

단주기 식쌍성 UV PISCIVM의 궤도요소 연구

한 원 용 · 김 호 일 · 이 우 백

한국표준과학연구원 천문대

OBITAL ELEMENT ANALYSIS OF A SHORT PERIOD ECLIPSING BINARY UV PISCIVM

Wonyong Han, Ho-Il Kim and Woo-Baik Lee

Korea Astronomy Observatory, Taejon, 305-348, Korea

e-mail: whan@hanul.issa.re.kr, hikim@hanul.issa.re.kr, wblee@hanul.issa.re.kr

(Received May 10, 1996; Accepted May 30, 1996)

요 약

복잡한 광도변화를 보이는 RS CVn형 단주기 식쌍성 UV Piscium의 *BV* 광도곡선을 Wilson-Devinney의 차동보정 방법으로 분석하여 궤도요소들을 산출하였다. 우리가 분석에 사용한 광도곡선은 식이 일어나지 않고 있는 부분에서도 심한 광도변화를 보이고 있는데 이는 주성에 혹점군이 있기때문인 것으로 가정하고 이 혹점군의 위치와 크기 등도 계산하였다. 그 결과 UV Psc는 분리체쌍성이며 주성이 반성에 비하여 질량도 크고 온도도 높으나 반경은 거의 같다는 것을 알았다. 이것은 일반적인 항성 모형과는 대조를 보이는 것이어서 이를 검증하기 위한 관측이 요구된다.

ABSTRACT

We evaluated the orbital elements of *BV* light curves of a short period RS CVn type eclipsing binary system UV Piscium that shows complicated light variation, by analyzing with the Winson-Devinney's differential correction method. Because the analyzed light curves showe large light variation at outside eclipse region, we assumed spotted region of the primary component and calculated its position and size. The results show the UV Psc is a detached binary system of nearly the same radii and the primary component has high mass with high temperature. However this result is not consistant with customary stellar models, thus requires more observational data to confirm this problem.

1. 서 론

이 연구에서 다루려고 하는 천체는 강한 채총활동을 하는 소위 RS CVn형 쌍성 중에서 공전주기가 0.861일인 단주기 식쌍성계인 UV Psc(BD+6°189, $m=9.4$, G2V)이다. 이 쌍성계는 Huth가 1959에 사진 건판에서 변광을 발견하였으며 Hall (1976)이 단주기 RS CVn형 쌍성으로 분류하였다. Oliver (1974), Sadik (1979), Zeilik *et al.* (1981), Vivekananda & Sarma (1981, 1984), Zeilik *et al.* (1982), Han (1984), Han & Kim (1988) 등은 광전측광 관측을 하여 쌍성계를 이루는 두 별 사이의 상호작용에 의한 광도 변화에 진폭 0.04등급 정도의 파형 변광이 더해져 있음을 밝혔으며, 그 원인으로 혹점을 제시하였다. Budding & Zeilik (1987)은 광도곡선을 그들의 분석방법으로 분석하여 주성과 반성이 모두 주계열성임을 보였다.

Popper (1969, 1976)는 분광관측을 통하여 RS CVn형 쌍성의 공통적인 특징인 CaII H&K의 방출선을 확인하였고 또한 두별의 질량이 각각 $1.2M_{\odot}$ 와 $0.9M_{\odot}$ 라고 하였다. 현재까지 이 쌍성계의 광도곡선 분석은 대체로 광도곡선의 형태학적인 측면에서 이루어졌으며 로슈모형을 기반으로하고 혹점을 포함하는 분석기법을 적용하여 연구한 것은 Budding & Zeilik (1987)의 연구가 유일한 것이다. 따라서 현재 알려져 있는 가장 진보된 광도곡선 분석방법인 Wilson-Devinney의 모형을 적용하여 광도곡선을 분석하므로서 일반적 의미에서의 궤도요소뿐만 아니라 혹점의 물리적 특성까지 산출하고자 하는 것이다.

2. 광도곡선 및 분석

우리가 분석하고자 하는 광도곡선에서 (Han & Kim 1988) 보듯이 식이 일어나지 않고 있는 부분에서도 심한 광도변화를 보이고 있다. 이것은 소위 RS CVn형이라고 불리우는 쌍성들이 갖는 일반적인 특징으로 쌍성을 이루고 있는 두 별 중 하나 혹은 두 별 모두에 혹점이 있기 때문인 것으로 알려지고 있다. 따라서 우리의 UV Psc 광도곡선을 분석하기 위하여서는 쌍성의 일반적인 기하학적인 특성과 측광학적인 특성 외에도 혹점에 대한 기하학적, 측광학적 특성을 동시에 다룰 수 있는 방법을 사용하여야 한다. 지금까지 알려져 있는 식쌍성 광도곡선 분석방법 중에 혹점에 관한 요소들을 포함하고 있는 것으로는 Budding & Zeilik (1987)의 SPOT이라는 것과 Wilson & Devinney (1971)의 방법 등이 있다. 우리는 이중에서 Wilson-Devinney 최근 개정판 (WD93이라 하기로 함)을 사용하였다.

우리의 광도곡선을 분석하기 위하여 우선 공전주기 변화 등에 의한 위상변화가 여부를 판단하기 위하여 1983년과 1985년의 광도곡선 중에서 제 1 극심 부분만을 선택하여 각각 그림 1, 그림 2와 같은 광도곡선을 만들어 보았다. 이 그림들에서 점으로 표시한 것은 관측 값이고 실선으로 표시한 것은 관측값을 가장 잘 만족시키는 회귀곡선이다. 이 그림에서 보듯이 1982~83년과 1984~85년 광도곡선 모두에서 Oliver (1974)와 Al-Naimiy *et al.* (1978)의 광도요소로 광도요소로 계산된 위상과 관측된 위상 사이에는 약간의 차이가 있음을 알 수 있다. 그 차이는 1983년과 1985년에 위상으로 각각 0.0058과 0.0062이다.

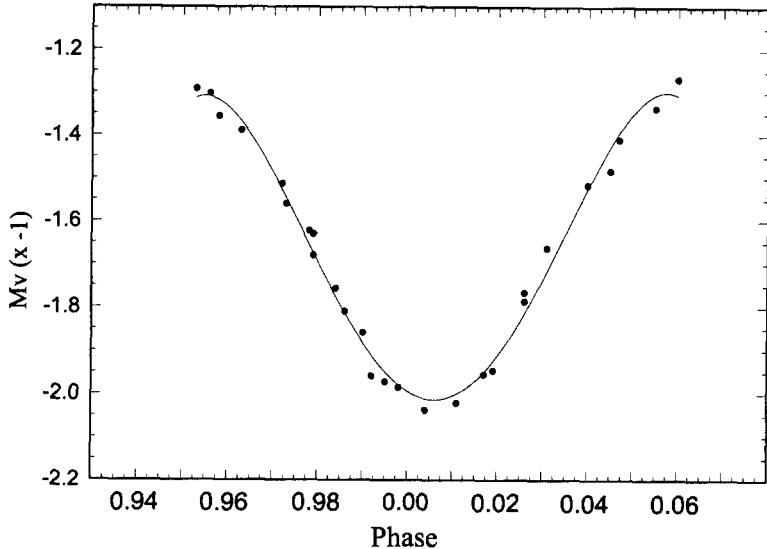


그림 1. UV Psc의 1982~83년 V 광도곡선의 주극심 부분. 점으로 표시된 것은 관측점이고 실선은 관측점을 만족하는 회귀곡선이다.

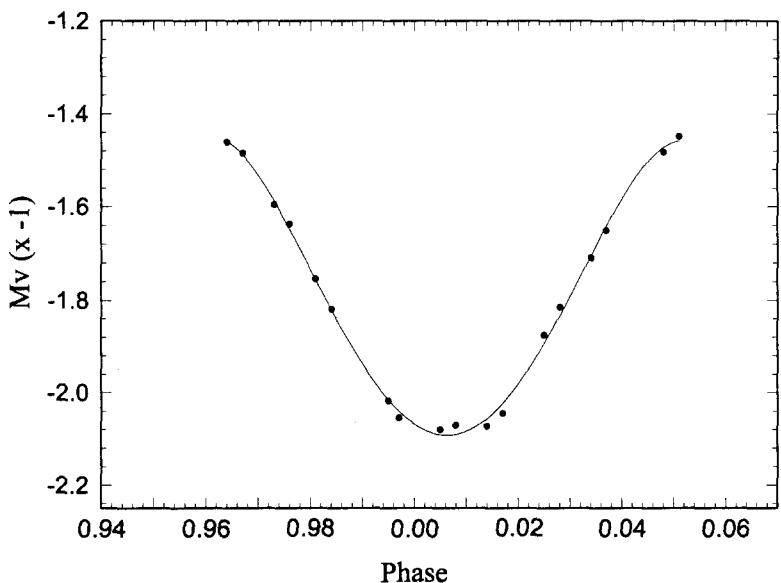


그림 2. UV Psc의 1984~85년 V 광도곡선의 주극심 부분. 점으로 표시된 것은 관측점이고 실선은 관측점을 만족하는 회귀곡선이다.

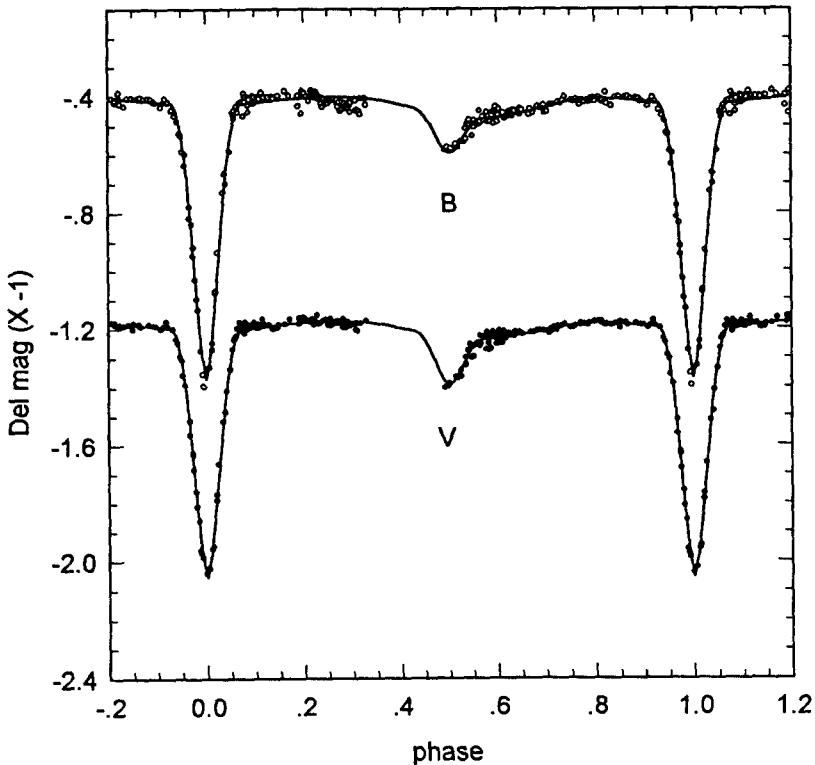


그림 3. UV Psc의 관측된 광도곡선과 계산된 광도곡선 (1982~83).

우리가 분석하고자 하는 광도곡선은 앞서 설명한 바와 같이 심한 광도변화를 보이고 있어 대표점을 만드는 과정에서 많은 주의가 필요하였다. 대표점을 만들기 위하여 우리는 일단 같은 위상에서 다른 관측자료들과 심한 차이를 보이는 관측자료들은 제거하여 비교적 일관성 있는 광도곡선을 만들었다. 그리고 이 관측점들로 전 위상에 걸쳐 대표점을 만들었는데 1982~83년과 1984~85년 V 광도곡선에서 각각 55개와 53개이며 B 광도곡선에서 각각 50개와 41개이다. U 광도곡선은 관측오차가 심하여 분석에서는 제외하였다. 광도곡선의 분석은 V 와 B 광도곡선을 동시에 하였으며 다만 1982~83년과 1984~85년 광도곡선은 구별하여 실행하였다. 선택한 초기값은 Budding & Zeilik (1987)의 결과를 사용하였고, 여기에 제시되지 않은 값들은 두 별의 분광형에 알맞은 이론적인 값들로 선정하였다.

또한 대부분의 RS CVn형 쌍성과 같이 이 쌍성계도 분리형이라고 가정하여 mode 2를 사용하였다. 그 결과 각 광도곡선마다 표 1과 같은 결과를 얻었다. 또한 이 결과를 LC에 입력하여 얻은 계산된 광도곡선을 관측된 광도곡선과 함께 그림 3과 그림 4에 보였는데 어느 해의 광도곡선이나 관측된 광도곡선과 비교적 잘 일치하고 있다고 할 수 있다.

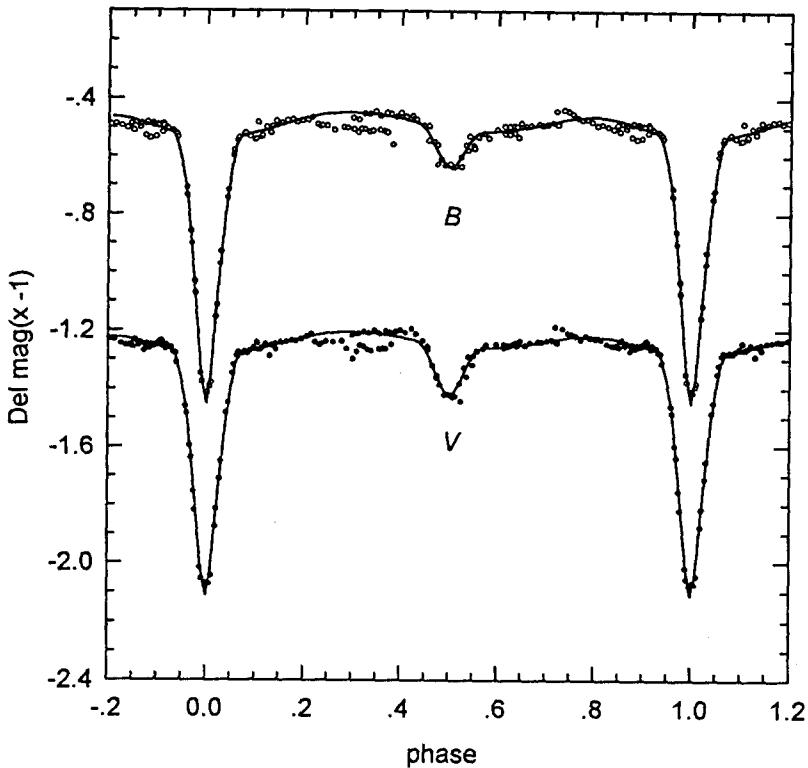


그림 4. UV Psc의 관측된 광도곡선과 계산된 광도곡선 (1984~85).

3. 결 론

소백산천문대에서 관측한 UV Psc의 V 와 B 광도곡선을 WD93 프로그램을 사용하여 분석하였다. 우리의 결과에 의하면 UV Psc는 분리형쌍성으로 주성의 표면에 흑점군을 가지고 있는 것으로 보인다. 우리가 구한 광도곡선의 해 중에서 흑점에 대한 것들을 제외한 다른 물리량들은 Budding & Zeilik (1987)의 결과와 대체로 일치하고 있으나 차이점은 반성의 반경이 그들의 결과보다 약간 커진 점이다. Budding & Zeilik은 이 쌍성계의 두별이 모두 주계열에 속한다고 하였으나, RS CVn형 쌍성이 일반적으로 주성이 주계열 혹은 준거성의 상태에 있고 반성은 거의 예외없이 준거성에 속하고 있는 점을 감안하면 우리의 결과가 더 신빙성이 있는 것으로 보인다.

우리의 결과 중에서 흑점군에 관한 내용을 살펴보면 이 쌍성계의 경우, 흑점은 주성의 표면에 있는 것으로 보이며 별표면 상의 흑점군의 크기나 위치 그리고 그 갯수 등은 해마다 달라지고 있는 것으로 보인다. 1983년 광도곡선의 분석결과는 하나의 흑점군이 있는 것으로 보이나 1985년의 결과는

표 1. UV Psc의 광도곡선 해.

Parameters	1982~1983		1984~1985	
	V	B	V	B
Adapted Parameters				
g_1	0.320		0.320	
g_2	0.320		0.320	
T_1	5860K		5860K	
A_1	0.500		0.500	
A_2	0.500		0.500	
X_1	0.752	0.832	0.752	0.832
X_2	0.801	0.817	0.801	0.817
Y_1	0.245	0.158	0.245	0.158
Y_2	-0.034	-0.212	-0.034	-0.211
Adjusted Parameters				
I	82.616(± 0.111)		82.865(± 0.145)	
T_2	4387(± 21)		4425(± 16)	
Ω_1	5.5345(± 0.0644)		5.5583(± 0.0368)	
Ω_2	4.8371(± 0.0178)		4.8372(± 0.0256)	
q	0.8187(± 0.0065)		0.8251(± 0.0074)	
l_1	0.807(± 0.008)	0.850(± 0.009)	0.792(± 0.009)	0.840(± 0.010)
l_2	0.193(± 0.010)	0.150(± 0.011)	0.208(± 0.011)	0.160(± 0.012)
Spot Parameters				
Latitude	90.0		90.0	90.0
Longitude	153.4(± 3.68)		147.2(± 1.5)	350.8(± 0.7)
Radius	15.0(± 1.37)		13.6(± 1.7)	13.7(± 1.0)
Temp Factor	0.780		0.780	0.780
Radius				
Pole 1,2	0.211(± 0.001)	0.217(± 0.001)	0.210(± 0.001)	0.218(± 0.001)
Point 1,2	0.216(± 0.001)	0.225(± 0.001)	0.215(± 0.002)	0.227(± 0.001)
Side 1,2	0.213(± 0.001)	0.219(± 0.001)	0.213(± 0.002)	0.221(± 0.001)
Back 1,2	0.215(± 0.001)	0.224(± 0.001)	0.214(± 0.002)	0.225(± 0.001)

두개의 혹점군을 가지고 있는 것으로 나타났다.

UV Psc의 경우 식이 일어나지 않고 있는 부분에서도 상당히 심한 광도변화를 보이고 있으며 이 변화가 몇번의 공전주기 기간에도 나타나므로 가능한 짧은 기간안에 관측이 완료되어야 보다 정확한 정보를 얻을 수 있을 것으로 생각되어 앞으로 이러한 시도가 있어야 할 것이라고 판단된다.

참고문현

- Al-Naimiy, H. M. K., Budding, E., Jassur, D. & Sadik A. R. 1978, IBVS, No.1415
 Budding, E. & Zeilik, M. 1987, ApJ., 319, 827
 Hall, D. S. 1976, in Multiple Periodic Variable Stars, ed. W. S. Fitch (Reidel: Dordrecht), p.287
 Han, W-Y., Kim, C. H., Ahn, Y. S. & Kim, T. H. 1984, Pub. Korean Nat. Astr. Obs., 6, 23
 Han, W-Y. & Kim, T. H. 1988, PASP, 100, 964
 Oliver, J. P. 1974, Ph. D. thesis, (Univ. of California: Los Angeles)
 Popper, D. M. 1969, BAAS, 1, 257
 Popper, D. M. 1976, IBVS, No.1083

Sadik, A. R. 1979, Ap. Space Sci., 63, 319

Vivekananda Rao, P. & Sarma, M. B. K. 1981, in Photometric and Spectroscopic Binary Systems ed. E. B. Carling and Z. Kopal (Reidel: Dordrecht), p.305

Vivekananda Rao, P. & Sarma, M. B. K. 1984, Ap. Spac. Sci., 99, 239

Wilson, R. E. & Devinney, E. J. 1971, ApJ, 166, 605

Zeilik, M., Elston, R., Henson, G., Schmolke, P. & Smith, P. 1982, IBVS, No.2089

Zeilik, M., Elston, R., Henson, G. & Smith, P. 1981, IBVS, No.2006