

Obliquity of the Nine Planets

© Copyright 1999 by Calvin J. Hamilton

# 태양은 살아있다 Ⅲ - 태양계의 행성들

글 | 임성빈 \_ 명지대학교 교수 sbimm@mju.ac.kr

## 목성(Jupiter)



영어의 ‘주피터’는 로마신화의 유피테르로서 그리스신화의 제우스에 해당되며 태양과 달을 지배하는 광명의 신이자 바람, 비, 천둥, 폭풍우, 번개 따위를 지배하는 천상의 신이다. 목성

은 태양으로부터 평균 5.2AU 떨어져 있는 태양계에서 가장 큰 행성으로 지름은 지구의 11배인 약 14만km이고 질량은 318배로서 태양계 전체행성의 71%를 차지하고 있으나 밀도는 지구의 1/4에도 못 미친다. 자전축은 3°밖에 기울어져 있지 않으며 자전주기는 지구보다 거의 3배나 빠른데 적도에서 9시간 50분, 극 부근에서는 9시간 55분이며 태양 주위를 한 번 공전하는 데는 약 12년이 걸린다. 목성뿐만 아니라 목성형 행성은 모두 고체가 아니기 때문에 태양과 같이 위도에 따라 자전속도가 다르다.

목성은 자전속도가 이와 같이 빠른데다가 단단한 물질이 아닌 액체와 기체로 되어 있어 남북으로 납작하며 구성성분은 수소가

75%이고 헬륨이 24%로서 태양과 유사하다. 다시 말해서 목성의 표면은 액체수소의 바다이고 그 위를 아주 짙은 대기가 두꺼운 구름층을 형성하여 덮고 있는데, 대기의 성분은 수소가 60%, 헬륨이 36%, 네온이 3%이고 1% 미만의 메탄과 0.05% 정도의 암모니아 등으로 되어 있으며 표면의 평균온도는 -110°C이다.

이들 구름은 더운 공기가 위로 올라오는 부분은 밝게 나타나고 차가워진 공기가 아래로 내려가는 부분은 어둡게 나타나는데 목성의 적도 부근에서는 빠른 자전속도 때문에 초속 150m의 강한 서풍이 적도와 나란히 불고 있어 이들 무늬가 적도와 나란한 밝고 어두운 띠 모양으로 나타난다. 또한 목성의 남반구에는 대적점이라는 커다란 붉은 타원 모양의 무늬가 있는데 약 6일에 한 번씩 반시계 방향으로 회전을 하고 있다. 이것의 크기는 지구의 2~3배 정도이며 서로 반대방향으로 움직이는 구름 표면에 나타나는 소용돌이 현상이다. 목성은 또 담배연기 입자크기의 티끌로 된 2개의 고리를 가지고 있다.

목성은 비록 스스로 빛을 내는 별은 아니지만 생성 당시 태양계와 같은 행성계와 비슷한 과정을 겪었다. 그래서 목성 가까이에는 작은 위성들이 만들어졌고 적당히 거리가 떨어진 곳에는 태양계에서의 목성형 행성들과 마찬가지로 목성의 위성들 중에서 가장 큰 것들인 갈릴레오 위성들이 자리 잡고 있다. 그리고 그 외곽에는 다시 작은 위성들이 존재하는데 목성의 위성은 지금까지 발견된 것만

해도 무려 63개나 되지만 이들이 모두 목성과 같이 만들어진 것들은 아니고 그들 중 대부분은 소행성이 목성의 인력에 붙잡힌 것들이다.

갈릴레오 위성들은 모두 지구의 달과 같이 공전과 자전주기가 같은 동조화운동을 하고 있다. 이들 중 목성과 가장 가까운 이오는 크기가 달과 비슷하며 평균밀도도 비슷하다. 이오의 표면에는 300개 이상의 화산 분화구가 있으며 지금도 태양계 천체 중에서 가장 활발한 화산활동이 일어나고 있다. 이오 바깥쪽에 있는 에우로파는 달보다 약간 작고 평균밀도도 달보다 약간 작다. 에우로파의 표면은 얼음 층으로 되어있고 그 아래 물의 바다가 존재한다. 에우로파의 바깥쪽에 있는 가니메데는 태양계의 위성 중에서 가장 크며 수성보다도 더 크다. 그러나 평균밀도는 물의 약 2배로서 수성의 반보다도 작으며 표면은 얼음 층으로 되어 있고 운석과의 충돌 흔적을 많이 가지고 있다. 갈릴레오 위성들 중 가장 바깥쪽에 있는 칼리스트는 그 크기가 가니메데보다 약간 작아 수성과 비슷하며 평균밀도는 가니메데와 비슷하다. 표면 역시 얼음 층으로 되어 있고 운석과의 충돌 흔적도 많이 있다.

### 토성(Saturn)



영어의 '새턴'은 로마신화의 사투르누스신으로서 그리스신화의 크로노스에 해당되는데 농동을 돌보고 포도를 재배하며 밭에 비료를 뿌리는 일을 돌봐주는 농사신이다. 토성은 고리를 가진 매우 아름다운 목성형 행성으로서 태양에서 평균 9.5AU 떨어진 태양계에서 두 번째로 큰 행성이며 지름은 지구의 9.4배인 12만km이고 질량은 지구의 약 95배나 되나 밀도는 물보다도 낮은 유일한 행성으로서 물의 70%, 즉 지구의 약 1/9 밖에 안 된다. 자전축은 27° 기울어져 있으며, 자전주기는 적도에서 10시간 14분, 극 부근에서는 10시간 38분이고 공전주기는 29.5년이다.

중심부에는 지름 4만km 정도의 철과 암석으로 된 핵이 있고 그 주위를 얼음 층이 둘러싸고 있으며 가장 바깥쪽에는 액체상태의 암모니아와 메탄이 두께 2만5천km의 층을 형성하고 있다.



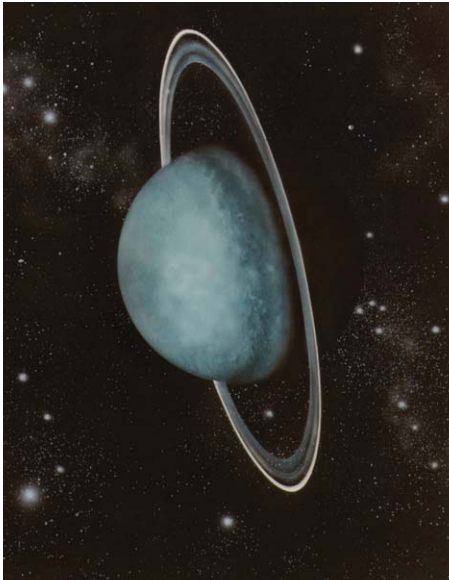
토성 역시 자전속도가 빨라 남북이 납작한 형태로 되어 있으며 적도에서는 목성에서보다도 훨씬 더 빠른 초속 500m 정도의 서풍이 불어 약간 흐리기는 하지만 표면에 목성과 비슷한 줄무늬를 나타낸다. 토성의 대기 역시 주성분은 수소와 헬륨이고 평균온도는 -125℃ 정도이다.

주로 작은 암석이 섞인 얼음덩어리로 이루어져 있어 햇빛을 잘 반사하기 때문에 매우 아름답게 보이는 고리들이 마치 위성이 행성 둘레를 공전하듯이 토성의 적도 둘레를 공전하고 있으며 이들 고리의 가장 바깥쪽은 토성 적도반지름의 2배가 넘고 안쪽은 약 1.5배 정도이다. 이들은 사이사이에 빈 간극이 있고 공전속도도 각각 다른 11개의 고리로 되어 있는데 각 간극은 이들을 발견한 사람의 이름에 따라 카시니 간극, 엔케 간극 등의 이름이 붙어 있으며, 고리의 두께는 매우 얇아 15km 이하로 추정된다.

토성의 위성 중 가장 큰 타이탄은 지름이 약 5천150km나 되어 수성보다도 크고 가니메데보다는 약간 작은, 태양계에서 두 번째로 큰 위성이다. 타이탄은 또 유일하게 많은 대기를 가진 위성으로서 대기의 양은 지구의 2배이며 주로 질소로 이루어져 있고, 메탄 등의 유기화합물도 풍부하게 가지고 있어 원시지구와 비슷하며, 위성 이라기보다는 행성에 가까운 상태이다. 토성의 위성은 타이탄을 비롯하여 지금까지 발견된 것이 모두 46개이다.

### 천왕성(Uranus)

영어의 '유러너스'는 그리스신화의 우라노스로서 대지의 여신인 가이아의 아들이자 남편인 천공의 신이다. 천왕성은 태양으로부터 19.2AU 떨어진 목성형 행성으로서 태양계에서 3번째로 큰데 지름은 지구의 약 4배인 5만1천118km이고 질량은 지구의 약 14.5배이나 밀도는 지구의 1/4보다 약간 낮다. 오래 전에 다른 천체와 충돌하



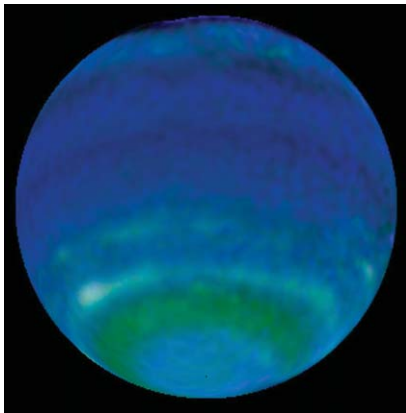
는 바람에 자전축이 98°나 기울어져 완전히 옆으로 누워서 지구와 반대방향으로 돌고 있으며 자전주기는 17.9시간이고 공전주기는 84년이다.

천왕성의 구성 성분은 태양과 비슷하며 대기도 수소가 83%, 헬륨이 15%이고 메탄,

미량의 아세틸렌 등으로 되어 있다. 태양으로부터 받는 광선의 양이 지구의 1/360에 불과하여 평균온도는 -170℃ 정도이다. 천왕성은 대기권 상층부의 메탄이 붉은색을 흡수하여 청록색으로 보이며 목성과 토성에서처럼 적도와 나란한 방향의 줄무늬가 나타난다. 천왕성 역시 목성이나 토성과는 매우 다르지만 얼음덩어리와 티끌로 이루어진 11개의 고리를 가지고 있으며 지금까지 발견된 위성은 모두 27개이다.

**해왕성(Neptune)**

영어의 '넵튠'은 로마 신화의 넵투누스로서 그리스신화의 포세이돈에 해당하며 바다를 지배하는 해신이다. 해왕성은 태양으로부터 30AU 떨어진 목성형 행성으로서 지름은 지구의 약 4배인 4만9천532



km이고 질량은 지구의 약 17배이나 밀도는 지구의 30% 정도이다. 자전축이 30° 기울어져 있으며 자전주기는 19.1시간이고 공전주기는 164.8년이다. 해왕성의 구성성분이나 대기 역시 천왕성과 비슷하며 태양광선의 양이 지구의 1/1,000에 불과하여 평균기온은

-200℃ 정도이다. 해왕성은 비록 희미하나마 4개의 고리를 가지고 있고 지금까지 발견된 위성은 모두 13개인데 가장 큰 위성인 트리톤은 지름이 2천700km에 이른다.

**소행성(asteroid)**

태양과 행성들이 만들어질 때 미처 뭉쳐서 행성이 되지 못하고 남아 태양 주위를 공전하는 작은 암석 또는 금속 물질들을 통틀어 소행성이라고 한다.



이들은 지구궤도 안쪽으로부터 토성궤도 바깥쪽까지 폭넓게 분포하지만 대부분은 화성과 목성 사이에 있는 소행성대에 존재한다. 이 소행성들 중 상당수는 지구와 충돌할 수 있는 궤도를 가지고 있는데 이들을 유성체라고 하며, 이들이 지구의 대기권에 들어오면 유성(별뚥별)이 되고 유성이 다 타지 않고 지상에 떨어지면 이를 운석이라고 한다. 그러나 가끔은 유성이라고 하기에는 지나치게 큰 소행성이 지구와 충돌을 일으키기도 하였다.

이들 중 75%는 탄소가 주성분인데 주로 소행성대의 바깥쪽에서 많이 발견된다. 나머지 중 실리콘이 주성분인 것들은 소행성대 안쪽에서 많이 발견되며 나머지는 철과 니켈이 주성분이다. 이들 중 세레스라고 이름이 붙은 가장 큰 것은 지름이 930km이고 지름이 240km가 넘는 것이 모두 16개 있으며 작은 것들은 조약돌만한데 이들 중에는 자기의 위성을 거느린 것들도 있다.

**혜성(comet)**

긴 꼬리를 끌며 하늘을 가로질러 가는 별을 혜성이라고 하는데 그 정체가 밝혀지기 전까지는 동·서양을 막론하고 재앙의 상징으로 여겨져 왔다. 혜성의 고향은 두 군데로서 한 곳은 명왕성의 궤도 부근에 있는 카이퍼 벨트인데 이곳에서는 소행성들끼리의 충돌이 자주 일어나며 그들 중 어떤 것은 태양계 밖으로 튕겨 나가지만 어떤 것들은 태양계 안으로 진입하여 주기가 200년 미만인 단주기 혜성이 된다. 이런 단주기 혜성 중 가장 유명한 것이 주기가 76년



인 헬리 혜성이 다. 그리고 또 한 곳은 오오트 구름인데 이곳에 있는 얼음덩어리들이 어떤 원인으로 태양계 안으로 진입하는 경우가 있어

이런 것들은 주로 주기가 200년이 넘는 장주기 혜성이 되며 전체 혜성의 약 80%가 장주기 혜성이다. 그 외에도 태양계에 한번 들어왔다가 영원히 다시 돌아오지 않는 비주기 혜성도 있다.

이들 혜성은 태양으로부터 멀리 떨어져 있을 때에는 티끌, 암석 등의 불순물을 포함하고 약 80%가 얼음으로 된 덩어리인 핵으로만 되어 있으며 크기는 개략 10km 정도이다. 그런데 이들이 태양으로부터 3AU, 즉 화성과 목성궤도의 중간 정도까지 접근하게 되면 혜성의 표면이 태양열로 인하여 가열되면서 가스와 티끌이 증발하여 초속 약 1km의 속도로 방출되고 이들이 지름 10만~수백만km의 가스체를 형성하게 되는데 이를 코마라고 한다. 따라서 우리가 보는 혜성은 이 코마가 태양빛을 반사하는 것이다. 그리고 이 코마는 코마 안에서 생성된 수소원자들로 이루어진 거대한 수소구름으로 둘러싸여 있는데 이것을 수소광환이라고 한다.

이들 혜성이 태양에 지구궤도의 거리까지 접근하게 되면 태양풍으로 인하여 코마가 떨어져 나가면서 태양의 반대쪽으로 거대한 꼬리를 만들게 된다. 혜성이 이보다 더욱 태양에 가까이 접근하면 위쪽으로는 태양풍 때문에 대전되어 이온화된 입자들이 푸른색을 발하는 이온꼬리가 나타나고 그 아래쪽에는 먼지로 이루어져 태양빛을 그대로 반사하는 티끌꼬리가 나타나는데 티끌꼬리의 길이는 약

100만km 정도이며 이온꼬리는 이것의 약 10배쯤 된다.

이와 같이 혜성들은 끊임없이 증발하여 떨어져나가기 때문에 점점 작아지고 때로는 폭발을 일으켜 여러 개의 유성체로 나누어지거나 소멸되기도 한다. 뿐만 아니라 태양이나 행성과 충돌하여 소멸되기도 하고 또는 소행성들과 충돌하여 나누어지거나 소멸되기도 한다. 한편 오래된 혜성의 궤도에는 혜성의 찌꺼기들이 많이 남아있어 지구가 그런 곳을 통과할 때는 유성이 마치 비 오듯 쏟아지게 되는데 그런 것을 유성우라고 한다.

### 새롭게 등장한 '빅 바운스' 이론

2008년 10월호 '사이언티픽 아메리칸'에는 '빅 바운스' 이론이라는 새로운 우주론이 소개되었다. 이 이론의 요지는 현재의 우주가 빅뱅으로 새로 만들어진 것이 아니라 본래부터 있던 우주가 내부의 폭발로 물리적으로 가능한 한 최대 밀도가 될 때까지 수축되었다가 다시 외부로의 폭발에 의해 팽창을 하고 있다는 것이다. 다시 말해서 우주는 새로 만들어지거나 소멸되는 것이 아니고 이와 같은 바운싱 과정을 영원히 되풀이하고 있는 것이라는 것이다. 이 이론은 빅뱅이론의 두 가지 큰 문제점, 즉 '어떻게 무에서 유가 만들어질 수 있는가'와 '빅뱅 초기 플랑크 크기 속에 어떻게 전 우주 물질이 다 들어있을 수 있었는가'라는 점으로부터는 자유로워질 수 있으나 그렇다고 모든 것을 다 설명할 수 있는 것 같지는 않다.

물리학자들은 빅뱅 때부터 지금까지도 우주의 팽창과 더불어 암흑에너지가 증가함으로써 오메가를 1 또는 1에 가깝게 유지하고 있다고 설명하고 있는데 이 이론은 결국 지금도 무에서 유가 창조되고 있다는 것과 같다. '빅 바운스' 이론으로는 이 점을 어떻게 설명할 수 있는지, 그리고 그렇다면 빅뱅 때 물질이나 에너지가 만들어지는 것은 이상한 것이 아닌지, 또 두 번째 문제점에 대해 빅뱅 초에 모든 물질이 동시에 만들어진 것이 아니라 물리적으로 가능한 최대 밀도의 범위 내에서 물질이 지속적으로 증가하였다고 볼 수는 없는 것인지 물리학자들의 노력에 의해 우주의 참 모습이 하루빨리 밝혀지기를 바랄 뿐이다.

지난해 2월부터 연재하기 시작한 사이언스 환타지아 우주편은 이번 호로 끝을 맺고 다음 호부터는 지구편을 연재한다. ㉔



유성우



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