

太陽黑子的研究—繼續研究的成果

高中組地球科學科第二名

臺灣省立嘉義高級中學

作 者：莊明霖、何世明

黃柏熙、陳金宏

指導教師：李文堂、黃活源

一、研究動機

本社學長上學年度提出太陽黑子的研究，參加全國第二十五屆科學展覽，榮獲高中學生組第一名，並獲得為參加世界第三十七屆科技展覽候補作品，經評審教授及學校老師指導繼續研究觀測，今年再度提出繼續研究成果，請行家指教。

二、去年參展內容簡介

- (一)黑子活動之調查。
- (二)黑子型的研究。
- (三)相對數之變化。
- (四)黑子出現位置的研究。
- (五)黑子的移動。

三、研究目的

- (一)研究黑子相對數與其面積的關係。
- (二)探討相對數與視相之間的關係。
- (三)黑子面積與太陽輻射量的關係。
- (四)黑子型與黑子面積的關係。
- (五)黑子的生命期。

四、觀測器材

- (一)天體望遠鏡：GOTO 折射式天文望遠鏡 ($D = 125\text{ mm}$, $F =$

1800 mm) 。

- (二)太陽投影板：附屬於天文望遠鏡，用以遮蔽視野以外多餘之光線，造成局部暗化，便於觀測。
- (三)黑子紀錄用紙：白紙上有一直徑 10 cm 之圓，上載有觀測時間、視相、觀測者等欄。
- (四)日溫計：可自動紀錄之日溫計。

五、研究過程

(一)觀測步驟：

1.太陽黑子的觀測：

- (1)使用 MH-25 (72 倍) 之目鏡將太陽像投影在紀錄紙上，使之與紙上之圓重合。
- (2)在圓上標出黑子精確位置及其在圓上實際大小，並利用方格紙讀出黑子的面積以備考。
- (3)由於日周運動，太陽像自東向西移動，約兩分鐘移動一個直徑之距離，選取一大而獨立之黑子，切掉馬達，使黑子在觀測紙上移動，將黑子之移動軌跡打點，其方向即為黑子之走向。
- (4)換用 MH-12.5 (144 倍) 之目鏡，描繪黑子形狀、個數等細部構造於觀測紙上。
- (5)以直視法 (MH-12.5, 144 倍) 加上太陽稜鏡及太陽濾鏡觀測，確認所繪之黑子無誤。

2.日溫計之使用：

- (1)使用之日溫計為自計式，故每週換一次紀錄紙即可，但須注意日溫計內之杯子須加水，以免造成溫室效應，影響紀錄之精確度。

(二)資料整理：

- 1.觀測日數與出現之黑子群：自民國 72 年 11 月 1 日至 75 年 1 月 31 日止共 395 天，計有 679 黑子群次，實際出現 257 群。
- 2.黑子之相對數：利用 WOLF 公式 $R = (10g + f)$ 計算之相對

數 R ， g 為群數， f 為個數， k 為常數，在和 Brussels 標準相對數比較前暫定為 1，為看出黑子活動程度，將每月相對數平均值作成 $R-T$ 圖如下。

(1) 折線圖：將每月平均相對數以直線連接，由此可了解相對數彼此之變化。

(2) 平滑曲線圖：利用下列公式求出每月之平滑曲線值：

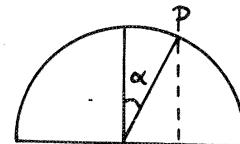
$$R = \frac{(R_{-6} + 2 \sum_{-5}^{+5} R_n + R_{+6})}{24}$$

即當月向前推第五月至向後推第五月，總合之 2 倍再加上前後第六個月共 24 個月之平均值。這一部分我們利用圓山天文台自民國 70 年 1 月至 72 年 11 月及我們的觀測值加以綜合求值。

3. 黑子之面積：

(1) 利用求積儀量出紀錄紙上十公分圓內所繪黑子投影面積，單位為 mm^2 。

(2) 黑子面積的修正：因太陽為一球體，而太陽像為一圓，所以在紀錄紙上所量的投影面積，須加以修正，其修正方法如下：設 P 為太陽面上一黑子， R 為 P 之中心距， α 為 P 之中心角， A' 為黑子實際面積， A 為投影面積。



$\cos \alpha = \frac{\text{投影面積}}{\text{球面上的面積}} = \frac{1}{\sec \alpha}$ 因圓半徑 50 mm，所以
 $\sin \alpha = \frac{R}{50}$ 故可得修正公式：

$$A' = A \sec \alpha = A \cdot \sqrt{\frac{1}{1 - \sin^2 \alpha}} = A \cdot \sqrt{\frac{1}{1 - \left(\frac{R}{50}\right)^2}} (\text{mm}^2)$$

這一部分我們利用電腦作業，以節省時間。

(3) 將每月計算所得面積相加再除以觀測日數，即得該月黑子平均面積 A_a ，將此值和相對數比較，可看出黑子面積和相對數之關係。

4. k 因素之分析：視相 (Q) 為觀測時氣候情況總合之紀錄，表示太陽像之清晰度，視相分為 1 ~ 5 等，1 等最差，5 等最佳，因視相好壞關係相對數及 k 值，所以須加以研究。首先將未修正之 R (k : 1) 以 R_c 表示，而 Brussels 之 R 值以 R_B 表示。

(1) 將每月修正用之 K 值和 Q 作圖，可大致看出集中點在何處，但由於 K 之升降頗大，為正確看出 K 及 Q 之關係，於是將每月 Q 點上之 K 值予以平均，求出其平均點再與 Q 作圖，可得圖之直線關係。

5. 黑子之壽命：由去年所作之黑子出現位置圖，可發現黑子出現位置僅與緯度有關，而與經度無關，且出現之緯度均在 45° 以下，因此雖黃道面和太陽赤道成一角度，但此角度僅 23.27° ，故在研討黑子壽命時，可僅分析所見之半個太陽面而不影響其結果。由於觀測受氣候的干擾，因此僅可粗略將黑子生命分為 1 天， $2 \sim 4$ 天， $5 \sim 7$ 天，7 天以上及其他（難以辯認者），經觀察連續數日之紀錄紙可發現黑子之存活時間，分析之結果列於結論一項。

6. 輻射量與面積之比較：由於黑子為太陽表面上溫度較低之區域，其對太陽輻射應有某種影響，故有將太陽輻射與黑子面積作一番比較之需要。

(1) 輻射量之取決：因為太陽在四季中過中天時刻並非定值，而當太陽過中天時其天頂距最小，且當時太陽光透過大氣之厚度最小，所以日溫度計指於當天最高點。我們可取紀錄紙上之最高點代表當天之輻射量。

(2) 輻射量之修正：由於太陽過中天仰角非定值，所以自日溫計讀取之值須加以適當修正，其方法如下：
設 p 為日溫計讀數，E 為太陽輻射量，t 為距夏至日數，因

爲嘉義位於北迴歸線，所以

$$\frac{\text{實際值}}{\text{測量值}} = \csc\theta \Rightarrow E = P \csc\theta = P \csc(90 - t \times \frac{23.27}{182.5})^\circ \\ = P \sec(t \times \frac{23.27}{182.5})^\circ$$

7. 黑子型出現率及面積之關係：利用蘇黎士分型表將所觀測之黑子分型，再以月爲單位依次計算各月各型黑子佔該月全部黑子之百分率，再作成折線圖與黑子面積比較。

六、討 論

(一) 本研究計畫誤差：

1. 雖然此項觀測由集體完成，每位社員對視相之取決略有不同，但新進社員進行紀錄時皆有老社員在旁指導，如此經驗可順利轉移，且每次觀測至少由二位社員進行，誤差可減至最小。
2. 黑子的分型皆由一人分類，不會產生判斷上的差別。

(二) 觀測結果之討論：

1. 由分型表可知大型黑子面積較大個數較多，所以大型黑子出現時 R 及面積也跟着提高。
2. 當視相佳時黑子細部情況較清晰，故可分辨較小的黑子，因此 R 較標準相對數高，故 k 變小；反之 k 變大。所以 k 與 Q 呈負線性關係。
3. 輻射量夏至高，冬至低乃因大氣厚度不一所造成，而和面積關係不明顯或許因此半年間少有大型黑子出現所致，故欲得進一步結果還須下屆學弟繼續研究。

七、結 論

(一) 每個月之平均相對數有時起落很大，顯示短週期內黑子之出現並無規則，但由平滑曲線可知 R 不斷下降，且其中有數次小回昇，但幅度不大。

(二) 比例常數 K 與視相 Q 呈負線性關係。

- (三)生命期1天之黑子約佔總數之16%，2~4天者佔30%，5~7天者佔18%，7天以上佔30%。
- (四)黑子面積與相對數之昇降情況相同。
- (五)面積和黑子出現型有密切關係，尤其是E型和F型黑子出現時，面積即陡然上昇。
- (六)輻射量變化不大，在夏至較高，冬至較低，而和黑子面積沒有密切關聯。
- (七)黑子面積、相對數、大型黑子出現率三者變化趨勢相同，而和輻射關係不大。

八、參考資料

- (一)藍文隆等五人：太陽黑子的研究。載於國立台灣科學教育館編第二十五屆中小學科學展覽優勝作品專輯。國立台灣科學館出版，民國74年，P 128~141。
- (二)厲保羅譯：天文學，台北市，復興出版社，民國60年出版。
- (三)王維平譯述：天文學講話，台北市，科學圖書社，民國63年版。
- (四)唐山譯：行星、恆星、星河宇宙，台北市，台灣開明書店，民國68年版。

評語

- (一)本作品乃承接上屆之成果，進一步根據觀測資料，探求黑子面積與其相對數，出現頻率及太陽輻射量等之關係。觀測工作與態度均甚值得鼓勵。
- (二)有關黑子面積與太陽輻射量之關係，目前所得相關性不大，唯觀測時期僅有半年，時間過短，宜再進一步觀測。