

유방택은 별을 보았는가?:

『천상열차분야지도』 「중성기」의 재검토

김동빈†

1. 서론

『천상열차분야지도(天象列次分野之圖)』는 조선 전기에 제작된 천문도로, 총 1467개의 별이 둘에 새겨져 있다. 별 그림 위에는 유방택(柳方澤, 1320-1402)이 계산한 「중성기(中星紀)」¹가 함께 새겨져 있다.² 이 표는 절기별 혼(昏, 밤시간의 시작)과 효(曉, 밤시간의 끝)에 남중하는 별자리[昏曉中星]를 기록한 것이다.

「중성기」는 여말 선조의 천문 역법 수준과 당대의 밤시간 운용 방식에 대해 중요한 실마리를 제공하는 1차 자료이다. 지금까지는 천문도의 모본, 관측 연대, 별 그림의 개정 여부 등 유물의 역사적 성격에 관해 활발한 논의가 있었던 반면, 「중성기」 자체를 직접 검증한 연구는 드물었다.³

DOI: <http://dx.doi.org/10.36092/KJHS.2025.47.3.317>

† 독립 연구자, skynplanets@naver.com

1 본 논문에서 낫표로 둘러싸인 「중성기」는 『천상열차분야지도』에 새겨진 유방택의 중성기를 가리킨다. 낫표 없이 표기된 중성기는 24기의 중성을 모아 놓은 천문표를 지칭하는 용어로 사용되었다.

2 발문(跋文) 말미에 “임금의 뜻을 받들어[奉敎], 권근(權近)은 글을 짓고[記], 유방택(柳方澤)은 천문 계산을 했으며[推算], 설경수(設慶壽)는 글을 썼다[書]”라고 새겨져 있다.

3 『천상열차분야지도』의 연구사는 다음의 논문에 잘 요약되어 있다. 구만옥, “天象列次分野之圖 연구의 쟁점(爭點)에 대한 검토(檢討)와 제언(提言)”, 『동방학지』 140 (2007); 조선 초기의 역법을 이용하여 「중성기」의 천문학적 내용을 본격적으로 분석한 사례는 한영호의 논문이 사실상 유일하다. 한영호, “천상열차분야지도(天象列次分野之圖)의 실제 재조명”,

한편 『천상열차분야지도』의 별 그림이 조선 초기에 일부 개정되었을 가능성에 대해서는 박창범의 연구가 널리 인용되어 왔다. 박창범은 적위 50° 이상의 주극원(週極圓) 안에 있는 별들의 거극도(距極度), 즉 천구 북극으로부터의 각거리 분석을 바탕으로, 이 영역이 조선 초기에 새로 관측·개정되었을 가능성을 제기하였다.⁴

전통 중국 천문학에서 중성의 좌표(입수도)는 계산을 통해 구할 수 있으나, 계산된 중성이 관측지의 실제 천상과 일치하지 않을 경우에는 관측을 통해 보정이 이루어져야 한다. 특히 실제 관측지에 맞게 중성을 교정하려는 시도는 필연적으로 수거성의 정확한 좌표를 전제로 한다. 따라서 북극 근처의 일부 별들이 실제 관측을 통해 개정되었다고 하더라도, 중성 추보의 기준이 되는 수거성의 위치가 함께 개정되지 않았다면, 이러한 관측 결과가 중성기 계산에 반영되었을 가능성은 제한적일 수밖에 없다. 그럼에도 불구하고 기존 연구에서는 별 그림의 개정 문제와 「중성기」의 교정 문제를 연관 지어 검토한 사례가 없다.

「중성기」를 다룬 기존의 연구에서는 중요한 전제 하나가 간과되었다. 유방택이 북경 기준의 수시력법(授時曆法)⁵으로 중성을 추보하였다면, 그 결과는 개경이나 한양이 아니라 북경의 천상을 반영할 수밖에 없다. 북경 기준의 중성기를 개경이나 한양에서 사용하려면 반드시 관측을 통해 보정해야 하는데, 혼효각에는 하늘이 너무 밝아 정상적인 천문 관측은 사실상 불가능

『고궁문화』 1 (2007); 이 논문의 「중성기」 관련 내용은 다음 논문에 재수록되었다. 한영호·남문현, “朝鮮의 更漏法”, 『동방학지』 143 (2008).

4 박창범은 주극원 바깥에 위치한 별들(중성 측정의 기준점 구실을 하는 28수 수거성들도 모두 주극원 밖에 있다)에 대해서는 그 관측 연대를 1세기경으로 파악하고 있다. 박창범, “천상열차분야지도(天象列次分野之圖)의 별그림 분석”, 『한국과학사학회지』, 20:2 (1998), 128, 131; 여기서 한 가지 유의할 점은, 북극성의 위치는 관측을 통해 비교적 용이하게 확인할 수 있으므로, 조선 초에 북극성 위치를 기준으로 천문도의 극점이 조정되었을 가능성은 충분히 상정할 수 있다. 이 경우 기존 천문도의 북극 인근 별들은 상대적 배치를 유지한 채 재배치되었을 수 있으며, 이러한 도식적 조정만으로도 주극원 내부 별들의 거극도가 조선 초의 값과 일치하는 양상을 보일 가능성을 배제할 수 없다.

5 본 연구에서 사용한 수시력법의 원전은 『고려사』 「역지」에 수록된 수시력경(授時曆經)이다. 『고려사』 권51, 지(志) 권제5, 역(曆)2 수시력경(授時曆經) 상(上)·하(下) (고려시대 사료DB, db.history.go.kr/id/kr_051r_0010_0010 참조, 2025년 1월 6일 검색); 그 내용은 다음 책에 수록된 『원사』 「역지」의 수시력경과 동일하다. 許嘉璐·安平秋·李修生 編, 『二十四史全譯: 元史』 第二冊 (上海: 漢語大詞典出版社, 2004), 979-1024 참조.

하다. 28수의 수거성(宿距星, 각 별자리의 기준별) 가운데 혼효각에 실제로 관측 가능한 대상은 많아야 열 개에 불과하기 때문이다(제5장 <표 2> 참조). 이러한 사실들을 종합하면, 유방택이 계산한 중성은 천문 관측을 통해 보정된 결과가 아니라 역법에 따라 산출한 계산상의 중성이었을 가능성이 크다.

「중성기」에 기록된 천문학적 내용을 정확히 이해하려면, 무엇보다 유방택이 어떤 방법으로 그것을 계산했는지 밝혀야 하며, 이를 바탕으로 『천상열차분야지도』 각석 당시의 중성을 계산해 볼 필요가 있다. 한영호는 유방택이 수시력법을 사용했을 것이라는 가정하에 「중성기」에 대한 직접적인 검증을 시도하였다.⁶ 한영호는 어떤 이유에서인지 『천상열차분야지도』 제작 당시의 역법인 수시력법이 아니라 세종 대에 만들어진 내편법(內篇法)으로 중성을 추산하고 그 결과를 「중성기」와 비교하였다.

내편법은 수시력 계열의 역법에 속하며, 계산에 사용되는 이론과 절차는 수시력법과 본질적으로 동일하다. 다만 내편법에서는 일출입 시각을 산출할 때 사용하는 수표가 북경이 아니라 한양을 기준으로 작성되어 있다. 이로 인해 두 역법에서 계산되는 일출입 시각의 차이는 같은 연도라면 현대의 시간으로 약 7분에 불과하다. 지구가 1° 자전하는 데 약 4분 걸린다는 점을 고려하면, 같은 연도의 중성은 두 역법 간에 2° 이내에서 일치해야 한다.⁷

한편, 수시력 계열의 역법으로 1280년부터 1680년까지 기준 연도를 1년씩 이동시키며 50년 범위에서 계산한 결과, 중성 입수도[入宿度]의 최대 변화량은 약 1.6°로 나타났다(제2장 4절 참조).⁸ 이는 기준 연도가 서로 다르더라도 계산이 정확한 경우, 50년 정도의 비교적 짧은 기간에는 중성의 좌표가

6 본 논문에서 각도(角度)를 표기할 때 두 가지 단위를 사용하였다. 현대적 표기법에 따른 각도는 (°)로, 전통 중국식 각도는 “도”로 표기하였다. 중국식 “도” 단위에는 필요한 경우 한자 용어[度]를 병기하였다. 중국식 도(度)는 원둘레를 365.25등분한 각도 단위로, 현대 각도 단위와의 관계는 $1^\circ = 0.9856^\circ$ 이다.

7 수시력법에서 하루는 10,000분, 혼명분(昏明分)은 250분이다(許嘉璐·安平秋·李修生, 앞 책, 1001). 이에 따라 밤 시간의 시작인 혼(昏)은 일몰 후 250분(현대의 시간으로 36분)이 지난 시점으로 정의된다. 수시력법은 북경의 위도를 기준으로 설정되어 있으므로, 이를 다른 지역에 적용할 경우 계산된 혼각과 실제 관측되는 혼각 사이에 차이가 발생한다. 수시력법을 한양에서 사용할 경우 일출입 시각의 오차는 현대 시간으로 약 7분이며(제2장 <그림 2> 참조), 이는 지구 자전으로 환산하면 1.8°에 해당한다. 따라서 한양에서 관측되는 중성과 수시력법에 따라 계산된 중성 사이에도 이 정도의 차이가 나타난다.

8 수시력법, 대통력법, 내편법 중 어느 것을 사용하더라도 50년 동안 중성 입수도의 최대 변화량은 거의 동일하게 나타난다.

크게 달라지지 않음을 의미한다. 따라서 계산 과정이 올바르다면, 같은 역법으로 태조 을해년(1395)의 중성을 추보하던 세종 갑자년(1444)의 중성을 추보하든, 그 결과는 전반적으로 2° 이내에서 서로 일치할 것으로 기대된다.

그러나 이러한 기대와 달리, 한영호가 계산한 태조 을해년 중성기⁹는 『칠정산 내편』 새 역주본에 수록된 세종 갑자년 중성기¹⁰와 비교할 때 3° 이상 차이가 나는 절기가 다수 포함되어 있다. 두 중성기를 비교하면, 세종 갑자년 중성기는 오기로 의심되는 일부 사례를 제외하면 필자의 계산 결과와 전반적으로 잘 일치한다. 반면 한영호가 계산한 을해년 중성기에서는 특정 절기에서 일관되게 큰 오차가 나타나며, 이는 단순한 오기라기보다는 중성 추산 과정 자체에서 비롯된 구조적 오차일 가능성을 시사한다. 이러한 오차는 특히 춘분·청명의 혼중성, 청명의 효중성, 한로의 효중성에서 두드러진다 (<그림 4> 참조).

「중성기」에 관한 본격적인 논의에 앞서, 『천상열차분야지도』의 모본이 고려 시기의 천문도라는 루퍼스(W. Carl Rufus, 1876-1946)의 주장¹¹이 오랫동안 정설로 받아들여져 왔다는 점을, 안상현과 전용훈이 각각 다른 맥락에서 비판적으로 검토했다는 사실을 언급하지 않을 수 없다.

안상현은 『천상열차분야지도』에 고려 시대의 피휘(避諱)와 11세기 중국 문헌의 내용이 반영되어 있다는 점을 근거로, 이 천문도의 모본이 고구려가 아니라 고려 시기의 천문도였을 가능성을 제기하였다.¹² 그는 “(…) 여의 끝 무렵[麗季] 병란 때에 강에 빠뜨려 잃어버렸다.”¹³라는 『해동잡록(海東雜錄)

⁹ 한영호, 앞 논문, 28.

¹⁰ 한영호·이은희·강민정, 『칠정산내편』 (한국고전번역원, 2020), 459-518.

¹¹ W. Carl Rufus, “The Celestial Planisphere of King Yi Tai-jo,” *Transactions of the Korea Branch of the Royal Asiatic Society* 4, part 3 (1913), 518.

¹² 안상현, “천상열차분야지도에 나오는 고려시대 피휘와 천문도의 기원,” 『고궁문화』 4 (2011), 125-157.

¹³ 안상현, 같은 논문, 146; 『해동잡록』에 수록된 원문은 다음과 같다. 天文圖石本, 舊在平壤城. 因麗季兵亂, 沈于江而失之. 國初有以一本, 投進者. 然歲久星度已差, 更推步以定今四件. 昏曉之中. 勤成新圖. 又新修中星記一編以進. 陽村圖說 (한국고전종합DB db.itkc.or.kr, 2025년 12월 15일 접속); 「천문도(天文圖)」의 석본(石本)은 옛날 평양성(平壤城)에 있었다. 고려말 병란으로 인하여 강에 빠져 분실되었다고 한다. 국초(國初)에 한 본(本)을 바치는 자가 있었으나 세월이 오래되어 별이 돌아가는 도수가 차이가 나 다시 천체의 운행을 관측하여 지금의 네 가지를 해질 무렵과 해뜰 때에 힘써 새로운 그림을 만들고 또 새로 「중성기(中星記)」한 편을 수찬하여 올렸다. 「양촌도설(楊村圖說)」, 정봉화 역,

』의 기사와, “고려 시대에 평양에 있었던 옛 석각의 탁본에 의거하여, 석각한 것이다.”¹⁴라는 『경성부사(京城府史)』의 기사를 함께 검토하였다. 이를 바탕으로 『해동잡록』이 전하는 양촌도설(陽村圖說)의 여계(麗季)는 고구려 말기가 아니라 고려 말기를 가리키는 것으로 해석해야 한다고 보았다.¹⁵

전용훈은 『고려사』 천문지의 성변(星變) 기사에 건(建)이라는 별자리가 총 11회 등장한다는 점을 들어, 고려에서 이 별자리의 명칭이 폐회되었다는 해석에는 신중한 입장을 보였다. 대신 이 천문도에 사용된 황도 12궁 명칭이 7세기 고구려의 천문 체계와 부합하지 않는다는 점을 들어, 『천상열차분야지도』 모본의 성립 시기를 고려 시대로 보는 견해를 제시하였다.¹⁶

한편 남궁승원은 기존 연구들이 『천상열차분야지도』의 제작 시기에 대해 상한선만 제시해 왔다는 연구사적 한계를 지적하였다. 그는 이 천문도를 조선 초 지식인들의 기자(箕子) 계승 의식이 반영된 산물로 해석함으로써, 고구려보다는 고려 말-조선 초의 정치·사상적 맥락에서 이해하는 것이 적절하다는 점을 강조하였다.¹⁷

이처럼 루퍼스의 고구려 기원설은 안상현, 전용훈, 남궁승원 등에 의해 여러 차례 비판되어 그 타당성이 크게 약화되었다. 그런데도 학계 일각에서는 여전히 『천상열차분야지도』 하단의 발문을 핵심 근거로 삼아 고구려 기원설을 지속적으로 주장하고 있다. 권근(權近, 1352-1409)의 발문에는 옛 천문도에서 묘수(卯宿)가 입춘 혼중성(昏中星)이었다고 적혀 있는데, 이 내용은 전통적으로 『천상열차분야지도』의 고구려 기원설을 입증하는 중요한 근거로 해석되어 왔다. 한영호는 이 시기가 3세기 중엽부터 10세기 중엽 사이라고 추정하였으며, 이를 바탕으로 『천상열차분야지도』가 “평양 천문도”에서 유래하였다고 단정하였다.¹⁸ 이에 본고에서는 입춘 혼중성이 평양 천문도의 실

『해동잡록 6』 (한국고전종합DB).

¹⁴ 안상현, 같은 논문, 147; 원문 출처는 다음과 같다. 京城府, 『第一卷 第二編 朝鮮時代の京城(其の一)』, 『京城府史』, (京城: 京城府, 1934); 『京城府史』(영인본, 전 6권) (경인문화사, 1990), 제1책, 189.

¹⁵ 안상현, 같은 논문, 147.

¹⁶ 전용훈, “루퍼스의 한국 천문학사 연구”, 『영국왕립아세아학회 잡지로 본 근대 한국 1』 (성남: 한국학중앙연구원출판부, 2019), 148-152; 전용훈, 『한국 천문학사』 (과주: 들녘, 2017), 201-210.

¹⁷ 남궁승원, “<天象列次分野之圖>에 나타난 역사계승의식” (서울대학교 석사학위논문, 2016).

체를 규명할 수 있는 결정적인 단서가 될 수 있는지에 대해서도 면밀히 검토하였다.

본 연구의 주 목표는 「중성기」에 대한 천문학적 분석을 통해 여말 선조의 밤시간 운용의 실상을 살펴보는 것이다. 특히 유방택이 어떤 전제하에 그 계산을 수행했는지, 또 그가 「중성기」의 오류를 교정하기 위해 실제 하늘의 별을 관측하였는지 등등 「중성기」에 관한 주요 의문점들을 세밀히 분석하고자 하였다.

2. 중성이란 무엇인가

1) 여말 선조의 시각 제도

낮시간은 해시계로 비교적 정확하게 측정하고 분할할 수 있었기 때문에 일찍부터 정시법(定時法)이 확립되었다.¹⁹ 그러나 밤시간은 낮시간과 비견할 수 있을 만큼 정확하게 측정할 수 있는 수단이 없었다. 이로 인해 기계식 시계가 보급되기 전까지는 밤시간은 단위 시간[更]의 길이가 절기별로 달라지는 부정시법(不定時法)에 따라 운용될 수밖에 없었다.²⁰

밤시간의 길이는 일출입(日出入) 시각을 기준으로 정해진다. 그 시각은 계절에 따라 달라지며, 같은 계절이라도 관측지의 위도에 따라 달라진다. 그러나 조선은 세종 대의 표준 시각 제도가 성립하기 전까지는 중국의 역법에 정해진 바에 따라 일출입 시각을 산정해야 했다.²¹ 일출입 시각이 정해지면, 그 시각에 혼명분(昏明分)을 가감하여 밤시간의 시작과 끝을 정할 수 있다.

¹⁸ 한영호, 앞 논문, 25.

¹⁹ 여말 선조의 시각법은 12시 100각법을 기본으로 하였으며, 하루는 100각(刻)으로 구분되었다. 유경로·이은성·현정준, 『세종장헌대왕실록 제26권 칠정산 내편』 (세종대왕기념사업회, 1973), 50; 1각은 현대의 시간으로 14.4분에 해당한다. 본 논문에서는 시간 관련 수치를 각 단위로 제시하였으며, 독자의 이해를 돕는 데 필요하다고 판단되는 경우에만 현대의 시간 단위로 환산한 값을 병기하였다.

²⁰ 당시 정확하게 작동하는 기계식 시계가 있었다면, 밤시간 역시 정시법에 따라 운용할 수 있었을 것이다. 그러나 그러한 수단이 없었기 때문에, 밤 시간의 시작과 종료를 일출입 시간에 맞추어 정하는 부정시법이 실제 운용에 적합한 방식이었다.

²¹ 전용훈, “세종 시대 서울 기준 시각법의 성립과 그 의의”, 『한국과학사학회지』 44:3 (2022), 683-684 참조.

전통적으로 밤시간은 등간격의 다섯 구간[更]으로 분할되었고, 각 구간은 다시 다섯 개의 소구간[點]으로 분할되어, 5경 5점 체계가 확립되었다.

연중 청명한 날씨가 계속되고, 밤시간에 언제라도 별의 시간각(時間角)을 정밀하게 측정할 수 있다면, 이론상으로는 야간 상용시를 상당히 정확하게 운용할 수 있다. 그러나 실제로는 기상 상태가 좋지 않아 별을 관측할 수 없는 날이 많고, 관측 인력과 장비의 한계로 인해 천문학적 시간 측정이 지속적으로 이루어지기는 어렵다. 따라서 밤시간은 상시 작동할 수 있는 물시계를 중심으로 유지될 수밖에 없었다. 다만 물시계 역시 온도 및 수위 변화 등의 요인으로 오차가 누적될 수밖에 없었기 때문에, 수시로 별의 남중을 관측하여 물시계로 측정된 밤 시각을 교정하는 절차가 필요하였다.

2) 중성의 정의

전통 중국 역법에서 중성은 28수의 수거성(宿距星, 각 별자리의 기준별) 중에서 가장 최근에 남중한 별을 기준으로 적도를 따라 동쪽으로 자오선까지 켜 각거리를 말한다. 수거성을 기준으로 적도를 따라 동쪽으로 목표하는 별까지 켜 각거리를 입수도(入宿度)라고 하므로, 중성은 간단히 자오선의 입수도라고 정의할 수 있다. 현대 천문학의 용어를 사용하면, 중성이란 남중한 별의 적경(赤經), 즉 항성시(恒星時)와 개념적으로 동일하다.²²

특별히 혼각(昏刻), 효각(曉刻)의 중성을 각각 혼중성, 효중성이라고 부르며, 그 외의 시각의 중성은 2경 중성, 3경 중성 등의 방식으로 나타낸다.

『천상열차분야지도』의 「중성기」에서 보듯이, 중성은 종종 좌표[入宿度]가 생략된 채 28수 명칭만으로 기록되기도 한다. 예를 들어, 입춘 혼중성이 묘수(昴宿)라는 것은 입춘날 혼각에 묘수(적도 좌표계에서, 황소자리 17번 별과 황소자리 엡실론 별 사이의 구역)가 자오선에 위치함을 의미한다. 이렇게 중성을 28수 명칭으로만 나타낼 때에는 간발의 차이로 중성이 인접 별자리로 넘어갈 수 있다는 점에 유의해야 한다. 예를 들어, 수시력법으로 추보했을 때 태조 을해년 망종의 혼중성은 각(角) 0.8도이나, 계산 착오로 +0.9도의 오차가 발생했다면, 각수(角宿) 바로 서쪽에 위치한 진수(軫宿)가 혼중성으로 기재된다²³ (제4장 <표 1> 참조).

²² 별의 적경은 춘분점을 기점으로 동쪽으로 재므로, 어떤 별이 남중한 순간 춘분점은 자오선의 서쪽으로 이 별의 적경만큼 떨어진 곳에 위치한다.

3) 중성기

원리적으로는 중성을 그때그때 추산할 수 있지만, 계산 도구가 발달하지 않았던 전통 시대에는 수십 년 동안 사용할 중성을 미리 계산해 두는 것이 일반적이었다. 수시력 계열의 역법에서 태양 운행에 관련된 수표의 기본 시간 간격은 절기의 평균 길이[氣策]이다. 이에 따라 물시계 운용에 필요한 수표도 24기에 맞추어 작성되었고, 중성도 이와 같은 시간 간격으로 계산되어 수표(數表)에 기재되었다. 때로는 24기의 중성을 따로 모아서 책으로 펴내기도 했는데, 『누주통의(漏籌通儀)』가 그 대표적인 예이다.²⁴ 이와 같은 수표를 중성기(中星紀 또는 中星記)라고 한다.

4) 「중성기」의 계산 연도와 기준 위도

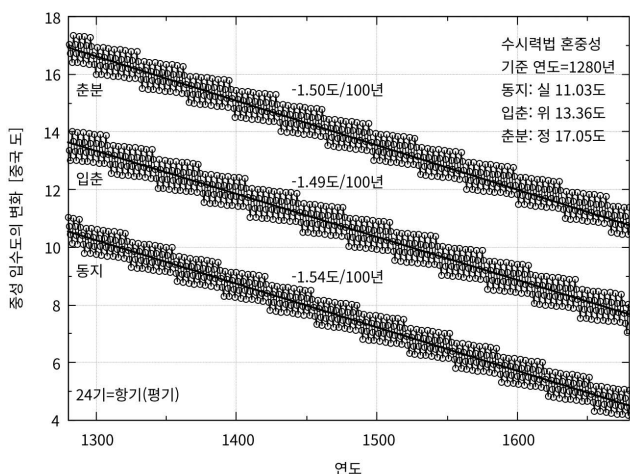
중성기는 원칙적으로 필요할 때마다 다시 계산해 사용할 수 있는 값이지만, 여말 선조의 역산 환경을 고려하면 『천상열차분야지도』의 각석과 동시에 중성기를 새로 계산하는 것은 현실적으로 가능하지 않았을 것이다. 당시의 계산 도구와 방법이 매우 원시적이었음을 감안하면, 중성기의 산출에는 상당한 시간이 소요되었을 것이 분명하다. 따라서 「중성기」에 기록된 중성은 천문도 각석 시점에 맞추어 즉각 계산된 값이라기보다는, 적어도 수개월에서 길게는 2~3년 앞선 시점에 미리 계산된 결과였을 가능성이 크다. 통상적으로 『천상열차분야지도』의 각석 시기는 태조 을해년(1395)으로 알려져 있는데,²⁵ 중성기의 계산 시점이 이보다 앞선 경우 그로 인한 오차가 어느 정도인지 살펴볼 필요가 있다.

²³ 각수(角宿)와 진수(軫宿)의 적도 수도는 각각 12.1도, 17.3도이며, 각수는 진수의 바로 동쪽에 위치한다. 만약 망종의 혼중성이 진 17.2도로 산출되었다면, 불과 0.1도 차이로 각수가 아니라 그 서쪽에 인접한 진수가 망종 혼중성으로 기재되었을 것이다. 중성의 좌표, 즉 입수도가 함께 기재되어 있는 경우에는 진 17.2도이든 각 0.8도(=진 18.1도)이든 해석상 큰 문제가 되지 않는다.

²⁴ 세종 19년경(1437) 함길도와 평안도의 군사 요충지에 주야의 시각을 측정하는 의기를 보낼 때 『누주통의』도 한 권씩 하사하였다. 남문현, 『한국의 물시계』 (건국대학교출판부, 1995), 69-70; 경점법(更點法)과 『누주통의』에 관한 기본적인 내용은 다음 책에 잘 요약되어 있다. 남문현, 『장영실과 자격루-조선시대 시간측정 역사 복원』 (서울대학교출판부, 2002), 199-202.

²⁵ 음력으로는 1395년 12월이나, 율리우스력으로 환산하면, 1396년 1월이다.

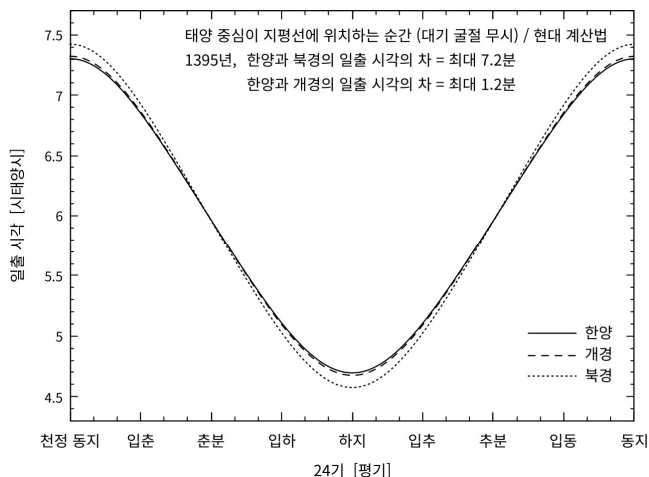
그림 1 수시력법으로 계산된 중성 입수도의 변화



<그림 1>에서 알 수 있듯이, 계산 연도가 몇 년 앞당겨진다고 해서 중성의 편차가 육안 관측으로 쉽게 확인할 정도로 커지지는 않는다. 예컨대 세종 15년(1433)과 세종 26년(1444)의 중성은 특정 절기에서 최대 약 1° 정도 차이가 난다. 2~3년의 시차로 인한 중성 입수도의 최대 편차 또한 1.4° 미만으로, 당시의 측정 기기로는 검출 불가능한 수준이다. 따라서 「중성기」의 계산 연도와 각석 시기의 차이에 따른 오차는 실질적으로 문제가 되지 않는다고 볼 수 있다.

계산 연도와 달리, 계산 기준지는 전혀 다른 성격의 문제다. 중국의 전통 역법은 계산 기준지가 고정되어 있는데, 수시력법의 경우 그 장소는 북경(북위 39.92° , 동경 116.42°)이다. 수시력법을 다른 지역에서 그대로 사용할 경우, 관측지의 위도에 따라 달라지는 수표를 해당 지역의 위도에 맞게 변경하지 않는 한 계산 결과는 항상 북경의 천상을 반영하게 된다. 조선의 역산가들이 한양의 위도에 맞는 중성기를 자체적으로 계산하여 활용하기까지는 조선 개국 이후 근 40년이나 지나야 했다. 이러한 사실들을 종합하면, 『천상열차분야지도』의 「중성기」는 개경(북위 37.97° , 동경 126.58°)이나 한양(북위 37.55° , 동경 126.97°)이 아니라 북경의 천상을 기준으로 한 계산 결과로 이해하는 편이 가장 자연스럽다.

그림 2. 개경과 한양의 위도차에 따른 일출 시각의 차이



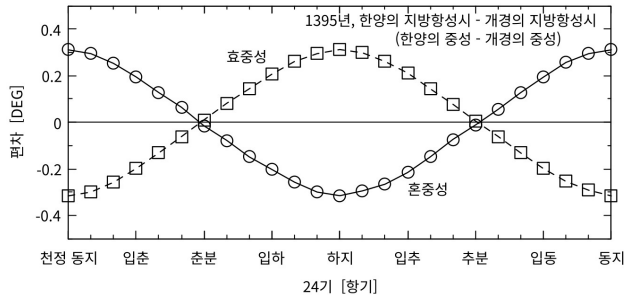
위도 문제와 관련하여 한 가지 확인하고 넘어갈 점은 유방택이 개경의 위도[北極出地]에 맞게 조성한 수표(數表)를 사용했을 가능성이 있다. 당시 유방택은 한양의 위도를 몰랐기 때문에, 그가 개경의 위도에 맞는 일출분 수표를 계산했다면, 『원사』에 기록된 고려의 북극출지 38도소(三十八度少)를 적용했을 것이다. 그런데 이순지(李純之, 1406-1465)의 『교식추보법가령(交食推步法假令)』 서문에는 한양의 북극출지가 38도소약(三十八度少弱)으로 기록되어 있다.²⁶ 현대의 단위로 환산하면, 개경은 37.73° , 한양은 37.62° 가 되어, 두 값의 차이는 0.1° 에 불과하다.²⁷ 따라서 유방택이 수시력의 일출분 수표를

²⁶ 이순지, 『交食推步法假令』序, “先測定我國北極出地三十八度小弱”; 전용훈의 연구에 의하면, 한양의 북극출지가 『원사』에 기록된 38도소와 일치한다는 것을 확인한 후, 이 위도에 맞추어 세종 14년(1432) 7월 목간(木簡)을 제작하였다. 전용훈, 『한국 천문학사』, 187.

²⁷ 이와 같은 우연의 일치가 나타난 원인은 세종 대 한양의 북극출지에 비해 개경의 북극출지가 상대적으로 더 부정확했기 때문이다. 개경과 한양의 실제 위도차는 0.4° 정도로 매우 작아서 당시의 측정 기기로는 이 차이를 명확하게 구분하기가 불가능했다; 전통 중국 역법의 각도 표기법에서 소(少)는 $3/12$, 소약(小弱)은 $2/12$ 를 나타낸다. 원둘레를 365.25도로 하는 중국식 각도 체계에서 1도(度)는 오늘날의 0.9856° 에 해당한다. Nathan Sivin, *Granting the Seasons: The Chinese Astronomical Reform of 1280, With a Study of Its*

개경의 위도에 맞게 교정하였더라도 그 결과는 세종 대에 완성된 한양 기준의 수표와 별반 다를 바 없었을 것이다.

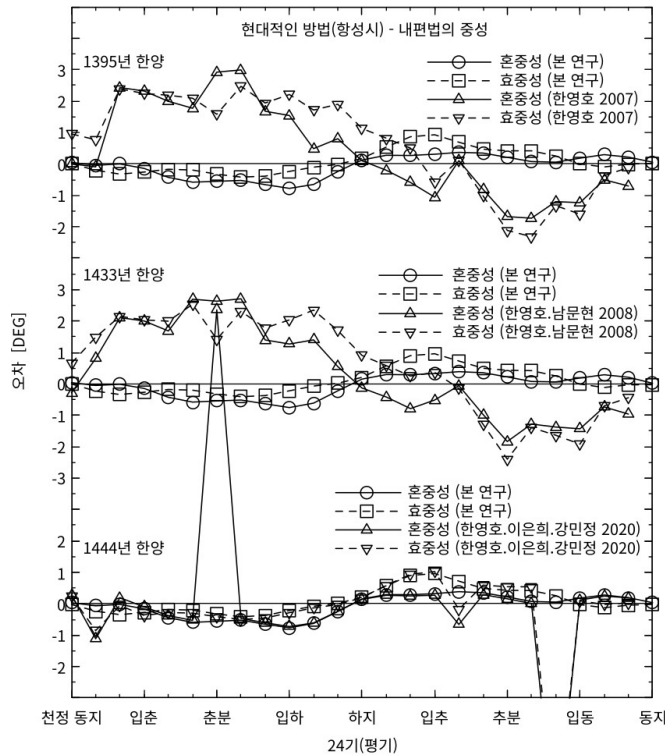
그림 3. 개경과 한양의 위도차에 따른 중성(지방 항성시)의 차이



수시력 계열 역법에서 관측지의 위도에 따른 중성의 편차를 직접적으로 추적하는 것은 사실상 불가능하다. 그러나 특정 시점의 지방 항성시를 계산하면, 개경·한양·북경에서 바라본 중성의 차이를 정량적으로 확인할 수 있다. <그림 2>는 개경과 한양의 실제 위도 차이로 인해 발생하는 일출입 시각과 혼효각의 차이를 나타낸 것으로, 두 지역의 일출 시각의 차이는 현대의 시간으로 약 1.2분에 불과하다. 이러한 일출 시각의 차이는 혼효각의 차이로 이어지며, 그 결과 이에 차이에 상응하는 만큼 중성 입수도에 차이가 발생한다. <그림 3>은 개경과 한양을 기준으로 계산된 중성 입수도의 차이를 나타낸 것이다. 이 차이는 최대 약 0.3°에 불과하며, 당시의 관측 기기로는 검출 불가능한 수준이었다. 따라서 개경과 한양의 위도 차이가 「중성기」 해석에 실질적인 영향을 미친다고 보기 어렵다.

3. 「중성기」에 대한 기존의 논의

그림 4. 내편법으로 계산한 중성기의 오차



1) 한영호의 중성기 검증과 그 정확성에 대한 재고

한영호는 『천상열차분야지도』의 「중성기」가 수시력법으로 추보한 결과와 크게 다르지 않다고 주장했다. 한영호는 “태조 천문도의 중성기를 수시력법을 따라 추보하여 비교의 기준으로 삼는 것이 타당할 것”이라고 말하였으나

자신의 계산에서는 수시력법이 아닌 내편법을 사용하였다.²⁸ 두 역법의 추보 결과가 거의 같다고 해도 입수도의 작은 차이로 인해 중성이 속한 별자리가 달라질 수 있다. 따라서 「중성기」를 내편법의 계산 결과와 직접 비교하는 것은 적절하지 않다.

중성 추보에서 가장 기본이 되는 것은 구하고자 하는 날의 일출 시각이다. 수시력의 일출분은 북경의 위도에 맞게 조성된 수표를 사용하여 구하도록 되어 있으나, 내편법에서는 한양의 위도에 맞게 새로 만들어진 수표를 사용한다. 『천상열차분야지도』의 각석 시기로 알려진 1395년에는 한양의 위도에 맞는 그 어떤 수표도 존재하지 않았다.²⁹ 이 점을 모를 리 없는 한영호가 수시력법이 아닌 내편법으로 「중성기」를 검증한 것은 연구의 신뢰성에 의문을 갖게 한다.

「중성기」의 정확도를 파악하는 가장 쉬운 방법은 절기별 혼각과 효각의 지방 항성시를 입수도로 환산해 수시력법의 추보 결과와 비교하는 것이다.

<그림 4>는 1395년(을해년), 1433년(세종 15년), 1444년(세종 26년) 중성기의 계산 오차를 나타낸 것이다. 맨 위의 그래프는 한영호가 계산한 1395년 중성기의 오차를 보여 준다. 한영호의 계산값은 오차 범위가 비교적 크고 변화도 불연속적이다. 특히 춘분과 청명 구간에서 약 $+3^{\circ}$ 의 오차를 보인다. 지구가 1° 자전하는 데 약 4분이 소요되므로, 중성에서 3° 의 오차는 현대의 시간으로 약 12분에 해당한다. 이에 비해 필자의 계산 결과는 $\pm 1^{\circ}$ 이내의 정확도를 보이며, 중성의 변화도 모든 구간에서 연속적으로 나타난다. 필자와 한영호가 계산한 결과는 춘분·청명 구간에서 약 4° , 추분·한로 구간에서도 약 3° 의 차이를 보인다. 이는 한영호의 계산값이 수시력법의 계산 절차를 착오 없이 그대로 적용하여 산출한 값과 비교할 때, 최대 4° 까지 어긋날 수 있음을 보여 준다.

가운데 그래프는 한영호·남문현이 계산한 세종 15년 중성기³⁰의 오차를

²⁸ 한영호, 앞 논문, 27.

²⁹ 기존의 연구들을 종합해 보면, 한양의 위도에 맞는 수표는 세종 15년(1433) 이후에 완성되었고, 그마저도 일출입 시각을 산출하는 데 사용하는 수표가 유일했다. 보다 자세한 내용은 각주 30을 참조하라.

³⁰ 한국 천문학사에서 『천상열차분야지도』의 「중성기」에 필적할 정도로 중요한 중성기는, 실물이 전하지 않는 세종 15년의 중성기였을 가능성이 있다. 세종 15년 중성기의 실존 여부 자체는 문헌상으로 확인되지 않는다. 다만, 전용훈의 연구에 따르면, 자격루가 세종 16년

나타낸 것이다. 오차의 양상은 1395년의 경우와 유사하다. 만약 한영호의 계산이 정확하다면, 이후 발표된 한영호·이은희·강민정의 새 역주본에도 비슷한 값이 나와야 한다. 그러나 해당 역주본에 수록된 1444년의 중성기는 앞선 결과와는 뚜렷한 차이를 보인다.

맨 아래 그래프는 한영호·이은희·강민정이 계산한 1444년 중성기의 오차를 나타낸 것이다. 일부 절기에서 7° 이상 차이가 나타나지만, 대부분의 구간에서 현대적인 방법으로 구한 값과 $\pm 1^\circ$ 이내에서 일치하며, 필자가 내편법의 절차를 따라 계산한 결과와도 큰 차이가 없다.³¹ 그러나 필자가 개발한 중성 프로그램으로 1395년과 1433년의 중성기를 계산했을 때, 역법(내편법/수시력법), 28수 적도 수도(『천상열차분야지도』의 옛 수도/수시력의 새 수도) 등 어떤 전제 조건하에서도 한영호·남문현의 계산값과 유사한 결과는 재현할 수 없었다.³²

(1434) 7월부터 국가 표준 시계로 실용될 수 있었던 이유는, 그 전년도인 세종 15년 9월 자격루 완성 무렵에 이미 한양 기준의 일출입 시각과 주야각 등이 계산되어 보고되었기 때문이다. 이는 이론적 수준에서 한양 기준의 표준시 체계가 이미 확립되었음을 의미하며, 그 과정에서 한양 기준의 중성기 역시 계산되었을 가능성을 강하게 시사한다. 전용훈의 분석이 타당하다면 세종 15년의 중성기는 조선 전기 표준시 체계의 실질적인 출발점으로 볼 수 있다. 전용훈, 앞 논문, 699-705 참조; 반면, 한영호·이은희·강민정은 그 전환점을 세종 갑자년(1444)으로 보고 있다. 한영호·이은희·강민정, “세종의 역법 제정과 『칠정산』”, 『동방학지』 168 (2014), 105; 한영호 등이 『칠정산 내편』의 새 역주본에 세종 갑자년 중성기를 수록한 것도 이러한 인식에 따른 것으로 보인다. 한영호·이은희·강민정, 앞 책, 517-518.

³¹ 필자의 계산 결과와 크게 어긋나는 수치들(춘분 혼중성, 상강의 혼중성 및 효중성)은 조판 과정에서 숫자를 빠뜨리거나 글자를 잘못 입력했기 때문일 것이다.

³² <그림 4>의 세 번째 그래프(1444년 중성기의 오차)를 통해 중성 계산의 신뢰성을 간접적으로 가늠할 수 있다. 본 논문에서 말하는 중성의 오차란 주어진 시점의 지방 항성시와 수시력법(또는 내편법)에 의한 중성의 차이를 말한다. 일부 구간에서 큰 오차를 보이기는 해도, 전반적으로 한영호 등(2020)의 계산값은 필자의 계산값과 잘 일치한다. 또한 오차의 범위가 $\pm 1^\circ$ 로 비교적 작다는 사실, 그리고 오차의 변화가 연속적으로 나타난다는 사실에서 필자가 개발한 중성 계산 프로그램이 해와 별의 규칙적인 운동을 잘 묘사하고 있음을 짐작할 수 있다. 반면 한영호(2007), 한영호·남문현(2008)의 계산값은 오차 범위가 상당히 크고 그 변화가 불연속적으로 나타나는 특성이 있다. 중성이란 자오선에 위치한 28수 기준별의 입수도를 의미하며, 이것은 곧 자오선에 위치한 별의 적경, 즉 지방 항성시와 동일한 개념이다. 항성시는 시간의 함수이므로, 계산이 정확하다면, 연중 혼효각의 중성 입수도 또한 연속적으로 변화해야 하고, 그 오차 또한 연속적으로 변화하는 것이 정상이다(<그림 6> 참조).

2) 묘수가 입춘 혼중성이었던 시기

옛 천문도에서 묘수(昴宿)가 입춘의 혼중성이었다는 권근의 발문 내용과 관련하여, 한영호는 묘수가 입춘의 혼중성이 될 수 있었던 시기를 대략 3세기 중엽부터 10세기 중엽 사이로 구체적으로 비정하였다.³³ 한영호의 중성이 필자의 그것과 차이가 많이 나듯이, 묘수 입춘 혼중성의 시기도 필자가 추산한 것과는 상당히 큰 차이가 있다.

<그림 5>는 입춘 혼중성의 변화를 나타낸 것이다. 중성의 변화가 계단식으로 나타나는 것은 중성을 별자리 이름만으로 표시했기 때문이다. 사각형으로 표시된 구간은 간발의 차이로 중성이 양쪽 별자리를 드나드는 시기에 해당한다. 입춘 혼중성이 필수(畢宿)와 묘수, 묘수와 위수(胃宿)를 번갈아드는 현상은 60~70년 동안 지속된다.

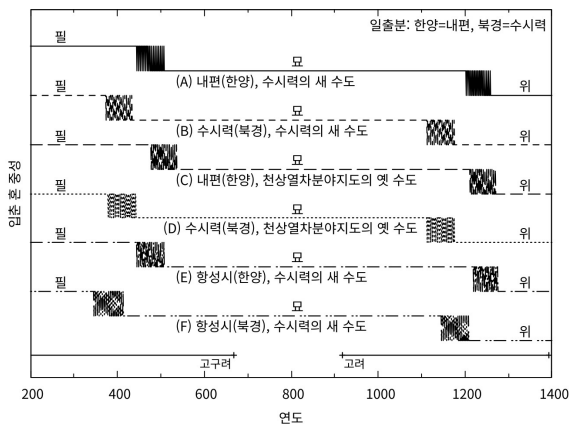
권근이 『천상열차분야지도』의 발문에서 말하는 입춘 혼중성은 개경 또는 한양에서 실제로 보이는 하늘의 중성이 아니라 역법의 기준지에 대한 중성으로 해석해야 한다. 게다가 혼각에는 하늘이 너무 밝아서 묘수와 위수의 수거성을 볼 수 없다는 점을 감안하면,³⁴ 이는 실제 하늘의 중성이 아니라 계산상의 중성임을 알 수 있다.

유방택이 수시력법에 따라 중성을 후보했다고 가정하면, 입춘 혼중성은 12세기 초까지는 묘수였다가, 12세기 초엽에서 중엽까지 60~70년 동안 묘수와 위수에 번갈아들었고, 12세기 말엽에는 위수로 완전히 바뀌었다. 필자의 계산에 의하면, 권근의 발문에 나오는 묘수 입춘 혼중성의 가능한 시기는 5세기 중엽부터 12세기 초반까지이다. <그림 5>에서 (B)와 (D)가 이 경우에 해당한다. 한영호의 추정치와 비교하면, 연대의 하한선이 적어도 150년은 차이가 난다. 10세기 중엽이 그 하한선이라면 고려 초기와 겨우 몇십 년 겹칠 뿐이어서 천문도의 모본이 고려 시대에 제작되었을 가능성은 그리 크지 않다고 볼 수 있다. 그러나 그 하한선이 12세기 초엽이라면, 입춘 혼중성이 묘수였다는 사실을 근거로 『천상열차분야지도』의 모본 천문도가 고구려 시대에 제작되었다고 단정하기는 어렵다.

33 한영호, 앞 논문, 25.

34 묘(17 Tau)와胃(35 Ari)의 실시등급(육안 겉보기 등급)은 각각 3.7(4등급), 4.6(5등급)이다(제5장 <표 2> 참조).

그림 5. 입춘 혼중성의 변화



4. 수시력법에 따른 중성기의 정확도

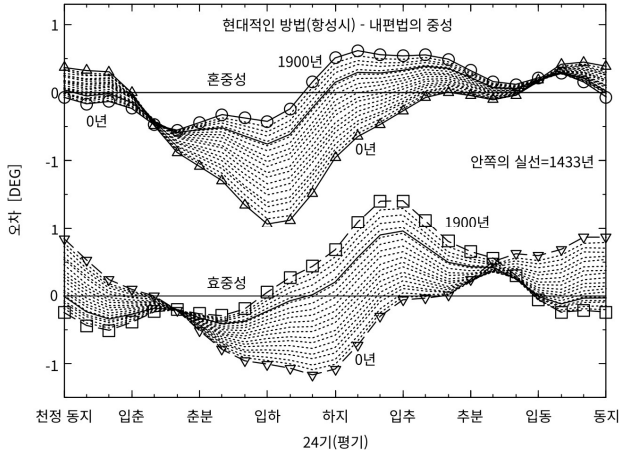
본 연구에서는 구하고자 하는 연도의 24기 혼효 시각을 세계시(UT) 시각으로 변환한 다음, 그 시점의 지방 항성시, 즉 북경 또는 한양의 자오선에 위치한 별의 적경을 초 단위의 정밀도로 계산하고, 그 결과를 수시력법의 좌표계의 값으로 환산하였다. 천문학적 시간 및 좌표의 변환은 구면천문학 교과서에 수록된 표준적인 방식과 절차를 따랐다.³⁵ 가장 기본적인 수치인 태양의 좌표는 현대 천체력(DE441)을 이용해 계산하였다.³⁶

³⁵ W. M. Smart & R. M. Green, *Textbook on Spherical Astronomy* (6th Edition), (Cambridge: Cambridge University Press, 1977), 386-401; J. Meeus, *Astronomical Algorithms* (Richmond: Willmann-Bell, Inc., 1998), 87-89; 천체역학적 계산에 사용되는 역학시(TD)와 지구 자전에 의존하는 세계시(UT) 간의 시간 변환에 필수적인 ΔT ($=TD-UT$) 값은 다음의 논문에서 공식으로 계산하였다. Morrison L. V., Stephenson, F. R., "Historical values of the Earth's clock error ΔT and calculation of eclipses", *Journal for History of Astronomy*, 35 (2004), 327-336; 1620년 이후의 ΔT 값은 *The Astronomical Almanac for the Year 2001* (Washington: U. S. Government Printing Office, 2000)의 D2에 수록된 표를 사용해 계산하였다.

³⁶ R. S. Park, W. M. Folkner, J. G. Williams, D. H. Boggs, "The JPL Planetary and Lunar Ephemerides DE440 and DE441", *The Astronomical Journal* 161:105 (2021).

중국의 전통 역법에서는 관측지의 좌표가 고정되어 있으나, 현대적인 방법으로 천체의 출몰과 남중 시각을 계산할 때에는 관측지의 좌표가 반드시 필요하다. 본 연구에서는 북경(북위 39.92° , 동경 116.42°)과 한양(북위 37.55° , 동경 126.97°)을 관측자 위치로 설정하였다.

그림 6. 내편법의 중성 오차의 변화



<그림 6>은 기원전 1년(0년)부터 1900년까지 100년 간격으로 절기별 중성의 오차를 나타낸 것이다. 한양 기준의 표준 시각 제도가 확립된 세종 15년(1433)의 경우 최대 오차는 대략 $\pm 1^{\circ}$ 이다. 조선 초기의 측정 기기로 중성을 관측할 때 측정 오차의 범위를 $\pm 1^{\circ}$ 라고 가정하면, 계산상의 중성과 실제 하늘의 중성의 차이를 육안으로 확인하기는 어려웠을 것이다. 필자의 계산에 의하면, 세종 15년과 세종 26년(1444)의 중성의 차이 또한 최대 1° 에 불과하다. 따라서 세종 15년의 중성기를 세종 26년에 그대로 사용하더라도 이로 인한 오차는 실용상 큰 문제가 되지 않았다고 볼 수 있다.

1) 중성 계산에서 발생 가능한 오차의 유형

수시력 계열 역법에서 중성 계산의 정확도에 영향을 주는 요인은 모두 다섯 가지이다. 이 장에서 설명하는 오차는 수시력법의 절차를 정확하게 따라서 계산했을 때 발생하는 이론상의 오차를 말한다.

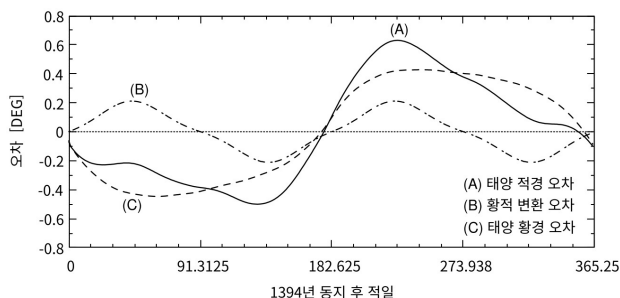
① 태양 위치 오차

수시력 계열의 역법에서 24기의 중성의 좌표를 계산할 때 그 기준점은 구하고자 하는 날 오정(午正)의 태양의 위치이다. 대략적으로 말하자면, 오정의 태양의 위치 오차가 곧 중성의 오차일 수밖에 없다. 태양의 위치가 중성의 정확도에 영향을 주는 또 다른 경로는 혼각과 효각의 산정 과정이다. 혼각과 효각은 일출입 시각의 함수이고, 일출입 시각은 태양 위치의 함수이므로, 태양의 위치가 부정확하면 중성도 그에 상응하는 만큼 부정확할 수밖에 없다.

<그림 7>은 수시력 계열 역법의 태양 위치 오차를 나타낸 것이다.³⁷ 수시력법의 절차를 정확하게 따르더라도 그림에 표시된 것(C)처럼 최대 $\pm 0.4^\circ$ 의 오차는 불가피하다. 오차의 주된 원인은 태양의 부등 운동을 추산하는 데 사용되는 영축 입성의 기본 수치[盈縮差]가 부정확하기 때문이다.³⁸ 중성의 오차를 유발하는 다른 모든 요인을 제거하더라도, 가장 근본적인 오차인 태양의 위치 오차에 의한 영향은 중성의 오차에 그대로 반영된다.

② 황적 변환 오차

그림 7. 수시력법의 태양 위치 오차와 황적 변환 오차



³⁷ 중국 전통 역법에서 모든 계산의 기준 시점은 구하고자 하는 해의 전년도 동지[천정동지]이다. 이에 따라 <그림 7>의 가로축 구간을 올해년 천정동지(1394년 동지)부터 올해년(1395) 동지까지로 설정했다. 가로축 구간을 1395년 동지부터 그 다음해 동지까지로 설정하더라도 결과는 거의 같다.

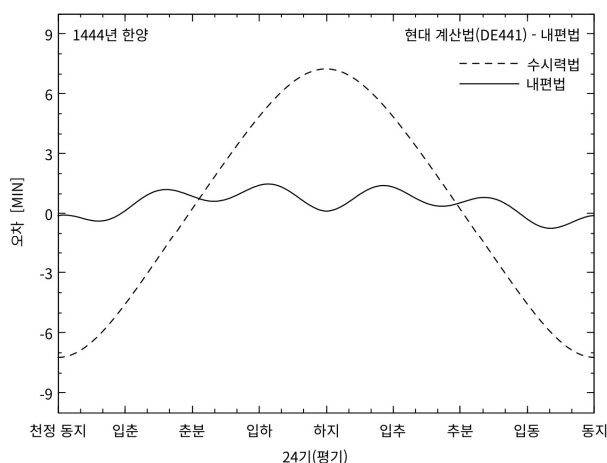
³⁸ 김동빈·전준혁, “중수대명력의 영축 보간법 고찰”, 『한국과학사학회지』 45:3 (2023), 474-475.

오정의 태양 위치와 일출입 시각이 정확하게 계산되었다고 해도, 태양의 황도 좌표를 적도 좌표로 변환하는 과정에서 발생하는 오차는 중성의 오차에 그대로 반영된다.³⁹ <그림 7>에서 황적 변환 오차(B)는 태양의 위치 오차(C)의 절반에 불과하나 두 오차가 같은 방향으로 증첩되면 중성의 오차는 최대 0.7°에 달한다. 실선(A)은 태양의 황도 좌표가 황적 변환을 거쳐 적도 좌표로 변환되었을 때의 오차를 나타낸다.

③ 일출분 오차

태양의 위치 오차와 황적 변환의 오차는 적도상의 태양 위치에 직접적으로 영향을 주지만, 일출분의 오차는 시간을 통해 간접적으로 영향을 준다. 예를 들어, 일출분의 오차에 따른 혼각의 오차가 4분이라면, 이 시간 동안 지구가 자전하는 각도만큼 중성의 위치가 부정확해진다.

그림 8. 내편법과 수시력법의 일출 시각의 오차 (한양 기준)



<그림 8>에 잘 나타나 있듯이, 한양에서 내편법을 사용했을 때 일출분의 최대 오차는 현대의 시간으로 약 2분 미만이다. 이로 인해 추가적으로 나타

³⁹ 다음 책에 수록된 4-부분 공식(four-parts formula)을 이용해 황적 변환 공식을 유도할 수 있다. Smart W. M. & Green R. M., op. cit., 12; 이은성, 『역법의 원리분석』 (정음사, 1986), 428.

나는 중성의 오차는 약 0.5° 로 태양의 위치 오차와 비슷한 수준이다.

이상에서 살펴본 세 가지 요인으로 인한 중성 오차의 최댓값은 약 1.2° 임을 알 수 있다. 이 오차는 역법 자체의 구조적 한계에 따른 본원적 오차이다. 여기에 계산 과정에서 발생할 수 있는 다양한 착오로 인해 2차 오차가 추가되면, 최종 오차는 <그림 4>에 제시된 값보다 더 크게 나타날 수 있다. 필자의 분석 결과, 『천상열차분야지도』의 「중성기」에는 역법 자체의 부정확성에서 비롯된 본원적 오차 외에 유방택의 계산 착오에 따른 2차 오차가 포함되어 있음이 확인되었다(<그림 12> 참조).

④ 28수 적도 수도의 오차

중국 역법에서는 천체의 적도 좌표를 적도상의 한 기준점으로부터 떨어진 각거리로 나타내지 않고, 천구의 적도 위아래에 부등 간격으로 위치한 28개 기준별[宿距星]과의 각거리로 나타낸다. 이때 천구의 북극과 각 기준별을 지나는 시간권(時間圈)들 사이의 각도가 바로 그 구간의 수도(宿度)이다. 지구의 세차 운동과 별들의 고유운동으로 인해 오랜 세월이 흐르면 적도 수도가 달라진다. 그 변화가 매우 느리므로, 수십 년 동안에는 적도 수도를 상수로 취급해도 무방하다. 그러나 기준 시점의 수도 값은 관측을 통해 결정할 수밖에 없다. 기준별의 위치 오차에 따른 중성의 오차는 어떤 방법으로도 제거할 수 없다. 역산(曆算)의 기준 시점에 좌표계의 기준점들이 이미 어긋나 있으므로, 좌표 변환이 아무리 정확하다고 해도 본원적인 오차는 계산이 종료될 때까지 그대로 전파된다.

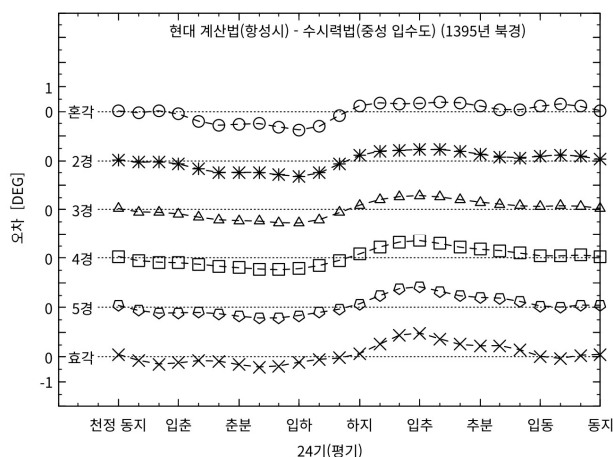
28수 적도 수도의 오차는 상쇄되는 경향이 있기 때문에 최종 오차에 미치는 영향은 미미하다. 중성의 좌표를 동지점을 기점으로 환산한 다음 현대적인 방법으로 구한 값과 비교했을 때는 수도의 오차에 의한 효과는 나타나지 않는다. 본고에서 말하는 중성 오차는 바로 이 방식으로 계산한 것이다.

⑤ 수시력법을 한양에서 사용했을 때의 오차

<그림 9>는 지금까지 살펴본 네 가지 요인이 모두 반영되었을 때의 오차를 나타낸 것이다. 여기서 3경과 4경의 중성이 다른 경중정보보다 조금 더 정확하다는 것을 알 수 있다. 이와 같은 특성은 수시력법을 한양에서 사용했을 때 더욱 두드러지게 나타난다(<그림 10> 참조).

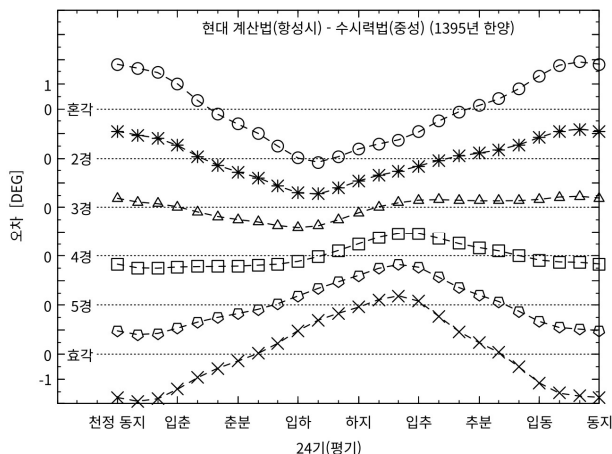
한양 기준의 주야각과 일출분이 확립되기 전까지는 북경 기준의 수표를 사용해야 했다. 이로 인한 일출입 시각의 오차는 현대의 시간으로 최대 7분 이고, 이에 따라 추가적으로 발생하는 중성 오차는 약 1.8° 에 달한다. 그 결과 다른 네 가지 요인으로 인한 오차에 이만큼의 오차가 추가되어 최종적으로 최대 약 3° 의 오차가 발생할 수 있다. 실제로는 다섯 종류의 오차가 일부 상쇄되기 때문에 3° 에 가까운 큰 오차가 나타나는 경우는 드물겠지만, 통상적으로 1° 이상의 오차는 매우 자주 발생했을 것으로 보인다.

그림 9. 수시력법으로 계산한 혼효 및 경중성의 오차 (북경 기준)



필자는 유방택이 혼신의 힘을 다해 중성을 후보했다고 해도 <그림 9>에서 확인되는 수준의 오차는 피하기 어려웠을 것이라고 본다. 게다가 유방택의 계산이 정확하지 않았기 때문에 최종 오차는 이보다 훨씬 더 컸을 것이다. 다음 절에서 자세히 살펴보겠지만, 「중성기」에 숨어 있는 오차의 상한과 하한은 상당히 넓은 범위에 걸쳐 있다.

그림 10. 수시력법으로 계산한 혼효 및 경중성의 오차 (한양 기준)



중성이 물시계로 유지되는 밤 시각의 역법적 근거가 된다는 점에서 <그림 10>이 시사하는 바는 매우 중요하다. 그림의 세로축은 중성 입수도의 오차를 각도 단위로 나타낸 것이다. 천구 적도를 따라 측정되는 입수도의 1° 차이는 현대의 시간으로 약 4분에 해당한다. 혼효 중성의 경우 그림에 나타난 최대 오차는 약 2.5° 이며, 이는 수시력법을 한양에서 적용했을 때 혼효 중성으로 측정되는 시각이 최대 약 10분 정도 어긋날 수 있음을 의미한다. 그러나 혼효각에는 하늘이 너무 밝아 정상적인 천문 관측이 어려우며, 망원경 없이 이 오차를 확인하는 것은 사실상 불가능하다. 이에 비해 3경과 4경은 자정 전후에 해당하므로, 이 시각의 중성은 혼효 중성에 비하면 상당히 정확하다.

이러한 특성을 고려하면, 자정 무렵의 중성 관측을 통해 하루에 한 번만 물시계의 오차를 교정하더라도, 복경의 일출입 시각과 주야각을 한양에서 그대로 사용하는 데에는 실용상 크게 문제 될 것은 없다. 중성의 계산과 관측이 정확하고, 자격루에 필적하는 수준의 물시계가 마련되어 있다면, 이처럼 단순한 방식만으로도 밤 시각의 정확도를 ± 2 각(현대의 시간으로 28.8분) 이내로 유지하는 것은 충분히 가능하다.

표 1. 수시력법으로 계산한 태조 을해년(1395) 중성기

- 현대적인 방법: 혼각과 효각의 지방 항성시로부터 환산한 값.
 -28수 적도 수도: 수시력법의 새 수도(宿度).
 -입수도(入宿度)의 단위: 중국 도 (1度=0.9856°).
 -오차: 현대 계산값과 수시력법의 계산값의 차. 현대 각도 단위(°).
 -이탤릭체: 이상적인 조건하에서 혼효각에 관측 가능한 수거성 (표 2 참조).
 -음영: 「중성기」와 일치하지 않는 경우.
 -굵은 숫자: 유방택의 계산 오차가 1.5度 이상인 경우.
 -밑줄 표시: 1度 미만의 차이로 인접 별자리로 밀린 경우.

번호	24기 (항기)	천상열차 분야지도		본 연구									
				현대 방법 (북경)			수시력법 (북경)						
		혼	효	혼	효		혼	오차	효	오차		효	오차
3	입춘	胃	저	胃	12.0	방	胃	12.1	-0.1	방	3.9	-0.2	
4	우수	필	심	필	4.5	미	필	4.9	-0.4	미	1.9	-0.1	
5	경칩	삼	미	삼	6.2	미	삼	6.8	-0.6	미	11.2	-0.2	
6	춘분	정	미	정	15.2	기	정	15.8	-0.5	기	1.7	-0.3	
7	청명	정	기	귀	0.7	기	귀	1.2	-0.5	두	0.2	-0.4	
8	곡우	성	두	성	3.9	두	성	4.6	-0.6	두	9.4	-0.4	
9	입하	장	두	장	16.4	두	장	17.1	-0.7	두	19.3	-0.2	
10	소만	익	우	익	17.6	우	익	18.3	-0.6	우	5.4	-0.1	
11	망종	진	여	각	0.7	허	각	0.8	-0.2	허	0.8	0.0	
12	하지	항	危	항	5.2	危	항	4.9	+0.2	危	6.6	+0.1	
13	소서	저	실	저	10.9	실	저	10.5	+0.3	실	7.4	+0.5	
14	대서	방	벽	심	2.1	벽	심	1.7	+0.3	벽	7.7	+0.9	
15	입추	미	규	미	7.0	루	미	6.6	+0.3	루	0.8	+1.0	
16	처서	미	胃	미	17.7	胃	미	17.3	+0.4	胃	9.1	+0.7	
17	백로	기	필	기	7.7	필	기	7.4	+0.3	필	1.1	+0.5	
18	추분	두	삼	두	6.1	삼	두	5.9	+0.2	삼	2.4	+0.5	
19	한로	두	정	두	14.9	정	두	14.8	+0.1	정	10.1	+0.5	
20	상강	두	정	두	24.8	정	두	24.8	+0.1	정	30.7	+0.3	
21	입동	여	성	여	2.7	성	여	2.5	+0.2	성	1.6	0.0	
22	소설	허	장	허	3.2	장	허	2.9	+0.3	장	15.0	0.0	
23	대설	危	익	危	7.9	익	危	7.7	+0.2	익	16.7	+0.1	
0	동지	실	진	실	8.3	진	실	8.3	0.0	진	15.8	+0.1	
1	소한	벽	항	규	1.5	항	규	1.6	-0.1	항	3.6	-0.1	
2	대한	규	저	루	4.0	저	루	4.0	+0.0	저	8.3	-0.3	

2) 『천상열차분야지도』의 「중성기」의 오차의 한계 추정

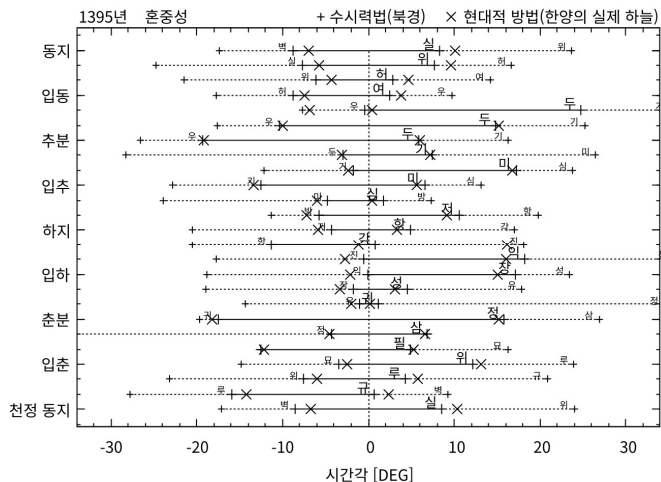
<표 1>은 「중성기」의 오차 범위를 추정하기 위해 수시력법에 따른 정확한 추보값과 현대적인 방법에 의한 결과를 비교한 것이다. 「중성기」가 별자리

단위로만 기재되어 있기 때문에 당시의 중성 계산이 얼마나 정확했는지 직접적으로 파악하기란 불가능하다. 그러나 별자리 단위에서 어긋나는 경우에 한하여 오차의 하한은 추정할 수 있다.

만일 유방택이 계산한 입춘 효중성이 필자의 계산값(방 3.85도)과 별자리 단위에서 일치하려면, 방 0도에서 방 5.6도 사이로 계산되어야 한다. 오차가 +3.9도에 이르면, 겨우 0.05도의 차이로 중성은 방수(房宿)가 아니라 그 서쪽의 저수(氐宿)로 넘어가게 된다. 오차가 -1.8도라면, 역시 0.05도의 차이로 중성은 방수의 동쪽에 위치한 심수(心宿)로 넘어간다(방수의 적도 수도가 5.6도이므로). 그런데 「중성기」에는 입춘의 효중성이 저(氐)로 기록되어 있으므로, 이 절기에서 유방택의 계산 오차의 하한은 +3.9도라는 사실을 알 수 있다.

대한 혼중성의 경우 정확한 결과는 루(婁) 4도이나 「중성기」에는 규(奎)로 기록되어 있다. 이 경우에도 별자리 경계를 기준으로 하면, 오차의 하한은 +4도로 추정된다.

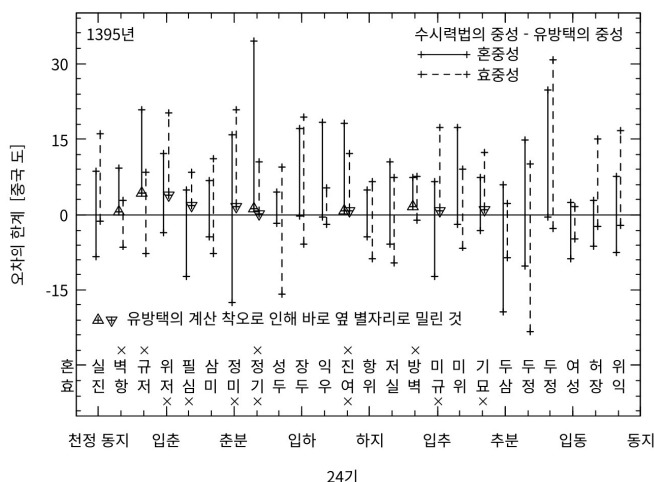
그림 11. 수시력법의 중성과 실제 하늘의 중성의 배치도



「중성기」의 정확성을 점검하는 효율적인 방법 중 하나는, <그림 11>처럼 절기별 혼효 중성의 배치도를 작성해 보는 것이다. 이때 별자리의 경계가 자

오선에 얼마나 가까이 놓여 있는지를 면밀히 관찰할 필요가 있다. 예를 들어, 대서(<그림 11>에서 입추 바로 아래)의 혼중성은 심(心) 1.7도이다. 만일 계산 착오로 이 값이 1.8도만큼 더 작게 산출되었다고 하면, 불과 0.1도의 차이로 중성은 심수(心宿)에서 그 서쪽의 방수(房宿)로 넘어가게 된다. 한편 심수의 적도 수도는 6.5도인데, 만약 계산이 잘못되어서 동쪽 방향으로 4.9도의 오차가 발생할 경우, 불과 0.1도의 차이로 이번에는 중성이 심수의 동쪽에 위치한 미수(尾宿)로 넘어가게 된다. 따라서 유방택이 계산한 혼중성의 오차는 대서의 경우 -4.8도에서 +1.7도 사이에 있는 것이 확실하다. 이 방식으로 24기 전 구간에 대하여 「중성기」의 절기별 오차 범위를 추정할 수 있다.

그림 12. 「중성기」의 오차의 한계 추정



전반적으로 유방택의 「중성기」는 한영호가 계산한 것보다 훨씬 더 부정확해 보인다. 만일 중성이 속한 별자리 명칭에 입수도가 추가되었다더라면, 당대 최고의 역사가였다는 유방택의 「중성기」는 한영호의 중성기에 비해 더욱 열악해 보일 것이다. 한영호의 계산값은 전체의 약 1/4 정도에서 $\pm 2^\circ$ 를 초과하는 오차가 나타나기는 하지만, 절기별 중성의 오차를 직접 확인할 수 있다. 반면 「중성기」에는 중성의 좌표값이 생략된 채 별자리 이름만 제시되어 있

어 오차를 정확하게 산정하는 것은 불가능하다. 그렇지만 컴퓨터를 사용한 정밀 계산 결과와 비교했을 때 별자리 단위로 일치하지 않는 구간에 한하여 적어도 몇 도 어긋났는지는 알 수 있다. 필자의 계산이 정확하다면, 「중성기」에 기록된 48개의 혼효 중성 중 적어도 여덟 개는 1° 이상 어긋나 있음이 분명하며, 실제 오차는 이보다 훨씬 더 컸을 것으로 추정된다.

<그림 12>는 「중성기」에 내재된 오차의 한계를 나타낸 것이다. 실제 오차는 상하로 그려진 직선상의 어디쯤에 위치한다. 그림 하단의 28수 명칭은 원문에 기재된 절기별 중성을 그대로 옮겨 적은 것이다. 28수 명칭 위아래에 표시된 가위표는 「중성기」의 별자리가 수시력법의 후보 결과와 일치하지 않는다는 것을 뜻한다. 삼각형으로 표시된 점들은 유방택의 계산 착오로 인해 바로 옆 별자리로 밀린 경우를 나타낸다. 예를 들어, 유방택의 계산이 정확했다면, 망종의 혼중성은 각수(角宿)이어야 하나 겨우 0.8° 의 차이로 각수의 바로 서쪽 별자리인 진수(軫宿)가 혼중성이 되었다. 이런 식으로 1° 미만의 차이로 인접 별자리로 밀린 경우는 모두 네 곳이다. 그렇다고 해서 망종 혼중성의 계산 오차가 0.8° 라는 식으로 해석해서는 안 된다. 별자리 이름으로 일치하기는 해도, 입수도에서는 많이 틀렸을 수도 있기 때문이다.

중성이 속한 28수 수도의 값이 작을수록 오차 범위도 좁아진다. 반면, 중성이 정수(井宿)처럼 동서 방향으로 폭이 넓은 별자리에 걸리는 경우(<그림 12>에서 춘분 구간), 오차 범위를 논하는 것 자체가 무의미하다. 후보가 크게 틀려도 별자리 단위로는 일치할 수 있기 때문이다. 반대로 중성이 귀수(鬼宿)처럼 좁은 별자리에 위치할 경우, 아주 작은 오차만으로도 중성이 인접한 별자리로 밀릴 수 있다.

5. 중성을 이용하는 밤 시각 측정의 문제점

1) 이론적 정확성과 실제 운용 사이의 괴리

앞에서 살펴보았듯이, 수시력법을 북경에서 사용했을 때 중성의 최대 오차는 약 1° 에 불과하다. 이는 고대 중국의 거극도(距極度) 측정의 오차와 비슷한 수준이라고 할 수 있다.⁴⁰ 여기에 별의 시간각을 측정하는 과정에서 발생할 수 있는 오차가 더해져 최종 오차가 $2\sim 3^\circ$ 라고 가정하더라도, 이로 인한

밤 시각의 오차는 1각 미만이다. 1각 미만의 오차는 수시력법이 운용되던 당시, 물시계로 측정할 수 있는 밤 시각의 오차에 비하면 상당히 작다고 볼 수 있다. 따라서 이론상으로는 맑은 날 밤새도록 중성을 관측함으로써 밤 시각의 오차를 1각 미만으로 유지할 수 있었을 것이다.

한편, 수시력법을 한양에서 사용했을 때 중성 오차의 최댓값은 약 3° 로, 북경에서 나타나는 최대 오차의 세 배에 달한다. 측정 오차가 1° 를 약간 상회한다고 가정하면 최종 오차는 최대 4° 정도일 것이다. 이로 인한 밤시간의 오차는 최대 1.1각이다. 간혹 1각 이상의 오차가 발생하는 경우를 제외하면, 대부분의 절기에 1각 미만의 정확도를 유지할 수 있을 것이다. 이 정도면 그다지 나쁜 결과는 아니다. 밤시간의 운용이 이렇게 간단하다면 세종 시대 이전에 이미 개경이나 한양 기준의 표준 시각 제도가 확립되었어야 했다.

위 논증에 숨어 있는 결정적인 오류는 중성의 추보가 한 치의 오차 없이 정확했을 것이라고 전제해 놓은 데 있다. 실제로, 오늘날 내편법의 최고 전문가가 계산한 중성기에서도 2° 이상의 오차가 빈번하게 확인된다는 점은, 중성 추보가 예나 지금이나 쉽지 않은 작업임을 보여 준다(<그림 4> 참조).⁴¹

이러한 점을 고려할 때, 수시력법에 근거한 필자의 계산은 내편법 이전 시기의 유방택 「중성기」와 높은 일치도를 보일 것으로 예상되었다. 그러나 별자리 단위에서 비교했을 때 필자의 계산에서는 열두 곳에서 불일치가 확인된 반면, 한영호의 계산에서는 그 수가 아홉 곳에 그쳤다. 전체 48개 가운데 불일치 사례 수의 차이는 크지 않지만, 이론적으로 $\pm 1^\circ$ 내외의 높은 정확성을 보여 주는 계산보다 $\pm 3^\circ$ 수준의 오차를 포함한 계산이 오히려 더 잘 일

⁴⁰ 안상현, 고대중국(古代中國)의 이십팔수거성(二十八宿距星)들의 좌표값, 『천문학논총』 25:4 (2010), 155-165.

⁴¹ 필자는 2010년[안상현·김동빈·송두중, “天象列次分野之圖의 율해중성기 연구”, 『한국우주과학회보』 19:1 (2010)], 2017년, 2022년에도 중성 계산을 자동화하는 프로그램을 개발하려 시도했으나, 매번 실패했다. 본 연구에서 사용한 중성 프로그램은 2025년 1월 6일부터 2월 20일까지, 총 429시간에 걸쳐 개발된 것으로, 『칠정산 내편』 역주본 [유경로·이은성·현정준, 앞 책] 및 『고려사』 「역지」 수시력경(授時曆經)의 중성 관련 수포 및 추보 절차를 전산화한 것이다. 이러한 역법 프로그램의 구현에는 구면천문학의 기본 원리와 계산법을 이해하는 것이 필수적이며, 실제 개발 과정은 원천적 연구라기보다 기존 계산 체계의 구조를 충실히 해석하고 이를 코드로 옮기는 기술적 과정에 속한다. 즉, 중성 프로그램 개발은 역주서에 정리된 계산 절차를 정확하게 재현하기 위한 자동화 작업일 뿐, 그 자체로 새로운 성과를 보여 주려는 것은 아니다. 이러한 이유로 중성 계산에 관한 기술적 설명은 생략한다.

치한다는 점은 중요한 시사점을 제공한다(<그림 4> 참조).

이는 시현력 도입 이전까지 중국 역법 가운데 가장 높은 이론적 정확도를 갖춘 체계로 평가되는 수시력법조차 실제 중성 계산 단계에서는 그 정확성이 충분히 구현되지 못하였음을 시사하며, 그 결과 유방택의 『중성기』 역시 이론적으로 기대되는 41° 내외의 정확성에는 도달하지 못한 것으로 판단된다. 이러한 해석은 조선의 역산가들이 수시력법의 계산 절차를 충분히 소화하고 이를 안정적으로 적용하기까지 『천상열차분야지도』 각석 이후 약 40년의 시간이 필요하였다는 사실과도 잘 부합한다.

2) 혼각과 효각에는 밝은 별만 보인다.

앞서 지적했듯이, 권근이 『천상열차분야지도』의 발문에서 말한 입춘 혼중성은 실제 하늘의 중성이 아니라 역법에 따라 추보된 중성이다. 수시력법에서 일출입은 태양의 중심이 지평선에 위치하는 순간이고, 혼각은 해가 진 후 겨우 36분(수시력법의 시간으로는 0.025일) 경과한 시점으로 정의된다.⁴² 다시 말해, 수시력법으로 계산된 일출입 시각에 태양의 위쪽 절반은 지평선 위에 있다. 게다가 대기 굴절 효과로 인해 지평선 근처에서는 천체가 0.6° 가량 떠올라 보인다.⁴³ 이에 따라 수시력법으로 계산되는 낮시간은 실제의 낮시간보다 10분 이상 더 길어질 수 있다. 결과적으로 혼각에는 하늘이 너무 밝아서 아주 밝은 별들 외에는 보이지 않는다(<표 2> 참조).⁴⁴

42 유경로·이은성·현정준, 앞 책, 236.

43 W. M. Smart & R. M. Green, op. cit. 69.

44 필자는 2025년 4월 6일, 수시력법의 혼각(한국표준시 19시 20분)에 맨눈으로 볼 수 있는 별이 몇 개인지 세어 보았다. 장소: 경북 포항시 남구 동해면 약전리; 날씨: 구름 한 점 없이 맑음; 대기 투명도 최상; 달 모양: 반달(월령 7.93); 맨눈으로 볼 수 있었던 별(11개): 시리우스(α CMa, -1.5등급), 카펠라(α Aur, 0.1), 리겔(β Ori, 0.2), 프로키온(α CMi, 0.4), 베텔거스(α Ori, 0.5), 알데바란(α Tau, 0.9), 폴룩스(β Gem, 1.2), 레굴루스(α Leo, 1.4), 엘나스(β Tau, 1.7), 카스토르(α Gem, 1.9), 알파드(α Hya, 2.0). 괄호 안의 숫자는 별의 실시등급이다. 이 별들 중 수거성은 알파드[星宿] 하나뿐이다. 천정 부근에서 육안으로 6.5등급까지 볼 수 있는 장소에서는 혼각에 2등급대의 3등성(2.5등급 이상 3.0 등급 미만, 고도 30도 이상인 경우)까지 볼 수 있을 것으로 예상된다.

표 2. 28수 적도 수도 및 수거성의 밝기

-대기 소광 등급: 남중 시 대기에 의한 별빛 감소 효과를 감안한 조정 등급. 표에 기재된 수치는 대기 중 부유 물질이 없다는 가정하에 계산된 등급임(소광 계수 $k = 0.20 \text{ mag/airmass}$). 계산 방법은 스콧 버니 저, 이시우·강용희·이명균 역, 『관측천문학』(미리내, 1998), 172-174 참조.

-각, 삼, 성: 맑은 날 혼효각에 쉽게 볼 수 있음.

-저, 실, 루, 잔: 쾌청한 날 혼효각에 볼 수 있음. 그러나 달이 밝을 때는 보기 어려움.

-미, 벽, 규, 정: 변광성. 가장 밝을 때와 가장 어두울 때의 등급을 모두 기재함.

명칭	학명	현대 별자리	적도 수도				실시등급	남중고도 한양 1395년 (°)	대기소광 등급	혼효 관찰 가능성
			천상열차 분야지도	수시력 1280년	현대계산 1395년	편차				
			A (度)	B (度)	C (度)	C-B (°)				
각(角)	α Vir	처녀	12	12.10	12.00	0.09	1.0	44.5	1.2	○
형(亢)	χ Vir	처녀	9	9.20	9.35	0.15	4.2	45.1	4.4	×
저(氏)	α Lib	천칭	15	16.30	16.47	0.17	2.6	39.1	2.8	△
방(房)	π Sco	전갈	5	5.60	5.61	0.01	2.9	28.3	3.2	×
심(心)	σ Sco	전갈	5	6.50	6.74	0.24	2.9	28.5	3.2	×
미(尾)	μ^1 Sco	전갈	18	19.10	19.19	0.09	2.9~3.2	15.7	3.6~3.9	×
기(箕)	γ Sgr	궁수	11	10.40	10.34	-0.06	3.0	22.3	3.3	×
두(斗)	ϕ Sgr	궁수	26.25	25.20	25.11	-0.09	3.1	25.1	3.4	×
우(牛)	β Cap	염소	8	7.20	7.08	-0.12	3.0	35.9	3.2	×
여(女)	ϵ Aqr	물병	12	11.35	11.37	0.02	3.8	40.9	4.0	×
허(虛)	β Aqr	물병	10	8.9575	8.90	0.00	2.9	44.3	3.1	×
위(危)	α Aqr	물병	17	15.40	15.26	-0.14	2.9	49.3	3.1	×
실(室)	α Peg	페가수스	16	17.10	17.14	0.04	2.5	64.5	2.6	△
벽(壁)	γ Peg	페가수스	9	8.60	8.46	-0.13	2.8~2.9	64.3	3.0~3.1	×
규(奎)	ζ And	안드로메다	16	16.60	16.74	0.13	3.9~4.1	73.4	4.1~4.3	×
루(婁)	β Ari	양	12	11.80	11.89	0.09	2.7	70.2	2.8	△
위(胃)	35 Ari	양	14	15.60	15.41	-0.19	4.7	77.5	4.8	×
묘(昴)	17 Tau	황소	11	11.30	11.24	-0.06	3.7	74.7	3.8	×
필(畢)	ϵ Tau	황소	16	17.40	17.28	-0.12	3.5	70.1	3.7	×
자(觜)	ϕ^1 Ori	오리온	2	0.05	-0.13	-0.18	4.4	61.3	4.6	×
삼(參)	θ Ori	오리온	9	11.10	11.46	0.35	2.2	51.5	2.4	○
정(井)	μ Gem	쌍둥이	33	33.30	33.09	-0.21	2.8~3.0	75.1	3.0~3.2	×
귀(鬼)	θ Cnc	게	4	2.20	2.20	0.00	5.3	72.4	5.5	×
유(柳)	δ Hya	바다뱀	15	13.30	13.28	-0.02	4.1	60.1	4.3	×
성(星)	α Hya	바다뱀	7	6.30	6.24	-0.06	2.0	46.3	2.2	○
장(張)	ν^1 Hya	바다뱀	18	17.25	17.26	0.01	4.1	40.3	4.3	×
익(翼)	α Crt	킵	18	18.75	18.90	0.15	4.1	37.3	4.3	×
진(軫)	γ Crv	까마귀	17	17.30	17.41	0.11	2.6	38.3	2.8	△

이처럼, 혼효 중성이 1등성이나 2등성인 경우를 제외하면, 천문 관측만으로 밤시간의 시작을 정확히 알기 어려운 상황이 발생한다. 이런 경우, 혼각을 대략적으로 추산하는 가장 간단한 방법은 2경 중성의 입수도를 측정한 후 그 값에서 경차도(1경 동안 천구가 회전하는 각도)를 빼는 것이다. 다만, 이 방법을 사용할 때는 기기의 극축 정렬이 부정확하거나 측정 대상을 정확

하게 조준하지 못할 경우 발생할 수 있는 오차를 고려해야 한다.

이 방법의 근본적인 문제는 2경의 시점이 정확히 언제인지 알 수 없다는 것이다. 신뢰할 수 있는 중성기가 없는 상황에서 천문 관측만으로 2경 중성의 입수도를 $\pm 2^\circ$ 이내의 오차로 측정하려면 물시계가 매우 정확해야 한다. 물시계의 오차가 4분이라면, 이것만으로 이미 1° 의 오차를 안고 들어가는 것이다. 설령 물시계가 1초도 틀리지 않고 정확하다고 해도, 대기 굴절 등 여러 가지 요인으로 인해 중국 역법에서 말하는 일입(日入) 시각을 4분 이내의 정확도로 측정하는 것은 사실상 불가능하다. 이러한 한계로 인해, 최상의 조건하에서도 순수한 천문 관측만으로 2경 시점을 10분 이내의 오차 범위 내에서 결정하기는 어려웠다.

만일 혼각에 수거성을 맨눈으로 볼 수 있었다면, 수시력법을 개경이나 한양에서 사용했을 때 계산상의 중성과 실제 하늘의 중성이 일치하지 않는 문제가 일찍부터 대두되었을 것이다. 그러나 혼각에는 1등성과 2등성 외에는 관측하기 어려웠으므로 역법의 예측이 다소 부정확하더라도 이를 확인할 길이 없었다. 북경의 위도에 맞는 주야각을 한양에서 사용하는 데 따른 혼각의 오차는 약 7분(반각)에 불과했고,⁴⁵ 혼각에 물시계의 오차를 추정할 수 있는 방법이 없었기 때문이다. 그러므로 실용적인 면에서는 혼중성으로 측정되는 밤 시각을 분 단위로 정밀하게 예측하려는 시도는 별 의미가 없었다고 볼 수 있다.

비록 혼효 중성이 실용적 운용에서는 활용될 여지가 거의 없었지만, 제왕의 역상수시라는 정치적·상징적 차원에서는 전혀 다른 의미를 지녔다. 『교식추보법가령(交食推步法假令)』의 서문에, 중국 대통력(大統曆)의 일출입 시각에 의거하고 있다는 사실에 대해 “(세종께서) 깊이 염려하고 정밀히 생각하시어”⁴⁶라는 서술 내용은 당시 상황이 제왕의 첫 번째 임무인 역상수시(曆象授時)를 그 어느 때보다 소중하게 여겨야 했음을 알려 준다. 이처럼 주야각의 작은 차이도 용납할 수 없을 정도로 역상수시의 과업이 강조되는 상

45 심지어 남경의 위도(북위 32도)에 맞는 주야각을 한양에서 사용하더라도 혼효각의 오차는 약 9분에 불과하다.

46 이순지, 『交食推步法假令』序, 『韓國科學技術資料大系』제5책, 391. 원문의 문구는 다음과 같다: “而書雲觀只依中朝大統曆日出入用之, 極爲疎闊. 故, 軫慮精思” [서운관에서는 중국 대통력의 일출입 값을 그대로 사용하였으니, 매우 거칠고 부정확하였다. 이에 (세종께서는) 깊이 염려하고 정밀히 생각하시어] (번역: 필자).

황이 아니었더라면, 세종 대에 한양 기준의 독자적인 표준 시각이 성립되는 일은 없었을지도 모른다.

3) 중성은 아주 느리게 변하지만, 그 변화가 선형적이지는 않다.

장기적으로 보면, 수시력법으로 계산된 중성의 입수도는 100년에 약 1.5도(度)의 비율로 감소한다. 별들은 천구상에서 거의 고정되어 있으나, 지구의 세차운동으로 인해 좌표계의 기준점(춘분점)은 황도를 따라 서쪽을 향해 연간 약 50.3" 씩 이동한다.⁴⁷ 이에 따라 세월이 흐를수록 24기의 혼효각에 남중하는 별자리가 이전보다 더 서쪽에 있는 별자리로 바뀐다. 이는 지구의 세차운동으로 좌표계의 기준점이 서쪽으로 이동함에 따라 나타나는 겉보기 현상이며, 별자리의 실제 이동을 의미하지는 않는다.

그러나 특정 절기의 중성은 10년이라는 비교적 짧은 기간에도 최대 $\pm 1^\circ$ 가까이 변할 수 있다. 중성 계산의 기준 시점(절기 첫날 정오)의 태양 황경이 일정하지 않기 때문이다. 따라서 어느 해까지는 입춘 혼중성이 묘수(昴宿)였다가 그 다음해부터 위수(胃宿)로 완전히 바뀌는 식의 변화는 불가능하다(<그림 5> 참조). 필자의 계산에 의하면, 12세기 중엽에 입춘 혼중성이 묘수와 위수를 번갈아드는 현상은 60~70년간 지속되었다. 수시력법으로 추보한 입춘 혼중성을 살펴보면, 12세기 초엽까지는 위수였으나, 12세기 중엽에는 묘수와 위수가 번갈아 나타났고, 12세기 말엽부터는 위수로 완전히 바뀌었다.

이처럼 입수도 수치가 생략된 중성기는 천상의 변화를 대략적으로만 보여줄 뿐이다. 따라서 우리는 「중성기」에서 실용적 가치를 찾기보다는, 그 안에 담겨 있는 상징적 의미를 해석하는 데 더 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

47 W. M. Smart & R. M. Green, op. cit. 420; 황도상의 춘분점 이동량을 일반 세차라고 한다. 적도가 황도에 대해 약 23.5° 기울어져 있으므로, 일반 세차의 적경 성분은 연간 약 $46.1''$ ($\approx 0.013^\circ$)이다. 수시력법으로 계산된 중성 입수도의 연간 변화량은 현대의 각 단위로 약 $52''$ 로 이론값에 비해 조금 크다. 수시력법의 세차 상수는 원둘레[周天度]와 1회귀년[歲實]의 차로 정의되기 때문이다. 즉, 세차 = 주천도 - 세실 = 1항성년 - 1회귀년 = 365만 2575분 - 365만 2425분 = 0.0150분 = 150초 = $52''$. 유경로·이은성·현정준, 앞 책, 18-20, 97-98 참조.

4) 야반에는 주야각의 오차가 아무런 문제가 되지 않는다.

밤 시각의 운용에서 가장 중요한 시점은 인정(人定)과 파루(罷漏) 신호가 울리는 시각이다. 조선조에서는 인정에 도성 문을 닫고 파루에 열었다.⁴⁸

인정은 해가 지고 나서 얼마 지나지 않았으므로, 이 시점에서 물시계의 시각은 낮 시각의 연장선상에 있다고 볼 수 있다. 그러나 파루의 경우 한밤중에 물시계의 시각을 교정하지 않았다면 그때까지 그 오차가 계속 누적될 수밖에 없다. 흐린 날에는 이런 문제가 드러나지 않았겠지만, 맑은 날에는 파루를 알리는 북소리가 울림과 동시에 해가 뜨는 일이 벌어질 수 있다. 이런 사고를 방지하려면 한밤중에 적어도 한 번은 물시계의 잣대를 확인해야 하고, 필요한 경우 밤 시각을 적절히 교정해야 한다.

부정시법 체계에서 자정은 일몰과 일출 사이의 정중앙을 의미한다. 그러므로 3경과 4경에는 주야각에 다소 차이가 있더라도 중성 시각의 오차는 관측지의 위도에 크게 영향을 받지 않는다. 실제로 수시력법과 내편법의 중성 차이는 최대 1.8°에 불과하기 때문에, 중성을 지속적으로 관측할 수 있다면 북경의 주야각을 그대로 적용하더라도 한양의 밤 시각은 반각(半刻) 이내의 오차로 충분히 정밀하게 유지할 수 있다.

따라서 이론상으로는 한양 기준의 주야각이 확립되기 이전에 이미 11각 내외의 정확성을 유지할 수 있었다고 볼 수 있다. 여기서 필자가 다시 한 번 강조하고자 하는 점은, 수시력법과 내편법의 주야각의 차이가 실용적인 관점에서는 큰 문제가 되지 않았다는 것이다. 세종이 “깊이 염려한” 것은 제왕으로서 역상수시를 매우 중요하게 생각했기 때문이지, 실용적인 측면에서 밤시간의 운용에 문제가 있었음을 의미하는 것은 아니다.

지금까지 살펴본 것처럼, 전통 시대의 밤시간은 역법에 의해 확립된 이론적 시간이 물시계의 부전(浮箭)을 통해 실용적 시간으로 변환된 결과로 형성된 것이었다. 이러한 체계가 성립하려면 물시계의 흐름을 적절히 교정해 줄 기준점이 필요했고, 그 역할을 담당하는 것이 중성이었다. 즉, 야간 시각의 실제 운용은 중성 관측을 통해 이론적 시간을 현실의 장치와 연결하는 방식

⁴⁸ 인정과 파루는 야간 통행 금지 제도의 핵심으로, 조선조에서는 태종 원년(1401) 5월부터 시행되었다. 본래 인정은 1경 3절에, 파루는 5경 3절 말에 종을 치던 것이었으나, 세종 5년부터는 파루를 5경 3절 초에 북을 치도록 바꾸었다. 남문현, 『한국의 물시계』, 61.

으로 이루어졌다. 이론적으로는 중성을 정밀하게 관측하면 물시계가 표시하는 밤 시각을 약 반각의 오차 범위 내에서 정확하게 유지할 수 있었다. 그러나 현실에서는 중성을 정밀하게 계산하고 측정하는 것이 쉽지 않았기 때문에, 실제 운용 단계에서는 중성이 야간 상용시의 천문학적 근거로서 기능한 측면보다, 그 근거를 제도적으로 보유한다는 상징적 의미가 더 두드러졌던 것으로 보인다.

5) 한국의 중부 지방의 연간 청천일수는 최대 110일에 불과하다.

전근대 시대에 물시계의 오차를 교정할 수 있는 유일한 수단은 천문 관측이었다. 낮에는 대기 중 부유 물질이 많거나 구름이 다소 끼어 있어도 해시계를 활용하면 비교적 정확하게 시각을 측정할 수 있다. 즉 아주 흐린 날이 아니라면 낮시간은 비교적 자주 점검하고 교정할 수 있었다. 반면 밤시간은 청명한 날이 아니면 낮시간에 비견할 만큼 정확하게 측정하기 어려웠다.

<표 2>에서 보았듯이, 중성 관측에 사용되는 수거성은 대부분 3등성이나 4등성이다. 날씨가 쾌청하고 달이 떠 있지 않아도, 혼각과 효각에는 하늘이 완전히 어둡지 않기 때문에 4등성 이하의 어두운 별들은 전혀 보이지 않는다. 3등성(2.5등급 이상 3.5등급 미만)도 2등급 대의 밝은 별들만 겨우 보이는 수준이며, 이러한 별들조차 기상 조건이 나빠지면 배경 하늘의 밝기에 묻혀서 관측이 어려워진다.

1951년부터 1980년까지 한국 중부 지방의 평균 청천일수는 90일에서 110일 사이이며, 조선 왕조의 도읍지였던 서울의 경우 평균 90일에 불과하다.⁴⁹ 같은 기간 동안 서울 지역에서 별을 전혀 볼 수 없을 정도로 흐린 날은 연평균 120일에 달한다.⁵⁰ 평균적으로 3일에 한 번꼴로 밤시간은 물론 낮시간조차 정확히 알기 어려웠던 것이다. 따라서 대기오염이 전혀 없었던 한양에서도 별을 제대로 관측할 수 있는 날은 3일이나 4일에 한 번 정도였을 것이다. 그중에서도 밝은 달이 떠 있는 날을 제외하면, 혼각과 효각에 중성 관측이

49 김두환·심경진·이우백·이재한·한원용·김석환·김강민·최용석·홍경애, 『1.5M 망원경 천문대 부지선정 및 야천광 조사연구(I)』(한국전자통신연구소 부설 천문우주과학연구소, 1993), 17-18.

50 같은 책, 19-20.

가능한 날은 매우 드물었을 것이다.

물시계는 천문 관측을 통해 하루 한두 번은 점검하지 않으면 하루 동안의 누적 오차가 최대 두 시간에 이를 수 있다.⁵¹ 따라서, 한반도의 기상학적 조건을 고려하면, 맑은 날 밤에는 반드시 중성 관측을 통해 물시계로 유지되는 밤시간을 보정해야만 했다. 이처럼 기상학적 제약으로 인해 흐린 날의 밤시간은 상당히 부정확하게 측정되고 보시(報時)되었을 가능성이 매우 높다. 여말 선조의 밤시간의 정확도를 실증적으로 논하는 데 근본적인 한계가 있을 수밖에 없는 이유가 바로 여기에 있다.

6. 토의 및 결론: 유방택은 별을 보았는가?

『천상열차분야지도』 각석 600주년을 기념하는 『동방학지』 특집호(제93집)⁵²를 비롯해 천문도의 과학적 내용을 분석한 많은 연구들은 유방택이 천문도 제작에 핵심적인 역할을 수행한 여말 선조의 대표적 천문학자였다고 보았다.⁵³ 이러한 평가는 당시의 역사적 맥락을 고려할 때 납득할 만하다.

그러나 여말 선조의 역산가들이 실제로 어떤 수준의 역산 능력을 갖추고 있었는지 구체적으로 살펴볼 필요도 있다. 권근이 쓴 발문에서 “옛 천문도에 서는 묘수(昴宿)가 입춘의 혼중성이었으나 지금은 위수(胃宿)”라고 언급한 점을 보면, 중성의 변화를 적어도 28수 별자리 단위로는 분명하게 인지하고 있었음을 알 수 있다. 또한 수시력법이 도입된 이후에는 별을 실제로 관측하지 않고서도 중성의 변화를 추적할 수 있을 정도의 역산학 지식이 축적되어

⁵¹ 19세기 일본에서 수행된 누각 복원 실험을 통해 여말 선조의 누각 오차를 간접적으로 추정할 수 있다. 사이토 구니지(齊藤國治)에 따르면, 1838년 일본 막부 천문 담당자 시부카와 카케스케(澁川景佑, 1781-1858)는 『송사』에 기록된 심괄(沈括, 1031-1095)의 부전의(浮箭儀)를 바탕으로 누각의 오차를 실측하였다. 그 결과, 하루 동안의 누적 오차가 최대 2시간에 달하였다는 것으로 나타났으며, 이 사실은 『호루설(壺漏設)』에 기록되어 있다. 齊藤國治, 『日本・中國・朝鮮 古代の時刻制度』(雄山閣出版, 1995), 240-243.

⁵² 『동방학지』 제93집 (연세대학교 국학연구원, 1996), 35-203.

⁵³ 이 관점은 박성래의 발표문에 잘 요약되어 있다. “유방택은 고려 말에서 조선 초까지 이뤄진 천문학 발달의 중심에 서 있던 천문학자였다. 고려 말의 최성지, 오윤부, 강보에서 조선 초 세종 대의 이순지(李純之), 김담(金淡)을 이어주는 중간 역할을 담당했다고 판단된다.” 박성래, 『琴軒 柳方澤의 생애와 업적』, 『한국의 고천문학 및 천상열차분야지도 위크숍 논문집』(대전: 한국천문연구원·(사)금현유방택기념사업회, 2006), 4.

있었다. 그럼에도 불구하고 「중성기」에 나타난 중성의 오차 범위는 종전의 연구를 통해 알려진 것보다 훨씬 크다. 이는 고려 말 역산학의 성취를 단순한 우열의 문제로 환원하기 어렵게 하며, 중성 추산 결과의 차이가 개인의 계산 능력보다는 당시 계산 체계가 지닌 구조적 불확실성에서 비롯되었을 가능성을 보여 준다.

무엇보다 중성의 오차가 관측을 통해 교정되지 않은 채 그대로 새겨졌을 만큼 1395년의 상황은 녹록치 않았다.⁵⁴ 조선 개국 직후 태조 이성계가 고려 충신들의 완강한 반발로 고심하던 차에 자신이 천자(天子)임을 만천하에 과시할 수 있는 천문도의 제작은 당시로서는 존각을 다투는 국가적 과업이었다. 태조 즉위(1392년 7월) 직후, 누군가가 천문도의 인쇄본을 바쳤고, 태조가 한양에 도착한 시기는 1394년 10월이다.⁵⁵ 그 이듬해 6월에 새 중성기가 완성되었으니,⁵⁶ 태조가 서운관(書雲觀)에 천문도의 석본 제작을 명한 시기는 빠르면 1392년 8월 이후이고, 늦어도 1394년 이전일 것이다. 서운관에서 천문도의 내용을 검토한 후 혼효 중성을 다시 계산하기까지 얼마나 긴 시간이 걸렸는지 알 수 없으나, 개국 직후의 혼란스러운 정국을 감안하면 유방택에게 주어진 시간은 그리 길지 않았다.

당시 역산가들이 수시력법에 따라 계산된 중성기가 한양의 실제 천상과 일치하지 않는다는 사실을 모르지는 않았을 것이다. 그들이 택할 수 있는 유일한 해결책은 절기별 중성을 관측하여 북경 기준의 중성기에 보정을 가하는 것이었으나, 이는 단기간에 수행할 수 있는 과업이 아니었다.

54 어쩌면 『천상열차분야지도』 제작에 참여한 역산학자들은 중국의 역법으로 추보된 중성을 개경이나 한양의 천상에 맞게 교정해야 한다고 생각하지 않았을 수도 있다. 별자리 이름만으로 표시된 중성기의 가치는 실용이 아니라 관상수시(觀象授時)라는 상징적 측면에서 찾아야 하기 때문이다. 설령 교정의 필요성을 인식했다 하더라도, 여말 선조의 역산가들에게 역법 계산의 기준지(북경)를 다른 지역의 위도에 맞게 변환하는 방법이 알려져 있지 않았기 때문에, 그러한 교정은 애초에 상상할 수 없는 일이었다.

55 『태조실록』 권6, 태조 3년 10월 25일 신묘.

56 권근이 지은 『천상열차분야지도』의 발문에 “乙亥夏六月新法中星紀成”이라고 그 시기가 분명하게 기록되어 있다. 그러나 태조에게 천문도의 인쇄본이 전달된 시기와 석본을 만들라고 명한 시기에 대해서는 “惟我殿下受命之初，有以一本投進者。殿下寶重之，命書雲觀重刻于石本。(전하께서 천명을 받으신 초기에 누군가가 그 한 본을 아뢰어 올린 바 있었다. 전하께서는 이를 보물처럼 귀하게 여기시고 서운관에 명하여 옛 석본을 다시 새기게 하셨다. 번역: 필자)”이라고 기록되어 있을 뿐 그 시기가 정확히 언제인지는 나와 있지 않다.

절기별 중성의 입수도를 측정하는 일은 연중 날씨가 쾌청하다고 해도 즉히 일 년은 걸린다. 기상 상태가 좋지 않아 천문 관측이 불가능한 경우 다른 날의 관측 결과에 보간법을 적용해 근삿값을 구할 수도 있었을 것이다. 그러나 한양의 일출입 시각을 정확히 계산할 수 없었던 데다 자격루에 버금가는 물시계도 없었기 때문에, 중성 관측에서 가장 기본적인 관측 시각조차 정확히 산정할 수 없었다. 결과적으로, 수시력법의 중성 계산이 얼마나 정확한지 점검하는 것 자체가 불가능한 상황이었다. 따라서 한양 천도와 함께 천상을 정밀하게 측정하고 중성을 교정하는 등 대규모 천문 사업을 그 짧은 기간에 완결했다는 것은 도저히 있을 수 없는 일이라 할 수 있다.

앞에서 살펴본 바와 같이 역법의 기준 장소와 사용 장소가 일치하는 경우 계산상의 중성과 실제 하늘의 중성의 차이는 최대 약 1° 에 불과하다. 이 정도의 오차는 고대 중국의 수거성의 위치 측정 오차와 비슷한 수준이기 때문에 관측을 통해 실제의 천상이 계산상의 천상과 얼마나 다른지 확인하는 것은 매우 어려웠다. 유방택이 한양이나 개령의 위도에 맞는 역법을 사용했다면 관측과 이론의 불일치는 생각할 필요조차 없었을 것이다.

전반적으로 「중성기」는 수시력법의 후보 절차를 충실히 구현했다고 보기에는 오차 범위가 상당히 크다. 최소 4° 가량 어긋난 사례가 두 곳에서 확인되며, 별자리 단위로 한 구간 어긋난 절기 열두 곳에서는 표면적인 편차보다 훨씬 큰 오차가 발생했을 가능성도 크다. 대부분의 절기에서 천문도에 새겨진 중성과 계산상의 중성이 일치한다면 모르겠으나, 최소 1° 이상 어긋난 곳이 여덟 군데에 이르는 상황에서는 4° 정도의 큰 편차가 나타난 두 절기에서만 중대한 착오가 있었다고 보기는 어렵다.

더욱이 모본 천문도의 입수부터 천문도 각석까지의 기간이 상당히 짧았다는 점을 고려할 때, 유방택이 「중성기」의 오류를 관측을 통해 교정하려고 했더라도, 실질적으로 그러한 작업을 수행할 시간적 여유가 없었을 것이다.

이제 이 결론이 여말 선조의 밤시간 운용에 대해 시사하는 바를 검토해 보자. 밤 시각을 1각 내외의 오차로 유지하려면 무엇보다 물시계가 정확해야 한다. 그러나 한양 기준의 표준 시각 제도가 성립되기 전까지는 그와 같은 수준의 정확도를 유지할 수 있는 물시계는 없었다. 밤 시각을 정확하게 측정할 수 있는 유일한 방법은 중성을 관측하는 것이었다.

『천상열차분야지도』에서 「중성기」만큼은 당대 최고의 역산가인 유방택이

새로 계산했을 것이라는 점에 의문을 제기할 연구자는 드물 것이다. 그렇지만 그것은 개경이나 한양이 아닌 북경 기준으로 추보된 것이며, 계산이 정확했다고 보기도 어렵다. 수시력법의 이론적 중성 오차는 $\pm 1^\circ$ 에 불과하지만, 북경의 위도에 맞춘 수표를 그대로 사용한 결과, 계산상의 중성과 실제 중성의 차이는 최대 3° 까지 벌어질 수 있었다. 그러나 이러한 여러 요인들을 모두 감안하더라도, 이로 인해 발생하는 밤 시각의 오차는 현대의 시간으로 약 12분(약 0.8각)에 지나지 않는다. 이는 개경과 한양에서 수시력법의 중성으로 유지되는 밤 시각의 정확도가 여러 구조적 제약에도 불구하고 이론상으로는 약 ± 1 각 이내에서 유지될 수 있었음을 시사한다.

이렇게 이론적으로 확립된 밤시간을 실용의 시각으로 변환하는 데는 천문 관측이 필수적이다. 관측의 핵심은 중성이 속한 28수 수거성의 입수도가 중성기에 기재된 수치와 일치하는 순간을 정확히 포착하는 것이다. 그러나 기기의 극축 정렬이 바르지 않거나 별을 정확하게 조준하지 못하는 등이 문제로 인해 최소 1° 안팎의 측정 오차는 피할 수 없다.

요컨대, 중성 추보가 정확했다고 가정할 경우, 여말 선초에 경중성(更中星)을 기반으로 유지되는 밤 시각의 오차 범위는 ± 1 각으로 추정된다. 그러나 『천상열차분야지도』에 새겨진 「중성기」의 오차가 당시의 실제 계산 오차라고 가정하면, 밤 시각의 오차 범위는 최대 ± 2 각 정도였을 것으로 추정된다. 이마저도 천문 관측이 완벽하다고 가정한 경우의 오차이며, 물시계로 유지되는 야간 상용시의 오차는 이보다 훨씬 더 컸을 것으로 보인다.

이와 같은 기술적인 요인 외에 중성 관측은 날씨에 큰 영향을 받는다. 한반도의 기상학적 특성상 연간 청천일수가 90일 내외에 불과하기 때문에, 실제로 관측이 가능한 맑은 밤은 매우 제한적이었다. 이로 인해 이론적으로 정밀한 계산 체제를 갖추었다더라도, 실제 중성 관측은 기상 조건에 따라 자주 중단될 수밖에 없었으며, 이는 밤 시각 운용의 불안정성을 가중시키는 주요 원인이 되었다.

기상 조건의 제약과 더불어, 북경 기준 수표의 사용, 중성 추보의 부정확성, 정교한 물시계의 부재 등은 야간 상용시의 불안정성을 더욱 심화시킨 핵심 요인이었다. 이 가운데 기술적인 문제들은 세종 15년(1433), 한양의 위도에 맞춘 표준 시각 제도의 확립을 통해 비로소 해결되었다.

옛 천문도에서 묘수(昴宿)가 입춘 혼중성이었던 것이 지금은 위수(胃宿)

라는 서운관의 보고 내용에 대해, 기존의 연구자들은 묘수 입춘 혼중성의 하한선을 10세기 중엽으로 설정하였고, 이로 인해 모본 천문도의 고구려 기원설을 의심하는 경우는 드물었다. 그러나 본 연구에서 수시력법과 현대적인 계산 방법을 적용해 그 기간을 다시 추정한 결과, 고려 시대에도 짧게는 150년, 길게는 200년 동안 묘수가 입춘 혼중성이었던 것으로 확인되었다. 중국의 역법을 별다른 수정 없이 한반도에 적용했다는 점을 감안하면, 묘수가 입춘 혼중성이었던 시기는 고려 시대와 상당 부분 겹친다.

이처럼 묘수 입춘 혼중성이 고려 중기까지 이어졌다는 사실이 확인됨에 따라, 이를 근거로 고구려 기원설을 뒷받침해 온 기존의 해석은 그 시간적 범위를 보다 신중하게 검토할 필요가 생겼다. 특히 천문도의 석본이 유실된 시기로 알려진 여계(麗季)의 려(麗)가 고구려가 아닌 고려를 가리킨다고 해석할 가능성도 그만큼 더 높아졌다. 어쩌면 고려 왕조 또한 자신들이 천명을 받아 나라를 세웠다는 점을 만천하에 과시할 목적으로, 인쇄본으로만 전해지던 천문도를 돌에 새겼을지도 모른다. 본고에서는 이러한 가능성을 열어 두고자 한다.

(투고: 2025년 10월 14일, 심사 완료: 2025년 12월 2일, 게재 확정: 2025년 12월 28일)

Did Ryu Bangtaek Observe the Stars?:

A Re-examination of the Centered Stars on the *Cheonsang Yeolcha Bunyajido*

KIM Dongbin (Independent Scholar)

Abstract. The *Jungseong-gi* (中星紀, List of Centered Stars) recorded on the *Cheonsang Yeolcha Bunyajido* (*Chart of the Constellations and the Regions They Govern*, 天象列次分野之圖) refers to the celestial coordinates of stars that culminate at the meridian during evening and morning twilight at the twenty-four solar terms. By comparing these stellar positions with modern astronomical calculations and results obtained using the *Shoushi-li* method, this study examined the accuracy of timekeeping at night during the late Goryeo and early Joseon periods. The analysis reveals systematic deviations from the theoretical positions. Yu Bang-taek's calculations were based on sunrise times uncorrected for latitude and therefore effectively referenced Beijing rather than the central Korean Peninsula. Among the forty-eight hun-xiao Centered Stars, six cases have lower bounds of discrepancies of at least 1.5 degrees when evaluated at the level of the twenty-eight lunar mansions, and in two of these cases the lower bounds are close to or exceed 4 degrees. These values should not be understood as literal errors in angular computation but as reflecting limitations inherent in nighttime time determination. They indicate that the practical accuracy of nighttime timekeeping was on the order of ± 1 to ± 2 *gak* (刻; approximately ± 15 to ± 30 minutes in modern time). This study also proposes that the original astronomical chart that served as the basis for the *Cheonsang Yeolcha Bunyajido* was most likely produced during the Goryeo period, rather than in the traditionally accepted Goguryeo period.

Keyword. astronomical chart, Centered Star, *Cheonsang Yeolcha Bunyajido*, chung-hsing, Shoushi-li, Yu Bang-taek