

科學의 社會的 役割

4

朴 星 來

〈史學博士·外大教授·科學史〉

그리스의 科學 ②

數와 幾何學의 세계

플라톤과 數學……수학적인 관점에서 피타고라스를 가장 잘 계승한 사람은 플라톤(Plato, 427 ~ 347)이었다. 아테네의 부유한 귀족의 아들로 태어난 그는 소크라테스의 제자로서 유명하다. 그러나 소크라테스의 글이 남아있지 않은 지금 그에 관한 모든 지식은 거의다 플라톤의 글을 통해서이기 때문에 어느 의미에서는 哲人 소크라테스는 플라톤의 作品임을 면치 못할 정도다. 따라서 플라톤이 얼마나 그의 스승 소크라테스의 영향을 받았는지는 분명하지 않다. 이에 비해 피타고라스의 영향은 절대적이다. 영혼은 불멸한다는 그의 생각과 그 영혼은 다른 탈을 쓰고 남자에서 여자로 또는 동물로 輪回한다는 사상 등 宗教的 경향이 모두 피타고라스를 닮았는가하면 數學이 없이는 진정한 지식은 있을 수 없다는 믿음이 바로 피타고라스에게서 받은 것이다. 그가 아테네 교외에 세운 아카데미라는 學院에는 그 출입구에 <기하학을 모르는 자는 들어 오지 말것>이란 말이 적혀 있었다고 한다. 이 전설은 그가 얼마나 수학 그중에도 특히 기하학을 중시했던가를 웅변해 주고 있다.

플라톤의 시대에 이미 그리스의 수학은 높은 抽象性과 論理性과 嚴密性을 가진 학문으로 발달하고 있었다. 감각을 통해 느낄 수 있는 세계를 부

정하고 그 뒤에 숨어있는 영원불변의 이데아의 세계를 추구했던 그에게 數學은 바로 이데아의 세계로 들어가는 입장권과 같이 보였던 것이다.

플라톤의 기하학적 충동은 四元素說에서도 발동한다. 그는 당시 널리 받아들여지고 있던 四元素說을 그대로 인정은 하지만 자기 나름의 새 해석을 여기 첨가하고 있다. 플라톤에 의하면 원래 이세상의 元素들은 그보다 더 근본적인 3각형에서 만들어졌다고 한다. 原型으로서의 3각형은 두 가지가 있다. 하나는 정 4각형을 대각선에서 잘라낸 二等邊 直角三角形이고 다른 하나는 정 3각형을 둘로 잘라 만든 직각 3각형이다.

그가 왜 두가지 직각 3각형의 물질의 근본으로 보았는지는 분명치 않지만, 四元素는 이들 3각형의 立體的 표현이라고 그는 설명했다. 즉 플라톤은 불은 정 4면체, 흙은 정 6면체, 공기는 정 8면체, 물은 정 20면체로 되어있다고 주장한 것이다. 여기 각 원소에 해당하는 正多面體를 보면 정 6면체만이 한면이 정 4각형으로 되어있을 뿐 나머지는 모두 한면이 정 3각형임을 알 수 있다. 그리고 정 4각형과 정 3각형은 바로 플라톤이 물질의 근본모형으로 생각한 두가지 직각 3각형을 두개씩 모아 만들어진 것임은 물론이다.

그런데 사실은 正多面體는 네개가 아니라 다섯개이며, 이런 사실은 바로 플라톤의 제자에 의해 플라톤의 생존시에 처음 알려진 지식이었다. 이세

상에 존재할 수 있는 正多面體란 다섯뿐인데 그중 네가지에만 四元素의 母形이라고 설명을 주고 나머지 정 12면체를 저버린다는 것은 플라톤의 기하학적 감각으로서는 있을 수 없는 일이다. 아ნი게 아니라 그는 정 12면체에도 한자리를 주고 있다. 그러나 플라톤은 정 12면체는 우주를 상징한다고만 말하고 있지 그 이상의 설명이 없다. 다른 정다면체와는 달리 정 12면체는 각면이 정 5각형으로 되어 있다. 정 5각형 또는 그것을 바탕으로 한 다섯모서리를 가진 별모양은 피타고라스學派가 자기들의 배지(badge)로 쓰던 것임을 상기해 볼 때 플라톤은 피타고라스의 神秘사상에 영감을 받아 정 12면체를 우주의 상징으로 돌린 것이 아닐까 생각한다. 하지만 분명히 플라톤은 우주가 球形이라고 생각했던 만큼 정 12면체를 우주의 상징이라고 말한 것은 더욱 이상한 일이라고도 할 수 있다.

유클리드의 大成

<유클리드를 배운다>는 말은 幾何學을 배울을 의미할 정도로 서양에서는 유클리드(330 ~ 260)의 이름은 기하학의 대명사로 씌어져 왔다. 유명한 사람치고 그의 생애에 대해서는 알려진 것이 아주 적다. 짧기는 했지만 후세에 깊은 영향을 남긴 알렉산더大王(336~323在位)의 大帝國은 그리이스의 文化를 東地中海 일대에 널리 전파하여 역사가들은 이후의 시기를 헬레니즘시대라 부른다. 유클리드는 헬레니즘文化의 중심지였던 알렉산드리아 博物館(Museion)의 수학 교수였다. 대학과 도서관과 연구소를 겸한듯한 기능을 갖고 있던 이 博物館은 그후 그리이스科學의 전통을 계승 발전시켜 中世까지도 文化의 중심지가 되었었다. 전설에 의하면 그는 기하학을 쉽게 배울 수 있는 길이 없겠느냐는 에집트王의 물음에 <幾何學에는 王道가 없다>고 잘라 말했다고 한다. 또 그는 기하학을 배우면 무슨 이득이 있느냐는 어느 청년의 질문에 그의 하인을 돌아보며 동전 몇뼉이나 주어 보내라고 말했다는 기록도 전한다.

이처럼 학문을 위한 학문을 내세운 유클리드가 후세에 남긴 것이 <幾何原本>이다. 전부 13章

으로 구성된 이 책은 당시까지 특히 그리이스시대에 발달된 기하학 지식을 모두 정리해 놓은 것으로 보여 정확히 어느 부분이 유클리드 자신의 공헌인지는 분명치 않다. 유클리드 기하학은 定義(definition)·公準(postulate)·公理(axiom)를 바탕으로 하고 시작한다. <點이란 부분이 없는 것이다><線은 폭이 없는 것이다><線의 끝은 點이다>하는 따위의 定義와 <全體는 부분보다 크다>는 등의 公準는 증명할 필요없이 인정할 수 있는 타당한 것이다. 이를 바탕으로 하여 더 복잡한 지식을 논리적으로 이끌어 내는 연역적 思考가 바로 유클리드 幾何學의 방법이다.

같은 방법으로 원뿔이 만드는 여러가지 곡선-타원, 포물선, 쌍곡선등-을 연구한 사람이 아폴로니오스(Apollonius, fl. 220B.C.)였다. 그러나 그의 연구는 17세기 이후 케플러·뉴턴등이 천체운동의 설명에 타원이나 포물선을 사용하기까지 전혀 관심을 끌지 못했다. 이런 관점에서 볼 때는 유클리드의 幾何學도 근대과학이 발달하기 까지에는 거의 실용성을 나타내지 못한 것이었다.

알키메데스의 力學

이처럼 순수수학의 경향으로만 치달리던 數學 특히 幾何學을 실용적인 측면에서 응용한 헬레니즘시대 최고의 과학자가 알키메데스(Archimedes, 287~212)였다. <古代의 레오나르도·다·빈치>라고도 불리우는 그는 알렉산드리아에서 공부한 뒤 그의 고향인 이태리 남쪽의 시라큐스란 도시국가에 돌아가 정부의 高位官吏가 된 것 같다. 어떤 학자들은 그가 히에론王의 4촌일 것이라는 추측을 하고 있기도 하다.

알키메데스에 얽힌 설화는 여러가지가 있다. <나에게 지렛대와 설 자리만 마련해 달라. 그러면 지구라도 움직여 보이겠으니...>했다는 그의 말이 뜻하는 것처럼 그는 지렛의 원리를 비롯 도르래, 나사 등을 과학적으로 이해하고 있었음을 보여준다. 또 <알았다. 알았다>하며 목욕탕에서 알몸으로 뛰어 나갔다는 전설에서 우리는 그가 浮力의 원리를 발견했음을 알 수 있다. 그는 부력을 이용하면 王이 명령한 金冠의 순수도 검

사를 해낼 수 있음을 발견했기 때문이다. 알키메데스는 또한 시라큐스가 로마軍에게 포위 당하고 있을 때에는 여러가지 과학적 兵器를 고안하여 국방에 공헌하기도 했다.

그는 기하학적 방법으로 π (圓周率)의 값을 구해내기도 했다. 우선 지름이 $2r$ 인 원을 그리고 그에 內接하는 正四角形과 外接하는 正四角形을 그리면 원의 넓이는 外接한 정 4각형의 넓이 ($4r^2$)보다는 작고 內接한 정 4각형의 넓이 ($2r^2$)보다는 클 것이다. 이런 관점에서 內接·外接하는 多角形을 6각형, 8각형으로 늘려 96각형까지에 이르러 알키메데스는 π 의 값이 $3.1407 \sim 3.1429$ 의 범위안에 있음을 알아냈다.

물리학 그중에도 특히 力學의 문제를 수학적으로 처리하여 自然의 법칙을 수학적으로 이해하려던 알키메데스의 노력은 古代科學에서는 거의 독보적인 것이었다. 자연현상의 수학적 이해가 근대과학의 중요한 특징인만큼 알키메데스의 이러한 업적은 높이 평가해도 좋을듯이 보인다. 그러나 사실인즉 그의 업적이 제대로 계승되지 못했기 때문에 中世를 통해 완전히 잊혀져 있었고 따라서 17세기 이후 近代科學의 일어남에는 큰 영향을 미치지 못한 것으로 보인다. 그의 업적이 제대로 계승되지 못함은 그의 죽음에 얽힌 설화에도 잘 나타나있다. 플라타크가 전하는 바에 의하면 알키메데스는 자기 나라가 로마軍에게 함락되어 로마兵士의 약탈이 진행되는 동안 모래판 위에 어떤 圖形을 그리면서 한창 무슨 문제를 생각하고 있었다고 한다. 그때 그앞에 나타난 로마 병사는 같이 가기를 명령했으나 알키메데스는 못들은체 자기 생각을 계속하다가 목숨을 잃었다는 것이다. 헬레니즘 속에 살아남아 있던 그리이스의 思辯的 정신은 로마의 尚武精神아래 피를 흘리고만 것이다.

圓과 球—天文学의 세계

인간은 자기를 의식하기 시작하면서부터 언뜻이나 자기를 세계의 중심에 놓아 버렸다. 이러한 태도는 땅은 둥그스런 평지이고 그위에 둥그런 하늘이 덮고 있다는 호머 (Homer, B. C. 8세기)의

詩속에도 나타난다. 이땅 중심의 사상은 인간의 자기 중심적 사상의 外延이며 근대과학이 이를 부분적으로 수정하기까지 지배적인 태도가 되어왔다.

피타고라스學派

大地를 평평한 것이 아니라 球形이라고 생각한 것은 이오니아學派가 먼저였는지 또는 피타고라스學派였는지 분명치 않다. 그러나 宇宙像을 꽤 높은 단계에까지 체계화해 놓은 것은 피타고라스學派가 처음이었던 것 같다.

피타고라스學派에 의하면 세계는 세부분으로 되어 있다. 제일 불완전하고 변화가 많은 부분은 地上으로부터 달까지의 공간, 즉 우라노스 (Uranos)다. 그밖에는 별들의 세계 즉 코스모스 (Cosmos)가 있고, 그위에 神의 세계인 올림포스 (Olympos)가 있다. 인간은 신의 세계를 제외한 우라노스와 코스모스만을 관찰하고 알 수 있다. 변화를 생명으로하는 우라노스와 달리 코스모스는 질서와 조화의 완전한 세계다. 따라서 달을 포함한 모든 天體는 가장 완전한 기하학적 도형인 球로 생겼고 또 이 天球는 모두 완전한 等速圓운동을 한다. 코스모스를 이루는 天球들은 그 서로 떨어진 거리가 音程을 결정해주듯 배치되었고 실제로 이 天球들은 자기 다른音を 내며 하늘을 돈다고 믿었다. 우주의 하모니를 일러 지금까지 <天體의 음악> 혹은 <天球의 음악> (the music of the spheres)이라 부르게 된 것은 이때로부터 시작된 것이었다.

애초에 피타고라스學派는 우라노스와 코스모스의 중심은 地球가 아니라 “中心火”라고 주장했다. 中心火는 태양이 아니고 지상에서 보이지도 않는다. 왜냐하면 그리이스는 中心火로부터는 정반대쪽의 지구상에 위치하고 있고 지구는 하루 한번씩 같은 面을 中心火에 향하여 一周한다고 믿었기 때문이다.

이러한 피타고라스學派의 地轉說은 그 뒤에는 수정되어 中心火를 없애고 그냥 지구 자체가 하루 한번씩 自轉한다고 바뀌었다. 그러나 이 學派의 地動說은 어느 쪽도 크게 환영받지는 못한 것이 분명하다. 다만 피타고라스學派가 생각한 天球의 회전은 완전한 圓운동을 한다는 생각은 그뒤 同心圓의 우주관을 그리이스에 확립해준 중요한 생각의 씨앗이 되었다.