

AW CAM의 광도곡선 분석

김 천 휘

충북대학교 천문우주학과

한 원 용

표준과학연구원 천문대

THE LIGHT CURVE ANALYSIS OF AW CAM

Chun-Hwey Kim

Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University

Wonyong Han

Korea Astronomy Observatory, Taejeon, 305-348, Korea

email: kimch@astro.chungbuk.ac.kr, whan@hanul.issa.re.kr

(Received April 30, 1995; Accepted May 9, 1995)

요 약

β Lyrae형 식쌍성 AW Cam을 *UBV* 세파장 영역에서 광전 관측하여 얻은 *UBV* 광도곡선을 Wilson and Devinney 쌍성 모델의 2가지 mode(mode 2와 mode 5)로 분석하였다. 이는 Russo and Milano (1983)가 산출한 측광 질량비($q=0.21$)와 Mammano *et al.* (1967)의 분광질량비($q=0.43$)가 일치하지 않는 모순-AW Cam 계의 남아 있는 문제인-을 해결하기 위한 것이다. Mode 2로 구한 측광학적 해가 mode 5로 구한 해보다 관측된 광도곡선을 더 잘 반영하는 것으로 계산되었다. 이는 AW Cam이 정상준분리형계가 아니라 분리형 쌍성계임을 제시하는 것으로 해석될 수 있다. 또한 산출한 질량비 ($q=0.43$)로 계산한 AW Cam계의 삼차원 로쉬 모형을 보면 가벼운 반성은 안쪽 로쉬 한계면에 잘 들어 있는 반면 더 무거운 주성이 로쉬 한계면에 거의 접촉하고 있다. 로쉬 기하, 공전주기의 일정성, 그리고 다른 측광학적 증거들로 부터 AW Cam은 Giuricin and Mardrossian (1981)이 제안한 '접촉이 깨진 상태'에 있는 진화된 분리형 쌍성계가 아니라, '접촉 상태'로 가고 있는 case A 진화 상태에 있는 덜 진화된 분리형 쌍성계로 잠정적으로 결론짓는다.

ABSTRACT

The β Lyrae-type eclipsing binary AW Cam was observed photoelectrically in three wavelength regions. The obtained *UBV* light curves of AW Cam were

analyzed with two separate modes (mode 2 for detached systems and mode 5 for semi-detached ones) of the Wilson-Devinney binary model. It is intended to resolve the discrepancy in AW Cam system that the photometric mass ratio ($q=0.21$) derived by Russo and Milano (1983) is not consistent with the spectroscopic result ($q=0.43$) by Mammano *et al.* (1967). Our photometric solutions derived with mode 2 are fitted better to the observed light curves than those of mode 5, supporting that AW Cam may be not a normal semi-detached system but a detached one. Three dimensional Roche configuration of AW Cam system calculated with the derived mass ratio ($q=0.43$) reveals that the less massive secondary is well confined within its inner Roche lobe, while the more massive primary is in marginally contact. From the Roche geometry, the constancy of the orbital period and other photometric evidences of AW Cam, it is provisionally concluded that the system is an unevolved detached binary in the phase of case A evolution toward 'contact phase' rather than an evolved one in 'broken-contact phase' suggested by Giuricin and Mardrossian (1981).

1. 서 론

1963년에 Strohmeier *et al.* (1963)에 의하여 식쌍성으로 처음 발견된 AW Camelopardalis (BV 412, $BD + 69^{\circ}389$, HD48049)은 공전주기가 0.771일이며 주성과 반성의 분광형이 각각 A0V와 F7III-IV인 β Lyrae형 근접쌍성이다. 이별의 최초의 광전측광은 Bartolini (1967), Tempesti (1967), 그리고 Harris (1968)에 의하여 거의 같은 시기에 수행되었는데, 그들은 이 별의 광전관측을 수행하여 그 결과를 독립적으로 발표하였다. 그들은 모두 Russel and Merrill (1952) 방법에 의하여 그들의 광도곡선을 분석하였는데 제 1 주심이 transit이라는 가정하에 반경 비는 약 0.5, 궤도경사각은 $77^{\circ}\sim 77.6^{\circ}$ 도, 주성과 반성의 반경은 각각 0.40~0.42와 0.21~0.22, 또한, 주성의 밝기는 황색(yellow) 필터에서 전체 밝기의 0.93~0.95로 산출하여 거의 비슷한 결과를 보였다. 단, 두성분 별의 표면온도의 비 I_g/I_b 를 Bartolini와 Tempesti는 황색 필터로 얻은 광도곡선으로부터 약 3.8로 구한 반면, Harris는 그보다 좀 더 큰 4.7로 산출하였다.

AW Cam의 최초의 분광관측은 Mammano *et al.* (1967)에 의하여 수행되었는데 그들은 AW Cam의 궤도가 원으로 가정하여 이 쌍성의 질량 함수를 $f(m) = 0.113$ 로 발표하였다. 그들은 AW Cam은 주성의 스펙트럼만 보이는 단일선 분광쌍성이며 주성의 분광형을 A0로 분류하였다. 이와 더불어 또한 AW Cam은 주성이 Roche lobe를 채우고 있는 특이한 준분리형 쌍성이라고 주장하였다. 이와 반대로 Webbink (1976)은 Roche lobe를 채운 것은 주성이 아니라 반성이며 따라서 AW Cam은 정상적인 준분리형 쌍성이라고 하여 Mammano *et al.*과는 상반된 Roche 형상을 상정하였다.

최근에 Giuricin and Mardirossian (1981)은 Tempesti (1967)와 Harris (1968)가 발표한 광도곡선을 WINK 모델 (Wood 1971)로 재분석하여 AW Cam의 해를 다시 구하였다. Mammano *et al.*의 분광관측으로 구한 두 성분별의 질량비($q=0.4$)를 고정시켜 구한 그들의 AW Cam의 해는 앞서 여러사람 들이 구한 해와 거의 비슷하다. 그러나 AW Cam의 두성분별이 모두 Roche lobe를 채우고 있지 않고 있으나, 두 성분별의 반경의 합이 매우 크다($r_1 + r_2 \approx 0.63$)는 관점에서 AW Cam은 접촉형 쌍성이 진화를 겪어 접촉이 깨진 상태(broken-contact phases)라는 것이다(Robertson and Eggleton 1977). 한편, Tempesti 와 Harris의 광도곡선을 Russo and Milano (1983)는 Wilson and Devinney 모델 (1971, 이하 WD 모델로 약함)로 재분석하였다. 그들은 반성이 Roche lobe를 채우고 있다는 가정아래 WD 모델의 mode 5로 AW Cam의 해를 산출하였는데 Giuricin and Mardirossian과는 매우 다른 질량비($q=0.21$)를 얻었다 (표 2 참조).

이상에서 살펴본 바와 같이 AW Cam은 그 기본적인 물리량 (반경, 궤도경사각, 밝기 등)은 어느 정도 일관성 있게 알려져 있으나 두 성분 별의 질량비는 아직도 학자들 사이에 이견이 있다. 질량비는 AW Cam계의 Roche 형상을 정하는 데 가장 기본적인 변수이며, Roche 형상은 AW Cam계의 진화를 이해하는데 필수적이므로 이 모순을 해결하는 일은 의미있는 연구 주제이다. 이 논문은 새로운 UBV 관측자료를 이용하여 AW Cam의 측광학적 해를 재산출함으로써 AW Cam 계에 남아 있는 질량비 문제를 좀 더 이해하는데 기여하고자 한다.

2. 관 측

AW Cam을 소백산천문대의 61cm 반사망원경과 부착된 광전측광기를 사용하여 1983년 1월 22일부터 1987년 11월 27일까지 총 12일 밤동안 관측하였다. 관측에 사용한 필터는 Johnson의 UBV 필터와 근사한 유효파장을 보이는 필터이다. 또한 광전증배관은 Hamamatsu 1P21으로 관측시 드라이 아이스로 냉각시켰다. 광전증배관에서 나온 별의 신호는 DC Amp에서 증폭되어 chart recorder에 기록된다. 기록된 출력 신호는 약 1분간 적분된 것이다.

AW Cam의 밝기와 비교하기 위하여 선택한 비교성과 비교성의 밝기를 점검하기 위한 점검성 (check star)은 각각 $BD + 69^{\circ}390$ ($m_V = 8.9$, $S_P = G0$)와 $BD + 70^{\circ}419$ ($m_V = 8.6$, $S_P = K8$)으로 Harris(1968)가 사용한 별들과 같다. 관측기간 동안 총 889점 (yellow는 356점, blue는 352점, ultraviolet는 182점)을 얻었다. 이 관측점들은 김천휘와 박은광 (1991)에 제시되어 있다. 그 관측점으로부터 대표점 관측점을 필터별로 표 1과 같이 만들었다. 이 표에서 각 관측점의 위상은 김천휘 등 (1992)이 정한 다음과 같은 AW Cam의 광도요소로 계산되었다.

$$Min I = JD Hel 2438706.8269 + 0.77134645 E \quad (1)$$

김천휘 등 (1992)에 의하면 AW Cam의 공전주기는 이 별의 관측이 시작된 1930년 이래 현재까지 약 60년 동안 공전주기가 일정한 것으로 알려지고 있다. 표 1에서 세번째 열은 대표점들을 만들때 쓰인 관측점의 수이다. 표 1의 대표점들의 UBV 광도곡선은 그림 1에 그려져 있다.

표 1. AW Cam의 대표점.

위상	l_v	갯수	위상	l_b	갯수	위상	l_u	갯수
0.0044	0.6735	8	0.0038	0.6616	9	0.0042	0.6553	4
0.0150	0.6843	9	0.0149	0.6757	8	0.0151	0.6697	4
0.0258	0.7102	8	0.0258	0.7030	8	0.0258	0.6911	4
0.0354	0.7368	6	0.0354	0.7318	6	0.0353	0.7208	3
0.0471	0.7800	5	0.0476	0.7781	5	0.0481	0.7660	3
0.0549	0.8127	4	0.0549	0.8070	4	0.0574	0.8080	2
0.0639	0.8480	6	0.0627	0.8306	5	0.0633	0.8200	2
0.0734	0.8810	6	0.0729	0.8727	6	0.0731	0.8561	3
0.0838	0.9107	5	0.0841	0.9071	5	0.0847	0.8985	3
0.0945	0.9318	4	0.0949	0.9297	4	0.0944	0.9230	2
0.1118	0.9492	4	0.1119	0.9459	4	0.1112	0.9432	3
0.1339	0.9571	4	0.1339	0.9568	4	0.1339	0.9565	2
0.1567	0.9713	4	0.1567	0.9761	4	0.1567	0.9690	2
0.1759	0.9853	3	0.1763	0.9860	3	0.1782	0.9801	2
0.1929	0.9876	5	0.1928	0.9825	5	0.1949	0.9967	2
0.2140	0.9984	5	0.2119	0.9954	4	0.2119	0.9935	2
0.2345	1.0030	8	0.2334	0.9997	9	0.2345	1.0036	5
0.2553	0.9989	9	0.2550	1.0001	10	0.2558	1.0000	6
0.2729	0.9987	13	0.2738	0.9954	12	0.2767	0.9986	7
0.2944	0.9977	11	0.2934	0.9963	10	0.2936	0.9974	5
0.3138	0.9879	6	0.3130	0.9852	15	0.3123	0.9879	8
0.3341	0.9804	10	0.3353	0.9713	12	0.3343	0.9750	5
0.3545	0.9762	10	0.3546	0.9687	10	0.3547	0.9659	5
0.3749	0.9610	9	0.3750	0.9519	9	0.3740	0.9522	4
0.3894	0.9577	3	0.3890	0.9495	3	0.3876	0.9423	2
0.4235	0.9456	1	0.4244	0.9440	1	0.4254	0.9478	1
0.4272	0.9378	1	0.4264	0.9481	1	0.4786	0.8801	1
0.4387	0.9059	1	0.4404	0.8991	1	0.5794	0.9351	1
0.4761	0.8888	1	0.4771	0.8994	1	0.5901	0.9185	1
0.5791	0.9469	2	0.5793	0.9209	2	0.6053	0.9764	1
0.5911	0.9382	3	0.5901	0.9221	2	0.6119	0.9386	2
0.6033	0.9556	2	0.6024	0.9565	1	0.6368	0.9553	2
0.6130	0.9563	4	0.6111	0.9384	5	0.6596	0.9682	3
0.6341	0.9788	3	0.6342	0.9505	4	0.6755	0.9888	2
0.6547	0.9769	5	0.6574	0.9603	7	0.6913	0.9887	3
0.6719	0.9887	6	0.6763	0.9837	5	0.7146	0.9926	3
0.6913	0.9967	7	0.6913	0.9842	6	0.7345	0.9984	4
0.7156	0.9952	7	0.7159	0.9866	7	0.7536	0.9885	3
0.7347	1.0019	6	0.7347	0.9904	6	0.7727	0.9992	3
0.7539	0.9960	8	0.7523	0.9862	7	0.7935	0.9874	4
0.7729	1.0034	6	0.7727	0.9983	6	0.8150	0.9892	4
0.7936	0.9952	8	0.7935	0.9824	8	0.8346	0.9693	5
0.8147	0.9953	8	0.8148	0.9907	8	0.8535	0.9605	5
0.8335	0.9767	9	0.8346	0.9754	10	0.8732	0.9443	5
0.8524	0.9704	11	0.8543	0.9604	11	0.8937	0.9261	5
0.8733	0.9559	10	0.8743	0.9518	9	0.9099	0.9032	3
0.8936	0.9436	10	0.8937	0.9413	10	0.9206	0.8881	4
0.9056	0.9281	1	0.9099	0.9145	6	0.9325	0.8474	3
0.9107	0.9243	5	0.9207	0.8952	8	0.9414	0.8196	4
0.9202	0.9038	7	0.9324	0.8528	6	0.9523	0.7787	3
0.9315	0.8702	9	0.9413	0.8281	6	0.9611	0.7443	3
0.9421	0.8356	5	0.9518	0.7889	5	0.9741	0.6962	2
0.9514	0.7973	5	0.9613	0.7522	5	0.9824	0.6747	3
0.9611	0.7633	5	0.9741	0.7051	4	0.9916	0.6620	5
0.9741	0.7154	4	0.9824	0.6849	6	0.9996	0.6524	1
0.9824	0.6937	6	0.9919	0.6680	9			
0.9920	0.6768	9	0.9983	0.6638	2			
0.9988	0.6710	3						

3. 광도곡선의 해

서론에서 언급하였듯이 Giuricin and Mardirossian (1981)은 WINK 모델을, Russo and Milano (1983)는 WD 모델을 사용하여 AW Cam의 해를 구하였다. 따라서 Russo and Milano가 지적하였듯이 두가지 해가 서로 다른 것은 사용한 모델의 차이일 수도 있다. 그러나 두가지 해가 서로 다른 더 근본적인 원인은 분광관측에서 얻은 두 성분별의 질량비 ($q=0.4$)를 Giuricin and Mardirossian은 고정된 값으로 채택하여 사용하였고, Russo and Milano는 표면온도가 낮고 질량이 가벼운 반성이 로쉬 한계면을 채우고 있다는 가정아래 소위 q -찾기 방법 (q -searching method)를 이용하여 구한 측광학적인 질량비 ($q=0.2$)를 채택하였기 때문이다. 쌍성계의 로쉬 기하 형태는 질량비에 민감하기 때문에 결국 두 모델에서 구한 AW Cam의 해의 차이는 결국 다른 질량비의 채택에도 기인할 수가 있다. 한가지 지적하고 싶은 것은 AW Cam의 해를 구한 모든 학자들의 일관된 결과는 주성과 반성의 반경은 각각 ~ 0.4 와 ~ 0.2 이다. 그러므로 WD 모델의 mode 5(반성이 로쉬 한계면을 채우고 있는 형태)를 사용하면 반성의 반경 0.2에 대응하는 질량비는 Roche 기하학에 의하여, 결국 $q \approx 0.2$ 정도가 되어 Russo and Milano가 수행한 q -찾기 방법은 의미가 없다.

따라서 우리의 연구는 똑같은 모델을 사용하여 이러한 모순들을 극복할 수 있는가에 초점을 맞추었다. 같은 모델을 사용하면 모델의 차이에서 오는 해의 차이를 없앨 수 있기 때문이다. 즉, 똑같은 모델을 이용하되 서로 다른 질량비를 채택하였을 때 산출한 각각의 AW Cam의 이론적인 광도곡선들이 관측된 광도곡선과 얼마나 잘 일치할 수 있는가를 상호 비교하면 AW Cam계의 성분별간의 올바른 질량비를 정할 수 있다는 상식적인 생각에서 그 과정을 수행하였다.

이 논문에서 채택한 쌍성 모델은 현재 광도곡선을 분석하는 데 가장 많이 사용하는 WD 모델이다. 이 모델은 별의 형상이 로쉬 기하학에 따른다는 가정아래 별의 근접효과를 고려하여 Wilson and Devinney (1971)가 처음 개발한 것이며 그 이후 Wilson and Biermann (1976), 그리고 Wilson (1979)이 더욱 개선하였다. WD 모델은 근접쌍성의 Roche 기하학의 형태에 따라 모두 8가지 mode를 사용할 수 있는데 이 논문에서는 AW Cam의 Roche 형상이 분리되어 있으나 반성의 밝기와 온도가 Planck 함수로 연관되어 있는 mode 2와 반성이 Roche lobe를 채우고 있는 준분리형 쌍성을 위한 mode 5를 사용하였다. 또한, 주변 감광계수는 Grygar *et al.* (1972)의 이론적인 값을 사용하여 고정시켰고, 중력감광계수는 Lucy (1967)의 모델에 따라 복사 대기 (radiative envelope)는 1.0, 대류 대기 (convective envelope)는 0.32을 사용하였고, 반사계수 albedo도 같은 기준에 따라 각각 1.0과 0.5로 고정시켰다. 나머지 조정인자는 궤도경사각 i , 질량비 $q = m_c/m_h$, 두 별의 온도 T_c, T_h , 포텐셜 Ω_h, Ω_c , 그리고 밝기 L_h, L_c 이다. Mode 5를 사용했을 때는 Ω_c 는 질량비에 의하여 바로 결정되기 때문에 더 이상 조정 인자가 아니며, 또한 L_c 도 T_c 와 결합되어 있기 때문에 조정인자가 아니다. 따라서 mode 2인 경우의 조정인자는 ($i, T_h, T_c, \Omega_h, \Omega_c, q, L_h, L_c$)이며, mode 5인 경우는 ($i, T_h, T_c, \Omega_h, q, L_h$)이다. 그런데 조정인자들 중 궤도경사각 i 와 질량비 q 는 다른 인자들과 매우 연관되어 있어 i 와 q 의 작은 변화는 곧 다른 인자들에 영향을 미치는 것이 WD 모델을 사용하는 학자들의 공통되는 의견이기 때문에 이러한 단점을 피하기 위하여

Wilson and Biermann (1976)이 고안한 조정인자들 중 서로 연관이 거의 없는 부그룹(subset) 인자들을 모아 부그룹 인자들을 순차적으로 조정하는 방법을 택하였다.

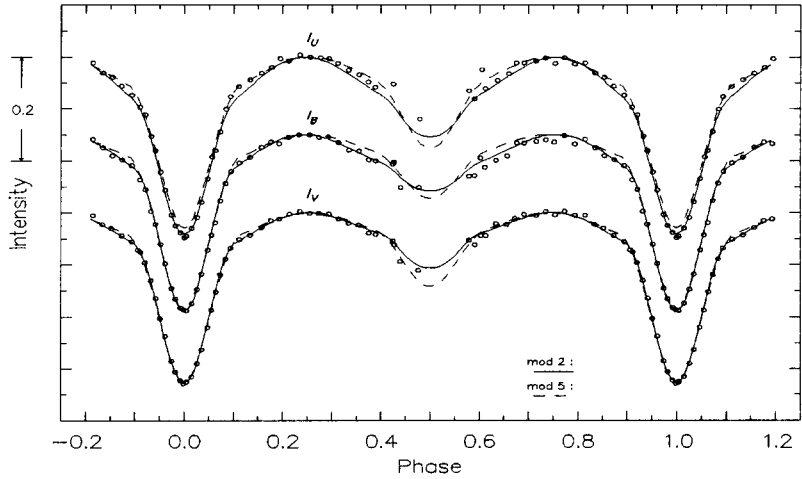


그림 1. *UBV* 광도곡선과 이론적인 광도곡선. 실선은 WD모델의 mode2로, 꺾선은 mode5로 각각 그런 이론적인 광도곡선이다.

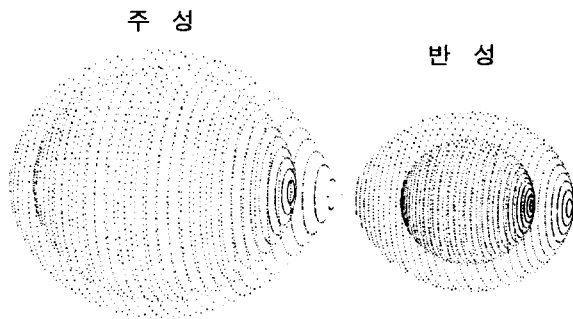


그림 2. 두별의 위상이 0.2일 때 AW Cam계의 로쉬 모델의 삼차원 형상. 질량이 더 큰 주성이 로쉬 한계면을 더 채우고 있다.

표 2. AW Cam의 광도곡선 해.

WINK 모델 *			WD 모델			
	blue	yellow	blue**	yellow**	mode 2***	mode 5***
i	78.2±1.0	78.7±0.6	75.46±0.10	75.36±0.13	79.10±0.022	75.42±0.03
k	0.52±0.01	0.52±0.01	-	-	-	-
a _h	0.426±0.002	0.423±0.002	r _h (pole) 0.392	0.385	0.377±0.001	0.386±0.002
b _h	0.409±0.002	0.407±0.002	(point) 0.423	0.415	0.422±0.001	0.417±0.002
c _h	0.391±0.002	0.388±0.002	(side) 0.408	0.400	0.392±0.001	0.401±0.002
a _c	0.217±0.008	0.216±0.008	(back) 0.416	0.407	0.406±0.001	0.409±0.002
b _c	0.208±0.007	0.207±0.007	r _c (pole) 0.239	0.239	0.200±0.001	0.025
c _c	0.204±0.006	0.203±0.006	(point) 0.331	0.331	0.211±0.001	0.357
			(side) 0.249	0.249	0.203±0.001	0.255
			(back) 0.281	0.281	0.209±0.001	0.287
T _h (eq)	9500	9500	9900	9900	10256±50	9908±20
T _h (eq)	9910	9900	-	-	-	-
T _c (eq)	5460±110	5770±60	6415±20	6422±20	5476±73	6371±61
T _c (eq)	5490	5810	-	-	-	-
x _h	0.65	0.49	0.56	0.47	0.51(u),0.56(b) 0.47(v)	"
x _c	0.80	0.60	0.78	0.62	0.73(u),0.78(b) 0.62(v)	"
g _h	0.25	0.25	1.00	1.00	1.00	1.00
g _c	0.08	0.08	0.32	0.32	0.32	0.32
A _h	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A _c	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
L _h	0.979	0.966	0.939±0.003	0.914±0.002	0.973±00.06(u) 0.980±00.04(b)	0.872±0.077
L _c	0.021	0.034	0.061	0.086	0.968±00.01(v)	0.915±00.054
			0.220±0.01	0.022±0.01	0.027±0.07(u) 0.020±0.04(b)	0.888±0.054
q	0.43	0.43			0.032±0.02(v) 0.427±0.013	0.128 0.085
Ω _h						0.112
Ω _c						0.238±0.025
						2.8137
						3.0543
						3.4013
						2.3255

* Giuricin & Mardirossian (1981), ** Russo & Milano (1983), *** This Paper

AW Cam의 경우의 부그룹은 $A = (T_c, \Omega_h, L_c)$, $B = (T_h, \Omega_c, L_c)$, $C = (i, T_h)$, $D = (T_h, q)$ 으로 A-B-C-D 순으로 WD 모델을 돌려 인자들을 조정하였다. 최종적으로 구한 AW Cam의 해를 그전의 학자들이 구한 해와 함께 표 2에 수록하였다. 또한, 그림 2에 각각 mode 2와 mode 5로 구한 표 2의 해를 이용하여 구한 AW Cam의 이론적인 광도곡선과 관측된 광도곡선을 그렸다.

4. 토의와 결론

Russo and Milano (1983)가 주장했듯이 AW Cam을 준분리형이라 한다면 주성은 주계열성이며, 반성은 준거성이 되는반면, 분리형이라 분류할 경우 주성과 반성은 모두 진화가 덜 된 주계열별이다. 따라서 AW Cam의 로쉬 기하의 형태를 명확히 구분하는 것은 AW Cam의 진화 상태를 결정하기 위하여 필수적이다.

표 2에서 보듯이 WD 모델의 mode 2와 mode 5로 구한 AW Cam의 해는 Russo and Milano (1983)와 Giuricin and Mardrossian (1981)이 구한 해와 각각 거의 같다. 그러나 그림 1에서 보듯이 mode 2로 구한 해는 blue 광도곡선과 ultraviolet 광도곡선을 잘 맞추고 있지 않으나 mode 5인 경우는 mode 2에 비하여 대체로 관측된 광도곡선을 만족하고 있다. 관측된 광도곡선과 이론적인 광도곡선 사이의 차이의 중량제곱치를 보면 mode 2는 $\sum W_i^2(O_i - C_i)^2 = 0.0056$ 인데 비하여 mode 5는 0.0032이다. 따라서 AW Cam을 준분리형 쌍성이 아닌 분리형 쌍성으로 분류하는 것이 더 타당하다. 그림 2는 이 연구에서 구한 mode 2의 해를 이용하여 AW Cam의 로쉬 형상을 그린 것이다. AW Cam이 준분리형 쌍성이 아니라는 또 다른 간접적인 증거는 AW Cam의 공전주기가 지난 60여년 동안 일정하다는 사실에서 찾을 수 있다 (김천휘 등 1992). 만약, AW Cam이 준분리형 쌍성이라면 이러한 형의 특성인 로쉬 안쪽 한계면을 채운 반성으로부터 주성으로 질량이동이 예측된다. 따라서 질량이동은 AW Cam의 공전주기 변화를 유발한다. 그러나 지난 60년동안 AW Cam의 공전주기는 일정하기 때문에 AW Cam계에서 질량 이동을 고려할 수 없다. 그러므로 AW Cam은 준분리형 쌍성이다. 또한, 표 2의 mode 2 해를 이용하여 AW Cam의 HR도의 위치를 구해 보면, 주성과 반성 모두 영연령 주계열별에 속한다. 이상으로부터 우리는 AW Cam이 Giuricin and Mardrossian (1981)이 제안한 “접촉이 깨진 상태”에 있는 진화된 분리형 쌍성이 아니라 영연령 주계열 상태에 있는 별로 case A 진화를 겪고 있는 분리형 쌍성이라는 결론을 얻을 수 있다.

그림 2에서 보듯이 AW Cam의 주성은 로쉬 한계면에 근접하고 있다. 주성의 대기를 고려하면 주성은 로쉬 한계면을 거의 채우고 있다. 따라서 우리는 주성으로부터 반성으로 매우 작은 양의 질량 이동을 추측할 수 있다. 그 질량 이동량은 매우 작아 AW Cam의 주기 변화를 일으킬 순 없지만 이동된 질량은 로쉬 한계면에 잘 유포된 반성의 적도 주위를 강착판(accretion disk)으로 둘러싸게 되어 우리는 제 1극심이나 제 2극심의 양 어깨(shoulder) 부분에서 광도의 hump나 depression을 예상할 수 있다. 실제로 Bartolini (1976), Tempesti (1967), Harris (1968), 그리고 우리의 광도곡선에서는 이러한 현상들을 보이고 있다. 그러나 이와 같은 추측은 매우 잠정적이어서 여러가지 다양한 관측으로 검증되어야 할 것이다.

감사의 글: 이 논문은 과학기술처 기본연구비 (과제번호 B9114)의 지원을 받아 수행되었습니다. 이에 저자 (CHK)는 심심한 감사를 표합니다. 이 논문 작성에 많은 도움을 주신 김경희양에게 감사 드립니다.

참고문헌

- 김천휘, 박은광 1991, 과학기술처 기본 연구 보고서 (과제번호 B9114), pp.1-14
 김천휘, 한원용, 나일성 1992, 한국우주과학회, 9, 41
 Bartolini, R. 1967, Mem. Soc. Astron. Ital. 38, 311
 Giuricin, G. & Mardrossian, F. 1981, A&ASS, 45, 85

- Grygar, J., Cooper, M. L. & Jurkevich, I. 1972, BAIC, 26, 417
Harris, A. J. 1968, AJ, 73, 164
Lucy, L. B. 1967, Z. Astrophys. 65, 89
Mammano, A., Margoni, R. & Stagni, R. 1967, Mem. Soc. Astron. Ital., 38, 509
Robertson, J. A. & Eggleton, P. P. 1977, MNRAS, 179, 359
Russell, H. N. & Merrill, J. E. 1952, Contrib. Princeton Univ. Obs. No. 26
Russo, G. & Milano, L. 1983, A&ASS, 52, 311
Strohmeier, W., Knigge, R. & Ott, H. 1963, Veroff. Remeis-Sternwarte Bamberg, V, No.6
Tempesti, P. 1967, Mem. Soc. Astron. Ital., 38, 319
Webbink, R. F. 1976, ApJS, 32, 583
Wilson, R. E. 1979, ApJ, 234, 1054
Wilson, R. E. & Biermann, P. 1976, A&A, 48, 349
Wilson, R. E. & Devinney, E. J. 1971, ApJ, 166, 605
Wood, D. B. 1971, AJ, 76, 701