

世界科學技術史〈東洋篇〉

宋·元代天文學의 發達過程

朴 星 來

〈韓國外國語大學校 教授·文博〉

石刻天文圖의 意味

宋代의 천문학이 남긴 가장 뚜렷한 업적의 하나는 1247년에 돌에 새겨 놓은 石刻天文圖이다. 南宋의 淳祐(1241~1252)때 만들어진 것이라 하여 〈淳祐石刻天文圖〉라 불리워 지기도 하는 이 천문도는 지금 중국 江蘇省 蘇州박물관에 보관되고 있어서 〈蘇州石刻天文圖〉로도 알려져 있다. 가로 1m 세로 2m 남짓되는 돌에는 맨 위에 “天文圖”란 글씨가 새겨져 있고, 그 아래에 지름 91.5cm의 원을 그려 그 속에 1,400개 이상의 별이 표시되어 있다. 또 밑에는 설명문이 적혀 있다.

한 가운데에 北極이 표시되어 그 둘레에 지름 20cm의 원을 그려 “內規”라 부르고, 그 밖에 다시 52.5cm에 원을 그려 天球赤道를 나타냈다. 둘레에는 28宿이 기재되어 있는데 각 宿의 距星과 북극을 잇는 줄이 그어져 있기 때문에 이들 줄을 기준으로 대강 짐작만으로도 다른 별들의 出入시각을 금방 알아 볼 수 있도록 되어 있다. 이들 별의 위치표시에 의하면 이 天文圖는 1078~1085년 사이에 있었던 관측자료를 근거로 그린 것임이 밝혀져 있다. 이 관측결과가 1190년 경에 黃裳이란 학자에 의해 그림으로 옮겨졌고 그것을 1247년에 돌에 새겼던 것이다.

黃裳처럼 종이에 천문도를 그려 남기는 일은 옛날부터 있었던 것으로, 그보다 1천년 전에 이

미 〈史記〉 天官書가 쓰여졌을 때 그 설명에 상응하는 천문도가 있었을 것으로 생각된다. 또한 〈晉書〉 天文志에 의하면 晉武帝(265~290 在位) 때에 太史令 陳卓등이 만든 천문도에는 283宿에 나누어 모두 1,464개의 별이 그려져 있었다. 그 뒤에도 중국인들은 대개 하늘에서 星座가 283개이며, 그에 속하는 별들은 모두 1464개라는 생각을 계속 가지고 있었다. 거의 비슷한 시대에 프톨레마이오스(또는 톨레미)가 〈알마게스트〉에 수록해 놓은 별의 수는 1,022개로서 중국의 그것보다 400개 이상이 적은 것이다. 그렇다고 중국의 천문학 수준이 톨레미의 그것보다 우수한 것은 아니었다. 그러나 무슨 까닭이었건 간에 중국인들이 그리스인들 보다는 별의 위치를 측정하는데 더욱 열심이었던 것만은 분명해 보인다. 물론 중국의 천문도나 그리이스의 천문도는 모두 北半球에서 관찰할 수 있는 별들만을 표시한 것이다.

이 천문도와 관련하여 생각되는 것으로는 1,395년에 만들어진 우리나라의 石刻天文圖를 들 수 있다. 太祖 李成桂가 새 왕조를 시작하면서 그가 天命의 새로운 담당자임을 확인하기 위한 제스처로 만든 이 천문도는 크기·모양·표시된 별의 숫자가 모두 蘇州天文圖와 비슷하다. 그러나 이것이 중국의 것을 베껴 놓은 것은 아니다. 삼국시대부터 우리나라에는 여러가지 천문도가 만들어지고 있었음은 오늘날 고구려 옛무덤에 남은 별의 그림(例, 고구려 舞踊塚의 천정 星宿圖)으로도 확인할 수 있다.

1395년의 천문도는 <天象列次分野之圖>란 이름이 적혀있고, 이에 대한 유래등은 당대의 대표적 학자 權近의 설명으로 아랫 부분에 새겨져 있다. 이 설명에 의하면 원래 고구려의 천문도가 대동강에 빠져 분실되었으나 그것을 베껴 둔 것이 조선시대에 전해졌다고 한다. 이것을 바탕으로 별들의 위치를 새로 측정하여 만든 것이 <天象列次分野之圖>라는 것이다. 이 천문도는 지금 창경원의 어느 창고에 보관되어 있는 것으로 알려져 있을 뿐 이렇다할 문화재로서의 대우조차 받지 못하고 있다. 그러나 17세기 肅宗 때에 이를 베껴 만든 또 하나의 石刻 천문도는 현재 世宗紀念館에 전시되어 있어서 쉽게 볼 수가 있다.

元初 耶律楚材의 曆算學

宋에서 元으로 넘어가는 중국 역사의 전환에서 어쩌면 가장 큰 역할을 담당한 것이 아라비아의 과학, 그중에도 특히 天文學의 영향일 것이다. 13세기초 징기스칸의 몽고 군대는 중앙아시아를 정복하여 이슬람 여러나라를 그들의 지배하에 두게 되었다. 정복자 징기스칸이 아라비아에 머물고 있을 때 그를 시종하고있던 학자 가운데 耶律楚材(1190~1244)가 있었다.

金の 재상이었던 그의 아버지는 천문학과 역산학에 밝은 <乙未曆>이란 새역법을 만들어 낸 인물이었다. 耶律楚材는 아버지의 피를 받아서인지 어려서부터 천문·역산에 열심이었고, 드디어 1219년에는 징기스칸을 따라 西征하여 지금의 사마르칸드에 머물게 되었던 것이다. 당시 이 지역은 몽고족의 침략으로 그야말로 東西의 문명이 섞이는 文化의 교류장이 되고 있었다. 거기서 그는 서양의 천문학에 장점이 있음을 알게되어 이슬람 天文學을 공부했다. 그 결과 그는 중국과 아라비아 사이에는 먼 거리가 있기 때문에 중국의 曆을 그대로 아라비아에서 활용하여 천체운동을 예측할 수 없음을 알게되어, 그것을 고쳐준다. “里差”를 고려하여 東西에 따라 같은 천체가 다른 시각에 나타나는 것을 세밀히 연구한 그는 金에서 쓰던 <大明曆>을 아라

비아에 맞게 고쳐 <西征庚午元曆>을 만들어 냈다. 그는 또한 아라비아식의 역법으로 <麻答把曆>이란 것도 만든 것으로 전해지고 있으나, 그 내용은 잘 알 수가 없다. 耶律楚材는 1231년에는 中書丞까지 되어 元의 초기에 정치가로서도 큰 영향력을 발휘했다. 특히 그는 칼을 가지고 중국에 들어 온 몽고족에게 유교를 정치의 수단으로 써야한다고 강조한 인물이라고 알려지고 있다. 실제로 그후의 元은 곧 南宗까지 멸망시키고 중국을 통일했으며 가장 유교적인 전통에 충실한 나라가 되었다.

元初의 이슬람 天文學 수용은 그뒤보다 본격적으로 추진된다. 징기스칸의 손자 훌라구는 1258년 바그다드를 침략하여 압바스王朝를 멸망시켰다. 그는 개인적으로 도천문학에 관심을 가져 지금 이란 땅의 서북쪽 마라가에 대규모의 천문대를 만들었다. 여기서 페르샤의 천문학자 나씨르 알딘(Nassir al-Din, 1201~74)은 <일칸表>로 알려진 天文書를 만들어 냈다. 훌라구가 거기 세운 왕조의 이름이 일칸國이었기에 붙여진 이름이다.

이 天文臺에는 적어도 2명의 중국인 천문학자가 있었다고 알려져 있으며, 또한 아랍 天文學者가 중국에 와 일하기도 했다. 바로 그런 경우의 한 사람으로 元에서 크게 활약한 西域 천문학자 자말 알딘(Jamal al-Din)이다. 그는 쿠빌라이(위의 世祖)가 아직 황제가 되기 이전인 1250년대에 중국으로 초빙되어 왔던 것으로 보인다. 니덤(I. Needham) 교수의 연구에 의하면 그는 말라가의 천문대에서 일하던 천문학자였던 것 같다.

그는 札馬魯丁이란 중국식 이름을 가지고 활약했는데 1267년에는 <萬年曆>이라는 일종의 回回曆을 만들어 바친 것으로 알려졌으나 그 내용은 지금 전하지 않는다. 1271年 世祖(쿠빌라이)는 몽고 안에 있는 上都에 回回司天臺란 것을 별도로 건설하고 그 책임자(提點)로 그를 임명했다. 그의 감독아래 매년 중국에서는 이슬람식 曆이 만들어져 반포되어 그 뒤에도 중국번두리의 異民族에게 까지 반포되기도 했다.

이슬람 天文學의 學說은 元이 망하고 明·淸으

로 중국의 王朝가 바뀔 때에도 계속하여 그 기능을 발휘하고 있었는데 明 이후 淸初까지는 北京에 자리잡고 있었다. 이슬람 天文學者들은 그들 나름의 천문관측을 쭉 계속해 오면서 그 결과물을 중국 천문학자에게 제공했고, 또한 그들 방식에 따른 일식·월식 기타 천체 운동의 예보를 해 왔던 것이다. 그들의 예보는 17세기 이후 南洋의 근대천문학이 중국에 들어오기 까지에는 상당히 중요한 몫을 차지하고 있었음이 확실하다. 또한 이들이 일하고 있던 回回天文台에는 元代 이래 출곳 툴레미의 天文書 <알마게스트> 또는 유클리드의 <幾何原本> 등 고전적인 서양과 학책이 있었던 것으로 보인다. 물론 이들은 중국어가 아닌 아랍語로만 있었기 때문에 그 영향은 거의 적었던 것 같다. 여하튼 유클리드의 <幾何原本>은 마테오·리치에 의해 1607년에야 중국에 번역 소개되어 큰 반향을 얻게 되었다.

아랍 天文學의 영향은 여러 가지 天文관측기구를 중국에 전해 준 데에서 더 눈에 띄게 나타났다. <元史> 天文志에 의하면 이때 아랍 天文學이 만들어 준 관측기구에 대해 아랍式 명칭과 그 설명이 다음과 같이 기록되어 남아있다.

- ① 咱秃哈刺吉 漢言混天儀也
- ② 咱秃朔八台 漢言測驗周天星曜之器也
- ③ 魯哈麻亦渺凹只 漢言春秋分晷影堂
- ④ 魯哈麻亦木思塔 餘漢言冬至晷影堂也
- ⑤ 苦來亦撒麻 漢言渾天圖也
- ⑥ 苦來亦阿兒子 漢言地理志也
- ⑦ 兀速都兒刺不 漢言晝夜時刻之器也

이에 대한 구조 등의 설명을 참조하여 오늘의 학자들은 이것이 대략 다음과 같은 것으로 추정하고 있다.

- ① 자투알라크~중국의 混天儀 (즉 渾天儀)라 써있는 것처럼 툴레미式的 黃道渾儀이다.
- ② 자투쉬파타이~다리 두 개가 있는 기구의 뜻으로 천체의 거리 측정을 위한 장치.
- ③ 루카마이무와지~태양이 적도 지날 때 위치 측정하는 장치로서 春·秋分 시각 결정에 이용
- ④ 루카마이무스타이~태양이 자오선지날 때 위치 측정에 사용, 冬至·夏至 시각 결정에 이용.

⑤ 구라이사마~天球儀, 즉 중국 전통적인 渾象에 해당.

⑥ 구라이알즈~地球儀

⑦ 알스트랄브~星盤(astrolabe)

또 이에 대해 연구한 W. Hartner 같은 학자는 ③④가 <元史>에 잘못 뒤집어져 소개되어 있다고 주장하여, ③이 夏至·冬至 측정에 이용되는 것이고 ④가 春分·秋分 결정에 쓰이는 것이라고 설명하기도 한다.

異民族의 支配期

천문학 만큼 큰 것은 아니었으나 元代에는 다른 과학·기술 분야에서도 아라비아의 영향이 적지 않았다. 몽고族이 皇室을 차지하고 있었기 때문에 중국에서 천대받은 민족은 오히려 토박이 漢族이었고 異民族은 거의 누구나 환영을 받는 그런 시대였다. 많은 色目人(눈이 파란 색을 가진 사람)들이 북경에서 활동하고 있었으며 만주족이나 한국인들도 우대를 받았다. 元世祖 쿠빌라이가 南宋을 격파하여 중국을 통일한 것은 1279년인 셈이지만 그보다 10년전 南宋과의 襄陽싸움에는 아랍인 砲術家 알로와딘(阿老瓦丁)과 이쓰마인(亦思馬因) 등이 초빙되어 元軍을 도왔다. 이들은 襄陽城의 동남쪽에 대포를 만들어 놓고 성을 공격했다. 이들의 대포는 화약을 쓴 것은 아니었지만 몸무게 이상의 돌 덩이(약 90kg 짜리)를 쏘아 보낼 수 있었다.

중국에 정착한 色目人 가운데에는 중국의 전통적 기술을 배운 사람도 생기게 되어 샤크시(沙克什)처럼 <河防通議>라는 水利技術書를 쓴 경우도 있다. 또 <飲膳正要>라는 요리책도 元代에 아랍인에 의해 쓰여진 것으로 이책에는 아라비아式的 요리방법이나 食品등이 등장한다. 특히 이 책에서는 증류해 만든 酒類를 阿刺吉(아라끼)酒라 부르고 있는데 원래 釀造酒 밖에 술은 없는 것으로 알던 중국에 蒸溜酒방식을 제대로 소개한 것은 아랍인이었다. 바로 이런 경로를 통해 우리나라에서도 高麗 때부터 “아라끼술” 즉 燒酒가 만들어 지게 된 것이다. 이러한 아랍式的 증류기술등은 다른 음식이나 醫藥에도

영향을 미쳤다. 여러가지 약품이나 향료등이 전해졌고, 과일 시럽(舍利別)이 만들어졌으며, 1270년 설치된 廣惠司에서는 황실을 위해 아랍식의 약품을 만들었다. 明代에 베껴놓은 것으로 알려진 <回回漢法>이란 책은 그 일부가 지금 남아 전해지고있는데 원래 元代에 쓰여진 책일 것으로 추측된다.

元代天文學의 熟成

바로 이런 아랍科學의 영향을 가장 강하게 받아 또 가장 뛰어난 발전을 이룩한 분야가 元代의 天文學이었다. 또 元의 발달된 天文學을 대표하는 학자가 유명한 郭守敬(1231~1316)이며, 그의 노력에 의해 중국 역사상 대표적인 曆法의 하나인 <授時曆>이 만들어졌으며 수많은 새로운 관측기구도 제작되었다.

1276년 世祖 쿠빌라이는 南宋의 수도 臨安을 공격하면서 새 曆法의 제작을 명령했다. 이 때 太史局의 책임자는 역시 당대의 대표적 천문학자, 수학자 王恂(1235~1281)이었다. 王恂은 어렸을 때부터 郭守敬과 함께 천문학을 공부한 사이였고, 새 曆法의 창안에 王恂은 주로 推算을 맡고 郭守敬은 관측기구들을 만들고 실제 천체 관측을 행하는 책임을 맡고 있었다. 이들 이외에도 古今의 曆法에 통달한 許衡을 위시한 수많은 학자와 실무자들이 改曆에 동원되었다.

오늘날 <授時曆>은 郭守敬의 것인양 소개되는 수가 많은 것은 그의 공헌이 큰 까닭도 있지만, 그에 버금가는 큰 공을 세운 수학자 王恂이 일을 끝내자마자 부친상을 당했고 이에 접친 피로 때문에 곧 죽었기 때문이다.

5년에 걸쳐 완성된 새 曆法을 世祖는 <尙書>의 “敬授民時”란 문구에서 따온 표현으로 <授時曆>이라 이름 붙였다. 이 역법을 계기로 郭守敬·王恂등이 이룩한 업적은 다음 몇 가지로 요약해 볼 수가 있다.

첫째, 전에 없이 정밀한 천체의 관측이 대규모로 진행되었다. 이들은 27개 지방에 관측소를 세워 태양의 그림자를 측정했는가하면 그 지방

의 緯度도 측량했다. 또 北緯 15°가 되는 南海에서 시작하여 北緯 65°까지 10°마다 관측소를 정하고 夏至의 日影을 측량했고 또한 낮과 밤의 길이를 재어 보았다. 특히 曆계산의 기초가 되는 冬至의 시각을 정밀하게 측정하고, 또 과거의 기록을 참고하여 1年 길이를 365.2425일로 잡았다. 이 값은 南宋의 <統天曆>이 이미 채용했던 극히 정밀한 값이다.

둘째, 관측자료를 계산하는데 몇 가지개량이 있었다. 태양의 不等운동(盈縮)을 계산하는 招差法을 고안해 냈으며, 일종의 球面三角法도 이용되고 있었다.

셋째로는 새로운 관측기구의 제작과 이용을 들 수 있다. 특히 郭守敬에 의해 이룩된 이 부분의 공헌은 <授時曆>의 가장 큰 장점이 되었고, 元代 天文學의 가장 빛나는 업적이라 할 수 있다. 郭守敬이 만든 것으로 알려진 기구들에는 簡儀, 高表, 候極儀, 渾天象, 玲瓏儀, 仰儀, 立運儀, 證理儀, 景符, 闕凡, 日食月食儀, 星晷定時儀 등 12가지가 있었다.

이중 마지막에 든 星晷定時儀는 한 가지가 아니라 星晷와 定時儀의 두 가지이며, 따라서 12가지가 아니라 13가지라는 학설도 있다.

<授時曆>은 曆法 그자체는 완전히 중국의 전통에 따른 것이어서 아라비아 天文學의 영향을 보이지 않고 있다. 그러나 그것을 만드는데 이용된 관측자료에는 回回天文台에서 얻은 것도 있었을 것 같다. 특히 郭守敬이 만든 이들 기구에 만든 아랍 天文學의 영향이 더욱 두드러지게 나타났다. 이중 簡儀는 唐宋代의 渾儀를 간단히 개량한 것이지만 아랍 天文기구의 영향아래 나타난 것으로 보인다. 또 仰儀는 커다란 솟 모양의 안벽에 여러 눈금을 그려 넣고 위에는 배모진 璇璣板을 달아 그것이 동서와 남북으로 움직이게 해 놓았다. 이 板에는 작은 구멍이 뚫여있어 이 구멍을 통해 들어 온 햇빛이 떨어지는 눈금을 읽어 태양의 高度, 시각, 계절등을 모두 측정할 수 있다. 이것 역시 아랍 天文기구 영향으로 제작된 것으로 이것은 우리나라에 전파되자 世宗代에 仰釜日晷라는 해시계로 개량되기도 했다.