

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高中-地球科學科

科 別：地 球 科 學 科

組 別：高 中 組

作品名稱：撥開迷霧 探討台灣近 30 年來起霧現象

關 鍵 詞：霧、氣候變遷

編 號：040502

學校名稱：

國立內壢高級中學

作者姓名：

邱馨誼

指導老師：

陳錦鴻、呂靜葉



撥開迷霧 探討台灣近 30 年來起霧現象

壹、摘要：

台灣四周環海，多變的地形更有助於霧的生成，使得我們很容易見到霧的朦朧之美；然而我們發現近年來起霧次數似乎逐漸減少，為了探討此現象，於是我們選定桃園、清泉崗、嘉義、花蓮四個空軍機場，採用自民國 60~89 年的觀測資料，探討各地區影響起霧變化的相關因素。結果顯示，位於東部的花蓮機場甚少起霧，而位於西部的三個機場起霧頻率較東部高出許多，且受輻射冷卻作用影響，大都於清晨 6、7 時最容易成霧。綜觀西部各機場自民國 75 年以後起霧頻率確實有明顯下降，探討其因素，我們發現年平均氣溫逐年升高對其影響甚大；另外，清泉崗及嘉義兩機場近年來起霧頻率迅速下降，除了氣溫逐年升高的原因外，懸浮微粒的減少亦可能是一個重要的關鍵。

貳、研究動機：

「橫看成嶺側成峰，遠近高低皆不同。不見廬山真面目，只緣身在此山中。」，在此首詩中，這樣虛無飄渺的情境，真是令人嚮往！高一時，一次地球科學課堂上，上到雲與霧的差別時，老師回憶起她小時候在鄉下老家，常在霧中遊戲的情景，而後即讓大家分享彼此身在霧中的經驗；此時，便讓我想起小時候住家附近常起霧，現在卻很少見了！為什麼呢？於是我興起想了解「霧的生成與環境變遷的關係」之念頭，期能透過霧更了解桃園環境的變遷。

參、研究目的：

- 一、透過歷年來桃園機場的天氣資料，作資料整理，觀察歷年起霧情況的變化。
- 二、比較桃園及台灣其他縣市起霧情況的變化，以了解是否有地域性的差異。
- 三、進一步探討影響起霧情況變化的因素，期能了解大環境的變遷是否也會影響霧的生成。

肆、各機場地理環境簡介：

- 一、桃園機場：位於台灣西北部，東接林口台地，標高 200~250 公尺，東南緊鄰觀音山丘陵，更南為中央山脈，西南方沿海平原延伸至新竹地區，西邊靠近竹圍海邊，四周地勢低平，水塘、漁塭遍布。距海岸線三公里，附近之海岸線呈東北-西南走向。(圖一)
- 二、清泉崗機場：位於台中大肚台地，海拔約 600 公尺，東臨中央山脈，東南臨台中盆地，南臨大肚溪及廣大平原、西臨台灣海峽、北臨大甲溪、大安溪，地勢由西向東漸高，是四個機場中唯一在台地上的機場。本機場位於冷暖平流交界處，加上西面幾乎無任何屏障，暖濕空氣容易長驅直入，加上地表輻射冷卻作用，極易成霧。(圖二)
- 三、嘉義機場：位於本省中部略偏南位置，在水上鄉嘉南平原上，地勢平緩，離海岸線約 20.4 公里，東為丘陵，更東為中央山脈，東北及東南則有阿里山、關

子嶺等環境，北面有濁水溪，地勢由西向東漸高，附近有嘉南大圳、八掌溪等水系。(圖三)

四、花蓮機場：位於花蓮北埔，離海岸線非常近，它的西邊為中央山脈，南邊為海岸山脈，東側為太平洋，它的特色為介於兩山脈之間，往內深入為花東縱谷，其地勢為向兩旁升高，有花蓮溪等水系在其附近。(圖四)

伍、名詞解釋：

- 一、輻射霧：在晴朗無雲、風速微弱的夜晚，因地面輻射冷卻而喪失熱量，使下層空氣達到飽和而形成霧者，最大特色是發生於晚上，清晨太陽出來時霧逐漸散開。
- 二、平流霧：潮濕的空氣平流在寒冷之地面上，使空氣冷卻至露點以下而成者，其風速常介於 10~16 節。
- 三、升坡霧：因潮濕的空氣隨地勢抬升，經冷卻而達到飽和者，常見迎風面的山坡地。
- 四、平流輻射霧：由平流及輻射冷卻交互作用而產生。平流作用在於提供水氣，仍待陸地夜間輻射冷卻而後成霧。
- 五、露點溫度：在空氣中保持水氣含量不變而降低溫度時可以達到飽和，這時的溫度稱為露點溫度
- 六、相對溼度：在一定溫度之下，實際的水氣含量與最大水氣量的比。

陸、資料與設備：

- 一、資料來源：本次研究的資料是來自空軍總部所提供的台灣本島內各空軍機場歷年來的觀測資料，主要觀測要素包括：風向、風速、能見度、雲種、雲量、天氣狀況、氣溫、露點溫度....等。
- 二、研究對象：主要以桃園機場為主，另外，為求不同環境地區作對照，分別在東部、中部、南部各選取一機場作為研究對象。因此，此次研究對象共有桃園機場、花蓮機場、清泉崗機場、嘉義機場等四個基地的歷年來觀測資料。
- 三、資料時間：本次研究為求比較四機場之起霧情形，因此資料均採自民國 60 年 1 月起至民國 89 年 12 月止共計 30 年，為 1 小時一筆的觀測紀錄。
- 四、設備：

(一)個人電腦	(二)雷射印表機	(三)台灣主題地形圖
(四)Excel 軟體	(五)彩色噴墨印表機	

柒、研究方法及步驟：

- 一、資料整理：
 - (一)資料處理：由於原始資料過於龐大，原來以 Excel 錄製巨集的方式整理資料，但發現過於消耗人力與時間，便嘗試著以 Excel 中的 VBA 來撰寫一些小程式，才將各站的資料逐時、逐月、逐年統計成四百多個較易明瞭的表，再繪成各種趨勢及比較圖，再從這些圖表中去找尋各氣象因子與起霧趨勢之相關性。

(二) 起霧次數定義：

1. 根據國際氣象組織定義起霧的標準，能見度（欄位—“VIS”）不大於 1000 公尺即為起霧，電腦處理時，先篩選出能見度不大於 1000 公尺之整點觀測紀錄的數量，定義為起霧次數。
2. 由於下雨時（欄位—“WXX”=ra）能見度也很差，但此狀況並非起霧，亦即能見度不大於 1000 公尺且下雨的資料視為不起霧，其餘能見度不大於 1000 公尺且未下雨均為起霧狀況；其中較具爭議的是下雨但雨量極少（欄位—“RAM”= 999.9）的天氣狀況是濛濛細雨，但測不到雨量，與老師討論，並與空軍氣象總部觀測人員確認後，認為這種似雨非雨、似霧非霧、能見度很差的情形亦視同起霧。

二、分析方法：

探討一：歷年起霧次數的變化

步驟：將 60~89 年四個機場起霧時數逐年計算其整年總起霧時數，即為歷年起霧次數，並將之繪成逐年起霧次數變化圖。

探討二：歷年平均氣溫、露點溫度、露點溫度差的變化

步驟：計算民國 60~89 年四個機場逐年的所有整時氣溫、露點溫度、露點溫度差之平均，並分別繪成逐年變化圖。

探討三：一年之中逐月起霧次數、平均氣溫、露點溫度、露點溫度差的變化

步驟：計算四個機場逐月的所有整時之起霧總時數、氣溫、露點溫度、露點溫度差之平均，並分別繪成逐月平均氣溫、露點溫度、露點溫度差變化圖。

探討四：一天之中逐時起霧次數、平均氣溫、露點溫度、露點溫度差的變化

步驟：計算 60~89 年四個機場平均一年中，逐時的起霧總時數、氣溫、露點溫度、露點溫度差之平均，並將之繪成各站平均逐時起霧次數、平均氣溫、露點溫度、露點溫度差變化圖。

探討五：歷年平均風速的變化

步驟：計算民國 60~89 年四個機場逐年的所有整時之風速平均，並繪成逐年平均風速變化圖。

探討六：起霧時風速、風向狀況分析

步驟一：計算四個機場逐月的所有整時之平均風速，並繪成相關圖表。

步驟二：將風分類為無風（風速=0 節）、北風（337.5 度<風向 360 度、0 度 風向 22.5 度）、東北風（22.5 度<風向 67.5 度）、東風（67.5 度<風向 112.5 度）、東南風（112.5 度<風向 157.5 度）、南風（157.5 度<風向 202.5 度）、西南風（202.5 度<風向 247.5 度）、西風（247.5 度<風向 292.5 度）、西北風（292.5 度<風向 337.5 度）。

步驟三：為了解各機場在無風狀態以外，哪類風向較易形成霧，統計民國 60~89 年間一般狀況各類風向出現之總次數及起霧時各類風向出現之總次數，分別計算出該風向中起霧的機率，及起霧時各類風向所佔的比例，並製成歷年起霧風向風速統計表。

步驟四：延續步驟三，將風速分為微風（0~5 節）、一級（6~10 節）、二級（11~15 節）、三級（15 節以上）；分別統計各種風系中不同風速等級的起霧次數多

寡。

捌、結果與討論：

一、桃園機場：

- (一) 圖五顯示歷年起霧次數似乎沒有規則性，但長期來看有逐漸下降的趨勢，於是我們嘗試作三年、五年長期平均，結果顯示三年平均仍未有規律性，但五年平均結果(圖六)則顯示，以 75 年為分界，之前每五年平均並無顯著差異性，但自民國 75 年開始，每隔 5 年，年平均起霧次數減少約一百餘次，亦即最近幾年起霧現象確有減少的趨勢。而在氣溫變化上，民國 75 年以前的五年平均氣溫變化也不大，75 年之後五年平均氣溫則有明顯增加的趨勢，每隔五年平均氣溫約上升 0.5 度；亦即民國 75 年後，起霧頻率與氣溫之變化趨勢恰好相反，呈高程度的負相關（相關係數 = -0.74），顯示民國 75 年後，桃園地區起霧頻率的減少與氣溫的上升有關。
- (二) 根據逐月起霧次數與平均氣溫、平均露點溫度比較圖(圖七)，桃園地區在春季時最常起霧，幾乎佔全年總起霧時數的六成，尤其是三月份的起霧時數更是全年的四分之一；而夏秋之際氣溫較高，則明顯較少起霧；綜觀之，一年之中起霧頻率與氣溫似乎呈相反關係，氣溫越高則越少起霧。而平均露點溫度之變化曲線與氣溫幾乎一致，顯示夏秋之際空氣中之水氣量雖然較高（露點溫度高），但氣溫相對高很多，使得相對溼度反而較其他季節小（露點溫度差大），所以不易形成霧；圖八即顯示露點溫度差愈小，相對溼度愈高，愈容易起霧。
- (三) 從歷年起霧時風速分析圖形示意圖(圖九)可以知道，起霧時微風狀態（風速 0~5 節）所佔比例最高（81%），且一天中最常發生霧的時段以清晨 6、7 點居多(圖十)，此時正是因夜間輻射冷卻溫度最低之際，顯示桃園地區成霧種類以輻射霧為主。
- (四) 表一顯示除微風狀態最易形成霧之外，起霧時南風系所佔比例較北風系高。由圖八顯示，起霧常發生於 2、3、4 月，此時正是南、北風交替之際，南風系帶來較濕潤的水氣，但陸地仍處於低溫狀態，因此容易成霧；而北風系成霧應是桃園機場北面地勢平緩且緊鄰台灣海峽，從海面上帶來的水氣能長驅直入，而表一也顯示北風系中起霧的風速不小，明顯有平流作用，再配合夜間輻射冷卻作用，故有較高機會形成「平流輻射霧」。
- (五) 根據歷年起霧次數與懸浮微粒比較圖（圖十一），顯示民國 73 年與 77 年間起霧次數與懸浮微粒呈較高程度的正相關，而 77 年之後，兩個變化趨勢似乎沒有相關性，相較於清泉崗、嘉義兩機場其相關程度較低（相關係數 = 0.53），特別是桃園地區近年來懸浮微粒濃度似乎又有逐漸增加的趨勢，雖然有可能受大陸污染物長程輸送的影响，但也顯示桃園地區空氣品質控制應再加強。

二、清泉崗機場：

- (一) 根據歷年起霧次數與平均氣溫比較圖(圖十二)，可知過去三十年間，起霧次數與年平均氣溫相關並不太大(相關係數 = -0.54)，但圖十三則顯示兩者在五年平均時呈現較高的相關(相關係數 = -0.78)，經過觀察，我們發現圖十二中，年平

均氣溫與起霧次數大致上呈負相關，只有 79 年與 80 年不呈現如此的關係，所以我們試著拿掉這兩筆資料重新計算相關係數，結果顯示有很高的負相關(相關係數 = -0.81)。顯示清泉崗地區起霧頻率的減少確實與氣溫的上升有關。而對於這兩筆例外的資料，我們也嘗試觀察這兩年的風向、風速、露點溫度、露點溫度差及懸浮微粒濃度等，但都無法合理解釋這兩年起霧次數異於平均現象；對於這尚未找出的起霧機制，有待我們日後以個案深入探討。

- (二) 根據五年平均起霧次數與平均氣溫、懸浮微粒濃度之比較圖(圖十四)，可知自民國 75 年起，懸浮微粒逐漸減少，相對地起霧條件所必須的凝結核也變少，加上氣溫逐漸升高，水氣更難達到飽和，均不利霧的形成，而起霧次數果然有逐漸減少的趨勢，由此亦顯示出，起霧頻率的減少與懸浮微粒減少、平均氣溫升高兩因素皆有很高的相關程度(相關係數分別為 0.65；-0.81)。
- (三) 由逐月起霧次數與平均氣溫比較圖(圖十五)可知，2、3 月份最常起霧(約佔六成)。逐時起霧變化圖(圖十六)顯示，自 19 時入夜之後起霧現象開始增加，直到清晨 6、7 點出現高峰，此時恰好是一日中因輻射冷卻作用導致最低溫之際，而後因日照增溫霧逐漸散開，至 11 時後霧愈來愈少；從逐時起霧變化可明確看出起霧成因與輻射冷卻之作用有關；且根據圖十七可知起霧時微風約佔 5 成的比例，綜合以上兩點可知：輻射霧為清泉崗主要起霧類型之一。
- (四) 根據起霧風向風速統計表(表二)，可知起霧時微風所佔比例最高，但北風系(風速超過 5 節)近 4 成的起霧比例亦不少，應是春季時東北季風繞流後形成北來氣流，由於清泉崗地勢較高，較強的氣流才有助於水氣的抬升，入夜後因輻射冷卻易達飽和，故平流輻射霧亦為此地區主要起霧類型之一。

三、嘉義機場：

- (一) 嘉義機場歷年起霧次數與平均氣溫比較圖(圖十八)顯示，民國 60 年起霧次數約 500 次，而後逐年增加，至民國 80 年達最高峰，約有 1400 次起霧次數，之後則逐年減少，至民國 88 年約起霧 400 小時左右；由此看來起霧次數之變化有明顯先升後降之趨勢。而氣溫方面，自 80 年起有逐年增加之趨勢，再由嘉義機場五年平均起霧次數與平均氣溫比較圖(圖十九)中，可發現溫度很明顯的以 75 年為一分界，75 年之後，隨著溫度的漸增，起霧頻率很明顯的下降，兩者呈高度負相關(-0.97)，由此可知，氣溫的上升應是造成起霧頻率的下降主因之一。
- (二) 根據逐月起霧次數與平均氣溫、平均露點溫度比較圖(圖二十)，顯示 11 月至隔年 4 月，月平均起霧次數均超過 80 次，尤其到了 3 月更是起霧的高峰，顯示出嘉義機場在冬、春的季节特別容易起霧。在此段期間，溫度約在 17~25°C 之間，而隨著夏季來臨溫度升高，雖然露點溫度(絕對溼度)亦隨之升高，但露點溫度上升之幅度未及溫度，導致露點溫度差加大，相對溼度減小，使得起霧頻率明顯下降。
- (三) 根據嘉義機場逐時起霧次數與平均氣溫比較圖(圖二十一)可知，一天中以五至八時最常起霧，此時正是一天中溫度最低之際；另外根據嘉義機場歷年起霧時風速分析(圖二十二)，顯示起霧時微風狀態(0-5 節)比率最高(82%)，此數據與鄭(1997)的研究報告中，嘉義地區輻射霧佔成霧比率的 80%相近。綜合起霧風速與起霧時段，可歸納出嘉義機場起霧類型主要為輻射霧。

- (四) 由嘉義機場歷年起霧時風向風速統計表（表三）可知，起霧時的風向以北風系居多（約 6 成），而嘉義地區起霧多發生於冬春之際，在大陸高壓籠罩之下，台灣低層環境盛行微弱東北季風，受中央山脈阻擋繞流後，在西部形成局部性幅合，此股氣流平流經過濁水溪時風速緩和，水氣凝結增加，配合嘉義地區白天時晴空無雲平原之故，因此夜晚輻射冷卻作用強，應是嘉義常起濃霧的原因。
- (五) 嘉義機場歷年起霧次數與懸浮微粒濃度比較圖（圖二十三）顯示，兩條曲線變化趨勢極為吻合，尤其自民國 76 年至 80 年間幾乎完全重疊（相關係數高達 0.90），我們推論是因為嘉義地區近地表附近空氣較穩定，污染物較不易散去，懸浮微粒濃度的多寡會直接影響起霧所需的凝結核數量，故兩者相關程度極高。
- (六) 綜觀之，平均氣溫的升高與懸浮微粒的減少皆可能是影響近年來嘉義起霧次數下降的重要因素。在 75 年後，氣溫約在 22~24°C 之間逐步升高（圖二十四），雖然露點溫度亦隨之升高，但露點溫度上升之幅度未及溫度，導致露點溫度差反而加大，相對溼度減小；而懸浮微粒減少又導致凝結核減少，故在相對溼度減少與懸浮微粒減少兩因素雙重影響下，使得嘉義地區近年來起霧頻率迅速下降。

四、花蓮機場：

- (一) 從圖二十五可知，花蓮在 60~88 年期間，除了 75 年起霧次數超過 50 次外，其餘每年起霧次數皆不超過 20 次，而在民國 75 年時，年平均溫度恰為此期間的最低溫，除此之外，年平均氣溫與起霧頻率並無明顯相關。而在逐月起霧次數圖（圖二十六）中可知花蓮在春、秋兩季時較其他季節容易起霧，同時，由表四得知起霧時吹東風系及北風居多（約六成），而風速介於 6~15 節起霧比例更高達 5 成左右。由於花蓮機場東臨太平洋，東側來的風從海面上帶來較豐富的濕暖水氣，受中央山脈抬升後較易起霧，亦即花蓮地區特殊的海陸分布應會對其起霧有較大的影響。
- (二) 由花蓮機場逐時起霧次數與平均氣溫比較圖（圖二十七）可知，花蓮平均每日起霧最多的時刻為十七時，其次為八時；上午八時的起霧應與其他站夜間輻射冷卻的因素一致，但十七時的起霧推測可能是因為花蓮的海陸風頗為明顯（參考陳和徐，1998），白天的海風帶來水氣，配合近夜晚時的地面冷卻，形成了 17~19 時較高的起霧頻率，入夜後雖然地面溫度持續下降，但風向轉成陸風，風速較強且水氣較少，故不易成霧；而隔日清晨八時由陸風轉吹海風之際，帶來的水氣配合清晨輻射冷卻，故又形成了霧。
- (三) 花蓮起霧次數相較其他測站少很多，我們以各站較易起霧之月份做比較，發現花蓮臨海較近，且受黑潮影響，受海洋調節溫度，使其歷年三月平均最高、最低溫差較其他測站小，亦即一天中氣溫不易急劇降至露點溫度，因此相對溼度較其他測站低，所以花蓮地區難以產生霧。

五、四個機場之比較：

- (一) 由圖二十八可知，桃園、清泉崗、嘉義三個機場自民國 75 年起，起霧次數皆有逐年下降的趨勢，而清泉崗、嘉義兩機場在氣溫上升（相對溼度減少）與懸浮微粒減少兩因素雙重影響下，起霧頻率下降的幅度更大；而花蓮皆不常起霧，故起霧變化無明顯趨勢，這也顯示出東、西部之差異。綜觀桃園、清泉崗、嘉

義三個機場起霧頻率的下降皆與平均氣溫的升高有很高的相關程度。可見近年平均氣溫的升高，對台灣的氣候而言是全面性的影響。

- (二) 綜觀桃園、清泉崗、嘉義三個機場最常起霧的時間，桃園、清泉崗同是春季最常起霧，而嘉義地區除了春季之外，冬季起霧頻率也頗高。由此可知，起霧的形成確實與季節相關，多以冬、春季節較易起霧。在一日之中，三個機場皆多以 5-7 時最常起霧，且起霧類型也以輻射霧或平流輻射霧居多，可見輻射冷卻作用對台灣各地區的起霧皆扮演了極重要的角色。
- (三) 由圖二十九可知，嘉義機場冬、春季節日溫差較大，顯示此季節夜晚輻射冷卻作用強，有助於輻射霧形成，而此時正是最常起霧之際；相較於其他機場，桃園及花蓮機場之日溫差較無明顯季節性的變化，清泉崗機場則與嘉義機場有類似的變化，但變化幅度不若嘉義機場明顯，然而兩機場的起霧次數卻差異不大，由此可知，清泉崗機場尚有其他重要的起霧機制，更可以確定輻射冷卻作用是嘉義機場起霧的重要機制。
- (四) 比較四個機場起霧時的風速，桃園及嘉義機場起霧最常發生於微風狀態，而清泉崗機場也有約五成的起霧比例發生於微風狀態，可知在風速微弱、氣流穩定狀態下，水氣容易凝聚而不易散去，故微風有助於霧的形成。
- (五) 比較四個機場起霧時無風以外的風向，可以得知在西部的三個機場，皆以北向風系為主，而在東部的花蓮機場則是以東風居多，綜觀所有機場較常起霧的季節恰為冬春之際，此時台灣受大陸冷高壓影響，盛行東北季風，不論是迎風面的花蓮，或繞流至西部形成北來氣流，都導致此際起霧時的風向多以北風系為主。

玖、結論：

- 一、綜觀各機場的起霧情形，起霧頻率會有東、西部的差別。東部地區幾乎不起霧，西部地區起霧多發生於微風、冬春季節的清晨；桃園地區歷年起霧次數自民國 75 年後有明顯減少的趨勢，而位於中部、南部的清泉崗、嘉義機場，亦有相同的現象。
- 二、由日溫度變化及風狀態分析可知，桃園機場起霧最常發生於微風、春天的清晨 6、7 時，此時正是因夜間輻射冷卻溫度最低之際，故起霧類型多以輻射冷卻的輻射霧為主。歷年的起霧次數自民國 75 年後有明顯逐漸減少的趨勢，而平均氣溫及絕對溼度亦有增高的趨勢，但絕對溼度增加幅度不若平均氣溫大，導致相對溼度逐年減少，可見平均氣溫的升高是造成桃園機場起霧次數減少的主要因素。
- 三、清泉崗機場約有五成的霧發生於微風狀態、日溫最低的清晨，綜合討論的結果，可知輻射霧為清泉崗起霧類型之一。另外有近四成的霧發生於風速較大的清晨，水氣受平流作用及夜間輻射冷卻，配合地勢的抬升而形成霧，故平流輻射霧亦為清泉崗起霧類型之一。自民國 75 年起，年均溫愈來愈高，而起霧次數卻逐漸減少，顯見氣溫升高應是造成清泉崗機場近年來起霧次數下降的重要因素之一；此外，懸浮微粒亦逐漸減少，起霧條件所需的凝結核也變少，水氣難以達到飽和，所以不利於霧的形成；因此，懸浮微粒的濃度應為影響清泉崗機場起霧次數的可能因素之一。
- 四、由逐時起霧次數分布及風速狀態分析，可知嘉義機場霧最常發生於微風、冬春之際

的清晨；日溫差變化圖則顯示輻射冷卻作用在廣大的嘉義平原更為明顯，綜合前述討論可知，輻射霧為嘉義機場主要的起霧類型。而在起霧機制探討中可知，近年來起霧次數的減少仍以年均溫的升高為主要因素，但懸浮微粒的減少亦為不可忽視的因素。

- 五、花蓮機場位於台灣的東部，歷年來皆不常起霧，所以起霧頻率並無明顯下降的現象；然而，根據資料的統計，仍可以知道花蓮起霧多發生於春季與秋季，但無明顯季節上的不同，較特別的是海陸分布造成的海陸風影響其起霧時間，對於這部分，我們認為有待日後再以個案詳細探討。
- 六、綜觀西部各機場的起霧頻率下降之因素，均受平均氣溫升高影響甚大；這在全球暖化對環境的影響中，除了海平面的上升外，又多了一項值得大家注意的警訊：是否以後霧會減少到令人難得一見嗎？另外，清泉崗及嘉義兩機場在 75 年之後的起霧次數及懸浮微粒均有逐漸減少的趨勢，這樣一致的變化趨勢或許是巧合，然而民國 75 年以前正值台灣經濟起飛，卻疏忽了環境保護，因此空氣污染嚴重，相對地此時期起霧次數似乎有隨經濟起飛而逐漸增加，而民國 75 年後，環保意識高漲，懸浮微粒濃度逐漸減少，同時其發現起霧頻率也逐漸減少；可見人為因素對環境亦會造成相當程度的影響，值得大家注意！

壹拾、 未來展望：

- 一、影響起霧的因素相當繁雜，在此次研究過程中，發現幾個特例值得深入探討，如花蓮機場雖然少霧，但一天中較常起霧的時間似乎與海陸風交替有關；另外，清泉崗機場在 79~81 年之間起霧現象特別多，本次研究中均尚未找出較明顯的機制...等，都有待我們針對這些個案深入分析，期能解開這一團迷霧。
- 二、氣候變遷影響的是大範圍的改變，而人為因素也可能會造成氣候變遷；因此，我們希望未來能再加入日照時數、雲量、雨量等氣候因子及土地利用等因素，更完備探討所有可能影響起霧變化的原因，期能更加了解氣候變遷與環境之間的關係，並為環境保護提供一個思考的方向。

壹拾壹、 參考文獻：

- 一、毛松霖主編，基礎地球科學，第二版，大同資訊出版社，P.96~105，2001 年。
- 二、台灣地形全圖，大興出版社，2002 1 月。
- 三、行政院環保署，1998：中華民國地區環境保護統計年報。
- 四、行政院經建設委員會都市及住宅發展處，2001：都市及區域發展統計彙編，P.130。
- 五、陳筠喬、徐邦琪，1998：花蓮地區海陸風之探討。中華民國第 38 屆中小學科學展覽會優勝作品專輯高中組，國立台灣科學教育館，131—143。
- 六、戚啟勳，1980：大氣科學，大中國圖書公司。
- 七、國立台灣師範大學科學教育中心主編，地球科學第三冊，第五版，國立編譯館，P.36~39、P.55~56，1998。
- 八、彭啟明、林能暉，1999：台灣北部冬季層狀雲之研究(II)：對區域氣候變遷影響之應用，全國大氣科學學術研討會，P. 276~281。

九、鄭敏璋，1997：嘉義基地能見度氣候特性研究，氣象預報與分析，151 期，P.33~39。

壹拾貳、 誌謝

由衷感謝空軍總部及氣象聯隊提供相關的觀測資料，讓我的研究得以順利展開；另外，也要感謝范靜文同學及鄭捷、江政霖兩位學弟協助處理資料，最後，更要感謝老師們的辛勞及用心指導，才使作品更為成熟完善。