

HCG10에 속한 나선은하 NGC 531, NGC 536, NGC 542의
VRI CCD 표면측광
VRI SURFACE PHOTOMETRY OF THE SPIRAL GALAXIES
NGC 531, NGC 536, AND NGC 542 IN HCG10

송우미, 안홍배

부산대학교 지구과학과

WOO-MI SONG AND HONG BAE ANN

Department of Earth Sciences, Pusan National University

Received Aug. 27, 1999; Accepted Sept. 21, 1999

ABSTRACT

We performed VRI CCD surface photometry of three spiral galaxies of HCG10 in order to understand the effect of interactions in the compact group. The morphology of the largest member NGC 536 seems to be normal but its bulge is thought to be of an oblate spheroid. The central surface brightness of the disk of NGC 536 is much fainter than that of disks of nearby spiral galaxies. The morphologies of NGC 531 and NGC 542 appear to be affected by interactions which lead to a warped disk in NGC 531 and a slightly bent disk in NGC 542. NGC 531 have a boxy bulge and a Freeman Type II disk both of which strongly suggest the presence of a bar in the galaxy. There is a break in the slope of the luminosity profile of NGC 542 which is dominated by the disk component.

1. 서론

소수의 은하들로 구성되어 있는 거의 고립된 계를 은하들의 밀집은하군(compact groups)이라 한다(Rose 1977; Hickson, 1982). 이들 밀집군의 겉보기 밀도는 거대 은하단의 중심부 지역에서 발견되는 밀도를 초과할 정도로 고밀도로 매우 높다. 밀집군 내에 있는 은하들의 속도분산 역시 ≈ 200 km/sec 로 작아(Hickson et al. 1992) 은하간의 충돌이나 상호작용이 쉽게 일어날 수 있기 때문에 밀집군은 은하간의 상호작용을 연구할 수 있는 좋은 대상이다.

Hickson (1982)이 100여 개의 밀집군 목록을 만든 후, 밀집군의 특성을 이해하기 위한 다양한 관측적 및 이론적 연구가 수행되었다(Hickson, Kindl & Auman 1989; Zepf & Whitmore 1991; Zepf 1993; Mendes de Oliveira & Hickson 1994). 이 결과에 의하면 대다수의 HCG(Hickson Compact Group)은하들은 충돌이나 병합 등 상호 작용을 하고 있다. 본 연구의 대상인 HCG10에 속한 은하들은 은하 개개로는 거의 연구가 되지 않았으나, HII 영역(Hodge 1982), 적외선 관측(Bothun et al. 1984), 21cm HI 관측(Staveley-Smith & Davis 1987), X-선 관측(Pildis & Bregman 1995)등 많은 탐사 관측에 HCG10에 속한 은하들이 포함되었다. Rubin, Hunter & Ford (1991)는 분광 관측과 R 및 H 화상 관측을 통해 다른 HCG 은하들과 함께 HCG10에 속한 은하를 분석하여 NGC 531(HCG10c)의 경우 특별히 밝은 핵을 가지고 있고 원반이 휘어있다고 생각하였다.

이처럼 HCG은하들에 대한 연구는 대부분이 밀집군에 속한 은하들의 전체적인 특성을 조사한 탐사 연구의 일부로 이루어졌고 표면 측광을 이용한 은하 개개의 구조에 대한 자세한 연구는 이루어지지 않았다. 본 연구에서는 HCG 은하들 중 구성원간에 상호 작용이 있는 것으로 보여지는(Allam et al. 1996) HCG10에 대해 자세한 VRI CCD 표면 측광을 수행하고 이로부터 HCG10을 이루는 은하들의 구조적 특성을 조사하였다.

2. 관측과 자료처리

2.1. 측광 관측

HCG10은 NGC 536, NGC 531, NGC 542 와 NGC 529 등 4개의 은하로 구성되어 있으며 물고기자리 은하단에 위치한다. 이들 중 NGC 529는 타원은하이고 나머지 3개의 은하는 나선은하인데, 이들 나선은하가 본 연구의 대상이다. 이들의 위치 및 기본 인자를 표 1에 실었으며, 이들의 공간적인 분포나 대략적인 모양을 보기 위하여 I 필터 영상을 그림 1에 나타내었다.

이 은하들에 대한 측광 관측은 1992년 10월 25일에 캐나다 Dominion Astrophysical Observatory (DAO)의 1.82m 반사망원경에 부착된 FORD-2 CCD카메라를 이용하여 얻어졌으며, 본 연구에서 사용된 CCD 카메라의 특성은 표 2와 같다. 은하의 관측과 함께 자료 환산을 위한 기본 자료로서 영점 화상(bias frame), 바닥피기 화상(flat

표 1.— 은하의 위치와 형태 (RC3에 있는 자료를 이용함. 단 형태적 분류와 크기는 UGC 목록에 의함)

은하	NGC536	NGC531	NGC542
적경(2000)	1h 26m 21.6s	1h 26m 18.9s	1h 26m 31.0s
적위(2000)	34° 42' 14"	34° 45' 16"	34° 40' 32"
은경	131.03°	131.01°	131.07°
은위	-27.62°	-27.57°	-27.64°
형태적 분류	SB(r)b	SB:0/a	Scd
크기(arcmin)	3.0' × 1.1	1.9 × 0.5	1.0 × 0.2
위치각	62°	34°	-
전체등급(BT)	13.20	14.84	15.68
V_{helio} (km/s)	5163	4660	4620

field)을 함께 얻었다. 영점 화상은 본 관측의 전 후에 20회의 0초 노출로 얻었으며, 바닥피기 화상은 박명시 하늘을 V필터 6회, R필터 3회, I필터 5회씩 찍어 평균 바닥피기 화상을 구하였다. FORD-2 CCD의 경우 암전류가 극히 적기 때문에 암 화상은 얻지 않았다.

표 2.— CCD의 특성

CCD의 종류	FORD-2 CCD
픽셀 갯수	2048 × 2048
픽셀 크기	15 μ
읽기 잡음	3e ⁻
암전류	0.1e ⁻ /min
gain	9.1e ⁻ /ADU
결합 픽셀의 범위	픽셀결합 2 × 2
사용 필터	V, R, I

관측한 측광계를 표준계로 변환시키기 위해 Landolt (1992)의 표준성을 관측하였다. 은하의 관측은 3 은하가 모두 들어오는 전체 영역을 V(180초), I(400초), R(180초, 4 × 400초)의 영상을 각각 얻었다. 모든 관측은 관측시 2 × 2 화소결합(binining)을 하여 화소당 공간적인 크기는 0."675/pixel이다.

2.2. 관측 자료 처리

관측 자료의 기본 처리는 IRAF의 CCDRED 꾸러미를 이용하여 수행하였다. 관측 중 얻어진 영점 영상을 모두 결합하여 깨끗한 영점 영상을 얻고 이를 관측된 영상에서 빼준 후 바닥피기 영상으로 나누어 각 화소들의 양자 이득의 차이를 보정하였다. 바닥 피기를 한 후 나쁜 화소에 대한 보상을 해 주었고 잡음의 효과를 줄이기 위해 영상 고르기를 하였다.

은하의 절대 밝기를 구하기 위해서 먼저 표준성들의 기

기등급을 구경측광으로

$$V = v - 0.04(V - R) - 6.43$$

구하고 이들을 다음의 식에 따라 표준화를 하였다.

$$R = r - 0.12(V - R) - 5.99$$

$$I = i - 0.04(V - I) - 6.67$$

여기서 V, R, I는 표준등급이며 v, r, i는 기기 등급이다. 수식에서 계수들은 Landolt (1992)의 표준등급을 이용하여 최소자승법으로 구한 것이다. 위의 변환식을 이용하여 구한 배경 하늘의 밝기는 필터에 따라 $V_{\text{sky}} = 18.95$, $R_{\text{sky}} = 18.65$, $I_{\text{sky}} = 17.72$ 이고 단위는 mag/arcsec²이다.

3. 은하의 형태적 특징

3.1. 등광도 곡선

그림 2는 NGC 536, NGC 531, NGC 542의 등광도 지도이다. 가장 바깥의 등광도선은 배경 하늘의 밝기보다 4.5 등급 흐린 것이고, 곡선의 간격은 0.5 mag/arcsec²이다. 지도의 위쪽은 북쪽을 나타내며, 왼쪽은 서쪽을 나타내며 지도의 크기는 1.3' × 1.3' 이다. NGC 536은 원반의 크기가 그림 2의 크기보다 커서 바깥 원반이 표시되지 않았다. 그림에서 알 수 있듯이 필터에 따른 차이는 거의 나타나지 않으며, R 필터의 등광도 곡선이 다소 부드럽게 나타나는 이유는 R 필터의 노출 시간이 길어 신호-잡음비가 좋기 때문이다.

NGC 536의 등광도 곡선에서는 중앙팽대부, 막대, 나선 팔이 뚜렷이 나타나며 중앙팽대부의 등광도 곡선이 길쭉한 타원 모양인 것이 특징적이다. NGC 531에서는 다른 구조는 거의 보이지 않고, 밝고 둥근 중앙팽대부와 양쪽으로 휘어진 것처럼 보이는 원반 또는 나선팔이 있다. NGC 531의 중앙팽대부는 자세히 보면 거의 사각형에 가까운데 이러한 중앙팽대부를 상자형(box/peanut) 중앙팽대부라 부르며, 만일 막대가 원반의 단축 방향으로 놓여 있다면 등광도 곡선이 이처럼 보이게 될 것이다. NGC 542의 등광도 곡선

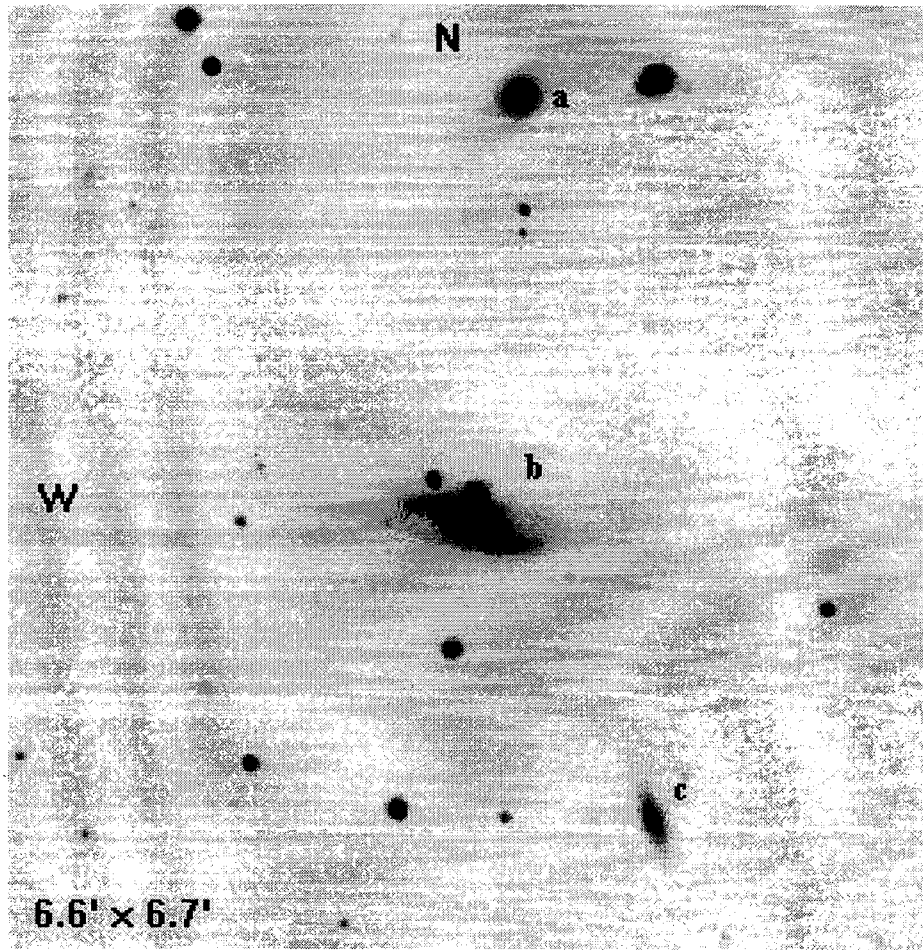


그림 1.— 관측된 HCG10에 속한 은하들의 I 필터 영상(a는 NGC 531, b는 NGC 536, c는 NGC 542를 나타낸다).

은 매우 단순한데, 중앙팽대부 성분이 거의 보이지 않으며, 원반이 같은 방향으로 다소 휘어진 양상이다. 은하가 하늘면에 대해 많이 기울어져 있어서 나선팔의 구별이 어렵다.

Rubin, Hunter & Ford (1991)와 Mendes de Oliveira & Hickson (1994)은 HCG10의 CCD 영상 분석으로부터 NGC 531은 상호 작용의 흔적이 있다고 하였으며 Allam et al. (1996)은 IRAS의 원적외선 관측에서 세 은하가 모두 상호 작용의 흔적이 있다고 하였다. NGC 531에서 상호 작용의 흔적으로 보이는 형태적인 특성은 바깥의 원반 또는 나선팔이 양쪽으로 거의 대칭적으로 휘어졌다는 것이다. 이러한 휘어진 원반(warped disk)이 반드시 상호 작용의 결과에 의해서만 만들어지는 것은 아니나(Sparke & Casertano 1988; Osteriker & Binney 1989; Kuijken 1991) 은하들간의 상호 작용에 의해 원반이 휘어질 수 있고, 많은 휘어진 원반이 상호 작용에 기인한다고 볼 수 있다(Avner & King 1967; Schwarz 1985).

3.2. 타원 맞춤과 윤곽선

은하 광도의 타원 맞춤은 등광도 곡선을 동심의 타원으로 맞추는 것이다. 본 연구에서는 IRAF/SPIRAL에 있는 타원 맞춤법(Kent 1983)을 이용하였는데, 타원 맞춤의 결과 장반경에 따른 표면 광도의 분포와 함께 반경에 따른 위치각(PA)과 편평도(ϵ)의 분포를 얻었다. 위치각은 은하의 북쪽 방향에서 등광도선의 주축까지 동쪽으로 측정한 각이며 편평도는 $\epsilon = 1 - b/a$ 로서 여기서 a와 b는 장반경과 단반경을 나타낸다.

그림 3은 타원 맞춤법에 의해 얻어진 장축에 따른 광도 윤곽선을 위치각과 편평도 윤곽선과 함께 나타낸 것이다. 그림에서 광도 윤곽선은 은하의 중심부터 그렸으나 위치각과 편평도는 대기 시상의 영향을 심하게 받는 영역($r < 3''$)은 그림에서 제외하고 그렸다. NGC 536의 광도 윤곽선을 보면 $r < 15''$ 에서는 중앙팽대부의 광도가 지배적이고, 그 이후 $r \sim 30''$ 까지는 막대가 뚜렷이 나타나며, $r \sim 50''$ 바깥에서는 원반의 광도가 지배적이다. NGC536의

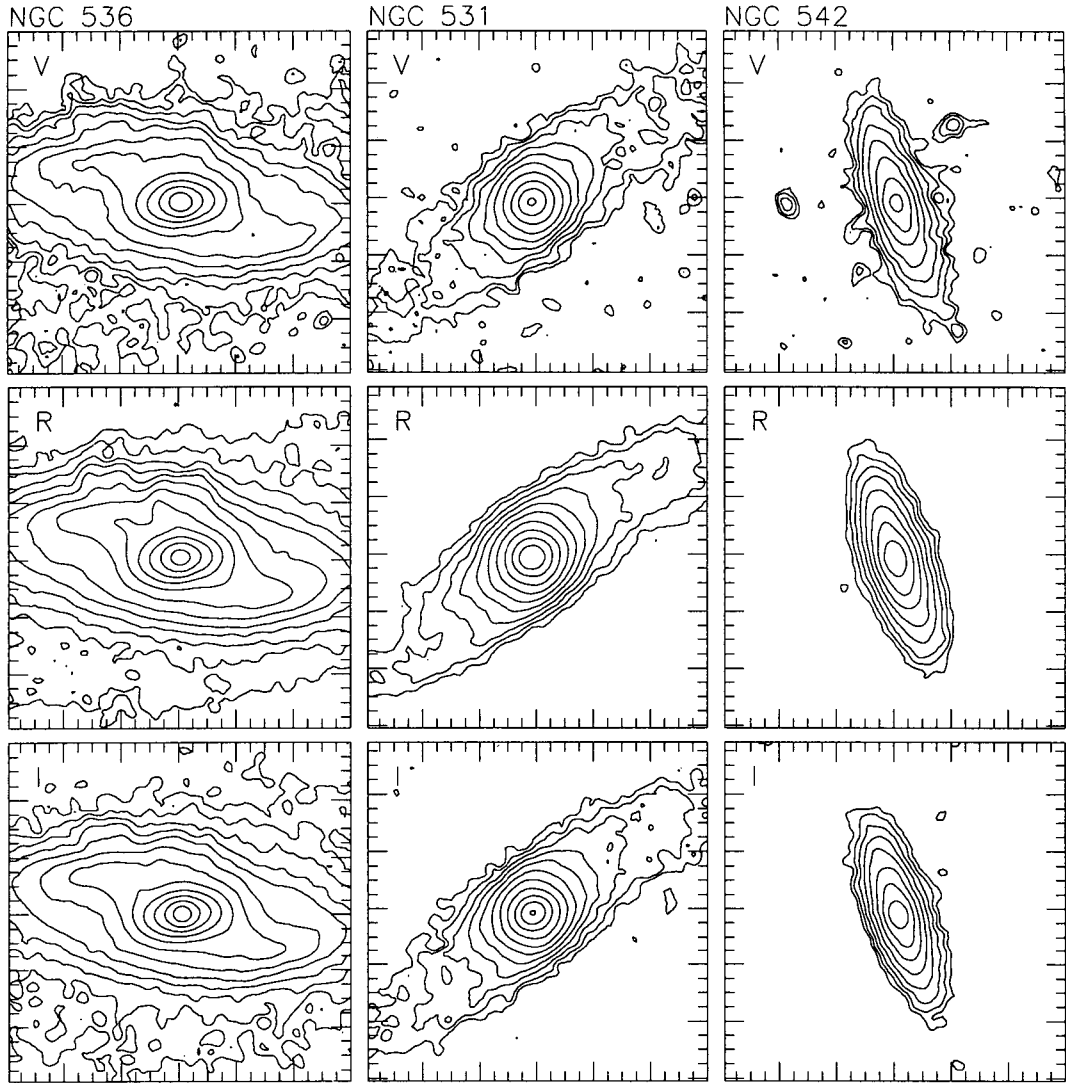


그림 2.— NGC 536, NGC 531, NGC 542의 등광도 곡선. 등광도 곡선의 간격은 $0.5\text{mag}/\text{arcsec}^2$ 이고 가장 바깥의 곡선은 배경 하늘의 밝기보다 $4.5\text{mag}/\text{arcsec}^2$ 호된 밝기를 나타낸다. 그림에서 시야의 크기는 $1.3' \times 1.3'$ 이다.

원반은 $r \sim 100''$ 에서 끝나며 필터에 따른 차이는 거의 없다. 중앙팽대부의 위치각은 $PA \sim 70^\circ$ 이고 편평도는 $\epsilon \sim 0.4$ 정도로서 나선은하 중앙팽대부의 일반적인 편평도에 비해 큰 값을 갖는다(Ann 1995). 이렇게 큰 편평도를 가지는 중앙팽대부는 삼축 구조의 중앙팽대부로 간주되기 쉬우나 중앙팽대부의 위치각이 원반의 위치각과 거의 같은 것으로 보아($PA \sim 5^\circ$) 편구 (oblate spheroid)가 투영되어 길쭉한 타원 형태로 나타난 것으로 생각된다.

NGC 531은 중앙팽대부가 $r \sim 20''$ 까지 발달해 있으며, 그 이후에는 완만한 기울기를 가지는 원반이 $r \sim 40''$ 까지 지속되다가 원반의 광도가 급속히 감소한다. 이렇게 광도가 급속하게 줄어드는 원반의 모습은 그림 2의 등광도 곡선에서도 알 수 있다. 위치각의 변화는 중앙팽대부에서 원

반까지 연속적으로 완만하게 변하여 그 차이가 10° 정도에 불과하나 편평도는 변하나 변화의 폭이 0.6 이상이다. 중앙팽대부 안에서도 편평도가 변하기 때문에 중앙팽대부의 편평도를 정의하기 어려우나 대기 시상의 영향을 벗어난 $r \sim 5''$ 부근의 편평도는 $\epsilon \sim 0.05$ 로서 중앙팽대부가 거의 구형임을 알 수 있다. 원반의 광도가 중앙팽대부의 광도에 비해 현저히 낮은 영역에서는 중앙팽대부의 편평도가 거의 일정하게 유지되어야 하나 그림 2의 NGC 531의 편평도처럼 중앙팽대부의 편평도가 $r \sim 8''$ 부터 급격히 변하는 것은 막대와 같이 편평도가 다른 성분이 있을 때만 가능하다. 등광도 곡선의 분석에서 언급한 것과 같이 등광도 곡선의 단축 방향으로 막대가 놓여 있을 경우 장축 방향의 광도 윤곽선에서는 막대가 드러나지 않으나 중앙팽대부 편평도의 급격한 변화를 초래하고 중앙팽대부의 등광도 곡선

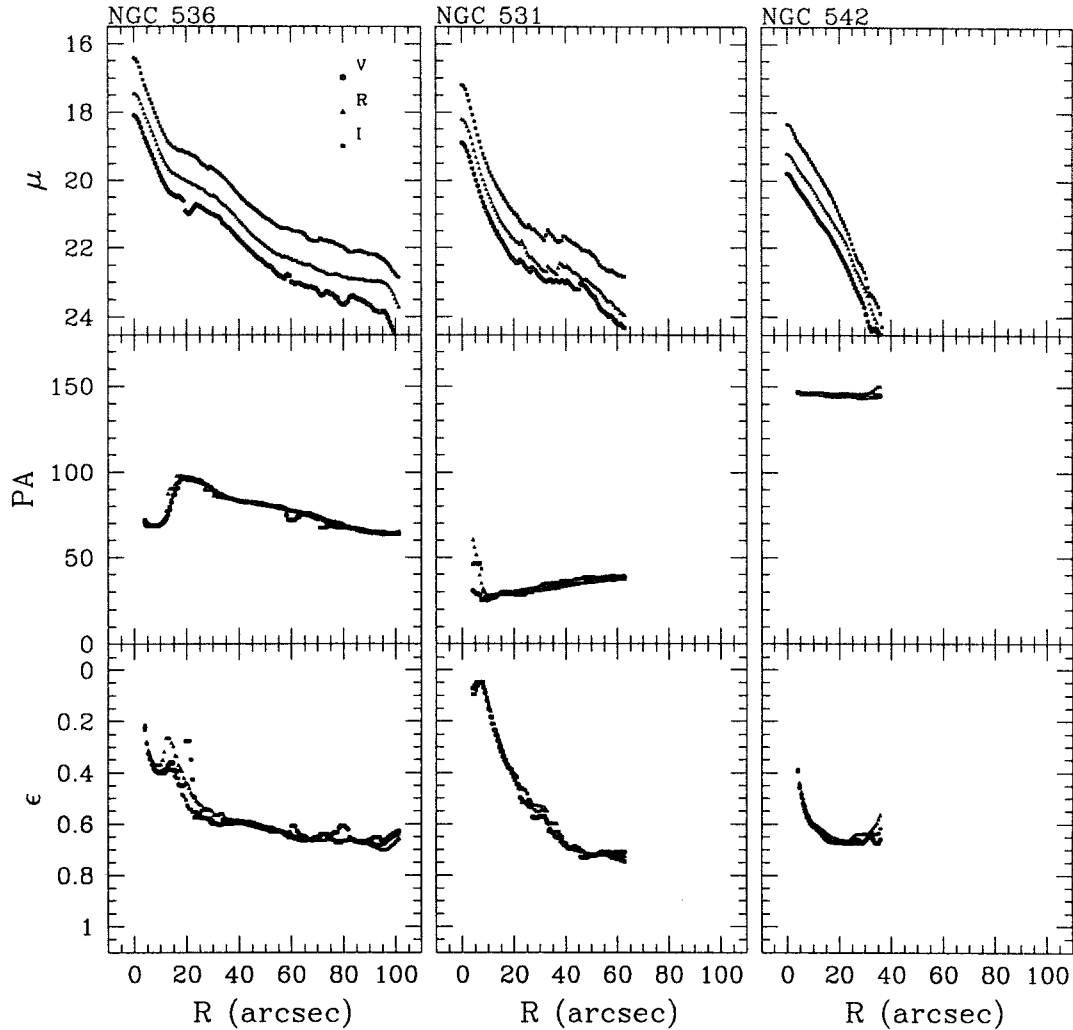


그림 3.— NGC 536, NGC 531, NGC 542의 광도, 위치각, 편평도 윤곽선. 그림에서 편평도와 위치각은 $r < 3''$ 영역에서는 나타내지 않았다.

모양을 상자형으로 만들 수 있을 것이다.

NGC 542의 광도 윤곽선은 매우 단순하게 보이나 기울기가 두 가지임을 알 수 있다. $r \sim 20''$ 를 경계로 바깥쪽에서는 광도가 더욱 빠르게 감소한다. NGC 542에서는 중앙팽대부 성분은 거의 없거나 매우 작아 ($r < 7''$) 원반의 광도에 영향을 끼치지 않으며 원반에서 나타나는 2개의 기울기는 나선팔의 영향에 의한 것이거나 상호 작용의 영향으로 원반의 구조가 변하여 나타난 현상일 것이다. 은하의 반경에 따른 위치각의 변화는 거의 없으며, 편평도는 $r \sim 10''$ 부근에서 약간의 변화가 있으나 $r \sim 10''$ 이후에는 거의 변화가 없다. 원반의 편평도로 판단하면 NGC 536과 NGC 542는 경사각이 거의 같으며 NGC 531이 다른 두 은하보다 조금 더 기울어져 있다.

4. 색분포와 광도 윤곽선의 성분 분해

4.1. 은하의 색분포

그림 4는 각 은하의 (V-I), (R-I) 색분포 곡선이다. NGC 536과 NGC 531은 색분포의 전체적인 양상이 거의 비슷하고 NGC 542는 전형적인 만기형 나선은하의 색분포 특징을 나타낸다. NGC 536과 NGC 531의 (V-I) 및 (R-I) 색지수는 은하의 중심부에서는 붉으며 바깥에서는 푸르게 되는데, 중앙팽대부가 더 큰 NGC 531이 색지수의 경사가 더 멀리 까지 나타난다. 두 은하 모두 중앙팽대부의 영향이 줄어들어 원반 전체에 걸쳐 거의 일정한 색지수를 나타내며 신호-잡음비가 작기 때문에 요동이 심하다.

NGC 536과 NGC 531에서처럼 중앙팽대부의 안쪽에서 반경이 작아질수록 색지수가 붉어지는 경향은 타원은하나 나선은하의 중앙팽대부에서 흔히 발견되는 것으로 (Wirth & Shaw 1983; Kim & Ann 1990) 별 종족의 변화와 중

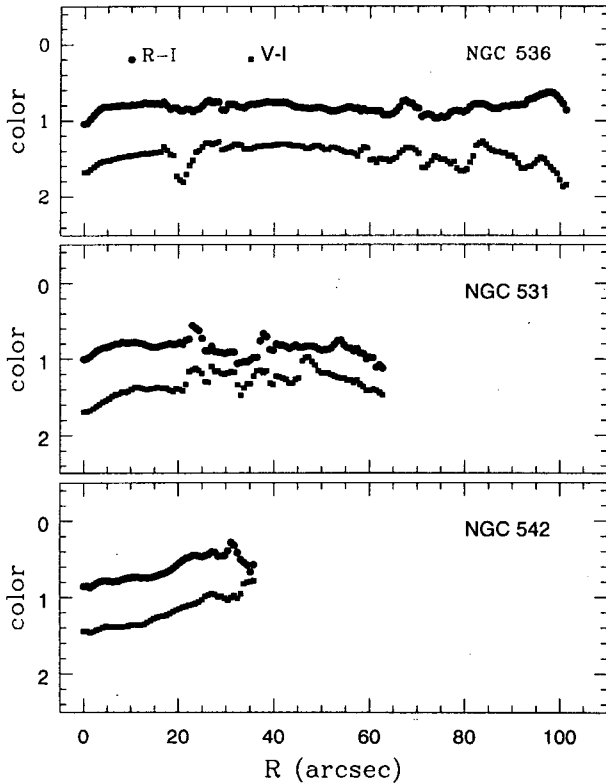


그림 4.— NGC 536, NGC 531, NGC 542의 색지수 분포.

원소 함량의 변화에 기인하는 것으로 알려져 있다. NGC 542는 중앙팽대부가 작아 이러한 효과를 보기 어려우나 은하 핵에서의 색지수가 주변의 색지수보다 더 붉다. 은하의 핵이 주변보다 붉은 이유는 은하핵의 중원소 함량이 주변보다 많기 때문일것이나, 원반의 바깥으로 나갈수록 계속 푸르게되는 이유는 바깥쪽에서의 별 탄생률이 안쪽보다 더 활발히 일어나고 있기 때문일 것이며 바깥쪽에서의 활발한 별 탄생은 외부에서의 물질 유입이나 주변 은하의 상호 작용에 기인할 것이다.

4.2. 광도 윤곽선의 성분별 분해

일반적으로 나선은하의 광도는 중앙팽대부와 원반 성분의 광도가 합성된 것이다. 막대 은하의 경우에는 막대에 의한 영향도 광도 분포에서 무시할 수 없다. 그림 5는 타원맞춤으로 구한 NGC 536의 V필터에 의한 장축의 광도 윤곽선을 중앙팽대부, 원반, 막대 성분으로 분해한 것이다. 광도 윤곽선의 성분 분해에서 중앙팽대부의 광도 분포는 de Vaucouleur의 $r^{1/4}$ 법칙을, 원반의 광도 분포는 Freeman(1970)의 지수함수를 가정하였으며 막대의 경우에도 다음과 같이 지수함수를 가정하였다.

$$I(r) = I_{b0} \exp(-r/h_b)$$

여기서 I_{b0} 와 h_b 는 막대 중앙의 표면 밝기와 막대의 척도 길이이다. 위의 식은 Blackman (1983)에 의해 NGC

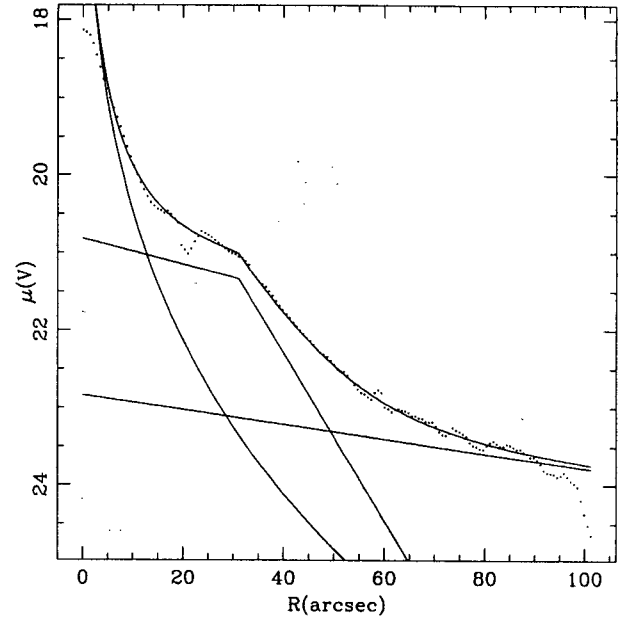


그림 5.— NGC 536 장축 광도 윤곽선의 분해. 광도가 중앙팽대부, 막대, 원반으로 잘 분해된다. 중앙팽대부는 $r^{1/4}$ 법칙, 막대는 이중 기울기의 지수함수, 원반은 지수함수로 근사하였다.

7479의 광도 분포 분석에 적용된 후 Ann & Lee (1987)에 의해 39개의 막대 은하에 적용되었다. 그림 5에서 알 수 있는 것처럼 NGC 536의 장축을 따르는 광도는 위에서 가정한 함수들에 의해 잘 설명되는 것을 알 수 있으며, 중심부에서는 중앙팽대부와 막대에 의한 광도가 지배적이고 바깥쪽에서는 원반의 광도가 지배적임을 알 수 있다. 성분 분석에서 구한 중앙팽대부의 유효 밝기(μ_e)와 유효 반경(r_e)는 각각 $\mu_e(V) = 20.03$, $r_e = 1.97h^{-1}kpc$ 이다(h 는 허블 상수 H_0 를 $100km s^{-1}Mpc^{-1}$ 로 나눈 값으로 차원이 없는 양이다). 원반의 기울기는 매우 완만하여($r_0 \sim 30 kpc$) 원반 중심의 표면 밝기가 $\mu(V_0) = 22.84mag/arcsec^2$ 로서 가까운 밝은 은하들의 평균 밝기 $\mu(V_0) = 21.25mag/arcsec^2$ (Ann & Lee 1987)보다 약 1.5등급 정도 어둡기 때문에 NGC 536의 원반은 일종의 LSB (low surface brightness) 원반으로 볼 수 있다. 그러나 이 은하의 원반이 처음부터 LSB 원반으로 만들어졌는지 탄생 후 막대에 의한 원반 물질의 재배치에 의해 LSB 원반으로 되었는지는 분명하지 않다. 다른 파장에서의 광도 윤곽선도 유사하게 분해되고 유효 반경은 파장에 무관하게 같은 값을 갖는다.

그림 6은 NGC 531의 타원 맞춤으로 구한 V 필터의 장축 방향의 광도 윤곽선을 분해한 것이다. NGC 531의 원반은 NGC 536과는 달리 Freeman (1970)의 Type II 원반을 가정하였으며 Type II 원반의 광도 윤곽선은 Kormendy(1977)가 제안한 다음의 식을 이용하였다. 광도 윤곽선은 Kormendy (1977)가 제안한 다음의 식을

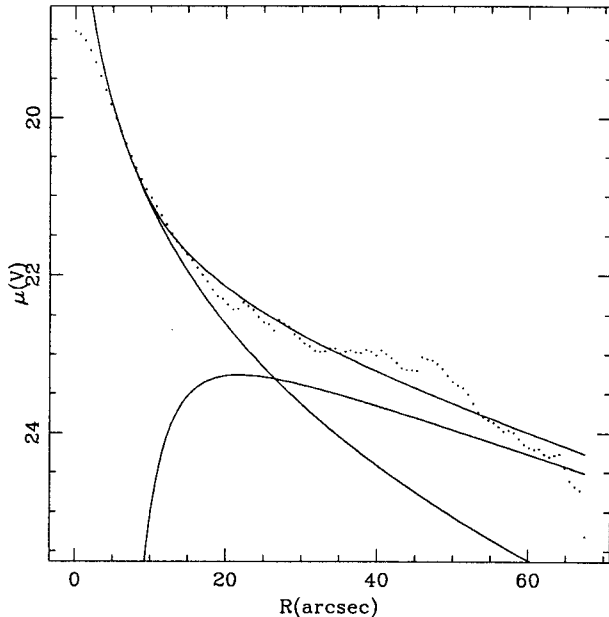


그림 6.— NGC 531 장축 광도 윤곽선의 분해. 중앙팽대부는 $r^{1/4}$ 법칙을 적용하였으나 원반은 Type II 원반으로 근사하였다.

이용하였다.

$$I(r) = I_0 \exp(-r/r_0 - \beta^n/r^n)$$

여기서 I_0 는 외삽한 원반 중심의 밝기이고, r_0 는 원반의 척도길이, β 는 Type II 원반의 안쪽 경계 반경이며 n 은 3을 사용하였다. 그림에서 알 수 있는 것처럼 $r \sim 45''$ 에서 기울기가 달라지는데 기울기가 달라지는 부분에서는 관측된 광도가 가정한 함수들에 의한 광도보다 다소 높다. 광도 분해에서 구한 중앙팽대부의 유효 밝기와 유효 반경은 각각 $\mu_e(V) = 21.46$, $r_e = 2.83h^{-1}kpc$ 로서 NGC 536보다 중앙팽대부가 더 크다는 것을 알 수 있다.

Ann (1997)에 의하면 원반의 광도 윤곽선 내에 다중 기울기를 가진 대부분의 원반이 Type II로 분류되었다. 또한 Type II 원반의 중간 부분에 거의 평탄한 광도 분포가 보이는 지역이 있고, 가장자리로 갈수록 가파른 기울기를 가지고 있는 경우가 있다. NGC531의 경우도 이와 유사하게 보이는데 이는 초기의 지수 함수적 원반이 영년 진화에 의해 막대의 끝에서 평탄해졌기 때문이라고 생각된다.

NGC 542의 경우 성분 분해를 할 수 없었는데 이는 중앙팽대부가 거의 드러나지 않고 광도 윤곽선이 원반의 광도에 지배되기 때문이다. 그러나 앞에서 언급한 것처럼 NGC 542의 광도 윤곽선은 두 개의 기울기를 가지는데 원반에 있는 나선팔의 영향도 원인이 될 수 있으나 다른 은하와의 상호 작용으로 원반의 구조가 바뀌었을 가능성도 배제할 수 없다. 등광도 곡선의 모양도 원반이 같은 방향으로 굽은 형태를 나타내는데 이러한 원반의 구조도 특이하기 때문에 앞으로 더 연구해야 될 과제이다.

5. 논의 및 결론

밀집군인 HCG10에 속한 은하들인 NGC 536, NGC 531, NGC 542는 그 동안 밀집군 은하들의 특성 조사를 위한 여러 종류의 탐사성 연구에는 포함되었지만 이들 은하 개개에 대한 자세한 연구는 현재까지 거의 전무하였다. 본 연구에서는 이들 은하에 대한 VRI CCD 표면 측광을 수행하여 개개 은하들의 구조적 특성을 살펴보고, 밀집군에 속한 대부분의 은하들이 겪는다고 생각되는 상호 작용의 흔적을 조사하였다.

NGC 536은 막대가 발달해 있으며 막대의 양쪽 끝에서 뻗어나온 나선팔은 거의 대칭적이다. 등광도 곡선이나 광도 윤곽선에 다른 은하와의 상호 작용에 의한 흔적은 보이지 않으나 원반과 중앙팽대부의 구조가 독특하다. NGC 536의 중앙팽대부는 편평도가 약 0.4인 길쭉한 타원 모양의 등광도 곡선으로 나타나는데, 중앙팽대부의 위치각이 원반의 위치각과 거의 같은 것으로 보아 편구가 하늘에 투영되어 길쭉한 타원 모습으로 보이는 것이라고 생각된다. NGC 536의 원반은 원반의 중심 표면밝기가 $\mu(V)_0 = 22.84mag/arcsec^2$ 로서 상당히 흐린 편인데, 이는 막대에 의해 원반의 물질이 재배치되었을 가능성을 강하게 암시한다.

NGC 531 중앙팽대부의 등광도 곡선은 독특한 모양을 하고 있는데, 반경이 $r \leq 8''$ 인 중앙팽대부의 안쪽은 편평도가 $\epsilon \sim 0.05$ 로서 거의 원에 가까우나 그 바깥에서는 중앙팽대부의 등광도 곡선이 상자형(box/penut)을 하고 있다. 이러한 상자형 등광도 곡선은 막대에 의해 유발될 수 있기 때문에(Merrifield 1996) NGC 531에도 막대가 있을 가능성이 많다. NGC 531 원반의 가장자리는 대칭적으로 휘어있는데 이러한 휨 원반(warp disk)은 이 은하가 같은 군에 있는 은하들과 상호 작용을 겪었을 가능성을 강하게 암시한다. 또한 NGC 531의 원반은 광도 윤곽선이 Freeman(1970)의 Type II 원반의 특성을 보이는데, Type II 원반은 막대에 의한 원반 물질의 재배치에 의해 쉽게 생길 수 있으므로(Ann 1997) NGC 531에서도 막대에 의한 영년 진화가 일어나고 있을 가능성이 크다.

NGC 542는 HCG10군에서 가장 작은 은하인데, 중앙팽대부는 거의 보이지 않고 원반에 의한 광도가 은하 광도의 대부분을 차지한다. 그러나 원반 광도 윤곽선의 일반적인 모습과는 달리 NGC 542의 광도 윤곽선은 두 개의 기울기를 가지는데 이렇게 광도 윤곽선의 기울기가 변하는 원인은 분명하지 않다. 두드러지지지는 않지만 원반의 등광도 곡선도 다소 독특한 모습을 보이는데 원반의 양쪽이 같은 방향으로 굽은 것처럼 보인다. 이 같은 현상도 이 원반이 주변 은하와 상호 작용을 겪고 있음을 강하게 암시하는데 이에 대한 보다 자세한 연구가 요망된다.

본 연구는 1998년도 교육부의 기초과학육성 연구비의 지원에 의한 것임(BSRI-98-5411).

참고문헌

- Allam, S., Assendorp, R., Longo, G., Braun, M., and Richter, G. 1996, *A&AS*, 117, 39
- Ann, H. B., and Lee, S.-W. 1987, *JKAS*, 20, 49
- Ann, H. B. 1995, *JKAS*, 28, 209
- Ann, H. B. 1997 *JKAS*, 30, 165-180
- Avner, E. S., & King, I. R. 1967, *AJ*, 72, 750
- Blackman, C. P. 1983, *MNRAS*, 202, 379
- Bothun, G. D., Romanishin, W., Strom, S. E., and Strom, K. M. 1984, *AJ*, 89, 9
- Freeman, K. C. 1970, *ApJ*, 160, 811
- Hickson, P. 1982, *ApJ*, 255, 382
- Hickson, P., Kindl, E., and Auman, J. R. 1989, *ApJS*, 70, 687
- Hickson, P., and Mendes de Oliveira, C. Huchra, J. P., and Palumbo, G. G. C. 1992, *ApJ*, 399, 353
- Hodge, P. W. 1982, *AJ*, 87, 10
- Kent, S. M. 1983, *AJ*, 266, 562
- Kim, K. O., and Ann, H. B., 1990, *JKAS*, 23, 43
- Kormendy, J. 1977, *ApJ*, 217, 406
- Kuijken, K. 1991, *ApJ*, 376, 467
- Landolt, A. U. 1992, *AJ*, 104, 348
- Mendes de Oliveira, C., and Hickson, P. 1994, *ApJ*, 427, 684
- Merrifield, M. R. 1996, *IAU Colloquium 157, ASP Conference Series, Vol. 91*, p179
- Osteriker, E. C., & Binney, J. J. 1989, *MNRAS*, 237, 785
- Pildis, R. A., and Bregman, J. N. 1995, *ApJ*, 443, 514
- Rose, J. A. 1977, *ApJ*, 211, 311
- Rubin, V. C., Hunter, D. A., and Ford, W. K., Jr. 1991, *ApJS*, 76, 153
- Sparke, L. S., & Casertano, S. 1988, *MNRAS*, 234, 873
- Schwarz, U. J. 1985, *A&AP*, 142, 273
- Staveley-Smith, L., and Davis, R. D. 1987, *MNRAS*, 224, 953
- Wirth, A., and Shaw, R. 1983, *AJ*, 88, 171
- Zepf, S. E. 1993, *ApJ*, 407, 448
- Zepf, S. E., and Whitmore, B. C. 1991, *ApJ*, 383, 542