

# 世界科學技術史 (西洋篇)

## 코페르니쿠스革命

宋 相 庸

<韓國科學史學會 幹事>

스스로는 대수롭지 않게 생각하고 한 일이 뜻밖에 엄청난 결과를 낸 경우를 역사에서 가끔 볼수 있다. 科學革命의 타이프를 끊은 코페르니쿠스(Nicolaus Copernicus, 1473~1543)가 그 좋은 예다. 그의 새로운 우주체계는 과학혁명의 불씨가 되었지만 본의는 천문학의 조그만 개혁을 넘어서는 것이 아니었다. 만일 그가 150년뒤의 무서운 변화를 보았다면 공포에 질려 몸을 떨었으리라.

1400년동안 잘 내려온 프톨레마이오스의 地球中心宇宙體系가 새삼스럽게 문제되려는 두가지 이유가 있었다. 첫째, 프톨레마이오스체계를 토대로 해서 만든曆은 1년의 길이가 일정하지 않아 크게 불편했다. 둘째, 프톨레마이오스의 지구중심설은 많은 결함을 지니고 있었는데, 당시의 천문학자들이 이를 해결하기 위해 제멋대로 고쳐서 우주체계가 건잡을수 없이 복잡해졌다.

### 되 살아난 太陽中心說

코페르니쿠스는 이탈리아에 유학할 때 마침 불이 일어난 新플라톤主義의 영향을 받아 우주가 단순하며 수학적 조화를 이루고 있다고 확신하고 있었다. 철저한 플라톤주의자인 그의 눈에 비친 프톨레마이오스체계怪物 바로 그것이였다. 도대체 신이 만든 우주가 이렇게 복잡할 리가 없다는 것이였다. 그래서 좋은 대안이 없을까 궁리한 끝에 옛날 책들을 뒤지게 되었다. 아닌게 아니라 플루타르코스(Plutarchos)와 키케로(Cicero)의 책에서 여러 사람이 일찌기 태양을 중심으로 한 우

주를 생각했다는 사실을 발견하고 놀랐다. 이 엉성한 아이디어를 기초로 코페르니쿠스는 지구중심설에 맞설수 있는 우주체계를 꾸미기 시작했다. 그것은 오래고도 힘든 작업이였다. 그는 새 우주체계 위에서 행성의 위치가 어떻게 결정되는가를 수학적 문제로 풀어갔다.

드디어 太陽中心宇宙體系가 완성되었다. 30대에 착수했던 것인데 코페르니쿠스는 어느덧 60에 가까와 있었다. 그러나 그는 원고를 넣어 두고 가끔 꺼내 고칠뿐, 세상에 알리려 하지 않았다. 그가 발표를 꺼린 것은 가톨릭 교회가 그를 追害할지도 모른다는 두려움 때문이였다고 많은 사람들이 믿고 있다. 그러나 실은 교황의 비서가 그의 체제에 대해 이야기했고 어떤 樞機卿은 그에게 출판을 권하기까지 했다. 그는 세상의 비웃음을 겁냈던 것이다. 누구나 지구가 우주의 중심이라고 믿고 있는데 홀로 지구가 움직인다고 주장하면 미친 놈 소리 듣기 꼭 앞았았기 때문이다.

그러나 코페르니쿠스는 그의 학설을 간추린 원고「코멘타리올루스」(Commentariolus)를 천문학자들에게 회람시켰으므로 학계에서는 새 우주설을 대충 알고 있었다. 1537년 봄 젊은 도이칠란트 천문학자 레티쿠스(Rheticus)가 코페르니쿠스를 찾아 왔다. 그는 프라우엔부르크에 두달 남짓 머물면서 코페르니쿠스의 체계를 면밀히 검토한 끝에 열렬한 지지자가 되었다. 레티쿠스는 자진해서 코페르니쿠스의 체계를 프톨레마이오스의 그것과 비교한 요약문 쓰는 한편, 코페르니쿠스에게 묵혀 둔 원고를 출판하자고 졸랐다. 끈질긴 압력에 못이겨 마침내 코페르니쿠스는 원고를 넘겨 주었다. 그런데 원고는 다시 레티쿠스로부터 루터派 목사 오지안디(Osiander)의 손으로 넘어가 술한 목걸 끝에 1543년 뉘른베르크에서 햇빛을 보았다.

臨終대 發表

오지안더는 코페르니쿠스의 양해도 얻지 않고 序文을 써 넣었는데, 코페르니쿠스의 이론은 사실을 적은 것이 아니라 계산상 편의를 위한 假說에 지나지 않는다고 했다. 그리고 이 책에는 교황 바오로 3세(Paul III)에게 바친다는 獻辭가 있다. 이렇게 해서 출판된 책이 코페르니쿠스에게 도착했을 때 그는 죽어가고 있었다고 전해진다.

코페르니쿠스의 「天球들의 回轉에 관하여」(De revolutionibus orbium caelestium)는 우선 우주와 지구가 동글다는 얘기부터 시작된다. 우주와 지구를 비롯한 행성들이 둥근 이유는 공이 가장 완전한 것이며, 모든 것이 공모양으로 되려는 데서 찾아볼수 있다. 이탈리아와 이집트에서 보이는 별들은 서로 다르며 南半球에서 보이는 별을 북반구에서 볼수 없다. 배에 탔을 때 갑판에서는 보이지 않는 육지가 돛대 위에서는 보인다. 그리고 돛대 위에 달린 등은 육지에서 멀어질수록 점점 가라앉아 마침내 보이지 않게 된다. 이것은 지구가 둥근 증거다.

코페르니쿠스에 따르면 지구는 스스로 돌면서 태양 주위로 1년에 한번 도는 한 행성에 지나지 않는다. 프톨레마이오스도 지구가 둘 가능성을 생각하지 않았던 것은 아니다. 하지만 만약 지구가 움직인다면 모든 떨어지는 물체에 앞서 갈 것이며 지구 위의 동물과 물체들은 떨어져 나갈 것이라고 그는 생각했다. 코페르니쿠스는 이에 대해 大氣圈안의 모든 것은 지구와 함께 돈다고 주장했다. 또한 지구와 같은 큰 땅덩어리가 돈다면 원심력 때문에 산산조각이 나리라는 우려에 대해서는 더 빨리 도는 천체들은 무사할 리가 있겠느냐고 반문했다. 이와같이 코페르니쿠스는 지구가 운동한다는 명백한 증거를 가졌던 것은 아니고 간접적인 방법으로 보다 있음직한 일로 만든 것이다.

革命날은 保守主義者

코페르니쿠스의 체계는 後退運動 즉 행성이 뒷걸음질 치는 것처럼 보이는 것을 훌륭히 설명할수 있었다. 수성과 금성의 궤도는 지구에서 보면 이 행성들을 태양으로부터 일정한 거리 이상으로 가지않게 할것이 편하다. 왜냐하면 두 행성의 궤도는 지구궤도보다 태양



에 가깝게 있기 때문이다. 한편 지구는 화성, 목성, 토성보다 작은 궤도로 움직인다고 생각되므로 주기적으로 이 행성들을 앞지르며 이들이 뒤로 움직이는 것 같이 보이게 한다. 다시 말하면 후퇴운동이란 자신이 서 있다고 생각한 인간이 행성 탕으로 돌린 것이다.

歲差는 기원전 2세기에 히파르코스(Hipparchos)가 발견한 것으로 春分點, 추분점이 서쪽으로 조금씩 이동하는 현상이다. 이것은 전에는 하늘 전체의 뒤틀림으로 설명했었는데, 이제는 지구가 자체의 축을 중심으로 돌면서 일어나는 흔들림 때문임이 밝혀졌다. 그리스때부터 태양중심설에 대한 주요 반대이유로 들먹여진 年周觀差는 행성이 지구에서 너무 멀리 떨어져 있어 관측되지 않는다고 했다. 그러나 이것은 1838년 베셀(Friedrich Bessel)이 드디어 발견함으로써 해결 된다.

프톨레마이오스는 복잡한 수학기론을 써서 각 행성을 따로따로 다루었다. 이에 비해 코페르니쿠스는 행성이론들의 공통점을 알았고 이것을 하나의 체계로 만들었다. 예를 들어 프톨레마이오스체계에서 거리는 모두 상대적이었는데 코페르니쿠스체계에서는 태양과 지구의 공통요소에 관련되고, 따라서 행성들은 서로 관계를 갖게 되었다.

그러나 코페르니쿠스는 몇가지 점에서 비판을 받고 있다. 그는 프톨레마이오스를 따라 행성의 불규칙한 운동을 여러 원들의 결합에 의해 설명하려고 했다. 물론 프톨레마이오스가 쓴 원의 수를 일부 줄였으나 다른 데서는 오히려 더 늘어난 경우도 있다. 뿐만 아니라

코페르니쿠스는 지구와 태양의 역할을 바꾼 것을 빼놓고는 아리스토텔레스의 물리학과 프톨레마이오스의 수학을 그대로 썼다. 또한 그는 모든 천체가 圓運動을 한다는 플라톤 이래의 원칙에 집착했고 우주가 천체들이 붙어 있는 투명한 水晶球들로 겹겹이 둘러싸였다는 것을 의심해 본 적이 없다. 따라서 코페르니쿠스는 保守主義者로 불릴 만하다.

**깨어진 中世體制**

그가 애초에 목표로 했던 단순성이나 정확성에 있어서는 별로 나아진 게 없다. 코페르니쿠스체계의 우월성은 사실상이라기보다는 개념적인 것이다. 그러기에 쿤(Thomas S. Kuhn)은 코페르니쿠스가 최초의 근대 천문학자인 동시에 마지막 프톨레마이오스천문학자였다고 주장한다. 이것은 부인하기 어렵지만 지구와 태양이 서로 바뀌었다는 사실 하나가 굉장한 의미를 갖는 것이다. 그것은 천문학을 완전히 뒤엎는 결과를 가져왔다. 다시 말하면 「天球들의 回轉에 관하여」 자체는 그다지 혁명적인 책이 아니었으나 그것은 天文學革命을 유발한 것이다. 그리고 이 혁명은 티코(Tycho Brahe, 1546—1601) 케플러(Johannes Kepler, 1571—1630), 갈릴레오(Galileo Galilei, 1564—1642), 뉴턴(Isaac Newton, 1642—1727)에 의해 이루어졌다.

코페르니쿠스의 영향은 천문학에만 그친 것이 아니다. 중세의 宇宙觀과 그것에 바탕을 둔 사고방식은 밀등부터 무너지게 되었다. 지구는 우주의 중심이고 인간은 그 위에 사는 가장 존엄한 존재였었는데, 이제 인간은 여러 행성들 가운데서도 비교적 작은 별에 거꾸로 매달려 돌아가는 존재임이 드러났다. 인간은 우주 안에서의 자신의 위치를 다시 생각해야 했으며 부질없는 꿈에서 깨어나야 했다. 이렇게 해서 中世體制는 차츰 깨어지고 근대로 넘어오게 되었으니 코페르니쿠스야말로 이 변화의 첫 신호를 올린 사람이었던 것이다.

코페르니쿠스의 우주체제는 상식에 대한 반발이었다. 그것이 과학계의 상식으로 받아들여지는데는 1세기가 상이 걸렸다. 새 우주체제는 코페르니쿠스가 죽고 50년이 지나는 동안 거의 지지자를 얻지 못했다. 유일하게 달라진 것이 있다면 코페르니쿠스체제를 토대로 새로 만들어진 天文表, 프로이슨表(Prutenic Table)가 그 우수성을 인정받아 채택된 정도다. 오랜 靜寂을 깨뜨리고 나타난 거인이 티코 브라헤다.

**水晶球를 뚫고**

귀족의 아들로 태어난 티코는 막대한 유산과 왕의 도움을 받아 호벤(Hveen)섬에 「하늘의 都市」(Uraniborg)를 세우고 근대적인 관측천문학을 발전시켰다. 그는 이 종합연구센터의 지하에 정밀한 機器를 갖추고 20년 동안 관측을 했다. 티코는 천문학사상 前無 後無한 관측의 천재로 만원경도 없이 얻은 그의 관측값은 오늘날의 값과 거의 일치한다. 케플러의 말대로 그는 「천문학의 不死鳥」였다.

티코는 코페르니쿠스체계의 수학적인 간결성에 호감을 가졌으나 그것이 물리학적으로 불합리하고 성서와 맞지 않는다고 해서 거부했다. 그렇다고 그가 프톨레마이오스 체제에 만족한 것도 아니다. 그래서 그는 스스로 제3의 체제를 만들었다. 티코體系에 따르면 행성들은 태양의 주위를 돌고 다시 태양은 행성들을 거느리고 지구의 주위를 돈다. 그것은 전반은 코페르니쿠스, 후반은 프톨레마이오스에서 딴 折衷체제였다. 이 체제는 과학적으로는 가치가 없는 것이었으나 지구 중심설에는 불만이면서도 태양중심설을 받아들일 용기는 없었던 당시의 천문학자들에게 반가운 代案이 되었다. 그 결과 티코체제는 프톨레마이오스에서 코페르니쿠스로 넘어가는 징검다리 역할을 함으로써 천문학혁명에 이바지했다.

1572년 어느날 저녁 티코는 연금술실험실에서 일하고 나오다가 문득 하늘을 올려다 보았다. 카시오페이아자리 속에 유난히 밝은 별이 있었다. 다시 내려가 밤새도록 살폈고 몇달 동안 관찰해 보니, 그 빛깔이 흰 것에서 노란 것으로, 그리고 붉은 색으로 변하는 것이었다. 그가 新星(Nova)이라 이름붙인 이 별은 달 위와 세계가 변하지 않는다는 아리스토텔레스의 우주론이 틀렸음을 말해 주는 것이었다. 티코는 1577년 유럽상공에 나타난 혜성도 관측했다. 그는 혜성이 아리스토텔레스의 주장처럼 大氣觀象일수 없으며 달 너머 먼 곳에 있다고 확신했다. 별이 불을 뿜고 하늘을 가로질러 갔다는 것은 달너머 세계가 변할뿐 아니라 수정천구를 뚫고 갔다는 것을 뜻했다. 티코는 이 별들의 의미를 명확히 깨닫지는 못했으나 이제 전통적인 우주론은 잘못됐음이 분명해졌고 결과적으로는 수정천구도 깨뜨린 셈이다.