

科學의 社會的 役割

11

朴 星 來

〈史學博士·外大教授·科學史〉

中國의 傳統科學(下)

이처럼 格物—致知—誠意—正心—修身—齊家—治國—平天下의 8 단계에서 가장 첫 과업이 바로 사물의 이치를 연구하는 것(格物) 이라고 〈大學〉은 가르치고 있었던 것이다. 신유학자들이 흔히 한포기의 풀이나 한그루의 나무까지 그 이치를 연구해야 한다고 말하는 이유가 있다. 또 이 점을 들어 현대의 중국 지식인 가운데에는 중국의 전통사상에도 배이컨의 귀납적방법(induction)에 맞설만한 과학적 자연연구 태도가 있었다고 주장하는 사람도 있다. 원칙적으로 格物에는 자연현상에 대한 귀납적 연구를 뒷받침 해줄 여지가 충분히 있었던 것이 사실이다. 그러나 실제로는 신유학에서의 格物은 자연현상을 연구하는 데에는 활용되지 않았고 修身에 필요한 방향으로만 적용되었다. 인간의 도덕적 완성을 목표로 하고 거기 필요한 格物만을 값지게 생각했던 것이다.

신유학에는 자연을 자연그대로 보려는 태도가 부족했다. 불교와는 달리 자연현상에 까지도 관심을 보이고 그 뒤에 숨어있는 이치를 발견하려고 노력은 했으나 그 궁극적인 목적은 자연의 이해가 아니라 어디까지나 자연의 이치를 사회에 이용하려는 데에 두었다. 이런 경향은 동중서의 災異說이 신유학에서 어떻게 변했는가를 살펴보면 족하다. 唐시대까지의 종교적 경향에 반발한 신유학은 동중서가 생각하듯 天·人·地를 한덩어리의 有機體로 보려는 태도에 도 반격을 가했다. 신유학은 동중서가 가르친

것 같은 有神論的 경향을 상당히 벗어나고 있었던 것이다. 그 결과 天이라는 인격신 대신에 오히려 太極이라는 理中之理 또는 궁극적인 우주의 법칙을 논했다. 그러면서도 인간과 자연을 맺어서 생각하려는 동중서의 사상은 그대로 계승되었다.

그때문에 신유학에서도 災異사상은 그대로 유지되었다. 다만 동중서의 그것과 다른 점은 “하늘이 별을 내린다”는 관점이 아주 약화되고 그 대신 우주를 꽂 채우고 있는 물질적요소 즉 氣가 인간과 자연사이를 매개해 준다는 설명이 대치되었다. 그러니까 신유학에서는 자연의 이상현상은 하늘이 인간사에 잘잘못을 판정하여 내 보내준다고 보다는 인간사에 잘못이 있으면 우주를 채운 氣가 조화를 잃어 자연에 이상현상을 일으킨다는 설명이다. 동중서는 인간과 자연의 관계는 그 사이에 神(天)이 있어 연결되는 것으로 본데 반해, 신유학은 그 神의 존재를 뒤로 물러버리고 자연과 인간이 그 공통 구성물질인 氣에 의해 상응한다고 보았다.

동중서의 유학에 비해 신유학은 훨씬 합리적이었고, 보기에 따라서는 오늘날 21세를 지향하는 인류가 가져야 할 生態學的 자연관을 예견하고 있는 듯도 하다. 그러나 서양에서 근대과학을 크게 발전시켜준 태도, 즉 자연을 인간의 문제와 일단 완전 분리시켜 그 속에서 어떤 법칙성이나 理를 찾아보려던 경향은 유교 전통속에서는 발달하지 않았던 것 같다. 그리고 신유

학의 상태에서 중국은 淸나라 때 근대 서양과 접촉을 갖게 되었고 유학적 전통의 자연관에 있어서는 한국이나 일본도 비슷한 역사적 전개를 거쳤다고 보여진다.

實用을 위한 数学

반전설적인 三代때부터 이미 실용적인 수학은 발달했으나 그것이 체계화되어 후세에 남은 것은 漢나라 때의 것이 처음이다. 10진법이나 곱하기를 위해 구구를 외우는 것은 殷나라 때에 이미 생겨 있었고 기초적인 기하학적 사고방식은 〈墨子〉속에 엿보인다. 또 진시황은 도량형은 통일하려고 노력했고 그의 노력은 漢대에 들어와 실현되기도 했다. 그 결과 漢나라 때쯤까지는 여러가지 수학책이 만들어 졌지만 오늘날 남겨져 있는 것은 〈周髀算經〉과 〈九章算術〉의 둘이 있다.

〈周髀算經〉은 수학보다는 천문학에 관한 책이다. 여기 髀란 땅위에 수직으로 세운 막대기를 뜻하는 것으로 햇시계를 말하는 수가 많다. 전설에 의하면 이 책은 周나라 때의 것이라 하여 周髀라 되어 있지만 작자는 알길이 없고 漢나라때까지는 널리 사용됐던 것이 틀림없다. 여기에서 우리는 3, 4, 5의 직각 3각형만이 아닌 일반적인 직각 3각형에 적용되는 피타고라스의 정리가 이때까지는 중국에서도 발견되어 있었음을 알 수 있다.

이에 비해 〈九章〉이라고만 불리기도 하는 〈九章算術〉은 1천년이상 중국과 동양수학의 기본서로 사용된 진짜 수학책이었다. 이 책은 九章으로 되어있기 때문에 이러한 책이름을 얻게 된 것으로 역시 작자는 미상이다.

1. 方田—여러 모양의 땅 넓이 계산
2. 粟米—곡물의 교환
3. 差分—차별있게 나누는 방식(비례배분)
4. 少廣—넓이에서 길이를 계산
5. 商工—토목공사에 필요한 여러 모양의 부피 계산
6. 均輸—거리에 따른 조세액의 차이

7. 盈不足—남고 모자라는 것
8. 方程—연립 1차방정식
9. 勾股—주로 직각 3각형 중심의 3각계산법

오늘날 우리가 방정식이라 부르는 것이 제 8장의 제목으로부터 나온 것을 알 수 있다. 산술(2, 3, 6장), 대수(7, 8), 기하(1, 4, 5, 9)로 나눠 볼 수 있는 이 책은 그 처음이 “가로 15보 세로 16보인 밭의 넓이는 얼마나?”는 문제로 시작하는데 도합 246문제로 되어있다. 그 공통되는 특징은 모두가 구체적인 실용의 예로 되어 있다는 점이다. 내용 가운데에는 꽤 어려운 것도 있어 당시의 서양수학보다 결코 떨어지지 않지만, 다만 한 가지 전혀 추상화되지 않았다는 특성이 있었고 바로 이 특성이 중국수학의 발달을 제약했던 것 같다.

漢 이후 중국에서는 처음으로 수학자로 이름을 후세에 남긴 사람이 劉徽(fl. 203)라는 3국시대 魏나라의 학자다. 그는 〈九章算術〉의 부족한 부분에 대해 독자적인 연구를 하여 주석을 붙였는데 그 책이 〈九章算術注〉로서 후세에 전해졌고, 또 3각측량법을 중심으로 〈海島算經〉을 쓰기도 했다. 그는 원에 내접하는 6각형의 각변을 거듭하여 두배로 늘려 정96각형의 둘레까지 계산함으로써 圓周率의 값을 3.1416 까지 처음으로 계산해 냈다.

그를 이을 대표적 수학자가 6조시대의 祖沖之(429~500)이다. 그는 〈綴術〉이란 수학책을 써서 당시의 가장 고급수학을 소개한듯 하지만 오늘날 이 책은 남아있지 않다. 다만 그는 π 의 값을 더 정밀히 계산하여 소수이하 6자리까지 정확히 알고 그 값은 約率인 경우 $\frac{22}{7}$ 密率일 경우엔 355/113을 썼다는 것을 알 수 있을 따름이다. 유럽에서는 16세기에 가서야 이정도 값을 얻었다. 그의 아들 祖恒之 역시 수학을 연구 수학을 연구하여 구의 부피 ($V = \frac{4}{3}\pi r^3$) 계산방법을 처음으로 알아낸 것으로 역사에 남아 있다.

그후 중국의 수학은 별다른 발달을 이룩하지 못했다. 唐나라 초기에 천문학자로도 유명한 李淳風이 어명을 받아 수학서 여러가지에 주석을

붙었으나 별다른 자기의 공헌은 없었다. 그보다 좀 뒤에 활약한 王孝通(fl. 920)은 〈緝古算經〉을 지었는데 이 책에는 꼭 한 문제가 3차방정식으로 다루지고 있어 당시에 이미 이런 방정식을 풀 수 있었다는 것을 알게 해준다. 王孝通이 활약한 唐초기는 중국 역사상 정부의 통치기구 제도가 아주 잘 발달했던 시기였고 그와같은 정부기구를 운영하기 위해서는 계산전문가가 필요하게 되었다. 이 필요에 따라 기록에 나타나기로는 唐나라에 처음으로 算學제도가 확립되었다. 2명의 산학박사 아래 30명의 훈련생을 두게 되어 있었을 뿐 아니라 과거제도에는 明算科를 두어 수학자 양성을 도왔다. 그러나 산학박사라는 것은 관리가운데 최하의 자리였고 明算출신의 합격자가 할 일이란 기껏 회계정도였기 때문에 이와같은 제도도 수학 발달을 크게 돕지는 못했다.

唐 이후 중국은 혼란기를 거쳐 宋에 의해 다시 통일시대에 들어갔다. 그리고 宋말에서부터 元나라 초기에 걸쳐 민간 연구가들이 계속 좋은 수학책을 내어 수학은 漢 이후의 극성기를 맞았다. 그 대표적 수학자와 그들의 저서를 들어보면

李 治(測圓海鏡) (1247)

〈益古演段〉

楊 輝(楊輝算法) (1274~5)

朱世傑(算學啓蒙) (1297)

〈四元玉鑑〉 (1303)

등이 있다.

楊輝는 杭州 근처에서 살았던 민간수학자로서 그의 배경에 대해서는 그이상 알려져 있지 않다. 그는 자기 책속에서 方陣·圓纒등을 처음으로 크게 발전시켜 유명하다. 서양에서는 “마술의 사각형”(magic square)라 부른 方陣이나 “마술의 원”(magic circle)이라 부른 圓纒은 모두

4	9	2
3	5	7
8	1	6

라는 方陣에서 볼 수 있는 것처럼 숫자를 4각형

또는 원으로 배열하는 것이다. 그런데 위에

예로 든 方陣은 바로 河圖라 불리우는 전설적인 것에서 얻은 것이다. 전설에 의하면 河圖란 伏羲氏때에 龍馬가 황하에서 가지고 나온 무늬이며 洛書란 禹가 물을 다스릴 때 神龜가 등에 무늬를 가지고 나왔다고 한다. 그러기에 河圖 洛書는 數에 대한 신비사상을 낳게 되어 〈周易〉의 근본사상이라고도 여겨졌었다. 이것이 신유학자에 의해 宋초기에 부활되어 象數之學이란 것이 크게 발달하여 이에 대한 관심은 높아졌다. 楊輝의 方陣연구는 바로 이와같은 신유학의 경향을 대표하는 것이라 하겠다.

李治의 책들에서는 비로소 그전부터 싹트기 시작한 代數學이 큰 발달을 이루어 고차방정식까지가 다루지게 되었다. “天元術”이라고 불리워진 당시의 방정식 푸는 방식은 朱世傑의 〈算學啓蒙〉에서 완성되었다. 그리고 그의 〈四元玉鑑〉의 四元이란 4개의 미지수를 포함하는 방정식(4元방정식)을 일컫는 것으로 오늘날 우리가 미지수의 숫자에 따라 1元, 2元, 3元방정식이라 부르는 “元”은 바로 天元術에서 미지수의 표시로 썼던 때문에 생긴 것이다. 楊輝와 朱世傑의 책은 우리나라에서도 널리 사용된 기본 수학서가 되었고, 세종은 鄭麟趾에게서 〈算學啓蒙〉을 강의받았다고 기록되어 있다.

天文과 曆法

다른 고대문명사회나 마찬가지로 중국에서도 옛날부터 하늘의 이상한 현상이나 천체의 운동에는 깊은 관심을 보였다. 한자의 史란 천문과 人事를 함께 기록하는 사람이었다고 알려지고 있고, 그 때문에 예로부터 동양의 모든 역사에는 사회에서 일어나는 일과 함께 천문관계의 기록이 적혀있기 마련이었다.

그러면 고대 중국인들은 이 세상이 어떻게 태어났다고 보았던가? 그리고 지금은 어떤 모양을 하고 있고 또 어떻게 움직이고 있다고 보았던 것일까?

우선 우주가 태어난 과정에 대해서는 〈淮南子〉에 재미있는 설명이 있다. 前漢때에 만들어

진 이 책 첫머리에 있는 “天文訓”에는 이 세상은 원래 이렇다할 형체를 가진 것이 전혀 없던 시작 단계 즉 太始에서 비롯했다고 설명한다. 太始는 허공을 낳고 거기서 宇宙가 태어났다. 이때 宇宙란 오늘날과는 뜻이 조금 달라 시간과 공간을 뜻한다. 그리고 시간과 공간이 元氣를 낳았고 그중 맑고 밝은 것은 天이 되고, 탁하고 무거운 것은 地가 되었다. 天地는 陰陽을 가능케 하고 그로부터 이 세상에는 四時가 생기고 萬物이 낳고 자란다는 것이다. 아무런 귀신의 작회나 조물주의 위대한 힘을 포함시키지 않은 이러한 우주창조의 이야기는 그 후 유교 지식인들의 구미에 맞았는지 계속 믿겨져 내려왔다.

다음은 우주의 모양과 어떤 것이라 생각했을까? 하늘과 땅의 모양에 대해서는 예로부터 여러가지 서로 다른 의견이 나와 있었지만 漢代에 이르면 蓋天說과 渾天說의 두 가지로 대립되게 되었다. 蓋天說에 따르면 땅은 평평하고 하늘이 역시 평평하게 그 위를 덮고 있다. 뒤에 이러한 생각은 조금 수정되어 하늘은 마치 우산 모양처럼 가운데가 높고 둘레는 낮으며 땅은 그 아래에 평평하게 펼쳐져 있다는 생각이 되었다. 渾天說은 우주가 계란처럼 생겨서 하늘은 그 겉질에 해당하고 노른자가 즉 땅이라는 생각이다. 이 경우 땅이 꼭 둥글다고 생각한 것 같지는 않지만, 한국이나 중국 일본 등에서 천문관측의 기본기구로 널리 사용된 渾天儀는 바로 이 생각에 바탕을 두고 제작되었다.

漢代 이후 이러한 우주론은 한발자도 더 발달되지 못했다. 그리이스 사람들이 同心圓모양의 우주모형을 끊임없이 개량해 갔던 것과는 달리 중국인들은 기하학적인 우주모형을 생각하지 않았던 것이다. 중국인들이 기하학적 모형을 사용하지 않은 것은 고대에서부터 중국인들이 발달시킨 실용적인 태도와 연결된다. 하늘이 동심원으로 생겼던 말건 중국인들은 그에 상관하지 않고 각 천체의 운동을 정확히 관측하고 그 관측결과를 바탕으로 미래의 움직임을 계산해 낼 수 있었다. 플라톤의 전통을 가진 서양 천문학

이 추상화한 하늘의 운동을 먼저 생각한데 반해 구체적인 곳에서 머물던 중국의 천문학은 근대 이전까지는 서양보다 약간 앞설 수가 있었다. (周易)에는 인간은 天文을 보아 시간의 변화를 알고, 天象을 보아 吉凶을 예측할 수 있다는 말이 적혀 있다. 이것이 바로 고대 중국천문학의 두갈래 길을 예시해주고 있다. 즉 하늘에서 일어나는 규칙적이고 예측할 수 있는 변화를 관측하여 시간을 재는 曆法을 얻을 수 있고 불규칙적인 예측할 수 없는 변화에서 占星術을 발달시킬 수 있다는 뜻이다.

실제로 중국에서는 曆算과 天文이라는 이름 아래 두갈래의 발달이 이루어졌다. 우선 天文 또는 오늘날 우리가 흔히 쓰는대로 占星術을 들어보자. 殷나라의 유물인 갑골문속에 이미 일식을 비롯한 많은 천문기록이 보이고 그것이 대부분 길흉을 점치기 위해서였음을 우리는 알 수 있다. 바빌로니아와 비슷한 점성술의 발달이 시작된 것이다. 그런데 중국의 점성술은 처음부터 서양과는 다른 특징을 갖고 발달했다. 그 특징이 바로 天文현상의 정치적 해석이다. 우선 별들의 이름부터가 황제를 중심으로 신하와 환관과 여인들이 얽혀 있는 모습을 그대로 보여 준다. 북극성을 중심으로 땅위의 벼슬 이름을 따서 별이름을 붙였기 때문이다. 또 중국의 행정구역 9개에 각각 해당하는 하늘이 있도록 하늘도 9부분으로 나누었다. 어느 분야에서 일어나는 이상한 천문현상은 그에 해당하는 땅위에 일어날 변화를 예시한다는 分野說이 여기서 발달되었다. 이처럼 중국에서 점성술은 정치중심의 성격을 갖고 있어서 천문현상으로부터 예측하려는 것은 주로 국가나 왕실의 운명이었지 개인의 운명이 아니었다. 서양의 점성술이 개인의 운명을 예측하려는 것(horoscopic astrology)이었던데 비해 동양의 그것은 전혀 다른 모습(judicial astrology)으로 발달했던 것이다. 이러한 중국의 고대 점성술은 董仲舒의 災異說의 중요부분이 되어 유교전통 속에 흡수되었고 그 그런 상태로 후세에 계승되었다.