

현종동궁일기(1649-1659)의 천문기록 통계분석
STATISTICAL ANALYSIS FOR ASTRONOMICAL RECORDS OF
THE *HYEONJONG-DONGGUNG-ILGI* (1649-1659)

박은미^{1,2†}, 민병희^{1,2,3}, 이기원⁴, 김상혁¹, 현재연^{1,3}, 김용기²

¹한국천문연구원, ²충북대학교, ³한국과학기술연합대학원대학교, ⁴대구가톨릭대학교

UHN MEE BAHK^{1,2†}, BYEONG-HEE MIHN^{1,2,3}, KI-WON LEE⁴, SANG HYUK KIM¹,
JAE YEON HYUN^{1,3}, AND YONG GI KIM²

¹Korea Astronomy and Space Science Institute, Daejeon 34055, Korea

²Chungbuk National University, Cheongju 28644, Korea

³Korea University of Science and Technology, Daejeon 34113, Korea

⁴Daegu Catholic University, Gyeongsan 38430, Korea

E-mail: rathfjqnn@naver.com

(Received September 02 2022; Revised November 18, 2022; Accepted November 28, 2022)

ABSTRACT

We investigated the records of astronomical phenomena in the *Hyeonjong-Donggung-Ilgi* written by the educational office for a crown prince, Sigang-won, during the time of a crown prince of the king Hyeonjong (i.e., from 1649 to 1659). Of the total of 3,625 days, 3,044 astronomical accounts were compiled from astronomical records of 2,003 days. We classified these astronomical accounts into 16 items, grouped into five categories, and statistically analyzed each group. In our analysis, the accounts for atmospheric optical phenomena equates to 57.9% of the total, and for celestial phenomena visible during the daytime the percentage is 17.3%. The records related to the approach between two objects such as planets, moon, and stars account for 3.3%, and solar or lunar eclipses take up 0.6%. The ratio of accounts regarding meteor, comet, and fire light (火光) stand at 13.8%, 0.30%, and 6.8%, respectively. Sunny days account for 71.1% of all days per year during this period. We determined that the distribution of the fire light by month is similar to that of the solar halo. We also found that the astronomical records from *the Annals of the Joseon Dynasty* correspond to only 30% of those of the *Hyeonjong-Donggung-Ilgi* for the same period. In particular, the phenomena of celestial objects occurring outside the atmosphere are transmitted to *the Annals of the Joseon Dynasty* in a higher proportion than the phenomena inside the air. It is therefore necessary to use a historical diary like a *Donggung-Ilgi* to interpret the phenomena in the air such as atmospheric optical events, meteor, and fire light.

Key words: general: history and philosophy of astronomy, astronomical databases: miscellaneous, solar systems: comet (C/1652 Y1), meteor, planets, aurora

1. 서론

조선왕조실록에는 천문현상에 관련된 기록이 보존되어 있다. 이는 조선에서 관상감 관원에게 주야로 천문과 기상을 관측하게 하였기 때문이다(Kim et al., 2018). 또한 조선시대 대표적인 일기체 기록인 승정원일기(承政院日記)나 동궁일기(東宮日記)에도 매일의 천문현상 기록이 남아 있다.

조선시대 천문기록을 다룬 기존 연구에서도 동궁일기보다는 조선왕조실록이나 승정원일기 등의 기사를 주로 활용하였는데, Ahn et al.(2006)은 기존의 성변측후단자나 천변등록의 자세한 기록이 승정원일기로 전사되고, 다시 조선왕조실록으로 옮겨지면서 기록의 내용을 요약한 정보만 남게 되었다고 설명한다. 그러나 비록 후대의 기록이기는 하지만, 『서운관지(書雲觀志)』에

† corresponding author

따르면, 매일 관상감의 주야간으로 관측한 내용을 해당 관원 중 하번이 ‘수정단자(修正單子)’로 작성하여 해지기 전에 1회, 새벽에 1회씩 승정원과 시강원에 바친다(Lee et al., 2003).¹ 즉 승정원에 보고된 관측기록은 승정원일기에, 시강원(侍講院)에 보고된 것은 동궁일기에 기록이 남았다. 여기서 동궁은 세자가 기거하던 집이고, 이러한 세자의 교육을 담당하는 기관이 시강원이다.

현재 남아있는 동궁일기는 인조 대의 세자였던 소현세자의 동궁일기부터이다. 즉 소현세자의 동궁일기부터 순종의 동궁 시절 일기까지 남아있다. 승정원일기의 경우도 마찬가지인데, 인조 이후로 승정원일기가 규장각 한국학연구원에 소장되어 있다.

기존의 동궁일기 관련한 연구는 대부분 세자의 교육에 중점을 두고 있는데, Kim(2007)은 동궁일기의 기사를 통해 당시의 정치·경제·제도·사회·군사·문화적 요소를 알 수 있어 다양한 연구가 가능하다고 밝히고 있다. 한편 동궁일기나 승정원일기에는 조선왕조실록보다 월등히 많은 천문현상의 기사를 확인할 수 있다. 이러한 관점에서, 동궁일기는 세자의 일상을 매일 기록했다는 자료적 가치와 함께(Kim, 2007), 여러 천문현상이 수록된 천문기록집의 측면을 가지고 있다. 또한 Kyung(2014)은 17세기 동궁일기의 날씨기록과 천문기록에 대하여 제이론적 관점에서 소빙기와의 연관성을 재검토하였다.

기존의 천문기록에 관련된 연구를 살펴보면, Ahn et al.(2020)은 고려사 등에 있는 고려시대 기록 중 일식(日食), 월식(月食), 월엄범(月掩犯), 오위엄범(五緯掩犯), 성주현(星晝見), 객성(客星), 혜패(彗孛), 천변(天變) 등 다양한 천문현상을 수집하고 『증보문헌비고』를 참고하여 현상별로 분류하였다. Ahn et al.(2002)과 Ahn(2005)은 한국 역사기록 상에 남아 있는 유성의 기록을 조사하였는데, 그 중 일부의 기록을 유성우 극대기와 특징지어 해석하였다. Kronk(1999)는 고대에서 18세기까지 관측된 혜성의 기록을 정리하고 그들의 궤도요소를 제시하였다. Stephenson & Willis(2008)는 1625~1628년에 기록된 조선의 화광(火光) 기록이 오로라 현상이라고 주장하였다.

본 연구는 『현종동궁일기』의 천문현상 기록에 관한 것이다. 『현종동궁일기』(奎12829-v.1-10)는 규장각 한국학연구원에 소장되어 있는데, 이는 조선의 18대 임금인 현종이 세자(1649 ~ 1659)였을 때 작성된 매일의 기록이다. 본 연구는 이 동궁일기의 번역본(Jeong & Kim, 2008; Go & Kim, 2008; Kim & Lee, 2008; Rue & Seong, 2008; Lee & Seong, 2008)으로부터 천문기사를 찾아 탈초본과 함께 추출하였다.

앞서 서술한대로 승정원일기는 조선왕조실록의 기록보다 그 내용이 훨씬 자세하다. 동궁일기 또한 승정원일기와 같은 보고체계를 가진다는 점에서 천문기록이 자세할 것이라고 추정할 수 있다. 이를 분석하기 위해 동궁일기의 천문기록이 같은 기간의 승정원일기와 조선왕조실록의 기록과 어떠한 차이가 있는지 살펴볼 필요가 있다.

2장에서는 『현종동궁일기』에 나오는 천문기록을 현대천문학적 관점에서 새롭게 분류하고, 3장에서는 분류한 자료를 기반으로 연도별·월별 분포를 확인하였으며, 각각의 범주 및 항목을 분석하여 특징을 살펴보았다. 또한 날씨기록일수를 통해 날씨와 천문기록 사이의 상관관계를 살펴보았다. 4장에서는 천문현상별 기록이 보이는 특징을 분석하였고, 5장에서는 『현종동궁일기』와 같은 기간에 기록된 승정원일기 및 조선왕조실록의 천문현상 기록일수를 비교하였다.

2. 천문기록과 분류

2.1. 천문기록의 개요

『현종동궁일기』는 날짜와 날씨, 그리고 여러 개별 사건으로 구성되어 있다. 개별 사건의 기록 중에 천문기록이 있다. 천문기록은 주로 관상감에서 주야로 하늘을 관측한 내용을 얻어서 기록하기 때문에, 하루에 최대 2회의 다른 사건으로 기록되기도 한다.

본 연구는 음력 1649년 5월 14일(양력 6월 23일)부터 1659년 5월 9일(양력 6월 28일)까지 3,657일의 일기로, 약 10년간의 기록을 분석하였다.

본래 『현종동궁일기』는 음력 1650년 1월 1일부터 시작한다. 그러나 『효종동궁일기』 제4책의 일부를 보면 1650년 이전에, 현종이 동궁이던 시절의 내용을 함께 엮은 것을 확인할 수 있다(Jeong & Kim, 2008). 승정원일기와 조선왕조실록에도,² 인조가 승하한 뒤, 효종이 음력 1649년 5월 13일에 왕으로 즉위하면서 현종은 왕세손에서 왕세자가 되었다는 기록이 있으므로, Jeong & Kim(2008)과 마찬가지로 시작일은 음력 1649년 5월 14일로 한다.

『현종동궁일기』는 일부 낙장(落張)이 있는데, 음력 1652년 12월 2-29일(1653년 1월 1-28일)과 음력 1657년 1월 1-4일(1657년 2월 13-16일), 총 32일간의 모든 기록이 누락되었다.

『현종동궁일기』의 낙장을 제외한 실제 기록일수는 3,625일이다. 이 중 55.3%에 해당하는 2,003일에 천문현상이 기록되어 있다. 여기서 안개, 번개, 천둥, 비, 눈,

¹ 『서운관지』 권1, 「번규(番規)」, 各該員隨變隨錄, 每於修正單子入啓時, 下番書呈于承政院侍講院.

² 『승정원일기』, 인조 27년(1649) 5월 13일(신미), 乃於本年五月十三日辛未, 踐位于仁政門, 尊王妃趙氏, 陸王大妃, 以嬪張氏, 陸王妃, 以王世孫, 爲王世子.

황사, 우박, 서리, 무지개 등의 기상과 관련된 사건기록은 제외하였다. 마찬가지로 절기일, 식(食) 관련 예고 및 역법 제도 등 11건의 사건기록도 제외하였다. 한편 날씨기록은 3,597일이 있고, 사건기록이 있으나 날씨기록이 없는 날짜는 17일, 사건기록도 날씨기록도 없는 날짜는 11일이다. 날씨기록이 있는 3,597일 중, 맑음(‘晴’)에 해당하는 일수는 2,559일로 71.1%의 청정일수를 보이며, 그 외의 날씨기록은 1,038일³이다. 청정일 대비 천문관측 기록일의 비율은 78.3%이다. 천문기록 일수인 2,003일의 내용을 개별 천문현상으로 분리하여 수를 세어보면, 3,044건이다. 이를 실제 기록일수 대비 개별 천문현상 건수로 보면, 0.84건/일로 통상 6일에 5건의 천문기록 발생비율을 보이는 것이다.

동궁일기와 같은 일기류 기록은 일정한 기록 형태를 가지는데, 그중 시각에 관한 기록은 지금의 기준과 차이가 있다. 예를 들면, Ahn & Park(2004)은 조선에서 하루가 해가 뜰 때 시작한다고 하였다. 실제 동궁일기에서는 밤에 관측한 기록을 당일에 기록하는지, 전일에 기록하는지 분명하지 않다. 다만 천문기록은 사건의 기록 중 첫 번째 혹은 전반부에 기록되는 경향이 있다. 이는 지난 밤의 기록 단자를 아침에 받아서 당일의 일기에 작성했을 가능성이 있다. 결국 본 연구에서 천문현상의 기록 날짜는 1일의 오차를 가질 수 있다.

한편 조선시대의 시법(時法)을 보면, 하루는 12시(時) 백각(白刻)의 정시법으로 나누었으나 밤은 5경 5점의 부정시법을 사용하였고, 동궁일기의 기록에 이를 그대로 반영하고 있다. 밤 시각의 경우, 저녁 및 새벽의 박명 시간인 혼명분(昏明分)⁴을 제외한 밤 시간을 다섯 등분하여 5경(更)으로, 각 경은 다시 다섯 등분하여 5점(點)으로 하였다. 『현종동궁일기』의 기간에 대통력에서 시현력으로 개력을 하였으나, 시법(時法)은 변하지 않았다(Ahn et al., 2006; Lee et al., 2011).

2.2. 천문현상 분류

동궁일기의 천문기록은 눈으로 관측할 수 있는 다양한 천문현상을 보여주고 있다. 근대 이전의 천문현상의 분류는 『증보문헌비고(增補文獻備考)』 「상위고(象緯考)」의 사례를 참고할 수 있다(Lee & Yu, 1979; Lee & Yu, 1981). 이 문헌에서는 천문현상을 일식, 월엄범오위(月掩犯五緯), 오위합취(五緯合聚), 오위엄범항성(五緯掩

犯恒星), 성주현, 객성, 혜패, 천변, 일월변(日月變), 운적(暈適), 성변(星變), 유운(流隕), 운기(雲氣)로 구분하고 있다. 당시 천문현상은 천체의 운동에 기인한 현상과 천체와 대기와의 관계에 기인한 현상을 모두 포함하고 있다. 본 연구에서도 천체의 현상과 함께 대기와의 상호작용에 의한 현상을 모두 천문기록으로 포함하였다.

본 연구는 『증보문헌비고』의 분류체계를 참고하되 『서운관지』 「번규」에 있는 천문현상의 대상을 추가하여(Lee et al., 2003), 이들을 현대적 관점으로 재분류하였다. 즉 『현종동궁일기』의 3,044건에 대한 천문기록을 해의 대기 현상(이후 ‘해(A)'), 달의 대기 현상(이후 ‘달(B)'), 구름과 기운(이후 ‘구름(C)'), 태백주현(D), 세성주현(E), 유성(F), 객성(G), 혜성(H), 화광(火光)(J), 흑점(日中黑子)(K), 천체 간의 범(犯)·합(合)(L), 엄(掩)·식(食)(M), 입(入)·출(出)(N), 수(守)(O), 일식(P), 월식(Q)의 16개 항목을 대기 현상 및 구름(이후 ‘대기(I)'), 주현(晝見)(II), 출현·발현(III), 근접·엄폐(IV), 교식(V)의 5개 범주로 구분하였다. Table 1은 『현종동궁일기』의 천문현상기록을 5개 범주, 16개 항목에 대하여 건수로 나타내었다.

여기서 해(A) 현상은 햇무리[日暈]와 햇무리 현상 중 중첩무리[重暈]·교차무리[交暈]·이(珥)·관(冠)·대(戴)·배(背)·리(履)·극(戟)·백홍관일(白虹貫日), 그리고 색깔[日色] 등이 있다. 달(B) 현상은 달무리[日暈]와 달무리 현상 중 중첩무리·교차무리·이·관·대·배·리·백홍관월(白虹貫月), 그리고 색깔[月色] 등이 있다. 구름 현상에는 운(雲), 기운[雲氣]이 있다. 만일 해(A), 달(B), 구름(C) 현상이 같은 시간대에 함께 기록된 경우에는 따로 구분하여 분류하였다. 한편 해와 달의 빛깔 30건은 해(A)와 달(B)에 각각 포함하고, 기운[雲氣] 33건은 구름(C)의 항목에 포함하였다.

주현(II)에는 각각 태백주현(太白晝見)과 세성주현(歲星晝見)이 있다.⁵ 출현·발현(III)의 현상 안에는 화광(火光), 유성, 객성, 혜패, 흑점이 있다. 유성(F)에는 유성, 비성(飛星), 영두성(營頭星)이 있다. 『현종동궁일기』에는 백성(白星)의 기록이 여러 차례 나오는데, 이는 혜성(H)으로 분류한다. 근접·엄폐(IV) 현상은 달과 행성, 달과 별/별자리, 행성과 행성, 행성과 별/별자리 사이에 각각 범(犯)·합(合), 엄(掩)·식(食), 입(入)·출(出), 수(守)로 나눈다. 마지막으로 교식(V) 현상은 각각 일식(P)과 월식(Q)이 있다. 같은 날·같은 종류의 현상이 여러 번 관측된 경우 항목에 따른 동일 현상은 일별 1건으로 집계하였다.

Table 1에서 구분한 16개 항목에서 대표적인 천문현상의 기록 사례는 아래와 같다.

³ 그 밖의 기상에 관한 내용에는 흐림(陰), 비(雨), 눈(雪), 바람(風) 등이 있으며, 이들이 서로 합해져 기록되어 있는데, 본 연구에서는 ‘晴’ 이외에 다른 내용이 있으면, 맑음으로 포함하지 않았다.

⁴ 1442년의 칠정산내편에서 혼명분은 2.5각(1각 = 14.4분)으로, 1725년 시현력의 시간제도로 변경되기 전까지 그대로 사용한 것으로 보인다. 참고로 현재의 천문박명과 같은 정의를 가지는 시기는 1789년이 되어야 가능했다(Lee & Moon, 2004; Ahn et al., 2006).

⁵ 태백주현은 종종 금성주현(金星晝見)으로, 세성주현은 목성주현(木星晝見)으로 기술되기도 한다.

Table 1. Taxonomy of astronomical phenomena

Category	Item: phenomenon	No. of Records	
Atmosphere (I)	Sun (A)	1,019	1,763
	Moon (B)	542	
	Cloud (C)	202	
Daylight Appearance (II)	Venus (D)	512	528
	Jupiter (E)	16	
Appearance & Apparition (III)	Meteor (F)	419	636
	Nova (Guest star) (G)	0	
	Comet (H)	9	
	Fire light (火光) or Aurora (J)	208	
	Sunspot (K)	0	
Proximity & Obscuration (IV)	Proximity or Conjunction (L)	50	99
	Occlusion (M)	7	
	Entrance or Exit (N)	41	
	Stay (O)	1	
Eclipse (V)	Solar eclipse (P)	7	18
	Lunar eclipse (Q)	11	
Total		3,044	3,044

- 해(A): 묘시와 진시에는 햇무리의 양쪽에 귀[珥]가 있고, 무리 위에 배(背)가 있으며, 색은 안쪽은 붉고, 바깥쪽이 푸르렀다. 사시에는 해에 교차하여 햇무리가 있었는데, (교차한 햇무리의) 양쪽에 귀[珥]가 있고, 무리 위에 갓[冠]이 있으며, 무리 아래에는 신[履]이 있고, 신[履]의 아래에는 창[戟]이 있어, 색은 모두 안쪽이 붉고, 바깥쪽이 푸르렀으며 흰색 무지개가 해를 꿰뚫었다(卯時·辰時, 日暈兩珥, 暈上有背, 色內赤外青. 巳時, 日有交暈兩珥, 暈上有冠, 暈下有履, 履下有戟, 色皆內赤外青, 白虹貫日).
- 구름(C): 밤 2경에 기운[氣]처럼 검은 구름 한 줄기가 동쪽 방향에서부터 생겨서 곤(坤) 방향으로 곧게 뻗었는데, 길이가 하늘에 닿았고, 너비는 1자[尺] 정도였으며 한참이 지나서 사라졌다(夜二更, 黑雲一道如氣, 起自東方直坤方, 長竟天, 廣尺許, 良久乃滅).
- 태백주현(D): 미시에 태백(太白)이 오지(午地)에 나타났다(未時, 太白見於午地).
- 유성(F): 밤 1경에 유성이 북두성(北斗星) 아래에서 나와 북쪽 방향 하늘 가장자리로 들어갔는데, 모양은 사발과 같고, 꼬리의 길이는 2 ~ 3자 정도이며, 색깔은 붉었다(夜一更, 流星出北斗星下, 入北方天際, 狀如鉢, 尾長二三尺許, 色赤).
- 화광(J): 밤 1경과 2경에 간(艮) 방향, 동쪽 방향, 손(巽) 방향, 남쪽 방향에 화광(火光)과 같은 기

운이 있었다(夜一更·二更, 艮方·東方·巽方·南方有氣如火光).

- 범(L): 밤 4경에 토성이 역행(逆行)하여 동정(東井)성의 첫 번째 별을 범(犯)했다(夜四更, 土星逆行, 犯東井第一星).
- 일식(P): 사초(巳初) 3각에 일식(日食)이 있었다(巳初三刻, 日有食之).

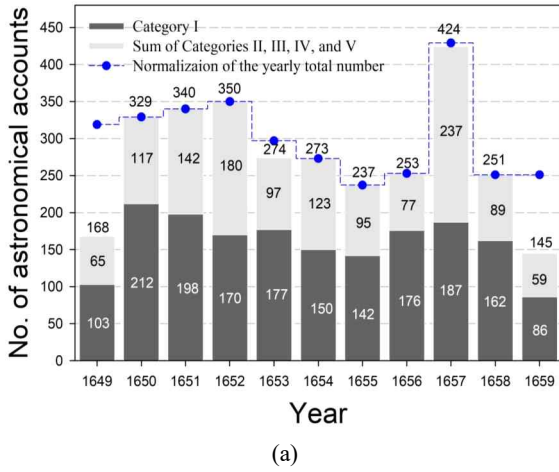
Table 1의 천문현상 중 객성과 흑점은 1649년 하반기에서 1659년 상반기 동안에 한 차례도 기록되지 않았다. 이 기간 동안의 천문현상 중에 대기(I) 현상은 57.9%, 주현(II)은 17.3%, 출현·발현(III)은 20.9%, 근접·임페(IV)는 3.3%, 교식(V) 현상은 0.6%로 나타났다. 개별 천문현상 항목에서, 해(A)는 33.5%, 달(B)은 17.8%, 구름(C)은 6.6%이고, 태백주현(D)은 16.8%, 세성주현(E)은 0.53%이며, 유성(F)은 13.8%, 혜성(H)은 0.30%, 화광(J)은 6.8%이고, 천체 간의 범·합(L)은 1.6%, 임·식(M)은 0.23%, 임·출(N)은 1.3%, 수(O)는 0.03%이며, 일식(P)은 0.23%, 월식(Q)은 0.36%의 분포를 보였다.

3. 천문현상 통계분석

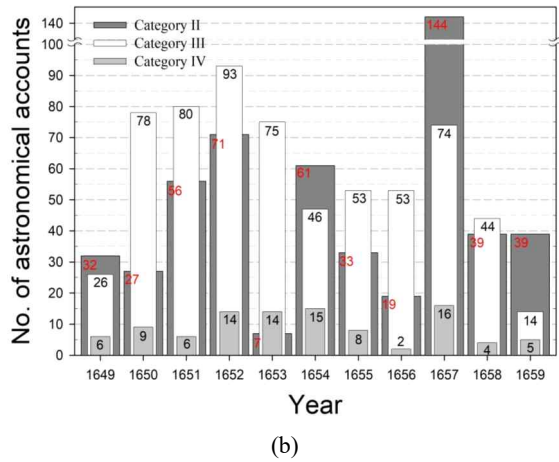
동궁일기는 음력 날짜를 기준으로 기록되었다. 본 연구에서는 음력 날짜를 양력 날짜로 변환하여 통계적으로 분석하였고, 음력 날짜를 사용해서 분석하는 경우에는 음력 날짜의 사용 여부를 설명하였다. 편의상 연도는 서기 연도를 준용하여 표기하고, 일자는 필요에 따라 ‘양력’ 또는 ‘음력’을 표시하였다. 음양력 변환은 Han (2001), Ahn et al.(2009)과 Lee et al.(2012)을 활용하였다.

3.1. 연도별 분포

Figure 1에는 1649년부터 1659년까지 연도별 천문기록의 건수를 히스토그램으로 나타내었다. 1649년과 1659년은 약 6개월 정도의 기록이 있을 뿐이다. 또한 1653년 1월 1일부터 1월 28일까지는 동궁일기 기록이 유실[落張]되어 확인할 수 없었고, 1657년 2월 13일부터 2월 16일까지도 기록이 없다. 1649년과 1659년의 기록 건수는 각각 168건과 145건이다. 만약 1649년과 1659년에 1년간 전 일수에 대해 기록이 있다고 가정하면, 각각 319건, 251건 정도로 추정할 수 있다. 연도별로 나타낸 기록 건수는 부록에 수록하였으며, 각 연도에 대해 Table A1(a)은 천문현상의 범주별, Table A2(b)는 세부현상의 항목별 건수를 나타내었다.



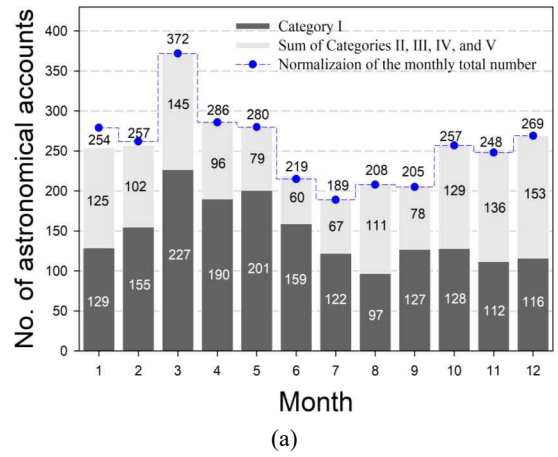
(a)



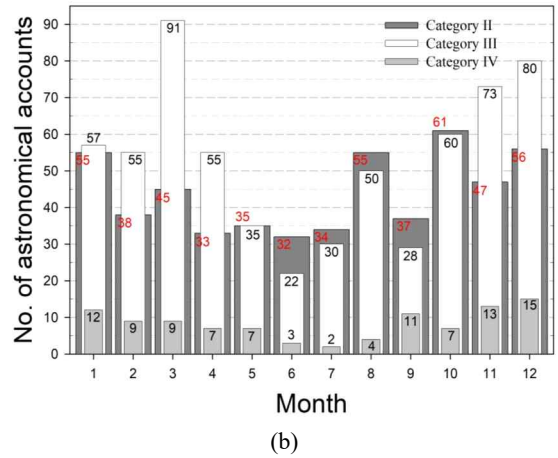
(b)

Figure 1. Total number of astronomical accounts versus year. In (a), two rectangles for every item make up the total number of accounts for each year. The lower (dark) rectangle represents category I and the higher (grey) rectangle represents the other categories. The blue dot line represents the normalized number of the astronomical accounts in the Table A1 (a). In (b), the overlapping three rectangles for every item are the categories II, III, and IV, respectively.

Table A1과 Figure 1에서 알 수 있듯이, 연도별 천문 현상 기록 건수는 1657년이 424건으로 가장 많고 1655년이 237건으로 가장 적다. Figure 1(a)를 보면, 대기(I) 범주의 기록 건수가 다른 범주의 기록 건수 합계보다 많음을 알 수 있다. 다만 1652년과 1657년에는 대기(I) 범주의 기록이 다른 범주의 총합보다 적은 해이다. Figure 1(b)에서 주현(II) 범주의 기록은 1657년에 최대의 기록 건수인 144회를 보이고, 1653년에는 겨우 7건만 나타난다. 이 두 경우를 제외하면 주현(II)의 기록은 연평균 42건이다. 한편 중요도가 높은 천문현상인 교식



(a)



(b)

Figure 2. Total number of astronomical accounts versus month. In (a), two rectangles for every item make up the total number of accounts for each month. The lower (dark) rectangle represents category I and the higher (grey) rectangle represents the other categories. The blue dot line represents the normalized number of the astronomical accounts in the Table A2 (a). In (b), the overlapping three rectangles for every item are the categories II, III, and IV, respectively.

(V) 현상은 전 지구적으로 자주 나타나기 현상은 아니기 때문에, Table A1의 연도별 기록 건수에서 차지하는 비율은 미미하다.

항목에 따른 연도별 기록의 분포는 다음과 같은 특징을 보인다(Table A1(b) 참조). 관측 건수가 많은 상위 4개는 해(A), 달(B), 태백주현(D)과 유성(F)으로 각각 연평균 93건, 49건, 47건과 38건을 보인다. 그다음으로 화광(J)과 구름(C) 현상이 연평균 각각 19건, 18건이며, 나머지 현상은 연평균 5건 이하이다. 1657년의 기록에서 특이한 점은 태백주현(D)이 135건으로, 해(A)의 102건보다 1.3배 더 많은 기록이 나타난다는 것이다. 전년도

인 1656년에 태백주현이 연평균 47건보다 적은 19건의 최소 기록을 보이는 것과 대비되는 부분이다. 1652년에는 해성(H)이 나타났다고 기록하고 있으며, 1653년과 1657년에는 세성주현(E) 현상도 기록되었다.

3.2. 월별 분포

Figure 2에는 1월에서 12월까지 월별 천문현상기록 건수를 히스토그램으로 나타내었다. 월별로 나타낸 기록 건수는 부록에 수록하였으며, 각 월에 대해 Table A2(a)는 천문현상의 범주별, Table A2(b)는 세부 현상의 항목별 건수를 나타내었다.

앞 절의 연도별 분포와 달리, 1649년부터 1659년까지 월별 기록은 비교적 고르게 분포하고 있다. Figure 2(a)와 같이, 매월의 히스토그램 기록의 총 건수와 정규화한 건수가 서로 유사한 경향을 가진다.

실질적으로 『현종동궁일기』가 기록된 기간은 10여 년인데, 월평균 254건의 천문관측이 있었다. 그중 기록 건수가 가장 많은 달은 3월, 가장 적은 달은 7월로 나타난다. Table A2(b)를 보면, 해(A)와 달(B)과 화광(J)의 기록 건수가 3월에 최대이다. 7월은 한국의 장마 기간으로 상대적으로 청정일수가 적어서(3.3절 참조) 천문관측 가능 일수가 줄어드는데, 이러한 원인으로 전체적인 관측 건수가 적은 것으로 추정할 수 있다.

Figure 2(a)에서 1 ~ 9월의 경우, 대기(I) 범주의 기록이 나머지 다른 범주의 합산보다 많음을 알 수 있다. 월별 분포에서 기록 총 건수는 7월이 가장 적지만, 대기(I) 범주의 기록만 한정하였을 때, 가장 적은 달은 8월이다. 반면 가장 많은 3월에는 대기(I) 범주와 함께 출현·발현(III) 범주의 기록이 많았다.

3.3. 청정일수

동궁일기는 승정원일기와 마찬가지로 매일에 대한 날씨 기록이 있다. 조선왕조실록의 경우에는 매일의 날씨 기록이 기록되어 있지 않고, 특별한 기상 현상만 별도로 기록하고 있다. 앞 절에서 월별 기록 건수의 추이는 날씨와 관계가 있을 것으로 추정하였다. 이 절에서는 『현종동궁일기』에 기록된 날씨 정보와 천문현상의 기록 건수를 비교하여 상관관계를 살펴보았다.

이미 언급한 대로, 『현종동궁일기』에 날씨가 기록된 일수는 3,597일이다. 다양한 형태의 날씨 기록 가운데, 맑음(晴)에 해당하는 일수는 2,559일이고, 비[雨]는 340일, 흐림[陰]은 179일, 눈[雪]은 38일이며, 그 밖의 날씨는 481일이다. 그 밖의 날씨에 대해서는, 동일 날씨로 5일 이상 집계된 기록 위주로 아래에 나열하였다.

- 큰비[大雨]: 8일
- 밤내내 비[夜雨]: 6일

- 비오고 눈[雨雪]: 10일
- 흐리다 저녁에 비[陰夕雨]: 7일
- 흐리다 밤에 비[陰夜雨]: 14일
- 흐리고 비[陰雨]: 12일
- 아침에 비[朝雨]: 8일
- 아침에 비, 해질녘에 흐림[朝雨晚陰]: 6일
- 작은 눈[小雪]: 7일

- 맑다 밤에 비[晴夜雨]: 21일
- 맑다 저녁에 비[晴夕雨]: 6일
- 맑다 밤에 눈[晴夜雪]: 6일
- 아침에 맑음, 해질녘에 비[朝晴晚雨]: 5일

- 비오다 해질녘에 갠[雨晚晴]: 6일
- 아침에 비, 해질녘에 맑음[朝雨晚晴]: 13일
- 아침에 흐림, 해질녘에 맑음[朝陰晚晴]: 23일

- 잠깐 흐렸다 잠깐 맑음[乍陰乍晴]: 5일
- 잠깐 맑았다 잠깐 흐림[乍晴乍陰]: 8일
- 바람[風]: 6일
- 맑지만 바람[晴而風]/맑고 바람[晴風]: 10일

위와 같이 흐리거나 비 혹은 눈이 오는 날은 천문관측이 불가능한 날로써, 맨 위에서부터 9항목으로 다양하게 기록되었는데 대략 78일이다. 낮에는 맑았지만 밤에는 관측하기 어려운 날은 38일이며, 반대로 낮에는 관측하기 곤란하지만 저녁 이후 맑아져서 밤 관측이 가능한 날은 42일이다. 흐리기도 하고 맑기도 한 날과 맑은데 바람이 부는 날처럼 관측이 가능하지만 어려운 날은 29일이다. 이러한 날씨기록들은 청정일수에서 제외하였으나 이 날에 천문현상이 기록되기도 하였다.

Park(2010)은 승정원일기의 기상기록, 특히 비[雨]에 대해서 강수량의 수치를 기록한 것은 1770년 이후부터이며, 담당 관원이 당시의 기상을 주관적으로 판단하여 비(非)정량적으로 기록하였다고 하였다. Kyung(2014)은 동궁일기와 승정원일기에 기록된 날씨를 서로 비교하면서 ‘비[雨]’와 ‘흐림[陰]’에 대한 기록에 일관성이 없다고 지적하였고, Park(2010)과 같이 기상의 기록은 당시 담당 관원의 주관에 따른 것이라고 부연하였다. 반대로 본 연구는 천문관측이 가능한 청정일수를 조사하기 위해, 동궁일기의 ‘맑음[晴]’의 기록에 대해 분석하였다.

Figure 3은 『현종동궁일기』의 청정일수와 관측기록일수의 관계를 (a)는 연도별, (b)는 월별로 분석한 것이며, 각각의 y축은 일수를 나타낸다. Figure 3에서 옅은 회색 막대는 관측기록이 포함된 청정일수이고 짙은 회색 막대는 전체 청정일수이다. 원형-실선(○—)은 관측 기록일수이고, 삼각형-실선(△—)은 날씨기록일수이다.

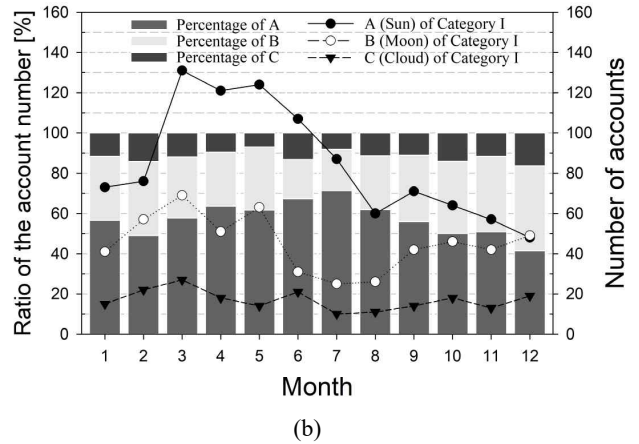
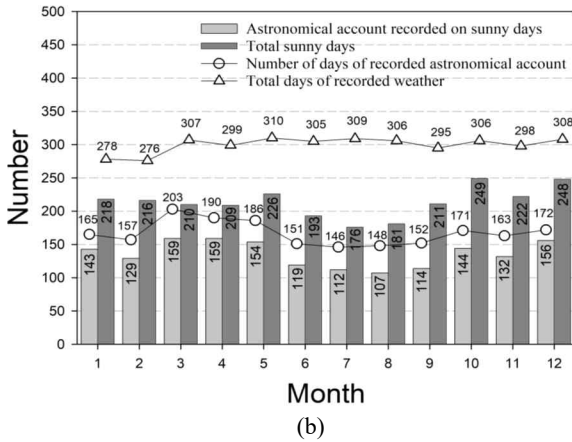
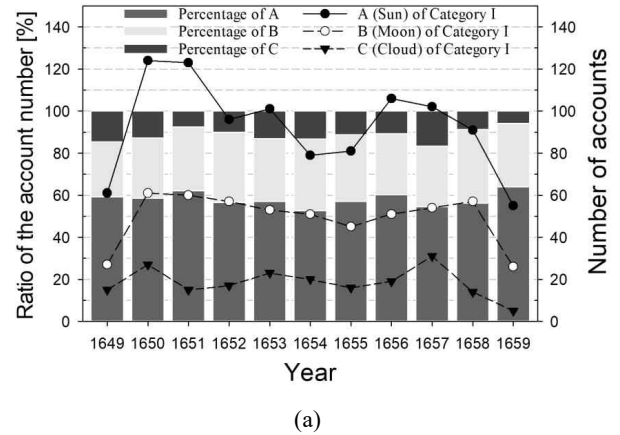
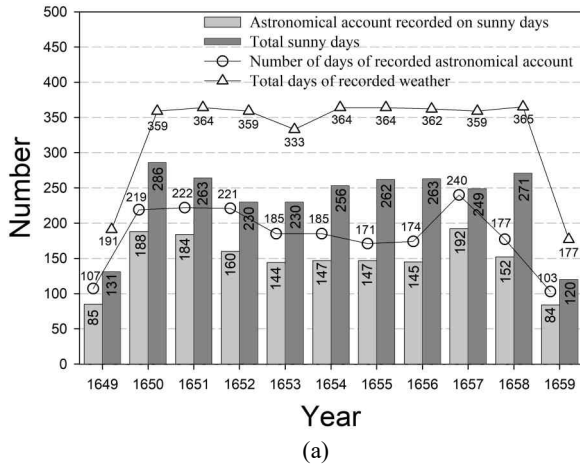


Figure 3. Total number of sunny days recorded in Hyeonjong-Donggung-Ilgi versus (a) year and (b) month from 1649 to 1659.

Figure 4. Distribution of Phenomenon A, B, and C in the atmospheric accounts (the Category I) versus (a) year and (b) month from 1649 to 1659.

1649년과 1659년은 실제 약 6개월의 기록만 있기 때문에, Figure 3(a)의 전체 청정일수와 관측기록이 포함된 청정일수가 다른 연도보다 약 0.5배 만큼 적다. 다음의 분석에서는 1649년과 1659년은 제외하였다. 동궁이 있는 서울 일대의 연평균 청정일수는 255 ± 16 일로, 연중 70%에 해당한다. 『현종동궁일기』에서 청정일수에 관측기록이 포함된 날은 연평균 청정일수의 대략 64%인 163 ± 17 일이다. 전체 관측기록일수(\bigcirc)는 청정일수의 약 79%인 201 ± 22 일을 보인다. 전체 날씨기록일수(\triangle)는 연평균 359 ± 9 일을 나타내고 있다.

Figure 3(b)와 같이 월별로 구분하면, 10년 합계의 월평균 일수를 300 또는 310일 내외로 가정할 때, 청정일수는 월평균 213 ± 22 일로 매달의 70%가 청정일로 보인다. 『현종동궁일기』에서 청정일수에 관측기록이 포함된 날은 월평균 청정일수의 대략 64%인 136 ± 19 일이다. 전체 관측기록일수(\bigcirc)는 청정일수의 약 78%인 167 ± 17 일을 보인다. 전체 날씨기록일수(\triangle)는 월평

균 300 ± 11 일을 나타내고 있다.

4. 현상별 특징

4.1. 대기

Table 1에서 대기(I) 범주의 비율은 전체 천문기록의 57.9%를 차지하고 있다. 이 범주는 해와 달의 색깔 변화를 포함한 이들 주변의 대기 현상과 구름 주변의 기운에 대한 기록으로, 각각 해(A), 달(B), 구름(C)의 현상으로 구분하였다.

Figure 4에는 대기 분류의 해(A), 달(B), 구름(C) 현상에 대한 관측기록 건수의 추이와 이들 간의 상대적인 분포를 나타내었다. Figure 4에 따르면, 연도별 비율은 비교적 고르게 나타나고 있다. 연평균 해(A) 항목은 57.8%, 달(B)은 30.7%, 구름(C)은 11.5%를 보인다. 반면 월별 비율은 다른 양상을 띠고 있으며, 건수로는 월평균 각각 85건, 45건, 17건의 분포를 보여주고 있다. 다만 Figure 4(b)와 같이, 해(A) 항목 현상의 상대적 비율

이 7월에 가장 크고 12월에 가장 작으면 그 사이에는 완만한 상승과 하강 곡면을 보이고, 반면 달무리와 그 관련 현상은 햇무리와는 반대의 비율 분포를 보여준다. 구름의 월별 분포는 비교적 일정하며, 연도별 분포에 있어 다소 기록 건수의 변동이 보인다.

『현종동궁일기』에서 구름 또는 기운은 백색, 창백색, 황백색, 황적색, 적색, 청적색, 흑색 등의 다양한 색으로 표현되었다. 특히 구름 혹은 기운의 빛깔을 시각과 함께 기록되어 있으며, Table A3는 이를 요약한 것이다. 현종의 세자 기간인 10여 년 동안 구름 혹은 기운의 색은 흰색이 많았으며 동틀 때부터 저녁까지, 그리고 밤의 1경부터 5경까지 고르게 기록되어 있다. 반면 창백색, 황백색, 황적색, 적색, 청적색, 흑색 등의 구름 또는 기운은 주로 늦은 오후, 일몰, 저녁 박명, 밤 1경 사이에 주로 집중되어 기록되어 있다. ‘빛기둥처럼 보였다’라든가 ‘빛이 땅을 비추었다’라는 기록도 있는데, 이는 햇무리에 관련된 광학현상이 아닌 적색 기운의 현상으로 분류하였다.

4.1.1. 햇무리와 달무리

무리(halo)는 빙정(氷晶)이 많이 포함된 권층운이 해나 달의 빛을 굴절시켜서 나타나는 광학 현상이다. 『현종동궁일기』는 다른 편년체 기록에 비해, 특히 무리 현상에 대한 기록이 많은 편이다. Table 1에서 해(A)와 달(B)의 천문현상은 각각 1,019건과 542건에 해당한다. 이 기록의 대부분은 햇무리와 달무리가 언제 관측되었는지의 시간도 포함하고 있다. 그러나 종종 무리 현상 없이 빛깔만 기록된 경우나 시간을 알 수 없는 기록들도 포함되어 있다. 빛깔만 기록되거나 시간을 알 수 없는 경우는 제외하여 해(A)는 1,014건, 달(B)은 533건에 대해서만 분석의 대상으로 하였다.

햇무리와 달무리의 기록은 각각 12시법과 5경법의 시각법으로 표기된다. 이 때 시의 단위는 시대양시이다. 하나의 현상이 몇 시간에 걸쳐 진행되기도 하는데, 매시진이나 매 경으로 구분하여 분석하였다. 이러한 구분을 적용하면, 1,014건의 햇무리와 533건의 달무리 기사는 각각 3,254개와 1,247개가 된다.

우선 햇무리 기록의 경우, 1,014건의 음력일자를 양력일자로 변환하였다. 3,251개의 기록은 하루의 시간 중 ‘묘시, 진시, 사시, 오시, 미시, 신시, 유시’로 기록된 시간을 그 중간값인 ‘6, 8, 10, 12, 14, 16, 18’로 변환하여 나타내었다.⁶

반면 달무리 기록은 533건의 음력일자를 월 일수로 정리하였다(Table A4 참조). 음력의 월 일수는 대월일의

⁶ 다만 ‘동틀 녘’(5월 24일), ‘인시’(7월 5일), ‘5경’(12월 20일)의 시각에 대한 기록 3개는 제외하여, 총 3,254개의 기록 중 3,251개를 사용하였다.

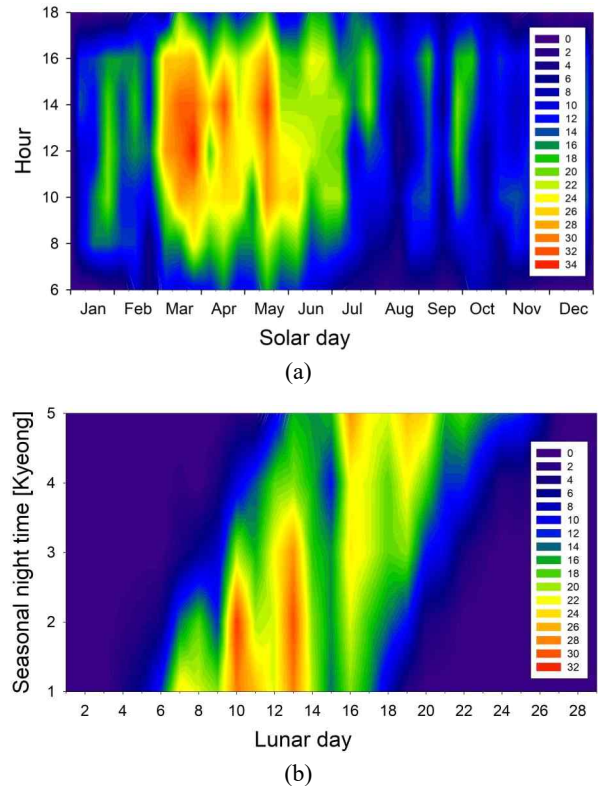


Figure 5. Contour map of the number of solar halo and lunar halos from 1649 to 1659. (a) the solar halo for the solar days, (b) the lunar halo for the lunar days.

경우에만 말일이 30일이므로 30일에 나타나는 기록은 다른 날짜 개수의 약 50%에 해당한다. 한편 경(更) 단위로 밤 시각을 나타낸 1,247개의 기록은 현대 시각으로 변환하지 않고 분석하였다. 5경법은 부정시법으로, 밤 시간을 5등분하여 5경으로 나누기 때문에 연중 매일 변화한다. 물론 과거에는 절기에 따라 일정한 날짜 구간을 같은 밤 길이로 규정해서 사용했다. 따라서 이 연구에서는 현대 시각으로의 변환없이 5경법을 토대로 분석하였다. 참고로 『현종동궁일기』가 작성된 시기는 시헌력이 적용되기 이전이므로, 여기에 표현된 부정시법은 세종 때에 만들어진 11주전법을 사용했을 것이다 (Yun et al., 2021).

Figure 5는 각각 햇무리와 달무리의 시간에 따른 발생빈도를 나타낸 것이다. Figure 5(a)는 햇무리의 발생빈도를 등고선지도로 나타내었다. 가로(x)축은 연 일수인데, 약 10일 단위로 햇무리 기록을 집계하여 나타내었다. 즉 가로축은 매 월의 상순, 중순, 하순 동안 나타난 햇무리 개수를 합하고 각 기간의 중심값을 취한 것이다. 세로(y)축은 낮시간을 6시부터 18시까지로 나누었다.

햇무리는 3월에서 5월까지 빈도가 높게 나타나며, 3

월에는 12시 전후, 4, 5월은 14시 전후의 시간대에서 높은 발생빈도를 보였다. 상대적으로 11월과 12월인 겨울에 발생빈도가 현저히 떨어지는 분포를 보여주고 있다. 1월에서 6월까지의 발생 분포는 약 13시를 기준으로 전후 시각이 대칭을 보이고 있고, 반면 7월, 9월, 10월은 상대적으로 오후에 발생하는 결과를 보여준다.

Figure 5(b)는 달무리의 발생빈도를 등고선지도로 나타내었다. 가로(x)축은 음력월 일수로 29일까지를 나타내고, 세로(y)축은 밤시간을 1경부터 5경까지 표시하였다. 예상할 수 있듯이 대략 보름에 달이 떠 있는 시간이 길다. 그 전·후일로부터 초하루·그믐으로 접어들면서 달을 대칭적으로 볼 수 있는 시간이 줄어든다. 또한 시간대를 나누어, 달은 15일 이전에는 3경 이전에 서쪽에서, 15일 이후에는 3경 이후에 동쪽에서 보일 확률이 크기 때문에, 달무리의 기록 개수도 보름을 전후하여 대칭적인 분포를 반영하고 있다. Figure 5(b)와 같이 달무리의 최대 발생빈도는 10일과 13일에는 2경, 16일과 19일에는 5경으로 확인된다.

4.2. 주현

『현종동궁일기』에 기록된 낮에 관측된 행성은 금성과 목성 두 가지이다. 즉 태백주현(太白晝見)과 세성주현(歲星晝見) 현상이다. 이들의 기사 예시는 아래와 같다.

- 진시(辰時)에 태백성이 사지(巳地)에 나타났다(辰時, 太白見於巳地).
- 사시(巳時)에 태백성이 미지(未地)에 나타났다(巳時, 太白見於未地).
- 사시(巳時)에 태백성이 오지(午地)에 나타났다(巳時, 太白見於午地).
- 오시(午時)에 태백성이 미지(未地)에 나타났다(午時, 太白見於未地).
- 오시(午時)에 태백성이 사지(巳地)에 나타났다(午時, 太白見於巳地).
- 미시(未時)에 태백성이 사지(巳地)에 나타났다(未時, 太白見於巳地).
- 미시(未時)에 태백성이 오지(午地)에 나타났다(未時, 太白見於午地).
- 미시(未時)에 태백성이 미지(未地)에 나타났다(未時, 太白見於未地).
- 신시(申時)에 태백성이 미지(未地)에 나타났다(申時, 太白見於未地).
- 유시(酉時)에 태백성이 신지(申地)에 나타났다(酉時, 太白見於申地).
- 신시(申時)에 세성이 오지(午地)에 나타났다(申時, 歲星見於午地).

- 유시(酉時)에 세성이 미지(未地)에 나타났다(酉時, 歲星見於未地).
- 묘시(卯時)에 목성이 오지(午地)에 나타났다(卯時, 木星見於午地).

위와 같이 동궁일기 또는 승정원일기의 기사는 금성이나 목성이 보이는 시간과 방위를 명시하고 있어 조선 왕조실록보다 설명이 자세하다. 간혹 태백주현의 기록에서 ‘경천(經天)’의 표현이 나오는데, 그에 대한 설명은 다음과 같다.

오시에 태백성이 숨어서 보이지 않아야 하는데 오지(午地)에 나타났다. 이를 경천(經天)이라 한다.⁷

여기서는 태백성이 오지(午地)에 나타나면 ‘경천’, 다른 방향에서 보이면 ‘주현’이라 했던 것으로 보인다.

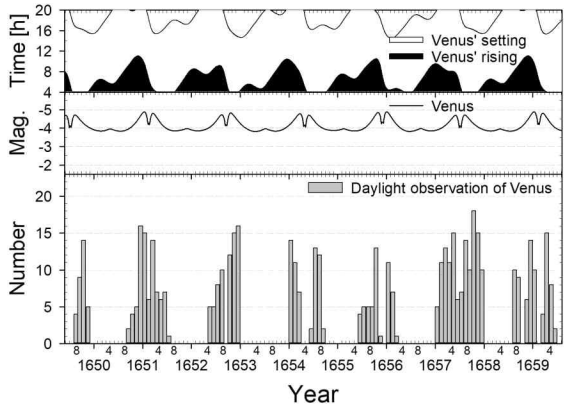
Table A1에서 알 수 있듯이 태백주현(D)의 경우 1656년은 19건으로 그 수가 적으나, 1657년에는 135건으로 급증하며, 1653년에는 관측기록이 없다. 태백주현은 금성의 내합 전후 약 72일 사이에 관측되는데, 584일(1.6년)의 주기를 가진다. 1650년 이후로 이 주기 동안에 대략 80±27일의 관측 건수를 보인다. Table A5에는 1649~1659년, 약 10년간의 월별 기록을 볼 수 있다. 1월부터 12월까지 기록은 각각 55건, 38건, 45건, 33건, 35건, 32건, 34건, 55건, 37건, 61건, 47건, 56건이 있다.

Figure 6(a)에 태백주현(D)의 기록에 대한 매년 월별의 3가지 그래프를 함께 나타내었다. 아래는 기록 건수를 히스토그램으로 나타내었고, 중간은 매일의 금성의 겉보기등급을, 위는 매일의 금성 출몰시각을 나타내었다. 금성의 겉보기등급에 대한 계산식은 Hilton (2005)을 활용하였다. 금성은 내행성이므로 일출몰시각 전후로 출몰시각이 형성된다. Figure 6(a)에서, 금성의 겉보기등급이 밝을 때 태백주현(D)의 기록이 나타나는 경향을 보여준다. 금성이 가장 밝을 때는 -4.69등급이다.

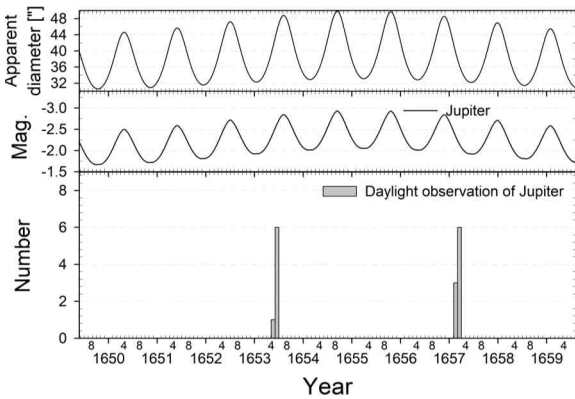
낮에 보인 목성의 관측은 1653년과 1657년에 각각 7건과 9건이 기록되었는데, 1657년에는 태백주현(D)과 함께 관측된 특성이 있다. Figure 6(b)는 세성주현(E)에 대한 그래프로, 아래부터 기록 건수, 목성의 겉보기등급, 목성의 시직경을 나타낸 것이다. 목성의 겉보기등급에 대한 계산식은 Seidelmann(2006)을 활용하였다.

목성의 시직경이 크면 목성이 더 잘 보이는 경향이 있는데, 세성주현(E)의 관측은 목성의 겉보기등급이 -2.0 ~ -2.5일 때 기록되었다. 다만 1653년 세성주현(E)

⁷ 『역주 현종강서원일기·현종동궁일기』 1, pp.281-519. 경인년(1650) 12월 17일(을축), 午時, 太白當伏不見, 而見於午地, 是爲經天.



(a)



(b)

Figure 6. Daylight observation of (a) Venus and (b) Jupiter over the whole day observed at Seoul recorded in *Hyeonjong-Donggung-Ilgi*. Regarding both of them, the lower panel shows the number of accounts and the middle panel indicates the visual magnitude. The upper panels are different graphs; (a) is the rising time and setting time of Venus and (b) is the apparent diameter of Jupiter from 1649 to 1659.

은 6월 상순과 중순에, 시태양시 단위로, 묘시(卯時, 5 ~ 7시)에 관측되었고, 1657년의 세성주현(E)은 2월 말에는 신시(申時, 15 ~ 17시)에, 3월 상순과 중순에는 유시(酉時, 17 ~ 19시)에 목격되었다. 즉 1653년은 일출 무렵이며, 1657년은 일몰 무렵에 관측된 것이다. 결과적으로 낮에 보인 목성은 일출 혹은 일몰 무렵의 하늘이 약간 어두울 때 관측되어 기록되었을 가능성이 높아 보인다.

4.3. 출현·발현

하늘에서 새로운 천체가 나타나는 사례로 유성(영두성⁸), 혜성, 화광(火光) 등이 있다. Figure 7에는 천체의

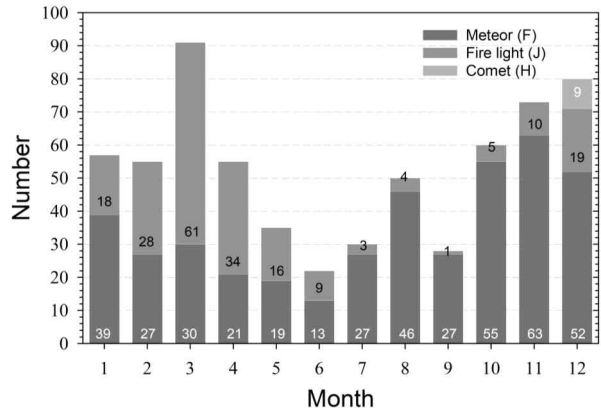


Figure 7. The appearance of meteor and fire light and appearance of comet in the skies over Seoul from 1649 to 1659.

출현과 발현에 대한 월별 분포를 히스토그램으로 나타내었다.

천체의 출현·발현(III) 현상 중 유성(F) 기록이 65.9%로, Figure 7에서도 그 분포를 알 수 있다. 유성(F)은 월별 평균 기록이 34.9건이나, 4, 5, 6월에는 21건 이하이고, 1, 8, 10, 11, 12월에는 평균 이상을 보인다. 혜성(H)은 자주 출현하지 않는 현상인데, 12월에만 9건의 기록이 존재한다. 화광(J)은 유독 3월에 관측 빈도수가 높게 나타난 특징이 있다.

4.3.1. 유성

조선시대 일기류의 관찬서에서 유성의 기록은 유성이 출현하고 사라진 위치(별자리), 유성의 진행 방향, 크기, 색깔, 유성 꼬리의 길이 등 정량적 정보와 정성적 정보를 모두 제공하고 있다.

『현종동궁일기』의 10여 년 동안 관측된 유성(F) 기록을 연 일수에 따라 분석해보면, 연중 고르게 분포하는 모습을 보인다. Figure 8에서 검은 실선은 연 일수에 대한 유성(F) 기록을, 점선은 3일치의 합계를 나타낸 것이다.

관측의 관점에서 본다면, 눈에 보였다 금방 사라지는 일반적인 유성보다 불꽃을 발하며 떨어지는 화구(fireball)가 문헌에 기록될 가능성이 높다. 실제 동궁일기 기록에는 유성의 색이나 주변을 밝게 한 정황, 그리

⁸ 『현종동궁일기』에 하나의 영두성(營頭星) 기록만 있다. 『서운관지』에 따르면, 영두성은 낮에 떨어지는 유성을 말하는데, 이는 상당히 큰 유성이나 화구(fireball)일 가능성이 높다. (『현종동궁일기』 1651년 4월 1일(양력. 5월 19일) 기사. 日沒後, 營頭星出乾方, 入西方天際, 狀如盆, 尾長十餘丈, 廣如疋布, 聲如雷, 赤光照地, 餘色變兆, 白雲屈曲, 如蟠龍形, 良久乃滅.)

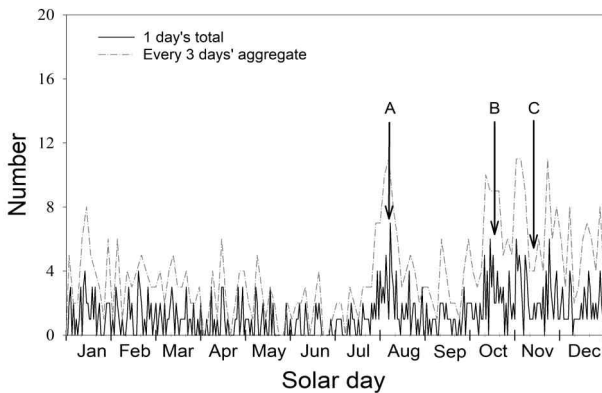


Figure 8. The number of a meteor observed every night extracted from *Hyeonjong-Donggung-Ilgi* during from 1649 to 1659. In the panel, A, B, and C stands for Perseids (8 Aug.), Orionids (16 Oct.), and Leonids (12 Nov.), respectively.

고 폭발음에 관해서도 기술하고 있으며 이러한 기록은 유성우 발생 기간에 관측 빈도가 높다.

유성우는 하루 동안 수많은 유성이 집중적으로 떨어지는 현상으로 한국에서는 ‘별뚱소나기’ 또는 ‘별뚱비’라고 한다(Ahn, 2005). Bone(1993)에 따르면, 1799년 독일의 von Humboldt는 유성우에 복사점이 있다고 제기하였고, 1861년 미국의 Kirkwood는 유성우와 혜성이 연관성이 있을 것으로 추정하였으며, 1871년 이탈리아의 Schiaparelli는 혜성이 남긴 유성 티끌인 유성체흐름(meteoroid stream)의 존재를 주장하였다(refer to Ahn, 2005).

국제유성기구(International Meteor Organization, IMO)에서는 매년 다음 해에 예상되는 유성우 극대기를 제공하고 있다.⁹ 2022년 맨눈으로 관측되는 유성우와 『현종동궁일기』의 기간에서 중간인 1654년까지, 368년간의 세차(precession)는 5.14°에 해당하고 이를 날짜로 환산하면 5.22일이 된다. 유성우의 모천체인 혜성의 잔해물인 유성체흐름이 시간에 따라 이동하는데, 현재 약 110여개의 유성체흐름 중 60%가 7개의 주요 유성체흐름의 복합체(complex)로 알려져 있다(Brown et al., 2010). 만약 주요 유성체흐름의 위치가 크게 변하지 않는다고 가정하면, 2022년도 유성우 극대기에서 약 5일을 뺀 날짜가 1654년의 극대기 날짜에 근접한다고 볼 수 있다.

Figure 8에서, 알파벳 대문자 A, B, C가 가리키는 부분은 2022년도 유성우 극대기에서 약 5일을 뺀 날짜와 Jenniskens(2006)가 제시한 오래전부터 관측되었던 유성우 기록이 겹치는 구간으로, 각각 8월 8일, 10월 16일,

11월 12일이다. 특히 A, B, C는 1일치 집계에서도 집중되어 있으며, 3일치 집계된 점선을 보면, 유성(F)은 1월, 8월, 10월, 11월, 12월에 비교적 관측 빈도가 높다.

『현종동궁일기』에 따르면, A 구간은 7월 말에서 8월 중순까지 관측 기록이 많으며 이 시기는 페르세우스자리 유성우(Perseids)의 극대기와 일치한다. 이 유성우는 모천체가 109P/Swift-Tuttle 혜성으로 알려져 있다(Ahn, 2002; Jenniskens, 2006). B 구간에 해당되는 시기는 10월 초에서 중순까지로, IMO 및 Jenniskens (2006)의 기록과 비교하면 오리온자리 유성우(Orionids)의 극대기에 가깝다. Orionids는 1P/Halley 혜성이 뿌린 유성체 흐름에 의한 유성우이다(Jenniskens et al., 2016). Figure 8에서 C 구간은 10월 말에서 11월 초까지 정점을 이루는데, Park & Chae (2007)는 사자자리 유성우의 극대기를 1633년에 11월 7.5일, 1666년에 11월 8일로 계산하였다. 이들의 계산결과는 C 구간의 시기와 근접하며, 사자자리 유성우(Leonids) 정도로 추정된다. 이 유성우는 모천체가 55P/Tempel-Tuttle 혜성으로 알려져 있다(Ahn, 2002; Jenniskens, 2006).

4.3.2. 혜성

『현종동궁일기』에, ‘백성(白星)’으로 표현된 기록이 1652년 12월 19일에 처음 나오고, 12월 31일까지 총 9건의 기록이 나타난다. 1653년 1월 1일부터 28일간 낙장(落張)되어 『현종동궁일기』에는 기록이 없으나, 『승정원일기(承政院日記)』에는 ‘백성’ 기록이 남아있다. 『승정원일기』에 따르면, 1653년 1월 5일까지 6건의 ‘백성’의 위치를 기록한 관측 기사가 추가로 확인된다. 정리하면, 당시 백성(白星)은 1652년 12월 19일부터 1653년 1월 5일까지 14일간 관측이 된 천체이다.

여기서 ‘백성(白星)’이 어떤 천체를 말하는지 알려져 있지 않다. 다만 낮에 보이는 금성을 ‘태백성(太白星)’이라고 하는 점을 고려할 때, ‘백성’은 관측 당시 밝기의 측면에서 ‘태백성’과 비교되었을 가능성이 있다. 실제 1652년 12월 20일 03:40경에, 동쪽에서 금성이 떠오를 때, 천축성(天廬星)이 서쪽 지평선 아래로 들어가려고 하는데, 당시 백성이 천축성 아래에 있었다고 기록하고 있다.

아울러 연속되는 ‘백성’의 기록에서 이 천체는 매일 조금씩 이동하고 있다. 과거에는 혜성이지만 꼬리가 뚜렷하게 보이지 않으면 패성(孛星)이라고 하였다. 한편 『증보문헌비고』 「상위고」에도 이 천체에 대하여 ‘혜패’가 아닌, ‘객성’으로 분류하였다. ‘백성’은 패성의 종류로 보이지만, 이것이 패성과 다른 특징을 가지고 있었을 것으로 추정된다. 결국 ‘백성’은 당시에 관측된 혜성(H)을 달리 불렀던 것으로 보인다. 영국의 피터 먼디(Peter Mundy)는 그의 저서에서 당시 이 혜성을 관측하

⁹ <https://www.imo.net/> (2022.5.23.)

Table 2. The moving path of the White Star (白星)

Date	Position in account	Obs. time † [Kyeong ky]	Modern constellation (Ahn et al., 1996)
1652. 12.19.	Cheon-Cheuk (天廟) below	1 st ky	β LEP (廟2) γ LEP (廟3)
1652. 12.20.	Ok-Jeong (玉井) below	1 st ky	λ ERI (玉井1) ψ ERI (玉井2)
	Ok-Jeong the 3 rd (玉井第三星)	4 th ky	β ERI (玉井3)
1652. 12.21.	Sam-Gi (參旗) below	1 st ky	π 6 ORI (參旗9) π 5 ORI (參旗8)
	Cheon-Jeol (天節) below	4 th ky	88 TAU (天節7)
1652. 12.24.	Cheon-Ga (天街) below	1 st ky	ω 2 TAU (天街2)
	4° from Myu (昴) in the north-east	4 th ky	η TAU (昴6)
1652. 12.25.	7° from Myu (昴) in the north	1 st ky	η TAU (昴6)
	3° from Kwon- Seol (卷舌) in the south	4 th ky	σ PER (38 PER) (卷舌5)
1652. 12.26.	1 deg. from Kwon- Seol (卷舌) in the west	1 st ky	σ PER (40 PER) (卷舌6)
1652. 12.28.	3° from Dae-Reung (大陵) in the south	1 st ky	16 PER (大陵7)
	2° from Dae-Reung (大陵) in the east 3° from Dae-Reung (大陵) in the east [‡]	5 th ky	ρ PER (大陵6)
1652. 12.30.	Dae-Reung the 5 th (大陵第五星)	1 st ky	β PER (大陵5)
1652. 12.31.	3° from Dae-Reung the 5 th in this constellation	1 st ky	β PER (大陵5)
	4° from Dae-Reung the 5 th in this const. [†]	5 th ky	β PER (大陵5)
1653. 1. 1. [‡]	5° from Dae- Reung the 5 th in this const.	1 st ky	β PER (大陵5)
	5.83° from Dae-Reung the 5 th in this const.	5 th ky	β PER (大陵5)
1653. 1. 2. [‡]	6.83° from Dae-Reung the 5 th in this const.	1 st ky	β PER (大陵5)
	7.17° from Dae-Reung the 5 th in this const.	5 th ky	β PER (大陵5)
1653. 1. 3. [‡]	2.83° from Dae-Reung the 2 nd in the south	1 st ky	τ PER (大陵2)
	2.17° from Dae-Reung the 5 th in the south	5 th ky	τ PER (大陵2)
1653. 1. 4. [‡]	2.83° from Dae-Reung the 2 nd in the south	1 st ky	τ PER (大陵2)
	2.17° from Dae-Reung the 2 nd in the south	5 th ky	τ PER (大陵2)
1653. 1. 5. [‡]	0.5° from Dae-Reung the 2 nd in the south	1 st ~ 5 th ky	τ PER (大陵2)

†. 1st ky (17:24:00 ~ 20:02:23) / 4th ky (01:19:12 ~ 03:57:35 of the next day) / 5th ky (03:57:36 ~ 06:35:50 of the next day)

‡. The record is extracted from *Seungjeongwon-Ilggi* (承政院日記)

였는데, ‘안개 속에 별 같은 것이 꼬리는 없었다’고 설명하고 있다(refer to Kronk, 1999).

Kronk(1999)에 따르면, C/1652 Y1 혜성이 1652년 12월 16.8일에 남아프리카공화국의 얀 반 리벡(Jan van Riebeeck, 1619-1677)에 의해 꼬리를 가진 혜성으로 고물자리에서 처음 발견되었고, 1653년 1월 8일에 로마의 헤벨리우스(Hévelius)에 의해 마지막으로 관측되었다고 한다. Kronk(1999)에 의하면 12월 19일에 C/1652 Y1 혜성은 지구에 0.1278AU(19,118,607.8 km)까지 가까이 접근했다. 이 혜성은 12월 17일에는 비둘기자리로, 18일에는 토끼자리로, 20일에는 에리다누스자리로 이동하였고, 21일 이후에는 오리온-에리다누스-오리온-황소자리로 이동하였으며, 26일에는 페르세우스자리, 1월 7일에는 안드로메다자리에서 관측되었다(refer to Kronk, 1999).

Table 2에 『현종동궁일기』와 『승정원일기』에 기록된 ‘백성’의 이동 경로를 정리하였다. Kronk(1999)가 정리한 C/1652 Y1 혜성의 경로와 Table 2에서 ‘백성’의 이동 경로가 유사하다. 즉, 『현종동궁일기』의 기록에서 ‘백성’은 12월 19일에 토끼자리에서 관측되기 시작하여, 20일에 에리다누스자리에서 보였고, 21일에 오리온자리에서 황소자리로 이동하였으며, 24일에 황소자리에 머물렀고, 25일은 황소자리에서 페르세우스자리로 옮긴 후 다음해 1월 5일까지 관측되었다. Table 2에서 현대별자리의 동정은 Ahn et al.(1996)의 연구결과를 활용하였다.

C/1652 Y1 혜성은 비주기혜성으로 알려져 있다. 1950년을 기점으로 하였을 때, 근일점은 0.84750AU이고, 포물선 궤도($e=1$)를 가졌을 것으로 가정하면, 근일점이각은 300.18°, 승교점경도는 92.30°, 궤도경사각은 79.46°로 알려져 있다(Marsden, 1983).

4.3.3. 화광

『현종동궁일기』에 ‘화광(火光)’으로 표현된 기록이 있다. 화광(火光)은 불같이 타오르는 빛(기운)을 뜻하는 것으로 보이는데, 정확히 어떠한 현상인지는 잘 알려져 있지 않다. 현재까지 가장 널리 받아들여지는 현상은 오로라(aurora)이다(Stephenson & Willis, 2008). 오로라 현상은 고위도에서 강한 지자기 폭풍에 의해 발현된다. 그러나 중위도와 저위도 지역에서의 붉은 기운은 강한 지자기 폭풍이 아닌 약하거나 부드러운 지자기 활동으로 보는 시각이 있다. 즉 화광과 같은 붉은 기운을 간헐적 오로라(sporadic aurora)의 사례로 본다(Willis et al., 2007). 그러나 승정원일기에서 자주 등장하는 ‘화광’은 북쪽 하늘이 아닌 다른 방향에서도 보였다고 기록되어 있어, 화광을 간헐적 오로라로 단순히 설명하는 데 의문을 제기하기도 한다(Wang et al., 2021).

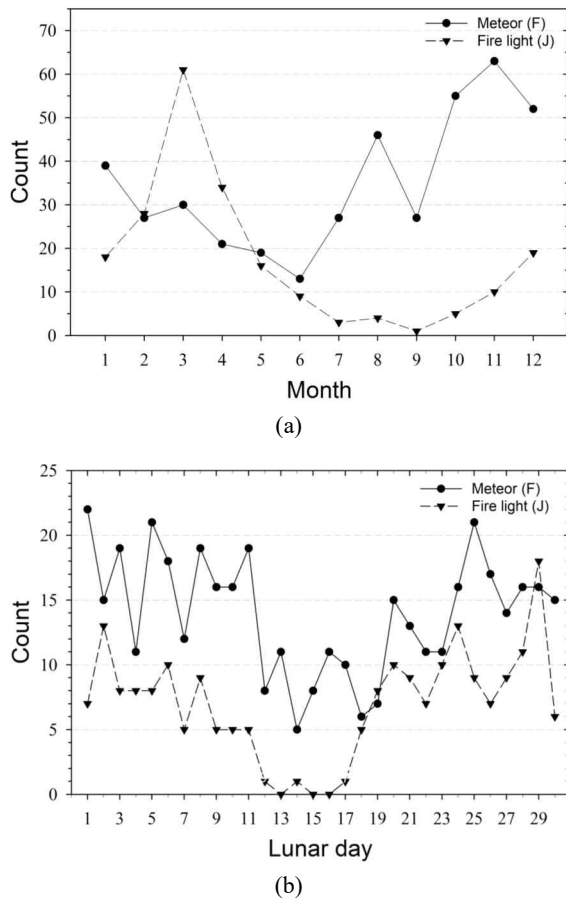


Figure 9. Meteor and fire light (火光) observation frequency vs. (a) month and (b) lunar day.

Figure 9는 유성(F)과 화광(J)의 월별 분포와 음력일별 분포이다. Figure 9(a)에서 화광(J)은 3월에 최고치를 보이며, 1-2월과 4-5월, 12월에 약 20 ~ 30건의 관측 건수를 나타내고 있다. 나머지 기간에는 화광(J)이 현저하게 관측되었다. 이러한 관측 패턴은 Figure 5(a)에서 햇무리의 연간 관측 분포와 유사하다.

매월 음력의 일자는 달의 위상과 직접적인 관련이 있다. Figure 9(b)에서, 유성(F)과 화광(J) 모두 15 ± 3일에서 상대적으로 낮은 관측 빈도를 보인다. 특히 화광(J)은 12 ~ 17일 사이에 거의 관측되지 않는데, 이는 달이 야간에 계속 하늘에서 보여서 달빛이 화광을 퇴색시키는 원인이 되는 것으로 보인다. 월광의 효과는 유성 관측에도 영향을 준 것으로 추정된다.

4.4. 근접·업괘

태종실록에 따르면 달과 별 사이의 거리에 대해서 다음과 같은 내용이 나온다.

..... 달이 별에 가까우면 범(犯)이라 이르고, 별을 막으면 엄(掩)이라고 합니다. 별이 달(빛의 밝은 영역)에 들어갔다 되돌아 나오면 입(入)이라 하고, 별이 달(빛의 밝은 영역)에 들어가서 오래 있으면 수(守)라고 말합니다. 10

위 내용과 같이, 달과 별이나 달과 행성, 행성과 행성, 행성과 별 등 두 천체가 서로 접근하는 현상을 관측한 정도에 따라서 범·합(犯·合), 엄·식(掩·食), 입·출(入·出), 수(守) 등으로 구분하여 Table 1(2.2절)에 나타내었다.

달-별, 달-행성, 행성-행성, 행성-별과 같이 두 천체 간의 관계를 나타내는 기록은 각각 68, 6, 2, 25개가 있다. 이들 관계를 관측 현상의 관점으로 재분류하면 달-별 관계는 범이 35개, 엄·식(M)이 7개,¹¹ 입이 26개이고. 달-행성 관계는 범이 6개이다. 행성-행성 관계는 합 2개이고, 행성-별 관계는 범이 9개, 입·출이 15개,¹² 수(O)가 1개로 나타났다.

행성-행성 관계에서의 ‘합’은 다른 천체 간의 관계에서는 ‘범’으로 표현되었다. 엄·식(M)은 달-별의 관계에서만 확인되고, 수(O)는 행성-별의 관계에서만 발견되었다.

입·출(N)은 달-별, 행성-별의 관계에서만 나타나며, 행성-별에서는 ‘입’과 ‘출’이 함께 나타나고, 달-별에서는 ‘입’만 기록되었다. 입·출(N)의 기록은 특정 별자리로 국한되는 경향을 보인다. 달이 동정(東井)성에 들어가는 기록은 15회가 있었고, 태미원에 들어가는 기록은 5회, 그 뒤를 이어 남두괴(南斗魁)는 4회, 현일성은 2회가 있다. 행성이 입·출하는 별자리의 대상은 동정성, 태미원, 여귀(興鬼)성, 저(氏)성의 빈도순으로 나타났다.

4.5. 교식

Table 1(2.2절)에서 교식(V) 현상은 전체 3,044건 중에 18건(0.6%)의 적은 수치로 확인된다. 일식은 음력 초하루에, 월식은 망일(望日)인 15 ~ 16일에 나타난다. 전자는 해에 의한 달 그림자가 지구 표면에 나타나는 것이고, 후자는 지구 그림자 속에 달이 들어가는 것이다. 황도를 기준으로 달의 황위가 높으면 태양의 위쪽을 가리고 낮으면 반대를 가린다. 월식에서도 비슷한 방식으로

¹⁰ 『태종실록』 권6, 태종3년(1403) 8월 20일(을축) 기사, ... 月近星則謂之犯, 遮星則謂之掩, 星入月而還出, 謂之入, 星入月而久在者, 謂之守. ...

¹¹ 원문의 표현에서 엄(掩)은 2번, 식(食)도 2번, 엄·식(掩·食)은 3번 나온다.

¹² 행성이 별에 들어가는[入] 경우는 9번, 반대로 나오는[出] 기록은 6번 있다.

달이 먹히는 부분의 남북이 결정된다(Lee, 1985).

『현종동궁일기』에 기록된 일식(P)은 7건으로, 개기식이거나 금환식이며, 부분식은 없다.¹³ 그중 1654년 8월 12일(음력 7월 초하루)과 1658년 11월 25일(음력 11월 초하루)은 비로 인해서 관측할 수 없었다. Ahn et al. (2011)에 따르면 1652년, 1654년, 1658년 11월의 일식은 한반도에서 일어나지 않았다. 일식(P)이 관측된 5건 중에서 정확한 시간[刻]을 기술한 기록이 3건이고, 나머지 2건은 대략의 시간만이 기록되어 있다. 7건의 일식(P) 중에서 개기식은 5건, 금환식은 2건이다.

- 1650.10.25. (음 10.01.) 사시(巳時) ~ 미시(未時) / 개기식 (13:21:25 KST)
 - 1652.04.08. (음 03.01.) 유정(酉正) 1각 ~ 술정(戌正) 1각, [구식(救食)] / 개기식 (19:22:28 KST)
 - 1654.08.12. (음 07.01.) [비] / 개기식 (19:17:43 KST)
 - 1655.08.02. (음 07.01.) 진정(辰正) 3각 ~ 사정(巳正) 초각, [구식(救食)] / 개기식 (10:28:36 KST)
 - 1657.06.12. (음 05.01.) 인시(寅時) ~ 묘시(卯時) / 금환식 (7:52:09 KST)
 - 1658.06.01. (음 05.01.) 사초(巳初) 3각 ~ 오시(午時) / 금환식 (12:11:38 KST)
 - 1658.11.25. (음 11.01.) [비] / 개기식 (7:54:42 KST)
- ※ 위 일식 기록에서 구식례(救食禮)가 시행된 경우에는 ‘[구식(救食)]’을 표기하였다.

여기서 유정(酉正), 술정(戌正), 진정(辰正), 사정(巳正), 사초(巳初)는 각각 18시, 20시, 8시, 10시, 9시이고, 사시(巳時)는 9 ~ 11시, 미시(未時)는 13 ~ 15시, 인시(寅時)는 3 ~ 5시, 묘시(卯時)는 5 ~ 7시, 오시(午時)는 11 ~ 13시이다. 또한 초각, 1각, 2각, 3각, 4각은 각각 0.0 ~ 14.4분, 14.4 ~ 28.8분, 28.8 ~ 43.2분, 43.2 ~ 57.6분, 57.6 ~ 60.0분이다. 또한 사선 뒤에는 현대 계산에 따른 결과로, 시각은 중심식의 최대식분 시각을 한국표준시로 나타내었다.¹⁴

한편 월식(Q)은 11건이 기록되어 있는데, 정확한 시간[刻]이 작성된 기록은 3건이다. 이들 월식(Q)은 개기식 또는 부분식이며 반영식은 없다. 아래에 월식(Q) 기록을 정리하였다. 사선 뒤에는 현대 계산에 따른 결과로, 시각은 최대식분 시각을 한국표준시로 나타내었다.¹⁵

¹³ NASA의 Eclipse Website (2022.05.02.), <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat5/SE1601-1700.html>

¹⁴ 주석 13 참고

¹⁵ NASA의 Eclipse Website (2022.05.02.),

- 1649.11.19. (음 10.16.) 미시 ~ 신시 / 개기식 (15:38:54 KST)
- 1650.05.15. (음 04.15.) 인초(寅初) 2각 ~ 월몰, [구식(救食)] / 부분식 (익일 04:54:19 KST)
- 1650.11.08. (음 10.15.) 초저녁 / 부분식 (15:52:25 KST)
- 1652.09.17. (음 08.15.) 4경 ~ 5경 / 부분식 (익일 3:19:29 KST)
- 1653.09.07. (음 윤7.16.) 1경 / 개기식 (19:35:26 KST)
- 1656.01.11. (음 12.15.) 4경 ~ 5경 / 부분식 (익일 5:33:34 KST)
- 1656.07.06. (음 윤5.15.) 1경 / 개기식 (22:55:39 KST)
- 1656.12.31. (음 11.16.) 1경 ~ 해초(亥初), [구식(救食)] / 개기식 (19:41:02 KST)
- 1657.06.25. (음 05.14.) 5경 / 개기식 (익일 5:33:50 KST)
- 1657.12.20. (음 11.16.) 4경 ~ 5경, 축정(丑正) 1각 ~ 묘초(卯初) 초각, [구식(救食)] / 부분식 (익일 3:58:00 KST)
- 1659.05.06. (음 윤3.16.) 5경 / 부분식 (익일 4:56:13 KST)

※ 1649년과 1650년 11월의 월식은 한반도에서 관측이 불가능했을 것으로 보인다. 위 월식 기록에서 구식례가 시행된 경우에는 ‘[구식(救食)]’을 표기하였다.

야간 관측은 당일 저녁부터 다음 날 아침까지의 시간을 당일의 일지에 작성한다. 조선의 야간 시각제도에 서 3경 3점이 대략 자정이기 때문에, 1 ~ 2경은 오늘날의 당일에 해당하고, 4 ~ 5경은 다음 날 새벽에 해당한다.

5. 조선왕조실록의 천문기록

『현종동궁일기』의 천문현상기록일수는 2,003일이며, 동일 기간에 조선왕조실록은 592일, 승정원일기는 1,674일의 기록이 확인되었다.

Figure 10에서, (a)는 연도별 승정원일기와 조선왕조실록의 동궁일기에 대한 관측일수의 비율을, (b)는 양력 월별, (c)는 천문현상별 비율을 나타내었다. 『현종동궁일기』의 기간만을 가정하였을 때, 이 일기가 승정원일기의 천문관측 일수보다 많았다. 승정원일기의 천문기록은 동궁일기의 것에 대해 약 85% 내외의 기록이 작성되었다. 이러한 사실은, 같은 기간에 승정원일기와 동궁일기가 모두 기록되었다면, 일기체 천문기록은 반드시 두 기록을 상호보완적으로 검토할 필요가 있음을 반영하고 있다.

<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEcat5/LE1601-1700.html>

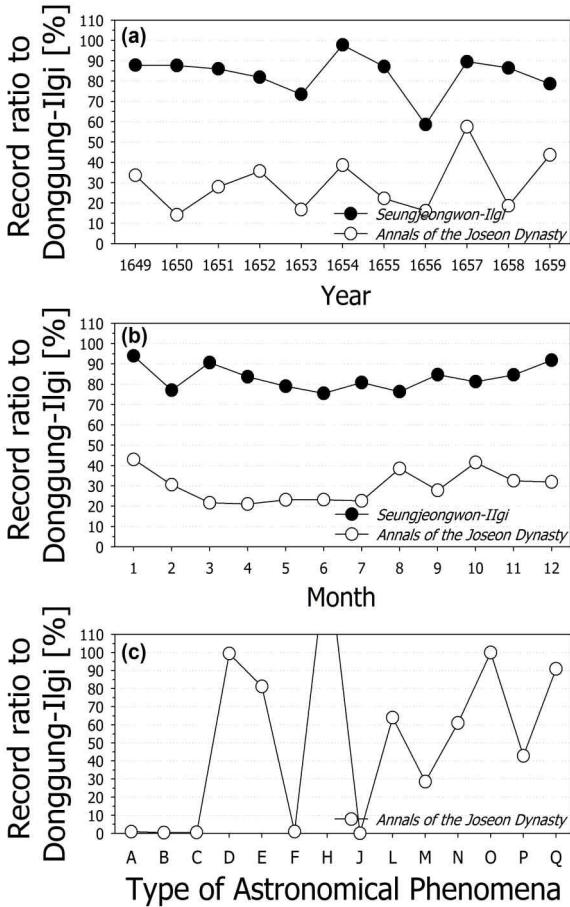


Figure 10. The record's number ratio of *Seungjeongwon-Ilgi* and *Annals of the Joseon Dynasty* to *Donggung-Ilgi* versus the solar year on the upper panel (a), the month on the middle panel (b), and the astronomical phenomena on the lower panel (c) from 1649 to 1659.

반면 조선왕조실록은 동궁일기에 비해 30% 내외의 천문현상이 기록되어 있다. 이때 일기체 기록에서 조선왕조실록 기록으로 전환될 때, 천문현상에 따라 조선왕조실록에 남는 기록 일수의 변화가 중요하다. 이를 천문현상별로 비교해보면, Figure 10(c)와 같이, 대기 현상(A, B, C)이 일기체 기록에서 조선왕조실록 기록으로 편집되면서 거의 사라지는 경향을 보인다. 2.2절에서 대기(I) 현상은 『현종동궁일기』 천문기록의 57.9%를 차지하였는데, 조선왕조실록에서는 거의 1% 미만으로 기록 일수가 줄어든다. 이와 유사한 경향을 보이는 것으로 유성(F)과 화광(J)이 있다. 반면 태백주현(D), 혜성(H), 행성-별(별자리)에 대한 수(O)는 대부분 일기체의 기록이 조선왕조실록으로 전사되는 것을 보였다. 또한 세성주현(E)과 월식(Q) 기록은 80% 정도로 조선왕조실

록에 반영되었다. 상대적으로 관측의 기록 일수가 적은 천체 간의 범·합(L), 입·출(N)은 대략 60% 내외로 조선왕조실록에 남았다. 일식의 기록도 40% 수준으로 조선왕조실록에 편집되었다.

비록 대기 밖에서 일어나는 천체의 기록이, 그 총량의 비율이 낮을지라도, 승정원일기에서 조선왕조실록으로 전해지는 천문기록은 30% 이상 100%까지 나타나는 경향을 보였다. 반면 대기 현상이나 화광, 유성 등의 기록은 동궁일기나 승정원일기를 반드시 참고하여야만 그 기록의 전말을 알 수 있다.

6. 결론

『현종동궁일기』는 1649년부터 1659년까지 약 10년간의 일기체 기록으로, 낙장을 제외하면 3,625일의 기사가 있다. 이 중 천문현상에 대한 기록일수는 2,003일로, 기록건수는 3,044건으로 확인되었다. 본 연구는 3,044건의 천문현상기록을 5개 범주, 16개 항목으로 분류하여 각각에 해당되는 건수를 집계하고, 그에 따른 특징을 분석하였다. 범주 상의 대기(I)가 전체기록의 57.9%로 1,763건에 해당하고, 항목 상의 해(A)가 1,019건(33.5%)으로 가장 많은 기록 건수를 나타내었다. 반면 교식(V)이 5개 범주 중 가장 적은 18건으로 전체의 0.6% 정도에 그쳤으며, 16개 항목 중에서는 수(O)가 0.03%로 1건의 기록이 존재했다.

연간 천문현상 기록 건수를 살펴보면 1655년에는 237건으로 최소, 1657년에 424건으로 최대를 보였다. 1657년에는 특히 태백주현(D)이 135건(31.8%)으로 다른 연도보다 많은 기록이 있었기 때문인 것으로 밝혀졌다. 월별 분포로는 3월에 372건으로 최대, 7월에 189건으로 최소로 나타났다. 3월에는 대기(I) 중의 해(A), 달(B)과 출현·발현(III) 중의 화광(J)이 각각 131건, 69건, 61건으로 월별 분포 중 최대를 보였다. 이러한 천문기록과 관련하여 기록일수와 날씨의 상관관계도 살펴보았다. 날씨가 기록된 3,597일 중, 맑음(晴)에 해당하는 일수는 2,559일로 연중 71.1%의 청정일수를 보였다. 또한 청정일 대비 관측기록일의 비율은 78.3%로 나타났다. 전체 관측기록일수와 청정일 중에서도 관측기록이 포함된 일수는 서로 비례함으로써, 기록일수와 날씨는 밀접한 관계가 있는 것으로 검증되었다.

『현종동궁일기』에는 대기(I) 현상 중 햇무리와 달무리 기록이 유독 많다. 해(A)와 달(B)에서 각각 3,254개, 1,247개의 시간 기록으로 재분류하여 시간에 따른 무리현상의 발생빈도를 조사하였다. 햇무리는 3월에서 5월까지 발생빈도가 높았고, 12-14시 전후에 최대치를 보였다. 달무리의 최대 발생빈도는 10일과 13일에는 2경, 16일과 19일에는 5경으로 나타났다. 이러한 빈도분포는 보름 이전에는 밤 3경 이전에, 보름 이후에는 밤 3경

이후에 최대임을 보여주어, 보름을 전후하여 대칭적 분포가 있음이 확인되었다.

태백주현(D)의 경우에는 금성의 겉보기등급이 클 때 태양과의 이각이 최대이기에 낮에도 관측이 되었음을 확인하였다. 또한 세성주현(E)은 16건의 기록이 있으나, 겉보기등급과는 관련이 없는 것으로 보였는데, 관측된 시간을 통해 주로 태양빛이 밝지 않은 일출 혹은 일몰 무렵에 관측되어 기록된 것으로 추정하였다.

천체가 갑자기 나타나거나, 오로라와 같은 발광현상이 있으면 출현·발현(III)으로 분류하였다. 그 중 유성(F)의 기록이 419건으로 1, 8, 10, 11, 12월에 관측빈도가 높은 편이었다. 이러한 빈도분포를 유성우와 관련지어 비교해보면, 페르세우스자리 유성우, 오리온자리 유성우, 사자자리 유성우의 시기와 맞물리는 경향을 보였다. 또한 『현종동궁일기』에는 ‘백성(白星)’이라 적힌 혜성(H) 기록이 9건 있으나, 승정원일기와 비교하면 동궁일기의 낙장된 날짜에 백성 기록이 존재했다. 승정원일기에 기록된 14일간의 혜성 위치는 기존에 알려진 C/1652 Y1 혜성과 유사하였다. 일기체 기록에 나오는 화광(J)은 오로라 현상으로 가장 널리 받아들여지고 있다. 화광은 월별 분포에서 유성과 서로 상반된 양상으로 보이고 있으며, 햇무리의 연간 관측기록 분포와 유사하다. 유성과 화광의 음력일에 따른 분포는 보름 전후로 관측이 급감하는 유사한 패턴을 보이는데, 이는 보름달의 밝기가 관측에 영향을 주는 것으로 보인다.

전체 기록 건수 중에 범·함(L)은 1.6%, 엄·식(M)은 0.23%, 입·출(N)은 1.3%, 수(O)는 0.03%로 천체 간 근접·엄폐(IV)의 범주에 99건의 관측기록이 있다. 입·출과 범의 기록은 특정 별자리에 국한되는 경향을 보였다. 또한 『현종동궁일기』에 기록된 일식(P)은 7건(0.23%)으로 개기식 5건, 금환식 2건이고, 월식(Q) 11건(0.36%)은 개기식 5건, 부분식 6건으로 확인되며, 반영식은 기록되지 않았다.

동궁일기의 천문현상 기록을 같은 기간의 승정원일기 및 조선왕조실록과 비교하였다. 『현종동궁일기』는 2,003일의 기록일수가 있을 때, 동 기간에 승정원일기는 1,674일로 85% 내외, 조선왕조실록은 592일로 30% 내외의 관측기록이 남아 있었다. 특히 『현종동궁일기』에 있는 천문기록이 조선왕조실록으로 옮겨지면서, 대기 현상과 유성, 화광과 같은 현상은 거의 사라졌다. 반면 주현, 혜성, 월식은 80% 정도가 조선왕조실록에 반영되었다. 또한 편차는 있으나, 범·함, 엄·식, 입·출, 수 같은 천체의 움직임과 같은 기록은 약 60% 내외로 조선왕조실록에 남고, 일식은 약 40% 정도가 살아남았다. 『현종동궁일기』와 비교할 때, 조선왕조실록의 천문기록에서 대기 밖에서 일어나는 천체 현상은 대체적으로 기록하였으나, 대기권 내에 일어나는 현상은 임의로 삭

제한 측면이 있다고 판단된다.

우리는 동궁일기의 천문현상 기록을 활용하여 17세기 중반인 약 10년간의 전반적인 기록 분포를 확인해보았다. 『현종동궁일기』의 천문기록은 기록일수 당 1.5건이 작성되었다. 『현종동궁일기』와 비교하면, 조선왕조실록이 주로 대기 밖의 천체현상만을 추출하여 기록하고 있어, 동궁일기나 승정원일기에 있는 현대적 의미의 천문현상을 분별하여 조선왕조실록에 모아놓은 양태를 보였다. 그럼에도 불구하고 동궁일기나 승정원일기의 기록 내용이 조선왕조실록보다 자세하기 때문에, 서로 병행하여 천문기록을 탐구할 가치가 있다. 한편 『현종동궁일기』의 천문기록은 같은 기간의 승정원일기보다 기록 일수가 더 많았다. 다만 동궁일기 또한 낙장에 의해 기록이 유실된 부분이 있어, 이 두 문헌을 상호 보완적으로 비교하여 활용할 가치가 있다고 하겠다.

향후 전 기간 동궁일기의 천문현상 기록을 분석하면 조선후기의 천문현상별 기록이 어떠한 양상으로 변화되었는지 추적할 수 있을 것이다. 본 연구는 조선 후기 천문기록의 수집 및 선정에 도움이 될 것으로 기대한다.

ACKNOWLEDGMENTS

민병희는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 이 연구를 수행하였습니다(No. 2019R1F1A1057508). 이기원은 2019년 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아서 이 연구를 수행하였습니다(2019R111A3A01055211). 이 연구는 한국천문연구원 주요사업 중 고천문 자산의 과학적 활용과 동북아 협력 연구의 일환으로 진행되었습니다.

REFERENCES

- Ahn, S., Park, C., & Yu, K. L., 1996, Identification of stars in *Sŏng-Gyŏng*, Journal of the Korean History of Science Society, 18, 3
- Ahn, S. -H., Bae, H. J., Cho, H. J., & Jung, S. -W., 2002, Meteor showers of 10-th to 14-th century, PKAS, 17, 23 <https://doi.org/10.5303/PKAS.2002.17.1.023>
- Ahn, S. -H. & Park, J. W., 2004, At What Time A Day Begins In The Korean History?, JASS, 21, 505
- Ahn, S. -H., 2005, A Revised Catalogue of Meteor Outbursts, In Korean, Japanese, Chinese Histories, JASS, 22, 293
- Ahn, S. -H., Choi, Y. H., & Kim, S. S., 2006, Determination of Preliminary Orbital Elements of the Great Comet C/1665 in Korean History, JASS, 23, 55
- Ahn, Y. S., Han, B. S., Sim, K. J., & Song, D. J., 2009,

- Arrangement of Chronological Tables on the Joseon Dynasty, Korean Studies Information Co. Ltd. (Paju), pp.100-103
- Ahn, Y. S., Lee, Y. B., Kim, D. B., Sim, K. J., & Lee, W. B., 2011, The solar Eclipse Maps in the Joseon Dynasty, Korean Studies Information Co. Ltd. (Paju), pp.183-189
- Ahn, Y. S., Mihn, B. -H., Lee, K. -W., & Kim, S. H., 2020, The Collection of Astronomical Phenomena Records During the Goryeo Dynasty, Korean Studies Information Co. Ltd. (Paju), p.14
- Bone, N., 1993, *Meteors*, Sky Publishing Corporation, (MA), pp.51-53
- Brown, P., Wong, D. K., Weryk, R. J., & Wiegert, P., 2010, A meteoroid stream survey using the Canadian Meteor Orbit Radar II: Identification of minor showers using a 3D wavelet transform, *Icarus*, 207, 66
<https://doi.org/10.1016/j.icarus.2009.11.015>
- Go, S. H. & Kim, E. J., 2008, Translation Notes to Diary of the Crown Prince Before Ascending as King Hyeonjong (Two), Minsokwon (Seoul), pp.8-434
- Han, B. S., 2001, Arrangement of Chronological Tables on Korea (Vol. II), Yeungnam University Press (Gyeongsan), pp.1649-1659
- Hilton, J. L., 2005, Improving the Visual Magnitudes of the Planets in The Astronomical Almanac. I. Mercury and Venus, *AJ*, 129, 2902
- Jenniskens, P., 2006, *Meteor Showers and their Parent Comets*, Cambridge University Press (NY), pp.3-766
- Jenniskens, P., Nénon, Q., Albers, J., Gural, P. S., Haberman, B., Holman, D., Morales, R., Grigsby, B. J., Samuels, D., Johannink, C., 2016, The established meteor showers as observed by CAMS, *Icarus*, 266, 331
<http://dx.doi.org/10.1016/j.icarus.2015.09.013>
- Jeong, G. S., Kim, N. G., 2008, Translation Notes to Diary of the Crown Grandson and Diary of the Crown Prince Before Ascending as King Hyeonjong (One), Minsokwon (Seoul), pp.105-590
- Kim, E. J., 2007, A Study on Hyunjong (顯宗) Gangseowon (講書院) Journal and Crown Prince Hyunjong (顯宗)'s Journal - Aspects and Changes of Royal Education, *Gyujanggak*, 31, 121
- Kim, E. J. & Lee, N. J., 2008, Translation Notes to Diary of the Crown Prince Before Ascending as King Hyeonjong (Three), Minsokwon (Seoul), pp.8-399
- Kim, S. H., Mihn, B. -H., Seo, Y. -K., & Lee, Y. S., 2018, Life And Astronomical Contribution Of Song, *I-Yeong, PKAS*, 33, 31
<https://doi.org/10.5303/PKAS.2018.33.3.031>
- Kronk, G. W., 1999, *Cometography - a catalogue of comets*, Vol 1: Ancient-1799, Cambridge University Press (NY), pp.346-347
- Kyung, S. H., 2014, Reexamination of the records of portents (災異) in a chronicle historical materials in the Seventeenth Century (Injo (仁祖) ~ Hyunjong (顯宗)): Focused on Donggoong-Ilgi (東宮日記), The Choson Dynasty History Association, 68, 109
- Lee, E. H. & Moon, J. Y., 2004, *Kukjo yeoksang'go (Compendium of Heavenly System and Astronomical Instruments in Joseon Dynasty)*, Somyeong Publishing (Seoul), pp.112-113
- Lee, E. S. & Yu, K. L., 1979, Korean Version of The Revised and Enlarged Edition of the Comparative Review of Records and Documents-Astronomical Section I, King Sejong the Great Memorial Association (Seoul), pp.169-342
- Lee, E. S. & Yu, K. L., 1981, Korean Version of The Revised and Enlarged Edition of the Comparative Review of Records and Documents-Astronomical Section II, King Sejong the Great Memorial Association (Seoul), pp.11-334
- Lee, E. S., 1985, *Fundamental Analysis of the Astronomical Calendar*, Jeongeumsa (Seoul), pp.302-307
- Lee, K. -W, Ahn, Y. S., & Yang, H. -J., 2011, Study on the system of night hours for decoding Korean astronomical records of 1625-1787, *AdSpR*, 48, 592
<https://doi.org/10.1016/j.asr.2011.04.002>
- Lee, K. -W., Ahn, Y. S., & Mihn, B. -H., 2012, Verification Of The Calendar Days Of The Joseon Dynasty, *JKAS* 45, 85
<http://dx.doi.org/10.5303/JKAS.2012.45.4.85>
- Lee, M. W., Heo, Y. S., & Park, K. S., 2003, (Translation Notes to) *Treatise on Bureau of Astronomy*, Somyeong Publishing (Seoul), pp.79-85
- Lee, N. J. & Seong, D. J., 2008, Translation Notes to Diary of the Crown Prince Before Ascending as King Hyeonjong (Five), Minsokwon (Seoul), pp.8-347
- Marsden, B. G., 1983, *Catalog of Cometary Orbits*, Enslow Publishers (NJ), pp.7-90
- Park, K. S., 2010, Weather records and Portent records of The Seungjeongwon Ilgi, *Sahak Yonku : The Review of Korean History*, 100, 65
- Park, S. -Y. & Chae, J. C., 2007, Analysis of Korean Historical Comet Records, *PKAS*, 22, 151
- Rue, Y. S. & Seong, D. J., 2008, Translation Notes to

- Diary of the Crown Prince Before Ascending as King Hyeonjong (Four), Minsokwon (Seoul), pp.8-503
- Seidelmann, P. K., 2006, Explanatory Supplement to the Astronomical Almanac, University Science Books (CA), p.401
- Stephenson, F. R. & Willis, D. M., 2008, 'Vapours like fire light' are Korean aurorae, *A&G*, 49(3), 3.34
<https://doi.org/10.1111/j.1468-4004.2008.49334.x>
- Wang, Y., Chen, S., Xu, K., Yan, L., Yue, X., He, F., & Wei, Y., 2021, Ancient Auroral Records Compiled From Korean Historical Books, *JGR Space Physics*, 126, e2020JA028763
<https://doi.org/10.1029/2020JA028763>
- Willis, D. M., Stephenson, F. R., & Fang, H., 2007, Sporadic aurorae observed in East Asian, *Annales Geophysicae*, 25, 417
- Yun, Y. -H., Kim, S. H., Mihn, B. -H., & Oh, K. T., 2021, A Study On The Jujeon Of Automatic Clepsydra In Early Joseon Dynasty, *PKAS*, 36, 65
<http://dx.doi.org/10.5303/PKAS.2021.36.3.065>

Appendix

Table A1. Yearly number of astronomical accounts about (a) 5 categories and (b) 14 item (phenomena).

(a)

Category	Event by year										
	1649	1650	1651	1652	1653	1654	1655	1656	1657	1658	1659
I	103	212	198	170	177	150	142	176	187	162	86
II	32	27	56	71	7	61	33	19	144	39	39
III	26	78	80	93	75	46	53	53	74	44	14
IV	6	9	6	14	15	8	2	16	4	5	
V	1	3	—	2	1	1	1	3	3	2	1
Total	168	329	340	350	274	273	237	253	424	251	145
Number of months	6.3	12.0	12.0	12.0	11.1	12.0	12.0	11.9	12.0	6.9	
Total (normal)	319	329	340	350	297	273	237	253	429	251	251

(b)

item: Phenomenon	Event by year										
	1649	1650	1651	1652	1653	1654	1655	1656	1657	1658	1659
A	61	124	123	96	101	79	81	106	102	91	55
B	27	61	60	57	53	51	45	51	54	57	26
C	15	27	15	17	23	20	16	19	31	14	5
D	32	27	56	71	0	61	33	19	135	39	39
E	—	—	—	—	7	—	—	—	9	—	—
F	23	46	58	67	52	27	36	26	49	30	5
H	—	—	—	9	—	—	—	—	—	—	—
J	3	32	22	17	23	19	17	27	25	14	9
L	5	3	2	8	8	10	4	1	6	—	3
M	—	1	—	1	2	2	1	—	—	—	—
N	1	5	4	5	3	3	3	1	10	4	2
O	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—
P	—	1	—	1	—	1	1	—	1	2	—
Q	1	2	—	1	1	—	—	3	2	—	1
Total	168	329	340	350	274	273	237	253	424	251	145

Table A2. Monthly number of astronomical accounts about (a) 5 categories and (b) 14 item (phenomena).

(a)

Category	Event by the month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	129	155	227	190	201	159	122	97	127	128	112	116
II	55	38	45	33	35	32	34	55	37	61	47	56
III	57	55	91	55	35	22	30	50	28	60	73	80
IV	12	9	9	7	7	3	2	4	11	7	13	15
V	1	—	—	1	2	3	1	2	2	1	3	2
Total	254	257	372	286	280	219	189	208	205	257	248	269
Number of years	9.1	9.8	10.0	10.0	10.0	10.2	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Total (normal)	279	261	372	286	280	215	189	208	205	257	248	269

(b)

item: Phenomenon	Event by the month											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	73	76	131	121	124	107	87	60	71	64	57	48
B	41	57	69	51	63	31	25	26	42	46	42	49
C	15	22	27	18	14	21	10	11	14	18	13	19
D	55	35	39	33	34	26	34	55	37	61	47	56
E	—	3	6	—	1	6	—	—	—	—	—	—
F	39	27	30	21	19	13	27	46	27	55	63	52
H	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9
J	18	28	61	34	16	9	3	4	1	5	10	19
L	7	6	6	2	4	1	1	—	6	3	5	9
M	—	1	1	—	—	2	1	—	1	—	—	1
N	5	2	2	4	3	—	—	4	4	4	8	5
O	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—
P	—	—	—	1	—	2	—	2	—	1	1	—
Q	1	—	—	—	2	1	1	—	2	—	2	2
Total	254	257	372	286	280	219	189	208	205	257	248	269

Table A3. Varieties of a cloud's or aura's color recorded with a observed time in Hyeonjong-Donggung-Iggi.

Time	Cloud and aura						
	Blue-white	White	Yellow-white	Yellow-red	Red	Blue-red	Dark
Morning twilight	—	1	—	—	—	—	—
Sunrise	—	—	—	—	3 ^c	—	—
5:00~7:00 (卯時)	—	1	—	—	—	—	—
7:00~9:00 (辰時)	—	2	—	—	—	—	—
9:00~11:00 (巳時)	—	2	—	—	—	—	—
11:00~13:00 (午時)	—	1	—	—	—	—	—
13:00~15:00 (未時)	—	3	—	—	—	—	—
15:00~17:00 (申時)	1	2	—	—	—	—	—
Sunset	—	1	—	—	1	1	—
Evening twilight	1	1	—	—	1 ^d	—	—
1st night-time	—	2	1 ^a	1 ^b	1 ^b	—	1
2nd night-time	—	1	—	—	—	—	1
3rd night-time	—	—	—	—	—	—	—
4th night-time	—	2	—	—	—	—	1
5th night-time	—	2	—	—	—	—	—
Moonset	—	1 ^e	—	—	—	—	—

- a. It was seen between thick clouds.
- b. It was seen over the fire light (火光).
- c. It was seen like a light column.
- d. The red light brightened the earth(ground).
- e. the date is the 12th lunar day.

Table A4. Number of each astronomical accounts with a lunar day

Lunar day	Account number of astronomical phenomena													
	A	B	C	D	E	F	H	J	L	M	N	O	P	Q
1	31	—	8	15	1	22	1	7	—	—	—	1	7	—
2	34	—	5	15	—	15	—	13	—	—	—	—	—	—
3	27	—	2	12	—	19	—	8	—	—	—	—	—	—
4	33	3	8	21	2	11	—	8	—	—	3	—	—	—
5	32	7	4	21	1	21	—	8	1	—	3	—	—	—
6	41	12	9	17	—	18	—	10	2	—	4	—	—	—
7	33	24	5	19	1	12	—	5	2	1	2	—	—	—
8	31	24	8	19	—	19	—	9	6	—	—	—	—	—
9	28	19	4	21	1	16	—	5	—	—	3	—	—	—
10	37	37	10	18	1	16	—	5	—	1	—	—	—	—
11	42	28	8	16	—	19	—	5	2	1	4	—	—	—
12	31	35	7	17	1	8	—	1	3	—	—	—	—	—
13	36	44	9	20	1	11	—	—	1	—	—	—	—	—
14	40	33	5	17	—	5	—	1	4	—	4	—	—	1
15	30	25	5	20	1	8	—	—	2	—	—	—	—	5
16	36	38	9	23	—	11	—	—	—	—	—	—	—	5
17	42	30	6	15	—	10	—	1	3	1	4	—	—	—
18	34	33	5	15	1	6	—	5	2	1	2	—	—	—
19	32	29	5	16	1	7	1	8	1	1	1	—	—	—
20	37	29	10	13	—	15	1	10	6	—	1	—	—	—
21	36	18	12	13	—	13	1	9	3	1	2	—	—	—
22	41	21	9	19	1	11	—	7	3	—	1	—	—	—
23	27	18	10	21	1	11	—	10	1	—	1	—	—	—
24	33	13	7	21	1	16	1	13	1	—	2	—	—	—
25	41	13	4	16	—	21	1	9	4	—	2	—	—	—
26	33	8	5	15	1	17	1	7	1	—	1	—	—	—
27	36	1	8	19	—	14	—	9	2	—	—	—	—	—
28	39	—	4	18	—	16	1	11	—	—	—	—	—	—
29	26	—	7	14	—	16	—	18	—	—	—	—	—	—
30	20	—	4	6	—	15	1	6	—	—	1	—	—	—
Total	1019	542	202	512	16	419	9	208	50	7	41	1	7	11

Table A5. The historical records of observing Venus and Jupiter in daytime

Year	Phe nome non	Event by the month												Sum
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1649	D	-	-	-	-	-	-	-	4	9	14	5	-	32
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1650	D	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4	5	16	27
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1651	D	15	6	14	7	6	7	1	-	-	-	-	-	56
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1652	D	-	-	-	-	5	5	8	10	-	12	15	16	71
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1653	D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
	E	-	-	-	-	1	6	-	-	-	-	-	-	7
1654	D	14	11	7	-	-	2	13	12	2	-	-	-	61
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1655	D	-	-	-	-	-	4	5	5	5	13	1	-	33
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1656	D	11	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1657	D	5	11	13	11	15	6	7	14	10	18	15	10	135
	E	-	3	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9
1658	D	-	-	-	-	-	-	-	10	9	-	6	14	39
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
1659	D	10	-	4	15	8	2	-	-	-	-	-	-	39
	E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Sum		55	38	45	33	35	32	34	55	37	61	47	56	528