

# 炭素星(N星)의 有効溫度

李 榮 範\*

서울대학교 師範大學, 附屬高等學校

(1975年 5月 16日 接收 1975年 11月 10日 修正)

## The Effective Temperature of the N Stars

Youngbom Lee

Attached High School, College of Education, Seoul National University

(Received May 16, 1975, Revised Nov. 10, 1975)

### Abstract

Photoelectric observations were made of four N stars (HD 51208, HD 75021, V 1942 Sgr, and RU Vir) at carefully chosen discrete wavelengths between  $7000\text{\AA}$  and  $11000\text{\AA}$  with  $30\text{\AA}$  bandpass width.

Their effective temperatures have been derived by fitting the black-body radiation curve to the observed continuum intensities at  $7800\text{\AA}$ ,  $9000\text{\AA}$  and  $10800\text{\AA}$ . The resulting temperature ranges from  $2500^\circ\text{K}$  to  $2900^\circ\text{K}$ .

It is probable that almost all the N stars belong to this range of temperature. However, the temperatures of very red N stars can not be well determined due to large variability and redistribution of their radiation energy arising from the graphite shells around them.

### I 序 論

1918年 Cannon은  $C_2$ , CN의 molecular band가 强하게 나타나는 炭素星을 R星과 N星으로 分類하고 (Henry Draper Catalogue) Shane(1928)이 이를 改正, 發展시켰다. Shane의 分類方法은 炭素星의 spectrum에 나타나는  $C_2$ , CN band의 세기와 短波長쪽의 밝기를 基準으로 한 것인데 Shane自身도 言及한 바와 같이 炭素星의 溫度系列을 나타내기에는 充分하지 못하다.

1941年 Keenan과 Morgan은 炭素星의 分類가 溫度系列이 되도록 새로운 分類方法을 考案하였고 그 後에도 여러 사람이 이를 試圖하였다 [Bouigue(1954), Yamashita(1967), Richer(1971)等]. 이들은 spectrum의 吸收線 또는 molecular band 중에서 特히 溫度에 敏感한 것의 세

기를 基準으로 하거나 色指數를 利用하여 全體 炭素星을  $C_0\sim C_9$ 星으로 分類하였다. 그 結果에 依하면 N星은 大體로  $C_4\sim C_9$ 星에 該當됨이 밝혀졌다.

한편 炭素星의 光度-溫度를 나타낸 圖形에서 炭素星은 巨星系列에 屬하지만 連續적으로 配列되지 못하고 뚜렷하게 두 群으로 갈라짐을 알 수 있다 [Mendoza와 Johnson(1965), Gordon(1968), Richer(1971)]. 예를 들면 그림 1에서 點으로 表示된 것이 炭素星인데 左下에 모여 있는 群이 R星, 右上으로 떨어진 群이 N星이다. 이와 같이 炭素星이 두 群으로 나뉘어지는 것은 全體 炭素星이 同質集團이 아님을 暗示하므로 異質集團인 R星과 N星을 統合한 C-分類方法은 別意味가 없음을 뜻한다. 따라서 R星과 N星을 別途로 研究하여야 할 것이다.

\* 現 全北대학교 師範大學 講師

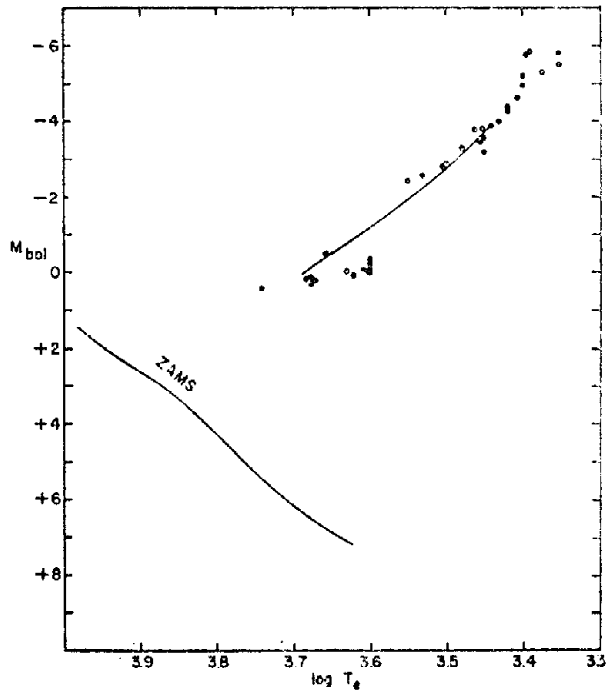


그림 1. 炭素星의 光度-溫度關係  
 曲線은 零年齡主系列과 K III, M III 巨星系列  
 을 表示한다(Mendoza와 Johnson (1965)).

이러한 目的으로, 文獻에 나타난 N星의 有效 溫度를 調査해 보면 Keenan과 Morgan(1941)은 2500°~3500°K, Mendoza와 Johnson(1965)은 2300°~2900°K, Richer(1971)는 1800°~2700°K, 그리고 Eggen(1972a,b)은 3300°~3500°K를 提示하고 있어 그 값에 큰 差異가 있다. 그러므로 앞으로 炭素星의 分類나 進化等을 研究하려면 N星의 溫度를 보다 더 正確히 알아야 한다.

本 研究는, N星을 光電測光하여 그들의 energy 分布를 求하고 이를 黑體輻射曲線과 比較함으로써 正確한 N星의 有效溫度및 그 範圍를 求하는 데 目的이 있다.

## II 觀 測

本 研究를 爲해 選擇한 N星의 位置와 眼視等級은 表 1과 같다.

N星의 energy 分布를 求하기 爲한 光電測光에는 Stromlo天文臺의 50in. 反射鏡의 Cassegrain焦點에 附着한 scanner를 使用하였다(1972年 4月). 選擇한 測定波長은 Wing(1967a)이 取한 27個點

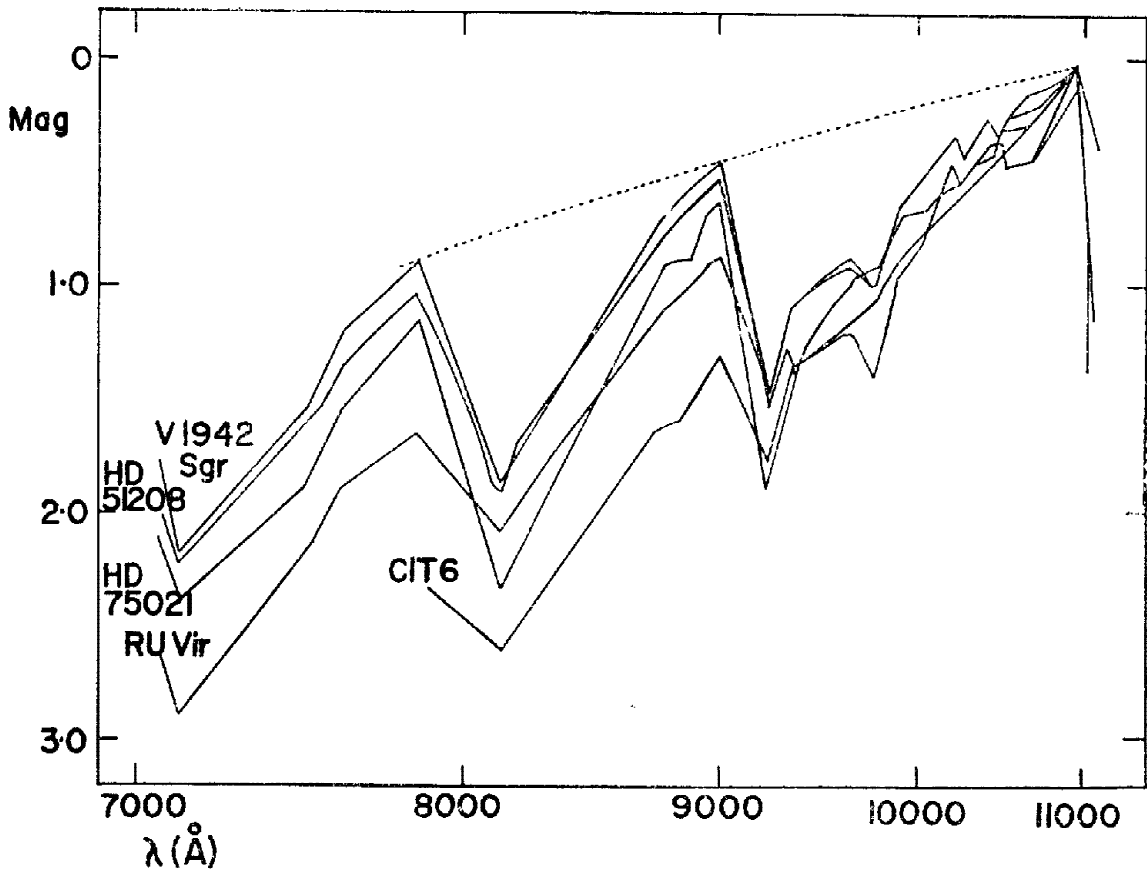


그림 2. N星의 radiation energy 分布

여기서 7800Å과 9000Å 및 10800Å 등의 peak사이의 吸收는 주로 CN에 起因된 것이며 點線은 2900°K인 黑體의 energy 分布이다.

表 1. 觀測한 N星의 位置와 眼視等級

N 星	赤經( $\alpha$ )	赤緯( $\delta$ )	epoch	眼視等級(V)*
HD 51208	6 <sup>h</sup> 52 <sup>m</sup> 52 <sup>s</sup> .2	-42°18'04''	1950	6 <sup>m</sup> .3
HD 75021	8 <sup>h</sup> 42 <sup>m</sup> .4	-29°21'	1900	7 <sup>m</sup> .2
V 1942 Sgr	19 <sup>h</sup> 13 <sup>m</sup> .4	-16°05'	1900	7 <sup>m</sup> .0
RU Vir	12 <sup>h</sup> 53 <sup>m</sup>	+4°42'	1950	9 <sup>m</sup> .5~ 12 <sup>m</sup> .5

\* 앞의 세 별의 眼視等級은 Eggen(1972a)의 값을, RU Vir는 Eggen(1975)의 값을 引用한 것임.

(7500Å~11000 Å 範圍)에 7100 Å 附近의 CN band를 考慮하여 選定한 點들을 追加했다(그림 2 參照). Wing이 擇한 點들은 低溫星(M,S,R,N 星) spectrum의 continuum 部分과 TiO, VO, H<sub>2</sub>O, ZrO, CN 等の band를 測定하기에 適合한 點들이다(Wing 1967 a,b).

各 測定波長에 對한 band-pass는 30Å 로 잡았고 scanner로부터의 signal은 digital printer로 記錄했다.

이 記錄值를 radiation flux  $F_\nu$ 의 logarithm으로 換算하는데는 다음과 같은 Wing(1967a)의 式을 使用했다.

$$\log F_\nu = \log C_\nu + E_\nu X + T_\nu$$

여기서  $C_\nu$ 는 digital printer上의 count 數,  $X$ 는 air mass,  $E_\nu$ 는 unit air mass當 吸收이고  $T_\nu$ 는 測光裝置의 感度和 連關된 項이다.  $E_\nu$ 는 同一한 恒星을 같은 날 다른 天頂距離에서 測定하여 決定할 수 있고  $T_\nu$ 는 이  $E_\nu$ 값과, 光束  $F_\nu$ 가 알려져 있는 標準星의  $C_\nu$ 를 測定하여 위 式으로부터 定할 수 있다[標準星의  $F_\nu$ 는 Hayes(1970)의 論文에서 求할 수 있다]. 本 研究에 活用된  $E_\nu$ 와  $T_\nu$ 의 값은 Stromlo 天文臺에서 測定한 것이다.

그림 2는 測定한 光束을 等級으로 換算하여 나타낸 것인데 여기서 0等級은 10800 Å 의 값에 맞춘 것이다. 그림 2의 曲線中 CIT6는 Wing(1967a)이 觀測한 것으로서 本 觀測值와 比較하기 爲해 添加했다. [CIT6는 "California Institute of Technology Objects"中 6番으로서  $\alpha=10^h 13^m.3$ ,  $\delta=+30^\circ 49'$ (1950)에 位置한다.]

### III N星의 溫度

Wing(1967a)이 檢討한 바와 같이, 그림 2의 energy 曲線에서 7800 Å과 9000 Å 및 10800 Å에 屬하는 peak들은 molecular band의 影響을 거의

받지 않으므로 continuum 에 該當하는 點들이라고 볼 수 있다. 또 N星의 continuum은 7000~11000 Å 사이에서 黑體輻射曲線과 거의 같은 分布를 이룬다고 假定하였다.

이에 따라 本 研究에서는 上述한 peak들에 가장 잘 들어맞는 energy 分布를 나타내는 黑體의 溫度를 그 N星의 有效溫度로 擇하였다.

그 結果 V 1942 Sgr와 HD 51208 및 HD 75021의 溫度는 各各 2900°K, 2700°K, 2500°K임이 밝혀졌다. 이 N星들은 작은 振幅으로 變光하므로 [HD 75021의 境遇 0<sup>m</sup>.3, 나머지 두 별은 매우 작은 振幅으로 變光한다(Eggen 1972a).] 溫度도 若干의 變動은 있을 것으로 생각된다.

그런데 그림 2에서 RU Vir와 CIT6의 energy 分布曲線을 보면 短波長쪽의 intensity가 急激히 減少하고 있으므로 이들의 溫度도 2500°K보다 훨씬 낮을 것으로 보인다. 그러나 Hyland(1972)가 色指數(2 $\mu$ ~5 $\mu$  사이)를 調查한 바에 依하면 이들 炭素星은 1 $\mu$ 에서 optical thickness가 各各 3과 6인 高密度炭素層으로 둘러싸여 있음이 밝혀졌다. 이 별들의 輻射는 外部炭素層에 吸收되어 實際보다 낮은 溫度로 보이는 것으로 解釋된다. 이 별들의 實際溫度는 實測한 energy 分布가 나타내는 溫度보다 높아야 하는데 Hyland는 이들의 溫度가 다른 N星들의 溫度와 비슷할 것이라고 하였다. 그러므로 이 별들도 亦是 앞에서 求한 N星의 溫度와 같이 2500°~2900°K사이가 될 것으로 推測된다.

그러나 一般 N星과는 달리 RU Vir는 眼視等級 9<sup>m</sup>.5~12<sup>m</sup>.5사이인 큰 振幅으로 變光하고 CIT6도 變光幅이 크므로 [Ulrich et al(1966)] 變光에 따르는 溫度變化도 클 것으로 생각된다.

그러므로 特殊한 N星(RU Vir, CIT6等)의 溫度를 決定하기는 매우 어려운 일이다.

### IV 結 論

本 研究에서 檢討한 N星 4個의 有效溫度範圍는 Mendoza와 Johnson(1965)이 R,I,J,K filter를 使用하여 求한 溫度範圍(2300°~2900°K)와 비슷한 값인 2500°~2900°K이다. 따라서 N星의 有效溫度는 大部分이 이 範圍에 屬한다고 보아도 좋을 것이다.

그런데 本 研究에서 使用한 溫度測定法이 有用한 것이 되려면 N星의 energy分布가 7800 Å 과 9000 Å 및 10800 Å에서 眞正한 continuum을 나타내고 또한 測定波長의 區間內에서 黑體輻射에 가까운 分布를 이루어야 한다. 따라서 이 區間에 對한 N星 spectrum을 더욱 詳細히 檢討해 볼 必要가 있다.

앞으로 N星이 더 많이 觀測되고 그 大氣의 模型이 決定되면 더욱 正確한 有效溫度 및 그 範圍를 求할 수 있을 것이다.

### 參 考 文 獻

1. Bouigue, R. 1954 Ann. d'Ap. 17, 104
2. Eggen, O.J. 1972a Ap. J. 174, 45  
1972b Ap. J. 177, 489  
1975 Ap. J. 195, 661
3. Fay, T. and Honeycutt, R.K. 1972 A. J. Vol. 77 No. 1, 29
4. Gordon, C.P. 1968. A.S.P. Pub. 80, 597
5. Hayes, D. 1970 Ap. J. 159, 165
6. Hyland, A.R. 1972(private communication)
7. Johnson, H.L. 1966 Ann. Rev. Ast. Ap. 4, 193
8. Keenan, P.C. and Morgan, W.W. 1941 Ap. J. 94, 501
9. Mendoza V, E.E. and Johnson, H.L. 1965 Ap. J. 141, 161
10. Richer, H.B. 1971 Ap. J. 167, 521
11. Shane, C.D. 1928 Lick Ob. Bull., 13, No. 393, 123
12. Ulrich, B.T. et al. 1966 Ap. J. 146, 288
13. Wing, R. 1967a doctoral dissertation Univ. of California, Berkeley  
1967b Ap. J. 147, 117
14. Yamashita, Y. 1967 Pub. Dom. Ap. Ob. Vol. XIII No. 5, 67