

18세기 중반 조선 일월식 계산의 새로운 기준으로서 청나라 일월식 자문*

김슬기†

1. 들어가는 말

조선 후기 천문학의 성격을 한 마디로 말하자면, 청나라의 시헌력을 수용하고 적용하는 과정의 연속이었다고 할 수 있을 것이다.¹ 이 작업은 관상감 천문학자를 중심으로 이루어졌다. 이들은 조정의 지원을 받으며 북경에 파견되었고, 그곳에서 청나라 흙천감 천문학자들을 만나 그들이 운용하고 있는 역법 지식을 학습해 돌아왔다. 조선 천문학자의 북경 파견은 청나라 천문학자들이 다루고 있는 역법 지식을 조선에 들여오는 가장 효율적인 방법이었다. 관상감 관원 김상범(金尙範, ?-1654)과 허원(許遠, 1662-?)은 각각 17세기 중반과 18세기 초 북경에서 역법을 학습하고 돌아와 관상감의 시헌력 운용 수준을 높이는 데 기여했다.²

DOI: <http://dx.doi.org/10.36092/KJHS.2020.42.1.65>

* 원고를 꼼꼼히 읽고 부족한 부분을 날카롭게 지적해주신 심사위원 세 분께 감사드린다. 또한 논문을 작성하는 데 많은 도움을 주신 한중 외교사 연구팀의 여러 선생님께도 깊은 감사를 드린다. 이 연구는 아모레퍼시픽재단의 학술연구비 지원을 받아 수행되었다.

† 서울대학교, friendsu33@naver.com

¹ 조선 후기 천문학의 전반적인 흐름은 전용훈, 『한국 천문학사』 (들녘, 2017), 215-245에 자세히 논의되어 있다.

² 17세기 중반, 18세기 초 천문학자 김상범과 허원의 북경 파견에 관해서는 Jongtae Lim, “Journeys of the Modest Astronomers: Korean Astronomers’ Missions to Beijing in the Seventeenth and Eighteenth Centuries,” *Extrême-Orient Extrême-Occident* 36

하지만 조선 천문학자의 북경 여행이 쉽게 이루어진 것은 아니었다. 조선의 천문학 운용이 조정의 정치적·외교적·이념적 필요에 의해 충분히 뒷받침되고 있었음에도 불구하고,³ 청나라의 천문학을 배워오기 위한 필수 과정인 천문학자의 북경 여행이 충분히 보장되었던 것은 아니다. 17세기 중반부터 18세기 초 조선에 시현력을 도입하는 데 앞장섰던 김상범과 허원의 북경 여행은 조선의 역서가 청나라의 역서와 크게 차이가 날 때에만 성사된 것이었다. 천문학자의 북경 파견은 간헐적으로 이루어졌고, 소기의 목적을 달성한 경우 이들의 북경 파견은 오랫동안 중지되기도 했다. 일단 18세기 초 허원이 북경을 방문한 이후 역서 편찬 사업이 안정 궤도에 진입하게 되자 천문학자의 북경 파견은 쉽게 재개되지 못했다.

그런데 영조 17년(건륭 6, 1741) 조선 조정은 이례적인 결정을 내렸다. 조선 천문학자의 북경 파견이 매년 이루어질 수 있도록 규정을 정한 것이다.⁴ 역서와 관련한 특별한 문제가 발생하지 않는 한 천문학자의 북경 파견이 매우 어렵게 이루어졌다는 점은 영조 17년의 제도적 변화가 예사로운 것이 아님을 말해준다. 관상감은 어떻게 조선 천문학자의 연례적 북경 여행을 승인받을 수 있었을까? 혹시 이러한 결정이 이루어지도록 한 어떤 특별한 계기가 있었을까? 일단 조선의 역서와 청나라의 역서가 윤달의 위치에서 차이를 보인 1735년의 사건을 제외하고 조선 역서에서 중대한 오류가 발견된 사례는 찾아지지 않는다.⁵ 그렇다

(2013), 81-108 참고. 허원이 북경에 파견되는 맥락과 배워온 지식을 어떻게 적용했는지에 대한 논의는 김슬기, “숙종 대 관상감의 시현력 학습: 을유년(1705) 역서 사건과 그에 대한 관상감의 대응을 중심으로”, 『한국과학사학회지』 39:3 (2017), 435-464 참고.

3 전용훈은 조선 후기 천문학의 작동 원리를 청나라와의 조공 책봉 관계와 떼어놓고 설명할 수 없다고 본다. 조선 천문학자들이 청나라의 역법을 배워오고, 청나라와 동일한 역서를 산출하고자 했던 동인은 조선과 청나라 간 정치·외교적 관계에 기반했다. 전용훈, 위의 책. 한편 구만옥은 숙종 대 천문학 사업을 사례로 하여 천문 역산학의 정비가 국왕의 경천근민 사상을 실현하고 유교적 이상 국가를 이룩하기 위한 일환이었다고 설명했다. 구만옥, “숙종 대 (1674-1720) 천문역산학의 정비”, 『한국실학연구』 24 (2012), 279-372.

4 『영조실록』 권54, 17년 9월 14일. 하지만 영조 39년(1763)부터는 3년에 한 번 파견으로 규정이 바뀌었다. 『승정원일기』 1219책, 영조 39년 6월 19일.

5 허원의 북경 파견 이후 청나라에 방문한 조선 천문학자는 安重泰(1678-?)였다. 조선이 계산한 1735년 역서가 청나라의 그것과 차이를 보이자 조선 정부는 안중태를 파견하여 그 원인을 알아오도록 했다. 이 문제와 관련하여 천문학자를 북경에 파견해 역법을 배워오게 하자는 관상감 제조 沈壽賢(1663-1736)의 의견에 대해 조정 대신들은 대체로 부정적으로 반응했던 것으로 보아 안중태의 파견이 우호적인 분위기에서 이루어진 것이 아니었음을 알 수 있다. 이 사건과 해결 과정에 대한 자세한 논의는 김영식, “1735년 역서의 윤달 결정과 간행에 관한 조선 조정의

면 왜 조선 정부는 조선의 역서 편찬 사업이 비교적 안정세에 접어들고 있었던 1740년대에 이러한 결정을 내렸던 것일까? 그리고 영조 17년부터 매년 북경에 갔던 조선 천문학자들은 어떤 문제를 해결하는 데 골몰했을까?

이러한 질문들에 대한 해답을 찾아가는 과정에서 이 글은 18-19세기 조선과 청나라가 주고받은 일월식 자문(咨文)에 주목할 것이다. 일월식 자문이란 청나라 천문학자와 조선 천문학자가 조선에서 발생한 일식이나 월식에 관한 정보를 주고받은 문서이다. 기존 연구에서 이 자료는 거의 주목받지 못했다. 양국이 주고받은 일월식 자문이 정리되어 있는 『동문휘고(同文彙考)』를 토대로 조선과 청나라의 외교 관계를 살펴본 외교사 연구뿐만 아니라 조선 후기 천문학을 다룬 연구들도 이 자료에 무관심했다.⁶

이 글은 18세기 초 청나라와 조선을 왕래하기 시작한 일월식 자문이 조선 관상감의 천문학에 미친 영향을 살핀다. 청나라의 자문에 담긴 일월식 예측치가 조선 천문학자들이 수행한 일월식 계산의 정확성을 판단하는 새로운 기준으로 자리매김했고, 그에 따라 조선 천문학자들은 매년 간행하는 역서뿐만 아니라 일월식도 청나라에서 공표하는 수치를 기준으로 삼아 계산해 내야 했다. 그 결과 18세기 중후반 청나라의 새 역법에 따른 일월식 계산법의 학습은 조선 천문학자들이 가장 먼저 해결해야 할 과제의 하나로 부각되었다. 이 논문은 일월식 자문의 교환에 의해 촉발된 그러한 변화가 조선 천문학자들이 일월식 계산 실력을 전면적으로 개혁하고 향상시키는 데 큰 영향을 끼쳤으며, 1741년 관상감 관원의 북경 파견이 연례화된 것도 그 과정에서 이루어진 일이었음을 보일 것이다.

논의”, 『한국과학사학회지』 36:1 (2014), 1-27 참고.

- ⁶ 『동문휘고』의 구성과 내용의 특징을 살피는 연구에서 일월식 자문은 간단히 언급되는 정도였다. 김경록, “조선후기 『동문휘고』의 편찬 과정과 성격”, 『조선시대사학보』 32 (2005), 185-226; 김경록, “『동문휘고』를 통한 조선후기 외교사안 연구-원편 ‘봉전’ 사안을 중심으로-”, 『명청사연구』 32 (2009), 69-103. 연대기 사료에서 일식과 월식의 기록을 토대로 천문학적 정확성을 검증하는 고천문학 분야의 연구에서도 일월식 자문에 대한 언급은 없었다. 안영숙 외, 『조선시대 일식도』 (한국학술정보, 2011). 조선 후기 천문학의 흐름을 역사적으로 분석하는 천문학사 연구에서도 일월식 자문은 다루어지지 않았으며, 전용훈이 박사논문에서 청나라의 일식 자문을 언급한 것이 유일하다. 전용훈, “조선 후기 서양 천문학과 전통 천문학의 갈등과 융화”, (서울대학교 박사학위 논문, 2004).

2. 조선과 청나라 사이의 일월식 자문 왕래

경종 1년(강희 60, 1721), 조선 국왕 앞으로 청나라 예부(禮部)가 보낸 자문(咨文)이 도착했는데, 다음의 내용이 포함되어 있었다.

흠천감에서 말하기를 ... 강희 60년 윤6월 초1일 경신삭 일식은 경사(京師)에서 4분 2초이며, 유초 초각 7분에 초휴해서 유정 3각 2분에 이르러 복원하며 멈춥니다. ... 경사와 성경(盛京), 조선에서 일식의 초휴 시각 등 서로 같지 않은 곳이 여러 곳이니 ... 직예(直隸), 성경, 조선에 칙서를 보내어 일체 구호(救護)를 시행하게 하십시오. 조선의 일식은 4분 18초이며, 초휴는 유초 3각 6분입니다.⁷

이 자문은 청나라 흠천감 천문학자들이 북경과 조선 등에서 관측될 일식을 예측한 뒤 그 지역에서 구식례를 시행하도록 해야 한다고 황제에게 건의한 내용을 바탕으로 청나라 예부가 작성하여 조선에 발송한 것이다. 강희 60년 윤6월 초1일 북경과 성경, 조선 등지에서 일식이 일어날 것임을 알리면서, 예상된 날 해가 가려지는 정도[食分]와 일식의 시작 시각[初虧] 및 종료 시각[復圓]은 장소에 따라 다르지만 식이 보일 것으로 예상된 곳에서는 모두 구호(救護), 즉 구식례(救食禮)를 거행해야 함을 지시했다. 문서 말미에는 조선에서 보일 일식의 식분과 초휴 시각이 첨부되었다.

조선과 청나라는 이 문서를 기점으로 19세기 말까지 일월식 자문을 주고받았다. 청나라가 일·월식을 예보하며 구식례를 시행하라는 자문을 보내면, 기약된 식이 끝난 다음 조선에서 그에 대한 결과를 청나라로 회자(回咨)하는 방식이었다. 이 문서는 청나라 예부와 조선 국왕의 이름으로 작성되었지만, 사실 이 문서의 주요 내용은 각각 흠천감 천문학자와 관상감 천문학자가 작성했다. 청나라 천문학자가 일식이나 월식이 언제 어디에서 일어나는지, 그 정도는 어떠한고 각각의 정확한 시각은 무엇인지를 자문에 적어 보내면, 조선 천문학자는 그 식이 얼마나 가려졌는지(식분)와 각 단계별 시각이 어떠한지를 상세히 적어 돌려보냈다.

이 일월식 자문은 정조 12년(1788) 조선 정부가 청나라, 일본과 주고받은 외교 문서를 주제에 따라 분류하여 묶은 『동문회고』에 일차적으로 정리되었고,

7 『동문회고』 원편 권43, 1a-b. (굵은 글씨는 필자)

그 이후 왕래한 문서들은 고종 18년(1881)에 한 번 더 정리되었다.⁸ 『동문휘고』에는 약 220편의 일월식 자문이 정리되어 있는데,⁹ 정조 대에 편찬된 것은 권 43, 권44에, 고종 대에 편찬된 것은 속편 권1, 권2에 실려 있다.[표 1]

표 1. 『동문휘고』 「일월식」 편에 기재된 자문의 건수.

	일식	월식	기타	총계
원편 권43	12	35	2	49
원편 권44	15	28	2	45
속편 권1	14	51	1	66
속편 권2	14	46	2	62
총계	56	160	7	222

『동문휘고』에 수록된 모든 일월식 자문을 청나라의 문서와 조선의 문서로 대별하여 각 나라의 문서 형식과 내용이 어떠했는지를 살펴볼 필요가 있다. 이를 통해 청나라와 조선이 각각 무엇을 중시하고 있었는지 알 수 있기 때문이다.

먼저 청나라에서 작성한 일월식 자문의 형식은 약 160년 간 큰 변화가 없었다. 다른 외교 문서의 작성 방식과 마찬가지로 청나라의 일월식 자문 역시 최종적으로 예부에 도달하기까지 문서의 이동 경로를 모두 보여주고 있다. 일단 흙천감 천문학자들이 앞으로 일어날 일월식을 예측하면, 그들은 북경의 일월식 여부, 식분 및 시각 정보, 북경 이외에 일월식이 보일 지역을 적고 그 지역에서 구식례를 진행하라는 요구를 문서화하여 황제에게 제출한다. 황제가 이 문서를 승인하면 이는 예부로 전달되어 앞서 언급된 장소에 보내질 자문으로 작성된다. 각 지역에 보내질 자문의 말미에는 그 지역에서 보일 식에 관한 보다 구체적인 정보가 첨부되었다. 이 형식은 두 나라가 자문을 왕래하는 동안 거의 변함없이 유지되었다.

그러나 청나라가 작성한 문서의 형식은 동일했을까라도 그곳에 기입된 내용은 시기에 따라 조금씩 달랐다. 북경에서의 시각 정보가 구체적으로 언급되는 경우가 있는가 하면 일부만 적은 경우도 있었다. 강희 연간에 발송한 세 건의 문서에는 북경에서 보일 식의 각 단계별 시각 정보를 꼼꼼히 적었지만,¹⁰ 옹정

8 이 자료는 현재 동북아역사재단 홈페이지에 공개되어 있다. 이 논문에 인용된 일월식 자문은 모두 동북아역사재단 홈페이지를 참고했다. (<http://contents.nahf.or.kr/>)

9 청나라 예부의 알림 자문과 그에 대한 조선 국왕의 답변 자문을 한 세트로 묶어 1건으로 세었다. 영인본으로는 『동문휘고 1-4』 (국사편찬위원회, 1978) 참고.

연간에는 각 단계별 시각의 일부만 기재했다. 그러다가 건륭 연간에는 북경과 조선의 모든 시각 정보를 알려주었다. 예를 들어, 강희 연간에는 초휴-식심-복원의 시각 정보를 모두 기재했다면, 옹정 연간에는 초휴와 복원 시각만 기재했고, 건륭 중반 이후로는 다시 초휴-식심-복원 시각이 모두 나열되었다. 조선의 일월식 시각을 알려주는 것도 시기에 따라 달랐다. 강희·옹정 연간에 작성된 자문은 대체로 조선에서 보일 식의 초휴 시각만 알려주었다면 건륭 연간부터는 초휴-식심-복원 시각을 모두 알려주었다.

이와 같이 시기에 따라 북경과 조선에서 보일 식의 시각 정보를 제공하는 방식이 달라졌지만, 항상 변함없이 유지되는 것이 있었다. 바로 식이 예측된 날 구식례를 거행하라는 요구였다. 일례로 영조 8년(옹정 10, 1732) 10월 월식을 알리는 자문에서, 청나라는 조선에서 보일 월식의 각 단계별 시각 값을 알려주지 않았지만 구식례를 거행하라는 요구는 빼놓지 않았다.¹¹ 이러한 사실로 볼 때, 청나라가 조선 국왕에게 일월식 자문을 보낸 이유는 일월식 시각 정보를 구체적으로 알려주려 했다가보다 조선 국왕에게 구식례 시행을 요구하기 위해서였던 것으로 보인다. 청나라 정부는 조선 국왕에게 일월식 자문을 보냄으로써 조선 국왕의 구식례 시행 여부를 관리하고자 했던 것 같다.

그런데 조선 국왕에게 구식례를 시행하라는 청나라 정부의 지시는 자연스러운 것인가? 청나라 예부는 앞서 언급한 경종 1년의 자문에서 마치 그 오래 전부터 조선 국왕에게 구식례 거행을 요구하는 문서를 보냈던 것처럼 “예에 따라 일체 구호를 시행하라는 문서를 보내라”고 언급했다. 18세기 말 정조 대의 『동문휘고』 편집자들이 일월식 자문을 수록한 부분의 서두에 “시헌력 반행은 강희 무자년(숙종 34, 1708)부터였는데, 일월식에 앞서 자문이 온 것 역시 이때부터였던 것 같다. 그러나 지금은 문서가 남아있지 않아 고찰할 수 없다”라고 주석을 남긴 것도 “전례대로” 구식례를 시행하라는 요구를 담은 청나라의 문서를 읽고 그렇게 추론했기 때문일 것이다.¹² 한편, 『동문휘고』 편집자가 청나라가 시헌력을 반행한 강희 무자년부터 일월식 자문 또한 보내기 시작했다고 추론한 것은 허원의 북경 파견으로 관상감이 이때부터 비로소

¹⁰ 강희 60년 윤6월 초1일 일식, 같은 해 11월 15일 월식, 강희 61년(1722) 11월 15일 월식.

¹¹ 『동문휘고』 원편 권43, 13a.

¹² 『동문휘고』 일월식 편 서두에 다음의 세주가 달렸다. “時憲曆之頒行, 始自康熙戊子, 日月食之先期咨, 示亦當始此. 然辛丑以前文闕, 不可考.” 『동문휘고』 원편 권43, 1a.

시헌칠정력을 계산할 수 있게 되었던 것과 연관되어 있을 것이다.¹³

그렇다면 조선 국왕이 실제로 청나라의 일월식 자문을 받기 시작한 때는 언제부터인가? 『동문휘고』 편집자가 추론한 것처럼 강희 무자년부터일까? 아니면 『동문휘고』에 첫 번째로 수록된 자문이 작성된 경종 1년(1721)일까? 기록상으로는 조선 조정에서 일월식 자문에 관한 논의는 경종 1년에 처음 있었던 것으로 보인다.¹⁴ 적어도 『조선왕조실록』이나 『승정원일기』 등 연대기 사료에서는 그 이전에 청나라에서 보낸 일월식 자문을 언급하는 대화가 찾아지지 않는다. 청나라 사료에도 조선에 일월식 자문을 보낸 첫 기록이 바로 강희 60년(경종 1, 1721) 윤 6월의 일식이었다는 사실 역시 조선이 청나라의 일월식 자문을 받기 시작한 때가 숙종 34년(1708)은 아니라는 점을 알려준다.¹⁵

청나라 예부가 조선 국왕에게 일월식 자문을 보낸 것과 관련해서 애초 청나라 정부가 지역의 일월식을 어떻게 다루고 있었는지 살펴볼 필요가 있다. 적어도 “전례대로”라는 표현을 사용하기 위해서는 이 자문이 작성되기 이전부터 구식 행위를 관리하는 관례가 있었을 것이기 때문이다. 이는 건륭 연간 편찬된 『흙정대청회전칙례(欽定大清會典則例)』 예부(禮部) 조를 통해 살펴볼 수 있다. 여기에는 청나라 정부가 일월식 문제를 어떻게 다루었는지 순치 초년부터 연대순으로 정리되어 있다. 이에 따르면, 순치 3년(인조 24, 1646) 청나라 예부가 일월식이 보일 것으로 예상된 직성(直省)에 구식례를 실행하라는 자문을 보내는 법적 규정이 제정되었다.¹⁶ 이 규정은 강희 14년(숙종 1,

¹³ 『동문휘고』의 편집자는 청나라가 강희 무자년(1708)부터 시헌칠정력을 조선에 반포했다고 보고 있는데, 이는 사실과 다르다. 청나라의 공식 역법을 수용하여 조선에서도 시헌력으로 역서를 편찬하기로 결정한 효종 대 이래 조선 천문학자들은 시헌일과력과 시헌칠정력 계산법을 모두 배워오고자 노력했다. 즉 청나라는 애초부터 시헌일과력과 시헌칠정력을 모두 편찬하고 있었고, 관상감 천문학자들은 이 사실을 알고 있었다. 그러나 관상감 천문학자들은 강희 무자년 이전에는 시헌칠정력 계산법을 학습해 오지 못했고, 이에 따라 17세기 중반부터 일과력은 시헌력법으로 계산하고 칠정력은 대통력법으로 계산하는 상황을 50여 년간 지속했다. 시헌칠정력 계산법은 강희 무자년 북경에 파견된 천문학자 허원이 그 방법을 배우고 돌아오면서 도입되었다. 이에 관한 보다 자세한 내용은 김슬기, “숙종 대 관상감의 시헌력 학습” (각주 2) 참고.

¹⁴ 『승정원일기』 531책, 경종1년 윤6월 1일.

¹⁵ 『흙정대청회전칙례』 권92, 禮部. “<康熙>六十年議準, 閏六月初一日日食, 欽天監推得, 京師盛京朝鮮日食四分五分餘者, 救護.”

¹⁶ 순치 3년 청나라의 직성은 직예, 산둥, 산서, 하남, 강남, 강서, 복건, 절강, 호광, 협서, 사천, 광둥, 광서, 운남, 귀주였다. 『欽定大清會典則例』 권92, 禮部.

1675) “흠천감에서 일월식 계산을 전담하고 직성에 구식례를 요청하는 자문을 보내도록 한다”라고 개정되었고, 북경에서 구식례를 진행하는 구체적인 양식도 확정되었다.¹⁷ 이로부터 청나라 정부가 입관 초기부터 일월식 자문을 보내 직성에서의 구식 의례를 관리하고 있었다는 사실을 알 수 있다. 그러나 직성이 아닌 조선 국왕에게까지 이 자문을 보낸 이유는 여전히 드러나지 않는다. 청나라 정부가 경종 1년 즈음 조선을 그들이 관할하는 여타 직성처럼 여기기 시작했던 것일까?

청나라 초기부터 강희 연간에 이르기까지 청나라 정부가 조선을 천문·지리학 영역에서 청나라의 여타 직성들과 동등하게 보는 경향이 강화되고 있었던 것 같다. 이는 두 가지 측면에서 드러난다. 첫째, 청나라가 발행하는 시현력에 조선의 절기일과 태양의 출입시각, 주야각이 수록되었다는 점이다. 강희 17년(숙종 4, 1678) 10월, 청나라의 역서에 태양 출입 시각 순서의 기록에서 성정보다 조선이 앞서 적혀 있다는 점을 문제 삼는 논의가 있었던 것은 청나라가 만든 역서에 각 성은 물론 조선의 절기일과 태양 출입 시각, 주야각이 기재되어 있었음을 의미한다. 이는 애초부터 대략적으로나마 조선의 경위도를 알고 있었음을 드러낸다.¹⁸ 그러나 청나라 정부는 강희 52년(숙종 39, 1713)에 이르러 조선(한양)의 경위도 값을 비로소 정확히 측정했다.

둘째, 청나라가 조선의 경위도를 측정했던 사건과 관련되는 것으로, 강희 연간 제작된 “황여전람도(皇輿全覽圖)”에 조선이 포함되었다는 점이다. 강희 47년(숙종 34, 1708)부터 강희 57년(숙종 44, 1718)까지 10년 동안 시행된 “황여전람도” 제작 사업은 강희제가 고용한 재중 선교사들을 중심으로 청나라의 주요 지역뿐만 아니라 만주, 티벳, 흑룡강, 백두산 일대의 경위도를 측정하여 자세하고 정밀한 “전국 지도” 만들기를 목표로 한 사업이었다.¹⁹ 이러한 가운데 조선의 경위도 역시 측정되었다. 강희 52년 오라총관(烏喇總管) 목극등(穆克登, ?-?)과 『역상고성(曆象考成)』 편찬 작업에 깊이 관여한 오관사력(五官司曆) 하국주(何國柱, ?-?)가 상한의(象限儀)를 가지고 조선에 와서 종로 일대의 경위도를 측정했다는 사실은 잘 알려져 있다.²⁰ 이때

¹⁷ 같은 문서.

¹⁸ 역서에 나열된 각 지역의 절기일과 태양 출입시각의 순서에 관한 논의는 다음의 책을 참고하라. 韓琦吳旻 校注, 『熙朝崇正集 熙朝定案 (外三種)』 (中華書局, 2006), 134-136.

¹⁹ 강희 연간 황여전람도가 만들어지는 세세한 과정에 대해서는 이명희, “청 강희 시기 (1662-1722) 전국지도 제작에 대한 고찰”, 『문화역사지리』 23:3 (2011), 104-118 참고.

측정된 값은 『흙정대청회전칙례』에도 기록되었는데, 그 값은 북경을 기준으로 편동 10도 30분(경도), 북극출지 37도 39분(위도)이었다.²¹

강희 52년에 이르러 청나라가 조선의 경위도 값을 정확히 알게 된 정황은 17세기 중반부터 청나라가 공식 역법으로 사용했던 『서양신법역서(西洋新法曆書)』에는 조선의 경위도 값이 수록되어 있지 않다는 점에서도 드러난다. 『서양신법역서』에 조선의 천문학적 위치가 수록되지 않았던 점은 숙종 31년(1705), 숙종 34년(1708) 두 차례 북경에 가서 『서양신법역서』를 배워온 허원이 출판한 『현상신법세초류휘(玄象新法細草類彙)』(1711)에 조선의 경위도 값이 정리되지 않은 것과도 연관된다.²² 허원은 절기별 태양 출입 시각과 주야 길이를 구하는 방법을 설명한 “추측 시각(推測時刻)” 항목에서 북경의 각 절기별 태양 출입 시각과 주야 길이표를 수록한 후 그 말미에 “각 성의 태양 출입 시각과 주야각의 길이는 북극고도에 따라 다르고 절기 시각은 모두 지역의 정도에 의거”한다고 언급했을 뿐 조선의 정확한 경위도 값을 쓰지 않았다.²³ 이러한 사실로 볼 때, 청나라는 강희 52년(1713)에 비로소 보다 정확한 조선의 경위도 값을 측정하고, 이를 바탕으로 조선의 일월식 예측치까지 구할 수 있게 된 것이 아닌가 한다. 즉 이때부터 청나라 천문학자들이 조선의 수도 서울에서의 일월식 발생을 보다 정확히 예측할 수 있게 되었던 것 같다. 물론 그럼에도 그것이 청나라가 경종 1년의 시점에서 조선에 일월식의 구호를 명령하는 자문을 보내게 된 일을 충분히 설명하는 것은 아니며, 이에 대해서는 좀 더 연구가 필요하다.²⁴

20 “황여전람도”의 “조선도” 제작에 관련한 사항은 장상훈, “청대 『황여전람도』 수록 「조선도」 연구”, 서강대학교 동양사학연구실, 『한중관계 2000년: 동행과 공유의 역사』 (소나무, 2009), 431-481 참고.

21 『흙정대청회전칙례』 권158, “欽天監” 天文科. “朝鮮偏東十度三十分”; “朝鮮三十七度三十九分.” 한편, 『어제역상고성』 (1723) 하편 권 “推日出入晝夜時刻法”에 기록된 조선의 북극고도는 37도 39분 15초이고, “推各省節氣時刻法”에 기록된 조선의 정도는 편동 10도이다. 조선에서 간행한 『국조역상고』(1796)에는 『역상고성』과 동일한 북극고도가 기재되어 있다.

22 『新法算書』(사고전서본) 권62와 권63에는 각각 북경과 남경의 절기별 혼효 시각표가 수록되어 있는데, 이에 따르면 북경의 북극고도는 40도, 남경의 북극고도는 32도이다. 『신법산서』에는 북경과 남경을 제외한 다른 지역의 절기별 혼효 시각표는 수록되어 있지 않다. 즉, 다른 지역의 북극고도의 정확한 값을 신지 않았다는 것이다. 북극고도 구하는 방법을 상술한 『신법산서』 권17의 “救北極出地度”에도 각 지역의 북극고도 값은 수록되어 있지 않다.

23 許遠, 『玄象新法細草類彙』 “推測時刻”, 韓國科學史學會 編, 『韓國科學技術史資料大系-天文學編』 第9冊 (여강출판사, 1986), 141-159.

청나라의 일월식 자문에 대한 조선의 답변은 어땠을까? 먼저 조선의 자문 형식은 청나라의 그것보다 훨씬 변화가 적었다. 조선의 회자(回咨)는 두 가지 형식으로 대별할 수 있는데, 예보된 식을 보았을 때와 보지 못했을 때가 그것이다. 청나라가 예보한 식을 조선에서 보지 못한 경우에는, 강희 60년 윤 6월 일식을 보지 못했을 때 청나라 예부에 작성해 보낸 자문처럼, 식을 관측하고 구식하기 위해 만반의 준비를 갖추었으나 마침 날씨가 흐리고 비가 와서 결국 식을 보지 못했다고 서술했다. 약 160년 간 주고받은 자문 가운데 식을 보지 못했을 때는 예외 없이 이와 같이 작성되었다. 반면, 식을 관측한 경우에는 먼저 식이 있던 날 구식례를 시행했다고 적은 뒤, 식의 식분 값과 식이 진행된 각 단계별 시각 정보를 자세히 기술하고, 가장 많이 가려졌을 때의 모습을 그림으로 덧붙였다. 이 형식 또한 자문이 왕래했던 내내 지켜졌다.

흥미로운 점은 청나라 정부가 조선 국왕에게 구식례를 거행하라는 것 이외에 일월식에 관해 상세히 보고하라고 요구한 적이 단 한 차례도 없었다는 사실이다. 그렇다면 조선에서는 어째서 요구 받지도 않은 일을 했던 것일까? 당시 조선에서 자세한 일월식 회자를 작성하게 된 데는 두 가지 요인이 작용한 것으로 보인다. 먼저 조선 내부에서 작동하고 있었던 일월식 보고 방식이 청나라로 보낼 일월식 자문의 형식에 영향을 주었던 것 같다. 전술했듯, 조선에서 청나라가 예보한 일월식이 보였을 때 조선 천문학자가 작성한 자문에는 태양이나 달이 가장 많이 가려졌을 때의 모습이 그림으로 첨부되었다. 이처럼 일식이나 월식이 최대로 가려진 정도를 그림으로 첨부한 방식은 조선 내부에서 유통된 일월식 장계(狀啓)의 형식과 매우 유사하다.

세종 14년(1432) 조선 정부는 지방에서 일식이나 월식이 보였을 때 지방관은 그 결과를 중앙에 보고해야 하는 시스템을 작동시켰다. 이 시스템은 이때부터 19세기 말까지 유지되었던 것으로 보인다. 서운관 관원에 따르면, 세종 14년 정월 초하루 서울에서 일식이 보였어야 했으나 보이지 않았다. 이에 조정 신료들은 계산을 엉터리로 한 서운관 관원을 처벌해야 한다고 주장했다. 그러나 세종은 서울에서만 일식이 보이지 않았을 수 있다면서 각 지방에 공

24 이후 청나라 정부는 일월식 자문을 安南(베트남)에도 보내기 시작했다. 안남에 보낸 첫 번째 일월식 자문은 건륭 55년(1790) 9월 16일 월식을 알리는 것이었다. 『동문휘고』 원편속, 7a. 청나라가 안남에까지 일월식 자문을 보내게 된 배경에 대해서는 추후 연구를 통해 살펴볼 예정이다.

문을 보내 일월식을 관측한 경우 중앙 정부로 그 사실을 보고하게 하자고 제안했다.²⁵ 이때 이후로 관찰사는 식이 있었을 경우 관찰한 식의 각 단계별 시각 정보를 장계에 적고 가장 많이 가려졌을 때의 그림을 그려 넣은 뒤 각 고을에서 감영으로 보낸 첩정을 첨부하여 중앙 정부로 발송했다.

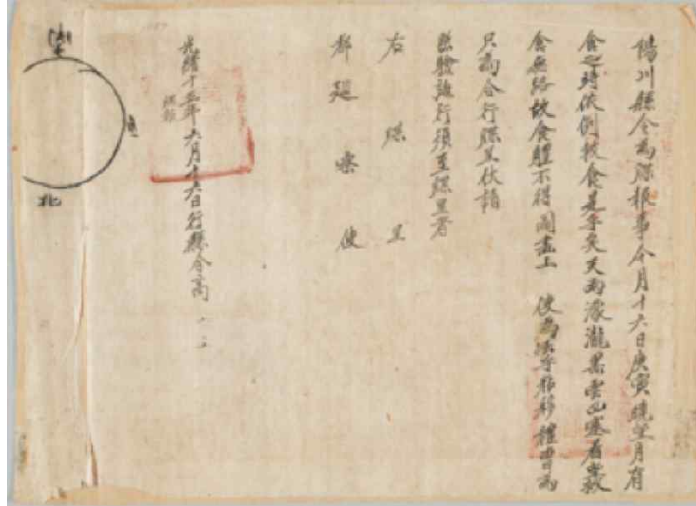


그림 1. 고종 26년(1889) 6월 16일 양천현령이 경기도 관찰사에게 보낸 첩정(牒呈). 월식에 구식했지만 구름이 끼서 식의 모습은 제대로 그리지 못했다고 보고하고 있다. 국립중앙박물관 편, 『고문서: 국왕·왕실문서, 관청문서』(국립중앙박물관, 2004), 125. 각 고을의 수령이 관찰사에게 이와 같은 첩정을 보내면, 관찰사는 감영에서 관측한 후 작성한 장계에 이 첩정들을 첨부해서 중앙 정부로 보낸 것으로 보인다.

다음으로 관상감 천문학자들은 청나라가 처음으로 보낸 강희 60년 윤 6월 일식 자문에 대해 “청나라가 새 역법의 정확성을 시험하기 위한 것”이라고 여기면서 청나라에 조선에서의 일월식이 어떠했는지를 상세히 알릴 수 있는 자문을 보내야 한다고 주장했다.

²⁵ 『세종실록』 권55, 14년 1월 4일. 문종 때에도 지방 관료들에게 일식이나 월식 장계를 중앙 정부로 보낼 것을 요구하는 공문이 발송되었다. 『문종실록』 권8, 1년 6월 1일. 지방의 일월식 장계는 조선 후기에도 중앙 정부로 보내졌다. 숙종 10년(1684) 전라도에서 올린 월식 장계에 대한 논의가 『실록』에 남아있는 것에서 이 사실을 알 수 있다. 『숙종실록』 권15, 10년 12월 10일. 각 도의 관찰사가 월식 장계를 조정에 올릴 때 도내 수령이 작성한 첩정을 첨부했다. 『각사등록』에는 관찰사가 작성한 일식·월식 장계가 다수 남아있다. 도내 수령들이 작성한 첩정은 조정 정조 19년(1798)의 고원 군수(함경도)가 작성한 첩정(서울대학교 규장각: 문서번호 137700)과 고종 26년(1889) 양천 현령(경기도)이 작성한 첩정(그림 1)이 남아있다. 국립중앙박물관 편, 『고문서: 국왕·왕실문서, 관청문서』(국립중앙박물관, 2004), 125. 조선 후기 유통된 일식·월식 장계와 첩정을 찾는 데 많은 도움을 준 서울대학교 국사학과 이재경 선생께 감사드린다.

역법의 소밀(疏密)은 일월 교식으로 증험합니다. 따라서 초휴와 복원의 분수 및 시각이 만약 약간이라도 산법과 차이가 있다면 차이에 따라 개수함으로써 천행(天行)과 합해지도록 기약함이 곧 역법을 다스려 시각을 분명히 하는 방법입니다. 일단 대통력으로부터 시헌력으로 바뀐 이후 이미 95년이 넘어, 천도(天道)에 점차 차이가 쌓였습니다만 그 이치가 본래 그러합니다. 청나라에서는[彼中] 그 교식 분수의 차이를 개정하여 지난해부터 아국에 자문을 보내 그것이 맞는지 틀린지를 증험하고자 했습니다.²⁶

즉, 조선 천문학자에 따르면, 청나라에서는 『서양신법역서』에 나타나는 일월식 예측의 오류를 수정하기 위해 역법을 개정했고, 그들이 만든 새 역법이 정확한지를 파악하기 위해 조선에 일(월)식 자문을 보냈다는 것이다.²⁷ 일단 조선 천문학자들이 청나라의 의도를 이처럼 파악했다면, 예보된 일월식의 결과를 상술하여 보내야 한다고 생각했을 것이다.

그렇다면 청나라로 보낸 조선 측 자문의 내용은 어땠을까? 조선 천문학자들은 일월식 자문을 받기 훨씬 이전인 국초부터 일월식을 독자적으로 예측해 오고 있었다. 조선 초기에는 대명력(大明曆), 칠정산내편[內篇法], 칠정산외편

²⁶ 『승정원일기』 541책, 경종 2년 6월 12일.

²⁷ 관상감 관원들이 당시 새 역법이라고 지칭한 것은 『역상고성』을 말한다. 17세기 후반 예수회 선교사들과 강희제의 사이는 돈독해서, 선교사들이 강희제의 개인 교사로 활동하거나 각종 국가 프로젝트에 핵심 인물로 참여하기도 했다. 그러나 1704년 유럽 교황청에서 중국 기독교인들에 대해 유교적 의례 행위를 금지한다는 칙령을 특사를 통해 청나라에 보낸 뒤, 예수회 선교사들은 점차 강희제의 눈 밖에 나기 시작했다. 전례논쟁에 대해서는 Benjamin A. Elman, *On Their Own Terms Science in China 1550-1900* (Cambridge: Harvard University Press, 2005), 160-166 참고. 뒤이어 선교사들이 1711년의 하지점을 잘못 계산한 사실을 은폐하려 했던 정황이 발각되면서 예수회 선교사들은 강희제의 천문학 프로젝트에서 배제되기에 이르렀다. 강희제는 국가의 천문학 프로젝트를 운영할 算學館을 신설한 뒤 1711-1713년 특별 시험을 통해 선발한 중국인 인재들을 배치하고 그들을 중심으로 천문학, 수학, 화성학을 연구하여 『御製律曆淵源』이라는 거질의 책을 편찬했다. 이 총서는 천문학 이론 및 계산에 필요한 수표를 수록한 『역상고성』, 수학 이론과 각종 표를 수록한 『數理精蘊』, 화성학 관련 내용을 담은 『律呂正義』로 이루어졌다. 천문학과 수학에 대한 강희제의 전략에 관한 전반적인 내용은 Catherine Jami, *The Emperor's New Mathematics: Western Learning and Imperial Authority During the Kangxi Reign 1662-1722* (Oxford: Oxford University Press, 2012), 139-311 참고. 1721년 윤6월 일식 자문에 관해 관상감 관원들이 새 역법이라고 지칭한 것은 『역상고성』이었다. 1722년 강희제는 『역상고성』의 서문을 완성하지 못한 채 사망했지만—이후 옹정제가 서문을 작성—, 이미 『역상고성』의 내용은 완성된 상태였다. 청나라는 1725년부터 『역상고성』을 토대로 역서를 계산하기 시작했다.

[外篇法]으로 예측했고, 시현력을 수용한 이래로는 기존 세 역법에 시현력을 추가하여 네 가지 방법으로 일월식을 미리 계산했다. 이 계산 결과는 일식 단자 또는 월식 단자에 담겨 국왕에게 미리 보고되었다. 이러한 관행은 청나라의 일월식 자문이 조선에 전달되기 시작한 경종 1년 이후로도 유지되었다. 이런 상황에서 청나라로 보낸 조선 측 보고서에 담긴 수치는 청나라가 알려준 일월식 예측치와 같았을까, 달랐을까?

흥미롭게도 뒤에서 살펴볼 영조 25년(건륭 14, 1749) 11월 월식의 보고를 제외하고, 조선 천문학자들이 작성한 일월식 회자는 청나라의 자문 내용과 동일했다. 만약 청나라에서 식의 각 단계마다 시각 정보를 알려준 경우에는 그 시각을 그대로 적어 보냈고, 그렇지 않은 경우에는 청나라 자문에 적힌 시각 정보를 토대로 나머지 알려주지 않은 시각을 계산해서 보냈다. 심지어 조선에서 청나라 자문과 별개로 미리 구해본 식의 시각이 청나라가 알려준 수치와 다를 경우에도 청나라 자문의 값으로 답문을 작성해서 보냈다.

그런데 이처럼 관측 결과가 아니라 청나라의 자문을 그대로 적어 보낸 행동은 애초 관상감 천문학자들이 청나라가 일월식 자문을 “새 역법의 정확성을 검증하기 위해” 보냈으리라는 판단과 모순된다. 그들이 애초 생각했던 대로 청나라가 조선에서 일어날 일월식의 예측치가 잘 맞는지 자문을 통해 알고자 했다면 조선 천문학자들은 계산치가 아니라 관측치를 적어 보내야 했다. 하지만 그들은 청나라로 보낸 자문에 청나라가 알려준 값을 그대로 적거나 아니면 그 자문을 토대로 계산한 값을 적었다. 예를 들어, 영조 11년(1735) 3월 15일 월식에 관해 조선이 작성한 자문을 살펴보자.

이날 북경과 조선에서 월식이 있을 것을 알리는 청나라의 자문은 영조 10년(1734) 11월 30일 작성되어 조선으로 발송되었다. 이 자문에는 북경에서의 월식의 식분과 초휴·복원 시각이 적혔고, 조선(한양)에 대해서는 초휴의 시각만 적혀 있었다. 자문에 따르면, 이때 북경과 한양에서 보일 월식의 식분은 5분 23초, 조선의 초휴 시각은 유정 초각 8분(18시 08분)이었다. 한편, 조선 천문학자들은 식이 있기 며칠 전 청나라의 자문과 별개로 관상감에서 운용하고 있었던 네 가지 역법[四篇法]을 가지고 곧 있을 월식의 초휴 시각을 계산하여 조정에 보고했다. 영조 11년(1735) 3월 8일 『승정원일기』에 남아있는 관상감 천문학자들의 계산 값을 보면 다음과 같은데, 청나라에서 알려준 시각과 모두 달랐음을 알 수 있다.[표 2]

표 2. 관상감 천문학자가 예측한 영조 11년 3월 15일 월식 초휴 시각

四篇法	초휴 시각 ²⁸
대명력	-
외편법	유정(酉正) 2각 (약 18:30)
내편법	유초(酉初) 3각 (약 17:45)
시헌법	유초(酉初) 3각 10분 (17:55)

그해 3월 15일 예측된 대로 월식이 일어나자, 4월 4일 조선 천문학자들은 청나라로 보낼 자문을 작성했다.²⁹ 그런데 이때 조선의 자문에 적힌 월식의 시작 시각은 3월 8일 조정에 보고된 관상감의 계산 값과는 달랐다. 조선에서 월식의 시작 시각으로 기입한 시각은, 애초 청나라가 자문을 통해 알려준 “유정 초각 8분(18시 08분)”이었다. 식심 시각과 종료 시각도 청나라가 알려준 북경에서의 시각 정보를 토대로 계산하여 보냈다. 이를 통해 조선 천문학자들은 청나라의 자문과 별개로 식이 일어날 시각을 미리 계산했으나 그 예측 값이 청나라가 알려준 값과 다를 때에는 청나라 자문에 적힌 값을 토대로 자문을 작성해 보냈다는 사실을 알 수 있다.

조선 천문학자들은 청나라로 보낼 회답에 적을 월식의 각 단계별 시각을 어떻게 구했을까? 당시 조선 천문학자들은 북경 월식의 각 단계별 시각에다 각각 42분을 더해서 조선 월식의 각 단계별 시각을 구했다. 관측자가 북경에 있느냐 서울에 있느냐에 따라 보이는 정도가 다른 일식과 달리 월식은 두 지역에서 보이는 정도가 같기 때문이다. 월식이 보이는 지방시(local time)의 차이만 있을 뿐이다. 경종 1년(1721) 11월 15일 월식에 대한 조선의 회자를 보면 이 사실을 더욱 분명하게 알 수 있다. 먼저 그해 7월 25일 작성되어 조선으로 보내진 청나라의 자문에는 북경에서 보일 월식의 식분과 각 단계별 모든 시각 정보가 작성되어 있었으나, 조선에서 보일 월식에 관해서는 오직 식분 값과 초휴 시각만 기입되어 있었다.[표 3]

²⁸ 『승정원일기』 796책, 영조 11년 3월 8일.

²⁹ 『동문회고』에는 작성 월(4월)만 기록되어 있고 날짜는 공란으로 되어 있다. 그러나 그해 4월 4일자 『승정원일기』에 청나라로 보낼 월식 자문을 완성했다는 보고가 남아있는 것으로 보아, 이 자문은 그날 작성된 것임을 알 수 있다. 『승정원일기』 798책, 영조 11년 4월 4일.

표 3. 청나라에서 보낸 경종 1년(1721) 11월 월식에 관한 정보

	북경	한양
식분	18분 28초	
초휴	20:22	21:04
식기 ³⁰	21:32	
식심	22:27	
생광	23:22	
복원	00:32	

이에 대한 조선의 회자는 경종 2년(1722) 2월 21일에 작성되었다. 흥미로운 점은 조선의 월식 자문에 각 단계별 시각 정보가 빠짐없이 기록되어 있고, 그 정보는 북경의 각 단계별 시각 정보와 정확히 42분 차이를 보이고 있다는 사실이다.[표 4] 이는 당시 조선 천문학자들이 한양에서 보인 월식의 각 단계별 시각 값을 북경 월식의 각 단계별 시각 값에 42분을 더해 구했다는 점을 보여준다.³¹

표 4. 경종 1년(1721) 11월 15일 월식에 대한 조선의 회자

	한양	차이(한양-북경)	去辛丑年十一月十五日壬寅望月有食之 月食十八分二十八秒 初虧蓋初刻四十分 食既蓋正刻四十分 生光于正刻四十分 復圓蓋初刻四十分  食甚圖影
식분	18분 28초	0	
초휴	21:04	42분	
식기	22:14		
식심	23:09		
생광	00:04		
복원	01:14		

그렇다면 관상감 천문학자들이 영조 11년 3월 월식에 대한 답변에서 조선의 예측치가 아니라 청나라가 알려준 값을 적은 이유는 무엇일까? 당시 실제 월식이 두 나라의 예측치 중에서 청나라의 값에 더 근접했기 때문이 아니었을까? 이를 살펴보기 위해 청나라와 조선 각각의 예측치를 현대 천문학 계산 값과 비교해 보았다.[표 5]³²

³⁰ 개기월식일 경우, 식의 시각은 초휴-식기-식심-생광-복원 다섯 단계로 나누어 계산되었다.

³¹ 약 20년 뒤 사용되기 시작한 『역상고성후편』(1742)의 “각 성의 월식 시각 구하기” 쪽지에 “조선의 월식은 북경의 값에 42분을 더해서 구한다”고 기재되어 있다. “置京師月食時刻，按各省東西偏度所變之時分，加減之，得各省月食時刻。盛京加二十九分... 朝鮮加四十二分。”『어제역상고성후편』 권5, 51a. 「推各省月食法」 “求各省月食時刻” (『중국과학기술전적통회 천문편』 권7, 1181쪽)

³² 청나라·조선 천문학자의 일월식 예측치를 현대 천문학적 계산에 따라 비교하는 데 도움을 준 충북대학교 전준혁 박사께 감사드린다. 현재 필자와 전준혁 박사는 『동문회고』에 수록된 일월

표 5. 당시 관상감과 흠천감의 계산 값을 현대 값과 비교

단위: h	흠천감 계산 값(A)	관상감 계산 값(B)	현대 계산 값(C)	C-A	C-B
식분	0.538	미상	0.529	-0.009	
초휴	18.133	17.916	18.117	-0.016	0.201

<표 5>에 따르면, 현대 천문학적 방법으로 계산한 조선의 초휴 시각은 18.117시이며, 이 시각을 당시 흠천감과 관상감이 각각 계산한 시각과 비교하여 -0.016시(-1분 미만)와 0.201시(약 12분)의 오차 값을 얻었다. 이로써 당시 관상감 관원들이 계산한 월식의 초휴 시각이 흠천감 관원들이 구한 시각보다 오차가 훨씬 컸다는 사실을 알 수 있다. 관상감 천문학자들은 식을 직접 관찰하며 시각을 가늠했기 때문에 그들의 계산이 청나라의 그것보다 12분 정도 더 어긋났다는 사실을 알았을 것이다. 어쩌면 조선 천문학자들은 이러한 차이가 발생하리라는 사실을 애초 알았을 수도 있다. 청나라는 옹정 3년(영조 1, 1725)부터 역상고성 체제로 역서 및 일월식을 계산하기 시작했지만 조선 천문학자들이 영조 11년(1735) 3월 월식에 대한 답변을 작성했던 즈음은 그 방법을 아직 제대로 배워오지 못했던 때였다. 즉, 당시에는 청나라 천문학자가 예측한 월식의 시각과 조선 천문학자가 미리 계산한 월식 시각이 서로 다를 수밖에 없었던 것이다. 이러한 상황은 관상감 천문학자들로 하여금 청나라의 일월식 계산법을 학습해야 할 필요성을 자각하게 했을 것이다.

조선 천문학자들이 청나라 예부로 보낼 자문에 이처럼 청나라의 예측치와 똑같은 값을 적어 보냈던 두 번째 이유는 혹시라도 발생할 외교적 마찰을 피하기 위함이 아니었을까 한다. 조선 천문학자들이 청나라에서 예보한 값이 아닌 다른 값으로 회자를 보낼 때 어떤 일이 일어날지 예상하기 어려웠을 것이기 때문이다. 뒤에 살펴보게 될 영조 25년(건륭 14, 1749) 11월 월식에 관한 조선의 회자를 둘러싼 사건은 조선 천문학자가 청나라의 예측치와 다른 값을 보고했을 때 청나라 천문학자가 실제로 그것을 문제 삼을 수 있었음을 충분히 보여준다.³³ 게다가 조선 천문학자들은 청나라의 계산 결과에 자신들의

식 자문을 전수 조사하여 현대 천문학 계산 값과 일일이 비교하는 연구를 진행하고 있다.

³³ 4절에서 살펴보겠지만, 영조 25년(1749) 11월 15일 월식이 있고 난 후 조선 천문학자는 청나라의 자문과 다른 값을 보고했다. 당시 두 나라 사이에 큰 마찰이 발생하지는 않았지만 조선에서 청나라가 고지한 값과 다른 값을 보냈을 때 청나라 내부에서 바로 그 차이의 원인을 규명한 것으로 보건대, 외교 문제로 비화할 가능성이 충분이 있었다고 할 수 있다.

계산 결과를 맞추는 일에 익숙했다. 이러한 모습은 역서를 편찬하는 과정에서 여실히 드러났다. 예를 들어, 조선 천문학자들이 계산한 영조 11년(1735) 역서가 청나라의 그해 역서와 달랐을 때 조선 천문학자들은 결국 청나라의 역서대로 그들의 계산 결과를 바꿔야 했다.³⁴ 17세기 중반부터 청나라가 조선에 반사하는 역서와 동일한 역서를 자체적으로 계산하기 위해 경주해왔던 경험은 청나라에 보낼 일월식 자문에도 청나라가 예보한 수치를 적는 일을 대수롭지 않게 생각하는 데 기여했을 가능성이 크다.

3. 일월식 계산의 새로운 기준으로서 청나라의 일월식 자문

청나라 예부는 경종 1년(1721)부터 조선 국왕에게 일월식 자문을 보내기 시작했지만 이 문서가 조선에서 애초부터 높은 관심을 받았던 것은 아니다. 조선 국왕은 구식례를 실행했는지의 여부를 청나라에 회자했지만, 사료에 따르면, 적어도 일월식 자문이 처음 조선에 도착했을 때부터 약 10년 간 일식이나 월식 때에 국왕이 실제 구식을 거행한 기록은 없다. 또한 조선 관상감 관원들도 일식이나 월식을 미리 계산해서 조정에 고할 때, 청나라의 일월식 자문을 염두에 두고 계산을 수행한 흔적은 찾아지지 않는다.

그런데 영조 11년(옹정 13, 1735), 갑자기 청나라의 일월식 자문이 매우 중요한 문제로 부각되기 시작했다. 이는 영조가 그해 9월 일식의 구식례에 직접 참여한 것에서 비롯되었다. 의관을 갖추고 창덕궁 인정전 뜰에 나와 구식례를 직접 주도하던 영조는, 태양이 가려지기 시작한 즈음 그 자리에 참석한 관료들에게 청나라의 일식 자문과 관상감에서 올린 “일식 단자(日食單子)”를 함께 가져올 것을 명령했다. 그 결과 구식 자리에는 청나라에서 보낸 일식 자문과 관상감에서 그것과 별개로 계산해서 마련해둔 일식 단자가 함께 구비되어 있었다. 도승지 김시형(金始炯, 1681-1750)이 두 문서를 가져와 왕에게 올렸고, 이를 서로 비교해본 영조는 다음과 같이 말했다.

자문에 (적힌) 식의 시작 시각[初虧分數]과 지금 관상감의 단자[磨鍊者]는 서로 부합하지 않고, 식심 분수도 이것(관상감의 단자)은 9분 2초인데, 저것(청나라

³⁴ 김영식, “1735년 역서의 윤달 결정” (각주 5) 참고.

자문)은 8분 52초이니, 왜 서로 같지 않은가? 관상감에 물어보라.³⁵

영조의 명령을 받은 김시형이 그 자리에 참석한 관상감 관원에게 영조의 질문을 대신 묻고 그 답변을 전달했다. 김시형을 통해 전달된 관상감의 입장은, “지금의 일식은 정미년(1727) 북경에서 구해온 역법으로 구한 것으로, 이후 청나라가 개정한 역법은 아직 배워오지 못해 계산 결과에 차이가 있다”는 것이었다.³⁶ 이때 영조가 관상감의 일식 계산은 틀리고 청나라의 값이 옳다고 말한 것은 아니었다. 그러나 두 문서에 적힌 일식 값이 서로 다른 이유를 물어보며 그에 대해 관심 있게 살펴본 영조의 행동은 결코 가벼운 해프닝으로 끝나지 않았다.

영조 11년(1735) 영조가 직접 구식례에 참여한 사건은 관상감 천문학자들의 실행에 영향을 주었을 것이다. 구식례는 공적인 장소에서 이루어지는 행사로서, 그 자리에 참석한 모든 사람들은 영조가 청나라의 일식 자문과 관상감의 일식 단자를 비교하는 모습을 목격할 수 있었다. 그동안 조선 조정에서 크게 주목받지 못했던 청나라의 일월식 자문은 국왕이 친림한 구식례 자리에서 국왕에 의해 직접 읽히고 비교 당함으로써 매우 중요한 고려 대상이 된 것이다. 특히 청나라 예부가 조선 국왕에게 보낸 일월식 자문은 이후 조선 천문학자의 일월식 계산의 정확성을 판단할 “표준”으로 인식되기 시작한 것으로 보인다.

여기에서 표준은 두 가지 의미를 지닌다. 청나라의 일월식 자문에 적힌 숫자들은 첫째, 조선 천문학자들이 청나라 예부로 보낼 자문에 기입할 값들의 기준이 되었다. 앞서 경종 1년(1721) 11월 월식 사례에서 살펴보았듯, 조선 천문학자들은 한양의 월식의 각 단계별 시각을 북경에서의 시각 값을 토대로 계산했다.

³⁵ 『승정원일기』 808책, 영조 11년 9월 1일. “上曰, 日食分數磨鍊咨文取來. 始炯奉進, 上親覽曰, 咨文中初虧分數, 與今磨鍊者相符, 而食甚分數, 此則九分二秒, 彼則八分五十二秒, 何故不同耶? 問諸觀象監.” 이때 청나라에서 예보한 조선의 식분은 8분 51초이다. 『동문회고』 원편 권43, 15b. 영조의 질문에서 당시 관상감이 계산한 식분이 9분 2초(0.933)라는 점을 알 수 있는데, 이 값을 현대 계산 값(0.875)과 비교해 보면 당시 청나라가 구한 식분(0.885)보다 큰 오차를 보였음을 알 수 있다.

³⁶ 같은 기사. “始炯出問來告曰, 丁末年自彼國, 有冊子所來者, 今依其法, 而聞伊後, 新改曆法, 未及得見, 故有異云矣.” 이때 관상감 관원이 말한 정미년(1727)에 ‘청나라의 바뀐 역법에 관한 책’은 『역상고성』을 말하는 것이고, 이후 바뀐 역법을 배워오지 못했다는 것은 일과력 만드는 방법뿐만 아니라 오성의 위치 후보나 일월교식을 구하는 방법을 상세히 배우지 못했다는 점을 말하는 것으로 보인다.

청나라가 자문에 조선에서 보일 식의 각 단계별 시각과 식분을 모두 알려줬을 경우에는 그 값을 그대로 작성해 청나라로 회자했다. 둘째, 청나라의 일월식 자문은 조선 천문학자들이 독자적으로 계산한 일월식 값의 정확성을 판단하는 기준이 되었다. 영조 11년 9월 일식 때, 영조가 직접 청나라의 자문과 조선 천문학자들의 계산 값을 비교함으로써 이 기능은 명확해졌다.

조선에서 청나라의 일월식 자문은 구식례를 거행하라는 요구뿐만 아니라 조선 천문학자들이 계산하는 일월식 예측치의 모범 답안으로 여겨지게 되었다. 영조는 조선 천문학자들이 일식이나 월식을 계산할 때 청나라가 자문으로 알려준 것과 동일한 값을 산출해야 한다고 생각했다. 이는 관상감 관원들도 마찬가지였다. 영조 11년 9월 일식에 대한 관상감의 예측치가 왜 청나라의 일식 자문과 다른지를 물었을 때 “청나라가 최근 개정한 역법을 배워오지 못해” 차이가 났다는 관상감의 대답으로 보건대, 그들도 청나라의 역법을 준수하여 청나라의 자문처럼 일식을 계산해 내야 한다고 생각했음을 알 수 있다.

그렇다면 영조와 관상감 관원들이 청나라의 일월식 자문에 담긴 예측치를 표준으로 여긴 이유는 무엇일까? 이는 무엇보다도 조선에서 자체적으로 제작한 역서를 청나라의 역서를 기준으로 평가하고, 두 역서가 윤달의 위치나 월의 대소 등에서 서로 다를 경우 조선의 역서를 청나라의 역서에 따라 조정했던 관행과 연관되어 보인다. 이러한 관행은 애초 조선과 청나라가 조공·책봉의 관계를 맺은 것에서 기인했다. 청나라가 조선에 매년 반사(頒賜)한 역서는 두 나라 사이의 정치·외교적 위계를 표상했다.³⁷ 시공간적 제약과 물리적 제약에 따라 조선에서는 청나라의 역서를 받아 사용하는 것으로 만족할 수 없었고, 이에 따라 청나라가 운용한 역법을 학습하여 자체적으로 역서를 만들어 사용하고 있었다.³⁸ 청나라와 동일한 역서를 편찬하는 것이 조선의 역서 제작의 목표였듯,³⁹ 일월식 계산에서도 청나라의 일월식 자문과 동일한 값을 산출하려고 했던 것 같다. 사실 두 나라의 역서가 윤달 위치 등이 서로 다를 때, 청나라의 역서대로 조선의 역서를 수정한 사례는 영조 11년 9월 일식이 있기 바로 10개월 전에도 있었다.⁴⁰ 1734년 11월, 조선에서 독자적으로 계산한 1735년 역서와

37 전용훈, 『한국 천문학사』 (각주 1), 215-218.

38 박권수, “조선의 역서 간행과 로컬사이언스”, 『한국과학사학회지』 35:1 (2013), 69-103.

39 김영식은 조선 후기 역 계산과 역서 간행 사업의 목표를 “중화 사상의 틀 안에서 중화의 수준에 도달하기 위한 것”으로 본다. 김영식, 『중국과 조선, 그리고 중화』 (아카넷, 2018), 431-467.

40 이때 논의와 결정에 대한 자세한 내용은 김영식, “1735년 역서의 윤달 결정” (각주 5) 참고.

청나라 역서의 윤달 위치가 서로 다른 문제가 발생했고, 이에 대한 대책 회의에서 영조와 관련 대신들은 청력(淸曆)에 따라 조선 역서의 윤달 위치를 수정하자고 결론 내렸다. 이때 영조는 청력과 조선 역서를 비교해 보며 그 차이를 직접 확인했는데, 이 사건은 영조 11년 9월 일식 자리에서 청나라의 일월식 자문과 조선 천문학자의 일식단자를 비교해 보고 서로 다른 점을 지적한 행동과 오버랩 된다.

영조 11년 9월 일식은 관상감이 지닌 일월식 계산 능력의 결함을 공식적으로 드러내는 사건이었다. 사실 관상감 관원들은 이때 일식을 잘못 계산했다는 이유로 처벌을 받을 수도 있었으나 영조는 그들을 논죄하지 않았다. 오히려 이 사건은 영조 17년(1741)부터 관상감 천문학자가 매년 북경 사행을 할 수 있도록 허락하는 데 직간접적 영향을 준 것으로 보인다. 영조가 직접 일식 구식에 참여했던 때로부터 6년 뒤인 영조 17년, 관상감은 천문학자를 북경에 매년 파견시켜줄 것을 조정에 건의하면서 그 전 해와 그 해에 일월식의 오차가 전에 비해 더 커졌음을 언급했다.⁴¹ 물론 김상범과 허원이 북경에 파견되었을 때처럼 조선에서 편찬한 역서가 청나라의 역서와 다른 문제를 해결하기 위해 천문학자를 북경에 보내야 한다는 점도 언급했지만, 이때에는 이전과 달리 “일월식 예측의 오차가 더 커지고 있다”는 새로운 이유를 함께 거론했던 것이다. 영조 17년 관상감이 천문학자의 북경 파견을 건의하면서 일월식의 오차 문제를 언급한 것은 6년 전 영조의 일식 구식 참여와 모종의 연관성이 있음을 암시한다.

이에 따라 영조 17년부터 조선 천문학자들의 북경 사행이 매년 이루어지게 되었다.⁴² 조선 정부에서 천문학자를 매년 북경에 파견하기로 한 결정은 매우

⁴¹ 『서운관지』 권3 “고사”, “頃於乙卯定朔 或舛於大小 置閏亦失其先後, 而昨今年交食分數 節氣時刻 比前尤錯. 自今以後 曆官中曉解籌術者一人 每年差送節行 定式施行 何如. 允之.” (굵은 글씨는 필자)

⁴² 영조 39년(1763) 이후부터는 3년에 한 번 파견으로 재조정되었다. 한편 영조 17년에는 관상감 관련 제도가 전면적으로 정비되었다. 조선 후기 관상감의 핵심 구성 인력이었던 삼력관의 정원이 이때 확정되었고, 일월식 계산을 전담하는 사람을 시험을 통해 뽑는 제도가 시행되었으며, 천문학자가 매년 북경에 파견될 수 있는 규정도 마련되었다. 이러한 일련의 조치들은 영조 46년(1770) 일월식 계산을 전담하는 (삼력)수술관의 탄생으로 이어졌다. 즉 영조 17년은 관상감의 기반이 확실히 다져지는 시기였으며, 이러한 변화는 관상감 관원들이 천문학을 더욱 전문적이고 세부적으로 운용하기 시작했음을 보여준다. 삼력관을 중심으로 관상감의 제도 변화에 대해 살펴본 연구로는 박권수, “조선 후기 관상감 산원직의 설치와 확대: 삼력관을 중심으로”, 『한국과학사학회지』 43:3 (2019), 353-385 참고.

이례적인 것이었다. 『역상고성』의 채택 등 청나라에서 역법을 개정하여 새로운 방식으로 역서를 계산했을 때에도 조선에서 계산한 역서에 커다란 오류가 발견되지 않는 한 천문학자의 북경 파견은 거의 이루어지지 않았다. 그런데 영조 17년에는 이러한 관행에서 벗어나 천문학자가 매년 북경에 파견될 수 있는 규정이 승인된 것이었다.

영조 17년의 결정에 따라 조선 정부의 지원을 받고 북경에 파견된 조선의 천문학자들은 당시 청나라 역법 운용의 중심 인물이었던 콰글러(Ignaz Kögler 戴進賢, 1680-1746)와 페레이라(André Pereira 徐懋德, 1689-1743) 같은 예수회 천문학자들과 직접 교류할 수 있었다. 이들은 조선 천문학자에게 역상고성에 따른 역서 계산법뿐만 아니라 당시 그들이 운용하고 있었던 일월식 계산법도 알려주었다. 1741년 북경 사행을 떠난 천문학자 안국린(安國麟, 1685-1742?)은 역관 변중화(卞重和, ?-?)의 도움을 받아 콰글러와 페레이라를 만나 당시 청나라에서 바뀌고 있는 역법의 사정을 직접 들을 수 있었다. 이들 예수회 선교사들은 안국린에게 오성의 위치는 역상고성으로 계산하지만 일월식의 추보는 역상고성 이외 팔선표 같은 증보한 표를 추가적으로 참고하며 계산한다는 점과 아울러 다음해부터(1742) 새로 정비한 교식표를 활용할 것이라는 사실도 알려주었다.⁴³ 이때 안국린은 역상고성 체제에 기반한 일월식 계산 문제를 해결할 임무를 맡았던 것으로 추정되나 조선에 돌아온 뒤 얼마 안 되어 사망한 것 같다. 그의 과업을 뒤이어 완료한 사람은 안국린의 사촌 안국빈(安國賓, 1699-?)이었다.

안국빈은 그의 사촌이 북경에서 가져온 일월식 계산법들을 공부하여 문자책(文字冊)에 정리했다. 이 문자책은 일월식 계산법의 핵심만 뽑아 간결하게 정리한 것으로 관상감 천문학자들이 교식 계산을 할 때 빠르게 참고할 수 있다는 장점이 있었다. 안국빈이 문자책 작성 작업을 일단락 시킨 때는 영조 19년(건륭 8, 1743) 2월 즈음이었다. 당시 관상감은 안국빈의 성과에 대해 “우리나라 역관은 역법을 잘 알지 못하여 일월식 시각 추보에 있어서 언제나 청나라의 자식(咨式)과 어긋났었는데, 청나라에서 가져온 일월식 추보책을 안국빈이 연구하고

⁴³ 『동문휘고』 보편 권5, 25a-26b. 이때 콰글러와 페레이라가 말한 새로 정비한 교식표는 영조 18년(1742)부터 사용된 『역상고성후편』에 실린 표를 말하는 것으로 보인다. 이때 안국린은 이들에게서 『日食籌稿』·『月食籌稿』·『日月交食表』·『八線對數八線表』·『對數闡微表』·『日月五星表』·『律呂正義』·『數理精蘊』·『日食算稿』·『月食算稿』등을 구입해왔다.

종합하여 문자책을 만드니 청나라의 법과 차이가 없게 되었다”고 말했다.⁴⁴ 관상감의 이러한 발언은 당시 그들이 일월식 계산 문제를 어떻게 인식하고 있었고 그에 대해 어떻게 대처하고 있었는지를 보여준다. 즉, 조선 천문학자들에게 청나라의 일월식 자문은 자신들이 계산한 일월식 값의 정확성을 판단하는 기준으로 인지되고 있었다. 그리고 조선 천문학자들은 북경에서 활용하고 있는 일월식 계산법을 학습하기 위한 노력을 경주하고 있었다.

안국빈은 문자책을 작성한 영조 19년 겨울, 동지사행을 따라 북경에 갔다.⁴⁵ 북경의 천문학자들과 막힘없이 대화할 수 있도록 도와줄 역관으로는 2년 전 안국린과 협업하여 궐글러 등에게 다수의 책을 구입했던 변중화와 또 다른 역관 김재현이 선정되었다. 이때 안국빈은 북경의 천문학자 궐글러와 하국신(何國晨, ?-?)⁴⁶을 만나 역법을 공부하며 해결하지 못했던 부분을 질의하며 학습했는데, 그중 일월교식에 관련한 새로운 방법도 포함되었다.⁴⁷ 안국린이 2년 전 구입해 온 책을 독학하면서 이해하지 못했던 부분을 북경 사행을 통해 서양 천문학자들과 조우함으로써 해결할 수 있었던 것이다.

안국빈이 영조 18년 일단락 시킨 문자책은 이후 계속 보완되었던 것으로 생각된다. 그가 직접 북경에 가서 궐글러 등과 소통하며 이해하지 못한 부분을 질문해 답을 얻었고, 그 내용을 미완성이었던 문자책에 첨부해 가며 점차 완성해 나간 것으로 보인다. 문자책 보완 작업에 필요한 지식은 비단 안국빈 뿐만 아니라 당시 관상감에서 활동했던 조선 천문학자들이 사행을 갈 때마다 구해왔다. 천문학자 김태서(金兌瑞, 1714-?)는 역관 조시빈(趙時彬, ?-?), 유응창(庾應昌, ?-?)과 함께 영조 20년(1744) 1월에 있었던 사은사에 참여해 궐글러를 만나 역법을 배웠고 『역상고성후편』 한 질을 구해왔다.⁴⁸ 그해 겨울 동지사행을 따라

44 『영조실록』 권57, 19년 2월 25일. “我國曆官疎於曆法, 日月食時刻推步, 每與彼國咨式, 先後不合. 曾因節使行, 質來日月食推步之冊, 國賓研究融會, 作為文字, 與彼法無差.”

45 영조 20년(1744) 4월 20일 복명했다.

46 하국신은 18세기 초 북경에 파견된 조선 천문학자 허원과 교류했던 하군석의 아들이자 『역상고성』 편찬의 핵심 인물이었던 하국주의 동생이다. 하국신 또한 『역상고성』 제작 프로젝트에 관여했다. 안국빈이 북경을 여행했을 때 하국신은 중관정(中官正)을 역임하고 있었다. Chang Ping-Ying, “Chinese Hereditary Mathematicians Families of the Astronomical Bureau, 1620-1850,” (Ph. D. Dissertation, City University of New York, 2015).

47 『영조실록』 권59, 20년 5월 15일.

48 『승정원일기』 986책, 영조 21년 5월 11일. “上年皇曆齋咨官金泰瑞, 彼中新法曆象考成後一秩, 亦爲得納, 而未及請賞. 金泰瑞, 令備局一體論賞, 何如? 傳曰, 允.”

북경에 간 안국빈은 김태서가 구해온 『역상고성후편』을 공부하며 생긴 의문을 궈글러에게 질문하여 해소했고, 필요한 역법 책과 천문 의기를 구입했다. 안국빈은 북경에서 배운 지식과 구입한 서책을 토대로 『역상고성』과 『역상고성후편』에서 일월식을 계산하는 방법이 어떻게 달라졌는지 파악하고 그 사실을 문자책에 정리했다.⁴⁹

영조 17년(1741) 이래로 조선 천문학자들은 북경과 한양을 왕래하며 청나라의 역법 지식을 배우고 활용할 수 있게 되면서 일월식 계산을 이전보다 수월하게 할 수 있었던 것으로 보인다. 안국빈을 비롯한 천문학자들이 배워온 천문학 지식은 문자책에 정리되었고, 일월식 계산에 필요한 추가적인 표는 이후 관상감 천문학자들이 북경을 왕래하며 보완했다.⁵⁰ 영조 23년(건륭12, 1747)에는 천문학자 이덕성(李德星, 1720-1794)이 북경에 갔다.⁵¹ 그는 역상고성후편 체제의 일월식 계산법을 정리한 책과 화성 위치 계산법에 관한 책 등을 구입해 돌아왔다.⁵² 관상감 천문학자들은 적어도 일 년에 한 차례, 많게는 두 차례씩 북경에 파견되어 흙천감의 천문학자들과 직접 교류하며 핵심 내용을 배우고 관련 서책과 의기를 구입함으로써 점차 일월식 계산법을 개선하고 그에 대한 실력을 키울 수 있었다.

49 『승정원일기』 988책, 영조 21년 7월 16일. 『역상고성후편』은 『역상고성』의 일월식 계산법을 보완한 것이다. 17세기 말, 18세기 초 강희제가 주도한 “황제 과학” 프로젝트에서 명말청초 정력적으로 활동했던 예수회 선교사들이 배제되고, 강희제에 의해 선발된 중국인들로 구성된 산학관 그룹이 핵심적으로 활약했다. 예수회 선교사들은 재기할 기회를 찾고 있었는데, 때마침 역상고성으로 예측된 1730년 6월의 일식이 청나라 각 성에서 보이지 않는 사건이 발생했다. 궈글러와 페레이라 등 예수회 선교사들은 이를 문제 삼아 역상고성 체제의 일월식 계산이 정확하지 않다고 하면서 새로 교정할 필요가 있음을 주장했다. 이들은 옹정제의 운허를 받아 역상고성 체제의 일월식 계산법을 교정하는 사업을 이끌 수 있었다. 이에 따라 1734년에는 역상고성을 정비해서 “신법”을 구축했고, 1742년에는 『역상고성후편』을 완성했다. 이는 예수회가 100년 전 중국에서 개력의 핵심 세력으로 활동했던 그들 선배의 위상을 다시 찾은 것과 다름 없었다. 1730년 일식과 관련한 논쟁, 그리고 이를 통해 『역상고성후편』 편찬을 주도할 수 있게 된 예수회사의 이야기는 Shi Yunli, “Reforming Astronomy and Compiling Imperial Science in the Post-Kangxi Era: The Social Dimension of the *Yuzhi lixiang kaocheng houbian* 御製曆象考成後編,” *EASTM* 28 (2008), 36-81 참조.

50 『승정원일기』 1133책, 영조 32년 7월 26일.

51 이덕성의 생애와 천문학자로서의 경력에 대한 연구로는 안영숙 외, “조선후기 천문학자 이덕성의 생애와 천문활동”, 『천문학논총』 32:2 (2017), 367-381 참고.

52 『동문휘고』 보편 권5, 29b-30a.

4. 조선 천문학자의 자신감: 영조 25년(1749) 11월 월식 사례

안국빈, 김태서, 이덕성 등 천문학자들이 북경에 파견되어 청나라의 천문학 지식을 학습해 와서 연구하여 실제 계산에 적용하는 데 크게 실수하지 않게 되면서, 조선 천문학자들은 일월식 계산에 점차 자신감을 갖게 되었다. 이는 영조 25년(1749) 11월 월식의 사례를 통해 선명히 드러난다.

평소처럼 청나라 예부는 약 4개월 뒤 북경과 조선에서 관측될 월식을 예고하는 자문을 7월 20일에 작성하여 조선으로 발송했다. 그 내용을 정리하면 아래 표와 같다.[표 6]⁵³

표 6. 청나라에서 계산한 1749년 11월 15일 월식 시각

	북경	한양	차이(한양-북경)
식분	4분 9초		0
초휴	02:40	03:22	42
식심	-	04:33	
복원	05:03	05:45	42

월식이 끝난 후 조선 관상감에서는 답문을 작성하여 청나라로 보냈다. 그 안에는 조선에서 보인 월식의 각 단계별 시각 정보와 식이 최대에 이르렀을 때의 모습이 그림으로 담겼다. 평소대로라면 여기에서 이 월식에 대한 문서 왕래는 끝나야 했다. 그런데 이때에는 그렇지 않았다. 이듬해(영조 26, 1750) 2월, 청나라 예부는 조선 국왕에게 영조 25년 11월 월식과 관련한 문서를 한 통 더 보냈다.⁵⁴

이 청나라의 문서에는 조선에서 영조 25년 11월 월식에 대해 답변한 내용이 자세히 기술되어 있다.⁵⁵ 그에 따르면, 당시 조선은 한양에서 보인 월식의 식분과 시각이 청나라가 자문으로 미리 알려준 값과 서로 다르다는 점을 지적하며, 한양에서 보인 월식의 식분과 시각 정보를 상세히 기록했다.[표 7]⁵⁶

⁵³ 『동문회고』 원편 권43, 24a-b.

⁵⁴ 조선은 이 문서를 영조 26년(1750) 4월 13일 수령했다. 『동문회고』 원편 권43, 26b.

⁵⁵ 정조 12년(1788)에 『동문회고』를 편집하면서 동일한 내용을 중복 수록하는 것을 피하기 위해 애초 조선에서 청나라에 보낸 자문을 생략한 것으로 보인다.

⁵⁶ 『동문회고』 원편 권43, 24b-26b.

표 7. 영조 25년 11월 15일 월식에 대한 조선의 답변

	청나라가 예보한 값		조선이 답변한 값	
	북경	한양	한양	차이(답변-예보)
식분	4분 9초		3분 46초	-23초
초휴	02:40	03:22	03:26	+4분
식심	-	04:33	04:34	+1분
복원	05:03	05:45	05:42	-3분

조선은 답장에서 청나라가 한양에서 보일 월식의 식분과 각 단계별 시각을 잘못 계산했음을 지적하고 그 실수를 바로잡았다. 바꿔 말하면, 당시 조선의 답문은 청나라 함천감에서 영조 25년 11월 월식을 완전히 잘못 계산했다고 지적한 것이었다. 이는 비단 한양에서의 시각만이 아니라 북경에서의 시각 또한 잘못 계산했다는 의미를 담고 있었다. 조선의 자문대로라면, 월식의 식분은 4분 9초가 아니라 3분 46초로 바뀌어야 하고, 북경의 초휴는 02시 44분, 식심은 03시 52분, 복원은 05시가 되어야 했다.⁵⁷

조선으로부터 계산을 틀리게 했다는 지적을 한 번도 받아본 적 없었던 함천감 천문학자로서는 이러한 자문이 상당히 곤혹스러웠던 듯하다. 어떻게 된 영문인지 조사하라는 건륭제의 명령을 받고 난 열흘 뒤인 2월 19일, 함천감 천문학자들은 황제에게 그들의 결백을 주장했다. 함천감에 따르면 이번 사달은 모두 조선 측의 잘못에 기인한 것이었다. 먼저, 북경 천문학자들은 월식의 식분은 월식이 보이는 모든 곳에서 동일할 수밖에 없음을 설명하면서 조선에서 보내 온 3분 46초가 틀린 값을 지적했다. 전 해 11월 15일 월식이 있었던 날, 함천감 천문학자들은 예부 소속 관원들과 관상대에 모여 천문 의기와 망원경을 활용하여 월식을 관측함으로써 월식의 식분이 4분 9초임을 확인했기 때문이었다.⁵⁸ 관측을 토대로 이를 증명할 수 있다고 단언한 것이었다. 그러나 튀링핑(呂凌峰)의 연구에 의하면, 예수회 선교사를 중심으로 한 청나라 천문학자들은

57 당시 조선과 청나라의 식분과 시각 계산이 얼마나 정확했는지 현대 천문학적 계산과 비교해 살펴보았다. 북경과 한양의 위치 값은 고관상대와 창덕궁 인정전으로 잡았다. 관상감의 계산 값이 현대 계산 값과 더 큰 오차를 보이고 있음을 알 수 있다. (복원 값에서만 오차가 적다.)

	함천감 계산 값(A)	관상감 계산 값(B)	현대 계산 값(C)	C-A	C-B
식분	0.415	0.367	0.402	-0.013	0.035
초휴	3.367	3.433	3.333	-0.034	-0.1
식심	4.550	4.566	4.500	-0.05	-0.066
복원	5.750	5.700	5.667	-0.083	-0.033

58 『동문회고』 원편 권43, 24b-26b.

일월식을 직접 관측하지 않았다. 17세기 중반, 페르비스트(Ferdinand Verbiest, 南懷仁, 1623-1688) 이후 일월식을 계산으로 예보하는 방식이 확립되자 그러한 관행이 정착하여 계속 이어졌다고 한다.⁵⁹ 그렇다면 영조 25년 11월 월식 때에도 함천감에서 정말로 관측을 했는지 의심해 볼 만하다.

또한 함천감 천문학자들은 조선에서 수정하여 보내온 월식의 각 단계별(초휴-식심-복원) 시각 정보가 의심스럽다고 지적했다. 그들이 볼 때, 월식의 각 단계별 변화는 의기를 활용해 관측한다고 할지라도 분명하게 구분하기 어렵기 때문이었다. 식이 진행되는 과정에서 1분에서 4분 정도의 차이는 포착하기 어렵다는 것이 그들의 요지였다.⁶⁰ 아울러 북경 천문학자들은 조선에서 자문에 첨부한 그림도 철저히 분석했다. 그들은 조선이 식분을 3분 46초로 수정했으면서도 그림은 3분 32초를 나타내고 있다고 하면서, 식심 때의 모습을 그린 그림이 식분을 제대로 표현하지 못한다고 지적했다. 함천감 천문학자들은 이렇게 조선에서 수정해서 보내온 값들을 반박하고 그들의 결백을 주장했다. 조선의 자문에 대한 논박을 끝낸 후 함천감은 조선 국왕이 예부에서 발행하는 자문에 따라 일체 구호할 것을 바란다고 입장을 정리했다.⁶¹

영조 26년(1750) 4월 13일, 조선의 자문에 불쾌한 기색을 여과 없이 드러낸 청나라의 자문이 조선에 도착했고, 이에 조선은 “청나라의 지시를 잘 따르겠다”는 답문을 영조의 이름으로 24일에 작성하여 바로 발송했다.⁶² 이는 청나라가 알려주는 교식의 시각을 군말 없이 따르고 구식례를 이행하겠다는 의미를 내포하고 있었다. 좌의정 김약로(金若魯, 1694-1753)는 앞으로는 청나라의 자문에 충실히 따라 회자해야함을 강조하며, 영조 25년 11월 월식의 식분과 시각을 구했던 관상감 천문학자를 처벌하자고 건의하자 영조는 의견대로 하라고 답했다.⁶³

그러나 영조 25년 11월 월식에 대한 사후 처리는 이와 같이 했음에도 불구하고, 영조는 관상감 천문학자들이 독립적으로 일월식을 계산하는 행위를 금지하거나 청나라의 자문에 적힌 값을 조선의 회자에 반드시 적어야 한다

59 Lü Lingfeng, “Eclipse and the Victory of European Astronomy in China,” *EASTM* 27 (2007), 127-145.

60 『동문회고』 원편 권43, 24b-26b.

61 같은 기사.

62 『동문회고』 원편 권43, 26b.

63 『승정원일기』 1055책, 영조 26년 4월 22일.

는 규약을 강제하지 않았다. 오히려 영조는 관상감 천문학자들이 청나라 천문학자들의 방법을 더 깊이 이해하고 배워오기를 바랐고 그것을 바탕으로 청나라의 계산값 대로 일월식을 계산해 낼 수 있기를 원했던 것으로 보인다. 그의 이러한 입장은 영조 27년(건륭 16, 1751) 5월 일식의 구식례에서 확인할 수 있다.

영조 11년(1735), 영조 18년(1742)에도 구식례에 직접 참여한 적이 있었던 영조는 영조 27년 5월 일식 때에도 의관을 갖추어 입고 오전 7시 즈음 마련된 장소로 나왔다.⁶⁴ 이때 예측된 일식의 식분은 2분 29초로 육안으로 식별하기 어려운 정도였다. 얼마 전 청나라에서 3분 이하의 식에 대해서는 구호를 하지 말 것을 자문으로 알려오기도 했지만,⁶⁵ 영조는 이날 구식례에 참여하여 일식의 진행을 직접 살폈다. 그는 일식을 관측하는 데 상당한 열의를 보였는데, 예를 들어 식분이 작아 태양이 가려진 정도를 맨눈으로 확인하기 어려울 때는 규일경(窺日鏡)을 가져와서 관찰해 보라고 지시하거나 해가 최대로 가려진 때가 지났을 때는 그때의 모습을 그린 그림[食甚圖形]을 확인하기도 했다.⁶⁶

흥미로운 점은 이때 구식례를 진행하는 동안 영조가 일월식 술자(日月食術者)로 그 자리에 참석했던 천문학자 김태서(金兌瑞)와 직접 대화를 나누었다는 사실이다. 이는 두 가지 측면에서 눈길을 끈다. 하나는 구식례 장소에 참석한 일월식 술자에게 국왕이 직접 질문을 던지고 그 답을 천문학자를 통해 바로 들었다는 사실이다.⁶⁷ 다른 하나는 청나라의 천문학 지식을 서양 천문학자로부터

64 『승정원일기』 1068책, 영조 27년 5월 1일.

65 『동문휘고』 원편 권43, 23a-b. 청나라는 이 자문을 영조 24년(1748) 3월 8일에 보냈다.

66 영조는 이날 구식례를 진행하면서 청나라 예부가 보낸 식심 도형도 확인했다. 식심 때가 지나자, 영조는 조선 관측자가 그린 식심도형을 가져오라고 요구한 뒤, 청나라의 자문 속 그림과 직접 비교했다. “저 나라의 자문은 그림까지 그려 보냈는데, 외읍에 대해서도 역시 그 모양을 그림으로 그렸구나(彼國咨文, 亦畫送之, 外邑亦爲圖上其形矣.)”

67 영조 11년(1735), 영조 18년(1742)에도 구식례 자리에 관상감 천문학자가 일월식술자로서 참석하였지만 영조는 그들과 직접적인 대화를 나눈 적이 없다. 천문학자에게 질문을 하고 답을 들을 때는 으레 그 자리에 참석한 문신 관료들을 통해 전달할 뿐이었다. (『승정원일기』 808책, 영조 11년 9월 1일; 『승정원일기』 944책, 영조 18년 5월 1일 참고) 영조는 영조 45년(1769) 5월 일식 때에도 구식례에 직접 참석하였는데, 그는 이 자리에서 천문학자 안국빈과 직접 대화를 나누었다. 이는 20-30여 년 전 구식례에서 문신을 통해 관상감 관원들의 의견을 전달받았던 것에서 완전히 달라진 것이었다. 또한 영조 45년 일식 때에는 조선 천문학자들의 실력을 대놓고 칭찬하는 모습도 보였는데, 이때 영조의 인정을 받은 천문학자는 안국빈과 김태서였다. 『승정원일기』 1292책, 영조 45년 5월 1일.

배워올 것을 강조하고 있다는 점이다. 일월식에 관해 가졌던 궁금증을 직접 문의하며 해소하기도 했던 영조는 식이 끝나갈 무렵 김태서에게 북경에서 서양 천문학자를 만나서 교유했는지를 물었고, 곧이어 서양인이 일식 계산법을 알고 있다는 점도 지적했다.⁶⁸ 서양 천문학자들이 일식 계산방법[日之法]을 반드시 알고 있을 것이라는 영조의 발언은 영조 17년(1741)부터 매년 북경에 파견되었던 조선 천문학자들이 서양 천문학자에게 일식 계산법(을 포함한 천문학 전반)을 직접 배워 와야 한다는 의미를 내포한 것이었다.

영조 17년 안국린을 필두로 시작된 “일월식 계산법 학습 프로젝트”는 1750년대 초까지 계속되었다. 1740년대 안국빈, 김태서, 이덕성 등 천문학자들이 북경에 가서 일월식 계산법을 배워오면서 조선 천문학자의 교식 계산 실력은 점차 향상될 수 있었다. 하지만 청나라 흠천감에서 역법을 계속 보정함에 따라 조선 천문학자들의 일월식 계산법 학습은 10년이 넘게 이어졌다. 영조 27년(1751) 천문학자 김대성(金大成, ?-?)이 역관 변태희(卞泰禧, ?-?)와 협업하여 북경에서 『신법일월교식산표』 10책 외 다수의 책과 의기를 구입해 왔고, 영조 29년(건륭 18, 1753) 안국빈이 변태희와 함께 고가이슬(Anton Gogeisl, 鮑友管, 1701-1771)에게 새로 개정한 일식 계산법을 배워왔다.⁶⁹

청나라의 새 역법에 따른 일월식 계산법을 학습하고 활용하는 프로젝트는 영조 29년(1753)부터 성과를 보이기 시작했다. 이듬해 3월 월식에서 청나라의 자문과 조선 천문학자의 계산이 일치했다.⁷⁰ 일식에 관해서는 월식보다는 조금 늦은 영조 31년(건륭 21, 1755) 2월에 동일한 값을 얻었다.⁷¹ 이후 영조 32년(1756) 7월, 이와 같은 성과를 내는 데 앞장섰던 안국빈과 김태서가 가자(加資)되었고,⁷² 영조 34년 5월에는 안국빈과 김태서, 이덕성이 대대적으로 논공행상되었다. 이때 관상감은 조선 천문학자들이 일월식 계산을 하는 데 있어서 매번 청나라의 일월식 자문과 다른 값을 계산했던 문제를 해결했고, 청나라의 현행 역주법에 따라 역주를 정비했다는 점을 강조했다.⁷³ 이에 영조는 이들에게 관직을 제수하는 일을 허락하면서 아주 흡족한 듯 말했다. “대저 역법의 일월교식이 요

68 『승정원일기』 위의 기사.

69 『승정원일기』 1106책, 영조 30년 윤4월 17일.

70 『승정원일기』 1104책, 영조 30년 3월 11일 기사와 『동문휘고』 「원편」 권43, 32b-33a 비교.

71 『승정원일기』 1115책, 영조 31년 1월 24일 기사와 『동문휘고』 「원편」 권43, 33b-34a 비교.

72 『승정원일기』 1133책, 영조 32년 7월 26일.

73 『승정원일기』 1156책, 영조 34년 5월 15일.

즈음에는 착오가 없으므로 그 공을 장려해야 하겠다.”⁷⁴ 실로 오랫동안 추진해 왔던 프로젝트가 성공적으로 완료되었음이 공표되는 순간이었다. 이때로부터 5년 뒤인 영조 39년(1763), 영조는 천문학자의 북경 파견 주기를 매년에서 3년에 한 번씩으로 바꾸도록 지시했다.⁷⁵

5. 나오는 말

강희 60년(경종 1, 1721) 윤 6월 일식을 알리는 청나라의 일식 자문이 조선에 전달된 이래로 19세기 말까지 조선과 청나라의 천문학자들은 양국의 일월식 정보를 주고받았다. 애초 청나라가 일월식 자문을 조선에 보내기 시작한 정확한 이유를 지금으로서는 알기 어렵다. 하지만 일월식 자문의 존재는 청나라가 일월식에 관한 한 1720년을 전후하여 조선을 제국의 여타 직성(直省)처럼 여기기 시작했다는 점을 보여준다. 순치 3년(인조 24, 1646)부터 직성에 일월식 자문을 보내 구식례를 요구해왔던 것처럼, 강희 60년부터는 조선에도 자문을 보내 일월식을 예측하고 그에 대한 조선 국왕의 구식례를 요구한 것이다.

흥미로운 점은 조선 천문학자들과 국왕 영조가 청나라의 일월식 자문을 해석한 방식이다. 조선 천문학자들은 청나라 천문학자들이 자문으로 알려준 식의 예측치를 그들이 궁극적으로 계산해 내야 하는 결과 값으로 생각했다. 이는 영조도 마찬가지였다. 영조 11년(옹정 13, 1735) 9월 일식을 구식하는 자리에서, 영조가 청나라의 일식 자문과 조선의 일식 단자를 일대일로 비교했던 행위는 사실상 청나라와 조선의 천문학자들이 계산한 값이 서로 일치해야 한다는 주문이었다. 당시 청나라와 다른 값을 산출한 조선 천문학자를 처벌하지는 않았지만, 영조의 이와 같은 행동은 조선 천문학자들이 일월식의 계산법을 더욱 면밀하게 이해하고 운용할 수 있어야 한다는 압박으로 작용했을 것이다.

조선 천문학자들이 일월식 계산 실력을 보완하고 개선할 필요가 있음을 공개적으로 인지하게 한 이 사건은 영조 17년(건륭 6, 1741)의 결정에 직간접적인 영향을 준 것으로 보인다. “일월식 계산이 계속해서 오차를 보이고 있다”는 관상감의 우려에 따라, 영조는 관상감에 관련된 제도를 대대적으로 정비하면서 천문

⁷⁴ 『국역서운관지』 권3, “고사”, 293; 『승정원일기』 1156책, 영조 34년 5월 15일.

⁷⁵ 『승정원일기』 1219책, 영조 39년 6월 19일.

학자를 매년 북경에 파견하는 제도를 승인했다. 천문학자의 북경 파견은 청나라의 역법을 학습하는 가장 효율적인 방법이었지만 조선의 역서에 심각한 오류가 발견되지 않는 이상 쉽게 이루어지지 않았다는 점에서 이 결정은 파격적이었다.

이에 따라 안국빈, 김태서, 이덕성 등 발군의 천문학자들이 북경에 파견되었다. 1740-50년대 북경과 서울을 오가며 활동한 이들은 궈글러, 페레이라 등 서양 선교사들, 또는 중국인 천문학자들과 교류하면서 청나라에서 운용하는 역법을 배우고 응용했다. 이들이 특히 공을 들여 학습한 방법은 일월식 계산법이었다. 청나라에서 예측한 대로 일월식을 계산할 수 있다고 자부한 조선 천문학자들은 영조 25년(1749) 11월 월식에 대한 청나라의 자문이 틀렸음을 지적하기도 했다. 결국 조선 천문학자들의 계산이 틀렸다고 판명되었지만, 이들의 기세는 꺾이지 않았다. 천문학자의 북경 파견에 대한 조선 정부의 후원도 계속되었다. 조선 정부가 영조 17년부터 후원한 관상감의 일월식 계산법 학습 프로젝트는 영조 30-31년 청나라의 자문과 완전히 동일한 일월식 계산값을 산출하게 됨으로써 결실을 맺었다. 18세기 초반 조선 정부가 적극적으로 추진한 천문학 프로젝트의 성공적인 마무리였다.

(투고: 2020년 3월 16일, 심사 완료: 2020년 4월 6일, 게재 확정: 2020년 4월 8일)

The Qing Dynasty's Diplomatic Documents as New Criteria for Joseon's Computations of Solar and Lunar Eclipses in the Mid Eighteenth Century

KIM Seulki (Seoul National University)

Abstract. In 1721, the Qing dynasty began to send eclipse documents to Joseon, which influenced the astronomy of Joseon Gwansanggam. The Qing documents contained predictions of solar and lunar eclipses in Seoul. This papers argues that the Qing eclipse documents became a new criterion for evaluating the accuracy of the eclipse calculations carried out by Joseon astronomers, and such changes affected the overall reform and improvement of their solar and lunar eclipse calculation skills. They had to calculate not only calendars but also solar and lunar eclipses based on documents provided by the Qing dynasty. This imperative, this article suggests, urged the Joseon government to dispatch official astronomers to Beijing every year from 1741. Learning how to calculate solar and lunar eclipses from Qing astronomers became the most urgent goal for Joseon astronomers during the 1740s and 1750s. By the early 1750s, they were able to produce the same results as the Qing documents.

Keywords. diplomatic documents of solar and lunar eclipses 日月食咨文, astronomical methods, solar eclipses, lunar eclipses, astronomers' journeys