

天 界

第九十九號

(第九卷)

昭和四年六月

變 光 星 (3)

渡 邊 敏 夫

VI 變光星の研究書

變光星の研究に對して如何なる書物が利用されるかをこゝに記さうと思ふ。先づ始めに變光星の一通りの知識を得るための教科書的のもので今日なほ重要なものは次の三冊である。

1. Caroline. E. Furness, An Introduction to the Study of Variable Stars. Boston and New York: Houghton Mifflin Company 1915
2. K. Schiller, Einführung in das Studium der veränderlichen Sterne. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1923.
3. J. G. Hagen, S. J., Die veränderlichen Sterne. I. Geschichtlich-technischer Teil.
J. Stein, S. J. Die veränderlichen Sterne II. Mathematisch-physikalischer Teil.

この中前者の二つは一般に變光星研究の初歩者の爲に書かれたものである。1よりは2の方がいくらか程度が高く、又新しい材料が取り入れてある。3の第一卷は四回の分冊で發行された。その第一は1913年に出版され今まで述べた様なこゝがもつと詳しく書かれて居る。第二回の出版は變光星の觀測方法について書かれたもので1914年に出版され、第三分冊はその觀測の處理の仕方について論ぜられたもので1920年の出版である。第四分冊は光度變化の要素で1921年の出版にかゝるものである。第二卷は1924年に發行されたもので、變光星の種々の型の變光を説明せんとして提出された諸家の説を完全に記述したもので、此の中には新星及び蝕變光星についても記されて居る。この二冊は非常に廣大なもので専門家の

ための研究書である。

次に變光星の型録について記さう。此の型録の類は統計的研究には缺く可からざるものである。變光星の型録として知られて居る古いものとしては Argelander, Pogson, Schönfeld, Gore, Chandler 等のものがあるが、此等は何れも歴史的に見て意味のあるものであつて今日使用されてゐないからして他日の機會にゆづつてこゝでは記さないことにする。

變光星研究者によつて非常に重要な手放すことの出来ないものとして Astronomische Gesellschaft の委託で G. Müller と E. Hartwig によつて出版せられた

Geschichte und Literatur des Lichtwechsels der bis Ende 1915 als sicher
veränderlich anerkannten Sterne nebst einem Katalog der Elemente ihres
Lichtwechsels. I, 1918. II, 1920. III, 1922

がある。以後單に GuL とあるは此の書のことを意味する。第一卷と第二卷は 1915 年の終りまでに確に變光星として認められた 1687 個の星が赤經順に並べられてある。第二卷の終りには附録の一として G. Van Biesbroeck の助けをかりて E. Zinner が 32 個の新星を取扱つて居り、附録の第二に星團の中にある變光星を C. Hoffmeister が取扱つて居る。而して總て此等は一一つ一つの星の發見の時のこと、その變光星の研究特に光度曲線についての研究を一つ残らず記して居る。又出来るだけ當時に於ける光度曲線の新しい要素とか、その星のスペクトル、或は色について記して居る。この外尙ほその星の十分詳しい位置とか、Bonner Durchmusterung に於ける番號、又比較星とかの判つて居るものにはそれ等も記載されて居る。

第三卷は 1687 個の變光星に對する一覽表である。變光星を大觀するに便利である。第三卷には更に 1915 年以後 1920 までに發見せられた 320 個の變光星と 15 個の新星について第一卷二卷と同じ様な説明がつけ加へられて居る。

此の外に變光星の型録として重用なるものは

2nd. Catalogue of Variable Stars. Ann. of the Harvard College Observatory 55,
Part I 1907

之の補足したものは同天文臺年報の II にある。

純粹に型録ではないが變光星の研究に役立つものに Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft の中に發表される全變光星の極大推算表がある。1891年から1923年まで毎年 E. Hartaig によつてなされたものであるが、Hartwig の死後 P. Guthnick, R. Prager, E. Heise 等の手によつてなされた1926年の推算表では總計 2671 個の變光星を含んで居る。1927年以來は此は Vierteljahrsschrift から離れて別に Kleineren Veröffentlichungen der Universitätssternwarte zu Berlin-Babelsberg といふ表題の元に出版されて居ることは已に前に述べて置いたところである。殊に此の中第二號は Tabellen zur Nomenklatur der Veränderlichen Sterne といふ表題で非常に有用なものである。之はその星を照し合せる時とか、發見時に於けるその星の様子を知るに便である。變光星の色々な文獻に於ける符號が一目の下に明にされる。なほ發見時に於ける變光星の様子をうかがう爲にはドイツの天文協會の委員會で A.N 誌に發表される變光星命名表が便利である。参考のために記しておく。

A. N		星の數	A. N		星の數
卷數	頁		卷	頁	
157	134	192	199	65	195
159	259	24	202	105	30
164	31	35	208	57	72
166	367	58	212	353	107
170	69	39	215	185	96
172	361	32	217	369	87
176	181	75	223	41	203
179	85	53	224	129	238
182	321	62	227	161	173
186	273	126	228	353	61
190	57	148	231	161	120
191	341	141	232	353	194
195	241	113	234	377	444

さて次に變光星を一つ一つ詳しく研究しようと思へば、定期刊行物とか、

或は各天文臺の報告とか、或は又個人の出版物とかをしらべる必要がある。夫等のものを一一こゝで記した時には限りがないからして他日に譲つて記さないことにする。又變光星圖とか比較星などは變光星觀測者に必要なものであつて、此處では觀測の方法或はその處理法については述べないからして、直接に必要なはなつて來ないから略する。重用な文獻については後になつて詳論する場合に引出さうと思ふ。

VII 變光星の數

1926年に對する Vierteljahrsschrift der Astronomische Gesellschaft の中の推算表では總計 2671 個の變光星があることは已にのべた。然し此の中には星團中に發見された變光星は一つも含んで居らない。一星團中に發見せらるる變光星の數は非常なものである。例へば Harvard 天文臺で大マゼラニク星雲中には 800 個以上の小マゼラニク星雲では殆ど 1000 個位の變光星が發見せられて居る。然し中には數の少いものもある。此はそれ等の變光星の極大光度でも 14.5 等といふ微光なるがために今日の望遠鏡の力では到底觀測不能に原因して居る。こゝに角變光星の數は毎年著しく増加する。夫故に變光星が總てで幾つあるといふことは我々が極大光度の下限を決定しない限り斷定することは出来ない。E. C. Pickering は 1907 年に Harvard 天文臺でつた寫眞の或る部分だけを特に研究して、極大光が 10.5 等まで達する變光星の中北天では $\frac{1}{3}$ 、南天では $\frac{1}{2}$ が未だ發見されて居ないといふことを述べて居る。又 H. Shapley は 6 等級までの星ではその 3% が變光星であるといふことを述べて居る。

此等の變光星の總數がわからない以上各型にぞくする變光星が各自の位あるかといふことは困難なことであるが、今まで知られた變光星を基礎として大體の割合を求めて、なほ將來にまで推し進めることが出来る。今までのしらべによるに大體長週期變光星が全變光星の半分、短週期變光星、不規則及び何れにぞくするか未決定の變光星が残り三等分した位の數である。勿論星團中に發見せられた變光星は此の計算中には數へられて居らない。此から推して將來變光星の數が増加しても、此の比は餘り變らない様に思はれる。

VIII 未発見の變光星の数

今までに発見せられた變光星の總數は星團中に発見せられたものを除いて、ざつと 3000 個程度のものであり、將來非常な微光星に到るまでその變光が発見せられた時には非常な數に上るこゝであらうが、然らば未だ発見されないで残つて居る變光星はどの位あるであらうかといふ問題は非常に困難なものゝ一つである。よしんば計算出来るにしても非常に不確なものであることは明である。何となれば計算出来るためには何かの假定を設けて、その假定の上に立たなければならぬからである。この假定たるや非常にあいまいなものであることは論を待たぬ。今こゝでは總ての星と變光星の數の比は各光級に對して同じものである。換言すれば各光級の總ての星の何パーセントかが變光星であるといふ假定に基いて未発見變光星の數を推察して見る。極大光が 9 等に達する様な變光星は全部で幾つあるかといふこゝを上假定に基いて計算する。それには極大光 6 等に達する様な總ての變光星が知れて居るものとして、此の數に 9 等星までの總ての星と 6 等星までの總ての星の數の比——之は Argelander による 40:1 となる——をかくればよい。1921 年に對する V. J. S. の變光星型録を材料にする——但し新星は除く——6 等以上の變光星は 90 個ある。従つて 9 等までの星の中にある變光星の數は 3000 といふこゝになる。

Pickering は全然別の方法を取つた Harvard 天圖から或るきまつた寫眞板を選び出してその中の或る部分に於ける變光星を、同じ部分のちがつた寫眞板を重ね合したこゝによつて探し出す。さうするこゝに知られた變光星の新しく発見される變光星の比からして 10.5^m までの實際に存在する變光星の約 $\frac{2}{3}$ は已に知られてゐるといふ結果を得た。

然し實際變光星の數は上にのべた様な數以上に存在して居る。現在我々に知られて居る變光星は比較的光度變化の大きなものばかりであるが將來器械の精密度の増加、及び新しい觀測器械の發明と共にごく僅かの變光をも認め得るに到らば、實際變光星の數は増すこゝであらう。

第二章 變光星の一般的性質

IX 週期, 分光型, 色

a). 然らば此等の變光星の一群が如何なる共通性質を有するかといふことについて一言して置く。勿論精しいところに到つては各變光星型に應じて、それ自體で特有の性質を有するからして、此のこゝについては次篇の變光星各論に於ける統計的研究にゆづる。已に以前 1831 年に Harding は *Astronomischen Ephemeriden* で勿論不確ではあるが變光星に關して或る法則を見出して居る。1863年に Schönfeld は數日位の短い週期をもつた變光星を、約一年位の週期の變光星が著しく多く存在するといふこと、又大概の變光星に於ては減光よりも増光の方が急であるといふこと、而して又多くの變光星は赤味を帯びて居るといふことを認めて居る。此の變光星全體に通ずる一般的性質はその後なほ多くの觀測材料によつて確かめられて來た。

b). 次に各變光星型と分光型の間にはどんな關係で結ばれて居るか、E. C. Pickering によれば大體次の様に分けられる。

- | | |
|------------------|---|
| 1. 新星 | 特殊なるスペクトル |
| 2a. ミラ型 | 主として Md, 此の他に N と R, Ma, Mb, Mc, 型は例外の場合である |
| 2b. Ugemorum 型 | 大概是 F 型(?) |
| 2c. R Coronae 型 | 統一されて居らない。F 型(?) |
| 3. 不規則 | Ma, Mb, Mc, 若干のものは K と N. |
| 4. 短週期 | 分光型は多くは光度變化と共に著しくかはる |
| a) δ Cephei 型 | 主として F, G |
| b) ζ Geminorum 型 | F, G |
| c) 星團型 | A から F まで |
| 5. 蝕變光星 | B から F まで 主として A 型 |

c). 變光星の色については J. Schmidt が變光週期の増加と共に赤味をおぼ程度も増して來るといふ一般法則を見付けて居る。G. Müller は 150 個の星を研究材料に於て此の關係を數量的に確めた。S. Beljowski は Harvard の第二變光星型録から 290 個の星を選ぶことによつて十分なる研究をやつ

た. そのさいに彼は色を表はすに Osthoff の尺度を使用して 白=0, 明き赤=10 黒味がかつた赤=12 においた. その結果を第一表に示す.

第一表 週期と色の關係

週 期	平均週期	色の平均	星 の 数
アルゴール型	—	0.8	13
短 週 期 型	10日	2.4	20
<100日	80	3.4	4
100日—200日	163	5.1	24
200 — 250	226	4.1	34
250 — 300	274	5.5	35
300 — 350	325	5.8	49
350 — 400	374	6.7	36
400 — 450	418	7.4	24
450 — 500	474	7.9	7
不 規 則	—	7.3	44

此の表によつて見れば明かに上述の關係があることを示して居る.

d). 一般に星の色と分光型の間には直接の關係のあるさいふここはよく知られた事實である. この關係は變光星の色と分光型の間にもあてはまることは論をまたない. W. S. Franks は H. A 55, I から材料を取つて, 此を Pickering の分類に従つて變光星を並べて上述の關係をしらべて見た. 彼は 271 個の星の中連続スペクトルをもつた 2 個の星と, 特殊スペクトルをもつた 8 個の星を除いた 261 個の星について次表を得た.

第二表 分光型と色の關係

Pickering の分類	分 光 型	白	黄白	淡黄	黄	橙黄	橙	黄赤	赤	深紅	總計
	V B, A F F ₅ , F ₄ G G ₅ -K ₅	(10)	4(2)	(1) 5(1) 5	1 2 3		1 2				11
											4
											7
											11
											5
	III K Ma Mb Mc Mc ₅ Md N				2 1 1 1 16	2 1 1 1 42	2 1 6 5 48	2 2 6 1			4
											5
											9
											13
											148
	II Mc Mc ₅ Md N		2	8	16	42	48	30	2		44
											44
	總 計	10	8	19	25	47	71	62	14	5	261

上段の括弧で示した 14 個の星はアルゴール型變光星であり、残り 24 個は短週期變光星である。下段の 261 個の中 165 個は長週期變光星で、此の中 142 個は分光型 Md のものである。しかも $120=42+48+30$ は橙黄、橙、橙赤のものである。次に 58 個は Pickering の分類の III にあたる不規則變光星である。分光型 N 型の 44 個の中 16 個は Pickering による分類の II に、而して 28 個は III にぞくする。何れも色は橙赤である。III に於ては色による分光型の分布は大抵一様であるが一つの著しい極大がある。然し N に於てはその半分の 26 個は橙赤である。

Ⅹ 光 度 曲 線

光度曲線の統計的研究には先づ光度上昇及び下降の繼續時間の比をもつて表はす。之を表はすに數學的には三通りの方法がある。即ち M 及び m を極大光及極小光の時刻とし P を光度變化の週期とする。然るこきは

$$R=(M-m)/(P-m-M) \quad (1)$$

$$\text{或は} \quad \alpha=\{2(M-m)+P\}/P \quad (2)$$

$$\text{或は又} \quad \varepsilon=(M-m)/P \quad (3)$$

の三通りで光度曲線の不對稱を言ひ表はすこゝが出来ゐる。(1)は Chandler によつて、(2)は Pickering によつて、(3)は Turner によつて夫々始めて使用せられたものである。若し光度變化に於て上昇及び下降時間が同じであるならば或は極大光に對して光度曲線が對稱(必ずしもさうこゝは限らない。多くの場合にはさうである)の時には(1)、(2)、(3)の關係は

$$R=1, \quad \varepsilon=\frac{1}{2}, \quad \alpha=0 \quad (4)$$

となる。又(1)、(2)、(3)の相互關係は

$$\frac{R}{1+R}=\frac{M-m}{P}=\frac{1+\alpha}{2} \quad (5)$$

なる形で表はされる。

今後何等こゝはりのない時は M, m, P, R, α , ε , こゝいふ量は夫々上記のものを表はして居るこゝとする。光度曲線の様子を表はすためには普通 ε の値が最もよく使はれる。然し此の ε の値だけが光度曲線の形を十分に表はすものではない。何となれば ε の値が同じであつても光度曲線はいくら

でも變り得るものであるから。

ϵ の値を利用して週期との間に如何様な關係があるかを見てみる。それがために GuL から P 或は M-m の不確な星を除いた總ての星を材料として取つて來る。然る時は我々は第四表を得る。

第四表 ϵ と週期の關係

P ϵ	0-1	1-10	10-100	100-200	200-300	300-400	>400	合計
0.00-0.05	2							2
0.05-0.10	5	1						6
0.10-0.15	15	0	2					17
0.15-0.20	3	1	3		1			8
0.20-0.25	4	7	0		0	1		12
0.25-0.30	4	13	4		1	0	1	23
0.30-0.35	3	17	7	1	1	4	4	37
0.35-0.40	4	5	9	1	5	12	4	40
0.40-0.45	0	4	6	10	34	23	11	88
0.45-0.50	1	3	7	20	32	23	5	91
0.50-0.55		1	4	5	5	2	4	21
0.55-0.60				3	1	2		6
0.0-0.2	61%	4%	12%	0%	1%	0%	0%	9.4%
0.2-0.4	37	80	47	4	9	26	31	31.9
0.4-0.5	2	14	31	75	83	68	55	51.0
>0.5	0	2	10	21	7	6	14	7.7

上表の下段は割合を示したものである。この表は總てで 351 個の星に基いて居る。此の中で 135 個は短週期變光星である。P<100 日で分光型 M の二つの星は除いてある。

この表から次の結論を導くことが出来る。

短週期變光星に於ては週期が短い程上昇が急激に行はれる。之に反して

長週期變光星に於ては週期によつてかゝる著しき變化を示して居らないが然し短週期變光星に於ける程光度曲線の不對稱なものが少くなる。上昇の方が下降よりもゆるやかに行はれる様な變光星は長週期のものばかりに限られては居るがそれでもその數は非常に少い。

XI 分 布

變光星の銀河緯度による分布の一般研究は始めに E. Zinner によつて行はれた Zinner は 1912 年に對する Hartwig の變光星型錄を研究材料にこつた。Zinner の得た結果を第五表に示す。第二行目の n の下に示した數字は統計に使用されし變光星の數、第三は銀河緯度 $+10^\circ$ 迄 -10° の間にはさまれた帶の中にある全變光星を 1 とした時の各帶のそれに対する割合を示し、最後の行は總ての星の分布状態を同じ様に示したもので此は Seeliger が算へたものである。

第 五 表

銀河緯度	n	密 度 變 光 星	總ての星
$+90^\circ$ —— $+70^\circ$	10	0.14	0.35
$+90$ —— $+50$	62	0.29	0.37
$+50$ —— $+30$	101	0.31	0.45
$+30$ —— $+10$	248	0.63	0.68
$+10$ —— -10	422	1.00	1.00
-10 —— -30	238	0.60	0.77
-30 —— -50	93	0.29	0.47
-50 —— -70	43	0.20	0.41
-70 —— -90	17	0.23	0.38

此の表によれば變光星の方が他の總ての星よりも銀河の方へ著しく密集して居るこいふことを我々は識るこが出来ゐる。此は主として週期の長い方の δ Cephei 型變光星や蝕變光星が銀河の近くに非常に密集して居るこいふ事實に起因するものである。

以上で此の篇の變光星に關する豫備的知識を終つて置かうと思ふ。書き出せばまだまだ書くことはあつて、これだけでもゆうに一冊の本になり得る位であるが、讀者も少し厭味がさして來たらうと思うから先づこの邊りで筆を擱めることにする。而して次からはこの稿の主目的たる變光星各論に移らうと思ふ。上に記した變光星の性質といふやうなものに關しては再びそこで各變光星型について詳しく記すところがあると思ふ。なほ暇にまかせて部分的に思ひ出したこと、讀んだことを書き綴たのであるから、或は二重になつたり或は前後入れちがつたりして居ることも多くあるであらうと思ふが、その點はゆるしていただきたい。

小兒辯日

古時小兒の日を辨する一事あり。列子に見ゆ。云ふ

孔子東遊せるの時兩小兒の辯鬥するを見る。その故を問ふ。一兒曰はく「我日の始めて出づる時を以て、人を去る近しとし、日中を以て遠しとす。」一兒は「日の初めて出づるを遠しとし、日中を近しとす。」一兒曰はく「日の初めて出づるや大なること車蓋の如く、日中に及べば即ち盤盂の如し。此れ遠き者小にして近き者大なるが爲めならざるか」一兒曰はく「日初めて出づるや滄滄涼涼、その日中に及べば探湯の如し。此れ近き者熱くして、遠き者涼なるが爲めならざるか」と。孔子答ふる能はず。兩小兒曰はく「孰れか汝を多智なりと謂ふ乎」 讀者諸兄如何に？

飛電

五月九日の皆蝕日食觀測の爲 スマトラへ遠征した 山本博士から下の如く大成功を報じて來た。

Eclipse well observed good corona prominence through cloud
gaps forty five photographs