

세종 시대 서울 기준 시각법의 성립과 그 의의

전용훈†

머리말

세종 재위(1419년 8월-1450년 2월) 기간에 제작되고 사용된 자격루(自擊漏)는 “국가표준의 자동시계”로 정의된다.¹ 이 정의는 자격루가, 한편으로는 국가의 ‘표준시각’을 나타내는 시계이며, 다른 한편으로는 시각의 측정(測時)과 시각 알리기(報時)를 ‘자동적’으로 해주는 기계라는 두 가지의 의미와 가치를 함축하고 있다.

자동기계로서의 자격루의 의미와 가치에 대해서는 지금까지 많은 관심과 연구가 있었다. 자격루에 구현된 완성도 높은 공학적 설계와 작동 메커니즘은 일찍부터 주목되었고 한국과학사의 대표적인 성취로 알려졌다.² 자격루에 대한 최초의 근대적 연구는 와다 유지(和田雄治, 1859-1918)에 의해 이루어졌다. 그는 1917년에 작성한 “漏刻”이라는 짧은 보고서에서, 전체 구조와 구성 부품에 관한 짧은 기록을 『증보문헌비고』로부터 인용하고, “이精巧한 자격루는 세종16년 … (서기1434)에 만들어졌다”고 하여, 자격루에 구현된

DOI: <http://dx.doi.org/10.36092/KJHS.2022.44.3.677>

† 한국학중앙연구원, sunbijun@hanmail.net

¹ 남문현, 『자격공루 육백년』 (건국대학교출판부, 2022), 64-65.

² Sang-woon Jeon, *Science and Technology in Korea: Traditional Instruments and Techniques* (Cambridge: The MIT Press, 1974), 56-60; 조지프 니덤 등 지음, 이성규 옮김, 『조지프 니덤 조선의 서운관』 (살림, 2010), 53-83 [Joseph Needham, Lu Gwei-djen, John H. Combridge and John S. Major, *The Hall of Heavenly Records: Korean Astronomical Instruments and Clocks 1380-1780* (Cambridge: Cambridge University Press, 1986), 23-44].

기계장치로서의 정교함을 강조하였다.³ 자격루에 대해 장치의 정교함을 강조하는 평가는 홍이섭(洪以燮, 1914-1974)의 『조선과학사(朝鮮科學史)』(1946)에서도 찾아 볼 수 있다.

世宗朝의 天文觀測 儀器 中에서 더욱 情密한 技巧을 써서 이루어진 것으로는 自擊漏의 制作이라 하겠다. …, 이는 自動水時計의 役割을 한 것으로 木製의 人形이 機器의 操作에 따라 時間을 表示함에 그에 備置한 鐘鼓鉦을 쳐서 時刻을 알린 것이다.⁴

전상운이 처음에 주목한 것도 자격루가 지닌 자동장치로서의 의미와 가치였다. 1963년 전상운은 시계를 “한국과학사 연구의 착수처”로 삼아⁵ 당시까지 보존되어 있던 시계 실물과 관련 기록을 광범위하게 검토하면서⁶ 처음으로 자격루에 대한 기록을 자세히 검토하였다. 그는 “자동시보 물시계인 이 자격루는 … 물시계의 극치”라고 평가하였다.⁷ 다만 전상운은 평생의 연구를 회고하는 자리에서 국가의 표준시계 자격루가 지닌 천문학사 및 역법사의 의미와 가치를 언급하는 것을 잊지 않았다.

전통사회의 시간측정 기기는 그 시기의 천문학과 기계공학 기술이 집약된 첨단 정밀 기술의 산물이다. 그래서 시계 제작의 역사는 과학기술 문화의 역사를 반영한다.⁸

특히 1990년대 이후 한국에서 이루어진 자격루에 대한 연구는 거의 대부분 기계공학사적 관점에서 이루어진 것이다.⁹ 물시계의 구성 방식과 시보장

3 와다 유지 지음, 김일권, 노무라 미찌요, 유현주, 오완탁 옮김, 『조선기상 관측기록 조사보고』(민속원, 2020), 292 [和田雄治, 『朝鮮古代觀測記錄調查報告』(仁川: 朝鮮總督府觀測所, 1917), 157].

4 홍이섭, 『조선과학사』(정음사, 1946), 154-155; 홍이섭, 『홍이섭전집 1: 과학사·해양사』(연세대학교출판부, 1994), 175.

5 전용훈, “전상운 선생과 한국천문학사연구”, 『한국과학사학회지』 42-3 (2020), 741.

6 전상운, “李氏朝鮮의 時計制作小考”, 『향토서울』 17 (1963), 45-114, 삼귀문화사 편, 『朝鮮前期論文選集2: 科學』(삼귀문화사, 1996), 45-134에 재수록.

7 같은 글, 80.

8 전상운, 『우리 과학 문화재의 한길에 서서』(사이언스북스, 2016), 17.

9 남문현은 1984년 이후 자격루에 대해 지속적인 관심으로 여러 연구성과들을 발표하였다. 각종 논문으로 발표된 연구성과는 다음 세 권의 책에 담겨 있다. 남문현, 『자격루 육백년』

치의 구조 및 동작 원리에 대한 공학적 분석과 해명에 집중하여, 2007년에는 자격루의 복원모형을 제작하기에 이르렀다.

반면 국가의 표준시각을 나타내는 표준시계로서의 자격루의 의미와 가치를 구체적으로 드러낸 연구는 지금까지 거의 없었다. 사실 자격루를 시용(始用, 사용을 시작함)하던 당시에는 역법과 기계공학의 측면을 동시에 고려하면서 자격루의 의미와 가치를 이해하였다. 『세종실록』의 세종16년(1434) 7월 1일자에 실린 김빈(金鎰)의 “보루각명병서(報漏閣銘並序)”에서는 먼저 “제왕의 정치는 때를 맞추고 날짜를 바로잡는 것이 가장 중요한데, … 물시계가 아니면 밤낮의 한계를 맞출 수 없다”¹⁰고 하여 표준시계로서의 역할을 강조하였다. 나아가 같은 글에서 김빈은 “시간을 알리는 일을 맡은 삼신(三神)과 십이신(十二神)을 나무인형(木人)으로 만들어 계인(鷄人, 주나라 때에 새벽을 알리는 관원)의 역할을 대신하게 하였다”¹¹고 자동기계로서의 의미도 함께 부각하였다. 자격루에 대한 이러한 의미 부여는, 김둔(金墩)이 지은 “보루각기(報漏閣記)”와 김빈(金鎰)의 “보루각명병서”를 그대로 전제한 조선 후기 서호수(徐浩修, 1736-1799)의 『국조역상고(國朝曆象考)』, 나아가 같은 서호수의 『동국문헌비고(東國文獻備考)』 및 그 증보판인 『증보문헌비고(增補文獻備考)』 등으로 이어졌다.

근대적인 과학사 연구에서 자격루가 지닌 표준시계로서의 의미가 거의 주목되지 않는 것은 자동장치라는 의미에 과도한 관심이 집중되었기 때문으로 생각된다. 사실 국가의 ‘표준시각’을 나타내는 시계, 즉 국가 공동체의 모든 사람이 공유하는 표준시각을 측정하고 알려주는 시계는 천문학사 및 역법사(曆法史)의 관점에서 매우 중요한 의미를 지닌다. 표준시각은 왕성(王城)이 위치하는 수도(首都)의 경·위도를 기준지(standard point)로 한 시각이며, 이것을 얻기 위해서는 높은 수준의 천문학 및 역법 지식이 필요하다. 또한 이론적으로 얻어진 시각을 물시계의 시각으로 전환하고 최종적으로 이를 생활의 시각으로 실용할 수 있는 능력이 필요하다. 따라서 자격루가 지닌 표준

(건국대학교출판부, 2022); 남문현, 『한국의 물시계: 자격루와 제어계측공학의 역사』 (건국대학교출판부, 1995); 남문현, 『장영실과 자격루: 조선시대 시간측정 역사 복원』 (서울대학교출판부, 2002).

¹⁰ 『세종실록』 권65, 세종16년 7월 1일 丙子. “帝王之政, 莫重於協時正日, … 非晷漏, 無以準晝夜之限.”

¹¹ 『세종실록』 권65, 세종16년 7월 1일 丙子. “作司辰木人三神十二神, 以代雞人之職.”

시계로서의 의미와 가치는 조선의 표준시각을 수립해가는 과정, 나아가 이론적으로 수립된 표준시각이 자격루를 매개로 하여 생활의 시각으로 전환되어 실용되는 과정을 조선 전기 천문학사 및 역법사의 맥락에서 탐구함으로써 보다 분명히 이해할 수 있을 것이다.

1. 시간 규범과 조공책봉

시간은 본래 연속적으로 흐르지만, 전통 시대에서는 ‘연·월·일·시’라는 네 가지 단위로 분절하여 사용하였다. 시간의 분절은 천체의 운동을 기준으로 하는데, 가장 기본이 되는 시간 주기가 1일(하루), 즉 1태양일이다. 1태양일은 태양이 자오선상에 회귀하는 주기이다.¹² 1개월은 달과 태양이 일직선상에 오는 삭(朔)으로부터 다음 삭까지의 시간으로 삭망월(朔望月)이라고 불린다. 1년(一年)은 태양이 황도상의 기준점으로 회귀하는 주기이며 회귀년(回歸年)이라고 부른다. 1일은 다시 여러 단위시간으로 세분할 수 있지만, 조선시대에는 12시진(時辰, 현재의 2시간)으로 나누었다. 전통 시대 역법에서는 보다 정밀한 계산을 위해 1일을 더욱 세분된 단위시간으로 분할하였다. 선명력(宣明曆)에서는 1일을 84각(刻)으로 분할하였고, 수시력(授時曆, 혹은 大統曆¹³)에서는 1일을 10,000분(分)=100각으로 나누었다.

전통 시대에는 야간(夜間)시간을 분할하여 사용하였다. 태양의 출몰에 맞춰 낮시간과 밤시간을 나누고, 낮에는 활동을 하고 밤에는 활동을 멈추었다. 북반구의 중위도 지방에 위치한 한국이나 중국의 경우, 계절에 따라 야간시간의 길이가 달라진다. 서울을 기준으로 할 경우 하지와 동지의 밤시간은 5시간 이상 차이가 난다.¹⁴ 하지만 전통 시대에 야간시간은 길이에 상관없이

¹² 항성을 기준으로 한 지구의 자전주기, 즉 1항성일은 23.934시간이다. 지구가 일정한 속도로 자전하면서도 타원궤도를 따라 공전하기 때문에 1태양일이 1항성일보다 조금 더 길다. 또한 지구의 공전 속도가 궤도상의 위치에 따라 다르기 때문에 1태양일의 길이는 일정하지 않다. 때문에 평균하여 1태양일=24시간으로 삼는다.

¹³ 학계에서는 수시력과 대통력은 미세한 차이를 제외하고는 거의 같은 역법으로 보고 있다. 이 논문에서도 역산법(曆算法) 혹은 역법을 지칭하는 말로 사용할 경우, 특별한 언급이 없는 한, 수시력, 대통력, 『칠정산내편』의 세 가지는 동일한 의미를 지닌다.

¹⁴ 2022년의 경우, 하지일(양력 6월 21일)에 낮의 길이는 14시간 46분이며, 동지일(12월 22일)에 낮의 길이는 9시간 35분으로, 낮시간의 차이는 5시간 11분이다. 한국천문연구원 편, 『

모두 동일한 5경·5점(更點)으로 분할하였다.¹⁵ 따라서 동지일의 밤 1경의 시간은 하지일의 밤 1경의 시간보다 훨씬 길다.

전통 시대에 시간을 분할하고 실용하게 해주는 지식 체계는 역법(曆法)이었다. 나아가 역법에 의거하여 분할되고 측정된 시간은 역서(曆書)와 시계를 통해 전국에 공포되고 공유되었다. 연·월·일(曆日)¹⁶이라는 세 가지 시간 단위는 1년치의 역서에 실려 반포된 반면, 1일 이하의 시간(12시진)과 야간시간은 시계로 측정하여 실시간(real time)으로 반포되었다. 전통 시대에 ‘표준 시간’ 혹은 ‘표준시계’가 함축한 천문학적 의미를 이해하기 위해서는 ①연월일시를 수립하고 실용하는 측면과 ②야간시간의 분할 및 실용이라는 두 가지 측면을 함께 고려해야 한다.

연월일시와 야간시각은 기준지에서 관측되는 시각이며, 이론적으로 볼 때 조선의 시각은 서울(漢陽)의 경·위도(經緯度)를 기준으로 측정한 시각이라고 할 수 있다. 기준지의 경도(經度)는 연월일시의 결정에, 위도는 야간시각의 결정에 영향을 미친다. 『동국문헌비고』 상위고(象緯考) (1770)에 따르면, 청(淸)의 수도인 북경(北京)과 조선의 수도인 한양의 경도차를 10도 30분, 시간차를 42분으로 규정하였다.¹⁷ 이러한 경도차를 고려하면, 특별한 경우에 북경과 서울을 기준으로 각각 측정한 연월일시의 시간 주기가 모두 다를 수도 있다. 예를 들어 서울 기준으로 음력(陰曆)¹⁸ N년 12월 30일(甲子日)의 시작점인 자정(子正, 0시)부터 24시간 22분¹⁹을 지난 시점에 합삭(合朔)이 일어났다고 가정하자. 이 경우, 서울 기준으로는 N년 12월(月)은 30일짜리 큰달(大月)이 되고, 다음 날인 을축일(乙丑日) 0시 22분에 합삭이 일어났으므로 이 을축일은 N+1년 정월(正月) 초1일(乙丑日, 초하루)이 된다. 반면, 서

2022 역서』(한국천문연구원, 2022) 참조.

¹⁵ 이러한 야간시간 분할법을 부정시법(不定時法)이라고 부른다.

¹⁶ 이하 연·월·일(年月日)의 세 가지 시간 주기를 함께 가리켜 역일(曆日)이라고 부르겠다. 연·월·일·시(年月日時)라는 네 가지 시간 주기 가운데, 시(時)는 한편으로 1일 이하의 분할된 시간을 의미하며 다른 한편으로 실시간(real time)의 지방시를 의미하므로, 아래에서 서술하는 조공책봉 관계가 강제하는 봉정식의 의무에서 제외된다.

¹⁷ 『增補文獻備考』 卷之一, 象緯考二 “東西偏度”, 유경로·이은성 역, 『국역증보문헌비고상위고 1』(세종대왕기념사업회, 1980), 122-123.

¹⁸ 이 논문에서는 특별한 언급이 없는 한 연·월·일은 모두 조선시대에 사용한 음력(陰曆, 태음태양력)의 연·월·일을 의미한다.

¹⁹ 이해를 돕기 위해 여기서는 현대의 1일 24시간 법을 사용하였다.

을 기준으로 N년 12월 30일(甲子日) 0시부터 24시간 22분이 지난 시점은, 북경 기준으로 N년 12월 30일 0시부터 23시간 40분이 지난 시점이다. 그리고 이때 합삭이 일어났으므로, 이 합삭은 북경 기준으로 N년 12월 30일(甲子日) 안에 있다. 따라서 북경 기준으로는 N년 12월은 29일(癸亥日)까지만 있는 작은달(小月)이 되고, 다음날인 갑자일은 N+1년 1월 초1일(甲子日, 초하루)이 된다. 결국 경도차로 인해 서울과 북경의 연월일시가 달라지는 것이다.

기준지가 다르면 그로부터 수립한 연·월·일·시가 다르다는 것은 천문학적 상식에 속한다. 그러나 조선은 연·월·일(曆日)이라는 시간 주기의 수립과 실용에서 명조의 천문학적 기준지인 남경(南京)과의 경도차를 고려할 수 없는 특별한 조건 아래에 있었다.²⁰

첫째, 조선 전기에는 경도차를 고려한 시간 주기를 수립할 능력이 없었다. 칭기스칸(成吉思汗, 1162-1227)에게 봉사한 야율초재(耶律楚材, 1190-1244)가 만든 서정경오원력(西征庚午元曆)에서 이차(里差)라고 불린 동서(東西)의 경도차²¹를 고려했다는 것은 잘 알려져 있다.²² 하지만 수시력과 대통력의 계산에서는 경도차를 고려한 경우가 발견되지 않으며, 이들 역법에서는 남북의 위도차만 고려하였다. 『원사』 천문지에서도 중국 각지에서 측정한 위도[北極出地度]만 수록하고 있다. 경도차 즉 동서편도(東西偏度)에 대한 본격적인 기술은 명말(明末) 송정개력(崇禎改曆) 당시 탕약망(湯若望)의 제안 속에서 처음으로 등장한다. 탕약망은 당시 중국의 각 성에 대해 동서편도의 측정값이 없어서, 지도상의 거리로부터 동서편도를 산출하고 이를 『송정역서(崇禎曆書)』의 『교식역지(交食曆指)』에 수록하였다.²³ 결국 시현력 이전 수시력과 대통력의 계산에서 조선은 남경과 서울 사이의 경도차를 고려

²⁰ 청조(淸朝)가 채용한 시현력에서는 북경(北京)을 기준으로 삼았지만, 명조(明朝)에서 채용한 대통력에서는 남경(南京)을 천문학적 기준으로 삼았다. 남경과 북경은 서울에서 볼 때 대략 동일한 경도에 있다고 할 수 있지만, 위도는 서울과 각각 다르다. 『元史』에 수록된 수치에 따르면, 서울 38도소(度少), 북경은 40도태강(度太強), 남경은 34도태강(度太強)이므로, 북경의 위도는 서울보다 약 2도半 높고, 남경의 위도는 서울보다 약 3도半 정도 낮다. 따라서 주야각의 변동폭(二至差)은 북경은 서울보다 크고, 남경은 서울보다 적다.

²¹ 『元史』 卷56, 志第8 曆5 庚午元曆上, “求朔弦望中日”.

²² 이에 대해서는 戴內清, 『增補改訂中國の天文曆法』, 138; 『疇人傳』 卷24 元1, “耶律楚材” 등을 참조.

²³ 『明史』 卷25 志第1 天文1, “東西偏度”.

하여 천문현상의 발생 시각을 계산할 능력이 없었다.²⁴

두 번째로 조선은 자국에서 수립한 시간 주기를 명의 그것과 일치시켜야 하는 의무를 지고 있었다. 이는 다름 아닌 ‘조공책봉(朝貢冊封)’이라는 중국 왕조와 한국왕조 사이에 맺어진 외교관계로 인한 것이었다. 전통 시대 동아시아에서는 “중국의 왕과 주변 민족의 수장 혹은 국왕 사이에” 독특한 정치 관계를 형성하였는데, 이를 조공책봉 관계라고 부른다.²⁵ 삼국시대 말기에 해당하는 7세기 초반부터²⁶ 통일신라(669-935), 고려(918-1392), 조선 초부터 19세기 말에 이르기까지 한국의 왕조는 지속적으로 중국왕조와 조공책봉 관계를 맺어온 것으로 알려져 있다. 다만 고려시대의 예를 통해 보면, 조선 시대 이전에는 이 관계가 한국 왕조에서의 천문학적 실천을 거의 제약하지 않았던 것으로 보인다.²⁷ 반면 조선시대는 “가장 정형화된 조공책봉 관계”에 있었던 시기로,²⁸ 조선 국내에서의 천문학적 실천에 이 관계가 강제하는 제약이 명확히 확인된다. 필자는, 조선과 중국 왕조[明·淸] 사이에 확립된 조공책봉 관계가 강제하는 봉정삭(奉正朔)이라는 의무가 조선의 천문학적 실천과 시간 규범의 실용에서 대단히 실질적으로 작동한다는 사실을 여러 차례 밝힌 바 있다.²⁹ 나아가 정치·외교사의 연구에서도, “조선과 명 사이에 형성

²⁴ 물론 동서의 위치가 다르면 시각차가 나타나는 원리는 이해하고 있었을 가능성이 있다.

²⁵ 西島定生, 『西島定生東アジア史論集第三卷: 東アジア世界と冊封體制』(東京: 岩波書店, 2002), 119-120. 니시지마(西島)는 ‘책봉체제’(冊封體制)라고 부르지만, 본 논문에서는 조선과 중국 사이의 상호관계를 드러내기 위해 ‘조공책봉 관계’로 부르고자 한다. 조공책봉 관계에 대한 보다 폭넓은 이해를 위해서는 다음 글들을 참조. 권선홍, “유교문명권의 국제관계: 책봉제도를 중심으로”, 『정치외교사논총』 31-2 (2010), 103-134; 김영진, “전통 동아시아 국제질서 개념으로서 조공체제에 대한 비판적 고찰”, 『한국정치외교사논총』 38-1 (2016), 249-280; 최희재, “중화제국질서를 둘러싼 논의의 확산과 수렴: 조공체제론과 다중체제설을 중심으로”, 『역사문화연구』 65 (2018), 135-168.

²⁶ 全海宗, 『韓中關係史』(一潮閣, 1970), 43.

²⁷ 고려의 역일과 고려와 조공책봉 관계를 맺고 있던 중국 왕조의 역일을 비교해 보면, 일치하지 않는 경우가 많다. 이는 당시의 조공책봉 관계가 고려의 천문학적 실천과 실용에 크게 영향을 발휘하지 않았다는 것을 보여준다. 나아가 고려시대 이전에는 이 관계가 더욱 형식적이고 느슨했다는 것은 상식에 속한다. 고려시대 책봉국의 변화 추이와 고려의 역일에 드러난 특징에 대해서는 전용훈, “고려시대의 역법과 역사”, 『한국중세사연구』 39 (2014), 197-237; 전용훈, 『한국천문학사』(들녘, 2017), 131-158 등을 참조.

²⁸ 김순자, 『한국 중세 한중관계사』(해안, 2007), 169.

²⁹ 필자가 제출한 관련 연구는 다음과 같다. 전용훈, “한국 천문학사의 한국적 특질에 관한 시론”, 『한국과학사학회지』 38-1 (2016), 1-33; 전용훈, “세종대 역법 연구와 실용”, 『규장각』 58(2021), 35-59; 全勇勳, “韓國における曆の近代”, 林淳 編, 『新陰陽道叢書: 第五卷特論』

된 조공책봉 관계 곧 군신관계가 단지 의례적이거나 형식적인 관계가 아니라, 현실에서 그 합의 그대로 작동하고” 있었다는 사실을 확인해준 일도 있다.³⁰

조선은 전기에는 명(明)과 후기에는 청(淸)과 조공책봉 관계를 맺었다. 조선은 태종 1년(1401) 6월에 명으로부터 국호 ‘조선(朝鮮)’과 ‘조선국왕(朝鮮國王)’의 지위를 승인받아 정식으로 명과 조공책봉관계가 성립하였는데,³¹ 이는 조공국인 조선에 책봉국인 중국의 정삭(正朔)을 따르는 ‘봉정삭’(奉正朔)의 의무를 강제하게 되었다. ‘봉정삭’은 정삭(正朔)을 받든다[奉]는 의미인데, 구체적으로 정(正)은 정월(正月) 즉 세수(歲首)로 ‘매년의 시작월’을 가리키고 삭(朔)은 초하루 즉 ‘매월의 시작일’을 가리킨다. 그러므로 ‘정삭을 받든 것’은 조선이 매년의 시작월과 매월의 시작일을 중국의 그것에 일치시키는 것을 의미하며, 조선의 연·월·일 즉 역일이 명의 그것에 일치해야 함을 의미한다. 조선 전기와 후기에 책봉국이 채용한 역법을 수용하여 조선의 역일을 수립한 것은 책봉국과 정삭의 일치, 즉 역일의 일치를 위한 불가피한 선택이었다고 할 수 있다.

세종 대에는 역법 연구를 통해 연·월·일·시를 모두 중국의 그것에 일치시킬 수 있었다. 그리고 조선에서 중국과 일치하는 역일을 사용했던 실상은 조선 전기의 역사에서 명확하게 확인된다. 명(明)과 조공책봉 관계를 맺고 있던 시기에 조선에서 발행한 역사에 기입된 역일은 명나라의 그것과 일치한다.³² 조선의 역사에 기입된 역일은 남경을 기준으로 계산한 결과였으며, 합삭 시각과 절기 시각 또한 남경을 기준으로 계산된 값이었다.³³ 다만 조선에

(大阪: 名著出版, 2021), 415-454.

³⁰ 계승범은 임진왜란 시기 조선에 대한 명의 내정 간섭과 작전·지휘권의 관철, 그리고 광해군의 세자책봉 주청을 거부한 사례 등을 분석하여, 조·명간의 조공책봉 관계는 실질적인 군신관계로 현실에서 작동하고 있었다는 사실을 보여주었다. 계승범, “임진왜란 중 조명관계의 실상과 조공책봉관계의 본질”, 『한국사학사학보』 26 (2012), 117-144 참조.

³¹ 『태조실록』 권1, 태종1년 6월 12일 乙巳. 일부에서는 명과의 공식적인 조공책봉 관계의 성립을 태조2년(1393)년 2월에 국호 ‘조선’을 승인받은 일과 동일시 하기도 한다. 김한규, 『한중관계사 II』 (아르케, 1999), 57; 『태조실록』 3권, 태조2년 2월 15일 庚寅.

³² 이것은 조선 전기의 전시기에 발행된 매년의 역사를 모두 확인한 결과는 아니다. 향후에 명과 조선 사이에 역일의 불일치가 발견된다면, 조공책봉 관계의 제약이 아닌 다른 원인을 찾아보아야 할지도 모른다.

³³ 명은 1441년(正統6)부터 북경을 정식의 수도로 삼았으나, 천문학적 기준지는 남경이었다. 1447년(正統12) 명의 흠천감(欽天監)에서는 북경의 북극출지(北極出地)와 태양 일출입시각을

서 실용한 1일 이하의 시각은 서울에서 측정된 시각이었음을 기억할 필요가 있다. 조선의 해시계와 물시계가 측정하는 시간 또한 서울의 자오선을 기준으로 한 시간이었으며, 남경 기준의 중국시간보다 약 40분 정도 빠른 조선의 시간이었다. 조선 전기 역서의 특정 날짜의 아래 쪽에 역주와 함께 일출 입시각과 주야각이 표시되어 있는데, 이 시각 또한 서울에서 실제로 관측되는 시각이다.

한편, 기준지의 위도는 일출입시각과 야간시간의 길이에 영향을 미친다. 『원사(元史)』 천문지(天文志)에는 중국 각지와 고려의 북극출지(北極出地, 위도)를 수록하고 있는데, 이에 따르면 고려는 38도소(度少)³⁴, 북경은 40도태강(度太強), 남경은 34도태강(度太強)이었다.³⁵ 이들 수치는 모두 수시력의 주천도수(周天度數) 365.2575도를 기준으로 한 값이다. 그런데 세종 대 서울의 위도는 기록마다 조금씩 다르다. 먼저 『세조실록』의 기사에 따르면, 세종 대 초기 이순지(李純之, ?-1465)는 서울의 북극출지를 ‘38도강(度強)’으로 산출했다고 한다.³⁶ 두 번째로 세종14년(1432)에 간의(簡儀)를 제작하기 위해 임시 제작한 목간의(木簡儀)로 관측하여 확정한 서울의 위도는 『원사』의 기록과 같은 38도소(度少)였다.³⁷ 세 번째로 세조4년(1458)에 편찬된 『교

측정하고, 논의를 거쳐 1449년(正統14)부터 대통력서에 반영하기로 하였다. 그러나 정통제(正統帝)가 오리랏에 포로로 잡히는 토목의 변[土木之變]이 발생, 경태제(景泰帝, 재위: 1449-1457)가 즉위(1449년 9월)하면서 이 계획은 실현되지 못했다. 결국 명조(明朝) 내내 남경을 기준으로 삼아 역일과 일출입주야각을 정하여 사용하였다. 『명사』 역지의 “冬夏至後晨昏分立成”에서도 남경응천부(南京應天府)의 수치를 수록하고 있다. 대통력에서는 남경을 기준으로 동지(冬至)야각 59각, 하지(夏至)야각 41각을 사용하였다. 李亮, 『古歷興衰, 授時歷與大統歷』 (鄭州: 中州古籍出版社, 2016) 70-71; 戴內清, 『增補改訂中國の天文曆法』 (東京: 平凡社, 1990), 145-146; 『戴內清著作集』 제1권(京都: 臨川書店, 2017), 157 등 참조.

³⁴ 도(度)는 원주각을 360°로 삼는 현대적인 각도가 아니라 전통시대 역법마다 고유하게 정한 주천도수(周天度數)를 원주각의 도수로 삼은 각도이다. 수시력의 주천도수는 365.2575도(度)이다. 소·반·태(少·半·太)는 각각 少=1/3度, 半=1/2度, 太=2/3度を 가리킨다. 38도소(度少)는 현대적인 도수로 37.77°(원주각 360도) 정도 된다.

³⁵ 『元史』 卷四十八, 志第一 天文一, “四海測驗”.

³⁶ 『세조실록』 권36권, 세조11년 6월 11일 丁亥. 현대적인 값으로 환산하면 38도강(強)=38도+1/12=38.083 (원주각 365.2575도)도=37.54°이고, 개성의 위도는 38도소(度少)=38도+1/3=38.333=37.74°이다. 그런데 『증보문헌비고 상위고』에서는 수시력에서 정한 고려의 북극고도가 “三十八度四分度之一”이라고 적었다. 이 기록의 ‘四分度之一’은 ‘三分度之一’의 오기(誤記)가 아닌까 생각된다. 『增補文獻備考』 卷之一, 象緯考二 “北極高度”, 유경로·이은성 역, 『국역증보문헌비고상위고 1』, 120.

식추보법가령(交食推步法假令)』에서는 세종 당시에 측정하여 한양의 북극출지도를 38도소약(少弱)으로 확정하였다고 기록하고 있다.³⁸ 기록상으로는 ‘38도강’, ‘38도소’, ‘38도소약’의 세 가지 다른 값이 존재하지만, 『교식추보법가령』에서 관측 과정까지 상세히 서술하고 수록한 38도소약이 가장 신뢰할 만하다고 생각된다. 시헌력(時憲曆) 사용 시기인 숙종39년(1713)에 새로 관측하여 확정된 서울의 위도는 $37^{\circ}39'15''$ (원주각 360도법)였다.³⁹

서울과 남경(南京) 사이 위도차(약 3度半)⁴⁰는 두 곳에서 관측되는 일출입시각과 주야각(晝夜刻, 낮시간과 밤시간)의 차이를 만들어낸다. 일출입시각과 주야각은 동일한 시간 규범을 공유하는 국가사회 전체의 생활을 규율하므로, 전통 시대 역산에서 대단히 중요하게 취급했다. 조선시대 야간시간의 시작과 끝은 곧 인정(人定)과 파루(罷漏)의 기준점이 되어 도성의 문을 여닫고 사람들의 통행을 금지하고 해제하는 기준이 되었다. 야간시간의 측정은 물시계의 핵심 기능이며, 세종대에는 자격루가 국가표준의 물시계로 사용되었다. 원나라의 수시력에서는 동지일에 북경의 야각(夜刻, 야간시간)은 62각(刻, 1일=100각)이고 하지일의 야각은 38각이었다.⁴¹ 명의 대통력에서는 동지일에 남경의 야각은 59각(1일 100각)이고, 하지일에 야각은 41각이었다. 반면 『칠정산내편』에서는 동지일에 한양의 야각은 61각이고 하지일에 야각은 39각이다. 야간시간의 차이는 일출입시각의 차이와 연동한다. 결국 서울과 북경(수시력) 혹은 남경(대통력) 사이의 위도차(緯度差)는 두 지역의 생활 시각의 차이로 나타나게 된다.

세종 대에 역법 연구를 통해 확보한 서울 기준의 일출입시각과 주야각은

37 『세종실록』과 『서운관지』의 기록에 따르면, 이 해(1432)에 세종의 명으로 목간의를 제작하고, 이 기구로 측정하여 한양의 북극출지도 38도소(度少)를 얻었다. 그리고 이 값이 『원사』에 실린 값과 일치한다는 것을 확인한 후 구리로 간의를 제작하였다. 『세종실록』 권77, 세종19년 4월 15일 甲戌; 『서운관지』 권3 “故事”.

38 『交食推步法假令』“序”, 『韓國科學技術資料大系: 天文學篇』 제5책 (여강출판사, 1986), 391쪽.

39 이 값은 목극등(穆克登)을 대표로 한 청나라의 천문관원들이 서울에서 직접 측정하여 얻은 것이며, 이 관측 이후 시헌력의 계산에서 공식적인 서울의 북극출지도로 사용되었다. 『增補文獻備考』卷之一, 象緯考二 “北極高度”, 유경로·이은성 역, 『국역증보문헌비고상위고 1』, 119-120. $37^{\circ}39'15''$ (360도법)를 주천도수 365.2575로 환산하면 38.22도가 되고, ‘38도소약’에 근접한다.

40 『元史』에 수록된 북극출지도는, 서울이 38度少, 남경이 34度太強이었다.

41 『元史』 卷53 志第5, 曆1, “晝夜刻”.

한편으로는 매년 발행하는 역서에 기입되어 반포되었으며, 다른 한편으로는 매일 실시간으로 측정되어 반포되었다. 뒤에서 볼 것처럼, 조선 전기에 발행한 역서에는 동지와 하지로부터 경과한 일수(日數)를 정하고 해당 날짜에 일출입시각과 주야각을 각각 표시해 주었다. 또한 자격루를 설치하고 실용한 세종16년(1434) 7월 1일부터는 이렇게 확정된 일출입시각에 따라 인정과 파루의 시각을 결정하고 야간시간을 5경5점으로 분할하여 사용하였다. 이 사실은, 조선에서 사용한 일출입시간과 주야각이 조공책봉 관계의 제약을 전혀 받지 않은, 서울의 경위도를 기준으로 계산하고 실시간으로 측정한 조선의 시간이었음을 의미한다. 조선은 연·월·일(역일)은 중국의 그것에 일치시켰지만, 1일 이하의 지방시는 서울의 경도를 기준으로 측정한 시각을 사용하였다. 나아가 위도에 영향을 받는 일출입시각과 주야각은 조공책봉 관계의 제약 없이 서울 기준의 시각을 독자적으로 사용하였다.

이상에서 살펴본 것처럼, 기준지의 경도와 위도는 각각 역일과 일출입시각 및 주야각에 영향을 미친다. 따라서 중국과 기준지가 다른 조선의 시간을 계산하고 실용하기 위해서는 반드시 역법 지식을 습득하고 이를 적용할 수 있어야 한다.⁴² 자격루가 측시(測時)하고 보시(報時)했던 조선의 시각이 지닌 의미와 가치를 세종 대 천문학 및 역법사의 관점에서 재고(再考)해야 하는 이유도 여기에 있다. 세종대에 중국과 일치하는 역일과 서울 기준의 조선의 시각을 확보하기까지 어떤 과정을 거쳤는지, 나아가 조선의 시각에 담긴 독특성은 어떤 것이었는지를 이해할 필요가 있다.

2. 역일(曆日)과 일출입주야각(日出入晝夜刻)

전통시대 동아시아 역법 가운데 가장 우수한 것으로 평가되는 수시력⁴³은

⁴² 본 연구에서 사용하는 ‘역법’, ‘역법사’ 등의 표현은 ‘시각의 확정과 실용에 관한 지식체계를 가리키는 말로 의미를 한정하고자 한다. 본 연구에서는 역법에 포함된 일월식(日月食)과 오성행도의 계산에 관한 지식은 논의에 포함시키지 않기로 한다.

⁴³ 수시력은 곽수경(郭守敬, 1231-1316)이 중심이 되어 새로운 관측을 통해 개발한 역법이다. 수시력의 개발에 관해서는 山田慶兒, 『授時曆の道』(東京: みすず書房, 1980); Nathan Sivin, *Granting Seasons: The Chinese Astronomical Reform of 1280, With a Study of Its Many Dimensions and an Annotated Translation of Its Records* (New York: Springer, 2009) 등을 참조.

1281년[至元辛巳]부터 원나라에서 사용되었다. 고려는 28년 후인 충선왕1년(1309)부터 수시력으로 역일을 계산하고 사용할 수 있었다. 다만 고려시대에는 수시력에 대한 이해가 부족하여 일월식과 오성행도 계산에는 선명력을 사용할 수밖에 없었다.⁴⁴ 고려말부터 수시력이 도입되어 역일의 계산에 적용한 사실을 감안하면, 조선초에도 수시력 방식으로 역일을 계산하는 지식은 확보하고 있었을 것으로 생각된다. 그리고 세종대 역산 연구의 출발점으로 인정되는 세종1년(1419) 관상감의 건의⁴⁵ 당시에도 수시력을 적용한 역일의 계산은 충분히 가능했다고 볼 수 있다. 따라서 세종대 초기의 역산 연구는 대체로 역일 계산 이외의 역산, 즉 일월식과 오성행도의 계산과 아울러 서울 기준으로 일출입시각과 주야각을 계산할 수 있는 지식을 확보하기 위한 것이었다고 생각된다.

세종 대 초기 역산 연구 상황은 세종5년(1423)의 기록에서 확인할 수 있다.⁴⁶ 이때에는 수시력으로 교식(交食)을 계산하는 방법을 수록한 『수시력보교회(授時曆步交會)』, 시각의 기준이 되는 중성(中星)의 목록과 관측법을 담은 『수시력보중성(授時曆步中星)』, 그리고 수시력을 적용하여 역일을 산출하는 방법을 수록한 『수시력요(授時曆要)』 등이 검토되었다. 수시력에 대한 연구는 세종10년(1428) 경에는 거의 완전해진 것으로 보인다.⁴⁷ 이해 4월 1일(癸丑)에 있을 일식에 관해 수시력과 선명력으로 각각 예측한 결과가 보고된 것으로 보아, 이미 이때에는 수시력으로 교식 계산이 가능했음을 알 수 있다. 그외 세종12년(1430) 8월의 기사,⁴⁸ 세종14년(1432) 1월의 기사⁴⁹ 등에서도 수시력으로 교식을 예측한 것이 명나라의 예측과 부합하였다는 것을 확인할 수 있다.

역일의 수립과 관련하여 세종14년(1432) 10월에 중국의 역일과 완전히 일치하는 계산 결과를 얻었을 있었다는 사실이 확인된다.

역법을 교정하는 사업을 한 이후로 일월식(을 계산하고) 절기를 정한 것이 중

44 『高麗史』卷50, 志卷第4, 曆, “序”.

45 李純之, 『四餘綱度通軌』 “跋”.

46 『세종실록』 권19, 세종 5년 2월 10일 辛酉.

47 『세종실록』 권39, 세종 10년 3월 30일 壬子.

48 『세종실록』 권49, 세종 12년 8월 3일 辛未.

49 『세종실록』 권55, 세종 14년 1월 1일 辛酉.

국에서 반포한 역서(曆書)와 비교하여 털끝만큼도 차이가 없으니, 나는 이를 매우 기뻐한다.⁵⁰

위의 인용문에서 “절기를 정한 것이 중국에서 반포한 역서와 비교하여 털끝만큼도 차이가 없다”는 언급은 조선 역서의 역일이 명나라 역서의 그것과 완전히 일치한다는 사실을 말해주고 있다. 나아가 인용문을 통해 세종대에는 역일의 계산에 남경과 서울 사이의 경도차는 전혀 고려되지 않았다는 사실을 알 수 있다. 시헌력을 사용하던 18세기 말, 조선에서는 북경과의 경도차를 고려하여 서울 기준의 합삭시각과 절기시각을 산출할 수 있었고, 나아가 이렇게 산출된 합삭과 절기일에 따라 월의 대소, 삭일, 윤달의 위치 등이 모두 달라지는 경우가 있었다. 하지만 이 경우에도 역일이 청나라와 달라지는 경우에는, 조선의 역일을 청의 그것에 일치하도록 변경하였다.⁵¹

조선의 역일이 중국의 그것과 일치한다는 사실은 조선전기의 역서에서 명확히 확인할 수 있다.⁵² 세종대의 역서 실물은 없지만, <표 1>과 <표 2>에 제시한 1580년(선조13)과 1604년(선조37)의 조선 역서와 명 역서에서 보는 바와 같이, 조선 전기의 역일은 명의 역일과 완전히 일치한다.⁵³ 두 개의 표에 나열한 명의 역일과 조선의 역일은 세수(歲首), 각 월의 대소(大小), 각월의 삭일(朔日), 절기일(節氣日)이 모두 일치한다. 특히 절기시각이 일치하는 사실은 조선 전기의 역산에서 경도차를 고려한 계산이 없었다는 것을 잘 보여준다. 조선 전기에는 남경 기준으로 역일을 계산하고 이를 역서에 기입하여 실용하였던 것이다.

표 1. 조선 역서와 명 역서의 비교 (1580년 역서)

⁵⁰ 『세종실록』 권58, 세종14년 10월 30 乙卯.

⁵¹ 구체적인 예에 대해서는 전용훈, 『한국천문학사』, 257-266의 기술을 참조.

⁵² 조선과 명의 역일 비교의 결과와 조선 역서에 기입된 일출입시각과 주야각의 정보는 필자가 이전 연구에서 제시한 적이 있다. 전용훈, “세종대 역법 연구와 실용”, 『규장각』 58 (2021), 52-56 참조.

⁵³ 1580년의 조선역서는 김종태, “庚辰年大統曆小考”, 『생활문화연구』 7 (2002), 113-143을, 명 역서는 古籍影印室 編, 『國家圖書館藏 明代大統曆日彙編 (全6冊)』 제3책 (北京: 北京圖書館出版社, 2007), 573-604를 참조. 1604년의 조선 역서는 한국정신문화연구원 편, 『古文書集成, 第十八: 河回豐山柳氏篇(IV)』 (한국정신문화연구원, 1994), 624-646을, 명 역서는 古籍影印室 編, 앞의 彙編 제4책, 575-608을 참조. 조선 역서와 명 역서의 영인본에서 일부 절기시각을 관독하기 어려운 경우가 있지만, 양국의 역서를 비교하여 일치하는 값을 기입하였다.

1580년(萬曆8)			明曆書		朝鮮曆書	
月	大小	朔日	節氣, 日干支時刻	節氣, 日干支時刻	節氣, 日干支時刻	節氣, 日干支時刻
正月	大	辛丑	立春, 12日壬子 卯初一刻	雨水, 27日丁卯 巳正二刻	立春, 12日 卯初一刻	雨水, 27日 巳正二刻
2月	小	辛未	驚蟄, 12日壬午 申初三刻	春分, 27日丁酉 亥初初刻	驚蟄, 12일 申初三刻	春分, 27日 亥初初刻
3월	大	庚子	清明, 14日癸丑 丑正一刻	穀雨, 29日戊辰 辰初二刻	清明, 14日 丑正一刻	穀雨, 29日 辰初二刻
4월	小	庚午	立夏, 14日癸未 午正三刻	小滿, 29日戊戌 酉正初刻	立夏, 14日 午正三刻	小滿, 29日 酉正初刻
윤 4월	小	己亥	芒種, 15日癸丑 子初一刻		芒種, 15日 子初一刻	
5월	大	己巳	夏至, 1日己巳 寅正三刻	小暑, 16日甲申 巳初二刻	夏至, 1日 寅正二刻	小暑, 16日甲申 巳初三刻
6월	小	己亥	大暑, 1日己亥 申初初刻	立秋, 16日甲寅 戌正一刻	大暑, 1日 申初初刻	立秋, 16日 戌正一刻
7월	大	戊辰	處暑, 3日庚午 丑初二刻	白露, 18日乙酉 卯正三刻	處暑, 3日 丑初二刻	白露, 18日乙酉 卯正三刻
8월	大	戊戌	秋分, 3日庚子 午初四刻	寒露, 18日乙卯 酉初初刻	秋分, 3日 午初四刻	寒露, 18日 酉初初刻
9월	小	戊辰	霜降, 3日庚子 亥正一刻	立冬, 19日丙戌 寅初二刻	霜降, 3日 亥正一刻	立冬, 19日 寅初二刻
10월	大	丁酉	小雪, 5日辛丑 辰正三刻	大雪, 20日丙辰 未正初刻	小雪, 5日 辰正三刻	大雪, 20日 未正初刻
11월	小	丁卯	冬至, 5日辛未 戌初一刻	小寒, 21日丁亥 子正二刻	冬至, 5日 戌初一刻	小寒, 21日 子正二刻
12월	大	丙申	大寒, 7日壬寅 卯初三刻	立春, 22日丁巳 午初初刻	大寒, 7日 卯初三刻	立春, 22日 午初初刻

표 2. 조선 역사와 명 역사의 비교 (1604년 역사)

1604년(萬曆32)			明曆書		朝鮮曆書	
月	大小	朔日	節氣, 日干支時刻	節氣, 日干支時刻	節氣, 日干支時刻	節氣, 日干支時刻
正月	大	壬子	立春, 7日戊午 丑初初刻	雨水, 22日癸酉 卯正一刻	立春, 7日戊午 丑初初刻	雨水, 22日癸酉 卯正一刻
2月	小	壬午	驚蟄, 7日戊子 午初二刻	春分, 22日癸卯 申正三刻	驚蟄, 7日戊子 午初二刻	春分, 22日癸卯 申正三刻
3월	大	辛亥	清明, 8日戊午 亥初四刻	穀雨, 24日甲戌 寅初一刻	清明, 8日戊午 亥初四刻	穀雨, 24日甲戌 寅初一刻
4월	大	辛巳	立夏, 9日己丑 辰正二刻	小滿, 24日甲辰 未初三刻	立夏, 9日己丑 辰正二刻	小滿, 24日甲辰 未初三刻
5월	小	辛亥	芒種, 9日己未 酉正四刻	夏至, 25日乙亥 子正初刻	芒種, 9日己未 酉正四刻	夏至, 25日乙亥 子正初刻
6월	大	庚辰	小暑, 11日庚寅 卯初一刻	大暑, 26日乙巳 巳正二刻	小暑, 11日庚寅 卯初一刻	大暑, 26日乙巳 巳正二刻
7월	小	庚戌	立秋, 11日庚申 申初三刻	處暑, 26日乙亥 亥初初刻	立秋, 11日庚申 申初三刻	處暑, 26日乙亥 亥初初刻
8월	小	己卯	白露, 13日辛卯 丑正一刻	秋分, 28日丙午 辰初二刻	白露, 13日辛卯 丑正一刻	秋分, 28日丙午 辰初二刻
9월	大	戊申	寒露, 14日辛酉 午正三刻	霜降, 29日丙子 酉正初刻	寒露, 14日辛酉 午正三刻	霜降, 29日丙子 酉正初刻
윤 9월	小	戊寅	立冬, 14日辛卯 子初一刻		立冬, 14日辛卯 子初一刻	
10월	大	丁未	小雪, 1日丁未 寅正二刻	大雪, 16日壬戌 巳初三刻	小雪, 1日丁未 寅正二刻	大雪, 16日壬戌 巳初三刻
11월	小	丁丑	冬至, 1日丁丑 申初初刻	小寒, 16日壬辰 戌正一刻	冬至, 1日丁丑 申初初刻	小寒, 16日壬辰 戌正一刻

12월	大	丙午	大寒, 3日戊申 丑初二刻	立春, 18日癸亥 卯正三刻	大寒, 3日戊申 丑初二刻	立春, 18日癸亥 卯正三刻
-----	---	----	------------------	-------------------	------------------	-------------------

한편 연·월·일·시라는 네 가지 시간 주기 가운데 1일 이하의 시각은 조공책 봉의 제약을 받지 않으므로 조선에서 서울의 자오선을 기준으로 한 시각(실시간 지방시)을 측정하고 사용하는 것이 당연하다. 나아가 조선에서는 세종 14년(1432) 10월 무렵 서울의 위도를 기준으로 한 일출입시각과 주야각을 얻을 수 있었으리라 생각된다. 왜냐하면 이듬해인 세종 15년(1433)부터 각종의 관측기구와 함께 해시계 및 물시계가 제작되었기 때문이다. 이순지의 기록에 따르면 각종 관측기구와 해시계 및 물시계가 제작된 것은 1433년(세종15) 가을부터였다.

세종15년(1433) 가을에, 우리 전하께서 하늘같이 정성스런 마음을 내시어, 무릇 여러 의상(儀象)과 구루(晷漏)의 기구와 천문과 역법의 책들을 연구하지 않는 것이 없었으니, 모두가 면밀하고 자세하였다. 의상에서는 대간의(大簡儀), 소간의(小簡儀), 일성정시의(日星定時儀), 혼의(渾儀), 혼상(渾象)이 있다. 구루(晷漏)에서는, 천평일구(天平日晷), 현주일구(懸珠日晷), 정남일구(定南日晷), 양부일구(仰釜日晷), 대구표(大圭表), 소규표(小圭表), 함경각루(欽敬閣漏), 보루각루(報漏閣漏), 행루(行漏)가 있다.⁵⁴

서울의 자오선(경도)을 기준으로 한 실시간 지방시의 측정 능력, 그리고 서울의 위도를 기준으로 한 일출입시각과 주야각을 계산할 수 있는 능력이 있어야 일성정시의 등의 관측 기구는 물론 양부일구 같은 해시계, 야간시간의 분할과 측정에 쓰이는 물시계를 제작하는 것이 의미를 갖는다. 서운관에서는 일출입시각과 주야각의 계산과 확정을 위해 서울의 위도를 먼저 확정하고 이를 기준으로 역법에서 정해진 절차에 따른 계산을 수행하였을 것으로 생각된다. 이렇게 추정하는 이유는 『교식추보법가령』에 있는 다음과 같은 서술 때문이다.

54 李純之, 『諸家曆象集』 “跋”. 동일한 발문이 『세종실록』 권107, 세종27년(1445) 3월 30일 癸卯에 기록되어 있으나, 제작 시기가 불분명한 기구도 있다.

또 일출입시각은 북극출지(위도)의 높낮이에 따라 곳마다 각기 다르다. 그러나 서운관에서는 다만 중국 대통력의 일출입시각에 의거해서 사용하니 극히 소홀(疎闊)하였다. 그래서 [세종께서] 간곡히 염려하고 정밀히 생각하여, 먼저 우리나라 한양의 북극출지 38도소약(度少弱)을 측정(測定)하고, 동·하지의 해 그림자를 참고하여 일출입분(일출입시각)을 계산하여 구하고, 또 입성(立成, 수표)을 보고 그 수치를 연산(演算)하여 새로운 계산법[新術]을 만들었다. 영축차(盈縮差), 가감차(加減差), 일출입분(日出入分), 신흠분(晨昏分), 반주분(半晝分), 정한행도(定限行度), 동지적도일도(冬至赤道日度), 동지황도일도(冬至黃道日度) 등을 구하는 방법은, 모두 입성을 쓰지 않고 직접 구했으니, 극히 간단하고 또 정밀하기가 그지없었다.⁵⁵

인용문에 서술된 절차에 따라 구해진 서울 기준의 일출입시각과 주야각은 세종대 천문학의 가장 중요한 성취라고 해도 손색이 없다. 나아가 이것은 자격루 실용의 가장 중요한 역산학적 기초이다. 정인지(鄭麟趾, 1397-1478)가 세종의 비명(碑銘)에서 한양의 일출입분(日出入分) 확정을 세종이 이룩한 최고의 창조적 업적으로 꼽았던 이유도 여기에 있다고 할 수 있다.

칠정산내외편을 편수(編修)하고, 여러 기구(儀)·그림(像)⁵⁶·규표(圭表) 및 흠경각(欽敬閣)·보루각(報漏閣)을 만드셨다. 그리고 혼상(渾象)·성구정시의(星晷定時儀)·양부(仰俯儀)·한양일출입분(漢陽日出入分)은 모두 스스로 창제(創制)하셨다. 이에 천문(天文) 및 역법(曆法)의 수치는 처음으로 틀림이 없게 되었다.⁵⁷

세종1년부터 세종15년(1433)까지 15년간의 역법 연구를 통해 확보된 역산학적 성과는 『칠정산내편』에 수록되어 있다. 그 중에서 가장 중요한 서울 기

55 『交食推步法假令』序, 『韓國科學技術資料大系: 天文學篇』 제5책, 391-392.

56 원문에는 ‘儀像’으로 되어 있는데, 고전번역원에서 제공하는 국역본(민족문화추진회, 1978)에서는 이것을 “의상(儀象, 천문 관측기)”라고 해석하였다. 천문기구를 의미하는 ‘儀象’을 ‘儀像’으로 잘못 기재한 것으로 여긴 것이다. 하지만 필자는 『증보문헌비고 상위고』에 있는 “세종15년(1433)에 신법천문도를 세겼다(刻新法天文圖)”는 기록을 근거로 이 ‘像’이 천문도를 가리키는 것일 수 있다고 보고 이에 맞추어 번역하였다. 『增補文獻備考』 卷之一, 象緯考二 “儀象”, 유경로·이은성 역, 『국역증보문헌비고상위고 1』, 150.

57 『新增東國輿地勝覽』 권7, 京畿驪州牧, 陵墓, “英陵”. 한양의 일출입분을 세종이 창제(創制)한 업적으로 비문(碑文)에 나열한 사실은 전북대 과학학과 신동원 교수를 통해 알게 되었다. 이 자리를 빌어 감사를 표한다.

준의 일출입시각과 주야각이 확보된 과정과 결과는 이 책에 실려 있는 세 종류의 표에서 볼 수 있다. 첫 번째는 상권(上卷) 역일제1(曆日第一)에 실은 “지후일출분(至後日出分)”이고,⁵⁸ 두 번째는 중권(中卷) 중성제4(中星第四)에 실은 “황도출입적도내외도급반주야분(黃道出入赤道內外度及半晝夜分)”이며,⁵⁹ 하권(下卷) 말미에 부록으로 실은 “이지후일출입주야각(二至後日出入晝夜刻)”이다.⁶⁰ 첫 번째 표에서 말하는 지후일출분(至後日出分)은 동지와 하지를 기점으로 삼아 날짜가 증가하는 데에 따라서 매일 달라지는 야반(夜半, 子正)부터 일출 때까지의 시간인데, 매일 밤시간의 절반에 해당하는 값이다. 초일(初日, 동지 및 하지의 당일), 1일, 2일, ..., 182일까지 총 183일에 대해 매일 신전야반(晨前夜半, 새벽이 오기 전의 야반)부터 일출 때까지의 시간을 분(分)으로 나타냈다. 이 첫 번째 표에 수록된 수치들은 위의 두 번째 표로부터 계산을 통해 얻어진다. 동지와 하지 후 해당 날짜에 따라 태양의 부등속 요소를 보정하여 황도출입내외도(黃道出入內外度, 태양이 적도로부터 떨어진 거리)를 얻고, 이와 함께 황도출입내외도에 따라 결정된 반야분(半夜分, 밤시간의 절반)과 주야차(주야의 시간 차이)를 얻는다. 그리고 반야분과 주야차에 태양의 부등속 요소 보정치의 도하분(度下分, 1도 미만의 수치)을 결합하여 계산해주면 이지후일출분(二至後日出分)을 얻을 수 있다.⁶¹

사실 한양 기준 주야각을 얻기 위해서는 두 번째 표인 “황도출입적도내외도급반주야분”이 첫 번째 표보다 더 근본적이고 필수적이다. 위도가 결정된 서울을 기준으로 삼아 매일 태양의 지평고도가 확보되어야 주야각이 결정될 수 있기 때문이다. 그리고 지평고도를 얻기 위해서는 황도를 따라 움직이는 태양의 황도상의 위치를 알고, 또 그 지점이 적도와 이루는 각거리[黃道出

58 『七政算內篇』(세종대왕기념사업회 영인본, 1975) 上, 曆日第一, 30b-42b(한 페이지에 편집된 원문 2면을 a/b로 구분한다. 이하 모두 같음.), 한영호·이은희·강민정 역주, 『해와 달, 다섯행성의 천문학: 칠정산내편1』(한국고전번역원, 2016), 160-166. 원문에서는 “冬至後日出分”과 “夏至後日出分”의 두 표를 분리하여 싣고 있으나, 한영호·이은희·강민정 역주본에서는 “至後日出分”이라는 이름 아래 두 표를 통합하였다.

59 『七政算內篇』 中, 中星第四, 22a-30a, 한영호·이은희·강민정 역주, 같은 책, 459-462.

60 『七政算內篇』 下, 28a-31a, 한영호·이은희·강민정 역주, 『해와 달, 다섯행성의 천문학: 칠정산내편2』, 392-395.

61 한영호·이은희, “여말선초 본국력 완성의 도정”, 『동방학지』 155 (2011), 55-59; 한영호·이은희·강민정 역주, 위의 책(제1책), 166-168, 463-465; 위의 책(제2책), 395-398 등을 참조.

入内外度]를 알아야 하는데, 두 번째 표는 바로 이 값을 미리 계산하여 제공하고 있는 것이다. 이 과정을 앞서 인용한 『교식추보법가령』에서는 “먼저 우리나라 한양의 북극출지 38도소약(度少弱)을 측정하고, 동·하지의 해그림자를 참고하여 일출입분(日出入分, 일출입시각)을 계산하여 구하고, 또 입성(立成, 수표)을 보고 그 수치를 연산하여 새로운 계산법을 만들었다.”고 표현했던 것이다.

마지막으로 세 번째 표인 “이지후일출입주야진각(二至後日出入晝夜辰刻)”은 앞서 두 표를 이용한 계산을 통해 최종적으로 결정된 서울 기준의 일출입시각과 주야각을 수록하고 있다. 앞서 두 표를 이용하면 동·하지를 기점으로 경과한 모든 날짜에 대해 일출입시각과 주야각을 얻을 수 있지만, 역서를 제작할 때의 편의를 위해 일출입시각은 1년 중 총 28일에 대해, 그리고 주야각은 1년 중 총 44일에 대해서만 미리 계산하여 수록하였다. 그리고 이렇게 미리 계산되어 표로 만들어진 수치는 매년 역서의 해당 날짜(동지 및 하지로부터 경과일수)에 표기되어 전국에 반포되었다.

역서에 기입되어 반포된 서울 기준의 일출입시각과 주야각은 명실상부하게 조선의 시각이었으며, 이것은 조선의 백성들이 공유하는 시간 규범이 되었다. 세종대에 확보된 일출입시각과 주야각이 실제로 조선의 시간 규범으로 기능하였다는 사실은 조선 전기에 발행된 역서에서 여실히 확인할 수 있다.

표 3. 동지후 경과 일수별 일출입시각과 주야각 (『철정산내편』 부록)

二至後日出入晝夜辰刻(『世宗實錄』 卷188, 七政算內篇下, 103-106쪽)				
冬至 後 日數	日出	日入	晝刻	夜刻
初日	辰初 1刻	申正 2刻	39刻	61刻
11日		申正 3刻		
21日			40刻	60刻
31日			41刻	59刻
35日		申正 4刻		
36日	辰初 初刻			
37日		酉初 初刻		
39일	卯正 4刻		42刻	58刻
46일			43刻	57刻
51일		酉初 1刻		
52일	卯正 3刻			

53일			44刻	56刻
59일			45刻	55刻
63일		酉初 2刻		
64일	卯正 2刻			
65일			46刻	54刻
71일			47刻	53刻
75일		酉初 3刻		
76일	卯正 1刻			
77일			48刻	52刻
83일			49刻	51刻
87일		酉初 4刻		
88일	卯正 初刻			
89일		酉正 初刻	50刻	50刻
90일	卯初 4刻			
95일			51刻	49刻
101일			52刻	48刻
102일		酉正 1刻		
103일	卯初 3刻			
107일			53刻	47刻
113일			54刻	46刻
114일		酉正 2刻		
115일	卯初 2刻			
120일			55刻	45刻
126일			56刻	44刻
128일	卯初 1刻			
133일			57刻	43刻
140일		酉正 4刻	58刻	42刻
142일	卯初 初刻			
143일		戌初 初刻		
145日	寅正 4刻			
148日			59刻	41刻
159日			60刻	40刻
171日	寅正 3刻			

위의 <표 3>은 『칠정산내편』에 수록된 동지후 경과 일수별 일출입시각과 주야각을 보여주고 있다. 여기에 수록된 수치를 조선 전기의 역서에 기입된

수치와 대조해보면 완벽하게 일치한다는 사실을 확인할 수 있다. 아래 <표 4>와 같이 1580년의 명 역서와 조선 역서를 나란히 두고 일출입시각과 주야각, 그리고 동지후 경과 일수와의 관계를 대조해보자.

표 4. 1580년 역서에 표시된 동지후 일출입시각과 주야각

1580年 正月	명 역서		조선 역서		
날짜	일출입시각	주야각	일출입시각	주야각	동 지 후 일수 ⁶²
1日辛丑			日入申正4刻		35일
2日壬寅			日出辰初初刻		36일
3日癸卯			日入卯初初刻		37일
4日甲辰					
5日乙巳			日出卯正4刻	晝42刻, 夜58刻	39일
6日丙午	日入酉初1刻				
7日丁未					
8日戊申	日出卯正3刻				
9日己酉		晝44刻, 夜56刻			
10日庚戌					
11日辛亥					
12日壬子				晝43刻, 夜57刻	46일
13日癸丑					
14日甲寅					
15日乙卯					
16日丙辰					
17日丁巳		晝45刻, 夜55刻	日入酉初1刻		51일
18日戊午			日出卯正3刻		52일
19日己未				晝44刻, 夜56刻	53일
20日庚					

⁶² 전년(前年)의 동지는 1579년 11월 24일(丙寅)이었고, 이 11월은 작은달(小月), 12월도 작은달(小

申					
21日 辛酉					
22日 壬戌					
23日 癸亥	日入酉初2刻				
24日 甲子	日出卯正2刻				
25日 乙丑				晝45刻, 夜55刻	59일
26日 丙寅					
27日 丁卯					
28日 戊辰					
29日 己巳			日入卯初2刻		63일
30日 庚午			日出卯正2刻		64일

<표 4>에서 보는 것처럼, 우선 1580년의 명 역사에서는, 정월 6일(丙午)에 ‘日入酉初1刻’, 8일(戊申)에 ‘日出卯正3刻’, 9일(己酉)에 ‘晝44刻, 夜56刻’, 17일(丁巳)에 ‘晝45刻, 夜55刻’, 23일(癸亥)에 ‘日入酉初2刻’, 24일(甲子)에 ‘日出卯正2刻’으로 주어져 있다. 이들 수치는 『칠정산내편』에서 규정한 조선의 일출입시각 및 주야각과는 완전히 다르다는 것을 한눈에 알 수 있다. 나아가 일출입시각과 주야각을 표시한 동지후 경과 일수도 『칠정산내편』의 규정과 전혀 일치하지 않고 있다. 반면, 조선 역사의 일출입시각과 주야각은 『칠정산내편』에 실려있는 <표 3>의 규정 및 수치에 완전히 일치하는 것을 확인할 수 있다. 정월 1일(辛丑)에 ‘日入申正4刻’, 2일(壬寅)에 ‘日出辰初初刻’, 3일(癸卯)에 ‘日入酉初初刻’, 5일(乙巳)에 ‘日出卯正4刻, 晝42刻, 夜58刻’을 주었는데, 이 수치는 각각 동지후 제35일, 36일, 37일, 39일째에 해당하는 날로 『칠정산내편』에서 규정한 일출입시각과 주야각을 정확히 기입하

月)이었다. 따라서 1580년 1월 1일(辛丑)은 동지로부터 제35일째이다.

고 있다. 이상에서 보는 것처럼, 세종대에 확보된 서울 기준의 일출입시각과 주야각은 이후 조선의 표준시각으로 실용되었다는 사실을 명확히 확인할 수 있다.

3. 자격루가 측정하는 조선의 시각

실용의 시각은 천체가 가리키는 천문학적 시각에 근거를 두고 있는데, 실용의 시각과 천문학적 시각 사이에 차이가 있을 경우 천문학적 시각에 따라 실용의 시각이 수정되어야 한다. 실용의 시각을 위해서는 천문학적 시각의 기준이 있어야 하는데, 그 시각의 기준은 기준항성의 남중(南中)이다. 전통 시대 동아시아에서는 특정한 역법을 채용할 때에는 필수적으로 매 절기마다 혼(昏, 밤시간의 시작)과 효(曉, 밤시간의 끝)에 남중하는 항성을 규정한 혼효중성(昏曉中星)의 목록을 만들었는데, 이를 중성기(中星紀)라고 부른다. 특정 중성기에 의거하여 기준지의 지방시를 확정할 수 있으며, 나아가 일출입시각과 주야각도 측정할 수 있다.

천문학적 시각을 일상생활에서 실용하기 위해서는 시계가 필요하다. 자격루의 건립 사업이 세종14년(1432) 가을부터 시작된 이유도 여기에 있었다. 역법 연구를 통해 확보된 천문학적 표준시각을 자격루를 통해 실용의 시각으로 전환하는 것이다. 세종14년(1432) 7월에 경연에서 세종은 정인지에게 천문기구와 시계(儀表)를 제작할 것을 명하였다.⁶³ 그리고 세종의 명으로부터 약 14개월 후인 세종15년(1433) 9월에 자격루가 완성되었다.

이제 [장영실] 자격공루(自擊宮漏)를 만들었는데, 비록 나의 가르침을 받아서 하였지마는, 만약 이 사람이 아니더라면, 결코 만들지 못했을 것이다. 내가 들으니 원나라 순제(順帝) 때에 저절로 치는 궁중의 물시계가 있었다고 하지만, 만물새의 정교함이 아마도 [장]영실의 정밀함에는 미치지 못했을 것이다. 만대에 이어 전할 기물을 능히 만들었으니 그 공이 작지 않으므로 호군(護軍)⁶⁴의 관직을 더해 주고자 한다.⁶⁵

63 『세종실록』 권77, 세종19년 4월 15일 甲戌.

64 정4품 관직. 승진 이전 장영실의 관직은 행사직(行司直)으로 정5품관이었다.

65 『세종실록』 권61, 세종15년 9월 16일 乙未.

국가의 표준시계로서 자격루가 시용(始用)된 것은 자격루의 완성으로부터 다시 10개월이 지난 세종16년(1434) 7월 1일이었다.⁶⁶ 완성부터 시용까지의 10개월 동안은 자격루를 운용하며 그 정확성과 실용성을 확인했을 것으로 생각된다.⁶⁷

천문학사의 관점에서 볼 때, 자격루가 지닌 가장 중요한 의의는 그것이 ‘역법적 근거를 갖춘 국가의 표준시계’라는 점에 있다. 반면 자격루 이전에 써왔던 “옛 물시계”(舊漏),⁶⁸ “이전의 물시계”(前此漏刻),⁶⁹ 혹은 “경점지기”(更點之器)⁷⁰는 역법적 근거를 갖추지 못한 물시계였다.⁷¹

임금이 말하기를, “이(자격루: 인용자)보다 앞서 [사용했던] 물시계의 경점(更點)은 [천문학적] 근거(所據)가 없었다. … 그러나 이전(前此)의 물시계는 인정(人定)은 밤이 깊었고 파루(罷漏)는 너무 일렀다. 지금 만든 물시계는, 종전의 (물시계에) 비해 인정은 조금 이르고 파루는 조금 늦다. … 이 두 가지 가운데 무엇을 취하고 무엇을 버릴 것인가?” … [도승지 안송선(安崇善)이 말하기를] “더욱이 이제 만든 누각은 정밀하게 만들어서, 털끝만큼의 오차가 없으니, 어떻게 다른 의논이 있겠습니까? 신(臣)은 한결같이 지금 만든 물시계(자격루: 인용자)를 따라야 한다고 말씀드립니다.”라고 하였다. 임금이 말하기를, “경의 말이 옳다” 하였다.⁷²

시계가 표시하는 시각이 역법적 근거를 지니려면, 이 시각이 천문학적 시각, 즉 역법에서 규정한 혼효중성의 남중을 기준으로 얻은 시각과 일치하는 것이어야 한다. 그러나 “이전의 물시계는 인정은 밤이 깊었고 파루는 너무 일렀다.” 즉 이전 물시계가 가리키는 시각은 역법에 따라 확정된 천문학적

66 『세종실록』 권65, 세종16년 7월 1일 丙子.

67 자격루에 뒤이어 양부일구(仰釜日晷)를 혜정교(惠政橋)와 종묘(宗廟) 앞에 설치하였다. 『세종실록』 권66, 세종 16년 10월 2일 乙巳.

68 『세종실록』 권65, 세종16년 7월 1일 丙子.

69 『세종실록』 권64, 세종16년 6월 24일 己巳.

70 『세종실록』 권24 세종6년 5월 6일 庚辰.

71 남문현은 이 물시계는 세종6년-세종7년에 장영실 등이 만든 것으로 추정하였다. 남문현, 『한국의 물시계: 자격루와 제어계측공학의 역사』, 62; 남문현, 『장영실과 자격루: 조선시대 시간측정 역사 복원』, 13.

72 『세종실록』 권64, 세종16년 6월 24일 己巳.

시각에 비해 인정이 늦고 파루가 너무 일렀다. 이전의 물시계가 측정한 실용의 시각은 천문학적 시각과 일치하지 않았던 것이다. 반면 자격루가 가리키는 시각은 서울 기준의 천문학적 시각, 즉 『칠정산내편』에 수록된 한양의 일출입시각과 주야각에 일치하는 시각이었던 것이다.

비록 세종 당시의 절기별 혼효중성을 수록한 『중성기(中星紀)』는 남아있지 않지만, 『칠정산내편』에 기술된 계산법을 적용하여 세종 당시의 혼효중성을 추정하는 것은 가능하다.⁷³ 선행 연구에서는, “한양의 절기별 주야각은 자격루가 완성된 때 이미 정확히 추보되어 있었고, 또 수시력에 의한 새로운 중성기도 이때쯤 작성되었을 것으로 추정”하였다.⁷⁴

표 5. 『칠정산내편』에 의한 세종15년(1433)의 혼효중성

절기	혼중성	효중성	절기	혼중성	효중성
동지	실 9.85도	진 12.82도	하지	항 2.64도	危 6.84도
소한	규 1.90도	각 11.75도	소서	저 8.75도	실 8.26도
대한	루 2.76도	저 3.70도	대서	심 0.53도	규 0.43도
입춘	胃 10.23도	저 15.91도	입추	미 6.21도	루 3.02도
우수	필 2.70도	심 4.70도	처서	미 16.14도	胃 10.00도
경칩	삼 4.22도	미 8.00도	백로	기 7.54도	필 2.51도
춘분	정 11.64도	미 18.36도	추분	두 7.19도	삼 4.45도
청명	정 29.91도	기 7.58도	한로	두 16.45도	정 11.99도
곡우	성 0.79도	두 7.35도	상강	우 1.06도	정 30.98도
입하	장 13.00도	두 17.55도	입동	여 4.58도	성 1.55도
소만	익 15.04도	우 4.55도	소설	허 4.61도	장 13.24도
망종	진 14.80도	허 0.00도	대설	危 9.79도	익 14.60도

자격루에서 천문학적 시각을 실용의 시각으로 전환하는 장치는 부전(浮箭)이다. 부전은 수수호(受水壺)에 모인 물의 양을 측정하여 경과된 시간을 알려준다. 세종대 자격루의 부전은 두 종류인데, 하나는 12시진(時辰) 측정용이며 다른 하나는 야간시간 측정용이다. 12시진용은 하나인 반면, 야간시간용은 12개였다. 『세종실록』의 보루각기(報漏閣記, 金墩 作)에는 다음과 같이 기술되어 있다.

73 한영호·남문현, “조선의 更漏法”, 『동방학지』 143 (2008), 180-182.

74 같은 논문, 182. <표 5>는 이 논문에서 전제한 것이다.

전(箭)은 2종(種)75인데, 길이는 10척2촌이다. [①12시진용 전은] 표면을 12시진으로 분할하여 매시진 8각과 초·정(初正)의 여분(餘分)⁷⁶을 합하여 100각(刻)이 되며, 각은 12등분하였다.⁷⁷ ②야전(夜箭, 밤시간용 전)은 옛날에는 21개였으나, 교체하여 쓰기 번거롭기 때문에, 다시 수시력의 주야분(晝夜分)이 늘어나고 줄어드는 데에 의거하여, 대체로 두 절기(節氣)에 1개의 전을 배당하니, 모두 12개의 전[十二箭]이다.⁷⁸

75 필자는 “箭二”라는 말을 전(箭)의 종류가 2가지라는 사실을 가리키는 것으로 해석하였다. 지금까지 箭二는 12시진용 전이 2개라는 의미로 해석해왔다. 하지만 이런 해석은 재고될 필요가 있다. 과학사의 관점에서 보루각기를 최초로 검토한 전상운은 위의 구절에 대해 “전은 2개로서 길이가 10尺2寸, 面板은 12시로 나누었고 每時마다 8刻으로 만들었다.”고 해석하였다. 이에 이어서 유경로와 이은성도 『증보문헌비고 상위고』에 실려 있는 보루각기의 번역에서 “살은 2개인데, 길이가 10척 2촌이다. 그리고 면은 12시로 나누고, 시마다 8각으로 나누었는데, 초정 여분(初正餘分)을 합해 1백각이 되며, 각은 12분으로 만들었다.”라고 하였다. 이들 해석에서는 箭二가 무엇을 의미하는지 구체적으로 드러나지 않지만, 대체로 12시진용 전이 2개라고 보았다고 생각된다. 특히 남문현은 “떠우는 살대(또는 잣대)가 둘(주: 12시 계시용)인데”라고 하여, 箭二를 12시진용 전이 2개라는 의미로 해석하였다. 나아가 최근에 출간한 그의 저술에서는 “잣대가 두 벌이며”로 해석하여 12시진용 전이 2개라는 사실을 더욱 명확히 하였다. 『국조역상고』에 실린 보루각기의 번역에서 이은희와 문중양은 “부전(浮箭)은 2개인데”라고 하고 각주에서 “수수호 한 개에 하나씩 두 개를 사용한 것이다”라고 부연 설명하였다. 이 경우도 역시 12시진용 전이 2개라고 본 것이다. 하지만 선행 연구자들 가운데 아무도 어째서 12시진용 전이 2개(혹은 두 벌)가 되어야 하는지에 대해서는 설명하지 않았다. 이 구절의 해석에 대해서는 다음을 참조. 전상운, “李氏朝鮮의 時計製作小考”, 81; 유경로·이은성 역, 『국역증보문헌비고상위고 1』, 143; 남문현, 『한국의 물시계』, 129; 남문현, 『자격공루 육백년』, 110; 서호수·성주탁·김영편저, 이은희·문중양 역주, 『국조역상고』 (소명출판, 2004), 176. 한편, 니덤(Needham)은 이 구절을 의식하고 기술한 것은 아니지만, 자격루에 대한 기술에서 시각 측정용 전이 두 종류라는 것을 명시적으로 밝혔다. 그는 자격루의 수수호에 설치한 부전에 대해 “two floating indicator-rods, one for day and night double-hours, the other for the night-watches” (두 개의 살대가 떠오르는데, 하나는 낮과 밤의 시를 위한 것이고 또 하나는 경점을 위한 것이다.)라고 하였다. Joseph Needham, Lu Gwei-djen, John H. Combridge and John S. Major, op. cit., 33. 한글 번역은 조지프 니덤 등 지음, 이성규 옮김, 『조지프 니덤 조선의 서운관』, 67을 따름.

76 하루의 시간 길이를 100각으로 주었으므로, 매시진(每時辰)은 8각+ $\frac{1}{2}$ 각이다. 또 매시진을 초각(初刻)과 정각(正刻)으로 나누어 24소시진(小時辰)이 되므로, 초각과 정각에는 각각 $\frac{1}{2}$ 각의 여분(餘分)이 있다.

77 하루는 100刻이고, 1刻을 12등분 하였으므로, 전에 총 1,200개의 눈금을 매겼다는 의미가 된다.

78 『세종실록』 권65권, 세종16년 7월 1일 丙子. 번역문의 원문자(①,②)는 인용자가 첨가한 것이다.

그런데 작성 연대가 불분명하지만 조선 전기에 사용된 것으로 알려진 『누주통의(漏籌通義)』(규장각한국학연구원 소장)에 기술된 야간시각 측정용 주전은 총 11개이다. 또한 2015년 공평동 유적에서 출토된 물시계 부전 부품에서도 부전은 총 11개로 확인된다.⁷⁹ 그렇다면 처음에 자격루에 채용된 12전법은 이후 어느 시기에 11전법으로 변화하였다고 생각되지만, 변화한 시기는 확정할 수 없다. 남문현은 자격루가 사용되던 세종16년(1434) 당시에는 12전법을 사용하다가 『칠정산내편』 완성 이후에 곧바로 12전법이 11전법으로 개정되었을 것으로 추정하였다.⁸⁰ 반면, 한영호·이은희는 자격루 시용(세종 16년 7월 1일) 이후 세종 23년(1441) 12월 사이의 어느 시점에 최초의 12전법이 『누주통의』의 11전법으로 바뀌었다고 보았다.

한영호·이은희의 주장은 『칠정산내편』에 실린 한양의 일출입주야각의 입성(立成, 수표)이 확보된 시기를 결정하는 문제와도 결부되어 있기 때문에 재검토 해볼 필요가 있다. 앞서 기술하였듯이, 필자는 세종16년(1434) 7월 1일 자격루를 시용하던 때에 이미 한양의 일출입주야각이 확보되어 있었다고 보는 입장이다. 반면 한영호·이은희는 한양의 일출입주야각이 이순지(李純之), 김담(金淡, 1416-1464), 김한(金汗) 등이 명나라에서 산법을 배워온 후에야 확보될 수 있었다고 본다.⁸¹ 즉 이들은, 세종 16년 7월 1일 자격루를 시용할 당시에는 서울 기준의 일출입주야각이 확보되지 못했다고 보는 것이다.

한영호·이은희는 자격루 시용 이전에 사용되었다는 21전법과 자격루 시용 당시의 12전법은 모두 서울 기준의 일출입주야각이 아니었을 것이라고 본다. 이들에 따르면, 21전법은 선명력의 주야각에 조응하는 것으로, 동지야각 60각(1일은 총84刻)/하지야각 40각으로 1년 동안 총20각이 승강한다.⁸² 이것은

79 발굴된 3개의 주전 부분은 각각 제1전, 제3전, 제6전으로 추정되었다. 연구자들은 이 부전이 중종 때에 개수한 자격루의 부품일 것으로 추정하였다. 윤용현·김상혁·민병화·오경택, “조선 전기 자동물시계 주전(籌箭) 연구”, 『천문학논총』 36-3 (2021), 73 참조.

80 남문현, 『한국의 물시계: 자격루와 제어계측공학의 역사』, 197; 남문현, 『장영실과 자격루: 조선시대 시간측정 역사 복원』, 200.

81 한영호·이은희, “여말선초 본국력 완성의 도장”, 59. 필자들은 명확히 시기를 특정하지는 않았지만, 이들 세 사람이 함께 중국에 간 것은 세종23년(1441) 가을이었다.

82 선명력의 야간시각에 대해서는 『高麗史』 志第4, 曆1, “宣明曆晷漏推步術”, 동아대학교 석당 학술원 편, 『국역 고려사』 제14책 (경인문화사, 2011), 92-93. 이 표에 따르면, 실제로는 동지야

송대(宋代) 황우(皇祐, 1049-1054) 연간에 사용된 주야각 승강률과 일치하며,⁸³ 주야각이 1각 승강할 때마다 1개의 부전을 배당하면, 전체 승강량 20각에 21전법이 부합한다. 또한 북경기준 수시력의 주야각은 동지야각 62각/하지야각 38각으로 1년 동안 주야각의 승강량은 24각이며, 2각당 1개의 부전을 배당하면 12전에 잘 부합한다. 한영호·이은희는 자격루 시용 당시 사용되었다는 12전법은 주야각승강량이 24각이었다는 증거가 되고, 이와 같은 주야각승강량은 그 주야각이 북경기준의 수치임을 말해준다는 것이다. 이들은 이와 같은 추론을 더욱 확대하여, 『칠정산내편』에 수록된 한양의 주야각승강량, 즉 이지차(二至差)가 21각74분(약22각)이므로, 2각당 1개의 부전을 배당하면 부전의 갯수는 11개가 된다고 주장한다. 결론적으로 자격루 시용 당시의 12전법은 북경 기준 수시력의 이지차를 적용한 부전법이고, 『누주통의』의 11전법은 한양 기준의 이지차를 적용한 방법이라는 것이다.

하지만 필자는, 주야각승강량을 부전의 개수로 연결하는 추론은 수용하기 어렵다고 생각한다. 예를 들어 『국조역상고』에 따르면, 1783년 작성된 중성기는 동지야각 58각6분/하지야각 37각9분(96각법)으로 이지차는 20각57분이다.⁸⁴ 그런데 이 이지차에 대해 『신법누주통의(新法漏籌通義)』(규장각본, 1789)⁸⁵에 규정된 부전은 37개이다. 『신법누주통의』(1789)에서는 주야각승강량에 따라 부전을 배당하는 대신, 1년을 72후(候)로 나누어 동·하지를 경계점으로 하여 2후당 1개의 부전을 배당하는 방식을 사용한다. 나아가 『신법누주통의』(1789)의 범례에서는, “『구본누주통의(舊本漏籌通義)』가 24전(箭)을 썼는데, 지금은 더욱 세분하여 72후로 만들었으므로 증가하여 총37전이 되었다”고 하였다.⁸⁶ 즉 『구본누주통의』에서도 주야각승강량이 아닌 1절기당 1개의 부전을 배당하는 방식을 사용한 것이다. 여기서 말하는 『구본누주통의』는 안국빈(安國賓)이 1745년에 만든 『신법누주통의』(1745)일 것으로 생각된다.⁸⁷ 그러므로 조선 전기부터 부전법은 21전법(자격루 이전)→12전법

각 59각 80분, 하지야각 40각4분으로 주야각승강량은 19각76분이다.

⁸³ 한영호·이은희, “여말선초 본국력 완성의 도정”, 56.

⁸⁴ 서호수·성주덕·김영 편저, 이은희·문중양 역주, 『국조역상고』, 72-107.

⁸⁵ 『國朝曆象考』 卷2, “中星”, 서호수·성주덕·김영 편저, 이은희·문중양 역주, 『국조역상고』, 67.

⁸⁶ 『新法漏籌通義』(국립중앙도서관 디지털 파일제공) 「凡例」.

⁸⁷ 1789년 이전에는 이것을 『신법누주통의』라고 불렀다. 안국빈의 활동과 『신법누주통의』의

(자격루 시용 당시)→11전법(규장각본 『누주통의』)→24전법(1745년 안국빈의 『신법누주통의』)→37전법(1789년 『신법누주통의』, 1783년 관측기준, 1789년 출판) 등으로 여러 차례 변했으며, 부전 또한 주야각승강량에 따라 배당하는 방식은 아니었다. 오히려 24절기 혹은 동하지 기점으로부터 날짜의 경과에 따라 부전을 배당하는 방식이었을 가능성이 더 크다.

필자는 한양의 일출입주야각은 자격루 시용 시점(세종16년 7월 1일)에 완벽하게 확보되어 있었으며, 자격루가 측정하고 알려주는 시각은 명실상부 서울 기준의 시각이었다고 생각한다. 앞서 보았듯이, 세종14년(1432)까지 역산 연구를 통해 이론적 수준에서 서울 기준의 시각이 확보되었기에, 이듬해 세종15년(1433) 9월까지 자격루가 완성될 수 있었으며, 다시 이듬해인 세종16년(1434) 7월 1일부터 자격루가 국가의 표준시계로 실용되는 것이 가능했다. 즉 자격루의 완성과 실용은 서울 기준 시각의 실용이라는 세종대 역산 연구의 목표가 완전하게 성취되었음을 의미한다.

맺음말

필자는 다른 연구에서 한국천문학사의 독창성이 시간과 시계의 사용에서 잘 드러난다고 주장한 적이 있다.⁸⁸ 한국천문학사의 이러한 특성을 가장 잘 드러내 주는 시대가 조선시대이다. 조선시대에 조선에서 측정되고 사용된 시간은 중국의 시간이 아닌 조선의 시간이었기 때문이다. 앞서 살펴보았듯이, 조선은 조공책봉 관계의 제약 때문에 연·월·일·시라는 네 가지 시간 주기 가운데 연·월·일(역일)은 서울 기준으로 시간 주기를 수립하여 사용할 수가 없었다. 봉정삭(奉正朔)의 의무를 이행하기 위해 역일은 언제나 책봉국의 그것에 일치시켜야 했기 때문이다. 하지만 1일 이하의 시(時)는 조공책봉의 제약으로부터 자유로웠다. 조선에서 제작한 시계가 측정하는 시각은 서울의 경도를 기준으로 삼은 조선의 실시간 지방시였던 것이다. 나아가 세종 시대에는 역산 연구를 통해, 서울의 위도를 기준으로 한 조선의 시각을 계산, 측

성립에 대해서는 김슬기, “18세기 중·후반 관상감 관원의 정치적 지위 변화: 안국빈(安國賓, 1669-?)의 활동을 중심으로”, 『한국과학사학회지』 43-3 (2021), 641-673을 참조.

⁸⁸ 전용훈, 『한국천문학사』, 347-349 참조.

정, 실용할 수 있었다. 『칠정산내편』에서는 서울 기준의 일출입시각과 주야각의 계산법을 서술하였으며, 최종적으로 확보된 계산 결과를 수록하고 있다. 나아가 이렇게 확보된 서울 기준의 일출입시각과 주야각은 조선 전기의 역서에 수록되어 전국에 반포되었다.

세종대 역산 연구를 통해 확보된 서울 기준의 시각은 세종16년(1434) 7월 1일부터 국가의 표준시계이자 자동시계인 자격루가 측정하고 알리는 조선의 시각이 되었다. 세종대 역산 연구를 통해 확보한 튼튼한 천문학적 근거 위에서 확립된 조선의 시각은 자격루를 통해 실용되었다. 자격루는 조선의 시각을 측정하고 알리는 표준시계였다. 천문학사 및 역법사의 관점에서 세종 시대 역법 연구와 자격루의 실용이 함축하고 있는 의의는 서울 기준의 시각을 확보하고 그것을 실용하였다는 데에 있다.

(투고: 2022년 11월 2일, 심사 완료: 2022년 11월 27일, 게재 확정: 2022년 11월 27일)

Securing the Local Time in Seoul during King Sejong Period

JUN, Yong Hoon (The Academy of Korean Studies)

Abstract. Being helped by the research on the calendrical calculation system during the first fourteen years of king Sejong period (r.1419-1450), in around 1434 Joseon 朝鮮 astronomers could calculate four time-units, year, month, day, and hour. However, due to the obligation of 'upholding the first month and first day' (奉正朔) which is forced by the Tribute-investiture (朝貢冊封) relationship, in Joseon the vassal kingdom, they could not use the calendrical days (曆日, year, month, and day) according to the calculation results based on the location of Seoul. The calendrical days ought to be accord with those of the Ming China, the dominant kingdom, whose standard point located at Nanjing 南京. The local time which was measured in real time, however, was not confined by the obligation. In Joseon, they could use their local time which was measured on the meridian of Seoul. And they were able to calculate and use those local times, the time of sunrise and sunset (日出入時刻) and the length of day and night (晝夜刻), on Seoul's latitude, and which were distinct from those of Ming China. It was Joseon's local time that *Jagyeongnu* (自擊漏, automatic striking clepsydra) automatically calibrated and struck.

Keyword. tribute-investiture relationship, calendrical dates, standard point, the time of sunrise and sunset, the length of day and night, *Jagyeongnu* (自擊漏, automatic striking clepsydra)