

科學의 社會的 役割

3

朴星來

〈史學博士·外大教授·科學史〉

그리스의 科學

영국의 철학자 버트란드·러셀(Bertrand Russell)은 그의 〈西洋哲學史〉序論에서 哲學을 “神學과 科學의 중간에 있는 것”이라고 정의한적이 있다. 러셀의 이 말은 歷史的 입장에서 한 말은 아니지만, 그리스 科學의 科學史上的 위치를 한마디로 특징지을 수 있는 것이기도 하다. 그리이스 以前의 科學이 宗教的 또는 超自然的이었다면, 그리이스의 科學은 哲學的이었다. 그래서 우리는 그리이스 哲學의 重要부분을 이루었던 科學을 일러 自然哲學이라 부른다. 바빌로니아와 에집트의 古代科學을 충분히 받아들인 가운데 일어난 그리이스의 科學은 合理的이고 世俗的이었다. 그러나 그리이스의 自然哲學은 오늘날의 實證的 科學과는 그 성격을 달리하는 것이었다.

“그리이스의 기적”이라고 불리우는 눈부신 哲學의 발달은 600 B.C.부터 약 2백년간에 그 토대를 굳혔다. 그 뒤를 곧 이어 기원전 4세기에는 플라톤(Plato)과 아리스토텔레스(Aristotle)의 불멸의 자취가 歷史에 기록된다. 그후 300 B.C.부터 약 2세기 동안은 알렉산더 대왕(Alexander the Great)의 정복과 함께 그리이스문명은 西아시아와 아프리카로 전파되고 또 그곳에 원래 있던 옛 전통과 섞여가는 시기였다. 이때까지 크게 융성하던 그리이스의 과학은 기원전 1세기 쯤부터는 쇠퇴를 거듭하여 그 전통이 로마로 계승한다.

그리이스인이 에게해를 비롯한 地中海의 지배자가 되기 이전 몇몇 민족들은 이 지역에서 흥망을 거듭해 왔다. 기원전 6세기 까지엔 地中海 동쪽의 주인으로 등장한 그리이스인들은 야만인 상태에서 갑자기 鐵器시대로 뛰어든 中央아시아지방으로 부터의 移住者들이었다. 平地도 적고 농사보다는 航海에 능한 그리이스民族은 小아시아와 그리

이스의 南쪽지방 그리고 그 부근의 수많은 섬들을 무대로 급격히 성장하였다.

農耕民이 보다 保守的 태도를 갖고 있는데 반해 航海民들은 보다 進取性을 보여주었다. 정치적으로는 그리이스인들은 보다 民主的이었고 경제적으로는 商業이 크게 중시되었다. 그들은 아직 나침반이 없어 沿岸항해만을 주로 하는 것이었지만 바다는 그리이스인들에게 모험심과 探究心을 길러주었고 아울러 幾何學의인 감각을 더욱 북돋게 해준것 같다. 그리이스民族의 바다에의 진출은 처음 있던 사건은 아니었지만, 그 역사적인 의미는 중요한 바가 있다. 에집트 바빌로니아의 문명이 江의 문명이던데 비해 이제 문명의 무대는 바다로 바뀌었던 셈이다. 그리고 역사상에서 우리는 많은 경우 新世界에 먼저 効果적으로 진출하는 민족이 보다 큰 발전을 이룩함을 얼마든지 볼 수 있다.

그리이스 自然哲學이 가능하게 된 배경으로는 새로운 文字의 발달을 들지 않을 수 없다. 自然哲學이 고도의 조직된 思惟의 결과라는 것을 생각할 때 그런 思考를 해나가는 데에는 文字의 발달이 절대적임은 부인할 수 없다. 그리이스인들은 기원전 1천년전쯤에 페니키아(Phoenicia) 민족으로 부터 알파벳트를 얻어쓰기 시작한 것 같다. 복잡한 古代글자 대신에 이들이 사용하기 시작한 간단한 表音文字는 의사의 정확한 전달을 보다 간편하게 할 수 있게 만들어 주었고 또한 보다 더 많은 사람이 文字를 익힐 수 있게 해 주었다. 그 결과 知識을 독점하던 司祭계급 대신에 知識을 전문으로 하여 知識을 위한 知識을 추구하는 學者들이 비로소 나타났다고 볼 수 있다.

또 이들은 토론과 商業의 廣場이 아고라(agora)에서 서로 열띤 토론을 통해 스스로의 앎을 넓혀갈 수 있었다. 그리이스의 科學은 이들 “앎을 사랑

하는 사람들(philosopher)에 의해 비롯한다.

物質의 問題

탈레스의 傳統——그리스의 科學은 탈레스(Thales, 600 B.C.경 활약)에서 시작했다고 할 수 있다. 小아시아의 밀레토스(Miletus)에서 商人출신인 탈레스는 메소포타미아와 에집트지방을 널리 여행하여 많은 見聞을 넓혔던 것 같다. 그는 日食을 예보한 최초의 그리스인으로 역사에 남아 있고 또한 幾何學의 지식을 에집트에서 그리스에 수입해 온 학자로도 알려져 있다. 그의 일식예보는 아마 585 B.C.의 것을 말한 것으로 보이는데 이보다 훨씬 전부터 바빌로니아天文學은 약 13년에 한번씩 日食이 일어난다는 것을 알고 日食을 예보하고 있었다. 탈레스는 또한 바다위에 떠 있는 배의 거리를 해변의 두 곳에서 관측하여 알아내는 방법, 혹은 피라민의 높이를 그림자를 재어 측정하는 방법 등을 처음 발견했다고도 전해진다.

그러나 수많은 탈레스에 얽힌 전설 가운데 가장 흥미로운 것은 그가 하늘의 별을 관측하며 걸다가 웅덩이에 빠져 마을 사람의 웃음거리가 되었다는 대목이다. 이 에피소드가 오늘날의 우리에게 주는 역사적 진실은 탈레스야말로 처음으로 눈앞의 有用한 지식(웅덩이)이 아니라 전혀 현실 생활에는 도움이 되지 않는 지식(하늘)에 눈을 돌렸음을 뜻하는 것이다. 지식을 위한 지식, 즉 學問으로서의 자연철학이 비로소 시작된 것이다. 자연에서 일어나는 모든 生成變化를 인간의 理性으로 생각하여 설명할 수 있다는 태도가 탈레스가 세운 그리스 자연철학의 전통이었다.

이런 입장에서 탈레스는 자연현상의 온갖 변화에도 불구하고 그것들을 만들어 주는 근본적인 물질이 있다고 믿고 그것이 물(水)이라고 주장했다. 현상의 바탕이 되는 근본물질, 즉 아르케(arche)에 대한 관심은 그후 그 제자들에 의해 계승되었다.

같은 밀레토스 사람인 아낙시만더(Anaximander 약 611~546 B.C.)는 그의 스승의 주장에 반대한다. 근본물질은 물이 아니라 그보다 더 根源的인 것이어야 한다는 것이 그의 주장이다. 물이나 불이나 공기 등 어느 것이 아닌, 그것이 되기 이전의 어떤 非確定的 상태의 것만이 현상세계를 만드는 根本이 될 수 있다고 아낙시만더는 생각한 것

이다. 아페이론(apeiron)이라고 부른 그의 근본 요소는 “進化”적 변화를 일으켜 이 세상의 모든 물질을 만든다. 그는 이 세상도 그렇게 進化되어 생겼고 人間도 물고기가 점차 진화해 나온 것이라고 믿었다.

아낙시만더의 생각은 다시 그의 제자인 아낙시메네스(Anaximenes, 약 585~528 B.C.)에 의해 부정된다. 그는 基本要素는 공기(氣)라고 주장하고 인간의 정신도 공기이며 불은 공기가 더 희박해져서 생긴 것이라고 풀이했다. 물론 물은 공기가 더 응축해서 생기고 돌같은 것은 극도로 응축되어 태어난다고 믿었다. 이 이론이 가진 한가지 장점은 모든 현상을 응축의 정도의 차이에서 온다고 일관된 설명을 할 수 있었다는 점이다.

四元素……아낙시메네스와 같은 때 사람인 헤라클리토스(Heraclitus, 550~475)는 탈레스의 전통을 직접 이어받은 학자는 아니었다. 좀 특이한 생각을 많이 가졌던 그는 만물의 근원을 불(火)이라고 주장했다. 그에 따르면 세상의 萬物은 「하나」로부터 생겨난다. 善과 惡, 여름과 겨울, 낮과 밤, 전쟁과 평화가 모두 「하나」에서 나온다는 것이다. 이런 생각은 老子에서도 발견되는데 헤라클리토스나 老子의 「하나」란 모두가 自然天 또는 自然神 같은 생각을 바탕으로 하고 있었다고 하겠다.

이와 같이 불을 만물의 바탕이라고 보는 생각의 뒤에는 이세상은 變化무성이라는 생각이 깔려있다. 파르메니데스(Parmenides)나 제노(Zeno) 등의 엘리아(Elea)學派가 이세상에 변화하는 것은 하나도 없다고 주장하고 나선 것은 바로 헤라클리토스에 대한 반대운동이었던 것이다.

이 세상의 만물을 만들어 주는 근본은 한가지라는 생각은 곧 수정되어 갔다. 헤라클리토스보다 조금 먼저 활약한 제노파네스(Xenophanes)는 흙(土)과 물(水) 두가지가 만물을 만들어준다고 주장했다. 이처럼 一元論의 고집에서 多元論의 입장으로 바뀌면서 나온 것이 엠페도클레스(Empedocles, 500~430)의 四元素說이다. 시실리(Sicily) 남쪽 사람인 그는 많은 이상한 전설속에 쌓인 인물이다. 바람을 마음대로 부르고 한달동안이나 죽어 있던 여자를 되살려 냈는가하면 스스로를 神이라고 주장하다가 자기의 神임을 증명하기 위해 에트나(Etna)火山에 몸을 던져 죽었다는 등의 전설이 그것이다.

엠페도클레스는 다른 사람들의 생각을 종합하여 萬物은 네가지 서로 다른 元素로서 이루어졌다고 결론지었던 것이다. 土, 水, 氣, 火의 네가지 원소가 서로 비율이 다르게 섞여서 온갖 것들이 만들어진다는 생각은 보다 합리적으로 자연현상을 설명해 주면서도 또 간결한 까닭에 곧 널리 인정되기 시작했고 드디어 그리이스 이후 中世까지 서양 사람들의 굳게 믿는 바가 되었다.

그러면 이 네가지 원소는 왜 서로 모였다 흠어졌다하여 모든 변화를 가능하게 해 주는 것일까? 엠페도클레스는 <사랑>과 <미움>이 자연에 內在하는 힘이라고 믿었다. 그래서 이 힘이 四元素의 흠어지고 모아짐을 좌우한다고 믿는 것이다. <사랑>은 원소들을 결합시키고 <미움>은 원소들을 흠어지게 해준다. 그러나 이 사랑과 미움은 어떤 목표를 가지고 四元素에 작용하는 것이 아니라 순전히 우연속에 작용한다고 그는 믿었다. 이러한 사랑과 미움의 사상은 동양에서의 陰陽 사상과 비슷한 것으로 두가지 서로 대립되는 힘이 변화를 일으킨다는 공통점을 갖고 있다.

原子說……만물의 근본을 元素보다 더 근본적인 단위로 끌어내려 간 사람은 류키포스(Leucippus)와 그 제자 데모크리토스(Democritus, 470 ~ 400)였다. 그들은 이 세상의 모든 것은 “더 이상 나눌 수 없는 알맹이”(atom)로서 이루어진 것이라고 생각했다. 그러나 이 原子는 크기와 모양이 다른 것으로 되어 있어 一元的 또는 多元的인 元素說을 근본적으로 부정하는 것은 아니었다고 생각된다.

그러면 이런 原子를 어떻게 서로 만나고 헤어져 만물을 형성하는가? 데모크리토스에 의하면 이 세상은 그 바탕을 깨 내려가 보면 原子와 그것이 움직일 수 있는 空間 즉 眞空(void)만으로 되어 있다. 原子가 眞空속에서 움직이는 데에는 사랑과 미움 따위의 힘은 필요가 없다. 原子는 처음부터 어떤 움직임을 받고 생겨났고 그것은 마치 “이상 상태 속의 당구공”이 처음의 충격에 따라 영원히 움직이는 것처럼 미리 정해진 운명의 길을 달리게 된다. 이처럼 그리이스의 原子說도 극도로 唯物論·機械論的이고 또 決定論的인 세계관을 후세에 남겼다고 할 수 있다. 이들의 생각에 따르면 인간의 정신이나 思考 등도 모두 原子의 움직임으로만 설명되는 형편이었다.

여하튼 이와같은 생각은 그후 에피큐로스(Epi-

curus)와 루크레치우스(Lucretius)에 의해 계승되었으나 큰 빛을 보지 못하다가 돌턴(John Dalton)의 재발견에 의해 근대의 原子論으로 발전하고 그 이후 오늘날까지도 물질을 보는 하나의 기본태도로 남아있다.

原氣說……이 세상은 原子와 眞空으로 되어 있다는 데모크리토스 등의 주장은 당시에는 그다지 환영받은 생각이 못되었다. 原子說은 플라톤(Plato, 427 ~ 347) 아리스토텔레스(Aristotle, 384 ~ 322) 등의 대표적 철학자들에 의해 부인되었을 뿐만 아니라 그후 제노(Zeno, 332 ~ 262), 포세이도니우스(Poseidonius, 135 ~ 50) 등 스토아學派(the Stoic)도 이를 배척했다.

眞空속에서의 原子의 움직임으로 모든 것을 설명하려는 原子說 대신 이들이 믿고있던 物質像이 바로 이세상은 物質的인 어떤 것으로 꼭 채워져 있다는 것이었다. 우주에는 아무곳에도 텅 빈곳은 없다. 이 우주는 프노이마(pneuma)라는 것으로 충만해 있고, 프노이마는 해와 지구사이 같이 텅 빈 것처럼 보이는 곳에만 있는 것이 아니라 人體속이나 돌속에도 들어있다. 四元素나 또는 일상적인 어떤 물질보다 더 근본적이라는 뜻에서 프노이마는 “物質的인 것” 또는 “原初的 物質”이라 부를 수 있겠고 그것은 東洋사상에서의 “氣”의 관념과 근사한 것같으므로 나는 프노이마를 “原氣”라 옮겨 보았다.

또한 프노이마는 본래 “공기” “호흡” “정신” 같은 뜻을 갖고 있기도 하다. 아리스토텔레스가 原子說을 배척한 것은 그의 운동이론에 의하면 眞空속에서는 無限大의 속도가 가능해진다. 무한속도란 논리적 모순을 극복하기 위해서도 아리스토텔레스는 眞空을 인정할 수 없었고, 따라서 原子說을 배척한 것이다. 그런데 스토아學派의 학자들은 그보다 한 걸음을 더 내디더 우주전체는 하나의 생명을 가진 有機體라고 생각했다.

예를 들면 포세이도니우스가 발견한 湖水 干滿의 법칙은 原氣說이 아니면 설명하기 어려운 것처럼 보였다. 여러 나라를 여행하며 포세이도니우스는 湖汐은 매일 두번씩 달의 운동을 따라 일어나며 또한 그것은 해의 방향에 따라 한달 周期의 변화를 보인다는 사실을 발견해 냈다. 그는 이처럼 달이 지구 위에 미치는 힘이 어떤 “同調” 현상이라고 믿었고, 그렇다면 그 同調가 가능하기 위해서는 달과 지구사이에는 비어있을 수는 없다고 주장한 것이다.

우주를 프로이마에 담겨진 有機體로 보는 이 생각은 그리이스이래의 지배적인 物質觀이었고, 이 생각을 바탕으로 뉴우톤(Newton)은 우주에는 에서(ether)가 가득 차 있어 그것이 光의 媒質노릇을 한다고 믿었던 것이다. 근대과학의 발달과 함께 中世까지에 지배적이던 原氣說은 점차 빛을 잃어가고 그대신 原子說이 부활해 오늘에 이르고 있다. 그러나 物質과 에너지가 서로 바뀌고 있는 素粒子의 세계를 볼 때 우리는 오늘과 과연 어느쪽이 더 정확히 物質의 본질을 설명하고 있는지 알 수가 없다. 여하튼 原子說과 原氣說의 대립은 科學上의 문제만으로 보다는 人間社會를 보는 눈을 크게 좌우해왔다는 점에서도 우리가 주목할 가치가 있다. 原子說이 機械論의인 세계관을 뒷받침해준데 반해 原氣說은 有機體論의인 사상의 근거가 돼왔기 때문이다.

數와 幾何學의 세계

피타고라스……사모아(Samos)島에서 난 피타고라스(Pythagoras, 582~500)는 만물을 구성하는 요소는 數라고 주장했다. 다른 自然哲學者들이 質의인 요소를 바탕으로 본 데 반하여 피타고라스는 量的인 것을 근본으로 보았다고도 할 수 있다. 그가 왜 이런 생각을 갖게 되는지는 분명치 않지만, 당시 사용되던 弦樂器에서 絳程은 弦의 길이에 따라 일정한 比例를 이룬다는 것에서 그런 착상을 했을 것이라고 학자들은 믿고 있다. 피타고라스 이전에도 에집트사람들은 상당한 幾何學 지식을 갖고 있었고, 탈레스 또한 圓이나 삼각형의 성질에 대해 꽤 여러가지를 알고 있었다. 그가 이러한 영향을 받았는지는 확실치 않지만, 그의 신비주의적 경향은 다분히 東方으로부터의 영향을 보여주는 것 같기도 하다.

피타고라스는 西洋史上 처음으로 學問을 위한 단체를 만들어낸 사람으로 알려져 있다. 여기서 그는 제자들과 더불어 기하학, 음악, 천문학을 가르치며 연구했다. 그러나 실은 이 단체는 학문만을 위한 다기 보다는 다분히 종교적인 모임이었다. 불교의 가르침을 연상시킬 만큼 사람의 영혼은 輪廻한다고 믿은 그는 일종의 <解脫>의 길로서 학문을 가르친 것이었다. 따라서 피타고라스學派에게는 지켜야 할 戒律이 많이 있었고 그것은 “콩을 먹으면

안된다”거나 “흰빛 수탉을 만지지 말라”는 따위의 이상한 것들이 대부분이다. 가장 신비적인 타부(taboo)사상과 가장 합리적인 기하학이 같은 學派에 의해 발전하고 있었다는 사실은 당시의 사상적 풍토를 잘 보여주고 있다.

2는 女性을 3은 男性을 상징하며 따라서 2와 3을 합한 5는 결혼을 뜻한다는 식의 數의 사상도 그의 것이었는가 하면 3각수·정방수 등의 급수를 연구한 것도 이 學派가 처음 해 낸 일이었다. 물론 피타고라스를 數學史에 영원히 남겨놓은 제일가는 이유는 그의 이름이 붙여있는 定理 때문이다. 직삼각형의 3변 사이의 관계를 처음으로 보편적 定理($a^2 + b^2 = c^2$)로 나타낸 “피타고라스의 定理”는 실제로는 바빌로니아시대부터 알려져 있던 것이었다.

그런데 피타고라스의 定理의 발견은 피타고라스學派의 존재이유를 빼앗아 버리는 이상한 결말을 가져온 것 같다. 왜냐하면 피타고라스學派가 믿고 서있던 “萬物의 근본은 數”라는 사상은 有理數의 세계만을 생각하고 가능했던 것인데 이제 無理數가 발견되었기 때문이다. 피타고라스가 생각한 數의 세계는 “原子的”인 것이었다. 無理數의 발견은 數가 “原子的”이 아님을 들어낸 셈이 되었고 따라서 피타고라스學派에게는 결코 반가운 결과와는 못되었다. 전하는 바에 의하면 피타고라스學派는 無理數의 발견을 절대로 남에게 알리지 않으려고 노력했으나 어느 배반자가 밖에 누설하게 됐고 그 때문에 피타고라스學派는 명맥이 끊기게 되었다고 한다.

그러나 피타고라스가 세워놓은 知的 전통은 그 후 西洋史에 깊은 영향을 주었다. 감각을 통한 관찰보다는 직관적 思考를 더 중시하려는 경향은 바로 플라톤(Platon)에 의해 계승되었다. 인간의 五官이 느낄 수 있는 현상보다는 그 뒤에 숨어있는 영원한 이메아(idea)의 세계를 추구하려던 플라톤의 사상은 피타고라스전통을 계승한 것이었고 그런 생각은 칸트(Kant)를 거쳐 오늘에 이르기까지 연면히 계승된 것이기도 하다. 또한 피타고라스의 無理數 발견은 그리이스인들이 수학적 관심을 算術보다는 기하쪽에 집중케하여 자와 콤파스를 이용한 작도로써만 수학을 연구하는 경향을 낳게 되었다. 그 결과 算術에 있어서는 東洋의 전통수학보다 조금도 낫지 못한 西洋이 기하에서만은 월등한 발전을 이룩할 수 있었고 이것은 근대과학발달의 하나의 주춧돌이 되었던 것이다.