

진화하는 우주

글 | 임성빈 _ 명지대학교 교수 sbimm@mju.ac.kr

별들이 만들어지고 은하들이 형성된 후에도 별들 사이(성간공간)에는 여전히 매우 낮은 밀도의 수소 및 헬륨가스가 존재하는데 이들을 성간가스라고 한다. 우주 초기에는 우주에 이들 수소 및 헬륨가스밖에 없었지만 나중에는 별들의 진화과정에서 만들어진 무거운 원소 외에도 생명체와 관련이 깊은 여러 가지 아미노산을 비롯하여 다양한 종류의 유기화합물들이 포함된 티끌들이 약 10% 정도를 차지하게 되었다. 이들을 성간물질이라고 하는데 그 밀도가 현재 인간이 만들 수 있는 최고의 진공상태보다도 1조분의 1밖에 안 되는 것이기는 하지만 그래도 아무것도 없는 것하고는 전혀 다르다. 이들은 우주공간에 골고루 퍼져있는 것이 아니라 곳곳에 거대한 집단, 즉 성운(성간 구름)을 형성한다.

다양해진 성운

성운 중 주로 수소들이 모여 있는 곳을 수소지역이라고 하는데, 그것이 전기적으로 중성인 수소원자(H)들일 때는 H I 지역이라고 하며 온도는 100°K 정도이다. 이러한 H I 지역이 별에서 방출된 고온의 에너지를 흡수하면 수소들은 전자를 잃고 이온화되는데 이와 같이 이온화된 수소(H+)들이 모인 곳은 H II 지역이라고 하며 온도는 약 1만°K 정도이다. 이 외에 주로 수소분자(H₂)들이 모인 곳도 있는데 이들 지역의 온도는 10~100°K 정도이다. 또 전기적으로 중성인 헬륨가스가 모인 곳은 He I 지역, 전자 한 개만 잃은 헬륨(He+)가스가 모인 곳은 He II 지역, 전자 2개를 모두 잃은 헬륨(He²⁺)가스가 모인 곳은 He III 지역이라고 하지만 수소지역에 비해

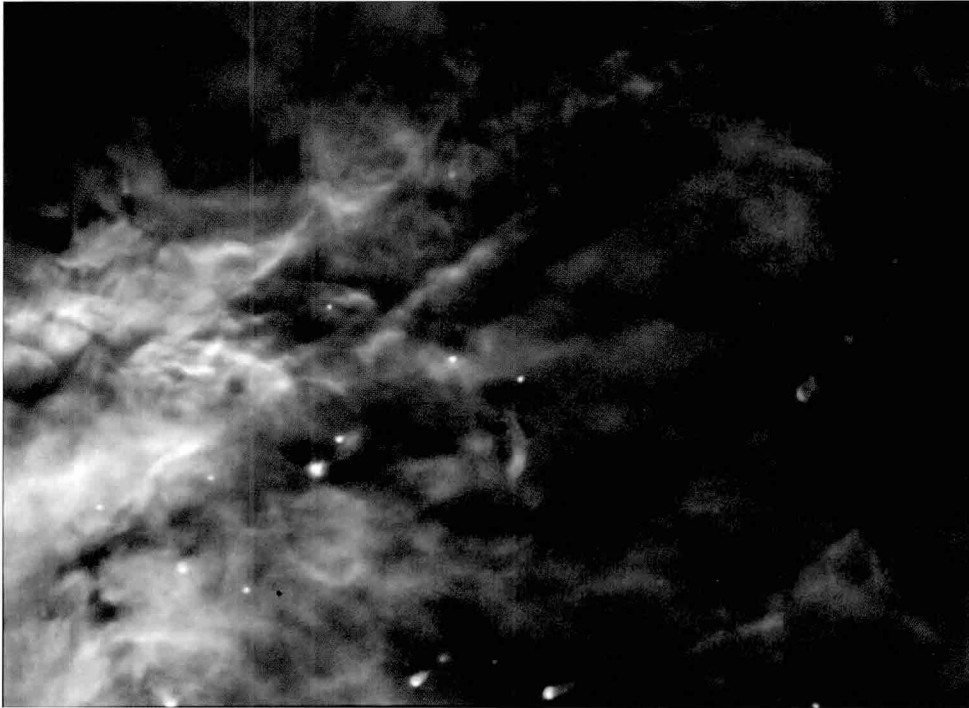


궁수은하 (©빛의 환타지아 / www.stsci.edu)

훨씬 적다.

방출성운은 H II 지역의 하나로서 스스로 빛을 발산하지는 않지만 성운의 내부 또는 외부의 빛을 흡수하여 붉은 빛을 방출하는 성운이다. 반사성운은 H II 지역의 하나지만 외부의 별빛을 반사하여 푸른빛으로 보이는 성운이다. 주로 수소분자로 이루어진 가스와 먼지가 넓게 퍼져있는 확산성운은 온도가 100°K 정도이며 크기는 1광년 미만에서 크기는 수백 광년, 질량은 태양의 10배에서 수백만 배에 달하기도 한다. 이들 성운은 밀도가 낮아 그 뒤에 있는 별빛을 볼 수가 있다.

암흑성운의 규모는 확산성운과 비슷하나 온도는 10~20°K 정도로서 매우 낮고 밀도는 1만 배 정도 더 높아 스스로 아무 빛도 발하



거대분자성운(오리온성운) (©빛의 환타지아 / www.stsci.edu)

지 않을 뿐만 아니라 성운 뒤에서 지구로 오는 모든 빛을 차단하기 때문에 주위보다 어둡게 나타나는 성운이다. 거대분자성운의 성분은 확산성운이나 암흑성운과 비슷하나 규모가 이들보다 더 커서 너비는 수백광년에 이르기도 하며 질량은 태양의 수십만 배에서 수백만 배에 달하기도 한다. 온도는 암흑성운보다도 더 낮은 10°K 정도이며 밀도는 암흑성운의 약 100만 배, 확산성운에 비해서는 약 100억 배 정도 더 높아 별이 되기 가장 좋은 조건을 갖춘 성운이다.

나선형 밀도파 등으로 촉진되는 별의 생성

초기 우주에서는 저절로 수소나 헬륨가스가 성운을 이루고 이들이 중력만으로 별로 만들어져야 했기 때문에 별이 만들어지기가 매우 어려워 처음 별들이 만들어지기까지는 1억년이 넘는 세월을 기다려야 했다. 그러나 일단 별이 만들어지고 은하가 형성된 후에는 별이 훨씬 더 쉽게 만들어질 수 있는 환경이 조성됨으로써 수많은 별들이 짧은 시간에 만들어지게 되었는데 그 첫 번째가 나선형 밀도파이다.

흔한 형태의 은하인 나선형 은하의 나선 팔 끝부분에는 별을 만들다 남은 이온화된 수소(H II)구름이 자리하고 있다. 이들 성운은 은하핵을 중심으로 회전하는데 은하핵에 가까울수록 속도가 빠르

고 멀리 떨어져 있을수록 속도가 느리기 때문에 이들이 서로 충돌하면서 충격파, 즉 나선형 밀도파를 발생시킨다.

이 나선 팔 속의 밀도파는 거의 영구적인데 은하주변을 1초에 약 30km 정도의 속도로 움직인다. 그리고 이곳을 지나가는 별들과 가스 및 먼지구름은 1초에 약 250km의 속도로 움직여 충격파를 추월해 통과하며 압착을 일으킨다.

이와 같이 별들 사이의 얇은 가스가 은하의 나선 팔 부근을 돌아다니다 압착되어 분지구름이 만들어진다.

이들 거대분자성운은 중력에 의해 형태가 유지되므로 독립된 개체로 볼 수 있으며 이들로부터 수많

은 새로운 별들이 만들어 지는 것이다.

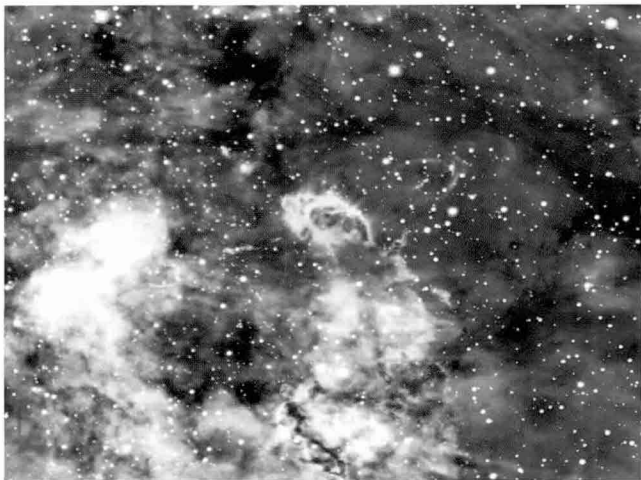
초신성 폭발이 일어나면 막대한 에너지의 충격파가 발생하여 주변으로 퍼져나가게 된다. 그러다가 거대분자성운을 만나게 되면 성운 내의 가스와 먼지를 압착하고 압착된 부분의 가스덩어리가 최대 한도로 커지면 순식간에 중력붕괴를 일으켜 새 별이 탄생하게 된다.

이와 같이 초신성폭발 충격파는 1천만 내지 2천만 년에 걸쳐 거대한 가스구름 전체를 가로질러 퍼져 나가면서 별들을 폭발적으로 만들어 낸다. 뿐만 아니라 초신성폭발로 인하여 쏟아져 나온 물질들은 별들 사이의 공간에 흩어지면서 차세대 별들의 원료가 될 새로운 분지구름을 만들기도 한다. 이러한 초신성폭발은 한 세기에 두세 번 정도에 불과하며 이렇게 재활용되는 물질은 사실 1년에 태양질량의 몇 배 정도밖에 안 된다. 그렇지만 수십억 년이라는 세월이 흐르는 동안 수억 번의 초신성폭발이 있었고 이런 식으로도 수많은 별들이 만들어지게 되는 것이다.

은하와 은하가 충돌하면 밀도파가 발생하게 되고 이것 역시 나선형 밀도파나 초신성폭발 충격파와 마찬가지로 거대분자성운을 만나면 새로운 별들이 만들어지도록 하고 또 성간물질들이 모여 성운이 만들어지도록 하기도 한다.



반사성운 NGC1999 (©빛의 환타지아 / www.stsci.edu)



반사성운 HH666 (©빛의 환타지아 / www.stsci.edu)



수소지역 M17 오메가성운 (©빛의 환타지아 / www.stsci.edu)

막대 나선형 우리은하 전체를 9만8천 광년

지구를 가진 태양계가 속해 있는 우리 은하는 전형적인 막대 나선형 은하로서 나이는 은하들 중에서는 중년에 속하는 100억년 정도이고 생성과정도 다른 은하들과 별로 다를 것이 없다. 중앙에는 은하핵을 포함한 은하중심부가 자리 잡고 있으며 그 주위를 나선 팔을 가지고 있는 원반 모양의 은하판이 둘러싸고 있다. 전체 지름은 약 9만8천 광년이며 약 2천억 개의 태양과 같은 별을 가지고 있고 전체 질량은 블랙홀과 암흑물질을 포함하여 태양의 약 6천억 배 정도이다.

우리 은하는 은하핵을 중심으로 평균 2억2천500만 년에 한 번씩 자전을 하는데 그 속도는 은하핵에 가까울수록 빠르고 멀리 떨어져 있을수록 느리다. 그리고 우리 은하는 우리 은하가 속해 있는 국부 은하군 내에서 초속 40km의 속도로 움직이고 있다. 또 이 국부은하군은 이것이 속해 있는 은하단 내에서 초속 600km의 속도로 움직이고 있으며, 이 은하단은 또 이것이 속해 있는 초은하단 내에서 거대중력원을 향하여 초속 700km의 속도로 움직이고 있다.

은하중심부의 중심에는 은하핵이 있으며 이곳에는 질량이 태양의 약 300만 배에 달하는 거대한 블랙홀이 자리 잡고 있지만 활동은 중단한 상태이며 γ 선을 방출하고 있다.

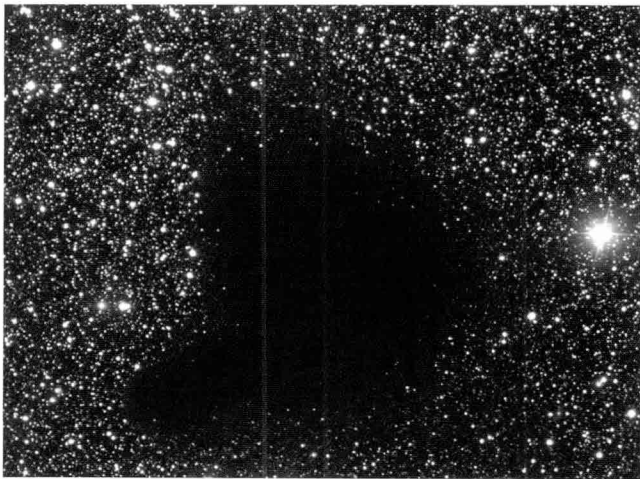
은하핵을 포함하고 있는 은하중심부는 미식 축구공 모양으로서 긴 쪽의 지름이 약 2만여 광년, 짧은 쪽이 약 1만2천여 광년이고 두께는 약 3천여 광년으로서 은하판에 비해 상당히 두껍다. 은하중심부는 적게는 1만여 개에서 많게는 100만 개까지의 늙은 종족 II 별로 이루어진 구상성단이 대부분을 차지하고 있으며 수소원자(H I)가스나 먼지는 주로 은하핵이 있는 안쪽에 몰려 있다. 그리고 많지는 않지만 수백 개씩의 젊은 종족 I 별로 이루어진 산개성단도 존재한다.

은하 중심부를 원반 모양의 은하판이 둘러싸고 있고 우리 은하의 은하판 내에는 몇 개의 나선 팔이 있는데 우리 태양계가 존재하는 오리온 팔을 비롯하여 페르세우스 팔, 백조 팔, 궁수 팔, 방패-남십자 팔, 노르마 팔 등이 그것이다. 이곳은 주로 산개성단으로 이루어져 있고 구상성단은 그리 많지 않아 주로 젊거나 어린 별들이 자리 잡고 있으며 끊임없이 수많은 별들이 만들어지고 있다. 은하판의 두께는 변두리로 갈수록 얇아져 태양이 있는 위치에서는 약 2천 광년이고 제일 바깥부분은 1천광년 미만이다.

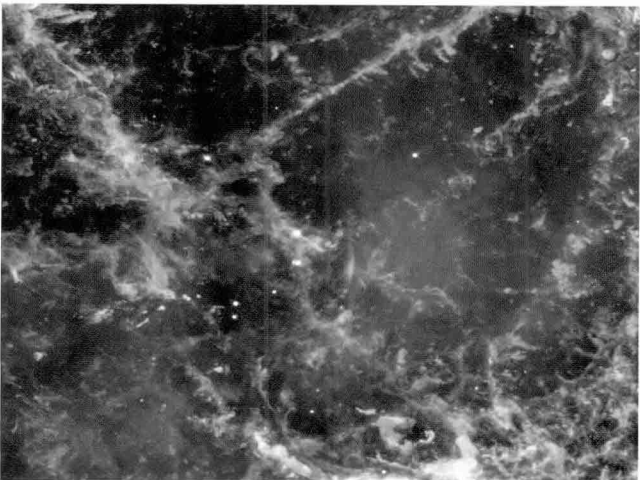
우리 은하의 후광은 약간 납작한 공 모양으로 우리 은하 전체를 둘러싸고 있으며 지름은 약 13만 광년이고 약 150개의 구상성단으



방출성운 IC1396H-알파 (©빛의 환타지아 / www.stsci.edu)



암흑성운 버나드68 (©빛의 환타지아 / www.stsci.edu)



확산성운 게성운 (©빛의 환타지아 / www.stsci.edu)

로 구성되어 있다. 그리고 그 주위를 암흑물질로 이루어진 암흑후광이 둘러싸고 있는데 지름은 약 40만~50만 광년이고 질량은 은하전체 질량의 약 90% 정도이다.

50억년 후 안드로메다 · 우리은하 충돌

우리 은하는 이미 오래 전에 지금은 우리 은하 내에서 오메가 센타우리 구상성단이 되어 있는 은하와 충돌하여 이를 흡수하였다. 그리고 물병 은하도 이미 우리 은하와 여러 번 충돌을 일으켜 붕괴, 흡수가 진행되고 있으며 큰 개 은하 역시 은하핵이 이미 우리 은하에 진입해 있는 상황이다. 그러나 큰 개 은하는 그 질량이 우리 은하의 1% 정도밖에 되지 않아 완전히 충돌을 일으킨다 하여도 그 영향이 그리 크지 않을 것이다. 그 밖에 불규칙 은하인 궁수은하도 우리 은하와는 7만8천 광년밖에 떨어져 있지 않은데 우리 은하의 지름이 9만여 광년임을 감안할 때 매우 근접해 있음을 알 수 있다. 또 큰 마젤란 은하는 우리 은하와 약 16만 광년, 작은 마젤란 은하는 21만 광년 떨어져 있는데 이들 역시 둘 다 불규칙 은하이다.

그 외에도 우리 은하는 30여 개의 작은 위성은하들을 가지고 있는데 대부분의 은하들은 우주가 팽창함에 따라 우리 은하로부터 멀어져가고 있지만 이들 중 몇몇은 서서히 우리 은하로 접근하고 있다.

지구 북반구에서 가장 밝게 보이는 나선형 은하인 안드로메다 은하는 우리 은하와 같이 처녀자리 은하단의 가장자리에 있는 국부 은하군에 속해 있으며 두개의 핵을 가진, 우리 은하보다 훨씬 더 큰 은하로서 최대지름 20만 광년, 평균지름 16만 광년이고 우리 은하로부터 약 230만 광년 떨어져 있다. 그런데 이 안드로메다 은하 역시 현재 시속 48만km, 그러니까 초속 약 130여km의 속도로 우리 은하와 접근하고 있다.

이 두 은하가 이러한 접근을 계속하여 결국은 충돌을 일으킬지 아니면 방향을 바꾸어 비껴갈지는 알 수 없지만 설혹 그런 일이 일어난다고 하여도 지금으로부터 약 50억년 후의 일로서 그때는 이미 태양이 적색거성의 단계를 지나 태양계는 엉망진창이 된 후일 것이기 때문에 우리 태양계의 안위와는 별 관계가 없는 일이 될 것이다. **ST**



글쓰이는 서울대학교 토목공학과 졸업 후 동대학원에서 석사·박사학위를 받았다. 한국교통문제연구원 원장, 명지대학교 공과대학장·교통관광대학원장·문화예술대학원장 등을 지냈으며, 현재 서울특별시 무술협회 회장, 한국바둑학회장 등을 겸임하고 있다.