

δ Scuti형 변광성 HR 2707(=21 Mon)의 CCD 측광

이 호^{1,*} · 김승리² · 조성일¹ · 박흥서¹

¹한국교원대학교 제3대학 지구과학교육과, 363-791 충북 청원군 강내면 다락리 산7

²한국천문연구원, 305-348 대전광역시 유성구 화암동 61-1

CCD Photometry of a δ Scuti Variable HR 2707 (= 21 Mon)

Ho Lee^{1,*}, Seung-Lee Kim², Sung-Il Cho¹ and Hong-Suh Park¹

¹Department of Earth Science Education, Korea National University of Education,
Chungbuk 363-791, Korea

²Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 305-348, Korea

Abstract: We present a B and V band time-series CCD photometry of δ Scuti type variable star HR 2707. The observation was carried out for 45 nights between November 13, 2001 and February 20, 2002 with a 40 cm telescope equipped with a 1K CCD camera at the Korea National University of Education Optical Astronomy Observatory. Through the time-series CCD photometry we obtained 3011 V band and 6562 B band CCD frames. In some of these data, the V band data obtained for seven nights in January of 2002, had been used as a part of a multi-site campaign by Lopez de Coca et al. (2003). To detect pulsational frequencies, we used Discrete Fourier Transformation (DFT) and linear least square method. We have detected eight resonable pulsational frequencies and compare to previous studies we determine f_1, f_2, f_3, f_4, f_5 of Lopez de Coca et al. (2003) and f_4 for derived from this study are real pulsational frequencies of HR 2707.

Keywords: HR 2707, δ Scuti type variable, photometry

요약: δ Scuti형 변광성 HR 2707에 대해 한국교원대학교 청람천문대의 40 cm 카세그레인식 반사 망원경과 1K CCD (AP8p)를 사용하여 2001년 11월 13일부터 2002년 2월 20일까지 45일간 시계열 관측을 수행하였다. B, V 필터를 이용한 측광 관측으로부터 3,011장의 V 필터 영상과 6,562장의 B 필터 영상을 획득하였다. 이들 자료 중 2002년 1월의 7일간 V 필터 관측 자료는 국제공동 관측에 사용되었다(Lopez de Coca et al., 2003). 변광성의 맥동 주파수를 검출하기 위하여 이산 푸리에 변환(DFT)과 선형 최소자승법을 이용하여 8개의 맥동 주파수를 찾았으며, 이전 관측 자료에서 얻어진 주파수와 비교하여 HR 2707의 진짜 맥동 주기는 Lopez de Coca et al.(2003)의 연구에서 얻은 f_1, f_2, f_3, f_4, f_5 의 5개의 주기와 우리의 연구로부터 얻은 f_4 까지 6개로 결정하였다.

주요어: HR 2707, δ Scuti형 변광성, 측광

서 론

δ Scuti형 변광성(DSCT)은 세페이드 불안정 영역(Classical Cepheid instability strip)의 연장선이 주계열과 만나는 지점 근처에 주계열을 기준으로 2등급 가량의 광도 범위를 가지고 분포하며, 분광형은 대부분 A2~F2이며, 중원소 함량이 태양과 비슷한 종족 I

과 금속함량이 매우 낮은 종족 II SX Phe를 포함한다(Breger, 1979; Rodriguez and Breger, 2001). DSCT의 전형적인 주기는 $0^d.02$ 에서 $0^d.25$ 정도이며, 이러한 주기는 H-R도 상에서 인접하거나 겹쳐지는 roAp형, γ Dor형, RR Lyrae형 변광성과 잘 구분할 수 있는 기준이 된다(Breger, 1990, 2000). 대부분의 DSCT는 주계열 또는 준거성이지만 산개성단 NGC2264(Breger, 1972)와 HR 5999(Kurtz and Marang, 1995)의 경우처럼 전주계열성으로도 나타난다. DSCT의 맥동 양식(pulsation mode)에 따라 방사상 맥동(radial pulsations)과 비방사상 맥동(non-radial

*Corresponding author: leeho119@blue.knue.ac.kr
Tel: 82-43-230-3794
Fax: 82-43-233-2960

pulsations)으로 분류할 수 있으며, 일부의 DSCT는 방사상맥동을 하기도하지만 대부분의 경우 비방사상 p-모드(pressure-mode) 맥동 현상을 동시에 보여준다 (Breger, 2000). 대부분의 진폭이 작은 DSCT는 다주기성을 보이는 경우가 많기 때문에 완전한 주파수해를 구하기 위해서는 일반적으로 수십 주기 이상을 포함하는 관측을 필요로 한다. 연구의 대상으로 선정된 HR 2707(21 Mon, HD 55057, V571 Mon)은 Eggen(1968)에 의해 처음으로 변광 현상이 발견되었으며, Eggen(1968)은 V필터를 이용한 4일 밤의 관측으로 0^d.11의 주기와 0^m.02에서 최대 0^m.05 사이의 진폭을 구하였다. 이후 Gupta(1973)는 1970-73년 사이에 총 10일 동안의 관측에 의해 두 개의 변광 주기 P₁=0.0999081, P₂=0^d.0749998와 진폭 ΔV₁=0^m.0262, ΔV₂=0^m.0076을 구하였다. Stobie et al. (1977)은 스트렙그렌 y 필터를 이용한 21일간의 관측으로 847개의 관측점을 얻고, 주기분석을 통하여 5개의 주기를 구하였다. 본 연구를 위한 관측은 한국교원대학교 청람천문대와 스페인의 Observatorio de Sierra Nevada(OSN) 그리고 멕시코의 The Observatorio Astronómico Nacional at San Pedro Mártir(SPM)의 국제 공동관측으로 이루어졌으며(Lopez de Coca et al., 2003) 한국교원대학교 청람천문대에서는 국제 공동관측기간과 관계없이 약 100일간의 관측 기간 중 45일간 실제 관측이 이루어졌다. 본 연구에서는 한국교원대학교 청람천문대에서 관측한 자료만을 분석하고자한다. 제2절에서는 관측과 관측 자료의 분석 과정, 제3절에서는 주기분석을 제 4절에서는 결과를 요약하도록 하겠다.

관측 및 자료 처리

HR 2707의 CCD 측광 관측은 한국교원대학교 청람천문대의 40 cm 카세그레인식 반사 망원경(F/12)과 AP8p 1K CCD 카메라를 사용하여 2001년 11월 13일부터 2002년 2월 20일 사이 100일 중 총 45일(262.6시간)간 이루어졌으며 B 필터 영상 6,565장 V 필터 영상 4,096장 총 10,658장의 CCD 이미지를 얻었다. 검출기로 사용한 1K CCD 카메라의 이득값(gain)은 5e⁻/ADU, 읽기 잡음(readout noise)은 15e⁻, 화상정보를 읽어내는데 소요되는 시간(readout time)은 약 40초 정도 걸리며 한 화소의 크기는 24 μm로 화소당 0^m.67의 시야를 갖는다. CCD 냉각은 열전소

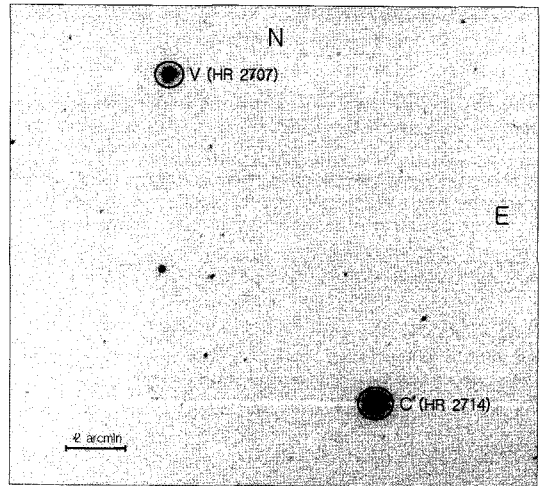


Fig. 1. CCD image of observed field (18' × 18'). The variable star labeled as V and the comparison star as C.

자를 이용한 전기냉각방식이며, -40°C까지 냉각이 가능하나 온도 변화에 따른 기기 영점의 변화를 최소화하기 위하여 관측 기간 중에는 -20°C로 일정하게 냉각시켜 관측하였다. 관측 기간 동안에 시상은 평균 4"~7"이었으며, 사용한 필터는 Johnson B, V필터를 교대로 사용하였고, 노출시간은 날씨의 상태에 따라 1.5초~14초 사이로 조절하였다. Fig. 1은 관측영역의 CCD 영상으로 HR 2707과 비교성으로 사용한 HR 2714(22 Mon)를 V(Variable)와 C(Comparison)로 각각 나타내었다. 변광성과 비교성의 등급과 색지수는 Table 1에 정리하였다. 비교성으로 사용한 HR 2714(22 Mon)은 우리와 공동 관측을 수행한 Lopez de Coca et al.(2003)에 의하여 안정성이 확인되었다. CCD 측광 관측 자료의 처리는 미국 국립 광학천문대(NOAO)의 IRAF(Image Reduction and Analysis Facility) 2.12를 이용한 일반적인 측광 순서에 따라서, 관측한 자료에서 기기 요소에 의한 성분을 제거하는 전처리단계(Preprocessing)를 수행하고, 구경측광(APPHOT)으로 등급을 구한 다음 비교성과의 차등 등급을 구하였다. 측광과정의 내부 오차는 0^m.002 이하였으며 차등 등급과 기기 영점으로부터 추정되는 오차는 0^m.004 이내로 판단된다.

주기 분석 및 모드 동정

주기 분석

관측으로부터 신뢰할 만한 변광 주기를 가능한 많

Table 1. Basic data for variable and comparison stars

	Star ID	R.A. (2000)	Dec. (2000)	V	B-V	Sp	Reference
Variable	HR 2707	07 ^h 11 ^m 23 ^s .632	-00° 18' 06" .860	5 ^m .456	0.286	FOV	Gupta (1973) Hipparcos Catalogue [†]
Comparison	HR 2714	07 ^h 11 ^m 51 ^s .860	-00° 29' 34" .010	4 ^m .14	-0.02	A2V	Cousins et al. (1966) Hipparcos Catalogue [†]

[†]<http://archive.ast.cam.ac.uk/hipp/hipparcos.html>

이 찾아내는 것이 우리의 목적이지만 관측일별 날씨, CCD 상에 관측되는 변광성의 위치변화 및 검출기의 전압 변화 등으로 인하여 관측일별 영점의 변화가 보였으며, 이를 보정하기 위하여 관측일별 자료의 평균 구하고 그 값을 빼주어 영점의 변화를 보정하였다. 영점의 보정은 실제 존재할 수 있는 긴 주기 맥동현상을 없애버릴 수도 있으나 관측여건을 고려하였을 때 긴 주기 맥동 현상을 신뢰 할 수 없기 때문에

제거하기로 하였다. 영점 보정이 끝난 자료는 자료의 간격이나 개수가 일정하지 않기 때문에 아래의 식과 같이 표현할 수 있는 이산 푸리에 변환(Discret Fourier Transform, DFT)방법을 이용한 Kim and Lee(1996)의 주기분석 프로그램을 사용하였다.

$$P(f_i) = \frac{4}{N^2} \left[\left\{ \sum_i y_i \cos(2\pi f_i t_i) \right\}^2 + \left\{ \sum_i y_i \sin(2\pi f_i t_i) \right\}^2 \right] \quad (1)$$

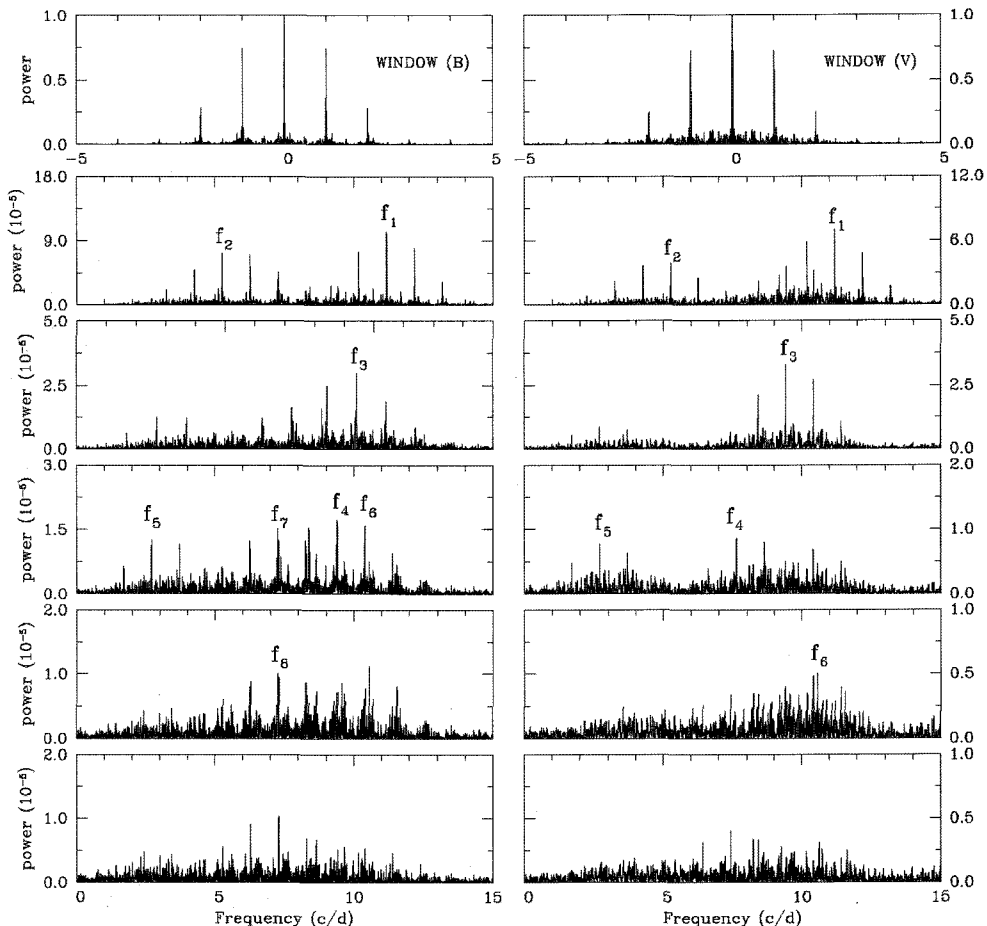


Fig. 2. Power Spectra of HR2707. B and V window spectra are shown in the top panels. Eight frequencies can be identified in the next five panels.

여기에서 $P(f_i)$ 는 주어진 주파수(cycles/day)에서의 세기(power)이고, N 은 관측 자료의 수, t_n 는 관측시간, y_n 는 별의 등급이다. 관측 자료로부터 파워 스펙트럼(power spectrum)을 얻고, 그 중 최대 출력을 갖는 정점(peak)이 나타나는 곳이 바로 그 별의 맥동 주파수가 되어 변광성의 주기를 결정하게 된다. 주기의 분석은 시계열 자료에 대한 창문함수(window function)를 얻은 후 최적화된 주기, 진폭, 위상을 구한 후 첫 번째 주기를 제거한 잔차에서 다음 주기를 구하는 방법으로 진행하였다. Fig. 2는 HR 2707의 관측 자료로부터 얻은 파워스펙트럼으로, 가로축은 주파수(cd^{-1})이고 세로축은 세기를 나타낸다. 그림의 맨 위는 각각 B와 V의 창문함수(spectral window)이고, 아래는 순서대로 가장 강한 주파수를 보이는 주파수부터 차례로 나타내었다. 주기는 B필터와 V필터를 모두 분석하였으나, B 필터 관측 자료가 V필터에 비하여 더 긴 기간을 관측하여 보다 좋은 창문함수를 보여주기 때문에 B필터로부터 얻은 주기를 본 연구의 주기로 사용하였다. 주기분석을 통하여 신호 대 잡음비(S/N)

가 4 이상인(Breger, 1993) 주파수 $f_1=11.1798$, $f_2=5.2542$, $f_3=9.4214$, $f_4=9.3823$, $f_5=2.7035$, $f_6=10.5566$, $f_7=7.2473$, $f_8=7.2897$ 의 8개의 주파수를 찾아내어, 이전의 연구결과와 비교하기 위하여 이전의 연구결과는 Table 2에 본 연구의 결과는 Table 3에 나타내었다. f_1 은 Stobie et al.(1977), Lopez de Coca et al.(2003)의 자료와 잘 일치하고 있으나 Gupta(1973)의 자료와는 $1.17cd^{-1}$ 의 차이를 보이며 이는 Gupta(1973)의 자료가 헛주파수에 의한 영향으로 보인다. 헛주파수(alias frequency)는 한 관측소에서 관측할 때 나타나는 영향으로, 한 관측소에서 아무리 많은 시간을 관측하여도 헛주파수에 의한 영향을 없앨 수는 없다(Breger, 2000). f_2 는 Lopez de Coca et al.(2003)의 자료와는 잘 일치하고 있으나 Stobie et al.(1977)의 자료와는 $1cd^{-1}$ 의 차이를 보이며, 이는 Stobie et al.(1977)의 자료가 헛주파수에 의한 영향으로 보인다. f_3 는 Lopez de Coca et al.(2003)의 자료와는 잘 일치하고 있으나 Stobie et al.(1977)의 자료에서는 나타나지 않고 있다, 이는 맥동

Table 2. Previous Study of HR 2707

ID [†]	Eggen (1968)		Gupta (1973)		Stobie et al. (1977)		Lopez de Coca et al. (2003)	
	Period (Frequency)	V amp	Period (Frequency)	V ampl	Frequency	V amp	Frequency	V ampl
f_1	0 ^d .11 (0.0909)	0.02-0.05	0 ^d .0999081 (10.0091)	0.0262	11.1790	0.0192	11.1795	0.0185
f_2	-	-	0 ^d .0749998 (13.3334)	0.0076	6.2457	0.0126	5.2563	0.0113
f_3	-	-	-	-	9.3883	0.0072	9.4129	0.0092
f_4	-	-	-	-	3.7040	0.0062	9.9645	0.0085
f_5	-	-	-	-	6.6360	0.0056	3.7038	0.0076
f_6	-	-	-	-	-	-	9.2032	0.0067
f_7	-	-	-	-	-	-	7.4837	0.0056
f_8	-	-	-	-	-	-	6.9477	0.0045

[†]B band Frequency

Table 3. Results of frequency analysis for HR 2707 (This Study)

ID	Frequency	$A_j^†$ (mag)	$\phi_j^†$	S/N
f_1	11.17976	0.020785 ± 0.000340	0.176737 ± 0.016231	13.5
f_2	5.25424	0.016583 ± 0.000338	2.502574 ± 0.020332	11.0
f_3	9.42144	0.013222 ± 0.000347	4.409896 ± 0.026820	7.2
f_4	9.38232	0.008347 ± 0.000347	-0.706190 ± 0.041569	5.5
f_5	2.70352	0.007141 ± 0.000339	2.601950 ± 0.047012	4.9
f_6	10.55664	0.007029 ± 0.000349	2.375056 ± 0.049653	4.4
f_7	7.24736	0.006834 ± 0.000342	-1.136790 ± 0.050326	4.1
f_8	7.28968	0.006767 ± 0.000343	3.084725 ± 0.051037	4.2

$$^†V = V_0 + \sum_j A_j [2\pi f_j(t - t_0) + \phi_j], t_0 = HJD2,452,000.00$$

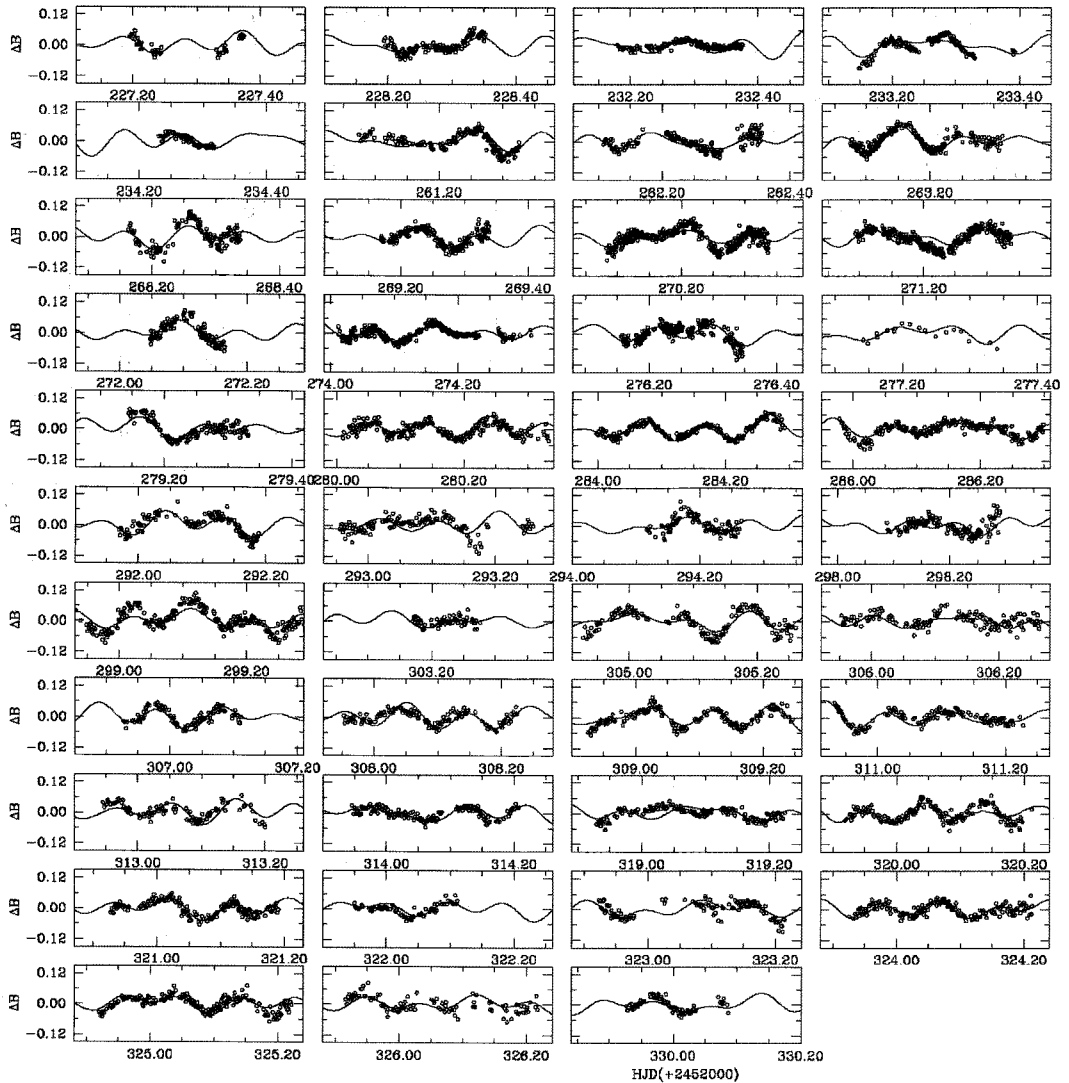


Fig. 3. B band light curves of HR 2707. The open circles denote the observed data. The solid lines are computed with five frequencies detected in this study.

진폭 변화에 의하여 나타나는 현상으로 보인다(Porretti, 2000). f_4 는 Stobie et al.(1977)의 f_3 와 거의 일치하고 있으며, Lopez de Coca et al.(2003)에는 나타나지 않는 주파수로 우리의 자료가 상대적으로 긴 기간의 관측임을 생각할 때 실제 주파수로 판단된다. 이러한 현상은 맥동 진폭이 변화하면서 나타나는 현상으로 보인다(Porretti, 2000). f_5 는 Stobie et al.(1977)의 f_4 , Lopez de Coca et al.(2003)의 f_5 와 1 cd^{-1} 차이를 보이는데 이는 긴 관측기간에도 불구하고 우리의 자료가 한 관측소에만 관측할 때 나타나는 헛주파수에 의한 것으로 보인다. f_6, f_7, f_8 은 S/N

의 값이 4.0이 넘는 주파수이지만 이전의 연구결과 및 현재의 관측 자료만으로는 확실한 주기라고 판단하기 어려워 추가적인 관측으로 확인해 보아야 할 것으로 보인다. 주파수분석으로부터 얻어진 HR 2707의 변광 진폭의 변화는 f_1, f_2, f_3 모두 작아지는 경향을 보이고 있으며, 관측 시점에 따른 진폭의 변화에 의하여, f_4 가 Stobie et al.(1977)의 관측 자료에서는 f^2 로 나타나는데, Lopez de Coca et al.(2003)에서는 검출이 되지 않다가 우리의 관측 자료에서 f_4 로 나타나는 것과 f_5 가 Lopez de Coca et al.(2003)의 관측 자료에서는 나타나는데 Stobie et al.(1977)의 자료에

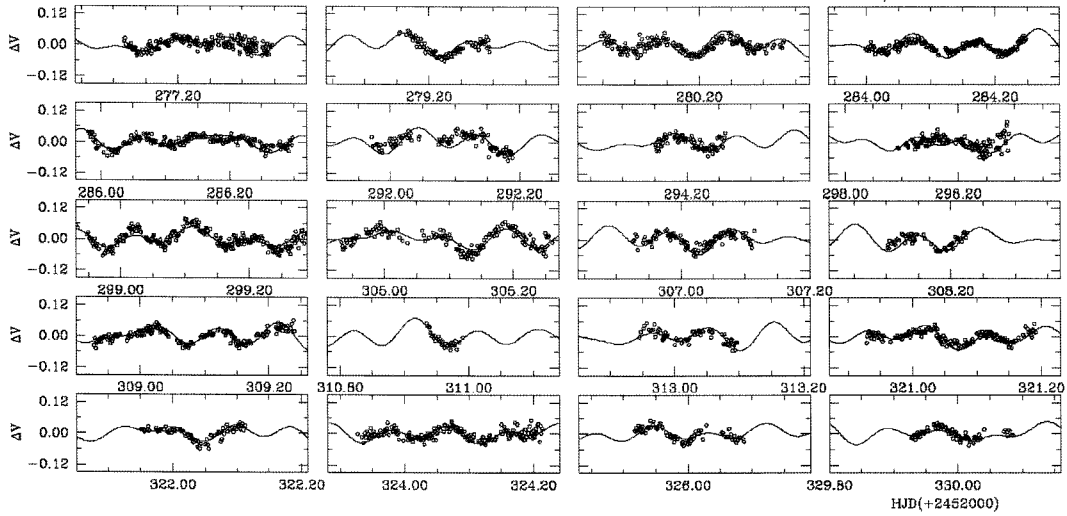


Fig. 4. V band light curves of HR 2707. The open circles denote the observed data. The solid lines are computed with five frequencies detected in this study.

서는 나타나지 않는데 영향을 준다고 판단된다. Fig. 3과 Fig. 4는 각각 B 필터와 V필터의 관측일별 광도 곡선으로 원으로 나타낸 것은 관측값이고 실선으로 표시한 것은 본 연구에서 얻은 5개의 주기를 사용하여 만든 이론적인 변광곡선으로 관측값과 잘 일치함을 볼 수 있다.

모드 동정

Table 4에 HR 2707의 각 주파수에 해당하는 Q값과 주파수간의 차이를 나타내었다. HR 2707에서 관측된 6개 주파수들 사이의 비(ratio)를 계산해보면, 방사상 맥동에 의한 주기비인 $P_1/P_0=0.761$, $P_2/P_1=0.810$, $P_3/P_0=0.521$ (Breger 1979)와 유사한 것이 보이지 않으며, 하모닉 주파수나, 주파수 차이에 의한 비선형 주파수가 관측되지 않는다. 이것은 6개의 주파수 대부분이 비방사상맥동 특성을 모드에 의한 것임을 알 수 있다. 이러한 비방사상 맥동 모드의 동정을 위해서는 스트림그램 필터를 사용한 밝기와 색지

수의비와 위상차이를 이용하여 비방사상 모드의 유형을 결정하는 값을 추정할 수 있는데 우리의 B, V 필터를 이용한 관측에서는 이러한 과정을 수행할 수 없기 때문에 맥동상수(Q)를 구하여 Fitch(1981)의 이론적 모델과 비교하였다. 맥동상수 Q는 4개의 관측 가능한 인자로 다음과 같은 식으로 나타내어진다 (Breger, 1993).

$$\log Q = -6.456 + \log P + 0.5 \log g + 0.1 M_{bol} + \log T_{eff} \quad (2)$$

HR 2707의 자료는 $\log g = 3.62$, $M_{bol} = 0.588$, $\log T_{eff} = 3.86$ (Poretti, 2000)를 사용하였고, 맥동상수는 Table 4에 정리하였다. Fitch(1981)의 모델값과 비교하여 f_1 과 f_4 가 2.0M50 모델의 p-모드인 것으로 보이나, HR2707의 자전속도가 138 km/s(Royer et al., 2002)인 점을 감안하면 신뢰하기 어려운값으로 보인다. 맥동 모드의 정확한 결정을 위하여 스트림그램 필터를 이용한 관측이 필요하다고 판단된다.

Table 4. Frequencies and their destinations, differences and Q value of HR 2707

ID	Frequency	Q ($\times 10^{-2}$)	$f_i - f_1$	$f_i - f_2$	$f_i - f_3$	$f_i - f_4$	$f_i - f_5$
f_1	11.1798	1.78	-	-	-	-	-
f_2	5.2542	3.79	5.9255	-	-	-	-
f_3	9.4214	2.12	1.7583	4.1672	-	-	-
f_4^{\dagger}	9.9645	2.00	1.2153	4.7103	0.5431	-	-
f_5^{\dagger}	3.7038	5.38	7.4760	1.5504	5.7176	6.2607	-
f_6	9.3823	2.12	1.7974	4.1281	0.0391	0.5822	5.6785

[†]Include for the purpose of modes identification though not found in this study.

결론 및 토의

한국교원대학교 청람천문대 40 cm 광학 망원경과 1K CCD 카메라를 이용한 HR 2707의 CCD 시계열 측광으로 B필터 6,562개, V 필터 3,011개의 관측점을 얻고 주파수 분석을 통하여 다음의 결과를 얻었다.

가. 이산 푸리에 변환(Discret Fourier Transform, DFT)방법을 이용하여 S/N이 4이상인 8개의 맥동 주파수를 찾았다.

나. Stobie et al.(1977)의 f_3 가 Lopez de Coca et al.(2003)의 관측에서는 보이지 않았으나 우리의 관측에서 f_4 로 나타나는 것은 맥동 진폭의 변화가 주파수에 영향을 주어 관측 시점에 따라 검출되는 주파수가 달라짐을 볼 수 있다.

다. 우리의 연구에서 얻은 f_6 , f_7 , f_8 과 같이 S/N의 값이 4.0이 넘는 주파수라고 하더라도 진짜 맥동 주기가 아닐 수 있으므로 이전의 연구 결과 등과 비교하여 진짜 맥동 주기 여부를 판단하여야 한다.

라. 우리가 구한 f_5 와 Stobie et al.(1977)의 f_2 에서 보이듯이 아무리 긴 기간의 관측도 한 관측소에서 이루어지면 헛주파수의 효과를 피하기 어려우므로 이러한 효과를 피하기 위하여 국제 공동 관측이 필요하다고 판단된다.

마. 이전의 연구 결과와 우리의 관측 자료를 종합하여, HR 2707의 맥동 주기는 Lopez de Coca et al.(2003)의 f_1 , f_2 , f_3 , f_4 , f_5 와 우리가 얻은 f_4 까지 6개가 확실한 주파수로 판단된다.

바. 맥동 모드 결정을 위하여 맥동 상수를 구하여 Fitch(1981)의 이론적 모형과 비교하여보니 f_1 과 f_4 가 p-모드로 보이나 항성의 빠른 자전 속력으로 인하여 신뢰하기 어렵다고 보여지며, 정확한 맥동 모드 결정을 위하여 스트림그렌 관측이 필요하다고 판단된다.

감사의 글

이 논문의 원고를 읽고 세심한 지적과 조언을 해주신 전북대학교 김철희 교수님과 충북대학교 김용기 교수님과 익명의 심사자에게 감사를 드립니다.

참고문헌

Breger, M., 1972, Pre-Main Stars I: Light variability, shells, and pulsation in NGC 2264. *Astrophysical Journal*, 171, 539-548.

Breger, M., 1979, Delta Scuti and related stars. *Astronomical Society of the Pacific Publications*, 91, 5-26.

Breger, M., 1990, Delta Scuti stars and stellar evolution, confrontation between stellar pulsation and evolution. *Proceedings of the Astronomical Society of the Pacific*, 263-274.

Breger, M., 1993, Nonradial Pulsation among Beta Scuti stars, New perspectives on stellar pulsation and pulsating variable stars. *Proceedings of IAU Colloquium*, p. 135.

Breger, M., 2000, delta Scuti stars (Review), Delta Scuti and Related Stars. *Proceedings of the 6th Vienna Workshop in Astrophysics*, 210, 3-42.

Cousins, A.W.J., Lake, R., and Stoy, R.H., 1966, Photoelectric magnitudes and colours of southern stars, II. *Royal Observatory bulletins*, 121, 55.

Eggen, O.J., 1968, HR 2707: A Delta Scuti variable, *Information Bulletin on Variable Stars*, 250, 1.

Fitch, W.S., 1981, L O, 1,2, and 3 Pulsation Constants for Evolutionary Models of Delta-Scuti Stars. *Astrophysical Journal*, 249, 218-227.

Gupta, S.K., 1973, The light variability of 21 Monocerotis. *The Observatory*, 93, 192-195.

Kim, S.-L. and Lee, S.-W., 1996, CCD photometry of a delta Scuti variable in an open cluster: V650 Tau in the Pleiades. *Astronomy and Astrophysics*, 310, 831-836.

Kurtz, D.W. and Marang, F., 1995, The discovery of delta Scuti pulsational variability in the pre-main-sequence Herbig AE star, HR 5999, and the discovery of rotational light variability in the remarkable He-weak BP star, HR 6000. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 276, 191-198.

López de Coca, P., Kim, S.-L., Hobart, M.A., Rolland, A., Lee, H., García-Pelayo, J.M., and Cho, S., 2003, Multi-periodicity of 21 Mon. *Astrophysics and Space Science*, 284, 355-358.

Poretti, E., 2000, The Frequency content of delta Scuti stars as determined by photometry, delta Scuti and related stars. *Proceedings of the 6th Vienna Workshop in Astrophysics*, 210, 45-66.

Rodríguez, E. and Breger, M., 2001, Delta Scuti and related stars: Analysis of the R00 Catalogue. *Astronomy and Astrophysics*, 366, 178-196.

Royer, F., Grenier, S., Baylac, M.-O., Gómez, A.E., and Zorec, J., 2002, Rotational velocities of A-type stars in the northern hemisphere, II: Measurement of vsini. *Astronomy and Astrophysics*, 393, 897-911.

Stobie, R.S., Pickup, D.A., and Shobbrook, R.R., 1977, Frequency analysis of the delta Scuti star 21 Monocerotis. *Royal Astronomical Society, Monthly Notices*, 179, 389-399.

2006년 11월 6일 접수
2006년 12월 4일 수정완료 접수
2006년 12월 4일 채택