

中華民國 第 49 屆中小學科學展覽會

作品說明書

國小組 地球科學科

第三名

080502

身邊被遺忘的「氣質」

學校名稱：臺中市南屯區大新國民小學

作者：	指導老師：
小六 黃敬綱	童進昌
小六 陳姝欣	彭士峯
小六 莫絲羽	
小六 周宥均	
小六 胡琦	

關鍵詞：空氣品質、PSI 值、落塵量

壹、摘要

由於北京奧運的空氣品質報導，讓我們對家鄉的空氣品質感到興趣。我們從十年來台中市空氣品質的變化為探究的起點，然後探討颱風和空氣品質的關係，最後從實測來分析不同時段及地區的空氣品質好壞以及針對影響空氣品質好壞的因素作進一步探究。經過一連串的资料統整，及近一千片的落塵樣本分析，我們明白了台中市近幾年來空氣品質已有逐年改善的趨勢，以及並非每一個颱風都會為台中市帶來較佳的空氣品質，而其中的颱風路徑是一個重要的因素。此外由實作調查發現不同時段的空氣品質差異；天氣、地形等都可能是影響空氣品質的因素之一。

貳、研究動機

當我們在看北京奧運報導時，看到一則新聞，北京的空氣品質可能會影響到選手的表現有的選手甚至因此而不參加比賽這讓我們覺得很特別。六上自然課「天氣的變化」單元，更興起我們想要探究空氣品質的好壞和天氣的關係因此為了更進一步了解空氣品質我們決定研究家鄉的空氣品質變化情形看看我們所居住的環境是否也會有這個問題

參、研究目的

- 一、探究 88-97 年台中市空氣品質的變化情形
- 二、探究 88-97 年台中市空氣品質的變化與颱風的關係
- 三、以實作來探究可能影響空氣品質的因素

肆、研究設備及器材

廣口瓶、線香、水族箱、公升盒、溫度計、照度計、風速計、氣壓計、乾溼球溫度計、數位顯微鏡、博士膜、投影機

伍、研究過程與結果

資料來源：本研究主要是探究台中市 88-97 年，十年來空氣品質的變化情形，其中空氣品質的判斷依據是以環保署空氣品質監測站所測得的空氣污染指標值（PSI）為依據，PSI 數值較低代表空氣品質較好。目前台中市的空氣品質監測站有三個地方，分別是西屯、忠明及崇倫，但因其中的崇倫監測站於 94 年始正式成立運作，所以本研究所指的台中市空氣品質的相關資料，僅取自西屯及忠明兩站，然後將兩站所得的資料加以平均，作為台中市空氣品質的依據。相關數據來源取自行政院環保署、台中市環保局、中央氣象局、TDB 防災颱風資料庫網頁系統網站中所提供之資訊或實測所得。而 PSI 數值大小對人體健康影響約如下表所示：

空氣污染指標 (PSI)	0~50	51~100	101~199	200~299	>=300
對健康的影響	良好	普通	不良	非常不良	有害

一、探究 88-97 年台中市空氣品質的變化情形

研究一：88-97 年台中市空氣品質的變化情形

(一) 88-97 年台中市 PSI 值年平均變化

方法：將 88-97 年的台中市 PSI 值依年分加以平均。

結果：如表 1-1 及圖 1-1。

表 1-1：88-97 年台中市 PSI 值年平均變化

年分	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97
PSI 值	57.6	58.5	57.6	60.4	62.6	63.1	60.5	58.3	58.9	56.0

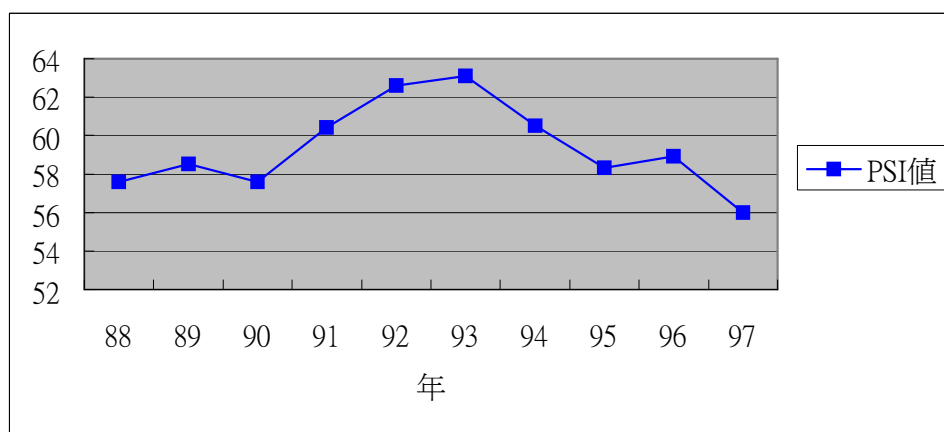


圖 1-1：88-97 年台中市 PSI 值年平均變化

發現：1.空氣品質有自 90 至 93 年逐年惡化，93 至 97 年逐年改善的趨勢，93 年為最差的一年，而 97 年則是最佳的一年。

2.十年的 PSI 值年平均都維持在「普通」的層級。

討論：1.為什麼 93 年空氣品質會是最差，我們從網路上找了一些當年的相關報導，綜合原因為經濟成長，工廠、汽機車等大量污染物的排放致使空氣品質惡化，此外氣象因素亦是造成 93 年空氣品質惡化的原因之一。

2.為什麼 93 年之後，空氣品質卻逐年好轉呢？近年來環保意識的抬頭加上政府的重視都是空氣品質改善的功臣。例如：政府公告針對空氣污染防治的環保法規由民國 88 年的 11 項，93 年的 39 項已增加至目前的 74 項之多，其中不乏對污染物空氣污染的排放標準規範等。

(二) 88-97 年台中市 PSI 值月平均變化

方法：將 88-97 的台中市 PSI 值依月分加以平均。

結果：如表 1-2 及圖 1-2。

表 1-2：88-97 年台中市 PSI 值月平均變化

月分	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
PSI	59.7	60.4	65.8	64.4	60.9	48.1	47.9	52.0	61.9	65.5	64.1	61.8

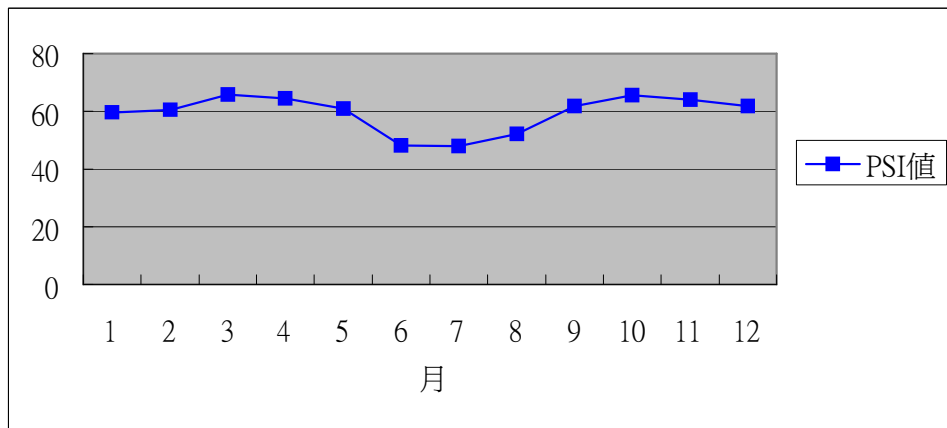


圖 1-2：88-97 年台中市 PSI 值月平均變化

發現：1.一年之中以 6、7、8 月空氣品質最好，9 月至 5 月空氣品質則較差。

2.一年之中夏季的空氣品質優於春、秋、冬三季。

討論：1.夏天對流較明顯，旺盛的西南氣流，可以很快的將污染物擴散開（對流實驗設計如表 1-3 所示），且夏天的雨水也較多，雨水具有沉降污染物的功能，因此使空氣品質較好。以圖 1-3 為例可發現，當降雨量越多時，該月的 PSI 值相對越小，顯見降雨量較多時，空氣品質較佳。

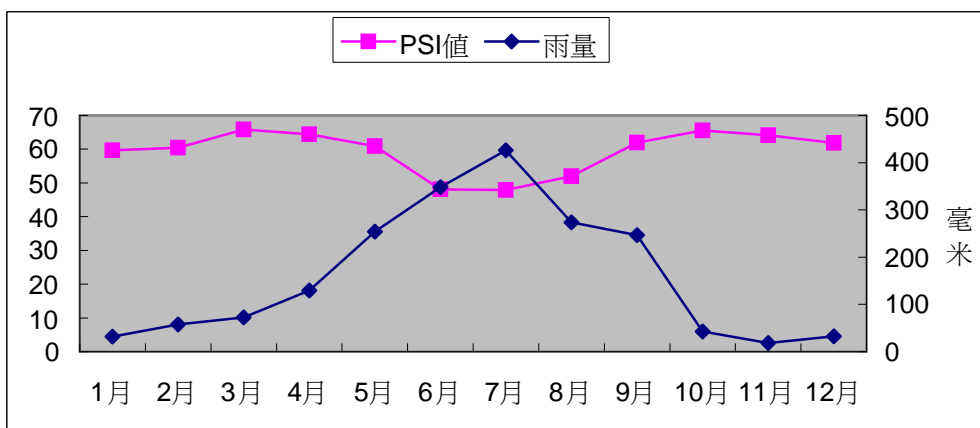


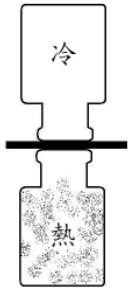
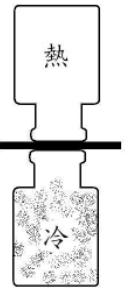
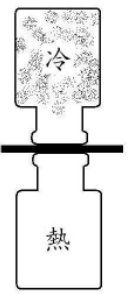
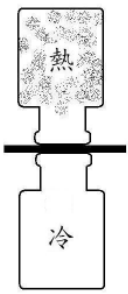
圖 1-3：88-97 年的降雨量及 PSI 的月平均比較

2.冬天雖有強勁的東北季風可以幫忙吹散空氣中的污染物，但台中市因被中央山脈阻隔，屬於背風面，風速較小，所以效果應是不太大。反倒是東北季風帶來來自於大陸的大量灰塵，可能是造成空氣品質劣化的原因。

表 1-3：空氣對流實驗的實驗設計

實驗名稱	實驗一：空氣對流現象的觀察。	實驗二：空氣對流現象會帶走污染物嗎？
方法	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將點燃的線香放入廣口瓶中成爲有煙的空氣瓶。 2. 將空氣瓶加蓋浸泡在冷水中成爲冷空氣瓶。 3. 將空氣瓶加蓋浸泡在熱水中成爲熱空氣瓶。 4. 將空的冷空氣瓶倒放在有煙的熱空氣瓶上方，抽掉隔板，觀察對流的現象。 5. 承上述方法，依不同的組合方式，分別觀察對流的現象。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將點燃的線香放入廣口瓶中 30 秒成爲有煙的空氣瓶，蓋上隔板，浸泡在熱水中 30 秒後置於實驗裝置上，測量對流前的照度。 2. 將空瓶倒置於上述有煙的空氣瓶上方，抽掉隔板 30 秒後，取走上方空瓶，再將下瓶蓋上隔板，測量對流後的照度。 3. 比較對流前後照度的變化。 4. 同上，但將有煙空氣瓶浸泡在冷水中。
結果	如表 1-4。	如表 1-5 及圖 1-4。

表 1-4：空氣對流現象的觀察

對流方式示意圖				
對流現象的描述	煙先在下方的熱空氣瓶快速的翻轉，之後迅速的上升到上方的冷空氣瓶，最後煙幾乎都停留在上方的冷空氣瓶。	煙沒有明顯流動現象。	上方冷空氣瓶的煙下降到下方的熱空氣瓶之後，煙會在下方不斷的翻滾，之後煙又往上方的冷空氣瓶跑，再往下方的熱空氣瓶跑，形成一個循環，直到煙無明顯上下流動。	煙緩慢的從上方熱空氣瓶下降到下方的冷空氣瓶，之後慢慢的在下方冷空氣瓶擴散，最後沉澱在下瓶，幾乎沒有再流動的現象。
對流的程度	2	4	1	3

註：數字 1 爲對流現象最旺盛、數字 2 其次…以此類推。

表 1-5：空氣對流前後照度的比較（單位：Lux）

實驗組	次別	對流前	對流後	差值	對照組	次別	對流前	對流後	差值
	第 1 次	358	588	230		第 1 次	446	493	47
	第 2 次	397	597	200		第 2 次	396	442	46
	第 3 次	316	525	209		第 3 次	519	553	34
	平均	357	570	213		平均	454	496	42

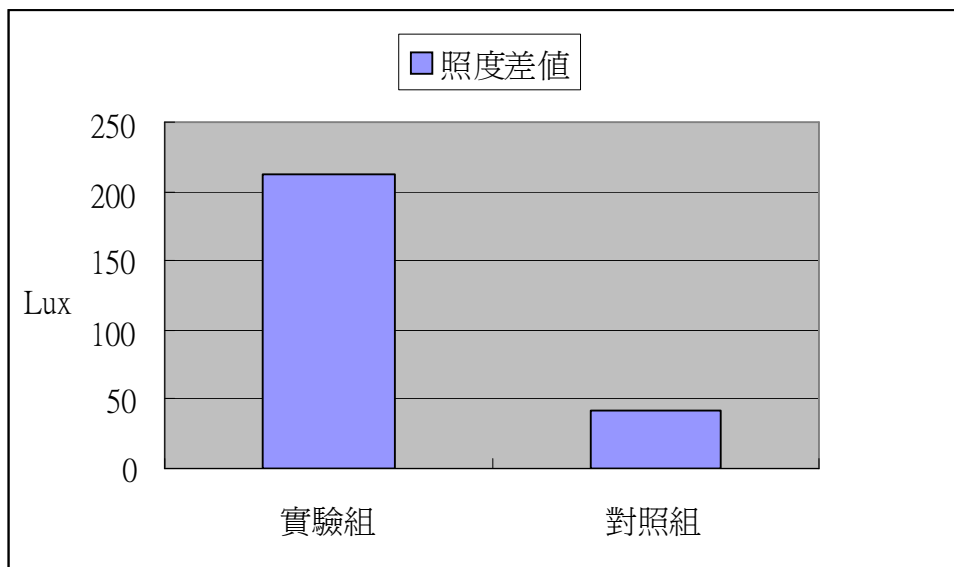
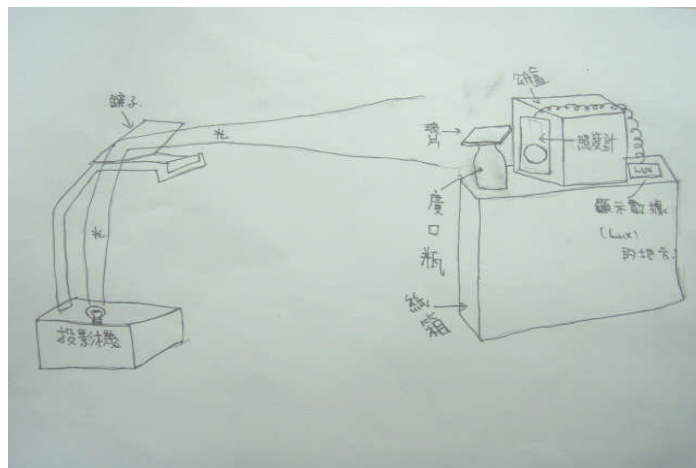


圖 14：空氣對流前後照度差值的比較

發現：空氣對流後，照度會提高，且實驗組實驗前後具有較高的照度差值，顯示空氣對流較旺盛會更易帶走汙染物，空氣品質變得較好。



空氣對流實驗裝置圖

(三) 88-97 年台中市西屯地區與忠明地區的 PSI 值月平均比較

方法：分別算出 88-97 年西屯及忠明兩站各月之 PSI 值平均值，並加以比較。

結果：如圖 1-5。

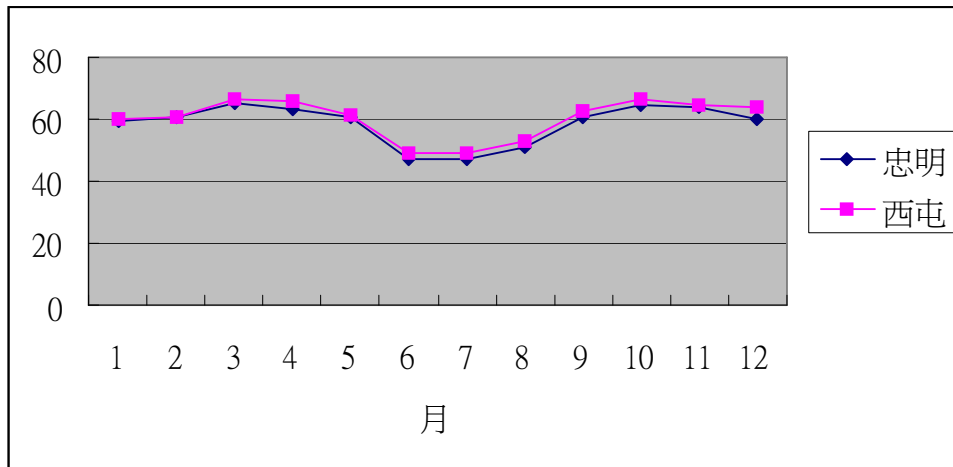


圖 1-5：88-97 年台中市西屯地區與忠明地區的 PSI 值月平均比較

發現：西屯地區空氣品質較忠明地區稍差。

討論：西屯地區因為鄰近台中工業區，除了工廠林立造成的污染，大量的汽機車湧入，排放出的廢氣加劇空氣品質的惡化。此外南屯垃圾焚化廠、台中火力發電廠、加上近幾年中部科學園區廠商陸續進駐，都是造成西屯地區空氣品質比忠明地區為差的可能原因。



參觀台中氣象站



參觀空氣品質監測站（西屯站）

研究二：88-97年台中市空氣品質不良日數的變化情形

說明：除了研究 88-97 年台中市空氣品質的變化趨勢之外，那些會對我們身體健康有害的「不良」空氣品質（PSI 值 > 100），更是我們所關心的，因此針對這部分我們再作進一步的探討。

（一）88-97 年台中市空氣品質不良日數的年變化情形

方法：統計 88-97 年台中市空氣品質各年 PSI 值大於 100 的日數（若同日西屯或忠明兩站 PSI 皆大於 100 時，則以一日計算）。

結果：如表 2-1、圖 2-1。

表 2-1：88-97 年台中市空氣品質不良每年日數統計

年分	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	年平均
不良日數	12	25	17	14	12	24	10	10	9	8	14.1

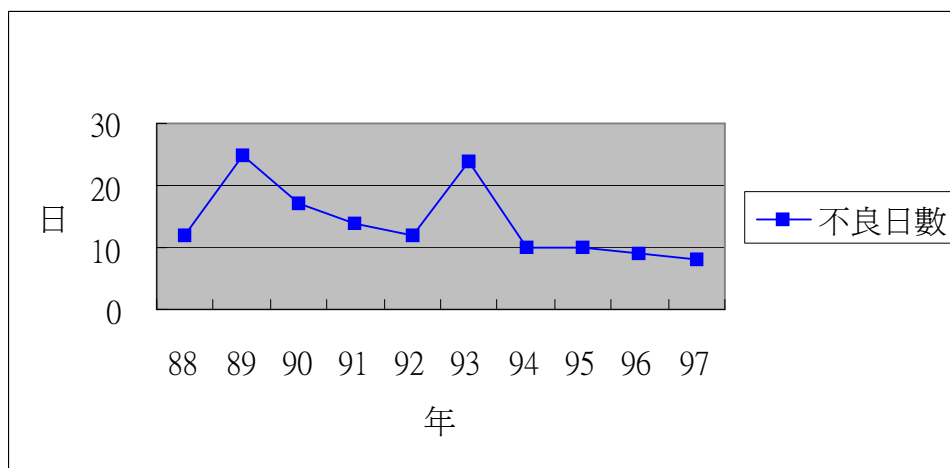


圖 2-1：88-97 年台中市空氣品質不良日數的年變化情形

發現：1.一年之中出現的不良日數自 93 年到 97 年有逐年下降的趨勢。

2.一年之中出現的不良日數以 89 年的 25 日最多，97 年的 8 日最少，平均一年約有 14 日左右。

（二）88-97 年台中市不良空氣日數的月變化情形

方法：統計 88-97 年台中市空氣品質各月 PSI 值大於 100 的日數（若同日西屯或忠明兩站 PSI 皆大於 100 時，則以一日計算）。

結果：如表 2-2、圖 2-2。

表 2-2：88-97 年台中市空氣品質不良每月日數統計

月分	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
日數	13	16	16	12	13	3	4	2	10	11	26	15

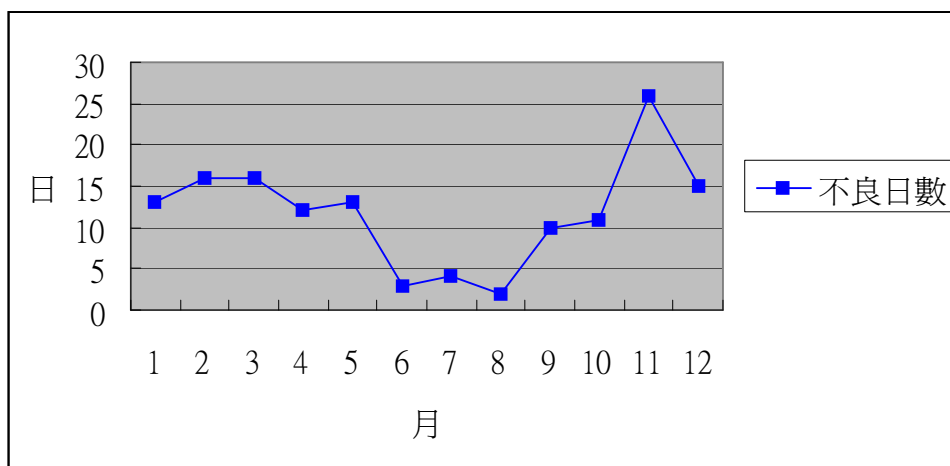


圖 2-2：88-97 年台中市不良空氣日數的月變化情形

發現：1.88-97 年中各月出現不良空氣日數總數以 6、7、8 月較少，9 月至 5 月較高，其中又以 11 月十年內共出現 26 日最多。

2.一年之中不良空氣日數以夏季較少，春秋冬較多。

(三) 88-97 年造成台中市空氣不良的汙染物日數比較

方法：統計研究二中造成 88-97 年空氣品質不良 (PSI 值大於 100) 的主要汙染物與 天數。

結果：如表 2-3 及圖 2-3。

表 2-3：88-97 年造成台中市空氣品質不良的汙染物日數比較

汙染物	懸浮微粒	臭氧	一氧化碳	二氧化硫	氮氧化物
日數	90	51	0	0	0
百分比	63.8%	36.2%	0.0%	0.0%	0.0%

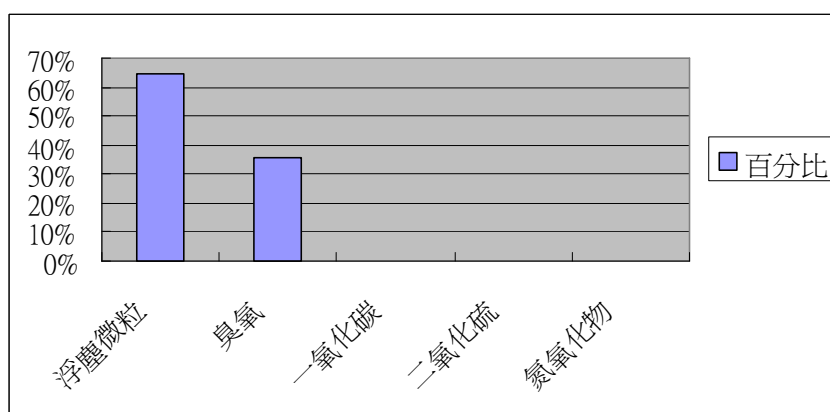


圖 2-3：88-97 年造成台中市空氣品質不良的汙染物百分比

發現：不良空氣日數的汙染物所佔比例以懸浮微粒為主，占 63.8%之多，臭氧次之，約是 36.2%，其他則均為 0%。

研究三：88-97年台中市主要的空氣污染指標物的變化情形

(一) 88-97年台中市主要的空氣污染指標物的濃度年變化

方法：計算台中市空氣品質監測站所監測之懸浮微粒及臭氧濃度自 88-97 年每年的平均值。

結果：如圖 3-1。

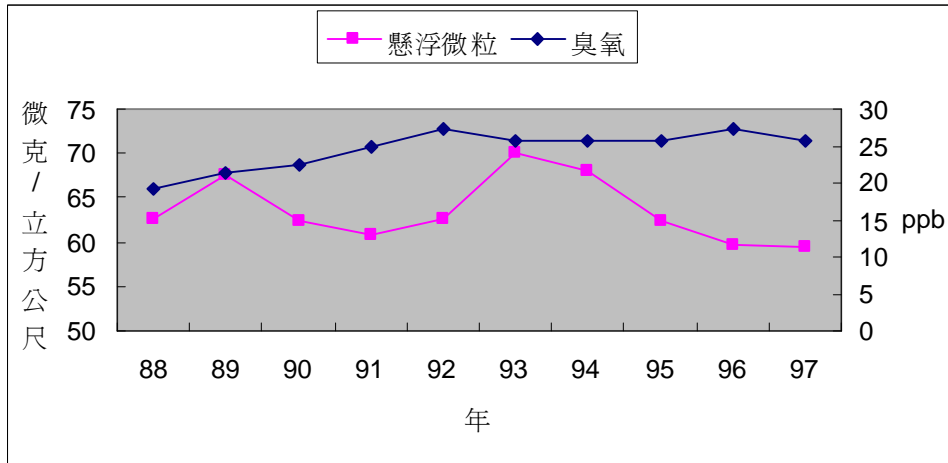


圖 3-1：88-97 年台中市主要的空氣污染指標物的濃度年變化

發現：1.懸浮微粒的濃度 93 年以後有逐年下降的趨勢。

2.臭氧濃度年變化自 88 到 92 年逐年上升，92 年以後則波動不大。

(二) 88-97 年台中市主要的空氣污染指標物的濃度月變化

方法：計算台中市空氣品質監測站所監測之懸浮微粒及臭氧濃度自 88-97 年每月的平均值。

結果：如圖 3-2。

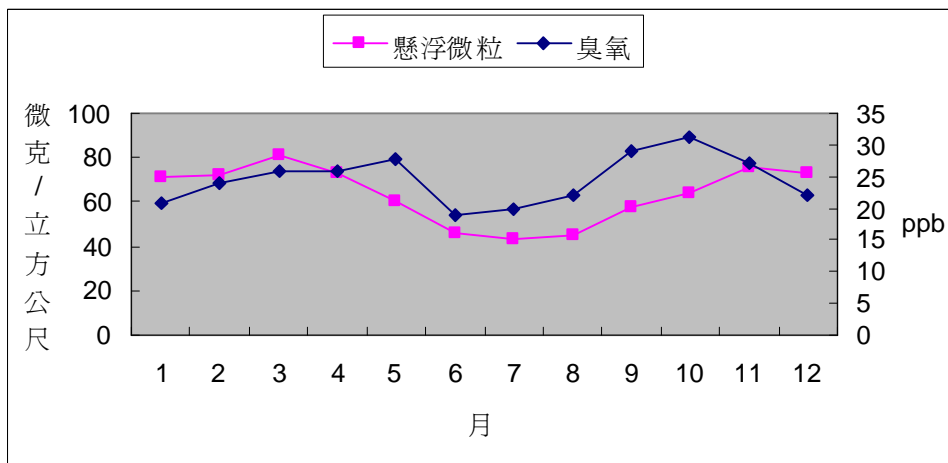


圖 3-2：88-97 年台中市主要的空氣污染指標物的濃度月變化

發現：1.懸浮微粒濃度以 6、7、8 月較低，而 3 月及 11 月則較高。

2.臭氧濃度 6 月最低，10 月最高。

3.懸浮微粒濃度較高的季節在冬季及春季，而臭氧濃度較高的季節則為秋季。

二、探究 88-97 年台中市空氣品質的變化與颱風的關係

說明：由上述的資料分析我們知道夏季的空氣品質明顯優於冬季，但是否是因為夏季颱風較多的緣故令我們感到很好奇，因此，針對空氣品質和颱風的關係我們做了更進一步的探討。而本部分所謂 侵襲台灣的颱風是指中央氣象局有發布海上或陸上颱風警報的颱風所做的分析。

研究四：88-97 年侵襲台灣的颱風次數統計

方法：統計 88-97 年侵襲台灣的颱風次數。

結果：如圖 4-1、4-2。

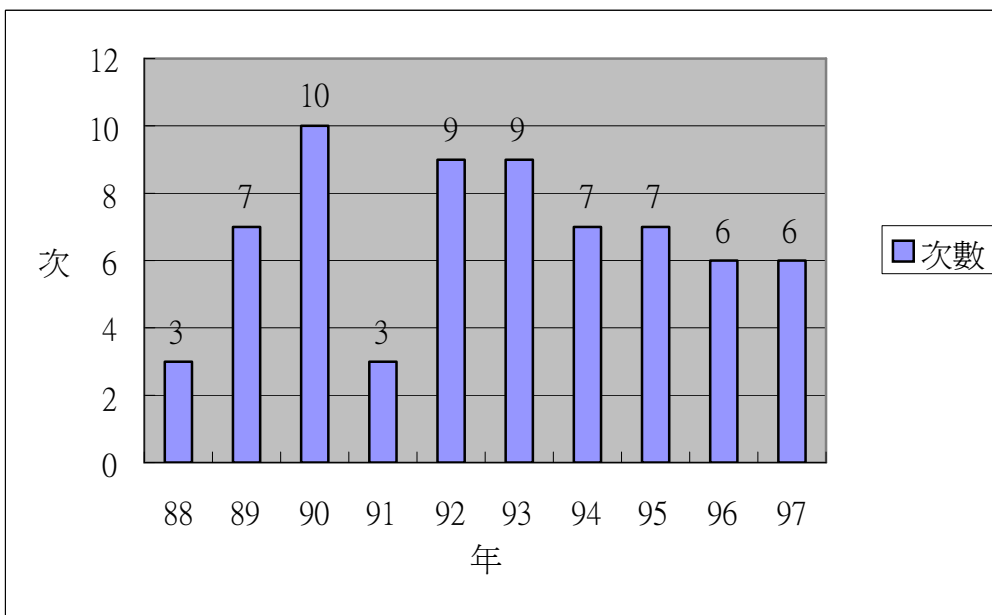


圖 4-1：88-97 年侵襲台灣的颱風年次數統計

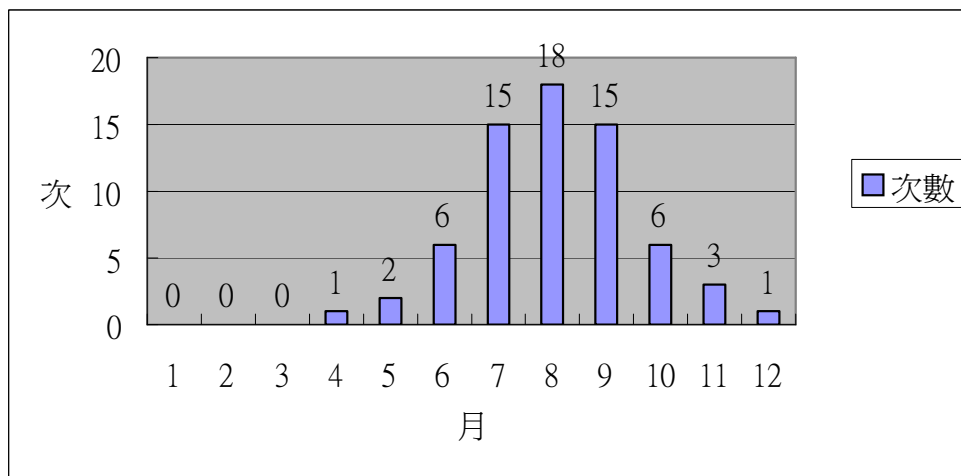


圖 4-2：88-97 年侵襲台灣的颱風月次數統計

發現：1. 88-97 年侵襲台灣的颱風共有 67 次之多，以 90 年 10 次最多，88 年及 91 年 3 次最少。
 2. 88-97 年侵襲台灣的颱風以 7、8、9 三個月較多，也就是夏末初秋之際。
 討論：之前我們認為夏季空氣品質較好的原因之一是因為颱風較多，帶來大量的雨水和強勁的風，使得污染物得以被擴散或沉降下來，因此，我們將 88-97 年颱風月次數和 PSI 月平均值作一比較，如圖 4-3，發現颱風次數較多，空氣品質似乎較好的訊息。

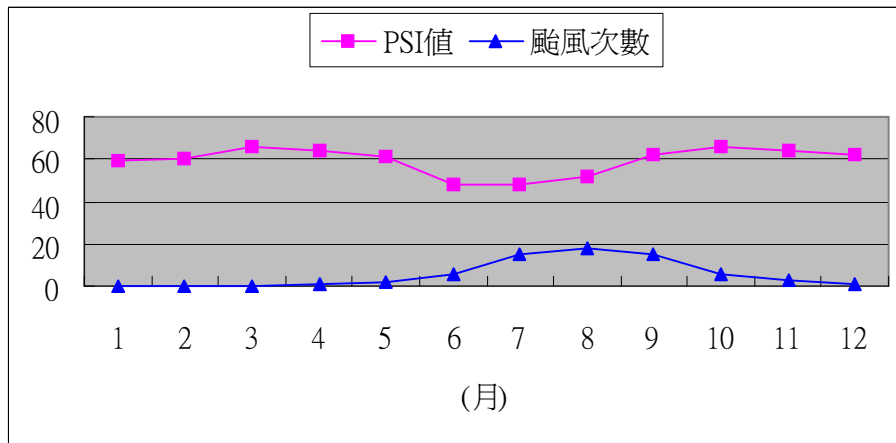


圖 4-3：88-97 年侵襲台灣的颱風月次數和 PSI 值比較

研究五：88-97 年台中市空氣品質和颱風來臨前後的關係

說明：因為我們想要知道颱風對空氣品質的影響與否，所以我們將每個侵襲台灣的颱風分成三個時期：颱風前、颱風中、颱風後，其意義及檢視方法如下：

表 5-1：颱風分期的意義及空氣品質檢視方法

意義	
颱風前	指中央氣象局發佈颱風警報的前一天，此期空氣品質為該日的台中市 PSI 值。
颱風中	指中央氣象局發佈颱風警報到解除警報的期間，此期的空氣品質即為颱風期間內之台中市 PSI 平均值。
颱風後	指中央氣象局解除颱風警報的後一天，此期空氣品質為該日的台中市 PSI 值。
空氣品質檢視方法	
1. 先分別找出 88-97 年內每一個颱風在颱風前、中、後的 PSI 值，然後比較這三個時期的 PSI 值大小。	
2. PSI 值最大的時期，代表該次颱風這段時間的空氣品質狀況最差，標定為「最差」；PSI 值次大的時期，代表該次颱風這段時間的空氣品質狀況次之，標定為「其次」；PSI 值最小的時期，代表該次颱風這段時間的空氣品質狀況最好，標定為「最佳」。	
3. 統計 88-97 年所有颱風在不同時期出現的「最差」、「其次」、「最佳」的總次數。	
4. 依上述統計結果，比較颱風在不同時期出現的空氣品質狀況。	

結果：如表 5-2。

表 5-2：不同颱風時期的空氣品質比較

	颱風前	颱風中	颱風後
最佳	15 次	27 次	25 次
其次	22 次	15 次	30 次
最差	30 次	25 次	12 次
合計	67 次	67 次	67 次

發現：1.「颱風前」時期在 67 次颱風中，有 30 次是屬於「最差」的，所以代表「颱風前」的空氣品質普遍較差。

2.「颱風中」時期，「最佳」有 27 次、「最差」有 25 次，所以代表「颱風中」的空氣品質不一定是較好或較差。

3.「颱風後」時期，「最差」只有 12 次，所以代表「颱風後」的空氣品質普遍較佳。

討論：因為我們想知道每次颱風對空氣品質的影響，所以特別將每次的颱風獨立出來，然後依不同時期分別比較，真實反映出每個颱風對當時空氣品質的影響。不過我們在統計的過程當中，發現並不是每一次颱風在「颱風後」這個時期的空氣品質都是最佳，有時候甚至還是最差，我們懷疑是否和侵襲台灣的颱風路徑有關。

研究六：88-97 年侵襲台灣的颱風路徑次數統計

方法：依中央氣象局對颱風的路徑（如右圖，圖片取自中央氣象局）分類，統計出 88-97 年侵襲台灣的颱風不同路徑次數。

結果：如表 6-1 及圖 6-1。

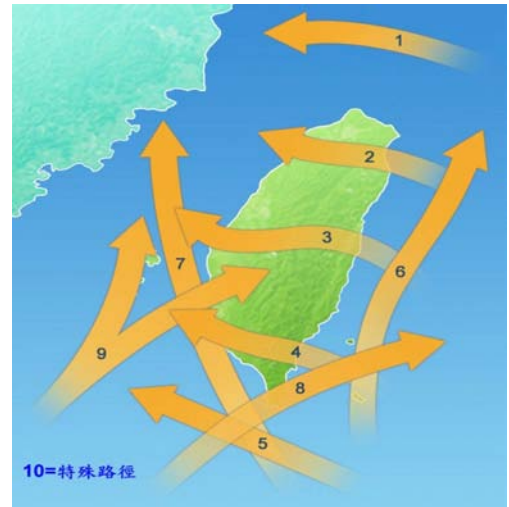


表 6-1：88-97 年侵襲台灣的颱風路徑次數統計

路徑	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	合計
次數	8	9	8	3	13	10	3	4	5	4	67
百分比 (%)	11.9	13.4	11.9	4.5	19.4	14.9	4.5	6.0	7.5	6.0	100

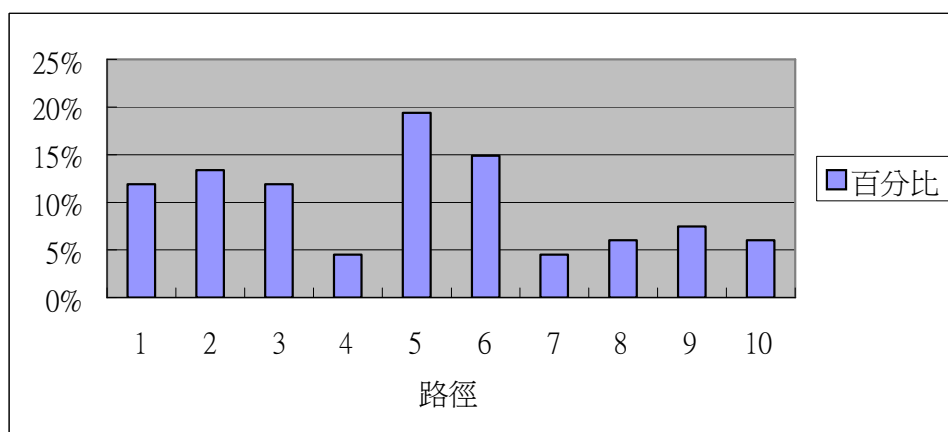


圖 6-1：88-97 年侵襲台灣的颱風路徑百分比

發現：88-97 年侵襲台灣的颱風以路徑 5（通過台灣和菲律賓之間的西行颱風）共 13 次約佔全部颱風的 19.4% 最多，以路徑 4（通過台灣南部陸地）、路徑 7（通過台灣西部海域的北行颱風）分佔 3 次約 4.5% 最少。

研究七：88-97 年侵襲台灣的颱風路徑和台中市空氣品質的關係

說明：為探討颱風路徑和空氣品質的關係，我們以台灣本島為主體，先將類似的颱風路徑分門別類，然後分別以方法一、方法二作探討，如表 7-1 所示。

表 7-1：探究 88-97 年侵襲台灣的颱風路徑和台中市空氣品質的關係的方法

	方法一	方法二
做法	<ol style="list-style-type: none"> 將 88-97 年颱風路徑依圖 7-1、表 7-2 原則重新分類。 統計各個颱風路徑在不同颱風時期出現「最佳」、「其次」、「最差」的總次數。 分析各個颱風路徑在不同颱風時期的空氣品質。 	<ol style="list-style-type: none"> 先分別計算出各個不同路徑「颱風前」及「颱風後」的 PSI 平均值。 將各個路徑「颱風前」的 PSI 平均值減去「颱風後」的 PSI 平均值，所得的差值為正，代表颱風過後空氣品質變好，反之則變差。 分析各個颱風路徑在颱風前後的空氣品質變化。
結果	如表 7-3、7-4 及圖 7-2。	如圖 7-3。

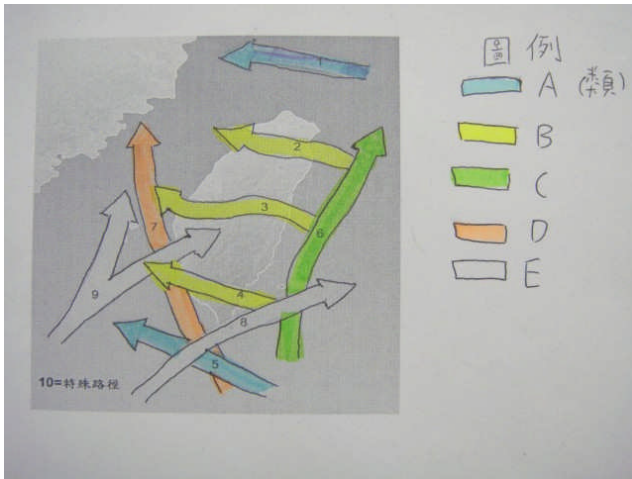


圖 7-1：侵襲台灣的颱風路徑分類（重新分類）

表 7-2：侵襲台灣的颱風路徑重新分類說明

路徑	說明
路徑 A（西行颱風）	從台灣本島北方海域經過的路徑 1 或南方海域經過的路徑 5
路徑 B（西行颱風）	直接侵襲台灣本島的原有颱風路徑 2、3、4
路徑 C（北行颱風）	沿台灣東部海洋（西太平洋）的路徑 6
路徑 D（北行颱風）	沿台灣西部海洋（台灣海峽）的路徑 7
路徑 E	其他由南海等生成之颱風路徑 8、9、10

方法一結果：

表 7-3：88-97 年侵襲台灣的颱風路徑次數統計（依研究者 A-E 分類）

新路徑	A	B	C	D	E
颱風屬性	西行颱風	西行颱風	北行颱風	北行颱風	特殊路徑
原有路徑	1、5	2、3、4	6	7	8、9、10
次數合計	21	20	10	3	13
佔全部颱風百分比	31.3%	29.9%	14.9%	4.5%	19.4%

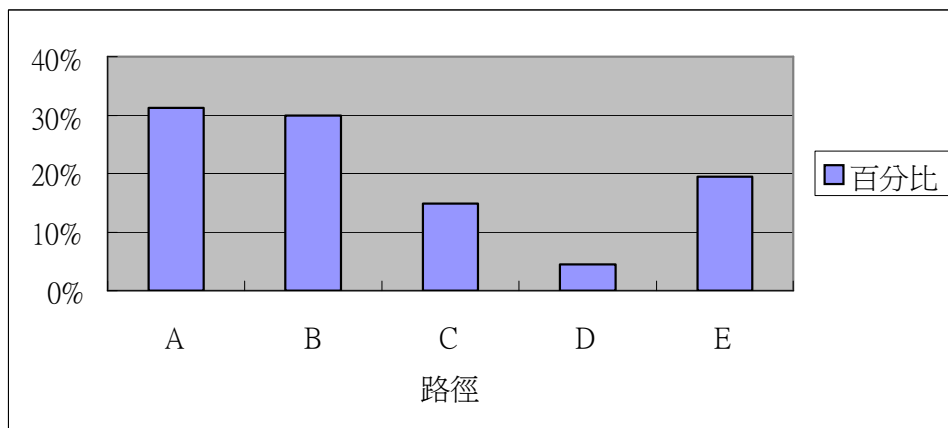


圖 7-2：88-97 年侵襲台灣的颱風路徑次數統計（依研究者 A-E 分類）

表 7-4：88-97 年不同的颱風路徑在不同颱風時期對台中市空氣品質的比較

A 類	颱風前	颱風中	颱風後	B 類	颱風前	颱風中	颱風後
最佳	9 次	4 次	8 次	最佳	1 次	10 次	9 次
其次	7 次	4 次	10 次	其次	8 次	5 次	7 次
最差	5 次	13 次	3 次	最差	11 次	5 次	4 次

C 類	颱風前	颱風中	颱風後	D 類	颱風前	颱風中	颱風後
最佳	1 次	5 次	4 次	最佳	2 次	1 次	0 次
其次	4 次	2 次	4 次	其次	0 次	0 次	3 次
最差	5 次	3 次	2 次	最差	1 次	2 次	0 次

E 類	颱風前	颱風中	颱風後
最佳	2 次	7 次	4 次
其次	3 次	4 次	6 次
最差	8 次	2 次	3 次

發現：1.88-97 年侵襲台灣的颱風路徑有一半以上是屬於西行颱風（路徑 A、B，共約佔全部颱風的 60%）；而沿台灣西岸的北行颱風則最少（路徑 D，約佔全部颱風的 4.5%）。
2.B、C、E 類颱風在「颱風前」時期出現空氣品質「最差」的次數，都佔該路徑颱風總數的一半以上，顯見這些路徑的颱風在「颱風前」的空氣品質較差；同理，A 類颱風則以「颱風中」的空氣品質較差。

方法二結果：

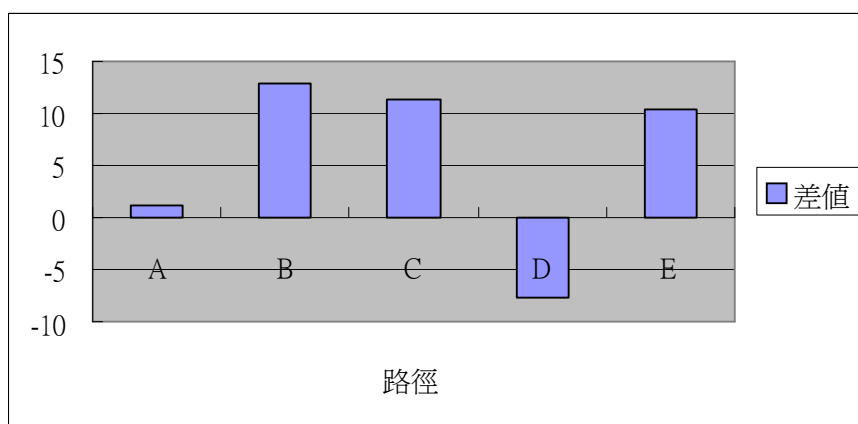


圖 7-3：不同路徑的颱風來臨前後空氣品質的變化

發現：1.通過本島的 B 類颱風在颱風過後空氣品質明顯上升。
2.沿台灣西部海洋的 D 類北行颱風過後，空氣品質不但沒有變好，反而變得較差。
3.多數颱風在颱風過後空氣品質會變好。

研究八：88-97 年侵襲台灣的颱風路徑和台中市空氣品質不良的關係

方法：找出 88-97 年間造成台中市空氣不良 (PSI 值大於 100) 的颱風，分別統計各路徑出現的次數及 PSI 大於 100 的時期和所造成的污染物，並算出其佔各類颱風路徑的百分比。
結果：如表 8-1、8-2 及圖 8-1。

表 8-1：88-97 年造成台中市空氣品質不良的颱風

颱風編號	名稱	路徑	颱風前	颱風中	颱風後
200101	西馬隆	E		✓(臭氧)	
200407	敏督利	C		✓(懸浮微粒)	
200427	南瑪都	E	✓(懸浮微粒)	✓(懸浮微粒)	
200413	蘭寧	A	✓(臭氧)		
200515	卡努	A	✓(臭氧)	✓(臭氧)	
200723	米塔	E	✓(臭氧)		

註：() 內為空氣品質不良之指標污染物

表 8-2：88-97 年颱風路徑和造成台中市 空氣品質不良 的次數統計

路徑	A	B	C	D	E	全部合計
該類路徑不良次數	2	0	1	0	3	6
該類路徑原有總次數	21	20	10	3	13	67
佔該類路徑百分比	9.5%	0.0%	10.0%	0%	23.1%	9.0%

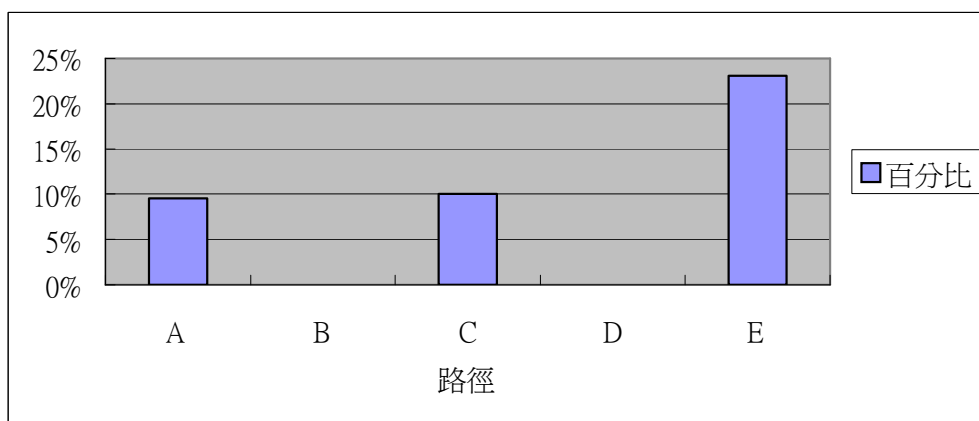


圖 8-1：88-97 年颱風路徑和造成台中市空氣品質不良的百分比

- 發現：1.88-97 年造成空氣品質不良的颱風共有 西馬隆等 6 個，約佔 10 年來颱風總數的 9% ，其中由南海生成的路徑 E 颱風有高達 23.1% 的機會會造成空氣品質「不良」。而路徑 B（侵台 20 次）、路徑 D（侵台 3 次）的颱風，均從未出現過空氣品質不良的狀況。
- 2.颱風造成空氣品質不良的時期均在颱風前及颱風中時期，颱風後時期則從未出現不良的空氣品質狀況。
- 3.造成空氣品質不良的颱風，出現的指標污染物以臭氧較多，懸浮微粒其次。

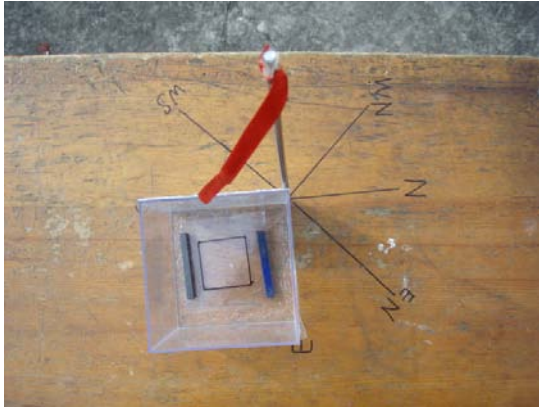
三、以實作來探究可能影響空氣品質的因素

研究九：落塵量的調查

落塵量調查的設計原由及調查方法如表 9-1 所示：

表 9-1：落塵量的調查設計及調查方法

落塵量調查的原由	
<p>除了颱風，爲了進一步探討可能影響空氣品質的因素有哪些，我們決定以實作來解答這個問題，但是有關空氣污染指標物的監測，多數並非我們的能力所及，最後我們決定以調查「落塵量」的多寡來探討，在我們的研究中落塵量是指在 1 平方公分的博士膜內所收集到的落塵顆粒總數，單位爲顆/平方公分。</p>	
落塵收集的設計想法	
<p>我們查閱有關落塵量的收集方式多是以膠帶爲工具，但是它容易沾黏且不易保存，若沒有在第一時間之內完成落塵點數工作，就可能因後續落塵掉入而有誤差。爲了克服此問題，我們使用「博士膜」來取代膠帶，在監測時間結束後可馬上使用背膠將它封存，也避免了再次沾黏的問題。博士膜大小約爲 8 cm×8 cm，在其中間畫有 4 cm×4 cm 的正方形，在此小正方形區域內視爲落塵有效區域。</p>	
落塵量分析	
<ol style="list-style-type: none"> 1. 取下收集落塵的博士膜，貼上原先撕開的背膠，在落塵有效區域內依左上、右上、右下、左下及中間等五個不同位置順序，分別於放大 200 倍的數位顯微鏡視野下點數落塵顆數。 2. 將五個不同位置的落塵數目加以平均，然後依倍數換算成 1 平方公分所收集到的落塵總數，此即爲該張博士膜的落塵量。 	
落塵量調查方法	
調查時間	97 年 11 月 25 日至 98 年 3 月 3 日。
調查一	於學校頂樓，在校時間 8：10，10：10，12：10，14：10，16：10 等五個不同時段分別記錄溫度、相對溼度及氣壓、風速，並於 8：10，12：10，16：10 三個時段將博士膜取下、更新，然後估算落塵量。
調查二	由五位同學於各自住家中特定地點，於早上 7 點及晚上 7 點兩個時段將博士膜取下、更新，然後估算落塵量。
調查三	調查期間之特定日子（97.12.11、98.01.08、98.02.26），於教師晨會中說明調查的目的及方法，拜託老師以博士膜於各自住家中幫忙收集落塵且於回收時請老師標記住家附近的十字路口，然後回收估算落塵量。
調查四	於台中工業區內選取五個地點，請老師於特定時間（980213、980216-19）早上 7 點及晚上 7 點兩個時段幫忙將博士膜取下更新，然後估算落塵量，並與五位同學家中同一時間所收集到的落塵量加以比較。



落塵收集器



教師晨會中請老師幫忙收集落塵

(一) 我們調查的落塵量和空氣品質有關係嗎？

- 方法：1. 從調查一的資料中找出調查落塵量的日期和該日台中市空氣品質 PSI 值。
 2. 將 PSI 值區分為未滿 40、40-49、50-59、60-69、70 以上共五個範圍。
 3. 將所屬範圍內的落塵量加以平均，比較平均落塵量與 PSI 值的關係。

結果：如表 9-2 及圖 9-1。

表 9-2：落塵量和台中市空氣品質 PSI 值的關係

PSI 值	未滿 40	40-49	50-59	60-69	70 以上
平均落塵量(顆/平方公分)	246	276	369	395	415

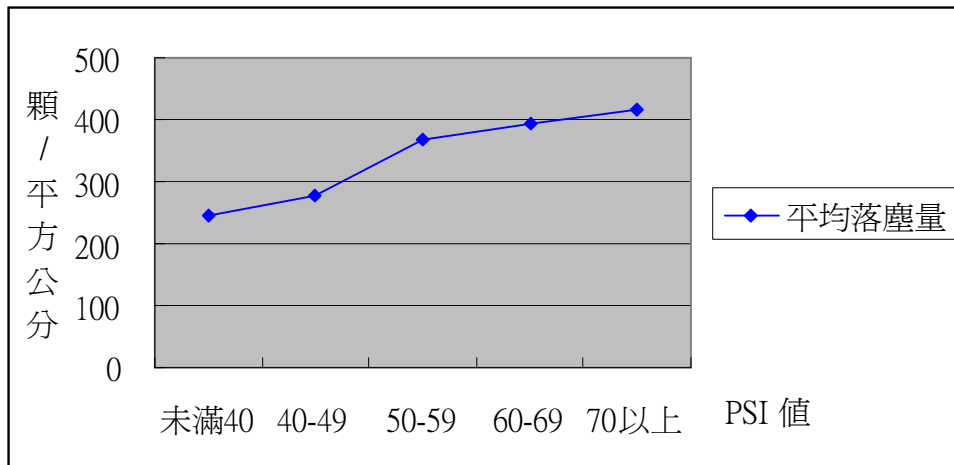


圖 9-1：落塵量和台中市空氣品質 PSI 值的關係

發現：當台中市空氣品質 PSI 值較大時，我們測得的平均落塵量也會跟著增加。

討論：由上面的發現，我們可以說測得的落塵量多寡和空氣品質的好壞有關係。因此，在後續的研究中，我們以落塵量的多寡比較來代表相對的空氣品質好壞程度，若是測得的落塵量較多，代表空氣品質相對是較差的。

(二) 上午和下午的空氣品質何者較佳？

方法：依調查一的資料比較同日上午及下午平均落塵量的多寡、落塵量出現較多的次數與落塵量出現較多天數的百分比，藉以判斷空氣品質的好壞。

結果：如表 9-3 及圖 9-2。

表 9-3：上午和下午的落塵量比較

時間	上午	下午
採集的樣本總數 (片)	48	48
有效的樣本數 (片)	47	47
平均落塵量 (顆/平方公分)	211	163
落塵量較多次數	32	15
落塵量較多天數百分比	68.1%	31.9%
空氣品質	較差	較佳

註：有效樣本為同日的上午下午均有採樣

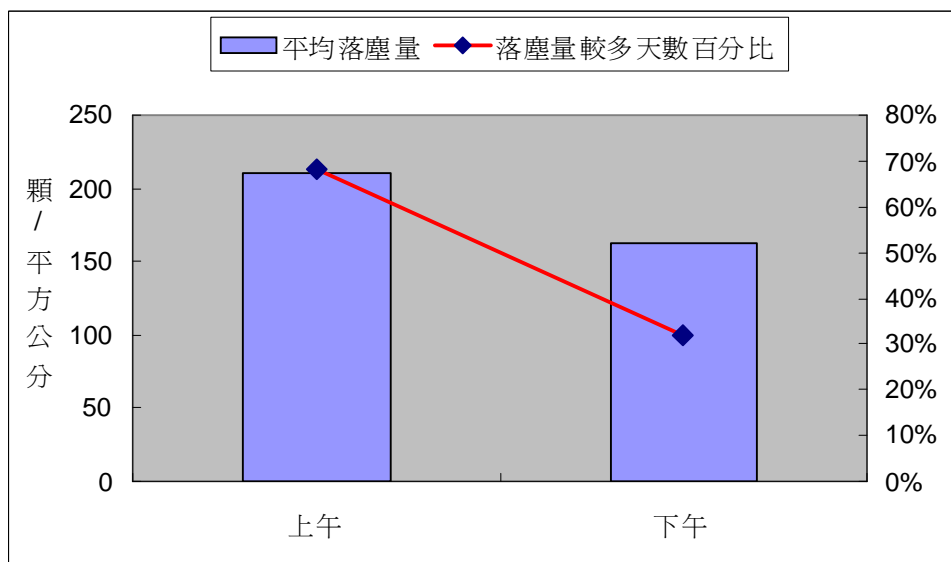


圖 9-2：上午和下午的落塵量比較

發現：上午測得的落塵量較下午多，其中一天當中空氣品質較差的比例，上午比下午約 7:3；早上的空氣品質較下午為差，下午的空氣品質較佳。

(三) 白天和晚上的空氣品質何者較佳？

方法：依調查二的資料比較同日上午及下午平均落塵量的多寡、落塵量出現較多的次數與落塵量出現較多天數的百分比，藉以判斷空氣品質的好壞。

結果：如表 9-4 及圖 9-3。

表 9-4：白天和晚上的落塵量比較

時間	白天	晚上
採集的樣本總數 (片)	286	312
有效的樣本數 (片)	255	255
平均落塵量 (顆/平方公分)	342	192
落塵量較多次數	176	75
落塵量較多天數百分比	69%	29.4%
空氣品質	較差	較佳

註：1.有效樣本為同日同一地點的白天晚上均有採樣

2.有 1.6%的時間是白天和晚上的落塵量一樣

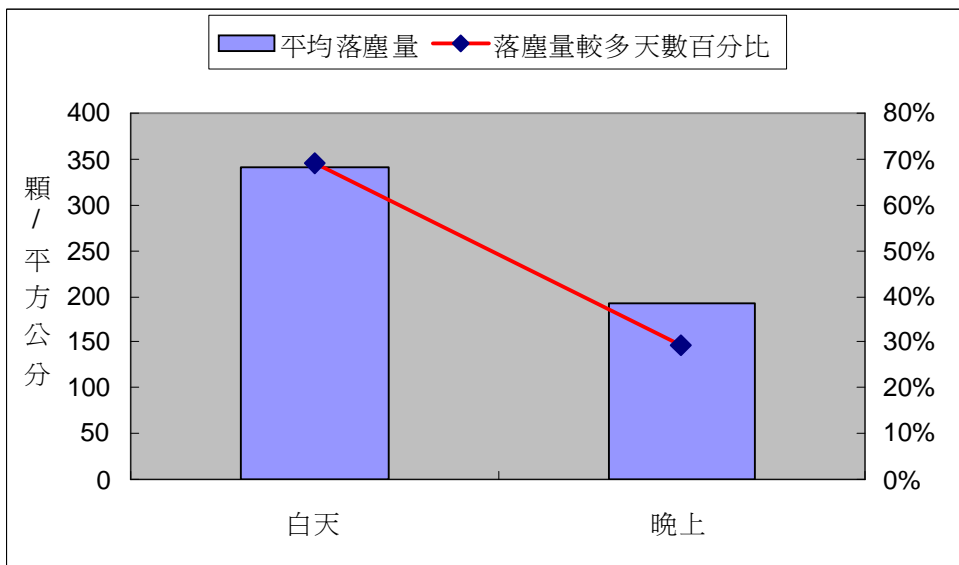


圖 9-3：白天和晚上的落塵量比較

發現：白天測得的落塵量較晚上多，其中一天當中空氣品質較差的比例，白天比晚上約 7：3；白天的空氣品質較晚上為差，晚上的空氣品質較佳。

討論：上午和白天的空氣品質較下午和晚上為差，我們認為主要的可能是人為的因素導致，如早上使用交通工具上班的人多，白天工廠運作的廠數多...等都可能是導致空氣品質較差的原因。

(四) 住宅區和工業區何者的空氣品質何者較佳？

方法：依調查四所得的資料，比較工業區和同學住家附近的平均落塵量，藉以判斷空氣品質的好壞。

結果：如表 9-5 及圖 9-4。

表 9-5：住宅區和工業區的落塵量比較

時間	住宅區	工業區
採集的樣本總數 (片)	25	24
有效的樣本數 (片)	25	24
平均落塵量 (顆/平方公分)	339	1246
空氣品質	較佳	較差

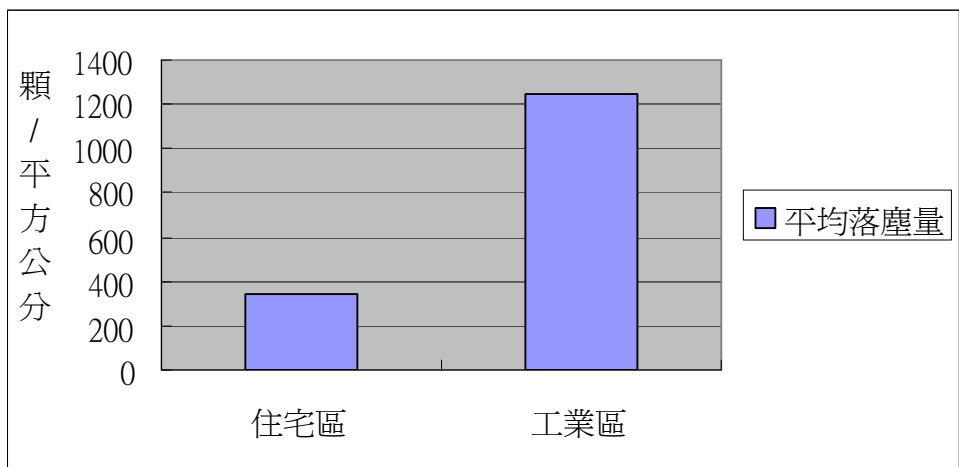


圖 9-4：住宅區和工業區的落塵量比較

發現：工業區測得的落塵量較住宅區多；工業區的空氣品質較住宅區為差，住宅區的空氣品質較佳。

(五) 不同地區的空气品質是否也會有所不同？

方法：把調查三的資料依同一區的樣本加以平均，根據不同地區的平均落塵量多寡，藉以判斷空氣品質的好壞。

結果：如表 9-6 及圖 9-5。

表 9-6：台中市及附近地區的落塵量比較

	南屯區	西屯區	西區	南區	北區	東區	中縣	合計
有效樣本數(片)	105	27	45	15	2	6	17	216
平均落塵量 (顆/平方公分)	244	189	185	230	1342	153	128	233
空氣品質	4	2	1	3	—	—	—	—

註：有效樣本總數未超過 10 的區域及台中縣不參與空氣品質排序，數字 1 為空氣品質最佳、數字 2 為空氣品質次佳…以此類推。

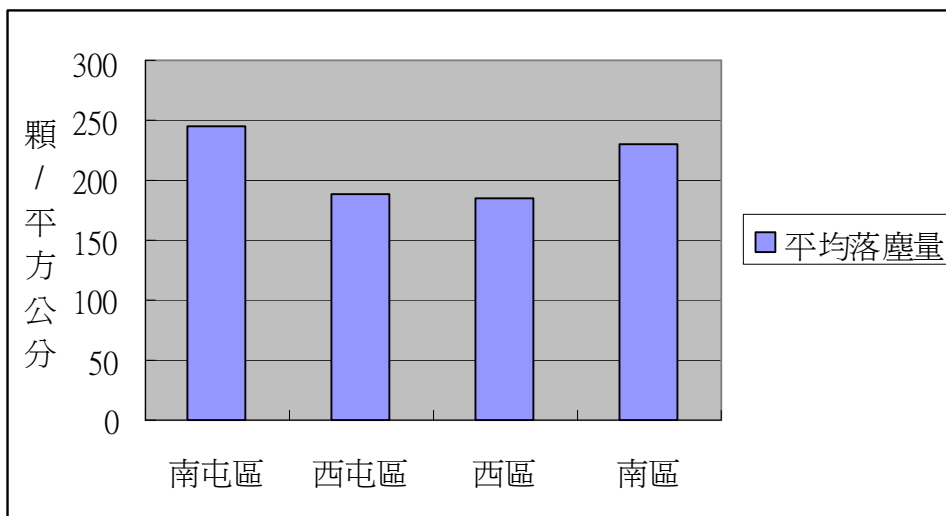


圖 9-5：台中市不同地區的落塵量比較

發現：測得的落塵量多寡依次為，南屯區 > 南區 > 西屯區 > 西區，相對來說台中市空氣品質以西區較佳，南屯區較差。

討論：南屯區空氣品質最差，主要原因應該是工業區、焚化場等均位於該區所致，而台中縣地區雖未參與排名，但其空氣品質似乎優於台中市，探討原因，發現台中縣的樣本多來自緊鄰台中盆地周遭的鄉鎮，是否因此而使空氣品質較佳，待後續分析研究。

研究十、探究可能影響空氣品質的因素

(一) 空氣品質與地形因素的關係

方法：依調查三所收集到的資料，將每個樣本的位置標記在 google map 上，並依落塵量的多寡標記所代表的顏色符號，如下表 10-1 所示，然後推測落塵量和盆地中心和外圍山區的關係，進而判斷空氣品質與地形的關係。

表 10-1：落塵量與標記在 google map 地圖顏色符號的關係

落塵量 (顆/平方公分)	0-150	150-300	300-450	450-
顏色				
空氣品質意義	最好	普通	較差	最差

結果：如圖 10-1。

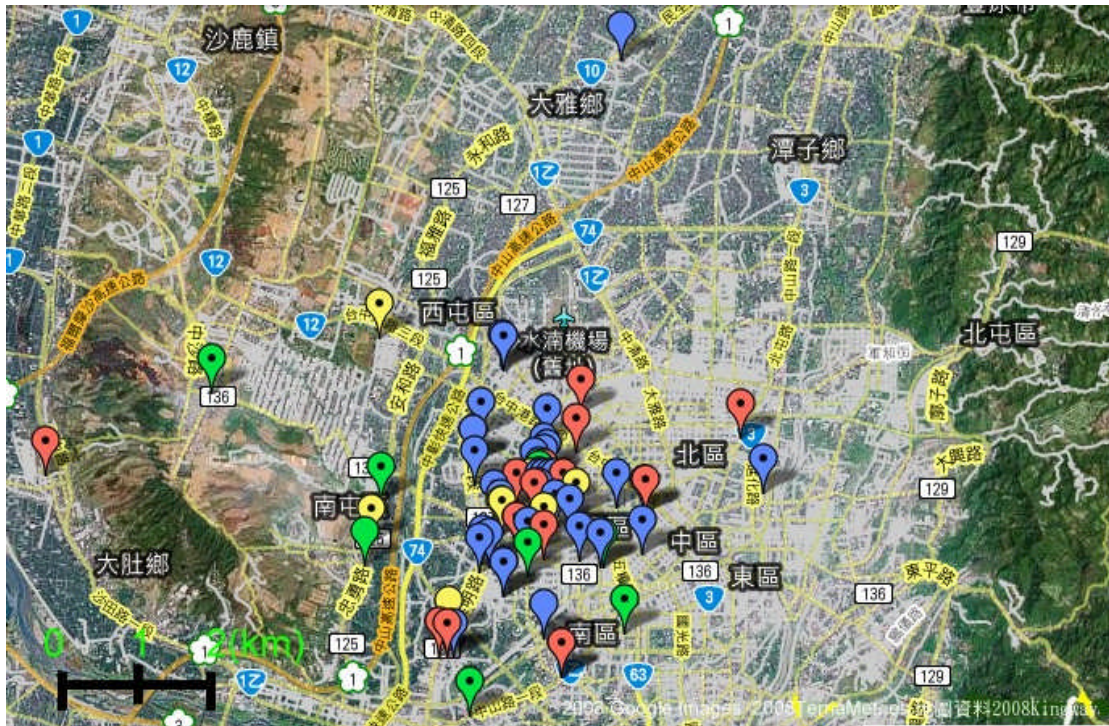


圖 10-1：空氣品質與地形因素的關係（97 年 12 月 21 日）

發現：一般來說，靠近山區的地區測得的落塵量較少，而接近市區的地區測得的落塵量較多；靠近山區的地區，空氣品質是屬於相對較佳的。

討論：靠近山區的地區，植株較多，植物有淨化空氣的功能；另外山區人口較少，由人為因素所產生的污染物也相對較少，致使該區空氣品質也相對較佳，所以之前研究不同地區的空氣品質，台中縣地區的空氣品質似乎較台中市為佳，跟採集該區的樣本多位於山區或許有關係。

(二) 空氣品質與人為活動因素的關係

方法：將調查二所收集到的資料，再依平日與假日(星期六、日)計算出平均落塵量多寡，藉以判斷空氣品質的好壞

結果：如表 10-2 及圖 10-2。

表 10-2：落塵量與人為活動因素的關係（以平日假日為例）

時間	平日	假日
採集的樣本總數（片）	210	76
有效的樣本數（片）	210	76
平均落塵量（顆/平方公分）	360	264
空氣品質	較差	較佳

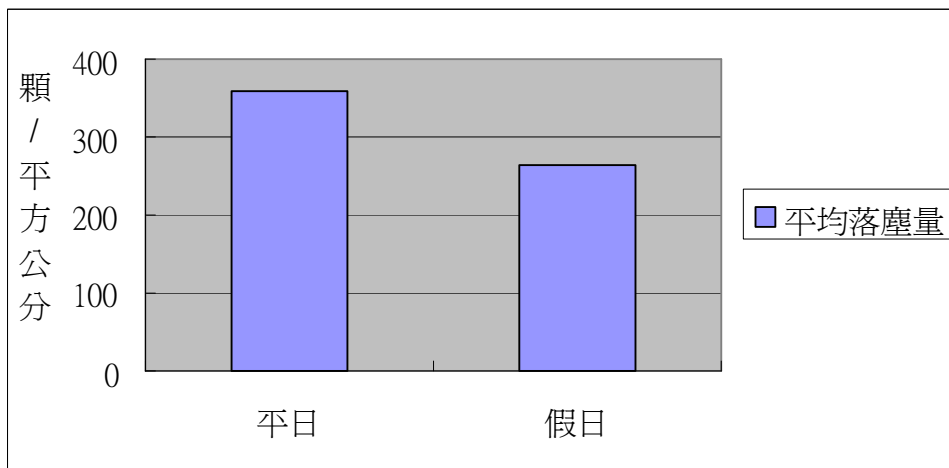


圖 10-2：落塵量與人為活動因素的關係（以平日假日為例）

發現：平日測得的落塵量較假日多；平日的空氣品質較假日為差，假日的空氣品質較佳；人為活動較少的日子，空氣品質較佳。

討論：我們將平日設定為人為活動較多的原因是因為其工廠開工率較高，汽機車使用頻率較多等因素，而結果顯示人為活動因素確為影響空氣品質的原因之一。

(三) 空氣品質與天氣因素的關係

說明：由上述研究已知，上午的空氣品質比下午差。我們認為除了人為因素可能影響之外，是否天氣也是影響上午和下午空氣品質不同的原因，因此針對天氣的因素繼續探討。

方法：依調查一所收集到的資料，分別計算不同月份的上午與下午的平均落塵量、平均溫度、平均風速、平均相對溼度、平均氣壓，藉以探討空氣品質與天氣因素的關係。

結果：如圖 10-3、10-4、10-5、10-6。(圖中 97.11 上午表示時間為 97 年 11 日上午，以此類推。)

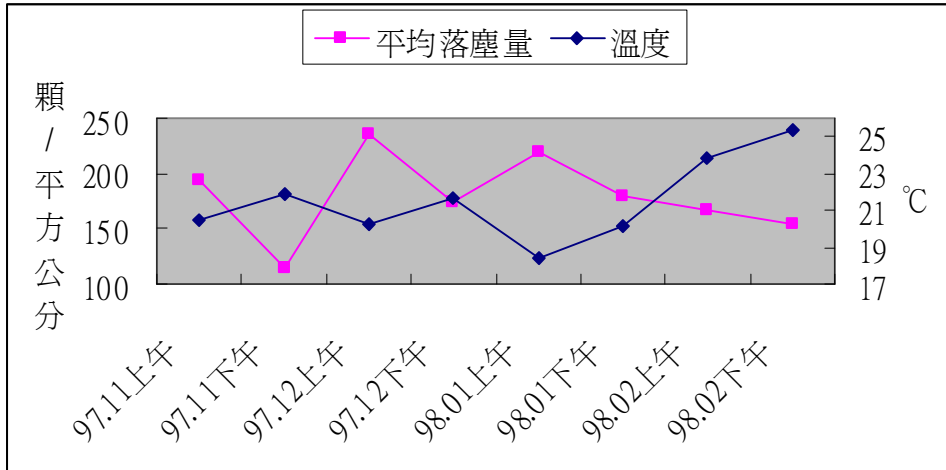


圖 10-3：落塵量與溫度的關係

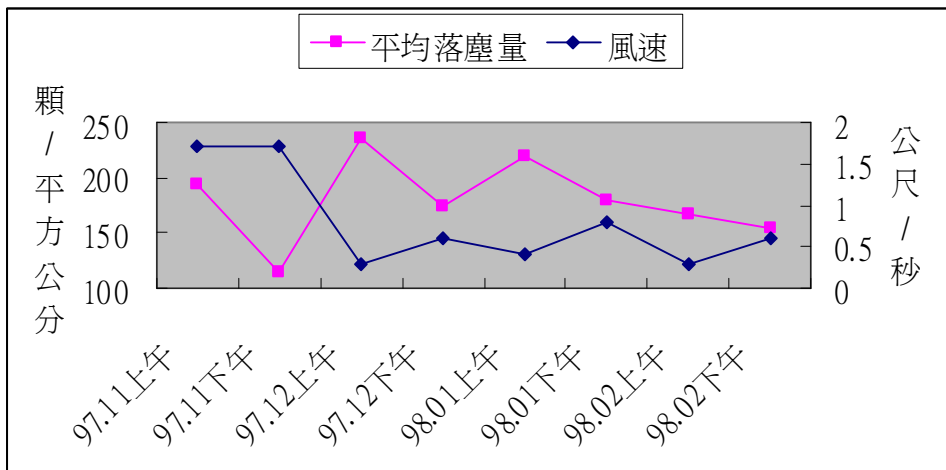


圖 10-4：落塵量與風速的關係

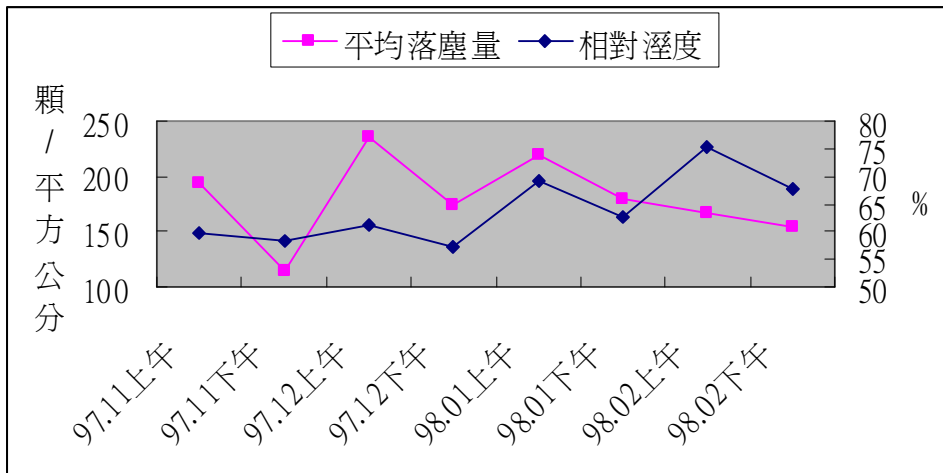


圖 10-5：落塵量與相對溼度的關係

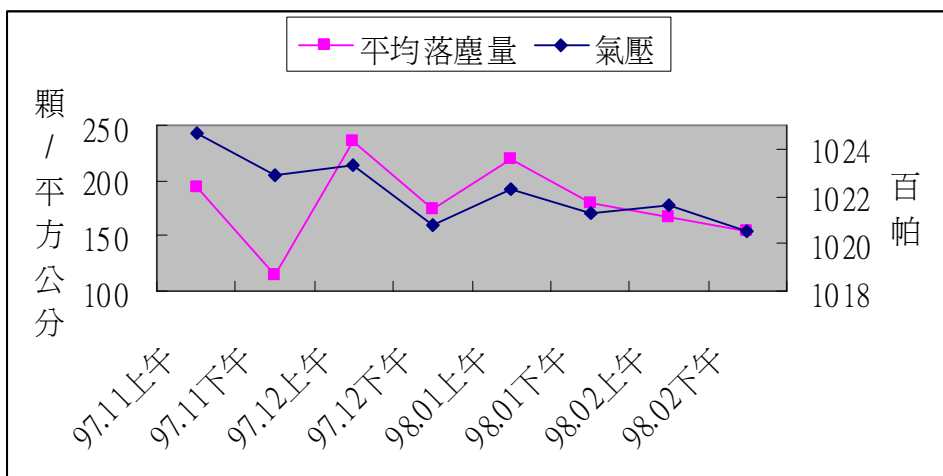


圖 10-6：落塵量與氣壓的關係

發現：當溫度較高、風速較大，相對溼度較低、氣壓較低時，落塵量有減少的趨勢，空氣品質是屬於相對較佳的情形，推論原因如表 10-3：

表 10-3：影響空氣品質的天氣因素

影響因素	推論影響空氣品質原因
溫度	溫度較高，對流較旺盛，使得污染物較容易被帶走，而使空氣品質較佳。
風速	風速較大時，污染物容易被吹散，而使空氣品質較佳。
相對溼度	相對溼度較高時，空氣中水氣較易附著在落塵上，使得落塵較易沉降在地面附近，而使空氣品質較差。
氣壓	氣壓較高時，下沉氣流較旺盛，污染物容易被壓置於地面附近，因此空氣品質較差。

陸、結論

一、88-97 年台中市空氣品質的變化情形

- (一) 空氣品質有自 90-93 年逐年惡化，93 年至 97 年逐年改善的趨勢，93 年為最差的一年，而 97 年則是最佳的一年，十年的 PSI 值年平均都維持在「普通」的層級。
- (二) 一年之中以 6、7、8 月空氣品質較好，5 月到 9 月空氣品質則較差；夏季的空氣品質優於春秋冬。
- (三) 一年之中出現的空氣品質不良日數自 93 年到 97 年有逐年下降的趨勢。
- (四) 一年之中每月不良空氣日數以 6、7、8 月較少，11 月較多，不良空氣日數以夏季較少，春秋冬較多。
- (五) 台中市「不良」空氣日數的污染物所佔比例以懸浮微粒為主，占 63.8% 之多，臭氧次之，約是 36.2%。
- (六) 懸浮微粒的濃度 93 年以後有逐年下降的趨勢，臭氧濃度年變化自 88 到 92 年逐年上升 92 年以後則波動不大。
- (七) 一年之中，懸浮微粒濃度以 6、7、8 月較低，而 3 月及 11 月則較高。臭氧濃度則以 6 月較低，10 月最高。懸浮微粒濃度較高的季節在冬季及春季，而臭氧濃度較高的季節則為秋季。

二、88-97 年台中市空氣品質的變化與颱風的關係

- (一) 多數颱風在颱風過後空氣品質會變好。
- (二) 直接侵襲台灣本島陸地的颱風在颱風過後，台中市空氣品質明顯會變好，而沿台灣西部海洋（台灣海峽）的北行颱風過後，空氣品質不但沒有變好，反而會變得較差。
- (三) 十年來使台中市空氣品質「不良」的颱風，約佔全部颱風的 9%，其中由南海生成的颱風有高達 23.1% 的機會會造成空氣品質「不良」。而直接侵襲台灣本島 20 次的颱風則從未出現過空氣品質「不良」的狀況。
- (四) 造成台中市空氣品質「不良」的颱風，出現不良的時期各有一半是出現在颱風來臨前及颱風來臨時。而颱風過後時期則從未出現「不良」的空氣品質狀況。
- (五) 造成空氣品質「不良」的颱風，出現的指標污染物以臭氧較多，懸浮微粒其次。

三、可能影響空氣品質的因素

- (一) 下午、晚上、住宅區、假日空氣品質會比早上、白天、工業區、平日佳。
- (二) 可能影響空氣品質的因素
 - 1. 地形因素：較靠近山區的地區，空氣品質相對較佳。
 - 2. 人為活動：人為活動較少的日子，空氣品質相對較佳。
 - 3. 天氣因素：溫度較高、風速較大、相對濕度較低、氣壓較低，空氣品質相對較佳。

柒、參考資料

1. 行政院環保署－空氣品質監測網 <http://taqm.epa.gov.tw/taqm/zh-tw/>
2. 台中市空氣品質居家舒適度資訊系統 http://reist.tcepb.gov.tw/contamination_air.htm
3. 中央氣象局全球資訊網 <http://www.cwb.gov.tw/>
4. TDB 防災颱風資料庫網頁系統 <http://rdc28.cwb.gov.tw/data.php>
5. 南一自然與生活科技第七冊 (民 97)。台南市：南一。

【評語】 080502

研究主題明確，資料收集過程透過學校師長協助收集大量資料，有實作精神。對於數據處理詳盡，且能選用適切圖表呈現結果。作簡報時表達清晰，能展現對所研究主題的熟悉。由於空氣品質所涉及的變因較多，導致圖表所判讀之結果似乎有些牽強。建議未來可以針對每個變因分別進行檢驗，以釐清變因的影響所在。