

台灣二〇〇二年國際科學展覽會

科 別：地球與太空科學科

作品名稱：土壤溫度與地震關係之探討

得獎獎項：地球與太空科學科第二名
紐西蘭二〇〇二年科技展覽會

學 校：臺北市立建國高級中學

作 者：周宏杰

作者簡介



我的名字叫周宏杰，生長在一個平凡的家庭，畢業於宜蘭縣立成功國小，東光國中，目前就讀於台北市立建國高中二年級數理資優班。父母親皆是商人，在家中排行老大，尚有一位妹妹。妹妹目前就讀於宜蘭縣立東光國中二年級。

我自幼即對自然科學有著濃厚的興趣，在國中時期，也參加過許多的科展，成績雖然不盡理想，但仍然不能使我放棄對自然科學的熱愛，因此，許許多多看似平凡的問題，都能使我產生莫大的興趣。

地表土壤溫度和地震關係之探討

一. 中英文作品摘要：

(一). 中文

兩年來，台灣仍籠罩在 921 大地震的陰影之下。而大地震突如其來的發生，往往危害到人類的生命和財產。我突發奇想的要用一些人類所能觀察到的現象來推測地震的發生，於是我想或許可以以地震發生時強大的能量，來推估地震的發生。我起初做此研究的時候，發現用遙測來測量地面溫度，並非容易。由於遙測大都是用來測量海面溫度，要用來測量地面溫度有其困難存在，但經過一連串的修正之後，配合中央氣象局所提供的氣象資料，以能得到準確的資料。研究過程中，雖然屢屢發生困難，但都能順利解決，使我自己備感高興。

(二). 英文

Two years after it happened, the September 21st earthquake still haunts Taiwan. The suddenness of these earthquakes often brings great harm to our lives and property. In this research, I try to observe some common signs that may warn of earthquakes. I thought

it possible to use the massive energy release in earthquakes to predict their happening, at first, I found that remote sensing surface temperatures is not easy. Because most remote sensing is used for measuring the temperature of ocean surfaces, it is difficult to measure surface temperatures, but after a number of corrections and based on information from the central weather bureau, it is possible to acquire accurate information. I am glad that all the difficulties in the course of research have been resolved.

二. 內文

(一). 前言

1. 研究動機：

近幾年來，社會版新聞偶爾會報導台灣某個地方的廟宇或神壇有神諭將有地震發生，甚至曾讓信徒大為恐慌，而九二一地震對全台造成極大的生命財產傷害，至今很多人仍談震色變。就查閱參考文獻所知，似乎至今尚無一個可靠的方法能預測地震，而這也是大多數人所好奇的一點，而若要能

預測地震就要先瞭解地震時與前後是否有一些可觀測的能量變化，因此啟發了我莫大的興趣。

2. 目的：

理論上，地震是由地殼板塊互相推擠所造成，而這些推擠作用每次都會釋放出相當大的能量，這可由每次大地震後報導都會說當次地震相當於多少顆原子彈威力得知，而且就物理原理得知，板塊的推擠或斷裂過程應會有部份位能會轉化為熱能，而這些於地層產生的能量應或多或少會造成土壤溫度的升高。本研究的目的即在於分析地震前後土壤溫度有無可觀測到的溫度變化，進而預測地震的發生。

(二). 研究方法或過程

1. 研究方法：

本研究嘗試使用長期土壤溫度觀測資料(包括衛星及氣象測站資料)比對台灣地區地震記錄，以試圖找出兩者是否有關係。主要分析對象為台灣近十年來規模 5.0 以上(不限震源深度與地面震度)地震個案，以比對土壤溫度資料，包括地下溫度與地表溫度。分析資料中的地震記錄將由中央氣象局地震中心取得，地下溫度則由中央氣象局所屬氣象觀測站歷史記錄取得，地表溫度則由國立中央大學太空及遙測研

究中心氣象衛星實驗室所提供的日本地球同步氣象衛星紅外影像資料求得。取得資料後，將分析土壤溫度於地震發生前後是否有異常變化，以瞭解其相關性。

2. 步驟：

- (1). 參考文獻蒐集
- (2). 分析方法的評估
- (3). 資料蒐集與篩選
- (4). 衛星影像的定位與校正
- (5). 衛星紅外影像的溫度求取
- (6). 檢驗地震其間的土壤溫度是否有異常變化
- (7). 研究報告撰寫

3. 紅外線理論：

理論上來講我們可以將為些所量測到的射出紅外輻射強度 $I_\nu(\mu)$ 寫為下式

$$I(\nu) = B_\nu[T_s] \zeta_\nu(\tau_1 / \mu) + \int_{\tau_1}^0 B_\nu[T(\tau')] \frac{\partial \zeta_\nu(\tau' / \mu)}{\partial \tau'} d\tau' \quad \text{-----}(1)$$

其中 $B_\nu[T]$ 是當波數為 ν 、溫度為 T 時的黑體輻射強度， T_s 為地表溫度， ζ_ν 為透射函數， μ 為衛星天頂角的餘弦， τ 為光程， τ_1 為全氣柱光程。在此為了讓(1)式看起來更為簡潔，

而又不影響各項所代表的物理意義，我們可以只考慮衛星往正下方觀測，也就是假設 $\mu=1$ ，如此一來(1)式便可表示為

$$I(\nu) = B(\nu, T_s)\zeta_s(\nu) + \int_{\zeta_s(\nu)}^1 B(\nu, T)d\zeta_s(\nu) \quad \text{-----}(2)$$

假設大氣平均溫度為 $\overline{T_a}$ ，(2)式更可簡化為下式

$$I(\nu) = B(\nu, T_s)\zeta_s(\nu) + B(\nu, \overline{T_a})[1 - \zeta_s(\nu)] \quad \text{-----}(3)$$

其中 $B(\nu, \overline{T_a})$ 可寫成下式

$$B(\nu, \overline{T_a}) = \int_{\zeta_s}^1 B(\nu, T)d\zeta(\nu) / \int_{\zeta_s}^1 d\zeta(\nu) \quad \text{-----}(4)$$

另外由於大氣窗區之吸收非常微量，即 $\tau \ll 1$ ，因此透射率 $\zeta(\nu, \tau)$ 近似於 $1 - \tau(\nu)$ ，所以(3)式可寫成

$$I(\nu) = B(\nu, T_s)[1 - \tau_s(\nu)] + B(\nu, \overline{T_a})\tau_s(\nu) \quad \text{-----}(5)$$

若有兩窗區頻道其波數為 ν_1 及 ν_2 ，則(5)式可分別寫成

$$I(\nu_1) = B(\nu_1, T_s)[1 - \tau_s(\nu_1)] + B(\nu_1, \overline{T_a})\tau_s(\nu_1) \quad \text{-----}(6)$$

$$I(\nu_2) = B(\nu_2, T_s)[1 - \tau_s(\nu_2)] + B(\nu_2, \overline{T_a})\tau_s(\nu_2) \quad \text{-----}(7)$$

因為 GMS 兩紅外分裂窗區頻道位於相鄰的大氣窗區，所以我們可以假設此兩不同波數之頻道具有相似之黑體輻射強度 (McMillin, 1975)，故(7)式便可寫成

$$I(\nu_2) \approx B(\nu_1, T_s)[1 - \tau_s(\nu_2)] + B(\nu_1, \overline{T_a})\tau_s(\nu_2) \quad \text{-----}(8)$$

再由(6)及(8)式中消去 $B(\nu_1, \overline{T_a})$ ，便可以很容易的推導出 $B(\nu_1, T_s)$ ，如下式

$$B(\nu_1, T_s) \approx I(\nu_1) + \frac{\tau_1}{\tau_2 - \tau_1} [I(\nu_1) - I(\nu_2)] \quad \text{-----}(9)$$

由(9)式可知，任一個大氣窗區頻道的黑體輻射強度值，可以用該頻道實際觀測的輻射值及與其相鄰窗區頻道輻射差值的線性組合來計算得到。此外由於兩個位於大氣窗區的相鄰頻道受大氣水氣的影響而衰減(attenuation)的程度不同，故可藉此差異來進行大氣中之水氣的訂正。

(三). 研究結果與討論：

1. 研究結果

- (1) 此次數據為民國 87 年(1998)11 月 19 日上午 10 時 30 分 2 秒發生在花蓮(122° 50'E 22° 90'N)境內，規模 5.0 的地震，選取原因為南台灣冬天的天氣較為穩定，雲量較少，對紅外線吸收的影響不大。
- (2) 選取的衛星圖片中，依據顏色的深淺來判定溫度的數值，其對照表為〈表一〉，所得到的溫度為亮度溫度，先經由上述的理論將水氣所影響的範圍降到最低，然後所得到的即為地溫。
- (3) 由中央氣象局取得位於花蓮光復氣象測站(121° 25'E 23° 39'N)民國 87 年(1998)11 月的逐日逐時氣溫資料〈表二〉，並與所得到的地溫做比較，即〈表三〉。
- (4) 再將衛星遙測溫度在地震前後幾天的變化圖繪出，即〈表四〉。
- (5) 再將地面測站溫度在地震前後幾天的變化圖繪出，即〈表五〉。

2. 討論

- (1) 由〈表三〉可知，衛星遙測溫度和地面測站溫度相同時間的點大都在 $x=y$ 這條直線的附近遊走，即兩者的差值並不大，皆可用來探討地震前後溫度的變化狀況。

- (2) 由〈表四〉中得知，在十點 30 分地震開始的時候，溫度劇烈上升，與假設中地震釋放出能量，因而轉化成熱，提高溫度，互相符合。
- (3) 而由〈表五〉中亦得到相同的結果。
- (4) 由地面測站溫度〈表二〉中可發現，在 11/9 與 11/30 的同一時間(9:00~10:00)其溫度亦劇烈上升如 11/19，但與前一天相同時間比較時，11/9 與 11/30 溫度的上升均不明顯，所以其與 11/19 是有其不同之處。
- (5) 由上述可得知，溫度真正有劇烈的變化時，是在於地震前後的半小時中，因此，推論出若溫度有劇烈上升的趨勢，且與前一天同時間的溫度相比亦有明顯上升的趨勢，則在一小時之內即有可能發生地震(此指規模 5.0 以上的地震。由於小地震釋放的能量較小，且造成的災害亦不大，故指討論規模 5.0 以上的地震)。

(四). 結論與應用：

1. 結論

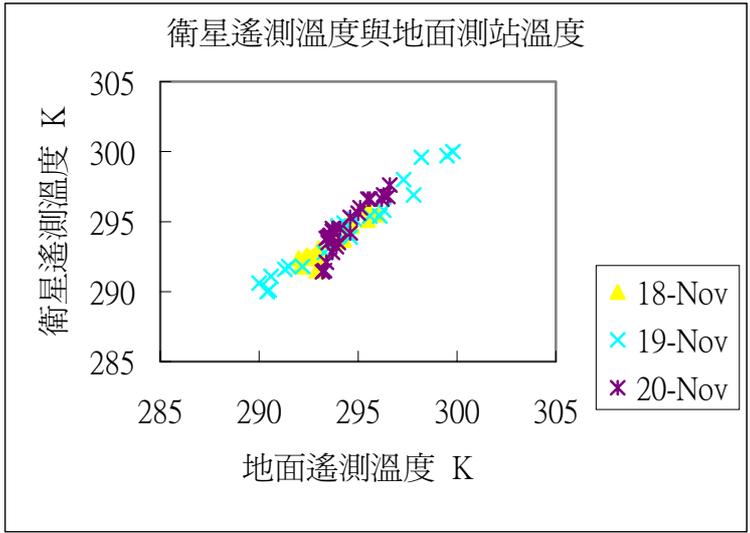
- (1) 當同一天中，突然有劇烈的溫度上升趨勢，且其與前一天同時間的溫度相比亦有明顯上升的趨勢，則在一小時之內即有可能發生地震。

2. 應用與展望

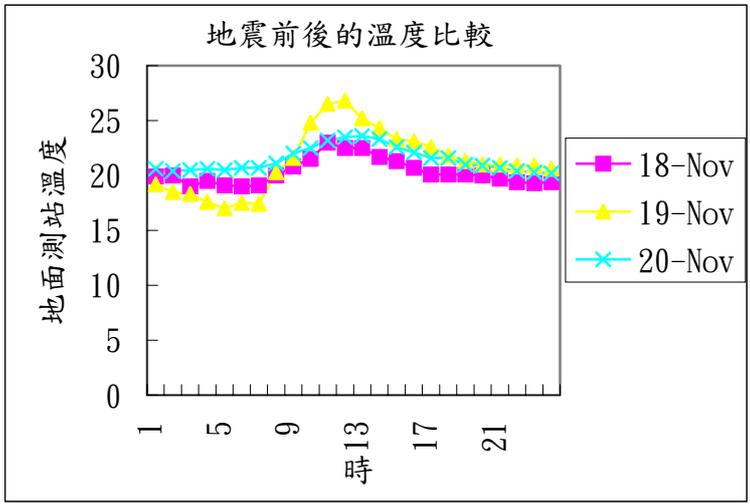
- (1) 此結論應可作為氣象局預報地震發生的協助，在地震發生前一小時做好準備，應可大為減少災害的發生。
- (2) 由於在天氣狀況不佳時，衛星遙測溫度會受到水氣極大的影響，故只能藉由地面測站紀錄來監控。
- (3) 往後氣象局人員應該隨時監控衛星遙測所得到的溫度，或是廣設氣溫測站來補足衛星遙測範圍過大的缺陷。
- (4) 藉由人類科技的突飛猛進，往後若有不受天氣的影響並能隨時提供溫度的儀器，則此方法必能發揮最大的效用，乃全人類的福祉！

(五). 參考文獻：

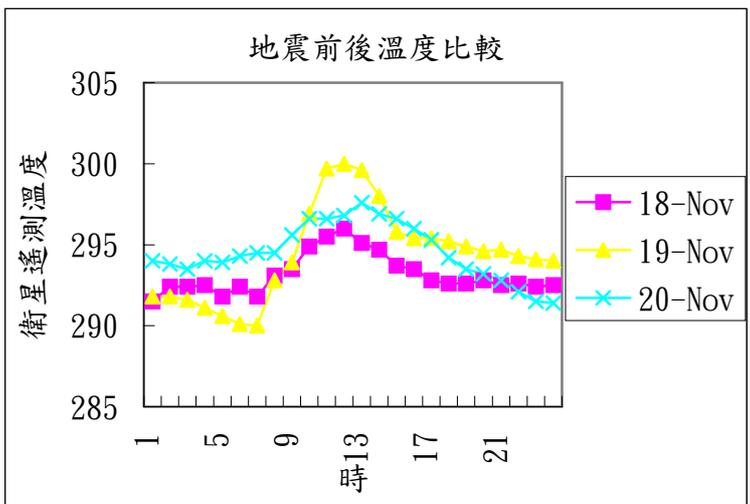
1. 曾忠一 大氣衛星遙測學 第一版 台灣台北市 渤海堂文化事業公司 630 頁 民國 77 年
2. 劉崇治 中華民國 90 年 衛星之料反演海氣參數及其在梅雨期海上中尺度對流系統生成發展之應用 165 頁
3. **FLOYD F. SABINS, JR. REMOTE SENSING**
Second Edition New York W. H. FREEMAN AND
COMPANY 621 Pages 1986



-----表三



-----表四



-----表五

評 語

本作品利用衛星取得之地面溫度除去日照、雲層及紅外光吸收等因素，而所得之地面溫度之突然增加可能與地震所釋放之能量有關，本作品富有創意，作者具有分析數據之能力