

# 溫室效應現形記——宜蘭長期氣溫之分析

高中組地球科學科第三名

省立宜蘭高級中學

作 者：林奐宇、林和駿、康贊清、陳柏戎

指導教師：吳天雲

## 一、研究動機

隨著工業進展的腳步愈來愈快，人類的生存環境也產生了或多或少的變化，溫室效應即為其中的要項，它的嚴重性已引起了各界的關注，而最近在宜蘭地區也常可聽到老一輩的人說：「現在的冬天和我們小的時候實在差太多了，那時候才真是冷啊！不像現在……」之類的話，我們不禁納悶，宜蘭地區的氣溫是否真的升高了呢？或有無其他的異常現象出現呢？於是，我們開始對蘭陽地區長期的氣溫變化作了以下的研究，也藉此對自己所生長的環境多一分瞭解與認識。

## 二、研究目的

- (一)探討宜蘭地區年平均氣溫週期變化的現象。
- (二)宜蘭地區年平均氣溫逐年漸升現象之探討。
- (三)就所得之平均氣溫資料作分析探討，並試以過去數十年資料預測未來（1995年）氣溫值可能的變動範圍。

## 三、研究器材

- (一)一般作圖工具
- (二)計算機
- (三)個人電腦
- (四)統計、繪圖程式

## 四、研究過程及方式

- (一)根據1936年至1994年之月平均氣溫表、月平均最高氣溫表、月平均最低氣溫表，計算各年之11年年平均氣溫滑動平均值。
- (二)將(一)所得之值製成圖表。
- (三)計算每季代表月（一、四、七、十月）之月平均氣溫、最高氣溫、最低氣溫之11年滑動平均值。

(四)將(三)所得之值製成圖表。

(五)就(一)～(四)所得之圖表及數值做比較並分析之，觀察其是否有異常之現象並探討其原因。

(六)近年來氣溫漸升現象：

1.在確定週期性之後，將年均溫以第二週期的相對位置減去第一週期的相對位置之溫度，得到一串22個差值。

2.將1.所得的差值繪成圖。

3.依1.、2.之方法依樣求出年平均最高溫及最低溫之圖形。

(七)試以所得之資料預估1995年均溫變化之範圍。

## 五、研究討論及結果

(一)年平均氣溫週期性現象：

1.我們曾經做過5～15年年均溫、最高氣溫以及最低氣溫的滑動平均圖。但是，以11年滑動平均曲線較具明顯週期性。

2.由1936～1994年的氣溫資料繪成的年平均氣溫、年平均最高氣溫、年平均最低氣溫的11年滑動平均曲線圖裡，可以明顯地看出宜蘭地區的氣溫變化有約為時22年（即二波峰之相距年數）的週期現象。其中，又以年平均氣溫11年滑動平均曲線較具典型週期現象。另外，再由年平均氣溫、年平均最高氣溫、年平均最低氣溫折線圖中，亦可明顯地看出60餘年來氣溫週期性的升降變化。

3.從長年年平均氣溫表中，求得1945年與1967年之11年滑動平均溫度相同，且1956年及1978年分別位於1945～1966年及1967～1988年此二週的波峰。同時，由年平均溫滑動平均曲線中可看1967年為其前後幾年間之最低點，我們以其當作第二週期的起點，那麼由一週期長約22年可知相對於第二週期，第一週期的起點即為1945年。

4.確定週期性之後，將年均溫以第二週期的相對位置減去第一週期相對位置之溫度，得到一串22個差值。將所得的差值繪成圖。年平均最高、最低氣溫差值亦由此作得圖。

(二)年平均氣溫週期性變化原因推測：

太陽黑子影響：

1.根據我們的資料中，年平均氣溫的滑動平均值有約時22年的週期性升降變化。另外，從宜蘭地區長年的雨量觀測資料裡，也可看出其年滑動平均值亦有18至20年的週期性升降變化。

2. 同時，在參考資料中，也提到太陽活動有為時22年的週期性，如黑子個數、日珥活動等。而這種活動週期可能影響到地球上的氣候。如在太陽黑子活動極值年時，地球上季風風系所造成影響將大於行星風系；而在極值年間則相反。而風系的變化，很可能造成氣溫、雨量等方面的改變。
3. 從我們的研究結果中，推測太陽黑子的變動可能是造成氣溫週期現象的原因之一。同時參考資料中也提到黑子活動對地球行星風系、季風風系的影響。由於太陽黑子個數極值年時，季風風系的影響較大。且因季風是造成宜蘭地區天氣變化的重要因素，故我們判斷，當黑子個數極值年時，宜蘭地區秋冬季降雨增加，同時使得氣溫下降。
4. 於是，我們將太陽黑子相對數極值表，與年平均氣溫表相比較，發現每當黑子活動達到極大或極小值時，大部分當年平均溫度值都有大幅度的下降現象，足以影響往後幾年的滑動平均值，及氣溫資料的觀察。所以，我們推測，太陽活動週期可能是影響氣溫、雨量平均值週期性升降變化的因素之一。

### (三)近年來氣溫漸升現象：

1. 從年平均氣溫，年平均最高氣溫、年平均最低氣溫的11年滑動平均曲線圖中，我們不只觀察到氣溫的週期性變化現象，還發現此三圖中的曲線在近年來都有向上攀升的趨勢。尤其是最低氣溫11年滑動平均曲線最為明顯。
2. 若將1945～1966、1967～1988這兩個週期做疊合比較，可發現1945年與1967年之11年滑動平均溫度值相同，且此二曲線在1975年（對於第二週期而言）前大致相仿，但在1976年後此二曲線即逐漸分開。然而1967～1988年此一週期明顯地高於1945～1966之週期，若再進一步觀察可知於1988年時兩週期溫度差達到 $0.3^{\circ}\text{C}$ 。可見近年來的氣溫有逐漸升高的跡象出現。
3. 在2.中這二週期疊合比較圖中，我們發現第一週期為較完美波型，而第二週期的後半卻漸趨平緩，使得其下降情形並未如前一週期明顯。即第二週期相對於第一週期而言，有溫度逐漸上升之趨勢。至1988年時二週期溫度差達到 $0.3^{\circ}\text{C}$ ，且差值愈趨增大。將此二週期逐年溫度差異值作圖可得圖，由此圖即可看出變化情形。而在年平均最高溫、最低溫之曲線中亦有此現象。由此可知第二週期的溫度與第一週期相較在近年來有升高趨勢，且此情形愈來愈明顯。

- (1)由過程(六)中得到的年均溫週期差值及其所繪成之圖形更可以看出第二週期在1974年開始其溫度明顯比前一週期上升許多。
- (2)過程(六)得到的圖為上升之圖形，因此，可推測將來二週期差異將呈更大

變化。

4. 從四季代表月（一、四、七、十月）平均氣溫折線圖裡，自約1972年、1973年起，其圖形便大致高於1970年前的年均溫平均值。換言之，70年代前後，宜蘭地區的氣溫即出現異於往常的升高現象，亦致使年均溫的11年滑動平均曲線出現異常升高的情形。
5. 長年來的一月（冬天）月平均溫滑動平均的值近乎沒有變動（趨勢線斜率幾乎為零），並無老一輩所說的情形。我們會感到較熱或許是近年來宜蘭地區建築事業興盛，草地減少而水泥地增加所致。
6. 宜蘭測候站位於空曠處，環境良好，不會因都市發展而影響觀測值上升現象。
7. 我們可由各項資料的分析中發現：各項資料的年平均最低溫圖最能反應氣溫明顯上升的趨勢。
8. 由年平均溫圖趨勢線的斜率 $0.009^{\circ}\text{C}/\text{年}$ 可看出1936~1994年蘭陽地區平均每年氣溫上升 $0.009^{\circ}\text{C}$ 。若分別算出第一週期及第二週期之趨勢線斜率則可得第一週期每年氣溫平均上升 $0.011^{\circ}\text{C}$ ，而第二週期卻平均每年上升 $0.026^{\circ}\text{C}$ ，由此可見第二週期的氣溫上升之趨勢較第一週期來的大。

#### (四) 近年氣溫異常上升原因之推測：

1. 由於氣溫異常上升的趨勢在近些年來才出現（1970至1980年間），而70年代正值各型工廠紛紛興建、各類汙染物質開始排放，致使環境汙染問題逐漸浮現的時候。由此一年代的吻合，我們推測，宜蘭地區年平均氣溫的升高情形可能是由空氣汙染物所造成的溫室效應，而且宜蘭地區三面環山、一面迎海的地形，更容易使汙染物質滯留在蘭陽平原上空，而對氣候造成影響。
2. 這種氣溫上升的現象在全台各地均普遍發生（參考1896~1988年台灣地區平均氣溫變化列表），故我們推測此一溫度升高現象為大區域溫室效應所導致，且導因是工業活動所產生廢氣，及汽機車大量排放的溫室效應氣體使溫度升高現象在近二十年來明顯出現。
3. 從中央氣象局所提供之臺灣各地長期氣溫觀測資料中，發現到各地溫度均有上升現象。且上升之幅度隨地區而異。一般說來，以開發程度高的都市地區其溫度升高較顯著；偏遠地區氣溫雖亦有升高，但幅度通常較低。由此可見，近年溫度升高現象雖然為一種全面性的變化，但仍可能會受到地域性的人為活動所影響。

#### (五) 溫室效應與蘭陽地區氣候

溫室效應、熱島效應、火爐效應……等，是驅使一個都市或地區長期氣溫上升的主要原因。但是，宜蘭地區少有構成熱島效應、火爐效應或其他效應的因子。其他天文因子如太陽輻射、地球內部溫度……等，近年來也沒有大幅改變的現象。因此，我們推測：宜蘭地區溫度的升高現象是受到「全球性溫室效應」的影響。

(六)年平均氣溫升降之規律與平均溫度變化值：

- 1.根據月平均氣溫列表可發現年平均氣溫幾乎有一年升高、一年降低的規律性變化，尤其在1970年之後，此現象更為顯著，少有連續二年均為同升或同降的情形，至於三年連續升降的情形則未有例子發生。
- 2.將1970年後年平均氣溫年變化差異加以平均，可以得到氣溫年差異平均值約為 $\pm 0.34^{\circ}\text{C}$ ，即每年年平均氣溫變化的溫度範圍大致在 $0.34^{\circ}\text{C}$ 上下。

(七)1995年年均溫預測

- 1.由以上我們所分析整理出的結果，顯示蘭陽地區的氣溫在最近的確有異於往常的升高現象發生，另外我們也從近六十年來的氣溫變化資料中發現一些氣溫變化的規律性，並試著據此約略估計出1995年之年均溫變化範圍，藉此也可讓我們學習到歸納、分析現有資料的方法。
- 2.首先我們由年平均溫資料表及曲線圖中，可發現自1970年起，氣溫大致逐年呈一升、一降之規律，且多為一年升、一年降，少數為連續二年均為升或降，至於連續三年升或降者則完全沒有，而升高溫度的幅度大多較降低者來的多，並隨時間而漸趨明顯。因93年與94年均為升，故可推測95年應為降。
- 3.對年均溫曲線圖再作詳細一點的觀察可得，在逐年升、降之曲線中，其中有若干次溫度降低的幅度較一般來得多（即降低幅度超過 $0.4^{\circ}\text{C}$ 者），而兩次降溫幅度大的年分之間的間隔大都在三年以上，平均大約為6年，又1992年恰好為降低幅度較大的年分，而1995年與1992年之間隔僅三年，故1995年均溫降低之幅度應不會太大，且自1970年後氣溫年變化平均值為每年升（降） $0.34^{\circ}\text{C}$ ，所以1995年均溫較1994年降低的幅度應不超過平均值。
- 4.由於1994年的年平均氣溫為 $22.83^{\circ}\text{C}$ ，加上前面1995年均溫範圍的推測可得1995年均溫範圍為 $22.83^{\circ}\text{C}$ 至 $22.49^{\circ}\text{C}$ （即 $22.83^{\circ}\text{C}$ 減去 $0.34^{\circ}\text{C}$ ）之間。

## 六、結論

地方長輩們所描述的宜蘭地區現在冬天氣溫感覺比較溫暖，其實是都市發

展、建築業興盛，草地、空地減少，輻射熱明顯增加而引起的。不過，宜蘭地區確實有受到溫室效應的影響，以下是我們此次研究所得的結論及心得：

- (一)蘭陽地區之氣溫有為時約22年之週期性變化。
- (二)針對氣溫週期變動現象，我們推測太陽活動可能是造成的原因之一。由於太陽輻射量的變化，使得地球上風系產生變化，進而影響氣候狀況。此一現象，在不少參考資料中皆可窺其端倪。同時，在我們的研究結果中，亦可看出黑子相對數與年平均氣溫的關係。
- (三)從宜蘭地區長年氣溫資料看來，其氣溫有相當明顯的上升現象，且近年來溫度升高幅度越來越大。春、夏、秋三季明顯升高，冬季則不明顯。
- (四)從宜蘭地區氣溫資料與臺灣各地氣溫資料的比較中，我們不難發現，蘭陽地區及臺灣各地近年來皆有氣溫漸升情形。我們推測此一現象可能是由溫室效應所造成。但因溫室效應的影響層面並非僅僅溫度一項，所以仍有待多方資料加以印證，才能更加確定。
- (五)溫室效應雖然為全球性問題，但仍然會受到區域性地形及地區性人為活動所影響。
- (六)由於近二十年來台灣地區工業發展日新月異，各型工廠如雨後春筍般林立，空氣汙染問題亦隨之因應而生。同時，宜蘭地區氣溫異常變動的開始年代幾乎與臺灣地區工業起步年代相當。若此變動現象確實為工業汙染所致，那麼純樸的宜蘭地區便可能已經遭受到工業汙染所波及了，我們的生活環境實在是令人憂心。
- (七)由分析過去的氣溫資料所得之規律可預估1995年年均溫約在 $22.83^{\circ}\text{C} \sim 22.49^{\circ}\text{C}$ 之間。

## 七、參考資料

- (1)宜蘭研究 民國83年 姜善鑫編著 宜蘭縣史館
- (2)大氣科學 民國67年 戚啟勳編著 大中國圖書公司
- (3)氣候學 民國78年 高國棟 陸渝蓉編著 明文書局
- (4)中國氣候總論 民國59年 正中書局編委會編著 正中書局
- (5)普通氣象學 民國77年 戚啟勳編著 正中書局
- (6)中國氣候新論 民國75年 陶師言等編著 明文書局
- (7)宜蘭地區 1980~1994 氣溫、雨量資料 中央氣象局宜蘭測候站提供
- (8)蘇澳地區 1980~1993 氣溫、雨量資料 中央氣象局蘇澳測候站提供
- (9)誤差論 民國56年初版 Yardley Beers原著 陳淳譯 廣文書局。

- (10)守護地球村 民國83年初版 台視文化公司編輯 行政院環保署出版
- (11)大氣汙染化學 陳德鈞 季延安 林肇信編著 科技圖書股份有限公司出版
- (12)82年地方環境資訊 民國83年 行政院環保署編輯出版
- (13)1993年天文年鑑 民國83年 台北市立圓山天文臺

★特別感謝：中央氣象局、圓山天文台資料提供

## 評 語

本作品統計了宜蘭50年來的氣溫資料，顯現最近五年來氣溫的上升現象，突顯氣候變遷的危機，研究動機值得肯定。作者的綜合整理能力相當強。