

世界科學技術史〈東洋篇〉

文物隆盛한 唐代의 科學文明

朴 星 來

〈韓國外國語大學教授 文 博〉

3세기 이상의 분열 끝에 중국은 드디어 다시 통일되었다. 그러나 중국을 다시 통일국가로 만든 隋王朝은 불과 1세대 이내에 멸망하고, 그 뒤를 唐이 계승했다. 隋(589—617)는 너무나 급격히 통일된 사회를 풀어 고치려다가 실패한 것 인지도 모른다. 특히 경제적·사회적 통일을 위해 楊子江과 黃河를 이어주는 남북에 걸친 大運河를 건설한 隋의 노력은 결국 왕조의 운명을 재촉한 셈이었다. 15살에서 50살까지 모두 550 만명을 동원한 대규모 공사는 백성의 원성을 사기에 족했고, 게다가 중앙아시아에서의 전쟁, 특히 고구려 정복의 실패등이 隋의 운명을 결정 짓고 말았다.

그에 이어 나타난 唐(618—906)은 거의 300년 간 中原을 지배하면서 특히 750년까지는 漢 이후 최고의 영광을 누린 왕조가 되었다. 우리 역사, 특히 통일新羅시대와 거의 같은 시기에 있었기 때문에 우리에게도 익숙한 唐은 李白·杜甫등 시인이 활약한 文物이 융성한 시대였다. 또 이 시대에는 科擧제도가 뿌리를 내리고 學校가 발달했으며 특히 외국인들이나 外來文化에 지극히 관대한 특성을 가진 시대이기도 했다.

唐代의 世界主義는 여러가지로 나타났고, 그것이 이 시대 科學技術史의 중요한 특징이 되기도 한다. 唐의 수도 長安에는 한국인·일본인·몽고인·만주인·베트남인 등은 물론 아랍인·페르시아인·시리아인과 인도인까지 세계 각국의 사람들이 모여 살았고, 李白의 시에 나오는 것처럼 胡姬(페르시아女子)가 접대하는 술집까지 있을 정도였다. 이런 상황이었기에 崔致遠을 위시

한 수 많은 新羅학자들이 唐에서 공부하고 그곳에서 科擧에 급제하기도 했으며, 新羅坊이나 新羅寺등이 山東연안에 번성하게 되었던 것이다.

특히 唐代는 外來文化에 대해 극히 개방적이어서 佛敎가 크게 번성하여 많은 승려가 인도를 방문했고 또 인도승이 찾아 왔으며, 네스토리우스派의 기독교가 景敎란 이름으로 전파되고, 마니敎까지도 전파되어 있었다. 이런 外來宗敎는 그와 더불어 外來科學을 옮겨오기 마련이어서, 특히 印度의 天文學과 自然觀은 이 시대에 중국에 영향을 주게 되었다. 또한 佛敎의 융성은 이 시대에 이르러 印刷術의 발달을 크게 자극했다.

隋·唐시대의 數學

통일이전의 소위 南北朝시대가 상당히 귀족적 사회였는데 비해 隋唐시대는 다시 유교의 밑바닥에 흐르는 平等사상이 고개를 든 시대였다. 당연히 人才를 기르고 그들을 官僚制에 흡수하려는 노력이 발달했고 그 결과 科擧제도와 學校가 중요성을 띠게 되었다. 중국에서는 後漢 때에 이미 생도 3만명이나 되는 大學이 있었다지만 그 후 이것은 오히려 쇠퇴했다가 隋唐에 이르러 다시 융성을 보게된 것이다. 최고 교육기관으로 수도에 國子監을 두고 그 속에 소위 6學을 두었다. 3품 이상 관료의 아들에게만 입학이 허락되는 國子學, 4품 이상을 위한 大學, 서민층도 입학이 허가된 四門學, 그리고 律學·書學·算學이 그것이었다.

官僚制가 발달하고 있던 唐代에 관리의 양성 기관에 算學이 포함되고 있었던 것은 이상한 일은 아니다. 그러나 어느 다른 분야보다 우선 算學만은 國子監이란 국립대학에 포함되고 있다는 사실 자체가 아주 흥미있는 일이다.

唐代에는 國子監의 算學에는 算學博士 2명이 있어 30명의 학생을 지도하게 되어 있었다. 하급관이나 일반서민의 아들을 위한 과정으로 여기서는 소위 <算經十書>가 교재로 쓰여졌다. 이것은 하나의 책이 아니라 10종의 산학서를 통털어 가리키는 것이다. 즉 <周髀算經>, <九章算術>, <海島算經>, <五曹算經>, <孫子算經>, <夏侯陽算經>, <張丘建算經>, <五經算術>, <緝古算經>, <綴術> 등이 그것이다. 이 가운데 처음 두 가지는 물론 古代부터 전해 내려온 중국 수학의 古典이다. 또 <海島算經>은 三國시대에 劉徽가 쓴 것으로 각종 측량에 관한 실제 문제를 다룬 것이다. 이 가운데 가장 어려웠던 것으로 알려져 있는 <綴術>은 祖冲之(429~500)의 작품으로 학생들이 이 책을 공부하는데 4년이 걸렸다고 한다.

불행히 오늘날 이 책은 전해지지 않고 있어서 그 전모를 알 수가 없지만 祖冲之와 그의 아들도 역시 수학자이며 天文學者였던 祖暅(또는 祖暅之)은 원주율(π)의 값을 아주 상세하게 구하는데 공을 남긴 사람들이기도 했다. 그들은 π 의 값을

$$3.1415926 < \pi < 3.1415927$$

이라고 확정하고, 실제 계산에는 대략의 값으로는 7분의 22를 썼고, 정밀한 계산에는 113분의 355는 썼다. 7분의 22는 대강 3.1428571이 되고 113분의 355는 3.1415929가 된다. 그 후 중국 수학에서는 앞의 값을 π 의 約率이라 하고 뒤의 값을 密率이라 불러 왔다.

祖冲之가 隋唐 이전 남북조시대의 수학자였는데 반해 李淳風 같은 학자는 대표적 唐代의 수학자로서 <算經十書> 하나 하나에 주석을 붙이기도 했다. 또 그는 천문학자로도 유명하고 그 밖에도 몇 명의 유명한 수학자가 이름을 남기고 있다. 그러나 그들은 대개가 관리어며 학자였지 꼭 수학만을 배운 사람들이 아니었다. 오히려

國子監에서 算學에 들어가 공부하고 과거에서 明算科를 거쳐 관직에 들어간 사람들은 대개 하급관리직을 면하지 못했을 것이다. 여하튼 이 시대에는 이미 分子·分母·平方·立方·正·負·方程 등 오늘 우리가 쓰고있는 수학적 용어들이 <算經十書>의 이곳 저곳에서 쓰여지고 있었다.

分裂期の 天文曆法

隋에 의해 증원이 통일되기 이전에 이미 天文學이나 曆學은 발달을 거듭해오고 있었다. 算學은 맹목상으로는 國子監에도 들어 있었고, 科擧에도 한 자리 차지했으나 天文曆學은 그런 대우를 받지는 못했다. 그러나 중국의 정치사상은 원래부터 天命을 내세우는 특이한 自然觀과 政治思想의 혼합을 보여 주어왔기 때문에 天文현상은 그저 天文으로 끝나는 일이 될 수 없었다. 受命改制란 말이 뜻하는 것처럼 새로 天命을 받아 새 王朝를 세운 사람은 새로운 제도를 만들어 내도록 되어 있었다. 특히 새 王朝는 새로운 曆法을 만들어 내게 되어 있었다.

3세기초에 漢이 멸망하고 이어 등장한 三國시대와 南北朝시대는 이런 의미에서 재미 있는 시기였다. 왕조는 계속 바뀌어 갔으며 그때마다 새 王朝는 새로운 曆法을 내세워 그 王朝 개창의 정당성을 보여주려 했다. 이 시대에 天文學이 크게 발달한 것은 이상한 일이 아니다. 또 이름만 새 것으로 바꾸고 내용은 옛 曆法과 거의 같은 것들이 여러 번 나타난 것도 이 시대의 당연한 특징이었다.

예를 들면 三國시대에 蜀·魏·吳의 세 나라는 각각 서로 다른 曆法을 썼다. 後漢의 정통을 계승했다고 주장한 蜀은 後漢의 <四分曆>을 그대로 사용했으나, 魏는 그것을 고친 <景初曆>, 吳는 <乾象曆>을 채용했다. <乾象曆>은 기원 180년쯤에 劉洪이 만든 개량된 曆法이다. 그전까지는 달의 운동이 매일 평균 13도남짓 된다는 것만을 바탕으로 하고 있을 뿐이었으나, 이 曆法은 달의 운동도 빠를 때와 늦을 때가 있음을 고

려하여 개량되었다. 西洋에서 달의 운동이 똑같은 속도를 갖지 않음을 발견한 것은 기원전 2세기의 히파르코스였으므로 서양보다는 늦게 이 현상에 주의하게 된 셈이다.

다음 魏의 <景初曆>은 바로 이 역법을 바탕으로 楊偉가 개량한 것으로 이것은 魏를 이어 나타난 晉에서 이름만 <泰始曆>으로 바꿔 사용했다. 또 이 曆法은 南北朝시대에도 그대로 계승되었다. 南朝의 宋은 晉의 역법을 다시 이름만 <永初曆>이라 바꿔 계승한 것이다.

남북조 시대의 이런 혼란 속에서도 뚜렷한 천문역학의 발달이 몇 가지 있었다. 우선 東晉의 虞喜는 340년경 처음으로 歲差현상을 알아 냈다.

그는 해마다 태양의 위치가 조금씩 바뀌는 것을 알아내고 그것이 50년에 1도라고 밝혀낸 것이다. 歲差 역시 서양에서는 그리이스의 히파르코스가 처음 발견했다고 알려지고 있다. 또한 앞에서 이미 지적한 달의 운동이 똑같지 않음을 알아내고 이를 曆法에 응용한 것도 중요한 발전을 뜻한다. 특히 何承天(370~447)은 443년에 <元嘉曆>을 만들고 이것이 445년부터 509년 사이에 사용되었는데 이 방법은 당시까지 平朔法을 썼기 때문에 日蝕·月蝕이 하루 이틀 다른 달에 일어나던 것을 定期朔法을 써서 반드시 매달 초하루와 보름에만 일어나도록 고친 것이다. 특히 <元嘉曆>은 百濟에서 받아들여 사용하고 또 그것이 일본에도 전달된 것이어서 중요성을 더한다고 보겠다.

수학자로도 유명한 祖冲之(429~500)는 다시 이 曆法을 수정했다. 그는 처음으로 曆法 계산에 歲差 현상까지 응용을 했는가하면 다시의 置閏法에도 근본적인 수정을 가했다. 원래 음력은 바빌로니아에서나 古代中國에서나 똑같이 19년 7閏으로 시작되었다. 19년을 주기로 그 중 12년은 12개월씩으로 하고 나머지 7년을 13개월로 하는 방식이다. 이 소박한 방식은 이미 北京의 <元始曆>(412)에서 600년에 221閏月로 수정되어 있었는데 祖冲之는 이것을 다시 더 정밀히 하여 391년에 144閏月을 둔 것이다. 그의 <大明曆>은 510년부터 589년 사이에 사용되었다.

後漢이 멸망한 3세기초부터 隋가 다시 천하를

통일한 6세기말까지의 3세기는 정치적으로나 사회적으로는 큰 혼란기였다. 그럼에도 불구하고 <三國志>로 유명한 이 시기는 天文史上에서는 놀라운 발달이 거듭된 때였다고 평가할 수가 있다.

隋·唐의 天文曆法

천하를 통일한 隋는 즉시 새로운 曆을 반포하여 민심을 수습하려 했다. 그러나 그 曆法은 곧 수정되어 604년에는 劉焯(544~610)에 의해 <皇極曆>이 만들어졌다. 그전까지의 장점을 종합하는 형식으로 만들어진 이 曆法은 676년에 249閏月을 두는 置閏法을 쓰고있다. 또 歲差의 값도 76년에 1도로 보고있다.

곧 이어 중원을 차지한 唐은 3세기 동안 8回의 改曆을 한 것으로 기록되어 있다. 전에 없이 改曆이 많은 셈이었으나 이들이 꼭 기술상의 진보를 뜻하는 것은 아니었다. 唐代의 역법가운데 제일 중요한 것은 <麟德曆>과 <大衍曆>이며, 특히 <大衍曆>은 중국역사상 가장 중요한 역법의 하나로 손꼽히기도 한다. 李淳風(602~670)이 만든 <麟德曆>은 665년부터 반 세기남짓 사용되었고, 그에 이어 729년부터는 僧一行이 만든 <大衍曆>이 761년까지 쓰여졌다. 李淳風은 종전의 역법에 근본적인 수정을 가했다기 보다는 여러 장점을 응용하여 새 역법을 만든 것으로 평가된다. 또 그는 渾儀를 비롯한 여러가지 관측기구를 새로 만들어 관측에 사용한 것으로도 잘 알려져 있다. 그는 또한 彗星의 꼬리가 아침에는 西쪽을 향하고 저녁에는 東쪽을 가리킨다는 사실을 지적한 첫 천문학자로 보인다.

<大衍曆>을 만든 一行은 원래 이름이 張遂였고 一行이란 佛僧으로서의 그의 법명이다. 一行은 중국의 가장 대표적인 천문학자로서 <麟德曆>이 수 10년 사용되어 日蝕예보가 어긋나기 시작하자 曆을 새로 만들었다. 그는 이 역법에서 太陽운동의 불규칙을 고려했으며 補閏法이란 어렵수 잡은 방법을 정교하게 발달시켰다. 이 역법의 이름 大衍은 <周易>의 표현을 따온 것으로

一行은 曆法을 易과 연관시킨 것으로도 유명하다.

처음으로 佛僧이 천문학의 권위자로 부각되었다는 점에서도 우리는 금방 唐代의 天文學이 갖는 큰 특징을 짐작할 수 있다. 一行 이전부터 唐의 天文學에는 印度의 영향이 나타나고 있었던 것이다. <麟德曆>이 채용되기 시작하던 7세기 후반에 이미 천문대장으로는 瞿曇羅라는 사람이 있었고 그가 만들어 낸 <經緯曆>이 참고되고 있었다. 여기 “구담”(瞿曇)이란 姓은 고타마(Gautama)라는 인도인의 姓임이 분명하다. 실제로 바로 이 사람의 아들 瞿曇悉達은 718년 칙명을 받아 인도의 천문역법서인 <九執曆>을 번역했다.

九執이란 日·月 및 五星(水·火·木·金·土) 등 소위 七曜에다가 해와 달이 교차하는 가상적인 두 점을 각각 羅喉·計都라 하여 함께 포함시킨 아홉가지를 말한다. 우리가 요일에 쓰고 있는 七曜라는 개념부터가 인도 천문학의 영향 속에 唐代에 시작된 것이었다.

인도 천문학의 전파자인 瞿曇家は 자그만치 4대에 걸쳐 7~8세기에 110년간이나 중국의 天文曆算에 지도적 위치를 차지하고 있었다. 잘 알려진 것처럼 7세기에는 玄奘같은 승려가 인도를 찾아가 수도하고 돌아왔으며 그의 이름은 특히 손오공의 이야기로 유명한 <西遊記>의 배경을 이루기도 한다. 그전에도 또는 그 후에도 수많은 求道僧이 인도를 다녀왔고, 또 많은 인도 승려가 중국에 왔다. 그중 또 유명한 사람으로 8세기에 중국을 다녀온 新羅의 慧超를 꼽을 수도 있다.

瞿曇悉達의 <九執曆>에는 아주 중요한 사실이 기록되어 있기도 한데 인도숫자와 그 계산법이 소개되고 특히 “0”(零)이 점(點)으로 표현되어 소개되기 시작했다는 점이다. 또한 전통적으로 周天(하늘 둘레, 즉 원둘레)을 $365\frac{1}{4}$ 度라고 정의해 온 中國에 원둘레를 360도로 정하는 西洋式이 처음 소개된 것도 의미 깊은 일이라 하겠다.

인도 天文學의 긍정적 측면이 이런 것이 있는 반면에 佛敎의 占星術의 소개도 역시 唐代에 이루어졌다. 759년 역시 僧 不空이 번역한 인도의

占星術書 <宿曜經>은 미신적인 측면을 많이 포함한 것이었다. 또한 이 시대에는 <婆羅門天文經> <婆羅門算法> 등 婆羅門(브라만)으로 시작되는 수학·천문·역학관계 서적이 많이 기록에 남아 있어 인도학문의 수입정도를 짐작하게 해 준다.

이처럼 인도 천문학이 상당히 중국에 전파되어 있었음에도 불구하고 中國의 전통적 天文曆法에는 직접적 영향은 적었다고 학자들은 평가하고 있다. 唐代의 대표적 천문학자 一行을 보더라도 그가 佛僧이었다는 사실을 제외하면 인도 천문학의 영향을 크게 받은 것으로는 보이지 않는다. 그가 만든 <大衍曆>도 인도 천문학의 영향으로 된 것은 아니며, 그가 이루어 놓은 다른 업적도 마찬가지로 인도의 영향을 보이지 않는다. 그가 교묘한 水運渾象을 만들어 인형이 시각마다 나타나 북을 치거나 종을 치게 만들었는데 말하자면 세계 최초의 자동 물시계를 제작한 셈이었다. 우리나라에서 世宗代에 蔣英實이 만든 自擊漏도 이런 전통에서 나온 것으로 볼 수 있다.

그는 또한 여러가지 천문관측을 행하는 가운데 각 지방에 관측자를 파견하여 해 그림자의 길이를 측정했다. 전통적으로 中國에는 “日影千里差一寸”이란 표현이 있어 왔다. 즉 해의 그림자 길이는 남북으로 1천리 거리마다 1寸씩 달라진다는 것이다. 각 지방에서 春分과 秋分, 夏至와 冬至의 정오에 8尺의 圭表(해 그림자를 재기 위한 기둥)를 세워 관측한 결과 그는 526.9리 되는 두 지역에서 이미 그림자 길이가 2.1寸이나 틀린다는 사실을 발견했다. 전통적인 표현은 크게 다르다는 것을 실험을 통해 증명한 것이었다.

一行은 우리 역사에도 중요한 인물로 등장한다. 유명한 羅末의 佛僧이며 우리나라 風水地理學의 창시자인 道詵이 그에게서 공부하고 귀국했다는 전설이 있기 때문이다. 물론 서로 틀린 시대를 살고 간 道詵(827~898)과 一行(683~727)은 만난 일조차 있을 수 없었겠지만 이 전설은 唐代의 天文學이 상당히 신비주의로 달려가고 있음을 방증해 주는 것이라고도 해석된다.