

세종시대 창제된 천문관측의기 소간의(小簡儀)[†]

이용삼[‡], 김상혁
충북대학교 천문우주학과

THE ASTRONOMICAL INSTRUMENT, SO-GANUI INVENTED DURING KING SEJONG PERIOD[†]

Yong-Sam Lee[†] and Sang-Hyuk Kim

Department of Astronomy and Space Science, Chungbuk National University
Cheongju 361-763, Korea
E-mail: leeys@ast.chungbuk.ac.kr

(Received August 25, 2002; Accepted August 31, 2002)

요 약

소간의(小簡儀)는 천체의 위치를 관측하고 시간을 측정할 수 있는 천문 관측 기기로서 세종16년(1434년)에 이천(李藏), 정초(鄭招), 정인지(鄭麟趾)가 제작한 천문의기이다. 우리는 소간의의 문헌과 관측기록을 수집하여 정리하였다. 소간의는 적도좌표계와 지평좌표계를 선택하여 관측할 수 있어서 천체의 적경과 적위, 고도와 방위를 측정할 수 있다. 그 구조는 사유환(四游環), 적도환(赤道環), 백각환(百刻環), 규형(窺衡), 용주, 부(받침대)로 구성되어 있다. 소간의(小簡儀)는 천체의 위치를 파악하는 것은 물론 주야(晝夜)의 시간 측정과 이동식 측량기로 활용할 수 있는 이동식 다목적 천문의기이다.

ABSTRACT

So-ganui, namely small simplified armillary sphere, was invented as an astronomical instrument by Lee Cheon, Jeong Cho, Jung In-Ji under 16 years' rule of King Sejong. We collect records and observed data on So-ganui. It is designed to measure position of celestial sphere and to determine time. It also can be transformed equatorial to horizontal, and horizontal to equatorial coordinate. It can measure the right ascension, declination, altitude and azimuth. It is composed of Sayu-hwan (Four displacements), Jeokdo-hwan (Equatorial dial), Baekgak-hwan (Ring with one hundred-interval quarters), Gyuhyeong (Sighting aliadade), Yongju (Dragon-pillar) and Bu (Stand). So-ganui was used conveniently portable surveying as well as astronomical instrument and possible to determine time during day and night.

Key words: astronomical instrument, So-ganui, King Sejong

[†]이 논문은 2001년도 충북대학교 발전기금 재단의 연구비로 지원되었음

[‡]corresponding author

1. 서 론

세종대(世宗代)의 과학 기술은 우리 민족 역사상 위대한 업적을 남겼다. 특히 천문(天文)분야는 중국 원(元)의 과학과 이슬람의 과학이 함께 어우러진 당시 선진 과학기술을 습득하여 천문의기(天文儀器) 창제사업과 자주적인 천문역법을 편찬하였다. 오늘날 세종은 한글 창제 업적과 더불어 천문학(天文學) 분야를 당대 세계수준으로 발전시켰는데, 그것은 세종 자신이 천문학에 깊은 지식을 겸비하여 몸소 국책(國策) 사업으로서의 그의 의지와 과학자들의 기술이 혼연일체 되었기에 가능하였다. 무엇보다도 세종은 한 나라의 왕이었지만 과학자로서 그의 창조적 재능을 소유하였기 때문이다. 세종은 어렸을 적에 부왕(父王)인 태종(太宗)과 함께 물시계를 만들기도 하였는데 태종은 세종의 천문학적 지식 형성에 도움을 준 훌륭한 안내자 역할을 하였다(남문현 1995). 세종대왕은 세종 14년(1432년)에 우리 나라 실정에 맞는 천체력(天體曆)을 편찬하기 위하여 역법(曆法)을 연구하고 천체를 관측하고 정확한 시간을 측정하려는 종합 천문대인 간의대와 천문 관측기기와 시간 계시기들을 만드는 천문의기 제작사업을 수행하였다.

천체력을 편찬하는데 가장 기본이 되는 것은 바로 천문의기를 사용하여 천체의 운동을 정확히 계산해 내는 것이었다. 실제 동지나 하지 등 24절기와, 일출입 시간 등을 매년 음력 일자에 맞게 계산하고 역서(曆書)를 편찬하여 미리 알려주는 일은 쉬운 일이 아니었다. 따라서 천문의기를 제작하여 한양을 기준으로 관측한 정확한 천문상수를 가지고 역법(曆法)을 제정하여 하늘의 태양과 달, 5행성 등 천체의 운동을 해석하는데 중요한 역할을 했다. 세종 재위기간 동안 제작한 많은 의기들 가운데는 천체의 위치를 정밀하게 관측하기 위해서 간의대(簡儀臺)를 둘로 높게 축조하고 전통적으로 사용하던 혼천의를 대신하여 간의(簡儀, 또는 大簡儀)를 설치하였다. 간의는 혼천의(渾天儀)의 적도좌표계(赤道座標系) 부분과 지평좌표계(地平座標系) 부분을 분리하여 두 부분의 장치를 따로 사용함으로써 간편하게 천체의 위치를 측정하였던 것이다. 그러나 간의는 그 규모가 크고 무거워 장소를 이동하면서 관측하기에는 불가능해서 세종은 재위 16년(1434년) 가을에 이천(李崧), 정초(鄭招), 정인지(鄭麟趾)에게 소형 간의인 소간의(小簡儀)를 제작하도록 명(命)하였다. 이 때 2개의 소간의를 만들어 하나는 경복궁 천추전(千秋殿) 서쪽에 설치 하였고 다른 하나는 서운관(書雲觀)에 보냈다는 기록이 세종실록(世宗實錄)에 나와 있다.

소간의는 적도좌표계와 지평좌표계를 관측 목적에 맞게 자유롭게 조립하여 하나의 좌표계의 장치로 두 좌표계를 관측할 수 있도록 조정하여 사용하는 가변식의 편리한 천문관측의기이다. 하늘의 천체의 위치는 적도좌표계를 사용하여 입수도와 거극도를 관측할 수 있고 땅의 지형은 지평좌표계로 방위와 고도를 측량할 수 있다. 뿐만아니라 부속장치로 있는 백각환(百刻環)으로 시간을 측정할 수 있다. 즉 소간의는 사람(人)이 원하는 시간에 필요한 장소에 가서 하늘(天)과 땅(地)과 시간(時)을 측정하는 의기(儀器)이다. 조선시대 유교 사상 가운데는 하늘(天) - 땅(地) - 사람(人)이 하나의 유기적인 관계를 갖고 있다고 믿었기 때문에 사람들은 공간에 놓여있는 대상물인 하늘의 천체들의 위치와 지상의 물체들의 방위를 측정해 살피는 것은 중요한 것이었다. 인간들이 모든 대상물이 놓여있는 공간과 깊은 연관성이 있고 그 안에 순간의 때와 시를 측정하는 것 또한 중요한 일로 여겨져 왔다.

소간의는 고유한 독창적 창제물이며 중국 문헌에서도 볼 수 없는 다목적인 실용성(實用性)과 간소함을 함께 지닌 세종대(世宗代)의 중요한 천문관측의기 라고 할 수 있다. 소간의 연구는 Needham et al.(1986)과 Kim & Lee(1998)이 수행한 바 있으나 현재 현존하는 것이 없어 관련된 문헌들을 수집

하여 살펴봄으로서 그 구조와 기능을 제시하며 소간의를 사용하여 관측한 혜성관측 기록을 수집하여 소간의의 천문관측 활동으로 얻은 관측자료들을 제시하고자 한다. 아울러 소간의는 천문관측 뿐만 아니라 다목적 관측과 지형의 측량을 수행할 수 있는 것으로 이를 사용하여 측정할 수 있는 다양한 용도들을 살펴보고자 한다.

2. 소간의(小簡儀)의 문헌과 분석

2.1 소간의의 문헌

소간의(小簡儀)에 대해 기록한 문헌은 세종실록(世宗實錄), 성종실록(成宗實錄) 등이 있는데 대략적인 소간의의 구조와 명칭만 나와 있을 뿐이고 구체적인 치수가 나오지 않는다. 다만 『증보문헌비고』에 의하면 소간의의 부품인 사유환(四遊環)과 적도환(赤道環)의 지름이 2척(尺)이라는 것이 지금까지 밝혀진 구체적 치수의 전부이다. 따라서 당시의 관련 기기에 대한 문헌 분석이 필요하며 이와 관련지어 소간의의 관련 기록을 정리하였다.

(1) 세종실록(世宗實錄) 제77권: 9 ㄱ

《세종 19년(1437년) 4월 15일(갑술일)》 세종 16년(1434년) 가을에 이천(李蕝), 정초(鄭招), 정인지(鄭麟趾)로 하여금 소간의(小簡儀)를 제작하도록 명하였다는 기록과 정초(鄭招)가 지은 <소간의명(小簡儀銘)>을 통해 소간의의 대략적 구조를 알 수 있다. 그리고 사용 방법은 간의와 같으며 간의를 간소화하였다는 기록이 있다. 세종대왕기념사업회(1980a)에서는 <세종실록 제77권: 9 ㄱ>을 이와 같이 해석하였다.

… 그 소간의(小簡儀)는 예문관 대제학 정초(鄭招)가 명(銘)과 서(序)를 함께 짓기를, “당요(唐堯)가 세상을 다스리자 먼저 화·화(羲和)에게 명하여 햇벌을 살펴서 시각을 바르게 하였는데, 이로부터 내려오면서 시대마다 각각 그 그릇이 있었고, 원(元)나라에 이르러 갖추었다. 금상(今上) 16년 가을에 이천(李蕝)·정초(鄭招)·정인지(鄭麟趾)등에게 작은 모양의 간의(簡儀)를 만들기를 명하니, 비록 옛 제도에 말미암았으나 실은 새 법에서 나왔다. 밀바탕[跣]은 정(精)한 구리로 하고, 개울물의 모양을 만들어서 수평(水平)을 정하고 남북의 위치를 바꾸었다. 적도환(赤道環)의 전면에는 하늘 둘레의 도(度)·분(分)을 나누어 동서로 운전(運轉)하여 칠정(七情)과 중외관(中外官)의 입수(入宿)하는 도(度)·분(分)을 헤아린다. ‘백각환’은 ‘적도환’ 안에 있는데, 면(面)에는 12시와 1백 각을 나누어 낮에는 햇벌으로 알고 밤에는 중성(中星)으로 정한다. 사유환(四遊環)이 균형(窺衡, 저앙(低昂)·고저(高低)를 보는 기계를 가지고 동서로 운전하여, 남북을 내렸다 올렸다[抵昂]하고 규측(窺測)하기를 기다린다. 기둥을 세워 세 환(環)을 꿰었는데, 비스듬히 기대면, 사유환(四遊環)은 북극에 준하고, 적도환(赤道環)은 천복(天腹)에 준한다. 곧게 세우면 사유(四維)가 입운(立運)이 되고 백각(百刻)이 음위(陰緯)가 된다. 공작이 겨우 끝나자, 여러 신하들이 명(銘)을 새겨 뒷세상에 전하기를 청하므로, 임금님이 신 초(招)에게 명하시니, 신이 절하고 명을 올리노라.” 하고, 명(銘)하기를, “하늘의 도(道)는 하는 일이 없고, 그릇 또한 간략함을 숭상하였다. 옛 간의(簡儀)는 기둥이 많았는데, 지금의 이 그릇은 들고 갈 수 있겠다. 사용하는 방법은 간의와 같았으나, 간략한 것을 더욱 더 간략하게 만든 것이다.” 하고, 또 그 작은 일성정시의(日星定時儀)에 이르기를 …

(2) 성종실록(成宗實錄) 제247권: 15 ㄴ, 16 ㄱ

《성종 21년(1490년) 11월 29일(정미일)》 성종 21년(1490년)에 김응기(金應箕) 등이 혜성의 이동

을 보고하였고 북극으로부터의 거리를 소간의로 관측했다는 기록이 있다. 세종대왕기념사업회(1985)에서는 <성종실록 제247권: 15 ㄴ, 16 ㄱ>을 이와 같이 해석하였다.

……태백성이 낮에 나타났다. 전한(典翰) 김응기(金應箕)등이 서계(書啓)하기를,
 “어젯밤에 혜성(彗星)이 위성(危星) 11도(度)로 옮겨 갔는데, 북극(北極)과의 거리가 76도 반이었으며, 빛의 길이는 1장(丈) 남짓하였습니다.” 하였는데, 전교하기를,
 “나도 밤마다 보고 있다. 그러나 사람이 보는 것은 같지 아니한데, 빛의 길이를 그대들이 어떻게 측량하여 말하는가?” 하니, 김응기 등이 대답하기를,
 “다만 보이는 것을 가지고 짐작하여 아뢰었을 뿐이고, 북극과의 거리 도수(度數)는 소간의(小簡儀)를 가지고 관찰한 것입니다.” 하였다.……

(3) 성종실록(成宗實錄) 제248권: 4 ㄱ ㄴ

《성종 21년(1490년) 12월 5일(임자일)》성종 21년(1490년)에 김응기(金應箕), 조지서(趙之瑞), 이종민(李宗敏)을 불러 소간의의 천문을 관찰하는 방법을 묻자 김응기 등이 소간의의 구조와 작동 방법을 말하고 혜성 관측방법을 설명하였다. 세종대왕기념사업회(1985)에서는 <성종실록 제248권: 4 ㄱ ㄴ>을 이와 같이 해석하였다.

김응기(金應箕)·조지서(趙之瑞)·이종민(李宗敏)을 불러 전교하기를, “그대들은 소간의(小簡儀)의 점후상(占候狀 천문을 관찰하는 방법)을 자세히 아뢰라.” 하니, 김 응기 등이 서계(書啓)하기를, “소간의(小簡儀) 아래에는 부석(跋石 밀바탕)이 있고 그 부석의 상면(上面)의 가장자리에는 물 홈을 파놓고 거기에 물을 부어 평형(平衡)의 기준을 삼습니다. 그리고 부석 위에 기둥을 세워 고리 세 개를 꿰어놓았는데, 그 기둥 위의 쌍환(雙環)을 ‘사유(四遊)’라고 합니다. 양면(兩面)에는 북극(北極)과의 거리의 도수(度數)를 새겨 놓았고 중간에는 규형(窺衡 천체를 관측하는 관(管))이 있는데, 이것을 동서(東西)로 움직이고 남북(南北)으로 올리고 내릴 수가 있어서 점후(占候 천문관측)하는 것입니다. ‘사유환(四遊環)’ 아래에 이중(二重)으로 된 고리가 있는데, 그 안쪽의 고리는 곧 ‘백각환(百刻環)’으로서 상면(上面)에 12시(時)·1백 각(刻)을 새겨서 낮에는 햇빛으로 시간을 알고 밤에는 중성(中星)으로 시간을 정합니다. 그 바깥쪽 고리는 곧 적도환(赤道環)으로서 상면에 28수와 천체(天體) 둘레의 도수(度數)를 새겨, 동서(東西)로 움직이게 하여 그것으로 칠정(七政 일(日)·월(月)과 오성(五星))과 중외관(中外官)의 입수하는 도(度)·분(分)을 관측(觀測)하는데, 비스듬히 기울게 하면 ‘사유환’은 서서 움직이고 ‘백각환’은 ‘음위(陰緯)가 됩니다. 지금 소간의(小簡儀)를 가지고 탁자(卓子)위에 올려놓고 먼저 물로써 평형(平衡)이 되게 해 놓고 또다시指南針(指南鐵)로 남북(南北)의 방향을 정해놓은 다음, 그 규형(窺衡)을 가지고 동서로 움직이고 남북으로 올렸다 내렸다 하면서 혜성(彗星)이 있는 곳을 안 다음에, ‘사유환’의 북에서부터 아래로 ‘규형’이 만나는 곳까지 계산하면 그 별이 북극과의 거리가 멀고 가까운 도수(度數)를 알 수 있습니다. 그리고 ‘사유환’을 움직이지 않게 잡고서 ‘규형’의 끝을 낮추어 ‘백각환’에 이르게 하여 종으로 표시해서 실수의 남쪽 대성(大星)이 있는 곳을 기록해 놓은 다음, ‘적도환’을 회전(回轉)시켜 실수의 남쪽에 대성을 표시해 둔 곳과 서로 부합하게 하면 거기가 곧 실성(室星)의 1도(度)입니다. 그리고 실성의 1도에서 혜성을 표시한 곳을 계산하면 혜성이 몇 도에 있는 것을 알 수 있습니다. 만약 혜성이 벽성(壁星)의 궤도 안으로 옮겨 들어가면 마땅히 벽성으로 측정해야 합니다.”

(4) 증보문헌비고(增補文獻備考) 상위고 2: 33 ㄱ

《증보문헌비고》에 의하면 성종 25년(1494년)에 소간의를 만들었다는 기록과 사유환(四遊環)과

적도환(赤道環)의 크기가 2척(尺)이라는 것과 세종대(世宗代)의 구조를 따랐다는 기록이 나온다. 세종대왕기념사업회(1980b)에서는 <증보문헌비고 상위고 2: 33 >의

『二十五年命領議政李克培鑄銅爲小簡儀 制依世宗朝小簡儀赤道單環及四遊雙環徑俱兩尺』

을 이와 같이 해석하였다.

성종 25년(1494년)에 영의정(領議政) 이극배(李克培)에게 명하여 구리를 부어서 소간의(小簡儀)를 만들게 하였다. 구조는 세종조(世宗朝)의 소간의(小簡儀)에 따랐으며, 적도 단환(赤道單環)과 사유헌환(四遊雙環)은 지름이 모두 2척이다.

(5) 기타 관련문헌

세종실록(世宗實錄), 성종실록(成宗實錄), 증보문헌비고 등에서 각종의기와 관련하여 소간의를 언급한 부분을 찾아 문헌의 내용을 다음과 같이 정리하였다.

㉠ 《세종 20년(1438년) 1월 7일(임진일)》 세종은 모든 의기(儀器)를 제정하게 하였는데, 대소 간의(大小簡儀), 혼의(渾儀), 혼상(渾象), 앙부일구(仰釜日晷), 일성정시의(日星定時儀), 규표(圭表), 금루(禁漏) 같은 기구가 모두 지극히 정교하여 전일 제도보다 훨씬 뛰어나 오직 제도가 정밀하지 못하고, 또 모든 기구를 후원(後苑)에다 설치하였으므로 시간마다 점검하기가 어려울까 염려하여, 이에 천추전(千秋殿) 서쪽 뜰에다 흠경각을 지었다.

㉡ 《세종 27년(1445년) 3월 30일(계묘일)》 동부승지 이순지의 《제가역상집》 발문으로 대소 간의(大小簡儀), 일성정시의(日星定時儀), 혼의(渾儀) 및 혼상(渾象)을 의상(儀象)이라고 이르고, 천평일구(天平日晷), 현주일구(懸珠日晷), 정남일구(定南日晷), 앙부일구(仰釜日晷), 대소규표(大小圭表) 및 흠경각루(欽敬閣漏), 보루각루(報漏閣漏)와 행루(行漏)들을 구루(晷漏)라고 이른다.

㉢ 《성종 9년(1478년) 11월 26일(계미일)》 대소(大小)의 간의(簡儀), 규표(圭表)와 흠경각(欽敬閣)·보루각(報漏閣)의 제작(製作)에 있어서 세종(世宗)은 정인지(鄭麟趾)만이 이것을 함께 의논할 수 있다고 하였다.

㉣ 《연산 2년(1496년) 1월 4일(무자)》 호조 판서 홍귀달 등이 황해·충청·경기의 실능으로 군적(軍籍)·성경(星經)·소간의(小簡儀)·찬독(贊讀)·사부(師傅) 등의 청(廳)을 파(罷)하여 급하지 않은 경비를 절약하도록 아뢰었다.

2.2 소간의의 혜성관측 기록

세종대(世宗代)에 만들어진 것으로 여겨지는 소간의(小簡儀)로 성종 21년(1490년) 11월 22일(경자일)부터 다음해인 1월 3일(경진일)까지 관상감(觀象監)의 김응기(金應箕), 조지서(趙之瑞) 등이 혜성(彗星)을 관측 하였다. 이것으로 조선시대(朝鮮時代)의 천체의 위치관측기기가 주로 소간의가 이용되었을 짐작 할 수 있다.

성종 실록에 기록한 날짜는 음력이므로 양력 날짜로 환산하면 1491년 1월 2일 저녁부터 혜성을 관측하기 시작하여 육안으로 관측할 수 없게된 1491년 2월 12일까지 이다. 성종 21년에 관측한 30회의 혜성 기록에 관하여 표 1에 혜성을 관측한 날짜 순으로 일련번호와 음력일자 그리고 이를 환산하여 양력일자와 현대의 시간을 제시하였다. 그리고 위치와 비고란에서 혜성의 위치와 길이를 제시하였다. 이 표에서 고딕 표시한 일련번호(No) 4 ~ 8 까지 5일간의 자료는 소간의로 관측한 자료들이다. 소간의를 사용하지 않은 혜성위치의 관측 값들은 정밀하지 않고 그 오차가 하나의 별자리(宿 또는 座)에 속해 있는 수거성(宿距星)을 기준으로 한 각거리를 기록하고 있다. 이에 반해 소간의를 사용한 모든 관측 값들은 입수도와 거극도의 관측 값으로 측정되어 있다. 즉 적경 성분과 적위 성분의 두 관측 값들을 각도로 측정하였는데 그 정밀도는 1/2도가 된다. 혜성은 큰 코마와 긴 꼬리가 있기

표 1. 성종 21년(1490년) 관측한 혜성 기록(일련 번호 중 고딕 표시는 소간의로 관측).

NO	음력 월일	양력 월일	시간	위치	비고
1	11 22	1 2	18시	허성(虛星) 궤도 안	길이 3, 4척(尺)
2	11 23	1 3	18시	허성(虛星) 궤도에서 동쪽	빛이 4, 5척(尺)
3	11 24	1 4		위성(危星) 궤도	꼬리 2, 3척(尺)
4	11 26	1 6		위성(危星) 6도(度)	거극도 65도
5	11 28	1 8		위성(危星) 11도(度)	거극도 76도반, 빛의 길이 1장(丈)
6	11 30	1 10		위성(危星) 14도(度)	거극도 79도
7	12 1	1 11	18시	실성(室星) 2도(度)	거극도 81도, 빛의 길이 한 길
8	12 2	1 12	18시	실성(室星) 4도(度) 반	거극도 84도, 빛의 길이 한 길
9	12 3	1 13	3시	태미(太微) 서원(西垣) 제2, 3성 사이	
10	12 4	1 14		실성(室星) 궤도 안과 운우성(雲雨星) 위	
11	12 5	1 15		실성(室星) 궤도 안과 운우성(雲雨星) 동쪽 제1성 아래	
12	12 6	1 16		실성(室星) 궤도 안과 운우성(雲雨星) 동쪽 제1성 남쪽	거리 3, 4척(尺) 남짓
13	12 7	1 17		벽성(壁星) 남쪽	
14	12 8	1 18	21시	벽성(壁星) 남쪽	
15	12 10	1 20		누벽성(壘壁星)과 천혼성(天囷星)	
16	12 11	1 21	18시	천창성(天倉星) 서쪽 제1성 위	
17	12 12	1 22		천창성(天倉星) 서쪽 제2성의 서쪽	
18	12 13	1 23		천창성(天倉星) 서쪽 제 2성에 침범	
19	12 15	1 25	18시	천창성(天倉星) 중간	
20	12 16	1 26	18시	천창성(天倉星) 동쪽 제2성 서남쪽	거리 2, 3척 남짓
21	12 17	1 27	18시	천창성(天倉星) 동쪽 제2성	거리 1척
22	12 18	1 28	18시	천창성(天倉星) 제2성 동남쪽	거리 1, 2척
23	12 19	1 29	18시	천창성(天倉星) 동쪽 제2성 동남쪽	거리 1, 2척
24	12 20	1 30	18시	천창성(天倉星) 동쪽 제1성 서북쪽	거리 2, 3척 남짓
25	12 21	1 31	18시	천창성(天倉星) 동쪽 제1성 동쪽	
26	12 24	2 3	18시	천창성(天倉星) 동쪽 제1성 동쪽	
27	12 25	2 4	18시	천창성(天倉星) 동쪽 제1성 동쪽	
28	12 26	2 5	18시	천창성(天倉星) 동쪽 제1성 동쪽	
29	12 27	2 6	18시	천창성(天倉星) 동쪽 제1성 동쪽	
30	1 1	2 10		천창성(天倉星) 동쪽	
31	1 3	2 12			육안으로 혜성을 관측하지 못함

때문에 정확한 위치가 항성과 같이 정밀을 요할 수 없기 때문에 항성이나 오행성을 관측할 때는 이보다 더 정밀한 관측자료를 얻었으리라고 본다. 혜성의 입수도와 거극도는 소간의의 규형으로 적도 환과 사유환을 사용하여 그 값을 측정하였다. 그러나 꼬리 길이의 관측 값은 소간의를 사용할 때나 사용치 않을 때나 별다른 특징이 없는 것으로 보아 소간의로 측정하지 않고 육안으로 느끼는 상대적인 길이를 척(尺)의 단위로 나타낸 것으로 보인다. 나일성(1981)의 혜성의 꼬리길이에 관한 연구에서 비교성들의 상대 각거리와 미장(尾長)을 가지고 관측자료를 추정해 본 결과 현종(顯宗) 시대에는 1.5도/척(尺)이고 영조(英祖)시대에는 7~8도/척(尺)으로 큰 차이가 있음 알았고, 그 추정방법이 측후관들 사이에 통일된 정의가 확립되지 않다고 보고 있다.

3. 소간의(小簡儀)의 창제(創製)와 실용성(實用性)

세종대왕은 세종 14년(1432년)에 우리나라 실정에 맞는 천체력(天體曆)을 편찬하기 위하여 역법(曆法)을 연구하고 천체를 관측하고 정확한 시간을 측정하려는 종합 천문대인 간의대와 천문 관측 기기와 시간 계시기들을 만드는 천문의기 제작사업을 수행하였다.

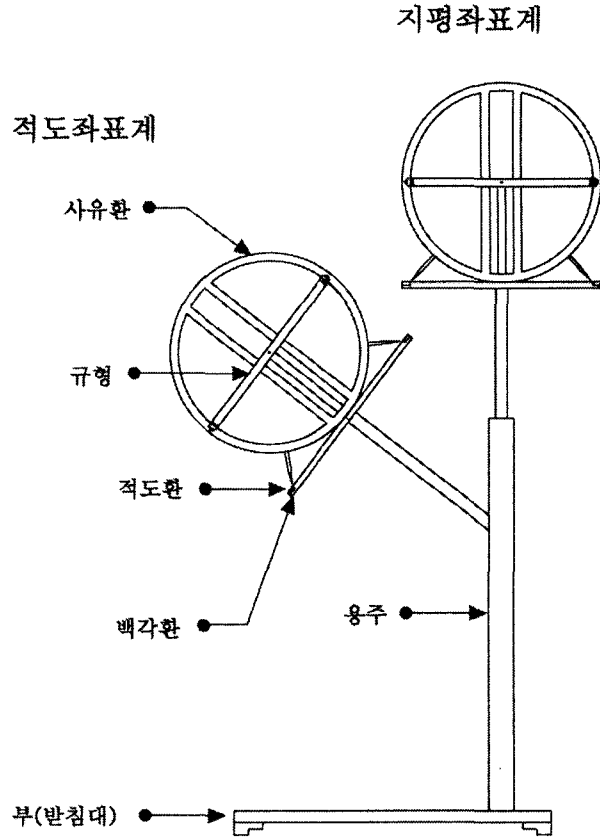


그림 1. 소간의(小簡儀)의 각 부속장치의 명칭.

소간의는 중국의 간의를 원(元)의 곽수경 제작법에 따라 선진기술을 답습하여 우리실정에 맞게 독창적으로 개발하여 간편하게 소형화함으로써 어디든지 이동하여 설치가 가능하도록 제작한 실용성과 간소함을 함께 지닌 세종대(世宗代)의 중요한 다목적 천문관측 의기(儀器)이다. 특히, 적도좌표계(赤道座標系)와 지평좌표계(地平座標系)를 관측 목적에 맞게 자유롭게 하나의 좌표계의 장치로 조립하여 두 좌표계를 관측할 수 있도록 조정하여 사용하는 가변식의 편리한 천문관측의기로 중국 문헌에도 나오지 않는 조선시대의 고유한 독창적 창제물이다.

3.1 소간의 각 부속 장치의 명칭

소간의 문헌과 이용삼(1996)의 연구에서 밝힌 간의(簡儀) 사용법과 이용삼(2001)의 조선시대 천체관측의기 구조와 사용법을 보면 소간의를 구성하고 있는 부품은 간의와 유사하고 일성정시의(日星定時儀) 일부 부품 크기와 같음을 알 수 있었다. 또한 일성정시의의 밑받침 크기는 소간의대(小簡儀臺)의 받침 석대 크기로 보아 소간의의 전체적 크기는 일성정시의와 비슷할 것으로 짐작된다.

세종대(世宗代) 소간의의 구조는 사유환(四遊環), 백각환(百刻環), 적도환(赤道環)으로 구성된 환(環) 부분과 이를 지지하는 기둥과 밑받침인 부(趺)로 나눌 수 있고 사유환(四遊環) 중심에 축을 둔 규형(窺衡)이 있다. 그림 1은 소간의의 각 부속 장치의 명칭을 나타내었다.

3.2. 다목적 천문관측 의기(儀器)로서의 기능

1) 적도좌표계(赤道座標系) 관측

간의와 소간의는 항성과 5행성들의 천구상의 위치를 적도좌표계로 나타내었는데, 적도좌표계는 적도환(赤道環)과 사유환(四遊環)으로 구성되어 있다. 적도환은 천구상에 적도면을 기준으로 적도 부근의 별자리를 28수로 구분하여 비교적 밝은 28개의 수거성(宿去星)을 택하여 동서 방향으로 각 수거성과의 각 거리인 입수도(入宿度) 즉 오늘날 적경(赤經)성분을 측정할 수 있다. 수거성으로 부터 다음 수거성까지의 거리를 적도도(赤道度)라고 하고 수거성으로 부터 관측성까지의 거리가 바로 입수도이다. 사유환은 당시의 북극인 천추성(天樞星)으로 부터 남쪽방향으로 천체까지의 각거리인 거극도 즉 오늘날 남쪽방향의 적위(赤緯) 성분을 측정할 수 있다.

천체의 거극도와 입수도 측정 방법은 소간의의 기둥을 그 지방의 위도만큼 기울이면 사유환은 북극을 향하는데 사유환 측면에 붙어 있는 규형(窺衡)을 이용하여 남북으로 움직이거나 동서로 움직여 거극도와 입수도를 잴 수 있다. 조선시대의 천체 관측 기록중에서 육안으로 관측한 기록을 제외하고 관측 기기를 사용하였다면 거극도와 입수도 값을 기록하였다.

조선시대의 천체 관측은 간의대에서는 간의를 사용하고, 그 이외의 장소에서는 소간의를 들고가서 육안으로(망원경이 없던 시대) 정확히 천체를 규형으로 조준하여 천구상에서 천체의 위치에 해당하는 위치를 측정하였다. 혜성과 같이 천변(天變) 현상이 있을 때는 삼각산이나 마니산 등 여러 곳에 관측자들을 보냈다는 기록들이 있다. 특히, 일식이나 월식이 일몰 직전이나 직후에 일어나는 경우는 이곳에 관측자를 파견하여 식현상의 사실 여부를 확인하도록 했다(이용복 1999). 혜성의 경우 해진 직후 저녁이나 새벽에 긴 꼬리를 가진 혜성이 지평선에 걸치어 있을 때 이것이 사라지는 정확한 날짜를 확인하기 위한 것이다. 성종 21년(1490년)에 나타난 혜성 관측 기록은 당시 천체 위치 측정기인 소간의로 관측하여 거극도와 입수도로 기록하였다고 앞에서 기술한 바 있다. 소간의의 적도좌표계의 장치는 조선시대 천체의 위치를 측정하는 가장 유용한 역할을 했을 것이다. 실제 천체 위치를 측정할 문헌자료 가운데 관측한 관측의기가 언급되어 있는 것은 주로 소간의이다.

2) 지평좌표 관측

소간의에는 지평환(地平環)과 입운환(立運環)이 있는데 지평환은 지면(地面)과 수평하고 입운환은 지면과 수직 방향인데 입운환 측면에 규형이 달려 있어 천체의 고도를 측정 할 수 있다. 그리고 입운환으로 24방위(方位)를 측정한다.

① 지평고도각과 입운환

지평좌표의 장치에는 지평환과 입운환이 있다. 수직으로 놓여있는 입운환이 좌우로 회전할 때 규형으로 해, 달, 별을 조준하여 천체의 지평고도를 측정할 수 있다. 지평에서 천정까지의 도수는 91.3도이고 지평에서 지심까지 91.3도이므로 천정에서 지심까지 반환(半環)은 182.6도를 나타내어 사유환의 원주인 주천도분 365¼도와 동일한 각도를 이룬다. 고도각 측정 방법은 소간의의 기둥을 곧게 세워 사유환과 규형을 이용하여 천체를 찾은 후 규형의 끝부분이 가르키는 사유환 측면의 값인 고도각의 값을 읽는다.

② 24방위와 지평환

입운환을 수직으로 반치고 평평하게 놓여있는 지평환은 음위환(陰緯環)이라고도 부르며 천체의 방위를 측정하는데 사용하며 24방위를 사용한다. 방위측정은 나침반으로 할 수 있는데 동양에서 쓰

는 나침반의 이름을 나경(羅經)이라고도 하고 풍수가들은 패철(佩鐵)이라고 한다. 나침반의 북쪽인 자북(磁北)은 실제 정북방향과 3도의 편각이 있지만 24방위만을 결정할 때는 영향을 주지 않는다. 그러나 소간의는 나침반의 직경보다 지평환의 규모가 월등히 크기 때문에 큰 환의 둘레에 정북 방향인 자(子)방향부터 시작하여 임(壬)방향 까지 24방위와 각각의 사이를 세분하여 눈금이 등분되어 있어서 정밀한 측정을 할 수 있다. 지평환은 수평을 잡을 수 있는 물 홈이 환을 따라 파여져 있어서 어디서나 수평을 쉬게 잡고 정북의 방위를 맞추어 설치할 수 있다. 방위의 측정 방법은 사유환을 붙잡아 고정하여 규형을 아래로 내려 백각환을 가르켜 백각환의 눈금을 읽는다.

3) 주야(晝夜) 천문시계(天文時計) 기능

소간의는 간의나 일성정시의처럼 시간을 측정하는 백각환이 장치되어 있으나 시간 측정에 관한 구체적 기록은 문헌에서 살펴 볼 수 없다. 단지 세종실록에 나와 있는 기록에 의하면 백각면(百刻面) 위에는 12시와 1백각을 나누어 낮 시간은 태양으로 알고 밤에는 중성(中性)으로 정한다고 기록되어 있다(세종대왕기념사업회 1980b). 즉, 낮 시간은 규형으로 태양을 가르키면 해시계로 측정하고, 밤에는 중성기(中星記)에 제시된 그 날의 적도상의 28수의 별들 중에 자오선을 통과하는 중성(中性)을 관측하여 밤 시간을 측정할 수 있다

당시 주야(晝夜)의 시간을 측정할 수 있는 일성정시의는 시계의 기능으로 시간만을 측정하였던 의기였음에 반해 그 크기와 형태가 비슷한 소간의는 천체의 위치를 측정하는 의기로서 시간을 측정하는 보조 장치로 백각환이 장치되어 있어 있다. 시간을 측정 할 때는 적도좌표계로 설치하여 사용한다. 소간의는 낮 시간을 측정하는 해시계의 기능이 있는데 측정방법은 규형으로 태양의 방향을 조준하여(실제 눈으로 조준하지 않아도 사유환에 붙어있는 규형을 상하 좌우로 움직이다 보면 태양과 일직선 방향이 되었는지 알 수 있다) 사유환이 백각환(적도면상에 적도환과 겹쳐 조립되어 있다)에 가르키는 시간을 측정하도록 되어 있다. 밤에는 중성기(中星記)에 제시된 해당하는 계절이나 그 날의 28수의 별들 중에 자오선을 통과하는 중성(中性)을 관측하여 밤 시간을 측정할 수 있다. 해가 진 후 별이 뜨게 되면 규형으로 하늘의 적도면의 기준별을 관측하여 28수가 새겨진 적도환을 돌려 기준 별 중성에 일치 시켜 백각환의 값을 읽어 시간을 알 수 있다.

소간의의 주된 목적이 천체의 위치를 측정하는 의기이지만 실제 관측을 수행하는 동안 관측시간은 필수적인 것이기 때문에 관측시간이나 또는 원하는 때의 정밀한 시간을 측정할 수 있다. 예를 들면, 태양이 동쪽에서 떠서 남중한 후 서쪽으로 지는 동안 태양의 고도각과 방위를 측정하면서 그 측정 시간까지 24절기마다 측정하였다면 매 절기마다 하루동안의 천구상에서 태양의 운행의 경로를 알 수 있다. 소간의는 실로 독창적인 이동식(휴대용) 주야 천문시계를 겸하는 천문관측의기이다.

3.3. 이동식 지형 측량기의 기능

소간의는 원하는 곳으로 들고가서 지평환을 사용하여 관측자를 중심으로한 방위와 고도각을 정밀하게 측정할 수 있다. 방위측정은 각각의 24방위 사이에 등분을 하여 더욱 정밀한 관측을 수행할 수 있고, 아울러 지평면으로부터의 고도각을 측정함으로써 천체뿐만 아니라 지상의 물체나 산천을 측량하는 이동식 측량기 역할을 할 수 있다. 세종은 그의 재위 14년(1432년) 천문의기 창제 사업을 시작 할 때 한양의 북극출지(北極出地)의 값을 결정하기 위하여 제일먼저 간의를 만들어 바칠 것을 명하였다. 이에 따라 한양의 위도 값에 해당하는 북극 고도각을 측정한다. 정확한 지도를 작성하는데 어떤 지점의 위도 값은 그 지점에서 천구의 북극고도 값과 일치하는 것이다. 대체로 조선시대

지도를 보면 남북방향이 동서방향 보다 잘 일치하는 것은 북극고도를 알 수 있었기 때문이라고 생각한다. 소간의는 지형을 측량할 수 있는 측량기로서 정밀한 고도각과 24방위를 측정하는 훌륭한 이동식 측량기라 할 수 있다.

이면우(2000)에 의하면 측량의 원리는 이미 오래 전부터 토지의 측량과 지도 제작에 응용되고 있었다. 중국 한(漢)나라 심괄이 1086년에 쓴 몽계필담(夢溪筆談, 卷3, 雜誌)에 있는 측량술이 지도 제작에 인용된 기록을 발표한 바 있다. “- 나는 최근에 100리를 2촌으로 하는 축적으로 수령도(守令圖)를 만들었다. --- 다음 세대는 내가 기록한 자료와 24방향만 이용하면, 원도를 잃어버리더라도 각 지역과 도시를 조금의 착오도 없이 지도를 재구성할 수 있을 것이다. -” 이 글을 보면 당시 24방향만 측정하면 조금의 착오도 없는 지도제작을 재구성할 수 있다는 것을 볼 때 소간의는 간편하게 이동하면서 24방위를 더욱 등분한 방위와 고도각을 정밀하게 측정함으로써 지도 제작이나 각종 야외 측량기로서 역할을 했으리라 짐작할 수 있다.

11세기 경 중국 「원사(元史)」 「천문지(天文志)」에는 중국 여러 지역과 고려의 개성을 포함하여 북극출지(북극고도)의 값이 있다. 개성의 북극출지는 즉 위도의 값은 $38\frac{1}{4}$ 도(당시 원주는 $365\frac{1}{4}$ 이다)로 제시되어 있다. 세종 15년(1433년) 간의로 측정하바 있는 한양의 북극출지(北極出地) 값은 측정결과 당시 각도로 38.25 도(조선초기 원주를 375.25 도 사용)로 측정되었다.

간의나 소간의는 지평좌표계가 별도로 설치되어 있어서 북극성 주위에 있는 별이 일주운동(一周運動) 할때 자오선을 2번 통과하는데 한번은 최대 고도각을 이루게되고 또 한번은 최소 고도각이 되므로 이 두 값을 평균하면 바로 관측지점의 북극출지의 값인 위도를 얻을 수 있다. 간의는 그 규모가 크기 때문에 이것을 설치한 간의대 위에서만 관측이 가능한 것이지만 소간이는 관측이 필요한 지점으로 이동하여 천체관측은 물론 지상의 물체의 24방위와 고도를 측정할 수 있다. 이와 같이 이동이 편리한 정밀한 관측기기를 제작함으로써, 정밀한 천문관측 기기의 제작과 천문관측 기술은 지도 제작을 좀 더 과학적 수행 할 수 있었을 것이다. 전상운(1988)은 북극출지와 같은 천문학적 관측과 측정은 백두산과 강화도 마니산, 제주도 한라산의 위도 측정으로 이어져 국토의 남북의 천문학적 거리 계산의 결정적인 자료가 되어 과학적 실측지도 제작의 기본적인 기틀이 이뤄진 것이라고 하였다.

세종 18년(1436년) 2월 29일자 『세종실록』의 기사는 지도제작과정을 잘 기술하고 있다. “천문·지리에 권위자 정척(鄭陟)은 지형을 측량하는 기술자와 지도를 그리는 화공들을 이끌고 함길·평안·황해의 3도에 가서 산천의 형세를 그리고 주군(州郡)의 거리를 실측하여 지도를 제작했다”는 것이다. 그들의 실측자료 중에는 휴대용 간의라 할 수 있는 소간의의 역할을 통하여 필요한 정밀한 방위와 고도각을 측정할 수 있었을 것이다(전상운 1988).

전상운(1988)에 의하면 세종 이후 조선의 관상감은 세조 12년(1466년)에 관제를 개편하여 천문 분야 외에 지도의 설계와 제작이 측정·측량과 계산의 업무가 수행되었다. 세조 13년(1467년)에는 새로운 측량기인 규형 인지의(窺衡 印地儀)가 발명되었다. 『증보문헌비고』에 의하면 “동(銅)을 부어서 기(器)를 만들어 24방위(方位)를 열(列)하고, 그 가운데를 뚫어 동주(銅柱)를 세워서 공동(孔銅)을 가로 끼워 그 위에 충(衝)하고 그것을 저앙(低昂)하면서 규시(窺視)하니 그것을 규형(窺衡)이라 한다”고 설명한 것으로 보아 소간의의 기능 가운데 고도와 방위만 측정하도록 간편하게 개발한 것 같다. 효종 4년(1653년)에 시헌력을 시행하여 새로운 주천도(360도)가 바뀐 이후에도 척도가 바뀐 의기를 제작하여 꾸준히 북극고도 등 측량에 필요한 측정기록들이 있다.

4. 토의 및 결과

앞에서 제시한 바와 같이 세종대(世宗代) 소간의(小簡儀)는 천체의 위치를 파악하는 것은 물론 이동식 측량기로 활용할 수 있고 아울러 주야(晝夜)시간을 측정할 수 있었던 이동식 다목적 천문의기이다.

고대 천문은 하늘을 살펴 천변현상 등으로 하늘에서 계시하는 그 뜻을 살펴서 백성들을 편안하게 하는 국태민안(國泰民安)의 성격이 있다. 뿐만 아니라 백성들에게 농사의 절기를 알려주기 위한 역서(曆書)의 편찬과 일상생활 등 질서를 유지하기 위한 시간의 관리의 업무를 수행하였다. 소간의는 이와 같은 업무를 다목적으로 수행할 수 있도록 창제한 천문의기라 할 수 있다. 갑자기 천변현상이 나타났을 때 또는 어떤 관측이 필요한 때는 어느 장소든 들고 가서 하늘을 바라보며 천변 현상이나 오행성 등 천체나 태양의 위치를 측정할 수 있었다. 소간의의 기능면에서는 천체의 위치를 정확히 측정할 뿐만 아니라, 별의 위치관측을 하면서 동시에 별의 중성을 관측하여 관측시간을 알 수 있기 때문에 천체의 관측자료와 함께 시간측정 자료를 동시에 얻을 수 있는 것이다. 역서의 편찬과 시간 측정을 위해 천체의 위치와 태양의 고도 변화들을 관측할 수 있고, 때로는 산 정상 고도나 방위 등 지형을 측량할 수 있는 다용도의 측정기기이다.

천문의기 제작의 가장 전성기라 할 수 있는 조선전기에 제작한 많은 천문의기들은 이미 문헌을 통하여 국제적으로 잘 알려져 있다. 그러나 효종 4년(1653년)부터 시헌력을 시행함에 따라 시간과 각도의 척도가 바뀐에 따라 그동안 사용하였던 조선초기의 관측의기들을 사용할 수 없게되어 새로운 의기들을 제작하게 되었고, 그 후 조선초기 의기들은 자취를 감추게되어 소간의와 같이 세종대(世宗代) 천문의기(儀器)는 대부분 소실되었고 현존하는 것이 거의 없다. 그 가운데 독창적인 형태로 제작한 의기들도 많이 있지만 그 부품마저 찾아볼 수 없이는 매우 안타까운 일이다. 앞으로 사라져 버린 의기들의 복원을 위한 연구가 지속되어 세종시대의 과학과 측정기술의 원리를 바르게 이해하고, 조선시대 문헌에 나오는 천문관측자료의 신뢰도를 높이고, 조선시대의 전통과학기술을 밝히 알려서 우리의 과학문화의 자긍심을 높이며 과학문화 유산의 계승 발전을 이뤄야 할 것이다.

참고문헌

- 나일성 1981, 동방학지, 29, 216
 남문현 1995, 한국의 물시계 (건국대학교출판부: 서울), 80
 세종대왕기념사업회 1980a, 세종장헌대왕실록 (천풍인쇄주식회사: 서울), 제77권, pp.139-147
 세종대왕기념사업회 1980b, 국역증보문헌비고 (천풍인쇄주식회사: 서울), 상위고 제2·3권, pp.153-162
 세종대왕기념사업회 1985, 성종강정대왕실록 (천풍인쇄주식회사: 서울), 제247·248권, pp. 152-287
 이면우 2000, 중국과학문명 (까치글방: 서울), p.319
 이용복 1999, 과학과수학교육논문집, 25, 109
 이용삼 1996, 동방학지, 93, 159
 이용삼 2001, 자연과학연구, 충북대학교 기초과학연구소 15, 17
 전상운 1988, 한국과학사의 새로운 이해 (연세대학교 출판부: 서울)

Kim S.-H., & Lee Y.-S. 1998, Proceeding of the Third International Conference on Oriental Astronomy, ed. M. Hirai (Fukuoka Univ. press: Fukuoka), 149

Needham, J., Lu G.-D., Combridge J. H., & Major J. S. 1986, *The Hall of Heavenly Records* (Cambridge Univ. Press: Cambridge)