

朝鮮時代 天文儀器 日星定時儀와 簡儀를 이용한 時間測定

이용삼(李勇三)
충북대학교 천문우주학과

초록

시간의 척도를 결정하는 수단으로 고대로부터 천체의 운동을 관측함으로써 시간을 결정하여 사용해 왔다. 천문을 담당하는 국가기관에서는 표준시간을 제정하고 시간 계시기를 제작하여 시간 관련업무를 관장하였다. 조선 초기 세종대(世宗代)에는 주야(晝夜)검용 천문시계(天文時計)인 간의(簡儀)와 일성정시(日星定時儀)를 제작하여 태양이나 천체의 일주운동(日周運動)의 변화량을 측정하여 당시 주야(晝夜)의 시간을 정밀하게 알 수 있었다. 여기서는 이 시간 계시기들(計時器)의 구조와 시간 측정방법을 제시하려고 한다.

1. 서론

시간의 길이는 만인에게 공통되고 보편적인 척도이며, 이 척도를 결정하는 수단으로 고대로부터 천체의 운동을 관측함으로써 시간을 결정하여 사용해 왔다. 천체의 운동은 규칙적인 주기를 가지고 있으나, 시대에 따라 또는 측정하는 기기에 따라 그 측정값의 정확성의 차이가 있었다. 한국과 중국을 비롯한 동아시아의 유교 문화권에서는 “요·순의 법”을 본 받는 것이 천도의 실현이라는 왕도 정치사상을 낳았고, 천체현상을 관찰하여 백성에게 시(時)를 내려주는 소위 관천수시(觀天授時)가 제왕의 가장 중요한 임무로 자리잡게 되었고(이용삼 외, 2001), 천문을 담당하는 국가기관에서는 표준시간을 제정하고 시간 계시기를 제작하여 시간 관련업무를 관장하였다. 조선 초기 세종대(世宗代)에는 당시 시각법(時刻法, 또는 時制)인 1일(日)을 12시(時)와 100각(百刻)으로 나누었고, 밤시간은 5경(五更)으로 나누어 시간을 측정하는 많은 종류의 해시계와 물시계가 제작되었다. 그

당시 천문의기(天文儀器)인 간의(簡儀)와 일성정시의(日星定時儀)는 태양이나 천체의 일주운동(日周運動)의 변화량을 측정하여 당시 주야(晝夜)의 시간을 측정할 수 있는 어떤 시간 계시기(計時器) 보다 더 정밀하게 시간을 알 수 있는 주야겸용의 천문시계(天文時計)이다.

2. 일성정시의(日星定時儀)의 구조와 시간측정

천문시계의 일종인 일성정시의(日星定時儀)는 세종시대의 독창적인 것으로서 당시의 과학 기술을 대표할 수 있는 것이다. 이것은 다른 계시기(計時器)들과 달리 크게 두가지의 특징이 있다(이용삼, 2001). 첫째는 한양의 북극 고도인 한양의 위도를 정확히 측정하여 일성정시의의 정극환의 방향을 한양에서의 북극고도에 맞추어 사용함으로써 한양을 기준으로한 국가 표준시계라 할 수 있다. 둘째 지구의 자전축 방향인 북극에 맞추어 천문에 사용하는 적도좌표계(赤道座標系)와 일치하도록 설치함으로써 지구의 자전운동으로 인한 하늘의 태양이나 천체의 일주운동의 변화량을 측정하는 주야겸용측시기(晝夜兼用測時器)인 정밀한 천문시계이다. 태양뿐 아니라 항성(恒星)이 북극성을 중심으로 규칙적으로 일주운동을 한다는 사실을 알고 북극성을 중심으로 천구상에서 회전하는 북극성 주위의 별들의 위치를 측정하여 밤 시간(夜時刻)을 측정하였고, 그 시간을 궁중에 알려 줄 뿐만아니라 당시 국가 표준시계인 자격루의 시각 교정에도 사용하였다. 그림 1은 일성정시의 구조도이다. 그림 2는 일성정시의 각 환과 계형의 안쪽에서부터 성귀백가환, 일귀백각환, 주천도환이다. 일귀백각환은 고정되어 있고 안쪽의 성귀백가환과 바깥의 주천도환은 회전하도록 되어있다.

2-1. 일성정시의 설치와 극축 조정

의기를 설치할 때 받침판의 방위와 수평을 정확히 조정하여 설치하여야 한다. 일성정시의 받침판에는 천구상의 천체들의 일주운동과 회전축(적극축)이 일치하도록 극축을 맞출 수 있는 정극환이 있다. 정극환은 그림 3과 같이 내환(內環)과 외환(外環)으로 구성되어 있는데 정극환의 내환 중심에 천추성(天樞星)이

오도록 하고 외환에는 구진대성(句陳大星, αUMi)이 들어오도록 맞추어 남북을 정한다. 정극환에 나타나는 별을 비교하여 그림 3에 나타내었다. 일성정시의가 만들어진 1437년을 기준으로 하여 볼 때 당시에는 천추성을 북극으로 보았다. 기록에는 외환과 내환사이에 구진대성을 맞추고 내환의 안에는 천추성을 맞춘다고 하였다. 당시의 북극의 별자리 중에 천추성을 정북(正北)으로 보았으며 오늘날의 북극성인 구진(句陳)은 천추성에서 가장 가깝고 밝은 별이므로 북극을 맞추는데 사용한 것이다.

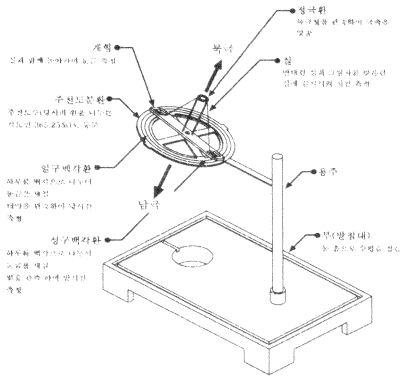


그림 1. 일성정시의의 구조도

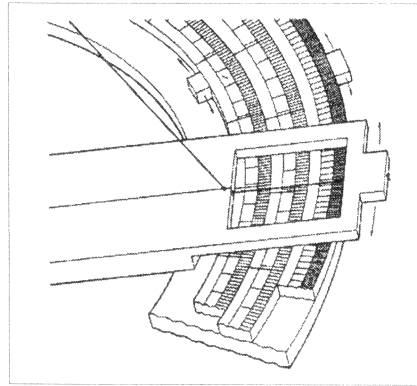


그림 2. 일성정시의의 각 환과 계형.

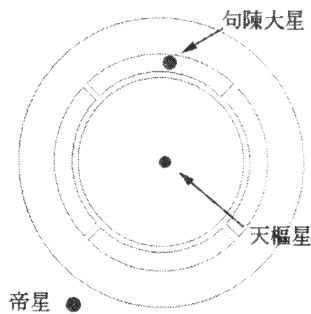


그림 3. 극축을 조정하는 정극환의 천추성과 구진대성. 제성은 시간측정에 사용한다.

2-2. 태양을 이용한 시간측정

조선 전기의 시각법(時刻法, 또는 時制)은 1일을 12시와 100각으로 나누었고, 밤 시간은 5경으로 나누어 시간을 측정하였다. 그림 5는 조선시대의 백각환 눈금을 나타낸 것이다. 일반적으로 해시계는 백각환과 같은 시반(時盤)에 비추는 영침의 그림자가 가르키는 것을 보고 시간을 측정하지만 일성정시의는 계형의 위치를 회전하여 태양을 향해 맞추어 시간을 잰다. 그러나 태양을 직접 눈으로 측정하지 않고 계형의 실을 사용하여 시간을 측정한다. 정극환에서 부터 두 가닥의 실은 적도환과 백각환 위쪽에 회전하는 계형이라는 막대 양 끝으로 이어져 있다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 적도환의 가운데 고정되어 있는 일귀백각환(日晷百刻環)은 시각의 눈금이 되고 계형으로 연결된 실은 시침이 된다. 계형을 돌려 태양의 방향을 맞추면 계형의 앞쪽 실의 그림자가 바로 뒤쪽 실의 그림자와 겹쳐진다. 즉 두개의 실과 태양을 일치시켜 규형의 끝이 백각환에서 지시하는 곳이 바로 태양의 위치이며 이때 백각환 위에는 12시와 100각을 그려 놓았기 때문에 태양의 위치에 맞는 시각을 읽을수 있다.

2-3. 항성(恒星)을 이용한 시간측정

항성은 북극을 중심으로 1시간에 15°씩 움직이므로 앞서 설치와 극축 조정에 서 설명한 바와 같이 북극성에 가까운 별가운데 밝은 별인 제성(帝星)의 움직임을 관찰하여 시간을 알 수 있다. 적도환 밑면의 중심에서 정극환을 바라보면 그림 4와 같이 당시 북극성인 천추성(天樞星)이 정극환 중심에 오도록 설치한 후 계형을 회전시키면서 계형의 실이 제성을 향하게 한후 계형이 성귀백각환에 지시하는 눈금의 시간을 읽으면 된다. 그러나 천구상에 별자리는 매일 1도씩 동쪽에서 서쪽으로 이동하기 때문에 누적되는 차를 보정하여야한다. 따라서 제일 바깥에 있는(그림 1 참조) 주천도환의 기준점을 동짓날을 기점으로 하여 동짓날 이후부터 매일 1도씩 경과된 날 만큼 주천환의 각도를 회전시켜 준 후에 성귀백각환의 자정 시간(기준점)의 눈금을 주천도환의 기준점으로 회전하여 맞춘 후에 시간을 측정하면 1년동안 밤 시간을 정확히 알 수 있다.

3. 간의(簡儀)와 시간측정 방법

간의(簡儀)는 조선시대의 천체 위치를 측정하는 천문의기(天文儀器)로서 혼천의의 복잡한 구조를 간편하게 제작한 것이며, 그 규모가 대단히 큰 것이므로 간의대(簡儀臺)를 높게 축조하여 그 위에 설치하였다. 당시 주야(晝夜)의 시간을 측정할 수 있는 일성정시의는 시계의 기능으로 시간만을 측정하였던 의기였음에 반해 간의는 천체의 위치를 측정하는 의기로서 보조 장치로 백각환이 장치되어 있으며 낮 시간을 측정하는 해시계의 기능과 28수의 각 수도의 눈금이 정밀하게 새겨진 적도환을 돌려 별의 위치를 측정하여 밤시간을 측정하는 별시계의 기능이 있다. 간의의 설치방법도 일성정시의와 같이 적도면에 있는 적도환과 백각환을 천구의 적도면과 일치하기 위해서 간의의 북극축이 북극과 일치하도록 설치하는 정극환이 있다. 그림 4는 간의의 적도환과 백각환 위에 해와 별을 측정할 때 사용하는 2개의 계형의 실선이 북극축으로 이어져 있는 구조를 보여주고 있다(이용삼, 1997). 간의에는 2개의 계형이 있고, 일성정시의는 1개의 계형이 있다. 간의의 계형은 양끝 조금 안쪽에는 북극축으로부터 내려오는 가는 실을 연결하기 위하여 작은 구멍이 뚫려 있고 양끝은 적도환의 눈금을 읽기에 알맞도록 뾰족하게 되어있다. 그림 5는 간의의 백각환위를 회전할 수 있도록 조립되어 있는 적도환과 각각의 눈금을 보여주고 있다.

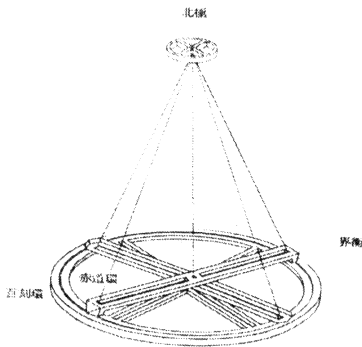


그림 4. 간의에서 적도환과 백각환 위의 2개의 계형과 실선(이용삼, 1997).

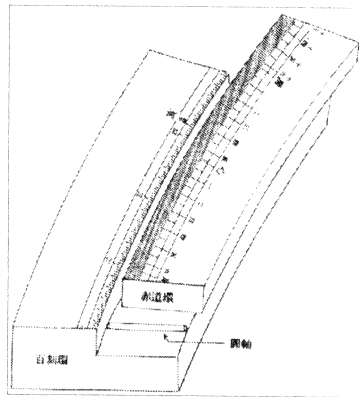


그림 5. 간의의 백각환과 적도환. (이용삼, 1997)

밤 시간은 해가 진후 별이 뜨게 되면 계형으로 하늘의 적도면의 기준별을 관측하여 28수가 새겨진 적도환을 돌려 기준 별 중성(中星)에 일치 시켜 백각환의 값을 읽어 시간을 알 수 있다. 당시 각 절기의 중성 기록은 『누주통의(漏籌通義)』에 기술되어 있다. 계절이나 당일에 해당하는 중성(中星)을 적도환상에서 찾아서 실제 하늘에 그별을 향하여 그 별이 가르치는 위치로 규형과 28수가 새겨진 적도환을 돌려 기준 별 중성에 일치 시켜 백각환의 값을 읽으면 그 순간의 시간을 알 수 있다. 간의의 백각환의 직경은 6척(尺) 4촌(寸)이되 때문에 시각을 표시하는 눈금을 세분하여 정밀하게 나누어 표시하였다

4. 맺는말

조선 초에 천문관측과 시간계시기의 제작은 당시 최고의 천문지식과 중국의 선진기술을 겸비한 많은 학자들과 기술자들이 참여했다. 그들은 당시까지 동아시아에서 전통적으로 사용하던 혼천의는 그 구조가 복잡하고 다루기 불편하여 새로 만든 편리한 간의로 천체의 위치와 시간을 측정하였다, 간의는 오늘날 사용하는 천체망원경의 적도의식 마운트와 같은 형태로 지구의 자전축 방향인 극축 방향과 정확히 일치하도록 설치하여 사용하였다. 조선초기에 천문의기 제작자들은 간의를 제작함으로 얻어진 기술로 우리 실정에 맞도록 독창적이고 간편한 새로운 이동식 천문관측 의기들을 만들어 천체관측과 시간 측정 및 관리 업무를 수행하였다. 기기를 설치할 때도 간편하게 정극환을 사용하여 북극을 맞추면 바로 적도좌표계로 천체의 위치(입수도분과 거극도)와 시간을 측정할 수 있게되었다.

일성정시의는 밤의 정확한 시간을 알기위해 북극성 주변의 밝은 제(帝)성이 하루 한번 회전할 때 그 위치를 측정하는 독창적인 발명품이다. 더욱이 이 천문시계가 제(帝)성이 천구상에서 1년 동안 정확히 365도 이동하는 양만큼 매일 1도 만큼 보정할 수 있고, 매년 4도가 누적되어 4년마다 1도를 보정할 수 있도록 되어있다. 또한 세차로 인한 북극의 위치가 변하는 양까지 보정할 수 있도록 제작된 것은 정밀한 천문관측의 전문지식을 가진 당시의 학자들이 의기제작에 참여하지 않고는 결코 만들 수 없는 것이었다. 남문현(2002)에 의하면 일성정시의

는 국가표준시계라고 할 수 있었던 자격루의 시간을 교정하는 기준시계로도 사용되었다고 한다.

천문의기 제작의 가장 전성기라 할 수 있는 세종 시대에 제작한 많은 천문의기들은 손실되고 부품마저 찾아볼 수가 없다. 이는 매우 안타까운 일이지만, 간의와 일성정시계의 구조와 특징과 시간측정 방법 등을 살펴봄으로서 당시의 과학과 천체의 관측과 시간측정기술의 원리를 바르게 이해하고 당시에 시간을 측정한 문헌자료들의 신뢰도를 높게 평가할 수 있다. 아울러 우리의 과학문화유산의 계승 발전을 위하여 사라져 버린 의기들의 복원에 필요한 지속적인 연구와 자료들을 제공하여 조선시대의 전통 과학기술이 더 많이 밝혀지기를 바란다.

참고문헌

- 남문현, 2002, 장영실과 자격루, 서울대학교 출판부, 134
 이용삼, 1997, 世宗代 簡儀의 構造와 使用法, 東方學志, 93, 188
 이용삼, 2001, 朝鮮時代 天體觀測儀器 構造와 使用法, 자연과학연구, 15, 31
 이용삼, 김상혁, 남문현, 2001, 남병철의 혼천의 연구 I, 한국천문학회지, 34, 47