

질량비가 작은 접촉쌍성

오규동^{1†}, 김천휘², 강영운³, 김용기²

¹전남대학교 지구과학교육과

²충북대학교 자연과학대학 천문우주학과, 기초과학연구소

³세종대학교 천문우주학과

SMALL MASS RATIO CONTACT BINARY

Kyu-Dong Oh^{1†}, Chun-Hwey Kim², Young Woon Kang³, Yonggi Kim²

¹Department of Earth Science Education, Chonnam National University, Kwangju, 500-757, Republic of Korea

E-mail: ohkd@chonnam.ac.kr

²Department of Astronomy & Space Science, College of Natural Sciences and Institute for Basic Science Research
Chungbuk National University, Cheongju, 361-763, Republic of Korea

E-mail: kimch@astro.chungbuk.ac.kr, ykkim@astro.chungbuk.ac.kr

³Department of Astronomy & Space Science, Sejong University, Seoul, 143-747, Republic of Korea

E-mail: kangyw@sejong.ac.kr

(Received May 3, 2003; Accepted June 5, 2003)

요 약

접촉쌍성은 물리적 특성에 따라 5가지의 유형으로 분류되고 있다. 그러나 이와 같은 분류 이외에도 질량비가 극단적으로 작은($q < 0.2$) 접촉쌍성이 또 다른 유형으로 분류됨을 확인하였다. Svechnikov & Kuznetsova(1990)의 목록에 따르면 이러한 유형의 접촉쌍성은 주성의 분광형이 A형의 한정된 영역에 분포하며 여러 가지 물리적 특성에 있어서 조기형 접촉쌍성과 만기형 접촉쌍성을 양분하는 중심 영역에 분포하고 있다.

ABSTRACT

The contact binary system has been classified in five different types according to their physical properties. We suggest that extremely small mass ratio contact binary systems($q < 0.2$) could be classified as a new type of contact binaries in addition to the classification. According to the Svechnikov & Kuznetsova (1990)'s catalogue, the spectral types of primary components of newly classified contact binaries are distributed at A type, and also the distribution of their various physical characteristics is laid at the center region dividing the early-type contact binaries from late-type contact binaries.

Keywords : contact binary, small mass ratio contact binary, classification

1. 서 론

접촉쌍성은 여러 가지 물리적, 기하학적 특성에 따라 공통 복사 대기층(common radiative envelope)을 갖는 조기형 접촉쌍성계(이후 CE형)와 소위 W UMa형의 공통 대류 대기층(common convective envelope)을 갖는 만기형 접촉쌍성(이후 CW형)으로 분류된다. 일반적으로 CE형은 주성의

[†]corresponding author

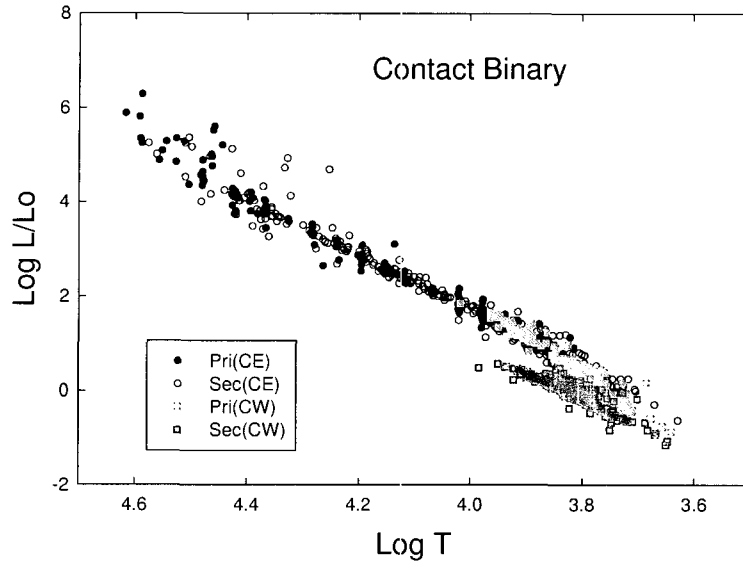


그림 1. 접촉쌍성의 H-R도(1).

분광형이 주로 O, B, A형에 속하며 CW형은 F, G, K형에 속한다. 한편, Leung(1992)은 접촉쌍성들을 CE형과 CE형 이외에 중간 혼합 접촉형(mixed-or intermediate type contact systems), 초거성 접촉형(supergiant contact systems) 및 이중 접촉형(double contact systems)의 5가지 유형으로 더 세분하여 분류하였다. 여기서 중간 혼합 접촉형은 일반적으로 β Lyare형에 속하는 접촉쌍성으로서 주성과 반성의 온도 차이가 매우 큰 소위 근접촉쌍성(near contact binary)에 속하는 별들이다. 또한 초거성접촉형은 공전주기가 매우 길며 분광형이 만기형(G 또는 K형)의 매우 깊은 공통대류층을 갖는 초거성이거나 거성으로 구성된 접촉쌍성계이다. 다음으로 이중 접촉쌍성은 Wilson(1979)에 의하여 제시된 쌍성계로서 주성과 반성이 비동주기자전을 갖는 접촉쌍성계이다.

접촉쌍성(contact binary)이라는 용어는 1941년 G. P. Kuiper에 의하여 소개된 이래, 통상적으로 W UMa형 쌍성들을 지칭하는 용어로 사용되어 왔으며, 1960년 후반 Lucy에 의하여 공통대류층을 갖는 접촉쌍성의 모델이 제시되었다. 따라서, 이러한 접촉쌍성계의 모델에 따라 지금까지 제시된 W UMa형 쌍성들이 모두 접촉쌍성계일 것이라는 판단에는 어려움을 갖게 되었으며 일반적으로 쌍성의 두 별의 크기의 합이 상대적으로 0.75 보다 큰 경우 접촉쌍성으로 분류되었다. 한편, 1970년대 초에 Roche 모델을 이용한 쌍성계의 기하학적 구조를 구하는 모델(Wilson & Devinney 1971)들이 개발됨에 따라 접촉쌍성계는 쌍성의 두 별이 소위 공통 Roche면인 등포텐셜면을 채우고 있는 쌍성계로서 이해하게 되었다. 이에 따라서 접촉쌍성은 W UMa형과 함께 보다 더 세분화 된 여러 종류의 다양한 접촉쌍성계들로 분류되었다.

본 논문에서는 지금까지 Leung(1992)에 의하여 5가지 유형으로 분류 제시된 접촉쌍성 분류 방법 이외에도 새로운 유형의 물리적 특성을 보이는 접촉쌍성을 확인하여, 이 별의 물리적 특성 및 기하학적 특성을 조사하고, 이와 함께 새로운 접촉쌍성의 분류 방법을 제시하고자 한다.

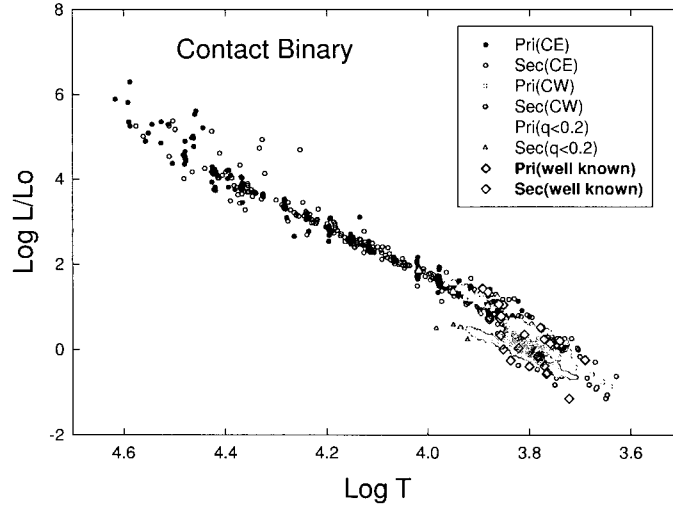


그림 2. 접촉쌍성의 H-R도(2).

2. 질량비가 작은 접촉쌍성

그림 1은 761개의 접촉쌍성들의 H-R도이다. 그림 1에 사용된 접촉쌍성의 물리량들은 모두 Svechnikov & Kuznetsova(1990)의 목록으로부터 얻은 것이다. 그림 1에 나타난 바와 같이 접촉쌍성들은 크게 CE형과 CW형으로 분류됨을 확인 할 수 있다. 즉, CE형의 경우 주성과 반성이 대부분 주계열 상에 위치하고 있으나, CW형의 경우에는 주성은 주계열 상에 위치하고 있고, 반성은 모두 주계열 아래에 위치하고 있는 것이 확연히 구분하여 분류됨을 볼 수 있다. 한편, Leung이 제시한 5가지의 분류 가운데 CE형과 CW형 이외의 다른 3가지 부류의 접촉쌍성계들은 모두 CE형 및 CW형에 속하면서도 두 별의 온도차, 공전주기, 비동주기자전 등과 같은 몇 가지 물리적 특성 및 기하학적 특성이 구별되는 별들이다.

따라서 이들 3가지 유형의 접촉쌍성들은 CE형과 CW형에 함께 포함되어 나타나기 때문에 그림 1의 H-R도 만으로서는 나머지 3가지 유형의 접촉쌍성들은 따로 세분하여 구분되어 나타나지는 않는다. 그러나, 그림 1의 H-R도에서 CE형에 속하면서도 CW형과 매우 유사하게 반성이 주계열 아래에 놓이는 CE형의 별들이 있음이 확인되었다. 따라서 그림 1과 같은 H-R도상에 이러한 새로운 유형의 접촉쌍성을 구분하기 위하여 그림 2에 CE형으로서 질량비($q = m_2/m_1$)가 극단적으로 작은(<0.2 이하) 별(Δ)들을 다시 구분하여 표시하였다. 그 결과 이러한 새로운 유형의 접촉쌍성들은 CE형이면서도 일반적인 CE형과는 구별되며 CW형과 유사한 위치에 놓이고 있음을 알 수가 있다. 따라서 보다 구체적으로 새로운 유형인 질량비가 작은 접촉쌍성의 물리적 특성을 이해하기 위하여 몇 가지 상관관계를 조사하였다.

표 1은 91개의 질량비(q)가 0.2 이하로 작은 접촉쌍성들로서 이들의 물리량들은 Svechnikov & Kuznetsova(1990)의 목록에 수록된 761개의 접촉쌍성들로부터 얻은 것이다. 먼저, 그림 3에 접촉쌍성의 주성과 반성의 질량합($M_1 + M_2$)에 따른 총각운동량(H)의 변화를 조사하여 보았다. 그 결과 접

표 1. 질량비가 작은 접촉쌍성.

Name	Sp.	P (day)	q (M_2/M_1)	M_1 (M_\odot)	M_2 (M_\odot)	R_1 (R_\odot)	R_2 (R_\odot)	M_{bol1} mag.	M_{bol2} mag.	$\log T_1$ (K)	$\log T_2$ (K)	$\log H$
V1193 Cyg	A2	0.674	0.09	2.15	0.19	2.60	0.82	0.80	3.30	3.948	3.949	1.477
DW Pav	A2	0.698	0.10	2.15	0.22	2.60	0.87	0.80	3.60	3.948	3.906	1.544
FK Del	A5	0.666	0.10	2.15	0.22	2.55	0.84	0.85	3.55	3.947	3.918	1.537
V513 CrA	A2	0.658	0.10	2.15	0.22	2.55	0.84	0.85	3.60	3.947	3.913	1.535
KL Her	A1	0.684	0.10	2.25	0.22	2.65	0.87	0.60	3.70	3.964	3.896	1.554
V965 Cyg	A3	0.640	0.10	2.05	0.20	2.45	0.81	1.05	3.45	3.936	3.936	1.477
IY Lyr	A3	0.653	0.10	2.05	0.20	2.50	0.82	1.00	3.45	3.937	3.934	1.479
RZ Crv	A2	0.663	0.10	2.15	0.22	2.55	0.85	0.85	3.60	3.947	3.911	1.536
RW Cha	A3	0.638	0.11	2.05	0.23	2.40	0.85	1.10	3.70	3.935	3.901	1.535
V785 Ara	A4	0.650	0.11	1.95	0.21	2.83	0.83	1.20	3.55	3.890	3.921	1.484
V790 Ara	A4	0.683	0.11	1.95	0.21	2.50	0.86	1.10	3.55	3.927	3.913	1.491
V770 Ara	A5	0.625	0.12	1.88	0.23	2.30	0.82	0.90	3.70	3.965	3.909	1.506
V699 Her	A3	0.614	0.12	2.05	0.25	2.30	0.83	1.15	3.95	3.940	3.881	1.564
V383 Mon	A3	0.634	0.12	2.05	0.25	2.35	0.86	1.10	3.95	3.940	3.873	1.569
BG Boo	A4	0.640	0.12	1.95	0.23	2.35	0.84	1.25	3.80	3.925	3.893	1.520
V411 Lyr	A5	0.582	0.12	1.90	0.22	2.20	0.78	1.50	3.80	3.914	3.909	1.480
CZ Cha	A5	0.625	0.12	1.90	0.23	2.30	0.82	1.40	3.70	3.915	3.909	1.509
BK Boo	A3	0.635	0.12	2.05	0.25	2.50	0.90	1.00	3.95	3.937	3.863	1.569
KX Nor	A5	0.586	0.12	1.90	0.23	2.20	0.80	1.50	3.70	3.914	3.914	1.499
V1032 Sgr	A2	0.677	0.12	2.15	0.26	2.50	0.90	0.85	4.10	3.952	3.848	1.609
CD Sct	A5	0.606	0.12	1.90	0.23	2.25	0.80	1.45	3.70	3.914	3.914	1.504
DK Sge	A4	0.621	0.12	1.95	0.23	2.30	0.83	1.30	3.80	3.925	3.896	1.516
GW Tau	A3	0.641	0.12	2.05	0.25	2.40	0.86	1.10	3.95	3.935	3.873	1.571
V1004 Cyg	A2	0.685	0.12	2.15	0.26	2.55	0.91	0.85	4.10	3.947	3.846	1.611
DP Gem	A5	0.558	0.12	1.90	0.24	2.10	0.77	1.60	3.85	3.914	3.907	1.510
SV Cet	A5	0.584	0.13	1.90	0.24	2.15	0.80	1.55	3.95	3.914	3.889	1.517
VZ Nor	A6	0.543	0.13	1.80	0.23	2.00	0.75	1.80	3.90	3.905	3.908	1.472
AF Hya	A5	0.576	0.13	1.90	0.24	2.15	0.80	1.54	3.95	3.915	3.889	1.515
DW Sct	A5	0.558	0.13	1.90	0.25	2.10	0.80	1.60	4.00	3.914	3.884	1.527
CN Del	A5	0.590	0.13	1.90	0.24	2.20	0.81	1.50	3.95	3.914	3.886	1.518
FT Gem	A5	0.587	0.13	1.90	0.24	2.15	0.81	1.80	3.90	3.889	3.891	1.518
VV Cet	A5	0.522	0.13	1.88	0.24	2.00	0.75	1.70	4.00	3.915	3.898	1.497
AR Ind	A6	0.634	0.13	1.80	0.23	2.25	0.84	1.55	3.85	3.904	3.888	1.494
V344 Lac	A3	0.392	0.13	2.05	0.27	1.70	0.63	1.85	4.15	3.935	3.921	1.532
V742 Her	A5	0.577	0.13	1.90	0.25	2.15	0.80	1.55	3.95	3.914	3.889	1.532
ϵ CrA	F0	0.591	0.13	1.45	0.19	2.00	0.75	2.35	4.55	3.850	3.843	1.338
DG Dra	A5	0.571	0.13	1.90	0.24	2.15	0.79	1.55	3.95	3.914	3.892	1.514
V467 Lyr	A6	0.545	0.13	1.80	0.24	2.00	0.75	1.80	3.90	3.905	3.908	1.490
V939 Cyg	A7	0.558	0.14	1.75	0.25	2.00	0.78	1.90	3.95	3.895	3.894	1.502
V423 Cas	A4	0.627	0.14	1.95	0.27	2.25	0.88	1.30	4.25	3.929	3.838	1.584
V399 Cas	A3	0.660	0.14	2.05	0.29	2.40	0.92	1.10	4.35	3.935	3.819	1.637
V343 Cen	A5	0.587	0.14	1.90	0.26	2.15	0.83	1.55	4.15	3.914	3.861	1.551
BC Eri	A6	0.527	0.14	1.80	0.25	1.97	0.76	1.85	4.00	3.903	3.895	1.503
DD Cha	A7	0.571	0.14	1.75	0.25	2.05	0.80	1.85	3.95	3.895	3.889	1.505
TY Pup	A9	0.819	0.14	1.75	0.25	2.60	1.00	1.65	3.90	3.863	3.845	1.557
GQ Aps	A3	0.635	0.14	2.00	0.29	2.30	0.90	1.20	4.50	3.935	3.808	1.624

표 1. 계속.

Name	Sp.	P (day)	q (M_2/M_1)	M_1 (M_\odot)	M_2 (M_\odot)	R_1 (R_\odot)	R_2 (R_\odot)	M_{bol1} mag.	M_{bol2} mag.	$\log T_1$ (K)	$\log T_2$ (K)	$\log H$
TY Men	A3	0.461	0.14	1.95	0.27	1.85	0.72	1.75	4.25	3.927	3.882	1.540
V969 Oph	A5	0.589	0.14	1.90	0.26	2.15	0.83	1.50	4.10	3.919	3.866	1.551
V514 Mon	A7	0.557	0.14	1.75	0.25	2.00	0.78	1.90	3.95	3.895	3.894	1.502
V668 Ara	A6	0.601	0.14	1.80	0.25	2.15	0.83	1.65	4.00	3.904	3.876	1.521
MS Her	A7	0.605	0.14	1.75	0.24	2.15	0.83	1.75	3.95	3.894	3.881	1.497
V448 Cas	A7	0.574	0.14	1.75	0.25	2.05	0.80	1.85	3.95	3.895	3.889	1.506
HX Lac	A6	0.527	0.14	1.80	0.26	1.95	0.77	1.85	4.15	3.905	3.877	1.519
V387 Her	A5	0.589	0.15	1.90	0.28	2.15	0.85	1.55	4.35	3.914	3.836	1.582
V530 Mon	A7	0.525	0.15	1.75	0.26	1.95	0.77	1.95	4.05	3.895	3.887	1.510
V731 Her	A6	0.542	0.15	1.80	0.27	2.00	0.80	1.80	4.10	3.905	3.874	1.538
V340 Sct	A7	0.509	0.15	1.75	0.26	1.90	0.76	2.00	4.10	3.896	3.885	1.505
V480 CrA	A6	0.533	0.15	1.80	0.27	2.00	0.78	1.80	4.20	3.905	3.869	1.536
V685 Her	A5	0.589	0.15	1.90	0.28	2.15	0.85	1.55	4.35	3.914	3.836	1.582
UZ Leo	A7	0.618	0.15	1.75	0.26	2.15	0.86	1.75	4.05	3.894	3.863	1.533
AW UMa	F0	0.438	0.15	1.40	0.21	1.60	0.64	2.85	3.50	3.848	3.982	1.326
CC Ser	A6	0.516	0.15	1.80	0.27	1.90	0.77	1.90	4.25	3.906	3.867	1.531
YY Cru	A7	0.517	0.15	1.75	0.26	1.90	0.75	2.00	4.15	3.896	3.883	1.507
V792 Ara	A7	0.596	0.15	1.75	0.25	2.10	0.84	1.80	4.10	3.894	3.863	1.512
TW CrB	A5	0.588	0.15	1.90	0.28	2.15	0.85	1.55	4.35	3.914	3.836	1.582
V733 Her	A7	0.528	0.16	1.75	0.28	1.90	0.80	2.00	4.30	3.896	3.854	1.541
GO Mus	A8	0.524	0.16	1.65	0.26	1.85	0.77	2.20	4.10	3.882	3.882	1.491
HO Aps	A5	0.584	0.16	1.90	0.30	1.90	0.87	1.80	4.50	3.916	3.816	1.610
V838 Sco	A5	0.560	0.16	1.90	0.30	2.05	0.85	1.65	4.45	3.915	3.826	1.604
V981 Cyg	A8	0.507	0.16	1.65	0.26	1.85	0.75	2.20	4.15	3.882	3.883	1.486
V722 Her	A8	0.504	0.17	1.65	0.28	1.80	0.77	2.35	4.30	3.873	3.862	1.516
FO Vir	A7	0.775	0.17	1.75	0.30	2.45	1.05	1.45	4.40	3.896	3.785	1.625
V434 Per	A7	0.536	0.17	1.75	0.30	1.90	0.80	2.00	4.45	3.896	3.839	1.572
BL UMa	A4	0.573	0.17	1.95	0.33	2.10	0.90	1.50	4.55	3.924	3.803	1.654
HL Sct	A6	0.521	0.17	1.80	0.30	1.90	0.80	1.90	4.45	3.906	3.839	1.576
DK Del	A6	0.589	0.17	1.80	0.31	2.10	0.88	1.70	4.50	3.904	3.813	1.608
V502 Cyg	A7	0.567	0.17	1.75	0.30	2.00	0.85	1.90	4.45	3.895	3.826	1.580
DF Lyr	A7	0.577	0.18	1.75	0.32	2.00	0.87	1.90	4.50	3.895	3.816	1.609
LN Cyg	A2	0.523	0.18	2.15	0.39	2.00	0.90	1.35	4.75	3.950	3.783	1.741
AL Cas	A9	0.500	0.18	1.55	0.28	1.75	0.76	4.30	4.30	3.684	3.865	1.496
NP Cyg	A2	0.785	0.18	2.15	0.39	2.65	1.15	0.75	4.80	3.949	3.725	1.799
V845 Sgr	A7	0.528	0.18	1.75	0.32	1.90	0.80	2.00	4.50	3.896	3.834	1.596
RR Cen	A9	0.605	0.18	1.55	0.28	2.00	0.86	2.20	4.30	3.865	3.838	1.523
V1109 Sgr	A4	0.611	0.18	1.95	0.35	2.15	0.95	1.40	4.65	3.929	3.782	1.688
V970 Cyg	A7	0.520	0.19	1.75	0.33	1.85	0.83	2.05	4.60	3.897	3.816	1.607
V732 Her	A7	0.525	0.19	1.75	0.33	1.90	0.84	2.00	4.55	3.896	3.818	1.608
MW Pav	F3	0.795	0.19	1.42	0.27	2.30	1.03	2.30	4.20	3.825	3.809	1.520
LV Pav	A7	0.533	0.20	1.75	0.35	1.90	0.85	2.00	4.65	3.896	3.806	1.634
DR Gem	A1	0.713	0.20	2.25	0.45	2.50	1.15	0.75	4.80	3.962	3.725	1.858
V1355 Aql	A7	0.515	0.20	1.75	0.35	1.84	0.84	2.10	4.65	3.893	3.808	1.630
V1256 Cyg	A7	0.540	0.20	1.75	0.35	1.90	0.86	2.00	4.65	3.896	3.803	1.636

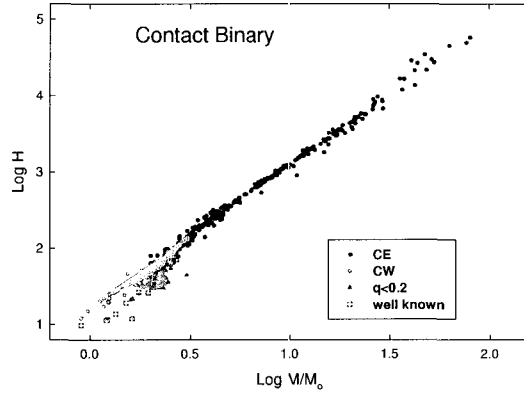


그림 3. 접촉쌍성의 작은동량(H)-질량합($M_1 + M_2$) 관계.

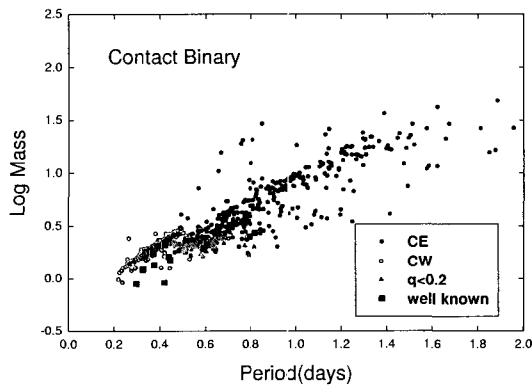


그림 4. 접촉쌍성의 질량합($M_1 + M_2$)-공전주기(P) 관계.

촉쌍성으로서 CE형과 CW형은 일반적으로 거의 같은 기울기를 보이고 있으나, 새로운 유형의 접촉쌍성은 CE형과 CW형과는 다르게 CW형이 위치하는 영역의 바로 아래에 위치하며, 특별히 상대적으로 같은 질량합의 접촉쌍성에 비교하여 총 작은동량의 값이 작게 나타났다. 그림 4는 공전주기(P)에 관한 두 별의 질량합과의 상관 관계이다. 이러한 관계에서도 질량비가 작은 접촉쌍성들은 CE형과 CW형과 확연히 구별되며 일반적으로 CE형과 CW형은 그 기울기가 매우 유사하나 새로운 유형의 쌍성들은 그 기울기가 다소 다르게 나타나고 그 위치도 다르다는 것을 확인 할 수가 있다. 그림 5는 접촉쌍성들의 주성의 분광형에 관한 두 별 사이의 온도차(ΔT)와의 상관 관계로서 질량비가 작은 접촉쌍성들은 모두 분광형이 A형의 매우 한정된 분광형에서만 나타나고 있음을 알 수 있으며, 또한 이러한 분광형은 특별히 CE형과 CW형을 구분하게 하는 중간 영역에 놓이고 있다. 그림 6에 공전주기(P)에 따른 두 별의 온도차와의 상관 관계를 조사하였다. 그 결과, 공전주기에 관해서도 질량비가 작은 쌍성들이 CE형과 CW형 사이를 구분하는 중간 영역에 해당되는 0.5일에서 0.8일 사이에

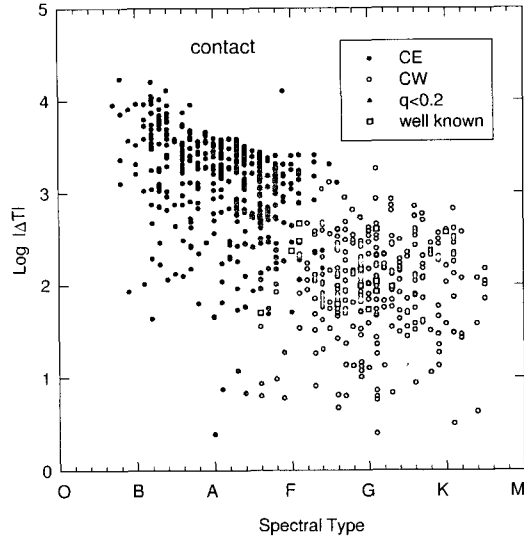


그림 5. 접촉쌍성의 온도차(ΔT)-분광형 관계.

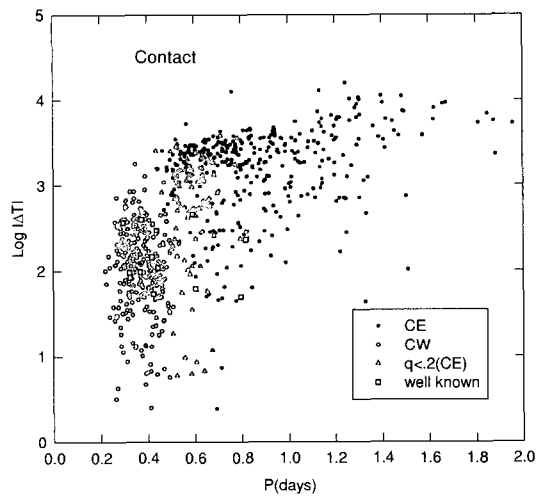
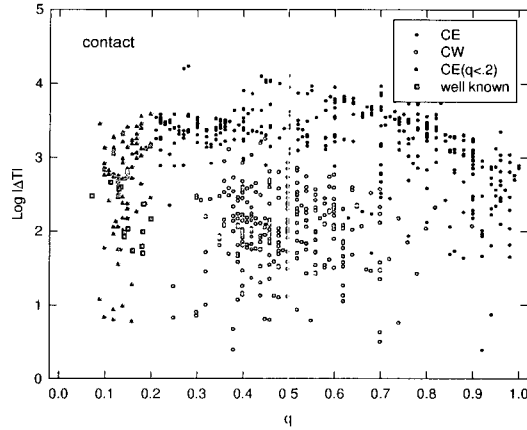


그림 6. 접촉쌍성의 온도차(ΔT)-공전주기(P) 관계.

놓고 있다. 이런 의미에서, 그림 5와 그림 6에 나타난바와 같이 질량비가 작은 새로운 유형의 접촉 쌍성은 분광형과 공전주기에 관하여 CE형과 CW형 사이를 구별하는 위치에 놓이고 있음을 알 수가 있다. 끝으로 그림 7에 질량비에 관한 두 별의 온도차와의 상관 관계를 조사하였다. 그 결과, 새로운 유형의 접촉쌍성은 그 분포가 CE형과 CW형과는 뚜렷하게 구별되며, 질량비가 상대적으로 매우 작고 좁은 범위에 분포하면서도 두 별 사이의 온도차가 CE형과 CW형에 비교하여 매우 크고 넓게 분

그림 7. 접촉쌍성의 온도차(ΔT)-질량비(q) 관계.

포하고 있다.

한편, 보다 정확한 분석을 위하여 질량비가 0.2 이하인 접촉쌍성으로서 지금까지 분광 및 측광 관측이 모두 이루어진 별들을 여러 문헌으로부터 수집한 결과 단지 13개만이 조사되었다. 이들의 물리량을 표 2에 제시한 바와 같이, UY UMa를 제외한 모든 별들이 W UMa형의 A형으로 분류된 별이다. 이들 가운데는 표 1에 포함되지 않은 별들도 있다. 따라서, 표 2에 제시된 별들의 절대량을 적용하여 표 1의 별들과 함께 지금까지 분석하였던 방법과 동일한 방법으로 이들을 비교 조사하였다. 그림 2 ~ 7에서 □로 표시한 점들이 표 2의 별들에 대한 값들이다. 그 결과, 표 1의 Svechnikov & Kuznetsova 목록으로부터 얻은 91개의 접촉쌍성의 절대량을 적용하여 얻은 결과와 몇 가지 물리량 사이에서 유사점과 차이점들이 동시에 나타나고 있다. 먼저, 그림 2 ~ 4에서와 같이 그 결과는 표 1의 값과 매우 유사하게 나타나고 있으나 그림 5 ~ 7의 결과에서는 다소 차이점을 보이고 있다. 그 차이점으로서는 그림 5에 나타난 바와 같이 표 1에 제시된 별들에 비하여 표 2의 별들은 분광형이 A형에 한정되어 있지 않고 A, F, G형까지 넓게 분포하고 있으며 오히려 CW형 쪽에 더 많이 분포하고 있다. 그림 6과 그림 7의 결과를 비교하여 보면 표 2의 별들이 표 1에 제시된 별들에 비하여 두 별 사이의 온도차(ΔT)의 폭은 다소 좁고 공전주기(P)는 다소 넓게 분포하고 있다. 이러한 결과는 접촉쌍성에 대한 여러 물리량들을 상호 비교하기 위하여 사용한 표 1의 값이 단지 Svechnikov & Kuznetsova 목록에 주어진 여러 물리량들의 자세한 검증없이 채택되었다는 점과 표 2의 값은 보다 신뢰할 수 있는 값들 이기는 하지만, 관측된 별의 개수(13개의 별)가 다소 작은 것에 기인한 것으로 우리는 판단하고 있다. 이 점들은, 또한, 우리 분석의 어려움이 되기도 한다.

그럼에도 불구하고, 표 1과 표 2의 접촉쌍성의 절대량을 적용한 그림 2 ~ 4에 나타난 바와 같이 질량비가 작은 접촉쌍성들이 일반적인 접촉쌍성들과 물리적 성질에 있어서 서로 다르다는 것을 확인할 수가 있었다.

3. 결과 및 접촉쌍성의 분류

표 2. 절대량이 잘 알려진 질량비가 작은 접촉쌍성.

Name	type	Sp.	P (day)	q (M_2/M_1)	M_1 (M_\odot)	M_2 (M_\odot)	R_1 (R_\odot)	R_2 (R_\odot)	L_1 (L_\odot)	L_2 (L_\odot)	$\log T_1$ (K)	$\log T_2$ (K)	$\log H$	Ref.
AW UMa	A	F0	0.4387	0.072	1.52	0.11	1.60	0.53	6.06	0.56	3.856	3.837	1.0794	1
ϵ CrA	A	F0	0.5914	0.112	1.76	0.20	2.20	0.79	11.07	1.08	3.851	3.822	1.4193	1
TZ Boo	A	G9	0.2971	0.13	0.79	0.10	1.05	0.32	0.573	0.071	3.690	3.722	0.7850	2
UY UMa	W	G0	0.3760	0.134	1.19	0.16	1.40	0.63	1.58	0.42	3.740	3.771	1.1408	3
V677 Cen	A/W	G2	0.3251	0.142	1.06	0.15	1.19	0.51	1.39	0.27	3.759	3.766	1.0573	1
FG Hya	A	G0	0.3278	0.142	1.08	0.15	1.27	0.53	1.75	0.29	3.771	3.764	1.0643	4,5
TV Mus	A	G0,F2	0.4457	0.150	1.32	0.20	1.66	0.75	3.14	0.69	3.777	3.784	1.2902	1
EF Dra	A	F9	0.4240	0.16	1.81	0.29	1.701	0.778	3.314	0.718	3.778	3.782	1.5346	6
RR Cen	A	F5,F2	0.6057	0.180	1.80	0.32	2.15	0.96	11.44	2.19	3.860	3.856	1.6252	1
XY Boo	A	F8	0.3705	0.182	1.49	0.27	1.47	0.63	5.17	1.01	3.857	3.851	1.4251	1
MW Pav	A	A5	0.7950	0.182	2.13	0.39	2.70	1.31	22.10	5.05	3.882	3.879	1.7986	1
TY Pup	A	A9	0.8192	0.184	2.30	0.42	2.84	1.39	26.915	5.754	3.892	3.879	1.8574	7
Y Sex	A	F8	0.4198	0.20	0.76	0.15	1.20	0.54	2.238	0.407	3.810	3.800	0.9911	8

1. Maceroni & van't Veer(1996); 2. Rovithis-Livaniou *et al.*(1992); 3. Yang *et al.*(2001);
 4. Lu & Rucinski(1999); 5. Yang & Liu(2000); 6. Pribulla *et al.*(2001); 7. Gu *et al.*(1993);
 8. Hilditch *et al.*(1988)

3. 결과 및 접촉쌍성의 분류

Leung(1992)은 접촉쌍성들을 5가지의 유형의 별들로 분류하여 제시하였다. 그러나 그림 2 ~ 7에 나타난 바와 같이 Svechnikov & Kuznetsova의 목록으로부터 얻은 761개의 접촉쌍성들과 함께 표 1의 91개와 표 2의 13개의 질량비가 작은 접촉쌍성들에 대한 여러 물리량들 사이의 상관 관계를 조사한 결과, 새로운 유형의 접촉쌍성계가 Leung이 제시한 5가지의 유형 별들과 다르게 새롭게 분류됨을 확인하였다. 이러한 새로운 유형의 접촉쌍성의 물리적 특성 및 기하학적 특성을 조사하여 보면, 1) 새로운 유형의 별들은 H-R도(그림 2) 상에서 반성이 모두 주계열 아래에 놓이며, 2) 상대적으로 같은 질량을 갖는 CE형과 CW형의 접촉쌍성에 비교하여 총각운동량(그림 3)이 작게 나타나고 있으며, 3) 그림 4에서와 같이 주기-질량과의 상관 관계에서도 일반적인 CE형과 CW형과 뚜렷하게 구별되며 같은 공전주기를 갖는 일반적인 접촉쌍성에 비하여 질량의 합이 다소 작게 나타나고 있다. 한편, 표 1에 제시한 별들과 표 2에 제시한 별들 사이에서 분광형 및 두 별 사이의 온도 차이에 관하여서는 서로 차이점이 나타나고 있기 때문에 보다 많은 별들에 대한 정확한 절대량이 알려진 후 언급하여야 할 것으로 생각된다. 그러나 표 2에 제시한 13개의 별들만을 적용한다면 분광형은 A, F 및 G형까지 보다 넓게 분포하며 두 별의 온도 차이는 다소 좁게 나타나고 있다. 이와 함께 UY UMa를 제외하곤 13개의 별 모두가 W UMa형의 A형으로 나타나고 있다.

결과적으로 그림 2 ~ 4에 따르면 질량비가 작은 접촉쌍성은 일반적인 CE형 및 CW형과는 몇 가지 물리량 사이에 뚜렷이 구별되며 이에 따라 접촉쌍성을 본 논문에서 제시한 질량비가 매우 작은($q < 0.2$ 이하) 새로운 유형의 접촉쌍성을 포함한 6가지의 분류로 제시하면 다음과 같다.

1. Late-type Contact System-W UMa Systems
2. Early-type Contact System
3. Mixed-or Intermediate type Contact Systems

4. Supergiant Contact Systems
5. Double Contact Systems
6. Extremely Small Mass Ratio Contact Systems

끝으로, 본 논문에서 인용한 표 1의 접촉쌍성들의 물리량들은 특정한 하나의 목록으로부터 일괄적으로 얻었기 때문에 최근 새롭게 발표되고 있는 몇 개의 별들의 새로운 물리량들과는 다소 차이가 나타나게 되며, 비록 표 2에 제시한 13개의 별들도 통계적으로 분석하기에는 발표된 별의 수가 매우 한정적이기 때문에 비교 분석에 한계를 가질 수 밖에 없었다. 따라서 지속적으로 본 논문에서 제시한 질량비가 작은 별들의 물리적 특성을 보다 확실히 언급하기 위해서는 이러한 유형의 별들의 분광 관측 결과가 절실히 요구된다.

감사의 글: 이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단(KRF-2002-015-CP0150)의 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

- Gu, S., Yang, Y., & Zhang, Z. 1993, *ApSS*, 203, 161
- Hilditch, R. W., King, D. J. & McFarlane, T. M. 1988, *MNRAS*, 231, 341
- Leung, K.-C. 1992, *The Astronomy and Astrophysics Encyclopedia*, ed. S. P. Maran (Van Nostrand Reinhold: NY)
- Lu, W., & Rucinski, S. M. 1999, *ApJ*, 118, 515
- Maceroni, C., & van't Veer, F. 1996, *A&A*, 311, 523
- Pribulla, T., Vanko, M., Chochol, D., & Parimucha, S. 2001, *CoSka*, 31, 26
- Rovithis-Livaniou, H., Rovithis, P. & Bitzaraki, O. 1992, *ApSS*, 189, 237
- Svechnikov, M. A., & Kuznetsova, E. F. 1990, *Catalogue of Approximate Photometric and Absolute Elements of Eclipsing Variable Stars*, vol. I & II (Ural State U. Press: USSR)
- Wilson, R. E. 1979, *ApJ*, 234, 1054
- Wilson, R. E., & Devinney, E. J. 1971, *ApJ*, 170, 529
- Yang, Y., & Liu, Q. 2000, *A&AS*, 144, 457
- Yang, Y., Liu, Q., & Leung, K.-C. 2001, *A&A*, 370, 507