

조선시대 간평의(簡平儀)의 구조와 원리

이 용 복

서울교육대학교 과학교육과

1. 서 론

조선시대 임진왜란과 병자호란의 양란을 겪으면서 많은 문화적 유산이 파괴되었을 뿐만 아니라 백성들의 삶 자체도 폐쇄해졌다. 특히 문화적 유물이나 유산의 피해는 엄청났다. 이러한 양란으로 인해 조선은 사회적으로 커다란 변화가 일어났고 기존 유학과 관련된 사상체계에도 커다란 변화가 일어나게 되었다. 유학도 사변적인 것에 치중하는 것에 벗어나 실제로 백성들의 삶을 개선시킬 수 있는 실학사상이 등장하게 되었다. 실학이 추구하는 바는 경세치용, 이용후생, 실사구시 등으로 삶 자체에 대한 문제로 학문의 시야를 돌리게 되었다.

이러한 시기에 청나라를 통하여 서양의 학문을 접하게 되었다. 특히 병자호란 직후 청나라에 볼모로 잡혀갔던 소현세자(昭顯世子 1612-1645)는 심양에서 지내다 1644년 청나라가 북경을 점령하여 수도를 옮길 때 같이 가게 되었다. 당시 북경에 들어와 있던 탕약망(湯若望 J. Adam Shall von Bell 1591-1666)과 교유를 하게 되었다. 이 때 탕약망으로부터 자신이 한문으로 번역한 천문, 수학, 종교 등과 같은 서적을 얻게 되었다. 그리고 여지구(輿地球)와 천주상(天主像) 등과 같은 물품도 선물로 얻었다. 이러한 서구의 과학을 습득하여 이를 활용해야겠다는 생각을 가지게 되었다. 특히 조선의 역법을 보완해야겠다는 의지를 갖게 되었다(김용덕 1977). 인조 23년(1645년)에 귀국하면서 이러한 서양 학문을 받아들이려는 시도도 제대로 못 해본 채 이승을 달리했다. 그러나 이러한 시도는 그 주위에 있던 여러 학자들에 의해서 다양한 형태의 실학사상으로 나타나게 되었다.

이후 본격적으로 거론된 것이 역법의 개혁에 관한 것이었다. 당시 청나라에서는 1645년 시헌력(時憲曆)을 반포하였다. 이것은 이미 명나라 때 서양의 선교사에 의

해 완성한 『송정역서(崇禎曆書)』의 내용을 거의 그대로 사용하여 만든 것이다. 당시 청나라에 체류했던 한흥일(韓興一 1587-1651)은 1645년 귀국하면서 개혁의 필요성을 강조했다. 그가 밝힌 이유는 그동안 사용해 왔던 『칠정산(七政算)』 내외편은 만든 지 너무도 오랜 시간이 흘러 실제의 천체 운행과 차이가 많이 나고, 탕약망이 주도하에 만든 시헌력의 정확성을 강조하였다. 그 후 청나라에 사신으로 갔었던 많은 학자들을 통하여 시헌력에 대하여 알아보고 배워오려는 시도를 하였다.

이렇게 시헌력을 배워서 조선에 적용하려는 시도가 계속되었다. 효종 2년(1651년) 관상감원 김상범(金尙範 ?-1655)이 북경에 들어가 시헌력을 배워와 1652년 시헌력에 의한 방법으로 달력을 만들도록 했다. 다음해인 1653년에 역서는 그대로 종전의 대통력(大統曆)으로 반포하고, 별도로 1653년의 역서를 시헌력 법에 의해 만들었다. 이 시헌력의 역서는 청나라에서 받아오는 역서와 대조하여 그 정확성을 차후에 대조하기로 했다(전용훈 2005).

시헌력법을 도입하면서 이를 이해하기 위해서는 수학과 구면천문학의 지식뿐만 아니라 그에 따른 정확한 관측의 필요성이 요구되었다. 중국 청나라에는 유럽의 티코 브라헤(Tycho Brahe 1546-1601)가 개발한 다양한 천문관측 의기가 소개되고 이를 직접 제작하게 되었다. 이러한 의기에 관한 것은 남회인(南懷仁 Ferdinand Verbiest 1623-1688)이 저술한 『영대의상지(靈臺儀象志)』에 자세하게 수록하고 있다. 이 책에는 의기의 제작 방법, 설치 방법, 운용 방법 등을 게재하고 새로이 관측하여 얻은 항성들의 위치를 수표화하여 올려놓았다. 이러한 책은 그대로 조선에 수입되어 간행된 것으로 보아 당시 조선에서 서양의 학문에 대하여 얼마나 관심이 많았는지 입증되 된다.

서양 학문에 대한 사회적인 요구에 따라 역법 계산에 필요한 다양한 역법 관련 서적뿐만 아니라 천문의기가 청나라에 오가는 사신들과 사람들에 의해 국내로 유입되었다. 특히 서양식 지도와 천문도가 들어와 이를 모사하여 다양한 형태로 제작되었다. 천문의기의 중요성이 강조되면서 숙종 44년(1718년)에 들어서 본격적으로 중성의(中星儀)와 간평의(簡平儀)를 제작하기도 하였다(숙종실록 권81).

서양식 천문도가 도입된 것 중 하나가 대진현(戴進賢 Ignatius Koegler 1680 - 1746)이 제작한 황도총성도가 영조 17년(1741)년 조선에 전해졌다. 이를 바탕으로 새로운 성도를 영조 18년에 모사하기 시작하여 그 다음해에 완성되었다(한영호 2005). 이용범의 연구에 의하면 이 때 완성된 천문도는 현재 법주사에 소장되어 있는 보물 제848호인 황도남북총성도로 알려졌다(이용범 1988).

본 연구에서는 주로 천문의기와 관련된 내용에 대하여 연구하고자 한다. 간평의에 대한 연구는 김명호 등(1999)과 한영호(2005)에 의해서 연구되었다. 김명호 등은 남병철과 박규수(朴珪壽)의 간평의를 바탕으로 설명하고 있고, 한영호(2005)는

간단한 특징만을 밝히고 있다. 이 연구들은 전체적인 특징을 자세하게 설명하고 있으나 사용 방법이나 원리는 자세하게 제시하지 않고 있다. 본 연구에서는 간평의(簡平儀)와 관련된 역사를 살펴보고 그 원리와 사용 방법에 대하여 알아보려고 한다.

2. 간평의와 관련된 기록

간평의는 간단한 구조를 가지고 있으면서도 별과 태양의 중성과 출몰시각을 알아 보는데 대단히 간편한 천문의기 중의 하나이다. 혼천의에 나타나는 24절기에 따라 태양의 움직임을 간편하게 평면에 투사하여 태양의 출몰 시각과 낮의 길이를 정할 수 있는 유용한 의기이다. 이를 만들었다는 내용은 조선왕조실록 숙종 44년(1718년) 6월 13일(경인)에 기록되어 있다. 그 본문의 내용은 아래와 같다.

관상감(觀象監)에서 아뢰기를,

“금루(禁漏)의 시각은 낮에는 일영(日影)을 가지고 서로 준거하지만, 밤에는 성수(星宿)가 아니면 천시(天時)의 진짜 바른 시각을 정할 수가 없습니다. 그러므로 《주례(周禮)》에서 ‘별로 밤의 시각을 나눈다.’라는 글이 있고, 《원사(元史)》에도 ‘별로 날짜를 정한다.’라는 말이 있습니다. 근래 역법과 일월의 교식(交蝕)을 모두 시헌력(時憲曆)의 새로운 역법으로써 고쳐 바로잡았습시다만, 금루의 시각은 아직도 대통력(大統曆)의 옛날 역법을 쓰고 있습니다. 이를 시헌력에 의한 중성(中星)으로 교정한 바가 없이 그대로 답습하여 지금까지 이르고 있습니다. 때문에 점점 착오가 쌓여 장차 자시(子時)가 해시(亥時)로 되고 해시가 자시로 되기에 이르렀습니다. 본감(本監)으로 하여금 금루의 주시관(奏時官) 등을 불러 모아서 시헌력의 시각에서 중성으로 추산(推算)하는 기술을 지도하여 가르치고 교습한 지가 몇 개월이 되어 이미 다 밝게 잘 알고 있습니다. 지금부터 주시관은 반드시 이 법에 의하여 매달마다 시재(試才)하여 그들로 하여금 잊고서 잘못하여 어긋나게 하는 데에 이르지 말게 하소서. 그리고 기계(器械) 가운데 이른바 중성의(中星儀)·간평의(簡平儀)도 만들어 주게 하소서.”

이에 기록된 내용으로 보아 시헌력으로 개력한지 오래 되었으나 당시까지도 하루의 길이를 100각으로 나누어 사용하는 대통력의 시각 체계를 시헌력의 96각 체계로 전환하지 않고 그대로 사용하고 있음을 알 수 있다. 이와 관련하여 새로운 역사에 맞는 의기를 제작하여 누구나 쉽게 시헌력에 의한 시각법 사용을 쉽게 하기 위하여 중성의와 간평의를 만들도록 주청한 내용이다.

간평의의 제작과 작동원리에 대해서는 남병철(南秉哲 1817-1863)의 『의기집설(儀器輯說)』 안에 간평의설(簡平儀說)에 나온다. 그 첫머리에 나오는 내용으로 보면 사고전서(四庫全書)의 중에 포함된 간평의설 항목에 있는 서양인 웅삼발(熊三拔 Sabbathinus de Ursis 1575-1620)이 찬술한 내용에 근거하고 있음을 밝히고 있다. 그 내용에 의하면 간평의의 구조는 천반(天盤)과 지반(地盤)의 두 평판으로 되어 있다. 지반에는 적도(赤道)와 경위(經緯)를 따라 측정하는 양극선(兩極線), 적도선(赤道線), 절기선(節氣線), 시각선(時刻線) 등에 대하여 설명하고 있다. 다음 내용에는 간평의를 제작하는 방법, 낮의 절기선을 그리는 법, 낮의 시각선을 그리는 법, 상반을 만드는 법 등을 설명하고 있다. 이어서 태양의 운행과 관련된 여러 종류의 곡선을 그리는 원리와 읽는 방법을 13개 항에 걸쳐서 설명하고 있다. 그러나 이와 관련된 그림은 나와 있지 않아서 내용을 상세하게 이해하는 데는 어려움이 있다.

이 간평의와 관련하여 거의 같은 내용으로 구성된 책이 『천문략(天問略)』이다. 이 책은 명나라 시대인 1615년에 북경에서 출간되었다. 이 책의 저자는 양마락(陽瑪諾 Emmanuel Diaz, Junior 1754-1659)이고 주로 천문학적인 물음에 대하여 대답을 하는 형식으로 기술되어 있다. 처음 부분은 12중천설의 우주론을 제시하고 기하학적 방법으로 설명하고 있다. 전체 내용은 지구중심설에 의거한 우주 체계를 설명하고 필요시에는 기하학적인 도해를 첨부하여 이해를 쉽게 하고 있다. 이 서적을 1631년 정두원(鄭斗遠 1581-?)이 북경에 사신으로 갔다가 다녀올 때 국내에 들여온 것으로 알려져 있다(국립민속박물관 2004). 이 책은 남병철의 의기집설에서 참고한 웅삼발(熊三拔)의 『천문략(天問略)』과 서로 비교하지는 못 했지만 간평의에 관한 내용은 거의 같다고 추정된다.

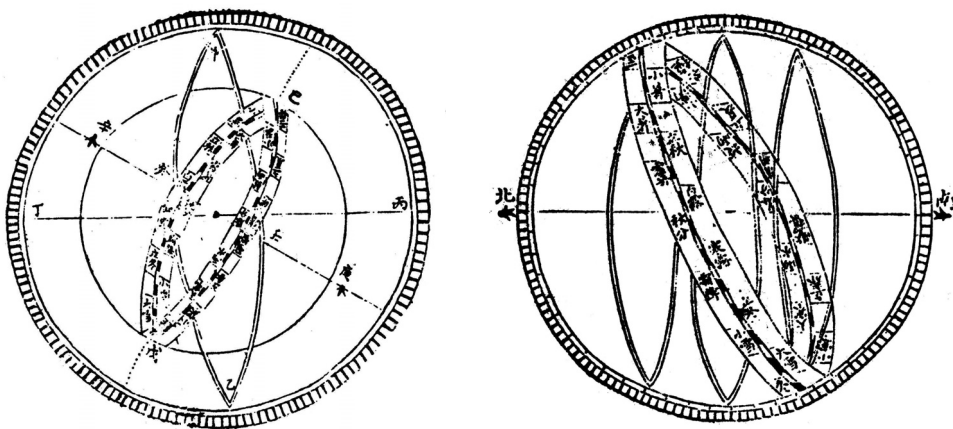


그림 1. 양마락의 천문략에 수록된 황도와 적도와 태양의 위치 설명

양마락이 저술한 『천문략(天問略)』은 지구중심적 우주관을 기본으로 황도와 적도를 설명하면서 24절기에 따른 태양의 위치를 구면 위에 그림으로 설명하고 있다. 황도 12궁과 24절기와의 상호 관계와 12중천설을 이용한 월식 현상을 여러 종류의 도해를 통하여 자세하게 그 원리를 설명하고 있다. 이러한 설명 중에 특히 간평의의 그림과 특징을 자세하게 설명하고 있다. 이는 당시 조선의 지식인들에게는 서구의 천문학을 이해하는데 대단히 큰 도움을 주었으리라 여겨진다.

이와 거의 같은 내용이 명나라시대 웅명우(熊明遇 1579-1600)가 편찬한 『격치초(格致草)』에 실려 있다. 이 책은 처음에 『칙초(則草)』라는 명칭으로 완성 되었는데 1615년에 출간되었다. 이 책은 양마락의 『천문략(天問略)』과 거의 동시에 출간되었다. 격치초는 『천문략(天問略)』에 있는 것보다 더 다양한 내용을 다루고 있다. 간평의뿐만 아니라 중요한 49개 별들의 위치를 수거도와 거극도를 수록하였다. 월식이 일어나는 원리, 24절기와 태양의 위치, 혼천의의 특징, 야간에 사용할 수 있는 별시계, 간이 고도 측정기, 점성술적 내용, 기상 현상, 은하수의 배치 등 일상생활에서 천문과 관련된 내용을 골고루 싣고 있다.

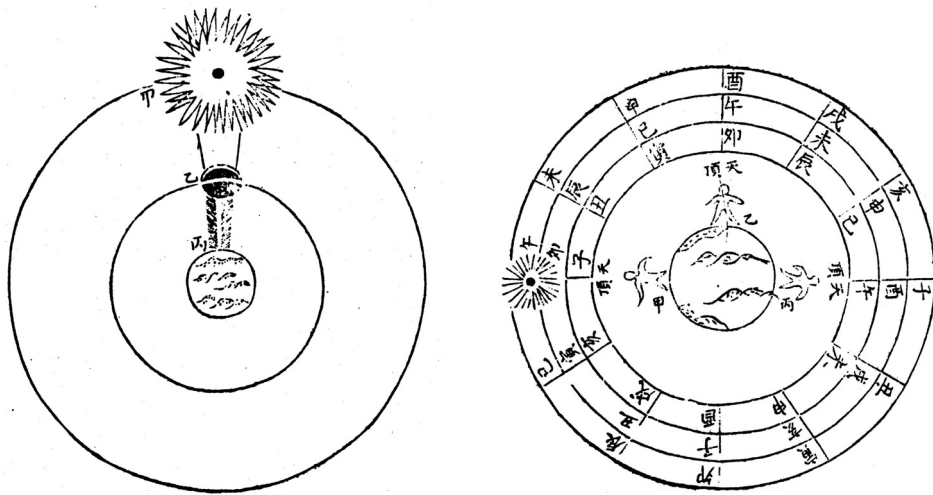


그림 2. 양마락의 천문략에 실려 있는 일식 원리와 관측자 중심 방위

맨 뒷부분에는 사마천의 『사기(史記)』 천관서(天官書)에 나오는 별들을 중궁, 동궁, 북궁, 서궁, 남궁 순으로 별자리의 특징을 설명한 내용과 함께 싣고 있다. 여기서 특이할 만한 것은 중국에서는 볼 수 없는 천구남극 근처의 성도도 표시하고 있다.



그림 3. 천관서에 나오는 천구북극 근처의 별자리 중심으로 묘사해 놓은 천문도

3. 간평의의 구조와 사용 방법

간평의는 해시계의 원리를 이용한 것이다. 이 간평의 두 분으로 되어 있는데 위의 덮개부분을 천반(天盤)이라 하고 아래의 부분은 지반(地盤)이라 한다. 그림 4는 웅명우(熊明遇 1579-1600)가 편찬한 『격치초(格致草)』에 실려 있는 그림을 그대로 옮긴 것이다. 천반은 다만 중심을 지나는 직선 또는 축만 있다. 지반은 원형 주위에 0도부터 90도 사이의 고도가 4분면(分面) 별로 표시되어 있다. 중심에는 13개의 직선이 있는데 이는 계절선이라 한다. 계절선 끝에는 아래위로 24절기의 명칭이 태양의 적위에 따라 기록되어 있다. 그리고 그 직선을 가로 지르는 곡선은 시각선으로 시간각에 해당한다. 중심선으로부터 오른쪽 부분은 아래쪽에서 위쪽으로 오전 시간에 해당하는 자시(子時)부터 오시(午時)까지 1각(一刻) 간격으로 표시되어 있다. 왼쪽 부분은 위쪽으로부터 아래쪽 방향으로 오시(午時)부터 해시(亥時)까지 눈금이

기록되어 있다.

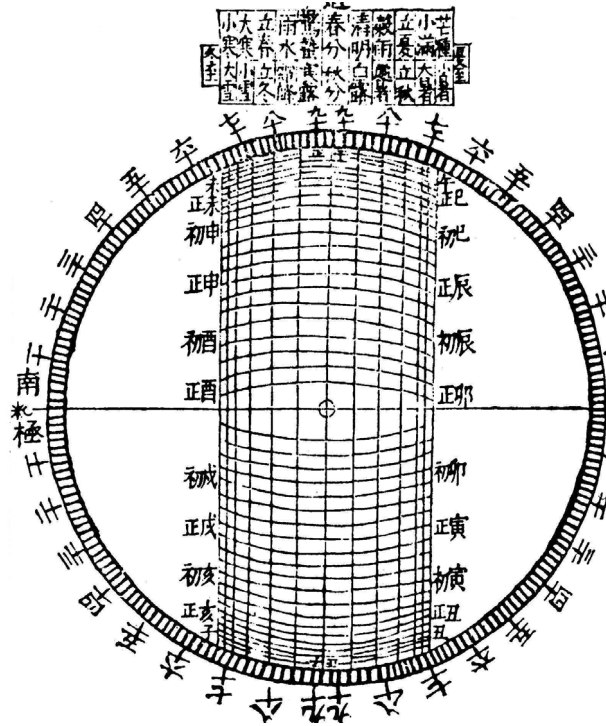


그림 4. 간평의의 천반과 지반에 기록된 눈금과 명칭

이 간평의는 겉으로만 보면 마치 양부일구(仰釜日晷)의 시반을 위에서 아래쪽으로 내려다 본 모습을 하고 있다. 계절선이나 시각선의 모습은 유사하지만 시각선의 시각 표시나 계절선의 간격이 양부일구와 다른 모습을 하고 있다.

그럼 양마락의 『천문략(天問略)』과 웅명우(熊明遇)의 『격치초(格致草)』에 나오는 설명 내용을 바탕으로 간평의의 구조에 대하여 알아보기로 한다. 『천문략(天問略)』에 간평의를 설명하고 있는 부분의 제목은 낮과 밤의 길이는 북극출지(北極出地) 즉, 위도에 따른다는 내용이 붙어 있다. 이 내용을 요약하여 정리하면 다음과 같다. 한 지방의 낮과 밤의 길이가 달라지는 까닭은 태양이 뜨는 위치에 따라 달라진다. 태양이 뜨는 장소가 하지날은 북쪽으로 옮겨가고 동지날은 남쪽으로 옮겨간다.

북극출지인 위도가 같으면 같은 날의 경우 밤과 낮의 길이가 같다. 그리고 같은 위도를 가진 지역이라면 태양의 적도에서 떨어진 정도에 따라 낮과 밤의 길이가 변한다. 그림 2와 같이 지구는 둥글기 때문에 관측자의 위치에 따라 방위가 모두 다르다. 예를 들어 오(午)의 방위는 지구상 관측자의 위치가 갑(甲), 을(乙), 병(丙) 등의 위치에 따라 달라진다. 즉, 천정의 위치는 관측자의 위치에 따라 달라진다.

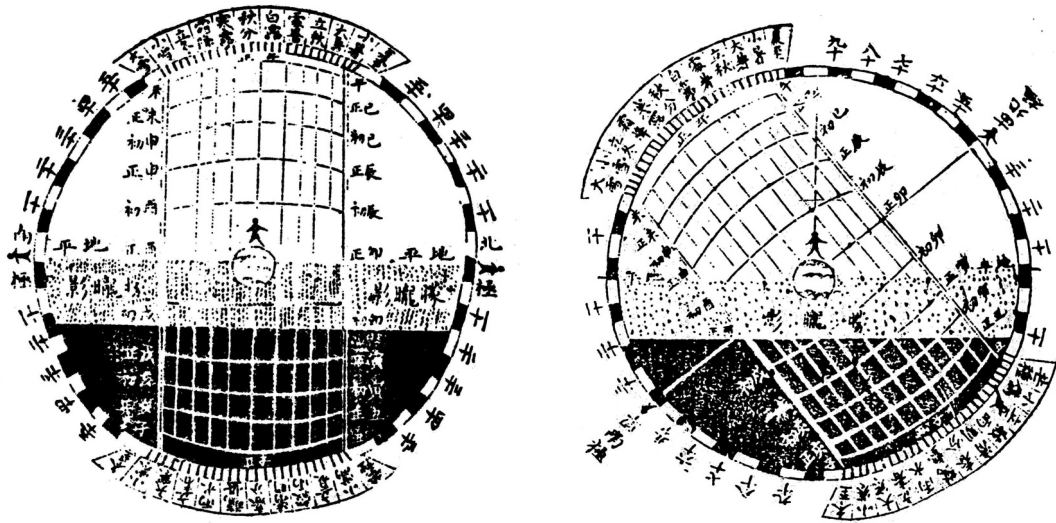


그림 5. 양마락(陽瑪諾)의 『천문략(天問略)』에 나오는 간평의의 모습

관측자가 적도 위에 있게 되면 그림 5의 앞 그림과 같이 지평선에 태양이 절기에 관계없이 때문에 일년 내내 낮과 밤의 길이가 같다. 절기에 관계없이 태양이 떠서 남중하는데 6시간이 걸리고 남중해서 지는데 6시간이 걸린다. 따라서 일출 시각은 절기에 관계없이 묘정초각(卯正初刻)이 되고 일몰 시각은 유정초각(酉正初刻)이 된다. 지평선 아래 20도 범위에 태양이 있는 경우를 몽롱영(朦朧影)이라 한다. 이 시간을 현대적 의미로 하면 박명 또는 여명의 의미를 가진다. 이 영향으로 하지와 동지, 춘분과 추분의 낮의 길이가 길어지나 당시로서는 잘 알 수 없다고 표현하고 있다.

적도에서 250리 북쪽으로 올라가면 북극이 지평선 위로 1도 올라오고 천정의 위치는 1도 남쪽으로 옮겨간다. 만약 2,500리 북쪽으로 이동하면 북극출지(北極出地), 남극입지(南極入地), 그리고 천정 위치가 각각 10도가 이동하게 된다. 적도에서 북극으로 250리 이동할 적마다 적도선이 천정에서 1도의 썩 기울게 된다. 따라서 절기선도 1도씩 기울어지고 계절선이 지평면과 교차되는 위치도 변하게 된다. 그러므로 낮과 밤의 길이가 북극출지 값에 따라 변하게 된다. 따라서 간평의를 작도할 때 북극출지 40도에서 시작하는 것을 추천하고 있다.

『천문략(天問略)』에 나오는 내용 중에는 실제적인 예로 북극출지 40도의 경우를 들고 있다. 그림 5의 뒤쪽 그림은 간평의의 천반의 위치를 40도로 맞춘 그림이다. 이 그림에서 남극입지와 북극출지는 각각 40도이고 천정 역시 남쪽으로 40도 정도 이동했다. 지평선과 교차하는 각각의 절기선도 중앙의 위치가 변한다. 하지의 계절선의 경우 일출 시각이 인정이각(寅正二刻) 4분(四分)이고 낮의 길이는 59각 7분이다. 하루의 길이가 96각이므로 나머지 36각 8분이 밤의 길이로 가장 짧게 된다. 따라서 절기선이 지상에 반 이상이 나와 있는 춘분에서 하지를 지나 추분에 이르는

기간은 낮의 길이가 길고 밤의 길이가 짧다. 동지의 경우는 진초일각(辰初一刻) 11분(分)이므로 밤의 길이는 59각 7분이고 그 나머지 36각 8분은 낮의 길이로서 1년간 가장 짧다. 따라서 계절선이 지하에 반 이상이 되는 추분부터 동지를 지나 춘분에 이르는 기간은 밤의 길이가 낮의 길이보다 길다. 그러므로 낮과 밤의 길이 변화는 북극출지와 남극입지에 의해 좌우된다.

매 절기마다 낮과 밤의 길이를 알고자하면 지평선 위에 있는 시각은 낮의 시간이고 지평선 아래에 있는 시각은 밤의 시간이 된다. 가령 하지날 계절선이 지평선과 교차되는 곳의 위치가 인정이각(寅正二刻)일 때 남중하는데 걸리는 시각이 29각 11분이 다. 그러므로 일출 후 태양 남중은 오정초각(午正初刻)이 되어 일몰은 일출 후 59각 7분이 된다. 하루 길이에서 낮의 길이를 빼면 밤의 길이가 된다. 각 절기에 따라 구하고자 하는 날의 밤과 낮의 길이는 절기선의 계절선에 나타난 시각을 읽으면 된다. 그림 5에서 각 절기를 표시한 계절선이 지평선 위에 있으면 낮 시각이고 지평선 아래에 있으면 밤 시각이 된다. 예를 들어 하지 계절선이 지평선과 서로 교차하는 지점의 위치가 인정이각(寅正二角)이면 그 위에 있는 전체 시간인 29각 11분이 지나면 오정초각(午正初刻)이 되고 일몰이 될 때까지 전체 59각 7분이 된다. 따라서 이 시간이 낮의 길이가 되고 그 나머지 시각이 밤 시간이 된다. 따라서 모든 절기에 따라 구하고자 하는 일출과 일입 시각은 각각의 계절선이 지평선과 교차되는 지점의 시각을 읽으면 된다. 각 절기의 몽롱영(朦朧影) 위치의 계절선을 읽으면 박명(薄明)이나 황혼(黃昏) 시각이 되거나 여명(黎明)이나 매상(昧爽) 시각이 된다.

위의 그림 5를 보면 북극출지에 따라 낮과 밤의 길이가 달라지는 것을 알 수 있다. 북극출지가 0도인 적도 지방에서는 절기에 관계없이 모두 천정 중심으로 반은 지평선 위에 있고 반은 지평선 아래에 있으므로 반드시 낮과 밤의 길이가 같게 된다. 북극출지가 20도인 경우 천정은 남쪽으로 20도 내려가고 계절선이 모두 남쪽으로 20도 기울게 된다. 그러므로 낮과 밤의 길이가 다르게 된다. 만일 적도 위쪽으로 20도에 있는 사람은 북극출지 20도가 되고 남극은 반드시 20도가 지평선 아래로 내려간다. 따라서 적도에서 위도가 북으로 20도 떨어진 곳이 있는 사람은 적도 아래에 있는 사람보다 북쪽 지평선을 20도 더 많이 보게 된다. 반면에 적도 아래 20도만큼은 볼 수 없게 된다. 하지날의 경우 적도 위 20도에 낮의 길이가 길게 되고, 동지날의 경우는 적도 남쪽 20도가 지평면 아래에 낮의 길이가 짧아진다. 같은 날이라 하더라도 북극출지에 따라 낮의 길이가 달라진다.

하지날의 경우 북극출지가 10인 곳에서는 낮의 길이가 2각이 길어지고, 20도인 곳에서는 5각이 길어지고, 30도인 곳에서는 8각이 길어지고, 40도인 곳에서는 12각이 길어지고, 50도인 곳에서는 18각이 길어지고, 60도인 곳에서는 26각이 길어

지고, 67도인 곳에서는 48각이 길어진다. 낮의 길이가 48각이 되는 곳에서는 하지날의 계절선이 지평면과 교차되지 않고 계절선 전체가 지평선 위에 있게 된다. 동지의 경우는 반대로 계절선 전체가 지평선 아래에 놓이게 된다. 그러므로 하지날의 경우는 태양의 운행이 지평선 위에서만 일어나기 때문에 낮의 길이가 96각이 되어 밤 시간이 없다. 반면에 동지날은 태양이 지평면 아래에서만 운행하므로 밤의 길이가 96각이 되어 낮 시각이 없게 된다.

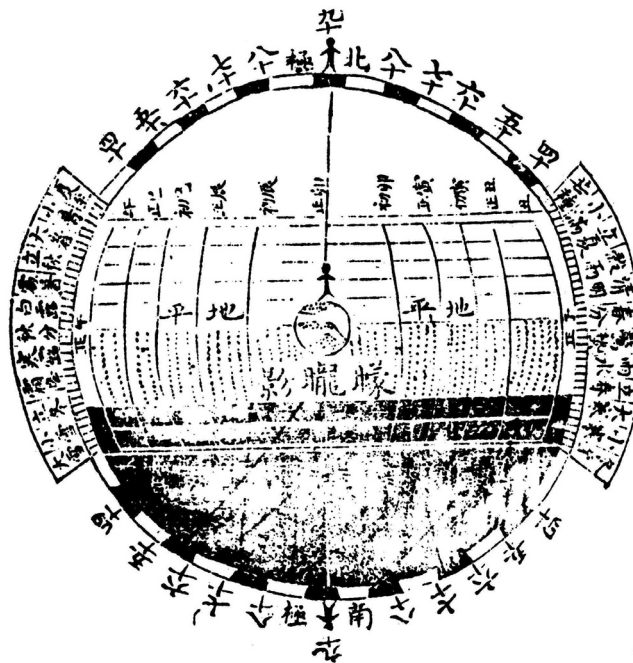


그림 6. 북극지방에서 계절에 따른 낮과 밤의 길이 비교

북극출지 70도인 곳에서는 여름철 5개의 절기인 소만, 망종, 하지, 소서, 대서 등은 절기선이 모두 지평선 위에 놓이게 된다. 겨울철 5개 절기인 소설, 대설, 동지, 소한, 대한 등의 계절선은 모두 지평선 아래에 놓이게 된다. 북극출지가 70도인 곳에서는 소만에서 하지, 하지에서 대서에 이르는 60일간은 태양의 운행 경로가 기울기는 하나 지평선 아래로 내려가지 않기 때문에 60일 동안 계속 낮이 되고 밤이 없게 된다. 반면에 소설 이후 동지, 동지에서 다음 대만에 이르는 60일간은 태양의 운행이 지평선 아래에서 기울어지나 지평선 위에 나타나지 않는다. 따라서 이 기간은 60일 전체가 밤이 되고 낮이 나타나지 않는다.

북극출지가 80도인 경우는 여름의 10개 절기의 계절선이 모두 지평선 위에 놓이게 되고, 반대로 겨울에는 10개의 계절선이 지평선 아래에 놓이게 된다. 따라서 이 기간 동안 낮과 밤의 길이가 각각 120여일이 된다. 만약 북극출지가 90도이면 천

림 7이다. 내용 설명 중에는 중국에서 가장 북극출지가 낮은 위도가 18도부터 42도까지 보면 직선거리가 250리가 될 때마다 북극출지가 1도 높아진다.

하지날의 경우 낮의 길이는 북극출지가 높을수록 길다. 하지날 중국 광주(廣州)는 북극출지가 23.5도인데 낮의 길이가 53각 11분이고 밤은 길이는 그 나머지인 42각 4분이 된다. 남창부(南昌府)는 북극출지가 29도인데 하지날 낮의 길이는 55각 7분이고 밤의 길이는 40각 8분으로 광둥지방과 주야의 길이 차이가 2각 정도 차이가 난다.

4. 간평의 작도 방법

간평의의 지반(地盤)에 그려진 계절선과 시각선은 그리는 원리에 대해서는 양마락의 『천문략(天問略)』과 옹명우(熊明遇)의 『격치초(格致草)』에 자세하게 설명하고 있지 않다. 다만 간단한 그림만 게재하여 설명할 수 있는 자료로 사용하고 있다. 이 원리가 간단히 나타나 있는 서적이 명(明)나라 때 출간된 『일월성구식(日月星晷式)』이다. 그러나 저자는 불분명하고 발간된 시기는 명(明)나라 말기인 1622년 이전이라고 추정되고 있다(胡鐵珠 1998). 이 저서에 보면 간단한 방법으로 계절선을 그리는 원리가 나와 있다.

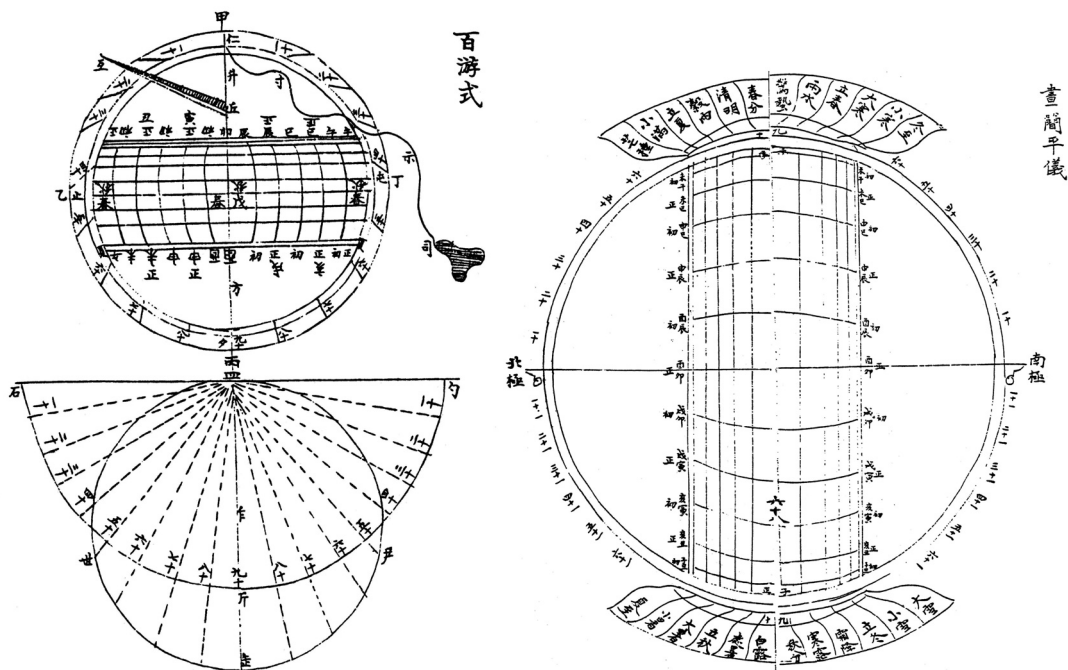


그림 8. 『일월성구식(日月星晷式)』에 나오는 시각선과 계절선의 작도 원리

조선시대 간평의에 관한 사용 방법과 특징에 관한 기본 내용을 알고 있어도 낮과 밤의 길이가 변하는 원리를 정확하게 이해하지 못한다면 제작이 불가능했을 것이다. 당시에 『일월성구식(日月星晷式)』과 같은 작도에 관한 기본 원리를 정확하게 이해하고 있었으리라 믿어진다.

간평의에 관한 기본적 내용을 포함한 낮과 밤의 길이가 위도와 절기에 따른 변화를 현대의 구면천문학을 이용하면 다음과 같이 간단한 수식으로 표현이 가능하다.

$$\cos HA = -\tan \phi \tan \delta \quad (1)$$

단 위의 식 1에서 HA는 태양의 시간각이고, ϕ 는 관측 지방 위도이고, δ 는 태양의 적위 값이다. HA 값은 태양이 남중했을 때 지평선에 대한 태양의 시간각에 해당한다. 따라서 낮의 길이는 따라서 시간각의 두 배가 된다. 이 식을 이용하면 이미 양마락의 『천문략(天問略)』에 나오는 내용을 정리한 내용을 간단하게 설명할 수 있다. 밤과 낮의 길이는 같은 위도를 가진 지방이라면 절기에 따라 태양의 적위 값이 변하기 때문에 낮과 밤의 길이가 변한다. 그리고 같은 절기일이라 하더라도 관측 지방의 위도에 따라 낮의 길이가 변하게 된다. 위의 관계식을 약간 변형하여 이용하면 간평의의 계절선과 시각선을 작도할 수 있다.

5. 조선 후기에 제작된 간평의

우리나라 조선 후기 1978년에 관상감에서 제작한 것으로 보이는 간평의가 민속 박물관에 소장되어 있다(국립민속박물관 2004). 그림 9는 현재 민속박물관에 소장되어 있는 것으로 저선 후기 1718년에 제작되어 있다는 기록이 있다. 이 간평의는 각도가 형태의 반원은 천반(天盤)이고 중심을 축으로 하여 회전이 가능하다. 지반(地盤)인 평면 바닥에 원을 그리고 시각선과 날짜선을 정교하게 그려 넣었다.

이 간평의에서 지반 중심을 지나고 계절선과 수직하게 연결된 선이 천구적도에 해당한다. 천반을 중심을 가로지르는 직선은 지평선에 해당한다. 지평선과 적도와 이루는 각도가 그 지방의 위도가 되고 계절선이 지평선과 만나는 점이 태양의 출입 시각이 된다. 이로부터 낮의 길이를 간단하게 구할 수 있다. 이 간평의의 구조로 보아 대단히 정교하게 계절선과 시각선을 그려 넣었다.

다음으로 19세기에 제작된 것으로 보이는 간평의가 있다(그림 10). 현재 양평에 있는 실학박물관에 전시되고 있다. 이는 천반과 지반이 분리되어 있지 않고 천반의 지평선과 지반의 적도 사이의 각도를 아예 한양 근처의 위도로 고정시켜 놓고 있

다. 필요에 따라서는 위도를 변화시켜 간단한 직선형 자(尺)를 사용하여 천반의 움직임의 나타낼 수 있도록 되어 있다. 이것은 12신법을 중심으로 각 시마다 초각, 1각, 2각, 및 4각까지 자세하게 세부적인 눈금까지 실어 놓고 있다. 정교하게 작도한 모습이 그대로 나타나 있다.

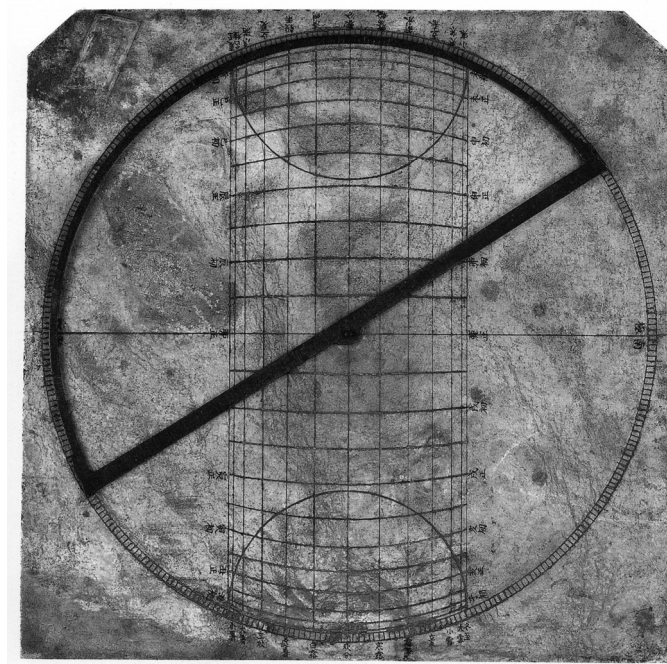


그림 9. 조선 후기 1718년 제작한 간평의의 모습

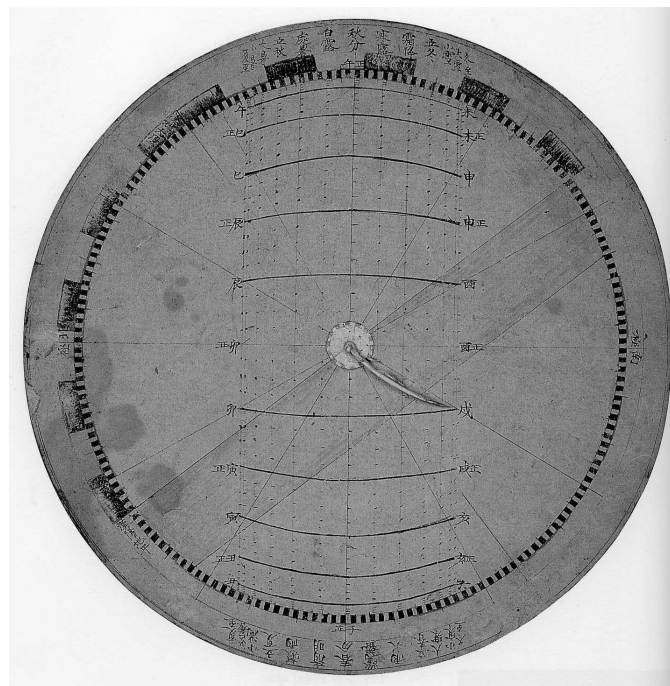


그림 10. 조선 후기 19세기에 제작한 간평의의 모습

6. 결 론

위에서 자세하게 설명한 바와 같이 서양의 영향에 의해서 제작된 간평의의 역사와 구조 특징에 대하여 알아보았다. 특히 조선시대 정교하게 만든 간평의의 모습과 간단한 구조에도 불구하고 정교하게 작도한 것으로 보아 당시 조선시대의 서양 천문학 지식의 이해 정도를 알 수 있다. 이미 당시에 서양의 투영법이나 태양 운행과 관련한 작도를 능숙하게 할 수 있을 정도로 서양 천문학에 대한 이해가 높았다는 것으로 보인다.

이러한 간평의의 제작은 당시 시현력을 사용하면서 정기법을 이용한 태양의 일출 및 일입 시각을 절기와 관측 지방에 따라 정확하게 계산하는데 기본적 자료를 사용했을 것이다. 당시의 책력에 들어갈 가장 중요한 요소는 일출과 일몰 시각을 비롯하여 낮의 길이 변화에 대한 것이다. 본 연구를 통하여 간단한 기기를 이용하여 절기에 따른 각 지방의 일출과 일몰 시각 결정과 밤과 낮의 길이 결정을 손쉽게 할 수 있는 방법을 체득하고 있었다. 또한 이를 이용하여 역산의 편리성을 도모하였다.

참고문헌

- 국립민속박물관(2004). 천문 하늘의 이치 땅의 이상, 국립민속박물관 간행
- 김명호, 남문현, 김지인(1999). 남병철과 박규수의 천문의기 제작 - 『의기집설』을 중심으로, 조선시대사학보, 12, 99-125
- 김용덕(1977). 소현세자의 연구, 『조선후기사상사연구』, 을유문화사
- 南秉哲 儀器輯說, 韓國科學技術資料 大系, 天文學篇 10권, p.433-447
- 陽瑪諾(1615). 天問略, 中國科學技術典籍通彙 天文 卷8, p.337-367
- 熊明遇(1615). 格致草, 中國科學技術典籍通彙 天文 卷6, p.51-151
- 이용범(1988). 중세 서양 과학의 조선 전래, 동국대출판부
- 전용훈(2005). 17 · 18세기 서양 천문역산학의 도입과 전개, 『한국실학사상연구 4』, 연세대학교 국학연구원
- 조선왕조실록, 숙종실록 권61, 숙종 44년 6월 13일 경인 기록
- 한영호(2005). 서양과학의 수용과 조선의 신법천문 의기, 『한국실학사상연구 4』, 연세대학교 국학연구원
- 胡鐵珠(1998). 中國科學技術典籍通彙 天文 卷8, p.383-384