

보현산천문대 CCD 칼라 천체 영상 I BOAO, CCD COLOR IMAGES I

전영범, 김봉규
한국천문연구원

YOUNG-BEOM JEON AND BONG-GYU KIM

Korea Astronomy Observatory

E-mail: ybjeon@boao.re.kr, bgkim@kao.re.kr

Received 2001 Sep. 26; Accepted 2001 Oct. 26

ABSTRACT

We obtained three-color composite images of 78 celestial objects most of which are listed in Messier catalogue. In order to make color images, 118 raw image sets were taken with B, V, R, I and H-alpha filters. We used the 2 k CCD camera attached to the 1.8 m telescope of Bohyunsan Optical Astronomy Observatory. These composite images are to be used for educational purposes or public releases. The images are presented on the website, http://www.boao.re.kr/~ybjeon/boao_images.html.

Keywords: techniques: image processing

I. 서 론

국내의 천체 영상 수요는 일반인의 천문학에 대한 관심의 증가와 더불어 급증하고 있다. 그러나 사용할 수 있는 천체 영상은 절대적으로 부족한 상황이어서, 교과서 저술이나 과학 잡지 등에서 천체 영상을 활용하기가 아주 어려운 실정이다. 특히 기본적으로 잘 알려진 천체 영상조차 확보된 자료가 없어서 인터넷이나 외국 잡지에서 차용해 쓰는 경우가 허다한 실정이다. 이러한 점을 고려하여 기본적으로 가장 많이 활용되는 메시에 천체를 주 관측 대상으로 하여 그 밖의 유명한 천체들도 포함하는 칼라 천체 사진을 얻는 연구를 수행하게 되었다.

칼라 합성된 자료는 천문학 홍보 및 교육자료로 활용하게 될 것이다.

II. 관측 및 자료처리

(a) 관측

보현산천문대 1.8 m 광학망원경은 사진 관측을 하기에는 초점비가 커서 어려운 점이 많으나, 2k CCD를 이용할 경우 관측 시간을 많이 줄일 수 있고 좋은 합성 영상을 얻을 수 있다. 관측된 천체는 대부분 B, V, R 필터(은하, 성단 및 성운)를 이용하였으며, 그 외에 B, V, I 필터(성단), 또는 B, V, H-alpha 필터(성운과 M82)가 사용되었다. 관측 대상은 1.8 m 망원경의 관측 시야인 $11.6' \times 11.6'$ 이하의 크기를 가지

는 천체를 우선적으로 선정하였다. 따라서 메시에 번호가 부여된 대부분의 구상성단과 성운, 외부은하들이 가장 많이 관측되었다.

천체 관측은 2000년 2월 1일부터 12월 7일까지 대장 시간과 망원경 관측시간이 비는 틈을 이용하여 틈틈이 이루어졌으며, 지금까지 관측된 자료는 표 1에 자세히 수록하였다. 표 1에서 추가 관측된 천체는 2회 이상 기록되기도 하였다. 보현산천문대 2k CCD는 SITe 2048 × 2048 픽셀을 가지고 있으며, 픽셀당 0.3435 arcsec 의 크기를 가진다. 또 읽기 잡음과 증폭율(gain)은 각각 $7.0e^-$ 과 $1.8e^-/ADU$ 이다. 대부분의 자료는 보현산천문대 1.8 m 광학망원경에 2k CCD 카메라를 부착하여 얻었으나 고도가 낮아서 관측이 어려운 대상은 호주 사이딩 스프링 (Siding Spring) 천문대의 1m 망원경을 이용한 관측 자료도 활용하였다.

(b) 자료처리

CCD 영상의 전처리는 IRAF/CCDRED 패키지(Massey & Davis 1992)를 이용하였다. 각 영상은 먼저 손상된 픽셀(bad pixel)을 보정한 후 초과읽기(overscan) 보정과 마름질(trimming)을 하고, 영점보정(bias)과 플랫(flat) 보정 순서로 전처리가 이루어졌다. 플랫 보정까지 처리된 영상은 우주선(cosmicray) 제거를 1-2회 수행하여 우주선 흔적을 충분히 제거한 후 imedit 프로그램을 이용하여 남아 있는 나쁜 흔적을 일일이 육안으로 확인하여 제거하였다.

표 1. 관측 목록

Name	Obs. Date	Filter (Exp. Time, seconds)	Color	seeing (arcsec)	Remarks
M1	22 Nov.	B(240),V(120),Hw(240)	O	1.3	
M2			X		SSO 1m tel.
M3	3 Apr.	B,V,R(60)	O	2.3	
M4			X		SSO 1m tel.
M5	21 Jun.	B(80),V(40),R(15)	X	1.5	
M5			X		SSO 1m tel.
M8	4&7 Apr.	Hw(180),Hw(150)	O	2.5	B/W
M9	4 May	B(420),V(150),I(50)	O	1.5	
M10	4 Apr.	B(210),V(80),R(30)	O	2.3	
M11	3 Jul.	B(270),V(90),R(30)	O	2.2	
M12	4 Apr.	B(300),V(100),R(50)	O	2.8	
M12	21 Jun.	B(300),V(100),R(45)	X	2.0	
M13	6 Apr.	B(300),V(90),R(60)	O	1.9	
M14	4 May	B(360*2),V(120),I(50)	O	0.9	
M15	23 Aug.	B(360),V(120),R(40)	X	1.2	
M16	10 Apr.	B(360),V(150),R(90)	O	3.5	
M17	3 Apr.	B(600),V(300),R(100)	O	2.0	
M18	3 Jul.	B(150),V(45),R(15)	O	2.0	
M19	4 Apr.	B(210),V(90),R(30)	O	2.8	
M20	10 Apr.	B(180),V(90),R(40)	O	3.5	
M20	3 Jul.	B(420),V(150),R(50)	O	2.0	2 fields
M21	3 Jul.	B(120),V(40),R(15)	O	2.0	
M22	3 Jul.	B(360),V(120),R(50)	O	2.0	
M26	3 Jul.	B(270),V(90),R(30)	O	2.1	
M27	4 Apr.	B(300),V(100),R(50)	O	2.6	
M28			X		SSO 1m tel.
M29	3 Jul.	B(180),V(25),R(10)	O	1.7	
M30			X		SSO 1m tel.
M31	2 Feb.	B(600),V(200),I(60)	O	2.6	center
M32	3 Jul.	B(500),V(200),R(80)	O	1.8	
M33	26 Sep.	B(800),V(300),R(150)	X	1.6	
M34	27 Nov.	B(120),V(50),R(20)	X	2.2	4 fields
M35	27 Nov.	B(80),V(25),R(10)	X	2.2	4 fields
M36	26 Sep.	B(90),V(40),R(15)	X	1.4	
M37	27 Nov.	B(80),V(25),R(10)	X	2.2	
M38	27 Nov.	B(80),V(25),R(10)	X	2.5	4 fields
M39	28 Nov.	B(80),V(25),R(10)	X	1.8	4 fields
M40	3 Apr.	B(12),V(6),R(3)	O	2.0	
M42	2 Feb.	B(5),V(2),Hw(5)	O	3.7	center
M43	26 Sep.	B(60),V(25),R(10)	X	1.5	
M46	27 Nov.	B(80),V(25),R(10)	X	2.8	4 fields
M49	14 Feb.	B(300),V(300),I(100)	O	4.5	
M50	26 Sep.	B(120),V(50),R(25)	X	1.6	
M51	30 Mar.	B(450),V(150),R(60)	O	2.1	
M52	28 Nov.	B(80),V(25),R(10)	X	1.7	
M53	30 Mar.	B(1200),V(600),I(150)	O	1.1	
M55			X		SSO 1m tel.
M56	4 Apr.	B(300),V(100),R(50)	O	2.4	
M57	4 Apr.	B(600),V(210),R(90)	O	2.8	
M58	4 May	B(600),V(240),R(90+80)	O	1.1	
M59	4 May	B(420),V(180),R(80)	O	1.4	
M60	7 Apr.	B(900),V(360),R(210)	O	4.2	
M61	6 Apr.	B(900),V(360),R(180)	O	2.4	

표 1. 계속

Name	Obs. Date	Filter (Exp. Time, seconds)	Color	seeing (arcsec)	Remarks
M62	4 May	B(300),V(120),I(50)	O	1.9	
M63	1 Apr.	B(600),V(240),R(100)	O	2.9	
M64	3 Apr.	B(1200),V(500),R(180)	O	2.8	
M65	1 Feb.	B(900),V(300),I(100)	O	3.5	
M66	14 Feb.	B(300*3),V(300*2),I(200+150)	O	5.0	
M66	28 Nov.	B(900),V(350),R(150)	X	2.6	
M67	24 Nov.	B(30),V(10),R(5)	X	1.2	
M68	4 May	B(360),V(150),I(60)	O	2.0	
M69	3 Jul.	B(120),V(50),R(25)	O	2.5	2 × 2 binning
M70	3 Jul.	B(420),V(120),R(50)	O	2.3	
M71	9 Jul.	B(360),V(200),I(60)	X	1.1	
M71	23 Aug.	B(90),V(30),R(10)	X	1.0	
M72	23 Nov.	B(270),V(90),R(40)	X	1.3	
M74	3 Jul.	B(420),V(270),R(150)	O	1.4	
M74	29 Nov.	B(1200),V(500),R(300),Hw(300)	X	2.1	
M75	3 Jul.	B(600),V(200),R(90)	O	2.5	
M76	3 Jul.	B(600),V(200),R(50)	O	1.6	
M77	26 Sep.	B(900),V(420),R(150)	X	1.8	
M78	2 Feb.	B(120+300),V(40+120),R(100)	O	2.3	
M79	2 Feb.	B(300),V(120),I(30)	O	2.2	
M79	24 Nov.	B(180),V(50),R(20)	X	1.4	
M80	4 May	B(300),V(120),I(50)	O	1.3	
M81	3 Apr.	B(700),V(300),R(200)	O	3.5	center
M81	8 Apr.	B(360),V(180),R(90)	O	1.6	north & south
M82	5 Apr.	B(300),V(180),R(60)	O	2.5	
M82	22 Nov.	B(250),V(120),Hw(600)	O	1.4	
M83	10 Apr.	B(360),V(150),R(60)	O	3.9	
M84	10 Apr.	B(240),V(120),R(50)	O	4.7	
M85	7 Apr.	B(900),V(360),R(150)	O	3.9	
M86	4 May	B(360),V(150),R(60)	O	1.1	
M87	4 May	B(300),V(150),R(80)	O	1.0	
M88	4 May	B(360),V(180),R(80)	O	1.1	
M89	4 May	B(300),V(120),R(60)	O	1.2	
M90	4 May	B(480),V(240),R(150)	O	1.0	
M91	3 Apr.	B(1200),V(400),R(200)	O	3.5	
M92	4 Apr.	B(300),V(100),R(60)	O	2.5	
M93	24 Nov.	B(250),V(100),R(40)	X	1.4	
M94	1 Apr.	B(300),V(120),R(40)	O	2.8	
M95	23 Nov.	B(1200),V(600),R(200)	X	1.5	
M95	6 Apr.	B(900),V(360),R(180)	O	2.4	
M96	6 Apr.	B(700),V(360),R(150)	O	2.3	
M97	1 Apr.	B(600),V(240),Hw(180)	O	2.0	
M98	3 Apr.	B(1200),V(500),R(300)	O	2.2	
M99	3 Apr.	B(1000),V(420),R(200)	O	2.1	
M100	3 Apr.	B(1200),V(400),R(120)	O	2.0	
M101	3 Apr.	B(1500),V(600),R(300)	O	2.8	
M102	10 Apr.	B(420),V(200),R(90)	O	3.6	
M103	23 Nov.	B(25),V(15),R(4)	X	1.0	
M104	10 Apr.	B(600),V(300),R(120)	O	3.6	
M105	31 Mar.	B(600),V(200),R(90)	O	2.0	
M106	5 Apr.	B(360),V(150),R(90)	O	4.0	
M107	3 Apr.	B(400),V(130),R(60)	O	1.8	
M108	31 Mar.	B(900),V(300),R(90*2)	O	2.0	

표 1. 계속

Name	Obs. Date	Filter (Exp. Time, seconds)	Color	seeing (arcsec)	Remarks
M110	28 Nov.	B(600),V(250),R(100)	X	2.1	
M110	3 Jul.	B(900),V(360),R(150)	O	2.0	
NGC 206	28 Nov.	B(600),V(200),R(100),Hw(600)	X	2.1	
NGC 604	29 Nov.	B(900),V(360),R(200),Hw(360)	X	1.9	in M33
NGC 891	28 Nov.	B(1200),V(500),R(200)	X	1.7	
NGC 2403	28 Nov.	B(1200),V(500),R(200)	X	1.6	
NGC 2903	27 Nov.	B(1800),V(800),R(300),Hw(800)	X	2.3	
NGC 5466	30 Mar.	B(800),V(360),I(90)	O	1.0	
NGC 6397		B(800),V(360),I(90)	O	1.8	SSO 1m tel.
NGC 7009	28 Nov.	B(150),V(50),Hw(50)	X	2.0	
B33	14 Feb.	V,Hw,Hw	O		
NGC 2024	14 Feb.	B,V,R	O		

*4 fields: 4영역으로 나누어 관측

**2 fields: 2영역으로 나누어 관측

III. 칼라합성

전처리 된 영상은 합성할 3장의 영상 사이의 상호 이동량을 보정하여 주어야 한다. 이것은 *imshift* 프로그램을 이용하였다. 즉 3장의 영상을 *ximtool*에 각각 *display*하고, *imexam*을 이용하여 각각의 이동된(shift) x, y 값을 구한 후 *imshift* 프로그램으로 기준이 되는 영상으로 나머지 2장의 영상을 이동된 x, y값만큼 이동시킨다. 이 때 반드시 정수 값으로 이동하여야 영상의 흐르는 현상이 없어서 좋다.

칼라합성은 IRAF의 *colorlrgrbsun* 프로그램을 이용하였다. 좋은 칼라합성의 가장 중요한 관건은 Red, Green, Blue에 해당하는 각각의 영상에 대한 적당한 영상 세기 분포 (z1과 z2)를 결정하는 것이다. 이번 연구에서는 경험적으로 IRAF의 영상 *display* 프로그램을 이용하여 z1과 z2 값을 구하였다. 즉 *display* 수행 시 *zscale+*, *zrange+*로 해 두면 영상은 적당한 z1과 z2 값을 자동으로 계산하여 보여주게 된다. 합



그림 2. M82, 외부은하.

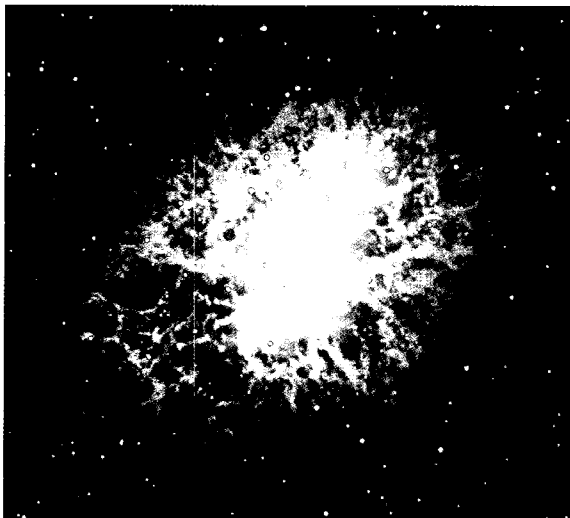


그림 1. M1, 계성운

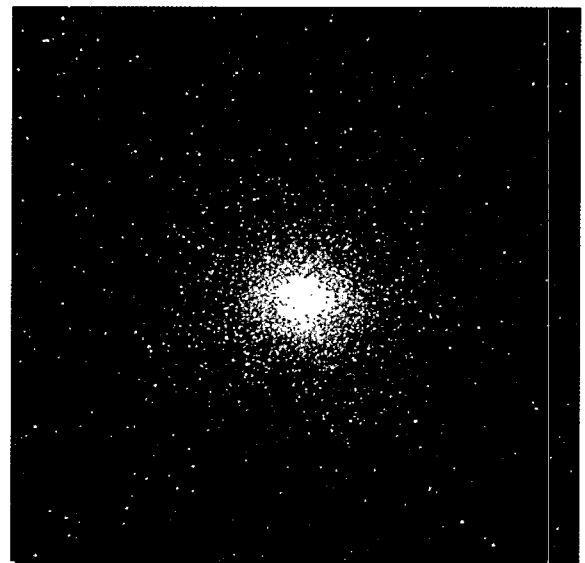


그림 3. M14, 구상성단. 시상 0.9".

성할 3장의 영상 각각에 대해 z1과 z2 값을 구한 후 칼라 합성을 하고, 합성된 영상은 xv 프로그램을 이용하여 PC에서 볼 수 있도록 bmp 또는 jpg 파일로 변환한다. 만약 합성된 영상이 좋지 않을 경우에는 *display* 수행 시 *display* 영역을 특별히 잘 보이고 싶은 부분만 잘라서 택할 경우 그 부분에 맞는 z1과 z2 값을 구할 수 있다. 또 경우에 따라서는 세기 분포를 로그 맵(log map)을 택할 필요도 있다. 이러한 경우는 낮은 세기 쪽을 잘 묘사하고 싶을 때 주로 사용되었다 (예: M82).

IV. 결과 및 토의

그림 1과 그림 2는 각각 B, V, H-alpha 영상을 이용한 M1 계성운과 M82 외부은하이다. M1의 H-alpha 구조와 M82의 중심부에서 뿔어져 나오는 물질의 구조가 잘 보인다. 그림 3은 시상이 가장 좋은(0.9") M14 구상성단의 영상이다. 많은 청색수평열(BHB) 별과 청색낙오성(BSS)으로 추측되는 푸

른 별들이 많이 보인다.

칼라 합성된 영상들은 표 1의 4번째 항에 나타내었다. 칼라 합성된 영상은 모두 인터넷 홈페이지(http://www.boao.re.kr/~ybjeon/boao_images.html)에 800×800 픽셀 크기를 기준으로 올렸다. 이들 자료는 저자에게 개인적으로 연락하면 원본 영상(2048×2048 픽셀)을 받을 수 있으며, 교육적인 목적에 한하여 출처를 밝힌 후 자유로이 사용할 수 있다.

관측된 영상을 아직까지 모두 합성하지는 못하였는데 합성이 되는대로 홈페이지에 올릴 예정이다. 앞으로 시직경이 큰 천체는 사진관측을 수행할 계획이며, 시상이 좋지 않은 영상들도 지속적으로 재 관측하여 좋은 영상으로 교체할 계획이다.

참고문헌

Massey, P., & Davis, L. E. 1992, A User's Guide to Stellar CCD photometry with IRAF