

대물프리즘관측에 의한 방출선은하의 탐색¹⁾
SURVEY OF EMISSION-LINE GALAXIES BY OBJECTIVE PRISM
OBSERVATIONS

김 칠 희

전북대학교, 자연대학, 물리기술학부
(1996. 6. 18 접수)

ABSTRACT

In order to discover the candidates of emission-line galaxies towards Hydra Void, objective-prism observations using U.K. Schmidt Telescope were carried out. To search the emission feature of $[OIII]\lambda\lambda 4959,5007$ for all objects on the plate, all observed prism plates were scanned with APM at the Royal Observatory and the copied direct R plates were scanned with PDS Microdensitometer operating in the Inter- University Center for National Science Research Facilities. By utilizing the "XIMTOOL" package, both spectral and direct images for the same field were displayed simultaneously on up and down windows separately. In case of distinct emission features for a certain object, corresponding direct object on the other window was examined through eyeballing to see whether this object is a galaxy. Through this procedure, we discovered in total 33 candidates of emission-line galaxies in a single field.

I. 서 론

방출선은하는 방출선의 원천이 예를 들자면 O, B 형과 같은 항성에 있지 않고, 중력적효과에 기인한다는 점에서 정상은하와 구분되며, 개개의 방출선은하에 대한 연구는 활동성은하핵(AGN)의 특성을 이해하는데 있어서 중요한 정보를 제공한다 (참조 Horowitz 1994). 특히 공동안의 방출선은하에 대한 연구는 공동의 성질을 이해하는 중요한 도구로서 관측우주론의 직접적인 대상이 된다. 왜냐하면 공동중에서 가장 많이 연구된 Bootes 공동에서 단지 8개의 은하만 발견되었는데 이들 모두가 방출선은하로 판명되었기 때문이다 (Tifft et al. 1986; Moody et al. 1987). Bootes Void 안에 존재하는 방출선은하의 특징은 강한 $[OIII]\lambda\lambda 4959,5007$ 방출선이 보이며, 이들의 등가폭의 비는 HII영역에서와 거의 같으며, 형태도 거의 비슷하다는 것이었다.

1)본 연구는 교육부 공동기기센터 학술조성비 (BSRI-95-7406)의 지원을 받아 수행한 것임.

문제가 되는 것은 Dekel & Silk (1986)의 CDM (Cold Dark Matter) 모형에 따르면 공동안에는 단지후기에 형성된 낮은 광도의 은하만 존재할 수 있는데, 가장 활발하게 연구된 Bootes Void (Kirshner et al. 1987)에서 발견된 8개 방출선은하들은 가장 밝은 은하보다 훨씬 더 밝다는 것이다 (Tifft et al. 1986; Moody et al. 1987). Burns et al (1988)은 이들 8개 방출선은하들에 대한 21cm 관측을 통하여 이들이 rich cluster의 활동성은하와 비슷하다고 보고하였으며, Strauss & Huchra (1988)는 적외선연구 결과를 통하여 이들이 은하가 아니라고 주장하였다. 한편 Moody (1986)는 이들 방출선은하가 poor group의 가장 밝은 구성원일 가능성이 있다고 주장하여 공동안의 galaxy group의 존재가 초기밀도섭동 (Initial Density Perturbation)으로부터 우주의 진화를 규명하는 중요한 열쇠가 될 수 있다고 제안하였다. 그러나 이상하게도 Coma Void에서는 한개의 은하도 발견되지 않아 궁금증을 더해주고 있다 (Tifft & Gregory 1988).

이상에서 본바와 같이 공동의 연구를 위하여는 무엇보다 먼저 공동 안에서 방출선은하들을 발견하는 것이 과제가 된다. 우리는 비교적 연구가 되어있지 않은 남반구에 있는 Hydra void의 한 영역에서 방출선은하의 후보들을 발견하기 위하여 Schmidt 망원경에 의한 대물프리즘관측을 수행하였다. Hydra Void의 중심위치는 적경이 11시 30분이고 적위는 -32.5° 이며, 후퇴 속도값은 중심에서 약 8000km/s 인데 (Fairall 1988) 이 값은 Bootes Void에 대한 15,000km/s의 절반 정도이기 때문에 보다 어두운 은하들을 관측할 수 있다는 이점이 있다.

II. 관 측

본 연구의 가장 중요한 문제는 가능한 한 많은 숫자의 방출선은하후보를 찾아내는 것이다. Salzer et al (1989)에 따르면 방출선은하의 발견을 위하여 Schmidt 망원경에 의한 대물프리즘 조사가 가장 효과적인 것으로 밝혀졌기 때문에 호주의 Anglo - Australian 천문대의 Schmidt 망원경 (UKST)으로 Hydra Void 방향의 한 필드를 관측하였다. 관측된 영역은 UKST의 필드 번호가 378로, 중심위치는 적경이 11시 36분이고 적위는 -35° 이다. UKST의 구경은 1.24m이고, plate scale은 67.12 arcsec/mm이며, 사진판의 크기는 사방 356mm이고 각도로는 ($6.4^{\circ} \times 6.4^{\circ}$)이다 (참조 UKST Handbook, 1983). 노출시간은 20분, 관측된 파장영역은 4550-6900 Å, 2° 프리즘에 의한 분산값은 $H\gamma$ 에서 830Å/mm, 분해능은 18Å 정도이고 한계등급은 $m_B=16$ 등성 정도이다. 어두운 은하에 대한 방출선의 확인을 더욱 쉽게하기 위하여 스펙트럼의 폭이 넓게 (140μm) 나오도록 관측하였다. 이 값들은 Bootes Void 와 다른영역에 대한 대물프리즘 조사에 사용된 값과 비슷하기 때문에 바로 우리의 결과와 비교할 수 있다.

우리는 Schmidt 망원경에 의한 사진관측시 널리 사용되어온 IIIa-J나 IIIa-F 사진건판대신에 비교적 최근에 개발되었으나 이의 품질이 보증된 Tech Pan Film (Kodak Technical Pan 4415 Film)을 사용하였다 (참조 Kodak publication Q-34, 1977). 그 이유는 IIIa-J 와 IIIa-F 건판의 공급이 순조롭지 못하고 가격도 비싼 반면에 Tech Pan Film은 가격이 저렴하고 분해능은 오히려 이들 사진건판보다 좋기 때문이다 (Phillips & Parker, 1993). 단점으로는 복사에 어려움이 있다고 알려져 있다.

III. 토 론

관측된 프리즘필름은 Royal Observatory에서 운영하고 있는 APM (Automatic Plate Measuring) Facility (참조 APM Handbook 1981)에 의하여 $10\mu\text{m}$ 의 분해능으로 스캐닝되었다. 또한 같은 필드에 대하여 이미 사진관측된 R 전판을 Tech Pan Film에 복사한 후, 모든 천체를 항성과 은하로 구분하기 위하여 공동기기원의 PDS사진농도계를 사용하여 $20\mu\text{m}$ 의 분해능으로 이 필름을 스캐닝하였다. 스캐닝된 R 전판과 프리즘전판의 디지털데이터를 "XIMTOOL" 패키지를 사용하여 동일한 영역에 대응되는 두개의 화상으로 모니터스크린의 아래위에 함께 디스플레이한 후, 우선 개개의 스펙트럼으로 부터 $[\text{OIII}]\lambda 4959, 5007$ 방출선의 존재를 확인한 후 R 전판의 화면에서 대응되는 천체가 은하인가 아니면 항성인가를 육안으로 식별하였다. Tech Pan Film은 IIIa-F 전판에서와 같이 감도의 범위가 3400\AA 에서 6900\AA 이기 때문에 $[\text{OIII}]\lambda\lambda 4959, 5007$ 에 대하여 H β 방출선도 식별에 사용되었다.

한개의 UK Schmidt 전판에는 수만개이상의 천체가 나타나기 때문에 적당한 프로그램을 개발하여 컴퓨터에 의하여 항성과 은하를 식별한 후, 대응되는 스펙트럼에서 방출선의 존재를 검출하는 방법이 퀘이서나 방출선은하의 발견에 사용되고 있다 (He & Impey 1986; Springwater 1987). 퀘이서에 대한 경우 컴퓨터에 의한 검출이 육안에 의한 경우에 필적한다는 보고 (Hewett, et al. 1985)가 있으나, 결코 컴퓨터가 사람의 눈을 따라갈 수는 없을 것이다. 특히 우리가 분석한 전판에서처럼 천체의 밀도가 높은 경우 어두운 천체의 스펙트럼일부가 이웃한 보다 밝은 천체의 스펙트럼에 중첩되어 방출선으로 오판할 가능성이 많아지기 때문에 컴퓨터에 의한 식별은 크게 의문시 될 수 밖에 없을 것이다. 따라서 우리는 비록 지루하고 시간이 걸리는 단조로운 작업이기는 하지만 신뢰성이 훨씬 높은 육안분석을 시도하였다. 이 과정을 통하여 33개의 방출선은하의 후보를 발견하였으며 이들에 대한 리스트와 finding chart를 각각 표1과 그림1에 나타내었다. 표1에서 은하의 좌표는 12개의 좌표표준형성에 대하여 계산된 값이며 적경과 적위에 대한 오차는 각각 각도로 2.6초 및 1.7초이다. 또한 그림1에서 위가 북이고 오른쪽이 동이며, 필드의 크기는 한변이 각도로 약 7분에 대응된다.

Hydra Void 전체 약 25개 필드중 한개의 필드에 대하여 우리가 찾아낸 33개라는 방출선은하 후보의 숫자는 Boötes Void 전체에 대하여 발견된 424개의 방출선은하와 청색은하 (Sanduleck & Pesch 1982, 1984)와 비교되는데, 우리의 결과는 Boötes Void와 Hydra Void가 같은 크기라고 가정하는 경우 Hydra Void에서 두배정도 더 많다는 것을 뜻한다. 따라서 대개의 공동에 대하여 방출선은하의 밀도가 거의 비슷하다고 한다면, 33개 중에서 실제로는 방출선은하가 아닌 것이 다수 포함되어 있을 것으로 생각할 수 있다. 프리즘의 분산방향으로 상대적으로 밝고 어두운 두개의 천체가 인접해있는 경우 어두운 천체의 스펙트럼일부가 밝은 천체의 스펙트럼에 중첩되어 방출선으로 오인될 수 있다. 이런 경우 방출선이 실제로 은하에서 만들어진 것인지 아니면 다른 천체에 의한 것인지 식별할 수 없다. 표1의 방출선후보들의 경우 상당수가 이런 경우에 해당되기 때문에 이들에 대한 분광관측을 통하여 이들중 어떤 은하가 실제로 방출선은하인가의 여부를 밝혀내는 한편, 분광관측을 통한 적색편이값의 측정을 통하여 거리를 결정함

표 1. 방출선온하의 후보에 대한 리스트

| ELG | 적경 | (1950) | 적위 |
|--------|-------|--------|-------------|
| 378-1 | 11 45 | 54.0 | -33 40 36.5 |
| 378-2 | 11 31 | 6.0 | -35 36 42.8 |
| 378-3 | 11 27 | 11.3 | -35 52 4.9 |
| 378-4 | 11 27 | 52.4 | -34 59 4.2 |
| 378-5 | 11 28 | 4.0 | -37 36 41.6 |
| 378-6 | 11 29 | 51.9 | -37 24 2.9 |
| 378-7 | 11 28 | 22.0 | -36 53 21.2 |
| 378-8 | 11 38 | 12.1 | -36 23 24.5 |
| 378-9 | 11 42 | 18.3 | -35 51 41.0 |
| 378-10 | 11 40 | 52.2 | -37 29 40.5 |
| 378-11 | 11 39 | 49.5 | -35 15 10.1 |
| 378-12 | 11 30 | 55.1 | -35 13 19.3 |
| 378-13 | 11 43 | 9.7 | -35 4 16.0 |
| 378-14 | 11 45 | 3.7 | -37 24 23.5 |
| 378-15 | 11 44 | 48.0 | -34 18 42.0 |
| 378-16 | 11 48 | 11.2 | -34 15 5.3 |
| 378-17 | 11 49 | 24.4 | -33 52 24.0 |
| 378-18 | 11 43 | 35.1 | -33 43 23.7 |
| 378-19 | 11 32 | 29.7 | -33 37 48.0 |
| 378-20 | 11 35 | 49.9 | -36 54 25.0 |
| 378-21 | 11 48 | 9.5 | -34 55 44.0 |
| 378-22 | 11 47 | 31.2 | -33 20 20.7 |
| 378-23 | 11 49 | 57.4 | -36 42 45.0 |
| 378-24 | 11 48 | 36.1 | -33 18 48.8 |
| 378-25 | 11 49 | 37.5 | -33 9 21.1 |
| 378-26 | 11 48 | 9.7 | -34 55 44.0 |
| 378-27 | 11 34 | 26.9 | -37 11 8.5 |
| 378-28 | 11 44 | 51.8 | -33 57 26.5 |
| 378-29 | 11 48 | 59.9 | -33 36 28.2 |
| 378-30 | 11 46 | 31.9 | -35 52 1.1 |
| 378-31 | 11 44 | 45.9 | -32 56 31.1 |
| 378-32 | 11 46 | 30.5 | -33 4 29.4 |
| 378-33 | 11 43 | 32.0 | -33 12 25.0 |

으로써 이들이 공동안에 위치하는가를 조사하는 후속연구가 수행되어야 할것이다.

좌표표준항성으로 부터 방출선온하후보의 좌표를 결정하기 위하여 필요한 프로그램을 기꺼이 제공하여준 한인우박사와 공동기기원의 PDS농도계로 R 전판을 스캐닝하여준 김웅태군에게 감사를 드린다.

그림 1. 방출선은하의 후보에 대한 Finder Chart

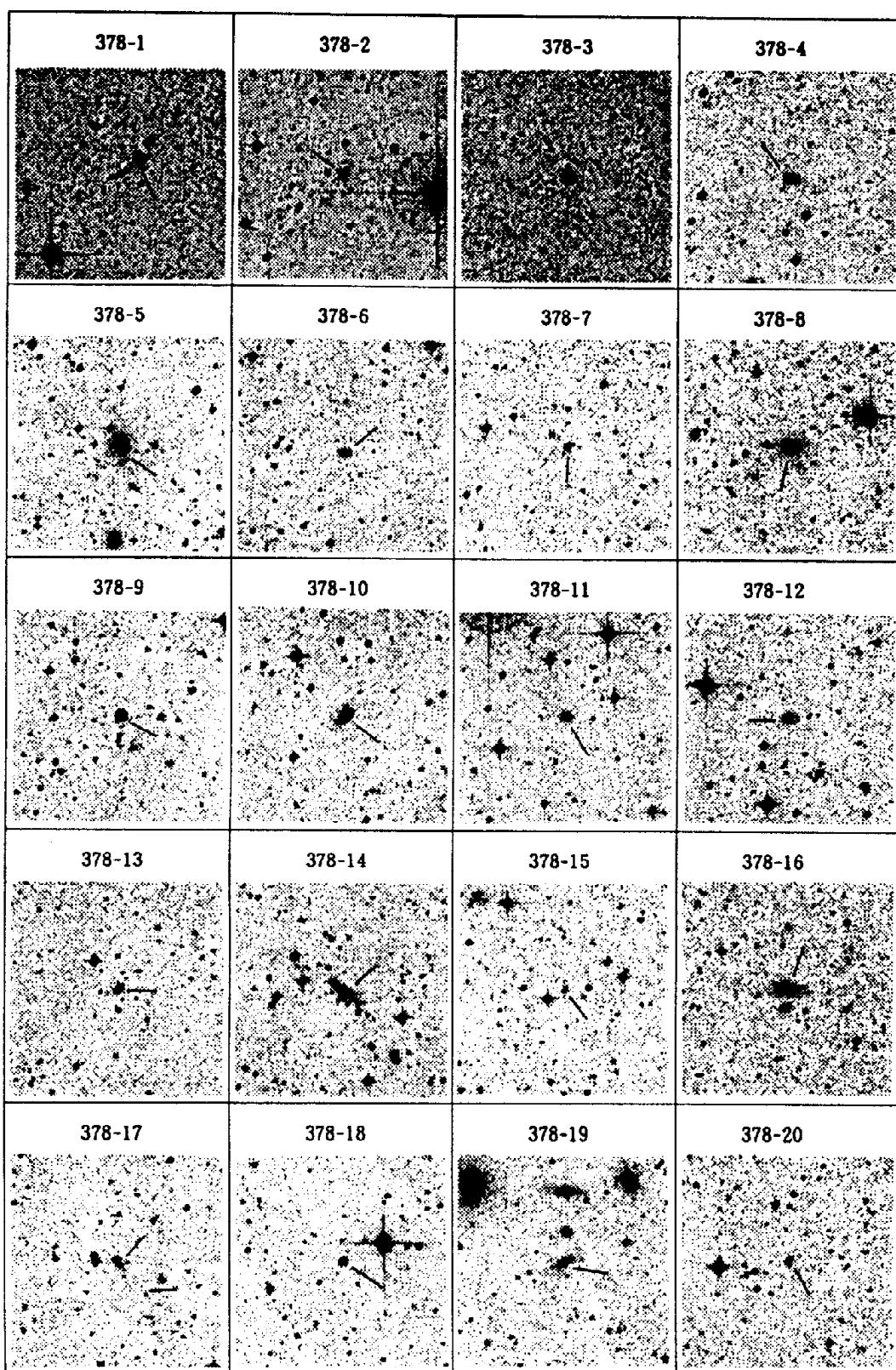
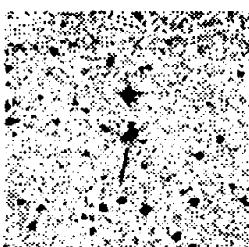
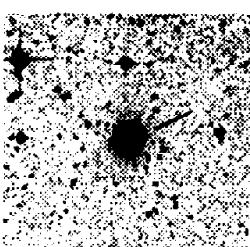
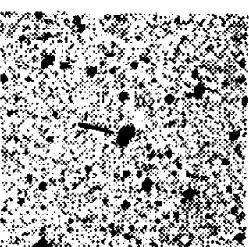
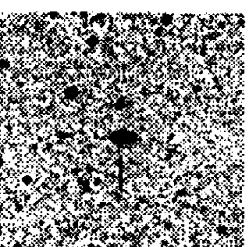
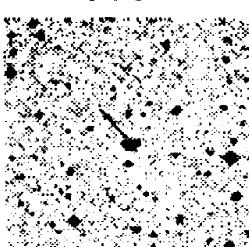
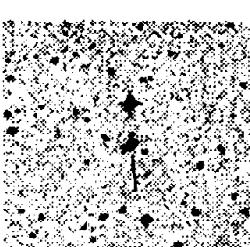
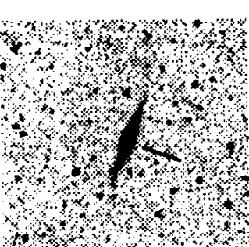
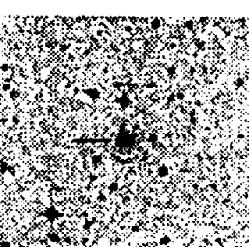
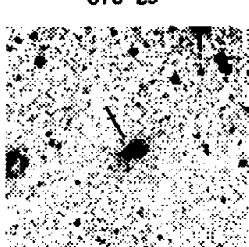
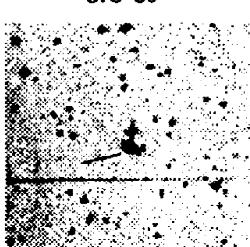
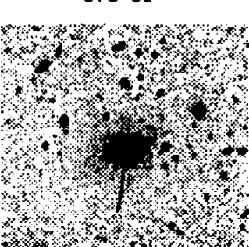
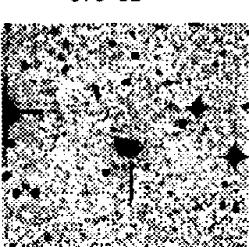


그림 1. (계속)

| | | | |
|---|---|--|---|
| 378-21 | 378-22 | 378-23 | 378-24 |
|  |  |  |  |
| 378-25 | 378-26 | 378-27 | 378-28 |
|  |  |  |  |
| 378-29 | 378-30 | 378-31 | 378-32 |
|  |  |  |  |
| 378-33 | | | |

참 고 문 헌

- Burns, J.O., Moody, J.W., & Gregory, S.A. (1988) AJ, 95, 668
- Dekel,A. & Silk, J. (1986) ApJ, 303, 39
- Fairall, A.P. (1988) in "Lecture Notes in Physics: Morphological Cosmology", P. Flin & H.W. Duerbeck Eds., Springer-Verlag, P.145
- He, X.-T. & Impey, C.D. (1986) MNRAS, 221, 727
- Hewett, P.C., et al. (1985) MNRAS, 213, 971
- Horowitz, I.K. (1994) Ph.D. Thesis, California Institute of Technology
- Kirshner, R.P., Oemler, A., Schechter, P.L., & Schectman, S.A. (1987) ApJ, 314, 439
- Moody, J.W. (1986) Ph.D. Thesis, University of Michigan
- Moody, J.W., Kirshner, R.P., MacAlpine, G.M., & Gregory, S.A. (1987) ApJL, 314, L33
- Phillipps, S. & Parker, Q.A. 1993, MNRAS, 265, 385
- Salzer, J.J., MacAlpine, G.M., & Boroson, T.A. (1989) AJSS, 70, 447
- Sounduleck, N. & Pesch, P. (1982) ApJ Lett., 258, L11
- Sounduleck, N. & Pesch, P. (1984) ApJS, 55, 517
- Springwater, M. (1987) Ph.D. Thesis, University of Cambridge
- Strauss, M.A., Huchra, J.P. (1988) AJ, 95, 1602
- Tifft, W.G. & Gregory, S.A. (1988) AJ, 95, 651
- Tifft, W.G., Kirshner, R.P., Gregory, S., & Moody, J.W. (1986) ApJ, 310, 75