

SAO23229 광도곡선의 분석¹

김호일 · 이우백 · 성언창

한국표준과학연구원 천문대

김천휘

충북대학교 천문우주학과

LIGHT CURVE ANALYSIS OF SAO23229

Ho-Il Kim, Woo-Baik Lee and Eon-Chang Sung

Korea Astronomy Observatory,

Daejeon 305-348, Korea

and

Chun-Hwey Kim

Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University

Cheongju 360-764, Korea

(Received May 7, 1993; Accepted June 15, 1993)

요 약

최근 발견된 식쌍성인 SAO23229에 대한 광전측광 관측을 소백산 천문대에서 수행하여 *UBV* 광도곡선을 얻고, 제1 극심시각을 구하였으며, $0^p.75$ 부근에서 이상 변광현상을 발견하였다. 결정된 제1 극심시각은 $HJD2448636.1170 \pm 0.0005$ 로 예측보다 3분 늦게 일어났으며, $0^p.75$ 에서의 변광은 식에 의한 것이 아니며 따라서 공전주기는 4.2일이라고 생각된다. 광도곡선을 분석하여 이 쌍성이 물리적 특성이 서로 같은 두 개의 F형 주계열성으로 이루어진 분리형 쌍성임을 밝혔다.

ABSTRACT

We have made *UBV* light curves of a newly discovered eclipsing binary, SAO23229 at Sobaeksan Astronomy Observatory. We determined a minimum light time of $HJD2448636.1170 \pm 0.0005$ that is 3 minutes later than predicted time, and found a peculiar light variation at phase 0.75 that may not be secondary eclipse. Orbital period of SAO23229 would be 4.2 days rather than 2.1 days. Our analysis of the light curves shows that SAO23229 has a detached

¹이 연구는 천문대의 기본연구과제로 수행되었음.

configuration consisting of two almost identical F type main sequence stars.

1. 서 론

SAO23229 ($6^m.8$, F5V)는 1989년 미국의 아마추어 천문가인 Kaiser (1989)에 의해서 처음 식쌍성으로 발견되었다. 그는 이 별의 공전주기가 2.111일이며, 제1 극심의 깊이는 $0^m.54(V)$ 이고, 제2 극심은 발견되지 않았다고 하였으나 제1 극심과 제2 극심의 깊이가 같은 것일 수 있으며 따라서 공전주기가 $4^d.222$ 일 가능성이 있다고 하였다.

Kaiser *et al.* (1990)은 그들의 관측과 Harvard 건판에서 제1극심 시각을 얻고 $Min I. = HJD2436324.707 + 2^d.1110084E$ 의 광도요소를 결정하였다. 이들은 또한 광전측광 자료를 이용하여 제1 극심이 부분식이며 식이 일어나는 시간은 5시간이고 제2 극심은 검증하지 못하였으며, 따라서 공전주기가 $4^d.222$ 일 가능성이 있다고 하였다.

이 별에 대한 분광관측이 Marschall *et al.* (1990)에 의해서 이루어 졌다. 이들은 Oak Ridge 천문대의 1.5m 망원경과 Fred L. Whipple 천문대의 1.5m 망원경을 이용하여 분광관측을 수행하고, SAO23229는 강도가 서로 거의 같은 이중선 스펙트럼을 보이고 있으며 두 별이 거의 동일한 시선속도를 갖는다고 하였다. 이것은 두 별이 서로 비슷한 광도와 질량을 가지고 있음을 의미한다. 즉, 제1 극심과 제2 극심의 깊이가 서로 같아야 하며, 공전주기가 4.222일 임을 의미한다.

한편, Williams *et al.* (1990)은 주기를 4.222일로 하여 계산한 제1 극심과 $0^m.75$ 부근을 광전관측을 하였는데 $0^m.75$ 에서는 광도의 변화를 발견하지 못하였으므로 이 별의 공전주기가 4.222일이라고 하였다. 이들의 관측에 의하면 제2 극심의 깊이가 $0^m.54$ 이며 제1 극심이 이보다 $0^m.02 - 0^m.03$ 정도 더 깊은 것으로 보인다. 한편, Agerer (1990)의 관측에 의하면 제1 극심의 깊이는 $0^m.54 - 0^m.55$ 으로 Williams의 제 2 극심의 깊이와 일치하며, $V_{max} = 6.87$ 그리고 $(B - V)_{max} = +0.43$ 이다.

2. 관 측

SAO23229에 대한 *UBV* 광전관측을 1990년 11월부터 1992년 12월까지 총 22일 밤 동안에 소백산 천문대의 61cm 망원경을 이용하여 수행하였다. 모든 관측자료는 매일 밤의 대기 감광계수를 적용하여 대기 감광을 보정하였다. 사용한 비교성은 SAO 23369이며 이 별과 프로그램 별인 SAO23229의 기본적인 자료를 표 1에 정리하였다.

표 1. SAO 23229 와 SAO 23293의 기본 자료.

별 이름	적경 (1950)	적위 (1950)	등급	분광형
SAO23229 (연구성)	$02^h 17^m 46^s$	$+54^\circ 16' 54''$	$6^m.8$	F5
SAO23369 (비교성)	$02^h 25^m 53^s$	$+55^\circ 18' 50''$	$6^m.9$	A2

이 연구에서 사용한 비교성은 앞서의 관측자들이 사용하지는 않은 것이나, 여러가지의 변광성 성표에는 나와 있지 않은 것이어서 변광성일 가능성은 희박한 것으로 생각되며 실제 관측에서도 변광성일 가능성은 보이지 않고 있다. 관측기간 중에 얻은 관측 수는 *UBV*에서 각각 296점씩으로 총 888점이며 이 관측 자료는 표 2에 정리하였다.

3. 광도곡선의 분석

이 연구를 통하여 관측한 *UBV* 광도곡선을 그림 1에 보였는데, 위상은 Williams et al. (1990)의 광도요소인

$$Min I. = HJD2447863.4858 + 4.222017E$$

를 이용하여 계산한 것이다. 이 광도곡선은 $0^p.2 - 0^p.3$ 과 $0^p.8 - 0^p.9$ 사이에 관측이 없기는 하지만 광도곡선의 전체적인 모습을 파악하기에는 충분하다. 우리의 광도곡선을 보면 몇 가지 특기할 만한 것들을 발견할 수 있다. 첫째는 제1 극심과 제2 극심 부분이다. 이 부분을 자세히 보면 식이 시작하기 직전 (제1 극심)과 직후 (제2 극심)의 광도가 평상시의 광도보다 더 밝게 나타난다. 이러한 현상은 *V*에서 가장 심하게 나타나며 *U*에서는 거의 나타나지 않는다. 식의 깊이를 식이 일어나지 않는 부분의 평균 밝기를 기준으로 하면 *UBV*에서 각각 $0^m.53, 0^m.52$ 그리고 $0^m.50$ 으로 이전의 관측보다 작으나 식이 시작되기 직전의 밝기를 기준으로 하면 같아진다.

광도곡선이 보이는 또 하나의 관측할 만한 특징은 위상 0.75 부분의 광도 변화이다. 하루에 관측된 이 부분의 광도곡선을 보면 *UBV* 모두에서 광도가 떨어지고 있다. 다시 밝아지는 부분의 관측이 없어 단정지어 말할 수는 없지만, 광도가 최저가 되기까지의 시간은 제1 극심에서와 마찬가지로 약 2.5시간 정도이며 변광폭은 *U*에서 약 $0^m.13$ 이고 *B*와 *V*에서는 약 $0^m.07$ 이다.

제1 극심사각을 1992년 1월 14일의 *UBV* 관측자료를 이용하여 그래프 방법으로 결정하였는데 가장 평균한 값은 $HJD2448636.1170 \pm 0.0005$ 이다. 이 사각은 Williams et al. (1990)의 광도요소로 계산한 시각보다 0.0021일 가량 늦은 것이나 광도요소를 수정하여야 할 필요는 없을 것으로 보인다.

우리가 관측한 광도곡선의 해를 구하기 위하여 Wilson - Devinney의 DC 프로그램 중 mode 2를 사용하였다. 관측된 *UBV* 자료를 각각 53개씩의 대표점으로 만들어 입력자료로 사용하였으며, 각 측광요소에 대한 초기값은 두별의 분광형이 F5V라고 가정하고 이 별에 적합한 값을 선정하였다. DC를 수행함에 있어 조정인자로 선택한 것은 $T_2, L_1, \Omega_1, \Omega_2, i$ 등이다. 결과로 얻은 해를 표 3에 정리하였으며 이 해로 계산한 광도곡선을 관측된 광도곡선에 겹쳐 그림 1에 실선으로 보였다. 우리가 구한 광도곡선의 해에 의하면 SAO23229는 물리적 특성이 서로 같은 두 개의 F형 주계열성으로 이루어진 분리형 쌍성인 것으로 생각된다.

4. 결론 및 토의

우리 광도곡선의 $0^p.75$ 부분에서 나타난 광도변화는 식에 의한 것은 아닌 것으로 생각된다. 그 이유는 변광의 폭이 너무 작고, 더구나 *UBV*에 따라 체계적으로 차이를 보이지 않는다는 것이다. 반성은 주성보다 온도가 낮으며 따라서 반성이 주성을 가리는 제1 식에서는 파장이 짧을수록 변광의 폭이 크며 반대로 주성이 반성을 가리는 제2 식에서는 파장이 길 수록 많은 변광을

표 2. SAO 23229의 *UBV* 관측 자료.

JD Hel 2400000+	ΔU	ΔB	ΔV	JD Hel 2400000+	ΔU	ΔB	ΔV
48216.0118	0.198	0.136	-0.229	48244.1570	-0.269	-0.340	-0.722
48216.0232	0.244	0.167	-0.200	48244.1670	-0.303	-0.380	-0.733
48216.0324	0.233	0.191	-0.212	48244.1996	-0.274	-0.353	-0.725
48216.0467	0.160	0.093	-0.293	48244.2120	-0.270	-0.347	-0.723
48216.0611	0.064	0.004	-0.370	48244.2194	-0.264	-0.339	-0.721
48216.0757	-0.023	-0.093	-0.469	48244.9286	-0.283	-0.346	-0.717
48216.0892	-0.083	-0.164	-0.545	48244.9384	-0.283	-0.352	-0.704
48216.0972	-0.153	-0.226	-0.588	48244.9675	-0.274	-0.350	-0.711
48216.1119	-0.232	-0.284	-0.655	48244.9798	-0.272	-0.348	-0.719
48216.1278	-0.270	-0.335	-0.700	48245.0094	-0.264	-0.344	-0.729
48216.1655	-0.266	-0.336	-0.699	48283.0780	-0.268	-0.357	-0.707
48216.1800	-0.273	-0.337	-0.720	48283.0884	-0.285	-0.378	-0.723
48216.1918	-0.273	-0.339	-0.710	48283.0994	-0.261	-0.350	-0.722
48216.2206	-0.284	-0.348	-0.717	48283.1111	-0.255	-0.341	-0.715
48241.0107	-0.298	-0.363	-0.720	48283.1396	-0.237	-0.351	-0.669
48241.0192	-0.299	-0.362	-0.719	48283.1502	-0.209	-0.351	-0.706
48241.0289	-0.290	-0.347	-0.717	48283.1589	-0.236	-0.336	-0.711
48241.0364	-0.287	-0.342	-0.719	48283.1692	-0.229	-0.341	-0.680
48241.0456	-0.289	-0.351	-0.728	48283.1800	-0.217	-0.335	-0.693
48241.0560	-0.288	-0.342	-0.709	48283.1934	-0.196	-0.339	-0.693
48241.0687	-0.301	-0.361	-0.727	48283.2040	-0.191	-0.327	-0.693
48241.9697	-0.292	-0.345	-0.704	48283.9642	-0.261	-0.316	-0.719
48241.9775	-0.290	-0.352	-0.720	48283.9721	-0.265	-0.351	-0.709
48241.9871	-0.295	-0.358	-0.728	48283.9816	-0.299	-0.353	-0.714
48241.9959	-0.305	-0.369	-0.728	48283.9923	-0.294	-0.354	-0.713
48242.0048	-0.300	-0.353	-0.724	48284.0020	-0.308	-0.375	-0.726
48242.0131	-0.278	-0.346	-0.726	48284.0122	-0.292	-0.365	-0.725
48242.0242	-0.305	-0.363	-0.731	48284.0223	-0.278	-0.356	-0.715
48242.0335	-0.280	-0.345	-0.721	48284.0326	-0.297	-0.370	-0.731
48242.0435	-0.292	-0.363	-0.731	48284.0629	-0.272	-0.349	-0.703
48242.0542	-0.291	-0.349	-0.720	48284.0721	-0.262	-0.334	-0.698
48242.0634	-0.284	-0.341	-0.712	48284.0829	-0.266	-0.344	-0.708
48243.9264	-0.276	-0.340	-0.709	48284.0928	-0.258	-0.341	-0.697
48243.9357	-0.274	-0.339	-0.712	48284.1024	-0.267	-0.353	-0.700
48243.9503	-0.287	-0.345	-0.722	48284.1117	-0.262	-0.350	-0.696
48243.9590	-0.312	-0.367	-0.720	48284.1330	-0.243	-0.357	-0.723
48243.9725	-0.282	-0.347	-0.710	48284.1423	-0.228	-0.340	-0.709
48243.9812	-0.276	-0.346	-0.712	48284.1534	-0.238	-0.340	-0.694
48243.9948	-0.289	-0.350	-0.717	48284.1617	-0.221	-0.338	-0.693
48244.0038	-0.279	-0.347	-0.715	48284.1697	-0.195	-0.343	-0.686
48244.0275	-0.292	-0.357	-0.723	48284.1791	-0.265	-0.326	-0.665
48244.0413	-0.286	-0.351	-0.717	48284.1902	-0.206	-0.330	-0.708
48244.0501	-0.286	-0.347	-0.714	48284.2017	-0.182	-0.335	-0.694
48244.0641	-0.279	-0.343	-0.707	48285.9098	-0.272	-0.354	-0.718
48244.0754	-0.278	-0.340	-0.705	48285.9183	-0.274	-0.344	-0.703
48244.0885	-0.274	-0.349	-0.715	48285.9266	-0.298	-0.356	-0.714
48244.1109	-0.282	-0.353	-0.721	48285.9343	-0.299	-0.367	-0.724
48244.1232	-0.287	-0.350	-0.717	48285.9486	-0.281	-0.343	-0.702
48244.1340	-0.273	-0.349	-0.714	48285.9565	-0.284	-0.350	-0.708
48244.1430	-0.282	-0.352	-0.721	48285.9648	-0.283	-0.348	-0.713

표 2. 계 속

JD Hel 2400000+	ΔU	ΔB	ΔV	JD Hel 2400000+	ΔU	ΔB	ΔV
48285.9727	-0.279	-0.342	-0.712	48621.0098	-0.293	-0.364	-0.742
48285.9859	-0.268	-0.344	-0.701	48621.0390	-0.262	-0.332	-0.727
48285.9949	-0.289	-0.364	-0.717	48621.0677	-0.280	-0.364	-0.744
48286.0291	-0.266	-0.345	-0.701	48621.0990	-0.286	-0.358	-0.758
48286.0370	-0.272	-0.352	-0.711	48635.9517	-0.289	-0.358	-0.752
48286.0521	-0.273	-0.352	-0.726	48635.9572	-0.269	-0.345	-0.741
48286.0620	-0.274	-0.361	-0.720	48635.9627	-0.254	-0.357	-0.752
48286.0758	-0.272	-0.357	-0.718	48635.9643	-0.246	-0.361	-0.740
48286.0866	-0.268	-0.360	-0.713	48635.9698	-0.279	-0.384	-0.627
48286.0966	-0.270	-0.348	-0.710	48635.9713	-0.279	-0.390	-0.581
48286.1108	-0.272	-0.370	-0.712	48635.9790	-0.279	-0.360	-0.649
48286.1206	-0.252	-0.346	-0.706	48635.9805	-0.268	-0.352	-0.698
48286.1291	-0.249	-0.346	-0.705	48635.9852	-0.271	-0.363	-0.758
48286.1376	-0.251	-0.342	-0.690	48635.9866	-0.278	-0.366	-0.752
48286.9433	-0.283	-0.358	-0.697	48635.9911	-0.303	-0.390	-0.775
48286.9518	-0.281	-0.354	-0.714	48635.9924	-0.308	-0.406	-0.774
48287.9253	-0.286	-0.361	-0.714	48635.9998	-0.290	-0.377	-0.761
48287.9323	-0.283	-0.353	-0.716	48636.0012	-0.273	-0.372	-0.749
48295.9544	-0.280	-0.358	-0.728	48636.0059	-0.283	-0.370	-0.748
48295.9794	-0.294	-0.373	-0.720	48636.0075	-0.274	-0.362	-0.738
48295.9914	-0.280	-0.362	-0.719	48636.0118	-0.281	-0.357	-0.742
48296.0078	-0.276	-0.361	-0.711	48636.0133	-0.289	-0.354	-0.744
48296.0195	-0.289	-0.364	-0.717	48636.0177	-0.265	-0.344	-0.731
48296.0359	-0.278	-0.358	-0.713	48636.0192	-0.228	-0.334	-0.724
48296.0514	-0.279	-0.353	-0.706	48636.0238	-0.248	-0.321	-0.704
48296.1005	-0.269	-0.359	-0.719	48636.0253	-0.248	-0.319	-0.716
48317.0036	-0.269	-0.344	-0.723	48636.0301	-0.206	-0.293	-0.678
48317.0130	-0.267	-0.346	-0.715	48636.0317	-0.200	-0.288	-0.684
48317.0747	-0.290	-0.381	-0.757	48636.0359	-0.201	-0.274	-0.669
48332.9757	-0.258	-0.346	-0.701	48636.0373	-0.201	-0.266	-0.650
48332.9865	-0.239	-0.341	-0.705	48636.0521	-0.093	-0.185	-0.583
48333.0146	-0.230	-0.330	-0.697	48636.0537	-0.088	-0.173	-0.572
48333.0413	-0.198	-0.337	-0.705	48636.0579	-0.064	-0.156	-0.552
48575.0257	-0.280	-0.364	-0.743	48636.0594	-0.036	-0.146	-0.538
48575.0329	-0.283	-0.357	-0.743	48636.0634	-0.017	-0.116	-0.499
48575.0389	-0.279	-0.359	-0.747	48636.0648	-0.009	-0.098	-0.506
48575.0459	-0.273	-0.362	-0.742	48636.0688	-0.020	-0.092	-0.478
48575.0522	-0.246	-0.351	-0.741	48636.0703	-0.011	-0.085	-0.474
48575.0583	-0.298	-0.355	-0.729	48636.0747	0.042	-0.038	-0.421
48575.0658	-0.310	-0.366	-0.745	48636.0763	0.070	-0.033	-0.423
48575.0719	-0.280	-0.363	-0.743	48636.0825	0.151	0.031	-0.367
48576.0203	-0.288	-0.356	-0.749	48636.0839	0.108	0.022	-0.362
48576.0292	-0.276	-0.348	-0.739	48636.0885	0.169	0.071	-0.321
48576.0562	-0.309	-0.368	-0.752	48636.0900	0.171	0.077	-0.301
48576.0983	-0.222	-0.358	-0.756	48636.0944	0.149	0.074	-0.298
48576.1684	-0.333	-0.387	-0.782	48636.0959	0.146	0.064	-0.315
48581.9436	-0.317	-0.368	-0.762	48636.1001	0.271	0.197	-0.261
48581.9450	-0.319	-0.379	-0.767	48636.1017	0.330	0.216	-0.256
48620.9615	-0.232	-0.318	-0.733	48636.1059	0.262	0.159	-0.237
48620.9713	-0.272	-0.344	-0.743	48636.1072	0.273	0.161	-0.234

표 2. 계 속

JD Hel 2400000+	ΔU	ΔB	ΔV	JD Hel 2400000+	ΔU	ΔB	ΔV
48636.1116	0.288	0.188	-0.217	48673.0390	-0.197	-0.339	-0.701
48636.1129	0.290	0.183	-0.215	48673.0404	-0.171	-0.305	-0.685
48636.1168	0.285	0.192	-0.210	48673.0612	-0.174	-0.303	-0.668
48636.1183	0.282	0.187	-0.223	48673.0625	-0.168	-0.317	-0.677
48636.1223	0.238	0.181	-0.223	48673.0669	-0.170	-0.296	-0.650
48636.1237	0.265	0.182	-0.222	48673.0682	-0.148	-0.290	-0.661
48636.1434	0.137	0.062	-0.355	48673.0748	-0.128	-0.288	-0.668
48636.1446	0.140	0.043	-0.370	48673.0762	-0.157	-0.285	-0.653
48636.1484	0.117	0.045	-0.376	48673.0805	-0.182	-0.299	-0.670
48636.1495	0.164	0.045	-0.375	48673.0820	-0.173	-0.306	-0.667
48636.1535	0.067	-0.015	-0.419	48673.0863	-0.292	-0.310	-0.663
48636.1546	0.066	-0.011	-0.429	48673.0877	-0.161	-0.295	-0.650
48636.1583	0.073	-0.036	-0.442	48673.0925	-0.171	-0.314	-0.648
48636.1594	0.059	-0.047	-0.436	48673.0938	-0.170	-0.308	-0.658
48636.1630	0.035	-0.071	-0.484	48943.0026	-0.342	-0.394	-0.769
48636.1641	0.058	-0.071	-0.467	48943.0128	-0.368	-0.433	-0.783
48636.1679	-0.003	-0.115	-0.486	48943.0224	-0.251	-0.343	-0.714
48636.1691	0.019	-0.106	-0.481	48943.0315	-0.313	-0.390	-0.748
48636.1729	-0.041	-0.150	-0.523	48943.0399	-0.291	-0.369	-0.729
48636.1741	-0.069	-0.175	-0.532	48943.0472	-0.305	-0.386	-0.746
48636.1778	-0.017	-0.153	-0.548	48943.0543	-0.291	-0.380	-0.747
48636.1790	-0.026	-0.156	-0.530	48943.9683	-0.286	-0.342	-0.713
48636.1830	-0.098	-0.189	-0.574	48943.9796	-0.300	-0.335	-0.699
48636.1843	-0.107	-0.189	-0.567	48943.9876	-0.284	-0.371	-0.723
48636.1883	-0.140	-0.221	-0.606	48943.9967	-0.268	-0.341	-0.701
48636.1896	-0.136	-0.231	-0.599	48944.0036	-0.281	-0.355	-0.725
48636.1940	-0.134	-0.251	-0.644	48944.0200	-0.289	-0.367	-0.737
48636.1952	-0.128	-0.259	-0.640	48944.0261	-0.229	-0.345	-0.700
48636.1997	-0.204	-0.269	-0.671	48944.0630	-0.263	-0.344	-0.705
48672.9693	-0.235	-0.367	-0.742	48944.9116	-0.249	-0.334	-0.711
48672.9770	-0.228	-0.340	-0.703	48944.9206	-0.326	-0.396	-0.754
48672.9823	-0.134	-0.369	-0.736	48944.9276	-0.298	-0.370	-0.737
48672.9891	-0.248	-0.357	-0.726	48944.9353	-0.295	-0.357	-0.736
48672.9907	-0.242	-0.350	-0.726	48944.9418	-0.304	-0.401	-0.745
48672.9957	-0.243	-0.340	-0.724	48944.9483	-0.271	-0.366	-0.716
48672.9974	-0.234	-0.328	-0.713	48944.9548	-0.292	-0.370	-0.729
48673.0026	-0.237	-0.341	-0.711	48944.9611	-0.279	-0.382	-0.731
48673.0040	-0.239	-0.337	-0.705	48945.0038	-0.272	-0.355	-0.726
48673.0088	-0.232	-0.354	-0.715	48945.0105	-0.272	-0.363	-0.733
48673.0102	-0.240	-0.342	-0.705	48945.0175	-0.313	-0.388	-0.750
48673.0147	-0.229	-0.356	-0.712	48945.0250	-0.271	-0.365	-0.723
48673.0161	-0.225	-0.342	-0.710	48945.0863	-0.272	-0.381	-0.741
48673.0204	-0.236	-0.342	-0.702	48945.0931	-0.291	-0.362	-0.728
48673.0219	-0.213	-0.334	-0.703	48945.0998	-0.275	-0.356	-0.717
48673.0266	-0.203	-0.322	-0.698	48945.1062	-0.293	-0.386	-0.748
48673.0281	-0.201	-0.315	-0.691	48945.1126	-0.281	-0.361	-0.737
48673.0326	-0.208	-0.321	-0.693	48945.1195	-0.255	-0.351	-0.714
48673.0341	-0.211	-0.333	-0.686	48945.1266	-0.236	-0.349	-0.709

표 3. SAO23229의 측광요소.

A. 파장에 영향을 받는 측광요소			
측광요소	U	B	V
l_1	0.501 ± 0.009	0.500 ± 0.009	0.499 ± 0.009
l_2	0.499 ± 0.009	0.500 ± 0.009	0.501 ± 0.009
$X_1^* = X_2^*$	0.75	0.65	0.55
B. 그외의 측광요소			
i	$87^\circ.85 \pm 0^\circ.03$	$r_1(\text{pole})$	0.0871 ± 0.0009
$g_1^* = g_2^*$	0.5	$r_1(\text{point})$	0.0872 ± 0.0009
T_1^*	6700K	$r_1(\text{side})$	0.0871 ± 0.0009
T_2	$6678K \pm 10K$	$r_1(\text{back})$	0.0872 ± 0.0009
$A_1^* = A_2^*$	0.6	$r_2(\text{pole})$	0.0878 ± 0.0009
Ω_1	12.483 ± 0.113	$r_2(\text{point})$	0.0880 ± 0.0009
Ω_2	12.386 ± 0.111	$r_2(\text{side})$	0.0879 ± 0.0009
q^*	1.00	$r_2(\text{back})$	0.0879 ± 0.0009

*는 고정된 인자임.

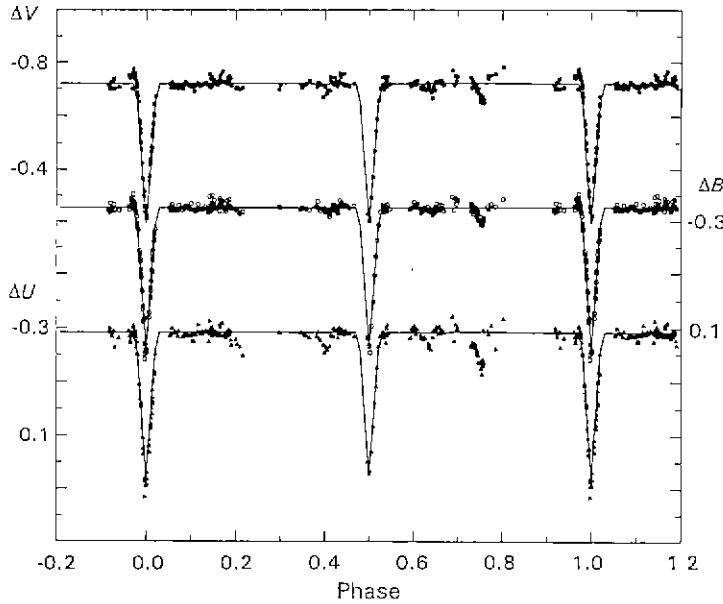


그림 1. SAO23229의 UBV 광도곡선. 속찬 원, 속빈 원 그리고 속찬 삼각형은 각각 UBV 광도 곡선이며, 실선은 표 3에 실린 측광요소를 이용하여 계산한 광도곡선이다.

하게 된다. 우리의 광도곡선은 파장에 따른 제1 극심의 깊이 근소한 차이를 보이고 있으며, 이것은 표 3에서 보듯이 주성과 반성의 온도 차가 매우 작음을 의미한다. 이 경우 제2 극심의 깊이는 제1 극심의 깊이와 거의 동일하여야 하며 U 에서 가장 낮고 V 에서 가장 깊어야 하나 관측된 모습은 이와 전혀 다르다. 우리 광도곡선의 위상 0.75에 나타난 변광의 원인을 규명하기 위해서는 지속적인 관측이 이루어져야 할 것이다.

SAO23229를 이루는 두 별의 분광형이 모두 F5V라고 가정하고 그에 적합한 질량을 취하여 케플러의 법칙을 적용하면 두 별 사이의 거리는 약 $15R_{\odot}$ 이므로 표 3에 제시한 두 별의 상대 반경은 모두 절대반경으로 약 $1.3R_{\odot}$ 가 된다. 이 크기는 F5V의 평균 반경 $1.2R_{\odot}$ 과 일치하며, 로쉬반경보다는 매우 작은 것이다. 따라서 SAO23229는 두 개의 F5V 별로 이루어진 분리형 쌍성이라고 할 수 있다.

참 고 문 헌

- Agerer, F. 1990, BAV Rundbrief, 39, 28
 Kaiser, D. H. 1989, JAAVSO, 18, 149
 Kaiser, D. H., Baldman, M. E. & Williams, D. B. 1990, IBVS, 3442
 Marschall, L. A., Stefanik, R. P. & Nations, H. L. 1990, IBVS, 3447
 Williams, D. B., Landis, H., J. & Pray, D. 1990, IBVS, 3479