

李源喆博士와 η Aquilae

羅 逸 星



(李源喆 博士)

1968年 여름은 유난히 습도가 높고, 두더웠던 것으로 기억된다. 이런 日氣 때문에 Seeing이 나빠서 Sproul天文臺의 24인치 굴절망원경에 붙어 있는 4인치 안배망원경으로 8등성의 별들을 찾는 데도 무척 애를 먹었다. 하루 밤새껏 관측한 것이 10여장의 乾板이 고작이었다. 달이라도 밝으면 7등성도 어려울 정도였다. 차라리 몽땅 흐려두던지, 미나 콕콕 퍼부어 줬으면 하고 은근히 마랬다.

그런데 이 해에 처음으로 Sproul에서는 1967年 9月 1일부터 1968年 8月 31日 사이의 1年間, 7000장의 觀測記錄을 樹立했다고, 當時臺長이었던 Peter van de Kamp와 情熱的인 觀測家 W.D. Heintz는 喜色이 滿面했지만, 그 中 나의 몫은 不過 200장이나 됐을까?

이야기는 좀 다르지만 忙中閑이라 할까, 날씨가 나쁘다던지 비가 오는 밤이면 한가롭게 모여서 雜談(그러나 주로 별에 관한)을 즐기던 3사람이 있었다. 張景愛嬢(當時 Sproul天文臺에서 碩士過程을 공부하고 있었고, 지금은 獨逸에 留學中)과 尹鴻植博士(當時 Bartol研究所에서 太陽黑點에 關하여 研究하고 있었음) 그리고 筆者.

어떤날 우연히 李源喆박사의 이야기가 話題에 올랐다. 3사람 중 누군가가 “오늘밤에는 李博士의 博士學位論文을 찾아 보자”고 제안하였다. 우리 셋은 即時 2층에 있는 圖書室에 올라가서 1930年代의 學會誌를 뒤지기 시작했다. Sproul天文臺의 도서관은 장서가 제대로 具備된 깨끗한 곳이다. Astronomical Journal에서 찾지 못했다. Astrophysical Journal과 Publication of Astron-

omical Society of the Pacific에도 없었다. 우리는 失望하지 않고 머리를 짜냈다. Popular Astronomy를 뒤져본 것이다. Popular Astronomy는 지금은 廢刊이 되었지만 1940年代初까지는 가장 有力한 天文學의 大衆雜誌였다. 年代는 지금 正確히 기억할수 없지만, 그 잡지에서 우리는 美國天文學會消息란에 李源喆博士가 發表했다는 記事를 찾아낸 것이다. 우리는 李博士의 論文이 分明히 어디엔가 있을 것이라는 確信을 가졌다. 있다면 단 한곳만이 남아있다. 그것은 University of Michigan의 Publication일 것이다. 지금은 모두 廢刊되어 存續하지 않지만, 그 當時에는 有名한 大學은 그들 自身の 刊行物을 가지고 있던 것이 通例였다. 그 中에서드 지금까지 잘 알려져 있는 것들은 Harvard Annals, Publication of Princeton University Observatory, 그리고 Michigan Observatory의 것이 손꼽힐 것이다. 우리는 마침내 찾아 내고야 말았다.

Publications of the Observatory of the University of Michigan, Vol. 4, No. 8, pp. 109-128.

그의 論文 題目은

“Motions in the Atmosphere of Eta Aquilae” 이고, David W. Lee 라는 이름으로 되어 있는 20페이지에 達하는 긴 것이었다.

李源喆博士의 論文을 紹介하기에 앞서 잠깐 그 當時의 時代背景을 이야기 해 두는 것이 讀者들에게 有益하리라고 생각된다.

1956年* 이태리의 Fabricius가 고래자리의 오미크론(O. Ceti)이 變光한다는 것을 發見한 것은 當時의 天文學 思想에 큰 變換을 가져다 주었다.

* O. Ceti의 變光은 事實은 Fabricius보다 4年 앞선 1592년에 이미 觀象監의 學者들에 의해서 發見되었다. Brosche, P. 1966, IBVS No. 149 參照.

Ptolemy의 Almagest以來, 近 1500年間 별들의 세계에는 異常이 일어날수 없다는 論理가 깨지게 된것이 그것이다. 그러나 天上에도 變化가 있을수 있다고 하는것이 一般에게 納得이 된 것은 그 후 70年이 지나서 Montanari가 Algol의 變光을 연구한 結果, 그 變光은 幾何學的인 理由라고 밝혀 낸 후였다. Algol의 境遇, 2個의 별이 Kepler의 法則에 따라 서로 운동하는데, 공교롭게도 두 별의 軌道面이 우리의 視線方向과 一致해서 한별이 다른 별의 앞에 오기도하고 뒤에 숨겨지기도 하여 食現象을 일으키게 되므로서 變光이 일어난다고 하는 것이다. 따라서 별들의 軌道에서의 運動에 變化가 없는限, 食이 일어나는 現象은 規則的이어서 變光은 週期성을 갖게되기 때문에, 觀測하여 얻은 光度曲線은 깊이(深度)가 다른 2個의 極小를 갖게된다. 이때 깊이가 더 깊은 것을 主極深(또는 第1極小), 얇은것은 副極深(또는 第2極小)라고 부른다. Algol의 경우는 主와 副의 깊이가 뚜렷하게 差異가 있기때문에 分別하기가 쉬우나, 그後 많은 食變光星이 發見됨에 따라 副의 깊이가 大端히 얇아서 알아 보기가 어려운 별이 있는가 하면, 어떤 별에서는 副는 숫자 없어져서 主만 남아 있는것도 생기게 되었다. 前者의 경우는 2個의 별중 하나는 크고 밝은것(主星)이고, 다른 하나는 작고 어두운 별(伴星)이어서, 伴星이 主星앞에 와서 가려왔자, 차단된 主星의 빛의 量이 그리 크지 않기 때문에, 光度曲線上에는 깊이가 大端히 얇은 副極深을 보이게 되는 것이고, 後者の 경우는 그 程度가 지나쳐서 光度曲線上에 副라는 極深은 도무지 알아볼 수 없는 種類의 별이라는 것이었다. 말하자면 變光에 週期性만 있어 보이면, 光度曲線에 副極深이 있건 없건 關係치 않고, 그것은 2個의 별의 食現象때문이라고 斷定하였다. 그도 그럴것이 光度曲線을 만드는 測光學者만이 아니고, 視線速度를 測定한 分光學者들까지도 速度曲線을 만들어서, 그것으로 부터 軌道要素를 計算해 내는데 주저하지 않았었던 程度였다.

異常한 것은 이와같은 固着된 思考方式은 그後 Shapley가 나타나기까지 거의 250年間 天文

學者들을 支配하여 왔다는 것이다. Shapley는 우리의 銀河系內에 있는 數많은 球狀星團을 연구하여 마침내 우리 銀河系의 中心을 찾아냈고, 또 銀河系의 크기를 決定한 最初의 사람으로 有名하다. 그는 모든 星團에 적어도 몇個以上の 週期性變光星(週期는 1日內外)이 있다는 것에 注目하였고, 그 週期性은 별들이 密集되어 있는 星團內임으로, 2個의 별이 連星을 形成하여 運動하기 때문에 變光한다기 보다는 그 별 自體가 食이 아닌 다른 理由로 變光하는 것일 것이라고 생각하게 되었다. 그렇다면, 規則整然한 週期性 있는 變光의 理由란 食現象이 아니고 별이 스스로 부풀어서 커졌다가, 收縮하여 작아지는 소위 脉動일 것이라고 提案하였다.

事實, 太陽과 같이 젊고 健壯한 時期에 있는 별들은 重力과 輻射壓이 잘 平衡을 이루고 있지만 별들이 그 긴 生涯를 지내는 동안 어떤 時期가 되면, 理想的인 健康을 유지하지 못하고, 숨결이 거칠어 질수도 있겠다. 이 時期가 되면 輻射壓이 重力을 증가하여 별은 부풀어서 커지다가, 어느정도 시간이 경과하게 되면 輻射壓은 減衰되는 反面에, 重力이 커져서 별은 더 부풀지 못하고 反對로 收縮이 시작된다. 그러나 이 收縮現象도 無限定으로 계속되지 못하고, 다음 순간에는 重力을 이겨내는 輻射壓이 다시 커지기 시작한다. 용수철이 늘어났다 줄어들었다 하는 式으로 별은 커졌다 작아졌다 反復하게 된다. 이것은 分明히 별의 脉搏의 鼓動이다.

20世紀의 天文學界는 이 새로운 Shapley의 脉動說로 因해서 큰 衝擊을 받았다. 그 衝擊波는 Harvard를 振源으로 하여 Princeton으로 Michigan으로 波及되었다. 脉動說에 가장 敏感한 反應을 보인 學者中에 W.C. Rufus라는 사람이 있었다. Rufus는 Michigan大學의 教授였는데, 그는 延禧專門學校校長이었던 Underwood(I世)博士와 特別한 親分이 있었다. Rufus박사는 安息年이 되자 Underwood의 請을 받고, 延專에 와서 數學과 天文學을 강의하고 돌아갔다. 그 期時에 그는 “李太祖의 天文圖”를 Royal Asiatic Society에 寄稿하였다*. 아마 이때 Rufus는 算學에 뛰어

* W.C. Rufus는 그後 다시 Underwood II世의 請을 받고 1930年初에 延專에 와서 강의한바 있고, “Korean Astronomy”라는 記事를 Royal Asiatic Society에 보고함으로써 또 다시 韓國의 古代天文學을 紹介한 바 있다.

나 神童이라고 불리우던 青年 李源喆을 가르친 것 같다. 이것이 인연이 되어 李源喆은 1923년에 Michigan 大學에 留學하게 되었고, 그곳에서 Rufus의 指導로 博士學位論문을 完成하였는데, 脉動說을 觀測으로 證明해 내는데 功이 컸던 Rufus의 影響을 받아서, Eta Aquilae의 變光이 바로 大氣의 運動때문이라는 것을 分光學的方法에 의해서 證明해 내게 된 것이다.

그러던 李源喆이 研究한 η Aql 란 도대체 어떠한 별이며, 그는 그 별을 어떻게 研究하였는가를 그가 歸國한 後 1932년에 出版한 前記한 論文에서 찾아보자.

먼저 η Aql($19^{\text{h}}51^{\text{m}}.3, +0^{\circ}56'$)₁₉₇₆의 概觀을 보면 이별은 Bayer와 Flamsteed의 星表에는 3等星 그리고 그 後의 Piazzie에 의해서는 5等星으로 되어 있으므로 그 變光은 일찍부터 알수 있었던 것이었겠으나, 1784年 Pigott가 發見한 것으로 公認받고 있다. Pigott에 의하면 變光의 週期는 $7^{\text{d}}4^{\text{h}}38^{\text{m}}(7^{\text{d}}.193)$ 이었지만, 1914년에 Wurm은 $7^{\text{d}}.1760$ 로 改正하였다. 變光의 原因을 Goodricke은 食이라고 하였으나, 光度曲線이 單純하지 않기때문에 Argelander는 이 별의 表面에 큰 黑點들이 있어서 별의 自轉으로 因한 變光일 것이라고도 說明해 보았다. 光度曲線을 보면 極小는 하나이나 極大는 2個 있는데 그 中 하나는 分明하지가 못하기 때문에 Luizet(1903年)는 平均週期를 $7^{\text{d}}.176382$ 로 하고, 週期項인 $+0^{\text{d}}.14\sin(0^{\circ}.044E+304^{\circ})$ 를 첨가 하였으나, 그 後의 觀測者인 Wylie(1922年)와 Kohnlchütter(1909年)에 의해서 그 可能性이 否定되었다. 極大와 極小의 밝기의 差異를 Schwarzschild(1898年)는 寫眞等級으로 $1^{\text{m}}.09$ 라 했고, Wylie는 光電測光으로 $1^{\text{m}}.12$ 라고 했다.

η Aql가 食連星이라고 믿고 視線速度를 처음 觀測한 사람은 Belopolsky(1895年)였고, Wright(1899年)는 27장의 分光寫眞으로부터 이 連星系의 軌道要素를 다음과 같이 計算했다.

$$\begin{aligned} V &= -14.16\text{km}, & e &= 0.489, \\ W &= 68^{\circ}91, & T &= 6^{\text{d}}210, \\ K &= 20.91\text{km}, & A \sin i &= 1,545,000\text{km} \end{aligned}$$

그러나 1924년에 Rufus는 η Aql가 食變光星이

아니고, 脉動星이라고 생각하게 되었는데, 그것은 그가 42장의 分光寫眞을 가지고, Shapley의 理論을 導入한 까닭이었다. 이 별의 分光型은 Shapley를 위시해서 여러 사람들에 의해서 연구되었는데, Adams와 Joy(1918年)는 極大에서는 F1이고, 極小에서는 G5로 變型된다고 밝혔고, 이 現象은 δ Cep의 경우와 恰似하다는 것을 알아 낼으로써 脉動星이라는 것이 더욱 確實하게 되었다.

이제 李源喆博士 自身이 η Aql에 關해서 研究한 內容을 살펴 보자. 그는 다음과 같은 類의 現象을 研究하려고 그의 論文의 目的에서 밝혔는데 그것들은

- (1) η Aql의 大氣中 여러層에서 生成되었다고 생각되는 여러가지 元素의 吸收線의 波長의 變位에 對한 系統的인 調査,
- (2) 여러層에서의 原子速度의 差異를 일으키는 大氣의 脉動效果,
- (3) 光球로부터 밖으로 傳達되는 壓縮波의 探知,
- (4) 中性原子에 의한 吸收線과 이온화된 原子에 의해서 생성된 吸收線을 分離하고 그 變位の 相互比較, 그리고
- (5) 이 2種類의 原子의 速度사이의 相關關係, 光度變化, 및 별의 平均視線速度 등이었다. 이때 그가 擇한 大氣層은 1913년에 Mitchel이 太陽의 彩層에서 分離했던 것을 그대로 7개로 區分하였는데, 그 高度는 光球로부터 名各 660, 860, 1390, 2070, 2400, 5500, 그리고 8200km 였다. 그는 η Aql의 大氣는 太陽大氣에 비해서 몇배 더 크기 때문에 η Aql의 경우, 7個의 層의 光球로부터의 實際 높이는 太陽의 경우보다 훨씬 높을 것은 事實이지만, 原子량이 큰 元素일수록 下部層에 더 많이 分布하는 影響에는 이온화된 原子를 除外하고는 別로 差異가 없다고 假定했기 때문이라고 하였다.

그는 위에 列擧한 內容을 研究하기 위해서 Michigan天文臺의 37.5인치 Cassegrain 反射望遠鏡에 單 Prism(註. I-Prism이라 썼음) 分光寫眞儀를 使用하였다. 그가 η Aql의 觀測을 위해서 消費한 期間과 얻은 分光寫眞乾板의 數는 1923年(5月24日부터 11月1日까지)에 35장, 1924

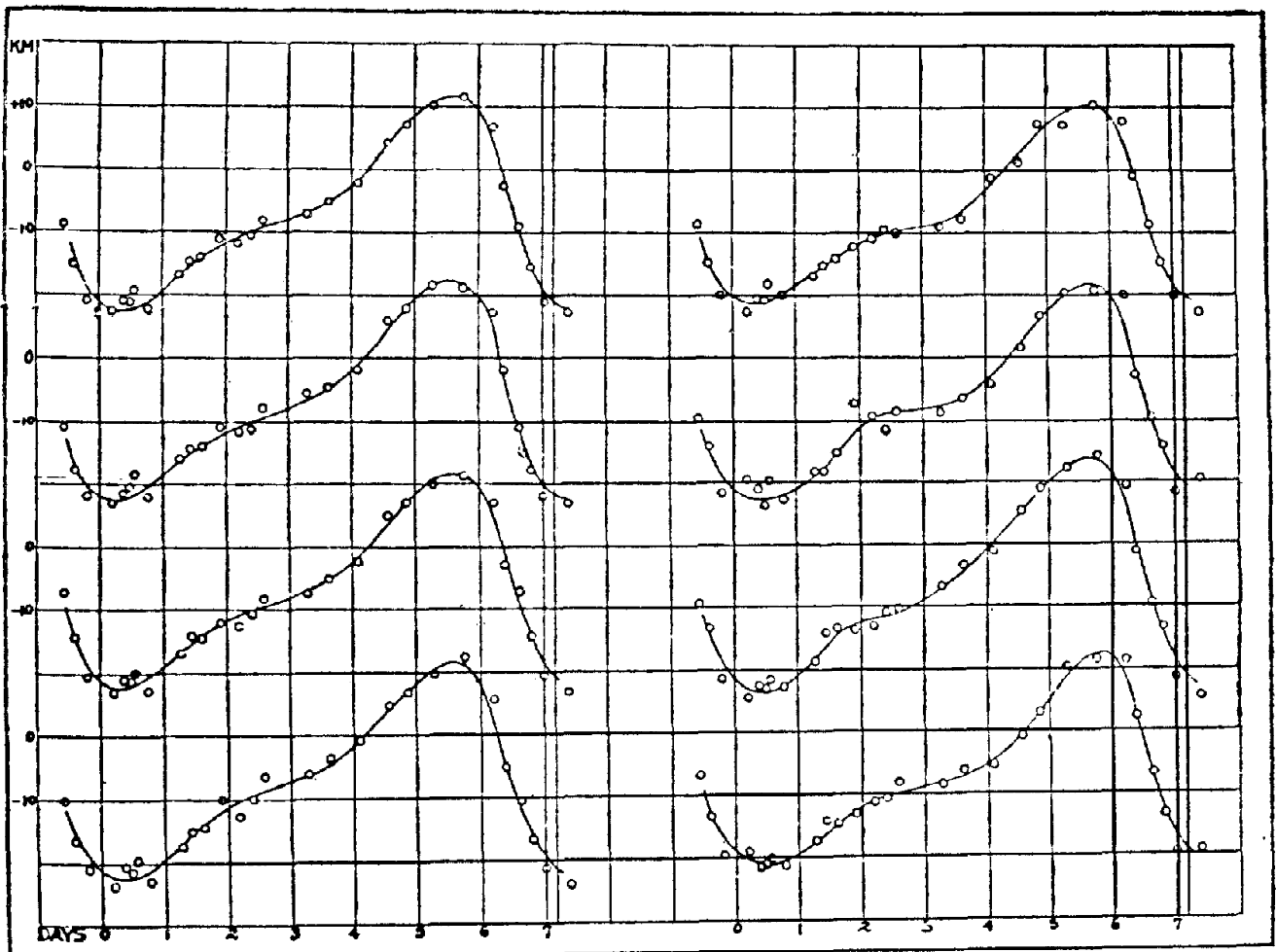
年(4月26일부터 10月22일까지)에 36장으로 합계 71장이었다. 使用한 寫眞乾板은 Seed 23(註. 지금은 使用되지 않음)이었고, 望遠鏡에서의 露出時間은 가장 긴 것이 1時間, 가장 짧은 것이 11分間이었고, 大部分은 30分内外였다.

乾板에 나타난 吸收線中 68個를 選擇하여, 그 波長을 Michigan의 第3番 Measuring engine으로 測定하였으며, 比較線은 Titanium spark lines을 사용했다. 그는 이와같이 하여 測定한 68個의 吸收線을 同定하기 위하여, 그 線에 該當하는 太陽의 吸收線과 元素名, 그리고 그 線들이 存在하는 太陽大氣에서의 높이를 함께 그의 論文의 表 3에 수록하였다.

그가 얻은 가장 重要한 結果의 하나로서 들수 있는 것은 η Aql의 各層에 따라 視線速度曲線을 탄은 것이다(註 그림 參照). 그림에 보인 8個의 速度曲線中 왼쪽줄의 第1 위의 것은 7個의 層의 平均이고, 그 밑으로 내려가면서 차례로 높은 層의 速度를 나타내며, 오른쪽 4個도 마찬가지로

차례로 높은 層에서의 速度의 時間에 對한 變化를 의미한다. 即 右쪽의 第1 아래에 있는 曲線이 별에서는 가장 높은 層(8200km)의 速度曲線이다. 이들 曲線에서 볼수있는 뚜렷한 性格의 하나는 極小(Phase \sim 0^d.4)에서 極大(Phase \sim 5^d.6)로 速度가 增加하는 途中 Phase가 약 2^d.0에서 3^d.0사이에서 주춤(註 pause라고 했음)하는 곳이 있는데 높은層인 경우가 낮은 層에서의 경우보다 이 pause現象이 더 뚜렷하다. 그는 이때가, 脉動論에 입각해서 보던, 별이 부풀어서 體積이 最大가 되는 때와 一致한다고 하였다.

視線速度의 極小과 極大의 값은 各各 -22.2 km/sec과 +11.3km/sec 이므로, 그 曲線의 振幅은 33.5km/sec로서 다른 사람의 값보다 8km/sec이나 적게 나타났다고 하였다. 이 速度의 極小과 極大는 光度曲線에서의 極大와 極小이 일어난 때보다 약 半日의 時間差를 두고 뒤늦게 생긴 것으로 나타났는데, 이것이 곧 η Aql가 食變光星이 아니라는 證據인 同時에, 그 變光의 原因이



大氣의 脉動이라는 것을 뚜렷하게 보여주는 結果라 하겠다. 이때 그가 使用한 光度要素는 Wylie (1922年)의 것으로서

Maxinum=J.D. 2,422,606.652+7.176 382E
였다.

그의 論文의 內容을 여기서 낱낱이 列擧할 수는 없다. 다만 한가지란 筆者로서 외람되히 強調하고 싶은 것이 있다면, 1920年代의 作品(發表는

1932年이지만)으로서 뿐만 아니라 오늘날이라 하더라도, 높이 評價받을 수 있는 알찬 研究라고 할 수 있을 것이며, 問題를 展開하는 面에서나 叙述하는 方式에서나, 그의 眞摯한 學問의 態度로써, 面面를 채우고 있다는 것을 엿볼 수 있을 것 이라는 것이다. 讀者들의 一讀을 敢히 勸하는 바이다. (1976年 8月 15日, 延世大 理工大 教授)