的研究能夠更進一步。現在能夠初步的了解 RAQI 在中部郊區能夠顯現出在與 PSI 做比較之後，確實比 PSI 的指標更顯現出其風險量，或許 RAQI 有高估的情形，但是若能讓其高估的情形讓其他人更了解污染物所帶來的危害，則是有益而無害。且不論在有無延遲反應時，均能夠表現出 RAQI 在綜合了污染物之後所表現出的相對風險確實能做為一可參考之指標，希望以後能將此指標作為一評斷標準，雖然這是繼發明此指標之後唯一做的一篇初步比較，往後若能擴大至各都會區或全台灣，那將能進一步確立 RAQI 指標之重要性。

參考文獻

Ballester, F., Tenias, J.M., Perez-Hoyos, S., (2001). Air pollution and emergency hospital admissions for cardiovascular diseases in Valencia, Spain. *J. Epidemiol. Community Health* 55 (1), 57-65.

Chan C. C., Chuang K. J., Chen W. J., Chang W. T., Lee C. T., Peng C. M. (2008). Increasing cardiopulmonary emergency visits by long-range transported Asian dust storms in Taiwan. *Environmental Research*, 106, 393-400.

Chen L. H., Knutsen S. F., Beeson L., Ghamsary M., Shavlik D., Petersen F., Abbey D.. (2005). The association between ambient particulate air pollution and fatal coronary heart disease among persons with respiratory symptoms/disease. *AEP* 15(8), 630–665.

Cheng W. L., Chen Y. S., Zhang J. F., Lyons T.J., Pai J.L., Chang S. H.. (2007). Comparison of the Revised Air Quality Index with the PSI and AQI indices. *Science of the Total Environment* 382,191–198.

Cheng W. L., Kuo Y. C., Lin P. L., Chang K. H., Chen Y. S., Lin T. M., Huang R. (2004). Revised air quality index derived from an entropy function. *Atmospheric Environment* 38,383–391.

Clancy L., Goodman P., Sinclair H, Dockery D. W.. (2002). Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *Lancet* 360, 1210-14.

D'Ippoliti, D., Forastiere, F., Ancona, C., Agabiti, N., Fusco, D., Michelozzi, P., Perucci, C.A.. (2003). Air pollution and myocardial infarction in Rome: a case-crossover analysis. *Epidemiology* 14 (5), 528-535.

Goldberg M. S., PhD. (2005). Short term exposure to ambient ozone increases mortality in the United States. *Evidence-Based Healthcare & Public Health* 9, 206-208.

Hoppe P., Peters A., Rabe G, Praml G, Lindner J., Jakobi G, Fruhmanna G, Nowaka D.

(2003). Environmental ozone effects in different population subgroups. *Int. J. Hyg. Environ. Health*, 206, 505-516 .

Hwang J.S., Chen Y.J., Wang J.D., Lai Y.M., Yang C.Y., Chan C.C.. (2000) Subject-domain approach to the study of air pollution effects on schoolchildren's absenteeism. *American Journal of Epidemiology* 152: 67-74.

Kan H., London S. J., Che G. H., Zhang Y. H., Song G. X., Zhao N. Q., Jiang L. L., Chen B. H.. (2007). Differentiating the effects of fine and coarse particles on daily mortality in Shanghai, China. *Environment International* 33 376-384.

Kongtip P., Thongsuk W., Yoosook W., Chantanakul S.. (2006). Health effects of metropolitan traffic-related air pollutants on street vendors. *Atmospheric Environment*, 40, 7138-7145.

Lai L. W., Cheng W. L.. (2008). Air quality influenced by urban heat island coupled with synoptic weather patterns. *Science of the Total Environment*

Lioudmila A. K., Christopherson R. J., Basu T. K., (2003). Sulfur: Its Clinical and Toxicologic Aspects. *Nutrition* 19, 54-61.

Peters A. (2005). Particulate matter and heart disease: Evidence from epidemiological studies. *Toxicology and Applied Pharmacology* 207, S477 – S482.

Pope C. A.. (1998). Epidemiology investigation of the health effects of particulate air pollution: strengths and Limitations. *Appl Occup Environ Hyg* 13, 356-363.

Pope C. A., Ezzati M., Dockery D. W.. (2009). Fine-Particulate Air Pollution and Life Expectancy in the United States. *The new england journal of medicine* 360, 376-86.

Pope C. A., Renlund D. G., Kfoury A. G., May H. T., Horne B. D., (2008). Relation of Heart Failure Hospitalization to Exposure to Fine Particulate Air Pollution. *Am J Cardiol* 102, 1230-1234.

Scoggins A., Kjellstrom T., Fisher G., Connor J., Gimson Neil. (2004). Spatial analysis of annual air pollution exposure and mortality. *Science of the Total Environment* 321, 71-85.

Yang C. Y., Chang C. C., Chuang H.Y., Tsai S. S., Wu T. N., Ho C. K.. (2004). Relationship between air pollution and daily mortality in a subtropical city: Taipei, Taiwan. *Environment International* 30, 519-523.

Yang C. Y., Chen Y. S., Chiu H. F., Goggins W. B.. (2005). Effects of Asian dust storm events on daily stroke admissions in Taipei, Taiwan. *Environmental Research* 99, 79–84.

全民健康保險學術研究資料庫光碟資料譯碼簿，國家衛生研究院，2006。

張家豪，空氣污染與每日呼吸性疾病門診人數之研究，碩士論文，2002

林佐美，都會區空氣品質與呼吸性疾病就診人數之研究，碩士論文，2004

陳育松，RAQI指標探討AQI與PSI之優缺得失，碩士論文，2004

郭育誌，以熵函數建構多元空氣品質指標之探討，2003

環保署網站 2004