

世界科學技術史〈東洋篇〉

인도의 科學傳統

朴 星 來
〈韓國外國語大學教授 文博〉

古代의 인도가 눈부신 文明을 인더스江과 간지스江 연안에 이룩했었다는 것은 우리가 익히 아는 바와 같다. 그리고 이러한 印度文明은 그 나름의 과학을 가지고 있어서, 특히 2천년전 佛敎가 중국에 전해지면서 東쪽으로 옮겨 왔다.

그리고 그것은 中國 科學史에 그리고 그에 이어서는 한국의 과학사에도 영향을 끼칠 수 밖에 없었다.

보기에 따라서는 印度文明은 서양의 전통에 훨씬 더 가까운 것도 같다.

古代의 원자설이나 天文學이 모두 그리스 또는 그 이전의 西洋科學을 닮은 것처럼 보인다. 그리고 인도 과학의 영향은 佛敎라는 종교속에 스며들어 버려 크게 두드러진 모습으로 우리에게 느껴지지 않는 것도 사실이다. 그럼에도 불구하고 우리가 인정하고 들어가야 할 사실은 우리는 印度의 과학전통에 대해 너무나 모르는 것이 많다는 점이다. 따라서 우리가 우리 전통 속에 인도과학의 흔적을 찾기 어려운 것은 우리가 인도과학에 너무 無知한 때문일지도 모른다.

印度에는 기원전 3천년 경부터 메소포타미아 지방과 비슷한 文明이 발달하기 시작했고 1500 B.C.쯤 아리아族이 西方으로부터 침입하면서 4계급으로 나뉘지는 社會구조의 변화가 일어났다. 기원전 5세기까지는 이미 印度에는 여러 多神敎가 뿌리를 내리고 있었고 여기에 佛敎가 새로 더해졌다. B.C. 6세기 석가모니에 의해 시작된 佛敎는 브라만敎에 대한 여러가지 반대운동의 하나였다. 그리고 이들 다양한 宗敎들은 그 나름대로 서로 대항하는 敎理를 발전시켰고 그와

함께 서로 다른 自然觀을 전개해 나갔다. 그 중 특히 인도에서 古代에 발달한 自然觀의 분야로는 原子說을 중심으로 한 物質觀, 宇宙와 시간에 대한 天文思想, 그리고 세계에 “0”(零)의 개념을 제공한 수학등의 발달이 대표적이다.

原子說

고대 인도의 모든 宗敎는 서로 다른 교리를 가지고 있었으면서도 물질세계가 근본적으로는 더 나눌 수 없는 최소의 알맹이로 구성되어있다는 생각만은 함께 했던 것 같다. 나누고 또 나누면 더 이상 잘라 줄 수 없는 최소단위에 도달하는데 그것이 原子(paramanu)라는 것이었다. 이는 그리스의 데모크리토스가 주장한 atom(原子)의 개념과 거의 같은 것이다. 또 거의 모든 宗派가 地·水·火·風의 넷을 기본원소로 인정한 것은 틀림이 없다. 역시 그리스의 4元素說과 거의 같아 보인다.

그러나 공통성은 이 정도에서 끝난다. 우선 正統 힌두敎와 자이나派에서는 이들 네가지 이외에 또 하나의 원자를 인정했다. 아카사(akāśa)라고 불리우는 제5원소도 원자상태로 인정한 셈인데 이것은 “空”이라 번역되고 영어로는 ether라고 옮겨진다. 아리스토텔레스가 인정하던 우주의 물질인 제5원소(quint-essence)와 통하는 개념이면서, 한편은 空間을 물질의 하나로 파악하는 태도로도 해석된다. 또한 이들 다섯가지 원자는 인간에게 각각 다른 종류의 감각경험을 가능하게 해주는 媒體로도 작용한다. 즉

- 火—시각 (色)—색갈
- 水—미각 (味)—맛
- 地—취각 (嗅)—냄새
- 風—촉각 (觸)—촉감
- 空—청각 (聽)—소리

자이나派는 또한 시간도 원자처럼 되어있다고 생각하여 시간의 최소단위를 사마야(samaya)라 불렀다.

佛敎은 아카사(空)를 원자로는 인정하지 않는다. 이런 점에서는 아지비카派도 마찬가지로 제 5원소는 부인했지만, 그대신 生命·기쁨·슬픔도 일종의 물질이라고 보아 일곱가지 원소를 가정한 경우도 보인다. 일부 佛敎에서도 原子의 수는 4이 아니라 8이 되기도 했다.

특히 說一切有部라 알려진 불교의 중파(有部派로 약칭됨)에서는 原子라는 뜻을 2중으로 인정하여 알맹이로서의 원자와 성질로서의 원자로 나누었다. 佛敎에서는 원자(paramanu)를 “極微”라 번역했는데 地·水·火·風에는 각각 물질의 알맹이와 성질의 알맹이가 있다고 본 것이다. 그리고 地의 極微는 “딱딱함”(堅)을 결정해 주는 성질, 水의 極微는 “습기와 응집력”을 좌우하는 성질, 火의 極微는 “따뜻함”을 주재하는 성질, 風의 極微는 “움직임”을 주관하는 성질을 부여한다는 것이다. 그리이스의 4元素說에서도 각 원소는 두 가지씩의 성질을 가진다고 가정되고 있었다. 그런데 그리이스 元素說이 가정한 성질은 모두 4가지뿐으로 건조함과 습함, 뜨거움과 차가움 그것들이었다. 이에 비하면 佛敎의 4元素가 갖는 성질이 더 다양하고 더 합리적으로 보이기도 한다.

또한 일부 佛敎에서는 최소의 物質로 되기 위해서는 이런 極微가 7개 모여야 된다고 생각했다. 특이한 것은 이후의 물질세계의 구성단위는 모두 7의 제곱수로만 상상되었다는 점이다. 즉 7개의 極微는 微塵 1개를 이루고, 7개의 微塵은 1개의 金塵을 만든다. 또 7개의 金塵에서 1개의 水塵이 생겨나고, 그뒤에도 이런 식으로 兔毛塵·羊毛塵·牛毛塵등으로 커간다고 보았다. 이와 같은 물질관은 지나치게 作爲의인 냄새를 내고 있는 순전히 思辨的인 自然觀이지 아무런 실험

적인 뒷받침을 가진 것은 아니었다. 또 佛敎에서는 파라마누 즉 極微란 관념적인 存在일 뿐 실제로 존재하는 물질의 최소단위는 그것들이 7개 모여진 아누(anu, 阿拏)라고도 말하고 있다. 아누란 微塵이후의 좀더 큰 “分子”같은 것을 일컫는 표현이었던 것 같다.

古代 印度의 가장 대표적인 原子論者는 불교도 보다는 바이셰시카(Vaisesjka)宗派였다. 이 종파는 물질의 세계와 정신의 세계를 크게 둘로 나누고 물질 세계에만 철저한 原子論을 적용시켰다. 이들 역시 원자에는 4가지가 있다는 것을 인정했는데 이들은 보통은 둘 또는 셋씩 결합하여 존재한다. 그리고 이들 원자를 결합시켜 주는 것은 눈에 보이지 않는 힘 때문이라 가정했다. 이 힘을 아드리슈타(adrstā)라 불렀다.

原子는 영원 불멸이어서 우주가 멸망하더라도 원자는 그대로 있다가 그것이 다시 조합되어 새 세계를 창조하게 된다. 특이한 것은 이들은 原子를 보이지 않을 뿐만 아니라 실제로 크기가 없다고 본 것 같다는 점이다. 또 이들은 원자 아닌 정신세계로 시간·공간·영혼·마음 같은 것의 존재를 따로 인정한 점이다. 인도의 原子論은 기계론적인 물질관을 바탕으로 하기 보다는 극히 감각적인 이론을 벗어나지 못했고, 이런 점에서 그리이스의 原子說보다는 내용은 풍부하면서도 후세의 物質觀 발달에 공헌한 면에서는 빈약했다. 이들의 原子說은 佛敎를 통해 中國, 우리나라와 日本에 전해졌으나 역시 그 영향은 크지 못했다. 原子說이 기록된 현존하는 가장 오래된 문헌은 <阿毘達磨大毘婆沙論>이며 이에 의하면 <六法論>이란 글에 원자설이 설명되었다고 되어있으나 <六法論>은 지금 전해지지 않고 있다.

●●●●●
數學—“0”의 발견
 ●●●●●

그리이스의 수학이 엄격한 논리적 사고를 복돋는 幾何學을 중심으로 발달하고 있었던 것과는 대조적으로 인도의 수학은 일찍부터 數의 추상화에 성공하여 복잡한 算術이나 代數를 발달시키고 있었다. 古代에는 인도인들도 그리이스

나 로마 사람 또는 그에 앞선 古代 에집트 사람들처럼 10進法을 쓰면서도 10, 100, 1000, 10000...등에 각각 다른 부호를 써야하는 불편한 記數法을 가지고 있었다. 그러나 6세기까지는 이들은 같은 부호를 자리에 따라 다른 값으로 읽을 줄 아는 지혜를 알게 되었을 뿐만 아니라 “0”을 지금 우리처럼 쓸 줄 알게 되었다. 자리에 따라 같은 부호로 다른 숫자를 나타내게 하는 방법은 이미 古代 바빌로니아에서도 쓰여졌지만 “0”을 알게 되기는 이것이 처음이었다.

아메리카의 마야文明도 0을 발견하여 썼다고 알려져 있지만 그들의 영향은 大西洋 저쪽에 머물고 있었을 뿐 아시아나 유럽의 舊文明에 영향을 주지 못했다. 舊大陸에 0의 사용이 퍼진 것은 인도에서 비롯하는 것이다. 인도에서 0을 써서 남긴 기록은 적어도 서기 595년까지 거슬러 오른다. 그러나 실제로 0이 알려진 것은 그보다 수백년도 더 전이었던 것으로 해석된다.

印度 古代의 최고 수학자로 알려진 아리아바타(Aryabhata, 대강 476~550쯤)가 남긴 <아리아바티야>라는 책에는 이미 이런 수학체계를 인정하고 더하기·빼기·곱하기·나누기의 四則 계산방법이 소개되고 있으며 제곱근과 세제곱근을 구하는 방법도 나온다. 아리아바타는 π 의 값으로 대략 오늘날 쓰는 3.1416에 해당하는 값을 썼는데, 이를 分數로 나타내어 20,000분의 62,832를 썼다. 뒤에 인도의 수학자들은 원주율을 소수점 이하 9자리까지 계산하기도 했다.

7세기의 수학자 브라흐마굽타(Brahma gupta 대략 598~660쯤)는 계산에서 양수와 음수, 또는 플러스數와 마이너스數를 사용하고 있다. 게다가 그는 “0”이란 두 개의 값이 같고 부호가 반대인 수를 합한 것이라고 定義내릴 정도였다. 또 그뒤에 8세기의 슈리다라(Sridhara)는 2차 방정식을 풀 수 있었다.

아마 인도 수학의 마지막 봉우리는 12세기의 바스카라 2世(Bhaskara II)였을 것이다. 그는 $(a+b)^2=a^2+2ab+b^2$ 이라는 것과 $(a+b)^3=a^3+3a^2b+3ab^2+b^3$ 이라는 것을 증명하고 이를 계산에 이용하기도 했다. 특히 바스카라는 나눗셈에서 0으로 나누는 것은 無限大를 이끌어 낸다는

사실에 주목했다. 그는 무한대는 아무리 有限數로 나누어도 여전히 무한대임을 보여주었다. 또 陰數에는 제곱근이 있을 수 없다는 것도 그가 이미 지적한 일이다. 마스카라를 마지막으로 印度의 수학은 쇠퇴를 거듭할 수 밖에 없었다. 내란과 외침이 학문의 발달을 불가능하게 했기 때문이다.

宇宙觀과 天文學

고대 인도문명은 아마 어느 문명보다도 규모가 엄청난 宇宙觀을 갖고 있었던 셈이다. 우선 時間的인 면에서 우주는 끊임없이 생성되고 소멸한다는 생각을 가졌으나 그 기간은 너무나 긴 것이었다. 우주의 기본시간은 칼파(Kalpa, 劫)인데 이것은 브라마(Brahma)神의 하루 낮탄을 뜻한다. 1 칼파는 인간에게는 43억 2천만년이란 엄청난 시간이다. 그런데 우주가 한번 생겼다가 파괴되는 시간은 브라마神이 100年의 수명을 다 할 때까지이다. 그것은 지상의 인간에게는 311兆年이 넘는 시간이 된다.

힌두敎에서는 우주를 브라마神의 알(卵)이라 생각했다. 알 모양의 우주는 21개의 層 또는 겹으로 되어있는데 인간이 사는 땅은 위에서 7번째에 있다. 지구 위에는 6개의 하늘이 겹쳐 있는 셈인데 위로 올라갈수록 더욱 아름다운 것이다. 지구밑에도 7층의 서로 다른 세계가 존재하는데 이곳은 그다지 나쁜 세계는 아니다. 그러나 다시 더 아래에 있는 7개의 구역은 고통의 세계, 즉 나라카(naraka, 捺落) 또는 地獄이다.

땅이 평평하다는 생각은 天文學者들에게서는 일찍부터 부정되었으나 古代 印度의 여러 宗派들은 여전히 땅덩이는 아주 커다란 平面이라고 고집하는 경향을 보였다. 佛敎에서도 예외는 아니어서 땅은 平面이며 그 한 가운데에 커다란 산이 우뚝 솟아 있다고 보았다. 이것이 유명한 메루(Meru) 또 수메루(Sumeru)라고도 불리우는 古代 印度의 올림포스인 셈이다. 이를 불교에서는 須彌山으로 보통 불렀으나 須彌櫻·彌櫻·蘇彌櫻修迷櫻등으로 도표기되었다. 이 산의 둘레에는 바다가 있고 그 밖에 4개의 대륙이 있는데 그중 하나에 인간이 살고 있다. 須彌山의

모델이 된 것은 신령스럽게 보이던 히말라야山脈이였을 것은 물론이다. 해와 달의 움직임은 바로 須彌山 들레에서 사라졌다 다시 나타나는 과정을 반복해 가는 것이다. 이런 우주관은 佛敎에 의해 중국과 우리나라에도 전해져 왔다.

어느 古代人이나 비슷하게 인도인들도 정확한 제사날을 알기 위해 曆法을 발달시켰다. 그들의 달력은 陰曆이였는데 한 달은 전반과 후반의 두 기간으로 나누기도 했다. 물론 음력을 쓸 경우에 가장 큰 문제는 1年을 12個月로만 하면 너무 짧고 13個月로 하면 너무 길어진다는 점이다. 음력으로 62個月은 양력식으로는 60個月에 해당한다는 것을 알고 있던 인도인들은 30個月에 한번씩 여름에 윤달을 넣어 이 문제를 풀어 나갔다. 즉 2~3년에 한번씩은 윤년이 되고, 13個月이 된 것이다.

1年은 보통 봄철에 시작하는 것으로 알았으나 꼭 그렇지 않은 시기도 있었다. 또 1年은 두 달씩의 여섯 계절로 나뉘이기도 했다. 기원 4세기 쯤 인도인들은 西洋의 太陽曆도 수입했고, 또 때로는 그것을 이용한 기록도 보인다. 그러나 양력 날짜는 더 정확히 날짜를 기록하기 위한 수단으로만 간혹 쓰였을 뿐 음력이 宗教的인 행사와 관련하여 계속 사용되었다.

초기의 천문학자로 후세에 이름을 남긴 바라하미히라(Varahamihira)는 6세기초에 당시에 나와있던 다섯 가지 天文체계에 주석을 달았다. 그중 하나는 인도전통에서 나온 것이었으나 나머지는 모두 그리이스등 西方天文學이었다. 이미 6세기까지 인도에는 서양천문학의 영향이 컸음을 보여주는 사실이다. 특히 天文學이 인도인들에게 널리 받아들여진 것은 과학적인 이유때문이 아니라 占星術 때문이었다.

별의 위치는 달이 赤道上에 움직이는 거리를 기준으로 하늘을 나눈 月宮(lunar mansions)을 기준으로 측정되었는데 중국에서나 마찬가지로 이들도 28개의 月宮으로 하늘을 나누었다. 또 인도사람들도 망원경이 없던 시대에는 움직이는 별, 즉 行星이 7개라고 생각했다. 그라하(ghraha)에는 日·月·水·金·火·木·土의 7이외에 두가지가 더 있다고 생각한 것이 인도 천문학의

특징이다. 라후(rahu)와 케투(ketu)라 이름 붙인 이 두 별은 羅睺·計都란 이름으로 중국이나 우리나라에도 전해진 것으로 교묘한 움직이는 별이다. 라후는 그 스스로는 눈에 보이지 않는 천체로서 그것이 해를 가리면 日食이 되고 달을 가리면 月食이 된다. 또 케투는 불 규칙적으로 나타나 움직여 가는 彗星같은 것을 설명하기 위한 것이었다. 따라서 인도에서는 行星이 9개라고도 할 수 있었고 이를 九執이라 부르기도 했다. 이런 생각 역시 중국과 한국에 들어와 어느 정도 영향을 미친 것은 물론이다. 또 수학자로도 유명한 아리아바타는 5세기에 이미 지구의 자전과 공전을 말했으나 그리이스의 아리스탈코스가 무시당한 것과 똑같이 주목을 받지 못했다.

醫 學

인도의 의학은 體液說같은 부분에서는 그리이스의학과 비슷하게 보인다. 지금 남아있는 가장 오래된 醫書로는 2세기의 內科書 <차라카>集(Caraka-samhita)와 3세기의 外科書 <수쉬루타>集(Susruta-samhita)을 들 수 있다. 이들에 나타난 의학이론에 의하면 인체에는 風·熱·痰의 세 요소가 있어서 이것들이 균형을 이루면 건강하지만 그렇지 못하면 질병이 생긴다. 또 일부 佛敎書에서는 인체도 地·水·火·風의 四大로서 이루어진 것이어서 이들이 균형을 이루면 건강하고 그렇지 못하면 병에 걸린다는 주장을 했다. 그리이스의 4體液說과 내용이 조금씩 다른 듯하면서도 근본사상이 같다는 느낌을 얻을 수 있다.

역시 그리이스에서나 마찬가지로 印度의 의사는 어느 정도 존경받는 직업이었고 또 醫術은 徒弟제도로 계승된 것 같다.

인도에서도 鍊金術은 金보다는 불로장생의 영약을 만드는데 더 관심을 두고 발달했다. 그들은 靈藥·媚藥·독약·해독제 등을 만드는데 열성이었고 다른 지역과 마찬가지로 인도에서도 水銀이 중심적인 물질로 사용되었다. 다만 특이하게도 중국이나 西洋의 연금술에서는 水銀이 女性으로 여겨진데 반해 인도에서만은 男性으로 취급됐다. ♣